

青藏苍茫

青藏高原科学考察 50 年

马丽华 著

生活 · 读书 · 新知 三联书店

N82
M093

青藏苍茫

青藏高原科学考察50年

马丽华 著



0072218

生活·读书·新知三联书店

图书在版编目(CIP)数据

青藏苍茫:青藏高原科学考察 50 年/马丽华著. - 北京:
生活·读书·新知三联书店, 1999. 9

ISBN 7-108-01345-2

I. ①青… II. ①马… III. ①自然科学-考察-西藏-
1949~1999 IV. ①N82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 29776 号

责任编辑 杜 非

封面设计 罗 洪

版式设计 崔建华

出版发行 生活·读书·新知 三联书店
(北京市东城区美术馆东街 22 号 邮编 100010)

经 销 新华书店

印 刷 北京新华彩印厂

880×1230 毫米 32 开本 14.25 印张 285,000 字

1999 年 9 月北京第 1 版 1999 年 9 月北京第 1 次印刷

印数 00,001-10,000 册

ISBN 7-108-01345-2/K·290 定价 28.00 元



目 录

序	肖怀远
---------	-----

引 子	5
-----------	---

第 1 章 千秋苍茫高原梦	9
---------------------	---

从空中俯瞰奇藏高原，自然与知性之旅——从石器时代的发现到刘慎谔、徐近之、孙健初的科学考察：一部国内认识西藏史——从希罗多德到亚历山大到乔玛和斯文·赫定：一部西方发现西藏史——一批献身青藏高原研究的中外科学家——1980年，我国召开第一次青藏高原国际科学讨论会——世界对青藏高原的重新审视：打开地球动力学和打开全球变化的金钥匙就在这里——世界百年，沧桑历尽

第 2 章 筚路蓝缕者的开拓之路	33
------------------------	----

50年代：有史以来最大规模的科学考察，西藏迎来第一缕现代科学曙光——从贡嘎山到珠穆朗玛峰，新中国登山科考传统——60年代：希夏邦马峰考察中的重大发现，丰富的第一手资料等待着被新思想照亮——西藏研究事业英雄人物出现：西藏之子孙热烈，中国现代冰川之父施雅风，中国黄土之父刘东生——在政治风云翻腾的年代里，重新其排的青藏队路上征程

第 3 章 在藏东南的密林中	57
----------------------	----

70年代第一步：挥师藏东南——在“西藏的江南”察隅县——考察海洋性冰川阿扎冰川——西藏的土壤类型——“亲王”冯养建和他的藏东南珍稀鸟兽——“大姐”黄复生发现中国昆虫新纪录翅目——藏东南花卉世界——森林蓄积量的世界之最——暗针叶林南北迁徙史——植物电脑从红松古林中的60岁生日——《美丽的西藏，可爱的家乡》

第 4 章 青藏大地从占海中升起	85
------------------------	----

大陆漂移与板块构造学说的提出，70年代的国际地学革命——地质学家常承法以板块构造理论初建青藏高原形成框架——大地构造学家潘宗生——岩石学家邓万明——地质古生物学家文世寅——一幅地质史的古远图景，青藏高原诉说：三个大洋，四次运动，五条缝合线，六块地体——青藏地质后来人——

地球物理学家向地球深部开拓——几千万年来,拉萨向北推移了14个纬度——地球化学家读出石头的成分和年纪——地球动力学机制众说纷纭——在地质科学上没有最后的一句话

第 5 章 西藏大地走遍111

险阻川藏线,“科学家的摇篮”——在西藏120万平方公里的土地上工蜂式劳作,筑造起科学意义上的立体西藏——干流组沿雅鲁藏布江2000公里的考察——西藏的湖泊群,高原演化历史的见证——西藏地热奇观,填补空白与开发利用同步进行——雪域西藏冰川世界——西藏的气候——1976年,首藏队分赴阿里、藏北、那曲、昌都——西藏自然科学百科全书:《青藏高原科学考察丛书》(西藏部分)34部40册问世

第 6 章 穿越羌塘之旅149

告别训练基地色哇——行走在藏北荒原上——藏北特有的陆生、水生动物与飞禽——距今2.5亿年前的植物化石发现,那时藏北一派热带—亚热带风光——在巴毛育宗—英雄女神之地——寻找双湖——小分队前往昆仑,2亿年前的海相化石发现——藏北分队凯旋,与野驴赛跑——联合考察可可西里——在长江源头格拉丹冬——完善第三条缝合线——否定一次火山爆发,肯定一个大地贫瘠中——无人区深处有人烟——论证可可西里自然保护区——保卫可可西里行动

第 7 章 横断山,横断山183

确定横断山脉范围——“冒险家”武素功穿越独龙江流域原始森林无人区——动物考察奇遇系列——白马雪山垂直气候越冬观测三年——寻找金沙江和怒江缝合带,恢复横断山脉地质演化史——横断山脉主峰贡嘎山冰川考察——从海螺沟旅游开发到应用研究课题——铭记为青藏高原研究事业捐躯的人们

第 8 章 莽莽昆仑——喀喇昆仑211

西昆仑考察是“三五牌”联号:50岁年纪,海拔5000米,历时5年——青藏高原科学大发现时代的最后一幕——重新肯定第四缝合带,发现第五缝合带——初逢甜水海——青藏高原平均年上升率5.8毫米——龙木错附近发现世界最高海拔的鱼——古生物学家面对现代凶狼——英雄地,世界寒旱极——那度遭遇野牦牛——西部羌塘美马错,野生动物乐园——功德圆满:众多学科完善各自框架——生物组故事:“死牛复活”与“渡河历险记”——1992年6月,在喀什召开“喀喇昆仑山——昆仑山国际学术讨论会”

第 9 章 寻访远古生命的蛛丝马迹239

古脊椎动物学家出动——昌都地区恐龙化石频频出土——恐龙家族退出演化舞台,哺乳动物时代开始——吉隆卧马盆地,藏北布隆盆地分别发现三趾马动物化石群——一个具有逆向思维的人和他的“宇地磁耦合论”假说——来自青藏高原的史前人类活动信息——西藏地方的考古群体,旧石器的发现——昆仑山垭口发掘新石器时代遗址,崔之久的人文情怀

第 10 章 在冰山雪原间265

施雅风院士六十华诞——国际冰川学历程——我国现代冰川学40年——对于中巴公路巴托拉冰川变化的成功预测——冻土学在应用实践中——冰川事业是一项豪迈的事业,是勇敢者的事业——穿越南极的英雄秦大河,在珠峰冰川建麦城——否定青藏高原“大冰盖论”——希夏邦马峰冰芯被评为‘97中国十大科技进展——从冰芯中可以读到什么——姚檀栋博士领导冰芯研究,起步就领跑——在海拔7000米处钻取水芯——中美科学精神和奉献精神

第 11 章 连接一条自然史之链299

青藏高原隆起与环境变化课题的生成与演化过程——湖泊岩芯研究——对大陆缘学说的质疑——钻取普尔盖湖芯,恢复西藏东北部90万年以来的环境变化——钻取南木海湖芯,恢复西藏西北部24万年以来的环境变化——湖泊沉积的近代过程研究——天然剖面的三个牧场:隆夏盆地、中昆仑地区、吉隆盆地,建立3000万年自然史序贯——考察走出西藏,全方位了解青藏高原——李吉均院士概括4000万年青藏高原演化——对于全球变化研究同题键的工作

第 12 章 科学盛筵 ——雅鲁藏布大峡谷329

地球上的最后秘境——1973年初的大峡谷——里氏8.6级特大地震震中位置——令人闻风丧胆的蚂蚱山——植物类型的天然博物馆——大峡谷水汽通道——80年代南迦巴瓦峰上科考——热书空册在北纬29°出现——发现眼镜王蛇——飞禽走兽和有关老者的传说故事——李锐生小组首次赴越冬考察,发现红嘴椋阔叶林——路遇“森林女神”萨凤翔——“当代徐霞客”杨德峰,逃生还西藏——多学科满载而归,惟有此远古小物白白放弃——90年代地质科学攻关,发现河床在此升了一个天——大峡谷是地球“热点”之一——有关世界第一大峡谷的论战,以及向世界公布

第 13 章 地球之巅 ——古往今来珠穆朗玛……375

神女峰美丽传说——1960年,中国登山队首次从北坡登顶成功——1975年登山科考,地质学家发现5亿年前海底化石,确认珠峰年龄——气象组遭遇挫折——大气环境本底调查——高登义在高山气象和大气物理领域中的贡献——气象组准确预报,五星红旗飘扬在第一高峰峰巅——珠峰自然保护区建立起来——中外联合专家组制定《珠穆朗玛峰自然保护区生态旅游总体规划》——一个新的经济增长点正在呈现——珠穆朗玛在下个世纪

第 14 章 现实关怀:为了阳光与雪风下的 这片热土……401

贯穿半个世纪青藏研究的一个优良传统:为地方经济建设服务——一段佳话:青藏队与西藏缘分——为西藏“一江两河”综合开发设计蓝图——再一次走向藏东三江流域和尼洋河流域——拉萨河谷的现代农神——青藏北部的现代牧神——高寒草甸生态系统实验站——不畏艰苦,忍辱负重、不计报酬、但求贡献的“牦牛精神”——钱学森曾有言:要把西藏建成国家的乐园

第 15 章 终极关怀: 青藏高原研究的未来……431

羊八井宇宙射线观测站——进入国家重点基础研究发展规划,青藏研究的最盛期——寓言式的“该亚假说”——青藏研究项目中有关人口、资源、环境与发展课题研究,现代地理学概念——青藏专家参与国际可持续发展概念的提出——回望青藏高原

后 记……447

参考书目……451

附赠 《青藏高原地势图》

序

与青藏高原综合科学考察队打交道，有两次难忘的经历：第一次是1974年，我当时在藏北安多县果加乡下乡蹲点。有一天，几位科考队员在周围山头做工作，标地名时找到了我们。我请当地群众帮他们完成了任务，他们高兴地走了。我对这些用自己的脚步丈量祖国大地的科学家深感敬佩，但对他们工作的意义和全貌却不甚了了。第二次是1996年5月，我陪同国家科委、中国科学院等单位12名科学家沿雅江走了一趟，进行首次大拐弯电站超前期考察工作，行至米林县派乡东边的一个村子，没有路了，我们坐下来吃干粮。这一带是藏族、门巴族、珞巴族群众的居住区，一个村民跑过来朝我们大喊：“yang yi chou, yang yi chou。”我听不懂他说什么，而同行的中科院水利专家关志华教授听懂了，兴奋地对我说：“他在喊杨逸畴，是我们青藏科考队的一个老队员。”杨逸畴教授曾数次参加大拐弯地区科学考察，与当地群众结下了深厚的情谊，在少数民族群众眼里，“杨逸畴”成了中国科学家的代称。这件事深深地感动了我。过去我认为，西藏人民群众是通过解放军认识共产党、认识社会主义，认识共产党领导下的“新汉人”的。现在我增加了一个新的认识，我们的科学家、医务工作者、人民教师同样是现代文明的播种者，他们走遍了西藏的每一条山沟，把党的关怀、民族团结的情谊带给了每一个少数民族同胞。如果说我们的解放军当年使西藏人民政治上获得翻身，当家做了主人；那么，我们的科教工作者则使西藏人民获得了思想上的解放，促进了生产力的提高和社会发展的巨大进步，使西藏能够跟上时代的步伐，与全国、全世界一道迈向现代化的明天。

考察归来后，我翻了一些资料，了解到在19世纪后期至1950年的旧西藏，也有那么几位外国探险家来过西藏。他们或出于不可告人的目的，偷偷摸摸；或单枪匹马，成果甚微。而真正大规模的青藏高原科学考察是在新中国建立以后。当年随十八军进藏的就有一批科学家，分为地质、农业、社会科学三个组，对西藏自然、社会的初步考察，为以后的经济建设、社会变革提供了很多基础性科研成果。60年代，施雅风、刘东生教授对青

藏高原隆起的研究取得了突破性进展。从70年代开始，国家投入巨资，由中科院组织了庞大的队伍，对青藏高原进行了为时20多年的大规模科学考察，内容涉及地球物理、地理、地质、地貌、水文、气象、生物、生态等各个科学领域。90年代，青藏高原研究进入更加深入的阶段，“青藏高原的形成、演化与可持续发展研究”被列入国家重大基础研究项目（攀登计划项目）。几十年来，青藏高原科考队对青藏高原隆升机制即地球动力学方面的研究，对青藏高原与全球变化相互关系的研究，对结合青藏高原经济社会发展的需要，进行可持续发展方向与途径的研究，不仅前无古人，而且硕果累累。青藏高原科考队成长起十几位中科院院士和工程院院士，培养了一批又一批硕士和博士，出版了170多部价值无量的科学专著。1996年8月全国科技援藏会议期间，中科院派专人进藏，将全套专著赠送给新落成的西藏图书馆。与此同时，科考队还对西藏农牧业的区域开发、地热电站建设、自然生态保护区建设和生物等其他自然资源的开发，提出了很多极具价值的科学建议，被自治区人民政府和主管部门采纳。青藏高原科学研究成果，在国际地球科学界影响深远，对全国、对西藏的经济建设和社会进步，则功德无量。

尽管每一年科考队工作结束后，新华社都要播发消息，但对人类科学史上这一亘古未有的伟大事业，却知者寥寥。170多部科学专著，在科学家眼里是珍宝，但其中大量的图表、枯燥的数字和充满科学术语的分析，对普通读者和青少年则如同天书。怎样用普及性的语言和形式把中国科学家的壮举、精神和贡献表现出来，昭示天下，教育后人？怎样趁参与青藏高原科学考察的大部分老科学家还健在的时候，把他们这些非凡的经历和动人的事迹抢救下来，给中国乃至全世界科技界留下一笔宝贵的精神财富？我们这些直接受益的西藏人理应为这些科学家歌功颂德、树碑立传！报告文学的方式也许能实现这个目的。我把这个想法汇报给了青藏项目的首席科学家，科考队的老队长，中科院前副院长孙鸿烈院士，他全力支持，不仅指定冯雪华女士担任这件事的联络人，而且把这项工作列入中国青藏高原研究会1998年的重点工作之一。

然而，找谁去完成这个任务呢？我想到了马丽华。

马丽华女士是与我同时代进藏的同龄人，她是个勤奋、执著的作家，

也是个对西藏无比热爱的作家。此时她正处在创作的成熟期，一本《走过西藏》风靡全国，迷倒了无数读者。我找到她的时候，她正在写《藏北游历》的续篇《十年藏北》。听了我多少带点煽动性的游说，她欣然应允，并且在1998年元月中国青藏高原研究会的年会上，面对几十位白发皓首，年高德劭的老科学家，她充满激情地说道，“我感到我的全部积累就是为写这本书准备的”，博得了老青藏们一阵阵热烈的掌声。

马丽华没有爽约，在短短的半年时间里，她东奔西走、日夜辛劳，先后采访了80多位青藏高原科考队的老中青三代科学家，有的甚至采访了三次、四次、五次，收集了大量的、丰富的、鲜为人知的素材。面对一个全新的领域和陌生的课题，马丽华倾注了她的全部心血。为了写好科学家，她甚至读了不少难懂的科学专著。她的辛勤努力和执著追求，换来了摆在读者面前的这本《青藏苍茫》。

书写得怎样，自有读者评判。面对国宝级的科学家，面对执著的马丽华，评价他们是很难的。然而依我愚见，这本书至少有三个方面不可替代的意义：

民族团结的意义。我国是一个多民族的国家，中华民族的大团结是每个公民的心愿，也是我国经济发展，社会进步的基础。以汉族为主的一批研究青藏高原的科学家，深入到少数民族聚居的地区，一边工作，一边普及科学文化知识。而我们的少数民族兄弟，则以极大的热情和艰辛的努力帮助科学家完成任务。这里面留下多少可歌可泣的动人故事，我亲耳听到的就不计其数。还有我们可亲可敬的解放军战士，也为青藏高原科学考察作出了不可磨灭的贡献。仅驻墨脱某部，在和平时期为护送科考队和往来人员，就牺牲了28人。有一次多雄拉山口发生雪崩，5名战士为了保护科学家，全部壮烈牺牲，科学家安然无恙。这些惊天地、泣鬼神的英雄壮举，理所当然地要写在共和国不朽的史册上，也理所当然地铭记在各族人民的心中。

科学精神的意义。在自治区科委工作期间，我曾和同志们将西藏几代科技工作者的“老西藏”精神，概括成“崇尚科学，严谨求实，无私奉献，为民造福”四句话，镌刻在科委新办公楼的门厅里，作为新时期西藏科技工作的座右铭。这四句话第一句讲认识，第二句讲学风，第三句讲精神，

第四句讲目的。了解了青藏项目科学家们的故事，我觉得这几句话还要靠大量生动鲜活的事例去注解。仅“无私奉献”一条，在青藏高原科考队就能发现多少感人至深的故事，多少顽强拼搏的生动事例，多少令人回肠荡气的感情波澜。这些难以历数的故事，有的书中写到了，有些还未能完全反映出来，因为这样的故事实在太多了。

在回顾青藏高原科考队的不朽业绩和崇高精神时，感慨良多。我想到，马克思在《资本论》序言中写的“只有不畏辛劳沿着陡峭山路攀登的人，才有希望达到光辉的顶点”这句让人刻骨铭心的话，似乎就是为在世界屋脊而奔波的青藏高原科考队的科学家们写的；我想到，鲁迅先生在形容中国知识分子时说的“吃的是草，挤出来的是奶”，道出了几千年来我国代复一代一心报国的知识分子的赤子之情；我想到，江泽民总书记在论述社会主义精神文明时讲到，要用马克思主义、毛泽东思想和邓小平理论武装头脑，同时要弘扬中华民族的传统美德。在青藏高原科考队的科学家身上，集中地体现了现代科学精神与中华民族传统美德的结合。他们留给我们的，不仅仅是一部部价值连城的科学专著，更重要的是留下了一笔值得世代相传的精神财富。这笔精神财富，无论在中国科学史上，还是在世界科学史上，无论对于中华民族，还是对于全人类，都是无比珍贵的。

科学史的意义。《青藏苍茫》虽然不是写科学史的，但它从一个侧面反映了新中国科学事业发展的历程，反映了中国科学家揭开青藏高原神秘面纱的历程。所以，在读者特别是青少年领悟这本书的文学价值和科学精神的同时，还可以了解青藏高原科学考察的进程。这本书既是纪实文学，也是科普读物。

先哲孔子曰：“逝者如斯夫，不舍昼夜。”时间老人正在一刻不停地把我们拉向21世纪。在我们即将跨入新世纪的时候，我们永远不会忘记那些在20世纪后半期为青藏高原科学考察付出了心血，付出了青春，付出了健康，甚至付出了生命的科学家们。他们的贡献，他们的业绩，他们的精神，是中国乃至世界科学史上的一块碑，是我们心中的一块碑。

肖怀远

1999年3月6日于拉萨

青

藏

苍

茫



引 子

当人造卫星对准亚洲的正面方向摄下一帧图像,我们就看到了小小寰球如一枚耀眼的徽章——冰雪的南北极隐向两侧,美洲大陆在看不见的另一方,被强调了的青藏高原格外醒目地突现在欧亚大陆南部,沉着而艳丽的棕红色调仿佛透射着金属的质地和光泽。我们这样认识了它的位置:中国的高地,亚洲的脊柱,地球第三极——高极。面对这一地理图景,我们不由得心有所动。

一部青藏高原形成演化史,是地球固化以来大自然史诗中恢宏壮丽的一章。回望起初,一片苍茫。哪怕以心智的目光超验地感应,也难以企及那个久已迷失的源头。

“很久很久以前……”,那是民间文学的话语,再久不过千年前的千年。

用碳十四测定的,那是考古学家的话语,再遥远不过万年前的万年。

古人类学家的话语以几十万年、几百万年计,那也不够,需要再加上一两个数量级。

这还只是时间。空间的广大一样令我们惊奇。青藏高原最初的时空超越了我们的经验世界。

于是，地球科学家来了，他用不久前才获得的知识，讲述一个青藏高原的故事。

他一开口就说，距今10亿年前……

10亿年前的地球图像是如此简单呵，一个泛大洋——环赤道大洋；两块泛大陆——遥居南北两半球的冈瓦纳古陆和劳亚古陆。此后是漫长地质年代里，原始大陆如何分裂，如何重新组合；原始大洋如何消亡，新大洋如何生成；青藏高原，如果不是整体，那么至少大部最初的户籍并非属于北半球，它们赶了那么远的路，从寒冷的南方历经炎热的南方，漂洋过海而来，一片又一片，一一拼贴在北半球欧亚大陆南缘。

这一跨度以数亿年计的过程至今仍未终结。青藏故事在继续。四五千万年前，当古老的印度地盾自南方远行五六千公里，最后一次撞击在欧亚大陆南缘，完成了青藏地区轮廓之后，“印度筏”仍在勉力向北推进。在次生的青藏地区北缘和东缘，与印度地盾同样古老坚硬的华北板块、塔里木板块和扬子板块岿然不动，南北方势均力敌的推进和阻挡，迫使青藏高原别无选择地向上攀升并南北缩短。地球科学家告诉我们，这一运动现在一刻也没有停止，青藏高原每年上升量可达1厘米，南北缩短也同样为1厘米；今天我们眼见的250万平方公里的大高原，其实在几千万年的岁月中已南北缩短了数以千公里计。

青藏高原的出现意义深远。它不仅仅改变了亚洲和全球的地理面貌，同时一举改变了亚洲乃至北半球的大气环流、气候与生态诸环境系统格局。晚新生代以来的4000万年中，它历经三次隆起，两次夷平——强烈隆起而为高地，缓缓消蚀而为低原；只有它的第三次快速升起——目前正值这一过程中——是人类的眼睛所亲见的事件。

青藏高原自形成之始，就恰好伴随着全球的大降温；它的每一番高低轮回又恰好伴随了大冰期与大间冰期的徐徐降临；当240万年前大高原上升到2000米临界高度，深厚高原季风骤起，北极冰盖在此时初步形成，人类开始在地球上走来走去。

——真的是“恰好”吗？是谁伴随了谁？

青藏故事就这样进入了科学命题。

经由科学常识我们得知,我们生存的大地远不如想像的稳定,漂移的陆地承载着我们不知将要去往何方;人类作为我们地球家园最晚近出现的新种,曾经多么弱小,然而在地球万千物种的曾经和现在中,惟有人类会向未知的一切发问“为什么”。这是大千世界中,具有思维的物种独享的庄严和美丽。

自新中国诞生以来的50年中,中国科学家对于青藏高原的考察研究几乎没有停止过。起初只是了解“怎么样”,越到后来,越发放不下了——进入了“为什么”的探询之后,已不单单指向青藏本身,而是广及了整个地球。青藏研究内涵的张力,使它成为当今国际学术界强烈竞争的重要地区。这项研究历经填补科学空白和区域性研究阶段的几十年积累,已迈进当今中国国家重点基础 Research 发展规划,迈进国际地球科学研究前沿和热点领域。在全世界,以青藏高原为中心内容的国际学术组织和专题计划相继成立,大型国际学术会议例如喜马拉雅国际讨论会两年一度,特提斯国际讨论会四年一度,在世界各地轮番举行;重大国际研究计划例如国际岩石圈,国际地圈生物圈,世界气候、全球变化与陆地生态系统等国际研究计划,以及美国国家大陆动力学计划等等都瞄准了青藏高原;地球科学、生命科学、环境科学多学科交叉综合进行,多领域、多课题、多层面、多向度的合作频频,中外科学家联合攻关。青藏高原成为地球科学研究的圣地殿堂。中外科学家们的话语是——

地球的第三极。

全球独特生态系统类型分布区。高山生物物种基因库。

中国气候变化预警区。亚洲季风的启动区。全球气候变化的敏感区。

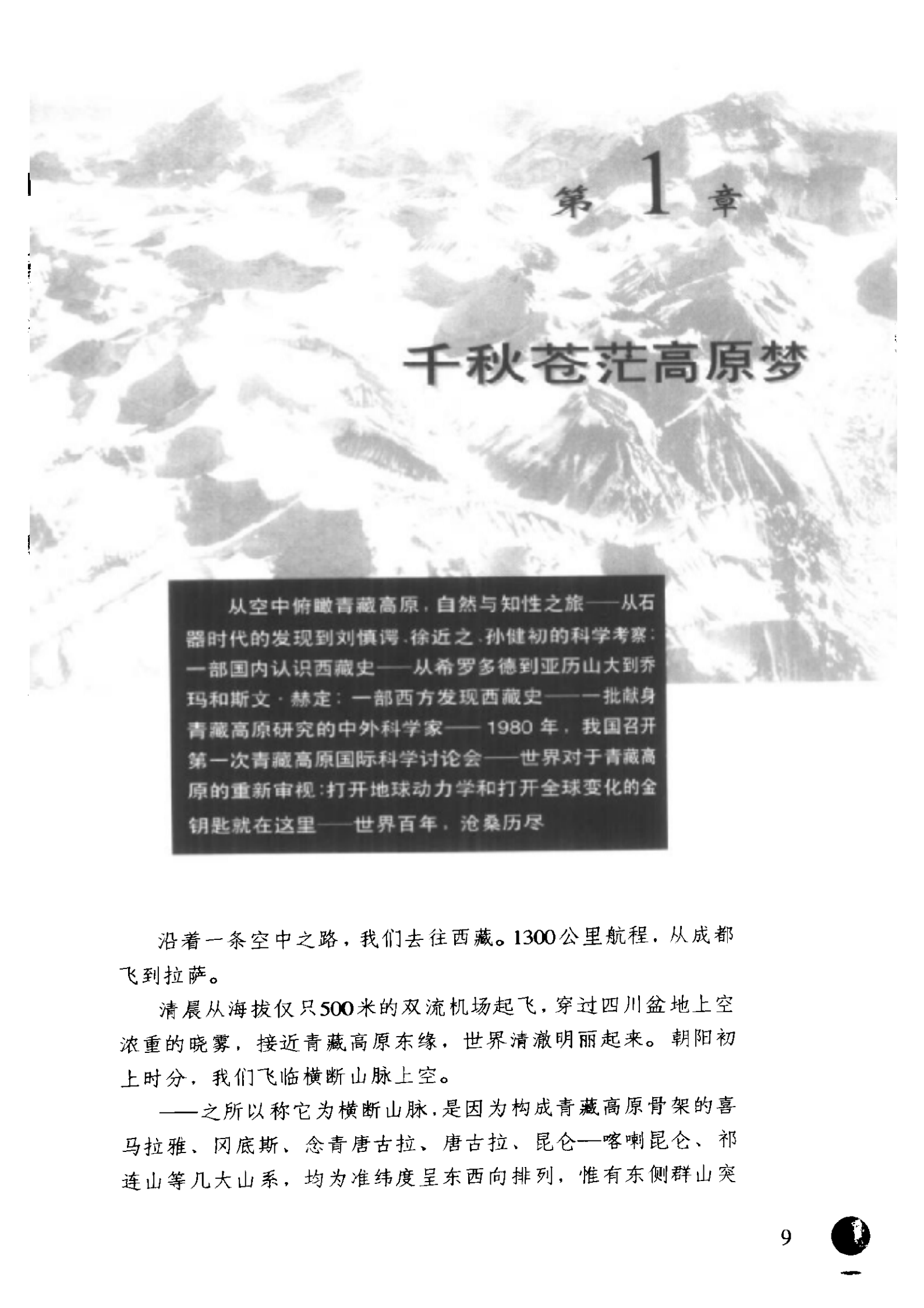
全球环境变化研究的天然实验室。

打开地球动力学大门的金钥匙。

21世纪地球系统科学知识创新的生长点。

.....





第1章

千秋苍茫高原梦

从空中俯瞰青藏高原，自然与知性之旅——从石器时代的发现到刘慎谔、徐近之、孙健初的科学考察：一部国内认识西藏史——从希罗多德到亚历山大到乔玛和斯文·赫定：一部西方发现西藏史——一批献身青藏高原研究的中外科学家——1980年，我国召开第一次青藏高原国际科学讨论会——世界对于青藏高原的重新审视：打开地球动力学和打开全球变化的金钥匙就在这里——世界百年，沧桑历尽

沿着一条空中之路，我们去往西藏。1300公里航程，从成都飞到拉萨。

清晨从海拔仅只500米的双流机场起飞，穿过四川盆地上空浓重的晓雾，接近青藏高原东缘，世界清澈明丽起来。朝阳初上时分，我们飞临横断山脉上空。

——之所以称它为横断山脉，是因为构成青藏高原骨架的喜马拉雅、冈底斯、念青唐古拉、唐古拉、昆仑—喀喇昆仑、祁连山等几大山系，均为准纬度呈东西向排列，惟有东侧群山突





然改道，大致南北走向——飞越横断山，可以一览三大江与三大山，山与江相间并列的地理奇观。三大江：金沙江、澜沧江、怒江；三大山：芒康山、他念他翁山、伯舒拉岭。峰岭相连，苍山如海，嵯峨顶际雪光晶莹；江河细如丝线，缝缀在山基深邃的阴影中。冰峰雪岭间一泊泊天蓝色冰川湖隐约可见。而在望不见的细微处，是纵贯高山上下、呈垂直分布的自然带景致，是峡谷中郁闭的原始森林，覆盖着红杜鹃和绿草地的山原坡地，还有山梁河谷中星散的村落农田，隐藏在山褶皱丛中令人感动的人类生活——那需要在地面上行走，就近的观望和访问。

朝阳初上时分，晴空碧蓝如水。晴空下的重山叠嶂举着冰雪之冠，苍苍茫茫。新鲜的阳光照射之处，冰雪线上升起纱样的烟云。阳光渐渐强烈起来，烟云渐渐浓密起来，云絮云朵汇聚，渐渐遮蔽了我们的视野。

空中之路的北线从青藏高原东北侧开始。乘坐军用飞机，地理学家郑度从兰州起飞，执行航拍任务。因为这并非民航线路，就让我们借助地理学家的目光，一路纵贯，领略与南线迥异的高原风光——

甘肃境内直延伸到青海长达 2000 多公里的祁连山脉，是青藏高原的北部边缘。从兰州起飞，溯湟水谷地西行，经过岗峦起伏、塬谷相间的黄土高原西缘进入青藏高原。我们望见了青海湖——群山环抱的青海湖，是我国最大的咸水湖，蒙语称它为“库库诺尔”，藏语称它为“错温布”，都是“蓝色湖泊”之意。此刻目之所见，蔚蓝色湖水映衬着湖盆东岸金黄色新月型沙丘，与湖滨阶地、环湖分布的湖岸线构成了独特的内陆湖泊地貌景观。

从青海湖向西，地面景色越发干旱。在高原面上陷落得又深又大的柴达木盆地中央，一片闪耀洁白光芒之地，是方圆 1600 平方公里、我国最大的盐湖察尔汗盐湖。最厚处可达 15 米的湖面盐壳，不由人不感叹地球上有多少珍而不稀的资源。过盐湖，便见戈壁新城格尔木，干旱盆地南缘一片小小绿洲，它是青藏



珠穆朗玛峰及所在的喜马拉雅山脉，形成中国第一级台阶的最高点。





公路上首屈一指的重要城镇。飞机在此折向西南飞行，一列雪峰屏立在前，是昆仑山。若论其高其险，它远远比不过青藏高原众多山族，但若论其古史中的文化意义，它在中国的知名度则在芸芸众山之上。机外已是云雪相连。在气流中上下颠簸的飞机穿云破雾，昆仑群山一掠而过。

辽阔坦荡，一览无余的高原面在我们眼前铺展开来：这就是我国第一大河长江上源的通天河河源地区。谷地宽浅，河面开阔，清冽流水徘徊荡漾，时分时合，辫状水系蜿蜒畅达。这一地区分布着可可西里、风火山等几列山地。青藏公路像一条丝绸飘带迤邐在缓缓起伏的黄绿色草原上，小如甲虫的过往车队络绎不绝。目光随公路飘向著名的唐古拉雪山。唐古拉与昆仑的不同之处，在于它山体浑圆，高差不大，而它正是长江上源通天河与怒江的分水岭。唐古拉的辉煌之光闪烁在它的西南方：一群6000米以上的雪山簇拥着主峰格拉丹冬的冰川世界，长江之水正从这里出发。

这里已是面积足有60多万平方公里、海拔在4500米以上的藏北—羌塘高原腹心地区。高原面割切轻微，山势起伏和缓，低洼处河滩地生长着大嵩草草甸，山坡处生长着小嵩草草甸，高寒干旱处则是荒漠半荒漠地带。藏北高原是湖泊之国。青藏高原的湖泊之多，约占全国湖泊的近一半，其中大多密布在羌塘的牧区和无人区。大大小小的湖泊星罗棋布，纳木错、色林错、鄂错、恰规错、吴如错……天光水色，生动地荡漾在荒寒的藏北高原深处。从空中欣赏，不仅整面湖泊映入眼帘，连同湖水退缩后遗留的泻湖、环状湖岸线，周围广阔的湖成平原也都尽收眼底，那是一幅具有质感和历史沧桑感的壮阔画卷。羌塘南部，怒江河源那曲河及其支流蜿蜒曲折在宽敞的宽谷盆地之中。可见黑色牦牛、白色羊群蠕动在草原上——藏北地区是西藏的主要牧区。

向南，越过藏北草原南方门户的念青唐古拉山，进入拉萨——



通天河

藏南谷地。雅鲁藏布江像一条白净的哈达，不息地奔流在冈底斯和喜马拉雅两大山脉之间。这一条举世闻名的适应地质构造线发育的高原大河，在我国境内长达2057公里；在我们的视线不及之处，于巴昔卡附近流入印度，以布拉马普特拉河之名，经孟加拉国注入印度洋孟加拉湾。

最后，让我们向西飞往珠穆朗玛峰。全长为2400公里的喜马拉雅山，宽约两三百公里，山峰平均海拔6200米。山脉中部，集中了6座海拔在8000米以上的高峰，山体呈巨型金字塔状的世界第一高峰——8848.13米的珠穆朗玛就侧身其中。我们终于看到了珠峰，这座由奥陶纪海相地层石灰岩构成的山峰呈现黑





青 藏 苍 茫

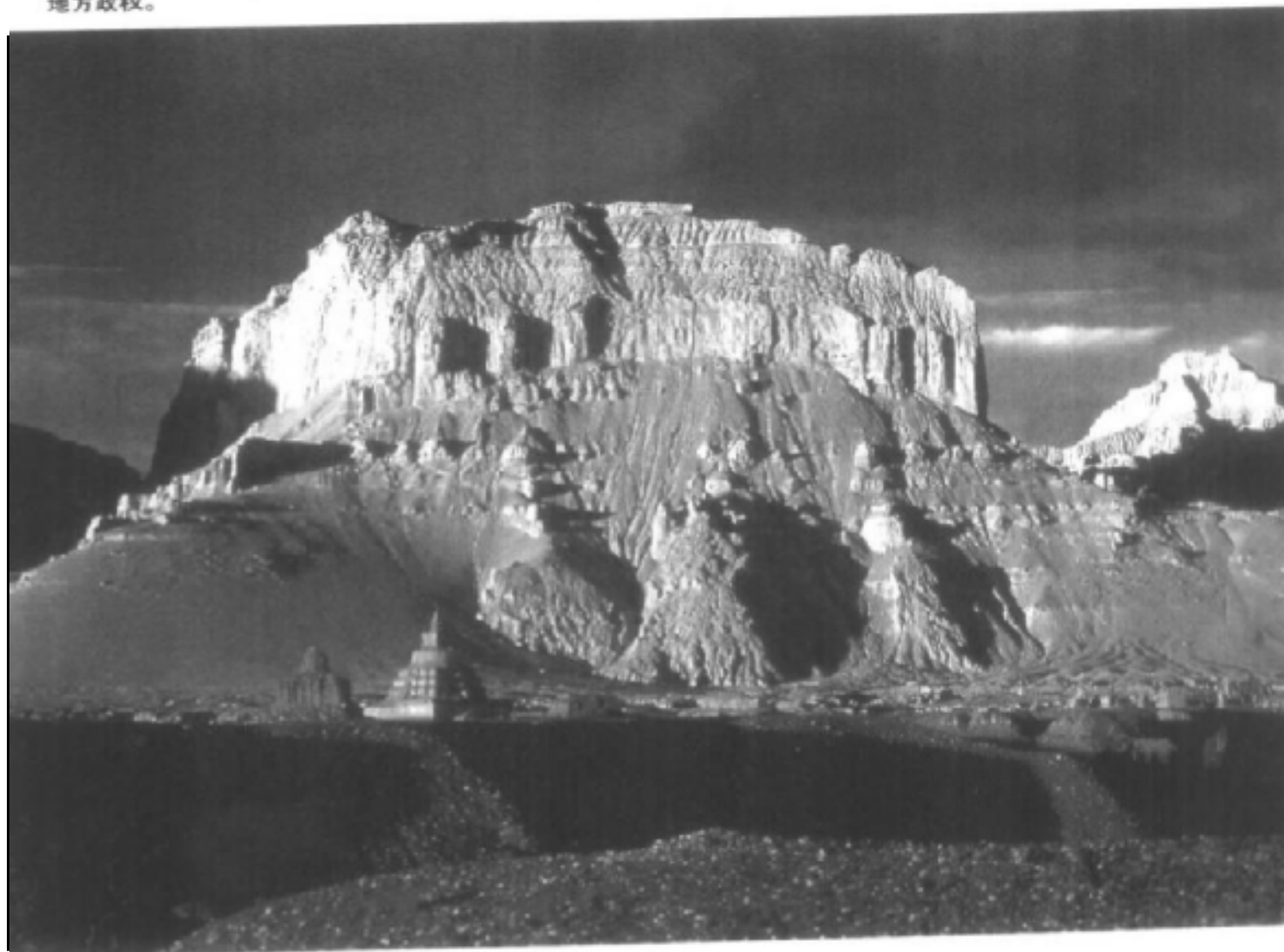
色的轮廓，其上白雪皑皑银装素裹，在阳光下闪耀着金色光芒，令人目眩。我们从希夏邦马峰东侧转弯，再度接近珠峰时，峰顶已冉冉升起旗云，向东方飘荡；巨大的山谷冰川从珠峰四周向外流溢，山舞银蛇，冰塔林立。这种完整的冰塔林现象目前只存在于喜马拉雅和格拉丹冬、喀喇昆仑的巨大的山谷冰川里。

遥看喜山北麓，群山层叠起伏，湖泊碧蓝明净，山间盆地辽阔，村落房舍安恬，把珠穆朗玛衬托得壮丽无比。

坐落在阿里扎达
盆地中的古格王朝遗
址。古格王朝是公元
10至17世纪的西藏
地方政权。

.....

毕竟，这只是两条航线上的俯瞰，有更为细部的风景我们尚未及浏览，有更为遥远的地区尚未及到达，例如西部西藏古老



神奇的阿里和古格，例如被称为“亚洲之脊”的西昆仑—喀喇昆仑。250万平方公里的大高原，作为地球上独一无二的巨型地貌单元，独立特行，拥有着无与伦比的大壮美。它的内涵富有终极意味，生长其上的生命可谓地球上的顶极群落。迈步走向青藏，可以视为自然之旅，文化之旅，知性与悟性之旅，还有，就是人生的一次终极体验。

人们通常用雄伟、辽阔、壮丽之类字眼描绘青藏高原；紧跟着还有一词：“神秘”。

作为自然界的物质实体，它存在了那么久那么久；但世界总是说，对于它的认识太迟了太迟了。正是这样。青藏高原作为地球上的最后一块秘地，它的面纱迟至本世纪下半叶才由中国科学家徐徐揭开，它的面貌才得以补充修订在世界地图上，它的形成演化过程、它存在的意义和影响所及也才由科学家们向世界提供。至少在科学认识方面，连国人也不免感叹说，真是相识恨晚呵。

识者自有其人。人类群体中最先得知它的存在的，当然是远古的高原先民。考古发掘确认了距今5000年的昌都卡若人；再向前追溯，则是把旧石器丢得遍地都是的那些远古古人。而三五万年前的旧石器的主人们，面目已不甚清晰，隐身于史前史的雾霭之中了。

斯人不见踪迹，惟留石器遍地。千年万年后的人们凝视着这些石质的工具，发现这一技术体系如何具有整个亚洲旧石器工业的基本特征，并如何与华北地区同期文化遗物相近似。遗留在遗址和石器上的信息，诉说着青藏高原在遥远的史前时代，就曾存在着与华北华南、与印度河上游流域地区间物质文化的交流和渗透。那是令现代人感到惊奇的相互交通。这种惊奇来自于我们一向低估了原始人渴望交往的愿望和行走的能力；还来自于我们对于环境气候的将今论古；事实上，全新世1万年以来，





青藏地区的自然面貌发生了剧烈改变。青藏研究最新提供的资料表明，近在不到7000年前，此地还属于高温高湿期，高原湖泊还曾大水泱泱；更近的3500年前，迄已荒寒的昆仑山区还有森林分布，还有人类活动遗迹可供发掘。

有关青藏地区的涉笔，星散于国内早期文献中。较为系统的记载，有《后汉书·西羌传》对于青藏北缘地区奇风异俗的描述；我们从古代舆地神话典籍《山海经》这类奇书中也不时望见青藏山川的踪影。那一时代通往西方，在青藏北缘和西缘擦边而过的丝绸之路大约已经开通。

虽说由于藏文创制较晚，藏文史籍经典中有关藏区地理记载也不会早于公元7世纪，但对于本土的认识则伴随着先民的最初意识而来。表述这一地理观的第一句话恰恰是：“最初汪洋大海……”

在敦煌的吐蕃历史文献，诸如《西藏王统记》一类藏文经典中，我们断断续续地读出了西藏人对于本土自然地理的看法——

最初汪洋大海，当一个名叫“贡格曲拉”的河渠出现，大水流失，藏区形状初现，松柏森林生长，禽鸟野牲繁衍；藏区位于天之中央，地之中心，世界之心脏，雪山围绕一切河流之源头，山高土洁，地域美好；藏区分为上中下三部：阿里三围麋鹿野兽洲，中部四茹虎豹猛兽洲，下部六岗飞禽鸟类洲；后来人类出现了，藏地的亚当和夏娃是一猕猴与罗刹……

一面说是神之居地，一面又说是魔女仰卧之相。松赞干布时代修建12座神庙以镇压魔女四肢关节，是为“十二不移之钉”。

这些文字记载有诸多宗教的、神话的色彩。而古代西藏人在科学认识方面，可能更多地体现在藏医药领域。公元8世纪时，藏族医生编著了藏医经典《四部医典》，认识到人体与自然的关系——有关大小宇宙的朴素科学观；记录药用植物209种，并依木本、草本和气味加以分类。发展到19世纪，藏族喇嘛仁增加

措和丹增平措采集植物，编著《晶珠草本》，已有774种植物被记载和描述过了。

大唐盛世及其之后，由于文成公主、金城公主远嫁吐蕃，由于名僧玄奘取经西行印度，并有《大唐西域记》传之于世，更由于吐蕃铁骑对于中原腹地的深入并占据丝绸之路近两百年之久，在敦煌遗留下大量吐蕃文献……不论方式温和或激烈，总之青藏与中原的民族文化交往空前频繁，路途仍然遥远但不再陌生。

元代是一个转折点：西藏地区成为中华民族的成员。元皇室不仅扶持了当地的萨迦政权，设立“十三万户”，还派出测绘人员走向藏地，考察山川，将之绘入中国版图——黄河源区正是此次考察中被确认的；清康熙年间绘制《皇舆图》，更是总揽了青藏大山川，并说“天下众山皆由此起”，延用当地名称，将喜马拉雅最高峰标上了“珠穆朗玛”字样。

整个清时期，西藏地方与中央政府关系至为密切。有关西藏的记载连篇累牍。诸如地理地貌、生物气候之类的自然科学认识也在加深。清朝驻藏大臣有泰是个有心人。经四川入藏，在藏四年，写下32册约40万字的日记。其中关于沿途物候景观和每天气象情况的记载，无意中为后来的气象和气候学家们提供了宝贵的参照；大量的藏文文书档案，也提示着上千年间有关气候变化和自然灾害的丰富信息。

本世纪30年代，国内兴起过一个对青藏高原做科学意义上的考察的热潮。一批批笃信科学救国的科学家，历尽艰辛走向青藏的边缘和腹地，堪称国内青藏研究之先驱。植物学家刘慎谔，从法国学成归来后，担任了北平植物学研究所主任。30年代初，在完成了中法西北考察团对于新疆的考察任务后，只身前往西藏——过昆仑，越藏北，沿青藏高原西侧经克什米尔抵达印度。一路千难万险，在藏北甚至遭遇了一群杀人越货的土匪。不过，对方打量过他那一头长发，满脸胡须、破衣烂衫，再动手翻一





气象学家徐近之遗像

翻随身行囊，只见一些旧报纸和花花草草，不禁愕然，于是慷慨放行。一年多杳无音信，家人与同事都以为他早已遇难，直至喜出望外地接到他从印度发来的求寄路费的电报。那一年，刘慎谔带回2000多号标本。

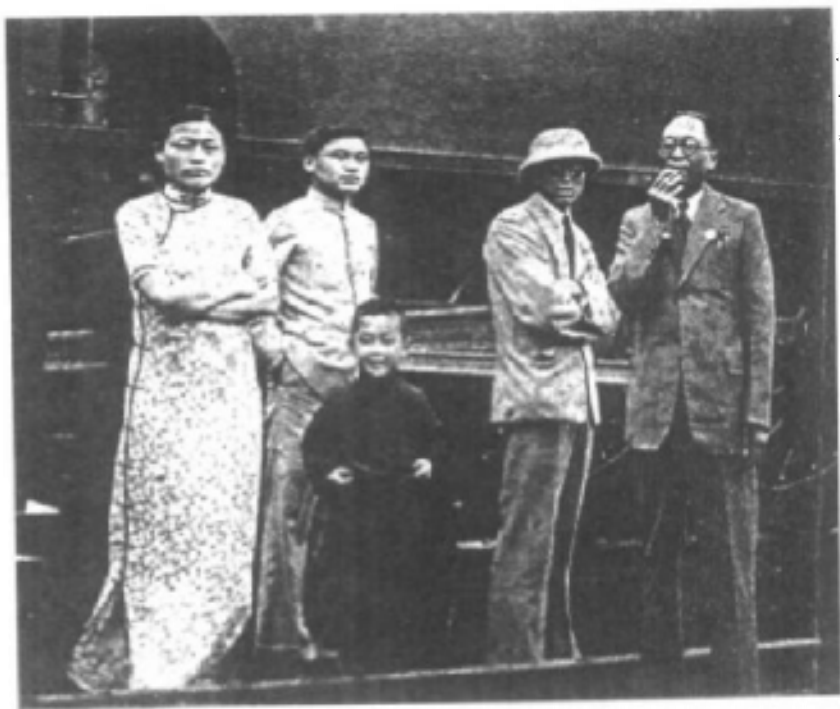
与刘慎谔从西北方向深入青藏差不多同时，中山大学组织了中外科学家前往东部横断山脉主峰贡嘎山进行地理与生物考察；同在30年代，受当时

中央研究院气象研究所所长竺可桢委托，气象学家徐近之随西藏巡礼团致祭十三世达赖喇嘛专使自青海进藏，历时3个月，沿途观测高程与气候。在藏三年，他在拉萨建起了第一个气象观测站，著述了《拉萨的气候状况》。然后他策马北上，去往高原第一大湖的纳木错湖区，骑马绕湖一周28天，进行水系、成因、流域及水生资源、气候特征乃至当地人文风情的全方位考察，写下了《西藏之大天湖》等多篇论述。西藏情结就此挥之不去，后来他多方搜寻资料，将此前一个多世纪的英、德、法、意、俄多种文字的科学文献5000余条，辑成《青康藏高原及毗连地区西文文献目录》；有关青藏自然地理资料包括地质、水文、气候、植物也辑成四册，于50年代末相继出版。这是一项为青藏研究后来人提供路标的工作。

大漠荒野中，地质队的驼铃声响起来了。一代地质宗师孙健初先生，30年代起就率队在青藏北缘柴达木盆地、在祁连山麓的山野中跋涉。是他，发现了中国第一个大油田——玉门油田，为中国现代工业的初创建立了殊勋，由此赢得了中国人永世的景仰。

那时，孙健初不曾料到，20多年后，他的儿子，年轻

的土壤学家孙鸿烈会继承自己的事业，历史性地走向青藏腹地，将新中国青藏科考事业推向了一个新阶段。从70年代西藏地区大规模考察开始，孙鸿烈就担任了中国科学院青藏高原综合科学考察队队长，在90年代国家重大基础科学研究“攀登”计划青藏项目中，担任首席科学家至今。工业救国的宏愿、科教兴国的理想，在孙健初、孙鸿烈父子两代人那里交相辉映；事业与精神传之有人，我们由此看到了中国科学界青藏研究事业的一脉相承。



1937年，孙鸿烈（左三）到南京下关车站送父亲孙健初（右一）去西北勘察。

兵荒马乱的年代里，还发生过一桩令中国人切齿痛心的事件。1940年，国民政府委派吴忠信先生前往拉萨，主持十四世达赖喇嘛坐床典礼。地质学界前辈黄汲清先生得知这一消息，当即委托年轻的地质工作者曾鼎乾整装待发，作为随员进藏进行地质考察。这一代表团借道印度入藏，需向印度—英国当局申请签证。尽管曾鼎乾隐瞒了科学家身份，不料仍被英印方面察知。就这样，惟独他一人被公然拒绝签证。这一遭遇，这一国





科学事业属于全球，属于整个人类。然而地球—地质科学却有鲜明的地域性质，并有强烈的地缘政治色彩。回首中国现代地质科学的肇始之源，这一色彩显得格外浓烈：20世纪初期，从中国走出一批青年学子，章鸿钊、丁文江、翁文灏、李四光……他们满怀科学救国的热忱，远渡重洋，从西方汲取现代科学知识的营养，借助他山之石，构筑中国地球科学的大厦。像鲁迅先生这样的中国新文化运动旗手，在他22岁留学日本时，也在日本出版的刊物《浙江潮》上发表了中国人所作的第一篇地质论文《中国地质概论》，25岁时发表了《中国矿产志》。爱国主义精神伴随着这一科学事业的发生和发展，至今仍然是激励

中国科学家奋发努力的动力，同时也贯穿在新中国半个世纪以



来的青藏高原研究中。

当年进藏未遂的曾鼎乾把此前的案头工作，整理成《西藏地质调查简史》一文，并附路线图，发表在1945年的《地质论评》上。文中罗列了1880年以来数十位西方科学家和旅行家对于西藏地区的科学考察情况，而中国人的数量则少而又少。这张路线图，是中国科学界的胸中块垒。

在中华民族自立于世界之林并日益强盛的今天，我们已能心平气和地去回望一部西方“发现”西藏史了。不仅心态平和，而且多所欣赏和赞叹：较之于中国本土，西方人对于青藏高原的兴趣和热望，至少在表现形式上似乎要浓烈得多。西藏之于西方，无异于一个千古诱惑。

中国之外，得知青藏高原存在并以文字率先表现了这一存在的，恐怕首推古代印度人了。这与他们的信仰和崇拜有关。好几千年前，古印度的哲人们，伫立在炎热的印度平原上，凝神注目于北方拔地而起的冰峰雪岭；沿着他们的神圣之河恒河、印度河、布拉马普特拉河上溯，在雪山丛中寻找到江河本源——于是，他们以梵语称雪山为“喜马拉雅”，称冈底斯主峰冈仁波齐为“凯拉斯”；作为神圣之中最为神圣的，凯拉斯就成为至上神湿婆居住的神山，玛旁雍错就成为湿婆沐浴的神湖；翻过喜马拉雅冰封的山口，古今印度人的朝圣之旅走过了一个千年又一个千年；一路上他们口诵梵文《吠陀》赞美诗，为养育了古印度文明的河流，为河流之源击节而歌。

2000多年前，可能正是通过印度—波斯这一通商渠道，向西方辗转传递了有关西藏的消息。故早在公元前5世纪的古希腊，被称之为“历史之父”的希罗多德，就以羽毛笔在他的名著《历史》中影影绰绰地写下了有关印度之北某地“蚂蚁掘金”的传闻，一个显然被传得走了形的故事：在某





遥远的未知之地，有某种巨大的蚂蚁，如何挖掘金子的故事。当时希罗多德和他的同时代人尚不知青藏高原的存在，是后来的人们意识到这一故事似乎发生在西部西藏—克什米尔地区。不过有关的地望考证延续了千年之久却进展不大。

希罗多德之后的下一世纪，公元前4世纪，又一位著名的古希腊哲学家，同时也是自然地理学创始人亚里士多德，已经认识到亚洲几乎所有的大河川皆发源于一个巨大的山脉群，虽然他仅凭道听途说，所指证的这一山脉位置也难免有误，但较之希罗多德时代，毕竟有了进步。

第一个接触到南部青藏边缘的西方人是谁？是远征波斯的马其顿国王亚历山大大帝。这位当年20多岁的年轻人，一半是征服者，一半是探险家。他亲率马其顿—希腊大军，在摧毁了波斯帝国之后，印度的诱惑令他难以收住东进的脚步，翻越3300米的兴都库什山，于公元前327年抵达印度河。但连年的征战之苦和印度的炎热难耐，早已使部下归心似箭。在印度河畔，无论亚历山大如何激励和威胁，三军只是不再向前。无奈的征服者只得下令班师回朝，然而探险家的激情又阻止了他轻车熟路地返回。于是，他命令士兵采伐喜马拉雅山的木材建造了船队，沿印度河顺流而下，沿途考察未知，并亲睹这一河流怎样汇入阿拉伯海——这位统领了381万平方公里、横跨欧亚非庞大帝国的元首，英姿勃发地屹立在船头，在用喜马拉雅的乔木打造的舰船上。

公元1世纪，由于征战和通商，藏地所产麝香似乎也已进入古罗马贵族生活，人们对于印度以北的情形多了一些了解。其时古希腊天文学家、数学家和地理学家托勒密访问过一些旅居印度的人，凭借了一些间接材料，空前丰富了对印度以北地区的认识。他的八卷本《地球形状概述》，是古希腊人对于世界地理认识的登峰造极。虽然他把印度洋描绘成一个大湖泊，但至少论述了青藏西部的克什米尔地区，并首

次提到了“博塔”即吐蕃人。托勒密之后，随着古希腊罗马帝国的衰亡，经历一个漫长的中古时期，上千年间古希腊开创的科学思想被宗教狂热所取代，科学人文的探求中止。直到16世纪因航海需要西方人热衷于绘制地图时，制图学家们或仍不知西藏地区存在，或仅有西藏之名而无具体形象内容，所以那一时代的经典地图，仍停留在1000多年前托勒密时代的认识水平上。

——罗列这一为时2000多年的一部西方“发现”西藏史，在说明其过程漫长而不易的同时，也说明中外有关交流之匮乏，在认识世界方面的中西方之差异——古代中国拥有世界领先的罗盘和制图、航海技术，明代时也曾有过郑和七下西洋的壮举，只可惜使命仅在扬我国威，而不在探寻外部世界；似乎我们总是坐等人家来“发现”。

最先进入青藏地区的西方人是由教皇派出的。那是13世纪的事情。起因来自一个荒诞不经的有关“约翰长老”的故事。故事说，东方一位显然是集政教大权于一身的所谓“约翰长老”，致书西方，极言其权势和财富。欧洲的许多宫廷都收到了这样一封伪造的信件，教皇立即遣使东行，去寻找那个传说中的基督教王国。此行当然未能如愿，那块基督教“飞地”并不存在。但使者们途经了吐蕃地区，所写见闻由于残缺不全，面目全非，谬误连篇——例如捕风捉影的“食人生番”、莫名其妙的“人—狗部落”以及被夸张了的有关未开化地区的奇风异俗，反而留下了充分的想像发挥空间，在西方世界又一次激发了更为热烈的探寻欲望。此后的几个世纪里，以基督传教士为先锋，各类探险家紧随其后，一批批怀着种种目的的高鼻深目的西方人，踏上艰苦卓绝的行旅——对于他们中的某些人来说，这是一条不归之路——从传教结果来讲，他们一度接近成功：在拉萨，在阿里，在藏东南，他们发展了一批教徒，甚至在阿里还博得了古格国王的





支持，在陀林寺不远处建筑了天主教堂。作为那一传教时代存在的证据，今天在青藏高原东南部的西藏芒康、云南德钦等地还遗存着一些信奉天主教的藏族村落和教堂。

更多的西方人历尽千难万险，却终于在人为的屏障面前未能到达拉萨目的地。进入的艰难愈加刺激了向往的狂热。这一向往无论源自何种动机：名利诱惑下的雄心和野心，探索未知的科学好奇心，浪漫主义加冒险主义的西方精神，殖民者对于资源和市场的覬觐……总之来自利益驱动。米歇尔·泰勒在《发现西藏》一书中曾分析过这些动机——

在传教士那里，是信仰：“为上帝赢得西藏”；

在商人那里，是利益：“人们在那里发现过三种重要原料：在制造瓷器和玻璃时用作除垢剂的硼砂，主要是由喜马拉雅山区生长的山羊那闪光的羊毛（绒）提供的毛织品，最后是黄金”；

在探险家那里，是征服的光荣，他们“尤其必须著书立说”；

在学者那里，显然是高于一切的责任感和事业心。

对于人文的发现显然早于自然科学的进入。人文发现的成果最终体现在一个半世纪之前匈牙利人乔玛开创的“藏学”。19世纪30年代，小个子的乔玛为“寻根”——探知匈牙利人与维吾尔人的亲缘关系，走向中亚，不期进入藏地，并在西部西藏一住10年，在一间狭小的陋室里，醉心于对藏文经典的研究。他于1834年出版的《藏英词典》和《藏文文法》被认为是国际藏学诞生的标志。迄今这门学科正在成为一门显学，中外许多专家在毕生从事这门学科的研究。

近代自然科学诸学科研究在西方兴起较晚，因此直到19世纪下半叶，有科学价值的考察才相继进入。百余年间来自英、俄、法、德、美、印、奥地利、比利时、瑞典等国大约50多位科学家、探险家前往青藏高原，搜集有关地质、地

理、气候、水文、冰川、动物、植物等多方面资料。我们遥见到这一行列的鱼龙混杂，并不时感受到政治的氛围，因为他们中的某些人受侵略扩张势力所委派，以科学考察之名，行窃取情报之实。例如沙俄所派军官普热瓦尔斯基，就曾多番进入藏北地区，为侵略扩张作准备；英帝国主义为侵占藏东南领土，炮制“麦克马洪线”，秘密派遣贝利上尉，以科学调查为掩护，实地测绘藏东南一带地形图，作为后来强加给西藏地方政府的《西姆拉条约》的依据；就连以武力入侵西藏、双手沾满了西藏人民鲜血的英国军官荣赫鹏，也公然将他的侵略军名之为“考察团”，江孜之战的烽烟尚未散尽，居然就开始发表所谓“科学”调查报告……

那些事情发生在中国的昨天，昨天的地理学家徐尔灏在1945年出版的《青康藏新西人考察史略》一书中指出过：“各国探险家来我国考察者，初意或出于学术动机，而负特殊使命者居于少数。但其结果，因我国对于边地之忽视，任听外人进入我境窃绘山川险要，私记边备宝藏，结果遂启野心之窥觊。探险家之足迹，常成侵略势力之向导……”

敬意只是对于真正为科学献身的一批科学家，对青藏科学考察先驱者个人所心怀的敬意。英国园艺学家、植物学家兼作家金·沃德（中文名字为金华栋），在1909年至1958年近半个世纪里，先后14次到达青藏高原和东喜马拉雅地区进行考察，共出版有关这一地区的著作25部，文章数百篇。其中对雅鲁藏布江大峡谷一些地区的地形、水文及1950年察隅大地震都作了较详尽的记述，他存放在美国国家地理杂志的照片，直到半个世纪后还为我国的中外合作考察提供了参照。

当年有幸惟一得到中国政府批准进入青藏高原进行科学考察的是瑞典人斯文·赫定。他以40年时间盘桓在中亚地区，1899年到1908年的10年间，他曾三次深入青藏腹地，





青 藏 苍 茫

尤其穿越藏北高原的艰苦卓绝，连他自己也觉苦不堪言，自称“以死为侣”。他的巨著《亚洲腹地旅行记》、《南藏》八册及数本地图册，记录了他的西藏经历和卓著成绩。大半个世纪之后，当中科院青藏高原科考队跋涉在荒原山川中，仍不时地寻找着他的足迹，引用和验证着他给出的各种数据，缅怀着他的业绩和献身精神。

在公路交通较为发达、设施条件相对较好的今天，青藏科考仍属不易，由此可以想见彼时中外科学家们的苦难历程。他们就像传说中掘金的巨蚁那样，一点点地发掘着自然

川藏公路为50年代所修筑。



科学领域，虽然由于条件和认识的局限性，难免零星，也难免有误，但他们的贡献在于——从零开始。新中国成立，结束了西方人青藏研究的垄断地位，但西方科学家仍未放弃。他们将考察研究重点投放在喜马拉雅外侧，东至孟加拉湾、西至阿拉伯海，研究来自喜马拉雅物质的深海沉积，花费近百年功夫，在喜马拉雅南缘山地做出了可恢复1830万年以来古地理环境气候变迁的经典天然剖面——横贯南亚的西瓦利克群。

像斯文·赫定这样热爱中国的世界级大科学家，也从未获准到达拉萨。青藏研究向外开放在新中国成立30年后。而这30年间，中国科学界并未蹉跎岁月，一批批科学家奔赴青藏——

50年代，是一些“点”，初识西藏；

60年代，是若干条“线”，提出理论问题；

70年代，“面”上考察，西藏进入科学大发现时代；

80、90年代，则是深化研究并与国际研究接轨。不过那是后话了。

当下的话题是，本世纪80年代的第一个夏季，历经整个70年代对西藏地区大规模全面考察之后，中国科学院在北京召开了第一次青藏高原国际科学讨论会，这是文化大革命结束后中国首次举行的国际性学术会议。信息传出，世界响应。顷刻间，18个国家，80多位科学家蜂拥而至。西方科学家中年纪最大的一位来自意大利，80岁；还有一位年近70岁的地质学家来自瑞士，自30年代起他就在研究喜马拉雅，在全世界享有盛名。当这位长着一部花白大胡子的学者自我介绍说他是甘塞尔时，全场掌声雷动——这是青藏高原研究后来人向先驱者的致敬。甘塞尔在会上放了一张幻灯片，那是30年代他在西藏考察，赶着几头牦





牛、一群羊子走在西藏荒野上的情形。5年后的1985年，甘塞尔参加与中科院合作的中英联合考察队，又一次向青藏高原进发！

欣逢盛世，“科学的春天”降临。为迎接这次国际会议盛事，这群多年间置身于青藏野外的人们，匆忙捡起荒疏有日的外语，临阵磨枪，直到登台也没能演练得娴熟自如。好在不那么流畅的外语毕竟遮蔽不了业绩的光芒，每每发言完毕，总有热情外向的老外们冲向讲坛，与演讲者热烈握手，表示感谢和祝贺。相互隔离多年，外国科学家蓦然回首，发现新中国30多年间，特别是在被他们视为洪水猛兽的文革期间，“铁幕”下的中国科学家们对于青藏高原的研究居然取得了如此的进展！他们说，他们本打算告诉中国同行许多，结果反而学到了许多；一些专家还把从会议中得到的新信息、新材料立即补充进自己刚写好的论文中。会议安排了拉萨—樟木口岸地质考察路线。来自各国的科学家们兴奋地踏上了这片魂牵梦绕的高原土地——这片多年间他们只能在南缘西缘工作的印度、尼泊尔、克什米尔、巴基斯坦引颈遥望、可望不可及的土地。今天走在了西藏的土地上，不由人不以热忱的近乎贪婪的目光放眼远望就近细察。所有的人所到之处无不尽情采集：土壤、岩石、昆虫、植物……一位美国专家携带了他的夫人和两个孩子前来，一到晚上一行四人就出门去捉昆虫，他自豪地说，带回美国就我一份儿；日本人见到水塘就挖掘，采集一种低等植物藻类；另一位美国人询问中国同行，你们知道大英博物馆里有一条江孜的蛇吗？你们谁能帮我抓一条海拔4000米以上的蛇，我带回去，尼克松会奖励我的。

外国科学家可以把所采集的标本带回去了，这在当时还是一件了不起的大事呢，此前在中国可是不被允许的。面对与会专家的请求，会议组织者们很为难，索性直接请



1980年夏，青藏高原国际科学讨论会。

示到邓小平总理那里。小平同志一直关注青藏高原国际科学讨论会的召开，并出席了开幕式那天的招待会。当他听到是否允许老外们采集标本的请示时，朗声一笑，用他的四川话轻松地说：“我们中国有那么多大山，拿走几块石头算什么，他们想拿就拿去吧。”

谈笑间一道禁令就此开释。被拿走的西藏的石头、花草和昆虫标本进入了世界各地的实验室，认真的西方人凡有所发现必向中国同行交流，正可谓相得益彰。就这样，一个人，一句话，成全了一件功德无量的好事情。

从拉萨到樟木口岸，担任此次旅行向导之一的地理学家杨逸畴一路指点，他带领大家站在曲水大桥中间，豪情满怀：雅鲁藏布江，两块曾远隔上万里重洋的古大陆缝合线，你们





看，我们正在跨越，这一只脚踏在南半球的冈瓦纳大陆上，而这一只脚，则踏在北半球的欧亚大陆上……

从拉萨到樟木口岸，公路不时依傍着雅鲁藏布江行进。这条江在地质科学方面的意义甚至超过了它作为河流的意义。在全球六大地质板块——太平洋板块、欧亚板块、印度板块、非洲板块、美洲板块和南极洲板块中，其他板块间的边界不是大洋中脊就是深海沟或是转换地层，惟有我们的欧亚板块和印度板块之间，是以雅鲁藏布江为界。雅鲁藏布江正是沿着两大板块相撞的深大断裂带发育起来。外国科学家们跳下车来，凝视着江边露出的蛇绿岩带。这些蛇纹面的绿色岩石曾来自地幔和洋壳，是特提斯大洋消隐后的残余物质，在惊天动地的大陆相撞那一刻，被挤出地面。迄今为止，科学还不能使人们直接看到地下几十公里处并从那里采集岩石样品，而蛇绿岩穿破深厚地壳呈现在光天化日之下……

以这次会议为转折点标志，青藏高原研究进入了一个新时期。

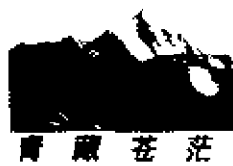
自此时起，国门开放，西藏开放，青藏研究工作开放，步入一个以中国科学家为主力的国际合作时代——原则上除军事禁区以外，任何地方外国人都可以进入。就这样，国外相关研究机构和外国科学家纷至沓来，纷纷与中科院或自行与中科院各研究所、各大学，与中国地质科学院等单位合作，从事青藏高原多学科或综合的考察研究。中国科学家们则接受邀请，第一次走出国门。以孙鸿烈为首的一批老青藏于80年代初开始，陆续去往美、英、德、法、瑞士等国家做访问学者。孙鸿烈去了美国科罗拉多大学进修，听课之余，参加了落基山的野外工作，指导老师杰克·艾夫斯教授还亲自驾车带他走遍了美国西部十几个州，遍览了西部的景观和自然保护区；郑度则在德国波恩大学做访问学者，考察喜马拉雅

的“孪生兄弟”阿尔卑斯，仍然做着青藏高原的题目，合作研究的指导老师则是被称为“高山之父”的特罗尔教授的接班人劳尔教授；李吉均去了华盛顿大学第四纪研究中心进修；他们之中最年轻的大气物理学家高登义，则应邀去美国合作进行“落基山脉—青藏高原气象学”研究。也正是在此次国际会议上，他作为中方青年科学家代表在大会发言时被美国专家所欣赏，当即发出的邀请。起初，高登义心下颇有些得意，及至到了美国，方才明白个人才干和成果固然重要，更重要的是，背后有个青藏高原。

出国学习与合作研究仅是个开端。若干年后，随着中国科学家地位的提高，老青藏队员中的许多人参与了国际学术组织，有一些并且担任了要职。例如刘东生院士担任过国际第四纪联合会主席，孙鸿烈院士和李文华院士相继担任过国际科联副主席、国际人与生物圈计划委员会主席和秘书长等职；西方许多著名大学中也有了老青藏们的客座教授席位……一项不朽的事业，连同它的研究者，一同走向了国际舞台。

1980年的国际会议只是开端。此后青藏项目的国际交流与合作成为常规工作。中科院还多次组织过青藏项目研究人员去南美安第斯山、欧洲阿尔卑斯山、喜马拉雅国境线以外等高山地区考察访问；新一代课题负责人，那些年轻的博士们，大多在国外学习进修过，或为中外联合培养过，以国际前沿水平成为当下青藏事业的骨干力量。国际化是促进科学发展的一条重要途径。走出去，请进来，了解人家在做什么，怎样做的，以便瞄准国际目标；信息和成果间的日常沟通，在国际学术会上交流，优势互补，也有助于研究工作少走弯路；合作研究中利用西方分析实验室可以做更多更精密的样品；同时西方科学家的思想和研究方法也的确值得借鉴和参照。





重要的是，中国科学家从此拥有了全球视野。

这一个转折点，结束了中国几十年来关起门来封闭式研究阶段，进入了中外携手并肩联合攻关的新时期。这一个时代，那些高鼻深目的西方人，可以名正言顺地行走在中国的土地上、青藏的高地上。仅在80年代，与中科院合作的就有中英地质考察、中美和中日冰川合作考察、中法西昆仑—喀喇昆仑山合作考察；与中科院各研究所之间的合作也在同时进行，例如兰州冰川所中苏联合考察贡嘎山冰川，成都山地所中德联合青藏高原考察等等。90年代更是一个合作频繁，成果倍出的年代。青藏之门开放，广泛的合作交流，参与全球变化题目，把青藏研究推向了一个新的高峰。

世界对于青藏高原的重新审视，是进一步发现了这片高地对于人类认识地球过往面貌、预测未来气候变化的意义之所在，对于破解地球深部奥秘的价值之所在。

地球科学家说，打开地球动力学的金钥匙在青藏高原。

环境科学家说，打开全球变化的金钥匙在青藏高原。

旧梦已醒，于是世界对于青藏高原又沉入新的梦境，又开始了一番新的寻梦轮回。这一次，是科学之梦。

勇敢的法国小女子大卫·妮尔，在20世纪初多次徒步走进西藏，写下了一大批学术专著和游记作品，在西方世界引起巨大轰动。她的《一个巴黎女子的拉萨历险记》所记录的1923年那次进藏，从云南经康区到达拉萨，历时8个月。20世纪末，前往西藏的中外人士，乘坐着她的祖国制造的“空中客车”——空中巨无霸A340，短短两小时从成都飞抵拉萨。一个世纪里，世间发生了何等深刻的改变，正可谓世界百年，沧桑历尽。

第 2 章

筚路蓝缕者的开拓之路

50年代：有史以来最大规模的科学考察，西藏迎来第一缕现代科学曙光——从贡嘎山到珠穆朗玛峰，新中国登山科考传统——60年代：希夏邦马峰考察中的重大发现；丰富的第一手资料等待着被新思想照亮——青藏研究事业灵魂人物出现：青藏之子孙鸿烈，中国现代冰川之父施雅风，中国黄土之父刘东生——在政治风云翻卷的年代里，重新披挂的青藏队踏上征程

1951年4、5月间，横断山脉迎来了灿灿烂烂的春天。杜鹃花满山遍野开成了花的海洋，寂静山野因为红红火火的争相怒放显得喧闹起来。

有一支军人打扮的队伍穿过花丛攀向山口。那不是寻常的军人，他们是中央文化教育委员会派出的西藏科学工作队。39



青 藏 苍 茫

岁的工作队队长、地质学家李璞牵着马走在队列之前，身后是一大群选自国内各地的自然科学和社会科学工作者。此行前方，直指拉萨，拉萨以西，还将去往珠穆朗玛。此行使命，是从科学研究最基础处入手，进行路线考察，填补区域空白。工作队的全部装备来自部队，队员们清一色军人打扮。李璞随身携带的专业工具，是一只测距用的计步器、一只测高用的气压表、一只从英国带回来的罗盘——李璞是学成归来的留英博士；所用地图，是从前英国人手工测量的极不准确的局部草图。

对于西藏社会以及青藏高原科学考察事业说来，本世纪50年代仿佛一个时间地貌上的分水岭。这一分水岭把此前此后历史的终结和开端明晰断代——

1950年，中国人民解放军第十八军进军西藏。边修路，边进藏，川藏公路从四川雅安开始向西延伸；

1951年5月23日，《中央人民政府和西藏地方政府关于和平解放西藏办法的协议》（简称“十七条协议”）在京签署，西藏和平解放。

同年，这支由57位专家组成的西藏科学工作队随军进藏。这是新中国从事青藏研究事业的第一批。追随着西藏和平解放的历史脚步和川藏公路的向西延伸，这支或骑马或徒步的科学家队伍就这样走来了。那位在40年代进藏受阻的地质学家曾鼎乾，作为这支队伍中的一员，走在了金沙江畔。面迎着雪山下徐徐吹送的清凉的风，脚踏在西藏的土地上，不禁思潮起伏。

这支科学工作队的出现所显示的意义首先在于：这是西藏地区有史以来最大规模的科学考察，而且是第一次多学科综合考察。它是西藏这片宗教文化积淀深厚的土地上所迎来的第一缕科学曙光，是现代科学以具象的方式与青藏高原的第一次对话。

成语“筚路蓝缕，以启山林”的意思是驾着柴车，穿着旧

衣，去开辟山林。这成语无疑是开拓者的同义语。此刻正是这一成语的写照：当鲜花铺就的路消失在身后，越往上走植被越稀疏；冰雪带出现了，海拔5000多米处的山口风雪肆虐。李璞身边刚刚倒毙了一匹马，那马曾陪伴着他走过了从甘孜以来的那么远的山路，它曾是那样的强健，仿佛永不会衰竭，而今却永远躺在这山口的雪地上了。李璞把眼光投向前方，只见群山茫茫。任重道远，他觉得内心和双肩都沉甸甸的。

过昌都，到波密，工作队渐渐走在了进藏修路部队之前。科学工作队50多位专家分为农业、地质、社会科学三个组，兵分三路各自进行考察。地质组由李璞兼任组长，成员包括王大纯、曾鼎乾、崔克信等地质专家，其中崔克信年纪最大，43岁，加上从甘孜补充来的两位西南军政大学学员汪缉安等，地质组一共9个人。他们在昌都找到了一座几天都走不出来的大型石膏矿，又进入了雪山和森林环抱中的波密地区。

从前的波密地区是个相对独立的土邦王国，长期不受中央政府和西藏地方政府管辖；波密土邦与藏区时有征战，一向被认为是荒蛮之地。最近一次征战发生在30年代，以波密土王败走境外宣告结束。所以当地质组深入到相对高差为3000米的波密幽谷中时，当地人还指点波密土王的女儿给科学家们看。不过那位公主早已落魄，衣着又脏又破，脸上涂着酥油和羊血为装饰，不见一丝的高贵气质，与当地平民妇女没什么两样了。从波密返回时大雪已经封了山，路遇被雪围困多日的几位解放军战士。大家以牦牛开道，在雪墙中拱出一条路，合力冲出了山口。那时已近午夜，雪光中李璞亲眼看到那位年轻的解放军班长冻僵在马上。第二天，地质组人马重返山口，勉强挖开冰雪冻土，掩埋了烈士遗体，用石块垒起坟茔，插一块木牌作墓碑……

将近半个世纪前的记忆，在当年的小战士，如今的地质学家汪缉安那里，已破碎成闪闪爍爍的片断了。难以忘怀的那些





青 藏 苍 茫

非常经历，可以佐证建国初期的青藏考察与今不同。

从波密到林芝的深山密林那时不太平，常有土匪出没。东来的康巴商人的骡帮驮队常遭打劫。每遇骡帮，对方都愿与工作队结伴而行。不过专家们的任务不在赶路，结伴不久又只得分开。有一次，一支骡帮分手之后走了没多远就出了事：一头驮银元的马被土匪抢夺而去。就连工作队也遇到过土匪。18岁的小战士汪缉安给崔克信当助手，一路学习地质知识，一路拿小榔头敲敲打打。一天早晨出野外，崔克信转到山沟里看不见了，汪缉安还留在原地敲打岩石。一抬头，见三个骑马挎枪的壮汉气势汹汹地奔到面前，并喝问你们是干什么的。汪缉安手握小榔头在口袋里作手枪状，一面用藏语回答我们人很多，一面壮着胆子向前逼近。恰在此时，一队七八个解放军从不远处骑马经过，三土匪望风而逃。

正是在这样不太平的世道里，从1951年到1953年，地质组工作范围东起金沙江，西抵珠穆朗玛所在的定日县，南自中印边境的亚东，北至藏北高原的伦坡拉盆地。他们编制了所考

察地区1:50万路线地质图和重点矿区详图，并编著了《西藏东部地质及矿产调查资料》。

科学工作队农业组、土壤学家李连捷任组长，成员包括气象学家肖前椿，植物



1958年冬，汤懋苍在祁连山老虎沟20号冰川上进行气象梯度观测。这是我国科学工作者首次在冰川上进行的冬季气象观测。

学家钟补求、崔友文，农学家庄巧生、郑丕尧，牧草学家贾慎修，以及森林、畜牧，兽医、园艺、水利等专业共17人。从1951年起的三年间，农业组先后考察了西藏东部的察雅、左贡，邦达等地的垦殖业，藏南农区、那曲牧区和亚东林区的自然条件和农林牧发展问题，编著了《西藏农业考察报告》，在系统总结本次考察资料的基础上，对进一步发展西藏高原的农、林、牧生产提出了具体建议。

中国老一代知识分子们尤其怀念1956年的黄金时代。那一年，国家号召“向科学进军”，首次召集大批科学家共商大计，制订了国家十二年科技发展规划。青藏高原与横断山区综合考察作为国家57项重大任务之一被郑重列入。因之50年代初这次考察之后，其后又进行了多轮考察——

1957年，配合中华全国总工会组织贡嘎山登山科考；

1958年，由施雅风带队进行了祁连山冰川考察；

1958—1960年，为配合国家登山队第一次攀登珠穆朗玛峰，中科院组织46名科学工作者，在以珠峰为中心的7000平方公里范围内进行综合考察；

1960年开始青藏公路多年冻土考察，稍后进行主门格拉冻土定位观测；

1960—1961年，组织十多个专业100余名科考人员，沿川藏公路和青藏公路进行路线调查，同时考察雅鲁藏布江中游地区，调查地区一度延伸到东部黑昌公路和西部新藏线；

1964年，为配合国家登山队攀登希夏邦马峰，组织了以冰川学家施雅风和地质学家刘东生为首的阵容空前的科学考察队；同时进行川藏公路波密段泥石流考察；

1966—1968年，刘东生和施雅风再次组织中科院西藏科考队，兵分两路：继续珠峰地区考察；在藏东南林芝地区进行以发展农业、开发资源为目的的考察。





1960年参加
珠峰考察。中者为
王富葆。

与中科院青藏科考工作的启动几乎同步进行的,还有国家测绘局、中国人民解放军总参谋部测绘局、地质矿产部和石油工业部等的工作。兄弟单位经年累月的工作构成了这项事业的一翼,为这一地区的考察事业提供了罗盘和坐标。在许多时候,他们走到一起,并肩战斗。到七八十年代,测绘成果陆续问世,他们分别完成了青藏高原1:10万航测地形图的测绘编制、1:100万地质图及重点矿区地质图的测制。在高原面上的后期考察中,这些地图就摊放在青藏队的案头,在野外的帐篷里被指指点点。每当此时,青藏队员们的心中就油然而生感念之情。

除此,国家气象、水利和地震等部门也在高原面上布设了大量观测网点,系统地积累了基本数据和资料——以青藏高原的名义,相互支持,相互借鉴,各得其所并相得益彰,这一点,构成了半个世纪青藏高原科学考察的一大特色。

构成半个世纪以来青藏科考事业的另一大特色,是登山科考的传统,即登山运动加科学考察。这一传统的首倡者是贺龙元帅。这位戎马一生、为新中国的诞生建立了殊勋的老将军,兼任共和国第一任国家体委主任,他还以战略家的眼光和胸

怀，高瞻远瞩地部署了1957年中华全国总工会组织登山队攀登横断山脉主峰贡嘎山的活动。此前的1956年，中—苏联合首次攀登西昆仑主峰慕士塔格峰，一举登顶成功。但是，对新中国心怀偏见的西方媒介，却挖苦说中国人“是被苏联人扶上去的”。如初升朝阳般的新中国生机勃勃，雄才大略的贺龙元帅雄心勃勃，面对西方的嘲弄讥笑，做出的第一个反应就是，由中国人自己组织登山——志在为国争光，为中华民族争气。在中华全总组队时，贺龙元帅特别指出要吸收科学工作者参与。他说了一番实在话：如果登山仅仅作为一项运动，登上峰顶报道一下也就结束了；但如果有了科学考察的内容呢，就不会有完结，意义又大又长远。于是，登山队特邀了北京大学地质系、地理系年轻的教师和研究生崔之久（地貌）、马文甫（地质）、丁行友（地球物理与气象观测）三位随队考察。

时任中科院副院长的著名科学家竺可桢先生闻讯，立即约见了崔之久。年方24岁的崔之久，两年前在南京大学地理系毕业的同时，被保送为北京大学地理系研究生。由于身体好、业务棒，被登山队选中已使他心花怒放，一接到竺老的约请函，年轻的心在受宠若惊的同时，又大受感动。竺老是位德高



王富葆于1959年在珠穆朗玛峰北坡东绒布冰川源头进行冰川考察，并发现可能是30年代英国登山队员的一具完整尸体。



望重的气象学家，从那时起就在关注全球气候变化，对国内将要开展的现代冰川研究有着浓厚兴趣。会见时他鼓励并特别指导了崔之久如何进行冰川考察，并送他一本英国人描写1921年珠峰登山的英文版书籍，扉页题签：之久同志将去贡嘎山，赠此书以壮其行。竺可桢。

老一代科学家的勉励成为崔之久从事青藏科考贯穿一生的精神力量。他成为第一批中国登山科考事业的一员，成为中国现代冰川学研究的先行者，成为中国登山科考的代表人物。从那时开始的10年里，他参与登山科考转战青藏高原南北，贡嘎山（1957）—念青唐古拉（1958）—慕士塔格（1959）—珠穆朗玛（1960）—公格尔（1961），以及希夏邦马（1964）和第二次珠穆朗玛峰地区考察（1966）。70年代中期的三年里，崔之久受中科院和国家科委委托，参与中科院兰州冰川所为青藏公路—青藏铁路选线做沿途冰缘、冻土考察研究；90年代，已过花甲之年的崔之久风采依旧，率领着他的硕士生、博士生众弟子参与了青藏科考“攀登”项目，继续跋涉在昆仑山、黄河源……

在1958年领导了祁连山冰川考察，接着又在兰州创建了中科院兰州冰川冻土研究所之后，冰川学、地理学家施雅风从青藏边缘第一次走进腹地西藏是在1963年。那一年他带了一个工作组乘车沿青藏公路进藏。中科院兰州冰川冻土所的冻土观测站，当时就设在唐古拉山脚下海拔5000米的土门格拉煤矿，施雅风前往检查工作。土门工作结束后去了拉萨。自治区公路局的总工程师找上门来，说川藏公路波密段，常有冰川爆发，冲断公路，你们搞冰川的，能否去看一下，想一个整治的办法。就这样，施雅风就在交通厅工程师杨宗辉的陪同下去了藏东的古乡，那里每年要发生几十次冰川泥石流——此前西藏人并无“泥石流”概念，只说是冰川爆发。第二年施雅风又组织由杜

榕桓任队长的考察队前往古乡，在泥石流爆发现场作详细考察，并特邀上海科影厂拍摄了电影《泥石流》。——泥石流，泥石流！银幕上的泥石流滔滔而来，奔涌而下，摧毁山体，席卷山林，无坚不摧地推进，显示了大自然冷酷的威力，震撼人心；那部电影播放在60年代中期，风靡全国；后来拿到世界电影节上，又获了一个国际金奖。从此，不仅西藏人，全国和全世界都知道了，世界上除了洪水、地震、火山爆发等自然灾害，在青藏高原的一些地区，还有泥石流为害甚烈。

——就像泥石流这类的具体概念，科学家们不时地向我们的常识之库中填加。我们所获得的有关自然西藏的全部常识，从最初形成青藏高原的时空，板块碰撞，到雅鲁藏布江的缝合线，以及地球第三极众多的世界之最种种，莫不得自于包括青藏队在内的科学工作者辛勤的踏勘和研究成果。他们承担了一系列角色：自然科学知识的启蒙者，有关环境意识的教化者和生态保护的布道者。

从西藏归来，施雅风又接受了一项任务：配合中国登山队攀登希夏邦马峰，组织一支科学考察队。施雅风找到了刘东生，询问他愿不愿去希峰考察。刘东生正在做着黄土的工作，刚刚完成一本专著写作，下一步的工作正在拟定中，结果一拍即合，欣然愿往。刘东生就这样当上了希峰科考队的副队长，这次考察对于他的黄土研究和第四纪研究的重要意义，在希峰野外开始显示。

施雅风、刘东生联袂主持的1964年希夏邦马峰科学考察，由于其超强的阵容、格外丰硕的业绩，至今仍为中国地学界所称道，被奉为野外工作的样板。那时三年困难时期刚过，正逢文革前的黄金时段，而施、刘也正值盛年，45岁和47岁，在国内地学界已负盛名。他俩犹如地质科学界的神祇，一司冰雪，一司黄土，都已经各有建树——“中国现代冰川之父”和“中

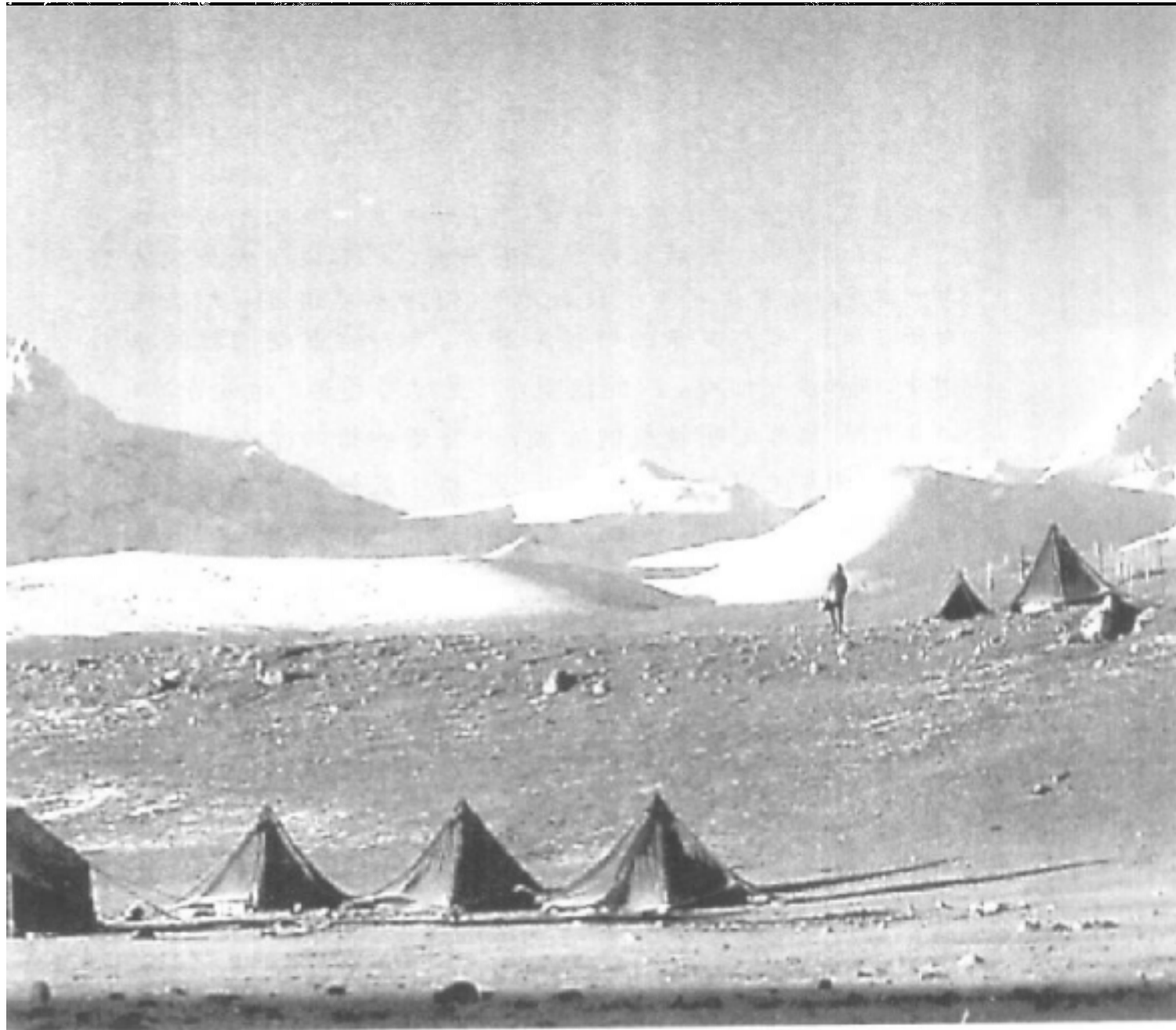




希夏邦马峰，海拔8012米。

国黄土之父”。当他俩的目光一致瞄准了青藏高原并踏上了这片科学世界的高寒沃土，就为这项前无古人的事业带来了季风暖雨，就宣示了青藏科考基础研究新纪元的肇始：这一次全方位的考察，既有描述性的填补空白，同时又有理性化的深入研究，一些新的课题随之被提出；他们所象征的科学思想的导入，使得这项事业各学科之间不再各自为战，而是交叉交流融汇贯通；这两位中国科学界泰斗，一直参与指导了青藏研究事业，使它步步登高，时空拓展，一直走到不再单纯地就青藏论青藏，而是在区域考察基础上的面向全球：青藏与全球之间的相互观照和审视。

希夏邦马峰，是当时全世界14座海拔8000米以上高峰中

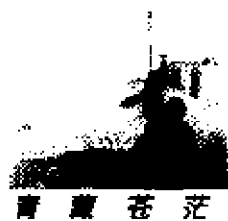


惟一的处女峰，无论登山或科考，都从未被人类涉足过。它的海拔高程，在此前的文献和地图上也很不一致。此次考察中，以交会法多点对主峰进行水平角和垂直角观测，最终确认主峰高程为海拔 8012 米。同时为希夏邦马峰重新定名：原地图上名为“高僧赞”，系出梵文，当地并无此称谓。沿用当地传统名称，希夏邦马在藏语中是此地高山气候严酷之意。

施雅风、刘东生既是希峰科考的主持者，又各操己业：施与冰雪打交道，刘与石头打交道。

施雅风和崔之久、郑本兴、季子修等一群冰川学家穿行在希夏邦马峰北坡的冰塔林中，每天置身于阳光照耀下的银白世界。冰塔林是低纬度高海拔山区特有的大陆性冰川奇异景观：





青 藏 苍 茫

因为海拔高，巨厚冰川得以形成；因为纬度低及阳光折射作用，造成冰川蒸发、消融与升华的不平衡，才形成了大规模的冰塔林奇观。冰塔相对高度自数米到30米参差错落，形态简单的如丘如堡，形态复杂的则仪态万方。穿行在晶莹闪耀的冰塔林中，宛如步入仙境。四处张望，只见冰路通幽，幽处皆冰；冰塔崖壁间，错落着明镜般的冰湖，贯穿着曲折的冰沟和幽深的冰洞，冰沟与冰洞上架设着雪桥，雪桥下悬挂着流苏般的冰钟乳。还有遍地的冰芽、冰笋、冰蘑和冰杯，冰塔环状生长处，犹如莲花瓣绽开，真正美丽而神奇。置身于仙境般的水晶园林中，全然忘怀了海拔五六千米的高度。大家大喘着气议论纷纷，赞不绝口，达成的一致意见是：在希夏邦马峰各种宏伟奇特的自然景象中，冰塔林是最引人入胜的。这是属于热爱冰雪世界的人们的骄傲。

施雅风由衷赞叹：冰川事业真是一项豪迈的事业，是勇敢者的事业啊！这句话后来成为一句名言，成为中国现代冰川学界后来人的座右铭。

希夏邦马北坡现代冰川发育，主冰川名为野博康加勒冰川，这个山谷冰川长度为13.5公里。施雅风带领冰川所的几位年轻人，攀登到6200米高度，第一次领略到低纬度极高山的气候与冰川特征。每天进行冰川测图，观察冰结构、冰温度、冰川形成条件、冰塔林发育和消融形态，对于希峰地区古冰川作用也作以探讨。这些基础资料为30年后属于国际前沿的冰芯研究提供了基本依据——30年后，施雅风培养的博士姚檀栋，在希峰7000米处的达索普冰川，钻取了三根分别长达160米的冰岩芯，冰芯底部已达70万年。在高分辨率恢复古环境气候方面，冰芯研究独具优势。

刘东生最初从师杨钟健先生研究鱼化石，1954年后他瞄准了黄土这一中国科学界的优势资源，从此一发而不可收。黄土在刘东生手里变成了黄金，多年后他的洛川黄土剖面被国际黄

土学界和第四纪科学界公认为标准剖面；他破译了黄土地层中的密码，建立了黄土沉积240万年以来所经历的22个气候旋回，其丰富的古环境信息和古气候记录，使中国黄土成为可与深海沉积和极地冰芯相媲美的、研究古全球变化的三大支柱之一，并以



刘东生与瑞士著名地质学家甘塞尔。

其来自大陆的信息与人类演化史相关，而优于后者。中国的黄土高原因而成为世界黄土学者的“麦加”，刘东生为中国科学界赢得了极高的荣誉。

那都是后话了。此刻的刘东生放下正在进行的黄土研究，走在了世界高地希夏邦马的群山中。他所做的工作也是地质学家对于科学空白区所做的常规性基础工作：建立地层系统，进行地质填图，把希夏邦马从古到新的地层一一命名：希夏邦马群—港门穹群—雪拉群—野博康加勒群……

恰好这一年，中尼公路正在开通之中，劈山开道，沿途封存了亿万年的岩石第一次暴露在天光下。贪婪地去观察，去抚摸，去寻找。对于地质学家来说，这真是一个事半功倍的天赐良机。刘东生时而攀上爬下，时而驻足凝神。环顾希夏邦马的山野多么壮阔，相形之下面对它的人是多么渺小。刘东生历来





青藏高原

强调野外考察获取第一手资料的重要性，常以一位西方地质学家的话激励后来人：19世纪一位西方地质学家在他的中国之行后得出了一个结论，说中国学者喜欢在窗明几净的书斋中吟诗作画，不喜欢跋山涉水到野外观察大自然。若干年后其他科学领域或可发展，惟有地质学不可能有多大进展。刘东生从他的老师那里听到了这番话，又把这番话传播到整个中国地质界。以大自然为实验室就成为青藏研究的座右铭。

但新近劈开的山崖属于危险地段，塌方时有发生。忽然，随着不远处同伴们的一声惊呼，一块巨石轰隆隆从天而降，砸向专心观察的刘东生。此时左右闪避已来不及了，别无选择的选择，是扑向山根死角。巨石擦身而过，砸垮了半边公路，滚下万丈深渊……这一惊险场面的目击者们呆傻半晌，才冲向他们的队长。还好还好，正在拍打浑身泥土的那位当事人，只不过擦伤一点皮肉而已。

常规工作就这样进行着，整个青藏科考也以常规为基本特征。但是突然，一个发现打破了这一常规，不仅使刘东生不期而遇地找到了黄土生成的最根本原因，也引发了青藏研究一个新课题的诞生，一次飞跃性进展。

那是夏季里寻常的一天。当太阳在雪山背后隐去，出了一天野外的考察队员们就像小鸟归巢，从四面八方陆续返回驻地。北京地质学院教师张康富向刘东生出示了一块石头，说捡到了一块植物化石。说这话的时候，张康富有些不经意的样子。

刘东生端详着这块化石，轮廓和叶脉清晰，是一片阔叶。忙问在哪里捡到的，回答是它就呆在海拔5900米冰川旁的岩石里。

刘东生不禁心有所动。这样的阔叶林在藏东南海拔3000米处已是上限，它的同类化石却出现在高于上限3000米处。这说明了什么呢？这说明，如果它是几千万年前的化石就不足为

奇了，因为当时国际地学界认为青藏高原的高度久已存在，它的隆升时间并没有作为问题提出。但如果这块化石出现在较为晚近的年代里呢？

一回到北京，刘东生就找到北京植物所的徐仁先生做鉴定——结果是激动人心的，这块化石是高山栎，年龄仅有200万年！这就意味着青藏高原的强烈隆升是晚近的事件，而且在200万年中强烈地上升了3000米！

这一重大发现为70年代之后的青藏科考增加了一个新的课题：青藏高原形成演化与环境变迁。具体说来，这一枚高山栎化石引发了“青藏高原隆起时间、幅度和阶段”课题的探讨。

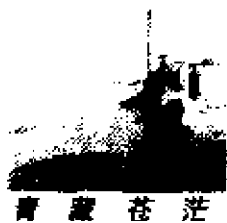
聚焦于240万年以来的一系列现象的发生：由于青藏高原的强烈隆起，达到临界高度，深厚高原季风骤起，一举改变了北半球大气环流；第四纪冰期始现；全球气温下降；北极冰盖形成；黄土开始堆积；非洲变得干旱……

更何况，两三百万年，在人类演化历程中是多么关键的一个时期。后来的继续发现证明，包括喜马拉雅在内的青藏高原经历过若干次的上升和夷平轮回，但只有这一次，历经360万年仍在隆升过程中的这一次，是地球人类亲历的伟大事件。

随着这座世界上最后一座海拔8000米以上高山被中国登山健儿登顶成功，希夏邦马科学考察也使青藏科考事业迈步登上一个崭新高度。

也有失望的时候，应该有所发现但未能发现的时候。但其中的一个失望和未能发现，却意味着解释喜马拉雅山脉成因的一个重大理论突破。这一时期，正值国际传统地质学的最后时代，现代地质学鸿蒙初开前那一刻暗夜之中。在旧的学说中，喜马拉雅是一个巨大地槽，由于地球内部运动而在原地升起。当地质工作者们兴冲冲地奔向希夏邦马，希望在这里一举寻找到大地槽的典型证据，但踏遍山野而不得；大量的岩石和古生





青藏苍茫

物地层资料似乎说明着另外的问题——令人满意的解释注定要待几年后新理论出现之际。大量的第一手资料等待着被新思想照亮。而国际地学新理论出现之际，中国科学家已以充分的野外工作，做好了迎接的准备。

与登山队员并肩战斗的那些年里，科学家们从登山队员那里得到了有益的启示。事隔30多年，刘东生的眼前仍然晃动着登山健儿向雪峰之巅一步步迈进的身影。他们的组织工作，他们的适应性行军，战胜困难，直达目标，突击登顶的单纯意志，尤其是“一根绳子、几条人命”的结组行动方式，给刘东生留下了深刻印象。他不由得想到，登山活动生动地给出了一个实例，科学事业不也正像是在登山，一样的群体精神，一样的必胜信念，一样的没有观众无人喝彩的争夺冠军的赛事！所以他也就格外欣赏登山界那句名言——“因为它在那里”。

希夏邦马、珠穆朗玛、青藏高原，因为它在那里，这本身就是诱惑和召唤。

登山精神，从一开始就贯注于青藏科考队伍之中了。回首以往，五六十年代的考察工作可谓步履艰难，不仅仅充满了初创时期的艰辛；那个风云变幻的年代对于西藏地区来说很不平静。反右斗争，平息叛乱，中印自卫反击战，其后又是文革爆发，远在崇山峻岭中的科学家们也未能幸免。正在进行的珠峰科考被冲击得七零八落。但是，无论怎样复杂的内外部环境，这一时期的科学考察仍是战果辉煌。就其科学研究领域来说，这是一个填补科学空白、初涉理论问题的时期，为70年代至今、乃至自今而后中科院大规模、不间断地综合考察深入研究浇铸了坚实基础。这基础犹如巨厚的岩石圈，强而有力地托举起青藏科考事业这一中国地球科学界的造山运动。尤为重要的是，经历了这一阶段艰苦的野外考察，渐渐聚合起一个将毕生献身于这项伟大事业的相对稳定的科

学家群体，铸就了这一群体艰苦奋斗、团结协作、志在创新的团队精神。在这一背景下，在科学家群体和团队精神之上，有一面旗帜飘扬：青藏高原科学考察事业推举出富有感召力、凝聚力、推动力的灵魂人物——

施雅风——

刘东生——

孙鸿烈——

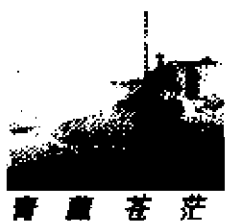
三位中科院院士。

在这面旗帜下，在他们身后，群山般屹立着数以百计的青藏科考队的中坚，他们中的老队员两鬓已染风霜：李吉均、李文华、郑度、林振耀、李炳元、杨逸畴、潘裕生、韩裕丰、章铭陶、李渤生、邓万明、文世宣、崔之久、王富葆……而更多的年轻人加入了这支队伍：姚檀栋、李世杰、秦大河、丁林、刘晓东、方小敏、欧阳华……接力棒正在传递，这个群体正像是青藏高原的化身，年轻，充满活力，正在崛起。



青藏研究四
巨头（从左至右）：
刘东生、施雅风、
孙鸿烈、李吉均。





青 藏 苍 茫

孙鸿烈在90年代成为国家“攀登”计划青藏项目的首席科学家。本质说来，他与生俱来地属于青藏高原。在他5岁时的1937年，他的父亲，老一代地质学家孙健初先生在青藏北部的祁连山下发现了中国第一个油田——玉门油田。从小学到初中全家住酒泉，每逢暑假，小小年纪的孙鸿烈便随地质队出野外，骑马，骑骆驼——高天阔野，是少年孙鸿烈的喜悦所在，也从此注定了他一生的命运。

家学渊源，耳濡目染，青年孙鸿烈选择了地学中的土壤专业安身立命也就在情理之中——他本是大地之子、青藏之子。大学时代他担任学生会主席的经历，是为后来的科学组织工作所进行的适应性行军。他成为60年代青藏科考队伍中最年轻的成员。1961年他担任科考队业务秘书，刚刚读完土壤学的副博士研究生，一步跨上西藏，自此便是一生的交付。从70年代开始，他担任了20年的青藏队队长；1992年，“青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究”列入国家重大基础研究“攀登”八五、九五计划至今，他担任该项目第一人——首席科学家。作为青藏项目的领导者，他的精神和品格是铸就青藏科考队伍团队精神的基础和核心；作为躬耕于大地的土壤学家，他和本专业的同事们立体描绘了西藏的土壤状况，考察了西藏的土地资源，为西藏的土地利用和经济发展做出了特殊贡献——在当代西藏发展史上，孙鸿烈和青藏科考队的名字的确应该被载入史册。

毕其一生的贡献和付出，专业上的训练有素和多学科的综合实践使孙鸿烈形成了科学思想上的多向思维，这对于青藏事业是至关重要的。青藏队员们钦佩他的驾驭和统筹全局的能力，跨学科的高度综合能力，说他从来自多方面的意见中，总能敏锐而准确地抓住要领，把握方向，透过现象直达本质，由此推动青藏研究一步一个阶梯地迈步向前。大家曾说，孙鸿烈的头脑整个一个586计算机——现在该说686了。青藏队员们

1979年，中科院青藏高原综合考察队队长孙鸿烈在雅鲁藏布江中游宽谷考察。



尤其钦佩他独具的人格魅力，无私忘我的境界，包容旷达的胸襟，是这样的魅力凝结起这样一个优秀群体。尽管孙鸿烈本人一再说，不是因为我，是因为事业。

土壤之于孙鸿烈来说，是一个多么恰切的象征！土壤学专业本来就兼具综合性，于是孙鸿烈就像他所研究的、实际上已融为一体的土壤圈那样，连结起岩石、植物、大气和水，使得一项共同的事业在他所营造的沃土上茁壮成长。

对于这位富有才华但格外谦和、众望所归的青藏项目首席科学家，以往的采访者往往对他非凡的仪表、高贵的气质和风范大加赞赏，虽然不免有以貌取人之嫌，但从另一个角度说来，又不难看出，一个伟大的事业选择了一个多么适合它的代表人物，成为一个满含象征寓意的形象——的确，孙鸿烈已融入青藏研究中，之于这项事业，也是一个象征。因之在本书中，他很难以个人形象出现，但他无处不在。



青藏高原

以 8012 米高度的希夏邦马峰为形象的那一年代，是施雅风、刘东生的黄金年代，也是中国登山与科考的黄金年代。用那一年代的标准语言来形容，登山健儿与科考队员的热情足以融化万年冰雪。而真正的热情足以激发创造力。从希夏邦马峰开始，施雅风拓宽了他的冰雪领地，并由此步入高原隆起与环境变化、全球变化关系的领域，由他开创的中国现代冰川研究进入国际前沿；刘东生则从他在青藏高原的第一手材料中获得灵感，为他的黄土高原形成寻找到了源和本，由他完善的中国黄土研究处于国际领先地位，成为大自然博物馆的经典史书。从他们开始，中国第四纪研究为世界瞩目，中国环境科学和环境地质学发端。

希夏邦马峰考察之后，刘东生、施雅风再度联手，组织了 1966 年的珠峰考察。恰在此时，政治冰期忽然来临——那是一段不堪回首的往事，大家总是说不提也罢。但是一来它关系到 60 年代青藏科考史的真实性和连续性，二来珠峰科考成果的确成为 1973 年青藏科考东山再起的契机，所以还是略用笔墨，以两个人的文革遭际故事，去窥见那一晦暗年代里老青藏们的命运。

其一，是参加珠峰考察的冰川学家谢自楚两下珠峰的故事。

谢自楚第一次上珠峰，是在 1966 年 3 月间。他率领第三专题组——冰川与气象——在东绒布冰川海拔 5440 米处至 6600 米处步步为营，设立自记气象点，进行冰川观测，考察进展顺利。不想 6 月初，文化大革命消息传来，科考队奉命提前撤队，回去搞运动。谢自楚焦急万分，一次再次找到队党委要求本专题组单独留下，从恳切请求直到发生严重争执。未果，只得忍痛放弃已建好的观测点，随大队撤回拉萨。在西藏军区第二招待所，本队的文革运动开始，谢自楚和另一位坚持留守的同事一道被打成“反党分子”，组长之职当即被撤。

一回到兰州，政治风暴扑面而来。当晚例行的欢迎会改为批斗会，谢自楚被戴上早已糊贴好的“反革命修正主义分子”的高帽子，并被勒令停职反省。第二天，有人悄悄告诉谢自楚说，不光你一个人，连所长施雅风也被从野外召回揪斗，许多专家同事被贴了大字报。

顺理成章地，珠峰野外考察被搁置。

1968年春，珠峰科考再度被提起，这一次是主持科委工作的聂荣臻元帅起了决定性作用。谢自楚立即主动报名参加，再上珠峰。此番前往，是怀着把前年提前撤点的损失补回来的决心，所以热情高于劲大。与人的遭遇同样，故地重返，只见原先金碧辉煌的绒布寺废墟一片，前年布设的测量花杆全部失踪，6600米营地观测点的百叶箱已经散架，谢自楚找来找去，只找到一支最高温度表。这种表的功能，当然是记录最高温度的，水银柱上的标记只要上去了就不会降下来。谢自楚吃惊地睁大了眼睛：最高温度表上竟出现过47℃高温！这是他无论多少年后也没弄明白的一件事儿。除非有人曾把它拿来在火上烤过，但有谁会爬到这6600米高处，还有闲心玩一个恶作剧呢？

文革中受冲击被压抑的热情释放出来，这一天谢自楚奋不顾身地在冰川险境中攀登，在明明暗暗的冰裂隙间行走，为了帮助测绘组同事补拍几张粒雪盆照片，他让协助工作的战士先回，只身前往远东绒布冰川——静谧如死亡的冰雪世界里，只有这样一个身影，从黄昏到深夜，在冰裂隙区跳来跳去，在冰碛丘中爬上爬下，当摸索着返回营地时，已是午夜时分。至此，这一天谢自楚已在海拔6000米上下行走20个小时，负重20多公斤，行程30多公里，却无疲倦感和恐惧感。尤其令他喜悦的是，这一天他在观测山口雪坑时，发现了珠峰独特的渗浸冻结成冰作用。对于冰川学者来说，这是探索珠峰冰川成冰之谜的一个重要发现。

历尽艰险并满载而归的谢自楚，再次从珠峰返回，并不指





望有鲜花与笑脸相迎，但万想不到的是，这一次比上一次更惨：从兰州刚一下火车，就被等候在此的造反派直接押送到批斗会场，当晚被关进“牛棚”，同时被批斗的还有几位刚从野外“揪”回的，一个个被打得鼻青脸肿——就在他出生入死地进行珠峰考察的同时，所里的政治气候较之冰川世界更冷，一个新的罪名已经罗织，只等他来就范：保施（雅风）反革命集团的头目。这一回，谢自楚有了运动经验，不再像上次那样惊慌失措想不开。他把在珠峰冰川中视死如归的劲头拿来应付批斗，在牛棚里悄悄完成了此次考察资料的整理，并写下了珠峰渗浸成冰作用的论文。只是这次的冲击时间过长：整整三年，令人痛惜不已。直到施雅风东山再起，再一次发动青藏科考成功。

其二，是施雅风投身黄河的故事。

施雅风的“西藏情结”由来已久。青年时代的施雅风就关注并阅读遥远的这一地区，1945年他写了一篇题为《喇嘛教在西藏》的文章，发表在《中学生》杂志上。作为学识渊博的地理学家、冰川学家和科学工作组织者，他的一生经历可算是丰富、传奇而波折。他在本专业和跨学科的地学领域中卓有建树的同时，尤擅创意策划和组织，是青藏事业的“智多星”。1956年参与编制国家科学远景规划，他就力主对青藏高原的考察研究；身体力行，1958年他率领冰雪队，在青藏高原北部边缘的祁连山开创了中国冰川研究事业。其后不久，他被“反右倾”运动卷入政治漩涡，直到1962年这一错误批判才被撤销。次年他考察了藏东南波密古乡的冰川泥石流，随之泥石流灾害防治事业被开创；再后来又与刘东生一道组织了希夏邦马峰的科学考察，正当他兴冲冲地举步走向世界第一高峰珠穆朗玛、走向他的事业峰巅时，文化大革命开始，他被一封急电召回……

被急电召回的施雅风一回到兰州就进了“牛棚”，作为冰

川冻土沙漠所的业务领导被批斗。时值盛夏，施雅风却感到了政治盛冰期的降临。不时有坏消息从各地传来：青藏科考先驱者刘慎谔，在“群众运动”的围剿中含冤而死；新中国青藏科考第一任队长、中国同位素地质学开创人李璞，不堪羞辱，自绝于某某；刘东生，孙鸿烈，李吉均……凡青藏研究骨干几乎无一幸免地遭批斗。施雅风这位1947年的中共地下党员，为新中国的解放事业和建设事业立下汗马功劳的革命者和科学家，在建国后也总被历次“运动”缠绕不清。牛棚岁月里，每天随“难友”们一起早请示晚汇报斗私批修。有一天忽然想起，不得了，忘记了“晚汇报”程序——“今天还没做祷告呐！”心里的话脱口而出，可就惹祸上身，一下子升级为“现行反革命”。后来的“清理阶级队伍”中，他的地下党员身份被说成是国民党了，以往的科学研究被全盘否定了，一个反党，反社会主义，反无产阶级专政的“三反分子”。施雅风难抑悲愤，难耐凌辱，真是生不如死。在1968年一个夏日午间，施雅风沿着黄河堤岸走上兰州黄河大桥，纵身跃入养育了中华民族的母亲的激流中。

那些往事不提也罢。之所以在一本描写宏伟事业的著述中涉及个人遭际，皆因此人在这项事业中举足轻重的地位，这一“未遂”事件对于他个人尤其对于这项事业的深远意义。多年后，当施雅风笑谈当年时，说他判断失误——多谢这一失误——他曾想当然地以为那样高的落差入水必然使人发昏，没想到一落水骤然清醒，于是命运把他推向河心沙洲，让他沐浴在夏日的骄阳下。那一刻，他凝望着滔滔流水，曾经的一切都随波而去，一个念头升起：从此珍惜，以再生之躯全身心地投注于青藏高原和中国的科学事业。他从此了无牵挂，义无反顾。

这一故事的尾声是：追踪而来的人群着急地下水了，施雅风朗声阻止：“这儿水大，不要过来，我会回去的——”





那时黄河的水确实大——说这话的时候，施雅风有一点黑色幽默——现在呵，这一河段差不多已经干涸。

这一事件居然成为转折点，施雅风获得了豁免权，从此不再挨批斗，定罪也从轻：“犯严重错误的干部”。他重操旧业，召集旧部潜心整理珠峰考察总结。1972年，文化大革命仍处于它所制造的令人既寒且栗的冰期中，国内科学界万马齐喑多年，但冰川学家施雅风已经看到悄悄消融的冰川融水了，预感到一个短暂的温暖期的到来——此前不久，林彪已摔死在温都尔汗，全国上下震惊之余都在反思中；周总理的地位稳固，当著名科学家周培源向周总理汇报关于加强基础理论的工作，周总理意见很明确：还等什么！科学研究要在深入实践的基础上往高里提。并批示说，不要说过了就像浮云一样过去了。这声音不啻一股暖风，使老青藏们闻风而喜，相互串连，一致呼吁。是年秋，中科院关于珠峰登山科考的总结会在兰州召开，孙鸿烈担任会议秘书，执笔此次会议拟定的有关青藏科考的十年规划，申报中科院即获通过。1973年，重新披挂的中科院青藏高原科考队踏上征程，从此马不下鞍。

此后的几年中，国内的政治气候仍是风云变幻，冷暖交替，但青藏科考事业却如强弩之箭，一发而不可收。年复一年，青藏队员们远离漩涡中心，在荒凉而丰饶的高原面上跋涉，百感交集地聆听那些迟到的消息，例如关于邓小平复出并主持工作之类。1976年正是青藏队大规模西藏考察的一年，也是中国风云激荡的多事之秋，在荒天野地，他们得知了唐山大地震的消息，毛主席逝世的消息，“四人帮”被粉碎的消息……最终，他们与全国人民一道迎来了自然界和社会界的间冰—温暖期。他们明白了，从此再也没有什么能够阻止这项事业的一往无前。

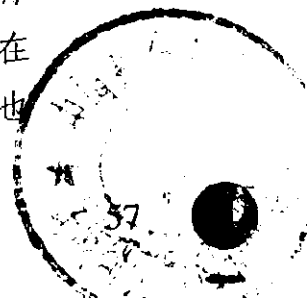


第 3 章

在藏东南的密林中

70年代第一步：挥师藏东南——在“西藏的江南”察隅县——考察海洋性冰川阿扎冰川——西藏的土壤类型——“亲王”冯祚建和他的藏东南珍禽异兽——“大嫂”黄夏生发现中国昆虫新目缺翅目——藏东南花卉世界——森林蓄积量的世界之最——暗针叶林南北迁徙史——植物电脑吴征镒山林中的60岁生日——《美丽的西藏，可爱的家乡》

1972年底，青藏科学考察队组建，全队有40多人，由水利专家何希吾担任队长，副队长为孙鸿烈。这委实在中科院自然资源综合考察委员会引发了一场热烈的冲击波。综考会是中国科学院承担全国自然科学考察、重点区域和大型工程调查评价工作的重要机构，是一支多学科的骨干力量。但在文革中，综考会已处于准撤销状态，合并在中科院地理所待命，其中大多数业务骨干常年在“五七干校”参加劳动。这一次奉命组织青藏科学考察队，无疑使综考会绝处逢生，重见天日；那些曾在“运动”的惊涛骇浪中颠上抛下、在业务上赋闲多年的专家们也





纷纷奔走相告，争相报名。一般人视为畏途的青藏高原，在他们的眼中却无异于天堂般美好。

“青藏队是一个避风港”——差不多所有人都这样说。

地貌学家杨逸畴暗自庆幸，在整个文化大革命中，他一直处于奔赴地震灾区的预备状态：全国各地无论哪里发生了地震，即刻出发。虽说搞地震距离自己的专业远了些，但比之政治斗争，比之“五七干校”、比之身处滚滚红尘中呢，岂不令人惬意。60年代搞南水北调考察时，他一直在青藏高原东缘的川西北一带活动，进入青藏腹地是他多年的梦想，这一次梦想成真能不满怀喜悦！正是在1973年青藏考察的第一个秋季，他进入雅鲁藏布大峡谷，此后到1998年，他前后8次从不同方向的6条路线进入大峡谷。20年后，中国科学家完成了本世纪末最大的地理发现：对于世界第一大峡谷的确认——这是后话了；后话中还有一件令人啼笑皆非的事：在他沉迷于青藏面上的考察已达三年之后，还是没能逃脱“五七干校”的末班车。1976年，他被迫去了河北的五七干校，像他所有同事所经历的那样，种庄稼，收棉花，盖房子，喂猪。关于杨逸畴，后话之后还有许多后话。

森林生态学家李文华并非中科院在编人员，他的参与实出偶然和机缘。他本是北京林业大学的讲师，暗针叶林专家，曾有过留学苏联深造、考察西伯利亚泰加林带的经历，所以文革中被视为白专道路的典型。林大下放到云南丽江，图书馆藏书也堆放在昆明的运输站里。李文华作为留守人员驻站，当伙食采买之余，就趴在书堆上翻书，阅读了大量的英、俄文业务书籍，还在昆明一带采集了大量标本，从乔木到灌木到草本植物，就近请教昆明植物所世界级大植物学家吴征镒。那时老先生正处在被批斗、被强迫劳动后的寂寞时期，格外有闲也有心去指教他。青藏队的成立为李文华提供了当时别无选择的机遇。他想，暗中修炼多年，该出山啦。

至于其他队员，在文革中也都有着相似又不同的经历。中科

院在各省的分院和研究所全部下放地方，被迫放弃基础研究，改行地方生产服务。在江苏，南京地理与湖泊所的湖泊专家们奉命去洪泽湖养萍，开发猪饲料；南京地质古生物所的古生物学家们则奉命搞沼气作燃料……诸如此类，莫名其妙，不免荒诞感。所以有朝一日能上高原，放手从事本学科研究，能不让科学家们山呼万岁，能不一如地热大爆炸般尽情散发蓄之已久的能量！

青藏队在成都集合，整装待发。森林组副组长、植物学家、林学家大韩在成都火车站左顾右盼，焦急地等待武素功的到来。39岁的大韩名叫韩裕丰，因个子大、大连人，年龄也略大些，主要还因为性格厚道，有大哥般的亲切，所以大韩的称呼陪伴了他一辈子。藏东南的考察显然要求植物学专业为多，所以行前仓促确定增加一个昆明植物所的名额。吴征镒得知消息，私下相告，武素功闻听召唤，如甘霖灌顶，当即打点一个小包，直奔火车站。那武素功与他的老师吴征镒是一对知名度甚高的名师高徒，文革中一同挂黑牌戴高帽，多么渴望置身山野，与他的植物们在一起。从昆明到成都，总嫌火车速度太慢，一下火车直奔驻地向孙鸿烈报到，一杯水还没喝完，奔赴西藏的汽车已经发动。

此行何往？藏东南察隅、波密、墨脱一带高山深谷、冰川密林中。之所以选择这一地区作为西藏考察的第一站，首先在于它所处位置的引人注目：东西向的喜马拉雅和南北向的横断山脉在这一带交汇过渡，是地质地理生物等领域的重要地区；其次是察隅一带本已列入60年代初那次考察拟议中，因中途夭折未及成行，到70年代仍是科学考察的处女地，那里充满未知；还有附带的一个考虑则是，文革6年后第一次搞业务出野外，小心翼翼带有试探性质，不宜把面铺得太广。所以70年代之后历次野外考察，本次是人数最少——不足40人，仅有地质、地理、生





高山：喜马拉雅山东端尾闾最高峰——南迦巴瓦峰，海拔7787米，为世界第十五高峰。

物、土壤、水利等十多个专业，活动面也比较集中——仅限于藏东南林区一带。

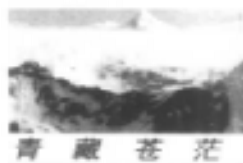
青藏队员们乘坐封闭的大卡车沿川藏公路一路翻山越岭，当整整10天后到达海拔5000多米的德母拉山口时，察隅河谷在望。灰头土脸的队员们刚一下车，立即被扑面而来的察隅风光迷住了——冰川学家盯住了山巅的白雪，植物学家面对山腰以下苍茫的林海瞪大了眼睛，水利专家盘算着蜿蜒直下的察隅河水，农学家只看到扬花的稻田，搞动物、昆虫、真菌的则想像着密密丛林中究竟隐藏着怎样的稀世珍宝……

察隅县地处偏远的藏东南横断山脉一角，是一个较为封闭的地理单元，怒江和雅鲁藏布江流不到的地方。南面与缅甸、印度为邻，形似一面簸箕开阔地迎向南来孟加拉湾的暖湿气流；而



深谷：然烏以下帕隆藏布江峡谷。

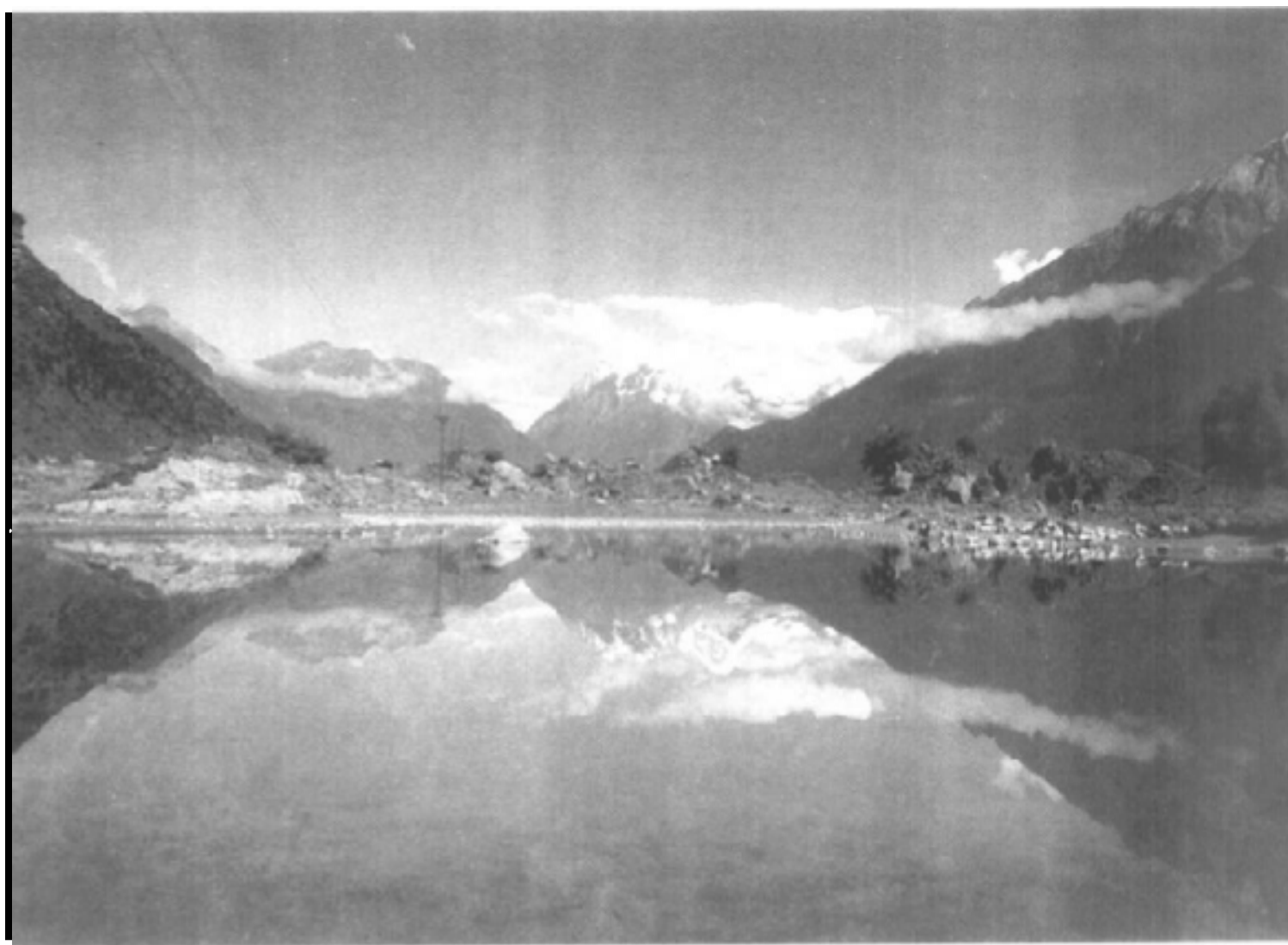




青 藏 苍 茫



密林：在墨脱，海拔600米—1100米为半常绿季风雨林。



雪山、冰湖、
冰碛丘陵交相辉
映。

北面，高耸的伯舒拉岭如屏风，阻隔了外部世界的同时，也阻隔了北来寒流，使得察隅谷地成为西藏少数生长水稻的地方之一。一壁积雪的山脉，有冰川逶迤入林海；满目青翠，大面积原始森林中是动植物王国的乐土；在大自然的怀抱里生活着的藏、汉、怒、珞巴人和僜人其乐融融。农田阡陌，稻花飘香，青枝绿叶，硕果累累。好一个世外桃源，真正四季如春，美丽如歌。

地貌和第四纪地质组由李炳元任组长，冰川组由李吉均任组长。此类专业的成员大多毕业于声名煊赫的南京大学地理系。其中李吉均和王富葆是同班同学，杨逸畴低一个年级，李炳元年





帕隆藏布江处
在水汽通道上，一派
“西藏江南”的景象。

轻些，低四个年级。比他们都高年级的同系校友崔之久这次没来，他曾任60年代希夏邦马和珠穆朗玛考察中的地貌组组长，现在正准备去藏北参加为时三年的青藏铁路考察论证工作。地貌专业综合性很强，凡属地表之上的一应景观均在考察之列。专家们初识西藏，一眼望穿察隅从5000米山地到1000米河谷，垂直排列从寒带到亚热带—热带景致，一种强烈的新鲜感，大家由衷赞叹。及至后来工作范围由察隅扩展到波密—林芝—米林，最后是墨脱，大峡谷四县地区，大家方才会心地笑起来，说，我们先参见了“小巫”。

这“小巫”先前已被人参见过，那人就是英国植物学家金·沃德，从30年代到50年代，他多次过来了，并成为1950年那次特大地震的目击者。由于他的描述，世界都把此次8.5级大地震的震中位置确定在察隅。当李炳元、李吉均一行前往阿扎冰川考察时，杨逸畴就走访了一村又一村，听取当事人对那场地震的回忆。这一次获得的资料很重要，同一年稍后他们又在墨脱进行了地震强度、烈度的访问和比较，对于后来将震中位置



阿扎冰川

修改为墨脱提供了充分的证据。

在藏东南如期而至的雨季里，考察人员和民工组成的庞大队列，一连好几天冒雨徒步翻山越岭，前往阿扎冰川。冰川学家李吉均有备而来。这位新中国崭新冰川事业的第一批参加者，早在50年代从祁连山大陆性冰川考察起，就遥想着喜马拉雅南麓特别是藏东南神奇的海洋性冰川。他久久地凝视着一帧黑白照片，心驰神往。那是1933年由英国植物学家金·沃德拍摄的察隅阿扎冰川的情影。阿扎冰川，阿扎冰川，如同朝思暮想的梦中情人，李吉均念叨了多少年，多少遍。

翻越海拔4640米的阿扎山口，但见莽莽苍苍三条冰川毕现。沿西南向的乞地冰川下行，夜宿这一冰川的冰舌末端，枕着冰川融水的喧哗和阵阵松涛甘甜入梦。清晨，沿峭壁攀过一个山嘴，阿扎冰川蓦然映入眼帘——长达20公里的阿扎冰川，一条银甲巨龙，在钢蓝色远山环抱中，在淡蓝色云雾笼罩下，从山巅冰雪的冠冕处浩荡逸出，在高山草甸间徐徐推进，穿越风光绮丽的针阔叶原始森林，直抵人类生活耕作的田野，海拔2400

米的地方。冰川前缘处，茶树葱茏，木瓜，核桃果实累累。

中国低纬度高海拔海洋性冰川只隐藏在青藏高原东南部，深山密林人迹罕至处。这一造化杰作不肯轻易示人，它只向不惮艰辛诚心造访者一现真容。在后来的许多年中，不管人们还有过多少发现的惊喜和激动，以至于冲淡了先前的许多惊喜和激动，但阿扎冰川最初予以的心醉神迷，人们永不会忘怀。

专家们在阿扎冰川中部一个叫穷宗的地方安营扎寨，考察队员们搭起高山帐篷，民工们则砍下云杉树皮搭起小木屋。此后的22天里，人们每天忙于观察测量，而阿扎冰川给予的回报是每天的大雨如注，这正好现身说法地提供了典型的海洋性冰川如何发育补给。这种暖性冰川的表面温度仅达冰点的 0°C ，较之大陆性冰川它的生命力显得格外活跃，测量接近冰瀑处日运动就达1.38米，年速度在400米以上，这是当时测得的国内最大的冰川运动速度。

冰川上繁茂生长着藻类菌类雪蚤之类低等生物，——生命力多么顽强！李吉均感叹着，一边细细察看。他信手拈起一条小小的黑色生物，哦，这是冰蚯蚓，此前只听说它生存在阿尔卑斯的冰川上。对于国内来说，这是一个新种的发现。它被命名为“中华线蚓”。

冰川表面不易通行，冰川学家们沿原路返回，绕道前往冰舌下游。在冰川侧旁古冰碛上，那个叫作“雪当”的地方——藏语的“大树之下”——名副其实地坐落着一株堪称树中之王的冷杉树。这株冷杉胸径近3米，高度超过60米，树冠蓬勃巨大如同一座天然建筑。树龄应当在千年以上吧，李吉均伫立树下，仰望树干树冠，心想，此处生长着巨树的古冰碛不会是300年前那次小冰期的遗存吧。他采集了冰碛上的朽木带回去做了碳十四测定，是3000年前的新冰期时代遗存。李吉均把这处曾经的冰川定名为“雪当冰进”。可以想见当年的阿扎冰川何等宏丽。

阿扎冰川后来又被多番考察过。每一回前往，大家都宿营在

“冷杉之王”大树下，高枕无忧在3000年前“雪当冰进”的冰川遗迹上。

巨大和古老，壮阔和美丽，就这样和谐地相依存相交织。阿扎冰川近旁的一个小村里，一位名叫南极平措的藏族老人把李吉均们引领进他宽敞的木屋。在这个森林世界里，眼前的一切都是木制品：原木的房子，木制的家具，充满了浓郁的森林气息，连同老人，也如一株久历风雪的老树。南极平措老人又引领冰川学家们来到冰川跟前，凭着40年的记忆指点冰舌的进退——40年间阿扎冰川后退了差不多700米。

对于雪山和森林环抱中的阿扎冰川是如此的念念不能忘怀，以至于三年后李吉均又一次旧地重游。每一回的造访，他都要准确地站在当年沃德拍照的地方，举起相机。这地方仿佛一个坐标，记录着冰川的进退变化。隔着几十年岁月，中外科学家的身影叠化在一起。只是三年后的这次来访中得知，南极平措已然仙逝，云遮雾掩中，他的灵魂安详地守护在阿扎冰川之畔。李吉均面对青山绿树，无言。人生易逝，而冰川常在，山川依旧。

除了鱼类专家以外，几乎所有的学科都同时到达了阿扎冰川，各各都有意想不到的收获。只有土壤学家李明森无缘一见。在将要翻越阿扎山口时，他患了感冒，其严重程度足可引起肺水肿，脑水肿之类可怕后果。理所当然地，他被大家或委婉或严厉地劝阻。好脾气的李明森怕连累大家，只得快快而回，大家也就怜悯地目送他瘦长的身影消失在山林中。不过，实在让李明森懊恼不过的是，不待回到驻地，就在漫长几天的返程中神奇痊愈。就这样，阿扎冰川就成为他的终生憾事，许多年后说起，仍不免唉声叹气。

李明森搞土壤地理。土壤是反映景观的一面镜子。西藏所拥有的土壤类型之多，区域变化之大，在我国也是最丰富的地区。从察隅、墨脱海拔千米以下最低处高温高湿的红壤、砖红壤，随





着海拔渐高气候渐干冷，到亚热带的黄壤、黄棕壤，到棕壤，暗棕壤，直到4000米以上高山草甸土、高山寒漠土。总而言之，囊括了中国大陆从海南的红壤到华南的黄壤到东北的黑壤等20多个、几乎全部土壤类型；既从藏东南到藏西北随地势渐高呈水平分布，又在藏东南高山深谷间呈垂直分布。横断山区的许多大山脉，地处干寒，但也显现出殷红色彩，那是因为当年它曾经潮湿温暖过，例如在恐龙时代。所以土壤类型作为最保守的和最稳定的古地理证据，从古土壤中可以读出当时的气温状况、古环境信息。

李明森和中科院南京土壤所的同事们一道，对西藏的土壤地理进行了全面调查，写下了《西藏土壤》专著；再后来，李明森又应西藏之邀，参与了有关西藏土壤资源和土地资源评价工作，参与了有关土地综合利用规划，全靠了从察隅开始的走遍西藏大地的考察资料。

在整个70年代的西藏地区科学考察中，部队负责为这支科考队伍提供汽油、装备和食品，这在物资供应比较紧张的文革期间是极为重要的后勤保障。不仅如此，在像察隅、墨脱这样的边境地区，每每派出武装战士随行保卫。直到90年代，至少地球物理学家队伍出动时，还要请上舟桥部队实施地下爆破，请上通讯部队负责数百公里测线上的联络。所以科学家们有一些准军人的感觉了：就寝于部队的帐篷，身披军用雨衣，吃的是包装有军绿色标志的罐头、脱水菜和压缩干粮；前往墨脱，就穿部队发的防御旱蚂蟥的长筒布袜。从北京的总参到西藏军区到边防哨所，都把科学家们当作最亲的亲人。如果没有部队的支持——多年之后科学家在向访问者回忆往事时，总要提及的开篇的话，发乎真心而形似套话的话——如果没有部队的支持，本就格外艰苦的考察生涯还将加上格外的艰难。而西藏地方，也表现出格外的热忱。那时的自治区政府秘书长乔加钦亲自负责与青藏队的联络，自治区党委书记任荣，副书记郭锡兰也不时

过问工作。西藏林业局还专门派来一个林业调查队，是协助工作也是学习，后来他们都成为西藏林业战线上的骨干。久居深山老林的藏人百姓们更是热情有加，他们为青藏科考事业所做的最大贡献就是以很少的报酬当向导，当民工，提供驮畜，在危险的山道上，在极易失足的河流中，搀扶着知识分子们安然走过……说没有当地民工的帮助就寸步难行也许并不过分。

此刻，这支庞大的队伍就走在越往下走越茂密的森林中，40位科学家，包括3名妇女的40位民工，8名解放军战士。

这支队伍一路采集标本，直走得人困马乏。说是到达目的地只有20公里，怕是20海里吧——郑度边走边念叨——不过多走走路也好，看得更多更清楚，郑度又这样宽慰自己。地理学家郑度早在1966年就参加了珠穆朗玛地区考察。他的使命是宏观地理——青藏高原自然地域系统的划分及其分异规律的研究。他在前后30多年间，最终完善了对这一高地的划分界定：他把它划分为两个高原温度带，10个自然地带和28个自然区。而此刻，他手持的地图还不过是一个大概轮廓，缺乏起码的精度。宏观地理的描述使命得以完成，就凭了一双眼睛和两条腿。从参加青藏队开始，他就成为孙鸿烈的得力助手，始终是青藏科考事业的领导骨干。其时他掌管着全队的经济命脉，所有现金都装在一块布制的标本袋里，由一位民工白天背着，晚上就作了民工的枕头。

地面状况好时还需骑马。许多人都是头一回跨上马背。察隅的马不备马鞍，只系一对皮绳扣当马镫。大个子韩裕丰骑马过河，刚一上岸马就惊了，大韩翻身落马，急切中抽不出脚来，地质学家王连成见状，跳下马背，扑向惊马——此时大韩已被拖出几十米远，还好，只有衣服和手磨破了。但从此再不敢把脚伸进皮绳扣里，而且凡骑马必选走不动的老马。李文华也有类似经历。那一天骑马走到半道，遇见在察隅工作的林学院毕业生薛志厚，他是把茶树引种在察隅的功臣。见到母校老师格外亲，





薛志厚兴奋得手舞足蹈，一不留神碰到马屁股，那马惊跳起来，摔到地上的李文华差一点背过气去。

这些经历都是插曲。说到底，在科学空白地区工作的主要内容就是大量发现。参加了70年代以来全部野外工作的老青藏、动物学家冯祚建，因为身材和相貌特像西哈努克亲王，外号就叫了“亲王”。他其实就是动物王国的亲王。在藏东南一带深山密林的领地上，除藏北高原特有的野牦牛、藏野驴、藏羚羊和黑颈鹤等少量动物



峡谷动物：猕猴

外，西藏地区的飞禽走兽差不多都荟萃藏东南：鸟类明珠藏马鸡、深山二宝白唇鹿和马鹿、珍兽之花马麝、鸟类“蜜蜂”蓝喉太阳鸟，还有牛科的鬣羚、会滑翔的鼯鼠、珍稀的羚牛，在海拔2600米以下的低山宽谷和狭谷地带，则栖息着热带、亚热带的各种狸、豹、虎、鹿、长尾叶猴之类……南北方种群既按垂直带谱各自为政，又交相混杂在山地暖温带针阔叶混

外，西藏地区的飞禽走兽差不多都荟萃藏东南：鸟类明珠藏马鸡、深山二宝白唇鹿和马鹿、珍兽之花马麝、鸟类“蜜蜂”蓝喉太阳鸟，还有牛科的鬣羚、会滑翔的鼯鼠、珍稀的羚牛，在海拔2600米以下的低山宽谷和狭谷地带，则栖息着热带、亚热带的各种狸、豹、虎、鹿、长尾叶猴之类……南北方种群既按垂直带谱各自为政，又交相混杂在山地暖温带针阔叶混

外，西藏地区的飞禽走兽差不多都荟萃藏东南：鸟类明珠藏马鸡、深山二宝白唇鹿和马鹿、珍兽之花马麝、鸟类“蜜蜂”蓝喉太阳鸟，还有牛科的鬣羚、会滑翔的鼯鼠、珍稀的羚牛，在海拔2600米以下的低山宽谷和狭谷地带，则栖息着热带、亚热带的各种狸、豹、虎、鹿、长尾叶猴之类……南北方种群既按垂直带谱各自为政，又交相混杂在山地暖温带针阔叶混



小熊猫



豹猫

交林带中。

但大型动物毕竟品种有限，且知名度很高久闻于世，若论本学科领域的发现，动物学家的“亲王”就远远比不上

昆虫学家的“大嫂”。黄复生怎样得了这一雅号很难说，也许因为长相秀气，也许因为格外细心，总之这人的工作令人羡慕。冯祚建形容说，他们搞昆虫的，伸手一抓就是一个新种，一个发现。确实，仅仅四年的西藏野外工作，黄复生和他的同事张学忠等人就采集了十几万号昆虫标本，种类数千，其中20多个新属，400多个新种。作为填补我国空白的一个目的发现——缺翅目，正是由黄复生在察隅首次发现的。

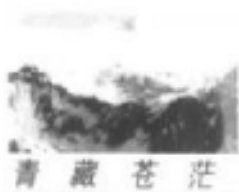
动身进藏前，昆虫界老前辈们叮嘱



枯叶蝶

白冠噪鹛





说，注意生活在雪线附近林区是否有蛭蟪目。他们作了充分的准备，阅读有关这个目的全部资料，查看了来自加拿大的标本，蛭蟪目的形象已经烂熟于心，苦于几乎走遍察隅不得见。日复一日在察隅的林地间行走巡视，终有一天，忽见一虫在枯枝败

叶上行走如飞，不待大脑反应过来，那只训练有素的手已将酒精泼了过去。捡起一看，从未见过的模样。后来又捕获了一只。再后来才得知这是一个重大发现，它被命名为中华缺翅虫；第二年在一山之隔的墨脱，又采集到两只它的姐妹种——只隔了一座山，它们就走了两条演化之路——被命名为墨脱缺翅虫。第三年，索性采集了几十只，分送国内各大专院校做教材标本。对于缺翅虫的发现在国际昆虫界引起了不小的反响，因为这一稀有目是只在赤道分布的古老种，而今它却出现在北纬30℃高地上，不免令人



古老原始的活化石——缺翅目。黄复生 1973 年发现。

奇怪，尤其是它在印度也未见记录。颇感兴趣的日本人在攀登南迦巴瓦峰时不失时机地赶去采集；不过，时隔 20 多年后的 1996 年，当黄复生陪同台湾大学同行再度到来时，大约由于生态的破坏，居然空手而归。

3 万多平方公里的察隅土地上，在青藏队足迹所到之处，太阳每天都是新的。丰富的林下资源使发现多多，例如菌类。不用微生物所菌类专家出动，就是出野外归来后的那一会儿功夫，西藏林调队的姚培志就拎来一桶新鲜蘑菇；而林调队 18 岁的藏族小伙子桑吉，则采来足有脸盆大的猴头菌……



花卉世界：多雄拉山口的平卧杜鹃。

藏东南还是花卉世界。春夏之际，漫山遍野，五彩斑斓，不管是否有人欣赏和赞美，犹自开得如醉如痴：草本的，木本的，高大的，低矮的，伏地而生的，白得冰清玉洁，红得如火如荼，蓝紫红粉，各逞其艳。其中四大名花杜鹃花、龙胆花、报春花、绿绒蒿，均为我国分布最丰富的地区之一。尤其杜鹃花，植物界的名门望族，随着高原隆起过程产生了强烈分化，从低海拔高大乔木状的大叶杜鹃，一直到接近永久冰雪带的低矮的小叶杜鹃，全世界共有800多种，藏东南及其周边川滇地区就分布有600多



报春花



垂头菊

种，成为世界杜鹃花的起源和分化中心。从前西方人把它采集去进行人工培植，如今成了欧洲名花，西方人庭园的重要装饰。还有牡丹的原生种黄牡丹，野花中高贵典雅一族，是中国西南特有种，在藏东南多有分布。

以物候变化的春夏秋冬四季来划分藏东

南地区就不尽合适，科学家们更倾向于以旱季雨季来划分。从五六月到八九月，青藏队出野外的黄金时段里，正是藏东南印度洋季风区的雨季。每天不分晨昏昼夜，都是雨雾茫茫。大韩他们索性不再穿橡胶的军用雨衣，内部潮气不得散发，反倒不如淋个透湿还来得痛快些。间或也有倏然晴好的时候，阳光穿过潮湿的云层和叶缝间，明亮地洒满林间空地，温和地照耀在脸上身上。原始森林明媚喧闹起来，活跃的小生灵们开始了户外活动，松鼠们在这里那里发出悉索声响，大森林宁静而充满活力，侧耳细听，植物学家们就能感应到那些乔木、灌木、草本植物们伸展生长的簌簌音响。大韩一行在湿漉漉的森林里穿

行，随行小战士背负着采集来的树木圆盘，返回营地数年轮。藏东南地区针叶林的松树，暗针叶林的云杉、冷杉和铁杉，是植物王国的巨人部族，高大而且长寿。我国北方的针叶家族，在200岁时内心就已腐朽，而这一年龄在藏东南则正值壮年期，所见大树年龄都在三四百岁以上，几乎不见病腐情况发生。

青藏队整个林业组的工作是搞本底调查：植物的区系分布、种类划分及资源状况。此刻森林学家大韩的具体任务是进行森林蓄积量调查。察隅及整个藏东南地区的森林面貌之良好，生长速度之快，木材蓄积量之高，可以称作世界之最，委实让人吃惊不小。云南松，过去一直以为云南是这一树种的中心，其实应该叫“察隅

松”才对。在察隅的一处洪积台地上，他们仰望着那片大胸径的云南松林，想像不到在不为人知的这一世界角落，居然隐藏着这样的一个奇迹：选择最密处做了一公顷样方调查，竟然是2300立方！后来发表的较为保守的平均数字，为每公顷500立方。而在我国云南

塔形大黄





省，平均每公顷蓄积量不超过百十立方米。

察隅之后又在波密做森林调查。那儿有一株高大通直的林芝云杉，82米高，胸径1米有余，通身无疤结，就这样一株树，成材40立方米！

树木圆盘上就记录着在它生长期数百年间的综合信息。大韩用它来测算各阶段的生长情况，资源变化情况。而气候学家林振耀、吴祥定他们，则从中了解“为什么”的问题，那是些有

关几百年间的温度湿度情况的记录，借以恢复古气候变化。正是这些数年轮之类的单调工作，最终提取出有关过往气候环境变化的重要参考。

此前对藏东南存在了千万年的植物王国人们知之甚少，接近一无



树蕨，生于墨脱热带森林中。



喜马拉雅山德阳
拉北坡的山地垂直自然带。

所知。人们习惯地把西藏想像成不毛之地。即使李文华这些专家,也仅从西藏林业部门提供的几页油印材料得知森林是有的,有多少,材料上也有些估算,但实地调查的数量,远远超过油印材料几十倍。也就是说,此前连西藏主管部门对自己的家底也含糊。几年调查下来,家底摸清,集中在藏东南察隅、波密、林芝、米林、墨脱一带的原始森林木材蓄积总量达13亿立方,其中非法麦克马洪线以南有6亿立方。就单位蓄积量来说,居全国之冠。

从察隅开始,藏东南植物王国打开了自然奇观引人入胜的一章——森林垂直带谱。“西藏江南”的察隅,东西毗连横断山脉和喜马拉雅山脉,两大山系的自然面貌交相辉映在这一过渡地区。这一章的华彩乐段在雅鲁藏布大峡谷达到经典极致:从峡谷腹心地墨脱到多雄拉山口,垂直距离不足30公里,浓缩了几



乎从赤道到极地的绿色植被的大千世界——最低处500米以下，是山地热带雨林；至1000米处，是热带向亚热带的过渡，常绿半常绿以及落叶林带；1000米向上，到1800米处，则为山地亚热带阔叶林；再往上，以2400米和3100米为界，是山地温带的常绿和落叶阔叶混交林带、山地针阔叶混交林带的领地；从3100米开始直到差不多4000米高处，又是山地寒温带的暗针叶林的顶极群落了。通常冷杉林在云杉林之上，只有一种名为川西云杉的，可以越过冷杉直达4300米高度，而那里，已是高山疏林地带，乔木生存极限处。再往上有灌丛生长到4800米，继续延伸，高山草甸上方，荒漠上接永久冰雪带。

郁郁葱葱，浩浩瀚瀚，大自然在这人迹罕至之处慷慨馈赠，鬼斧神工，井然有序，富有韵律和节奏的美感。青藏高原这部大书，值得你历尽艰辛前来阅读它。

而且森林中下木生物是如此丰富发达，从灌木的数十种属类到木质草本的蕨类家族，到地衣苔藓、真菌蘑菇，千姿百态，异彩纷呈，组成一个欣欣向荣的植物世界，一部植物世界的百科全书，一座植物类型的天然博物馆。

若说植物的世界之最，在藏东南比比皆是。最初身为暗针叶林专家的李文华，早年就考察过从大小兴安岭、长白山到欧亚大陆绵延数千公里，跨越十几个纬度带的泰加林带，对世界暗针叶林区了如指掌。西藏地区是北半球暗针叶林分布区的最南端，且海拔最高，云杉、冷杉建群种数量最多。越往北，海拔越低，云、冷杉林中所保存的植物就越贫瘠单调，让李文华不由得联想到那只不过是南方种冰后期向北方迁移过程中贫乏的衍生物。

能够欣赏外在的美与和谐，是赏心悦目的欣喜；穿透表象，能够洞察到内在的结构之美、规律之美，则是如醉如痴的欣喜，是欣喜若狂。当宏观审视过北半球暗针叶林地理分布之后，李文华首次用定量的计算制定了北半球暗针叶林分布的经、纬度

与海拔高度的数学模型。面对这个以线条表现的模型，连制作者本人也不禁吃惊于它如此简洁，如此规整，如此的秩序与和谐！从中所体现的自然规律揭示着自然的奥秘：从表象看来，暗针叶林的分布从南至北海拔逐渐降低，南缘的青藏高原在海拔4000米上下，到华北大约在2000米左右，到前苏联的泰加地区，则在地上了，从青藏向东，海拔也是逐渐降低——为什么？因为青藏高原的热岛效应！青藏高原的热岛效应在暗针叶林宏观分布研究中又一次得以证实。这一效应使得青藏高原较之同纬度、同海拔高度地区温度偏高，形同产生热源的热岛。而热量分布规律与植被分布规律两个数学模型正好吻合，李文华猛然意识到，西藏以此给出了解释自然之谜的一组或多组方程。

森林无言，沉默如树。但在李文华的心目中，云、冷杉们虽然未必具有如同人类那样的思维与灵魂，未必具有人类那样的组织和行为，但它们在长期的进化过程中，在与环境的相互作用下，所显现的组织和适应是如此严密和奇妙，尤其在地质年代中随环境变化而进行的运动和迁移，更加令人赞叹不已。于是李文华就得知了这一部族在漫长的年代里沿子午线的整体迁徙历程——

在300多万年前第三纪末期，随着冰期与间冰期的交替，冰川的进退，物种在南北方之间时疾时徐地移动着脚步。缓慢地，但从不停顿地。盛冰期来临了，北方的大地冰封，南方的高山雪裹，凛冽寒风劲吹，云杉冷杉全身冰针披挂，奇寒难耐。于是，向着温暖的地方，北方生物举家南迁，南部山地生物也纷纷下行。渐渐地，两支队伍相遇了，一个既相互融合又激烈竞争的自然界的春秋战国时代开始了。当严寒过去，间冰期的温暖降临，大地复苏，南北方生物各自打道回府，阵容却有所改变——返回北方的一支关山重重，一路适应，一路精简，只有精锐的少数物种返回，返回到最初出发的地方，所以暗针叶林和林下生物单调贫瘠；而南方和藏东南一带却受惠于青藏高原





的强烈隆升，强烈隆升的高山封锁了北来寒流，悉数接纳南来季风，生态条件从此改善。在改善了的生态条件庇护下，创造了新的物种，成为新的分化中心；并成为古老物种的避难所——来自欧亚大陆的暗针叶林一族铁杉林，由于北方的温湿度不再相宜，索性不思回归，就在南方和西南方得其所哉，作为地质第三纪孑遗物种“活化石”，被欣赏，被珍爱。铁杉之外，同属第三纪遗存的还有穗花杉、云南红豆杉、三尖杉、百日青和垂子买麻藤等针叶树种，木兰科、水青树科、樟科，五味子科等许多阔叶植物以及具有高大木质茎干的树蕨等，它们都有着数以千万年计的悠久家族史，但在世界其他地方，它们的同类不幸灭绝于第四纪大冰期，只有在藏东南暖湿的山褶间，它们才能够以古老和原始的面貌存活至今。

追本溯源，青藏高原本是南北方冈瓦纳古陆和劳亚古陆会合碰撞的产物，以雅鲁藏布为界，交汇了两大古陆植物区系，并由此大大丰富了我国西南、华南和东南的植物区系和植被，使

1976年，吴征镒院士在藏东南考察，时年60岁。





整理标本

得长江以南广大亚热带常绿阔叶林得以形成，还使得现在地中海区系植物在东亚的植物区系中留有蛛丝马迹。喜马拉雅山脉作为南北植物区系分界、汇合与植物的分化中心，是研究世界植物连续分布和间断分布的理想地区，所以吴征镒先生才说，“全世界的植物学家，眼睛都盯着这里”。

中科院院士吴征镒先生是世界级大植物学家，他在藏东南的山林中度过了60岁生日。那是在1976年6月13日的生日“宴会”上，他自豪地向学生和科学界晚辈们说了这样一番话：“在西藏过60岁的生日，这可难得。全世界的植物学家，眼睛都盯着这里。这是世界最古老的地方，也是世界最年轻的地方。”

素有“植物电脑”之誉的吴征镒，据说可以随口说出上万种植物的名称，包括拉丁语学名。早年他就举目于青藏并着手安排有关考察，只是该项计划因文革而搁浅。自1975年之后的两年里，吴老先生终于踏上青藏高原，一路沿川藏、青藏两条公





路干线考察，到达喜马拉雅山区和藏东南地区。以60岁的年纪，以他的永远也不能适应山道的平底足，手拄木棍，步履艰难但兴致勃勃地行走在高山深谷间。在他身后是他的几代弟子们：武素功、李文华以及一群学生们。手拄木棍还不时失足摔跤，马上就会有几只手伸来，把老先生扶起。没关系——老先生习以为常地说，因为他的外号就叫“摔跤冠军”；说不定一跤还能摔出新发现呢！——大家相视而笑。这里有一个典故：先前在西双版纳考察时，正是一跤摔得好，在眼皮底下发现了植物新纪录——“锡杖兰”。

多年后回顾这一段经历，李文华还在说，每采得一个标本，总由吴先生当场口述拉丁学名，学生记录——所以，那一阶段的工作最为准确和权威。

从山谷到山顶，不过三几十公里路，沿途所经历的植物世界，却如同从赤道到北极。站在高高的山巅，吴征镒满脸喜色，指点着眼前这植物区系垂直分布的活标本，说，植物群落的垂直分布规律和地球上植被的水平相对应的分布规律是这样的吻合呵，“站在这儿，好像有一个望远镜，再套一个放大镜，把整个世界的热带、亚热带，温带、寒带的植物，全部拉到你眼前来啦”。

从西藏归来，由中科院安排武素功陪同吴征镒去青岛疗养一个月——只要看到他们是携带着一大箱西藏的材料和标本去疗养院，就知道他们的醉翁之意了。果然，一个月下来，吴先生和武素功编就了《西藏植物名录》等重要资料；此后的三年中，吴征镒又与同事们和助手们一起，整理了近8万号标本，完成了一部由吴征镒主编的五卷本《西藏植物志》煌煌巨著。这部著作固然归功于青藏队群体，但吴征镒的加盟与主持，无疑使它走上了国际水准。而它的问世，不仅系统地提供了西藏植物的种类、区系组成和演化，证明了青藏高原的隆起为古老的区系成分提供了避难所的同时，也促进了新的物种的分化和产生，而



**“西藏江南”
——察隅的河谷
阶地水稻田。**

且也为今后的深入研究和植物资源的开发利用提供了可使今后若干代人获益的宝贵资料。

事实上,从察隅开始——从察隅以前的50年代以来的青藏科学考察进行的同时,为地方经济建设服务的工作就在同步进行。在对藏东南原始森林的考察之后,青藏队在西藏首倡了自然保护区崭新概念,提出并通过批准建立了察隅自然保护区(一区





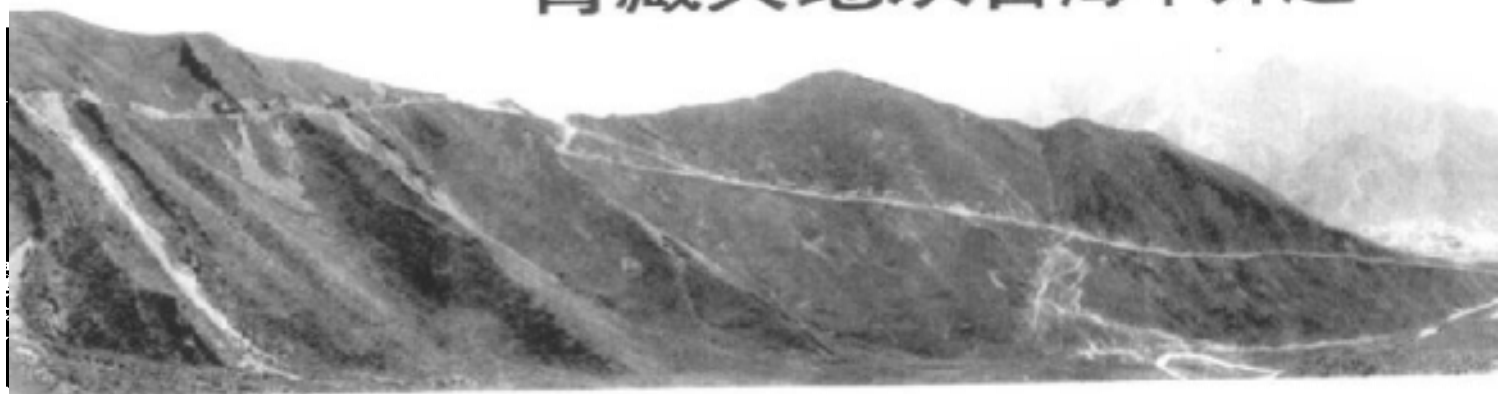
两点：慈巴沟综合自然生态保护区、矢朱村云南松保护点和拉日弄巴沟亚热带常绿阔叶林自然保护点）、波密岗乡云杉林自然保护区、林芝巴结巨柏自然保护点、大峡谷地区墨脱县全境的综合自然生态保护区。在喜马拉雅沿线的吉隆、珠峰等地共设立自然保护区十数个。在植物资源评价中，武素功向西藏地方传递了国外有关红景天开发利用的信息。多年后，西藏自治区科委的红景天开发成绩卓著，成为效果极佳的保健用品正在造福人类。

从察隅开始，察隅自身也是受益者。且不说农业、水利和经济地理专家的到来所给予的具有实际意义的指导，就这一地方来说，默默无闻千百年，一经科学家们发现，一朝名满天下——青藏队说，察隅真是西藏的江南啊，于是请来上海科影厂拍摄了纪录片《西藏的江南》，主题歌《美丽的西藏，可爱的家乡》，经由才旦卓玛百灵般的歌喉传唱全国。从此西藏也得以正名：人们得知西藏并非不毛之地，至少不完全是；人们得知西藏还有如此美丽的地方，有如此一大片浓浓的绿，在藏东南。

也正是从察隅开始，中科院青藏队作为一个全世界罕见的科学家群体，并肩战斗在青藏高原至今。所谓罕见至少体现在两个方面，一是由国家组织对某一地区旷日持久的多学科考察举世无双，二是这一群体所表现的超乎寻常的凝聚力和团体精神无可比拟。察隅之后，他们走向雅鲁藏布江大峡谷，走向雅鲁藏布源头，走向喜马拉雅，走向羌塘无人区，走向西藏腹地和青藏深处，走向广阔和深入，就这样一步步登上他们共同事业的珠穆朗玛，在那一峰巅之上，青藏队的旗帜便是那片蔚为奇观的珠峰旗云。

第 4 章

青藏大地从古海中升起



大陆漂移与板块构造学说的提出，70年代的国际地学革命——地质学家李承法以板块构造理论初建青藏高原形成框架——大地构造学家潘裕生——岩石学家邓万明——地质古生物学家文世宣——一幅地质史的古远图景，青藏高原时空：三个大洋，四次运动，五条缝合线，六块地体——青藏地质后来人——地球物理学家向地球深部开拓——几千万年来，拉萨向北推移了14个纬度——地球化学家读出石头的成分和年纪——地球动力学机制众说纷纭——在地质科学上没有最后的一句话

从50年代到70年代，对于国际地球科学界来说是一个空前伟大的时代。这一时期飞速发展的工程技术带动了古地磁、古生物以及海洋学诸学科的迅猛发展，引发了一场地学革命。这期间证实了大陆漂移说，板块构造说，磁极倒转说，恢复了8000万年以来的气候环境，对于历次古生物灭绝及其后的生物大爆炸有了新的认识，深海勘探使得特提斯古海的遗迹——地中海的沧桑史已经大致了然；曾与喜马拉雅同为深海洋底的阿尔卑斯山的每一块石头都被摸遍……





其中最为关键的、与青藏研究息息相关的，是板块构造理论，是大陆漂移学说。否则，对于青藏高原面上的考察可以至为详尽，地理图像的描述可以至为清晰，但是，当地质学家面对从南到北那一条条裸露着深海物质的缝合线，地球物理学家们面对古地磁测定的岩石形成在赤道以南的位置，生物学家们面对雅鲁藏布江南北迥然有异的古生物区系群落……定然茫然不知所措。而有了这一学说的观照，许多问题的答案不言自明。就像80年代在雅鲁藏布大峡谷的考察中，当菌类学家卯晓岚发现了生长在白蚁穴上的鸡枞菌，这一赤道附近生存之物居然出现在北纬29℃处，菌类学家只有惊喜而无惊诧。他自言自语地说，噢，它们的祖先，连同它们的家园是乘坐着印度大船从南方来的呵。剩下的问题，只是解释它们何以能够继续生存在大峡谷之中罢了。

回首20世纪，科学的脚步前行得何其迅疾。板块学说的建立，被公认为这一世纪中地球科学的最大突破。

有关大陆漂移、海底扩张以及后来的板块理论等一系列现代主流地学理论，经历了为时半个世纪的假说和验证过程。20世纪初期，德国气象学家魏格纳从世界地图上发现了一些不可思议的现象：他注意到南美洲东岸巴西的凸出部分与尼日利亚下方的非洲西海岸，可以天衣无缝地相拼合，好像它们曾为一体而后反向分离；南美与非洲的古动物群有相似之处；印度和澳洲南部的冰川沉积物居然一体相连，似乎共同经历了一次大陆冰川作用……在他之前已有许多前人注意到了地图上几块大陆可以拼接的现象，并为此议论纷纷，有过一些遐想；只有魏格纳大胆推论它们曾一度同为一个名叫冈瓦纳的超级古大陆，位于南极附近，在某一时期它们开始分裂，分裂成几大板块并各自漂移开来。“大陆漂移”假说就这样在1912年提出了，一些人点头说，“有道理”，一些人摇头说，“怎么可能”，更多的人存疑，拭目以待。毕竟科学立论需要确凿论据。经典地质理

论认为，陆地由地台和地槽组成，地台相对稳定，地槽可以运动，但绝不是东西南北的水平运动，而只会上上下下地垂直运动——大陆岂能“漂移”？

注定要为科学而献身的魏格纳，踏上了漫漫求证之路。在北极格陵兰冰盖的冰天雪地里，魏格纳壮烈殉职。

随着提议者的离去，这一假说一度沉寂。但是大地并未因此却步，若干年后的人们借助技术革命，忽然发现大陆正在移动，并且这种移动从来也没停止过啊。

这一“忽然发现”事件发生在50年代。美国海军为军事目的做海洋调查，惊奇地窥见了一个图像——太平洋洋底的磁性条带呈现规律性分布：从大洋中脊处向两侧展开，直到浅海大陆架，正向与反向的磁条带相间排列，有条不紊；条带宽度从几公里到上百公里不等，长度可达数千公里。太平洋之后，又相继发现了全球所有大洋之底无一例外地存在这种条带！

深海洋底呈现规律性分布的，还限于磁性条带，人们同时注意到大洋中脊处的海洋地壳很薄，年代很新，甚至薄到、新到几乎等于零；距离洋脊越远，洋壳越厚，年代越老；接近浅海大陆架，洋壳与陆壳融为一体，洋壳年龄为两亿年。这些规律分布是如此均匀，如此恒定。然而知其然不知其所以然，第一张海底地磁图于50年代末出版时，只提示现象，而无从解释。

往下的故事很精彩，可说是一个由技术革命推动思想革命的经典范例，可说是即使常规科学的进展，也不亚于诱人的天方夜谭。一张神奇的海底地磁图，引发浮想联翩，答案只有一个，看谁捷足先登。这一次不用很久，就有人率先提出了“海底扩张”说。那是归纳了海底运动现象所提出的理论：地球深部熔岩自大洋中脊处喷涌而出，在两侧固化为岩；新生的洋壳推动先成的旧洋壳，缓缓插入大洋两侧大陆地壳，重新熔融，以此维持扩张与消亡、创造与毁灭的平衡。而正反向相间的条





带正是地球史上磁场倒转历史的忠实记录。过了不久，有人忽然联想到搁置有年的魏格纳假说，在“海底扩张”之后补充了一句：由于海底的扩张，推动了大陆的漂移。综合海底扩张说和大陆漂移说，联系到大陆碰撞，一个激动人心的理论——“板块构造”说脱颖而出。

新理论不仅解释了海洋的形成，陆地的漂移，也解释了大陆碰撞的逻辑理论。这一系列新理论构成 70 年代国际地学革命的核心，人类对于地球的认识因之大大向前迈进了一步。为此有人不无遗憾地说，可惜诺贝尔奖没设地学奖……

从事青藏研究的科学家们由衷地感谢这一场地学革命，青藏研究无疑是这场革命的受益者。以传统地学中经典的地槽地台学说解释青藏高原成因，说的不免就是另外一个故事了：雅鲁藏布以北是一巨大地台，它曾为浅海；喜马拉雅则是深海之下的地槽，有物质在其上不断地堆积，由于受到挤压而形成山脉。至于翻上地表的蛇绿岩，则被认为是地下物质体的侵入：是地幔中熔融的岩浆沿着地壳的深大裂隙侵入到地壳上部冷却而成……然而多年的考察实践，难以自圆其说，令人疑窦丛生。

正是在这一国际地学新旧交替时代，“常板块”的故事应运而生。

1960 年，地质学家常承法参加科考队第一次进藏。他和同事们一道乘坐跃进牌大卡车，从格尔木出发，走青藏公路，到达拉萨时已是半个月之后，每个人都是半死不活的情状。此后去藏北，去雅鲁藏布沿线，用的还是原始而经典的三大件：罗盘、铁锤、放大镜，把计步器拴在马腿上数步子，换算距离……正是贯穿了 60 年代的包括珠峰在内的西藏地区考察，使常承法积累了相当丰富的第一手资料，这是实现理论突破的前提；直观的、感性的认识就像一层层叠加的沉积物，他们仿佛在沉



1980年夏，甘塞尔与常承法、邓万明在考察藏南二叠纪的冈瓦纳相冰碛岩。

睡之中，一旦被新的思想照亮，就将被激活，产生质变飞跃。

这个“一旦”出现在60、70年代之交。常承法从成千上万条国际地学信息中，敏锐地捕捉到正在讨论中的板块学说，顿时豁然开朗——脑海中静止的青藏大地活动起来，那些不同年代的地体，地体连接处的条带，蛇绿岩令人生疑的来历……似乎都在争相诉说起来。他就像一个面临着山重水复境地，又忽见峰回路转的旅人那样，激动地拿来作为路标的板块理论，第一次把它应用在中国，应用在青藏高原。这不是简单的套用，而是创造性的应用。1973年，他提出了青藏高原由北向南多地块、多次拼合的概念、各板块间缝合带的概念，初步建立了青藏高原大地构造基本框架。

这一框架——确切地说，是这一思想的确立，对于70年代以来的多学科青藏考察具有至关重要的意义。不仅那一时期的常承法言必称“板块”，大家也都跟着“板块”、“板块”起来。按照青藏队的习惯，大家给这个始作俑者取了一个雅号叫“常板块”。

地质学家常承法初步勾勒了青藏高原形成初始的时空边界





轮廓，只是一代人的足力有限，他的工作范围主要限于青藏高原中南部，在他所未能亲自走过的北部西部地区，只好借助推论，因之他的轮廓中仅有四条缝合线、四次大陆拼贴过程和大约3亿年的时间。理论及其欠缺有待后来人去验证，去补充，去完善。这情形正如瑞士登山家拉姆贝尔所说的：每个探险队都是踏着先行者的肩上前进的。

后来的潘裕生、邓万明沿着常承法所描绘的时空边界轮廓继续行进，20多年间在每一板块缝合处驻足凝神，倾听过往大洋的涛声，陆地相撞之际惊天动地的绝响，遥望海洋一次次消隐，陆地一片片升起，感应一个遥远而神秘的召唤……排山倒海，博大雄浑，尽享天地造化的大壮大美。

地质学家、大地构造学家潘裕生教授，自从1974年参加青藏队以来，足迹踏遍高原，东起横断山脉崇山峻岭的山川交汇处，西至阿里高原的山之巅水之源，南自喜马拉雅和冈底斯之间最晚近形成的第一条——印度河—雅鲁藏布缝合带，依次北上查找第二条——班公湖—怒江缝合带；第三条——西金乌兰—金沙江缝合带；第四条——昆仑南缘缝合带，直至新发现最北一条，也是最古老的第五条——西昆仑—阿尔金—祁连山缝合带，同时查证了五条缝合线所连接六块地体各自不同的古纬度位置和碰撞时间，将最为古老的原特提斯大洋上溯到八九亿年前，将青藏高原北部最初形成的历史推往5亿年，并图示了青藏高原在何时、如何自北而南一块块拼合而成。

每一条缝合带在我国境内的东西长度都在两千公里以上。这是由南及北，从东到西，整个青藏高原几乎走遍的寻找过程。重要工作之一就是寻找缝合带，寻找古海洋的遗迹——蛇绿岩带。

蛇绿岩是什么？蛇绿岩就是古海洋地壳的残余，在大洋扩张时期它们由深部涌出形成洋壳，在两块大陆相撞时有少量被挤出地面，年深日久后它的表面变成了绿色的蛇纹面，所以



早石炭——早二
叠世蛇绿混杂中的枕
状熔岩。

地质学家们称它为蛇绿岩。它的出现大抵意味着此地曾是古海洋中脊处。出露在雅鲁藏布江一线的蛇绿岩最为典型。这条江把从前被特提斯大洋分隔开的冈瓦纳大陆和欧亚大陆接合起来，昔日广阔的古海洋被挤压成如此之窄的一个条带，这条江就沿着这一地质构造带发育，沿江不时可见蛇绿岩出现，被称之为雅鲁藏布地缝合线。

雅鲁藏布缝合带显而易见，所以虽然它在最晚近的4000万年前形成，地质学家们还是把它称之为第一缝合带。第二条，第三条，……越往北，年代越古老，形象也就越模糊：它们往往被多番进行的地质构造运动弄得面目全非。

回望几十年钩沉索隐的追寻之路，富有人情味的潘裕生感慨万端的不是自己所经历的苦旅，让他动情的首先是他的旅伴们——那些曾经负载过他和他的标本行囊的马、牛、驴、骆驼们。他在说到马呀、牦牛呀、驴子呀、骆驼呀这些字眼的时候，语气格外的温存。

地质学家们的脚下，通常是杳无人迹也不通汽车的荒山野地，驮畜就成为必备的足力脚夫。潘裕生总是羡慕那些好骑手



的同伴，章铭陶、李渤生他们，无奈自己的骑术总是不见长进。最早在隆子县喜马拉雅东段，离县城70多公里处的边境丛林一线，他骑一匹白马，跃上一处峭崖陡坡，忽有树杈扑面而来，潘裕生仰翻在马背，那马意识到主人危险，即刻收步——真真一匹善解人意的好马。在阿里岗仁波齐神山下，潘裕生不幸骑了一匹争强好胜的烈马：在一群乘骑中，它出风头非要跑在第一名。结果返回驻地时控制不住的风驰电掣一般，潘裕生只得紧贴在马背，紧抱马脖颈。不幸马失前蹄，踏进鼠洞，人马重重跌倒；那马复又惊跳而起，再一次踏进鼠洞，这一回把科学家骑手越过马头掀翻在布满砾石的草坝子上——腰部受伤，浑身疼痛。第二天，当完成任务的地质组把这群马交给后来的地理组继续使用时，再没有勇士敢于跨上这匹马了。

就是在这次阿里—冈底斯山考察中，潘裕生他们描述了著

潘裕生



名的扎达盆地土林地貌，它怎样在上千万年间开始形成，一直堆积到最近的上百万年；壮美奇特的土林与黄土高原，与新疆的魔鬼城有类似之处，但成因区别在于前者为水成、后者为风成；描述了名震亚洲的神山冈仁波齐，一座隆起在4000万年以来的年轻的山，它何以整体抬升形成水平砾岩的层面……概述了阿里的地质地貌——是以被掀下马来摔伤了腰为代价的。

有关于驴的故事。那是在80年代末高原北部西昆仑，考察地处阿什库勒，被认为50年代初爆发的火山区，从维吾尔族村庄雇用了一群驴子。翻山过河，艰险备至。沿河的路不时中断，只得涉水去走河的另一边，就这样反反复复，有一天最多渡过同一条河达60多次。有一处水特别大，维族民工就让考察队员们骑上毛驴，他们自己则并排站在水中形成一道人墙，托住毛驴依次过河。路越走越高，在海拔5500米的大坂，克里亚冰川下，一头毛驴口吐白沫——肺水肿，率先倒下，其后沿途共倒毙了4头——以4头毛驴的代价，换取了古地中海北部边界及第五条缝合线的划定，并在时间上向前延伸了两亿年的成果。

还有关于骆驼的故事。喀喇昆仑考察中，潘裕生他们赶着一群骆驼沿着荒凉的陡壁深谷前往主峰乔戈里。从麻扎到克勒清河要走上三四天。克勒清水宽流急，骑在骆驼上的潘裕生眼看一头骆驼立脚不稳，被急流冲走，一直冲到百十米外的浅滩上。大家七手八脚把它抬上岸，第二天它就永远地躺在了红柳丛中。同一次旅行中，在一线天的陡崖狭路上，两头骆驼挤挤搡搡，靠外边的那一头不慎掉下80米的深谷，摔死了……付出两头骆驼的代价，确认了乔戈里峰的花岗岩组成，以及主峰地带花岗岩的年龄为一两亿年，而此前曾被认为是十几亿年前的；当年意大利科学家穿越喀喇昆仑和昆仑山主脊线时，曾认为这两地为同一套岩石，此次考察也否定了此说。

还有忠实的“高原之舟”牦牛。在阿里扎达，通往喜马拉





雅南麓边境小村什布奇仅有100多公里，但山道难行需徒步走上4天。一头牦牛从山道滑进山下的河里淹死了，它驮负的武汉水生所专家的鱼网等一应设备也都随水而去。

每想起患难与共、尤其是死于非命的那些无言的旅伴们，时隔多年潘裕生仍是连声叹息，说来说去，而自己所经历的那些艰苦岁月仿佛都不值得一提。

在狭义地质学的三个主力学科中，除潘裕生所从事的构造地质外，尚有岩石学和古生物地层学。因此要说明地质方面的问题，岩石学专家邓万明就成为潘裕生的好搭档。与温厚可亲的潘不同，邓万明激情满怀，就像他一向钟情的火山岩那样。

1966年，在北京大学地质地理系毕业晚会上，邓万明朗诵了他自己写的一首诗《绿野放歌》：“喜马拉雅山呵，你为什么拔地而起，这么年轻！”这诗就像谶语，居然从此决定了他的事业和命运——连他自己也没想到，一生的青藏岁月都在寻找这个“为什么”，一直寻找到自己不再年轻。25年来，他就从岩石圈里寻找，花岗岩，蛇绿岩，自从1976年在藏北高原深处的巴毛穷宗发现了火山岩区之后，从此一发而不可收地沉迷于火山岩之中。从巴毛穷宗开始，他寻找火山岩，南部阿里狮泉河，北部龙木错—羊湖，库尔勒—若羌—木孜塔格以北，罗泊湖—绿叶湖，楚玛尔河—可可西里，六次考察路线穿过火山带，到达了30多个火山区。这是激动人心的发现，那些沉寂已久的辽阔壮观的火山地貌，保存完好的火山口，平台状的桌状的山，都令他流连忘返。1988年那次与潘裕生一道去阿什库勒考察火山——亦即沿途倒毙4头毛驴那一次——尽管艰苦卓绝，尽管否定了它的近期喷发，但当他放眼莽莽苍苍这片极漂亮的火山群时，内心的热情却如同火山喷发。艰苦的行旅使他的健康每况愈下，直到水米不进，呕吐的血块有黄豆粒大。急送下山到冷水泉，吃几片三九胃泰，第二天到达低海拔的若羌时，立即痊愈——邓万明明白，那是高山反应造成的。1994年，



火山颈

中日合作联合考察可可西里火山区，向南一直突击到唐古拉山。两辆丰田车，4个日本人，5个中国人，雪夜中迷了路，越走越离营地越远，走雪地，过河滩，绕了几个大圈才望见营地的灯光。营地的人也同样心急如焚，一见面大家抱头痛哭——同行的日本NHK电视台把这动人的一幕拍下来了。

作为合作的回报，第二年日本方面邀请邓万明访问日本。在那里，研究火山多年的邓万明生平第一次目睹了活火山的喷发：云仙火山，浓烟滚滚，夜晚可见火光通明。日本同行说，这次火山专为你喷发。

是的，青藏高原似已不存在活火山。中国境内在腾冲以西的整个西部已无火山的现代活动，仅有东部少数几个地区和台湾有新生代以来的火山活动。根据邓万明对火山岩以热发光法测年，认为第四纪以来的240万年中曾有过火山活动，最后一次火山爆发约在距今6900年以前。现在它们作为有生命的火山都已死去。





火山熔岩堆积景观

岩石圈的形成、演化及其动力机制是地球科学基本问题之一，至今都是国际地学研究的热点。在邓万明的眼里，地球是活的，石头是有生命的。每当他凝视一块岩石，就仿佛听到石头隐约的诉说。它的曾经和现在的故事——它来自地球深部，曾是滚烫翻腾的熔融体，当它滞留在某一部位并冷却下来，就成为深部的岩石——岩浆岩；当它具有足够的能力喷发到地表，它就成为火山岩——石头的生命历程历历在目。邓万明就得知了它所在之处的岩石组成和物质成分，结构特征，与地壳地幔的关系；测度了它的年龄，就可以进一步追寻它何时形成岩浆，为何在此时喷发；因何在青藏北部有着如此强烈复杂的火山群组合……邓万明得到的回答是，这与整个特提斯带有关。特提斯带，从藏北向西，连通中亚—阿拉伯—罗马—西班牙，这条带闭合后显现出与藏北特征相同的一套火山岩；从藏北向东，横断山—泰国—马来西亚—印度尼西亚，最终与环太平洋活火山连接一起。藏北曾是特提斯带岩浆活动的重要一环，长

达数亿年的地块拼接过程遗留下碰撞型的花岗岩—蛇绿岩带，是大洋的残余之物；而新生代6000万年以来的火山活动，则与青藏高原在这一时期的强烈隆升密切相关——大自然就这样半隐半显地提示着过往信息，让科学家们历尽艰辛、费尽心机去解读。

过往信息半隐半显，吸引着科学家们历尽艰辛去解读。与潘裕生、邓万明一道在广大高原面上东奔西走，南征北战的还有从事地质学三大支柱之一地层古生物的文世宣、孙东立他们。古生物化石是地层和岩石的时间码，指证着漫长的青藏演化史中那一番番海陆沉浮，沧桑变迁。

地质古生物这一学科发端于19世纪初叶，一位名不见经传的英国土地测量员史密斯发现可以用贝壳化石来确定古代地层的大致年代，建立地质史序列。后来的人们便利用化石带划分了地质时代，例如寒武纪，例如第四纪，都是依据了生物的大灭绝及其后的生物大爆炸在地层中的记录以断代。再后来由物理学家发明了一系列放射性测年法，使年代精确。青藏高原历经洋陆变迁，若按生物化石占其生命群体总量的比例为十万分之一的估算方法，如此漫长的演化史中当遗留着可观的化石。确实是这样，显生宙以来若干亿年中，历经几次大洋的、曾经充满浅海盆地的海生世家动物种群，一代代固化成石，或稀疏或密集地遗落在高原面上、岩石层中。藏族百姓把盘旋着节纹的菊石叫“羊角”，把形似鸟头的腕足类贝壳叫“小鸟”。在藏北双湖附近的一座山上，这类“鸟”化石俯拾即是。

古生物学家文世宣是1966年参与珠峰考察的老资格成员。从那一年算起的大半个世纪前，英国人曾在那里考察过，只见到少量化石，就推论那一地区地层最早在两亿多年前的二叠纪；1964年希夏邦马峰考察时，刘东生他们发现了更早的石炭纪，而文世宣这一年的考察，则一举找到了泥盆纪，志留纪直到奥陶纪差不多5亿年前的古生物化石地层！这是青藏高原科





考史上具有光彩的一笔，古典的文世宣情不自禁地为此赋诗一首：“山高梦长几亿年，机遇一朝露真颜，从此名山续新史，天下书生另眼看。”10年后，他又随藏北小分队穿越整个藏北高原，找到了侏罗系化石。而它的北界在哪里呢？待到在昆仑山口发现了二叠纪生物化石，后来又发现了三叠纪的化石，瓣类（纺锤虫），海相沉积最晚在三叠纪，那之后的均为陆上沉积了——此前因这一带岩石变质严重，不见化石，难以断代，这一发现一锤定音地明确了昆仑山的地质年代。

1979年，孙东立
(左二) 珠峰地区考察。

古海洋的信息以古生物化石的标志广泛地遗存在高原面上。中科院南京地质古生物所每年选派专家四处寻访它们的踪迹。孙东立从1975年至今已13次参与青藏考察，足迹差不多



遍及整个高原面。辛辛苦苦走到藏北的申扎，在一个夕阳斜照的下午，他偶然在路边捡到了一块当地人所称的“鸟化石”，当然是一种贝类，大约3厘米大小，从未见过的模样。不顾天色向晚，孙东立坚



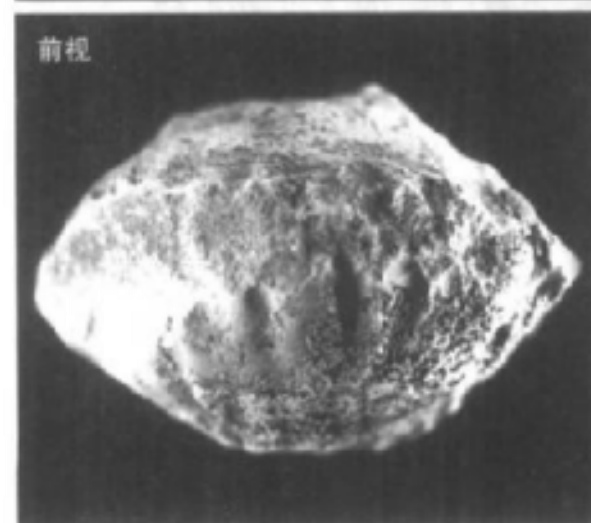
班戈隼嘴贝。常与缝合带相关联，可能为深海冷泉沉积环境的特殊的早白垩世腕足动物化石—隼嘴贝类。



腹视



侧视



前视



背视

工波学隼嘴贝。时代为早白垩世早期。





持爬上山，去寻找原生地点。在一处灰岩露头处，终于找到了这一优势种群所在。后经鉴定为我国首次发现的隼嘴贝，其生态适应为古海中的热异环境。即是说，隼嘴贝出现的地方，应该是板块碰撞带，碰撞带地壳薄弱处才有热流涌出。果然，这里正是班公湖—怒江缝合带穿过的地方。这一年是1981年。

第二年，孙东立又走向藏南。在羊卓雍湖畔的浪卡子，县上人说我们这儿有“鸟化石”。拿来给孙东立，孙东立一看就笑了，又是隼嘴贝！它出露在名叫工布雪的泥质岩上，正是雅鲁藏布缝合带穿过的地方。

多年的寻访首先是为填补空白，建立地层系统。西藏地层发育良好，沉积物类型多样，古生物类群丰富，仅在70年代，就发现30多个门类，3800多种。依此将西藏地层首次划分为4个区、11个小区。青藏高原历经长期的海盆运动，古生物地层较为完整，如有缺失，一定与剧烈的构造运动有关——例如雅鲁藏布江大峡谷地段，由于处在深大断裂带，最老与最新地层交错叠压，在这一地球科学众多学科无不满载而归的地区，唯独地质古生物一无所获。那一年南京地质古生物所委派夏凤生随队前往，白白地被旱蚂蟥叮咬了一遭。

30多年来的考察研究，为寻找那些古远的信息，文世宣们走过了自己的青春。在中科院南京古生物所浓荫掩蔽的院落里，每当文世宣摩挲着那些采自青藏地区的古生物化石——节肢动物三叶虫，软体动物鹦鹉螺，腕足动物铰类以及棘皮动物海百合，遥远的喜马拉雅和更为遥远的古海涛声便澎湃而来。地层古生物学家们已基本建起了较为完整的青藏高原地层序列，在填补空白的同时，对于古生物群落、迁移、演化、生物区系与板块运动、青藏高原古地理与古环境等方面的研究都做出了重要贡献。

当代著名的科学史学家斯蒂芬·杰·古尔德说：“科学并

不是无情地探讨客观信息。科学是一种创造性的人类活动，天才的科学家更像艺术家，而不是信息的拥有者。”

于是，我们就从地球科学—艺术家们那里得知了我们的家园地球的远古往昔图像：海洋和陆地同时生成，起初那一图像单调，只有一个泛大洋——环赤道大洋，一两块泛大陆罢了，全不似今日世界地图上七大洲四大洋的支离破碎。大陆漂移说认为，泛大陆大约自90亿年前开始分裂，位于南极的大陆叫冈瓦纳大陆，北半球的为劳亚大陆，南北大陆间特提斯大洋发育；3亿年前冈瓦纳大陆解体，印度板块脱离南方大陆主体如筏，朝向东北，漂洋过海而来……

海洋，地球生命之源，让我们缅怀它创世业绩的同时，注目于全球相通且循环往复不已的水之图景，海洋一族的生命轮回：地中海（特提斯之遗迹）暮色苍茫，太平洋已现老态，大西洋年轻气盛，红海学步蹒跚，未来之海在东非大裂谷那儿正躁动于母腹——大约10亿年前大陆基底形成时，最早诞生的海洋是特提斯。

古海“特提斯”是由西方科学家徐斯于100年前，以希腊神话中一位女性海神的名字命名的，是指“横贯欧亚大陆南缘曾经存在过一个巨大的大洋，这个大洋经受挤压，褶皱的沉积物见于高耸入云的西藏高原、喜马拉雅及阿尔卑斯山脉，我们称这个大洋为特提斯”。

西方科学家侧重研究1.8亿年前形成的特提斯古海，在中国科学家看来只是那个大洋的最后阶段。一部青藏高原形成时空被潘裕生教授生动地勾勒为三个大洋、四次运动、五条缝合线、六块地体。那是一个引人入胜的古老故事——

在漫长地质年代的那个“从前”，现在的世界屋脊——青藏高原完全不是这幅群山连绵、白雪皑皑的景象。这个地区曾经由北向南先后生成了、而后又相继消亡过三个古海大洋。

最初的海洋被“追认”的名字叫“原特提斯”，它的遗迹





位于现在西昆仑—祁连山一带。这个由陆地分裂而成的第一个海洋，它的生命从距今大约9亿年一直存在到大约4亿年左右。那时正值地球生命的孕育阶段，天地间惟有海水的潮涨潮落，激浪拍岸的轰响，陆地则一片沉寂。

原特提斯随时间的行进渐渐消失，曾为海洋所分隔的南北两块陆地拼接在一起；而在南方，在现今青藏高原的腹地，新的大洋“古特提斯”开始形成。在3.5亿年到2亿年前的古特提斯时代，地球上开始了生命的喧响：从鱼类到两栖动物，从孢子植物到后来的裸子植物，所有的岛、陆生物在这个多岛屿的古海洋南北间相互迁移交流，欣欣向荣。

随着古特提斯古海的衰亡，新特提斯在欧亚大陆的南缘开始诞生了。此时已是距今1.8亿年前的恐龙时代，那时的印度还在遥远的南半球南部。到7100万年前，它的最南端还在南纬40℃的地方呢！这块大陆以每年10厘米的速度迅速北移，近万公里的行程，到4000万年前与欧亚大陆相撞的结果，是新特提斯的彻底消失，只留下雅鲁藏布江这条缝合线，连接起曾远隔重洋的两块大陆；而青藏地区也就此成形。至于它在后来几千万年间的几次隆升过程，直到达到现今的高度，则是另外一个故事了。

三个大洋就是原特提斯、古特提斯、新特提斯的三次海洋生命历史，涵括了特提斯一生时空。这位丰腴而美丽的海之女神，足有八九亿岁了吧。她在一个名叫“震旦纪”的日子里最初长成，至少在距今5亿年前，她的领地已贯通欧亚——从世界地图上寻找，这一大洋正好穿过欧亚大陆南部连接起当时并不存在的大西洋和太平洋。海水随岁月流逝，海之女神踏浪南行，身后留下一片又一片陆地。最后，在1.8亿年到4000万年前，是新特提斯大洋时代的最后辉煌。这位老迈女神就这样把大地时而拉开成洋，时而缝合造陆，最后，她关闭了海洋之门，回归她的神话源头，回归欧洲安享晚年。随着她蹒跚的身影远

去，曾隔洋相望的两片古大陆砰然相撞，喜马拉雅—阿尔卑斯升起。

继续述说中的青藏故事在今天有了新的内容，或者说，讲述青藏故事的人有了改变。这支地质学家队伍，半个世纪以来历经几代人：五六十年代的李璞、尹集祥，常承法那一代之后，是潘裕生、邓万明、许荣华、郑锡澜。借用中科院地质所的形象说法，眼下这一代人现在正值60岁年纪；接下来是一个为时20年的断层，而今在攀登计划中渐成劲旅的是一群30岁上下的年轻人。

丁林和他的伙伴们在做博士生时就开始了青藏之旅。这是他们自觉的选择。从他们报考专业，选择导师那一刻起，就是献身青藏的开始。他们说，我们就是奔着青藏，奔着艰苦来的。接力棒传到了他们手中，一是继承，二是创新。他们在从前工作薄弱的地区大显身手。1998年，地质组出野外，21人分为5个小分队，分赴藏北羌塘腹地、羌塘西北、高喜马拉雅、雅鲁藏布江大峡谷和横断山地区，其中30岁上下的占到17人。这一年有许多振奋人心的发现——

首先是西部玛旁雍错地区发现壮观的火山岩地貌，经测定为距今85万年时喷发；而此前国际上认定喜马拉雅地区因地壳巨厚，2000万年来不再有火山活动；而且许多外国学者还依据喜马拉雅南缘的某些沉积现象，认为青藏高原早在800万年或1400万年前就已停止隆升，那之后一直处于夷平时期。中国学者不同意这一说法，85万年时还有火山喷发，当是这一地区晚近时期剧烈抬升的新证据。

与这一点相关的是，国外学者把南北向裂谷的形成，也认作是隆升停止的证据；丁林他们则认为是在隆升过程中，印度板块的强力挤压所致，羌塘腹地也成为考察重点，那里有许多新生代火山岩，一层层多次喷发遗迹保存完好，丁林他们正在





凝神判读大自然以此给出的抬升序列。

90年代初,由丁林和他的导师钟大赉先生率先提出了晚新生代几千万年来青藏高原三次抬升、两次夷平的模式。目前他们所做的工作,则是对哪一次隆升最为关键进行研究,是对这一模式的精细描绘。地质学家和地理学家,形成与演化,两群人、两课题,相互配合,相互印证,合力攻关,最终必将殊途同归。

年轻人有敢于向前辈、向经典挑战的勇气。1998年在“羌中隆起”——从双湖到美玛错之间大约6万平方公里的长方形凸起高地——这一是否为古特提斯缝合线的争议地区,发现了典型的蓝片岩,对他们的导师们所提出的大地构造格局的某些方面提出了挑战,为古特提斯研究开辟了新的契机。

年轻人也更具有活力。在海拔5000米以上的藏北高原,每天的奔波犹嫌不足,一回到宿营地就赶兔子,打老鼠,和美国同行一起踢足球……这一群年轻人中还有一位女博士生,28岁的孙宏娟,一位漂亮的女孩子,从事的竟是坚硬的火山岩研究。1998年她随导师邓万明教授第一次登临青藏高原。从小生长在东北大平原,从小就满怀对于大山的渴望,就天真地设想未来在同事们的大帐篷里搭个小帐篷的情形,多么浪漫。这一回终于实现了。在青藏东北部的囊谦县境内,海拔4500米高处,他们找到了新生代钾质火山岩。当地藏族群众第一次见到搞地质的女性,很亲切地叫她“卓玛孙宏娟”。

大陆古老,海洋年轻;地壳深厚,洋壳浅薄;陆地繁复而杂乱,洋底图案简单。六七十年代的深海钻探已使人类基本掌握了海洋生成消亡的奥秘,但对于古老陆地山脉的消长变迁却仍是茫然。举目世界各地,从非洲到北美到西伯利亚,一大片相对稳定的古陆,大多山脉一次生成,南极洲的岩石古老到40亿年,它属于最初形成的冈瓦纳古大陆相对稳定的一块吧;惟有中国,山脉密集,多期造山,大陆多次拼接,仍在运动不止。

国际权威地学家可以说得清美洲的非洲的大陆，拿它来套用中国就不灵——中国，青藏，是一个多元方程；解释了最复杂的，就是最终的破题。

同时，现有的板块说、漂移说并非无往而不胜，它是果不是因，所以应运而生的大陆地球动力学成为新的命题。换言之，究竟是一股来自何处的力量，使得大海沧桑，陆地升起，而每一次的造山运动，都导致了冰期来临，导致生物灭绝和新生——探索这一大自然的深刻奥秘，是地质科学的根本命题，也是地球科学当下热点问题之一。

鉴于喜马拉雅—青藏高原最晚近脱海成陆的代表性，仍在强烈上升的特殊性，以裸露的深部物质足可以现身说法的典型性，无可替代地成为了地球科学的巨大的天然实验室，所以西方科学家就有了这样的话：打开地球动力学的金钥匙在青藏高原。

由此，中国地质学家们在理论和实践中历经了两个阶段：在描述阶段，应用国际地学革命的成果解释由大陆碰撞、地块拼接形成青藏高原的过程；在深入研究其隆起机制的当下阶段，则面临着与国际共同的难题。或者说，这两个例题是同步进行的。而探知地球深处三维空间，了解岩石圈碰撞过程及其何以如此的动力机制，在90年代以来则被强化在青藏项目的第一课题：“青藏高原深部状态、形成与隆升的动力学机制”。这一工作似乎主要由地球物理学家和地球化学家共同承担。

宏观地质学分为地球物理、地球化学和地质学三部分。地质学以地球浅部、较为直观的大地岩石为研究对象；地球物理则是向地球内部的探索；地球化学，更多的是有关物质演化和时间年龄的学问。课题是共同的，研究手段有所不同。

因此，地球物理学家不像地质学家那样温和地叩问大地，而是大声断喝，以“武力”的方式向地下宣战——人工地震。

从1975年起的青藏科考中，地球物理专业队伍逐岁扩增。





那一年从藏北纳木错向南直到喜马拉雅南麓的亚东长达400公里地段湖中水下爆炸，是我国有史以来第一条人工地震剖面，运用的是国际五六十年代最新地球物理探测方法和工程技术。此后直到90年代的当下，差不多在每一年，青藏高原的这儿那儿，都发生着自然地震之外的大地震动。这是朝向地球深部信息的探寻，对于最终解释板块运动、碰撞机制、隆升原因乃至地球动力学具有实质性意义。

水下爆炸



这是以武力进行的一场场战役。每有地球物理出动，不仅总是兴师动众，动辄数十上百人，大小车辆满载仪器设备和炸药雷管，且因爆破专业所需，他们总要聘请西藏军区舟桥部队进行操作，聘请通讯部队负责电台联络；由近及远依次布点观测，专家们严阵以待……

70年代的野外工作，由地球物理学家滕吉文、熊绍柏、尹周勋等提出了雅鲁藏布江南北两侧地区地壳的初步模型，指出雅鲁藏布江为一深大断裂带，并将高原地壳与上地幔划分为北深南浅两大部分；测得雅江地区地壳巨厚，以南最厚达75公里，以北至当雄最厚为73公里——是平均为35公里厚度的地球大陆地壳的两倍还多。在对于高原巨厚地壳形成原因的讨论中，本世纪20年代曾有外国科学家推测提出过“双层地壳说”，即为印度板块与欧亚板块相叠加原理，而熊绍柏等人则依据爆炸地震、重力和大地电磁测深所得各项数据，提出此为印度地壳“楔入”藏南下地壳，这一提法已得到公认；滕吉文提出从印度的恒河平原到雅鲁藏布江地区之间300公里为碰撞挤压过渡带，至当雄，为其北界：印度板块的物质俯冲到此为止。依据地球物理给出的资料，地质学家们比较一致地认为：青藏高原主体部分地壳厚度与驮负其上的物质已达均衡，这均衡犹如水中横木，浮出部分高下沉部分就深，亦即山有多高根有多深；但青藏边缘的喜马拉雅、横断山、昆仑山及周边帕米尔等南北受挤压地区就来不及均衡，山势高而地壳薄。

80年代初中法合作在藏南藏北地质关键地区进行的一系列爆炸地震试验，是进一步的量化深入。这一次瞄准的是“莫霍界面”在地壳之下的起伏，求出一个深度剖面。所谓莫霍界面，以发现者南斯拉夫学者莫霍洛维奇的名字命名，特指地壳之下、地幔之上，一个总厚度为数千米的过渡带。以当前国际最先进的技术装备，都还无法直观地看到它。早在50年代初，曾有一批雄心勃勃的美国科学家提出海底钻探构想，想要在地壳





最薄弱的海底穿透莫霍界面直达地幔，这个计划可惜中途夭折了。1981年—1982年的中法合作所进行的爆炸地震探测，在南北间珠峰—那曲、东西间萨马达、浪卡子—色林错、佩枯错，穿越至少四条深大断裂带，清晰地观测到来自莫霍界面的反射波和来自下地壳的强反射波组，显现出地下几十公里处图像轮廓，证明珠峰下方地壳厚度为53—55公里；在珠峰以北仅45公里远的地方，地壳厚度突然加大到约70公里；由于地质构造带作近于东西方向的展布，地壳厚度在横向上缺乏变化，而在南北方向则变化剧烈；藏北地区下地壳结构复杂，不仅存在几条深达上地幔的断裂，并在下地壳中可能有将近20公里厚的壳—幔物质混合带，而莫霍界面的深度仍在70公里以下。

1993年—1994年，熊绍柏和刚满30岁的刘宏兵西进阿里，在仅有几株乔木的改则县城，接收到来自远隔300公里藏北无人区“三个湖”的人工地震信号。这些信号提示了青藏高原西北部的地球深部结构与构造：班公湖—怒江缝合带为一向北陡倾的岩石圈深断裂，其南侧为一莫霍界面深槽，并有地幔热物质向壳内运移；冈底斯块体向北俯冲下插，羌塘块体向南被动仰冲，整条缝合线的莫霍界面南北错断为10公里的台阶。多年间来自青藏高原地下的信息，均表明了地壳结构十分复杂，岩石圈具多层圈的结构特征。

爆破地震提示地下结构，大地电磁进行深度测量，古地磁对于岩石古代磁性的测度，则可恢复岩石形成时的位置和纬度。地球物理与地质构造的资料相互印证，从不同侧面解释了青藏高原的形成。古地磁测试证实了印度洋板块自7100万年来，每年以5—6厘米的速度向北漂移了近5000公里，拉萨地体向北推移了差不多14个纬度。地质学家们根据地质历史分析，冈瓦纳古陆解体后，印度次大陆并不是整体向北漂移的，而是分裂成一些小块，如羌塘、拉萨、喜马拉雅等依

次先后拼贴到欧亚大陆上的。雅鲁藏布江碰撞是这一系列事件的最后，也是最重要的一次。这些现象的解释，都是古地磁测定所提供的。

大地构造主要做定性工作，地球化学则给出量化数据。地球化学家许荣华，是继开创中国同位素地质的李璞之后，第二代的中国同位素地质专家。60年代的珠峰野外考察他没能赶上，只赶上了做珠峰岩石标本的室内工作。文世宣、尹集祥所采集的古生物化石，就是被他证实为奥陶纪的——“珠峰年龄接近5亿年！”许荣华如是宣布。这项工作既使他兴奋，也使他渴望亲手去采集。1974年，他终于走进了青藏队行列。20多年间，他从青藏高原采集背回的石头，足可以造一座石头宫殿了。所以他对西藏各地的岩石履历了如指掌，说起来如数家珍。比如说，高原边缘地区的岩石年龄可达10多亿年，但高原内部最老的岩石在藏北的安多和念青唐古拉一带，只有5亿多年历史，已变质，所以不见寒武纪生物化石；比如说，拉萨周围的花岗岩，是在大洋消失时，印度板块向拉萨地壳下俯冲，造成岩石重新熔化时被挤出地面的，只有4000万到5000万的年龄；再比如说，拉萨以南的花岗岩是地壳成分，最为年轻，只有一两千万年历史，那是沉积岩重熔导致的，以北冈底斯岩带则主要为地幔成分，4000万年——所以说，4000万年是一个形成的重要时期，而1500—1800万年则是抬升的重要时期。——地球化学家就从石头里读它的成分和年纪，并娓娓道来。

多年的地下探测发现鼓舞人心，基本轮廓渐渐呈现，许多现象得到解释，那么是否就此给出了确切的结论和合理的解释？不是的。认识的深化远不等同于问题的解决，有时恰恰相反：原本的提问没有答案，新的问题又已产生；原本的许多设想推论还不及被证实就已被推翻，我们的知识面越扩大接触的未知就越多。复杂化在于青藏高原地下深部结构比





青 藏 苍 茫

以往所能想像的都复杂得多。

关于高原隆升机制也即地球动力学问题，差不多一个世纪以来，国内外有关专家们提出了不下七八个模式假说，例如双地壳模式、多地体分阶段相继拼合模式、滑动线场理论、薄粘滞体模式、注入模式、挤压模式、旋转模式等等。这些假说各有其理，也各有缺陷，迄无令人满意的解释。中外联合攻关，特别是90年代以来的“攀登”计划青藏项目中，加强了对这一课题的研究。与国外同行不同，中国科学家更重视地下热融的作用问题。目前野外地下探测与室内模拟研究齐头并进，试图以多学科共同论证。一旦这一问题得到解决，将使地球科学产生重大突破——往往某一学科的进展，都会带动相邻学科相应发展，因为自然界是一个整体。更何况地球动力学是地学中带有根本性的问题。

中国古人云：路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。

复杂和困难，是挑战也是诱惑，不管怎样，向地下探求未知的努力还在进行中，对于地球动力学的研究还在进行中，至于何时、由谁手持那把打开地球奥秘的金钥匙，将地球内部图像及青藏高原隆起机制乃至地球内部运动的奥秘最终揭示，尚属未知。首席科学家孙鸿烈院士说，那人也许并非地质学家，也许是物理学家吧。

曾与中国科学家并肩工作过的巴基斯坦大地构造学家塔克赫里则意味深长地说：在地质科学上没有最后的一句话。

第 5 章

西藏大地走遍

险阻川藏线，“科学家的摇篮”——在西藏120万平方公里的土地上工蜂式劳作，筑造起科学意义上的立体西藏——干流组沿雅鲁藏布江2000公里的考察——西藏的湖泊群，高原演化历史的见证——西藏地热奇观，填补空白与开发利用同步进行——雪域西藏冰川世界——西藏的气候——1976年，青藏队分赴阿里、藏北、那曲、昌都——西藏自然科学百科全书：《青藏高原科学考察丛书》（西藏部分）34部40册问世

从成都到拉萨，2400公里的川藏公路像一条长长的哈达，看来随意性很强地蜿蜒飘拂在群山之中。用哈达作比，是与西藏多少有些关联的人们所乐为的，极言其吉祥美好。不过以哈达形象比喻川藏公路，未免太诗意化了。沿线风光固然壮美，其奇险程度却是世所罕见。除了常态的险峻——许多路段本来就是在峭壁上凿成的天险之道，一面峭崖，一面深谷；通过山



青 藏 苍 茫

口处无分冬夏都是冰雪铺地，还有猝不及防的雪崩、骤雨、飞石、泥石流等险阻。汽车行驶在高处，可以鸟瞰同一条路的一道道盘旋而上。有一年，青藏队的行李大车出了事，向下翻滚过好几级路面，又在山腰处的路段上四轮着地；1974年进藏那一次，青藏队的车队在藏东红色山脉的雨中赶路，一辆北京212车轮打滑，刹车、方向盘失灵，斜斜地冲向路基，要不是路旁那一堆沙土——多年后想起来依然心有余悸，曾坐在那辆车里的业务秘书温景春说，达马拉山公路那一侧就是笔陡的深谷，要不是那一堆道班工人堆放的沙土，定然是车毁人亡的结局。直到车轮受阻停了下来，好半天全车人没一个开口说话的。

1976年，青藏队藏北分队在纵穿羌塘的考察中动用了107头牦牛、50匹马。大队人马行进起来浩浩荡荡，颇为壮观。

1973年初次进藏，生平第一次见识了如此险途的青藏队的





青藏队藏北分队
实现了中国科学家首次纵穿羌塘高原无人区的科学考察。图为考察队在阿木岗扎下营地（海拔5130米）。

司机们，如果说有人曾内心打算临阵脱逃也不为过。当然这是丢人的事情，一般人不会说出来。作为乘客的科学家们只见他们时常很紧张的神色，只见他们在翻越雀儿山冰雪路面时，大汗湿透了鸭绒衣。就这一点来说，大家一致钦佩那些常年往返在这条线上的藏族汉族驾驶员们，真是一群勇敢的人——不过一分为二看问题的话，这些被钦佩的人也算不得全面勇敢，他们中的许多人虽然不惧险山恶水，一旦到了内地大都市，最害怕的却是人，人多的地方不敢开车，或者经常在立交桥上出洋相。

中科院综考会组建青藏高原综合科学考察队，在后勤工作方面下了大力气。最初的青藏队负责人冷冰，是一位资深老干部，深知“兵马未动，粮草先行”战术之紧要，格外重视后勤保障。有关的一系列举措中，首先选择了像冯志平、王震寰这



西藏苍茫

样热心精干的管理人员,选择了既大胆又谨慎的唐天贵担任司机班长。为了考察工作的长期性和驾驶人员的稳定性,特意从驻华北部队选拔了30位汽车兵,并一劳永逸地解决了“农转非”,把他们的户口安置在兰州沙漠所名下。70年代西藏考察轰轰烈烈,后勤工作有条不紊,这在老青藏那里有口皆碑——以后的年代里,各专业分散行动了,基本取消了专职后勤人员,由专家学者们自行负责。有的主持人擅长此道,衣食住行井井有条;有的人可就不行。近些年来出野外比较狼狈的,以年轻人为主体的居多;业务上硕果累累,只是时常腹内空空。

经过上一年的藏东南山区的考验,第二年再走川藏线,这群年轻的司机们显得沉稳自如多了。而有了上一年的考察经验,青藏队上下都更加充满信心。所以1974年的队伍一下子膨胀起来,30多台大小车辆,100多位各学科专家一路同行。青藏队员们的平均年龄——正是好年华——38岁。上一年进了干校的一些人,例如林振耀、潘裕生、倪祖彬等,也都荣幸地随队前往。乘坐着的解放牌、跃进牌大卡车是经过粗粗改装过的:加上了帆布篷,沿车厢板加了两排木板座。大家每人穿一件皮大衣相向而坐,中间则是堆放着的行李辎重。川藏公路的沙土路面经多年行驶,成了“搓板路”,一路颠来簸去,一路尘土飞扬,一路把新的皮大衣后背都磨碎了。林振耀就说,原来科学家的摇篮就在川藏公路上呵。

这话没错,此后20多年坚持下来的各学科专家或跨了学科的大家,后来全部成长为研究员,甚至有一批人得到了中国科学界最高荣誉:中国科学院、中国工程院两院士。

乘车从天府之国的成都出发,向西不过200多公里,川藏线就开始进入青藏高原。二郎山,乱云飞,山高路险;雀儿山,银装素裹,一片琼瑶。这两座山皆因当年筑路部队那一首首豪迈的歌《歌唱二郎山》、《打通雀儿山》而名闻全国。还有一首

同时诞生的筑路民歌也应被人铭记：“大鹰飞来了，大鹰的翅膀展不开；大鹰要高翔，山崖快闪开吧；大鹰要低飞，江河快闪开吧……”

这是一条创业者之路。科学家们也与千千万万的建设者们一样，每年往返在这条充满艰险，同时也充满建功立业喜悦的山路上。尽管后来进藏可以乘坐飞机了，机型也由“伊尔—18”而为“波音737”、“波音757”，最后是“空中客车A340”，但川藏公路所富含的与开拓同义的象征意义，却一直贯穿在青藏队的考察历程中。

沿川藏线继续西行，过昌都达玛拉山，渐入藏东南山林世界佳境。此时已是1974年5月上旬，山脚花时已过，大片大片红杜鹃在山腰处开得蓬蓬簇簇。原始森林松涛阵阵，松萝垂挂，随风拂荡。在山青水秀的波密通麦地段，正是泥石流大塌方频繁发作的地方。这一次的塌方尤为严重，半边山垮塌，直堆江边，公路踪迹全无。隔着塌方区，两端公路堵塞了数百辆大小车辆，滞留此地的人们在安全地带的山坡上搭起帐篷准备“持久战”。青藏队也依样在此安营，一面向拉萨报告困境，一面每天去现场打探情况。情况是很严峻：塌方地区很不稳定，仍随时会出现滑坡危险；上方悬着一块足有几十吨重的巨石，是否炸掉它，道班工人对此颇费踌躇，惟恐因此引起再度垮塌，保不住下方的江和桥。只得试探性修一条供徒步穿越的便道。西藏自治区人民政府闻讯，立即组织了一支车队前来救援。此时已是被困的第20天。孙鸿烈、何希吾在前，上百人的科学家队伍三人一组，挪动在刚刚修通的一脚宽的便道上，上有飞石，下临深渊，悬着心，吊着胆。林振耀感到天旋地转，几乎不能支持。在一个小小陡坎上，打颤的腿脚怎么也跨不上去了。就在这时，身后一只大手伸来，使劲托了一把，上去了！是司机班长唐天贵。林振耀心里一热，不再惊慌，脚下也稳实多了。多年后回想起那一幕幕令人感动的场面，林振耀心怀感





激地说，就是有那么一些勇敢者，会在最危急的时刻挺身而出，担当全队的中流砥柱。不仅是唐天贵那样的硬汉子，即使郑度这样看来文弱的知识分子，也会奋不顾身地站在最危险处，护送队友们。这首先是精神上的安慰和鼓舞，舍生忘死的人们在前，还有什么可说的哪！

从1974年起，青藏队就在拉萨西郊的格培山下盖了房，建了基地。这也是加强后勤保障和作长期打算的一个举措。格培山就像一座屏风，横贯拉萨市区以北，只在山凹处有泉水流过的地方镶嵌几株绿树，山下则是大片肥沃牧场。基地紧邻自治区第三招待所，那是一大片很像样的建筑，后来自治区党校从藏东的易贡搬迁到这里。三所有座大礼堂，经常放电影。那是1975年春夏之交，正值空中和陆路各线青藏队员集中的时节，孙鸿烈一连三个晚上在大礼堂看电影——《创业》。影片中的主人公，那位饱经忧患、矢志不渝、为中国的石油工业建立殊勋的总工程师形象，在相当的程度上是以孙鸿烈的父亲——孙健初老先生为原型创作的。新中国诞生前夕，孙健初先生任职甘肃玉门油矿总工程师。此时正值国民党撤退之时，他谢绝了美国同行的建议，没有出国赴美，而是留在矿上和工人一道护矿护厂，迎接人民解放军到来。解放后，他担任了新中国第一任石油工业部总工程师。后来，为纪念他为中国石油工业所创建的不朽业绩，玉门油矿为孙健初先生立了一座镶有他的瓷像的纪念碑。

电影《创业》的公映也经历了一个反复。由于影片正面刻画和颂扬了知识分子，“四人帮”很不高兴，以“宣传了唯生产力论”、“美化了资产阶级知识分子”为由曾一度禁演。幸好毛主席为此片说了一句话“此片无大错”，复又公映。孙鸿烈凝望着银幕上的父辈形象，回想着父亲的一生业绩，对自己的言传身教，不禁一次次热泪盈眶。他觉得父亲留给自己的精神

遗产太多太多，那是爱国的精神，敬业的精神，在祖国最艰苦、最需要的地方建功立业的精神。从他大学还未毕业起，就经历了国内一场又一场运动，特别是眼下的这场文化大革命，痛失了多少宝贵时光！幸好有了青藏队，幸好来到了天高皇帝远的西藏，幸好自己又担任了青藏队队长。由此他格外珍惜这次实现多年理想的难得机遇，因此在下一年率队阿里考察时，明知自己可能患了“舌癌”（后被否定）也拒不回京；同时也格外爱惜这一群知识分子——老青藏们对于他们的队长全都是有口皆碑，说这位青藏科考第一人正是这项事业持之以恒的凝聚力所在。当然，谦逊的孙鸿烈不同意这一说法，只说是由于事业的魅力，青藏高原的魅力，是青藏研究的魅力凝聚起一个献身事业的优秀群体。

1973—1980年，对于青藏高原主体部分的西藏地区自然科学诸领域来说，是一个全方位的发现时代。

首先以拉网式的、滚地毯式的方式。在科学空白地区，第一步必是原初的摸清家底、不可或缺的基础调查工作。形象说来，起初各学科的专家们手持一份空白图表，几乎从零开始，随着足迹所至、目光所及，圈圈点点逐一将它填满，完成一个形象化描述阶段。此后众多数据被输入计算机进行数学摹拟，归纳整合，研究解释，自然界以此给出的多组方程被一点一点破解，自然的奥秘和规律就这样徐徐呈现。整个70年代，人们在120万平方公里的西藏大地上穿梭往返，沿雅鲁藏布2000公里上溯下行，在喜马拉雅的崇山峻岭中攀上攀下，东起横断山脉的昌都，西至西部高原的阿里，北上冈底斯—念青唐古拉—唐古拉直到莽昆仑，穿越整个藏北高原腹地——西藏大地走遍。

亦是工蜂式的劳作。1973年藏东南考察初战告捷，此后专





业和专家逐年增多。1976年野外考察鼎盛时期，中科院组织了连同室内工作人员共上千人的庞大阵容，协作单位共92个。其中中科院所属研究所29个，大专院校31所，西藏地方及其他省份科研和生产部门21个；包括地球物理、地质、地理、生物和农林牧水等学科领域50多个专业共400余人的野外考察队伍。对于西藏自治区全面系统的综合考察贯穿了70年代，历时之长、规模之大、学科之多，在我国乃至世界科学考察史上也属盛况空前。

历经多年的考察研究，各学科纷纷建立有关西藏地区的专业框架。一笔笔的添加，西藏的自然面貌被工笔描画；一块块基石的垒砌，最终筑造起科学意义上的立体西藏。

且让我们追随着科学家们的脚步，去青藏高原的主体西藏，探寻更多的未知。

在质地坚硬的高原面上，有柔而韧的水从容流淌。概念中的高寒干旱西藏，其实是我国河流数量最多、水量最大的省区之一。70年代的考察统计，西藏自治区境内流域面积大于100平方公里的河流数以千计。仅在藏北高原，大大小小的湖泊数以千计。

山高水也高，水从天上来。世界高极的青藏高原名副其实地成为山之巅、水之源。冰川的融水，地下的泉水，涓涓滴滴，不舍昼夜，造就了溪流与江河。中国和南亚著名的大江大河，差不多皆发源于此——长江，黄河，湄公河，萨尔温江，雅鲁藏布—布拉马普特拉河，狮泉河—印度河与恒河……条条江河归大海，众多外流河历经数千里，最终流向孟加拉湾，阿拉伯海，汇入印度洋—太平洋。它们具有着自然地理和文化地理的双重意义，是物质的也是精神的。它们哺育了古代中国、古代印度和古代亚洲文明的辉煌，迄今仍在孜孜不倦地养育着沿途国度不同民族的现代生活。

贯穿西藏中南部的雅鲁藏布江，是世界上海拔最高的大河。它源于喜马拉雅和冈底斯两大山脉之间的冰峰雪岭，东向2057公里，在东喜马拉雅一个大拐弯，飞流直下，在巴昔卡流入印度平原——在那里，印度人称它为布拉马普特拉河。雅鲁藏布，这一条雄浑美丽的河，理所当然地被称作藏民族的“母亲河”。它从荒凉之地出发，流经后藏谷地，藏南谷地、藏东南森林地区，它的中部流域和它的两条重要支流年楚河、拉萨河流域，被称为西藏最富庶的“一江两河”金三角地区。这一地区是藏民族及其文化文明发祥地。沿江一线，迭有石器时代遗址发现，大量的吐蕃古墓群发现；历史演替，王朝更迭，人口集中，寺院密集，农牧业生产较为发达。沿雅鲁藏布江，古往今来构成一道精彩的自然人文风景线。

70年代西藏考察，青藏队特设干流组，对全长为2057公里的雅鲁藏布江进行水量水能测量和流域考察。这是一个有史以来对雅鲁藏布江全面认识的过程。水资源学家关志华担任组长，领导了为时四年的野外工作，最终成果体现在由他主编的《西藏的河流与湖泊》里，也体现在今天人们有关这条江科学常识的普及程度中。野外工作从下游大峡谷开始（1973和1974），依次为中游（1975）和上游（1976）。为表述方便，让我们从源头处说起。

1976年雅江河源区考察的重要地理成果是重新订正确认了它的正源——杰马央宗冰川。而此前则存在着双源说——库比藏布和杰马央宗；三源说——上述两处及马攸木藏布。其中比较权威的说法来自瑞典科学家斯文·赫定，他曾于本世纪初经过实地考察后，认为库比藏布为正源。

1907年7月间，斯文·赫定怀着“我要做到第一个进入布拉马普特拉河发源地的白人”的信念，由三位当地向导陪同，沿着先前测量的上游诸水系中水势最大的库比藏布骑马上行，直到爬上源头处海拔4864米的山巅，“全部漫游只花到百五十





雅鲁藏布江正
源杰马央宗冰川。

马克！谁不情愿这样便宜地买到发现地球上的一条最著名河流发源地的荣誉呢！”

那之后的30年代，有了一个不同说法。印度地理学家普拉那瓦南达踏勘了雅鲁藏布江河源区，他看到杰马央宗长于库比藏布，应为正源；对于斯文·赫定有关两条河流径流量的对比测量，普氏也认为必需有长时间的连续观测资料方能成立。这一结果发表在1939年英国《地理》杂志第93期上。

又是几十年过去，中国科学家关志华他们来了。从拉孜县加加地方向西，进入上游地区，马泉河河谷。马泉河河谷在日喀则地区仲巴县境内，它的上源：北面的马攸木藏布，中间的杰马央宗、南边的库比藏布，在桑木张地方汇流成马泉河。当地牧民说，马泉河呵，是从马鼻子里流出来的。长约200公里的马泉河谷地呈辫状水系分布，湖塘点缀其间。虽然海拔高达4700米，但广阔的冲积平原上紫花针茅遍布，圆盘状的暗褐色锦鸡儿灌丛伏地而生，沙洲小岛是候鸟们的春夏乐园，水草丰茂的高寒牧场，夏季牧民游牧在此。

干流组在杰马央宗和库比藏布汇流处驻扎下来，每天定时定点分测两河径流量，同时测量两河汇流后的总量，以检验分测数据。源于冈底斯山脉的马攸木藏布已经消失，它是一条季

节河，是杰马央宗的上游支流，在上方已经汇入，在正源确认中首先被排除。

在河流诸源中确认真源，一般遵循四项条件：一是河长，它必须是最长的；二是流量，它应该是水量最大的；三是流域面

雅江上源宽
谷中的辫状水系。





积，要宽广一些。除了这三点以外，还有一个人文因素需要参考的，那就是民族习惯，当地的传统看法。为时一周的精确测量之后，又对源区情况进行了考察。一行人骑马上行，一直走到杰马央宗冰川，流下大江第一滴水的地方。那里荒凉而壮阔，随处可见冰川退缩后的终碛垅和侧碛垅，一汪汪冰川小湖泊。杰马央宗，在藏语中是“沙子堆成的雍仲图案”之意。雍仲“卍”，是早期本土宗教本教的教徽，寓有永恒轮转、万世不息之意。可见自从藏族先民时代起，人们就意识到雅鲁藏布对于民族生存，对于民族文化发展的养育之恩，是一条神圣之河，而河源处则是神圣之地。

一路向牧民打听过来，牧民们都说，历年来杰马央宗水量最大，是雅鲁藏布的源头。流量测量结果和河长、流域面积调查，也是杰马央宗远远大于库比藏布。看来当年斯文·赫定受测量时间和次数所限，而且并未到达杰马央宗，经验和数据有误。由此，中国科学家给出的雅江正源是杰马央宗。

东西平直走向的雅鲁藏布沿着一条深大断裂带发育，它是印度板块与欧亚板块相碰撞的产物，沿江一线有储量丰富的铬铁矿。西藏最大的罗布莎铬铁矿就坐落在雅江中游山南境内。这种超基性岩产生于地球深部，它在板块碰撞的剧烈活动中沿着裂隙被挤出地面，为板块构造提供了依据。雅江作为两个古大陆的缝合线，它的南岸喜马拉雅山脉的地壳厚度仅有50多公里，而北岸则突然增厚到70公里，证明着印度板块插向欧亚板块之下，雅江是一条沿地壳最薄弱地带发育的一条构造河。

加加以上的雅鲁藏布上游地区是开阔的高原谷地地貌，从加加开始到米林县派乡大峡谷以西，江水宽窄相间，呈一束一放串珠状分布。它在喜马拉雅和冈底斯两条著名的山系间流过，沿途不时劈山开道，河床时而宽阔，时而狭窄；水流时而



加查峡谷

舒缓，时而湍急。从加加到拉孜百余公里远的江段远离公路，有峡谷出现。关志华他们赶着马帮沿江考察了一个多月。起初他们划着橡皮船在水中前进，一路测量。但峡谷地段狭道急流巨石，小船逐浪而去，颠簸得厉害。坚持工作了三天，第四天，一个巨浪掀翻了叶片似的小船，关志华落水，幸好穿了救生衣，才爬上岸来。尽管穿了救生衣，也还是沉入激流好几秒钟，而且冰川雪水冰冷刺骨，能够自救也是侥幸。所以后来无奈放弃船上工作。

越过日喀则开阔的后藏谷地，雅鲁藏布在尼木和曲水一带山丛中重又变得狭窄。当拉萨河在曲水汇入雅江，江面在此骤然开阔，从此岸到彼岸，十几公里开阔的江面河床需放眼远望。而当雅江行至中游地带有名的桑日—加查峡谷，再一次激





情澎湃。这一峡谷地区格外封闭，如同世外桃源。旧时代西藏对这一地区的居民有“达古”之称，意即“野人”、“呆傻人”。因为去往这一峡谷的道路格外艰险，除了当地人偶尔出来以猎获物交换日用品和盐巴之外，极少有外人涉足此地。这是中游地区考察中最为艰苦的一段。

干流组雅江考察的任务，除对于水文特征——河道、流量、泥沙、水化学、洪枯水位等——的基本调查外，还负有水能资源及其合理开发利用、开发方式和工程条件的评价使命。关志华从地形图和航空照片上，从对当地的访问中得知，桑日一加查峡谷中有两条大瀑布，就带领一个小组前往探察。为确保这次探险活动的安全，山南地方和驻军还派出了训练有素的侦察兵和藏族向导陪同。

对于僧瀑布的考察在桑日县的张嘎村附近峡谷入口处开始。一行人乘坐牛皮船渡江到达南岸，徒步走过七八公里山路，山势陡峭起来，小路消失。继续前进不久，已可听到江水雷鸣。忽有峭壁临江耸立，截断去路，只好无功而返。

第二次前往僧瀑布，是骑马绕道而行。翻过藏南有名的神山俄得工实雪山，穿过海拔5000多米的切那拉山口，迎着突然而至的风雪冰雹前进，于黄昏时分到达勒布角。这是一个只有6户人家的小山村。在郁郁葱葱的山林环抱中，只见一小片一小片耕地，不见一处房舍人家，静谧中有一些神秘。不料人家却发现了这群不速之客，就在考察组搭帐篷，架灶具的时候，一位藏族村民送来了一篓鲜鱼。这篓鲜鱼让经历了一天艰苦跋涉的人们欢天喜地到深夜。

从勒布角到僧瀑布，完全没有路，要在悬崖峭壁区整整走上一天。其中有些路段之险真是触目惊心！有一段十几米长的花岗岩陡壁，水平斜面不到一米宽，陡壁以下数百米处则是滔滔江水。矫健的侦察兵先过，在悬崖两端打牢岩石锥，把一根25米长的尼龙保险绳拴在岩石锥上。其实它的功能，说到底

也不过一个精神安慰，要是勇气不够，即使拉住绳子也不敢移步的。终于有一位专家走到半道，由于腿抖得失去控制，那一步无论如何也迈不出去了。藏族民工见状，即刻返回，勇敢地趴在石壁上，硬是用手托住那人的脚，一步步挪到安全地带。

下到谷底，循着震耳欲聋的水声，终于看到了僧瀑布！准确地说，这是一处大跌水。在峡谷中最宽段为66米的这段江面上，江中横亘着一块巨大的斜面岩块，顺江东西长23米，南北宽33米露出水面。巨石两侧各形成一个溢水口，过水宽分别为24米和9米，水头落差为4.6米。此处大跌水的形成，是由北岸山体崩塌，巨大的花岗岩块坠入江中堵塞河道所致。其余几处小跌水也出于同样原因。江北岸，山体裸露破碎，崩塌现象严重，江边大石块堆积如山。

从僧瀑布去往涅尔喀瀑布，沿河道虽然只有20公里，但峭壁陡立无法通行。只有再绕道前行。这一绕道，需费时两天。路途仍然艰辛备至，但有了这几天翻山越岭的经历，倒也不至于太紧张。看来只有猎人来过这儿，断崖间有一根枯树的独木桥。这一条V型峡谷，顶部山峰5000多米，与谷底垂直高度在2000米上下，其上白雪皑皑，其间植被垂直分布，生长着松、桦、杜鹃和名贵的虫草贝母，不时有獐子、猴子在视线范围内跑来跑去。当晚宿营在丛林中的山坡上，向导派人连夜赶往龙巴堆村准备马匹。所以第二天走了3个小时到达这个村庄时，山野中竟然有嘹亮歌声从高音喇叭里传出，关志华他们闻听笑起来了，那感觉既亲切又荒诞。全村8户男女老少全部出动，欢迎此地罕见的远方来客。

涅尔喀瀑布就在龙巴堆村东北不足1公里处，也是两处大跌水。它比僧瀑布规模更大更壮观。上千秒立方的江水奔腾而下激起几米高的浪花水雾，在阳光辐射下形成美丽彩虹。江水汹涌激荡不已，发出使整个峡谷颤动的轰轰声响。涅尔喀之意为“鱼在此被卡住”，具象形容了鱼群逆水向上游动，在激流





处可跃出水面1米高，接着便被急流冲下瀑布的情形。一些鱼被水浪打晕，在瀑布下游水流平缓处浮上水面。所以在当地，人爱吃鱼，牛羊也爱吃鱼，人们还有储存干鱼的习惯。

涅尔喀一带江面宽55米，两处跌水分别为11米和30米，落差为5.3米。涅尔喀瀑布是一条基本上垂直于河流流向的、受构造断裂所控制而发育形成的。

在对37公里长的桑日—加查峡谷的科学探险中，发现那里的水利、水能资源极为丰富。峡谷进口处年平均流量达1000秒立方。峡谷河段最窄处只有30米，水面落差达270米，水能蕴藏充沛。关志华计算了水能储量，为未来的水资源开发和建坝修电站作了评价。类似桑日—加查峡谷的电站设想，在整个雅鲁藏布江干流上共设计了11座，均被国家列入未来水能资源开发的规划预选点。

正是从桑日—加查峡谷开始，海拔渐低，江水奔流在山丛密林之中。到达米林县派乡境内，以一系列小拐弯开始了著名的马蹄形大拐弯，在墨脱县境内形成世所罕见的地理奇观，形成世界第一大峡谷。这是一个奇异大峡谷：它是全国惟一不通公路的县治，是全球热带森林分布最北的地区，是全球降水最多的地区，是全球隆升最快的地区；是一个巨大的水汽通道，有可能是一个地球的“热点”；它对于东亚气候的启动作用和预警作用正在被探讨之中；它剧烈的构造活动为地球打开了一扇天窗，从地表就可以观察到原本几十公里厚度的地壳、岩石圈直到上地幔部分；它还是植被生物垂直分布的活标本，是生物多样性的基因宝库，物种起源和分化中心，第三纪孑遗物种避难所……概而言之，大峡谷的科学研究极具价值和潜力，从70年代开始，直到90年代当下，一直作为科学界的热点地区被关注——这一科学盛筵的情形，将在本书第12章中详述之。

干流组先从大拐弯起始处的派乡出发，顺江而行，一直走

到白马狗熊地方，实在无路可行时方才折返；第二年，则从派乡直下墨脱，从下游背崩村沿江而上，直到大峡谷顶端，几近全线考察了大峡谷中的水文和水资源状况。大峡谷腹地500多公里河段，是从源头处沿江全线考察中最为艰苦的行程。风光的奇丽，收获的巨大，与路途的艰险和困顿恰成两个极端。

走过了雅鲁藏布从源头到下游出境处全长2000多公里的行程，确定了这条江的多年平均径流量为1395亿立方米，占我国河川径流量的1/20，仅次于长江，珠江，在我国河流中居第三位；天然水能蕴藏量约为1亿千瓦，相当于全国河流水能蕴藏量的1/7，仅次于长江，在我国河流中居第二位；而它的单位河长，单位面积的水能蕴藏量极大地超过长江，居全国河流中首位。

地理学家们注目于雅鲁藏布江，首先看到的是它的奇特性——高原面上近2000公里东西乎直走向。李炳元、杨逸畴他们从源区开始一路考察下来，一个重要地理发现是确认了雅鲁藏布江是地质构造产生的先成河，而非布拉马普特拉河溯源侵蚀的袭夺河。本世纪50年代，老一代科学家注意到雅鲁藏布江的另一些奇特现象：它的发源地与印度河上源狮泉河的源头相距不远，其间只隔着一条并不高峻的分水岭；中游地区主要支流如年楚河，拉萨河并非相向汇入而是逆向或直角汇入等情况。设想雅江在地质历史中相当晚近的时期，并非由西而东流入孟加拉湾，而是向西而南沿印度河汇入阿拉伯海的。后来由于布拉马特普拉河的溯源侵蚀，与雅江东源相接，雅江自此改向，形成今天的面貌。在本次考察中，地理学家们一步步揭开了这一科学之谜。

具有重要地质意义的雅鲁藏布江闻名中外。许多外国科学家和中外游客们来西藏旅行，都要去亲眼看一看这条著名的缝合线，看一看沿江出露的深海物质蛇绿岩。他们走过雅江大桥，就是跨越了两片古大陆——这是有关时空漫长而辽阔的神





奇体验。

西藏境内湖泊众多。全国湖泊面积大约为8万多平方公里，有近一半的面积分布在青藏高原，其中西藏境内约为2.31万平方公里，且大多集中在藏北高原。西藏湖泊类型众多，几乎囊括了所有湖泊类型：以水系分类为外流湖、内流湖、内陆吞吐湖；以化学分类为盐湖、咸水湖、淡水湖；以成因分类为构造湖、堰塞湖、冰碛湖、风成湖等八类，应有尽有，所以湖泊专家们说，要研究湖泊必须去青藏，长江中下游地区皆为外流类型的淡水湖。

中科院地理所和南京湖泊所负责调查西藏湖群，70年代里走遍了藏北藏南，实际测量了50多个湖泊。他们的工作方式是以橡皮艇泛舟湖上，沿一断面测水深、水温、水质，测面积和容量。山光水色，诗情画意，看起来似乎浪漫，但在此之前，西藏的上千座湖泊仅有少数几个玛旁雍错、色林错、崩错等被斯文·赫定实地测量过，其余大多为未知。未知就意味着潜在的风险，需要历尽艰辛去探险；未知同时也意味着发现，所以也不乏喜出望外的时刻。1976年藏北小分队的无人区考察中，湖泊学家范云崎他们就多多经历了这样忽而忧虑、忽而喜悦的时刻。考察藏北的错尼湖时，在航程为9公里的湖中一口气工作了8个小时，其间波涛滚滚，小船颠上抛下，守候在南岸的队友们一直在搜索小船的踪影不见，焦虑万分，直到忽然发现小船从水里钻了出来，又是一个惊喜万分。在错尼，范云崎他们发现了这个新构造湖奇特的水文现象：35米深水处水温竟高达摄氏18度！在马尔果茶卡考察的经历也令人啼笑皆非：小分队在湖边宿营，丝毫不觉得这个面积为70平方公里的湖有什么异样——湖周遭是一道道不断退缩的湖岸线，湖滩地上布满银白的盐碱结晶，天蓝色湖水碧波荡漾——与所有的湖泊一样的美丽壮观。考察队员们携带着超声波探测仪、半导体深水



藏北无人区
的盐湖

温度仪和野外简测水化学分析箱及救生设备，穿上深筒雨靴，抬上充足了气的橡皮艇准备在水深处开船工作。可是抬着船一直前进了200米远，水深仍然只有一两厘米。汗流浹背的人们只好弃船前行，开始还小心翼翼地探着路，不久就大摇大摆，自我感觉是一群踩着水面过海的八仙。用了两个小时从此岸到彼岸，湖中心最大水深不过5.5厘米！考察队员们站在湖心拍照，犹如站在巨大的镜面上，倒影格外清晰。原来这是一个大





1976年，藏北科考中，李明森在已趋干涸的马尔果茶卡中心处测量盐晶层厚度。



盐湖，整个湖底全都是平整而坚硬的白色盐晶，与覆盖其上的浅水同一色调，连科学家也不由得大上其当。别说人走过，就是大卡车也可以如履平地。至于盐

晶厚度，在湖心处打了1.5米的深洞仍不见底，粗略估算了一下，马尔果茶卡一个盐湖的食盐储量，就够西藏人民食用一万年！当然，除了食盐，盐湖还含有芒硝、天然碱、苏打、硼砂等多种矿藏，还有稀有金属的锂、铯、铷等，是一座天然宝库。

一部藏北湖泊发生发展消亡史，就镌刻在由高及低的那一圈圈层次分明的古湖岸线上。去往文部盆地当热雍错的几十公里路程，沿途两侧山峰都布满了清晰可见的湖水退缩遗迹，几十道湖相平台就像是巨大的露天体育场看台，最高的一级已高出湖面200多米。使人联想到自己正在当年的湖底世界遨游。而另一湖泊色林错，古湖最盛时曾是一个上万平方公里的大湖，现今已缩小了7倍还多。

藏北湖泊群的消长盛衰无疑是青藏高原形成和演化的历史见证。上千万年前的第三纪时期，高原海拔还仅有1000米左右，气候温暖湿润，针阔叶林遍布，森林动物活跃。沿东西构造断裂带藏北地区发育了一系列断陷湖。随着第三纪末期的高

原强烈隆升，气候变得干冷，古湖发生了变化，一些消失，一些迁移，还有一些新生。这情形一直持续到地质第四纪的200万年间，到第四纪中期的距今大约几十万年直到几万年时，是藏北古湖的最后辉煌——“大水湖”时期。从今天举目可见的湖岸线，可以遥想当年湖泊景象：湖面该有多辽阔，湖水又有多么深；从湖泊地层的动植物化石看来，也可以得出水生动物和湖畔植物何等兴旺的印象。可惜胜景不再，我们无缘亲眼目睹；尤为可惜的是藏北湖泊1万年来正处于强烈的退缩中，气候越发干冷，湖水减少浓缩，盐类聚集，淡水变咸，咸水成盐，更多的成为和即将成为干涸湖盆，空留下一道道砂砾堤和一处处浪蚀崖洞供后人观想。

如果说70年代的湖泊考察更多地是为填补区域空白的话，那么90年代以来的湖泊学家所从事的工作已被赋予了全新的内容。国际科学界在对深海沉积研究多年之后，近年间又把目光投向了陆相的湖泊沉积。青藏高原科学考察中纳入了这一国际前沿课题，提取湖泊岩芯，获取古环境古气候信息——青藏西北部甜水海的湖芯已可说明24万年；东北部若尔盖盆地的则可追溯到八九十万年以来。这项继往开来的工作仍由南京湖泊所承担，不过是由更年轻的人来完成了。时隔20多年，李世杰博士以与当年范云崎的同样年龄再上高原，负责湖泊岩芯的钻探工作。他的基础资料是范云崎他们70年代考察所得。这一课题的名称是“现代湖泊沉积过程及其意义”。

这项工作至少说明了两点，一是湖泊以它的较之深海沉积更为丰富、分辨率更高、信息量更大的优势，体现着它的科学价值；二是看来已经死去的生命，以被重新发掘的方式重新活过。尤为重要的是，藏北湖泊的兴衰是一个纯自然过程，最少人为因素干扰，可以忠实反映数以百万年以来的古地理古气候环境与变迁，在科学的意义上具有弥足珍贵的价值。

湖泊对于气候的反应是如此敏感，近年间全球变暖的趋势





青 藏 苍 茫

迅速在藏北湖群中得以体现。李世杰惊讶地发现，仅仅七八年过去，当年他工作过的那些湖泊，水深变浅，浅水成为沼泽，而沼泽，已成荒漠草原。

西藏地热也是青藏队考察内容之一。此前的西藏有关资料仅记录了30余处，而考察证实的实际数量足足高出20倍。仅在西藏境内就有600处，加上横断山脉的1036处，青藏高原的地热点至少占有全国总量的40%还多。

1972年青藏队组队时，因为规模较小，尚未考虑地热问题，也就是说，没有章铭陶的份儿。何况他本人也并非地热方面的专家，他是地下水专业，水利专家。但章铭陶的眼前老是晃动着世界地热图上的那条虚线——世界上早已搞清了那两条地热带：环太平洋地热带和地中海地热带，它们到达中国时就变成了一条虚线，这条虚线总是牵动着他的心。而他从小就看到美国地理杂志上介绍的黄石公园的地热，那个世界最大的地热间歇喷泉让他怀想了一辈子。

章铭陶向孙鸿烈请缨，参加青藏队，搞地热，填补空白。孙鸿烈认真听取他的陈述，表示同意的同时，特别交代了1973年还将去雅鲁藏布大峡谷地区，请他一并兼搞工程地质。

进行地热考察的历程是艰苦的，但多么令人振奋！地热现象也像青藏高原上的其他自然现象一样，第一个特点就是类型丰富。西藏数百个地热出露点就有20多种水热活动显示类型，它几乎包括了地球上为人所知的所有类型。第二个特点是表现强烈。虽然整个青藏高原几乎不存在现代火山运动，但地热的显示强度并不亚于地球上任何现代火山区。这是由于来自印度板块的强烈水平挤压，在高原厚地壳下部可能存在局部的地壳重新熔化所致。重熔的高温熔岩浆活动和超变质活动就成为强烈水热活动的稳定热源，它们在地下运行奔突，在强大的压力下寻找地壳薄弱处冲腾而起，不免就使表现形态显现任意性



羊八井地热
田的生产井在放
喷。目前这个热田
的井下温度已超
过300℃





青 藏 苍 茫

——除了常规的热泉热田形式，还有沸泉、沸喷泉、喷气孔、间歇喷泉乃至水热爆炸等极端形式。丰富而活跃的地热现象与高原的隆起密切相关，提示着当下青藏高原年轻的大地构造运动仍在剧烈进行。

西藏地热主要集中在两大板块交接处的喜马拉雅弧形山系与冈底斯—念青唐古拉山脉之间的藏南谷地，从西部阿里的狮泉河河谷到东部的横断山区，呈东西向 2000 公里展布。

当 80 年代横断山脉考察结束时，章铭陶自豪地将它命名为“喜马拉雅地热带”，把虚线变为实线，让它向西经克什米尔、伊朗、土耳其、意大利，连接地中海地热带；让它向东再向南，经云南西部、缅甸、台湾、马来西亚、印度尼西亚，连接环太平洋地热带——至此，世界地热的图像总算完整了。

后来章铭陶还为西藏做了许许多多事情，其中也包括地热能源的开发工作。但最初几年的野外考察经历中所饱含的艰辛和惊喜仍不时在深心里翻腾，犹如伺机而出的水热爆炸。这是一个富有激情的人，他的父亲曾是中国医学科学院图书馆馆长，因此他能在很小的时候就读到黄石公园。良好的教养使他酷爱外国古典音乐，还曾担任过大学时代的合唱团指挥和乐队指挥。但这类优雅嗜好并不妨碍他在最艰苦地区做一个最能吃苦的人。1975 年那一年是在马背上度过的，一年内实地考察了 93 个点。9 月间在谢通门一带活动，为了考察一个间歇喷泉，焦急地等到马匹已是过午。即刻出发，天黑时到达目的地察布，一连观察了一个昼夜，几点几分起喷，又几点几分结束，历时几分几秒，24 小时内共记录了 208 次喷发，喷高 7 米——14 年后的 1989 年，当章铭陶为“一江两河”中部流域综合开发工程搞规划，再度到达察布间歇喷泉时，发现它的喷发规律已大大改变：每天仅喷发 4 次，但喷高却达到十几米，而且气势宏大，震撼人心。确切地说，这一改变实为复原：据当地人讲，记忆中的察布温泉从前就是每昼夜喷发 4 次的；1959 年的

一次地震后，不仅泉口位置移动了百多米，而且喷发次数骤增；前些年，不知什么原因，它又恢复了老样子——大自然就这样迷人又这样不可思议。

迷人而不可思议的大自然创造了西藏地热奇观。最壮丽的间歇喷泉位于昂仁县以西接近阿里的地方。那一年7月下旬，依据藏族同胞提供的线索，章铭陶一行策马来到雪山下的搭各加水热区，那里有4处大型间歇喷泉。7月末内地正值盛暑，但在这高原深处，当晚他们的帐篷就被大雪压塌了。从雪被下钻出来，就见大地银装素裹。在雪原上观看热泉腾起，云蒸霞蔚，冷与热奇妙组合，那壮美真是难以言表。4处间歇喷泉中，最勤奋者是最大的那处，它无时不在喷发，高高低低，起起落落，等它铆足了劲儿，就是一次竭尽全力的突击——第二天下午3时，章铭陶记录下它最大的一次：喷高20米。那一刻劲风裹着蒸汽团劈面而来，仪器表面模糊不清，测温探头被强大水流掷向半空，人们的手和脸所有暴露部分都被热暴雨烫红，但内心的激动也如眼前的气浪翻腾——这是当时、也是迄今为止在全中国所发现的最大的间歇喷泉！第二三处较有规则，每隔五六小时喷发一次。只有第四处喷泉惰性十足，让他们等了足足30多个小时，方才以奇异的姿态斜向喷发，呈抛物线状直指河床对岸，宛如在水面架起一座银桥。就这样，这座美丽而虚幻的银桥每隔30个小时存在25分钟。

来自地球深部的动力，作用于来自地表的水，就这样蔚成西藏地热奇观。在人迹难到之处，它们千姿百态地自我表现，它只让不辞艰辛的人一睹尊容，欣赏赞叹并肯定它的存在价值。此后不管身处何方，章铭陶都不时想起那些壮丽情景，源自地球强大生命力的热情从未有过丝毫懈怠消歇，并表现得如此直观，那是大自然以生命与活力谱写的恢宏交响曲，既古典又现代，拨动心弦，灵魂深处的激情与之合鸣。

这支大自然交响曲最强劲的一章，是水热爆炸。此前这一





青 藏 苍 茫



搭各加间歇喷泉在激喷,喷高达20米,是中国最大的间歇喷泉。

水热活动形式未见报道，为西藏所特有，也由章铭陶在西藏西南端的普兰县境内首次发现，并为之论证和定名。但水热爆炸现象极为罕见，在这样的地区，每年喷发不过几次，甚至几年十几年才喷发一次，所以走遍了西藏的章铭陶也无缘一见。或者说，他刚好错过了一次机缘：在纳木那尼峰附近的霍尔区，听区委副书记说起前不久才发生的一幕：那是1975年11月12日傍晚，这位副书记随着牧人收牧归来，行至塔格藏布河畔，忽听一声惊天动地巨响，牛羊登时四散惊逃。只见曲普方向烟雾弥漫，一股巨大烟柱腾空而起，直冲云天。“就像原子弹爆炸那样”——这位从电影上看过原子弹爆炸情形的目击者说，烟柱足有八九百米高呢；过了一阵子才变成一团黑云飘走。随着爆炸声抛出来的石块，足有平底锅那样大，抛过1公里的距离落在了塔格藏布河对岸……

章铭陶一行兴冲冲地奔向塔格藏布河谷。在河流注入玛旁雍错的河口附近，热气蒸腾，一片片高温水热活动区呈现眼前：泉华地貌参差起伏，圆形热水塘星罗棋布，一串串爆炸穴口彼此连接，就像一群复式火山口，看来此地频繁发生水热爆炸。在泉华丘的西北侧，章铭陶终于找见了最近这次大爆炸的新鲜遗迹——一个大约25米的圆形沸水池，在汽雾笼罩下，隐约可见池心两处翻涌不息的湍流区。沸水池周遭，是高约5米的砂卵石层，这些湖底之物，想来是被水汽的力量掀翻至此。章铭陶揭示了水热爆炸现象的机理：它与间歇喷泉在成因机制上有继承关系；出于某些复杂的原因，热水变成蒸汽，体积膨胀数百倍，它所产生的巨大膨胀压力，足以猛然掀开热储盖层，形成爆炸，成为水热活动中最为剧烈的形式。

气质和个人兴趣接近艺术家的章铭陶虽说最具有绅士风度，但在反差很大的环境里工作，不免时常斯文扫地。他本是青藏队公认的善骑者，不想在萨迦县考察一处水热大爆炸地点返回的路上，由于路远天黑，待看到面前深沟时，吃惊的马收





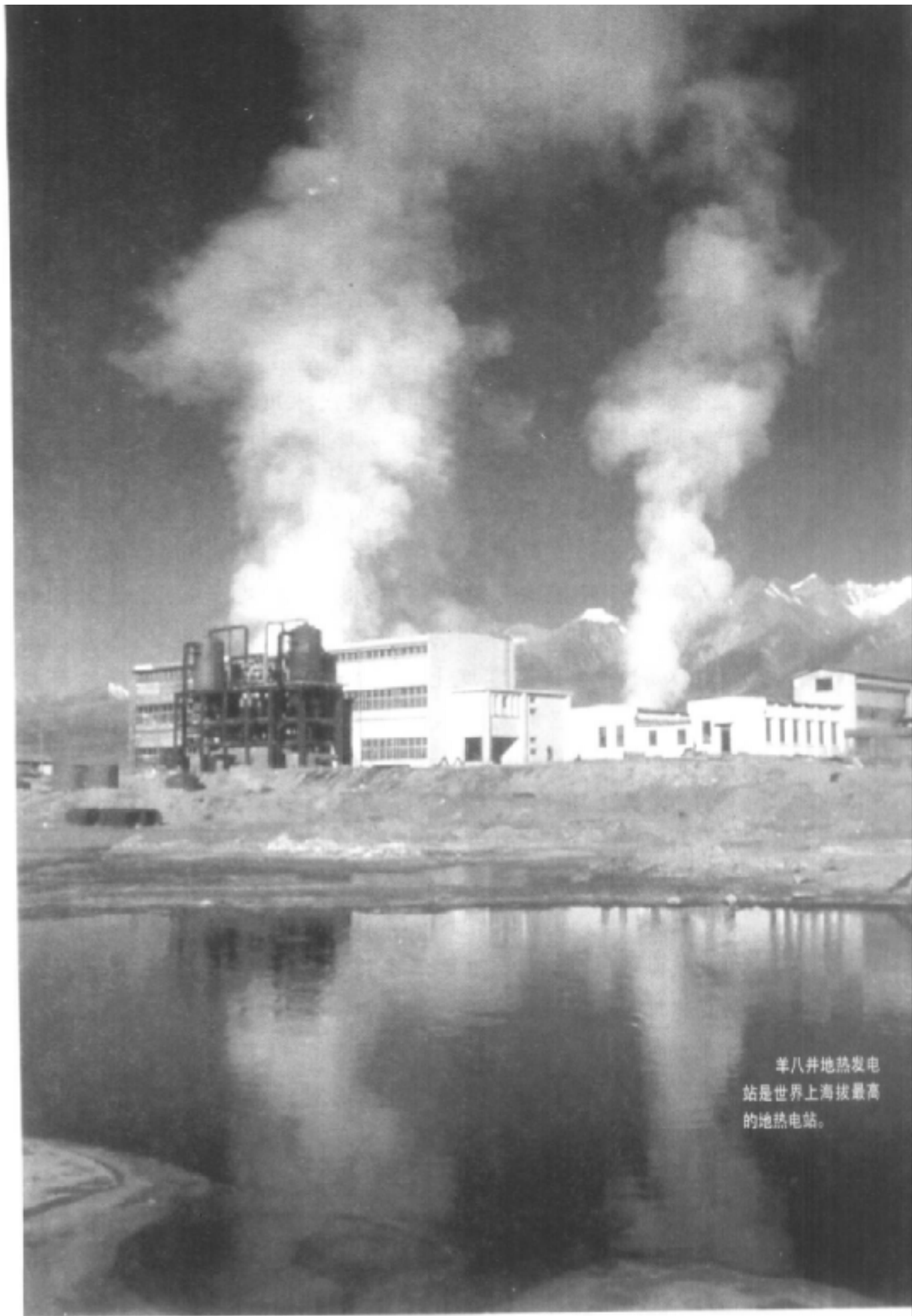
青藏苍茫

不住脚步，仓促一跃中，骑手重重摔下。快到县城时，同行者们才发现马上无人，赶紧回头寻找，章铭陶伏在沟里已昏死半晌。县医院山东援藏的老大夫紧张地守了一夜，直到第二天他方才苏醒，记忆却已暂时丧失，醒来第一句话就问这是什么地方，咱们干嘛来了。

以喜马拉雅地热带填补世界地热图的工作只是第一步。1973年西藏考察第一年结束时，青藏队向当时的自治区政府副主席郭锡兰汇报雅鲁藏布江大拐弯考察情况。郭主席注意到章铭陶谈的地热，就说，你能不能再看看其他地方有没有，比如拉萨附近。西藏啊，就缺能源，要是不能发电，哪怕洗个热水澡也是好的。

从此章铭陶就自觉到压力和责任：从事基础研究的目的是找到自然规律即可，章铭陶的志向却不仅在此，还在能够开发利用，现实地为国民经济建设服务。所以从第三年起，他就存心把本底调查和开发利用同步进行。地热组的重要参与者还有北京大学地质系的佟伟教授。1975年章铭陶负责跑面的同时，青藏队与西藏地质局合作，佟伟被分工主持了羊八井地热开发的前期工作。同年，在羊八井热田诞生了中国大陆第一口湿蒸汽井，井口温度高达 130°C 。目前羊八井地热电站装机容量已达2.5万千瓦，年发电量6059万千瓦/小时。羊八井的地热发电给拉萨带来了光明，首功当归青藏队地热组。基于同一个愿望，后来章铭陶又应西藏自治区人民政府之邀，与他的青藏队老战友韩裕丰、张谊光等人一道，主持了国家投资20亿元之巨的“一江两河”中部流域综合开发工程的规划工作，正在进行有关藏东南尼洋河流域、藏东三江流域的综合开发规划、以及三个农业综合开发区的规划设计和可行性研究等。他们的科学生命就这样与西藏不离不弃，终生相系。

西藏的冰川！西藏历来有“雪域”之称。“雪域西藏”有



羊八井地热发电
站是世界上海拔最高
的地热电站。





仿佛被冰雪固化了的含意。当然那只是一种形容，这个冰清玉洁的国度毕竟遥居世界屋脊之巅，远离人们的日常视野。70年代的西藏地区考察中，李吉均率领冰川组遍访了群山中的冰川，测得冰川面积4.66万平方公里，已然占去了全国现代冰川的83%。看来西藏无愧于雪域美称。

从察隅美丽的阿扎冰川开始，几年中李吉均和他的冰川组差不多走遍了西藏，从古冰川到现代冰川，现代冰川中的大陆性冰川和海洋性冰川，都留下了他们手持冰镐艰难攀登的身影。他们对西藏的冰川了如指掌，如数家珍。在冰川学家的眼中，丰富多彩的冰川不是冷冰冰的无情之物，它有生命，也有性格。令人感到亲切的是海洋性冰川。中国的海洋性冰川只在藏东南分布，他依次考察过阿扎冰川、若果冰川、恰青冰川和古乡冰川。其中恰青冰川为中国冰川之最：长达35公里。海洋性冰川这种在摄氏零度上下的“暖”性冰川，以其所在环境的丰饶而美丽。它们总是从雪山之顶出发，穿越森林，到达人类生活的村庄田园。冰川上生命麋集，冰蚯蚓，雪蚤，苔藓类的“冰老鼠”；在恰青冰川的冰面上，居然可以生长草本、木本植物，几年生的小柳树把根部深入了冰层，看上一眼直叫人惊叹感动。阿扎冰川之畔的村民们说到阿扎冰川，就像说起村边一棵树那样。如果牛羊走失了，就会说，去阿扎冰川找找去。相比较而言，大陆性冰川要严峻得多，纯粹冰世界，是当然的冷性冰川了。大陆性冰川以壮丽的冰塔林而名之天下，那一个不见人间烟火的地方，真是一个奇异的世界，既使人迷恋，使人肃然，又有莫名的恐怖感。而无论对哪一种冰川，李吉均都一副珍爱无比的样子；无论在何时何地说起他的西藏冰川，眼神里顿时炯炯有光。

冰川组一行10人，乘坐一辆人货混装的解放牌卡车，行驶在西藏的大地上，奔向他们的寒冷王国。在其他学科考察的上限处，冰川学家们开始了他们的工作起点。在每一个冰川旁

冰雪世界：行
进在冰塔林中。



安营扎寨，一住一两个月，白天观测冰川水文，运动和消融，物理化学性质，晚上就以冰为床——在若果冰川，冰川组两位年轻人张文敬和单永翔同住一个帐篷，半个月后他们同时听见了令人不安的隐约流水声。四处侦察无果，最后循声找到了“床”铺下方：掀开鸭绒睡袋下的床垫，骇然发现已经被半个月的体温融化的冰槽之下，居然是一个深大冰裂隙！裂隙下流水潺潺。赶紧搬家，不过从此两个年轻人寝不安枕了，每过几天搬一次，生怕再次睡在暗裂隙上。

施雅风先生曾有言，冰川事业是豪迈的事业，是勇敢者的事业。不仅李吉均，所有的冰川学家说起他们的冰川，眼睛都

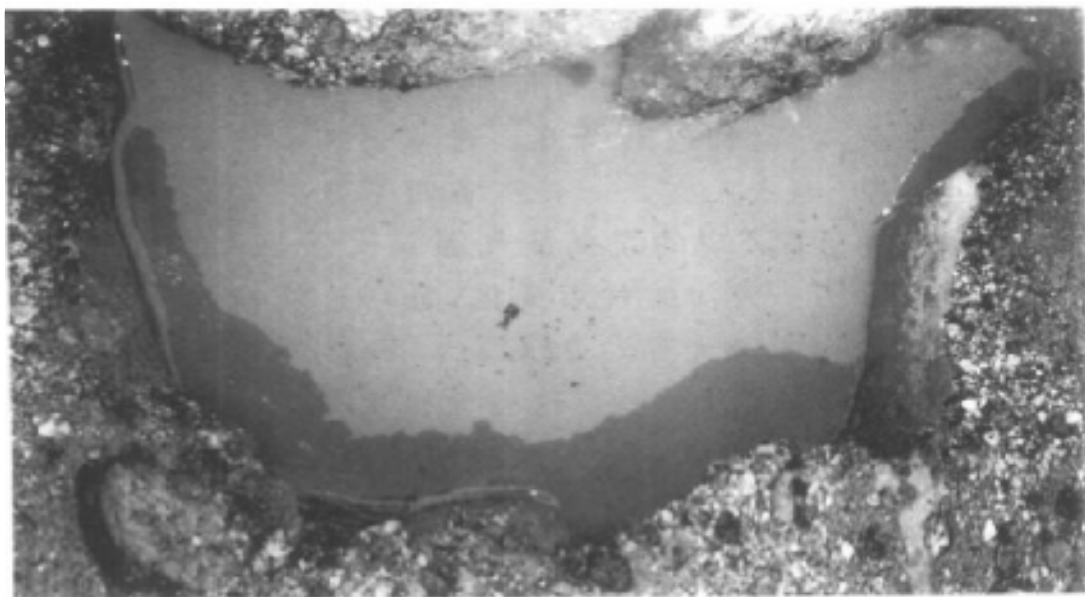




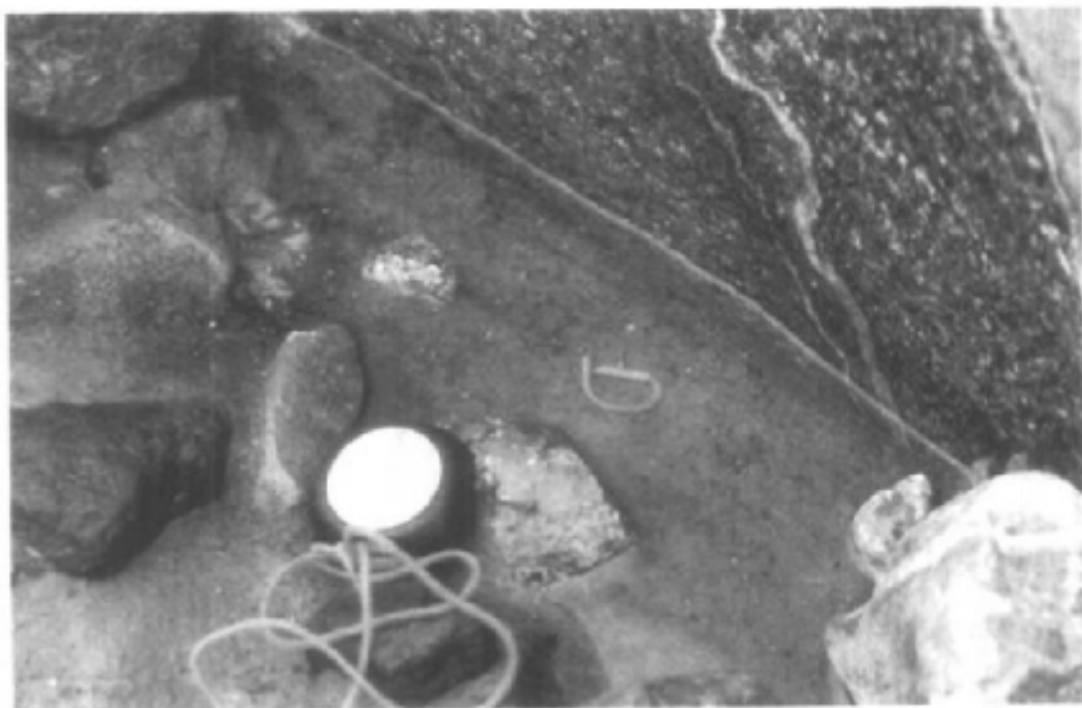
会放光。冰川考察中，他们一个个全都勇敢无畏。在西藏中南部枪勇冰川，初次进入金字塔般林立的冰塔林腹部，冰川学家们突然发现自己走入了绝境——迎面一堵数十米高的冰瀑布，在正午的阳光下，冰融水飞流之下，四周冰崩声不时传来。此时的冰塔林危机四伏，李吉均当机立断，下令原路撤回。但来路不再——浅水滩在顷刻间变成深水潭，正是刚刚崩塌的一座冰塔堵水为湖，并且小湖泊正在迅速扩大加深。危急中，张文敬一眼看到小湖右岸一块新崩塌的大冰块，灵机一动，一声不响地脱下衣服，扑通一声跳进冰水，踩着水推来了冰块，示意上来两个人。就这样，来回五次“摆渡”，把全部人马送上了对岸。李吉均心疼地打量着他这位嘴唇冻得青紫的学生，心里

绒布冰川。





活跃在冰面
湖湖水中的冰跳
蚤。



生活在冰水
中的冰蚯蚓。

赞许，口里却骂他太任性。要知道，这是冰水啊！

青藏队这一群科学工蜂就这样年复一年在西藏大地上辛勤采集。有形的，是地质，岩石，是土壤，山川河流，植物，动物，昆虫，微生物的菌类等等。无形而有感觉的，是气象气候。

气候学家林振耀，1974年以来，参与了70年代至今青藏





科考的全过程。那一年跑面，从川藏公路进藏开始，就一路翻阅本世纪初驻藏大臣有泰进藏日记，核对和领略沿途气候。到“日光城”拉萨，一切都感到新鲜。进藏不久，他就搜集到一首民谚：“高原气候变无常，一日需备四季装；山上鲜花山下雪，中午烈日早上霜。”说的是高原气温昼夜温差大的情形。林振耀亲身体会到了一天内的气温变化，每到一处都记录日较差变化：藏北的日较差最大可达 22°C ，拉萨为 18°C 左右。这是冬季，夏季的日较差要小一些。这些气候现象，虽然是西藏的常识，但是气象学家们把它们给以量化并做出了理论上的解释。

气象学讲究一个“测”字。当时西藏仅有十几个气象观测点，并且建站时间短，资料不足。所以每到一处，就安放简易百叶箱搞测量，做短期记录。认识现在的气候是了解过去气候的一把钥匙；过去与现在的气候又是打开未来气候的一把钥匙。对于近代几千年尺度气候的了解，树木年轮可以提供信息。

西藏高大长寿的古树就成为一部部千年气候历书。林振耀和他的同事吴祥定二人，去各地就物色这样的大树，还留心被废弃了的枯木朽株之类，一点一点往前续接。1974年那年，大昭寺翻修，淘汰了据说是唐代的梁柱。林振耀闻讯大喜，急忙向西藏文



林振耀、吴祥定
1976年在林芝林区
进行太阳辐射观测。

物部门提出请求，经允许截取了一段。回北京做了碳十四测定，果然是1300年前唐代的。这根木柱年轮为600年，加上晚近的年轮标本，将气候年代向前推至2000年。

亲自采集标本犹嫌不足，还要请分赴各地其他学科的队友们代劳。林振耀准备了一批当时的先进武器：树木年轮取样钻，分发给隔了行的热心人。比如说，像冰川学家张文敬、单永翔这样的年轻人就非常乐意接受这一有趣的任务。林振耀耐心指导使用方法：只须将直径0.5厘米的钻头旋入树干一半深度，一根完整的树芯标本就完成了。这样既省工，又保护了树木。但选择样树要注意，不能选择森林中间的，水土条件优越的，那样的年轮反应不出气候的冷暖干湿，要选就选在4200米森林上限附近的，或是森林与草原过渡带的，那样的年轮对气候反应敏感……大家一一领命而去。收队时各组再把采集到的树芯连同地理位置、生长环境等记录交给林、吴二人。

由于林振耀性格热情，谈锋甚健，又总是三句话不离本行，按照青藏队惯例，他得了个外号叫“气候嘴子”。“嘴”，就是北方话里摆谈之意，这个外号有点儿调侃，所以这样叫他的时候就忍不住发笑。而外号只是野外的外号，一旦回到都市里，大家衣冠楚楚、为人师表，就不好乱叫了。但每当张文敬他们进京见到他，口称“林教授”时，却又忍不住地咧开了嘴。林教授心领神会，赶忙岔开：今天天气哈哈哈。

且听林振耀教授为我们“嘴”西藏气候——

两三千年前，西藏地区经历过最好的一个气候时期。那时正处于新石器时代，藏北的大量石器多为那一时期所遗存；正是在距今2000年左右的气候适宜期里，吐蕃前身雅隆部落在藏南河谷兴起壮大，最终完成了统一全藏大业。那一时期拉萨河谷和年楚河谷等较低处，有森林覆盖，拉萨一带的山坡上也有树木生长……

近200年来的西藏气候演变周期呈现出规律性：19世纪初





期的高温低湿之后，紧接着是20至40年代的高温高湿期；20世纪30年代末到40年代前期高温低湿，又紧接着短暂的40年代末到50年代初的高温高湿；虽然青藏高原大部地区的总体趋势是向干暖方向发展，90年代的高温低湿之后，还将转入一个高温高湿阶段，此后略转冷。宏观而论，温暖期有利于人类活动和发展，目前这一变暖趋势总体而言对西藏的生产和生活应该是有利的。

了解过去的气候，除了野外观测，还有一条途径，那便是西藏自治区档案馆。档案馆馆藏之丰富，在国内也属罕见。自元代以来各类档案多达300万件，内容包罗万象。其中不乏几百年间有关气候变化、自然灾害以及异常天象的记录。这些记录大都并非有意识的科学记载，而是出自受灾地区请求地方政府减免徭役赋税的呈文报告。报告中对于所受风、雪、雹、水、旱，虫灾等灾情及受损情况一般均有详细描述。历史档案是座资料信息库。作为这项历史遗产、文化资源的开发者，林振耀和吴祥定兴奋地在汉文目录中查找，请来自自治区气象局的藏族同事翻译。这项工作在80年代持续了好一段时间。作为这一时期的成果，档案馆、西藏社科院、西藏农牧科学院、中科院地理所等单位联合编译出版了《西藏地方历史档案丛书》中的《灾异志—雪灾篇》、《灾异志—水灾篇》、《灾异志—雹霜虫灾篇》等等。这些来自数百年间的历史信息提供了难得而宝贵的研究资料，例如雪灾篇中对于百年来西藏地区所发生的50多次大雪灾的详细记录，对于研究古往今来气候变迁、全球变化具有相当的科学价值。

对于西藏自治区120万平方公里面上的野外考察拟在1976年结束，此后几年间虽有各学科自行组织的补点考察，但集中优势兵力打歼灭战是这一年度的战略思想，所以这一年成为青藏科考史上规模最大的一次考察活动。是一场决战。继对藏东



1989年,林振耀
在5300米的阿里神
仙湾兵站观测太阳
分光辐射。

南、藏中南的全面考察之后,这一年的主战场向东、向西、向北延伸,相应地,战术上也一改以往三年的集中出击、分组活动的方式,划分为昌都、那曲、藏北、阿里四个分队各自为战,进行为期近半年的路线考察。这一次地毯式扫荡,加之其后几年的各专业补点,青藏高原的主体部分西藏自治区的地理生态图像被描绘得完整清晰。而青藏队工蜂式的采集劳作也将告一段落。70年代最后几年,进入室内总结——酿蜜阶段——

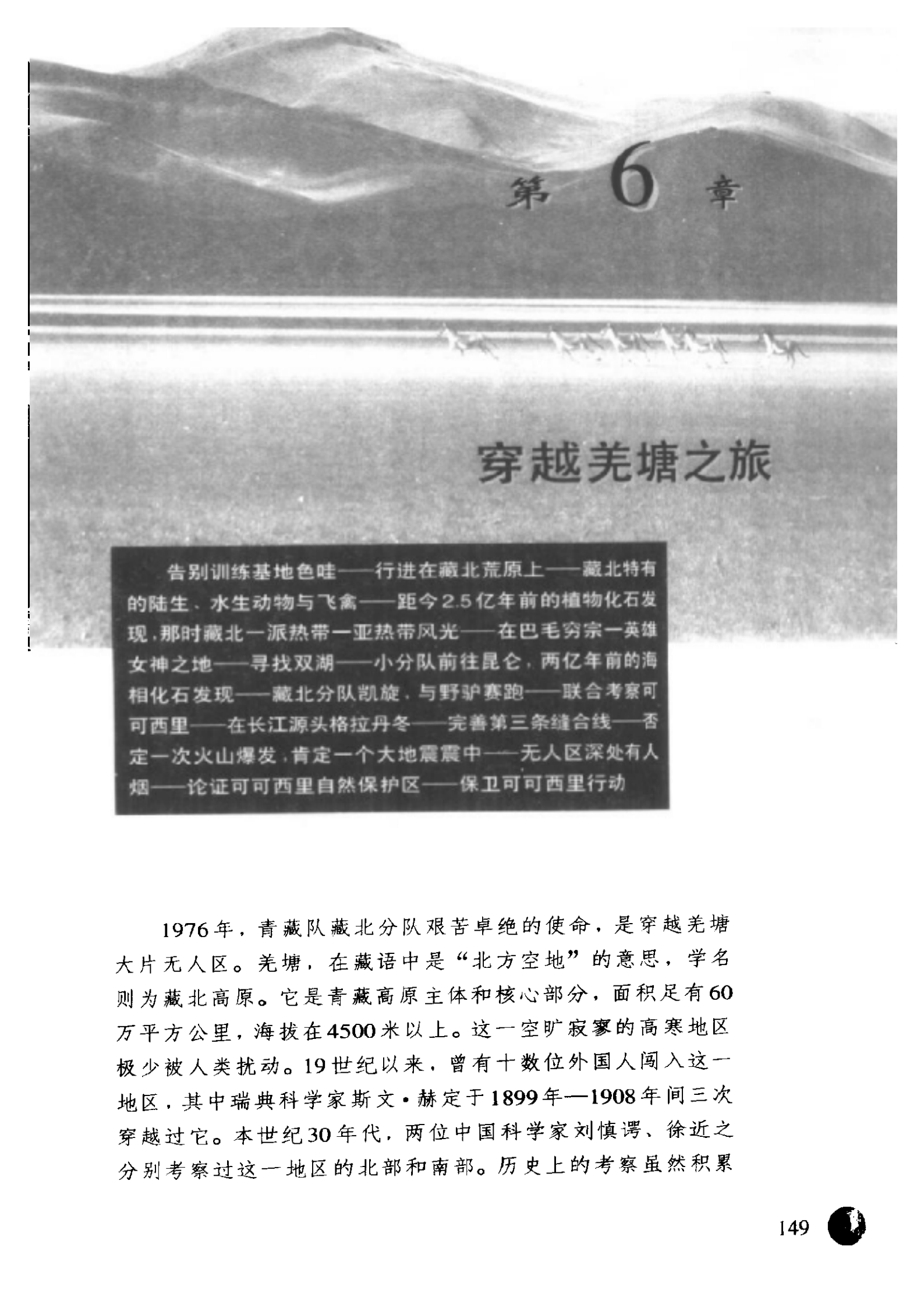
战果至为辉煌:煌煌巨著《青藏高原科学考察丛书》西藏部分问世。一套34部40册,洋洋2000余万字——包括西藏地球物理场特征与地壳深部结构、西藏地层、西藏古生物、西藏南部的沉积岩、西藏岩浆活动与变质作用、西藏南部花岗岩类地球化学、西藏第四纪地质、西藏地热、青藏高原地质构造、西藏自然地理、西藏气候、西藏地貌、西藏冰川、西藏泥石流、西藏河流与湖泊、西藏盐湖、西藏土壤、西藏植被、西藏森林、西藏野生大麦、西藏家畜、西藏农业地理、西藏植物志、西藏孢子植物、西藏哺乳类、西藏鸟类志、西藏昆虫、西藏鱼类、



西藏水生无脊椎动物、西藏农业自然资源与农业发展分区、西藏水利……西藏……西藏……一部西藏大自然的百科全书。这项研究成果，一举为青藏队获取了中科院首届科学技术进步特等奖，国家自然科学一等奖，陈嘉庚地球科学奖。青藏队集体荣获竺可桢野外工作奖。

野外考察描述的基础之上，是各学科和青藏研究理论框架的相继建立。这一时期所提出的重要问题是，有关高原地质演化的理论，有关晚第三纪以来高原隆升的理论，以及生物方面，拟将喜马拉雅区独立为一大生物区域的理论等等。

就像这片高寒大陆上居然存在着世所罕见的很高的生物生产量一样，严酷条件下的野外工作环境中，竟然也生长起这样一项非凡的事业，培育出一支相当优秀的科学家群体。老青藏们至今已有十几位中国科学院和中国工程院院士，他们是刘东生、施雅风、孙鸿烈、李吉均、程国栋、李文华、陈宜瑜、张新时、曹文宣等。80年代以后，老青藏中的许多人纷纷走上国际学术舞台，走向西方大学的讲台，参与国际学术交流和国际合作，在国际科学组织中任职，在国内外科学界产生了重要影响。他们从西藏起步，并终生从事着青藏研究，感念着青藏事业培育之恩的同时，是毕其终生的付出——对于青藏高原和研究它的人来说，换言之，老青藏们与他们的研究对象之间，是相互的给予与回报。



第 6 章

穿越羌塘之旅

告别训练基地色哇——行进在藏北荒原上——藏北特有的陆生、水生动物与飞禽——距今2.5亿年前的植物化石发现，那时藏北一派热带—亚热带风光——在巴毛穷宗—英雄女神之地——寻找双湖——小分队前往昆仑，两亿年前的海相化石发现——藏北分队凯旋，与野驴赛跑——联合考察可可西里——在长江源头格拉丹冬——完善第三条缝合线——否定一次火山爆发，肯定一个大地震震中——无人区深处有人烟——论证可可西里自然保护区——保卫可可西里行动

1976年，青藏队藏北分队艰苦卓绝的使命，是穿越羌塘大片无人区。羌塘，在藏语中是“北方空地”的意思，学名则为藏北高原。它是青藏高原主体和核心部分，面积足有60万平方公里，海拔在4500米以上。这一空旷寂寥的高寒地区极少被人类扰动。19世纪以来，曾有十数位外国人闯入这一地区，其中瑞典科学家斯文·赫定于1899年—1908年间三次穿越过它。本世纪30年代，两位中国科学家刘慎谔、徐近之分别考察过这一地区的北部和南部。历史上的考察虽然积累





了堪称宝贵的资料，但毕竟有限，不足以科学地、全面地描述藏北高原，所以它仍是一个科学上的准空白地区。在日益深化的青藏高原研究中，尚存许多科学之谜：藏北高原形成并抬升于何时，板块碰撞的机制在此有何表现，留下了哪些遗迹和证据？强烈抬升结果使得藏北高原的地理环境发生了哪些变化？与此相适应的动植物区系组成与演化规律是怎样的，出现了哪些新的动植物种类？因何出现大片无人区，那里究竟蕴藏着哪些重要的农业资源和矿产资源？还有与人类活动相关的历史及未来的诸种情况，凡此等等。总之相比较其他分队，藏北分队面向的是更多的未知，更艰难的行程。

这个分队的32名成员经过了严格挑选。除了随行的上海科影厂摄影师、人民画报社记者、司机、医生、无线电台报务员外，10多位科研人员都是此前和今后青藏队的骨干。他们是地理学家李炳元、地热学家张知非、岩石学家邓万明、土

1976年，科考队在羌塘无人区。





藏北分队部分同志于1976年8月胜利登上昆仑山喀拉木伦山口。

壤学家李明森、湖泊学家范云崎、水生物学家陈宜瑜、动物学家冯祚建、古生物学家文世宣等等。28岁的植物学家李渤生是科研人员中最年轻的一个，外号“牦牛”——从这一称谓中可知此人特点至少是身强力壮、吃苦耐劳、埋头苦干。李渤生确实比别人更加卖力拼命，因为他参加青藏队实属不易。1970年毕业于北京大学地球化学专业的李渤生下乡到内蒙古高原当牧马人。两年后组织上照顾他在北京的烈属寡母，调回宣武区教育局，本拟安排在北师大教化学课程，但李渤生内心一百个不愿意，他着迷地热爱探求科学未知，渴望野外工作。风闻青藏队正在组队，他一门心思都在如何硬“挤”进去。为此他一连跑了中科院好几个所，恳求收留，去西藏。但得到的答复总是令人失望。最后，是与他的专业并不接近的北京植物所点了头，那时该所正缺年轻力壮能上高原的人。为跑一个青藏队蹉跎一年多，直到1975年他才成为青藏队的正式成员。从跑工作开始，他的牦牛精神就得以体现。他现





在色哇大本营，驯服了最烈的青鬃马，李渤生骑马挎枪闯羌塘。在一个多月的征途中，青鬃马成了他最好的朋友。



在成为知名的植物学家、生态学家，担任着珠峰自然保护区中外专家组组长，多亏了西藏考察几年中的刻苦学习，也多亏了这股“牛”劲。

藏北分队队长人选，也经过了反复掂量，最终确定由资深组织管理工作王震寰出任，李炳元任业务副队长。行伍出身、曾任骑兵团长的转业军人王震寰，几年来是青藏队负责后勤保障的副队长，他分管野外工作装备、物资、食品、运输车辆驾驶员等多项工作，工作之出色有一个细节可以证明：访谈中专家们总是先提及这些无名英雄，说没有他们，我们将会怎么怎么样云云。此后就是专业范围的叙述，很少再说到后勤——这正说明了“粮草先行”的问题从此不存在问题。这次穿越藏北之行，有未卜的艰难险阻，至少已知那儿有狼有熊之类猛兽，有偶尔伤人的野牦牛，还听说有文革中流窜的土匪，所以藏北分队是一个武装分队，实行准军事化管理，王震寰担任队长再合适不过。

适应性训练在接近无人区的色哇区进行，同时等待从附近各乡召集的民工、驮牛和马匹。王震寰指导这群秀才们射

击打靶和马术训练。海拔4660米的色哇牧场成了练兵场。训练结束，专家们各操己业，把色哇盆地的方方面面了解一个透彻。当地牧民喜欢这群人，每天都来围观，当看到范云崎他们抬着橡皮艇要下其香错时，牧民们急得拉住船不让走，说祖祖辈辈没人下过这湖，比划说，湖里有湖怪，头这么大，眼睛这么大。等到船下了水，牧民们聚集湖边观望，小船划出几公里远，看不见了，就惊恐万状地说，没有啦！没有啦！湖中工作了一天，牧民们就站在湖边望了一天，直到看到小船平安归来，才惊喜万分相互告慰：回来啦！回来啦！

附近乡村的20多名民工赶着50匹马和107头牦牛陆续到达色哇。6月9日，小分队出发，整个色哇的牧人都来送行。王队长试图一展军威，要求大家骑马列队。但兵是秀才兵，马是民间马，乱哄哄一阵子好不容易成了队形，王队长一声威风凛凛的“出发！”惊了群马，登时大乱，人仰马翻。其中几人头破血流。送行的人本来怀着依依不舍之情前来挥手告别的，没料到这番光景，不免慌乱地一拥而上，拉住惊跳的马，扶起摔倒的人。骑手们一个个狼狈不堪，哭笑不得。王队长又低声下了一道命令，全队人马牵马而行，告别色哇。

羌塘—藏北高原这一特别的地理单元，被称为“世界屋脊”之脊，世人视为畏途。它给予考察队员们的直观感受是，这一片较早脱海成陆的高原已被时间的风雨夷平，格外的辽阔旷远，不见险峻大山，只有低矮的丘陵断续或连绵；大气稀薄使天低云也低，晴朗时天空清澈地湛蓝着，白炽的阳光灿烂，聚散无常的云朵千姿百态如同精美浮雕。然而藏北的天空风云变幻，夏季正值雨雪季，雨、雪、雹、霰不时袭击着这些远方来的造访者，令人无处躲藏。经过从6月到8月的测量，得知这一地区两个月间降水100毫米。在寒旱草原，正是这些金贵的雨水给严酷环境生存下的自然万物带来生机。

去过藏北的外国科学家极言其地荒凉，称它为“白漠”和





“生命禁地”。此说失之全面，事实上即使在无人区内，也是野生动物的王国，耐高寒干旱物种的顽强生存之地。

外貌与西哈努克相像的冯祚建把“亲王”的外号从藏南带到了藏北。此刻他的领地和他的臣民们已经改换，藏北的大型动物群落令他心花怒放。野牦牛、藏野驴、藏羚羊、藏原羚……总之学名中凡带“藏”字头的，都是珍贵的高原特有种，有些不带“藏”字头，只要带上“高原”字样的，也



量测猎获的野牦牛。牦牛右为冯祚建，左为陈宜瑜。

是特有的，高原鼠兔、高原鼯鼠之类。虽然从1960年起他就开始了对青藏高原动物区系的调查，但踏上藏北高原还是第一次，这里高原大型动物的组成与藏东南森林地带、与东部横断山脉、与藏南谷地的森林动物面貌完全不同，属于北方区系，更属于藏北特有区系。

虽然藏地历史上从未有过关于野生动物的数字统计，但许多藏文典籍中都有相关记载，说是在未有或少有人类活动之前，上部阿里三围是野生食草动物的王国，中部卫藏四翼

是毒蛇猛兽的领地，下部朵康六岗为飞禽鸟类的乐园。而现在，大型动物的高原特有种类差不多都集中在藏北高原了，进而言之，是集中在藏北高原的无人区了。而在从前，至少上千年前，它们还在青藏高原大多地区广泛分布。敦煌吐蕃文献中发掘有1000多年前的《法律三条》，其中一则有关狩猎的法规规定，在猎取野牦牛时，猎人一旦受到反抗的野牛伤害，例如被角顶或被脚踩，其同伴若采取措施救助则予以奖励，反之若见死不救临阵逃脱则予以惩处等。这一条例制订的背景，至少说明了当时野牦牛分布广泛以及狩猎活动作为生产方式的普遍。但以野牦牛为首的大型野生动物无意与人类为敌，不知从什么时候开始，它们隐居在藏北高原深处，生存条件恶劣而人迹难到之处，只与游牧的藏北牧人偶尔邂逅了。

而藏北牧人对于同一生存环境中的野生动物，则视同伙伴，依俗将它们大致划分为（食草）野兽、（食肉）猛兽、（鸟与雀）飞禽、（鸭与鱼）水栖等四大种类，具体依形象则细分为无腿的、二腿的、四腿的、六腿和多腿的、圆蹄（奇蹄）的、偶蹄的、有尖牙的、带爪子的等等更多类别。鸟雀类也按生活习性被划分为食肉食草食泥食谷四类，并把食肉者称为“鸟”，将食谷者称为“雀”。这属于朴素的科学划分，倘若考虑到大量的有关歌谣和谚语，野生动物在藏北，简直就构成了一道精采的文化风景了。

藏北牧人像熟悉家畜一样的熟悉他们的野生动物，对它们的生活习性观察得细致入微，才有了像“不食昼草乃是野牛的特性；不饮昼水乃是白唇野驴的特性”、“草原辽阔博大，而羚羊路窄如羊肠”之类谚语。尤其对于独存于青藏高原的珍稀物种黑颈鹤，更是珍爱备至，视其为吉祥仙鹤，从不加害——而这种“吉祥的长颈鸟，行空的长翼鸟，落地的长足鸟，啄食的长嘴鸟”是如此之可人，每逢与人相遇，它们总会鞠



躬致意，翩翩起舞：扇动黑白相间的硕大羽翼，婉转修长的颈，曲伸亭亭玉立的腿，长喙中则发出悦耳祥音“郭果——”“郭果——”，令观者听者无不心生喜悦。每逢此时，藏北牧人总会欢悦地响应——

仙鹤仙鹤，请你张开双翅跳个舞，把你的右翅亮给我。

.....

藏北高原就是这样——一个野生动物的乐园。动物学家冯祚建也有着牧民一样的感情，心疼心爱着这些生灵们。这一年穿越羌塘之后的十几年间，他又参加了西昆仑—喀喇昆仑、可可西里的科学考察，对于青藏高原大型哺乳动物有了全面的了解和掌握。同时了解和掌握的还有人们几十年间对于野生动物乱捕滥杀的劣迹。按照他的统计，青藏高原特有种的野牦牛，这个从前称王称霸一族，在大高原上仅有六七万头了；藏羚羊，大约10万只；藏野驴，7万头左右。这是青藏高原的一份宝贵财产。自80年代野生动物保护法颁布后，这些艰难存活于藏北高原的美丽生命才得以基本保障。

冯祚建还承担着猎获野生动物做标本的任务。他的工作十分忙碌，做动物标本的程序至少有捕猎、剥皮剔骨做标本，哪怕做一个老鼠标本也很繁琐，所以他的帐篷的蜡烛总在午夜后最后一个熄灭。而老鼠的种类如此之多，每一种标本都是多多益善。他解释说，要归纳出一个种的特征，当然是越多越好，就像是说广东人矮，北方人高，但分别从大街上随手抓来一个就未必如此，只有一大群才能说明问题。所以大家见他一天都在捉老鼠。他的工作也很受大家拥戴。那时虽在70年代中期，但科学家们保护野生动物的意识仿佛与生俱来，满地奔跑的野味只当不见。惟一使吃腻了罐头食品压缩干粮的胃口能够大开一下的，是处理冯祚建工作的“下脚料”——野牦牛肉和羚羊肉。

藏北的湖泊王国里，曾经有过大水泱泱的时期，曾经有

过水生陆生和飞翔生物的鼎盛时期。而今湖泊正处于急剧消亡之中，看来依然清澈的湖水其实浓度很高，大都不再适宜生物幸存。可是在一些有外流水注入的湖泊，仍被生物顽强地虽然勉为其难地占据着。昂达尔错乌岛隐藏在羌塘深处，只有当地牧民知道它的存在，经由这次科学发现，世界从此也就知道了。

海拔 4860 米的昂达尔错由东西相通连的两个小湖组成。岸边十数道宽阔的同心圆湖岸线，说明了最早它们同属于一



李明森在昂达尔
错湖畔的五号营地。
背后是藏牦牛。

个大湖。西侧大湖已成盐湖，含盐量达 357 克/升，东侧小湖有小河流入，含盐量仅 2 克/升多一点，属咸水湖，有鱼类生长。湖中央有小小的湖心岛，湖心岛上有飞禽。岛上“居民”棕头鸥、赤麻鸭、斑头雁，分别来自喜马拉雅南麓的印度、尼泊尔、缅甸一带，每年它们长途飞翔，完成两次大迁徙：春季 4 月由南方飞来，在此完成繁衍和哺育后代使命之后，又于秋季合家飞返南方。头顶三条黑色斑纹、一身灰羽的斑头雁，就是青藏高原特有种。随着春季来临，它们成群结队飞



越喜马拉雅，按照旧制，分别栖落在雅鲁藏布之源和羌塘高原湖泽池沼地区，在绝少人迹处度过美好惬意的夏季。正值孵化季节，上百个鸟巢中，幼鸟正在破壳而出，天上地面，一片喧嚣。昂达尔错和藏北的一些湖泊鸟岛，正是候鸟们的北方乐土香巴拉。

中科院湖北水生所鱼类学家陈宜瑜，此刻在昂达尔错撒网捕鱼。几网下去，就是几十尾鱼。这是些高原上特有种的裸鲤、裸裂尻鱼和高原鱼，是高度特化的裂腹鱼类。迄今较为原始的裂腹鱼类还在高原四周较低海拔处生存，随着海拔渐高，它们的生活习性和外部形态开始改变：为适应而演化；海拔越高，特化现象越严重。几年前陈宜瑜和他的同事曹文宣、武云飞一起在藏南考察，沿雅鲁藏布上行，就发现了这一有趣现象。演化特征中最明显的是身体赤裸：高原气候严寒，水温很低，长达半年的越冬蛰居，并在暖季里也为躲避白昼强烈的紫外线辐射而潜入洞穴，导致体鳞的局部乃至全部消失；触须退化：觅食时间如此之短，生活习性随之改变，因为已来不及选择食物，喜欢什么，不喜欢什么，正可谓饥不择食，可怜它们都成为杂食类群，在暖季摄取多多益善的营养，以供漫长的严冬消耗。而用于分辨食物的触须自然就逐渐废退，它的牙齿也相应减少。由此可知它们增长缓慢，是鱼类中的侏儒：几岁的年纪不过1市斤左右。生命活动的降低，也使它们的产卵量降低，不及平原地区的1/10。生存虽属不易，但作为种群能够保存下来已是生命的奇迹——在高原急剧隆升前的千百万年间，它们本属于淡水鱼类的巴亚科，随着大地抬升，环境变化，不适应者纷纷灭绝或逃亡，只有这个属的个别种不断调整改变自己以适应新的恶劣环境，演化为原始的裂腹鱼属。这种演化从此没有停止过，直到高度特化，直到未来恶化的环境再不允许生存。

特化的鱼群是研究高原隆升过程和地理环境变迁的重要

活证据。

湖泊专家范云崎的雅号是“马戏团长”，因为他的“道具”比谁的都多：橡皮艇、各种测深测温测水质的仪器设备，满满装了几大箱。他的工作性质是脱离地面，漂浮在完全不知深浅的水面，因而危险性也最大，同伴们为他有担不完的心。对于他自己来说，每一个未知都意味着一个发现。当后来得知原来双湖就是错尼，错尼就是鱼尾湖时，范云崎迫不及待地在湖中荡起双桨，看一看迷惑了他们许久的湖究竟有些什么特别之处。谁知风大浪大，王队长大喊大叫地让回来，只好返回。对于双湖的考察是在北上昆仑再返双湖时进行的。按照午后起风的经验，那一天范云崎、李炳元、陈百明三人凌晨四时即出发进湖，中午12时结束。这个构造湖果然有神秘之处：最深处为58.7米，是藏北考察中最深的湖；但水温垂直变化却令人生疑：水深35米处温度高达18℃！横穿湖面

1976年，文世宣
在藏北牧区。



的9公里都是如此。百思不得其解，惟一的解释是湖底有热泉存在——时隔一年半后的1978年3月，中科院兰州冰川所再次考察错尼湖，在冰盖上凿洞测温，同样发现了这一重要的湖泊物理现象。其后经湖泊学家、地热专家和盐湖专家共同探讨，结论是，地下水补充了湖泊，当含盐度达5%以上时，促使水温增高——藏北矿化程度高乃至盐湖遍布，仅仅靠淡水的蒸发退缩尚不致如此，更有来自地下的矿物质的因素使然——这一发现对于盐湖的形成研究具有重要意义。

有发现的欢欣鼓舞，也有享有命名权的骄傲。在此次穿越藏北之行中，他为无人区好几个无名之湖命了名，其中有一个叫“四汉湖”。为何叫四汉湖，乃因它为四条汉子所发现——范云崎、李炳元、陈宜瑜、陈百明。

地理学家李炳元被称为“政委”，这一称号一直延用到今天。所谓政委的含义有多重，原则性较强，平时比较严肃是一个方面，或者仅是表象，所指实质则是他乐于助人的热心肠。这是个外冷内热的保温瓶式的人物，在青藏队里有些像不管部部长，业务内外的一应事务他都参与，谁的忙他都帮。更何况他的地貌第四纪专业本来也是一个综合性很强的学科，大家的专业仿佛都与他有关系，又况且他的沉默寡言也事出有因：满口地道的苏南口音着实难懂，即使共事多年的听着也吃力，面对抱怨，他只好少说为佳。藏北行程中，艰苦的生活和气候使他的嘴唇干裂，索性连话都说不出来了。这个典型的江南人，一向对酥油茶敬而远之：实在闻不来那股子膻味。但队友们都劝告说，尝一下吧。硬着头皮喝下去，果然滋润，精神起来。从此后虽说不上格外喜爱，但也习惯了这种味道，方知当地人的传统饮料对于抗缺氧、抗干燥之功效所言不虚。

古生物学家文世宣和植物学家李渤生一道去双湖驻地不远处的热觉茶卡小盐湖沿岸考察。这一天是寻常的一天，太



藏北分队在双湖办事处附近的二叠系煤地层中，发现了大羽羊齿植物群，从而论定在那一时期，羌塘地块与我国华夏古陆为同一植物群——华夏植物群所覆盖。

阳无所用心地普照着荒凉的大地，一丁点儿吉祥的预兆也没有显示。但突然，他们眼睛一亮，在南岸出露的岩层中发现了异样。敲下一块，再敲下一块，石封已久的古植物化石群就这样被暴露在光天化日之下。这是有关距今至少2亿年前的此地植物群落虽死犹生的石化纪录，叶片的形状，叶脉的纹理，连同它们当年所呼吸的阳光与空气的湿热仿佛都扑面而来。它们是我国古生代地层中首次发现的西藏拟卷柏，是新发现的古植物种类中的名叫栉羊齿和单网羊齿的蕨类。它们既不属于南半球冈瓦纳古陆，也不属于北半球安加拉植物群，不属于欧美，甚至也不属于我国北方的华北型华夏植物群，它属于我国南方的华南型植物群。这一发现至少说明了两点，一是显而易见地说明了古地理变迁，荒凉备至的双湖一带在拟卷柏繁茂时代，一如华南地区的暖热湿润，相当于现代热带和亚热带风光；进一步的说明则是有关青藏高原形成史的，大高原并非在同一时间内整体脱离海浸，而是由北向南依次拼接而成；当藏北已成生机盎然的绿色世界，南部喜马拉雅一带还沉睡在蓝色洋底——这已成为今天的常识，



而在70年代的种种推测探索中，类似这样说明问题的发现真是了不起的发现呢！

一路顶风披雪北上，一路充满迭有发现的惊喜。前方有什么，连向导江措时常也说不清楚，所以那些遭遇就带有突发性和随意性。概略的地图上标有“巴毛穷宗”这地方，但巴毛穷宗的真切含义并未从字面上显露。所以当车队离开错尼湖营地，向北行驶差不多一天，驶过一座平地而起的圆桶状平顶山，绕过一座高高如屏风的条形方山之后，就进入了巴毛穷宗——由一群黑色锥状山丛环抱的山间盆地。巴毛穷宗在藏语中是英雄女神之意，在藏北民间传说和格萨尔史诗中，这里是魔女阿达拉姆的领地。她曾在这里射杀野牦牛无数，为的是替被野牛挑死的父亲报仇。死牛堆积成山，千百年来此地散发着腐尸的臭味云云。魔女阿达后来成为英雄格萨尔王的一员骁将并兼众妃之一，但终因杀生无数下了地狱。一部东方史诗据说《格萨尔王传》的最后部分《地狱宗》，讲的就是阿达拉姆如何在地狱中饱受苦难，英雄格萨尔前往营救的故事。

对于这些天方夜谭可以不以为意，行前队员们得到的告诫是这儿地形和情况复杂，有食肉猛兽，也曾为土匪藏身之地，需格外小心。时值傍晚，暮色中的巴毛穷宗怪石林立，阴影重重，神秘莫测中夹杂着恐怖气氛。王队长命令停止前进，子弹上膛，隐蔽待命。由谁前去侦察？江措、李渤生、陈百明挺身愿往。王队长指示，有情况立即撤回，无情况连发三枪。

一个多小时后，寂静山野三声枪响。有惊无险，考察队安营扎寨。

海拔在5000米上下的巴毛穷宗是个准无人区，只偶尔有南部牧民在夏季游牧至此。这一带水草比较丰美，植物种类较之周围地区为多，是因盆地中有泉水流过，加之山群环绕，



巴毛穷宗熔岩
石林一隅，远处为
熔岩方山。

形成了一个适宜生存的小气候。比较丰美的草原就成为野生动物乐园，天上有鸟飞过，拟地鸦、岩鸽、沙百灵；地上有野生动物出没，包括野牦牛、藏羚羊、盘羊和岩羊。小动物中野兔居多，还有多种兔形科的高原鼠兔。生物学家们忙于采集收获，不亦乐乎。搞湖泊的、搞水生物的无所事事，就帮助别人采集动植物标本。

地质地理学家们则在酷似石灰岩地区的喀斯特地貌的黑色玄武岩石林中流连忘返，宛如置身于云南石林。玄武岩层经长久的风吹日晒冰冻胀裂作用，使岩石沿自身的柱状节理分崩离析，千姿百态，怪眉怪眼——形似石笋石芽的，形似石桌石蘑菇的，形似鱼脊、象鼻或人头的，还有层叠堆积如同欧洲古城堡遗迹的——未来真可以将这个远离红尘之地辟为旅游胜地。



不久，地质地理学家们又在营地以西发现了一处死火山遗迹！这座已沉寂了千百万年的死火山，寂寞中仍保持了当年活跃时的基本格局：锥状山体，锥顶中央漏斗状火山口，马蹄形状的缺口凝固了的火山熔岩流溢状，同时凝固了的还有附近地区熔岩造就的平顶山、熔岩台地和平原地貌——人们忽然明白了，营地周围的玄武岩石林也是当年火山喷发的产物！狰狞可怖的尊容显示了当年惊天动地、烈焰蒸腾的余威。有一个人如醉如痴地沉迷其中。那些形状怪异足以产生任何恐怖传说，仿佛随时使人遭遇不测的危山峻岩，在他的眼里都无异于绝美的艺术珍品。他爱不释手地抚摸着那些坚硬的山石，凝视着那死寂多年的生命，仿佛看到当年它们喷涌而出的壮丽场面，仿佛听到当年高原强烈隆起时来自大地深处的轰鸣。他激动万分地读懂了青藏高原这部天书中的这一页，把它写进了地质沧桑的编年史。从巴毛穷宗之后，他一心一意地皈依了火山岩，遍访了青藏高原大部分火山群。只是，它们同样沉寂了多年，而且今后也再难复活了吧——这个人就是岩石学家邓万明。巴毛穷宗之后，在藏北无人区腹地，他们又发现了两处死火山遗迹。

巴毛穷宗典型地代表了地质年代中的地理环境变迁，当人们在营地附近捡到了古人遗落的30多件石器，巴毛穷宗的多学科发现趋于完整。这些来自万年以来的石片，填补了考古人类学在这一地区的空白，说明了冰后期中此地宜人的自然环境——也许只是在最近的3000年新冰期之后，此地气候和环境才不再宜人了吧。

在这支准骑兵部队行军路上的后期，主题忽然改变：寻找双湖。双湖在哪里？测绘队画地图时还没有双湖办事处这一建制呢。班戈人指错了地方，说是在马尔盖茶卡（约基台错），而双湖——错尼（错尼就是“两个湖”——双湖），在地

图上标明的则是“鱼尾湖”。这就引起了混乱，向导江措虽然到过无人区，但也不曾到达过错尼。每天与双湖办事处电台联络，双湖人的指示又是错误：向北——其实应该是向西北。从色哇出发已满一月，按预定时间已超过多日，茫然不知双湖在何方位，无线电波越来越远，口粮和燃料接近告罄，不由得心慌。讨论了再讨论，有说向东走的，有说向西走的，最后几天是全力以赴的寻找。终于，双湖的“发现”者仍是不愧为向导的江措，他和李炳元骑马走出很远，爬上最高的一座山，拿望远镜四处扫描，终于看到了那一小片有人迹的房子，看到了房子上空飘扬的国旗！江措策马飞奔，报告喜讯，全队一片欢呼。王队长即刻命令将所有好吃的全部端上，大吃一通后，王队长身先士卒地早早躺进被窝，酣睡起来——多日的焦虑一下子消解无余。

到达双湖真像一个历史时刻。36天的马背生涯已锻炼出一队好走马、好骑手。人也喜悦马也听话，这一回是排列成整齐的队伍，最前面的一位高举青藏队队旗，浩浩荡荡开进双湖。整个双湖的人倾巢而出——倾巢而出也不过三四十个人，其中还包括在色哇分手，在此地等候已久的青藏队7位驾驶员，他们个个养得白白胖胖；双湖办事处总共才有13顶帐篷和两幢活动板房，因而青藏队一排7辆大车小车就显得格外醒目——就这些人这场面，已使饱经风霜劳顿之苦的科学家们深感繁华到奢侈了。

双湖的热情令人铭心刻骨。双湖人连续两个晚上招待了露天电影《第二个春天》和《侦察兵》。短暂休整后，离开双湖的前一晚，双湖人、青藏队和随行民工们全部参加了联欢晚会，喝茶，唱歌，跳舞，动情地流泪，彼此间依依不舍之情——青藏队明天就要乘车北上，与民工告别，与双湖人说再见。

继续北上，目的地是昆仑山。但雨季里遍地泥沼，挖车



不止，10个小时才前进了30公里，不仅行走甚慢，还特别耗油。这样坚持了10多天，大部队前往昆仑已不可能。在约基台错湖畔的夜晚，大家围坐在牛粪火旁边，听王队长介绍情况：汽油1000公升，刚好从此地返回双湖使用；只能派出两辆北京吉普，12个人前往昆仑——谁去，谁不去？

会场一片寂静。人人心里都明白，在场的每一个人都满心愿往。更明白的是，谁要是争相报名谁就未免显得太自私了。于是大家都选择了默不作声，牛粪篝火之外的黑暗更其寂静。僵持许久，有一个声音打破了寂静：“我表态，我服从支部安排。”——范云崎嘴上这样说，依仗着成竹在胸。没想到王队长闻言大喜，顺水推舟地作了一番“组织安排”：李炳元，李渤生，李明森，文世宣，邓万明……没有范云崎。

希望化成满腔愤懑，范云崎欲哭无泪，一个人躲在小帐篷里写了一篇长长的日记宣泄不满：抱怨支部不公正，平时对自己的赞赏表扬都是假的；抱怨那些生死相依的队友们的虚伪，他们的脑袋是削尖了的；以一种被遗弃感叹息自己的不走运，还有挫折感——现在看来，那时的人多么单纯，而且这种单纯作为青藏队风格的一个方面，保持始终。

第二天，1976年8月9日这一天，幸运的人北上昆仑，不走运的留守等待。北上的人历尽千辛万苦，留守的人焦急不安——明知最近几天不会回来，还是忍不住地从第二天起就开始殷切地向北方遥望，站在地面不见，就爬上车顶张望，拿望远镜看来看去，连他们自己都觉得荒唐。

北上的人们越过红色的可可西里山脉，这山脉实际看来只是一片缓坡：相对高度不过200米，而绝对高度只有5000米左右。越过可可西里山，夜宿波涌错湖畔，这儿地处北纬 $35^{\circ}43'$ ，海拔高度4881米。这一天是盛夏的8月10日，李明森把温度表置于帐篷之外。第二天早上，大家发现毛巾冻得硬梆梆的，李明森拿来温度表一看——好家伙！最低温度

为 -18°C 。与此地同纬度的东部的西安，同一天温度竟然相差 38°C 之多！

继巴毛穷宗之后，这一天在波涌错湖东侧又发现了一处死火山遗迹：波涌错火山区被发现的第二天，在振泉湖畔，又是一处火山地貌。此处已届昆仑山，看来邓万明收获最大，他除了采集玄武岩、安山岩等火山岩标本以外，还把几大块花岗岩搬上了车。花岗岩属于火成岩，是南来的地壳板块向北面俯冲下插之后，在地壳深部重新熔融形成岩浆，然后再沿着俯冲带的裂隙上升冷却结晶，它们是板块碰撞和造山运动的结果。这些花岗岩标本在北京的实验室里，经同位素年龄测定，证实了昆仑山岩带形成于距今两亿年前。

即使无人区深处，气候环境最酷劣的地方，也有紫花针茅招摇，也有伏地而生但根系发达的小灌木生长，而并非从前老外们所认定的“白漠”和“生命禁区”。当年斯文·赫定穿越藏北，只采集到植物51种；此次藏北之行，李渤生采集了植物近3000号，整理下来，有700多种。

古生物学家文世宣一直相信自己的幸运，这一次藏北之行共采集了140多号，总数近3000块的化石标本。原先并无资料的藏北无人区的地层古生物化石资料一下子丰富起来——这条路线中的许多地方，都是当年斯文·赫定走过的，他采集了许多岩石标本，在某些点上圈出了有关古生物的问号，问号的潜台词是应该存在但苦于找不见。审慎的作者在文献发表时只好让古生物记录阙如。就是说，尤其在昆仑山一带以往并无古生物化石发现。而昆仑山的岩石已严重变质，化石真正石化。在昆仑山的两天里，文世宣满山遍野地寻找，真是欲速不达，最后连像自己的姓氏一样文质彬彬、像自己的专业一样沉静古板的文世宣也不禁发起急来，请求大家务必帮忙，帮助敲打任何可能的石头。就这样，当最后一天的工作结束，垂头丧气的文世宣下得山来，突然一个意



外惊喜：奉命行事的一位驾驶员，就在营地附近用工具锤，居然就敲打出一块珍中之珍的化石来，是蜓类，纺锤虫，二叠纪的——后来的考察中，又找到了三叠纪的，距今2亿年！在此之上，已是告别海洋的陆相地层了。如此一来，昆仑山的地质年代终于被确定——经地质学家们后来分析，昆仑山经历了不止一次的造山运动，自5亿年前从原特提斯露出水面，在两三亿年前又重新为浅海所覆盖。文世宣此次在昆仑山所发现的海相化石，正说明了晚近这次的海浸情形。

在外国探险家的笔下，穿越藏北无人区无异于炼狱之行。借用这一比方，那么昆仑之后的藏北分队就已百炼成钢。百炼成钢的这支队伍再次告别双湖后又去了同属于藏北高原的阿里专区的改则和措勤，但无疑轻松得多，不免有一系列奇迹发生。当初7辆车自色哇出发，从尼玛（现属尼玛县一个乡）到双湖用去12天，这段路被驾驶员们戏称为“鬼门关”，“司机俱乐部”；返程中的车也像回家的马一样，再次走过时只用了一天。飞驰的车队掠过了远处伫立的野牦牛，惊逃奔命的藏羚羊。只有藏野驴，藏北野生动物中最为好奇、好事、好胜的一群，只要看见汽车，就欢腾雀跃而来——与汽车赛跑。这是一场友谊赛，车里车外一片欢腾。棕灰色的矫健野驴有着白色的唇吻、肚皮和四蹄，像戴了白口罩、白肚兜，穿了白袜子。飞奔起来全身呈流线型，着实让观众喝彩。这些长跑健将以不下60公里的时速，在头驴的带领下，急起直追，与车队平行，又突然一个提速，在第一辆车前迅疾横过路面，并把得意的眼光和神情投向失败了的对手——凡是乘车到过藏北高原深处的旅人，都有类似令人难忘的经历。

当夜住尼玛区委，人人眼中放光，4个月来他们第一次见到最诱人的东西：青菜，区干部种的小白菜。——区干部执意不收钱，全都拔了送来，眼见他们洗也不洗，像一群羊子大吃大嚼起来——区干部脸上在笑，心里在想，难怪说汉族吃

草。

改则和措勤之后又返回那曲镇。这群勇士尚有余勇可沽，与那曲军分区举行篮球比赛，秀才把兵打得落花流水——以82:40的好成绩。科学家们口气大得很：那曲镇不过就4500米，我们可是从更高处下来的呵。

牧草刚刚返青时进入藏北，离开时草原又一番黄枯，严寒冬季将临。藏北分队羌塘之行总计为3000公里。

返程渐入佳境，路过当雄，就见到了久违的树木；进入拉萨，方知人世如此繁华呵；到了拉萨大本营，最大的享受是洗了一个热水澡。返家的路很长，川藏线上10多天的颠簸之后，在四川雅安城，忽然发现大标语“打倒四人帮”，惊问其故。雅安人奇怪地打量着他们，像看外星人：粉碎四人帮好多天喽，你们咋个不晓得？

可可西里考察中，陷车是常事，队员们常须又拉又推，汽车方肯挪步。





距此次考察14年之后，1990年，一支由国家科委、中国科学院、青海省政府、国家环保局组织的综合科学考察队挺进可可西里。

可可西里地处北羌塘，位于青藏公路以西，唐古拉山与昆仑山之间包括长江源头在内的大片无人区，平均海拔高程5000米以上，面积大约25万平方公里。可可西里是它的蒙语名称，其意为“青色山梁”，为17世纪蒙古人和硕特考察此地时所命名。想来这“青”字并非与绿同义，一定与“铁青”一类有关，与金属般的坚硬和赤裸色调有关。这一最少人类涉足之地长久寂寞，青海人称它**为**“神秘国土”，科学界称它为“青藏高原科学考察最大的空白区”。考察这一地区由守土有责的青海人提请动议，时任国家科委主任的宋健首肯，由中科院和青海地方联手组织。青藏队老将、地植物学家武素功受命出任队长，李炳元、张以、温景春等任副队长。老青藏们再次扬鞭跃马，挥师羌塘。武素功麾下，是12辆北京吉普和8辆解放牌卡车、27个专业的专家连同新闻记者、电视

摄制人员共68位汉子。他的口袋里，不再是西进阿里时的万把元钱，而是合作单位四家凑集的150万元！这笔用来支付为时三个月的可可西里考察全部费用的资金，还不足以购买一辆外国产



队长武素功（左）。

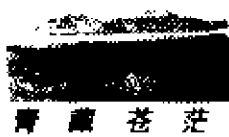
的设施齐全的野外宿营车。

但在武素功看来，比起以往任何一次青藏科考行动，这一次的条件是最好的。且不说物资装备和后勤保障，考察所必需的1:10万地形图已握在手中，还有从卫星遥感图上获知的初步信息：可可西里的晚新生代火山群、大湖泊群、野生动物群、砂金矿、盐类矿产资源等，都已有大致方位可循。更何况，为确保这次考察的顺利进行，1989年由地理学家李炳元率领的小分队已先行一步进行过预察，保险系数增加。第二年大部队出动，轻松一点儿说，就是“按图索骥”了吧。

然而这一“索”的过程却一点儿也不轻松。人为的条件可以改善，但哪怕你武装到了牙齿，你所面对的自然条件并没有改变。你照样得忍受5000米以上的高处严重的高山缺氧，举步维艰倒也罢了，还要不时竭尽全力推挖泥泞中的陷车，每天下午必起的大风沙，夏季高原的酷寒之夜，被雪掩埋了帐篷里普遍的失眠，风雪袭击中常见的极为恐怖的滚地雷……人往高处走，只有到了高处，才体察到生命的存在，生命的脆弱；才感觉到心脏和肺的存在，还有呼吸。考察队里10多位50岁以上的老专家，大都是曾辗转青藏各地的老队员，有着长期的高海拔地区野外工作经验，但是仍有几位一度倒下：土壤学家顾国安急性高山反应，高烧不退，考虑到土壤学专业仅有自己一人，坚持不离前线；水生物学家武云飞感冒引起肺水肿，被强行送回时他发火了；冻土学家李树德昏倒了，被送往格尔木，半个月后，他又从格尔木搭便车返回，重上战场。

被形容为“一去二三里，推车四五回”的经历，集中在前往长江源头格拉丹冬的途中。风雪交加中，冰结的路面已经消融，沼泽遍布，大地绵软。行路之难，莫过于此。为此，格拉丹冬西侧纵深处终于未能到达，西进小分队中途被迫撤回——号称“冒险家”的武素功牢记宋健同志指示：确保安全，





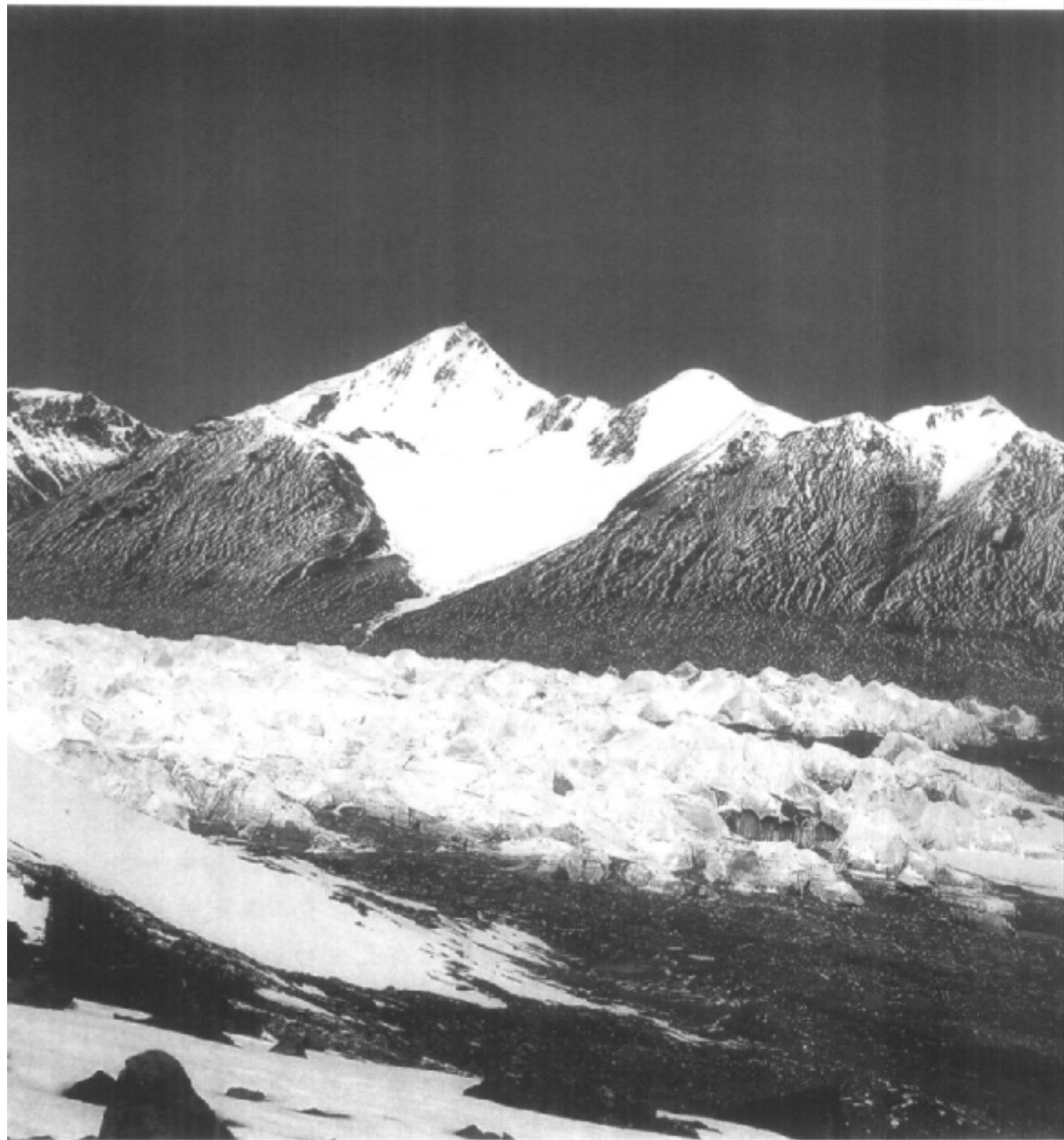
万无一失。他自己是个勇敢无畏的人，但作为一队之长，面临被风雪泥泞所困的危险，他要在全队的生命和事业负责。

考察队在格拉丹冬东侧安营扎寨。格拉丹冬，意谓高高尖尖的山。无愧于大江之源，高达6620米的格拉丹冬壮丽威严，以它的圣洁之白，为50多条山岳冰川所簇拥，冰塔林千姿百态，银光闪耀，不息的冰川融水昼夜喧响，长江从这里出发，冰清玉洁的雪山之水横贯中国，6380公里行程东流入海，沿途它汇集了各路水流，日渐浩荡。与北方同源于青藏高原腹的黄河一起，千万年来养育着中华民族的生命和文明。格拉丹冬值得敬畏，值得历尽艰辛去探询。

年轻的李世杰博士大喘着气，在冰雪面上迈着重“太空步”。他攀援过距主峰格拉丹冬最近的6条冰川，观察和测量，再核对70年代所拍摄的航片和绘制的地形图，发现这些冰川的末端已退后了150米。显然这是80年代以来全球变暖所致。除此，在冰川消融地段，他还发现了死冰——无源、独立、不活动的冰块和冰川作用的冰碛物分布很广。后来李世杰成为国家“攀登”计划青藏项目中湖泊专题负责人，参与对青藏、对全球变化的研究，这些野外考察过程中的感性认识和第一手资料，对他的研究工作大有裨益。

可可西里考察总行程为12.5万公里，考察面积为7万平方公里。近100天的考察中的收获鼓舞人心。突破性的进展首先体现在对于第三条缝合线的发现，即对古特提斯北部边界的确认方面。此前对于古特提斯海洋的南界已有了较为一致的意见，而对于它的北界，我国著名地质学家黄汲清曾提出极有可能经过可可西里山脉南缘。这条蛇绿岩带东侧在金沙江，80年代初潘裕生曾循迹向西把它延伸到青海的玉树地区；但它的西部边界在哪里呢？中英联合考察队曾一直追索到可可西里，遥远地望见一线绿色时，不幸甘塞尔老先生骑马摔伤了腰，只好中途折返。因此这第三条缝合线的西侧简

长江源头格拉丹冬主峰。





直不知该怎样落笔。为此潘裕生特地向可可西里考察队的地质专家们作了交代，寻找并完善这条缝合线。

这件事就成了此番考察中地质学家张以鼎、边千韬和郑祥身的最大愿望。他们率领地质小组沿可可西里腹地的西金乌兰湖断裂带寻找，终于发现了西起还东河、东至移山湖一线约60公里地段的具堆晶结构的辉长岩块体和深海硅质岩、泥质岩的混杂堆积；在移山湖以西15公里处，发现了一个较为完整的蛇绿岩剖面。发现这一1.5亿年前古特提斯洋壳残余部分的意义，首先在于确切地认定了这一古海洋的北界，为可可西里地区乃至青藏高原构造分区和构造演化提供了直接的证据，使大地构造学家在青藏高原构造图上肯定地画出了第三条缝合带：西金乌兰湖—金沙江缝合带。其后这条缝合带的两端继续延伸，向西大体沿喀喇昆仑北麓进入帕米尔，向东则经苍山西坡、哀牢山南麓进入越南，大致经红河直插南海，仅在我国境内就长达3000公里。

古生物学家也为古特提斯的存亡经历提供了确切的年代证据。古生物学家沙金庚博士，留学英国两年整，一朝回国即刻奔向可可西里。绅士风度顷刻间荡然无存。比之风景如画的英国海岸岛屿考察，可以想见的是此地之相差凡几；不过从专业发现看来，一切舒适惬意之地又焉能比得过我们的荒原！在当年古特提斯经过的地方，沙博士一举获得了从石炭纪至第四纪跨度为3亿多年的各纪地层中几乎所有代表性化石，除第四纪孢粉外，化石类包括156属283种。其中一些尚属新发现的属和种；尤其是，早石炭纪至早二叠纪的深水相放射虫动物群和晚二叠纪碳酸岩相有孔虫动物群，是青藏高原其他地方已经缺失的。而侏罗纪以来上亿年间这一地区皆为非海相沉积——它们提供着一部可可西里在古构造、古生态和沉积环境方面的编年史，曾经散落过，现在重新被装订到一起。沙金庚博士由此建立起可可西里地区大洋—浅海

—陆相亚洲型生物序列和地层层序，恢复了一部古地理演化史。

国外依据卫星图片显示的迹象，曾报道过可可西里地区于1973年火山爆发。地质工作者的另一项任务是核实这一消息。这一地区虽有多处火山群遗存，但都已死寂上千万年，不可能存在活火山。郑祥身冥思苦想，不得其解：卫片上显示的究竟是怎样的一种现象呢？

在可可西里北端，位于青海—新疆交界处的海拔6860米的布喀达坂峰（新青峰），是青海境内最高峰；新青峰下的太

布喀达坂峰——
青海第一峰。





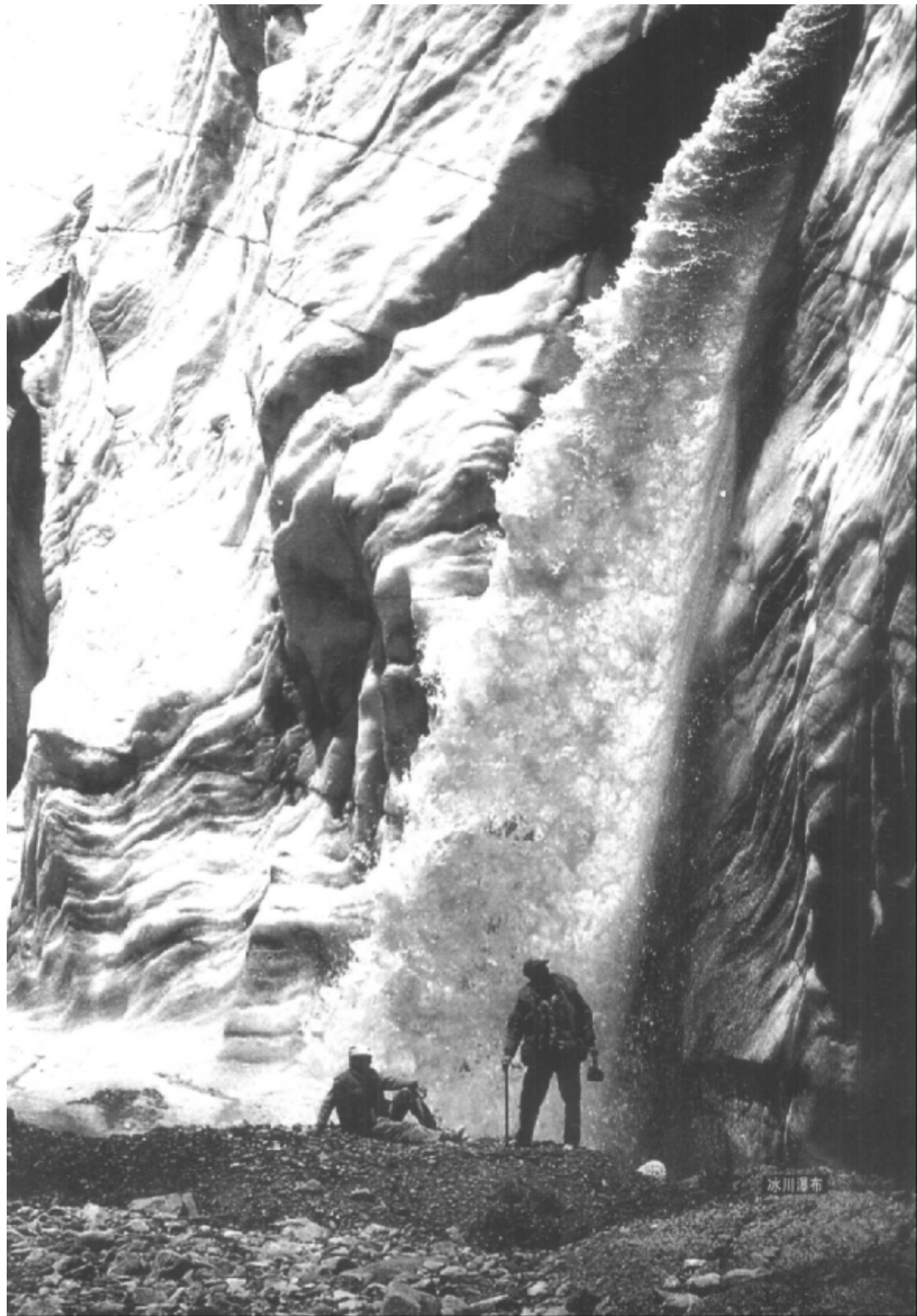
阳湖，是青海境内最深的湖。布喀达坂冰川垂挂如练；美丽的太阳湖碧波荡漾。70年代初进行的航测，在1:10万航测地形图上准确地描绘了雪山蓝湖的位置。但是，地形图上并未见冰川前超过1000平方米的大型温泉群。前一年的预察中，李炳元意外地发现了它，将它命名为“新青温泉”。由于毫无准备，他随身携带的温度计刻度仅有50℃，不足以测量沸泉温度。这一次，考察队又一次来到热浪翻滚的热田边，测得高温为91℃，竟然高出当地沸点10℃之多！

温度如此之高，热田如此之大，想来地下定有丰富的高能热储之源。注意到热田内的砾石风化轻微，泉华堆积仅有几厘米厚度，郑祥身忽然想到：这个年轻的热泉在它冲出地表最初喷涌之时，一定呈水热大爆炸形式，卫星图片记录了这一惊天动地的场面，该不是被误读为火山爆发吧！看来这还是个谜团。

另一个谜团也在地质小组考察范围之内。一年半之前的1988年，唐古拉一带发生大地震，但因宏观震中位置模糊而使地震研究人员难以确定有关参数。6月24日，在唐古拉以北的荒原上陡然发现了震中所在——一条东西长约8公里、宽约1.5米、经自然填埋后深度仍大于1米的大裂缝。地震工作者叶健青仔细地观察这条地震破裂形变带，认为只有7级以上的大地震才能造成这样的地裂。

——新近出现的温泉群，不时发生的大地震，作为可可西里地区地壳最新活动的标志，在地质构造、第四纪新构造活动研究方面具有重要意义。

在古环境方面有争议许久的一个问题：第四纪冰期中青藏高原是否有大冰盖覆盖。本世纪初外国科学家就是一个肯定的说法。本世纪50年代，旧调重弹，从此地学界掀起了一场有关青藏高原有无统一大冰盖的争论，连同东、西西伯利亚两地是否也存在大冰盖问题一并成为数十年来国际地学界



冰川瀑布

所热切关注的重要论题。在西藏及藏北考察中，第四纪地貌学家李炳元就注意考察冰碛物，得出了否定的意见；此次可可西里考察，又在关注之列。冰川学家李世杰、李树德走遍可可西里，除在格拉丹冬、乌兰乌拉、岗扎日、马兰山和新青峰山周围有冰碛物发现、仅占考察面积的2%外，其余均不见；而较大的湖盆一般都属于构造成因而非冰川侵蚀；同时发现的还有，末次冰期遗留冰缘地貌、更早些的火山地貌及第三系泥灰岩保存完好，没有被冰盖覆盖的痕迹。据此可以推断，第四纪以来，可可西里地区只发育过分散的山地冰川，不存在大冰盖。可可西里考察之后，在90年代最后完成了对于喀喇昆仑地区的考察研究，在这一问题上，中国地理学家、冰川学家达成一致，纷纷发表文章。李炳元与李吉均等合作主编了第一幅“青藏高原第四纪冰川遗迹分布图”，从整体上阐明了青藏高原第四纪冰川的类型、规模、性质、演化历史和高原隆起的关系，再次证实“第四纪冰期中青藏高原发育连续大冰盖”的观点是错误的。从此而后，国际地学界似乎不再讨论这一问题了。

外号“老旱獭”的土壤学家顾国安，共采集了350个土壤样品，每一样品都需挖深1米，就因他一天到晚掘地三尺，挖土不止，队员们就为他取了这样一个极形象的外号。就这样，可可西里的新发现有龟裂土、碱土、盐土和风沙土四个土类。

荣获“鼠兔”尊名的是气象工作者张琳。他的工作格外辛苦之处是每昼夜观测记录30多次，总在固定时间里窜进窜出小帐篷，恰似鼠兔生活习性——不时跑出来啃上几口又钻回洞穴。就这样，近百日的可可西里气候情况被首次记录在案。

“亲王”依然是“亲王”，尽管考察结束时冯祚建整整瘦了12公斤，已经瘦得脱了形，他想这样也好，减肥。但回到京城不到一月，迅速回升了5公斤；再不久，全面复辟。12公斤的代价，是获得了可可西里野生动物资源的翔实资料，



张学忠在野外
现场整理标本。

为建立“可可西里自然保护区”立下了汗马功劳。1997年11月，可可西里被列为国家级自然保护区。

“冒险家”不再具有匹夫之勇的含意。武素功成功地指挥了可可西里考察，在他的地植物学方面也完成得很出色。可可西里的高寒生态系统不仅在青藏高原具有代表性，即使在世界高山高原环境也可称之为代表性生态系统。在对高寒环境生物区系系统考察的结果，共发现新类群有76个，其中植物新种8个；另外还有昆虫新属2个、新种55个。昆虫新种中有一种皮蝇，被昆虫学家们命名为“武氏皮蝇”，以永远铭记他们的队长，永远铭记可可西里。

可可西里的草地资源、动物资源、盐湖资源、旅游资源之外，对于可可西里金矿资源的调查也卓有成效，这是对青海地方最为现实的贡献。可可西里北部已发现丰富的砂金资源，但一直未发现原生金。此次考察发现了一块含原生金的石英斑岩，以此提供了今后寻找原生金的信息；同时发现可可西里湖泊水体中金的富集现象更为值得进一步研究。



可可西里地处北羌塘，方圆25万平方公里，青藏高原深处的大荒地，一直被认为是无人区——绝对无人区。但是奇迹出现了——7月的一天，一队考察队员来到乌兰乌拉湖畔，那里海拔5000多米，人们大喘着气，动作迟缓地从事着例行的考察。望远镜里出现一个黑点，“是野牦牛”，大家说。但那野牛一动不动。待走到接近的距离，愕然发现那居然是一顶黑色牦牛毛编织的帐篷！听见人声，帐内走出了一老一少两位藏族妇女和两个男孩。两类人群在根本不可能有人类存在的荒野中相逢了。更使人们愕然的是，只见那老妇向少妇示意，然后双双行起跪拜大礼，以等身长头迎向这群身穿红色鸭绒衣的“天外来客”。毫无思想准备的考察队员大异，张口结舌，手足无措，不知谁先带头，全体人员以现代方式鼓起掌来——一切都这样莫名其妙。

随后便是关切的询问，但是语言难通——考察队青海藏族的话对方听不懂，反之也是。艰难交谈一番，大致弄清了这户牧民是好几年前从西藏安多来的，据说乌兰乌拉湖畔还有从西藏来的另外两户——整个可可西里荒原上仅有、居然有三户人家！

真是难以置信，要不是亲眼所见，考察队员们无论怎样都不会相信可可西里荒原上还会有人类生存。这是超越极限的生存。在西藏，也有海拔5000米处的最高居民点，南部长江源地区也久为西藏牧民的传统牧场，但纬度偏南，且一定有一些特别的小气候环境因素，但这儿……真令人感慨万端。

与以往考察有所不同的是，这一次随行的电视工作者同时拍摄了一部《神秘的国土》专题片；随行的摄影记者“唐老鸭”和杜泽泉拍下大量图片，随行的新华社西宁分社记者党周将考察见闻和成果随时地、连篇累牍地播发，考察队在遥远的可可西里的活动进程，同时被世界一览无余，包括与

荒原深处藏族牧民的邂逅也见诸报道，一并让世界惊讶。

由武素功、李炳元等执笔的《建立可可西里自然保护区的可行性论证报告》被呈送决策部门。这也是本次考察活动的重要任务和成果之一。报告中列举了建立面积为8.3万平方公里的可可西里自然保护区的意义和价值：独特而典型的高寒草原生态系统、丰富的珍稀特有物种，多种多样的自然类型、原始的生态环境及科学和生产实践上的价值等。提出保护区性质应为保护、旅游与科研相结合、具多重价值的综合性保护区。这一提案被国务院批准，1997年，可可西里自然保护区被列入国家级自然保护区。

可可西里自80年代末始为国人所知，90年代强化了对这一地区的概念，是因本次的科学考察。但除了以上我们已知的这几部分人的进入之外，还有一种罪恶的进入，那就是偷猎者。国际黑市昂贵的羚羊绒价格的利益驱动，诱惑着一批批见利忘义者冒死进入这一地区，每年猎取大量羚羊皮张偷运出境，牟取暴利——羚羊绒贵过黄金。其绒制品既轻又软，一条披肩可从一枚戒指中间穿过，故而被称之为“戒指披肩”。它出自克什米尔的传统工艺，“开司米”。据说100多年前的东印度公司发现了它并传入欧洲，拿破仑曾订制过40件，作为礼物送给情人约瑟芬。最近的一二十年间，国际黑市再度流行，一条戒指披肩售价1.7万美元。作为原材料的羚羊绒，在国外的售价是每斤7万元人民币，每只羚羊可产100克绒。如此之高的利润使加工者，销售者乃至偷猎者都疯狂了，这就是有关国际组织屡禁不止的原因。前些年，疯狂的偷猎者明火执杖地驾车驶往可可西里，大肆猎杀国家一类保护动物藏羚羊。面对这一犯罪行为，野生动物保护意识已经觉醒的青海治多县上下无法沉默，有一个人挺身而出。1992年，在治多县委副书记索南达杰的提议下，成立了由他亲自领导的、旨在制止非法淘金和偷猎现象的治多县西部工作委





员会，县政府出资2万元予以扶持。西部工委从此踏上了可可西里的风雪之途，一年内12次进入，多次与非法偷猎者交火，当年即抓获偷猎者20人，缴获汽车7辆。索南达杰，这位保卫可可西里的先驱者，可可西里藏羚羊之国的守护神，在他独自面对一群歹徒时，牺牲在丧心病狂的偷猎者枪口下。人们发现他时，可可西里的严寒已经把他冰冻成不朽的雕像；在他身边，是偷猎者仓惶出逃时未及带走的1300多张羚羊皮……这是1994年1月18日。

索南达杰之死，在治多县，在青海省，在全中国，引发了巨大而剧烈的反响，激起了连锁效应。他的妹夫、玉树州法制工委副主任扎巴多杰毅然接过索南达杰未竟的事业，全县青年纷纷报名参加“西部野牦牛队”，在扎巴多杰的带领下奔赴可可西里。从1995年9月到1996年11月的两年间，共破获盗猎案43起，抓获盗猎分子188人，缴获枪支42支，子弹8万余发，车辆39台，2805张羚羊皮。野牦牛队威震西部，近一年来偷猎者几乎绝迹。1996年，索南达杰生前为之奔波的可可西里保护站在昆仑山脚下建立，可以有效地阻止非法者进入无人区。

以上事迹见诸《北京青年报》1998年2月26日该报记者杨晓光文。这一天该报硕大的黑体字通栏标题为《保卫可可西里》。正是由于宣传媒介：报刊杂志、电视广播的大量报道，一大批具有良知和献身精神的文字与摄影记者、探险家们的关注和参与，使可可西里乃至青藏高原的野生动物保护、生态保护观念深入人心。与科学家们一道，建构起多姿多彩的青藏事业宏伟建筑，竖起一座又一座丰碑。就这一意义上说来，可可西里的故事没有完结，青藏高原的故事还在继续。

第 7 章

横断山，横断山

确定横断山脉范围——“冒险家”武素功
穿越独龙江流域原始森林无人区——动物考
察奇遇系列——白马雪山垂直气候越冬观测
三年——寻找金沙江和怒江缝合带，恢复横
断山脉地质演化史——横断山脉主峰贡嘎山
冰川考察——从海螺沟旅游开发到应用研究
课题——铭记为青藏研究事业捐躯的人们

从成都往拉萨。当机翼穿云破雾而出，当笼罩在四川盆地上方的云雾从眼底消失，凭高望远，大地如同沙盘，举托着群山蜂拥而至。在缩微了的景观里，但见万山攒动，峰岭相连，冰雪披沥而下，那银白如棉如绸，给刚硬的山峦覆被





上可人的柔和。面向这山族的盛大依仗，使初次见到它的那一双双眼睛流露出欣喜惊异的光芒。即使不是初次进藏的人们，也忍不住频频透过舷窗张望，让曾经被震荡过的心海再一次掀起涟漪。

1300公里航程，约有一半飞经横断山区上空。往西，经过大峡谷地区的过渡，是喜马拉雅，是冈底斯。而在全世界山族中，横断山脉是最为独特的。独特在于它纵向分布的走向：青藏高原内部数列大型超大型山脉沿纬度带绵亘2000多公里之后，在这里几乎呈直角突然被拧转为南北走向；转向的同时山脉之间的空间距离也被压缩，在藏东南滇西北不过60公里的宽度中，可以容纳三列山脉和三条大江比肩而行——所以我们能够在空中俯瞰到高密度的山阵，相对狭窄的空间造成了横断山区的山高谷深——群山高耸，河谷深切，如此大面积的高山峡谷地区堪为绝无仅有，举世无双。

由于横断山格外特殊的地质地貌以及它格外丰富的生物资源，早在19世纪末期以来，就不时地吸引着西方的科学家和探险家光顾此地。“横断山”概念最早出现在北京大学前身京师大学堂《中国地理讲义》中：“……迤南为岷山、为雪岭、为云岭，皆成自北而南之山脉，是谓横断山脉。”但对确切范围未曾论及。长期以来，对于跨越藏、青、川、滇、甘五省区的横断山脉划界众说纷纭，依次有“三脉说”，“四脉说”，“五脉说”，“六脉说”到“七脉说”（三山夹二江、四山夹三江，依此类推），这是东西界；南北界起迄位置也同样存在有关界限讨论，特别是与云贵高原颠连一气，缺乏哪怕不很明显的标志。

横断山区宏观地理确切概念的提出，也是青藏队此次综合科学考察内容之一。大部队出动前一年，1980年，孙鸿烈带队先行一步，进入横断山跑面预察，为来年多学科考察选点。地理学家李炳元的预察任务即是确认划定横断山区范围。



云南迪庆附近的横断山景观。

根据地质构造和地貌状况，李炳元基本认可了“七脉说”——自东而西为岷山（岷江）、邛崃山（大渡河）、大雪山即贡嘎山（雅砻江）、云岭—沙鲁里山（金沙江）、宁静山即芒康山（澜沧江）、他念他翁山（怒江）、伯舒拉岭—高黎贡山。以行政区划表现，横断山区东界在四川文县—灌县—泸定—盐源一线以西；西界在西藏类乌齐—察隅—云南腾冲以东；北界





青 藏 苍 茫

在青海囊谦—色达—玛曲—南坪附近，以南则截止在云南龙陵—南涧—下关—丽江—盐源一带，囊括了滇西北的怒江州和迪庆州全部，大理州、丽江州和保山地区局部，川西阿坝州和甘孜州近于全部和凉山州，雅安地区小部，藏东昌都大部及甘、青很少部分。横断山区总面积为36.6万平方公里，其中92.3%属于青藏高原。至于青藏与云贵两高原之间的划界，大致以点苍山与洱海为界，主要依据为地貌特征、相对高度，若按地质构造，包括滇西山地在内的整个横断山区，全部为青藏高原几条巨大山系转弯东南的尾间余脉，大约因为考虑到海拔高度和习惯认识因素，才没有把它作为青藏部分。

不仅横断山脉，连同青藏高原边界轮廓，我们今天所知的250万平方公里的高原面积，也都是自然地理学家李炳元教授在走遍青藏之后，在反复斟酌之后，大笔一挥勾勒的。

预察第二年，青藏队挥师横断山。这是继西藏大地走遍后青藏队的第二次大行动，为时5年。从1981年开始的3年野外中，青藏队共出动中科院地学、生物等有关研究所、北大、兰大等高校和地方生产部门共250多人，涉及40多个分支学科。队长孙鸿烈部署过考察工作并进行过预察之后，做访问学者去了美国；这一阶段实际就由森林、生态学家李文华做了队长，章铭陶、韩裕丰和王震寰任副队长，谭福安任业务秘书。考察重点在川西和滇西北，涉及藏东一带；考虑到行政区划的完整性，在云南一些地区约略超出了青藏高原范围。

横断山脉是青藏高原的东部延伸，在地质构造上处于南亚大陆与欧亚大陆镶嵌交接带的东翼，是中国东部的太平洋带与西部的古地中海（特提斯）带间的过渡地带。当印度板块由南方俯冲而来，青藏高原难以随之向北推进，因为北方有华北地体和塔里木地体铁壁铜墙的坚固防线，它被迫向上

生长的同时也向两端流逸，但东方又有扬子地块阻挡，横断山脉因此改向；由于印度板块以年速5厘米的速度北上，一刻也不曾停止，这一连接地带就集中突出了地球内部运动的矛盾，不仅地质构造复杂，三四百万年来的新构造运动也格外活跃。地质复杂，地貌也复杂。碰撞推挤的板块在此间形成的山势高峻，峡谷深切，巨大的落差使江河奔腾而下。三江（金沙江、澜沧江、怒江）峡谷作为仅次于雅鲁藏布大峡谷的第二大水汽通道，为横断山区带来了丰沛的虽然不够均衡的降水，令横断山区植物丰富多彩，堪称生物避难所、生物多样性宝库，并为重要的生物起源及分化中心之一。总而言之，横断山区是研究地学生物学并解决许多重大理论问题的关键地区。

对于三江水汽通道的考察，是大气物理学家高登义率队进行的。虽说累计雅鲁藏布大峡谷之外所有沿喜马拉雅、沿横断山脉的山口所输送的水汽总量相加，也比不过一个大峡谷，但三江水汽通道仍是重要的。这些水汽通道以西南季风为输送动力，将来自太平洋和孟加拉湾的湿润气流向东北引领，在高原内部一直作用到念青唐古拉山脉南麓，向东北，则可达经度 100° 处。威力与影响所及，1983年7月末在陕南川北的特大暴雨，就是这一水汽通道与某些因素相遇所造成。

位于太平洋和印度洋两大季风系统间的横断山区则是水汽通道的直接作用区。丰富多彩的气候，高差悬殊的地貌，使植被生物呈现五光十色，欣欣向荣。动植物多种区系在这里交汇共生，又因古地理气候环境变迁而重新分化，并富含古老和孑遗物种“活化石”，是中国弥足珍贵的物种基因库。丰富的植被类型既集中在垂直自然地带，又使全区由高及低、从理塘高原向南过渡到滇中高原呈现水平地带变化。

青藏队一直负责植物区系调查的植物学家武素功，在横断山考察中完成了一项壮举：穿越独龙江原始森林无人区。





青 藏 苍 茫



生物组考察队员
在整理当天采到的植
物标本。(左为武素功)。

独龙江流域考察的确具有冒险性质，从滇西北到藏东南那一带不仅历来的科学家没能走通，就连当地百姓也没有走过。这是一个纯粹科学空白地区，几乎走遍云南和西藏的武素功抑制不住一去的强烈愿望，反复向队长孙鸿烈宣讲此行意义：填补空白之外，重要的还有此地植被类型如何丰富，对于研究植物演化问题、植物迁移通道问题的重要意义等等。说得孙鸿烈心动，就支持了他，并拨给他3万元经费——1982年7月中旬，武素功带领植物考察8人小分队，从云南贡山县出发，沿着前不久才修好的骡马驿道，翻越高黎贡山（在西藏称其为伯舒拉岭）。走过有人区历时20多天，走过无人区又历时10多天，沿途走过了独龙族、怒族、傈僳族聚居地，走过了山地热带、亚热带和温带，到达终点——西藏察隅的日东。

这是武素功专业考察中值得自豪的一段经历。在未经人类扰动的原始丛林里，你将会看到什么呢？武素功说，如果云南是植物王国的话，这儿就是王国中的王宫了。在高黎贡

山的森林里，他测量了一株珍贵植物秀杉，高达119米；在中缅边境线钦郎当的热带丛林中，他统计了一株大树上的附生植物达24种之多；在无人区的云冷杉林中，他看到一片新鲜的生命：树高在30米以上，胸径在1.5米左右，但林中少见腐朽之木，树干上少有寄生菌类，说明这片森林正值盛年。一路亲手采集了几千号高等低等植物标本，其中多有新种发现。

这也是横断山考察中最为艰辛的一段经历。一路山高水低，一路藤树缠绕，一路毒蛇猛兽，一路险象丛生。5位民工手持大砍刀，一路逢山开道，遇水架桥。喜欢文学的武素功文绉绉地念起了南宋诗人杨万里的名作：“莫言过岭便无难，赚得行人错喜欢。正入万山圈子里，一山放出一山拦。”他觉得这诗正是当下情境的写照。这一年，武素功已年近50，依仗着多年出野外身体素质还好，日常的行走和考察还算应付得了，但当攀援着藤条从绝壁上悬垂而下时，不免觉得有些力不从心。还有一次过河，当民工砍下一棵大树搭成独木桥，武素功小心翼翼走过桥面时，平衡没能掌握好，一屁股坐在桥上了。桥下的澎湃激流令人眼晕，冒险家也出了一身冷汗：幸亏……不然……这样的独木桥不知走过多少，这样的“好险”也发生过多起，多亏了“幸亏”，不然我们今天就听不到冒险家笑谈当年了。

正因为无人区的艰辛备至，所以当他们翻过一座3700米的垭口，一眼望到几堆新鲜牛粪时，这群一个多月来栉风沐雨风餐露宿的人们居然欣喜若狂：在一路的发现中，牛粪当属最为亲切的发现。果然，他们不但看到了牛，还看到了远远的炊烟和原木搭成的房屋，喝上了热情的藏族人捧来的热腾腾的酥油茶，而日东的边防连队已派人在此迎候了两天。第二天到达终点站——日东。部队设宴款待，一向不喜喝酒的武素功这一次开怀畅饮，大醉酩酊。





青 藏 苍 茫

横断山区一向被认为是动物的避难所、博物馆和物种分化中心，一些原始动物在适应横断山复杂多样的自然环境的漫长过程中，演化成新种。几年的考察中，中科院北京动物所和昆明动物所兵分两路，来自北京的专家们为北路，工作在川西一带，来自昆明的专家们为南路，工作范围在滇西北。在所有学科中，动物考察一向是最生动有趣的，虽然也危险，也艰苦。在横断山区进行更是如此。

与上次的藏北高原动物考察犹如天壤之别，不仅是自然环境不同，考察对象面貌也迥异。动物“亲王”冯祚建这次置身于森林动物王国，在湛绿幽深的山林背景中，珍禽异兽向他展开了五彩缤纷的画卷。山道上一路行来，但见满山遍野怒放的花朵熙熙攘攘，蜂飞蝶舞；灌丛中出没着各种美丽的雉类，成群结队，叽叽咕咕；天上飞翔的禽类发出悦耳的鸣唱。待到深入林中，红腹松鼠、长吻松鼠和花鼠们在树枝间跳跃穿梭，看见闯进他们领地的生人，好奇地盯望片刻，然后一溜烟地跑开。大森林让人心旷神怡。

野生动物考察不光是猎获标本，重要一项是就近观察动物生活习性。冯祚建接近过机警的矮岩羊，这种矮岩羊别处未见，似乎只在金沙江中游谷地生存；打埋伏偷窥水鹿如何觅食，如何舔食水坑中的盐渍。水鹿这种热带亚热带森林动物是亚洲特产。另一特产，食肉目浣熊科动物在亚洲的惟一代表是小熊猫，全世界共有8属18种，其中7属17种分布在美洲，只有我们的小熊猫生活在亚洲南部。小熊猫很可爱，冯祚建望见大树枝杈上一只小熊猫正在午休，全身放松，后肢下垂，懒洋洋的样子。它其实是假寐，闭目养神罢了，不时还要站起来伸个懒腰，打个哈欠，动作表情酷似家猫。和同伴们从中午一直观察到黄昏，才见小熊猫从容不迫地下得树来，走到箭竹丛旁边，取食竹笋和竹叶，细细咀嚼，又不时

擦揉脸面。看着它走走停停吃吃，一直走出视线之外。当地村民索性活捉来一只小熊猫，送给专家们。大家每天拿馒头、水果、蔬菜、奶糖和鸟肉喂它，它乖乖地什么都吃，从不挑食。一周时间养得肥肥胖胖，离开这个村时才把它放归山林。

充满生机的山林里有一条长长的生物链—食物链，一应生命各有其生存之道。在滇西北考察的昆明动物所专家韩联宪，就观察到一些奇妙生动的生活方式，弱肉强食的生死之搏。在高黎贡山，他看到一种叫做“织布鸟”的鸟儿，从采集苇叶备料到编织成巢的全过程。它们的巢精美如艺术品，真是巧夺“人工”。在怒江东风吊桥侧畔，韩联宪用望远镜观察一种叫蜂虎的小鸟。教科书上说，这种佛法僧目蜂虎科鸟类嗜吃蜜蜂，所以叫蜂虎。这一次观察者可是大开眼界，了解了蜂虎捕食蜜蜂的全过程：翠绿色的蜂虎们在天空飞翔，

冯祚建 1988
年8月在喀喇昆仑
—昆仑山地区。





青 藏 苍 茫

那飞翔的姿势与燕子没有多大不同。一只枯树上的蜂虎，突然展翅冲上天空，闪电般咬住一只昆虫，然后又飞落枯树上。韩联宪连忙举起望远镜，看到受难者是只蜜蜂。蜂虎正用长而弯曲的尖喙咬住俘虏的细腰，将其头部向树干上猛撞几下，然后换一个位置，咬住对方腹部，用力在树干上磨蹭，看来是为摘除蜜蜂尾部毒针。最后，再一次衔起腰部，把人家的脑袋又撞上树干。确信蜜蜂死亡后，操作的最后程序——吞服。

最惊险也最戏剧化的遭遇，是与眼镜王蛇的对峙。眼镜王蛇性情凶猛，巨毒无比，行动迅速，俗称“过山风”。尤其与其它毒蛇不同的是，它对人往往采取主动进攻方式，是最为可怕的爬行动物。也还是在高黎贡山的山道上，韩联宪一行考察队员与一条茶杯粗的眼镜王蛇猝然相遇。那蛇浑身布满淡白色横纹，扁平的颈部有醒目的“人”字形花纹。此刻它高昂着脑袋，充满挑衅的目光紧盯着人群。糟糕的是大家全无防备，一个个赤手空拳。当地向导见势不妙，即刻就近捡来一根木棍，准备大战一场。但奇怪的是，那毒蛇不仅没有发动攻势，对峙不久连脑袋也颓然垂下。机不可失，向导立即用木棍摀住蛇头，大家一动手，就把它给活捉了。一面行动，一面满心的疑惑，到底是怎么一回事呢？细心的韩联宪此时发现了问题。他看到蛇嘴里有东西，定睛一看，是条蛇尾巴！这位韩先生马上抓住蛇尾巴使劲往外拉，居然就从蛇口里拉出了一条完整的蛇！那是条黑底黄斑的王锦蛇，已经窒息而死。令人惊异的事还没完呢，已死的蛇嘴中露出两只鸟爪子。赶紧用手术刀给王锦蛇开膛破肚，刚刚吞进的小鸟还完好无损呢，是只红喉山鹧鸪。至此，大家方才恍然大悟，怪不得可以如此轻易脱险呢，原来是眼镜王蛇贪吃过度，差一点儿撑死，丧失了进攻能力啊。经测量称重：眼镜王蛇身长3米，体重6公斤；腹中王锦蛇长2.04米，体重2.1公斤；

王锦蛇腹中山鹧鸪重达400克。不是亲眼所见，说一条6公斤的蛇可以同时吞下2.1公斤的蛇和0.4公斤的鸟，就连专家们也难以置信。

亚洲南部纬度最低的玉龙、哈巴、白马、梅里等大雪山集中在横断山区云南西北部一带。南上北下的气流在此相遇，造成大面积降雪。山顶终年白雪皑皑，雪线以下森林茂密，飞瀑流泉，历来是令人神往的登山旅游胜地。白马雪山垭口大雪封山的日子每年最长可达195天。这个数据来自白马雪山定点观测站的记录。雪封期间，这个观测点与世隔绝，4位藏、汉族年轻观测员在这里坚守岗位。

横断山区的“立体气候”早已是举世闻名，从前的中外科学家探险者大都形象描述过这一特征，但定点观测的工作此前却从未有人搞过。李文华非常重视长期连续的定点观测数据，1981年他和农业气候学家张谊光一道跑面选点，最后确定在植被垂直带分布完整的白马雪山东西坡，布设6个垂直气候剖面观测点。就这样，从1982年1月1日到1984年12月31日，整整3年时间，有40名观测员坚守在观测阵地。观测人员的组成，是应青藏队请求，云南省气象局从全省各地本系统技术人员中召集来的“志愿兵”。除常规观测外，他们还参与了对于太阳辐射分光观测、风对降水影响的试验，高山草甸牧草动态产量测定，以及山谷风无线电探空等。3年中，共获取了48万个原始数据，由此首次取得了横断山区比较完整的第一手资料，这对于横断山区气候特征、掌握规律以破解自然奥秘、为解决山区农林牧生产问题和相关应用学科研究提供了多么珍贵的依据。

观测计算结果表明，横断山区气候垂直变化较之我国其它地方都要显著得多。就年平均气温而言，垂直递减率由下往上增大：海拔高度每上升100米，气温就将下降0.7—0.8℃。降





青藏高原

水特征也十分明显。白马雪山距水汽来源较近，按说降水量本该丰富，但是不然。它只在高山上部降水较大，而且较之西部群山降水已大为减少。这是因为近南北走向的山脉河流几乎与西南暖湿气流迎面相遇。但大量水汽在白马雪山以西的高黎贡山、碧罗雪山迎风坡凝结降落，到云岭—白马雪山一带势头已弱，俯冲而来的气流来不及大量降落，就越山而去，在背风坡上部落下。所以白马雪山降水特征与众不同，它的最大降水量不在迎风坡而在背风坡上部；一日最大降水量不在雨季而在冬季。

垂直高差上的多变气候，从炎热到严寒只在几十公里间。第一年出野外，普遍缺乏这类经验，地质组有一回就出了洋相。那一次潘裕生带队从川西得荣县海拔2900米的下绒村出发，向西北方向一路上坡，要去一个名叫“甲背”的山脊寻找岩石露头。在下绒村这个干热河谷里，太阳刚一上山就燥热起来，9月中旬的天气仍然酷暑难当。动身时大家就穿一件薄毛衣，心想上得山去足够了。没料到穿行在遮天蔽日的森林中时就已感到阴凉，中午时分上行到森林尽头时气温骤降，密布的乌云突然飘起雪花，渐变为铺天盖地的鹅毛大雪，寒气袭人。大家一个个缩脑耸肩，仓惶奔走，但疏林中没有一个可以聊避风寒之处。正为难间，有人隐约听到牛叫声。一行人立即循声而去，还好，看见林间草地上的牛了，看见草地上的小窝棚了，还看见听到动静钻出窝棚的放牛人了。放牛人是一老一少两位藏族人，他们热情地让进这伙狼狈而来的不速之客，加旺了火，小窝棚里暖气四溢。大家脱下湿淋淋的衣服拿火烘烤。但等了很久，只见纷飞的大雪没有稍息的意思，只得踏着厚厚的新雪下山。下山走得飞快，待钻出密林时发现，那雪只下在山上，河谷地带根本无雪，夕阳灿烂辉煌。大家扫兴地说，这一天的经历，好像就为了体会严

寒和寻找避雪的地方，老天爷可真会开玩笑！

不过为第二天积累了经验，什么都可以不带，惟独鸭绒衣不可忘记。山路走得已经熟悉，半上午就到达了昨天避雪的牛场小窝棚，再往上走，在灌丛草甸中，岩石露头越来越多，原计划寻找的硅质岩在这里出现了。硅质岩中含有放射虫化石，依此可确定岩石的形成年代。潘裕生站在甲背顶峰，透过雪帘，领会了此地形象化了的地名——甲背，原来是一条古冰川鳍脊，呈鱼背脊状的一条狭窄山脊。尽管大雪飘飞如昨，但大家满面是喜，感觉从身上到心里都暖洋洋的。

自打地质学家常承法于1973年提出青藏高原多地体，以多条缝合带多次拼合的理论框架以来，寻找证据和验证理论的工作，就成为大地构造学家潘裕生后来历次考察的重点内容之一。这是一个从错综复杂的海陆变迁遗存中钩沉索隐，做去伪存真以验明正身的工作。按照那一框架，横断山区应有第二条、第三条带通过，它们是班公湖—怒江缝合带和西金乌兰湖—金沙江缝合带。

寻找缝合线就是寻找代表海洋地壳的蛇绿岩。这是一整套包括超基性岩、基性岩、中基性火山岩、枕状熔岩以及覆盖其上的深海相沉积物——放射虫硅质岩的组合，由此证明深海大洋盆地在此曾经存在过。第二缝合带——西部阿里的班公湖至东部怒江的缝合带应该经过西藏丁青县境内，地质组就远行丁青，驻扎在距县城东南30公里处的沙贡区。他们要在海拔5154米的打加拉山峰进行地质剖面考察，每天上山下山，一连3天，每天都是满载而归：第一天在北坡发现了辉绿岩岩墙群，它是海洋地壳的组成部分，尤其被看作是大洋中脊扩张的证据；第二天又从山顶到山底发现了依次由辉长岩、辉石岩、橄榄岩、纯橄岩层理交互出现，它们是海洋地壳的重要标志；第三天是第二天工作的继续，计算出这一重复出现的堆积岩层出露厚度达五六百米，宽度为上千米。3天



的踏勘，完成了丁青东岩体从沙贡到打加拉北坡的经线地质调查，确认了第二条缝合线的存在，查清了打加拉蛇绿岩套的组成，进而可以恢复地质史上此地海洋的发生、发展与消亡的履历及其时自然环境。

沿金沙江一线考察第三缝合带走过了很多地方。从云南境内的白马雪山山顶，到四川理塘县城附近，一直北上到青海的玉树，一路追踪而去，一路发现保存完好的金沙江蛇绿岩套。这条缝合线的向西延伸，至可可西里西金乌兰湖畔，之被发现，已在1990年另一次考察中了。再往西，就像其他四条缝合带一样，全都越出国境线之外。随着后来的西昆仑—喀喇昆仑考察中第四条缝合带的重新确认和第五条缝合带的被发现，到可可西里考察为止，青藏高原大地构造轮廓宣告完整清晰。

由中科院地质所、古生物所、地球化学所共同主持的“横断山脉形成原因和地质历史”，经过为时4年的工作，来自各方面的证据渐渐丰实——除了上述构造关系、沉积特征和蛇绿岩套以外，古生物地层提供了横断山区首次发现的中奥陶统距今4亿年前的古生物无脊椎时代化石、其后二叠纪箭石菊石化石标本；老第三纪古桉树化石群；发掘了包括老第三纪晚始新世到第四纪几千万年以来的脊椎动物化石群10多处……横断山区海陆沧桑的来龙去脉就此大致清楚。潘裕生教授描述了这一过程：大约4亿年前，这里不见山脉高耸，惟见广阔大陆架为不深的海水所覆盖。在这片浅海中，气候温暖，生物繁盛；日复一日，死亡者的遗体沉埋于各种砂岩、页岩和石灰岩中，变成岩石中的化石。大约从近4亿年前开始，这儿的地壳产生破裂，继而扩大形成深海槽或串珠状深水洋盆地，水深达数以千米计。它们之间被尚未露出海面的陆岛隔离。这就是特提斯第二期海洋——古特提斯阶段，现今的横断山区当时尽在海水覆盖之下。古特提斯的消亡与3亿年前

的冈瓦纳大陆破裂，破裂的地体向北漂移并推挤横断山区有关。过了1亿年，距今大约2亿年前，海水向西退至怒江带，横断山区全部脱海成陆。

新大陆开始出现生机，新大陆生机勃勃。这似乎正值恐龙时代，适宜于爬行动物时代。这一温暖时代持续了上亿年之久，直到4000万年前印度板块撞上来了，此后它便与青藏高原一道经历了令它面目全非脱胎换骨的巨大变化。尤其是360万年以来被命名为“青藏运动”的那次新构造运动，最终使它变成今天我们所看到的模样。

早于“青藏运动”概念提出的，恰恰是“横断运动”。这一理论的提出者是中科院成都山地灾害与环境研究所（其前身为成都地理所）的陈富斌教授。由于地利之便，这个所就一直作为横断山脉的守望者、研究者和建设者，他们也自豪地宣称自己为青藏研究的“独立支队”。1979年，原地理所负责人程鸿先生正式提议对横断山—贡嘎山进行研究，陈富斌第一个起而响应。当年设立了横断山研究室，钟祥浩任主任，陈富斌任副主任。老所长丁锡祉提出从气候地貌角度研究，第四纪专家陈富斌则补充了从地球内部动力角度的研究，并开列了横断山新构造专题。随后几年的野外考察，他发现了距今360万年前横断山（青藏高原）的隆起，高原边缘与高原外围断陷盆地的生成，统一夷平面的解体，三者同步进行的迹象。他所撰写的《横断事件：亚洲东部晚新生代的一次重大构造事件》在1992年的《山地研究》上发表以后，受到了国内学术界的高度评价，被认为是一大理论突破，由此解决了多年来对新构造运动的下限争论，是对青藏研究的重要贡献。继后，依据青藏高原多方面证据的宏观观照，李吉均院士正式提出“青藏运动”：最近一次高原整体、强烈隆升的新构造运动，始于距今360万年前。

浩浩荡荡的横断山脉的主峰是谁？——贡嘎山。贡嘎山巍





青 藏 苍 茫

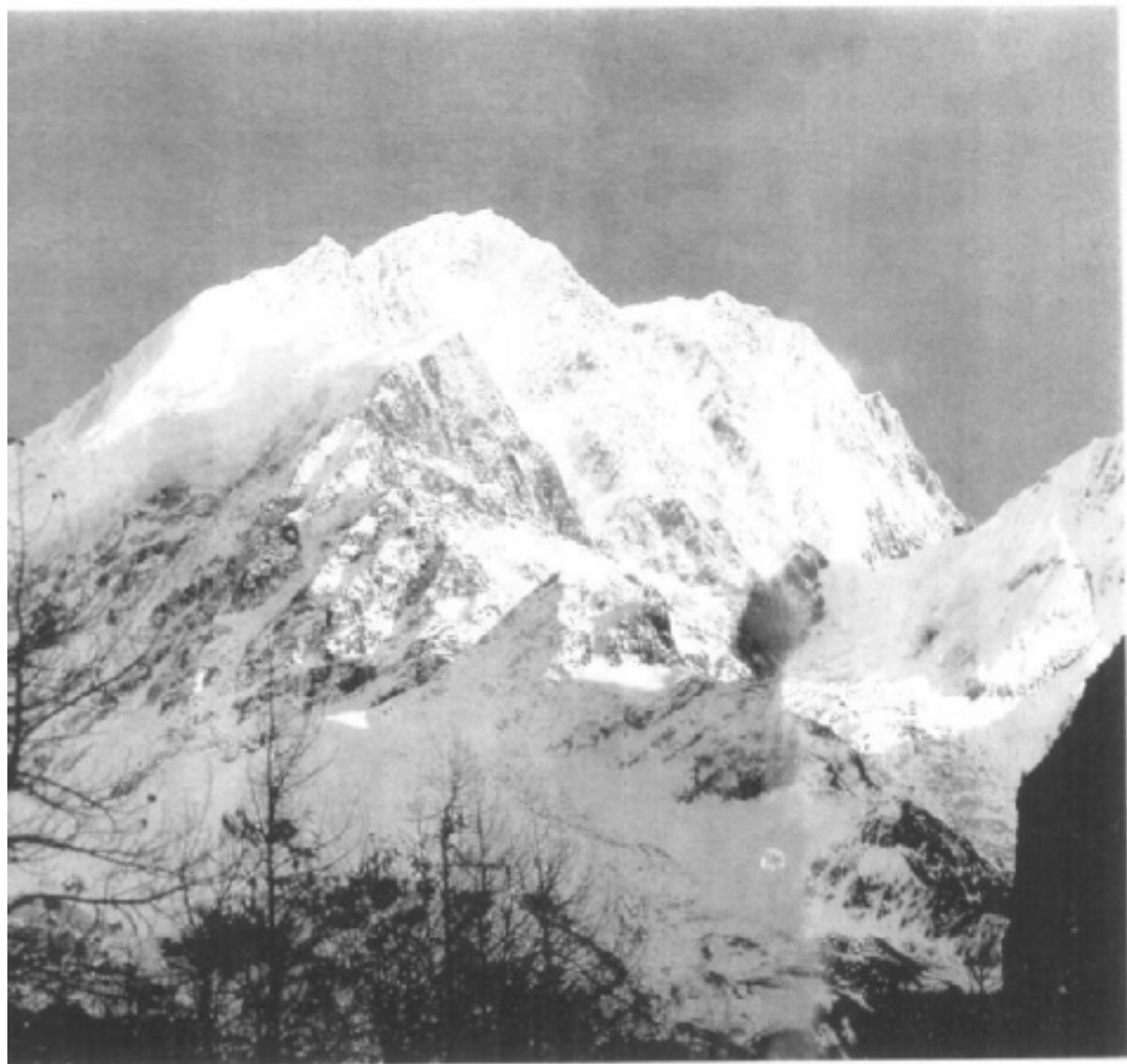
峨壮丽，以海拔 7590 米的高度，雄峙在川西甘孜藏族自治州境内，统领横断群山，被誉为“蜀山之王”。正像青藏高原上许多名山大川那样，贡嘎山久已为世界所注目。贡嘎山的名字进入国内外报刊的历史足有上百年。最早对贡嘎山进行科学考察的，可能是奥地利人劳策，时间在 1878 年；1889 年—1890 年，英国人普拉特连续两次进入海螺沟采集植物标本；由此西方人得知了这一奇异之地，探险家登山家接踵而至，先后有英、美、意大利、加拿大、日本等国家的 14 个登山队、旅游队、考察队进入这一地区。我国中山大学也曾于 1930 年组织过中外科学家前往贡嘎山考察；60 年代之后，

新中国地学、生物学等学科和勘测部门对贡嘎山进行了内容广泛的考察与测绘。在青藏队横断山区考察中，贡嘎山、海螺沟则是考察重点地区之一。从那时以来至今，贡嘎山一直都是地学生物学研究的热点地区。1988 年，成都山地所在贡嘎山建立了“贡嘎山高山生态系统观测试验站”，后被纳入攀登计划青藏项目中，科学研究在贡嘎山成为常规工作。

地学、生物学多学科专家们都在贡嘎山敲敲打打，寻寻觅觅，其中冰川研究在这里最具特色。贡嘎山共有大小 45 条冰川，冰川面积为 290 平方公里，规模虽然算不得庞大，



贡嘎山(海拔7590米)



但地位特殊之处在于：它是我国最大的海洋冰川区，最接近人烟稠密地区；就像藏东南海洋性暖性冰川那样，贡嘎山最大的海螺沟冰川末端位置低达2850米，两岸已是葱郁茂密的原始森林了。

结束了西藏境内冰川考察的李吉均，举步走向了贡嘎山，走向海螺沟的冰川世界。这一次，追随左右的是他的学生们，姚檀栋、秦大河、周尚哲，那时他们还在读硕士，随行者还有兰州冰川所苏珍等一群冰川学家们。那时西坡不通公路，从山脚千多米处开始徒步登山。山上“蹲点”两个月的给养





李吉均在贡嘎山
考察。

装备全靠人力背运，一走3天。加上一批民工，一行近50人的队伍每天鱼贯行走在崎岖的林间山径上。林涛呼啸，冰川洪流拍岸有声，汇成大自然和鸣；环顾山色冰光，感觉凉湿的空气渗入肺部，与青藏腹地大陆性冰川区的考察生活真有天壤之别。

此前一年的1980年，李吉均带着他的4位硕士生乘坐一辆敞篷大车，跑遍了横断山区选点预察，确定了海螺沟这条

贡嘎山最长的冰川为第二年的工作重点。此番前来，正值雨季，雨中行人拖泥带水，第二天走到一个叫大岩窝的地方走不动了，又冒雨宿营。大岩窝是一斜立的巨大岩石，可聊避风雨，但背靠背坐着只解决了不到一半人，其余的只好另谋生路。李先生的学生们挥舞冰镐，在两块大岩石间掏出一个可容纳3人的大洞，作为寝室。3个人钻进睡袋，睡袋上覆雨衣，不大会功夫，雨衣上已是小湖泊星罗棋布，“塌方”、“泥石流”应有尽有；看来谁都无暇顾及，既凉且湿中一个个酣然入梦。

在大冰瀑附近安下营寨，一连几天的好天气，雨后乍晴的山林格外清新，垂直高度达上千米的巨大冰瀑布在阳光下闪射着银白之光，冰瀑脚上镶嵌着冰川弧拱的美丽花环。这个清凉的冰川世界气象万千，洁净壮丽——自峰顶7590米开始了冰雪之冠的下方，规模巨大的粒雪盆发育了中国最高大的冰瀑布，气势恢宏的大冰瀑最宽处为1.1公里，高达1080米。这是一条超级伸张流，终年都有频繁的冰崩雪崩发生，夏秋季节小型冰雪崩每天平均达到几千次，在危险区外静观其变，可见一次次冰飞雪舞时的白蓝之光闪烁，声闻惊天动地的天籁轰响，气势磅礴，人心震撼。冰瀑下端的冰川舌，则在阳光与风水的雕塑下变幻着千姿百态：尖锐的角峰，峻峭的刃脊，浑圆的冰斗，冰桌、冰磨、冰洞、冰桥，形如卧熊的，形如企鹅的，形如城堡之门的，悬挂着冰钟乳形如水晶宫殿的……犹如步入神话之地，空前的神奇感体验令人眩晕。冰川舌伸入原始森林中达6公里之遥，使人觉得神奇美丽得无以复加。

好天气使人拥有好心情。考察第一天，大家兴致勃勃地登上冰舌，去冰瀑布测量冰雪密度，观察冰中气泡，进行常规的成冰作用考察。这一天工作得相当愉快，只是在临近黄昏收工时发生了一件不愉快的事情：年轻人依次跃过了一条





青 藏 苍 茫

冰裂隙，李先生却一跃没越过，失足掉进去了。幸好那条开裂的冰缝不算很深，被七手八脚弄了上来，李吉均站不起来了，剧痛来自膝盖和肋部。撩起衣服一看，腰部已布满“冰川擦痕”，用手一摸，肋部凹陷下一片。冰天雪地里没有医生，赶几天路下山求医也不现实，而且青藏队员们历来都有轻伤不下火线、重伤不叫苦的传统。在医疗措施全无的情况下，李吉均咬紧牙关硬挺着，卧床几天疼痛略略减轻时，就起坐看冰川，琢磨起冰川运动速度问题。20多天过去，已经可以为考察归来的同事和学生们端上亲手做的油炸土豆片了。

这一次的冰川擦痕是永久性的纪念：两个月后考察结束下山来，拍片检查结果，膝盖骨严重损伤；肋骨折断两根。

是向贡嘎山的献祭。尽管如此，次年李吉均又带队再次进入贡嘎山，考察海螺沟侧旁的贡巴冰川。对于蜀山之王冰川的了如指掌，一部贡嘎山冰川史话就由李吉均先生娓娓道来——

贡嘎山这座年轻的山峰，伴随着它的强烈上升，第四纪冰期悄然降临。其时贡嘎山遍被银装，一片琼瑶。冰川最盛时代，末端从东坡一度伸向大渡河岸。后来历经气候的几番变化，在山麓附近留下了冰碛物和冰水堆积。距今上千年前，冰川再度前进，海螺沟冰川末端曾抵达大岩窝海拔2600米处；本世纪以来，贡嘎山冰川处于退缩中。

贡嘎山冰川与西欧阿尔卑斯冰川虽同为海洋性冰川，但又各具特色。阿尔卑斯山的冰川发育在西风带海洋性气候环境中，降水集中在冬季，全年气温变化不大；而贡嘎山冰川则发育在东亚季风气候环境中，被称作季风海洋性冰川。降水集中在盛夏，这个季节同为冰川补给与消融季节，所以冰川流动性大。流动速度每年可达两百米以上，夏季冰面消融强度每天平均近10厘米——贡嘎山冰川面貌每天都是新的，贡嘎山冰川具有强盛而活跃的生命。



郑度、施雅风、杨逸畴（从左至右）在贡嘎山海螺沟冰川末端（1993年）。

对于贡嘎山故事的继续讲述，就涉及到青藏项目在此地的定点观测研究，涉及到科学工作者为贡嘎山—海螺沟旅游开发所做的努力和贡献了。

中科院成都山地所第四纪地质学家陈富斌教授，被四川人誉为海螺沟风景区的发现者、评价者和设计者，看来与贡嘎山结下了不解之缘。初识贡嘎山在1973年，冥冥中他感应到了奇山异水的召唤。所以当原地理所负责人程鸿提议横断山—贡嘎山研究时，陈富斌第一个报名响应。在贡嘎山的山野间研究新构造运动过程中，他每每沉醉于大自然的极致壮丽中。对于海螺沟旅游开发的构想来自一个契机：1980年，陈富斌与钟祥浩应邀前往罗马尼亚喀尔巴阡山考察，那儿地处





冰雪世界海螺沟。

阿尔卑斯山脉，是著名的旅游胜地。但是，目之所及，不由得感叹较之贡嘎山风景可是逊色——贡嘎山，真正是“养在深闺人未识”呵。此后对于贡嘎山继续科学考察的同时，又增添了一项内容：争取旅游资源的开发。这是一项动腿又动口的活儿，从省里到地区再到县上，各级领导和旅游部门，地质学家做起了有关风景区开发的游说工作：海螺沟有多么壮观美丽的现代冰川、原始森林，有多么丰富的植物群落、珍

稀动物，有多么重要的审美和认知价值，在全世界多么独一无二，有着怎样的旅游开发潜力，能够创造怎样的经济、社会和生态效益，等等。80年代初期，旅游开发的观念刚刚兴起，人们对这一新产业还比较陌生，但对科学家言之成理的建议既感新奇又很尊重。四处奔波游说虽然辛苦，但收效巨大。只是有一位旅游局长好奇地发问：冰川是什么？

1998年，四川省政府特邀亚洲旅游协会8位世界旅游专家前来本省进行旅游资源评价，其中涉及到横断山区的两处——九寨沟和海螺沟，专家们如是评说：九寨沟，世界一流，绝无仅有，中国，世界之瑰宝；海螺沟，是容易进入的冰川，有着对情侣和家庭极具吸引力的温泉，有保存最好的原始森林，有可与澳大利亚塔次马尼亚相媲美的森林植被，有高耸的瀑布和独特的民族风情。

在科学家们的眼中，川西九寨沟和海螺沟这两处旅游胜地各有千秋。九寨沟特色为雪山林海，海子瀑布，108个海子犹如一泊泊明镜，树在水中，根须漂浮水面——仙境一般，是一种令人为之心动赞叹的美，一般人都是可以领略的令人心旷神怡的美；海螺沟则是冰川瀑布，绝壁峭崖，原始森林，还有著名的温泉。是壮丽，是激动人心的美。尤其在稍具地学、生物学知识的旅游者看来，海螺沟更具有审美和科学的双重价值。这两“沟”的被开发有一点相同之处在于，由科学家参加。九寨沟旅游开发事业，最初来自70年代一位当地地方报纸的记者的呼吁；青藏队横断山考察中提出了九寨沟自然保护区的设想。如今它们声名远播，每年前往九寨沟旅游的达十四五万人，前往海螺沟的少一些，也有上万人。

建立贡嘎山站的设想与旅游开发的思路共生，建站过程与风景区建设同步进行。在陈富斌提交的《泸定县海螺沟旅游资源考察评价报告》中提出，经中科院成都分院同意并资助下，由泸定县人民政府海螺沟开发办公室协助，在贡嘎山





青 藏 苍 茫

3000米处修建了一座气象站。可以说，最初建站是从配合海螺沟旅游资源开发的气象站开始起步的。气象站——综合观测试验站——高山生态系统观测试验站，贡嘎山站迅速成长起来，进入了中国生态系统研究网络，被纳入“攀登”计划青藏项目，作为三个野外定位站之一，正以独具的优势为青藏研究的深化发挥着积极的功能。在基础科学研究领域，贡嘎山站的研究方向为：以高山多层次自然生态系统及其与人类活动的相互作用为主要内容，从环境的整体出发，多学科综合研究高山生态系统的生产力与调控原理，高山隆起与冰川消长及其对高山生态系统的影响，监测环境动态，预测大区域环境变化趋势，为合理利用山地资源与保护环境以及青藏高原和全球变化研究，提供科学依据与资料，并通过长期观测与研究积累，建立与发展山地学。联系生产实际，贡嘎山站置身于较晚近开发的我国面积最大的国家级风景名胜区内，责无旁贷地承担着资源利用、环境保护、导游、防灾、农业综合开发等一系列生产任务。这一类特别使命，属于中国特色，在全世界那么多的高山站中，贡嘎山站是惟一承担这一角色的。

囊括了川西、藏东、滇西北的横断山区，接近内陆较发达地区，人口相对稠密，较之开发程度较低的西藏自治区，已属于半开发地区，因之环境生态问题，资源的合理开发问题更其突出：森林过伐、草场过牧、河谷干旱沙化、水土流失，泥石流灾害较为严重等等。尤为重要的是，这儿还是长江上游金沙江流经的地方，生态环境状况直接影响到中下游广大地区，事关全局。因之为时5年的横断山脉考察，在大量获取了这一地区宝贵的地质学、地理学、植物学、古生物化石等资料的基础上，论证了这一地区自然地理和生物区系形成演化过程的同时，着重进行了与横断山区人民生产和生活密切相关的5个方面的综合专题：农业自然资源评价与综合制

云南迪庆白马雪山。





青 藏 苍 茫

图的研究；地方能源综合评价与开发利用的研究；畜牧业战略布局研究；亚高山暗针叶林采伐更新研究；干旱河谷环境条件与农业资源的评价及开发利用问题的研究，等等。

250人组成的横断山考察队伍，除地质、地球物理、地球化学等专业为基础学科研究之外——即使是基础研究，也尽可能地考虑经济发展问题：地质工作者通过板块构造的理论与实践提出成矿预测，根据古冰帽的发育规律提出寻找砂金的方向——从事应用研究的阵容庞大，成为本次考察活动的一大特色。考察队的分组细致：林业、动物、鱼类、植物、土壤、农业、畜牧、水利、沼泽、地热、泥石流……等组。各有选点、各自为战，在某处一呆就是3年，路线考察与定位半定位观测相结合，则是本次考察的另一特色。更何况，从考察队主持者——李文华、章铭陶、韩裕丰、谭福安——的组成看来，突出生产应用研究这一主题也是题中应有之义。他们自横断山开始，大都走向与环境、与资源开发有关的研究和实践，尤其在西藏。

各组各自为战，就像白马雪山垂直气候观测站连续3年进行越冬观测那样，陈传友的水利组在云南迪庆的林场建立了一个森林水文观测站，以3年的时间观测森林采伐前后的温湿度变化及水文效应：原始森林涵养水源的作用、采伐迹地上的水土流失情况，给出量化数据。

韩裕丰和赖世登率领的林业组在云南中甸林业和水文部门的协助下，进行了同样为时3年的林内外小气候的定位观测研究，旨在解决暗针叶林天然更新的气候因素影响问题。暗针叶林为云杉和冷杉，冷杉生长在云杉之上，它们是原始植被的顶极群落，在脆弱的高原生态环境中，一经破坏难再恢复。专家们看到，在原始森林阴湿的林下，云冷杉幼苗生长良好，而在采伐迹地上，早先的云冷杉领地已被高山松取而代之。看来采伐后云冷杉不能自然更新，只能人工培育。所

以3年的时间里就搞人工育苗越冬实验，其中冷杉育苗取得突破性进展。成功秘诀是摹仿森林环境，采取遮阴和保温措施。不过推广起来有难度，麻烦：那需要精心呵护，并要等到3年过后主干长成才能移栽到自然环境中去。

佟伟的地热组在云南腾冲的热海热田进行的天然地震及地球化学的半定位观测，为热田开发和发展地热学研究积累资料；黄文秀的畜牧组在云南丽江进行坝区马的发展与最优畜种结构的研究；李明森所在的土壤组在川西北进行干旱河谷的生态研究；生物学家发现了一批有价值的经济动物和植物；水资源组提出的洱海流域综合治理的跨流域调水方案正被付诸实施；泥石流组为防治泥石流山地灾害所提交的方案也被当地有关部门采纳；对于森林合理采伐更新问题，干旱河谷与沼泽湿地生态及治理问题，湖泊水产资源利用及管理问题等等，都在大量的调查研究基础上提出了科学建议。

丽江纳西族自治县农业自然资源遥感和综合系列制图，是青藏队发挥多学科优势，运用现代科技手段，为经济建设服务的一次成功尝试。参加考察和制图的共有地理、土壤、植物、遥感、地图等8个专业的科技人员，野外考察加上来自卫星图像的参照，共编制了地貌、植被、森林分布、土地利用现状和农业自然分区等18幅地图。这些地图不仅为当地制定农业区划和农业发展规划提供了科学依据，同时也为认识横断山区自然条件的特点和规律提供了典型区域的基础资料。

不能忘记的还有为横断山考察、为青藏研究事业献出了宝贵生命的人们。横断山区山高路险，考察途中因车祸丧生的是李文华的研究生赵宪国，人民画报随队记者郑长禄；昆明动物所动物学家彭鸿绶先生已是近70岁的人了，不听劝阻非来横断山不可，结果因高山病长眠在他所钟爱的千峰万壑的横断山土地上；农业气候学家张炯远，本来因肝硬化在家全休，听说藏东的太阳辐射观测点需要人手，强烈要求参加，





青 藏 苍 茫

结果在野外观测现场，因急性肝坏死再也没能爬起来。横断山之外，在喜马拉雅山丛中还安息着一个灵魂。那年地球物理所在亚东设立了一个地震台，29岁的梁家庆负责驻站观测。8月里的一天为迎接队友们到来，他外出打柴，不幸失足落下亚东的激流中。队友们沿着河水追出很远很远，没能发现他的踪迹，直到当年冬季枯水季节，才发现卡在河心石缝中的遗体，他被安葬在亚东的烈士陵园里……那是1975年；1998年秋季，中科院拉萨生态站的试验大田里硕果累累，当地乡亲和拉萨的许多人都吃上了农学家许毓英亲手培植的甜玉米，可是，那个种植玉米的人却离我们而去，由于一个意外事故。生态站所在地部队农场的官兵们，肃立在敞篷卡车上，卡车缓缓通过金秋的原野，通过繁华的拉萨市区，把他送往西郊的拉萨公墓，把他掩埋在他多年为之呕心沥血的土地上……

静穆群山为墓志铭，青藏高原当铭记，那些热爱它的人们，甘愿为它献身捐躯的鞠躬尽瘁的人们，那些死者和生者。



西昆仑考察是“三五牌”项目：50岁年纪，海拔5000米，为时5年——青藏高原科学大发现时代的最后一幕——重新肯定第四缝合带，发现第五缝合带——初逢甜水海——青藏高原平均年上升率为5.8毫米——龙木错附近发现世界最高海拔的鱼——古生物学家面对现代的狼——英雄地，世界寒旱极——郑度遭遇野牦牛——西部羌塘美马错，野生动物乐园——功德圆满：众多学科完善各自框架——生物组故事：“死牛复活”与“渡河历险记”——1992年6月，在喀什召开“喀喇昆仑山—昆仑山国际学术讨论会”

1980—1984年横断山区考察之后，老青藏们的眼光不约而同地瞄向了青藏西北部——青藏队尚未走过的最后一块地区：喀喇昆仑—西昆仑。遥望那片素有“亚洲脊柱”之称的崇峦叠嶂，那一基本空白的未知地区具有最终的诱惑。

武素功、郑度、潘裕生、王富葆四位青藏宿将联名致书邓小平同志，汇报了多年以来青藏科考的成就和意义，陈述了考察喀喇昆仑—昆仑山的重要性：除了这一地区研究程度最低，资料最少之外，特别强调老队员们多已年届50，时不我待啊——总之我们一代人的愿望和使命，是不能让这一地



区继续空白。

这封信，委托时任中科院昆明植物所党委书记普代英同志代为转交——她是小平夫人卓琳的姐姐——其时国家经济体制已开始转型，项目审批制度有所改变。而从这一反映渠道看来，书呆子气十足的专家学者们为了事业，也学会了千方百计。

早在1980年“青藏高原科学讨论会”召开之际，邓小平同志就兴致勃勃地出席了会议，对这一事业了然于心，对青藏队拳拳报国之情赞赏有加。及至90年代而今，这项事业已纳入国家“八五”、“九五”规划中国家基础科研重大项目“攀登”计划，稳步向纵深处进行，显然与国家领导人的重视和关怀有关。小平同志虽离我们而去，但当初他给予的决定性支持，已然镌刻在青藏科考事业中，铭记在青藏队员的心灵深处。

信件经小平同志办公室批转至国家科委、国家计委、中科院，群起响应。国家自然科学基金委员会予以资金扶持；专家组在对该项目进行评审时，给了它一个别称：“三五牌”项目——50岁年纪，海拔5000米，为时5年。

50岁年纪是指本次考察的老青藏队员的平均年龄而言，不含新加入的年轻力量。按常规这一年龄在科学家那里当属年富力强；一旦面对着海拔5000米以上高度时，那可算不上一个优势年龄。

中科院综考会再次组队，队长仍由孙鸿烈挂帅，副队长为郑度、潘裕生、武素功。因孙鸿烈此时已任中科院副院长，实际的前线总指挥是郑度，被称为常务、第一副队长。重新召集旧部——农林牧水利之类专业除外，要去的那地方既无森林，也少见农田和牧场，那儿是亚洲的高寒干旱中心，世界寒旱极，大多是连游牧人也不见踪迹的无人区。

1987年春夏之交，这支由中科院下属15个研究所、包括

南京大学在内21个专业、50多位科研人员组成的远征军，经由新疆挺进西昆仑——中国版图上高远而神秘的一方国土。去完成青藏高原大发现时代的最后一幕。

“横空出世莽昆仑”。它西起于帕米尔高原，东止于川西北，绵延2500公里。海拔大约5000米以上，最高峰公格尔峰，海拔7719米；喀喇昆仑山脉起初与西昆仑相依傍，不过它自西北逸向东南，相距越来越远。喀喇昆仑，在古老的突厥语中意谓“黑石群”，在维语中则是“紫黑色昆仑”。山体全长500公里，主体山脊平均海拔在6000米以上，是青藏高原西北部最高一列山脉，8000米以上高峰有4座，主峰乔戈里，海拔高度在8611米，仅次于珠穆朗玛，位居世界高峰第二。喀喇昆仑—昆仑山地区是研究古地中海东部形成演化及

青藏高原西北部年降水量仅30mm左右，由于寒干、日温差大以及风和阵性降水的作用，使这里的现代地貌作用过程十分强力。这是祁曼塔格山南麓形成于晚第四纪末的山麓面。





板块碰撞机制的关键所在；晚新生代以来这里隆起强烈，自然环境演变急剧；区系成分迁移融合复杂，形成了独特的高原生物群落；本区的高寒荒漠和高寒草原在全球占有特殊的席位，其山地垂直带谱也迥异于其它区域。

沿新（疆）—（西）藏公路向南进发，翻越阿喀孜达坂，过库地，再翻越赛力亚克达坂。根据从前的理论分析和地理判断，在常承法的大地构造模式中，第四条缝合线应当通过这里。但是常承法当年没能亲自来过，大家任谁也没来过。潘裕生一路细细察看，循迹找到了位于昆仑山与喀喇昆仑山之间的麻扎—康西瓦纵谷。不错，正是它，第四条缝合带——昆仑南缘缝合带。

逢河必断——高原面上的大江大河必定处于断裂带上。麻扎—康西瓦断裂纵谷也正是叶尔羌河与喀拉喀什河的所在地。纵谷南北侧在地史发育，沉积历史，岩浆活动及构造变形诸方面明显不同，在可见的生物地理上也有显著差异：北侧属于北方型或蒙新型，南侧则为青藏区生物区系。这当然地说明着从前它们非属同一地体，之间远隔海洋，两地生物才会有着不同的演化轨迹。

50岁年纪纵然有不利因素，50岁年纪也有经验的优势。在差不多走遍了青藏高原之后，怀着多年积累下来的问题悬念，考察更具针对性。70年代末潘裕生编制青藏高原地质构造图时，很多问题存疑，考察过程便是一步步释疑的过程。例如当年描画第三、第四条缝合线时，笔下颇踌躇——它们以怎样的形态向西延伸呢？国外的青藏研究受条件限制，从前一直未能开展高原地质演化研究，无从提供参照和讨论。在这一领域，90年代以前差不多只有中国科学家在孤军奋战。

与第四条缝合线的确认差不多同时，在麻扎—康西瓦纵谷以北的库地，意外发现了从前框架上所没有的第五条缝合线，看来似乎可以连接起东部早已被发现的祁连山缝合线。



昆仑山冰塔林。

为了寻找第四、第五条缝合线与东部的连接，西昆仑考察的第二年，1988年6月间，潘裕生率领地质组开始了为时1个月的艰苦旅行，对于他们来说，它既是整个西昆仑考察的艰苦之最，也不啻是整个青藏考察的艰苦之最。

这就是后来被称为“死亡行动”的阿什库勒火山区考察，这是陆续前往阿什库勒盆地考察火山区的另一小分队的年轻队员们给命的名。一个单程就是5天，从海拔不足3000米处翻山过河一直攀升到5500米处。那一次，一分队地质组一路肺水肿创下死亡毛驴4头纪录，紧步后尘的二分队地理组发生不堪艰苦的两名民工逃亡事件。还不止如此，地质组在艰辛备至的阿什库勒火山区考察之后，又继续纵深向南行进了3天，经过昆仑山主脊线克里亚山口和中昆仑主峰木孜塔格，从北面翻越昆仑，与12年前王震寰、李炳元所率藏北分队羌塘考察北限相接，完成了一个完整的南北地质考察。

此行艰苦卓绝，也功德圆满：昆仑以北发现了与库地第





五缝合带相同的古海洋化石、相同的火山带和岩石点；潘裕生据此才敢于声称对于从前框架中不存在的这条缝合带的被发现；也由此才把青藏高原的形成时间又向前推进了2亿年——作为青藏高原的真正北界，这条缝合带曾位于发育在八九亿年前的原特提斯大洋中脊，直到四五亿年前原特提斯大洋消亡，大陆重新拼合，成为显生宙——自有机生命显示以来几亿年前第一次碰撞造山运动的产物。

第四缝合带的痕迹通过中昆仑主峰木孜塔格。这条昆仑南缘缝合线历经多番复杂的构造运动，强烈变形，面目全非，以至中英联合考察时，英方不肯承认它的存在。两年来的昆仑考察，从麻扎—康西瓦纵谷开始，到木孜塔格的发现，连接起先前发现的黄河源扎陵湖—玛沁一带，这条带确之凿凿地被认定了。

原不甚清晰的第三缝合带的西侧边界，也在其后的可可西里考察被发现。

第四缝合带与以南的第三缝合带——金沙江缝合带、与以北的第五缝合带——西昆仑—阿尔金—祁连山缝合带，在它们的西端，相距并不遥远，正说明了一次次由南漂移而来的大陆块体的强力冲击，遭遇到昆仑以北固若金汤的塔里木地盾的顽强阻挡，从而使这一地区在南北两方的挤压中变形并只得向高处升起。以地质术语来表达，叫作“左旋走滑”运动。因而地质学家们看到的第四缝合带是一个强烈变形带；同时，依据蛇绿岩的同位素年龄，发现昆仑南缘缝合带与金沙江缝合带相似，昆仑山与羌塘的古地质（直到三叠纪）相当，为此，大地构造学家潘裕生能够得出的解释是：它们为同一多岛洋盆地产物，第三、第四条缝合线同为古特提斯两侧边界。

地质古生物在此次考察中收获多多，新发现古生物新种即达百种之多，区域地层系统就此基本完善；众多古洋壳的

证据。三、四、五条缝合带的发现和重新肯定，也使得地质学家们有关10亿年来这一地区由北而南曾相继发育过三个大洋——原特提斯、古特提斯、新特提斯——的三阶段各自发展史已趋明晰：它们分别存在于距今8—9亿——3.5亿年前；3.5亿——2亿年前；1.8亿年——4千万年前。多年来国际地学界侧重于研究与喜马拉雅、与阿尔卑斯和地中海相关的1.8亿年来的古海洋最后阶段，中国科学家则把它一再上溯，最终使青藏高原形成时间、青藏高原大地构造图示完整。此时潘裕生再绘制高原地质演化图时，那一时空和历次的边界已是尽收眼底。这一构造模式也为国际地学界所普遍认可。

还是让我们继续在昆仑山中进行。海拔3600米的三十里营房是新藏线上比较大的一处居民点。不是土著，是因为交通线需要而设置的兵站、机务站、医院之类的服务机构，全部居民不足百人。就这，已是新藏线上最后的繁华，三十里营房自夸自诩为“小上海”。从这儿再向南，就将进入喀喇昆仑。

南接羌塘——藏北高原，西昆仑甜水海正是进入藏北高



骑骆驼进入昆仑山腹地。(中为武素功)。





原的门户。甜水海这一甘美凛冽的名字何时，何以，为何人所命名，不得而知。总之它名不副实。岂止名不副实，岂止它不是海，岂止它的水是咸的，它简直就是一座干涸的盐湖——地理学家李炳元站在海拔4850米的甜水海湖畔，忍受着剧烈的高山反应所带来的不适，专心致志地打量着由近及远，由下而上，一圈一圈古湖岸线，几万年来湖面依次跌落的痕迹。数一数，总共48圈。这座湖泊，这些圈层，大有深意，那里隐藏着古气候环境变化的诸多信息。李炳元想来想去，把脑袋想得更疼了。从这一年开始直到1998年，12年间他5次到达这个令人头疼的甜水海，为了钻取湖泊岩芯。与甜水海结下不解之缘的还有人在，李世杰，李树德，这一年就在甜水海打了两个湖泊钻孔，从中提取了分别为7万年和4万年的古环境气候信息。这是青藏湖泊第一钻。李世杰后来在“攀登”计划中继续承担湖泊沉积研究专题，所选钻取湖泊岩芯之点还在甜水海，为青藏高原恢复了24万年来的古环境气候变化。这个虚假的“甜水海”从此在青藏科考中占有了相当的地位和份量。

说来大家都觉得奇怪，长期在高原面上奔走，多少五六千米的高地都住过，这里海拔并非很高，为何特别感到缺氧呢？以至于夜不成寐或呕吐不止。甜水海兵站一直受冷落，几乎所有的知情人——有经验的驾驶员们都不肯在这里过夜，宁肯起早贪黑或北下大红柳滩或南去多玛过夜，对于望而生畏的甜水海避之惟恐不及。于是甜水海格外荒寂，方圆百里不见百姓居民。兵站的小战士说，只有12只乌鸦与他们为伴。听到这话，正想打一只乌鸦做标本的年轻队员马鸣当即打消了这一念头。

郑度教授率领的自然地理组在甜水海与地质组会合，又多住了两天，为的是等待古生物专家文世宣、孙东立一行的到来，然后再一起前往昆仑南侧的藏北无人区。但坐等意味



1988年，郑度
(左)、林振耀(右)在
昆仑山区。

着对于高山反应的仔细体会，所以有经验的郑度临时安排大家去附近的阿克赛钦地区考察。这一招果然奏效：这群生就劳碌之命的人一到野外，在美丽的阿克萨依湖边，顿觉神清气爽，各种反应大为减轻。考察所得：甜水海和阿克萨依湖曾同为一湖，在不远的从前，例如可能短在6000—8000年前曾是它们美好的丰水期，它的面积达到几千平方公里，至少为眼前阿克萨依湖面积的6倍。

终于离开了甜水海，过海拔5342米的界山大坂——这是无论新藏、川藏、还是青藏公路，统观整个高原面各公路干线，总之这是最高的一个山口。下得山来便是西藏阿里地区的日土县境内，龙木错是它的最北缘。龙木错，也像它藏北所有的姊妹湖那样，一圈一圈古湖岸线环绕，湖面5070米，较之最高湖面已下降了150米，1.1万年来确切地下降了70米。





青 藏 苍 茫

在海拔4200米左右的昆仑山西部山间河谷中发现的极地型冰缘地貌——冰楔群，这种地貌过去认为只有在格陵兰等极地地区才能见到。

此次西昆仑考察，大本营设在南疆的叶城。因龙木错地处新藏公路侧畔，有泉水可供饮用，就在此建一个前进营地，各小组不时在此聚散。张青松教授在龙木错营地负责联络工作。他主要研究新构造运动，晚第三纪以来青藏高原的隆升，利用构造运动的形迹：变形、褶皱、断裂，及隆升的整体性、阶段性和差异性。至于现在的隆升情况，就依靠测绘部门的测桩。1960年和1980年，国家和部队的测绘队沿川藏、青藏、新藏、黑（河）阿（里）、拉（萨）狮（泉河）等几条公路干线沿线每隔10公里埋设了水泥桩，深埋到基岩的水泥桩子是精确度很高的水准测量依据，可以量化提供当地每年上升量。依据张青松的综合分析，除唐古拉以北因冻土冻融作用使资料有偏差外，20年间普遍反映了上升。整个青藏高原平均年



上升量为5.8毫米。越往南上升越迅速，年轻的喜马拉雅每年可超过10毫米。向北依次减少，到昆仑山北坡上升速率为6—8毫米，只有喀喇昆仑山局部可达8—9毫米。但断陷谷地如叶尔羌河、狮泉河及藏北许多湖盆，则呈下陷趋势。当然这下陷是相对的，总体来说每年仍然上升1—2毫米。

对于现代上升速率的研究不仅青藏队，中外许多人都在做。有人用卫星定位系统方法测量，有人用岩石冷却年龄方法计算，得到的数据略有差异，但回答是一致的：青藏高原仍在整体隆升过程中。

在龙木错住了几天，有心人王富葆教授又创造了一个世界纪录：在龙木错上方海拔5300米处，有温泉流过的小溪中，王富葆抓获了一条鱼——鳅鱼。后来送到武汉水生所，鱼类专家们惊奇地说，这可是全世界海拔最高的鱼啦。那个小温泉，维持了一个有限的小生境，在根本不可能生存的高度，创造了生物界奇迹，给鱼类和硅藻们带来了一线生机。南京大学教授，从事地貌第四纪研究的王富葆，自1959年珠峰登山科考开始，40年间参加了青藏高原的历次考察活动，每每有专业内外的新发现，格外有心使他成为博物学家：在聂聂雄拉，他发现了河北珠蚌化石，在玛旁雍错湖畔，他发现了石器，在阿里藏族百姓家里，他用20发子弹换了一张雪豹皮作标本，西昆仑考察中他发现了极地型冰缘地貌，并背回一块风蚀砂岩标本……王富葆历来主张知识面要广一些，事业心要强一些，尽可能地多发现一些，把能拿回来的多拿回一些。

队长郑度挑选了一批人，几台车，组成一个小分队，进行穿越西部羌塘的综合考察。在龙木错以南离开新藏公路东驶而去，沿途只遇见过一户藏族游牧民，此后再也未见到过一顶帐篷。这一带海拔都在5000米以上，年降水量仅有50—100毫米，地表仅见高寒荒漠以及荒漠草原植被的垫状驼绒藜





和硬叶苔草，那景象远不如羌塘南部的高寒草原约略丰盛些。

再次进入藏北无人区，李渤生教授担任向导。其实他参加的藏北分队11年前行走的是东羌塘路线，担任向导实在勉为其难。能够依托的，是十几年前测绘队的车辙印，但年深日久的风吹草埋，不免模糊；只好按照大比例尺地形图上的水准点，每隔10公里一处——也是当年测绘队埋设的——寻路前进。

上路不几天，就丢下了两位古生物专家。文世宣和孙东立，在西昆仑古里雅山口南侧惊喜地发现了大面积的侏罗纪化石！这片化石群对于证实古特提斯北界很有意义，两人齐声说，我们不走啦。郑度就把一台车，连同身后渺无人迹的荒野一并留给他们，小分队继续前进。

真正是渺无人迹，此刻连风也变得脚步轻轻。只有太阳高悬，阳光照射大地也似乎发出嘶嘶声响。沉寂的旷野上响起两只小铁锤敲击岩石的声音，叮叮当当，此起彼伏。不久，孙东立听不到同伴那边的动静了，就走过去瞧一瞧。只见文世宣这位老先生竟倚着山岩在那儿假寐呢！听到脚步声就醒了，站起身，说一声太阳可真好，就用他那双远视眼无意中向远处望了一望，忽然紧张起来，“狼来了！”

“在哪儿？”近视眼的孙东立惊慌地问。待两大一小3只灰狼一直走到百米以内的距离时，方才被他看见。

往下的情节就没有多少发展了，只有对峙的局面持续了足足20分钟：对峙双方都感到害怕，在人这边，惟有的武器是难有杀伤力的两只地质锤，能够说的话不外就是“要是扑上来就跟它们拼了”；在狼那边，一定也同样的疑惧不安，这一家3口大约从未见过人，更可能的是没把这两个看作“人”：满脑袋花白的毛发，身上红蓝相间，并且双腿直立——对于从没见过的怪物，狼很谨慎。

就这样，背倚着侏罗纪的化石山，面对现代哺乳动物的

狼，心中害怕的人强自镇定，一直坚持到徘徊不前的狼败走远去，方才瘫坐下来。

郑度一行穿越西部羌塘用了20天时间，一直到达东端的羊湖。昆仑山区新构造运动更多地体现在新生代火山活动。行前他们已从卫星遥感图像和航空照片上查找到这一带的新生代火山群遗址。自从11年前在巴毛穷宗领略过它们的魅力之后，岩石学家邓万明从此迷上了火山岩。这一次藏北之行，他又一番扑向了它们。在无人区腹地的羊湖附近，他攀上高差两三百米的火山锥颈顶端，采回岩石标本；沿着铺满黑色玄武岩石块难行的路，前往黑石北湖以南火山群考察，邓万明惊奇地发现，这儿至少经历过三次强烈的火山喷发：早期喷发的在南面已剥蚀成小岩丘；其次喷发形成的岩石已被分割成几座七八十米高的熔岩方山或平台；最后一次喷发距今不过六七万年。熔岩流大面积分布，紧贴第三纪红层之上，顺着红层上的沟谷一直流到黑石北湖岸边。熔岩绳状体，熔岩瀑布，黑色熔岩流中掺杂着红色风化物，色彩斑斓，气象万千，在邓万明的眼里，真有说不出的美丽。

再也未见游牧人，惟一所见人类活动的痕迹是10多年前在藏北工作的测绘队留下的：在拉竹笼地方的泉眼边，有他们遗弃的灶台；在英雄地，残存着他们大本营的遗址。那是70年代末某一天，历尽千辛万苦的几支测绘队：武汉、成都、兰州三个军区的测绘队在此地会师，想来一定是无比激动和自豪的场面，所以将原本无名的此地命名为“英雄地”——勇闯无人区的，的确配称英雄。据说，当年在藏北、在可可西里地区从事测绘工作的是解放军，有几位战士甚至献出了他们年轻的生命。每想到此，郑度的心里就弥漫着浓浓的感激、感念之情：测绘队真是野外考察工作领域里最为艰辛的先行官，没有他们的默默奉献，我们的基础地学研究就会寸步难行，不知要多走多少弯路才能有所收获啊！





羊湖附近的
英雄地“纪念木
碑”(1987年)。

在英雄地扎下营盘，第一件事就是向远在上千公里之外的联络大本营叶城发出电报：科考队胜利到达终点大本营英雄地。

一样的豪情。犹嫌不足，大家兴奋地商议，我们也在这一儿留下点什么吧，比如纪念碑。也许若干年后人们会乘直升机来此地观光呢，可不就是文物了？于是北京大学的青年教师小徐就取来以备陷车之用的木板，花费整整一天时间，用烧红的铁条在正面烙上“中国科学院青藏高原综合科学考察队1987年8月”字样，背面则烙上此行17位考察队员的名字，埋在山顶。出野外的人们回来，不顾疲劳，欢天喜地地在木碑前留影。但是经过一夜的思考，有人觉出不对劲了，说以后有人来看到这碑，一定会以为咱们17个人是为科学事业在此壮烈献身了呢。大家顿悟，认为所言极是。遂请小徐把木碑扛下山来，在17个人的名字之后加上一个“立”字，再扛上去埋好——纪念碑重新落成。

这算是一个令人捧腹的小插曲，成为多年后的一个笑柄，每一说起，都忍不住笑起来。

英雄们在英雄地有重大发现：青藏——亚洲——世界寒旱极正在脚下。

中国的干旱中心在吐鲁番以东的嘎顺戈壁；南美的干旱中心在玻利维亚——阿根廷——智利交界处的安第斯山脉，海拔不足4000米，但它地处热带，并不太寒冷。英雄地既高且寒，是一高寒干旱核心。地理学家们之所以这样认定，是依据此地自然现象：地理地貌、土壤剖面、冰川类型、植被分布，以及高原两侧来自孟加拉湾和阿拉伯海的水汽通道鞭长莫及等多种因素得出的结论。植物学家李渤生还富有诗意地看到，整个欧亚大陆自然景观的演化都无不与这干极的形成发展密切相关。以英雄地为中心，一圈圈，一层层，欧亚大陆自然景观呈近似同心圆分布——这是地球陆地最为壮丽的图





青 藏 苍 茫 案……

郑度教授从1964年开始就工作在祁连山，1966年参加了珠峰科考，那时起直到现在，一直从事青藏高原的宏观地理和山地垂直带变化研究。他自己把这项工作比喻为集邮：怀着贪得无厌心理，总觉得欠缺了一点儿，还欠缺一点儿。经过几十年的积累，大致空间分布已经基本掌握，但具体内容的充填，还只能靠多走多看，即使有了航片卫片也是如此——自然地理学家永远属于大地。一部青藏高原的地理，硬是靠置身其中，用双眼看过来的，用双脚走过来的。然而就是这双遍历过青藏高原壮丽景象的双眼晶体，在西昆仑考察中出了问题。那是本次考察的第二年，起初总觉得拍照时怎么就是焦距不清呢？视野怎么就模糊了呢？1989年元月，52岁的郑度先是左眼失明，动手术换上美国的人工晶体，戴上一副既显傲慢又显恐怖的镀镍眼镜，又上了喀喇昆仑出野外，那

“巡洋舰”遭遇洪峰。



一年与法国人合作沿中巴公路一直考察到巴基斯坦；稍后几年，右眼也更换成人工晶体——从此再看青藏，自然是透过了人工的视线。

为时30多年的青藏研究，到率队完成了喀喇昆仑—西昆仑考察活动之后，郑度教授为自己、也为青藏队第一期

考察历程画上了圆满的句号。建国初期搞全国范围自然地理区划时，已经认识到高原高寒区、西部干旱区、东部季风区的基本特征，但对何以至此，原因何在，无法解释。为时几十年的研究积累经由郑度和他的同事们最终给出了一个答案：是因为青藏高原的隆起。研究成果表明：青藏高原隆起不仅导致自身环境的巨大变化，以构造抬升为主，高山发育冰川冻土，高原面以高山—山地草原为特征，同时对周边地区环



郑度1974年9月1日在墨脱亚让的野芭蕉林。



境演化产生了强烈影响。它改变了中国大气环流，使西北地区气候不断向干旱方向发展，戈壁、沙漠大规模出现，黄土堆积范围扩大，强烈侵蚀，千沟万壑；而长江以南受季风影响湿润多雨，红色风化壳和红土广泛发育；沿海地区则以构造沉降为主，长期接受沉积，保存了丰富的环境信息。就这样，960万平方公里的中国依此划分为5个巨大的地质环境系统分区——青藏高原环境系统、沙漠—戈壁环境系统、黄土环境系统、红土环境系统和大陆架环境系统。在其后的攀登计划项目中，郑度又主持了其中有关资源、环境与可持续发展课题。在青藏高原自然地理这一领域中，这位自然地理学家的贡献重大：根据气候与植被关系，提出珠穆朗玛峰地区及青藏高原垂直自然带结构类型系统及其分布模式，显示与高原热力作用相联系的巨大山体效应；揭示高海拔区域的地带性和非地带性规律，阐明了青藏高原自然地域分异规律；提出横断山区干旱河谷分类系统，证实确认了中昆仑山腹地及南翼为高原干旱核心区域；探讨山地与高原自然地域的划分原则和指标，拟订了青藏高原自然地域系统方案，阐明高原不同地域单元的环境和发展问题，提出有关对策和建议。专业上的贡献之外，还有作为青藏队骨干与组织领导者的格外付出。

从英雄地返回龙木错营地，联络官张青松不在，他去了日土的部队医院输液去了。当初地理组和地质组26人在此会合时，他刚从叶城大本营赶来，自我感觉良好，就一连做了3天的炊事员。每天三顿饭，每做一顿费时两小时。3天下来，待地理组去了英雄地，他一下子就倒下了：高山反应，胃痉挛，呕吐，导致胃粘膜出血。张青松是青藏队老队员，因是我国第一位登上南极大陆的科学家而一举成名，这一次却痛苦地倒卧在藏北高原西部边缘。潘裕生见他吐了血，不敢怠

慢，极力动员他回叶城治疗，而张青松坚决不回。僵持的结果，达成一个妥协方案：去日土。张青松在西藏的日土县城折腾了半个月，终于挺了过来，直到在那里与队友们会合。

已是盛夏8月间，地理组路经普尔错那一晚，先是风雨后是雪，雨水渗透尼龙帐，整夜滴嗒。有心人一发现下雨就赶紧爬起来“坚壁清野”，以避免损失。当太阳升起时，大家忙忙地晾晒被褥，红绿黄蓝铺了大片。其中南京地理所湖泊专家姚宁钢的全部家当都搬出来了，不仅被褥皆水淋淋的，换洗衣物无一幸免，就连一应测量工具和笔记本，都像是水中捞出来的。面对全体队员的围观，这位姚先生哭丧着脸解释说，不该把塑料布铺在地上，让雨水都汇进被窝。大家忍不住大笑，说他人工制造了水池，是睡梦中还在进行湖泊测量吧。

“伟大的瞬间”。





第三天再次从普尔错南下，前往西部羌塘美马错盆地。这一天发生了著名的故事“郑度历险记”。在接近美马错的荒原上，郑度和李渤生乘坐的两辆北京 212 远远看见一头硕大的野牦牛。为求摄影最佳距离，郑度希望近一些再近一些。被惊吓的野牛始而拼命奔窜，继而转身竖尾，气势汹汹地瞪向追击者。李渤生的车谨慎地停下，下车架起望远镜头；郑度的车不怕，依然向前，直到距离野牛 20 米处才停下，郑度端着相机从容不迫地下车。突然，那牛将尾巴一夹，俯首向郑度冲去。眼疾手快的司机一把将郑度拖上车，在另一车人“快跑！快跑！”的大呼小叫中，迅速发动，在俯冲的野牛角触及车尾的刹那间，李渤生摁下了快门。野牦牛见对手狼狈逃窜，呆望片刻，悻悻然缓步远去。脱离险境，全体人员——地理学家郑度、李炳元、土壤学家顾国安、湖泊学家姚宁钢、植物学家李渤生和两位驾驶员，都来视察那车，只见车尾左侧钢板被挑豁了一个口子。大家议论纷纷，假如怎么样就怎么样地后怕一番，然后又是幸好怎么样又怎么样地庆幸一番，都是很乐意说的一些废话。其中最得意的是李渤生。他取出胶卷，拿纸包好，写上“伟大的瞬间”字样，以示纪念——不过有些隔岸观火、幸灾乐祸的味道了。事后郑度总结说，那一定是一头情场失意的公牛，满心的恼怒。大家注意了，今后凡见到独自流浪的野牦牛，千万敬而远之。

遭遇野牛的第二天到达美马错，美马错湖水退缩后形成的湖成平原格外平坦，小车一溜烟地向盆地中心驶去，直到一排沙丘挡住去路。大家信步登上沙丘，忽见沙丘另一侧有一清清河水蜿蜒流过，河边沙坡上一望无际的是什么？噢，是藏羚羊。是母羊和小羊。难怪一路上只见如同手持长矛的皇家卫队一般的藏公羚昂然而过，一直奇怪不长角的母羚羊和小羚羊哪里去了，却原来它们躲在了这个世外桃源中，却原来美马错正是藏羚羊的传统产羔地！这真是重要发现，计

划外考察发现！当发现者们提着相机悄悄接近羊群时，只见在几只公羚的护卫下上百只羚羊整齐地排成一行横队，切过山坡向西方飞奔。人们跟随着走上山坡，又一幅景象令人目瞪口呆：上百头大大小小的野牦牛在安详地觅食，一些藏羚羊、藏原羚（黄羊）夹杂其间，不远处几头藏野驴漫步湖畔，好一幅食草动物和谐相处的画面！万万没想到，在西羌塘深处，人烟绝迹之处，竟然藏匿着这样一个绿洲，一个野生动物乐园！算一算，这一天总计所见野牦牛 250 头之多，藏羚羊百余只，藏野驴、藏原羚数十只。

第二年，1988 年，为科学评价这块荒野绿洲在野生动物保护中的价值，李渤生陪同美国动物学家夏勒博士和另外几名中外专家再次来到美马错，4 天中共见到野牦牛 703 头，藏羚羊 346 只，藏野驴 240 只，藏原羚 51 只，棕熊 1 只，盘羊 20 余只，另见藏狐、岩羊等其它野生动物多种。同时还见到了有名的“金丝野牦牛”，即毛色呈棕黄色的野牛，这是青藏高原其它地区见所未见的。

在美马错—阿鲁湖一带区域中生活着如此之多的野生动物固然令人惊异，但事出有因。经调查，认为与此地特殊的局地生态有关。波状起伏的羌塘高原地势较为平坦，但阿里地区喀喇昆仑东段山脉自西向东延至美马错时突然群峰高耸，并在美马错西北部急折至北北西—南南东向，拔地而起 20 余座 6200 米以上高峰。雄伟雪山中，山脉冰川发育，形成了特殊的地形降水中心，冰川融水形成的大小河流共计百余条。从河床渗入地下的河水在湖泊边缘溢出，形成羌塘高原少见的洪积扇缘溢水地带。加之湖两侧几十个涌量可观的自流泉，以及湖盆区较温暖的小气候，大片草甸提供了良好的栖息条件，使美马错就这样聚集了多种哺乳动物大大小小的部落，成为野生动物的天堂乐土。

看来美马错地区是现今青藏高原高寒草原生态系统保存





最完好的地区了。外国专家也同时认为，这一地区在珍稀野生动物保护方面的价值可以同世界上许多著名的野生动物保护区相媲美。为促成保护区建立，李渤生教授起草了《羌塘美马错自然保护区的初步评价》。此后，西藏自治区林业厅再次组织专家对藏北高原野生动物进行了考察，将美马错范围大大扩展，划定了东起青藏公路—扎加藏布，西迄新藏公路，南到黑阿公路、北抵可可西里，面积为40万平方公里占据大部藏北高原的“羌塘自然保护区”，1993年被西藏自治区人民政府正式批准建立，列为自治区级保护区。

动物学家冯祚建所在的生物组没去美马错，他在昆仑地区、其后在可可西里所见大型野生哺乳动物群数量，由于自然环境酷劣，远不及羌塘南部为多，但仍然随处可见，仍有好奇兼好胜的野驴群大老远地赶来与丰田车赛跑，玩超车游戏。它们不仅非要超过小车，而且一定要在车前方横切过去，横过路面时一定要盯住对手，以眼神炫耀胜利。而此时，满车人必定欢呼雀跃，虽败犹荣，这真是人与野生动物和谐相处的最美满最热烈的时刻。在昆仑地区获得的新鲜经验是，藏羚羊也与汽车赛跑。不仅竖着两根长角的公羚如此，就连拖儿带女的母羚也如此，有时可以与汽车平行前进几公里——那儿一定是个闭塞地区，少有拿枪的敌人伤害，否则在它们进行友好比赛时，只要有那么一次有同伴倒下，它们将会记忆深刻，再不与人与车亲近了吧。所以尽管冯祚建手持有关部门批准猎取保护动物做标本的文件，但从不在这类欢庆场合捕杀它们。

正像地质学家们在此次考察之后完善了大地构造演化图示那样，各学科都相继完善了各自的框架。走遍了青藏各地的冯祚建教授，统计了青藏高原的哺乳动物隶属9目29科104属，共有210种，它们的分布范围栖息地；估计了哺乳动物

资源数量，报告了这一资源的开发利用以及破坏情况，提出了保护措施建议。这位动物学家忧郁地看到，在东昆仑一带人们容易走到的地区，野生动物惨遭厄运：玛曲西科河一带，由于从前的乱捕滥猎，现已难觅藏野驴踪迹；祁连山洪水坝地区残存的5头野牦牛已于80年代初被全部消灭；青海当地曾于1958年—1961年间，组织过一支庞大的牧民狩猎队，在纳赤台野牛沟、西大滩和乌美图仁等地共捕杀野驴、野牛、藏羚、藏原羚、岩羊和盘羊4万余头只。是啊，对于天灾，例如大雪灾，野生动物虽有重大损失，但它们的自然调控能力仍可保持种群延续；最可怕的是人祸，现代武器，人为偷猎，那才是致命的。生活在青藏高原无人区的野生动物，大都是珍稀的高原特有种，是大自然留给人类的一笔宝贵财产，我们这一代人的责任，就是把它们好生保护起来。

生物组的昆虫学家张学忠，与冯祚建一样，参加了70年代以来青藏队的历次考察活动，专捉小昆虫。由于世界上昆虫的种数比所有其它生物种类的总和还要多，而目前为人类所知并加以描述的只是其中很少的一部分，所以昆虫学家可以大显身手，用冯祚建的话说，就是伸手一抓一个新发现。此次生物区系考察中发现2个新属、185个新种、6种新纪录，大都是昆虫学家的功劳。

生物组走过了喀喇昆仑和中、西昆仑，划分了生物地理成分及生物地理区系区划的重要界限；搞植物区系研究的武素功他们一一查找到诸如昆仑山区森林植物区系最东部边界之类，指出本区植物区系在喀喇昆仑主峰乔戈里峰以北划归中亚区，以南则划归青藏高原区。武素功是研究蕨类植物的专家，蕨类植物是生长在北温带山区的一种古老的多年生草本植物，绵延2500公里的昆仑山区从未有这类植物的发现报导。所以自打一上昆仑，就时时留心，处处留意，无奈无发现。倒是年轻的植物学家吴玉虎，不期然中在阿图秀野外营





地附近给采到了。这是一株高仅5厘米的小小阴地蕨，只有1枚微型锯齿形叶片。就这，已使武素功大喜过望，连忙拖上吴玉虎再去寻找，不过后来只找到了两株更小的——整个昆仑地区，就发现了这3株。这一古老物种的被发现，对于研究昆仑地区植物区系的起源具有重要意义。

青藏队生物组历来是最为活跃的。他们的研究对象本来就是会飞的、会跑的、会游的，即使不会飞不会跑不会游的植物们，也是生动的生命。每天分头出野外，把凡可驱使的代步乘骑一一骑过：骑马、骑驴、骑骆驼，更多是徒步。到夜晚，张学忠在营地点亮招引飞蛾的汽灯，伺机捕获，在丝丝响着的汽灯光下，每个人都在整理各种各色标本，写当天工作记录。野外工作虽然艰苦，但生物组的气氛总是融洽热烈，曾发生过多起当时惊险万分、危险一过又成为笑柄的故事。

故事之一是“死牦牛复活”。在一处沼泽草地上，大家老远就望见一群野牦牛，听见人声纷纷奔向远处的沙梁，只有一头公牛昂首屹立水中。那牛双角直指蓝天，凝视着牛群离去的方向，雕塑般岿然不动。吴玉虎联想起当年在黄河源头考察时所见：牧民所养家牦牛困陷沼泽，无法移动，至死屹立原地的情形，当即自作聪明地向大家宣布“是头死牛！”摄影记者杜泽泉用他的长焦距瞄了好一会儿，肯定了吴玉虎的想法，“对！是头死牛”，并建议大家每人骑在牛背上拍照留念，并保证说绝不会被识破是头死牛的。大家振奋起来，脚步由迟疑而急走，一边争先恐后地开始“预订”：“我要牛头！”“我要牛尾巴！”吴玉虎闻言制止说：“照完相再分配！”武素功则在岸上大踏步地前进说：“这回我要领先啦！”走在水里的其他人着急起来，加速前进，急走变为小跑。

接近那座“雕塑”大约20米时，意外事件发生了——牛

尾巴忽然翘了起来，紧跟着的动作是俯首冲向跑在最前面的杜泽泉。所有的人都看到了圆睁的怒目，都听到了恐怖的呼呼喘息，随着杜泽泉一声变了调的“快跑”，大惊失色的人们跌跌撞撞四散逃命而去。惊慌中有人跌了跤又一跃而起，都像离了弦的箭一般。没命地跑呀跑呀，直到谁回头望了一眼，才知早已脱险：那野牛已然从容登上沙梁。看来那庞然大物本就无意伤害人，它只是讨厌人来打扰它，吓跑就行，否则你跑得再快也休想逃脱。野牦牛不仅双角是无敌武器，可以穿起人体直挑上天空；在它不使用双角时，就拿蹄子也可以踩人致死，用巨大而粗糙的舌头也可以把人舔死的。

惊魂未定的人们瘫倒在沙地上了。先是大口喘息，待喘过气来就开始自嘲或是相互取笑。先前打了赤脚的杜泽泉顾不上发言，坐在一旁手忙脚乱地清理：两个脚底板上扎满了硬叶苔草针样的芒尖。

故事之二是“过河历险记”。在阿羌一带考察时，时常与河打交道，时常在河中陷车，很麻烦。这一次遇到的是一条20米宽的小河，吴玉虎和马鸣两个年轻人先脱了衣裤涉水探路，指挥大车顺利通过，但两辆小车却不敢冒险。于是年轻人再次下水，在两岸车上拦河拴一条粗绳，以保证各位老先生们安全渡过。当人们相互扶着过了河，吴玉虎把自己的背包也送河对岸之后，第四次返回，背上了杜泽泉托付的两个相机和自己的相机，左手又抱上一个大西瓜，右手抓住绳子。河水是冰川融水，正在迅速上涨，在折腾了一阵子的这当儿，已涨到腰部。水流急，水温冷，仗着年轻力壮，吴玉虎仍然无所畏惧。但当行至河中心时，大绳剧烈地晃动了一下，脚下踩翻了一块石头，立时全身失去平衡，被一个急流打翻水中。此刻情势危急，吴玉虎连呛几口水，惟有右手紧握绳子才不至被卷走。努力想用右臂之力像翻单杠那样在绳子上固定身体，无奈未遂。而在这一系列的生死搏斗中，那只左手，





依然抱着那个该死的大西瓜。当事人的心里只有求生本能，耳中只有轰轰水声，全然听不到岸上人们焦急地呼喊：“丢掉西瓜！”丢掉西瓜的念头是他在情急中自己意识到的。只是在丢掉了西瓜之后，腾出的左手才帮助了右手，在滔滔激流中，双手挂住大绳，寻到了落脚之处。

冯祚建迫不及待地下水相救，随激烈动荡的绳子在水中倒下了一次又一次。最后还是脱了险的吴玉虎迎上来，把他救助上岸。

上了岸的吴玉虎冷得哆哆嗦嗦，这才想起后果，才想起后怕。杜泽泉接过浸了水的相机包一句话也没说，显然很沮丧：这是他的命根子，正是出于对自己的不信任，对于年轻力壮的吴玉虎的信赖，才斗胆委托他背过来的，可现在，唉。

事情过去了，这事儿也成笑柄。武素功总结说，荒唐处有两点，一是吴玉虎身处千钧一发险境，还抱着大西瓜；二是冯祚建老先生过河还要人搀扶呢，居然打算去救人——说起来很荒唐，不过想起来还是挺感人的。

.....

昆仑考察结束，吴玉虎写了一本《秘境昆仑科学探险纪实》，书中就充满了这类故事。孙鸿烈在扉面上题词：“献身科学，勇于探索”；武素功为之作序，以示对共同经历的这一段考察活动、对艰辛而充满喜悦的野外生活中建立的生死情谊的怀想和纪念。那类艰苦很难一一述说，而且青藏队员们全都不以为意。如果稍微涉及一点，就以吴玉虎的形象曾把人吓得惊叫这一细节来说说吧。

正是那次去往阿什库勒火山区的“死亡行动”中，吴玉虎被抽调到王富葆负责的第二分队，步第一分队后尘开始了艰苦跋涉。每当看到地质组倒毙途中的毛驴，毛驴们总要停下来，拿鼻子嗅上一嗅，以示物伤其类的哀悼之情。民工们一路情绪不稳定，王富葆一路做思想工作，最后还是有两名

民工临阵脱逃。风吹日晒，艰苦劳累加之营养不良，大家面部浮肿，嘴唇干裂，手指手背裂开一道道血口，每个人的形象都惨不忍睹；每个人的体重都有所减轻，最多的减重达10公斤。考察结束，队部的车送吴玉虎到和田招待所，等候生物组来车接。在该招待所餐厅饭桌前，一位体面的妇女不经意间坐在了吴玉虎旁边，但当她抬头瞄了吴玉虎一眼，仿佛见到了怪物，随着一声惊叫，那妇女碰翻了椅子，逃也似地走掉了。

这件事情说来并不好笑，说来只是令人心酸。

这就是青藏队野外考察的日常生活，也是青藏队员们日常的野外形象。

1992年6月间，中国科学院组织的“喀喇昆仑山—昆仑山国际学术讨论会”在新疆喀什举行。这是继1980年“青藏高原国际科学讨论会”后的又一次大型国际会议。与会中外科学家共148人，其中半数为来自法、德、美、英、瑞士、巴基斯坦、意大利、俄罗斯等国家。这次会议是为时5年的喀喇昆仑—西昆仑考察的成果展示，也是与国际上有关这一地区历时更为长久的研究成果的相互交流——毋庸讳言，全体与会人员都是跨越国界的这一地区的研究者；与会外国科学家中，还有不少人曾参加过1980年那次国际会议，相比较而言，他们认为较之12年前，这次会议所讨论的问题大有进展和突破，在研究的深度和广度方面无疑都有新提高。由于中外科学家中的一半是地质学家，而外国学者更多地在境外山地做了工作，想要进入这一地区的中国境内做工作，远不如中国学者来得方便，所以他们对于中国地质学家近年间在这一地区的新发现表示了极大兴趣：发现第五条缝合带？青藏高原构造单元的新划分？特提斯演化的新提法？还有加里东期构造岩浆带和同位素年代学等等。大多听来让人信服，但对许





多问题，仍不免许多人心存疑虑，尤其对于第四条、第五条缝合带的存在和新发现更是如此。待到参加了会后组织的喀什—喀拉库勒—塔什库尔干—红旗拉甫山口路线考察时，依次为这些新的发现“验明正身”，疑虑方才打消。外国科学家说，OK！是这样的。

地质以外，在对这一地区的高原隆起与自然环境变化方面，在自然环境特征及地域分异方面，中国科学家也成为主要发言人。同时，中国科学家也从外国同行那里得到了许多有益的启示，即使从有差异和有分歧的观点中也是如此；会上交流，会下切磋，同行之间热烈地讨论着今后合作研究的课题，拟定交流计划方案种种——在青藏高原的旗帜下，全世界各路人马都是“盟军”。

1992年的“喀喇昆仑山—昆仑山国际学术讨论会”就成为一个标志：青藏研究积累科学资料的第一期结束，该项目被纳入攀登计划，进入面向全球、科学研究的第二期，青藏研究最佳期开始。

如果说，20世纪70年代震撼人心的地学革命，中国科学家尚未及参加的话，历经半个世纪的青藏研究，已使中国地学界羽翼渐丰，在未来世纪国际地球科学知识创新中，必将占有一席之地，为人类作出应有的贡献。

对此，中国科学界已做好了准备。



第 9 章



寻访远古生命的蛛丝马迹

古脊椎动物学家出动——昌都地区恐龙化石频频出土——恐龙家族退出演化舞台，哺乳动物时代开始——吉隆卧马盆地、藏北布隆盆地分别发现三趾马动物化石群——一个具有逆向思维的人和他的“宇地磁耦合论”假说——来自青藏高原的史前人类活动信息——西藏地方的考古群体，旧石器的发现——昆仑山垭口发掘新石器时代遗址，崔之久的人文情怀

至此，我们已随着地球科学家们的脚步和目光，走过了地质年代的遥远时空，领略过大高原亘古烟云笼罩下的一部洋陆沉浮和曾经的生命史：自地质的元古代与其相应的生物——介壳无脊椎动物时代，到古生代鱼类与两栖类时代。现在我们可以按照高原生命史链条的续接，走近晚近一些的中生代——爬行动物时代和更晚近一些的新生代——哺乳动物时代。说晚近，大抵为自然史意义上的晚近，若以人类个体生命有限性的尺度看来，这一时距仍然很漫长。由于度量尺度不同，“晚近”一词在自然科学家那里，时常是几百万年、几千万年





青藏苍茫

的代指。就如恐龙专家赵喜进，谈到藏东的昌都达马拉山的恐龙化石时就说，它们在此生存的时间并不很长，不过就两千万年左右吧——相对于恐龙这一统治地球长达1亿几千万年的家族史而言，这一时距就显得短促；如果以46亿年的地球史观照的话，当然更其短暂。



赵喜进（中戴眼镜者）等科考人员在昌都地区的恐龙化石产地进行发掘工作（1976年）。

中科院古脊椎动物与古人类研究所的出动，集中在西藏地区考察的70年代中期和横断山考察的80年代初期。此前对于脊椎已臻强韧发达的高等大型动物化石的少量发现，都非本学科专家所为：1951年最初的考察中，地质学家李璞等人在昌都扎曲河附近采集到早侏罗纪似盘齿西藏硬齿鱼；1966

年希夏邦马地区考察时，地质学家刘东生一行在聂拉木发掘了西藏喜马拉雅龙；1975年珠峰考察则发现了早三叠纪珠峰中国旋齿鲨。仅此而已。在西藏地区考察已颇有声势地进行了两年之后，古脊椎所的专家们再也按捺不住，起而向青藏队队长孙鸿烈请战了；于是就有了哺乳动物专家计宏祥他们于1975年的首次进藏。直奔主题，一年内拿出藏南吉隆盆地和藏北布隆盆地两个三趾马化石群。受此激励，恐龙专家赵喜进继后请缨获准，紧步同事们后尘，于1976—1977年连续两年跋涉在西藏和藏东地区。中国的恐龙化石之丰富在世界上堪称首屈一指，在他进藏之前的20多年间，全国范围内除台湾、福建和海南那些恐龙时代尚在海底的地区之外，各省区均有恐龙化石发掘，惟西藏空白。填补空白与连接高原生命史之链固然是个诱惑，此举重要意义还在于紧扣青藏科考主旨——高原形成演化与环境变迁的基础研究，为恢复青藏高原古地貌和古气候条件提供依据。

那些静止了千百万年的动物们并不是漫山遍野随处潜藏，但化石尚有迹可循，线索在拉萨即可获知：拜访西藏地矿局区域地质调查大队和藏医院。前者可提供西藏境内恐龙生存时代的相关地层情况；后者则提供他们收购入药的“龙骨”产地。配制藏药的原料，足有1/5的矿物类，其中土石类的各种化石、磁石、玉石、滑石等又占相当比重。一应化石在藏药中都叫“龙骨”，藏医们对龙骨的多处产地了如指掌。于是咨询结果使动物化石专家们有备而去，去顺藤摸瓜。除了上述两条线索可资利用外，如果还有第三条，那就是先期进行过西藏考察的老队员们的经验提示。

1976年，赵喜进率领着机动化石组兴冲冲地来到西藏，挽起袖管准备大干一场，要在今已干燥寒冷得无以复加的高原上，发掘一个沉埋已久的温热湿润时代。在藏北边缘的当雄，在拉萨东北的林周，果然就发现了晚白垩世的秃顶龙类





的一些脊椎和碎骨。但仅有这些是不够的，隐约地他听到了横断山脉的召唤，于是率队举步走向最有希望的昌都地区。从类乌齐沿川藏公路上行，一片一片的黑森林在身后远去，眼前是一簇一簇过了花期的杜鹃丛。当杜鹃变得越来越矮小，就是草皮的世界了。再往上，海拔5000米处，山石嶙峋。行进在昌都，充满眼睛的是一派红山脉，红土地，大小车辆的车身车轮都沾满红尘土红泥巴。这类赭红色，皆为远古湿热气候所造就所遗存。这正是赵喜进期待着有所发现的理想之地。

这位出生在山东莒县的恐龙专家真可谓一生幸运：十八九岁年纪就被选派赴苏留学，在莫斯科大学攻读地质和古生物专业；5年后学成归来，在名师杨钟健门下一辈子从事恐龙研究，即使在文革中，当科学界同行们在运动的峰颠深谷中颠上抛下之时，大约由于恐龙化石资源在中国独具的优势，可以为国争光的缘故吧，他在祖国各地的发掘工作居然从未中止。山东人的性格遗传加上长期的野外生活磨炼，再加上运气好总是心想事成，也许还要加上身为统治地球时间最久的动物的代表——代表一代远古辉煌，赵喜进总是热情爽朗，总是喜不自胜的样子。即使说起他的研究对象的灭绝，也绝无失落感：你想，如果恐龙不消失，岂能为哺乳动物腾出发展地盘，又哪里还会有人类出现呢？只是在谈到恐龙灭绝的原因时他显得严肃起来。根据多年的实地考察经验和国际上多种假说，他得出的结论是，那是出于宇宙、地球、自身三方面的原因。突如其来的宇宙射线照射或天外星球的碰撞所形成的水源污染，生态破坏，地壳运动，气候变迁导致的生境恶化，无敌于天下的恐龙部族的总体应变能力的低下，凡此种种综合因素最终使这一统治者历史性地退出演化舞台，甚至连分支变异都没有来得及留下。由恐龙的命运联想到今天统治地球的不可一世的人类之命运，赵喜进才变得严肃起

来。

热情洋溢的赵喜进一到昌都，就和同样热情洋溢的当地藏族群众打成了一片。他们驻扎在达马拉山所在的昌都县大野区政府，正值青稞收割季节，放下行囊就帮助群众收割起来。当地人对于来自北京的科学家景仰备至，按照传统习俗弯腰吐舌，以示谦恭。赵喜进不解其意，也入乡随俗，学人家的样子弯腰吐舌还礼，对方见状，愈发谦恭复加惶恐，于是双方频频弯腰吐舌不止，像初次见面的日本人。大野人热情地选派了精壮民工和驮畜，化石专家们的回报，不止是第二年专意从北京带来了两箱二锅头表示心意，还使大野之名永垂地学史册——达马拉山的地层和恐龙类化石被命名为“大野组”。

这是伴随着西藏恐龙化石发现的一个插曲，另一个插曲

昌都的达马拉山下达布卡附近零星分布的中侏罗世蜥脚类恐龙牙齿。





与发掘有关。化石组不仅与当地群众关系融洽，与当地兵站交往也密切。在达马拉山川藏公路45道班处的山坡上，望眼欲穿的赵喜进惊喜万分地发现了第一枚恐龙牙齿化石。那时天色已晚，就打了胶准备次日仔细剔出。结果那枚牙齿不翼而飞。有民工报告说，看见兵站的车曾在那儿停留过。气急败坏的赵喜进跑到昌都军分区司令员那里告了一状。司令员闻言大怒，立即下令追查。结果人也查到了，化石也找到了。拿了那枚化石的是个四川小兵，他只是出于好奇，结果给关了几天禁闭。多年后赵喜进想起这事还抱怨自己小题大作，如果那不是当时惟一的一枚，何苦去告状呢！后来的几天里，同一处地方又发现了四枚；再后来，一连发掘了几十枚！不仅牙齿，还有恐龙的其他部位；不仅在达马拉，还有察雅县、芒康县境内的多处恐龙化石群。所以尽管1976年青藏队西藏

**昌都大野附近早
侏罗世的原始蜥脚类
恐龙肋骨化石埋藏。**



大规模野外工作宣告结束，欲罢不能的赵喜进再次请缨，又补做了一年的野外。

第二年继续了达马拉的工作之后，化石组又前往察雅县香堆区，在那里发掘了白垩纪的恐龙化石堆；按照地层提示的方位，继续向芒康县境内进发，拟定在可能存在化石的老然区一带考察一个星期。在海拔4000多米的老然区，每天翻山越岭，敲敲打打，并无发现，大家不免唉声叹气，抱怨牢骚。眼看7天已过，该拔营起程了吧，心有不甘的赵喜进抱起双拳，恳求大家说，老天保佑，再搞一天，就一天，实在没戏再走人。结果老天果真保了佑，这一天不是由专家，而是由一位藏族民工首先发现了石块中的一个牙齿印模。就地发掘，哈，一条食肉类恐龙——甲龙的一段宽1.1米、长0.75米的腰带原形毕露！

芒康老然区的恐龙们就这样重见了天日，其后在宗谷地方，发现了鸟脚类和鸭嘴龙恐龙化石；在月牙沟的发现更令人振奋：一只应该保存完整的蜥脚类巨龙，虽然局部发掘只挖出了它的腰带和颈、背肋骨，但只要占有6%的材料，我们的专家就可以恢复到100%。因此测算这一四脚着地的巨龙的身长应在20米左右；这种蜥脚类恐龙当时为我国的首次发现。

累计化石组两年野外工作成果，共发掘有各类恐龙及蛇颈龙类、鱼龙类、鳄类、龟鳖类化石，其中新种19个。依据剖面观察，结合化石动物群分析，将侏罗系、白垩系划分为五个组：大野组、达布卡组、肯做孕组、老然组和宗谷组。中生代恐龙化石在西藏发现，成为世界上海拔最高的恐龙化石产地；而侏罗纪早中期是恐龙由原始到进步，由低级到高级的演化史上的关键时刻，这一时代的化石在世界上尚属少见，因而昌都的恐龙化石实属珍贵。

老然区月牙沟的那条完整的蜥脚类巨龙，在全球的恐龙





热中，仍然静卧在荒山野岭之中。由于那一产地有流水经过，使水流改道本身就是一个工程，加之正规发掘工作耗资巨大，费时良久，这一巨龙不能面世令赵喜进遗憾长存。假如未来有谁能够投资去做，赵喜进教授表态说，乐意奉陪，再进月牙沟。

心中的遗憾还有一个，那就是一整套《青藏高原科学考察丛书》34部40册中，缺少了《西藏古生物》第2分册，即西藏恐龙部分。这一分册本已完稿，没赶上出版时间，体制就已改变，出学术著作需要自筹资金了。区区几万元使这本恐龙难产。

恐龙化石在藏东地区的再现，首先说明了古地中海在这一地区向西退出的时间。大约在距今三四亿年间，海水在此地进进退退，来而复往，直到早侏罗纪的上亿年左右，海水彻底西退而去。恐龙这种生活在淡水水域的卵生冷血动物在这一带的一度繁盛，同时说明了海退后北起类乌齐、南至芒康的古昌都湖这一大范围内陆湖泊以及湖畔的森林植被生态多么欣欣向荣；而恐龙在此地的灭绝，说明了白垩纪末期的7000万年前，随着青藏高原开始隆起，气候干燥，地貌改观，湖泊退缩，植被减少，难以适应环境改变的恐龙种类开始减少，最后的蜥脚类恐龙为采食方便计，只得使自己身体变大，活动范围扩展到20米水深的水域；最终结局是湖泊干涸，盆地升起为高山，连蜥脚类恐龙也完全绝迹。如果说全世界范围内恐龙灭绝事件的原因还众说纷纭的话，那么我们确切地得知，西藏恐龙消失的决定性因素是高原隆升。

自1.8亿年至7000万年前，统治了全球为时亿万年的恐龙家族盛极而衰，而灭，无可挽回地退出了生物演化舞台。这一现象对于那一时代就已出现的原始哺乳类来说，不啻天籁福音。这些弱小动物的各部族从发生发展之初，就苟且生存于恐龙世界的阴影中：满山遍野、大大小小的恐龙无所不在，

食草类垄断了食物，食肉类更是可怕天敌。生存已属不易，进化也就缓慢，原始哺乳类一般体型甚小。一当恐龙灭绝，世界就成为动物乐园，地球史进入新生代——哺乳动物时代。各部族以前所未有的速度进化发展。例如，现代科学已将马类进化过程悉数掌握。北美记录了马类历史的一整套进化序列，发掘并研究了从5000万年前的始新世早期至现代含马化石的完整堆积。由此人们得知，最初的始祖马，是只有鬣狗般大小的五趾马，后来进化到三趾时已有羊子那样大；到上、中新世四五百万年时，形体已如小马，虽仍为三趾，不过中趾末端出现了圆蹄，而侧趾退化。这一时期的三趾马是活跃族群，广泛分布在除南美、南极之外几乎所有的大陆上。鉴于它的广泛性和代表性，这一时期的森林草原动物群被概括地指称为“三趾马动物群”。

1975年，当古脊椎动物专家们动身赴藏前，地质学家刘东生就嘱咐说，你们去吉隆吧，那里可能有你们想要的东西。李吉均则根据地貌和地质演化，推测西藏在第三纪末海拔不算高，必有喜暖的三趾马、长颈鹿、犀牛类动物生活过。他把这一想法告诉了古脊椎动物专家们，这是一个可以迅速得到验证的假设。

到拉萨的藏医院，从正待加工的藏药原料中，好运气的人们一眼看到了一颗三趾马的牙齿，一经询问，当即被准确告知，它来自藏南吉隆，藏北布隆也有。当下直奔主题——从拉萨到吉隆，5月28日启程，沿喜马拉雅与冈底斯两大山脉之间的山路，走江孜、日喀则，过协噶尔，一路考察，到达吉隆的前一天，夜宿海拔4880米的马拉兵站。是夜狂风大作，气温骤降，加上强烈的高山反应，这群第一次进藏的专家们无一幸免地彻夜未眠。计宏祥强忍着头痛欲裂的折磨，倾听着呼啸的狂风，心里不由得想着，最可怕的是西藏，最想来的也是西藏——从马拉一带开始，地层出露犹如叠摞起的一页





页纸张，合起来就是一部地史书，那上面记录着我们千辛万苦想要寻访、想要破译的自然之谜呵！

吉隆盆地地处西喜马拉雅山麓中，希夏邦马峰北侧。县城所在地宗嘎海拔4100米，山顶终年积雪，山下林海苍茫，山奇水异，令人心旷神怡。一到吉隆，古脊椎动物专家们忙不迭地扑向他们的地层，整整一天下来，却无不空手而归。求助于县委县政府，立即得到热情的接待，并按当时的惯例，当晚就成立了寻找化石的“三结合”领导小组——当地政府、当地群众和专家三结合。县委书记洛桑亲自召开群众大会，要求提供“龙骨”地点线索。问题就这样迎刃而解，距县城30公里远的卧马盆地的三趾马化石群就这样被发现。

海拔4100米荒山峡谷中，就隐匿着当年喜湿热的动物们在晚中新世约600万年前的遗骨。发掘工作进行了9天。吉隆卧马三趾马化石群包括吉隆三趾马、大唇犀、短耳兔、小古长颈鹿、麂、葛氏羚羊及鬣狗等7种哺乳动物化石，犀牛和长颈鹿现今仅存于热带非洲高原。这一地层同时发掘出的还有许多阔叶林植物化石，棕榈的孢粉化石。复原一幅三趾马时代图景，那可真是引人入胜的画卷——

曾在几千万年经历过几番隆升与夷平轮回的喜马拉雅，那时还未高耸入云，满山遍野林木苍翠，一派亚热带风光。青山环抱中的吉隆盆地，吉隆古湖映着天光山色，碧波涟涟。周围山坡生长着常绿阔叶林，一年四季流溢着浓郁绿色，阔叶林之上是挺拔的针叶林深邃的林带，古湖畔则是青葱的灌丛草原。三趾马和它的伙伴们就奔跑在森林草原之间，森林草原只有天籁动听的音响……

第三纪晚期，三四百万年前的强烈隆升开始，在三趾马地层的上部，再也不见了阔叶林的踪迹；再往上，连针叶林也消失了。世界改变了模样。

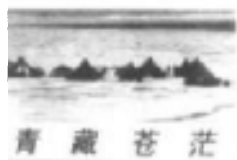
遗骨犹存，世界改变了模样。生存环境大为改变的还有

同一年在藏北发掘出三趾马化石群的布隆盆地。那里地处唐古拉山南侧，海拔高达4560米的藏北纯牧区高寒牧场。当年的森林草原不复再现，目之所及是低矮稀疏的耐寒牧草，矫健的三趾马成为不可企及的远风景，眼下是笨拙而耐高寒的黑牦牛缓步其上。

布隆盆地三趾马化石群所提示的生活时代早于吉隆的同类。为中新世早期，大约距今早于600万年以前。除上述多种类似动物化石外，尚有以竹叶为食的竹鼠等动物，说明那里曾生长着翠竹。布隆与吉隆的不同点还在于动物的属种：早些时候的藏北布隆动物种群中既有华北种也有南亚种，说明那时两大区系还可以南北交流，而晚近些的吉隆动物则纯属华北种，同时说明了喜马拉雅的隆升已阻隔了这一南北交流。而藏南藏北这两处三趾马化石群共同说明了其时青藏高原海拔高度在1000米左右，为湿润炎热的亚热带气候，森林—草原环境。

与吉隆三趾马的发现差不多同时，并且距此并不很远，同属于喜马拉雅，聂拉木县境内聂聂雄拉（亚汝雄拉）海拔5000米山口，中尼公路63道班处，地质学家张青松也发现了同样的化石群。这套地层本是60年代修建中尼公路时暴露出的天然剖面。珠峰登山科考时将它定为中更新世几十万年前的地层，并作为间冰期大暖期的标准地层。张青松在观察这一地层时有一些疑问，就存了心细细查找化石证据。距当年修路时隔9年，原先的剖面不时坍塌，新的层面显露出来——走运的张青松就这样发现了五六百万年前的证据。花费了一周时间，硬是一点点抠出了这一化石群。5年后，张青松陪同刘东生再次来到聂聂雄拉，刘东升在亲手捡到一枚三趾马牙齿的同时，欣然修正了这一地层的年代。第二年，张青松参与阿里分队考察，在扎达盆地，又一次发掘了三趾马动物群化石。

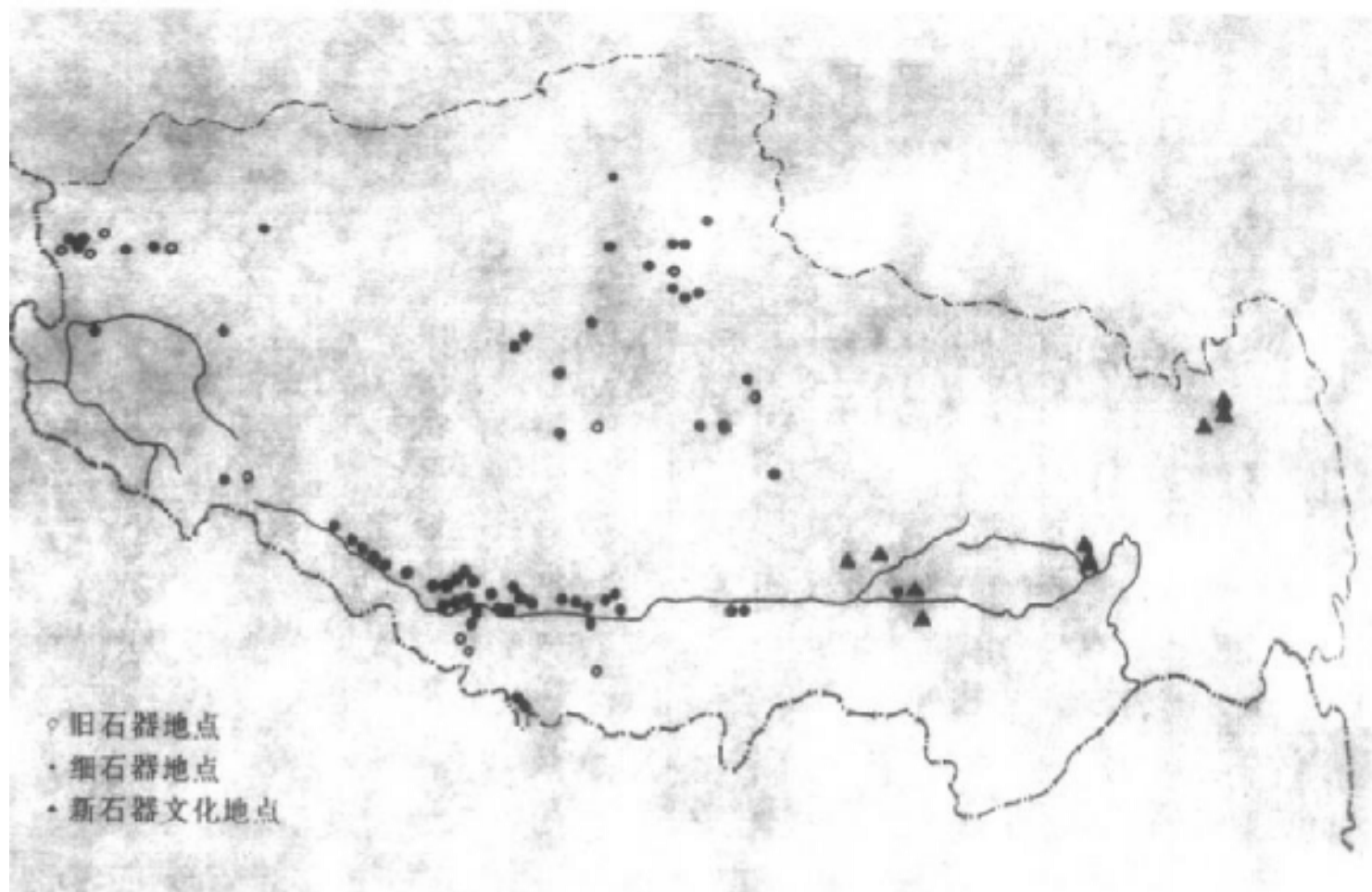




布隆盆地三趾马化石群发掘完毕，拟定的下一个目标是去往藏北高原腹地考察古人类遗物——石器。自从1956年地质学家们在那曲河畔捡起第一枚石器起，藏北高原深处的西部和北部，就不断地有关于石器——旧石器晚期、中石器与新石器早期遗存——的消息传来，20年间，不时有人在西藏的石器时代文化地点分布图上添加着圈圈点点。而所有这一切，都不是古人类学家或是考古学家干的，而且全都为地表采集。这一群古脊椎动物学家虽说仍不算石器方面的行家，但毕竟与古人类同为一个研究所，相比较而言更接近一些。行前他们接受了同所专家黄慰文等人的嘱托，希望亲手捡一些石器回来，当然，最好有伴生地层发掘。

青藏高原石器时代文化地点分布图。

事有不巧，由于当地担心某种草原动物有可能传播某种



疫病，前往高原深处的路被禁止通行，计宏祥他们被劝阻，只得抱憾而归，返回拉萨。转而进发藏东南林芝地区，发掘了一处新石器时代遗址。

回顾半个世纪以来的青藏科考进展和成果，值得欣慰的很多，若说缺憾，哪能没有呢？缺憾之一，也是比较重要的缺憾是没有古人类学家的正式参与。于是史前研究欠发达，有关几万年以前，人类在漫长的千百万年间的演化过程在青藏高原上并无资料体现——而这一问题是如此重要，它关乎人类对于自身的终极追问和终极关怀，关乎一个世界性的科学难题——人类起源：何时，何地，因何。

自从达尔文以来，百多年间经历了进化论与神造论的激烈斗争，人类由猿进化而来的观念已成为正统，更何况以那么多进化过程中的人类祖先化石为证。面对这些化石资料，科学家小心翼翼地大致建立起一个基本框架：人类的最早祖先，可以追溯到大约2000万年前的森林古猿、西瓦古猿和禄丰古猿等；人猿相揖别不过700万年；学会用两条腿走路并且会制作工具的能人出现在250万年前；大约200万年前出现了更加进步的直立人；20万年左右旧石器中、晚期为智人；从最末一次大冰期进入当下全新世仅仅1万年，人类成为现代人。

百多年的研究探讨，对于人类起源地问题人类学家们一一排除了许多地区，最终凝目注视于非洲和亚洲。一些中外学者尤其把目光盯在青藏高原，盯在喜马拉雅山脉——因为此地典型地具备了人类演化摇篮的时空和条件。

进入哺乳动物时代的老第三纪，全球地壳稳定，全球气候温暖，各地差异不大，只有纬向风缓缓吹送，正可谓太平世界，环球同此凉热。进入新第三纪以来的2000多万年间，情况发生了改变，喜马拉雅运动更为剧烈地进行，山势渐渐高耸，生态相应改变，改变持续了1000多万年后，距今1000





多万年前，气候由于热而凉湿，热带森林退缩，草原面积增加。到第三纪末期的300多万年前，地壳运动骤然变得强烈，青藏高原整体抬升，喜马拉雅迅速崛起，迅速改变了亚洲地理地貌格局，影响到大气环流，引起了东亚以至全球性气候变化，而在青藏高原内部，所产生的一系列变化则是本质性的。

地质断代，大致以造山运动为基准。与此相契合的是，冰期的来临和结束，生物的灭绝和爆发。这绝不是偶然巧合，必然有内在的深刻联系。人类作为哺乳动物中的一员，无例外地成为大自然的一分子，人类的进化历史同时也是地球环境变迁的一部分。地壳的剧烈变动，冰期的来而复往，对于某些生物可以是灭顶之灾，对于另一些生物则提供了进化机遇——正是前所未有的一次次冰期造就了人类。不论人类发祥地究竟是否在青藏，在喜马拉雅，有一点几乎无可置疑的是，人类进化最关键的两个阶段：700万年前从人猿共同进化之树上的分离并下地行走，到200多万年前期的制作工具，均与青藏高原地质史上的重大事件几乎同步。

许多人注意到了上述现象及其关联，有一个人甚至在思考为什么会是这样的问题，并自认为找到了答案。在进入作者颇感兴趣的人类演化话题之前，在此不妨提及那个人和那个人的一个假说，如果显得有些偏离主题并跨了学科，也不过是思路的自然延伸而已。

青藏研究中有关气候变化的课题，曾由汤懋苍教授主持。这位兰州高原大气所初创阶段的元老人物，就像地球五大圈中最为活跃的介质大气圈一样，一生保持了活跃的思维。1958年5月，血气方刚的汤懋苍怀着“改变西北干旱面貌”的雄心壮志，跟随他的老师、著名大气物理学家高由禧先生，从北京踏上西行列车，去参加施雅风先生组织的祁连山冰雪考察活动。23岁的汤懋苍担任野马山冰川气候考察站站长并领

导了越冬考察。汇总两年观测成果，我国第一部山区气候学专著《祁连山区气候学》问世。他自己也从此驻留兰州，开始了毕生的山区—高原气候研究生涯。

从1962年起，汤懋苍在高由禧先生指导下进入高原季风研究领域。以几十年学术实践所积累的丰富经验为背景，得以在“攀登”中专注地、定量化地研讨高原隆升过程中的气候变化和与气候有关的环境变化及原因等一系列问题，便有了他水到渠成的一系列理论和假说总爆发，如同强烈的高原季风，漫卷学术界。短短几年时间里，他和他的同事、弟子们合作撰写发表了一系列文章，探讨论证有关地球大小冰期及成因、高原季风的演变，青藏高原是我国气候启动区、雅鲁藏布大峡谷是地球热点……诸如此类一系列理论建树；另外的“一系列”还有关于青藏高原隆升—夷平的数值模拟，本世纪三次气候突变与天文因素的相关，还有石破天惊的假说——宇地磁耦合说。

上谙天文、下识地理，使他神骛八极、心游万仞。这位当年北京大学物理系气象专业的高材生，一生不肯安分，一生保持了多向的甚或逆向的思维方式。早在60年代中期他从事汛期预报工作时，他凝视的目光就从天上转入地下——他从陇东农民根据冬季黄鼠狼挖洞深浅和春季树木发芽迟早预报降水情况得到启示，发现了深层地温与降水量的直接相关，建立了地温与天气变化关系的理论。这一地气相互作用的理论不仅为国内气象学界所肯定，也使他誉满欧美。他因此接受了美国同行的邀请，在80年代初赴美做了一年的访问学者。在美国期间，他推广了他的用深层地温进行长期降水预报的方法。当他驱车览遍美国西部高原，居然发现了美国西部也存在着高原季风。这是一种浅薄高原季风，正像2000万年前青藏高原处在千米高度时的季风乍现。他指出了这一点，后来在美国得到了广泛承认。正是这种逆向思维引领了他，





在他注视着因地球内部的悸动而造成的造山运动、冰期形成、气候变化、环境变迁的终极原因时，他的目光反向地瞄准了天际——他的宇地磁耦合论尚需验证，但至少，这是一个思路。

且让我们沿着最初的“预报天气看地下”的思路循迹而来，一睹汤懋苍 90 年代以来诸理论假说的萌生过程——

建立气候变化坐标系是以近几十年气象资料最为周全的时期为依据。研究十年、百年尺度青藏高原气候状况，发现一个明显的特征是气候变化较之我国东部地区的超前性。例如 1980 年以来的新暖期和 1955 年以来十年尺度的温度波动均从藏东南波密、林芝等站始现，向北向东传播。我国东部变化滞后藏东南 4 年到 6 年时间。近 600 年来的三次冷期和三次暖期亦从青藏高原开始，百年尺度冷暖变化较之东部要提前 10—60 年。因之青藏高原就有了气候变化启动区之称——也有人称之为起搏器，称之为预警区。追本溯源，汤懋苍的目光瞄准了一个地方——雅鲁藏布江大峡谷。他和他的学生冯松博士以及地质学家钟大赉、生态学家李文华一起，寻找到雅鲁藏布大峡谷是地球“热点”的证据。对于岩石圈中地热涡结构及移动规律的研究，可为此前静态的“地温法”提高为动态的“地气图法”奠定物理基础；根据变化超前的时间年限，未来可望较为准确地预报各次冷暖期在我国东部的持续时间。

穿过十年、百年，回望时间远方，在更大尺度范围里，依次检索气候变化与高原季风形成、季风形成与冰期、与高原隆升的关系，一条长长的因果链。——检索对应，汤懋苍望眼欲穿地看到了上亿年前到 6500 万年前的白垩纪时代，许多人曾注意到的那一远古洪荒时代的风景：当青藏南部还是烟波浩淼碧连天的时候，当汪洋之外出浴的大陆还是一马平川的时候，不见崇山峻岭，不见严寒雪冰，不存在因高原上升

而起的强大季风，惟有行星西风和煦吹送，普天下几乎一样冷暖，气候多么宜人（尤宜爬行动物）。动物们皆向超大型体态发展：蝗虫身长1米，蜻蜓翅长2米，庞然大物的恐龙拖着笨重的身体举步维艰，比恐龙更长的、专以吞食恐龙为乐事的是巨蟒。人们在埃及曾发掘出距今6000万年的巨蟒化石，断定它的身长为30多米，并断言在早先的恐龙时代，有更为长大的巨蟒。后来的世界不再平静——随着喜马拉雅从海底升起，青藏高原上升到千米高度，浅薄季风与全球第一次大降温一道发生在3700万年前；此后的一次次造山运动，一次次冰期降临，季风渐次强盛，世界越来越冷。240万年时，高原整体上升到2000米临界高度，深厚高原季风出现——

所有这一切变化，最根本的原因来自地球深部的活动。那么究竟是怎样的一只神秘的手把它搅动，让地球表面时而变化，时而稍息，把地球改造得面目全非？

依照汤懋苍的逆向思维判断，他的关注点不是在地下，而应该是在天上。果然，他的目光正在穿透蓝天，投向渺远的银河。从国外学者对于银河年和银河旋臂磁场的研究中得到启发，与激动人心的地磁倒转事件相联系，汤懋苍提出“宇地磁耦合与地球系统旋回”假说。这一理论假说基于这样一个思路：当地球磁极方向与现代相同（正极性）时，是地球的“高效运转期”：地球内部对流活动加剧，造山运动强烈，青藏高原隆起速率加大；当地球磁极与现代相反时，是地球的“低效运转期”：地球内部对流活动大为减弱，青藏高原构造抬升速率为零。而地球磁极的反复无常，是因地球所在的太阳系围绕银河系中心旋转过程中，有两条磁极相反的银河旋臂依次扫过地球，当银、地磁极符号相同时，可引起地球内部强烈的垂直运动（造山运动），使地球的某些部分（如青藏高原）抬升，大气热机效率随之提高，行星西风增强，高纬地区降温，大冰期形成；反之则地球内部垂直强对流停息，





反应在地球表面，即隆升的对立面：夷平时期，行星风系减弱，高纬地区增温，大间冰期来临。核对过地球磁场与银河旋臂正磁性耦合的时间，30多亿年来吻合过7次，恰恰都是大冰期。

这一假说广及天上地下人间，举凡天文地理大气物理地球动力机制尽皆囊括其中。地球内部运动难道受制于遥远的银河吗？怎么会不可能呢——汤懋苍说，他以他的专业为例：正如大气圈仅占地球总质量的百万分之一，地球内外部的任何变化都会影响到大气层那样，地球和太阳系在银河系乃至宇宙中何其渺小到微不足道，说银河系的任何变化都足以影响到地球，怎么会不可能呢？就大尺度范围而言，全球变化应该是一系列的果；但微观到地球自身而言，情况则有所不同——是可以讨论因果关系的。

根据这一假说，汤懋苍绘制了银、地磁耦合模型及与大冰期出现时间的对照表，与他的学生董文杰研究员合作建立了青藏高原高度演变的简单数学模型，进行了青藏高原隆升和夷平过程的数值模型研究。

这一假说虽然尚待验证，但不失为一个思路，一种思想方法。尤其在地球动力学机制尚不明晰的讨论中，这一假说何妨占有一席之地。

当深厚高原季风始现于距今240万年时，地球系统发生了为数众多的革命性改变：全球性大变冷、北极冰盖发育、非洲变干、人属始现、黄土高原开始堆积，等等。为此，汤懋苍和刘晓东合写一文：《一个新的划分第四纪的标志——高原季风演变的地质环境后果》。此前国际第四纪地质大会将第四纪的起始确定为距今180万年前，以此时的全球大降温为划界依据，对此中国学者提出了异议，从事青藏研究的科学家力主地质第四纪应从距今240万年起算。

汤懋苍特别欣赏毛泽东的《望昆仑》一词，自有大气物理学家的领悟和情怀：“而今我谓昆仑，不要这高，不要这多雪，安得倚天抽宝剑，把汝裁为三截，一截遗欧，一截赠美，一截还东国。太平世界，环球同此凉热。”

政治家在诗中传达的诗人理想姑且不论，从昆仑引申到青藏高原，汤懋苍说，把它们裁为三截将如何？那正是4000万年前的地球面貌：太平世界，环球同此凉热。好固然很好，但也不免存在着一个矛盾——古生物的进化和繁衍主要发生在气候环境相对恶劣的“高效运转期”，而气候环境相对优越少变的太平世界，往往导致古生物的退化和绝灭。例如从22亿年到10亿年间，地球经历了为时12亿年之久的太平世界，却并未导致生物的大进化或品种的大增加；倒是从9亿年到6亿年间，地球经历了三次“高效运转期”——大冰期，特别是前寒武纪最大一次冰期后，生物圈开始了第一次大进化，品种大增多，显生宙由此而得名。整个显生宙生物经历了数次绝灭高潮，均在太平世界行将结束之际……

按照汤懋苍的理论，地球现在正处于高效运转期中：地球内部活动剧烈，青藏高原急剧隆升，第四纪冰期还在持续。这位大气物理学家预言，未来的1万年、10万年，全球气温还会继续下降。不过那只是统计数字所显示的，如果没有剧烈突变，对于人类生活将不致产生太大的影响。近期对于中国本土有影响的，是未来30年的灾变期：由于太阳黑子周期加长，中国和亚洲部分地区将出现以干旱为主的坏天时。

研究还在继续。这个一生保持着活跃思维和创造精神的60多岁的人，每周还坚持登一次皋兰山，以使体力不衰；下象棋常下盲棋，以保持良好记忆力。回首40年，汤懋苍豪迈依然，他说，回首今生，无愧无悔，若有来世，再干高原。

宇地磁耦合假说尚待未来验证，有关近期气候变化倒可以拭目以待。尽管汤懋苍的某些思路和假说被同事们调侃为





深具玄机并充满诗意。且让我们就此返回到所关心的人类演化话题，看看青藏高原能够为此提供哪些契机。虽然实际上这一话题在几十年间的青藏研究中并未被列入日程。

事实上，上千万年至300万年的三趾马时代正是人类进化的重要时期。换言之，凡有三趾马化石群揭露的地层，有可能古人类遗迹与之伴生共存——它们属于同样的森林—草原生境。何况高原边缘云、贵一带多有古猿化石发现；更何况世界各地的同类发现中惟独缺乏800至500万年间从猿到人演化的关键阶段。只可惜中科院古脊椎动物与古人类研究所对于青藏考察的参与仅是阶段性的。古人类学家黄慰文教授于90年代初期曾到达拉萨，后来也曾到达黄河源区考察，同样可惜的是，因对高原环境的严重不适，未能前往更多的地方。几十年来关注青藏，只能做些对于来自青藏的石器的室内鉴定工作。黄慰文一直遗憾地认为，相对于其他学科来说，青藏高原史前研究仍处于欠发达状态；已有的发现充其量不过是青藏高原巨大的史前遗物的九牛之一毛。他认为，正是由于这个缘故，任何来自这一地区史前人类活动的信息都是可贵的。

黄慰文教授的室内工作就包括了广泛搜集来自青藏高原的史前人类活动信息。在《青藏高原的史前人类活动》一文中，统计罗列了西藏、青海地区已发现的遗址70余处。令人遗憾的是，只有少量遗址，如西藏的卡若、曲贡，青海的拉乙亥等几处，是经考古学家正式发掘。其余无论新旧石器均为地表采集，缺乏明确的层位关系，对它们的一应结论都存疑。在长达半个世纪的综合考察中，多学科均已建立各自框架并在理论继续完善的情况下，只有史前人类面目不清，人类演化史脱落的链环有待好生寻找并续接起来。

说西藏西部、北部乃至无人区石器遍布，也许并不算得太夸张。不仅自然科学家，就连略备学识的那曲地区干部和

旅行者，都可以顺手捡回一些。至于西方科学家，这种意识更强。1992年，著名的美国动物学家夏勒博士在藏北考察野生动物，就捡回了一袋石器交给西藏文管会。夏勒博士大学时代读的是（体质）人类学专业。富有人类学野外工作经验的夏勒博士，放眼藏北草原，在古湖泊古河流之畔，在适合栖息的背风向阳的阶地，总是低下头来寻找——找一个准。

1989年，中德联合考察青海黄河源。带队的生物学家弗连泽尔教授在玛多县的星星湖畔采集到几件石器，这是已知黄河源区最早的人类活动证据，因之他格外重视这一发现，向合作单位中科院成都山地所提出请求，务请选派中国权威石器专家参与。就这样，黄慰文教授第一次参加了有关石器的野外考察，虽然结果不那么令人满意：未找到明确的层位关系，年代仍不能确定。

在寻访古人类文化遗址方面，西藏自治区做了有意义的工作。1977年，西藏自治区文物管理委员会与四川大学历史系联合发掘了昌都卡若新石器时代距今5000年的聚落遗址，其后又陆续发现了拉萨曲贡和山南昌果两处新石器时代遗址。西藏文管会于1985—1993年为时9年的全区范围的文物普查工作，在雅鲁藏布江上游地区发现了近30处细石器地点，在吉隆县城以南以北的哈东淌和却得淌两地，发现两处旧石器遗址。这是1991年。

应邀参加西藏文物普查工作的石器专家李永宪，是四川大学历史系年青的副教授。满怀发现的渴望，他走向吉隆盆地。1964年青藏队刘东生在此发现新第三纪沉积物，1975年青藏队又在此发掘了三趾马动物化石群，使吉隆名满学术界。李永宪以往所见有关西藏5处旧石器遗址的报道，均在海拔4500米以上地区，从理论上推测，他想藏北高原气候何其恶劣，冰期后只能在气候适宜期和暖季里游猎游牧者才可到达，寻找古人类遗物应该到海拔低一些的地方吧。在吉隆，李永





究如愿以偿——是踏破铁鞋之后的遂愿。不经意寻找它的人往往不期而遇，而业内人士的刻意却常常欲速不达。在经历了许多个这样的历尽艰险的无功而返之后，1991年6月的一天下午，在海拔4000米以上的山岭间已跋涉了7个小时，并在冰冷彻骨的河水里蹚过8次的李永宪，返回途中已是疲惫不堪。迎着扑面而来的狂烈风沙，他独自一人吃力地登上一片宽展的河流阶地，眼前是一片寸草不生的黑灰色砾石滩。对于地貌的细细察看结果，具有文化背景的直觉告诉他：这片阶地曾是远古先民们生活过的湖滨平原，一定会有所发现！

狂风呼啸着，风沙扑打着，天地间一派浑黄——这就是重要发现时刻的非凡背景。那个如醉如痴的人在荒野上沿“之”字形路线挪动着，几个往返之后，突然间他扑倒在地，紧紧抓住了一块石头。握住这块无价之宝，这个人伫立风中足足愣神了一分钟，激动与狂喜使人片刻呆傻。

这就是吉隆哈东淌旧石器点的发现过程。第二天全队出动，扩大战果。这一地点共采集属于中石器时代的重石器标本80多件。依打制方法的技术系统判断，大约为3万年左右——较之其他地方发现的旧石器，吉隆盆地的年代似更早一些。

迄今为止，李永宪这批文物普查工作者仍为青藏古人类遗存发现的惟一的考古专业群体。不无遗憾的是，即使哈东淌地点也是地表采集，这位当时在西藏惟一具备考古发掘带队资格的专家，多么希望能够亲手从地层中发掘一处古文化遗址。

倒是冰川学家、地质地理学家崔之久教授不期然中获得了这一机缘。那是在1993年，崔之久在“八五”攀登计划青藏项目中担任“天然剖面”子课题主持人，率领他的部下和学生们在昆仑山垭口一带考察。青藏公路穿过垭口向南不远处的59道班近旁，地名小南川，海拔4040米，公路西侧有厚达9米的黄土坡积。道班工人维护路面从这里取土。崔之久他们就此发现了黄土中的灰烬层。意外收获有意外之喜，天然剖面小组驻

扎下来，做起了考古学家的工作：大型槽探。在2—4米深的黄土堆积之下，掩埋着两层碳屑和两层灰烬层，碳十四测定大约为3500年左右的新石器古人类的用火痕迹；同时发掘出石化了的牛的牙齿和狗的肱骨。这一遗址中包含着众多的信息，明证着此地当时全新世大暖期末端的生态环境。未燃尽的炭屑粒直径为3厘米，看来当地生长着直径至少5厘米以上的矮乔木或灌木；孢粉分析也证明当时有松、桦、云杉、杨柳、桤木和鹅耳枥，估计阔叶森林就在不远的几公里处。灰烬层同层位地层草本孢粉带则提示彼时彼地较湿润而温和的最佳环境：甚至出现了禾草草原，适宜放牧。而在这一地层的上下孢粉带的不同成分则说明了此前此后或为干旱或为寒冷荒漠景观，不适宜人类生存——当新冰期到来，昆仑山披上银装，从事牧猎的古人只得下山，回到中原的殷商——今人已知3000年以来进入新的小冰期，昆仑山一带人迹杳无。只是在最近的这岁年中，昆仑山垭口一带公路沿线的西大滩、小南川才陆续开设了旅馆餐馆之类服务行业。小南川灰烬层槽探发掘之后，战场继续延伸，又在不远处的野牛沟口，昆仑河畔，发现了大堆的石制品和一块陶片，其中仅有5块为石器，其余均为被遗弃的碎片。崔之久打量过当地地貌，判断此处并非人类聚居地，而仅仅是石器制作场所，因为从格尔木到昆仑河沿线百余公里均为不适合做石器的又软又脆的岩石，只有此地出产坚硬的硅质岩。所以古人就找到了这里，集中制作一批石器带回去，不小心遗漏了几块，让2万年后的崔之久沿着先民的踪迹寻访至此，把它带回了北京——2万年只是崔之久不太肯定的推测：石器仍是捡自地表，只是阶地地层以热释光测年为3.1万年；更何况还有极粗陋的绳纹陶片。

从昆仑山垭口沿青藏公路向南，在纳赤台1.4万年的阶地黄土层中，又有炭屑颗粒被发现。这一系列信息似乎表明了此时气候开始转暖，加之海拔仅有3500米，应是末次盛冰期





后人类活动较早进入的地区之一。

是年已满60岁的崔之久教授，艰难地行进在昆仑山中，五上昆仑山垭口。如今的昆仑山，冰川之下只有裸露着的灰黄色山脊，山下坡地散布着稀稀拉拉的荒草，牛羊不见，牧人不见。联想起昆仑山考察中的一系列考古发现，崔之久心里盘算着，仅仅几千年前，这一地区还有着发育良好的垂直植被带谱，以青藏高原北部上升量为千年5米计，几千年也不过仅上升了十几米，2万年不过百十米，这一高度尚不足以对区域植被、人类活动产生明显影响，可见变化来自宏观大尺度的气候变化，以及区域性气候条件的快速变化。

来自昆仑山的人类活动信息是珍贵的。看似一个偶然发现，实则传达了崔之久这位自然科学家的人文情怀。站在昆仑山垭口，山风清冽扑面，像是远古的风。回望渺不可见的以往，一次次冰期的严寒酷劣将猿类一步步催化为人，而间冰期的温暖，则滋养了人口和文化的发展。1万年来气候变暖时期，至少都是中国大地的好时候，温暖期有意无意地对应着社会的稳定和生产的发展。例如殷商时代、空前开放的唐代等等。在对人类历史进程的影响方面，环境究竟起着怎样的作用，是一个值得研讨的问题。

从崔之久发掘石器时代遗址，引出了一系列有意味的话题，其一是，为时几十年的多学科综合考察，各学科的密切交流，训练出一大批像崔之久这样的通才——将多种学科熔于一炉，相得益彰；走出狭窄的专业，面向博大精深的自然界。事实上专业本是人为划分，尤其是建国以来照搬苏联教育模式，分科过细，在思想方法上造成局限。青藏队组队起初，尚可分这个专家那个专家，例如植物方面，从事植被的、区系划分的、森林生态的乃至森林蓄积量的……过细分工，各自为战，到了考察后期，老青藏们才差不多个个通才，成为综合性强的生态学家，地球科学家；尤其这项事业的领导者们，

一方面，他们仍然是精通本专业的行家，更重要的他们早已超越了单一专业，以跨学科的优势，具备了综合与多向思维，才能够引导青藏研究步步登高。

另一话题是，按照传统教育模式，文理隔膜，人文社科界也存在着类似弊端：人文研究与自然科学相脱离。自然科学家研究环境变化，针对的是纯自然，不太涉及人类；而考古学家则只考虑人类历程，不太懂也不涉及自然和环境。

自然科学和人文科学的研究日益向着国际化发展，国际化的研究日益要求各学科在高层面上的融会贯通。ICDP国际全球变化研究规划中特别强调，必须把自然、人文、经济诸领域综合起来研究。老青藏队员们先行了一步，从多年前就开始密切关注高原环境变迁对于人类活动的影响。老青藏章铭陶，从最初的地下水专业起步，从事过青藏高原的地热调查，进行过生产应用规划工作，退休后与瑞典人合作，准备搞3000年来的气候变化，并想从冰雪中找出人类活动尤其是工业革命300年间是否在青藏高原留下痕迹。崔之久教授拟定中的课题则是《中国北方历史时期人地关系》；兰州大学李吉均院士的学生潘保田负责的课题为《河西地区环境演变与人地关系研究》；黄慰文在1998年考古学年会上的发言题目就是《新生代环境与中国西南地区考古》。刘东生院士则参与指导了中国藏学研究中心的“青藏高原环境与发展”课题，勉励社会科学家们，主动靠拢自然科学，关注自然科学研究成果，走自然与社会相结合的研究之路。

从已发现的新、旧石器时代遗迹看来，现在大都已是无人居住的荒凉之地。而在几千年、几万年前，这些地方显然适于人类生存。这一现象对于说明当地几万年来气候环境变迁具有意义，但对于我们的人类演化话题则显得距离遥远。这一条人类发生发展的源流啊，究竟怎样在青藏高原上行进：





或者说，青藏高原的隆起，对于人类演化及其进程有着怎样的关联，将由谁来给出答案呢？

20世纪二三十年代，曾有美国生物学家奥斯朋、美国地质学家葛利浦等，相继提出了人类起源“亚洲说”。其中葛利浦先生已经注意到青藏高原。中国古人类学界权威学者贾兰坡先生认为：“我相信在亚洲南部，即巴基斯坦以东和中国的广大西南部，如云贵高原地区会找到人类的根，当然也不要忘记西藏地区。因为当上新世的猿类演变为人的时候，那里原属潮湿的亚热带气候，还是一片葱郁的土地，年平均气温达 10°C 左右，适合各种生物生长”。

西藏地区没有被忘记。刘东生院士主张在今后的青藏研究中，加入有关人类起源问题的考察研究，他认为这是一项非常有意味的工作。

——寻访远古生命的蛛丝马迹，恢复一条古往今来的青藏高原生命史之链，这一使命这一事业多么诱人；它尽管刚刚开始，还没有取得如同其他兄弟学科所取得的令人眩目的成就，但它潜力巨大。从这里我们可以看到，青藏高原的考察研究具有着怎样的张力和魅力。

第 10 章

在冰山雪原间

施雅风院士八十华诞——国际冰川学
历程——中国现代冰川学40年——对于中
巴公路巴托拉冰川变化的成功预测——冻
土学在应用中——冰川事业是一项豪
迈的事业，是勇敢者的事业——穿越南极
的英雄秦大河，在珠峰冰川走麦城——否
定青藏高原“大冰盖论”——希夏邦马峰
冰芯被评为'97中国十大科技进展——从
冰芯中可以读到什么——姚檀栋博士领导
冰芯研究，起步就迅跑——在海拔7000米
处钻取冰芯——赞美科学精神和奉献精神

1998年3月间，中国科学院青藏高原研究项目年会在京举行。作为国家“八五”基础科学研究攀登计划的继续，“青藏高原形成、环境变化与区域可持续发展研究”仍被列入“九五”攀登计划43个项目之一。一年一度的学术交流会在各专题出野外之前的3月份按期举行。来自北京、南京、兰州等地中科院有关研究所和兰州大学等高校的28个专题负责人，各路诸侯齐集北京。与往年风景有所不同的是各课题主持人的更换：曾为几十年来青藏科考中坚力量的老将们纷纷年满60





岁，按中科院规定多已离岗，或退居二线，给他们的弟子当参谋助手，继续青藏事业——他们的弟子，一批中青年科学家意气风发地登上前台。青藏项目首席科学家孙鸿烈院士主持会议，刘东生、施雅风、李吉均、李文华四位院士分坐两旁，“老青藏”郑度、林振耀、潘裕生、邓万明、孙东立依然在场，其余的是一张张充满热情的年青面孔。这情形恰似自然界的更新演替——青藏研究事业犹如一株常开不谢的无限花序，犹如一场不见终点的接力赛事。可以说，这真是一个富有历史性的时刻。

这还是一个喜庆的时刻。3月21日这一天，会场上的热烈气氛中似乎隐约着莫名其妙的喜气洋洋。起初大家并不知道这喜悦所为何来，待到迈进餐厅，看到每张餐桌上摆放的生日蛋糕，不由得释然——青藏高原研究会办公室主任冯雪华关照大家，施老并不知道今天为他安排了八十华诞宴会，咱们给他一个惊喜！

当施雅风在孙鸿烈、李吉均两院士陪同下步入餐厅，全场起立鼓掌致意，冯雪华代表中青年科学家，代表所有在场

1998年3月21日，施雅风八十华诞。从左至右依次为施雅风、孙鸿烈、秦大河。



的不在场的青藏队员，代表不朽的青藏研究事业，向施老献上一束怒放的鲜花，万千的敬意和爱戴之情尽在经久不息的掌声中。

这位开创了中国冰川学的“中国现代冰川之父”，这位推动了青藏研究事业进展的灵魂人物，这位曾主持过珠穆朗玛、希夏邦马等一系列青藏科考、走过南极北极、又曾以75岁高龄登临贡嘎山视察海洋性冰川的老一代科学家，这位不仅使中国的冰川研究，也使中国有关全球变化研究走向国际学术舞台的学科带头人，这位曾培养出像姚檀栋、李世杰这样一代杰出人才的优秀导师，理应尽享殊荣——如今他所带出的博士生们又都担任了博士生导师，可谓桃李满天下，遍青藏。

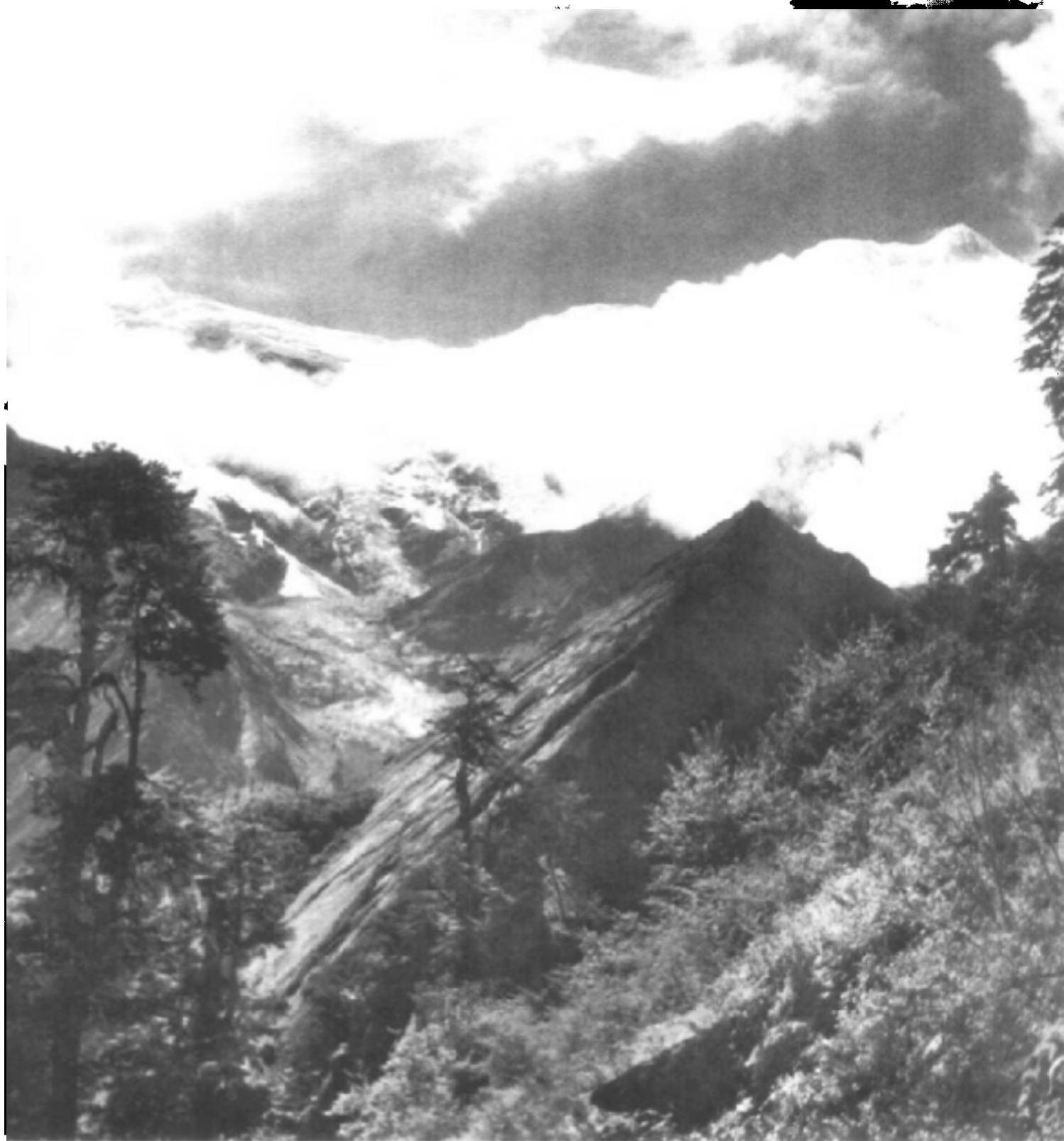
此刻，这位满头华发的老人慈祥和蔼地微笑着，以他惯常的神态。那双凝视了中国的冰峰雪岭足有40年的眼睛，此刻流溢的温热足以融冰化雪；还因为洞悉了人生和自然，此刻那眼神里闪烁着超世的光辉。

一部中国冰川学的成长史，就写在他智慧的前额上。

且让我们就此遥望冰川——那看来与人类生活相距甚远，而其实与人类生存息息相关的冰川，听一听冰川学家们对于冰川和冰川学定义与意义的解说——

作为天然冰体的冰川，是由多年降雪不断积累变质而成，它具有一定形状并一直在运动着，以较长时期存在于地球寒冷地区。冰川是自然界中具有强生命力的物体，它至少有四个特点：发育与存在的长期性；运动性；是一种特殊的变质冰；在大陆上形成的、具有一定形态和规模的冰体。冰川是地球上重要的淡水资源库，世界上陆地面积的1/10强，亦即大约1470万平方公里面积为冰川所覆盖；所库存的淡水资源达2800万立方公里，占全球淡水资源总量的4/5——可见它的存在对于人类生活的影响之巨大。





南迦巴瓦峰北坡的山谷冰川，是季风型海洋性冰川，下段伸入森林。

——源自青藏高原的中国和南亚的大江大河，差不多都由冰川孕育；黄河之水最初来自地下，但沿途也由冰川不断补给。可否说，冰川是我们母亲河流之母。

冰川学的外文原意为冰学。冰川学有狭义和广义之分。19世纪中叶，当瑞士科学家阿伽西，在阿尔卑斯山麓的下鹰冰川着手测量冰川运动那一刻起，一门崭新的学科就此开辟，

虽然其时它的研究对象还仅限于高山冰川和岛屿冰川及地球发展史的冰期问题。一个半世纪以来，国际冰川学历经发展成长的若干阶段，日趋综合完善。广义冰川学除研究冰川、冰盖的形成、特征、变化和作用过程外，还研究地表积雪、雪崩、风吹雪、季节结冰、海冰、河冰、湖冰、地下冰等一切冰体；现代冰川学研究内容大致由三部分组成：冰川物理、冰川水文与冰川气候、冰川地质与冰川地貌。在科学技术日新月异的当代，现代冰川学将差不多一应观测和实验新手段尽皆吸纳进本学科研究领域：遥感应用、微波测距、雷达测厚、冰芯分析、深海钻探、低温模拟等等；研究结果的指向也更加纵深广阔，作为恢复过去环境气候变化的最佳手段，以全新的面貌和意义，参与了成为热点的全球变化研究大题目，一跃而为国际科学领域前沿。以南北极冰岩芯所提示的16万年来的全球环境气候变化序列，显示了现代冰川学年轻的生命力，显示了人类借助冰川以期深化认识自然的巨大潜力。

中国冰川学的诞生仅有40年历史。40年走过了西方一个半世纪的发展历程。一个半世纪的发展历程中的多阶段在中国冰川学领域被压缩为两个时期：前30年间以青藏高原的野外考察为代表，完成了中国境内冰川资源的本底调查；后10年，则与国际接轨，以提取敦德冰川、古里雅冰川、希夏邦马冰川冰岩芯为代表，标明了中国现代冰川学已跻身于国际学术前沿。

40年来，这一阵营也推举出他们的杰出代表：施雅凤在前，崔之久、李吉均，谢自楚紧随左右，紧随左右的还有兰州冰川冻土研究所的一批骁将：以所长、冻土学家程国栋院士为首的走遍青藏、走遍全国，走向南极的冰川雪原上的英雄群体。后起之秀则是他们的学生们：姚檀栋，秦大河，以及更为年轻的这些学生的学生们。

中国现代冰川学逐步走向新中国科学舞台，序幕由崔之





青 藏 苍 茫

久拉开。1957年，当他正读着北京大学地理系研究生，正在潜心研究黄河之时，就被幸运地选中为新中国登山科考事业首批科学工作者之一，承担包括冰川在内的贡嘎山地理地貌考察任务。那一年他刚满24岁。从未接受过冰川学专业训练的崔之久，最初的课堂就设在贡嘎山壮丽的海洋性冰川上，惟一的指导者是一本苏联专家编写的《现代冰川考察指南》手册。可谓照本宣科，急用先学，崔之久屹立在贡嘎山的雪风中，按照手册提示的各项要求一一测量记录。但是，贡嘎山课堂的第一课，却是雪崩的洗礼，是濒死体验——

那是1957年6月的一天，登山队第一次适应性行军，三个结绳组共15人行进在海拔5500米的山道上。阳光耀眼地照射在高耸而辽阔的雪原上，世界晶莹且寂静。积雪有1米多深，崔之久所在小组在前开道。一条尼龙绳拴在了5个人的腰间。崔之久是第二人，前有组长初燃孔，后有同事丁行友，再后还有一位新华社记者张克松。人们屏气敛声，因为这个冰雪世界是如此脆弱，哪怕阳光的融溶或一小点儿声响的扰动，都有可能引发可怕的雪崩。当人们快速穿过一条雪崩甬道时，崔之久一眼瞥见上方的雪壁倾斜，只来得及惊呼一声“雪崩”，连人带声音已被铺天盖地的溃雪卷裹而下。——来势迅猛，雷霆万钧，猝不及防，这就是雪崩，雪崩就是这样。其后一个队的日本登山队员，在攀登梅里雪山时，配备了最先进的通讯设备，但当雪崩袭来时，却没有一个人来得及发出信息，就全军覆没在冰雪之下。

感觉到停止了翻滚，崔之久手脚并用钻出雪堆，只见不远处刚刚脱险的记者不失时机地举起相机，抢拍到崔之久爬出死亡险境的镜头。这时，才发现自己已下跌几百米，正置身于半山腰的一个冰洞口。隐约地听到哪里传来呼救声，崔之久赶紧向后一扯，只拉出一截绳头——拉力为1200公斤的尼龙绳已经崩断了；向前一拉用上力了，看来是组长初燃孔

被埋在雪下。拼命用双手去刨，可是速度太慢，改用冰镐，忙乱中差一点出错，就差一点儿刨到那人脸上——一张因憋气呈紫酱色的面孔。初懋孔获救，而身后的丁行友，却因并未随雪崩席卷而下，在原地被掩埋过深牺牲了。丁行友是北大地球物理系助教，牺牲时那样年轻，仅仅在前些天，前往贡嘎山路过雅安时，崔之久他们还簇拥着他去看望他在雅安工作的未婚妻。那是一个充满青春气息的夜晚，年轻人热热闹闹开了一大堆玩笑……而归途中却少了这一个人，途经雅安时崔之久甚至不忍向那个方向再看一眼。

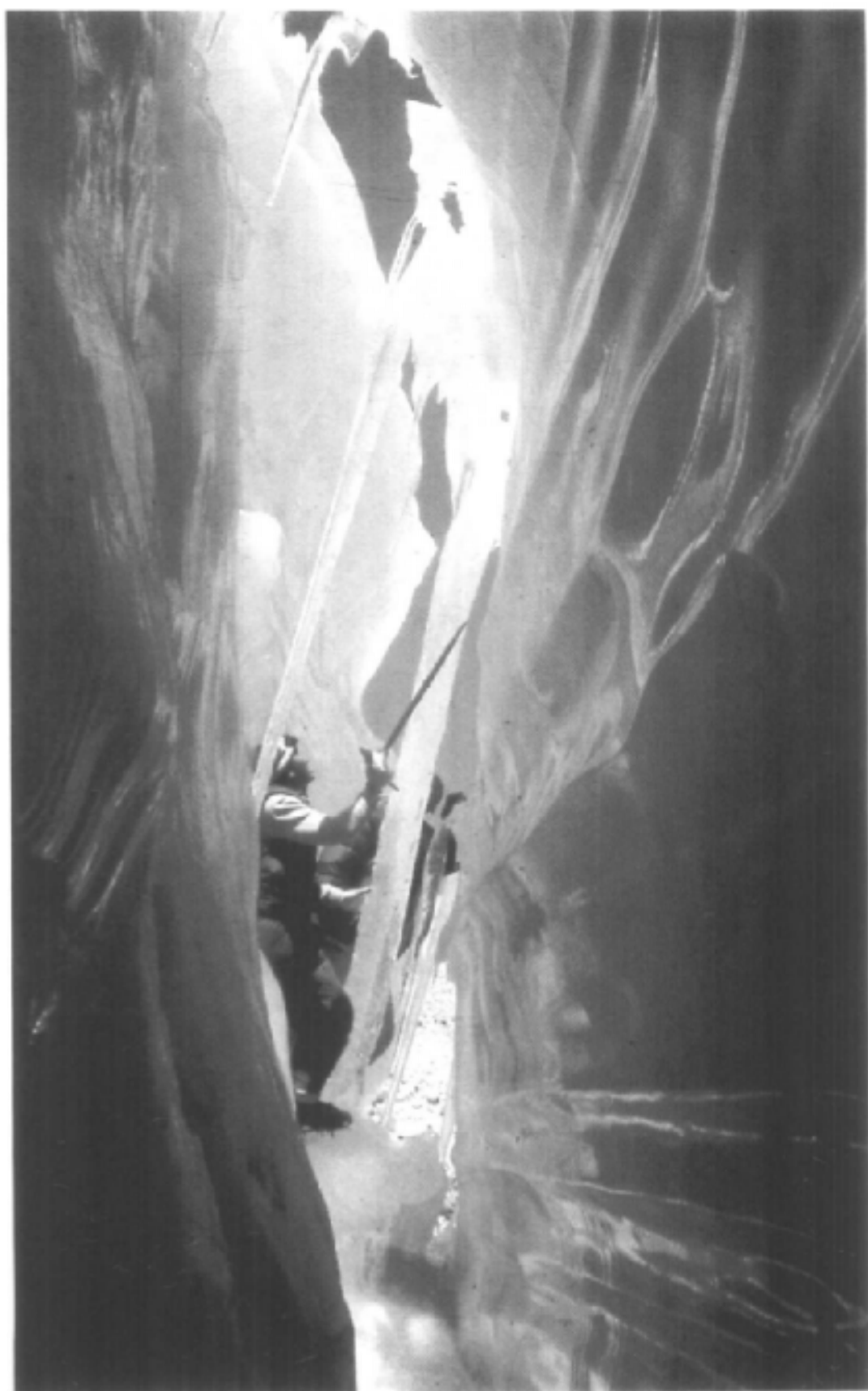
少了的不仅是这一个人，登贡嘎山登山科考中共牺牲了4位队友。这项事业从一开始就显现了它严峻到严酷的一面。以高昂的代价换来的，崔之久考察成果《贡嘎山现代冰川初步观察》一文于1958年发表在《地理学报》24卷第3期，被视为中国现代冰川学的第一份研究论文。

1958年这个热火朝天的跃进年代，使包括自然科学在内的中国大地上的一切都覆被了这一色彩。中国冰川学的开创最初，是为干旱的大西北开辟水源。应甘肃省发展河西经济、摸清祁连山冰川资源的要求，中科院组织了北京地理所、地球物理所和兰州大学、北京大学、南京大学等高校及国家登山队、甘肃省有关科研部门共18个单位、120人组成的高山冰雪利用研究队，在施雅风的率领下，于1958年7月1日登临祁连山脉一条冰斗冰川，遂将其命名为“七一冰川”。正是在七一冰川现场，又一个急用先学，特邀苏联专家道尔古辛速成式教学，现场向队员们讲述了冰川学知识和考察方法。在后来的3个月中，兵分7路，共攀登了60条冰川，完成了考察任务的同时，建立了冰川观测站和黑化冰雪实验站。并出版了由施雅风主编的我国第一部区域性冰川著作——《祁连山现代冰川考察报告》。再后来，甘肃兰州就





青 藏 苍 茫



珠峰冰洞探险。

成为中国冰川冻土的研究中心——中科院兰州冰川冻土研究所在此成立。

为生产经济服务的人工黑化冰雪促进消融获得成功，并用以灌溉田亩，但因诸种原因，地方上未能持续利用——从长远利益计，人工化冰未必是“兴利”之举。但生产应用课题一直就伴随着这一学科的发展同步进行。60年代初，为青藏公路—青藏铁路的建设，施雅风倡导了冻土研究；应西藏之请，为解决川藏公路冰川泥石流灾害问题，施雅风倡导了泥石流山地灾害研究，并最早在成（都）—昆（明）铁路建设中得以应用；而70年代中期受国家委派，前往巴基斯坦中巴公路解决巴托拉冰川问题，则成为冰川学在应用领域中的典范，被视为中国冰川学发展的一个里程碑。

冰川冻土研究的范围继续扩展。统计规律表明，青藏高原的冬季积雪面积的变化，通常直接影响到来年中国东部、日本、东南亚乃至北半球的气候和降水。具体说来例如对于中国东部长江中下游地区而言，如果青藏高原冬季积雪面积增加，季风就将推迟，梅雨过程就将加长，水汽北上就将受阻，北部就将干旱。所以对于青藏高原积雪的研究应当提上日程。日本科学家早已注意到了青藏高原的存在对于这一国度气候变化的影响，10多年来，他们与中国科学家合作，在青藏高原进行季风的研究，全球变暖与青藏高原冰冻圈的研究，青藏高原能量与水份循环的实验研究，等等。总而言之，青藏高原的科学资源和研究价值还在不断地被发现。

盘桓在喀喇昆仑西南侧巴基斯坦境内的巴托拉冰川，是一条长达59公里的积极活动的冰川，为全世界中纬度地区长度超过50公里的八大冰川之一。1973年春夏之交，冰川洪水爆发，接连冲毁了中（国）—巴（基斯坦）喀喇昆仑公路一路段和两座桥，通车受阻。中巴双方深为焦虑：原址修复，恐





此类事端再次发生，公路改道，无疑耗资巨大。为科学决策，中巴议定由中方派出冰川考察组进行可行性研究，预报今后数十年间该冰川的进退变化和冰川融水通道的可能变化，以确定是否必须改道。这项具有经济、政治、学术三重意义的国际性任务历史地选择了施雅风。1974年4月，施雅风率领王文颖、张祥松、蔡祥兴等一个专家组前往巴托拉冰川进行实地考察。

在异国他乡的帐篷里，一张小板凳，一个石头垫起的木箱作书桌，就是施雅风的工作环境。“真正是其乐融融”，现在已身为中科院资深院士的施雅风每想起那段日子仍然神往不已。他说，喀喇昆仑那两年，是他一生中最愉快的时光，不做领导，不搞行政，远离运动和文山会海，只是一门心思钻研业务。巴托拉冰川神秘莫测，性格多变，它是在前进呢还是在后退？大家意见不一。那好，去现场。大家在冰川旁驻扎下来，昼夜观察测量。结果出来了，是在前进。那么它还要前进多久多远呢？年已55岁的施雅风专注于业务的时候，自感脑子好用，点子也多。调动当时所具备的一切经验和技术手段，并创造性地提出和使用冰川末端运动速度递减法，波动冰量平衡法。总而言之，为时两年的野外工作和一系列复杂的计算之后，专家小组预言巴托拉冰川近年来将会继续前进，但它的极限前进值仅为180米，最终将在距中巴公路300米处停止前进。冰川前进年限从1975年算起为16年，其后将转入退缩阶段，这一退缩将延续到2030年以后。也就是说，公路无需改道，只需加大桥梁孔径即可。这一安全、经济的修复方案为中巴双方所接受，1978年，这条连接中巴两国的友谊之路恢复通行。1980年和1994年，冰川地理学家李吉均和张祥松等人两次前往巴托拉冰川验证复核，证实冰川的进退、冰面的增减、冰川的运动速度和消融的有关数据，都与当年的预报基本一致。只有一点略有出入：随着80年代以

来的全球气候转暖，巴托拉冰川消融增加，尚未前进到180米就提前退缩了。

这一成功预报，中巴两国都表示了相当的满意。连美国著名冰川学家迈尔教授也称赞说，中国冰川学者没有利用计算机等先进设备，而能作出如此精确的冰川预报，是非常出色的成就。

1974年的斯德哥尔摩国际气象组织会议，正式确认了气候系统概念，并把冰冻圈与大气圈、水圈、生物圈、岩石圈并列为五个组成部分之一，由此可见人类已意识到冰冻圈在气候变化中的重要作用。较之冰川学起步晚一些的冻土学研究，在青藏高原的经济建设中也发挥了重要作用。与巴托拉冰川考察同时进行的两个冻土考察研究小组，为时若干年从事着格尔木至拉萨穿越整个藏北高原的经济命脉的建设工作：吴紫旺、李树德穿了三年军装，与人民解放军总后有关设计单位一起，负责格—拉输油管道铺设的设计工作，提供冻土层的有关数据；程国栋、崔之久等人则与多部门合作，承担了青藏公路—青藏铁路通过冻土区的线路选择与解决冻土影响问题。为此，中科院兰州冰川所几乎悉数出动。20多年过去，他们所参与的多项工程都在运行之中：输油管道畅通无阻；青藏公路担负着西藏自治区通往内地的80%的运输能力；青藏铁路建设的冻土难题业已解决，只待上马；于1997年施工的兰（州）—西（宁）—拉（萨）光缆，也已安然通过长达400余公里的永久冻土区，全线完工。这一系列工程在西藏的社会发展和经济建设中起到了举足轻重的作用，中科院兰州冰川冻土研究所功不可没。

确切地说，中国冰川学为时30年的第一阶段工作，主要成果体现在完成区域性和全国性的雪、冰、冻土填图。这一基础性工作意味着长期的艰苦的野外考察，意味着一个群体





在格外恶劣条件下的终生奉献。这种“格外”的特点，最直观地体现在雪线以上的工作方式：在其他学科，例如植物考察的最高上限，其实是冰川学家们考察活动起始之处，一般学科的终点即他们的起点。而高海拔意味着什么呢，这里有一组数据：受垂直递减率控制，海拔高度每上升100米，平均气温便下降 0.6°C ，气压下降12.7帕，氧气分压下降1.6帕，水的沸点下降 0.3°C 。

另一个特点是，观察的长期性。冰川学家的行为方式不是走来走去，每一冰川差不多都需要为时一两个月的“蹲点”观测。“没有夏天”的冰川学家们的常规工作环境：置身于冰冻圈中，趴冰卧雪，忍受着寒冷、低压和缺氧对于生命极限的挑战，及随之而来的对身体的慢性损害：吃不下，睡不着，嘴唇溃烂，全身浮肿。非常规的险境遭遇包括雪崩、泥石流的威胁，暴风雪中的迷失，那些生死悬于一线的危机时刻……说明了这一点，就不必一一罗列青藏高原冰川考察中相关的艰险和危难，相关的日常的艰辛岁月：雪原沼泽地带反反复复的陷车、挖车，风雪掀翻了帐篷的奇寒之夜，每走一步都会感到肺与心脏的重负，以及对于严重高山反应者的紧急救护，绝处逢生的喜悦，在雪山冰原间所能体会到的生命的脆弱与生命的壮丽，以及每一次考察结束时的如释重负和万千感慨……每一次化险为夷之后，他们总会庆幸不已：“好险！”每一回野外考察结束，都不免有不堪回首的感喟，但当第二年再出野外，重又奋不顾身，勇往直前，——选择了这一事业，同时意味着接纳了与之相关的一切。

不是不珍惜生命，恰恰相反，正因为生命已皈依这项事业，更显得无比珍贵。而事业能够遇到真心追求它的人也相当不易。就这一意义上说来，生命与身体并不仅仅属于个人，科学生命值得加倍珍惜。早年经历过贡嘎山死亡的洗礼，经历过慕士塔格冻残右手五指和右脚拇趾的崔之久，一生无悔，

年过花甲仍壮怀激烈。他说，假如让我重新选择一次，我想我能够追求的，还是冰川——只能是冰川。

所以施雅风才说，冰川事业是一项豪迈的事业，是勇敢者的事业。

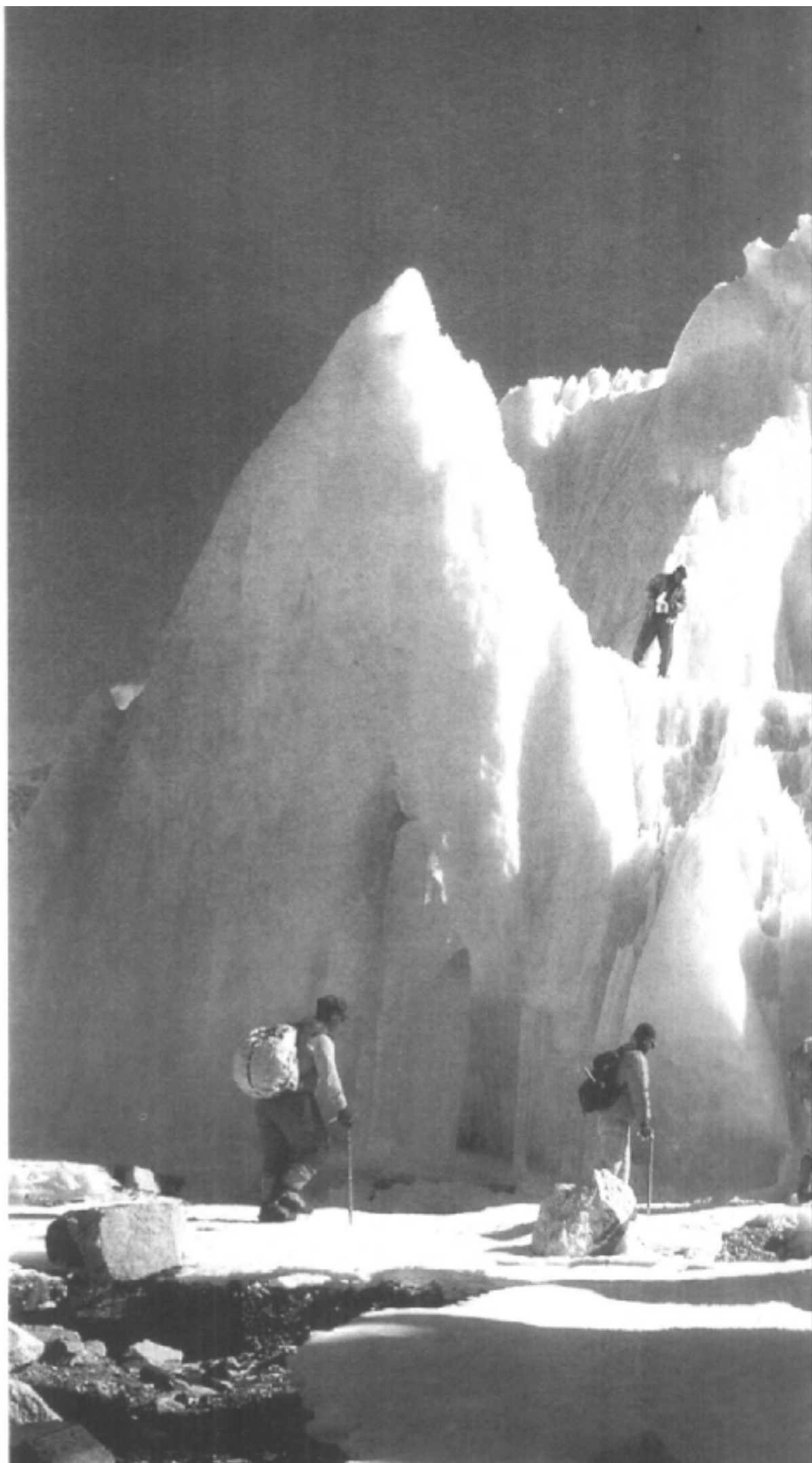
但是如果不列举几个实例，又难以使世界使人们了解青藏高原冰川冻土考察事业的真实情形。尽管全世界的山岳冰川都在高山之上，毕竟海拔高度有差异。欧洲最著名的冰川考察与游览胜地阿尔卑斯山，海拔仅在三四千米，且有缆车直通山顶；冰川末端流逸在两千米处，那儿通常人来车往，鸟语花香。施雅风去北极，是一次愉悦的旅行；去南极长城站，也说假如不是太远的话，可真是一个休养的好地方。综观南北极，除了严寒可畏，至少没有缺氧可畏。而青藏高原的冰川考察，即便帐篷搭在冰舌末端处，也时常在5000米以上。这一海拔高度足以让许多人听而生畏。且让我们随手拈来几个实例，以略见冰川冻土野外考察之一斑。

中科院兰州冰川冻土所于1962年在唐古拉山脚下的土门格拉煤矿设立了长期连续观测的冻土定点观测站。这里地处藏北腹地，气候恶劣，加之海拔在5000米以上，永久冻土层厚达百米以下，冬季最低气温可达 -40°C 还多。在这儿，母鸡不生蛋，猪呢越养越瘦，最后全都死于非命。冻土观测站的工作是综合性的，是对这一地区地质、水文、气象和冻土的长期观察和连续记录。由于煤层在永冻层，容易发生塌方冒顶事故，他们同时承担的还有井下安全措施的研究设计。所谓“站”，只不过一排简陋土房。吃的很糟，一片青菜叶也不见，餐餐都是黄豆炖海带，想起来都反胃。那时没有高压锅，米饭煮成半熟。站上人员按规定每半年轮换一次，但李树德他们1965年秋季上来工作半年后，接班的却不见了人影：原来文革开始，科研工作无人问津。就这样在站上坚持

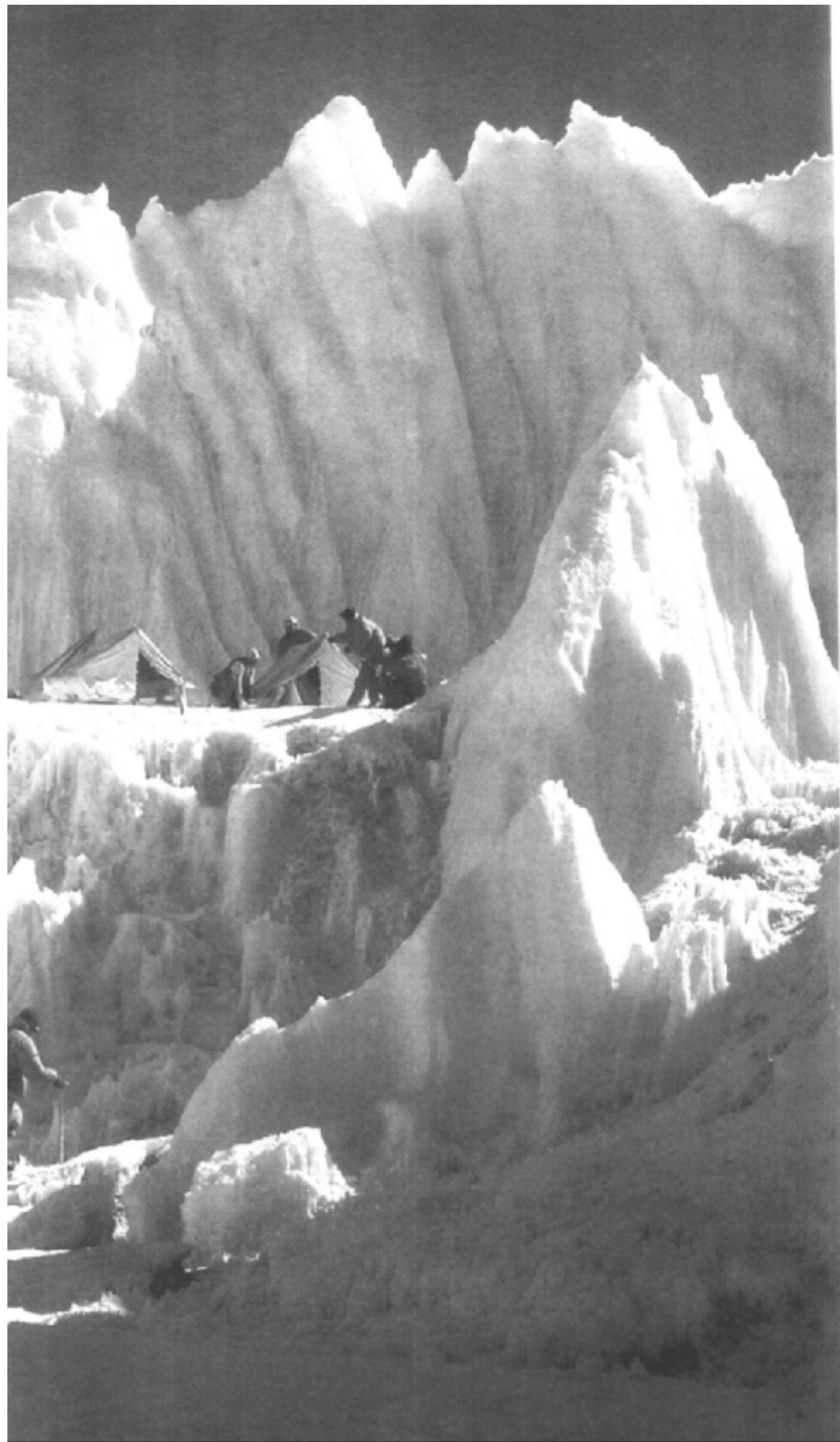




青 藏 苍 茫



宿營在冰川腳下。





了整整23个月，直到1967年9月下山。李树德的模样已惨不忍睹，下山后就被所里安排到青岛疗养院休养3个月。李树德胃口大开，一餐可吃进两斤重的海鱼，除了大吃就是大睡。青岛医学院得知此事大喜，连忙邀请李树德去做教材活标本——作为人类在极高山地区严重的不适应病例，他的里里外外都被直观的或被心电图，X光射线等一切检测手段所显示，老师向学生们一一指点讲解：这个人的脸色为何黑红，嘴唇为何青紫，心室因何扩大，还有脉搏，大脑，肺部，肠胃……的种种异常；这些综合症状说明了什么？同学们，这就是典型的“高山适应不全症”！

说起地球第三极冰冻圈工作环境的酷劣，至少在缺氧方面远远超过南北极。不然为何秦大河——那位因参与人类首次徒步穿越南极壮举而名播天下的英雄秦大河，居然在珠穆朗玛峰的冰川上走了“麦城”。

1995年，秦大河率队去珠穆朗玛峰钻取冰岩芯。对于青藏高原，他并不陌生。早在1981年开始，他正做着李吉均教授的研究生时，就与老师和同学姚檀栋、周尚哲一起，参加了横断山脉的冰川考察。对于第三极的特别艰苦的工作环境，他有着充分的思想与体力的准备。正当盛年的秦大河无论在青藏，在南极，从事的都是超越人类极限的活动，都在创造着人类面对自然的奇迹。所以他无论如何都没想到，仅仅一个小感冒就使他倒下。而这一倒下非同小可，居然昏迷了4天——那是高原上最可怕的，几乎是不治之症的脑水肿。如果不是正巧遇到美国登山队，不是登山队医生所携带的当今世界上最先进的高压氧舱，这个奇迹就永远不会再发生——医学研究证明，脑水肿患者在48小时内必死无疑。但秦大河毕竟秦大河，他于不幸之中创出万幸，再破纪录——脑昏迷90多个小时后再度苏醒，愈后未留任何后遗症。连美国医生也惊叹：奇迹！奇迹！

40多年间攀山越岭，冰川考察这一“危险工种”的操作中，居然没有一个人出现生命之虞，果然奇迹。但不留下一些印迹如何可能。崔之久朝拜“冰川之父”慕士塔格，祭献了自己的右手五指；李吉均呢，则在七八十年代的考察中，里里外外布满了“冰川擦痕”——在藏南的卡惹拉冰川，他患了肺水肿，从此留下了隐患；在青藏东南缘的贡嘎山海螺沟冰川，他失足跌进冰裂缝，摔伤了膝盖，卡断了两根肋骨。最严重的一次，苏珍带队在西昆仑极大陆冰川的考察中，在慕士塔格打钻取样，发生蒸汽钻爆炸事故，硕士生刘时银顿时双手血淋淋，星夜兼程赶到南疆军区医院，还好，保住了双手……

日常的艰难，突发的惊险，是习以为常的工作生活方式。若有人问起经历过程和感受，老青藏们最健忘的正是这类事端，他们津津乐道的是大陆性冰川如何如何，海洋性冰川如何如何，讲他们所欣赏的，所憬慕的，与自然亲切的对应关系——那有多么壮美，那壮美不是所有人都可以享受到的。特别是在都市里谈到这些的时候，他们眼神里满含着超现实的神往。

高原上的现代冰川差不多都被走遍了，是靠一个群体走遍的——青藏高原现代冰川面积为4.9万平方公里，占全国冰川总面积的83%以上；古冰川遗迹也被普遍地走过。李吉均和李炳元一起，绘制了青藏高原第四纪冰川遗迹分布图，说明了即使在冰期最盛期，冰川规模虽大于现代，但远远未形成全面覆盖青藏高原的统一大冰盖。

这里涉及到国际学术界一个曾经的热点话题。早至本世纪20年代时，就有人提出第四纪青藏高原被冰川覆盖的问题。到50年代，又有人旧话重提；80年代，德国学者库勒来青藏高原考察，进一步提出一两万年前的末次大冰期，青藏高原200多万平方公里面积被覆盖在1400米厚的冰盖之下，





只有柴达木盆地和雅鲁藏布江谷地除外。

中国科学家认真对待这一学术问题的讨论，这一巨大冰盖存在与否，涉及到古环境气候及相关方面的客观和真实，涉及到对其时周边地区，海平面的降低乃至对全球产生怎样的影响问题。参与青藏科考的学者们纷纷撰文，否定大冰盖观点，并在有关国际学术会上宣讲，在有关国际学术刊物上发表。具体论证论据无须详述，总而言之，中国学者的观点受到普遍支持；国际著名冰川地貌学家布尔顿教授一锤定了音：李吉均等人的观点是正确的，而库勒的观点只不过是一个愿望。当今国际学术舞台上，中国科学家对青藏高原拥有无可置疑的发言权。

几十年的冰川考察经历一言难尽，且让我们将这一阶段暂且打住，进入冰芯。

在进入冰芯之前，有必要约略了解两个背景。其一是冰芯研究的应运而生。冰期划分始于阿尔卑斯山。德国学者彭克依据阿尔卑斯的冰碛遗迹将第四纪以来划分为四个冰期——只有先后顺序，无法确定年代；但在深海钻探成果出现之前，它在相当长的时期内作为经典，是惟一的参照系。60年代希夏邦马峰考察中，对于冰川沉积仍然套用这一模式。深海沉积正在那时做出了贡献，把第四纪200万年间划分出23个冷暖旋回周期，成为古环境变化的一个标准柱。有人曾将冰川沉积和深海沉积作了对比：前者像在黑板上写字，擦了再写，此前的不留痕迹；后者像在墙上刷漆，一层一层，可以剥离分析。理所当然地，经典冰期理论被抛弃。幸好人们在北极和南极钻取了冰岩芯，才使得冰川这一介质在当代科学中振作了生命。目前，两极冰芯和深海沉积、中国黄土研究三足鼎立，在全球变化研究中扮演了重要角色，共同承担起揭示过往地球环境气候变化的重任，而且已经相当出色地做到了。

为说明冰芯研究和全球变化研究之重要，让我们暂时稍

稍离开青藏，去看一看南极科学竞技场。已冻结领土要求的南极洲目前是进行科学研究的圣地，几十个国家、数十个学科在冰天雪地里进行研究，进行国际合作。我国也在那里建立了长城站和中山站。研究的热点问题就是全球变化。这一问题不仅涉及到人类子孙的生存问题，同时影响到未来世界战略格局问题。环境问题已成为世人所关心的话题，各发达国家首脑们所极为重视的问题，竞选总统演说中一般少不了的话题。这就是国家无分大小，都纷纷投以巨资在南极设站从事研究的原因所在。

另一背景，是青藏研究进入新阶段。

20世纪最后10年，青藏高原研究步入一个新的历史时期。为时40年的大规模多学科综合考察第一期宣告结束；第二期，以纳入国家基础科学研究“攀登”计划为转折点，标志着青藏研究的成熟与深化；标志着这一事业已由国家科学研究体系中的组成部分跻身为国家建设计划中的一个重要部分。这一转折可用四字概括——继往开来。

回望以往数十年间考察之路，高原的雪风、高原的骄阳伴随着事业的进行，伴随着众多的新发现、新理论、新假说和新问题涌现。这是以野外工作为主的青藏研究一期阶段，它更多地属于凭借双眼和双脚，更多地属于探险性质的填补空白、积累资料和综合分析的基础工作，科研成果也主要体现为直观的、静态的、定性的区域性面上考察和形象化描述。正是这些最基础的工作和一定程度的理论建树，奠定了青藏高原在全球研究中不可或缺的重要地位，并为第二期的深入研究提供了同样不可或缺的坚实依托。

90年代的青藏研究无疑具有了脱胎换骨的崭新面貌。野外工作仍在继续，但专题研究、抽象思维得以强化，从现象到本质；得以强化的还有科学思想的现代化，实验手段的正规化和研究内容的全球化。视野和思路的改观表现在从区域





性走向全球性，与国际研究接轨：从青藏高原看全球，从全球看青藏高原；阵容和面貌的改观则表现在相当一批跨世纪的青年科学家的加入，经历了“八五”计划的过渡之后，90年代中期以后，青藏项目中的各课题差不多均由青年人担纲。所以这一年代还是青藏队老中青三代荟萃的黄金时段及其之后的自然演替过渡。

——国家八五“攀登”计划青藏项目（1992—1996）：青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究

——国家九五“攀登”计划青藏项目（1997—2000）：青藏高原环境变化与区域可持续发展研究

概言之，指向的是对于青藏高原隆升机制即地球动力学方面的研究；是青藏高原隆起与环境变化的研究；是阐明青藏高原对全球变化的影响和响应的研究；是对于青藏高原与全球变化相互关系的研究；是对于结合青藏高原社会、经济发展的需要，进行可持续发展方向和途径的研究。

交代了这两个背景，让我们重新进入冰芯。由年青的姚檀栋博士主持的希夏邦马冰芯被评为‘97中国十大科技进展。该项目并创造了科学野外考察海拔最高、获取冰芯样品最多等多项世界纪录。

冰芯研究是近年来现代冰川学的一个新的分支，它与多学科交叉，是一充满希望的边缘学科；并赋予传统冰川学研究以新的视角：冰川不仅是地球气候变化的敏感指示器，也是过去地球气候环境变化的良好记录器。因为古往今来所有在大气中循环的物质都会随大气环流而抵达冰川上空，沉降在冰雪表面，最终形成冰芯纪录。如同树木年轮一样，高分辨率的冰芯可精细到每一年。每一年的各种信息被大自然装订成册，冰封在人迹罕至的极高山之巅。它的每一参数都至少载有一个地球系统变化过程的信息：不同时期的气温高低、降水量大小、宇宙射线强度变化、太阳活动和地球磁场强度

变化、大气溶胶、沙漠演化、植被演替、生物活动、大气成分和大气环流强度乃至火山活动信息等等。在晚近到数百年，它还记录了人类活动对气候环境影响的痕迹。大自然选择了冰雪这一方式作日记，人类在最近的几十年中才发现了这一秘密，然后就去破译它。

今天的青藏高原已成为国际冰芯研究继南北极之后又一个新的角逐场，是由于它地处中低纬度，距离人类生活环境最近；南，北，中部三极地区的同时研究有助于全球变化大尺度范围作全景式面貌展现。还因青藏高原作为亚洲季风—高原季风的策源地，它所包含的信息对于恢复并预测未来高亚洲以及全球气候环境变化具有重要意义。

中国的冰芯研究起步较晚，于80年代中期方才开始，但它起步后发展迅速。在1997年钻取希夏邦马冰岩芯之前的10多年间，姚檀栋他们与美国科学家合作，已成功地取得了祁连山敦德冰芯、西昆仑古里雅冰芯，从中获取了分别为1万年和15万年的古气候环境的连续纪录。后者为中国首次建立了仅有的过去15万年来高精度气候变化序列。从冰芯记录中，姚檀栋读出了什么呢？从敦德冰芯中，他读出了人类进入农耕时代1万年以来所经历的两次高温事件，分别距今8400—8500年和距今2900—3000年；读出了全新世小冰期500年来所经历的3次冷期和3次暖期。通过与上海冬季温度记录的比较发现，敦德冰芯所记录的西部变暖、变冷趋势早于上海冬温记录所反映的东部变暖、变冷趋势。从古里雅冰芯中，他读出了2万年来，气温在短短二三十年间，气温突变可达 10°C ，这在格陵兰同期冰芯中也有所发现；还读出了青藏高原近几十年来明显的增温趋势，且升温幅度大于周围地区；与格陵兰冰芯比较的结果，发现青藏高原气候变化与格陵兰冰盖气候变化具有遥相关系——这一点很重要。如果青藏高原的冰芯只能说明它自己，它就不具备普遍价值。与北





极可以遥相对应，至少说明青藏高原和整个北半球处在同一大空间尺度的耦合系统中；说明了来自青藏高原的信息具有全球意义。

从冰芯中，姚檀栋还读出了许多，那是统计数字中渐显的普遍规律性的东西，他现在能够捕捉到的大致有：青藏高原作为气候敏感区，13000年间气候变化与全球基本同步但又独具特色；气候变化事件中，具有超前性；变热缓慢而变冷快；其变化幅度较之南极北极，较之周围地区要显著得多；每一次冷暖变化中，变暖时降水增加，变冷时降水减少，而降水变化滞后于温度变化；大气中的尘埃量，也在变暖时减少，反之增加。希夏邦马冰芯中则强烈体现着与印度洋西南季风完全对应的关系：暖时季风加强，冷时季风减弱，或者应当反过来说，西南季风强盛时气候就暖温度就高，西南季风减弱时气候就冷气温降低。

姚檀栋还在希夏邦马冰芯中读出了近几十年间铅含量的明显变化。由于汽油含铅，铅污染主要来自汽车尾气之类排放中。20世纪40年代，冰芯所提示的铅含量微乎其微，50年代有所升高，六七十年代缓慢上升，七八十年代骤增。这说明了什么呢？首先说明铅含量的多少与印度工业发展的疾徐成正比，污染源来自印度；第二说明了印度季风可以到达7000米以上高处，翻越喜马拉雅的垭口向北挺进。而在传统的看法中，印度季风最高爬坡能力为5000米。

从冰芯中的二氧化碳含量看来，尚未达到10万年前的水平，也就是说，10万年前较之现在大气中二氧化碳含量更高，气候更暖。当今普遍的说法是，自工业革命以来的几百年间，由于人为因素，大气中二氧化碳增加导致温室效应，令人们为之忧虑。与此同时，科学界尚有一个微弱的声音在说，全球变暖的趋势仍属于自然过程，自然过程远大于人为过程。姚檀栋依据冰芯所给出的各种指标，基本同意这种说法，他



希夏邦马峰考察
队行进在冰雪中。

认为目前全球变暖尚未超出自然范围：至少在 20 世纪末以前，仍是自然因素在起主导作用。

冰芯记录中还有许多应当读出而暂时没能读出的。即使现象和一般规律也未能完全读出。而判读过去只是冰芯研究的第一步，第二步，也是最为重要的一步，是研究变化机制，惟此才能达到研究的终极目标：预报未来。认识现象，寻求规律，探索机理，预报未来，最终服务于人类。现在是打开过去的钥匙，过去和现在是打开未来的钥匙。

起步就迅跑，一步一个台阶。1997 年，再上希夏邦马。

中美联合希夏邦马达索普冰川荣誉 '97 中国十大科技进展之一。所创多项世界之最中，除攀登海拔最高、采集样品最多之外，还有高山工作时间最长、困难和危险性最大。希夏邦马峰海拔高达 8012 米，为世界第十四高峰；达索普冰川像一条银白巨龙，以数千米的高差，近乎垂直的坡度奔泻而下。汽车只通到海拔 5400 米处，卸车，建起一号营地。从樟木口岸接来 13 位操着各种英语的老外：美方队长汤姆森教授和他的 3 位学生、1 位俄罗斯人和 4 位秘鲁打工仔，另有中方雇用的 4 名尼泊尔登山捐客。8 月 20 日，在冰川侧畔 5800 米



青 藏 苍 茫

处的冰碛阶地建起大本营。

5000公斤重量的仪器设备就靠当地雇来的20多头牦牛从5400米处驮到5800米处。落差只有400米的高度，人群和牛群整整走了7个小时。但海拔5800米的大本营所在地已是号称“高原之舟”的牦牛最高劳作上限，它再也不肯往上走了；而当地民工因敬畏山神，也不再前行。所以这5吨重的器材全部由中方队员从5800米处背到7000米处的工作现场。这真是一项苦役。在徒手攀登尚嫌吃力的冰雪山地上，重负在身的人就这样艰难地在没膝深的雪中跋涉，在冰塔林中蠕动，一直往返了50天。先是往上背设备行李，继后是往下背冰芯，再后来撤点又是设备行李。这条冰雪之路上每天都有蠕动着的人影：十步一小歇，百步一大歇，麻木得没有了思想，惟有机械地挪动躯体。陡坡区还有隐藏在积雪下的大大小小的冰裂缝，深不可测。一路险象环生，不时有惊呼声传来，有人失足掉了进去，不过还好的是，每一次都被行囊，被箱子之类卡住。尽管如此，仍然使大家一次次吃惊不小。

姚檀栋既是领队，是科学家，也身先士卒兼任民工搬运工。从大学时代起就参与冰川考察，算来至今也有20年的考察经历了。与冰雪为伍的人，哪一样惊险没遇到过呢。前几年在西昆仑6000米以上的古里雅冰川，就险遭厄运。那天下午暴风雪骤起，天昏地暗，能见度仅有1米。为避免灾难性事件发生，姚檀栋立即决定撤离，并亲自驾驶雪上摩托，把队员们分批送回营地。当第一批安全到达后，他只身返回，不想风雪中走迷了路，误入另一条冰裂隙遍布的冰舌。雪野茫茫，风雪扑面，他一面减速行驶，一面极力辨别和寻找标志物。忽然，他感到车尾一沉，大事不好！反应还算敏捷的姚檀栋，随手将车头来一个90度转向，全身向前一扑——雪上摩托成了冰下摩托。富有经验的姚檀栋匍匐前进了两个小时，才爬出了这片要命的冰裂缝地区，好不容易找到焦急万分地等待着他的队友，

5个人在暴风雪中摸索了整整一夜，总算活着返回了营地。

中国的冰芯事业选择了适合它的带头人。自1984年与美国俄亥俄州立大学伯德极地研究中心的合作开始，姚檀栋就瞄准了冰芯，投身其中，一步到位地进入了国际前沿，在全新意义的青藏项目中，他成为引人注目的一颗明星。1954年出生的姚檀栋正像他同代人一样经历复杂。他生长在甘肃，当过三年农民。1975年他考取了兰州大学地质地理系，是他幸运的转折点。在兰大，他上的第一课是施雅风讲述的巴托拉冰川考察。那一成功的预报避免了公路改道，为国家节省了巨额经费，显示了科学的力量和价值，给年轻的姚檀栋留下了深刻印象。从师李吉均，从学识到人品他都寻找到了榜样的力量；大学毕业后，读过李吉均的硕士生，又成为施雅风的第一位博士生，这使他终生获益。而在法国最权威的冰芯机构做博士后的经历，与外国专家一道进行对南极卡罗琳娜冰芯研究的经历，此后在美国的实验室里从事古里雅冰芯研究的经历，又使他如虎添翼。说起来，国外的研究设备真好，物质条件和生活环境真好，尤其是工作效率真高，说高出国内三倍之多也不为过。所以面对美国专家的盛情挽留，说不动心是假的。但是，青藏高原的诱惑与召唤是如此强烈，最终他还是携带着青藏冰芯研究的合作计划归来。他的美国同行兼老师汤姆森教授成为他的长期合作伙伴。

这一合作计划正在实施过程中。9月10日开钻。四台钻机是美方提供的先进设备。钻机昼夜不停地轰响在寂静了千万年的山野间。这是一项需要团结协作的群体性工作：高山上雪风又大又猛，纷扬的雪不是天上飘落的，是从地面刮起来的。一个人挖坑采雪样，就得有好几个人站在雪坑边护卫，抵挡雪风，不然顷刻间连人带坑都会被埋在雪下。冰川积累的测杆分布在方圆几公里的冰雪平台上，要一根一根走遍。在松软的积雪上走来走去，走不了几步就要深呼吸几次，又





青 藏 苍 茫



搬运采样仪器。

不敢多一刻的停留，生怕测不完；更何况如果天气突变的话，迷了路就有生命危险；走也艰难，不走也艰难。每一回测量冰层温度，要在冰天雪地中守候至少1个小时，捱到观测时间开始工作时，手也冻僵了，全身都在发抖——每一资料数据都来之不易，都与生命等值。

清晨7时45分，段克勤该起身观测气象了。他其实一夜没睡，高山反应头痛得厉害。一不小心碰到帐顶，顿时凝霜就冰凉地落进脖颈，浑身一个激灵。钻出睡袋，面对硬梆梆的雨鞋和因汗湿又被冻得同样硬梆梆的毡袜直发怵。真想重新躺下，那样头痛会好过一些，但是——但是什么呢？只能是咬紧牙关，用九牛二虎之力套上鞋袜——这些最简单的日常动作，在这里都要经历激烈的思想斗争。这个年轻人战胜自己的最大动力，是记住了施老先生的那句名言：干冰川是一项英勇豪迈的事业。段克勤就是默念着这句话，就像佛教徒念

采集冰芯





诵六字真言那样，支撑着他走出帐篷，走向曦光微明的山野，走向观测点。用握不住笔的手记录：观测表显示， -18°C ，地温表显示， -24°C 。此刻，他在凛冽的寒气中凝视着天空，天空正像一块巨大的蓝水晶，遥望东方天际，那儿渐渐泛起霞光，太阳将要升起。

至10月20日，历时40天，全长480米，总重量为5吨的三根冰岩芯被成功地获取。

各为5吨重的器材和冰岩芯被队员们一一运送下山，这无疑是为时两个月苦役的最后一战。此时海拔7000米处已是 -30°C ，不少人的手脚都已冻坏。但任务已经完成，返程在即，队员们还是感到了轻松，都有了浏览希峰风光的兴致——你看，蓝色天幕下，冰峰银光闪闪，似流非流的冰舌四下延伸，冰水湖镶嵌在远山之中。凭高望远，草原上野驴奔驰，牦牛点点。一切都那样纯净美好，一切艰难困苦算得了什么。

那些说“活着真好！”“天堂是比出来的。”之类话语的人，多半是感觉敏锐且擅长抒情的年轻人，是在历经格外的艰辛，或是逃脱危机，只不过是与队友重逢，或是钻进暖意的帐篷之后发出的感叹。年轻人时时记起施雅风先生的勉励：冰川事业——勇敢者的事业，豪迈的事业。年轻人承认这一点，并以此为荣，但私下里又给补充了一句：艰苦的事业。

姚檀栋归纳了此次考察的初步成果：

首次取得海拔7000米处的深孔冰芯3根，分别长160米左右，其中2根穿透冰川底部，到达基岩；

首次获取了海拔7000米处的地面气象观测资料；

首次确认了在中纬度高山冰川上存在重结晶带，发展了冰川作用带的理论；

首次获取了中国冰川的最低冰温纪录，并观测了达索普冰川的积累量变化；

首次收集了海拔7000米处的大气样体和粒雪层孔隙中的

气体……

从冰芯中获取的两万多个样品数据的研究，正在中美两国的实验室内进行着。前所未有的创新发现陆续问世。成果之一是干雪带的发现，其中一个孔里提供了一个连续的带谱。这一发现是对冰川学理论的一大贡献。南北两极均有干雪带存在，曾有苏联科学家设想中低纬度冰川中也应存在，60年代的希峰和珠峰考察中未曾发现，这一次终于显现出来。

从冰芯开始，我们对于青藏研究的叙述就要进入环境——古环境话题，这是一个引人入胜的热点话题。冰芯与下一章将要述及的湖泊岩芯以及天然剖面的研究，作为一株树上的三个分枝，同为国家“攀登计划”青藏项目中，有关晚新生代以来高原环境变迁的子课题。有关这一研究迄今所取得的重大成果，且留待下一章徐徐道来。那是有关青藏高原自晚新生代几千万年以来，隆



冰芯室内分析。



青 藏 苍 茫

升与夷平相交替，古地理环境的变化过程，是有关青藏高原在上升到临界高度以后，对于中国、亚洲和全球气候环境格局变化的重大影响；是中国科学家对于所参与的国际题目——全球变化研究的重要贡献。

在这里，在这冰川雪原间，最纯净的空间里，万年雪风吹拂下，就让我们与考察队员们一起，领略最灿烂的阳光从雪峰那一侧耀眼地升起，让我们一同沉思默想，一同感悟和升华。在这里，实在有一种高于科研本身的东西存在，是它，贯穿了差不多半个世纪以来青藏科考的全过程，流注于每一位参与者的身心生命。那样一种存在，闪耀在青藏高原的千山万水，通透着本书的每一章节，它无所不在，它闪烁在每一位新老青藏队员的身上，想要遮掩也掩蔽不住。因了这一闪光，这群本可以平凡一生的人不再平凡，生命因之生动，因之壮烈而神圣，并因事业的壮丽而群体辉煌。

这犹如灵魂一般的存在，是一种精神存在——人类精神，科学精神，为科学而献身的精神。

房龙说：“这个世界上什么东西都不足珍贵，只有一样真正有价值的，就是敢于向人类未知的领域、从来没解决过的生存问题挑战的勇气。”

然而对于这一精神这一勇气何以传达？有没有比语言更好的方式？对于这样一群以毕生为代价的人，这样一个以群体生命相许的事业，一切文字只是苍白。

科学本来就象征着欢乐、安宁和光明。科学的召集，事业的凝聚，我们一路看过最初走向青藏高原的那群矫健身影，行进在高天阔地间英姿勃勃的年华，一直看过壮心未已的暮年，而前头，仍是少有人迹甚至无人走过的无路之路，伸向远方。

这是特别的人生。老青藏们以青藏高原为生活方式。

特别的人生在特别的年代里，有着特别的幸与不幸的遭际。幸运在于有价值的生活与追求，不幸在于（我们已知的）非个

人因素促成的一切。尤其是，在与生命等值的事业中，他们中的许多人未能达到自己的应有高度，本来可以更好一些。而且这一代人终将被后来者迅速跨过。如果试举一例，不妨从青藏大地构造说起。1973年，我们的青藏研究者就发现并提出了印度板块与欧亚板块碰撞拼结的现象，但直到12年后，由土耳其学者森格将这一模式扩展到阿尔卑斯—喜马拉雅整个地区，提出不同世代特提斯概念时，才成为国际地学的重大进展。功亏一篑在于全球视野的缺乏，全球视野的缺乏在于彼时的闭关政策，而诸如此类的训戒则长久地令中国科学界引为憾事。

这一些令人黯然神伤之处，恰恰又为我们所要赞美的精神添加了一抹悲壮，一份沉重。也因此使我们的赞美难以高调和高光。

一路看过来，直看到老青藏队员们各自的辉煌和归宿。我们看到青藏高原之于他们，既是生活方式，也是精神寄托，是互动的感知和融入。我们看到了一个场景：每当一个阶段结束，课题有所调整，或每当（按中科院规定）年满60岁退休离岗，一些人被迫告别的时候，不仅仅有失落感、凄惶感、不平不甘感，就连武素功那样勇敢无畏的大汉，一生“冒险家”的头衔，离去时竟然也老泪纵横，大放悲声。

至此，我们还能说些什么。

对于这一可敬群体的每个个体来说，就他们一生所身处的环境，他们的努力和贡献而言，可以说他们个个问心无愧，几乎无懈可击。命运不止是个人的命运。我们注目于身后更为广阔的时代与历史。

千年前的千年，在古代文明堪称昌达的东方，在中国，一度有领先的“四大发明”的光芒闪耀在世纪边缘的星空，遥远地也曾有过诗人屈原气壮山河的先声《天问》；在西方世界所经历的漫长的中世纪里，科学曾让位于宗教神学，科学的脚步一度中止。同一时期，中国的科学技术却在千年间领先





青 藏 苍 茫

于西方。然而封建社会超稳定结构直漫长到20世纪初叶的近代，科学精神已失落得几近于无，《天问》的发问成为绝响；中国人沉醉于“天人合一”的似是而非的迷幻境界，在臆想的世界中心里安享日月轮回。直到西方科学再次崛起。一个半世纪以来是达尔文时代，是产生科学巨匠的时代，在这一时代里，灾难深重的中国人民正在为生存为自由为尊严而战。即使当独立的新中国宣告诞生，中国科学界所面临的也是一个百废待兴的局面；那之后的几十年间，又经历过一个欲说还休的曲折之路，方才迈上科学坦途。

因之中西科学水准有不可比性。在现代科学领域，中国真正是西方的学生。至少就地球科学而言，西方对于人类贡献巨大，中国人阅读的教科书译自西方——从自然宇宙观到元素周期表，从时间（宏观的地质年代与公元纪年，微观的日时分秒）、空间（经纬度和海拔高度）的界定，到学科（地质地理生物等）、分类（门纲目科属种）和技术手段（计算机之类）。在青藏高原，中国科学家无言地接受了曾经的古海被以希腊神话中海神命名的特提斯；不能容忍的是殖民色彩的那一类，有意抹去当地原名而强行以西方人名加诸名山大川，例如对珠穆朗玛（英国人的埃菲勒斯）、例如黄河源头鄂陵湖、扎陵湖（沙俄的俄罗斯人湖等）。对于青藏高原上大量的以外国名字命名的生物物种，只有心情复杂。

那些都是旧时代留下的痕迹。不可比性应该随着那一时代终结。中国科学家秉承了自屈原以降中国知识分子的报国之心，拳拳赤子之情。不仅在青藏高原科学事业中有突出表现，在80年代以来，新老青藏队员中的许多人有机会出国，在一流的实验室里从事学业和研究工作，其中也有许多人被对方挽留，有机会定居国外，但他们无一去国。一方面由于魂系青藏，报效祖国，另一方面，虽说科学家是没有国界的，但国家的实力仍是一个科学家的依托和地位的象征。这一问

题的另一面则是，一个国家包括地球科学在内的科学事业的发展，既是这个国家综合国力的一个明显标志，也是这个国家得以保持独立主权和领土完整的必要措施。很难设想一个对自己生活的国度和地球缺乏了解和感情的民族，会是一个高素质的民族；一个不存在大批优秀科学家的国家，会是一个拥有尊严和国际地位的国家。

青藏科考事业占有地利人和，在80年代初期一度在国际上占有领先地位。青藏队一度拥有科学界的国家奥林匹克队的雄心壮志，挺进国际学术界。但随着国门的开放，外国科学家的大量进入，地利优势不再。国家虽然一直在支持这一事业，但与国力所限有一定的关系，扶持强度不足——一个格陵兰冰芯的钻取，耗资2600万美元；而为时5年、数百人参与、课题众多的八五攀登青藏项目，全部资金仅有1200万元人民币。因钱设事，首席科学家孙鸿烈不得不忍痛割爱，例如生物多样性等研究在项目中未能列入；不仅如此，“攀登”之前的许多研究也告终止——所采集的各种动植物、剖面标本只得搁置，已竣稿的考察报告因出版经费的无着落而搁浅，尤其是，不少没能安排进项目的老青藏们只得另谋“生路”。而迄今为止，中国科学院的科研人员微薄薪俸尚且不能悉数发放，只能领取70%，其余从所在项目中得到解决。在我们已经熟悉了的科学家中，那些当年青藏科考的勇士们，有不少人已经放下了手中干了大半辈子的活儿，寻找其他项目，寻找国际合作伙伴……

一流的科学家，二流的设备器材，三流的资金扶持——这就是青藏高原研究事业一直以来的状况（需要说明的是，1999年青藏项目被纳入简称为973计划的“国家重点基础研究规划”中，国家支持将有所改善）。

寄厚望于近年间科教兴国战略的实施。在科学事业上，如果能以重视和扶持体育界国家奥林匹克队那样的决心扶持科学界，扶持青藏项目，就好了。那么走向国际科学竞争场





并博得名次，如果不是指日可待，距离还会很遥远吗？

有国力问题，也有国民重视和爱惜的认识与情感问题。因希夏邦马冰芯而献身的美国学生尚怀特，以他的名字命名的基金会在美国建立；因中亚和青藏研究而名满天下的斯文·赫定，一个世纪以来享有国家的荣耀。他身后的人们在他的博物馆里继续着他的事业，并赫然以“斯文·赫定在西藏的大自然遗产”为题；还有一位不朽者，因南极探险而牺牲的英国军官斯科特，他的遗言和书信通过电线迅速传播到赞叹而又惊异的世界。英国国王在英国国家主教堂里，跪下来悼念这几位英雄；国家为他在剑桥建立了斯科特极地研究所，他的家乡耸立起他的雕像……著名的奥地利作家斯蒂芬·茨威格没有为先于斯科特一个月到达南极点的挪威人阿蒙森这位世界南极第一人作传，他选择了这位遇难的英雄——

“壮丽的毁灭，虽死犹生，失败中会产生攀登无限高峰的意志。因为只有雄心壮志才会点燃起火热的心，去做那些获得成就和轻易成功是极为偶然的事。一个人虽然在同不可战胜的占绝对优势的恶运的搏斗中毁灭了自己，但他的心灵却因此变得无比高尚。所有这些在一切时代都是最最伟大的悲剧，一个作家只是有时候去创作它们，而生活创作的悲剧却要多至一千倍。”

斯科特之死曾轰动了整个西方世界，英国举国上下所表现的，通过作家的文笔所传达的，同样属于人类精神——那就是对于未知的渴望，对于勇敢先行者的崇敬。

第 11 章

连接一条自然史之链

青藏高原隆起与环境变化课题的形成与演化过程——湖泊岩芯研究这一新兴边缘学科领域——钻取若尔盖湖芯，恢复青藏东北部90万年以来的环境变化；钻取甜水海湖芯，恢复青藏西北部24万年以来的环境变化——湖泊沉积的现代过程研究——天然剖面的三个战场：临夏盆地、中昆仑地区、吉隆盆地，建立3000万年自然史序列——考察走出国界，全方位了解青藏高原——李吉均院士描述4000万年来青藏高原演化——对于全球变化寻找因果键的工作

承接上一章，我们继续行进在环境—古环境领域中，继续有关青藏高原隆升所引起的古环境变化的话题。在攀登计划中，它以“青藏高原隆起与环境变化重大事件研究”之名被列入第二课题。说起来，这一课题本身也经历了一个形成和演化过程。隆升问题的提出，就从1964年希夏邦马峰考察时发现的那几片石化了的高山栎树叶开始，正可谓一叶知秋，一叶知沧桑；在其后的西藏考察中，新的多方面的证据陆续出现。青藏队在1977年秋季的威海学术会上，多学科专家从不同领域



纷纷出示了这些证据材料，证实青藏高原上升到如此高度，强烈隆升在两三百万年前。这一青藏高原理论问题上的重大突破，由李吉均执笔写成《青藏高原隆起的时代、幅度和形式的探讨》一文，首次提出这一问题，在国内国外产生极大影响，后来成为引用率最高的一篇文章，并被收进美国地质教科书中。自那时开始，李吉均所注目的就不再仅仅是冰川、地貌、第四纪等，凡与演化有关的都一并纳入关怀之列。到80年代末，由施雅风先生正式提出这一课题，以李吉均、王苏民、姚檀栋、李世杰为骨干，从兰州讨论到南京，最终达成一项重大项目建议书，题目就是“青藏高原晚新生代以来的隆升与环境变化”。孙鸿烈院士将之列为攀登计划的重要研究内容。

全球变化这一题目之所以成为目前国际地球科学的前沿领域，之所以受到各国政府、科学团体和大众传媒及社会公众的普遍重视和关心，就因这一新领域研究的产生直接起因于人类目前所面临的日益严重的环境问题。为从高层次、多角度和整体上把握和理解环境演变及其原因，有关科学家提出了地球系统的全新概念，特别强调研究地球系统各圈层间的相互关联和相互作用。由此，国际科学联合会（ICSU）从80年代中期开始，正式实施“地圈—生物圈计划”（IGBP），“过去全球变化”就是该项计划中的核心项目之一。响应这一计划，我国相应设立了一些重大研究计划，青藏高原隆升与环境变化即在其中。

恢复和连接青藏高原一条自然史之链成为对应全球变化的核心内容。

作为研究过去环境变化一株树上的三个分枝之一，新手段湖泊岩芯被提上日程。李世杰也由研究冰川沉积转为湖泊沉积。南京大学地理系毕业的李世杰，给施雅风先生做了硕士生又做博士生，从事第四纪冰川研究多年，他发现古冰川对于重大气候环境事件的研究是有价值的，但也仅此而已。冷期中冰

川前进尚可留下沉积物，暖期中冰川后退却不留痕迹。而1987年在甜水海打下的两个浅钻，尽管只分别读到7万年和4万年，但湖芯以连续性好、分辨率高的特点吸引了李世杰。在施雅风先生的支持下，李世杰从此致力于湖泊岩芯研究。

人类正在利用已掌握的所有手段去探知一部大自然的履历——从沉积岩中的古生物化石，到天然剖面的古土壤和孢粉，从深海和湖泊的沉积岩芯，到冰芯和树木年轮。不同载体所能揭示的时间尺度和精度有所不同，所能提取的古环境气候信息的参数有同有异，各具优势与不足，可以互为参照，优势互补，最终殊途同归——正所谓条条大路通罗马。

较之冰芯，湖泊岩芯这一边缘学科崛起得更晚。六七十年代，国际地学界热衷于深海钻探。深海岩芯较为清晰地勾画出200万年间存在着的23个冷暖旋回周期，仅有先后顺序而无确切年代的阿尔卑斯山经典冰期理论因之被淘汰。深海岩芯所建立的气候旋回，与南北极所揭示的16万年来的气候环境变化、与刘东生黄土研究的250万年以来33层古土壤与黄土相交替的变化序列遥相对应，为国际地学界设定了权威坐标系。

深海岩芯的不足之处是沉积速率较低，分辨率相应也低，200万年仅有十几米厚度；而湖泊沉积较快，青藏高原的许多湖泊年沉积率可达1毫米左右，分辨率也高：青藏东部若尔盖盆地湖泊岩芯310米厚度即为90万年积累。由于湖泊岩芯的这一特性，更由于湖泊广布世界各地，且在中低纬度人类生存地区分布，湖泊沉积能够忠实反映陆地上气候变化过程；又由于它的记录的连续性，所提供信息的丰富性，理所当然地，湖芯研究继深海岩芯研究之后，与冰芯研究一道成为全球变化的热点。最近的几年里，国际科学界继大洋钻探之后，又提出“大陆钻探计划”，较之当年的“深海钻探计划”，目的在于加强陆地湖盆的连续沉积研究。

湖泊岩芯研究八五期间由中科院南京湖泊所王苏民教授主





持，他也由此步入青藏研究领域，一位老将新兵。王苏民是文化革命结束后我国第一批选派出去的留学生，幸运地就读于爱因斯坦的母校瑞士苏黎世联邦理工学院，从师于国际著名地质学家、深海钻探专家许靖华教授。在国外的两年中，他踏勘了多种类型的湖泊，了解了国际湖泊研究领域进展，并与许先生的大弟子、美国明尼苏达大学湖泊研究中心主任凯利·凯兹教授一道，实践了多个湖泊岩芯的工作。1983年，王苏民学成归来。展望前程，雄心勃勃：20年前西欧的科学水平也算不得很高，中国科学家奋斗20年，照样上得去！

经过一番考虑和争论，八五“攀登”的两个钻孔确定在若尔盖和甜水海，这样，东西部差异很大的青藏高原气候模型就有了代表性。对于若尔盖的选择，是考虑到70年代为在这一地区找水，曾用地球物理方法做过勘探的因素，相关资料为地下深部情况提供了依据。王苏民亲自带队前往若尔盖盆地，行前施雅风院士特别强调说，这是青藏高原第一个湖泊深孔，只许成功，不许失败。

这儿就是著名的二万五千里长征中红军过草地的地方，我国高原最大的一片沼泽地。它经历了一个漫长的演化过程。曾经的一片汪洋，曾经的外流湖泊，随着高原的隆升，大约在120万年前后它转而为封闭型湖盆，伴随着气候变化周期水涨水落，不足万年前的丰水期，它还是一个上万平方米的大湖，后黄河切开盆地，湖水流失，而今只余沼泽大湖盆。当年，沼泽草甸上生长着茂密的草丛，草丛的露水曾打湿过骑马者的裤角；深不见底的沼泽沉沦过一些马匹甚至红军战士。半个多世纪过去，1993年的若尔盖生态环境相比当年发生了显著变化，沼泽干缩，草甸退化，那么荒凉。海拔虽说只有3000多米，气候却格外恶劣——六七月份的夜晚滴水成冰。

由于对湖芯钻孔要求严格，特请富有高原勘探经验的青海省建材部钻探队操作。王苏民与60多岁的钻探队老队长反复

研究实施方案，遇到流沙层怎么办，遇到粘土层怎么办，流沙流动，粘土可塑，都将影响钻孔和岩芯柱质量。一个确保成功的措施是，钻机昼夜不停。

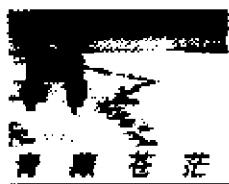
开钻第一天，王苏民亲自值夜班随时处理各种情况。滴水成冰的夜晚，钻筒里提上来的岩芯柱一下子就冻结成冰柱，王苏民也几乎冻结成冰柱，第二天就发起烧来。他的几个博士生格外着急，慌忙塞给他两片药。比别人更着急的是王苏民自己，接过药看也不看就一口吞了下去。结果更糟：磺胺过敏，浑身水泡。被吉普车送到玛曲县城，医生给开了最好的药，返回驻地请当地乡村医生帮助输液，结果越治越糟——吃了县城医生的药，药物反应全身浮肿；输了乡村医生的液，全都输到静脉以外，双臂成了水萝卜。只好不再医治，全靠自己的体力捱过了一个星期，痊愈时脱了一层皮。

11个白昼，11个夜晚，钻机未停。沉积了90万年岁月的310米岩芯顺利地重见天日。以10厘米为间隔，300多米岩芯柱被截为3000多个样品，王苏民在中国的实验室里分析，他的一群博士生们分别带着样品到美国、德国，到英国和奥地利去分析。每一样品要同步分析13种指标：粒度、孢粉、介形虫、古地磁、矿物、同位素及有机物质等。以化学方法测定介形虫壳体的微量元素锶钙镁含量，肉眼看不见的0.1毫米大小的古生物壳体中，就含有古湖水中温度和盐度的信息。这显然是当前国际最先进的方法。

最先进的高精密度分析设备在西方。对于若尔盖湖泊岩芯的研究就体现了国际合作的优势互补，王苏民的师兄弟成为合作伙伴，由中方出资请人家帮助做，国内所做的关键样品也要拿去美国对检，以保障准确程度。

若尔盖湖泊岩芯高分辨率、长时间序列地恢复了青藏高原90万年来的气候环境演化历史，这样的程度目前在中国还是惟一的。湖芯研究显示，90万年经历了三个大的阶段。从沉积颗





粒的粗细和沉积速率加大的三个时期：80万年、40万年和15万年前，正好与此前所认识到的三次强烈上升时间同步；湖芯显示的气候变化也与强烈隆升有着密切的因果关系，正好与黄土研究互为印证：到达3000—3500米的隆升高度造成了古冰川大规模发育，冷高压加强，60万年前典型地反映了青藏高原极冷湿的环境，而那一时期黄土堆积颗粒变粗、土层加厚；第二阶段的50万年到15万年前，青藏高原进一步变冷变干，那时喜马拉雅山脉的高度已足以阻挡水汽输送，冰川规模缩小，地面吸收太阳辐射加大，高原面上冷热源效应明显，反映在黄土高原，50万年后季节旋回加强，冷暖干湿交替明显；第三阶段15万年左右是一个重要时期，高度、环境和气候规律与现代相似，或者说，青藏高原的现代气候格局正是15万年前那一次强烈隆升所奠定的基础。

还可以与国际坐标相对应的，是90万年以来的磁极方向显示。地质史上几亿年来，曾反复出现过磁极倒转之变故。60年代的大西洋海底磁力调查时，发现了自新生洋脊处由近而远几成水平、正反磁极相间排列的磁性条带。在以往的研究中，还发现过磁极倒转事件中的若干小事件：反磁极中一度出现的正磁极现象，或者情形正好相反，被称作原因不明的小事件。若尔盖湖芯研究的一个特别贡献，或称意外发现，是向小事件说法提出了挑战。在湖泊所与德国合作的课题中，王苏民的博士生吴守云四年中做了3000件样品，发现了一些磁场变化的无效性：深水缺氧环境中，有机物分解，一些含铁物质被还原，形成新的矿种，例如焦黄铁矿，磁黄铁矿等。因此新的含磁铁矿在形成时的磁性排列并不代表沉积时的磁性排列，难免出现相反现象。如果把这一小环境的变化当作地球普遍的磁极变化，不免就差之毫厘、失之千里。吴守云就此撰文在英国皇家学会杂志、在国际地球物理学报上刊载，引起大反响，引发了一个新的国际研究热点——此前国外也有人注意到这一现象，

曾有少量几篇文章发表，而吴守云所做样品最多，工作最细，更具说服力。

借用的当年物理勘探数据有一些偏差，原拟300米打穿沉积层直抵基底岩石计划未遂；不过估计此距基岩不远。若尔盖这一断陷湖盆大约形成于120万年，彼时正值青藏高原构造活动活跃时期。120万年以来随着高原抬升它有升有降，相对于周围环境它在沉降，但总体态势以升为主。从湖泊沉积中碳酸盐富集层和泥炭层看来，似曾有过干涸时期。现在地表保留的只是一两万年前最后一次高湖面遗迹；若尔盖古湖百万年来生死轮回的痕迹已被岁月的沉积掩埋。

若尔盖湖芯研究典型地说明了90年代以来青藏研究特点：规范化、定量化、现代化、国际性——国际性的参照和国际性的合作。成果与竞争来自实验室，但艰苦的野外工作仍是前提。

与若尔盖盆地钻孔差不多同时进行的，是西昆仑甜水海之战。至少就自然条件来说，4800米处的高寒使甜水海钻孔工作更艰苦。这还在其次，令人心急如焚的主要还在于受挫经历，以至险些未能完成任务：第一年只搞了地球物理勘探，确定钻孔位置；第二年实施，从西宁出发，走新疆，穿戈壁，上昆仑，历时十几天到达目的地，却因钻井队设备问题——岩芯管不适合永久冻土地带，无功而返；第三年，经过一冬的严密准备，由李世杰博士带队，三进甜水海。

这一次车队从兰州出发，穿过西部中国，再走柴达木盆地，再翻阿尔金山，在塔里木盆地沙漠公路一度受阻——沙海茫茫，一段不足1公里的路段整整走上半天，是用木杠垫路，一点一点挪出沙海的。到达高原边缘，从叶城到西昆仑通往西藏的公路正在维修，每月仅在1日，11日，21日3天放行。总之，从兰州出发，行程4300公里，星夜兼程历时12天，千辛万苦总





算到达。

而甜水海正以格外恶劣的环境气候等待着胆敢踏进它的领地的8位科学家和12名钻井工。它故伎重施，让每个人都吃不下饭、睡不着觉，让许多人呕吐不止，钻井队长的脸肿得老大，眼睛成了两条缝。人们艰难地卸下设备，人工搭起钻井架，12位钻井工人分为三班，歇人不歇钻机。那些钻工每坚持一会儿，就往地下一躺，恨不能再不起来，恨不能马上完工。李世杰高山反应也够厉害，算上西昆仑考察那次，他已是第四次来到这里，早已领教过甜水海的“格外”。由于纬度偏北加之区域小气候恶劣，4800米高度的感觉不亚于藏东南的6000米。西昆仑考察时连久经沙场的老青藏们全都在这儿落魄地“栽”过。李世杰第一次独当一面，自觉压力巨大，责任重大，而时间紧迫。行前在北京，导师施雅凤再三强调，无论多困难，也要把甜水海“啃”下来。所以他丝毫不敢怠慢，昼夜在现场督阵，确保岩芯完整。当一截截岩芯柱从地下依次完整地提取出来，在李世杰的眼里，它们贵比黄金。

这一次是有备而来，用加热法解决了岩芯管在多年冻土层中的运行障碍——也许李世杰的工程兵经历有助于参与解决技术问题；另一个值得李世杰特别庆幸的是，孔位选择恰当，钻机畅行无阻。尽管艰难但很顺利地，20多天时间提取了57米长度的世界最高海拔地区的湖泊岩芯，装入冰柜，赶在新藏公路放行之日下山。

比黄金更珍贵的甜水海湖泊岩芯忠实地记录了24万年以来的气候环境信息，虽然只是一孔之见，但幸运的李世杰选点正确，钻孔位置正在当年的湖泊沉降中心，从中捕获了许多重要信息。尤其幸运的是，一个直径不大的钻孔，居然打出了一个被称为“冰筏沉积”的大颗漂砾，连同冰期冻土扰动的岩层被完整地提取出来，由此揭示了倒数第二次冰期的发育时间、冰期作用的规模和性质，较准确地说明了几次冷事件。而此前

对于这一冰期的认识含糊，只有凭冰川沉积物的经验推论，缺乏典型证据，年代也无法确定。这一系列秘密就在甜水海一钻中得以解决。

湖泊岩芯中还显现出距今15万年左右这一大湖怎样由外流转而为封闭，曾经流入塔里木盆地的古河流也届时消失，这与李吉均由共和盆地所发现论证的15万年前强烈上升的新构造运动“共和运动”不谋而合——同一次新构造运动使得青藏东西部同时改变了地貌。另外，甜水海岩芯中所发现的海相有孔虫也说明了一个重要问题：它并非海洋的证据，而是特殊环境中所发生的生物变异现象。此前国内学者在许多湖泊发现过海相化石，曾经顺理成章地以为彼时彼地即是古海。甜水海的工作澄清了国内学术界在这一问题上的认识。

湖泊岩芯从一开始就显示了它在认识过去环境中的突出作用和巨大潜力。目前王苏民所主持的中科院湖泊与环境开放研究室共有18位科研人员，资历最低者也是博士生。他在全国各地选择了近20个湖泊，从事的课题为：上百万年间的古湖泊研究；几千年间历史时期，人与自然相互作用对湖泊的影响及对策研究；现代湖泊定量研究并与应用相结合。“再过十年”王苏民教授胸有成竹地说，“相信中国的湖泊研究一定能走在国际前列”。

较之冰芯研究和黄土研究，湖泊沉积所受制约因素较多，对它的研究相对复杂一些。不仅易受构造运动控制，沉降中心发生改变，开放性的河流沉积也时常与封闭型的湖泊沉积叠加一起，而且不同的山地河流带来不同的岩性，来自地下，地表和降雨成分各异，难以寻找到权威的共性指标，这在国际上也是有待攻克的难关。上述湖泊深孔可以根据各种环境对应指标，以数百年至千年尺度，恢复几十万年来气候环境变化的冷暖旋回和历经阶段，但这远非目标所在。目标是十年计精度的





定量研究。

九五“攀登”青藏项目中，李世杰博士担任了湖泊专题负责人。这一专题名称为“现代湖泊沉积过程及其古环境重建”。与八五“攀登”中的湖泊沉积研究不同之处在于，建立现代环境条件下的沉积过程：湖泊钻孔由深而浅，时间尺度由长而短，分辨程度也相应地由粗而精。将以几十年来的湖泊现代沉积中的物理、化学、生物等指标所包含的众多信息，与几十年来所拥有的准确气象记录相对照，建立标准参照系，进而恢复2000年来的气候环境变化——2000年来短尺度气候变化，树木年轮研究及国内文献均有记载。以此为坐标，反推以往百、千万年，其准确性与可信度将可想而知。

1998年夏季两个多月的时间里，李世杰博士一行10人从青藏东北部若尔盖湖盆开始，经可可西里穿过大部藏北高原，沿途考察了不下20个湖泊。不用拿70年代湖泊所同事和测绘队的地图所提供的各湖泊的数据逐一核对，不必刻意比较，只是凭他10多年来野外实地考察的直观感觉，他看到一度相识的那些湖泊，深水湖变成浅水湖，范围缩小，矿化度增高，浅水湖已经干涸成为沼泽，原先的沼泽地已可行车其上，沼泽草甸也已退化为半荒漠草原，半荒漠草原由于冻土消融，地下水位下降，正在变成荒漠，这是青藏北部地区普遍存在的状况。

此次考察在若尔盖湖盆一住20天，集中工作在盆地中央的兴错湖。有两只美丽的黑颈鹤，每天或伫立或翩飞在湖畔草甸上，陪伴着考察队员们。它们年年飞临此地，定会吃惊于湖水为何会年复一年地变浅吧？它们若有信息遗传，一定记得祖先们有关黄金时代的美好记忆：这个夏季家园曾经那样温暖湿润，湖水映照蓝天，湖畔森林草原……李世杰这一次测出了这个黄金时代：兴错最高一级古湖岸线距今仅有6800年，那时的湖面高出现在17米，湖水满而外溢；直到5500年前才退缩而为封闭湖。最近的几十年来退缩尤甚，兴错湖在1969年绘

制的地图上尚有3.2平方公里的水面，但眼下湖水接近干涸，沼泽拓宽了领地。

沼泽地带成为进入湖心打钻的障碍。身量小巧些的夏威夷，大冷的天里只穿一条短裤，腰间拴上绳子，手持两块宽木板，手脚并用挪过几十米宽的沼泽地，再用绳子把船拖过去。终于取到了1.5米深度、时间为几千年的沉积物。

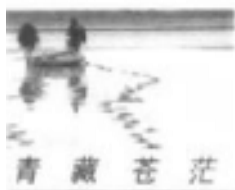
告别了兴错湖畔的两只黑颈鹤，驱车前往可可西里苟鲁错，8年前打下一个浅孔的那座大湖。李世杰一眼望去就被惊呆了：当年数十平方公里、平均水深在1.3米以上的湖泊，而今已成为一座名副其实的盐湖，一层薄薄的饱和盐水覆盖其上，由于浓度超常，虽临风而水波不兴，如同一面巨大的镜子。追本溯源对于流域考察的结果，发现西部从前注入该湖的流水已完全断开，许多补给湖泊的小支流也已断流，想来是变暖造成地下泉水水位下降，无力提供水源了吧。近年来降水似未见

可可西里苟鲁湖，已干涸成5厘米深的盐湖了。考察队员将橡皮船拖过沼泽地去湖心采样。



连接一条自然史之链





在可可西里内陆
盐湖取岩芯。



减少，只不过蒸发远远大于降水补给罢了。

若尔盖、可可西里，考察路线向青藏高原腹地延伸。此次考察的重点地区在唐古拉和念青唐古拉两大山脉之间。这一带分布的湖泊群，可以较为典型地反映青藏高原内部的变化情况。其中重点解剖了安多境内的错那湖和兹格塘湖，以及藏北高原南缘的纳木湖。

这支野外考察队里还有一位外国专家，前任国际湖泊学会主席、国际湖泊研究权威人士、奥地利科学院院士罗夫勒教授。他做过 50 多年的高山湖泊工作，从南美的安第斯山到北美的落基山，从台湾玉山到尼泊尔珠峰南坡，上百个国家都已走过，惟独没来过西藏。还是 60 年代在尼泊尔山地工作时，抑制不住对山那边的好奇，曾偷偷越过国境，张望了一番而已。许多年前他就对纳木湖充满了兴趣。“神秘的纳木湖”——国外对该湖水质众说不一，淡水、咸水、半咸水，各执一词。此次终以 71 岁高龄夙愿得偿，参与了李世杰项目的合作，第一次进入西藏，深入考察了一回藏北，乘坐橡皮船在纳木湖湖面

上作了短途航行，在30米水深处取了浅层岩芯；对湖水取样化验的结果，是PH值很高的碱水——当然，这只是局部湖水结果。纳木湖浩浩荡荡1940平方公里，此前许多人从不同地点采样，得出不同结果。若在冰川融水集中流入湖面的地方，自然要得出淡水的结论。与众多小湖泊的一个重大区别是，纳木湖并无大幅度退缩迹象，湖边七道古湖岸线，记录的是纳木湖从前而非现代的变化过程。

令身为水生物学家罗夫勒教授格外兴奋的是，藏北湖泊类型和生物类型的丰富性。在唐古拉山口盆地湖泊中，首次发现了活体介形虫的一个新属新种，而目前介形虫类只分布在非洲大陆，在印度境内也仅见一个种；在安多县境内兹格塘错，他们发现了一个奇观：完全封闭、高度碱化的兹格塘，湖水分为多层，温度与化学成分各各不一，不同水层中居然生活着不同的生物类型！半个世纪里搞过那么多高山湖泊的罗夫勒教授第一次见到这一奇观，既惊奇又喜悦，即刻表示回去后马上向奥地利科学院打报告，继续与中方的合作研究。

藏北高原仅仅在万年前后还存在着高湖面时期，那一时期使现今的纳木湖与色林湖远距数百公里而连接为一湖。曾有“湖泊之国”之称的藏北高原，近20年来湖泊退缩强烈，这可不是好兆头。因为湖泊作为水体，对于局地小气候影响显著。湖泊可以保持地下水位，对局地生态环境极为有利；同时在高原深处，外来水汽含量很少，而湖水蒸发到周围山地，形成阵性降水，在高原内部山地和盆地之间造成局地小气候环流；对于冰川发育也是一种补给，最终冰川融水又补给了湖泊——湖泊的存在构成了局地水份循环。理论上说来，全球变暖对于青藏高原似乎是有利的：气候温暖，雨水增多，将有利于河谷地区作物生长，适宜的气候也应当有利于高寒牧场牧草生长。但李世杰在藏北看到的情况却一点儿也不容乐观：湖泊快速干缩，局地生境遭到破坏；季节和多年冻土层本有利于涵养地下





水，但暖气候使它消融加速，水位下降，使原本稀疏的草原趋向荒漠化，即使有所增加的降雨无补于因升温而加大的蒸发，可谓资不抵债——这对于藏北高原牧业来讲，委实是一个严峻的局面。

面对这一严峻局面的当然还不仅仅是藏北高原，西北干旱地区，新疆沙漠地区，都存在着这种忧虑。虽然理论上的分析一般不会错，即温度升高，降水量必大，但这两者似乎并不同步，冰芯研究也反映出降水滞后于变暖的历史现象。那么究竟温度升高多少或持续多久以后，降水才能明显增加，即进入暖湿阶段呢，现在还没能给出量化答复。

横贯南亚——向东延伸至缅甸，向西进入巴基斯坦，中经印度、尼泊尔——的西瓦利克群，巨厚的沉积物质来自喜马拉雅。对于它的研究历经西方科学家上百年几代人。起先依靠生物化石建立起地层序列，但就如同经典冰期理论那样，只有先后顺序而无确切年代。最近几十年来，有了古地磁定年这一先进技术，以美国为首、欧洲多国科学家参与的这项研究才做出了最新成果：西瓦利克群的沉积年代为 1830 万年。

国内青藏研究中，天然剖面的工作一直在局地进行。进入攀登计划，“晚新生代以来的环境变化”课题中，与冰芯、湖芯并列的还有天然连续地层剖面研究。这项研究旨在建立高原隆升过程，同时参与恢复古环境变化序列。天然剖面研究在黄河上游区、喜马拉雅中段和中昆仑北坡同时进行。“八五”期间仍由老将率队，三地分别为兰州大学李吉均、南京大学王富葆、北京大学崔之久三位教授。

千百万年来，在高原隆起的过程中，河流锲而不舍地切穿盆地，暴露出过往地质年代的地层，这就是天然剖面。因为天然剖面具有观察方便、采样容易，且可进行横向对比，并可与地貌、构造等相结合进行综合研究的诸多方便条件，所以它历来是研究地质地貌和恢复古环境的重要方法。惟一的问题是需

要仔细查找到未经构造变动和未经风化侵蚀的，时间跨度长、连续性好的出露点。由于这项工作并非从零开始，三位老将经验积累何其丰厚，尚未出马，就已胜券在握。

崔之久的天然剖面地段，位居青藏腹地，高原向柴达木盆地过渡带的中昆仑——昆仑山垭口地区，青藏公路自这一地区南北通过。崔之久与昆仑这一带结缘在70年代中期，为解决青藏铁路建设中的冻土问题，曾在此一住三年。那段时间里，崔之久开创了一门新学问：冰缘地貌研究。所谓冰缘地貌，就是冻土在地表显现出的特征。地下有没有冻土，别人要打个钻看看，崔之久不用打钻，凭肉眼就见分晓。后来他还与加拿大卡尔加里大学合作考察过这一地区的冰缘地貌，八五“攀登”项目进展的几年中，又与日本北海道大学合作，继续这一地区考察，中昆仑一带被崔之久走成轻车熟路，看得烂熟于心。这一回做天然剖面，又把帐篷扎在了20年前的旧址上。这多多少少反映了年纪大些的人一种怀旧心理吧。今非昔比，当年登上西昆仑主峰慕士塔格7600米峰顶，是崔之久永远的高度纪录。这一次重返昆仑，发现自己只有5000米的能力了。只好坐阵大本营，指导自己的硕士生、博士生、博士后一个梯队，去攀登高峰。

崔之久把几处沉积相地层组排列起500万年以来迄今为止的中昆仑地区演化序列。这正是本次强烈隆升前后的重要时期。天然剖面的连续记录显示了隆升过程的间歇特点，构造事件与气候事件同步，渐变与突变交替，隆升与夷平相间。出露在青藏公路原62道班附近垭口盆地一套厚近700米的完整剖面，由下而上展示了直到70万年前，此地由低而高、环境由热而凉的渐变过程，其间不时有红色古土壤层和孢粉组合出现，既说明此时沉积中断，这一沉积层因抬升转而为剥蚀层，又说明此时异常暖湿、海拔不过1500米的“半高原”环境气候特征。“昆仑—黄河运动”序幕发生在110万年到70万年之





间,这是一个间歇式缓慢抬升渐变过程,主幕骤然突现在70万年到65万年之间,这在地质史上只是瞬间之事,其高度和环境迅速接近现代水平,本次构造事件也使整个青藏高原完成了更新世绝大部分的上升量,大部山地首次进入冰冻圈。这次事件的发生如此之突然,之重要,崔之久意欲将其命名为“昆垭运动”。征求了李吉均意见,李认为,考虑到此次运动与他早先命名的描述黄河发育的“黄河运动”基本同步,实为同一运动在不同地区之反映,建议统称为“昆仑—黄河运动”。

就是在寻找理想天然剖面的过程中,崔之久发现了这一地区几处新旧石器点,并进行了地层发掘,可以算是意外收获。

与崔之久的中昆仑天然剖面遥相对应,从1991年到1993年,王富葆在珠穆朗玛峰地区的吉隆、定日一带连续3年做野外工作。自从1958年他挑着两箱银元到定日,找宗本(县长)为登山科考队联系修路开始,30多年间他到过珠峰一带总计有十几次了,这一带是他的“根据地”,正像崔之久之于昆仑那样,王富葆也把珠峰一带走成轻车熟路,看得烂熟于心,自称“闭着眼睛也能说出身在何处”。年过60岁的人,带着几位年轻的博士生,翻山越岭找剖面采样品。年轻人眼见敬爱的老师多么安详地享受野外生活,见他只要遇到野韭菜,总是拔起来就吃;见他上山时走得不算快呀,但晃晃悠悠就超前了,学生们佩服他“持续发展能力强”。在吉隆的一条山沟里,王富葆正在弯着腰采样,忽然上方一块比房子还大的石头滚落,王富葆闪避及时,大石只压到了鞋尖处,于是学生们又佩服老师的机警灵活。年轻人还恭维他有“特异功能”:在加布拉地方,车陷进河里弄不出来,两位年轻人步行回老定日求援,到晚上9点还没回来。王富葆观测了一天的水位,认为水势已稳定,车不会被冲走,但心里很不踏实,为什么救助人员现在还不来,我得回去看看。荒山野地里根本没有路,70里路走了差不多一夜,居然走回来了。这就是学生们恭维他的原因。那晚的夜路

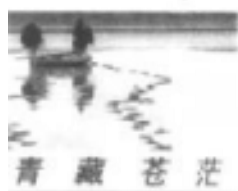


1992年吉隆的
夏日，在海拔4200
米处盛开的油菜花
和白色的青稞穗。

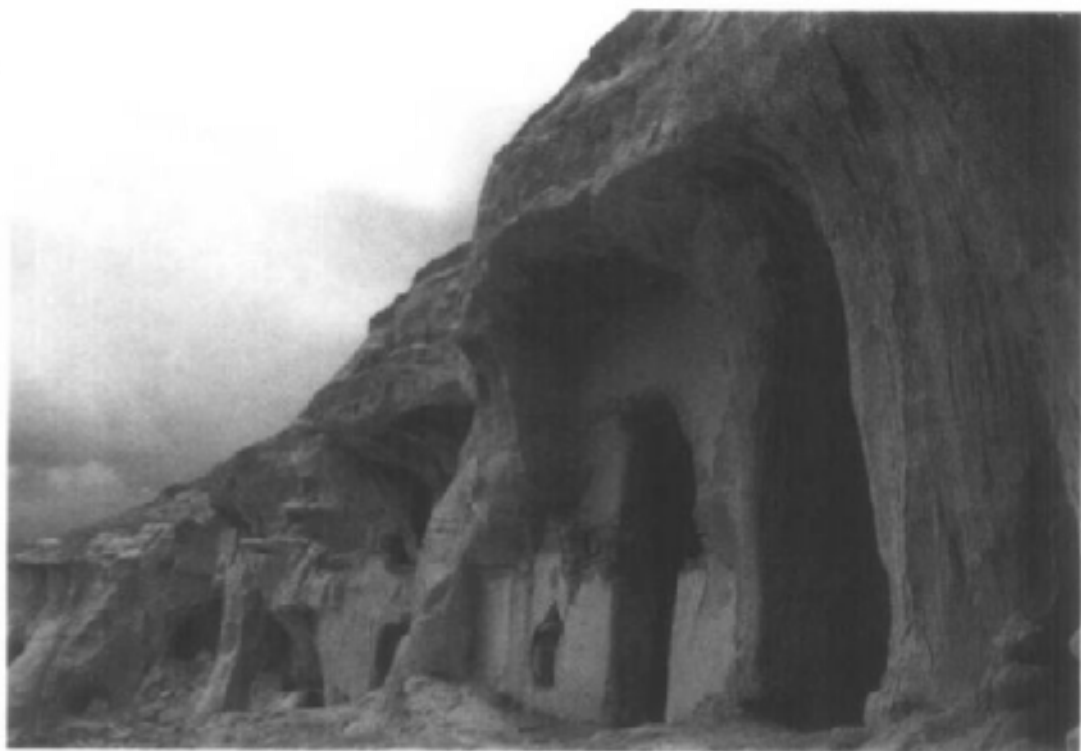
上，为提防与狼遭遇，起初口袋里塞满了石头。走累了，就把石头一块一块丢掉，最后连手中的两块石头也给精简了。到老定日招待所门前，看看天色尚早，不便打搅别人，就抱着一只大黑狗取暖静待日出。

这一次在吉隆—卧马盆地，也就是计宏祥他们在1975年发掘三趾马化石群的地方，王富葆他们采集到与临夏，与中昆仑剖面有所不同的另一类典型剖面。这个盆地的沉积始于700万年前，迄于160万年前。最早的底部段含有腕足类、介形虫等化石，三趾马生活时代为600万年前后，有孢粉显示其时气候暖而偏干。古地磁显示距今四五百万年时为吉尔伯特负极性世；再往上的200万年则为另一正负极性世的过渡阶段。卧马





吉隆塔千沟上新
统泥岩中的岩洞，内
有佛教壁画。



盆地沉积的结束乃是喜马拉雅山强烈隆升的后果之一，另一后果体现在沉积结束后出现的吉隆河六级阶地——地势上升，河流切割。

现在该谈到兰州大学那一支了。李吉均院士 20 年间带出了近 30 位博士和硕士，这一次临夏盆地天然剖面的研究，就为他培养了 5 名博士生。正因为有了这一群，兰州大学地理系成为当代中国高校最为兴旺的一景。李吉均本是四川人，南京大学地理系毕业后就去了兰州大学，继续学业并从此就教于兰大。大西北的风沙早已把他塑造为西北大汉，他的命运也早已系于再造一个大西北的蓝图之中。作为青藏研究事业中的一支劲旅，李吉均和他的学生们是性格鲜明的一群。“敲死它！”——每当面对一个研究对象，李吉均既心爱它，又需要像面对一个堡垒那样攻克它，就会斩钉截铁地这样说。他的学生们立即随声附和：“敲死它！”近乎粗鲁的表达方式中显示着决心和信心，那是一步到位，是精益求精，是争取其后别人无法重复、只能另辟蹊径的一种独享“专利”。被他所命名的临夏群，

在青藏高原东北边缘的临夏盆地，由起始于3000万年前，结束于360万年前的东乡毛沟剖面，1500万年—180万年的王家山剖面，以及相邻的东山顶剖面360万年—170万年左右的早更新世湖相地层相互重新续接，加上160万年以来的黄土沉积记录。由此，中国就拥有了青藏高原东北部3000万年来连续而完整的一部演化史。

临夏剖面的发现和采样过程充满了戏剧性。本来一开始就掌握了王家山的地质资料，那是多年前由甘肃省区域调查大队做过的工作。1993年年初，李吉均院士带领一个小组：他的学生方小敏等，还有他的夫人，也是同事的朱俊杰老师一车人，前往王家山踏勘。归途中，李吉均说，走老路没意思，改道吧。于是就走了东乡。在毛沟的山道上停下车，大家下来方便——正可谓“踏破铁鞋无觅处，得来全不费功夫”，待到你走遍万水千山后，奇迹就会呈现你面前。就在停车方便这一刻，一个经典剖面被发现：李吉均一眼望到的不是山壑深谷，岩石峭壁，而是重重叠叠的层理，上上下下足有四五百米的良好的天然剖面！随着李老师的指点，大家也都看到了，躲在车里的朱俊杰老师也下了车，一起兴奋地议论着，“敲死它！”李吉均说，“敲死它！”大家跟着说。

这一敲真就下了蛮劲。从山顶到山底挖一条深为1米的探槽，惯常的厚层剖面古地磁采样间隔3—4米即可，李吉均则要求0.5米—1米的间距，而化学样品仅隔10厘米。这一敲就是整整一年，从年初到年底。本来用不了那么久的时间，只是东山顶所采集样品，室内工作发现磁极全部为正极，就是说，同一地层像披一件斗篷那样覆盖下来。冰天雪地的11月里，方小敏带人再上东山顶，挖了两个30米的深井，方才遂愿而归。

这一年敲出的如果不是世界上最棒的，至少为亚洲陆地剖面之最：它比著名的西瓦利克群还早出1000多万年；它提供了中国最完整的新生代模式地层序列；提供了陆地环境气候变





化最长、最连续、千年—万年尺度高分辨率气候变化曲线；第一次提供了北方植物最连续的长期演化史，获得以绝对年龄控制的3000万年以来的孢粉谱；第一次提供了至少青藏高原东北部3000万年以来的隆起数据，360万年以来的“青藏运动”由此命名……

1993年，是八五攀登计划青藏项目开局第一年，天然剖面旗开得胜，首席科学家孙鸿烈院士深表满意。不仅国内学术界给予高度评价，在国际学术界也有相当的影响。1998年7月间，在兰州召开国际第四纪联合会古土壤委员会学术会议，有18个国家、38位外国专家出席，其中一位被誉为“全球变化里程碑人物”的美国科学家奥普达克，专为临夏群而来，被临夏群吸引而来。他感叹说，这是他一生中所看到的最漂亮的陆地上的磁性剖面。此前两年，还有一位著名的科学家，北太平洋深海钻探负责人大卫·瑞来此考察，撰文称赞临夏天然剖面所揭示的高原隆升信息为“来自青藏北部的第一个声音”。

自然万物都有各自的轨迹，各自的发生演化都有迹可循。古土壤忠实记录着众多信息，就让后来的有心人去阅读破译。方小敏把高原周围的黄土作了比较，发现以昆仑山—祁连山—阿尼玛卿山—秦岭为界，以北为来自亚洲内陆干旱地区的热黄土，以南的冷黄土则来自青藏高原自身。施雅风先生综合多方资料，认为青藏高原进入冰冻圈的时间为80万年前，委托方小敏在古土壤中寻找证据。方小敏就从采自甘孜的冷黄土中找到了冰川遗迹石英颗粒，证实进入冰冻圈的时间不迟于80万年前，亚洲大气环流在此时产生重大转型。古土壤中还提示了亚洲季风演化过程，晚近到末次间冰期季风演化的突发性与不稳定性，提示了中国西部晚更新世气候异常与变干事件，总之有关气候与环境演变的轨迹全都被连续堆积的土壤一一记录在案。

恢复过去环境变化的手段，除了冰芯、湖芯、天然剖面

之外，还有古溶岩、夷平面的研究。

几千万年的时间里，青藏高原并非一直在上升，那样的话，它早已就高达上万米了；又或者说，饶饶者易折，当地壳岩石圈不能承受之高之重时，它早已倒塌了吧。从现象上看来，几千万年间青藏高原大约历经三次隆升、两次夷平。所谓夷平，相当于下降，是指内部作用停止，它处于稳定平静状态；作用于它的，只剩下了风雨和阳光，还有严寒与冰冻。风化冲刷和剥蚀，使得高原高度一点一点地降低。至今夷平面还随处可见，相对平坦的藏北高原就是一个巨大显示。其实夷平作用乃是常数，即使在隆升过程中也在夷平，只不过收支过于不均衡罢了。就近的例子可见祁连山北侧，通往敦煌的公路北侧，但见山貌奇特，仍具犬牙交错的峰峦状，却微型如盆景，如沙盘。那便是剥蚀残山，夷平过程的现在进行时。

风与水带走的物质充填在高原内外的低地湖盆，或随水流入孟加拉湾。西方学者在孟加拉湾钻探中发现了上万米巨厚沉积，认为是从喜马拉雅、从青藏高原搬运而来。研究者说，那是需要把青藏高原削掉几百上千米才会填满孟加拉湾大洋扇的啊。不仅孟加拉湾，青藏高原四周，西缘南缘印度，尼泊尔、巴基斯坦沿线直至阿拉伯海都堆满了这类沉积。很久以来，西方各国的专家们竞相前来，进行发掘和研究。国外对于喜马拉雅外圈的研究曾一度领先于中国，现在则与国内青藏高原腹地研究齐头并进。八五“攀登”期间，结合课题研究需要，由李吉均院士率队走出国界，横贯喜马拉雅和喀喇昆仑进行野外考察。1994年与巴基斯坦合作，从伊斯兰堡南行，横穿波特瓦尔高原，沿喜马拉雅南麓著名的西瓦利克群分布的典型地区一路考察，走过与黄河同时发育的杰卢姆河谷，发现印度河流域的古冰川曾延伸到海拔1000米谷地的遗迹。第二年应国际山地综合发展中心邀请，李吉均再度率队对尼泊尔中部喜马拉雅南坡地貌、沉积，对贯通南亚的西瓦利克群进行考察。两次考





考察活动是有益的补充,对于青藏高原面貌和演化历史有了全方位的了解。

对于黄河发育和演化史的考察研究,也为高原隆起提供了佐证。这条中华民族的母亲河,浩浩荡荡流贯整个中国,5000多公里向东流入海洋。它的发生发展与青藏高原的构造运动息息相关。青藏运动早期所造就的一系列断陷盆地使古湖发育,为黄河水系的构成奠定了基础;伴随着青藏高原的隆起过程,断陷盆地抬升,古湖纷纷消失,从前各自为政的内流水系和湖泊开始连通贯注,并不断向上方溯源侵蚀,170万年前正当青藏运动C幕阶段,黄河向上通过兰州,现代水系格局出现。不仅黄河,长江也与此同时形成泱泱大川,源头已登上青藏高原。直到120万年前,黄河源还在祁连山,以湟水和大通河为源。这之后又是一次重要改变:“昆仑—黄河运动”,黄河切开三门峡东流入海。继续溯源向上,将循化—化隆盆地纳入,15万年前的“共和运动”中,切开了龙羊峡,兼并原共和水系;仅仅一两万年前,方才切穿若尔盖古湖,把源头伸向现代黄河源——鄂陵湖和扎陵湖。

对于流经兰州的黄河的关注,是李吉均和他的学生们从事了多年的课题。10多年前,当潘保田还在读硕士时就一上再上黄河源。站在玛多“黄河第一桥”上,凝神于桥下流水,哦,黄河之水天上来,源头之水如此之小啊。年轻人很不庄重地说,还没一泡尿大呢!一路看过去,看沿途不断有各路或大或小水流注入,有阿尼玛卿等雪山冰川之水注入,黄河渐就丰沛。从地理学角度划分,兰州为黄河上游—中游的分界处。而上游地区对于黄河多么重要,上游之水多么清澈:它提供给黄河60%—70%的少含泥沙的水量;而中游黄土高原为它提供其余水量的同时,也泥沙俱下,黄河80%—90%的泥沙来自黄土高原……

黄河,是大自然给予中华民族炎黄子孙的生命与文化之



鄂陵湖

水。对于黄河形成的研究既是青藏研究中的学术问题，同时也为治理黄河提供基础资料——可是为什么需要“治理”我们的母亲河呢？黄河浑浊，黄河断流，本不是黄河之过。

综合天然剖面的自然记录和同时进行的夷平面、古岩溶、水系发育、高原外围相关沉积和环境演变资料，以及冰芯、湖芯分析，李吉均确认了青藏高原自第三纪末期360万年以来所经历的三期强烈上升，并分别为之命名：第一期为“青藏运动”——360万年至160万年，在240万年前后高原平均高度达到2000米左右；第二期为“昆仑—黄河运动”——110万年至60万年，在80万年前后平均高度达到3000米；第三期为“共和运动”，15万年左右开始至今，高度迅速上升为4500—5000





米，至今仍在强烈整体隆升过程中。上升速度最高达每年1厘米。

与高度相关的是，距今240万年时的2000米，诱发东亚季风始现；距今80万年，高原主体进入冰冻圈，第四纪最大冰期出现，导致北半球气候再次转型；15万年以来的共和运动使高原又一次上升的直接后果，是北半球冬季风强盛而夏季风减弱，这一显见的气候转型一直持续到我们今天看到的样子。

那么，360万年前的青藏经历又是怎样的呢？

研究非洲的德国科学家早在60年代就指出，北非大范围变干、撒哈拉大沙漠的出现与青藏高原有关；美籍日本学者真锅淑郎于70年代建立的关于青藏高原亚洲季风的数值模拟为青藏高原研究注入了新的活力；80年代末美国学者拉迪曼则提出了青藏高原隆起是新生代全球进入冰期的主要原因，从而把这一研究推向了高潮。人们普遍意识到，全球变化的研究如果不考虑青藏高原隆起就不足以提出合理的解释。在这一国际背景下，90年代国内青藏高原研究呈现出前所未有的辉煌。是瞎子摸象阶段，换言之，也是学术界思想活跃的春秋战国时代。学科交叉融合，中外交流合作，各研究领域群雄竞起，各种理论和假说争相发言，新的重大理论突破正在酝酿之中。就环境变化研究这一领域来说，上至高原季风，大气环流，下至地表地下，冰雪冻土，近有黄土堆积，远有全球系统格局改变，种种信息如向心水系汇流，如江河归海，在李吉均院士那里得以梳理成篇。虽然有关4000万年以来青藏高原历次隆起的原因尚待查明，那与地球动力机制有关；即使历次隆起的时间、幅度和形式也有待进一步研究，但李吉均院士已可向我们提供一个框架，一个写意的过往远景——

自印度板块与欧亚板块碰撞连接合为一体之后，在地质年代的早第三纪时，大约四五千万年以前，地球上的海陆分布已

为现代格局，那时全球气候暖和，地壳相对稳定。此前此后的青藏地区环境气候我们已从恐龙化石、三趾马化石的发掘中得知，它与世界其他地区没有多大差别。

青藏高原自第三纪以来的地质史中，历经三次隆升、两次夷平。最初一次大约起始于4000万年前，逐渐隆起到3000万年时上升为2000米左右，当它不再隆起时一度被剥蚀降低；2000万年前的第二次上升，造就了喜马拉雅山脉，并一直持续到距今1500万年前；但接着被侵蚀下降，于距今300万年到400万年间，形成一个个高不过千米的平原。青藏高原自360万年前整体强烈上升，并延至现在，此间累计上升3000—3500米——持续至今的隆升何时结束尚不得而知，但有一点是可以肯定的，那就是总有一天隆起会停止，又一次进入缓慢的夷平降低时期。

经过一个渐变过程，最后一次的隆起对于地球和人类来说都是至关重要的，或许是决定性的。它直接地改变了中国的自然地理格局，形成了高亚洲，并使世界环境发生了相应变化。对中国而言，此前自然面貌简单，只是由于纬度的原因，有南北方冷热差异。而今却分为东部季风区，西北干旱区，高原高寒区。没有青藏高原，中国西部就不至于如此干旱，中国东部也不会如此湿润，相反，长江中下游和华南地区就会出现像北非和阿拉伯半岛那样的沙漠气候。正是由于青藏地区的本次空前隆起，诱发和强化了南亚的季风环流，为那一地区带去了丰沛的降水。当喜马拉雅成为阻挡印度洋季风的屏障，势必导致中国西北部进一步变干，而在冬季亚洲北部形成了强大的西伯利亚—蒙古高压。高原隆起对于全球的影响至少在于，它极大地改变了亚洲大气环流的形势，导致了地球上最强大季风系统的发生，并且因为高亚洲上空形成的青藏高压，其南侧的热带东风急流，从西太平洋暖池上升而在阿拉伯半岛和撒哈拉与当地的副热带高压相叠加，形成强大下沉气流，变热膨胀，气流





下沉之地必是干旱地带无疑——青藏高原的隆起给东亚和南亚带来了好处，使之温和湿润，五谷丰登；也给中国西北部、阿拉伯半岛和北非带来了坏处，那里气候更加干燥炎热。同属一个纬度而天壤有别。

以李吉均院士为代表的中国学者所建立的高原隆升—夷平框架，关于晚第三纪以来强烈隆升的观点，曾一度被国际学术界所接受，并被写进美国出版的地质教科书中。但在90年代以来，不少国外学者相继对这一观点提出了挑战，认为青藏高原早在800万年、甚至早在1400万年前就已达到现在的高度。争论与挑战无疑也是动力，应战者将会以更出色的工作来说明自己，正如刘东生先生所说的那样，激烈争论是产生科学思想的前奏。高原隆起研究可望在近期给出隆起时间和方式，是局部隆起还是整体隆起的答案；但对于青藏高原演变与全球变化之间的关系，究竟是源是汇、孰因孰果，看来还是一个需要长期进行的课题，是一个远期目标。——源：释放、作用、影响；汇：吸收、接受、响应。

这只是争论的焦点之一，在青藏研究众领域，所讨论的问题多多。难怪施雅风先生说，现在正处于“瞎子摸象”阶段。施老先生又说，随着研究的深入，未知的比已知的要多得多。

这情形正像有人以行星举例说，知识就像空间中的球体，未知就像空间，我们学到的越多（即球越大），我们接触到的未知就越多（行星的表面与空间的接触面）——随着知识的相对增加，绝对增加的无知只会更多。

第三纪末期以来青藏高原整体隆升的时间阶段和幅度形式看来大致明晰，我们得知自己正置身这一伟大事件中；此前那两次隆升并间有两次夷平，看来也有了大致说法。未来的青藏研究中，这一课题所要解决的科学问题，就是要对这一框架细加描绘。具体到何时、如何发生着怎样的改变，每一次隆升或

夷平的起迄时间，隆升最高达到多少米，在多大范围内产生多大程度的影响，给出数据并精细描绘——可想而知这项研究的艰巨。我们饶有兴致地等待着答案，任何足以影响到我们地球家园的因素，我们都渴望了解。

青藏高原研究进入第二期的一大特征是对抽象思维的倡导。一些手段既是工作方法，更属于思想方法的范畴，例如数值模拟的建立。以数据图示说明思想，以多元方程演算规律，在这方面国外有一个成功的例证。

青藏高原的隆升对于亚洲气候的影响，早在1974年，美籍日本学者真锅淑郎就进行了模拟实验，建立了数值模型。这一模型提供了极有意义的指示：青藏高原存在及高度如何，对于亚洲气候的影响又是怎样。

如果说，对于高原隆起与环境变化的研究是为建立过去全球变化序列的话，那么，还有一批人所承担的一个课题，则依据过去和现在指向对于未来的预测。

环境变化与气候变迁紧密相连。“攀登”计划的第三课题即为“青藏高原近代气候变化及其对东亚和全球的影响与响应”。这一课题主要由中科院兰州高原大气物理所承担。这是对于区域的和全球的气候变化寻找因果键的工作，是掌握现象、探求规律、最终预报未来的工作。

中科院设在兰州的这个高原大气物理所里，有个高原气候研究中心。如今年青的刘晓东博士担任负责人，此前这一课题的主持人是汤懋苍教授。长期的野外观测与理论研究并行，他们已在高原季风等研究领域做出了突出贡献。

气候也是一种资源，也有开发利用之必需。虽然并不像气象预报那样直接服务于生产生活，但它含有应用基础研究成分，对于气候趋势的预测，可以为经济建设提供决策依据：因为气候变化直接影响到整个生态系统变化。例如，气温每提高





1℃，作物生长上限便可北移一个纬度带，110公里。那时，对于农业生产的布局将需重新考虑。

当然这样的举例显然不足以说明这一课题的分量。古气候与古环境密切相关，在李吉均院士所描述的几千万年以来的演化史中，我们已看到高原季风的研究成果；根据已观察到的事实，这一课题已初步提出了青藏高原是亚洲季风的启动区、中国气候变化的预警区等理论。例如有关“预警区”的概念，就来自一个规律：无论变冷变暖，总是青藏高原先变，若干年后中国东部北部才变；尤其藏东南，在中央气象台每天发布的天气形势图上，以大峡谷为中心的那一带总有情况显示，那就是“之源”。依据每一变化周期的长短，国内其他地区跟着改变的时间也有所不同。未来的青藏研究中，这一课题是要给出具体答案的。

这样的举例仍然远不足以说明这一课题的分量。它的研究对象虽然是季风，是大气圈，但大气圈作为地球各圈层中最活跃的介质，实际上是涵括了各圈层之间的关系了的。寻找全球变化因果键的工作确实是一个艰难的科学命题。

大气物理研究看不见摸不着，只见研究者们忙于数字、计算和建立数值模型。且让我们到达一个具体一些的地点，看一看他们所做的工作。

穿越昆仑山，有个五道梁。五道梁的局地小气候很不好，青藏线上的过路人总会说：到了五道梁，喊爹又叫娘。五道梁只有6月是好过的天气，7月份变化无常，8月份就骤感寒冷。这儿的气候在青藏北部有代表性。设在五道梁海拔4700米处的地面能量收支观测站，在八五攀登青藏项目中应运而生，自1993年8月20日起至今，提供了青藏高原连续观测的长期资料，为研究高原地区的能量收支特征及其对气候的影响提供了依据。这是有关大气物理中太阳辐射、地表反射与长波辐射、土壤热通量等等的观测与研究。特别是在全球变暖的近些年，

五道梁站所在的位置和所取得的相关量化数据,都令国际学术界所瞩目,五道梁也因此闻名全球大气物理学界。

五道梁站由季国良教授负责。自从1979年参与了中科院与国家气象局联合组织的“青藏高原气象科学实验”项目登上青藏高原以来,20年间一直关注着这片高地。第一次进藏就直奔阿里狮泉河,一住就是半年,进行了为时半年的热源连续观测;1982年和1983年,又在高原面上进行了为时一整年的冬季热源考察,从而证实了藏北那曲以南全年为热源,而以北,只在地表积雪面积较大、时间较长时才为冷源。这一点在五道梁的多年监测中得到了证实:如果地表积雪过多时间过长,使得地表反射率增大,以致抑制土壤向大气的热量释放,就会造成地表加热场较弱,甚至出现冷源。因此冬季地面积雪时间的长短是高原地面出现冷热源的关键因素。

土壤热通量的观测也表明了,五道梁春夏6个月时间热量

1994年8月,孙鸿烈率众视察五道梁太阳辐射观测站。





从地表进入土壤中，而秋冬的另6个月中热量不但没能进入土壤，相反土壤却要向大气释放热量。同时近年来随着全球变暖，土壤中的热量有逐年增大趋势。较高的土壤热通量对冻土退化起着促进和加速作用，这至少是全球变化在青藏高原的明显体现。资料分析还表明，地面热源的异常对于中国和亚洲的气候具有较大影响。1994年冬季出现冷源的同时，附近青海地区的15个气象站点所记录的气温普遍下降了 0.5°C ；而第二年夏季，五道梁站提示地面加热场加强，使得青藏高压加强，当加强了青藏高压与来自西太平洋的强高压相遇，其结果是造成了华北、西北地区的大面积干旱，长江中下游地区也在梅雨之后出现了伏旱。

五道梁站37米高的铁塔就耸立在青藏公路侧畔，铁塔上四个高度的气温和风速的自动测量仪、铁塔下浅埋在地表下的热通量仪器都在不舍昼夜地工作着，每小时提供近20个数据，每个月提供1.2万个数据。而确认一个冷源或热源，需要五六个月大约六七万个数据。

第 12 章

科学盛筵——雅鲁藏布大峡谷

地球上的最后秘境——1973年初访大峡谷——里氏8.6级特大地震震中位置——令人闻风丧胆的蚂蟥山——植物类型的天然博物馆——大峡谷水汽通道——80年代南迦巴瓦登山科考——热带菌类在北纬29°出现——发现眼镜王蛇——飞禽走兽和有关老虎的传说故事——李渤生小组五壮士越冬考察，发现半常绿阔叶林——路遇“森林女神”徐凤翔——“当代徐霞客”杨逸畴，逃生泥石流——各学科满载而归，惟有地质古生物白白吃苦——90年代地质科学进入，发现地球在此开了一个天窗——大峡谷是地球“热点”之一——有关世界第一大峡谷的论证，以及向世界公布

隐藏在云雾雪山密林中的人间绝域
鲜花云集之地，世间正纷纷扬扬着你的传奇
说你总揽南方北方两块古陆气势浩荡光彩照人
说你将冰峰苔原森林激流和瀑布群荟萃一身
说你有亚马逊河的湿润温情又兼具喜马拉雅的严寒冷峻
可你总归是你，奇异深邃既长且大位尊世界峡谷第一
深山藏娇万载不名而今多少人正在向你走近





请你揭开神秘面纱一睹造访者的倦容与惊喜

这就是大峡谷，如今它作为一个目标正在被争相前往。

让我们先来看一看它——雅鲁藏布大峡谷的位置所在。

面积广为 250 万平方公里的青藏高原，是一个完整的巨型地貌构造单元。在地形图上，它像一枚芒果：中间宽敞两端狭窄。这是由于南方古老坚硬的印度地盾持续不断的俯冲挤压，与北方同样古老坚硬的塔里木、华北地块的强烈抵御合力造成的：夹持在两者之间的年轻的青藏高原，就像可塑的硅胶那样被推搡抬升起皱，两端向外逸出并拧转弯曲。

雅鲁藏布江
大峡谷拐弯。

说到喜马拉雅山脉，总要不由自主地在这一名词前冠上





南迦巴瓦峰露出来了。

“雄伟的”三个字。且让我们通常地表达——雄伟的喜马拉雅山脉，它高峻而绵长。2500公里的长距离，筑就大高原南缘屏障；向南，它俯瞰海拔仅几百米的印度平原，向北，则统领着高原面上的万水千山。仿佛就为对应，在它的东西两个极端处，各有一个地结——巴基斯坦境内的西喜马拉雅构造结和藏东南的东喜马拉雅构造结，就像是两个地楔，锁定并支撑起大高原。两地结处分别矗立起两座大山——南迦巴瓦峰和南迦帕尔巴特峰；各有一水作马蹄形环山绕过，向南而下——东南行的是雅鲁藏布江，流入印度叫布拉马普特拉河；西南行的是印度河上源的一支，长流不息地汇入印度河。源于喜马拉雅并以相反方向流过几千公里之后，它们分别从孟加拉湾和阿拉伯海入海，在印度洋汇合——大山大川同为造化的不朽之作。

全长为2057公里的雅鲁藏布江，就这样与喜马拉雅山脉平行前进，由西向东流贯整个藏南谷地，到达米林的派地。这里是东喜马拉雅尾闾处，海拔7787米的南迦巴瓦峰和海拔7257米的佳拉白垒峰隔江对峙，矗立云天，俨若峡谷之门。





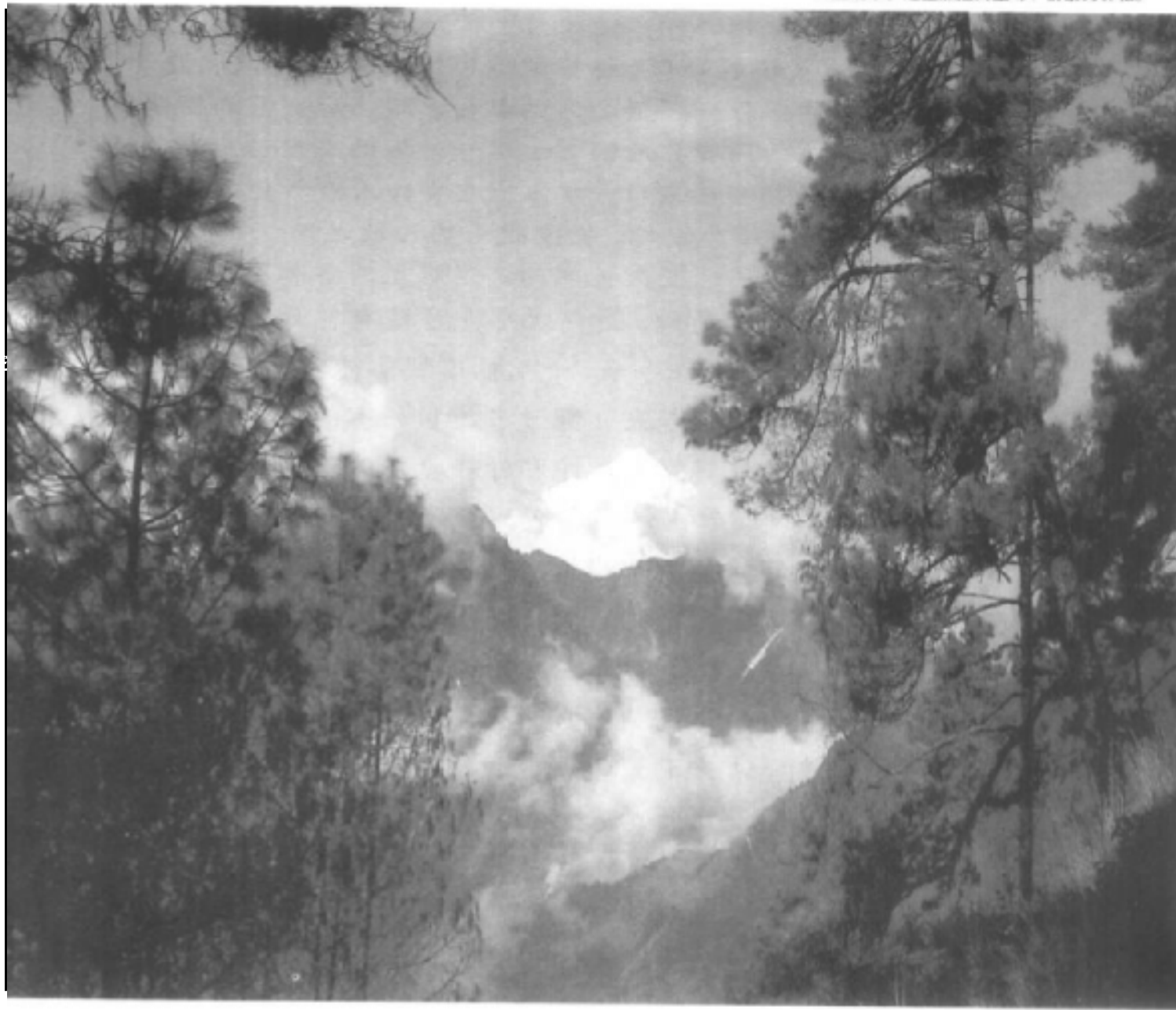
穿过峡谷之门，江水环绕南迦巴瓦雪峰一个马蹄形大拐弯，隐现在墨脱的热带季雨林，一路轰响而过，一路浪花飞溅。

这个世界第一大峡谷被确认之前，世人惟知最长的峡谷为美国的科罗拉多大峡谷，它长达440公里；最深的峡谷为秘鲁的科尔卡峡谷，它深达3200米。而中国的雅鲁藏布大峡谷，则以其长——504.6公里，以其深——6009米，以其海拔的高差跌宕，以其所拥有的垂直植被，以其丰富的生物多样性资源，以其绝世之美之神奇，堪称世界之最，首领天下众峡第一风光。

长久以来，连西藏人都称它为“隐藏在云雾雪山密林中的人间绝域”，后来又有日本科学家称它为“地球上的最后秘境”，都是极言其难以到达，也极言其“未知”的诱惑。它的神秘面纱一点一点地被撩开，它所饱含的信息一点一点地被译介给外部世界，花费了那么长久的时间——从30年代的英国植物学家金·沃德，到中科院青藏队于1973年首次造访大峡谷，随后历经七八十年代进行的包括地质、地貌、植物、动物、气象、水文等诸多学科的多番综合考察和科学论证，1994年，经由中国官方通讯社新华社向全世界公布了中国人在本世纪末的这项重大地理发现——雅鲁藏布大峡谷为世界第一大峡谷。作为青藏高原科考队的代表，同时被公布的三名发现者是地理学家杨逸畴、大气物理学家高登义、植物学家李渤生。在他们的背后，是青藏科考队的一个群体，是包括西藏“地方军”和各种“盟军”在内的中国科学界。

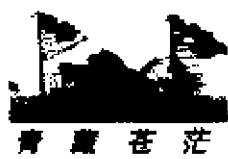
广义的雅鲁藏布江大峡谷地区，概指藏东南林芝、米林、波密和墨脱四县，方圆2.5万平方公里。那里一年四季郁郁苍苍，是西藏最美丽的森林地带，与辽阔的高原面自然面貌差异如同天壤。把南北地貌风景来一个人格化的比喻的话，那么青藏高原恰似一位健壮牧女，她身上穿一件油黑的光板羊

从墨脱朱乡遥望加拉白垒峰，前景为乔松。



皮大袍，头上却戴着五光十色的玉石首饰——藏东南一带就是西藏最美丽的头饰。不仅仅是风光的差异，就如同一般的环境与习俗的关系，那一带宗教文化历史传统和生存状态也有别于高原面上的藏民族。波密一带虽以藏族为主，旧时却是波密土王的领地，长期拒绝西藏地方政府管辖；米林、墨脱则是门巴族、珞巴族聚居区，国际学术界通常把它与喜马拉雅另一侧的居民及乡土文化一并界定为“喜马拉雅文化”，





以示与藏学的区别。

狭义的大峡谷地区，特指秘境中的秘境——墨脱。迄今，那里仍是全中国惟一不通公路的县份。即使历史上的西藏人也不免感到它的隔膜。他们对于这一地区的态度让后人、让外人看来真是扑朔迷离：一方面把它看作未经教化的荒蛮之地、潮湿不洁的瘴疠之地、发配犯人的流放之地；另一方面，经书上记载的、民间长久传闻的，是那里的圣地白玛岗。白玛岗本身即是殊胜圣地，更何况那儿还藏有打开通往极乐世界神门的金钥匙。古往今来，一批批虔诚信徒们抛家舍业，扶老携幼，从四面八方赶来，翻过多雄拉积雪的山峰，沿着险峭的山道，穿过旱蚂蟥、毒蛇和毒蜂盘踞的险恶之境，一走好些天。湿热环境和劳累困顿使沿途不时有人倒毙，幸存者到达神山神湖环绕的白玛岗而神门当然没开。现今大峡谷地区土著的藏族人，门巴人，大抵是历史上朝圣者的后裔，连同一些为逃避农奴命运前来寻求自由的人，久而久之，人口反而超过了土著的珞巴族。据说本世纪50年代，还有上百名藏东川西的朝圣者来到这里，或食物中毒，或病饿而死，至今墨脱的老人们还记得那幕惨剧。

墨脱，是“花儿”之意，白玛岗，是“莲花山”。

1973年，又一批寻找“神门”的人来了。他们与历代朝圣者走的是同一条路，吃的是一样的苦，不过他们寻找的不是通往极乐界的神门，而是打开科学宝库的神门。这是西藏地区考察的第一年，在完成了藏东南地区的考察任务后，大部队返回北京，青藏队队长何希吾带领大峡谷水力资源考察组的成员继续进发，他们是：组长、水资源学家关志华，地质学家郑锡澜，地貌学家杨逸畴，地热专家章铭陶，还有副组长马正发等一行8人。这是第一批进入大峡谷腹地的中国科学家。从派乡沿江下行，攀峭壁，穿密林，一路测量江水，整整1个月后，到达一个名叫白马狗熊的地方，当地向导说，

前面再没路啦。

第二年，1974年9月，又是大部队收队返京时，大峡谷水力资源考察组原班人马再次向大峡谷腹地进发。这一次走的是翻越多雄拉一线，直达峡谷底部，从雅江下游的希让村出发，沿江上溯。一路考察测量，一路访问百姓，千辛万苦走了几个月，接近大峡谷顶端的江边又是无路可寻。攀一根溜索到达对岸的八玉村，已是跨了年度的元月份。两次沿江考察，核心江段仍有90多公里没能走通。

当年英国植物学家金·沃德也曾走过某些江段，并命名过两条河床大瀑布为“虹霞瀑布”。这位严肃的科学家曾在他的《藏东南考察记》中描述了这一奇观：大江的主干上生成大瀑布，在阳光的照耀下，飞流直下的瀑布上方升起美丽的彩虹。同时拍有黑白照片为证。杨逸畴特想一见胜百闻，但沿江徒步考察过程中，“虹霞瀑布”始终不见。访问当地老人，老人们说，那都是1950年大地震以前的事情了。那场大地震之大，不仅使虹霞瀑布消失，还把村庄夷为平地；山崩地裂，雅鲁藏布江先后多次被堵截，一度断流，复又决堤而去，使印度平原洪涝成灾呢。这一线索导致了大峡谷地区两次考察的一个成果：对于震中位置的重新修正。

这场发生在20多年前的地震，事后被青藏队的科学家们测算为震级里氏8.5级，地震烈度为12度，至于震中，此前国内一直认为是察隅。

那是1950年8月15日（藏历第十六绕迥铁虎年七月二日）22点09分34秒，世界各地的地震仪同时记录到了这一强大震波，但由于当时观测地震的台网稀少，能够确定出大致方位、出现一两百公里的误差也在情理之中。最主要的是，大峡谷闭塞难行，以当时的条件，不具备地震烈度调查的可能。因此这一里氏8.5级的大地震，震中位置就被确定在察隅，“察隅大地震”，在印度，同一场地震则被称之为“阿萨姆地





青 藏 苍 茫

震”。加之那位当时正在察隅、亲历了这场地震的植物学家的《藏东南考察记》的描述佐证，世界就普遍把震中位置确定在察隅了。

章铭陶、杨逸畴他们就成为现场了解这一灾难事件的第一批科学家。他们走访了19户人家，找到了当年的幸存者，听人们描述灾难降临时的恐怖情景：震前狗熊纷纷下山，鸡飞狗吠，不得安宁。大地震发生时，雪崩、冰崩、地裂山崩，大地抖动轰鸣，除了耀眼的地光之外，还有四溅的火星火光，那是石头撞石头时迸发的燧火，恐怖的声与光“如毁灭劫数已临”。大峡弯本就壁陡谷深，危若累卵，如何经得起如此震动，一夜间面目全非。民房倒塌，寺院被毁，僧尼百姓在劫难逃。一片片山峦垮下，冰川泥石流随之爆发，好几个村庄或被掩埋，或被席卷而去；一位当年曾给金·沃德当过背夫

格林盆地。原为村庄，在1950年8月15日8.5级大地震中陷落。



的希让村老人，地震后曾去过阿萨姆，他说，他看到沿途江水多处被堵断流，被阻江水后来冲决堵塞物，大水又漫灌了阿萨姆平原，洪灾泛滥。从另一位妇女那里则了解了直白村覆灭记：南迦巴瓦峰的冰川崩裂滑落，作分段式跃动，埋葬了雅鲁藏布江边的直白村。那当儿，全村人都在自家房里，只有这位勤快的妇女正在院子里磨谷子，见势不妙急忙躲在碾盘下。所幸有生谷子充饥，一个月后冰川融化才得以生还，才得以在多年后向章铭陶他们诉说往事。震中附近还有个行政村格林村，不仅被夷为平地，而且陷落成为沼泽地，全村400多人差不多无一幸免。20多年过去，这个原格林村遗址成为沼泽草甸地带，有松林生长——此地不叫格林村了，科学家在地图上标上了“格林盆地”字样。

根据调查得来的情况，与上一年在察隅的灾情访问相比较，墨脱受损情况显然具有毁灭性：烈度为12度。报请国家地震局专家审核，从此这次本世纪中国大陆最大地震的震中被更改为墨脱。

调查中得知，1890年时，大峡谷中还发生过一次类似规模的破坏性地震。

看起来不过是一一次次灾难事件，但在此后对它的研究中却发现了具有地质科学价值的端倪，不过那是90年代的话题了。

首次对大峡谷地区的考察，自然是最基础的本底调查。此前国内对这一地区还缺乏最起码的认识。一片空白之中，杨逸畴忙于地理填图，他还从未见过如此复杂的地貌呢。章铭陶统计地热出露点，详细调查了8处温泉。大家一起帮助关志华测流速。章铭陶背上一包木头，攀溜索到江心，等待何希吾挥手示意，就往流水中丢木头，关志华掐表——以最原始的方式，测得大峡谷河段雅鲁藏布江最急流处，最大流速为每秒16米，平均流量为4425秒立方！





初访大峡谷，每人都空前地感到震惊兴奋和满心喜悦：从来没有见过如此美丽的雪峰森林，云遮雾掩中的山光水色；如此丰富的生物群落自然资源，奇花异草，珍禽异兽；大自然将钟灵毓秀集于这一身，从热带到寒带尽在此间。还有此地淳朴的山民，诡奇特异的民俗现象，它这样长久地隐身于喜马拉雅的深山幽谷，才得以保持了如此纯粹的自然面貌，一个令人神往的世外桃源。

然而通往这一犹如天堂般美丽世界的道路却如同炼狱。汽车只通到人世间边缘地带那个叫“派”的地方，那是米林

翻越多雄拉山口。



县的一个区公所驻地。须赶在中午前到达多雄拉山顶，否则过午天气必变，就无法下山了。多雄拉海拔并不高，山顶处只有4221米，山顶雪原上还生长着奇怪的旗树，因为树冠形状像迎风飘扬的旗帜所以就

叫旗树了，那是寒流风

雪长期固定的风向

吹扬所致；下山的

路很险，一侧是

峭壁，一侧是垂

直深谷，谷底是

奔腾江水。连善

走的马也难免失

足，沿途可见马的

骨架，正在腐烂的则

臭气熏天。下山要走3天

的路，第一天住拿格，第二天

住汗密，第三天才到达江边墨脱县驻地背崩村。走路之辛苦已是难耐，最可怕的是令人闻风丧胆的蚂蟥山。树叶上、草丛里密密麻麻满是蚂蟥，一旦闻到人的气味，纤细柔软的身体即刻招摇，神速地从一切可能的缝隙附体，直到纤细之躯成了圆球方才滚落，吸血同时释放一种抗凝血剂，它吸过多少血，伤口还要再流多少血，跑步穿过这一地区，每个人都是鲜血淋淋，新伤累累。80年代有个生物组，路过嘎龙拉一带，事先未得到任何提醒，一路采集标本，毫无防范地走进了2400米处的蚂蟥区，随即——那情形可想而知，伴随着一片惊恐的大呼小叫，这群专与毒蛇猛兽打交道的人、从不知恐惧为何物的人，居然魂飞魄散，逃命飞奔，一口气冲过埋伏区，第一件事就是各自清理全身，然后互相清理，再然后一起跑到江边去洗，江水一片一片地染红了。许多年过去，讲





起这段往事，亲历者都还心有余悸惊魂未定，并且浑身起鸡皮疙瘩。

另外有两个传说。其一是关于多雄拉的，说一个战士坐在雪山上喝酒，这一喝就喝成永远的姿势；他成了一座冰雕；其二是关于蚂蟥山的，说一个外来人走得太累了，在一棵树下倒头便睡，这一睡就永远没起来：他的血被吸光了。

早年有记者采访过墨脱的考察，如实写下考察过程中的艰难，特别是关于蚂蟥之类，结果被报社领导扣下未发，第一似乎太不可思议，第二呢，怕发表之后引起副作用——如此一来有谁还敢再踏上这一畏途呢？

其实担心多余。1973年之后，各学科闻讯纷至沓来，不少人千方百计地挤进来。来过一次还要来第二次、第三次，仅杨逸畴就先后8次往返于大峡谷。大峡谷是一幅耐看的画，每见一次都有新感受；大峡谷是一部深奥的书，每读一遍都有新收获。

紧步后尘的是与绿色打交道的李文华、武素功、韩裕丰、陈伟烈、张新时等森林、植物学家。1974年夏季，沿着数条前往墨脱通道中最主要的“干线”：派—多雄拉—拿格—汗密—背崩之路，垂直距离40公里，3天中无异于走过了自北极到海南岛植物王国全程。“芝麻开门”，这座罕见的绿色宝库，植物类型的天然博物馆向不畏艰辛劳苦前来朝觐它的人敞开了胸怀。

阻隔了墨脱与外部世界交流的天然屏障多雄拉山，冰封雪裹，每年难得几个月的开山时节。从派徒步攀上山口，已是过午2时。想要居高临下饱览一番喜马拉雅南坡风光的愿望落了空。山顶雾霭浓重，间有湿风漫卷雨雪而来。当天空重又变得湛蓝，植物学家们惊喜地发现了最初出现的高山植物，是那类生存在最恶劣的环境中，被列入“低等”类的生

命。首先是五彩斑斓地覆盖在裸岩上的地衣和苔藓，作为植物世界的先驱，它们在任何“高等”类无以存身之处，顽强地守土有责：用它们分泌出的地衣酸，溶解和腐蚀着岩石表面，使顽石粉碎为原始土壤，并以自己的死亡之躯为其他植物的生长铺平道路。俯身察看，岩石间积累了细细的土质，数一数，共有几十种植物生长其上，座垫状植物、绿绒蒿，雪莲花……风雪中它们绽开了五颜六色的花朵，小小的，娇嫩的，顽强地。

由此过渡到高山草甸地带。点地梅、银莲花、报春、龙胆，正开得热烈，为多雄拉山顶戴上一圈美丽花环。

灌木出现，以杜鹃为主。起先它们匍匐在地，越往前走越见它向上伸展，高可及人。人们称西藏是杜鹃花的故乡，当名不虚传。虽终生寂寞山野，仍姹紫嫣红地开得自我沉醉。杜鹃之外，还有伏地柳、金露梅、红景天等木本植物。这一层植被中含有名贵药用成分，具有相当的经济价值。

在灌木与乔木的交接边缘地带拿格站，度过了进入大峡谷腹地的第一夜。此次出行，对于李文华来说是一次特别痛苦的经历：他的膝关节出了问题，每落下一步都是刺骨之痛，这种尖锐而敏感的痛，是暴露的牙神经猝遇刺激时的那种最不堪忍受之痛。李文华咬紧牙关强挺着，不说出来——说出来也无益，反而徒增大家操心不说，除非是你自己想要停止前进，返回休息。这对李文华来说绝无可能。作为一位生态学家，能来大峡谷一走，今生夫复何求！察隅考察已使植物学家们赞叹不已，相比较大峡谷而言，那可真是小巫与大巫之别。

第二天进入李文华本专业——暗针叶林世界。海拔4000米处，桦树和落叶松之后，冷杉大森林迎面而来。此地冷杉奇大，其粗胸径处超过1米，其高一般可达50米，最高的足有70米高度。林下资源之丰富，也为北方暗针叶林所难比拟。



多雄拉原始针叶林



跨越北半球三四十个纬度带广泛分布的暗针叶林，使李文华联想到冰期中植物的南北迁移，正是反复交替的冰期间冰期，促使了物种的传播和演化，造就了今天地球上植被分布的多彩格局。毕竟，“在任何区域里，植物终是自然界中最主要的装饰品”（达尔文语）。

冷杉之下是铁杉，气候变得温暖，杜鹃已成大树，植物叶片扩大，由针叶而阔叶——经历了昨天的寒带和温带，第二夜住汗密时，已是亚热带环境，置身于亚热带常绿阔叶林中了。

亚热带常绿阔叶林中物种更丰富，景观更丰富多彩。不仅拥有名贵的优良木材，如樟、桂、栲、楠一类耐朽防虫、散发着香味的树种，植物学家们更注意到了那些珍稀的“活化石”树种，树蕨，桫欏，双扇



阴湿的亚高山寒温带常绿针叶林内，地表及朽木上布满地衣和苔藓。

蕨，那是些历史长达7000万年直到上亿年前的古老物种，在地球环境渐变与突变的过程中，在别处已消失殆尽的物种，只在大峡谷出现了。由此，大峡谷又有了“植物避难所”之称。

第三天，由亚热带进入山地热带，住墨脱县背崩村。墨脱县海拔1000米以下的河谷低地，为热带常绿雨林，是西藏的西双版纳。通常认为热带植被到北纬 $23^{\circ}37'$ 为止，但在墨脱，它突破了这一防线，北上了近6个纬度。

对于植被景观，1974年这次只是印象式考察，全面深入地进行，尚待八九年后的南迦巴瓦峰登山科考中，李渤生带领越冬小分队进行的连续5个月的越冬考察。

植物的考察是这样，其他各学科也是这样。深入的、全面的首次做出解释、并最终构成理论体系的，是在80年代对这一地区的大规模考察之后，尤其是，70年代风靡全球地学界的板块构造说、大陆漂移说被中国地学界普遍接受，大峡谷地区的原籍为印度板块一部分已毋庸置疑；地质学的参与，





有“活化石”之称的树状蕨类植物——白桫欏。

以岩石地球化学证实了南迦巴瓦峰的地质年代与印度台地同龄：7.49 亿年，是整个喜马拉雅最早脱海成陆的地方；以古地磁测定大峡谷地区在白垩纪不足上亿年前时，所处位置在现今北纬 13° 左右（相当于越南柬埔寨南缘），它至今已向北延伸了 15° 之多——这一系列背景资料非常重要，不然面对那些只在热带非洲生存的植物、动物、菌类这些小生灵们，居然在喜马拉雅山中出现这一现象，定会感到百思千思而不

得解，必定要对这一地区列出一长串的自然之谜题，然后为时长久地进行艰苦讨论。

在每天都有新发现的昆虫学家那里，大陆漂移理论对于大峡谷丰富的昆虫世界的直接意义，早已被提上了讨论议程。继1973年在察隅采集到两只稀有目的缺翅虫之后，一个崭新的世界向昆虫学家黄复生展开，处处有所发现的强烈诱惑，吸引着、激励着他走向这一世界人迹未到的深处，去探索大自然的演替奥秘。他满怀憧憬地走向了大峡谷。与察隅只有一山之隔，想来此地定会有缺翅目出现吧。果然，他找到了这种习性特别的小生灵，这种翅羽退化但行走迅疾如飞的稀有昆虫。虽然季节尚早，1974年这次只采集到了幼虫，但大峡谷之行令黄复生在发现的领域应接不暇——最狭窄空间里体现了最丰富程度。如果不是亲眼所见，真难以想像到在这世界偏僻一隅，居然隐藏着、聚集着如此众多的生物界古老种群。黄复生仔细端详着一只刚捕获的金龟子，它坚硬的彩色甲壳上幽幽地散射着荧光。把它归于哪一种呢？都像，又都不像。不，它具有好

墨脱地区热带
季风雨林中的代
表树种小果紫薇。





几个科的特征，它是一种非常古老的种类。黄复生仿佛看到了一个源头，从它身上看到现今广布世界各地的金龟子的先民时代。就这样，作为金龟子的进化链条在大峡谷里被找到了。

由于采集缺翅虫要赶季节，黄复生三进大峡谷，这一次是单枪匹马。1975年结束了西部吉隆地区的考察后，黄复生执意离开大部队，一个人返回林芝，赶到派乡，随运送给养的马帮进入大峡谷，一个人留在了汗密，住一所废弃的小木屋，两天后再随那个马帮踏上归程。这两天从早到晚，黄复生在汗密的常绿阔叶林中留连不归，在缺翅虫出没的枯木朽株、枯枝败叶中，一心一意寻找捉拿。这一次收获颇丰，不仅捉到了成虫，其中还有带翅膀的。虽然只有一山之隔，距离不过200公里，但源自同一祖先的这类昆虫却沿着不同的进化之路各自前行，分化成了两个新种——察隅的“中华缺翅虫”和随后命名的大峡谷腹地的“墨脱缺翅虫”。后来这几十只有翅的无翅的小虫被分送给国内有关院校生物系做教材。有关文章发表后，在国际生物学界引起了一个小轰动，这一连印度也未见报道的热带昆虫，竟然在北纬29°的西藏山林中出现，真是不可思议。许多国外同行来信索要资料，探讨问题。这一信息作为新资料也被收进国外多种生物学辞典。

1980年在京召开的青藏高原国际学术讨论会上，黄复生提交了《缺翅目昆虫和它的地理分布》等3篇论文，这是在中国首次运用大陆漂移学说探讨昆虫区系的起源文章。黄复生认为随着印度板块向北漂移，非洲的区系成分被带到北方，并侵入新生的西藏陆地。欧亚成分也逐渐伸入，共同组成西藏多源性的昆虫区系雏形。随着高原的不断抬升隆起，区系雏形又产生巨大变化，最后形成了独特的高原区系。这一理论直接丰富了昆虫地理学的新内容。

八九十年代继续考察的结果，对于大峡谷地区的昆虫世

界又有了进一步认识。其特点是东洋区成分多于古北区成分，这与此地的籍贯与古地理有关。由于地貌复杂，小环境彼此隔离，新种和特有种丰富。而且原始种类多，虽历经若干次冰期，但沟谷地带在印度洋暖湿气流的保护翼下，古老种群安然无恙。这一特点同样适于其他物种。就生物种类丰度而言，大峡谷地区集中了青藏高原**60%**的生物资源，因此大峡

在易贡湖畔施放
平飘等高气球和探空
气球，观测水汽输送
的情况。





暖湿水汽向上抬升，形成山谷中的云海和山顶的荚状云。

谷地区被认为是物种起源、分化中心，是物种资源宝库，是从事生物多样性研究的天然实验室、山地生物物种的基因库。

来自南方热带地区只是问题的一个方面，另一个必不可少的条件是巨大的水汽通道的存在，否则远道而来的古老物种就难以存活。这是大气物理学家所做的论证工作。1983年高登义在大峡谷地区施放过几百个探空气球，从3000米、5000米到7000米，探空气球上的无线电波传回了每一层面的数据。定量化研究证实，大峡谷河谷是一条水汽通道，且是青藏高原上最大的水汽通道，虽然青藏高原南侧多有山口通道，利于水汽通过，但所有的通道输送的水汽热量相加，尚不足大峡谷通道的1/5。印度洋暖湿气团经大峡谷这条湿舌涌入青藏高原，使雅鲁藏布江谷地成为青藏高原最为温暖湿润地区的同时，大峡谷首先获益——在这里热带随气流向北推进，成为全球热带的最北限。

所以70年代中期的考察只是初识，1982—1984年进入大规模多学科综合考察。配合国家登山队攀登南迦巴瓦峰登山计划，青藏队在实施大规模的横断山脉综合考察的同时，

中科院又组织了由24个单位、26个专业共100多人次参加的科学考察队，对大峡谷地区波密、林芝、米林、墨脱4县进行了路线为主的综合考察，重点地区在墨脱县境内。

为雅鲁藏布江激流所环绕的南迦巴瓦峰，位居东喜马拉雅群峰之尊，海拔7787米，为世界第十五高峰。它兼具奇伟与秀丽，阳刚与阴柔；海洋性气候使它有别于喜马拉雅山丛中的任何一座高峰。天气晴好的时候，棱角分明的三角体峰顶直插苍穹，银光闪闪，那是无与伦比的纯粹的蓝与白；当气流袭来，空气湿润，云海漫卷，云瀑流荡，山巅有云雾轻移，山腰有带状层云缠绕，山下沟谷气流则蒸腾而起，飘飘渺渺使南峰犹如仙境。海洋性冰川披沥而下，逸向苍茫林海，使山群具有了动感。当地百姓相传，本世纪初曾有一些外国探险家经印度来到这里，希望一睹神山芳容，拍下一张照片，但整整等了一个月，南峰始终为浓云所掩，只好望山兴叹，抱憾而归。

大峡谷地区气候分为干湿两季，干季只在3—5月和9—11月两段，这是登山、科考和旅游的最佳季节，其余时间为雨季，大峡谷内终日大雨如注，南峰群山始终满布雨云。欲睹南峰真面目，应该选择干爽的旱季进行，此为探险、旅游、登山者须知。

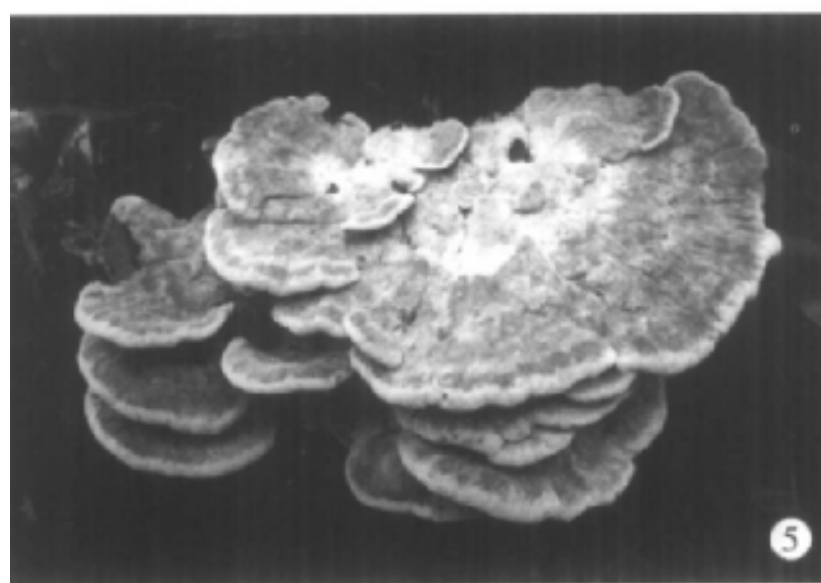
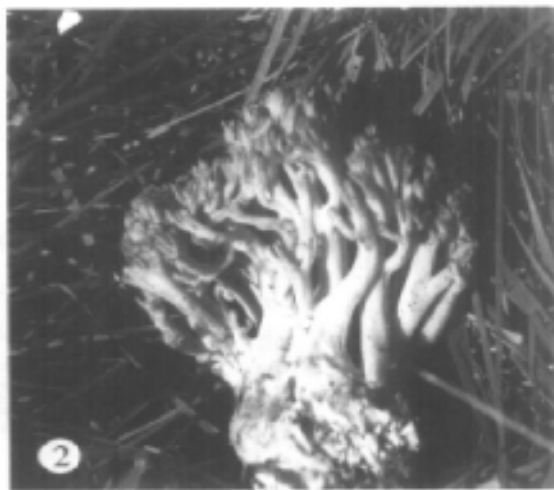
从南迦巴瓦到大峡谷腹地，这一考察进行了3年。从野外环境看来，这是一次最令人赏心悦目的活动。较之其他地区，这里海拔较低，气候宜人，风景优美。大峡谷地区提供了如此繁复丰盛的研究对象，使每一学科都硕果累累，不虚此行。

1982年在大峡谷腹地之外的相关地区考察，接连不断的发现就已令人振奋，次年将要进入大峡谷，更让人心神俱往。对这一地区的考察，有许多专业都是第一次，菌类学家卯晓



菌物世界。藏东南群山叠嶂，树木参天，气温湿润，生态类型多样，仅大型真菌多达600余种。其中有大量鲜美的食用菌，也有大量可开发药用的真菌。

① 血红菇（食用） ② 金黄枝瑚菌（食用） ③ 铅色灰球菌（药用） ④ 胶勺（食用） ⑤ 硫磺多孔菌（食用、药用） ⑥ 四孢蘑菇（食用）



岚第一年就在峡谷边缘处采集了大型真菌蘑菇之类近800号，更加急不可耐地翘盼第二年赶快到来。但考察队在京例行体检时，不意被发现转氨酶过高，单位领导坚决不准他再出野外，打算拿出两个人来替换他。这一下卯晓岚傻了，思来想去的结果，一不做二不休，索性啥也不做，除了吃饭就是睡觉，一个月后去复查——

那可真是个严峻时刻，如同等待法庭宣判。去医院取复查结果那一天，卯晓岚紧张得透不过气来。急不可耐地把化验单拿在手上，却不敢看，从医院一口气跑到公共车站，又是好一阵躊躇。鼓足勇气猛一下打开：——正常！大喜过望的卯晓岚长舒了一大口气，满心都是感激欣慰之情，左顾右盼，眼前的首都大街上人来车往，卯晓岚真想握住哪一个人的手，表示谢意。

然后就是翻越多雄拉继续遭遇蚂蟥，这一次有了充分准备，用各种装备把自己包裹得严严实实。生物组的专家们都是第一次进入大峡谷。正因为是第一次，更加兴奋不已。卯晓岚是个豪爽快乐的人，他担任组长的生物组不仅团结好，与藏族民工的关系也好。那些民工确实辛苦，背着东西翻山越岭，脊背上磨起了血泡。卯晓岚心疼他们，一到宿营地就亲自给民工在伤口、蚊叮虫咬处抹碘酒。民工不知其苦，时常在晚饭后唱歌跳舞，一天考察下来累个半死的卯晓岚，也加入了歌舞行列。和当地居民关系也好，擅长画蘑菇的卯晓岚时常留一些画儿给门巴人家。那一次画了工笔牡丹，老乡就把它陈列在簸箕里，来人就展示。有一天在加热萨地方，一位门巴族老人带了一罐曼加（鸡爪谷）酒，坐等在山梁，以慰劳科学家。卯晓岚惟恐辜负了当地的盛情，赶紧接过一碗。民工们围拢过来，大眼小眼地瞪着他，示意不要喝，但卯晓岚还是一饮而尽。原来相传墨脱地方的个别门巴人从前有放毒陋习，并不是因怨仇才下毒，只是出于迷信，只要见对方





有才有貌有福气，毒死他就可以获得对方的好运。卯晓岚明知此事，鉴于与地方的关系，也就顾不了那许多。酒里当然无毒，此前此后20多年的考察中，从未发现有人施放毒物，看来这一陋习在当地已经绝迹。

卯晓岚考察蘑菇已走遍全国，大峡谷地区仍是特别经历。在翻过随拉山进入加热萨途中，歇脚在残雪斑斑的山坡。此处海拔近4000米，卯晓岚躺在一丛灌木旁，定睛一看，那是伏柳枝。心里不免感叹植物的顽强生存能力：这一族曾经作为乔木，高大挺拔，迎风起舞。随着山势升高，气候恶化，为生存计，它们惟一能做的，是降低和缩小，到现在只有3厘米的身高啦。这样想着，情不自禁又向这伏地柳丛看了一眼，这一看非同小可，卯晓岚跳起来了，叫起来了——队友们围拢过来，分享他的喜悦，听他现场宣讲——

这是牛肝菌，这是鹅膏菌，它们就与这柳树根相伴共生，那已经有千百万年的历史啦。不管环境怎样变化，海拔由低到高，从热带到寒带；不管柳树形态怎样变化，植株由高到矮，以至面目全非，但它们早已搭帮结伙，生死不离了。你们看，树根小心地为菌类呵护着基本小生境，而牛肝菌又为它的合伙人提供着必不可少的营养。你们看，这儿的夏季都有雪呵，它们就这样相依为命……

是造化的奇迹也是生命的奇迹，雪地上的听众无不深受感动，响应着卯晓岚，一个劲儿地发出一些感叹词。

这类共生关系所传递的生命礼赞，在大峡谷各地彼此遥相呼应。枯朽树下白蚁窝上珍贵的鸡枞菌被发现了。它们一同乘坐印度板块大船漂洋过海而来。原籍在热带非洲，现在又一同定居在北纬29°的家园。鸡枞菌拉丁学名本意即为“蛋白质”，是一种营养价值极高的食用菌，它从来与白蚁共生，用商业术语讲是互惠互利的功利行为，带些感情色彩的，可以说它们是相濡以沫、同舟共济；白蚁是菌孢的传播中介，

它带回了孢子，并以白蚁窝为菌孢成长提供了温床；而这一高贵食品只是蚁王、蚁后和幼蚁们的“御用品”，辛勤的工蚁则无权享用。

令卯晓岚遗憾长存的是应该发现块菌而未能发现。在欧洲，黑孢块菌价格与黄金等值，因为它所含微量元素氨基酸之类营养价值最高，也因为至今拒绝接受人工培养，而且它在地下极难寻找，西方只得训练猪和狗靠灵敏嗅觉发现它。四川西部已有印度块菌发现，理论上我国西南地区有一条块菌分布线，应在大峡谷地区有所发现。为此，卯晓岚一直抱怨自己的工作还不够深入细致。客观说来，也存在一个运气问题。

就这样，已是满载而归。仅他自己，就采集了蘑菇等真菌之类标本 1600 多号，计 500 余种，加上前人考察的共 600 多种，仅科与属来说，足足占去全国的 50% 以上，其中属于国家新纪录的 100 多种，属于西藏新发现的 200 多种。

满载而归时的形象，是卯晓岚扛回了一把漂亮的“小伞”——这是多年生的红缘多孔菌，表面褐红，背面有如木质，且如树木年轮那样一年一圈生长线。这把小伞的年龄接近而立之年。它生长在杉树上，近旁有杜鹃灌丛，一根杜鹃枝条不知在哪一年穿透了它，在扇面上招摇，生叶开花，两个



卯晓岚在南迦巴瓦峰海拔4000多米处的冷杉林带发现了罕见的鹿花菌，同时发现了味道鲜美的羊肚菌。极为有趣的是这两种真菌形色十分相似，可见大自然给人们恩施了羊肚菌，同时又给予了有毒的鹿花菌。





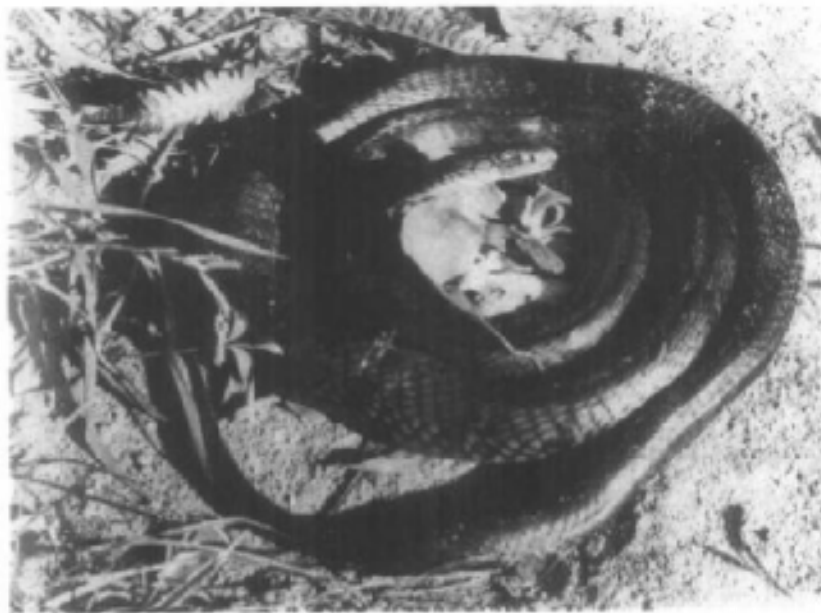
本不相干的生命体就这样共生共荣，卯晓岚觉得挺可爱，就一并采集——其实也难以分开，是扛着杜鹃枝上的大蘑菇踏上归程的。

多年生菌类还有灵芝。藏东南分布广泛的树舌灵芝，长寿到七十高龄。对于食用、药用菌类的考察研究的归宿是在开发利用方面。卯晓岚主编一册《西藏大型经济真菌》，为未来的经济开发提供了基础资料。

植物、动物、菌类是生物圈三大门类，植物是生产系统，动物是消费系统，菌类是分解系统，完成了一个地球表面生物循环过程。考察队生物组的寻常日子也充满了生机。每天晚上各自制作标本，又烤又晾，植物和蘑菇很安静，搞脊椎动物、两栖爬行动物、鸟类、蛇之类的就热闹得多。每晚入睡，大家都不安地盯住成都生物所小李那个蠕动的装蛇的袋子，生怕不慎窜出一条。卯晓岚最怕蛇，睡觉也不安心。

大家最佩服的是小李，四川人个子小胆子大。去大峡谷上方帕龙藏布那一路，蛇很多，尤其头天下过雨，草丛里水气大，大大小小的蛇都跑到通风的路上来了，连藏族民工也

1983年8月1日
9时，雅鲁藏布江西
岸海拔约850米的亚
热带密林中，西藏首
次发现眼镜王蛇。



不敢在前开路。小李大显身手，有一次竟捉了一窝，刚到冈朗村准备扎帐时，有人惊呼“蛇！蛇！”小李奋勇争先，用一把

手钳一下子把那蛇提了起来——这条近一米半长、棕里带绿的蛇非同一般，它是大峡谷地区首次发现的锦蛇属的一种，原只见于南亚克什米尔、印度阿萨姆等地，居然在南峰北坡地带出现，看来有关它的地理分布要更改。它被命名为“南峰锦蛇”。

对于眼镜王蛇的地理分布此前也有争议。据说曾有英国人曾在西藏捕获过眼镜王蛇，但眼镜王蛇一般只分布在两广、云南气候炎热地区，争论由此而起。毒蛇中最大最凶猛的眼镜王蛇在大峡谷出现了，猎获它的过程可谓惊心动魄。

在大峡谷南端的希让村，这一带考察告一段落，收拾行装准备离开之际，一位门巴老乡慌慌张张跑来，门巴话加汉语：“大的朴纳西（蛇）有，大的朴纳西有！”原来他在江边热带森林里发现了一条碗口粗的大蛇，赶来报告。门巴人将蛇视为神物，经再三动员，才勉强同意带路。那大蛇盘踞在草丛中的一个小平台上，一动不动。小李用一根两米多长的树杈欲叉住蛇脑袋，突然大蛇猛地耸起，发起进攻。连胆大包天的小李也不禁惊叫一声。同伴小杨慌忙向蛇头开了一枪，受伤的蛇更被激怒毒液喷射，再度进攻。小李迅速叉住了蛇头，随手把树杈交给那位报信的门巴人，叫他摁住，自己动手捉蛇。哪知那人太害怕了，把树杈一扔，掉头就跑。那蛇再次扬起了头，千钧一发之际，勇敢的小李奋不顾身冲上前去，死死卡住了蛇的七寸，垂死挣扎的蛇死死缠住小李，小杨冲了上去，合力按住蛇头，终于将大蛇制服。——好险！在场的每个人都惊出了一身冷汗。对蛇窝检查的结果，是铺了5层的25枚蛇卵。这只正在孵卵的蛇正是眼镜王蛇，长2米，重4公斤。

大峡谷腹地的飞禽走兽也随高差呈垂直带谱分布——海拔4000米以上是荒漠、草原动物部落，有黄羊、马麝、高原兔和地鸦、百灵之类；海拔1100米以下的热带、亚热带季雨





林中，是各种鹿类、猴类，太阳鸟和鸚鵡类的天堂；中间地带，海拔1100米到2800米左右，常绿阔叶林和针阔叶混交林中，则以南方森林动物为主，羚羊、松鼠、林麝、毛冠鹿、小熊猫、孟加拉虎。这是一个野生动物的乐园，当地的地名也多以兽类分布名之：“档木龙”，狗熊出没的山谷；“阿格”，猴子玩耍的坝子；“格当”，野牛的家乡；“京朱”，则是围猎者唾手可得之处。

土著的珞巴人敬畏自然，平等看待所有生命。珞巴人管老虎叫“阿崩”。墨脱县境内的孟加拉虎难以精确统计，只是根据前些年老虎伤害家畜的数量判断，大约有不下20只。一则珞巴传说，讲述了人与老虎的亲戚关系：从前有猎人两兄弟，对他们所捕获的猎物，弟弟吃熟肉，哥哥吃生肉。结果哥哥就变成了永远吃生肉的老虎，归隐于森林。分手时弟兄俩盟了誓：“互不侵犯。”这一传说之后还有一个民间故事：德根部落的一位妇女，在森林中碰见了阿崩。这位珞巴女人心中心害怕，哆哆嗦嗦向躺在地上的阿崩问好。看到阿崩缓缓站起身来，那女人瘫倒在地，以手掩面，以为必死无疑。但老虎环绕女人走了一圈又一圈，发出一种声音似在请求，还一直把手伸向她。那女人壮着胆子偷望了一眼，发现阿崩的手被猎人的暗器扎穿了。她明白了阿崩的意思，帮助它拔掉了暗器。阿崩向她绕行两周然后离去。后来，那位珞巴妇女在深夜的森林中走迷了路，又累又饿又恐惧。忽然闻到一股浓烈的大蒜味，她知道阿崩就在不远处。循着气味走去，果见一只无头獐子。那女人在林中空地上燃起篝火，享用了阿崩送给她的礼物。按照珞巴猎人的习惯，猎物的脑袋是祭祀之物，人们无权享用。看来阿崩还遵守着从前当猎人时的古老习俗呵。

1982年在大峡谷腹地进行的越冬考察，是空前的也是迄今为止惟一的一次。1982年秋季，大部队在南峰北坡的野外



老虎嘴栈道天
险以峻险闻名。高
悬在峡谷陡壁上。

考察结束，返回北京，越冬考察小分队背道而驰，举步向南，走向大峡谷。仅在春秋旱季里作植物考察，不足以观察到植物群落生长全貌，在这个充满了奇迹的峡谷里，谁知道冬季里还隐藏着怎样的秘密呢！

小分队五壮士：李渤生、程树志、苏永革、韩寅恒、林再，开始了他们毕生难以忘怀的一个冬季。不过实际上，在这与世隔绝的深山峡谷中，在这北延的热带丛林中，并不存在概念上的冬季。一样的湿热，一样的大雨，一样的蚊叮虫咬，一样的艰难困苦。有充裕的时间走过了峡谷腹地的每一条山沟，每一片原始森林，森林中几乎每一种乔木灌木；走过了每一个村庄，认识了几乎每一位墨脱人，曾经发生了许多动人的故事。不论多少年过去，那些闪闪烁烁的经历都不会磨灭，而那些意料之中与意料之外的发现种种，一笔笔添





横跨在大峡谷雅
鲁藏布江激流上的
“藤环桥”。



加着物种宝库的记录——此行共采集植物标本8000多号，数十个新种，两个新属；一个重要成果是对于半常绿阔叶林的发现，其意义在于找到了植物从常绿到落叶演化过程的中间环节。

由北而南，对于下端热带雨林的考察是此次越冬考察的最后阶段，也是最

危险、最艰难的阶段。每天的翻山越岭已是家常便饭，那些蚂蟥、草鳖子、跳蚤、蚊虫的叮咬无奈只好习以为常了。最危险莫过于过溜索。这是藏东南深山峡谷中特有的交通工具。这种索桥最初用木质的藤合股制成，几年一更换。架桥方法是用箭把细绳射往江对岸，以细绳引粗绳过江，两端固定好，

一条下凹的弧形桥就算架好。过桥用具是穿在溜索上的一个载人藤圈，过江时只要钻进藤圈，手脚并用即可攀过。有些溜索不用藤圈，只用一块像牛轭那样的凸形木，木头两端刻有缺槽，置于溜索上，过江人将绳索穿过腰背，两头挂在木槽上即可。溜索距江面通常一两百米，悬在半空看奔腾江水，生命系于一绳，没有谁会怡然自得。好在如今藤索已更换为钢索，保险系数总算大了一些。此次越冬考察，队员十几次过溜索，技术十分熟练，以至于当地人都称羡不已。

已是翌年的3月间，从地东出发，要过一条长约200米的溜索到江对岸。一位门巴老乡闻讯特意赶来劝阻，报告江边桥头下新近来了一群毒马蜂，万万不可前往。李渤生带着苏永革去侦察，果见群蜂飞舞，小苏的眼睛立刻被螫了一下，半个脸迅速肿起。李渤生望着江对岸那片原始森林，心想无论如何也不能放过一个空白。向导布尔巴建议说，要躲过毒蜂，只有在大雨天或夜间过溜索。也只能如此了，当晚，正是个雨夜，小分队和民工们打着火把上路了。江边毒蜂归巢，宁静的夜晚更显悬崖下江水咆哮，激荡人心。昏暗火光下，第一要务是检查过桥用具，发现破旧的凸形木刻槽被严重磨蚀，难以承重。门巴向导又拿来一块将它们并绑一起——幸亏如此，不然非出事不可：当第一名民工安全到达彼岸后，李渤生第二个过桥，刚滑行十几米，原来的那块木头就断裂了，而钢索也已滑开。李渤生强自镇定，作引体向上重新挂好木头。此时雨骤风紧，荡秋千一样在半空中摇晃，此时已是生死之搏，只有奋力向前。透过雨湿的镜片，隐约看见江岸上的火光，那是同样悬着心的民工家人在祈祷过江人平安。李渤生心头一热，一股勇气升起：纵然木头，绳子都断了，我也要双臂的力量攀过江去！200米，如同死亡与再生之距，当一只有力的臂膀伸过来——那是上帝、是佛祖、是造物主的慈航之手，将他拖上了彼岸，他明白自己已重返人间。



江那边没有辜负甘冒死亡之险诚心前来造访它的人。晨雾茫茫中，一行人走进了原始的丛林——它确实原始，几乎从未有人前来惊扰。一株株高过30米的巨树，竟双臂难于环抱；挺拔的树干在10米往上才开始分枝，高高的树冠巨伞般遮天蔽日。它们是只生长在西双版纳那样地方的热带树种千果榄仁，在中、东喜马拉雅南翼低海拔地区也时有分布。它的伴生树种，树身高过千果榄仁的是小果紫薇，它通直修长的树干越过千果榄仁的树冠直上云霄，将自己的冠顶覆盖其上，足有40米高度。门巴人给它取的名字很形象：“猴子哭”——连猴子也难爬上去的树。在一层乔木之下，二层乔木也均为热带种的多脂橄榄、小果榕、斯里兰卡天料木、长棒柄花和马蛋果之类，它们的繁枝密叶篷篷簇簇密密匝匝地充填了森林的中部空间。争夺空间之战使许多大树采取了从光裸的树干上开花的战术，以便于昆虫传授花粉。是为热带雨林中常见的“老茎生花”。到秋天树干上将挂满累累硕果。阴湿的林下灌木丛生，灌木之下是草丛，再往下，紧贴地表的是苔藓，而数层群落间，凡有空隙处，都由各种藤类兰草类填塞得满满当当。

与考察队员们一道进入森林的还有一个成员，小猕猴“南迦”。几个月前它随母亲去农田偷吃玉米，被人轰赶，它妈妈仓惶逃离，把它给丢下了。小苏收养了它，朝夕相处一路带着它，彼此间感情可以交流了。这一回到大森林，正好碰到一群猴子，那群猴子招呼它，不想小南迦竟害怕起来，躲进小苏怀里。

沿雅鲁藏布江东岸继续南行，攀悬崖，走绝壁，前往一个叫“蒙古”的地方。蒙古原是一村庄，正是被当年那场大地震给摧毁的。向导民工随时砍来藤条，帮助大家攀援；遇有小河，就临时搭一独木桥。终于又走进一片栲树林，在这里与野猪遭遇；最好的猎手桑杰多吉在前开路，不料他的猎



青桐的半常绿
阔叶林，海拔2200
米—2400米处。





狗太超前了，从远处撵出一只野猪来，与猎手撞个正着。桑杰多吉本能地拿枪抵住猎物胸膛，扣动扳机，糟糕的是上了保险。那野猪窜将上来，把猎手的额头咬伤，又继续前冲，立时后面的人倒伏一片。万幸这是只攻击性不太强的母野猪，否则就完了。当地猎人为猛兽排名次，第一是野猪，第二是狗熊，第三才是老虎——大峡谷里应该是有孟加拉虎的，可惜一直未看见——不过还是不见为好。

穿过常绿阔叶林，在德阳拉 1800 米地方，雪流遍布，一步一滑。好不容易爬上雪流坝顶，向下一望，眼前突现奇怪风景：苍郁的铁杉林下方，一大片红褐色林带，枝干上一无绿叶，只有红嫩新芽冒出。李渤生心想，不会吧，山地热带怎么会有落叶树林呢？一口气冲下山，俯身捡起落叶和果实，再砍一块树皮观察——树皮内部显现粉红。李渤生跳起来了，大声宣布半常绿阔叶林——一个新的植被类型在这里被发现啦！这片半常绿阔叶林是以喜马拉雅特有树种薄片青桐和西藏青桐为主组成，以往总把它们当作常绿看待，是因为考察的不连续，夏季野外工作为主，秋季也看到它一身绿装，其实它们只在春季集中换叶一两月，若不是越冬考察，恐怕很难发现这一秘密。这一秘密的发现，对于植物学家来说，无异于一座金矿的发现。对于它的研究将能解开落叶阔叶林如何从常绿阔叶林演化而来之谜。

德阳拉之后，踏上返程。其时已弹尽粮绝，体力也到极限。请一位跑得最快的民工先行返回，快拿粮食来接济。大部队一直走到第五天，中途遇到送粮人，一群民工家属，背来一筒筒酒。大家开怀痛饮——说不尽的艰难困苦，说不尽的别后经历，都在一醉方休中。结果第二天，原定四天的路，一天就走完了。全村男女老少都迎出村外，抢过所有人大大小小的包，每一家都发出了邀请，村人们为先到谁家争执不休；每一家都是敬一瓢酒，不喝完跟你没完，而下一家就等

1982—1983
年，李渤生率中科院
南迦巴瓦峰登山科考队生物组
越冬小组在墨脱
地区考察。登上格
当崩拉山口，风光
无限好。



在门口……

难忘大峡谷的岁月，难忘大峡谷的热情，一切的付出都这样值得呵！

这一回真的是踏上了归程，与再次前来的大部队会合，迎接新一轮考察任务。累计越冬考察及此前此后的两期野外，李渤生等5位科学家连续工作了15个月。

返程中又是大雨如注的天气，又是难行的道路。在汗密地方，李渤生冲进一座破木房，他要去那里取上一年采的土样。一推开门，进退不得地站下了，他看到了一个女人，正穿着短裤背心在烘烤衣服。

李渤生和徐凤翔，两位植物学家第一次见面就是这场面。一个很不雅，一个很狼狈；一个坐在火旁，一个站在门口，就这样滔滔不绝地谈起了森林，生态，谈起了有关他们共同为之献身的事业话题。

徐凤翔教授和她的助手、弟子们是参与大峡谷科学考察的西藏“地方军”。1978年，南京林学院教师徐凤翔47岁时，





自愿而强烈地要求进藏工作，担任西藏农牧学院生态学教学工作。仿佛冥冥中的安排，徐凤翔成为大自然在西藏的发言人。从事教学工作的同时，她为西藏森林及生物资源的调查做了最基础的工作，为灌输生态环境保护、合理开发利用意识上下布道，以她著名的“小木屋”为起点，以她的白发和赤子之心为资格，在藏18年，她创建了“高原生态研究所”，主旨为：努力揭示西藏高原生态优势，合理开发西藏高原生物资源。以藏东南森林为基地，她走过了西藏最为典型的植被地区：往返喜马拉雅，远行藏北、阿里，六渡“三江”（怒江、金沙江、澜沧江），10余次进入大峡谷地区。野外考察行程总计12万公里，其中马背行程2000多公里，步行近3万公里。

西藏农牧学院和高原生态所所在地本就在广义大峡谷范围之内，背倚青山森林。在藏18年，所有考察经历中最铭心刻骨的第一要数大峡谷腹地之旅。这不仅因为某一天内有400余条旱蚂蟥附体，也不因为1983年那次罹患恶性疟疾险些丧生，当然更不因日常的艰苦劳累，徐凤翔把深刻感受归纳为大艰辛、大享受和充实感。她曾仰望着林芝巴结的巨柏王赞叹不已，曾为刚做出的波密岗乡蓄积量高达每公顷3831立方米的数据欣喜万分，而在墨脱的原始森林中，则是全身心的愉悦和升华。她骑马行进在铁杉林中，犹如一位女王，闪耀着金属光泽的通直的铁杉树干，像是一座神圣建筑走廊的一根根立柱。穿行其间，徐凤翔觉得自己正在步入某个圣洁殿堂，一种至高境界。那是本义的大自然，造化之尊，我只是个虔诚的朝圣者——徐凤翔说——不，我不是女王，我不是森林女神，我只是个自然之子，是自然界小小组分中一个渺不可见的单元，是在自然的庇护之下，不，我不能赞同中国传统的天人合一的哲学观，那源自人类的自我膨胀。那么此刻，当走马打着响鼻，马蹄踏在经年落叶铺就的松软林地，阳

光透过林冠间隙，斑斑澜澜倾洒在充满暖湿气味的林间，那么此刻的意境和感觉，应当怎样来措词呢？

是回归与融入。

回归与融入的徐凤翔是大峡谷科学考察中惟一的女科学家，她的坚毅执着和亲切，给门巴族乡亲们留下了深刻的印象。人们称誉她为“辛娜卓嘎”——森林女神，每当她重返一次大峡谷，门巴妇女都热情地拥抱她，必定会说，我们知道你会来的。

徐凤翔从青年时代开始，直到退休以后至今，大半生从事生态学的教学和研究工作。她考察过祖国南北方的森林地区，走出国门，她见识了世界。但她情有独钟。她觉得地球上没有再比大峡谷地区物种更多样、生态类型更丰富的地区。这种多样性不仅表现在品种方面，还表现有生态景观的多样性和遗传适应的多样性。她的《中国西藏山川植被》大型画册，体现了专业修养的同时，也体现了一位女性科学家特有的对于研究对象的珍爱之心、诗意之心。她致力于研究和探讨西藏珍稀植物的资源与保护，积极主张自然保护区的建立



“当代徐霞客”
——杨逸畴，1998
年4月在大峡谷扎
曲。





与有效管理，并在合理开发利用方面有着深具科学背景的理解。

无论中科院的正规军，还是西藏的地方军，目标一致，心心相通。杨逸畴将自己主编的画册《神奇的雅鲁藏布江大峡谷》赠送给徐凤翔，扉页上写道——

西藏的山水和人民不会忘记你的深情。

徐霞客曾有言：问奇于名山大川。杨逸畴正好与徐霞客同乡，也正好从事自然地理地貌专业，本专业正与山川为伍。他的家乡人称他为“当代徐霞客”，并为他是世界第一大峡谷的主要发现者而深感荣耀。作为青藏科考的主力队员，他曾走遍了西藏大部地区；作为当年南京大学篮球校队的主力队员，他的身体素质应当很棒。但从80年代初期起，他在高原地区时常昏倒。也许与他的性格有关，壮怀激烈、热血沸腾的结果，是他的血液浓度过高，一上高海拔，血管不时堵塞。几次险情发生后，他自1987年一别青藏数年，专心研究塔里木盆地，先后6次深入塔克拉玛干大沙漠腹地，那是与青藏野外有别的另一种艰苦。但大半生青春岁月都已交付那片高原，不能不心系青藏，所以身在沙漠心在高原：正因青藏高原隆升了，塔里木盆地才下降了，研究塔克拉玛干沙漠的形成发育，正可与青藏高原研究互为参照，遥遥相关。但是大峡谷在召唤，沙漠跋涉几年后，他又神魂颠倒地重回西藏，而且看来他今生再不肯离开大峡谷了。

杨逸畴6次进入大峡谷，每次都以不同的路线，沿马蹄形大拐弯江畔的峭壁或密林中行进，近500公里行程，尚有90多公里未能走通：直上直下的峭壁实在无路可行，古往今来就无人走过——这成为杨逸畴的一件心事，也成为一种诱惑：未来谁将是徒步走完大峡谷全程的世界第一人？

——十几年的心事，终于在1998年还了愿。在“人类首

次徒步穿越大峡谷”活动中，西藏体委委派了4位世界级登山家随行。他们都是登上过珠峰的英雄，不过就连他们也觉得大峡谷更艰苦。最年轻的丹真多吉说，他攀登过那么多座8000米以上雪峰，却还从来没有感觉到像大峡谷之行中的苦和累呢。

大峡谷以动态的形象迎接这群科学探险家。1950年那次特大地震已经沉寂，陷落成盆地沼泽的村庄遗址、遗址上再生的树木荒草可供后来人凭吊，但地心深处和地表以上的运动并未止息。80年代考察中，杨逸畴随登山队员向南迦巴瓦主峰挺进途中，亲眼目睹了声势浩大的雪崩场面，壮观而恐

古乡冰川泥石流堵塞湖。





怖，在大峡谷顶部的帕隆天险，又险些葬身于特大泥石流——大自然不时地给予刺探它的信息的人一个个现身说法。

大峡谷地区海洋性冰川密布。活跃的海洋性冰川每年运动可达五六百米，冰崩、雪崩频繁，雨季形成洪水猛兽般的冰川泥石流。念青唐古拉山南麓有一条我国最长的卡青冰川，33公里长度。川藏公路通过波密通麦、帕隆这一带，几乎每年遭到冰川泥石流袭击，交通一断数月。1983年7月间，自然地理组来到帕隆藏布江畔，住在有20来户人家的排龙村。这个小村座落在距江面高出20米的阶地上，考察队则在全村最高一处房子宿营。是夜凌晨2时，沉睡的人们被大地剧烈的抖动、似远又近的巨大轰鸣惊醒，一跃而起，冒雨冲出屋外，只听得整个村庄像开了锅，大人叫，小孩哭，群狗在哀鸣。七八只电筒的光束集中一个方向，隐约可见江面公路桥正在变形拱曲，桥栏、大树、巨石缓缓移动，江边房屋漂流而去像船一样。方才明白哪里是地震，是泥石流爆发。赶紧收拾仪器笔记本之类要紧物件，随全村老少仓惶向后山高处逃离。

队长杨逸畴走在后面，边走边等南京大学和南京地质古生物所的两位，彭补拙和夏凤生。令人又急又气的是，这两个南京人有轻敌思想，一开始就说，泥石流有啥呢，一副从容不迫的样子。泥石流漫过高地路面，那二人还未见踪影。杨逸畴心急火燎返回寻找，那二人刚收拾停当，欲走时门已经打不开了，泥石流也堆到了窗台。这一来南京人才着了慌，三人从后窗奋力跳到路下方一座房顶，逃出了将要被推倒的危房险境。这已是最后时刻，裹着冰块的泥浆已陷到膝盖部，双脚险些拔不出来。一身汗水跑到山上，大雨仍未稍止，逃难者一无遮雨御寒之物，冷得牙齿格格作响。前后左右，凄风苦雨中，泥石流带着沉闷的轰响滚滚而去，不时听见树木山坡轰然倒塌的声响。

大自然就这样播放了一部灾难片，给科学家以感性认识

天蒙蒙亮时，就见帕隆藏布一带浓雾弥漫，排龙村已被夷为平地，狼藉一片。大桥和公路不复存在，公路边道班房昨晚摆放着的拖拉机推土机被冲得无影无踪；川藏公路这一段已堵塞了长长的车队，数一数，87辆。被困的行路人星星点点在山坡上搭起了帐篷准备持久战了。这天下午，泥石流再次爆发，杨逸畴他们做壁上观，亲眼看到那87辆汽车——被推裹而去，像玩具汽车那样，最终全军覆没——幸好人已上山。这是一个终生难忘的镜头。

杨逸畴因而临时增加了一项考察内容：去念青唐古拉源头处追溯此次泥石流爆发原因。请当地民工带路上山，只见冰川末端处冰川湖岸已被冲垮。冰川湖是由随融冰流下的冰碛大石筑坝自然形成，冰川融水流入形成湖泊。查阅易贡气象站资料，发现近几天连续高温，湿度超常。高温闷热天气使冰川融化加速，来不及细水长流，比房子还大的冰块接连脱落，冲决湖坝，其势汹涌向河谷扫荡而去。这一成因分析印证了施雅风60年代最初对这一带冰川泥石流的考察研究结论。

80年代考察，人人满载而归，各学科满载而归，据说惟有一个领域空手而归：地质古生物。那位夏凤生跟随着地理组转战大峡谷南北，白白地吃了许多苦，遭受了蚂蟥、蚊虫、泥石流的袭击，眼热地看到兄弟学科满而外溢的丰收景象，只好抱怨造物不公，自己连一块古生物化石也没寻见。那是由于大峡谷地区构造活动剧烈，本应存在的古生物地层或已变质，或被翻卷到不知何处。

待固体地球研究进入大峡谷腹地，时间已进入90年代。作为攀登计划的第一课题，八五期间为“岩石圈结构、演化





和地球动力学”，九五期间为“青藏高原深部状态、形成与隆升过程的动力学机制”。大峡谷地区正是几大山系——喜马拉雅、念青唐古拉、横断山脉——在青藏东南部的交汇处，青藏高原东西向构造带在此一个南北向大拐弯，地质学术语称其为构造结。对这一地区的研究意义，其一，它是青藏高原和全球抬升最快的地区之一，因为抬升快速，诱发形成大峡谷：可从地质学角度解释大峡谷成因；其二，它是印度板块和欧亚板块的结合部位，是研究大陆碰撞机制的理想地区；尤其是，其三，地球在此开了一个天窗，从地表到地下70多公里的壳幔边缘处，青藏高原整个岩石圈暴露无遗。即是说，在地表就可以直观地察看青藏—地球深部。由此它成为我国地质学界当前热点地区也是题中应有之义。攀登计划将此列为第一课题的重点地区之一，以及地矿部及其中地质科学院连番组织的考察活动，将大峡谷地区固体地球科学研究推向了一个高潮。

1991年—1993年，甘肃省地矿局在此进行了1:20万波密幅和通麦幅区域地质填图。这是地质学家在大峡谷地区进行的首次地质填图工作。

1992年—1993年，中国地质科学院成都地矿所与美国地质学家费歇尔先生三次进入大峡谷进行地质考察。

此后的每一年份，都有来自各方的、中外合作的地质学家们涉足在大峡谷的深山激流中。本世纪90年代的雅鲁藏布大峡谷，是一个地质学家年代。

1993年夏季，中科院28岁的地质学家丁林博士带领课题小组进入墨脱。这批意气风发的年轻人在青藏项目的舞台上开始扮演主角。他们拥有着相比老一代科学家更多的优势：雄厚的国际研究背景，最新的科研信息，娴熟的计算机操作能力，等等。同时，他们正年轻。放眼世界，但见国外实验室里，不计其数的计算机正忙于对于青藏高原隆升的时间、

阶段、机制和相关效应的模拟。丁林认为这无可非议，只不过他更倾向认为，野外工作仍是当下所必需。青藏项目突破的希望仍在青藏面上的踏破铁鞋，需多多益善地搜集资料和证据充实实验室的工作，以明确给出课题研究答案，并为环境变化和可持续发展提供研究基础。

雄心壮志的实现，要靠双脚一步步去完成。20年来，时代发生了很大改变，大峡谷面貌却是依旧——工作条件几乎一成不变，丁林所面临的与20年前杨逸畴所面临的，没有什么不同，包括粮草之类。糟糕的是这一年丁林太年轻，且是第一次带队，组织管理经验缺乏，只不过3位科研人员、7位民工的队伍，不久就发生了粮荒：原计划近1个月的口粮，1周就吃光。墨脱地方和部队，由于运输的困难，也无力接济：从连队只讨到两块压缩干粮，请县长批条，也只买到了米，面各15斤。返程一星期的口粮，就是15斤面粉烙的饼子和煮熟的花生米，平均分发每一人。干粮太轻，而岩石标本太重。7位民工坐在地上哭起来了。悲凉气氛是很感染人的，真想参加哭泣的行列，但丁林不能哭。他和两位同事同样背上了大包的岩石，挣扎着上了路。

明天就要到达目的地波密，根据经验今早四点钟开始上嘎龙拉山，以保证中午以前翻过垭口，否则过午雨雪更大。那位博士生同事一直在拉肚子，怕跟不上队伍，主动提议先走一步，丁林不同意。结果走到山半腰，发现这位同事不见了。丁林带着翻译下山寻找不见，而民工队伍已走出很远，脚印被新雪掩埋，丁林和翻译二人也险些走失了。天黑时才摸下山来，此去县城还有20公里，民工们说明天再走。但走丢了人，责任重大，忧心如焚，丁林不能停留，他和翻译两个小跑着赶到县城，直奔波密县公安局，通过微波通知墨脱县公安局。第二天一大早，租了一辆东风车，买了几双鞋，做返回寻找的准备。藏族翻译趁机跑到寺庙算了个命，喇嘛说，不





须着急，此人还活着。焦虑万分的丁林宁可相信此话当真。果如其言，半道上就碰上了这个失踪的人。丁林的第一个念头就是揍他一顿出出气，但抬起的手却落在对方的肩头，两个年轻人相拥着大哭了一场。这个因拉肚子全身无力的小伙子掉了队，看不到雪地上的脚印，就照直上了山，不意面前是无法攀援的绝壁，只好原路退回，回到昨晚的宿营地，篝火尚未熄灭，而且当晚又有行人到达，第二天，也就是丁林返回寻找的同时，他已随新伙伴翻过了嘎龙拉山。

这些与生命等值的岩石标本，正在揭示着地球深部的秘密。对于来自大峡谷腹地岩石的分析研究，丁林和他的导师钟大赉教授从中发现了15万年以来，大峡谷地区抬升速度达到每年3厘米，是迄今所知全球抬升最快的地区，也是形成全球最深峡谷的原因所在；下地壳物质高压麻粒岩出现于地表，地幔物质在此上升。

大峡谷继续被发现。依据上述地质学证据和1950年发生的我国有纪录以来最大地震的震中位置，参照《中国地球物理图集》中所示此地为一卫星负重力异常区的证据（说明巨大重力低，可能是一深裂谷或“地热柱”或巨型岩浆室）、中国地温分布图所示此地为一高地温区的证据，综合气候与生态环境的种种迹象，例如这一地区降水量之多、生物量之高、生物资源之丰富等等，汤懋苍、钟大赉、李文华提出一个新的观点：大峡谷地区与冰岛、夏威夷同样，是地球“热点”（热涡）之一。

与此相关，汤懋苍等人进一步提出大峡谷地区乃至青藏高原是我国气候变化的启动区的观点（详见第九章）。

基础科学已在此地身手大显，应用学科也争相上前。大峡谷地区有关自然保护区相继建立，这些保护区大多由青藏队提议，由西藏林业部门进一步考察实施；改善交通运输的水运方案业已提交，这是1992年由中国科学院探险协会和总后

1994年4月17日，
新华社发布消息：雅鲁藏布江大峡谷是世界上最深的峡谷。图为发现者和论证者杨逸畴、高登义、李渤生与刘东生院士在一起。



主持，由李渤生、洪知天、马绍嘉，以及中国人民解放军总后勤部和上海汽垫船厂工程师参与的，经实地考察设计的可行性方案；至于老青藏的水利专家何希吾、陈传友、关志华等人关于建设一座世界最大水电站以及相关的西线南水北调工程的宏伟构想，则在国内外知名度颇高，进入预研究阶段。而把大峡谷地区建成世界级的国家公园，则是所有科学家众望所归、众口一词的意见。

雅鲁藏布大峡谷——地球母亲布设的科学盛筵。

当前国际地球科学有关地球动力学、全球变化、生物多样性及可持续性发展几大热点，在雅鲁藏布大峡谷的研究中尽皆囊括。正如它的高度和深度都成为世界之最，地球科学诸学科对于自然奥秘的破译，这一地区所能发挥的作用将无可限量。

地球上的最后一个秘地，你还会隐藏着一些什么呢？



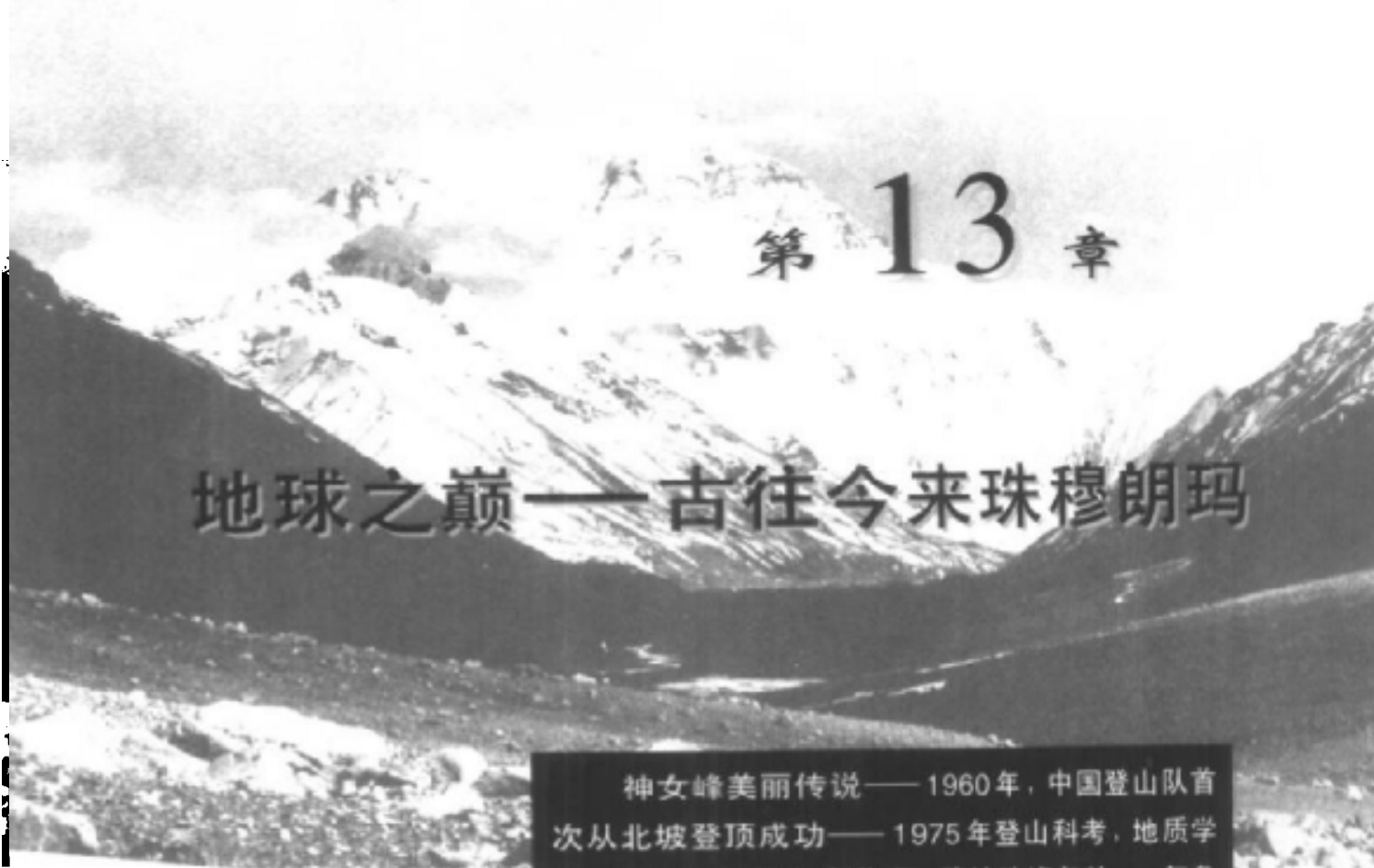


那么多年来对于大峡谷地区考察的艰苦经历和频频发现，令那么多钟情于大峡谷的科学家们魂牵梦绕回味不已，惟有一个重大发现近在咫尺唾手可得而浑然不觉——这就是：论证并正式公布大峡谷为世界第一大峡谷的地理发现。此前虽有大峡谷的考察者关志华、章铭陶等人曾分别在专著中、在画册里把它称之为“世界第一”，并产生了影响，但任谁也没起意走一个程序，正式论证并报国家认可。直到1994年初，杨逸畴、李渤生、高登义同赴台湾参加一个学术研讨会，有台湾同行通报美国人正在准备论证雅鲁藏布大峡谷为世界第一大峡谷的信息，杨逸畴等人方才大悟，返京后第一要事是把所有原始记录统统找来，埋头计算，一个月后才从资料堆中抬起头来。经刘东生院士审核确认，1994年，经由中国官方通讯社新华社，向全世界公布了中国人在本世纪末的这一重大地理发现——确认雅鲁藏布大峡谷为世界第一大峡谷。

大峡谷旅游探险热的第一缕风就这样起于青萍之末，那风渐渐强劲，随之世界便为之激荡，诚然这还仅仅是个发端。杨逸畴成为大峡谷的代言人，他向每一个与他交谈的都谈到大峡谷，他的语言极富蛊惑力，他作如此表述——

不看看雅鲁藏布大峡谷，就不能说是真正看到过人世间最壮丽的山河！

他还预言：21世纪，必将开创雅鲁藏布大峡谷的新时代。



第 13 章

地球之巅——古往今来珠穆朗玛

神女峰美丽传说——1960年，中国登山队首次从北坡登顶成功——1975年登山科考，地质学家发现5亿年前海底化石，确认珠峰年龄——气象组遭遇挫折——大气环境本底调查——高登义在高山气象和大气物理领域中的贡献——气象组准确预报，五星红旗飘扬在第一高峰峰巅——珠峰自然保护区建立起来——中外联合专家组制定《珠穆朗玛峰自然保护区生态旅游总体规划》——一个新的经济增长点正在呈现——珠穆朗玛在下个世纪

高高的珠穆朗玛
你是万山之王
雄狮只能从你脚下绕行
苍鹰飞过折断了翅膀
高高的珠穆朗玛
你像巍峨的城堡耸立云端
只有勇敢的人们
才能登上你的峰巅

——藏族民歌





珠穆朗玛峰

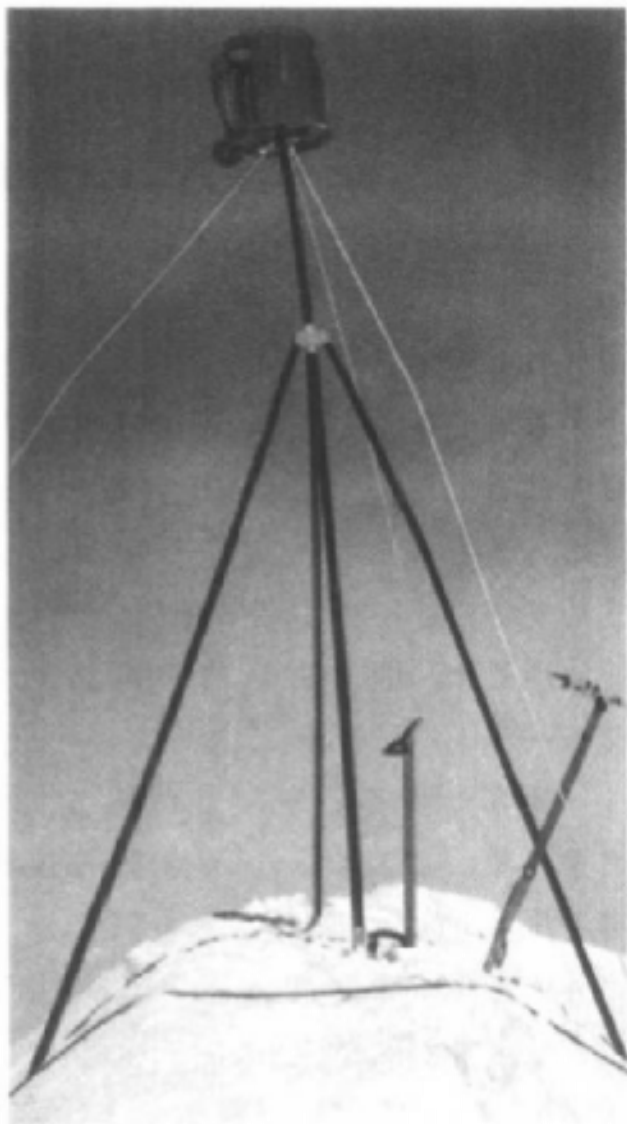
珠穆朗玛，以8848.13米的高度耸立于喜马拉雅的巨大山群中，它是大自然留给地球人类的共同财产，全球的旅游者都可以来此一睹无限风光并进行一番终极体验；全球的登山健儿都可以在此一显人类的极限意志、勇气和体力，珠峰脚下掩埋着为此献身的中外探险者的遗骨；全球的科学家则纷至沓来，渴望在这最新成陆的地方探访到地球内部运动的奥秘，渴望从中寻找出古往今来人类生存环境变化的参照。

但珠峰地区的认识史因人为的因素并不那么纯粹与科学。1856年对于第一高峰的确认的背景也布满了令人不快的色彩。伴随着地理大发现，人类在渴望由此认识世界的同时，却不料一个不光彩的殖民主义时代随之而来。17世纪中叶，英帝国用于侵略亚洲的主要机构“东印度公司”开始染指印度，在印度本土设立了第一个据点；1802年起，英国人开始进行一项费时良久的浩大工程——测量印度全境。结果正像当年美洲印第安人帮助欧洲入侵者绘制了地图，从而把自己从地

图上抹去那样，当50年后对印度的测量大功告成，英国人便宣布这片次大陆归己所有；继而将侵略矛头直指印度周边地区，直指西藏。不过英国人控制的印度测量局试图对珠峰等地区的测量受到了强力阻止：北坡的西藏地方坚决地将他们拒之门外；南坡的尼泊尔国王也下令不得接近这一地区。因此测量队只能在距珠峰100多公里外的地方建造观测塔，远距离测量的结果受到影响，测得珠峰高度为8882米这一世界第一高度；并以前任印度测量局长之名命了名。单就科学意义来说，对于珠峰的测量和确认，应该是对世界地理的一大贡献，但从地缘政治而言，以印度测量局局长、英国人埃佛勒斯爵士之名命名珠峰，无疑意味着扩张野心驱动下的象征性占领。

世界第一高峰早有定名。以南的尼泊尔人称它为萨迦玛塔——高达天庭的山峰。

以北的西藏人称它为珠穆朗玛——神女峰。它见诸记载始于元代。1717年，清康熙帝委派测量学家楚尔沁藏布和兰木占巴、理藩院主事胜位从西宁到拉萨，直到恒河源，沿途测绘考察，绘出这一高峰，并依藏语名称，将



1975年5月17日，北坡登顶成功。9位中国登山英雄在海拔8848.13米的巅峰竖起觐标。



“珠穆朗玛”标在“朝隆内府舆图”上。

神女峰之名，来自当地一个美丽传说：当喜马拉雅地区还是一片汪洋大海时，海岸上森林密布，鸟语花香，各类森林动物部落和谐共存，幸福安乐。忽有一天，海中出现一只五头毒龙，兴风作浪，毁坏生灵们的家园。危难之际，天边飘来五彩祥云，化作5位神女，降伏了五头毒龙。获救的众生灵盛情挽留众神女作为此地保护神。5位神女便令大海退去，使东方变成森林，西方变成良田，南方为花园，北方为牧场，她们自己则化身为喜马拉雅山脉的5座高峰——珠穆朗玛居中，为翠颜女神；其余4位为分别司掌福运、农业、财富和畜牧的祥寿女神、贞慧女神、冠咏女神和施仁女神。世世代代，雪域大地就这样置身于雪峰女神众姐妹的保护翼之下。

在西藏各地各民族有关远古的许多传说中，不约而同出现海洋意象，也许出自山地人对于辽阔大海的向往，也许是古人对于已发生的过往自然史的某种感应，更有可能的则是，人们看到了高耸的山岩间来自大海的生物贝壳与来自南方海洋中的贝壳相似——至今藏族人还将贝壳作为重要装饰品。总之，这类传说大致与自然史相吻合。据多年间对于珠峰地区的多番考察，对于喜马拉雅—珠穆朗玛的来龙去脉已可作出合理解释。地质古生物学家文世宣、孙东立向我们揭示了谜底——

距今一两亿年前，自然史上的恐龙时代——侏罗纪和早白垩纪时，雅鲁藏布江以南喜马拉雅山脉与雅江以北整个青藏高原面上的古生物迥然不同，分属相隔几千乃至上万公里之外的南北半球的两大区系，说明曾有宽阔而深邃的古海洋阻断了生物之间的交流：与珠峰地区古生物群落相似的地区为印度、非洲、澳洲、南极洲和南美洲，那时它们连接一起，

位于南半球高纬度地区，被称之为冈瓦纳古陆。相似的古生物群生活在气候凉、水温低的环境。雅江以北地区古生物群相似的地区为欧亚大陆，其时大西洋尚未发育，北美与欧亚相连，被称之为劳亚古陆。古生物信息提示，上亿年前，喜马拉雅及其所在的印度次大陆开始脱离冈瓦纳古陆，整体举步向北长途漂移，直到4000多万年前与欧亚大陆相遇。雅鲁藏布江作为最后的特提斯古海休止线，南北两块大陆的缝合线，使南北区系的两大派古生物群落近在咫尺地对峙于雅江南北。

珠穆朗玛一带是青藏科考中古生物地层研究最细的地区，共划分了20多个地层单位，时间上溯到距今5亿年前——这也正是珠峰的年龄。对于珠峰地区的科学考察，伴随了青藏科考的整个年代：半个世纪。自从1951年由地质学家李璞率领科学工作队踏上这片土地之后，珠峰地区就始终作为重点地区被关注。较大规模的综合考察进行过3次，分别在1958—1960、1966—1968和1974—1975年；另有各专题考察，地质地理的，大气物理的，钻取冰岩芯的，采集天然剖面的……

3次大规模综合考察中，有两次与登山相联系。自从珠峰被确认了世界第一高峰的地位，就强烈地吸引了富有冒险精神并渴望获得登上顶峰荣耀、在第一之上争得第一的西方人。其中英国登山队从1921年到1938年的17年间，先后7次试图从珠峰北坡登顶，结果连续7次败“北”纪录；直到50年代才有人从南坡登顶成功。而北坡从此冷寂。最初的那些年里，人们一直存在错觉，误以为北坡起点即高，路线便捷，其实不然。它的相对高度固然低一些，直到7000米处的北坳的底部相对容易走一些，但北坡的特点是下面容易上面难，南坡正相反。所以当1960年最初考察北坡冰塔林时，王富葆他们就发现了当年不幸牺牲于此的英国登山队员的遗体。

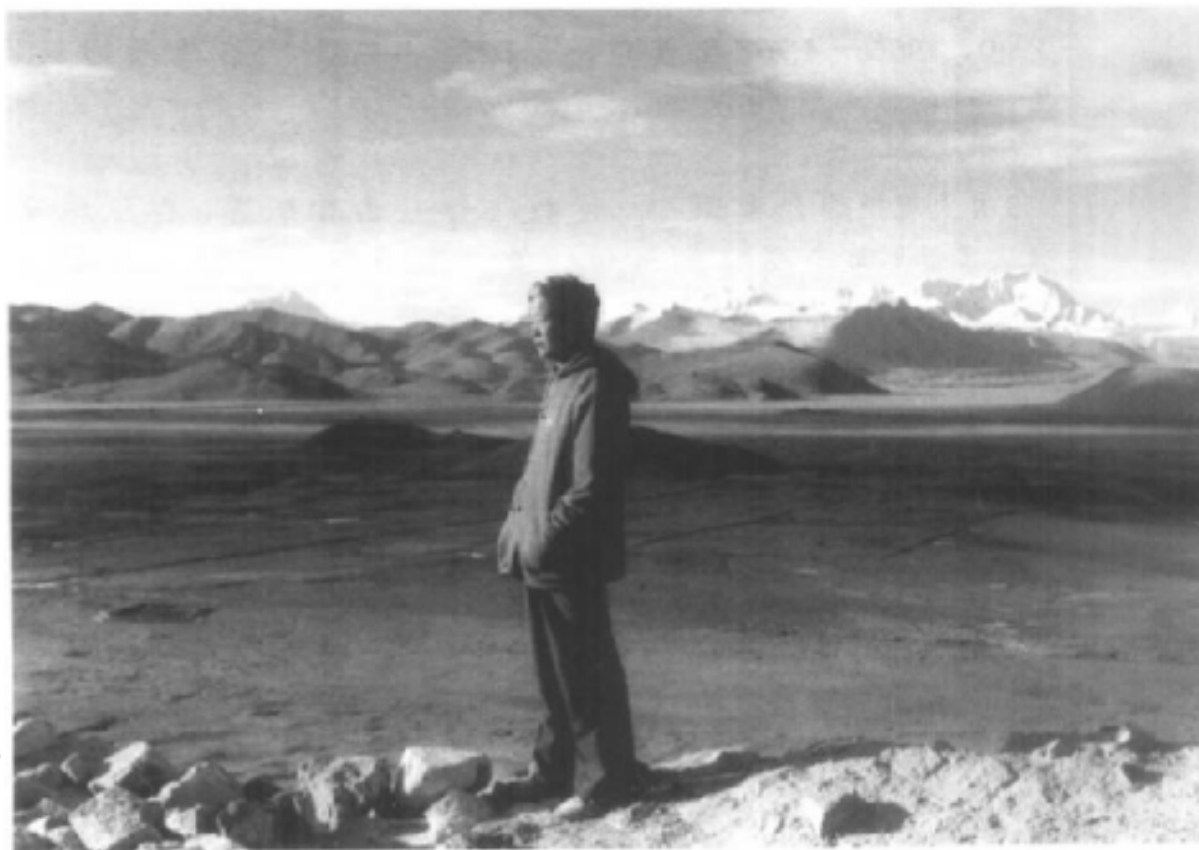




这一群当年的年轻人，是当年参与青藏科考的年轻力量。1958—1960年珠穆朗玛峰的首次登山科考，20多位科学工作者在测量、地质、地理、生物、水文、气象等专业方面进行了全面考察，同时为登顶做了充分的资料准备。崔之久参加的是登山队训练，1958年年末到达拉萨，整整一个冬季，在拉萨、在藏北边缘的念青唐古拉山进行适应性训练。

参与此次科考的“老青藏”还有王富葆、常承法等人——那时他们正年轻。

王富葆搞地貌和冰川，但最初的任务则是负责联系修路。那时从老定日去绒布寺没有通车的路，王富葆就把从日喀则带来的两箱银洋交给定日的宗本（县长），委托他安排修路事宜。后来在考察珠峰北坡的冰塔林时，发现了几十年前试图从北坡登顶的一位英国登山队员的尸体。死者裹着自己的帐篷，安静地沉睡在冰雪之中，王富葆心里涌起物伤其类的感



故地重游。1993年，年过60岁的王富葆重返珠峰。

触，捡来石块掩埋了他——多年后当中国的科学家们有机会与外国人谈到这事，方才得知他是1936年失踪的一名队员，那些外国人不无急切地说，当时你们为何不保留一点儿遗物，哪怕是一根头发呢？

作为登山科考，且让我们不妨稍稍驻足于此，看一看突击顶峰时的情形——

当登山队最后冲刺那一刻，整个登山科考队全力以赴于这一目标。从北京到拉萨，都在紧张地等待——北京的周恩来总理守在电话机旁彻夜不眠，拉萨的谭冠三将军守在电话机旁彻夜不眠，珠峰大本营的几十双眼睛时刻盯着珠峰山腰的北坳，也是彻夜不眠。北坳只有一个人，王富葆，只有他所在的位置能够看得见登山队员们的最后冲刺。在海拔7007米寒气袭人的北坳，他目睹了登山队员们的极限努力，每迈出一步有多么艰难。有4个人，上到海拔8600米高度，那是珠峰的第三台阶，一座峭壁。有一个人做了人梯，那是刘连满，他竭尽最后的力气用肩膀把3位战友——托上台阶的顶端，就再也站不起来了。队友们把最后一袋氧气留给了他，继续上行。王富葆终于看到3位英雄从北坡首次登临峰顶，激动万分地打开步话机向大本营报告。但大本营只听到一声呼叫，就再没了声息。按事先约定，王富葆连发3颗红色信号弹——上去了用红色，没上去用蓝色，上去几人发几颗。大本营送来步话机并询问情况，但刚送上来步话机仍然没有声音。事后才知，是因为口中热气立即在机内凝结成冰，造成短路。

坚守了一夜的王富葆在黎明时分清晰地看到3个身影从峰顶向下移动。在极度缺氧的环境中能够幸存下来真是奇迹：同样的奇迹也发生在倒卧在第二台阶的刘连满身上。在生死存亡关头，这个人惟一的念头是把惟一的氧气留给凯旋的战友，他坚持到了最后，没有吸一口氧。

三位登顶英雄是王富洲、贡布和屈银华。他们在共和国





青藏苍茫

的登山史上写下了最为光彩的一笔。而王富洲的脚却冻残了，在每迈出一大步都要付出终极意志的时刻，他只好脱下沉重的登山鞋，挂在肩膀上，赤足走在冰雪中。当他想要穿上时，竟连弯腰的力气也没有了。一连在北坳呆了几天的王富葆也是，当他被搀进帐篷，面对烧好的饭，已经衰竭得既伸不出手，也张不开口，连话都讲不出来了。

1960年这次行动中牺牲的有两名科考队员：在6700米高处，是兰州大学的汪砚；在更高的7500米处，是北京大学的邵之庆。也正是从贡嘎山开始，身边不时有战友倒下，贡嘎山第一个倒下的是北京大学地球物理系助教丁行友，崔之久自己也曾在同一次雪崩中被掩埋，后来在慕士塔格也曾伤冻致残，失去了右手的五指和一个脚趾——无论怎样的艰难险阻，在超越人类生存活动极限处，青藏高原的登山和科考，就这样顽强地坚持着，几十年，半个世纪。正是在极端的超常环境中，人类所具有的一应美德的光芒毕现，那是坚韧不拔，团结友爱，无私奉献，是信念和意志。这一切，使得事业和事业的参与者百炼成钢。

1975年登山、测绘与考察并举，珠峰行动盛况空前。人民解放军总参谋部和国家测绘局联手出动测绘队伍；国家体委和中国科学院自全国各地选拔精锐登山、科考队员，一支由300多人组成的大部队浩浩荡荡挺进珠峰。此举庄严使命为：第一确保登顶成功，且要男女队员并肩登顶成功；在地球之巅立起测量觇标，量出峰顶覆雪深度，测出珠峰精确海拔高程；在顶峰做心电图测，研究人体对特高海拔的适应情况；采集从珠峰山脚直到峰顶的岩石、冰雪样品，为研究珠峰地区的地质、地貌，大气物理提供资料；同时拍摄纪录登顶过程的照片和电影……

海拔5000米，距珠峰直线距离20公里处、世界最高的



绒布寺“大本营”。

寺庙绒布寺所在的山脚下，来自珠峰北坡东、西、中绒布3条冰川的融水在此汇流成绒布冰河。河谷地带长约十几公里，宽约五六百米，与四周山峰高差在1000米上下。这一河谷地区被登山科考队员亲切而豪迈地命名为“珠穆朗玛广场”。广场上建起了登山科考的大本营——从此以后，这个地方就被响亮地称之为“大本营”，凡去过珠峰的人，归来时总不免炫耀曾亲临过登山大本营，如果再往上走过一段，那就更值得渲染和强调——1975年的珠峰大本营，顷刻间生长起几十座帐篷的村落。万古寂静的山野弥漫着热烈的气氛。能够亲身参与这项具有深远历史意义、重大现实意义的活动，能够以





自己的双脚踏上世界最高处的土地，真是终生幸事。更何况行动本身还带有强烈的为国争光的政治色彩——其时国内的时代背景是，文化革命已进入末期，全国四届人大刚刚开过，周恩来总理在政府工作报告中发出了要在本世纪内把我国建设成为社会主义的现代化强国的号召，刚刚发表了毛主席关于“我们要保持过去革命战争时期的那么一股劲，那么一种革命热情，那么一种拼命精神，把革命工作做到底”的指示。这一切都是激励，是动力，一份份发自内心深处真情与激情的决心书、保证书如雪片飞向大本营指挥部——这一动人情景是那时代精神的高光部。

热烈的氛围与令人严重不适的环境形成强烈反差。珠峰地区历经多年的科学考察，对它的认识仍远未终结。而发现的时代对于科学工作者来说是一个莫大的诱惑和鼓舞。时值板块构造学说被引进中国不久，地质学家们满怀希望而来，立意明确地想要在本次考察中为这个新理论搜集证据，复原一部喜马拉雅海陆沧桑的履历。这一次人们如愿以偿——那些远古洋底生物的化石，那些来自南极冈瓦纳大陆远古植物的化石，那些在剧烈的造山运动中山体变异推覆的遗迹……扑面而来，令人想要发现，想要攫取更多。

地质组承担着由下而上进行大约 300 平方公里的垂直地质剖面工作。地质组 5 人：组长郑锡澜，组员尹集祥、刘秉光、林传勇和年轻的汪一鹏。随队协助工作的还有两位解放军同志，李班长和藏族战士格桑。这支小分队沿一条幽深阴暗的冰河——哈拉沟溯沟而上，随时停下来观察岩层、采集标本、画图摄影、讨论描述，寻找珠峰沧桑变迁的可靠记录，作出实测地质剖面。就这样走走停停，一连走了好几天，冰沟还不见尽头，道路越发难行。要去对岸观测一处断层，那需要攀上高达几十米、又陡又滑的绿色冰晶体台阶。当郑锡澜



珠峰冰胡同。

的大头鞋刚一踏上冰面，一下子就滑倒了。战士格桑说，让我来。格桑拿冰镐在冰面上开路：一个个防滑小洼坑，让专家们顺利到达对岸。冰河地势高深莫测，一次次眼看就要到达终点，却一个峰回路转，又是曲径通幽。河面也是变化多端，或是绿色冰体，或者冰雪相间，又或者是冰雪岩石交错。两岸山势时而就要合拢，又突然间豁然开朗——这条神秘莫测的冰沟，仿佛存心要把人们引向某个更加神秘莫测的地方，仿佛前方有谁在等待。

终于要走出幽深沉闷的冰沟了。在接近哈拉沟沟顶处看看海拔表，5700米。抬头望去，但见珠峰在阳光下明媚地妖娆着，这么近啊！人们大喘着气，仰望的目光从峰顶滑向山





腰，微微向北倾斜的地层正是从峰顶叠罗到山腰的——那是他们梦寐以求的地层，那里记录着珠峰峰顶岩石的年龄答案，而这正是一个多世纪以来国际学术界争论不休的问题。

一鼓作气攀上哈拉沟顶部，站在冰河之巅，放眼身后，一览众山小；放眼前方，东南、西南两座灰色馒头山阻挡了视线。然而被阻挡了视线的双眼随即光芒四射——这种属于灰岩的岩层，正与珠峰峰顶同属于一个层位！

兴奋过度的人们七手八脚地扎帐，搬冰、烧水、做饭。吃罢了饭，谁都不肯休息，不舍得休息，他们在灰岩山上看见了找到生物化石的希望。这一主题是如此的重要，国际上有关峰顶岩层年龄不休的争论将在此划上句号——此前的西方地质学家曾推测过，珠峰北坡可能没有早古生代地层，并且说，珠峰峰顶岩石最早的年龄属于距今两亿多年的石炭—二叠纪。在珠峰地区上一次考察中，虽有文世宣等地质古生物学家的重大发现，找到过大量的早奥陶纪近5亿年前的生物化石，将珠峰岩石生成年代又向前推进了2亿多年，但那一次并未像现在这样接近珠峰考察。假如此次在与峰顶同一地层中有同样发现，将会更充分地说明问题。

兵分两路，直指两座灰岩山。在下午铅灰色的天幕下，在阵阵袭来的寒风中，两个小组的人怀着同样的渴望心理，殷切地、多少有些紧张地满山巡视。两个小组的人彼此可以望得见，不时彼此对望一下，用手势打打招呼。那手势是摆手和摊开双手，表示没有收获的意思。等到尹集祥小组真的要报告喜讯的时候，郑锡澜那一组已转到山侧看不见了——当李班长用冰镐撬开一层风化石，薄层灰岩出现之时，正蹲在一旁的刘秉光发出一声惊叫：“三叶虫！”惊呼完毕似乎不放心自己的眼睛，拿放大镜看来看去，断定三叶虫无疑了，才想起招呼另一拨人，可是他们已转到山那边去了。李班长快步全速前进，报告喜讯，得知喜讯的人们以最快速度赶来，传

看这块珍贵的化石碎片，爱冲动的小汪还不禁热泪长流。

此时已是下午5时，郑锡澜宣布一项决定，鉴于这块化石是在“转石”——已改变位置的风化石中找到的，应立即向山顶进发，在原生地层中去完好地发现它们。

——在灰白色山顶原生地层中，那些沉埋经年的曾经的海底生命，那些作为种群早已在地球上消声匿迹的古老生命，也正等待着被发掘的命运，等待着被展示在几亿年后的现代天光下——三叶虫，腕足类，海百合，这些曾在远古海洋中生存的庞大种群，仍以密集的群落形态固守在曾经的海底、现今世界最高处的珠峰侧旁。当然，它们首先面对的是地质学家们那一双双充满欣喜和珍爱之情的眼睛。

多年梦想成真，大家长长地出了一口气，背上沉重的地质包，在苍茫暮色中下山，凯旋。

横亘在青藏高原南部的喜马拉雅山脉，犹如一道巨大的天然屏障，分野了地理单元：以北是世界最高的大高原，以南是海平面的印度洋和海平面以上的恒河平原。犹如一道分水岭，分割了南北气候：湿热与干冷。高耸的珠穆朗玛受到来自山地南北性质不同的气流夹击，气候恶劣而多变。每年仅有四五月和九十月份的春秋两季中，偶尔出现几个为时甚短的好天气周期，才有望登顶。气象预报组就承担了这一艰巨任务：捕捉一显即逝的好天气，为登山队员向峰顶冲刺作准确预报。

珠穆朗玛广场北端的两顶帆布帐篷里，驻扎着气象组的17位年轻人。说来他们实在年轻，平均年龄只有24岁，除了天气动力学家高登义和四川气象局的小戴以外，其余均是第一次上高原。他们的日常工作是施放高空气球，观测天气变化，通过电台接收各地气象台站发布的气象记录，再汇总来自各方的信息，综合分析，作出判断，发布预报。任务艰巨





责任尤其重大，因为预报准确与否，不仅关系到登顶成败，同时事关登山队员的生命安危。

而可供参照的珠峰地区以往气象资料如此缺乏，此地气候如此瞬息万变，教科书以及常规经验又是如此不适用于这一特殊地区，所以他们所预报的4月上旬的好天气居然连日风雪。登山队员在海拔7007米的北坳大风雪中困守了4天，直到无望撤回。预报失败使气象预报组的年轻人痛苦万状，彻夜难眠。他们立即决定改变工作方式，由每天的放两次球改为七八次；24小时连轴转，只要需要随时放球；为提高施放高度就爬到绒布寺以东5700米高处；全组处于战备状态，夜以继日地密切注视天气动向。

从大本营到8600米接近峰顶处，沿途布设了多处供登山队员适应性训练的前进营地，气象组也在这一线进行了梯度观测的布点，5000米—5400米—6000米—6500米—7007米。5400米观测点，由冯雪华负责。冯雪华当时正就读南京气象学院的气象专业，这位曾在延安农村当过3年知青的倔强的女学生，具有良好的个人身体素质，加之年初在京集中进行体能训练时表现突出，登山队一眼就看上了她，作为有望登顶的种子选手把她安排在登山队里。哪知3月间第一次适应性行军中，接近5300米处，强烈的高山反应袭来，头痛欲裂。小冯咬牙坚持到了6000米处突然晕倒在地——事后同伴们向她形容说，“就像门板一样倒下”；一位藏族运动员把她背回了大本营。就这样，被登山队“淘汰”的小冯返回气象组，主动承担了5400米处连续观测任务，由一起被“淘汰”下来的17岁的藏族小姑娘关南协助工作。这同样是一场严酷考验：5400米处的奇寒之夜并不安宁，不时传来冰崩、岩石崩的巨大声响；更何况还有连日不息的狂风大作，飞雪走石天气。一天后半夜，滚雷般的吼声惊天动地，帐篷里动荡得如同惊涛骇浪中的一叶小舟。风暴来临，已掀开了帐篷，如

1975年，冯雪
华（左）在珠峰测
风。



果最后的几根尼龙绳被扯断，将会连人带帐篷一起被抛进中绒布方向的百丈深沟中去！冯雪华紧紧抱住测量仪器，正在一筹莫展之际，援军来了——附近解放军测绘队的几位藏族战士在大风暴中赶来为她们固定帐篷，用粗尼龙绳把这顶小帐篷与解放军的大帐篷连接在一起。此时已是清晨6时，正是每日第一次测风测温时间，小冯拼尽全力钻出帐篷，立刻被大风吹倒在地。好邻居再次出现，两位藏族战士用又粗又长的尼龙绳捆在两位姑娘腰间，另一端牢牢固定在大帐的主



青 藏 苍 茫

绳上。那天下午她们测得了风速竟达40秒米以上，超过了12级台风。气温也随狂风降低到 -30°C 。就这样，无论清晨深夜，无论风天雪天，她们坚守岗位，取得了珠峰5400米处的珍贵的半月气象观测资料。

随即，冯雪华又参加了珠峰地区的一项大气环境本底调查：在珠峰山脚至山顶、从南坡到北坡，采集冰雪样、水样、土样、植物、当地人的头发和指甲、牲畜犄角蹄等30多种样品，以此确定珠峰地区在未受外来污染的自然状态下各种化学数据，建立一个参照系。这份资料重要非常，它在后来的全球变化研究中发挥了重要作用——1992年，当高登义又一次率队前往珠峰考察时，发现此地水与大气有所变化，有13种元素例如铁、铜、铅等超过1975年之前的五六倍。这与海湾战争有关，科威特油田大火有关——珠峰正与科威特同一纬度，盛行西风将严重污染直送珠峰地区，导致洁净珠峰有



1975年，冯雪华、姚建华（右）在珠峰脚下取水样。

史以来第一次降下黑雪。随后几年的连续观测，还好，已超标的元素又降下来了。珠峰环境变化与全球变化之间的关系，是青藏研究大气物理领域的重要发现成果。

冯雪华与科考队业务秘书姚建华从南坡采样返回，继续
在北坡采样。5月初的一天，他俩与高登义，科考队支书郎一
环，新华社摄影记者范惠琛和体育报摄影记者张小京一道，
一直上到中绒布冰川 6000 多米处。穿行在壮丽的冰塔林中，
犹如轻飘飘步入仙境——确实是轻飘飘，严重缺氧地段不由
人不迈着重“太空步”，而全力以赴于呼吸也使人思绪单纯，一
无杂念。只是冰塔林中险象环生，全无规则的冰雪建筑布设
起一座硕大迷宫，大家不时相互招呼，以免失散；耳边不时
响起冰崩的脆响，脚下是随处可见与不可见的冰裂缝。那一
天天气真不错，阳光眩目地照耀在淡蓝色的冰体上，严寒中
居然感到了丝丝温暖。采样工作中午便告结束，郎一环背起
冰雪样先行下山，其余几位则陪同艺术家拍照，结果这几个人
就走散了。先是范惠琛说，你们就地休息，我去去就回。小
张心知他要去选好镜头，也跟着走了。这一走就没了影儿。久
等不至，高登义着急了，说，我去找，你们千万别动。结果
又一个一去不回。眼看太阳坠落于西方山后，天色骤然黑暗，
冯、姚二人面面相觑，只得动身下山。夜间难辨下脚的地方，
姚建华踩在薄冰上，一下子掉进齐腰深的冰水中，冯雪华上
前相救，拼尽全力用冰镐把姚建华拖出水面。

与冯、姚二人上路差不多同时，天刚黑时郎一环到达大
本营。他从过午两点动身，九点时方才到达，背上的冰雪样
品越走越沉重，到后来每走几步都要躺下来歇息。那范、张、
高三位也是，分别在冰塔林的迷宫未走出多远就再也不见了
归路，无法寻找同伴，只得按照大致方位，踏上归途。继郎
一环之后，一个个狼狈而归。直等到半夜，还不见最后两位
的影子，整个大本营陷入不安之中，最后全体出动，沿可能





绒布冰川的
冰蘑菇。

的来路寻找而去。被寻找的人隔着很远的距离，望见了满山遍野的手电筒光芒闪烁，希望在前，挣扎着迎向救星，只后悔没带枪，无法马上取得联系。获救地点在5400米营地，时已凌晨4时。冯雪华瘫倒在地，最后的一个上坡，是用绳子捆在腰间，被人硬拖上去的——

冯雪华回忆起20多年前往事的一桩桩、一件件，真是感慨万端，她说每一个数据都来之不易，都是许多忘我的人以心血、甚至以生命为代价换来的。历经那么多的困苦、那么多人的帮助，冯雪华全都铭记在心，从此矢志不渝地投身于青藏研究事业，如今人到中年的高级工程师冯雪华在中国青藏高原研究会担任办公室主任，她的干练和亲切为这个研究



中心增添着一道暖色的风景。

高登义参加了60年代的珠峰考察，尤其1968年在珠峰一住6个月，发现了来自南方的一个强天气系统，名之为“孟加拉湾风暴”——那年10月间，其势汹涌的浓重云团翻越喜马拉雅，东西长达上千公里的山脉地带普降大雪，喜马拉雅各山口提前两个月封山，并在山脉南北侧的聂拉木、定日、帕里和措那带来了百年最大降水。这一现象引起了高登义的格外注意，返回北京后，他查阅了相关资料，特别是来自印度的百年数据（西藏地区自1958年后方才建起正式的气象资料），发现此为百年以来第二大降水系统。本世纪20年代这一地区出现过大降水，3天内降水200毫米，而在印度，3天





青 藏 苍 茫

内降水 600 多毫米。分析原因，珠峰的屏障作用通常可将南来印度洋暖湿气流阻挡在南坡，南北坡气候条件的显著差异由此造成。但在一定的气候条件作用下，正像一般人视珠峰为畏途，而少数人却可登上峰顶那样，具有相当强度的云团借助风暴之力，照样可以翻越屏障，在北坡降落。这一发现对于西藏的气象预报具有直接的指导意义。那之前西藏的气象工作人员注意到藏南地区时常原因不明地在秋季降雪，高登义观点发表之后，明白了，是孟加拉湾风暴作祟。从此注意它的动向，只要见它向北移来，喜山南北必有大降雪——提高了预报的准确性。

此次珠峰考察中，高登义完善了对于珠峰—青藏“热岛”效应的理论——由于高海拔地区太阳辐射强烈，山地加热，反馈到大气圈中，形成热岛。这一加热作用在春夏季表现更为强烈。这一理论在这次考察中得以量化：在珠峰东西方向各 600 公里处，各选一站，将各站 5 年来自地面到高空所积累的资料进行比较，发现在 9000 米高度，每当春季西风盛行时东面的站比西面的站温度平均高出 3°C ，而在夏季，东风吹起之时，西面的站则比东面的站高出近 1°C 。这是因为东风弱于西风的缘故。而高空气温直接影响地面温度，青藏高原较之两侧同纬度低山平原地区，气温也要高出 $0.5—1^{\circ}\text{C}$ ——不要以为不过区区 1 到 3°C ，这在大气物理学家看来是一个不得了的数据——全世界平均温度不过上升了 0.6°C ，就足以引发有关“全球变暖”的恐慌。

经历了 60 年代对于珠峰气候规律的熟悉过程，从 1975 年开始一直到八九十年代有关珠峰的历次考察中，天气系统均由高登义带队。对于“背风波动”效应的发现是在 1980 年那次考察中观测到的。所谓背风波动，是指当风漫过山顶，在山的另一侧气流必然下沉。如果飞行员不具备这一常识，不小心接近了背风波动位置，后果将不堪设想——确实，90 年

代中期在珠峰附近，一架“黑鹰”直升机不幸失事，机上人员全部罹难。事后高登义奉命调查失事原因，查阅过当天气象记录，是偏西北气流经过，飞机当时正处在背风波动中。那是一个非常优秀的驾驶员，只是由于缺乏这类特殊经验，当他感到气流压力时，按常规操作，结果未能拉起飞机，撞在山上了。另一个教训发生在1990年。日本人乘热气球横穿喜马拉雅行动中，特邀高登义做气象预报。日本人把起飞地点选在希夏邦马峰东南方向，高登义赶忙劝阻，说这正是背风波动下沉地区，应把地点改在希峰西北。那位曾保持了世界热气球飞行最高最远纪录的日本探险家不接受规劝，自信地说，高先生，气象你负责，选点我负责。结果不幸被高登义所言中，按正常情况几分钟内热气球便可升到珠峰的高度，但这一次处在下降风中，整整花费了45分钟，耗用了一罐燃料才升了起来。这就注定了燃料与风速都不能使他按原计划到达目的地，飞行400公里后被迫下降。由于过分加热，最终气球被烧坏，人被烧伤，摔伤。高登义他们立即与总参和外交部电话联系，从尼泊尔联系了两架飞机，仅用了7个小时，就把日本探险家们救到了尼泊尔。

这一系列教训，无不证实了科学研究的重要性。

言归正传。正是由于气象组的日夜强化监测，基本上摸清了珠峰地区天气变化规律，成功地捕捉到春季最后一个好天气副期，使大本营指挥部下达了突击顶峰的命令，登顶一举成功。这中间还有一个插曲，当高登义他们预报了5月26日至28日的好天气之后，又接到来自北京的消息：中央气象台预报，珠峰地区今年雨季将提前，5月7日以后没有好天气，登山队务必于此此前登顶。这一下可炸了锅，究竟哪个对哪个错，气象组紧急动员起来，反复研讨，并走访了当地有经验的群众和气象工作者，最终做出了一个大胆判断：根据今年气温低、温度回升晚、气压偏高以及牧草出苗返青迟等多种





征候，断定今年雨季较之去年要推迟，5月下旬必会出现好天气。意见坚持正确。

后来在80年代南迦巴瓦峰登山科考中，高登义独自承担了气象预报工作。对于山地气候驾轻就熟的把握，使他获得了“气象预报诸葛亮”的荣称。那一次他预报得最为成功，长、中、短期：从3个月到10天甚至到20分钟以内，几乎屡试不爽。听到赞许，高登义就说，这是运气好，预报准确是很难的，也许下一次就不准啦。

在5月下旬最后一个好天气周期里，5月27日凌晨，当气象组报出“一等天气”时，大本营向8600米处的突击营地发出了最后一道命令。登山队九勇士向着峰顶迈出了历史性的一步。那时东方天际朝霞喷薄，金字塔般的峰顶金光灿烂。下午2点30分，中华民族九勇士——潘多、索南罗布、罗则、侯生福、大平措、贡格巴桑、次仁多吉、桑珠、阿布钦，屹立在地球之巅，五星红旗在珠峰绝顶处高高飘扬。喜讯通过报话机传达到大本营，又从大本营传播到北京，全国上下迅速传遍了这一喜讯。举国欢腾中，9位英雄仍在珠峰顶端狭长的冰雪坡上工作着：测积雪深度（海拔高度需排除积雪厚度），埋下3米高的红色觐标（供山下测绘用），潘多则静静地躺在雪地上，忍受着透入骨髓的严寒，为山下的高山生理组提供心电遥测——世界第一份最高峰上登山队员心电图被成功地获得。

此后，凡到达世界第一高峰之巅者，必与觐标合影以作证据，而全世界的地图上全都以中国人精确测量的8848.13米更换掉早先由英国人草测的8882米。这是中国登山界与科学界对世界所做的重大贡献。

为时多年的考察，珠峰地区近5亿年来的时空沧桑大致清楚了，各学科均建立了有关这一地区较为完整的框架序列。

对于世界第一高峰地区认识的逐步深化，除了它在青藏高原形成演化基础研究中的重要意义之外，另一成果，即开发利用自然资源的应用方面，也取得了相当的成绩——为珠峰自然保护区的建立奠定了雄厚基础。

现为国家级保护区的珠峰自然保护区的建设，可以追溯到1985年。其时尼泊尔王国已在珠峰南侧建立了萨迦玛达国家公园，并被列入世界自然遗产名录。这一年，比兰德拉国王的哈佛大学同学，美国西弗吉尼亚高山研究所所长丹尼尔·泰勒博士，应国王之请，乘坐直升飞机视察这个国家公园。当他的视野随着大面积的原始森林跨越国界，一直延伸到中国境内，不由得萌生了一个想法。对尼泊尔，他建议将该国家公园向东部扩展；对中国——他找到当时工作在设于尼泊尔的国际山地中心的李文华教授，询问中国方面对于在中国境内建立珠峰保护区的愿望与可能。李文华教授将这一信息传达给西藏有关部门。第二年，泰勒应西藏自治区人民政府之邀来珠峰地区进行了初步考察；1989年，同属于这一机构的美籍华人苏君玮女士再次来访，并与西藏方面进行了实质性接触，正式签署了为时12年的合作协议书。同年，西藏自治区珠峰保护区工作委员会成立，日喀则地区及珠峰地区4县有关管理机构相继设立，以李渤生教授为首的专家小组在进行了为时两年的可行性研究的基础上，提交了《珠峰自然保护区总体规划》。珠峰自然保护区各项工作开始启动。

陈述这一过程，旨在表明珠峰自然保护区从一开始就体现了中外合作的精神和高起点特色：政府部门的参与和支持，国际有关机构的资助，中外科学家的协作，最终由珠峰地区所在地政府和人民群众共同致力完成。

珠峰自然保护区南起与尼泊尔交界的国境线，北至雅鲁藏布江(吉隆县境内)和藏南分水岭(定日县境内)，东以拿当曲与哈曲分水岭，朋曲支流—雅鲁藏布江与吉布下游分水岭，





彭作浦曲与拉冬扎乌河分水岭为界，西抵阿母嘎曲、瓮布曲与桑卓曲、希哟得藏布分水岭。33819平方公里的保护区内，横贯喜马拉雅山脉最高部分，全世界14座8000米以上高峰有5座分布于本保护区：8848米的世界第一高峰珠穆朗玛，8501米的第二高峰洛子峰，8470米的第四高峰马卡鲁、8153米的第七高峰卓奥友和8012米的第十四高峰希夏邦马。珠峰自然保护区行政区划为日喀则专署定日、吉隆、聂拉木、定结县4县所辖。保护区内现有农牧人口6.5万人，耕地面积13.7万亩，林地面积190万亩，已利用草场670万亩。由中国科学院和西藏社会科学院及自治区有关部门、日喀则地区组成的专家组，所起草的20余万字的《总体规划》，集中体现了多年来对这一地区的研究成果，是一份有关珠峰地区自然与人文相结合的重要文献。规划概述了珠峰地区的地质变迁、地理地貌和生态系统；历史沿革、社会与经济概况，文化传统与文化遗产，评价了珠峰自然保护区的重要价值。

那位1970年毕业于北京大学即被下放到河北北部高原，当过放马人，参加过穿越羌塘壮举、领导过雅鲁藏布大峡谷越冬考察、参与过西昆仑—喀喇昆仑考察的当年的“牦牛”李渤生教授，代表了青藏队，以新的姿态，进入了珠峰全新意义的历史时期。作为珠峰自然保护区专家组组长，他主持了此次的考察和规划工作，为珠峰自然保护区的建设立下了第一功。1996年，再度受命主持了《珠穆朗玛峰自然保护区生态旅游总体规划》工作，任中外联合专家组组长。中外联合专家组中方专家除李渤生教授外，另两名国家级专家是中国旅游学院的王兴斌教授和清华大学建筑学院的赵炳时教授，西藏地方还选配了5名地方专家；5名外方专家为国际旅游资源咨询中心莱丝·克拉克先生和丽沙·奇奥格耶女士、美国西弗吉尼亚高山研究所的温迪·布鲁尔·郎玛女士、建筑专家威廉·森波先生，手工艺品专家肯尼斯·尼克森先

生。这是一项具有国际水准的规划工作。中外专家联手，优势互补：既有外国专家所带来的来自世界的最新信息和先进经验，又有中国科学家数十年的科学考察积累，以及藏学家们对于本地历史与文化的深入了解，已经启动的珠峰自然保护区工作同时为生态旅游规划的制订提供了基础和依据。《规划》特别强调了以减轻贫困和激励自然与文化资源保护为目标，以可持续发展为指导思想，鼓励当地群众参与意识并从旅游业开发中获益。外国专家对于规划的参与制订，提供了新思路的同时，以第三世界旅游业发展的样板尼泊尔为参照，从新的角度和高度对珠峰乃至西藏的旅游业优势、现状和存在问题、对保护区内旅游业设施建设和相关产业：家庭旅馆、餐饮业、手工艺品生产和营销策略等提出了一系列建议和忠告。

珠峰自然保护区作为西藏通向世界的窗口已经开启，一个新的增长点正在呈现。保护区富有成效的工作为全藏10多个自然保护区的管理提供了样板，并为全藏范围内的生态旅游业的即将展开积累了经验。而李渤生教授正在继续深入雅鲁藏布大峡谷，将把珠峰保护区的管理与生态旅游的概念运用于这一同属于国家级保护区的建设，为世界第一大峡谷制订一份规划。

据《北京青年周刊》1998年3月24日第12期（总第142期）《霍金预言未来世界100年》报道，被誉为“爱因斯坦以后最伟大的物理学家”的斯蒂芬·霍金，作为在白宫为迎接新世纪到来而举办的“千年晚会”嘉宾，以他因残疾而用计算机模拟的特别声音，为世界和人类描绘了一幅未来百年的生活图景——大至宇宙小至牙齿，从经济状况到通信技术，太阳能发电，海洋资源开发，克隆技术的实际应用，超现代农业，对于精神生命的揭示以及对生命史的可能破





译……乐观的描述中依然存在的忧患阴影：环境的污染，成千上万物种的消失，暴力与犯罪，以及战争的威胁。

霍金预言：技术的发展还将使在恶劣的地球环境中生活和工作的许多问题得到解决。南极洲和北极地区的人口将不断增加，现在还难以逾越的珠穆朗玛峰在下个世纪将成为一个著名的旅游景点，峰顶上甚至可能建造豪华宾馆。

与这一点相关的似乎是，这位科学家同时预言了21世纪人类生活方式的改变：在“地球村”里，人们在因特网构建的“虚拟城市”中过日子。这固然可以提高工作效率，极大地方便日常生活，但由人类的天性所注定，未来愈益数字化的生存环境促使人们更加向往和亲近纯粹大自然。

这一迹象从20世纪的下半叶已初露端倪。在不久的将来，诚如科学家所预言的那样，地球顶极的青藏高原—珠穆朗玛将作为生态旅游的热点，格外引人注目。

第 14 章

现实关怀： 为了阳光与雪风下的这片热土

贯穿半个世纪青藏研究的一个优良传统：为地方经济建设服务——一段佳话：青藏队与西藏的缘分——为西藏“一江两河”综合开发设计蓝图——再一次走向藏东三江流域和尼洋河流域——拉萨河谷的现代农神——青藏北部的现代牧神——高寒草甸生态系统实验站——不畏艰苦、忍辱负重、不计报酬、但求贡献的“牦牛精神”——钱学森曾有言：要把西藏建成国家的乐园

青藏高原，大部分荒寒干旱地区是人类生存接近极限和超越极限处。它只以有限的河谷低地和高寒牧场，养育着人类中一个坚强和耐苦的群体，一个从事农耕和游牧的民族，一个自成体系的文化传统。

曾用双脚丈量过的大高原呵，以怎样魅力和亲和力，吸引着一颗颗历尽沧桑的心。是这里的山川土地，拱手相送了如此丰厚的资料信息，是这里军、地、各族人民，旷日持久



青 藏 苍 茫

地提供着热情无私的支持。几十年间那些难以忘怀的野外考察的日日夜夜、月月年年，已化入生命，铭刻于心。一批魂系青藏的老队员们就这样选择了最佳回报方式：投身于西藏的经济建设，以多年科研成果的丰富积累奉献于西藏现代化大农业。

80年代末期开始，青藏高原综合科学考察队分赴两个主战场：以基础研究为主的一支继续昆仑考察，并承接国家攀登计划青藏项目，向着探索自然奥秘更为深广和高峻的领域进军；另一支，以我们已经熟悉了的可敬的老青藏章铭陶、韩裕丰、张谊光、李明森、关志华、陈传友、谭福安……一群，则走向了一江两河（雅鲁藏布江、拉萨河、年楚河）、尼洋河、三江流域（怒江、澜沧江、金沙江），为横贯西藏南部的农牧区综合开发设计宏伟蓝图。

1996年，为三江流域综合开发所进行的科考活动。图为海拔4700米的左贡县沙益乡通往澜沧江的高山垭口上。路不通，骑马前行。前骑马者为韩裕丰。



章铭陶教授率队走向了归藏的江河谷地，农旧牧场。这位水利专家、地热专家，在青藏科考后期的身份，一方面是青藏队常务副队长，一方面是超越了具体专业的区域开发专家。而且，他最终把自己定位在区域开发事业的岗位上，定位在学科研究与生产建设相结合的实践中。这一定位，可以说是必然走向，也可以说是有意选择。追溯起因，30岁年纪的章铭陶就做过一件令他终生为之感动并引以为自豪的事情。

云南省元谋县地处横断山脉云贵高原段。1965年的章铭陶，参加中科院自然资源综合考察委员会组织的“南水北调”队第一次来到元谋。这个以出土过元谋古猿化石而名声昭著于全球的县份，此际缺乏的正是远古的诗意和浪漫，面对的是现实的艰难：因为缺水，土地贫瘠，人民贫困。章铭陶满目焦灼，心中叹息，开始了跋山涉水的实地踏勘，设计了全县水利改造方案，次年提交给当地县委县政府。

随之而来的文化革命使百业俱废，一个小小的水利方案没了下文也在当时的情理之中。一晃许多年过去，1981年春节期问，即将奔赴横断山区的章铭陶，忽然从收音机里听到一则新闻：元谋的蔬菜行销北京市场！章铭陶闻言跳了起来，不敢相信自己的耳朵，不能把干热河谷与远行的新鲜蔬菜联系起来。不久后他重登横断山，便一头扎进元谋县，直奔水利局老局长家，想要证实这一消息。

退了休的老局长笑呵呵地握着章铭陶的手：不错，正是你当年的水利方案！不错，元谋全县已实现了水利化！老局长感叹一番：当年的老县委书记拿这份方案当宝贝，文革中受冲击，遭批斗，兜里还揣着它呢！所以呵，文革后期刚一“解放”，恢复工作的第一件事，就搞“复辟”——兴修水利。请跟我来——老局长陪同章铭陶来到县城中心的十字路口，指点一幅彩色图画。你看——

章铭陶不禁热泪盈眶：当年自己亲手绘制的水利规划图，





利用地下热水区
在海拔 4300 米的羊
八井建起的蔬菜温
室。

已被放大，用油漆彩绘在一面大墙壁上。那本意无疑是为激励元谋人民艰苦创业精神，但对章铭陶来说，何尝不是同样的激励和鼓舞呢！

看来早年的章铭陶就已具备了这一“基因”：以地方需要为职责。所以后来的西藏地热考察的同时，就设想着地热的开发利用，并且为拉萨带来了光明；在阿里的热布加林沟，他完成了西藏第一个农业区域开发规划；横断山脉考察中突出了应用研究课题，造福当地；80年代末期之后，则是全力以赴地投身于西藏的生产建设之中了。

说起在西藏所做的第一个农业规划，还有一段故事。阿里扎达县的热布加林沟，海拔在4000米以上——西藏地区也像全国一样，农作物生长上限西高东低。在藏东的昌都，青稞只生长到4100米，在西部阿里则上升到4300米左右。曾

在古代繁盛一时的阿里，现在地广人稀，有大量闲置土地可资利用，农业开发很有潜力。1976年，阿里分队来到狮泉河，章铭陶承担了古格王宫遗址所在地扎达县境内热布加林沟农业开发的规划任务。起初，队长孙鸿烈给章铭陶派了三名助手，都是阿里地区支援的刚出校门的大学生。后来考虑到农业组需要，打算抽去一名。这下章铭陶急了，找队长大闹一通，扬言人手不够，不干啦！此时全队人马正在整装待发，孙鸿烈也生气了，说一声不干拉倒，坐上车扬长而去。途中在噶尔县午餐时，队长主动向他打招呼，他故意视而不见。孙鸿烈笑起来了，上前拍拍那位负气者的肩膀，和蔼地说，是我不对，不该发脾气。这样吧，我去给你跑尺子（搞测量）吧。就这一句话，化解了全部怨气。章铭陶不好意思了，带着两名助手欣然前往热布加林沟。

章铭陶在青藏队的外号叫“骆驼”，是指他的抗旱能力强，可以一天到晚不喝水；还比喻他格外吃苦耐劳。这是一个工作起来不要命的人，两个助手也就跟着玩命地干，在扎达干燥的风沙中，刺目的阳光下，跑尺子，看镜子，画图纸，一干就是20多天。两个助手之一的杨松，从大学毕业进藏第一天起就和青藏队结下了不解之缘。一个戏剧性的情节是，阿里分队沿黑阿公路，杨松等进藏大学生们沿新藏公路，同赴一个目标，同一天下午到达，在狮泉河城外相遇，随后又一起参加了阿里人为他们举行的同一个欢迎晚会。杨松报了到还没上班呢，就做了青藏队的编外队员，出发去热布加林沟。那一次他学会了测量和制图，成了狮泉河小有名气的专家了。后来凡有哪个单位盖房子搞工程，必请杨松去指导。后来杨松当了阿里地区计委主任，后来调拉萨担任“一江两河”中部流域综合开发办公室主任，再后来当选为西藏自治区人民政府副主席，主管农牧业，多年来一直请青藏队做高参，搞规划；当他兼任了昌都地区地委书记之后，把本地三江流域





综合开发提上日程，规划者仍然是当年耳提面命教他搞测量的老师——章铭陶。青藏队与杨松不离不弃的缘分，也就是青藏队与西藏息息相关的缘分，这一缘分伴随着西藏现代农业的发展进程，可算是青藏研究事业的一段佳话。

许多年后，鬓发斑白的章铭陶教授依然走在西藏现代农业的先头部队中，走在喜马拉雅与冈底斯—念青唐古拉山脉之间的谷地上，走在他当年为之命名的喜马拉雅地热带上。雅鲁藏布江作为这一地带的中心，时而平缓、时而湍急地东向奔流，两条重要支流年楚河、拉萨河相继汇入，使得江面骤然开阔。这个东西直线距离长约540公里，南北宽约220公里的河谷地带，被称做西藏的“一江两河”中部流域地区，是西藏主要农区所在，一向被誉为西藏的精华地区——金三角。这个地区平均海拔高度仅有3600—3900米，年平均气温在7.5℃左右。虽然总面积不足全西藏的6%，但人口却占西藏总人口的1/3还多。至于生产能力也很可观：约占西藏总耕地面积不足半数土地的作物，则占去全西藏粮油总产的一半以上。根据优势地区优先发展的战略决策，由西藏自治区人民政府提出，经国务院批准，自1991年起至2000年，国家在西藏一江两河中部流域地区进行农业综合开发建设，静态投资为10亿元人民币，实际投入后来达到22亿多元。这一综合开发工程成为西藏农牧业开发建设史上投资最多、规模最大、历时最长，并涉及多部门、多行业、多学科的系统工程。

青藏队数十年的表现，格外令人信服和信赖。加之几十年丰富的科学积累，明智的西藏决策层选择了一条最佳途径，一条事半功倍的捷径：特邀中科院青藏科考队担任这项工程的总设计师。总体规划责任重大，关乎全局。

时任西藏自治区人民政府副主席马李胜，抓住一个青藏队不放。他看得很明白，就像西藏待开发的资源那样，青藏队也是西藏的一笔宝贵财富。他频频与青藏队接触，找孙鸿

烈谈，找章铭陶谈。每谈一次，委托一项新任务：第一次说，请帮助我们搞一个一江两河综合开发的总体方案吧；第二次又说，还有艾玛岗和江北农业开发区两个方案；第三次，再提交一个尼洋河吧，尼洋河流域资源开发与经济发展综合规划。青藏队每每应召而来，每一次都让西藏地方满意。做一江两河工程规划，队长孙鸿烈任顾问，常务副队长章铭陶、副队长韩裕丰带队，陈传友担任水利总工程师，还有关志华、李明森、谭福安一批青藏老将整装上阵。1991年那年，青藏队40多人兵分三路，马不停蹄，把70年代反复走过的雅鲁藏布中部流域再一次走过。外业调查，资料搜集、研讨咨询、学习借鉴、论证分析、综合平衡，到最后的评议审查，青藏队率领西藏区内外上千人进行了这项描绘蓝图的工作，共编写文字百余万，绘制图表上千张，整整一年的苦干，第二年，1992年春季，规划设计工作完成，向西藏人民交了卷。

此时，这批老青藏都是五十几岁的人了，但较之当年，精力不减，热情犹浓。出野外说走就走，并且和年青人一样的动手动腿。章铭陶这位大学时代的合唱团总指挥，如今指挥起山川林田的恢宏交响乐。时隔多年，章铭陶回到他当年为寻找地热，曾饥寒交迫地度过那个中秋之夜的南木林的土地上，重操旧业，在艾玛岗的荒滩上架起测量工具，亲自勘测画图——事后有人曾调侃他，说你这位老教授呵，还亲自看镜，太掉价了吧，那都是学生和助手们干的事嘛！

艾玛岗在藏语中是一个感叹词——啊！这么一大片地方啊。这么一大片地方的艾玛岗，是地处雅鲁藏布江畔的一大片荒芜之地，说寸草不生也许并不过分，因为能够稀疏生长于此的，只是格外耐旱的狼牙刺。艾玛岗作为农业综合治理开发的第一个项目，拉开了江河地区农业综合开发的序幕。第一期工程自1991年启动，1993年完工，昔日荒凉而辽阔的江边滩地，如今田成方，林成网，渠相通，路相连，实现了





1994年7月，张谊光（右二）陪同孙鸿烈院士（右一）到艾玛岗农业综合开发区参观。



园田化。几年来，艾玛岗开发区已进入良性发展，年年增产增收。1996年较之开发前的1990年，粮油总产、农村经济总收入和农牧民人均收入均翻了一番还多。农民盖起新房，加工业从无到有；艾玛岗盛产土豆，出现了土豆最高单产6000公斤的奇迹。拉布村强巴家的三兄弟，那一年生产土豆5万斤，仅土豆一项，年收入近两万元，购置了一台东风车。

作为农业综合开发的样板，艾玛岗经验正在一江两河地区推广和全西藏推广。一些国际组织的官员和专家也来艾玛岗参观，不由得称道不已。1994年6月间，联合国粮食计划署的专家来访，询问起有关设计、建设和管理三个方面，一连用了三个“OK”表示赞许。

艾玛岗农业开发区的建设者们说起章铭陶他们，就像说起自家人那样亲切；在小江当地方也是。由章铭陶、韩裕丰设计的小江当农业综合开发区如今也已大见成效。这是日喀

则市一个沙化较为严重的地区。明智的西藏人又邀请来中科院兰州沙漠研究所在小江当工作了三年，进行以治沙为主，开展沙地高效农业的试验，为一江两河地区沙漠化综合防治提供技术和创造样板。三年间共围封沙漠化土地面积 1690 亩，封育区内配套路、渠、林网，流沙结束了流浪，安静地覆被在人工的林木和灌丛之下，空前地生长起春麦、玉米之类农作物，葡萄、草莓、西瓜与花卉等经济作物。五彩缤纷的花朵由于紫外线作用格外鲜艳；西瓜品质高于内地，红沙瓤，蜜一样的甜，亩产可达 4100 公斤。1997 年在江当乡推广地膜西瓜 120 亩。藏族百姓第一次操作起种瓜技术。沙漠所的专家们还为当地培训了一批技术人员，先后有 500 多位农民参加了示范区各项技术的训练，掌握了一定的流沙治理、草地改良、沙地高效开发的理论知识和实用技术——在西藏工作的中科院科技人员个个都是好样的，沙漠所江当工作组被评为先进集体。

一江两河中部流域综合开发工程利在当代，功在千秋。8 年过去，雅鲁藏布光裸的两岸披上碧绿的桤柳林带，如同美丽的翡翠项链环绕；年年呼啸而过的大风沙在新



张谊光1989年参加“一江两河”中部流域综合开发规划，在半年的时间内他跑遍了 18 个县的地方。图为他在江孜县田间向藏民了解青稞生产的情况。



生的绿色屏障前止住了脚步；清清渠水流过干旱已久的农田，新近修建的水库和提灌站的水泥建筑上挂满经幡，表达了当地百姓由衷的感激和祝福——祖祖辈辈的祈盼包含了新的内容，现代农业的美好前景成为新的图腾。

从一江两河规划工作开始，一发而不可收地，西藏自治区人民政府接连邀请青藏队这原班人马进行了林芝地区尼洋河流域资源开发与经济发展综合规划，昌都地区三江流域农业发展综合规划。韩裕丰重新置身于尼洋河畔的深山密林中，章铭陶再一次瞄准了藏东三江流域的高山深谷。不过这一次的使命和意义与当年略有不同——这是一个把曾经走过的地方再走一遍，把当年考察时曾考虑过的有关资源开发的梦想付诸实施的过程。具有30多年区域开发经验的章铭陶教授，望着这片自60年代开始就以自己的双脚无数次踏过的山地，满心盘算着未来蓝图：有关土地利用的、能源水利工程的、农牧林的和乡镇企业的等等综合开发的前景；从青藏队出队第一年起就与林芝地区结缘的韩裕丰教授，联想得深入细致：森林应当合理开发，采伐更新结合，杜绝短期行为。出售原木委实划不来，要搞深加工。迹地更新的速生材高山松可做造纸原料，纹理好木质硬的高山栎加工成地板格。林芝全地区年产野桃500万斤，可惜只做牛饲料，应该作为绿色食品开发。林芝盛产核桃，应该开辟一个木本油料基地……

规划工作使老青藏们深感荣幸和欣慰。他们所从事的专业本就与生产应用密切相关，而今那么多年千辛万苦得来的资料不再束之高阁，正当其时地被接纳，被使用，焕发出原本所具备的价值光彩和新鲜生命力，可真是苦得其所，乐在其中；对于以发展西藏为己任的科学工作者来说，还有什么能比亲眼看到自己亲手设计的蓝图变为现实、成为西藏一道道壮丽的风景线更值得自豪和欣慰的呢！

就这样，头也不回，无怨无悔，青藏队的一支就这样收拢了曾翱翔于天际的双翼，落脚在了这片阳光与雪风下的热土，转向了现实的关怀。不是没有其他选择，属于个体的科学生命只有一个；青藏研究那么多年来提出了那么多诱人的理论问题，每一问题都使人引颈向往，都需要一生一世的交付。年逾花甲的章铭陶犹自壮心不已，他是国内研究斯文·赫定的专家，他与瑞典人合作进行的课题“斯文·赫定在西藏的大自然遗产”那时正在进行；他还打算研究3000年来人类活动尤其是工业革命几百年来对于气候环境变化的影响；同时他对万年以来气候环境变化与人类社会荣枯兴衰之关系也深感兴趣……可是每当听闻西藏召唤，他总是毅然放弃手头的一切，立即奔赴——有所为，必有所不为；某种选择的同时，意味着对于另一些的舍弃。

追本溯源，事实上，为生产建设服务的指导思想，贯穿了半个世纪以来的青藏研究事业。作为一个良好传统，伴随着科学空白逐一消失、资料渐丰以及学科发展的全程。青藏队对于青藏高原自然资源评价和相关生态保护、开发利用的设想建议曾一一被提交。从土壤专业起步、最终成为青藏项目首席科学家的老队长孙鸿烈，一直以西藏发展为己任，在自然科学基础研究的同时，历来倡导生产应用课题的研究，主张为西藏多做一点事情，并“务必让西藏地方满意”。身体力行，他撰写了有关西藏土地资源开发利用等方面的文章，提供发展战略建议，并担任了西藏自治区人民政府特聘环境与发展首席顾问。而今他正指导着他的两位博士生承做西藏的可持续发展指标体系课题，传承有人。

这一传统由来已久。抗战时期的孙鸿烈，就随一批科学家颠沛流离在大后方的重庆“难民村”中。无论外部环境如何不堪：战乱，因战乱而来的困苦赤贫，科学家们仍未中止他们的科研，仍是一天到晚的“土壤肥料”，这给孩提时代的





孙鸿烈留下了终身不泯的记忆；甚至还来自家族血缘的遗传基因。从孙健初先生所写《黄河上游之地质与人生》这一题目，足以见其关怀所至。地学与人生——人民的生存环境，人民的生活状态——本就息息相关。在面向大地的研究中，如何能够忽略对于人生的注视。而我们的土地又是怎样的土地，我们的人民又是怎样的人民！对于国运民生的关注，作为中国知识分子爱国主义传统的一个组成部分，具有深厚的道德基础。

这一传统的体现——从五六十年代拉萨，日喀则等地的农场建设，到七八十年代藏东南和喜马拉雅沿线一带林区自然保护区建设，到土地利用、水能、地热、矿产和畜牧业格局及生物资源的开发，到青藏公路—青藏铁路的先期勘察，无不生动体现着一代代青藏考察队员的艰苦奋斗无私奉献，心血乃至生命已渗透西藏大地，融入西藏当代生活中——西藏藏族人民，青藏高原各族人民如何能够忘怀！

这一现实关怀体现在攀登计划中，吸纳或新建了三个野外定位观测站：（西藏）拉萨农业生态试验站、（青海）海北高寒草甸生态系统定位实验站、（四川）贡嘎山高山生态系统观测试验站。八五攀登期间由李文华院士总负责，九五期间由年轻人欧阳华博士负责，属于青藏项目第四课题“青藏高原主要类型生态对全球变化的贡献与响应”。三个站承担着双重使命，兼及基础科学研究应用基础研究作为独特的地理单元，青藏高原的光能、温度和水分条件及其组合与同纬度低海拔区域迥然有别；高原生物经过漫长的自然选择和适应，与环境形成复杂的有机统一体；高原麦类一季单产居全国之冠，林木生长速度超过大兴安林区，牧草营养物质含量丰富，热量高，家畜育肥速度快，生物分布海拔上限远高于其他地区……为什么？这一切都亟待用生物进化与适应、生态系统结构与功能和生理生态的理论和方法进行长期、深入的定位



拉萨农业生态试验站第一次在拉萨河谷大面积种植玉米成功。图为引自东北农业大学的东农249杂交玉米。

观测研究，揭示奥秘探索规律，在建立高原农牧业生态系统优化模式的同时，将基础理论与当地生产相结合，为西藏自然资源的综合开发和持续利用，为高原农业稳定、持续和高效发展提供科学依据。

青藏队老队员、农业气象专家张谊光教授承担了筹建拉萨农业生态试验站的任务。与章铭陶风格大不同，张谊光是一个不擅言谈和交往的人，只在忧郁的眼神里透露着一份殷切。这种性格禀赋，于他的研究工作倒也无妨，只是难为了需处处与人打交道的筹备工作。从拉萨到日喀则，到处寻找站址，拙于辞令的张谊光勉为其难地游说，与地方上屡谈不妥。正在犯难之际，幸有西藏军区闻讯赶来，如获至宝地把这群科学之神迎请至拉萨以东20公里处的部队达孜农场，1993年3月，“中科院拉萨农业生态试验站”正式挂牌成立。

拉萨生态站无疑是当年白马雪山三年定点观测的扩容和深化。张谊光辛勤地躬耕在拉萨河谷的沃土上，从早春到晚





青 藏 苍 茫

秋。由农场无偿提供的试验基地，被高高低低的各种各样的庄稼、牧草和林木所分割，一抹抹青绿，一片片花海，一群群接踵而来的参观者……新落成的房舍院落提供了良好的工作和生活条件，中科院为之配备了50多万美元的先进设备，具备了接待国内外合作研究者的能力。除拉萨站的17位科研人员外，在每年的作物生长季，都有来自国内各科研机构、大专院校的专家们在这里从事科学研究。国际合作刚刚起步。与拉萨站达成了合作意向的有瑞典、丹麦、日本、美国、加拿大等国，其中有些国家已开始了预研究。

在农作物优良品种培育、示范和推广方面，几十年间西藏地方军——前身为七一农场、现在的西藏自治区农业科学院一直是一支活跃的力量。所以在这一方面拉萨站是一个参与：优良品种的推广涉及自治区农业布局，拉萨站作为一个试验点，参与了西藏农业科学院的多点试验、联合攻关。5年来，拉萨站共引进作物品种127个，牧草品种近百个，优良树种38个。西藏传统作物中，并无玉米品种，拉萨站引进了多种甜玉米，经地膜覆盖连续三年稳定成熟，籽粒亩产达到400公斤；把新鲜的玉米棒子分送给附近的农民，数量不多，每家只分到两个。而农民如此喜欢它，尤其爱吃生玉米，给乡村增添了一种新口味。玉米的引进主要为解决河谷农牧结合问题，解决饲料问题。其中分枝玉米秸秆单产可达1.2万公斤，是理想的青贮饲料，而籽粒可作能量精饲料——也将给家畜增添新口味。在新口味之上，更有新意义在。

说起春小麦高原602这个品种在西藏的推广，还有一段故事。建站之初，张谊光教授向全国各地兄弟单位写信求援，远在西宁的周兴民教授立即推荐并寄来这一品种。高原602本是中科院西北高原生物所育成的优良品种，因其蛋白质含量高，产量也高，曾获国家大奖。推广到全国各地，反映普

遍很好。收到种子，当年小区试种，亩产千斤以上。第二年推荐给附近桑珠林乡两户农民试种。有心计的农民悄悄地把一部分种子磨来吃了，一尝口感相当不错，方才放心地把其余的种子播了42亩地，产量较之其他品种提高了60%。春小麦高原602，产量高又好吃，这消息不胫而走，到第三年，大家争相来到拉萨站要种子；第四年，西藏农科院决定在农区大面积推广这一春麦品种。

引进品种一般需要三年的试验周期以决定取舍；而优良品种、科学种田的推广工作则需要更长一些的周期，谨慎的农民迟早会择其善者而从之，这是一个潜移默化、水到渠成的过程。不限于优良品种和新品种的引进，还有科学的轮作问题，变白色休耕为绿色休耕的问题，等等。这些试验目前都在进行着，玉米、小麦、油菜的轮作示范旨在解决恢复地力问题，新近引进的黍子沉甸甸地低垂谷穗；来自国内外的牧草品种繁多，红三叶，白三叶，苇状羊茅，黑麦草、青海老芒麦等品种，高产优质；还有试栽的行道树刺槐、龙爪槐，毛叶杨等也都表现良好。不仅附近农民常来走动，指点议论，啧啧称赞一番，就是拉萨市邻近县份和山南、日喀则地区各县，也都有人主动前来参观取经；差不多每一位自治区领导都来视察过，进行一番勉励。西藏农校的农、牧、林专业的学生们也每年来这里实习。从这儿，大家看到了未来西藏农业发展的希望之光。小小的，仅有5年历史的拉萨农业生态站，已显现出研究基地、示范基地、培训基地和咨询与桥梁功能的雏形。

攀登计划青藏项目中，拉萨站承担了“青藏高原农田生态系统优化模式研究”。研究方向除上述高产生物物种的引进、筛选、培育及其推广之外，还有属于基础研究范围的高原农业生态系统中结构、功能、生产力及其调控机制；土壤—植物—大气间的能量流动与物质循环；环境变化及其对全





球变化的贡献与响应。中科院的研究人员，包括在读博士、硕士生们每年来站上做课题。其中李文华和张谊光的博士生喻朝庆等人揭示了冬小麦高产的奥秘。以往的常识认为，西藏作物高产是因大气透明度好，阳光辐射强烈，植物光合作用充分。包括中外农业专家也都这样认为。通过连续两年的田间观测所取得的大量数据——这是一些精密而枯燥的数据，是关于光能传导、光量子能量密度、光合特性、光能利用转换效率等的数字和公式。研究结果认为，以往的常识不那么准确，太阳总辐射能量固然高于平原地区，但空气稀薄，二氧化碳密度低，严重影响了麦叶的光合效率，所谓小麦干物质积累并不高于平原地区。冬小麦高产原因则在于生长期长，约长于平原地区的1/3，还在于温度条件适宜，平原地区小麦在高温的中午为避免消耗大于积累，中午停止光合作用，西藏小麦则无需午休。另外西藏小麦叶片直立性好，通体受光均匀也是高产因素之一。青藏高原的青稞和小麦，是全世界分布的最高上限，也分别开创了冬、春小麦和青稞单产的全国纪录。在严酷的自然环境中，长期的适应和演化，使高原作物创造了生命的奇迹。科学家们认为，青藏高原是世界上最有潜力的低纬度高海拔农业区。

如今老站长张谊光已光荣退休，但退休不下岗，欣然接受拉萨站的聘请，继续担任着名誉站长，继续着从早春到晚秋农田里的躬耕和守望。

与拉萨河谷现代农神遥遥相对的，是青藏北部草原上的现代牧神。就像“定点”了的张谊光那样，周兴民教授已在草原上守望了多年。

从事生态系统研究的三个定位站中，资格最老的是海北草原站。它的全称为中国科学院海北高寒草甸生态系统定位实验站。与拉萨站以农为主相对应，海北站更多的面向草原

畜牧业研究，对于青藏高原同样具有普遍的指导意义。海北站奇迹般地动议于文化革命尚未结束的1975年。这一奇迹的出现值得一提。文革中，中科院西北高原生物研究所已“下放”在青海省，老所长夏武平作为“走资派”先是被批斗，后来就赋闲，天天在家读书查资料，当他发现国际科学界人与生物圈(MAB)计划已经启动的消息，遂以智者的灵感萌生出一个念头。夏所长向所里，向省科委建议说，我们应该跟上国际研究趋势，加强人类活动对于自然环境影响的研究，在60年代进行的全省草地资源研究的基础上，进一步对其起源、发生发展、结构功能和动态演化进行研究，要揭示规律，必须定位研究。单学科力量薄弱，要综合研究，最好建一个能够长期进行观测研究的定位站。——历经建国以来20多年的风风雨雨，国家时常根据发展需要，一时强调基础研究，一时又侧重生产应用，夏所长远见卓识，提出这个“以不变应万变”之策：建一个定位站，双管齐下，既有此，又有彼，应有尽有，各得其所。青海地方当即表示支持，1976年，全国第一家生态定位站，就在西宁以北160公里处海北州门源县境内海拔3200米的草原上正式建立。植物、生态学家周兴民教授担任了为时20年的第一任站长，从此，年复一年地往返于西宁—海北风雪弥漫的山道上。

海北站作为当代科学的网络站、开放实验站，经过多年经营已具相当规模，空旷的草原上矗立起现代色彩的实验大楼，和几户牧民的红砖平房颠连一气，在嵯峨的祁连山下，组成了一个既传统、更现代的村落。藏族牧民赵豆嘎里一家承包的5000亩草地是海北站的实验基地，高高低低的供实验用的各种设施分布其上：测气温地温的，测风向风力的，测植物光合生理的，测温度升高对植物群落和生物量影响的，测二氧化碳释放的，测纤维素分解的……在铁皮围起的封闭环境中，观察研究老鼠的家庭结构、食物选择和生活习性；50





青 藏 苍 茫

亩人工草地的各类草种的试种和比较；有关全球变化的前沿课题则是与美国、瑞典合作研究的温度及紫外线增强对于植物生长的影响……

藏族牧民赵豆嘎里夫妇和他们的五个子女，有800只羊、100头牛，他家承包的草场成为海北站的实验场地，他的家庭连同他的牛羊也成为现代家庭牧场、畜群结构优化、能流物流研究的实验对象。当然，他家首先成为草场改良、科学放牧的受益者——模仿站上的轮牧放牧制度以及相关技术，他家也盖起了塑料薄膜封顶的暖棚，冬夜室内温度要比露天棚圈高4—5℃，所以他家的幼畜成活率可达95%以上。

当然，受益的不仅是赵豆嘎里和当地牧民，从门源县到海北州乃至整个青海省，都得益于海北站和生物所的科研成果和先进技术；不仅牧业，还有农业。号称世界每亩小麦最高单产（2064斤）的青海香日德农场，就是中科院西北生物所培育的优良品种“338”；中科院拉萨农业生态站的春



小麦高原 602 品种也正是生物所提供的。

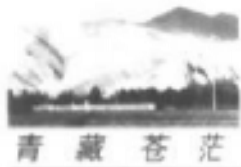
海北站面向青藏高原，一向专注于高寒草甸生态系统基础理论的研究，气候、植被、土壤、动物和微生物，总之是有关这一生态网络中有些什么、为什么、怎么样以及物质循环、相生相克之类相互关系的问题。周兴民教授对于高寒草

海北站所在地的自然景观。



现实关怀：为了阳光与雪风下的这片热土





观测海北站
种植的燕麦草。

甸生态系统研究得尤其透彻。在海北站进行了有关高寒草甸草地畜牧业特点及对策的研究：高寒牧场最优生产结构、优化放牧、退化生态系统的恢复与重建以及虫鼠害防治等系统管理、经济生态应用课题都被列入重要研究内容，其中不少成果已被青海地方采用和推广，取得了显著的经济效益和生态效益。当前，海北站的工作内容中格外突出了草地合理利用和草地畜牧业可持续发展的研究，并极其重视示范与推广这一题目，而这些内容对于西藏来说也具有同样的价值和意义。

周教授认为，草地畜牧业是一项综合产业，它包括了草业、畜牧业和相配套的加工业以及社会和经济条件等，是一项极其复杂的系统工程体系。就草业来说，面临的情况很严峻。青藏高原现有大小牲畜约7000万头只，家畜存栏数较之50年代增长了近3倍；而青藏高原21亿亩天然草地的1/3严重退化，其余草场也处于不同程度的退化阶段，产草量平均降低30%—50%。退化原因众所周知，超载过牧导致优良草种不再占据优势，而家畜厌食的毒杂草却增强了竞争能力；虫鼠害的加剧则是雪上加霜，据调查，青藏高原至少有鼠兔

6亿只，鼯鼠1亿只，每年消耗鲜草150亿公斤，相当于1000万只羊的食量。除与牛羊争食，它们的挖掘行为从根本上破坏了高寒草地以及畜牧业赖以生存的环境。

对于退化草场的恢复和重建实验，海北站的经验是松耙、补播、施肥、封育等措施。以海北站附近盘坡的“黑土滩”为例，从1987年到1993年，连续6年进行以灭鼠为前提的综合治理，当年即见成效，6年后这片已无利用价值的万亩荒滩成为优良牧场，鼠兔退出，其它鼠类也在控制范围之内。从可计算的效益看，6年间累计投入费用为4.68万元，而从挽回牧草和实际畜产品产值计算约为30余万元，投入与产出的比例约为1:7左右。海北站的多年研究和实践表明，青藏高原中部以东地区的嵩草草甸本是放牧演替的顶极群落，经封育改良后可变为更为优良的禾草草甸。

在海北牧区，人工草场建设起步较早。海北站50亩人工草地的实验基地，在20多年间曾引种过数十种中外草种，仅有披碱草、老芒麦、早熟禾、羊茅等少数几种适应，但随着时间的延续，又发现这类多年生种前期生长缓慢，当生长至三四年刚刚茂盛又迅速开始退化——预后不良。而一年生加拿大燕麦、丹麦44等品种，长势好产量高。如在气候较好的地段混播箭舌豌豆，不仅产草量增加、牧草营养高，还可改善土壤成分。因而海北站建议，高寒牧区应缩小多年生，扩大一年生牧草种植面积。西藏牧区的人工种草开始不久，这一建议或许有一定的借鉴意义。

海北站年轻的新站长赵新全博士，是从事家畜营养学、实验生态学、牧场放牧管理方面的专家。他研究了牧草营养的季节动态，藏系绵羊体重的季节和年间变化及其日增重季节变化，结论性的意见为：高寒草甸草地资源丰富，虽因自然条件原因初级生产力水平低，但牧草营养丰富，具有高蛋白、高脂肪、高无氮浸出物，纤维素含量低和热值含量较高





的“四高一低”特点。其粗蛋白含量相当于精饲料的苜蓿。但牧草营养成分季节变化显著。牧草粗蛋白6月份达到最高值，含量达15%，其后降低，10月份降至最低，不足夏季一半，且适口性也差。与此相应的是，经一夏放牧，家畜体重最高值10月达到最大，其后降低，11月进行传统屠宰时已降低许多，至4月为最低值，体重损耗占增重的80%以上。

为此，赵新全博士和他的同事们提出的“海北高寒草甸草场优化放牧方案”早在1989年即获青海省科技进步三等奖。其对策是确定放牧强度，利用两季牧场划区轮牧；加强季节畜牧业，夏季优势多养，冬季当年公羔、6岁以上母羊全部出栏，因当年春季出生的羔羊尚未达到15公斤胴体重（即去除皮毛头蹄和内脏的重量）的出栏指标，还需舍饲到春节前后出栏。按照数据模式，如此运作年出栏可达34%，牲畜周转期可减至三年，以此最大限度地减轻冬季草场压力，提高商品率，增加牧民收入。这一点作为近年间开始加强的草地畜牧业研究和推广工作的重要内容，首先在工作基础好、牧民接受能力强的青北几个地区进行，而海北州几个牧业先进县的出栏率已达28%。

西北高原生物所出色的工作，带动了青海省地方有关畜牧业科研项目的同步进展。1997年，由青海省牧科院院长、家畜营养专家胡令浩研究员领导的研究小组经多年研制获得成功的牲畜营养舔砖投入生产，并获当年青海省科技进步一等奖。营养舔砖的问世，为高寒牧区冬季补饲、抗灾保畜，提高防抗灾能力做出了可贵的贡献。

从青海到西藏的草原上，鼠类横行无忌，为害甚烈，已打破了草原的生态平衡。造成这一不良现象的因素众多，归根结底来自人类活动的影响。例如超载过牧，草场退化；人为捕杀，化学药物灭鼠导致的二次中毒使天敌减少等。多年间对鼠类行为学的研究表明，各种鼠类自有其各自的生态位：

分布广、数量大的高原鼠兔多在地面活动，为逃避天敌袭击，它需要放眼远望的开阔视野，因此它喜欢矮小稀疏的草地环境：这就决定了它必须在放牧后尤其是退化草地上生活。鼠兔虽然只有两三年的寿命，但繁殖率高，每年可生两胎，而第一胎当年即可参与繁殖，那么一对鼠兔每年即可生育子孙50—60只，高原鼠兔的破坏活动加剧了草场的进一步退化，牛羊喜食的禾草类不再生长，杂草类应运而生，于是以杂草类根茎为食，营地下生活的高原鼢鼠大量迁入，推土造穴——本所研究人员多年观察，并做过50只鼠的追踪观测结果表明，每只鼢鼠每年挖洞的推土量可达一吨！——这种鼢鼠的行为方式是个体活动，一只鼠即可拥有一座结构严谨的地下宫殿：仓库、卧室、厕所、育儿室等等，难怪年推土量可达一吨。鼢鼠的繁殖率虽不及鼠兔，但它的自我防卫能力强，大雪灾对于高原鼠兔可说是灭顶之灾，而对于缩在地下且拥有丰富食物储备的鼢鼠来说则秋毫无犯。

喜欢优良牧场的是小个子的根田鼠。一旦退化草场得到恢复（减少放牧压力或人工改良之后），高原鼠兔和高原鼢鼠就将逃离，根田鼠迁入，但专家们认为它的存在仍属于生态平衡允许的范围之内——正是对于老鼠们这些进化适应、活动规律的研究，最终启发了科学家们利用生态学原理综合治理鼠害的思路。

专家们笑说本所是全国的“老鼠中心”。原所长，也是建立海北站的倡导者夏武平先生，就是新中国第一代老鼠专家。抗美援朝时，美国使用生物武器进行细菌战，夏先生曾应国家委托，亲自鉴定了来自朝鲜的鼠类标本。自那时起，夏先生就成了国内外研究老鼠的著名专家，其后这一学科在高原生物所成为强项。

40多年的观察研究，使专家们对于鼠类的认识步步深化，灭鼠方法也从单打一的化学灭鼠提高到生态学综合治理





的高度。曾经有过很长一个时期，由于灭鼠药物选择不当，剧毒药物固然使老鼠猝死，但其严重的副作用不可忽视：天敌香鼬（黄鼠狼）、艾虎及大鸮之类猛禽难免发生二次中毒，小鸟难免误食饵料，一度连海北站的院落里也听不到麻雀啁鸣。不当药物不仅使老鼠产生抗药性，而且毒物存在土壤中，输送到叶片上，牛羊食之发生二次中毒，通过皮肤接触也易使人中毒。为此，专家们潜心研究出一整套化学灭鼠方法：药物选择慢性的、不致产生抗药性的敌鼠纳盐，投饵方式选择地下，设计制造了假洞道投饵机，药物和死鼠在地下，不致产生二次中毒；灭鼠时间选在春季，老鼠尚未生育前数量较少时，可获事半功倍之效。生物所专人负责饵料配方，生产加工灭鼠药，提供给青海的城镇乡村牧场，大受群众欢迎。

采用生态学原理综合治理鼠害，较之化学灭鼠是一大飞跃。专家们根据多年研究成果，提出以防为主，改良草场和放牧制度以调节环境抑制鼠害，根据为害系统采取以生境指数确定不同的防治措施。这是一项标本兼治的系统工程。目前这项工作仍在深入进行，去年，年青的专家苏建平申报了“西部之光”鼠害治理项目，得到了中科院的充分肯定和支持。中科院认为，为害青藏高原畜牧业的大敌主要是雪灾和鼠害，加强对于鼠害综合治理的项目尤其能够体现西部工作特色。就这样，多年的努力使青海省的灭鼠工作走在了全国前列：海北站所在的门源等几个县荣获“无鼠害县”之称。就连澳大利亚等国家的治鼠专家也前来海北站学习取经。

在综合治理的同时，另一新思路也差不多同时产生：变害为宝——变消极灭杀为积极开发利用。现任生物所所长张宝琛研究员依据生物所对高原鼯鼠的多年研究积累和它的生态生物学习惯以及藏医藏药的历史渊源，结合当地牧民用风干的鼯鼠骨熬汤治疗风湿病痛的经验，怀着极大的兴趣研究了高原鼯鼠的药用价值。鼯鼠长年生活在既冷也湿的地下冻土层中，自然

死亡率低，生命力极其顽强，解剖发现高原鼠兔等鼠类可患内脏、关节等多种疾病，而鼢鼠则除少数肠道病外，其他疾病几乎不见。与北京同仁堂进一步的合作研究和临床观察，则证实了鼢鼠骨较之虎骨更为有效的肽类成分。对于风湿、类风湿关节炎等病症的有效率达98%，治愈率达31%，尤其对生存在同一高寒环境中的牧民患者有特效。于是联合开发研制、由同仁堂生产的塞隆骨风湿酒——塞隆是鼢鼠的藏语名称——成为新药政法颁布以来国家正式批准生产的第一个国家级一类动物新药材。这是青藏高原特有生物资源开发研究领域的一项重大突破，不仅在寻找濒危动物（老虎）药材代用品方面做出了贡献，不仅给风湿患者带来福音，同时也为保护草原、牧民创收诸方面带来了效益。去年，在海北、果洛等地共收购鼢鼠骨8吨，若按每公斤60只纯骨计算，大约有48万只鼢鼠为牧民捕获，每只骨架收购价为1.3元，牧民共有60余万元收入，鼢鼠骨的开发真可谓一石三鸟，益处多多。

西北高原生物所成立了“三极生物资源技术开发公司”，经理、治鼠专家王权业副研究员表示：希望把本所鼠害治理、生物资源开发的经验和技术在西藏推广。

综合治理，开发利用，使得海北一带高原鼢鼠数量明显减少。考虑到任何一种自然资源一经人类大量开发必然产生危机，专家们已提醒在某些地区应注意适当保护的话题了。这使得备受鼠害之苦的西藏人听来不由不羡慕不已。

从事青藏研究的一大批出色的科学家，在完成了填补科学空白使命之后，在基础科学领域深入研究之后，又把研究方向锁定在应用研究和资源开发领域，这本身就是一种可贵的献身精神。有所为，有所不为——周兴民教授说，这是中科院的一个指导思想。有所为，有所不为之后还有一句话是：若干年内不考虑诺贝尔奖。





身后是发展中的祖国，面前是更不发达的青藏，无论能为它做些什么，需要付出些什么，我们都甘心情愿，无怨无悔。

5月的海北草原开始步入蓬勃的生长季。阳光铺泻在天地之间，作为海北站标志的铜塑牦牛闪烁着沉稳的金光。人们仰视着这一屹立在坚硬岩石上的形象，从那里看到了青藏精神与科学思想的闪耀。岩石的基座上，镌刻着老一代科学家夏武平先生为海北站题写的“牦牛精神”——

忍处恶劣的条件，啃食低矮的青草，提供浓郁的乳汁，充当高原的船舶。不畏艰苦，忍辱负重，不计报酬，但求贡献。这种牦牛精神，正是科学工作者的追求。在此建站十周年之际，写数语以记之。

夏武平 一九八六年春



海北站牦牛雕塑。

基础科学研究体现终极关怀，生产应用研究则是现实的关怀。差不多一辈子从事青藏研究，对这一地区的熟悉程度更甚于自己的家乡，感情的深厚程度也不亚于对于自己生活的地方，自称为“没有户口的西藏人”。老青藏们每个人都可以谈出对于青藏发展前景和途径的看法，什么是西藏的优势资源，如何开发利用，提倡什么，不赞成什么……写进规划，写进文章，有一些参政议政的味道了。最后，最主要、最鲜明的观点是，许多人力主发展西藏生态旅游，积极主张以旅游业为西藏自治区的主导产业。

回想80年代初，时任国家科学协会主席的钱学森就曾有言：“要把西藏变成国家的乐园。”老青藏们听了很振奋，很受鼓舞，同时多少有些困惑：这乐园的含义是什么呢，怎样去建成呢？这一寻求答案的过程，就像某些童话里的情节——历尽磨难走过漫长的寻找之路，终于找到了金羊毛，或者芝麻开门了。老青藏们说，那么多年过去了，我们才明白，钱老说的是建立自然保护区，是旅游开发，把西藏建成国家公园啊。

青藏队在70年代的藏东南考察之后，就向西藏最初引进了自然保护区的概念，并提出过具体的建议，后经西藏林业部门的努力和科学工作者徐凤翔、刘务林等人的积极推动，西藏已建立大大小小10多个自然保护区、点，大到珠穆朗玛、雅鲁藏布大峡谷中的墨脱，羌塘草原等整个地区，小到某一群落例如林芝的百亩巨柏。保护区面积占全区总面积的40%，为我国各省区比例最高者。除珠峰保护区外，其余保护区尚未建立正规的管理机构，由地方政府代管，但保护区划定之后都起到了一定的保护作用。这一方面出自当地藏族群众朴素的生态保护和野生动物保护意识，一经宣传就更为自觉；另一方面，各级政府都在当地农林畜牧部门设立了专职的林业公安，发挥了重要作用。进入90年代以来，眼见野生





动物明显多起来了，虽然尚缺乏量化依据。

有关以生态旅游为未来西藏主导产业的建议，也具有相当的理论 and 实践背景。举目当今世界，旅游产业迅速兴起。历经 50 年代的起步，60 年代的增长，70 年代的腾飞，在 80 年代之后进入成熟阶段。目前旅游业已成为一项全球性的新兴产业。世界旅游业发展迅速，日益成为许多国家的重要支柱，其战略地位日趋重要。到 1994 年，世界旅游收入占世界贸易总额的 10.1%，超过了石油工业而一跃成为世界第一大产业。国际十几个旅游组织对旅游业的发展趋势进行了定性的和定量的专门研究，结果显示，21 世纪的旅游需求将是人们生活中高速增长的一个组成部分——世界旅游业向着更为可观的方向发展。

在这一背景下，我国成为世界旅游业发展最快的国家之一。据世界旅游组织统计，我国国际旅游收入在全球的排名已由 1978 年的第 41 位升至 1993 年的第 15 位，进入世界十五强之列，成为全球第八大旅游目的地。

西藏具有得天独厚的旅游资源优势。对于全世界而言，生存于斯的生命群体都是地球的顶极群落，来此一游可谓终极体验。

主持过珠峰自然保护区及其旅游规划的生态学家李渤生教授，充分认识到这一优势，他是力主以旅游为西藏主导产业的科学家之一。在他撰写的《试论西藏自治区旅游资源的基本特点与旅游业发展战略》中，详细论述了这一观点。

在这份报告中，李渤生列举了西藏旅游资源的基本特点为：以地球第三极和在人类生存极限环境下产生的高原文化为特色；极品旅游资源高度富集；旅游资源的多样性异常丰富并极具自然性……其中尤以雅鲁藏布大峡谷和珠穆朗玛峰为极品之冠。

西藏是我国最不发达省区，据 1995 年统计资料，全区工

业企业仅有23家，年工业总产值1亿多元。工业废水排放总量为2155万吨，污染物年排放量除汞较多（0.1吨）和含有少量砷、硫化物外，其它污染物如镉、六价铬、挥发酚、氰化物、石油类均为零或近于零。全区水体污染甚微，所以全区江河湖泊几乎均为清洁水体（一级水体），全区水生生态保持着自然本底状态；废气排放量也为我国各省区最低者，空气污染微不足道，是我国乃至世界空气最清新的陆地之一，展现出地球上所能看到的最自然的天穹和最自然的星空，由此而获得“地球上最后一片净土”之称。这一切，对于现在及未来的生态旅游开发提供了世界最佳环境。

西藏自治区人民政府于80年代起就注意到旅游业这一新型产业在国民经济中的位置和巨大潜力，把旅游业确定为西藏自治区的五大支柱产业之一，近年来西藏旅游人数呈现出明显增长势头，尤其是随着“西藏热”在国内的兴起，国内游客骤然增多。旅游业在西藏自治区国民经济中占据越来越大的份额。科学家老青藏们的建议依据了自治区现行政策和本地实际及旅游业发展实际，只是更加强调突出了旅游业在诸支柱产业中的位置：作为第一位，将旅游业置于诸产业之上。看来这似乎仅是个排座次问题，其实不，这是一个全新概念，在西藏国民经济发展格局中将引起一场革命性转变。

倘以旅游业作为主导产业具有可行性、可操作性。首先，是上述国际国内大背景。其次是西藏的实际。以生态旅游为主的依托是几乎遍及全藏的自然保护区。除上述简略表示的极品旅游资源外，重要的文化遗产地尚有阿里古格王国遗址，及其古代以卫星城分布的多处遗址洞窟已在发掘中，藏南藏北都有一些极具自然文化价值、久为当地所知而少为外界所知的景观，例如藏北西部的本教神湖当热雍措，藏北东部的达木天葬台骷髅墙，以及深匿于雪山密林深处，一般人难于到达的神秘传奇之地那如，尼务等秘地；而在藏东南，交通





也方便的措高湖，其景色丝毫不逊于素有世界花园之称的瑞士风光……

西藏大自然已为我们布设完备。踏上西藏高原，就意味着开始了自然之旅、文化之旅和知性之旅——还是心灵之旅。

之所以可行还在于它是别无选择的选择。多年来的实践足以证明农牧产业发展固然尚有潜力，但其局限性无疑，而现代工业发展则是一个不可取性；亟待寻找变输血经济为造血经济新的经济增长点。旅游业作为第一产业的提出，实际上是应运而生的吧。

如果说80年代中期西藏自治区人民政府曾提出过“以旅游为纲”时条件尚未成熟的话，历经最近十几年来对旅游资源的持续发现，自然保护区的相继建立，旅游部门的经验积累以及国际国内旅游产业的迅猛飙升，重新审视西藏的资源、环境、人口与可持续发展的局面和未来趋势，那么，重新将旅游业摆在第一位问题的提出，似乎是时候了。

未来西藏，一个旅游西藏的形象，一个“国家的乐园”。

第 15 章

终极关怀： 青藏高原研究的未来

羊八井宇宙射线观测站——进入国家重点基础研究发展计划，青藏研究的最佳期——寓言式的“该亚假说”——青藏研究项目中有关人口、资源、环境与发展课题研究，现代地理学概念——青藏专家参与国际可持续发展概念的提出——回望青藏高原

在拉萨以西90公里处，有个叫羊八井的地方。在国内它享有知名度，是因那里有一个很大的地热田，有一个大型的地热发电站；在国外它享有知名度，则是因为那里有一个宇宙射线观测站。

羊八井宇宙射线观测站设在念青唐古拉南麓山脚，当雄盆地南端，南北可遥望终年积雪的山峰。那是根据中日两国文化交流协议，由中国科学院高能物理所——亦即参与了地球人在宇宙间寻找反物质行动的那个研究所——与东京大学





青 藏 苍 茫

宇宙射线研究所合作开展宇宙射线的观测研究场所，于1990年创建的。中国方面，除高能物理所外，还有西藏大学等5所高校参与，日本方面则有20多所大学。观测对象是超高能宇宙伽玛射线，寻找伽玛射线源点。这项研究是80年代才兴起的一个高能物理国际前沿热点，这样的观测点在全世界设有10多处，例如日本的乘鞍山和玻利维亚的哈犬尔塔雅山站。在所有观测点中，惟独羊八井地理环境优越，得天独厚：纬度适宜，海拔较高，大气透明度好极，少雨雪，少干扰，观测时间长，取得数据就多；高能粒子衰减少，精度就高。即使在冬季的羊八井，通常也是晴空万里，风和日丽的大好天气。而乘鞍山需要乘坐专用雪上车，安第斯山大雪封山长达半年。所以羊八井站8年来的成果令世界瞩目，国际高能物理学界为世界各地观测点综合评分时，羊八井站名列第一；因加速器粒子物理而获诺贝尔奖，后从事宇宙射线研究的美国科学家克罗宁教授认定羊八井陈列的品质位居世界第一，美国《科学》杂志也将羊八井站列为中国25个科研基地之一、六大最有希望出成果的基础科学研究工程之一。

中日长期合作之外，意



大利也参与进来。中日合作是“蜂窝式”接收装置布点，中意合作则是扩大接收面积的“地毯式”。日本、意大利之后，还有美国等一些国家表示了合作意向，纷纷向天体物理这一基础研究的制高点进发。

收集伽玛射线的专家们偶然发现了“太阳阴影”——宇宙射线穿过时在地球上留下的阴影。这阴影据说有助于研究太阳的活动、太阳磁场的变化。宇宙科学家们说，这个发现极

羊八井宇宙射线观测站的伽玛射线接收装置。





为重要。

超高能天体物理的确有些超现实，就像寻找反物质那样，伽玛射线之类宇宙学研究毕竟离现实世界遥远，借用一个科学术语表示，它们与地球和人类只是“遥相关”。当代一般人只是似是而非地知道那么一点点，知道有一些人正在忙于地球以外的事情。相比较而言，青藏高原的地球科学研究距离我们更亲近一些。且让我们把眼光从遥远天际收回，重新投向地球和青藏高原。

回望一部地球演化时空履历，大陆分分合合，海洋此消彼长，物种生生灭灭，冰期来而复往，直到人类从混沌中蹒跚走来。我们的地球充满活力，维持着毁灭与再生的平衡，一刻也没停止过运动；而全球的大洋中脊相连，全球的海水相通，分居于各大陆地板块上的多种族多民族的人群，生息繁衍在漂浮的岩石圈上，必将走向一个共同的未来和命运。

只是一个写意的回望。走出蒙昧不久的地球人类——或者说，在未来人类看来此时的我们仍处于蒙昧时代——目前仍不足以对我们惟一家园的时空履历了如指掌，我们所能认识到的只是一些“这样的”表象，还不足以回答为什么会是“这样”，更遑论未来将会怎样。上溯的线索不时中断，越是古旧越迷茫；许多信息隐藏过深以至湮灭，无从判读。来自多方的资料不失丰富，仍不足以让具有实验色彩的现代科学将地球的过去与未来加以模拟。

环顾当今世界，我们眼见发达国家鉴于环境问题的严峻和紧迫，正在对科学技术及其后果重新审视和反思，有人甚至已断然宣布“科学的终结”。而发展中国家则正忙于借助科学技术的利器武装自己，去努力接近发达。纷繁表象体现了世界的多样性。在青藏高原，我们就这样看到，历经半个世纪的科学考察，作为基础工作的大发现时代迹近结束，今后

在“发现”方面也许只是一个补缺拾遗的差事。但在深化研究方面，无疑序幕刚刚拉开。除了地球动力学这个古老课题之外，当今国际学术前沿中三大热点领域——（过去与未来）全球变化、生物多样性和可持续发展，青藏高原都是理想的研究之地，攀登计划青藏项目中的各课题也多有对应。是否可以说，对于这些问题的研究，体现了科学界对于地球和人类的终极关怀。

青藏高原的科学地位得以确认和强化，它所独具的科学认知价值成为中外科学家的共识，成为共同面对：一个全球独特生态系统类型分布区，高山生物物种的基因库；一个中国气候变化的预警区，亚洲季风的启动区，全球气候变化的敏感区；一个全球环境变化研究的天然实验室；一个打开地球动力学大门的金钥匙……

经历了几十年面上考察和形象描述阶段，当青藏研究积累科学资料的第一期结束，该项目于20世纪90年代被纳入攀登计划，进入面向全球、科学研究的第二期，青藏研究进入佳境。最佳期首先是宏观背景的“最佳”——随着科学和技术的进步，20世纪末叶的地球科学研究已扩展到全球规模；卫星遥感和计算机技术的发展，提供了对全球尺度问题进行思考的基础；全球构造和全球变化的理论，提供了行星规模地学研究的思想方式。在国内，作为地球科学的总体也早已从描述现象上升到以探索机理为目标的新阶段。这一新阶段的主要特点是，全球视野与地方特色，理论探索与野外实践，学科交叉与合作研究。

用一个细节来表现：打开计算机，输入关键词，所需信息随即应召而来——同是青藏研究，手段和方法不可同日而语。

在这一宏观背景下，首席科学家孙鸿烈院士把青藏项目提到了科学问题的高度。鉴于青藏高原在固体地球科学中，





青 藏 苍 茫



1996 年在兰州
召开的青藏高原学术
年会。

所提供的大陆动力学研究的最为典型的研究对象，在全球变化研究中，所提供的影响到全球环境变迁的固体地球过程的最佳样本，中外科学家对于青藏高原的浓厚兴趣，已不再仅限于它本身，而是通过青藏高原去阐明普遍规律的问题，例如地球动力学，过去全球变化等等。孙鸿烈认为，青藏研究想要拿出国内领先水平不存在问题，但那意义不大；我们的理想是接近国际领先水平，虽然难度很大，但它是我们的目标。近期的未来可望达到国际前沿先进水平的，有可能是在青藏高原古环境恢复方面，冰芯，天然剖面，还有湖泊岩芯，是我们的优势所在。但毋庸置疑的是，青藏研究正在成为21世纪地球科学系统知识创新的生长点。

正如所期待的那样，90年代的青藏研究业绩斐然，使得这项事业具有足够的实力和竞争力，一步跨入国家令人瞩目的重大基础研究前列——20世纪最后一年，在中国，开始实施名为“国家重点基础研究发展规划”（973计划）的重大项目，青藏项目以“青藏高原形成演化及其环境、资源效应”的

题目，经国家自然科学基金委员推荐，再经多轮激烈角逐，最终成为该项规划首批十五个项目之一。

这一进入，意味着国家重视程度的加强，资金扶持强度的增加，阵容和规模的改观，意味着青藏研究开始了更新和更高级的研究阶段。

是以往青藏事业的接续。这项事业，不仅仅是青藏队的，中科院的，为时近半个世纪的青藏研究，中科院之外还有兄弟的地质科学院、国家气象局、国家地震局、国家测绘总局等一支支劲旅。未来的青藏研究将在集以往一应成果之大成基础上腾飞；作为一个整体，曾各自为战的一支支劲旅将集结为一个精锐之师，研究内容也将进一步深化与扩展。本书峻稿的当下，新的队伍正在重组中，有关课题正在拟定中，一个更加激动人心的新篇章正待被掀开。

作为使青藏研究进入国家重点基础研究发展规划的主要建议人，孙鸿烈院士因为年龄的关系，告别了多年的青藏队队长、首席科学家的位置，担任了这一项目的顾问；年轻于他的郑度教授接任首席科学家之职。数以百计的老青藏队员们早已告别了1/4世纪前平均38岁的年华，连年来陆续退出队列，迄已几乎总体退役。目送着继续前进的年轻的青藏大军，老青藏们满心是深深的眷恋，满脸是含泪的微笑……

科教兴国，知识创新，未来的青藏研究将大展宏图。中科院资深院士刘东生指出，今后10年，将是青藏研究的最佳期，关键期、重要的科学创新期。他认为，科学创新至少需要具备三个条件：其一是继承性。所谓科学创新，并非凭空而来，而是基于深厚传统。根底越厚、积累越多、创新的可能性越大；其二是研究对象必须具有独特性和典型性；其三是有一个活跃的科学思想。看法不同，存在争论，是学术思想活跃的表现；争论本身正是酝酿和产生新思想的前奏——青藏研究正符合上述三条件。在几十年间的研究基础上，未





来10年应当是更大的知识创新时期。

青藏研究所要解决的科学问题，除继续指向多年间所致力解决的地球动力、全球变化、大气物理、生态系统等基础课题之外，有关未来青藏研究的讨论中，科学家们认为还需



1998年在西宁召开的青藏高原国际学术讨论会。

增加有关生物圈的研究，尤其是地球各圈层之间关系的研究。在这一前沿领域，青藏高原同样是独具优势的典型地区，一个有望产生理论突破的领域。

地球作为一个整体的观念，早在70年代就由英国著名化学家和发明家詹姆斯·拉弗洛克提出过著名的“该亚假说”。该亚是古希腊神话中大地女神的名字。最初假说认为地球是一个巨大的活的超级有机体，里面的生物与地球上的物理和化学的演化进程相互协调，以便保持适于生存的条件，并且地球的活动是有目的性的。假说还认为，如果地球的生物圈紊乱，则地球的环境便不适于生命生存，由此提示科学家必须找出生命调节气候和空气的实际方式——拉弗洛克认为这

件事变得越来越紧迫，例如热带森林的毁坏正威胁着全体生命，而人类完全不知道哪一些生物是为我们的生存所必不可少的。

拟人化的隐喻和诗意的表述，曾一度引起科学界许多知名人士的争论甚至嘲弄，被斥之为伪科学，以至于连提出者本人后来也打算放弃了；而支持他的人则对这一假说作了修正补充，使之“科学”化，让理性能够接受。认同者肯定的是它的思想方法，它在环境科学方面的价值：该亚假说的核心观念是指由地球上所有生命构成的生物圈，与其环境构成一种稳定的共生关系；把生物与无生命的力量纳入一个统一体之中，通过对整个体系的关注，使海洋生物学、地球化学和地球物理学融为一体；科学家面对生态破坏甚至群体灭绝的后果，必须克服心理障碍，即超越各自的专业领域——自然界并不理会各学科所设立的武断界限——地球大自然同属于一个系统，无论它是有机的还是无机的。

回想起近几十年来，自然气候的任何变化都曾引起人类的恐慌。五六十年代偏冷，到70年代初，由日本科学家最先惊呼“小冰河时代来临”；为时不久又发现地球转暖的趋势，而且越来越热，于是80年代初又由美国科学家率先提出“温室效应”的忧虑，有关全球变化的研究随之提上日程。尽管包括青藏研究专家在内的中外许多科学家对此持有不同看法，即认为目前全球变暖的程度并未超过工业革命前的16世纪，人类活动仍不足以对宏观大气圈造成大的影响；但鉴于温室效应之类提法在本质上的警醒作用，值得认可值得研究并值得考虑相应对策。

因此，作为国家大项的未来青藏研究，就将资源和环境效应一并提上日程。它既是科学问题，也是面对当代的应用基础研究；是为造福青藏高原自身，又不单单如此——作为长江和黄河的上源，作为流向南亚诸国众多的江河之源，青藏高原的环境



右一为参加
1998 年国际学术讨
论会的国际山地综合
开发中心主任佩林。



问题指向得更为辽阔和久远。

环境科学—现代生态学历经一个时期的发展，以全新的面貌展现在地球科学界。人口、资源、环境与发展问题不仅是科学家们的研究范畴，也是政府首脑和全体民众所关心所从事的工作。八五攀登计划青藏项目中第五课题——“青藏高原隆起及其对资源、环境和人类活动的影响”即包含了这个主题，这一课题由自然地理学家郑度教授主持。

青藏高原由于地理和历史诸多因素，社会发展迟缓，开发程度较低，川、滇、甘、青等青藏边缘地区也仅处于半开发状态，腹地西藏更在其后，的确应当加大发展力度。但拿现代科学眼光看取，这种低开发程度又不啻幸事一桩——借鉴发达地区发展历程中的经验教训，科学地规划发展战略，可以有效地避免可能付出的环境污染、生态破坏的高昂代价，譬如堆薪，后来居上。为时4年的攀登计划这一课题的考察研究，以发展和动态的观点阐明了高原隆升过程中资源的形

成，贮存和分布规律，给予定量评价，重点研究了各类资源的空间组合关系，为资源合理配置与生产力布局奠定了基础。对高原的社会经济发展模式、人口增长速度、资源承载力、经济发展速率、产业结构调整，产业链的延伸以及环境治理对策等进行宏观调控。根据优势资源、优势区位，优先启动来带动高原全面发展的指导思想。除西藏—江两河地区以外，这一课题主要集中在四川省西部的甘孜、阿坝，甘肃的甘南、青海省的玉树、海西，海南、海北、西宁等地，进行区域特征发展问题的调研，明确了青海河湟谷地，柴达木盆地及甘孜州东四县等地区的发展优势和存在问题，深入探讨了资源的优化配置和产业群落的形成，提出解决社会经济持续发展关键问题的途径和方案。

此外，初步论证包括雅鲁藏布大峡谷水电站群、西线南水北调工程建设、进藏铁路的线路选择，三江流域水源涵养林的建设以及盐湖资源系列开发等重大工程的前景及关键问题，也在这一课题的议程上。

郑度教授从50年代末走向青藏高原开始，从一位普通的科学工作者成长为青藏研究的实际领导人之一，同时也把传统的自然地理学推向了现代地理学，使这一学科在青藏研究中发挥了重要作用的同时，也使自身得以更新发展。所谓现代地理学的概念，李吉均院士对此有所归纳。他指出：我很赞同钱学森先生关于地理建设的观点，应把地理学改造成为对国家建设大有裨益的科学。我认为地理学在中国正面临着大发展的良机。现代地理学应是融自然与人文为一体的统一地理学，把全球作为整体并研究其变化趋势的全球地理学，把可持续发展作为准则的建设地理学，以及用高技术如遥感、地理信息系统和先进实验手段武装起来的高技术地理学。

九五攀登中，这一课题得以强化，更加突出。分列为两个课题——“青藏高原区域可持续发展研究”和“青藏高原



环境变化与区域可持续发展综合研究”。可持续发展这一崭新概念，被鲜明地提上了青藏研究的重要议程。

朴素的持续发展观念由来已久，传统的农林业实践中可以遥见这一概念的雏形。它作为当代科学术语明确提出在1980年发表的世界自然资源保护大纲中，定义为“改进人类的生活质量，同时不要超过支持发展的生态系统的负荷能力”。随后世界环境与发展委员会对于持续发展的概念形成与发展做出了重要贡献。这个组织于1987年向联合国提交了一份名为“我们的共同未来”的报告（又称布鲁特兰报告，因该组织当时由前挪威首相布鲁特兰女士任主席）。在这一报告中，贯穿了持续发展的思想，指出生态与经济从来没有像现在这样互相紧密地联结在一个互为因果的网络之中。而第一次将持续发展由理论和概念推向行动的，是1992年在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会。这是一次人类社与环境问题具有历史意义的盛会，参加会议的包括183个国家的和国际组织以及非政府组织的代表，会议在众多紧迫的环境与发展的问题上达成了共识，面向21世纪，确定了持续发展的指导思想。中国作为重要成员参与其中。提到这一过程，不能不提到李文华院士。

当年在西伯利亚考察泰加林带暗针叶林的那位留苏学生，当年随北京林业大学下放昆明，骑上搭着两个筐的自行车上街买菜，买菜之余去野外采标本、采了标本去请教吴征镒先生的那位讲师，当年那位几乎走遍青藏南部东南部森林地区、主持了横断山脉考察的那位老青藏队员，李文华正是从青藏的高起点起步，走上了中国的、世界的学术舞台。1982年，李文华作为国家代表，在设在尼泊尔的国际组织兴都库什—喜马拉雅地区国际山地综合开发中心，连任理事、副主席，任职届满后又做专家理事。后来在这一地区，应联合国粮农组织邀请，李文华担任了亚洲流域治理高级培训顾问兼尼泊尔

流域综合治理首席顾问，为亚洲十个国家培训了一大批山地综合开发治理方面的人才，建立了亚洲流域治理的网络系统，编著了一系列流域治理专著及论文集，系统介绍了可持续发展理论及我国自然资源综合开发的模式和复合生态系统在流域治理中的经验，扩大了我国在国际上的影响。他的表现得到联合国粮农组织“高效和出色工作”的赞誉。正是由于他的才干和努力，使他走向了国际学术界的高层次——1986—1990年，李文华担任了联合国人与生物圈计划国际委员会主席，同时兼任世界资源保护联盟理事。在任期间，正是国际上可持续发展观念形成时期，他把可持续发展和生物圈保护区确定为国际人与生物圈计划的核心。目前全球环境生态学界三个热点：全球变化、生物多样性与可持续发展的概念，正是在李文华院士的参与和主持下形成的。

1989年6月中旬，巴黎，联合国教科文总部。人与生物圈国际委员会主席李文华主持关于陆地生态系统的会议。按照国际惯例，会议由专家坐在台上讨论，宽敞的会议厅里坐满听众。李文华与来自法国的、人与生物圈的实际倡导人迪卡斯特，来自欧共体的环境部主任比尔·朗，欧洲环境政策所所长威萨克尔，就未来的科学与技术发表意见，最终形成了全球变化、生物多样性和可持续发展三个议题。直接与世界对话和交流，并在国际科学界产生重要影响，体现了中国科学界的开放姿态和成长进步，以及对于世界的参与并发挥着应有的作用。

不过几年时间，这一类现代观念就迅速普及，连西藏的县乡干部乃至百姓群众，都拥有了关于生态环境、自然保护区的基本观念，考虑制定本地发展规划，言必称可持续发展。这也是社会进步的一个表现。当然，也有人对此提出质疑，认为西藏发展刚刚起步，是一个发展问题，还谈不上“持续”问题，那也不过是见解问题罢了。总之，西藏的发展历经最初



的“慎重稳进”，后来的“稳定压倒一切”之后，以1994年中央召开的第三次西藏座谈会为标志，明确提出了以经济建设为中心，更大规模的改革开放，以更快的速度推动社会发展。

有关青藏高原人口、资源、环境与发展问题的研究，西藏地方在做，攀登计划中中科院青藏项目的自然科学家在做，社会学界也在做；自然科学家与藏学家联手一起做。

中国藏学研究中心格勒博士带领“传统文化与现代化”课题组在青藏高原进行了为时三年的考察研究；这一中心同时设立“青藏高原环境与发展”课题，孙鸿烈、刘东生与费孝通等专家共同担任了课题顾问，在藏学出版社出版的《青藏高原环境与发展概论》一书中，我们看到了各章执笔人中熟悉的名字：郑度、林振耀、冯雪华、李明森、何希吾等，他们与藏学家们共同完成了同一本书。

一个共识是，发展是硬道理，合理开发利用资源，造福当地社会，既是发展需要，也具有深厚的道德基础。但现有的西方和祖国沿海内陆的发展模式显然不适合西藏，西藏需要另辟蹊径。

人类活动加剧所带来的一系列环境问题，加之大众媒体的强调渲染，使人们普遍意识到生态环境的严峻；随之而来的错觉是，自然状态是最好的，人为作用势必对自然产生负面影响，人类有足够的破坏力足以把整个地球推向万劫不复的境地。但在科学家们看来，人类既可以是大自然最凶恶的杀手，也可以像工蜂那样，通过辛勤劳作将自然之花酿制成蜜。人类活动的正面影响，远一些的例子在墨西哥—美国边境的索罗那荒漠中的两个绿洲可作比较：在墨西哥境内，农耕的人们为土地增加了生物多样性；而美国一侧则因实施了土地不得被使用的保护政策而使得几十年来生物品种大为减少。就近的例子是雅鲁藏布江畔的艾玛岗，这个新开辟的农

业综合开发区农作物丰产，人工种植的牧草青青，田间林地树木成荫。有心的艾玛岗人特意在江边保留了一块开发前的荒滩沙地，那上面寸草不生，只稀疏分布着耐干旱的小灌木狼牙刺。艾玛岗人向每个前来参观开发区的人们说，从前艾玛岗就是这个样子。

统观西藏，多年来在经济发展与社会进步方面虽有相当进展，但仍处于富饶的贫困之中——它自身所拥有的无与伦比的自然与人文的价值，旅游开发价值与这片土地上的不发达状态、与生活质量的低下反差过大，不成比例。且让我们以崭新的概念重新起步。

以旅游业为主导产业的提出其实任重道远。较之农牧业基础设施建设和改善就其难度来说更甚之。这是一项需要上下一大批具有现代观念的管理者来从事的系统工程。在较低的起点上起步，软硬件建设都非一蹴而就，更何况还有旅游业发展中不可避免的一系列负面效应的出现，如何引导和防止的问题。但是如果这一问题至今仍未被提上日程而有待未来提出，则西藏的高速高效发展又将不知顺延何时。

100多年前，美国总统与人民一道共建黄石国家公园被传为佳话；半个多世纪前，罗斯福就以新政名义设立了工程兴办处，田纳西河流域管理局，农业电气化管理局等等。其中被认为最重要的是民间资源守护队。1932年，美国森林学家巴·贝克在详细考察了美国的森林后，向当时还任州长的罗斯福建议：派25万名失业青年去植树造林。罗斯福却立即回答说：“能增加到30万人吗？”后来，在1933至1939年间，至少有300万人在守护队工作过。他们为美国人做了几千件大好事，使美国在30年代后期创造出巨大的经济效益。美国被认为是历史上惟一能够做到在打一场大战的同时，又提高了生活水平的国家，其中，原因之一就与罗斯福推行新政有





关。这一类历史经验值得研究借鉴。

变输血经济为造血经济，需要科学规划指导，尤需西藏人民特别是决策者的高瞻远瞩加踏实苦干。

一部《青藏苍茫》，在试图再现半个世纪青藏研究辛勤踏勘之后，在苍茫青藏形成演化的亿万年时空中游历之后，并未终结。因为青藏研究事业在继续，一如苍鹰展翅，或直上蓝天，振羽飞翔；或栖落于坚实大地，注目于现实人生。

青藏高原，让我们再一次走向你——

行走在高山大川间，让几百万年来的深厚高原季风扑面而来，让曾经照耀过特提斯古海但依然灿烂的阳光穿透身心；

青藏高原，让我们再一次回望你——

古海中的陆地平原缓缓升起，渐渐高耸为亚洲和地球之脊、之巅、之高极，那一人类的眼睛所能欣赏到的最为激越的壮丽；

青藏高原，让我们借助卫星的角度，再一次俯瞰你——

小小寰球一枚耀眼的徽章——冰雪的南北极隐向两侧，美洲大陆在看不见的另一方，被强调了的青藏高原格外醒目在欧亚大陆南部，沉着而艳丽的棕红色调仿佛透射着金属的质地和光泽……

1998年10月13日初稿于拉萨

1999年1月31日二稿于拉萨

1999年4月8日三稿于山东日照—北京

后记

1997年夏季的一个夜晚，一个电话把我邀出家门。西藏自治区科委主任肖怀远在电话里说，去见见英雄秦大河。

一行人直奔邮电宾馆。宾馆门厅里一位高大汉子快步迎了上来，见面时第一句话就是“暗号照旧”：接头双方每人手持一本《走过西藏》。秦大河那本是让我签名的，我这本则是签好了名准备送给秦大河的。这一细节使谈话在极其热烈的气氛中进行。秦大河的英雄之名，来自于1991年他所参加的人类首次徒步穿越南极的壮举，他是那支远征军六国六名队员之一。这一壮举曾一度为全世界所热切注目，多国首脑争相会见凯旋者，所以这还是一个“国际英雄”的称号。刚届中年的秦大河曾身为中科院青藏高原综合科学考察队的老队员，研究高原冰川也有20年历史了。此番前来，就是带领他的几位博士生前往第三极的珠穆朗玛峰钻取冰岩芯。由这一话题引出了肖怀远先生思谋已久的一个提议：青藏队那么多年来做出了那么大的贡献，马丽华，你能不能为他们，为青藏研究事业写一本书？

我欣然接受了这一提议，答应1998年就做这一件事：远在北京的中国青藏高原研究会也做出积极回应，把配合采访科学家作为该会98年度几项重要工作之一。从1998年2月10日第一次采访孙鸿烈院士开始，这项工程正式启动。

之所以欣然接受，首先因为我的心告诉我，这很有价值，很值得一写。其次是源于无知：我只远望到那山的壮美和登上峰顶的光彩，全然不知其海拔之高，不曾预设过程的艰辛。这一题材的写作，不同于作者以往驾轻就熟的那一类，甚至超出了本人能力：理解和表述的基本能力。

随后就是整整一年的采访和写作经历，劳心竭力，一言难尽。先后3次累计5个月的采访，走过和反复走过北京—南京—成都—



兰州—西宁等地，共访问了80多位专家，涉及几十门学科专业，我的助手陈军整理采访录音数十万字，焦头烂额；我则阅读了不下数百万字的相关资料，夜以继日。对于这样一部科学史诗的写作，最大困难在于作者本人自然科学知识准备不足，从最初级的常识入门，直到高深的国际学术前沿，相当于要求一位中学生经过一年的强化学习，交出一篇博士论文的难度。由此我深感以往教育体制的欠缺。你看那位约翰·霍根先生，把一应科学领域前沿的尖端烂熟于心，把玩于股掌之上，写一部《科学的终结》得心应手，不论其观点能否为人接受，有一点似乎不容置疑：不由人不惊叹美国的通才教育之优越。

我的98工程就这样进行着。无论多么艰难，毕竟走过了青藏高原时空——我的心随着青藏队员的脚步跋涉在250万平方公里的高原面上；我的眼睛，则随着科学家们的指点，望见了青藏高原所经历的数以亿万年计的一部海枯石烂的沧桑史，由此领受到一幅何等震撼人心的壮丽景象！

采访写作这本书，是我的光荣；从学识到精神的获取，是我的幸运。然而内心里更多的则是歉意：虽然尽了力，但对完成稿仍然深怀不满，它不能传达出魂系青藏的科学家群体精神于万一。我想把青藏队员们的事迹多多益善地表现，想把所有为青藏研究付出过、奉献过的一一描述，近30万字的内容已经或详或略提及上百人，但参与了青藏研究的何止百人，仅70年代西藏地区考察中就有中科院多个研究所，国内多所大学、地方有关部门及室内研究人员上千人参与，因此那是一个不可能实现的想法；即使对于青藏队老队员，由于没能亲往广州、昆明、贵阳和武汉的研究所，未及直接采访，已采访的也难尽其意地去表现。对于后者，似可一辩：这是双向的。采访者固然有能力问题，也不排除被访者的个体差异。要是我为此叫苦抱怨，老青藏们都会心领神会地微笑：相比较各高校参与者的雄辩口才，中科院相当一部分先生的语言表达欠缺。这方面曾有过一个典型实例：八五攀登计划上项，

原拟在青藏高原布设四个天然剖面的点，其中北京大学、南京大学、兰州大学各一，中科院为一，四个点各有其深厚积累，堪为强强联盟。不料因经费所限，临时决定砍下一个。不免就突然出现当场答辩，竞争上岗的局面。可想而知，结果被“淘汰出局”的是谁了，而且难说是因实力悬殊。以至于那位中科院人上对“裁判员”孙鸿烈长久地耿耿于怀。

如果涉及个人，我想特别提及一位重要骨干李炳元教授，作为参与青藏队全过程的地理学家，他的贡献举足重轻，他的表现有口皆碑。但这是一个极不擅讲之人，对采访者每一提问只用一两句话作答，然后很积极地询问下一个问题，下一个问题。所以李炳元教授在本书中就缺乏了具体形象，更像一个象征符号……

本书写作的缺憾多多。第一要数有意无意忽略掉的青藏高原自然之美，只是把它作为了一个背景和前提。完稿后才发现此举失策。彭加乘曾说：如果自然不美，知识就不值得去求，生活就不值得去过。把此话移用于本书主人公的研究对象上，再合适不过。

作为基本前提的还有考察过程经历，艰苦卓绝莫过于此。之所以被略写，出于一个一向的价值考虑：艰苦本身并不指向什么。因而只选择了有所发现或就此提出科学问题的彼时彼地。如果艰难困苦仅只销蚀掉我们的岁月和生命，又有何益呢？

同理，也就很少写及科学家个人背景。能够写及的，是个体置身于伟大事业中所呈现的优秀。从这一意义说来，不免所有的人都类似于象征符号了。

聊可一辩的是，类似的欠缺和遗憾实为先天存在，一本书的文字包容并非无所不能。试想倘若铺展开来，每一人的几十年付出，每一阶段的考察经历，都足以各自成书。事实上已经有人这样做了：李明森为藏北分队，吴玉虎为西昆仑、张文敬为冰川考察某一年……都已成书，把当事人当年发现和创新的喜悦传达给我们。



从前我在每一本书的后记中都要罗列一个致谢名单，因为对于从事纪实文学的我来说，永远需要并且确实得到过众多热心人相助。这一回尤其不例外。《青藏苍茫》得以成稿，首先应当感谢的人是提议者肖怀远先生，他提供了本书创意；同时感谢西藏自治区科委立项，予以采访经费扶持；作为我所在单位的西藏文联，则充分保证了我的时间，全力支持的同时还与作者本人一样深感荣耀。

中科院青藏高原研究会林振耀、冯雪华、郑度三位老师，在我采访初期，精心安排并作陪了一系列座谈会；为我提供了所能提供的参考书籍资料；对我随时的反复的叨扰始终报以热忱，直到审看初稿，修改稿。

感谢所有接受了采访的科学家。而所有被访者的表现，热情自不必说，突出特点是耐心——对本专业知识耐心地施以科普教育，从最低层次开始引领我登堂入室。其中最耐心者是地质学家潘裕生教授，他被请教过不下5次；不下5次的长谈中，从回答最初的幼稚提问“古海洋的水流到哪里去了”，一直回答到正在讨论中的地球动力学机制的深层问题……

最后的敬意和谢意，是献给青藏科考队老队长、青藏研究项目首席科学家孙鸿烈院士的。作为几十年来青藏研究的参与者和主要领导者，他几乎付出了毕生的心血。有鉴于此，我在本书中称他为“青藏之子”，把他作为了这一事业的象征。

青藏苍茫。让我们举目于那高远的一方，让我们为那高远的一方心怀虔诚和感激。让我们的生命和灵魂由此外化，沐浴在青藏高原的光芒之中，并让那精神之光长存于心。

1999年2月5日于拉萨

1999年4月8日改定

- 1 中国科学院地理研究所主编:《青藏高原地图集》,科学出版社,1990年。
- 2 施雅风著:《地理环境与冰川研究》,科学出版社,1998年。
- 3 安芷生主编:《刘东生文集》,科学出版社,1997年。
- 4 孙鸿烈主编:《青藏高原的形成演化》,上海科学技术出版社,1996年。
- 5 孙鸿烈主编:《世界屋脊之谜——青藏高原形成演化环境变迁与生态系统的研究》,湖南科学技术出版社,1996年。
- 6 刘东生等编译:《第四纪环境》,科学出版社,1997年。
- 7 施雅风著:《中国冰川学的成长》,科学技术出版社,1995年。
- 8 姚檀栋等编:《高亚洲浅冰芯与气候环境变化研究》,1996年。
- 9 中国科学院南京地理研究所主编:《徐近之先生纪念文集》(内部发行),1986年。
- 10 斯文·赫定著:《亚洲腹地旅行记》,上海书店,1984年。
- 11 索南坚赞著:《西藏王统记——吐蕃王朝世系明鉴》,西藏人民出版社,1987年。
- 12 米歇尔·泰勒著:《发现西藏》,中国藏学出版社,1999年。
- 13 伍昆明著:《早期传教士进藏活动史》,中国藏学出版社,1992年。
- 14 许靖华著:《古海荒漠——科学史上大发现》,生活·读书·新知三联书店,1996年。
- 15 许靖华著:《大灭绝——寻找一个消失的年代》,生活·读书·新知三联书店、天下文化出版公司,1997年。
- 16 斯蒂芬·杰·古尔德著:《自达尔文以来——自然史沉思录》,生活·读书·新知三联书店,1997年。
- 17 中央广播电台科技组编:《揭开世界屋脊的奥秘》,地质出版社,1981年。
- 18 郑锡澜著:《世界屋脊的崛起》,西藏人民出版社,1983年。
- 19 《地理知识》编辑部编:《考察在西藏高原上》,上海教育出版社,1981年。



- 20 《地理知识》编辑部、青藏高原研究会编:《考察在横断山区》,上海教育出版社,1994年。
- 21 吴玉虎著:《秘境昆仑——科学探险纪实》,青海人民出版社,1996年。
- 22 张文敬著:《青藏高原二万里》,河南科学技术出版社,1998年。
- 23 李明森著:《羌塘无人区探秘记》,河南科学技术出版社,1997年。
- 24 金辉著:《西藏墨脱的诱惑》,东方出版社,1997年。
- 25 林振耀、吴祥定著:《青藏高原气候纵横谈》,科学出版社,1987年。
- 26 《踏上地球之巅》写作组:《踏上地球之巅》,人民文学出版社,1977年。
- 27 李文华、杨修编著:《环境与发展》,科学技术文献出版社,1994年。
- 28 顾钟炜主编,陆立仁副主编《冰川冻土科学创业之路》(内部发行),1998年。
- 29 刘务林著:《西藏自然保护区》,西藏人民出版社,1987年。
- 30 洛桑·灵智多杰主编:《青藏高原环境与发展概论》,中国藏学出版社,1996年。
- 31 可可西里综合科学考察队编:《青藏高原腹地——可可西里综合科学考察》,上海科学技术出版社,1994年。
- 32 杨逸畴、高登义、杜泽泉主编:《南迦巴瓦峰登山综合科学考察》,科学出版社,1993年。
- 33 杨逸畴主编:《神奇的雅鲁藏布江大峡谷》,海燕出版社,1997年。
- 34 徐凤翔著:《中国西藏山川植被》,江苏科学技术出版社,1993年。
- 35 李渤生、詹志勇主编:《绿满东亚》,中国环境科学出版社,1994年。
- 36 西藏自治区一江两河地区综合规划组编:《西藏自治区一江两河地区综合开发规划》(1991—2000年)。