

第一章 寒 武 纪

寒武纪时各大板块、地体群，除少数例外，均位于赤道两侧附近的低纬度范围内。这是多数研究生物古地理学者所取得的共识 [Ziegler, A. M. 等 (1979); Palmer, A. R. (1981); Scotese, Ch. R. 等 (1979); 杨家骥 (1990) 等等]。由于世界各地寒武系古地磁资料少，精度较低，在对于一些板块、地体群相对位置的配置以及板块划分上仍存在着意见分歧。但这并不妨碍对生物古地理大区 (Realm) 一级单元的划分。寒武纪世界性生物古地理分区的主导控制因素是深海、洋盆的阻隔，而纬度所决定的全球性气候带因板块和地体群位置均处于低纬度范围内，因此退居次要地位。根据杨家骥 (1988、1990) 对三叶虫的研究，我们认为寒武纪可划分为三个生物大区：北美-西伯利亚生物大区、中轴生物大区、冈瓦纳生物大区。

我国以额尔齐斯河、科拉美丽、贺根山一线为界，以南属中轴生物大区亚澳生物区，以北是北美-西伯利亚生物大区西伯利亚生物区。本研究区内均属亚澳生物区，大致以阿尔金断裂为界可分为两个生物省和三个亚省，即塔里木生物省北山-雅干生物亚省和华北生物省祁连生物亚省、柴达木生物亚省 (图 1)。

1.1 青藏高原北缘早寒武世生物古地理

下寒武统产可靠化石地点较少，零星见于欧龙布鲁克地体^①和马鬃山地体及内蒙古阿左旗笋布尔苏木好比如。

在欧龙布鲁克地体大柴旦全吉山红铁沟产微古植物化石，计有 10 属 13 种：*Trematosphaeridium holtedahlii*. *Tre. cf. rude* . *Tre. cf. holtedahlii*. *Tre. minutum* . *Oscillatorites* sp. . *Symphlassosphaeridium* sp. . *Taeniatum crassum* . *Orygmato-sphaeridium* sp. . *Microhystridium* sp. . *Asperatopsospharea* sp. . *Pseudozonosphaera asperella* . *Protosphaeridium* sp. . *Leiopsospharea densa* ; 虫牙化石 *Scolecodents* sp. 以及遗迹化石、微体蠕虫化石、棘皮动物碎片、软舌螺和藻类丝体 (王云山等, 1980)。其沉积环境总体上反映出潮间带的环境。其生物分区属华北生物省，柴达木生物亚省。

在马鬃山地体肃北县双鹰山和内蒙古阿左旗笋布尔苏木好比如一带早寒武世黑色硅质岩夹紫灰色薄层状结晶灰岩中，含腹足类、单板类、软舌螺 *Hyolithes* sp. 以及小型无铰腕足类化石 *Obolus* sp. . *Acrothele* sp. . *Lingula* sp. . *Westonia* sp. 。此外尚含三叶虫 8 属 8 种 *Bonnia* sp. . *Calodiscus* sp. . *Subeia* sp. . *Tannudiscus* sp. . *Kootenia* sp. . *Erbia* sp. . *Pagetia* sp. . *Eoredlichia* sp. 其中 *Bonnia*, *Serrodiscus*, *Calodiscus*, *Tannudiscus* 为北美-西伯利亚生物大区的分子，而亚澳生物区的分子如 *Eoredlichia* 属扬子海区滇东型主要成

^① 在构造单元划分上采纳了陈炳蔚、姚培毅等 (1996) 对青藏高原北部地体构造与演化的地体单元划分意见。

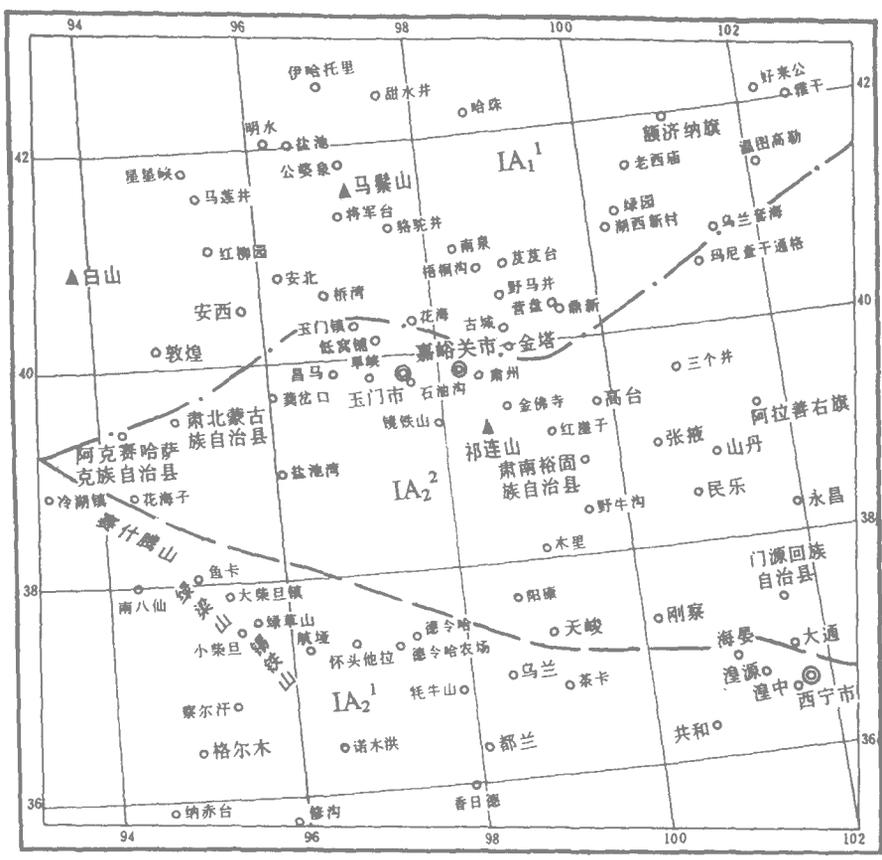


图 1 青藏高原北缘及邻区寒武纪—奥陶纪生物古地理分区图

1. 中轴生物大区, 1A. 亚澳生物区, 1A₁. 塔里木生物省, 1A₁'. 北山-雅干生物亚省; 1A₂. 华北生物省, 1A₂'. 柴达木生物亚省, 1A₂'. 祁连生物亚省; 图例同图 3

Fig. 1 Palaeobiogeographical map of Cambrian-Ordovician of North Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent areas

1. Median Realm, 1A. Asia-Australian Region, 1A₁. Tarim Province, 1A₁'. Beishan-Yagan Subprovince, 1A₂. North China Province, 1A₂'. Qaidam Subprovince, 1A₂'. Qilian Subprovince; legend is same as Fig. 3

员, 则较为少见, 总体面貌属天山型三叶虫动物群。该动物群表现出与西伯利亚图瓦地区动物群有密切的关系 (项礼文等, 1981)。其生活环境是大陆斜坡静水环境。在生物分区上, 属塔里木生物省, 北山-雅干生物亚省。

另外, 据董必谦 (1993) 报道, 在中祁连山东段南缘湟中门旦峡一带, 原蓟县系克索尔组中发现张腔海绵 *Chancelloria* 以及三叶虫、介形虫、腹足类、海百合茎等化石的可疑碎片。它们大致可与四川峨嵋灯影组麦地坪段、湖北三峡灯影组天柱山段进行对比。因此该作者暂将克索尔组划入下寒武统。详细情况, 有待进一步工作。

1.2 青藏高原北缘中寒武世生物古地理

1.2.1 华北生物省

柴达木生物亚省

中寒武世三叶虫化石见于本亚省乌兰欧龙布鲁克山一带的薄层灰岩、竹叶状灰岩和鲕状灰岩，底部夹紫红色页岩、粉砂岩。其中含三叶虫化石共计 10 属 13 种 *Taitzia lui*, *T. shihuigouensis*, *Parakotzia truncata*, *Solenoparia?* sp., *Damesella mui*, *Prochangshania shihuigouensis*, *Komaspis (Parakomaspis) subconicus*, *Eochuangia sinensis*, *Anomocarella?* sp., *Manchuriella* sp.。这些三叶虫均为多节类，系营底栖生活的华北型分子。与华北生物省本部动物群面貌以及沉积类型非常相似，如同出一辙，只是分异度略低于后者（杨家骥，1988）

祁连生物亚省

本亚省特点是火山活动较为强烈，属沉积环境不稳定的海盆。海盆中间歇性喷发活动的海底平顶山上有碳酸盐沉积。这样的环境也就决定了三叶虫的生态类型为混合型，即有华北型也有江南型，而有别于柴达木生物亚省稳定台型沉积和多节类底栖三叶虫动物群。产化石地点见于中南祁连山地体化隆泥旦沟，湟中东沟沟脑南侧和大通王家沟，互助石湾、南项村及龙王山；北祁连山地体昌马鹰嘴山，肃南镜铁山格尔莫沟，祁连玉石沟、八宝河上游黑沟脑等地。产腕足类 *Homotreta shangtungensis* 及海绵骨针；三叶虫有 41 属 51 个种，它们是 *Dorypyge* cf. *perconvexalis*, *D.* cf. *richthofeni damesi*, *D. (Jiuquania) multiformis*, *Solenoparia trogus*, *Proasaphiscus* sp., *Ptychagnostus* sp., *Eolotagnostus gansuensis*, *Agnostardis jingtieshanensis*, *Anomocarella* sp., *Huzhuia typica*, *H. longa*, *Hypagnostus* cf. *late-limbatus*, *H. brevifrons*, *H. hippalus*, *H. quadratus*, *Damesella* sp., *Dunderbergia* sp., *Liopeishania* sp., *Nepea* sp., *Triplagnostus* sp., *Clavagnostus sulcatus*, *Crepicephalina* sp., *Hualongia* sp., *Peronopsis huzhuensis*, *P. fallax xiaoshiwanensis*, *Anomocarella* sp., *Trachoparia* sp., *Kootenia* sp., *Kochaspis* sp., *Agnostus* sp., *Lisania* sp., *Amphoton* sp., *Corynexochus* sp., *Fuchouia* sp., *Goniagnostus datongensis*, *G.* aff. *nathorsti*, *Diplagnostus planicauda* var. *bilobatus*, *Lejopyge?* sp., *Phalacroma* sp., *Bailiella* sp., *Prohedinia attenuata*, *Proasaphiscus* sp., *Linguagnostus* sp., *Ptychagnostus* sp., *Pseudophalacroma* aff. *dubium*, *Datongites* cf. *laogeshanensis*, *D. elongata*, *Amphoton (Pseudamphoton) latilimbata*, *Olenoides* sp., *Crepicephalina* sp.。上述三叶虫中，底栖多节类三叶虫代表性属有 *Huzhuia*, *Datongites*, *Liopeishania*, *Crepicephalina*, *Kochaspis* 等，前两个属均是地方性的属。*Liopeishania* 分布于辽宁、山东等地中寒武统张夏组以及南极洲中寒武统中。*Crepicephalina* 和 *Kochaspis* 为华北生物省本部徐庄—张夏阶的典型分子。其中还有不少营漂游生活的球接子类，代表性属有 *Ptychagnostus*, *Agnostardis*, *Hypagnostus*, *Triplagnostus* 等。*Triplagnostus* 和 *Ptychagnostus* 是江南型动物群的重要分子，*Hypagnostus* 具全国性分布。因此很显然，这个三叶虫动物群是一个以底栖类型为主，漂游为辅的混生类型。目前就沉积类型（有大量火山岩）和三叶虫动物群类型（混合型）而言，与澳大利亚昆士兰西部地区关系较密切（项礼文等，1981）。

1.2.2 塔里木生物省

北山-雅干生物亚省

中寒武统见于马鬃山地体安西方山口,肃北双鹰山,大豁落井一带以及内蒙古阿拉善盟珠斯楞海尔罕,其中以珠斯楞海尔罕研究较详。其岩性主要为一套黑色硅质岩夹灰白色中层状或透镜状结晶灰岩和生物灰岩含小型无铍腕足类、海绵骨针及三叶虫化石,代表着海底大陆斜坡静水环境。腕足类有 *Lingulella* sp., *Homotreta* (“*Acrotreta*”) cf. *sagittalis*, *Acrothete* sp.; 三叶虫计有 1 个科 16 个属种 即 *Amphoton* sp., *Crepicephalina* sp., *Kootenia* sp., *Anomocaridae*, *Xystridura* sp., *Galahetes opimus*, *Erbia spinellosa*, *Pagetia* sp., *Centropleura loveni*, *Solenoparia* sp., *Ptychagnostus* sp., *Diplagnostus* sp., *Lejopyge* sp., *Phalacroma* sp., *Hypagnostus* sp., *Hastagnostus* sp., *Corynexochus pulcher*。在这个三叶虫动物群里,含许多江南型动物群的重要分子,如多节类的 *Xystridura*, *Centropleura* 和 *Galahetes*; 球节子和盘虫类的 *Lejopyge*, *Ptychagnostus* 等。*Amphoton* 见于华北、华南,它们完全可与天山霍城果子沟和库鲁克塔格一带中寒武世三叶虫动物群进行对比,但分异度略低于上述两地区(霍城有 28 属 37 种,库鲁克塔格有 30 属 35 种)(成守德,1990)。

1.3 青藏高原北缘晚寒武世生物古地理

1.3.1 华北生物省

柴达木生物亚省

在乌兰欧龙布鲁克的石灰沟一带分布有一套岩性为灰白色竹叶状、鲕状灰岩和白云岩的地层,产腕足类 *Billingsella* sp., *Obolus matinalis*, *Westonia* aff. *stoneanus*; 三叶虫 9 个属种,即 *Kaolishania* sp., *Chuangia olongbulukensis*, *Changshania* sp., *Eochuangia* sp., *Shihuigouia strata*, *Liostracina krausei*, *Lioparia* sp., *Qilianshanian convexa*, *Blackwelderia* sp.。其中除 *Shihuigouia* 和 *Qilianshanian* 是地方性属外,其他皆为华北生物省晚寒武世长山阶中的带化石或重要分子。

祁连生物亚省

在中南祁连山地体和北祁连山地体上的玉门昌马、祁连川刺沟、民乐酥油沟、湟中东沟脑、化隆泥旦沟等地分布着一套以长石砂岩、千枚状泥质板岩为主,夹灰岩透镜体或薄层灰岩,局部见有中酸性火山岩及少许细碧岩的晚寒武世地层。灰岩中含腕足类和以底栖类型为主,漂游类型次之的混合型三叶虫动物群。反映此时期火山活动逐渐减弱,沉积环境为趋于稳定的深陆棚海环境。腕足类有 *Lingulella* sp., *Acrothete orbicularis*, *Eoorthis* cf. *shakoutunensis* 等; 三叶虫有 19 个属 22 个种 即 *Olenus* sp., *Parabolina* sp., *Parabolinites* sp., *Procratopyge* sp., *Pseudagnostus communis*, *Corynexochus chinensis*, *Aphelaspis transversa*, *Dunderbergia qinghaiensis*, *D. elongata*, *Procratopyge chuancigouensis*, *D. elongata*, *Olenaspella transversa*, *Shengia intermedia*, *Agnostus* sp., *Pagodia* sp., *Richardsonella* sp., *Geragnostus* sp., *Lajishania* sp., *Sanduspis* sp., *Elkia dolichorachis*, *Pareuloma* sp., cf. *Apachia* (*Apachilites*) sp., *Shihuigouia* sp.。这些三叶虫中 漂游类型 *Agnostida* 目中只有 4 个属,非球接子类中只有少量具游泳能力,大多数为底栖类型而且地方性色彩较为浓厚 如 *Lajishania*, *Shihuigouia*, 等等。另外需指出的是在祁连川刺沟有典型的北美

型三叶虫属 *Dunderbergia*, *Aphelaspis* 混入, 这种现象是与洋流有关? 还是与板块间距离相互接近有关? 有待于进一步研究。

1.3.2 塔里木生物省

北山-雅干生物亚省

晚寒武世沉积物常为硅质岩与中一薄层状结晶灰岩互层, 含丰富的三叶虫化石, 这套地层呈近东西向分布于马鬃山地体上砂井、锡林柯博和大豁落山以及内蒙古阿左旗乌力吉苏木杭乌拉等地。三叶虫约有 28 个属和亚属, 37 个种, 它们是 *Proceratopyge rectispinatus*, *Pseudagnostus communis*, *Homagnostus taizehoensis*, *H. aff. holoformis*, *Phalacroma* sp., *C. reticulatus*, *Lotagnostus cf. asiaticus*, *Proceratopyge conifrons*, *P. fenghuangensis*, *P. fragilis*, *Changshania cf. bromus*, *Acrocephalina* sp., *Gansucephalina scalaris*, sp., *Irvingella* sp., *Geragnostus* sp., *Angelina* sp., *Peichiashania* sp., *Maladioidella* sp., *Mansuyia* sp., *Onchonotina* sp., *Crucicephalus* sp., *Golasaphus* sp., *Koldinioidia* sp., *Neoagnostus* sp., *Onychopyge* sp., *Sigmakainella* sp., *Pseudokainella* sp., *Hedinaspis brevicata*, *H. regalis*, *H. cf. kueichouensis*, *Diceratopyge distincta*, *D. valida*, *Charchaia rustica*, *C. norini*, *C. cf. curvata*, *Pareuloma?* sp., *Euloma (Proteuloma) badainjilinensis*。这些三叶虫中, 底栖型与漂游型几乎各占一半, 但绝大多数为江南型动物群分子, 极少数为华北型动物群分子。它们与新疆库鲁克塔格和天山霍城地区上寒武统三叶虫动物群近乎一致。此外尚有头足类 *Sinoeremoceras* sp.

1.4 小 结

通过对本研究区的讨论, 我们可以归纳以下几个特点

1. 早寒武世塔里木板块的东北缘马鬃山地体以及雅干地区为一套深水陆坡沉积物及相应的三叶虫动物群, 三叶虫动物群面貌具西伯利亚生物区与亚-澳生物区两者混生的特点, 这表明早寒武世塔里木板块东北缘与西伯利亚生物区一度有过联系, 中、晚寒武世环境未发生大的改变, 仍为深水陆坡环境。而生物均是亚-澳生物区的三叶虫分子, 整个寒武纪沉积环境稳定, 没有火山活动以及三叶虫面貌相近于华南生物省而不同于华北生物省。需要说明的是在中、晚寒武世时, 有少数华北生物省三叶虫分子混入塔里木生物省北山-雅干生物亚省中, 很可能当时塔里木板块东北缘与华北板块西北缘位置上一度比较接近。

2. 在本研究区内的华北板块西北缘, 从沉积特点上可分为稳定性环境台地和非稳定性环境(大陆边缘裂陷槽), 与此相应, 华北生物省又可分为柴达木生物亚省(稳定性环境)和祁连生物亚省(非稳定性环境)。柴达木生物亚省早寒武世为潮间带, 至中、晚寒武世转变为碳酸盐台地相环境, 三叶虫均为底栖类型与华北生物省本部近乎一致。祁连生物亚省缺乏可靠的早寒武世沉积, 中、晚寒武世三叶虫动物群中总体上以华北型为主, 江南型次之, 但在东西向分布上有差异, 如东段香山地区以华北型为主, 江南型为辅, 中段天祝黑茨沟、肃南西南部是华北型与江南型分子在种属数量上差不多, 西段格尔莫沟是以江南型分子为多, 从总体特点上看, 祁连生物亚省的三叶虫动物群属过渡类型。

第二章 奥陶纪

寒武纪以后, 各大板块和地体群位置均位于低纬度范围内的局面已发生较大改变。代之以多数位于低纬度区, 而中、高纬度区也有分布的格局(图 2)。这种分布格局使得大洋阻隔控制生物大区划分的主导因素退居次要地位, 而纬度在控制全球性气候分带方面开始起主导作用(李志明, 1988; 姚培毅、王乃文, 1992)。

关于奥陶纪生物古地理分区, 我们在李志明(1988)划分方案的基础上做了一些修改, 即将世界划分为北美-西伯利亚生物大区、中轴生物大区和冈瓦纳生物大区。我国大致以科拉美丽-贺根山一线为界, 以北属北美-西伯利亚生物大区西伯利亚生物区, 以南是中轴生物大区亚澳生物区(图 3)。

在本研究区内, 可进一步划分为华北生物省, 柴达木生物亚省和祁连生物亚省; 塔里木生物省, 北山-雅干生物亚省(图 1)。

2.1 青藏高原北缘早奥陶世生物古地理

2.1.1 华北生物省

柴达木生物亚省

在本亚省, 下奥陶统是一套台型沉积, 仅见于欧龙布鲁克地体上, 大致沿着大柴旦、石灰沟和欧龙布鲁克一线断断续续地分布。早奥陶世早期为灰白色、灰色燧石条带灰岩和豹皮灰岩, 近上部有少量灰黑色板岩, 含丰富的化石, 如海绵类 *Archaeoscyphia* sp.; 腹足类 *Euomphaluis involuta*, *Raphistomina* sp., *Ophiletina* sp., *Ecculiomphalus* sp.; 腕足类 *Nanorthis* sp., *Finkelnburgia* sp., *Strophomena* sp., *Orthis* sp., 其中 *Nanorthis* 和 *Finkelnburgia* 是北半球下奥陶统常见的属, 在我国常见于下扬子区南津关组; 三叶虫 11 个属种, 即 *Megalaspidella (Tsaidamaspis) diarmatus*, *Cybele shihuigouensis*, *Isotelus tsinghaiensis*, *Bathyriscops kantsingensis*, *Geragnostus* sp., *Lonchodomas* sp., *Illaeus* sp., *Nileus* sp., *Endymionia semielliptica*, *Symphysurus tatsaidanensis*, *Solenoharpes tatouyangensis*, *Endymionia* 是北美早、中奥陶世常见分子, 在我国产于内蒙古桌子山地区下奥陶统克里摩里组中, *Bathyriscops* 一属仅产于哈萨克斯坦, *Geragnostus*, *Lochodomas*, *Nileus* 等漂游型分子是扬子区两河口期一大湾期中常见分子。从三叶虫动物群组成的成分来看, 已不是一个单纯的华北型动物群, 而是成分较为复杂的三叶虫动物群。头足类计有 17 个属 22 个种 据赖才根等(1984)和张日东 1965 研究 自上而下可划分为: ① *Dakeoceras-Walcottoceras* 组合; ② *Hopeioceras-Manchuroceras* 组合; ③ *Armeroceras* 组合。组合 1 中有 *Dakeoceras obliquatum*, *D. minutum*, *Burenoceras shihuigouense*, *Cyrolevisoceras chinense*, *Walcottoceras* cf. *monsense*, *W. stenosphonatum*, *Muriceras* sp., *Eremoceras?* sp. 该组合为北美型头足类种群, 其中 *Dakeoceras*, *Burenoceras* 和 *Walcottoceras* 仅出现于北美加拿大统加斯

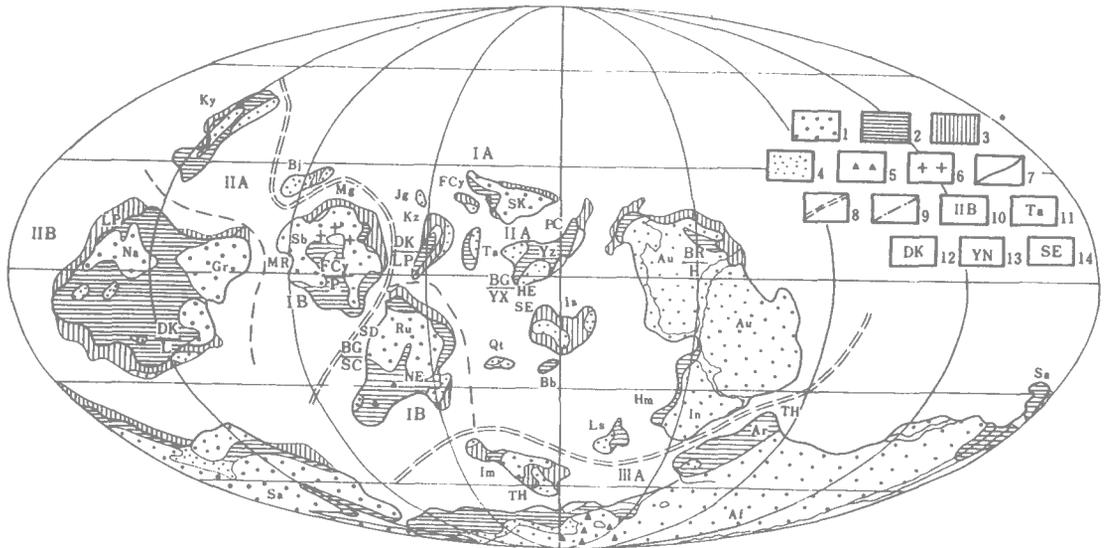


图 2 世界中、晚奥陶世古大陆再造及生物古地理分区图

(据王鸿祯等, 1990, 略修改)

1. 陆地; 2. 浅海沉积区; 3. 较深海沉积区; 4. 滨海及陆相沉积区; 5. 冰成沉积; 6. 蒸发沉积; 7. 陆地边界; 8. 生物古地理大区界线; 9. 生物古地理分区界线; 10. 生物古地理分区编号 (I. 中轴生物大区, I A. 亚澳生物区, 哈萨克生物省、塔里木生物省、华北生物省、扬子生物省、布列亚-佳木斯生物省、东澳生物省, I B. 西北-东欧生物区, II. 北美-西伯利亚生物大区, I A. 西伯利亚生物区, I B. 北美生物区, II. 冈瓦纳生物大区, III A. 北非区); 11. 地块代号 (Af. 非洲, At. 南极洲, Au. 澳大利亚, Al. 阿拉斯加, Ar. 阿拉伯, Bb. 缅甸, Bj. 布列亚-佳木斯, Gr. 格陵兰, Hm. 喜马拉雅, Im. 南欧, In. 印度, Is. 印支-南海, Jg. 准噶尔, Jp. 日本, Kk. 卡拉库姆, Ky. 科里玛, Kz. 哈萨克斯坦, Ls. 鲁特-锡斯坦, Mg. 蒙古, Na. 北美, Qt. 羌塘, Ru. 东欧, Sa. 南美, Sb. 西伯利亚, Sk. 中朝, Ta. 塔里木, Yz. 扬子); 12. 晚奥陶世四射珊瑚组合 (DK. *Dalmanophyllum-Kenophyllum* 组合, FCy. *Favistina-Cyathophylloides* 组合, BG. *Borelasma-Grewingia* 组合); 13. 中奥陶世四射珊瑚组合 (YN. *Yohophyllum-Ningnanophyllum* 组合, LP. *Lambelasma-Primitophyllum* 组合, H. *Hilophyllum* 组合, P. *Primitophyllum* 组合, L. *Lambelasma* 组合, SC. *Streptelasma-Calostylis* 组合); 14. 三叶虫、头足类和腕足类动物群 (TH. Trinuclid-Homalonotid 动物群, PC. *Pliomerina-Calymenid* 动物群, MR. Mononarakid-Ramupleuridid 动物群, SD. *Spirigerina-Dicoelosiidae* 动物群, Z. *Zygospira* 动物群, SE. *Sinoceras-Eomichelino-ceras* 动物群, HE. *Hirnantia-Eastropheodonta* 动物群)

Fig. 2 Map of the World reconstruction and the Middle-Late Ordovician Palaeobiogeographical division

(modified after Wang Hongzhen et al., 1991)

1. land; 2. shallow sea; 3. deeper sea; 4. littoral and land facies; 5. fluvioglacial deposit; 6. evaporite; 7. land boundary; 8. Realm boundary; 9. Province boundry; 10. biogeographical division (I. Median Realm, I A. Asia-Australian Region, Kazakhstan Province, Tarim Province, North China Province, Yangtzean Province, Bureya-Jiamusian Province, East Australian Province, I. North America-Siberian Realm, I A. Siberian Region, I B. North American Region, II. Gondwanan Realm, III A. North African Region); 11. Abbreviatons of block (Af. Africa, Al. Alaska, At. Antarctica, Ar. Arabia, Au. Australia, Bb. Burma, Bj. Bureya-Jiamus, Gr. Greenland, Hm. Himalaya, Im. S. Europe, Is. Indochina-Souyth Sea, Jg. Junggar, Jp. Japan, Kk. Kplyma, Kz. Kozakhstan, Ls. Lut-Seistan, Mg. Mongolia, Na. N. America, Qt. Qiangtang, Sa. S. America, Sb. Siberia, Sk. Sino-Korea, Ta. Tarim, Yz. Yangtze); 12. Rugosa assemblages of Late Ordovician (DK. *Dalmanophyllum-Kenophyllum* assemblage, FCy. *Favistina-Cyathophylloides* assemblage, BG. *Borelasma-Grewingia* assemblage); 13. Rugosa assemblages of middle Ordovician (YN. *Yohophyllum-Ningnanophyllum* assemblage, LP. *Lambelasma-Primitophyllum* assemblage, H. *Hilophyllum* assemblage, P. *Primitophyllum* assemblage, L. *Lambelasma* assemblage, SC. *Streptelasma-Calostylis* assemblage); 14. trilobitic, cephalopodous and brachiopodous faunas (TH. Trinuclid-Homalonotid fauna, PC. *Pliomerina-Calymenid* fauna, MR. Mononarakid-Ramupleuridid fauna, SD. *Spirigerina-Dicoelosiidae* fauna, Z. *Zygospira* fauna, SE. *Sinoceras-Eomichelino-ceras* fauna, HE. *Hirnantia-Eastropheodonta* fauna)

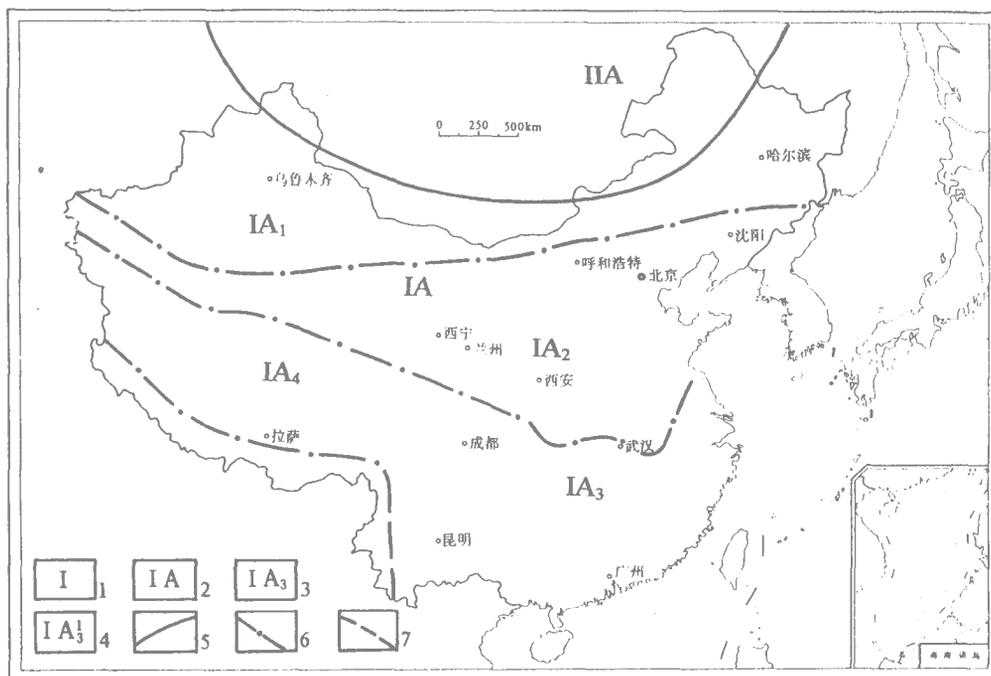


图3 中国中、晚奥陶世生物古地理分区图

1. 生物大区代号; 2. 生物区代号; 3. 生物省代号; 4. 生物亚省代号; 5. 生物区界线; 6. 生物省界线; 7. 生物亚省界线; 1. 中轴生物大区, IA. 亚-澳生物区, IA₁. 塔里木生物省, IA₂. 华北生物省, IA₃. 扬子生物省, IA₄. 藏南生物省, I. 北美-西伯利亚生物大区, IA. 西伯利亚生物区

Fig. 3 Palaeobiogeographical map of the Middle—Late Ordovician of China

1. Realm; 2. Region; 3. Province; 4. Subprovince; 5. Region boundary; 6. Province boundary; 7. Subprovince boundary; 1. Median Realm, IA. Asia-Australian Region, IA₁. Tarim Province, IA₂. North China Province, IA₃. Yangtzean Province, IA₄. South Tibetan Province; I. North America-Siberian Realm, IA. Siberian Region

科纳组 (Gasconabian) 在我国见于河北涑水冶里组。组合 2 包括 *Hopelioceras styliforme*, *H. coreanoceraforme*, *H. recurvatum*, *Kirkoceras* sp., *Manchuroceras yenchouchengense*, *Yehlioceras* sp., *Hardmanoceras serpentinum*, *Piloceras* sp., 它们均系华北生物省亮甲山组常见分子, 可与亮甲山组的头足类 *Coreanoceras-Manchuroceras* 组合对比, 时代为阿雷尼格期 (Arenigian)。组合 3 有 *Armenoceras teichertii*, *A. triformatum*, *Sactoceras shihuigouense*, *Tofangoceras striatum*, *Wutinoceras shihuigouense*, *Pararmenoceras* sp., 它们均是华北生物省下马家沟组特有或常见分子, 相当于下马家沟组 *Polydesmia-Wutinoceras* 组合, 其中唯 *Sactoceras* 时代略偏晚, 总体上该组合代表阿雷尼格 (Arenigian) 晚期。所以早奥陶世早期的头足类仍呈华北生物省特点。笔石约有 9 个属 20 个种: *Glyptograptus austrodentatus*, *G. dentatus*, *G. dentatus. intermedius*, *Loganograptus logani*, *L. gracilis*, *Tetragraptus* cf. *harti*, *Trigonograptus ensiformis*, *Isograptus augulatus*, *I. caduceus mut. nanus*, *I. chinghaiensis*, *Cryptograptus schaferei*, *C. tricornis*, *Glossograptus acanthus*, *G. longispinosus*,

Paralossograptus intermedius, *P. tricornis* var. *major*, *Didymograptus* cf. *hirundo*, *D. ellesae*, *D. linealis* var. *longa*, *D.* cf. *extensus*。此外尚有海百合茎化石。这些笔石最大的特点是地方性色彩非常浓厚。其中 *Glyptograptus austrodentatus* 是太平洋区的特有分子，在澳大利亚是达里威子组底部的带化石，也见于北美得克萨斯下奥陶统。在我国广见于产东南型笔石群的天山-兴安区、江南区和东南区以及扬子区的大湾阶顶部。因此含这一笔石动物群的地层可与大湾组顶部对比。

早奥陶世晚期地层的主要岩性是紫、绿和黑色页岩夹石灰岩，含非常丰富的笔石，约有 26 个属 110 个种。穆恩之等 (1962) 将笔石自下而上分为两个化石带：① *Amplexograptus confertus* 带，包括 a. *Paraglossograptus typicalis* 亚带和 b. *Cardiograptus yini* 亚带；*Pterograptus elegans* 带。第一个笔石带是以隐轴笔石类 *Cryptograptus*, *Glossograptus*, *Paraglossograptus* 和 *Pseudotrigonograptus* 以及 *Didymograptus* 等为代表的下斜和窄枝平伸对笔石为特征，有轴双列笔石 *Amplexograptus*, *Glyptograptus* 和 *Pseudoclimacograptus* 等是常见分子。第二个笔石带是以 *Pterograptus* 的大量出现为特征的，隐轴笔石类和有轴双列笔石类也较丰富。整个笔石群的时代属牯牛潭期，其性质与江南区和澳大利亚很相似，亦可与加拿大西北部和美国东部同期笔石动物群对比。

将早奥陶世三叶虫、头足类和笔石动物等特点综合起来看，总貌上仍相近于华北生物省，同时又有自身特点，因此还是将其作为华北生物省中的一个亚省为好。

祁连生物亚省

目前，早奥陶世沉积见于本亚省北祁连山地体甘肃玉门市阴沟、大河坝和二道川一带，以及走廊南山北坡、托来山北坡和冷龙岭等地；中南祁连山地体仅在西段肃北乌兰大坂、查干布尔嘎斯和吾力沟一带有分布。其岩性以玉门阴沟为代表，主要为下部火山角砾岩和绿色基性火山岩，上部为灰绿色、黑色页岩与灰岩。下部含较为丰富的三叶虫，经张文堂 (1962) 等研究有：*Bathyriscops kantsingensis*, *Triarthrus sinensis*, *Trinodus* sp., *Lonchodomas* sp., *Geragnostus crassus*, *Apatokephalus yini*, *A. kansuensis*, *Ceratopyge transversa*, *C. elongata*, *Szechuanella rectangula*, *Inkouia inkouensis*, *Symphysurus nanshanensis*, *S. subrectanensis*, *S. subrectabglatus*, *Harpides troedssoni*, *Yinaspis granulatus*, *Onychopyge sinica*, *Pseudohysterolenus* sp., *Missisquoia* sp., *Parahystricurus* sp., *Pseudohystricurus* sp., *Parabolinella* sp., *Nileus* sp., *Hardyoides* sp., *Shumardia* sp., *Geragnostus* sp.。并将这些三叶虫自下而上划分为两个化石带 (见易庸恩, 1982)：① *Onychopyge-Parabolinella* 带；② *Ceratopyge-Apatokephalus* 带。第一个三叶虫化石带多为北美、南美和北欧特马豆克期 (Tremadoc) 的重要分子，如 *Onychopyge*、*Apatokephalus*，其中 *Onychopyge* 也见于澳大利亚、新西兰下奥陶统及我国华北冶里组底部，因此第一化石带的三叶虫面貌相近于华北型或北美型。第二化石带的三叶虫分子有：*Szechuanella* sp., *Ceratopyge* sp., *Geragnostus* sp., *Shumardia* sp., *Harpides* sp., *Parabolinella* sp. 等。*Szechuanella* 一属广泛分布于华中、西南的南津关组及分乡组中，它们的时代为特马豆克晚期。与这个组合相似的还见于哈萨克斯坦、新疆库鲁克塔格、浙西的印渚埠组。第二化石带的三叶虫面貌表现出与江南型和扬子型关系密切。阴沟群中、上部的三叶虫约有：*Geragnostus crassus*, *Trinodus* sp., *Annamitella* sp., *Triarthrus* sp. (张文堂, 1962)。这些三叶虫多为世界性分布的属，时限也较长，考虑到上覆、下伏地层及动物群的关系，时代应大致相当于阿雷尼格期 (Areni-

gian) — 兰维恩期 (Llanvirnian)。头足类有 5 个属 7 个种: *Wutinoceras foerstei* var. *yumenensis*, *W. lui* var. *dongdayaoensis*, *Polydesmia?* sp., *Armenoceras* cf. *richthofeni*, *Linormoceras centrale* var. *minor*, *Manchuroceras* sp.。其中 *Manchuroceras* 是华北地区下奥陶统亮甲山组的分子。*Polydesmia* 广泛分布于华北地区下奥陶统上部。据张日东 (1965) 对该头足类的研究认为, 其时代相当于阿雷尼格期 (Arenigian) — 兰维恩期 (Llanvirnian)。腕足类有 6 个属种 *Palaeostrophia* cf. *calcifora*, *Hesperonomia* sp., *Acrothyla* sp., *Lingulella* sp., *Archaeorthis* sp., *Clarkella* sp., 其中 *Archaeorthis* 和 *Clarkella* 是北半球下奥陶统下部分子。笔石有 *Didymograptus* sp., *Isograptus* sp., *Climacograptus* sp.。笔石的出现多代表海水较深的环境。

综上所述, 这些动物栖居的环境应是深陆棚海, 陆源碎屑物供给充足, 海水浑浊而动荡, 三叶虫为了适应此环境, 多为一些眼睛较大的属。另外, 在青海省境内拉脊山南坡才毛吉峡和刚察克克赛曲上游, 产三叶虫约有 2 个科, 6 个属种, 即 *Illiaenus* sp., *Triarthrus sinensis*, *T.* cf. *sinensis*, *Inkouia* sp., *Ampyxina* sp., *Cyclopyge* sp. 头足类 *Manchuroceras* sp., *Orthoceras* sp.; 笔石 *Dicranograptus* sp., *Climacograptus* sp., *Pseudoclimacograptus* sp., *Glyptograptus* sp. 腕足类“*Orthis*” cf. *irradadica*, *Orthis* cf. *calligramma*, *Strophomena* cf. *chamaerops*。上述各类化石时代及层位大致相当于阿雷尼格期 — 兰维恩期。

从上述中不难看出, 三叶虫动物群中比较多的分子是扬子区的特点。在这里我们采纳了头足类的生物地理区划分方案, 将祁连区作为华北生物省的一个亚省。

2.1.2 塔里木生物省

北山-雅干生物亚省

在马鬃山地体罗雅楚山、砂井、泽鲁木和大豁落山一带分布着一套中、下奥陶统未分的沉积物。其主要岩性为砂砾岩含胶磷矿粒、硅质页岩和硅质板岩, 含笔石 10 个属种: *Didymograptus* sp., *Phyllograptus anna*, *Loganograptus logani* var. *sinica*, *Trigonograptus* sp., *Tetragraptus* cf. *quadribrachiatus*, *Amplexograptus* sp., *Climacograptus forticaudatus*, *Pseudoclimacograptus* sp., *Glyptograptus* sp., *Retiograptus* sp.。其中 *Climacograptus forticaudatus* 是江南区牛上组、胡乐组底部分子, *Loganograptus logani* var. *sinica* 见于欧龙布鲁克地体下奥陶统石灰沟组, 而且 *Phyllograptus* 时限也不超出早奥陶世范围内。因此, 上述笔石化石总体时代应属早奥陶世至中奥陶世早期。腕足类有 *Semielliptotheca* sp., *Plectambonites* sp.。另外, 在内蒙古杭乌拉、珠斯楞海尔罕一带有发育较好的早奥陶世沉积。早奥陶世早期主要岩性为杂色泥质板岩与硅质板岩互层夹薄层灰岩, 产广布于我国东南区特马豆克阶底部的三叶虫 7 个属种: *Hysterolenus oblongus*, *H. tenuispinus*, *Shumardia cornigera*, *Niobella peciosa*, *Parabolinella contracta*, *Parabolina* sp., *Rhadinopleura piri-forme*。早奥陶世晚期岩性是深灰、灰黑色薄层硅质岩间夹褐灰、黄灰色硅泥质板岩, 产较丰富的笔石, 其属种数大大超过 8 个属 18 个种以上, 重要的属种有: *Clonograptus* sp., *Loganograptus* sp., *Tetragraptus fruticosus*, *Isograptus caduceus*, *Glyptograptus austrodentatus*。该笔石动物群具东南型笔石动物群色彩, 同时又显示出与澳大利亚阿雷尼格期笔石动物群有着极密切的关系 (郑昭昌、朱鸿, 1987)。

2.2 青藏高原北缘中、晚奥陶世生物古地理

2.2.1 华北生物省

柴达木生物亚省

本亚省中奥陶统只见于欧龙布鲁克地体大头羊沟至塔塔楞河下游一带。其岩性为下部紫红色石英砂岩夹灰岩，上部灰色厚层状灰岩，含腕足类 12 个属种，即 *Sowerbyella* sp. . *Ptychoglyptus* sp. . *Apothophyla* sp. . *Campylorthis* sp. . *Evenkina* sp. . *Rafinesquina* cf. *elegantulum*, *Orthis* sp. . *Orthambonites butsi* ; 头足类 *Nybyoceras* sp. , *Pararmenoceras* sp. , *Armenoceras tani*, *Chisiloceras* sp. 。头足类前 3 个属均系华北生物省上马家沟组常见分子，而 *Chisiloceras* 出现在扬子区大湾组，繁盛于十字铺组，同时也见于塔里木生物省五里塔格群中。可见此时期，扬子生物省与华北生物省头足类组合在欧龙布鲁克地体上出现了混生现象。

晚奥陶世化石见于南昆仑地体大干沟、水泥厂及开木棋河上游一带。产腹足类 *Maclurites* cf. *neritoides*, *Tropidodiscus* sp. , *Lophospira* cf. *gerardi* ; 层孔虫 *Tuvaechia* sp. , *Labechiella* sp. 及珊瑚 7 属 14 种，即 *Foerstephyllum golmudense* . *Rhabdotetradium nachitaiense* . *R. qinghaiense* . *R. jianxiense rarum* . *Neoplasmporella? shuingchangensis* . *Neoplasmporella? kunlunqiaoensis* . *Kolymopora* sp. . *Agetolites hemiagetoides* . *A. yushanensis* . *A. multitabulatus* . *A. huangi* . *Plasmoporella arcatabulata* . *P. convexotabulata chekiangensis* . *Wormsipora golmulensis* 。林宝玉(1985)将床板珊瑚分为两个组合：组合 1 *Foerstephyllum golmudense-Rhabdotetradium qinghaiense-Neoplasmporella golmudensis*，除此之外，还有四射珊瑚 *Tryplasma nachitaiensis*, *Favistella* sp.，它们中 *Rhabdotetradium*, *Foerstephyllum*, *Favistella*, *Cyathophylloides* 等属是北美地区-西伯利亚常见分子，其动物群性质似应属北美-西伯利亚生物大区；组合 2 *Agetolites-Wormsipora-Plasmoporella* 其中所有的床板珊瑚皆是浙赣地区上奥陶统上部重要分子。与其共生的四射珊瑚 *Brachyelasma* 和 *Streptelasma* 也是我国南方常见的属。从该珊瑚动物群总貌看，除第一组合混有较多北方的分子外，基本动物群特征仍属 *Agetolites* 珊瑚动物区中的 *Agetolites-Favistella* 动物分区（华北生物省，柴达木生物亚省）。晚奥陶世珊瑚在反映环境上，最大的一个特点是均沿着台地边缘分布，而在典型的台区，珊瑚并不多，例如，扬子区珊瑚主要产于观音桥组。另外，在柴达木地体塞什腾山、大柴旦镇滩间山-海合沟产腕足 *Orthis* sp. ；三叶虫 *Dalmanella* ；珊瑚 *Agetolites* cf. *mirabilis* . *A. cf. multitabulatus* . *Palaeophyllum* . *Plasoporella* . *Catenipora* 和 *Favistella* 等与上述东昆仑南坡珊瑚群非常相似。

祁连生物亚省

在中南祁连山地体肃北盐池湾和拉脊山南坡才毛吉峡一带，中奥陶统下部以火山岩和火山碎屑岩与结晶灰岩互层为主，夹硅质岩，上部是灰绿色厚层砾岩、长石质硬砂岩夹薄层灰岩，含腹足类 *Maclurites* sp. . *Raphistoma* sp. . *Donaldiella* sp. ；三叶虫 *Megalaspidella* sp. . *Lonchodomas* sp. . *Remopleurides* cf. *latus* . *Birmanites* sp. . *Telephina* sp. . *Illaeus* sp. , *Ampyx* sp. , *Basiliella* sp. 。三叶虫总面貌表现出中奥陶世的特点，如 *Birmanites*, *Basilicus* 和 *Ampyx* 是扬子区中奥陶世常见分子；腕足类 12 个属 *Sowerbyella*, *Catazyga*,

Finkelburgia? Hesperonomia? Syntrophopsis? Aporthophyla. Toquimia. Valcourea. Orthambonites, Martellia, Xizangostrophia, Palaeostrophia 等组合在一起,在国内相似于珠峰地区 *Aporthophyla-Xizangostrophia* 腕足类组合。在国外,类似的腕足类组合见于大陆边缘地带,如北美地台的东、西边缘带,西欧濒大西洋的一些地带和西伯利亚东北的科雷马河上游,时代相当于牯牛潭期一庙坡期(刘第壩,1982)。笔石 8 个属种: *Dicranograptus cf. irregularis. Climacograptus cf. uniformis. Glyptograptus sp. Didymograptus sp. Orthograptus sp. Amplexograptus sp. Glossograptus cf. gracilis, Dicranograptus sp.* 这些笔石多是我国南方中奥陶世常见分子,如 *Glossograptus cf. gracilis* 见于江南区胡乐组。头足类 *Disco-ceras, Endoceras, Protocycloceroides* 等属为扬子区庙坡一宝塔期头足动物群中常见分子。此外,还有一些腹足类化石。

上奥陶统主要岩性是下部碎屑岩夹灰岩及中性火山岩,上部以火山岩为主,灰岩中产腕足类化石 12 个属,即 *Strophomena sp. Rafinesquina sp. Orthambonites sp., Opikina sp. Dolerorthis sp. Hesperorthis sp. Orthis sp. Hesperonomia sp. Petrocrania sp. Cyclospira sp. Aporthophyla sp. Anoptambonites sp.* 三叶虫 *Dalmanella sp.* 珊瑚 *Amsassia sp.* 头足类 *Armenoceras sp.* 腕足类组合相似于北美的春塘组(Trenton),时代大致相当于宝塔期。*Amsassia* 是北美-西伯利亚生物大区晚奥陶世的珊瑚(亦农,1974)。

在北祁连山地体昌马土杂山,玉门阴沟、白杨河,祁连山主峰北侧木龙、门源地里花河等一带分布有中、上奥陶统。中奥陶统以玉门阴沟地区剖面为例,主要岩性是绿色、暗绿色基性火山岩、火山角砾岩、黑色硅质岩和页岩,含笔石约 14 个属 18 个种: *Pseudotrigraptus ensiformis. Phyllograptus angustifolius. Glossograptus fimbriatus. G. cf. hincksu. Paraglossograptus intermedius var. fusiformis. P. minor. Cardiograptus yini. Orthograptus acutus. Dicellograptus exilis. Pseudoclimacograptus minor, P. repetitus. P. spinosus. Prolasiograptus cf. asiaticus. Tetragraptus pendens. Cryptograptus cf. kopkinsoni. Didymograptus linearis var. long. Glyptograptus siccatus var. latus. G. cf. teretiusculus, Nemagraptus gracilis* 等。它们组合在一起,具东南型庙坡期笔石动物群色彩。其中 *Glyptograptus teretiusculus, Nemagraptus gracilis* 和 *Dicranograptus nicholsoni* 是穆恩之(1974)划分的三个带化石中的第一化石带 *Glyptograptus teretiusculus* 带和第二化石带 *Nemagraptus gracilis* 带中的带化石。它们可与粤西北长坑水组、湘赣边境江西永新、崇义一带龙溪组、新疆霍城科克萨雷溪组和柯坪的萨尔干组以及甘肃平凉至陕西陇县一带的平凉组的笔石动物群对比。另外还有牙形刺 *Belodina sp. Acodus sp. Scolopodus varicostatus. Acontiodus robustus*。

上奥陶统沉积类型较为复杂,大致可分为三种同期异相沉积: 灰黑色硬砂岩、粉砂岩、页岩夹灰岩沉积,分布于托来山东段天宝河上游至扣门子及冷龙岭西段南坡; 中基性火山岩夹灰岩,沿着中祁连山北缘断裂带北侧断续分布,如达坂山西段及托来山东段南坡; 下部是正常沉积的灰色巨厚层灰岩、灰黑色页岩夹灰岩,上部是中基性火山岩夹硅质岩,分布在昌马至肃南大海子一带,而且火山岩组厚度由西向东明显增大。大化石在第一种沉积类型中最为丰富,其他两种沉积类型中则显著减少。腕足类计有 24 个属种: *Strophomena basilica. Zygospira qinghaiensis. Glyptomena sp. Mimella sp. Sowerbyella eximia. S. cf. compacta. S. cf. sericae. S. sladensis. Schizophorella fallax. S. placidia*。

Triplexia subcarinata . *Ptychoglyptus* sp. . *Glyptorthis* sp. . *Eospiriferina porcata* . *Porambonites* sp. . *Leptotium* cf. *tranuegica* . *Opikina* sp. . *Cliftonia* sp. . *Nicolella* sp. . *Plectatrypa* sp. , *Leptaena* sp. , *Rostricellula* sp. , *Anisopleurella* sp. , *Stenocamara* sp. 。其中 *Schizophorella* 见于陇县背锅山组以及西欧 , *Triplexia* , *Opikina* 和 *Zygospira* 常见于浙西长坞组或三巨山组中 , *Leptaena* 是瑞典和独联体中亚一带晚奥陶世早期的分子。头足类约有 3 个属种 : *Cyrtoceras* sp. . *Orthoceras* sp. . *Discoceras verbeeki* 等。 *Discoceras* 一属是我国扬子区和塔里木柯坪地区宝塔期重要分子之一。腹足类 3 个属 : *Hormotoma* sp. . *Platyceras* sp. . *Bucanella* sp. 。三叶虫约有 16 个属种 : *Isotelus* sp. . *Nanshanaspis levis* , *Shumardia semicirculata* . *Triarthrus sinensis* . *Telephina* sp. . *Toernquistia minuta* . *Nanshihmenia rectangularis* . *Yumenaspis yumenensis* . *Remopleurides* sp. . *Corrugatagnostus* sp. . *Pliomerina* sp. . *Isoteloides* sp. . *Basilicus* sp. . *Hemiarges* sp. . *Pseudobasilicus* sp. . *Ampyx* sp. 。在这些三叶虫中 *Nanshanaspis* 和 *Yumenaspis* 为地方性属 ; *Pseudobasilicus* 和 *Pliomerina* 出现于我国滇西施甸组及下蒲缥组 ; *Remopleurides* 和 *Ampyx* 产于庙坡组至临湘组。因此该三叶虫动物群时代大致相当于庙坡—宝塔期 (易庸恩 , 1982)。珊瑚约有 22 个属 41 个种 : *Acadaloopora* sp. , *Agetolites gracilis* , *A. ramosus* , *A. rariperforatus* , *Baikitolites pravus* , *Palaeofavosites grandis* var. *infidus* , *P. gradis* , *Calapoecia rotunda* , *Saffordophyllum qinhaiensis* , *S. heiquanheensis* , *S. inconstus* , *Catenipora gracilis* , *C. subovata* , *C. robustus* , *C. menyuanensis* , *Wormsipora* cf. *sinkiangensis* , *H. orientalis* , *Propora bacillifera* , *Plasmoporella tianbaoheensis* , *P. arcatabulata* , *P. kiaeri* , *P. menyuanensis* , *P. cf. chinghueiensis* , *P. cylindrica* , *Proheliolites qilianensis* , *Sinkiangolasma* sp. , *Cyrtophyllum* sp. , *Favistella alveolata* , *F. alveolata maxima* , *F. intermediata* , *F. irregularis* , *F. obliquiseptata* , *F. nanshanensis* , *Brachyelasma* sp. , *Rhabdotetradium* sp. , *Neoplasmoporella* sp. , *Agetolitella* sp. , *Agetolitellinus* sp. . *Lichenaria* cf. *arctica* , *Amsassia qilianshanensis* , *A. cf. shaetetoides*。关于珊瑚生物地理区的研究 , 林宝玉 (1982) 将晚奥陶世四射珊瑚和床板珊瑚划分成两个生物区 , 即北方动物地理区 , 以 *Favistella* , *Streptelasma* , *Brachyelasma* , *Sinkiangolasma* 和 *Calapoecia* 等为代表 , 分布于东秦岭、陕甘宁边缘区、内蒙古乌拉特前旗大余太以及本研究区的祁连山等地 , 与北美-西伯利亚生物大区相似 ; 南方动物地理区 , 包括浙江江山、江西玉山的三巨山组和新疆准噶尔地区布龙果尔组 (或加波萨尔组) 等地 , 以 *Agetolites* 和 *Agetolitella* 等为代表。综观祁连山地区珊瑚群面貌 , 上述两个珊瑚生物地理区的分子在祁连生物亚省中都有出现 , 具混生特点。时代为晚奥陶世五峰期。另还有苔藓虫 *Dianulites yumenensis*。

2.2.2 塔里木生物省

北山-雅干生物亚省

中、晚奥陶世地层分布于马鬃山地体肃北锡林柯博、大豁落山、长流水、花牛山矿区 , 额济纳旗乌兰布拉格和珠斯楞海尔罕以西单面山等地区。

在马鬃山地体上 , 中奥陶统岩性为灰黑色、黑色泥质板岩、石英岩夹灰岩、细砂岩和砾岩。灰岩中含腹足类 *Maclurites* sp. . *Tropidodiscus* sp. , *Donaldiella* sp. , *Lophospira* sp. , *Helicotoma* sp. 腕足类 *Zygospira* sp. , *Tritoechia?* sp. , *Rostricellula?* sp. 头足类 *Discoceras* sp. ; 珊瑚 *Lichenaria?* sp. 。上奥陶统在马鬃山地体南、北两侧无论是岩性还是生物面貌上均表现出一定的差异性。南侧肃北珊瑚并主要岩性是灰绿色砂岩、灰岩和大理岩 , 产珊瑚 :

Catenipora palleus, *C. menyuanensis*, *C. gubachevi*, *Favistella* sp., *Amsassia* sp., *Plasmo-
porella* sp.。这四个珊瑚属均是北方珊瑚动物区的特征属, 缺乏南方珊瑚动物区的特征属
Agetoliles, *Agetolitella*, *Sarcinula* 等。可与陇东背锅山组和祁连山扣门子组对比, 时代大
致相当于五峰期。北侧是黑色硅质岩夹浅黄色泥灰岩, 产三叶虫: *Birmanites* sp., *Cyclopyge*
sp., *Hammatocnemis* sp., *Nileus* sp., *Nankinolithus* sp., *Basiliella* sp., *Geragnostus sinen-
sis*, *Xenocyclopyge* sp., *Holdenia* sp., *Chirurus* cf. *bimucronatus*。其中 *Nankinolithus*, *Gerag-
nostus sinensis* 产于扬子区临湘组, 而 *Holdenia* 是北美阿巴拉契山谷强烈蓝统下部分子。头
足类化石有 *Michelinoceras elongatum*, *Sinoceras chinense*, *Ancistroceras shuangying-
shanensis*。这三个属种是扬子区宝塔组中的常见分子, 其中 *Sinoceras chinense* 还是宝塔组
中的带化石。因此马鬃山地体北侧的上奥陶统时代可能包括宝塔一五峰期。

在额济纳旗乌兰布拉格、希热哈达和额勒根乌兰乌拉一带分布有中、上奥陶统。其横
向上变化很大。中奥陶统下部为钙质粉砂岩夹灰岩透镜体, 上部中酸性火山岩夹深灰色板
岩。下部产腕足类 *Orthambonites* sp., *Glyptorthis* sp., *Campylorthis* sp., *Valcourea* sp.,
Tritoechia sp., *Antigonambonites* sp., *Oxoplecia* sp. 和 *Xenelasmella* sp. 苔藓虫 *Leioclema*
sp., *Diplotrypa* sp. 双壳类 *Palaeoneilo*? sp., *Orthonota*? sp.。上部产头足类: *Trilacinoceras*
sp., *Rhynchorthoceras* sp., *Lituites* sp., *Tapinolituites gansuense*。上述腕足类中, 大部分
见于北美东部和苏格兰地区兰维恩阶 (Llanvirnian) 或更高层位。 *Xenelasmella* 以往只产于
西伯利亚东北部相当于兰维恩阶地层中 (刘第壖, 1982)。头足类的三个属与扬子区以及新
疆柯坪地区的庙坡一宝塔早期头足类属群很相近。上奥陶统下部为大理岩、长石质硬砂岩,
岩层中夹有少量的中基性、基性火山岩; 中部为中酸性、酸性火山岩; 上部为灰黑色粉砂
岩, 含腕足类 20 个属种, 即 *Platystrophia* sp., *Leptellina* sp., *Camerella* sp., *Clitambonites*
sp., *Plaesiomys* sp., *Apatorthis* cf. *tenuicostata*, *Orthidiella* sp., *Ancistrorhyncha* sp., *Or-
thambonites* sp., *Antigonambonites*? sp., *A.* cf. *planus*, *Dinorthis* sp., *Diparelasma* sp.,
Eosotrematorthis? sp., *Orthis* cf. *calligramma*, *O.* cf. *callastis*, *Parmorthis* sp., *Taffia*?
sp., *Valcourea*? sp., *Hesperorthis*? sp. 三叶虫 *Bumastus* sp., *Paraceraurus* sp., *Parisocer-
aurus* sp., *Sphaerexochus* sp., *Trinodus* sp., *Bulbaspis* sp., *Cyclopyge* sp. 腹足类 *Cyclone-
ma* sp. 苔藓虫 *Rhinidictya* sp., *Polypora* sp. 层孔虫 *Actinostroma* sp.。上述化石中, 三
叶虫 *Bumastus*, *Cyclopyge*, *Paraceraurus*, *Sphaerexochus* 等属是我国南方宝塔组和临湘组
的常见分子, 大体上可与马鬃山地体的上奥陶统化石对比, 时代相当于卡拉道克 (Carado-
nian) 中、晚期。

在巴丹吉林北部珠斯楞海尔罕以西单面山一带分布着一套晚奥陶世地层。主要岩性是一
套热带—亚热带气候条件下滨浅海环境中沉积的紫红色石英砂岩、钙质粉砂岩夹砂质生
物灰岩、中厚层灰岩、结晶灰岩和含泥质灰岩, 含很丰富的化石, 包括腕足类 40 个属种,
珊瑚 18 个属 33 个种, 三叶虫约有 19 个属种, 牙形石 8 个属种, 头足类 *Michelinoceras* sp.
和 *Pleurorthoceras* sp. (郑昭昌等, 1982)。在上述腕足类动物群中, *Cliftonia* 常见于阿什
极尔期 (Ashgill) 至兰多维利期 (Llandovery), *Hindella* 的时代是阿什极尔中期—早志留
世。 *Catazyga* (*Orthozyga*)、*Liostrophia* 和 *Lordorthis* 均是北美晚奥陶世分子。三叶虫以及
牙形石的时代相当于阿什极尔晚期。珊瑚动物群的性质表现出与新疆库鲁克塔格、浙赣地
区晚奥陶世珊瑚群关系甚为密切, 可归入林宝玉 (1982) 所划分的中国南部动物地理区。而

与华北生物省祁连生物亚省中、晚奥陶世珊瑚动物群最大区别在于珠斯楞海尔地区珊瑚动物群中缺乏北美-西伯利亚生物大区的标准分子 *Favistella* 属，而后者则产丰富的 *Favistella*。头足类 *Pleurorthoceras* 是我国南方晚奥陶世常见的属。

2.3 小 结

1. 早奥陶世华北生物省，柴达木生物亚省的三叶虫动物群已不像寒武纪是一个单一的华北类型动物群，而是一个混有不少扬子区漂游类型的三叶虫动物群。头足类动物群则显示出浓厚的华北生物省色彩。此时，祁连生物亚省也表现出与柴达木生物亚省类似的生物特征。中、晚奥陶世，柴达木生物亚省头足类也出现了华北生物省与扬子区的分子混生的现象。祁连生物亚省中，三叶虫和头足类以扬子区分子所占比重偏大，而珊瑚是以北美-西伯利亚生物大区的分子居多，扬子区的分子次之。

2. 塔里木生物省 北山-雅干生物亚省，早奥陶世生物群面貌与我国东南区很相似。中、晚奥陶世，无论是头足类还是珊瑚动物群都表现出与新疆库鲁克塔格、扬子区以及浙赣地区的头足类和珊瑚动物群关系非常密切，而与华北生物省的生物群面貌有着很大的不同。

从上述对各亚省的总结中，我们可以得出以下结论：华北生物省中的柴达木生物亚省和祁连生物亚省自早奥陶世晚期以后，混生现象越来越显著，生物分区界线趋于模糊。表明柴达木和祁连生物亚省与我国扬子区相距较近，已达到足以使两地生物发生交流的程度。相反，塔里木生物省，北山-雅干生物亚省自始至终保持着我国南方生物群的本色，几乎没有混生现象。这说明在奥陶纪时，北山-雅干生物亚省与华北生物省相距较远，两地生物难以进行交流。

第三章 志留纪

志留纪仍是全球古大陆及其周边地体群位置处于较大变动的时期。最重要的变化是西伯利亚-蒙古及欧洲向北部不断移动,进入高纬度地区(王鸿祯等,1986)。这样就造成分布在不同纬度上的生物出现差异。最显著的是有凉、暖水动物群之分。以腕足动物为例,在北半球高纬度地区志留纪发育有凉水性的 *Tuvaella* 动物群;在南半球高纬度地区发育有凉水性的 *Clarkeia* 动物群,其性质与 *Tuvaella* 动物群相近;热带-亚热带以小嘴贝类 *Eocoelia*、五房贝类 *Pentamerus* 以及 *Stricklandia* 等为特色。另外,在原苏联图瓦、蒙古地区早志留世出现许多单体单带型隔壁较厚的扭心珊瑚,如 *Tunguselasma* sp.、*Densiphyllum* sp. 和 *Pterophrentis* sp. 等,被认为是凉水性的珊瑚(Sytova and Ulitina, 1983; 何心一, 1988)。因此纬度这一控制气候因素对生物古地理分区仍起着主导作用。在生物古地理分区上,我们赞同珊瑚和腕足类研究者的意见,将全球划分为 3 个大区,即北方生物大区、中轴生物大区、南方生物大区或马尔维诺-卡弗列克生物大区。

我国大致以科拉美丽、贺根山一线为界,以北属北方生物大区,准噶尔-兴安生物区;以南均属中轴生物大区,东中轴生物区。在本研究区内,大致以阿尔金断裂为界,以北是北方-中轴生物过渡区,北山-雅干生物省;以南是中轴生物大区,祁连生物省(图 4)。

3.1 青藏高原北缘早志留世生物古地理

早志留世,青藏高原北缘海域范围缩小,主要分布于中南和北祁连山地体、马鬃山地体、圆包山地体以及杭乌拉一带。南昆仑山地体、北昆仑山地体和柴达木地体至今未见有志留系的报道。在柴达木地体北缘表现为上奥陶统与上泥盆统砾岩不整合接触,这表明在柴达木地体上很可能未接受志留纪沉积,已上升成为古陆。

3.1.1 东中轴生物区祁连生物省

下志留统在本生物省主要分布于北祁连山小石户沟、二道沟,肃南水关河,玉门白杨河、肮脏沟、旱峡,向东见于天祝马营沟、富强堡、马圈沟、峡门沟,静宁和庄浪等地。在南祁连山有化石证据的下志留统仅见于天峻尔日洛合,其他地区为化石空白区,研究程度很低。在这里有关南祁连山志留系的讨论暂从略。

北祁连山地体下志留统以祁连二道沟和玉门肮脏沟一带研究较详,其主要岩性为一套具复理石韵律的灰绿色砂岩、粉砂岩和板岩,产丰富的笔石,约有 17 个属 60 个种。《甘肃省区域地质志》(1989)将这些笔石自下而上划分为 12 个笔石带:12. *Oktavites spiralis* 带, 11. *Monoclimacis griestoniensis* 带, 10. *Streptograptus crispus* 带, 9. *Spirograptus turriculatus* 带, 8. *Monograptus sedgwickii* 带, 7. *Demirastrites convalutus* 带, 6. *Demirastrites triangulatus* 带, 5. *Pristiograptus leei* 带, 4. *Pristiograptus cyphus* 带, 3. *Diplograptus modestus* 带, 2. *Akidograptus* 带, 1. *Glyptograptus persculptus* 带。上述笔石动物群包含了中国南

3.1.2 北方-东中轴生物过渡区北山-雅干生物省

在本生物省中,下志留统主要见于马鬃山地体的罗雅楚山、砂井和梧桐井,圆包山地体的圆包山、乌兰布拉格以及杭乌拉一带。除了在乌兰布格一带为一套浅灰色、灰色、深灰色凝灰砂岩,中-酸性凝灰岩及凝灰熔岩,顶部夹少量灰岩及硅质岩含笔石外,其他地区均为正常沉积。以巴丹吉林杭乌拉地区为代表,其主要岩性是灰、褐灰、黄绿色薄层泥质板岩,硅质板岩夹黑色硅质岩,含丰富的笔石,约有 17 个属 37 个种,自下而上可划分为 8 个笔石带:8. *Oktavites spiralis* 带,7. *Monoclimacis griestoniensis* 带,6. *Striptograptus crispus* 带,5. *Spirograptus turriculatus-Rastrites linnaei* 带,4. *Monograptus sedgwickii* 带,3. *Demirastrites convolutus* 带,2. *Parakidograptus acuminatus* 带,1. *Glyptograptus persculpatus* 带(郑昭昌、朱鸿,1987;郑昭昌等,1987)。这个笔石动物群相似于北祁连山及广东郁南早志留世笔石动物群,只是种一级单位的分异度低于后者。其环境为气候温暖、低能和还原条件下的大陆斜坡相。

3.2 青藏高原北缘中、晚志留世生物古地理

中、晚志留世,青藏高原北缘由于受纬度控制的气候的影响以及地体群的位移,生物分区现象渐趋明显。主要表现在中志留世祁连生物省化石种类较少,以珊瑚为主,约有 22 个属,其分异度远远低于扬子区珊瑚 81 个属,而向北至北山-雅干生物省珊瑚更少,约有 9 个属(其中一个属为北方生物大区的重要分子),并且在晚志留世北方生物大区的分子所占比例增大。总体上表现为由南(扬子区,祁连生物省)至北(北山-雅干生物省)生物分异度急剧递减。另一方面表现为,随着地体群不断向中、高纬度位移,生物内容以及分区界线均发生显著变化。如早志留世,北山-雅干生物省的笔石动物群分异度及丰度都较高,与祁连、扬子区的笔石动物相差无几,均是欧洲型笔石,本应划归东中轴生物区,但考虑到在中、晚志留世生物面貌发生了较大变化,主要表现在分异度和丰度骤减并混有一些北方生物大区的分子。这表明北山-雅干生物省在中、晚志留世不断由低纬度的暖水区向中、高纬度区移动并且已失去了原暖水区生物面貌。所以将这个生物省归入北方-东中轴生物过渡区。

3.2.1 东中轴生物区祁连生物省

中志留统在本生物省中主要分布在玉门市旱峡以西的泉脑沟山、肃南红沟门以及静宁和庄浪一带。其主要岩性是灰绿色、紫红色钙质粉砂岩、细砂岩与灰绿色泥灰岩互层,含较为丰富的珊瑚化石,约有 22 个属 59 个种:*Dinophyllum* sp., *Nanshanophyllum typicum*, *N. mirandum*, *Kyphophyllum qilianshanense*, *Tryplasma* sp., *Palaeofavosites densitabulatus*, *Pl. solenoporoides*, *Pl. orientalis*, *Mesofavosites angustus*, *M. angustus irregularis*, *M. cognatus*, *M. obliquus enormalis*, *M. obliquus asiaticus*, *M. yumenensis*, *M. confertus*, *M. orientalis*, *M. ? medius*, *M. jiuquanensis*, *Favosites forbesi*, *F. forbesi qilianshanensis*, *F. gansuensis*, *F. quannaogouensis*, *F. latus*, *F. pseudoforbesi* ar. *muratsiensis*, *F. paraforbesi*, *F. nanshanensis*, *F. orientalis*, *F. crassus*, *F. Jiuquanensis*, *F. gradiformis*, *F. favosus*, *F. gothlanddicus*, *Mesofavosites* sp., *Multisolenia tortuosa*, *M. tortuosa gansuensis*, *Mesosolenia biformis*, *Parastriatopora spinaeformis*, *P. mesofavositoides*, *P. discrepantia*,

P. discrepantia densa . *P. sinensis* . *Thamnopora lamellosa* . *Subalveolites spongiosus* . *Syringopora bifurcata* . *S. orientalis* . *S. yumenensis* . *S. gansuensis* . *Syringoporella silurica* . *Halysites elongatus* . *H. yumenensis* . *H. (Acanthohalysites) mirandus major* . *H. (A.) gansuensis* . *Heliolites obliquus* . *H. interstinctus* . *Stelliporella abnormis* . *S. rara* . *Qilianopora qilianensis* . *Q. magna* (俞昌民, 1962)。上述这些珊瑚, 无论是四射珊瑚还是床板珊瑚属几乎都能在扬子区找到, 尤其是四射珊瑚 *Nanshanophyllum* 只见于祁连和扬子区, 但种一级大多数是土著种 (表 2), 与扬子区不同之处在于扬子区一些特有的属 *Shanxiopora*、*Neofletcheriella*、*Somphoporella*、*Idiophyllum* 和 *Carnegia* 等在祁连生物省均未发现。另外, 扬子区的珊瑚分异度高于祁连生物省 (表 5)。此外, 还产有扬子区特有的头足类 *Sichuanoceras* 和三叶虫 *Coronocephalus* (王鸿祯、何心一, 1983)。这些特点说明祁连与扬子区是两个相距不很远的生物区, 应同属东中轴生物区。同时, 由于祁连生物省所在的纬度可能要高于扬子区, 所以珊瑚表现为缺乏扬子区一些特征属以及分异度低等特点。因此它们又都是三级的独立生物分区。

表 2 扬子区早、中志留世珊瑚地区性属所占的百分比
(据李志明 1987 年资料编制)

Table 2 Endemic genera percentage of the Early-Middle Silurian corals of Yangtze area
(after Li Zhiming, 1987)

	时代	珊瑚种类	总属数	地区性属种	地区属所占的百分比%
扬子区	S ₁	四射	51	21	42%
	S ₁	床板	41	13	31%
祁连生物省	S ₂	四射	35	13	37%
	S ₂	床板	46	15	31%

晚志留世地层主要分布于玉门旱峡沟以及肃南洪水坝、西河窄房子滩、冰沟门。其岩性为紫红色砂岩、粉砂岩夹砂质页岩, 层面上具各种类型的波痕、雨痕和斜层理。在波痕上见有许多腹足类爬痕以及一些垂直层面的管穴。反映出其沉积时为低水位时期的近岸潮坪 (砂泥混合坪) 环境。实体化石稀少, 腕足类约有 *Striispirifer* sp. . *Mutationella* cf. *podolica* . *Eospirifer tingi* . *Cyrtina* cf. *praecedens* . *Camarotoechia* sp. . *Cyclospira* sp. , 此外还有珊瑚 *Favosites* sp. .

3.2.2 北方-东中轴生物过渡区北山-雅干生物省

中志留统见于马鬃山地体公婆泉铜矿、勒巴泉, 圆包山地体圆包山、哈夫塔盖嘎顺尚德、沙沟山以及巴丹吉林珠斯楞海尔罕一带。马鬃山地体与圆包山地体岩性相近, 主要是一套海相中基性、中性、中酸性火山岩、火山碎屑岩和碳酸盐岩沉积。在马鬃山地体上产有珊瑚 *Favosites* sp. , *Halysites* sp. , *Stelliporella abnormis* , *Palaeofavosites* sp. , *Multisolenia tortuosa* , *Syringopora orientalis* , *Mesofavosites* sp. . *Acanthohalysites* cf. *mirandus* ; 腕足类 *Eospirifer* sp. 。这些珊瑚属均能在祁连和扬子区寻得踪迹, 但分异度显著低于祁连和扬子区。在圆包山地体上零星见有一些化石, 计有腕足类 9 个属种、苔藓虫 3 个属种、腹足类 1 个属种。珊瑚 *Tungussophyllum* 主要产于乌拉尔和西伯利亚地区, 是一典型的北方生

物大区分子。在珠斯楞海尔罕地区中志留统是一套陆源碎屑供应充分的快速堆积产物，化石稀少，偶见海百合茎。

上志留统分布于旱山地体黑鹰山附近的清河沟及马鬃山地体的安西红柳河车站和圆包山地体英安山、哈夫塔盖嘎顺尚德等地以及巴丹吉林珠斯楞地区。前三个地体仍是一套火山岩夹碎屑岩，圆包山地体缺乏化石依据，其余两个地体产珊瑚 11 个属 14 个种：*Heliolites ukusunagensis*、*Favosites subgothlandicus*、*F. coreanicus*、*Hemithecia beishanensis*、*H. oblique-spina*、*H. diversa*、*H. favositoides*、*Orthopaterophyllum cornuformis*、*Schlotheimophyllum gansuensis*、*Alveolites beishanensis*、*Idiopora beishanensis*、*Squameofavosites* sp.、*Angopora beishanensis*、*Romingerella* sp.、*Thamnopora* sp.（部分化石名单引自李耀西，1983）。床板珊瑚 *Hemithecia* 只在独联体泽拉夫森的下志留统中有报道。*Angopora*、*Romingerella* 均是北方生物大区的特征分子。珠斯楞地区上志留统是富氧环境下沉积的一套灰、褐灰、灰绿色中细粒钙质绢云母石英砂岩夹砂质灰岩，属滨海相沉积。产珊瑚 9 个属 13 个种（其中 7 个是地方性种）*Schlotheimophyllum neimonggolense*、*Kodonophyllum zhusilenense*、*Wintunastraea regularis*、*W. crassata*、*W. vorticum*、*Prohexagonaria neimonggolensis*、*Tryplasma* cf. *loveni*、*T. cf. zhifangensis*、*T. hedstromi*、*Pilophyllum?* sp.、*Taxopora* sp.、*Subalveolites* sp.、*Heliolites* sp.、腕足类 *Atrypa* sp.、*Resserella* cf. *elegantula*、*Striispirifer* sp.、*Nucleospira* sp.、*Ferganella* sp.；三叶虫 *Encrinurus* sp.、*Calymene* sp.（何心一，1987）。

3.3 小 结

通过上述讨论和分析，我们得出以下认识：

早志留世，北山-雅干生物省和祁连生物省与扬子区相距较近，只是所处的纬度带略高于扬子区。但基本上都位于亚热带-热带范围内。所以在笔石面貌上表现出很大的相似性。中志留世，祁连生物省的珊瑚属一级单位与扬子区近乎相同并产扬子区特有的头足类 *Sichuanoceras* 和三叶虫 *Coronocephalus*，但缺乏扬子区典型的珊瑚属，而且地方性种约占 90% 以上，分异度也低于扬子区，因此可单独构成一个三级生物分区。北山-雅干生物省珊瑚分异度更低（只有 9 个属）并见有北方生物大区的重要分子 *Tungussophyllum*。晚志留世，珊瑚分异度仍很低，北方生物大区的分子已达到北山-雅干生物省珊瑚总数的 1/3。考虑到早、中志留世生物面貌以东中轴生物区色彩较浓，所以将北山-雅干生物省归中轴生物大区，北方-东中轴生物过渡区中。这些情况表明，志留纪时期扬子区未发生过大的位移，基本上在亚热带-热带低纬度范围内。祁连生物省中、晚志留世已由热带-亚热带移置亚热带-温带的气候带内。北山-雅干生物省则自早志留世至晚志留世从亚热带范围位移至温带气候带范围内。

第四章 泥盆纪

由于受志留纪晚期加里东构造运动的影响，全球古地理格架发生了明显变化。泥盆纪在生物古地理区上，可将全世界分为三个生物大区：北方生物大区、中轴生物大区、马尔维诺-卡弗列克生物大区（图 5）。

青藏高原北缘本研究区内，生物区界线由志留纪时期阿尔金断裂北移至泥盆纪明水—小黄山断裂一线为界。以南是中轴生物大区，东中轴生物区，南方生物省；以北是中轴生物大

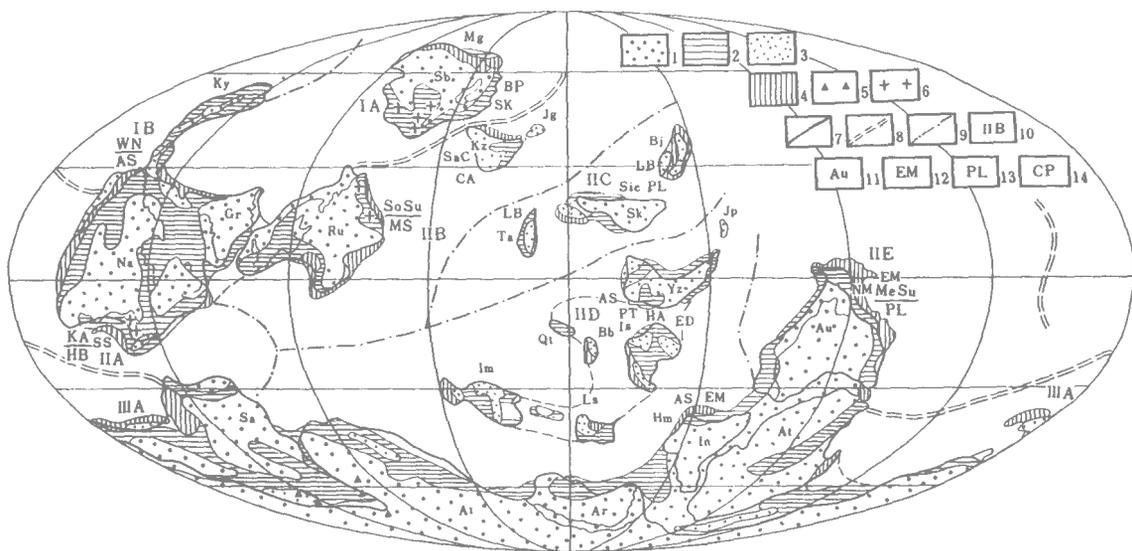


图 5 世界早泥盆世古大陆再造及生物古地理

（据王鸿祯等，1990，略修改）

1. 陆地；2. 浅海沉积区；3. 滨海及陆相沉积区；4. 较深海沉积区；5. 冰成沉积；6. 蒸发沉积；7. 陆地边界；8. 生物古地理大区界线；9. 生物古地理区界线；10. 生物古地理分区编号（I. 北方生物大区，I A. 西伯利亚生物区，I B. 西北美生物区，I. 中轴生物大区，I A. 东北美生物区，I B. 乌拉尔-哈萨克斯坦生物区，I C. 北方-中轴生物过渡区，I D. 东亚生物区，I E. 澳大利亚生物区，II. 马尔文-非洲生物大区，III A. 南美生物区）；11~14. 地块代号见图 2

Fig. 5 World reconstruction map and the Early Devonian Palaeobiogeographical division
(after Wang Hongzhen et al., 1990)

1. land; 2. shallow sea; 3. littoral and land facies; 4. deeper sea; 5. fluvio-glacial deposit; 6. evaporite; 7. land boundary; 8. realm boundary; 9. province boundary; 10. biogeographic division (I. Boreal Realm, I A. Siberian Region, I B. Northwestern American Refion, I. Median Realm, I A. Northeastern American Region, I B. Ural-Kazakhstan Region, I C. Boreal-median Transitional region, I D. East Asian Region, I E. Australian Region, II. Malvinokaffric Realm, III A. South American Region); 11~14. blockname is same as Fig. 2

is same as Fig. 2

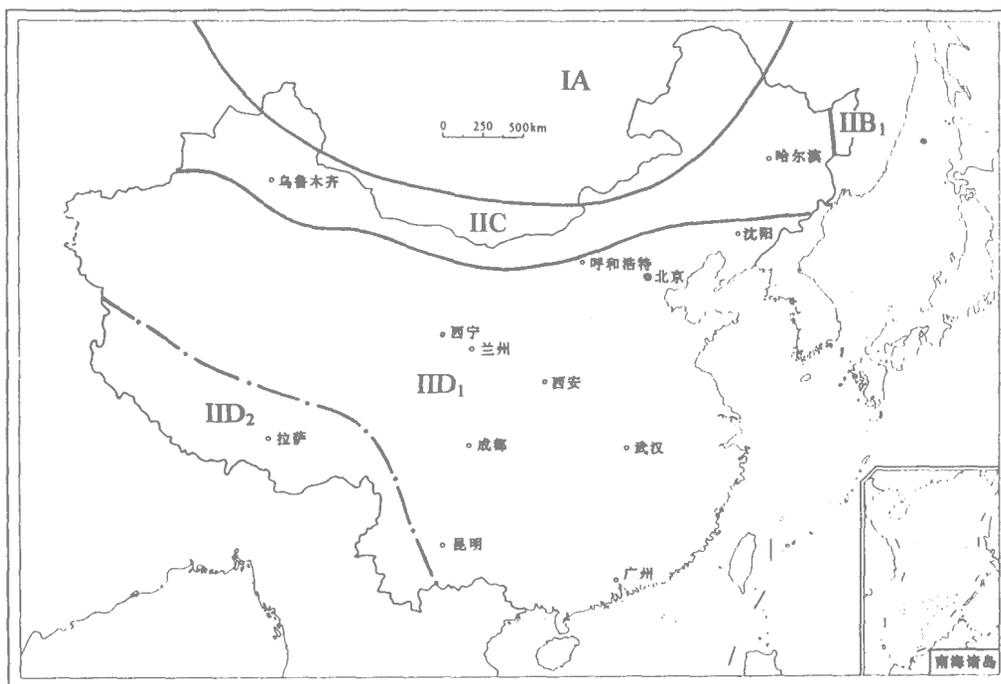


图 6 中国早泥盆世生物古地理分区图

I. 北方生物大区, IA. 西伯利亚生物区; I. 中轴生物大区, IB. 乌拉尔-哈萨克斯坦生物区, IB₁. 那丹哈达-锡霍特生物省; IC. 北方-中轴生物过渡区; ID. 东中轴生物区, ID₁. 南方生物省, ID₂. 西藏-滇西生物省; 图例同图 3

Fig. 6 Palaeobiogeographical map of the Early Devonian of China

I. Boreal Realm, IA. Siberian Region; I. Median Realm, IB. Ural-Kazakhstan Region, IB₁. Xihuot-Nadanhadan Province; IC. Boreal-Median Transitional Region; ID. East Median Region, ID₁. South China Province, ID₂. West Yunnan-Tibetan Province; legend is same as Fig. 3

区 北方-中轴生物过渡区 北山-雅干生物省(图 6、图 7)。东中轴生物区南方生物省广大地区受加里东运动的影响,北祁连残留海消失,上升成陆与原中祁连古隆起和柴达木地体联合成一个陆块。北祁连以北至明水-小黄山断裂以南为海陆交互沉积。在北祁连,泥盆系主要分布在东部,为一套陆相红色碎屑岩沉积,局部夹有中基性火山岩,产植物和鱼类化石。在祁连山以南主要是晚泥盆世沉积,可分为三种沉积类型:①陆相红色碎屑岩沉积;②以陆相为主夹海相层沉积;③以海相为主夹陆相层沉积。上述陆相碎屑岩总的沉积特征是下部为磨圆度较好,大小基本均一的砾岩,中上部均是中、细粒砂岩和泥岩。从沉积特点及生物分布情况来看,在祁连海结束后,似乎没有发生大规模的隆升并阻断两侧生物的交流,如果有轻微的上升,也只是达到低丘陵的状态。北方-中轴生物过渡区北山-雅干生物省基本上是海相沉积,但东西部在岩相上有差异。西部为中基性火山岩夹正常海环境形成的沉积岩,东部自寒武纪至泥盆纪一直是正常海环境形成的沉积岩。生物特点是早泥盆世北方生物大区和北美东部分子偏多,中、晚泥盆世北方生物大区分子减少,西欧分子增多。

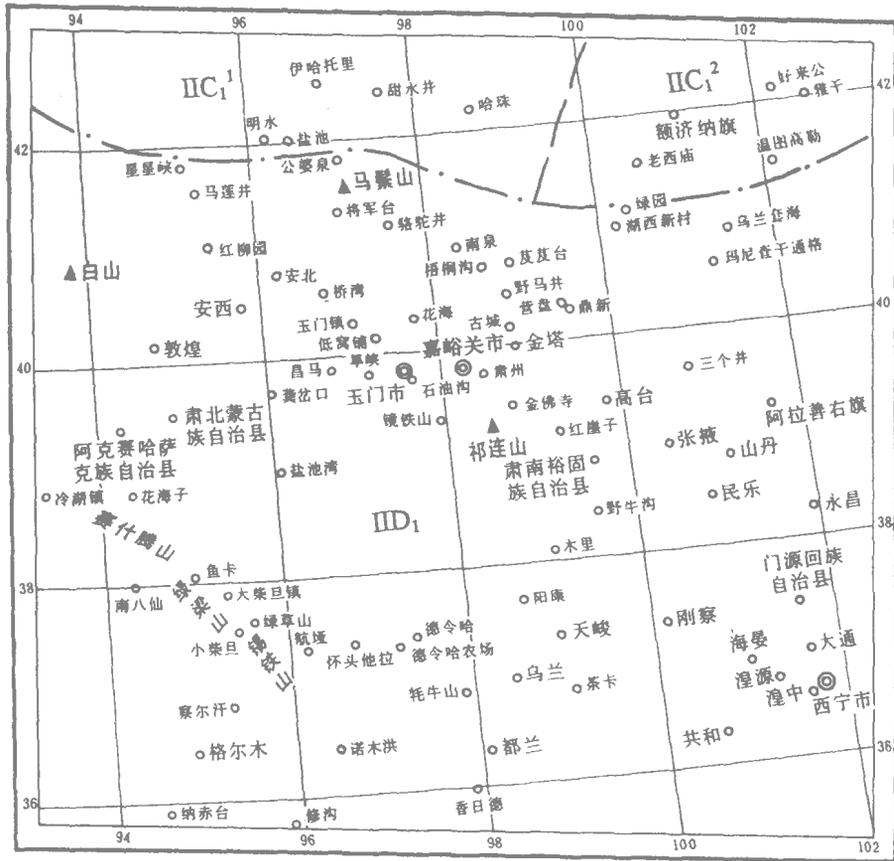


图 7 青藏高原北缘及邻区泥盆纪生物古地理分区图

I. 中轴生物大区, IC. 北方-中轴过渡区, IC₁. 北山-雅干生物省, IC₁¹. 北山生物亚省, IC₁². 雅干生物亚省; ID. 东中轴生物区, ID₁. 南方生物省; 图例同图 3

Fig. 7 Palaeobiogeographical map of the Early Devonian of North Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent areas

I. Median Realm, IC. Boreal-Median Transitional Region, IC₁. Beishan-Yagan Province, IC₁¹. Beishan Subprovince, IC₁². Yagan Subprovince; ID. East Median Region, ID₁. South China Province; legend is same as Fig. 3

4.1 青藏高原北缘泥盆纪生物古地理

4.1.1 东中轴生物区南方生物省

在本研究区内,我们将由北向南进行叙述。北祁连以北地区的泥盆系仅见于芦苇滩和墩墩山两处。中、下泥盆统一套海陆交互的碎屑岩,产植物 *Lepidodendropsis?* *arborescens*, *Protopteridium* sp., *Taeniocrada* sp., 珊瑚 *Favosites* sp., *Squameofavosites* sp.; 腕足 *Stringocephalus?* sp.。在这里考虑到腕足类 *Stringocephalus* 在南方生物省很发育,分布广泛,而在北方生物大区完全缺乏。因此将北祁连以北至明水一小黄山断裂之间的地区

划归南方生物省。上泥盆统是一套中酸性火山岩，未见化石。

北祁连的中、上泥盆统主要发育在东部地区玉门南、肃南、山丹、门源、古浪、景泰和靖远一带。中泥盆统主要岩性是紫红色、灰绿色砾岩，细砂岩夹粉砂岩，产植物化石：*Taeniocrida?* sp. . *Drepanophycus* sp. . *Protolepidodendron* cf. *scharyanum* , ? *Drepanophycus* sp. (何鼎璞, 1986)。其中 *Protolepidodendron* cf. *scharyanum* 是中泥盆世世界性标志植物，而且可与广西东部中泥盆世植物直接对比 (李星学、蔡重阳, 1979)。上泥盆统岩性是以砖红色、灰白色薄层砂岩、粉砂岩和砂质泥岩为主，含植物化石 *Leptophloeum rhombicum*, *Sublepidodendron* cf. *wusihense*, ? *Asterocalamites* sp. , *Sphenopteris* sp. 鱼类 *Bothriolepis* sp. . *Sinolepis* cf. *wutungensis* 。它们的面貌与我国江苏、浙江五通植物群和鱼类群一致。祁连山以南，也就是柴达木盆地周边山区，仅出露上泥盆统。在宗务隆山西段鱼卡北山出露浅变质的海相碎屑岩夹碳酸盐岩沉积，含珊瑚 *Thamnopora?* sp. , *Cladopora* sp. 。在塞什腾山、牦牛山、锯齿山和祁漫塔格南坡为陆相上泥盆统，其主要岩性：下部是紫红色为主的杂色碎屑岩；上部以灰紫色中性火山岩、火山碎屑岩为主夹紫红色碎屑岩，产植物 *Leptophloeum rhombicum*, *Sublepidodendron* sp. . *Lepidodendropsis* sp. 和胴甲鱼类化石。植物化石群面貌与本生物省五通植物群很相近。另外在阿木尼克山上泥盆统^①中，下部发现有化石孢子、疑源类和几丁虫化石 *Calamospora* sp. , *Apiculiretusispora* sp. , *Favososphaeridium* sp. , *Cyathochitina* sp. (侯鸿飞、王士涛等, 1988) 以及珊瑚 *Cladopora* sp. (《青海省区域地质志》，1991)。这证明在阿木尼克山上泥盆统有海相夹层。在柴达木盆地西南缘祁漫塔格东段北坡黑柱山和红柳泉，上泥盆统为海陆交互相地层，横向上变化较大。其主要岩性是下部灰色巨厚层复成分砾岩夹薄层砂岩，中上部为浅灰绿色粉砂岩，夹生物灰岩及少量中基性火山岩。产珊瑚 3 个属种 *Amplexocarinia qinghaiense*, *Nalivkinella* cf. *profunda*, *Tabulophyllum regulare* ; 腕足类 13 个属 18 个种 *Atrypa* sp. . *Ptychomaletoechia hsikuangshanensis*. *Cyrtiopsis* aff. *spiriferoides* . *C.* cf. *transversa* . *C. kunlunensis* . *Productella* sp. . *Productellana* sp. . *Spinulicosta* sp. . *Schizophoria heishanensis* . *Schuchertella* sp. . *Cyrtospirifer archiaciformis* (*Huanospirifer ninghsiangensis* . *Praewaagenoconcha qinghaiensis* . *Tenticospirifer* cf. *gortani*, *T.* aff. *tieni*, *T. vilis* var. *kwangsiensis*, *Schllwienella* ; 双壳类 *Eoschizodus* sp. . *Pterinopecten* sp. 以及腹足类和头足类。植物化石 *Lepitophloeum rhombicum*, *Sublepidodendron* sp. (《青海省区域地质志》，1991)。上述化石中四射珊瑚的名单如果鉴定无误的话，则给我们提出了一个有趣的问题，四射珊瑚的 4 个属均是北方生物大区，西伯利亚生物区，准噶尔-兴安生物省典型分子 (曾亚参、肖世禄, 1991) 与华南生物省有较大的区别。如何解释这一现象，还有待于进一步研究。腕足类动物群面貌与珊瑚不同，完全是南方生物省的面貌，只是南方生物省最特征的 *Yunnanella*, *Yunnanellina* 在祁漫塔格未出现，这可能与生境有很大的关系。

4.1.2 北方-中轴生物过渡区北山-雅干生物省

本生物省根据沉积类型可进一步分为西部区和东部区。

西部区中、下泥盆统分布于旱山地体和圆包山地体雀儿山、红尖山、大红山、甜水井、

^① 在这里本文作者采纳了刘广才 (1990) 和高联达 (1992) 的划分方案，将原划为下石炭统的阿木尼克组归入上泥盆统。

清河沟和沙流水一带。综合西部区的岩性主要是底部为砾岩，中、上部为浅海相粉砂岩、砂岩，中性火山熔岩及凝灰岩夹灰岩。下泥盆统中下部及上泥盆统情况不详。产腕足类 24 个属 31 个种 *Acrospirifer* cf. *lungmenshanensis*, *A.* cf. *pinyonensis*, *A.* cf. *fongi*, *A.* aff. *pseudocheechiei*, *Hypothyridina* sp., *Leptaena* cf. *rhomboidalis*, *L.* cf. *rhomboidalis* var. *kwangsiensis*, *Camarotoechia* sp., *Douvillina* sp., *Aulacella* sp., *Borealirhynchia* sp. *lata*, *Brevispirifer* sp., *Leptaenopyxis bouei*, *Leptagonia* sp., *Paurorhyncha endlichi*, *Rhipidomella* sp., *Stropheodonta pseudointerstitialis*, *Tomioopsis* sp., *Wilsoniella grandis*, *Paraspirifer gurjevskiensis*, *Spinatrypa* sp., *Megastrophia simplex*, *Rhytistrophia beckii*, *Stegerhynchus* sp., *Atrypa desquamata*, *A. hunanensis*, *A.* cf. *alpha*, *A. kansuensis*, *Schizophoria* cf. *kansuensis*, *Schuchertella* cf. *altaica*; 珊瑚 14 个属 25 个种 *Squameofavosites* aff. *divissimus*, *Temnophyllum waltheri*, *Thamnopora* aff. *alta*, *T.* cf. *proba*, *Enterolasma* sp., *Striatopora* sp., *Favosites robustus*, *Alveolites elongatus*, *Barrandeophyllum bohemicum*, *Beishanopora qinghengouensis*, *Crenulipora grandis*, *Mesophyllum* sp., *Neoyacutiopora* sp., *Parastriatopora* sp., *Squamites crassus*; 三叶虫 *Odontochile* sp., *Reedops* sp., *Crotalocephalus* sp.; 苔藓虫 *Fenestella* sp.; 腹足类 *Bellerophon* cf. *striatus*, *Meekospira* sp. 等。上述腕足类中, *Paraspirifer gurjevskiensis*, *Tridensilis elegans*, *Stropheodonta pseudointerstitialis*, *Wilsoniella grandis*, *Megastrophia simplex*, *Rhytistrophia beckii* 是北方生物大区早泥盆世中、晚期的常见分子。而南方生物省一些早、中泥盆世常见或典型属如 *Orientospirifer*, *Dicoelostrophia*, *Otospirifer*, *Stringocephallus*, *Undispirifer*, *Productella*, *Ambocoelia* 等缺乏 仅见 *Douvillina* 一属。此外, 整个早、中泥盆世腕足类的分异度低, 只相当于南方生物省早泥盆世晚期艾姆斯期 (Emsian) 腕足类属的 1/3 (赵锡文, 1988)。床板珊瑚 *Squamites* 是哈萨克斯坦下泥盆统的重要分子, 与其共生的 *Squameofavosites*, *Favosites* 和 *Thamnopora* 等组合在一起, 其面貌相近于西准噶尔下泥盆统芒克鲁组和内蒙古下泥盆统敖色亭浑迪组床板珊瑚群, 而与南方生物省不同, 且分异度和丰度也低。三叶虫 *Cordonia* 和 *Odontochile* 是北方生物大区哈萨克-阿巴拉契亚生物省 (Kazakhstan-Appalachian Province) 的特征分子 (周志强, 1989)。

东部区系指内蒙古珠斯楞海尔罕地区。该区海相泥盆系为正常滨浅海沉积, 无火山活动, 地层层序发育较为完整。下泥盆统下部为中粗粒砂岩夹砂砾岩及砾岩, 中、上部为中细粒砂岩夹薄层—中层砂质灰岩或生物礁灰岩, 产丰富的化石。四射珊瑚约有 28 个属, 可分为三个组合 (李明路, 1987; 张研, 1981): ① *Homalophyllum-Syringaxon* 组合, 包括 *Homalophyllum*, *Syringaxon*, *Embolophyllum*, *Xystriphyllum*, *Schlotheimophyllum*, *Pseudochlamydothyllum*, *Heterotrapezophyllum*, *Calceola* 其特点是以小型单体为主 如 *Homalophyllum* 以往只发现于北美东部下泥盆统 Jeffersonville 灰岩底部。 *Schlotheimophyllum* 常分布于准噶尔-兴蒙地区。 *Embolophyllum* 是澳大利亚及我国广西下泥盆统四排组的常见分子; 第二、三组合是以大型双带型单体为主; ② *Radiophyllum-Aulacophyllum* 组合 含有 *Radiophyllum*, *Chlamydothyllum*, *Aulacophyllum*, *Cavanophyllum*, *Odontophyllum*, *Thamnophyllum*, *Gurievskiella*, *Hallia*, *Kionelasma*, *Trapezophyllum*, *Pseudochlamydothyllum*, *Heterotrapezophyllum*, *Palaeocyathus*, *Neospongophyllum*, *Bethanyphyllum*, *Calceola*, *Homalophyllum*, *Siphonophrentis* 等, 其中拖鞋状的 *Calceola*, 套锥状的 *Chlamydothyllum*

及单体 *Radiophyllum* 等均系欧亚型下泥盆统常见分子, *Cavanophyllum* 产于澳大利亚和加拿大育空地区下泥盆统, *Hallia*, *Aulacophyllum*, *Kionelasma*, *Odontophyllum* 和 *Homalophyllum* 均是北美东部下泥盆统 *Aemolophyllum* 组合中的分子; ③ *Siphonophrentis-Australophyllum* 组合包括 *Siphonophrentis*, *Australophyllum*, *Wintunastraea*, *Hallia*, *Trapezophyllum* 等 其中 *Wintunastraea* 以往报道只分布于北美西部加利福尼亚的晚志留世一早泥盆世地层中, *Australophyllum* 主要分布于澳大利亚、独联体和阿尔泰地区的下泥盆统。床板珊瑚约有 8 个属 *Favosites*, *Squameofavosites*, *Thamnopora*, *Alveolites*, *Coeonites*, *Parastriatopora*, *Heliolites Pachycamalicus*。这个床板珊瑚组合很接近于本生物省西部区、西准噶尔以及我国东北中泥盆统下部的床板珊瑚面貌。腕足类约有 25 个属种: *Badanjarania striata*. *Cryptonella* sp. . *Fimbrispirifer*? Sp. . *Cyrtina* sp. . *Glossinotoechia robusta* . *Megaplectatrypa simplex* . ? *Linguopagnoides* sp. . *Megakozlowskiella* cf. *magnapleura* . *Rariella pentagona* . *R. planoplicata* . *Schizophoria* sp. . *Neimongolella paraplicata* . *Schuchertella* sp. . “*Hysterolites*” *uniplicatus* . *Brachyspirifer* sp. . *Rhynchospirina* sp. . *Pararhynchospirina concavoconvexa* . *Euryspirifer* sp. . *Chonetes* sp. . “*Fascistropheodonta*” sp. . *Parachonetes* sp. . *Fallaxispirifer pseudofallax*, *Uncinulus* sp. . *Desquamatia* sp. . *Leptostrophia* sp. . 其中 *Glossinotoechia*, *Megakozlowskiella* 和 *Fallaxispirifer* 等属曾见于内蒙古东乌珠穆沁旗、新疆西准噶尔、东北兴安岭以及阿尔泰和北美等地下泥盆统。它们均系北方生物大区的特征分子。 *Euryspirifer neimongolensis* 表现出与法国西北部和西班牙中部下泥盆统 *Euryspirifer pelicoi* 有较大的相似性。菊石 *Anarcestes (Anarcestes) praecursor* 曾见于波希米亚达列耶阶 Dalejan。鹦鹉螺类 4 个属 *Michelinoceras*, *Buchanoceras*, *Potoceras* 和 *Paracleistoceras*。其中 *Buchanoceras* 常见于南方生物省郁江组。三叶虫 7 个属种 *Echinophacops* sp. . *Dechenella (Dechenella)* sp. . *Otarion (Maurotarion)* sp. . *Phacops* sp. . *Reedops* sp. . *Proetus (Proetus)* sp. . *Ganinella confragosa* 其中 *Ganinella* 属分布于西伯利亚西南部下泥盆统至中泥盆统下部, 在本生物省产出的 *Ganinella confragosa* 与西准噶尔芒克鲁组的 *G. rflexa* 和西伯利亚布拉格阶上部的 *G. diversa* 很相似。 *Paradechenella* 也见于西准噶尔下泥盆统上部。双壳类 12 个属 *Phestia*, *Cypricardella*, *Deceptrix*, *Astartella*, *Edmondia*, *Palaeoneilo*, *Conocardium*, *Nuculites*, *Schizodus*, *Wilkingia* . *Neocypricardinia*, *Pterinopecten*。腹足类 13 个属 *Aclisma*, *Tropidodiscus*, *Orecopia*, *Anomphalus*, *Bellerophon* . ? *Angyomphalus*, *Tropidodiscus*, *Murchisonia*, *Pharkidonotus* 竹节石 *Tentaculites* 棘皮动物 *Decacrinus*, *Cyclocycliscus* 以及软舌螺、苔藓虫、牙形石、鱼化石碎片和植物化石 *Protolpidodendron scharyanum*。

中泥盆统中、下部主要岩性以钙质砂岩、粉砂岩为主, 夹砂质灰岩、生物碎屑灰岩, 上部为灰色厚层砾岩、含砾粗砂岩。含化石层位主要集中在中泥盆统中、下部。腕足类计有 29 个属 32 个种 (张研, 1981、1985、1986 张建平, 1987); *Cyrtina heteroclita*, *C. zhusilengensis*, *Reticulariopsis* cf. *eifeliensis*, *Douvillina* cf. *subcorrugata*, *Malurostrophia* sp. , *Skenidium polonicum*, *Aulacella eifeliensis*, *Teichertina* cf. *americana*, *Athyris* sp. , *Plectospira multiplicata*, *Parathyrisina*? sp. , *Striispirifer*? sp. , *Minutostropheodonta sinuata*, *Uncinulus subcordiformis*, *U. parallelepipedus*, *Undispirifer subgregaris*, *Carinatina* sp. , *Antirhynchonella* sp. , *Leptaena analogaeformis*, *L. semicircularis*, *Leptostrophia gracila*, *Cymostrophia pater-soni*, *Leiorhynchus* sp. , *Gypidula* sp. , *Desquamatia* sp. , ? *Septalaria* sp. , *Lissatrypa* sp. ,

Spinatrypa tenuispinosa, *Chonetes bifurcatus*, *Kayseria neimongolensis*, *K. lacrimiformis*, *K. lens*, *Levenea watuoshanensis*, *Spinocyrtia* cf. *martianofi*。在这些腕足类中,有 9 个属 *Skenidium*, *Levenea*, *Leptostrophia*, *Chonetes*, *Gypidula*, *Uncinulus*, *Atrypa*, *Spinatrypa*, *Cyrtina* 是世界性分布。*Undispirifer subgregaris* 分布于独联体阿尔泰西部和米努盆地的艾菲尔阶 (Eifelian) 和我国内蒙古东乌珠穆沁旗才伦郭少等地的中泥盆统温都尔敖包特组。*Cymostrophia patersoni* 在独联体鲁德纳阿尔泰中泥盆统以及北美艾菲尔阶也有发现。*Kayseria*, *Plectospira*, *Minutostropheodonta* 仅限欧亚地区分布。这个腕足动物群特点归纳有如下几个特点: 地方性特征不显著; 以西欧类型腕足类为主,世界性分布的属约占 1/3; 既缺乏南方生物省 *Stringocephalus*, *Productellana*, *Productella*, *Bornhardtina* 等特征性的腕足类属,也缺乏北方生物大区的分子,如 *Amphigenia*, *Pustularia*, *Tropidoleptus* 等典型成员。这些特点说明珠斯楞地区在中泥盆世时,地处中轴与北方生物大区之间,是以中轴生物大区色彩较浓为特色的生物过渡区。四射珊瑚计有 29 个属、亚属,39 个种 (张研等, 1983; 李明路, 1987; 王训练, 1987); *Calceola* sp., *Cyathophyllum* (*C.*) *normale*, *C.* cf. *normale*, *C. pannosum*, *C.* (*Peripaedium*) *xinjiangense*, *Tabulophyllum* cf. *altaicum*, *Spongophyllum halysitoides minor*, *Heliolites* sp., *Favosites parasaginatius*, *Heterotrappozophyllum* sp., *Endophyllum abditum* var. *columna*, *E. naliivkini*, *E. junggerense*, *Multicariphyllum malticarinatum*, *Sinospongophyllum* cf. *conicum*, *Phacellophyllum* sp., *Acanthophyllum difficile*, *A. clermontensis*, *Dialithophyllum* sp., *Hexagonaria* sp., *Synaptophyllum* sp., *Pseudochlamydoephyllum* sp., *Dohmophyllum clarki*, *D. helianthoides*, *D. guizhouense*, *Pseudozaphrentis difficiloides*, *Sunophyllum* sp., *Neospongophylloides longmanshanense*, *Aristophyllum lonense*, *Embophyllum* sp., *Pseudopetraia devonica?*, *P. geniseptata?*, *Temnophyllum* (*Truncicarinulum*) *temniophylloides*, *T.* (*T.*) *aiensis*, *T.* (*T.*) *guangdongense*, *Curievskiella talenti*, *Phacellophyllum germanicum*, *Fasciphyllum* sp.。这些四射珊瑚最大的特点是北美型属种显著减少,仅见有 *Synaptophyllum* sp., *Pseudopetraia devonica*, *P. geniseptata* ? 等,而欧亚型属种大量涌现,以双带型复体特别发育并以小型礁体形式产出。床板珊瑚 *Thamnopora kurjaensis* 产于独联体库兹涅茨克盆地及我国贵州中泥盆统下部。*Favosites parasaginatius* 是内蒙古中泥盆统下部的分子。三叶虫有 *Phacops*, ? *Khalfinella*。另还有层孔虫 *Actinostroma?* 双壳类 *Conocardium* 苔藓虫 *Fenestella* 及海百合茎。

上泥盆统岩性在下部为深灰色生物礁灰岩与灰绿、浅肉红色钙质砂岩及粉砂岩互层,上部为紫红色中粗粒长石石英砂岩夹数层砾岩。砂岩具波痕、交错层理等沉积构造,含丰富的化石。珊瑚有 14 个属 24 个种,可划分为两个组合 (王训练, 1987): ① *Disphyllum irregulare*-*D. multiseptatum* 组合,包括有 *Disphyllum irregulare*, *D. multiseptatum*, *D. frechi*, *D. depressum*, *D. longiseptatum*, *D. virgatum* var. *variable*, *D. cylindricum*, *D. crassiseptatum*, *Naliivkinella profunda*, *Tortophyllum hunanense*, *Sinodisphyllum simplex*, *S. litvinovitchae*, *S. xunyangense*, *Aristophyllum occidentale* 该组合除 *Naliivkinella* 属于北方生物大区的分子外,其余大部分四射珊瑚均是南方生物省上泥盆统下部的分子; ② *Pseudozaphrentis difficile*-*Charactophyllum* sp. 组合,含有 *Charactophyllum nanum*, *C. regulare*, *C. ningxiaense*, *Pseudozaphrentis difficile*, *P. pronini*, *P. xipingshanense*, *Zhusilengo*

phyllum xipingshanense . *Z. expansum* . *Z. hunanense* . *Ningxiaphyllum xipingshanense* . *N. coeletabulatum* . *Qiannanophyllum duyunense* , *Temnophyllum poshiense* . *T. longhuense* , *T. lenzi* . *T. macconnelli* . “*T. turbinatum*” . “*T. menyouense*” . *Mictrophyllum giganteum* . *M. intermedium* . *Sinodisphyllum lityinovitshae* . *S. simplex* , *Aristophyllum occidentale* . *A. concavum* , 在该组合中的四射珊瑚全为单体, 成分复杂。 *Pseudozaphrentis difficile* , *Mictrophyllum giganteum* , *Zhusilengophyllum hunanense* 等是南方生物省晚泥盆世早期的典型分子。 *Pseudozaphrentis pronini* 则是北方生物大区乌拉尔地区弗拉斯阶下部的分子。而“*Temnophyllum*” *turbinatum* , “*T.*” *menyouense* 和见于澳大利亚东部 Canning 盆地弗拉斯期的地层中以及 *Charactophyllum nanum* 产于北美东部弗拉斯阶中。该珊瑚组合清一色单体, 又产于滨浅海以及具有复杂的成分, 似乎表明珠斯楞地区此时期已从热带—亚热带地区移至亚热带—温带范围内。床板珊瑚有 *Alveolites obtortus* , *A. suborbicularis* 。腕足类有 12 个属 17 个种 *Adolfia* sp. . *Spinatrypina douillii* , *Atrypa* cf. *uralica* . *A. cf. devoniana* . *Cariniferella tioga* , *Tenticospirifer ussoffi* , *T. kwangsiensis* , *T. cf. triplisinosus* , *Cyrtospirifer* cf. *wangleighi* . *C. heterosinus* . *Cryptonella davidsoni* . *C. piriiformis* . *Leptaena* sp. . *Lamelispirifer fractus* , *Desquamatia nalivkini* , *Productella* sp. . *Spinulicosta* sp. , 其中 *Tenticospirifer kwangsiensis* , *Cyrtospirifer heterosinus* , *C. cf. wangleighi* 是南方生物省晚泥盆世早期的常见分子。 *Cariniferella tioga* , *Desquamatia nalivkini* , *Cryptonella davidsoni* , *C. piriiformis* 见于独联体库兹涅茨克、哈萨克斯坦、乌拉尔及蒂曼等地区 and 北美中部的上泥盆统下部。 *Cariniferella tioga* 也见于我国内蒙古东乌珠穆沁旗上泥盆统下部。

4.2 小 结

通过以上讨论, 我们可以得出以下认识。本研究区内的南方生物省在泥盆纪时, 除祁连山为中心, 南、北两侧边缘有零星海陆交互相沉积外, 绝大部分地区已成陆地, 并表现出西高东低的古地势。相应地, 中、晚泥盆世沉积主要分布在东部。生物面貌与南方生物省本部基本一致, 只是分异度和丰度低于后者。北方—中轴生物过渡区北山—雅干生物省早泥盆世的生物面貌如腕足类、珊瑚、三叶虫等均表现出以北方生物大区色彩较为浓厚, 中轴生物大区次之及生物种类丰富等特点。中泥盆世在本生物省东部区, 珊瑚和腕足类均以东中轴生物区分子占主导地位, 北方生物大区分子急剧减少, 甚至消失等为此时期特点。晚泥盆世珊瑚和腕足类仍以东中轴生物区分子为主, 但北方生物大区和澳大利亚地区的分子有所增加。这些特点使我们可以想象出整个泥盆纪时, 本生物省东部区一直漂泊在亚热带至温带区间。而西部区在早、中泥盆世可能位于温带范围内。以上的结论只是根据目前现有的资料所做出的。有些问题仍没能给出令人满意的答案, 如沿着柴北缘一线局部地区有海相夹层并含有典型的海相化石, 那么当时的海水来自何方? 有关这一问题, 我们有一个大胆的假设, 晚志留—早泥盆世北祁连残留海消失, 上升成陆, 中祁连与华北板块成为一体。而在南祁连仍存在着一个残留海并与秦岭海有联系。这种状态一直持续到三叠纪。也就是说, 柴达木于三叠纪才最后与华北板块闭合。因目前有关南祁连山志留—泥盆纪生物地层资料十分缺乏, 近乎空白。所以, 这一假设有待于今后进一步工作证实。

第五章 石 炭 纪

石炭纪，由于南半球冈瓦纳大陆高纬度地区发生了大规模的冰川活动，相应地出现了冰水沉积物和寒冷气候条件下的动、植物群。其生物群特点是分异度和丰度都低。北半球中、高纬度地区虽没有发生大规模冰川活动，但其所在的纬度带也就决定了是温凉性气候。生物群面貌相似于南半球高纬度地区的生物，这就是两极分布（bipolarity）对称现象。在赤道附近，也就是说在暖水区中的生物如珊瑚、腕足类、菊石和笔石十分繁盛，并且有些底栖生物如层孔虫、苔藓虫和珊瑚已成为此时期主要的造礁生物。从南、北半球中高纬度和赤道附近的生物分布特点上看，不言而喻，纬度控制气候因素对生物大区一级的划分仍起着主要作用。因此可将世界分为三个生物区：北方生物大区、中轴生物大区、冈瓦纳生物大区。

青藏高原北缘本研究区在早石炭世早期，属中轴生物大区中亚蒙古-华夏生物过渡区，柴达木-祁连生物省。大致以阿尔金断裂为界又可分为两个亚省：北山生物亚省和柴达木生物亚省。晚石炭世，可划分为中轴生物大区，华夏生物区，华北-祁连生物省，北山生物亚省和昆仑-祁连生物亚省（图 8、图 9）。

5.1 青藏高原北缘早石炭世生物古地理

柴达木-祁连生物省

北山生物亚省

北山生物亚省下石炭统下部的岩性主要是千枚岩、板岩、砂岩夹大理岩、砾岩及少量火山岩。出露于中、蒙边境绿条山和黑鹰山附近的沙林浩来，产腕足类 9 个属 11 个种：*Schuchetella cf. magna*、*Pugnoides boonensis*、*Pseudosyrinx qingshuiheensis*^①、*P. beishanensis*、*P. eijingqiensis*、*Atryris sulcatus*、*Cleiothyridina* sp.、*Neospirifer* sp.、*Linoproductus sinenensis*、*Ptychomaletoechia depressa*、*Dielasma* sp.、珊瑚 *Caninia*、*Caninophyllum*、*Multi-thecopora*、? *Mictrophyllum*；双壳类 *Schizodus? meekanus*、*S. akiniformis*、*Aviculopecten? choniukouensis*；腹足类 *Bellerophon*、*Baylea*；头足类 *Eoasianites* 和苔藓虫化石。上述化石可概括为两个特点：分异度和丰度偏低；腕足类中北方生物大区的特征分子 *Pseudosyrinx* 等占主要成分，而华夏生物区常见分子如 *Schucherella* 等稀少。下石炭统上部岩性变化较大，大致可分为两种类型：以碎屑岩为主夹灰岩，底部具砾岩，如红柳园一带；上、下两套中酸性火山岩之间夹灰岩，如白山、南坡子泉、峡东火车站北侧黑山梁以及巴丹吉林沙漠北缘好比如一带。这两种沉积类型均产丰富的珊瑚、腕足类化石。珊瑚计有 27 个属 79 个种：*Amplexus mirabilis*、*Arachnolasma dibunophylloides*、*A. equiseptatum*、*A. irregu-*

① 该类腕足在北山地区以往的文献中均被定名为 *Syringothyris*。丁培榛（1985）对原鉴定的标本重新进行了鉴定，并更名为 *Pseudosyrinx*。本文采纳了他的意见。其时代是早石炭世早期。

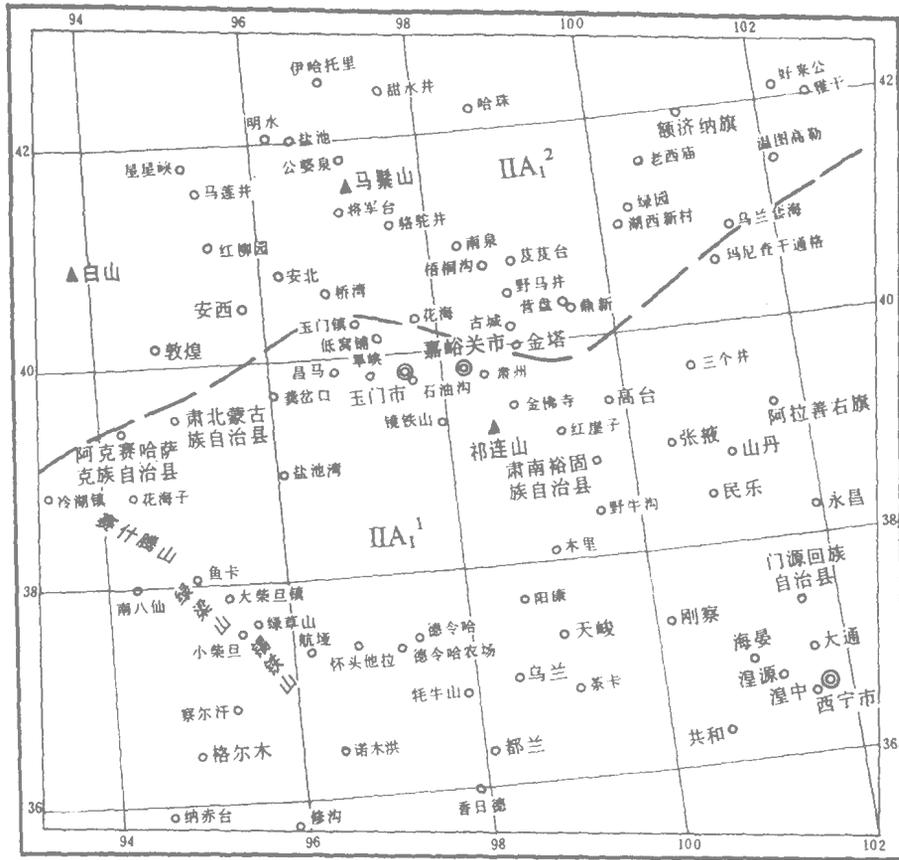


图 9 青藏高原北缘及邻区晚石炭世生物古地理分区图

I. 中轴生物大区, IA. 东中轴生物区, IA₁. 华北-祁连生物省, IA₁'. 昆仑-祁连生物亚省, IA₂. 北山生物亚省; 图例同图 3

Fig. 9 Palaeobiogeographical map of the Late Early Carboniferous of North Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent areas

I. Median Realm, IA. East Median Region, IA₁. North China-Qilian Province, IA₁'. Kunlun-Qilian Subprovince, IA₂. Beishan Subprovince; legend is same as Fig. 3

L. planocystatum, *L. portlocki*, *L. rossicum*, *L. yaolingense*, *Lonsdaleia arctica*, *L. crassiconus*, *L. longiseptata crassicolimellata*, *L. cf. manchuriensis*, *L. ossipouae*, *Lophophyllum ashfellenae*, *L. cf. lophophylloidea*, *L. cf. tortusum*, *Orionastraea* sp., *Palaeosmia caninoides*, *P. concava*, *P. fraterna*, *P. multilamellata* var. *kueichouphylloides*, *P. multiplex*, *P. munchisoni*, *P. munchisoni* var. *amygdoloides*, *P. cf. regia*, *P. cf. sororia*, *P. cf. merophylloides*, *P. stutchburyi*, *Qinghaiphyllum* cf. *domorphoidea*, *Q. cf. sinense*, *Siphonophyllia huaitoutalaensis*, *S. cf. cylindrica*, *Syringopora ramulosa*, *S. hyperbolotabulata*, *S. intermixta*, *S. weiningensis*, *Thysanophyllum* cf. *grabau*, *Yuanophyllum kansuense*, *Auloelisia* sp., *Bothrophyllum brevisseptatum*, *Carruthersella* sp., *Diphyphyllum multicysta-*

tum . *Ekvasophyllum* aff. *enclinatabulatum* . *Kueichowpora kwangtongensis* . *Neoclesiophyllum yengtzeense* (史美良等, 1987)。这个珊瑚动物群的特点是欧洲型分子偏多, 如: *Siphonophyllia* sp. . *Lithostrotion irregulare* . *Palaeosmia murchisoni* . *Gangamophyllum* sp. . *Dibunophyllum vaughani* , *Orionastraea* sp. . *Diphyphyllum* sp. 等。此外, 我国南方早石炭世晚期大塘阶特有分子 *Kueichowphyllum* , *Yuanophyllum* 也出现了, 但数量和出现的频率偏低。这些珊瑚化石完全可与我国南方大塘阶的珊瑚组合对比。腕足类 22 个属 30 个种 (史美良等, 1987)。其中 *Gigantoproductus* 和 *Striatifera* 是我国南方区大塘阶的典型代表。也广泛见于新疆天山波罗霍洛、祁连山和柴达木北缘等地。在国外也是欧洲韦宪阶上部的主要分子。从上述早石炭世早期和晚期珊瑚、腕足类之比较, 明显地表现出早石炭世晚期动物群的分异度和丰度大大高于早石炭世早期动物群。换句话说, 早石炭世早期北方生物大区的界线由北向南推移, 早石炭世晚期华夏生物区的界线由南向北迁移。造成这种生物地理单元变动的最直接因素是地体发生南、北向的漂移 (王乃文, 1982; 姚培毅、王乃文, 1992)

柴达木生物亚省

早石炭世早期沉积物在本亚省分布较为零星, 仅见于景泰、靖远、中南祁连山地区、柴达木北缘阿木尼克山、欧龙布鲁克以及祁漫塔格一带, 均为正常碎屑岩夹灰岩沉积。依据生物面貌又可分为两种类型: 清一色的华夏生物区分子; 华夏生物区的分子与北方生物大区分子混生。

第一种类型只见于祁连山及走廊地区东段景泰和靖远一带。产腕足类 19 个属 25 个种: *Schuchertella guezhouensis* . *S. gelaohoensis* . *S. cf. potlockiama* . *Eochoristites* cf. *chui* . *Fusella* sp. . *Composita injensis* . *C. communis* . *Cleiothyridina hirsuta* . *C. cf. kusbassica* . *C. tenulineata* . *Rugosochonetes chonestes* . *Productellana* sp. . *Ovatia laevicosta* . *Balanoconcha* aff. *elliptica* . *Cranaena* aff. *globosa* . *Avonia* cf. *youngiana* . *Spiriferella* sp. . *Beeckeria* sp. . *Overtonia* sp. , *Canocrinella* sp. , *Echinoconchus* sp. , *Brachythyris* cf. *schucherti* , *Girtyella injensis* , *Punctospirifer insculptus* , “*Plicatifera*” sp. 。其中 *Eochoristites* , *Cleiothyridina* , *Schuchertella* 和 *Composita* 以及一些种均是华南生物省贵州、湘中岩关阶腕足动物群中常见分子 (侯鸿飞, 1965 杨式溥, 1978) 未见北方生物大区一兵一卒。植物化石 *Sublepidodendron* sp. . *Lepidodendropsis hirmeri* . *Lepidostrobophyllum xiphidium* . *Archaeopteris* cf. *fissilis*。植物组合的总体时代不晚于早石炭世早期。化石孢子计有 33 个属 69 个种, 据高联达 (1980) 研究, 这些化石孢子中具单环室的孢子占优势, 约占总含量的 80%。单环室孢子中以 *Auroraspora* 和 *Lophozonotriletes* 两个属为主, 平均含量分别是 28% 和 17%。其组合时代应为杜内期, 并可以同西欧、独联体以及北美等地的相应地层对比。另外还有牙形石 *Lochodina* 和硬鳞鱼鱼鳞。

第二种类型的生物产于柴达木北缘阿木尼克山、欧龙布鲁克和柴达木南缘祁漫塔格山。下石炭统下部岩性在下部为粉砂质页岩夹中厚层石英质砾岩, 上部为灰黑、紫红色中厚层灰岩夹褐黄色薄层钙质页岩。含四射珊瑚化石约 20 个属 40 个种: *Kassinella* cf. *longiseptata* . *Parakassinella sinensis* . *Amunikephyllum caninophylloides* . *A. irregulare* , *Siphonophyllia chuanshanensis* , *S. incerta* . *S. elongata* . *S. amunikeensis* . *S. amplexoides* . *Enygmophyllum dubium* . *Kakwiphyllum qinghaiense* . *K. sinense* . *K. densatabulatum* . *K. planotabulatum* .

K. humboldtoides . *K. intermedium* . *Humboldtia qinghaiense* . *H. calmiussiphylloides* . *Donophyllum primiticum* . *Siphonodendron balachonkaensis* . *Neolithostrotion sinense* . *Rylstonia amunikeensis* . *R. minor* . *R. oulongbulukeensis* . *R. vertica* . *Cyathoclisia tabernaculum* . *Cystocyathoclisia sinensis* . *C. simplex* . *Lophophyllum tortuosum* . *L. chuanshangouense* . *L. densum* . *Ekvasophyllum heijianshanense* . *E. ellipticum* . *Cyathaxonia cornutus* . *C. amygdalophylloides* . *Barrandeophyllum dulanense* . *Zaphrentoides fususeptatus* . *Z. irregularis* . *Bradyphyllum brevisseptatum* . *Fasciculophyllum omaliusi* . *F. densum* . *F. cyathaxonoides* . *Siphonophyllum oppressa* 可划分为四个组合 (王增吉, 1987): ① *Kassinella-Lophophyllum densum* 组合; ② *Enygmophyllum-Kakwiphyllum qinghaiensis* 组合; ③ *Siphonophyllum oppressa-Rylstonia oulongbulukeensis* 组合; ④ *Ekvasophyllum heijianshanense-Cystocyathoclisia sinensis* 组合。由这四个组合构成的早石炭世早期珊瑚动物群中缺乏华南生物省重要四射珊瑚 *Pseudouralinia* 和 *Cystophrentis* 等分子, 而更多地是北方生物大区独联体和北美早石炭世早期的分子如: *Kassinella* sp. . *Lophophyllum densum* . *Kakwiphyllum* sp. . *Enygmophyllum dubium* 等, 所以面貌更接近北方生物大区。腕足类约有 30 个属 49 个种: *Schuchertella* sp. . *Rhytiophora arcuata* . *Syringothyris kannibalensis* . *S. cf. bannibalensis* . *S. halli* . *S. cf. texta* . *Tylothyris laminosa* . *Eumetria* aff. *acutiocosta* . *E. verneuiliana* . *Schizophoria* sp. . *Rhipidomella altaica* . *R. michelini* . *Spirifer* cf. *aschliariki* . *S. cf. baini* . *Rugosochonetes* sp. . *Dictyoclostus* sp. . *Plicochonetes* sp. . *Torynifer* cf. *pseudolineatus* . *Grandispirifer mylkensis* . *G. extenuatus* . *Buxtonia* cf. *dengisi* . *B. scabricula* . *Athyris lamellosa* . *Tomiproductus cylindricus* . *Scutipustula* sp. . *Cleiothyridina parvirostris* . *Phricodothyris lineata* . *Punctospirifer insculpta* . *Ptychomaletoechia* cf. *pleuroden* . *Ectochoristites?* sp. . *Marginatia burllingtonensis* . *M. fernglensis* . *M. cf. mesialis* . *Schuchertella* cf. *rubra* . *S. gueizhouensis* . *S. magna* . *S. fernglensis* . *Streptorhynchus* sp. . *Brachythyris peculiaria* . *Pseudosyrinx?* sp. 。其中 *Syringothyris* . *Pseudosyrinx* . *Tylothyris* . *Tomiproductus* . *Brachythyris* . *Grandispirifer* . *Marginatia* 等均是北方生物大区北美、西伯利亚早石炭世早期重要或常见分子, 并与国内新疆天山波罗霍洛地区早石炭世早期腕足动物群面貌相近。华夏生物区分子较少, 主要是 *Schuchertella*。可见该地区早石炭世早期腕足类是以北方生物大区分子占主导地位、华夏生物区分子仅占少数等为特色的混生面貌。早石炭世晚期沉积范围有所扩大, 大致从北祁连的景泰、靖远、山丹、永昌、武威、肃南、张掖, 中祁连山西段疏勒南山地区, 南祁连山党河南山, 柴达木北缘塞什腾山、阿木尼克山、欧龙布鲁克以及柴达木南缘祁漫塔格一带, 其岩性主要是一套滨浅海相灰色石英砂岩、页岩和泥灰岩、灰岩, 含丰富的化石。此时期的生物面貌与早石炭世早期相比, 发生了较大变化, 如北方生物大区的分子急剧减少, 有些地方甚至遁迹, 而华夏生物区分子则占绝对优势。这表明本生物省已进入热带—亚热带纬度范围内。由于此时期化石面貌近乎一致。在这里我们选用了李克定、沈光隆 (1992) 对北祁连地区珊瑚、腕足、苔藓和蕨以及植物等化石审核后的资料。珊瑚计有 14 个属 33 个种: *Arachnolasma cylindricu* var. *longicolum* . *Aulinia carinata* . *A. cystoides* . *A. rotiformis* . *Auloclisia circular* . *A. elliptica* . *A. tena* . *Barrandeophyllum choniugouense* . *B. compressum* . *B. disjunctum* . *Bothrophyllum brevisseptatum* . *Bradyphyllum conoideum* . *Carcinophyllum chii* . *Clisiophyllum angulatum* . *C. cf. modavense* . *Dibunophyllum chouniu-*

gouense . *D.* cf. *tushanense* . *Hapsiphyllum?* *altiseptatum* . *H.* ?*magnolacunum* . *Lithostrotion* *decipiens* . *L. mccoynum* . *L. planocystatum* . *L. planocystatum minor* , *L. portlocki* . *L. sunanense* . *Lonsdaleia leei* . *Michelinia favosa* . *M. nudulata* . *Neoclisiophyllum triangulatum* . *Palaeosmia equitabulatum* . *Qinghaiphyllum sinense* . *Yuanophyllum kansuense* . *Y. kansuense* var. β . 以上珊瑚化石中大都是华南生物省大塘阶上部的分子, 只是未见大塘阶下部的珊瑚带化石 *Thysanophylloides* (王增吉, 1990)。这说明与华南生物省存在着一定的差异。腕足类计有 20 个属 34 个种, 其面貌与上述珊瑚特点非常相似, 多为华夏生物区的分子, 以长身贝类占优势。其中最具特色的是 *Gigantoproductus*, *Kansuella*, *Dictyoclostus* 和 *Echinoconchus* 等属。它们的种常见于欧洲韦宪阶上部, 可与华南生物省大塘阶上部对比。但另一方面也缺乏华南生物省的一些特征分子, 如 *Vitiliproductus*, *Delepinea* 等。这一切表明柴达木-祁连生物省与华南生物省既有联系又有各自的独立性。苔藓虫约有 22 个属 58 个种, 相对出现频率较高的属种有 *Eridopora macrostoma*, *Fenestella chouniugouensis*, *F. multispinosa* . *F. sinomultispinosa* . *F. tienzhuensis* . *Fistulipora chouniugouensis* . *F. lantienensis* . *Meekopora yingi*, *Polypora maccoyana*, *Rhombopora simplex*, *Tabulipora* sp. 。这些苔藓虫的大部分属种产于国外韦宪阶以及国内湖南的大塘阶。 簏有 3 个属 9 个种 *Eostaffella endothyroidea* . *E. hohsienica* . *E. mosquensis* . *E. postmosquensis* . *E. proikensis* . *E. vasta* . *Mediocris mediocris* . *Novella primitiva* . *Pseudoendothyra* sp. 。植物 12 个属 14 种 *Asterophyllites longifolius* . *Archaeocalamites scrobiculatus* . *Cordaites principalis* . *Eusphenopteris* sp. . *Lepidodendropsis* sp. . *Linopteris brongniartii* . *L. neuropteroides* . *Mesocalamites* sp. . *Neuropteris* sp. . *Paripteris cardiopterides* . *P. gigantea* . *Rhodopteridium* sp. . *Stigmaria ficoides*, *Triphyllopteris* sp. 以及牙形石、双壳类和腹足类。另外在靖远一带产菊石 9 个属 14 个种: *Paradimorphoceras* cf. *wiswellense*, *Glyphiolobus* cf. *discrepans*, *G. paraplicatilis*, *Metadimorphoceras saleswheelense*, *Cluthoceras illum* . *Eumorphoceras kansuense*, *E. bisulcatum* aff. *varicatum* . *Kazakhoceras compressum* . *Anthracoceras* aff. *discus* . *Cravenoceras jingyuanense*, *C. hesperium* . *C.* cf. *nevadense* . *C.* cf. *richardsonianum* . *C.* cf. *incisum* . *Proshumardites* sp. 可称为 *Eumorphoceras*-*Cravenoceras* 组合 (盛怀斌, 1987)。在这个组合中 *Cravenoceras* 和 *Eumorphoceras* 占绝对优势, 与西北欧 E 带菊石相近, 但同时又具有北美色彩, 表现出混生特点, 高联达 (1987、1988) 报道了靖远地区孢子化石, 约 55 个属 119 个种, 由下而上划分为 4 个孢子组合带: ① *Lycospora pusilla* 带; ② *Perotriletes tesslatus*-*Schulzospora campyloptera* 带; ③ *Raistrickia nigra*-*Triquitrites marginatus* 带; ④ *Tripartites vetustus*-*Rotaspora fracta* 带。这些孢子相似于 H. J. Sullivan (1965、1967) 所划分的南欧美区, 属亚热带干旱气候带的产物。在青海欧龙布鲁克地区还产有海百合化石计 4 个属 14 个种: *Platycrinites* cf. *rugosus*, *P. vulgaris*. *Ellipsoellipticus spicatus*, *Cyclocyclicus carinatus* var. *carbonia* . *C. acutulus* . *C.* cf. *treslineatus* . *C. suni* . *C. dignus* . *C.* cf. *pauper*, *Pentagonocyclicus expressus* . *P.* aff. *kuangsiensis*, *P.* cf. *altaicus* . *P.* aff. *schansinicus* . *P.* cf. *tristis* (许仪文、邵洁、张定清, 1962)。在柴达木南缘祁漫塔格产有孔虫 12 个属 15 个种: *Globoendothyra globulus*, *C. eximium*, *C. bradyi*, *Climacammina bradyi*, *Endothyranopsis* sp. . *Endothyra gracilis* . *Globivalvulina* sp. . *Haplophragmella tetraloculi* . *Plectogyra?* *miriformis* . *P. omphaloca* . *P. convexa* var. *regularis*, *Tetrataxis lata* . *T. regularis*

(刘广才等, 1986), 与我国贵州西部大塘阶、独联体乌拉尔上维宪阶的有孔虫相近。

5.2 青藏高原北缘晚石炭世生物古地理

华北-祁连生物省

北山生物亚省

本生物亚省上石炭统的分布大致以马鬃山一线为界。以北上石炭统仅分布于肃北梭梭泉和破城山一带。其岩性下部是灰、深灰、灰黑色石英长石砂岩、千枚状板岩、泥质板岩夹大理岩;上部为中性、中酸性火山岩及砂板岩,化石稀少。马鬃山以南敦煌白尖山、石板山、干泉、安西红柳园西,肃北音凹峡西、金塔茈茈台、小红山等地以及巴丹吉林沙漠以北乌加吉、银根一线分布有上石炭统,化石较为丰富。上石炭统下部岩性:下岩段有流纹岩,中岩段海相碎屑岩夹大理岩,上段为浅海相碳酸盐岩。这部分岩性在横向上厚度变化较大,大致在音凹峡以西至红柳园一带全为碎屑岩沉积,以东到茈茈台一带则完全是碳酸盐岩沉积。相应地,䇇类化石只见于东部。晚石炭世早期化石主要是䇇类 10 个属 22 个种和亚种 *Fusulina* cf. *mayinsis*, *Fusulinella* aff. *provecta*, *F. bocki pauciseptata*, *F. pseudobocki*, *F. eopulchra*, *Profusulinella* cf. *lepida*, *P. longissima*, *P. ovata*, *P. prisca*, *P. prolibrovitchi*, *P. rhomboides*, *P. subovata*, *P. wangyui*, *Eofusulina triangula*, *Eostaffella* sp., *Fusella typica*, *Ozawainella* cf. *nikitookensis*, *Pseudostaffella antiqua*, *P. cf. antiqua*, *P. paracompressa extense*, *Pseudowedekindellina proluxa*, *Schubertella* cf. *golinae*; 珊瑚 17 个属 28 个种 *Yuanophylloides* sp., *Caninia lipoensis*, *C. aff. penchiensis*, *C. simpliseptata*, *C. vigilans*, *C. trinkleri*, *C. lingwuensis*, *Chaetetes lungtanensis*, *C. flexilis*, *C. thomsoni*, *C. subradians*, *Thysanophyllum* sp., *Amandophyllum* sp., *Dibunophyllum* sp., *Campophyllum lipoense*, *C. cf. amplexoides*, *C. rareseptatum*, *C. intermedium*, *Dorlodotia* sp., *Lophophyllum* cf. *subtilisum*, *Arachnolasma* sp., *Lithostrotion* cf. *kueichowense*, *Amplexus* sp., *Bothrophyllum* sp., *Cystolonsdaleia* sp., *Caninophyllum* sp., *Cystilophophyllum* sp., *Neokoninckophyllum* sp. 腕足类 5 个属种 *Enteleter* cf. *lamarcki*, *Dictyoproductus* sp., *Lino-productus* cf. *simenensis*, *Eomarginifera* sp., *Choristites yanghokouensis*; 腹足类 12 个属种 *Paromphalus* sp., *Murchisonia* sp., *Porcellia* sp., *Platyostoma* sp., *Anomphalus* sp., *Baylea* sp., *Euomphalus* sp., *Mourlonia* sp., *Meekospira* sp., *Lissochilina* sp., *Turbiniopsis* sp., *Naticopsis margheritii* 双壳类 4 个属种 *Pterinopecten*(*Dunbarella*) *rectilaterius*, *Aviculopecten* sp., *Wilkingia* sp., *Myalina* cf. *monvanensis*, 以及头足类、苔藓虫等。上述化石中,䇇类组合完全可与昆仑-祁连生物亚省的柴达木北缘、布尔汗布达山以及华北太子河流域和南京地区晚石炭世早期的䇇化石带对比。腕足类和珊瑚分子都是我国各地晚石炭世的常见化石。晚石炭世晚期,珊瑚有 11 个属 *Cardiaphyllum*, *Amandophyllum*, *Cyathocarinia*, *Amplexocarinia*, *Tachylasma*, *Calophyllum*, *Bradyphyllum*, *Lophophyllidium?*, *Cyathaxonia*, *Hapsiphyllum*, *Amplexus*; 腕足类 17 个属 22 个种 *Dielasma* cf. *timanioum*, *D. elongatum*, *D. elongatum* var. *orientalis*, *D. millepunctatum* var. *monolicum*, *Notothyris nucleclus*, *N. mongoliensis*, *Lino-productus simenensis*, *Enteleter lamarckii*, *Elivina* sp., *Spiriferella* sp., *Teguliferina* sp., *Aulosteges* sp., *Strophalosia* sp., *Uncinella* sp., *Marginifera*

sp. *Martinia incerta* . *Choristites pavlovi* . *C. (Purdonella) nikitini* . *C. (P.) cf. nikitini-formis* . *Canocrinella cf. undifera* . *Schizophoria cf. indica* . *Phricodothyris asiatica* . *Leiorhynchoidea* sp. 头足类 *Glaphyrites cf. rhymnus*, *Eoasianites* sp. . *Agathiceras* sp. 。除此之外，在巴丹吉林沙漠北缘乌加吉、银根一线产筴类 *Pseudoschwagerina moelleri*, *Triticites major*, *T. orctuass*, *Rugosofusulina praevia*, *Quasifusulina longissima*。在以上的化石中，珊瑚和腕足类化石的组成成分较晚石炭世早期发生了明显变化。珊瑚均为单体，其中 *Amplexus*, *Bradyphyllum*, *Cyathaxonia*, *Lophophyllidium*, *Tachylasma* 等的共同特点是小型单体，不具鳞板。在国内，它们产于东冈瓦纳生物区西藏申扎地区冰海相的地层之中（姚培毅、王乃文，1992）。在国外广泛见于独联体乌拉尔、澳大利新南威尔士和帝汶岛及北美石炭至二叠系中（范影年，1988）。而此时期中轴生物大区一些常见珊瑚如 *Lithostrotonella*, *Kionophyllum* 等未出现。同样 腕足类 *Spiriferella* sp. . *Aulosteges* sp. . *Strophalosia* sp. . *Notothyris mongoliensis*, *Choristites pavlovi*, *C. (Purdonella)* sp. 等也只见于北方生物大区，而没有出现于中轴生物大区本部。表明在北山地区继早石炭世早期之后，第二次发生混生。产筴类化石的巴丹吉林沙漠北缘地区仍表现出中轴生物大区的本色而没有发生混生。这可能是当北山地区向中、高纬度带运移时，巴丹吉林沙漠北缘向北运移的时间滞后于北山地区或者其向北运动的速度低于北山地区。

昆仑-祁连生物亚省

本生物亚省包括北、中、南祁连山，柴达木南、北缘和东昆仑山。其中祁连山地区以北祁连肃南、张掖、山丹、永昌、武威和靖远一带研究较详。晚石炭世早期，菊石计有 6 属 14 种，可分为两个组合：*Bilinguites-Phillipsoceras* 组合，含有 *Glyphiolobus subglobosus*, *Anthracoceas paucilobum* . *A. paradiscus* . *Bilinguites superbilingue* . *B. metabilinguis* . *Phillipsoceras alparhipaeum*, *P. cf. remissum*, *P. yushuliangense* ，本组合属纳缪尔期 R 带，面貌与独联体乌拉尔地区相近；*Gastrioceras-Branneroceras* 组合，含 *Gastrioceras cf. fittsi* . *G. cf. listeri*, *G. cf. listeri*, *G. cf. coronatum*, *G. cf. adaense* . *Branneroceras triangularum* ，这个组合的菊石一般个体巨大，兼有西欧和北美的色彩（盛怀斌，1987）。腕足类约有 32 个属 41 个种和亚种：*Choristites yanghukouensis*, *C. mosquensis*, *C. loczyi*, *Martinia remota*. *Canocrinella cf. cancriniformis*. *Dictyoclostus* sp. . *Linoproductus cora*, *L. simenensis* . *Phricodoria indica* . *Ambocoelia planoconvexa* . *Eomarginifera* sp. . *Rhipidomella* sp. . *Wellerella* sp. . *Enteleles lamarcki*. *Streptorhynchus* sp. . *Orithothes* sp. . *Chonetes cf. semicircularis* . *C. carbonifera* . *Productus gratosus* var. *occidentalis* . *P. gruenewaldti* . *Linoproductus tenuistriatus* . *Echinoconchus elegans* . *E. punctatus* . *Juresania cf. juresanensis* . *Avonia* sp. . *Buxtonia* sp. . *Marginifera loczyi* . *Uncinulus aff. timorensis*, *Brachythyrina strangwaysi* . *B. strangwaysi* var. *lata* . *B. strangwaysi* var. *longa* . *Squamularia ovata* . *Hustedia remota*, *Dielasma aff. vesicclaris*, *Athyris* sp. (史美良等，1987)。这些腕足类化石大部分时限较长，生物分区性不明显，但仍可区别于早石炭世腕足类动物群。珊瑚约有 4 个属种 *Bothrophyllum* sp. . *Bradyphyllum bellicostatatum* . *Rossophyllum* sp. . *Hapsiphyllum moukouense* ，晚石炭世早期植物化石计有 23 个属 41 个种 *Cordaites principalis*, *Lepidodendron aolungpulukense* . *L. oculus-felis* . *Bothrodendron circulare* . *Alloiopteris angustissima* . *A. essighi* . *Diplothmema furcatum* . *D. subgeniculatum* . *Eusphenopteris hollandica* . *E.*

scribanii, *E. trigonophylla*, *E. neuropteroides*, *Mesocalamites cistiformis*, *M. ramifer*, *Linopteris densissima*, *L. intracata*, *L. lepida*, *L. simplex*, *L. neuropteroides*, *Asterophyllites tenuifolius*, *Pecopteris aspera*, *P. affinis*, *P. arborescens*, *P. candolleana*, *P. cyathea*, *P. plumosa*, *Paripteris gigantea*, *P. kaipingiana*, *P. otozamioides*, *Calamites suckowi*, *C. cistiformis*, *Conchophyllum richthofeni*, *Asterophyllites longifolius*, *Cathaysiodendron acutangulum*, *C. incertum*, *C. nanpiaoense*, *Sphenophyllum emarginatum*, *S. verticillatum*, *Tingia carbonica*, *T. hamaguchii*, *T. trilobata*, *Lonchopteris yuani* 可划分为两个组合 (沈光隆、孙柏年, 1992): *Lepidodendron aolungpulukense*-*Mesocalamites* 组合, 该组合中一些华夏植物群的早期分子开始出现, 如 *Lonchopteris yuani*, *Paripteris kaipingiana*, *P. otozamioides*, *Conchophyllum richthofeni* 等; *Concho phyllum richthofeni*-*Paripteris kaipingiana* 组合, 这个组合最显著的特征是华夏植物群的典型分子不断涌现, 如 *Lepidodendron oculus-felis*, *Tingia carbonica*, *T. trilobata*, *Cathaysiodendron* sp.。孢子花粉有若干属种, 可分为三个孢子带: *Bellisporites nitidus*-*Rotaspora knoxi* 带; *Crassispora kosankei*-*Grumousisporites varioreticulatus* 带; ③ *Reticulatisporites reticulatus*-*Densosporites triangularis* 带 (高联达, 1987)。此外, 还有三叶虫、牙形石和遗迹等化石。

晚石炭世晚期 藓类化石 10 个属 20 个种和亚种: *Pseudoschwagerina sphaerica* forma, *Schwagerina vulgaris*, *S. stabilis*, *S. cf. guembeli*, *S. japonica hayasakaia*, *S. cf. valida exigua*, *Quasifusulina phaselus*, *Q. longissima*, *Q. cf. pseudoelongata*, *Q. inusitata*, *Q. compacta*, *Q. cf. compacta*, *Q. cayeuxi*, *Pseudofusulina* sp., *Rugosofusulina* cf. *prisca*, *Schuchertella* cf. *kingi*, *Triticites* sp., *Staffella flatta*, *Boultonia willsi*, *Ozawainella* sp. 他们可与山西太原西山、贵州南部以及新疆叶城和莎车等地晚石炭世晚期 藓类动物群对比。腕足类计有 27 个属 47 个种: *Dictyoclostus taiyuanfuensis*, *D. gruenewaldti*, *D. uralicus*, *D. semireticulatus*, *D. inflatiformis* var. *expansus*, *Linoproductus cora*, *Choristites wynnei*, *C. pavlovi*, *C. cf. jigulensis*, *C. cf. nikitiniformis*, *C. norinii*, *Neospirifer fasciger*, *N. cf. orientalis*, *Martinia* sp., *Schellwienella* sp., *Brachythyridina lata*, *B. cf. shansiensis*, *B. strangwaysi*, *B. strangwaysi* var. *longa*, *Marginifera* cf. *orientalis*, *M. longispina* var. *orienta*, *M. loczyi*, *Buxtonia* sp., *Juresania* cf. *juresanensis*, *Antiquatonia* sp., *Chonetes latesinuata*, *C. latesinuata* var. *maokouensis*, *C. carbonifera*, *C. granulifera* var. *transversalis*, *C. semicircularis*, *C. granulifera*, *Canocrinella* sp., *Schuchertella* sp., *Phricodothyris* cf. *echinata*, *Schizophoria* cf. *resupinata*, *Pugnax swallowiana* sp., *Hustedia remota*, *Beecheria* cf. *minima*, *Echinoconchus elegans*, *Meekella* sp., *Squamularia ovata*, *Waagenoconcha* sp., *Athyris* sp., *Dielasma* sp., *Stenoscisma purdoni*, *Uncinunellina wagenheimi*, *Punctosprifer* sp. (史美良等, 1987)。 *Choristites pavlovi*, *C. nikitiniformis* 和 *C. norinii* 常见于上石炭统 其中 *Dictyoclostus taiyuanfuensis* 是山西中部晚石炭世晚期的典型分子。植物化石计有 19 个属 40 个种: *Cordaites principalis*, *Calamites suckowi*, *C. cistiformis*, *Conchophyllum richthofeni*, *Linopteris simplex*, *Lepidodendron oculus-felis*, *L. posthumii*, *L. szeianum*, *Cathaysiodendron acutangulum*, *C. incertum*, *C. nanpiaoense*, *Sphenophyllum emarginatum*, *S. oblongifolium*, *S. verticillatum*, *Tingia carbonica*, *T. hamaguchii*, *T. trilobata*, *Pecopteris affinis*, *P. liusiana*, *P. orientalis*, *P. arborescens*, *P. candolleana*, *P. cyathea*.

P. hemitelioides . *P. unita* . *Nemejcopteris feminaeformis* . *Sigillaria ichthyolepis* . *Annularia pseudostellata* . *A. stellata* . *Sphenopteris (Oligocarpia) gothanii* . *S. tenuis* . *Acitheca salvinaeformis* . *Alethopteris ascendens* . *A. huiana* . *Callipteridium koraiense* . *C. tachingshanense* . *C. triangunomum* . *Neuropteris ovata* . *Odontopteris subcrenulata* . *Taeniopteris multinervis* . 可称之为 *Cathaysiodendron nanpiaoense*-*Neuropteris ovata* 组合 (沈光隆、孙柏年, 1992)。它与李星学、姚兆奇 (1983 年) 所划分的山西中部晚石炭世早期华夏植物 *Neuropteris ovata*-*Lepidodendron posthumii* 组合表现出较大的相似性。属华夏植物区, 北方亚区。其他化石还有牙形石若干属种。

在柴达木北缘, 晚石炭世地层分布于滩间山、绿梁山、欧龙布鲁克山、牦牛山等地。晚石炭世早期地层主要为海陆交互相含煤沉积, 产丰富的化石 (贺广田等, 1987)。笔管类化石约有 11 个属 30 个种, 可划分为三个组合带: *Eostaffella subsolana*-*Pseudowedekindellina proluxa* 带; *Profusulinella*-*Pseudostaffella qinghaiensis* 带; ③ *Fusulina*-*Fusulinella* 带。这三个组合带与北祁连靖远、华北太子河流域以及贵州等地区笔管类组合带面貌相近。腕足类约有 30 个属 60 个种左右, 大致可分为三个组合: *Productus concinnus*-*Choristites yanghukouensis* 组合, 典型属种有 *Choristites yanghukouensis*, *C. cf. gobicus*, *C. cf. loczyi* . *Dictyoclostus gruenewaldti* . *Enteletes cf. lamarcki* . *Productus concinnus*, *Marginifera loczyi* . *Chaoiella aff. pseudogruenewaldti* . *Phricodothyris asiatica* ; ① *Choristites gobicus* 组合, 主要分子有 *Choristites gobicus*, *C. cf. loczyi*, *Marginifera aff. carniolica*, *Brachythyrina longa*; ③ *Alexania reticulatus*-*Brachythyrina strangwaysi* 组合, 在这个组合中腕足类动物个体明显变小, 早石炭世兴盛一时的 *Gigantoproductus* 消失, 其中许多属种是欧亚分子。珊瑚约有 11 个属 14 个种: *Petalaxis cf. mokikana* . *P. mokonokensis* . *Caninia cf. ardinakus* . *Campophyllum sp.* . *Bothrophyllum cf. chengpoense* . *Meniscophyllum kansuense* . *Cyathaxonia archanglskyi* . *C. tenuiseptata* . *Neokoninckophyllum sp.* . *Bradyphyllum cf. bellicostatium* . *Amplexus sp.* . *Ivanovia humboldti*, *I. freielebeni*, *Donophyllum reticulatum* 其面貌显示出与独联体库兹涅茨盆地晚石炭世早期的珊瑚动物群接近的特点。植物化石经斯行健 (1962) 研究计有 9 个属 12 个种: *Sphenopteris chinghaiense*, *S. parasparsa*, *Lepidodendron aolungpylukense*, *L. volkmannianum* . *Pecopteris mui* . *Calamites sp.* . *Asterophyllites sp.* . *Calamostachys sp.* . *Bothrodendron circulare* . *B. reticulatum* . *Lepidophyllum sp.* . *Cordaites cf. principalis* , 它们与甘肃靖远纳谟尔 B 期植物群很相似, 可视为同一植物群。晚石炭世晚期地层, 其岩性仍为海陆交互相沉积, 下部以砂、页岩为主夹灰岩, 上部以灰岩为主夹砂页岩, 局部夹煤线或薄煤层。产笔管类约有 13 个属 23 个种, 分为两个组合带: ① *Triticites paraarcticus*-*Quasifusulina paracompacta* 带 ② *Pseudoschwagerina* 带, 又可分为两个亚带, 即 (a) *Sphaeroschwagerina* 亚带和 (b) *Eoparafusulina-Zellia* 亚带。上述笔管类面貌与我国华北和华南晚石炭世晚期笔管类相似。珊瑚计有 6 个属种, 腕足 12 个属 15 个种。这些腕足笔管类和珊瑚类化石基本上是独联体库兹涅茨盆地和我国晚石炭世晚期的代表属种。

在东昆仑山一带上石炭统, 以布尔汗布达山南坡研究较详。晚石炭世早期沉积, 以轻变质石英细砂岩、灰岩为主, 产笔管类、双壳类、腕足类和腹足类等化石。笔管类约 9 个属 35 个种, 分为两个带: ① *Profusulinella* 带; ② *Fusulina*-*Fusulinella* 带。这两个带皆可与西南区上石炭统下部的笔管对比 (张遵信、鲍进礼, 1986)。珊瑚 12 个属 16 个种, 其中 *Arachnas-*

traea, *Acroclyathys*, *Skolekophyllum*, *Caninia*, *Lithostrotionella* 等属是独联体顿涅茨盆地中、上石炭统常见的属。双壳类计 17 个属 27 个种, 主要有 *Astartella lutungini*, *Aviculopinna* cf. *carbonaria*, *Acanthopecten carboniferus* (徐均涛、鲁益钜, 1986)。该双壳类动物群与独联体顿涅茨盆地和北美上石炭统双壳类面貌相近, 与国内山西、辽宁等地上石炭统下部的双壳类可比较。晚石炭世晚期 䇯仍很丰富, 有 29 个属 67 个种, 而其他化石, 如珊瑚和腕足类数量稀少。䇯可分三个带: ① *Montiparus* 带; ② *Triticites* 带; ③ *Sphaeroschwagerina* 带。它们大致可与黔西上石炭统上部的两个带: *Triticites* 带和 *Sphaeroschwagerina* 带对比 (张遵信、鲍进礼, 1986)。

5.3 小 结

从以上讨论中, 我们能够得到这样的印象: 早石炭世早期, 北方生物大区和中轴生物大区的生物在北山、柴达木盆地南、北缘等地发生混生; 早石炭世晚期至晚石炭世早期, 本研究区均为中轴生物大区的生物所占据; 晚石炭世晚期, 北山地区继早石炭世早期之后, 再次发生混生现象, 而其他地区的生物如珊瑚、双壳类、䇯和腕足类则与独联体顿涅茨盆地、莫斯科盆地和北美地区以及我国华北等地区的生物面貌相近, 但总的生物面貌仍属中轴生物大区的面貌。上述这样的印象, 使我们可以大胆地推测, 本研究区在石炭纪时, 一直漂泊于北温带至亚热带纬度范围内。这一推测与李燕平等 (1989) 所做出的古地磁数据基本吻合。

第六章 二叠纪

二叠纪全球生物古地理分区仍主要受纬度气候带控制，其分区延展方向基本上与纬度方向一致。生物大区一级，可划分为冈瓦纳生物大区、中轴生物大区和北方生物大区（图 10）。青藏高原北缘本研究区内，早二叠世大致以敦煌、安西、金塔、合黎山—龙首山一线为界，以北属北方生物大区，西伯利亚-蒙古生物区 北山-巴丹吉林生物省，以南属中轴生物大区，东中轴生物区，华北-祁连生物省，北祁连生物亚省和南祁连-昆仑生物亚省。晚二叠世，由北而南可划分为西伯利亚-蒙古生物区，北山-巴丹吉林生物省；西伯利亚-蒙古-东

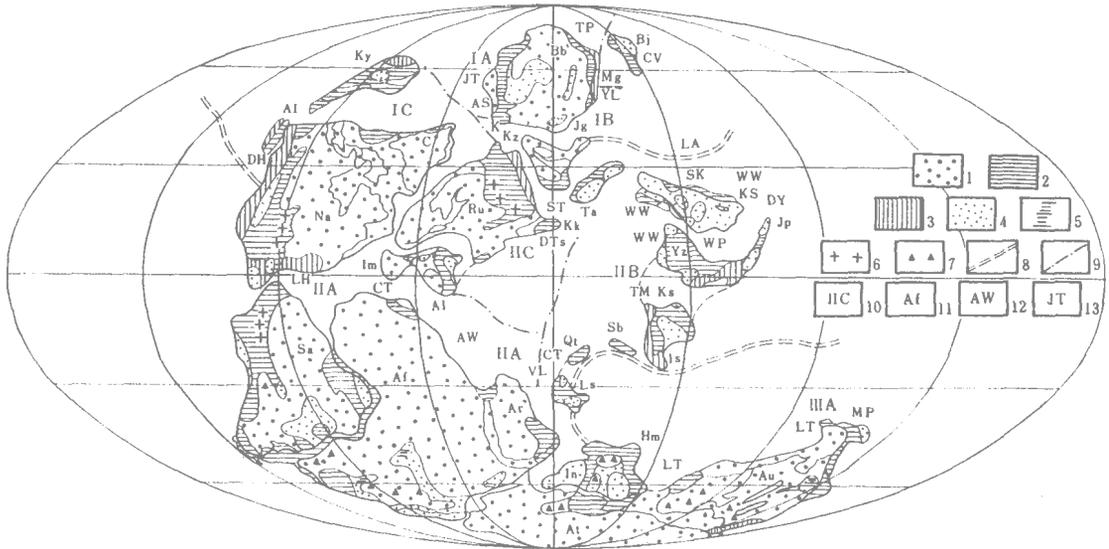


图 10 世界早二叠世古大陆再造及生物古地理分区图

(据王鸿祯等, 1990, 略修改)

1. 陆地; 2. 浅海沉积区; 3. 较深海沉积区; 4. 滨海及陆相沉积区; 5. 煤系沉积; 6. 蒸发沉积; 7. 冰成沉积; 8. 生物古地理大区界线; 9. 生物古地理区界线; 10. 生物古地理分区编号 (I. 北方生物大区, I A. 西伯利亚-蒙古生物区, I B. 哈萨克斯坦-兴安生物区, I C. 北美-北极生物区; II. 中轴生物大区, II A. 西中轴生物区, II B. 东中轴生物区, II C. 乌拉尔-塔吉克斯坦生物区; III. 冈瓦纳生物大区, III A. 印度-澳大利亚生物区); 11~13. 地块代号见图 2

Fig. 10 World reconstruction map and the Early Permian palaeobiogeographical division

(after Wang Hongzhen et al., 1991)

1. land; 2. shallow sea; 3. deeper sea; 4. littoral and land facies; 5. coal deposit; 6. evaporite; 7. fluviglacial deposit; 8. Realm boundary; 9. Region boundary; 10. biogeographic division (I. Boreal Realm, I A. Siberia-Mongolian Region, I B. Kazakhstan-Hingan Region, I C. North America-Arctic Region; II. Median Realm, II A. West Median Region, II B. East Median Region, II C. Ural-Tagikstan Region; III. Gondwanan Realm, III A. India-Australian Region); 11~13. block name is same as Fig. 3

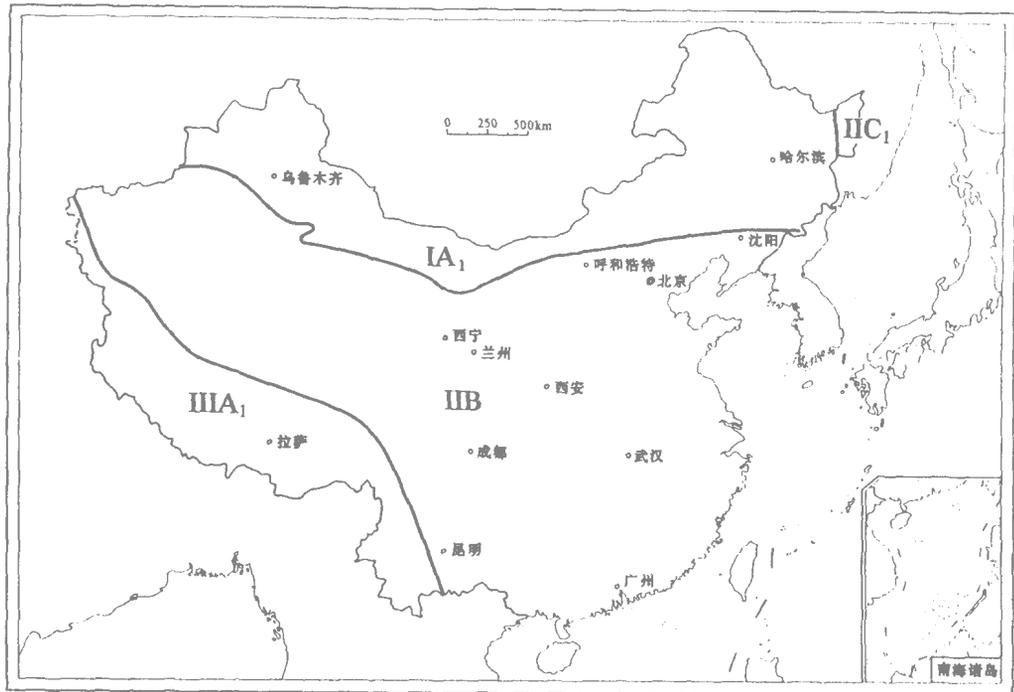


图 11 中国早二叠世生物古地理分区图

I. 北方生物大区, IA. 西伯利亚-蒙古生物区, IA₁. 天山-兴安生物省; II. 中轴生物大区, II B. 东中轴生物区, II B₁. 华夏生物省; IC. 环太平洋生物区, IC₁. 那丹哈达-锡霍特生物省; III. 冈瓦纳生物大区, III A. 印度-澳大利亚生物区, III A₁. 喜马拉雅-冈底斯生物省; 图例同图 3

Fig. 11 Palaeobiogeographical map of the Early Permian of China

I. Boreal Realm, IA. Siberia-Mongolian Region, IA₁. Tianshan-Hingan Province; II. Median Realm, II B. East Median Region, II B₁. Cathaysian Province; IC. Circular Pacific Region, IC₁. Nadanhada-Xihuo-tian Province; III. Gondwanic Realm, III A. India-Australian Region, III A₁. Himalaya-Gangdian Province; legend is same as Fig. 3

中轴生物过渡区, 塔里木-祁连生物省; 东中轴生物区, 华夏生物省 (图 11、图 12、图 13)。需要指出的是上述生物区界线并非一成不变。由于受板块运动和早二叠世晚期暖热气候带扩张等因素的影响, 使生物区界线始终处于变动之中, 如北祁连生物亚省早二叠世属华夏植物区产典型的华夏植物群, 晚二叠世则属安哥拉与华夏植物群混生的植物群。

6.1 青藏高原北缘早二叠世生物古地理

6.1.1 西伯利亚-蒙古生物区北山-巴丹吉林生物省

下二叠统在本生物省主要分布于金塔、北山、肃北双井、额济纳旗文革山、马鬃山南坡、六驼山和巴丹吉林南缘和北缘的杭乌拉、额肯阿尔斯楞地区等地。按照岩性的组合由南至北可划分为三个岩相带: 红柳园岩相带, 沉积厚度大, 碎屑岩为主夹玄武岩, 含菊石和腕足类; 马鬃山岩相带, 沉积厚度小, 以灰岩为主, 腕足类多, 菊石稀少; 黑鹰

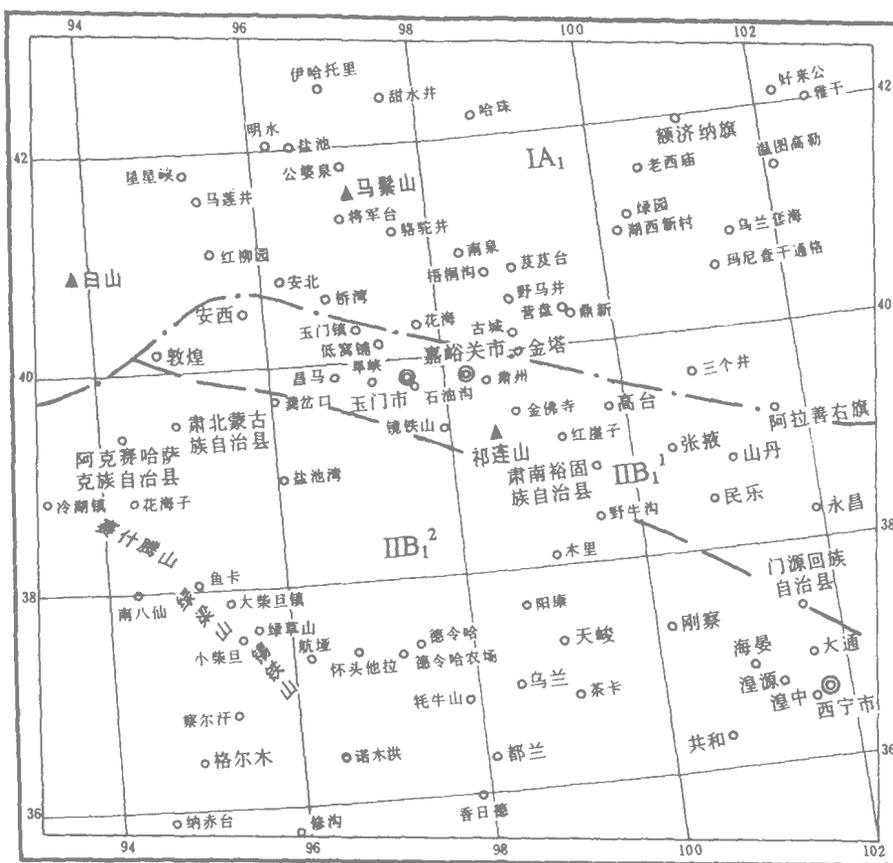


图 12 青藏高原北缘及邻区早二叠世生物古地理分区图

I. 北方生物大区, IA 西伯利亚-蒙古生物区, IA₁. 北山-巴丹吉林生物省; II. 中轴生物大区, IB. 东中轴生物区, IB₁. 华夏生物省, IB₁¹. 北祁连生物亚省, IB₁². 南祁连-昆仑生物亚省; 图例同图 3

Fig. 12 Palaeobiogeographical map of the Early Permian of North Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent areas

I. Boreal Realm, IA. Siberia-Mongolian Region; IA₁. Beishan-Badai Jaran Province; II. Median Realm, IB. East Median Region; IB₁. Cathoysion Province; IB₁¹. North Qilian Subprovince; IB₁². South Qilian-

Kunlun Subprovince; legend is same as Fig. 3

山岩相带, 沉积厚度较大, 以碎屑岩为主, 夹中酸性火山岩, 化石稀少 (主要与研究程度低有关) 早二叠世早期产菊石 5 个属种 *Uraloceras* sp., *Neocrimites jintaensis*, *Medlicottia* sp., *Demarezites* sp., *Shalakaceras* cf. *bisulcatum* 腕足类 32 个属 50 个种 *Yakovlevia mammate* *Paramarginifera zesiensis*, *P. dalinurica*, *P. cf. gobiensis*, *Reticulatia* cf. *subplicata*, *Alexania* sp., *Anidanthus minor*, *Stenoscisma purdoni*, *S. purdoniformis*, *Paeckelmanella* sp., *Haydenella* cf. *kiangsiensis*, *Squamularia* sp., *Yakovlevia mammatiformis*, *Spiniiferella* cf. *saranae*, *S. salteri*, *S. keihlhevii* formis, *S. keilheri*, *Waagenoconcha* cf. *cylindricus*, *W. cf. abichi* *Neospirifer fasciger*, *N. subfasciger*, *N. striotoparadoxus*, *N. ravana*, *Linoproductus* sp., *Schellwienella* sp., *Cancrinella cancriniformis*, *C. cf. pseudotranucatus*,

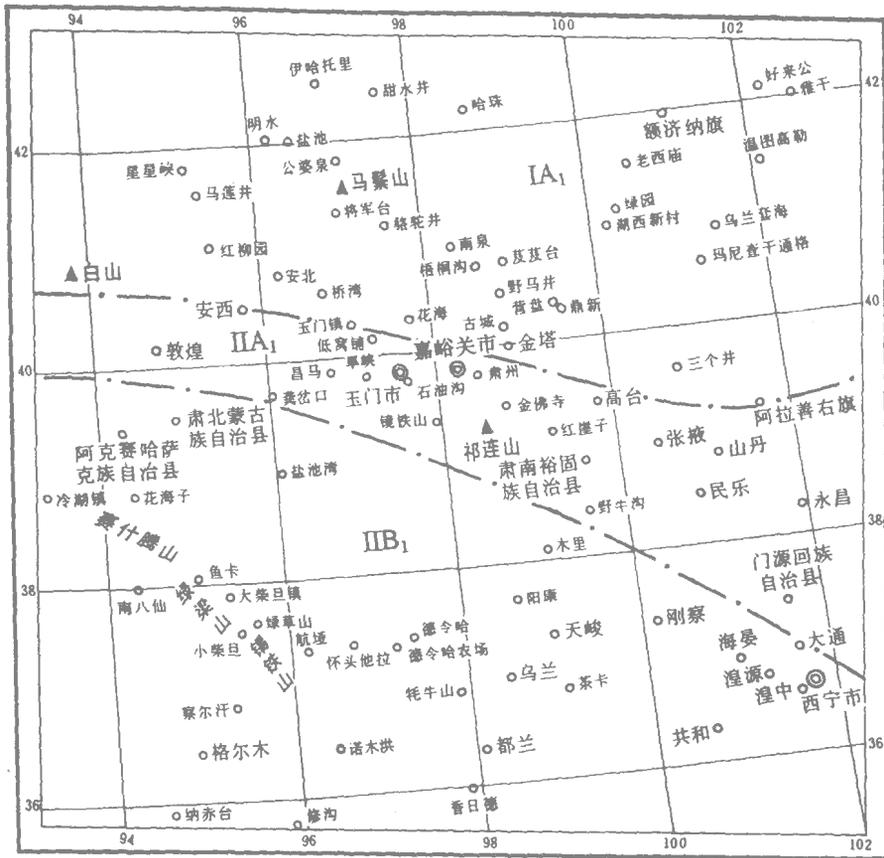


图 13 青藏高原北缘及邻区晚二叠世生物古地理分区图

I. 北方生物大区, IA 西伯利亚-蒙古生物区, IA₁. 北山-巴丹吉林生物省; II. 中轴生物大区, II A. 西伯利亚-蒙古-中轴生物过渡区, IA₁. 塔里木-祁连生物省; II B. 东中轴生物区, II B₁. 华夏生物省 图例同

图 3

Fig. 13 Palaeobiogeographical map of the Late Permian of North Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent areas

I. Boreal Realm, IA. Siberia-Mongolian Region, IA₁. Beishan-Badajilin Province; II. Median Realm, II A. Siberia-Mongolia-Median Transitional Region, IA₁. Tarim-Qilian Province; II B. East Median Region,

II B₁. Cathaysian Province; legend is same as Fig. 3

Marginifera morrissi, *M. cf. gaominensis*, *M. cf. Jisuensis*, *M. cf. dieri*, *Plicatifera* sp., *Productus graciosus*, *Aulosteges cf. gigantiformis*, *Streptorhynchus* sp., *Brachythyrina* sp., *Chonetes cf. splatesinuata*, *C. aff. tenuilirata*, *Martinia* sp., *Kochiproductus longus*, *K. cf. porrectus*, *Ambocoelia* sp., *Echinoconchus* sp., *Camarophoria purdoni*, *Leptodus nobilis*, *Orthotetes semiplanus*, *Liosotella spitzbergiana*, *Oldhammina cf. dicipiense*, *Licharewia grewingki* 珊瑚 *Tachylasma* sp., *Plerophyllum* sp., 腹足 4 个属种 *Euphemites* sp., *Bellerophon cf. jonesianus*, *Mourlonia* sp., *Euomphalus* sp. 苔藓虫 *Polypora cf. koninckiana*; (甘肃省地质局区域地质调查队, 1980)。上述化石中普遍缺乏暖水区广泛分布的筴和

珊瑚，而非暖水区系的生物特征非常明显。菊石 *Uraloceras* 是北方生物大区特征分子。腕足类以壳厚大型个体的 *Neospirifer*, *Spiriferella*, *Yakovlevia* 等为代表，可称之为 *Spiriferella saranae*-*Yakovlevia mammate* 组合，与独联体乌拉尔阿尔丁斯克阶以及国内东北兴安岭、内蒙古东乌珠穆沁旗、哲斯地区哲斯组等地的腕足类动物相近。其中有些腕足类属 *Neospirifer*, *Spiriferella* 也见于东冈瓦纳生物区喜马拉雅-冈底斯生物省，是又一例典型的两极分布对称现象 (bipolarity) (姚培毅、王乃文, 1992)。该组合生态底域位置相当于 Boucot (1975) 所划分的底栖组合 2 的部位 (Benthic Assemblage 2)，处于陆棚区潮下带的上部，水深推测在 30~40 m 左右 (张研, 1990)。总体生物特征反映出凉温气候条件。早二叠世中晚期菊石约有 15 个属 24 个种 *Uraloceras chinense*, *U. fedorowi*, *U. suessi*, *U. plicatum*, *U. aff. belgushkense*, *U. prokolbinense*, *U. tumidum*, *Demarizites compressus*, *Medlicottia gansuensis*, *M. beishanensis*, *M. orientalis*, *Propinacoceras shuangputangense*, *Sholakoceras transforme*, *Waagenoceras gansuense*, *Strigogoniatites umbilicatus*, *Stacheoceras beishanense*, *Paragastrioceras cf. karpinskii*, *P. cf. ellipsoidale*, *Altudoceras* sp., *Gastrioceras* sp., *Micelinoceras* sp., *Gzheloceras* sp., *Metalegoceras* sp., *Neouddenites* sp. 其中以 *Uraloceras* 和 *Paragastrioceras* 为代表，其分布范围仅见于独联体乌拉尔和西伯利亚东北部，北极加拿大、澳大利亚及我国内蒙古西部和珠穆朗玛峰地区，是北方生物大区典型分子，占据主导地位。但此时期已混入少数中轴生物大区的分子，如 *Demarizites* 和 *Waagenoceras*。这表明早二叠世中晚期寒冷气候发生缓解以及板块运动等因素的影响，两大生物区生物均可在两者都能耐受的气候和环境条件下进行部分交流。据此推测，北山地区在早二叠世中晚期很可能处于暖温气候带范围内，另一方面表明：西伯利亚-蒙古生物区与东中轴生物区各自所在的板块或地块已相互接近到足以使两侧生物进行交流而无大洋的阻碍。此时期腕足类已无往日的兴旺，与菊石呈消长的关系。属种数量明显下降，壳的个体显著变小，形成早二叠早期与早二叠晚期两个特征截然不同的腕足类动物群。主要腕足类有：*Uncinunellina mongolicus*, *U. timorensis*, *Chonetes aff. tenuilirata*, *Marginifera typica*, *M. typica elongata*, *Schellwienella crenistria*, *Spiriferella saranae*, *Streptorhynchus? kayseri*。其地质时代相当于我国南方茅口期。

6.1.2 东中轴生物区华北-祁连生物省

北祁连生物亚省

本生物亚省在北祁连地区下二叠统由陆相灰绿、黄绿色砂岩、泥岩和页岩等细碎屑岩组成，局部夹煤线。部分地区为粗碎屑沉积。主要分布于玉门大山口和大黄沟、酒泉、羊露河、肃南窑沟和大青沟等地。产丰富的植物化石，计有 21 个属 42 个种：*Lepidodendron posthumii*, *Cathaysiodendron* sp., *Lepidophyllum* sp., *Sphenophyllum thonii*, *S. verticillatum*, *S. costae*, *S. pseudocostae*, *S. oblongifolium*, *S. cf. thonii*, *Annularia stellata*, *A. orientalis*, *Pecopteris feminaeformis*, *P. unita*, *P. cf. orientalis*, *P. taiyuanensis*, *P. arborescens*, *P. cf. polymorpha*, *P. cf. lativenosa*, *Sphenopteris* sp., *Taeniopteris multinervis*, *T. cf. multinervis*, *T. cf. densissima*, *T. latecostata*, *T. submultinervis*, *T. mucronata*, *Cordaites principalis*, *C. rigida*, *C. schenkii*, *Cordaianthus* sp., *Lobatanularia sinensis*, *Stigmaria ficoides*, *S. rugulosa*, *Calamites* sp., *Cladophlebis? yangwolensis*, *Tingia hamaguchii*, *Emplectopteris triangularis*, *Sphenopteridium pseudogermanicum*, *Rhacopteris* cf.

bertrandii, *Neuropteris* sp. . *Cardiocarpus tangshanensis*, *Alethopteris norinii* 。这个植物群与华北地区早二叠世植物群很相近，属李星学、姚兆奇（1983）划分的中期华夏植物群。

南祁连-昆仑生物亚省

本生物亚省下二叠统基本上为海相沉积，大致分布于疏勒南山、托来南山、哈拉湖、土尔根大坂山、大通山、阳康、乌兰大坂、宗务隆山、祁漫塔格北坡以及纳赤台、昆仑湖北和托索湖北哈拉山及拉玛托洛湖等地。岩性主要是灰—深灰或紫红色砂岩夹灰岩透镜体、生物灰岩，产苔藓虫 7 个属 12 个种：*Fistulipora megastoma*, *F. sinoincrusters*, *F. subtubulosa*, *Maychella tianjunensis*, *P.* cf. *koninckiana*, *Protorettepora* sp. , *Septopora* cf. *biserialis*, *S. diamorpha*, *Anisotrypella princeps*, *Fenestella subconstans*, *Dyscritella sinonana*。双壳类 9 个属 18 个种：*Pseudomonotis mongoliensis*, *Myalinella meeki*, *M. permian*, *Kaibabella curvienata*, *K. schizodiiiformis*, *Schizodus jiangheensis*, *Astartella* cf. *nasuta*, *Streblochondria didymoscripta*, *Aviculopecten* cf. *kaibabensis*, *A. subregularis*, *A. ? qinghaiensis*, *A. cypticostatus*, *A. kunlunensis*, *A. caodigouensis*, *A. subtristriatus*, *Pinna qinghaiensis*, *P. sinensis*, *Etheripecten ? tianjunensis*。腕足类 34 个属 47 个种：*Araxathyris* sp. , *Derbyia* sp. , *Chilianshan* sp. , *Athyris* sp. , *Waagenoconcha* sp. , *Plicochonetes minor*, *Cleiothyridina* sp. , *Capillifera chilianshanensis*, *Neoplicatifera sintanensis*, *N. elongata*, *Squamularia indica*, *Tenuichonetes spinlicosta*, *T. subquadrata*, *T.* cf. *subquadrata*, *Liosotella* cf. *cylindrica*, *Ortotetina* sp. , *Chonetes* cf. *semicircularis*, *Linoproductus tenuistriatus*, *L. cora*, *Dielasma* sp. , *Tylopecta yangtzeensis*, *T. nankingensis*, *Streptorhynchus lenticularis*, *S. cyrtoides*, *Monticulifera* cf. *sinensis*, *M. plicatiformis*, *M. chilianshanensis*, *Pygmoconetes minor*, *Uncisteges crenulata*, *Cancrinella* sp. , *Richthofenia* cf. *lawrenciana*, *Acosarina* sp. , *Plicatifera* sp. , *Marginifera* cf. *morrisoni*, *Dictyoclostus* cf. *uralicus*, *Notothyris* sp. , *Kunlunia aspera*, *K.* cf. *tenuistriata*, *K.* aff. *tenuistriata*, *Neophricodothyris* cf. *asiatica*, *Muirwoodia* sp. , *Meekella substriatocostata*, *Spinomarginifera pseudosintanensis*。筴 16 个属 24 个种：*Verbeekina* cf. *heimi*, *Schwagerina quasiregularis*, *S. brevipola*, *S.* aff. *brevipola*, *Chusenella schwagerinaeformis*, *Misellina subelliptica*, *Staffella moellerana*, *Eoparafusulina shengi*, *E. contracta*, *E. parashengi*, *E. pseudocontracta*, *E. pseudosimplex*, *Pseudofusulina hepingensis*, *P. krafftii* var. *magna*, *P. stabilis* var. *magna*, *Quasifusulina eleganta*, *Rugosofusulina stabilis*, *Nankinella* cf. *gongxianensis*, *Paraverbeekina* sp. , *Schubertella* sp. , *Afghanella robbinsae*, *Pseudodoliolina chinghaiensis*, *Polydiexodina sparsa*, *Parafusulina densa*, *P.* cf. *splendens*。珊瑚 13 个属 21 个种 *Szechuanophyllum* aff. *denticulatum*, *Waagenophyllum virgalense*, *W. tibeticum*, *W. stereoseptatum*, *W.* aff. *stereoseptatum*, *W.* cf. *indicum*, *Ipciphyllum* sp. , *Michelinopora* sp. , *Antheria elegantula*, *Eokepingophyllum incertum*, *E. heteroclitum*, *Michelinia pecteniformis*, *Kepingophyllum lavaformis*, *K. minor*, *K. simplex*, *Neokepingophyllum mirabilis*, *Yokoyamaella multiseptata*, *Anfractophyllum intortum*, *A. facetum*, *Protomichelinia siyangensis*, *Iranophyllum* cf. *elegantus* 以及有孔虫等。上述化石中，筴类绝大多数是我国南方下二叠统栖霞阶和茅口阶中的标准分子或重要分子，完全可以对比。腕足类中含有华南广泛分布的典型属 *Neoplicatifera*, *Squamularia*, *Ortotetina* 等。珊瑚 *Kepingophyllum*, *Eokepingophyllum*, *Szechuanophyllum* 产于新疆柯坪，

西藏江达, 云南沾盖, 贵州威宁、普安。江苏句容以及广西隆林等地区有中轴生物区特有的珊瑚化石。另外, 在格尔木乌图美仁乡巴克台沟(位于东经 92°50', 北纬 36°80' 处) 下二叠统上部有一套约 130 m 厚的深灰色泥质白云质灰岩中仅产由单体类型组成的珊瑚群, 计有 *Pleramplexus*、*Wannerophyllum*、*Lytvolasma*、*Lophophyllidium*、*Timorphyllum* 和 *Stereostylus* (赵嘉明、周光第, 1987)。其特点是体型小, 无鳞板, 骨骼多灰质加厚等特点, 这与凉水环境有关。目前所发现的地点仅此一个, 难做进一步讨论, 有待今后工作。这些化石总体上具很浓的中轴生物区色彩, 但缺乏一些华夏生物省特征分子, 且生物门类略显单调, 分异度也低于华夏生物省本部。因此可单独构成中轴生物区的一个生物省——华北-祁连生物省。

6.2 青藏高原北缘晚二叠世生物古地理

6.2.1 西伯利亚-蒙古生物区北山-巴丹吉林生物省

晚二叠世时本生物省内的环境发生了较大变化, 除局部地区(巴丹吉林沙漠北缘雅干一带)仍有正常海相沉积, 并产有 *Spiriferella*, *Neospirifer* 及苔藓虫等化石(郑昭昌、朱鸿, 1987) 外, 绝大部分地区已上升至陆地, 沉积了一套陆相地层。根据岩性组合可划分为南、北两个岩相带。南带分布在方山口、大奇山、因格井一带, 岩性主要是中酸性火山岩及碎屑岩。北带分布在红岩井一带, 岩性是一套正常沉积的碎屑岩夹硅质泥灰岩透镜体。南、北岩相带虽岩性各异, 但所含植物化石内容相同。植物化石计有 19 个属 27 个种: *Purssongia* sp., *Paracalamites tenuicostatus*, *Sphenophyllum* cf. *biarmicum*, *Alethopteris* sp., *Callipteris adzvensis*, *C. altaica*, *C. changii*, *C. crassicaulis*, *C. ivencevi*, *C. ?lacertifolia*, *C. cf. zeilleri*, *Compsopteris wongii*, *Gaussia scutellata*, *Iniopteris sibirica*, *Neuropteridium* cf. *coreanicum*, *Pecopteris? anderssonii*, *P. ?norinii*, *Prynadaeopsis anthriscifolia*, *P. karporii*, *Sphenopteridium* cf. *pseudogermanicum*, *Sylvia striata*, *Zamiopteris glossopterisoides*, *Tingia* sp., *Ginkgophyllum* cf. *sevoldi*, *Glottophyllum cuneatum*, *Noeggerathiopsis angustifolia*, *Anticocladus fimbriatus* (朱伟元、沈光隆, 1977)。这些植物化石有两大特点:

除 *Comia* 一属尚未发现外, 安加拉植物区晚二叠世组合中最典型的属种如 *Iniopteris sibirica*、*Zamiopteris glossopterisoides* 和 *Callipteris* spp. 以及常见属如 *Noeggerathiopsis*, *Paracalamites* 和 *Purssongia* 均有出现, 其中以种子蕨 *Callipteris* 大量繁盛为特征; 有个别华夏植物群分子混入, 如 *Tingia*, 但总体特征与安加拉植物群一致。据孙阜生(1989) 用聚类分析方法所得出的结果, 北山地区位于安加拉植物分布区的第 III 带上。安加拉植物群给我们的印象是“植物不很繁盛, 植物体多较矮小, 树干切面常具年轮, 代表有季节分化的温暖潮湿环境”(孙阜生, 1989)。也就是说北山-巴丹吉林生物省在晚二叠世时位于北半球暖温气候带范围内。

6.2.2 西伯利亚-蒙古-中轴生物过渡区塔里木-祁连生物省

塔里木-祁连生物省在本研究区内, 上二叠统主要分布于玉门大山口, 肃南羊露河、大黄沟和大青沟一带。岩性主要是下部为紫红色含砾粗砂岩、砂岩; 上部为灰绿色砾岩、砂岩、灰黑色泥质粉砂岩, 产丰富的植物化石, 计 34 个属 58 个种: *Paracalamites tenuicostatus*, *Calamites suckowii*, *Phyllothea* sp., *Callipteris altaica*, *Iniopteris sibirica*, *Comia* sp., *Za-*

miopteris glossopteroides, *Z. lanceolata*, *Rhipidopsis* cf. *palmata*, *Walchia* sp., *Glussia* sp., *Samaropsis irregularis* sp., *Phyllothea deliquescens*, *Annularia tenuifolia*, *A. gracilescens*, *Pecopteris* cf. *anderssonii*, *P. hirta*, *P. lativenosa*, *P. ex gr. anthriscifolia*, *P. tenuicostata*, *Cladophlebis* sp., *Lobatannularia* cf. *lata*, *Pursongia elegans*, *P. asiatica*, *P. serrata*, *P. ex gr. Compsopteris* cf. *adzvensis*, *C. wongii*, *Phylladoderma?* sp., *Cordaites* sp., *Geinitzai* sp., *Psygmophyllum* ex gr. *expansum*, cf. *P. demetrianum*, *Psygmophylopsis norinii*, *Flabellopholium* sp., *Ginkgophyllum* sp., *Plagiozamites?* sp., *Anomozamites* sp., *Sylvella* sp., *Carpolithes* sp., *Samaropsis?* sp., *Lobatannularia heianensis*, *L. lingulata*, *Prynadaeopteris anthriscifolia*, *Albertia brauni*, *Rhipidopsis* sp., *Noeggerathiopsis angustifolia*, *Taeniopteris* sp., *Pterophyllum* sp., *Lebachia* sp., *Samaropsis irregularis*. (王德旭等, 1984; 张泓、沈光隆, 1987; 周统顺、蔡凯蒂, 1988)。这些植物组合在一起, 可称之为 *Iniopteris sibirica-Zamiopteris glossopteroides-Lobatannularia heianensis* 植物群。其特点: ①以真蕨和种子蕨类为主; 安加拉植物群分子有 20 个属 38 个种, 约占该植物群总含量 58.46% 华夏植物群分子有 13 个属 23 个种, 约占 35.38% (王德旭等, 1984)。这个混生植物群虽以安加拉植物群分子为主, 但它有别于北山-巴丹吉林生物省的安加拉植物群。表现在: *Iniopteris sibirica-Zamiopteris glossopteroides-Lobatannularia heianensis* 植物群的分布区, 自晚石炭世一早二叠世一直是繁盛的华夏植物群所占据; ②所含华夏植物群分子比例远高于北山-巴丹吉林生物省。为何会造成上述结果? 其主要原因是: 北祁连地区的华夏植物群经历了晚二叠世早中期炎热干旱之灾难, 而大大衰败。虽晚期由干旱转化为有利华夏植物生长的湿润环境, 也难有回春之力。幸存下来的华夏植物群分子与南下的安加拉植物群分子互不排斥而共生, 从而组成了北祁连区晚二叠世特殊的混生植物群。叶肢介化石计有 2 个属 3 个种 *Hemicycloleia sunanensis*, *H. qinglongensis*, *Rostroleia gansuensis* (沈炎彬, 1984)。古脊椎动物化石有 *Gansuodon*。

6.2.3 东中轴生物区华夏生物省

晚二叠世地层分布范围与早二叠世相比已大大缩小。主要分布在南祁连阿克塞向阳煤矿、哈拉湖、阳康和乌兰大坂、疏勒南山、托来南山以及东昆仑山南坡哈拉山、乎勒塘和玛木龙吾以南等地。岩性主要是海陆交互的碎屑岩夹碳酸盐岩, 产动植物化石。苔藓虫约 16 个属 42 个种 *Acanthocladia robusta*, *Coeloclemis incrustans*, *C. minima*, *Dybowskiella elegantula*, *D. grandis*, *D. heterophragma*, *D. qinghaiensis*, *D. sinensis*, *D. tianjunensis*, *Dyscritella labrosa*, *Fistulipora sinensis* var. *hangchouensis*, *F. obiensis*, *F. cf. strenus*, *Fenestella* aff. *hungurensis*, *F. paratuberculifera*, *F. cf. latericrescens*, *F. aff. submicroporata*, *F. sinopermiama*, *F. tribifurcata*, *F. subconstans*, *F. qilianshanensis*, *Fistuliramus orientalis*, *F. wulanensis*, *Penniretepora similafossata*, *Polypora sinokoninckiana* var. *mesoporata*, *Protoretepora jabiensis*, *P. mutabilis*, *Pseudobatostomella delingheensis*, *P. neospinigera*, *Pycnopora permiana*, *Septopora neopavlowi*, *Stenodiscus delingheensis*, *S. heterophragmus*, *S. lamellaris*, *S. moniliformis*, *Stenopora princeps*, *S. lineata*, *Streblascopora bullata*, *Synocladia irregularis*, *S. pyriiformis*。腕足类 30 个属 33 个种 *Megaderbyia magnifica*, *Chonetes* sp., *Leptodus* cf. *tenuis*, *L. cf. nobilis*, *Waagenites wongiana*, *W. convexa*, *Haydenella* cf. *kiangsiensis*, *Tylopecta* cf. *nankingensis*, *Araxathyris* cf. *araxensis*, *A. aff. kueichowensis*,

Urushtenia cf. *maceus*, *Dictyoclostus* cf. *margaritus*, *Enteletina* cf. *zigzig*, *E.* cf. *sinensis*, *Orthotichia* aff. *elongata*, *Phricodothyris asiatica*, *Ph.* aff. *ovata*, *Buxtonia costatocon-*
cetrica, *Punctospirifer alpheus*, *Spinomarginifera grandis*, *S. lopingensis*, *Spiriferellina*
sp., *Squamularia* sp., *Meekella* sp., *Orthotichia* sp., *Neowellerella* sp., *Dielasma* aff.
breviplicata, *Stenosisma* aff. *purdoni*, *Martinia* sp., *Acosarina* sp. *Streptorhynchus* sp.,
Orbiculoidea sp., *Neoplicatifera triplicata*, *Liosotella magniplicata*, *Composita* cf. *elongata*,
C. yangkangensis, *Magniderbyia semireticulata*. 海相双壳类 10 个属 14 个种 *Guizhoupecten*
ex gr. *regularis*, *G. regularis*, *Etheripecten*, *Aviculopecten* sp., *Liebea squamosa*, *Leiopteria*
buhaheensis, *Streblopteria hajierensis*, *Palaeolima minima*, *Pernopecten piriiformis*, *P. sub-*
piriiformis, *P. sichuanensis*, *Stutchburia jiangsuensis*, *Bakevellia ceratophaga*, *B. jiangheensis*. 陆相双壳类 3 个属种 *Palaeonodonta pseudolongissima*, *Neamnigenia buhaheensis*,
Palaeomutela qinghaiensis. 珊瑚类 *Liangshanophyllum* sp., *Waagenophyllum indicum*, *W.*
cf. *steroseptatum*, *W. idicum* var. *crassiseptatum* *W. lui*; 筳类 *Palaeofusulina*, 菊石 *Pseudo-*
gastrioceras, 植物化石 *Calamites cistii*, *Cordaites* sp., *Fasciopsis* sp., *Lepidodendron* sp.,
Sphenopteris sp., *Plagiozamites* sp. (《青海省区域地质志》, 1990)。上述化石中, 腕足
类的大部分分子是我国南方龙潭阶的典型属种或者常见分子, 与江西上高七宝山乐平组腕
足类较相近。海相双壳类均见于我国南方诸省龙潭组或吴家坪组。其他一些海相化石如筳、
珊瑚和菊石以及陆生植物化石也均是华夏生物省的典型或常见分子。淡水双壳类产于海相
双壳类之上, 其中 *Palaeonodonta pseudolongissima* 是独联体库兹涅茨茨盆地上二叠统卡赞-
马尔金斯基组的典型分子。这个种也发现于我国新疆上二叠统中。 *Palaeonodonta* 和 *Palaeo-*
mutela 两个属的种在我国吉林双阳、磐石及新疆北部等地上二叠统中均有大量产出 (鲁益
钜, 1986)。这一现象表明北方生物大区的淡水双壳类在晚二叠世晚期已不断地由北向南迁
移进入原华夏生物分布区内。

6.3 小 结

本研究区在二叠纪发生了较大的变化, 其表现在: ①北山-巴丹吉林生物省在早二叠世时, 北方生物大区海生无脊椎动物十分发育, 晚二叠世时, 除局部地方有残留海外, 大部分地区已成为陆地, 产北方生物大区安加拉植物群; ②北祁连生物亚省早二叠世时产丰富的华夏植物群, 晚二叠世时华夏植物群衰退, 安加拉植物群南侵, 从而构成了特殊的华夏、安加拉混生植物群; ③南祁连-昆仑生物亚省在整个二叠纪时期一直为中轴生物大区的生物所占据, 只是在晚二叠世晚期时才有少量北方生物大区的淡水双壳类迁入本区。以上的资料证实, 如果在正常的情况下, 晚石炭世至早二叠世在本研究区内北方生物大区与中轴生物大区间应有一个生物混生过渡带 (如同地球上现代的气候类型由热带—亚热带—温带—亚寒带过渡到一寒带一样), 然而事实并非如此。现在我们所看到的是两大生物区间出现了一条截然和不正常的界线。为了进一步说明这个问题, 现举一个现代实例, 就是将地球中间的温带和亚寒带去掉将热带与寒带直接拼贴在一起 (图 14), 这很显然是一个很不正常的现象。有关这一问题, 我们的设想是: ①两大生物区所在的地块相互作用, 发生地壳消减, 混生生物群随着地壳的消减而消失; ②两大生物区间存在着一个生物难以逾越的洋盆。更

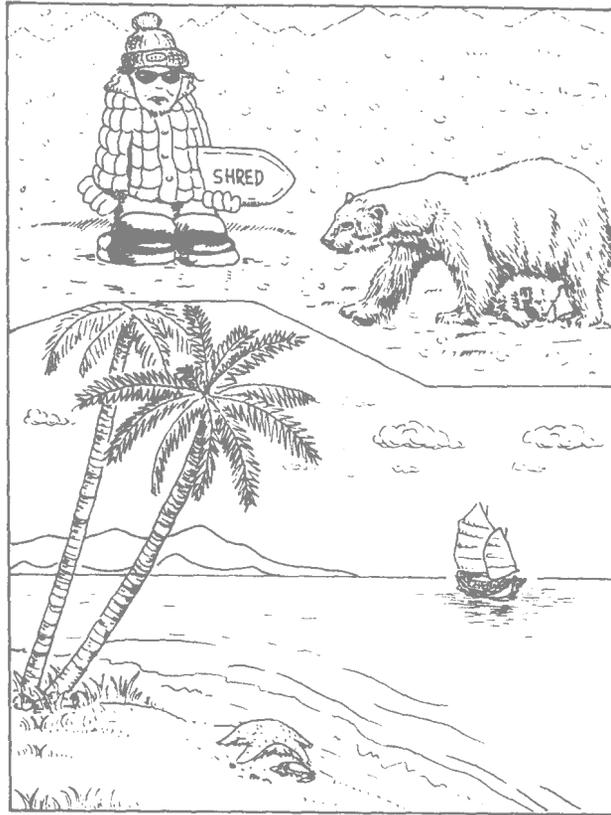


图 14 以现代例子说明二叠纪北方生物大区与中轴生物大区间不正常关系

Fig. 14 Abnormal relationship between Boreal Realm and Median Realm in Permian explained by modern example

确切地说 是在北山-巴丹吉林生物省与华北-祁连生物省之间。目前设想的洋盆性质、规模和位置均不清楚，还有待于进一步工作。上述两种假设中，究竟哪一种主要的？我们的意见趋向于是第一种。晚二叠世之前，由于北方生物大区所在的地块不断向南俯冲使混生过渡带的地壳被消减殆尽，海水消失成为陆地，从而使大量的北方生物大区安加拉植物群分子从北山-巴丹吉林生物省挥师南下，进入原华夏植物群分布区，构成了特殊的混生植物群。

第七章 三 叠 纪

二叠、三叠纪之交，即是古生代与中生代之交，也是生物发生巨大变化的时期。晚古生代兴盛一时的筵、四射珊瑚、原始菊石类、腕足类中的长身贝类和蕉叶贝、大羽羊齿、舌羊齿和安加拉植物群以及其他一些门类的许多科甚至目一级的生物在二叠纪末消声绝迹，而面貌一新的生物出现了。

根据三叠纪动、植物群和纬度气候带仍起着主导作用等综合分析，全球基本上可分为三个生物大区，即冈瓦纳生物大区、特提斯生物大区和北方生物大区。在青藏高原北缘本研究区内，由于大部分地区已进入北温带内，所以由北至南温凉与暖水生物混生程度有一个梯度上的变化。因此，我们将该地区划分为北方-特提斯生物过渡区华北-西北生物省，布尔汗布达生物亚省、南祁连生物亚省和北山-北祁连生物亚省（图 15）。前两个生物亚省是海相、海陆交互环境，后一个生物亚省是内陆河、湖相环境。

7.1 青藏高原北缘早、中三叠世生物古地理

华北-西北生物省

布尔汗布达生物亚省

在本生物亚省中、下三叠统主要分布在布尔汗布达山南坡和玛多黑海一带。生物主要特点是以广温性和特提斯区分子居多，约占 68.7%（杨遵仪等，1983）。但北方生物大区的温凉水分子也不少，具温、暖水混合特点。该生物亚省的生物与南祁连生物亚省表现出很大的相似性，最大的区别在于南祁连生物亚省的温凉水分子所占的比例较高。早三叠世双壳类计 13 个属 19 个种和亚种 *Eumorphotis huancangensis*, *E. cf. inaequicostata*, *E. qinghaiensis*, *E. aff. venetiana*, *E. multiformis hongshuichuangensis*, *Neomorphotis cf. gigantea*, *Neoschizodus laevigatus*, *Claraia cf. concentrica*, *Posidonia baiyushiensis*, *Entolium discites microtis*, *Scythentolium tilolicum*, *Pinna sp.*, *Pleuromya hongshuichuanensis*, *Lep-tochondria bittneri*, *L. virgalensis*, *Parallelodon beyrichi*, *Palaeonucula qingyanensis*, *P. goldfussi*, *Unionites canalensis* 可称为 *Eumorphotis huancangensis-Entolium discites microtis* 组合。其中 *Eumorphotis* 为多射脊饰型，属温凉水分子。该组合与独联体滨海地区同期双壳类很接近（鲁益钜、陈楚震，1986）。早三叠世菊石 8 个属 *Anasibirites*, *Anakash-mirites*, *Pseudoceltites*, *Subcolumbites*, *Arnautoceltites*, *Prosphingites*, *Subvishnuites*, *Pseudosageceras*（何国雄等，1986）。以 *Anasibirites* 为代表的广温性属广泛分布于我国，西藏南部珠穆朗玛地区、独联体西伯利亚的滨海省、加拿大和日本。早三叠世腕足类稀少，仅见 *Pseudospiriferina* 和 *Mentzelia* 等属。中三叠世双壳类约有 30 个属 50 个种和亚种 *Palaeonucula strigilata*, *Pachycardia trigonoides*, *Trigonodus tenuidentatus*, *T. cf. carniolicus*, *T. sandbergeri dalmatina*, *Neoschizodus laevigatus*, *Elegantinia kunlunensis*,

shuichuanensis . *Mysidioptera naocangjiangouensis* . *Badiotella* sp. . *Lopha* cf. *nuowukeensis* . *L. xiliketeensis* . *Mytilus* sp. . *Promyalina intermedia* . *P. subtrigona* . *Tulongella qinghaiensis*, *Cuspidaria longwuheensis* . 代表性属有 *Neoschizodus*, *Praechlamys*, *Bakevella*, *Trigonodus*, *Hoernesia*, *Plagiostoma* 和 *Lopha* 等, 它们与阿尔卑斯地区安尼锡阶双壳类很接近 (鲁益钜、陈楚震, 1986)。类似的双壳类动物群也曾见于南祁连生物亚省 (杨遵仪等, 1983)。中三叠世头足类计有 37 个属 68 个种, 可划分为两个菊石带: ① *Lenotropites-Japonites* 带含有 *Lenotropites sinensis*, *feebilis*, *L. cf. tardus*, *L. qinghaiensis*, *Grambergia tetsaensis*, *G. cf. denekensis*, *G. laevis*, *Pearylandites (Tienjunites) spinosus*, *Groenlandites qinghaiensis*, *G. plicatus*, *Arctohungarites kharaulakhensis*, *A. cf. triformis*, *Keyserlingites dieneri*, *K. qinghaiensis*, *K. planus*, *K. sinensis*, *Norites psilodiscus*, *Leiophyllites middlemisi*, *L. pitamaha*, *L. foliodenticulatus*, *Paradanubites kansa*, *P. robustus*, *P. tusuohuensis*, *P. phyllus*, *Procladiscites qinghaiensis*, *P. brancoi*, *P. sp.*, *Megaphyllites sandalinus*, *M. evolutus*, *M. maduoensis*, *M. ellipticus*, *Psilosturia complex*, *P. mongolica*, *P. strigatus*, *P. cf. mohamedi*, *Psilocladiscites qinghaiensis*, *Ussurites rariplicatus*, *U. robustus*, *U. hara*, *Japonites meridianus*, *J. denticulatus*, *J. rophaelis zolae*, *J. kueichouensis*, *Parasageceras gracile*, *Sageceras cf. welteri*, *Pleuromutilus ptycoides*, *Anoploceras qinghaiense*, *Enoploceras cf. tibeticum*, *Syringonutilus qinghaiensis*, *Grypoceras cf. palladii*; ② *Beyrichites-Hollemdites* 带包括有 *Hollandites visvakarma*, *H. haradai*, *Beyrichites cf. cadonites*, *B. offinis*, *Buddhaites umbilicatus*, *B. eccentricus*, *Philippites erasmi*, *Longobarditoides* sp., *Gymnites cf. humboldti*, *Ussurites yabei*, *U. robustus*, *Leiophyllites* sp., *Isculites maduoensis*, *Sturia* sp., *Nicomedites osmani*, *N. cf. prusia*, *N. barbarosae*, *Anagymnotoceras cf. helle*. (何国雄等, 1986)。其中, 中三叠世首先出现的是以北方型腹部尖棱状或屋脊状的 *Longobarditidae* 科中的 *Grambergia*, *Lenotropites*, *Arctohungarites*, *Groenlandites*, *Pearylandites (Tienjunites)* 等, 它们只分布于北方生物大区加拿大和独联体西伯利亚奥伦尼克盆地、科累马河盆地以及我国青海南祁连中三叠统。随后, 北方型 *Longobarditidae* 科的菊石显著减少, 特提斯生物大区的菊石 *Japonites*, *Psilosturia*, *Paradanubites*, *Megaphyllites*, *Ussurites*, *Keyserlingites*, *Procladiscites* 以及两大生物区共有的广温型 *Beyrichites*, *Hollandites* 等大量出现。这表明: 随着时间的流逝, 北方生物大区的分子逐渐减少并向北退缩。相反, 特提斯生物大区的分子逐渐增多, 向北推进, 两者成消长的关系。关于这一点, 我们可以做两种解释: 昆仑地块不断向南移动, 由暖温带进入到亚热带气候带范围内; 暖潮湿气候带的扩张。中三叠世腕足类是由早三叠世晚期的属种数量稀少发展到约有 25 个属 34 个种, 即 *Costirhynchopsis rhomba*, *C. tienchungensis*, *C. fuchsi*, *Paranudirostralina bifurcata* . *Nudirostralina subsphaerica* . *Diholkorhynchia sinensis* *Abrekia applanata* . *Uniplicatorhynchia trigona* . *Nucleosorhynchia typica* . *Qinghaispiriferina obovata* . *Sinuocosta longa* . *Pseudospiriferina tsinghaiensis* . *P. paucicostata* . *Madoia rostrata* . *Koeskallina epichara* . *K. media* . *Hirsutella rectimarginata* . *Mentzelia minor*, *M. mentzeli* . *Schwagerispira pinguis* . *S. subcircularis* . *S. fuchsi* . *Tosuhuthyris sulcus*, *T. lens* . *T. obliquus* . *Pirithyris pius*, *Eoseptaliphoria tienchingensis* . *Aulacothyris* sp., *Angustothyris angustaeformis* (孙东立、叶松龄, 1982 李璋荣等, 1986)。尽管上述腕足类地

方性分子偏多(约占 80%)，其中有些属种 *Mentzelia mentzeli*, *Diholkorhynchia sinensis* 等见于贵州中部中三叠统，但也有少数属种属北方温凉水分子，如 *Pseudospiriferina tsinghaiensis*, *Costirhynchopsis tienchungensis* 见于独联体滨海区。腕足类总体面貌属特提斯东北缘安尼锡期的类型。另外还有腹足类 10 个属 15 个种 *Euryalox bellisculptoides*, *E. secundatocarinatus*, *Vitilia raristrica*, *V. dittmari*, *Pleurotomaria frechi*, *Naticopsis* (*Marmolatella*) *applanata*, *Sisenna paralegantula*, *S. laticarinata*, *Omphaloptycha* sp., *Neritaria orbiculata*, *N. calcitica*, *Loxonema fritschi*, *Coelostylina irritata*, *S. turboniformis*, *Euomphalus qinghaiensis*。其时代相当于南阿尔卑斯拉丁期。

南祁连生物亚省

下、中三叠统在本生物亚省，主要分布于疏勒山、乌兰达坂、天峻阳康、刚察沙柳河、大通山南麓以及布哈河流域。早、中三叠世海相双壳类计有 40 个属 109 个种和亚种：*Palaeoneilo elliptica*, *Palaeonucula qingyangensis*, *Parallelodon beyrichi*, *Costatoria* cf. *goldfussi*, *Elegantinia elegans*, *E. ex. gr. urd*, *Leviconcha ovata*, *L. orbicularis*, *L. orbicularis gibba*, *L. rotunda*, *Neoschizodus laevigatus*, *N. laevigatus elargatus*, *N. laevigatus transiens*, *N. laevigatus ovalis*, *N. laevigatus elongatus*, *N. laevigatus intermediaeforme*, *N. concentricus*, *Trigonodus carinatus*, *Unionites fassaensis*, *U. canalensis*, *Pteria ussurica*, *Bakevellia costata*, *B. pannonica*, *B. exporrecta*, *B. albertii*, *B. acutaurita*, *B. inaequivalvae rotundaurita*, *B. inaequivalvae longacutiformis*, *Cassianella* ex. gr. *qingyaiensis*, *Reubenia* sp., *Chlamys schroeteri*, *Ch. interstriatus*, *Ch. ex. gr. intercedens*, *Ch. subalternicostatus tianzhunensis*, *Ch. alternicostatus*, *Aequipeten* cf. *subalternans*, *Eopecten* ex. gr. *flagellum*, *Pecten liscaviensis*, *P. magneauritus*, *Pleuronectites difformi*, *P. laevigatus*, *P. schmiederi*, *Entolium discites*, *E. microtis*, *E. latum*, *Leptochondria illyrica*, *L. subillyrica*, *L. albertii*, *L. albertii plana*, *L. aff. bittneri*, *L. minima*, *L. minima laevis*, *L. virgalensis*, *L. jiunzhihensis*, *L. gangcaensis*, *L. yangkangensis*, *L. subparadoxica*, *Claraia aurita*, *C. yangkangensis*, *Eumorphotis multiformis*, *E. multiformis regularaecosta*, *E. inaequicostata*, *E. iwanowi*, *E. huancangensis*, *E. ? biconvexa*, *E. densistriata*, *Neomorphotis gigantea*, *N. spinosa*, *N. intermedia*, *N. ? magneaurita*, *N. ex. gr. compta*, *Ornithopeten* sp., *Newaagia* (*Latinewaagia*) *qilianensis*, *Placunopsis ostracina*, *P. subplana*, *P. rugosistriata*, *Posidonia* sp., *Mysidioptera tommasii*, *M. yangkanensis*, *M. ex. gr. ornata*, *My. (Pseudocesta) intercostata*, *Palaeolima yangkanensis*, *Plagiostoma angustestriatum*, *P. aff. angustestriatum*, *P. paradoxum*, *P. tingi*, *P. pararegularum*, *P. striatum*, *Mytilus eduliformis*, *M. eduliformis praecursor*, *Modiolus salzstatensis*, *Promyalina putiatiensis*, *P. intermedia*, *P. magni*, *P. subtrigona*, *Myalina tommasii obtusa*, *Pinna raibliana*, *P. lata*, *Schafhaeutlia astartiformis*, *S. plana*, *Coelopsis sinensis*, *Tellina* (?) *qilianensis*, *Curionia bicostata*, *C. goldfussi*, *C. huancangensis*, *C. yini*, *Pleuromya musculoidea*, *P. elongata*, 淡水双壳类? *Utschamiella longa*。据杨遵仪等(1983)对其中 56 个已知种、亚种所进行的相似率统计表明：68.7% 的已知种与特提斯生物大区相似，58.3% 与北方生物大区的滨海区相同(表 3)。从这个统计结果中不难看出两个生物区的分子几乎各占一半，特提斯生物大区的分子略占微弱的多数。中三叠世

表 3 南祁连区 T₁₋₂已知双壳类种与世界各区相似率统计表

(引自杨遵仪等, 1983)

Table 3 Similer rate of Early-Middle Triassic known bivalves between South Qilian area and the World.

(after Yang Zunyi et al . . 1983)

时代	已知种总数	特提斯北岸			特提斯南岸 喜马拉雅盐岭	北方及环太平洋区		
		德国波兰	阿尔卑斯	中国南方 越南北方		海参威区	日本	其它
T ₁	24	27.1% (16.5)	68.7% (16.5)	68.7%	37.5% (9)	58.3% (14)	39.6% (9.5)	37.5% (9)
T ₁₋₂	36	69.4% (25)	68.1% (24.5)	27.8% (10)	6.7% (2.5)	13.9% (5)	6.9% (2.5)	19.4% (7)
总数	56	50% (28)	66.1% (37)	43.8% (24.5)	15.2% (9.5)	30.4% (17)	15.2% (9.5)	25% (14)

T₁₋₂已知双壳类种与世界各区相似率统计表中, 相似率 = $\frac{\text{世界某区与南祁连相同总的数目}}{\text{已知种总数}}$ (内为相同的种的数目, 凡在各区中带有 cf., aff., ex gr. 和 ? 者均算 0.5 个。

腕足类有 27 个属 53 个种, 即 *Orbiculoidea yangkangensis*, *O. qieermaensis*, *Lindstroemella gancaensis*, *Lissorhynchi minuta*, *Costirhynchopsis rhomba*, *C. tienchungensis*, *C. pavoplicata*, *Nudirostralina tenuicostata*, *N. lissosinus*, *Triasorhynchia sublobulina*, *Athyrortr-yaria athyroformis*, *Thyratryaria pinguis*, *T. depressa*, *T. pertumida*, *Sulcatinella sulcata*, *S. ovata*, *S. opima*, *Parasulcatinella obesus*, *Eoantiptychia pentagona*, *Parantiptychia robusta*, *P. sulcata*, *P. nanqilianensis*, *P. biangulatoplicata*, *P. elongata*, *P. minima*, *Antezeilleria subrotata*, *Proanadyrella circularia*, *P. ovata*, *P. hongshanensis*, *P. delinghaensis*, *Sinucostellia obscura*, *Pseudospiriferina variabilis*, *P. pauciplicata*, *P. lipoldiformis*, *P. tsinghaiensis*, *Yalongia angulocostata*, *Altoplicatella altiarea*, *Yangkongia planofolda*, *Y. qieermaensis*, *Y. zhihemaensis*, *Qispiriferina subrotunda*, *Paralepismatina semiconica*, *Hirsutella extraruga*, *H. multicostata*, *Lepismatina qilianensis*, *L. sinucosta*, *Aequspiriferina multiplicata*, *Compositella planosulcata*, *C. stricata*, *C. concentrica*, *Qingthyris variabilis*, *Schwagerispira subcircularis*, 可称之为 *Lepismatina-Costirhynchopsis* 腕足动物群 (杨遵仪等, 1983)。该腕足动物群的丰度与分异度都很高, 但地方性色彩很浓。其动物群面貌与贵州中部的中三叠世腕足动物群最接近, 其次与广西隆安、四川、西藏南部定日以及国外南阿尔卑斯等地的中三叠世腕足动物群都可比较。腹足类约有 10 个属种 *Coelocentrus horridus altispirus* . *Rufilla laevis* . *Naticopsis signata* . *Marmolatella plana* . *Hologyra* aff. *declivis* . *Neritaria otomorpha* . *N. jingheensis* . *Trachynerita* sp. . *Worthenia conica*, *Natiria gangcaensis*, *Promathilda* ex. gr. *tenuicarinata* 除去一些地方性种外 均常见于特提斯生物大区。早三叠世菊石计有 14 个属 9 个种 *Glyptophiceras nodosum*, *G. simile*, *G. cf. simile*, *G. polare* . *G. cf. extremum* . *Subinyoites kashmiricus* . 'Vishnuites' (*Wordioceras*) *decepiens* . *Flemingites* sp. . *Xenoceltites multilobatum*, *Kashmirites* sp. . *Meekoceras* sp. . ? *Dalmatites* sp. . *Nordophiceras* cf. *pilatum* . *Tirolites cassianus* . *T.*

spinosus . *T. idrianus*, *Albanites albanus* . *Hololobus evolutus* . *Prohungarites qinghaiensis* . *Dinarites* sp. 。中三叠世菊石计有 7 个属 9 个种 *Ussurites* cf. *kingi*, *Japonites* cf. *dieneri*, *Lieophyllites* cf. *serpentinus* . *Lenotropites qinghaiensis* . *Pseudoplococeras* cf. *vogdesi* . *P. costatum* . *Tianjunites tubercalatus* . *T. spinosus* . *Qilianshanites qieermaensis* (杨遵仪等, 1983)。早三叠世早期菊石几乎全是北方生物区的分子, 随后到了中三叠世, 广温性和特提斯生物大区暖温性的菊石不断增多, 而北方生物大区的菊石则逐渐减少。类似的现象也见于布尔汗布达生物亚省。

北山-北祁连生物亚省

下、中三叠统分布于本亚省的肃北二断井、金塔俞井子、景泰冬青沟、白银丁家窑一带。早三叠世植物 11 个属 13 个种, 即 *Pleuromeia rossia*, *Annalepis zeilleri*, *Willsiostrobus cordiformis* . *Neuropteridium coreanicum* . *N. platianum* . *Sphenopteris chowkiawanensis* . *Neocalamites carrerei* . *Nilssonia* sp. . *Cladophlebis raciborskii* . *Sagenopteris oblongusense* . *Voltzia* sp. . *Qilianopteris quadriphyllose*, *Q. triphylloensis* (蔡凯蒂, 1989)。这些植物基本上属于周统顺和周惠琴 (1983), 吴舜卿和吴向午 (1982) 所划分的北方植物地理区 *Pleuromeia-Neuropteridium* 植物组合, 同时也混有少量热带分子如 *Neuropteridium* 和 *Voltzia*。综合起来看, 早三叠世植物群反映了暖温气候, 属欧亚干旱区 (Wang Zi-qiang, 1985)。中三叠世植物计有 30 个属 39 个种, 即 *Conites* sp. . *Neuropteridium ovatum*, *Sphenobaiera?* sp. , *Aphlebia* sp. , *Podozamites lanceolatus*, *Schizoneura altaica*, *Cladophlebis* cf. *grabauiana*, *C. szeiana*, *C. gracilis*, *C. ichunensis*, *C. raciborskii*, *C. cf. stenophylla*, *C. goeppertiana*, *Bernoullia* sp. , *Equisetites* cf. *brevidentatus*, *E. sarrani*, *E. cf. multidentatus*, *E. brevidentatus*, *Neocalamites* cf. *carrerei*, *N. carrerei*, *N. dangyangensis*, *N. carcinoides*, *Bernoullia thinnfeldioides*, *Dictyophyllum* sp. , *Sphenopteris* cf. *chowkiawanensis*, *Thinnfeldia* cf. *riqida*, *T. ensifolium*, *Ginkgoites* cf. *hermelini*, *Glossophyllum shensiensis*, *Neoannularia shensiensis*, *Todites goeppertianus*, *T. denticulata*, *T. shensiensis*, *Phlebopteris?* sp. , *Cladophlebis shensiensis*, *C. raciborskii*, *C. cf. haiburensis*, *C. cf. denticulata*, *C. grabauiana*, *Pseudodanaeopsis sinensis*, *Scytophyllum obovatifolius*, *Podozamites lanceolatus* cf. *eichwardi*, *P. schenki*, *P. ex. gr. lanceolatus*, *Taeniopteris tenuinervis*, *Desmiophyllum* sp. , *Carpolithus* sp. , *Asterotheca cottoni*, *A. szeiana*, *A. okafujii*, *Gleichenites* cf. *yipinglangensis*, *Clathropteris meniscioides*, *C. mongugaica*, *Dictyophyllum nathorsti*, *Areolatophyllum qinghaiense*, *Pavoniopteris matonioides*, *Hausmannia ussuriensis*, *Pecopteris* sp. , *Lepidopteris ottonis*, *L. dulanensis*, *Compsopteris qinghaiensis*, *Ptilozamites nilsoni*, *P. chinensis*, *Ctenozamites cycadea*, *Pterophyllum ctenoides*, *Nilssonia* sp. , *Nilssoniopteris tenuinervis*, *Ctenis* sp. , *Storgaardia* sp. , *Masculostrobos?* sp. , *Scoresbya?* *speciosa*, *Sagenopteris* sp. , *Danaeopsis fecunda*, *D. palmifolia*, *D. macrosporangiata*, *Sphenopteris chowkiawanensis*, *Pachypteris* sp. , *Glossophyllum shensiense*, *Ctenozamites sarrani*, *Ptilozamites?* sp. , *Radicites* sp. , *Neocalamites rugosus*, *Todites margarites*, *Sinopteris heteropinnata*, *Quervainea spectabilis*, *Araucarites* sp. , *Metalepidodendron sinensis*, *Equisetites maximidentatus*, *Equisetostachys* sp. , *Thinnfeldia* sp. , *Protoblechnum hughesi*, *Pterophyllum* sp. , *Pityophyllum* cf. *pedunculatum*, *Annalepis zeilleri* ,

以上这些植物仍属北方植物地理区。另外还有叶肢介 *Euestheria yipinglangensis*, *E. cf. minuta* 和古鳕鱼鳞片。

7.2 青藏高原北缘晚三叠世生物古地理

华北-西北生物省

布尔汗布达生物亚省

本亚省晚三叠世地层主要见于布尔汗布达山南坡,为一套海陆交互相地层。海相动物化石稀少,仅见双壳类 *Posidonia*。非海相双壳类有 *Utschamiella mianchiensis*, *U. dulanensis*。*Utschamiella* 多分布于独联体和我国北方上三叠统中。植物化石非常丰富,约有 38 个属 59 个种(李佩绢、何元良, 1986)。其中 31 个种是我国南方滨海区 *Dictyophyllum-Clathropteris* 植物群中典型或常见分子, 5 个种是北方型 *Danaeopsis-Bernollia* 植物群中的分子, 8 个种是南、北方植物群所共有的, 10 个种为地方性的。从这个植物群所含的两大生物区植物比例看,南方型植物占绝对优势,而北方型植物只占很小一部分,基本上属特提斯生物大区南方植物地理区 *Dictyophyllum-Clathropteris* 植物群。在晚三叠世布尔汗布达山生物亚省很可能已进入到亚热带气候范围内。

南祁连生物亚省

晚三叠世,除局部地区(大通煤矿外),本亚省大部分地区已上升成为陆地,产相应的动、植物群。植物化石共计 30 个属 54 个种 其中包括 *Equisetites aff. multidentatus*, *E. sarrani*, *E. sthenodon*, *Neocalamites brevifolius*, *N. carcinoides*, *N. carrerei*, *N. meriani*, *N. rugosus*, *Taeniocladopsis rhizomoides*, *Danaeopsis fecunda*, *D. marantacea*, *Asterotheca szeiana*, *Acitheca qinghaiensis*, *Bernoullia zeilleri*, *Todites shensiensis*, *Dictyophyllum?* sp., *Clathropteris* sp., *Cladophlebis gigantea*, *C. gracilis*, *C. cf. kaoiana*, *C. suniana*, *C. szeiana*, *Sphenopteris chowkiawanensis*, *Lepidopteris?* sp., *Protoblechnum hughesi*, *Thinnfeldia major*, *T. rigida*, *Pseudodanaeopsis sinensis*, *Aipteris* sp., *Sagenopteris lanceolatus*, *S. spatulata*, *Pterophyllum qilianense*, *Anomozamites* sp., *Otozamites* sp., *Nilssonia* sp., *Sphenozamites* sp., *Ginkgoites magnifolius*, *Sphenobaiera crassinervis*, *S. cf. multifida*, *Swedenborgia cryptomerioides*, *Glossophyllum? shensiense*, *Strobilites* sp., *Carpolithus* sp., *Pityophyllum* sp., *Sameropsis* sp., *Taeniopteris* sp., *Podozamites lanceolatus*, 与陕北延长群所产的 *Danaeopsis-Bernoullia* 植物群很相近,属北方植物地理区。淡水双壳类计有 3 个属 9 个种 *Utschamiella longa*, *U. cf. longa*, *U. cf. elliptica*, *U. cf. obrutschevi*, *U. babikamensis*, *Unio huangbogouensis*, *U. ningxiaensis*, *Sibireconcha shensiensis*, *S. cf. balbinskiensis*, 其中 *Utschamiella cf. obrutschevi*, *U. cf. babikamensis*, *Sibireconcha cf. balbinskiensis* 产于西伯利亚下三叠统,而在我国华北和西北地区上三叠统均为常见分子。海相双壳类 14 个属 17 个种 *Palaeonucula strigilata*, *Palaeoneilo elliptica*, *Nuculana cf. alpina*, *Trigonia (Kumatrigonia) qiaotouensis*, *Heminajas qinghaiensis*, *Unionites griesbachi*, *U. griesbachi brivis*, *U. zadoensis*, *Yunnanophorus qiaotouensis*, *Pseudomyoconcha qinghaiensis*, *Pteria datongensis*, *Hoernesia xiaomeidongensis*, *H. qinghaiensis*, *Entolium qinghaiense*, *Palaeolima balatonica*, *Plagiostoma nuitoense*, *Lopha vas-*

cularis, *Burmesia?* *qinghaiensis* (鲁益钜, 1981)。这个海相双壳类动物群是典型的特提斯 *Burmesia-Yunnanophorus* 动物群, 另还含有太平洋型的 *Kumatrigonia*。该双壳类动物群的存在, 表明晚三叠世有一次来自特提斯海的短暂海侵, 其波及范围可能很小, 但海侵范围究竟有多大? 仍需进一步工作。

北山-北祁连生物亚省

晚三叠世地层在本亚省分布较为广泛, 见于北山珊瑚井, 北祁连麝子沟、石头沟、松大坂、马良沟、永登吴家湾、福录村, 武威横梁山、西沟、白墩子、黑石墙沟、大清红水堡, 景泰五佛寺、宝积山、王家山、天祝石板沟, 兰州窑沟。产丰富的植物化石, 计有 28 个属 28 个种, 即 *Asterotheca?* *szeiana*, *Bernoullia zeilleri*, *Carpolithus* sp. . *Cladophlebis gracilis* . *C. ichūnensis* . *C. kaoiana* . *C. cf. kaoiana* . *C. raciborskii* . *C. shensiensis* . *C. suniana* . *Coniopteris* sp. . *Ctenozamites sarrani* . *C. fecunda* . *Dictyophyllum nathorsti* . *Equisetites acanthodon* . *E. sarrani* . *E. sthenodon* . *Ginkgoites magnifolius*, *Glossophyllum shensiense* . *Lepidopteris cf. stuttgartiensis* . *Neocalamites carcinoides* . *N. carrerei* . *N. mariani* . *Phlebopteris* sp. . *Podozamites* sp. . *Radicites* sp. . *Sphenopteris chowkiawanensis* . *Stenorachis?* sp. . *Taeniopteris* sp. . *Thinnfeldia rhomboidalis* . *Todites shensiensis* . *T. margarites* . *Swedenborgia cryptomerioides* . *Tongchuanstrobus giganteus* . *Areolatifestuca gansuensis* . *Ctenozamites sarrani* . *Protoblechnum hughesi* . *Danaeopsis fecunda* . *Annalepis zeilleri*, *Annulariopsis sinensis* (蔡凯蒂, 1989; 《甘肃省区域地质志》, 1989)。这些植物具以下特点: ①蕨类植物占优势, 其中尤以真蕨类 *Cladophlebis* 居突出地位; ②有节类 *Equisetites*、*Neocalamites* 繁盛; ③*Todites*、*Thinnferdia* 常见; ④苏铁类、银杏和松柏类较为贫乏等。这些特点与北方型 *Danaeopsis-Bernoullia* 植物群近乎一致。另外还有昆虫 *Archimylacridae*; 腹足类 *Anisopsis wangjiashanensis* 以及叶肢介 *Euestheria minuta* 和 *E. rhombica* 等。

7.3 小 结

通过以上的讨论, 我们可以得出以下几点印象: 与晚二叠世比较, 北祁连地区的植物群由安加拉与华夏植物群混生发展为清一色的北方型植物群, 这说明生物地理区界线在三叠纪发生了整体南移, 这一点很可能与塔里木-华北地块北移有关; 布尔汗布达生物亚省晚三叠世植物群以南方型植物群分子占主导地位, 北方型植物群分子锐减为特征, 以及南祁连生物亚省晚三叠世晚期特提斯型的 *Burmesia-Yunnanophorus* 双壳类动物群的存在, 均反映了暖潮湿气候带的扩张; 三叠纪生物地理区明显地受到纬度气候带的影响, 在正常的情况下, 两大生物区间应存在着一个生物混生过渡带, 这是因为气候是按纬度发生梯度性变化的, 那么这个混生过渡带的宽、窄可以反映出地壳是否发生过使其缩短的运动, 目前在本研究区内所看到的是北方生物大区与特提斯生物大区间存在着一条较宽和正常的生物混生过渡带, 这表明三叠纪时本研究区已进入板内阶段, 再没有出现地体间因拼贴和挤压而使过渡带地壳大规模缩短和削减殆尽的现象。

第八章 侏 罗 纪

青藏高原北缘侏罗纪古地理格局有所改变，明显变化有两点：海水基本上从本研究区内消失，均上升成为陆地；古地貌景观表现为在北山地区是北高南低、西高东低的山地，而祁连山地区有资料证实，存在着两条以大雪山—冷龙岭和宗务隆山—青海南山为脊线的山脊，其间是宽阔的河谷、低地，祁连山地区地势总体特征是西高东地（《甘肃省区域地质志》，1989；李佩娟等，1988）。

侏罗纪全球大气温度明显高于现代，温暖潮湿气候带很宽，气温随纬度梯度的变化要小于现代。因此古地理生态阻隔在某种程度上对生物古地理分区起着一定作用（姚培毅、王乃文，1992）。根据古生物面貌的差异性，本研究区在早、中侏罗世分属北方生物大区，中国生物区北方生物省。晚侏罗世属北方生物大区华南-西北过渡生物省（图 16）。

8.1 青藏高原北缘早、中侏罗世生物古地理

北方生物大区中国生物区北方生物省

早、中侏罗世地层在本生物省主要分布于北山地区红柳大泉盆地和潮水盆地，北祁连一走廊地区旱峡、大山口、小马化河、错沟、红沙河，山丹新河王家湾及甘肃东部靖远刀楞山，兰州阿干镇和天祝炭山岭以及柴达木盆地湖东、秋吉、小煤沟、大煤沟、大头羊、鱼卡、旺尕秀等地，化石十分丰富，尤以植物最繁盛，动物化石次之，因各地研究程度差异很大，在这里我们选择几个研究程度相对较高的地区进行生物古地理分区讨论。早侏罗世植物化石研究较详的地区是甘肃东部靖远刀楞山、兰州阿干镇、天祝炭山岭以及柴达木盆地东北缘等地。靖远刀楞山、兰州阿干镇和天祝炭山岭产植物化石约有 35 个属 58 个种，包括 *Thallites* sp., *Equisetites* sp., *Neocalamites carcinoides*, *N. carrevei*, *N. hoerensis*, *Annulariopsis ensifolius*, *Marattiopsis asiatica*, *Osmundopsis jingyuanensis*, *Todites denticulata*, *T. williamsoni*, *Thaumatopteris hissarica*, *Clathropteris* sp., *Coniopteris* sp., *Cladophlebis asiatica*, *Cl. cf. gracilis*, *Cl. cf. hsiehiana*, *Cl. lanceolatus*, *Cl. nebbensis*, *Cl. raciborskii*, *Cl. suluktensis*, *Cl. argutula*, *Cl. scariosa*, *Cl. tsaidamensis*, *Anomozamites cf. major*, *Ctenis* sp., *Pterophyllum* sp., *Pterophyllum (Anomozamites?)* sp., *Ginkgoites ferganensis*, *G. lepidus*, *G. magnifolius*, *G. cf. obrutschewi*, *G. sibiricus*, *Ginkgoidium minor*, *Sphenobaiera spectabilis*, *Czekanowskia rigida*, *C. setacea*, *Phoenicopsis?* sp., *Glossophyllum?* sp., *Desmiophyllum* sp., *Swedenborgia cryptomerioides*, *Pityophyllum latifolium*, *P. lindstroemi*, *P. longifolium*, *P. staratschini*, *Podozamites lanceolatus*, *P. latior*, *P. cf. astartensis*, *P. schenki*, *P. cf. ovalis*, *Cycadocarpidium cf. erdmanni*, *C. minutissimum*, *Elatocladus* sp., *Taeniopteris* sp., *Carpolithus* sp., *Leplostrobus cf. longus*, *Stenorachis lepida*, *Conites* sp., *Strobilites* sp., ? *Stachyotaxus ele-*

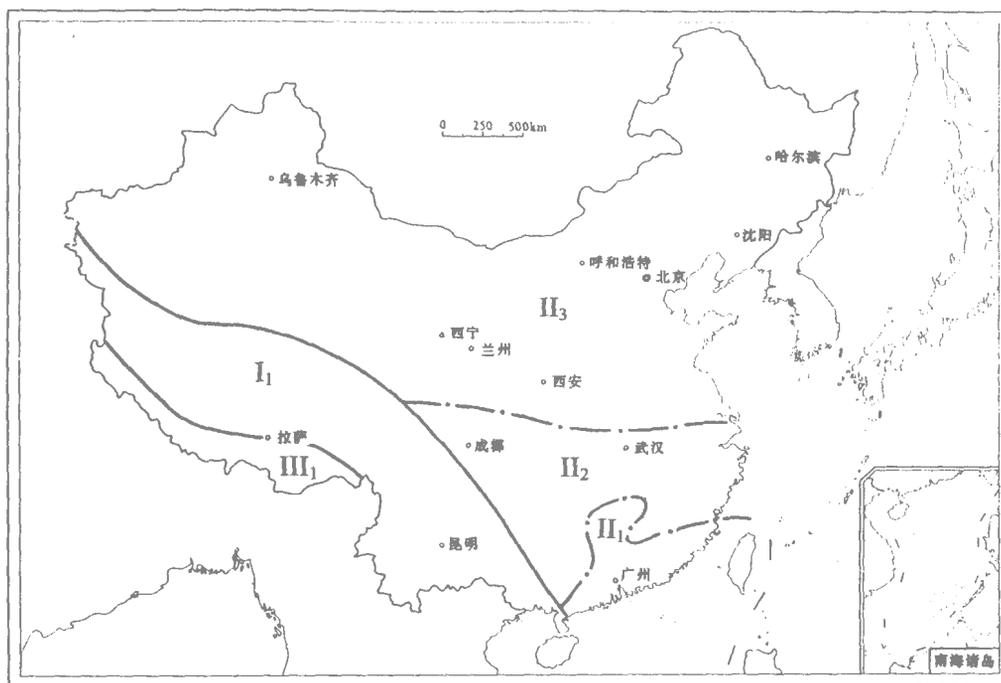


图 16 中国早侏罗世生物古地理分区图

(据殷鸿福等, 1988, 略修改)

I. 特提斯生物大区华夏生物区, I₁. 藏北-羌塘生物省; II. 北方生物大区中国生物区, II₁. 粤台湘赣闽湾生物省, II₂. 华南生物省, II₃. 北方生物省; III. 冈瓦纳生物大区冈瓦纳-特提斯生物过渡区, III₁. 喜马拉雅生物省; 图例同图 3

Fig. 16 Palaeobiogeographical map of the Early Jurassic of China

(after Yin Hongfu, 1988)

I. Cathaysian Region of Tethyan Realm, I₁. North Tibet-Qiangtang Province ; II. China Region of Boreal Realm, II₁. Yue-Tai-Xiang-Gan-Ming embaymental Province, II₂. South China Province, II₃. North China Province; III. Gondwanan-Tethyan Transitional Region of Gondwanan Realm, III₁. Himalayan Province; legend is same as Fig. 3

gans, *Storgaardia cf. spectabilis*. (刘子进, 1982; 徐福祥, 1986)。该植物群典型特征是晚三叠世延长植物群的分子基本消失, 代之而起的是早侏罗世植物群的面貌。蕨类植物占主导成分, 银杏类和松柏类位居第二位, 苏铁类很少, 缺乏种子蕨, 属李佩娟等 (1988) 所划分的早侏罗世 *Neocalamites-Cladophlebis* 北方植物群范畴。可与我国北方陕北富县组、内蒙古南苏勒图群、晋北永定庄组、吉林红旗组和辽西北票组等早侏罗世植物群对比。此外, 与独联体中亚地区北吉尔吉斯伊塞克湖的早侏罗世植物群具有更大的相似性。

在窑街一带下侏罗统所产的孢粉可划分为两个组合: ① *Marattisporites-Chasmatosporites-Schizosporis* 组合, 其中裸子植物花粉略多于蕨类孢子, 前者占 56.5%, 后者为 43.5%; ② *Classopollis-Anapiculatisporites-Cingulatisporites* 组合 该组合是以 *Classopollis* 花粉迅速增多, 并占据主导地位为特征的。组合 和 均可以与国内、外早侏罗世孢粉组合对比 (张望平、赵清顺, 1985)。柴达木盆地东北缘大煤沟地区植物化石计有 34 个属

71 个种, 其中包括 *Hysterites axialis*, *Neocalamites carcinoides*, *N. cf. hoerensis*, *N. nathorsti*, *N. haixizhouensis*, *N. ? filifolius*, *Equisetites cf. mobergii*, *Equisetostachys* sp., *Phyllothea cf. sibirica*, *Radicites* sp., *Hausmannia ussuriensis*, *Rhizomopteris* sp., *Todites williamsoni*, *Cladophlebis angusta*, *Cl. cf. denticulata*, *Cl. cf. divaricata*, *Cl. emarginata*, *Cl. fangtzuensis*, *Cl. haiburnensis*, *Cl. hirta*, *Cl. ingens*, *Cl. magnifica*, *Cl. nebbensis*, *Cl. shansiensis*, *Cl. stenolopha*, *Cl. sivedbergi*, *Cl. tsaidamensis*, *Cl. ulanensis*, *Stenopteris dinosaurensis*, *S. gracilis*, *Zamites cf. gigans*, *Ctenis haixizhouensis*, *Pseudoctenis cf. oleosa*, *Anomozamites* sp., *Cycadolepis* sp., *Deltolpis? longior*, *Ginkgoites ferganensis*, *Vittifoliolum paucinerve*, cf. *V. multinerve*, cf. *V. segregatum*, *Czekanowskia elegans*, *C. cf. nathorsti*, *C. pumila*, *Leptostrobus* sp., *Ixostrobus groenlandicus*, *I. siemiradzki*, *Pityophyllum longifolium*, *P. cf. lindstroemi*, *Elatocladus cf. patens*, cf. *Storgaardia spectabilis*, *Podozamites cf. mucronatus*, *P. paralanceolatus*, *P. cf. punctatus*, *Lindleycladus podozamioides*, *Ephedrites sinensis*, *E. exhibens*, *Pityolepis deltatus*, *Pityospermum* sp., *Sorosaccus gracilis*, *Conites* sp., *Samaropsis parvula*, *S. obliqua*, *S. qinghaiensis*, *S. rotundata*, *Carpolithus acanthus*, *C. retiiformis*, *C. aurilus*, *C. strumatus*, Microsporophyll of male cone, Squamae Gymnospermarum type 2, 李佩娟等 (1988) 将这些植物称之为 *Neocalamites-Cladophlebis* 植物群, 时代是早侏罗世。这个植物群的特点是在整个植物群中, 木贼类 *Neocalamites* 占据较显著的位置。除了有晚三叠世上延分子 *Neocalamites carcinoides*, *N. cf. hoerensis* 等种外, 大量侏罗纪新生分子不断涌现, 如 *N. nathorsti* 等。蕨类 *Cladophlebis* 更是类型繁复多样, 并以具大型羽片为其特点, 在本植物群中独领风骚。苏铁类贫乏, 种子蕨极少见等特征与甘肃东部靖远刀楞山植物群十分相近。银杏类中银杏目植物十分单调 只见有大型叶的 *Ginkgoites ferganensis*, 茨康目较发达。构成山地森林主要成员的松柏类所占比例较大。松柏目以针状叶及宽叶类型的 *Elatocladus*, *Pityophyllum*, *Storgaardia* 为主。苏铁杉目的种类也比较多样化。另外, 在该植物群中还产麻黄目 *Ephedrites sinensis*, *E. exhibens*。这类植物的现生属种均为旱生植物, 分布于沙漠、半沙漠和干旱草原地区。在我国西北和东北地区分布十分普遍 (吴向午、何元良、梅盛吴, 1986)。那么, 此类麻黄植物在柴达木盆地北缘早侏罗世出现, 是否也代表着某种干旱环境? 这个问题还有待于研究。

中侏罗世在本生物省内, 植物发展到鼎盛时期, 在北祁连—走廊至甘肃东部地区中侏罗世地层产植物化石约有 54 个属 158 个种 (甘肃省区域地质志, 1989)。在柴达木东北缘产植物化石 (不包括未定种) 计有 42 个属 89 个种: *Lycopodites falcatus*, *Equisetites beani*, *E. cf. columnaris*, *E. densatis*, *E. lateralis*, *E. aff. multidentatus*, *Neocalamites nathorsti*, Rhizome of *Equisetites*, *Radicites* sp., *Marattia asiatica*, *Phlebopteris torosa*, *Coniopteris burejensis*, *C. hymenophylloides*, *C. macrosorata*, *C. qinghaiensis*, *C. simplex*, *C. spectabilis*, *Eboracia lobifolia*, *Gonatosorus dameigouensis*, *G. lobifolius*, *Tuarella lobifolia*, *Raphaelia diamensis*, *Cladophlebis angusta*, *C. cf. exiliformis*, *C. dameigouensis*, *C. haiburnensis*, *C. hirta*, *C. magnifica*, *C. sulcata*, *C. suluktensis*, *C. sp.*, (cf. *C. denticulata*), *Anomozamites cf. minor*, *A. ulanensis*, *A. specialis*, *Nilssoniopteris pristis*, *N. cf. vittata*, *Tyrmia sinensis*, cf. *T. nathorsti*, *Pterophyllum szei*, *Ptilophyllum* sp.,

Nilssonia qaidamensis, *N. ex. gr. orientalis*, *Ginkgo qaidamensis*, *G. longifolius*, *G. cf. sibirica*, *G. cf. whitbiensis*, *Ginkgoites borealis*, *G. sibiricus*, *G. cf. taeniatus*, *Baiera furcata*, *cf. B. furcata*, *Sphenobaiera eurybasis*, *S. ginkgooides*, *S. longifolia*, *S. spectabilis*, *Eretmophyllum* sp., *Pseudotorellia longilancifolia*, *P. qinghaiensis*, *Phoenicopsis (Stephenophyllum) enissejensis*, *Ph. (Steph.) decorata*, *Ph. (Steph.) mira*, *Ph. (Steph.) cf. tasckessiensis*, *Ph. aff. angustifolia*, *Czekanowskia rigida*, *C. speciosa*, *C. stenophylla*, *Sphenarion dicrae*, *Vittifoliolum paucinerve*, *Pityophyllum longifolium*, *P. cf. lindstroemi*, *Elatocladus (Cephalotaxopsis) jurassica*, *E. cf. manchurica*, *E. qaidamensis*, *E. cf. ramosus*, *E. (Pagiophyllum?)* sp., *Brachyphyllum obesum*, *Elatides ovalis*, *Pityocladus kobukensis*, *Schizolepis acuminata*, *S. cf. moelleri*, *Podozamites lanceolatus*, *Desmiophyllum haixizhouensis*, *Taeniopteris* sp., *Ixostrobus?* sp., *Swedenborgia cryptomerioides*, *Conites* sp., *Allicospermum ovoideus*, *Carpolithus latizonus*, *Squamae gymnospermarum* typel。在这些植物化石中, 蕨类占 33.83% 银杏类占 32.24% 松柏类占 13.91% 苏铁类占 11.34% 其它种类占 8.68%。其特点: ① *Neocalamites* 大幅度减少, 小型的 *Equisetites* 被中至大型的种子蕨所替代, 并占木贼目中 86% 左右; 蚌壳蕨科空前繁荣, *Coniopteris* 和 *Eboracia* 大量出现, 双扇蕨科的分子消失; ③ 银杏纲属种骤增, 有 9 个属 34 个种; 松柏类仍占有一定的地位, 中侏罗世晚期鳞叶或铲状叶类型的 *Brachyphyllum* 和 *Elatides* 等属出现, 苏铁类崭露头角, 占有一定比例。李佩娟等 (1988) 将这个植物群称之为 *Coniopteris-Phoenicopsis* 植物群, 其地质时代为中侏罗世。中侏罗世早期孢粉组合特征是孢子占 45%, 其中光面缝孢和小沙椌孢最多, 各占 15% 左右 花粉占 45% 四字粉、拟云杉粉、拟苏铁粉、皱球粉等数量相近, 含量在 5%~9% 之间, 拟云杉粉和古老松粉达 6%。

上述早侏罗世 *Neocalamites-Cladophlebis* 植物群和中侏罗世 *Coniopteris-Phoenicopsis* 植物群均以蕨类、银杏类和松柏类为主, 苏铁类次之, 蕨类中真蕨纲双扇蕨科分子很少等为特征。这些多为喜温植物组合在一起, 明显地区别于以苏铁类和双扇科昌盛为其特点的国内、外滨海区或热带、亚热带区的同期植物群, 如英国约克郡植物群、我国的湘西南观音滩植物群及鄂西香溪植物群等, 而很可能反映出暖温带或暖温带—亚热带的气候。在北祁连靖远水洞沟—若水峡一带产轮藻化石计有 4 个属 16 个种, 其中开口轮藻 8 个种、真开口轮藻 5 个种、孔轮藻 2 个种、钝头轮藻 1 个种。它们组合在一起, 相当于甘肃轮藻第二组合, 地质时代为中侏罗世至晚侏罗世 (李祖望, 1981)。在西宁小峡、民和享堂峡等地产轮藻化石 3 个属 15 个种, 即 *Aclistochara shanchengensis*, *A. yunnanensis*, *A. lufengensis*, *A. faceta*, *A. stellerides*, *A. nuguishanensis*, *A. brevis*, *A. usitata*, *A. longiformis*, *A. firma*, *A. urniformis*, *A. shiwanensis*, *Porochara huzhuensis*, *P. maedleri*, *Stellatochara? minor*, 除去一些地方性种外, 其中 *Aclistochara nuguishanensis*, *A. lufengensis*, *A. yunnanensis* 分布较为广泛, 曾见于四川广元、浙江渔山尖、安徽洪琴、滇西和平乡、滇中禄丰等中侏罗统中 (郝诒纯等, 1983)。在该生物省早侏罗世所发现的动物化石非常稀少, 目前仅在甘肃西北部明水以南盐池以东发现了早侏罗世硬鳞鱼化石: 甘肃渝州鱼 *Yuchoulepis gansuensis* 明水似凶暴鱼 *Plesiofuro mingshuica* (苏德造, 1993)。这个鱼化石组合与英国里阿斯期的鱼群相近, 似乎这两个地区的鱼群有一定联系。

在动物化石方面，中侏罗世已摆脱早侏罗世种类贫乏的局面，各类陆相常见的化石均有表现。在北祁连靖远水洞沟—苦水峡一带产有叶肢介 *Euestheria jingyanensis*, *E. shandanensis*, *E. ziliujingensis*, *E. haifanggouensis*, *E. fabiformis*, *E. ?cf. yanjiawanensis*。其中 *Euestheria ziliujingensis*, *E. haifanggouensis* 曾见于四川中侏罗统下沙溪庙组、辽宁海房沟组、云南张河组中。它们生长带上的小网状装饰是我国中侏罗世分布最广的叶肢介群特征（《甘肃省区域地质志》，1989）。在柴达木东北缘产叶肢介 *Palaeolimnadia xi-aomeigouensis*, *P. dachaidanensis*, *Qidamestheria dameigouensis*（王思恩，1983）。昆虫 *Karataviella chinensis*, *Mesoblattina fuxinensis*, *M. paucivenose*, *Jiuquanoblatta pluma*, *Samaroblatta gausis*, *Dictycoleus jurassicus*, *Yumenia pectinata*。其中 *Yumenia* 与中亚地区中侏罗世 *Shurabaecossus* 极其相似，都属近缘分支的产物，具共同时代——中侏罗世（洪友崇，1985）。腹足类 7 个属 9 个种 *Amnicola kushuixiaensis*, *A. shuidonggouensis*, *Viviparus wangjiashanensis*, *Ovassimineia cf. obra*, *Bithynia sp.*, *Amplivalvata obliqua*, *A. jingguensis*, *Lioplacodes yunnanensis*, *Litovinella jingyuanensis* 北方型双壳类 4 个属 23 个种，属是 *Ferganoconcha*, *Tutuella*, *Sibireconcha*, *Pseudocardinia*。除了上述北方型双壳类外，在靖远水洞沟—苦水峡中侏罗统黄色细砂岩中以及青海阿哈堤山南麓采石岭地区结禄素还产南方型喜热双壳类 4 个属 10 个种，即 *Lamprotula (Eolamprotula) gansuensis*, *L. (E.) turfanensis*, *Margaritifera isfarenensis*, *Cuneopsis linjiagouensis*, *C. guanyuanensis*, *Psilunio trigonus*, *P. rostrus*, *P. ovalis*, *P. cf. giganteus*, *P. jingyuanensis*。南方型双壳类最大特点是壳体厚重，广泛见于昆仑—华南生物省（吴顺宝、童金南，1988）中的四川千佛岩组、沙溪庙组，广西西湾石梯组，湖北自流井组，湖南湘江组、石鼓组，福建和广东漳平组等。介形虫计 2 个属 16 个种（郝诒纯等，1983）。其中 *Darwinula impudica*, *D. incurva*, *D. magna* 等在我国中侏罗统中有着广泛分布，如准噶尔盆地南缘头屯河组、陕北安定群、四川自流井组、云南禄丰组、河南济源马凹组，在国外见于哈萨克斯坦和英国东部等地的中侏罗统。在大通河流域产脊椎动物化石 *Mamenchisaurus hochuanensis*, *Sunosuchus miaoi*（《青海省区域地质志》，1991），该化石主要分布于四川盆地侏罗纪地层中。另外，在甘肃窑街红沟中侏罗统下部产弓鲛类化石 *Hybodus clavus*, *Acrodus bicrassepticatus*（薛祥熙，1980）该类化石一般认为生活于河流入海口处或者海水中。所以在中侏罗世窑街地区是否有海水存在，仍值得进一步研究。

8.2 青藏高原北缘晚侏罗世生物古地理

北方生物大区华南—西北过渡生物省

本生物省在晚侏罗世，沉积物颜色多为紫红色，植物能以化石形式保存下来的机会很少，这表明气候已由温暖潮湿转化为炎热干旱的环境。这对植物生长产生了一定的影响，动物化石较为丰富。在北祁连酒泉盆地玉门赤金堡、清泉一带有丰富的昆虫化石，约 29 个属种：*Ephemeropsis trisetalis*, *Archaeogomphus sp.*, *Dissurus qinguanensis*, *Brunnesechnidia jiuquanensis*, *Cercus clavus*, *Gansublatta spathulata*, *Zygobasis mesozoica*, *Clemmys aquatilis*, *Qinquania combinata*, *Leptopodocoleus sarmentosus*, *lenis*, *Brachocoleus punctatus*, *Rhipidoblattina spathulata*, *Jiuquanocoleus punctatus*, gen. et sp. 1~3, *Mesoscarabaeus*

corneus. *M. melaina*. *Proscarabaeus brunneus*. *Prosilpha niprita*. *Obesofemoria chijinqiaoensis*, *Sinocarabus longicornutus*. *Vago oblonga*. *Coptoclava longipoda*. *Mesotendipes gregaria*. *Microcoleus brunneus*. *Yumenocoleus longus*, *Synodus chanmaense*. *Mesotricupes lineatus*, *Clypostemma* sp. *Eofulgoridium chanmaense* (洪友崇, 1982)。这个昆虫群主要特点是各类昆虫, 无论是分异度还是丰度都很高, 呈现出昌盛的景象。除了长肢裂尾蚋、群栖中摇蚊和盾蝽出现频率较高外, 拟蜉游大量涌现是该昆虫群一大特色。腹足类 9 个属 11 个种。双壳类 5 个属 24 个种, 属是 *Ferganoconcha*, *Danlengiconcha?*, *Gansuella*, *Neomiodonoides*, *Limnocyrena* (马其鸿, 1986)。此双壳类动物群经常与东方叶肢介 (*Eosesthesia*)、三尾拟蜉游 (*Ephemeroptera trisetalis*) 以及狼鳍鱼 (*Lycoptera*) 等化石共生。因此这个动物群较全面地反映出典型的热河动物群面貌, 时代属晚侏罗世。叶肢介有 8 个属和亚属, 23 个种: *Eosesthesia* aff. *middendorffii*, *E. jiufofangensis*, *E. ovata*, *E. oblonga*. *E. chijinpuensis*. *E. filaris*, *E. jiuquanensis*. *E. brevis*. *E. crassa*. *E. (Yumenesthesia) lepidoda*. *E. (Y.) delicatula*. *E. (Alloesthesia) striata*. *Diestheria yixiaensis*. *D. xiagouensis*. *D. ovalis*. *D. zhoulangensis*. *D. jiyuguanensis*, *D. gansuensis*, *Pseudestherites qinghemensis*. *Gansulimnadia ovata*. *G. quadrata*. *Neodiesthesia* sp. *Yanjiesthesia hanhsiaensis*, (沈炎彬, 1981)。另外在柴达木盆地红水沟还产有叶肢介化石 *Sinoesthesia tsaidamensis*. *Qinghaiestheria hungshuikouensis*, *Loxopolygrapta asmussiformis*. *Leptolimnadia quadrata*, *Lioesthesia subovata*, *Brachygrapta* sp. (张文堂, 1957; 王思恩, 1983)。这些叶肢介是以 *Eosesthesia-Diestheria* 为组合特征, 其中 *Eosesthesia* aff. *middendorffii*, *E. ovata*, *E. jiufofangensis*, *E. oblonga*, *Diestheria yixianensis* 等均是上侏罗统常见分子 (张文堂, 1976)。鱼化石约有 *Jiuquanichthys liui*, *Sinamia* sp. *Ikechaoamia orientalis* 等。马凤珍 (1984) 将这些鱼化石命名为酒泉鱼群。并认为属热河生物群的一部分。介形虫计有 15 个属 43 个种, 郝诒纯等 (1983) 将这些介形虫称之为 *Minheella minheensis-Jingguella hutouyaiensis-Damonella huangshuiensis-Prolimnocythere pingua* 组合, 其它较重要的属还有 *Djungarica*. *Pinnocypridea*. *Ousocypris*. *Clinocypris*. *Darwinula*. *Limnocypridea*. *Rhinocypris*, *Lycocypris*, *Cypridea*, *Mongolianella*。本介形虫组合特点: 一、改早、中侏罗世介形虫贫乏、单调的状况, 达到空前繁盛; 二、在早、中侏罗世占统治地位的 *Darwinula* 大大衰败, 但出现的频率仍较高; 三、兴盛于早白垩世的一些属如 *Lycocypris*, *Limnocypridea*, *Mongolianella*, *Cypridea*, *Rhinocypris* 等开始出现。轮藻计 5 个属 17 个种 *Mesochara xuanziensis*. *M. ammoena*. *M. paragranelifera*. *Multispirochara subovalis*. *Minhechara columelaria*. *Aclistochara datongheensis*. *A. subquadrularia*. *A. fortis*. *A. hongguensis*. *A. platyglobata*. *A. obovata*. *A. bransoni*. *A. umbonata*. *A. xiangtanensis*. *A. shanchengensis*, *A. yunnanensis*, *Porochara maedleri* (郝诒纯等, 1983), 其中 *Aclistochara bransoni*、*A. obovata* 分布于美国科罗拉多和怀俄明及蒙古西部等地上侏罗统中。大通河流域晚侏罗世孢粉经余静贤等 (1982) 研究, 认为属 *Densoisporites-Clssopollis* 组合。裸子植物花粉占绝对优势, 含量为 84%~91.5% 其中 *Classopollis* 含量占 55%~76%。气囊与本体分化完善的 *Piceapollenites*, *Pinuspollenites*, *Ledripites*, *Podocarpidites* 及 *Quadraeculina* 原始松柏类普遍出现, 但数量不多, 蕨类植物孢子仅占 8.5%~16%。这表明晚侏罗世气候炎热干旱, 蕨类植物严重衰退, 耐旱的原始松柏类代之而起。植物化石 *Ruf-*

fordia goepperti . *Ginkgoites* sp. . *Brachyphyllum japonicum* . *Zamites* sp. . *Pagiophyllum* sp. . *Elatocladus* sp. . *Otozomites* sp. (徐福祥, 1986)。此外, 在甘肃肃北马鬃山红柳疙瘩上侏罗统中发现了甘肃拟贝氏蜥 *Mimobecklesisaurus gansuensis* (李锦玲, 1985)。这是在我国西北地区首次发现的蜥蜴类化石, 也是石龙子类在亚洲最早的代表之一。

8.3 小 结

(1) 从沉积记录上反映出本研究区古地貌景观是北山地区北高南低, 祁连山地区存在着两条山脊, 一条是以大雪山—冷龙岭, 另一条是以宗务隆山—青海南山为脊线的山脊, 其间是宽阔的河谷、低地。总体特征上是西高东低(徐福祥, 1983; 李佩娟, 1988; 《甘肃省区域地质志》, 1989)。

(2) 从古植物特征上, 反映出前述的山脊并没有隆升至足以阻挡两侧生物交流的高度。

(3) 本区早侏罗世植物面貌与我国南方植物相比, 差异性较大, 主要表现在种类单调、贫乏, 苏铁类和种子蕨缺乏, 与独联体中亚同期植物面貌相近。中侏罗世属种分异度和丰度剧增, 尤以银杏类和松柏类突出。但与同期热带、亚热带植物组合相比, 仍有所不及。这种现象和现代热带、亚热带与温带植物群的差别是一样的(李佩娟等, 1988)。这些特点可以证明本区在早、中侏罗世位于暖温气候带内。晚侏罗世, 本区岩性多呈紫红色, 植物化石记录稀少, 可能反映出气候较为炎热干旱, 对植物生存产生了一定的不利影响。

(4) 古动物化石方面, 早侏罗世所发现的化石较少, 中、晚侏罗世达到欣欣向荣的景象。除了在中侏罗世, 有属于南方喜热型双壳类 *Lamprotula (Eolamprotula)*, *Cuneopsis*, *Psilunio* 和脊椎动物 *Mamenchisaurus hochuanensis* 进入本区外, 其他化石基本上属于北方类型, 但总貌上属南、北方混生类型。

第九章 白 垩 纪

青藏高原北缘的大部分地区在白垩纪时仍为大陆剥蚀区和内陆盆地沉积区。由于受白垩纪全球性多次降温事件的影响，导致潮湿暖温带向南扩张，升温事件则引起热带干旱带向北迁移的影响（殷鸿福等，1988）。这种全球性反复升、降温事件对陆生生物的演化、迁移产生了很重要的影响，换句话说，这些事件对大陆生物分区起着主导作用。

白垩纪青藏高原北缘在生物古地理分区上，由于受晚侏罗世末期—早白垩世早期一次大的降温事件的影响，使北半球暖潮湿带向南扩张至天山—祁连—秦岭一线附近（殷鸿福，1988）大致以此线为界，以北属北方生物大区，中国北方生物区，华北—准噶尔生物省以南属劳亚—特提斯生物大区，中国南方生物区，塔里木—柴达木生物过渡省。晚白垩世则以升温事件占主导地位，干旱热带向北扩大，此时本研究区均被干旱热带气候所覆盖。在生物分区上表现为属劳亚—特提斯生物大区，中国南方生物区，西南—西北生物省（图 17）。

在叙述生物分区特点之前，需指出的是，我国在陆相侏罗—白垩系界线划分上存在着较大的分歧。在本章节中，我们采纳了马其鸿等（1982）、殷鸿福等（1988）的意见，将侏罗系与白垩系界线放在赤金堡组与下沟组之间。

9.1 青藏高原北缘早白垩世生物古地理

9.1.1 中国北方生物区华北—准噶尔生物省

在本研究区内，下白垩统主要分布在北山地区芦苇井、三道明水、红柳疙瘩、炭窑子井、南泉、北山煤窑，潮水地区阿拉善勒巴泉，酒泉地区赤金桥、下沟、赤金峡、昌马赤金堡、宽滩山、榆树沟山、红柳峡，武威山丹、永昌、天祝等地。其岩性特点是下部以灰或灰绿或黄灰色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥页岩、硬砂岩为主，夹多层灰绿色或紫红色砾岩，在旱峡夹中基性火山岩，北山地区夹炭质页岩和煤层；上部，近下部为砖红色或紫红色砾岩，向上为砖红或黄灰或灰绿色泥质粉砂岩、长石砂岩夹砾岩、泥灰岩，在旱峡有少量火山岩。产丰富的化石。叶肢介 3 个属 9 个种（沈炎彬，1981），在这些叶肢介中，*Eosetheria* 和 *Diestheria* 基本上呈零星出现或消失；*Yanjiestheria*, *Neodiestheria* 代之而起并占据主导地位；个体小而较圆，具有直线装饰类型的 *Orthestheriopsis* 开始出现。上述这三个叶肢介属均是我国早白垩世延吉叶肢介（*Yanjiestheria*）群的重要分子，均见于我国陇东六盘山群、吉林延边大砬子组、胶东莱阳组、浙江寿昌组、安徽岩塘组、江西石溪组、福建坂头组以及云南普昌河组。昆虫化石计有 19 个属 27 个种，即 *Ephemeropsis trisetalis*, *Longimaxilla sinica*, *Mesotricupes reticulatus*, *Coptoclava longipoda*, *Mesotendipess gregaria*, *Mesoblattina cretacea*, *Clypostemma* sp., *Spinus yumenense*, *Planocoleus glabratus*, *P. ensatus*, *Petalocupes arcus*, *Tetillopsis parvus*, *Trypocoleus ramulosus*, *Pleurocoleus catenatus*, *Yumenocoleus longus*, *Y. lineatus*, *Y. longus*, *Y. intermedius*, *Eurycoleus clypeola-*

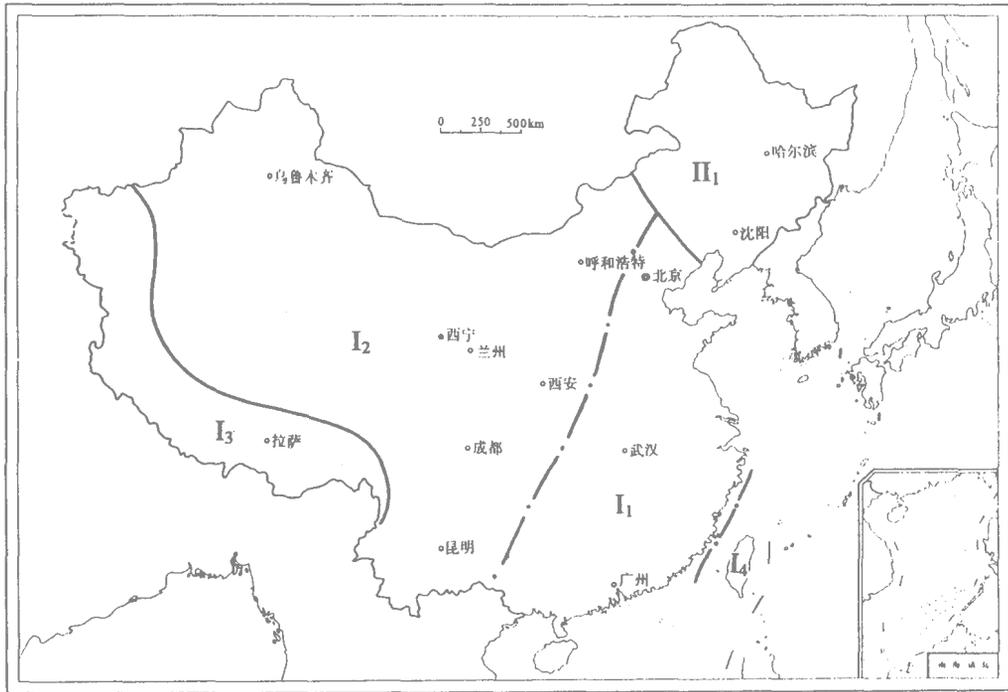


图 17 中国晚白垩世生物古地理分区图

(据殷鸿福等, 1988, 略修改)

1. 劳亚特提斯生物大区中国南方生物区, I₁. 东南生物省, I₂. 西南-西北生物省, I₃. 西藏-塔里木生物省, I₄. 西部太平洋生物区台湾生物省; I. 北方生物大区中国北方生物区, I₁. 东北-内蒙生物省; 图例同图 3

Fig. 17 Palaeobiogeographical map of the late Cretaceous of China
(modified after Yin Honhfu, 1988)

- I. Laurasia-Tethyan Realm, Southern China Region, I₁. Southeastern China Province, I₂. Southwestern China-Northwestern China Province, I₃. Tibet-Tarim Province, I₄. West Pacific Region, Taiwan Province; I. Boreal Realm, Northern China Region, I₁. Northeastern China-Inn Mongolian Province; legend is same as Fig. 3

tus. *E. dicellatus*. *E. arcuatus*. *E. parvus*. *Glottocoleus lenticulatus*. *Mesocoleus zhong-gouense*, *Glyptocoleus stellatus*, *Phyllocoleus* sp. . *Striolatus striolatus* (洪友崇, 1982)。该早白垩世昆虫群特点是: 晚侏罗世兴盛一时的拟蜉蝣类已近于灭绝; 晚侏罗世特有的昌马始椿鸡、棕色小蚱、水龟椿均已消失; ③出现了以鞘翅类玉门蚱、宽鞘蚱、叶鞘蚱、中鞘蚱、雕鞘蚱、花瓣鞘蚱、多孔鞘蚱、白垩中蠖、玉门刺椿等为代表的新昆虫群, 标志着一个新时期的开始。双壳类有 5 个属 27 个种, 包括 *Ferganoconcha subcentralis*, *F. aff. bu-rejensis*. *F. sibirica*. *Nakamuranaia subrotunda*. *Na. chingshanensis*. *Na. aff. chingsha-nensis*. *Gansuella elliptica*. *G. angulata*. *G. xinminpuensis*. *Neomiodonoides subrotundus*. *N. gansuensis*. *N. trigonicus*. *N. yumenensis*. *N. yumenicus*. *N. liaoningensis*. *N. ji-uguanicus*. *N. elongatus*. *Limnocyrena gansuensis*. *L. yixianensis*. *L. fuxinensis*.

L. anderssoni . *L. jeholensis*, *L. rotunda* . *L. selenginensis*, *L. chijinpuensis* . *L. zhexiensis* (马其鸿, 1986); 腹足类 6 个属种 *Bellamya* cf. *fengtiensis*, *Viviparus* sp. . *Proboicalia vitimensis*, *P. gerassimovi*, *Physa* cf. *vitimensis*, *Bithynia mengyinensis*, *Radix* sp. 鱼化石约有 *Coccolepis yumenensis*. *Qilianichthys changmaensis* , 马凤珍 (1984) 将这个鱼群称之为粒鳞鱼-祁连鱼群, 并认为该鱼群形成于早白垩世初期, 此时玉门粒鳞鱼非常繁盛, 同时已出现了少量原始真骨鱼类。中期鱼群以原始真骨鱼类占主导地位, 其中包括祁连鱼、昌马鱼以及与 *Anaethalionida* 相近的鱼类, 而玉门粒鳞鱼和 *Amiidae* 鱼类出现频率迅速降低。这表明粒鳞鱼类开始衰退, 原始真骨鱼类大量辐射, 快速发展, 显示出早白垩世鱼群的面貌。侯连海、刘智成 (1984) 在甘肃昌马沈家湾下白垩统灰黑色泥岩中发现了甘肃鸟目 (*Gansuiformes*)。这是陆相地层中比较早的鸟类, 据侯连海、刘智海 (1984) 研究认为, 甘肃鸟后肢下部的构造与滨岸鸟类和水鸟类有相似性, 很可能是后者们的直系祖先。爬行类有 *Cryptodira*, *Hodrosauridae*, cf. *Noriopteris complicidens*, *Dermatemydidae*, 偶见龟化石。介形虫约有 13 个属、亚属和 15 个种 (马其鸿等, 1982; 牛绍武, 1987)。在这些化石中 *Cypridea unicastata* . *Monglianella khamariniensis* . “*Lycoperocypris*” *infantilis* . *Darwinula leguminella* 见于蒙古东准巴音组。 *Paracyprretta?* 产于六盘山群的马东山组、辽西孙家湾组, 总体时代为早白垩世。植物化石约有 8 个属种, 包括 *Elatides?* sp. , *Carpolithus* sp. , cf. *Ruffordia goepperti* *Otozamites* sp. . *Brachyphyllum japonicum* . *Pagiophyllum* sp. . *Podozamies* sp. . *Lycopokites?* sp. (牛绍武, 1987), 轮藻 5 个属 10 个种, 包括 *Aclistochara huihuibaoensis*, *A. lata* . *A. hungarica* . *A. laiae* . *A. caii* . *Tolypella stipitata* . *Sphaerochara granulifera* . *S. paragr anulifera*, *Charites xiagouensis*, *Tectocharalū* (王水, 1965)。

9.1.2 中国南方生物区塔里木-柴达木生物过渡省

在本生物省下白垩统主要分布于黑河流域、疏勒南山、祁连臭水沟一小龙口以及西宁夏民和盆地、化隆盆地和拉鸡山西段。其中以民和盆地研究较详, 其岩性在下段为棕褐色砂岩、砂砾岩; 中段为棕褐、绿色泥岩及杂色页岩夹砂岩; 上段为棕褐或桔红色含砾砂岩、砂砾岩夹棕色泥岩, 产双壳类 *Nakamuranaia chingshanensis*, *N. cf. elongata*, *N. subrotunda*, *N. cf. yongkangensis* . *Nippononaia tetoriensis* . *Nakamuranaia chingshanensis* 和 *N. cf. elongata* 除在北方生物区常见外, 也见于云南普昌河组。而 *N. cf. yongkangensis* 和 *Nippononaia tetoriensis* 仅见于南方生物区 (齐骅, 1984)。介形虫按上述岩性段分为 3 部分 (郝谄纯等, 1983); 下部仅见 *Lycoperocypris infantilis*, *L. flaccida*, *Lycoperocypris infantilis* 见于蒙古下白垩统尊巴音组以及我国北方生物区宁夏六盘山群、内蒙古志丹群等地层中; 中部以 *Cypridea* (*Cypridea*) *unicastata*-*C. (Ullwellia) koskulensis* 组合为代表, 含有 9 个属 34 个种, 在这个组合中 *Cypridea* 属占绝对优势 (17 个种, 占总数 40%), 其次是 *Rhinocypris*、*Lycoperocypris* 和 *Djungarica* 等属, 在这个组合中既有北方生物区常见分子, 如 *Cypridea* (*Cypridea*) *unicastata* . *C. (C) vitimensis* . *C. (Ullwellia) koskulensis* . *Djungarica saidovi*, *D. stolidia*, 又有南方生物区分子, 如 *Cypridea* (*Ullwellia*) *menevensis*, *Cypridea* (*Cypridea*) *ampullaceosa* 等等, 表现出南、北生物区介形虫分子混生特点, 此外 *Darwinula* 出现频率极低, 与国内、外其他地区早白垩世介形虫组合相比, 较为特殊; ③上部是 *Cypridea* (*Cypridea*) *sanmachiensis*-*Rhinocypris ventriconcava*-*Ziziphocypris costata* 组合, 含有 6 个属 10 个种, 这个组合的特点是已知种很少, 地方性种占主导地位, 但仍以女星介属占优势。轮

藻化石主要见于中部岩性段的泥质岩层中, 计有 6 个属 22 个种: *Mesochara stipitata*, *M. xuanziensis*, *M. latiovata*, *M. xiagouensis*, *M. paraganulifera*, *M. volta*, *M. symmetrica*, *Sphaerochara parvula*, *S. verticillata*, *Aclistochara huihuibaoensis*, *A. caii*, *A. laiae*, *A. wangi*, *A. longiconica*, *A. huangshuiensis*, *A. poculiformis*, *A. truncata*, *Minhechara columelaria*, *M. xiaoxiaensis*, *Flabellochara jurongica*, *F. niwanensis*, *Nodosoclavator qinghaiensis* (郝诒纯等, 1983)。其中 *Aclistochara caii* 和 *A. laiae* 分布于酒泉新民堡群、陇南田家坝组、陕甘宁盆地固阳组、湖南洞庭盆地漆家河组以及西伯利亚丘明地区早白垩世地层中。*Mesochara symmetrica* 见于美国南达科他州下白垩统 Aptian 阶以及我国许多地区早白垩世地层中。另外还有少量的腹足类、鱼化石。在柴达木盆地苦水泉产有叶肢介 *Ortheriopsis loxoquadrata*。在祁连县城北天桥附近产恐龙化石。孢粉化石据余静贤等 (1982) 研究可划分为两个孢粉组合: ① *Cicatricosisporites-Classopollis-Piceapollenites* 组合 其特征是裸子植物花粉在组合中占优势 (65%~89%), 蕨类植物孢子处于第二位 (11%~35%), 在蕨类植物孢子中, 最显著的特征是海金沙科孢子较晚侏罗世有大幅度增长, 其中以早白垩世特征分子 *Cicatricosisporites* 最典型, 含量在 10% 以上, 有 10 个种, 本组合相当丰富, 双气囊松柏类花粉以往只见于西伯利亚、加拿大及我国北方早白垩世煤系地层中, 以及喜干热的 *Classopollis* 大大减少等特点表明当时气候应属于热带或亚热带偏干旱性气候; *Coptospora-Classopollis-Clavatipollenites* 组合, 在该组合中, 裸子植物花粉已达到占绝对优势, 含量为 83%~87% 其中喜干旱的 *Classopollis* 迅速增多, 含量达 62%~65%, 另外尚不知亲缘关系的 *Exesipollenites* 含量较高, 在我国南方白垩纪地层中分布十分广泛, 而在我国北方白垩纪地层中含量极少, 这说明此类花粉也是喜干旱的。因此, 总体气候特征应属南方干旱气候带。

9.2 青藏高原北缘晚白垩世生物古地理

中国南方生物区西南-西北生物省

晚白垩世由于干旱热带、亚热带气候不断向北扩张, 在本研究区内沉积范围日趋缩小, 生物在分区特征上均表现为南方生物区的特点。目前上白垩统研究程度较高的地方是大通河口地区。其主要岩性是棕红色泥质岩、泥质粉砂岩、砾岩, 夹灰绿色细砂岩、粉砂岩条带及石膏团块。腹足类化石计有 9 个属 14 个种 *Valvata leduensis*, *Lioplax* sp., *Mesolanistes* sp., *Parhydrobia daixiaensis*, *P. minima*, *P. viriosa*, *P. spiciosa*, *Truncatella directa*, *T. sinensis*, *T. xuanchangensis*, *T. crassolibia*, *Aplexa* sp., *Physa* sp., *Pleurolimnaea parca parca* (李云通, 1988)。在这个晚白垩世腹足类组合中, *Valvata*, *Mesolanistes*, *Truncatella* 等属均见于松辽四方台组、山东王氏组和安徽宣南组。从它们的古地理分布上来看, 与我国大陆区东部淡水腹足类动物群面貌较为相似, 与北美西部地区晚白垩世腹足类动物群似乎存在某种联系。出现这种情况可能有两种原因: 它们处在相同或相似的自然环境下; 它们之间没有地理障碍隔离可相互交流。晚白垩世恐龙产于甘肃通渭车家坪, 计有肉食龙次亚目 Carnosauria、鸭嘴龙科 Hadrosauridae 以及蜥脚类的巨龙科 Titanosauridae 分子 (谢骏义, 1980)。介形虫很丰富, 计有 16 个属 57 个种: *Cypris obtusangula*, *C. cf. obtusangula*, *Cyprinotus cf. jingmenensis*, *Kaitunia? dongdangensis*, *Candona henanen-*

sis, *C. habros*, *C. hubeiensis*, *C. placida*, *C. scopulosa*, *Candoniella candida*, *C. paomangangensis*, *Cyclocypris?* *calculaformis*, *Neocypris mina*, *Paracandona caudata*, *P. spiculata*, *Ilyocypris errabundoides*, *Cypridea (Cypridea) cavernosa*, *C. (C.) cf. cellularia*, *C. (Morinina) xindianensis*, *C. (Pseudocypridina) aversa*, *C. (P.) longa*, *C. (P.) gigantea*, *C. (P.) limula*, *C. (P.) subtera*, *Talicypridea amoena*, *T. brevis*, *T. ? didymolabiata*, *T. cf. gibbera*, *T. latiovata*, *T. megalabiata*, *T. minilabiata*, *T. peregrina*, *T. suborhomboides*, *T. protensa*, *T. reticulata*, *Cyprois xuyiensis*, *C. guangzhouensis*, *C. cf. guangzhouensis*, *Clinocypris longula*, *C. inornata*, *Limnocythere coriacea*, *L. marginata*, *L. paomangangensis*, *Timiriasevia exigua*, *T. humilis*, *T. pulchra*, *T. kaitunensis*, *Eucypris debiloides*, *E. hengyangensis*, *E. illustris*, *E. laoxinkoensis*, *E. minheensis*, *E. cf. minheensis*, *E. angulata*, *E. muricata*, *E. qinghaiensis*, *E. virensoides*, *E. ambiens* (郝诒纯等, 1983)。该介形虫组合面貌与国内晚白垩世介形虫动物群基本一致, 可做对比。因缺乏我国南方晚白垩世地层中分布广泛, 颇具代表性的 *Quadracypris*、*Porpocypris* 和 *Parailocypris* 等属而表现出与我国北方介形虫组合性质较接近。轮藻也很丰富, 计有 14 个属 34 个种 *Charites daxiaensis*, *Ch. longiconica*, *Ch. banyueshanensis*, *Ch. guanpingensis*, *Ch. tenuis*, *Ch. yangtzensis*, *Mesochara xuanziensis*, *Grambastichara atopa*, *G. qinghaiensis*, *G. yuntaishanensis*, *G. commuis*, *G. fusiformis*, *Sphaerochara parvula*, *S. bicarinata*, *S. minuscula*, *Tectochara cf. wangdianensis*, *Gyrogona hubeiensis*, *G. xindianensis*, *G. grambasti*, *Peckichara paomangangensis*, *Maedlerisphaera minuscula*, *Croftiella paomangangensis*, *Neochara cf. huananensis*, *Pseudolatochara jianghaiensis*, *Sinochara rudongensis*, *Harrisichara cretacea*, *Obtusochara subparallelus*, *O. breviconica*, *O. tenuiconica*, *Latochara guangdongensis*, *L. curtula*, *L. yunnanensis*, *L. cylindrica*, *L. yizhengica*, 其中主要分子 *Latochara curtula*, *L. yunnanensis*, *Charites guanpingensis*, *Ch. tenuis*, *Grambastichara commuis*, *Gyrogona hubeiensis* 广泛见于我国南方湖北江汉盆地跑马岗组、广东南雄盆地南雄组、三水盆地三水组、湖南洞庭盆地分水坳组、衡阳盆地戴家坪组中, 时代为晚白垩世晚期。孢粉化石十分丰富, 王大宁等 (1990) 将西宁硝沟晚白垩世孢粉划分为两个组合。第一孢粉组合的特征是: ①蕨类孢子占优势, 占总含量的 40.7%~85%, 其中又以各种希指蕨占显著地位, 最高含量可达 80% 以上, 希指蕨是一类较典型的耐旱植物类型, 现多分布在南半球热带地区的干燥贫瘠的沙质酸性土壤上; ②裸子植物花粉含量很低 (3%~27.8%), 主要是耐旱的麻黄粉; ③被子植物花粉含量少为 8.3%~37%, 但种类丰富多彩, 在我国南方晚白垩世孢粉组合中均有出现, 如江汉粉、刺参粉、皱极粉、坚固粉、棒瘤四沟粉、光滑环圈沟粉等, 它们也是干旱气候条件下的产物 (王大宁, 赵英娘, 1980), 另外被子植物花粉中, 还有许多与现代植物有一定亲缘关系的属种, 如栎粉、粗糙栎粉、享氏栎粉、小享氏栎粉、栗粉、朴粉、榆粉、小榆粉、肋榆粉、克氏肋榆粉、三孔肋榆粉、山龙眼粉、细瘤山龙眼粉、瘤纹山龙眼粉、块瘤基柱山龙眼粉、华美基柱山龙眼粉、有角基柱山龙眼粉、百合粉、柳粉、桦粉、黄杞粉、芸香粉、卵形芸香粉、大戟粉、漆树粉, 冬青粉、无患子粉、桃金娘粉、栲粉, 这些孢粉组合在一起, 表明其植物群属亚热带常绿阔叶-落叶阔叶混交林, 与现代中亚热带南岭山地 (海拔约 200~500 m) 以青刚栎和南方榆科树种为主的落叶阔叶-常绿阔叶混交林有可比之处 (侯学煌, 1960), 但前者与后者最大的不

同是前者的气候条件比后者更加炎热、干旱。第二组合的特点是：蕨类孢子大大衰退，无论丰度和分异度均很低，总含量为 1%~7.6%；被子植物花粉越居首位，数量种类繁多，榆科类花粉和栎粉为多，分别是 10%~20% 和 4%~6%，其它花粉还有柳粉、漆树粉、桶形漆树粉、假桶形漆树粉、魏尔漆树粉、南岭粉、盾形南岭粉、江西五边粉、基柱山龙眼粉、圆形光忍冬粉、内棒忍冬粉、光忍冬粉、粗面忍冬粉、百合粉、黄杞粉、胡桃粉、栗粉、桑科 (Moraceae)、芸香粉、冬青粉、三孔沟山榄粉、无患子粉、三角无患子粉、木犀科 (Oleaceae)、五加粉、光五加粉、环带山矾粉以及还残存至南方晚白垩世的特征花粉，如江汉粉、放射江汉粉、皱极粉、小突起粉；裸子植物花粉含量比第一组合有所增长 (10%~41.2%)，仍以麻黄粉为主，具气囊的松柏类花粉明显增多，出现了松粉、雪松粉、罗汉松粉、拟叶枝粉、澳洲南洋杉粉、维囊粉、本内苏铁粉等。从以上孢粉的特点，我们不难看出，被子植物占主导地位，由落叶阔叶的栎、榆、朴和一些常绿阔叶植物为主构成亚热带落叶阔叶-常绿阔叶混交林。另外针叶树种如松、罗汉松以及少量的南洋杉混交出现，可能在垂直分带上要高于落叶阔叶-常绿阔叶混交林。因目前未发现合适的现代植物垂直分带实例与其进行类比，所以在此只能做一推测。上述落叶阔叶-常绿阔叶混交林与第一组合有许多相似之处，仍可认为其分布的海拔高度从几十米至 500 m 左右。松-杉混交林应分布的范围大致从海拔 500± 至 1000 m 以下。这些孢粉资料表明，在晚白垩世时，西宁盆地已形成，周围是低山或丘陵所环绕，其气候远比目前该地气候要炎热，应属亚热带干旱气候 (孙湘君, 1979)。

9.3 小 结

早白垩世，由于受降温事件的影响，使北半球暖潮湿带向南扩张至天山-祁连-秦岭一线附近。在生物分区上也有表现。祁连以北的生物表现出中国北方生物区的特点，以南则表现出南、北生物混生特点。中国北方生物区中，无脊椎动物十分丰富，有叶肢介、昆虫、双壳类、腹足类、鱼类、鸟类、爬行类、介形虫、轮藻和孢粉。中国南方生物区中无脊椎动物和脊椎动物化石发现得很少，介形虫和孢粉、轮藻化石很丰富。以介形虫为代表，表现出中国南方、北方生物混生特点。孢粉组合特点在古气候方面则反映出我国南方生物区在早白垩世地处热带、亚热带偏干旱性气候范围内。

晚白垩世，炎热干旱性气候带不断向北扩展，沉积区范围不断缩小，生物总体特征具有中国南方生物区的特点。通过对西宁附近的晚白垩世孢粉研究表明，西宁盆地周围为低山或丘陵所环绕。在低山上，植物表现出一定的垂直分带性。从几十米至 500 m 左右分布着亚热带落叶阔叶-常绿阔叶混交林，林下地被层由与伞形花科某些属有关的草本植物、麻黄以及少量的蕨类等耐旱植物所构成。500~1000 m 以上为松-杉混交林。总体古气候特征是亚热带干旱气候 (孙湘君, 1979; 王大宁等, 1990)。

第十章 第三纪

在我国自中生代燕山运动之后，第三纪基本上处于一个相对稳定的时期。老第三纪除局部地区有海侵外，其它大部分地区均为陆地，地势起伏平缓，沉积物以细碎屑物为主。气温和大气湿度均高于现代，许多地区都可以见到一套含石膏的红色沉积物。生物类型繁复多样，以被子植物和哺乳动物高度发展为特点。

老第三纪，我国大致以冈底斯山、横断山和南岭为界，以北属北方生物大区中国生物区，以南属亚洲南方生物区西部太平洋生物区。中国生物区又可以秦岭—昆仑山一线为界分为北部西北—华北生物省、东北生物省、南部南方生物省（图 18）。

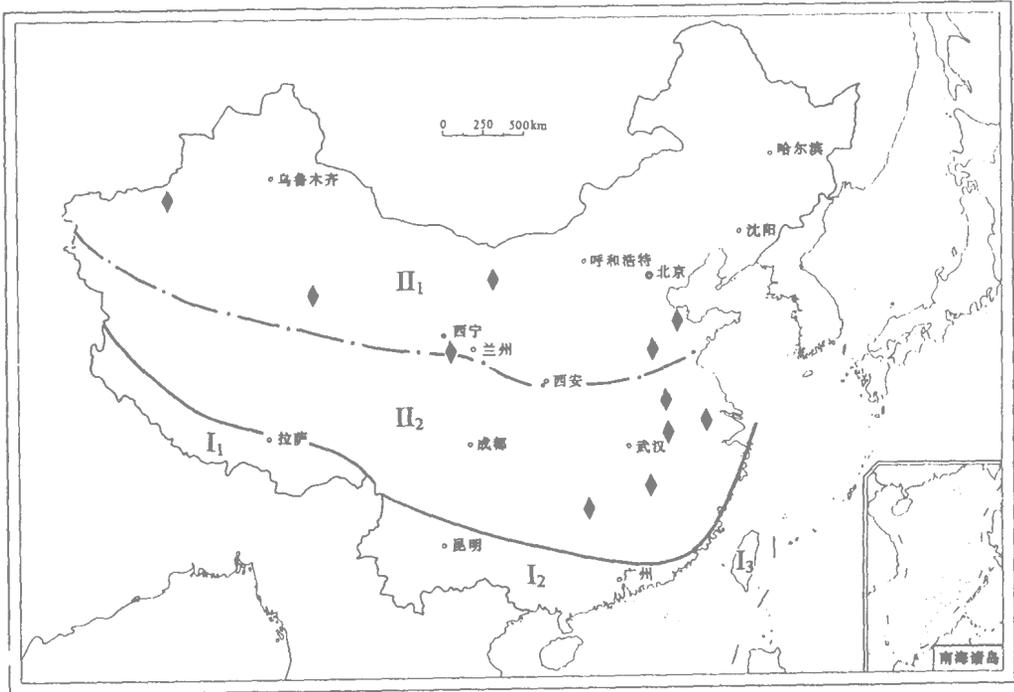


图 18 中国老第三纪生物古地理分区图

(据殷鸿福等, 1988, 略修改)

I. 亚洲南方生物大区, I₁. 喜马拉雅生物省, I₂. 岭南生物省, I₃. 西部太平洋区台湾生物省; II. 北方生物大区, II₁. 华北-西北生物省, II₂. 南方生物省; 图例同图 3

Fig. 18 Palaeobiogeographical map of the Paleogene of China

(modified after Yin Hongfu, 1988)

I. Southern Asian Realm, I₁. Himalayan Province, I₂. South Nanling Province, I₃. West Pacific Region, Taiwan Province; II. Boreal Realm, II₁. North China-Northwestern Province, II₂. Southern China Province; legend is same as Fig. 3

新第三纪，除冈底斯山以南归属北方生物大区外，南方生物大区西部太平洋生物区界线基本上未发生大的变化。北方生物大区中国生物区仍大致以秦岭—昆仑山为界，以北属西北—华北生物省、东北生物省，以南属南方生物省。这些生物省进一步可根据生态环境的差异性再划分出若干个生物亚省。青藏高原北缘本研究区内，整个第三纪均属北方生物大区中国生物区西北—华北生物省（图 19）。因研究程度的关系，暂不进行亚省一级的划分。

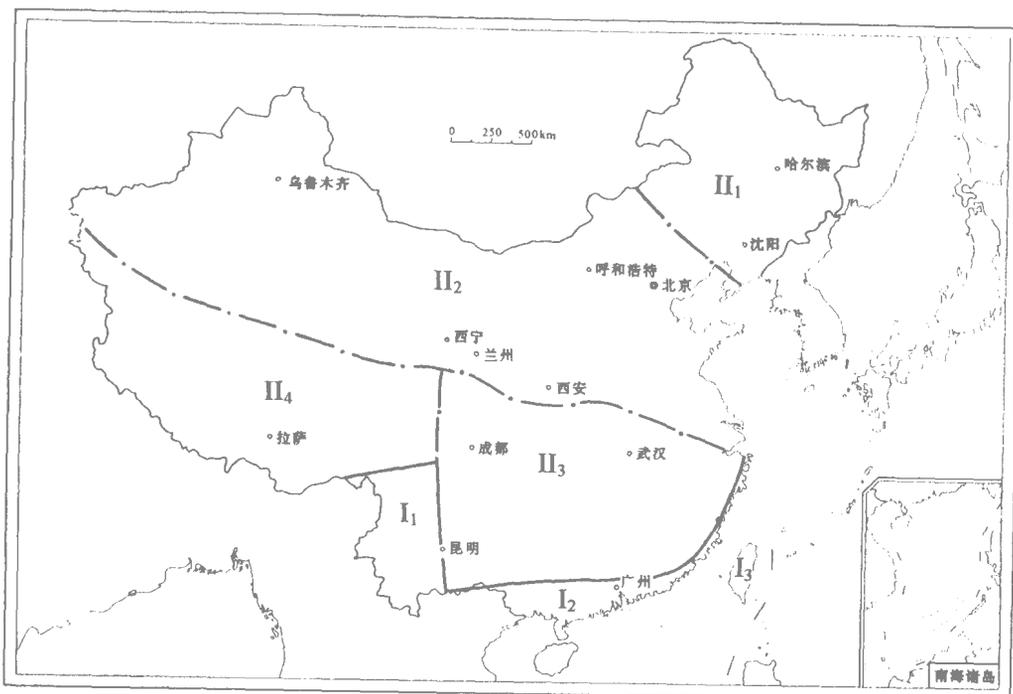


图 19 中国新第三纪生物古地理分区图

（据殷鸿福等，1988，略修改）

- I. 亚洲南方生物大区，I₁. 西南区横断山脉生物省，I₂. 岭南生物省，I₃. 西部太平洋区台湾生物省；
 II. 北方生物大区中国生物区，II₁. 东北生物省，II₂. 西北—华北生物省，II₃. 华南生物省，II₄. 青藏生
 物省；图例同图 3

Fig. 19 Palaeobiogeographical map of the Neogene of China

(modified after Yin Hongfu, 1988)

- I. Southern Asian Realm, I₁. Southwestern Hengduan Mountain Province, I₂. South Nanling Province,
 I₃. West Pacific Region, Taiwan Province; II. Boreal Realm, China Region, II₁. Northeastern China
 Province, II₂. Northwestern China-North China Province, II₃. South China Province, II₄. Qinghai-xizang
 Province; legend is same as Fig. 3

10.1 青藏高原北缘老第三纪生物古地理

10.1.1 古新世—始新世生物古地理

古新一始新世地层在本生物省内分布范围较为局限，集中分布在玉门红柳峡、火烧沟及马城，柴达木盆地鱼卡、路乐河、大红沟、无柴沟、赛西、红水沟、犬牙沟、结禄素、

五采山以及西宁,民和盆地东都中坝、隆治沟、平安白沈家沟、斗里铺、红土庄、冰岭山、大峡、丹麻和车头沟等地。其中玉门和柴达木盆地古新统和始新统未分,仅西宁、民和盆地做了较详细的划分。玉门一带古新—始新统岩性是深棕红和桔红色砂岩、砾状砂岩、砂质泥岩,未见化石。柴达木盆地古新—始新统为一套紫红、暗棕红色砾岩、砾状砂岩和泥质粉砂岩和泥岩,产介形虫 *Ilyocypris*、*Candona*、*Candoniella*、*Darwinula*、*Cyclocypris* 和 *Eucypris?*,轮藻 9 个属 7 个种和 4 个未定种 *Obtusochara brevicylindrica*, *O. breviovialis*, *Gyrogona* sp. . *Charites conica* . *Tectochara ulmensis* . *Hornichara lagenalis* . *H. ginghamensis* . *Aclistochara?* sp. . *Tolypella* sp. . *Sphaerochara* sp. . *Croftiella minutissima* 腹足类 *Planorbis* (《青海省区域地质志》,1991;青海石油管理局地质研究所,1978)。孢粉是以麻黄粉-楝粉-栎粉组合为特色,地质时代为始新世中晚期(青海石油管理局勘探开发研究院、中国科学院南京地质古生物研究所,1985)。该孢粉组合特点是:被子植物花粉占优势,其中楝粉 27.80%,栎 14.10%,栗粉 5.20%;裸子植物花粉以麻黄粉占优势,占总含量的 28.60%;松柏类是以小型小囊单束松粉和小型双束松粉为多,云杉粉很少,喜暖针叶植物花粉也有所显示。上述植物花粉中,亚热带和热带分子就占 32%~52%,并以亚热带落叶阔叶和常绿阔叶乔木母体植物占绝对优势,但也不乏松柏、云杉等山地植物。这表明,柴达木盆地周围山地的植被垂直分带初步形成,其总体特征有些类似于我国中亚热带江南丘陵落叶阔叶-常绿阔叶混交林,其海拔高度约在 500~1000 m 左右。云杉适宜生存高度在 2000 m 以上。

西宁、民和盆地古新统岩性可分为三段,下段为棕红色泥岩夹灰黑、灰绿、黄绿色泥岩及石膏质泥岩;中段为灰黑、黄绿色泥质石膏岩;上段为棕褐、深灰色泥岩夹少量黑色薄层石膏岩以及灰白色泥质石膏岩夹灰黄色泥灰岩。产介形虫 7 个属 11 个种和 1 个未定种 *Cypris decaryi* . *C. magnifica* . *C. favosa* . *Cyprinotus jingmenensis* . *C. paradoxus* . *C. mancus* . *Eucypris cuneata* . *Hemicyprinotus trapezoidea* . *Ilyocypris evidens* . *Cyprois* sp. . *Limnocythere hubeiensis*, *L. weixianensis* 可称为 *Cypris decaryi*-*Limnocythere hubeiensis* 组合。轮藻化石 *Stephanochara breviovialis*, *Neochara squalida*, *Peckichara serialis*, *Rhabdochara kisgyonensis*, *Sphaerochara parvula* (郝诒纯等,1983)。介形虫和轮藻所反映的时代为晚古新世—早始新世。腹足类 *Assimineia (Ovassimineia) fossilis*, *A. (O.) xiningensis*, *Physa qijachuanensis*, *Planorbarius ampullus*(李云通,1988)。王大宁等 1990 将古新世孢粉划分为 5 个组合,第一孢粉组合特点是:被子植物花粉占优势, 61%~79%,主要有山毛榉科、桦科、无患子科及三沟粉、三孔粉;裸子植物花粉 15%~28%,以麻黄粉为主,有少量的具囊松柏类;蕨类孢子 6%~11%。第二孢粉组合特点是:被子植物花粉占 30%~45%,仍以山毛榉科、榆科花粉为主,其次还有芸香粉、大戟粉、漆树粉、忍科粉、三角刺三孔粉、大刺三孔粉、高腾粉、五边粉;裸子植物花粉占 56%~67%,麻黄粉含量高于前一个组合,具囊花粉少;蕨类植物花粉 1%~3%。第三孢粉组合,最重要的特点是:裸子植物占 58.7% 其中麻黄粉占 46.7% . *Parcisporites* 占 8.4% 具囊松柏类仍无大的起色;被子植物占 40.8% 其中栎粉占 10.5%,榆科花粉也占有一定地位。另外热带、亚热带被子植物花粉出现率增高,如黄杞粉、桑寄生粉、无患子粉、山矾粉和山榄粉、山龙眼粉及基柱山龙眼粉等;蕨类孢子占 1%。第三组合总体面貌与新疆库车塔拉克组二段及江西信丰盆地的古新世孢粉组合均有一定的相似性。第四孢粉组合,其特点

是：被子植物花粉占 54.2%，榆科花粉占被子植物总含量的 34%，其中三孔朴粉就占 15%；蕨类孢子含量剧增至 37.8%；裸子植物下降至 8%，并仍以麻黄粉为主。第五孢粉组合，其主要特点又发生了戏剧性的变化：裸子植物重新回到霸主地位，占 39%~68% 其中麻黄粉占 38.7%~59.9%，具囊松柏类含量较以前增高；被子植物略有下降，占 31%~58%，主要分子有肋榆粉、朴粉、忍冬粉、刺三孔粉、山龙眼粉；蕨类孢子含量急剧下降至 1%~3%。纵观上述古新世 5 个孢粉组合的特点，我们大致可以得出这样三幅画面：古新世早期在西宁、民和盆地周围丘陵及盆边地带产有热带、亚热带落叶阔叶（主要有栎、榆、柳、胡桃、忍冬等）与常绿阔叶（山核桃、山龙眼、檀香、漆树、冬青、无患子科等）的混交林，缺乏松柏、杉类植物以及干旱植物麻黄属含量较高等特征，表明气候是较晚白垩世更为干燥的亚热带气候，丘陵的海拔高度与晚白垩世相近，约在 500~1000m 左右。古新世中、晚期，由于山龙眼科植物多样化，麻黄属继续繁盛以及膏岩的出现等特点，说明此时期仍是亚热带干热气候，气温较以前高，林块还是落叶阔叶-常绿阔叶混交林，所不同的是常绿阔叶植物所占比例有所增加，同时也反映出盆地周围丘陵未发生持续隆升，处于休眠阶段。古新世晚期及末期，被子植物林的成分没有大的变化，只是林下蕨类孢子和旱生植物麻黄属有消长的变化，裸子植物仍很少。这说明当时的气温无大的改变，只有干、湿度的交替变化。盆地周围的丘陵海拔高度仍维持原状态。西宁、民和盆地的始新世孢粉可划分为 4 个组合（王大宁等，1990）。第一孢粉组合，其特点是：被子植物花粉含量位居首位 82%~93%；②蕨类植物孢子仍占 5%~17%；裸子植物最少。第二孢粉组合的主要特征是：被子植物花粉仍占 56%~97%；裸子植物由稀少一下跃居第二位占 0~43%；蕨类植物孢子含量进一步下降至 1%~3%。这两个孢粉组合共同特点是：被子植物含量均占统治地位，均以榆科、山毛榉科为主；裸子植物含量不稳定，但仍以麻黄粉为主，具囊松柏类少；③蕨类孢子含量少。第三孢粉组合的特点是：被子植物占主导地位为 90%~96%，其中以朴粉含量最高为 51%~57%，楝粉含量有所增加；裸子植物为 1%~8%，还是以麻黄为主；蕨类孢子含量少且以具环水龙骨孢和小具环水龙骨孢为代表；有少量的草本植物山萝卜粉、蓼属和豆科。该组合总体特征是孢粉类型单调。第四孢粉组合的特点是：孢粉类型较上一个组合丰富；被子植物占 61%~91%，其中栎粉为 1.7%~25%，其次是朴粉和楝粉占 10%~14% 大戟粉为 0.4%~1.6%，无患子粉 2%~5.5%，忍冬粉占 0.4%~1.6%；裸子植物占 8%~37%，其中麻黄粉就达 7.3%~37.3%；草本植物仍含量不多，有豆科、山萝卜粉等。始新世 4 个孢粉组合，可分为早期一晚期和末期一渐新世初期两个时期。始新世早期一晚期，植被景观与古新世晚期相近，是一落叶阔叶-常绿阔叶混交林的植被景观，主要科属有栗、栎、榆、朴、柳、槿木、忍冬、漆树、大戟、椴、枫香、芸香、紫树、檀香、山龙眼、冬青、桃金娘等。但与古新世晚期有所不同的是，麻黄粉显著减少以及有少量水龙骨科、紫萁等蕨类植物和较多与菊科有关的藤本、小乔木或草本植物，这说明此时期的气候仍属亚热带气候，但湿度增大。始新世末期至渐新世初期，虽然植被景观没有大的改变，但麻黄粉又一次显著增高以及松科、铁杉、杉科少量出现，表明：大气湿度降低转为干旱；盆地周围的山体很可能发生了隆升事件，使得亚热带高山植物铁杉、杉科植物先驱分子有了一个合适的生存空间，山体最高处大致在 2000 m 左右。如果我们将西部柴达木盆地的始新世孢粉组合与东部西宁、民和盆地的孢粉组合同时出现高山植物联系起来考虑，我们完全可以大胆地推测在

始新世末—渐新世初，有一次山体隆升事件。

10.1.2 渐新世生物古地理

渐新世沉积物大致分布于祁连山西部肃北别盖、乌兰响水河、疏勒河谷凹地、查干布尔嘎斯、花儿地各山间凹地及敦煌盆地的雁丹图、铁匠沟、西水、五个泉（塔崩布拉克），走廊盆地的—马城、石油河、红柳峡等地，武威盆地阿左旗查干布拉格、乌兰塔塔尔，西宁及民和盆地的车头沟、大峡、马哈拉沟、担水路，柴达木盆地的干柴沟、尖顶山、鄂博梁、红柳泉、油砂山、黄石、七个泉、茫崖坳陷等地。各地岩性有差异，在祁连山一带为桔红色砂岩、砾状砂岩、泥岩含薄层石膏；在西宁和民和盆地下段为灰绿、灰白、棕色石膏岩与棕色泥岩互层，上段为棕色泥岩夹白色板状石膏岩及棕红、灰绿色结晶石膏岩。产腹足类 8 个属种或未定种 *Monacha (Metatheba) sp.*、*Phenacolimax (Gallandia) sp.*、*Tri-pogo cf. nanus*、*Planorbis cf. youngi*、*Campeloma sp.*、*Pseudominicola sp.*、*Kwangsispira sp.*、*Hippeutis sp.*；双壳类 2 个属种（甘肃省地质局区域地质调查队，1984）。介形虫约 5 个属 20 个种或亚种或未定种 *Cyprinotus dongyuemiaoensis*、*C. gregarius*、*C. unequalis*、*Eucypris stagnalis*、*E. koktalensis*、*E. milagouensis*、*E. ooniformis*、*E. gemella*、*E. ? subellipsoides*、*Moenocypris sp.*、*Candona bullata*、*C. kirgizica*、*Ilyocypris bicrenata*、*I. cornae*、*I. ellipsoides*、*I. contracta*、*I. errabundis*、*I. manasensis confrogosa*、*I. pronata*、*I. declivis*；轮藻约有 7 个属 11 个种 *Charites cf. producta*、*Ch. minutissima*、*Sphaerochara subquadrata*、*S. minheensis*、*S. parvula*、*S. biamboaria*、*Gyrogonia qianjiangica*、*Maedlerisphaera chinensis*、*Grovesichara minheensis*、*Pseudolatochara aechma*、*Obtusochara jingzhouensis*、*Cyprinotus jucundus*（郝诒纯等，1983）。介形虫以 *Ilyocypris ellipsoidea-Eucypris milagouensis-Cyprinotus jucundus* 组合为代表，其中 *Ilyocypris manasensis confrogosa*、*Cyprinotus gregarius*、*Eucypris koktalensis* 见于新疆伊犁盆地北部及独联体斋桑盆地渐新一中新统，而 *Ilyocypris errabundis* 则是我国准噶尔盆地、渤海地区以及独联体斋桑盆地的常见分子。轮藻 *Gyrogonia qianjiangica*、*Pseudolatochara aechma* 和 *Maedlerisphaera chinensis* 均是我国南方地区中、晚始新世至渐新世轮藻化石群的重要成员。渐新世哺乳动物可划分为四个动物群，早渐新世查干布拉格哺乳动物群，产于内蒙古阿左旗查干布拉格，共有 6 个属 7 个种，即谷氏大角雷兽 *Embolotherium grangeri*，阿拉善副卡地犀 *Paracadurcodon alashanensis* 阿拉善强中兽 *Harpagolestes alxaensis* 大全脊獭 *Teleolophus magnus*，中间全脊獭 *T. cf. medius*，素海图副两栖犀 *Paracadurcodon suhaituensis*（齐陶，1981）。中渐新世塔塔尔哺乳动物群，产于内蒙古阿左旗塔塔尔，约有 28 个属 42 个种：*Palaeohyp-sodontus cf. asiaticus*、*Hanhaicerus qii*、*Eumeryx culminis*、*Palaeoscaptor acridens*、*Amphochinus rectus*、*Amphochinus cf. rectus*、*Desmatolagus cf. gobiensis*、*D. pusillus*、*Sinolangomys kansuensis*、*S. major*、*Tataromys ulantatalensis*、*T. bohlini*、*T. cf. sigmodon*、*T. sigmodon*、*T. plicidens*、*Leptotataromys gracilidens*、*L. minor*、*L. cf. gracilidens*、*?Karakoromys decessus*、*Parasminthus asiaecentralis*、*P. tangingoli*、*P. parvulus*、*Gobiosminthus qiui*、*? Gobiosminthus sp.*、*Shamosminthus tongi*、*? Tupaiodon sp.*、*? Bohlinotona sp.*、*Cyclomytus lohensis*、*Plesiosminthus cf. tangingoli*、*Selenomys mimicus*、*Anomoemys lohculus*、*Prosciurus sp.*、*Eucricetodon sp.*、*Heosminthus sp.*、*Schizotherium cf. avitum*、*Ardynia cf. mongoliensis*、*Tsaganomys altaicus*、*T. minutus*、*Ordolagus teilhardi*、*? Hyaenodon sp.*、

Cadurcodon sp. . *Aceratherium* sp. . *Palaeohypsodontus* sp. . *Didymoconus* cf. *herkeyi* (黄学诗, 1982, 1985a, b, c, 1986, 1987, 1992, 1993 ; 王伴月、王培玉, 1991)。晚渐新世分为两个哺乳动物群, 即沙拉果勒哺乳动物群和塔崩布拉克动物群。沙拉果勒哺乳动物群产于青海境内党河流域南岸的石墙子沟和五道垭峪, 计有 8 个属 16 个种: *Palaeoerinaeus* cf. *acridens* . *Desmatolagus shargaltensis* , ? *D. parvidens* . *D. largespecies* . *Sinolagomys kansuensis* . *S. major* . *S. gracilis* . *S. minor* , *Tachyoryctoides obrutschewi* . *T. intermedius* . *T. pachygnathus* . *Karakoromys* cf. *decessus* . *Leptotataromys gracilidens* . *Tsaganomys altaicus* . *Didymoconus* sp. . *Indricotherium* sp. . (布林, 1937)。塔崩布拉克动物群产于自敦煌盆地南缘的五个泉子、雁丹图、铁匠沟、西水一带, 计有 20 个属种: *Palaeoerinaeus kansuensis* . *P. minimus* . *P. cf. rectus* , ? *Erinaceidae* . *Soricidae* , ? *Talpidae* . *Desmatolagus* sp. . *Sinolagomys kansuensis* . *S. major* , ‘*Sciurus*’ sp. . *Parasminthus asiae centralis* . *P. tangingoli* . *P. parvulus* . *Tachyoryctoides* sp. . *Tataromys grangeri* . *T. sigmodon* . *T. cf. plicidens* . *Yindirtemys woodi* . *Sayimys obliquidens* , ? *Didymoconus* sp. . *Lagomorpha* . *Carnivore* . *Proboscidea* . *Cervidae* . *Bovinae* . *Rhinocerotidae* , ? *Schizotherium* sp. . ‘*Kansupithecus*’ sp. . aff. *Gomphotherium connexus* (布林, 1942, 1946)。这个动物群是以小型哺乳动物如兔类、啮齿类和食虫类等为主, 生活于开阔草原或山地地带。渐新世孢粉化石在柴达木盆地见于干柴沟、七个泉、红柳泉、尖顶山以及茫崖坳陷一带, 可分为两个组合。第一个组合称拟白刺粉-青海粉-麻黄粉组合, 其特点是: 被子植物占优势 (69.05% , 其中拟白刺粉占 39.85% 青海粉占 9.05% , 另外栗粉、栎粉、椴粉以及桦科、榆科花粉也出现, 但数量较少; 裸子植物次之 (30.75%) , 其中麻黄粉就占 22.06% , 松柏类仅占 9.60% , 以单、双束松粉为多, 其它依次是云杉粉、雪松粉、铁杉粉、油杉粉及罗汉松粉; 蕨类孢粉近乎消失; 草本植物的花粉类型及数量均有不同程度增加。第二个组合称麻黄粉-拟白刺粉-藜粉组合, 特点是: 裸子植物与被子植物花粉含量近乎平分秋色; 裸子植物花粉总含量 53.01% , 其中具囊花粉就占 26.14% , 单、双束松粉含量也较高, 且种类繁多, 次为云杉粉、冷杉粉, 雪松和罗汉松粉虽然含量少, 但种类较多; 麻黄粉含量仍很高; 被子植物花粉占 46.86% , 黄花序植物繁盛, 主要有桦粉、拟桦粉、榆粉、椴粉、胡桃粉、黄杞粉、枫杨粉以及柳粉等, 而栗粉、栎粉和椴粉等开始衰退; 水生植物含量虽不高, 但种类较多, 如眼子菜粉、黑棱粉、单孔四合体粉及短棒睡莲粉。从以上两个渐新世孢粉组合, 我们可以得到如下信息: 古气候方面属北亚热带气候, 大气湿度仍不高; 柴达木古湖盆已形成, 在岸边生长有类型较多的水生植物; 湖盆周围地区的植物多为灌丛, 主要代表有蒺藜科的白刺和麻黄植物, 乔木零散分布; 由于裸子植物中云杉、冷杉、雪松和罗汉松虽含量不多, 但种类有增多的趋势。表明山体的高度已达到适合松科生长的高度。云杉、冷杉在我国大巴山、川西高山等地分布。其分布下限约在 2000 m 以上 (中国科学院植物所, 1980)。由此推测, 柴达木盆地周围某些山体上升的高度, 最大已达到 2000 m 左右。

在西宁、民和盆地车头沟、大峡、马哈拉沟和担水路等地所产的渐新世孢粉化石, 可划分为三个组合 (王大宁等, 1990)。第一孢粉组合, 其特点是: 被子植物占 61% 其中以亚热带分子椴粉为主, 平均含量可达 24.2% , 其他热带、亚热带分子如冬青粉、化香树粉、栗粉、昆栏树粉、棕榈粉虽含量不多, 但常见, 阔叶落叶树种有栎粉、胡桃粉、大戟

粉、朴粉、肋榆粉；裸子植物中，麻黄粉仍较高，而松粉、罗汉松粉、雪松粉以及云杉等杉科花粉含量不高；双子叶草本植物花粉有显示。第二孢粉组合，特点是：裸子植物跃居首位，平均占 58% 其中麻黄粉占 28%，松粉较以前增加，云杉由上一个孢粉组合的 1% 增至 13.6%，还出现了铁杉和冷杉；被子植物平均占 41%，组合内容与前一个组合相比，变化不大，只是棕榈粉、冬青粉、杨梅粉、黄杞粉等未见，双子叶草本植物有所增加。第三孢粉组合产于谢家组的下段，特点是：被子植物平均占 78%，其中桦科、朴粉为主，楝粉和栎粉与第一组合相比较有所下降，热带、亚热带分子昆楝树、枫杨粉、化香树粉、枫香粉等仍有少量存在，双子叶草本植物以藜粉为主，其次还有菊科、旋花科、老鹳草等；裸子植物平均占 21%，麻黄粉含量下降到 3.5%，铁杉有所增加，云杉和松属略有减少。上述三个孢粉组合的特点反映出以下几个方面：热带、亚热带植物虽较以前明显减少，但仍有少量存在以及铁杉（在现代亚热带高山云杉-冷杉林中，常具铁杉，但在温带山地则没有）的出现并有所增多，表明此时期的气候还是亚热带气候，只是麻黄始终存在以及晚期藜科的大量增加，反映出大气湿度一直很低；草原已初步形成，盆地周围山地植物垂直分带，由下至上是落叶阔叶-常绿阔叶林（低山区 1000~1500 m）、落叶阔叶与雪松和罗汉松等针叶树种构成针阔混交林（中山区 1500~2000 m±）、云杉-冷杉林（高山区 2000~2500 m 左右）该云杉-冷杉林可与现代的川西高山云杉-冷杉-铁杉林比较，平均海拔高度在 2500 m 左右。

10.2 青藏高原北缘新第三纪生物古地理

10.2.1 中新世生物古地理

中新世地层分布于北山地区的马莲井、驼马滩、狼娃山北、白疙瘩西、音凹峡以东的山间凹地，敦煌盆地的塔崩布拉克地区，玉门盆地的老君庙、石油沟，酒泉盆地的文殊山，张掖盆地，金塔盆地，武威盆地吉兰泰，祁连山西部石包城凹地，野马河谷凹地、党河谷凹地、疏勒河上游凹地波罗沟、大哈尔腾河谷凹地红崖子、响水河以及祁连县高寨子，陇中西宁盆地、兰州盆地、陇西静宁盆地、靖远地区和平城堡凹地，陇东盆地以及秦岭西部各山间凹地。因各盆地内岩性、相变较大，现以研究较详的陇中贵德、化隆两盆地岩性为例。谢家组（谢家期）为浅棕黄色泥岩夹黄绿色、灰绿色泥岩、砂砾岩透镜体，具石膏脉及石膏小晶体。车头沟组（山旺期）为浅棕色、浅黄棕色块状泥岩夹橙灰色石膏质砂岩及砂砾岩透镜体。咸水河组（通古尔期）下部为红、蓝灰色含砾、砂和结核的泥岩、粉砂岩砂砾岩交替韵律层；上部为紫红、桔红色泥岩、粉砂岩，时夹砂岩和细砾岩。查让组（坝河期）为土黄、灰紫色砾岩、砂砾岩、砂岩、泥岩，中小型交错层理发育。下东山组（保德期）为紫、灰、绿、褐等不同色调的泥岩、粉砂岩、砂岩及少量细砾岩组成，偶夹灰岩。目前对中新统的划分有了一些新认识，在这里本文采纳了邱占祥和邱铸鼎（1990）、谢骏义（1991）、谷祖纲等（1992）的划分方案，即把原划入上新统保德期三趾马动物群归入中新世最晚期。

新第三纪在本研究区内，由于无脊椎动物化石和轮藻产出零星，研究程度较低等诸多原因，因此现将柴达木和西宁、民和盆地研究较详的化石名单列举如下。腹足类 *Assiminea violacea* . *Planorbis planorbis* . *Planorbarius corneus* . *Valvata* sp. . *Hydrobia* sp. . *Segmenti-*

na sp. . *Vallonia* sp. (青海石油管理局地质研究所, 1978)。介形虫可分为两个组合：早中新世 *Cyprinotus xiningensis-Limnocythere faceta* 组合, 计 4 个属 16 个种 其中 *Ilyocypris* 就占 10 个种；中中新世 *Amplocypris daxiaensis-Cyprinotus callicorotus-Eucypris magna-Mediocypris lenis* 组合, 有 15 个属 46 个种, 其中 *Mediocypris* 产于独联体高加索和斋桑盆地、匈牙利以及中国准噶尔和吐鲁番的中新统, 可与准噶尔盆地南缘的沙湾组—塔西河组的介形虫动物群进行对比。轮藻化石计 10 个属 23 个种 (郝诒纯等, 1983)。新第三纪哺乳动物化石的排序及分期, 本文采纳了邱占祥、邱铸鼎 (1990) 意见, 现分述如下。早中新世 (谢家期)：谢家地方哺乳动物群, 产于青海湟中田家寨谢家村以北约 1 km 处, 共计 13 个属种 (李传夔、邱铸鼎, 1980; 邱占祥、邱铸鼎, 1990), 在这个地方哺乳动物群中, 大多数种类生活于开阔草原或山边地带, 如竹鼠类、梳趾鼠类和鼠兔类, 另外在这个地区还发现许多草鱼的喉齿, 表明在草原或山边地带存在着一些水草茂盛的浅水湖沼, 也许该地的小生态气候并非很干旱 (李传夔等, 1981); ② 兰州地方哺乳动物群, 产自兰州火车站南皋山北坡, 共 6 个属种 (邱占祥、谷祖刚, 1988); 张家坪地方哺乳动物群, 产自兰州以北约 30 km 处, 初步鉴定有 *Tachyoryctoides*, *Hyaenodon*, *Schizotherium*, *Aprotodon* 以及巨犀和一段象门齿, 近似动物群产于兰州东乡县西椒子沟, 有 *Dzungariotherium or-gosensis*, *Paraentelodont macrogathus* 以及一种原始的犀类和一段象的门齿 (邱占祥等, 1990)。中中新世山旺期的车头沟地方哺乳动物群, 产于青海民和车头沟、齐家沟口, 大致相当于该时期的植物化石发现于青海泽库, 经郭双兴 (1990) 研究计有 11 个属 12 个种, 通过与现代相应植物比较 (表 4), 我们可以得知泽库地区是暖温带或北亚热带的干旱气候, 平均海拔高度约在 1000~1500 m \pm , 在植物水平分带方面, 河湖岩边生长着湿生、沼泽和水生的草本植物, 高河、湖较远处生长着能适应干旱环境的木本植物, 山地上生长着裸子植物。中中新世通古尔期：咸水河地方哺乳动物群, 产于甘肃永登 (邱占祥、邱铸鼎, 1990); 西宁地方哺乳动物群, 产自青海西宁盆地吊沟、乐都、齐家和李二堡 (邱铸鼎等, 1981; 李传夔等, 1981); 安中地方哺乳动物群, 产于青海贵德黑峡沟, 化隆安中沟、查让沟 (谷祖纲等, 1992); 近似动物群, 见于甘肃肃北以西约 26 km 处的阿尔金山北麓塔崩布拉克, 另外在该地区带存在一个以陆龟化石为主的中中新世动物群 (布林, 1942、1946)

新第三纪早、中中新世孢粉化石主要见于柴达木盆地茫崖、尖顶山、黄石、鄂博梁地区, 民和盆地车头沟、田家寨和担水路。柴达木盆地早、中中新世孢粉组合, 可称之为桦科-藜粉-凤尾蕨科组合, 特点是：裸子植物与被子植物平均含量近于相等; ②裸子植物占 49.30% 其中麻黄占 18.35%, 松柏类具囊类型占 30.60%, 主要是云杉粉、双束松粉和单束松粉, 其次是雪松、铁杉、油杉以及罗汉松科; 被子乔木植物以桦科为多, 次为榆科、胡桃科, 偶见木棉粉, 灌木、旱生草本被子植物以藜粉为多, 拟白刺粉、石竹粉、管花菊粉、蓼粉均占一定位置, 另外还有苣荬粉、蒿粉、金粟粉、瓦克拉维粉, 水生植物有眼子菜、黑三棱, 蕨类植物仅占总含量的 1.39%。这些特点所反映出的古气候和古地貌景观是：北亚热带或暖温带气候; 在古湖盆或小水体的滨岸边生长着水生植物眼子菜和黑三棱, 远离湖泊的平原上, 灌木和草原相间混生。在盆地周围的山区, 植被垂直分带, 由低至高依次是落叶阔叶林, 阔叶—针叶混交林和云杉—铁杉林。在西宁、民和盆地早、中中新世孢粉可划分为三个组合 (王大宁等, 1990)。早中新世孢粉组合, 特点是：被子植

表 4 青海泽库中新世植物群及其相应现代植物的性状和分布表

(引自郭双兴, 1980)

Table 4 Distribution and characters of the Miocene flora and its related modern plants at Zeku, Qinghai

(after Guo Shuangxing, 1980)

化石名称	相应现代植物			
	名称	性状	分布	海拔高度/m
<i>Taxus qinghaiensis</i>	<i>T. chinensis</i>	常绿乔木	陕西、甘肃南部, 长江以南山地	1000~2000
<i>Salix</i> sp.	<i>S. melca</i>	落叶灌木	西北山地	900~1600
<i>Ranunculus anosclcratus</i>	<i>R. sceleratus</i>	一年生草本	北温带湿地	
<i>Cercis miochinensis</i>	<i>C. chinensis</i>	落叶灌木	西南、黄河中、下游	250~1650
<i>Podogonium ochningense</i>	<i>Gleditsia heterophylla</i>	落叶灌木或小乔木	黄河中、下游山坡	350~1300
<i>Leguminosites</i> sp.	Leguminosae			
<i>Acer pseudocarpinifolium</i>	<i>A. carpiniifolium</i>	落叶乔木	日本本州、四国、九州山地	
<i>Acer subginnala</i>	<i>A. ginnala</i>	落叶灌木	东北及黄河中、下游	500~1000
<i>Carpites chakaensis</i>	Rosaceae			
<i>Typha latissima</i>	<i>T. latifolia</i>	多年生草本	北温带沼泽和水池	
<i>Phragmites oeningensis</i>	<i>Ph. communis</i>	多年生草本	北温带湖沼及湿地	
<i>Cyperacites</i> sp. 1	cf. <i>Cerax</i>	多年生草本	北半球湿地	

物平均占 60% , 其中以柔荑花序类和榆粉占主导地位, 圆形榆粉较前显著增加, 在这里有必要说明的是圆形榆粉目前只发现于俄罗斯平原中新统和我国渭河盆地的下一中新统; 被子植物中的大部分热带、亚热带分子如化香树粉、枫香粉、枫杨粉等均消失, 仅见卵形芸香粉、黄杞粉和中新榉; 双子叶草本植物有豆科、藜科和菊科等; 裸子植物中仍以云杉 (4%~27%) 和松粉 (0~18%) 为主, 其次见有铁杉、罗汉松等。中中新世孢粉可分为两个组合, 第一组合特点是: 被子植物平均占 61%, 草本植物在该地区地质历史上, 首次在组合中占有主要地位, 其次水生草本植物眼子菜平均占 17% , 也占有显著的位置; 热带、亚热带被子植物分子近乎消失; 裸子植物还是以云杉 (9%~47%) 和松粉 (0~5%) 为主。第二组合特点是: 被子植物占绝对优势, 平均占 95%, 其中木本植物很单调, 主要是榆粉, 平均占 12.5% 栎粉平均占 13.5% 桦科粉平均占 4% 草本植物藜科平均占 56.5% , 而水生草本植物已大大衰退; 裸子植物仍以云杉和松为主。上述早、中中新世三个孢粉组合明显地反映出三个时期的古地理景观。早中新世, 盆地内的草原已初具规模, 周围山区植物由下至上垂直分为: 落叶阔叶-常绿阔叶混交林; 阔叶-针叶混交林; 云杉-铁杉林。由于此时期干旱植物麻黄粉含量少以及热带、亚热带植物的存在, 反映出

古气候应是北亚热带温暖湿润的气候。中中新世早期,在该区的植被草原已完全成为植被的主要景观。湖沼点缀在其上。湖岸边生长着大量水生植物眼子菜。低山区以落叶阔叶树种为主,常绿阔叶树种变得稀少,高山区云杉林持续繁盛。中中新世晚期,草原上的水体面积萎缩,耐旱的藜科植物大量增加。低山区木本植物树种很单调,主要有榆、栎、桦科等落叶阔叶树种。常绿的热带、亚热带树种近乎消失。这些特点反映出气候向凉爽干燥方面发展。晚中新世坝河期,在本研究区内,能确认属晚中新世坝河期的动物群仅有 2 个(谷祖纲等, 1992): ①柴达木地方哺乳动物群,产于柴达木盆地北缘绿梁山、锡铁山南缘的南八仙、东陵丘和大红沟,计有三棱齿象(邓太平, 1987)等; 群科地方哺乳动物群,产自青海尖扎群科(谷祖纲等, 1992),这个哺乳动物群是以个体大、齿冠高的三趾马、羚羊和古麟等草原型动物为主要特征,代表草原环境。最晚中新世保德期: 水泉沟地方哺乳动物群,产于甘肃静宁水泉沟(张玉萍等, 1961; 袁复礼等, 1984),该哺乳类动物群是生活在介于森林和草原之间的地带; 王家山地方哺乳动物群,产于甘肃临夏王家山(甘肃地质局区域地质调查队, 1984); 东乡地方哺乳动物群,产于甘肃东乡(邱占祥, 1991); 邢家湾地方哺乳动物群,产自甘肃永登邢家湾(张行, 1993); 松山地方哺乳动物群,产于甘肃天祝松山(郑绍华等, 1982; 郑绍华, 1982a、1982b),该哺乳类动物群的生态类型属森林-草原型; ⑥下东山地方哺乳动物群,产于贵德盆地阿什贡、红柳滩、热水滩、贺尔加、多雷仓,化隆盆地牙石尔、下车山和群科(谷祖纲等, 1992)在这个哺乳动物群中, *Hipparion platyodus* 是一种个体中等、短腿、下颊齿双叶的典型森林型三趾马。 *Gomphotherium*、*Axis* 和 *Castor* 主要生活于森林或森林与草原间的过渡带,总体特征是以森林动物为多的森林-草原混合型; ⑦红崖子地方哺乳动物群,产自疏勒河上游波罗沟、大哈尔腾河中上游红崖子、响水以及祁连县高寨子(邓太平, 1987; 张兴德等, 1988),与上述动物群相似的哺乳动物群也发现于阿拉善左旗克阿林,化石有眶窝三趾马和龟科(王伴月等, 1991)。最晚中新世孢粉化石,主要见于柴达木盆地尖顶山、油泉子、大风山等地,有三个孢粉组合。其中藜粉-麻黄-铁杉粉组合的特点是: 被子植物花粉平均含量 86.7%,其中旱生草本植物藜粉含量最高,达到 36.08%,水生草本植物占 20.50%,眼子菜为主,次为黑三棱粉、短棒睡莲粉,木本植物桦科、榆科大大衰落; 裸子植物平均含量 32.6%,麻黄占 17.92%,松柏类具囊分子占 13.83%,是以云杉为主,次为单、双束松粉、油杉、铁杉以及雪松和罗汉松粉均有表现。松科-菊科-藜粉组合的特点是: 被子植物平均含量 59.12%,仍以旱生草本植物为主,但藜粉含量比以前明显减少,菊科粉增多,水生草本植物占 13.52%,类型较前一个组合多样化,如眼子菜、黑三棱、单孔四合体、莎草及睡莲粉等属,乔木植物占 4.55%,有山毛榉、楝粉、无患子、桦科、榆粉、胡桃科、中华木犀以及灌木植物杜鹃; 裸子植物平均含量为 39.91%,麻黄占 16.65%,松柏类具囊花粉的占 26.5%,以云杉为多,亚热带针叶植物油杉、雪松、铁杉、罗汉松科等占 6.4%,计有 30 余种。蒿粉-麻黄粉-藜粉组合的特点是: 被子植物平均含量为 64.42% 草本植物菊科最丰富,其中尤以蒿粉含量最高为 18.33%,水生草本植物约占 6.58%,乔木被子植物桦科、榆科和胡桃科均零星出现,裸子植物平均含量为 34.58% 麻黄粉占 20.08% 松柏类具囊花粉的占 14.5%,它们是云杉、双束松粉、单束松柏以及雪松粉、油杉粉、铁杉粉和罗汉松粉; 蕨类孢子零星出现。从以上三个孢粉组合的特点可以反映出以下几个特征: 旱生的植物始终是以高含量存在,以及亚热带高山区针叶植物云杉、铁杉、油杉、雪松、罗

汉松等持续以中等含量出现，表明柴达木盆地尚未脱离亚热带北部边界，但大气湿度一直不高，并向干旱草原化发展；云杉-铁杉林对环境要求较为严格，目前在我国中南部山区中，一般生长在海拔高度约在 2500m±，是高山区标志植物；中新世最晚期水生植物不断由多至少，这很可能反映出，由于古昆仑山脉进一步隆升，造成暖湿气流不能入侵，雨水更少，柴达木古湖盆进入衰亡阶段。

10.2.2 上新世生物古地理

在本研究区内，上新世（高庄—游河期）地层分布范围很小，目前仅见于贵德盆地贺尔加、阿米岗、叶日茅、山坪南、白石崖和化隆盆地洛尔藏沟上滩。主要是一套以青灰、棕红色砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩为主的地层，具大型交错层理，属河湖相沉积，含有贺尔加地方哺乳动物群（谷祖纲等，1992）。

10.3 小 结

通过对本研究区第三纪生物群的讨论，我们可将其归纳为如下几个特点：本研究区始终处在北亚热带北部范围内，大气湿度一直很低，并向干旱草原化方向发展；孢粉研究结果表明，柴达木和西宁、民和盆地周围山体的隆升自始新世已经开始，隆升的方式为脉动式，在区域上隆升幅度呈现出不均一性。现以柴达木盆地为例，在始新世晚期，柴达木盆地周围山体植被垂直分带已初步形成，低山区以亚热带落叶阔叶和常绿阔叶林占优势，海拔高度约在 500~1000 m。高山区适宜云杉林生存的高度在 2000 m 以上；渐新世时亚热带的高山区树种云杉、冷杉以及雪松和罗汉松虽含量不高，但种类有所增长，推测海拔高度在 2000 m 以上；早、中中新世时山地植被垂直分带由低至高依次是落叶阔叶林、阔叶-针叶混交林、云杉-铁杉林（估计海拔高度在 2500 m 左右）；在最晚中新世时亚热带高山针叶植物云杉、铁杉、油杉以及雪松和罗汉松等持续发展，同时考虑到总体气候向干旱和凉爽方向变化等特点，推测海拔高度在 2500m±，这一高度与闵隆瑞（1987）根据地貌分析得到的海拔高度 2200 m 相近；柴达木古湖盆雏形形成于渐新世晚期，早至最晚中新世早期为古湖盆全面发展阶段，最晚中新世晚期为古湖盆衰亡阶段；西宁、民和古湖盆大致形成于渐新世，中中新世中期达到全盛时期，中中新世晚期水体面积明显缩小。

第十一章 第四纪

第四纪青藏高原及其北缘正处于“多事之秋”的时期，高原及周边山系不断隆升，冰期与间冰期气候交替出现，使得植被分化更趋于复杂化，动物分异度显著下降。青藏高原北缘在生物地理分区上与现代生物地理区相似，属北方大陆大区（或全北界），中国北方生物区西北生物省（图 20），其第四纪沉积物主要分布在祁连山北麓的额济纳旗盆地、酒泉和雅布赖盆地，祁连山南麓的敦煌和昌马盆地、柴达木盆地、共和盆地以及兰州等地区，岩性因地而异。

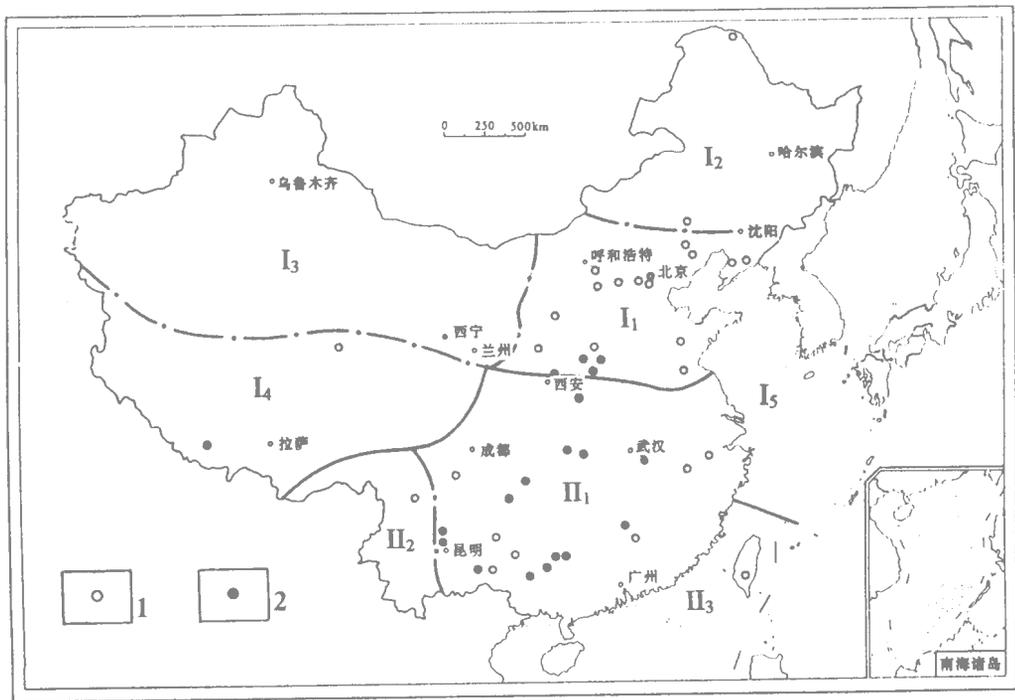


图 20 中国第四纪生物地理分区图
(据殷鸿福等, 1988, 略修改)

I. 北方生物区, I₁. 华北生物省, I₂. 东北生物省, I₃. 西北生物省, I₄. 青藏生物省, I₅. 北部海域生物省; II. 华南生物区, II₁. 华南生物省, II₂. 横断山生物省, II₃. 南方海域生物省; 1. 智人; 2. 直立人; 其他图例同图 3

Fig. 20 Palaeobiogeographical map of the Quaternary of China
(modified after Yin Hongfu, 1988)

I. Boreal Region, I₁. North China Province, I₂. Northeastern China Province, I₃. Northwestern China Province, I₄. Qinghai-Xizang Province, I₅. North China sea Province; II. South China Region, II₁. South China Province, II₂. Hengduan Mountain Province, II₃. South China sea Province; 1. *Homo sapiens*; 2. *Homo erectus*; legend is same as Fig. 3

11.1 中国北方生物区西北生物省

11.1.1 早、中更新世生物地理

祁连山北麓的额济纳旗盆地、酒泉盆地及雅布赖盆地中更新统和下更新统为河湖相沉积，产腹足类、鲤鱼科和介形虫以及孢粉化石。早更新世孢粉组合，在额济纳旗和雅布赖盆地的特点是：草本植物总含量高于木本植物；未见高山针叶植物。在酒泉盆地的孢粉特点是：木本植物总含量高于草本植物，落叶阔叶林植物有桦属、栎属、漆属及桑科，高山针叶植物有云杉；旱生草本植物藜科、蒿属和麻黄科有一定含量出现。这表明在祁连山北麓早、中更新世为一望无际的大草原，草原上点缀着一些河流和湖泊。木本植物在祁连山具垂直分带，中、低山区为落叶阔叶桦-栎林和落叶阔叶-针叶混交林，高山区为暗针叶林——云杉林。总体气体特征是向干、冷气候方向发展。中更新世孢粉组合特点是：木本植物花粉占总含量的60%以上，其中松属30%~50%、云杉20%左右、栎20%左右，其次还有铁杉、桦属、五加科等；草本植物以藜科和豆科为主（王永田，1985）。总体特征与早更新世基本相近，只是高山暗针叶植物铁杉与云杉同时出现，说明当时高山区的小生态气候应是湿润多云雾较凉的环境。祁连山南麓敦煌和昌马盆地中、下更新统为河湖相沉积。早更新世孢粉组合均为草本植物，种类单一，仅见蒿属和禾本科，反映出草原植被景观。中更新世孢粉面貌，草本植物占含量的95%，仍以蒿属（50%）和禾本科（30%）为主，其次还有莎草科、石竹科；木本植物偶见胡桃纒属、木犀科和胡秃子科等。这表明祁连山南麓大气候仍较干冷，但至中更新世气候为冷、温暖气候波动。温和气候条件下，胡桃得以发展。植被特征仍是稀疏阔叶林草原景观。柴达木盆地第四纪沉积普遍发育，现以盆地中心达布逊湖钻孔剖面为例，早、中更新世化石有腹足类 *Galba pervia*, *Gyraulus sibiricus*, *G. grecleri* var. *stromi*, *G. laevis*, *Armiger crista*, *Vollonia* sp., *Valvata* sp., *Radix* sp., *Succinea* sp., 等与我国华北三门组及独联体中、下更新统的腹足类化石面貌相近。介形类 *Qinghaicypris crassa*, *Candoniella lactea*, *Ilyocypris* sp., *Cypris* sp., *Limnocythere fontinalis*, *Cyclocypris* sp., *Eucypris concinna*, *Cyprinotus salinus*, *Cyprideis* sp. 等，其中 *Qinghaicypris crassa* 在青海地区为比较特征的第四纪分子。轮藻 *Tectochara globula*, *T. diluviana*, *T. miriani*, *T. huangi*, *T. helvetica*, *Sphaerochara* sp., *Charites* sp. 早更新世孢粉是以水生植物孢子总含量为50%~63.2%，有时高达94.2%为特征，常见分子主要有竹玉科、眼子藻和槐叶萍，反映出水体为淡水或半咸水环境。中更新世孢粉是以草本和灌木为主，总含量为45%~71.93%。木本植物，落叶阔叶植物中柳含量为8%~31%；针叶植物云杉和松属含量仅占3.3%。总观上述孢粉特点，反映出早更新世柴达木湖盆水体面积较大，水生植物发育。中更新世湖盆面积渐收缩，草原面积增大。此外，在冷湖镇一带还产有我国华南中更新世剑齿象-大熊猫动物群的主要分子东方剑齿象（《青海省区域地质志》，1991）这可能表明中更新世某个时期气候是相当温暖的。青海东部共和盆地达连海和克才村一带的早、中更新世孢粉经唐领余、汪世兰（1988）研究，可划分出6个孢粉带：带 I *Piceapollenites-Pinuspollenites-Chenopodiaceae-Polypodiaceae*；带 II *Pinuspollenites-Ulmipollenites-Ulmaceae-Betulaceoipollenites-Artemisiaepollenites-Polypodium*；带 III *Chenopodiaceae-Artemisiaepollenites-Ephedripites*；带 N *Piceapollenites-Pinuspollenites-Be-*

*tulaceoi*pollenites-*Ulmipollenites*-*Artemisiaepollenites*-*Ephedripites* ; 带 V : *Pinuspollenites*-*Chenopodiaceae*-*Artemisiaepollenites*-*Compositoi*pollenites ; 带 VI : *Pinuspollenites*-*Piceapollenites*-*Betulaceoi*pollenites-*Ulmipollenites*-*Artemisiaepollenites*-*Polypodiidites* 。这 6 个孢粉带大致可划分为两种植被类型：带 I、IV、VI 属森林草原植被，其特点是木本植物占总含量的 33%~96%，主要成分是云杉、松属，其次是桦属、榆科，另外还有少量的铁杉、雪松、罗汉松、山核桃和枫香；草本植物主要是蒿属、菊科和禾本科；蕨类植物有水龙骨科，里白属和凤尾蕨；藻类植物出现有一些淡水浮游藻类。该植被类型反映出从湖岸至中低山区和高山区的生态气候较为温暖湿润。带 I、III、V 属草原型植被，特点是：草本植物约占总含量的 40%~70%，主要成分是藜科、菊科和蒿属；木本植物很少或仅有云杉和松属，这个植被类型代表干燥气候。综上所述，孢粉带 I~VI 之间的变化，即草原→森林草原→草原→森林草原→草原→森林草原，代表某种气候的变化，而这种变化很可能与冰期、间冰期有关。

除上述孢粉化石外，在共和盆地贵南拉乙亥昂索村、上他买村附近恰卜恰河、塘格木农场部西北 3 km 处的狗头山西侧还产有哺乳类动物群。早更新世哺乳动物群有鼯鼠、中华鼯鼠、鼯鼠、拟布氏田鼠、复齿拟鼠兔、似中国鬣狗、似西藏鼠兔、古菱齿象、三门马、披毛犀、似中国羚羊、短头羊牛、代里萨尼丽牛、共和粗壮丽牛、直梳角鹿（郑绍华等，1985）。在该哺乳动物群中，中国羚羊是我国北方地区特有的种类，在泥河湾、榆社 III 带、丁村 103 地点和陕西蓝田都有分布。中更新世哺乳动物群有中华鼯鼠、拟布氏田鼠、上头田鼠、獾鼠、河狸、变异狼、三门马、披毛犀、大角鹿、羚羊、粗角野牛、丽牛（郑绍华等，1985）。在兰州地区所分布的第四纪沉积物与本研究区中、西部明显不同，是黄土沉积。据王睿（1991）对兰州市南部早更新世黄土中孢粉分析研究表明：早更新世早期花粉很少，主要是一些喜冷的木本植物松、柏和耐干旱的藜科、蒿属等草本植物，代表稀树灌丛草原植被景观，气候干冷；早更新世晚期，木本植物明显增加，针叶植物主要是 *Pinus*，其次为 *Picea*、*Abies*、*Tsuga*，阔叶植物主要是喜暖的山毛榉、桦、槭和榆等。草本和蕨类植物也相应增加，反映气候干暖。

11.1.2 晚更新世和全新世生物地理

在祁连山北麓酒泉、雅布赖和额济纳旗盆地上更新统和全新统中主要产孢粉化石。晚更新世孢粉中，木本植物占总含量的 60%，针叶植物为主，有云杉、冷杉和松属，落叶阔叶植物次之，有五加科、栎属和楝属等。草本植物以藜科、蒿属、豆科和菊科为多，代表干凉的气候。全新世孢粉中，木本植物占总含量的 90%以上，其中针叶植物松属 44%、云杉 40%、落叶阔叶植物榆 8%。草本植物仅有蒿属 8%，表明气候持续干、凉，植被呈现出山下以蒿为主的干旱草原，高山区因湿度较大而生长着针叶林，代表多云雾较凉的环境。祁连山南麓敦煌和昌马盆地的桥湾、报恩寺和三道沟上更新统一全新统中产腹足类 *Gyraulus albus*、*G. headei*、*G. gigiricus*、*Hippeutis* sp.、*Planorbis* sp.、*Succinea oblonga*、*Radix* sp.（王永田，1985），晚更新世孢粉以草本植物占总含量的 90%为特点，其中蒿属 50%、禾本科 20%、藜科 10%，其次还有豆科、茄科、麻黄科以及喜水或喜湿的莎草科、香卜属。木本植物只有少量的桑科、榆、桦、朴属和松属，其植被类型是稀树灌丛草原。全新世孢粉中，草本植物约占总含量的 80%，主要成分是蒿属 30%、禾本科 40%、藜科 10%，另外还有毛茛科、黑三棱，所反映的气候近似于此区现代的气候。柴达木盆地上更新统和全

新统以达布逊湖发育最好，研究程度高。上更新统中产腹足类、介形类等化石。另外，在小柴旦湖还发现有距今 3 万年左右的晚更新世的石器，该石器具华北旧石器文化两大系统之一的周口店第一地点（北京人遗址）的特点，反映当时柴达木地区与华北地区的古人类在文化方面有联系。在大柴旦湖边 72-CK3 孔深 6.82~7.02 m 处所测的碳同位素年龄值为 13880 a，孔深 9.45~9.65m 处碳同位素年龄为 21400 a（《青海省区域地质志》，1991）。全新统以风积和化学沉积为主，间有冲积、湖积和洪积等。在大柴旦 72-CK3 钻孔深 3~3.2m，碳同位素年龄值距今 7420 a，盆地内盐的碳同位素年龄值距今 7500~3600 a。诺木洪春秋战国时期的古文化遗迹为青铜器时代，碳同位素年龄值距今 2000 a（《青海省区域地质志》，1991）。共和盆地上更新统主要是洪积和冲积。全新统有风积、冲积、洪积和湖沼沉积等。在河南县上扎寺黄河阶地上产哺乳动物化石 *Equus hemionus* 和 *Elaphus sp.* 等。兰州地区晚更新世黄土中孢粉经唐领余等（1991）研究表明孢粉组合明显地归纳为三种植被类型：暗针叶林植被主要发现于古土壤中，以云杉、冷杉和松属为主，可占孢粉总含量的 50% 以上，木本植物占 50%~85%，草本植物占 15%，这种植被类型指示气温较低，湿度较大的间冰期环境；森林草原（或稀树灌丛草原）植被发现于古土壤层或靠近古土壤层的黄土层中，草本植物花粉较多，以蒿属、菊科和杂草为主，木本植物占孢粉总含量的 5%~30% 主要是松属和落叶阔叶植物，反映气候温和、湿润，相当于间冰期环境；草原植被发现于黄土中，草本植物花粉多，占总含量的 50% 以上，以旱生植物蒿属等为主，木本植物少于 20%，整个植被表现出干旱草原或亚高山草原景观，反映寒冷干旱的冰川环境。上述这三种植被呈现出 2 次有规律地变化，即森林草原（或稀树灌丛草原）→ 针叶林 → 草原植被两次演替循环。反映在气候变化方面，即温湿 → 凉温 → 寒冷干旱，再由温湿 → 凉湿 → 寒冷干旱的两次演变过程。全新统沉积类型多为冲积和洪积。在临夏新庄和临洮毛王家村 I 级阶地堆积物中含有陶器、石斧等新石器时代的文化遗迹。定西蒋家台河 I 级阶地堆积物中含哺乳类 *Canis cf. lupus*, *Bos sp.*（《甘肃省区域地质志》，1989）。