

沙漠的故事

迟建楣 编著



科学普及出版社

沙漠的故事

迟建楣 编著

科学普及出版社

目 录

故事开篇	1
第一章 瀚海奇观	4
一、沙浪滔天	4
二、飞沙走石	13
三、烈日炎炎	21
四、黄海绿浪	24
五、沙中豪杰	30
第二章 沙漠一览	42
一、干旱区	42
二、世界的沙漠	43
三、我国的沙漠	55
第三章 沙漠由来	71
一、就地起沙	71
二、人造沙漠	80
三、沙漠化	88
第四章 降伏黄龙	93
一、人定胜天	93
二、治理措施	104
三、兴建绿洲	117

故 事 开 篇

在人类生活的地球上，有三分之一的陆地属于干旱区。干旱区的特点是气候干燥，降水稀少，日照强烈，蒸发量大，植物稀疏，以及由此而导致的风蚀作用十分强烈。

干旱区的自然条件比较恶劣，所以，人们又称它为荒漠地带。在这一地带的自然景观主要表现为大片土地的盐渍化，即“盐漠”；广泛的戈壁荒滩，即“石漠”；以及茫茫无际的流沙，即“沙漠”。

地球上之所以造成如此广阔的干旱区，主要是大气环流的作用，以及海陆分布和地形对气候的影响。前者几乎遍及了整个副热带高压带，即南北纬 $15-35^{\circ}$ 之间的广大地带，而后者一般只表现在局部地区。

人们总是把干旱的荒漠地带想象得十分可怕，尤其是沙漠，更被视为荒凉恐怖的世界。一千五百多年前，东晋著名高僧法显，在前往天竺等地的旅途中曾经穿越过塔克拉玛干沙漠，他记述道：“那里没有水，没有飞禽走兽。一眼望不到边的沙丘，象大海的波浪一样连绵起伏，只能把倒毙在沙漠中的死人、死马的遗骸作为前进的标志。沙漠里狂风不息，飞沙走石，烈日炎炎，寸草不生，是没有生命的绝境……。”

果真如此吗？不然。干旱的沙漠地区确有许多不利的自然条件，但绝非如此荒凉可怕，一无生机。在这一地区内，局部的存在着辽阔而未经开发的可耕地、草场和一定的植物生境，还蕴藏着丰富的矿藏，象石油和天然气等。此外，还有取之不尽、用之不竭的风能和太阳能，为开发新能源提供了美好

的前景。

值得注意的是,真正可怕的不是干旱区的自然环境,而是人们在这一地区盲目、无度的开发和垦殖。随着科学技术的发展,这种无止境的开发和垦殖所造成的后果日趋严重。干旱区的生态环境本来就十分脆弱,在人类的摧残下,原有的自然平衡状态被破坏,气候变得更恶劣,甚至使原来可以耕作的土地变成汪洋一片的流沙,酿成“人造沙漠”的悲剧。当然,有些沙漠早在人类诞生之前就已经存在,可是,这种不合理的开发会引起它们扩大,就象蚕食一般,不停地吞噬着周围的田园和村庄。

根据国际上的统计,全世界每年有 500—700 万公顷的土地沙漠化。按照这样的速度发展,到本世纪末,全世界将有三分之一的耕地荒芜。而且沙漠化一旦发生,自然环境遭到破坏,再想恢复,则是十分困难的。人类在干旱区不恰当的活动,将对自然界造成可怕的恶果。

本书所介绍的仅是干旱区(即荒漠地带)的自然景观之一——沙漠。沙漠又称沙质荒漠,是干旱区的极干旱地带,是荒漠景观的典型代表。

沙漠对人类的危害,主要在于它能在风的驱动下,不停地移动,扩大,蚕食为数不多的耕地,湮没村庄,壅塞河道,断绝交通。

沙漠的自然环境,虽然恶劣,但仍然或多或少的存在着一定的水土资源和生态环境。如果因势利导,因地制宜,对沙漠采取科学的治理措施,人类是能够控制流沙活动,继而达到改造沙漠的目的。

我国沙区人民,对治理流沙,改造沙漠,有着丰富的经验。他们长年累月地搏斗在风沙线上,抗酷暑,战严寒,总结了许多行之有效的措施,取得了一系列可喜的成就,为我们今后全

面的改造沙漠、开发利用沙漠,展示出一幅美妙的前景。

本书编写过程中,承蒙侯仁之、施雅风、朱震达、陈隆亨、费金琛等同志的指导与支持,在此谨致谢意。并感谢为本书提供照片、资料的其他有关同志。

第一章 瀚海奇观

“沙漠”常被用作荒凉、寂寞的代名词。然而，自然界中的沙漠，并不象有些人描述得那般死寂。沙漠里有水，有生物，有人家……

沙漠里的景致究竟什么样？它具有什么特征？

一、沙浪滔天

一轮红日冉冉升起，映红了天际，也使这浩渺无垠的黄沙世界顿时生辉，无数颗晶莹的沙粒，迎着阳光，竞相争耀，光彩夺目，十分迷人。沙漠，每天都在这辉光闪耀的光彩中，迎接充满希望的晨曦。

也许，你生活在海滨河畔，常到海滩、河滩漫步游玩。你是否以为，沙漠也是这样？

不，沙漠不象河滩、海滩那样平静安详。一座座高大的沙丘，遍铺漠野，连绵起伏，随风逐澜，狂暴无常，宛若强风掠过海面，掀起一片惊涛骇浪，蔚为壮观。因为沙漠有海一般的广阔，也有海一样的形象。所以，人们把沙漠又叫瀚海（图1）。

古往今来，多少勇敢的旅行家、学者，为了探索沙漠的奥妙，越黄沙，穿大漠，忍干渴，战狂风，历经千辛万难，闯过一个又一个的“险关”，给人们留下了许多传奇般的经历，神话般的故事。他们中的一些人因此而献身，在茫茫的瀚海之中，迷失了方向，一去不复返，……。

你不禁要问，这些无畏的探险者，他们携带着罗盘和地图，又有着丰富的经验和阅历，为什么会在沙漠里迷失方向？

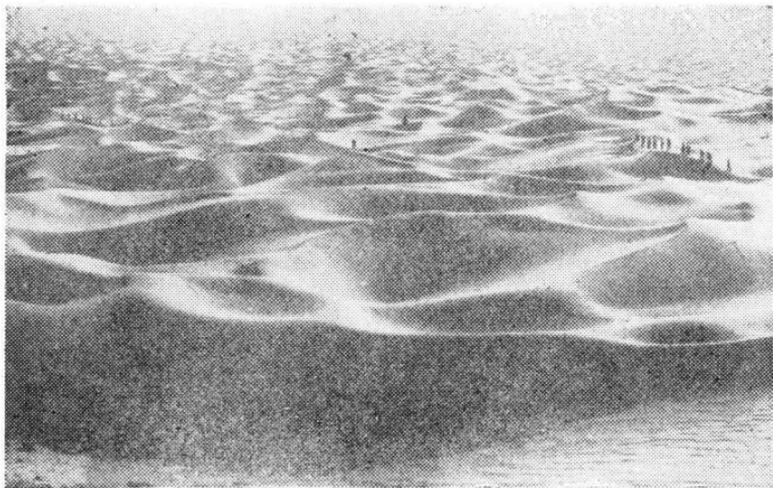


图1 浩瀚的沙漠象大海一样(塔克拉玛干沙漠)

倘若你真的来到沙漠里,会使你大吃一惊。举目一望,高低起伏的沙丘,一个接着一个,汪洋一片。辨不清去路和方向。众所周知,使用罗盘指路,需要有个地物,根据地物才能判别和标出位置和方向。然而,沙漠里滚滚的沙丘,满目皆是,而且形象类同,使你很难找到一处有明显特征的地物。就算找到了一个这样的标志,可是走在高高低低的沙漠里,视野常常被遮挡,在沙丘间爬上爬下,几经“沉浮”,连这样的标志也就找不到了。起始的时候,离目的地偏离很小的方向,走上一天之后,就会失之千里,偏出很大的距离。更何况,沙漠里常有狂风作恶,沙尘弥漫,顷刻间,天地一色,使你分不清哪里是沙,哪里是天,怎能不迷失方向?

来到沙漠里,第一个碰到的就是高高低低的沙丘。走在那坎坷不平的沙丘上,行路之艰难,真是不可名状。俗话说:“宁走平地百里,不走沙漠一程!”

的确,这些高低起伏,连绵不绝的沙丘,是沙漠独具的自然景象。有的沙丘巍峨耸峙,高达数百米,也有的十分矮小,

仅是一跃而过的沙包,更多的沙丘则在几米至几十米的高度。仔细观察这些高低不等的沙丘,就会发现,它们的形态极其复杂,有的象垄岗,有的象鳞片,有的象圆丘,更多的象月牙。它们都和风有关,不同的风力和风向,塑造出不同的沙丘形态。归结起来,有以下几种主要类型:

1.新月形沙丘和沙丘链

这类沙丘分布广泛,有明显的方向性,顺着风向伸出两个象兽角一样的沙翼,看上去,好似弯月。人们给它起了个动人的名字——“新月形沙丘”。

新月形沙丘的剖面呈一不等边三角形,向风的一面凸而平缓(坡度介于 $5-20^{\circ}$ 之间),叫“迎风坡”;背风的一面凹而陡峭(坡度介于 $28-34^{\circ}$,相当于沙子的休止角,即是堆积的



图2 新月形沙丘和沙丘链(民勤腾格里沙漠,迎风坡已被植物和人工沙障所固定)

沙子，超过这个角度就会滑塌)，叫作“背风坡”，也叫“落沙坡”。新月形沙丘的高度不大，一般在5米左右，很少有超过15米的。

许多单个新月形沙丘，密集地分布在一起，“兽角”联着“兽角”，接成一条长链，叫做新月形沙丘链。

新月形沙丘链一般发育在沙漠腹地，或是沙子来源丰富的地区。单个新月形沙丘一般分布在沙漠边缘地区。

新月形沙丘和沙丘链，都是在风向比较固定的风力作用下形成的一种沙丘形态(图2)。

2. 抛物线沙丘

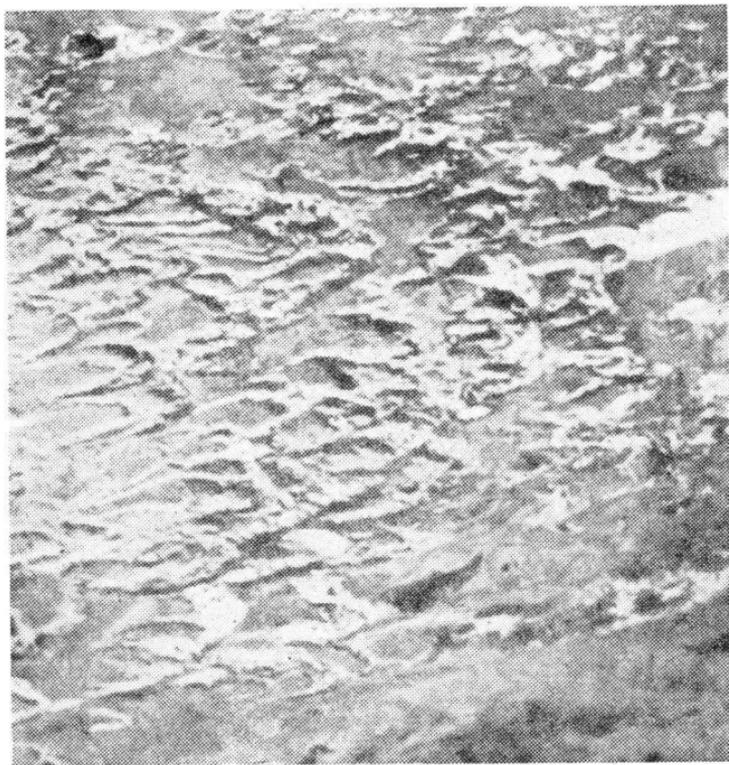


图3 抛物线沙丘(小腾格里沙漠)

这类沙丘与新月形沙丘恰好相反，沙丘的两个兽角迎着风向而伸延。迎风坡凹进，背风坡凸出，平面形状象一条“抛物线”。

抛物线沙丘多分布在沙漠里有植物生长的地区，由于植物的存在，使风对沙丘低部的吹蚀能力减弱，沙子移动缓慢，而沙丘中部和顶部的沙子，依然不断地受风力吹扬而移动。结果就形成了这种与新月形沙丘相反的类型(图 3)。

3. 蜂窝状沙丘

这是类似蜂窝形态的一种沙丘，它是在风力大致相等的多种风向的作用下形成的(图 4)。

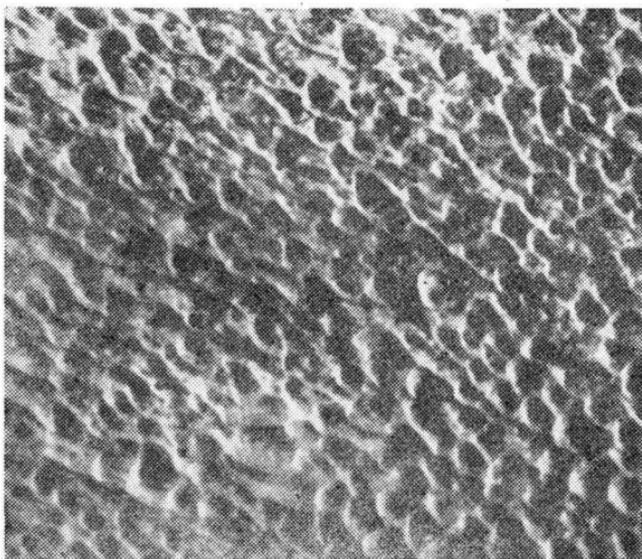


图 4 蜂窝状沙丘(古尔班通古特沙漠)

4. 复合型新月形沙丘和沙丘链

在新月形沙丘的迎风坡上，又重叠上次一级的新月形沙丘或沙丘链。这类沙丘十分高大，高度一般都在百米左右，最高可达 500 米，宽 1,000 米左右，长可伸展几公里乃至几十

公里。

巨大的复合型新月形沙丘和沙丘链的形成，除了有丰富的沙子来源条件外，还必须有较长的堆积过程。一般说，这类沙丘大都覆盖在坎坷不平的地形上面，由于这种地形阻碍了沙丘的移动，使后继的沙丘接踵而来，有充分的时间，移至迎风坡上。层层叠叠的覆盖，愈堆愈高，十分壮观(图 5)。

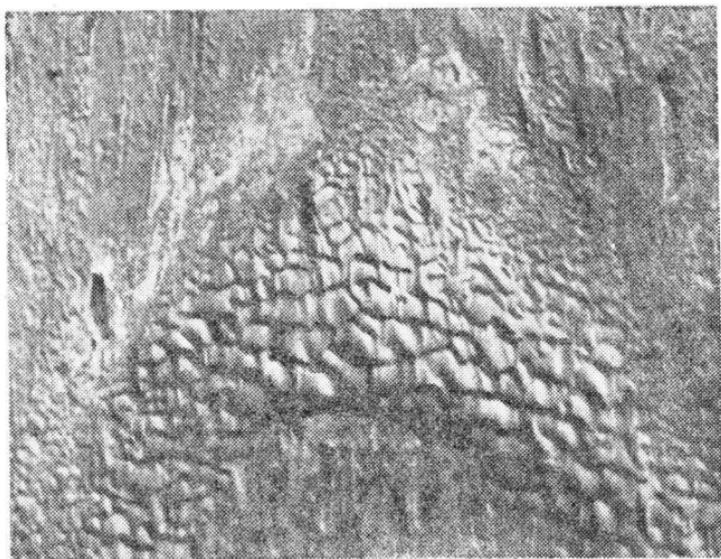


图 5 复合型新月形沙丘(塔克拉玛干沙漠)

5. 沙垄

这是一种特殊形态的沙丘，它是在两种不同风向的风力作用下，形成一条伸延很长的垄岗状沙丘(图 6)。

6. 金字塔沙丘

沙丘的形状与埃及古代的金字塔相似，所以有“金字塔”沙丘之称。这类沙丘有三角形的坡面(坡度在 $25-30^{\circ}$ 之间)，有尖峭的“塔顶”和与坡面相交而成的狭窄的沙脊。

这类沙丘体态高大，一般都在 50—100 米左右。它是在

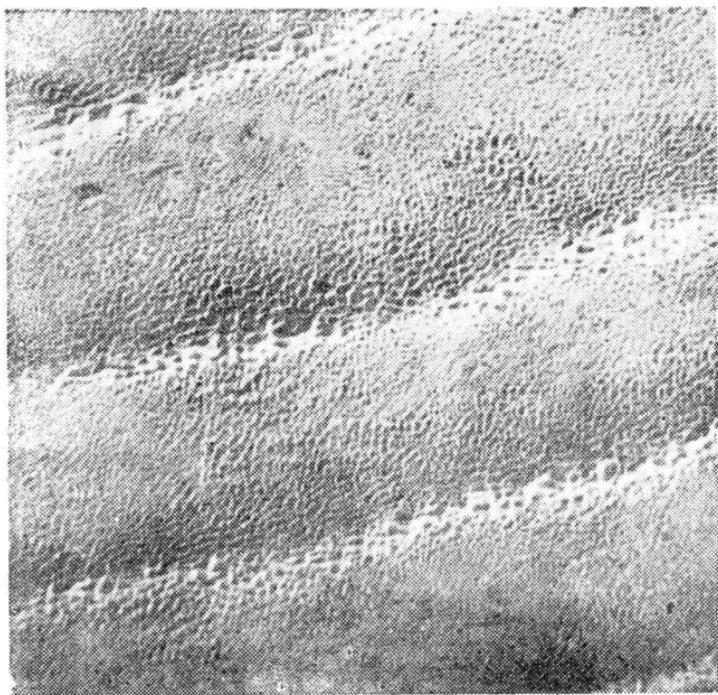


图6 沙垄(塔克拉玛干沙漠)

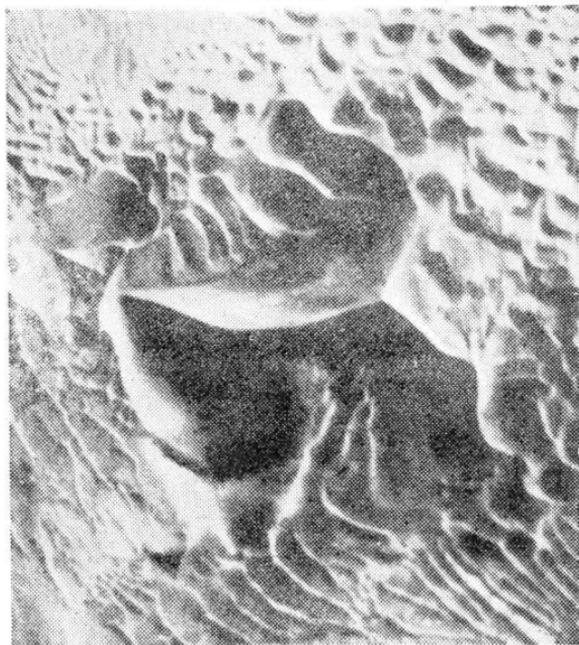


图7 金字塔沙丘(塔克拉玛干沙漠)

来自各个沙脊方向的风,且风力大小又相当条件下形成的。多呈个体零星分布,在沙漠里显得十分突出(图7)。

7. 鱼鳞状沙丘

有些沙丘没有独立的形态,它们密密麻麻地聚在一起,前一个沙丘的迎风坡脚,又为后一个沙丘的背风坡麓,彼此接踵搭肩地堆积在一块,层层叠叠有如鱼鳞状。沙丘的高度常达10—30米左右(图8)。



图8 鱼鳞状沙丘(乌兰布和沙漠)

8. 穹状沙丘

这类沙丘,没有明显的迎风坡和背风坡,形态象只馒头,许多小沙丘叠在其顶部。高度在40—60米之间,分布一般是



图9 穹状沙丘(塔克拉玛干沙漠)

无规律的(图9)。

综上所述,所有的沙丘形态,都和它们的塑造者——风的风向和风力有着密切的关系。根据风向、风力对沙丘作用的特点,沙丘形态又可分为三大类:

1. 横向沙丘

沙丘的形态走向和风向垂直,如新月形沙丘,抛物线沙丘等。

2. 纵向沙丘

沙丘的形态走向和风向平行,如沙垄等。

3. 多风向作用的沙丘

沙丘形态的发育是在多种风向、且风力大致相等的条件下形成的。如金字塔沙丘,蜂窝状沙丘以及穹状沙丘等。

由沙丘构成的各种地形,是沙漠的重要特征之一。研究沙丘的形态和生成的原因,是认识沙漠的重要手段与途径。

二、飞沙走石

在新疆克拉玛依东北的乌尔禾地区的沙漠里，有一座方圆数十公里的“城堡”。城郭里“街巷”纵横，“楼阁”毗邻，奇石嶙峋，高塔峥嵘。还有许多光怪陆离的雕塑和珍禽异兽的造形，神态自若，栩栩如生。然而，在这座肃穆的城堡里，却找不到一点当地居民活动的足迹，只有那呼啸的狂风……(图 10)。



图 10 在流水沉积的基础上，经风力的作用，吹蚀成宛若古堡的断垣颓壁的地形称为风城（新疆乌尔禾地区）

来到这里的人们，无不为此奇特的景象所惊讶，这难道是一座古代城堡的废墟吗？可是，翻破千年史册，也找不到有关它兴衰的历史。原来，这城堡并不是古代能工巧匠的杰作，而是大自然的功绩。风，就是这城堡的建筑师。

根据当地的地层分析，我们知道在一亿多年前，这里是一个巨大的湖泊，那时气候比较湿润，植物茂密，湖面上鱼龙浮动，蓝天中翼龙翱翔，湖畔栖息着克拉玛依龙和乌尔禾剑龙，

真是一派生气勃勃的景色。可是随着时光的流逝，地壳的变动，这里也发生了巨大的变化，湖底抬升，湖水干涸，生物大量死亡，变成了十分荒凉的戈壁台地。

这个台地又正处在准噶尔盆地著名的三大风口之一的“老风口”的风道上，常年经受着五、六级以上定向风的吹蚀，加之大陆性气候所特有的暴雨的冲刷，使台地变得支离破碎，沟壑纵横。由于组成台地的岩石性质不同，抗风蚀的能力不同，于是形成了这种千姿百态的地形。

你看，风的力量有多大！竟能把台地吹蚀成这样一座宛若古城的地形，人们给它取名叫“风城”。

由于风力的吹蚀作用，使岩石、土壤遭到风化剥蚀的破坏



图 11 沙漠地区的风力很大，地表被风蚀得坎坷不平

过程,称为“风蚀”(图 11)。

风蚀现象,是沙漠地区的特征之一,象“风城”这样的景象,在沙漠里,是屡见不鲜的。因为那里的风力不仅大,而且持续时间长,五、六级以上的大风十分频繁,一刮就是几天。疏松的沙子,缺乏植物的保护,风起沙扬,搞得天昏地暗,对面不见人影,这就是人们常说的“沙暴”。沙漠里象这样的风沙日,每年可出现 20—100 天不等。塔克拉玛干沙漠,每年的风沙日可达 120 天,个别地区多到 145 天。腾格里沙漠边缘的民勤县,有的年份,风沙日可达 148 天。沙区群众流传着一句笑话,说:“沙漠里一年只刮一场风,从春天一直刮到冬天!”

风不仅能席卷黄沙在地面滚动,还能将许多沙粒抬起,乘风飘动,即所谓“飞沙走石”。

沙粒的腾空,主要依靠风的冲击力,这种冲击力往往是沙粒自身重量的几十倍乃至几百倍。静止的沙粒遭到风的冲击之后,就会迅速地旋转,离开地表腾空而起。这种夹带沙粒运动的气流,人们称它为“风沙流”。

不同高度的含沙量 (%)

表 1

高度(厘米)	风速 4.5 米/秒	风速 7.3 米/秒	风速 13.3 米/秒
	(风速以离地表高 2 米计)		
1	43.9	36.1	22.0
2	26.3	20.9	16.7
3	15.7	15.0	13.8
4	7.1	9.7	11.3
5	3.2	5.8	9.5
6	1.6	4.6	7.9
7	1.2	2.9	5.6
8	0.6	2.0	5.1
9	0.3	1.7	4.3
10	0.1	1.3	3.8

风沙流能够携带大量的沙粒流动。腾空的沙子，大部分集中在离地表 30 厘米的空中，尤其是在离地面 10 厘米的高度内(表 1)。这种贴地面运动的气流，由于夹带了大量的沙子，从而它的动能也大大增加。这种力量强大的风沙流，对农作物和地面上的各种建筑物具有很大的破坏作用。

沙粒的腾空运动，是依靠风的力量来实现的，风速愈大，冲击能量也愈大。所以，只有在风力达到一定的能量，克服了沙粒本身的自重之后，沙粒才有腾空运动的可能。使沙粒开始腾空飞跃的风速，也就是形成风沙流的风速，大约在 5 米/秒左右，该风速叫作“起沙风速”。起沙风速值与各地沙漠的地表特征，沙粒的粗细有关(表 2)。一般说来，风速愈大，搬运

不同沙粒的起沙风速

表 2

沙粒粒径(毫米)	沙粒起动风速(离地面 2 米高处,米/秒)
0.10—0.25	4.0
0.25—0.50	5.6
0.50—1.0	6.7
>1.0	7.1

的沙粒也就愈多。

沙丘的形成和移动，与风沙流有直接的关系。夹带着大量沙粒的风沙流，在运行过程中，一旦风力减弱，或者遇到障碍物，或者地形变化，如草丛、土岗、洼地等，造成风速降低，而风速降低，风沙流携带沙粒的能量也随之减小，于是沙粒开始脱离气流而在障碍物附近沉积，堆成沙堆。沙堆的大小，取决于障碍物的大小，障碍物越大，阻力也愈大，风速削弱的愈厉害，则沙子堆积的多，形成的沙堆也就大。

沙堆形成后，本身又成为风沙流的障碍物，于是，沙堆愈堆愈高，愈堆越大，当达到一定高度后，就会顺着风向，即沙堆的背风面上滑塌下来，形成短而陡峭的背风坡。迎风面首当

风的吹蚀,不能堆积,只能夷成为平缓的迎风坡。以后,在风沙流的不断作用下,逐渐形成了典型的新月形沙丘。

沙丘形成以后,并不是在原地永无休止的堆积,而是随风驱动,不停地向前移动。在移动的过程中,继续不断地堆积。与此同时,沙丘之间还不断的合并,由小到大,由少到多。正

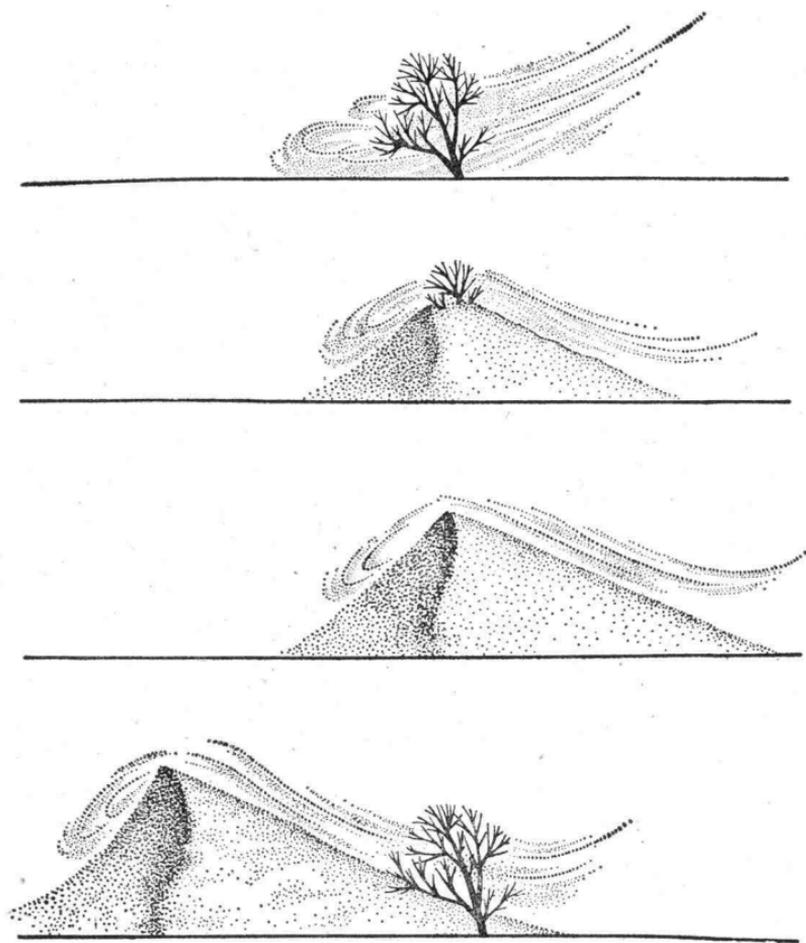


图 12 携带大量沙粒的风沙流,遇到障碍后,沙粒脱离气流堆积成沙丘

是由于风的吹蚀、搬运、堆积作用才形成了高低起伏的沙丘，一望无垠的沙漠(图 12)。

那么大的沙丘，为什么会移动呢？

道理很简单，沙丘是由松散的沙粒组成。沙粒在风的作用下不断地搬迁，个体的位移必然造成总体的运动。

既然如此，为什么沙丘不被风吹散，而在运动过程中始终保持着固有的形态？

这的确是个有趣的问题。仔细观察就会发现，沙丘上沙粒的搬迁是遵循着一定方式的。沙丘的迎风坡是风吹蚀作用的地区，大量的沙粒在迎风坡上被腾空卷走(当然还有就地向前滚动的沙粒)。可是越过沙丘顶部到了背风坡后，风沙流会在这里产生涡流，就象河水中的漩涡一样，从而降低了风沙流运动的速度，使所夹带的沙粒在沙丘的背风坡上沉积下来。沙丘的背风坡是堆积区，因此，又把背风坡叫“落沙坡”。

这样，迎风坡上的沙粒不断地吹到沙丘背风坡上堆积下来，风不停，则搬运不止，沙丘不仅向前移动，同时也保持了固有的形态。

沙丘移动的速度比较慢，往往不易被人们所察觉，然而这样的运动却能给人类带来巨大的危害，使耕地被流沙覆盖，村庄被湮没……。因此，人类征服沙漠的首要任务是制止沙丘的移动！

沙丘运动的速度和许多因素有关，其中风速大小，沙丘高度以及沙丘内部的水分条件和沙丘表面的植物覆盖程度等最主要。根据实验研究，沙丘运动的速度，在单位时间内前进的距离 D ，可用下列公式计算。

$$D = \frac{Q}{rH}$$

Q ——风沙流在单位时间里搬运的沙量；

H ——沙丘的高度；

r ——沙粒的容重。

由分式不难看出，沙丘运动的速度是和风沙流搬运的沙量成正比，即和风力的大小成正比，而和沙丘的高度成反比。沙区群众说：“大岗跑得慢，小岗跑得快”，就是这个道理。

此外，沙丘运动的速度还与沙丘的水分条件有关，沙丘湿润，增加了沙粒的粘滞力。使沙粒不易被吹扬，从而降低了沙丘运动的速度。

有些地区，沙丘上生长着植物，减弱了沙丘表面的风速，降低了风沙搬运量，使沙丘运动速度减慢。所以，沙丘植物覆盖的多少，可以表明沙丘运动的快慢。植物稀少，沙丘相对运动快，植物繁茂，沙丘相对运动慢，根据沙丘上植物生长的多



图 13 植物覆盖度在 15—40% 的沙丘是半固定沙丘

少,又可将沙丘划分为三种类型:

1. 流动沙丘

沙丘上植物稀少,占沙丘面积的15%以下,甚至完全裸露(参看图1),风沙活动极为显著。

2. 半固定沙丘

植物生长较好,占沙丘面积的15—40%,有一定程度的风沙活动(图13)。

3. 固定沙丘



图 14 固定沙丘的植被覆盖度达40%以上

植物生长好，占沙丘面积的40%以上，甚至沙丘全部为植物所覆盖，风沙活动基本止住(图14)。

其中对人类危害最大的是流动沙丘。掌握了影响沙丘运动速度的各种因素，因地制宜地采取措施，可以制止沙丘的移动，防止沙漠的扩大。

三、烈日炎炎

在沙漠里，一旦风止沙落，天空放晴，接踵而来的便是令人难以熬受的酷热。烈日炎炎的天气，多么渴望有个阴凉的地方啊。可是，除了沙丘，还是沙丘，光秃秃的一片，哪里寻得到一个遮阳处。

有时，正当烈日当头的晌午，会发现在你眼前不远的地方出现一汪湖水，湖畔绿树成荫，湖中倒影绰绰，微波涟漪，真是无限风光。它会使你加快步伐，向前走去。可是走啊，走啊，走了许久也到不了目的地，似乎在眼前，却又不可及。一直走到夕阳西沉，湖光、树影突然消逝了，这时才会发现，你被沙漠中的蜃楼幻景骗去了半天的路程。海市蜃楼真可算是沙漠里的奇观之一了。

“忽闻海上有仙山，山在虚无缥缈间”，这种若隐若现，诱人神往的海市蜃楼，一般都出现在海面上，为什么沙漠里也有这种奇观？

海市蜃楼是光线在空气中产生折射的现象，只要满足这种光线的折射条件，就会出现海市蜃楼的景色。因为沙漠地区气温变化剧烈，炽热的阳光照射到沙面上，使近地表的气温骤然升高，受热的空气膨胀，密度减小。我们知道，空气不善于导热，上层空气的温度升高得缓慢，空气膨胀小，密度大。光线透过这样两种密度不一样的空气，产生了折射，这种折射会将远处的景物展现在眼前。沙漠里出现的蜃楼幻景和海上不

同，它往往是景物的倒影，蓝色的天空变成了一湾湖水，再叠加上树木的层景，远远望去，真象碧水绿荫的避暑胜地了。

沙漠里的气温最高可达 40—50℃，有的地区甚至可高达 58℃！沙漠里，除了风沙遮日外，很少有云天。全年日照时间可达 2,500—3,000 小时，无霜期 120—300 天，如果将日均温 10℃ 以上的温度积累起来，全年积温可在 3,000—5,000℃ 以上。

沙漠里的气温变化十分剧烈，年温差在 30—50℃ 以上。一天之内的气温变化也很明显，一般都在 10—20℃，最大可差 30℃。尤其是沙子表面的温度变化更为剧烈，在夏季午间沙子表面温度可达 60—80℃，放个鸡蛋很快就能烤熟；到了夜间，沙面温度又降到 10℃ 以下。如此剧烈的变化，怎能不叫人“早穿皮袄午穿纱；抱着火炉吃西瓜”呢？

白天，炽热的阳光不停的照射，造成强烈的蒸发条件，连地面上卵石缝隙间含有的一点水分也无法保存。卵石间的水分蒸发了，但这些水分溶解的一些铁、锰之类的物质却凝聚在卵石的表面，形成一层乌黑油亮的硬壳壳（通称荒漠漆）。人们取笑地说：“太阳热得把石头都晒出油来了！”

夜间，温度骤然变冷，这种激烈的冷热变化，加速了岩石风化过程。露宿在夜深人静的沙漠里，常可听到岩石因为热胀冷缩而破碎的声音，响如炮竹，十分惊人。

沙漠里，还有一种奇特的现象，就是受到暴晒的沙粒，在滚动时，会发出“吱、吱”的叫声，人们把这种沙子叫“鸣沙”。

敦煌千佛洞附近，有一座高达几十米的大沙丘，每当游人登上沙丘顶，顺坡向下滑动时，耳边随即响起了鸣沙的叫声。越起劲滑，带动周围的沙子向下滚动得越多，声音越响。所以大家把这座沙丘起名叫“鸣沙山”。

过去，有人在寂静的沙漠里行走，忽然听见身后“吱、吱”

作响，人走声起，人止声停，声音始终尾随着自己。由于不了解鸣沙的道理，还以为有“魔鬼”在作怪，被吓得毛骨悚然。此类经历，以后又添枝加叶地编排出许多离奇的故事，传来传去，越发骇人听闻。

其实，沙漠里的石英沙粒，被太阳晒得灼热之后，一滑动，相互摩擦会产生静电。鸣沙的叫声，正是这种静电的放电声。沙粒所产生的静电电流十分微弱，可是电压却相当高。有时候，灼热的沙粒被风刮起，与身上所携带的金属物件发生摩擦，还能使你有麻电的感觉哩！

炎热的沙漠真象是一个大晒场，能把水分很快地蒸发掉，要是在沙漠里晒衣服，干得特别快，当你第二件衣服还没洗完时，晒的第一件衣服已经干了。这样的蒸发速度使流经沙漠里的河流、湖泊的水量大大减少，甚至干涸。有的湖泊，湖水被大量蒸发后，能将水中溶解的盐分聚积起来，形成“盐湖”。

世界最著名的盐湖要算阿拉伯半岛上的“死海”。死海面积约 1,000 平方公里，平均深度 146 米，最大深度 395 米。死海坐落在一个大谷地里，所以水面比海平面还要低 392 米，是地球上陆地的最低点。由于它处于炎热的荒漠地带，湖水蒸发量巨大，可湖水的补给量却十分少，于是湖里的含盐量特别高，含盐度可达 260‰，相当于一般海水的七倍，是世界最咸的湖泊。据统计，湖水中共含氯化镁 220 亿吨，氯化钠 120 亿吨，氯化钙 60 亿吨，氯化钾 20 亿吨，溴化镁 10 亿吨。其中，尤以钾盐和溴盐的价值最大，是世界最重要的钾盐产地之一。由于湖水含盐量高，水中鱼类等生物一概不能生活，湖畔的植物也十分稀少，故人们叫它“死海”，即无生命的意思。更有趣的是，因为死海的含盐量高，水的比重很大，人可以浮在水面不沉。这还有一个故事，早在一千九百多年前，罗马帝国的侵略军来到死海，当时的统帅狄杜要处决几个被俘虏来的奴隶。

他命令士兵给奴隶们带上手铐脚镣投到死海里。可是竟没想到,这几个奴隶非但没有淹死,反而被海浪送回岸边。狄杜非常生气,下令把这几个俘虏再次投进死海里。可是,不一会儿,奴隶们又活着漂回岸边。狄杜惊呆了,他以为有什么“神灵”保护这些奴隶,于是就把他们释放了,这叫“死海淹不死人”。

沙漠里烈日炎炎,是一种取之不尽的能源。如果,能把这些能量利用起来,那将有无限美妙的前景。

四、黄 海 绿 浪

干燥、少雨的气候,是沙漠地区的又一特点。绝大多数沙漠的年降水量在 250 毫米以下。有些地区,象塔克拉玛干沙漠腹地,年降水量只有 10 毫米左右,真是少得可怜。即使这点水,在强烈的日照下,也会很快的蒸发掉。所以,沙漠里很少见到河流和湖泊。

沙漠里的确缺水,但不是绝对的没有水。

被蒸发掉的水分,并不是无影无踪的消逝了,它们以气态的形式保存在空气中。白天气温高,空气的相对湿度小,到了夜间,沙面上的温度很快降低,使周围的气温也随之降低,这样一来,空气中的相对湿度增加,当达到饱和的时候,空气中一部分水汽便能在沙面凝聚,形成凝结水。这同形成露水的道理一样。这些水慢慢的渗透到沙层内部被保存下来。有人曾做过这样的试验,在苏联的卡拉库姆沙漠里,将一个大沙丘的顶部,同白灰之类的反光物质遮盖在上面,又在沙丘的低部埋设一个大漏斗,漏斗的开口向着沙丘顶部,漏斗的出口用管子引到沙丘外部的容器里。由于白灰把大部分阳光反射掉,而使沙丘表面温度较低,能够将周围空气中的水汽凝结成水。这样的设施,每昼夜最多可从空气中收回 1 公升的淡水,这是

一个相当可观的数字!

其实,沙漠最干旱的部分仅在沙丘的表层。由于气候炎热,使沙丘表面形成一层含水极少(小于0.5%)而松散的干沙层。如果刮去这层干沙之后,下面便是潮漉漉的湿沙了。经过测量,这些湿沙的含水量在2—3%,完全可以供给植物生存的需要。经过多年的观测,发现这2—3%的含水量还能够保持稳定不变的平衡状态。

那么,这些湿沙的水分为什么不会蒸发掉呢?

我们作了一个有趣的试验,把天然状态的湿沙样取到一个深四、五十厘米的大容器内,让它避免淋雨和风吹,进行自然的蒸发。开始,容器表面的湿沙很快干了,而且不断地向下干,可是干到9厘米的深度以后,便不再向下干了。一直观测了二个多月,仍旧保持这种状况。这个试验正是在七、八月最炎热干旱的季节进行的,为什么不继续向深处干下去呢?因为当湿沙的表面出现干沙层以后,干沙的导热系数比湿沙大约小十倍,是一层很好的隔热层,可以保护下面湿沙的水分不被蒸发。正是这个缘故,沙漠里除了表层的干沙外,大都是比较湿润的湿沙。

沙丘干沙层的厚度一般在20厘米左右,当然它和地形有关,沙丘迎风坡的干沙常被风吹走,要薄些;背风坡沉积了大量的干沙,干沙层自然就厚些。

你不禁会问,沙漠里那么干旱,湿沙的水分是从哪里来的呢?

形成湿沙的水分来源很多,有的来自空气中的凝结水,有的来自降雨,有的来自沙漠中河、湖的水,也有的来自沙漠地区的地下水。究竟以哪种形式为主,这要根据沙漠本身所处的自然环境作具体分析。

作为地表水来说,沙漠里也还是存在一些河流、湖泊,象

新疆的塔里木河、车臣河、叶尔羌河、和田河以及甘肃的弱水河、党河等，它们都流经干旱的沙漠地区。这些沙漠中的河流，虽然最终消失在流沙里成为内陆河，但是，由于一些河流的水源补给丰富，使河水具备着一定的水量。仅就我国沙漠地区而言，大小河流共有数百条，总水量可达 1,200 亿立方。此外，有的沙漠里还零星分布着一些淡水湖泊，它们象明镜一般地镶嵌在起伏的沙丘中，清澈的湖水闪着粼粼湖光，十分耀眼。这些河流、湖泊为数虽然不多，却是改造和利用沙漠极为宝贵的水资源(图 15)。



图 15 沙漠中的湖泊(塔克拉玛干沙漠)

沙漠里更多的水资源，主要是埋藏在沙丘底下的地下水。它们不容易被人们发觉。都是过去的古河道、古湖泊以及山前冲击平原的潜水。这些地下水，一般都和现代河流、湖泊相沟通，水量丰沛，水质优良，埋藏较浅。有的地下水还存在着一定的压力，它们从沙丘的低处喷溢而流，形成美丽的喷泉(图 16)。

前面提到的敦煌鸣沙山，沙丘下就有一眼泉水，水依山

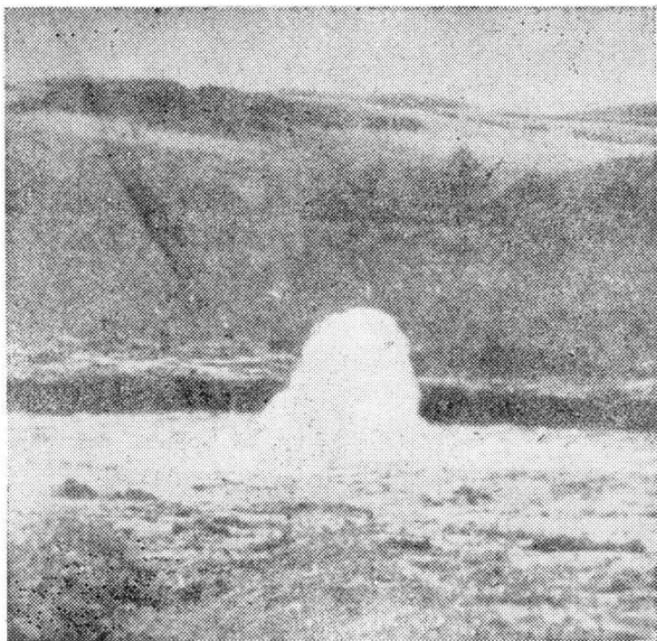


图 16 沙漠中的喷泉

而汇聚，形成月牙形的水泊，取名叫月牙泉(图 17)。这泉水南北长 100 余米，东西宽 25 米，水深达 5 米左右，虽深临几十米高大的沙丘之中，却不干涸。每年五、六月间，附近农民引泉水灌溉农田，水面要缩小一半，但是由于地下水源源不断地补给，很快泉水又回升到原来的水位，汲而不干。泉水畔丛生着茂密的芦苇，泉水中生活着浮游的生物和鱼类，呈现出一派生气，倘有阵风掠过，惊动沙山上的鸣沙，沙粒顺坡而下，发出“吱、吱”的响声，倾入水中又激起一湖碧波，真是有声有色，相映成趣。来到敦煌，除了千佛洞外，月牙泉也算一处游览胜地。

沙漠里只要是水分条件好的地方，植物就会丛生，形成一滩葱茏的绿洲。有的绿洲面积很大，是一望无际的丰美牧场；



图 17 敦煌月牙泉

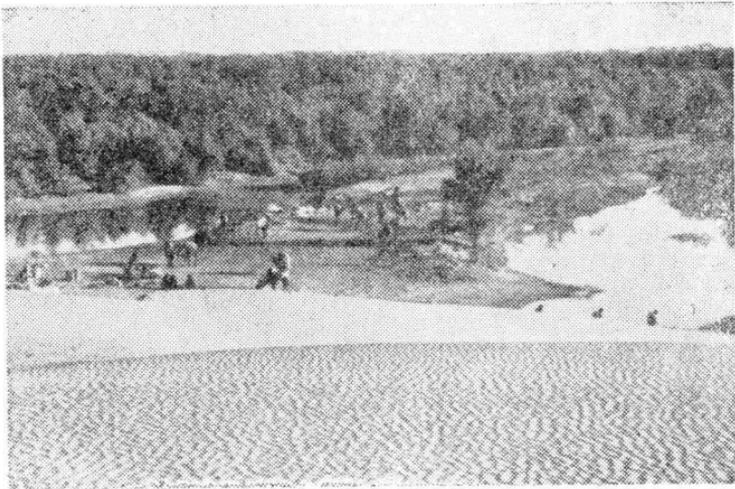


图 18 沙漠中的绿洲（塔克拉玛干沙漠中的胡杨林）

有的绿洲很小，仅是沙丘间的低洼地。这些大大小小的绿洲交织错落在浩瀚的沙海里，就象嵌在金石上的翡翠一般，闪烁着碧绿的光彩，十分媚人(图 18)。

沙漠虽然荒凉，但是绿洲却另具一番景象，因为那里有水，有生物，形成一种特殊的自然环境。尤其长途跋涉在浩瀚的沙漠里，一旦见到绿洲上生气盎然的景色，更会激起无限的深情，人们常把绿洲比作沙漠里的“桃花园”。不要以为这是人为的夸张，其实，一点也不过分，倘若身临其境，你也会被那绮丽的景致所迷恋。我们暂且不提那些深居沙漠腹地的绿洲，只说说沙漠边缘的绿洲风光，就会使人入胜，令人神往。

在宁夏回族自治区中卫县境的腾格里沙漠南缘，黄河北岸，有一条狭长几公里的绿洲，叫沙坡头。这里的流沙覆盖在黄河陡峭的阶地上，每当风沙南侵，沙子却顺阶地的陡坎滑下去，形成一个高达百米的大沙坡，好似一堵沙墙。沙坡头恰置沙坡脚下，面向黄河，背靠流沙。虽然，每年有大量的黄沙从沙坡上倾泻下来，奇特的是，这片绿洲始终没被湮没，似乎浩瀚的腾格里沙漠来到这里，便是尽头，再也无法扩展它的范围，从而取名叫沙坡头。

来到沙坡上，前面是涛涛的黄河，后面是滚滚的流沙，真是“山重水复疑无路”，可是从沙坡上向下一看，嚯！却有一片郁郁葱葱的绿洲坐落于沙坡下，使你心情豁然开朗，恰似“柳暗花明又一村”。

顺沙坡而下，不消费力就来到绿洲上。在流沙和绿洲的边缘，淌着一股股清澈的泉水，它们环绕着沙坡蜿蜒而流。原来，沙坡头之所以能够挺立在风沙口上，不被吞掉，正是由于这些从沙里流出的泉水，不断地把入侵的沙子冲到黄河里的缘故。流沙虽然凶狂，但却怕水，水来沙溃。当地群众利用这个特点，以泉水围流沙，保护了绿洲，这真是绝妙的办法。

涓涓的流水，汇成湍湍的溪流，晶莹碧透，仔细看去，水中竟然有鱼，游鱼翩翩为这里增添了无限的生气。溪畔丛生着茂密的野草，遍布着缤纷的鲜花，粉红骇绿，分外妖娆。

绿洲深处，果树成林，盛开的桃李，香气扑面，千树争秀，万花夺艳。阵风时时从沙坡而下，枝叶随风舞动，掀起一片绿涛。败谢的花瓣，乘风飘落，把林中铺成一片琼瑶。

居住在这里，“溪声常在耳，山色不离门”，怎能不让你说它是沙漠中的“桃园”？

有些绿洲，在人为的保护和经营下，不断地更新、扩大，使许多植物在起伏的流沙上扎根生长，把黄橙橙的沙漠，染出一片青翠，宛若黄海绿浪。

绿洲的存在，不仅为开发利用沙漠提供了肥沃的土地资源，而且也给人们增添了改造沙漠，征服沙漠的必胜信念。

五、沙中豪杰

除了绿洲以外，在流沙上也生长着一些植物，它们经风沙，顶烈日，抗干旱，十分顽强地生活着，并在沙漠里组成了独特的植物家族——沙生植物群落。

既然沙漠里的生活条件那么恶劣，为什么这些植物依然能够生存？

说来非常有趣，这些植物都有一套战胜恶劣条件的本领。为了抗御风沙的摧残，沙生植物一般都生长得比较低矮，枝干缩成一团；为了适应沙漠的干旱气候和强烈的蒸发，沙生植物的表面，生长着一层角质层，叶子变得很小，上面布满了绒毛，有的叶子退化成棒状或刺状，有的干脆没有叶子，以减少植物自身水分的蒸发；有些沙生植物，为了抵挡强烈的太阳光的照射，枝干和叶子变成白色或灰白色，减弱了光照强度；沙生植物，为了能在少水的沙漠里生活，它们的根系十分发达，而且

扎得很深,扩大了吸水面积;有的沙生植物,为了彻底解决生存用水问题,竟将本身的营养器官变成肥厚的肉质,在里面储水,形成一个小小的水库,如此等等,真是“八仙过海,各显神通”!

来到沙漠里,第一眼望见的植物是沙蒿(图 19)。沙蒿的

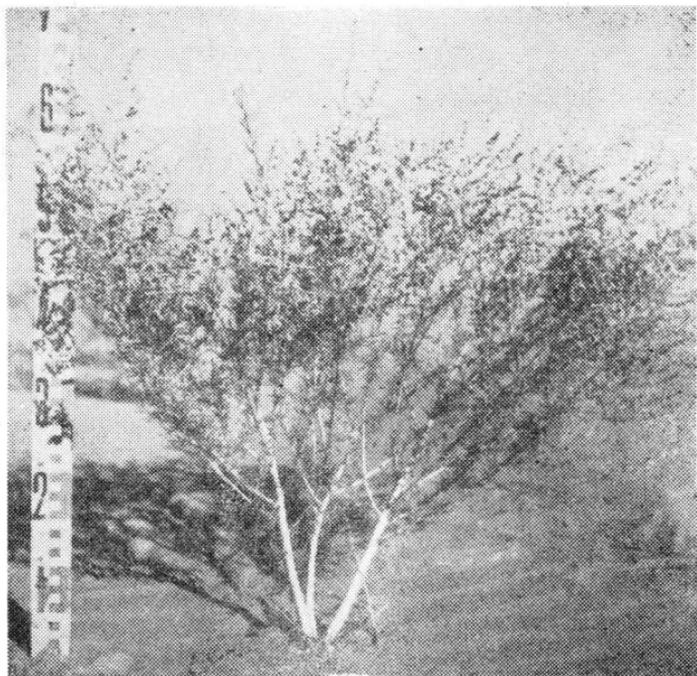


图 19 沙漠中的“先锋植物”——沙蒿

生命力十分顽强,它们大都生活在流沙上,枝冠浑圆,把沙漠点缀得绿绿葱葱。许多沙蒿丛生一起,覆盖度可达 60—70%,使流动沙丘变成固定沙丘。因为沙蒿的固沙能力强,被誉为沙漠中的“先锋植物”。沙蒿的根系非常发达,主根深达 3 米之多,水平根幅可扩展 9 米之远。沙蒿叶子细长,枝条柔软,不怕沙打,不怕沙埋,而且越埋根系越发展,生长越茂盛。它们的寿命很长,达 15—30 年。沙蒿七月开花,十月结果,种子

呈黑色。十分有趣的是,这些种子一遇水就会分泌出胶质,这种胶质特别粘,能把自己和松散的沙子牢固地粘在一起,任凭风吹沙打,它的周围永远有供自己生长的“土地”。沙蒿的种子可供食用,炒熟以后象黑芝麻一样清香可口,假如把它和面粉合在一起,做出的面食,又香又筋道。

怪柳也是沙漠里常见的植物,一般高2—3米,丛生,为多年生灌木。怪柳的种类很多,但是枝条大都呈红褐色,所以也叫红柳。怪柳耐盐、耐旱、耐沙埋。风沙不断的袭击,使枝条遭受沙埋,生出许多根系,反而加速了怪柳的生长,形成了一个“沙包”。广泛分布的灌丛沙包,成为阻挡流沙扩张的绿色屏障。怪柳的枝条,材质致密,韧性大,是编制土筐及篱笆的优质材料,怪柳的枝叶还可入药,对麻疹不透、感冒发烧、荨麻疹等都有疗效(图20)。

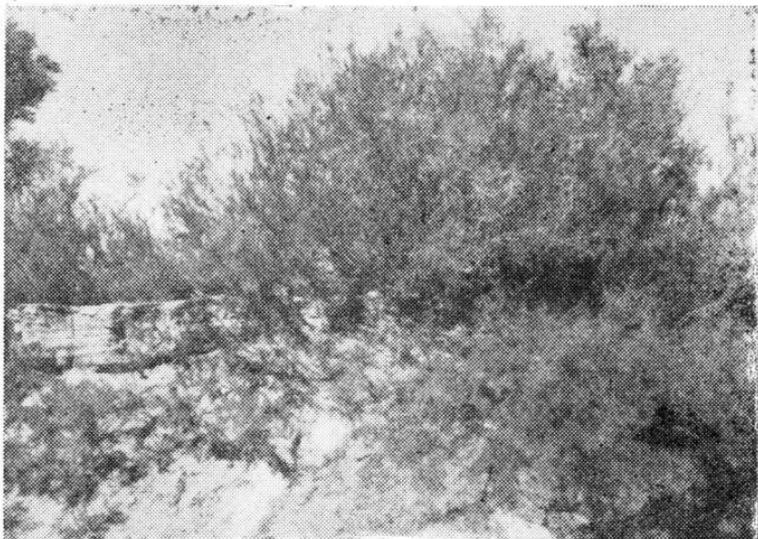


图20 怪柳沙包

此外,在流沙上还能见到白茨、花棒、柠条、沙拐枣、罗布麻等。它们除了有固沙作用外,都有一定的经济价值。特别

是罗布麻，为优良的纤维植物，可纺 60 支的纯细纱及 160 支混纺细纱，还可织华达呢，凡尔丁等高级衣料。罗布麻在我国沙漠中分布较广，在塔里木盆地、柴达木盆地和河西走廊等地区，常以数十亩至数万亩的面积茂密生长。象柴达木盆地与河西走廊就有天然麻田 800 多万亩，年产麻皮 16 亿斤以上。

供人们观赏的仙人掌，也是生活在沙漠里的一种植物。它在热带、亚热带的沙漠里生长得十分高大，有的长到十几米高；种类繁多，不下千余种。它们的叶子已经退化成尖刺。进行光合作用，来维持生命的全靠肥厚的绿色肉质茎。这种肥厚的肉茎孔隙大，里面可以储存许多水分，供仙人掌生活。有的仙人掌茎上布满了褶皱，在水分条件好时，或者一阵暴雨降临时，它依靠附在地面上的根系，以最大的能力将水分吸到茎里储存起来，使肉质的茎更加肥厚，茎上的那些褶皱，就象手风琴拉开一样。在干旱少水的时候，肉茎的水分被消耗掉，慢慢收缩，这时茎上的褶皱又象手风琴一样合拢起来。肥厚的肉茎，宛若一个小“蓄水库”。仙人掌在墨西哥广泛生长，品种最多，被誉为“仙人掌之国”。墨西哥的国旗、国徽、货币等等都以仙人掌作图案。

沙漠里除了一些低矮的灌木外，还生长着一些比较高的乔木。

沙枣就是生活在沙漠里的一种乔木，树干可高达十余米，寿命很长，一般都有七、八十年的树龄。每年五、六月开花，花呈黄色，十分清香，到了花期时节，在很远的地方就能闻到那沁人的香气，真可谓是十里飘香，所以人们也把沙枣叫做“十里香”。沙枣九月结果，果实丰满，肉含淀粉、糖、蛋白质、脂肪和各种维生素，生熟均可食。一百斤沙枣果，能碾成肉面三十斤。沙枣树用途很广，枝叶可作牲畜饲料，木材坚硬，可作细木家具。所以，沙区居民称它是“宝贝树”。

大家都爱吃蜜枣，岂不知蜜枣也是生活在沙漠里的一种乔木，它和沙枣不同种，属于棕榈科，而且生活在热带和亚热带沙漠里，以伊拉克的沙漠里为最多，也叫“伊拉克蜜枣”。这种枣树，有高大的树冠，有大片而发亮的叶子，象椰子树一样，所以又叫椰枣（参看图 23）。蜜枣的果实集中生长在一根线状的茎上，象篮球一样大，每丛有果实一千多粒。果实的含糖量非常高，糖分占果实总重量的一半以上，十分甜腻，真不愧称为蜜枣。人们吃完果肉，常常把果核丢掉，其实果核磨碎以后，还能泡制成象咖啡一样的饮料。

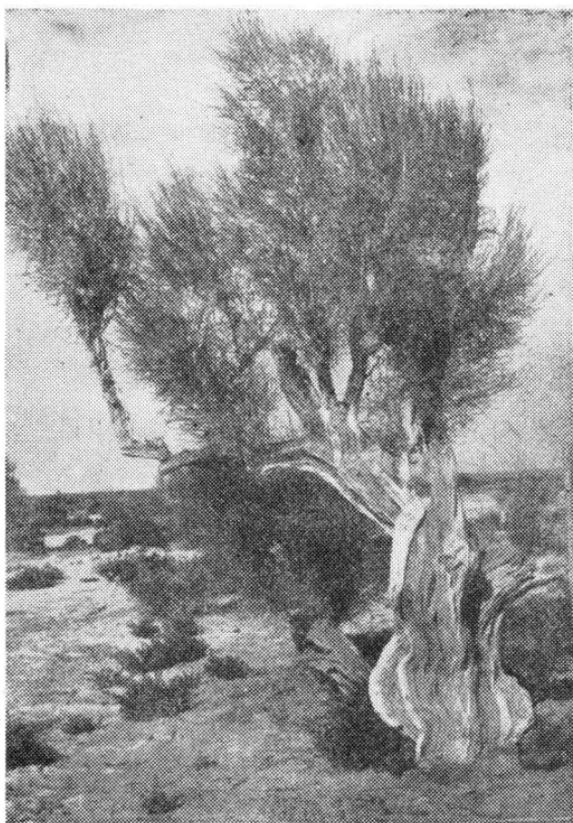


图 21 梭梭林

沙漠里还有一种乔木,叫梭梭(图 21)。梭梭一般高 2—3 米,最高可达 6—7 米,寿命在五十年以上。梭梭没有叶子,它的营养全靠细嫩的绿色枝条来供给,是一种无叶树。梭梭的种子非常有趣,它为了适应风沙的恶劣环境,发芽异常神速,遇水后,只需四个小时左右就能发出新芽,没等风沙来临,它已经扎根生长起来。梭梭的株形庞大,犹如松柏一般,在干旱的沙漠中雄伟挺立,蔚然成林,因而被誉为沙漠中的“英雄”。梭梭林在我国沙区分布十分广泛,据统计梭梭林可达 8,600 万亩,占沙漠总面积的 15%,是一支强悍的防沙大军。梭梭林是沙区的重要牧场,枝条可作饲料,同时也是很好的燃料,火力为木材之首。早在六百年前宋代的陶宗仪著《辘(chuō)耕录》一书中写道:“回纥野马川,有木曰锁锁(梭梭),烧之,其火经久不灭,且不作灰”。清代乾隆十四年(公元 1749 年)编纂的《民勤县志》写道:“炭曰锁锁(梭梭),火燃时发一清香,大非石炭可拟”。难怪人们把梭梭又叫做“活的煤”。梭梭木质坚硬而脆,一般很难用锯、斧断开,但是轻轻一折便断。梭梭由于质密,木材的比重大,不象别的木料放在水上可以漂浮,它见水就沉,遇到洪水时,千万不能用它来救生。

梭梭的根上还寄生着一种菌类植物,叫肉苁蓉。它是多年生的草本植物,呈黄色,高达 30—100 厘米,有一个圆柱形的肉质茎,上面披着鳞片。肉苁蓉是一种名贵的补药,有补肾、壮阳、润肠通便的功能,被誉为“沙漠中的人参”。在国内市场上享有盛名。

在沙漠的绿洲上,还生长着大片的胡杨林(参看图 18)。胡杨又叫胡桐,树干高大,生长快,十年的胡杨可高达 7—8 米,最高能长到 20 米左右,树茎粗至数人合抱。胡杨寿命长,一般都有百年的高龄。它特别能耐盐碱,本身的枝干不仅能吸收容纳大量的盐碱,而且还能将其一部分排出体外。在树

干的伤口或者粗糙的树皮裂口处,分泌出一种白色的树脂,俗称“胡杨泪”,其实是胡杨树体内排出的盐碱,主要成分是碳酸氢钠,即发面用的“苏打”。如果把胡杨分泌出来的树脂和羊油混在一起,可以制成肥皂。胡杨的木质十分可贵,耐水侵蚀,在土壤中和水里长期淹埋,木质不腐,是建筑和家具的上等木料。胡杨能够郁闭成林,又是防风沙的优良树种。

沙生植物种类可达上千种,数不胜数。它们都具备着坚强的性格,刻苦的品德,任凭风吹沙打,任凭干旱酷热,它们傲然挺立在沙漠中,把咆哮的瀚海,染成片片葱茏。人们赞誉它们是沙漠中的豪杰,风沙线上的英雄!

晋代法显在《佛国记》中写道,沙漠里“上无飞鸟,下无走兽”,似乎是毫无生命的绝境。

其实不然,沙漠里生活着许多昆虫以及其它的动物。说也奇怪,植物有一套适应沙漠环境的本领,动物也具备一套适应沙漠生活的本领。就拿沙漠中最常见的爬行动物蜥蜴来说吧,它的本领就不算小。蜥蜴俗名叫“沙和尚”,它行动敏捷,不怕烈日,不怕严暑,在灼热滚烫的沙子上觅寻食物,行如穿梭,可以说,沙漠里到处有它的足迹。那么,它又靠什么本领来抵御沙漠里的恶劣环境呢?

首先,蜥蜴不喝水,起码说不是正式的饮水者,它所需要的水是从食物中获得的。蜥蜴是一种凶猛的食虫动物,胃口特别好,吃东西从来不咀嚼,一口吞下去,哪怕比自身还要大的食物,也是如此处理。个别种蜥蜴是吃素的,以花草为生。为了减少体内水分的蒸发,在它们的身上长着很厚的角质和鳞片。蜥蜴居住在洞穴里,常和沙子打交道,为了防止沙粒吸入肺腔,在鼻孔里生长着一种能够竖立起来的特殊组织,当风沙大时,空气中充满了沙尘,或者洞穴坍塌自己被沙子埋压时,这些特殊的组织立即竖起来,缩小了进气孔,使沙尘不被

吸入,同时鼻孔里还有一对很发达的腺体,不时的向外流出粘液,把鼻孔里积累的沙尘全部排泄出去。有趣的是,世界上各大沙漠都相隔遥远而且互不相通,然而生活在各个沙漠里的蜥蜴,无论从构造上或习性上都极相似。这说明在相似的生活条件和自然环境里,同种动物的演化过程也相同。

沙漠里,大家最熟悉的动物莫过于骆驼了,骆驼能驮着上百斤的货物,长途跋涉,横穿瀚海,往来运输,是沙漠地区的重要交通工具,被誉为“沙漠之舟”。可是,你知道它们又为什么能够适应沙漠的环境呢?

也许,你会说,这有什么奇怪的,骆驼是家畜,饿了有人喂草,渴了有人饮水,病了有人司药,再恶劣的环境也可以生活。

不,这里讲的是野骆驼。其实,它和家骆驼的生理特征、生活习性都差不多,即使家骆驼靠人饲养,它也和野骆驼一样有着适应沙漠环境的生理机能。

野骆驼是世界上稀有的动物,它的体型与家驼相似。头比家驼小些,颈比家驼长,身躯大,体重达五百公斤左右。为了适应沙漠环境,它们的鼻孔柔软,可以随意关闭,以防风沙灌入肺腔。骆驼背上长有显眼的驼峰,有的是单峰,有的是双峰,我国的骆驼属于双峰驼。这些驼峰用处很大,可以说是骆驼为适应缺食少水的沙漠环境所建立的“食品仓库”。驼峰秋季储满“物资”,两峰直立,重量可达四十公斤左右,来年春天,驼峰里的“物资”全部用光,重量仅有二、三公斤,可是春风吹绿草场,及时的提供了食物,驼峰又开始储存,准备迎接另一个严冬。

驼峰里储存的是什么“物资”呢? 有一些传奇的故事说,沙漠里的探险家因为干渴而被迫杀死伴随自己的骆驼,从驼峰里取出珍贵的水而得生。其实驼峰里并没有水,全是脂肪。这些脂肪只有在与氧化合时才能生成水,根据试验,100克的

脂肪可生成 107 克的水，驼峰里储存着 40 公斤的脂肪，可产生 40 余公升的水，可能以此而谣传出驼峰里存放着 40 公升水的故事。脂肪转化成水是在骆驼体内进行的，边转化边被骆驼所吸收，它是无法享受的。所以，在沙漠里一旦没水的时候，千万不要误杀骆驼。

骆驼之所以能够在沙漠里生活，原因还在于它非常能够忍耐干渴。有两位美国学者在撒哈拉沙漠里作了这样一个试验：他们把几匹骆驼拴在太阳下晒了八天不给一点水喝，结果骆驼的体重损失了 20%，即 100 多公斤。经过这样的暴晒后，骆驼的确“骨瘦如柴”了，但是它们仍以惊人的毅力，忍耐着干渴而顽强地活着……。实验的结果表明，在炽热的阳光下，骆驼失去占体重 $\frac{1}{4}$ 的水后而不会死亡。骆驼耐干渴的主要原因在于它们的血液中含水量的变化与一般动物不同。人与骆驼的血液含水量不相上下，占总体含水的 $\frac{1}{12}$ ，可是当干渴时，骆驼失水 $\frac{1}{4}$ 时，血液的水分仅失去 $\frac{1}{10}$ ，血液循环仍可畅通无阻。而人在此时，血液中的水分就要损失 $\frac{1}{3}$ ，血液变稠而凝固，无法进行循环，使体内的温度很快升高，发高热而死亡。

骆驼很少饮水。它并不是不喝水，而是无水喝。一旦见到水源，依然要痛饮一场，骆驼十分海量，一百公斤的水，几乎一饮而尽。而且“渴不择饮”，对于苦涩的咸水，也毫不在意。从骆驼口中喝下去的水，不仅送到体内各处储存起来，甚至在血液里的红血球内也充满了水，储水量竟然可达自身体积的两倍！

骆驼不仅能够储水，而且还十分节约用水，它在严热的时候，每分钟仅呼吸 16 次，凉爽的时候，每分钟呼吸 8 次，比其它动物呼吸的次数要少得多，这就大大减少了由于呼吸而引起不必要的水分蒸发。同时骆驼的体温可以上下波动，起伏很

大，夜间降到 34℃，白天升到 40℃。骆驼不需要排汗降低体温，否则从 40℃ 降到 34℃ 的过程中，必须蒸发 5 公升的水才行，骆驼宁可体温升高到 40℃，也不肯浪费水分去降温。

骆驼全身生长着细而柔软的绒毛，这就是著名的驼毛，它保温性能非常好，可以使骆驼抵御冬季凛冽的寒风。每年五月开始脱绒换毛，但是脱下的绒毛并不离开身体，它们仍然粘在驼皮的长毛上，使绒毛与皮肤之间保持着一定的空隙，这样绒毛可以遮挡烈日的照射，空隙又是通风降温的过道，使骆驼能够度过炎热的夏季。直到九月新绒毛长出后，老绒毛才彻底脱离身体。

野骆驼的前足比后足大，因为前足主要承受着身体的重量，每只足有两趾，足底有半厘米厚的角质层，这样能够忍受沙漠表面的灼热，使之行走如流。骆驼四肢细长，善于奔跑，每小时在沙漠里可跑 30 公里，这样的速度可连续奔跑 60 公里之多。由于骆驼几乎没有自卫的能力，健跑便是它逃避天敌袭击的一种防护手段。有时，骆驼在沙漠边缘的绿洲上觅食，突然发现了恶狼，机警的骆驼转身便往沙漠腹地逃去。恶狼眼看到嘴的猎物岂肯放过？便尾随而去。两者一前一后，穷追猛跑。在这干旱酷热的沙漠里，恶狼有些吃不消了，累的汗流浹背，渐渐放慢了速度。可是一看到前面这顿“美餐”时，又鼓起勇气追去。跑上三、四十公里以后，恶狼远远的落在骆驼的后面了，一松劲，连骆驼的踪影都找不到了。恶狼望着骆驼的蹄印，大失所望，只好喘嘘嘘地往回返。一路跑得口焦舌干，真想喝点水，可是在气温高达 50℃ 的沙漠里一点水也没有，东奔西走，终于因干渴而丧生。

骆驼因为有着这样的特性，所以它们都居住在沙漠戈壁滩上。我国的野骆驼主要分布在新疆罗布泊附近，这里环境极为恶劣，时常可以发现大雁、黄鸭之类的候鸟，因干渴而死

亡尸骨，可是骆驼为躲避天敌的侵害，凭着它独特的生存本领，却选择了这块不毛之地安居生息。

当然，在沙漠里跑得最快的还要数生活在非洲撒哈拉沙漠里的鸵鸟了，它在沙漠里每小时可以奔跑 40 公里，成为沙漠中的奔跑冠军。

鸵鸟是现代最大的鸟类，一般身高 2.75 米，两个翅膀已经退化，不能飞翔，可是下肢却特别粗壮发达，和骆驼一样，每足有两趾，只不过它的两趾是向前伸展的，为善跑创造了更有利的条件。

鸵鸟是杂食性动物，一般都群居，卵特别大，每只重达 1—2 斤。据说当鸵鸟被追得无处逃避时，就干脆停下来将头钻进沙子里，以为自己看不见危险，危险就不存在了，从而常被人们作为笑柄。

沙漠里的植物和动物的这些天性，看起来十分难以理解，其实并不奇怪。地球上开始是没有生命的，随后产生了形形色色的由低等到高等，由简单到复杂的生物世界。观察每一种生物，都可以发现，它们各有适应不同环境的本领，无不打上生活环境的烙印。

每一种生命都有巨大的繁殖力，都按照自己的特征遗传给下一代。尽管这样，每种物种的子孙之间或子孙与父母之间，在遗传的过程中都不能做到完全一样，或多或少地出现差异，这在生物学上叫“遗传的变异”。出生后的子孙又都面临着生活的考验，为着“生存而进行斗争”，或是争取食料，阳光，地盘；或是抵御敌害，对抗不良的环境。这种生存斗争，并不限于某个个体，而是在整个的物种中进行。有的能够适应周围的环境，生存下来；有的则在斗争中被消减。在同一个物种内也是这样，因为遗传的变异使子孙各不相同，其中有的子孙，不能适应环境，在“生存斗争”中死亡，有的子孙能适应周围的

自然条件,战胜了死亡,继续生存,并由它们繁殖后代,于是便将适应周围环境的特点遗传给后代。而后代由于遗传的变异,也造成有的能适应环境,有的不能适应环境。适者生存,继续繁殖,不适者被淘汰、死亡。在如此循环往复的过程中,造成了适应各种不同环境的不同物种。所以,赋予生物适应自然环境的本领的不是别人,正是自然环境本身!这就是达尔文著名的《自然选择》的理论。

第二章 沙漠 一 览

翻开地图,你可以明显地看到,世界上各大沙漠都集中分布在赤道的两侧。象非洲北部的撒哈拉沙漠、西南亚的阿拉伯沙漠、大洋洲的澳大利亚沙漠和非洲西南部的纳米布沙漠等。它们所在的位置介于北纬 $15-35^{\circ}$ 之间和南纬 $15-35^{\circ}$ 之间的广阔地区。所以说,沙漠的分布有着一定的地带性。

一、干旱区

为什么沙漠的分布会有地带性的规律呢?

大家知道,太阳光首先穿过地球的大气层,而后才照射到地球表面上来。空气直接从太阳光中只能吸收一小部分能量,但是,对地表受太阳光照射而再散发出来的热辐射,却能大量吸收。

赤道附近,受到阳光的直射,地面温度高,因此空气的温度也高。这些热空气,密度小,重量轻,就离开原来的位置,上升到高空中去。高空的空气受地表散发的热量影响小,温度一般都很低,上升的热空气很快就会冷却。热空气冷却后,密度加大,比重增加。所以,热空气上升到一定的高度之后,便开始下沉,形成所谓的“高压区”。可是,赤道附近的热空气,不停地向高空运动,迫使高空中已经冷却的空气很难重返原地。在上升气流的冲击下,只能偏到赤道两侧的亚热带,使亚热带上空出现了高压区。随着地球的自转,高压区内冷却的空气发生横向偏转,形成了一个环带,赤道上冷却的空气源源不断的涌来,使这个高压环带能够稳定地控制住亚热带的

上空。

冷却了的空气在亚热带上空继续下沉，当与下层温度较高的空气相遇时，又热起来，空气紧跟着膨胀，密度变小，相对湿度也显著减小，这样一来，使亚热带的空气变得异常干燥，形成了地球上雨量稀少的干旱区。

干旱区一般年降水量都在 250 毫米以下，日照强烈，蒸发量大，植物稀少，风蚀强烈。这样的气候条件，正是造成沙漠的有利因素，所以在干旱区里，沙漠普遍存在。

当然，地球上除了亚热带的干旱区以外，还有其它地带的干旱区，它们的成因则是由于海陆分布和地形对气候的影响。

这样的干旱区，大都零星分布。面积要比亚热带的干旱区大大逊色。这些干旱区也分布一定数量的沙漠。

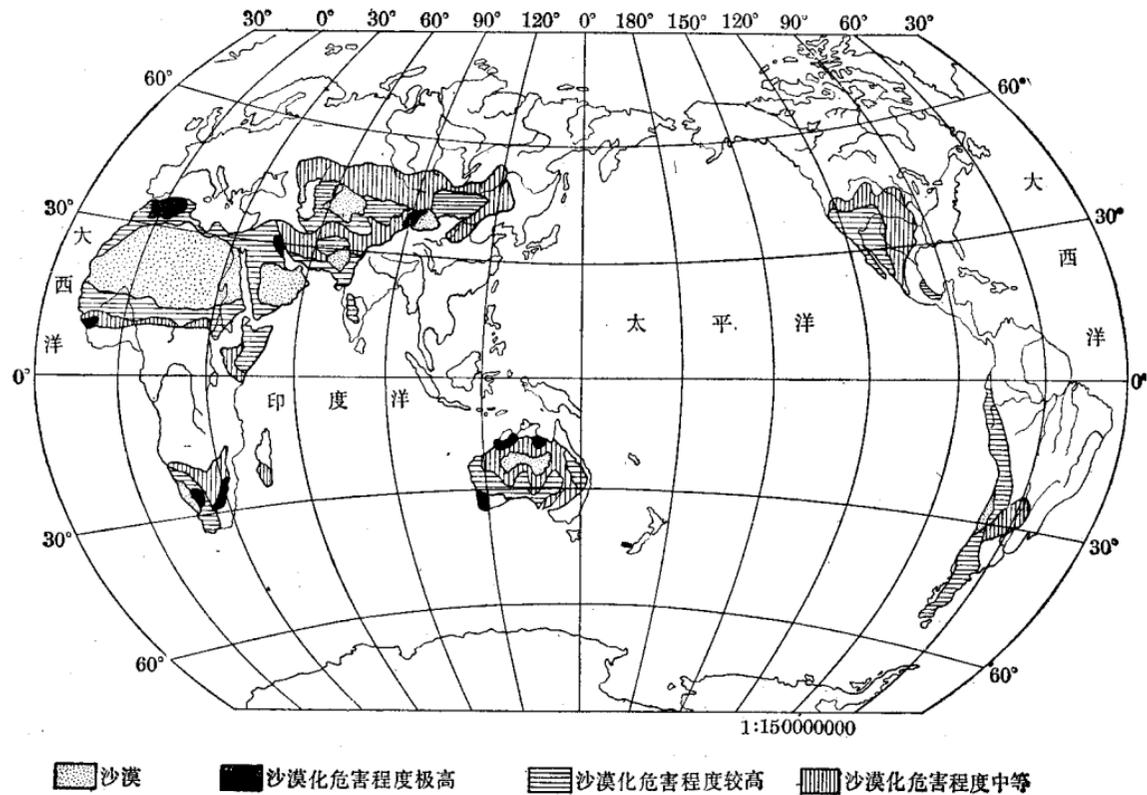
沙漠是干旱区典型代表。干旱的气候是引起流沙漫延的温床。人们在开发、利用干旱区的自然资源时，必须密切地关注这个问题。否则，将会造成沙漠的扩展，因小失大，带来严重的灾害。

二、世界的沙漠

全世界沙漠的总面积约六百万平方公里，相当十个四川省的面积。它虽不及干旱区涉及的地域广泛，但也危及三十三个国家和地区(图 22)。

在这些国家和地区的沙漠，最为著称的是澳大利亚的维多利亚沙漠、印度和巴基斯坦的塔尔沙漠、苏联的卡拉库姆沙漠和克齐尔库姆沙漠，以及非洲的撒哈拉沙漠和阿拉伯半岛的鲁卜哈利沙漠。它们的面积浩大，都在三十万平方公里以上，其中又以撒哈拉和鲁卜哈利沙漠最可观。

位于亚洲西南部的阿拉伯半岛，是世界最大的半岛，面积有三百多万平方公里，可是沙漠却占据了一半以上的土地，是世



· 图 22 世界沙漠的分布和沙漠化危及的地区

国家或地区		国土面积(平方公里)	沙漠面积(平方公里)
非洲:	埃及	1,002,000	125,608
	苏丹	2,505,800	66,785
	索马里	637,657	3,888
	乍得	1,284,000	18,354
	利比亚	1,759,540	283,740
	突尼斯	164,150	19,485
	尼日尔	1,267,000	135,100
	阿尔及利亚	2,381,741	564,867
	西撒哈拉	273,000	4,110
	摩洛哥	459,000	450
	毛里塔尼亚	1,030,000	247,148
	马里	1,204,000	97,722
	纳米比亚(西南非洲)	824,300	90,450
	南非	1,223,300	45,000
大洋洲:	澳大利亚	7,682,300	1,136,000
亚洲:	印度	2,974,700	146,826
	巴基斯坦	803,944	117,858
	中国	9,600,000	637,000
	阿富汗	650,000	32,210
	伊朗	1,645,000	10,500
	蒙古	1,565,000	21,025
	阿曼	212,380	25,860
	也门民主人民共和国	287,000	13,625
	阿拉伯也门共和国	195,000	14,709
	沙特阿拉伯	2,400,000	862,272
	伊拉克	444,400	22,803
	约旦	90,000	4,252
	叙利亚	185,180	8,190
	欧洲:	苏联	22,400,000
美洲:	秘鲁	1,285,215	338
	墨西哥	1,972,546	900
	美国	9,363,000	8,600

界沙漠最多的地区之一。沙特阿拉伯拥有沙漠八十六万平方公里,占国土的三分之一以上,真可称为“沙漠的王国”。

这个王国,为大片的流沙所覆盖,北部有大、小内夫得沙漠、达希沙漠、贾富腊沙漠;南部是鲁卜哈利沙漠。这些沙漠大都是流动性沙丘,面积广大,尤其是鲁卜哈利沙漠,面积达六十五万平方公里,为仅次于撒哈拉沙漠的世界第二大沙漠。

沙特阿拉伯虽然东西临海,可是,由于处在北纬 $15-35^{\circ}$ 之间的亚热带,终年盛行自内陆吹来干燥、炎热的信风,得不到海洋气候的调节。

沙特阿拉伯最高气温可达 $50-55^{\circ}\text{C}$ 。降雨量一般都在100毫米左右,鲁卜哈利沙漠雨量很少,年平均不足50毫米,往往五十年才偶尔有一阵暴雨,成为世界极干旱的地区之一。

沙特阿拉伯流沙面积大,水分的蒸发和渗透又都很强烈,致使全境看不到一处河溪和湖泊,可是却纵横分布着许多没有水的干谷。一阵暴雨来临,干谷淌着湍急的流水,一待雨过天晴,干谷里看不到任何水迹,只留下一层粘泥,人们叫它是“涸河”。这些干谷都是过去河流的遗迹,说明在地质年代里,沙特阿拉伯并不象现在这样干旱,后来随着时间的流逝,气候发生变化,河流干涸,成了一个没有水流的地区。

干谷里虽不见地表水,但却含有一定数量的地下水,在一些低洼的地区,地下水还会涌出地面,甚至在鲁卜哈利沙漠里,也还有几处泉水喷出。然而,这些水量远远不及需要,缺水仍是面临的困难。

早在古代,阿拉伯人就开始引水灌溉沙漠,荒芜的干旱区里,开辟出许多绿洲。

随着工业的发展,需水量与日俱增,为了解决缺水的问题,除了将水源置于严格的控制之下,还在红海岸的瓦季城,修建了一座海水淡化工厂,每天可提供淡水6.5万加仑。波

斯湾畔的达兰港，也在兴建一座巨大的海水淡化厂，落成后，预计每天可提供淡水 75 万加仑。

沙特阿拉伯干旱的沙漠里蕴藏着丰富的石油。含油层主要分布在沙漠的东部及波斯湾沿岸，估计全国石油的储藏量为 225 亿吨，居世界第一位。而且油层埋藏较浅，一般深度不超过 1,500 米，钻井成功率高，每口井喷油量平均每年达 25.62 万吨，大部分油井，可以保持很强的喷油能力。

在这里，十分值得一提的是沙漠东缘的波斯湾，它以盛产石油而闻名世界，素有“石油湖”之称。

目前，在海湾底层共发现三十处油田，总储油量可达 120 亿吨，占世界海底油田总储量的 55%。波斯湾不仅盛产石油，而且是连接中东和亚洲地区的要道，也是石油贸易往来的动脉，尤其陆上交通为大片流沙所阻碍，海上交通更是重要。每天从这里运走石油达 200 万吨，平均每隔十四分钟就有一艘往来的输油船，真是川流不息，使荒凉的沙漠地区，呈现出一派繁荣的景象。

在非洲北部，横亘着一片滚滚的流沙，它就是世界最大的撒哈拉沙漠。这片沙漠，从大西洋之畔至红海海滨，东西宽 5600 公里，南北长 1600 公里，蔓延了北非十一个国家和地区。

“撒哈拉”，是阿拉伯语“荒凉”的意思。过去的地理学家，也总把它描写成异常荒凉可怕，其实，撒哈拉沙漠面积虽然广阔，但是流沙都是星罗棋布，没有完全连成一个整体，其间分布着许多肥沃的绿洲，真正的流沙面积仅 150 万平方公里左右。

整个撒哈拉处在北半球亚热带的干旱区，终年吹着来自中亚和西南亚的干燥信风，炎热少雨，是典型的沙漠气候。夏季气温最高可达 58℃，冬季气温又低至 -10℃ 左右，这样的

低温对居住在温带地区的人,不以为然,可是对亚热带地区的人们,那就显得十分寒冷了。气温日变化也很大,一般在30—40℃。年降雨量,一般都小于50毫米,有的地区甚至常年见不到一滴雨水。只有在个别地区,受地形的影响,如中部高原,夏季会出现暴雨。

撒哈拉地区风力很大,沙暴频繁,它们不仅带来干热,而且还把大量的沙子卷到大西洋里,堆积范围达六万平方公里左右,人们就称它是“海底撒哈拉”。

撒哈拉沙漠中的绿洲,是当地居民经济生活的中心。如埃及的锡瓦绿洲、利比亚的费赞绿洲和阿尔及利亚的瓦格拉、图瓦特绿洲等。都是渠道纵横,流水潺潺,林木葱绿,庄稼茂盛,一派生气勃勃的景象。

全撒哈拉地区,有三分之二以上的居民在这里从事农业。主要的作物是椰枣。在椰枣的树荫下,又种植着其它农作物(图23)。



图23 撒哈拉沙漠中的椰枣林,椰枣树下是田园

椰枣是古老的栽培作物之一。早在三千年前,已是古代埃及的重要作物。现在,撒哈拉地区共有椰枣 3,000 万株,占世界总株数的三分之一,年产数十万吨。当地居民都将椰枣作为主食,几十粒果实制成肉饼,可以饱餐一顿。

撒哈拉地区,地表干旱缺乏水流,较大河流仅有尼罗河和尼日尔河。

尼罗河是一条世界闻名的大河,发源于布隆迪的卡格腊河,沿途流经坦桑尼亚、卢旺达、乌干达、苏丹、埃及等国,最后流入地中海。全长 6,450 公里,流域面积 280 万平方公里,为仅次于亚马逊河的世界第二长河。

古代的埃及人看到从南方浩瀚无垠的沙漠里,流出这样一条磅礴巨川,十分惊奇,并由此产生了许多传说,其中有一个最著名的传说是:尼罗河发源于南方高原上的一个大湖。可是,在许多世纪中,这些传说始终没有得到证实。有不少人试图沿河逆流而上,寻找源头,然而都没成功,因为没有一个人能越过尼罗河中游那一望无际的沼泽。直到十九世纪六十年代,才有人从非洲东部长途跋涉,到达东非高原上巨大的维多利亚湖。他们从当地居民那里知道,有一条大河,在湖的北端穿过沙漠而流。于是,他们找到这条河,并沿着河道向下游走去,在途中,恰好遇上了沿尼罗河往上游走的人,这才证实了过去的那个传说。

其实,维多利亚湖(面积 69,400 平方公里,最大深度 80 米,为世界第三大湖),并不是尼罗河的上游,它仅是河流中段的一个湖泊。在湖的上端,还有许多支流,其中最长的是卡格腊河,它才是尼罗河的主源头。

尼罗河流域大致可分为四个地段(图 24)。第一段是河源到苏丹的朱巴,河道在东非高原上曲折蜿蜒,长 1,870 公里,具有山地河流的特征。河流经过许多大湖,除了维多利亚

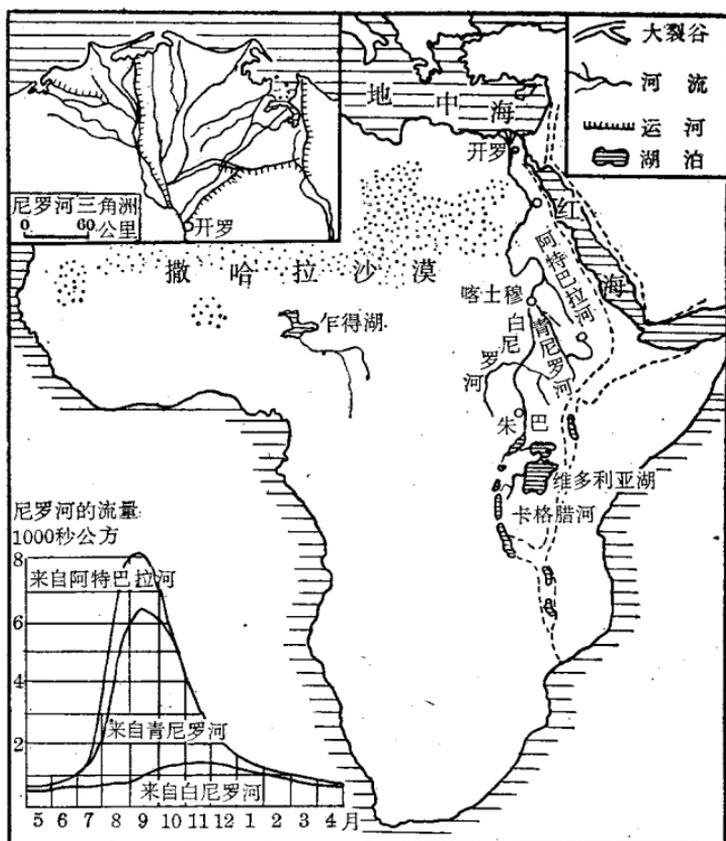


图 24 尼罗河流域图

湖外,还有基奥加湖、蒙博托湖、阿明湖等,它们都是尼罗河的天然水库,起着调节水量的作用。

第二段是从朱巴经苏丹首都喀土穆至沙普鲁加峡。这段河流通常称为白尼罗河,全长 1,530 公里。河流淌在广阔的苏丹大平原上,其中一段流经宽达 400 公里的沼泽地,这就是人们难以越逾的地区。由于地势平坦,加上水草、芦苇丛集壅塞,河流分汊漫流,因而河水大量蒸发,损失大半。在喀土穆又有青尼罗河汇聚,从这以下的地段,才正式称为尼罗河。

喀土穆当地语是“象鼻子”的意思，因为这座城市，恰好建设在青、白尼罗河交汇处的一个狭长的半岛上，形状似大象的鼻子，从而取名。每当洪水期，两股水流在这里相遇，涡流湍急，浪涛翻滚，使人惊心动魄。

第三段是从沙普鲁加峡到埃及的阿斯旺，长 1,390 公里，由于河流沿途所遇的岩石硬度不同，被侵蚀成六个大瀑布，自下游而上，分别命名为第一至第六瀑布。在苏丹的阿特巴拉又接纳了尼罗河最后一条支流，阿特巴拉河。

第四段是从阿斯旺经开罗到河口，全长 1,120 公里，开罗以下 20 公里即为著名的尼罗河三角洲，面积为 2.4 万平方公里，土质肥沃，农业十分发达。

从喀土穆到开罗，尼罗河流经 1,500 公里的努比亚沙漠（为撒哈拉东部沙漠的一部分），由于得到河水的灌溉，使干旱的沙漠形成一条狭长的绿色长廊。

尼罗河全部水量的四分之三是来自青尼罗河，白尼罗河占七分之二，阿特巴拉河占七分之一。尼罗河有定期泛滥的特点，每年二月到五月是枯水期，水色澄碧，六月开始涨水，这时主要的洪水是来自白尼罗河，洪水量不算大，由于携带大量腐败的植物，水呈绿色并有臭味，这就是泛滥前所谓的“绿水”。真正的泛滥期于七月底开始，洪水几乎全部都来自青尼罗河，由于水量宏大而湍急，带来了大量泥砂，浊流滚滚，水呈红褐色，被称为“红水”。到了八、九月，流量达到最高峰，以致破岸而流，到了十一月中旬，水位开始降落，水色逐渐变得清澈，直至次年四月水量最小。埃及人民很早以前就掌握了这一规律，到了汛期，看到水呈绿色尚不要紧，看到水出现红褐色，便是泛滥的征兆。

十分遗憾的是，因为尼罗河流经干旱地区和少雨的沙漠地区，蒸发强烈，水量来源少，损失大，虽居世界前列的长河，

水量却很小,只排位于世界第三十五位。

值得提出的是,撒哈拉地区的地表水虽然不多,但是,地下水非常丰富,根据初步勘探,沙漠里共有七个大的地下水盆地,面积为 450 万平方公里,总储水量达 153,000 亿立方米,这为人类改造沙漠提供了良好的前景。

近年来,随着科学事业的发展,又发现撒哈拉沙漠里蕴藏着丰富的石油和天然气。1973 年已探明石油的储量达近亿吨,天然气可达 5 万亿立方米。目前利比亚和阿尔及利亚已是世界上名列前茅的油、气生产国。

沙漠为人类的活动造成了很大的障碍。从 1971 年起,非洲几个国家开始联合修建撒哈拉大公路,这条公路宽六米,沥青铺面,从阿尔及利亚中部的古累河到塔曼腊塞特,再从这里

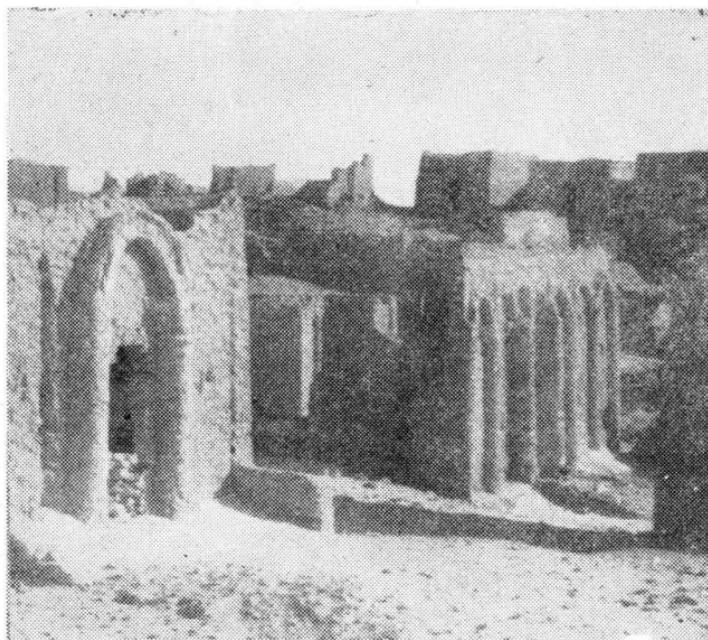


图 25 撒哈拉沙漠中的伊斯兰古墓

分两支延伸到马里和尼日尔。这条公路的修建，将对开发撒哈拉沙漠，沟通贸易和友好往来，有着重大的作用。非洲人民称这条公路为非洲国家的“团结之路”。

撒哈拉沙漠地区是人类文明的发祥地之一，有着悠久的历史 and 灿烂的文化。

目前在沙漠腹地发现了许多古代文化遗迹(图 25)。尼罗河以定期泛滥的洪水在埃及哺育了人类最古老的文化。古希腊著名的历史学家希罗多德说：“埃及是尼罗河的赠礼”。古代埃及人，也编成优美的长诗，来赞颂尼罗河：

“啊！尼罗河，我称赞你，
你从大地涌流而出，养活着埃及……
一旦你的水流减少，
人们就停止了呼吸。”

尼罗河周期性的泛滥，不仅使农田得到充足的灌溉，并且积下了一层肥沃的淤泥，极利于农作物的生长，使这块干旱的沙漠地区成为植物繁茂，人类生息的摇篮。

距今约二万年前，尼罗河谷就有了人类居住，大约在七千年前，埃及人进入了定居的生活。他们以辛勤的劳动，谱写出聪慧卓智的篇章，耸立在沙漠边缘的金字塔，就是埃及古文化高度发展的象征。

金字塔是古埃及历代国王的陵墓，底座呈四方形，愈向上愈窄，直至塔尖。由于塔的四面象汉字的“金”字形，因此中文称它“金字塔”(图 26)。古埃及称它是“庇里穆斯”，即“高”的意思。

在开罗西侧的基萨，金字塔规模最宏大，有一座叫“齐阿普斯”的金字塔，塔身高达 146.5 米，塔底每边长 230 米，占地 52,900 平方米，大约用巨石料 230 万方(每方石重 2.5 吨)。塔面所用的石块都经过细工磨平，全部工程是直接堆叠成的，石

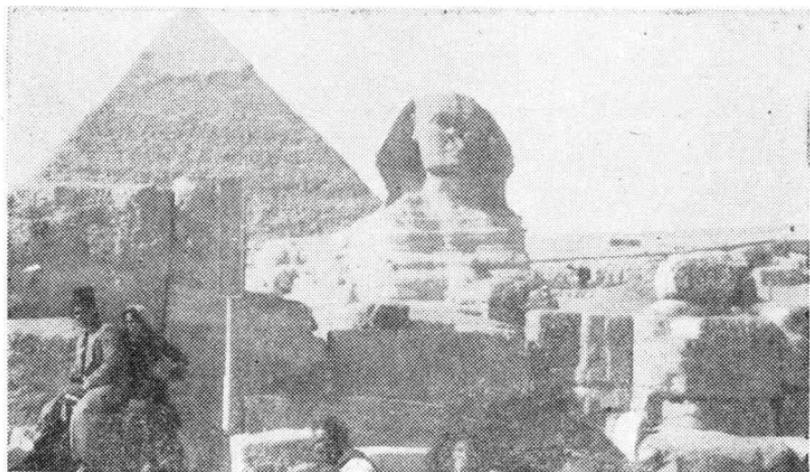


图 26 世界著名的金字塔和巨大的狮身人面像

块与石块之间没有任何粘结灰浆,严丝合缝,甚至连很薄的刀刃都插不进去。塔里有坡状隧道,也是用大石块叠垒而成,直通墓室。这样庞大的建筑,都要事先经过周密的计算和精心的设计,不仅外观雄伟,线条刚健,而且历经四、五千年的沧桑,仍巍然屹立。

金字塔旁还有一座巨大的狮身人面像(参看图 26)。像高 20 米,长约 62 米,是一整块巨石凿成,造型优美,刻工细腻,和金字塔同时并列为古埃及的奇观。

据希罗多德记载的“埃及传”中说,齐阿普斯(埃及第四王朝的法老,法老是国王的尊称,和中国皇帝称“陛下”一样)在督造金字塔时,分批征调了全埃及的人力,被奴役的人,在沙漠烈日的曝晒下,受着皮鞭的威逼去叠石运土,十分艰苦。基萨附近是沙漠,不产石材,建筑金字塔的全部石料都需从远处搬运,光是为了运石料而铺设道路就役使了十万人,费去十年的光阴。金字塔本身的修建,又动用了十万人,花了三十年时间。

三、我国的沙漠

我国的沙漠有 63.7 万平方公里，分布于东经 75—125°，北纬 35—50° 之间，包括新疆维吾尔自治区、青海省、甘肃省、宁夏回族自治区、内蒙古自治区、陕西省、辽宁省、吉林省和黑龙江省等共九个省区(图 27)。

若按纬度来说，这些省区位于温带和暖温带，本不应该成为干旱区，也不会出现沙漠。但是，由于我国是季风气候，降雨主要受夏季季风的影响，夏季风从太平洋、印度洋带来的水汽，在陆地上，形成降雨。然而，我国的西北部深居欧亚大陆腹地，距离海洋很远，湿润的海风很难将水汽带到这里。特别是天山、昆仑山、喜马拉雅山、秦岭、吕梁山、太行山及大兴安岭等山脉巍然耸峙，象一堵屏障，阻挡了夏季风，断绝了水汽，即使再强劲的海风也鞭长莫及。

可是，到了冬季，欧亚大陆为蒙古-西伯利亚冷空气所控制，加上我国北部地势开阔，没有高山屏障，干燥而寒冷的北风，长驱直入，倾注而泻，这样使我国西北及内蒙古一带形成了干旱区，其特点是少雨、日照强烈、冷热变化剧烈和风蚀强烈等。

我国的沙漠主要有：塔克拉玛干沙漠、古尔班通古特沙漠、巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠、毛乌素沙漠等(参看图 27)。它们的面积是：

塔克拉玛干沙漠	32.74 万平方公里
古尔班通古特沙漠	4.73 万平方公里
巴丹吉林沙漠	4.71 万平方公里
腾格里沙漠	3.67 万平方公里
毛乌素沙漠	2.50 万平方公里
科尔沁沙地	2.42 万平方公里

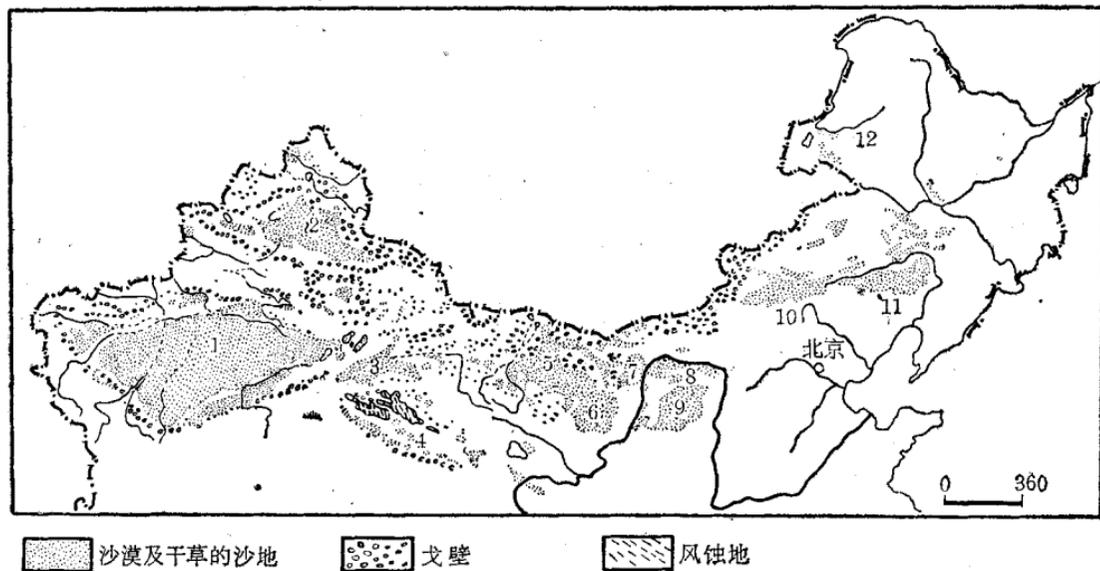


图 27 中国沙漠分布图

- | | | | |
|-------------|--------------|------------|--------------|
| 1. 塔克拉玛干沙漠; | 2. 古尔班通古特沙漠; | 3. 库姆塔格沙漠; | 4. 柴达木盆地的沙漠; |
| 5. 巴丹吉林沙漠; | 6. 腾格里沙漠; | 7. 乌兰布和沙漠; | 8. 库布齐沙漠; |
| 9. 毛乌素沙漠; | 10. 小腾格里沙地; | 11. 科尔沁沙地; | 12. 呼伦贝尔沙地 |

小腾格里沙地	2.33 万平方公里
库姆塔格沙漠	1.95 万平方公里
乌兰布和沙漠	1.03 万平方公里
柴达木盆地沙漠(包括风蚀地)	3.31 万平方公里

其中,流动性沙漠,以塔克拉玛干沙漠、巴丹吉林沙漠及腾格里沙漠为最大。

塔克拉玛干沙漠位于新疆天山以南,昆仑山以北的塔里木盆地的中心,是我国最大的沙漠,占全国沙漠总面积的43%。按说,世界上面积超过三十万平方公里以上的大沙漠中,真正属于流动性沙漠的只有撒哈拉沙漠和鲁卜哈利沙漠,其它的沙漠,象卡拉库姆沙漠、塔尔沙漠、维多利亚沙漠等都是固定、半固定的沙漠。而撒哈拉沙漠又是由零星小块的流沙组成,没有完全连接成片,所以,世界上最大的流动性沙漠应属阿拉伯半岛上的鲁卜哈利沙漠,其次就是我国的塔克拉玛干沙漠。

塔克拉玛干全部为流动沙丘所覆盖,只有沙漠腹地西侧,有一条东西横卧的山脉叫罗斯塔格-麻扎塔格山,尚未被流沙淹没。山脉由两列山岭组成,南列以红色的沙岩组成,呈红褐色;北列因岩层中夹有大量的石膏呈银灰色。远远望去,红白分明,故有“红、白二山”之称。山的主峰,海拔1,635米,相对高度都在百米以上,山幅宽度约二、三公里,山上寸草不生。由于昼夜温度变化大,物理风化强烈,碎石遍地。有的岩石,由于内部岩层硬度不同,在风力的作用下,塑成许多蘑菇一样的形状,人称“风蚀蘑菇”(图28)。

塔克拉玛干沙漠里的沙丘特别高大,一般高度都在100—150米,也有200—300米高的巨型沙丘。沙丘的形态又十分复杂,包括有沙漠中各种类型的沙丘形态,有些是其它沙漠所没有的沙丘类型。在塔克拉玛干沙漠的东半部,延伸着巨大的复合型沙丘链,一般长5—15公里,最长可达30公里

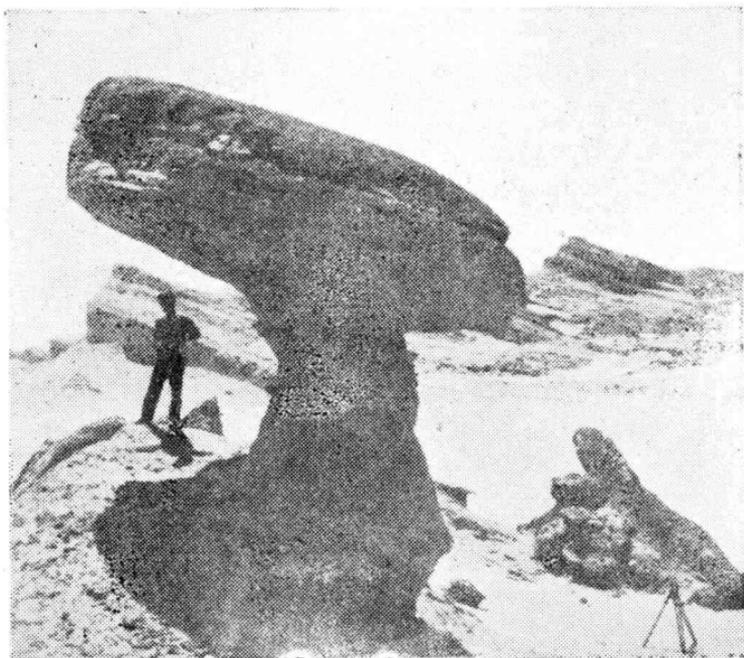


图 28 风蚀蘑菇

以上，宽度都在 1—2 公里。沙丘的落沙坡陡峭，迎风坡上又有小的沙丘链堆积着。

“塔克拉玛干”，维吾尔族语的意思是“进去出不来”。在十九世纪八十年代和二十世纪二十年代，曾有英国人斯坦因和瑞典人斯文哈定，冒险穿越沙漠，历经各种艰辛，斯文哈定几乎在沙漠里丧失生命，回来后，经他们“苦心”宣传，竟把塔克拉玛干描写成令人心惊胆颤的可怕地区。

我国的科学工作者，三十年来多次深入沙漠里进行考察，发现塔克拉玛干沙漠并不象前人所说的那么荒凉可怕。有许多河流注入流沙地区，象塔里木河、叶尔羌河、车尔臣河、和田河、克里雅河等，有的河流竟纵穿沙漠而过。这些河流大都发源于塔里木盆地南部的昆仑山、喀喇昆仑山和北部的天山。由

于水源丰沛,河流两岸的谷地蕴含着水质优良、水量充足的地下水,有的地方泉水溢出,形成许多零星的小湖(参看图 15)。在这些水利条件比较好的地方,分布着一片片绿洲,成为天然的牧场,象克里雅河下游的绿洲,面积达 30 余万亩(图 29)。而且绿洲上,分布有固定的居民点,成为沙漠里的村庄。



图 29 塔克拉玛干沙漠有一定的土地资源,
图为尼雅河流域的处女地

在河谷地带,从生着大片的胡杨林,给干旱的沙漠增添了生气。尤其在塔里木河、叶尔羌河、喀什噶尔河、阿克苏河、和田河的汇流处,胡杨更是“纵横百里,蔓野成林”(参看图 18)。目睹这大沙漠中的林海奇景的人,无不赞叹。据统计,这片胡杨林东西长 150 公里,南北宽 70 公里,宛若一条绿色的长城,森林中灌木很少,地面铺满枯枝落叶,土质十分肥沃。在这茫

茫的林海中,栖居着许多飞禽走兽,有老虎、马鹿、野猪、羚羊,还有许多鸟类,在枝上争鸣飞跃。一百年前,从喀什到阿克苏的道路,就经过这片密林。路上每隔一段距离,就在路旁用四根木桩把一个棚屋架在半空中,供天黑行人过夜,以躲避野兽,真是“密林虎狼稠,幽径麋鹿游”。可见,塔克拉玛干并不是“没有植物,也没有野兽,甚至连飞鸟、虫豸都没有的境地”。

在塔克拉玛干沙漠的周围,甚至在沙漠腹地都发现了许多汉唐时代的文物,以及许多很具规模的古城遗址。

沿着尼雅河谷向下游走,在深入塔克拉玛干沙漠一百余公里的地方,发现许多屋舍的梁柱湮埋在流沙中,这便是尼雅废墟(图 30)。遗址虽然历经寒暑,残破不全,但当年的面目

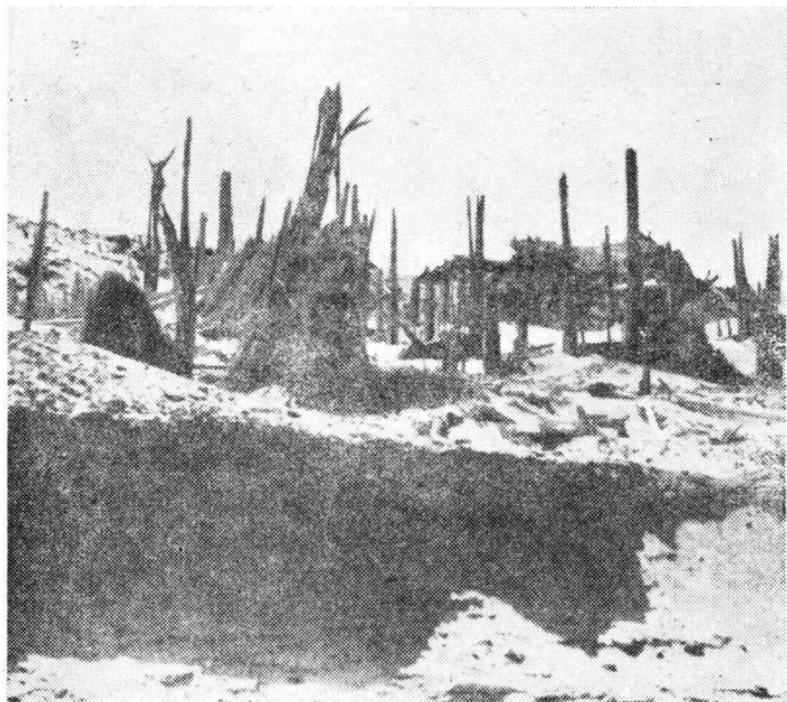


图 30 塔克拉玛干沙漠中的尼雅废墟即是古代“丝绸之路”上的精绝城

尚可辨认,有的房子面积很大,左右套间;有的房子面积较小,是成排成行的单间;有的建筑象传统的土耳其斯坦的大客厅,设有砖灶、土炕;有的建筑同中原的建筑相同,飞檐斗拱,梁柱上有着美丽的雕刻。在这些废墟之中,有不少古代遗物,有弓箭、盾矛等;有毛毡的残片,毡上细腻图案配有和谐的颜色;还有木器家具,其中一把椅子,雕刻得非常精致,椅腿作中国式的狮形,扶手又装饰着希腊式的怪兽,全部木器都保留着原来鲜艳的色彩。

在住宅旁,还有废弃的果园,由一排排白杨枯干围着,园中有桃、杏、苹果、桑树等枯死的果树。

屹立在滚滚的流沙中的废墟里,还发现了许多铜钱和木简,从铜钱上的印文,一眼就能认出这是汉代的货币,可见尼雅废墟已经度过了二千年的沧桑。然而木简却特别,上面撰写的不是中文,而是古代贵霜王朝所通用的佉卢文,连篇累牍的文字,不成章句,象是商人的流水帐。

这一切,可真是令人费解,从废墟的建筑形式来看,有中亚式样、也有中国的特征;从器具来看,有古代希腊的图案、也有中国的雕花;从出土文物来看,既有汉代的货币,又有贵霜王朝的木简,这东西南北各一方的遗物,怎么会聚到一起来了呢?

再看一看塔克拉玛干沙漠东部的一座被流沙湮没的古城。在废墟里,也发现了不少文物,其中有佉卢文、萃利文和汉文的简牍;也有西方各国出产的物品,这和尼雅废墟发现的遗物没有多大的差异,重要的是,在这里发现了一捆保存完好的汉代制的黄绢,这样的黄绢,曾是我国古代运往中亚、欧洲的丝绸。这下可揭开这座废墟之迷,原来它是闻名世界的“丝绸之路”所必经的楼兰城!我们恍然大悟,那些西方出产的遗物,是中亚、欧洲商队所携来的物品,那些中西结合的建筑与

器具，正是丝绸之路沟通东、西方文化交流的结晶！

历史上素负盛名的楼兰城，如今已是一堆黄沙埋覆的残破废墟，从红柳枝条和泥土相间筑成的城池，以及房基的齐整，枯树纵横，足见它曾是一座白杨红柳掩映的城市。市内有壮观的建筑、毗邻的市肆、华丽的住宅、青葱的果园、还有东西往来、络绎不绝的国际商队。

在塔克拉玛干沙漠腹地的尼雅废墟，经考古研究，发现它正是汉代丝绸之路的驿站精绝。那时的精绝，芳草萋萋、流水潺潺、牛羊成群，共有四百八十户人家，三千多居民，街衢齐整，客栈鳞次栉比。在这里送去了一队商队，又迎来一群行人（参看图 31）。

展开历史的画卷，拂去岁月的沙尘，可以看到古代的丝绸之路竟是何等的昌盛繁荣！

汉代的塔里木盆地，已被塔克拉玛干沙漠覆没，当时的气候比较湿润。从天山、昆仑山冰雪融水形成的许多河流灌注沙漠，汇成一条横贯沙海的塔里木河。河水东流，聚成“波涛三百里”的蒲昌海，即是今日快要干涸的罗布泊。由于塔里木河及诸支流的灌溉，使沙漠内部及周围出现了许多绿洲，土地肥沃，水草丰美，成为许多民族栖息的地方。

在天山北部的准噶尔盆地，气候较南部的塔里木盆地湿润，分布着许多河流、湖泊和草场，起始有原始蒙古人游牧，以后又有乌孙人在这一带游牧，它们的人口有六十三万之多，是一支强大的势力。更后便有中亚牧人及希腊帝国来到帕米尔一带，建立了许多国家，其中以大宛为最大，有人口三十余万。

所以古代的天山南北是一派安居乐业、物产丰富的平静王国。可是，谁竟料到，一声霹雳，匈奴的铁骑，从蒙古高原飞驰而来，踏进了这片平静的沃野，霸占了天山南北的广大土地，并在塔克拉玛干沙漠边缘的焉耆、尉犁等地设立了“僮仆

都尉”，即奴隶总管，役使各民族纳赋税、贡粮草、献牛羊，使当地居民沦为奴隶。

早在秦代，匈奴已成为一个强大的民族，占据着广阔的蒙古草原，并驱兵南侵，越过阴山，渡过黄河，进入黄河河套地区。秦政府为抵御南犯的匈奴，派大将蒙恬率三十万人马北击匈奴，驱逐河套以北，然后依山傍水修筑长城，驻屯庞大的边防军。后来，蒙恬死，边防失去统帅，同时中原爆发了农民起义，秦政府将驻守边防的部队全部撤回，参予镇压起义。自此北部大门敞开，匈奴骑兵又重回到万里长城脚下，并再度侵入河套，危及内地。

这时，游牧于甘肃河西走廊的大月氏也遭受到南侵匈奴的迫害。大月氏虽拥有十万兵马，但抵不住匈奴的骠悍铁骑的冲击，于是挈全族从敦煌出发，经伊犁，翻过白雪皑皑的帕米尔高原，向西徙走。

到了汉代，匈奴更是南犯不止，骑兵的铁蹄已踏入陕北，逼近长安，造成了严重的威胁。汉武帝执政时期（公元前140年—公元前86年），决心解除北方匈奴的威胁，于是派使臣出西域寻找为匈奴驱走的大月氏，希望和他们联合起来，共同抗击匈奴。这时，汉中成固（今陕西城固）人张骞，挺身而出，毅然应募出使西域，从而登上历史舞台，演出了一出可歌可泣的悲壮剧目。

所谓西域，是汉政府以西的中亚、西亚广泛地域的统称。当时的西方，也是民族大动荡的时代，自秦代以后，从希腊半岛囊括埃及北部、印度河、土耳其斯坦的希腊帝国日趋没落，逐渐为意大利半岛上崛起的罗马帝国所取代。新兴的帝国，东征西侵，铁蹄蹂躏了整个欧洲，希腊大帝国的灯火终为罗马的狂飙所扑灭，成为占有欧、亚、非的奴隶帝国。

正当罗马帝国在欧洲角逐的时候，阿拉伯的马队从麦加

城出发了，他们越过阿拉伯沙漠，占领了底格里斯河和幼发拉底河一带，建立了自己的国家，这就是中国历史上所谓的条支，后来唐代称它为大食国。

与阿拉伯人出动的同时，游牧在黑海一带的阿萨息斯人，也从伊兰高地长驱南下，占据了今日的伊朗一带，建立了强大的国家，即安息。

这时，越过帕米尔高原的大月氏，象瀑布、洪流一般，奔腾而下，倾注中亚的东南部，他们沿途扫荡希腊人的势力，从伊犁一直到阿姆河和锡尔河流域，最后合并了希腊在东方唯一的殖民地大夏，与当时称为身毒的印度相望。其实，大夏与我国民间早有通商往来，张骞到达大夏时，曾见到从身毒转运去的四川的土产邛竹杖和蜀布。

这些新兴国家的崛起，对不可一世的罗马帝国向东侵略是最大的障碍。罗马帝国的侵略和压迫，引起了奴隶的大起义，举世闻名的斯巴达克率领的奴隶，于公元前73年在维苏维火山爆发了，强大的起义军震撼了帝国的砥柱，使他们的侵略野心与势力受到极大的挫折。公元前53年，罗马帝国的统帅革拉苏所率的罗马侵略军东征中亚，妄图打开通往东方的大门，但是，遭到安息人的反抗。安息是一支非凡的劲旅，他们所使用的武器是用兽角制成的弓箭，发箭疾速、拨动有声，称为响箭。善于骑射的阿萨息斯人组成的响箭队，于卡里之役，一举击溃罗马的远征军。罗马军死伤三万余人，被俘一万。一败涂地的残局，使罗马帝国的势力再也达不到中亚一带。东西方的交通赖由张骞所开辟的丝绸之路所接联，从汉代到唐代，历经千年往来不绝。

公元前139年，张骞出使西域，从陇西郡治（今甘肃临洮）出发，途经河西走廊时，不幸为匈奴所俘，囚禁达十年之久，然而并没有磨灭张骞的坚强意志，他毫不灰心，终于找到机会，

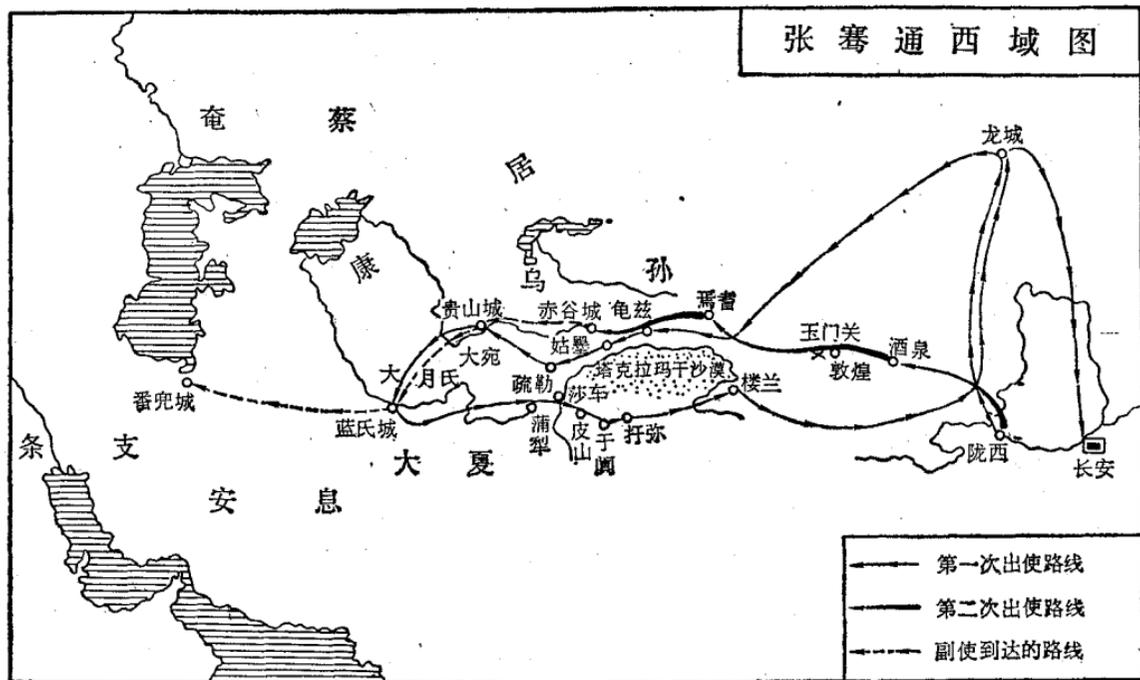


图 31 张骞出使西域的路线

逃离匈奴，横贯浩瀚的沙漠，翻过皑皑的雪山，到达了大月氏。张骞在国外历时十三年，于公元前 126 年取道塔克拉玛干沙漠南缘返回长安。去时同行百余人，归来只剩下一个同伴了。回到长安以后，对他所经的塔里木盆地及中亚诸国，如大宛、大夏、条支、身毒等国的经济情况、政治情况和当地的风土人情作了详细的报告，从而使人们开阔了眼界，知道除中原地区外，还有广大的西方世界。

几年以后，公元前 121 年，张骞再次奉命出使西域。这次使命完全是为着沟通商路、联络各国。他带了随员三百余人，副使数十名，牛羊万计和大量的货币。到达乌孙后，在那里分遣副使，分道至大宛、大月氏、大夏、安息、身毒等国，历经七载，张骞于公元前 115 年先期回到长安，年余病逝。但他所派遣的副使都圆满的完成了任务，先后和各国派出的使节，一同抵达长安(图 31)。

张骞不仅是一位探险家、旅行家，而且是一位天才的政治家和外交家，是我国历史上出类拔萃的人物，“为人强力，宽大信人”，很受各国的爱戴。

张骞死后，许多出使各国的使者及往来贸易的商人，只要提起他的名字，倍受各国的信任，可见张骞在西域各国享有何等的威望。

张骞两次出使西域，揭开了丝绸之路的序幕。继后，各国商队沿着张骞的足迹接踵而来。中国也沿着这条通往西方的道路，向各国派去使节和商队，与西域各国进行频繁的政治和经济交往。此时，我国特产的丝绸，源源不断地送到西方各国。丝绸之路对东西方政治经济、文化交流以及人类的文明产生了深远的影响。

丝绸之路从长安出发，经敦煌到塔里木盆地，由于受到塔克拉玛干沙漠的阻挡，只能沿沙漠南北两侧而行，于是分成南

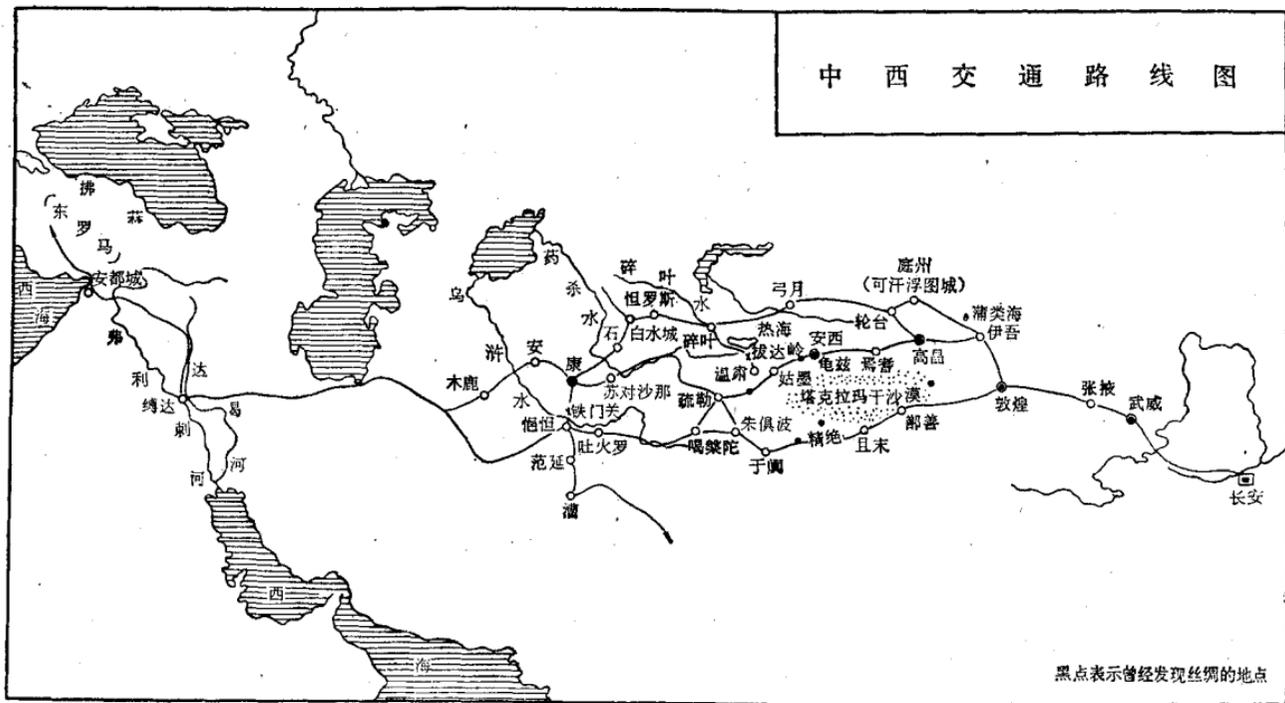


图 32 古代中西交通路线示意图

道和北道,通往西域各国(图 32)。

南道从塔克拉玛干沙漠东部的楼兰(即楼兰废墟)经鄯善(今若羌),且末,精绝(即尼雅废墟)、扞弥(今于田)、于阗(今和田)、皮山、莎车,然后过帕米尔高原到大月氏、安息等国。

北道取楼兰,越过沙漠抵尉犁、焉耆、轮台、龟兹、姑墨、温宿(拜城西南)、疏勒等地,翻过帕米尔高原到大月氏或大宛等国。

真令人难以想象,塔克拉玛干这样浩瀚的沙漠,历史上竟是沟通欧、亚的交通要冲!

在甘肃和宁夏回族自治区,还分布有巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠。这两处沙漠都属流动性沙漠,它们之间被一条南北走向的雅布赖山所分开。

腾格里沙漠,蒙语的意思是象天一样浩渺无际的广大。其实,它比巴丹吉林沙漠要逊色得多,不仅面积要小,而且沙丘的高度也不及。腾格里沙漠内部是沙丘、湖盆、山地、残丘及平原相互交错分布(图 33),其中沙丘占 71%,湖盆占 7%,山地残丘及平地占 22%。即使是沙丘,其中又有 7% 为固定及半固定沙丘。沙漠里广泛的分布着无水的干涸湖盆,大小湖盆达 422 个,这算是腾格里沙漠的特点,它与阿拉伯沙漠的干谷相似,只不过前者是盆形的,后者是长形的而已。湖盆里虽无水,但地下水较浅,植物一般生长茂盛。

巴丹吉林沙漠沙丘高大,而且密布重叠,一般高度都在 200—300 米之间,最高可达 500 米。沙丘之间的低洼处也出现一些湖泊,但是,由于强烈的蒸发,使湖内聚积大量的盐类,不能饮用,只有在湖泊边缘的流水处和沙丘内的泉水出露处水质较好,这些水源大都来自降雨或空气中的凝结水,所以水量不大,境内没有河流,植物也很稀少。

也许在环境这样恶劣的沙漠里,不会有居民吧? 不然。我

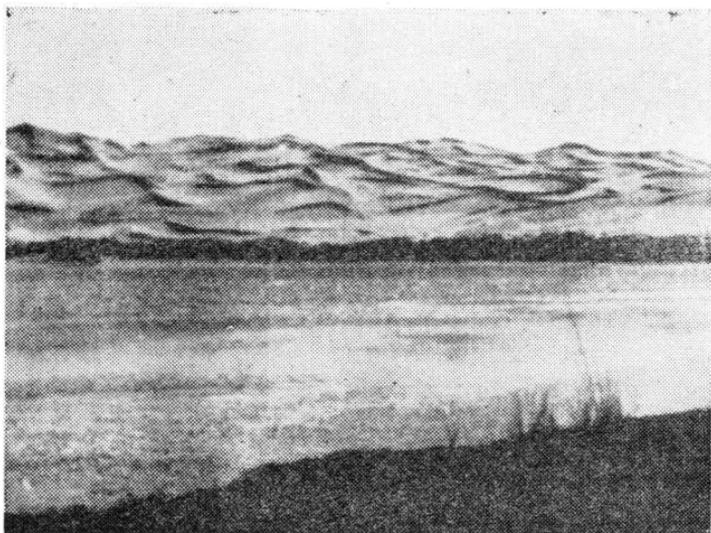


图 33 沙丘与湖盆相间分布是腾格里沙漠的特色

们的考察队,从甘肃民勤出发,向巴丹吉林沙漠腹地走去,几日都不见人烟,很是荒凉。一日,忽然在高大的沙丘间隐现出一座金碧辉煌的庙宇,开始大家都以为是海市蜃楼作怪,可是,走到跟前一看,果真不假,确实是一座壮观的喇嘛庙,周围还有居民。正当大家惊奇的时候,蒙族兄弟蜂拥而来,邀我们考察队员到家中作客,端饭献茶,亲热倍至,这突如其来的事情,使大家面面相觑,茫然不知所措,心中想,在巴丹吉林沙漠里竟还有人家!

巴丹吉林庙,虽不及埃及的金字塔,但是建筑技巧也是十分惊人的,亭台楼阁,殿堂院落,井然有序。殿内佛象造形优美,栩栩如生。建筑结构表现出我国独有的梁架、斗拱、藻井的特点,殿内为一色朱红,飞檐斗拱,吻兽傲立。在这样干旱、艰苦的环境里,能造出如此壮丽的建筑,不能不为人敬佩。

在腾格里沙漠里,也有一些这样的喇嘛庙,它们历经沧

桑、饱受风沙，巍然耸立。

这些雄伟的建筑，不仅融汇着中华各民族的智慧，而且也象征着中华各民族的团结。

总的来说，我国沙漠的自然条件，虽然有着干旱、风沙和流动性大的不利方面，但是除了小部分的沙漠分布在高原上外，绝大部分都分布在内陆巨大的盆地中，使周围山区的水或地下水，能与沙漠沟通，给沙漠地区带来一定的水利条件，并因此生长一些植物，分布有一定面积的绿洲，有的可以辟为牧场；有的可作为荒地开发利用，即使在一般认为浩瀚无际的塔克拉玛干沙漠和巴丹吉林沙漠里，也分布着不少的居民点。

第三章 沙漠由来

沙漠是干旱气候的产物，干燥的气候是形成沙漠的必要条件。但是，沙漠是由无数细小的沙粒组成，只有具备这些松散沙粒物质，才能借助风力的吹蚀、搬运、堆积作用造成沙漠。所以，沙子是形成沙漠的基本物质基础。

一般说来，沙漠的面积都很大，而且沙层的厚度又都在数百米以上，这就需要有丰富的沙的物质的供给来源。那末，形成沙漠所需要的大量沙子又是怎么来的呢？

一、就地起沙

沙漠里的沙粒，并不是单一成分，而是由石英、长石、云母等许多矿物所组成。这些沙粒的大小比较均一，一般最大的粒径不超过 0.5—1 毫米，最小的粒径不小于 0.05 毫米，不同沙漠的沙粒矿物成分和粒度大小都有所不同。有人说，这些沙子是从遥远的地方被风吹刮来的；也有人讲，沙源就在沙漠附近的地方，至于这些沙子又是怎么形成的，也就是说沙漠的由来，那就更是众说纷纭了。

究竟那种说法对呢？还是让我们剖析几块沙漠以后再下结论吧。

首先，让我们分析一下塔克拉玛干沙漠。如果能把覆盖在塔里木盆地的沙子搬走，就可以清楚地看到盆地的本来面目。根据我国沙漠学家朱震达等同志的分析，地质历史上的塔里木盆地，并没有现在这样干旱。从塔里木盆地南、北的高山上，淌着许多流水。这些流水在盆地中形成许多今日仍能明

显可辨的水道网。这些河流从现在的沙漠边缘，一直深到沙漠腹地的 200—250 公里的地方，形成了许多冲积和洪积三角洲，使塔里木盆地成为一个面积广大的古冲积平原。盆地里沉积了大量的沙、砾石，这些沙、砾石主要来源于南部的昆仑山和北部的天山。

昆仑山北麓发育了十几条大河，这些湍急的河流加上季节性暴发的洪水，把昆仑山坡上风化剥蚀的岩石碎屑，全部卷入洪流，顺水而下，堆积到盆地里去。因为昆仑山隆起较高，受到风化剥蚀作用也最强烈，于是沙石物质十分丰富，在山前沉积了一层很厚的冲积和洪积物。根据地质勘探，这个沙砾层的厚度达 500—600 米，最厚的地方可达 900 米。而且分布地域很广，一直延展到现在塔克拉玛干沙漠腹地的麻扎塔格山附近。

天山南麓的冲积、洪积物与昆仑山基本相似，只是在规模上和伸延的范围要小些。可是在这一带的塔里木河却形成了一个宽达 130 公里的面积广阔的冲积平原。象塔里木河这样的水量，根本不可能形成如此宽广的冲积平原，但是，由于塔里木盆地南部地壳不断隆起，使这条原来流经盆地中心的河流，逐渐地向北迁移，所经之处则保存和积累了大量的冲积物。

以后，在漫长的地质年代里，气候逐渐变干，雨量减小，河水干固，植被退化，风力增强。这些河流和洪水冲积成的三角洲和冲积平原上的沙砾，大量被风吹走，带不动的砾石，受到烈日的风化剥蚀，逐渐变成碎屑而被风吹走。久而久之，这些冲积、洪积物质在地表堆积成浩瀚无际的沙漠。可见塔克拉玛干是就地取材而形成沙漠的。

从塔克拉玛干沙漠里的沙粒矿物组成来看，也证明了上述的论断。沙漠南部的沙粒和发源于昆仑山上的河流中所携

带的沙粒，矿物成分是一致的，都是以角闪石为主，其次为云母。而沙漠北部沙粒的矿物成分与塔里木河的冲积沙粒相似，都是以云母为主，角闪石次之。只有沙漠东部沙粒的矿物成分比较特殊，它和南、北部来源于冲积、洪积的沙粒都不一样，矿物成分中，角闪石和云母都占有重要地位。经过分析，发现塔克拉玛干沙漠的沙子还有另外一个来源，这就是东部的罗布泊。

位于塔克拉玛干沙漠东侧的罗布泊是塔里木盆地最低洼的地区，也是盆地的汇水中心。古代的罗布泊是一个巨大的湖盆，塔里木河等河流的水都注入这里。湖盆由于沉积了大量的泥沙，这些沉积物并不局限在现在的湖底，湖岸四周都广泛地分布着泥沙。按照这样的沉积范围来看，在过去的罗布泊的确可以认为是一个了不起的大湖泊。其实并不是这样，古代罗布泊的面积虽然比现在要大得多，但也远远达不到上述的沉积范围。罗布泊之所以有这么大的沉积区，是因为它有一个特别古怪的“脾气”。湖盆里的水不安心呆在一个地方，来回的摆动，时常更换位置。根据历史的记载，公元七世纪的隋唐时代以来，罗布泊从北到南，又从南到北来回游历了一趟。1932年至1942年的十年间，它又从东向西移动了30—50公里。

不了解地质构造的人，以为罗布泊“活了”，能够来回走动，其实，罗布泊来回移动的原因，并不是湖水在跑，而是由于地壳的变化。一会儿北部地壳隆起，湖水向南移动；一会儿西部地壳下陷，湖水自然又向西部流去，就象我们用手抬动水盆的一侧，盆内的水会向另一侧流动的道理一样。

这么一来，湖里的沉积物就远远的超过了湖底的范围，当湖水跑到北侧时，南部沉积的泥沙就暴露在风力之下，当湖水偏到南侧时，北部沉积的泥沙又会遭到风力的吹蚀。当然，这

种移动不限于罗布泊,凡是流经这一地区的河流,都要受到地壳运动的影响,使河床发生摇摆,形成面积较大的冲积平原。可见,罗布泊和周围河流沉积的泥沙,也为塔克拉玛干沙漠增添了不少物质。

自然界的情况是复杂的,塔克拉玛干沙漠是一种情况,在别的沙漠里,象乌兰布和沙漠沙粒的来源和沙漠的形成又是另外的一种过程。

在宁夏回族自治区和内蒙古自治区之间,黄河河套以西,从阴山南麓直到贺兰山下,有一片茫茫的流沙,这就是乌兰布和沙漠。

按蒙语说,“乌兰”是红色,“布和”为公牛,“乌兰布和”即是红色公牛的意思,可想而知,这片流沙是何等的凶狂了。乌兰布和沙漠由于和巴丹吉林沙漠毗邻,所以,过去有人认为巴丹吉林沙漠是乌兰布和沙漠的母亲。言外之意,即是说,乌兰布和沙漠里的沙子是从巴丹吉林沙漠那里刮来的,这也算是沙子来自远方的一种论点吧。

1963年,以我国著名的历史地理学家侯仁之先生为首的科学考察队,深入沙漠,进行了细致的调查研究,发现乌兰布和沙漠的沙子,并不象前人所谈“来自巴丹吉林沙漠”,而是道道地地的就地起沙。

乌兰布和沙漠的形成,从古地理的角度来看,经历了几个过程。首先,它和邻近地区一样,在数百万年的地壳运动中,四周高山隆起,阻挡了湿润的海风,形成雨量稀少、炎热干旱的气候,同时乌兰布和沙漠的西南部地壳下陷,形成了巨大的湖泊,湖中沉积了大量的泥沙,厚度可达数百米,最厚处可超过千米。后来,地壳又慢慢的抬升,积水逐渐走失,湖底的沉积物暴露在光天化日之下,构成了一片地势平坦的“光板地”。

到了近期,黄河穿过这一地区,使古代的沉积物遭到冲

刷、切割，同时又将大量的泥沙携走。由于黄河含沙量非常高，而且这一带地势平坦，造成河床改道和大水漫流，形成了广阔无垠的冲积平原。平原上这些松散的冲积物，为乌兰布和沙漠提供了丰富的沙质来源。乌兰布和沙漠也是“就地起沙”的。

根据侯仁之先生考证，乌兰布和沙漠是一个年轻的沙漠，它不象其它沙漠那样，早在人类出现之前就已是茫茫一片的沙海。根据历史记载，二千年前的乌兰布和地区曾是汉代“朔方郡”的辖地。境内根本没有沙漠。北魏时代的地理学家郦道元所著《水经注》曾对这一带作了详尽记录：

“河水东北迳三封县故城东，汉武帝元狩三年置，《十三州志》曰在临戎县西百四十里。……河水又北迳临戎县故城西，元朔五年立，归朔方郡治。……河水又北有枝渠东去，谓之铜口，东迳沃野县故城南，汉武帝元狩三年立，……枝渠东注以灌田，所谓智通在我矣。……河水又北迳西溢于窳(yǔ)浑县故城东，汉武帝元朔二年开朔方郡县……其水积而为屠申泽，泽东西一百二十里，故《地理志》曰：屠申泽在县东，即是泽也。”

从上述记载，可以看出，汉代的乌兰布和地区非但没有沙漠，而且是一片沃野，有田园，有渠道，有河流，有湖泊，还有四座城池。《水经注》还详细的记述了这四座古城的建城年代以及与当时的河流、湖泊之间的相对位置。如果能找到这些遗迹，对认识乌兰布和地区过去的面貌及弄清沙质来源，会有很大帮助。

文中所讲的河流是指黄河，这是显而易见的，不须费力寻找。可是在茫茫的沙海里发掘被湮没的城池、湖泊的遗址，那可不是一件容易的事情。按照史册的记载，加上深入实地的考察，这四座古城终于找到了三座，即“临戎”，“三封”，“窳浑”

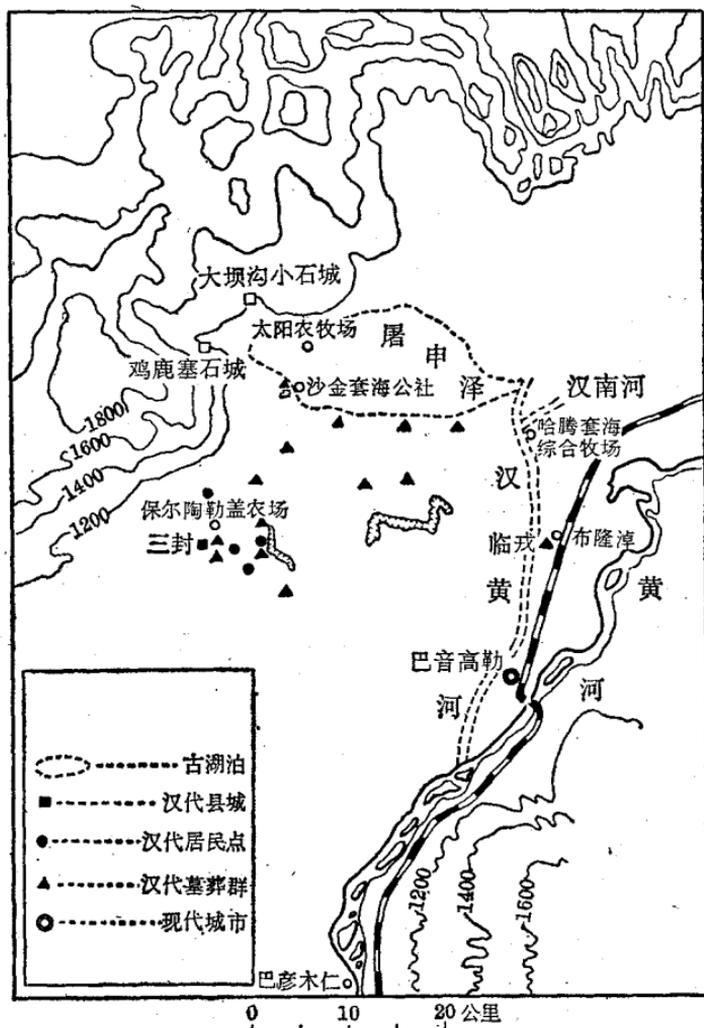


图 34 乌兰布和沙漠古城遗迹分布图

三城(图34)。当年这些古城壮观的城廓,早已变为废墟,地面只余下尚未完全被流沙湮埋的一堆残砖碎瓦。这几座古城遗址的发现,大大开阔了认识乌兰布和沙漠的眼界,尤其是临戎古城遗址的发掘,对黄河在这一地区不断的改道,予以明确的

揭示。酈道元在《水经注》里明文记载说：“河水(黄河)又北迤临戎县故城西……”可见，黄河从临戎县城西边流过，所以临戎城的位置应该在黄河的东侧。

许多历史学家、地理学家都根据《水经注》这段文字记载，到黄河以东去寻找临戎古城的废墟，可是，丝毫没有结果。有趣的是，根据现在临戎城废墟的发掘，这座城池并不在黄河的东面，恰恰相反，而是在黄河西侧五公里的地方。为什么和历史上的记载不相符？难道城墟搬迁了吗？根本不可能，只能认为黄河后来改道，河水流到了临戎城的东面去，临戎城才会在黄河的西侧出现。为了证明这一论断，考察队又沿废墟的西侧向沙漠里探索，果然在大约 30 公里的距离内找到了三条已经湮没的黄河故道。相距最近的一条，尽管有流沙覆盖，但是南北走向的河床依然完整可见，就是黄河改道前《水经注》所记载的黄河。这说明两千年来，临戎故址依旧，而黄河河道却不断地从乌兰布和沙漠的西侧向东部摆动。可以想象，在这样的改道过程中，黄河会给乌兰布和沙漠留下多少泥沙冲积物！

遗憾的是第四座古城“沃野城”的遗址一直没有寻到，很可能这座古城的废墟在黄河改道的过程中，已被狂涛怒浪所吞掉。

此外，《水经注》里还提到一个湖泊，说：“河水(黄河)又北迤西溢于麻浑县故城东，……其水积而为屠申泽，泽东西一百二十里，故《地理志》曰：屠申泽在县东，即是泽也……。”

从文中记载可以看出这个湖泊很具规模，可是今日的乌兰布和沙漠里，根本没有这样大的湖泊，要寻找屠申泽的遗址，是极其渺茫的。幸好，现在发掘了麻浑城的遗址，这个湖泊的位置就好确定得多了。在今日所看见的麻浑城废墟的东侧，果然有一低洼的湖盆，按照《水经注》的记录，这应该是屠申泽了(参看图 36)。可是，现在的湖盆中并没有东西一百二

十里的汪洋湖水，有的却是干涸了的湖底和湖底上的疏松泥沙。屠申泽早已干涸，大片的沉积物暴露在风吹雨打之下，为现在的乌兰布和沙漠提供了丰富物质来源。

不妨再让我们看看乌兰布和沙漠里留存的汉代古墓。

在乌兰布和沙漠里，分布有数以千计的古墓群，这些古墓保留着成堆封土的极少，绝大多数的古墓的券顶、墓室都暴露在地表，墓砖已被风蚀得百孔千疮。还有的古墓甚至连周围的表土也吹蚀殆尽，只剩下砖筑的墓穴兀立在地表上。墓中古人的骨骼一半嵌在地下，一半露在地表，好象平放的浮雕一样(图 35)。上述所发掘的三座古城之一的“三封城”废墟附



图 35 古墓的堆土被风蚀殆尽，尸骨象浮雕一样嵌在地表

近，古墓的墓底竟高出地表 1.15 米，象一座座孤立的土丘。任何考古工作者，见到这样的情景，无不感到奇怪。

过去的坟墓绝不会埋得这么浅，更不会建于地表之上。按照古代的风俗，棺椁外边砌有墓室，墓室上又堆有大量的封土(即所谓坟堆)。如今这些覆盖着棺椁的坟土到何处去了呢？仔细观察坟墓周围被风蚀的残迹，即刻能得到肯定的回答，坟墓上的表土以及墓室周围的土层全都被风吹走了。这是多么强烈的风蚀，竟能使埋在地下的古墓袒露于地面；倘若墓室不是用砖砌筑的话，这些汉代古墓恐怕早已不复存在了。

这样，两千年前地下的每一座古墓，都等于给我们树立了一个记录地面被风剥蚀程度的标尺，借助这样的标尺，大致可

以计算出汉代至今两千余年间，不同地方的土层被风吹走的厚度。假如汉代的古墓埋深一米，如今已露出地面，土层岂不是被风刮去了一米吗？更何况古代的坟墓决不止埋深一米，而是远远的超过了这样的深度，可见乌兰布和地区的土壤流失多么严重！这里的土层又大都是前面所讲述的冲积而成的沙质土壤，细小的沙粒被风吹扬、堆积而形成沙漠。可见，乌兰布和沙漠是“就地起沙”的典型。

总的来说，一般沙漠的沙子来源大都就地取材，只不过不同地区的沙漠有着不同的沙源，概括起来，沙漠中的沙子来源有：1)河水、洪水造成的冲积物；2)湖泊中的沉积物；3)岩石风化碎屑之类的残积物。

当然，不是所有冲积、沉积、残积等物质的地区都会形成沙漠，“就地起沙”还在于当地的气候等自然环境条件是否适于造成沙漠。干旱的气候极容易引起这类物质的“起沙”。本来气候是湿润的，植物生长很茂密，随着地壳的变动，气候变干燥，生物大量死亡，河流、湖泊干涸，风蚀强烈，裸露在地表面的疏松物质也会被风蚀而堆积成沙漠。不过，自然条件的这种变化所导致沙漠的形成，需要历经一个漫长的地质年代，几万年，乃至十万年，决不是短时间内所能形成的。

这样又给我们提出了一个新问题，乌兰布和沙漠既然在两千年前的汉代曾是一片沃野，为什么会在短暂的历史时期内形成了沙漠呢？

是的，两千年在地质时代里只是短暂的一瞬，无论地壳运动或气候的变化，都不会引起流沙的形成。要知道，形成沙漠除了自然因素之外，还有人为的原因。地球上自从出现了人类，他们便做了自然界的主人。人们不断地利用自然，不断地改造自然，人类的活动成为地球上不可忽视的一种力量。有时，人类在活动中不恰当地改变了自然环境，也会给自然界造

成许多恶果。“人造沙漠”就是一个应当引以为戒的严重教训。

二、人造沙漠

乌兰布和沙漠原是一片肥美的草原，早在石器时代就有了人类的活动。后来匈奴南侵，占据了这块沃野，并以此为根据地不断的向中原侵犯。到了汉朝初期，虽想铲除祸患，但是屡败匈奴。直至汉武帝时期，国力富强，才对匈奴开始了一系列的军事行动。公元前129年，汉兵四万骑，分出上谷（河北怀来县）、代郡（河北蔚县）、云中（内蒙古自治区托克托县北）、雁门（山西代县），揭开了汉王朝与匈奴贵族大战的序幕。

乌兰布和一带是征战的重要地区，不仅因为这里是水草丰美的沃野，还在于这一带地势十分险要，北部阴山连绵，巍峨耸峙，犹如列屏。这道山岭自古以来，就是南北交通的巨大障碍，阴山一旦失守，胜者将势如破竹，直取中原，所经河套一带再也无险可拒。公元127年，汉武帝派大将卫青等夺回黄河河套，而后再攻下乌兰布和地区，拒守阴山山脉，恢复了早先赵武灵王与秦始皇所统辖的地方。

战胜匈奴之后，卫青立即动手在阴山以南包括黄河南北两岸的地区设置五原郡，并“兴十万人筑朔方郡”。朔方郡下又设有十个县，如今在乌兰布和沙漠里所见的窳浑、三封、临戎等三座废墟，就是这十座县城中最靠西边的三个县。随着郡县的设置，不但要屯兵驻守，而且还开始了大规模的从内地郡县“移民实边”，开垦荒地，于是这一带地区成为汉代移民屯垦的重要地区。

当时的屯田，完全出于军事目的，解决军队的给养。自秦代以来，北方的匈奴，成为中原的严重威胁，到了汉代更为厉害。匈奴是游牧民族，人人精于骑射，没有固定的驻地，往

来无踪去无影，防不胜防。自秦代起历朝均在这边防一带驻扎重兵，保卫中原不受侵袭。驻军的给养，全靠内地运去。为了解决军队所需的粮饷，早在秦代，大将蒙恬据守这一带的黄河河套地区时，就率兵和当地群众一道开荒耕种，引水修渠。著名的“秦渠”，就是当年屯田时修筑的，如今这条渠道，仍在灌溉着宁夏银川平原。

到了汉武帝时期，屯田戍边极其盛行。开始仅限于军队的垦殖，后来从内地移去百姓及眷属，筑起城堡，建好房舍，配给土地、田宅、耕牛、农具，使他们一面当兵，一面耕种，不仅解决了粮饷，也保卫了边防。乌兰布和地区也不例外，移居了许多内地的农民，开始在这片草原上垦地开荒，引水灌溉、种植作物。

朔方郡初垦时，边防一带仍不断地发生军事冲突，人民生活尚不安定。为了巩固新垦区，又沿阴山一带设立了许多关塞，加强防范。其中座落在阴山山口的“鸡鹿塞”，就是当时著名的关塞之一。如今虽已成为石垒的残墙颓垣，但仍可看出当年的险扼气势。这个山口是通往阴山南北的要冲，两山夹峙，山间是一条比较宽阔平坦的天然通道，并有一泓溪水顺山坡流下，“鸡鹿塞”依山傍水而建，居势险峻，自谷底而上，极难攀登，真有“一夫当关，万人莫入”的气魄。如此种种措施，方保障了垦区的耕殖(参看图 36)。

到了汉宣帝即位后，边防发生了重大的变化，匈奴内部分裂，五个“单于”争位，大战一场，损伤了元气，无力再骚扰边塞。后来五个闹独立的单于都被“呼韩邪单于”合并，但是其兄呼屠吾斯不服，自立为“郅支骨都单于”。兄弟之间又开始了内战，从而分为南匈奴和北匈奴两部分。

公元前 52 年，汉宣帝甘露二年，南匈奴呼韩邪单于臣服于汉，而汉王朝又采取了怀柔和睦的政策，使紧张的边防形势

大为缓和。尤其在汉元帝继位时(公元前33年),呼韩邪单于向汉王朝求亲,汉元帝应允,将官女王昭君封为公主,嫁给了呼韩邪单于。从此边塞长期纷争的局面,转而为和平安定的生活。直到公元十年(王莽建国二年)“朔方无复兵马之踪六十余年”。这六十年的安定局势,促使了乌兰布和地区的人口繁盛,农业、牧业的发展。汉代史学家班固曾赞颂这一地区为“数世不见烟火之警,人民炽盛,牛马布野”,真是一派繁荣富庶的景象。

王昭君名王嫱,是一位胸怀大志、美丽而坚强的汉家姑娘,不幸身落皇苑。王昭君不甘于乏味的宫廷生活而虚度年华,愿为两族人民永世和好而请命远嫁。这段历史,便是各族人民迄今仍喜闻乐道的故事——“昭君出塞”。

当年的昭君究竟出的是哪一个塞呢?正是前面所介绍过的乌兰布和沙漠北部阴山上的鸡鹿塞。王昭君一行人,从这个险隘的关塞,越过阴山到达匈奴驻地。所以,后人又有“昭君出鸡鹿”之说。

其实,当时呼韩邪单于往来于汉王朝也都取道于鸡鹿塞。而汉王朝每次接见都“宠以殊礼”,厚加赏赐。《汉书·匈奴传》记道:

“……将骑万六千,又发边郡士马以千数,送单于出朔方鸡鹿塞。……又转边谷米糒前后三万四千斛,给贍其食”。

呼韩邪单于出鸡鹿塞时,不但以兵护送,而且转送边谷、米糒前后达三万四千斛之多(计合今日六万八千斗,约二百万斤)。根据侯仁之先生分析,既然是“边谷米糒”,一定都是自边塞地区所生产的粮食。呼韩邪从鸡鹿塞走,乌兰布和地区又是鸡鹿塞所护卫的地区,因此,可想而知,这批粮食,必然是这一带所产的。要是当年乌兰布和地区象今日这样茫茫一片的流沙,粮食从何而出?王昭君、呼韩邪单于取道这里,又

岂能通过？可见汉代的乌兰布和地区，不仅不是沙漠，还是碧绿一片的农田。

为什么两千年之后，沃野变成沙漠了呢？

这就是人为的原因。在西汉王朝的末年，统治者日趋腐败，荒淫无耻，人民生活如火如荼难以潦生。汉代政权被王莽篡夺后，矛盾更加激化，各地农民纷纷起义。王莽不仅派兵镇压内乱，还用兵边塞。东征西讨，使边疆诸郡的安定形势遭到破坏。“史书”记载说：

“莽扰乱匈奴，与及构难，边民死亡系获。又十二部兵久屯而不出，吏士罢弊，数年之间，北边虚空，野有暴骨矣。”

可见，兵乱加上贪官污吏，把好端端的边塞地区搞得一塌糊涂。田野里见不到丰收的庄稼，堆积的竟是无辜的尸骨。

后来，虽一度与匈奴再次和好，但是由于边民大量死亡和内徙，土地无人耕种，一片凋蔽。在局面尚未得到改善的情况下接连又发生了变乱；朔方吏被匈奴袭杀，同时匈奴又引来乌桓、羌、胡等游牧民族大举南侵。辛苦经营了多年的朔方郡，被迫东撤，退到五原郡。临戎、三封、麻浑等城池和垦区均被遗弃。

到了唐代，经营边塞虽极盛一时，但是，势力始终未越过河套达到乌兰布和地区。

土地的废弃，田园的荒芜，造成了非常严重的结果。土地失去了植物的保护，强烈的风蚀使大面积的表土遭到破坏，下部掩埋的冲积沙，被风暴露，到处吹扬，逐渐形成了沙漠。

根据古代旅行家的记载，可以确定，乌兰布和沙漠的形成是十分迅速的，大约距汉代垦地撩荒后的一千年，这里黄沙已经开始蔓延。公元981年宋代的王延德出使高昌（即吐鲁番），经过这里时看到：

“沙深三尺，马不能行，行者皆乘囊驼，不育五谷……”

汉代至宋代仅隔一千年，乌兰布和地区发生了翻天覆地的变化，从麦浪滚滚的田野，变成了沙深一米的荒漠了。

从宋代到今天，又隔了一千年，乌兰布和地区已不是“沙深一米”，而是浩瀚一片的沙漠了。可见，人的不恰当活动能给自然界带来何等恶果！乌兰布和地区的历史，就是“人造沙漠”的演变史。

“人造沙漠”决不是就此一例。在内蒙古自治区和陕西省交界的毛乌素沙漠里，有一座古城废墟，这里是历史上著名的“统万城”（图 36）。城廓虽已坍塌，但是残墙依然耸峙在滚滚的流沙之中，迎着烈日的照射，发出耀眼的光辉，当地群众称它是“白城子”。

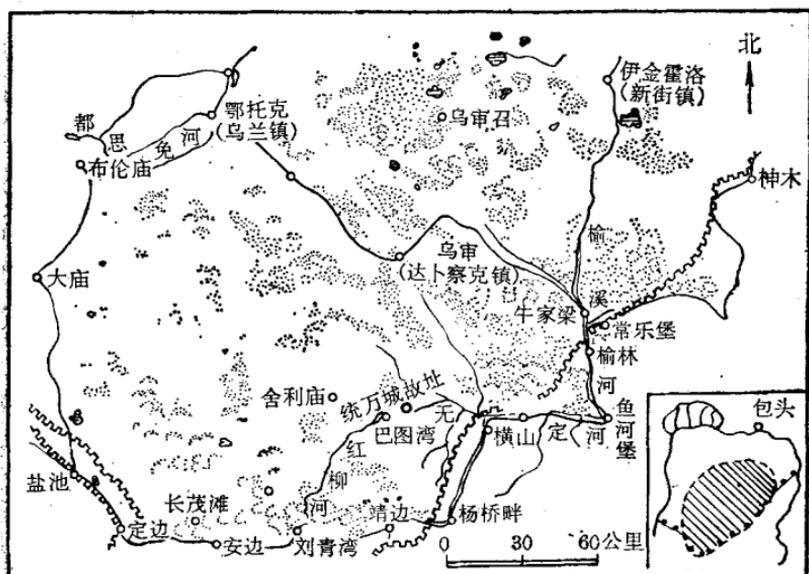


图 36 统万城遗址

统万城是在公元五世纪初于鄂尔多斯高原上崛起的所谓“夏国”的都城。夏国是当时我国国内五个少数民族先后建立

的十几个地方政权中的一个，它的创建者是匈奴族的首领赫连勃勃。因此，又叫“赫连夏”（公元407—428年），以区别我国历史上以“夏”命名的其它政权。

统万城在兴建的时候，曾使赫连勃勃统治下的汉族以及少数民族付出了十万人的劳役，数千名匠人为此牺牲了生命。现在，这座凝结了十万劳动人民鲜血和生命的巨大建筑的残余部分，虽经历一千五百年的风霜，仍可显示出当年的壮观景象。特别是立于城西北隅的高达二十四米的“敌楼”，在十几公里以外的地方，越过波浪似的沙丘，远远就能看到它那雄伟的造型，使前来考察的科学工作者，不胜感慨地称赞说：“它好象巍峨的纪念碑，不是用文字，而是用形象描写出历史上劳动人民艰苦创造的精神和卓绝超群的智慧。”

令人深思的是，如此宏伟的建筑，又是“夏国”的都城，赫连勃勃为啥竟选在流沙里营造？

根据历史文献的记载，赫连勃勃营建统万城时，并不是没有考虑地理位置的，在当年《统万城铭》的碑文中写道：

“乃远惟周文，启经始之基；近详山川，究形胜之地，遂营起都城，开建京邑。背名山而面洪流，左河津而右重塞。”

真是有山，有水的好地方，这样的地理位置总该不错。“背名山”即是指统万城北的契吴山；“面洪流”正是傍城南而东流的红柳河，并没有提到沙漠。可想而知，筑城的时候，绝不是今日流沙漫野的景象。赫连勃勃当时对这一带的景色都十分满意。他登上契吴山赞叹说：“美哉斯阜，临广泽而带清流，吾行地多矣，未有若斯之美。”赫连勃勃走过许多地方，从没有见到过这么美丽的原野。可见统万城初建的时候，非但没有沙漠，而且是水草丰美、景物宜人的好地方。

究竟什么时候，这里才遭到流沙的侵袭呢？

九世纪初，《横山县志》有记载说：

“(唐代)长庆二年(公元882年),十月夏州(统万城)大风,堆沙高及城堞。”

说明在唐代时,这里开始有风沙的侵袭了。又在唐代咸通年间(公元860—874年),诗人许棠所作的《夏州道中》也提到说:“茫茫沙漠广,渐远赫连城”。可知,在统万城建筑后的四百多年,已遭受流沙的威胁。此后又过了一百年,也就是在公元十世纪末(公元994年),宋代统治者,为了防止鄂尔多斯高原上的少数民族进行反抗,下令废毁统万城时,史册上记载说,这里已是处在沙漠之中了。从此,统万古城沦为废墟。

为什么好好的草原变成流沙漫野了呢?

这也是人为因素所造成的。连年的战争和乱垦滥开,造成了沃野变沙漠的惨状。尤其是宋代和西夏的征战,常年用兵于毛乌素沙漠一带,使当地的植物遭到大量的破坏,自然环境的恶化,必然要造成沙漠的猖獗。

按说,流沙初起本应该加以重视,采取有效的措施,防止继续蔓延。可是,非但没有看到事态的严重性,反而招民开荒,致使流沙无限制的扩张,几达不可收拾的地步。

十五世纪明代在陕北、宁夏一带重修长城时,长城内已有大规模的垦殖,虽然还未发展到长城外边垦荒,而流沙已经逼近长城边了。到了十七世纪的清代,允许在长城外合伙开荒种地,先是以外出五十里为限,到了十九世纪,开垦北界已扩展到了内蒙古自治区与陕西省的交界处。至清代末年“开放蒙荒”,进入了大规模的放垦时期。腐朽的清政府,专设垦务局,肆意招民垦荒耕种;尤其允许帝国主义传教士沿长城一带占地,乱垦滥耕。由于大肆破坏草原,如今长城内外六十多公里宽的地区,都已变成了沙漠。

在甘肃巴丹吉林沙漠的西北边缘,也有一处水草茂盛的地方,叫“居延海”。顾名思义,便知道这里是一汪碧波

湖水。

的确不假，居延海位于弱水河下游的冲积三角洲上，它象一颗闪闪的明珠，镶嵌在绿油油的草原上。祁连山的冰雪融水，不断地补给居延海，使它随着季节的变化，水面有涨有落，环境幽美，气候宜人。

居延海虽处于沙漠边缘，由于植物生长得十分丰茂，从不见流沙的踪迹。历史上著名的古城“居延城”及“黑城”就设置在这一带。公元前102年（汉武帝太初三年），“使强弩都尉路德博将军（即是蒙族流传的黑将军）筑居延泽上。”于是，路德博将军便率人在居延海一带筑城开垦。当时，居延海面积可达八百余平方公里，水草丰沛，土地肥沃。从挖掘的汉简中就能间接地证实那时这片沃野水草生长的情况。汉简里写道，有一次，匈奴进犯，烽火台上守卫的战士发现了敌情后，立即施放烟火通知大本营。汉代长城设防十分严谨，每隔五里就设有一烽，每隔十里又建一墩，三十里一堡，百里一城。一旦发现敌人即刻发送信号，一烽，一墩，一堡地传送，使驻守的部队早有准备。发送的信号又有烟、火之分，一般白天施烟，夜晚举火。而且，还依敌人距离的远近、人数的多少发出不同信号，比如，在居延海挖掘出的汉简中就有“五百人举二烽”的记载。

汉简中还记载说，烽火台发出信号以后，由于大本营与烽火台之间的视线被茂密的树木所遮挡，看不清信号的意图。于是派燧长亲自联系。可是，当燧长途经河谷的底洼地时，与埋伏在灌丛里的敌人相遇，进行了一场搏斗。

从这段记载中，可以看出，林木能遮挡烽火，灌丛能埋伏敌兵，当时的植物生长得何等茂密！就连汉代名将霍去病征战略过这里时，也慕其水草，令部队就地安营下寨，休整多日。

在八世纪到十四世纪，居延海一带，一直都是我国少数民族

族的重要驻地。可是，这片肥沃的土地终于为元末明初的战争所毁掉。先是城池遭破坏，水源断绝，而后居民随之迁移，垦区废弃。弃耕的土地，在凛冽的西北风的长期吹蚀下，草原上出现了流沙……。

前面所提到的“丝绸之路”所经过的塔克拉玛干沙漠的尼雅废墟等，也都是人为的原因，加剧了绿洲的破坏，植物大量死亡，风沙四起，居民点荒废。

无数的历史教训，使我们深深的认识到，人类不恰当的活动以及对自然环境的破坏，可以造成沙漠的扩大，甚至原来本是一片葱绿的草原，也会变成浩瀚无际的流沙。这即是当今世界许多地方所面临的问题——沙漠化。

三、沙漠化

什么叫沙漠化呢？笼统地说，就是在人为的作用下，沙漠不断地向外扩张，甚至使原来不是沙漠的地区也在创造沙漠。

近年来，随着科学技术的发展，人类的活动对自然界的的影响甚为显著，尤其在面积广阔的干旱地区。由于那里存在着丰富的矿藏和辽阔的土地资源，人们的活动日趋频繁，如果不加控制地乱垦滥开，将使沙漠迅速扩大，造成巨大的灾害。

1968年至1973年，在非洲的撒哈拉沙漠地区，爆发了一场灾害性的大悲剧。这场悲剧是怎样开始的呢？

撒哈拉沙漠边缘毛里塔尼亚的罗苏，通常年降雨量都在284毫米左右(从1935—1972年统计)，可是1968年，只下了122毫米的雨，当时人们觉得这是干旱地区常有的气候波动现象，不以为然。到了第二年1969年，果然，雨量恢复了正常，年降雨量达295毫米。可是到了1970年，降雨量又下降，减到了149毫米；1971年再减到126毫米；1972年情况最糟，降雨量只有54毫米，相当于没有人迹的撒哈拉沙漠腹地

的降雨量，爆发了前所未有的大旱灾。

气候的干旱不仅表现在毛里塔尼亚的罗苏，而且涉及到整个撒哈拉地区，造成了作物的大量死亡和水源的缺乏，使许多人为着寻找食物和水，沦为无家可归的难民。大量的移民引起了全世界的震惊，1974年联合国呼吁进行国际合作、共同抗御干旱的侵袭。

经过了五年的干旱以后，撒哈拉地区成了什么样子呢？

乍得湖水面缩小到原来面积的三分之一，而且不再成为一个整体的湖泊，分成了许多零星的小湖。有五个国家（尼日尔、马里、上沃尔特、塞内加尔、毛里塔尼亚）的最好的土地，因为干旱缺水，加上强烈的蒸发，变成龟裂的不毛之地。雨水的减少，使撒哈拉沙漠北部最好的草原荒废了，树林、灌木以及其它植物的死亡，使土壤的肥力全部破坏。饥饿而又虚弱的牲畜，聚集在水量少得可怜的河边。人们大量的徙迁，留下来的是被炎热的太阳烘烤得灼热的一片荒地。新创造的东一块、西一块流沙，十分活跃，不断地漫延，不停地合并，面积越来越大。撒哈拉沙漠似乎正迈开大步向南走。

撒哈拉沙漠的扩张，使附近及周围的国家，遭受到惨重的损失。有的国家因此而引起国民经济走向崩溃的边缘。有十万至二十五万人，被这场干旱夺去了宝贵的生命；从事牧业的二百万人失去了90%的牲畜，一千五百万从事农业的人，收获量不及常年产量的一半。

这样严重的灾害是谁造成的呢？

每当谈到沙漠扩展的时候，人们总是把气候的变化，作为罪魁祸首。可是撒哈拉沙漠地区的这场灾害却与气候变化无直接关系。经过许多科学工作者的调查与研究，以及从北非撒哈拉沙漠地区，各国可以利用的降雨资料，进行严肃的分析后，发现这一地区的降雨量并没有下降的趋势。

干旱的原因在于人类的过度放牧,不合理的烧荒、无止境的乱垦滥伐,以及过度地种植,使大气中的尘埃增加,减少了当地的降雨量。更确切地说,沙漠边缘地区所遇到的危害,并不是沙漠的无情进攻,而是人类自己愚蠢地把沙漠向外拉,引狼入室,自毁家园。沙漠化的进程,用一个公式表述,就是:过度地放牧与垦殖→植物减少、水分缺乏→强烈的风蚀→沙漠扩张。

根据许多科学家的调查和研究,发现撒哈拉沙漠,由于人类活动而对自然界的破坏已有数十年之久。1968—1973年,这五年的干旱只不过是自然环境恶化的集中表现而已。撒哈拉沙漠就是在这种人为因素的影响下,才不断地向外扩张。据统计,在过去五十年间,沿撒哈拉沙漠边缘地带的适宜耕作的土地,有六十五万平方公里的面积已被撒哈拉吞吃掉了。

撒哈拉沙漠的扩展,威胁着许多国家,其南缘的苏丹,就受到了严重的威胁。

苏丹号称具有阿拉伯世界谷仓潜力的国家,它有着广阔的未开发的肥沃土地和未适当利用的尼罗河水。然而,目前的苏丹,植物从北部开始大量死亡,而且这种死亡,年年有增无减,看起来就象逃避撒哈拉沙漠侵袭一样地向南迁去,尾随追来的便是流沙,如今沙漠已出现在草原地带。

在1955年,苏丹的首都喀土穆城周围还长满了许多干旱地区所特有的金合欢树,它是有用的柴薪和牲畜的饲料。但是到了1972年,要想再看到这种树,最近也要跑到喀土穆城南九十公里的地方。短短的二十年间,苏丹的植物全部向南迁移了一百五十公里。

许多科学家认为,如果不制止过度的放牧、烧荒,那末这个具有“谷仓”潜力的苏丹,只能是撒哈拉沙漠中海市蜃楼的幻影而已。

沙漠化决不仅限于撒哈拉沙漠地区,如今在南非、阿拉伯半岛,直到伊朗、印度、墨西哥和拉丁美洲的许多地区,都出现了人造沙漠。

在印度西北部的干旱区,是世界干旱区人口最密集的地方,平均每平方公里有六十一人,当然,他们都集中生活在河谷及绿洲地区。然而,塔尔沙漠每年却以 0.8 公里的速度向外扩张,每年被流沙吞没的土地达 13,000 公顷。

我国历史上造成沙漠化的土地达 12 万平方公里,根据两千年的历史资料统计,我国的气候虽有波动,但并没有明显变干旱的象征。历史上形成沙漠的主要原因是人类不恰当的活动所引起的。所以,在征服自然和利用自然的过程中,应该吸取历史上和当今世界上的教训,引以为鉴,不能重蹈灾害的复辙。

在内蒙古自治区昭乌达盟地区的白音敖包林区,有一片红皮云杉林。这片森林分布集中,生长茂盛,是我国沙漠中最好的一片原始针叶林。

红皮云杉是世界上一一种稀少而珍贵的树种,能生长在沙漠中而且郁闭成林,尤为罕见。这片红皮云杉林,在古代被蒙古族奉为“神林”,严加保护,因而长期得到留存。

三十年前,这片云杉古木,郁郁葱葱,遮天蔽日,流沙固定,牧草丰盛,气候湿润。所以当地群众将这片生长红皮云杉林的敖包山,誉为“美丽的山头”和绿色的宝库。森林里还栖息着许多鸟兽,更增添了这片云杉林的宝贵价值和美丽的景致。

可是,近二十年来,由于不合理的管理和乱砍滥伐,以及森林火灾和病虫害,使这片红皮云杉林的面积由五千九百公顷,锐减到二千四百公顷。三分之二的云杉林变成了荒草坡,美丽的敖包山成了荒山秃岭。这片森林的破坏,引起了当地

气候的失调,雨淞、冰挂、冰雹、暴雨接连发生,草场退化,水土流失。更严重的是,原来许多固定或半固定的沙丘,变成了流动性沙丘,没有流沙的地方,也堆积起许多沙丘,出现了严重的沙漠化现象。森林的消失,相继使林中的鸟、兽难于栖身。最可惜的是,依附于草原与云杉林而生存的珍贵动物梅花鹿,已有灭绝之虞。

根据联合国的统计,世界上每年将有 500—700 万公顷的土地沦为沙漠化的土地。按照这样的速度发展下去,到了公元 2000 年,全世界可耕地的面积,将有二分之一被沙漠吞噬掉,这是一个多么惊人的数字(参看图 22)。

沙漠已向全世界挑战了,我们必须认真地对待,采取有效的措施,这已是迫在眉睫的任务!

第四章 降 伏 黄 龙

沙漠对人类的危害，不仅是占据了陆地的很大一部分土地；沙漠的不断扩大，还使有限的耕地逐渐缩小。今后，世界人口还在增长，可是能够维持人类生活的可耕地却在减少，这将是一个多么严重的问题！

难道人类就无法控制流沙的漫延，夺回被沙漠吞掉的耕地吗？

一、人 定 胜 天

1959年，我们的考察队开始对塔克拉玛干沙漠进行多学科的综合考察。来自祖国各地的科学工作者从新疆于田出发，穿越沙漠。

流经于田县的克里雅河，象一条银带，蜿蜒消逝在流沙之中，河畔一畦畦新垦的农田，一幢幢新建的房舍，妆点着塔克拉玛干沙漠的新容。早在一年前，这里还是一片荒芜人烟的地方，如今已变成沙漠里的新村。从欢乐的村庄里，时而传来悠扬的独他尔琴声，为远征考察的人们增添了无限的信心和勇气。

考察队员沿着克里雅河河谷向北进发，随着向沙漠里深入，植物逐渐稀少，河水也逐渐干涸。走了十几天，来到了克里雅河终端的三角洲，这已进入到塔克拉玛干沙漠的腹地。然而在这浩瀚的沙漠里，却存在有一座五十余人的小村落，叫通古孜巴斯特。开始大家以为这里的居民，也是从外地迁来开辟耕地的新住户，一经攀谈，竟使考察队员们大吃一惊。原

来,他们不是“外来户”,而是道道地地的老居民!他们被流沙封锁,曾与世隔绝二百年之久,一直搏斗在沙漠之中。他们不退却,在与风沙斗争中得到生存。这真是人间奇迹。

直到1953年,他们才与人民政府取得了联系,从外地源源不断地送来了粮食和其它物资。他们再接再厉,扩大牧场和庄园,现在已是方圆数十公里的一片葱绿的沃野,有新室,有商店,有学校,有果园,好似一派欣欣向荣的漠上“桃花源”。

奇怪吗?不,只要我们以辛勤的劳动,聪明的才智,科学的措施,就能战胜流沙。新疆各族人民与风沙、干旱斗争有着悠久的历史,丰富的经验,象纵横穿凿在沙漠地区的“坎儿井”



图 37 新疆的坎儿井

就是当地人民与风沙作斗争的一项伟大的水利工程(图 37)。

坎儿井是一种井、渠相联的汲水工程。沙区由于干旱少雨,地表径流不多,为了耕殖,人们取地下水来灌溉,从而创造出这种引取地下水的工程。坎儿井的井和渠道与众不同,它不是单独的提水井,而是与渠道沟通的“联井”;渠道也不是筑在地表上的“明渠”,而是埋藏在地下的“暗道”。这一设计,正好克服了当地蒸发量大,风沙大的缺点,藏于地下的渠道不仅免于被风沙湮没的危险,也减少了水分的蒸发。

挖掘坎儿井,是一项十分艰巨的工程,首先从地表开挖许多竖井,即工作井,一直挖到地下含水层。然后再在各竖井的底部相互挖通,以洞相联,形成一条地下渠道,宛如串珠一般。汇聚的地下水顺渠道而流至坎儿井的终端,引水出地面流入渠沟,再进行灌溉(图 38)。坎儿井的暗渠一般长达几公里,

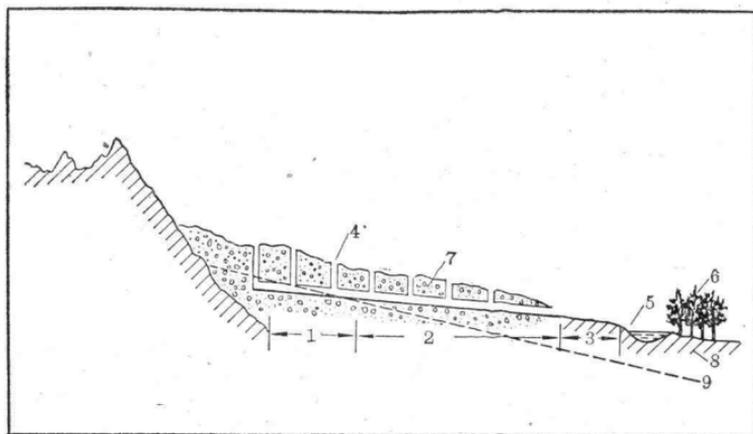


图 38 坎儿井剖面图

1. 汇流渠; 2. 暗渠; 3. 明渠; 4. 竖井; 5. 灌溉渠;
6. 农作物; 7. 含水沙砾层; 8. 耕地 9. 地下水位

最长可达 30 余公里。沿渠道每隔 20—30 米有一个竖井,井的直径在 1—1.5 米,各井的深度根据地势的起伏而不同,一般

靠近山麓的竖井深,靠近耕地的竖井浅,这样地表虽崎岖不平,但渠内水位近却近似在一个平面上(参看图38)。井的深度都在10—20米,最深可达60—70米。根据初步统计,新疆全区共有坎儿井2,000余条,总出水量达20立方/秒。现有的坎儿井的挖土方量多达数百万立方米,真可说是一桩了不起的工程。挖掘坎儿井必须对地下水的来龙去脉了如指掌,井孔、渠道的设计也必须合理,否则很难成功。当地各族人民,凭着丰富的实践经验和运用地形、地质方面的科学道理,终于成功地穿凿了一条又一条的坎儿井,把埋藏在深处的地下水源源不断地引出来,浇灌着万亩良田。

坎儿井有许多优点,1)由于坎儿井都是沿着山前倾斜的冲积层挖掘的,源头水位高,终端水位低,所以无须动力设备就能把地下水引到地面来。2)坎儿井多是截引砾石层中的地下水,井的出水量大,而且稳定,灌溉水源可靠。3)井的结构不复杂,挖井的技术要求也不高,便于群众大规模的推广。4)水在地下渠道中流动,不怕沙埋,蒸发损耗小,水的利用率比地表径流高。可见,坎儿井是沙漠地区相当完善而实用的水利系统,迄今仍为当地群众所乐用。由于开挖了大量的坎儿井,使得吐鲁番、鄯善、哈密、托克逊等干旱地区的面貌为之一新,成为新疆地区最富饶的绿洲之一。

关于坎儿井的起源,众说不一,文献上没有明晰的记述可查。根据当地人民传说,坎儿井始于清代。鸦片战争后,林则徐被清政府谪戍新疆,当时的伊犁将军布彦奏请林则徐饬办开垦事宜。林则徐路过吐鲁番时,见当地炎热,少雨,于是便发明了这种凿井开渠的办法。

坎儿井是由“井”和“渠”所组成,要探索坎儿井的起源应首先摸清井和渠的来历。

在汉书中记载说:“大宛城中无井,汲城外流水。”又说:

“宛城中新得秦人，知穿井法”。可见，大宛有挖井的技术是所谓“秦人”传去。“秦人”即是“汉人”，在古代，对中原地区的居民常以朝代的名称来称呼，什么“秦人”（秦代）、“汉人”（汉代）、“唐人”（唐代）等等。尤其是在汉代张骞出使西域以后，由中原通往西方各地的商贾，都自称是“汉人”，于是西域各国也皆随之相称，以致竟流传全世界。后来又误称“汉族”，其实追根求源，并没有什么“汉族”这样一个民族。大宛是联通我国与西方各国的要冲，当时西域的一个大国，即然大宛都不知道凿井取水，大宛以西的国家就更不知此法了。

至于修渠，在《水经注》有记载说，汉代昭帝曾派人在新疆鄯善一带屯田，并生动的记述了“横断注赛河”的故事，可见，筑堤、修渠、引水是在汉代传入的。到了汉武帝时，也曾派人在轮台等地屯田，今日果然在轮台一带发现了古代屯田的遗迹，并发掘了一条一百余公里长的水渠。渠名叫“黑太也拉克”，维吾尔语即“汉人渠”的意思，而且在渠道附近又发掘了一些古城和住宅的遗址，其中一座旧城，名叫“黑太沁”，即是“汉人城。”

可见，凿井、开渠都是从内地传到边疆的。这些先进的水利技术传到新疆以后，对当地的农牧业生产起着重大和深远的影响。由此推测，坎儿井正是在渠和井大量推广的基础上，结合当地自然条件而创造发明的一种新型的灌溉系统，可以说，坎儿井是各族人民共同的智慧结晶。

在陕北的毛乌素沙漠里，有一座经常遭受到风沙威胁的古城，叫榆林城。过去一直流传着榆林建城以来，当地人民为了逃避风沙危害，不断地将城址自北向南移迁三次，于是有所谓“榆林三迁”的说法。这是一个牵强附会的讹传，流毒中外，为许多文献所引用。

要弄清这个问题，首先应该辨明“榆林三迁”的历史经过。

在清代雍正时期的《陕西通志》里记载道：“榆林府因明榆林卫旧名也，本汉榆溪塞……”。这就是说，当今的榆林城，过去在明代叫榆林卫，到了清代才叫榆林府，最早又起源汉代的榆溪塞。所以，目前穿过榆林城北，紧傍城西而流的清水河也叫“榆溪河”，这些地名、河名还被广泛的记载在地理文献中。从此，榆林城、榆溪塞、榆溪河三者紧密地联系在一起，同起源于一地。

乍看起来，真是无懈可击，令人信服，可是经过侯仁之先生等科学工作者仔细考察以后，发现汉代的榆溪塞和现代的榆林城，从地理位置上来说，简直是风马牛不相及。

按“史记”里记载，汉代大将卫青曾屡次领兵马与北方的匈奴贵族作战。有一次，行军的征途中，曾“按榆溪旧塞，绝梓领，梁北河”。当时卫青率军遵循榆溪塞的旧道，越过梓领，在北河上架桥而过，至阴山脚下追击匈奴。这里的“梓领”，目前尚难找寻，“北河”就是指流经内蒙鄂尔多斯高原北部的那段黄河，可是，这次出征的路线并没有提及经过陕北地区。

为什么说汉代大将卫青沿榆溪塞旧道而走呢？原因就在于早在汉代以前的秦代大将蒙恬也多次率兵与匈奴作战，经过这里时，曾“以河为境，垒石为城，树榆为塞，匈奴不敢饮马于河。”这里的河也是前面所说的那段黄河，既然秦代就在这里沿黄河“树榆为塞”，后来卫青率兵北上又继续按着秦代的道路前进，当然要称为“榆溪旧塞”了。无论是秦代或是汉代都提到“榆溪塞”是紧邻黄河的。再看今日的榆林城却与清水河相伴，清水河是无定河上的一条支流，与黄河毫不相干。况且，榆林城在黄河的南边，距黄河还有相当远的距离(图 39)。

你也许会认为，这不正是榆林城徙迁的依据吗？过去秦汉时代的榆林城址在黄河边上，后来流沙来了，只能迫使城池远离黄河向南迁移。

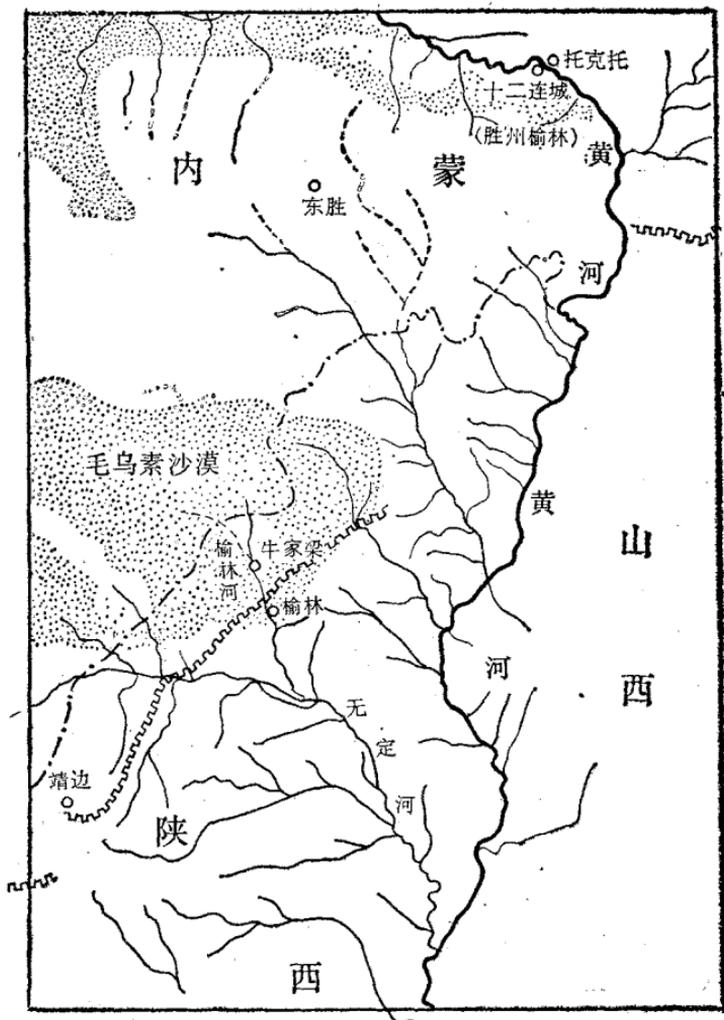


图 39 陕北榆林城和内蒙胜州榆林城位置图

不妨让我们再看看历史的记载，在隋唐时代也有一座榆林城。有趣的是，它也和榆溪塞有瓜葛。在唐代的《元和郡县志》中写道：“隋开皇七年(公元587年)置榆林县，地北近榆林，即汉代榆溪塞因名，属云州。二十年后改属胜州，皇(唐代)朝因之”。这里明确的指出，隋唐时代的胜州榆林县，也同

样是取汉代榆溪塞旧址建立的。这就发生新问题了，要么今日陕北的榆林和隋唐时代的榆林以及秦汉时代的榆溪塞是同一个地方；要么榆溪塞有两处；要么有“真、假榆林城”之事。

那么，隋唐时代的胜州榆林城究竟在什么地方呢？

根据宋代文字记载，隋唐的胜州榆林在黄河之畔，甚至晚在清代还明确地记述说：“其地(榆林旧址)在(河)套内，东北濒河屈南流处”。这充分的说明，不论在宋代或是在清代，胜州的榆林旧址，一直都没动，仍在黄河附近。后来，在偶然的一次机会，我们的考古工作者在内蒙托克托县附近的十二连城公社，发掘了一座唐代古墓的墓志，文中详细的记述了墓址与榆林城的位置关系。按照这一线索，果然在黄河附近找到了胜州榆林城的废墟。从地理位置上看，它就是秦汉时代的“榆溪塞”。于是上述的疑虑解除了，榆溪塞就是一处，位于黄河边上，而胜州的榆林城真正起源于榆溪塞，和今日陕北的榆林城毫无关系。一个在内蒙古的黄河附近，一个在陕北的清水河畔，相距遥遥(参看图 39)。

会不会胜州榆林城和今日的榆林城本是一座城池，后来才从内蒙古迁到陕北的呢？

不会的，从许多文献记载以及实际考证，这两个榆林城本不是一回事。隋唐时代的胜州榆林是胜州郡治所在地，人口稠密，市面繁华，直到五代(公元 916 年)，契丹族的首领阿保机攻破城池，战胜了守卫榆林城的“振武军”，胜州一带居民皆趋河东居住，从此胜州榆林沦为废墟。可见，胜州榆林并不是废于流沙，而是毁于兵乱，居民也不是向黄河南边的陕北迁去，而是徙居在黄河东岸，今日内蒙的托克托县境。

陕北的榆林城，在明代初期修筑长城以前，只是一个小小的居民点，叫榆林庄，后来在陕北沿长城兴建城堡，才就榆林塞址建立了榆林堡。到了公元 1472 年，由于榆林堡位于当地

交通要冲，遂升为榆林卫。此后，又在公元 1492 年，1515 年前后进行了三次扩建，完成了今日榆林城的基本轮廓。人们把这三次扩建，称作“三拓榆林”。可见，五百四十年来，榆林城从一个普通的居民点，扩建为如此的规模，都是在原址上增建的，并没有什么徙迁。所谓“榆林三迁”纯系错案，根本没有这回事。

多少年来，榆林地区的人民一直搏斗在风沙线上。他们不仅没有在狂暴的风沙面前退让，而是迎着风沙进行着顽强的斗争。在实践中，创造出系列治沙的措施，著名的“引水拉沙”，就是当地群众首创的以水治理沙漠的光辉典范。

所谓“引水拉沙”，就是利用沙区的河流、湖泊或地下水，开渠把水源引到沙漠里，借助于水的力量将沙丘冲开、拉散、摊开，使高低起伏的沙漠变成平坦而湿润的沙地。为农林牧业的综合利用创造了优越的条件。

引水拉沙时，首先要勘察水源，计算用水量。根据实地研究，引水拉沙造田，每亩用水约 2,000—2,500 立方，平均每方沙子用水 2—2.5 立方，水的流量以 0.4 立方/秒为最好。在水源不足的地方可先筑坝蓄水或利用季节性洪水。在“拉沙”的过程中要统一规划、分期实施，保证水、沙有出路，这样才能将高沙丘拉平，低洼地填满，达到预期的效果。在拉沙的施工场地有如下设施（图 40）。

1. 引水渠 引水渠是连接水源与施工现场的“动力线”，它上引水源，下连蓄水池，把冲沙用的水，源源不断地送往施工现场。造田后，引水渠又成为农田的固定渠道，所以，在引水渠设计和施工时，尽量作到统筹安排、前后照应。

2. 蓄水池 它是引水拉沙的“加油站”，引水渠将水引到临时利用沙湾或人工筑堤建造的蓄水池中储存，小聚大放，增加水的冲刷力。蓄水池越大，水位越高，拉沙的效果也越好。

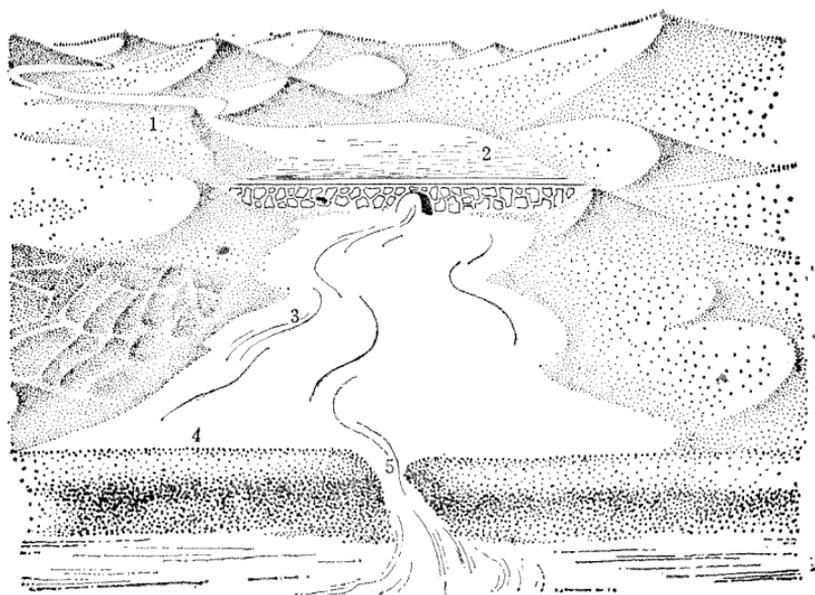


图 40 引水拉沙示意图

1. 引水渠; 2 蓄水池; 3. 冲沙壕; 4. 围沙埂; 5. 排水口

当水池蓄满后, 打开缺口, 把水放进冲沙壕中, 凭借着水的冲刷力, 拉平沙丘。

3. 冲沙壕 这是用以拉平沙丘的工作面。根据不同的地势和不同的要求, 用人工在沙丘上先开挖一道壕沟, 以便使水流能按人们的需要进行掏挖沙丘。

4. 围沙埂 这是用来造田的设施。根据设计的需要, 在沙漠中低洼处等就地取沙筑埂, 用来拦截从冲沙壕拉下来的水、沙, 使它们沉积在低洼地中, 以便将低洼处填平, 抬高。一般拉沙造田完工后, 围沙埂即成为田埂。

5. 排水口 这是引水拉沙的最后一道设施, 它的作用是在低洼地沉淀后澄清的水排走。所以, 排水口一定要高出田面, 低于围沙埂, 这样才能使沙子在围沙埂内充分沉积, 清

水全部泄出。通常排水口,开向地势更低的沙丘里,可以利用这些水继续冲沙造田。

陕北榆林地区的群众,根据不同的沙丘形状和地势条件,采用不同的拉沙方法:

1. 抓沙顶 穿过沙丘顶部,挖开一道冲沙壕,将水引入,水势居高临下,使冲沙壕左右扩展,逐渐拉平沙丘。这种方法多用在引水渠水位高于或相当于沙丘顶部的高度。

2. 漩沙腰 在沙丘中腰部开挖冲沙壕,利用水的冲刷力,逐步向沙丘纵深掏漩,齐腰将沙丘拉平。渠道水位在沙丘中部高度时多用此法。

3. 梅花瓣 在水量比较充足的时候,可采取这种方法,即是在相邻沙丘之间筑堤埂,并于几个沙丘环抱的中心修蓄水池。然后,在各个小沙丘顶部开挖冲沙壕,同时放水入壕,呈放射状冲拉沙丘,形若梅花瓣。

此外,还有“野马分鬃”,“辟沙畔”,“麻雀战”等方法。总的来说,一般小沙丘,从高处引水向低处拉沙;中大型沙丘则引水到沙丘附近,蓄水冲拉沙丘的腰部。

当然,引水拉沙造田,只是把高低起伏的沙漠变成平展的“沙田”。若要耕种,还需加以土壤改良才行,因为沙田的土壤结构疏松、保水、保肥、抗风蚀能力差,有机质含量低,土壤贫瘠。当地群众又创造出一套改良土壤的办法:

1. 引洪挂淤 在洪水季节,利用含泥量较大的洪水,引入沙田进行灌溉,蓄水留淤,使疏散的沙田上覆盖一层淤泥。一方面可以防止风蚀,免得流沙再起;另一方面掺泥改沙,增加沙田的肥力。在“挂淤”的同时,可种植绿肥作物,象草木樨等,增加沙田的有机质。以后逐年“引洪挂淤”,连续种植绿肥作物,几年以后,新辟的沙田就可以成为基本农田。

2. 人工垫土 在没有山洪的条件下,可以运土改沙,把大

量的沃土搬入沙田内掺合，同样可以达到改良土壤的目的。

3. 种植水稻 在水源较丰沛的地方，在新沙田里增施大量的有机肥料，种植水稻，经过长期灌水，不断施肥，沙田里逐渐沉积了大量的细泥和有机肥料，从而改良了沙田的土壤。

经过这些措施，榆林地区的居民，不仅在风沙狂虐的穷沙窝里站住了脚，而且把滚滚黄沙，改造成“渠道纵横水浇田，沙窝绿洲林成片，骡马成群猪满圈”的一派兴旺发达的景象。目前，引水拉沙的经验，已受到我国沙区各族人民的重视，成为我国改造、利用沙漠的有效途径之一，为人类战胜沙漠开创了无限广阔的道路。

上述一系列事实说明：只要我们采取科学的办法，有效的措施，狂暴的流沙，一定可被人类所战胜！

二、治理措施

欲要战胜沙漠，必先了解沙漠。知道流沙是怎样造成危害的，才能因害设防的加以治理。沙漠对人类危害的形式很多，总括为沙埋、风蚀两个方面。

一、沙埋

沙丘在风力的驱动下，能够不停地移动。流沙所经之处的农田、村庄、工矿基地、铁路交通、河流湖泊等一律被湮没而沦为废墟，这就是人们所说的“沙漠的扩张”。

沙漠扩张所引起的沙埋，危害程度主要决定于沙丘移动的速度。大家都知道，沙丘移动的快慢，除了和沙丘的高度以及沙丘本身各方面的条件有关外，主要决定于驱使沙丘移动的风力和风向。在同样的风力大小的情况下，若受单一风向作用，沙丘直线前进，移动速度快；若受两组相交的风向作用，沙丘则左右摇摆，呈“之”字形前进，速度显然要慢得多了；若受两组或几组相互矛盾的风向作用，沙丘只能往返移动，这时沙

丘移动形态极其复杂,曲折摇摆,甚至到头来又回到原来的位置,等于没有移动。

按我国沙丘移动的速度,可分为三种类型:

1. 慢速类型 这一类沙丘多为高大的复合型沙丘,沙丘的高度都在30米以上,移动速度缓慢,每年在主风方向前进5米以下的距离。有些巨大的沙丘仅沙丘顶部,每年随着不同季节的风向来回摆动,而沙丘的底部则很少移动,象塔克拉玛干沙漠里的金字塔沙丘以及敦煌的“鸣沙山”等。这类沙丘对人类造成的危害很小。

2. 中速类型 高度在10—30米的大面积的沙丘和沙丘链,每年沿主风方向前进5—10米左右,这一类沙丘比较接近人们生活的地区,局部地方已经接壤,给人类造成一定的威胁,象毛乌素沙漠的东南部地区。

3. 快速类型 这类沙丘多为低矮的单个新月型沙丘,高度不超过10米,每年沿主风方向前进10米以上,最多可达50—100米左右,有时一阵狂风过后,就能看出沙丘的位置有所变化。这类沙丘已经伸入人类生产生活的中心地区,象甘肃河西走廊一带的沙漠等。这类沙丘对人类危害最大。

影响我国沙漠地区风力和风向的,主要是该区上空的大气环流。在冬季我国西北部地区处在蒙古高压控制下,凛冽的西北风,横扫我国大部分沙漠。到了夏季,亚热带的高压带北移,西风盛行带也随之北进。但是西风环流在接近我国时,受天山及帕米尔高原的阻挡,发生偏转,一部分通过帕米尔高原的山口进入塔里木盆地西部,另一部分进入准噶尔盆地,使我国西部沙漠地区的风向仍具有西风和西北风的趋势。而在东部的沙漠地区,夏季则受东南季风的影响,风向来自于东南。至于春、秋两季的风向,分别与夏、冬两季的风向相似。当然,风向除了由大气环流决定之外,还受地形的影响,不过它

所涉及的地区十分有限。

我国沙漠地区的风力,具有北部风大、南部风弱的特点,强风出现在中苏、中蒙边境地带。特别是在一些山隘、狭谷地带,风力特别大,形成了特大风区,象新疆北部的阿拉套山口的大风在世界上都著称,全年有155天出现八级以上的大风,最大风速超过40米/秒,能将附近的艾比湖(准噶尔盆地西侧)岸上直径2—3厘米的卵石吹起,堆成高30厘米象海水一样波纹。

根据这样的风向和风力的作用,我国各大沙漠(除塔克拉玛干沙漠东部)沙丘移动的方向,都是从西北往东南方向移动,移动的速度以春季为最快。而我国沙漠的东南部地区,正是水土丰美的中原地带。因此,我国沙漠的这种移动规律,对人类的威胁就更大(图41)。



图41 我国各沙漠沙丘移动方向

二、风蚀

沙漠除了沙丘移动给人类带来直接的危害外,还有间接的危害,这就是由风沙流所造成的强烈的风蚀作用。携带大量沙石腾空飞跃的风沙流,比净风的冲击力大得多。风沙流所经之处,对地面上的建筑物、庄稼以及土壤等造成严重的风蚀。

风沙流一般都伏地表而流动,具有强大的吹蚀力,土壤很快就能被风蚀掉。风蚀不仅吹走了土壤里细腻的粘土矿物和有机质,而且还能把带来的许多沙子堆积在土壤表层,使肥沃的土壤变得贫瘠。这一过程,在干旱地区表现得更为突出,象前面所讲到的“人造沙漠”,就和这种风蚀有着密切的关系。

在干旱地区有没有垦殖的沙质草原,或天然植物及没有遭到破坏的土地。地表不但有植物保护,还有一层枯枝落叶覆盖着,从而具有一定的抗御风沙流的侵蚀的能力。由于不合理的开荒和过度的放牧,使稳定的天然植物保护层毁坏了,特别是被人们垦殖后,而又废弃无人管理的“撩荒地”,很容易为风沙流所摧残,使地表出现“沙漠化”的现象。

风沙流在风蚀土壤的过程中,还打杀田间的禾苗。我国沙漠地区春季风沙最大,此时也正值耕地表面裸露,耕翻、播种时期。所以,遭受风沙流的危害更是严重。

掌握了风沙危害的过程,就可以采取不同的措施,有针对性的加以治理,一般说来,控制流沙活动常采用“工程治理”和“植物治理”两种办法。

一、工程治理措施

沙漠造成的危害,归根结底还在于风沙流的风蚀、搬运、堆积的作用。为了防止沙丘的移动,首先应该控制沙丘表面的疏松的沙粒不被风蚀吹扬。可以利用杂草、树枝以及其它材料,在沙丘上插设风障或覆盖在沙面上。凡此一类的措施,都属于工程治理。

工程治理措施的优点是能够立即奏效,但是由于成本高,费工大,又不能长期保存,故不宜大面积的推广,只能施于自然条件十分恶劣,而遭受流沙威胁又十分严重的工矿企业、交通运输、城镇居民点等局部地区。

工程治理措施因材各异,种类繁多,一般最常见的有草方

格沙障,立式沙障、平铺沙障、卵石固沙、粘土固沙以及沥清乳液固沙等十余种。其中最常用的是草方格沙障和粘土沙障。

1. 草方格沙障 沙区群众把沙障统称为“风墙”,草方格沙障是用麦草、稻草、芦苇等材料,在流动沙丘上扎设成方格状的挡风墙,以削弱风力的侵蚀。

施工时,先在沙丘上划好施工方格网线,要使沙障与当地的主风方向垂直。再将修剪均匀整齐的麦草或稻草等材料横放在方格线上,用板锹之类的工具置于平铺的草料中间,用力插下去,插入沙层内约 15 厘米,使草的两端翘起,直立在沙面上,露出地面的高度约 20—25 厘米。再用工具拥沙埋掩草方格沙障的根基部,使之牢固。根据试验,草方格沙障的规模以 1米×1米的正方形效果最好(表 3)。

不同规格草方格沙障内的风蚀情况

表 3

规格(米)	风蚀深度(厘米)	规格(米)	风蚀深度(厘米)
1×1	0	1.5×1.5	14.5
1×1.5	0	2×2	13.5
1×2	8.0	2×3	14.4
1×3	7.9	3×3	25.3

草方格沙障的主要作用是增加沙地表面的粗糙度,削减风力,使之无力携走疏松的沙粒。这种固沙措施效果很好,用于保护交通干线尤其成功。假若乘火车从包头到兰州,当列车经过宁夏回族自治区的腾格里沙漠南缘的沙坡头时,可以看到沿线沙丘上密布着象图案一样的方格,这便是草方格沙障(图 42)。这条沙障,带宽 500—600 米,总长达 16 公里,铺设了近万亩的面积。使我国第一条穿越沙海的包兰铁路,自 1958 年通车起,一直畅通无阻,这是我国治理沙漠的一项重大成果。

草方格沙障设置后,能够有截留降雨的作用,尤其是对冬

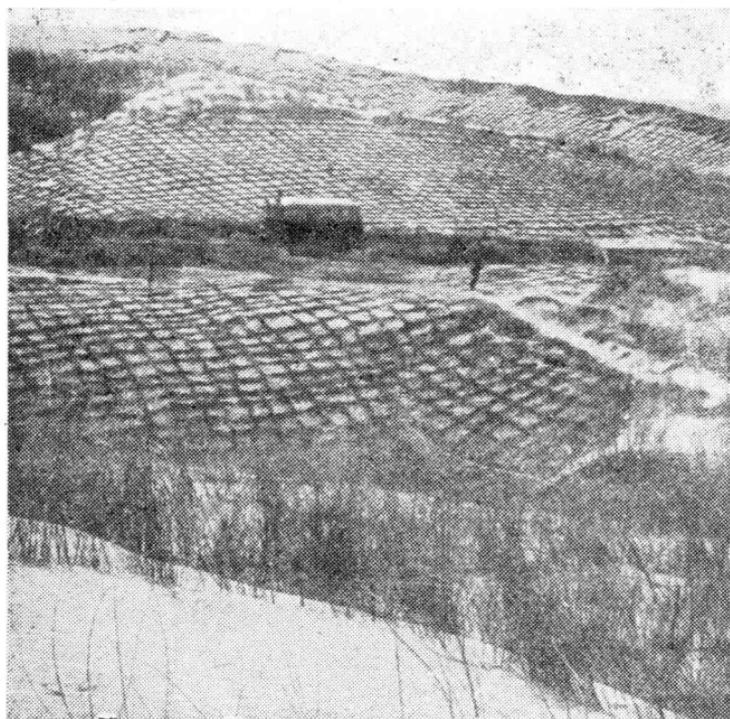


图 42 铁路两旁的草方格沙障

季的降雪，更能够控制在原地而不被风吹走。因此提高了沙层含水量，使 2 米厚的沙层含水率从 1% 增加到 3—4% 以上。正由于草方格沙障能够固定流沙，改善沙丘水分条件，从而保护了沙生植物的生长。

2. 粘土沙障 粘土沙障是在用粘土压沙的基础上发展起来的。最初，人们用粘土全面铺覆在沙丘上，效果十分显著，但是，费用太昂贵，而且雨水很难渗到沙丘内，影响沙丘的水分条件。以后人们在不断的实践中，加以改进，将粘土在沙丘上堆成高 20—30 厘米的土埂，间距 1—2 米。土埂的走向与主风方向垂直，在多风向的沙漠地区，可以设置成方格状的粘土沙障(图 43)。

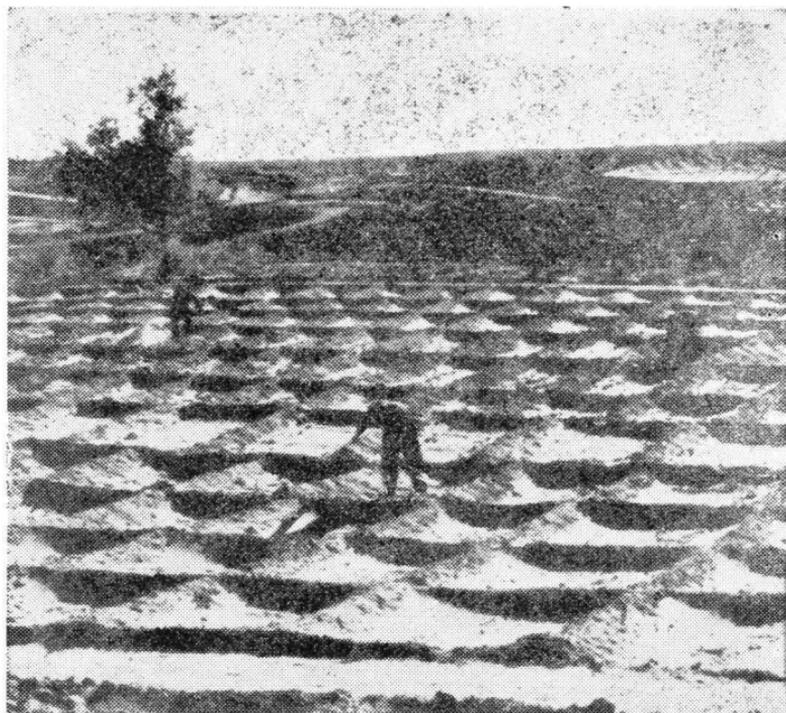


图 43 就地取材,用粘土固沙

甘肃民勤和内蒙磴口等地的经验表明,粘土沙障施工简便,节省劳力,固沙效果与保水性能都比较好。粘土沙障可以使 20 厘米高度上的风速削弱 20% 左右;0—50 厘米沙层内的含水量比无沙障沙丘的含水量提高 25% 以上,干沙层的厚度减少了一半。

总之,工程治理措施,是一种临时性的防沙措施,对于流沙的危害,仅仅起到固沙“治表”的作用,若要彻底根治,达到“治本”的效果,还必须采用“植物治理措施”。

二、植物治理措施

用植物来控制 and 固定流沙是最有效也是最根本的措施。在沙漠地区,有计划的栽培沙生植物,不仅能长期地固定流

沙,而且还能改变沙区的生物环境和气候条件,以致达到沙漠土壤改良的最终目的。

我国沙区各族人民在治理沙漠的过程中,总结出流沙有喜风,喜干旱,怕水、怕草、怕树的“两喜三怕”的特点。水是沙漠的命脉,有了水,可以长树、长草,可以阻挡风沙。所以“三怕”,最终还是怕树、怕草。根据沙漠的这些弱点,我们可以采用不同的植物治理措施。

1. 固沙造林 利用人工栽植的办法,根据需要,在沙漠里的不同地区与部位植树造林(图 44)。由于沙漠里自然条件

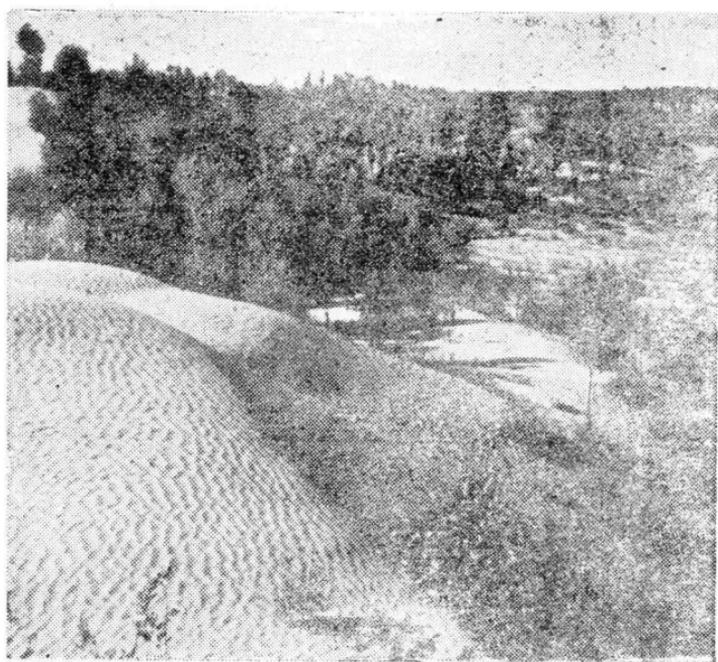


图 44 固沙造林,使流沙逐渐固定

差,植物生长困难,必须适当的选用效果良好的沙生植物品种,同时还要加以人工的抚育和管理,精心培育。

在沙漠里植树造林有两种方法,一是将苗圃里培育出来

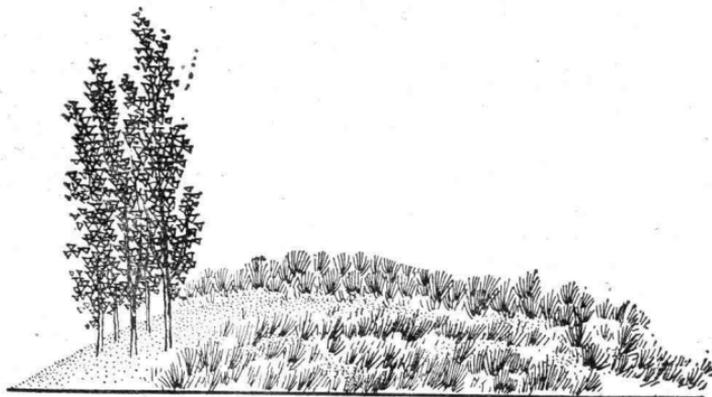
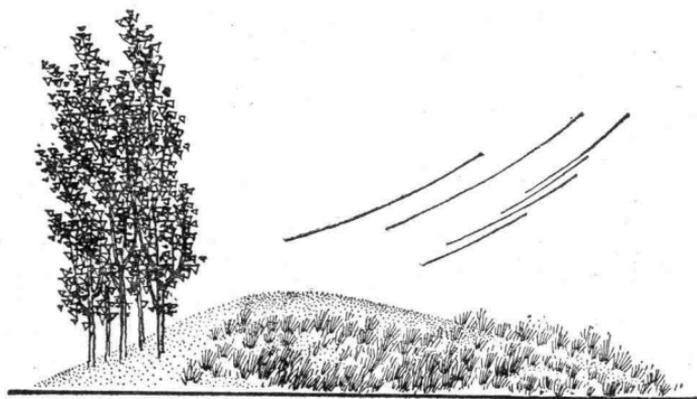
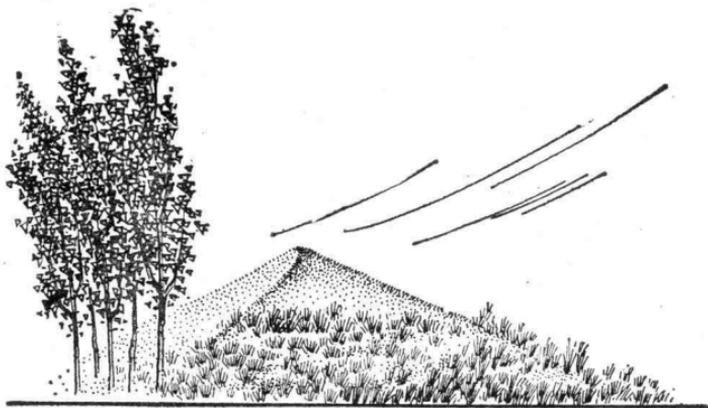


图 45 “前挡后拉”，削平沙丘固定流沙

的实生苗、插条苗或是从沙漠里挖出来天然的实生苗，有计划的栽到沙丘上，这叫植苗造林。二是用插穗或者枝干栽到沙丘上，叫扦插造林。两种方法，目前都在广泛的使用。

根据不同的情况，植树造林又有不同的种植部位。一般大都采用“前挡后拉”的种植布局(图 45)。

所谓“前挡”，就是在沙丘前进方向即沙丘背风坡的低洼地上种植高大的树木，起阻挡沙丘向前移动的作用。所谓“后拉”，就是利用低矮的灌木或草本植物，把它们种植在沙丘的迎风坡上，固住松散的沙粒，“拉住”它们不被风吹走。一般在迎风坡上种植的部位不超过沙丘高度的三分之二，这样使沙丘的顶部暴露在风力之下，得不到植物的保护，沙丘顶部很快

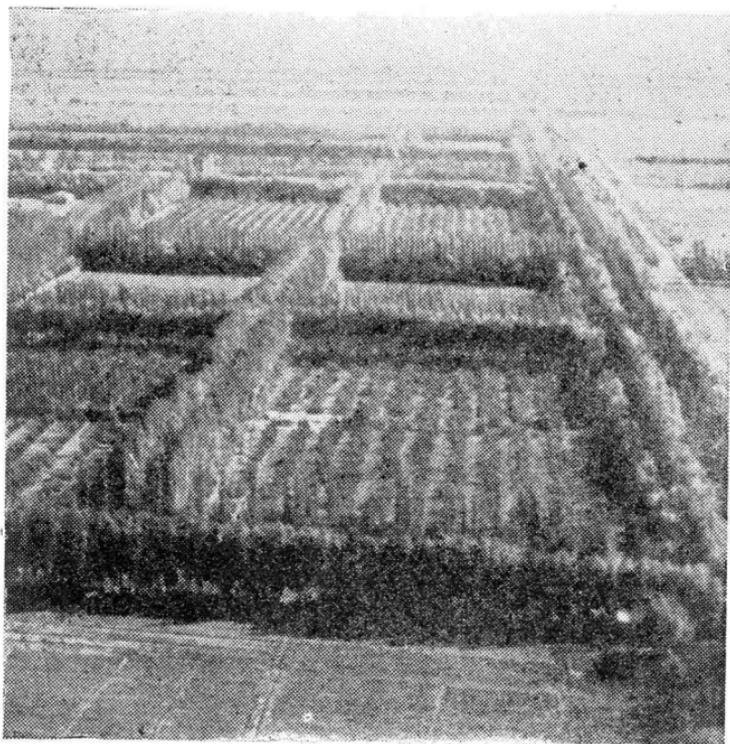


图 46 营造防风林可以削弱风沙侵袭

被风削平。而这部分被吹起的沙子，又受到“前挡”的树木的阻拦，使它们沉积在沙丘背风坡的低洼地上。久而久之，不仅能固定住流沙，还能将高沙丘削低，低洼地填平，使起伏的沙漠夷为平地。然后，再在夷平的沙丘顶部继续植树造林，使沙丘得到彻底的改造(参看图 45)。

2. 营造防风林 “风起沙扬，风止沙落”，风是形成沙漠、驱使沙漠扩张的根本动力。所以，防沙应先防风。在沙漠内及沙漠边缘地带营造大面积的防风林带，可以削弱沙漠地区的风力而达到阻止沙丘移动的目的(图 46)。

营造防风林的防风沙效果十分显著，在林带中，若以离地面一米高度的地方，降低风速 10% 为防风沙标准的话，林带的背风面最大防护距离可为林高的 30—40 倍，甚至可达 50 倍。林带前的逆风面防护距离可在林高的 1—10 倍。防风林

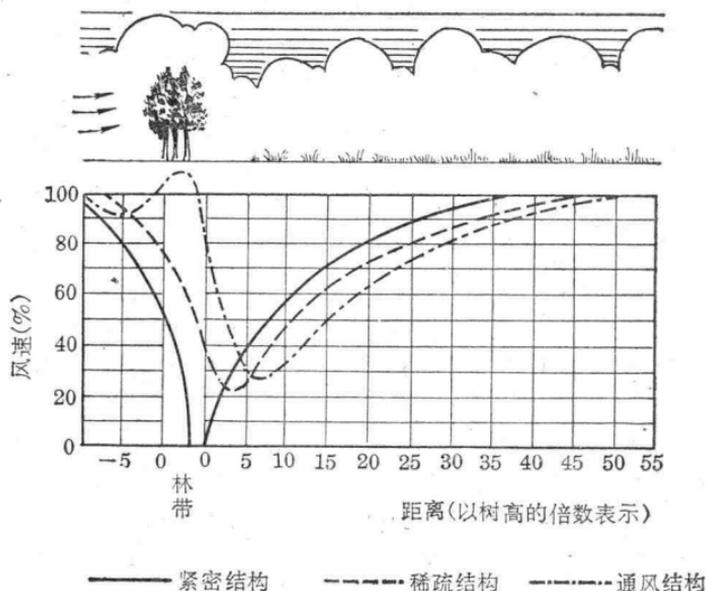


图 47 不同结构林带的防风效益

带的效果和林带的高度有直接关系,林木越高大,防风沙效果也越好。此外,还与林带的疏密结构、透风性能有关(图 47)。

根据林带的疏密和透风情况,可分为三种林带结构类型:

(1)紧密结构林带 林带上下紧密,生长枝叶很稠,不透风。林带常是由乔木和灌木多层组成,乔木多在 15 行以上密植。这类林带,象一堵挡风墙。当气流通过时,只能越过林带顶部,越过后,气流随即在林带附近的背风处下沉,在林带周围形成涡流。气流到了林带背风面 40 倍林高的距离处,即可恢复原来的风速。

(2)疏透结构林带 林带上下多少透风,为 1—2 行的乔木组成,林带两侧无灌木,或灌木稀疏。当气流通过时,一部分气流越过林带顶部,一部分可从林带内通过,使气流在距离林高一倍的地方产生涡流,于是防风效果改善,常在距离林高的 45 倍的地方,风速才恢复到旷野的情况。

(3)通风结构林带 林带上部树冠稠密,基本不透风,而下部为裸露的树干,通风性能好,林带通常由 3—5 行高大的乔木组成,林内无其它灌木。当气流通过这种林带时,上部气流只能越过林带顶部,而下部气流则通过林带的树干之间的空隙,气流通过时发生收缩,从而形成小股涡流,抵制了上部气流袭击林带的背风处。结果在林带背风面 5—7 倍林高的地方,才能形成涡流,使通风结构林带产生的涡流,较其它林带产生的涡流距离更远,防风能力更强,一般在林高 50 倍的距离上才能恢复到旷野的风速。

可见,树不在于种得多,而在于种得巧,在于选择适当的树种和科学的林带结构(参看图 52)。为了提高防风林的效益,以营造通风结构或疏透结构的林带为最好。

自然界中,一种事物,往往和其它事物互相联系、相互影响。林带中,由于削弱了风速,不仅起到防风沙的作用,而且

减少了空气与地表的热量交换和水分的蒸发,从而引起地温、气温和湿度等一系列的变化,大大的改善了林带周围的气候。例如新疆沙漠地区,在防风林带的保护下,春季地表温度可增高 0.7—3.5%, 5—10 厘米深的土温可增高 0.4—1.0℃。夏季 1 米高处的气温降低 0.1—2.0℃, 减小了沙漠地区的温差变化的幅度。相对湿度提高了 3.5—14%, 水面蒸发减少了 14—41%, 使沙漠地区的气候变得湿润。可见,防风林带对改变干旱气候有着多么明显的作用。

3. 封沙育草 引起风沙危害的重要教训之一,就是人为的破坏草场。根据这个经验,人们采取了相应治理沙漠的措施,即“封沙育草”。在水分条件比较好,而且有一定植物生长的沙漠里,在一定的时期内,封禁起来,禁止放牧和樵采,促进沙漠里原有的天然植物得以养息、繁殖,必要的时候,还可以进行人工补种,从而使流沙固定。经验表明,封沙育草,保护天然植物的繁殖生长,对治理沙漠有着十分重要的意义。

在封沙育草的基础上,内蒙沙区群众又创造出“草库仑”的办法来改造沙漠。

“库仑”蒙语的意思是用柴草,柳条,土墙等围起来的居民点和草原。所谓“草库仑”,就是把需要治理的沙漠、天然草场等用人工的办法,将它们圈围起来,实行封沙育草,促使植物的天然更新。然后再采用育草、育林等各种措施对沙漠进行综合治理。把流沙草场化,改造成新牧场。经过多年的试验,发现“草库仑”是改造利用沙漠的一种行之有效的好方法。象内蒙的乌审召公社,过去是一个“黄沙滚滚漫天来,一半草场沙里埋”的地方,自从采用了“草库仑”的治理办法后,固定住流沙 22 万亩,不仅有效的控制了风沙,而且还建设成稳产高产的饲料基地 1,600 余亩。如今的乌审召,已经变成树草葱绿,兴旺发达的牧业基地了。

当然,在治理沙漠的过程中,需要采用综合的措施,决不只是单独地使用上述某种方法就可奏效的。例如为固定流沙进行固沙造林时,若不与工程治理措施相结合,很难得以成功。因为沙漠里的自然条件很恶劣,植物生长较慢,需要一定的成长过程和时间,才能起到固沙的作用。而沙区风力强大,将种下的植物很快吹蚀掉。因此,一般都先用草方格沙障固定沙丘的迎风坡,而后才在草方格沙障内种植固沙植物(参看图2)。所以,治理流沙时,常常几种措施同时并举,综合治理,才能取得显著的成效(表4)。

综合治理沙漠的效果

表 4

地 况	植 苗		直 播	
	成活率(%)	六年后保存率(%)	当年每平方米出苗株数	六年后每平方米保存株数
草方格沙障区	68.19	34.30	3.9	3
流动沙丘区	34.40	1.72	1.7	0

三、兴 建 绿 洲

无数事实雄辩地证明,改造沙漠虽是很艰巨的事情,但是,沙漠也决不是一种不可抗拒的自然暴力。只要有组织、有计划地采用科学的治理办法,沙漠这条狂虐的“黄龙”是可以为人类所降伏的。在我国的沙漠地区内,一般都具备着一定的土地、水利、植物等自然资源,为改造利用沙漠提供了有利条件。只要不断的兴利除害,势必可以将沙漠的面积逐渐缩小,面貌焕然一新。

我国沙区人民,历经艰辛,发愤图强,终于在治理沙漠的过程中辟出一条崭新的道路。这就是,在治理沙漠的同时,兴建新绿洲,把滚滚的黄沙,化为葱绿的田园。一个向流沙要土地,向荒漠要草场的战役,在祖国的沙区里,正蓬蓬勃勃的向

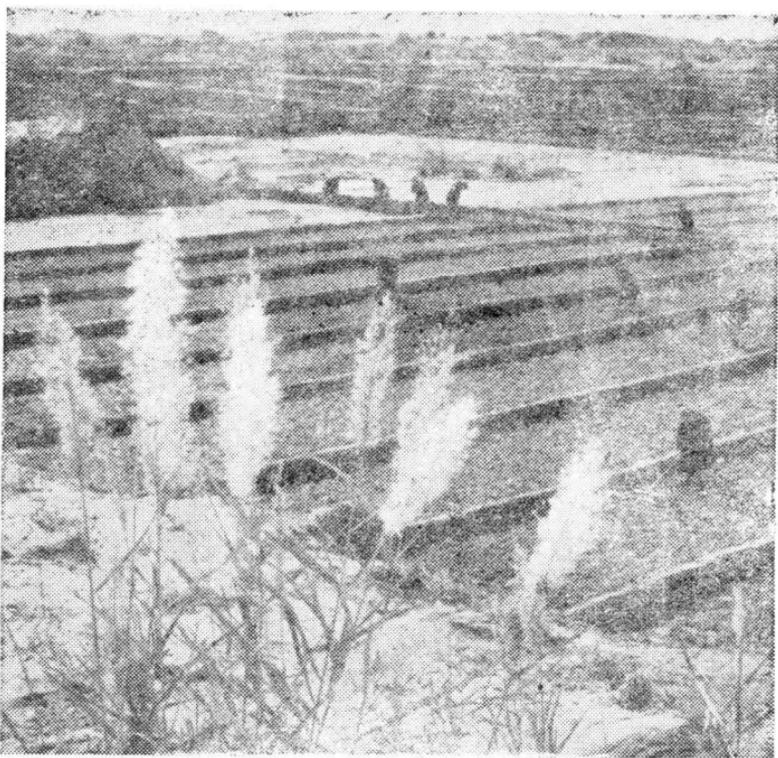


图 48 在沙漠里垦殖新绿洲

纵深发展(图 48)。

从东北松花江畔,到祖国西北边陲的新疆,万里风沙线上,正在发生巨变。一道道防护林带(图 49),一块块新垦的绿洲,昔日“平沙莽莽黄入天”,如今已是“春风细雨翻绿浪”。

黄沙弥漫,年年遭风沙侵袭的毛乌素沙漠,如今已出现了林带成网、水渠纵横、牛羊遍野、稻米芳香的“塞上江南”。

过去的乌兰布和沙漠,除了边缘地带带有少数居民点外,全为流沙所覆盖,残留在这里的汉代古墓和城垣,清楚记载了二千年来的沙漠湮没草原、城池的悲惨历史。如今在这浩瀚的沙海里,正勾绘着最新、最美的画图。从风沙的“虎口”上,夺



图 49 道路旁的防护林

回 16 万亩的耕地,营造了两万六千亩的防沙林带,修筑渠道达 1,000 余公里,把黄河水引进了干沙窝,滋润着麦浪滚滚的农田。

在新疆塔克拉玛干沙漠北部的塔里木河畔,新开垦了 74 万亩的绿洲(图 50)。地处沙漠南部的和田地区,耕地扩大了两倍。过去遭风沙危害的皮山县,如今修建了 229 公里的渠道,引昆仑山上的雪水灌溉农田。皮山县人民还营造了 1,000 余公里的防沙林带,在层层林带的护卫下,不仅夺回了遭沙埋的农田。而且又在沙漠里垦殖了新的耕地,全县农田面积比过去扩大了一倍。



图 50 新辟的绿洲

新疆的古尔班通古特沙漠，也被军垦战士改造成葱茏一片的田园。

过去视为畏途的沙漠，今日修筑了许多铁路、公路干线，川流不息的车辆，东去西走，南来北往，畅通无阻(图 51)，把支援沙区建设的物资，源源不断地从内地送去，又把沙区的农、牧特产送往祖国的四面八方。

饱受风沙危害的沙区人民，已经成为治理沙漠的主人，那种“朝为庄园夕为沙，不知何处是我家”的“沙进人退”的悲惨景象，已被“人进沙退”所取代。一片片新垦殖的绿洲，一片片新营造的牧场，不断地向沙海深处伸延，人们辛勤灌溉的林

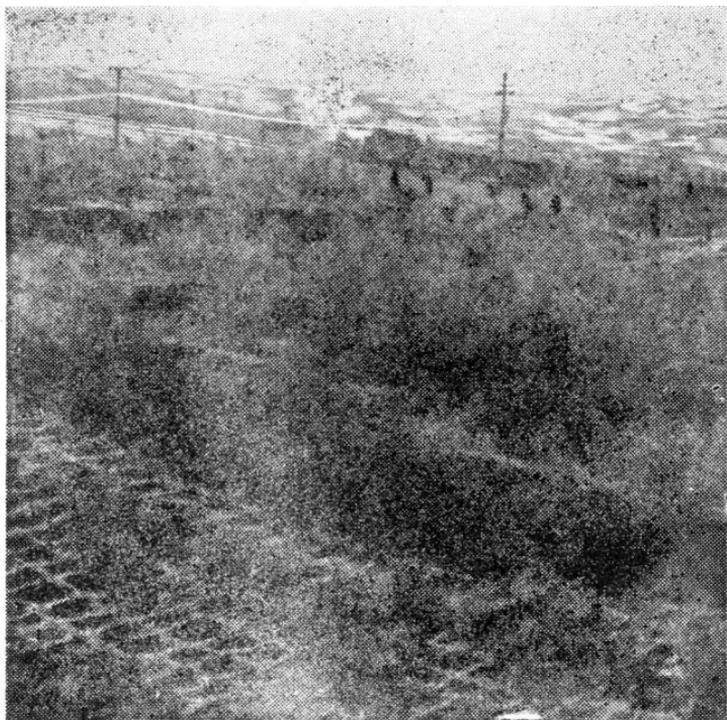


图 51 包兰铁路横穿腾格里沙漠

带,在沙漠里扎根生长,在茫茫的瀚海里,推出层层绿浪。让我们沐浴着“四化”的春风,耕耘播种,把祖国的荒沙漠野,绘成一片丹青。

人类的历史,是一个从必然王国到自由王国的历史,让我们在这场伟大的历史变革中,共同努力,用优异的成绩去谱写那未来的,更美、更动人的《沙漠的故事》吧!

内 容 提 要

本书以津津有味的笔法,详细地介绍沙漠的自然条件,我国和世界沙漠的分布和特征、沙漠的成因、沙漠的改造利用等科学知识,还穿插很多生动而有趣的故事,如“沙漠之舟”——骆驼、“沙中豪杰”——胡杨等等,它们用什么样的奇异本领来战胜严酷的自然环境。内容丰富,深入浅出,通俗易懂,图文并茂。本书可供具有中等文化程度的读者阅读。

沙 漠 的 故 事

迟 建 楣 编 著

责任编辑:李文兰

封面设计:赵一东

*

科学普及出版社出版(北京白石桥紫竹院公园内)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国科学院印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 3 7/8 字数: 88千字

1981年5月第1版 1981年5月第1次印刷

印数: 1—14,800册 定价: 0.35元

统一书号: 13051·1178 本社书号: 0217