

中国干旱地区自然地理

赵松乔 主编

科学出版社

中国干旱地区自然地理

赵松乔 主编

科学出版社

1985

内 容 简 介

干旱地区是我国三大自然区之一，占全国土地总面积的 30%，其中荒漠地带约占全国土地总面积的 1/6，而沙漠、戈壁约占全国土地总面积的 1/9。本地区土地资源、太阳能、风能资源丰富，并有一些水资源和生物资源可供开发利用。但也存在不少问题，特别是干旱、盐碱、风沙、土地粗瘠等自然灾害猖獗，需要采取控制和改造措施。本书从综合自然地理、地貌、气候、水文、地下水、土壤地理、植被以及动物地理等方面，对这个辽阔的地区分别进行探讨。

本书由十几位有关专家分工合作撰写而成，具有较翔实科学内容。本书虽采取论文集形式由多人分头执笔，但经全面安排，仍不失为一本较完整的自然地理专著。

本书可供有关的科研、教学工作者及农、林、牧、水等技术干部阅读参考。

中国干旱地区自然地理

赵松乔 主编

责任编辑 刘卓澄

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1985 年 7 月第 一 版 开本：787×1092 1/16
1985 年 7 月第一次印刷 印张：14
印数：0001—2,850 字数：320,000

统一书号：13031·2945

本社书号：3996·13—13

定 价：3.30 元

前言

干旱(包括半干旱)地区是我国三大自然区之一,约占全国土地总面积的30%(其中干旱区21.4%,半干旱区8.4%;如果包括青藏高原上的干旱、半干旱地区在内,则占全国土地总面积的52.5%,其中干旱区30.8%,半干旱区21.7%)。在行政区划上,包括新疆、宁夏、内蒙古三个自治区的全部以及甘肃、青海、陕西、山西、河北等省的部分地区。

关于干旱地区的范围和界限，迄今还缺乏一致的认识。总的来说，指蒸发超过降水，因而“缺水”的地区。但由于目前还没有可靠的蒸发量测方法，中国科学院自然区划工作委员会¹⁾暂采用“干燥度”作为划分全国干湿程度的指标：(1)干燥度 < 1.0 为湿润地区，天然植被为森林；(2)干燥度 $= 1.0—1.5$ 为半湿润地区，天然植被是森林草原；(3)干燥度 $= 1.5—2.0$ 为半干旱地区，天然植被是干草原，虽可勉强进行旱作农业，但产量很不稳定；(4)干燥度 > 2.0 为干旱地区，不灌溉就不能农耕，其中干燥度 $= 2.0—4.0$ 天然植被是荒漠草原，干燥度 ≥ 4.0 是荒漠地带。“干燥度”的数值，则用下列经验公式求得：

$$K = \frac{0.16 \Sigma t}{r}$$

式中 K 是干燥度; Σt 是日温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 持续期间活动积温总和, 以 $^{\circ}\text{C}$ 表示; r 是同期间降水量, 以毫米表示; 0.16 是在中国情况下的一个常数。

本书沿用上述指标及公式，但鉴于我国自然地理环境的特点，对干旱地区的范围及界限作两个重要订正：(1)青藏高原地势高耸，气候寒冷，也是我国三大自然区之一，不包括在干旱地区之内。只是其中柴达木盆地，略较低平(海拔 2500—3000 米)，极其干旱(年降水量 15—70 毫米)，干旱的特色超过“高寒”，暂列为我国干旱地区的一部分；(2)黄土高原西北部，气候条件上属半干旱，但总的自然地理特征与黄土高原其他部分相似，因而不包括在干旱地区之内。

本书所指干旱地区,包括下列三个自然地带²⁾: (1)干草原地带。属温带半干旱地区,东起大兴安岭东麓,向西到蒙古高原及鄂尔多斯高原上的温都尔庙—百灵庙—鄂托克—定边一线; (2)半荒漠地带。属温带干旱地区,从上述干草原地带西界向西直到贺兰山西麓及祁连山东北麓,北疆的山前地带也有零星分布; (3)荒漠地带。分属温带及暖温带干旱地区,在贺兰山以西广泛分布,是我国干旱地区的主体,约占全国土地总面积的 1/6。

在干旱地区之内,有两个分布甚广、土地利用很特殊的土地类型:(1)干旱和半干旱地区的沙地,一般称为“沙漠”,共约 63.7 万平方公里;(2)干旱地区的砾质及石质平地,号称“戈壁”(半干旱地区之内即不存在),共约 45.8 万平方公里,自然条件特殊严酷。这两个土地类型,又是荒漠地带的主要组成部分,共占全国土地总面积的 1/9。

在辽阔的干旱地区,土地资源和太阳能、风能资源是异常丰富的,并有一些水资源和

1) 中国科学院自然区划委员会:《中国综合自然区划》及《中国气候区划》。1959 年。

2) 请参看本书第一篇《中国沙漠、戈壁的形成和演变》图 1。

生物资源可供开发利用。但是,存在问题确也不少,总的来说,自然条件不利于农业生产,特别是干旱、盐碱、风沙等自然灾害猖獗,必须尽早采取控制和改造措施。几千年来,我国各族人民对本地区反复进行开发利用和改造,取得不少成功的经验,但也遭遇许多失败。半干旱地区自古是我国畜牧业生产的重要基地,“天苍苍,地茫茫,风吹草低见牛羊”曾长时期作为它真实的写照。但是,近一、二百年来,在它的东南边缘,耕地迅速增加,形成一条宽阔的农、牧交错地带,由于水分条件缺乏保证,特别是春旱频繁,再加滥垦、滥牧、滥植现象严重,旱作农业和牧业生产低而不稳,局部地区(例如鄂尔多斯高原东南边缘)还产生草场退化、沙漠化等问题。在干旱地区,农牧业生产很不平衡,河套、河西走廊、天山南北麓等局部水、土条件较好地点,很早以来就发展了较大规模的灌溉农业,其它广大地区则以牧业为主,还有大片荒凉不毛的流沙和戈壁存在。迄今,我国干旱、半干旱地区共有耕地 1.6 亿多亩,约占全国耕地总面积的 1/10,全地区的垦殖指数仍不过占 3.3%,农业发展潜力很大,是全国宜农荒地资源最广布的地区,初步估计质量较好的宜农荒地近 3 亿亩,占全国宜农荒地总面积的 40%¹⁾。现有可利用草场也达 16 亿亩以上,目前仍多停留在靠天养畜阶段,牧业生产水平较低。林业则限于一些山地针叶林和河岸林,绿洲内近年营造了(进行灌溉的条件下)不少农田防护林带。

本地区的矿产资源也是很丰富的,特别是石油、有色金属、黑色金属以及稀有金属等,为大规模工矿业发展提供了有力的物质基础。工矿业发展的广阔远景,加强了本地区农、牧业生产的重大意义。

此外,本地区具有绵长的国境线,居民只占全国总人口 4% 左右,而且是许多兄弟民族长期来安居乐业之处。这说明本地区除了重大经济价值之外,还拥有国防、政治和社会等方面的重要意义。最近,党中央号召在今后二、三十年内把本地区建设成为全国的战略重点地区,是具有真知卓见的。

对这样一个重要地区进行自然地理研究的重要目的,是在认识自然、摸清家底的基础上,探讨因地制宜、开发利用自然资源以及控制改造不利自然条件的途径和主要措施,并进行地区综合开发和国土整治的全面规划。认识自然,为的是更好地利用和改造自然;反过来,要更好地利用和改造自然,就必须立足于更好地认识自然。目前,对我国干旱地区的自然地理环境,认识远非清楚,甚至有人对客观规律视而不见或见而不明,居然宣扬:千百公里以外的蒙古高原上的“滚滚流沙”,造成了首都北京的“沙漠化”²⁾。

解放以来,党和人民一直非常重视我国干旱地区的科学研究。特别是 1958 年国务院召开了西北及内蒙六省(区)第一次治沙会议,组建了中国科学院治沙队,1959 年直接参加该队的科研单位近 40 个,科研人员达 861 人,当年就派出了 14 个野外考察队,并成立了 6 个综合治沙站及 14 个中心试验站。在此基础上,1961 年在呼和浩特成立了中国科学院治沙研究所筹备处,1963 年调整巩固为中国科学院地理研究所沙漠研究室,1965 年又改组为中国科学院冰川冻土沙漠研究所的一部分,1976 年最后独立成为中国科学院兰州沙漠研究所。20 多年来,许多其他有关科研机构也得到发展,完成了大量研究工作,涌现了大批科技人才。

本书就是在上述大量科研工作的基础上,由十几位曾多年在我国干旱地区某一领域

1) 赵松乔:我国耕地资源的地理分布和合理开发利用,自然资源,1984,第1期。

2) 请参看本书第一篇《中国沙漠、戈壁的形成和演变》以及第二篇《中国风沙地貌的特征》。

内工作的自然地理工作者合作写成的。它拥有许多第一手科学资料,也具有较翔实的科学内容。但是,它只是我国广大干旱地区的一个初步总结,不够系统化,也不够全面,今后还有大量科研工作要做,较系统化、较全面地总结工作也有待今后不断开展和更新。本书暂采用论文集形式,由多人分头执笔,讨论范围和笔调不强求一致。首先综述中国沙漠、戈壁的形成过程和演变趋势;再分论中国干旱地区的风沙地貌、风沙气候、陆地水文、地下水等方面的基本特征;再谈中国荒漠地带的土壤、植被的基本特征以及中国干旱地区陆栖脊椎动物的生态地理;最后为6个典型调查,分别对新疆、河西走廊、呼伦贝尔等地区的某些特殊自然现象进行较深入的分析。由于实地调查研究工作和具体科学资料的限制以及各自然要素、各自然地带在我国干旱地区所占重要性的不同,各章讨论范围(主要为荒漠地带及半荒漠地带的某一要素或类型,有时则限于荒漠地带)以及所占篇幅遂有多寡之别。例如,水和风沙是我国干旱地区的两个关键因素,讨论篇幅就多些,不但对地表水、地下水以及风沙地貌、风沙气候等分别作综合分析,还对若干事例进行典型调查。又如荒漠地带以及沙漠、戈壁两个土地类型是我国干旱地区的主体,也就成为本书讨论的重点。另一方面,由于我国干旱地区的科研工作在各地带、各要素之间还很不平衡,对某些问题(例如半干旱区的许多问题)的讨论只好简略一些,甚至暂时缺而不谈,这些都是今后应努力补足的地方。

本书各章节,均由作者文责自负。主编者当然也应对全书的编排及其科学内容负主要责任,欢迎读者不吝指正批评。

赵松乔

1983年11月于北京

目 录

前言	赵松乔 (v)
中国沙漠、戈壁的形成和演变	赵松乔 (1)
中国干旱地区的风沙地貌	吴 正 (18)
中国干旱地区风沙气候特征	耿宽宏 (36)
中国干旱地区水文的基本特征	汤奇成 (50)
中国干旱地区地下水的形成和分布	张天曾 (66)
中国荒漠地带的土壤地理	黄荣金 (80)
中国荒漠地带的植被	刘华训 (92)
中国干旱地区陆栖脊椎动物生态地理	张荣祖 (125)
中国干旱地区若干典型调查	(152)
新疆的地貌	夏训诚 (152)
塔里木盆地水资源的基本特征和利用方向	杨利普 (159)
天山南麓地区的水文化学和水文地球化学	韩 清 (168)
阿拉善高原沙漠地区盐化水的形成与分布	韩 清、高前兆、沈永玲 (186)
河西走廊的河川径流	汤奇成、程天文 (196)
呼伦贝尔草原的风沙和“黑风暴”问题	赵松乔 (203)

PHYSICAL GEOGRAPHY OF CHINA'S ARID LANDS

CONTENTS

Preface	Zhao Songqiao (Chao Sung-chiao) (v)
The Sandy Deserts and the Gobi in China: Their Origin and Evolution	 Zhao Songqiao (1)
Eolian Landforms in the Arid Lands of China	Wu Zheng (18)
Features of Eolian Climate in the Arid Lands of China	Geng Kuanhong (36)
Features of Hydrography in the Arid Lands of China	Tang Qicheng (50)
Formation and Distribution of Ground Water Resources in the Arid Lands of China	Zhang Tianzeng (66)
Soil Geography in the Desert Zone of China	Huang Rongjin (80)
Vegetation in the Desert Zone of China	Liu Huaxun (92)
Ecological Geography of Land Vertebrates in the Arid Lands of China	 Zhang Rongzu (125)
Some Sample Studies in the Arid Lands of China	(152)
Landforms in the Uygur Autonomous Region of Xinjiang.....	Xia Xuncheng (152)
Water Resources in the Tarim Basin: Their Chief Characteristics and Trends in Utilization	...Yang Lipu (159)
Hydrographic Chemistry and Hydrographic Geochemistry in Southern Piedmonts of the Tianshan Mountains	Han Qing (168)
Origin and Distribution of Saline Water in the Sandy Areas of the Alxa Plateau	Han Qing, Gao Qianzhao, Shen Yongling (186)
Fluvial Runoffs in the Hexi Corridor	Tang Qicheng, Chen Tianwen (196)
Eolian Deflation and Dust Storm in the Hulun Buir Steppe	 Zhao Songqiao (203)

中国沙漠、戈壁的形成和演变*

赵 松 乔

(中国科学院地理研究所)

沙漠(荒漠、半荒漠和干草原三个自然地带的沙地)和戈壁(荒漠和半荒漠两个自然地带的砾质和石质平地)在我国西北地区以及华北部分地区广泛分布,总面积达 109.5 万平方公里(其中沙漠 63.7 万平方公里,戈壁 45.8 万平方公里),约占全国土地总面积 11.3%。在这里,蕴藏着丰富的土地资源和矿产资源,又有相当可观的水资源和生物资源以及取用不竭的太阳能和风能,等待我们进一步去开发利用。另一方面,这里的农业生产水平比较低,干旱、盐碱和风沙等自然灾害剧烈地为害农田、牧场、房屋和道路,必须迅速采取控制和改造措施。因此探讨我国沙漠、戈壁的形成过程和演变趋势,作为开发利用和定向改造的科学依据,不但是一个重大的理论问题,也是一个重大的生产问题。

一、我国沙漠、戈壁的自然特征和地理分布

我国沙漠、戈壁是全世界温带沙漠、戈壁的一部分,具有下列主要自然特征:

(1) 首先是气候干旱,降水量稀少,并随着距海里程的增加而从东向西递减(新疆西部例外)。在温都尔庙—百灵庙—鄂托克旗—定边—一线以西的广大干旱地区(包括荒漠及半荒漠两个自然地带)年降水量不到 200 毫米,塔里木盆地东南部塔克拉玛干一带更在 10 毫米以下,是全国的最干旱地区。该线以东的半干旱地区(包括干草原一个自然地带)年降水量 200—400 毫米,虽可勉强进行旱作,但“十年九旱”,产量很不稳定。雨量季节变化和年变率也很大,局部极端干旱地区可以连续一年甚至几年滴雨不降。

(2) 绝大部分地区是海拔 500—1500 米的内陆盆地和高原。四周有高山环绕,地面基本平坦,风力强大,常有风速超过 5 米/秒的“起沙风”,最大风速可达 12 级,因而地面组成物质粗疏,沙漠以沙为主,戈壁以砾石为主。

(3) 在干旱缺雨以及地面组成物质粗疏等条件下,几乎完全没有当地产生的常年河流,只存在一些间歇性河流和临时性地表迳流以及少数由附近高山冰雪和雨水所补给的较大河流。地下水资源具有很大的地区差异性,一般是山麓地带以及河流沿岸贮量丰富,水质也较好,其他大部分地方水量和水质均较差。

(4) 土壤剖面发育不良,有机质和水分含量低,盐分含量高,土层薄,质地粗,地表常有“砾面”,土壤表层常有钙积层,对农业生产限制作用很大。但在广大沙漠和戈壁之中,也有不少地方(特别是山麓地带以及古代和现代河流沿岸)分布着肥力较高的土质平地,可供农耕。初步估计:单是西北干旱地区(包括新疆、甘肃、宁夏、内蒙古等 4 个省、区)即有宜农土地 4.6 亿亩(包括现有耕地 1.6 亿亩)以上。

* 本文的英文稿,1981 年 3 月在美国得克萨斯科技大学国际干旱、半干旱地区研究中心以专刊发表。

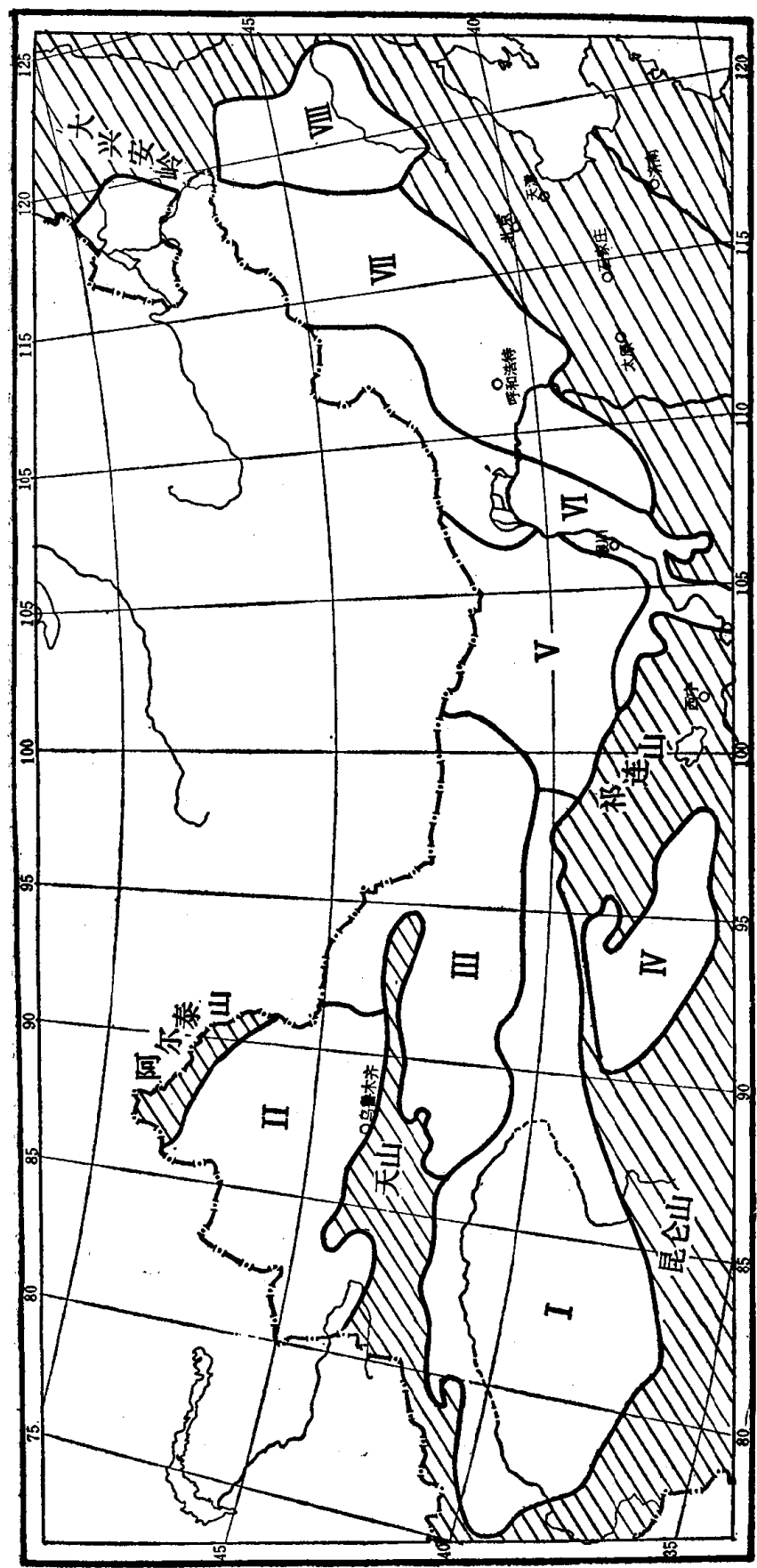


图 1 我国沙漠、戈壁分布略图

- | | |
|------------------|------------------|
| 荒漠地带 | 半荒漠地带 |
| I. 塔里木盆地沙漠和戈壁 | VI. 宁夏、内蒙中部沙漠和戈壁 |
| II. 准噶尔盆地沙漠和戈壁 | 干草原地带 |
| III. 新疆、甘肃毗邻地区戈壁 | VII. 内蒙东部沙漠 |
| IV. 柴达木盆地戈壁和沙漠 | VIII. 大兴安岭东部沙漠 |
| V. 阿拉善沙漠和戈壁 | |

(5) 植被稀疏矮小,种类不多,荒漠和半荒漠地带以覆盖度不到30%的灌木和半灌木为主,还存在大片“不毛之地”,但也有一些胡杨、红柳、琐琐、芦苇等植物茂密生长的天然“绿洲”。干草原地带的沙地植被比较茂密,一般覆盖度在50%以上。据初步统计:我国沙漠、戈壁地区约有2.9亿亩的固定、半固定沙地和植被较好的戈壁,生长着400种以上的沙生植物,可供牧业利用。

(6) 太阳能资源丰富,全年日照时间2500—3000小时以上,大部分地区年总辐射超过140千卡/厘米²。无霜期120—300天, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间积温2000 $^{\circ}\text{C}$ —3000 $^{\circ}\text{C}$ 足供一般温带作物和牧草生长之需,塔里木盆地更是我国太阳能资源最丰富地区之一。但是,冬季漫长而严寒,温度年变化和日变化异常巨大,夏、秋季午间地表温度可达60—70 $^{\circ}\text{C}$,甚至80 $^{\circ}\text{C}$ 以上(我们在新疆古尔班通古特沙漠沙丘表面的一个实测温度达83 $^{\circ}\text{C}$),而冬季极端最低气温达-51.5 $^{\circ}\text{C}$ (新疆富蕴),又为全国最低记录之一。这都不利动植物生活、生长。

我国沙漠、戈壁的地理分布,具有显著的规律性和地区差异性,从西向东,横贯了荒漠、半荒漠和干草原三个自然地带,再可分为8个区(图1)^[7]。

(一) 荒漠地带沙漠和戈壁

广布于贺兰山以西地区,占全国沙漠、戈壁总面积的90%,又可分为下列5个区:

I. 塔里木盆地沙漠和戈壁(包括河西走廊西南部)

沙漠和戈壁在一个椭圆形盆地内作同心圆分布:盆地边缘的山麓地带为砾质戈壁,面积约1.5亿亩,其内侧为带状和岛状的绿洲和土质平地,盆地中心则为广阔无垠的塔克拉玛干沙漠及其邻近一些沙漠,面积约5亿亩,其中85%是流沙,50米以上高大沙丘又占流沙的80%以上。这是我国面积最巨大,改造利用条件最艰巨的沙漠,但在沙漠边缘以及沙漠内部的河谷地带,也有不少植物茂密之处,可供开发利用^[9]。

II. 准噶尔盆地沙漠和戈壁

分布在一个不等腰三角形盆地之内,中心是广大的古尔班通古特沙漠,面积约0.9亿亩,其中流沙仅占3%,是我国最大的固定、半固定沙地,盆地边缘为砾质戈壁,面积约1.1亿亩^[9]。

III. 新疆、甘肃毗邻地区戈壁

这是我国戈壁分布最集中、类型最复杂的地区。马鬃山等剥蚀山地的山前地带,基岩已削平,植物覆盖度10%以下,砾石面上“沙漠漆”乌黑发光,所以当地称为“黑戈壁”。祁连山等侵蚀山地的山麓地带,则砾石堆积较厚,水分条件较好,植物覆盖度可达10—30%,当地称为“白戈壁”^[8]。

IV. 柴达木盆地戈壁和沙漠

沙漠和戈壁也在一个椭圆形盆地内作同心圆分布,但沙漠面积较为零星,并多与戈壁交错分布于山麓地带,盆地中心则是广阔的盐沼和风蚀地。柴达木盆地海拔达 2500—3000 米,是我国干旱沙漠(戈壁)分布的最高地区^[10]。

V. 阿拉善沙漠和戈壁(包括河西走廊中东部)

剥蚀戈壁广布于蒙古高原本部,堆积戈壁则沿周围山麓地带分布。沙漠面积也很广大,主要有三大块:(1)巴丹吉林沙漠分布于蒙古高原西南边缘,面积约 0.6 亿亩,其中流沙约占 83%,是我国第二大流动沙地。高大的复合型沙山密集,约占总面积 68%,一般高 200—300 米,最高可达 420 余米,是全世界最高大沙丘所在地。高大沙山之间,又有 144 个水色深碧的内陆湖泊^[11,12]。(2)腾格里沙漠位于巴丹吉林沙漠之东南,面积约 0.45 亿亩,主要自然特点是流动沙丘与湖盆交错分布,大小湖盆达 422 个之多^[14]。(3)乌兰布和沙漠位于贺兰山、狼山与黄河之间,面积约 0.21 亿亩,其中流沙占 37%,半固定沙地占 31%,固定沙地占 30%,北部地区有较丰富的土地资源¹⁾。

(二) 半荒漠地带

位于贺兰山与温都尔庙—百灵庙—鄂托克旗一定边一线之间,沙漠和戈壁分布比较零星,只包括下列一个区。

VI. 宁夏、内蒙中部沙漠与戈壁

剥蚀戈壁广泛分布于阴山以北的蒙古高原上,古岩床已削平,仅有薄层沙砾覆盖其上。沙漠主要是鄂尔多斯高原北部边缘的库布齐沙堆,80% 是流沙。宁夏平原(西套)和内蒙后套平原上也有一些零星的流沙。

(三) 干草原地带沙地

作岛状分布于温都尔庙—百灵庙—鄂托克一定边一线以东以迄大兴安岭两侧的广大地区,以固定、半固定沙地为主,戈壁已消失不见。包括下列两个区:

VII. 内蒙中、东部沙地

主要有三块:(1)毛乌素沙地分布于鄂尔多斯高原南部边缘,固定沙地、半固定沙地、流动沙地约各占 1/3,沙丘之间还有不少滩地和河谷阶地,可供农牧业利用;(2)浑善达格(小腾格里)沙地位于锡林廓勒盟的阴山北麓,固定及半固定沙地占 98%^[15];(3)呼伦贝尔沙地主要为三个沙带分布于古、今河流两侧,以固定及半固定沙地为主,是我国唯一天然生长樟子松的沙区。

1) 赵松乔: 乌兰布和沙漠农业自然资源和自然条件综合评价, 1963。

VIII. 大兴安岭东麓沙地

主要是西辽河下游冲积平原上的科尔沁沙地,是我国水分条件最好的沙区,目前农牧业利用也较精密,“坨子”(固定、半固定沙地)与“甸子”(丘间低洼地区)交错分布,一些天然植被遭受剧烈破坏之处,则形成“白沙坨子”(流沙),约占沙区总面积 10%^[16]。

二、我国沙漠、戈壁地区干旱气候的形成过程

沙漠和戈壁首先是干旱气候的产物,而干旱气候的形成主要与地理位置、大气环流以及地形影响有关。由于海洋是大气中湿汽的主要来源,在一般情况下,距海越远,气候也就愈干旱。在我国季风气候的具体条件下,青藏高原的隆起以及大兴安岭、阴山、贺兰山、祁连山、阿尔泰山、天山、昆仑山等一系列高山的层层屏障,对西北地区干旱气候的形成具有决定性作用。

最近根据古地理研究^[17],我国西北地区干旱气候早在白垩纪(距今约 1.35—0.7 亿年)到早第三纪(距今约 7000—2500 万年)时即已初步形成,当时我国大部分地区处于亚热带高压的条件下,季风气候尚未形成,而盛行行星风系的东北信风,再加地势平坦,地形雨稀少,从西北地区直到长江流域形成了一条广阔的干旱气候带,具有亚热带稀树草原和半荒漠景观。

但是,我国现代气候的形成以及广大西北、华北地区的变干,开始于喜马拉雅造山运动之后。晚第三纪(距今约 2500—200 万年)时,我国全部大陆联成整片,青藏高原大面积抬升,使大陆性气候加强,并促成了季风环流系统的建立。于是长江流域转趋多雨而西北地区更趋干旱。

中国科学院西藏综合考察队的近年考察成果^[18],表明西北和华北地区干旱气候的形成和加强是与喜马拉雅造山运动以及青藏高原的逐步隆起分不开的。在青藏高原吉隆等地所发现的上新世(距今约 1200—200 万年)中晚期三趾马(*Hipparion*)动物群化石,与华北地区常见种相似,可以认为当时两者均属于半湿润的森林草原景观,而西北地区则处于半干旱气候条件下。青藏高原当时尚未显著隆起(高原面平均海拔约 1000 米),冬季也尚不存在西伯利亚高压,仅在北纬 30° 拉萨附近有一弱高压。到了第三纪末,以青藏高原为中心的广大地区剧烈上升,中更新世(距今 100 万年上下)时,青藏高原平均海拔约 3000 米,高原内部已不覆有森林存在,原来的冬季弱高压得到加强,其中心并向北推移到北纬 40° 塔里木盆地东南部塔克拉玛干附近。这大大促进了西北地区的荒漠化,在塔里木、柴达木等内陆盆地的内陆湖泊渐趋缩小或干涸,塔克拉玛干及其他沙漠的范围在这个时候大为扩展。塔里木河中下游呈东西向伸延的广大水路网,最南的古河床深入沙漠,距现代主河床达 80—100 公里之遥,它很可能就是古沙漠的北缘。

晚更新世迄全新世初期,青藏高原及其周围地区经历了急剧的整体抬升,高原面的海拔高度已与现代相仿佛(海拔约 4000 米),现代季风气候也已基本形成,原来的冬季高压中心又得到加强并向北推移到北纬 55° 附近(大体相当于现今西伯利亚—蒙古高压的位置)。从冬季高压中心,向四周盛吹干冷的大陆季风,并由于青藏高原的顶托,在东经 97° 附近形成西北风和东北风的分野,前者吹向东南,笼罩我国东南半壁,后者向西南盛吹,一

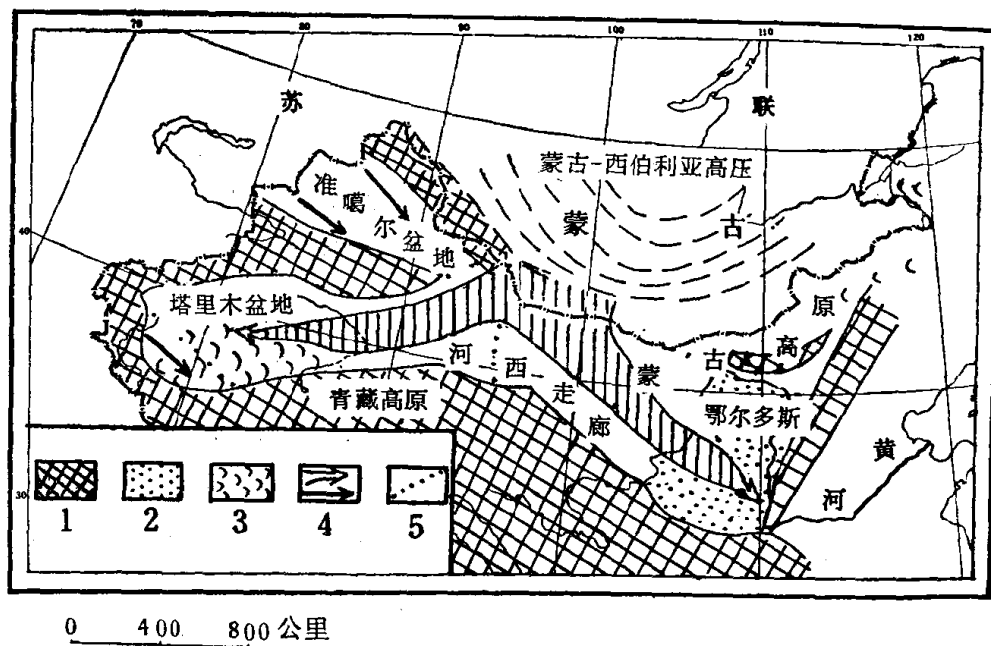


图2 我国西北地区冬季主要风向示意图

1 山地, 2 风成黄土, 3 沙漠沙, 4 冬季主风方向, 5 主风方向的分界线

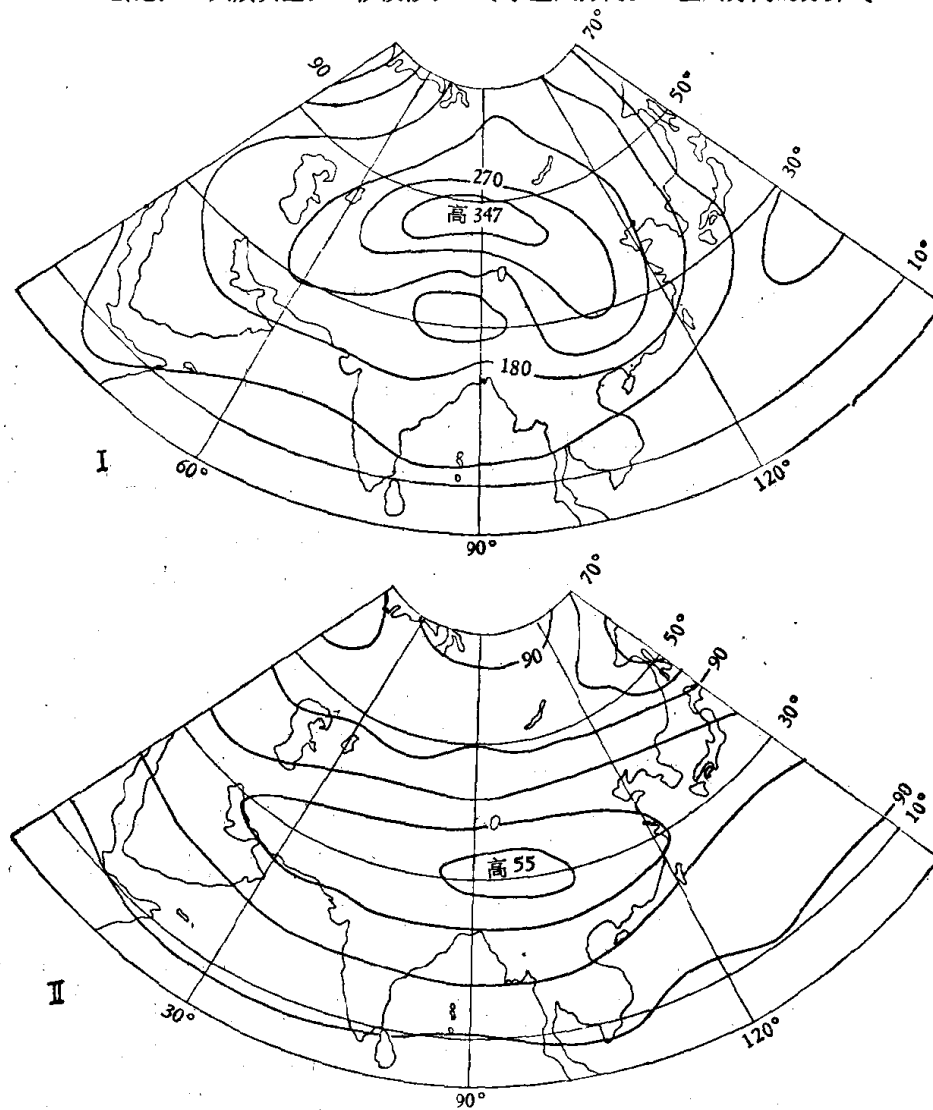


图3 青藏高原隆起前及北半球1000毫巴的1月平均位势高度

(根据真锅等人的数值模拟计算, 林振耀重绘)

I 考虑青藏高原存在 II 不考虑青藏高原存在

直到塔克拉玛干沙漠西南部尼雅河附近,又为西北风所取代(图2);此时,整个西北、华北和东北地区都干冷少雨。到了夏半年,海洋季风盛行,我国东南半壁多雨,但在西北及华北部分地区,由于距海遥远以及大兴安岭、阴山、贺兰山、祁连山、昆仑山等高山和青藏高原的屏障,海洋季风难以深入,因而从西向东,按其距海远近,分别具有荒漠、半荒漠和干草原景观。

日本气象学家真锅等人的数值模拟计算^[20],也得到相似的结论(图3)。考虑到青藏高原隆起的北半球1000毫巴1月平均位势高度图显示了西伯利亚-蒙古高压的存在,其环流型与实测相符合。反之,不考虑青藏高原存在的1月平均位势高度图,高压中心向南转移到北纬30°附近,相当于上新世中晚期的情况。

全新世以来,青藏高原及其周沿山岭仍在继续抬升之中(估算喜马拉雅山地区每百年抬升可达13—14厘米),从而继续加强了西伯利亚-蒙古高压和我国季风环流系统。因此,从长远看,我国沙漠、戈壁地区的干旱气候仍有继续加强趋势,只是对人类社会来说,这种自然界的变化的速度很缓慢的,不会产生什么不利影响。对人类社会影响较大的,倒是短、中期的气候脉动现象和异常现象^[21]。例如位处半干旱气候向半湿润气候过渡因而对气候变化特别敏感的呼伦贝尔沙地,其三大沙带均位于干草原地带之内,全新世早期以来逐步形成,沙丘剖面中普遍有三层埋藏黑沙土(在海拉尔河南岸沙带东端的霍吉诺尔附近,距沙丘表面分别为55—95厘米,260—330厘米以及425—525厘米),根据孢粉分析,这些埋藏黑沙土均含有大量蒿属(*Artemisia* spp.)和苔藓类植物以及卷柏(*Selaginella*)、水龙骨(*Polypodium*)、栎(*Quercus*)、柳(*Salix*)等属木本植物,其中栎树所占比例尤大,这代表当时的半湿润森林草原环境。我国考古工作者在呼伦贝尔盟及黑龙江省中西部所进行的大量发掘工作,已证实最上层的黑沙土属于新石器时期到铜、石器并用时期(距今5000—3000年左右),由此可推论:距今1万年到3000年左右期间内,呼伦贝尔沙地东部曾经历三次半干旱与半湿润的交替,而这种“脉动”现象迄今并未停止,所以在最上层黑沙

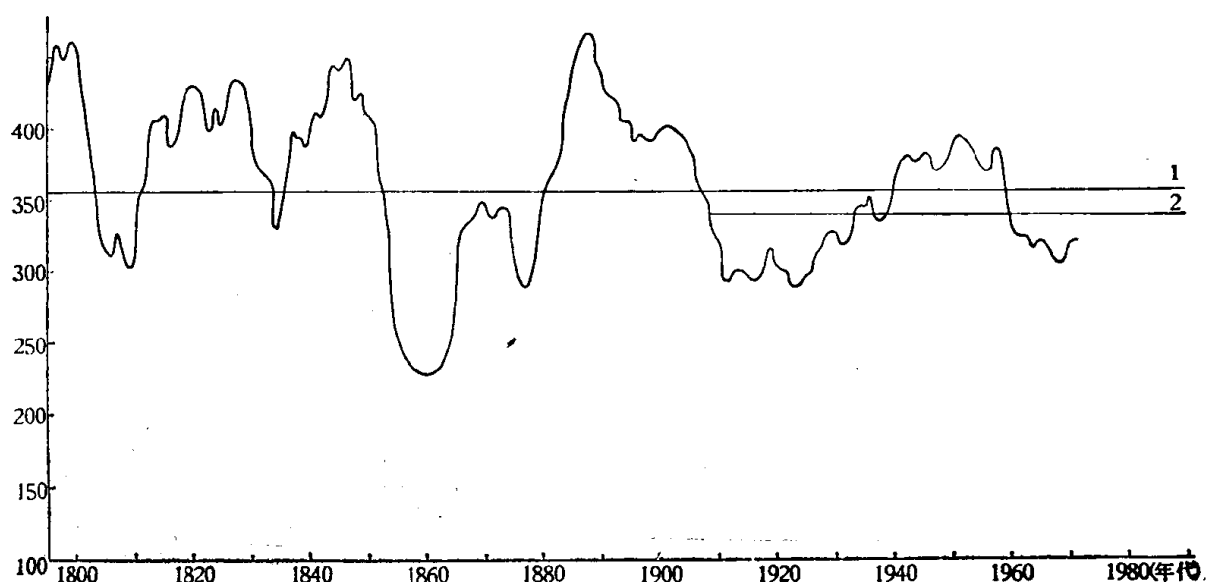


图4 呼伦贝尔沙地东北部近200年降水量变化
(10年滑动平均值)(根据樟子松树木年轮剖析,龚高法绘制)
1 1790—1975年平均值; 2 1909—1975年平均值

土形成之后,又产生 50—100 厘米厚的黄沙堆积,反映了半干旱的干草原景观的又一次出现。

最近几百年降水量的变化,在具备仪器实测条件之前,一般可通过树木年轮的剖析予以推算。例如在上述呼伦贝尔沙地东部,根据海拉尔西郊沙山上生长的樟子松的树木年轮剖析,可推算公元 1790—1975 年之间平均年降水量为 358 毫米(1961—1970 年实测平均年降水量为 323.0 毫米),曾经历三次较干旱时期,即 19 世纪初叶,19 世纪 50—70 年代以及 20 世纪 10—30 年代,每次持续时间二十年至六、七十年不等;从 1960 年以后,又进入了第四次较干旱时期(图 4)。

三、沙漠沙和戈壁砾石的物质来源和分布规律

在上述干旱气候条件下,沙漠、戈壁又是沙、砾石的侵蚀(剥蚀)→搬运→堆积这个统一过程的产物。关于这个统一过程,世界各国沙漠科学工作者已有许多分析研究¹⁾,中国科学院治沙队从 1959 年以来根据我国具体情况,也进行了大量科研工作。本文限于篇幅,仅对下列几点提出初步看法。

(1) 关于沙漠、戈壁类型的具体划分^[2],应根据地质构造和外营力的相互作用以及地面组成物质的特点,同时应考虑到它们对人类活动的影响。

戈壁首先可分为剥蚀(侵蚀)和堆积两大成因类型,再可划分为剥蚀-残积石质戈壁、剥蚀-坡积-洪积粗砾戈壁、侵蚀-坡积-洪积粗砾戈壁、洪积-冲积砾石戈壁以及冲积-洪积沙砾戈壁等亚型。这些戈壁类型作有规律的分布排列。如以戈壁分布比较集中的河西走廊西北部为例(图 5),马鬃山-北山山地及其山前准平原主要为剥蚀石质戈壁和坡积-洪积碎石戈壁,南麓倾斜平原为洪积-冲积砾石戈壁,由此向南到疏勒河谷地为冲积-洪积沙砾戈壁与绿洲以及小块沙地相交错,再向南至祁连山北麓扇形地及祁连山地,又出现洪积-冲积砾石戈壁及侵蚀-坡积-洪积粗砾戈壁。

沙漠类型的划分,目前尚缺乏统一的意见。作者认为首先应按沙丘活动程度划分为流动(一般植物覆盖度不到 10%)、半固定(植物覆盖度 10—30—50%)和固定(植物覆盖度 50% 以上)三大类型,再按其下伏地面性质(冲积平原、洪积平原、湖积平原、丘陵山地等)划分第二级类型,然后根据沙丘形态(新月型沙丘、沙丘链、沙垅、蜂窝状沙丘、穹状沙丘、复合型沙丘等)划分第三级类型^[2]。不同沙漠类型也具有明显的分布规律。第一级沙漠类型体现了地带性规律:荒漠地带以流动沙地为主,干草原地带以固定、半固定沙地为主,半荒漠地带则介乎两者之间。第二级沙漠按照地质构造、地貌类型而分布排列。第三级沙漠类型则是在主风方向和合成风力以及下伏地面性质相互作用的产物。

(2) 关于沙漠沙和戈壁砾石的物质来源,基本上是“就地”或“近地”补给,而其搬运过程(外营力)以流水作用为主。但是,风力也起一定作用,在风向比较稳定、风力比较强大而河流比较稀少地区(例如蒙古高原和鄂尔多斯高原)则起主导作用。

这在戈壁地区是显而易见的。剥蚀(侵蚀)戈壁的基岩、碎石和一小部分沙粒,主要通

1) 特别值得指出的是英国拜格诺(R. A. Bagnold),美国柴披耳(W. D. Chippel),澳大利亚马布特(J. A. Mabbutt),法国卡波雷(R. Capot-Rey),奥弗列尔(L. Aufriere),以及苏联费多罗维奇(Б. А. Федорович),彼得洛夫(М. П. Петров)等人的工作。

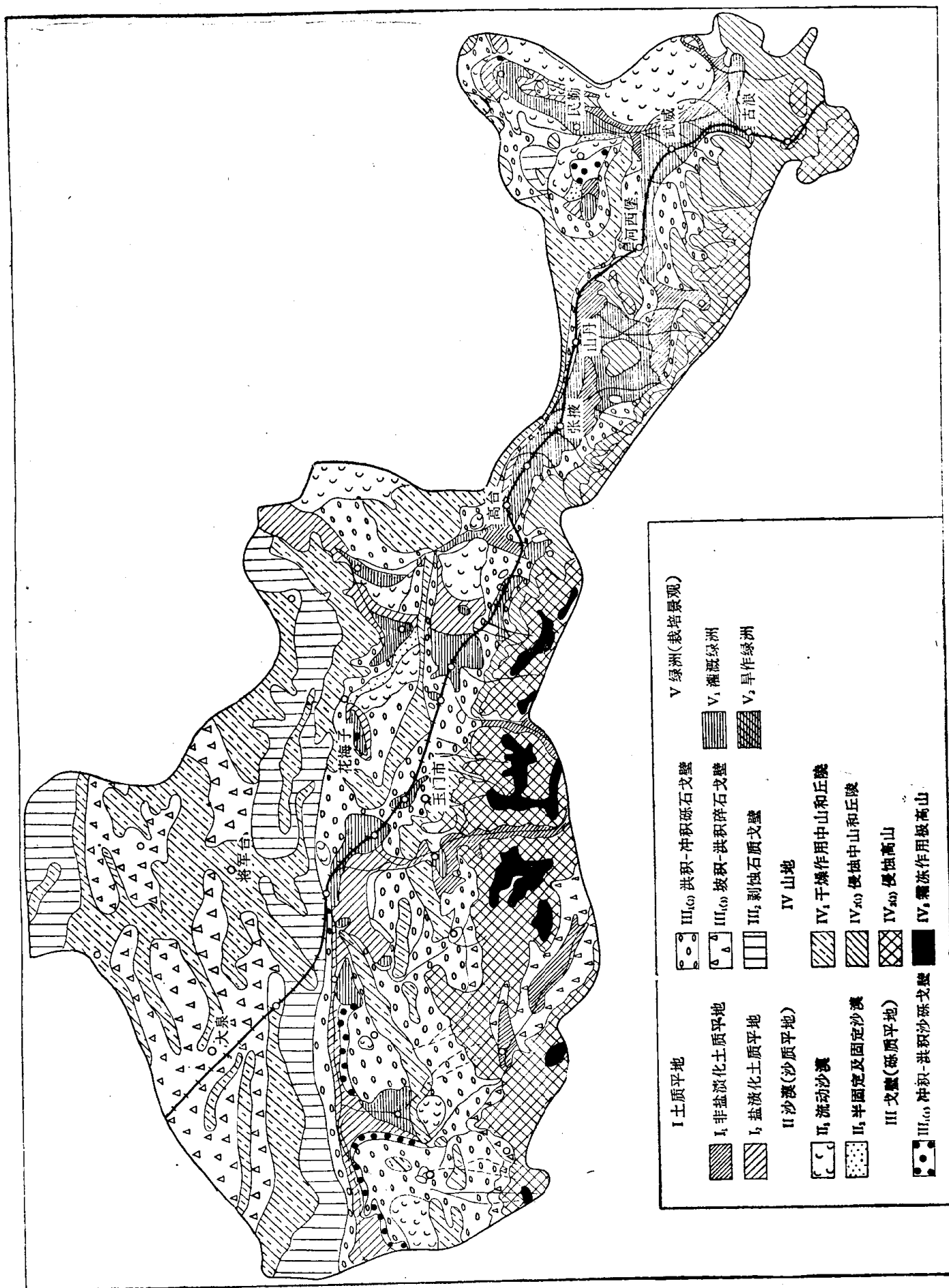


图 5 河西走廊土地类型图