

中国沙区的气候

耿宽宏 编著



科学出版社

中国沙区的气候

耿宽宏 编著

科学出版社

1986

内 容 简 介

本书在整理分析气象资料的基础上,结合野外考察和观测资料,较为系统地论述中国沙区的气候。着重指出干旱、冷热、风沙三大气候特征。本书的特点是从探讨中国沙区气候的成因、现状、变化规律与发展趋势出发,研究沙漠扩张、沙漠化发展和沙漠治理与气候的关系,以及沙区风能和太阳能等气候资源利用的前景等问题。内容丰富,对沙区的改造利用有理论和应用价值。可供地理、气象、气候、环境保护等科研人员,大专院校有关师生及从事沙区工作的农、林、牧、工交专业人员参考。

中 国 沙 区 的 气 候

耿宽宏 编著

责任编辑 严梵琰

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院科技印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1986年5月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1986年5月第一次印刷 印张: 14 3/4

印数: 0001—1,700 字数: 341,000

统一书号: 13031·3167

本社书号: 4685·13—13

定价: 3.75 元

前 言

中国沙区位于中国北方。其分布范围约东起东经125度,西迄东经75度;南从北纬35度左右,北至国界。沙区面积约占国土的三分之一。中国的沙区地处温带以干燥为主的多种干湿气候地区,境内地形复杂,大部分布着沙漠与戈壁,东部则分布有许多与人为活动有关的草原区的沙地。

本书的宗旨主要是分析气候与沙漠化的关系,据此探讨对本区土地资源的合理开发以及对东部现有沙化土地防治的问题。这是中国沙区顺利实现四个现代化的先决条件之一。因此,本书着重于从中国沙区现有的自然条件与经济发展情况出发,阐明其干燥气候的成因,水旱、冷热与风沙三大主要气候特征,干燥气候的变化规律,以及风能、太阳能的资源 and 评价。

书中既介绍干燥气候成因的一般原理,及中国沙区北移于温带的地理与大气环流的特殊环境因素,同时指出干燥气候导致沙漠化,及沙漠化地表促进气候干燥的相互作用。分析了中国沙区干燥气候的降水特性,及其对冷热变化剧烈的影响,并由此而产生的后果——岩石机械风化强烈产生丰富的沙源。风沙活动是沙区独有的现象,是沙漠化自然产生与发展的直接因素,并具有气候学上的特征。为此,根据水旱、冷热与风沙特征的分析,本书分别对中国沙区进行了气候分类,并综合这些分类结果作了气候区划,反映各区的综合气候特征,以供各气候区经济开发利用参考。干燥气候的变化规律与发展趋势,不仅是对沙漠化发展的预测所必需,而且是中国沙区经济发展长远规划的重要依据之一。因此,本书也对干燥气候的历史变化进行了分析。能源是实现我国四个现代化的关键性问题。中国沙区具有丰富的风能与太阳能资源。它们不仅对解决广大农牧民的生活能源具有重大的经济意义,并且在减少或杜绝滥樵破坏植被,防止沙漠化也有非常现实的意义。因而本书也对中国沙区的气候能源资源及其利用途径作了专门的分析和扼要的介绍。

本书分析所用资料,主要是作者1958年以来参加中国科学院自然资源综合考察委员会治沙队对中国沙区进行科学考察,及以后持续对沙漠气候研究累积的资料和研究成果。同时也参考了国内外的有关气候文献,并选用了有关的地质与历史气候资料。老一辈科学家,如竺可桢等在解放前的一些全国气候的论著中,都曾论及中国沙区的气候问题,解放以后,如《中国气候区划(初稿)》¹⁾,及一些区域性气候著作²⁾,又都有不同程度的较为深入的分析。这些重要的著作都是对作者具有较大价值的参考文献。

本书稿承蒙朱炳海、张宝堃、盛承禹、杨鉴初、左大康、丘宝剑、罗四维、白肇烨、谬培俊等专家,以及青海、甘肃省气象科学研究所有关同志的审阅指正,潘绿竹、胡玫等同志协助收集整理部分气象资料;陆锦华等同志清绘了书中插图。作者在编写过程中还得到了各有关气象局资料室同志的热情支持。特此一并致谢。

作者于1984年

1) 张宝堃等,中国气候区划(初稿),科学出版社,1959年。

2) 陈汉耀等,新疆气候及其和农业的关系,科学出版社,1963年。

目 录

前 言	(iii)
第 一 章 干燥气候与中国沙区	(1)
一、干燥气候成因与沙漠化	(1)
二、中国沙区概述	(3)
三、地理位置与地貌环境作用	(4)
四、大气环流形势和演变	(7)
五、辐射与地表反馈	(11)
第 二 章 中国沙区的干湿特征	(18)
一、降水的分布与分配特征	(18)
二、暖季的降水、变化与旱农	(29)
三、干湿的表征、特性及变化	(40)
四、干湿的气候分类	(59)
第 三 章 中国沙区的冷热特征	(65)
一、温度状况与变化	(66)
二、冷季、冬季与寒冻期	(73)
三、生长季、暖季与夏季	(85)
四、冷热季节的气候年历	(95)
五、热量及其演变	(97)
六、冷热的气候分类	(101)
第 四 章 中国沙区的风沙特征	(107)
一、风沙活动的动力指标	(107)
二、风沙强度与频度	(110)
三、风沙的风向组合及风沙运动	(120)
四、风沙运动路径模式与稳定度	(131)
五、风沙的气候分类	(135)
六、风沙的气候演变	(142)
第 五 章 中国沙区的气候区划	(155)
一、气候分类与区划	(155)
二、区划的目的和原则	(157)
三、区划的系统与指标	(157)
四、各沙区及气候分区	(161)
第 六 章 中国沙区干燥气候的历史变化	(178)
一、问题与研究	(178)
二、地质时期的干燥气候与沙漠化	(180)
三、历史时期干燥气候的变化	(185)
四、干燥气候近期变化势态	(212)
第 七 章 中国沙区的风能与太阳能	(213)

一、风能资源	(214)
二、太阳能资源	(223)
三、风能与太阳能利用的途径	(229)
参考文献	(230)

第一章 干燥气候与中国沙区

中国沙区的气候特征，主要有干湿、冷热及风沙等三大方面，察其根源，可归之为干燥这一基本背景。因此，在分析这三大方面的气候特征之前，必须对其基本气候背景加以分析。

一、干燥气候成因与沙漠化

在讨论中国沙区干燥气候成因之前，必需首先分析一般气候干燥的基本原因。

许多研究都已证明，世界干燥地带——荒漠（沙漠、戈壁与沙化区），是由长期的气候干燥所造成的。朱震达等人指出，“沙漠就是干燥气候的产物”^{〔1〕}。无疑，这是正确的。但这只是指出了沙漠与沙漠化形成的前提和背景，并未能阐明其形成的全部原因和过程。

干燥气候根本原因是长期持续地没有降水或降水稀少造成的。因此，在探讨干燥气候的成因时，就必须讨论降水的形成问题，以找出气候干燥的答案。

降水是个既涉及到全球尺度的大气环流问题，也牵涉到象云雾那样微小尺度的物理机制问题。这里仅就降水的一些基本条件，加以概括地阐述，以指出降水的形成与干燥气候的关系。

据知，形成降水必须具备以下三个基本条件：

1. 空气的水汽含量——空气的湿度标志 水汽是降水的物质基础，它的丰欠，不仅关系到有无降水，而且也关系到降水的多少和缓急程度。水汽的来源主要是固态水——冰雪，液态水——海洋河湖，以及土壤中水分的蒸发，和植物的蒸腾。空气中水汽的主要来源是地球表面的海洋和两极冰雪表面的蒸发。因此，大陆各地的降水量，一般都与这些区域的距离有明显地反向关系。

2. 空气中凝结核的存在是水汽凝结的重要催化物 空气中缺乏凝结核，即使温度已降到露点以下，空气中的水汽处于过饱和状态，也不会凝结成云。正如喷气机飞过高空，有时会见其尾部有一条白烟带，就是排出的烟粒与水汽饱和层扰动所造成的条状云。因此人工降水就采用了撒放凝结核，使水汽成云并进一步使之降水。通常大气中并不缺乏凝结核。它们可分无机与有机核两种，前者如盐分、微尘、烟雾等矿物或化学物质；后者如细菌、孢子、花粉等有机物。实验证明，在有机核中水汽开始凝结的温度，比在无机核中要高。在 -8°C 的温度下，水汽在无机核中不会凝结，而在有机核中则能凝结。有机核主要来源于植被。有些研究指出，在森林或植被茂密的地方，要比缺少植被的地方降水多。这除了由于植被蒸腾增加其内部空气水汽来源外，释放丰富的有机核也是重要的因素。因此，造林种草绿化地面，能够使气候变干为湿的原因即在于此。而气候湿润多雨又反过来促进植被更加茂密。这种茂密的植被与湿润气候相互促进的地表反馈，也涉及利于降水的环流机制的加强。这种反馈同下述地表反馈正好相反。

3. 大气环流的降水机制 大气环流中气流的水平与垂直运动状况,是云雨与否的动力机制。气流的水平辐合形势,使水汽与凝结核浓聚,而气流的上升运动遂使水汽达到露点温度而凝结为水滴或冰晶,并相互吸附增大,以致产生降水。在经常有这种形势过境的地方,则气候湿润。如果形势相反,即气流作辐散和下沉运动,则无降水的可能。因此经常处于这种形势下的地方,则气候干燥,并多半是有沙漠化发展的荒漠或半荒漠。即使位于沿海也不例外。因此,有无降水的环流机制,是降水最重要的条件。世界沙漠包括中国沙区在内,大多如此。结论是大气下沉,气候干燥,沙漠化逐渐发展。

事实证明,世界干旱地带就是分布着沙漠、戈壁的荒漠地带。它之所以集中在赤道南北15—35度的纬度上,是因为正处于行星环流中大气稳定下沉的副热带高压带之下。可见大气下沉对干燥气候与沙漠化起决定性作用。在大气下沉之时,下层气流带着水汽与凝结核四下分散,并因下沉压缩产生增温效应,其结果是既丧失了物质条件,也失去了凝结时必要的露点温度,这实际是成云致雨的逆过程,何谈有雨呢?

因此,大气的下沉作用,是气候干燥的基本原因。长期处在大气下沉的地区便因少雨或缺雨而干燥化。并成为植被消失、土面干裸、继而风沙盛行,形成沙漠化发展的基本背景。除海洋而外,在大陆上凡有这种背景的地方,都会有沙漠化景观出现。沿海地区也是如此,例如:阿塔卡马-秘鲁沙漠就位于南美洲沿海的智利。

地球上有很不均一的表面,如海洋、陆地和两极冰原。海洋中有温度不同的洋流活动,影响其上空大气的环流;而陆地起伏的山岭、高原和丘陵平原,对气流也有不同的动、热力作用,地球表面上不同物理属性的覆盖对其上空的大气也会发生不同的影响,从而经常改变着大气环流的运动状况,并由此而造成气候条件的复杂化。因此,在干燥气候带内、外均可出现干燥气候。地球上并非副热带都是沙漠化的地方,而在副热带以外较高度纬度的地方,也会发生沙漠化。例如,苏联中亚地区,蒙古人民共和国,及在其南面的中国沙区,都是温带内的沙漠化地区。这种分布的改变,首先是海陆分布影响,使副热带的高压带不能形成环绕地球的环带,在带内到处出现大气下沉作用。形成带状分布的许多高压环型。如太平洋上的副热带高压,把水汽输向西岸东亚大陆,使其副热带反而成为雨水丰沛的森林地区,而北方的沙漠化是因南方东亚季风短弱不能深入所造成的。

东亚季风是太平洋副热带高压和北方西伯利亚-蒙古高压配合下共同形成的。它们不仅左右了中国东部的旱涝和冷热的气候变化,而且也是使中国沙区移到北方来的重要因素。

大气的下沉运动除具有全球性规模而外,地质地貌的动力作用也会产生局部地下沉,例如在气流越过山岭的背风坡处。在巨大高原的周围也会因热力作用大气沿其坡面下沉。这些长期下沉的地方就会有沙漠化的产生和发展。如南美洲东海岸安第斯山背风坡巴塔哥尼亚沙漠的出现。

地理位置与地貌环境是形成干燥气候、造成沙漠化的重要因素,值得注意的是,沙漠化一旦出现,其表面有进一步促使气候干燥的所谓地表反馈作用,从而引起沙漠化—气候干燥相辅相成的恶性循环的局面。这种地表反馈作用不仅对减少水汽和有机凝结核物质的基础有影响,而且会通过其辐射的反馈导致不利于降水的大气下沉运动的出现。

由于地表状况是易被人们变更的,因此,扭转这种地表反馈所引起的恶性循环才有可能,在沙区防治沙漠化的发生与发展,种草植树改变地表是措施之一。为此,首先要尽

量保护现有植被，然后大力种植植被，使干燥气候逐渐得到改善，逐渐走上植被茂盛—气候湿润的良性循环。这是防治沙漠化和改造沙漠的根本方针。也是我们同沙漠化斗争的长期的艰巨而有效的途径。

二、中国沙区概述

中国沙区位于中国北部，是沙漠、戈壁及沙地分布的区域。按当地人民叫法统称为沙区。按干湿的气候分类，沙漠与戈壁是在真正的干燥气候区；而沙地则分布于半干燥、半湿润乃至湿润的气候区。两者分布界线大致在东经106度附近。干燥区分布在内蒙古自治区西部，宁夏回族自治区西部，甘肃河西地区，青海柴达木盆地及东邻和北邻地方，以及新疆维吾尔自治区全境。分布的沙漠有：乌兰布和、腾格里、巴丹吉林，河西走廊、柴达木、库姆塔格、古尔班通古特和塔克拉玛干等八个大沙漠。在它们之间大部是广大的戈壁和石质丘陵。在自然地理上属于中国荒漠。分别为中国沙区西部和柴达木沙区。所谓沙地分布范围则在东部，包括宁夏回族自治区东部，陕西北部，甘肃中部，内蒙古自治区的中、东部以及东北三省的西部。境内有库布齐、毛乌素、浑善达克、科尔沁、呼伦贝尔和嫩江等沙地。沙地之间主要是辽阔的草原。但环境不同，分属荒漠草原、干草原和森林草原等自然景观。并且任何一种草原上都有沙地分布。全区高原大山上还有森林与冰川分布。因此，本区自然景观也多种多样。

中国沙区的南界呈南凸的弓形，大致也以东经106度分野。西始于北纬35度往西到青海—新疆两省区交界处后，遂沿新疆、西藏两自治区界直抵中巴国界，在该线以东从35度纬线往东北方延伸，直达北纬40度以北。界线大致沿兰州—同心—吴旗—佳县—府谷—丰镇—张北—赤峰—哈尔滨—讷河抵中苏国界一线。该线即为本区的东南与东界。北与西界均为国界。在地理位置上，显然比世界沙漠主要分布带的纬度高得多。其成因，上面虽已粗略指出，下面还将进一步分析。

中国沙区幅员辽阔，大部分都在海拔千米左右的高原之上。其中柴达木沙漠位于青藏高原上，海拔高达3000米上下，为世界最高寒的沙漠；然而在新疆维吾尔自治区吐鲁番沙漠南部，最低处则在海平面以下154米处（艾丁湖），是全国最低的地方。沙区各地高差的悬殊，会使各地地方气候与土壤、植被都有显著的差异。

根据最近统计，中国沙漠及沙地面积，共约为713,100平方公里；戈壁面积则约569,200平方公里，两者共约1,282,300平方公里^[2]。同以往统计比较，比1973年（1,095,000平方公里）约增加14.6%；比1958年估算16.3亿亩（合1,086,700平方公里），则增加了15.4%。虽然有统计方法越见精确的原因，但历次面积的递增，同沙漠扩张与土地沙化发展的加剧都有很大关系。例如东部呼伦贝尔沙地在50年代末的沙漠调查时，并未引起注意，而当时认为嫩江沙地并不存在。现在却发展到近万平方公里。目前沙漠化已是令人关注的全球性问题。因为世界主要的畜产品基地及小麦等谷物粮仓，都正在被沙漠化毁灭或威胁。1968—1973年非洲萨赫勒六年持续大旱，撒哈拉大沙漠向南推进了数公里，震惊世界。实际上人为造成的沙化更为严重。上述两沙地的扩大和出现的速度比沙漠的扩展还快。

表1-1中所列数据表明，分布于中国沙区西部及柴达木的沙漠和戈壁的比例，要

表 1-1 各省区的沙漠、沙地和戈壁合计面积*

省 区 名	面 积 (万平方公里)	占合计面积百分比
新疆维吾尔自治区	71.33	55.6
甘 肃 省	20.96	16.3
宁夏回族自治区	10.09	7.9
青 海 省	7.53	5.9
陕 西 省	1.05	0.8
内 蒙 古 自 治 区	12.06	9.4
辽 宁 省	1.63	1.3
吉 林 省	2.72	2.1
黑 龙 江 省	0.86	0.7
合 计	128.23	100.0

*根据1974年的行政区划，引自文献〔2〕说明书。

超过94.8%。其中在新疆境内的就占一半以上。因此，东部沙地所占的比例较小，但是它们分布的范围却很广，达六个省区之多。

同世界沙漠面积比较，上述面积只有世界沙漠(约4500万平方公里)的2.8%，但占我国国土面积的13.4%之多。大致相当我国现有的耕地面积。按它们分布范围计算，约占全国面积的三分之一。在如此辽阔的土地上、地上与地下的资源都很丰富。地上有全国最广阔的牧场，有产量很高的稻、麦、棉，和相当大的森林基地，还有丰富的热量、太阳能和风能资源。因此，对中国沙区的自然资源如何合理开发利用，防止生态平衡失调，防治沙漠化的滋生扩展，以及改造现有沙漠、戈壁和沙地，变害为利地发展中国沙区国民经济，是一项十分重大的综合性科研课题。

三、地理位置与地貌环境作用

中国沙区之所以不在世界主要沙漠的纬度带内(30°S—30°N)，是由其地理环境——地理位置与地貌环境，大气环流作用，以及下垫面的性质所决定的。

从地理位置看，整个中国位于欧亚大陆以东，太平洋西岸。西北背靠广大内陆，东南为太平洋。面临大洋背靠大陆的地理位置也正是东南太平洋副热带高压和西北方西伯利亚-蒙古高压角逐的场所。它们随着季节的变化而相应进退。副热带高压是被太平洋从全球副热带高压带分割出来的一个高压环型。其西缘有来自海洋暖湿的西南或东南气流经常进入中国大陆，并带来丰沛的降水。特别是处于亚热带的东南沿海，气候湿润，植被

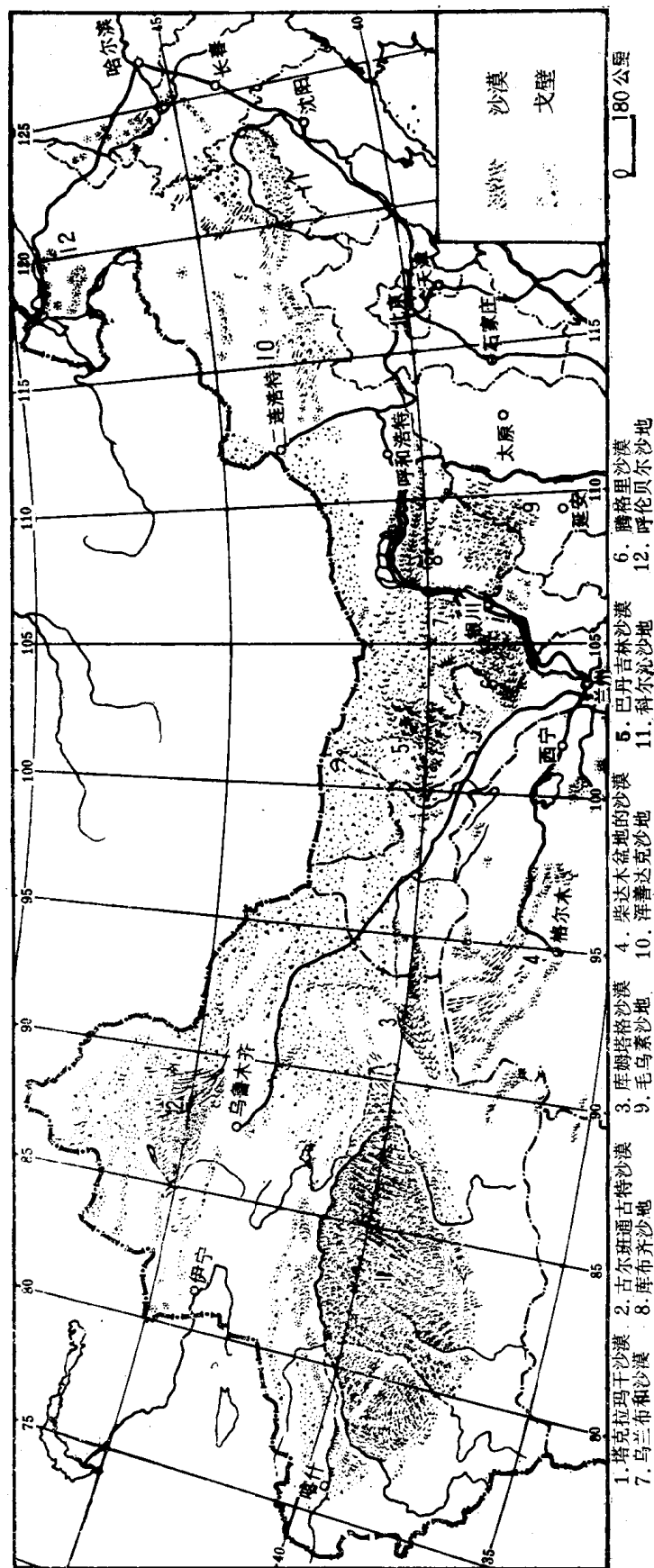


图 1-1 中国沙区分布图
 (藏江沙地及河西沙漠未标出)

茂密。并不象世界大多数亚热带那样，分布着广阔的沙漠和戈壁。太平洋副热带高压随着夏季到来，逐渐北移西伸，最终进驻到北纬30度左右，跨海陆位置。在它的北移过程中，夏季南方季风随之北上，并自南而北出现降水，但降水期则南长北短，降水量南多北少。位于中国北方的沙区有雨季短、降水集中而量少的特点。约到8月以后，此高压就开始南撤东缩，并在北方西伯利亚-蒙古高压加强和季节变冷的影响下，这种南撤东缩比夏季北上西伸的过程迅速得多。因此，此高压于冬季远离大陆退入南太平洋深处。与此同时，西伯利亚-蒙古高压随之跟进，并有冷而干燥的气流以寒潮爆发的方式大举南下。夏季则处于降水强弩之末少雨的中国沙区，这时却首当其冲地遭到干冷气流的袭击，因而时有冷而干燥的大风天气，而东部一些地方虽偶有雨雪，却常因积雪寒冻造成严重灾害大批牲畜死亡；有的地方则因干冷缺水的灾害出现，使牲畜干渴受冻而死亡。两者每年都使畜牧业受到不同程度的毁灭性灾害。实际上在太平洋副热带高压南撤后，中国大陆大部受西伯利亚-蒙古高压的侵袭和控制，气候寒冷干旱，以该区最重，为期可从晚秋直至春末夏初，中国沙区在夏季降水不足之后，继之以长期干旱，并且常年如此，因而具备沙漠化所需要的气候背景。这是中国沙区不在亚热带而在北方中高纬度上的原因之一。

中国沙区四周基本为群山和高原所围绕。在东、南、西三面，依次有小兴安岭、大兴安岭、燕山、太行山、吕梁山、秦岭、六盘山、青藏高原、帕米尔高原、天山及阿尔泰山的主脉和支脉纵横重叠。北面与蒙古人民共和国接壤的漫长边界为开阔平坦的戈壁和草原，是东亚北方季风南下必经之处。但再往北在蒙古人民共和国的北部及蒙苏边境，又有唐努山、抗爱山及雅布洛诺夫山的主、支脉东西横亘，而屏障北方。因此，实际包括中国沙区在内的整个中蒙高原，却被更高的群山和高原(海拔3000米以上)重重封锁于内。这种既为高原又象盆地的环境，使东亚南方季风的北上受阻，减少了该区雨水的润泽；东亚北方季风从蒙古人民共和国便可南下，直接奔袭入境，带来干燥、寒冷的大风天气。这些季风的南来北往，以及下述北支西风激流和青藏高原环流的活动，都受到这些山脉和高原的强烈阻挠，并引起大气的局地下沉造成局部干旱的沙漠化背景。如大兴安岭西侧，尽管靠近太平洋，但降水量却比东侧显著减少；此外，位于新疆南部的塔里木盆地，由于地处青藏高原及天山的包围之中，四方气流进入盆地而下沉。加以深居于内陆腹地，水汽来源少，故为全沙区降水最缺乏，气候最干燥，沙漠面积最大的区域。

在地貌环境的影响之中，青藏高原的作用尤为突出。由于它有海拔4000米以上的巨大高度，南缘有世界屋脊喜马拉雅山，另外还有帕米尔高原阻挡，因此使原可抵达中国沙区西部的印度洋暖湿气流完全断绝，使西风激流被迫分流。而高原本身的冷热源作用，也不利于本区西部及柴达木降水。因此，地貌环境，特别是青藏高原对中国沙区西部及柴达木干燥气候的影响，也是中国沙区位于北方的原因之一。青藏高原对东亚乃至北半球的环流都有作用，这些方面有人进行了大量的研究工作^[3-5]。

据高由禧等的研究¹⁾，青藏高原对东亚大气环流的动力作用，除阻挡南方季风北上之外，更重要的是对西风带激流的巨大影响。位于中纬度上空的西风带也是全球行星环流带，自西向东运行，运行中遭到青藏高原强烈的阻挡，被迫分南北两支绕道而行。

1) 高由禧，青藏高原气象科学研究的进展，甘肃省气象学会文件，1978年。

其北支因天山、阿尔泰山的堵截转向东北，绕过新疆北端后，沿中、蒙边境南下而进入中国沙区西部东行。因此，北支西风便在这里作反气旋型的回旋，从而进入中、蒙边境东经97度附近上空，就出现了一个常定高压脊，并导致气流的辐散下沉不利于降水的形势，故在甘、新边境北部出现了广阔的石骨凌厉的丘陵和黝黑戈壁区。北支西风远涉欧亚内陆，空气本已甚为干燥，南下时复遇青藏高原北沿的昆仑山和祁连山的阻挡，被迫分成两股，大股改向东南，小股流向西南，但都是干燥的气流，也不利于降水。此外，这种形势的稳定存在，也决定了全区风沙活动的形势和沙漠与沙化发展的趋向。

高原的热力作用，使高原上形成独有的区域性气压系统。这是高原和同一高度上的自由大气的热效应不同所致。每年大致5—11月高原较热，夏季尤甚。致使高原上空300毫巴以上产生“西藏暖高压”，并使其北缘的北支西风强度和稳定度都增强。同时低空逐渐为湿热低压所控（6—9月），从10月至来年4月高原变冷导致冷高压的控制，于是气压系统颠倒。冬季冷高压更为强盛，空气外溢沿坡下沉是本区西部冬季更加干燥的重要原因。

全年中高原气压系统变化的同时，该高原在垂直方向和周围侧面水平方向上，还构成多种气压系统边界层——“高原大气行星边界层”，它们同高原上的气压系统相反。许多研究发现，在这个边界层中，使其周围边缘较远范围内，形成了一个少雨的环带（雷暴和冰雹都很少），并有气压稳定日变化小的特征。显然这对中国沙区西部气候的干燥，具有促进作用。因此，这一环带的东界是中国气候区的一条重要界限。沿此东界顺经度向往北划线（约在东经106度），是高原以北干燥气候分布的东界。高原的冷热源作用，产生的上述一系列气压系统及其变化，都说明沙区西部的沙漠和戈壁的出现，不是偶然的。

实际上，这个高原的影响还大得多。根据林振耀的介绍，真锅（Manaba）对青藏高原在大气环流上的作用，作了气候数值模拟试验指出，随着高原的隆升，现在的西伯利亚-蒙古高压系统，是由拉萨弱高压经过若羌高压，逐渐北移和加强而成，并同太平洋副热带高压系统构成东亚季风环流结构¹⁾。从而出现上述活动和中国沙区的北移。因此，青藏高原的存在不仅是在地貌上造成沙区西部沙漠和戈壁，而且在广大范围上决定了中国沙区位于北方。

四、大气环流形势和演变

近代对干旱区的进一步研究指出，荒漠、半荒漠、干草原以及草原等自然地带的出现并相邻，是由程度不等的同一原因：大气下沉与辐散抑制降水的环流机制所造成。以上的分析也说明这一点。因此，在探讨沙漠与沙漠化的形成和发展，始终应考虑大气环流的形势和演变。因为它决定着气候的干湿和变化。

综上所述，在中国沙区就有三个大气环流系统在起作用。它们是以北方季风为主的东亚季风；北支西风；以及青藏高原季风等环流。第一个环流是由西伯利亚-蒙古高压与太平洋副热带高压的相对活动所组成，影响范围因青藏高原阻挡，主要在东部，并且

1) 林振耀，青藏高原隆起前后的环流状况，青藏高原隆起讨论会文件，1977年。

由于位置关系多受北方高压的北方季风南下所控制。这支环流的活动，无论是在降水分布形势和干旱季节的分配上，还是风沙活动的方向与强度上，都留下它的踪迹；北支西风的活动，是全球西风环流受阻于青藏高原往北分流的一支，它基本活动于全区。除成为沙区西部北疆及天山等降水的水汽来源外，主要对全区风沙活动方向有根本性影响；青藏高原季风环流则是高原本身冷热源作用所产生的。除影响本区柴达木沙区的天气系统外，对沙区西部：蒙、甘、宁、新的气候干燥与沙漠化发展的加剧，都有十分明显的影响，并同样反映在其降水的分布上。三大大气环流的活动基本上是常定的，而上述地貌环境也是固定的，因而造成的下述各个方面的气候特征和变化规律也是稳定的。这就形成中国沙区所特有的气候环境，从而造成特有的自然景观——沙漠、戈壁与沙漠化的形成和发展。

上述大气环流的形势，在海面气压场和地面盛行风流场上，都有明显的反映。中国沙区自10月入冬以后，除柴达木沙区外，各地气压都在显著地回升。标志着西伯利亚—蒙古高压的南下并进驻中国沙区。与此相应的是，原位于东部东缘流场的切变线已基本消退。在图1-2上，从东经97度以东到大兴安岭西麓，都是在高压的笼罩之下，同时盛行着偏北西风；在东经97度以西，山区也多为强大高压所控制，因地形复杂，地方性风系较发达。但从新疆东部一直到新疆南部的东半部，却仍盛行着东北风系，这是北支西风的南下所造成的。天山南北盆地都为浅低压所笼罩，气流辐合沿四周下沉。这种辐合以南疆盆地较突出。尤以东西两方气流交汇显著，有两条辐合线。冬季气压场和风场的情况，同1.5和3公里高空上的流场相联系。由文献〔8〕中的图1-1a和图1-1b可以看出，在沙区上空为北支西风控制，但在低空有地形和冬季风的影响。因此，1.5公里高空上气流明显偏北，而在东经97度以西的北疆和南疆则有明显的偏东风回旋；3公里高空则为偏北西风，无东风回旋。

夏季，在海面气压场和地面盛行风场上，突出显示东部东亚偏南季风北上的形势。从4月到入夏一直是持续降压，因而使高压区缩小并变浅，低压区则往北扩展并加深。这些说明西伯利亚—蒙古高压正往北撤并远离中国沙区，因而低压区扩展到中蒙边境一带。这时东经97度以东虽仍然有偏北西风，但强度和势力范围都大为减弱和缩小，而东南和西南风系则明显加强并扩大其势力范围，因而使它们同偏北西风的辐合线一直往北推移，位置最远时（8月）可达呼伦贝尔—黄河以北中蒙边境一线，而与高空的大槽线相对应。在东经97度以西，除东疆在中蒙边境附近和天山中部的高压区仍保持外，其余都是低压笼罩的区域；在风场上，由于高原上热低压的生成和加深，南疆东北部至南缘的“东风倒灌”更加强劲，从而把它同南疆西部的西风构成的辐合线往西推进了一个经度。从1月间的且末—安迪尔位置往西移到安迪尔—民丰两地间。同时，因天山高压的存在，南疆北部遂盛行偏北风。于是，盆地中遂成为三股风系角逐的场所。从而盆地中出现两条辐合或切变线。北疆和柴达木盆地中盛行西北风。因此，夏季季风未越过东经97度以西的西部和柴达木。所谓“春风不度玉门关”，就是北支西风与高原夏季风控制及南面大山高原阻挡的结果。故夏季降水不象东部那样十分集中。而且在有的地方春雨比秋雨多，甚至还超过了夏季雨量。对照文献〔8〕图1-3a可知，地面这些情况（图1-3）同高空平均流场的形势很相一致。在1.5公里高空的一条槽线正好在东部西南与西北风辐合线上空；南疆盆地也同样有这种风系的辐合。

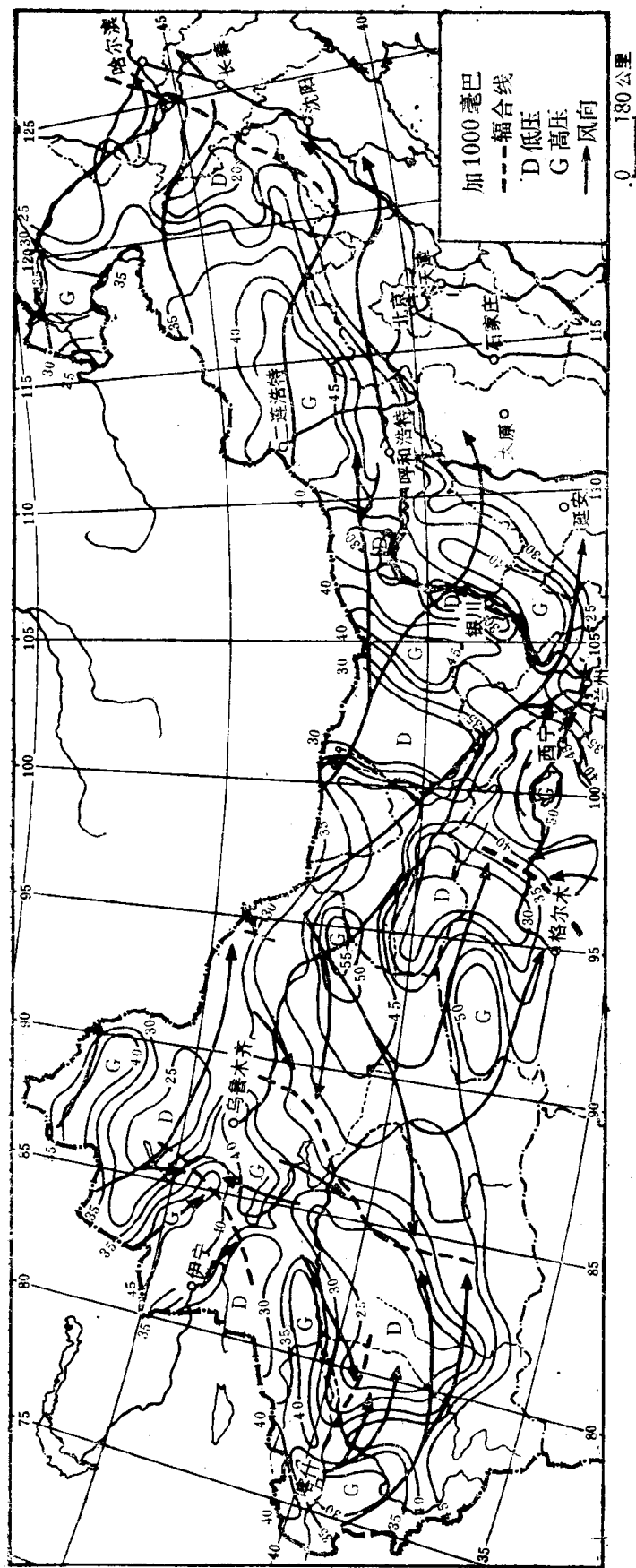


图1-2 一月份海面气压与盛行风场

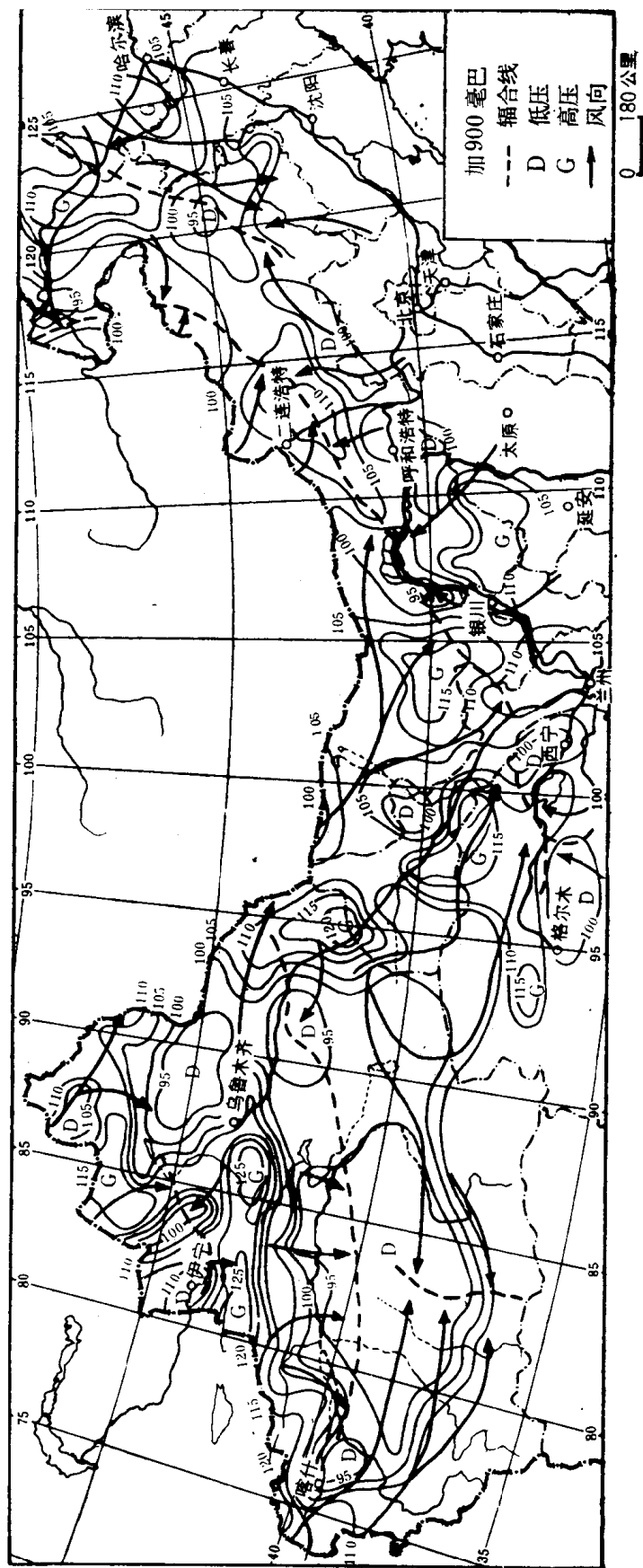


图1-3 七月份海面气压与盛行风场

五、辐射与地表反馈

在近代气候与沙漠化研究中,提出了地表的辐射反馈理论。认为地表的反辐射能力增大,会促使气候干燥。这种理论获得反射率与降水成反向关系的气候模拟所证明。模拟结果表明:当地表的反射率增大时,降水量就会明显随之相应减少¹⁾。这种情况在中国沙区是否能存在?有待于沙区辐射资料的大大充实才能验证。这里仅根据现有资料作初步探讨。

由于缺乏实测资料,中国沙区的总辐射量引用文献〔8〕所提出的计算方法,应用60年代的日照资料计算。其算式为:

$$(Q+q)_o = (Q+q)_o \cdot (0.248 + 0.752 \frac{S}{S_o}) \quad (1-1)$$

式中 $(Q+q)$ 为月总辐射量,括号外下角“c”和“o”表示计算值与晴天可能值; $\frac{S}{S_o}$ 为日照时数(S)与可能日照时数(S_o)的比值,即日照率。为了检验式(1-1)在中国沙区应用的可靠性,用同时期各地辐射实测资料作出对比分析,结果表明,式(1-1)的算值与实测值有良好的线性相关,并由回归分析,获得两者的相关系数(r)为0.99,回归算式为:

$$(Q+q)_o = 31.96 + 0.77 (Q+q)_m \quad (1-2)$$

式中 $(Q+q)_m$ 为实测的年总辐射量(千卡/厘米²)。

由式(1-2)算出的值同实测值的比较(如表1-2所列),显然各个地方的两个数值十分接近,误差最大不过2%。因此,式(1-1)可在本区应用。

表1-2 各地年总辐射量 $(Q+q)$ 算值与实测值的对比(千卡/厘米²)

地 名 项 目	二 连	库 车	喀 什	若 羌	敦 煌
$(Q+q)_c$	141.5	120.6	149.0	126.1	156.3
$(Q+q)_m$	144.2	117.8	146.9	128.6	156.2
百 分 比	98.1	102.3	101.5	98.1	100.1

其实,式(1-1)显示了总辐射同日照率的关系,也反映了它同日照时数S的相关性。因为日照率 $\frac{S}{S_o}$ 中的可能日照时数 S_o , 在同一个地方是个常数。由式(1-1),显然

$$(Q+q)_o / (Q+q)_o \propto \frac{S}{S_o},$$

而可能总辐射 $(Q+q)_o$ 在当地也是个常数,则

$$\frac{S_o}{(Q+q)_o} = \text{常数}, \text{ 故有关系式}$$

1) F. Kenneth Hare, The Climate and Desertification, United Nations Conference on Desertification Background Document, Nairobi Kenya, 1977.