

近50年来中国荒漠化 地区气候变化

*JIN 50 NIAN LAI ZHONGGUO
HUANGMOHUA DIQU QIHOU BIANHUA*

杨维西 郑新江 陆均天 主编



海洋出版社

近 50 年来中国荒漠化 地区气候变化

杨维西 郑新江 陆均天 主编

海洋出版社

2012 年 · 北京

图书在版编目(CIP)数据

近 50 年来中国荒漠化地区气候变化/杨维西, 郑新江, 陆均天主编. —北京: 海洋出版社, 2012. 6

ISBN 978 - 7 - 5027 - 8292 - 4

I. ①近… II. ①杨… ②郑… ③陆… III. ①干旱区 - 气候变化 - 研究 - 中国
IV. ①P468. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 123162 号

责任编辑: 杨传霞

责任印制: 赵麟芬

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京华正印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 次印刷

开本: 889mm × 1194mm 1/16 印张: 10.75

字数: 268 千字 定价: 36.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

《近 50 年来中国荒漠化地区气候变化》

编 委 会

主 编：杨维西 郑新江 陆均天

参加编写人员：杨维西 郑新江 陆均天

杨元琴 屠志方 李小龙

李梦先 桂海林 彭继平

前言

环境问题是当今国际社会高度关注的重大问题，荒漠化是干旱区最大的环境问题。开展荒漠化防治，保护生态环境，实现可持续发展，是全世界紧迫而艰巨的任务。目前，全球已有 2/3 的国家和地区、1/5 的人口及 1/4 的陆地面积受到荒漠化的危害，全球每年因荒漠化造成的直接经济损失高达 423 亿美元。荒漠化就像癌细胞，对人类社会生存和发展的基础造成了严重的侵袭和破坏，成为导致贫困和阻碍经济与社会可持续发展的重要因素。

中国是世界上荒漠化面积大、分布广、危害重的国家，荒漠化的影响与危害已成为中华民族的心腹之患。荒漠化是干旱区气候变化与人类活动的产物，因此，气候变化对于荒漠化过程具有非常重要的作用，特别是在全球气候变暖的背景下，全面系统地研究我国荒漠化地区（亦即干旱、半干旱区，简称干旱区）气候的基本特征，深入分析荒漠化地区气候变化的现状及趋势，对于荒漠化的科学防治及荒漠化地区环境、社会和经济的可持续发展，都具有极其重要的现实意义。

正是本着这个目的，本书通过对近 50 年来我国荒漠化地区及其不同类型区主要气候要素观测资料的深入分析，揭示过去 50 年来我国荒漠化地区及其不同类型区气温、降水、风速、大风日数、沙尘天气等主要气候要素的变化及趋势，旨在向读者提供一个客观了解我国荒漠化地区及其不同类型区 50 年来气候变化的实际状况及其趋势，为荒漠化防治管理、科研、教学及荒漠化地区环境、经济和社会发展，为积极应对全球变暖对我国干旱区的影响及治理决策提供真实的气候背景资料和发展情况。

本书所用气候资料主要来自中国气象局信息中心资料室整编的 1958—2004 年气象规范共享数据，并补充了部分气候站的资料，以便更客观地揭示不同区域气候变化的基本特征。考虑到 20 世纪 50 年代荒漠化地区测站较少，对于分析较小范围降水变化的代表性较差，故在第 3 章分析降水趋势时，使用了 1960 年以后的气象资料，并根据世界气象组织（WMO）规定，采用 1971—2000 年 30 年统计资料平均值作为气候标准值（常年值）。

本书中的年代划分是：1958—1960 年、1961—1970 年、1971—1980

年、1981—1990 年、1991—2000 年和 2001—2004 年分别表示为 20 世纪的 50 年代、60 年代、70 年代、80 年代、90 年代和 21 世纪初。季节划分是：3—5 月、6—8 月、9—11 月和 12 月至翌年 2 月，分别为春、夏、秋、冬季。

本书中的荒漠化区，是指我国荒漠化集中分布的主体区域，其范围与传统上的干旱区（含半干旱区）大体一致。因此，读者不妨将荒漠化区概略地理解为干旱区。

为了更详细地反映不同区域的气候状况及其变化趋势，本书在整个荒漠化区之下又做了两个层次的区域划分。

第一个区划层次是根据传统习惯以贺兰山为界将荒漠化区划分为西北干旱区、东部干旱半干旱区及青藏高原区三个大的气候/地理类型区，这三个大的类型区基本覆盖了中国荒漠化的主体分布区域。地处青藏高原北部的柴达木盆地在气候上具有西北干旱区的鲜明特征，而在地理上又是青藏高原的组成部分，是一个独特的气候/地理区域，本书从地理角度将其划入青藏高原区。

横跨东部干旱、半干旱区和青藏高原区东缘的农牧交错带并不是典型的气候区，也不是独立的地理区域，是叠盖在东部干旱、半干旱区，青藏高原区和半湿润区上的一个气候与人类活动融合而成的自然与社会的独特区域。农牧交错带是我国荒漠化地区中植被对气候变化反应最为敏感、人为活动极为活跃、荒漠化扩展十分严重的区域。因此，在三个气候/地理区域之上，特别将农牧交错带区划出来作为一个独特的区域，与三大区域一起，对其 50 年来主要气候要素变化及其趋势进行了详细分析。

第二个区划层次是在三大类型区的基础上，根据自然地理特征及荒漠化防治的需要，进一步将荒漠化区细划出南疆、北疆、东疆、河西地区、柴达木盆地、三江源区、阿拉善高原、河套平原、乌盟后山、毛乌素沙地、河北坝上、浑善达克沙地、乌珠穆沁沙地、科尔沁沙地及呼伦贝尔沙地 15 个小的自然类型区，并分别对其 50 年来主要气候要素变化及其趋势进行了详细分析。

全书共分 6 章，主要章节内容如下。

第 1 章为中国的荒漠化及其分布，简要介绍了我国荒漠化发生的主体气候区域、荒漠化类型、面积及其分布，通过这些基础背景的简要介绍，旨在使读者对我国荒漠化的基本状况有一个轮廓性的了解。

第 2 章为中国荒漠化地区气候的基本特征，通过对荒漠化地区太阳辐射、气温、降水、风速、蒸发、干燥指数等主要气候要素的特征介

绍,旨在使读者对荒漠化地区气候的基本特征有一个概要的了解。

第3章为近50年来中国荒漠化地区气候变化分析,通过对荒漠化地区气温、降水、风速、大风日数、沙尘天气以及干燥指数等主要气候要素的分析,揭示了我国荒漠化地区50年来气候变化情况及其趋势。

第4章为近50年来中国荒漠化地区三大类型区及农牧交错带气候变化分析,分别对三大自然地理区域及农牧交错带近50年来的气候状况及其变化趋势进行了分析和阐述。

第5章为近50年来中国荒漠化地区15个自然类型区的气候变化分析,本章逐一对每个小的自然区域50年来主要气候要素的变化及其趋势进行了详细分析和阐述。

第6章为中国干旱区对全球变化的响应,是作者早前发表的关于全球变化背景下我国干旱区主要气候和环境要素变化趋势的一篇论文,主要通过对近年来我国学术界关于中国干旱区气候变化研究成果的综合归纳与辨析,比较系统地提示了全球变暖背景下我国干旱区气温、降水、大风、蒸发、沙尘暴等主要气候要素及冰川融化、河流流量、湖泊水位、绿洲、植被及荒漠化等主要环境要素的现实响应及变化趋势。将其收入本书,目的是让读者概括地了解在气候变化的背景下我国荒漠化地区主要环境要素的综合状况及其变化趋势。当然,这其中既有气候变化的作用,也有人类活动的影响。

前言由杨维西、郑新江执笔,第1章由杨维西、屠志方、李梦先、彭继平执笔,第2章由杨元琴、桂海林执笔,第3章由郑新江、李小龙、屠志方执笔,第4章和第5章由陆均天、李小龙、李梦先、彭继平执笔,第6章由杨维西执笔,全书由杨维西和郑新江统稿。孙家民、吴忠义为本书提供了部分资料,咎国盛为本书绘制了分区图,申元村先生审读书稿并提出了宝贵的修改意见,高园参加了有关工作,中国气象局信息中心资料室提供了有关数据,在此谨表致谢。

编 者

2012年1月

目次

第1章 中国的荒漠化及其分布	(1)
1.1 中国荒漠化主体分布区	(1)
1.2 中国荒漠化的类型及分布	(2)
第2章 中国荒漠化地区气候的基本特征	(6)
2.1 本书使用的部分分析方法	(6)
2.2 太阳辐射量、日照时数分布特征	(7)
2.3 气温分布特征	(8)
2.4 降水量分布特征	(9)
2.5 年平均风速、大风日数和沙尘暴日数分布特征	(10)
2.6 蒸发量分布特征	(11)
2.7 干燥指数分布特征	(11)
2.8 主要气候灾害及其影响	(12)
第3章 近50年来中国荒漠化地区气候变化分析	(14)
3.1 近50年来荒漠化地区气温变化分析	(14)
3.2 近50年来荒漠化地区降水量变化分析	(20)
3.3 近50年来荒漠化地区年平均风速变化分析	(28)
3.4 近50年来荒漠化地区大风日数变化分析	(34)
3.5 近50年来荒漠化地区沙尘暴日数天气变化分析	(35)
3.6 近50年来荒漠化地区干燥指数变化分析	(41)
3.7 近50年来荒漠化地区气候变化小结	(42)
第4章 近50年来中国荒漠化地区三大类型区及农牧交错带气候变化分析	(44)
4.1 西北干旱区近50年来气候变化分析	(44)
4.2 东部干旱/半干旱区近50年来气候变化分析	(50)
4.3 青藏高原区近50年来气候变化分析	(56)
4.4 农牧交错带近50年来气候变化分析	(62)
第5章 近50年来中国荒漠化地区15个自然类型区气候变化分析	(68)
5.1 北疆地区近50年来气候变化分析	(68)

5.2	东疆地区近 50 年来气候变化分析	(74)
5.3	南疆地区近 50 年来气候变化分析	(80)
5.4	阿拉善高原地区近 50 年来气候变化分析	(85)
5.5	河西地区近 50 年来气候变化分析	(91)
5.6	柴达木盆地近 50 年来气候变化分析	(96)
5.7	后山地区近 50 年来气候变化分析	(101)
5.8	河套地区近 50 年来气候变化分析	(107)
5.9	毛乌素沙地近 50 年来气候变化分析	(113)
5.10	河北坝上地区近 50 年来气候变化分析	(118)
5.11	浑善达克沙地近 50 年来气候变化分析	(123)
5.12	科尔沁沙地近 50 年来气候变化分析	(129)
5.13	乌珠穆沁地区近 50 年来气候变化分析	(134)
5.14	呼伦贝尔沙地近 50 年来气候变化分析	(139)
5.15	三江源地区近 50 年来气候变化分析	(144)
第 6 章	中国干旱区对全球变化的响应	(151)
6.1	温度对全球变化的响应与趋势	(151)
6.2	降水对全球变化的响应与趋势	(152)
6.3	冰川对全球变化的响应与趋势	(152)
6.4	河流流量对全球变化的响应与趋势	(153)
6.5	湖泊对全球变化的响应与趋势	(154)
6.6	风力和蒸发对全球变化的响应与趋势	(155)
6.7	植被对全球变化的响应与趋势	(155)
6.8	绿洲对全球变化的响应与趋势	(156)
6.9	荒漠化对全球变化的响应与趋势	(157)
6.10	结语	(157)
参考文献		(159)

第1章 中国的荒漠化及其分布

20 世纪 60 年代末到 70 年代初发生在非洲的严重旱灾造成了人类生命财产的空前灾难,这一悲剧迫使国际社会更加密切地关注全球干旱区的土地退化,1994 年《联合国关于在发生严重干旱和/或荒漠化的国家特别是在非洲防治荒漠化的公约》(以下简称《荒漠化公约》)签署,由此,荒漠化一词在国内得到广泛使用。几十年来,荒漠化一词的含义在不断发展。《荒漠化公约》从成因和发生范围方面对荒漠化给了明确的定义,“荒漠化是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化”,并进一步解释“‘土地退化’是指由于使用土地或由于一种营力或数种营力结合致使干旱、半干旱和亚湿润干旱地区雨浇地、水浇地或使草原、牧场、森林和林地的生物或经济生产力和复杂性下降或丧失,其中包括:(一)风蚀和水蚀致使土壤物质流失;(二)土壤的物理、化学和生物特性或经济特性退化及(三)自然植被长期丧失”。显然,荒漠化就是干旱、半干旱及亚湿润干旱区的土地退化的现象。

从上述定义可以看出,它更强调过程而不是结果。这可能是出于提醒人们在土地退化的一开始就给予关注,而不要等到它达到一定的严重程度或后果时才去关注。即在特定的气候区域内,只要发生了退化过程,而不论这种过程或轻或重,也不论这种过程导致的结果如何,都可被认为是发生了荒漠化。据此,我们可以认为,在干旱、半干旱和半湿润干旱区凡具有这些退化特征的土地,就是荒漠化土地。

荒漠化是一个全球性的环境问题。据联合国资料,到 20 世纪末荒漠化已影响到世界 1/5 的人口和全球 1/3 的陆地。荒漠化给全球环境及许多发展中国家人民的生活和生存带来了严重灾难,已成为导致贫困和阻碍经济与社会持续发展的重要因素。

我国是世界上受荒漠化危害最为严重的国家之一。在西北、华北北部和东北西部等内陆地区分布着大面积的干旱、半干旱和亚湿润干旱区,这里深居内陆,远离海洋,又受纵横交错的山脉阻隔,来自海洋的水汽很难到达这里,从而形成了干旱少雨、植被稀疏、大风肆虐、沙漠戈壁遍布、生态环境先天脆弱的干旱景观。在人口增长和经济发展的双重压力下,从 20 世纪 50 年代后期到 20 世纪末的数十年间,我国土地荒漠化出现了长达数十年的持续扩展趋势,给这一地区的环境及社会经济的发展和人民群众的生活与生存造成了严重危害。只是到近 10 年,扩展趋势才得到初步遏制,情况才有所好转。

1.1 中国荒漠化主体分布区

根据《荒漠化公约》对荒漠化发生的气候范围的有关指标,我国可能发生荒漠化的气候区范围的总面积约为 $331.7 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占国土面积的 34.6%, 其中,干旱、半干旱和亚湿润干旱区的面积分别为 $142.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、 $113.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ 和 $75.1 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占国土面积的比例

依次为 14.9%、11.9% 和 7.8%。

我国可能发生荒漠化的气候区范围主要分布在西北、华北北部和东北西部以及青藏高原的北部。其主体区域的东界或南界大体自大兴安岭西麓、锡林郭勒高原北部向南穿过阴山山脉和黄土高原北部，向西至兰州南部沿祁连山向西，然后向南绕过柴达木盆地东部，向西抵达青藏高原西南部。

按照《荒漠化公约》有关指标划分我国可能发生荒漠化的气候区范围包括新疆、内蒙古、青海、甘肃、宁夏的大部，陕西、西藏、山西的北部以及河北、山东、辽宁、四川、云南、吉林、海南、河南、天津、北京等的部分地区，涉及 18 个省（市、区）的近 500 个县（市、旗）。但其主要分布在新疆、内蒙古、青海、甘肃、宁夏的大部以及陕西、西藏、山西的北部，其面积大约占到全国可能发生荒漠化的气候区总面积的 96.74%，该区域荒漠化面积大约占到全国荒漠化总面积的 98.2%，是我国荒漠化的主体分布区。

我国荒漠化分布的主体气候区域与我国传统气候区划的干旱、半干旱区的分布范围及其东部边界的走势是大体一致的，因此，为了叙述上的方便，也为了读者在理解上不致造成混淆，在本书中我们不妨粗略地将荒漠化地区或荒漠化主体分布区与传统上的干旱区（含半干旱区）等同看待。

1.2 中国荒漠化的类型及分布

1.2.1 中国荒漠化的类型

中国荒漠化发生的地理范围为经度 $74^{\circ} \sim 119^{\circ}\text{E}$ ，经度横跨约 45° ，纬度 $19^{\circ} \sim 49^{\circ}\text{N}$ ，纬度纵跨约 30° ，几乎从海平面到高寒荒漠地带，垂直跨越数千米，地域辽阔、气候类型及地貌类型多样，塑造了形成荒漠化的主导因素丰富多样，从而造就了中国荒漠化类型的多种多样。

根据荒漠化形成的主导因素，中国的荒漠化划分为风蚀荒漠化、水蚀荒漠化、冻融荒漠化和土壤盐渍化 4 种类型。

从 20 世纪 90 年代初我国就确立了在全国范围定期开展土地荒漠化和沙化监测的制度，2002 年 1 月 1 日开始实施的《中华人民共和国防沙治沙法》更将开展土地沙化监测以法律的形式予以确定。到 2004 年，根据每 5 年开展一次的既定方针，我国已经系统地开展了三届全国荒漠化和沙化监测。显示中国荒漠化主体分布范围如图 1.1 所示。

2004 年，中国荒漠化土地总面积为 $263.62 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占国土总面积的 27.46%。其中，风蚀荒漠化土地 $183.94 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占荒漠化土地总面积的 69.78%；水蚀荒漠化土地面积 $25.93 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占 9.84%；盐渍化土地面积 $17.38 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占 6.58%；冻融荒漠化土地面积 $36.37 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占 13.80%。

从荒漠化程度看，轻度、中度、重度和极重度分别占荒漠化总面积的 23.94%、37.38%、16.44% 和 22.24%。

1.2.2 各类型荒漠化的分布

1.2.2.1 风蚀荒漠化的面积、程度及分布

中国风蚀荒漠化面积为 $183.94 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，主要分布在干旱、半干旱地区，在各类型荒漠

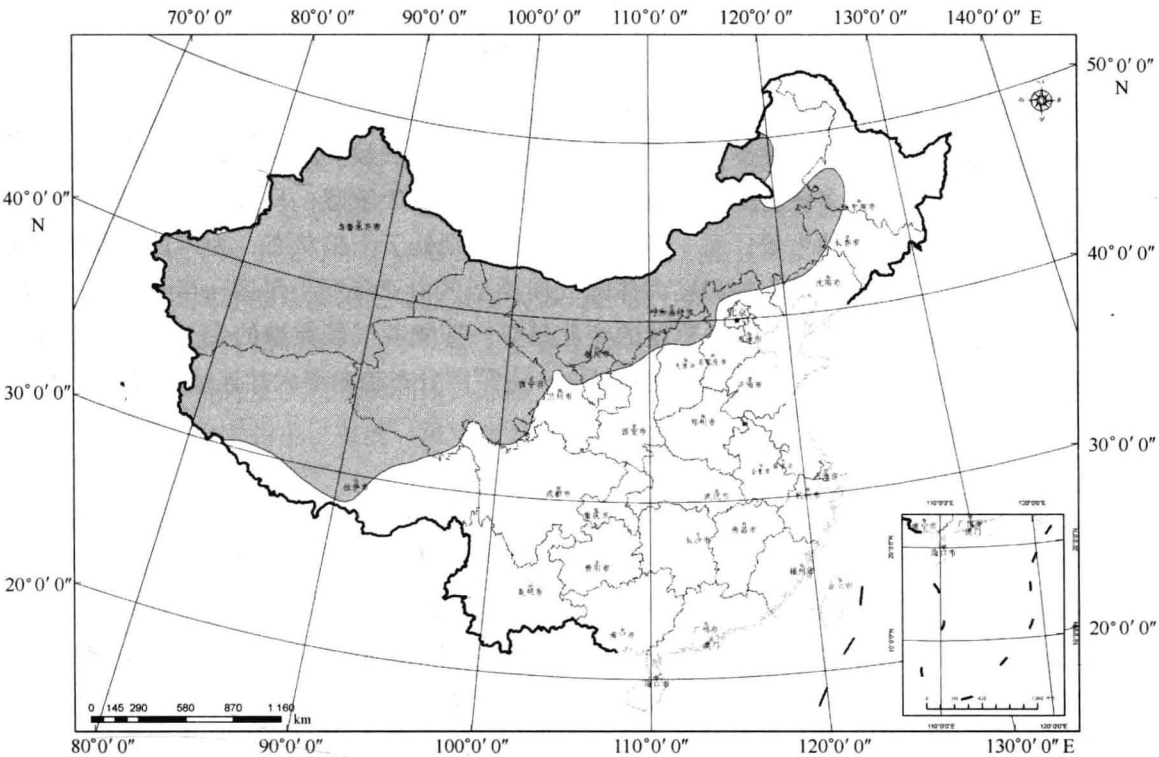


图 1.1 中国荒漠化地区范围示意图

化土地中是面积最大、分布范围最广的一种荒漠化类型。其中分布在干旱地区的为 $91.54 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占风蚀荒漠化总面积的 49.76%；分布在半干旱地区的为 $61.54 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占 33.46%。此外，在亚湿润干旱地区也有零散分布，总面积为 $30.86 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占风蚀荒漠化土地的 16.78%。

从地理区域看，风蚀荒漠化大体分布在内蒙古狼山以西，腾格里沙漠和龙首山以北包括河西走廊西部以北，柴达木盆地及其以北、以西至西藏西北部的大片土地。此外，在准格尔盆地和塔里木盆地及天山以南、孔雀河以北的广大地区也有大面积分布。在半干旱地区，风蚀荒漠化大体分布在狼山以东向南，穿杭锦后旗、磴口县、乌海市，然后向西纵贯河西走廊的中—东部直到肃北蒙古族自治县，呈连续大片分布。从行政区划上看主要分布在内蒙古东部西侧，在藏北高原为斑块状分布。

在亚湿润干旱区，风蚀荒漠化从毛乌素沙地东部至内蒙东部（东北西部）大体呈东北—西南向带状分布，其带宽为 50 ~ 125 km，而在 106°E 以西以及从青海到西藏北部主要为斑块状分布。

在风蚀荒漠化中，轻度占 20.81%；中度占 32.04%；重度占 17.90%，极重度占 29.25%。轻度风蚀荒漠化主要分布在半干旱和亚湿润干旱区东部的巴丹吉林沙漠及腾格里沙漠以东的地区，其中，连续分布区大体在 108° ~ 119°E 间。总体来看，中度风蚀荒漠化呈不连续分布，但较为集中地分布在准格尔盆地和内蒙古中北部的半干旱和干旱地区，亚湿润干旱区则较少分布；重度、极重度风蚀荒漠化主要分布在干旱区（占 78%），在 103°E 以西即腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠及其以西，新疆准格尔盆地以北、以东及南疆、藏西北地区，为

大片连续分布,而半干旱地区分布较少,亚湿润干旱区分布很少(仅占 7.28%)。

风蚀荒漠化的程度分布规律充分显示出风蚀荒漠化的进程受气候、特别是受干湿程度的影响较大。这是由于在风蚀荒漠化中,土壤的抗蚀力与水分含量呈正相关关系。此外,土壤的干湿程度的变化,决定了植被类型及覆盖度的高低,干旱气候类型下,植被盖度低,使表土裸露。另外,干旱区许多植物为短生植物,对雨水反应极为敏感,只有在雨季到来甚至一场降雨后,植物才能茂盛地生长,而一年中更多的时间则处于干枯状态,为风蚀的发生提供了有利条件。因而,风蚀荒漠化的程度大体随气候类型区由亚湿润干旱区—半干旱区—干旱区变化,也呈轻度—中度—重度—极重度的变化趋势。即随着气候类型的变干,风蚀荒漠化程度越来越严重,其程度分布的范围也越来越大,由零散分布趋向于大片连续分布。

1.2.2.2 水蚀荒漠化土地的面积、程度及分布

水蚀荒漠化土地总面积为 $25.93 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占我国荒漠化土地总面积的 9.84%。从地域上看,在干旱、半干旱和亚湿润干旱区,水蚀荒漠化土地呈不连续地局部集中分布。主要分布在黄土高原北部的无定河、窟野河、秃尾河流域,泾河上游、清水河、祖厉河的中、上游,湟水河下游及永定河的上游;在东北西部,主要分布在西辽河的中、上游及大凌河的上游;此外,在新疆的伊犁河谷下游、额尔齐斯河上游及昆仑山北麓地带也有较大的连续分布。

水蚀荒漠化土地的分布表现出明显的地形特征,其分布区主要集中在一些河流的中、上游及一些山脉的山麓地带。这些地段一般海拔较高,具有较好的降水条件,为水蚀荒漠化的发生提供了丰富的水力条件。除此,这些地带地形起伏,坡度较大,土壤覆盖层较厚,具有水蚀荒漠化形成的地形条件和侵蚀物质基础,加上这些地段多为人类活动活跃地带,过度放牧、陡坡垦荒等致使植被破坏、地表裸露、加速了水蚀荒漠化的进程。表土被不断冲刷之后,在干燥或季节性干旱气候条件下,植被自然恢复力极低,在日益增长的人口压力下,塑造了这些地段的水蚀荒漠化景观。

与风蚀荒漠化土地较为集中地分布在该区域的北部、西部这一特征相反,水蚀荒漠化虽不呈大片连续分布,但其主要分布区则明显地集中在该区域的南部、东部,尤以半干旱和亚湿润干旱区分布较广,而分布在干旱区的仅占水蚀荒漠化土地面积的 13.23%。导致水蚀荒漠化在地域上的这一分布格局的原因,主要是半干旱区、亚湿润干旱区相对于干旱地区具有形成水蚀荒漠化的水力和地形的条件。

在水蚀荒漠化土地中,轻、中、重和极重度的面积分别占水蚀荒漠化土地面积的 26.3%、40.59%、24.18% 和 8.93%。

水蚀荒漠化程度的分布明显地表现出与土壤质地的紧密相关性,黄土高原北部与鄂尔多斯高原过渡地带的晋陕蒙三角区,既具有黄土丘陵的剧烈起伏地形,丘陵表层又覆盖着深厚疏松、抗蚀力极低的砂质土壤。同时,人口密度较大,垦殖指数过高,导致这一地区成为我国水蚀荒漠化程度最为严重的地区,土壤侵蚀模数高达 $20\,000 \sim 30\,000 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,成为黄河泥沙的主要来源区域。因此,重度水蚀荒漠化比例虽然不大,但其危害严重。

受北冰洋水汽控制,在新疆西北部几个外流河的中上游形成了较好的降水条件,天然植被较好、人口密度也相对较小,所以鲜有水蚀荒漠化发生,且其程度一般较轻。在西辽河上游,虽然降水量并不是很高,但因气温较低,蒸发力相对较小,植被发育较好、地形起伏不大,因而该区水蚀荒漠化的程度多为轻度或中度,罕见重度、极重度水蚀荒漠化景观。

1.2.2.3 冻融荒漠化的面积、程度及分布

冻融荒漠化的面积及分布总面积共 $36.37 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占我国荒漠化土地总面积的 13.8%。冻融荒漠化是在高海拔地区，昼夜或季节性温差较大，由于剧烈的热胀冷缩而造成土壤结构的破坏或质量的退化。这些地区一般生物生产力较低，是一种特殊的荒漠化类型。

冻融荒漠化土地主要分布于青藏高原的高海拔地区，在甘肃的少数高山区也有零星分布，但面积不大。我国冻融荒漠化土地的发生大多是在较干燥的大气候条件下，但局部地段由于海拔较高，水分条件相对较好或下伏冻土。这些地区的生物气候生产力虽然很低，但在一些高山草甸地段，常为夏季放牧所利用。冻融荒漠化对高原地区的工程建设影响较大，冻融荒漠化程度以轻、中度为主，重度、极重度比例不足 6%，但对人们生存与生活的影响也相对较小。

1.2.2.4 土壤盐渍化的面积、程度及分布

土壤盐渍化属化学作用造成的土地退化，是一种重要的荒漠化类型，在荒漠化地区有着广泛的分布，其总面积为 $17.38 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占荒漠化总面积的 6.58%。

土壤盐渍化比较集中连片分布的地区有塔里木盆地周边绿洲以及天山北麓山前冲积平原地带、河套平原、银川平原、华北平原及黄河三角洲。其中以新、蒙、青三省分布面积最大，约占盐渍化土地总面积的八成。土壤盐渍化主要是由于气候、排水不畅、地下水位过高及不合理灌溉方式等所造成。在土壤盐渍化土地中，轻、中度占到盐渍化土地总面积的七成左右，重度和极重度仅占三成左右。

土壤盐渍化的程度，以干旱区最为严重。在半干旱区居中，亚湿润干旱区则相对较轻。例如柴达木盆地、罗布泊地区、塔里木盆地北缘的轮台、库车、阿瓦提、若羌及阿拉善、吐鲁番盆地等地的分布以重度为主，北疆的石河子等地则以中度为主，而东部亚湿润干旱区的华北平原、黄河三角洲地带大多以轻度为主。

第 2 章 中国荒漠化地区气候的基本特征

本章从中国荒漠化地区挑选出 216 个气象观测资料较完整的代表站,并根据世界气象组织(WMO)的规定,采用中国气象局信息中心整编的 1971—2000 年 30 年气象资料,对多个气象要素 30 年平均气候分布特征进行研究,系统地分析中国荒漠化地区基本气象要素时空分布规律,揭示该地区气候的基本特征。

2.1 本书使用的部分分析方法

为分析气候的变化趋势,本研究使用线性倾向估算方法,用 x_i 表示样本量为 n 的某一气候变量,如逐年气温(降水量),用 t_i 表示 x_i 所相对应的时间,建立 x_i 与 t_i 之间的一元线性回归方程

$$x_i = a + bt_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (2.1)$$

式(2.1)可以看做一种特殊的、最简单的线性回归方程。它的含义是用一条合理的直线表示 x 与时间 t 之间的关系,其中, a 为回归常数, b 为回归系数。 a 和 b 可以利用最小二乘法进行估计。

回归系数 b 的符号表示气候变量 x 的趋势倾向。 b 大于 0 说明随时间 t 的增加呈上升趋势; b 小于 0 说明随时间 t 的增加呈下降趋势, b 值的大小反映上升或下降的速率。

$$\text{气温距平 } \Delta T = t_i - \bar{t} \quad (2.2)$$

式中, t_i 为任一年的平均气温值, $\bar{t}$ 为气温的常年平均值。

$$\text{降水量距平 } \Delta R = r_i - \bar{r} \quad (2.3)$$

式中, r_i 为任一年的降水量值, $\bar{r}$ 为降水量的常年平均值。

干湿状况,是一个地区的水分收支配的结果。本书采用改进后的 Selianind 干燥指数来反映荒漠化地区的干湿气候特征。

本书中干燥指数(K)采用如下公式用于分析干湿变化。

$$K = \frac{0.16 \sum t}{r} \quad (2.4)$$

式中, t 为 $\Sigma 10^\circ\text{C}$ 表示日平均气温大于或等于 10°C 期间的积温, r 为气温大于等于 10°C 同期降水量, 0.16 为常数。 K 值越大,表示越干燥。

2.2 太阳辐射量、日照时数分布特征

分析表明,中国荒漠化地区年太阳辐射年总量的变化范围一般在 $3\,500 \sim 7\,500 \text{ MJ/m}^2$ (曝辐量)之间。其中,我国的青藏高原地区是太阳辐射年总量的高值区,高值中心位于西藏自治区的西南部,中心值可达 $7\,500 \text{ MJ/m}^2$ 以上;青海省西部地区,太阳辐射年总量也在 $6\,500 \text{ MJ/m}^2$ 以上。从青藏高原向北和向东扩展,太阳辐射年总量呈现递减的趋势。年平均日照时数变化范围一般在 $2\,400 \sim 3\,600 \text{ h}$ 之间,平均日照时数百分率的变化在 $54\% \sim 76\%$ 之间。新疆的塔里木盆地和青海的柴达木盆地日照时数高值分布区,年平均日照时数高达 $3\,000 \sim 3\,400 \text{ h}$ 以上。上述高日照时数地区的年平均日照时数百分率都大于 60% 。其中,柴达木盆地的年平均日照时数百分率为 $72\% \sim 80\%$ 。

2.2.1 太阳辐射年总量的分布特征

太阳辐射是地球大气运动的外强迫能量来源之一,它是影响天气和气候变化的重要因子,也是荒漠化地区气候特征分析的一个热力参数。

分析研究发现,中国荒漠化地区太阳辐射年总量的变化范围一般在 $3\,500 \sim 7\,500 \text{ MJ/m}^2$ (曝辐量)之间。其中,中国的青藏高原地区是太阳辐射年总量的高值区,高值中心位于西藏自治区的西南部,中心值可达 $7\,500 \text{ MJ/m}^2$ 以上 (曝辐量,下同);青海省西部地区,太阳辐射年总量也在 $6\,500 \text{ MJ/m}^2$ 以上。从青藏高原向北、向东延伸,太阳辐射年总量呈现出递减的趋势。

中国荒漠化地区1月平均太阳辐射量的变化范围一般在 $150 \sim 450 \text{ MJ/m}^2$ (曝辐量)之间,同时1月太阳辐射量高低值的相对分布态势与30年平均值的分布相似,中国青藏高原地区仍然是高值区,量级在 450 MJ/m^2 左右;从青藏高原向北、向东扩展,1月平均太阳辐射总量依然是呈现出逐渐递减的趋势。

中国荒漠化地区7月平均太阳辐射量的变化范围一般在 $450 \sim 750 \text{ MJ/m}^2$ (曝辐量)之间。然而,7月太阳辐射分布特征与1月的情形就不大一样了。7月平均太阳辐射量比1月增大,其中心高值从 450 MJ/m^2 增长到 750 MJ/m^2 以上;高值中心的位置从西藏自治区的西南部向北移到了青海西部和甘肃西部一带,新疆塔里木、准噶尔盆地也出现高值中心。

2.2.2 日照时数、日照时数百分率分布特征

日照时数,即太阳照射时间。太阳的光照是大气中和地球上一切物理过程的能量来源,是荒漠化地区气候特征分析的热力参数之一。通常用暗筒式和聚焦式两种日照计进行测定,单位用小时(h)表示。太阳可能照射的时间,主要取决于纬度的高低,并随季节的转变而有所不同。而实际上某一地日照的长短,不仅取决于地理纬度,而且在很大程度上取决于云量、阴雨天数等,可用日照百分率表征这种影响程度。

中国荒漠化地区的年平均日照时数变化范围一般在 $2\,400 \sim 3\,600 \text{ h}$ 之间。并且荒漠化地区年平均日照时数有三个高值区:一是从内蒙古中西部至甘肃河西西部到新疆东部一带;二是青海柴达木盆地;三是西藏的西南部,年日照时数达 $3\,200 \sim 3\,400 \text{ h}$ 。内蒙古中部偏南地区至东部,宁夏、新疆大部及青藏高原大部一般为 $2\,800 \sim 3\,200 \text{ h}$ 。黄土高原中部、祁连山区、

青海南部、天山山区、塔里木盆地西南部等地一般为 2 600 ~ 2 800 h。

中国荒漠化地区的年平均日照时数百分率的变化范围一般在 54% ~ 76% 之间。同时年平均日照时数百分率的分布也和日照时数呈大体相似的分布态势。从内蒙古中部偏北地区至西部到新疆东部和柴达木盆地、西藏西南部地区为高值区，一般在 70% 以上；内蒙古中部偏南地区至东部、青海大部及新疆的部分地区一般为 60% ~ 70%；黄土高原中部、祁连山东部、天山山区大部及青海东南部地区在 60% 以下。

2.3 气温分布特征

分析表明，荒漠化地区年平均气温在 $-5 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 之间，平均年极端最高温度一般在 $22 \sim 45^{\circ}\text{C}$ 之间，平均年极端最低温度的变化范围在 $-44 \sim -18^{\circ}\text{C}$ 之间，气温年较差的变化范围在 $18 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间。

2.3.1 年平均气温分布特征

温度是描述一个地区气候特征的重要参数，它可以表征冷暖程度和热量资源多寡，也是影响或反映生态及环境的一个重要的气候因子。通常采用百叶箱中离地面 1.5 m 高度处的温度表进行测定，单位用摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$) 表示。中国荒漠化地区地形复杂，高原与盆地相间，丘陵与高山交错，沙漠与绿洲共存，因此温度的时空分布十分复杂。我国荒漠化地区的年平均温度的变化范围在 $-5 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 之间。其中，新疆南部和北部、内蒙古西部、陕西北部、山西北部沿黄一带等地为 $8 \sim 12^{\circ}\text{C}$ ，新疆吐鲁番盆地、和田周边地区达 $12 \sim 14^{\circ}\text{C}$ ，新疆北部大部、内蒙古北部大部、甘肃大部、青海中北部、西藏雅鲁藏布江中上游地区、山西东北部、河北坝上地区等地一般为 $2 \sim 8^{\circ}\text{C}$ ，青藏高原大部、天山山区和内蒙古东北部等地一般为 $-2 \sim 2^{\circ}\text{C}$ ，青海西南部、西藏北部一带为 $-4 \sim -2^{\circ}\text{C}$ 。

2.3.2 年平均极端最高温度分布特征

中国荒漠化地区的平均年极端最高温度的变化范围一般在 $22 \sim 45^{\circ}\text{C}$ 之间。其中，新疆南部的塔里木盆地至东部的吐哈盆地为最大的高值中心，平均年极端最高气温一般为 $40 \sim 43^{\circ}\text{C}$ ，吐鲁番超过 48°C ；新疆北部的准噶尔盆地为另一个高值中心，平均年极端最高气温一般为 $39 \sim 42^{\circ}\text{C}$ ；此外，内蒙古的巴丹吉林沙漠和科尔沁沙地也存在两个较小的高值中心，平均年极端最高气温为 $39 \sim 42^{\circ}\text{C}$ 。荒漠化地区东部的其余地区及柴达木盆地等平均年极端最高气温一般为 $32 \sim 38^{\circ}\text{C}$ ；青藏高原大部地区平均年极端最高气温一般在 25°C 以下。

2.3.3 年平均极端最低温度分布特征

中国荒漠化地区 30 年平均极端最低温度的变化范围在 $-44 \sim -18^{\circ}\text{C}$ 之间，其中，青海南部、西藏北部一带为低值中心。此外，天山山区及以北地区、祁连山区、内蒙古东北部等地 30 年平均极端最低温度变化范围在 -32°C 以下；东天山北侧至内蒙古中部和东部偏南地区、青藏高原中部偏南地区等地变化范围为 $-32 \sim -26^{\circ}\text{C}$ ；柴达木盆地、西北东部偏北地区、山西北部、河北北部等地变化范围为 $-26 \sim -23^{\circ}\text{C}$ ；塔里木盆地、吐哈盆地及雅鲁藏布江中、上游地区等变化范围为 $-22 \sim -19^{\circ}\text{C}$ 。