

中国干旱区自然地理

Physical Geography of Arid Land in China

陈 曦 主编

Editor-in-Chief *Chen Xi*

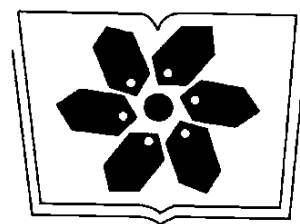


科学出版社
www.sciencep.com

THE HISTORY OF THE

ROYAL SOCIETY OF LONDON





中国科学院科学出版基金资助出版

中国干旱区自然地理

陈 曦 主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是中国干旱区近 50 年来综合性区域地理研究成果的全面集成,是国内首部系统论述中国干旱区自然地理形成、演变、自然环境特征、自然资源及其利用的科学专著。

全书分为上、下两篇,共 20 章。上篇 10 章,系统论述了中国干旱区陆地表层自然要素相互作用,形成演化的特征、结构、格局、过程等;下篇 10 章,详细阐述了中国干旱区的地域分异特征,并提出了自然地理区划方案,同时阐述了各自然地理区合理利用自然资源、保护自然环境及实现经济社会可持续发展的建议和对策措施。

本书内容丰富,资料新颖、翔实,图文并茂,体系严谨,要领清晰,有许多新观点和新结论,可供从事干旱区地理、地质、气候、水文、景观生态以及环境保护等方面的科技工作者、高等院校有关专业的师生以及政府部门参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国干旱区自然地理/陈曦主编. —北京:科学出版社, 2010
ISBN 978-7-03-027583-7

I. ①中… II. ①陈… III. ①干旱区-自然地理-研究-中国
IV. ①P942.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 088734 号

责任编辑:赵 峰 朱海燕 赵 冰 / 责任校对:刘小梅

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:黄华斌

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 6 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010 年 6 月第一次印刷 印张:51 1/2 插页:1

印数:1—2 000 字数:1 187 000

定价:218.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

Physical Geography of Arid Land in China

Editor-in-Chief: *Chen Xi*



Science Press
Beijing

《中国干旱区自然地理》 编辑委员会

顾 问：孙鸿烈 郑 度

主 编：陈 曦

编 委：（按姓氏汉语拼音排序）

高前兆 胡汝骥 胡双熙 姜逢清 李宇安

毛炜峰 王树基 王顺德 王亚俊 许文强

杨发相 杨维康 尹林克 张鸿义 张希明

赵兴有

序 一

中国干旱区是我国三大自然地理区之一，其独特的地理位置，造就了我
国干旱区特有的地貌、植被与土壤类型。山-盆相间的地貌和气候环境格局，
丰富了我干旱区的自然地理景观，为人类提供了在干旱区栖息发展的基
地，并促进了绿洲的形成和发育。

在《中国自然地理系列专著》编辑委员会的支持下，中国科学院新疆生
态与地理研究所组织了长期在我国干旱区从事研究的老中青科学家，经过两
年多的辛勤劳动，系统梳理和集成了 50 年来中国干旱区的研究成果，形成
了我第一部关于干旱区的自然地理专著。

该专著从我干旱区的基本特征及其成因入手，系统论述了中国干旱区
自然地理环境的基本特点、形成及演变过程，揭示了以内陆河流域为单元、
以河流为纽带的局地循环体系；诠释了干旱区研究的核心问题——绿洲的形
成、发育、变化以及自然资源的类型、数量、利用、保护和经济发展的方
向、措施，为我干旱区的可持续发展提供了科学依据。

总之，该书内容丰富、资料翔实、结构合理，有许多新观点和新结论，
既有广度又有深度，是论述我国干旱区自然地理环境的一部优秀科学专著。
我相信该专著的出版，必将对我国干旱区学科建设和经济社会的发展起到重
要的推动作用。

中国科学院院士



2009 年 10 月

序 二

我国西北干旱区是与东部季风区、青藏高原区并列的，各具特色、分异明显的三大自然区之一。早在晚白垩纪和古近纪，该区即已开始形成干旱的自然地理环境，随着青藏高原在新近纪末、第四纪初的整体快速隆升，该区的干旱得以维持和加强。因而，西北干旱区的自然环境是由宏观的地理地带性规律所决定的。

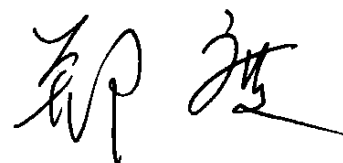
20 世纪 50 年代以来，为了满足国家与地方国民经济发展建设的需要，中国科学院组织了对西北干旱区相关省（自治区）的多次综合科学考察，积累了大量的第一手资料，改变了过去几近科学空白的状况。60 年代以来，又成立了与地理学、生物学相关的研究机构，在干旱区开展了大量的地学和生物学的应用基础研究工作。这些区域地理的综合考察和研究，在评价各地自然条件和自然资源的基础上，提出了不少对资源开发利用和建设布局有益的建议，同时也为撰写我国干旱区的自然地理专著提供了极其丰富的数据和资料。

《中国干旱区自然地理》专著分为上、下两篇。上篇对中国干旱区的地理位置、地质基础、地貌、气候、水文与地表水、地下水资源、水系与湖泊特征、植物区系与植被、土壤以及陆栖脊椎动物等自然地理要素进行了分析和论述。下篇提出了中国干旱区自然地理区划方案，并着重对温带干旱地区和暖温带干旱地区内 9 个自然区的自然地理环境特点、资源分布加以阐明，并针对区域发展和开发利用中的问题提出了有益的建议与对策。

该专著内容比较全面，对历史文献记载以及 20 世纪 50 年代以来中国干旱区的研究成果进行了梳理、集成和评估。从区域自然环境的单要素分析到区域地理环境的综合研究，向读者阐述了中国干旱区的形成、发展和演变，揭示了我国干旱区水分循环以流域为单元、以河流为纽带的局地循环体系，诠释了干旱区绿洲的形成与演变过程。根据干旱区的自然地理特点并结合地区社会经济的发展，提出适应当地自然环境的发展模式，并构建了生态经济保障体系。

当前，我国面临西部继续发展的有利形势和全球环境问题的新挑战。希望该专著的出版，有助于加深人们对我国干旱区自然地理环境的认识与了解，掌握和应用客观的自然规律，从而更好地合理开发利用和保护干旱区的自然环境与自然资源，促进干旱区的可持续发展与人民生活水平的提高，为21世纪人类家园的美好未来作出积极的贡献。

中国科学院院士

A handwritten signature in black ink, consisting of two characters, '郑' and '舒', written in a cursive style.

2009年10月

前 言

《中国干旱区自然地理》是近半个世纪以来中国干旱区综合性区域地理研究成果的全面总结和集成。它是在《中国自然地理系列专著》编辑委员会大力支持和帮助下完成的。中国科学院新疆生态与地理研究所为《中国干旱区自然地理》的编辑工作进行了精心的准备，并负责项目具体的组织和实施。自开题以来，共有近 30 位专家、学者参加编写，历时两年多，期间举行了六次编写工作会议，八易其稿，经过专家评审委员会评审，终于完成了这个版本。

中国干旱区的面积约 215 万 km^2 ，占全国土地面积的 22%。在行政区划上，包括新疆维吾尔自治区的全部、甘肃省的河西走廊和内蒙古自治区的阿拉善盟及宁夏回族自治区贺兰山以西，年平均降水量小于 200 mm，干燥度大于 3.5 的地区。

人类的的生活和工作与所处的地理环境息息相关，认识和查清自然资源是发展社会生产力的根本，是探讨因地制宜开发利用自然资源以及适应自然环境的主要途径，也是进行区域综合开发和国土整治的基础。

本书使用最新的资料和研究成果（截至 2006 年），尽可能引用权威数据和结论，以系统论的观点和现代科学技术手段，探讨高亚洲大陆地理圈缘特殊的地理环境——中国干旱区。基于中国干旱区在欧亚大陆地理中心的重要地位，从巨大山盆体系的地质地貌格局和气候特征、内陆河水文水循环过程、植物与动物分布格局等方面，全方位诠释了中国干旱区形成与演变过程，阐明其与中亚干旱区的关系，提出了中国干旱区自然资源合理利用和生态保护与恢复对策。

随着社会生产力的不断提升，中国已将西北干旱地区作为 21 世纪经济发展的重要区域，开发干旱地区成为人类未来发展的必然。全面和系统地整合干旱区资源与环境的研究成果，拓展干旱区地理学科成为科学发展的必由之路，也是推动区域社会经济发展和服务社会之必需。为此，我们编撰了《中国干旱区自然地理》这部著作，献给中华人民共和国成立 60 周年和中国地理学会成立 100 周年。

本书分为上、下两篇，共计 20 章，约 120 万字。上篇由陈曦、胡汝骥、王树基、胡双熙、张鸿义、高前兆、姜逢清、杨维康、高行宜、尹林克、张希明、王亚俊、王顺德、李宇安、谭莞、黄玉英、高建芳、骆光晓、孙本国、达伟、王建、张维文、董克鹏、孙占东等完成。下篇由陈曦、胡汝骥、王亚俊、姜逢清、高前兆、司建华、张小由、王顺德、杨发相、赵兴有、许文强、袁国映等完成。胡汝骥、王亚俊对全书进行了统稿和编辑。英文由姜逢清负责。杨辽、侯博、艾里西尔·库尔班、阿布都米吉提·阿布力克木、木巴热克·阿尤普、黎秀花、何晓玲、骆君组成的技术小组所做的卓有成

效的工作，为完成本专著提供了保障，在此表示衷心的感谢。

同时，感谢《中国自然地理系列专著》编辑委员会和中国科学院地理科学与资源研究所孙鸿烈院士、郑度院士、杨勤业研究员、吴绍洪研究员、张百平研究员、戴尔阜和程维明副研究员，中国科学院南京土壤研究所龚子同、杨劲松研究员，兰州大学胡双熙教授，北京师范大学赵济教授，华南师范大学卓正大教授，美国内布拉斯加（林肯）大学胡琪教授，以及新疆维吾尔自治区水文水资源局周聿超教授级高级工程师，科学出版社和中国科学院新疆生态与地理研究所的领导和同事们的热心帮助和大力支持。

本书是中国科学院新疆生态与地理研究所学科系列专著之一，得到中国科学院生态与环境科技创新基地、中国科学院科学出版基金和中国科学院知识创新工程项目支持，在此表示感谢。

由于时间仓促和作者经验不足，书中不妥之处在所难免，敬请读者指正。



2009年12月

目 录

序一
序二
前言

上 篇 总论

第一章 绪论	7
第一节 干旱区的定义与中国干旱区的范围	7
第二节 考察研究的历史回顾	10
第三节 研究的意义和目的	20
第二章 地理环境的基本特征及其形成背景	23
第一节 欧亚大陆中心的地理位置	23
第二节 高大山体与盆地相间的地貌格局	25
第三节 独具特色的大山盆气候	29
第四节 以内陆河流域为独立单元的水文水循环系统	33
第五节 全球气候变化的中国干旱区响应	36
第六节 人类活动在干旱区自然环境演变中的作用	40
第三章 地质基础与地貌特征	46
第一节 地貌的主体架构	46
第二节 地貌形成的主要因素	51
第三节 地貌类型及其特征	55
第四节 地质灾害	80
第四章 气候	83
第一节 气候环境的主要背景及基本特征	83
第二节 主要气候要素	91
第三节 主要气象灾害	105
第四节 气候区划	114
第五节 气候的未来情景	120
第五章 地表水文与水资源	124
第一节 基于水文特点的自然条件	124
第二节 陆地上独特的水文过程	128
第三节 内陆水循环与水量平衡	152
第四节 河流的洪水与枯水	164
第五节 河流的泥沙特征	169

第六章 地下水资源	174
第一节 地下水形成的自然条件.....	174
第二节 浅层地下水的形成、分布与特征.....	178
第三节 地下水资源评价.....	197
第四节 地下水资源的开发利用.....	218
第七章 主要水系与湖泊	226
第一节 额尔齐斯河（北冰洋）外流水系.....	226
第二节 内流（陆）水系.....	232
第三节 干旱区的湖泊.....	263
第八章 植物地理	290
第一节 植物区系的基本特征.....	290
第二节 植被分类系统及主要植被类型特点.....	302
第三节 植被分布的地带性规律与植被区划.....	316
第四节 植物多样性保护与生态恢复.....	330
第九章 土壤地理	350
第一节 土壤形成的自然条件和人为作用.....	350
第二节 土壤形成过程.....	354
第三节 土壤分类.....	356
第四节 土壤类型.....	362
第五节 土壤生态分区.....	439
第十章 陆栖脊椎动物地理	444
第一节 陆栖脊椎动物地理特征.....	444
第二节 动物地理区划.....	451
第三节 珍稀濒危陆栖脊椎动物.....	460

下 篇 分 论

第十一章 自然地理区划	473
第一节 自然地理区划工作的成就.....	473
第二节 对中国干旱区的认识.....	475
第三节 区划原则和分类系统.....	476
第四节 两大地区（带）.....	480
第五节 9个自然区.....	493
第十二章 阿拉善温带荒漠自然区	495
第一节 基本自然地理特征.....	495
第二节 资源环境特征.....	504
第三节 区位特色.....	522
第四节 生态恢复与保护.....	529
第十三章 河西走廊荒漠自然区	535
第一节 基本自然地理特征.....	535

第二节	资源与环境·····	539
第三节	区域开发史·····	555
第四节	区域可持续发展·····	559
第十四章	阿尔泰-塔城森林草原自然区 ·····	572
第一节	自然地理概述·····	572
第二节	区域主要自然地理特征·····	578
第三节	区域内部的差异性·····	580
第四节	区域环境与可持续发展·····	587
第十五章	准噶尔盆地荒漠自然区 ·····	596
第一节	基本自然地理特征·····	596
第二节	区域内部的差异性·····	601
第三节	资源与环境特点·····	605
第四节	自然保护区·····	611
第五节	环境现状·····	614
第六节	区域可持续发展·····	626
第十六章	伊犁-巴音布鲁克中天山自然区 ·····	628
第一节	天山山系构造演化概述·····	628
第二节	中天山及山间盆地·····	630
第三节	亚洲中部典型的山地层状地貌·····	634
第四节	生物气候环境·····	636
第五节	“山地水乡”景观·····	643
第六节	适应全球气候变暖的生物工程·····	652
第七节	生态系统的服务功能·····	658
第十七章	哈密(戈壁)荒漠自然区 ·····	660
第一节	自然地理环境的基本特征·····	660
第二节	资源与环境·····	668
第三节	人类活动对荒漠-绿洲的影响 ·····	673
第十八章	吐鲁番盆地荒漠自然区 ·····	682
第一节	地理位置·····	682
第二节	典型自然特征·····	682
第三节	自然特色与人文景观·····	687
第四节	绿洲文化·····	693
第五节	区域可持续发展·····	697
第十九章	塔里木盆地极端干旱荒漠自然区 ·····	705
第一节	自然地理环境概述·····	705
第二节	区域地理环境特征·····	722
第三节	区域环境问题·····	729
第四节	区域可持续发展·····	750

第二十章 库姆塔格-敦煌荒漠自然保护区	758
第一节 自然环境基本特征	758
第二节 资源与环境	766
第三节 资源开发与保护	778
参考文献	783

CONTENTS

Foreword I

Foreword II

Preface

Part I Physico-geographic factors

Chapter 1 Research Background	7
Section 1 Definition and extent of arid-land in China	7
Section 2 Historical retrospect of physico-geographic investigation and research in arid-land of China	10
Section 3 Significance and purposes of this research	20
Chapter 2 Main Characteristics and Formation of Arid Environment	23
Section 1 Geographic location of arid land in China in central Eurasian	23
Section 2 Mountain-Basin geomorphologic pattern	25
Section 3 Vertically differentiated climate	29
Section 4 Hydrological circling system	33
Section 5 Response of arid land in China to global climatic change	36
Section 6 Roles of human activities in the evolution of arid environment	40
Chapter 3 Geological Basis and Geomorphologic Characteristics	46
Section 1 Geomorphological pattern	46
Section 2 Main factors controlling and shaping landform	51
Section 3 Types and characteristics of landform	55
Section 4 Geological disasters	80
Chapter 4 Climate	83
Section 1 Background of arid climate	83
Section 2 Main climatic elements	91
Section 3 Meteorological disasters	105
Section 4 Climatic zoning	114
Section 5 Future scenarios of regional climate	120
Chapter 5 River Hydrology and Water Resources	124
Section 1 Characteristics of river hydrology and natural conditions	124
Section 2 Distinctive inland hydrologic process	128
Section 3 Inland hydrologic circulation and water balance	152
Section 4 Flood and low water of rivers	164

Section 5	Silt in inland rivers	169
Chapter 6	Ground Water Resources	174
Section 1	Natural formation condition of ground water	174
Section 2	Formation, distribution and features of shallow ground water	178
Section 3	Evaluation of ground water resources	197
Section 4	Exploration and utilization of ground water resources	218
Chapter 7	Characteristics of Main Water Systems and Lakes	226
Section 1	Exterior water system (the Ertix River)	226
Section 2	Interior water system	232
Section 3	Lakes in arid land	263
Chapter 8	Plant Geography	290
Section 1	Basic characteristics of flora	290
Section 2	Vegetation classification system and major vegetation types	302
Section 3	Vertical zonality and vegetation zoning	316
Section 4	Preservation and restoration of vegetation diversity	330
Chapter 9	Soil Geography	350
Section 1	Natural conditions and human factors for soil formation	350
Section 2	Soil forming process	354
Section 3	Soil classification	356
Section 4	Soil types	362
Section 5	Soil zoning	439
Chapter 10	Terrestrial Vertebrates	444
Section 1	Geographic features of terrestrial vertebrates	444
Section 2	Geographic zoning of terrestrial vertebrates	451
Section 3	Rare and endangered terrestrial vertebrates	460

Part II Regional Features

Chapter 11	Physico-geographic Regionalization	473
Section 1	Previous work on physico-geographic regionalization	473
Section 2	A new understanding to arid land of China	475
Section 3	Regionalization principles and classification system	476
Section 4	Two natural regions (temperature zones)	480
Section 5	Nine natural areas	493
Chapter 12	Alxa Temperate Desert Area	495
Section 1	Basic geographic features	495
Section 2	Characteristics of natural resources and environment	504
Section 3	Local unique properties	522
Section 4	Ecological restoration and preservation	529
Chapter 13	Hexi Corridor Desert Area	535