



陈 曦 总主编

《亚洲中部干旱区生态系统评估与管理》丛书

Series on "Ecosystem Assessment and Management of Arid Region in Central Asia"

# SOIL GEOGRAPHY OF CENTRAL ASIA

# 中亚土壤地理

张建明 胡双熙 周宏飞 等 编著

A.C. Сапаров Р.К. Кузиев

# 中亚土壤地理

张建明 胡双熙 周宏飞 等 编著  
А. С. Сапаров Р. К. Кузиев

## 内容简介

本书是对中亚干旱区土壤地理研究成果全面集成的总结性专著。全书共分三编。第一编分4章,分别阐述了中亚地区的土壤形成条件、土壤发生过程、土壤分类和分布规律。第二编分8章,在土类(亚类)的水平上讨论了主要土壤类型形成过程、剖面特征和理化性质。第三编1章,以哈萨克斯坦为例讨论了土壤肥力与作物生产力的关系以及合理施肥问题。

本书较为系统地总结了中亚地区土壤发生、分类和主要土壤类型的特征。该书资料丰富、结构合理,可供从事资源、环境、生态、自然地理和土壤地理科研、教学及生产部门的工作者参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

中亚土壤地理 / 张建明等编著. —北京:气象出版社,2012.12

(亚洲中部干旱区生态系统评估与管理)

ISBN 978-7-5029-5635-6

I. ①中… II. ①张… III. ①干旱区—土壤地理—中亚 IV. ①S159.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 287719 号

Zhongya Turang Dili

## 中亚土壤地理

张建明 等 编著

---

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街46号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cma.gov.cn>

责任编辑:李太宇 王亚俊

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:512千字

版 次:2013年12月第1版

定 价:110.00元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: [qxcbs@cma.gov.cn](mailto:qxcbs@cma.gov.cn)

终 审:周诗健

责任技编:吴庭芳

印 张:20

印 次:2013年12月第1次印刷

# 《亚洲中部干旱区生态系统评估与管理》丛书

## 编 委 会

总主编：陈 曦

编 委：（按姓氏拼音排序）

包安明 胡汝骥 吉力力·阿不都外力 李 彦 李耀明

罗格平 罗 毅 王亚俊 吴 森 肖文交 徐俊荣

杨德刚 杨 辽 杨维康 张 驰 张建明 张元明

周宏飞 周可法 Salamat ALAMANOV

David BLANK Ramazan KUZIEV(Р. К. Кузиев)

Ernazar MAHMUDOV Dyuxin MAMATKANOV

Ahmatkal MEDEU Xavket RAHIMOV

Kadirbek SAKIYEV Abdulla SAPAROV(А. С. Сапаров)

Gulnara SITPAYEVA Rustam USMANOV

## 序 一

自工业革命以来,以全球变暖为主要特征的全球气候环境变化问题日益突出,这种变化已经并将继续对自然生态系统和人类社会经济系统产生重大影响,成为人类可持续发展最严峻的挑战之一。中亚位于欧亚大陆的中心,远离海洋,气候干旱,受西风环流、北冰洋高纬气团和印度洋暖湿气流的交错作用,使得该区域温度、湿度变化较大,极端气候事件频发,生态系统脆弱,是全球变化的敏感区域。研究发现,近百年来,中亚区域地表温度呈现加速上升趋势,平均增温  $0.74^{\circ}\text{C}$ ,显著高于全球百年平均值。由此,导致了天山和阿尔泰山区的冰川面积持续减小,近 40 年缩减了  $15\%\sim 30\%$ ,区域水系统、农业系统和生态系统都发生了明显变化。

生态与环境问题一直是中亚各国政府关切的重要问题,中亚生态系统灾变——咸海生态危机更引起了国际社会的高度关注,联合国、上海合作组织以及中国政府都提出了相应的应对计划。2011 年 9 月,上海合作组织峰会发布了联合开展中亚区域生态系统保护的倡议。研究全球变化对中亚生态系统的影响和对策,对保障我国和中亚区域的国际生态安全、经贸通道的安全和发展意义重大,并可促进上海合作组织应对气候变化的科技合作。

《亚洲中部干旱区生态系统评估与管理》系列专著汇集了国内外 40 多家科研院所百余名科研工作者,是上海合作组织成员国第一次大型资源与环境科技合作研究成果。该系列专著对中亚区域基本气候和自然地理特征、生态系统变化规律进行了评估,内容丰富,科学性强,在我国尚属首次,具有重要的科学和实用价值,对研究全球气候变化条件下中亚地区生态系统的响应与适应特点,维护该区域生态安全具有重大的科学意义,对建设丝绸之路经济带具有重要参考价值。

秦大河

2013 年 12 月 4 日

## 序 二

新疆和中亚是亚欧内陆干旱区的主体,集中了全球 90% 的温带荒漠,是世界上独一无二的巨大温带荒漠生态系统,该区域独特的山地—绿洲—荒漠生态系统格局具有全球意义。亚欧内陆干旱区主要受西风环流以及北冰洋高纬气团、印度洋暖湿气流的影响,形成显著区别于非洲、美洲和大洋洲的水热组合,使其生态系统对全球气候变化响应过程独特而复杂。同时,该区域的植物是中亚植物区系与青藏、蒙古和古地中海的交汇区,对温度、水分变化十分敏感。

中亚区域生态系统十分脆弱,气候变化和人类活动影响极易引起生态系统的变化,甚至发生重大的生态灾难。中亚五国之间以及与新疆之间国际跨界河流交错,生态系统和自然地带相连贯通,局部的生态系统变化,亦可导致国际性生态问题。中亚咸海的逐步消亡成为世界著名的区域性跨国生态灾难。近年来降水和温度的变化,导致了该区域生态系统对全球变化的响应表现出更大的不确定性和复杂性,极端灾害事件更易发生。因此,深入开展全球变化背景下中亚生态系统变化和管理研究,对保障该区域生态安全、促进社会经济的可持续发展具有重大意义。

2012 年我和项目组成员一起考察了中亚的巴尔喀什湖流域和咸海流域,深切感受到中亚国家对生态系统保护和修复的热切期望。《亚洲中部干旱区生态系统评估与管理》系列专著凝聚了哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、土库曼斯坦众多科学家以及国内 18 家科研院校百余名科技工作者三年多的研究成果,是国际上首次对这一区域生态系统评估和管理的系统性研究成果。该系列专著对中亚区域气候、植物、动物、土壤、土地覆被变化进行了综合分析和评估,提出了中亚生态系统管理的对策和建议,资料和数据翔实,观点明确,具有重要的科学意义和应用价值,对该区域生物多样性保护、生态系统安全保障和促进上海合作组织生态与环境合作具有重大意义。



2013 年 12 月 5 日

## 前 言

中亚位于欧亚大陆腹地,是典型的大陆性干旱气候,占世界干旱区面积的三分之一。地理上广义的中亚地区是指里海以东的亚洲腹地地区,包括中亚五国(哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、乌兹别克斯坦和土库曼斯坦)以及中国、蒙古、俄罗斯、阿富汗、伊朗的部分地区。而通常意义上的中亚地区是指上述中亚五国,土地面积约 400 万  $\text{km}^2$ ,人口 5890 万。

中亚是全球变化的敏感地带,全球变化对中亚生态与环境产生了重大影响,生态与环境问题一直是中亚各国政府关切和研讨的重要问题,也是历届上海合作组织峰会研究的焦点,全球变化导致区域生态与环境问题对中亚社会—经济系统的影响是深远的。研究表明,中亚地区自 20 世纪初以来气温在持续上升,天山和阿尔泰山区的冰川面积持续减小,近 40 年已经缩减 15%~30%,导致了区域水系统、农业系统和生态系统的变化。同时,20 世纪初开始的大规模土地开垦引起的咸海生态危机等生态环境问题,更加剧了该地区生态与资源的竞争局面。因此,研究全球气候变化背景下的中亚地区资源与生态环境问题,对该区域生态环境保护与改善、社会经济的可持续发展意义重大,将为上海合作组织成员国生态保护与资源开发提供科学支持。

2010 年科技部设立了国家国际科技合作项目“中亚地区应对气候变化条件下的生态环境保护与资源管理联合调查与研究”、中国科学院—国家外国专家局设立了创新团队项目“中亚生态系统样带研究”、联合国 UNDP 资助项目“亚洲中部干旱区典型区域应对气候变化的生态系统管理”,由新疆维吾尔自治区科技厅组织,中国科学院新疆生态与地理研究所牵头承担,联合国内 17 家科研院校,包括:新疆大学、新疆农业大学、新疆师范大学、新疆农业科学研究院、新疆林业科学研究院、新疆畜牧科学研究院、新疆社会科学院、中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所、新疆遥感中心、中亚科技经济信息中心、中国科学院地理科学与资源研究所、中国科学院南京地理与湖泊研究所、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所、中国科学院深圳先进技术研究院、中国科学院遥感应用研究所、浙江大学、兰州大学。中亚国家参加本项目研究的合作单位 26 家,包括:哈萨克斯坦土壤与农业化学研究所、哈萨克斯坦植物研究所、哈萨克斯坦动物研究所、哈萨克斯坦地理研究所、哈萨克斯坦林业研究所、哈萨克斯坦国立大学、哈萨克斯坦农业大学,吉尔吉斯斯坦地质研究所、吉尔吉斯斯

坦水问题研究所、吉尔吉斯斯坦奥什大学、吉尔吉斯斯坦农业大学、吉尔吉斯斯坦国立大学,乌兹别克斯坦遗传研究所、乌兹别克斯坦土壤研究所、乌兹别克斯坦灌溉与水问题研究所、乌兹别克斯坦植物与动物研究所、乌兹别克斯坦国立大学,塔吉克斯坦地质研究所、塔吉克斯坦植物研究所、塔吉克斯坦动物研究所、塔吉克斯坦国立大学、塔吉克斯坦农业大学、塔吉克斯坦农业科学院、塔吉克斯坦水问题研究所,土库曼斯坦沙漠与动植物研究所、土库曼斯坦国立大学。

经过三年多的合作研究,中国科学家与中亚国家科学家共同完成了前述三个项目资助的系列专著的编写,采取项目首席领导下的总主编、卷主编、章主笔负责制,共撰写专著 18 部(中文、英文、俄文):中亚自然地理、中亚地质地貌、中亚土壤地理、中亚环境概论、中亚植物资源及其利用、中亚野生动物生态现状与保护管理(英文)、中亚生态系统演变与数据挖掘(英文)、中亚干旱生态系统对全球变化响应的模型模拟(英文)、中亚经济地理概论、中亚土地利用与土地覆被变化、气候变化对山地生态系统的影响(中文、俄文)、吉尔吉斯斯坦自然地理(中文、俄文)、哈萨克斯坦土壤与土地资源(中文、俄文)、乌兹别克斯坦水资源及其利用(中文、俄文),每部专著均有数十万字。本系列专著阐明了中亚区域气候、植物、动物、土壤和生态系统变化状况,预测了未来不同情境下生态系统变化趋势,提出了气候变化背景下中亚区域生态系统和自然资源管理的对策。

中亚干旱区资源和生态研究是一项长期的工作,本次出版的系列科学专著是对该区域气候变化下生态保护与资源管理的首次系统阐述,为中亚地区的可持续发展提供科技支撑。本项研究得到了国家科技部、中国科学院、新疆人民政府的大力支持和新疆科技厅精心的组织以及中外同行的大力协作和全体研究人员的不懈努力,研究成果是一项集体劳动的结晶,在此一并致谢。因是首次系统研究中亚资源和环境问题,难免存在不足之处,敬请指正。



2013 年 11 月 28 日

## 本卷前言

土壤圈处于地球大气圈、水圈、生物圈、岩石圈和人类智慧圈相互作用的界面,土壤的物质组成与性状、土壤圈的物质能量循环对生态与环境变化、自然资源持续利用、人类社会生存和发展具有重要的影响。

土地资源是人类生存的基础资源之一,也是人类经济社会可持续发展的主要资源因素。中亚土壤的形成、演变过程及其属性,对中亚地区的自然地理环境和国民经济发展起着重要作用。

近年来,中国与中亚各国的科学技术项目合作,经济贸易往来不断加深。在上海合作组织框架内开展了多方面的合作和交流,取得了丰硕的成果。为了使欧亚各国相互合作更加深入,经济联系更加紧密,发展空间更加广阔,共同建设“丝绸之路经济带”的区域间大合作,有必要重新认识中亚地区在区域间大发展中的重要地位和作用,有必要重新认识了解中亚自然地理环境的形成、演变过程及其对区域间经济可持续发展的重要价值和意义。以路为轴,以地为纸,以合作友好为画笔,一幅欧亚友好合作的“丝绸之路经济带”的宏大画卷必将跃然纸上。

全书共分为 14 章。第 1 章由胡汝骥、王亚俊完成;第 2~5 章由张建明、胡双熙根据相关文献编辑完成;第 6~14 章由张建明、周宏飞、胡双熙、吉力力·阿不都外力、А. С. Сапаров、Р. К. Кузиев、В. Е. Сектименко 完成。张建明、胡双熙对全书进行了统稿和编辑。中国科学院新疆生态与地理研究所文献中心的吴森等在基础资料整理、翻译,兰州大学资源环境学院吕荣芳等在资料收集、整理等方面做了大量工作,为按时完成本书提供了保障。气象出版社李太宇编审为本书的出版做了很多工作,在此表示衷心感谢。

本书是在国家科技部国际合作重大项目“中亚地区应对气候变化条件下的生态环境保护与资源管理联合调查与研究(项目编号:2010DFA92720)”和中国科学院、国家外国专家局创新团队项目“干旱区特殊生态过程样带研究”及联合国 UNDP 资助项目“亚洲中部干旱区典型区域应对气候变化的生态系统管理”的资助下完成的。感谢国家科技部、中国科学院和外国专家局、联合国 UNDP 及中国科学院新疆生态与地理研究所的大力支持,感谢兰州大学资源环境学院地球系统科学研究所的领导和同事们的热心帮助和大力支持。由于时间仓促和作者经验不足,书中难免出现差错,敬请指正。

作者

2013 年 10 月

# 目 录

序 一

序 二

前 言

本卷前言

|                        |        |
|------------------------|--------|
| 第 1 章 中亚的地理位置与特征 ..... | ( 1 )  |
| 1.1 地理位置 .....         | ( 1 )  |
| 1.2 生态地理基本格局 .....     | ( 2 )  |
| 1.3 社会经济概况 .....       | ( 11 ) |

## 第一编 土壤的形成、分类与分布

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| 第 2 章 土壤形成条件 .....       | ( 15 ) |
| 2.1 气候 .....             | ( 15 ) |
| 2.2 地貌及成土母质 .....        | ( 22 ) |
| 2.3 水文及水文地质 .....        | ( 35 ) |
| 2.4 植被 .....             | ( 38 ) |
| 2.5 土壤形成的人为因素 .....      | ( 45 ) |
| 第 3 章 土壤形成过程 .....       | ( 48 ) |
| 3.1 基本土壤形成过程 .....       | ( 49 ) |
| 3.2 土壤形成过程的主要特点 .....    | ( 51 ) |
| 3.3 土壤演变过程 .....         | ( 65 ) |
| 第 4 章 土壤分类 .....         | ( 67 ) |
| 4.1 土壤分类的基本原则和分类单位 ..... | ( 67 ) |
| 4.2 土壤分类系统 .....         | ( 69 ) |
| 第 5 章 土壤分布规律 .....       | ( 71 ) |
| 5.1 土壤水平分布规律 .....       | ( 71 ) |
| 5.2 土壤垂直地带性规律 .....      | ( 80 ) |
| 5.3 土壤区域性分布规律 .....      | ( 84 ) |

## 第二编 土壤类型及主要性状

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| 第 6 章 淋溶土纲和半淋溶土纲 .....  | ( 89 )  |
| 6.1 棕色针叶林土 .....        | ( 89 )  |
| 6.2 灰色森林土 .....         | ( 96 )  |
| 第 7 章 钙层土纲 .....        | ( 98 )  |
| 7.1 黑钙土 .....           | ( 98 )  |
| 7.2 栗钙土 .....           | ( 99 )  |
| 第 8 章 干旱土纲 .....        | ( 121 ) |
| 8.1 灰钙土 .....           | ( 121 ) |
| 8.2 棕钙土 .....           | ( 144 ) |
| 第 9 章 漠土土纲 .....        | ( 165 ) |
| 9.1 灰漠土 .....           | ( 165 ) |
| 9.2 灰棕漠土 .....          | ( 167 ) |
| 9.3 棕漠土 .....           | ( 169 ) |
| 第 10 章 初育土纲 .....       | ( 187 ) |
| 10.1 新积土 .....          | ( 187 ) |
| 10.2 龟裂土 .....          | ( 190 ) |
| 10.3 风沙土 .....          | ( 212 ) |
| 第 11 章 半水成土纲和水成土纲 ..... | ( 221 ) |
| 11.1 草甸土 .....          | ( 221 ) |
| 11.2 沼泽土 .....          | ( 234 ) |
| 11.3 泥炭土 .....          | ( 235 ) |
| 第 12 章 盐碱土纲 .....       | ( 236 ) |
| 12.1 盐土 .....           | ( 236 ) |
| 12.2 碱土 .....           | ( 262 ) |
| 第 13 章 其他土纲 .....       | ( 265 ) |
| 13.1 灌淤土 .....          | ( 265 ) |
| 13.2 高山(亚高山)草甸土 .....   | ( 268 ) |
| 13.3 高山(亚高山)草原土 .....   | ( 269 ) |
| 13.4 高山寒(漠)土 .....      | ( 270 ) |

## 第三编 土壤资源保护及利用

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| 第 14 章 土壤肥力与作物生产力 .....      | ( 275 ) |
| 14.1 保持和提高土壤肥力的途径 .....      | ( 275 ) |
| 14.2 矿质营养及其在提高土壤肥力中的作用 ..... | ( 279 ) |
| 参考文献 .....                   | ( 297 ) |

## 第1章 中亚的地理位置与特征

### 1.1 地理位置

中亚(中亚细亚),意指亚洲(亚细亚洲)的中部地区。

关于“中亚”这一地理概念在学术界认识并不统一。在西文中有 Central Asia(中亚)、Inner Asia(内亚), Hinterland of Asia(亚洲腹地)等;在俄语中有 Средняя Азия(中亚)和 Центральная Азия(中央亚细亚)。

根据联合国教科文组织最初的定义,“中亚”一词所指的范围是西起里海、东到大兴安岭,北自阿尔泰山、萨彦岭,南至喜马拉雅山的区域。包括阿富汗、巴基斯坦和伊朗的北部,印度西北部,塔吉克斯坦、土库曼斯坦、乌兹别克斯坦、吉尔吉斯斯坦和哈萨克斯坦的全部,中国的新疆、西藏、青海、甘肃河西走廊、宁夏北部和内蒙古全部及蒙古国西南部地区(胡振华,2006)。

有定义“中亚”范围西起里海、伏尔加河,东到中国的边界,北以咸海与额尔齐斯河的分水岭,并延伸至俄罗斯西伯利亚大草原的南部,南到伊朗、阿富汗的边界,包括哈萨克斯坦南部、乌兹别克斯坦、土库曼斯坦、吉尔吉斯斯坦和塔吉克斯坦全部。其地势东南高,西北低。中亚西部是图兰低地,有卡拉库姆沙漠、克孜勒库姆沙漠。北部和东北部是图尔盖台地和丘陵。平原地带海拔 $-28\sim 300\text{ m}$ ,部分洼地低于 $-132\text{ m}$ (卡拉吉耶洼地)。中部海拔最高处阿克套山 $922\text{ m}$ 。在东南部是天山山系和帕米尔—阿赖山地,最高峰海拔 $7495\text{ m}$ ,是中亚地区的“水塔”,河湖水系的源地。沿西南边界有科佩特山脉。

也有认为“中亚”范围,不仅包括上述五国的全境,还包括中国干旱区及蒙古国西南部。即西起里海、伏尔加河,东至中国贺兰山—乌鞘岭以西,北到咸海与额尔齐斯河的分水岭,并延伸至俄罗斯西伯利亚大草原南部和蒙古国西南部,南到阿富汗、伊朗边界,并延伸至中国昆仑山、祁连山。中亚西部是图兰低地,有卡拉库姆沙漠和克孜勒库姆沙漠相连。其北部与东北部是图尔盖台地和哈萨克丘陵。东部有准噶尔盆地、塔里木盆地和河西走廊。有塔克拉玛干沙漠、古尔班通古特沙漠。天山山脉横亘于中部,将其分割成生态地理环境明显差异的东西两部分。

对“中亚”,还有把哈萨克斯坦排除在外的划分法。即中亚四国:乌兹别克斯坦、土库曼斯坦、吉尔吉斯斯坦和塔吉克斯坦。

本书所介绍的中亚仅限于中亚五国,即哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、土库曼斯坦、吉尔吉斯斯坦和塔吉克斯坦。地理位置: $46^{\circ}45'28.13''\sim 87^{\circ}21'47.81''\text{E}$ ,  $35^{\circ}5'2.24''\sim 52^{\circ}33'30.49''\text{N}$ (图1.1)。

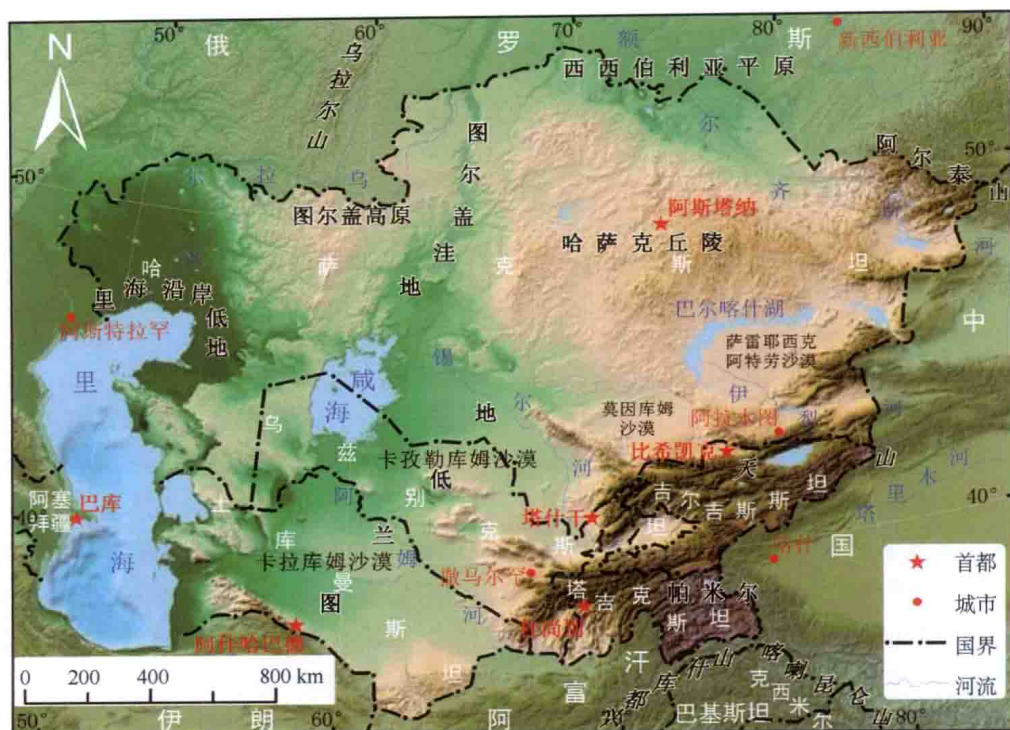


图 1.1 研究区范围(阿布都米吉提,2013)

## 1.2 生态地理基本格局

中亚五国是陆地北半球温带、暖温带面积最大的世界干旱区,即亚洲中部干旱区的重要组成部分。同时,它又是世界上生态与环境十分脆弱,自然资源和能源相对富集的区域。总体上看,中亚五国的地势东南高耸,西北低下,其中塔吉克斯坦境内的帕米尔高原海拔 4000~7500 m,是中亚五国的制高点。帕米尔高原与分布在吉尔吉斯斯坦和哈萨克斯坦东部天山山脉相联结,犹如一条高大而又十分宽厚的“山墙”,绵延在中亚五国的东部边缘。它阻挡着西风气流,同时,截获丰富的水分,形成中亚五国唯一水源补给地区(图 1.2)。而广泛分布在海拔 200~400 m 平原盆地中的荒漠绿洲,主要依赖于山区河流出口径流量维持生机。这样,山地森林草原—盆地平原绿洲寓于荒漠,并与荒漠共存的一幅别致的生态地理系统画卷,构成了中亚五国生态地理基本格局(陈曦等,2013)。

### 1.2.1 高差悬殊的山盆地貌

亚洲中部地区的干旱地理环境由来已久,是由多种因素综合作用形成的。地质时期,强烈而又频繁的构造运动及其所产生的大型地质构造框架,为中亚五国地理环境的形成创造了先决条件。在大地构造上,亚洲中部干旱区具有若干个大型的前震旦纪古老地块和中生代地槽褶皱带,并有印度板块不停顿的向北撞击欧亚大陆板块,新构造运动活跃。前者长期处于稳定状态,而后者则是构造运动频繁演绎,经过多期(次)强烈的构造活动,在中亚五国境内产生了许多大型的地质架构,呈现出面积很大的内陆盆地和谷地,以及规模宏伟而又壮观的山系和高原,从而形成山系与山系相接,盆地、谷地与山系相间的特殊地貌景观。

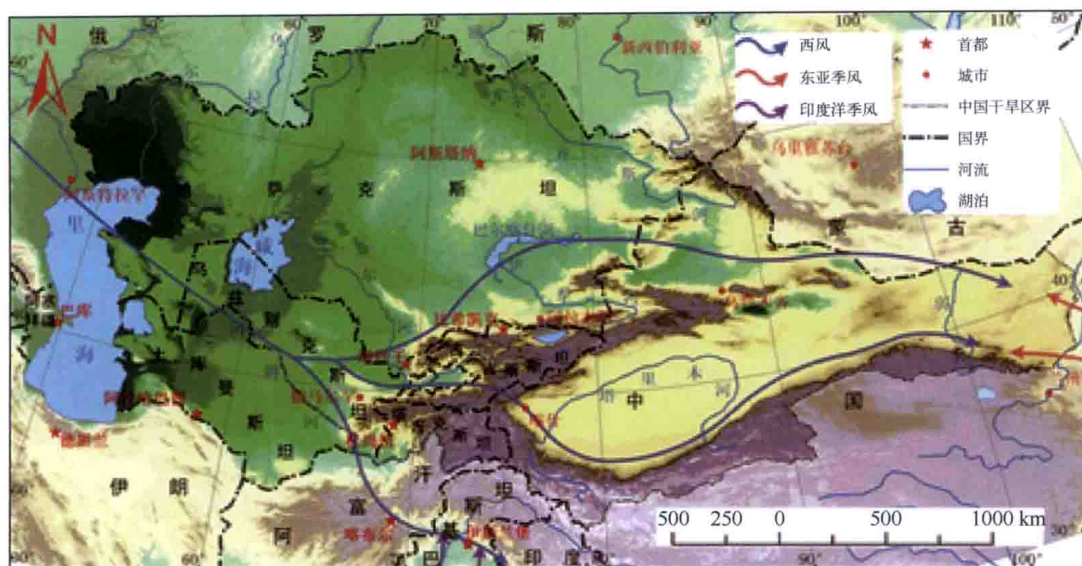


图 1.2 亚洲中部干旱区大气环流形势图(胡汝骥, 2013)

地处中亚五国东南部的帕米尔高原是该地区地势最高的区域(海拔 6000~7500 m)。天山山脉与帕米尔高原相接,横亘于中亚五国的东部边界,同时,与东北边界的阿尔泰山相连,构成一道巨大的屏障,阻挡并拦截大量西风气流携带的水汽,在山区形成丰富的降水(雪),构成中亚五国的水源供应基地。在这些大山系间还有费尔干纳盆地、伊赛克湖盆地、楚河谷地(又名碎叶河谷地)、阿赖谷地、恰特卡尔谷地、塔拉斯谷地、瓦赫什河谷地和伊犁河谷地等,以及阿姆河和锡尔河等的尾间湖沼低地,还有咸海西南面的萨雷卡梅什洼地(有称盆地),低于海平面 -38 m;图兰低地位于阿姆河三角洲,最低处卡拉吉耶洼地,海拔 -132 m。有卡拉库姆沙漠、克孜勒库姆沙漠。除里海、咸海(又名阿拉尔海)、巴尔喀什湖、斋桑泊、田吉兹湖和萨瑟科尔湖等大湖外,在哈萨克斯坦西北部的图尔盖地区分布着数以千计的小湖泊(吉力力·阿不都外力等, 2012)。纵观上述,中亚五国海拔 200~400 m 干旱台地和平原上的河湖水体均来自于山区河流补给。造成中亚五国干旱和极干旱区的一个重要原因,在于上述诸大山系受大陆板块撞击而大幅度隆升,成为层层屏障,阻挡了太平洋和印度洋湿润气流的侵入,微弱的湿润气流只能来自遥远的大西洋和北冰洋以及沿途的地中海,并由西风携来本地区。

这样,在大气环流和大地质地貌的共同作用下,中亚五国的主要地貌无不打上干旱的印记,沙漠、戈壁、劣地随处可见,呈现出一派荒漠地貌景观(图 1.3)。

### 1.2.2 典型的山地气候环境

(1) 中亚五国深居欧亚大陆腹地,在地球气候系统中属西风气候区。高空西风带从北冰洋和大西洋输送来微弱的湿冷水汽,受境内垂直地形(山脉与高原)的拦截,为气流动力抬升运动及降水的形成创造了条件,降水集中分布在该区域东南、东和东北部的帕米尔—阿赖山系、天山山脉和阿尔泰山的迎风山坡。如费尔干纳的山前地带,吉尔吉斯与乌兹别克斯坦的交界地段,降水 425 mm;向上海拔 1000 m 处降水 700 mm 以上;海拔 1700 m 处降水 1000 mm 以上;海拔 2740~3100 m,降水 1100 mm 左右。再往上年降水量可达 2 000 mm。据 G. F. Glazyrin

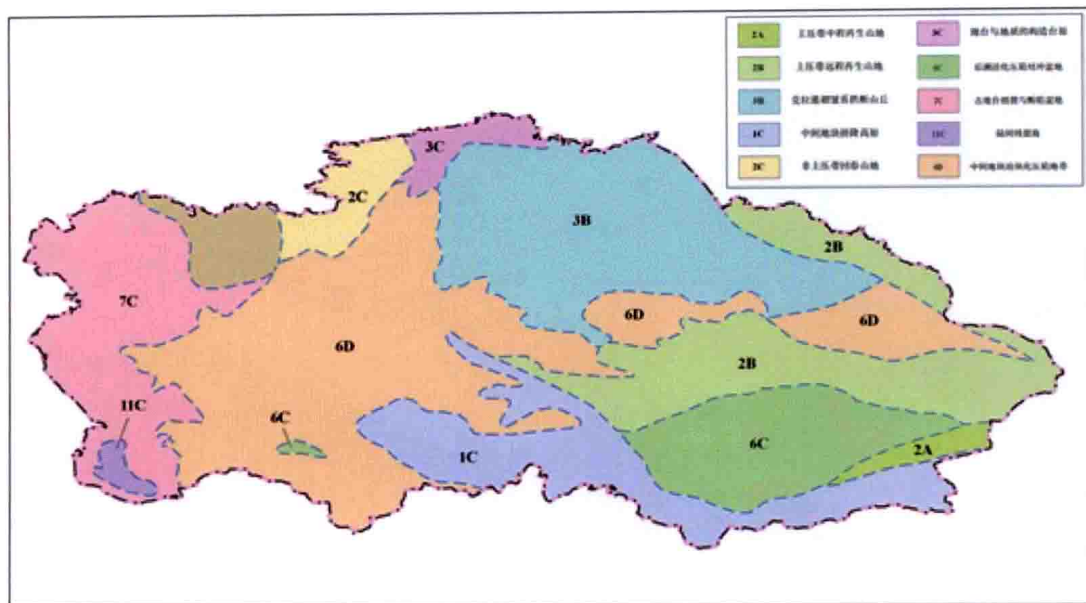


图 1.3 中亚地貌图(杨发相,2013)

(2012)的研究<sup>①</sup>,阿姆河中上游年降水量有 3000 mm。天山、阿尔泰山的降水量也遵循随海拔高度的升高而递增的规律。天山、阿尔泰山的森林—草原带降水量达 1000 mm 左右(胡汝骥, 2004)。

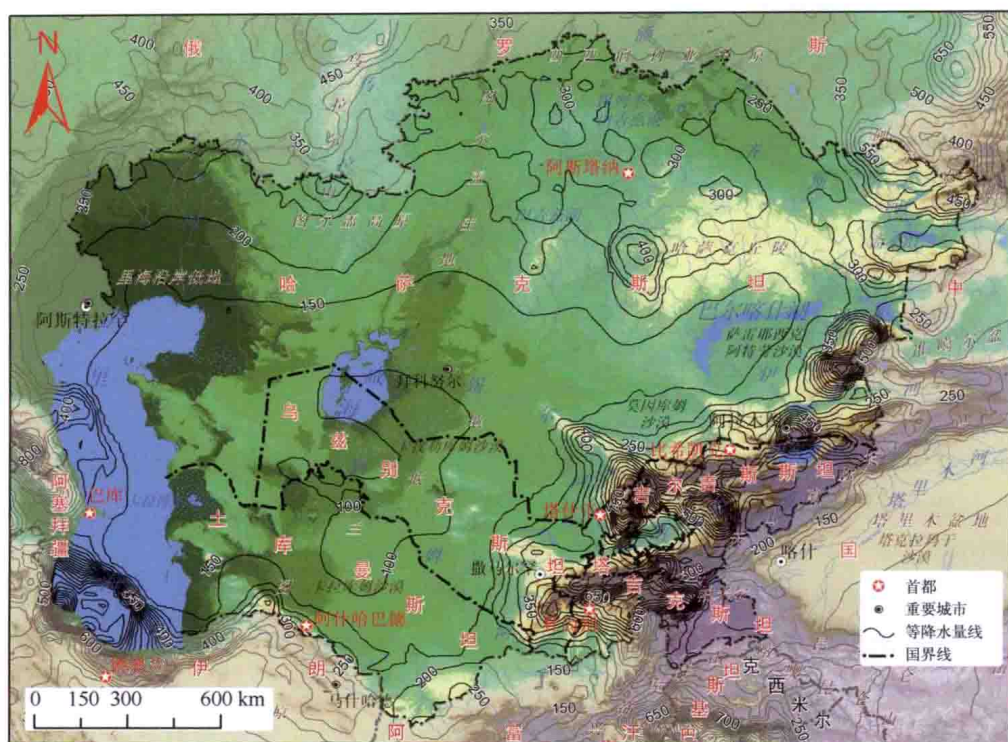
(2)应该指出,受山地效应的影响,高大的周边山脉屏蔽了山系内部地区,锋面云在翻越山岭时消失,背风坡、谷地、盆地和峡谷的降水量急骤减少,广袤的内天山较少降水(胡汝骥, 2013),以至于许多山间盆地和谷地(阿克奇拉克、阿克赛、卡腊科尔等)以气候干旱著称。这些盆地的降水量比迎风坡少约 100 mm。伊赛克湖盆地的年降水量为 200~400 mm,而且南(242 mm)北(399 mm)相差较大,干旱程度明显。

(3)受青藏高原冬季风——反气旋环流的影响,吉尔吉斯和塔吉克斯坦东南部冬季低纬暖湿气流(印度洋暖湿气流)与中高纬度的干冷气流(北冰洋)汇合,从而降水增多(图 1.4)。塔吉克斯坦降水在 160 mm 以上,吉尔吉斯斯坦 100 mm 左右,哈萨克斯坦东南部降水在 90 mm 左右,中北部为 45 mm 左右,伊犁河谷和额尔齐斯河谷在 30 mm 以上。同时,受地中海气候的影响,中亚五国自西南到东北,冬春季降水量明显大于夏秋季,以夏季最小,并且降水总量自西向东逐渐减少。

(4)中亚广大平原盆地地区水热不同期是又一大气候特征。由图 1.5 可见,中亚年平均气温与年降水分布在地理上完全相反。在平原地区,特别在夏季,乌兹别克斯坦和土库曼斯坦及哈萨克斯坦南部降水量不足 15 mm,而平均气温则分别高达 27 °C 和 24 °C,天气干燥炎热蒸散强烈,人类经济社会活动完全依赖于山区河流出山径流维系,大陆性气候特征显明(黄秋霞, 2013)。应该指出,乌兹别克斯坦和土库曼斯坦冬季平均气温在 0 °C 以上,哈萨克斯坦南部接近 0 °C,这有利于荒漠植物生长和人类社会活动。土库曼斯坦是中亚五国气温较高的地区,年

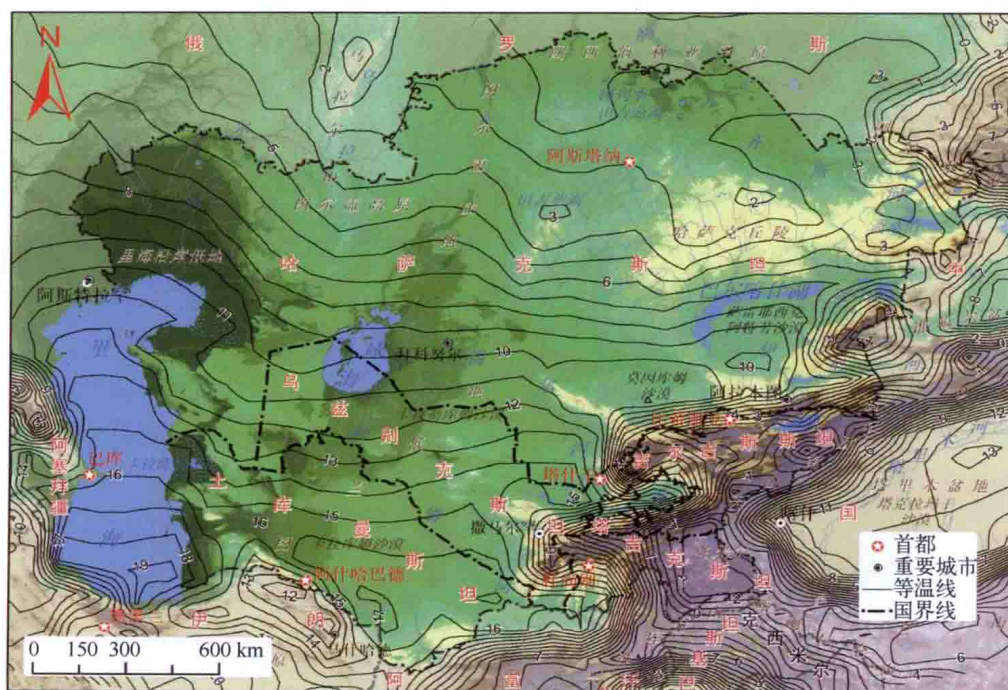
<sup>①</sup> Glazyrin G F. The influence of deglaciation on the runoff in Central Asia. Cryosphere of Eurasian Mountains: The International Conference Devoted to the Opening of the Central Asia Regional Glaciological Centre as a Category 2 Centre under the auspices of UNESCO; Almaty, 2012; 54.

平均气温在  $15^{\circ}\text{C}$  以上,乌兹别克斯坦次之。哈萨克斯坦年平均气温与纬度高低成正比。塔吉克斯坦西部年平均气温  $-3^{\circ}\text{C}$  以下,吉尔吉斯斯坦东南部在  $0^{\circ}\text{C}$  以下。



(根据日本气象局人文自然气象研究所的同化栅格数据  $0.25^{\circ}$ , 1950—2007 修正而成,等值线间隔为 50 mm)

图 1.4 亚洲中部干旱区降水量等值线



(据普林斯顿大学水文系下载的全球气温同化栅格数据  $(0.5^{\circ})$ , 1948—2006) 处理而成,等值线间隔为  $1^{\circ}\text{C}$ )

图 1.5 1971—2000 年中亚年平均气温平均分布

(5) 光热资源丰富, 但不稳定。中亚五国气温年较差小, 但日较差大, 一般在  $20\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。灾害天气气候种类繁多。主要有干旱、寒潮、大风、沙(盐)尘暴、低温冷冻、霜冻、冰雹、暴风雪、暴雨山洪泥石流和干热风等。

综上所述, 中亚五国降水 and 气温在空间分布和时间演变上, 既表现出地区整体性, 又有其独立性。土库曼斯坦和乌兹别克斯坦及哈萨克斯坦南缘的沙漠地区, 是中亚五国最为干旱的地区, 也是气温最高, 蒸散旺盛的地区, 夏季炎热, 冬季温暖。塔吉克斯坦和吉尔吉斯斯坦位于青藏高原西侧, 受高原动、热力作用的影响, 冬季和春季降水多, 而夏季降水少, 是中亚五国较为湿润的地区, 气温变化幅度相对较小。哈萨克斯坦大陆性气候特征较为明显, 降水西多东少, 主要在夏季。气温变化幅度较大, 西暖东冷, 西部最高气温降低, 最低气温升高(胡汝骥等, 2002)。中亚五国整体气温年较差小。

### 1.2.3 独特的内陆水分循环模式

基于中亚五国特殊的地理位置、地形及气候环境, 降水高度集中在山区、盆地平原谷地降水稀少且不能产生地表径流, 山区河流出山口径流量成为决定盆地平原谷地一切生命赖以生存的主要因素。

中亚五国的河流都源自于山区, 没有通向大洋的通道(除额尔齐斯河)。河水出山口后, 除被引用发展绿洲灌溉经济外, 大多滞水于平原河流的尾间形成湖泊, 少量消失于荒漠和盐沼。这样就构建成一个完整的以流域为单元的内陆水分循环系统(图 1.6)。这个系统是在全球水分循环的大背景下进行的, 因此, 每一条流域在陆地是封闭的, 而且都拥有自身的径流形成区(山区产流区)、自己的天然河道和自己在盆地平原的尾间水体, 即内陆湖沼水域。而在空中是开放的, 即返回的路径是自己定常的大气底层的山谷环流。它们携带水汽、盐粒、尘埃微粒和孢子花粉、昆虫幼体, 甚至其他生物物质, 由盆地平原输送到山区。

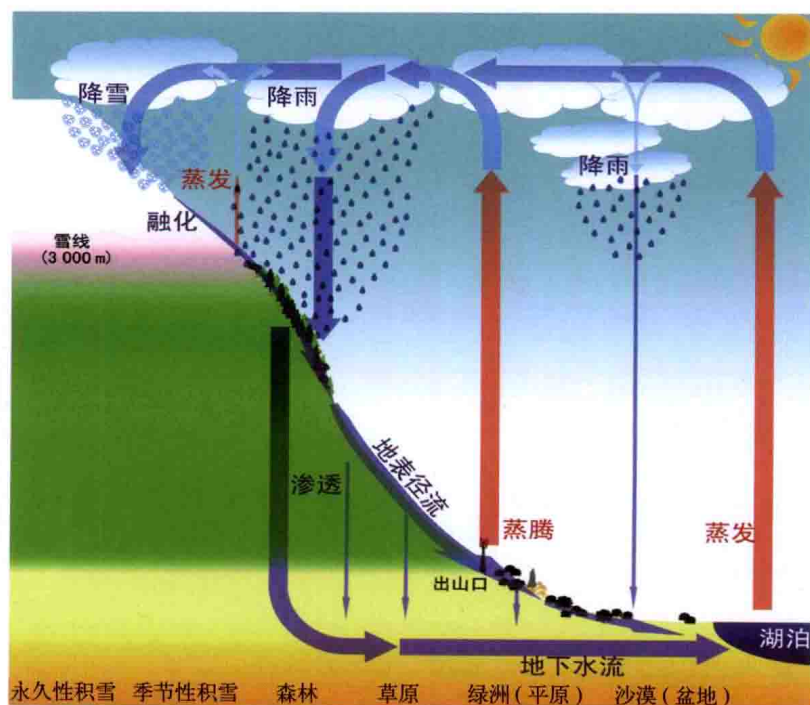


图 1.6 干旱区内陆水分循环示意图(胡汝骥、阿布都米吉提, 2013)