

普通高等教育规划教材

DESERTIFICATION

荒漠化与防治教程

HUANGMOHUA YU
FANGZHI JIAOCHENG

赵景波 罗小庆 邵天杰 主编



中国环境出版社

普通高等教育规划教材

荒漠化与防治教程

赵景波 罗小庆 邵天杰 主编

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

荒漠化与防治教程/赵景波, 罗小庆, 邵天杰主编. —北京: 中国环境出版社, 2014.2

ISBN 978-7-5111-1421-1

I. ①荒… II. ①赵… ②罗… ③邵… III. ①沙漠化—防治—高等学校—教材 IV. ①P941.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 011172 号

国审字 (2014) 第 340 号

出版人 王新程
责任编辑 沈建
责任校对 尹芳
封面设计 彭杉
封面图片 赵景波



出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67113412 (教材图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2014 年 2 月第 1 版
印 次 2014 年 2 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 18.5
字 数 448 千字
定 价 36.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序 言

荒漠化与防治是根据社会发展和社会需要而兴起的新兴学科，是环境科学专业的重要专业课。学习该课程对认识荒漠化发生的原因、发生动力与机制及影响因素有重要作用，对掌握荒漠化防治技术、措施、原理有重要作用，对改善生态环境、遏制荒漠化的扩展和促进农牧业发展有重要实际意义。

环境科学研究的内容包括两个大的方面，一是城市环境的污染研究与防治，二是生态环境退化的研究与防治。目前，我国的环境科学专业开设的有关城市环境污染与防治方面的课程很多，而开设生态环境退化与防治方面的课程很少，这是需要加强的。特别是在荒漠化问题非常突出的我国西北地区，加强荒漠化与防治方面的课程是非常必要的。

虽然荒漠化一词早在 1949 年就已经正式提出，但在国内外还很少见到出版的《荒漠化与防治》教材。过去出版的相近教材仅有孙保平教授编写的《荒漠化防治工程学》，这是侧重于荒漠化工程治理的教材。目前还未见有侧重于荒漠化发生理论内容的教材。本教材主要收集和利用了前人的研究成果和资料，也体现了编者研究的新成果。教材既注意收集国际荒漠化研究的新成果，又紧密结合我国实际，增添具有我国特色的内容。教材主要根据荒漠化动力进行荒漠化的分类，同时也考虑我国的实际，将我国南方石灰岩地区的石漠化和亚热带湿润地区的红土退化分别列为一章，以促进我国南方土地退化的治理。教材侧重于荒漠化发生的理论内容，兼顾荒漠化防治的技术与措施。教材内容全面，系统性强，深浅兼顾，重点突出，便于学习掌握，希望能为我国荒漠化防治人才的培养、为农牧业发展和生态环境保护起到良好作用。

本教材是以荒漠化动力类型的介绍为主线，分析提出了各类荒漠化发生的第一动力和第二动力，还包括了本书编者提出的生物动力荒漠化类型。教材各章附有思考题和主要参考文献，便于学习时参考，利于读者对有关问题开展深入研讨。本书为本科生教材，也可作为研究生和研究人员及环境管理工作者的参考书。

本教材内容共分十章，其中第一章、第三章第一节至第八节、第五章、第六章第

一节至第四节、第八章第一节至第三节和第九章由赵景波编写，第二章、第四章、第六章第五节和第八章第四节由罗小庆编写，第三章第九节至第十一节、第七章和第十章由邵天杰编写，全书由赵景波教授统稿。协助编写工作的还有陈宝群、楚纯洁、岳应利、张慧慧、白小娟、白君丽、马晓华。

由于时间紧迫和编者水平所限，书中在内容选取和问题分析等方面会存在一定的不足之处，希望读者批评指正。

赵景波

2013年10月于西安

目 录

第一章 绪论	1
第一节 荒漠化的概念	1
第二节 荒漠化的分布	4
第三节 荒漠化类型	8
第四节 荒漠化发生原因	13
第五节 荒漠化的危害	17
第六节 荒漠化与防治研究的内容	19
第七节 荒漠化与防治和相关学科的关系	21
第二章 荒漠化地区的自然环境	26
第一节 荒漠化地区的气候	26
第二节 荒漠化地区的土壤	29
第三节 荒漠化地区的植被	33
第四节 沙漠化地区的水分循环与水分平衡	38
第五节 荒漠化地区的地质与地貌	41
第六节 荒漠化地区的水文与水资源	47
第三章 风蚀沙漠化与防治	56
第一节 风力作用与沙丘移动	56
第二节 风蚀沙漠化的分布和人为成因类型	68
第三节 草地沙漠化的动力	70
第四节 沙漠化发生机理	73
第五节 草地风蚀沙漠化的等级和地表景观	76

第六节	沙漠化的危害	82
第七节	风蚀沙漠化防治的原理	85
第八节	防治风蚀与风积的工程技术	89
第九节	防治风蚀沙漠化的植被技术	99
第十节	风沙区防护林体系	108
第十一节	沙地造林树种和密度	111
第四章	水蚀荒漠化与防治	120
第一节	土壤水蚀分布和类型	120
第二节	水蚀荒漠化的水动力作用	122
第三节	水动力侵蚀类型	125
第四节	影响水蚀的因素	130
第五节	水蚀荒漠化的等级和地表景观及危害	137
第六节	防治水蚀荒漠化的工程技术	140
第七节	防治水蚀荒漠化的植被技术	159
第五章	蒸发盐渍荒漠化与防治	169
第一节	土壤盐渍化的分布和形成过程	169
第二节	盐渍土的形成条件和动力	174
第三节	盐渍化的类型与等级	179
第四节	土壤盐渍化的危害	182
第五节	盐渍化的防治措施	184
第六章	石漠化与防治	196
第一节	石漠化的概念与石漠化分布	196
第二节	石漠化发生动力和条件	201
第三节	石漠化的等级与景观	207
第四节	石漠化的危害	209
第五节	石漠化治理技术与措施	211

第七章 亚热带湿润红土区的土地退化与防治	220
第一节 湿润红土区土地退化的分布与类型	220
第二节 湿润红土区土地退化动力及影响因素	223
第三节 湿润红土区土地退化的等级和景观	225
第四节 湿润红土区土地退化防治措施	229
第八章 冻融荒漠化与防治	234
第一节 冻融荒漠化分布和影响因素	234
第二节 冻融荒漠化发生的动力	236
第三节 冻融荒漠化的等级与危害	239
第四节 冻融荒漠化的防治措施	242
第九章 生物动力荒漠化与防治	246
第一节 放牧生物动力土质荒漠化	246
第二节 人为动力荒漠化	249
第三节 生物动力荒漠化治理技术与措施	257
第十章 荒漠化监测与评价	263
第一节 荒漠化监测	263
第二节 荒漠化评价	277

第一章 绪 论

荒漠化(Desertification)是当前危及人类生存的重大环境问题和自然灾害之一,自1977年联合国荒漠化会议以来,荒漠化问题已引起了国际社会的广泛关注。1992年联合国环境与发展大会通过了《21世纪议程》,把防治荒漠化列为国际社会优先采取行动的领域,充分体现了当今人类社会保护环境与可持续发展的新思想。1994年签署的《联合国防治荒漠化公约》,体现了国际社会对防治荒漠化的高度重视。土地荒漠化所造成的生态环境退化和经济贫困,已经成为21世纪人类面临的最大威胁。

我国是世界上受荒漠化危害最严重的国家之一,经过长期努力,我国荒漠化防治工作成效显著,但是荒漠化加剧扩展的趋势却始终没有得到有效控制,严重制约着荒漠化地区乃至我国人口、资源与环境的可持续发展。只有遏制荒漠化扩展,改善生态环境,才能进一步提高我国在国际社会中的影响力和参与度,因此,对荒漠化的研究与治理刻不容缓。

第一节 荒漠化的概念

一、国际对荒漠化概念的认识

国际上提出 Desertification (荒漠化)有60余年的历史,对这一概念有100多个定义。在学术界就 Desertification 及其定义问题曾存在很大分歧,争论焦点主要集中在如下几个方面:①荒漠化一词从学术角度上来看,有无存在的必要性。②关于荒漠化的空间尺度,大多数国内外学者都认为荒漠化主要发生在干旱、半干旱和部分半湿润区,一些学者则提出还应包括荒漠区或极端干旱区,还有少数人则提出应包括湿润地区,即荒漠化可能发生在地球上的任何地区。③关于荒漠化的判别标准,Ludwig 认为荒漠化是指特定气候区域内土地退化的过程,Hare 认为荒漠化是土地退化的最终结果,Balling 认为荒漠化既是其过程也是其结果。④关于荒漠化的成因,大多数学者认为人类活动应该看作是有史以来对荒漠化影响最大的因子,但干旱在土地退化中起什么作用,荒漠化发展趋势的判定等问题还未得到广泛的统一。

荒漠化的研究历史可以追溯到1921年,Bovill 通过对萨那加河干涸原因的考察得出撒哈拉荒漠南缘人类居住环境的恶化是“荒漠入侵”的结果。美国科学家 Lowdermilk 1935年在其著作《人造荒漠》一书中也曾指出,人类放牧及耕作破坏了植被,导致了荒漠边缘

从真正的荒漠地带向非荒漠地带扩展。这均是早期人类进行荒漠化研究的雏形。

Desertification 一般认为最早是由法国科学家 Aubreville 提出的。1949 年,他在研究非洲撒哈拉沙漠以南赫尔地区的生态问题时指出,这一地区的热带森林界限后退了 360~400 km,是由于滥伐和火烧造成的,他首次将热带森林逐渐演变为热带草原,最终变成类似荒漠景观的环境退化过程称为 Desertification。

1972 年,在斯德哥尔摩“人类环境问题”大会上,科学家们采用 Desertification 来表征土地退化,尤其是以土壤和植被退化为主的环境变化,并成立了联合国环境规划署(UNEP)作为全球荒漠化防治的领导机构,至此,Desertification 问题开始在全球范围内引起了广泛关注。

1975 年,Lamprey 对 Sahel 沙漠边缘的沙漠移动进行了量化。根据实地调查结果和航空照片,Lamprey 断言撒哈拉沙漠南缘在过去的 17 年中,向南扩展了 90~100 km,并且还以 5.5 km/a 的速度继续向南扩展。这一结论受到国际社会的广泛认可,曾被一些国际组织和一些国家政府的官方文件多次引用,UNEP 也将荒漠化称为“流沙的移动”。

1976 年,Rapp 等把荒漠化定义为“在干旱和半干旱或年平均降水量在 600 mm 以下的半湿润地区,由于人类影响或气候变化,引起沙漠扩展的过程”。

1977 年 8 月 29 日至 9 月 9 日,联合国在肯尼亚首都内罗毕召开了联合国荒漠化会议,目的是确立 Sahel 国家荒漠化引起的社会和经济问题的防治措施,大会给出的荒漠化定义是“荒漠化是土地生物潜力的下降或破坏,并最终导致类似荒漠景观条件的出现”。Desertification 的这一定义作为第一个荒漠化定义被联合国正式采纳。

1977 年联合国荒漠化会议之后,关于荒漠化的概念在国际学术界引起了激烈的争议,为此 UNEP 曾专门设立“联合国环境规划署荒漠化涵义综述及其意义”的研究项目,由肯尼亚内罗毕大学的 Odingo 主持。此后,联合国环境规划署和粮农组织在研究荒漠化评价和制图方法时,提出了对荒漠化的修改定义:“荒漠化是气候和/或土壤干燥地区,经济、社会及自然等多重因素作用下的综合结果,它打破了土壤、植被、大气和水分之间的自然平衡,继续恶化将导致土地生物潜能的衰减或破坏、生存环境劣化、荒漠景观增多”。

1984 年,联合国环境规划署(UNEP)第十二届理事会上,在荒漠化防治行动计划(PACD)中,荒漠化定义进一步被扩展:“荒漠化是土地生物潜能衰减或遭到破坏,最终导致出现类似荒漠的景观。它是生态系统普遍退化的一个方面,是为了多方面的用途和目的而在一定时间谋求发展,提高生产力,以维持人口不断增长的需要,从而削弱或破坏了生物的潜能,即动植物的生产力。”

1991 年,UNEP 在防治荒漠化第八次顾问会议上对荒漠化的定义进行了修订和补充,指出“荒漠化是在干旱、半干旱和半湿润地区由于人类的不利影响引起的土地退化。”

1992 年 6 月 3—14 日在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上把荒漠化定义为:“荒漠化是由于气候变化和人类活动等因素所造成的干旱、半干旱和半湿润地区的土地退化。”这一定义基本为世界各国所接受,并作为荒漠化防治国际公约制定的思想基础而被列入《21 世纪议程》。

1993—1994 年,国际防治荒漠化公约政府间谈判委员会(INCD)经多次反复讨论,最后于 1994 年 10 月在巴黎签署的《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《公约》)中对荒漠化更详细地定义为荒漠化是指包

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。其中“干旱、半干旱和亚湿润干旱地区”是指年降水量和潜在土壤水分蒸发散比值在 0.05~0.65 的地区,干旱区的为 0.05~0.20,半干旱区的为 0.21~0.50,半湿润区的在 0.51~0.65,不包括极区和副极区。该定义明确了以下 3 个问题:①“荒漠化”是在包括气候变化和人类活动在内的多种因素的作用下引起和发展的;②“荒漠化”发生在干旱、半干旱及半湿润区,这就给出了荒漠化产生的背景条件和分布范围;③“荒漠化”是发生在干旱、半干旱及半湿润地区的土地退化,将荒漠化置于宽广的全球土地退化的框架内,从而界定了其区域范围。《公约》还对与荒漠化有关的“土地”“土地退化”作了定义,“土地”指具有陆地生物生产力的系统,由土壤、植被、其他生物区系和在该系统中发挥作用的生态及水文过程组成;“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、水浇地或草地、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,包括风蚀和水蚀致使土壤物质流失,土壤的物理、化学和生物特性或经济特性退化及自然植被长期丧失。在《公约》的第 15 条中又指出,“列入行动方案的要点应有所选择,应适合受影响国家缔约方或区域的社会经济、地理和气候特点……”这表明对荒漠化的认识还需要结合本国区域的特点和实际。

二、国内对荒漠化概念的认识

我国荒漠化就其研究的内容而言,可以追溯到 20 世纪三四十年代。自 1977 年联合国荒漠化会议以来,我国有关科研机构和生产部门对荒漠化逐渐重视起来,但限于当时的科研水平,仅将研究的重点和大部分力量投入到沙质荒漠化(简称沙漠化)的研究中。

1994 年以前,由于传统或习惯的原因,Desertification 在我国被译为沙漠化,荒漠化在我国仅仅被作为沙质荒漠化的定义。国内大多数学者根据自身理解提出了沙质荒漠化的概念,但在对其概念内涵的具体认识上尚有分歧。

朱震达在 1981 年和 1984 年认为沙漠化是在干旱、半干旱(包括部分半湿润)地区脆弱的生态系统条件下,由于人为过度的经济活动,破坏生态平衡,使原非沙漠的地区出现了以风沙活动为主要特征的类似沙质荒漠环境的退化,使生物生产量显著降低,导致可利用土地资源的丧失。

吴正 1991 年认为朱震达提出的沙漠化概念指征明确、范围具体、便于实用,比较符合我国实际情况,但是也有一些地方不够严谨。他认为,沙漠化比较确切的定义应该指在干旱、半干旱和部分半湿润地区,由于自然因素或受人为活动的影响,破坏了自然生态系统的脆弱平衡,使原非沙漠地区出现了以风沙活动为主要标志的类似沙漠景观的环境变化过程,以及在沙漠地区发生了沙漠环境条件的强化过程。简而言之,沙漠化就是沙漠的扩张过程。

朱震达 1991 年根据 UNEP 关于荒漠化的评估,结合我国实际情况,提出了土地荒漠化的更完善的概念,即土地荒漠化是在脆弱的生态条件下,由于过强的人为活动、经济开发、资源利用与环境不相协调下出现类似荒漠景观的土地生产力下降的环境退化过程。这一概念的提出,突破了我国学术界关于荒漠化即是沙漠化的局限,是我国荒漠化研究的飞跃,为我国与国际荒漠化研究的接轨奠定了基础。

我国政府 1994 年采纳了《联合国防治荒漠化公约》中的荒漠化定义,以满足我国执行防治荒漠化公约的需要,至此,我国对荒漠化的认识与国际社会达到了统一。

国内部分学者近年来提出了湿润地区荒漠化的概念,并认为湿润地区的荒漠化并不包含所有存在侵蚀作用的退化土地,而是专指人为侵蚀作用导致的出现了类似荒漠境况的退化土地。根据其形成营力和景观差异,大致可以分为流水作用导致的以侵蚀劣地及石质坡地为标志的荒漠化和风力作用导致的以风蚀地及流动沙丘为标志的荒漠化两种类型。中国湿润地区土地荒漠化呈斑点状分布于丘陵山区或河、湖、海滨的冲积平原区。其中,红色砂岩风化壳上发育的荒漠化土地主要分布在四川盆地、湘中、浙西丘陵和谷地;第四纪红色土风化壳上发育的荒漠化土地主要分布于江西、湖南、湖北西部及浙江、广西、福建等局部地区;花岗岩风化壳上发育的荒漠化土地分布于广东、福建、湖南及广西东南部、江西南部一带;石灰岩风化壳上发育的荒漠化土地主要分布在四川、贵州、云南、广东和广西、湖南,又称石漠化土地。但按国际荒漠化定义,湿润地区的生态系统退化不是荒漠化,可称之为土地退化。

三、荒漠化与土地退化的关系

一般说来,土地退化包括的范围广,如南方湿润地区的生态系统退化,一般不称作荒漠化,可以称为土地退化。虽然在荒漠化土地出现之前就开始了植被与土壤的退化,但一般所称的土地退化是指达到了轻度荒漠化标准的生态系统退化。只有达到轻度或更严重荒漠化指标的土地退化才能称作荒漠化。尽管如此,轻度荒漠化的出现标准也是人为划分的,而在轻度荒漠化出现之前实质上出现了明显的土地退化,所以土地退化较荒漠化的概念包括的内容广。在我国西南石灰岩地区,土地退化被称作石漠化,与北方地区的荒漠化也存在差异。

在有些文献中,可以见到草原退化和草地退化。因为草地退化的概念包括了土壤退化与草原植被退化,所以草地退化比草原退化包括的内容广。草原退化是指草原植被的退化,没有包括地或土壤的退化,仅是草地退化的一个方面。因为草原退化几乎都伴随着土壤的退化,所以草地退化是更全面准确的概念。

第二节 荒漠化的分布

一、世界荒漠化分布

土地荒漠化是现今世界十大环境问题之一,它在世界各大洲均有分布,主要发生于亚洲、非洲和拉丁美洲的发展中国家,全球有 100 多个国家和地区、1/5 的世界人口、1/4 的耕地受到荒漠化的威胁。据联合国环境规划署估计,全球受荒漠化影响的土地面积达 5 400 万 km^2 ,相当于全球陆地总面积的 47%,并以 5 000~7 000 km^2/a 的速度在扩展,严重地影响着人们的生存环境和社会经济的持续健康发展。全球各大洲的荒漠化面积和强度等级

存在很大差别（表 1-1，图 1-1），这是各大陆自然环境差异和人类活动强弱不同决定的。荒漠化土地占荒漠化潜在发生地区总面积的比例往往被作为衡量一个国家或地区荒漠化发展严重程度的重要指标。从表 1-1 可以看出，在各大洲发生土地退化的面积中，北美洲荒漠化土地占其荒漠化潜在发生地区面积的 74.1%，非洲和南美洲各约占 73%，亚洲占 70%，大洋洲和欧洲则最低，分别为 53.6%和 44.9%。

在全球范围内，荒漠化集中发生在两个地区，一是在南北纬 15°~35°的副热带地区，由于受副热带高压带影响形成荒漠，以非洲和大洋洲最为典型。二是在北纬 35°~50°的温带内陆区，该区域的荒漠主要分布在中亚、蒙古和我国西北，地处欧亚大陆，夏季在青藏高原的阻隔下，雨量稀少，冬季在冷空气控制下，干燥寒冷。

表 1-1 全球各大洲荒漠化面积分布（孙保平，2000）

全球与 大洲	荒漠化潜在发生 地区面积/ 10 ³ km ²	荒漠化面积/ 10 ³ km ²	百分比/ %	荒漠化程度/10 ³ km ²			
				轻度 荒漠化	中度 荒漠化	重度 荒漠化	极度 荒漠化
全球	39 789	27 455	69.0	4 273	4 703	1 301	75
亚洲	20 086	14 000	69.7	1 567	1 701	430	5
非洲	13 698	10 000	73.0	1 180	1 272	707	35
欧洲	2 213	994	44.9	138	807	18	31
大洋洲	1 632	875	53.6	836	24	11	4
北美洲	1 072	795	74.1	134	588	73	—
南美洲	1 088	791	72.7	418	311	62	—

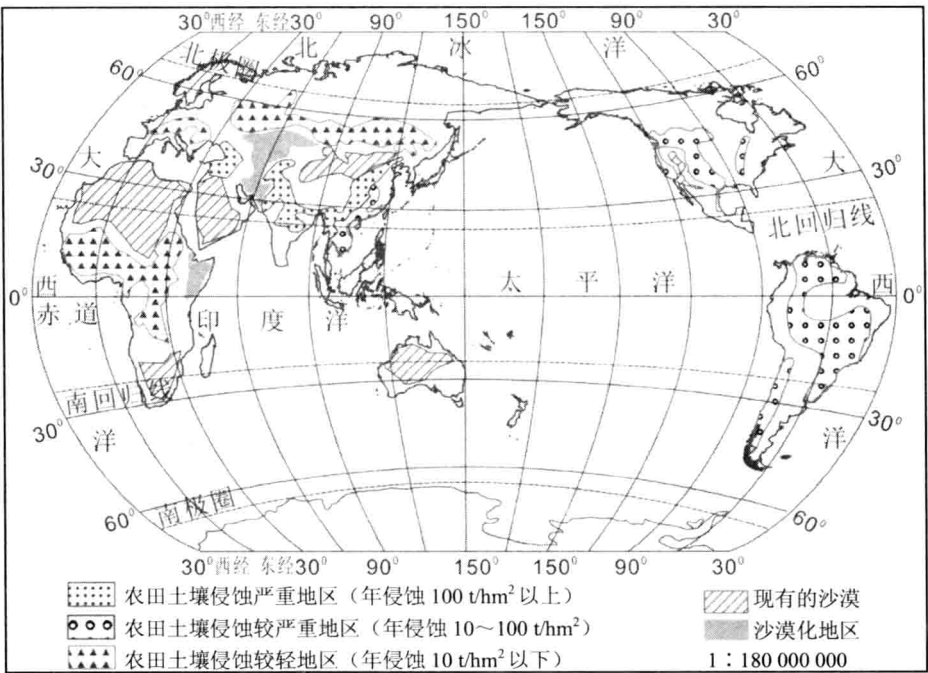


图 1-1 世界土壤侵蚀和荒漠化分布

二、中国荒漠化分布

(一) 荒漠化分布地区

我国荒漠化潜在发生范围即年降水量和潜在土壤水分蒸发散比值为0.05~0.65的地区总面积为332.0万km²，占陆地面积的34.6%。在此范围内实际已经发生荒漠化的地区位于东经74°~119°、北纬19°~49°，经度横跨45°、纬度纵跨30°。本区主体的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，抵达青藏高原西南部，主要包括西北、华北北部、东北西部及西藏西北部地区（图1-2）。分布于新疆、内蒙古、西藏、青海、甘肃、河北、宁夏、陕西、山西、山东、辽宁、四川、云南、吉林、海南、河南、天津、北京18个省（自治区、直辖市）的508个县（市、旗）。其中新疆、内蒙古、西藏、甘肃、青海5个省（自治区），荒漠化面积分别为107.12万km²、61.77万km²、43.27万km²、19.21万km²和19.14万km²，5个省（自治区）荒漠化土地面积占全国荒漠土地总面积的95.48%，其余13个省（自治区、直辖市）占4.52%（表1-2）。

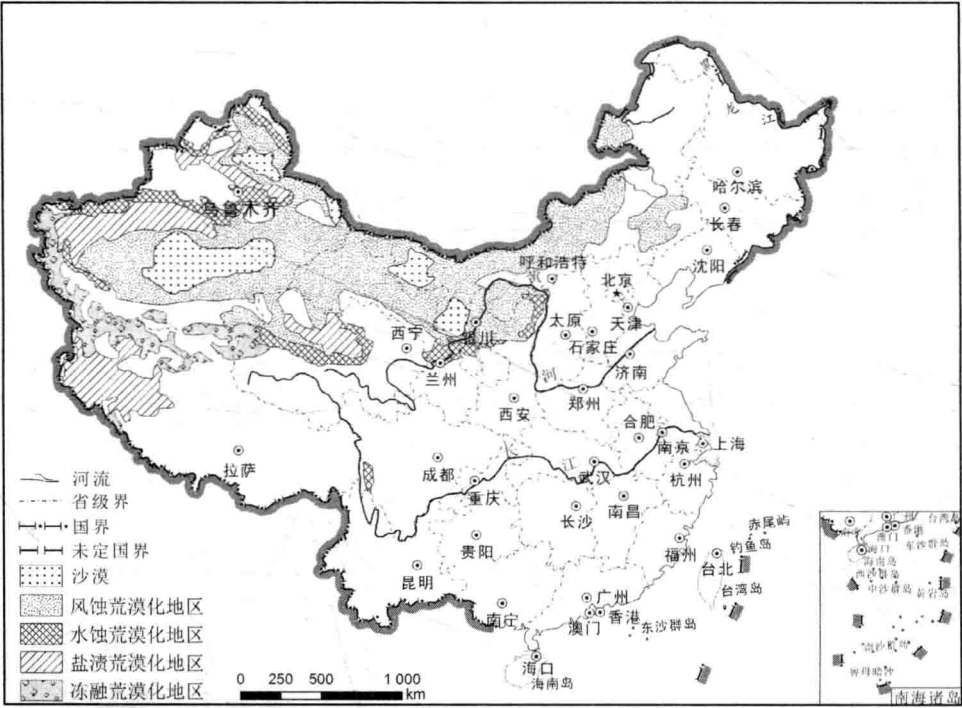


图 1-2 中国北方荒漠化土地主要分布地区（国家林业局荒漠化监测中心，2010）

表 1-2 中国荒漠化地区分布（国家林业局，2011）

省/自治区	新疆	内蒙古	西藏	甘肃	青海	其余 13 个省
面积/万 km ²	107.12	61.77	43.27	19.21	19.14	11.86
占比/%	40.83	23.54	16.49	7.32	7.30	4.52

我国荒漠化分布与世界的分布一样,也是主要分布在干旱与半干旱地区,年降水量小于 400 mm 的地区是荒漠化的最主要分布区(图 1-3)。我国荒漠化发展最快、危害最严重的有以下两类地区。一是位于我国北方半干旱和半湿润区的农牧交错带,东起大兴安岭,穿过内蒙古东部和东南部、河北北部、山西和陕西以及甘肃东部,一直到青海东北部,包括四大沙地,即科尔沁沙地、毛乌素沙地、呼伦贝尔沙地和浑善达克沙地,大部分位于内蒙古,如内蒙古乌盟后山等。二是我国北方干旱区沿内陆河分布或位于内陆河下游的绿洲地区,主要分布在新疆、甘肃和内蒙古西部,如塔里木河下游的“绿色走廊”地带、黑河下游的额济纳绿洲、石羊河下游的民勤绿洲等。

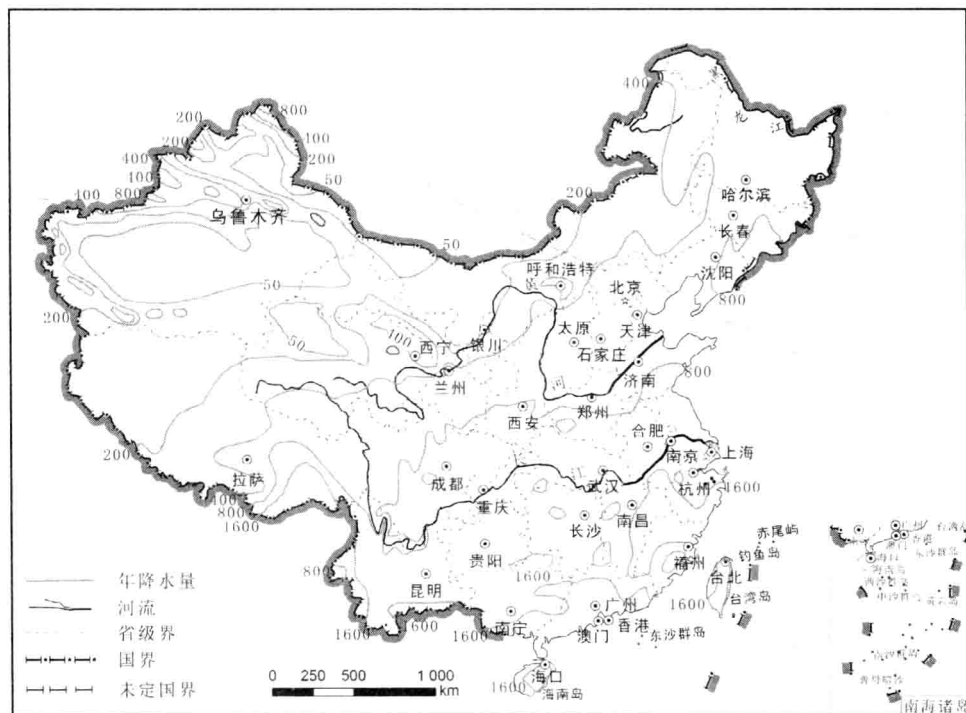


图 1-3 我国中北部降水量与干旱区分布(刘明光, 2010)

(二) 荒漠化分布面积

根据《中国荒漠化和沙化状况公报》,截至 2009 年年底,我国荒漠化土地总面积为 262.37 万 km^2 , 占国土总面积的 27.33%, 占荒漠化地区总面积的 79.0%, 远远高于全球 69.0% 的平均水平。其中 115.86 万 km^2 分布在干旱地区, 97.16 万 km^2 分布在半干旱地区, 49.35 万 km^2 分布在半湿润地区, 这 3 个地区分别占 44.16%、37.03% 和 18.81%。

据调查,20 世纪 50 年代以来我国荒漠化一直在加速扩展。以影响范围广、危害最为严重的风蚀荒漠化为例,50 年代末期到 70 年代中期平均扩展速度为 1 560 km^2/a , 70 年代中期至 80 年代中期增至 2 100 km^2/a , 至 90 年代中期已经达到 2 460 km^2/a , 相当于每年损失掉一个中等县的土地面积。

第三节 荒漠化类型

我国荒漠化分布广泛，成因复杂，类型多，发展程度高，参照不同的划分依据有不同的类型。

按土地利用类型划分，我国有荒漠化耕地 7.7 万 km²，占耕地总面积的 40.1%；荒漠化草地 105.2 万 km²，占草地总面积的 56.6%；荒漠化林地 0.1 万 km²；其余的荒漠化土地植被盖度低于 5%，主要为沙漠和戈壁。

按发展程度分，有重度荒漠化土地 103.0 万 km²，中度荒漠化土地 64.1 万 km²，轻度荒漠化土地 95.1 万 km²，分别占荒漠化土地总面积的 39.3%、24.4%和 36.3%。

按动力类型看，我国荒漠化土地中有风蚀荒漠化土地 160.7 万 km²，约占我国北方荒漠化土地面积的 69.8%；水蚀荒漠化土地 20.5 万 km²，约占我国北方荒漠化土地面积的 7.8%；盐碱荒漠化土地 23.3 万 km²，约占我国北方荒漠化土地面积的 8.9%；冻融荒漠化土地 36.3 万 km²，占我国北方荒漠化土地面积的 13.8%。南方的石质荒漠化土地 12.96 万 km²，其他原因引起的荒漠化土地 8.44 万 km²（表 1-3）。本书按照动力因素划分荒漠化类型。本书编者赵景波研究表明，生物不仅是以往认识的荒漠化影响因素，而且是荒漠化的直接动力。因此，本书在前人动力类型划分的基础上，提出了生物动力荒漠化一章新的动力类型（表 1-3），明确了盐碱荒漠化的动力为蒸发——水分上移。虽然表 1-3 中的水蚀荒漠化包括了南方亚热带地区的红土荒漠化，但通常认为南方湿润地区的生态系统退化应该称之为土地退化，而不应称之为荒漠化。因为水蚀荒漠化或土地退化包括的气候性质、土壤母质及水动力强弱差异很大，所以在后述的荒漠化动力各章中，将水蚀荒漠化分为黄土水蚀荒漠化、红土水蚀土地退化和水蚀荒漠化（石灰岩区）3 章进行介绍。

表 1-3 中国荒漠化类型（据林年丰补充修改，2003）

荒漠化类型		形成机制	主要分布地区
类型	亚类		
风蚀荒漠化	沙质荒漠化	滚动、悬浮运动	中国北方、局部滨海带
	砾质荒漠化	滚动、强烈风蚀	新疆西北部、内蒙古北部
	岩石荒漠化	剧烈风蚀	西北干旱盆地边缘
水蚀荒漠化	黄土水蚀荒漠化	暴雨和突发性迳流侵蚀	西北黄土高原
蒸发盐渍荒漠化	盐渍荒漠化	灌溉、蒸发	新疆、内蒙古、黄淮海地区等
	盐质荒漠化	与母岩、土壤母质有关	塔里木、准噶尔、柴达木盆地及松嫩平原
	碱质荒漠化	与母岩、母质和苏打作用有关	松嫩平原、黄淮海局部地区
亚热带水蚀红土退化		大雨和阵发性迳流侵蚀	南方红土丘陵区
冻融荒漠化		冻融作用	青藏高原的高海拔地区
水蚀石荒漠化	河谷滩地石漠化	化学物理综合作用，溶蚀、侵蚀	桂、滇、黔岩溶地区
	山地坡面石漠化	化学物理综合作用，溶蚀、侵蚀	桂、滇、黔岩溶地区
生物动力荒漠化	土质荒漠化	牛羊啃食，人类直接的生产活动	内蒙古草原牧区和煤矿等矿产开发地区
	碎石荒漠化		

注：生物动力荒漠化据赵景波与罗小庆（2012）。

一、风蚀荒漠化

风蚀荒漠化是在极端干旱、半干旱和部分半湿润地区,由于人类不合理的经济活动与自然资源环境不相协调,破坏了脆弱的生态平衡,使原非沙漠地区出现了以风沙活动为主要标志的类似沙漠的景观,导致土地生产力下降、土地资源丧失的环境退化过程,包括沙质荒漠化、砾质荒漠化和岩石荒漠化 3 个亚类。除风蚀荒漠化之外,在沙漠边缘有时也有沙丘活动引起的风积沙漠化。

(一) 风蚀荒漠化的分布与程度

我国风蚀荒漠化土地面积约为 160.7 万 km^2 , 占我国北方荒漠化土地面积的 69.8%, 占国土总面积的 16.7%, 是各类型荒漠化土地中面积最大、分布最广, 危害最为严重的一种, 集中分布在干旱、半干旱地区, 在半湿润地区也有零散分布。其中分布在干旱区的面积为 87.6 万 km^2 , 占风蚀荒漠化土地总面积的 54.5%; 分布在半干旱区的面积为 49.2 万 km^2 , 占风蚀荒漠化土地总面积的 30.6%; 半湿润地区分布有 23.9 万 km^2 , 占风蚀荒漠化土地总面积的 14.9%。

干旱地带的风蚀荒漠化土地主要分布在一些沙漠边缘的绿洲附近及内陆河中下游沿岸, 分布形式为各不相连的小片状, 在分布图上呈不连续的斑点状形式。半干旱地区的荒漠化主要分布地区有以下 3 类: ① 沙质草原; ② 固定沙地及沙丘草场; ③ 草原牧区。半干旱区的荒漠化地区包括内蒙古自治区中部与东部、河北、山西和陕西的北部, 是中国风蚀荒漠化扩大最显著的地区, 在气候干旱和人为过度活动的作用下, 一般经 15~20 年时间就使原来的草原环境退化成类似沙漠的环境。半湿润地带的荒漠化土地主要呈斑点状分布在嫩江下游、松花江中游平原上, 在黄淮海平原和滦河下游平原也有分布。

按行政区划分, 风蚀荒漠化土地主要分布在中国北方的新疆、甘肃、青海、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河北、辽宁、吉林、黑龙江等 11 个省(自治区), 其中的 97.8% 分布于新疆 (42.0%)、内蒙古 (34.2%)、甘肃 (9.5%)、西藏 (7.0%) 和青海 (5.1%) 5 个省、自治区。

风蚀荒漠化中, 轻度荒漠化面积为 44.0 万 km^2 , 中度为 25.0 万 km^2 , 重度为 91.7 万 km^2 , 分别占总面积的 27.4%、15.6% 和 57.0%。轻度风蚀荒漠化主要分布在半干旱、半湿润区和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东经 $108^\circ \sim 119^\circ$ 。中度风蚀荒漠化呈不连续分布, 较为集中地分布在准噶尔盆地和内蒙古中北部的半干旱和干旱地区, 半湿润地区则分布较少。重度风蚀荒漠化主要分布在干旱区, 在腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠及其以西, 新疆准噶尔盆地以北、以东及南疆、西藏西北地区, 为大片连续分布, 而在半干旱地区则分布较少, 半湿润地区几无分布。

(二) 风蚀荒漠化的成因

就中国风蚀荒漠化的发生、发展来看, 主要还是在脆弱的生态环境下由于人类不合理的活动造成的。在成因类型中, 以过度樵采破坏植被所造成的荒漠化土地为主, 占 32.7%; 草原过度放牧次之, 占 30.1%; 草原及固定沙地农垦又次之, 占 26.9%; 水资源利用不当