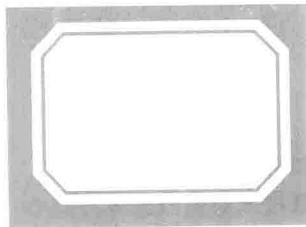


973计划课题“生态系统服务功能与生态-生产功能区优化布局”(2007CB106806)
现代农业产业技术体系专项资金

北方草地及农牧交错区 生态-生产功能分析与区划

◎ 王道龙 辛晓平 主编

中国农业科学技术出版社



统服务功能与生态-生产功能区优化布局”（2007CB106806）
专项资金

北方草地及农牧交错区 生态-生产功能分析与区划

◎ 王道龙 辛晓平 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

北方草地及农牧交错区生态-生产功能分析与区划 / 王道龙, 辛晓平主编.
—北京: 中国农业科学技术出版社, 2011. 7
ISBN 978-7-5116-0411-8

I. ①北… II. ①王…②辛… III. ①草原生态系统—研究—中国②农牧
交错带—生态系—研究—中国 IV. ①S812②Q147

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 109938 号

责任编辑 崔改泵

责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109708 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)

(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106624

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张 18.75

字 数 433 千字

版 次 2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷

定 价 60.00 元

编 委 会

主 编 王道龙 辛晓平

副主编 黄 青 徐 柱

编 委 (以姓氏笔画排序)

王 旭 王晓燕 乌恩旗 冯方祥

布尔金 闫玉春 闫伟红 闫瑞瑞

朱立博 邢 旗 张宏斌 张贵龙

张保辉 杨桂霞 陈宝瑞 青格勒

周旭英 段庆伟 徐丽君 高 娃

郝桂娟 曹恒武

内容简介

全书在对北方草地及农牧交错区自然地理特征、起源及地质历史时期的变迁、草地资源分布与特征、社会经济与土地利用特征进行总结的基础上，研究了北方草地及农牧交错区草地资源动态，分析了北方草地及农牧交错区草地生态系统供给功能、调节功能、支持功能及服务功能，确定了北方草地及农牧交错区生态-生产功能分区，系统探究并提出了北方草地优化生产布局与模式，这对认识北方草地与农牧交错区不同草地类型生态系统服务功能、进行草地资源合理利用和草地生产优化布局，维护区域生态-生产安全、实现区域草地畜牧业可持续发展具有重要的指导价值和实践意义。

前 言

北方草地及农牧交错区的草地生态系统是我国温带草地的主体, 该区域自然条件严苛, 生态系统自动调节、修复功能弱, 抗干扰能力和自我平衡能力差, 对人类活动和气候变化反应敏感, 是全球变化中一个很特殊的研究区域。历史上该区域人、草、畜和谐相处, 创立了悠久的草原文化。广袤的草原在特定的光、热、水、土等自然条件下, 凭借自身的再生能力和修复能力, 为人、畜的生存与繁衍提供着源源不断的营养, 为草地畜牧业提供了最主要的生产资料, 牧民在此世代相传, 生生不息。

近半个世纪以来, 北方草地及农牧交错区成为经济活动最频繁的地区之一, 经济发展取得很大成就, 尤其是 20 世纪 80 年代初实施草场承包制使草地由集体经营转入牧户分散经营, 草地畜牧业短暂经历了“人畜两旺”的美好时期。但是, 随着人类活动增加和全球气候变化, 北方草地及农牧交错区出现了有史以来最为严重的生态危机。近 30 年来, 北方草地区域人口迅速膨胀, 牲畜饲养规模不断扩张, 特别是现代经济的开放竞争对传统草地畜牧业的强烈冲击, 使草地自然生产力的极限受到极大挑战, 系统平衡不断被打破, 生态功能极度衰退和丧失。自然条件相对优越的农牧交错带本是一个受到降水限制的自然地理概念, 历来都是围绕 400mm 的降水线界定的。20 世纪 80 年代以来, 由于人口迅速增长, 促使后备耕地资源开发不断向草原区拓展, 特别是在农牧交错带的北缘不断向北和向西延伸, 新的垦殖均已进入年降水小于 350mm 区域, 甚至进入荒漠区, 其年降水不足 200mm, 形成了目前的农牧交错区。大部分新增耕地原为水草条件优越的牧场, 开垦后由于不能保证用水, 产量低、风蚀和肥力丧失严重, 导致植被破坏、农牧两伤。针对北方草地及农牧交错区面临的生产、生态困境, 从宏观上开展生态系统功能的分析评价, 并基于此进行草地生态功能分区和生产-生态优化模式顶层设计, 对于维护区域生态安全、实现区域草地畜牧业可持续发展具有重要的指导价值和实践意义。

本书编者先后参加了“十五”973 项目“草地与农牧交错带生态系统重建机理及优化生态-生产范式”、“十一五”973 项目“北方草地与农牧交错带生态系统维持与适应性管理的科学基础”等国家重点项目, 对北方草地与农牧交错区草地资源动态变化、草地生产能力、家畜承载能力、植被和土壤碳储量进行了深入研究, 对草地生态系统功能进行了探讨和分析, 结合全国主体功能区划、提出了北方草地与农牧交错区的草地生态功能区划方案, 并浅析了北方草地生态优化模式和生产优化布局。

全书内容共分 3 篇 11 章。第 1 篇为资源篇, 包括第 1、第 2 章。第 1 章系统分析了北方草地及农牧交错区自然地理特征、起源及地质历史时期的变迁、近 50 多年来我国草原变化及成因, 对草地资源分布与特征、社会经济与土地利用特征进行了总结和概述; 第 2 章从草原资源垦殖历史与动态、荒漠化变化状况等不同角度深入分析了北方草

地及农牧交错区草地资源动态。第2篇为评价篇,包括第3~6章。第3章从草地生物量、食物供给能力及家畜资源、畜产品动态等方面深入分析草地生态系统供给功能变化;第4章在总结草地生态系统气候调节功能及碳循环研究进展基础上,研究了北方草地及农牧交错区草地生态系统碳储量变化,探讨了北方草地及农牧交错区草地生态系统调节功能;第5章系统描述了草地生物多样性现状与特点、草地生物多样性价值与利用,分析了草地生物多样性支持功能,提出了草地生物多样性保护与对策;第6章系统描述了草地生态服务功能评价方法,构建了草地生态系统服务功能评价指标,综合分析和评价了草地生态服务功能。第3篇为区划篇,包括第7~11章。第7章分析了北方草地及农牧交错区的生态-生产功能区划的依据、分区特点,确定区域界线和区划方法,进行了北方草地及农牧交错区生态-生产功能分区;第8章介绍北方草原区不同区域生态环境问题,分析主要生态服务功能,提出发展方向及可持续发展优化布局方案;第9章介绍荒漠区不同区域生态环境问题,分析主要生态服务功能,提出发展方向及可持续发展优化布局方案;第10章介绍农牧交错区不同区域的生态环境问题,分析主要生态服务功能,提出发展方向及可持续发展优化布局方案。第11章综合分析北方草地主要畜产品优势布局,针对北方草地及农牧交错区生态-生产发展面临的问题,分析了北方草地优化生产布局与模式。

在本书撰写过程中,参与编写人员的分工如下:王道龙、闫玉春、张保辉编写第1章;张宏斌、曹恒武、陈宝瑞编写第2章;张宏斌、闫瑞瑞、朱立博、冯方祥编写第3章;辛晓平、乌恩旗、王晓燕编写第4章;徐柱、闫伟红、张贵龙、郝桂娟编写第5章;王旭、王晓燕、杨桂霞、布尔金编写第6章;黄青、王道龙、王晓燕编写第7章;黄青、闫瑞瑞、王旭、段庆伟、邢旗、高娃编写第8章;黄青、王道龙、徐丽君编写第9章;黄青、王道龙、邢旗、青格勒编写第10章;周旭英、辛晓平、闫瑞瑞、乌恩旗、王晓燕编写第11章。

本书的部分内容已经以论文的形式正式发表,在此,对论文作者的贡献表示感谢。另外,本书是在973计划课题“生态系统服务功能与生态-生产功能区优化布局”(2007CB106806)研究成果基础上总结而成,并得到了“现代农业产业技术体系专项资金”、公益性行业农业科研专项(201003019, 201003061)的资助,在此一并致谢!

由于草地生态系统功能与区划研究尚处于不断探索阶段,兼以编辑水平和时间所限,难免有疏漏之处,敬请批评指正。

编 者

2011年6月10日

目 录

第一篇 资源篇

第一章 北方草地及农牧交错区概述	(3)
第一节 研究区域界限及自然地理特征	(3)
第二节 起源及地质历史时期的变迁	(9)
第三节 草地资源分布与特征	(20)
第四节 社会经济与土地利用特征	(25)
第二章 北方草地及农牧交错区草地资源动态	(30)
第一节 研究区域内草原资源退化分析	(30)
第二节 研究区域垦殖历史与动态分析	(35)
第三节 北方草地荒漠化动态	(38)
第四节 未利用土地面积变化动态分析	(44)
第五节 北方草原区草地荒漠化驱动力分析	(49)

第二篇 评价篇

第三章 北方草地及农牧交错区草地生态系统供给功能分析	(61)
第一节 研究区草地初级生产功能分析	(61)
第二节 研究区次级生产功能分析	(76)
第四章 北方草地及农牧交错区草地生态系统调节功能分析	(93)
第一节 草地生态系统气候调节功能及碳循环研究进展	(93)
第二节 北方草地及农牧交错区草地生态系统碳储量变化	(105)
第五章 北方草地及农牧交错区草地生态系统支持功能分析	(129)
第一节 草地生物多样性现状与特点	(129)
第二节 草地生物多样性价值与利用	(142)
第三节 草地生物多样性支持功能与评价分析	(145)
第四节 草地生物多样性保护与对策	(147)
第六章 北方草地及农牧交错区草地生态系统服务功能总体评价	(155)
第一节 草地生态服务功能评价方法	(155)
第二节 北方草地生态系统服务功能评价	(167)

第三篇 区划篇

第七章 北方草地及农牧交错区生态 - 生产功能分区	(177)
第一节 各种相关区划分区依据、特点及适应性分析	(177)
第二节 北方草地及农牧交错区生态 - 生产功能分区	(218)
第八章 北方草原区	(226)
第一节 呼伦贝尔高原典型草原水源涵养生态功能区	(227)
第二节 大兴安岭中南部山地森林—草甸草原水源涵养土壤 保持生态功能区	(230)
第三节 锡林郭勒和鄂尔多斯高原中东部典型草原防风固沙 生物多样性维持生态功能区	(233)
第四节 乌兰察布和鄂尔多斯高原西部荒漠草原防风固沙及 灌溉农业复合生态功能区	(236)
第九章 荒漠区	(242)
第一节 内蒙古高原中西部草原化荒漠防风固沙土壤保持 生态屏障功能区	(244)
第二节 内蒙古高原西部荒漠防风固沙生态功能区	(249)
第三节 祁连山北缘山地—绿洲—荒漠水源涵养与农业生产生态功能区 ...	(252)
第十章 农牧交错区	(255)
第一节 松嫩平原外围水源涵养农田控制生态功能区	(256)
第二节 松嫩平原中部、辽河平原农田控制农业生态功能区	(258)
第三节 西辽河平原草甸草原土壤保持防风固沙生态功能区	(260)
第四节 内蒙古高原南缘森林（草甸）草原农、林、牧业 生态 - 生产功能区	(263)
第十一章 北方草地优化生产布局与模式	(268)
第一节 北方草地主要畜产品优势布局	(268)
第二节 北方草地生态优化模式和生产优化布局	(281)

第一篇

资源篇

第一章 北方草地及农牧交错区概述

第一节 研究区域界限及自然地理特征

一、研究区域界限

我国北方草原分布范围涉及新疆、西藏、青海、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河北、辽宁、吉林、黑龙江等 12 个省区的 398 个县（旗）市，该区域总土地面积 490 万 km^2 ，占全国总土地面积的 51%。其中草地面积 274.22 万 km^2 ，占我国北方草原总土地面积的 55.91%。农牧交错区是我国村落农业区向草原牧区转换的过渡地带，衔接了我国重要的商品粮基地和畜牧业基地。我国北方农牧交错区，东起大兴安岭西麓，经内蒙古西南、冀北、晋北，西至陕北、鄂尔多斯高原，是从干旱地区向湿润地区，从高原地区向丘陵平原地区的过渡带，也是将农业区与草原牧区分割开来的半农半牧、时农时牧区。历史上这里曾是中国北方江河的主要发源地及上游地段，具有防风固沙、涵养水源、净化江河、防止水土流失等特殊的生态作用。近百年来人口密度增加、土地不合理开发与风、水的侵蚀作用等交织在一起，使该地区成为中国北方生态环境最为脆弱、经济最为贫困的地区之一。虽然对农牧交错带的界限一直存在着争议，但是大多数学者都是以年降水量 400mm 为重要指标进行界定（王静爱等，1999）。农牧交错带大致位于干燥度为 1.5 ~ 3.49 的半干旱区，亦即年降水量 250 ~ 500mm 的两条等雨量线之间的区域（周立三，1955；周廷儒等，1992），其范围大致包括内蒙古高原东南边缘和黄土高原北部。这个概念（周立三，1955）被大多数学者公认为是农牧交错带的经典定义之一，但这一范围的划定忽略了在青藏高原向四川盆地和云贵高原过渡地带的川西、滇西北地区事实上存在的一条明显的农牧交错地带。它在形成、演变与特点上都与北方农牧交错带有很大区别。1959 年赵松乔进行了川滇农牧交错地区农牧业地理调查，首次将农牧交错带的认识范围从北方延伸到西南地区，从而将我国农牧交错带的范围完整地勾勒出来，即从内蒙古高原东南缘，经辽西、冀北、晋陕北部和宁夏中部，在甘青交界处转而南北走向，经川西、滇西北（赵松乔，1959），包括南、北两段（图 1-1），即中国北方农牧交错带和南方农牧交错带（又称川滇农牧交错地区）。

以年降水量为主要指标划定范围对北方农牧交错带是适用的，因为北方农牧交错带位于我国东部季风区向西北干旱地区的过渡带，水分是造成农牧业地域差异的一个重要因素，400mm 等雨量线是划分农牧交错带的重要因素。但南方农牧交错带位于横断山区，受东南季风和西南季风两大气候类型的影响。虽然在南北走向山体的阻挡下，东南

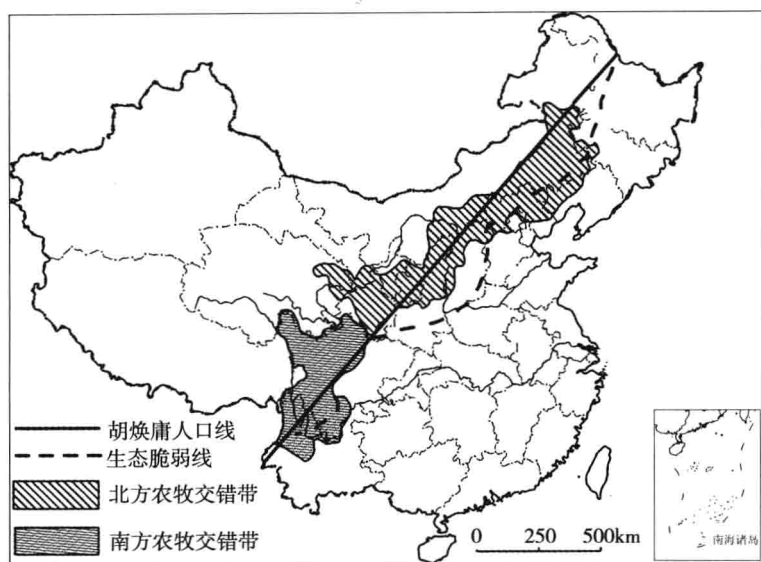


图 1-1 中国南北农牧交错带范围和界限示意图 (吴贵蜀, 2003)

季风难以深入本区,但来自印度洋的西南暖湿气流可以沿河深入到本地带的北部高原地区,区内各地降水相对较丰沛,年降水量平均可达 700~900mm,水分条件可满足大部分地区(除西南干热河谷)的农业生产。而北方农牧交错带内平均海拔较高且相对高差巨大,热量不足是农牧业发展的主要限制性因素,因此在确定南方农牧交错带的范围时,热量条件代替水分条件成了主要的界定指标(吴贵蜀, 2003)。

从土地利用角度看,农牧交错带主要还是按照土地利用的类型进行划分的,它是以农业土地利用方式为主的东部农区和以畜牧业生产为主的西部牧区之间的过渡地带。过渡带是人地关系不稳定的地带,环境变化对文化发展的影响在过渡带地区表现最为明显,尤其在史前时期更是如此(张兰生等, 1997)。北方农牧交错带在历史上曾经是原始农业区(方修琦, 1999);在土地利用方式上,这一地带内不但有农有牧,而且时农时牧,历史上曾多次出现农业文化和牧业文化的交替和兴衰。在一定的意义上讲,中国北方的农牧交错带相应于非洲的萨赫尔地带。因而,北方农牧交错带内农牧文化随着冷暖、干湿的振荡多次进退、交替。农牧交错带内各种时间尺度上的土地利用方式或农牧业生产方式的消长均受环境演变的驱动,具有深刻的环境演变背景(张兰生等, 1997)。对应于全新世大暖期的温暖湿润的环境, cal. 8~3.5kaB. P. 农牧交错带原始农业兴起并迅速发展起来;到了 cal. 4~3.5kaB. P. 前后,由于环境突变、特别是 cal. 3.5kaB. P. 降水突变,相对应的牧业文化从农业文化中跃变出来,并最终演变成以游牧文化为主导,这个时间与整个欧亚草原区游牧文化兴起的时间相一致; cal. 3.5kaB. P. 以来,即以暖湿为特征的全新世大暖期结束以后的冷干期为农牧交错文化时期,农业经济随冷干程度的变化而兴衰,其间的农牧业经济随气候的暖湿、冷干波动而彼此消长,农业经济在暖期北进,冷期南退。这种随气候波动而造成的界限来回摆动,使游牧民族也在该区域内来回迁移,造成了多民族的聚集以及民族杂居的现象,居

住着汉、蒙、回、满、藏、维吾尔、苗、白、侗等民族。

关于北方农牧交错带的范围和界线,不同的学者有着不同的理解和划定指标,但对于其核心区域的认识是一致的(王静爱等,1999),即内蒙古高原的东南缘和黄土高原北部,年降水量250~500mm,降水变率为20%~25%的半干旱区域。本书中涉及的研究区域包括了我国北方大部分草地及农牧交错带地区。在行政区划上包括黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、山西、陕西、甘肃、宁夏、青海等10个省区的250个县级行政单元(旗、县和市辖区),总面积约173.4万 km^2 (图1-2)。从地形上来讲,北方农牧交错带是东北、华北平原和黄土高原向内蒙古高原、青藏高原的过渡带;在自然景观上,表现为森林草原与灌丛草原向荒漠草原的过渡;在土地利用上,表现为我国东部、东南农区向西北牧区的过渡。因此,这一地带也是我国生态环境的一条过渡带和生态安全的重要屏障带(吴贵蜀,2003)。由于特殊的地理位置,北方农牧交错带在气候和地貌的双重作用下,生态环境极其脆弱,农业生产条件严酷。

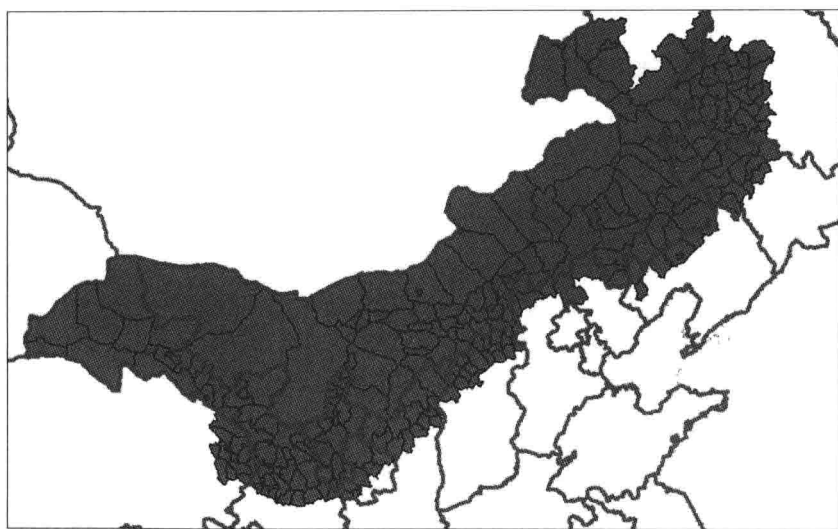


图1-2 北方农牧交错带的范围示意图

二、研究区自然地理特征

(一) 地形地貌

本书中所涉及北方草原区主要包括东北草原区及蒙宁甘草原区。东北草原区包括黑龙江、吉林、辽宁三省和内蒙古的东北部,面积占全国草原总面积的2%左右,覆盖在东北平原的中、北部及其周围的丘陵,以及大、小兴安岭和长白山脉的山前台地上,三面环山,南面临海,呈“马蹄形”,海拔为130~1000m。蒙宁甘草原区包括内蒙古、甘肃两省的大部和宁夏的全部以及冀北、晋北和陕北草原地区,面积占全国草原总面积的30%左右。该区地貌特征以高原为主,如阴山以北的内蒙古高原,贺兰山以东的鄂尔多斯高原以及陕西北部、甘肃东南部的黄土高原,他们大多被不同植被类型的草原所

覆盖,海拔1 000~1 500m。此外还有部分山地、低山丘陵、平原和沙地。本区山地多为中、低山,主要有大兴安岭和阴山山地,高度一般不超过2 000m。从地形上来看,北方农牧交错带是东北、华北平原和黄土高原向内蒙古高原、青藏高原的过渡带,基本上处于我国地貌的第二阶梯向第三阶梯过渡的边缘地带,包括内蒙古高原东南缘、冀北山地、阴山、晋北和陕北黄土高原、鄂尔多斯高原、青藏高原东北边缘等几个主要的地貌单元(罗承平等,1995)。按照地貌组合类型可以把北方农牧交错带分为三段:东段为三北交界农牧交错区,是内蒙古高原向东北平原和华北平原的过渡区;中段为晋陕甘农牧交错区,是内蒙古高原向黄土高原的过渡区;西部为甘青宁农牧交错区,是青藏高原向黄土高原的过渡区(王静爱,1999)。在地貌类型和地理景观上,北方农牧交错带东段的西北部为大兴安岭的西南缘丘陵,中部是以科尔沁沙地为主的西辽河平原,东南为冀辽山地以及山前的台地和黄土丘陵。中段西部和北部分别是吕梁山和阴山丘陵山地,中部是毛乌素沙地及周边,向南至晋北、陕北和陇东的黄土丘陵;西段是陇中黄土丘陵和青藏高原东北边缘的山地丘陵。区内地貌类型差异很大:最北端为呼伦贝尔高原,海拔650~750m,向南至科尔沁沙地,为东北平原与内蒙古高原的过渡地带,海拔200~700m,向西至河北坝上为内蒙古高原的南缘,海拔1 300~1 800m,西部毛乌素沙地地处鄂尔多斯高原,海拔1 400~1 500m,最西端为青藏高原的东北边缘,海拔达到4 500m左右(赵哈林等,2002)。

(二) 气候

1. 北方草原及农牧交错带气候特征

北方草地与农牧交错带位于我国东部季风区与西北大陆性气候区的过渡地带,其西北部年降水量少于200mm,属大陆性干旱气候区,多沙漠戈壁,植被稀少;东南部降水量600mm以上为东亚季风气候区,降水丰沛,气候湿润。北方草地与农牧交错带特殊的地理位置使其受到季风性气候和大陆性气候的双重影响,气候系统不稳定,呈现出如下特点。

(1) 降水量少,且季节分配不均,降水变率大

由于受到东亚季风尾闾的影响,东南季风的强弱变化和南北摆动直接控制着本区的气候冷暖和干湿变化,当季风气候系统占优势时,降水量较多;反之则干旱少雨。降水变率大,有的年份降水量达500~600mm,甚至达到700mm,有的年份还不到200mm,一般年降水变率达20%~25%。一般而言,多雨期降水变率较小,少雨期变率大;年内降水比较集中,年降水量主要集中在夏季,6~8月的降水量占全年降水量的60%~70%,7、8月份的降雨占年降水量的45%~55%以上,多暴雨,为本区的土壤侵蚀提供了原动力(李栋梁等,2002)。

(2) 干旱少雨,风速大,侵蚀强烈

北方农牧交错带降水量少而变率大,年内旱期长。干旱季节和年份,植物生长水分不足,地表植被覆盖较低,土壤水分散失较快,疏松、裸露的地表更有利于风蚀作用。据统计,鄂尔多斯高原自1838~1980年,较大干旱有30次,平均4~5年发生一次。农牧交错带大部分地区年平均风速较大,一般在3~4m/s,最大风速达29m/s,春秋两季更为明显,春季平均风速达到4~5m/s。当季风气候系统处于弱势时,干旱少雨,多

大风天气, 沙尘天气明显增多, 草原沙化明显增强。风更是沙丘活化的动力, 沙丘移动的驱动力。据观测, 日平均风速 5m/s 以上就可以搬动流动或半流动沙丘上的沙粒。鄂尔多斯高原流沙每年向前移动 $5\sim 7\text{m}$, 半流动沙丘则每年移动 $2\sim 3\text{m}$, 多风之年可前进 10m 以上 (罗承平等, 1995)。

2. 北方草原及农牧交错带近年来气候变化特征

自全新世以来, 本区温度经历了三次阶段性增暖, 进入了全新世暖期, 其间存在多次的短期寒冷事件 (张兰生等, 1997)。其中暖期盛期温度较现代温度高 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$, 降水量多 100mm 左右; 冷期的最大降温幅度达 3°C 以上。大约在 cal. $4\sim 3.5\text{kaB. P.}$ 前后发生的环境突变, 尤其是 3.5kaB. P. 的降水突变标志着全新世暖期的结束, 与之相对应的, 牧业文化从农业文化中跃变出来, 并最终演变成居于主导地位的游牧文化。而 3.5kaB. P. 以来环境在冷干趋势的背景下, 呈现一定的周期性波动。北方农业交错带正是以暖湿为特征的全新世大暖期结束 (大约 cal. 3.5kaB. P.) 以后, 随着冷干期出现而产生的一种地理景观。近 $1\ 000$ 年内, $10\sim 13$ 世纪是暖期, 称中世纪温暖期。19 世纪中后期是寒冷期。到 20 世纪 40 年代温度一直上升, $60\sim 70$ 年代变冷, 以后又上升, 90 年代是近 100 年最暖的时期, 也是近 $1\ 000$ 年来最温暖的 10 年, 1998 年达到最暖, 2001 年是第二个高温年 (李栋梁等, 2002)。

根据北方农牧交错带近 40 年 (1961~2000 年) 的气候资料 (张新时等, 2007), 该区的气温变化可以分为两个大的时期: 前 25 年 (1961~1985 年) 为持续时间较长的冷期, 中西部地区异常偏冷年出现在 1967、1976 和 1983 年, 东部地区稍有不同出现在 1969、1974 和 1985 年; 后 15 年 (1986~2000 年) 是持续时间相对较短的暖期, 其中 1998 年温度比平均温度高出 1.12°C , 属于异常偏高年。总体来看, 北方农牧交错带近 40 年来气温波动中有上升趋势 (李新宇等, 2003): 在监测的 9 个气象站点中, 平均气温上升了 1.268°C , 年平均增温率为 $0.0317^{\circ}\text{C}/\text{年}$, 远远高于中国近 40 年来的平均增温率 $0.004^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 和全球近百年来平均增温率 $0.005^{\circ}\text{C}/\text{年}$ (刘树林等, 2005)。该区在 20 世纪 80 年代中期之后, 增温趋势明显, 平均气温升高幅度达到 0.49°C , 平均增温率达到 $0.0325^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 。其中, 1998 年平均气温达到近 40 年来最高的一年。这说明, 北方农牧交错带的气温变化与全球气温变化相一致, 而且升温幅度更为明显。

(三) 土壤

根据中国资源环境数据库中 $1:400$ 万土壤图, 截取农牧交错带部分进行统计, 区内主要的土壤类型有灰钙土、栗钙土、黑钙土和风沙土, 分别占全区面积的 17.57% 、 13.51% 、 10.58% 和 9.50% 。其中, 东部平原地区的土壤类型主要是棕壤、褐土地区, 西部高原地区的土壤类型主要是黑钙土、栗钙土、黑垆土, 有些地区也分布有风沙土、盐碱土等。

按照地表物质组成可以将本区大致分为两大土壤类型区: 黄土覆盖区和沙质覆盖区 (罗承平等, 1995)。黄土覆盖区以晋北、陕北和陇中的黄土高原区为典型代表, 由于黄土具有结构疏松, 孔隙裂隙多, 垂直节理发育, 富含可溶性物质等特性, 使其容易遭受风蚀、水蚀, 覆盖区内地表结构极不稳定。加上本区内降水量少, 且季节分配不均, 干旱季节、年份的风蚀和夏季强降水诱发了严重的土壤侵蚀和水土流失。黄土母质基础