

Caodi SPAC Shuifen Yunyi Xiaohao
Yu Gaoxiao Liyong Jishu

草地SPAC水分运移消耗 与高效利用技术

郭克贞 赵淑银 苏佩凤 佟长福 徐 冰 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

水利部牧区水利科学研究所出版基金资助出版

Caodi SPAC Shuifen Yunyi Xiaohao
Yu Gaoxiao Liyong Jishu

草地SPAC水分运移消耗 与高效利用技术

郭克贞 赵淑银 苏佩凤 佟长福 徐 冰 著

内 容 提 要

我国牧区多处内陆干旱、半干旱地区,面对日趋严重的草原生态危机和水危机,以及草原生态保护和水利保障建设的急需,作为长期从事牧区水利科研的科技工作者深感任务之艰巨。为普及草原节水灌溉科学技术,综合我所近年科研成果,参考引用相关文献资料,编著出版了这一部全面反映草原节水灌溉基础理论与实用技术的科技专著。

本书在编著过程中坚持基础理论与实用技术相结合,立足于提高解决草原节水灌溉技术问题的能力。全书由六章构成,主要包括:我国草原的分布与草地畜牧业发展以及当前草原生态面临的严重问题以及国内外研究现状与发展趋势;人工饲草料地以及天然草地 SPAC 系统能量消耗与水分运移规律;人工、天然草地需水规律与需水量及其水分经济耗水量;饲草料作物的水分生产函数以及人工草地的作物—水模型;人工草地非充分灌溉技术及其节水型优化灌溉制度;以及水资源承载能力评价、区域水—草—畜平衡研究、灌区灌溉用水的优化配置等灌溉用水的优化配置技术。

本书内容丰富,全面涵盖了草原节水灌溉的主要理论与技术问题,形成了完整的技术体系,可供相关领域的科技人员、大专院校的师生阅读参考,也可供从事草原灌溉工程规划设计、生产管理和草原生态保护与建设的科技人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

草地 SPAC 水分运移消耗与高效利用技术/郭克贞等著.

北京:中国水利水电出版社,2008

ISBN 978-7-5084-5670-6

I. 草… II. 郭… III. 草地—节约用水—研究 IV. S812

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 085474 号

书 名	草地 SPAC 水分运移消耗与高效利用技术
作 者	郭克贞 赵淑银 苏佩凤 佟长福 徐冰 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 17.75 印张 421 千字
版 次	2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—1500 册
定 价	55.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

我国草地资源 4 亿 hm^2 ，大面积地分布在北方、西北及西南地区，是我国重要的自然资源和天然生态屏障，对保障边疆少数民族地区社会经济可持续发展，维护“三北”地区生态安全具有重大战略意义。近年来由于气候干旱化以及超载过牧等不合理利用，导致严重的退化沙化和水土流失。目前，我国荒漠化土地面积 262 万 km^2 ，主要分布在北方和西北内陆地区，以草原荒漠化为多。水土流失面积 367 万 km^2 ，占国土面积的 38.2%，草原风蚀面积占较大比例。草原退化沙化面积占可利用草地面积的 90%，严重退化沙化面积在 60% 以上。草原生态日趋恶化，严重制约着我国中西部地区社会经济的可持续发展，影响边疆少数民族地区社会和谐，危害京津乃至整个北方地区的生态安全。建立维护草原生态安全的水利保障体系，实现牧区水资源的优化配置，大力提高水资源的利用效率，以牧区水资源的可持续利用，支持社会经济的可持续发展，从根本上遏制草原生态持续恶化趋势，实现人与自然的和谐，不仅能够促进牧区社会经济发展、社会主义新农村建设，而且对构建绿色生态屏障，保障国家生态安全，维护边疆稳定，实现社会和谐具有重要意义。

我国人均年水资源占有量为 2200m^3 ，远低于世界平均水平，水资源供需矛盾尖锐。牧区多处于干旱内陆、江河上游，干旱缺水，水资源供需情势更为严重。这一地区，水资源的合理开发和高效利用是当地社会经济发展的战略问题。面对人口的巨大压力、资源高效利用的巨大需求，发展节水灌溉、提高水的利用率、建设节水型社会，已成为保障我国社会经济和谐健康发展的重要工作内容。草地土壤—植物—大气系统水分运移规律、草地水分消耗及非充分灌溉技术，一直是我国灌溉领域研究的一个薄弱环节，不仅起步较晚，而且获得支助较少，致使相关技术远不能适应生态保护建设和社会经济发展需要。在充分揭示水与草原生态、水与草地生产力关系的基础上，建设高产高效的节水灌溉饲草料地，通过先进节水灌溉理论及技术的应用，提高水的利用效率和产出效益，以及草地的生产能力，从根本上解除畜草矛盾，推动草地畜牧业的集约经营、舍饲养殖，可为天然草原自我修复创造条件，

意义深远。

牧区多为边疆少数民族群众聚居区，以草地畜牧业为主，长期以来由于科技教育发展滞后，严重制约着生态保护、生产发展。国外畜牧业发达国家的生产实践以及国内大量的试验研究表明，人工草地介入草地畜牧业生态经济系统可成倍地提高草地承载能力；灌溉饲草饲料地的生产力是天然草地的10倍以上，甚至是干旱荒漠地区的数十倍。此外，灌溉可为人工草地建设以及天然草地的施肥、补播等改良技术的实施奠定基础。依据各地水土资源实际，大规模地发展草原灌溉，可明显改善区域生态环境，消减畜草矛盾。近年来，社会各界逐渐认识到，草原生态保护建设事关我国国土保护以及边疆少数民族地区社会和谐，日益得到各级政府的高度重视。为遏制我国草地生态恶化趋势，国家以及地方各级政府普遍加大了草原生态保护建设力度，草原的基本建设迎来了新的春天。

牧区的生态恢复和经济发展最大的制约因素是水资源短缺和生态脆弱，开展以节水灌溉饲草料地为主要内容的牧区水利建设，必须要有强有力的科技支撑。草地 SPAC 系统、需水规律与需水量等节水灌溉使用的基础理论虽起源于人工草地的水分需求研究，但是，长期以来，国内外经过一系列的修正，大多仅应用于农田节水灌溉管理，真正服务于人工、天然草地水分管理与节水灌溉的研究工作，兴起于 20 世纪 80 年代，但是，由于认识水平的制约，发展速度远不能满足生态保护、生产发展需要。进入 21 世纪以来，随着我国对草原生态功能、资源价值认识的变革和节水灌溉技术发展的推动，相关试验研究工作得以加强，草地节水灌溉理论技术体系迅速发展。

通过改革开放以来的大量科技实践，水利部牧区水利科学研究所形成了一支专门从事草原节水灌溉基础理论和实用技术的研究群体，积极关注国内外节水灌溉理论技术的发展，先后出版了《草原灌溉》、《草原节水灌溉理论与实践》等学术专著，使得“草原灌溉”初步成为我国水利科学的一门新兴的边缘学科。进入 21 世纪以来，在国家、水利部以及地方政府的支助下，先后开展了“西北半干旱生态植被建设区（内蒙古乌审旗）节水综合技术体系集成与示范”（国家 863 计划项目，课题任务书编号：2002AA2Z4271-6）、“西北牧区（甘肃）饲草料基地高效节水集成技术示范”（农业科技成果转化资金项目，合同编号：04EFN216800349）、“锡林郭勒草原牧草群落生态需水研究”（水利部科技创新基金项目，合同编号：SCX-2001-16）、“西北牧区水草畜平衡与生态畜牧业模式研究”（国家社会公益类项目，项目编号 2002DIB50109），呼和浩特市乳业饲草料节水栽培综合技术研究示范（内蒙古地方科技项目，合同编号：HK2004-1-

8-3) 等研究工作。在节水灌溉基础理论和实用技术, 以及水资源合理配置、高效利用等理论技术方面积极应用吸收国内外先进的理念、方法, 深入研究, 开拓创新, 不断完善、提高草原灌溉的理论技术水平。在草地 SPAC 系统能量分布于水分运移规律, 人工饲草料作物与天然牧草群落的需水规律与适宜需水量, 人工牧草的作物—水模型以及非充分灌溉优化灌溉制度等方面取得了较大的突破, 极大地缩小了与国内外节水农业研究的差距, 填补完善了我国灌溉科学领域, 对我国牧区水利事业的发展产生了重要推动作用。为进一步普及草原节水灌溉技术, 加强节水灌溉工程的管理水平, 提高灌溉饲草料地的栽培管理技术, 促进牧区水利发展, 在综合近期相关研究成果的基础上, 博采旁引相关文献资料, 编写出版了这部反映草原节水灌溉最新成果的学术专著, 以解牧区水利灌溉技术缺乏之急需。

本书的第一章由郭克贞、赵淑银、徐冰、佟长福、畅利毛、戴佳信等编写; 第二章由郭克贞、佟长福、畅利毛、杨燕山、任杰、孙海龙等编写; 第三章由郭克贞、苏春宏、佟长福、畅利毛、赵淑银、苏佩凤、余国英、杨燕山、徐冰等编写; 第四章由郭克贞、魏占民、史海滨、佟长福、畅利毛等编写; 第五章由郭克贞、魏占民、史海滨、佟长福、畅利毛、赵淑银等编写; 第六章由郭克贞、赵淑银、李和平、杨燕山、徐冰等编写。全书的汇总工作由郭克贞、赵淑银、苏佩凤、佟长福、徐冰、畅利毛、史海滨、魏占民、李和平、余国英、杨燕山、苏春宏、任杰、李振刚、吕志远、孙海龙、戴佳信等完成。

本书集编著者多年草原节水灌溉理论与技术研究之精华, 结合节水灌溉工程设计、咨询之实践, 融汇了相关领域众多专家之卓见, 以求使草原节水灌溉理论与技术体系更臻完善。在编著过程中参考、借鉴了部分专家学者有关著作、论文的部分内容, 并得到了内蒙古农业大学陈亚新、史海滨、魏占民教授的热心指导; 本书的出版由水利部牧区水利科学研究所科研专项经费给予支助; 在项目研究过程中得到内蒙古乌审旗水利局思世勇、郭志嘉, 甘肃省水利厅闫有勇、周川淇, 天祝县水利局段恒荣、郭瑞萍, 内蒙古锡林郭勒盟水利局敖小孟、李占林、韩刚, 锡林浩特市水务局李万国、贺勇, 鄂托克前旗杨文勇等领导同志的大力支持。在此, 一并谨向他们深表谢意。由于编著者能力所限, 不足之处敬请广大读者批评指正。

作者

2008 年 2 月 16 日

于呼和浩特

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 我国草地资源利用现状	1
第二节 相关研究进展情况	14
第三节 国内外研究现状和发展趋势	32
第二章 草地 SPAC 系统水分运移规律	39
第一节 草地土壤—植物—大气系统	39
第二节 毛乌素沙地饲草料作物 SPAC 系统水分运移规律	51
第三节 甘肃省天祝县人工草地 SPAC 系统水分运移规律	68
第四节 天然草地 SPAC 系统水分运移规律	79
第五节 研究结论	87
第三章 草地需水规律与需水量	92
第一节 草地需水量计算通用方法的研究	92
第二节 毛乌素沙地饲草料作物的需水规律与需水量	115
第三节 典型草原饲草料作物立体种植下的需水规律与需水量	123
第四节 荒漠草原人工草地的需水规律与需水量	130
第五节 典型草原区天然草地的需水规律与需水量	145
第六节 研究结论	171
第四章 人工草地作物—水模型	176
第一节 饲草料作物的作物—水模型研究	176
第二节 毛乌素沙地饲草料作物的作物—水模型研究	179
第三节 荒漠草原人工草地的作物—水模型研究	187
第四节 研究结论	191
第五章 人工草地非充分灌溉管理	194
第一节 合理灌水定额与灌溉定额的确定	194
第二节 毛乌素沙地饲草料作物的非充分灌溉制度及其优化	198
第三节 甘肃天祝县荒漠草原人工草地的非充分灌溉制度	214

第四节	饲草料立体种植下的非充分灌溉制度优化	227
第五节	研究结论	232
第六章	灌溉用水优化配置	236
第一节	水资源的广义性及承载力评价	236
第二节	区域水—草—畜的平衡研究	250
第三节	灌区灌溉用水的优化配置	256
第四节	研究结论	265
参考文献		267

第一章

绪 论

第一节 我国草地资源利用现状

草原是我国北方重要的自然资源和天然生态屏障，由于内陆干旱半干旱自然气候条件，以及长期以来的不合理利用，导致严重的退化沙化和水土流失。目前，我国荒漠化面积 262 万 km^2 ，多分布在北方和西北内陆地区，以草原荒漠化为主。荒漠化扩展速度 20 世纪 50 年代 1560 km^2 、70 年代 2100 km^2 、80 年代 2460 km^2 ，增长趋势明显。水土流失面积 367 万 km^2 ，占国土面积的 38.2%，草原风蚀面积占较大比例。草原退化沙化面积占可利用草地面积的 90%，严重退化沙化面积占可利用面积的 60% 以上，近年来以每年 135 万 hm^2 的速度增加。草原生态日趋恶化，不仅严重制约着当地社会经济的可持续发展，影响少数民族群众生活，而且直接危害京津乃至“三北”地区生态安全，加强草原生态环境治理刻不容缓。

一、我国草地资源的分布

我国草地资源十分丰富，天然草地面积仅次于澳大利亚，居世界第二位，拥有天然草地 39275.93 万 hm^2 （约 60 亿亩），约占国土总面积的 40.92%，天然草地可利用面积 33095.81 万 hm^2 （近 50 亿亩），为耕地面积的 3 倍多。我国草地主要分布于东北、西北和青藏高原地区。大体上从东北大兴安岭起，向西南经阴山山脉、秦陇山地直至青藏高原的东麓，将我国分为西北和东南两大部分。东南部以丘陵、平原为主，草地零星分布于丘陵和山地。西北部以高原、盆地、山地为主，处于亚洲中部干旱地带，主要为草原和荒漠，呈大面积连续分布。青藏高原的隆起，形成西南的高寒草原、高寒荒漠和高寒草甸。草地集中分布于内蒙古、新疆、西藏、青海、甘肃、四川、云南、黑龙江、吉林、辽宁、河北、宁夏、陕西、山西等省（自治区）境内，其他省（自治区）是我国农业区，各省也有相当数量的草坡和草滩可供放牧和割草。

根据 20 世纪 80 年代的草地资源普查资料，我国天然草地总面积为 39275.93 万 hm^2 ，可利用面积为 33095.81 万 hm^2 ，占 84.26%；其中：天然草地 34448.41 万 hm^2 ，分布在我国牧业半牧业省（区），占草地总面积的 87.71%；可利用草地有 29090.49 万 hm^2 ，分布在牧业半牧业省（区），占总面积的 87.9%（各牧业半牧业省区草地面积详见表 1-1）。可利用面积在 1000 万 hm^2 以上的有 7 个省（自治区），按面积大小依次为西藏、内蒙古、新疆、青海、四川、甘肃、云南，其他各省区面积相对较少。

我国草原主要分布在北方、西北、西南地区，按地域、草地类型的差异，习惯上分

为五大草原，即东北草原区、蒙宁草原区、西北草原区、青藏草原区、西南草原区。五大草原草地面积 34721.8 万 hm^2 ，占全国草地面积的 88%。草原分区及其草地面积详见表 1-2。

表 1-1 我国牧业省（自治区）天然草地面积

省（自治区）名称	天然草地面积 (万 hm^2)	可利用草地面积 (万 hm^2)	人均可利用草地 (hm^2)
内蒙古	7880.4483	6359.1092	2.94
新疆	5725.8767	4800.6840	3.14
西藏	8205.1942	7084.6781	31.91
青海	3636.9746	3153.0670	7.04
甘肃	1790.4206	1607.1608	0.71
四川	2253.8826	1962.0302	0.18
云南	1530.8433	1192.5587	0.78
陕西	520.6183	434.9218	0.13
宁夏	301.4067	262.5556	0.56
黑龙江	753.1767	608.1653	0.17
辽宁	338.8848	323.9293	0.08
吉林	584.2182	437.8993	0.18
河北	471.2140	408.5324	0.07
山西	455.2000	455.2000	0.16
合计	34448.3590	29090.4917	

表 1-2 我国五大草原草地面积统计表

区域名称	土地面积 (万 km^2)	草地面积 (万 hm^2)	草地面积占本区土地 面积的百分比 (%)	占全国草地面积 的百分比 (%)
东北草原区	126.94	4115.8	32.42	10.48
蒙宁草原区	72.90	4854.5	66.59	12.36
西北草原区	235.25	9065.0	38.53	23.08
青藏草原区	202.37	13036.2	64.42	33.19
西南草原区	115.33	3650.3	31.65	9.29
全国草地面积		39275.9		100

（一）东北温带半湿润草原区

该区包括辽宁省、吉林省、黑龙江省 3 省境内所有草原，以及内蒙古东部的赤峰市、通辽市、呼伦贝尔市、兴安盟 4 盟（市）所属草原，著名的松嫩草原、呼伦贝尔草原、科尔沁草原分布于此。境内天然草地类型主要有：温性草原类、草甸类、暖性灌草类、沼泽类以及部分零星草地。草地面积 4115.8 万 hm^2 ，是本区土地面积的 32.42%，占全国草地面积的 10.48%。各类草地面积产草量及其理论载畜量详见表 1-3。

表 1-3 东北温带半湿润草原区草地面积与生产力统计表

草地类型	草地面积 (万 hm^2)	可利用面积 (万 hm^2)	产草量 (kg/hm^2)	理论载畜能力 [$\text{hm}^2/(\text{羊单位} \cdot \text{a})$]
温性草原类	2075.6	1866.7	889~1465	1.49~0.79
草甸类	1346.2	1138.7	1684~1730	0.5~0.52
暖性灌草类	130.5	124.7	1643~1769	0.44~0.46
沼泽类	204.7	160.5	2183	0.39
零星草地	358.8	269.9	3200	0.25
合 计	4115.8	3560.5		

(二) 蒙宁温带半干旱草原区

该区包括内蒙古中部的锡林郭勒盟、乌兰察布市、巴彦淖尔市、鄂尔多斯市以及河北、山西、陕西北部，宁夏全部，甘肃省东部所属草地，著名的锡林郭勒草原、乌兰察布草原、鄂尔多斯草原分布于此，境内天然草地类型主要有：温性草原类、温性荒漠类、草甸类以及部分沼泽类草地和零星草地。草原面积 4209.4 万 hm^2 ，占本区土地面积的 66.59%，占全国草地面积的 12.36%。各类草地面积产草量及其理论载畜量详见表 1-4。

表 1-4 蒙宁温带半干旱草原区草地面积与生产力统计表

草地类型	草地面积 (万 hm^2)	可利用面积 (万 hm^2)	产草量 (kg/hm^2)	理论载畜能力 [$\text{hm}^2/(\text{羊单位} \cdot \text{a})$]
温性草原类	3297.4	2933.7	889~1465	1.49~0.79
温性荒漠类	785.7	613.7	329~465	4.21~3.33
草甸类	551.1	471.3	1648~1730	0.50~0.52
沼泽类	6.4	5.0	2183	0.39
零星草地	213.9	185.7	3200	0.25
合 计	4854.5	4209.4		

(三) 西北温带干旱荒漠区

该区包括新疆全部，内蒙古的阿拉善盟、甘肃省的武威、张掖、酒泉、白银、金昌、嘉峪关等市，以及青海省的柴达木。境内天然草地类型主要有：温性草原类、高寒草原类、温性荒漠类、高寒荒漠类、草甸类、高寒草甸类、沼泽类以及部分零星草地。草地面积 9065 万 hm^2 ，占本区土地面积的 38.53%，占全国草地面积的 23.08%。各类草地面积产草量及其理论载畜量详见表 1-5。

(四) 青藏高原高寒草甸、高寒草原区

该区包括西藏自治区全部、青海省柴达木以外地区，以及甘肃省的甘南，四川省的阿坝、甘孜州，云南省的迪庆、怒江、丽江地区。境内天然草地类型主要有：高寒草甸类、高寒草原类、高寒荒漠类、草甸类、温性草原类、沼泽类、暖性灌草类、温性荒漠类、热性灌草丛以及部分零星草地和未划类草地。草地面积 13036.2 万 hm^2 ，占本区土地面积的 64.42%，占全国草地面积的 33.29%。各类草地面积产草量及其理论载畜量详见表 1-6。

表 1-5

西北温带干旱荒漠区草地面积与生产力统计表

草地类型	草地面积 (万 hm^2)	可利用面积 (万 hm^2)	产草量 (kg/hm^2)	理论载畜能力 [$\text{hm}^2/(\text{羊单位} \cdot \text{a})$]
温性草原类	1620.8	1442.7	455~1465	2.87~0.79
高寒草原类	614.9	522.7	195~307	6.10~3.55
温性荒漠类	4772.5	3347.4	329~465	4.21~3.33
高寒荒漠类	156.1	116.3	117	9.27
草甸类	1340.9	1142.5	1648~1730	0.50~0.52
高寒草甸类	504.6	465.7	882	0.98
沼泽类	26.6	24.4	2183	0.39
零星草地	28.6	25.0	3200	0.25
合 计	9065.0	7086.7		

表 1-6

青藏高原高寒草甸、高寒草原区草地面积与生产力统计表

草地类型	草地面积 (万 hm^2)	可利用面积 (万 hm^2)	产草量 (kg/hm^2)	理论载畜能力 [$\text{hm}^2/(\text{羊单位} \cdot \text{a})$]
高寒草甸类	5824.7	5378.2	882	0.98
高寒草原类	5190.6	4397.5	195~307	6.10~3.55
高寒荒漠类	596.7	443.3	117	9.27
草甸类	712.9	636.7	1648~1730	0.50~0.52
温性草原类	410.5	365.7	455~1465	2.78~0.79
沼泽类	37.2	29.2	2183	0.39
暖性灌草类	36.4	31.1	1645~1769	0.46~0.44
温性荒漠类	15.2	13.5	329~465	4.21~3.33
热性灌草丛	30.3	23.9	2527~2719	0.36~0.27
零星草地	88.4	78.3	3200	0.25
未划类草地	93.3			
合 计	13036.2	11397.4		

(五) 西南亚热带湿润性灌草丛类

该区包括贵州、四川、云南大部以及陕西西南部分地区，境内天然草地类型主要有：暖性灌草类、热性灌草丛、草甸类、高寒草甸类、沼泽类以及部分零星草地。草地面积 3650.3 万 hm^2 ，占本区土地面积的 31.65%，是全国草地总面积的 9.29%。各类草地面积产草量及其理论载畜量详见表 1-7。

我国牧区可利用草地 2.267 万 hm^2 （合 34 亿亩，主要分布省/自治区及面积详见表 1-1），由于多处“三北”边疆地区、江河源区和西北季风环流的上风区，生态安全战略地位十分重要。

二、草地资源的重要性

我国人口众多，耕地稀少，而草地资源丰富，是为人类提供高产、优质、绿色肉食品

的资源基础。充分发挥草地资源的水、热优势，大力发展草地畜牧业，对加速建设中国特色的社会主义具有非常重要的作用。

表 1-7 西南亚热带湿润性灌草丛类草地面积与生产力统计表

草地类型	草地面积 (万 hm^2)	可利用面积 (万 hm^2)	产草量 (kg/hm^2)	理论载畜能力 [$\text{hm}^2/(\text{羊单位} \cdot \text{a})$]
暖性灌草类	657.8	548.6	1645~1769	0.46~0.44
热性灌草丛	1761.7	1384.4	2527~2719	0.36~0.27
草甸类	74.2	65.6	1648~1730	0.52~0.50
高寒草甸类	42.8	39.4	882	0.98
沼泽类	8.6	6.6	2183	0.39
零星草地	1105.2	968.6	3200	0.25
合 计	3650.3	3013.2		

(一) 草地是我国重要的生态防线

我国疆域面积广阔，地域差异悬殊，气候环境与生态系统类型多种多样。从东部沿海到内陆腹地，形成了湿润、半湿润、半干旱、干旱等水分分区。各地的环境优势、灾害因素和自然生产力随水热条件形成巨大差异。我国西北及北方的内陆干旱半干旱区是一个完整的自然地理区域。即“大兴安岭以西，昆仑山—阿尔金山—祁连山至长城一线以北的广大地区”，这一地区也是我国草原畜牧业的主要分布区。在自然地理演化史上，这一地区自今 2500 万年的第三纪中新世以来，随着喜马拉雅造山运动逐步抬升，形成季风气候区。植被多是长期趋于干旱化的草原和荒漠，水分条件差异巨大，从降水 400mm 以上的半湿润草原到降水少于 100mm 以下的典型荒漠。这一区域基本处于我国西风带与冬季寒潮的上源，尤其是内蒙古草原，地处京津西北门户，生态地位极为重要。保护建设好北方草原这一绿色生态屏障，可确保我国生态安全。

牧区的地理区位和景观要素对于我国大区域生态环境状况具有重要影响。在东亚季风气候的大气环流系统中，西伯利亚及蒙古高压控制着我国西北与中原的冬季气候。牧区范围内的八大沙漠、四大沙地，以及黄土丘陵，土质疏松，在强大的西北气流的作用下，成为沙尘向东南侵袭的沙源地。因此加强牧区草地资源管理，加大保护治理力度，是改善北方和首都生态环境的一项重大生态保护建设工程。

(二) 草地资源是我国农业基础资源的重要组成部分

草地畜牧业是我国牧区的主体产业，天然草地是我国基础农业资源的重要组成部分。我国北方拥有辽阔的天然草地，具备发展草食家畜的自然资源优势。据调查资料，我国天然草地占世界草地面积的 12.4%，其中可利用草地面积 3.31 亿 hm^2 。2002 年我国共饲养草食家畜 4.68 亿头（只），生产牛、羊肉 901.3 万 t，奶类 1400.4 万 t，羊毛 35.5 万 t，牧业总产值为 6000 多亿元，约占农业总产值的 30%。因此，利用丰富的草地资源，发展草地畜牧业，生产更多的畜产品，必将成为今后有效解决“三农”问题，实现农业生产现代化、产业化的重要支柱。

（三）草地资源是发展草原畜牧业的重要物质基础

近半个世纪以来,世界各国的草地畜牧业生产都有长足的发展,草地畜牧业产值所占的比例不断提高,有些国家高达80%以上。许多草地资源丰富的国家,家畜饲草料50%以上来自天然草地。如澳大利亚草地面积占本国国土面积的55.33%,阿根廷占51.28%,蒙古、新西兰也在50%以上。我国人多地少,粮食生产满足不了国民对食物增加的需要,发展以粮食为主要精饲料的养殖型畜牧业,又受耕地资源不足的严重制约,利用天然草地资源,大力发展草食家畜,是我国发展畜牧业生产的必由之路。随着国家对草地畜牧业生产的重视,草地建设的加强,草地畜牧业生产呈现出稳定、高速发展势头。在肉类生产的比例中,以粮食为主要饲料来源的猪肉比例由1979年的94.3%,下降到1990年的79.84%,到2002年则下降为65.69%;而以牧草等粗饲料为主要饲料来源的牛肉、羊肉的比例,则由同期的5.7%上升到20.16%,而这种增加是在全国粮食生产经历了1980年、1985年和1988年3次负增长和几年徘徊不前及1998年洪水的情况下取得的。这充分说明,合理有效地利用我国丰富的草地资源,大力发展草食家畜,生产更多、更好的畜产品,在我国现代化农业生产中具有广阔的前景。

（四）草地资源是提高人民生活的重要财富

草地资源在解决我国人民的食物问题上具有不可忽视的作用。通过草食家畜发挥、调动一切土地资源生产动物性食品的潜力,可减轻对粮食生产不足的压力。草食家畜可将人类不能直接利用的草本植物(包括牧草、农作物秸秆及乔木、灌木的细嫩枝叶等)转化为可以直接利用的畜产品,这些畜产品是人类食物构成中的重要组成部分。它们含有的一些营养成分或元素,是植物性食品不可替代的,对人体的正常发育具有重要作用。

据1989年统计,全世界人均谷物360kg,肉类25kg,奶91kg,禽蛋6.8kg,我国人均分别为326kg、21kg、3kg和6kg。均低于世界平均水平,与发达国家相比,差距更大。近年来随着畜牧业生产的持续发展,人均动物性食品也有了长足的发展。据1990年统计,牛肉、羊肉、牛奶人均消费占有量较1985年分别增长了1.5倍、66%和50%。而人们对毛绒和呢绒等畜产品的消耗量在同期增长20倍和5.5倍。随着社会的发展,人民生活水平的提高,对动物性食品及畜产品的需求量也会不断增加。充分开发、合理利用天然草地资源这一可更新的自然财富,大力发展草食家畜,将会显得更加迫切和必要。

（五）草地资源对繁荣我国民族经济具有重要作用

我国天然草地集中分布在西部、北部边疆地区,这里又是我国少数民族群众聚居区。据不完全统计,在1.4万km²的陆地边防线上,居住着40多个少数民族,占全国少数民族的76.8%,许多地段是一个民族两个国家。草地畜牧业往往是这些地区人民群众赖以生存的物质基础和主要经济支柱,如我国北部边疆的内蒙古自治区,草地面积占该自治区土地总面积的67%,畜牧业产值占农业总产值的29.6%,畜产品出口额占出口总额的50%以上。此外,我国广阔的草地上尚有大量珍贵的动植物资源可作为名贵中草药,而发菜、蘑菇、黄花等可直接被人类所利用。草地上还拥有丰富的光能、热能、风能资源以及水资源,可以用以发展洁净能源生产。草地下还蕴藏着丰富的石油、天然气、煤、有色金属和盐、碱等各种矿产资源。天然草地独特秀丽的自然景观,是发展我国旅游事业的良好资源。草地生产的畜产品,除供人类直接利用外,还是毛纺、制革、食品等工业的重要原

料。据统计,1990年我国生产毛线23.8t,呢绒2.95亿m,其中62.7%的羊毛和70%以上的羊绒来自牧区。

(六) 草原生态恶化直接危害我国北方地区生态安全

随着我国市场经济的不断发育,商品交换流通能力大幅度增加,草地畜牧业由自给自足的生态经济系统,演变为一个开放的物质、能量耗散系统。在这一生态系统中,由于长时期以来投入严重不足,加之人、畜的大幅度增长,能量、物质投入产出严重失调,导致生态环境急剧恶化。据有关资料,目前我国北方及青藏高原草原退化沙化面积占可利用草地面积的90%,近年每年以135万hm²的速度增加。由此导致强沙尘暴发生频次不断增加,由20世纪50年代的5次增加至90年代高达23次。而2000年3月4日~4月25日,我国连续发生12次大范围的沙尘暴、浮尘、扬沙等恶劣天气,其中9次影响京津地区,严重影响华北地区生态安全。其发生时间之早、频率之高、强度之大、影响范围之广,为历史之罕见。2002年3月19~20日,我国北方发生特大沙尘暴天气,危害甘肃、内蒙古、宁夏、山西、陕西、河北、北京、天津等8个省(自治区、直辖市),总面积140万km²,危害耕地428万亩,草地3540万亩,总人口1.3亿。北京能见度最低时不到200m,可吸入颗粒无浓度高达1500mg/m³,比二级大气指标高出10多倍。2006年我国较大规模的沙尘天气达到27次,发生频次为历年最多。草原生态日趋恶化,直接危害“三北”地区生态安全,影响京津地区大气质量。

三、牧区草地畜牧业的发展

我国牧区总面积442.36万km²,其中草地总面积27047万hm²,可利用草地22520万hm²,2000年牧区牲畜存栏数16759.58万头只,其中大畜3382.29万头,小畜13377.29万只。人均GDP4396元,仅是全国平均水平的58%,人均纯收入1737元,社会经济水平严重落后于中东部地区。

1949年新中国成立以来,牧区草地畜牧业得到了较快的发展,增长率一直保持在3%以上(见表1-8和图1-1),牲畜头数由1949年不足4000万头(只)增加到1989年的11320万头(只),到2000年达到15760万头(只)。牲畜头数的增加促进了牧区经济社会的发展和牧民生活水平的提高。但是,由于气候干旱化和草原建设投入不足,使草地资源受到极大损害。掠夺式利用引发草原大面积的退化沙化,导致严重的生态灾难。

表 1-8

全国牧区牲畜头数统计表

统计年度		1949年	1989年	2000年
牲畜头数(万头或只)		3447.87	11320.66	15760.61
折合羊单位数(万个羊单位)		7672.16	22608.58	28774.3
增长率 (%)	头只增长率		3.02(较1949年)	3.05(较1989年)
	羊单位增长率		2.74(较1949年)	2.22(较1989年)

四、我国草原的生态现状

(一) 牧区气候变化浅析

随着全球气候的干热化,气候变化受到国际社会严重关注,国外学者通过对150年以

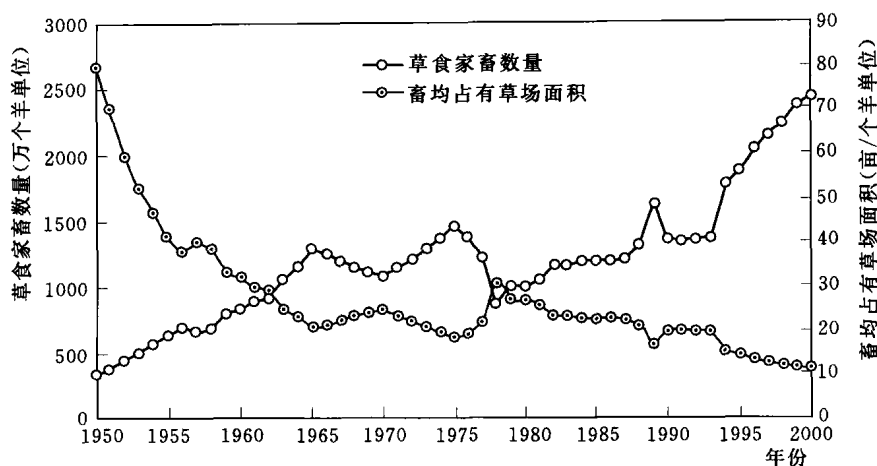


图 1-1 50 年来内蒙古锡林郭勒盟牲畜数量与畜均占有草场面积变化图

来气温升高趋势研究和未来 100 年气温升高预测 (结果见图 1-2 和图 1-3) 发现, 未来 100 年, 全球气温最大可能升高 4°C , 最小也在 1°C 以上。

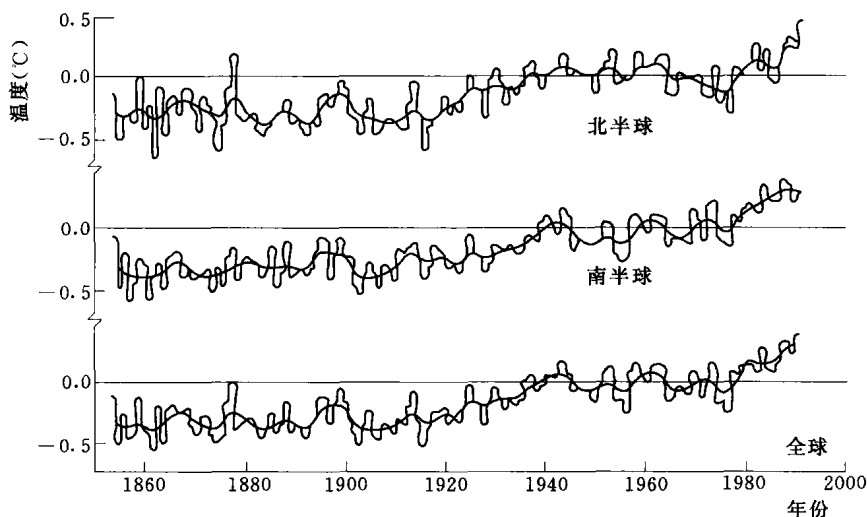


图 1-2 1850 年以来全球气温升高趋势图

通过对内蒙古牧区典型气象站点建站以来降水量、气温的统计分析 (图 1-4 为内蒙古典型牧区气温升高趋势图和降水量减少趋势图), 从图 1-4 中变化趋势可见, 内蒙古牧区自 20 世纪 50 年代以来, 气温呈稳定升高趋势, 降水量在波动中减少, 20 世纪 80 年代以来减少趋势更为明显。

(二) 我国草地的沙漠化

在全球气候变暖的大背景下, 20 世纪 80 年代以来, 草原生态急速恶化, 牧草产量和质量严重下降。土地荒漠化是以土地生产能力下降为主要标志的一种生态环境退化过程, 它常常以农田、草场风蚀沙化, 固定沙丘活化, 沙丘前移入侵, 古沙翻新, 以及大风扬

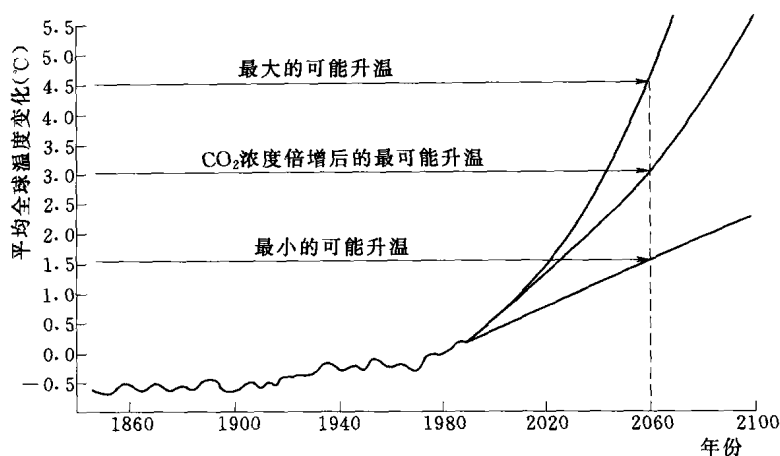
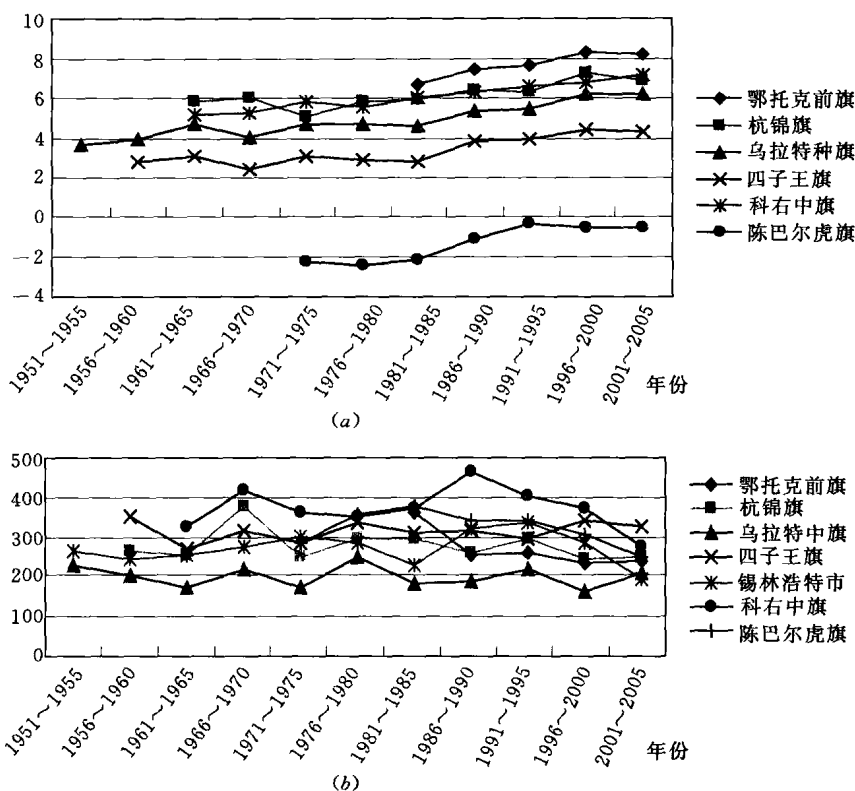


图 1-3 未来 100 年全球气温升高趋势分析结果图

图 1-4 内蒙古牧区气温、降水变化规律图
(a) 气温; (b) 降水量

沙、浮尘和沙尘暴天气频发等一系列风沙活动而表现在人类面前。全国土地荒漠化面积分布如表 1-9。我国北方沙漠、戈壁和荒漠化土地总面积 20 世纪 90 年代末已达 267.4 万 km^2 ，其中沙化土地面积 174.3 万 km^2 ，严重影响国土生态安全和沙区人民生活水平的改善和提高。