

Productive and Ecological Paradigm of Alpine Cultivated
Grasslands in the Region of Qinghai-Tibet Plateau

青藏高原高寒人工草地 生产-生态范式

董世魁 蒲小鹏 胡自治 等 / 著



科学出版社



青藏高原高寒人工草地生产-生态范式

Productive and Ecological Paradigm of Alpine Cultivated
Grasslands in the Region of Qinghai-Tibet Plateau

董世魁 蒲小鹏 胡自治 等 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以青藏高原高寒人工草地生产-生态范式为主要内容,详细介绍人工草地的概念、类型及分类方法,深入分析青藏高原高寒地区人工草地建设的必要性,系统总结青藏高原人工草地建设的历史、现状及发展方向,分别论述燕麦人工草地、燕麦-豌豆混播草地、一年生多汁饲料(芜菁和饲用甜菜)地、多年禾草混播草地的建植管理模式,简要阐明高寒人工草地可持续利用体系建设方向。本书综合集成高原高寒人工草地生产、生态等方面的系统研究工作,为青藏高原高寒人工草地的高效生产和持续管理提供理论依据和技术支撑,同时为世界同类地区高寒人工草地的持续发展提供借鉴参考。

本书可作为草业科学、环境科学等领域的科研、管理和教学人员的工具书,也可作为相关专业本科生和研究生的学习资料。

图书在版编目(CIP)数据

青藏高原高寒人工草地生产-生态范式=Productive and Ecological Paradigm of Alpine Cultivated Grasslands in the Region of Qinghai-Tibet Plateau/董世魁等著. —北京:科学出版社,2013

ISBN 978-7-03-037312-0

I. 青… II. 董… III. 青藏高原-草地-生产 IV. S812

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 076230 号

责任编辑:张 震 / 责任校对:刘亚琦

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:无极书装

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>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年4月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2013年4月第一次印刷 印张:25 1/2

字数:500 000

定价:128.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

著者名单

董世魁 蒲小鹏 胡自治

李春鸣 负旭疆 吴序卉

刘千枝 寇建村 朱磊

资助项目

国家“十二五”科技支撑计划课题

“高寒草地生物多样性综合保护与持续利用技术”(2012BAC01B02)

国家环境保护公益性行业科研专项项目

“高寒荒漠区国家级自然保护区生态监测与综合管理研究”(201209033)

国家自然科学基金项目

“高寒地区人工草地退化与恢复的植被-土壤界面过程研究”(30600083)

甘肃省科技厅“九五”重点科技攻关项目

“高寒牧区人工草地及其集约化草地畜牧业研究”(GK971-2-36A)

序

董世魁教授等编著的《青藏高原高寒人工草地生产-生态范式》出版在即，要我作序。我浏览全书，欣然命笔。因为该书所涉及的人和事，我都熟悉，甚至连试验区的环境都历历在目。更重要的是，这本书叙述了一个生动的学术故事。

该书的科技内核基本出自一个学科基地、一个学术方向、一个专业师承。基地就是1956年我经手创建的“甘肃农业大学天祝高山草原试验站”。在这个基地上，胡自治教授把握稳定的学术方向，历经艰难，带领了一批研究生和青年教师，把甘肃省“九五”科技攻关项目“高寒地区人工草地及其集约化草地畜牧业研究”、农业部项目“高寒地区营养体农业研究”、国家自然科学基金项目“高寒地区人工草地退化与恢复的植被-土壤界面过程研究”、国家“十二五”科技支撑计划课题“高寒草地生物多样性综合保护与持续利用技术”等多个研究项目，聚焦、融合为一个科学命题，历经10多年的野外观测和室内实验，共同完成了这本专著。其中包含4篇博士论文、4篇硕士论文、46篇核心期刊论文和12篇SCI论文的基本科学内涵，堪称我国高山草原栽培草地研究的开山之作，其学术价值自不待言。这是“十年磨一剑”的草业科学版。

在浮躁成风的当下，这本书为我们讲述了一个别具一格的故事。这个故事的关键词是：一个基地，一个方向，一个师承，长期坚持而百纳成书。这种执著的科学素养、代代相传的团队精神、坚毅而恢弘的学术构建，尤其它所表达的沉潜治学的科学态度是难能可贵的，值得我们玩味咏叹。

董世魁现任北京师范大学环境学院教授、美国康奈尔大学自然资源系客座教授，活跃于国际草地生态学界，是我国草业科学界的佼佼者。他来秉笔主编，将长期积累的大量科学素材凝练升华，写成专著，功不可没。

该书具有独特的学术价值和它所禀赋的精神财富。谨向读者推荐并向著者表示衷心的感谢。

是为之序。

任继周

2012年岁末

前 言

青藏高原高寒地区是中国三大草地畜牧业基地之一，同时也是南亚、东南亚和东亚主要河流的发源地和北半球气候变化的调节区。高寒草地的生态环境变化不仅影响着高原地区人类和家畜的生存与发展，而且影响着周边乃至中东部的生态安全和持续发展。近年来，气候异常变化和人类逆向行为致使本来就十分脆弱且极不稳定的草地生态环境呈现出逐步恶化的趋势，严重制约着高原地区以草地畜牧业持续发展为纽带的社会、经济、环境可持续发展。建设人工草地，是增强草地畜牧业的物质和科技投入、实行集约化经营，以及种草养畜、置换天然草地的载畜压力、恢复重建草地植被的重要措施，已成为青藏高原高寒地区草地畜牧业可持续发展和高原生态环境保护的必由之路。

以董世魁为代表的几位作者长期致力于青藏高原高寒人工草地可持续发展方面的研究工作，先后在中国草学会顾问、前副理事长、甘肃农业大学草业学院名誉院长胡自治教授的指导下开展以高寒人工草地生产生态范式为主要内容的硕士、博士论文研究工作，并在各自获取学位后持续开展了相关领域的科学研究工作，完成了青藏高原高寒地区各类人工草地生理生态学、营养生态学、种群生态学、群落生态学和生态经济学等方面的系统研究。几位作者经过 10 多年的连续野外观测和室内实验，积累了大量翔实、可靠的第一手数据资料，综合集成高寒人工草地的系列研究成果，凝练为专著《青藏高原高寒人工草地生产-生态范式》。本书的写作意图在于将该领域的创新性研究成果全面介绍给广大读者群体，使从事草业科学、生态科学、环境科学、农学和相关学科领域的科研人员、管理人员和大专院校师生了解高寒人工草地生产-生态范式的理论基础和应用技术，为青藏高原高寒人工草地的高效生产和持续管理提供理论依据和技术支撑，同时为世界同类地区高寒人工草地的持续发展提供借鉴参考。

本书共分 10 章。第 1 章主要论述人工草地的概念、类型，阐明混播人工草地的原理和价值，提出人工草地的分类体系和方法，分析中国和世界人工草地的发展现状（胡自治编写）；第 2 章主要论述青藏高原高寒地区的生态环境特征及问题，阐明青藏高原高寒地区人工草地建设的必要性，分析青藏高原地区人工草地的发展方向和现存问题（董世魁、胡自治编写）；第 3 章主要介绍青藏高原人工草地建设的历史和现状，综述青藏高原高寒人工草地建设的基础理论和

应用基础研究,提出青藏高原高寒人工草地的生产-生态范式理论(董世魁、胡自治编写);第4章主要介绍一年生人工草地——燕麦人工草地的生产性能和生理生态特征,实证青藏高原高寒地开展燕麦营养体生产的科学论断,阐明燕麦人工草地生产性能调控的土壤营养学机理(蒲小鹏、负旭疆、李春鸣编写);第5章主要论述燕麦+豌豆混播人工草地的生产性能和群落学特征,揭示一年生豆禾混播草地(燕麦+豌豆混播草地)群落稳定性的维持与调控机制,提出燕麦-豌豆混播草地覆膜栽培的高产培育管理模式(蒲小鹏、吴序卉、李春鸣编写);第6章主要分析一年生多汁饲料——芜菁和饲用甜菜人工草地的生产性能、生理生态特征、种群特征及经济价值,提出一年生多汁饲料的覆膜栽培的高产培育管理模式(李春鸣、蒲小鹏、刘千枝编写);第7章主要论述多年生人工草地生产-生态稳定性的科学内涵,介绍多年生禾草混播草地的生产性能和生理生态特征,揭示多年生混播草地群落稳定性的维持机制与调控途径(董世魁编写);第8章主要论述多年生禾草混播草地生产稳定性的施肥、灌水、刈割和放牧调控机制,建立多年生禾草混播草地群落种间关系和生产力的土壤肥力、土壤水分和刈牧调控模型,提出维系多年生禾草混播人工草地生产稳定性的有效管理和利用模式(董世魁编写);第9章主要阐明多年生禾草混播草地退化的生态学机理,分析多年生禾草混播草地生态稳定性调控的除杂管理模式,揭示维系多年生人工草地生态稳定性的植被-土壤界面过程机制(董世魁、寇建村、朱磊编写);第10章主要论述高寒人工草地可持续利用体系建设,提出高寒人工草地可持续发展的参与式管理体系,分析高寒人工草地可持续发展的保障体系建设(董世魁、胡自治编写)。

本书的著作理念新颖、思路清晰、逻辑严谨、论据充分,是一部很有科学创意和理性思维的专著。本书突破草业科学的基本理论和研究范围,涵盖生态学、环境科学、农学和生物学等诸多学科领域的知识体系,可供多个学科领域的科研人员、管理人员和有关院校的师生参考使用。

本书的研究工作得到国家“十二五”科技支撑计划课题“高寒草地生物多样性综合保护与持续利用技术”(2012BAC01B02)、国家环境保护公益性行业科研专项项目“高寒荒漠区国家级自然保护区生态监测与综合管理研究”(201209033)、国家自然科学基金项目“高寒地区人工草地退化与恢复的植被-土壤界面过程研究”(30600083)、甘肃省科技厅“九五”重点科技攻关项目“高寒牧区人工草地及其集约化草地畜牧业研究”(GK971-2-36A)、农业部项目“高寒地区营养体农业研究”等多个国家、省部级项目资助,本书的写作得到“中国科学院科学出版基金”资助,在此一并表示衷心感谢!

在本书的选题、立项、编写和出版过程中，得到北京师范大学环境学院院长杨志峰教授的支撑和帮助，得到北京师范大学资源学院康慕谊教授、兰州大学草地农业科技学院龙瑞军教授、甘肃农业大学草业学院张德罡教授的指导和建议，在此一并致谢！

尤其值得一提的是，中国工程院院士任继周先生在百忙之中拨冗作序，令我们十分感动！在此对任先生表示最诚挚的谢意！

由于著者水平有限，书中不当之处在所难免，希望读者能不吝赐教，及时指出本书的不足和错误之处，并希望提出修改建议和意见，以便我们日后改进。

著 者

2012 年 11 月

目 录

序

前言

1 人工草地概述	1
第一节 人工草地的概念	1
第二节 人工草地的类型和分类	7
第三节 混播人工草地	16
第四节 世界和我国的人工草地	20
本章小结	23
2 青藏高原人工草地建设与发展的意义	25
第一节 青藏高原的生态环境	25
第二节 青藏高原人工草地建设的必要性	35
第三节 青藏高原人工草地建设的主要方向	42
第四节 青藏高原发展人工草地的重要问题	47
本章小结	50
3 青藏高原人工草地发展和研究现状	52
第一节 青藏高原人工草地建设的历史和现状	52
第二节 青藏高原人工草地建设的基础理论研究	54
第三节 青藏高原人工草地建设的实践研究	64
第四节 青藏高原人工草地生产-生态范式研究	74
本章小结	75
4 燕麦人工草地的生产-生态管理范式	77
第一节 燕麦人工草地概述	77
第二节 燕麦人工草地的适宜品种筛选	79
第三节 燕麦人工草地的营养体农业生产	86
第四节 燕麦人工草地的土壤肥力调控	112
本章小结	141
5 燕麦+豌豆混播人工草地的生产-生态管理范式	143
第一节 燕麦+豌豆混播人工草地概述	143

第二节	燕麦+豌豆混播人工草地覆膜培育的土壤温度和水分效应	144
第三节	燕麦+豌豆混播人工草地覆膜培育的生长发育效应	149
第四节	燕麦+豌豆混播人工草地覆膜培育的光合作用效应	160
第五节	燕麦+豌豆混播人工草地覆膜培育的物种竞争效应	171
本章小结		180
6	多汁饲料地的生产-生态管理范式	181
第一节	饲用甜菜和芜菁概述	181
第二节	饲用甜菜覆膜栽培的生产生态效应	188
第三节	芜菁覆膜栽培的生产生态效应	203
第四节	多汁饲料地的覆膜培育管理	219
本章小结		222
7	多年生禾草人工草地的生产-生态稳定性	224
第一节	多年生禾草人工草地概述	224
第二节	多年生禾本科牧草的适应性及混播组合筛选	226
第三节	多年生禾草混播草地的生理生态学特性	233
第四节	多年生禾草混播草地群落的生态稳定性	248
第五节	多年生禾草混播草地的生产生态效益	262
本章小结		274
8	多年生禾草混播人工草地生产稳定性的调控管理	276
第一节	多年生禾草混播人工草地生产稳定性调控管理概述	276
第二节	多年生人工草地生产稳定性的施肥调控管理	279
第三节	多年生人工草地生产稳定性的灌溉调控管理	293
第四节	多年生禾草混播人工草地生产稳定性的刈割调控管理	303
第五节	多年生人工草地生产稳定性的放牧调控管理	314
本章小结		322
9	多年生人工草地生态稳定性的调控管理	324
第一节	多年生人工草地的生态稳定性概述	324
第二节	多年生人工草地生态稳定性的除杂调控管理	326
第三节	多年生人工草地生态稳定性的繁殖调控管理	343
第四节	多年生人工草地生态稳定性的营养调控管理	357
本章小结		366
10	青藏高原高寒地区人工草地的可持续发展	367
第一节	人工草地的可持续利用体系建设	367

第二节 人工草地的可持续管理体系建设	372
第三节 人工草地的可持续发展保障体系建设	377
本章小结	379
参考文献	380
附录 部分植物拉丁名	388
后记	391

人工草地概述

第一节 人工草地的概念

一、人工草地的定义

人工草地 (tamed grassland, artificial grassland) 或栽培草地 (sowed grassland, seeded grassland, cultivated grassland) 是利用综合农业技术, 在完全破坏原有植被的基础上, 通过人为播种建植的新的人工草本群落。以饲用为目的的播种的灌木、乔木或与草本混播的人工群落, 也应包含在人工草地的范畴。在不破坏或少破坏天然植被的条件下, 通过补播、施肥、排灌等措施培育的高产优质草地称为半人工草地, 其经济和环境意义相当于人工草地, 但由于其植被未发生根本改变, 所以在草地分类上仍作为天然草地对待。

除以牧用为主要目的的人工草地外, 还有以净化空气、保护生态、美化环境和体育运动等为主要目的的其他类型的人工草地 (草坪、绿地等), 这类草地的比例随社会经济的发展、环保意识的增强而日益增大。本书研究的是青藏高原草地畜牧业生产中的人工草地, 故对以环境和体育运动为目的的另类人工草地——草坪和绿地等未给予过多的涉及。

二、人工草地是农牧业文明相结合的产物

人工草地是特殊的农业用地, 是农业文明和牧业文明相结合的产物。在原始游牧后期, 农业生产力有了一定的发展, 逐水草而居的先民, 在以放牧为主的条件下, 为了给家畜储备一些冬春时期的饲草, 开始开辟少量土地种植牧草。

这就是人工草地最初形成的情况。

种植苜蓿、建立人工草地主要是东方农牧业文明的产物，中国是最早引种紫花苜蓿、建植苜蓿人工草地的国家之一。公元前 115 年汉武帝时，张骞出使西域将苜蓿带到长安，从此苜蓿在我国西北和华北广泛栽培，成为我国最古老、最重要的人工草地类型。自古以来，我国黄河流域的苜蓿人工草地和农田实行轮作，对提高土壤肥力和作物产量，对育成秦川牛、晋南牛、早胜牛、南阳牛、关中驴、早胜驴等著名家畜品种起到了直接的、十分重要的作用。

栽培和建植大面积的三叶草-多年生黑麦草人工草地，主要是西方农牧业文明的产物。关于种植干草作物和晒制干草的意义，大约在公元前 50 年的古罗马就已有详细的叙述。大约于公元 800 年，盎格鲁-撒克逊在不列颠的中部最早将人工割草地围起来进行保护。在公元 1550 年意大利开始栽培红三叶，西欧稍晚一些，英国不迟于 1645 年，美国于 1747 年在马萨诸塞州开始了这种著名豆科牧草的大面积种植。俄罗斯在 1796 年开始了牧草栽培，А. М. 巴日诺夫 (Бажинов) 在 1863 年发表了《人工建植的草地》一文，正确地指出了草地植物的多样性是人工草地长期维持生产力稳定的基本因素 (Ярошенко Л. Д., 1966)。19~20 世纪是欧洲和北美人工草地的大发展时期，期间人工草地和作物轮换，这种轮换制度发展成为现代的草田轮作制。由于人工草地的发展，优质牧草的供应和保证得到实现，许多著名的家畜品种与此同时在欧洲育成，如奥尔洛夫马、贝尔修伦马、黑白花牛、瑞士褐牛、海福特牛、短角牛、西门塔尔牛和许多细毛羊和半细毛羊的品种等。

三、人工草地在发展草地畜牧业中的重要意义

以生产牧草为目的的人工草地是畜牧业用地中集约化经营程度最高的类型，也是草地畜牧业发展程度的质量指标之一。“高产人工草地+高产家畜+高技术草畜产品加工”是发达国家高效率的草地畜牧业经营的基本模式。

发达国家的草地畜牧业都以人工草地为基础。关于人工草地对畜牧业生产的推动力，据测算，在世界范围内人工草地占天然草地的比例每增加 1%，草地动物生产水平就增加 4%，而美国更是增加了 10% (胡自治，2000)。

我国北方温带天然草原牧草生产力与畜牧业发达国家同类型草原基本相同，但单位草地面积的畜产品产出低，其差距主要是高产优质的人工草地比例低，不能解决关键的冬春天然草地牧草不足时期的补饲问题，从而导致家畜春乏掉膘和死亡，造成很大的有形和无形损失。由此可见，发展高产优质的人工草地，

解决放牧家畜的饲料季节不平衡,是提高我国牧区和半牧区草地畜牧业生产水平和生产效率的关键问题之一。

我国北方有灌溉的人工草地可大幅度地提高牧草产量,并改善牧草质量。青藏高原气温低,有一定降水的条件下,建植的旱作人工草地也可大幅度提高牧草产量,燕麦草地在较长的营养期中,青草年产量可高达 $37.5\text{t}/\text{hm}^2$ 。南方岩溶地区天然草地植被以禾草、蕨类和柳属灌木等占优势,牧草可利用的时间短,质量差,饲用价值很低,但这里有建植人工草地的得天独厚的水热条件,牧草产量很高。例如,贵州威宁建植的人工草地,产量比天然草地提高 $5\sim 8$ 倍,粗蛋白提高 $8\sim 10$ 倍, 0.13hm^2 人工草地可养 1 头细毛羊,年产毛 $5\text{kg}/\text{头}$,或 1hm^2 可养奶牛 1 头,年产奶 $3000\sim 3500\text{kg}$,或 0.66hm^2 可养肉牛 1 头,18 个月出栏,胴体重可达 $400\sim 500\text{kg}$,这些指标已接近或达到了草地畜牧业发达国家新西兰人工草地的生产水平。地处广西桂北的熔岩山区,近年来用温带豆科和禾本科牧草建立了较大面积的人工、半人工草地,形成了特殊的地带性亚热带山地温性常绿草甸,牧草产量和质量都有很大的提高。我国南方人工草地除了用以饲养牛羊等传统的草食家畜外,群众还创造性地用来饲养猪、鹅、鱼、蜂等,扩大了人工草地的利用范围,提高了人工草地的经济效益,促进了人工草地的可持续发展。

这里还应特别提出的是广东和四川的水稻-黑麦草系统。这个系统在 11 月至翌年 3 月的水田冬闲期种植一年生黑麦,可刈割嫩鲜草 $8\sim 10$ 次,鲜草产量达 $7.5\text{t}/\text{hm}^2$ (1 万斤/亩^①),粗蛋白含量高达 $22\%\sim 26\%$,不仅是草食家畜的优质饲草,也是养猪、养兔的好饲料。水稻-黑麦草系统促进了传统鱼米之乡的农牧结合,提高了生态效益和经济效益,是南方水稻区农业结构优化的一次飞跃,已经在南方获得了大面积的推广。

发展人工草地的重要性还有一点应该提到,那就是以牧草及其产品为基础的现代牧业生产,它可以显著提高草食畜产品的数量、质量,替代人们食物结构中的粮食,减少对谷物的过度依赖,有助于提高粮食安全或食物安全。除此以外,还能改善人们摄入的蛋白质量,提高人民的食物营养水平和健康水平。

四、人工草地的其他特殊作用

森林和草地是保护世界环境的两大生态系统,它们都具有调节气候、吸收

^① 1 亩 $\approx 666.67\text{m}^2$

CO₂、释放 O₂、涵养水源、保持水土、防风固沙、改良土壤、培育肥力、土地复垦、美化环境的能力，而草地在保持水土、改良土壤、培育肥力、土地复垦、美化环境等方面的功能比森林更好，如果两者相互结合，互为补充，就会发挥最好的功能。但树木和森林并不能在干旱和寒冷的环境条件下存在，草本植物和草地却可以，这就是草本植物和草地在保护环境中的最独特和最重要的意义之一。人工草地在群落的盖度、密度、高度和生物量等方面一般优于天然草地，因此它保护环境的能力，尤其在快速恢复水土流失区、严重退化的草地、撂荒地、矿业废弃地和矿渣地的植被方面具有特别优异的能力。

草地和森林一样，可以对温度、降水、湿度、蒸发及其他由生物媒介的全球及地区性气候要素进行调节。植物在生长过程中，从土壤吸收水分，通过叶面蒸腾，把水蒸气释放到大气中，提高环境的湿度、云量和降水，减缓地表温度的变幅，增加水循环的速度，从而影响太阳辐射和大气中的热交换，起到调节气候的作用。草地因为有草层覆盖，地面的热交换强度较小，温度较裸地低而稳定，积雪期较长，可使近地面大气层和土壤的温度变化较小。草地在促进降水方面还有一个特殊作用。据报道，草地的植物残体在腐烂以后可产生大量的微粒碎屑，这些肉眼难以看见的微粒散布到天空后，会在云层中形成生物源冰核，这种冰核对于形成降水比无机冰核有效得多。草地植被繁茂的地方，产生的有机冰核就多，相应地，降水也就多。

草地的水调节服务主要是水文过程的调节。草地的植物和土壤可以吸收和阻截降水，延缓径流的流速，渗入土中的水通过无数的小通道继续下渗转变成地下水，构成地下径流，逐渐补给江河的水流，起到涵养水源的作用。我国的大江大河大都发源于高山地区的草甸和沼泽，就是草地这一生态功能的最好说明。甘肃省玛曲县面积 1.02 万 km²，82.27% 的土地是高寒草甸和高寒沼泽，是黄河上游重要的水源补充地。黄河在玛曲入境时的流量为 38.9 亿 m³，流经 433km 的第一曲湾出境时，水量达到 147 亿 m³，也就是说，黄河的水量在玛曲段的流量增加了 108.1 亿 m³，占黄河源区总流量 184.13 亿 m³ 的 58.7%，由此可见玛曲草地水资源的巨大供应能力。

草地的防风固沙、保持水土的功能主要表现在：①草地植被低矮，每丛植株的背风面都能阻挡留下很多流沙，能有效降低近地面的风沙流动。例如，甘肃民勤县没有植被的沙地，每年断面上通过的沙量平均为 11m³/m，而在盖度为 60% 的有草地，过沙量只有 0.5m³/m，只占前者的 1/22。②减少和避免土壤破碎和吹蚀。③形成结皮，促进成土过程。风沙地区的干旱草地植被，通过降尘、枯枝落叶、分泌物、苔藓地衣等的作用，地面逐渐形成结皮，流沙成土过程加

强，地表日益变得紧密，抗风沙能力就会增强。

草地植被的根系和凋落物为土壤提供有机质，形成团粒，改善土壤结构，增强成土作用，提高土壤肥力。草地在良好的保护和科学的利用条件下，植物、土壤动物和微生物的遗体 and 排泄物可以使土壤有机质不断积累，提高有机质含量。土壤微生物和土壤动物是草地生态系统中的分解者，它们使有机质粉碎、腐烂和分解，成为植物可利用的矿质化状态。草原和草甸土壤的有机质一般高于森林土壤，高山草甸土和沼泽土的有机质甚至在 10% 以上。草地土壤有机质的不断积累和分解，使草地不同土壤类型的理化条件相应地达到最优，肥力相应地达到最高。

草地的植物和微生物在自然生长过程中，能够吸附周围空气中或水中的悬浮颗粒以及有机与无机化合物，并把它们吸收、分解、同化或者排出。动物则通过采食对活的或死的有机物进行机械的粉碎和生物化学的消化分解。草地的生物在生态系统中进行新陈代谢，通过摄食、吸收、分解、组合，并伴随氧化、还原作用，使化学元素进行不断的各种各样的化合和分解。持续不断的这种作用过程，改变了外来物质的性状、构造，保证了物质的循环利用，有效地防止了生态系统内部的或外来的物质过度积累所形成的污染。同样，有毒物质经过空气、水和土壤中的生物的吸收和降解后，得以消除或减少，从而控制和消除环境的污染。

五、人工草地建设是我国 21 世纪草业建设和环境治理的重要内容

当前，在我国农业生产出现粮食、棉花、植物油、水果等相对剩余的同时，城乡和牧区畜牧业却都严重缺乏优良饲草；牧区畜牧业仍是经营最粗放的农牧业部门之一，生产力低下。在人口压力、资源压力和放牧压力之下，草地健康状况日趋恶化，草地不断退化和消失，生态灾难日益严重。草原牧区的生态难民事件已非个例，这些情况已严重影响广大牧区、半牧区和少数民族地区社会经济的发展。新中国成立 60 多年来，国家在草原建设上做了大量的工作，也取得了很大的成绩，但并未遏制住草地普遍和持续退化以及生产力下降的态势。传统的利用天然草地自然生产力的靠天养畜生产方式已走到尽头，必须找到新的途径，使 21 世纪的草原生态环境治理和草地牧业生产进入新的水平和新的阶段。高速度、高质量地发展人工草地，对开发建设中西部地区的草业经济和生态建设，推动少数民族地区的社会经济发展具有诸多方面的积极意义（胡自治，2000）。

(1) 人工草地可以创造新的草地生产力,可以促进草地的集约经营。和天然草地相比,人工草地是技术密集、资金密集、劳动密集、商品密集和流通密集的草业用地,可以大幅度提高草地的植物生产水平和草产品的多样化(青草、干草捆、干草块、脱水嫩干草、草粉、草种等)与商品化程度;能够较方便地解决草地牧草营养供给与家畜营养需求之间的时间、空间和种间的不平衡(董世魁等,2002a)。

(2) 人工草地的发展可以促进牧区生产的分化、劳动力的分流,推动牧区社会经济进步。人工草地面积的扩大、集约化的经营以及草产品的加工和流通,必然需要一部分人专门从事这一生产。这样,草原畜牧业以放牧为主的单一生产,必然分化为植物生产和动物生产两部分,从而劳动力也必然会随之分流。当人工草地的规模达到一定程度后,就会使以长期有偿承包经营为基础的家庭牧场,一些以牧草生产为主,一些以家畜生产为主,他们可以相互让出一部分家畜或人工草地,使双方的经营规模扩大,效益提高,这样,也就必然会推动牧区社会经济的进步与发展。

(3) 人工草地的建设可促进牧民定居。人工草地需要常年的田间管理和多次刈割以及加工调制,因此需要长年的劳动者,这种需要可以促进牧民的定居。在夏秋暖季,部分劳力和半劳力可以在人工草地进行劳动,部分牧民可随畜进入夏秋放牧地,这既有利于定居轮牧的真正实现,也有利于提高牧民生活质量。

(4) 人工草地可以迅速改善退化草原的生态环境。当前牧区、半牧区草原退化最严重的地段是冷季草地,这里地势较为低平,温度条件较好,是建植人工草地的良好地段,用以围建人工草地,可迅速获得良好的植被覆盖,恢复生态环境。与此同时,生产的人工牧草可使家畜有可能冷季舍饲、半舍饲,可以降低放牧家畜对天然草地(尤其是冷季草地)的压力,也有助于退化草地的自然恢复。

(5) 人工草地的发展有助于优化我国农牧业的生产结构。在北方农业地区,人工草地可以促进形成农业的农、经、饲三元结构,改善农业和产品的结构性缺陷;在南方水稻区,冬闲田建植超短期人工草地,可以使传统的热带、亚热带水稻生产与牧草和草食家畜生产相结合,进一步提高复种指数、光能转化率、产品多样性和经济效益;在云贵高原光照不足地区和青藏高原热量不足地区,人工草地可以充分利用这些地区独特的气候资源和土地潜力,发展以茎叶产品为目的的营养体农业,达到草业持续发展、生态环境优化、农牧民脱贫致富。

(6) 人工草地是现代化草地农业系统的必需条件,是草地经营的高级形式,是草地牧业现代化的质量指标。因此,扩大人工草地也是草地牧业向更高级的