

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中国工程院重大咨询项目 中国草地生态保障与食物安全战略研究丛书

丛书主编

旭日干 任继周 南志标

第四卷

中国草原生产力 与食物安全研究

“中国草原生产力与食物安全研究”课题组

侯扶江 主编



科学出版社

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中国工程院重大咨询项目 中国草地生态保障与粮食安全战略研究丛书

丛书主编

旭日干 任继周 南志标

第四卷

中国草原生产力与食物安全研究

“中国草原生产力与食物安全研究”课题组

侯扶江 主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书分析了草原放牧的历史分期与不可替代性、草原生产现状与制约因素,划分了草原放牧系统的类型、空间格局与生产力特征;总结了草原培育的区域模式、综合技术体系与生产潜力,用案例剖析了草原培育的成本与效益;提出了草原牧区饲草供给、畜群结构调整、饲养方式转变等稳定草原生产的草畜耦合优化模式,保障草原生产与畜产品安全的一系列机制与措施;明确了我国当前草食性动物源食物的产量和消费量上升、在农业产值中占比加大的现状,从草地农业的生产层次、节粮、畜产品安全等角度分析了草原保障国家食品安全的前景,提出了我国草地畜牧业现代化转型的战略构想,以及“沃土工程”、引草入田、牧区特色畜产品生产、草业纳入国民经济评价体系、草产品战略储备与交易平台建设等保障措施。

本书可供草业科学、畜牧学、农林经济管理学、农学和资源管理学等领域的科研与教学人员,以及管理人员和基层科技推广人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

中国草原生产力与食品安全研究/侯扶江主编.—北京:科学出版社,2017.7
(中国草地生态保障与食品安全战略研究丛书/旭日干,任继周,南志标主编;第四卷)

“十三五”国家重点出版物出版规划项目 中国工程院重大咨询项目
ISBN 978-7-03-053019-6

I.①中… II.①侯… III.①草原生产能力—研究—中国 ②食品安全—研究—中国 IV.①S812.8 ②TS201.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 116893 号

责任编辑:李秀伟 / 责任校对:李 影

责任印制:肖 兴 / 封面设计:北京铭轩堂广告设计有限公司

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>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2017 年 7 月第一次印刷 印张:16

字数:290 000

定价:128.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

中国草地生态保障与食品安全战略研究

顾问组

(以姓氏笔画为序)

于康震 山 仑 王 浩 王宗礼 冯宗炜 曲久辉
朱有勇 向仲怀 刘加文 刘秀梵 孙鸿烈 李佩成
杨振海 汪懋华 庞国芳 贾敬敦 康绍忠 傅廷栋

项目组

组 长

旭日干

副组长

任继周 南志标

成 员

(以姓氏笔画为序)

仇焕广 方精云 邓祥征 卢欣石 任继周 旭日干 刘钟龄
李 宁 李向林 李学森 李建东 沈禹颖 沈益新 张自和
张英俊 张新跃 林慧龙 呼天明 周青平 荣廷昭 南志标
侯向阳 侯扶江 黄季焜 黄毅斌 盖钧镒 梁天刚 程积民

项目办公室

主 任

侯扶江 张文韬

成 员

(以姓氏笔画为序)

王 庆 张文韬 范成勇 林慧龙 罗莎莎
郑召霞 侯扶江 胥 刚 唐 增 潘 刚

那日苏 副研究员

(中国农业科学院草原研究所)

李元恒 博士

(中国农业科学院草原研究所)

汤 波 博士

(中国农业大学)

杨 君 博士

(中国农业大学)

课题组秘书

陈先江 副教授

(兰州大学)

王召锋 讲师

(兰州大学)

《中国草原生产力与食物安全研究》编委会

主 编：侯扶江

副主编：侯向阳 呼天明

编 委：（以姓氏笔画为序）

丁 勇	王召锋	王春梅	尹燕亭	许岳飞
那日苏	孙秀柱	李 岚	李元恒	李发弟
李西良	杨培志	张子军	张晓庆	张新全
陈先江	呼天明	侯向阳	侯扶江	娄珊宁
郭正刚	程云湘			

《中国草地生态保障与食物安全战略研究》丛书序

“中国草地生态保障与食物安全战略研究”是中国工程院重大咨询项目。该项咨询研究的目的在于审视全国不同生态经济区的自然资源和社会需求，从农业结构调整入手，探索建立粮食与饲料并举、生态与生产兼顾的新农业系统，将我国农业引向可持续发展的康庄大道。本项目于2012年11月立项启动，至2015年8月结题，跨越4个年头，共组织全国19位院士和200多位专家参加，分为6个课题组^①，完成了7本专著和1本送呈国务院的综合报告。这份报告得到主管农业的汪洋副总理高度肯定的批示。

本项目严格遵循咨询研究的基本原则，面向国家生态安全和食物安全的战略需求，在摸清国情的基础上与国际相关资料相比较，然后加以评估、推荐和建议。执行过程中，项目组内外多次讨论，反复修改，务期客观准确。

该项报告借鉴发达国家草地保护与建设的成功经验，结合我国实际，前瞻性地确定我国保障草地生态安全与食物安全的战略目标，提出**四大战略重点**：保障草地生态安全，发展草牧业与保障食物安全，草业教育发展与科技进步，发展草原文化与各民族共同繁荣；**四大保障措施**：实施草地生态安全保障建设重大工程，三北植被恢复体系工程，粮草兼顾农业转型工程，启动振兴草牧业发展重大专项；**五大政策建议**：划定草地资源生态保护红线，建立现代草业科教与推广体系，加大草地生态补偿投入与完善补偿机制，完善草地管理体系和经营制度，完善草地保护法律法规体系。

上述战略重点、保障措施和政策建议最终凝练为需特别关注的五项重大建议：①划定草原生态安全红线，以确保基本草原面积不被侵蚀。占国土面积41%的草地，是我国最大的陆地生态系统，是水土保持等生态功能的重要支柱，草原碳储量占全国土壤碳储量的16%，有其不可取代的重要性。但由于人口增加、草地开垦、工矿业开发与城镇化建设等人为因素，对草地生态系统胁迫有增无减，造成草地资源总量减少，生态系统服务功能严重退化，有必要设立像耕地那样的保护草地资源红线。②将“三北防护林”修正为“三北植被恢复体系”，全面发挥乔、灌、草的综合潜势，建立适应广泛地境的植被保

^① 这6个课题组是：“中国草地资源现状与区域分析”、“中国草原的生态功能研究”、“中国草原生产力与食物安全研究”、“中国农区草业与食物安全研究”、“中国草业发展保障体系研究”、“中国草地资源、草业发展与食物安全”。每个课题组撰写专著1卷，加上综合报告专著，共7卷。

护带。③启动“振兴草牧业发展重大专项”，从多方面开展新生草业系统的研发工作，落实汪洋副总理关于“促进草业大发展”的批示精神。④建立草地农业试验示范区，通过理论和实践的磨合反馈，全面正确地落实草地农业系统的建设。⑤成立国家草业局，全面领导我国草原畜牧区和传统农耕地带的草业开发建设工作。

本咨询研究项目提出的五项重大建议都是当前迫切需求和长远战略目标的关键问题，是有机联系的整体，因此需设立像国家林业局那样的草业局，加强全国性的总体规划，统一领导，构建草地农业系统。

草地农业系统应是我国农业供给侧改革的指向所在。实现这一目标至少应包含两个层次：其一，将草原牧区内部和传统农耕地区内部的植物生产和动物生产实现系统耦合；其二，将草原牧区和农耕区实现区域性系统耦合。研究证明，在我国经过这两个层次系统耦合，可成数倍到数十倍地提高整体农业生产水平^①。

历史告诫我们，由于我们对农业生态系统的理解不足，曾经蒙受惨重损失。

1949年新中国成立以来，中国农业经受了亘古未有的两次巨变。一次是从小农经济向计划经济的大变革，一次是从计划经济向市场经济的大转变。前者从1951年中共中央通过《关于农业生产互助合作的决议（草案）》开始^②，到1976年的“文革”结束。后者起于1978年中共十一届三中全会的改革开放政策，一直延续至今。这两次大转变，实质上都是农业生态系统的颠覆性重组，带来了翻天覆地的社会大变化。

农业生态系统的结构和功能趋于完善，是任何农业系统健康运行的基础。遗憾的是，当我们掀动上述两项翻天覆地的大事件时，对农业生态系统的历史轨迹全然无知。第一次从小农经济向计划经济的大跃进，其社会背景是承袭了战国时期管仲的耕战论，利用小农经济的农业系统自组织优势，动员已经取得温饱的农民，以农村包围城市，夺取了全国政权，全国呈现一派兴盛气象。于是我们失去冷静，急于实施现代化大集体农业。孰知大集体改变了小农经济，也丢掉了我们熟悉的小农经济的农业系统自组织功能。而对我们将要建设的大规模农业系统的结构与功能则全无储备，因而闯了天大的乱子，这已是目共睹，不必细说了。

小岗村农民的重大贡献是将在农业集体化道路上疾驰的列车踩了刹车，但并没有指出前进的方向。它蜕变于小农经济，但不可能回到小农经济，我国农

① 任继周，系统耦合在大农业中的战略意义，科学，1999年6期，12-14页。

② 1951年9月，中共中央召开了全国第一次农业互助合作会议，讨论通过了《关于农业生产互助合作的决议（草案）》，以后迅速发展为人民公社。

业列车停在了计划经济和市场经济的岔路口。它需要的仍然是一个有待探索的农业系统,即市场经济下的适度规模的农业系统。这时随着社会经济的发展,国民的食物结构发生了质的飞跃,在食物结构中作为主食的谷物的比重显著消减,动物性食品比重大增。以食物当量计,人粮与畜食之比为 1:2.5,即家畜饲料是人的口粮的 2.5 倍,传统耕地农业难以承受这样的压力。与此同时城乡差距扩大,2002 年召开的中共十六大提出了“三农问题”,“三牧问题”接踵而来。也就是在这一年出现了口粮下降、畜食上升两条曲线的交叉点。此后口粮缓慢下降,饲料需求急剧上升,两条曲线从此渐行渐远。这是我国农业供给侧结构转变的重大信号,社会发展的必然结果。可惜我们对此没有足够警觉,仍然习惯地沿用“以粮为纲”的耕地农业系统,大肥、大水、大农药,力争粮食连年高产,以多种方式支农,几十年来从未间断。这不但使我国的主要农产品成本高于进口产品的到岸价,还导致我国水土资源的短缺和污染,更连累污染食物,造成我国发展进程的严重障碍。我国农业投入如此之高,产出如此之低,社会效益仍然难以令人满意,原因无他,就是耕地农业系统的供给侧与社会的需求侧之间严重错位。病根在于耕地农业系统的畸形发展。

草地农业系统与耕地农业系统各有特色,可互为补充。如把草地农业加以模式化,可以表达为“草地+n”,如草地+养殖,草地+谷物,草地+蔬菜,草地+果树,草地+棉花,草地+烟草,草地+林木,草地+体育,草地+旅游等目标产品。这样可以充分发挥水土资源、气候资源、生物资源、劳动力资源等农业要素潜势,提高生产水平,增加经济效益,保障食物安全与生态安全。本项目建议按照各个生态经济区的特点,建立县(旗)以上规模的农业结构改革试验示范区,以取得经验,逐步推广,这是稳妥发展草地农业系统不可或缺的一步,这里蕴藏了巨大潜力。例如,在我国传统农耕区实施草田轮作、套种、农闲田种草等草地农业措施,将产生饲用蛋白质 7000 万~8000 万吨,可完全取代进口豆饼而略有盈余,是我国畜禽饲料可靠的蛋白源,也是改变我国农业结构的必要手段。恩格斯说“蛋白质是生命的存在方式”^①,而草地农业系统中的豆科牧草和反刍家畜正是生产蛋白质的农学手段。草地农业系统和它所固有的草地是农业现代化无法取代的载体。

我们反复强调草地农业生态系统,这是因为农业生态系统内部的各个组分都是有生命的,是通过了科学验证、可持续生存的。过去我们见过或做过一些项目,它们的某些措施也曾炫目一时,但大都没有逃脱项目完成之日,

① 恩格斯:《反杜林论》。

就是措施消失之时的不幸结局。因为它没有扎根于适宜生存的生态系统。

我们强调农业生态系统的必要性，还有更深一层的涵义。生态系统的科学验证肯定其是与非，一旦进入社会实践，必然进一步体现其社会责任的善与恶的道德属性，那就进入了伦理学范畴。伦理学是追究社会各个成员与成员之间，成员与环境之间的道德责任的。我们一旦建立了正确的草地农业系统，农业活动中常见的诸多以邻为壑，有悖于道德的行为可消弭于无形。这正是我们农业系统的供给侧改革所向往的社会和谐、产业兴旺的理想境界。

当然，一个新的农业系统的建立，不仅涉及广泛的科学技术，更触动某些文化传统，任务将是艰巨而长期的。在全球经济一体化的大潮催动下，我国改革开放的大门已经打开，“一带一路”的全球战略已经启动，我们必须担负起时代赋予的历史使命，义无反顾地，脚踏实地坚毅前进，为我国农业开辟一条可持续发展的康庄大道，让它为中华民族的伟大复兴提供食物安全和生态安全保障。

尽管我们这个咨询团队竭尽全力，力求交出一份完满答卷。但限于我们的科学和文化水平，舛误不当之处还望社会人士赐予指导匡正。

本咨询研究项目结束之时，项目主持人之一，中国工程院原副院长旭日干院士不幸病逝。旭日干院士生前为本项目自始至终做出了重要贡献。我们对旭日干院士的不幸去世表示痛切悼念。

对参与本咨询项目的各位专家表示衷心感谢！

对中国工程院的大力支持表示衷心感谢！

任继周

2016年5月

前 言

草原孕育了全球的大江大河，还孕育了人类。草原既是农业的发祥地，也是华夏文明的摇篮。草原文明与农耕文明一样，是华夏文明的重要组成部分，历史上，游牧民族从水草丰茂的牧场出发，把草原文明散布到世界各地，把众多民族的创造与智慧带回草原；炎黄子孙沿着草原铺就的“丝绸之路”与欧亚大陆开展全面的交流。这是自发的学科交叉与协同创新，在每一次大国崛起的进程中循环上映。草原文明与其他文明板块猛烈碰撞、深度融合，在人类历史上抬升了灿若星河的政治、经济、文化与社会发展的珠峰。草原生产力决定着历史的走向与文明格局。

“天人合一”是人草关系演化的起点，也是终极方向，草原生产力是人草关系的基础与核心。作为地球陆地面积最大的食物生产系统，草原产出了世界 24.1%的牛肉和 31.9%的羊肉；我国牧区的牛、羊肉产量分别超过全国总产量的 1/3 和 1/2，而且比例持续上升。放牧是人类最重要的动物性食物生产方式，也是草原最悠久、最经济、最安全的管理方式，放牧动物把采食获取的绝大多数营养元素均匀地返施于草原，只有极少部分随着畜产品输出到生态系统之外，草原生产系统的物质平衡得以维系。没有家畜的草原与离开草原的家畜一样，都会出现这样或那样的问题，合理的放牧在全球尺度上推动了人类社会的可持续发展。草原生产力奠定了其供给服务、调节服务、文化服务和支持服务等生态系统多功能性的物质基础。

管理不当导致草原退化，这是世界性问题。全球约 70%的草原不同程度退化，发展中国家尤其严重，直接原因是人类掌握的草原生产理论和技术无法满足自身实践的需要，更深层次的原因在草原之外。草原退化不是放牧的必然结果，而与人口和资源的压力密切相关，我国人口密度超过 150 人/km² 区域的草原至少 80%退化。为了遏止草原退化与草畜相悖之间的恶性循环，人们创造了农区与牧区、农业（种植业）与畜牧业、作物与家畜等多尺度的系统耦合，譬如世界干旱区的山地-绿洲-荒漠耦合系统（MODS），发展了以草畜系统耦合为基础的草原管理的新理论、新技术和新模式。我国在草原之外开辟退化草原治理的“第二战场”，草原生产力获得突破性进步；2002~2012 年，内蒙古牧区牛羊肉产量和牧业产值分别增加 85.9%和 2.4 倍；2007~2013 年，青海牧区人均产奶量、产肉量和牧业产值分别增加 41.5%、7.6%和 124.2%。

农牧耦合在解决草原退化的同时，为作物生产提供了物质与能量支撑，黄土高原作物/草原-家畜综合系统，草原生产输出的能量 53.4% 用于作物生产，畜产品占不到一半。建立和完善草地农业系统，实施广泛的系统耦合，成为克服草畜系统相悖、提升草原生产力的可持续模式。

草原生产方式的革新为人草系统的进化提供了根本动力。近 20 年来，我国对草原的战略需求发生了深刻变革，从“生产为主，以畜为纲”转变到“生产与生态兼顾，生态优先”，通过完善草地农业系统的结构与功能，在传统的植物生产和动物生产之上，强化景观生产等前植物生产层和草畜产品加工等后生物生产层，发展理念回归“道法自然”，生产方式与产品形态“日新又新”。这是草原生产现代化转型的发轫，它面临着一系列迫切需要厘清的问题：世界草原生产的特点与水平，草原生产力维持与提升的途径和技术，草原牧区社会与经济综合管理模式，草原划区轮牧与草原-家畜-人居系统建设，草原战略转型的途径等。中国工程院重大咨询项目“中国草地生态保障与食品安全战略研究”第三课题“中国草原生产力与食品安全研究”针对性地开展了专项研究，成果形成了这本专著。全书共分六章，系统分析了我国草原的放牧利用、草原培育技术、牧区草畜耦合模式及优化、草原生产与畜产品安全、草食性动物源食物，以及草原生产力提升与食品安全保障的战略构想六个方面的问题，力图为我国草原生产现代化战略转型提供决策依据。

许多科学家指导制定了课题研究的内容框架与实施方案，提供了详实的资料和新颖的思路，在此表示衷心感谢！书中肤浅、谬误之处，敬请读者指正、谅解！

侯扶江

2017 年 6 月 26 日

目 录

第一章 我国草原的放牧利用与生产力	1
第一节 草原放牧系统的历史	1
一、草原放牧的作用	2
二、草原放牧的历史	7
三、国内外草原利用现状	11
第二节 草原放牧系统的类型与生产力	23
一、放牧系统的类型与分布	23
二、放牧系统的生产力特征	29
第三节 放牧系统类型的管理方式	39
一、农户的放牧管理	39
二、区域的放牧管理	46
三、国家的放牧管理	48
四、开矿对草原的影响	49
第四节 野生草食性动物的放牧管理	50
一、我国草原的野生动物资源	50
二、放牧系统的野生动物管理	56
三、野生动物的放牧管理	61
第五节 我国草原自然灾害	63
一、雪灾	63
二、暴风	64
三、火灾	64
四、鼠害	66
五、虫害	67
六、旱灾	67
第六节 草原放牧管理的历史、现状和发展趋势	69
一、草原生产在国家食物安全中的地位和作用	69
二、草原放牧管理的发展趋势与建议	74
参考文献	78

第二章 我国草原培育技术与草原生产力	86
第一节 我国草原的培育	86
一、新中国成立以来全国草地的投入和产出机制	86
二、草原培育的区域模式与技术	86
第二节 退化草原的恢复	88
一、草原自然恢复的年限	88
二、退化草原恢复的综合技术	89
三、草原矿区植被恢复技术	91
第三节 草原培育的生产潜力	91
一、天然草原区草原的初级生产力	91
二、我国牧区栽培草地的牧草生产	92
三、草原培育的成本分析	93
第四节 草原培育对牧户生产的作用——案例分析	94
一、对牧户生产的作用	94
二、对区域产业的作用	95
三、经济效益与分析	96
四、我国草原培育的增产潜力预测	98
参考文献	98
第三章 草原牧区草畜耦合及模式优化	104
第一节 草原牧区草畜耦合系统分析	104
一、牧户层次结构与功能分析	104
二、主要生产环节的功能	120
三、牧户生产经营系统的稳定性和效率	122
第二节 草原牧区生产系统草畜耦合模式	129
一、饲草料均衡供给模式	129
二、畜群结构优化调控模式——牧户畜群结构的自适应优化调控	138
三、主要生产环节的调控模式	144
第三节 草原牧区牧户草畜耦合案例分析	151
一、草甸草原	151
二、典型草原	154
三、荒漠草原	156
四、草畜耦合的增产潜力	158
参考文献	160

第四章 我国草原生产与畜产品安全	163
第一节 草原生产面临的风险和不确定性	163
一、草原生产主要环节面临的问题	163
二、草原畜产品的安全隐患	167
第二节 草原生产的稳定性及畜产品安全	176
一、影响草原生产稳定性的因素	176
二、草原畜产品安全的比较优势	180
第三节 增强草原生产稳定性与畜产品安全的政策建议	186
一、草原生产的稳定性和效率	186
二、溯源控制	189
参考文献	201
第五章 我国草食性动物源食物结构分析	204
第一节 历史现状及趋势	204
一、草食性动物源食物与我国食物结构变化	204
二、草食性动物源食物在我国食物结构中的地位	207
第二节 食物结构变化对草原生产的影响	209
一、食物结构变化对畜种结构的影响	209
二、食物结构变化对草原利用方式的影响	213
三、食物结构变化对社会经济的影响	216
四、畜种结构变化对草地质量的影响	218
第三节 草食性动物源食物发展的趋势与潜力	221
一、我国食物结构变化趋势	221
二、我国草食性动物源食物发展潜力	224
参考文献	226
第六章 我国草原生产力提升与食物安全保障的战略构想	228
第一节 我国草原保障国家食物安全的前景分析	228
一、草地各层次生产力收益及分析	228
二、前景分析	229
第二节 提高我国草原生产力的战略构想与措施	230
一、我国草地畜牧业现代化转型的战略构想	230
二、我国草地畜牧业现代化转型的战略措施与保障体系	231
参考文献	233
索引	235

第一章 我国草原的放牧利用与生产力

草原是人类和文明的摇篮。

草原是全球面积最大的陆地生态系统（侯扶江和杨中艺，2006），也是我国面积最大的陆地生态系统，占全国国土面积的 41%（Nan，2005）。放牧是为了实现预期目标而对动物的采食、践踏、排泄等行为开展的管理活动，它是陆地生态系统最重要的管理方式之一，直接关系到全球自然生态系统和人类社会的健康（侯扶江和杨中艺，2006）。保守估计，传统意义上放牧地占地球陆地面积的一半以上，其中，美国一半以上的陆地是放牧地（Mitchell et al.，2004），大洋洲超过 2/3（Malcolm et al.，1996）。全球 69% 的农业用地为永久性放牧地，其中大洋洲、非洲撒哈拉、南美洲和东亚分别为 89%、83%、82% 和 80%（樊万选，2004）。放牧系统为人类提供一半以上的肉类、1/3 以上的奶类及皮毛等畜产品，美国草原 70% 的产出来自放牧，新西兰家畜 95% 的营养需求和澳大利亚家畜 90% 的营养均来自放牧（Hou，2014）。草原合理放牧是维护草原生态系统健康、生产特色优质畜产品、保护濒危野生动植物、发展草原文化、维持和提升草原生态服务等的基础。

草原放牧是为了特定的目的在草原上管理家畜和野生草食性动物（Allen et al.，2011）。放牧的动物有家畜、野生动物，有草食性动物，也有肉食性动物。广义的放牧是通过放牧动物获得生态系统服务价值，以景观生产、植物生产、动物生产和草畜产品加工直接或间接获益；传统的放牧生态系统，它的能量沿太阳→植物→家畜这一主干有序流动，并向家畜汇聚，以收获畜产品为主要目标（侯扶江和杨中艺，2006）。

第一节 草原放牧系统的历史

放牧系统是草原文明的载体。特定的放牧系统既是草原文明的历史积淀，也是草原文明水平的综合展示。放牧生态系统在生物因素、非生物环境因素和社会管理因素的共同作用下发生和发展；人类是放牧系统的设计者、管理者和受益者，家畜是人类-草原的关系纽带；在人类生产活动的管理下，家畜-草原的相互作用为放牧生态系统的进化提供了最直接的动力。可见，草原生产力是生物因素、非生物环境因素和社会管理因素共同作用的产物，是一个国家或地区的发展水平在

草原牧区的最终表现。

一、草原放牧的作用

放牧是释放草原活力的“金手指”。离开家畜的草原与离开草原的家畜一样，都会出现健康问题。

(一) 放牧是草原最经济的利用方式

与割草、改良等利用方式相比，草原放牧因人力、机械、能源、畜舍、道路、运输、排泄物处理等投入成本少，而成为草原最经济的利用方式（表 1-1）。即便是单一放牧利用的草原，与改良后放牧利用的草原相比，虽然产草量和能量转化效率不及后者的 1/2，甚至只有后者的 1/3，但其投入也不足后者的 1/4，甚至不足 1/10；因此，产出/投入是改良草原的 3 倍以上。能量效率常用来表示生态效率，能够指示生态系统的可持续性，可见放牧的草原具有更高的生态可持续性（表 1-2）。

表 1-1 草原放牧家畜与刈割后舍饲的成本比较

成本	放牧	刈割
人力	+	+++
围栏	++	+
补饲	++	—
防疫	+	+++
畜舍	+	+++
道路	+	+++
运输	+	+++
能源	+	+++
机械	+	+++
排泄物处理	—	+++

注：“—”无成本，“+”低成本，“++”中成本，“+++”高成本

表 1-2 欧洲草原粗放放牧与集约化放牧的生态效益比较

生态效益	粗放放牧	集约化放牧		
		施肥*	补播**	施肥+补播
初级生产力/ (kg/hm ²)	887	936	1 823	2 686
能量产出/ (MJ/hm ²)	17 474	18 549	35 913	52 914
能量投入/ (MJ/hm ²)	419	1 722	3 130	4 433
产出/投入	41.7	10.8	11.5	11.9
太阳能转化效率/%	0.027	0.029	0.057	0.084

*施用硫肥；**补播白三叶