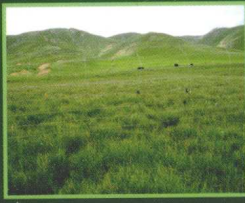


草地评价

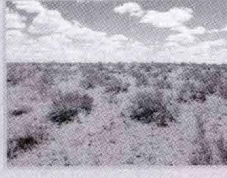
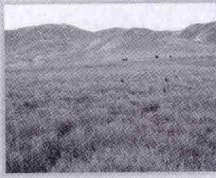
孟 林 张英俊 主编



中国农业科学技术出版社

草地评价

孟 林 张英俊 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

草地评价 / 孟林, 张英俊主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2010. 6

ISBN 978 - 7 - 5116 - 0182 - 7

I. ①草… II. ①孟…②张… III. ①草地 - 评价
IV. ①S812. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 092315 号

责任编辑 张孝安 杜新杰

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)82106638 (编辑室) (010)82109704 (发行部)
(010)82109703 (读者服务部)

传 真 (010) 82109709

网 址 [http://www. castp. cn](http://www.castp.cn)

经 销 者 新华书店北京发行所

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 16

字 数 390 千字

版 次 2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

定 价 36.00 元

—— 版权所有 · 翻印必究 ——

编委会

主 编

孟 林 (北京市农林科学院)

张英俊 (中国农业大学)

编 委

(按姓氏笔画排序)

毛培春 (北京市农林科学院)

邓 波 (中国农业大学)

玉 柱 (中国农业大学)

安沙舟 (新疆农业大学)

戎郁萍 (中国农业大学)

张英俊 (中国农业大学)

孟 林 (北京市农林科学院)

姜 超 (中国农业大学)



前言

草地具有数量、质量、空间结构特征,具有生产能力和维护生态平衡等多种功能,是保证大农业持续发展必不可少的重要自然资源之一。草地资源学、草地调查规划学已成为草业科学的主干学科。其中,草地评价是草地资源学和草地调查规划学极为重要的研究领域,涉足草地环境功能的评价、草地基况的评价、草地初级和次级生产能力的评价、草地生态服务价值的评价、草业经济的评价等等。国内外诸多草地科学专家学者从各自不同的出发点,研究提出了一系列的草地评价理论与技术方法,但资料零散不集中。随着社会生产力的提高和科学技术水平的发展,以及草地评价工作本身是一项多因素、多层次、针对性强、复杂、难度较大的工作,因而加深对草地属性认识和评价、研究评价技术原理与方法、完善和深化草地综合评价体系非常必要。

全书共分九章,包括概述、草地环境功能评价、草地基况评价、草地生态服务价值评价、草地资源生产适宜性评价、草地初级生产功能评价、草产品质量评价、草地次级生产功能评价、草业经济系统评价,较全面系统地收集整理并汇集了国内外相关草地科学家在草地评价原理和技术方法的研究成果。各章主要编写完成者如下:第一章—孟林;第二章—安沙舟;第三章—孟林;第四章—张英俊、姜超;第五章—孟林、毛培春;第六章—安沙舟、孟林;第七章—玉柱;第八章—戎郁萍;第九章—邓波。

该书可作为高等农业院校、农业科研院所、生产推广部门的教师、大学生、研究生、科研人员等的重要参考书,还可为政府部门的草原监理监测人员加强草原监理和监测工作提供方法指导。

该书涉及草地评价的内容较为系统全面,汇集了草地科技工作者研发的有关草地评价技术与方法,在一定程度上对我国草地评价学科的发展起到推动和促进作用。由于时间仓促,编著者的水平有限,错误和疏漏之处在所难免,在此诚挚地希望广大读者批评指正。

编著者

2010年3月26日于北京

内容提要

本书对草地基本特性、草地评价内涵和原则、草地评价发展历程，以及草地环境功能评价、草地基况评价、草地生态服务价值评价、草地资源生产适宜性评价、草地初级生产功能评价、草产品质量评价、草地次级生产功能评价、草业经济系统评价等的相关原理和技术方法作了较系统地阐述，汇聚了国内外草地科学家有关草地评价原理和技术方法的研究成果。

该书可作为高等农业院校、农业科研院所、生产推广部门的教师、大学生、研究生、科研人员、技术推广人员等的重要参考书，还可为政府部门的草原监理监测人员加强草原监理和监测工作提供方法指导。

目 录

第一章 概述 (1)

 第一节 草地及其基本特性 (1)

 第二节 草地评价内容与原则 (9)

 第三节 草地评价发展历程与趋势 (11)

第二章 草地环境功能评价 (20)

 第一节 草地牧草生长与气象条件关系评价 (20)

 第二节 草地生态环境区功能评价 (33)

 第三节 草地旅游地功能评价 (40)

 第四节 草坪与绿地评价 (43)

第三章 草地基况评价 (52)

 第一节 草地健康状况评价 (52)

 第二节 草地退化评价 (63)

 第三节 草地沙化与荒漠化评价 (70)

 第四节 草地盐渍化评价 (75)

 第五节 草地水土侵蚀评价 (78)

 第六节 草地干旱等级评价 (82)

 第七节 草地生态系统健康评价 (86)

 第八节 草地生态安全评价 (90)

 第九节 草地火灾风险与灾情等级评价 (96)

第四章 草地生态服务功能评价 (104)

 第一节 草地生态脆弱性评价 (105)

 第二节 草地生态恢复效益评价 (110)

 第三节 草地生态服务价值评价 (115)

第五章 草地资源生产适宜性评价 (125)

 第一节 草地资源生产适宜性评价系统 (125)

 第二节 草地资源生产适宜性评价技术方法 (127)

 第三节 日本天然草地适应性评价 (133)

 第四节 退耕还草适宜性评价 (136)

第六章 草地初级生产功能评价 (142)

 第一节 草地产草量评价 (142)

 第二节 草地营养物质产量评价 (148)

 第三节 草地等级评价 (154)

第七章 草产品质量评价	(180)
第一节 概述	(180)
第二节 青干草品质评价	(182)
第三节 干草粉品质评价	(187)
第四节 青贮饲料品质评价	(189)
第八章 草地次级生产功能评价	(196)
第一节 概述	(196)
第二节 草地家畜资源评价	(197)
第三节 草地载畜量评价	(202)
第四节 草畜平衡评价	(205)
第五节 草地畜产品评价	(207)
第六节 草地野生动物资源评价	(210)
第九章 草业经济系统评价	(219)
第一节 概述	(219)
第二节 草业系统	(220)
第三节 草业经济系统评价	(222)
关键词索引	(243)



第一章 概述

第一节 草地及其基本特性

一、草地涵义

在世界范围内，对草地的认识不同，也有认识的发展过程。从 20 世纪 50 年代以来，我国以老一辈草地科学家王栋、贾慎修、任继周、许鹏教授为代表，对草地都有不同的定义，也集中反映了世界和我国的观点。

1. 国外的典型代表

英国 Spedding 从植物种类成分和植物群落出发，认为以禾本科为主体的植物群落灌丛极少的植被为草原。

英国 Davis 与农业经营联系起来，于 1960 年第八届国际草地学术会议上提出：“草地一词应该包括各种类型的牧场，特点是将禾本科、豆科牧草和其他植物结合在一起，以供放牧致用。”因此，在这个定义范围内，草地指的是环境，而草是反刍动物赖以生存的牧草，实际上是指草、土和畜的概念。

前苏联德米特里耶夫偏重于农业经营范畴，认为“凡是生长或栽种牧草的土地无论生长牧草株本之高低，亦无论所生长牧草为单纯一种或混生多种牧草皆谓之草地”。

美国 Stoddart、Box 和 Smith 认为“低而多变的降水、地形崎岖、排水不良或低温，不易耕种，而作为当地野生动物和家畜饲料基地，同时可以作为林产、水及原生动物来源的地区”。

2. 国内的典型代表

王栋先生（1955）将草原与草地在定义上予以区分。认为草原是指“凡因风土等自然条件较为恶劣或其他缘故，在自然情况下，不宜于耕种农作，不适于生长树木，或树木稀疏而以生长草类为主，只适于经营畜牧的广大地区”。而将草地的定义与前苏联德米特里耶夫的定义相同。

任继周先生（1961）认为“草原是大面积的天然植物群落所着生的陆地部分，这些地区所产生的饲用植物可以直接用来放牧或割草饲养牲畜”。之后（1985）又进一步明确指出“草原是以草地和家畜为主体所构成的一种特殊的生产资料，在这里进行着草原生产。它具有从日光能和无机物，通过牧草，到家畜产品的系列能量和物质流转过程”。

贾慎修先生（1982）定义“草地是草和其着生地的土地构成的综合自然体，土地是环境，草是构成草地的主体，也是人类经营利用的对象”。

许鹏先生（1994）将草地定义为：“草地是具有一定面积，由草本植物或半灌木为主体组成的植被及其生长地的总体，是畜牧业的生产资料，并具有多种功能的自然资源和人

类生存的重要环境。”

草地从其形成过程划分，有天然草地、半人工草地（改良草地）和人工草地三大类。在我国天然草地分布面积最大，近4亿 hm^2 ，占国土总面积的41%，分布也最广，是本书探讨的主要对象。

草地由社会因素、生物因素和非生物因素三者共同构成，生物因素是主体。具有改良土壤、保持水土、净化空气等生态功能，对巩固和发展民族经济和安定团结具有重要的社会功能。长期以来，由于受传统游牧生产方式和生活方式的束缚，靠天养畜，经营单一，抵御自然灾害的能力很差，草地资源的生产效益十分低下，草地畜牧业停留在低产、低效益和自然经济的传统经营模式中，发展裹足不前。特别是，近几十年来，由于人口日益膨胀，牲畜数量不断增加，加之人类经营利用不善，加剧了草地严重退化、次生盐渍化、沙漠化、旱化，直接影响到草地资源的高效持续利用，制约着地区经济的迅速发展。

每一门学科的发生发展都是生产实践经验的升华，也是指导生产进一步发展的需要，草地评价的内容和工作也是随生产实践中不断提出的问题而发展和深入的。为使自觉地运用草地生产的客观规律，科学地经营草地资源，国内外诸多专家学者在草地评价方面进行了大量的研究，依据不同的目的侧重于草地特性的个别方面，提出了一系列草地评价的理论和方法。然而，随着社会生产力的提高和科学技术的发展，人类开发和利用草地资源的广度和深度也不断增加，同时，草地评价工作是一项多因素、多层次、针对性强、复杂的、难度较大的工作，因而加深对草地属性认识和评价、研究评价技术原理与方法、完善和深化草地综合评价体系显得非常必要和迫切。

二、草地基本特性

（一）草地是一类特定的生产生态系统

任继周院士（1998）认为，草地资源的属性可以认为是发展中的草地生态系统与发展中的社会经济行为两者在一定时空运行轨迹上的际遇。总体上讲，草地是由社会因素、生物因素和非生物因素三者有机迭加的总和，是具有新的特殊功能的复合型资源（图1-1）。

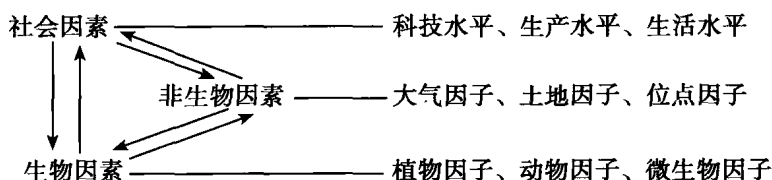


图1-1 草地资源结构示意图（任继周，1998）

早在1988年任继周院士就从草地的资源开发和产业方向系统地将草地划分为四个生产层次（图1-2），即①前植物生产层（即环境生产层）；②植物生产层（以牧草生产为主）；③动物生产层（以家畜生产为主）；④后生物生产层（草、畜产品的加工、交换与流通等）。这四个生产层的确定，不仅强调了植物生产—动物生产这一特殊关系是存在于草地资源和草地生产各个历史阶段的本质和特点，而且在植物生产—动物生产这一特征关系的前后各作了大幅度的外延，丰富与发展了草地资源与草业科学的内涵。

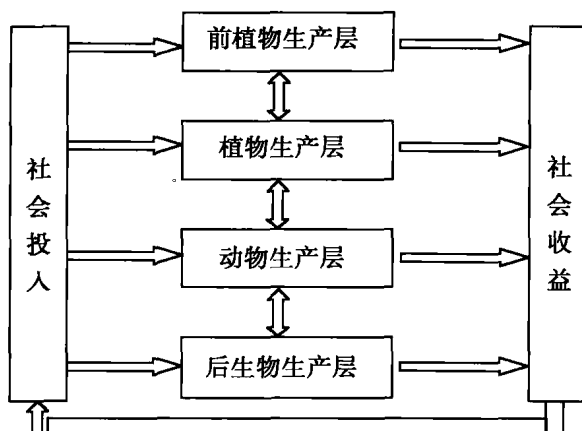


图 1-2 草地生产结构 (任继周, 1988)

前植物生产层 (环境生产层): 草地在不作为草地牧业生产或作为草地牧业生产之前, 可以其自然景观、人文景观、珍稀动植物、保持水土、绿化美化环境等景观资源和环境效应产生经济价值。利用天然草地和建立特殊的人工草地可以开发建立草地游憩业 (包括观光旅游、科考旅游和休闲旅游等)、草坪业、草地自然保护区、草地水土保护区、草地水源涵养区、种草治沙区等, 它们都可以表现和计算出经济价值。

植物生产层: 草地植物在气候、土地和人类生产劳动的综合作用与影响下, 通过光合作用, 生产出植物有机物, 这就是草地的初始物质生产。以前, 传统的草地植物生产是为草地的动物生产提供牧草, 牧草通过放牧、刈割和制贮干草、青贮后, 表现出草地的初级生产力及其价值。草地植物资源具有的许多用途——生产牧草和枝叶饲料、生产野生药材、生产野果、生产菌类、生产野生花卉、生产野生植物纤维、生产野生油籽、生产薪柴等等。

动物生产层: 在草地植物生产的基础上, 家畜、野生动物等利用牧草生产出人类能直接利用的肉、奶、毛、皮、药等高级的动物有机物, 这就是草地的动物生产或次级生产。草地生产的主要目的是为人类提供可用畜产品, 有别于农业生产和林业生产。草地的动物生产功能有牧养家畜、养育野生动物、养鱼、养蜂、渔猎等。草地上的家畜和其他动物把饲用植物转化为动物产品, 从草地上输出 1kg 动物产品, 从运输量方面说, 大约相当于输出 5~10kg 的牧草干物质。所以草地的动物生产层实际上是对植物生产产品的浓缩, 更便于草业生产系统向外延伸, 这是实现系统开放的重要基础。

后生物生产层: 在草地的初级生产中, 经过加工调制的干草捆、干草块、干草粉等, 经过清选的牧草和草坪草种子, 草皮农场生产的草坪用草皮卷都是运输方便, 可以进行流通和交换的大宗商品, 草地动物生产的肉、奶、毛、皮等, 都可以和应该加工、交换与流通。后生物生产层就是对植物生产层和动物生产层的草、畜产品进行加工、交换和流通的全过程。从植物生产到动物生产, 其生物学效率是由大到小的金字塔形, 即大量的植物产品能且只能转化为少量的动物产品能, 转化率一般为 10%。但社会把草地上的鲜草加工为草产品, 把粗畜产品加工为原料畜产品和工业、手工业畜产品, 并进入流通领域后, 可以使经济效益变大。也就是在草、畜产品的加工、流通和交换过程中, 都能创造价值, 增加财富。

许鹏先生(1994)认为草地生产系统结构的核心是草地和牲畜,它们在自然因素和人为因素的影响下,通过人类经营,进行着牧草生产、牲畜增殖增重和畜产品生产过程。并将草地生产过程概括为三个生产阶,相应地产生三类产品,并配生出两个增值阶(图1-3)。

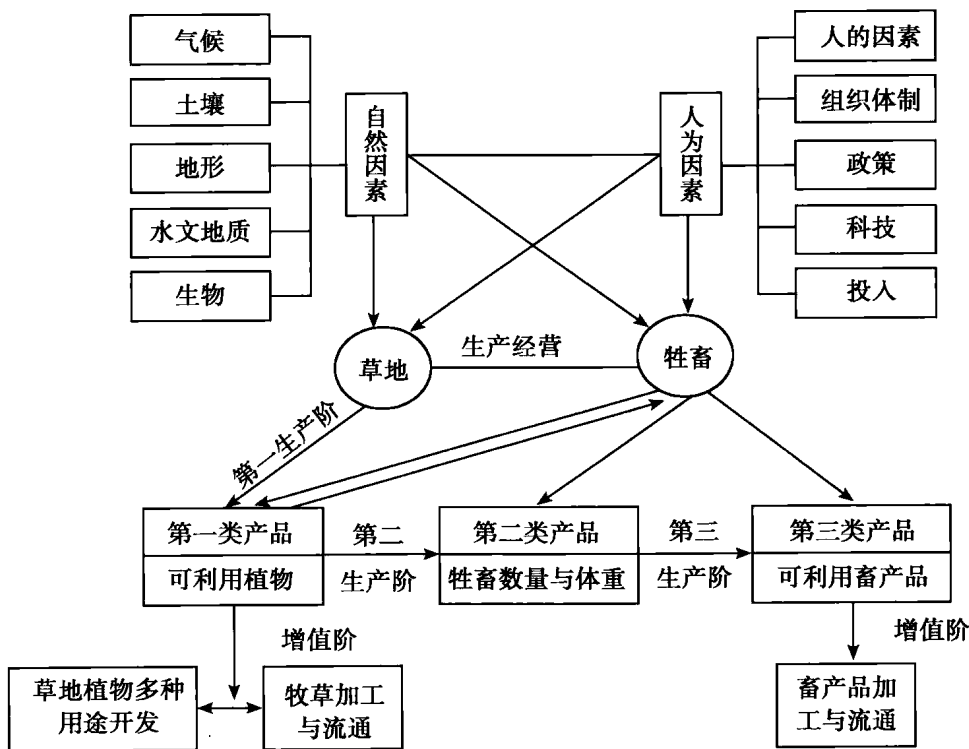


图1-3 草地生产结构与流程图(许鹏,1994)

第一生产阶和第一类产品:是草地植物进行光合作用,将光能与无机物转化成为植物体增殖与增重的过程,经过这个过程形成第一性产品,即植物的生物量。这些植物体重能被牲畜利用或人类开发为其他用途的部分,即可利用植物,称之为第一类产品。这个过程效率突出体现在植物光合率和产品有效率上。

第二生产阶和第二类产品:是牲畜采食的牧草,经过在畜体内的消化、代谢,同化为家畜体,形成第二类产品—牲畜的数量和体重,反映从第一性生产转化为第二性生产。这个过程效率决定于放牧管理和饲养水平,牲畜个体同化于繁殖能力,畜群结构和周转。

第三生产阶和第三类产品:这是从畜体到形成肉、奶、皮、毛等可利用畜产品的再生过程。牲畜数量、体重与畜产品生产在很多情况下是同时进行的,但并不一定呈正相关,与饲养条件、形成畜产品所需要的物质与能量水平等有关,因此是第二性生产的延伸,为第三生产阶,生产的肉、奶、皮、毛等可利用畜产品成为第三类产品。

两个增值阶:针对第一类产品的利用,延伸到牧草多种用途开发和牧草加工与流通的环节,为第一增值阶。针对第三类产品延伸到畜产品加工与流通,实现增值,为第二增值阶。

(二) 草地生产属于一个重要产业

早在1984年我国著名系统工程理论家钱学森将草地生产作为一个重要的产业部门,并指出“农业型知识密集产业可分为农业、林业、草业、海业和沙业五类”。从自然资源开发角度考虑,农、林、草业应具有更基本、更重要的意义。并提出立草为业,认为“草业是以草地为基础,利用光能,通过生物,再加工、机械手段,创造财富的产业”。许鹏先生(1985)在认识草业基本特性的基础上,进一步深化,指出草业是以草资源为基本生产资料,从事生产经营的产业部门。从产业结构上应包括以下14个方面:即(1)天然草地的保护、利用、改良和建设;(2)人工饲料生产基地的建设;(3)农林工副饲料资源的开发与利用;(4)饲料加工业的组织发展;(5)农牧区饲料资源组合利用的统筹组织;(6)牧草病虫鼠害防治;(7)草原防火;(8)草坪建设;(9)用草被防风、固沙、护坝等水土保持工作的组织;(10)饲草料商品生产与流通的组织;(11)草地植物多种用途的开发;(12)草地自然保护区与旅游区的建设;(13)草地技术推广、服务体系、教育培训、科学研究的组织发展;(14)草业管理机构的组织发展。

三、草地功能

由于草地资源结构的复合性或多组分构成的属性,因而决定或赋予了草地在功能和用途上的多样性。从当前世界草业的发展现状来看,天然草地和人工草地(含草坪)资源的功能,可分解为近30种现实与潜在的用途。例如(1)放牧;(2)割草;(3)养育野生动物;(4)养鱼;(5)养蜂;(6)狩猎;(7)生产野生药材;(8)生产野果;(9)生产菌类;(10)生产野生花卉;(11)生产野生植物纤维;(12)生产野生植物油籽;(13)提供能源;(14)种质资源库;(15)维护生物多样性;(16)涵养水源;(17)保持水土;(18)防止荒漠化;(19)绿化美化环境;(20)消除污染;(21)提供新鲜水;(22)提供新鲜空气;(23)运动场地;(24)游憩;(25)草地自然景观载体;(26)民族人文景观载体;(27)民族文化载体等(许鹏,2000)。随着人类社会的发展和人们生活需求的增加,天然草地和人工草地功能和用途的多样性还在不断增多。概括地讲,草地体现了巨大的生态、经济和社会功能。

(一) 生态功能

1. 草地是生态环境的天然绿色生态屏障

草地植物贴地面生长,能很好地覆盖地面,草原上的许多植物根系较发达,根冠较大,具有强大的调节气候、防风固沙、改良土壤、水土保持等生态功能。

(1) 草地具有防风固沙的作用 草地植被可增加下垫面的粗糙程度,降低近地表风速,从而可减少风蚀的强度。当植被盖度为30%~50%时,近地面风速可削弱50%,地面输沙量仅相当于流沙地段的1%。研究还表明,我国新疆库尔勒风蚀地区的荒地、耕地、草地等土地利用类型的土壤侵蚀模式的平均值分别为 $5\,987.21 \times 10^3 \text{ kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 、 $3\,537.29 \times 10^3 \text{ kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 和 $3\,173.33 \times 10^3 (\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。草本植物是绿色植被的先锋,随着流动沙丘上草本植被的生长,盖度逐渐增大,沙丘逐渐由流动向半固定、固定状态演替,最终形成固定沙地,土壤理化性状显著改善。研究显示,甘肃民勤县内没有植被的沙地,每年断面上通过的沙量平均为 $11 \text{ m}^3/\text{m}$,而盖度为60%的草地过沙量只有 $0.5 \text{ m}^3/\text{m}$,只占前者的1/22,有效阻挡了流沙。

(2) 草地具有净化空气的作用 草原具有空气组分调节、净化环境的重要作用,被誉为“城市之肺”。生机无限的青青草地,在绿化美化环境的同时,提高了城乡人们的生存环境质量。草地植物在通过光合作用进行物质循环的过程中,可吸收空气中的 CO_2 并放出 O_2 。研究表明:每平米良好的草坪,每小时可吸收 1.5gCO_2 ,也就是说每 25m^2 的草坪就可吸收掉一个人呼出的 CO_2 。同时,草原还是一个良好的“大气过滤器”,吸收、固定大气中的某些有毒有害气体。研究报道,多年生黑麦草 (*Lolium perenne*) 和狼尾草 (*Pennisetum alopecuroides*) 具有抗 SO_2 污染的能力,许多草坪草能吸收空气中的 NH_4 、 H_2S 、 SO_2 、 Cl_2 和某些重金属气体,从而净化空气、改善环境。

(3) 草地具有水土保持的作用 完好的天然草地不仅具有截留降水的功能,而且比空旷裸地有较高的渗透性和保水能力。根据黄土高原水土流失区的测定资料,农田比草地的水土流失量高 40~100 倍;种草的坡地与不种草的坡地相比,地表径流量可减少 47%,冲刷量减少 77%;小麦 (*Triticum aestivum*)、高粱 (*Sorghum vulgare*)、休耕地与原生草地的土壤侵蚀量对比研究表明,原生草地的土壤侵蚀量几乎微不足道,而麦地、高粱地和休耕地的土壤侵蚀量分别达到 $1\,200\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $2\,700\text{kg}/\text{hm}^2$ 和 $1\,700\text{kg}/\text{hm}^2$ 。孙铁军等 (2007) 在北京密云水库库滨带开展裸露地、玉米 (*Zea mays*) 地和人工草地的径流试验显示,裸露地地表年径流损失量与土壤侵蚀模数达到 183.0mm 和 $3\,591.1\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$;玉米地为 166.7mm 和 $2\,925.0\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,保水、固土能力仅 8.9% 和 18.5%;而人工草地地表年径流损失量与土壤侵蚀模数显著低于裸露地和玉米地,其中,新麦草 (*Psathyrostachys juncea*) 与草地雀麦 (*Bromus riparius*) 人工草地地表年径流损失量为 $12.4 \sim 14.1\text{mm}$,保水能力为 92.3%~93.2%,土壤侵蚀模数为 $5.0 \sim 8.1\text{m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,固土能力达到 99.8% 以上,说明人工草地水土保持效果最佳。

2. 草地具有调节气候的作用

草地通过对温度、降水的影响,进而对气候产生调节作用。草原地上部分对太阳辐射具有吸收、反射和截留作用,草地植物在生长过程中,从土壤中吸收水分,通过叶面蒸腾,把水蒸气释放到大气中,能提高环境的湿度、运量和降水,减缓地表温度的变幅,增强水循环的速度,从而影响太阳辐射和大气热交换,起到调节小气候的作用。由于草丛的遮光、降低风速和减少地面蒸发的作用,可使空气湿度增加并能维持一定的时间,在植被茂密的草原上空,很易形成降雨,改善环境,调节气候。大面积的草地与裸地相比,草地上的湿度一般较裸地高 20% 左右,小面积的草地也比空旷地的湿度高 4%~12%。草地植被的覆盖度越大,反射率越低,降水越多。

同时,由于草地利用方式的变化还会引起 CO_2 、 SO_2 、 CH_4 等温室气体释放量的变化,从而对全球气候产生影响。据估计,由草原转变为农田引起 CO_2 浓度增长对气候产生影响而造成的经济损失为:1991~2000 年间为每吨碳 20.4 亿美元;2001~2010 年间为每吨碳 22.9 亿美元;2011~2020 年间为每吨碳 25.4 亿美元;2021~2030 年间为每吨碳 27.8 亿美元。草原破坏引起 CH_4 的排放, CH_4 温室效应影响强度是 CO_2 的 20~50 倍。试验结果显示,原生草地吸收 CH_4 的量为每天每公顷 2.6g 碳,而相邻的农田吸收量只有它的一半。

3. 草地具有改良土壤理化性状的作用

草地在土壤形成和维持土壤功能上具有重要作用。草原植被在土壤表层下面具有稠密



的根系并残留大量的有机质。据报道,高寒草甸类草地的珠芽蓼 (*Polygonum viviparum*) 草地和线叶嵩草 (*Kobresia capillifolia*) 草地,在 0~50cm 土层中的根量每公顷分别为 52 200kg 和 47 400kg,其氮素含量分别为 657.72kg 和 815.28kg。孟林等 (2008) 报道,苹果园间种百脉根 (*Lotus corniculatus*) Leo 品种和鸭茅 (*Dactylis glomerata*) Amba 品种两年后,对园区土壤速效氮、速效磷、速效钾和有机质含量等化学性状产生明显影响,其中,间种 Haifa 园区的土层 20~30cm 土壤速效氮较清耕对照区增加了 26.88mg/kg,而土层 10~20cm 土壤速效磷较清耕对照区增加了 24.50mg/kg。间种 Amba 对园区的土层 20~30cm 土壤速效磷较清耕提高了 42.25mg/kg,土壤速效钾较清耕对照区增加了 29.00mg/kg。同时间种 Haifa 和 Amba 均可有效提高各土层的土壤有机质含量,但间种 Haifa 对各土层土壤有机质含量增加明显,其中 0~10cm 土层增加最多,较清耕增加了 0.37%。也有研究报道,果园种植黑麦草 3 年后,0~10cm 和 10~20cm 土层内有机质含量分别提高 64.29% 和 45.74%,碱解氮分别提高 66.04% 和 46.51%,速效磷分别增加 6.5 倍和 1.1 倍,速效钾分别增加 4.2 倍和 1.7 倍。

草地土壤中还有数量极多、生物量很大的土壤微生物和土壤动物,可使土壤有机质不断积累,提高有机质含量。研究表明,土壤酶活性从强到弱,微生物含量从多到少依次为:阔叶林>草地>针叶林>橘园>裸地。土壤中微生物碳和氮的含量从多到少依次为:保护荒草地>干扰荒草地>阔叶林>马尾松林>裸地。

草地中的豆科牧草,根系上生长大量的根瘤菌,具有固定空气中的游离氮素的能力,可为草地生态系统提供大量的氮肥。豆科牧草为主的草地,平均每公顷每年可固定空气中的氮素 150~200kg。如生长 3 年的紫花苜蓿 (*Medicago sativa*) 草地可形成氮素 150kg,相当于 330kg 的尿素,形成磷 45kg。草本植物根系中的矿质元素,在吸收、积累、分解过程中,对土壤碳酸钙淋溶与积淀、对钙积层形成,对黏土矿物形成都有一定作用。

(二) 经济功能

1. 草地是维持人类生存的食物、医药、工农业生产的原料供给库

草地资源直接或间接地为人类的生存和发展提供必要的生产和生活资料,它在社会、经济和科学发展中具有不可低估的重要作用。长期以来,草地为人类提供了大量植物性和动物性原材料,如食物、燃料、医药、纤维、皮毛和其他工业原料等,是地球生命系统的能量库、碳储库,为人类文明发挥了重要作用。地球上草地贮存碳的能力为 4 120 亿~8 200 亿 t,略低于森林 (4 879 亿~9 560 亿 t),但高于农田 (2 630 亿~4 870 亿 t)。农耕文明以来,它为人类提供了玉米、小麦、稻子 (*Oryza sativa*)、大麦 (*Hordeum vulgare*)、谷子 (*Setaria italica*)、糜子 (*Panicum miliaceum*)、高粱等几乎所有的谷类 (联合国开发计划署等,2002) 和牛、羊、马、骆驼、猪、兔、鹅等草食畜禽。同时,它不仅是一种可更新的自然资源,更是一个完善的地球物质库和能量库。草地植被是草地生态系统能量流动的基础,是地球生命系统的物质库和能量库。草地是地球陆地上生物量仅次于森林的第二个绿色覆被层,占全球植被生物量的 36%,陆地面积的 24%,与森林和农田共同构成地球三大重要的绿色光合物质来源。

2. 草地是生物多样性的宝库,是发展现代农业的重要依托

草地上各种生命形式,包括所有植物、动物和微生物物种和它们所拥有的基因,不仅

为人类提供了许多独特的生物材料和产品，更是培育许多动植物新品种、发展农业生物工程最宝贵的基因库。如当今面对新的病虫害危害和压力，挖掘野生草地植物中的优势基因转入农作物中，以提高农作物的产量、品质和抗性等。如美国将紫花苜蓿中一种基因转入马铃薯 (*Solanum tuberosum*) 中，使转基因马铃薯具有抗黄萎病能力。我国天然草地有野生植物 1.5 万种、野生动物 2 000 多种，其中包括 200 余种我国特有的牧草和饲用植物，以及数百种珍稀濒危植物，有野牦牛 (*Bos mutus*)、野骆驼 (*Camelus bactrianus*)、藏野驴 (*Equus kiang*) 等国家一级野生保护动物 40 余种，这是十分宝贵的种质资源和重要基因库，为培育动植物新品种、发展现代农业提供重要依托。

(三) 社会功能

1. 草地是人类与环境和谐共处的纽带

人类社会及生产力的发展，使得草原上的人们对自然的依赖性相对减少，但掠夺和破坏草原的现象却越来越严重。人们逐渐认识到停止对草地无度的索取和破坏，采取一切可行措施保护和维持草地生态平衡，才能保障人类的生活、生存和社会的可持续发展。同时草地还是人类进化的摇篮，对人类起源、文明发展、社会经济繁荣、道德情操陶冶与培育，乃至国家民族的兴衰、地球环境的保育等发挥重大作用。

只有善待草地，实现人类和环境和谐共处，草地才会给人类以博大的慈爱和回馈。历史上发生过许多不和谐的行为，受到大自然无情的惩罚。如美索不达米亚平原曾是著名的巴比伦文明的发源地，却由于无休止地垦耕、过度放牧，使这片沃土最终沦为风沙肆虐的贫瘠之地。在美国西部大平原（20 世纪 30 年代）和前苏联西伯利亚平原（20 世纪 50 年代）由于大规模的毁草开荒、过垦过牧，引发的震惊世界的黑风暴灾难。1934 年 5 月 12 日加拿大西部和美国西部草原区，因半干旱草地被大量开垦为农田而发生的特大沙尘暴。1998 年我国长江洪灾，与长江源头及中游地区草地植被破坏、草地生态系统退化、水土流失严重等密不可分。

2. 草地是少数民族发展经济的基本保证

我国草地资源的集中分布地区，也是我国少数民族集中居住的地区。长期以来，草地一直是我国一些少数民族赖以生存和发展的物质基础。食草家畜及其肉、奶、皮、毛等畜产品，不仅是他们的主要生活资料，也是他们生产经营的主要对象。我国牧区大多地处西部边疆少数民族地区，全国 266 个牧业、半农半牧业县（旗）中，223 个县（旗）属于民族自治地方。这里的少数民族世代以草原为生存基础，长期靠草原畜牧业求发展。草原资源状况直接影响到牧区少数民族的兴衰，关系到民族团结和边疆安宁，关系到牧区经济社会发展和牧民收入的提高。

中国西部土地总面积为 674.80 万 km^2 （包括陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、内蒙古、重庆、四川、贵州、云南、西藏、广西 12 个省市自治区），草地面积为 33 144 万 hm^2 ，天然草地面积占西部国土面积的 49.12%，占全国草地面积的 82.75%。我国 2.28 万 km 陆地边境线有 1.4 万 km 位于天然草地区，边疆牧区的草地牧业经济的兴衰关系到边疆的稳定与民族的安定团结。这些地区号称边区、山区、老区和少数民族区，又是贫困人口比较集中的地区，他们的生活质量的改善和提高，是建设社会主义新农村和构建和谐社会的具体体现。



第二节 草地评价内容与原则

一、草地评价内容

草地不仅是畜牧业的生产资料，而且是具有多种功能的自然综合体。随着我国经济发展、生活水平和质量提高、对环境质量需求，草地的多功能（如草地特种经济植物开发、草地旅游休闲、水土保持、涵养水源、生物多样性保护、景观美学等）凸显出重要地位，从而草地评价所涉及的内容更加全面，包括有草地环境功能的评价、草地基况评价、草地生态服务价值评价、草地生产适宜性评价、草地初级生产功能评价、草地次级生产功能评价、草业经济系统评价等。

1. 草地环境功能评价

天然草原和人工草地在生产初级产品的牧草和次级产品的畜产品之前，还可以其景观和环境效应产生经济价值，称为前植物生产层（任继周，1988），也可称环境生产层，发挥草地环境功能，其质量的好坏，决定了草地环境功能的大小。草地的环境生产这一层面包括风景、游憩、水源涵养、水土保持、自然保护区、草坪绿地、防风固沙等环境资源的开发和利用，为人类表现出重要的经济、生态和社会效益。其重要的评价内容包括草地牧草生长与气象条件关系评价，自然保护区、水源涵养区和水土保持区等草地环境区功能评价，草地旅游地功能评价和草坪绿地评价等。

2. 草地基况评价

草地基况是指草地生长发育和发展演替的基本情况，即基本健康状况。草地发生学揭示了草地基况决定于它的生态条件及所构成的生态系统，在一定限度与范围内维持相对的稳定性，这就是草地的健康。另一方面，当草地受到过度影响，发生逆行演替，如草地退化、草地沙化、草地荒漠化、草地盐碱化、草地水土流失、草地旱化等。本书除了对常见的草地健康状况的评价原理和方法进行介绍外，重点还就草地受到过度干扰，发生逆行演替如草地退化、草地沙化、草地荒漠化、草地盐碱化、草地水土流失、草地旱化、草地火灾风险与灾情等级评价等的发生程度、方法体系，以及草地生态系统健康和草地生态安全的多指标综合评价进行分类介绍。

3. 草地生态服务价值评价

草地生态系统服务功能是指草地生态系统及其生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用，它不仅提供了人类社会经济发展中所需的畜牧产品、植物资源，还对维持我国自然生态系统格局、功能有重要意义。草地生态系统服务功能可分为两大类。第一类是为人类提供食物、畜牧业、工业原材料、药材等可以直接利用，进行买卖的商品化的功能，其表现为直接价值；第二类是支撑和维持人类赖以生存的环境，如保持水土、气候调节、废弃物同化等难以商品化的功能，这表现为间接价值。本书重点介绍草地生态脆弱性评价、草地生态恢复效益评价、草地生态服务价值评价的原理和技术方法。

4. 草地资源生产适宜性评价

草地资源生产适宜性评价是按照草地资源适宜开发经营的不同要求全面衡量草地资源本身的条件和特征，分析和鉴定不同自然和社会经济条件下，草地资源生产适宜性、适宜