

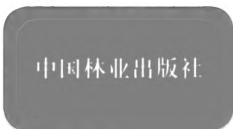
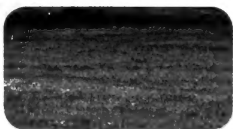
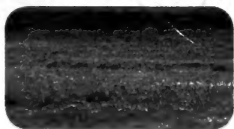
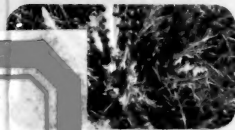
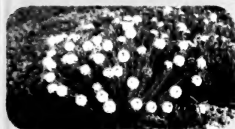


“生物多样性保护”系列丛书

走进草原



陈佐忠 编著

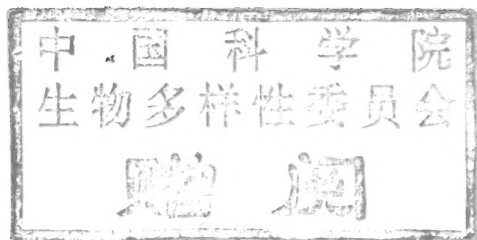




“生物多样性保护”系列丛书

走进草原

陈佐忠 编著



中科院植物所图书馆



S0053026

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

走进草原 / 陈佐忠 编著. —北京: 中国林业出版社, 2008.6
(“生物多样性保护”系列丛书)

ISBN 978-7-5038-5238-1

I. 走… II. 陈… III. 草原保护 IV. S812.6

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第074371号

“生物多样性保护”系列丛书

主 编: 陈宜瑜

副主编: 张知彬 马克平(常务)

中国林业出版社·环境景观与园林园艺图书出版中心

策划、责任编辑: 吴金友 于界芬

电话: 66176967 66189512 传真: 66176967

出 版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)

E-mail cfphz@public.bta.net.cn 电话 66184477

网 址 www.cfph.com.cn

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 北京中科印刷有限公司

版 次 2008年9月第1版

印 次 2008年9月第1次

开 本 880mm×1230mm 1/32

印 张 4.25

字 数 135千字

印 数 1~4000册

定 价 40.00元

凡本书出现缺页、倒页、脱页等质量问题, 请向出版社图书营销中心调换。

版权所有 侵权必究

序

生物多样性是生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和，包括数以百万计的动物、植物、微生物和它们所拥有的基因以及它们与生存环境形成的复杂的生态系统，是生命系统的基本特征。人类文化的多样性也可被认为是生物多样性的一部分。正如遗传多样性和物种多样性一样，人类文化(如游牧生活和移动耕作)的一些特征表现出人们在特殊环境下生存的策略。同时，与生物多样性的其他方面一样，文化多样性有助于人们适应不断变化的外界条件。文化多样性表现在语言、宗教信仰、土地管理实践、艺术、音乐、社会结构、作物选择、膳食以及无数其他的人类社会特征的多样性上。

生物多样性是人类赖以生存的物质基础，具有巨大的商品和公益价值。其价值主要体现在两个方面：第一，直接价值，从生物多样性的野生和驯化的组分中，人类得到了所需的全部食品、许多药物和工业原料，同时，它在娱乐和旅游业中也起着重要的作用；第二，间接价值，间接价值主要与生态系统的服务功能有关，通常它并不表现在国家核算体制上，但如果计算出来，它的价值大大超过其消费和生产性的直接价值。据Costanza等估计，全球生物多样性每年为人类创造约33万亿美元的价值。生物多样性的间接价值主要表现在固定太阳能、调节水文学过程、防止水土流失、调节气候、吸收和分解污染物、贮存营养元素并促进养分循环和维持进化过程等方面。随着时间的推移，生物多样性的最大价值可能在于为人类提供适应当地和全球变化的机会。生物多样性的未知潜力为人类的生存与发展显示了不可估量的美好前景。

近年来，物种灭绝的加剧，遗传多样性的减少，以及生态系统特别是热带森林的大规模破坏，引起了国际社会对生物多样性问题的极大关注。生物多样性丧失的直接原因主要有生境丧失和片段化、外来种的侵入、生物资源的过度开发、环境污染、全球气候变化和工业化的农业及林业等。但这些还不是问题的根本所在。根源在于人口的剧增和自然资源消耗的高速度、不断狭窄的农业、林业

和渔业的贸易谱、经济系统和政策未能评估环境及其资源的价值、生物资源利用和保护产生的惠益分配的不均衡、知识及其应用的不充分以及法律和制度的不合理等。总而言之，人类活动是造成生物多样性以空前速度丧失的根本原因。据估计，由于人类活动引起的人为灭绝比自然灭绝的速度至少大100倍。引起了国际社会的普遍关注，各国政府纷纷制订有关生物多样性，特别是受威胁物种保护的法规。在生物多样性保护的进程中具有历史意义的事件是1992年在巴西首都里约热内卢召开的联合国环境与发展大会。在这次会议上通过了5个重要文件，其中之一即《生物多样性公约》。当时有150多个国家的首脑在《公约》上签字。《公约》于1993年12月29日正式生效，目前已有188个国家或地区成为缔约方。其宗旨是保护生物多样性、持续利用生物多样性以及公平共享利用遗传资源所取得的惠益。

中国是世界上少数几个“生物多样性特别丰富的国家”之一，现存物种总数约占全世界的10%。中国又是世界上人口最多的国家，人均资源占有量低。中国比其他国家更依赖于生物多样性。然而，巨大的人口压力、高速的经济发展对资源需求的日益增加和利用不当，使中国生物多样性受到极为严重的威胁。据调查，我国的生态系统有40%处于退化甚至严重退化的状态，生物生产力水平很低，已经危及到社会和经济的发展；中国有15%~20%的物种受到严重威胁；遗传多样性大量丧失。中国作为世界栽培植物起源中心之一，有相当数量的、携带宝贵种质资源的野生近缘种分布，其生境受到严重破坏，形势十分严峻。而且中国的保护区多在经济不发达地区，用于保护区的费用远远低于世界平均水平。如果不立即采取有效措施，遏制这种恶化的态势，中国的可持续发展是很难实现的。

为了推动生物多样性研究工作，及时反映这方面的研究成果，促进跨世纪的人才的培养，中国科学院生物多样性委员会曾组织并完成了“生物多样性研究”丛书，对于推动我国的生物多样性研究工作起到了积极的推动作用。随着近年来对生物多样性知识的普及和宣传，我国各级政府的有关管理人员和决策者对生物多样性的重要意义有所认识，保护意识也有所提高。但对于保护和可持续利用的需要还有较大差距。为此，中国科学院生物多样性委员会又组织有

关专家编写这套“生物多样性保护”系列丛书，以进一步提高政府部门和公众对生物多样性保护的认识水平。为实现《生物多样性公约》缔约国大会提出的在2010年基本遏制生物多样性丧失的态势提供必要的信息。

陈宜瑜

2005年11月21日于北京中关村

前 言

说到草原，不能不说草和草业。因此，在本书中，先从草说起，继而说草原和草业。

草，是人们对草本植物的通俗说法。在植物科学中，把茎内木质部不发达、木质化细胞较少的种子植物叫做草本植物。其植株一般矮小，茎干一般柔软，多数在生长季终了时，其整体或者地上部分死亡。而作为植物生活型系统，草本植物、灌木植物、木本植物与叶状体植物是地球表面植物的四个类群。如此说来，草与我们人类的关系就十分密切了。在古籍中就记载说“神农尝百草，而后知五谷可食。一日七毒，茶解之。”看来，我们人类吃五谷，饮香茶，是从吃草慢慢演化而来的。我们这个民族对草的认识和了解有着很长的历史，《神农草经》《唐本草》《征类本草》《本草纲目》等著作就是先辈对草认识和积累的凝聚。

今天，我们对草的认识和理解就更深了。可以不夸张地说，我们人类的生存和优良的生活，都离不开草。草，在今天已经发展成为一个产业，叫草业。它与农业、林业等一样，是国民经济中一个不断发展、有着广阔前景的产业。大力发展草业，是维护国家生态安全、建设环境友好型社会的战略举措；是建设现代农业、增加农牧民收入的重要途径；是加快草原地区经济发展、构建和谐社会的迫切需要。发展草业，就更离不开草原与草地。

草原，作为一个具有严格科学意义的术语，它是指那种分布于半湿润、半干旱到干旱地区主要由耐旱的多年生草本植物组成的天然群落，是不受地表水与地下水影响而形成的地带性的天然植物群落。而草地一词，则泛指由低矮草本植物为主的绿地。它不像草原那么严格意义上植物群落学上的概念，是植被中的一个类型。它可以是天然的草原、草甸，也可以是人工建成的草坪或者草地，因而意义较为广泛。我国草地的面积约60亿亩，占国土总面积的41.7%，基本上可以分为三个大的类型：温带草原、热带—亚热带草地和高寒草原。草原作为一个具有特殊组成、结构和功能的生态

系统，在我国地位越来越重要，它是自然资源的宝库；是我国重要的生态屏障；是地球巨大的碳库；是丰富的基因库；是重要的畜牧业基地；是维护民族团结和边疆稳定的重要地区。对于发展特色产业和草原旅游业具有广阔的前景。

本书主要围绕草、草原、草业的生物多样性保护而展开。

陈佐忠

2008.4.15

于北京香山

目 录

序

前 言

第一章 草原概况	1
一、草原、草甸与草地	1
二、草原生态系统	3
三、我国草原与世界草原	5
第二章 草原生态系统组成与结构多样性	14
一、草原气候多样性与地多样性	14
二、草原植物多样性	16
三、草原动物多样性	25
四、草原文化多样性	34
五、草原生态系统类型多样性	37
第三章 草原生态系统功能多样性	41
一、生态功能多样性	41
二、经济功能多样性	55
三、社会功能多样性	65
四、草原生态系统服务与价值	66
五、全球变化下的草原	67
第四章 草原生态系统退化与生物多样性	70
一、什么是草原退化	70
二、草原为什么会退化	72
三、草原退化的影响	78
四、退化草原系统的治理	81

第五章 草原生态系统多样性的保护与利用	83
一、根据草地不同退化程度采取不同措施	84
二、不断提高畜牧业集约化的水平	85
三、推动国家加大投入，更要用好投入	85
四、关于围封转移	86
五、建立天然草原的合理放牧制度	88
六、建立合理割草制度问题	89
七、建立人工草地	90
八、发展草原地区旅游业	91
九、推动自然保护区工程建设	108
十、发展有机畜产品，建立有机畜牧业生产体系	111
十一、建立草原生态补偿机制	114
十二、草原不是“宜农荒地”	117
十三、要清理“官办牧场”和“义务牧畜”	117
参考文献	119
后 记	125



第一章 草原概况

一、草原、草甸与草地

在一门成熟的科学体系中，严谨的科学概念是十分重要的。在一定意义上可以说科学的发展在很大程度上依赖于我们对基本概念的重新审视和加以重构。几乎可以这样说，一门学科要成为独立的科学，就要对其基本概念不断地进行审定。因为科学概念是科学知识的基本元素，是科学知识结构的基础，因此，科学概念是深刻认识自然现象本质特征的标志，也是领会自然规律的基础。科学概念可以更加深刻地认识事物与现象，促进科学知识的系统化和结构化，有助于发展逻辑推理能力。在本书的开头，我们有必要对草原科学中草原、草甸和草地这三个最重要的概念加以讨论。这三个概念或者说科学名词在科学内涵上是相互关联而又有一定差异的。不同学科背景的人，认识也十分不同。在讨论草原生态系统多样性之前，十分有必要把这三个概念搞清楚。

1. 什么是草原

作者认为，所谓草原是那种分布于半湿润、半干旱到干旱地区主要由耐旱的多年生草本植物组成的植物群落，是不受地表水与地下水影响而形成的地带性的天然植物群落。这里面至少包括5个意思：

- (1) 草原是天然植物群落；
- (2) 草原是地带性植被类型；
- (3) 草原植被在形成过程中

不受地表水与地下水影响；

- (4) 草原分布于半湿润、半干旱到干旱地区；
- (5) 草原植被主要由耐旱的多年生草本植物组成。

对此，不同学科背景的人认识十分不同（侯学煜，1988；李博，1979，2000；宋永昌，2001；贾慎修，1964）。

在公众中影响最大的《现代汉语词典》（1979）关于草原的解



大针茅典型草原

释是“半干旱地区杂草丛生的大片土地，间或杂有耐旱的树木。”此说有植被地理意义，但似乎不是十分严谨。

2. 什么是草甸

草甸一词与草原完全不同，它是指可在全国不同气候带下分布，形成于季节性地表水或地下水影响下的主要由中生植物组成的非地带性的天然植物群落。草甸一词至少包括4个方面的科学内涵：

- (1) 天然植物群落；
- (2) 非地带性植被类型；
- (3) 其形成过程受季节性的地表水或地下水的影响；
- (4) 植物以中生植物为主。

3. 什么是草地

草地一词，则泛指由低矮草本植物为主的绿地。它不是像草原、草甸那么严格意义上植物群落学上的概念，是植被中的一个类型。它可以是天然的草原、草甸，也可以是人工建成的草坪，因而意义较为广泛。

上述关于草原、草甸、草地的概念，人们的认识也不尽相同。由高等教育出版社出版的《植物生态学》一书把草甸与草地作为一个概念介绍给学生：“中生草本群落通常称之为草甸或草地”。

在有些农业科学工作者中间，草原与草地有时是等同的概念，如周寿荣主编的《草地生态学》，其绪论中就说“温带草地或称温带草原”。最近由杜青林主编的《中国草业可持续发展战略》（2006）一书，在导言中也提到“在我国，草原与草地的含义相同。”在我国，对草原与草地这两词概念的理解是有不同看法的。至于在本书中“草原即草地”的说法则只是其中一种。由孙鸿烈主编的《中国生态系统》（2005）一书中，则把草原与草地分开的。而《中国植被》（1995）



山间草甸（李敏提供）



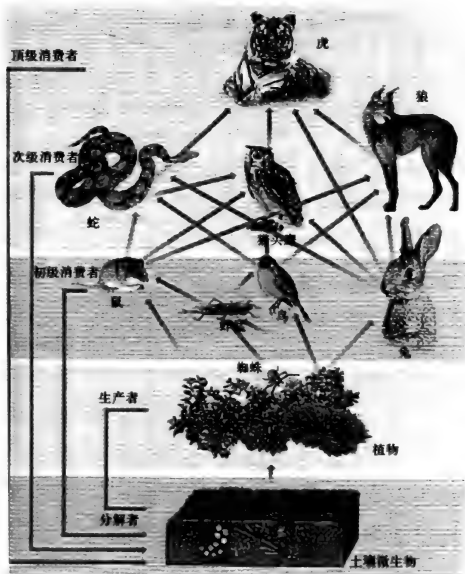
三叶草人工草地

一书，其植被类型中就只有草原、草甸，而没有草地一说。这表明，《中国植被》一书作者没有把草地作为一种植被类型来看待。

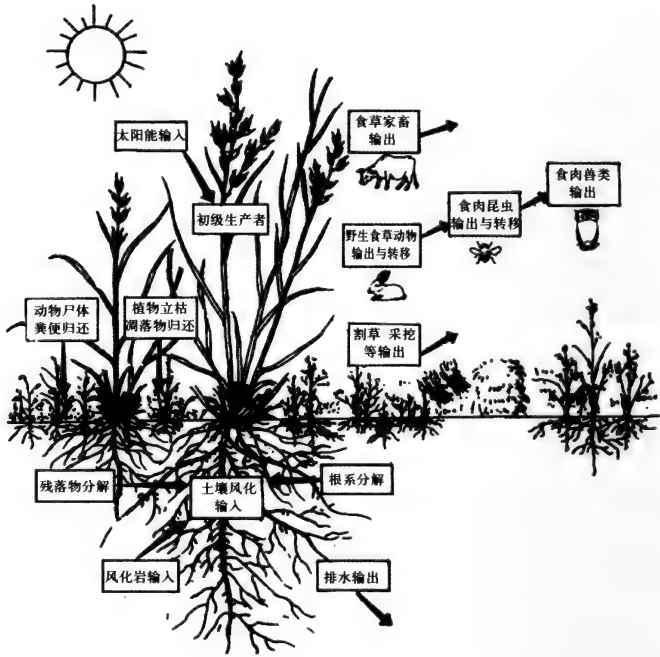
二、草原生态系统

在生态学家看来，草原不仅仅是一片草地，几群羊，而是一个系统，叫草原生态系统。这个系统主要由两部分组成，即非生物环境与生物。非生物环境包括：太阳、大气与土壤。而生物就是植物、动物与微生物。

非生物环境为生物的生存与发展提供能量、物质与条件。生物以非生物环境为舞台，在数十亿年的演化与发展过程中，演出了辉煌壮丽的篇章。生物生存发展所需要的能量，最终都来源于太阳的辐射。而其参与物质循环的碳、氮、氧、钙、磷、钾等无机元素和化合物则分别来源于大气与土壤。生物依其功能的不同，分为生产者、消费者与分解者。能够以简单的无机物制造食物的自养生物，被称为生产者，这就是植物，其中主要有两类植物——有根的植物与漂浮植物以及如藻类那样的体型小的浮游植物。而自己不能从无机物质制造有机物质，只能直接或间接地依赖于生产者制造的有机物质为食物的生物，被称为生态系统中的消费者。这类消费者可分为三类——食草动物叫一级消费者，食肉动物叫二级消费者；顶级食肉动物，被称为三级消费者。在草原生态系统中蝗虫、牛、羊、黄羊、鹿、兔子等都是一级消费者，而狼、狐狸、蛇等可称为二级消费者，鹰以及狮等猛



草原生态系统 (引自《彩图科技百科全书——生命》)



草原生态系统的物质生产、能量转化与物质循环（赵淑琦绘图）

禽猛兽可称为三级消费者。

还有一类生物，它们被称为分解者，这是又一类异养生物，其作用是把动植物残体的复杂的有机物质分解为生产者能够重新利用的简单的化合物，并释放出能量。这一类异养生物主要是土壤动物与大量的微生物。

在草原生态系统中，不同的生物类群起着不同的作用，它们之间在长期的历史演化与发展过程中，彼此相互影响相互依存，构成了一个和谐、平衡的系统（或者说整体）。这就是草原生态系统的共同的结构。大自然就是如此巧妙。

草原生态系统不同的结构单位有着不同的分工，共同完成作为一个完整系统的共同功能：物质生产、能量转化与物质循环。左图简单地表示了草原生态系统物质生产、能量转化与物质循环的主要环节。

三、我国草原与世界草原

我国960万km²的土地上,有4亿hm²,占国土面积41%以上不同类型的草地。如此大面积的草地,主要可分为三种类型:温带草原、高寒草地与热带亚热带草地(陈佐忠,2001)。

温带草原分布于我国北方,从东北平原越过大兴安岭,经过蒙古高原、黄土高原到新疆山地,是我国天然草原的主要组成部分,是欧亚大陆草原的东部延伸。自东北向西南,主要由于降水量的变化而细分为温带草甸草原、温带典型草原和温带荒漠草原。

温带草甸草原是温带半湿润地区地带性的天然草地类型,植物主要是由中旱生多年生丛生禾草及根茎禾草和中旱生、中生杂草类组成,并可能散生着一些中旱生小灌木。这是草原中最湿润的一种类型。集中分布在森林向草原过渡的地区,在我国主要分布在草原带的最东方向,如大兴安岭东麓的低山丘陵以及某些山地草原带上部。著名的呼伦贝尔草地、锡林郭勒草地、科尔沁草地以及新疆阿尔泰和伊犁等地是草甸草原广为分布的地区。其总面积为 $14.5 \times 10^6 \text{ km}^2$,占全国草地总面积3.7%。

温带典型草原是温带内陆半干旱气候条件下形成的草地类型,其植物主要为真旱生与广旱生多年生丛生禾草,而在某些条件下由灌木与小半灌木组成。这是我国草原中分布最广也最具有典型性与代表性的一类草原。

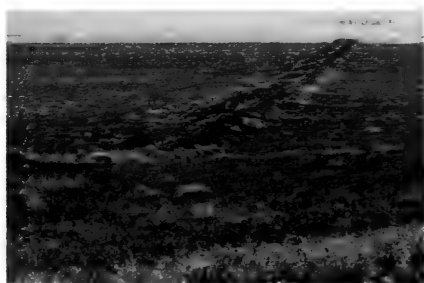
温带典型草原主要分布于我国呼伦贝尔高平原西部、锡林郭勒高平原的大部分地区以及阴山北麓、大兴安岭南、西辽河平原等地。总面积约 $41.1 \times 10^6 \text{ km}^2$,约占全国草地总面积10.5%。

温带荒漠草原是温带干旱地区有代表性的草地类型。植物主要是多年生旱生丛生小禾草为主,并有一定数量的旱生、强旱生的小半灌木与灌木。分布于温带典型草原带往西的狭长区域内。在我国东西分布于 $75^\circ \sim 114^\circ \text{ E}$ 之间,南北跨 $37^\circ \sim 47^\circ \text{ N}$ 。如内蒙古中西部、宁夏北部、甘肃中部以及新疆等地。由于其直接受蒙古高压气团的支配,具有强烈的大陆性特点,也略受东南方吹来的微弱的海洋季风的影响因而也可形成一定的降雨。年平均降水量150~250mm,年平均气温约 $2 \sim 5^\circ \text{ C}$, $\geq 10^\circ \text{ C}$ 积温2200~3000 $^\circ \text{ C}$ 。土壤主要为棕钙土,土壤肥力较低,有机质含量一般低于2%。

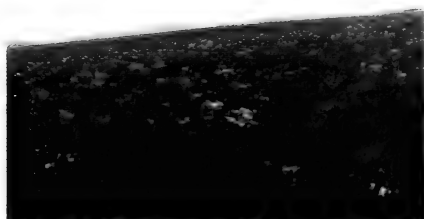
我国温带草原是我国草原的主体，占据着我国北部半壁江山，而其在空间的分布，呈现着明显的地带性规律的特点，即纬度性变化、距离海洋远近的变化与垂直方向的变化：

1. 纬度性变化特点

我国的温带草原，南北延伸17个纬度。纬度的变化，造成南北相应的地面热量的差异，因而导致了草原植物对热量反映的明显变化。



温带草甸草原（内蒙古锡林郭勒）
（李敏提供）



温带大针茅典型草原（内蒙古锡林郭勒）



温带小针茅荒漠草原（内蒙古锡林郭勒）

北部草原的植物，一般都具有耐寒的特点，如大针茅、克氏针茅、羊草、线叶菊等群系。而南部的草原，其植物一般都具有喜暖的特点，如长芒草、白羊草等群系。

2. 距离海洋远近变化的特点

我国温带草原，东西绵延44个经度，距离海洋远近变化很大，因而自东向西，降水量变化很大，温度也不同，大陆性逐步加强的特点十分明显，草原植被表现出明显的地带性变化。但是由于地形的影响，这种地带性的变化不是自东向西，而是自东南往西北发生变化。在东部为草甸草原带，向西为典型草原带，最西部为荒漠草原带。

3. 垂直方向的变化

在我国温带草原区内，有几条主要的山脉：阿尔泰山、贺兰山、大青山等。在这些山地，随着高度的变

化，在基带是草原的基础上，就会发生植被垂直带的更替，从而增加了草原地区植被类型丰富的色彩。这个植被垂直带的更替，在比较高的山地，自低处到高处，分别是山地草原带—山地落叶阔叶林带—山地寒温性针叶林带—亚高山灌丛带—亚高山草甸带—高山草甸带—高山流石滩植被带—冰川恒雪带。

高寒草地是指高山或高原亚寒带、寒带半湿润—半干旱—干旱气候条件下所形成的草原。主要分布在我国西藏、新疆、青海和甘肃境内。其总面积达 $58.02 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，约占全国草地总面积14.90%。植物主要是耐寒的中旱生或旱中生多年生草本植物或小半灌木。高寒草地分布区气候寒冷，温度很低，海拔较高，自然条件十分严酷。一般年平均温度 $-4 \sim 0^\circ\text{C}$ ， $\geq 10^\circ\text{C}$ 的年积温 $800 \sim 1000^\circ\text{C}$ ，年降水量 $300 \sim 400 \text{ mm}$ 。土壤主要为高山草原土，一般具薄而松的草毡层和淡色腐殖质层，有机质含量较高，可在3%以上，海拔多在4000m以上。

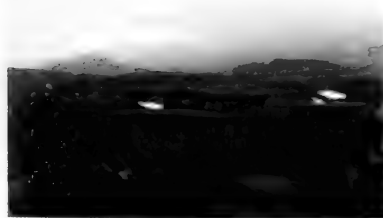
热带、亚热带草地是指分布于我国长江以南热带与亚热带气候条件下的草地。其中包括森林植物被破坏后，多年撂荒而形成的以多年生草本植物为主的次生草丛或者含有散生少量灌木或乔木的



嵩草高寒草地（青海海北）



阳明山公园草地（台湾台北）



黄土高原草地（陕西）



高寒金露梅灌丛草地（青海海北）



山地草原（新疆）



高寒草地（李敏提供）

灌草丛，以及某些河谷底部的次生干热稀树灌草丛。其总面积为 $32.46 \times 10^6 \text{km}^2$ ，占全国草地总面积的8.31%。

这类草地分布于我国热带与亚热带地区，热量资源丰富，气温较高，年平均气温多在 $14 \sim 22^\circ\text{C}$ ， $\geq 10^\circ\text{C}$ 的年积温多在 4500°C 以上。这一地区降水丰富，平均多在800mm以上，高则多在2000mm。土壤主要为黄壤、黄棕壤、山地红壤等，土层浅薄，肥力较低，有机质含量一般都在4%以下。

除上述三类草地外，还有海滨草地、城市中的草坪绿地以及正在迅速发展中的各种各样的人工草坪与绿地，如运动场草坪、水土保持草坪、边坡绿化草坪等。

我国草原之所以形成今日的分布格局，那是在漫长的地质时期



滨海大米草人工草地（江苏启东）

内，由气候变化和生物进化而逐步形成的。

地球，已有了46亿年的历史。距今15亿年前，地球上的光合放氧生物只有蓝藻，称蓝藻时代。距今4亿年前的泥盆纪晚期，最早的裸蕨植物顶囊蕨出现了，以后就开始了仅3000万年的泥盆纪裸蕨植物时代。我国今日草原面貌的形成和发展，距今7000万年是一个重



滨海芦苇草地 (山东)



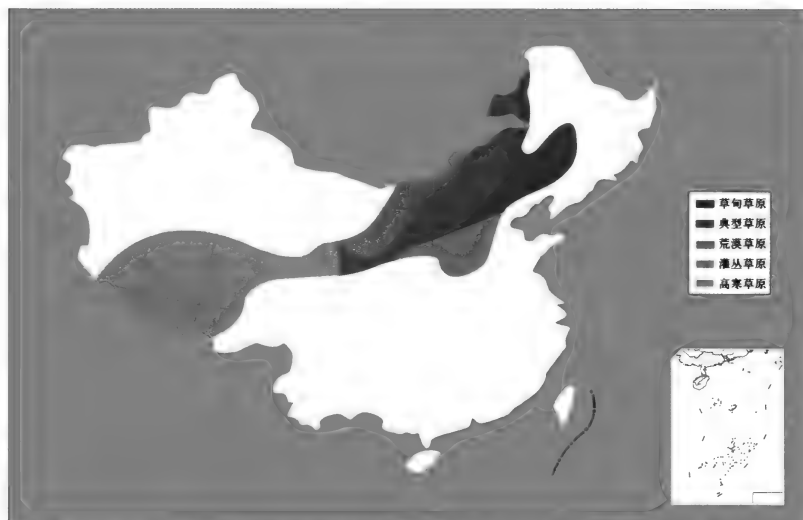
亚热带人工草地 (湖南长沙)



城市草地



高尔夫运动场草坪



中国草地分布概图（引自道尔吉帕拉木）

要的时段。在距今7000万年以前，我国境内的一些高山和高原尚未形成，那时的东北和华北地区，气候也不同于现在，其时冬季温暖而湿润，夏季热而多雨，到处为林木所覆盖。距今7000万年到距今4000万年左右，西北诸大山系隆起，大陆性气候不断加剧，植被大多由超旱生灌木、半灌木和小半灌木组成。而到了距今250万年时，我国西部的喜马拉雅山、昆仑山、天山、阿尔泰山和青藏高原不断隆起，阻挡了北大西洋和印度洋暖湿气流的东进，加速了西北干旱区的形成。植物界也发生了很大变化，在距今250万~150万年间，大部分喜热、喜湿润的植物种消失，耐旱的草本植物种大量出现。而我国东部地区，大兴安岭、小兴安岭、太行山以及贺兰山、六盘山等山脉逐渐抬升，内蒙古高原、黄土高原相继形成，全国的地貌轮廓基本接近于今日的地貌，这就为我国草原的发展奠定了地貌基础。在地貌巨变的同时，气候也发生剧烈变化。不过气候变化的总趋势是从温热向着干冷的方向发展，向着有利于草本植物发展的方向发展。草本植物的发展和草原、草甸植物群落的形成，也促进了草原动物的繁殖和发展，草原也就从一个单纯的植物群落逐渐演变成成为比较复杂而完整地草原生态系统。

我国草原的类型丰富多样，世界上各种各样的草原类型，在

我国几乎都可以看到。世界上草原的面积为2400万 km^2 ，约占全世界陆地面积的1/6。其中非洲面积最大，占全世界草原面积的28.2%，亚洲次之，占19.5%，北美洲、大洋洲、南美洲和欧洲分别占16.8%、16.5%、15.8%和3.1%。而全世界草原的类型，也可以分为3类：温带草原、热带和亚热带草原与高寒草地。

地球上的温带草原主要分布于北纬 $20^\circ \sim 55^\circ$ 之间。主要在四个地区，也可分为4个类型：欧亚大陆的斯泰普（草原）、南美洲的潘帕斯（草原）、北美洲的普列利（草原）、南非的草原。欧亚大陆的草原，人们称其为斯泰普（草原），这是世界上最大一片温带草原，它自多瑙河下游起，包括罗马尼亚、俄罗斯、哈萨克斯坦、蒙古和我国的草原。南美洲的潘帕斯（草原），分布于大西洋到安第斯山之间的广大地区，主要集中在阿根廷，这是由大型丛生禾草组成的草原。北美洲的普列利（草原），其分布自加拿大南部到墨西哥的中部地区。由于其跨度较大，草原的类型也比较复杂。有以小须芒草、大须芒草、兰茎冰草、针茅等为主的高草类型，其草丛的平均高度在1.5~2.5m之间；还有以格兰马草、野牛草等为主的矮草类型，其高度平均1.0m；以及混合类型草原。南非的草原，植物主要以孔颖草为主。

热带和亚热带草原，主要分布于赤道两侧南、北纬 30° 以内的地区。这里年平均气温较高，在 $15 \sim 35^\circ\text{C}$ 之间，年降水量变化于600~1500mm之间，气候最突出的特点是夏季少雨而炎热，具有明显的旱季。主要的草



美国的天然草原



加拿大的混合草原

原类型被称之为萨瓦那，即稀树草原。绵延于南美洲、非洲中部、印度、东南亚、澳大利亚北部和我国部分地区的萨瓦那是世界上最大的萨瓦那。这一草原植物组成的共同特点是在禾草为主的草原的大背景上散生着一定数量的乔木，不过不同的地区，禾草的种类与数量、乔木的种类与数量会有所不同。在非洲，是金合欢与高大禾草构成的萨瓦那，这里的金合欢树，高度在3~15m，散生或者丛生，草丛高1.5~4.5m；在澳大利亚，大部分是次生的桉树与禾草构成的萨瓦那。



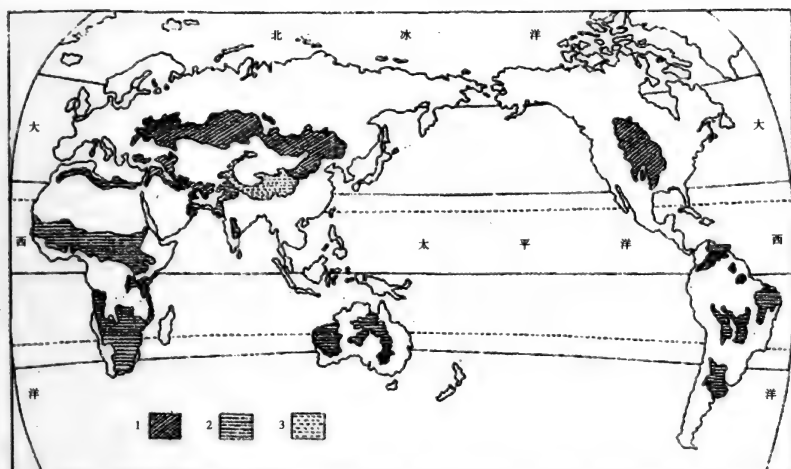
新西兰的人工草地



澳大利亚的山地天然草原



美洲的萨瓦那（稀树草原）



世界草原生态系统分布图 (引自李博)

1. 温带草原生态系统 2. 热带草原生态系统 3. 高寒草原生态系统

冻原，主要分布于极地与高山，所以又可分为极地冻原与高山冻原。在极地，气候寒冷，日照很短，植物生长时间有限，主要的植物群落有柳灌丛以及以莎草科为主的草甸。在高山，温度很低，降水频繁而少，土壤有不同厚度的永冻层，植物群落主要是以嵩草、羊茅、早熟禾等小型禾草为主的草甸以及金露梅为主的灌丛。

第二章 草原生态系统组成与结构多样性

一、草原气候多样性与地多样性

(一) 草地气候类型复杂多样

我国草地广布于全国各地，气候类型复杂多样，几乎包括了全国不同的气候类型。在山区，又存在着垂直带的变化。仅以草原面积很大的内蒙古自治区而言，由东向西存在着9个气候地带，即湿润气候带、半湿润偏湿气候地带、半湿润偏润气候地带、半干旱偏润气候地带、半干旱偏干气候地带、干旱气候地带、很干旱气候地带、强干旱气候地带、极干旱气候地带（表1）。热量资源也可分为7个气候区，即山地寒温带寒冷气候区、中温带温寒气候区、中温带温凉气候区、中温带温和气候区、中温带温暖气候区、中温带温热气候区、中温带暖温气候区（表2）。根据水分资源与热量资源的地

表1 内蒙古自治区水分资源的地理分布

区号	名称	年湿润度	年降水量 (mm)
A	湿润气候带	> 1.0	> 450
B	半湿润偏湿气候地带	0.8 ~ 1.0	400 ~ 450
C	半湿润偏润气候地带	0.6 ~ 0.8	350 ~ 400
D	半干旱偏润气候地带	0.4 ~ 0.6	300 ~ 350
E	半干旱偏干气候地带	0.23 ~ 0.4	250 ~ 300
F	干旱气候地带	0.13 ~ 0.23	200 ~ 250
G	很干旱气候地带	0.10 ~ 0.13	150 ~ 200
H	强干旱气候地带	0.03 ~ 0.10	100 ~ 150
I	极干旱气候地带	< 0.03	< 100

表2 内蒙古自治区热量资源地理分布

区号	名称	≥10℃积温 (°C)
1	山地寒温带寒冷气候区	< 1400
2	中温带温寒气候区	1400 ~ 1800
3	中温带温凉气候区	1800 ~ 2200
4	中温带温和气候区	2200 ~ 2600
5	中温带温暖气候区	2600 ~ 3000
6	中温带温热气候区	3000 ~ 3400
7	中温带暖温气候区	> 3400

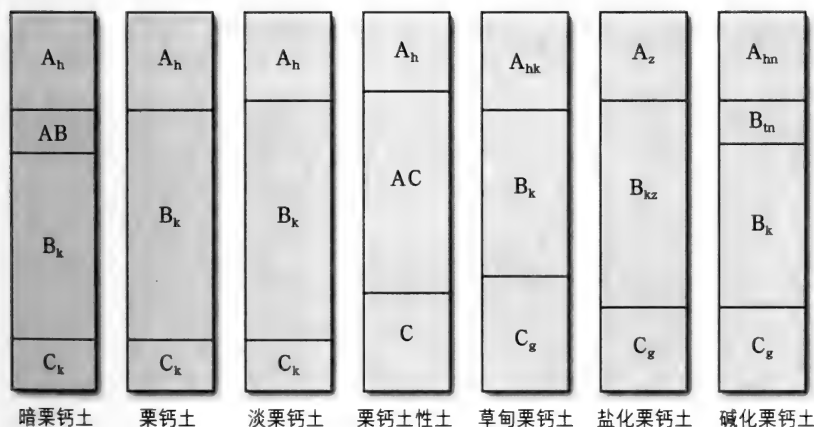
理配置，全区可分为30个不同的气候区（王长根，2001）。

（二）草地地形变化的复杂性

草地可分布于不同类型的地形及某一地形的不同地形部位，山地、丘陵、平原、高原、河漫滩与河流阶地以及山地的阴坡、阳坡、山顶与山地中部和低部。相对于草地植物多样性的研究，关于地多样性(geodiversity)如地质构造单元、地形单元、沉积物、矿物、岩石、化石等的研究较少，其定量化的方法难以确定（张学雷等，2004）。

（三）草地土壤多样性

土壤多样性 (pedodiversity) 一般认为是指在特定区域内土壤的可变性，这种可变性可以通过土壤的构造、类型、形状以及不同的成土条件确定。而其计量方法与生物多样性研究方法相似，即土壤类别多样性的仙农指数，而分析各大洲和主要气候带之间大土类组成的变异，即多样性的区域分析或贝他一多样性分析采用的是多元统计方法，如聚类分析、最小生成树分析与主坐标分析（陈杰等，2001）。由于对土壤多样性的概念还存在较多的争议（孙燕瓷等，2005），因之其研究还在初创阶段。根据土壤多样性的基本概念，可以初步看出，我国草地分布地区的土壤，其类型、构造、形状



栗钙土不同亚类剖面构型图

- A. 腐殖质层 B. 淀积层 C. 母质层 h. 有机质聚积
k. 碳酸钙聚积 z. 易溶性盐聚积

以及成土条件十分复杂，表现出多样性丰富的特征。即以内蒙古而论，草原土壤有普通黑钙土、淋溶黑钙土、草甸黑钙土、石灰性黑钙土、暗栗钙土、栗钙土、淡栗钙土、草甸栗钙土、盐化栗钙土、碱化栗钙土、栗钙土性土、普通棕钙土、淡棕钙土、草甸棕钙土、盐化棕钙土、碱化棕钙土、风沙土等。土壤pH值可高过8.9而呈强碱性反应，也可低至6.5而呈弱酸性反应。土壤的钙积层可出现在地表以下30cm，也可没有明显钙积层。有机质含量可以高达70.0g/kg，也可以低至6.4g/kg。其剖面构型也十分不同。同是栗钙土，有的有明显过渡层（AB）和碳酸钙淀聚积（B_k）而为暗栗钙土；有的没有AB层而为栗钙土；有的没有B层，而为栗钙土性土等。

二、草原植物多样性

（一）草原植物群落组成的多样性

到过草原的人们都会发现，草原群落植物的组成丰富而多彩。当你第一次踏上草原的土地时就会发现，脚下的1m²土地内就有许多种你感兴趣的植物。在草甸草原，1m²内就可能20种以上的不同种的植物，即使在荒漠草原，1m²内也会有10种左右的植物。这些植物属于不同的科属，其叶片大小、植株高矮、花的颜色都会很不同。如在内蒙古高原东部分布的一种线叶菊草甸草原，由82种高等植物组成，每平方米的植物种类12~25种。除线叶菊外，还有羊草、黄



线叶菊草甸草原（内蒙古锡林郭勒）



线叶菊



野豌豆 (李敏提供)



无芒雀麦

囊苔草、狭叶柴胡、扁蓿豆、尖叶瓦松等。这些植物主要是禾本科，还有菊科、豆科、百合科、十字花科、蔷薇科等。这些植物常被归纳为不同的功能群，如多年生丛生禾草、多年生根茎型禾草、多年生杂类草等。而植物多样性、植物功能群组成、植物群落生产力之间有一定的关系。白永飞等人(2001)研究结果认为，植物多样性高的植物群落，其群落初级生产力也较高，而其原因是生态位互补效应。不同种的植物，不仅地上部分高矮不同，地下部分



扁蓿豆



地榆 (关秀清提供)

分布的深浅也有很大差异，构成明显的阶梯状结构。草原植物组成的这种多样性，与农田植物组成十分不同。无论是东北平原的大

面积的玉米地，还是华北平原辽阔的小麦地，或是南方绿油油的水稻田，基本上都是一种植物组成，少有2种或2种以上的植物。正是不同类型的草原由多种植物组成，因而就全国来讲，草原植物就更加丰富而多样。

(二) 我国草原植物种的多样性

我国丰富复杂的自然条件孕育着多种多样的草原，其植物种类更加丰富。在我国辽阔的草原上共有饲用植物6704种，分属于240科，1545个属。这些植物中有地衣16种，苔藓31种，蕨类294种，裸子植物100种，被子植物6263种。如果按科来统计，豆科最多，达到1238种，占总种数18.47%；禾本科次之，为1148种，占总种数的17.03%；其次为菊科538种，莎草科358种，蔷薇科230种，百合科195种，蓼科143种，杨柳科126种。在草原植物中，对发展畜牧业最重要的植物当是1148种的禾本科植物了。因为无论是热带地区的水牛，还是温带草原放牧的三河牛、草原红牛，以及绵羊、山羊、马、鹿、骆驼等家畜，它们赖以生存的牧草都是以禾本科植物为主。正是这些禾本科植物，成为了草原植物群落的主要植物种。在草原上起优势作用的禾本科牧草有135种，其中分布最广、面积最大、饲用作用最为显著的植物是针茅属的植物，达到20种，如大针



叉分蓼



早熟禾

茅、贝加尔针茅、短花针茅、克氏针茅等。鹅冠草属植物在草原构成优势种的有26种，早熟禾植物有11种植物构成草原植物优势种，其他能够成为草原优势植物的还有羊茅属、雀麦属、碱茅属、野古草属、披碱草属、冰草属、隐子草属等，禾本科植物是草原最重要的饲用植物。

（三）草原植物用途的广泛性

人们都知道，丰富而多样的草原植物，不仅牧养着大量的马、牛、羊、骆驼等各种家畜，也繁衍着黄羊、野马、野驴、鹿等野生动物。这些动物长期在草原上生活、繁衍，都很健壮，没有或者很少有营养元素缺乏或过剩引起的病症。这是因为它们不仅主要啃食那些禾本科牧草，而且还必须啃食其他不同科属的牧草，如豆科、菊科、十字花科以及百合科的植物，从而获得其身体必需的营养。有趣的是某些动物大量啃食某些科的植物，还会导致其绒毛与肉的品质改变。人们常说，东来顺的涮羊肉，肉质鲜嫩，没有膻味，其主要原因之一是东来顺的涮羊肉的产地——内蒙古东苏旗与西苏旗。这里是荒漠草原，百合科的葱属植物种类多，产量大，绵羊大量啃食这类植物后，羊肉的品质好而且特殊。其实丰富的草原植物，不仅繁衍着大量的家畜与野生动物，同时也是天然的百草园，花的原野，有许多纤维植物、油料植物、淀粉植物、野菜植物、鞣料植物等。提起草原上的中



草原被誉为天然药用植物园



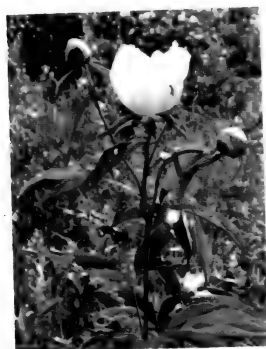
麻黄



枸杞 (张润堂提供)



知母



芍药



甘草



藜芦

草药植物资源，种类之多，是人们想象不到的。因为在我国3万余种高等植物中，药用植物有11 146种，而草原地区的药用植物约6000种，其中不乏名贵种类，如冬虫夏草、甘草、麻黄、雪莲、黄芪、银柴胡、知母、紫草、大黄、枸杞、白芍、蒙古黄芪、远志、肉苁蓉等。冬虫夏草，简称虫草，主要产于青海高寒草地。虫草外形看起来很特别，其根部是一条僵死的虫子，上部则是一株别致的小草。从表面上看一半似是动物一半似是植物，这是自然界很特别的东西。它是如何形成的呢？原来，在青藏高原的草地上，有一种绿蝙蝠蛾的幼虫，冬季会到地下较为温暖的地方生存，而有一种真菌又喜爱在其身上寄生。其结果是这种真菌就会在绿蝙蝠蛾幼虫皮肤上生长，并长出一束束的菌丝，且布满各个组织，并形成菌核。经过一段时间，这种真菌的活动就会使绿蝙蝠蛾的幼虫死亡。由于外界特殊的环境，这种幼虫虽死，但不腐不臭而发硬，并保留完整外形。经过一段时间，真菌便会从幼虫的头部生出有柄的子座，



草原是野花的世界

外貌很像倒立的小毛笔。这就是一株成熟的具有药用价值的冬虫夏草了（张明华，1996）。



狼毒

草原地区有许多植物的花朵奇特、花色美丽，作为野生花卉植物很有特色。如果加以引进驯化，在园林绿化、景观配置上很有发展前景。如二色补血草、宽叶红门兰、百合、大花银莲花、达乌里龙胆、蒙古百里香、鸢尾、金莲花、野罂粟、翠雀、马蔺等。二色补血草，是蓝雪科植物，被誉为草原上永不凋落的鲜花。这是因为当草原上盛开的百花都已凋谢时，唯有它挺立于枯黄



二色补血草



红门兰



野罌粟 (李敏提供)



铁线莲



马蔺 (李敏提供)

的原野。假如有机会采上一束，小心爱护，其密集的粉红色或白色花朵便会较长时间保存下去，历数年而不落。这是由于在长期干旱条件下花萼膜质化，膜质化的花萼在开花之后，花瓣虽自然落掉，但花萼却保存下来了。长期保存下来的花束，看起来和鲜艳的花朵一样美丽。正因为如此，有人又叫它为干枝梅。

草原上有许多可以食用的植物，也引起人们极大的兴趣。这些植物，生长于自然条件下，无污染，是地道的有机食品，且种类很多，资源也比较丰富，是可再生资源，其中不乏珍贵品种。如草原蘑菇、野生黄花菜、野韭、百合、葱、蒲公英等。草原蘑菇，长期以来以其鲜美、芳香，有特殊药效而为人们喜爱。“口蘑”食用历史



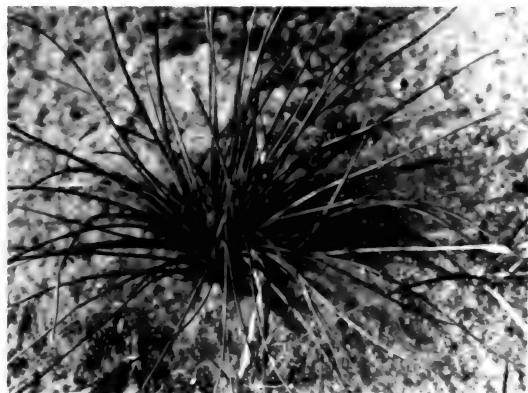
草原上的蘑菇圈



草原上的白蘑菇



黄花菜



多根葱

悠久，在人们日常生活中享有盛誉。人们常认为“口蘑”是产于张家口的蘑菇，实际应是产自张家口以北的锡林郭勒大草原。这是因为在历史上农牧民从这里采集到的蘑菇都运到张家口销售，而被称为“口蘑”，已有500多年的历史了（陈佐忠，2000）。这里产的蘑菇，有白蘑、黄蘑、黄盖子等不同种。而白蘑则是口蘑中的极品，色白，茎粗，体坚硬，香味浓郁，滑嫩可口。目前人们只能从自然生长的蘑菇圈中捡拾。科技工作者虽研究数十年，仍未能人工栽培成功。野生黄花菜是百合科多年生草本植物，花茎蒸熟，晒干可做蔬菜。市售黄花菜多系栽培种。而产自草原的野生黄花菜虽没有栽培种大而肥实，但香味甚浓，极为人们所喜爱（陈佐忠，1983）。

(四) 植物化学组成的复杂性

草原植物的多样性与复杂性，不仅表现在组成种类与用途上，植物的元素化学组成也十分复杂。世界上的所有物质归根到底都是由化学元素组成的。我们如果把任何一种植物经烘干、粉碎、燃烧而后在高温下灰化，其中碳、氢、氧等一些元素就会氧化而挥发，剩下的就是灰分了，这些灰分就是不同元素氧化物状态。不同植物都是由不同化学元素组成，但具体有哪些化学元素组成？不同化学元素所占比例如何？我们可以通过仪器确定这些灰分元素是什么元素，有多少含量。不同植物之间差异很大，充分表现出植物化学元素组成的多样性与复杂性。草原植物中不同化学元素的绝对含量表现出不同的水平。它们之间的差异可以达到百万倍或者更高。即使都是植物所必需的营养元素，它们的差异也可达到数万倍。氮、钾、钙三元素草原植物含量较高，一般在1%~10%；硫与磷的含量在同一个水平，一般在0.1%~1%之间；镁、铁的含量在同一水平，一般在0.01%~0.1%；锌、锰、硼的含量在同一水平，一般在0.001%~0.01%；铜含量较低，一般在0.0001%~0.001%；钼的含量更低，一般低于0.00001%。上述结果显示植物化学元素含量的共同趋势。但是，不同的草原植物化学元素的含量又有自己特殊的一面，这就是草原植物对不同化学元素富集的作用，其表现是不同植物中某种化学元素含量高的特点。如草原植物的平均含氮量一般为2%，而蒙古葱可以高达4.13%，内蒙古黄芪也高达4.04%，这些都是所谓聚氮植物。根据研究，草原植物中有对不同化学元素聚积能力的植物有多种（表3）（陈佐忠等，1994）。

草原植物中不同化学元素的含量之所以有如此大的变化，首先是不同类群植物自身特点所致，土壤等环境条件也对其产生一定的影响。林厚萱等（1957）就指出“一种植物的化学成分在一定程度

表3 聚积化学元素的草原植物

序列	聚积化学元素的名称	植物名称
1	聚氮植物	蒙古葱、小叶锦鸡儿、内蒙古黄芪、多根葱、韭、野豌豆、歪头菜、华北岩黄芪、狭叶锦鸡儿、驼绒藜、白刺、沙枣
2	聚磷植物	多根葱、翠雀、冷蒿、钝叶瓦松、油蒿、茵陈蒿

(续)

序列	聚积化学元素的名称	植物名称
3	聚钾植物	钝叶瓦松、韭、阿尔泰狗哇花、翠雀
4	聚钙植物	钝叶瓦松、翠雀、全缘叶橐吾
5	聚镁植物	韭、裂叶荆芥、冷蒿、柳穿鱼、翼茎凤毛菊、内蒙古黄芪、洽草
6	聚硫植物	霸王、沙枣、华北岩黄芪、翠雀、木地肤、盐爪爪、珍珠、芦苇、驼绒藜、砂兰刺头、蒙古葱、白刺
7	聚铁植物	星毛委陵菜、珍珠、芯芭、百里香、披碱草
8	聚锰植物	柳穿鱼、阿尔泰狗哇花、星毛委陵菜、冷蒿、披碱草
9	聚铜植物	糙隐子草、无芒雀麦、阿尔泰狗哇花、石竹、披碱草、西伯利亚羽茅
10	聚钼植物	翠雀、唐松草、野豌豆
11	聚硼植物	内蒙古黄芪、百里香、狭叶柴胡、华北岩黄芪、石竹、歪头菜、翠雀、全缘叶橐吾
12	聚锌植物	钝叶瓦松、长柱沙参、韭、知母、柳穿鱼、星毛委陵菜、翼茎凤毛菊、狭叶柴胡、全缘叶橐吾

上正是表现着该种植物在历史发育过程中所形成的新陈代谢类型的特征。” A.N.维诺格拉多夫(1965)也曾指出“有机体的化学成分保存着自己起源上的特征。”

三、草原动物多样性

(一) 多姿多彩的家畜资源

长期以来,草原利用的主要方式就是放牧家畜。草原牧民在利用家畜进行放牧的历史进程



聚氮植物小叶锦鸡儿 (关秀清提供)



翼茎凤毛菊



沙参



全缘叶橐吾



聚钼植物唐松草

聚锌、聚镁植物 (关秀清提供)



聚铁、聚硫植物百里香 (左)、砂兰刺头 (右, 李敏提供)



聚磷、聚镁植物冷蒿（左）、瓦松（右）（李敏提供）

中根据不同类型草原的特点，培育了与不同类型草原相适应的不同种类、不同品种的家畜，使得我国家畜的种类与品种丰富多彩。在我国北方草原地区，人工放牧驯养与管理的家畜共有253个品种（包括地方品种、培育品种和引入品种）。其中4个野生种，169个地方品种，39个培育品种，41个引入品种。主要的草食动物有黄牛、牦牛、绵羊、山羊、马、骆驼、梅花鹿、马鹿、家兔等。

马，被誉为草原轻骑。我国的马有23个地方品种，17个培育品种，7个引入品种，共计47个品种。人们一般将其分为4个类群，即蒙古马、哈萨克马、河曲马与西南马。哈萨克马经改良后育成的伊犁马是我国最优秀的草原轻骑。其体型高大，结构匀称，头颈高举，毛色美观，外貌俊秀，四肢坚强，步伐轻快，擅长跳跃，刻苦耐劳，有持久力。在历史上是著名的“天马”。西南马产于西南四川等省区的高原山地，其矮小精悍，行动灵活，体格强壮，善于跋涉于崎岖的山间小道，在世界各地的小型马中独具特色。牦牛是青藏高原上所特有的牛种，在长期的严寒、空气稀薄、饲草短缺等严酷自然条件下，练就了一身独到的生活本领，耐粗饲，善采食，可忍饥，体格健壮，抗逆能力强，即使大雪封山，道路难辨，牦牛仍

可坚忍不拔，毫不畏惧，安全行走。在民间有“高原之舟”之称。不仅如此，牦牛所产的牛奶，与黄牛、水牛所产牛奶相比，更有特色。牛奶呈黄色，味甜，有香气，含脂率高，是藏族人民生活中不可或缺的食品。

（二）种类繁多的野生动物

草原有种类繁多的野生动物，它们广泛分布在辽阔的草原上，有的出没于崇山峻岭，有的在浩瀚无际的平原驰骋，有的飞翔于蓝天，有的栖息于草丛与洞穴。它们有各自的生态位，并且一代一代地繁衍下去。我国草原区的各种野生动物多达2000余种。其中不少种数量少，种类珍奇，被列为国家重点保护动物。被列为国家一类保护动物的有雪豹、羚羊、野驴、野马、野骆驼、野牛、野牦牛、丹顶鹤、藏马鸡等24种。

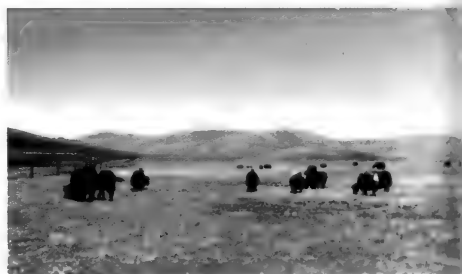
藏羚羊更被视为草原上的珍奇。这种珍奇动物，过去认为它与羚羊相近，故被列入羚羊家族，但最近的研究表明，它与羊亚科动物最为相近，所以被列入羊亚科，是羊族的一个姐妹群。藏羚羊是国家一级重点保护动物、濒危动物物种，也是国际贸易公约列入严禁贸易附录一的动



草原上的羊群



草原上的牛群



草原上的牦牛群



草原上的马群

物，主要分布于我国现在的阿里、那曲地区以及日喀则地区的西北部羌塘高原上，面积大约60余万 km^2 ，几乎占全世界藏羚羊分布区的80%以上，而我国藏羚羊的总数不过15万只左右。



草原上的骆驼群

藏羚羊分布的地方地势

平坦开阔，气候干旱寒冷，空气稀薄，日照时间长，紫外线辐射强烈，许多地面长时间为冰雪所覆盖，生态环境条件极其严酷。在这样环境条件下生存的藏羚羊，极耐寒冷，喜欢开阔的环境，善于奔跑，抗高原的紫外线辐射，耐高度缺氧的环境。同时养成一种独特的“团队精神”，在高原上的藏羚羊，平时二、三十只为一群，由一只雄健的公藏羚羊充当“户长”，日常一切活动，比如到哪里吃草、饮水、躲避风险，都由“户长”操心。其他藏羚羊也都十分循规蹈矩，遵守“家规”。藏羚羊的绒毛是动物纤维中最珍贵的纤维，如果用这种纤维制成一条长1.5~2m、宽1~1.5m的披肩（沙图什），重仅100g，可以从戒指中穿过，价值可达3500~4000英镑。正因为如此，许多不法分子疯狂猎杀藏羚羊，对藏羚羊造成了极大的威胁。我国政府对藏羚羊的保护十分重视，即使修建青藏铁路，也千方百计考虑藏羚羊的生存与繁殖。在青藏铁路沿线野生动物主要分布与迁徙的地段，设置了动物通道33处，沿线路方向累计宽度达58.45km。在藏羚羊迁徙较为集中的楚玛尔河至五道梁一带，设计了3处通道，沿线路累计宽度达8km，从而保证藏羚羊的正常活动。

（三）鼠的天堂

草原，人们称之为鼠的天堂，野鼠的家乡。草原上鼠的种类之多是有名的。我国共有204种鼠，其中大部分都分布在不同类型草原上。在内蒙古草原，有鼠40余种。在新疆，鼠种类多样性在全国很具特色，不仅种类多，而且许多种在其他省区没有分布，其中塔里木兔、郑氏沙鼠和伊犁鼠兔为世界特有种，就是说全世界只有新疆

有这3种鼠的分布。荒漠沙地草原生态环境比较严酷，鼠的种类较为简单。就鄂尔多斯沙地草原而言，共有10种，即三趾跳鼠、五趾跳鼠、三趾心颅跳鼠、小毛足鼠、子午沙鼠、常爪沙鼠、黑线仓鼠、达乌尔黄鼠、褐家鼠和小家鼠。鼠类群落结构中，一般由以喜干旱的荒漠草原鼠类（三趾跳鼠、小毛足鼠和子午沙鼠）为主。其多样性指数（香浓—威纳指数）变化于1.3306~1.6114之间。当以黑线仓鼠为第一或第二优势种时，其多样性指数最高或较高。其实，全世界荒漠地带啮齿动物的物种丰富度虽有明显变化，但却表现出一些共同的特征，如共存种都表现为或者属于后足跳跃运动类型，或者属于四足爬行运动类型。另外，物种丰富度最高的地区其降水量分布相对居中，而年降水量最高和最低的地区，其物种丰富度都较低。这也支持了物种多样性的中度干扰假说。就物种多样性而言，在美国，荒漠鼠类群落物种多样性与年降水量呈显著正相关；而在亚洲中部，物种多样性有上升与下降两个过程，即年降水量最高和最低的地区均表现出较低的物种多样性（盛昆等，2001）。在我国大兴安岭低山地区，以不同类型草原为主，从低处的羊草—针茅草甸草原到高处的灌丛—蒿类草原，啮齿动物种类有黑线仓鼠、大仓鼠、五趾跳鼠、黑线姬鼠、大林姬鼠、小家鼠等。种类成分比较简单，其多样性指数、优势度指数和均匀度指数以及种数等4个度量多样性的指标随草原类型而变化（表4）。

在草原各种鼠类中，分布最广、数量最多的应是达乌尔黄鼠、长爪沙鼠、布氏田鼠、达乌尔鼠兔与草原鼯鼠了。而对我们人类而言，能造成鼠害的就是那些小型群居鼠与地下生活的种类，如鼯鼠（施大钟等，2001）。2000年，在青海黄河、长江、澜沧江源头即

表4 大兴安岭山地垂直带不同类型草原小型啮齿动物的捕获率及种多样性

垂直带	相对高度 (m)	草原类型	布衣数	捕获数 (只)	捕获率 (%)	种多样性		
						S	H	C
1	25	羊草针茅草甸草原	400	25	6.25	3	0.3342	0.8
2	50	蒿类—针茅草原	1300	76	5.85	4	0.2609	0
3	75	灌丛—蒿类—针茅草原	3700	169	4.57	7	0.6772	0
4	100	灌丛—蒿类草原	500	24	4.80	5	0.9613	0

(王宝林等，2003)



草原鼯鼠



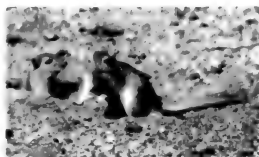
黑线毛足鼠



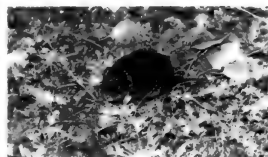
达乌尔黄鼠



三趾跳鼠



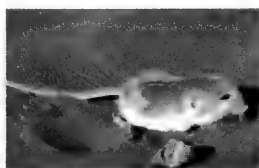
莫氏田鼠



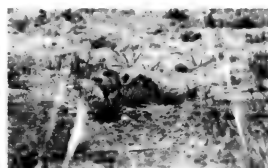
布氏田鼠



长爪沙鼠



三趾心颅跳鼠



达乌尔鼠兔

草原鼠种类的多样性 (宛新荣提供)

三江源地区，草原鼠害严重，发生面积550万 hm^2 ，占可利用草原的28%。主要鼠害就是高原鼯鼠和高原鼠兔。鼯鼠的平均密度每公顷高达45~60只，超过一般年份密度20多倍。在黄河源头玛多县80多千米长的被害草原，植被几乎完全消失，形成地表裸露的“黑土滩”。草原不但失去放牧价值，而且直接导致源头区水涵养功能下降，使断流现象进一步恶化。青海省每年被鼠类啮食的鲜草达44亿 kg ，相当于少养480万只羊，经济损失达5亿多元。在内蒙古的呼伦贝尔草原，2000年发生鼠害的面积达90万 hm^2 ，占可利用草原的1/4，主要的害鼠则是布氏田鼠。而草原鼠类中，最有趣的则是一种跳鼠——三趾跳鼠。这种跳鼠主要分布在锡林郭勒草原的浑善达克沙地。它具有一对长爪，强有力的后腿以及一条长长的尾巴。在不断跳跃过程中，长尾正是不可缺少的平衡器，起着控制和调整跳跃方向的作用。三趾跳鼠是冬眠动物，在浑善达克地区，每年4月份出蛰，活动强度较弱。随着气温升高，其活动性也日益增强，在5月份达到全年的最高峰。到炎热的7月份，活动强度又有所下降。等8月之后，气温回落，其活动性再次

增强。因此三趾跳鼠全年共有2个活动高峰。到了9月末，三趾跳鼠开始入蛰。雄鼠首先入蛰，然后是雌鼠，最后才是幼鼠。到10月之后，沙地上已基本见不到三趾跳鼠的活动，这时它们已经全部进入冬眠期，冬眠期长达6个月。三趾跳鼠常夜间活动。白天，它藏身在洞穴中，用从洞里刨出的细沙将洞口虚掩起来，然后，卧于洞中呈半睡眠状态。到了晚上，才出来活动、觅食。所以在夜晚，经过浑善达克沙地时，借助汽车前灯发出的光亮，常可见到这种小精灵在沙地里跳跃前进的景象，十分有趣。三趾跳鼠是一种很“懒”的鼠类，它不储存食物，在其隧道里没有存放食物的空间，也没有排泄粪便的地方，但它具有较强的挖掘能力，经常更换洞穴，很少呆在固定的“家”中。

(四) 蝗虫的多样性

蝗虫是草原生态系统中最重要消费者之一。其种类之多，多样性之丰富，大大高于其他动物类群。在内蒙古，从东部到西部，从湿润气候区到极端干旱气候区，有139种蝗虫（郭中伟等，2002）。在锡林河流域，随着生境的变化有33种（包括亚种）蝗虫，分属于4科24属。这33种蝗虫如果按其对其生境的选择则有适应干旱环境的旱生种、适应湿润环境的中生种，以及适应湿生环境的湿生种（表5）。

表5 蝗虫分布的生境选择

旱生种	中生种	湿生种
赫迈突鼻蝗、小蛛蝗、筒蚰蝗、白边痲蝗等 10种	笨蝗、白纹金色蝗、网翅蝗、李氏大足蝗、东方雏蝗、大垫尖翅蝗、亚洲飞蝗等9种	绿沼泽和葱草绿蝗2种

从表5可知锡林河流域的草原蝗虫旱生种较多，占总种数的30%，中生种有9种，占总种数的27%。另外，有些蝗虫可以生活在2种不同湿度条件下，就是说既可在干旱环境下，又可在湿润条件下生存，如短星翅蝗、条纺鸣蝗、宽须蚁蝗、毛足棒角蝗、狭翅雏蝗、小翅雏蝗等。而白边雏蝗的生态习性有点特殊，它常栖息于水生环境中的苔草枯株之上，但产卵于沼泽与草甸的泥土之中，属于可生活在

湿生与湿润2种不同的生态环境中的种类。不同种类的蝗虫对草原的破坏是不同的。在锡林郭勒草原的几十种蝗虫中，能够造成经济损失的有8~9种蝗虫，其中早期发生种有毛足棒角蝗、宽须蚁蝗、白边痲蝗，中期发生种有亚洲小车蝗等，晚期发生种有狭翅雏蝗等。

(五) 土壤动物多样性

草原土壤动物作为草原生态系统的分解者对凋落物的分解、草原生态系统物质循环具有重要作用。其丰富的多样性是人们很难想象的。即使在干旱半干旱地区，生态环境比较严酷的条件下，土壤动物仍很丰富。刘新民等(2005)对分布于内蒙古、宁夏干旱半干旱地区不同类型草地生态系统中的大型土壤动物多样性进行了研究。研究表明在这3种草地生态系统中大型动物有123个动物类群，其中大型土壤动物优势类群为蚁科成虫和鳃金龟科幼虫，占大型土壤动物总捕获量的44.20%；象甲科幼虫、拟步甲科幼虫、步甲科成虫、步甲科幼虫、吉丁甲科幼虫、土蟥科、丽金龟科幼虫、蛭科、蚁科幼虫、拟步甲科成虫、夜蛾科幼虫、鳃金龟科成虫、叶甲科幼虫为常见类群，占大型土壤动物总捕获量的41.00%；其余为稀有类群，合计个体数占大型土壤动物总捕获量的14.80%，共有106类，占总类群数的87.10%。而在典型草原，优势类群为蚁科成虫、鳃金龟科幼虫。而常见类群有叩甲科幼虫、正蚓科、步甲科成虫、蚁科幼虫、吉丁甲科幼虫、步甲科幼虫、丽金龟科幼虫、蛭科、拟步甲科幼虫、象甲科幼虫等11类。

(六) 土壤昆虫多样性

土壤昆虫是土壤动物中重要组成部分，锡林河草原上的土壤昆虫有26科，即长脚跳虫科、跳虫科、双尾虫科、蝗科、步行虫科、隐翅虫科、叩头虫科、瓢虫科、拟步甲科、蛛甲科、埋葬虫科、腮角金龟科、弱金龟科、天牛科、三锥象甲科、象甲科、长角象甲科、叶甲科、草蛉科、夜蛾科、家蝇科、丽蝇科、虻科、剑虻科、蚁科等。其中，鞘翅目的昆虫科类最多，达15种，数量也多，是典型草原地区土壤中的代表性类群。

四、草原文化多样性

文化多样性是指文化在不同的时间和地域有多种不同的表现形式，是不同文化群体或者社群用以表达自己并在社群之间传承的多种方式。而文化这一概念的涵义可以有广义与狭义之分，如果从狭义去理解，文化就是指人类在长期的发展过程中所创造的精神财富，如文学、艺术、教育与科技。从广义上看，文化就是人类在社会历史发展进程中所创造的物质与精神财富的总和。作者在这里所指的文化，是从狭义的概念去理解。其实，即使从狭义的概念去理解文化，其内容也是十分丰富的。草原文化多样性是指我国辽阔的草原地区所表现出来的民族多样性、宗教多样性和文明多样性。显然，这是一个内容十分丰富而又十分复杂的问题。

（一）草原是多民族的摇篮

辽阔的草原，居住着我国许多少数民族。我国三大天然草地西藏、内蒙古与新疆，分别以藏族、蒙古族、维吾尔族为主，还有其他少数民族，如：哈萨克、锡伯、塔吉克、乌兹别克、塔塔尔、俄罗斯等。他们长期在草原地区生存，繁衍，与天然草原关系极其密切。他们以草原为家，了解草原，熟悉草原，爱护草原，对我国天然草原的保护与可持续利用有丰富的经验，作出了历史性的巨大的贡献。在长期与天然草原打交道的过程中，在长期的生产实践过程中，我们的许多少数民族，创造了丰富多彩的草原文化。草原文化，是我们光辉灿烂的中华文化的重要组成部分。

（二）草原文化丰富多彩

我国辽阔的茫茫草原，“天似穹庐，笼盖四野”，“天苍苍，野茫茫”，天高地阔，景色独特。早在旧石器时代，就有人类在蒙古草原活动。进入青铜时代之后，绵羊和马引进了蒙古草原（邢莉等，1998）。在漫长的历史时期里，草原地区都是地广人稀，为了建立牲畜放牧的需要，逐渐形成了“逐水草而居”的具有很大流动性与分散性特点的游牧生活生产方式。在这种以游牧为主的生产方式下，形成了与农耕文化不同的游牧文化。而匈奴、鲜卑、突厥、契丹、蒙古等先后称雄蒙古草原，又都为繁荣与丰富草原文化作出了自己的贡献。

草原民族在通过家畜利用草原的漫长历史过程中，形成了一整套的游牧技术，这是草原文化的组成部分之一，也是草原民族对人类作出的独特贡献。草原民族主要利用的家畜是马、牛、羊和骆驼。他们根据家畜的特点与草原的具体状况，采用不同的游牧方式：“一条鞭”和“满天星”。前者适用于水草肥美的草原地段，后者则适用于比较恶劣的草场。这种游牧技术对保护草原生态环境起到了很大作用，为草原的可持续利用提供了很好的范例，引起现代草原生态系统管理者的关注。草原民族特殊的放牧生产实践，独特的生活方式，辽阔的美丽的自然生态环境，也创造了别具一格的文学、艺术、舞蹈与绘画艺术。我们都知道《红楼梦》与“红学”，但对与之具有同等影响力甚至更加古老悠久的“江格尔学”与《江格尔》却乏陈可知。《江格尔》这部英雄史诗，被称为蒙古民族之歌、蒙古民族之魂。在这部史诗中，塑造了众多的具有非凡的英雄气概的民族英雄。而另一部巨作《格萨尔》，被誉为“世界古典文学的瑰宝。”这部光辉不朽的英雄史诗，标志着古代藏族文化的最高成就（秋郎，2002），深受藏族人民的喜爱，在藏族文学史上产生了广泛而深远的影响。

哈萨克民族中流传着大量的神话故事，这些神话故事口口相授，代代相传，奠定了哈萨克文学的艺术特色（玛依达，2000）。在绘画艺术方面，草原画派在我国绘画中是独领风骚的又一大画派，它表现的不是小桥流水的风情，而是一派苍茫山峦、毡帐孤烟的大漠风情，是奔驰的骏马与矫健的山鹰，是赳赳武夫立于马前。草原画派还在壁画艺术中创造出了许多精品。马可·波罗在他的《马可·波罗游记》里就曾对元大都的绘画艺术加以生动描绘，称之为“雕梁画栋，金碧辉煌，琳琅满目”。

草原歌舞，更是草原文化中的一朵奇葩，这种“草原人们独创的历久弥新的精神财富具有勾魂摄魄的魅力”。草原上的长调民歌规模宏大，字少腔长，唱起来使人感到辽阔舒展，波澜起伏，给人留下深刻印象。草原舞蹈除独具特色的马步外，局部的动作也非常有特色，表演起来，可以充分显示出其端庄质朴、刚柔相济的风格。草原人民创造的各种各样的乐器，不仅为草原歌舞增色，而且更丰富了草原文化。草原最著名的乐器是马头琴，这种琴首以马为标志，音箱上

蒙以马皮的乐器，弹奏起来，可以模仿马嘶、马鸣、马奔、马叹、马哀等各种音色，使人们从悲怨中听出深沉，从悠扬中看到希冀。草原人喜爱的乐器除马头琴外，还有火不思、琵琶、胡笳等。在许多少数民族创造的文化中所体现的朴素的哲学思想，也大大丰富了中华文化的内容。以藏传佛教为核心的藏族文化，相信“万物有灵”，他们认为风调雨顺、平安、祥和是“灵”与“神”的赐予，要报答他们的恩德，对“灵”与“神”的住所——自然界，就不能破坏，要主动保护。所以在西藏，许多寨子的山前山后，植被保护得很好，很少动其一草一木。假如有人折下一个树枝作赶牛的木条，也可能遭到重罚。不仅如此，在那里，不准捕捞水中的鱼，不准打神山神湖周围的野兽，不准采地下的矿石，就是有贵重的金子也不准挖。这种保护自然一草一木的做法，我们也许认为有点极端，但确实在保护生态与环境方面起到了很好的作用，收到了非常好的效果。

藏族文化中还特别重视“慈悲与爱心”，把这当作为处理人与人之间关系的基本心态与底线。他们从身、语、意三个方面实践慈悲与爱心。用身体的手与足帮助人们解除苦难，用语言给他人获得快乐，在心灵深处发出慈悲之怀与爱心。正因为如此，长期以来，藏族人一旦吵架，也不恶语伤人。进入他的帐篷，可以随便吃喝。藏族文化的终极目标是追求至高无上的快乐，是把一切痛苦都转化为快乐。所以藏区物质生活虽然贫乏，但藏民族都十分快乐（泽旺，2003）。藏族文化这些内容，对我们来说都很有启迪。少数民族所创造的丰富多彩的文化还表现在他们的衣、食、住、行、婚、丧、嫁、娶等方面。这将在草原地区旅游中加以介绍。



藏族歌舞



纳西族音乐（李敏提供）



藏族经幡

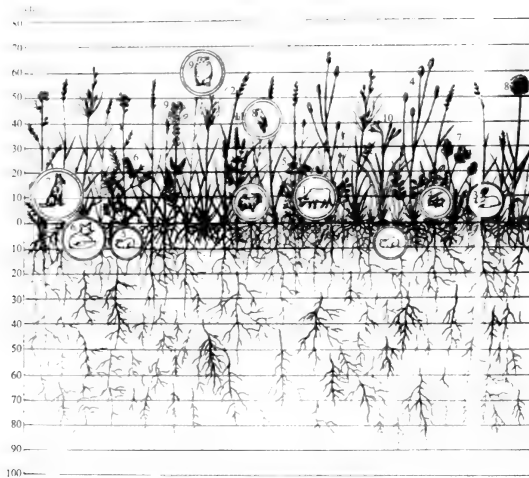


蒙古族敖包 (李敏提供)

五、草原生态系统类型多样性

草地生态系统如何进行分类，遵循哪些原则，依据又是什么，按照哪些等级，有多少草地生态系统类型，它们各自存在的生态环境特征、组成与结构如何，作者等人（2005）曾在《中国生态系统》一书中作过详尽介绍。

我国的草地生态系统，共有71目19属135丛。这135丛可以作为135个草地生态系统类型。不同草地生态系统类型之间，在生态系统组成、结构、功能过程以及建群种、层片结构、各层片优势种方面存在很大的不同。如贝加尔针茅草甸草原生态系统，是分布于我国半湿润气候以贝加尔针茅为建群种的草原生态系统类型。这是草原中降水量最为丰富的类型之一，土壤为黑钙土，腐殖质层的厚度大于50cm，表层有机质含量40g/kg以上，碳酸盐累积不明显，没有明显钙积层，A、B、C层过渡不明显。这个系统共有高等植物81种，在1m²内有植物35种，种类十分丰富，主要由菊科、禾本科、豆科、蔷薇科植物组成，其优势种为贝加尔针茅、建群种还有羊草，伴生种为洽草、狭叶柴胡、防风、蓬子菜、射干鸢尾、麻花头、地榆、无芒雀麦、全缘囊吾、高山紫苑、野火球等。群落平均高度50cm左右，平均覆盖度70%左右，地上部分年产干草1600~2450kg/hm²，地下部分生物量2267g/m²，地下部分是地上部分的12.6倍。土壤动物的密度达到237 095个/m²。优势类群为线虫纲，土壤微生物总生物量（0~30m）为647.5g/m²，以细菌为主。蝗虫有条纹鸣蝗等9种旱生一中生种以及东方雏蝗中生种。



草甸草原生态系统结构图 (赵淑琦绘图)

植物

1. 贝加尔针茅 2. 羊草
3. 线叶菊 4. 地榆 5. 扁蓿豆
6. 野豌豆 7. 多叶棘豆 8. 双齿葱 9. 马先蒿
10. 黄花菜 11. 裂叶荆芥

动物

1. 牛 2. 羊 3. 兔 4. 蝗虫
5. 鼠 6. 狐狸 7. 狼
8. 鸟 9. 猫头鹰

大针茅典型草原生态系统丛是分布于半干旱草原气候条件下，以大针茅为建群种的草原生态系统类型。土壤为典型栗钙土，pH值较高，全剖面变化于8.2~8.8之间。有机质含量表层为28.8g/kg，剖面中有明显的钙积层。植物种类比较丰富，每平方米平均有28种，建群植物为大针茅，优势植物有羊草、冷蒿、糙隐子草、早熟禾、洽草、知母等，伴生植物还有冰草、草芸香、防风、细叶韭、北丝石竹、矮葱、叉分蓼等。草丛平均高度25~50cm，总覆盖度25%~45%。地上部分产量变化于1200~1700kg/hm²，地下部分(0~100cm) 720.8g/m²，地下部分是地上部分的5.4倍。土壤动物较为丰富。优势类群为鞘翅目、膜翅目。昆虫中以步行虫、金龟子、叩头甲为主，表现出高密度、多种类的特征。蝗虫主要有短星翅蝗、条纹鸣蝗、红腹牧草蝗11种，这些蝗虫主要都是旱生一中生种。而土壤微生物以细菌数量最高，约占总量的91%。

短花针茅荒漠草原生态系统丛是分布于荒漠地区以短花针茅为建群种的草原生态系统类型。这里是温带草原的最干旱地区，年降水一般都低于250cm，气候干旱，土壤为棕钙土。植物种类组成单调而又简单。每平方米内共有10~17种之外，建群植物为短花针茅，优势植物有无芒隐子草、蓖齿蒿、冷蒿、茵陈蒿、蒙古葱、多根葱等。伴生植物细叶葱、野韭等。地上生物量年度间变化很大，介于2~117g/m²之间，地下部分分布较深，可达100cm以上。地下

部分未分解的枯死部分重量较高，地上与地下部分重量的比例也有较大变化，最高可达25.8倍。由于生境严酷，食物来源匮乏，加之隐蔽条件较差，使野生动物种类十分缺乏，大型哺乳动物更少，鼠类有19种，主要有草原黄鼠、长爪沙鼠、子午沙鼠等。土壤动物线虫纲数量较大，密度较高，每平方米可达813 758个；其次蜱螨亚纲，每平方米可达13 651个。

矮嵩草典型草甸生态系统是分布于青藏高原海拔3500m以上的高山草甸土下，以矮嵩草为建群种的一种草地生态系统类型。这里生长条件严酷，高寒、中湿、日照充足、太阳辐射强、风大，年平均气温一般多在0℃以下。土壤形成构成中生草过程为主导，土层上部根系盘结致密、坚实，形成了毡状草皮层。有机质含量较高，一般为无石灰反应中性至微酸性，pH值6~7.5，在一定深度下可能存在着多年冻土层。植物群落组成与结构比较简单，建群植物为典型的冷中生植物矮嵩草，常见的伴生植物种类有线叶嵩草、异针茅、珠芽蓼、高山唐松草、雪白委陵菜、高山银莲花等。群落结构仅草本层一层，外貌整齐。土壤动物中鞘翅目数量最高，每平方米有982个。土壤微生物中细菌数量远高于放线菌与真菌，尤以8月，细菌数量是放线菌与真菌数量的100倍。

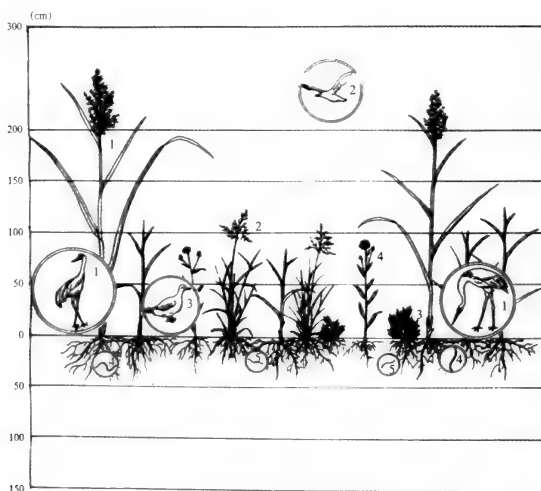
五节芒草地生态系统是热性草地生态系统中以五节芒为建群种的草地生态系统类型。这一草地生态系统分布在我国南方湿润的红壤或者黄壤条件下，水分状况较好，土壤呈强酸性反应，pH值变化于4.5~5.5。五节芒这一高大喜热禾草是这一类型草地生态系统的建群植物。伴生种有金茅、野古草、热黄茅、鸭嘴草、芒箕等。群落一般高大整齐，草丛高1~1.5m，最高可达4m。其群落结构一般可分两层，上层为五节芒，下层其他植物。这一草地生态系统，覆盖度可达95%以上，生产力也较高，每公顷可产干草2800kg。

羊草草甸生态系统是广泛分布于我国东北松嫩平原，盐碱土或草甸土条件下的羊草为建群种的一种草地生态系统类型。这里降水集中，地势低平，地表排水不畅，土壤不透水层发育，地下水位埋藏较浅，地下水位矿化度较高，地表河湖广布。土壤为草甸土或者盐碱土。土壤水分状况较好，土壤肥力较高。这一类型草地生态系统的生产者由167种植物组成，具有耐寒、耐盐碱、耐涝特性的羊

草是建群植物，而其余植物主要是中生植物和中旱生植物，其中有一定数量的盐生植物与中生植物，如佛子茅、野古草、黄花菜、细叶地榆等。在这一类型草地生态系统中，细菌数量最高，每克干土有细菌5430万个。

苔草沼泽生态系统丛是分布于积水低地沼泽土或泥炭土的一种以苔草为建群种草地生态系统类型。这种类型的草地生态系统植物组成比较简单，苔草为其建群种，而伴生种主要有小叶章、小白花地榆、紫花鸢尾、黄花菜、展枝唐松草等。其群落结构也比较简单，只有草本层。而其覆盖度较大，可达70%~80%。

珍珠猪毛菜草原荒漠生态系统丛是分布于荒漠地区的一种以强旱生半灌木珍珠猪毛菜为建群种的草地生态系统类型。土壤为灰棕色荒漠土，土表有黑色砾。植物群落组成中有88种植物，种类最多的是藜科植物，其次是菊科、禾本科植物，这些植物分别是强旱生、耐盐强旱生、旱生与旱中生植物。除珍珠猪毛菜这一建群植物外，次要优势植物有沙生针茅、无芒隐子草、小针茅等。而伴生植物有多根葱、细叶韭、女蒿等。



沼泽生态系统结构图（赵淑琦绘图）

植物

1. 芦苇 2. 芡芡草 3. 委陵菜 4. 旋复花

动物

1. 丹顶鹤 2. 鸥 3. 鸭 4. 蚯蚓 5. 线虫

第三章 草原生态系统功能多样性

草地生态系统功能是指草地在生态系统水平上所能发挥的对人类生存与发展有利的作用。这种作用主要有三个方面：生态功能、经济功能和社会功能。

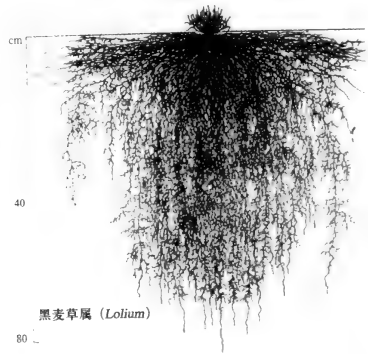
一、生态功能多样性

生态学作为一个科学名词，是研究生物与其赖以生存环境之间的关系。这是1866年由德国博物学家赫克尔首先提出来的。而到今天，在我国，“生态”作为一个形容词，应是指包括人类在内的生物与环境之间一种协调发展、和谐共处、协同进化的良性关系、友好关系，如人们常说的“生态村”“生态乡”。而草地生态功能是指人类对草地的利用，其目标是以包括人类在内的生物与环境之间的关系是协调、和谐、协同进化，是按自然规律前进的良性关系，是指人类利用草地功能中有利于生态与环境改善的功能方面。而草地能够提供这方面功能主要有：生态屏障、能量固定、碳库、生物基因库与土壤形成等。

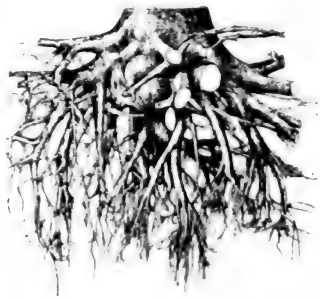
（一）草原是重要的绿色生态屏障，在维护我国生态安全中有重要作用

草地占我国国土面积的41.7%，也就是说我国960万km²的土地上，有41.7%的地面被草地植被覆盖着。其中内蒙古、西藏，其草地面积分别占各自土地面积的68.8%和68.1%，宁夏和青海分别占58.19%和51.36%。在如此大比例的国土上，是草地植被保护着国土的生态安全，是草地植被构成了我国重要的绿色生态屏障。在干旱半干旱半湿润地区，我国从东北平原经内蒙古高原、黄土高原到新疆山地以及青藏高原，草地植被是这一大片国土的绿色生态屏障的主体。没有草地植被，就没有这大片国土的生态安全，即使草地植被的破坏，也会威胁着这大片国土的安全。就全国而言，即使在森林地区，在城市和农村每一个地方，草地植被在维护生态安全，也起着重要的作用，扮演着特殊的角色。草地植被这种特殊的作用，

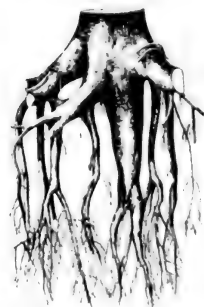
与其特殊生态功能有关。这种功能主要体现在地上部分的固土作用。草原植物都是低位芽植物，紧贴地面生长，能很好覆盖地面。一般具有很好的旱生结构，如叶面积缩小，叶片内卷，气孔下陷，机械组织与保护组织发达。多数草原植物可形成密丛，基部常被宿存的枯叶鞘所包围，既可抵御夏季的高温，又能保护更新芽度过漫长而寒冷的冬天。部分草原植物靠根茎进行繁殖，根茎生长快，分蘖力强，且根茎先端尖锐，能穿过板结的土壤，迅速占据地上空间。因之地上部分草本植被可较快地覆盖地表。这种地上部分的覆盖作用对于减少地表径流，防止风蚀，保持水土，维护生态环境有重要作用。实验表明，风蚀量的大小，风蚀临界风速的高低与植被盖度关系极大。当植被盖度在69.7%时，风蚀临界风速为10.23m/s，风蚀量0.14kg，而植被盖度只有10.8%时，风蚀临界风速降低到7.84m/s，风蚀量达到4.56kg（王涛等，2001）。草原植被地下部分特别强大的固土作用与其根系类型特点有关。草原植物根量大，根分布浅，细根比例大是草原植被根系的重要特点，这一特点对于固土作用十分重要。根据对内蒙古锡林流域几种有代表性的草原类型研究结果表明，羊草杂类草草甸草原0~100cm根系总量为2600.8g/m²，



禾草黑麦草根系图（引自拉歇尔）



乔木欧洲落叶松根系图
（引自拉歇尔）



乔木塔型银枞根系图（引自拉歇尔）

其中粗根，即根径 $>1.0\text{mm}$ 为 481.0g/m^2 ，占总根量的18.49%，而根径小于 1.0mm 中根与细根总量占81.51%。地下部分根系重量是地上部分的14.9倍。而大针茅典型草原0~100cm根系总量为 720.8g/m^2 ，其中粗根即根径 $>1.0\text{mm}$ 的只有 36.0g/m^2 ，占总根量的5.0%，而根径 $<1.0\text{mm}$ 的中、细根占总根量的95%，地下部分根系重量是地上部分的5.4倍。而实验表明，包括木本植物在内的植物群落，其地下部分不同粗细的根系其固土作用十分不同，只有那些根系直径小于或等于 1mm 的细根，才在固土中起主要作用，才具有较强的抗侵蚀能力。草原植被的地上覆盖作用与地下部分强大固土作用，才充分显示其重要的生态功能。这一功能在我国1998年以来，更加引起人们的关注。小草才引起全社会的重视，才迎来了我国草业的春天。现在草业的发展，是我国历史上最好的时期。而这与我国一些严重生态环境的问题的频发不无关系。其中最重要的就是沙尘暴、长江流域水质下降与城市空气污染三大问题。即1998年上半年的特大沙尘暴，下半年的特大洪灾，而在年底北京空气质量的恶化又引起人们的特别关注。这三个问题的解决，都与草地生态功能有关。假如我们充分发挥了草地生态功能，对于防止沙尘暴与洪灾的发生，改善空气质量都会有好处。

1. 沙尘暴与草地生态功能

1993年以来，我国连续多次发生沙尘暴，1998年尤甚。1998年4月15日上午9:00，内蒙古西部首先出现了遮天蔽日的沙尘暴，持续4天，历史罕见。其中空气中的总悬浮颗粒最高达到 69.0mg/m^3 ，超过标准值的230倍。能见度部分地区仅为 300m 。这次沙尘暴波及长江以北的我国大部分地区，北京、济南都受到影响。北京泥雨纷飞，造成的直接经济损失达到3.22亿元。这次沙尘暴使我们想起了发生在20世纪30年代美国的黑风暴和发生在20世纪50年代苏联的黑风暴。1934年5月12日，在加拿大西部和美国西部的草原区也发生了震惊世界的特大沙尘暴，这次沙尘暴涉及东西长 2400km ，南北宽 400km ，几乎横扫美国的 $2/3$ 领土。从西海岸到东海岸，刮起了约3亿吨表土，其直接后果使美国冬小麦严重减产，比过去10年减少51亿kg，美国这次黑风暴主要是美国对半干旱草原植被的破坏，是大量开垦草原为农田的结果。自那以后，美国人开始反省，对

草原加以保护，严禁开垦，取得了一定进展，此后多年没有再发生类似的事件。在我国甘肃、新疆、内蒙古近几年来所频繁发生的沙尘暴，其原因主要与大气环流、气候条件即强风有



草地退化，地表裸露，极易引起沙尘暴

关，也与下垫面即地形条件有关，但同时与这些地区不合理的频繁的人类活动，并导致以草地植被为主的植被破坏有关。而防止沙尘暴的发生，大气环流是我们无力改变的，但如能实施荒漠化治理草地生态工程，制止盲目开垦，严格控制载畜量，严禁过牧超载，建立一定面积人工草地，进行退化草地改良，变传统、粗放牧业为现代集约化牧业等，把沙源减少到最低限度，则沙尘暴的发生可以减小到最低。

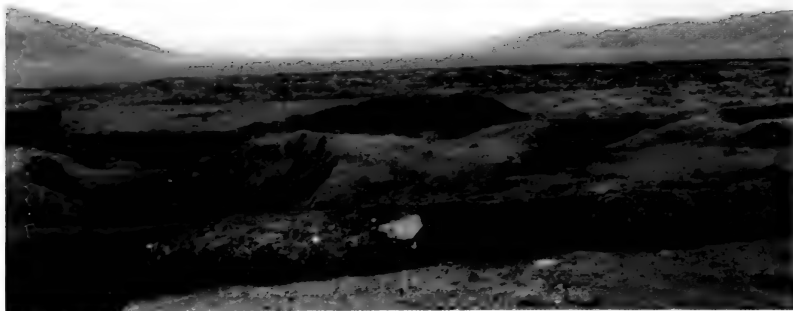
2. 长江洪灾与长江源头草地生态功能

1998年7月，长江流域发生特大洪灾，牵动着每一个中华民族儿女的心。这次洪灾影响之广，损失之大是罕见的，据不完全统计，这场洪灾造成的直接损失高达1160亿元，死亡数千人。上百万人失去家园，数千万亩农田减产或绝收，对全国经济发展造成了严重影响。这场洪灾的发生，其主要原因是气候因素即大量降水导致，但造成如此大的灾害，也与长江源头及中游地区草地植被破坏、草地生态系统退化、草地蓄水能力下降、水土流失严重有关。有资料表明，草地拦蓄径流和减少含沙量比林地分别高59%和89%，草地保持水土作用很大，在许多情况下比森林还要好。水土流失区多为荒山贫瘠山区，土层瘠薄，草更重要。长江黄河中上游流域面积251.6万 km^2 ，其中主要为天然草地植被所覆盖，据统计，草地面积达110.2 km^2 ，占流域总面积的43.79%。这些天然草地植被状况的好坏，在很大程度上决定了长江流域水土流失的状况。以长江黄河源头与上游而论，长江、黄河源头为青海省的玉树州、果洛州，长江上游四川省的甘孜州、阿坝州，西藏昌都地区东部，云南迪庆州，

而黄河上游甘肃省的甘南州，这些地方属于青藏高原东部，平均海拔3500m以上，为高寒地区。其天然植被主要为高寒草地，其次为森林与农田。据调查，高寒草甸的面积为54.32万 km^2 ，占其流域总面积的70%。这些高寒草地主要是蒿草、金缕梅灌丛等高寒草甸与灌丛。这里本是草质柔软、营养丰富、具有高脂肪、高蛋白、高无氮浸出物和纤维素含量低、适口性好、耐牧性强的优良草场，可是随着载畜量的成倍增长，对高寒草甸生态系统缺乏科学的管理，从而导致草地生态系统的严重退化，产草量下降，草地植被盖度与株高都显著下降，鼠害严重。在青藏高原草地中的主要害鼠高原鼠兔、高原鼢鼠恶性发展。鼠害发生面积已占该区草地面积的13.64%，根据调查和估算，青藏高原有鼠兔12亿只，鼢鼠1.6亿只。害鼠不仅啃食消耗大量牧草，而且其啃食、挖掘作用，加剧了草地退化进程，从而形成大量寸草不生的“黑土滩”。这些严重退化的黑土滩，常常达到地表裸露的程度，这更加剧了水土流失。据黄河吉迈水文站21年实测资料表明：多年平均径流量为38.6亿 m^3 ，年平均输沙量为105万t，长江源头与上游水土流失严重，长江中游及其各支流流经的四川盆地周围山区、黔北山区、湘西山地、陕南山地、鄂西山地等山地亦为次生草地与林区。这些地区，长期以来，毁林毁草开荒，造成水土流失。正因为源头、上游、中游草地植被与林地的破坏，加剧了水土流失，长江的输沙量大量增加，这在一定程度上抬高了河床。据对城陵矶——河口235.6km河段1966~1986年的对比分析，20年来河道淤积了2亿 m^3 的泥沙，平均河床抬高0.43m。正因为如此，泄洪能力大大降低。因此在长江黄河源头实施草地恢复与建设生态工程十分重要。这一工程主要是治理草地退化，恢复草地植被，提高草地植被覆盖度；建立合理放牧制度，严禁超载与过牧；进行草地改良，严禁开荒种地，逐步实施退耕还草；变传统的粗放的草地经营管理制度为现代的集约的草地经营制度。

3. 城市空气质量与城市绿色草地生态功能

临近1998年底，北京大气污染严重，空气质量受到人们的广泛关注。北京宣称“向大气污染宣战”，要采取“紧急措施”控制大气污染，并召开紧急动员大会，这是空前的事。据统计，在1998年的前50周内，市区空气污染指数4级周数已从1997年的14周增加到20



青藏高原高寒草地退化也很严重

周。1998年的9月25日、29日、30日这3天，在静风、闷热天气的作用下，不少行人感到眼干、嗓子痛、空气呛人。治理大气污染，提高空气质量不仅是单纯的环境问题，也关乎经济发展，政治稳定。治理城市的空气污染，提高空气质量，要实行综合措施，即要系统考虑。实施城市绿色草地生态工程是治理环境的重要措施，它是在我们长期以来以植树造林进行绿化这一认识前提下逐步提高对草地在绿化中地位与作用的认识。城市绿化，不仅要植树，也要种草；要有乔木，也要有灌草；不仅要有森林为主的公园，也要有以草坪为主的绿地。灌草结合比例要适当，各种不同类型与功能的草坪绿地要很好规划，因为草坪绿地以草为主，其功能不同于以森林为主的绿地。草坪绿地不仅对形成美丽的景观具有重要价值，而且对于节约水资源、创造节水城市以及水土保持方面具有特殊意义。在城市大大提高草坪绿地面积，对于减少总悬浮物的污染，提高空气质量具有很大作用。

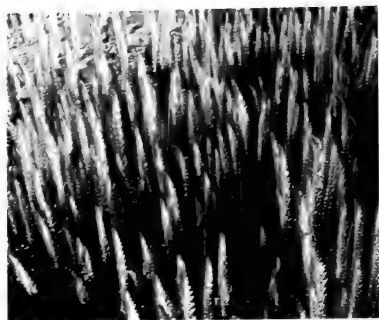
（二）能量固定

草原植物作为草原生态系统的生产者，其重要功能是将太阳能从物理能转化为化学能，即固定能量。我们知道，地球上所有的能量，不论是深埋地下的煤炭、石油、天然气，或者森林植被、草原植物、粮食作物等，都是直接或者间接植物固定太阳能的产品。解决未来人类能源短缺的问题，也可能要依赖植物对太阳能的固定与

转化。草原植物对太阳能的固定与转化，是草原植物重要的生态功能之一。草原植物能固定多少太阳能呢？或者说太阳辐射到地球表面的能量，草原植物能利用多少呢？

太阳辐射到地球表面的能量在不同的地方、不同的季节会有一些的变化，但在热带一个没有云彩的白天，或者在温带的仲夏的一天，太阳辐射最大量可以达到 $2.9 \times 10^7 \text{J/m}^2 \cdot \text{d}$ 。如此高的辐射能，植物能够利用多少呢？假如植物不受水、肥等因素的限制，达到植物最高的光合利用效率，也就是总辐射能的9%左右。这是为什么呢？这是因为太阳的总辐射能中，有55%左右是紫外与红外辐射的能量，植物真正能进行光合作用的辐射能，只占总辐射能的40.5%。在这部分辐射能中还要除去非活性吸收与不稳定的中间产物，因此从理论上讲，植物最高的光合效率，约占总辐射能的9%。但实际上，不同植物群落由总初级生产力换算而来的光能利用率远低于此值，玉米田不过1.6% (Transeau, 1926)，荒地只有1.2% (Golley, 1960)，而在内蒙古草原，不同群落类型变化于0.49%~1.37% (李博, 1988)。这一结果一方面表明，采取不同措施，提高光能利用率，提高作物生产力，还有广阔前景，另一方面也说明，光能转化效率的提高，还受许多因素限制。

从太阳辐射能到植物群落通过光合作用固定太阳能，这是一个能流过程，这一过程如果用图来表示，就是一个金字塔的形状。祝延成研究了羊草草地羊草群落能量转化的金字塔，在这个金字塔上，太阳总辐射能为 $2\ 321\ 827.10 \text{kJ/m}^2 \cdot \text{a}$ ，其中有18.44%被羊草群落反射掉，有38.84%透射过羊草群落进入地表，有42.72%被羊草群落吸收。而在羊草群落吸收的辐射能中，群落的总光合作用固定了 $70\ 129.76 \text{kJ/m}^2 \cdot \text{a}$ 的辐射能，占太阳总辐射的3.02%。群落的蒸腾作用，损耗了 $921\ 659.60 \text{kJ/m}^2 \cdot \text{a}$ 的辐射能，这占总辐射的39.7%，群落的净光合作用积累了 $35\ 139.36 \text{kJ/m}^2 \cdot \text{a}$ 的能量，只占太阳总辐射能的0.51%。在植物群落中，不同植物对太阳能固定的状况差异很大，可以用不同指标来度量，植物热值的大小是度量植物对太阳能固定状况的一个重要指标。植物热值是指单位重量干物质在完全燃烧后所释放出来的热量值。它也可以用去灰热值来表示，即从植物干重热值中扣除灰分含量影响后的热值。因为植物的热值是表示植物在光合作用过



杉叶藻



细叶鸢尾



莲座蓟

程中将太阳能固定成化学能的结果。而不同地带太阳辐射有一定差异，即使同一地带太阳辐射又受许多环境因子的影响。生长在同一生境中的植物，其光合作用的过程和对能量转化的过程是不同的。因之植物热值的高低既与植物本身有关，也与所处环境有关。在典型草原，既有低热值的植物，也有中热值与高热值的植物。作者曾对内蒙古典型草原地带118种植物热值的状况进行测定，其结果表明，这118种植物中，中热值植物有100种，占总种数的84.7%，而低热值与高热值植物分别为14种和4种，各占总种数的11.9%和4%。低热值植物有播娘蒿，其热值只有15.20kJ/g，其值是平均值的78.4%，其次还有钝叶瓦松、水葱、猪毛菜、莲座蓟、麻叶



高热值植物叉子圆柏

低热值植物(关秀清提供)

荨麻、光头叶藜、细叶鸢尾、杉叶藻、碱蓬、内蒙古沙蒿、马蔺、翠雀。而高热值植物有叉子圆柏、兴安桧、白桦、白杆、柳。叉子圆柏的热值达到22.56kJ/g，是平均值的1.8倍。

（三）重要而巨大的碳库

在目前已经开展的全球变化研究计划中，如国际地圈生物圈计划（IGBP）、国际水文因素计划（IHDP）、世界气候研究计划（WCRP）和生物多样性计划（DIVERSITES）等都把碳循环与温室气体的研究作为焦点之一。这主要是因为自20世纪末期以来，人类向大气中排放的温室气体所产生的温室效应导致了地表温度升高，其中CO₂贡献最大，占70%，其次是CH₄，占23%；另一方面，人们在研究全球碳平衡的过程中，“未知汇”（missing sink）问题长期困扰着研究人员。因为根据生态学主要碳循环模型的计算，人类每年向大气排放的CO₂约7GtC，其中约有一半（3.2GtC）留存于大气中，2.0GtC被海洋吸收，其余的1.8GtC是目前尚未确定吸收汇的碳被称作“未知汇”。虽然不同的学者对这一数字的计算存在很大差异，但人们都认可有“未知汇”问题的存在。随着研究的深入，目前已经基本确定这部分汇存在于北半球陆地生物圈中，正因为如此，人们对草地在全球碳平衡中的作用予以极大的关注。草地是覆盖地球表面最重要的植被类型之一。而全球草地生态系统碳储量，有的人（Whittaker等，1975）估算为266.3PgC，约占陆地生态系统总碳储量的12.7%。也有人（Prentice I.C等，2001）认为全球不同类型草地生态系统的碳储量约占全球陆地生态系统碳储量的29%~31%。而草地土壤的碳储量约占草地总碳量的89.4%。我国草地生态系统碳储量的研究，近几年引起了我国科学家的关注。倪建（2001）从全国范围研究了我国陆地生态系统的碳储量，他认为我国草地生态系统的碳储量为44.09PgC，而且主要储存于土壤中，草地土壤中的碳储量达到41.03PgC，是地上植被的13.5倍。但董玉社等人（2006）研究结果与之不同，他认为我国草地生态系统碳素总储量达到308PgC，占陆地生态系统碳素总储量的15.2%。陶贞等研究认为（2006），在不同类型草地中，高寒草地的碳储量约占全国草地碳储量的48.1%。在高寒草地，95%的碳都储存于土壤之中。而且

高寒草甸土壤有机碳(0~60cm)平均储量比相应深度的热带森林土壤、灌丛土壤的碳储量高1~5倍。草地生态系统高的碳储量及其分布的特点,表明草地生态系统中的碳作为重要而巨大碳库的价值与意义。无论在全世界或者我国而言,草地生态系统中的碳在碳循环中都占有重要的位置。不仅如此,草地生态系统还具有独特的生物地球化学过程,其碳素储量绝大部分集中于土壤中,其地上部分碳循环不仅速度快,而且向大气排放CO₂的作用明显,而其地下部分一般分解较慢,CO₂的作用十分明显。因此,草地生态系统碳循环过程与机制的研究,对于阐明整个陆地生态系统碳循环的过程与机制具有十分重要的意义。李凌浩等(2004)对草原生态系统碳素平衡还进行了估计。他们的研究结果指出,在内蒙古锡林河流域放牧的羊草典型草原生态系统,植物群落地上部分净初级生产固碳量平均值为每年每平方米(单位下同)78.2g碳,根系碳素输入量为322.5g碳,二者碳素输入总量为400.7g碳。土壤净呼吸量为343.7g碳,家畜采食为49.7g碳,昆虫啃食为14.7g碳,地上立枯阶段的淋溶与光化学分解为3.2g碳,碳素输出总量为411.3g碳。所以在放牧的羊草群落中,碳素的输出稍稍大于输入。

(四) 丰富的基因库

基因资源是地球上最宝贵的财富,正是丰富的基因资源形成了生物种的多样性。草原是丰富的生物基因库,草原所具有丰富的生物基因,在历史上为解决人类的食物、药用植物、家畜品种作出了巨大的贡献。而其大量的具有多种抗逆性能的植物所具备的特殊基因,潜藏着未来为解决人类的健康、食物、能源等方面需求的可能与希望。

人类历史上曾经有3000种左右的植物被用作为人类的食物,其中包括目前用途最广的谷类作物如:玉米、小麦、稻、大麦、谷子、糜子、黑麦、高粱等,全部都源自草地。绝大部分栽培优良的饲用植物品种,也都来自草地。不仅如此,草地还是有蹄类动物的故乡,目前几乎所有的家养草食家畜与禽类,如:马、牦牛、绵羊、山羊、骆驼、羊驼、驯鹿、鹿、猿、兔、鹅、鸵鸟等也都原产于草地。辽阔的草原,其中有相当一部分面积其生态与环境条件

的严酷，是其他类型生态系统所不具备的。在这样一个严酷生态与环境条件下生存、发展与繁衍的植物，必须具有特殊的遗传基因，而把这些基因分离出来，并用植物基因工程的手段导入其他作物，对于培育新型的作物具有特别重要的意义与很大的潜力。特别在未来全球变暖、水资源匮乏、环境污染以及病虫害加剧的大背景下，发现抗旱基因、耐盐基因、抗病虫基因、积累重金属元素的基因等都有可能从草原植物中寻找。目前，此方面的研究已经有了很好的进展。有科学家从碱蓬中克隆出一个耐盐的关键基因，并导入作物中，从而培育出新型的耐盐作物，预计能够在1/2海水含量浇灌条件下完成生活史；还有的科学家把紫花苜蓿的一种基因转移到马铃薯中，使马铃薯具有抗黄萎病的能力。在北京，有的科学家针对冷季型草坪草绿期较短、枯黄期较长的问题，从一种耐旱植物中，克隆出一种关键基因，对改善冷季型草坪草的绿期有一定意义。我们可以预计，生长在严酷生态环境条件下的草原植物，其特殊遗传基因的研究，具有其广阔的前景。

（五）草原植被丰富了地球表面土壤形成的格局和模式

第3纪末形成的草本植被，大大改变了地球表面土壤形成的格局和模式。柯夫达把这种草本植物覆盖下的成土作用称之为生草成土过程。我国的草原则出现于新第三纪期间，其间在欧亚大陆，特别是我国及其临近地区，许多巨大的山系和高原隆升，海水消退。北部的气候逐渐转凉而干燥，草本植物数量大大增加，西北开始出现草原并向华北、东北扩展。草原土壤逐步形成。草本植物以其特殊的结构、生物量、分布及其成分，丰富了地球表面的土壤类型。草本植被下的土壤具有与森林植被下土壤不同的物理、化学、生物学性状与剖面构造和剖面形态特征。

1. 草原植被特点与土壤生态系统能量来源

土壤生态系统的能量来自何处？一是土壤中某些藻类可以直接固定太阳能，另一是植物有机体固定的能量在土壤中转化。植物进行光合作用，以有机物质形式固定太阳能。在没有放牧与割草的天然草原生态系统，这些有机物质最终会以根系、根茎、凋落物的形式归还到土壤，成为草原土壤生态系统最重要能量来源。草甸草

原每年地上部分有机物质为 $96.22 \sim 236.48 \text{g/m}^2$ ，即相当于每年有 $1\ 627\ 534.7 \sim 3\ 999\ 984.9 \text{J/m}^2$ 能量进入黑钙土土壤生态系统，而其地下部分生物量为 $906.40 \sim 3254.02 \text{g/m}^2$ 。每年约有25%根系更新，即这部分根系在土壤中分解，最终成为土壤生态系统中能量来源。即黑钙土土壤生态系统来自地下部分生物量中能量为 $3\ 832\ 889.7 \sim 13\ 760\ 211 \text{J/m}^2$ 。

2. 草原植物特点与土壤有机质积累

植物是土壤有机质最重要的来源。植物地上与地下部分的凋落物，在物理、化学与生物作用下，形成土壤中有有机物质。草甸草原每年有 $96.22 \sim 236.48 \text{g/m}^2$ 地上部分和 $226.60 \sim 813.51 \text{g/m}^2$ 地下部分生物残体进入土壤，成为黑钙土有机质来源。地上部分凋落物，首先在地表形成枯落物层，进而分解并在土壤上部积累，形成A层。黑钙土根系分布较深，每年在不同层次都有一定数量根系凋落物进入土壤，但上部土壤根系凋落物所占比例较大，加上地上部分凋落物分解后积聚，所以造成黑钙土上部土层中有机质含量较高的特点，一般可达到4%以上。而在整个土壤剖面中，由于根系分布较深，故不同层次也都有根系凋落物产生，最终形成土壤有机物质，所以黑钙土腐殖质层较厚。这种土壤形成过程中，有机质积累过程是草原土壤形成最重要过程之一，而黑钙土由于植被能提供较高生物量，同时根系分布较深，故有机质积累过程表现尤为强烈。

3. 草原植被化学组成特点及土壤碳酸钙淋溶和淀积

草原土壤形成的另一重要过程是碳酸盐淋溶与淀积过程，黑钙土不形成坚实的B层，但也有碳酸盐淋溶与淀积，形成不同程度碳酸盐淀积层，如强烈泡沫反应、假菌丝等。这除了与土壤母质、气候特别是降水有关外，植被起着重要作用。植被作用首先表现在植物将不溶的钙变成可溶性钙，并在地表积聚，成为土壤中钙移动的钙源，另外，根系凋落物腐烂造成不同层次钙的聚积，这就是植被对钙的生物聚积作用。草甸草原地上部分生物量的含钙量变化于 $0.558\% \sim 2.054\%$ 之间，每年植物从土壤中吸收钙达 1613.06mg/m^2 。

植物凋落后成为上部土层中的钙源。草甸草原地下部分含钙量略高于上部。如果植物根系每年中有25%的更新，则 $0 - 10 - 20 - 30 - 40 - 50 - 60 - 70 - 80 - 90 - 100 \text{cm}$ 不同土壤内，由于根系腐烂、分解而遗留在土壤中的钙分别为 $5497.87 - 2369.94 - 1879.67 -$

1691.26 - 2073.24 - 1654.90 - 1947.64 - 1782.37 mg/m², 则0 - 100cm 总计为18 296.89 mg/m²。这是一个相当可观的数字。在野外, 我们可以清楚看到沿根孔有假菌丝出现, 这表明根系在碳酸钙移动与淀积中所起的作用。

4. 草原植被化学组成特点与土壤养分平衡

黑钙土养分含量丰富, 是最肥沃土壤类型之一。丰富的养分含量主要来自草甸草原植被对养分的积聚过程。植物根系破坏矿物的晶格, 而其根系与矿物直接接触, 自土壤溶液中吸收Ca、Mg、K、P、S、Fe等矿物元素, 并输送到地上部分, 植物凋落、腐烂后又回到土壤中, 在其全部矿化后, 成为土壤有效成分, 所以植物根系分布所及的土层中化学元素每年都转移到土壤表层, 使这些化学元素从分散状态转换到浓集状态。草甸草原地下与地上部分生物量较高, 而且氮与灰分元素含量丰富。资料表明, 地上部分含氮量变化于1.46% ~ 2.62%之间, 每年每平方米积累氮2593.49 mg, 灰分含量变化于4.998% ~ 11.037%之间, 每年每平方米积累灰分元素10 475.12 mg, 这是十分可观的数值。

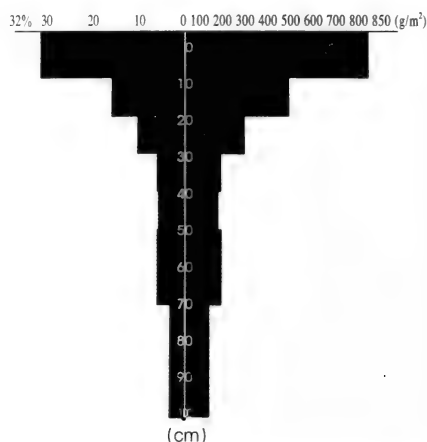
5. 草原植被化学组成及土壤黏土矿物形成

黏土矿物是成土过程中形成的最活跃的固体部分之一。土壤中黏土矿物有两大类, 层状铝硅酸盐和氧化物。前者如1:1型矿物高岭石, 2:1型矿物蒙脱石、伊利石、后者如氧化铁、氧化硅等。植物与这两类黏土形成都有密切关系, 其中尤以氧化硅关系密切, 氧化硅即蛋白石, 常在土壤表层积聚, 这主要由于生物积累。羊草草原几十种植物中, 硅含量都较高, 如禾本科植物平均含硅1.49%, 相当于SiO₂3.19%。其地下部分含硅量变化于5.640% ~ 9.320%间, 相当于SiO₂12.07% ~ 19.94%。资料表明, 0 ~ 100cm土层内地下部分生物量积累硅176 462.63 mg/m², 相当于SiO₂ 377 630.03 mg/m²。假定每年有25%地下部分更新, 相当每年有94 407.5 mg/m²的SiO₂转入土壤, 这是土壤黏土矿物蛋白石的重要来源。此外, 草甸草原植被的化学元素组成还与蒙脱石、伊利石的形成有密切关系。蒙脱石和伊利石都是2:1型黏土矿物, 二者基本结构单元极其相似, 所不同的是伊利石层内阳离子为K, 而蒙脱石层内阳离子为Ca、Mg、Na等。草甸草原地下部分的化学元素组成除硅外、钙、钾含量相

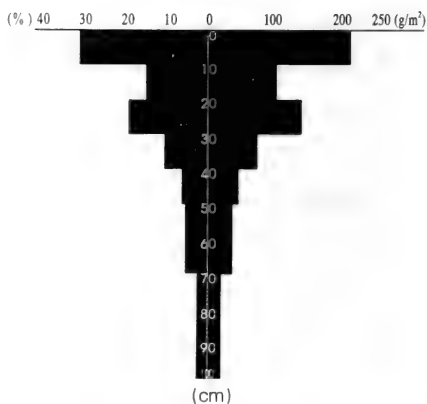
当高，如钙含量平均为3.013%，相当于CaO4.218%。K含量平均0.204%，相当于K₂O 0.247%。在1m³土体内地下部分每年有1889.88 mg/m²的Ca游离到土壤中，在碱性条件下，Ca、K等就有一部分可能进入黏土，形成蒙脱石和伊利石等层状黏土矿物。另外，从SiO₂/R₂O₃比例看，草甸草原植被无论其地上部分抑或地下部分比例相差都很大，如其地上部分为13.68~148.23。这些都利于蒙脱石与伊利石形成。所以柯夫达（1973）认为，禾本科植物根系是形成蒙脱石类黏土矿物的积极因素。黑钙土黏土矿物化学分析与差热分析结果也都表明了黏土矿物组成以伊利石与蒙脱石为主的特点。

6. 草原植物的根系生长与草原土壤形成

据柯夫达报导，草本植物根系生量约450~958g/m²（0~50cm和0~75cm）。另外，草本植物根系长度更是惊人，在单株直立情况下，达到70~80km。单株植物根毛的长度达到1万km，而根毛一天的生长量为80km。作者认为，不同类型草原地下部分的生物量（0~100cm）变化很大，草甸草原达到906~3254g/m²，是地上部分的9.4~15.5倍；荒漠草原为1434.7g/m²，是地上部分的12.3倍。其在剖面上的分布如下，这种分布的特点，也影响了草原土壤有机质与营养元素的层次分配。



羊草—丰富杂类草甸草原——黑钙土地下部分生物量分布图（1980）



大针茅典型草原——栗钙土地下部分生物量分布图（1980）

二、经济功能多样性

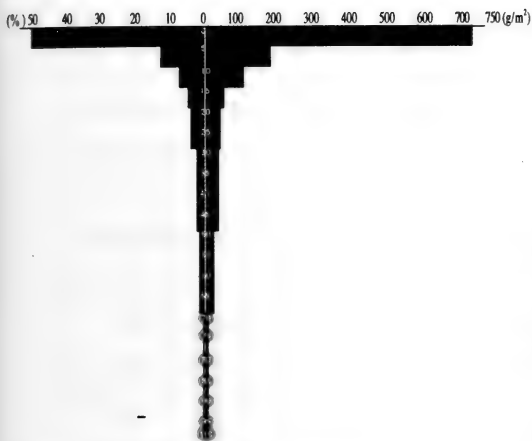
草地的经济功能是指人类对草地利用过程中所发挥出来对人类有用的经济用途。草地的经济功能主要体现在三个方面：初级生产功能、原材料生产、草地旅游及其他经济功能。

(一) 初级生产功能

植物的初级生产是生态学术语，它是相对于次级生产而言的概念。初级生产又称第一性生产，它是指绿色植物利用光能固定太阳能、合成有机物质的过程。而初级生产力，就是指植物单位时间、单位面积固定能量或者生产有机物的重量。初级生产力在生态学研究中，有总初级生产量与净初级生产量之分。在初级生产过程中，有生产过程，又有消耗过程，有光合作用固定能量的过程，又有呼吸作用消耗能量的过程。固定的能量扣除呼吸消耗植物就用于生产与生殖了。而如果把植物呼吸消耗掉的能量都考虑在内，这就是人们常说的总初级生产量了。而用于植物生产和繁殖的能量，也就是总初级生产量扣除呼吸消耗的部分，就是净初级生产量了。也是植物留给我们人类的那部分有机物质了。这部分的有机物包括植物地上部分的净初级生产量与地下部分的净初级生产量。对于家畜而言，利用的是地上部分。这地上部分就是农学家与畜牧学家关注的“牧草产量”了。在自然条件下，我国草原单位面积能生产多少牧草呢？

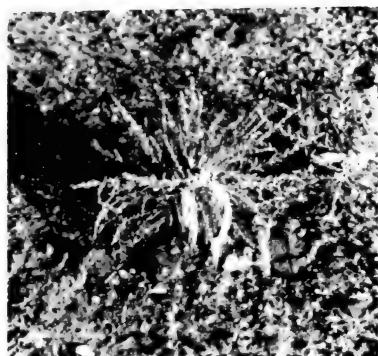
由于我国草原面积大，类型多，牧草产量的多少首先与草原类型有关，在我国温带草原，自东部的温带草甸草原到西部的温带荒漠草原，其产草量的高低，也呈规律性的变化，即东部较高，向西部逐渐减少。东部草甸草原，干草产量每亩可产107~147kg，中部典型草原每亩可产干草100~107kg，西部温带荒漠草原每亩

短花针茅荒漠草原——棕钙土地下部分生物量分布图（1984）



可产干草只有13~27kg。温带山地草原，每亩干草在33~80kg，最高可达200kg。而青藏高寒草原，多数地区牧草产量每年每亩为133~167kg。这种不同类型牧草的产量自20世纪80年代以来到90年代末，整体呈下降趋势十分明显。其下降的幅度，低地草甸最高，达到62.28%，而年度间的牧草产量变化也很大。这一变化与气候条件的变化，尤其是降水与温度的变化关系及其密切。温带荒漠草原下降较低，为15.64%。当然也有没有下降地区，这些没有下降地区或者类型，在自然条件下，年度间的牧草产量变化也很大。这一变化，与气候条件的变化，尤其是降水与温度的变化，关系极其密切。如在天山巴音布鲁克草原，能够表征草原植被生长状况的归一化植被指数NDVI，在其生长季内（4~9月）与气温和浅层地温两个因子关系极其密切，正是这两个因子，影响植被的生长状况（刘艳等，2006）。而在青藏高原，高寒草甸、高寒草原与温性草原，春季NDVI的增加是由春季温度上升所致。高寒草甸与高寒草原夏季NDVI增加是由夏季温度与春季降水共同作用（杨元合等，2006）。牧草产量的高低，除与气候、土壤等自然条件诸因素有关外，与植物本身的特点即植物光合作用途径的类型也有关。不同的植物在同一个生境条件下，比如说相同的干旱即水分缺乏的环境里，有的植物可以很好生长，而有的植物则可能凋萎以至枯死。这就是与植物光合作用途径类型有关。多数植物都是直接利用空气中的CO₂进行光合作用，它们固定CO₂的最初产物是一个3碳化合物，叫做3-磷酸甘油酸。这些植物在干旱炎热的日子里，气孔就关闭，CO₂不能达到叶绿体，所以气候干旱，这类植物大大减弱光合作用过程以停止和生长不良而减产。多数植物都是如此，如农作物中的水稻、小麦、大豆等。这类植物我们叫做C₃植物。在草原，多数植物都属于这一类。而另一类植物不同，它们有特殊的适应能力，气温高而水分缺乏时，气孔会自然关闭，但仍能继续利用日光而进行光合作用，农作物中的玉米、高粱都具有这种特点，这类植物叫做C₄植物。在草原，这类植物不多。据唐海萍等人（2001）研究，在内蒙古地区2326种维管植物中，其中C₄植物共有12科57属125种，其中草原地区较重要的有沙米、轴藜、中亚滨藜、光头叶藜、灰绿藜、木地肤、猪毛菜、珍珠、木碱蓬、瓦松、南方兔丝子、碱蒿、

大籽蒿、中华隐子草、獐毛、马唐、狗尾草等。还有一类植物，叫做CAM植物，它们特别能适应于干旱地区，其特点是白天关闭气孔，而夜里会打开气孔。 CO_2 就在夜间进到叶中，进去的 CO_2 就被固定在苹果酸中。不过这类植物光合作用效率不高，虽可在酷热条件下存活，但生长极其缓慢，因而初级生产量也就很低。在草原，这种植物一般为数不多。草原的牧草生产不仅要关注产草量的高低，而且要注意牧草品质的变化。因为对畜牧业而言，即对牲畜饲养而言，牧草质量的高低，具有重要意义。例如我国南方热带与暖性草地，牧草产量很高，但是这类牧草主要都是高大禾草，其粗纤维含量较高，而粗脂肪、粗蛋白质含量却较低。这类牧草一般要经过适当改良，才可以为家畜更好利用。而温带草甸草原与温带典型草原，其牧草的产量虽没有南方热带与暖性草地牧草产量高，但其主要营养成分的含量却一般高于热带与暖性草地的牧草，即对牧草的质量而言，温带草地的牧草营养成分含量高于热带与暖性草地的牧草。而对同一类型草原而言，如果草地退化了，优等饲用植物相对减少，而劣等饲用植物相对增加，牧草的质量也就下降了。而且随着退化程度的加剧，牧草质量的下降也就越发严重。如对羊草草原而言，轻度退化的草地上，根茎型禾草、葱类植物、豆科植物等优等饲用植物每平方米153g，占总生物量的57.3%，而蒿类植物，不可食植物等劣等饲用植物每平方米76.1g，占总生物量的28.4%。极度退化的羊草草原，优等饲用植物每平方米只有18.8g，占总生物量的25.5%；而劣等饲用植物所占比例大大增加，达到51.7%，生物量也高于优等饲用植物，每平方米为34.2g。牧草生产应该关注的第三个方面是牧草生产的时间。因为对于家畜而言，牧草的四季均衡供应十分重要。而我国天然草地牧草的生产都具有强烈的季节性，对我国北方温带草原而言，一般5月初返青，7月中旬到8月中旬是地上部分生物量迅速生长的时期，一般7月中旬以后可以达到最高峰，而且9月以后，牧草生长变得缓慢和逐渐停止，9月底开始枯黄，便很快进入枯黄期。我国辽阔草地的牧草生产，是发展我国草食家畜最重要最经济的饲料来源，对于解决我国肉奶皮毛的需求具有重要的意义。2004年，我国草食家畜牛羊肉的产量达到1075.15万t，羊毛41.2万t，牛奶2260.6万t，分别是1979年的17.6倍、2.5倍、21倍。



C₄ 植物珍珠 (左)、木地肤 (右)

其中，草地牧草生产做出了很大贡献。也正因此，我国牧区经济也得到了较大发展。我国现有牧区、半农半牧区266个县、土地面积3 957 258km²。而西北四大牧区（内蒙古、新疆、西藏、青海）2000年的牛肉、羊肉、牛奶、绵羊毛与山羊绒的产量分别为58.9万t、82.0万t、189.1万t、155 291t和5700t，分别占全国总产量的11.1%、29.9%、22.9%、53.1%和51.6%。这些产品，多生产于无污染的边疆地区，品种优良，尤为消费者欢迎。

（二）原材料生产

我国辽阔的草原，不仅生产大量而优质的牧草，饲养着大量的牛、羊、马、骆驼等各种家畜，而且可为医药、食品、纺织、制革、化工、轻工、花卉等许多产业提供独具特色的原材料。有的经过多年的经营开发，已经形成一些特色产业。其中特别值得加以介绍的有草原药用植物、草原健康食品、草原能源植物、纤维材料、野生花卉原材料等。

我国药用植物的利用已有数千年的历史，辽阔的草原，被喻为我国天然的药用植物园，在草原地区进行药用植物的采集与销售，有多年的历史。其中有多种药用植物，主产地都在草原地区，其产量之大常占我国总产量的绝大部分，并销售全国各地以至国外地区。我国有3万余种高等植物，其中药用植物有11146种，而草原地区的药用植物有6000种之多。这些草原地区蕴藏的各种药用植物中，其中不乏名贵中药材与地道中药材。如有名的冬虫夏草、雪

莲、枸杞、肉苁蓉、甘草、麻黄、黄芪、黄芩、柴胡、知母、防风、白头翁、龙胆等。雪莲，人称“雪上莲花”，菊科多年生草本植物，生长于新疆天山、青海、甘肃等高山地带。这种植物生长于雪线附近的多砾石地带，高10~30cm，茎粗壮、叶密集，头状花序，密集顶生，叶状卵形，多层，近似膜质。6~7月开花，瘦果，全草采收下来，除去泥沙，晾干，即可使用。同属有3种：绵头雪莲花、白花水母雪莲花、紫色花西藏雪莲花。传统医学认为，雪莲



肉苁蓉



柴胡 (李敏提供)



沙参



罗布麻



龙胆 (李敏提供)

药用植物

花虽生于高寒之地，但性热，味苦、辛，入肾，功能可温肾助阳，祛风除湿，活血通络。研究表明，雪莲花含有生物碱、芸香苷、内酯黄酮苷、雪莲多糖、雪莲多糖以及8个香豆素类成分（杨峻山等，2006）。但另有报导，雪莲花有毒，内服不可过量。

甘草为豆科多年生草本植物，广泛分布于我国草原地区，为国之药老，素有“十方九草”“百药之王”之称，传统大宗药材，为药食两用品种。甘草使用率在80%左右。其药用已有4000余年历史。现代研究表明，甘草内含甜素、甘草次酸、甘草黄甙、还原糖、淀粉、胶质等成分，可消除或降低氯化氨、组织胺、苯、砷等毒性，对蛇毒、白喉毒、破伤风等毒素也有一定解毒作用；甘草能抑制胃酸分泌，还有降脂、镇痛、抗惊厥的功用。还有媒体报导，甘草甜素能抑制艾滋病毒的繁殖，对治疗艾滋病很有前途。我国以甘草为主要原料的新药、特药、中成药与保健药等已有3000余品种。但自20世纪90年代以后，甘草生产逐年减少，供需矛盾十分尖锐。我国野生甘草主要分布于新疆、甘肃、青海、内蒙古、陕西、宁夏、山西、河北等地，总产量还在下降，据估算，1980~1990年为25万~30万t，1991~1994年，10万~15万t，1995~2000为2万t，2001~2004年为1万t，2005~2006年为0.4万t（丁立威，2006）。所以保护野生甘草资源，积极发展人工栽培，是解决甘草产量不足问题的关键。

肉苁蓉是列当科多年生寄生草本植物，茎肉质，穗状花序，生于茎端，是一种罕见的寄生药材。含有甘露醇、苯乙醇苷类、氨基酸等，具有补肾、益精血、润肠通便等功效，具有提高性功能、抗疲劳、调节免疫功能、抗衰老、抗老年痴呆等多方面的作用。一般是用开水烫8~10分钟后直接进行晾晒，或者用盐湖的粗盐腌制肉苁蓉。

我国天然草原面积大，水、土、气都很少被污染，草原地区许多可食用的野生植物资源可谓绿色健康食品的开发提供具有草原特色的原料。这几年，我国已建成了几个野菜出口加工基地，一些省建立了野菜加工厂，使野菜成为发展地方经济的可贵资源，有的已销往国外。蒙古草原上的野生韭菜、多根葱、黄花菜、蒲公英、蘑菇等都是很好的野菜资源。草原上的蘑菇经常以蘑菇圈的形式出现，初到草原的人都会对蘑菇圈产生一种神秘的感觉。在辽阔的无边无际的草原上，经常可以看到一些直径大小不等的墨绿

色的圆环，圆环的宽度也不一致，但圆环的颜色和植物生长的状况与圆环内外的植物都不相同。经常是圆环上的植物呈墨绿色，高而茂盛，生长状况良好。在锡林郭勒草原，当夏季来临，尤其是雨过天晴的日子，在墨绿色的圆环下，常可以找到自然生长的蘑菇。因季节不同，菇的种类也有所变化。初夏出现的是黑蘑，盛夏出现的是黄盖子，而夏末秋初出现的为白蘑。黑蘑，在市场上销售，因其干后子实体薄色黑，被称为“杂蘑”，经常食用能预防多种疾病，如脚气病、身体疲倦、食欲不振、消化不良及妇女在哺乳期乳汁分泌少等。白蘑，是口蘑中的上品，干后子实体厚而色白。药用，可治小儿麻疹欲出不出，烦躁不安。黄蘑，干后子实色淡黄，品质中等。这3种蘑菇质量不同，价格有异，但味道都很鲜美。找蘑菇、采蘑菇也不是一件容易的事，初次采蘑菇的人，即使辛苦一天，也采不了多少蘑菇。只有多次采蘑菇且有经验的人，才知道什么地方有蘑菇，如何找到蘑菇。即使在同一个地方，没有经验的人往往也是采不到蘑菇。这是因为蘑菇多生长在茂盛的草丛下，因此找起来要十分认真而仔细。内蒙古锡林郭勒草原上的蘑菇十分有名，牧民采集到的蘑菇，过去都运到张家口销售，这已有500余年历史，所以长时间以来，皆称之为“口蘑”。口蘑香味浓郁，滑嫩可口，味道鲜美。长期食用，有降血压、降胆固醇和预防肝炎、治疗软骨病的功效，因而为人们所喜爱，有“植物肉”之称。可是蘑菇与那个圆环，即蘑菇圈有什么关系呢？已有的研究表明，蘑菇与圆环上的植物羊草具有一种相互的关系。蘑菇的菌丝与羊草根是一种菌根，蘑菇分泌出某种激素可提高土壤中有效养分尤其是有效磷的含量，为羊草生长提供了优良的生态环境，从而使羊草生长茂盛。可是，其中还有许多问题，比如说，蘑菇圈为什么是圆的呢？羊草对蘑菇有什么促进作用？蘑菇生长发育对环境有什么特殊要求呢？能不能人工培养蘑菇呢？这些问题都还没有进行很好的研究。也正因为如此，多年来，有一些科学家企图人工培养这种蘑菇，迄今还没有获得成功，但已有了一定进展。在辽阔草原，与蘑菇圈相似的还没有研究清楚的自然界之谜还有很多，它吸引着我们许多人为之奋斗不息。

草原地区还有许多草本植物，如芦苇、芨芨草等，生长速度快，生产力高，是很好的纤维植物和造纸原料。草原地区一些生长于沙地



纤维植物芨芨草（左图）和沙竹（右图）

的各种柳是很好的编织材料。对于发展编织业，繁荣农村经济，丰富市场供应，增加农牧民收入，都十分有好处。发展生物能源在全球化能源日趋紧张，人们追求保护环境和循环经济的大背景下，广阔的草原地区，尤其是热量充足的荒漠草原地区与荒漠地区，许多灌木植物具有转化成生物燃料的可能，值得我们重视。

草原还有许多野生花卉植物，如果经引种驯化，还可以为城市园林增光添彩。有些草原野生花卉植物还可直接制作干花，十分有特色。如二色补血草、红门兰、百合、大花银莲花、龙胆、百里香、鸢尾、金莲花、野罂粟、翠雀、马蔺等。二色补血草，是蓝雪科植物，被誉为草原上永不凋落的鲜花。这是因为当草原上盛开的鲜花都凋谢



草原有许多值得开发的野生花卉植物资源
(李敏提供)

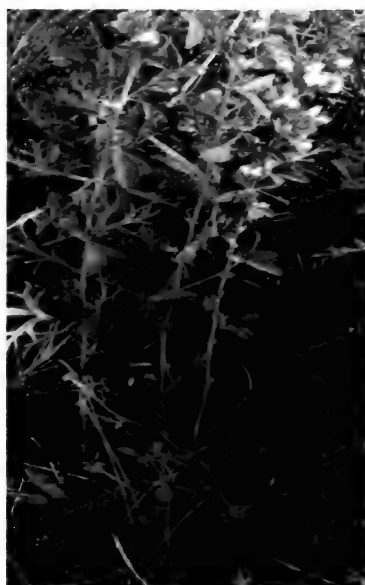


可作为观赏草的针茅



黄花矶松 (左)、翠雀 (右, 李敏提供)

时, 唯有它挺立于枯黄的原野, 其密集的粉红色、白色的花朵便会较长时间保存下去。其实, 这粉红色或白色的花不是通常的花瓣, 而是花萼, 正是在长期干旱条件下, 花萼膜质化, 而膜质化的花萼在开花之后, 花瓣重新落掉, 但花萼却留存下来。而如果长期保存的花束, 看起来可以和鲜艳的花朵一样美丽。此外如宽叶红门兰, 淡紫色的小花组成粗壮的总状花序, 点缀于万绿丛中, 很有特点; 另外, 如火红百合花, 金黄的金莲花, 淡紫色的马兰, 雪白的唐松草, 如飞鸟一样翠雀等等都是很具特色的草原野生花卉资源。



胡枝子

(三) 草原旅游及其他经济活动

草原旅游是指依托具有旅游意义包括文化多样性在内的草原生态系统多样性而进行的旅游。包括草原旅游在内的旅游业, 已经成为世界上产业规模最大、发展势头最强劲的全球经济产业中最具活力的“朝阳产业”。旅游业的进一步发展是一种不可逆转的趋势。

旅游业的发展，不但可以繁荣地方经济，带动本地相关产业发展壮大，而且可以扩大就业机会、美化环境、改善人民生活、促进区域合作，推动社会进步。草原旅游业，也正成为草原地区经济发展中最具活力的产业之一。它对草原地区经济的发展，尤其是第三产业的发展起到巨大的推动作用。内蒙古是草原占主体的自治区，1999年以来的经济发展，充分表明了旅游业在产业结构调整中为第三产业的发展起到了很大的推动作用。1999~2003年，内蒙古自治区为旅游业的总投入以平均每年35.92%的速度递增。旅游业在第三产业中的比例，1999年为5.1%，而2003年为13%，提高了7.9个百分点

(刘丽梅等，2006)。

其他草原面积较大、类型较多的省区，近几年草原旅游业的发展，也同样为这些地方经济的发展起到很大的作用。草原地区的狩猎、资源开采等经济活动也是草原生态系统重要经济功能组成部分。



草原旅游产业发展很快



具有特色的蒙古包



草原旅游发展不当也会引起草地的退化

三、社会功能多样性

草原的社会功能是指草原在建设和谐、安定、繁荣社会中的作用。这种作用超出了经济与生态所涉及的范围。那么，草原的社会功能究竟体现在哪些方面呢？草原的社会功能起码可以在下述诸方面得以体现。

首先，草原是我国少数民族地区经济发展的物质基础。草原地区经济发展好坏，在很大程度上决定了我国少数民族地区经济繁荣与否的关键。我国有55个少数民族，已经建立了155个民族自治地方，其中自治区5个，自治州30个，自治县（族）120个，合计面积达646.95km²，占我国陆地面积的64.3%。这55个少数民族中，相当大一部分都是居住在我国辽阔的草原地区，如草原占主体的或者比例非常高的内蒙古、西藏、新疆、青海、甘肃、宁夏等省区，都是少数民族聚居的地区。内蒙古有43个少数民族，西藏有37个少数民族，新疆有47个少数民族，青海有43个少数民族，甘肃也有25个少数民族（胡鞍钢等，2004）。这些少数民族聚居的地区，50年来的经济已有了很大的进步，但是总体上看，生产力水平仍然较低，经济效益较差，贫困区较大。这些少数民族地区，以草原为基础的经济的发展，对于促进民族团结、社会稳定都具有重要意义。

其次，草原地区的状况与我国边境巩固、边疆稳定有很大关系。我国的草原，多分布在边境地区，如从东北到新疆的一个漫长国境线上，几乎全为草原植被覆盖，故草原状况好坏也在一定程度上影响着边疆的发展、稳定与边防的巩固。

第三，草原和以草原为基础的草地畜牧业，对西部开发决策的实施，对增加当地人就业与再就业机会，对食物结构的改善，人民生活水平的提高和产业结构调整，甚至进行爱国主义教育，推动全社会精神文明建设都具有重要意义。草原在人类进化中还起着关键作用（张新时，2000）。人类的祖先是类人猿或者森林古猿，起初，他们是在森林环境生存与进化的。而后类人猿可能是由于气候的原因，走出了森林，进入了草原，也正是在这开阔的草原环境里，他们通过适应与竞争，才进化为直立行走和奔跑的猿人，因为直立行走，才能有垂直的脊椎，并由于手足的功能分化而彻底解放出一双手，也正是这双手能制造和使用工具。有了这一切，从而成为真正的“人”。所以从这个意义上讲，是草原，推动了人类的进化。

四、草原生态系统服务与价值

生态系统的多种功能，与一些科学家所称的“生态系统服务”“生态系统效益”很相似，生态经济学家把这不同的“服务”进行经济价值评估，或者说价值作化的工作，从而引起人们更大的关注。

柯斯达萨（Costanza R.D）（1997）把不同生态系统的效益区分为17类，这17类分别是①气体调节，②气候调节，③干扰调节，④水分调节，⑤水分供给，⑥侵蚀控制和沉积物保持，⑦土壤形成，⑧养分循环，⑨废弃物处理，⑩授粉，⑪生物控制，⑫庇护，⑬食物生产，⑭原材料，⑮遗传资源，⑯休闲，⑰文化。陈仲新等（2000）在国内首先计算了我国不同类型生态系统及全国这17类生态系统效益的价值。即每年提供的效益，如果按人民币计为77 834.48亿元，其中草地为8697.68亿元，占全国陆地与海洋总效益的11%。谢高地等（2001）也依据柯斯达萨办法对我国天然草地生态系统服务及其价值作过估算，其结果是我国草地生态系统每年的服务价值为1497.9亿美元，其中废物处理为476.0亿美元，占总价值的31.78%，其次为干扰管理与食物生产为240.7亿美元与209.6亿美

元,分别占总价值的16.07%与13.99%。这种将生态系统服务与价化的做法,还处于研究阶段,其本身还存在一定的局限性(谢高地等,2006)。这种局限性正是由于生态系统的复杂性和用经济学方法评估自然生态系统的局限性,因而影响评估结果的准确性、评估方法的不确定性以及价值量评估的不确定性,其实际价值还有待进一步研究。

五、全球变化下的草原

以上介绍了草原类型、分布、组成、结构、功能等都是草原的现代特征。这里所说的现代,可以理解为自1万年来的全新世期间,即进入一种新的相对稳定状态的近1万年的时期。当然,在这1万年里,气候仍然在变化,其变化可分为早期的温暖、中期的全新世暖期和晚期的变冷3个阶段(张兰生等,2006)。随着气候的变化,植被在分布界限和空间格局上有一定的变化,其中森林的扩张被认为是全新世时期全球变化的重大事件之一。我国草原植被的基本格局被认为在全新世基本稳定。但这并不是说1万年以前即全新世初期和今天的草原植被的类型、分布、组成及结构完全相同。关于这方面的研究,还没有一个令人满意的结果。那么,今天和未来的全球变化对或可能对草原有什么影响呢?

全球变化正在引起人们的广泛关注。地球自诞生以来,其地表环境一直处于不停的变化之中。而我们今天所讲的全球变化的概念,是20世纪80年代才被提出,并引起人们极大的关注。全球变化是指近现代和未来全球环境及地球承载生命能力的变化。近现代的全球变化十分明显,主要表现在全球气候系统和生态系统的变化。在全球气候系统方面,大气圈组成成分的变化最为引人注目,其次是温度和降水的变化。在大气圈组成成分方面,二氧化碳、二氧化硫、一氧化碳以及甲烷等浓度的增加,平流层臭氧的减少,大气中水的酸化以及氟里昂等人工合成物质向大气中的排放,大大改变了空气的成分,其中尤以二氧化碳浓度的增加最引起人们的注意。在近现代,大气中二氧化碳的浓度一直在增加,18世纪以前的20万年里,大气中二氧化碳的含量长期波动于 $190 \times 10^{-6} \sim 280 \times 10^{-6}$ 左右。但从19世纪以后,大气中二氧化碳的含量不断增加,1998年,达到

360×10^6 。观测资料还表明, 1958年大气中的二氧化碳含量为 315×10^6 而1998年已达到 360×10^6 。在这40年时间里, 平均每年增加的速率大约为 1.0×10^6 。全球变暖也是近现代全球气候系统变化又一个显著特征。大量观测结果和证据表明: 地球正在变暖并伴随气候系统的其他变化。20世纪全球平均表面温度增加了 0.6°C 左右; 20世纪是过去千年最暖的一个世纪, 20世纪90年代是过去千年最暖的一个年代, 而1998年是过去千年最暖的一年(陈宜瑜等, 2002)。而在近现代生态系统变化方面, 森林面积的减少, 生物多样性的降低, 荒漠化的加剧都十分引人注目。近年来, 王玉辉(2004)研究了14年温度的变化对草原植物种的影响。其研究结果指出, 内蒙古锡林河流域温度变化具有不对称性, 冬季最低平均温度升高明显, 而最高温及平均温度变化不明显。羊草草原气候的变化主要表现在冬季最低温度的增加, 而不是平均温度的增加。随着冬季最低平均温度的升高, 阿尔泰狗哇花和冰草的重要值及地上初级生产力明显增加, 而寸草苔则呈下降趋势, 作为群落主要优势种的羊草和大针茅及其他优势对冬季最低平均温度变化反应不明显。同时, 群落的生物多样性指数(Simpson指数、Shannon-Wiener指数)、物种饱和度及地上初级生产力对冬季最低平均温度也均无关系, 14年间冬季最低均温的变化并没有对群落的结构和功能产生明显影响。然而, 因为寸草苔和冰草等少数优势植物对冬季最低平均温度变化反应的敏感, 温度变化的幅度增加或时间延续很可能造成少数优势种在群落中地位的改变, 进而可能导致羊草群结构和功能的变化。他们的研究(2004)还发现, 在这一地区, 年降水以及月降水的年际波动明显; 年内降水分配不均匀, 降水集中分布于6~8月份。月均降水以7月份最高, 基本呈对称分布。群落地上初级生产力年际间变化介于年降水与月降水的年际变化之间。影响群落地上初级生产力时间动态最显著的因子是植物生长周期内前一年10月至当年8月的累积降水, 而与年降水和月降水无关。群落地上初级生产力时间动态对累积降水波动的反应呈显著的二次曲线关系, 与空间尺度上地上初级生产力与年降水呈线性相关关系不同。降水波动对羊草草原地上初级生产力的影响是一个累积效应。那么未来的气候变化又将如何影响草原? 对此, 人们做了一些研究, 其结果对我们思考这个问题,

也许会有帮助。张新时(1993)应用生产力—气候要素回归模型模拟的结果指出,在CO₂倍增、温度升高2℃、降水增加20%的条件下,中国温带草原生产力将增加1t/hm²。大气中二氧化碳含量的增加,对草原和草原植物的影响是不同的。一般认为CO₂浓度升高可以使生产力增加(许振柱等,2005),但是不同功能群的植物表现不同,C₃植物对CO₂浓度升高得惠多于C₄植物,这主要是由于C₄植物的微管束鞘细胞具有高效的C泵,使得在当前CO₂浓度水平下的光合作用就得到饱和,即使二氧化碳倍增对其的影响也相对不明显。肖向明等(1996)运用CENTURY模型模拟的结果表明,未来气候变化导致羊草草原和大针茅草原的初级生产力显著下降,但在CO₂浓度倍增的情景下,由于CO₂的补偿作用,抑制了这个下降作用,使得大针茅草原的初级生产力增加2%。未来气候变化温度的提高对草原影响如何呢?一般而言,温度的增加有利于C₄植物的生长发育。较高的温度促进了C₄植物的光合作用,但CO₂浓度的升高又使其减弱。春季最低温度的升高减弱了矮草草原生态系统中C₄植物的生产力,使得C₃植物的产量和丰富度增加。因此在未来全球变化背景下(温度和CO₂浓度都升高),草原生态系统的C₄植物将可能被更多C₃植物所取代。这使得草原生态系统拥有更多的灌木或其他木本植物。在未来植被、气候和大气二氧化碳浓度发生变化的情况下,有研究者用3个大气环流模型(GFDL、GISS和OSU)预测中国陆地植被的净初级生产力将分别增加21.7%、14.5%和15.9%。对不同草原类型的影响相差悬殊,对高草草原分别增加118.8%、90.0%和84.9%,而对矮草草原则分别减少32.05%、21.05%和24.65%,据此推断,未来将促进高草草原分布,限制矮草草原的分布。而肖向明等人根据加拿大气候中心和美国地球物理流体动力学实验室的大气环流模型预测的结果指出,气候变化(气温和二氧化碳浓度升高)将导致羊草草原和大针草原初级生产力的显著下降。这些研究对预测于在全球变化背景下的我国草原生态系统的变化趋势有一定的意义。

第四章 草原生态系统退化与生物多样性

生物多样性具有相对稳定性与动态特征。在任何一个区域，无论是遗传多样性、种的多样性，还是生态系统多样性，都是相对稳定的，会随着全球气候变化和人类活动而发生改变。对草原生态系统而言亦是如此。

一、什么是草原退化

草原退化是草原生态系统在其演化过程中，在人类活动与自然条件共同作用下，其结构特征和能流与物质循环等功能过程恶化，即生物群落（植物、动物、微生物群落）及其赖以生存环境恶化。草原退化包括“草”的退化和“土地”的退化。草地退化不仅反映在构成草地生态系统的非生物因素上，也反映在生产者、消费者、分解者三个生物组分上，因而草地退化是整个草地生态系统的退化（陈佐忠，1990）。如果从植物群落与生态系统演替的角度看，“草地退化是指放牧、开垦、搂柴等人为活动下，草地生态系统远离顶级的状态”（李博，1990）。或者说草地退化是一逆行演替的过程，在这一过程中，其组成结构与功能都发生明显变化，原有能流规模缩小，物质循环失调，熵值增加，打破了原有的稳态与有序性，系统向低能量转化，维持生态过程所必须的功能下降甚至丧失，或在低能量级水平上形成偏途顶级，建立了新的亚稳态（李博，1997）。既然草地退化是草地生态系统的退化，因之，不同程度退化的草地就会在其非生物环境、生物组成及其功能过程等各个方面表现出来。在温带草原生态系统，不同退化阶段的指标如表6所示（陈佐忠等，2000）。

根据国家环境保护总局的统计（1999），我国草原的90%以上处于不同程度退化之中。草原生态系统的退化主要是气候变化与人类长期不合理的活动共同作用的结果。

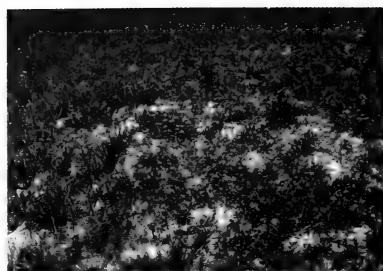
表 6 温带典型草原生态系统不同退化阶段的指标

退化等级	植物种类组成	地上生物量及盖度	地被物与地表状况	啮齿类指示	蝗虫类指示
I 轻度退化	原生群落组成无重要变化,羊草、大针茅种群数量减少;冷蒿和冰草等小禾草比例增加	下降 20%~35%	地被物明显减少	达乌尔鼠兔	小翅雏蝗
II 中度退化	冷蒿成为优势种,但仍保留有较大部分羊草和大针茅草原原生种	下降 35%~60%	地被物消失	布氏田鼠	狭翅雏蝗
III 重度退化	原生种大半消失,种类组成单纯化,冷蒿、星委陵菜和小禾草占绝对优势	下降 60%~85%	地表裸露	布氏田鼠	鼓翅皱膝蝗、宽须蚊蝗
IV 极度退化	植被消失或零星分布星毛委陵菜及一年生杂类草	下降85%以上	呈现裸地,沙化或盐碱斑	长爪沙鼠	

退化等级	土壤状况指示	土壤动物指示	土壤微生物指示	系统结构	可恢复程度
I 轻度退化	无明显变化,表层硬度稍有增加,有机质稍有下降	姬蚯蚓	枯草芽孢杆菌、茎点霉属或单端孢霉属细菌	无明显变化	围封后自然恢复较快
II 中度退化	土壤硬度约增加1倍,有机质明显下降	鞘翅目和螨类	凝结草孢杆菌、束梗孢霉厚细菌	肉食动物减少,草食啮齿类增加	围封后可自然恢复
III 重度退化	表面硬度增加2倍左右,有机质含量更低,表土粗粒增多或明显盐碱化,出现碱斑	膜翅目	犁头霉属细菌	食物链明显缩短,系统结构简单化,功能失调	自然恢复困难,需加改良措施
IV 极度退化	失去利用价值			系统崩溃	需重建



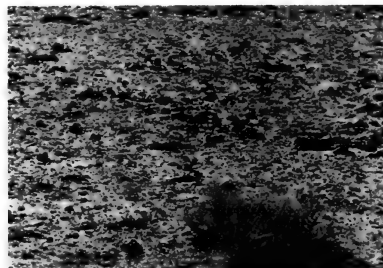
轻度退化的草原



中度退化的草原



重度退化的草原



极度退化的草原

二、草原为什么会退化

上面已介绍了草原生态系统退化是气候变化与长期的不合理的人类活动共同作用的结果。而人类活动最主要的就是超载放牧、割草、开垦、樵采、其他不合理的人类活动。

(一) 超载过牧与草地退化

研究表明，过度放牧不仅会对植物，也会对土壤产生不良影响。根据李永宏等（1999）研究结果，过度放牧使地上现存量的最大值只有对照的22.3%。

过度放牧对0~5cm土壤密度影响最为显著。经过6年连续放牧试验，结果表明放牧率为6.67只羊/hm²的重牧地段，土壤密度为1.286g/cm³。而对照地段的土壤密度只有1.209g/cm³，前者为后者的1.06倍。

放牧使土壤表层，尤其是0~5cm变得紧实，这从表层硬度的测定结果看出。重度放牧（放牧率6.67只羊/hm²）的表层硬度为

34.71kg/cm²，而轻牧（1.33只羊/hm²）的表层硬度只有30.93 kg/cm²，前者是后者的1.12倍（贾树海等，1999）。事实上，长期以来，我国天然草原都处于过度放牧的状况下，现在天然草原平均超载20%~30%。以内蒙古自治区而言，1947年每只绵羊单位占有草场4.1hm²，利用强度甚低。此后18年间，牲畜头数大量增加，1965年平均每只羊单位仅占有草场0.97hm²，已超过天然草场负荷能力。此后20年间，牲畜头数虽然有一些波动，但总维持在7000万只绵羊单位上下徘徊，超过草场承载能力。由于牲畜的超载过牧，草地牧草植物生长受到抑制，加之牲畜的践踏作用，日久天长，导致草地的退化。以锡林郭勒大草原有名的白音锡勒牧场为例，这个牧场的总面积为3730km²，1950年建场时，仅有职工20人，1962年达到5139人，12年间，增加了200倍以上。1982年达到最高峰，全场有人口12 959人。2000年全场有人口10 210人，是建场开始时的510倍。人口增加，就要多养牲畜，因为以牲畜为主的畜牧业生产，是牧场的主要经济来源。就牲畜总头数而言，建场开始时的1950年，各种牲畜总头数1023头（只），而1999年最高，达到252 248头（只），是开始建场时的240倍。在此期间，主要由于改革以及市场经济的驱动，牛、马、绵羊、山羊等各种牲畜的比例有较大的变化。在1975年以前，马与牛等大牲畜发展较快，如1975年，全场有马17 261匹，达到历史最高峰，而后有所下降，这是因为在70年代以前，牧场作为马场，故马匹数量大量增加。以后军马需求下降，马匹发展受到限制，相反绵羊与山羊尤其是山羊等小家畜在80年代以后有较快发展。1962年，牧场只有2283只山羊，1997年增加到29 674只，是1962年的13倍。这是因为山羊绒市场走俏，价格较高，牧民可以得到较高经济收入，因而大



冬天在草原上放牧



早春草原放牧对草原退化影响最大



沙地的过度放牧，会加速土地的沙化过程

大刺激了山羊的发展。家畜的增加，加重了草场的压力，使每只家畜占有的草场面积大大减少。1950年，每头（只）畜平均占有天然草地 350hm^2 ，而过了50年，每只牲畜占有天然草地只有 1.5hm^2 ，缩小了230倍。

（二）割草与草原退化

我国天然草原的主要利用方式是放牧与割草。就对草原生态系统物质循环影响而言，割草与放牧具相同的作用。经过5年的割草制度试验表明，过度的割草使地上生物量大大降低，对草原退化有很大影响。如一年割一次，年年割草的地上生物量只有 $113.80\text{g}/\text{m}^2$ ，而割一年、休一年的地上生物量为 $149.72\text{g}/\text{m}^2$ ，前者仅为后者的76%。为了割草场的可持续利用，年年割草的做法不可取，但事实上，由于牲畜头数的增加，尤其是冬季牲畜存栏的增加，有限的割草场不可能实施轮割的制度。这种连年的割草输出大于输入，营养元素不平衡，从而使草地生产力下降，故割草场的退化也有增无减。因而从本质上讲，不合理的割草与放牧是相同的。

（三）开垦与草原退化

长期以来，我国总把土地平整、土壤肥沃、土层深厚、草地植被生长好的土地称作宜农荒地，视作开垦对象。1949年以来，为了解决粮食问题，在我国广大的草原地区，兴起了多次开垦浪潮，至60年代，全国新垦草地达 667万hm^2 。而50年代到70年代，我国西北地区3次大规模开垦，开垦草地 $6.67 \times 10^4\text{hm}^2$ （孙金铸，1981）。



草原开垦加剧草原退化过程



不合理的植树造林也会引起草原退化

此后、“文革”期间，以及90年代初又有几次大的草原开垦。根据中国科学院调查，1988年前后10年间，内蒙古东部33个旗县开垦达 $970\ 851\text{hm}^2$ 。草原地区的开垦，多是广种薄收，粗放管理，加之这些地区降水量低，一经开垦，有机物质分解很快，且春季风大，农田无植被覆盖，风蚀严重，表层细微土粒极易被吹散，从而造成严重退化。当然开垦引起的草地退化和沙化与前者不同之处在于它是片断分布而且表现为非缓慢的进程。

（四）樵采与草地退化

在我国北方草原区，有大量的如甘草、麻黄、知母、内蒙古黄芪等药用植物，也有蘑菇、发菜等经济植物。大量的长期挖坑、耩耙以及砍伐等活动，严重破坏草地植被、土壤或地表结构，从而引起草原退化。在鄂尔多斯高原草原，由于长期滥挖甘草、麻黄，到处土坑林立，严重破坏了草地植被。在这一地区，每挖 1kg 甘草要破坏 $0.53\sim 0.67\text{hm}^2$ 的草地。据估算，在这个地区由此而破坏的草地，每年达到 2.67万hm^2 。在内蒙古，由于搂发菜破坏草地 1300万hm^2 ，占草地面积 19.5% （许鹏，2000）。

（五）其他原因与草地退化

内蒙古草原地区地面与地下矿物资源十分丰富，煤、石油、天然气、盐、硝、碱等，贮藏量都很大。近几年，勘探开采这些矿物资源，促进了牧区经济的发展，但在开采的过程中，也会产生一些负面影响，如碾压草地植被或尾矿掩埋草原，从而诱发矿区周围草

表7 白音锡勒牧场 1953 ~ 1980 年出售牲畜及其产品和烧粪氮素输出总量

项 目	全氮 (kg)	占总量 (%)
出 售 羊	204 566.4	13.01
出 售 马	204 574.5	14.28
出 售 牛	65 511.0	4.17
出售羊毛	783 128.8	47.79
出 售 奶	36 157.9	2.30
出 售 肉	58 500	3.72
出 售 皮	75 000	4.76
燃 烧	125 449.3	7.97
合 计	1 672 887.9	

原的退化与沙化。而弃地的植被恢复是十分缓慢的。

上述长期的不合理的人类活动，都是草地生态系统退化的直接因素，而就本质来讲，这些不合理的人类活动之所以会导致草地生态系统的退化，归根结底是因为物质循环的不平衡，是因为营养物质的输出长期大于输入。据作者研究（1987），白音锡勒牧场1953~1980年间由于出售牲畜及其产品和燃烧牲畜粪便N输出达15 728.9t（表7），折合硫酸铵78 644t，欲维持该牧场系统的氮素平衡，每年输入560t纯氮是必要的。而实际上根本没有氮肥输入。

通过对白音锡勒牧场生态系统氮素输出输入通道分析与数量的估算，可以看出在该牧场系统内，输出与输入很不平衡，输出远高于输入。而且伴随人口的增加，畜牧业的发展，出售牲畜及其产品数量的增加，更加剧了这种不平衡，所以牧场系统的氮素赤字像滚雪球一样越滚越大。起初还不觉得，但天长日久，越来越严重，最终导致牧场生态系统的退化。有人形象地比喻这好像是开矿。

（六）鼠与草地退化

长期以来，常把草原退化归罪于鼠类的繁殖与活动。事实上，作为天然草原生态系统中的消费者之一啮齿动物来说，草原是啮齿动物的王国，在自然条件下，草原植被与啮齿动物共存其荣，相互依存。研究表明，正是由于长期的不合理人类活动与气候变化共同导致了草原退化，而退化的草地，主要为某些有可能恶性发展并

导致灾害的啮齿动物提供了好的生存环境与食物的来源。首先是稀疏低矮的植被和比较宽阔的空间，其次是食物来源。如布氏田鼠喜食灰藜、委陵菜、麻花头等藜科、蔷薇科和菊科牧草，这些牧草最繁茂的地段正是退化的冷蒿草地。退化的冷蒿草地，为布氏田鼠的繁殖不仅提供开阔的空间，而且提供了好的食物来源。从而加剧了有害并可成灾的鼠类的发展，使本已退化的草地加剧恶化。这就是恶性循环，即连续过度放牧—草地退化—鼠害退化加剧。在内蒙古各类天然草场共有36种啮齿动物，而可使退化草地恶性发展并导致灾害的有布氏田鼠、长爪沙鼠、达乌尔鼠兔、狭颅田鼠等约6种左右的群聚型鼠（钟文勤等，1989）。这些群聚型鼠繁殖快，如布氏田鼠自早春开始可繁殖3~4窝，数量增长年变幅可达100多倍。而且只有植物群落高度低于16cm时，这些群聚鼠才得以恶性发展并成灾。

（七）气候变化与草原退化模式

气候变化是正常的自然现象。历史上长期的气候变化并没有导致像今天这么严重的草原退化。长期的不合理的人类活动与气候变化的结合，才导致草原的退化。但是1999~2001年，连续的急剧的气候变化加剧了草原退化的进程，并在一定程度上改变了草原退化的趋势和格局。对内蒙古锡林郭勒草原长期生态观测结果表明，近50年来，在气候波动变化条件下，随着人口、牲畜的增加，草地退化在人们不易察觉中缓慢进行，但自1999年开始连续3年的气候变化，改变了多年平缓的不易觉察的草地退化的趋势。而近3年气候变化的主要特点是干旱化与温暖化，是降水分配的不均与降水形式的变化——暴雨形式增加与更加片断化——以及夏季温度增高。以位于锡林郭勒草原的中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站而言，1999年平均温度高于多年平均 1.0°C ，其中最冷月（1月）平均温度高 2°C ，最热月（7月）平均高 1.7°C 。2000年冬季温度较低，但7月较多年月平均温度高 3.7°C 。从这2年温度几个指标可以看出气候表现出温暖化的特征。另外，就降水而言，一方面年降水量低于多年平均值，1999年和2000年比多年（1982~2000年）平均分别少16mm和34mm，这并不太显著。对植物生长影响最大的是降雨分配的不合理与降雨形式的变化。在这类典型草原地区，对植物生长影响最

大的是6月下旬到8月中旬的降雨，因为进入8月中旬以后，温度开始下降，降雨即使很充沛，对植物生长也没有很大作用，而1999年2000年，降水的时间分配不能满足植物生长需要。1999年7月下旬、8月上中旬的旬降水量只有多年平均降水量的4%、81.3%和28%，而2000年6月下旬、7月上旬的旬降水量只有多年平均旬降水量的29%，14%，可以认为1999年7月下旬到8月中旬的30天，2000年6月下旬到7月下旬的30天降水量少，是草原植物受影响的关键时期。从降水看，降水的分配不合适，也是干旱化的一个标志。另据统计资料看，1999~2000年暴雨形式有所增多，也是影响降雨效果的一个原因。

三、草原退化的影响

草原生态系统退化其影响面很广，后果严重。

(一) 生物物种多样性丧失

生物物种多样性的丧失，这不仅是草地退化的一个标志，也是草地退化的结果。内蒙古锡林郭勒典型草原最近20年来在草地不断退化的背景下，生物物种多样性发生了较大的变化，其中最令人痛心的是—种珍稀濒危植物——单花郁金香的丧失（李永宏，1993）。单花郁金香是一种生长周期短的旱中生植物，早春开花，

花大而艳丽，具有很高的观赏价值。单花郁金香在锡林郭勒草原的出现，表明了蒙古草原地区与中亚地区和地中海区地植物区系在起源上的联系。它在锡林郭勒草原分布面积不大，只在伊和乌拉山顶火山口般碎石缝隙中才可以发现。1979年在此处采得几份珍贵标本。多年来，科学工作者一直呼吁保护这种植物，但没有得到重视。由于此处过度放牧，破坏了单花郁金香赖以生存的生



在锡林郭勒草原上广泛分布的黄花首蓿

态环境，如今在保护区内找不到这种珍稀的植物了。另外，令人惋惜是黄羊的丧失，50~70年代，在保护区内曾有成群分布，它是天然草原生态系统的重要组成部分。然而由于无节制的狩猎，如今已经很少见了。此外，由于生态系统的退化，生态环境的恶化，曾经闻名的口蘑、百灵鸟和黄花苜蓿也变得十分稀少了。

（二）生产力下降

草地生态系统退化的一个显著后果是初级生产力的下降。根据退化的程度不同，生产力下降的幅度也有差别，轻度退化、中度退化、重度退化、极度退化的草地，其初级生产力分别下降。以典型草原生态系统而论，其地上部分初级生产力分别只有 $(1200 \sim 1000 \text{ kg/hm}^2) \rightarrow (1000 \sim 600 \text{ kg/hm}^2) \rightarrow (600 \sim 200 \text{ kg/hm}^2) \rightarrow (< 200 \text{ kg/hm}^2)$ 。地上部分初级生产力的下降，导致载畜能力的下降。据调查，内蒙古天然草地载畜量仅相当于50年代的75%，60年代的80%（中国土地资源生产能力及人口承载力研究课题组，1991）。不仅如此，由于牲畜数量的增加，更加重了草地的负荷，而以天然草地放牧为主的饲养的家畜，其体重也下降。据青海省调查，60年代菜牛平均胴体重82.5kg，菜羊胴体重20.7kg，而1979年分别只有62kg和15.9kg，分别下降了25%和23%。内蒙古乌审旗绵羊体重由50年代平均每只25kg，降至60年代的20kg/只，到80年代15kg/只左右（伊克昭盟地方志编撰委员会，1994）。

（三）植物群落结构、高度、盖度以及外貌发生变化

退化草地不仅植物种类组成有较大变化，且不同植物种群的作用及比例也差别很大。在退化草地，优良牧草的比例减少，有毒与有害植物的比例大大增加，这就是在退化草地可以看到大量有毒植物的原因。另外，退化草地植物群落的高度、盖度也大大降低，呈现小型化与矮化的特征，研究表明，重度退化草地植物群落的平均高度只有天然草地植物群落平均高度的1/5左右。另外，地下部分生长也很差，数量也大大降低，呈现表层化的特征。

（四）退化草原的生态环境恶化

严重退化的草地，土壤表层紧实，密度大，孔隙度减少，透水

性差，物理状况不良，甚至呈现沙化的若干特征。不仅如此，土壤有机质及植物营养元素降低，土壤肥力明显下降，对植物生长极为不利。正因为如此，退化草原的发展，也加剧了自然灾害的发生。

退化草地稀疏与低矮群落结构以及开阔的生境特征，为某些可以形成鼠害的群居鼠创造了好的生存与繁衍条件，因而种群数量恶性膨胀，从而加剧了鼠害的发展。近几年，我国草地鼠害发生的面积近5亿亩，每年损失牧草达100多亿kg（钟文勤等，1989），折合人民币约60多亿元。退化草地恶化的生态环境，加剧了风蚀与土壤侵蚀过程，从而可能为沙尘暴的发生提供沙源。最近几年，我国沙尘暴有加重的趋势，这固然与大气环流过程形成的恶劣天气有关，但与大面积草原退化提供的大量沙源以及稀疏的植被覆盖也有一定关系。据研究，草地植物群落的总盖度低于50%最易引起风蚀。不仅如此，退化草地较低的生物量与生产力，将加剧灾害的发生。



草原退化，鼠害加剧



草原退化，蝗虫也常成灾



草原退化的毒草和有害草
相对增加



草原退化加剧土壤沙化进程



草原退化加剧沙漠化的发展



草原退化使牧民生活条件下降

退化草地的发展，生物生产力的降低，载畜量的减少，对于以发展牲畜为主要经济来源的牧区与牧民来说，无疑是很大问题，它在很大程度上加剧了牧民的贫困化程度，甚至可能影响社会安定与团结。我国草地退化严重的牧区，有国家级贫困县101个，占全国贫困县的17.1%，贫困人口1500万，占全国贫困人口的1/4左右，在一些地区，由于草原退化，土地沙化，流沙埋压房屋与牲畜棚圈，造成一些牧户成为“生态灾民”不得不搬迁。有的还会因搂发菜，挖甘草，收麻黄而发生械斗，或者破坏设施。

草原牧区主要是少数民族聚居的地区，我国草原牧区约有31个少数民族，人口约2200万，约占全国少数民族总人口的1/3，土地退化和贫困长期困扰以及与发达地区经济差距大，有可能影响民族团结和社会安定。

四、退化草原系统的治理

(一) 对严重退化的草原实施围封转移

严重退化的草原，其生态环境已十分恶劣，一般改良措施很难奏效，经济上很不划算，因此实施围栏封育，绝对禁牧，以休养生息；如果禁牧区较大，在禁牧区内有牧户居住，就采取措施，对这些牧民作为生态移民实施迁出，另行安置，政府给予补助，这就是目前广泛实施的围封转移。围封转移的牧民可从事种菜、种植苗木或者种饲料，养殖奶牛，也可从事其他产业。事实证明，围封严重退化的草原，在环境条件不变的情况下，只要排除致使其退化的

因素，给予充分的时间，均可自行恢复到其原来的状态。这是一种低投入高效率的措施，在内蒙古自治区已得到了广泛的应用。试验表明内蒙古典型草原区，以冷蒿、针茅、羊草、冰草为主的退化草原，经过7年的自然恢复，其地上生物量由 $1.1\text{t}/\text{hm}^2$ 恢复到 $1.9\text{t}/\text{hm}^2$ ，增加了73%；草群盖度也有所增加（48%~55%），高度大幅度增加（10~30cm）；以羊草和冰草等为主的禾草类植物比例由38%增加到71%；其中羊草由9.0%增加到35.7%。而以冷蒿为主的菊科植物比例由31%，大幅度下降至9%，其中冷蒿由27.0%下降至4.7%。豆科植物比例明显增加，如扁蓿豆由0.8%上升至4.1%；草地质量有明显的提高。退化至冷蒿+小禾草阶段的草原生态系统经过约10年左右时间，便可恢复到近似未退化前的草地状况，即以羊草和针茅为主的草原群落。

（二）对轻度、中度退化的天然草原，科学利用，认真保护

根据草场的初级生产力，根据草畜平衡的原则，实现以草定畜，防止超载过牧，对超载过牧的牲畜限期降下来；制定轮牧制度，合理轮牧，划区轮牧；划出禁牧区，制定禁牧期，在禁牧区与禁牧期内严格禁牧；严禁开垦草原为农田，在条件许可有可能增加投入的条件下，根据草地的特点，采取一些改良措施。只要措施得当，也可收到较好的效果。这些措施包括松土、浅耕翻等改善土壤物理性状的措施；增施肥料，尤其是氮肥以改善土壤营养状况的措施；补播本地优良牧草以增加植被恢复速率的措施和通过轻度合理放牧来促进草地恢复等措施。

第五章 草原生态系统多样性的保护与利用

草原生态系统多样性的保护和利用，是为了草原区域生态系统的可持续发展，它是草原区域生态系统的重要组成部分。草原区域生态系统是指以草原为主体的特定范围内的自然—社会—经济复合体。在这一自然—社会—经济复合体内包括不同类型的自然生态系统以及社会系统、经济系统。讨论草原生态系统多样性的保护与利用离不开对这一自然—社会—经济复合体的研究。

草原区域生态系统在我国现在居于十分重要的地位，20世纪90年代以后更加引起人们的关注。现在是我国历史上草原区域生态系统发展最好的时期。这不仅是因为我国面临的许多生态与环境问题多与草原区域生态系统有关，而且我国国民经济中许多重大问题的解决也与草原区域生态系统发展有关。

草原区域生态系统的可持续发展要从其特点出发，要突出自己的特色，发展区域特色经济。只有发展自己的特色经济，实现人无我有，人有我新，人新我优，人优我特，才可能有优势，这就是生产力、竞争力。通过竞争形成具有明显特色的经济结构，在国内外市场上形成具有竞争力的特色产业、特色企业、特色产品。什么是草原区域的特色经济呢？草原区域的特色经济就是要以草原区域特色资源为基础，以市场需求为导向，以特色产品为核心，以特色产业为依托，以特色技术为支撑的产业结构。草原区域由于受特殊的地理、气候、民族、社会等复杂因素的影响，形成了一些其他地区无法替代、仿造与迁移的独特的资源。如独特的植物资源、动物资源、气候资源、旅游资源、畜牧业资源、药用生物资源等等。以这些独特的资源为基础，通过提高加工深度而产生高水平、高质量、高附加值、高市场容量的产品，并逐步形成独有的产品体系，去满足广阔的市场需求，从而形成自己的特色系统。当然，这一特色系统的形成，必须立足于草原生态系统的可持续保护和利用。没有草原生态系统的可持续保护和利用，也就没有草原区域生态系统特色经济的发展和特色系统的形成。而草原生态系统的可持续保护和利用，必须处理好草原生态系统多功能之间的关系，坚持生态功能优

先的原则；合理利用天然资源，保护优先的原则；不断加大国家投入，多渠道集资治理草原的原则；严格执法，依法治理草原的原则等等。在当前，有如下一些问题，特别值得重视。

一、根据草地不同退化程度采取不同措施

自1999年以来，我国90%以上的草地都处于退化的状态，但根据草原退化程度不同，可以分为不同等级。一般可分为轻度退化、中度退化、重度退化3个等级。针对草原不同的退化程度，进行利用、恢复不能一刀切，要采取不同的措施。对轻度、中度退化的草原，要根据草畜平衡的原则，实现以草定畜，防止超载放牧；要制定轮牧制度，合理轮牧，如划区轮牧。完全禁牧，完全不利用是不可取的，因为“放牧”是一把“双刃剑”，重牧可导致草地退化，但适度放牧又可刺激牧草生长，进而产生“超补偿性”，放牧率的控制是最重要的。在轻度、中度退化的草地上，如果条件许可，有可能增加投入的话，可以采取一些改良措施。只要措施得当，也可收到较好的效果。这些措施包括松土、耕翻等改良土壤物理性状；增施肥料，尤其是氮肥以改善土壤营养状况；补播本地优良牧草以改善植物群落结构状况，增加植被恢复速率等。而对严重退化的草原，则要实施围封的办法，主要依靠自然力，逐步恢复。试验表明，围封严重退化的草原，在环境条件不变的情况下，给予充分的时间，均可自行恢复到其原来的

状态。在内蒙古典典型草原，一般实施围封3年以后，即可达到较好的状态。相反，由于这种严重退化的草原，生态环境已十分恶劣，一般改良措施很难奏效，经济上很不划算。在多数情况下，飞播等措施也不大力提倡，因为草原土壤种子库中不缺乏种子，飞播效果并不理想。在内蒙古许多地区实施的围封转移战略应主要是这种严重退化的草原。



长势良好

二、不断提高畜牧业集约化的水平

要提高畜牧业的生产效率与生产水平，单靠对天然草原的利用是不够的，必须依靠科学技术，加大投入，不断提高畜牧业的集约化水平与现代化的进程。“集约化”畜牧业是对传统畜牧业相对而言的。与传统畜牧业相比，至少有3点不同：

(1) 现代畜牧业是适当的组织形式，相对集中于某种畜产品的生产，形成一定的规模效益，达到高投入高产出的效果。

(2) 以天然草原为基础，人工草地为保证，加强棚圈等基础设施的建设，改变繁育模式和畜产品集中产出的传统经营模式，实现畜产品全年均衡上市。

(3) 利用现代营养理论，饲养和放牧技术，加强成本核算，以效益畜牧业代替头数畜牧业（陈佐忠等，1997）。

要实现畜牧业的集约化，必须建立和实施一整套技术体系，这其中如：饲草料生产技术体系，饲草料加工技术体系，饲粮配合与饲喂技术体系以及家畜繁育体系等。

三、推动国家加大投入，更要用好投入

由于各种复杂的原因，长期以来，我国对草原的投入很少，而且这种投入又大多用来救灾，如雪灾、旱灾、蝗灾、鼠害等等。据统计，1950~1999年间，国家对草原地区的投入21亿元左右，平均每亩草地仅几分钱，同时又无限制地从草原获取资源。所以从某种意义上说，天然草原是入不敷出。正因为如此，才导致今日90%以上的天然草原处于不同程度的退化之中，已经引起了人们的极大关注。我国政



半干旱草原地区大面积植树造林效果不佳

府正在实施的“退牧还草”、“退耕还草”工程以及其他项目，在最近几年内已经投入20亿元以上。可如何用好这笔巨大的投入，使之发挥最大效益更值得我们注意。在干旱、半干旱的草原地区，我们过去做了一些违背自然规律、事倍功半的事，今后如何避免发生类似事情十分重要。我们曾有过这样一个简单的认识，认为生态环境建设就是植树造林。因此在一些干旱、半干旱不适合种树的地方，进行植树造林，结果是年年植树不见树，浪费了大量资金和劳力。有的地方，费好大的劲，花很多的钱，勉强将树种活，但经过若干年以后，仍是一片小老头树。还有的地方是“一年绿，二年黄，三年进了灶火堂”。

四、关于围封转移

“围封转移”一词是由内蒙古锡林郭勒盟在2000年针对草原严重退化而制定的战略性规定中提出来的。在这个战略性规定中，还包括了其他许多具体的内容。如今这一战略性规定已实施多年，取得了较好的效果。那么什么是围封转移？为什么要实施围封转移？几年来实践结果如何？还存在什么问题？下面我们将分别加以介绍。

围封转移，是指对草原生态系统严重退化、牧民生存环境十分恶劣的地区，实行“围封禁牧、收缩转移、集约经营”的综合措施，以便有效保护草原生态环境，对牧民的生产生活作出妥善安排。

草原“围封禁牧”，就是把那些极度恶化、失去生产、生活条件的地区全部围封起来，彻底禁牧，依靠自然力，恢复植被。“收缩转移”就是把围封区内的牲畜和从事生产经营的牧民全部转移出来，搬迁到已实现水、电、路、广播电视、电话等“五通”的苏木（相当于乡）所在地或具备“五通”建设条件的地方，进行易地开发。“集约经营”就是要从移民区的实际出发，发展家家能干、户户受益，能够确保移民收入稳定提高的集约化、高效益的产业。这就是“围封转移”工程的“内涵”（谷雅麟等，2000）。

为什么要提出“围封转移”这一战略规定呢？这主要与当时草原退化的严重局面有关。内蒙古锡林郭勒盟的草原退化，在2000年已经退到了相当严重的地步。那时，多年草原的退化，加上1999年以来连降暴雨，草原植被生长极差，一些地方呈现赤地千里的局面。部分地区草原生态环境十分恶劣。为了保护草原生态环境，妥善安排牧

民生产生活,使草原地区能够可持续发展的同时,做到与当时实施的北京风沙源治理等生态建设、产业结构调整、扶贫开发、小城镇建设、“五通”工程紧密结合起来,做到生态效益、经济效益、社会效益“三效”统一,最终达到转变生产经营方式,增加牧民收入,提高牧民生活质量的目标。实施“围封转移”范围扩展到全盟,但不同地区具体做法不同。生态环境严重恶化地区以围封转移为主,生态环境局部恶化地区采取围封转移和禁牧舍饲相结合的方式。而对生态环境较好的地区,采取季节性休牧和划区轮牧等措施,达到草原资源的科学利用。这就是人们常说的禁牧,休牧与轮牧的“三牧”措施。休牧,就是在牧草返青后的40~60天内,所有羊群实行舍饲圈养,不让羊群啃食幼嫩且极易影响后期生长的牧草,以保证牧草全年有较高的初级生产力。这一措施,越来越为牧民所接受。2004年,全盟休牧的面积已达到2.42亿亩,占草原总面积的81.9% (布和朝鲁, 2005)。而轮牧,这是在草原生态环境较好,草原没有退化或轻度退化的地区,根据草畜平衡的原则,采取轮流放牧的做法。

刘爱军等(2003)对锡林郭勒盟的这一做法进行了实施效果的监测研究,认为随着禁牧、休牧措施实施,以及2003年雨水充沛的有利条件,其效果比较明显。休牧区牧草高度增加了5~9cm,盖度增加了1%~30%,鲜草亩产量增加52kg。围封转移是一战略措施,是一大工程,要成功实施,牵涉到许多方面,与许多重要环节相关。示范园区即生态移民、扶贫移民的生产生活集聚区的建设十分重要,它是移民稳得住、富起来的关键环节。围封转移的成功实施,国家投入至关重要。锡林郭勒盟在2000年以来的5年间,对草原畜牧业,特别是草原生态保护和建设的投入达到14.1亿元,是历史以来最多的。柳学军(2002)在对“围封转移”战略进行思考时,认为实施“围封转移”战略,要坚持“三个原则、两个重点、两个优先”。所谓三个原则,即移民规划、分点实施的原则;因地制宜、分类经营的原则和思想工作先行的原则。两个重点即要把解决好牧民生产生活出路为重点,以水利为重点。两个优先即科技优先,生态环境保护优先。围封转移的实施,对退化草原的治理,草原生态环境的保护,牧民生活水平的提高,起到了积极作用,但今后还有许多工作要做,任重而道远。

五、建立天然草原的合理放牧制度

长期以来，我国天然草原的利用，主要有2种形式：放牧和割草。草原的退化，主要是过度放牧与不合理的割草而导致。建立合理的放牧制度，对于防治草地退化，具有十分重要的意义。什么是合理的放牧制度？如何建立合理的放牧制度？这是一个十分复杂的问题。汪诗平等（1998）认为，在不同目标不同要求下，其放牧制度即最合适的放牧率是不同的。他们通过1990~1997年在内蒙古草原生态系统定位研究站的试验，提出了4种目标下的4种放牧率：

1. 利用与改良相结合下的放牧率

对于已经退化的草地来说，人们一方面为了能够最大限度的保护退化草地，有利于其在利用的情况下不断恢复退化的草地；另一方面又不至于大幅度地导致草地系统生产力的下降和影响牧民的生活水平，即所谓利用式的改良退化草地。在这种情况下，管理草地的目标就是要追求放牧家畜个体的最大增重和较大地上现存量。根据这一目标确定最合适的放牧率。这是因为对于退化草地而言，如果把目标定在单位面积最大增重或者最大利润，势必无节制地提高放牧率，增加牲畜头数，加大放牧压力，其结果必将造成草地的进一步退化，甚至严重沙化，其结果是不可能得到持续的单位面积最大增重和最大利润。

2. 为获得最高地上净初级生产力的放牧率

地上净初级生产力是地上现存量与家畜采食量之和，所以，当放牧率较低，家畜采食量较少，地上现存量可能较高，地上净初级生产力未必能够最大；而当放牧率加大，家畜采食量加大，地上现存量降低，地上净初级生产力也未必能够最大；只有在适度放牧率情况下，家畜采食量和地上现存量都处于较高的水平，而且可以发挥牧草的补偿性生长作用，此时可以获得最高的地上净初级生产力。那么适度放牧率是多大？不同类型的草原，或者同



草 地 研 究

一类型草原在不同的年份，用不同的家畜，其适度的放牧率是不同的。对于内蒙古的羊草、冷蒿退化草地来说，在牧草生长季，其适度的放牧率是每公顷2.7只羊。此时，羊的个体增重达到最大个体增重的87%以上，单位面积增重是最大单位面积增重的70%以上。其结果是有利于草地的保护，是可持续的放牧率，值得推荐。

3. 为获得单位面积最大增重的放牧率

有些牧民为了能够在短期内获得最多的畜产品，无节制地加大放牧率，不管草地的承载能力，不考虑对草地的影响，就是为了获得单位面积的最大增重。这是我国长期以来在许多草原地区共同的思路，也是草地退化的主要原因。

4. 为获得最高经济效益的放牧率

这与第三种情况相似，不同的是追求的目标不同，而其手段和最终结果一样，都会导致草地的退化。

六、建立合理割草制度问题

割草是我国天然草地利用的主要方式之一。建立合理的割草制度，不仅有利于治理退化草地，也是草原地区可持续发展的重要措施。所谓合理的割草制度，主要是指最合适的割草时期、合理的轮割制度以及刈割强度、割草机具等。不同类型的草地、不同的年份，有着不同的与之相适应的合理的割草制度。对内蒙古典型草原地区合理的割草制度，仲延凯等（1987，1991）进行了研究。他们的研究得出了如下的结果：

1. 关于最适的割草时期

所谓最适的割草时期，就是指一年中什么时候割草最好。所谓最好，主要考虑3个因素：地上生物量最高；植物体内营养物质的含量最高；不同营养成分的比例能够满足家畜营养的需要。要把这3个因素统一在一个时期内是不可能的。所以确定最适的割草时期一般采用单位面积的地上生物量与植物体内的含氮量的乘积即储氮量的高低，作为确定最适割草时期的依据。在内蒙古典型草原，单位面积储氮量的最高时期，即最适的割草时期，一般是8月上、中旬。

2. 合理的轮割制度

合理的轮割制度是指在一个割草场多长时间割一次。比如说可

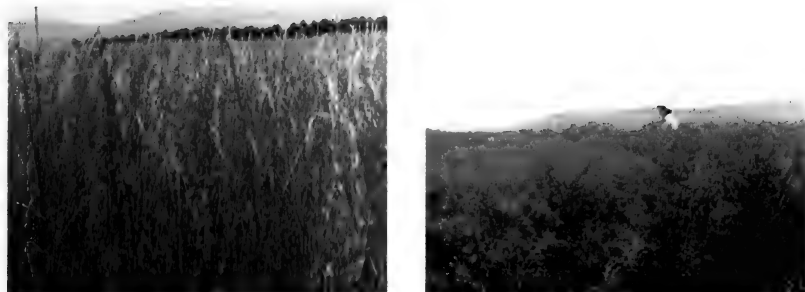
以一年割一次，一年割两次，两年割一次，割2年休一年等等。如何确定这一制度，主要根据不同制度下牧草的产量、质量以及对草地的影响等因素。在内蒙古典型草原地区，在自然条件下，一年割一次或者一年割两次，虽然在短期内可以获得较多的牧草，但由于割草频度大，草地得不到休息，容易造成草地的退化。而2年割一次和割2年休一年的制度较好，虽然牧草总产量较低，但其中优良牧草的比例较高，对草地退化的影响较小，是值得推荐的轮割制度。

3. 关于刈割强度

刈割强度是指刈割时留茬高度的高低。很明显，刈割强度与牧草产量有明显的关系，其对再生草的恢复以及不同草种的生长也会有明显的影响。大量试验结果表明，草地经营管理的原则之一是利用率控制在50%左右。根据这一原则，留茬的高度应控制在12cm左右。

七、建立人工草地

人工草地是人们通过耕作、栽培等农业技术措施建立起来的人工植物群落。建立一定面积的人工草地，是减轻对天然草原的压力，是治理草原退化，实现草地畜牧业可持续发展的重要措施，是草地畜牧业集约化、现代化的要求和标志之一。发达国家的畜牧业，人工草地的建设和利用，是最重要的技术措施。我国有关部门也十分重视人工草地的建设问题。1978年以来，我国人工草地的面积发展很快。到1990年，我国人工草地的面积为866.7万 hm^2 ，占天然草原面积的2.1%。到2005年底的统计，全国累计人工种草的保留面积1300万 hm^2 。目前，我国人工草地发展的格局已初步形成，在北方主要以紫花苜蓿、沙打旺、老芒麦、披碱草、无芒雀麦等多年生牧草和燕麦、玉米等饲草为主，在南方以红三叶、白三叶、柱花草、苏丹草和一年生黑麦草等为主。在2006年提出的我国草业可持续发展战略中，也把人工草地建设工程体系作为草业发展重大工程之一。可是，人工草地的建设仍然有许多问题值得研究，比如在什么地方建设人工草地，采用哪些技术措施，不同种植物以及同一种植物不同品种之间如何搭配，如何管理，如何利用人工草地等等。特别在干旱、半干旱地区，建设人工草地困难更多，问题更复杂。一般来说，在干旱、半干旱地区，利用有利的地形，选择丘间



因地制宜建立羊草(左)和羊草-黄花苜蓿(右)人工草地,取得良好效果

低地,利用径流补给水分,使建成的人工草地稳产高产,起着关键作用。另外,为了提高牧草的质量,在人工草地选择适合于当地生长的豆科牧草种类十分重要。这不仅可以弥补天然草原牧草蛋白质之不足,而且可以通过豆科牧草根瘤的固氮作用,提高土壤氮素水平,提高土壤肥力。此外,在有条件的地区,选择水、土条件较好的地块,栽培高产、优质的一年生饲草,建立一定面积的一年生饲草基地,可以使牧草的产量水平大大提高,这种做法也值得借鉴。

八、发展草原地区旅游业

旅游业是一个综合性行业,其大规模的有明显目标的旅游活动,形成于18世纪后半期和19世纪前半期。而近代旅游业的发展,则依赖于运输手段的改进。

我国的旅游业,随着改革开放和经济的高速发展,而呈现爆炸式“发展的趋势”。据何光炜(2004)介绍,1949年11月,我国成立了第一家旅行社,到1978年来华旅行入境人数仅为180.9万人次,旅游创汇只有2.63亿美元,位居世界第41位。而1998年,我国入境旅游接待达到6347.84万人次。旅游创汇126.02亿美元,分别是1978年的35倍和48倍,世界排名分别上升至第6位和第7位。旅游业的发展可推动国民经济许多部门的发展,因为旅游,要有便捷的交通,要提供食宿条件,要为旅游者提供具有特色的工艺品、土特产品以及其他旅游商品。在我国,旅游业还促进了中西部地区的脱贫致富,直接受益人口多达400多万人。旅游业对吸收劳动力,解决就业问题具有重要作用。而农村发展旅游,对于农村产业结构调整,让

农民富裕起来，推动农村文明建设，提高农民文化水平，实现思想转变，乡风文明建设，打造农村整洁环境等方面都具有重要意义。

发展草原地区旅游业，不仅有利于推动草原地区的经济发展，增加农牧民的经济收入，提高就业率，科学合理地利用草地资源，而且有利于促进民族团结，弘扬民族文化，推动民族之间的交流，是草原地区可持续发展的重要途径。当然，不规范的过度的草原旅游，也可能给草原带来一些负面影响。草原地区发展旅游业，其资源优势明显，草原资源规模巨大，资源品质优良，具有发展旅游得天独厚的条件。对许多人来说，草原充满着神秘的色彩。它不同于森林、荒漠、海洋、沼泽、农田、城市，是地球表面独具特色的一类生态系统。草原地区的气候，对许多旅游者来说，很有吸引力。因为，在7~9月草原旅游的黄金季节，气候的最大特点是温和宜人，最适合旅游。我国的草原多分布在温带，最热月（7月）平均气温在20℃左右。而且早晚凉快，可盖棉被，中午高于20℃的气温只是短暂的时光，而在北京7月的气温可高达37℃以上，所以对于北京旅游者来说，北上100余千米，进入坝上，就可躲过北京的炎热，进入一个温凉世界。草原的气候不仅温和宜人，且即使在雨季，也少有令人讨厌的绵绵连阴雨，而多是雨过天晴，晴空万里。在夏季，草原多是天气晴和，蓝天白云，轻风微拂，清澈的天空是一个一点灰尘都没有的干净世界。草原的自然景观特色，也十分诱人，构成自然景观的地形、植物、动物等不同要素在草原也独具特色。草原的植物主要是耐旱的草本和灌木，一般都在1m以下。在微风吹拂下，草原植物掀起层层波浪，宛如大海波涛，在蓝天映衬下景色十分壮观。“天苍苍，野茫茫，风吹草低见牛羊”的千古绝唱，生动地描绘了草原自然景观的诱人景色。草原植物不像农田那么单一，而是由多种植物构成，最复杂的草甸草原，每平方米内有20种左右的植物，形态各异，特性不同，组成了复杂多变的草原世界。草原植物也很美丽，那淡紫色的马蔺，在早春来临时，不畏严寒而争先开放；那又大又黄的金莲花，则独具观赏价值；而更受人们青睐的是那娇艳的鲜花——二色补血草，即使秋季到来，它依然傲然屹立于草原。至于那紫色的龙胆，白色的唐松草，金黄色的野罂粟，各种各样的鲜花，构成了绚丽多彩的花的海洋。草原上

的鲜花美丽动人，来到这里旅游的人，都会为之惊叹和折服。草原还是纤维植物、淀粉植物、油脂植物、药用植物、牧草植物的大宝库。许多闻名的中草药，都主要出自草原，如柴胡、黄芩、黄芪、麻黄、防风、远志、甘草、知母等。怪不得人们常常说，草原是天然的药用植物园。到草原旅游的人们，还会发现一种被称之为草原奇观的现象——“蘑菇圈”。在一望无际的草原上，人们常会看到不同大小的墨绿色圈，这就是蘑菇圈。正是在这墨绿色的圈子周围，人们可能找到气味芳香的野草菇。而蘑菇圈的形成，带有神秘的色彩。草原的植物独具特色，草原的动物也会使人感到新奇，那长于奔跑的黄羊，鸣声嘹亮的百灵，凶猛的猫头鹰，狡猾的狐狸是草原上非常有特色的野生动物。当然，各种各样的老鼠更为有趣，草原是老鼠活动的王国。草原地区居住的少数民族也很有特色：我国草原是兄弟民族聚居的地区，如内蒙古草原地区以蒙古族为主，青藏高原高寒草甸则以藏族为主。他们在漫长的历史发展过程中，创造发展了本民族的历史与文化，同本民族的社会经济和地理环境相适应的习俗，形成了自己的衣食住行特色，这些对生态旅游者来说，也都有极大的吸引力。以蒙古族而言，他们的衣食住行就独具特色。蒙古包，长期以来就是蒙古族人民的传统住房。这种蒙古包以柳为其骨干，上为圆形，无窗，用皮条紧缚成为伞架形，顶部和周围用羊毛毡做成。这种蒙古族人民的传统住房轻便，易拆易装，移动方便，而且就地取材，制作方便。蒙古族人民的服饰也极具特点。蒙古袍肥大而不开衩，袖长领高，束以腰带后可以抵御高寒而多风的天气，冬季骑马时护膝防风，夏季防蚊虫，遮曝晒。不少旅游者很喜欢穿上漂亮的蒙古袍，立在蒙古包前，摄影留念。

蒙古族人民，自11世纪以后，形成了肉食、奶食、粮食三大类食物并用的习惯。羊肉加上奶皮子、奶豆腐、酸奶子等各种肉食品和奶食品，则构成了蒙古族人民食品的主体。粮食也占一定的位置，果子、炒米、羊肉煮面条则充分显示其特色。谈到饮料，蒙古族人民酷爱饮茶，特别喜欢喝奶茶。据历史记载，蒙古族人民饮茶已有千年以上历史。牧民常说：“宁可一日无食，不可一日无茶。”这充分表明了饮茶对蒙古族牧民的重要。不过，他们饮茶不是绿茶、花茶，而是醇厚芳香的奶茶，到蒙古包作客的外地人，多

为这茶乳交融的奶茶所折服。对外地游客来说，如果你遇上蒙古族人民的那达慕大会，那也是不虚此行了。那达慕，在蒙古语中意为联欢和游戏。在那达慕大会期间，你可欣赏到被蒙古族人民誉为“男儿三艺”的赛马、摔跤、射箭3项竞技活动。那热烈的场面，彩旗飘扬，人流纵横，牛羊欢叫，牧马嘶鸣，可谓壮观。

我国草原地区多是兄弟民族聚居的地区，在长期的历史发展中，形成了很有特色的社会与人文景观。这对于生态旅游者来说，无疑也具有很大的意义。他们可以在享受、欣赏大自然景色的同时，了解许多各具特色的社会与人文景观，丰富和充实自己。如以内蒙古自治区的蒙古族而言，他们的礼仪，就很丰富独特。蒙古族重视礼仪，也十分尊敬别人。游客到了草原，蒙古族人民都以礼相待，热情欢迎，一般都请进蒙古包，以奶茶、黄油、奶豆腐等蒙古族食品相待，对贵客还献上哈达，敬酒唱歌，以示敬意。蒙古族人民相传已久的祭祀活动十分庄重。祭敖包多在农历5月至7月间举行，届时，远近牧民集中于敖包附近，搭置临时蒙古包，由高位喇嘛率领众多喇嘛绕包诵经，群众随行，十分严肃。

草原，不仅有美丽的令人神往的自然风光，而且有热情好客的蒙古族、藏族等牧民，也有独具特色的社会与人文景观，这些构成了草原生态旅游的巨大优势。我国草原旅游资源十分丰富，陈佐忠等（2007）考虑了草原资源的特点及其他条件，把我国的草原旅游进行了地理分区。根据这一分区，全国有7个草原旅游区，36个旅游亚区，77个旅游景区。即：

1. 东北温带半湿润草甸草原和草甸旅游区

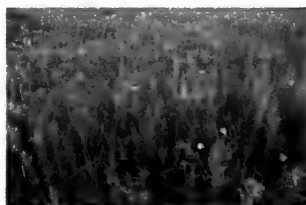
包括长白山山地丘陵草甸和灌丛草甸旅游亚区；兴安岭山地丘陵草甸草原旅游亚区；三江平原低地草甸和沼泽旅游亚区；松嫩平原草甸草原旅游亚区；辽河平原沙地草原和山地暖性灌丛旅游亚区；呼伦贝尔高平原丘陵草甸草原和草原旅游亚区。其中有如下景区：

- (1) 金帐汗蒙古部落草原旅游景区；
- (2) 甘珠尔庙旅游景区；
- (3) 向海自然保护区湿地旅游景区；
- (4) 莫力庙自然保护区湿地旅游景区；
- (5) 乌珠穆沁草原旅游景区；

- (6) 巴彦塔拉草原旅游景区；
- (7) 达拉哈草原旅游景区；
- (8) 扎鲁特山地草原旅游景区；
- (9) 辉特淖尔草原旅游景区；
- (10) 珠日河草原旅游景区；



松嫩平原沙地



呼伦贝尔高平原草甸草原



长白山森林 (陈宁提供)



长白山山地丘陵 (陈宁提供)

东北温带半湿润草甸草原和草甸旅游区

- (11) 贡格尔草原旅游景区；
- (12) 呼和诺尔草原旅游景区；
- (13) 白音胡硕草原旅游景区；
- (14) 乌兰毛都草原旅游景区

2. 蒙宁甘温带半干旱草原和荒漠草原旅游区

包括锡林郭勒高平原草原旅游亚区；乌兰察布高平原荒漠草原旅游亚区；晋西北、鄂尔多斯东部、陕甘宁青黄土高原丘陵草原旅游亚



白音锡勒草原



鄂尔多斯高原草地



锡林郭勒蒙古包

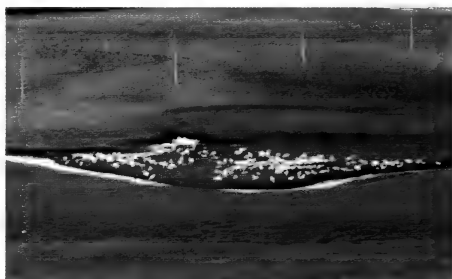


中位研

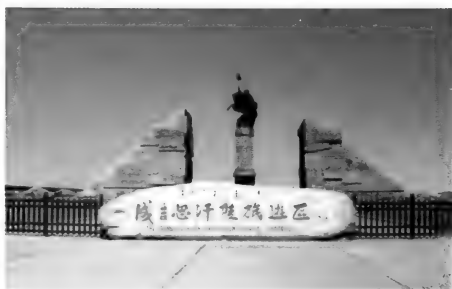
草原生态系统定



锡林郭勒草原 (李敏提供)



锡林河流域 (李敏提供)



成吉思汗陵

温带半干旱草原和荒漠草原旅游区

区；鄂尔多斯西部、宁西北、陇中高平原荒漠草原旅游亚区。其中有如下景区：

- (1) 元上都遗址草原旅游景区；
- (2) 蒙古汗城草原旅游景区；
- (3) 锡林九曲草原旅游景区；
- (4) 葛根敖包草原旅游景区；
- (5) 汇宗寺旅游景区；
- (6) 赛汉塔拉草原旅游景区；
- (7) 洪格尔岩画群草原旅游景区；
- (8) 平顶山草原旅游景区；
- (9) 查干敖包草原旅游景区；
- (10) 灰腾草原旅游景区；
- (11) 白音锡勒牧场草原旅游景区；
- (12) 中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站旅游景区；
- (13) 木兰围场草地旅游景区；
- (14) 二连浩特草原旅游景区；
- (15) 葛根塔拉草原旅游景区；
- (16) 希拉穆仁草原旅游景区；
- (17) 鄂尔多斯草原旅游景区；
- (18) 桑科草原旅游景区；
- (19) 马兰花草原旅游景区。

3. 西北温带、暖温带干旱荒漠和山地草原旅游区

包括阿拉善高平原荒漠旅游亚区；河西走廊平原山地荒漠和高寒草甸旅游亚区；柴达木盆地荒漠旅游亚区；北疆干旱荒漠和山地草原旅游亚区；南疆极干旱荒漠和山地荒漠草原旅游亚区。其中有如下景区：

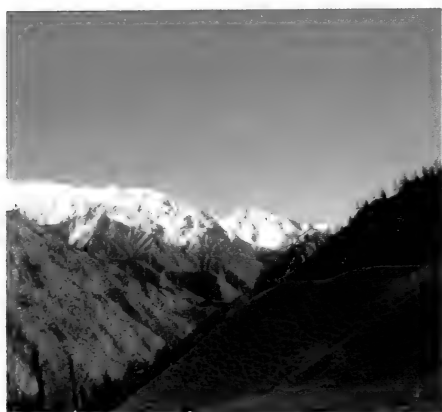
- (1) 通湖草原旅游景区；
- (2) 卡拉麦里有蹄类自然保护区旅游景区；
- (3) 小东沟山地草甸旅游景区；
- (4) 奇台荒漠草原保护区旅游景区；
- (5) 巴里坤湖草地旅游景区；
- (6) 乌鲁木齐南山天然风景区；



沙坡头



河西走廊旅游景区



祁连山森林与草原



塔里木盆地塔中植物园



塔里木盆地沙漠



南疆极干旱沙漠



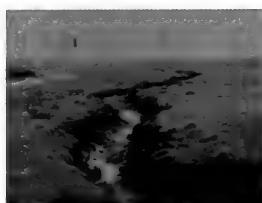
北疆干旱荒漠

西北温带、暖温带干旱荒漠和山地草原旅游区

- (7) 沙坡头旅游景区；
- (8) 祁连山草原旅游景区；
- (9) 那拉提草原旅游景区；
- (10) 唐布拉草原旅游景区；
- (11) 巩乃斯草原旅游景区；
- (12) 巴音布鲁克草原旅游景区。

4. 青藏高原高寒草甸和高寒草原旅游区

包括藏西北高原高寒草原和高寒荒漠旅游亚区；藏西南山原湖盆高寒草原和温性草原旅游亚区；祁连山山地环湖盆地高寒草原和



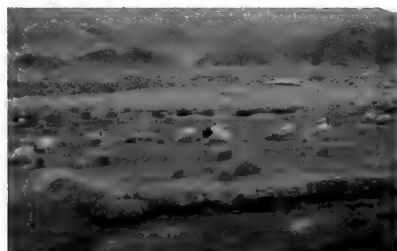
红原高寒草地



青藏高原上的白牦牛
(陈斌提供)



青藏高原的日月山
(陈斌提供)



青藏高原的羊群 (陈斌提供)



可可西里自然保护区 (陈斌提供)



昆仑山山口 (陈斌提供)



藏北高原上的湖泊 (陈斌提供)

青藏高原高寒草甸和高寒草原旅游区

高寒草甸旅游亚区；青藏高原东部高原山地高寒草甸旅游亚区；喜马拉雅山南翼暖性灌草丛和山地草甸旅游亚区。其中有如下景区：

- (1) 那曲高寒草原旅游景区；
- (2) 金银滩草原旅游景区；
- (3) 海北高寒草甸生态系统定位站旅游景区；
- (4) 可可西里自然保护区旅游景区；
- (5) 纳木错草地旅游景区；
- (6) 红原—若尔盖草原旅游景区；
- (7) 康定草原旅游景区。

5. 南方热带、亚热带山地、丘陵草地旅游区

包括湖北草地旅游亚区；湖南草地旅游亚区；江西草地旅游亚区；广西草地旅游亚区；贵州草地旅游亚区；重庆草地旅游亚区；云南草地旅游亚区；台湾草地旅游亚区。其中有如下景区：

- (1) 洪湖湿地旅游景区；
- (2) 奇岳山山地草地旅游景区；
- (3) 南山牧场山地草地旅游景区；
- (4) 鄱阳湖湿地旅游景区；
- (5) 南山牧场和大容山山地草地旅游景区；
- (6) 草海湿地旅游景区；
- (7) 红池坝山地草地旅游景区；
- (8) 玉龙雪山草甸旅游景区；
- (9) 香格里拉草甸旅游景区；
- (10) 依拉草地旅游景区；
- (11) 阳明山自然保护区旅游景区；
- (12) 垦丁自然保护区旅游景区。

6. 中原草地旅游区

包括北京山地草地旅游亚区；河北山地草地旅游亚区；河南山地草地旅游亚区；山西山地草地旅游亚区。其中有如下景区：

- (1) 百花山山地草地旅游景区；
- (2) 东灵山山地草地旅游景区；
- (3) 张北草原旅游景区；
- (4) 丰宁草原旅游景区；



贵州山地



贵州黔东南石灰岩山地



鄱阳湖湖滨草地



江西武夷山山地草地

南方热带、亚热带山地、丘陵草地旅游区

- (5) 黄河湿地旅游景区；
- (6) 云梦山草地旅游景区；
- (7) 芦芽山山地草地旅游景区；
- (8) 五台山山地草地旅游景区。

7. 滨海草地旅游区

包括盘锦草地旅游亚区；东营草地旅游亚区；盐城草地旅游亚



张北草原



河北坝上草原



河南黄泛区草地



启东滨海盐生草地



盘锦盐生草地



启东大米草人工草地



启东旅游景区



东营旅游景区

中原草地旅游区 and 滨海草地旅游区

区；启东草地旅游亚区。其中有如下景区：

- (1) 红海滩草地旅游景区；
- (2) 鼎翔度假区旅游景区；
- (3) 东营草地旅游景区；
- (4) 盐城草地自然保护区旅游景区；
- (5) 启东草地旅游景区。

如果以北京为中心，如下的草原旅游路线很值得推荐。

1. 北京—锡林郭勒草原旅游

锡林郭勒大草原是我国著名的三大草原之一，是欧亚大陆草原最具典型性的草原，自20世纪30年代起就受到中外科学家的关注。它是我国第一个草地自然保护区，联合国科教文组织国际生物圈保护网的成员，中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站也建在这里。从北京乘飞机70分钟便可到达被誉为草原明珠的锡林浩特，乘汽车也只有10多个小时，不仅交通方便，还是一条生态旅游景点丰富多彩的旅游线。盛夏之时，从北京乘汽车去锡林郭勒大草原，途经八达岭、官厅水库、京北门户张家口后，进入坝上，驶入蒙古高原。习习凉风，顿使你暑汗全消，精神振奋。过宝昌，到哈巴嘎，进入正蓝旗，就到了元朝陪都上都城遗址。元上都始建于1256年，是元世祖忽必烈耗费巨资，用3年时间建成的，曾是元朝重要的政治、军事和文化中心。早在13世纪，意大利旅行家马可·波罗就曾在上都住过，并通过他的游记，使上都的名字飘扬过海，传遍世界。目前正在故址附近兴建上都博物馆。有名的金莲川，也正在酝酿着围封，以适应旅游发展事业的需要。从上都遗址北上约50km，就进入内蒙古四大沙地之一的浑善达克沙地（也称小腾格里沙地）。在这里，你可以看到起伏的各种沙丘和耐旱的榆树林以及灌木草场。假如你幸运的话还可以看到漫步于沙丘中的骆驼。沙地中的度假村，虽然简陋，但备有具蒙古族特色的奶茶、果子、奶酪，会使你在长途跋涉之后感到特别的亲切温馨。在临近锡林浩特约30km处，有一座海拔1450m的平顶山，是180万年前火山喷发形成的。在这里你可看到群山互相依偎，大大小小排列有序，而顶部却像刀切一样平整，从而构成一幅奇特的景致。尤其是当日出或日落时，去观平顶山，景色最佳。在锡林浩特，你不仅可以看到这座草原名城的巨

大变化，而且可以去古刹贝子庙、敖包山、金顶大帐等旅游景点参观游览。贝子庙，是内蒙古四大庙宇之一，汉名崇善寺。始建于清乾隆年间，历经七代活佛精修而成，耗资白银174万余两。全庙共分五大帐，周围有十多座小庙和2000余间喇嘛住宅，总建筑面积达1.2万 m^2 ，是研究蒙古民族史和民族艺术的宝贵资料。庙宇虽几经沧桑，目前仍有较多遗迹保存。敖包，又称脑包、额博，意“堆子”，原来是在辽阔的草原上人们用石头堆成的道路或疆界的标志，后来逐步演变而成祭祀山神、路神，祈祷丰收和家人幸福平安的象征。锡林郭勒草原上的牧民非常重视祭敖包的活动，往往在数十天前便开始准备。锡林浩特市的额尔敦敖包是远近有名的敖包山。对于草地生态旅游者来说，最具吸引力的当是自然保护区的自然景观和旅游点了。海流特平原大草原是我国温带草原最典型的代表，这里一望无际，坦荡开阔，置身其中，确可体会“天苍苍，野茫茫，风吹草低见牛羊”的壮美景色。旅游者可在这里领略到草原的地形、植物、动物、土壤以至生态系统的结构特征。海流特平原大草原还保存着许多传统



游人为美丽的草原风光所陶醉



内蒙古锡林郭勒的八景之一“平台落日”



内蒙古正兰旗的元上都遗址

的蒙古族经营管理草地畜牧业的方式和特点，那散布于大草原上的蒙古包、风力发电装置、古老的勒勒车等都极富民族风情。假如你应邀到蒙古包作客，热情好客的蒙古族牧民会端上芳香的奶茶、黄油、奶酪、手扒肉、羊肉煮面条，这一切将带给你回归大自然的无穷乐趣。锡林郭勒大草原是我国第一个草地自然保护区所在地，这里是我国草原自然状态保存最好的地区。为了给生态旅游者提供一个休息、度假和了解自然保护区的场所，保护区管理者建立了自然保护区度假村，这里有漂亮的蒙古包，保存完好的云杉林、杨桦林、可以钓鱼、划船的扎根斯坦诺尔，还有正在筹建中的野生植物园。

2. 北京—黄河三角洲草地旅游

黄河三角洲滨海草地是近代冲积物发育起来的年轻的草地植被类型，以盐生植物为主。壮观的黄河入海口，水色一天，秋冬之际芦花荡漾，波浪起伏。夏天，海风徐来，大片人工栽植的藕池、稻田散发出阵阵清香。胜利油田的发展，大大改善了这一地区的交通条件，自北京出发汽车只需4小时左右。这里新近建立的黄河三角洲自然保护区，各方面条件比较完善，加之当地政府十分重视，这为草地生态旅游发展创造了好的条件。到黄河三角洲旅游，黄河的一泻千里，历尽沧桑，河水浊浪滚滚，水势浩淼会给我们留下无穷的遐想。保护区内有鸟类180余种，每到鸟类迁徙季节，成千上万只雁鸥鸳鸯汇集成群，遮天蔽日。游禽在海河中戏水，涉禽在湿地漫步，伴鸣禽委婉动听的歌唱，翩翩起舞。假如你有雅兴，可起早观海上日出，还可漫步海边，领略一下人工建成的拦海百里大堤，近看宛如万里长城，远望却似一条长龙卧海。此外，那别具一格的



蒙古族的勒勒车



蒙古族的烤全羊

观景塔，登顶可尽观保护区景色。

3. 北京—东北三省草甸草原旅游

东北三省的草甸草原以其植物种类丰富、组成复杂、风光美丽而居我国三大草原之首。这里有10个草地类自然保护区，有被誉为丹顶鹤的故乡的扎龙自然保护区，有一望无际的羊草草原腰井子草地自然保护区等。丹顶鹤在我国被称之为仙鹤、仙客等，从古到今，一直被认为是长寿、吉祥、高雅、健美、纯洁的象征。其体态优美，鸣声嘹亮，飞如仙女飘逸，立似雪莲绽开，一直是文人墨客讴歌的对象。扎龙自然保护区，其20hm²的芦苇沼泽，塔头苔草沼泽，是我国鹤类最集中的最大繁衍场所，故被人们誉为“仙鹤的故乡”。正因为如此，扎龙自然保护区逐渐成为草地生态旅游的热点。

4. 北京—鄂尔多斯草地旅游

鄂尔多斯由于降水少、气候干旱，是灌木荒漠草原最具代表性的地区，这里大漠茫茫如海，沙丘滚滚似浪，尤其是展旦召苏木境内的银肯响沙，面临大川，背依沙脊，形似月牙，置身其中，趣味无穷。到鄂尔多斯旅游，不能不去游览成吉思汗陵，这是祭祀“一代天骄”的英雄之所，也是难得的观光胜地。1927年，成吉思汗病逝，葬于蒙古草原，几经变故，1954年始建于此，如今已建成长宽各1.5km的大陵园，周围坦荡一望无际。陵园建筑具有蒙古族典雅的艺术风格。

5. 北京—高寒草甸旅游

青藏高原的草地由于其自然条件十分严酷，草地植被比较特殊，充满神奇色彩。长期生活在这里纯朴的藏族牧民所保持的习俗与风情，以及建筑、历史文化等，对生态旅游者来说，具有极大的吸引力。中国科学院在青海设立的海北高寒草甸生态系统定位研究站，在这里进行长期的定位研究。

6. 北京—新疆山地草地旅游

阿尔泰山、天山山地内分布有岛状的山地草原，类型特殊，植物种类组成复杂，加之有林，下有荒漠，自然景观带十分清楚，因而更加诱人。在新疆所建立的草原、草甸以及荒漠等不同类型草地自然保护区，不仅有不同的自然景观，而且有天鹅等珍禽以及野生动物雪豹、盘羊等。



锡林郭勒草原上的旅游景点



成吉思汗陵

我国发展草原旅游有着巨大的发展潜力和广阔的前景，但是也有很多问题值得我们关注。我国草原旅游所涉及的地区大多位于我国边疆与少数民族地区，人为活动影响较小，自然面貌多保存较好，但是比较起来旅游潜在市场的存在并不等于现实市场的存在，因之发展旅游要在市场调查的基础上，根据我们的具体情况，有选择、有重点地逐步推进。在每一区（点）的建设上要因地制宜，突出特色。在加强服务设施建设同时，

要重视景区的保护。发展旅游要重视硬件与软件关系。长期以来，我们比较重视看得见、摸得着的硬件建设。如近年来饭店、旅馆、交通、饮食等硬件设施，确实发展很快，在许多地方都有较强的接待能力，但是那些看不见却对旅游业发展很有影响的软件，如服务意识、卫生管理注意不够。北京近几年抓了一下厕所改革，引起一定反响，而在许多接待单位，厕所太脏，臭味太重，床单、枕巾、被罩等不干净，实在使游客难以忍受。一些接待单位与其免费提供低质量的牙膏、牙刷、肥皂，倒不如在卫生方面下功夫，给游客留下美好的印象。发展草原旅游，有特色的旅游产品的开发也大有文章可做。仅以当地有特色的植物材料来讲，可以制作系列的各具艺术魅力的标本、种子、芳香油、野生花卉等，以蒙古族生活为背景的幻灯、画片、小型实物模型，以当地岩石与矿物为材料，可以制作各种标本为工艺品等（陈佐忠等，1999）。



四川若尔盖草原的旅游景点花湖

九、推动自然保护区工程建设

自然保护区是指在不同自然地带或者不同自然地理区域建立的一种保护自然资源或者特定生态系统的区域。目前，关于自然保护区的类型很多，但共同的地方就是首先要保护某些特定的自然资源或者特定的生态系统，并不影响保护任务的前提下，在科学研究、教育、生产、旅游、科普等方面都要发挥应有的作用。而就保护生物多样性而言，“保护区是保护物种及其遗传多样性最好场所”。不仅如此，自然保护区还是保护某些特定生态系统以及自然景观与人文景观重要而有效的途径。所以保证草原地区的可持续发展，推动自然保护区建设工程有其重要意义。

我国草原保护区的建立始于20世纪80年代，到2001年，全国不同级别（国家、省级、县级）的草地类自然保护区已有49处，其中国家级9处，占总数18%，省级22处，占总数45%，县级18处，占总数37%，而如果按草地类型计，草原类自然保护区有22处，占不同类型草地自然保护区45%，荒漠类型占27%，草甸类型占25%，高寒草地占4%。上述各类我国草地自然保护区的总面积为151309.25km²，占我国草地总面积（400万km²）的3.8%。我国草地

自然保护区的建设已取得了很大成绩,但仍存在一些问题,如对自然保护区的认识不够,管理体制不顺,规划与布局有缺陷,投入不足,力量薄弱,人才缺乏以及与周边社区发展协调等问题。这些都在一定程度上影响了我国草地自然保护区的发展。

面对我国草地自然保护区发展的现状和草地资源状况,要提高认识,理顺关系,健全法制,完善规划,加大投入,进一步加强我国草地自然保护区建设工程。

1. 要新建一批国家级草地自然保护区

2003年1月1日起施行的《中华人民共和国草原法》,其中第四十三条明确指出,在具有代表性的草原类型,在珍稀濒危野生动植物分布区;在具有主要生态功能和经济科研价值的草原,可建立草原自然保护区。根据我国草地类型状况,有必要新建一批国家级草地自然保护区,而新建草地自然保护区要从如下原则出发:

(1) 代表性。代表需要保护的草原、荒漠和热带—亚热带草地的植被及生物群落的类型要全面,重点类型不遗漏,同质同源类型不重叠。保护区的布局要合理。

(2) 要重视稀有性和自然性。所保护的区域内,生物群落的组成要丰富,或具有独特的物种保护价值和特殊的景观意义;要考虑保护对象的典型性、稀有性和自然性,要注意不同自然区域的过渡地带。

(3) 规模要适当。保护区的面积要大小适当。在保护区内既能反映各类资源与生境的空间组合规律,保持保护对象的整体性,又能照顾到当地实际生产的需要,不过多侵占生产用草地。

(4) 退化生态系统给予足够关注。选点不仅仅以原始的天然草地为对象,还要选择由于不合理开发的影响,生态环境已遭到破坏,加以保护能恢复的典型地区。希望通过建立保护区,弥补现存体制机制对保护草原生态功能方面的缺失,同时将建立自然保护区作为退化草原治理的重要手段和途径,使被动治理转为主动保护和治理,将建立的保护区作为“战略点”以点带面逐步扩大,促进整个区域的生态恢复,并为今后社会经济的可持续发展奠定基础。这样做对于退化草地生态系统的恢复,具有十分重要意义。在这方面,美国的做法可供参考。20世纪30年代以后,美国实行政府补贴鼓励农民弃耕,同时建立保护区。截至1996年,美国在北美大草原上已

建立444个保护区，对草原生态系统恢复起了重要作用。

2. 健全法制，加大投入

(1) 要转变观念，提高认识。尽管关于保护生物多样性，人与自然的和谐统一等方面的宣传。已经很多，但草地自然保护区的建设和管理，并未受到社会的普遍关注，要加强宣传，提高全社会的认识，动员社会各界和有识之士，共同完成对草地自然保护区的建设和管理。

(2) 拓宽经费渠道，增加经费投入。保护区的建设和发展，资金在很大程度上是基础。有关部门应加大自然保护区资金投入，将自然保护区建设纳入国民经济和社会发展规划，将基本建设费用、人头费用和保护管理事业经费纳入各级政府的财政预算，从而保证保护区持久而稳定发展。自然保护区是一项公益性事业，有巨大的生态效益，社会效益和潜在的经济效益。解决保护区的资金投入问题，要坚持多渠道开发的原则；各级政府要把保护区建设管理所需经费纳入基本建设计划和财政预算之中，国家对国家级自然保护区的补助资金，可通过建立自然保护区专项、纳入全国生态建设计划或环境保护计划的办法予以解决；各级自然保护区管理部门要增加对其管理的保护区的投入；鼓励社会捐助；积极争取国际资助。

(3) 人才培养是关键。保护区的发展，人才是关键。要制定措施，引进高素质的管理与科技人才，培养他们，留住他们，使保护区向科学、健康的方向发展。

(4) 制定优惠政策，促进自然保护区事业的发展。对保护区在实验区及外围地区进行的以生态旅游为重点的资源利用，各级政府和有关部门应予以资金、技术、税收等政策优惠，提高保护区自养能力。



我国第一个草原自然保护区——内蒙古锡林郭勒盟自然保护区

(5) 开展科学研究, 提高保护区管理水平。科学研究是建立自然保护区的基本功能之一, 又是自然保护区的一项基础性工作。积极开展自然保护区的综合科学考察, 提出科学的保护对策是自然保护区建设的一项重要基础性工作。保护区科研要坚持开放的原则, 不仅要依靠保护区的技术力量、依靠本系统的技术、力量, 而且要吸引各科研、教育等部门的专家学者积极参与, 提高科研水平和技术支持能力。

(6) 要健全法制。为了提高自然保护区的管理水平, 要健全自然保护区的法令、法规, 要制定不同自然保护区的实施细则, 使自然保护区的管理更加规范。

十、发展有机畜产品, 建立有机畜牧业生产体系

有机食品是不含人工合成化学物质的食品, 有机畜产品则是不含人工合成化学物质的畜产品。有机畜牧业生产体系则是生产有机畜产品的畜牧业生产体系。这一生产体系根据国际有机农业生产要求和相应标准生产、加工、贮存、运输并经有机食品认证机关的供人类食用或使用的一切畜食品, 包括奶及奶制品、肉及肉制品、皮及皮制品、毛及毛制品等。有机畜产品的必须具备四个条件:

(1) 原料来自有机畜牧业生产体系, 不使用化学肥料, 不使用化学农药, 不使用化学添加剂, 土壤无污染, 大气无污染, 水体无污染, 家畜饲养也尽可能是顺其自然, 充分利用天然资源放牧。

(2) 畜产品在整个生产过程中遵循有机食品的生产、加工、包装、贮藏、运输等标准要求。

(3) 有机畜产品流通过程中的质量检测体系是完整的、可信的。

(4) 经权威的有机畜产品认证机构认证。

在我国畜牧业生产发展的今天, 发展有机畜产品, 建立有机畜牧业生产体系, 应当引起我们的关注。因为有机畜产品的生产对我国畜牧业结构调整, 对区域与畜牧业的可持续发展, 对生态环境保护以及人民生活水平提高, 都具有重要意义。当然, 发展有机畜产品生产, 建立有机畜牧业生产体系也有许多困难和问题。因为与化学农业相比, 要求更高、更严格, 执行起来更困难。对已经习惯于化学农业的人与地区来讲, 要有观念的转变, 并有技术的转变。而

对于已长期化学农业的无机环境来讲，要有一个转换期，要有一个适应问题，但从长远看，我们应该从现在起，就应关注有机畜产品的生产问题。

发展有机畜产品，建立有机畜牧业生产体系意义重大。

在我国当前畜牧业生产发展中，发展有机畜产品，建立有机畜牧业生产体系，具有十分重要的意义。首先它是我国畜牧业结构调整的重要组成部分。50年代末，尤其改革开放以来，我国畜牧业发展取得了很大成绩，但其产品基本上还是传统的产品，这种高端的代表未来发展的产品，应在结构调整中有一定位置。其次，发展有机畜产品，在改善我国牧区严重的生态环境中有重要作用。我国草地的90%以上处于不同程度的退化之中，其直接原因之一是由于牲畜头数增加而导致的过牧。发展有机畜牧业，可以把牲畜头数适当降下来，让人们集中精力发展有机畜牧业，提高畜产品的质量，这对于防治草地退化，保护生态环境很有好处。发展有机畜产品，还有利于增加牧民收入，扩大出口与就业。有机畜牧业比较起来是劳动密集型产业，发展该产业可有效解决劳动力过剩的问题。有机畜产品具有较高附加值和更强的竞争力，特别在出口与国际市场上具



这里是发展有机畜产品的理想地方



1 草原牧鸡也很有特点

有一定优势。大力发展有机畜产品不仅可以提高我国畜产品的质量和在国际上的竞争能力，这对于有效解决我国农业目前面临的增产不增收问题。发展有机畜产品，还有利于解决现代畜牧业施用化肥、农药带来的一系列环境污染问题。可充分利用我国辽阔天然草地无污染的优势，尤其是边远和经济落后地区天然草地的优势，有利于促进西部地区的开发与经济发展。有机畜产品，也

可以提高畜产品质量与档次，丰富市场畜产品供应，满足社会不同层次人们的需要。有机奶、有机黄油等有机畜产品，是目前畜产品中的新品种，其市场定位较高，只是部分人群青睐的商品。生产一定数量有机畜产品，对于满足社会不同层次人们的需求，丰富市场畜产品的供应是有一定意义。

发展有机畜产品有广阔的市场背景。20世纪70年代以来，国际有机农业运动联盟会（简称IFOAM）倡导有机农业，生产有机食品。从全球看，2006年全球有机食品贸易总额大约1000亿美元，但有机畜牧业产品1999年销售额为1760万美元。所以有人说有机食品是“21世纪最健康的食品”。

建立有机畜牧业生产体系要抓住两个关键环节，即合格背景与过程控制。合格的背景，就是要解决建立有机畜牧业生产系统中清洁的无污染的无机环境。这一无机环境，包括土壤环境、大气环境与水环境。土壤环境要求符合国家颁布的《土壤环境质量标准》

（GB 15618-1995）起码要达到二级标准。在我国辽阔草原的绝大部分地区，因其长期以来基本不施肥，不灌溉，无污染，这一标准，基本都可达到。大气环境也很重要，要求按照保护农作物的大气污染物最高允许浓度（GB9137-88）对大气质量进行监测，对周围存在大气污染源的情况下，要进行认真处理。而地下水、地表水与灌溉水的水质则要达到或高于种植农作物的水质标准。在有机食品生

产背景值合格的基础上,有机食品生产的另一重要环节,就是生产过程的全面控制。为此,要编制有机食品发展规划。对有机种植、有机养殖、有机加工、有机配套产业、有机农业害虫等防治、有机观光旅游、有机市场体系建设、有机文化建设、特色农产品保护与特色加工业建设的发展方向、发展重点、布局、规划与进度等都要作出比较明确与细致的规定。有机食品的另一重要工作是认证问题,这是保证有机食品的4个重要条件之一。目前我国可进行有机食品认证的体系已初步建立起来。

十一、建立草原生态补偿机制

生态补偿是一种使外部成本内部化的环境经济手段,对其概念的定义尚有不同看法。一般可将其归纳为广义与狭义2种:广义的生态补偿包括污染环境的补偿和生态功能的补偿,即对损坏资源环境的行为进行收费或对保护资源环境的行为进行补偿,以提高该行为的成本或收益,达到保护资源的目的。狭义的生态补偿是指生态功能的补偿,即通过制度创新实行生态保护外部性的内部化,让生态保护成果的受益者支付相应的费用;通过制度设计解决好生态产品这一特殊公共产品消费中的“搭便车”现象,激励公共产品的足额供应;通过制度变迁解决好生态投资者的合理回报,激励人们从事生态保护投资并使生态资本增值的一种经济制度。费世民等(2004)则认为生态效益补偿的内涵有3种观点:为了控制生态破坏、遏止资源衰竭而征收的费用以及类似生态效益补偿的资源补偿费。一般而言,所谓生态补偿是指自然资源使用人或受益人在合法利用自然资源过程中,对自然资源所有权人或对生态环境保护付出代价者支付相应的费用,其目的是支持和鼓励生态脆弱地区更多承担保护生态环境责任。在我国正在建立草原补偿机制是十分必要的,这是由于:

(1) 辽阔的草原为社会、为公众提供大量公益性产品而使公众受益。既然公众受益,就应该由其代表者政府来付费。我国有60亿亩不同类型的草地,约占国土面积的40%。其所具备的气体调节、气候调节、水调节、土壤形成、养分循环、休闲、文化等多方面的生态功能,这些功能所提供的有形或无形的产品,或者称之为生态

产品，其价值十分巨大，有人作过估算，仅以气体调节一种功能而言，在内蒙古草原生态系统每年固定CO₂的总价值为 1.144×10^{10} 元，（闵庆文等，2004），即每年每亩39元。尽管对这一估算仍有不同争论，但可看出其价值十分巨大。却是不容置疑。而这一价值并不是仅由草原地区人们所享用，而是为全社会、全体公众所享用或受益。所以你享用了受益于草原这一巨大功能产品，你就应该为之做出补偿，尽管不是等价补偿，那也应该作出相应补偿。

(2) 草原有许多有形的巨大的可实现的经济价值，但受政策的制约或者草原资源自身特点的限制而不能变现，因之政府应该做出补偿。比如，辽阔的草原有许多地区自然条件优越，年降水量可在450mm左右，自然植被为草甸草原，土层深厚，有机质含量可在4%以上，是我国最为肥沃的黑钙土，开垦种植粮食作物比较有利。但为了保护我国北方的生态安全防止荒漠化，我们不能进行开垦，即使有的地方已经开垦，也要退耕还草，这在一定程度上体现出为了大局和全体民众的公共利益而做出局部牺牲。再比如，草原有许多天然资源，如发菜、甘草和许多药用植物，本来可以开发，但为了防止生态环境的破坏，为了生态安全的大局而不能开发，对已开发的必须加以限制，这也是在一定程度上为了大局、为了公众而做出的牺牲。对于这些牺牲难道生态安全的受益者不应该做出补偿吗？

(3) 目前草原地区的生态环境恶化与生态系统退化在一定程度上是因为它们为国家今日发展做出了巨大贡献，而在过去国家为此付出很少。我国目前90%以上的草原都处于不同程度的退化之中，生态环境遭到不同程度的破坏。分析其原因，主要是因为近半个世纪以来从草原输出的多，输入的少，拿走的多，给予的少，两者极不平衡。有人做过估算（张建华等，1991），在建国后38年间，国家支援牧业的总资金87.4亿元，占牧业产值的1.6%，其中牧业基础仅占产值的0.29%，产出与投入之差十分巨大。也有人从物质循环的角度计算，如白音锡勒牧场，面积3730km²，在1953~1980年的28年间，输出的牛14 558头，马42 776匹，羊340 944只，羊毛4400t，奶6822t，总计输出纯氮15 728.9t，折合硫酸按786 440t之多；而实际上很少输入（陈佐忠，1987）。这种入不敷出的局面，起初很不明显，后来好像滚雪球一样，越来越大，及至今日已十分严重。这在

很大程度上可以认为是草原地区为我国经济基础的建立，为我国今日发展做出了巨大贡献，而享用发展成果的我们难道不应为之做出补偿吗？

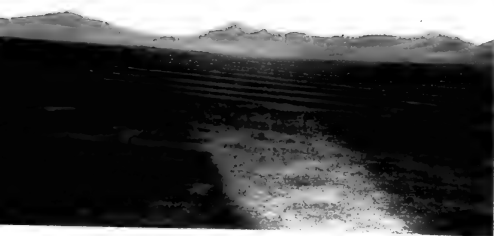
(4) 草原地区牧民的渐趋贫困引起区域性、局部性社会不公平。草原地区牧民一方面忍受经济的贫困，一方面又要肩负起生态环境保护的重大压力，要坚持以人为本，为社会的公平、和谐、可持续发展做出贡献。从整体看，我国草原地区目前经济的发展大大落后于东部地区，与其他地区相比，也很落后，这已经引起了区域性、局部性的社会不公平。我们要建立一个和谐的、公平的社会，要以人为本，要实现可持续发展，对这些地区进行补偿也是必要的。

(5) 从草原在全国、全世界的地位与优势来看，补偿草原、保护草原也十分必要。我国草原面积之大，世界第二，而草原类型之丰富，堪称世界第一。其中温带草原、高寒草地特色十分明显。90年代，澳大利亚一位有名的草地科学家访问锡林郭勒草原，当他看到草甸草原美丽的景观时，兴奋不已，再三希望我们保护好这片美丽的草原，留给我们的后代子孙（陈佐忠等，2006）。

迄今为止，我国还没有明确提出草原生态补偿制度，但实际上已做了许多类似的工作，如退耕还草工程、退牧还草工程等，这在一定意义上是一种补偿。如何建立草原生态补偿机制？费世民等（2004）提出生态补偿的原则应是国家扶持为主，宏观调控，良性循环；直接受益，法定补偿；分类补偿；重点突出等。这些都值得我们借鉴。草原生态补偿，并不是全部草原。首先，应主要是草原

中以生态效益为主体的草原。如草原生态功能区、草原自然保护区、草原生物圈保护区等。

多渠道筹集资金是解决资金来源基本原则，如：国家财政无偿扶持、补偿基金、受益者生态建设费用、发行国债、捐助、全民义务绿化费、生态税等。其中国家财政无偿扶持应是主要部分。而补偿标准应



开垦草原

公平、合理、逐步提高，实际操作中，不可能一步到位，要循序渐进。目前最紧迫的是把补偿机制建立起来，标准要量力而行，范围可由小到大。实施草原生态补偿，建立草原生态补偿机制，这是一个十分重要的问题，对于保护我国已有的草原，治理退化的草原，保护我国北方地区的生态屏障，稳定边疆，以及繁荣牧区经济都具有重要意义。

十二、草原不是“宜农荒地”

我国草原的退化之所以这么严重，其原因是复杂的，其中认识和观念十分重要，特别是决策者的认识最重要。草原是什么？草原的特点、规律有哪些？草原的重要功能是什么？我们曾经认为草原是荒地，好的草原是宜农荒地，所以开垦草原。开垦好的草原曾经是天经地义的事。在我国，曾经有三次大规模的开垦草原的高潮。这三次大规模的草原开垦，虽然背景不同，但都给我国草原造成一定的破坏。现在我们实施退耕还草工程，在某种意义上，正是要弥补这种损失。

十三、要清理“官办牧场”和“义务牧畜”

草原退化原因很复杂，不同地区也不尽相同。归结起来是气候变化与长期不合理的人类活动共同作用的结果。在不合理的人类活动中，超载过牧、开垦、不合理的割草、樵采等是主要的直接的因素。其中，超载过牧是带有普遍性的问题，也是许多地区最主要的因素。

超载过牧与政府倡导的“头数畜牧业”有关，也与牧民长期形成的“头数即财富”观念有关。而不断增加的牲畜头数中，有相当一部分来自“官办牧场”和“义务牧畜”，这是不合理的两部分，应该清理。

在过去一段时间内，某些地区的事业、行政单位，利用手中的权力，在牧区兴办各种名目的牧场，以解决其副食品供应。他们无偿地占用牧区的草地资源养羊牧牛，被牧民称之为“官办牧场”。他们的羊群牛群增加了草地的放牧压力。现在随着经济的发展，应

该清理这部分“官办牧场”。

与这些“官办牧场”相似的是“义务牧畜”。在清朝，许多寺庙饲养的大量牲畜由牧民无偿代为放牧。新中国成立后，这些为寺庙代养的义务牧畜消灭了，但代之而来的是一些人也利用手中的权力，让牧民为之放牧牲畜。他们不花钱或者少花钱就可无偿地占有牧区的草地资源，从而加重草场的压力。这种被称之为“黑羊”“黑牛”的数量，在一些地区可达到10%以上或者更高。这种一边拿着俸禄，一边无偿占有牧区草地资源而与牧民争食的行为不合理，不道德，也应该清理。有人曾计算过，假如清理了“官办牧场”与“义务牧畜”的牲畜，我们一些地区的超载是很有限的了。

今天，人们普遍改变了对草的看法，国家有专门的法律如草原法来管理草原，投入了更多的经费用于种草和保护草原，许多城市都有以草坪为主的广场，房地产也因美丽的草坪而升值，爱护草坪成为人们的共识，草地科学研究也出现空前繁荣的局面。所以，我们有理由相信，我国草地面临的许多问题将会得到解决，我国的草原的未来会更美好。

参考文献

巴齐列维奇. H. H. 草甸草原和草原土壤形成中灰分物质和氮素的生物小循环//中国地理学会自然地理专业委员会. 1965. 生物地球化学省与植物—土壤元素交换. 北京: 科学出版社.

白永飞, 李凌浩, 黄建辉, 陈佐忠. 2001. 内蒙古高原针茅草原植物多样性与植物功能群组成对群落生产力稳定性的影响. 植物学报(英文版), 43(3):280—287.

布和朝鲁. 2005. 关于围封转移战略的研究报告. 内蒙古社会科学(汉文版). 26(2):137—141.

陈杰, 张学雷, 龚子同, 王军. 2001. 土壤多样性的概念及其争议. 地球科学进展, 16(2):189—193.

陈仲新, 张新时. 2000. 中国生态系统效益的价值. 科学通报, 45(1):17—22.

陈佐忠. 1983. 锡林郭勒草原植物资源的合理利用与保护. 内蒙古畜牧业, 5:2—4.

陈佐忠. 1987. 内蒙古白音锡勒牧场生态系统氮素循环的初步分析与其生态对策的探讨. 农村生态环境, 11:16—21.

陈佐忠. 1990. 我国天然草地生态系统的退化及其调控//中国科学技术协会学会工作部编. 中国土地退化防治研究. 北京: 中国科学技术出版社.

陈佐忠. 2000. 草、草原、我们的未来. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社.

陈佐忠. 2001. 我国的草地与生态环境. 科学对社会的影响, 3:32—37.

陈佐忠, 黄德华, 娜顺德力格, 斯琴高娃. 1991. 内蒙古乌兰察布荒漠草原棕钙土氮素与灰分生物积累的特点. 地理科学, 11(2):118—124.

陈佐忠, 黄德华. 1985. 内蒙古锡林河流域栗钙土形成的植被条件与栗钙土形成过程的初步研究. 地理科学, 5(4):317—323.

陈佐忠, 黄德华. 1988. 内蒙古锡林河流域草甸草原的特点及其

对黑钙土形成过程的影响.地理科学, 8(1):38-46.

陈佐忠, 黄德华, 姚依群, 张鸿芳. 1994. 内蒙古草原植物的营养元素特征//姜恕, 陈昌笃主编. 植被生态学研究. 北京: 科学出版社, 471-483.

陈佐忠, 汪诗平. 1997. 略论北方草地畜牧业的集约可持续发展//牛德水主编. 农业生物化学研究与农业持续发展. 北京: 科学出版社, 270-274.

陈佐忠, 汪诗平. 2000. 中国典型草原生态系统. 北京: 科学出版社.

陈佐忠, 汪诗平. 2006. 关于建立草原生态补偿机制的探讨. 草地学报, 14(1):1-3.

陈佐忠, 王艳芬. 1999. 中国草原生态旅游的资源分析与路线设计//中国旅游业可持续发展研究组. 中国旅游可持续发展研究. 石家庄: 河北科学技术出版社.

陈佐忠, 张鸿芳. 1992. 内蒙古典型草原地带118种植物的热值//中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站编. 草原生态系统研究(第4集). 北京: 科学出版社, 41-48.

祝廷成主编. 2004. 羊草生物生态学. 长春: 吉林科学技术出版社, 317-318.

戴昆, 潘文石, 钟文勤. 2001. 荒漠鼠类群落格局. 干旱区研究, 18(4):1-4.

丁立威. 2006. 甘草市场告急, 发展迫在眉睫——来自市场的调查报告. 中国现代中药, 8(12):40-41.

董维惠, 侯希贤, 杨玉平. 鄂尔多斯沙地草场鼠类群落演替的研究. 中国媒介生物学及控制杂志, 16(3):182-184.

董云社, 齐玉春. 2006. 草地生态系统碳循环过程研究进展. 地理研究, 25(1):182-183.

杜青林主编. 2006. 中国草地可持续发展战略. 北京: 中国农业出版社, 3.

樊江文, 钟华平, 梁颢, 石培礼, 于贵瑞. 2003. 草地生态系统碳储量及其影响因素. 中国草地, 25(6):51-58.

费世民, 彭镇华, 周金星, 杨冬生. 2004. 关于森林生态效益补

偿问题的探讨. 林业科学, 40(4):171-179.

高权荣, 刘永江, 石珍宝. 2002. 内蒙古锡林河中游草原生态系统土壤昆虫调查研究初报. 中国草地, 24(4):75-77.

谷雅麟, 成悦胜. 2001. 锡林郭勒盟盟情与发展战略. 呼和浩特: 内蒙古教育出版社.

郭中伟, 李鸿昌. 2002. 关于蝗虫多样性与草原生态系统可持续发展的若干科学问题. 昆虫知识, 39(6):401-405.

何光炜主编. 2004. 中国旅游业50年. 北京: 中国旅游出版社.

黄德华, 陈佐忠, 张鸿芳. 1987. 内蒙古锡林河流域不同类型草原根系生物量的比较研究. 植物学集刊, (2):67-81.

郝诚之. 2003. 瀚海凭栏. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社.

贾慎修. 1965. 草地经营学. 北京: 农业出版社.

贾慎修. 1964. 我国草原存在的问题及其利用改良途径. 中国农业科学, 3:1-3.

姜汉桥等. 2004. 植物生态学. 北京: 高等教育出版社, 111.

李博. 1979. 中国草原植被的一般特征. 中国草原, 1:1-4.

李博. 1990. 中国的草原. 北京: 科学出版社.

李博. 1997. 中国北方草地退化及其防治对策. 中国农业科学, 30(6):1-5.

李博主编. 2000. 生态学. 北京: 高等教育出版社, 271.

李鸿昌, 陈永林. 1988. 内蒙古典型草原亚带锡林河流域蝗虫区系的研究. 草原生态系统研究(第2集), 26-44.

李凌浩, 陈佐忠. 1996. 草地生态系统碳循环及其对全球变化的响应. 植物学通报, 15(2):14-22.

李凌浩, 李鑫, 白文明, 王其兵, 闫志丹, 袁志友, 董云社. 2004. 锡林河流域一个放牧羊草群落中碳素平衡的初步估计. 植物生态学报, 28(3):312-317.

林厚萱, 章慧麟, 侯学煜. 1957. 酸性土、钙质土和盐碱土指示植物的化学成分. 土壤学报, 5(3):247-270.

刘爱军, 邢旗, 苏日娜, 王晶杰, 郭桂芳. 2003. 锡林郭勒盟草原禁牧休牧效果监测研究. 内蒙古草业, 15(3):1-4.

刘丽梅, 吕君. 2006. 内蒙古旅游业发展的实践分析及总体评价.

干旱区资源与环境, 20(1):62-67.

刘敏, 陈田, 钟林生. 2006. 草原旅游资源深度开发研究. 资源开发与市场, 22(4):388-390.

刘务林. 2005. 西藏藏羚羊. 西藏科技, 11:26-27.

刘新民, 杨劼. 2005. 干旱半干旱区几种典型生境大型土壤动物群落多样性比较研究. 中国沙漠, 25(7):216-222.

刘艳, 舒红, 李杨, 蔡晓斌. 2006. 天山巴音布鲁克草原植被变化及其与气候因子的关系. 气候变化研究进展, 2(4):173-176.

柳学军. 2002. 对锡林郭勒盟实施“围封转移”战略的思考. 林业工作研究, 3:29-34.

陆缜, 沈承德, 高全州, 孙彦敏, 易惟熙, 李英年. 2006. 高寒草甸土壤有机磷储量及其垂直分布特征. 地理学报, 61(7):720-728.

玛依达. 2000. 哈萨克民族文化之根——神话故事. 新疆教育学院学报, 16(3):80-81.

闵庆文, 刘寿东, 杨霞. 2004. 内蒙古典型草原生态系统服务功能价值评估研究. 草地学报, 12(3):165-175.

秋郎. 2002. 藏族史诗《格萨尔》与色达牧区文化. 西藏艺术研究, 3:39-55.

施大钊, 钟文勤. 2001. 2000年我国草原鼠害发生状况及防治对策. 草地学报, 9(4):248-252.

宋永昌. 2001. 植被生态学. 上海: 华东师范大学出版社, 402.

孙鸿烈主编. 2005. 中国生态系统. 北京: 科学出版社, 489-707.

孙燕姿, 张学雷, 陈杰, 檀满枝. 2005. 土壤多样性的概念、方法与研究进展. 土壤通报, 36(6):954-958.

唐海萍, 刘书润. 2001. 内蒙古地区的C₄植物名录. 内蒙古大学学报(自然科学版), 32(4):431-438.

宛新荣. 2001. 沙漠上的小精灵. 知识就是力量, 2:12-13.

汪诗平, 陈佐忠. 2005. 草地自然保护区的战略研究//侯向阳主编. 中国草地生态环境建设战略研究. 北京: 中国农业出版社, 247-257.

汪诗平, 李永宏, 尹承军, 黄德华. 1998. 不同管理要求下几种

最适宜放牧率的分析和探讨//陈佐忠,汪诗平主编.典型草原草地畜牧业优化生产模式研究.北京:气象出版社,29-40.

王宝林,米景川,郭广大,韩敏.2003.大兴安岭低山区啮齿类动物的垂直分布.中国媒介生物学及控制杂志,14(5):375-376.

王长根.2001.西部大开发应注意的几个气候问题.内蒙古气象,2:6-8.

王涛,陈广庭,钱正安,杨根生,屈建军,李栋梁.2001.中国北方沙尘暴现状及对策.中国科学院院刊,5:343-348.

王献溥,崔国发.2003.自然保护区建设与管理.北京:化学工业出版社,112.

维诺格拉多夫 B. B. 1965.生物地球化学省//中国地理学会自然地理专业委员会.生物地球化学省与植物—土壤元素交换.北京:科学出版社,1965.

谢高地,鲁春霞,肖玉,郑度.2003.青藏高原高寒草地生态系统服务价值评估.山地学报,21(1):50-55.

谢高地,肖玉,鲁春霞.2006.生态系统服务研究:进展、局限和基本范式.植物生态学报,30(2):195-199.

谢高地,张德铨,曾春霞,郑度,成升魁.2001.中国自然草地生态系统服务价值.自然资源学报,16(1):47-53.

邢莉,易华.1998.草原文化.北京:民族教育出版社.

胡鞍钢,温军.2004.西部开发与民族发展.西北民族大学学报(哲学社会科学版),3:30-56.

杨富裕,陈佐忠,张蕴薇.2007.草原旅游理论与管理实务.北京:中国旅游出版社.

杨峻山,谢凤指,刘庆华,吴霞.2006.新疆雪莲的香豆素类化学成分研究.中国药学杂志,41(23):1774-1776.

杨元合,朴世龙.2006.青藏高原草地植被覆盖变化及其与气候因子的关系.植物生态学报,30(1):1-8.

泽旺.2003.藏族文化与旅游.阿坝师范高等专科学校学报,1:33-35,73.

张建华,侯少华.1991.牧区经济发展.北京:中国经济出版社,32.

张明华. 1996. 中国的草原. 北京: 商务印书馆, 101.

张宪洲, 石培礼, 刘允芬, 欧阳华. 2004. 青藏高原高寒草原生态系统土壤CO₂排放及其碳平衡. 中国科学 D辑: 地球科学, 34(增刊II), 193-199.

张新时. 2000. 草地的生态经济功能及其范式. 科技导报, 8:3-7.

张学雷, 陈杰, 张甘霖, 檀满枝. 2004. 海南岛成土母质的地形多样性分析. 土壤学报, 4(2):170-175.

郑易生, 孙桢. 2004. 建立“生态特区”实现生态补偿. 中国环境报, 12-5.

中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 1988. 中国自然地理: 植物地理(下册), 中国植被地理. 北京: 科学出版社, 42.

中国社会科学院语言研究所词典编辑室编. 现代汉语词典. 北京: 商务印书馆, 107.

中国植被编辑委员会编著. 1995. 中国植被. 科学出版社, 152-156.

仲延凯, 包青海, 孙维. 1991. 内蒙古白音锡勒牧场地区天然割草制度的研究. 生态学报, 11(3):242-249.

仲延凯, 贾志斌. 1987. 内蒙古白音锡勒牧场地区天然割草场资源的调查研究. 干旱区资源与环境, 11(3~4):95-108.

周寿荣主编. 1996. 草地生态学. 北京: 中国农业出版社, 1.

后 记

自1978年底我开始草原科学研究以来的20多年时间里，我国草原的面貌发生了很大变化，草原科学研究取得了很大的进展。关于草原、草原科学我也有了许多新的认识，其中关于草原多功能、草原可持续发展、自然科学与社会科学的结合的重要、草原生态系统研究的复杂与困难以及团结而又不乏争论的草原科学研究团队的组建和珍视等方面，给我的印象最为深刻。

长期以来，我们特别重视草原经济功能，一提到草原，就强调其是重要的畜牧业基地，生产肉奶皮毛的重要。而自20世纪90年代以后，草原的多功能逐渐引起人们的重视，草原地区生态功能优先的原则现在已成为许多人的共识，这是草原功能认识上的一个很大的变化，也是写作本书的基本指导思想。

草原退化是目前制约草原地区可持续发展的主要原因，对其进行治理不能单纯靠自然科学技术，还要与社会人文科学相结合，这是社会发展的大趋势，也是必然要求。因此在本书的写作过程中，在这些方面，也力求能够有所体现。

1987年建立的中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站，其目标是进行“草原生态系统结构、功能过程与提高生产力途径”的研究。中国科学院、国家有关部门和内蒙古自治区都投入了大量的人力、物力，经过许多老、中、青科学家多年的努力，发表了许多论文和报告，积累了大量的资料，取得了丰硕的成果，我也希望在本书的写作过程中能够有所反映。

而最令我难以忘怀的是我们那个特殊的草原生态系统科学研究的团队，一些不同学科、不同年龄、不同兴趣、不同经历的科技工作者相聚在大草原的腹地，条件很艰苦，生活很困难，但目标很明确，心地很单纯，力量很集中，心情很愉快，10多年时间里，有磕磕碰碰，有面红耳赤，但心中没有芥蒂，就是到了今天，许多人已经进入古稀之年，大家都还怀念那段难忘的岁月，经常回忆曾经有过的争论。本书的完成，我特别感谢在那段日子和以后给我许多帮助的同事们和朋友们。也十分感谢长期以来默默无闻、无条件支持

我的亲人们。并以此贡献给他们作为永久的纪念。

由于水平有限，尽管很尽力，但书中仍会有错漏与不足之处，恳请读者批评指出，作者表示衷心感谢。

E-mail: chenzuozhong@yahoo.com.cn

到期	2008.12
来源	赠阅
价	40
据号	
日期	

陈佐忠

2007年12月5日

于北京香山

中科院植物所图书馆



S0053026



“生物多样性保护”系列丛书

- 《生物多样性就地保护》
- 《遗传资源保护与利益共享》
- 《转基因生物安全吗》
- 《中国海洋生物多样性的保护》
- 《植物园——抢救植物的迁地保护》
- 《中国杜鹃花解读》
- 《物种的保护》
- 《民族文化与生物多样性保护》
- 《走进草原》
- 《湿地生物多样性保护》

策划、责任编辑：吴金友 于界芬
封面设计：傅晓斌

ISBN 978-7-5038-5238-1



9 787503 852381 >

定价：40.00 元