

中国北方天然草场 改良技术交流会议资料汇编

中国农业科学院草原研究所草原改良利用研究室

1986 年3月

呼和浩特



1985年1月24日中国草原学会理事长贾慎修教授接见与会全体代表

编 者 的 话

本汇编是根据1985年春在呼和浩特召开的“我国北方草原改良技术交流会议”期间代表们提交的论文编印的。本着尊重原文、保证质量的前提，在汇编时我们对部分文章进行了必要的整理、加工和修改，对有的文章还作了较大的删改。由于时间仓促，未能一一征求作者们的意见，因此不妥之处在所难免，敬请提出批评指正。

在汇编过程中，我们聘请《中国草原》编辑部郎炳耀同志为责任编辑，为此付出了辛勤的劳动，在此谨表致谢。

编 者

1986年6月1日

目 录

天然草场改良综合技术交流会议纪要.....	(1)
-----------------------	-------

草地生态学

草原改良的生态学基础.....	李 博 (4)
关于发展生态畜牧业的探讨.....	王明昶 (15)
伊克昭盟坚持建设、发展生态牧场及生态畜牧业.....	胡 琰等 (20)

草地改良和培育

在半干旱地区用浅翻方法改良草原.....	马志广 聂素梅等 (23)
综合改良天然草原提高生产力的研究.....	于振田 (28)
松土改良冷蒿草原的研究.....	马志广 陈敏 色音巴图等 (33)
草场改良试验报告 (1975~1981年).....	潘学清等 (38)
蒿属退化草场松土补播改良试验.....	任继生 (43)
退化草场改良试验报告 (1981~1982年).....	陈自胜 王喜春等 (48)
阿拉善荒漠地区退化、沙化草场的治理及其改良途径的探讨.....	陈善科 (52)
锡林郭勒干草原施氮磷肥试验.....	马志广 王育青等 (55)
坝上地区野大麦、苔草打草场的施肥效果.....	河北省国营察北牧场试验站 (63)
退化干旱草场的培育.....	邹继范等 (66)
飞播是改良沙丘沙地的有效措施.....	张郁华等 (67)
贵南飞播牧草试验初报.....	王志远等 (69)
哲盟东部盐碱化草牧场改良利用研究初报.....	胡其文等 (72)
坝上草原退化的原因及其治理措施.....	郭景云 (75)
下湿滩地草场改良、更新、管理综合技术研究报告 (1979~1981)	姬祖烈等 (77)
浅翻松耙改良退化羊草草场的试验报告.....	内蒙古突泉县草原站 (80)
重盐碱地改良试验报告.....	河北省察北牧场实验站 (85)
浅耕松土补播改良退化草场的研究.....	内蒙古锡盟草原建设管理局 (89)
天然草场改良的综合技术及其效果.....	张 荣 (91)

四川西部天然草地的有毒有害植物及其防除.....	汤宗孝等 (94)
--------------------------	-------------

人 工 草 地

辽西北人工草场建设试验报告 (草场部分)	
.....	辽宁省西北部人工草场建设试验课题组 (99)

草地资源及利用

松嫩平原草地资源的发展潜力.....	徐任翔 (104)
吉林省西部草原的利用改良和建设问题.....	陈自胜等 (107)
定边草原退化的原因及防治措施.....	葛 蓬 (110)
高产羊草土壤条件的调查研究.....	李洪超 (114)

草地改良机械

9 CXB—1.75型松土施肥补播机经济效益剖析.....	熊同仝等 (117)
草原切根松土部件试验报告.....	许广山等 (123)
草原松土施肥机研究试验报告.....	吉林省白城地区农机研究所 (128)

附件

9 CXB—1.75型牧草松土施肥补播机使用说明书.....	(133)
--------------------------------	---------

天然草场改良综合技术交流会议纪要

一

根据农牧渔业部畜牧局(84)农牧(科)字第336号文件关于开展“天然草场改良和9 CXB—1.75型松土施肥补播机区划试验”研究的精神,由中国农业科学院草原研究所主持,于一九八五年元月二十一日至二十六日在呼和浩特市召开了天然草原改良综合技术交流会。来自北方10个省(区)的科研、教学、基层场站、农机水利及新闻等46个单位的66名代表出席了会议。会议听取了农牧渔业部畜牧局陈局长传达胡耀邦同志对发展畜牧业指示的录音报告,中国草原学会理事长贾慎修教授亲临大会指导并作了学术报告。会议还邀请内蒙古大学生物系李博教授,内蒙古农牧渔业厅高级畜牧师王明昶同志分别作了关于草原生态和生态畜牧业方面的学术报告。中国农业科学院草原所改良利用研究室付主任马志广同志介绍了英国的草地概况,并放映了加拿大、美国和英国草地管理方面的幻灯片。会议共收到草场改良方面的学术论文30余篇。

会议交流了经验,分析了我国天然草场的现状,研究了今后草场改良工作的区划、方向和任务,落实了天然草场改良和9 CXB—1.75型松土施肥补播机区划试验的协作计划。为了进一步加强信息传递,促进草原改良工作的更快发展,根据与会代表们的意见,通过协商建立了“天然草场改良情报网”,中国农科院草原研究所任情报网组长,新疆草原所和吉林省农科院畜牧所任付组长。

二

会议认为,建国以来党和政府对草原改良工作十分重视,特别是党的十一届三中全会以来,全面贯彻了党对发展农村经济的一系列方针、政策,草原、牲畜双承包生产责任制的落实,极大地调动了亿万群众建设草原、改良草场的积极性。到一九八三年为止,全国累计人工种草和改良草场面积达5,000万亩,围栏草场面积累计达6,000万亩,仅一九八四年我国天然草场改良面积已达到2,700万亩,创造了历史以来最好成绩。

与此同时,草场改良的科学研究工作也由浅入深,由点到面的迅速发展。由过去浅耕翻的单一因子向深松耕、松土补播、施肥、灌溉等多因子的综合改良技术发展,由小面积的试验向大面积的示范推广发展,由单纯的草原改良研究向与土壤、植物、微生物、畜牧和农机部门等多学科密切结合的草原生态系统的方向发展,加快了草原改良的步

伐,取得了一批科研成果。中国农科院草原研究所从一九七二至一九八四年先后在锡盟、昭盟等地浅耕翻改良以羊草为优势种的退化草场,产草量增加29.3—107%,其中羊草产量提高了1.7—5.5倍,耕翻一次持续利用13年的草场,产草量仍能增产31.8%;松土改良冷蒿草原,其牧草产量增加27—87%,效果可持续八年;黑龙江省采用先种草木樨第二年翻压绿肥复种羊草的办法改良瘠薄草原土壤获得显著的增产效果。吉林省西部依靠群众,采用围栏、浅耕翻和种草等综合措施改良草场,截至一九八四年围栏草场面积已达400多万亩,围栏后休闲可增产27%到一倍,浅翻增产54%到3.8倍,深松增产57%到1.5倍。白城地区农机化研究所与吉林农科院畜牧所和白城地区畜牧所密切协作,积极研制改良草场的切根松土部件,使LS—735型深松机更加完善,大大减少了植被的破坏面积,一九八四年完成作业面积2.5万亩,深受用户的欢迎。新疆草原所对蒿属退化草场进行松土补播木地肤提高产草量0.63%—1.7倍,翻耕播种木地肤提高产量2—3倍,其高产性能七年不见衰减。甘肃省草原队在干旱草原采用围栏保护、施肥、灌溉、耕翻等措施,使优良牧草比例增加了12.8%,产草量提高了2.1—30.3%。内蒙古阿拉善盟一九八〇年以来,在流动、半流动沙地上人工补播籽蒿和沙拐枣30余亩,植被盖度由播前的1.7%增加到70%,籽蒿平均株高99.5厘米,冠幅96厘米,产草量由播前每亩0.40斤增加到90多斤。不仅控制了沙害,而且获得了明显的经济效益。

河北省察北牧场实验站一九八三年利用开沟起垄播种碱茅、野大麦改良重盐碱地的经验已见成效,为开发利用坝上重盐碱草地资源,增加饲料生产创造了经验。内蒙古突泉县一九七四年浅耕翻改良草场使羊草产量直线上升,12年平均增产258.39%,而且牧草质量也大大提高,经济效益显著。处理三年后的草场每亩净收入13.30元,投资少、见效快,一年投资多年收益。内蒙古呼盟草原研究所从一九七七至一九八一年利用浅耕松耙、施肥、松土补播等措施改良退化草场,产草量提高8—186%。另外,他们用浅耕后种油菜的办法解决了改良当年的收益问题,受到了牧民的欢迎。在天然草场改良新型机具研制方面,中国农科院草原研究所研制成功的9CXB—1.75型松土施肥补播机能在天然草场上一次作业完成松土、施肥补播,现已通过技术鉴定。会议期间,各地代表还就土壤水分变化情况,无草草场有毒、有害植物及其防除等方面的问题广泛地交换了意见。

三

会议期间,与会代表们认真讨论了天然草原松土补播、施肥试验协作方案。开展这项协作试验的目的,是通过在不同土壤条件、不同降水量和不同草场类型上进行松土、补播、施肥等单因子和复因子试验,探求提高草原生产力的综合技术措施。试验内容主要是松土、松土加施肥、松土加补播和松土加补播加施肥。手段是利用中国农科院草原研究所研制的9CXB—1.75型松土施肥补播机。会议经过协商,初步确定吉林省农科院畜牧所、内蒙古兴安盟图牧吉牧场、赤峰市短角牛场、内蒙古草原研究所、内蒙古农机研究所试验站、陕西省榆林地区草原站、新疆草原研究所七个单位为这一项目的协作单位。会议对这项协作方案、经费预算、试验效果和协作条件等提出了初步意见,会后由项

目主持单位——中国农科院草原所向农牧渔业部汇报，经批准后实施。

会议经过充分酝酿，确定建立“全国天然草原改良情报交流网”，参加这次会议的单位是这个组织的当然成员。今后随着工作的深入，组织将不断扩大。这个组织的目的是及时通报各地区在天然草原改良方面的研究成果、交流经验和传递信息，使天然草原改良更好地为畜牧业生产服务。会议要求，各成员单位及时向牵头单位提供试验情况和有关信息，由牵头单位向成员单位印发。

四

会议认为，在总结经验，肯定成绩的同时，还要看到我国草原研究上还存在问题。长期以来，由于我们只强调发展牲畜头数，忽视草原建设，只要求草原输出，不给草原输入，使草原生态平衡遭到破坏，全国沙化、碱化、过牧退化的草原面积已达10亿亩，北方草原的产草量比五十年代普遍下降30~50%，生产力低。仅就内蒙古草原为例，畜牧业商品值平均每亩草场每年只有0.30元，按每百亩草场所获得的畜产品单位比较，澳大利亚为我国的10倍，美国为27倍，新西兰为82倍。草原是畜牧业生产的重要基地，现代化的放牧畜牧业是建立在高产优质的草场基础之上的。我国天然草原面积广阔，且多分布在干旱、半干旱地区，条件比较严酷，在当前我国科技水平低和财力不足的情况下，在逐步发展人工草场的同时，大量改良退化草场，提高天然草场的生产能力，已成为当务之急。

为了加快草原改良的步伐，尽快恢复草原生态平衡，促进畜牧业的发展，与会代表经过讨论，提出下列建议：

1. 加强各方面的宣传工作，提高各级领导对改良草场重要性的认识。草原改良投资少，见效快，一次改良多年受益；是提高天然草原生产力的主要措施。解放以来，各地在草场改良方面作了不少工作，群众在生产实践中也累积了丰富的经验，应对这些宝贵的经验加以认真的总结、提高、宣传和推广，使之在生产中发挥其应有的作用。

2. 加强天然草原改良的区划研究，因地制宜地采用各种技术措施改良草原。我国天然草原地域辽阔，类型复杂，各地生态环境千差万别。因此，一定要从当地草场的实际情况出发，采取切实可行的技术措施和选择适于当地自然条件的优良牧草品种，先进行小面积改良、补播试验，然后再大面积推广。

3. 草原是一个完整的生态系统，各种因素错综复杂，而且过去的改良基础差，技术力量薄弱，因此草场改良工作必须要与土壤、生态、植物和农机等学科密切协作，联合攻关。对现有在生产实践中证明是行之有效的改良措施，国家应大力投资积极推广。同时还要与农机部门密切合作加快草原专业户和科技户草场改良机具的研制和改进工作，不断加快我国草场改良的步伐。

4. 开展学术交流和协作。要以各种形式加强草原改良信息的传递和学术交流，进行各种形式的协作，不断提高天然草场改良的科学技术水平，以适应建设现代化草原畜牧业的需要。

草原改良的生态学基础

李 博

(内蒙古大学生物系)

大家都是从事草原改良工作的，实际经验丰富，在许多方面我要向大家学习。我主要从事生态学教学，在草原上也做了一些工作，深感草原改良离不开生态学，或者可以讲，草原改良工作要以生态学为基础。因此，今天就这个题目介绍一点生态学的基本原理。

一、草原是特定的生态系统

相互作用、相互依赖的事物的集合体称为一个系统(system)。如一个发电厂，通过煤的燃烧，有一组机器把热能转变成电能，再通过线路输送到用户，使电能作工或发光，这就是一个系统。一个半导体收音机也是一个系统。在自然界，由植物、动物、微生物和周围物理环境相互作用而形成的森林、草原、沼泽等，被称做生态系统(ecosystem)。在一个生态系统中，来自太阳的能量被植物所固定，并传递到动物部分；环境中的养分被植物吸收，转化成植物与动物组织。最后被微生物分解，释放到环境中进行再循环。

生态系统是自然界的基本的功能单位。其中，生物和它们的非生物环境(物理环境)之间进行连续的能量和物质交换，在这种情况下，生物和环境不可分割地相互联系相互作用着，形成一种自然整体。

生态系统中的生物部分，根据它们在能量和物质运动中所起的作用可分为三类：生产者，消费者和分解者。这三类生物在生态系统的物质和能量运动中各起着独特的作用。所有生态系统，都具有四个基本的组分——非生物环境，生产者，消费者和分解者。

非生物环境包括：(1)无机物质，如氧、碳、氮、水、矿物盐类等。(2)有机物质，碳氢化合物、蛋白质、类脂物质、腐殖质等。(3)气候状况，即确定生存条件界限的温度及其它物理因素。

生产者(producers)：主要是绿色植物，还包括进行化能合成和光合作用的某些细菌，组成生态系统的自养组分。

消费者(consumers)：由动物组成，它们不能自己生产食物。只能利用植物所

制造的现成有机物质，从植物食物得到它们的能量。

(1) 植食动物 (herbivores) —— 直接取食植物以获得其营养的动物。如：马、牛、羊、昆虫、啮齿类等。

(2) 肉食动物 (carnivores)

第一级肉食动物——吃植食动物的动物。如某些鸟类、蜘蛛、蛙、肉食昆虫等。

第二级肉食动物——以第一级肉食动物为食。如：狐、狼等。

第三级肉食动物——虎、狮、鹰等。凶猛敏捷，又叫“顶部肉食动物”。

分解者 (decomposers)：主要是细菌、真菌，营腐生生活，它们分解有机化合物，即从生态系统中的废物产品和死亡有机体取得它们的能量。

能量是所有生态系统赖以运动的基础，生态系统依赖两种能量来源，即太阳和燃烧。根据供能的特点，可把生态系统分为四类：

(1) 无补助的太阳供能生态系统：它们主要或完全依赖太阳的直接辐射，如原始森林与草原。它们很少有附加的能量补助来源。一般来说，这种系统供能低，生产力也低。按大卡 (Kcal) 计算，每年每平方米的能流是1,000—10,000。

(2) 自然补助的太阳供能生态系统：有的生态系统除太阳辐射外，还有自然提供的其它能源，以补助太阳辐射（如热带雨林），从而增加有机物质产量。在这种情况下，每年每平方米的能量流是10,000—40,000大卡。

(3) 人类补助的太阳供能生态系统：如农业（土地耕种）、养殖（水体养殖）是这类的主要例子。这里较高的产量由不断输入附加能量所维持，包括耕种、灌溉、施肥等。这种人类补助的太阳供能生态系统的功率水平是10,000—40,000大卡/米²/年。

(4) 燃料供应的城市——工业系统：其功率水平比自然或半自然太阳供能生态系统中维持生命的能量流至少大2或3个数量级。达100,000—3,000,000大卡/米²/年。但应指出，燃料供能系统和自然的太阳供能系统不同，从生命维持的角度说，它是一种不完全的或依赖的生态系统，因为它不生产食物。

任何一个自然生态系统，除了不断地进行能量流动与物质循环之外，还能通过它的各组分之间的相互作用而进行自我调节，遇到干扰后能自我修复，以保持其相对稳定的平衡状态。

草原是太阳供能的生态系统，但有人类干扰因素在内。由于其面积辽阔，它在维持地球表面生态平衡中起着重要作用。

二、草原生态系统中的能流

草原和其他陆地生态系统一样，其重要特征之一是系统内能量的不断流动。绿色植物通过光合作用固定太阳能，然后通过食草动物、食肉动物和分解者形成能流，这种能流一旦停止，草原将不复存在。

在天然情况下，草原是太阳供能系统，一般很少施加辅助能量。因此，太阳辐射是本系统能量流动的唯一原动力。在我国草原区内，到达地面的太阳总辐射量为130—150

大卡/厘米²/年，青藏高原南部甚至可高达190大卡/厘米²/年。草原植物能利用多少呢？以内蒙古草原为例，太阳总辐射量以140大卡/厘米²/年计，草原植物生长期150天（5月初到9月末）计，生长季内太阳辐射量见光而不能利用红外线和紫外光，可见光约占全部太阳辐射的一半。因此，植物生长季可利用的太阳能为40大卡/厘米²/150天。如以每亩土地面积计算，则为2.67亿大卡/亩/150天。1克草原植物干物质平均含热量4.3大卡计算，1斤干物质含热能2,150大卡。内蒙古东部草甸草原地上部分亩产干草250斤，按占干物质总量的45%计算，则年净生产力达556斤/亩，含热能120万大卡，除以可见光总量2.67亿大卡，得太阳能利用率0.45%。在接近林缘的高草群落中，地上部分亩产鲜草最高达1,600斤，折合干草533斤，年净生产力可达1,185斤/亩，含热能254.8万大卡，除以2.67亿大卡，得太阳能利用率约1%。这是我国天然草原所能达到的最高值。西部荒漠草原地区，亩产干草仅40斤，年净生产力89斤/亩，含热能19.1大卡，太阳能利用率只有0.07%。概言之，我国草原的太阳能利用率为0.07—1%，沿干旱到湿润的环境梯度而增高。

如与其他国家比较，我国天然草原生产力的高低如何？据报道，和我们毗连的蒙古人民共和国与苏联的草原，年净生产力的下限是49.8克/平方米，太阳能利用率为0.066%；年净生产力的上限达1,300克/平方米，太阳能利用率为1.32%。据联合国国际生物学规划资料，北美草原太阳能利用率为0.12—1.43%。可见，我国天然草原的生产力与其他国家是相似的，其上限较低，可能是受温度的限制。如与人工草地或高产作物比较，上面数值就相差太多。如高产玉米的光能利用率可达6%以上（最高达9.8%），高产人工牧草地也可达3%以上。美国由于对东部高草草原进行了垦殖，建立了玉米带，大大提高了草原生产力，促进了现代畜牧业的发展；澳大利亚在半湿润草原地区建立了人工牧草带，提高了草原生产力，维持了现代畜牧业的经营。而我国草原地区人工草、料地不到总面积的0.5%，虽然开垦不少土地，多半是在粗放经营下单一种植粮食，不但无补于畜牧业，反而引起草原退化。可见，如与国外相比，我国天然草原的产量并不低，主要差距是我们人工草地少，为牧业服务的种植业少，因而使草原畜牧业翻不了身。

草原植物性生产所创造的有机物质为各种食草动物所取食，既包括家畜，也包括野生动物，它们以不同的方式采食不同的植物以及同种植物的不同部位。食草动物又为食肉动物所食，如鼠被鼬吞，鼬被鹰食等等。食物以吃和被吃的关系通过各营养级，叫做食物链，能量在系统中沿食物链而流动。根据热力学第二定律，除非能量从集中形式到分散形式的降解，其他能量转化过程不会自动发生。能量从一个营养级转换到另一个营养级，是要付出代价的，总有一些能量消散为不能利用的热能，因此这种转换不可能百分之百的有效，即每一营养级从前一营养级所摄取的能量都会明显减少。不同物种或不同条件下，这种转化效率有很大的差异，从低于1—20%或更高。如北美矮草草原植物地上部分能量约有6.7%流入食草动物，其中进入放牧牛群驱体的能量为植物地上部分能量的4.8%（另一侧定数字为1.4—2.0%）；英国草地上放牧绵羊的转化效率可达3.8—8.5%。在我国，如以单位面积提供的肉、毛两项产品计算，以草原地上产量的一半做为可利用饲草，转化率只有0.5—1%。如内蒙古乌拉特中后联合旗1978年调查数字，

亩产可利用干草40斤，含热能86,000大卡，每亩产肉0.26斤、毛0.08斤，二者合计含热能715大卡，转化率为0.83%。可见，我国草原上牲畜对饲草的转化率和国外有很大的差距，这是草原生产力极低的又一重要原因。饲草转化效率所以这样低，牲畜品种质量差是一个原因，但更重要的是饲养制度和畜群周转的问题。一般幼龄家畜达其成年体重70%时，对饲草的转化效率最高，如10月龄绵羊的转化效率要比7岁龄的绵羊高9%之多。过去，为了追求纯增与存栏数，到处是“长命羊”、“长寿牛”，只养不用，不但使生长季节对牧草的转化效率大大降低，而且每到冬春季白白消耗饲草及体内贮存的能量，周而复始，浪费了大量饲草。

草原生态系统内动植物有机体凋落或死亡后，其能量通过腐食食物链转移给分解者，主要是各类微生物。在原始状况下，草原凋落物的量是相当可观的，地面凋落物约为地上部分现存量的20—50%，而地下部分凋落物可能还大于地上部分。在温带草原上，地上枯死部分的分解速率约为两年，地下部分则需四年左右。凋落物的积累速率大致与分解速率相当，所以在未利用草原上常保留着明显的凋落物层，从而使土壤中的腐殖质逐渐积累，形成肥沃的草原土壤。土壤中微生物的生物量是相当高的。如加拿大南部草原当植物生物量为434克/米²时，30厘米土层内土壤微生物量达254克/米²；当植物生物量为622克/米²时，微生物为328克/米²。当然，在不同地区这一数值是很不相同的，美国矮草草原上30厘米土层内的细菌和真菌总量只有65.6克/米²。一般讲来，植物地上凋落物中约有三分之一的能量转移给微生物有机体，而地下凋落物的大部分能量均进入微生物。流入微生物的总能量常常大于当年流入植物地下部分的总能量，可见微生物在草原生态系统能量流动中的重要地位。

三、草原的物质循环

物质循环是草原生态系统的另一重要机能特征。草原生物和其他生活有机体一样，至少需要30—40种元素，以进行它们的生长和发育。其中，碳、氧、氢、氮四种元素构成动物体的95—99%，在生命中起关键作用，被称为关键元素。其他如磷、钾、钙、镁、硫、铁需要量亦较高，称为大量元素；另一些如铜、锌、硼、钼、锰、钴、氯等则需量甚微，但为生长发育所必需，缺了它们，动植物常常完全不能生长。这些元素首先被植物从空气和土壤中吸收，然后结合为有机分子的形式，与能量一起从一个营养级传递到下一个营养级，最后通过分解者归还于大气或土壤，然后再被植物利用。这样，矿质养分在草原上从无机环境流入生物体，然后又回到无机环境，一次又一次地循环，就叫做生态系统中的物质循环。每一元素在任何时候都处于循环的某个阶段。因此，通过生态系统的能量为单向流动，而物质则循环不已，二者有本质的区别。

每种元素的循环都有自己的特点。有的元素在自然界贮量很丰富，而且能比较容易地为植物吸收，如碳、氢和氧。植物对它们的需要量虽大，但一般能保证供应，从不感到缺乏，因而对人的干扰也有较大的抵抗力。另外有些元素，如氮，环境中贮量虽然很高（空气中含氮量79%），但不能为植物直接利用，向系统的输入受到限制。加上植物对氮的需要量大，一旦人为将系统中的氮素取走，常常发生入不敷出的现象，从而

使生态系统平衡失调，而导致整个系统的退化。还有些物质（如有毒污染物）并非草原植物所必需，但一旦加到草原上，也会通过食物链而流动，甚至在某一环节上富集，造成对人畜的危害。下面举两个例子谈谈草原生态系统物质循环的特点以及研究物质循环的实践价值。

（一）氮循环

氮是蛋白质的主要成分，所有生物都离不开氮。氮的主要蓄库是大气，但一般生物不能直接利用。草原生态系统中氮的输入主要靠固氮微生物，它们把大气中的氮转变成硝酸盐，并通过土壤进入植物体。在固氮微生物中，与豆科植物共生的根瘤菌起着特别重大的作用。如高产苜蓿地，其根瘤菌的固氮量可达670公斤/公顷/年（每亩89斤，相当于200多斤尿素）。但多数天然草原豆科植物较少，如我国或北美草原上豆科植物比例一般不到草群总量的10%，有时还不到1%，因此，共生固氮菌的固氮量远低于上述数字。即使如此，它们的固氮量仍为草原氮素输入量的主要部分。除豆科植物外，草原上还有一些植物能与根瘤菌共生，如北美草原上的一种蒿子（*Artemisia lubovicianiana*）和仙人掌（*Opuntia fragilis*）就有这种功能。此外，非共生固氮菌在草原氮素输入中也起一些作用，固氮量达1—2公斤/公顷/年，蓝藻在草原上的作用不大。通过降入输入的氮素可达3—4公斤/公顷/年。当然，在人工饲料地及农田中，氮肥的施入将成为主要的氮素来源。

氮素进入草原生态系统之后，在循环过程中有一部分由于脱氮作用、挥发、淋溶、动物移动等而丢失。草原上由于气候干旱，通过淋溶而丢失的氮素极少，但常常通过挥发而丢失一部分氮。尤其在过牧地段，排在干燥土壤上牛尿中的氮素，约90%蒸发掉了。通过野生动物移动所带走的营养物质不多，但大量移走家畜，草原的氮素循环会受一定影响。通常，家畜所摄取养分的80—90%会以粪便等分泌物形式返回土壤中，它们带走的营养物质通常不超过其摄取总量的10%。虽然草原上的氮素有入有出，但常常是流入量大于流出量，即土壤库中的氮素是逐年积累的，这是草原上能够形成肥沃土壤的重要原因。

值得注意的是，草原氮素的年输入量常常远低于当年植物生长对氮素的需要量。对北美矮草草原的一次研究中发现，当年生植物体氮素含量达428公斤/公顷，而当地氮素年输入量仅及此值的十分之一。同一地点测定，0—36厘米土层内氮素含量达3,725公斤/公顷，几为植物体氮素的9倍。说明草原土壤中氮素的积累是一明显特征，参与循环的只是系统内总氮量的一小部分，存在于系统中的氮素再循环对草原是重要的。而土壤中氮的积累，主要通过植物凋落物而实现。因此，氮循环虽然在草原生态系统中是开放的，但更主要的是内部循环。有人用 ^{15}N 研究草原的氮素循环，施入 ^{15}N 的第一年，地上植物体总氮量中含 ^{15}N 58%，第二年降为10%，以后三年分别为4%、3%和2%。而地下凋落物中 ^{15}N 的比例却呈线性增高，在5年时间内，植物与土壤中 ^{15}N 的总量变化不大。这些数字说明氮素在内部循环中流转与积累的情况。

如果对草原长期过度放牧或连续割草利用，凋落物层将从草原上消失，返回土壤的营养元素将日趋减少，土壤营养库将日趋枯竭，导致生态平衡的破坏，使草原退化。草

原区的农田，长期以来广种薄收，作物单一，只用不养，使土壤养分库年年处于亏空状态，所以生产力不高，有的还在持续降低。因此，从养分循环的角度看，只有保持输入与输出的平衡，才能维持生态系统的稳定。

（二）污染物循环

除了动植物生长所需要的养分外，随着草原区工业的发展以及防治病、虫、鼠害等活动，越来越多的有毒物质进入草原生态系统。如氟、氟乙酰胺，以及有机氯、有机汞等持久性农药。它们虽然并非动植物所必需，但却随食物链而流动、富集，并常常达到对人畜有害的程度。因此，防止草原污染，是今后草原管理中的重要任务。除非遇到某一局部地区虫、鼠大爆发，不要轻易使用剧毒药物，以免污染草原、消灭天敌。只有采取综合措施，全面管好草原，才可消灭鼠害、虫害。

（三）水循环

水是最活泼的中性溶剂，植物所需要的矿质养分多以水溶状态进入植物体，因此水循环和矿质元素循环是密切地交织在一起的。可以讲，水循环是地球上由太阳能所推动的各种物质循环中的一个中心循环。

水的初始来源是海洋，通过蒸发，把海水变成淡水，并以汽态形式进入大气，通过空气的运动，将水汽送到内陆，并以降水的形式落到地面。其中一部分通过径流、江河流归大海，完成了一次大循环；另一部分渗入地下，补给了地下水；更多的部分被土壤所截获，并通过土壤进入植物体。与其他物质不同，进入植物体的水分只有1—3%参与植物体的建造并进入食物链，其余97—99%的水分通过蒸腾而返回大气，参与水分的再循环。

总的讲，草原地区水分是不足的，有多少水可能进入植物体常常是草原生产力和草原类型分化的决定因素。据测定，在呼伦贝尔典型草原地区，当地上部分亩产干草120斤时，群落蒸腾耗水量达229毫米，占生长期降水量的79.4%，占全年降水量的66.3%。每形成一吨干草，蒸腾掉2,000吨以上的水分。气候越是干旱，所耗水分越多。可见，生态系统中水分循环的规模直接影响草原的生产力。草原上所以缺少大面积森林分布，更是直接受水分供应的限制。根据测定数字计算，我国小兴安岭红松林为了保持其正常生长，每年每公顷蒸腾耗水达4,026吨，相当于402.6毫米的降水量，约占当地年降水量的62%。我国草原区最高年降水量400多毫米，即使植物能利用66%，也只有264毫米，远不能支持茂密森林的生长。所以，这里的森林仅以团块状分布于丘陵阴坡及水分条件较好的局部地区，或者以疏林状分布于沙地。在草原上进行人工造林，一定要考虑水分平衡问题。

在自然区划上，对一个地区水分保证程度常常用湿润度或干燥度来表示。在北方地区，使用较多的是伊凡诺夫湿润度或湿润系数。这一指标建立在降水量与蒸发量比值的基础上。H. H. 伊凡诺夫首先用一个经验公式计量各月份的蒸发力，计量公式为：

$$E = 0.0018 (25 + t)^2 (100 - a)$$

式中，E为蒸发力，t=月平均气温（以℃计），a=月平均时湿度。计算出各地蒸

发力之后，再以温暖时期的降水量（ r ）被同期蒸发力除，得出不同地区的湿润系数（ K ）：

$$K = r / 0.0018 (25 + t)^2 (100 - a)。$$

计算结果为：

K 值	地区湿润情况
1.5	过度湿润地带（潮湿森林）
1.49—1.00	足够湿润地带（湿润森林）
0.99—0.60	半湿润地带（森林草原）
0.59—0.30	半干旱地带（草原）
0.29—0.13	干旱地带（半荒漠）
0.12—0.00	极端干旱地带（荒漠）

四、草原退化问题

我国草原的利用至少也有三四千年的历史，到目前为止，大致形成了三种利用模式：第一，传统的牧业经营，以在天然草原上放牧牲畜为主。如我国北方草原牧区、青藏高原牧区及新疆山地草原和荒漠区。第二，开垦草原为农田，进行粮食为主的农业生产。如黄土高原及东北平原的大部分。第三，介于以上两者之间，为农牧交错或农牧并存区。如内蒙古高原的南部边缘、东北平原的一部分、鄂尔多斯高原的一部分。在我国草原区域内，所谓牧区、农区和半农半牧区，就是这三种利用模式的概括。它们是在历史过程中形成的，也会随时间推移而发生变化。

尽管我国草原面积辽阔，地广人稀，有些地段尚利用不足，但总的看目前已到处是居民和畜群，有些地区已感到空间不够了。1980年末，全国牧区共有大小牲畜9,450万头（只），折成绵羊单位约2亿只，绝大部分分布在草原地区。按30亿亩草原计算，每混合头牲畜拥有草场31.7亩，每一绵羊单位拥有草场15亩。草原区的一些农区，垦殖率已达50%以上，有的甚至已达100%。对草原的利用强度，总趋势是日益加强，尤其近几十年来，随着人口的增长强化利用的趋势明显加速了。从而，在不同利用模式下，都出现了一些退化、沙化及生产力降低等问题。

（一）草原退化

就本质而言，所谓草原退化就是草原生态系统中能量流动与物质循环的输入与输出之间失调，它们的规模缩小，系统的稳定与平衡受到破坏。表现在产量降低，草群变矮，变稀，以及种类成分的改变和饲用价值的变劣。目前全国退化草场约占三分之一，这些地段产草量比六十年代初期下降30%以上，质量也普遍下降。例如内蒙古是我国主要的草原牧区之一，目前全区退化草场面积已超过三分之一，以水草丰美而著称的呼伦贝尔草原，退化面积已达12.4%，鄂尔多斯高原退化草场面积已达50%以上。新疆细

毛羊的大本营天山北麓紫泥泉地区，近年来草原产量下降20—50%，宁夏盐池一带的草场是滩羊的故乡，自六十年代以来草原生产力不断下降，目前不但产量降低，而且沙化面积已达50%以上；就连号称世界屋脊的青藏高原，不少地区的草原也在退化，如西藏安乡县草场近16年来产量下降58.3%！退化的原因固然可指出许多，但对天然草原而言，最本质的原因是放牧强度过大。就全牧区而言，建国后牲畜头数增长了2倍多，但由于开垦、道路等占用了不少草原，可利用草场面积反而缩小了，大大增加了草原载畜量。以典型草原地区内蒙古镶黄旗为例，该旗可利用草原600万亩，1949年共有牲畜11万头（只），平均每头牲畜占有54亩草场。这时，草原保持稳定状态。此后牲畜头数呈直线上升，至1961年发展到35.9万头，平均每头占有16.6亩草场。1962年遇到一场灾害，牲畜几乎死掉一半，剩18.8万头，后又上升，至1965年升至37.5万头后又跌下来，此后20多年来一直在30万头上下波动。在这样的放牧压力下，草原正在悄悄地但又是迅速地发生着变化。原生植被中占优势的针茅已让位于冷蒿和其它杂草，盖度与高度明显变低，产量从每亩产鲜草200斤左右降至100斤以下，地面的枯枝落叶层已完全消失了。雨水越来越快地从地面流走，加剧了侵蚀和干旱。深达2米以上的冲沟到处可见，最大的冲沟长达1公里，宽达40米。1966年3月18日至19日连续两天大风沙，对面不见人，实际上就是黑风暴。此外，鼠害也增强了。当地牧民说：这样下去，再过50年，我们也要搬家了。

乱开滥垦，也是草原退化的重要原因。上面谈到，草原区内是有地带性分异的，在水分条件比较好的森林草原地带，进行有计划的垦殖，是行之有效的。如我国东北黑土地带的商品粮基地，加拿大南部的小麦产区，都是成功的例子。但在辽阔的干草地区大面积开垦，则会引起严重的后果。美国三十年代开垦西部草原以及苏联五十年代草原大开荒都曾吃过苦头。我们没有从美国、苏联开垦草原中吸取教训，自六十年代以来在草原区掀起几次开荒浪潮。一次是1958—1962年间，如1960年仅内蒙古呼伦贝尔草原就开荒297万亩，其中197万亩处于不宜开垦的干草原地带，后因无收成而闭耕166万亩，造成草原的破坏。这些弃耕地经过20几年的演替过程，大半已恢复，但有些基质较粗，风蚀较重地段，引起沙化，至今不能恢复其生产力。另一次是1966—1973年，在“牧民不吃亏心粮”等错误口号下，取消或减少对牧民口粮的供应，使草原开垦合法化，全国新开垦草原达4000万亩，严重损害了草原畜牧业的发展，造成“农田吃草原，风沙吃农田”的结局。

此外，有些地区在草原上搂草、挖药材，也常造成草原植被的破坏。如鄂尔多斯地区，每挖1斤甘草要破坏4—5亩草场，只挖不埋，到处是土坑与土堆；加上搂草取柴，大大加剧了草原的沙化与退化过程，由此而受破坏的草原每年达40万亩。

由于草原的退化，加剧了畜草矛盾，使本来生产水平很低的草原畜牧业，受到新的挑战，不少地区，草原生产力有持续降低的趋势。

（二）土地沙化，肥力降低

主要指草原农区及半农半牧区由于粗放耕作所引起的问题，是草原退化的另一种形式。在我国草原区内，农业开发较久的地区，如黄土高原，垦殖率达24%，不少地区达

50%以上；鄂尔多斯高原累计开荒面积1,000多万亩，垦殖率高于10%；东北平原草原的垦殖率多在30%以上，宁夏、新疆甚至青藏高原的草原，也大面积开垦。仅最近30年来，全国草原被开垦1亿亩以上。草原区的农田，绝大部分没有灌溉条件，很少施肥，作物单一，耕作粗放，进行掠夺式经营。由于每年取走大量物质与能量从不归还，结果使土壤肥力持续下降，不少农田已被弃荒。在条件较好的森林草原地区，这一过程进行得较慢，可维持30—50年，而在典型草原地区，多则十几年，少则四五年即将地力耗竭。东北松嫩平原北侧的克拜地区，是草原区水分、土壤条件最好的地区之一，在原始状态下，黑土层厚达50—70厘米以上，有机质含量可达6—15%，而且雨量多，旱作稳产。这里从80多年前开始垦殖，目前天然草原已全部开光。开荒4—5年内，亩产可达300斤左右，至14—15年，降至200斤上下，20年以后，只有100多斤。开垦后的农田，平均每年侵蚀厚度达0.3—1厘米，3°以上的坡耕地，每年每亩流失表土6—8吨。种植40年后，肥力基本耗竭，如克山县已弃耕衰退的农田35万亩。典型草原地区情况就更为严重，如鄂尔多斯，在六七百年前曾是一片丰美的草原，明朝“修大边”之后，开始垦殖，经过清朝的几次移民，开垦面积迅速扩大。由于这里气候干旱，基质较粗，开垦后土壤肥力迅速耗完，所以种植几年之后就开始撩荒，另开新田种植，形成一种撩荒耕作制度，至今这种耕作制还在延续着。由于人口的增长，对粮食的需要日增，撩荒周期越来越短，土地所承受的压力越来越大。在这种情况下，生产力极低，亩产不过三、四十斤。而且由于基质较粗，地面裸露，加速了风积、风蚀过程，使沙化面积不断扩大，流沙四起，埋没了大面积草场。解放初期这里沙化面积约2,000万亩，八十年代初扩大到6,000万亩以上，水土流失面积达4,000多万亩，二者合计约占该地区总面积的80%。在此情况下，牲畜质量也不断降低。据鄂托克旗统计，1964年每只羊平均产净肉24斤，现在只有15.5斤。

五、草原改良的途径

综上所述，无节制地利用草原，会导致资源的崩溃，而科学地管理，将发挥草原的巨大生产潜力。草原改良，是科学管理的重要内容之一。

当前我国草原利用中的突击问题，是不能维持草场资源的稳定与平衡，退化、沙化面积扩大，生产力持续降低。毫无疑问，在改变这种状态的战斗中，草原改良工作将起着重要作用。

我认为草原改良工作应与草原保护工作紧密结合，甚至二者很难分开，不能等到草原全退化了再进行改良。

根据投资水平及难易程度，可把改良工作分为三类：

（一）封育改良：实际上就是保护，把利用过度的地段封育起来，让其自然恢复。现在简单谈一下封育改良的理论基础。

前面谈到，草原作为一个生态系统，在没有人干扰的条件下是自我维持的，其能量输入主要来自太阳辐射，而物质循环几乎是封闭的。在漫长的自然进化过程中，草原生态系统形成了有利于自我维持的许多特性，如多种植物（每平方米10—30种）和动物组