

绪 论

一、草地资源概念与价值

草地资源调查规划学是阐述认识草地资源和制定开发利用草地资源总体方案的原理与方法的科学。首先有必要对有关草地资源的名词概念和草地资源价值有准确的了解。

(一) 草地与草原的概念 草地从不同学科给予的不同定性,归结为它是一类特定的绿色地被、土地类型、环境景观、自然资源。从草地的主导学科草学给予的定义为:草地概括而言是具有一定面积和牧用价值的植被及其生长地的总体,是畜牧业生产资料,并具有多种用途的植物资源,同时也是生态保护和人类生存的重要环境条件。草地以其成因的不同,有天然草地、半人工草地(人工改良的天然草地)和人工草地三大类。在我国天然草地面积最大,分布最广,是主要组成成分。

对于草地一词,根据地域特征,国内外都有不同的历史习惯用词,在我国主要有草原、草场,草原应用尤为广泛,也包括一些行政和技术机构的名称,如草原处、草原站、草原研究所、草原系等。这是因为我国的天然草地主要分布于西北半壁干旱、半干旱地区,以畜牧业经营为主,历史上泛称草原,沿用至今。王栋教授(1955)曾给草原定义如下:“凡因风土等自然条件较为恶劣或其他缘故,在自然情况下,不宜于耕作农作,不适于生长树木,或树木稀疏而以生长草类为主,只适于经营畜牧业的广大地区”。这与草原面积大的澳大利亚、美国采用的“Rangeland”(草原)一词相类似。草场在新疆等地应用较多。在我国,草原一词与地植物学植被分类中特指的半干旱区以多年生草本为主体组成的一种植被类型——草原(Steppe),用词相同,但概念完全不同。关于草地,王栋教授(1955)定义为:“凡生长或耕种牧草的土地,无论所生长的牧草株本之高低,亦无论所生长牧草为单纯一种或多种牧草,皆谓之草地。”说明比草原涵盖面更广。鉴于现代草地的类型和范围,包括我国南、北方多种天然、半人工和人工草地,因此以草地作为通用词可以概括更广,更适宜于不同地区、不同类型采纳应用,也与国际上通用的“Grassland”(草地)相对应。同时也可以把草原、草场视为草地的同义词,在不同地区和部门继续沿用。

(二) 草地资源的概念 天然草地是自然界中存在的、非人类创造的自然体,它蕴藏着能满足人类生活和生产需要的能量与物质,是一类自然资源。只有当人类去开发利用,能产生产品和效益,使草地蕴藏的生产价值得以体现,才能成为现实的草地资源。因此概括而言,草地与草地资源的根本区别在于:草地是一种自然体,是自然界存在的各种类型,分布于各地的草地的泛称,它只有蕴藏的生产能力;草地资源是经过人类利用、经营的草地,是生产资料和环境资源,是有数、质量和分布地域的草地经营实体,使草地蕴藏的生产能力变为现实生产力。由于受开发利用条件与程度的制约和影响,在具体地段、具体时间内所能利用表达的生产力,与草地蕴藏的生产力还不尽相同,既可是尚未充分发挥,也可能用之过度。同时,草地资源的内涵,随着生产的发展,应该扩展为一切天然、

人工、副产品饲草料资源的总体。

由于在现今的自然界中完全脱离人类经营影响的草地自然体已很少见，在我国藏北高原、内昆仑山、阿尔金山高山无人区还有存在，天然草地基本都已具有资源的意义，因此，草地、草地资源常被混用。本书强调区别草地与草地资源，不仅仅是从科学概念上，更着眼于突出资源的生产性与经济、生态意义。强调把草地自然资源经过人类利用、经营转变为产业、产品和效益，变为现实的草地资源，改变传统的偏于自然体的局限，这是一个很重要的认识和学科发展。

（三）草业、草业生产与草业科学的概念 草地经过人类经营，形成产品是一个生产和经营过程，习惯称为草地生产。随着草地的认识和生产内涵的发展，提出了草业的概念，作为与农业、林业一样，是把资源优势转变为产业优势，进而变为经济优势的一个产业部门，即草产业，简称草业，这也是中央提出的立草为业的依据。从总体上说，产业是把资源通过人类经营转变为产品和经济价值的生产行业。关于草产业，我国著名系统工程理论家钱学森院士（1986）明确指出：“草业是作为产业的概念提出来的，它是以草地为基础，利用光能，通过生物、再通过化工、机械手段，创造财富的产业”。相应地草业的生产经营，如农业生产、林业生产一样，也应规范称为草业生产，它不仅仅是草地资源的生产经营，而是一个产业部门的生产经营。作为草业生产的科学原理，是一门独立的学科，它既是生产实践的升华，又是生产发展的指导，如农业科学、林业科学一样，应统称为草业科学，简称草学。

（四）草地资源价值 我国是世界上拥有草地资源最丰富的国家之一，天然草地总面积近 4 亿 hm^2 ，是覆盖我国陆地面积最大的绿色植被和生物资源，约占国土总面积的 42%，相当于耕地、林地各自面积的 4 倍和 3 倍，具有重要的生态、经济和社会价值。由于它面积大、分布广，在绿色植被的生态功能中处于主体地位，它可以影响气候、防止侵蚀、净化空气、美化环境，人类生存环境质量的好坏，在一定意义上说，要取决于草地生态功能作用的发挥；它是形成草业和畜牧业的物质基础，还在草料加工配制与流通、草地野生动植物资源开发、有特色的旅游业发展等方面，体现出多重的经济功能；它是提高人民生活水平的重要支撑，由于地域和历史原因，草业和畜牧业对民族经济的发展，边防巩固息息相关，具有重要的社会功能。

解放以来，特别是 70 年代以来，在草地资源调查和草业生产方面做了不少工作，取得了初步成效。但无可讳言，草地资源的开发利用，仍然是人们认识不足，迄今在农业经营中还是十分薄弱的环节，基本上是靠天养畜的局面还没有得到根本扭转，草地资源破坏、退化，生产效益低下的恶性循环仍在继续，对草地资源多功能作用的认识和开发更为不足，不能不引起我们的高度重视。1987 年全国牧区工作会议提出“立草为业”，“发展畜牧，草业先行”的方针，并由国务院转发各地实施。这是一个重要的决策，是草业工作发展史上一个重要转折。当前亟待解决的问题，一方面是要提高对草地资源意义、价值的认识，落实立草为业、草业先行的方针，下定强化草业工作的决心；另一方面要有一个切合实际的、科学的开发利用草地资源的规划。不重视，好的方针与规划难以产生，也难以实施；只重视，没有一个好的方针与规划，也难以见效。草地资源调查规划学在这方面负有重要的责任，可以做出重要的贡献。

二、草地资源调查规划目的任务与工作发展

(一) 草地资源调查规划的目的任务 为合理开发利用草地资源,发挥其生产潜力,必须首先对草地资源特性以及草业生产条件有详尽的了解,并据以制定正确的发展方针和开发利用措施。各种措施归纳起来可以分为总体和单项两方面,总体是从草地资源的全局出发,对草地资源的开发利用,组织草业生产,进行合理的总体安排;单项是利用、培育、改造草地资源,实现总体安排的各个具体措施。当然两者也是有联系的,而从步骤上看,先要有草地资源开发利用的总体安排布局,然后通过单项措施来逐一实现。

草地资源调查规划的目的正是科学地认识草地形成发展规律与草地资源属性和科学地制定开发利用草地资源的总体方案。其任务是以草地生态系统、草地类型学和市场经济理论为基础,调查草地资源与草业生产状况,认识其固有的矛盾与规律,以农业系统工程原理、商品经济规律、产业化经营和党的方针政策为指导,从草地和相关资源配置和草业生产整体结构优化,发挥草地资源生产潜力,提高经营效益,实现可持续发展入手,制定草地资源合理开发利用,草业生产总体安排的宏观规划。

为了合理开发利用草地资源,从事草业生产,无论是全国或一个地区、一个生产单位,都必须首先进行草地资源调查规划工作。而且由于草地资源本身以及草业生产条件都在不断变化之中,不是一次调查规划就能长期应用,而是应该定期或者根据需要进行,以了解一定时期的现状和发展动态,进行必要的调整,发掘积极因素,控制不利因素,促进良性循环,保护草地资源,促进草业生产持续、稳定、高效地发展。当然草地资源规划不是草业生产计划,无须年年制定。

(二) 草地资源调查规划工作的发展

1. 国内发展概况 利用草地经营畜牧业,在人类社会中有最悠久的历史,而建成一个独立的生产部门和学科是近几十年的事,但在长期的草地生产实践中广大劳动牧民和知识分子对之是有所研究的。作为文明古国的中国,远在公元前 500 年左右的诗经时代就有记载。在商君书《公彘篇》中提出的“强国知十三数”就包括“马牛刍藁之数”,把搞清牲畜草料资源做为强国要素之一。到管子《地员篇》问世,提出:“凡草土之道,各有谷造,或高或下,各有草土”,并且具体指出不同植被与土壤、地势、地下水位之间的关系以及植被的生态系列演替关系。

解放前的近百年来,在草原地区陆续开展了一些调查工作,但相当部分是外国人进行的,其内容侧重于植物学方面。我国老一辈植物与生态学家在 20 世纪 30—40 年代,也进行了一些植物考察,其中 1944 年耿以礼、耿伯介发表的《甘肃牧草考察简要报告》,1945 年曲仲湘发表的《西康泰宁附近草地的初步研究》,何景发表的《河西祁连山植物群落记略》及《祁连山之牧场草原》等著作,则涉及到了草地本身的若干问题,是我国最早的草地调查的宝贵资料。而专门的草地资源调查与规划工作,是在新中国成立以后才逐步开展起来的。

建国之初,在我国老一辈草原学家王栋主持下,对内蒙古、甘肃典型地区的草地做了调查,写出了《皇城滩和大马营草原调查报告》(任继周执笔)、《内蒙古锡林郭勒盟草原概况及其主要牧草介绍》(王栋等),是我国最早的草原调查报告。1955 年王栋所著《草

原管理学》出版，结合我国实际，就草原调查、区划与规划管理工作的理论、方法做了比较完整的叙述。从 50 年代中期开始，中国科学院自然资源综合考察委员会（原综考队）以及有关省（区）草原勘察队和院校、业务部门，先后对新疆、内蒙古、东北西部、甘肃、宁夏、青海、四川西北部，包括 10 个省（区）的我国北部和西部草地资源进行了调查，初步了解了这些地区草地资源的自然和经济特性，它的数量和质量，出版了有关专著或提出了调查报告。对一些典型牧场进行了草业生产总体规划和草原建设勘测设计，也提出了一批规划报告。

自 50 年代中期起，在甘肃、内蒙古、东北西部、新疆等草地区域，先后设置定位站，对不同草地类型牧草的生态生物学，以及它们的产量和营养物质动态进行了定位观察，积累了大量科学资料。

到 60 年代中期以前，草地资源调查规划工作虽然取得了较大成绩，但由于分散进行，方法不尽规范，技术手段与工作条件差，资料分散，数据不一，限制了成果水平。全国草地类型和资源利用图尚未编出，全国的或省（区）的草地资源区划工作尚未进行，草业生产规划，除少数单位外，就全国来说，也基本没有开展。

60 年代中期以后的 10 年，草地资源调查规划工作基本处于停顿状态，与世界先进水平的差距更为加大，直到 70 年代后期才又逐步恢复。东北师范大学、中国科学院植物研究所、甘肃草原生态研究所、内蒙古农业大学（原内蒙古农牧学院）、甘肃农业大学、新疆农业大学（原新疆八一农学院）、内蒙古大学，以及一些省（区）的畜牧厅、畜牧科学院建立的草地定位研究站也取得了新进展。

自 70 年代末由国家组织的全国草地资源调查，作为我国科学技术发展规划重点项目第一项“农业自然资源调查与农业区划”的组成部分，把我国草地资源调查规划工作推向一个新阶段，取得了新成果。这是中国历史上第一次全国统一组织，按照统一规范进行的全国性大规模草地资源调查规划工作，投入数千名科技人员，历时 10 余年，取得了我国草地资源的最新数据，基本搞清了我国草地资源的数量和质量、产草量和载畜能力，制定了全国草地区划方案。编制了全国、省（区）、县草地类型图、草地利用现状图和全国草地资源图，以及全国草地资源区划图。由于全国统一了调查规范，又普遍引进了遥感技术，与传统的地面调查方法相结合，提高了调查精度。对草地分类在实践中不断深化认识，首次提出了全国比较科学的、统一采用的草地分类系统。在调查中首次采用电子计算机处理调查数据资料，为建立全国草地资源库，打下了基础。

我国不仅草地面积是世界大国，而且所跨自然地带复杂，草地资源丰富多彩，从理论与实践上作好如此大规模的草地资源调查规划在世界上还少有。应该为此继续努力，不断丰富完善，并加强草业生产规划工作，用于生产，发挥效益，推动我国草业、大农业和生态环境等方面的发展，也要为从理论和技术原理上丰富世界草业科学宝库做出贡献。

2. 国外发展概况 世界上拥有天然草地资源的国家，都进行过一定的草地资源调查与草地分类工作，在前苏联开展得较早，称之为饲料地登记。早在帝俄时代，道库恰耶夫（В. В. Докучаев）等人，就做过大量植物、土壤及地理学调查，积累了大量资料。在此基础上，1932—1933 年前苏联威廉斯饲料研究所在进行前苏联饲料地登记工作中加以系统

化。后来经过拉明斯基（Л. К. Ламинский）、德米特里耶夫（А. М. Дмитриев）、查岑肯（И. А. Цаценкин）等人几十年的实践和研究不断修正，到 1961 年确定了前苏联饲料地的分类原则，将前苏联天然草地划分为 25 类，编制过相应的草地植被图件。前苏联的这一系统在 40—50 年代被引用于蒙古人民共和国，尤那托夫（А. А. Юнатов）在 50 年代初将蒙古人民共和国的草地划分为 6 个地带，7 个草地植被类型，并进行了草地区划，划分为 14 个区，对那里的草地植物和植被做了调查登记工作。50 年代初，新中国建立以后，前苏联的这一系统也传入中国，对我国草地资源调查、草地分类工作，起过很大的影响。1987 年前全苏饲料研究所又在上述的分类基础上提出了新方案。澳大利亚和美国在 40—50 年代，就对全国的或者区域性的草地资源进行过不少调查研究。澳大利亚在全国草地调查中采用了 20 个标准植被类型（G.N.Harrington, 1984）。美国将其西部和西南部草地划分为 9 个区，18 个型（L.A.Stoddart 等，1975）。日本在 1951—1958 年首次统一进行过全国草地植被调查（沼田真，1978）。他们对于草地类型的划分都侧重于植被，与前苏联的草地分类相比，较为粗放。

在天然草地调查中采用的方法最早都是传统的地面调查方法。澳大利亚、美国等国从 60 年代就引用遥感技术，将航天遥感取得的地面不同波段光谱值处理为假彩色合成图像，与地面样地结合，进行目视解译，划分地类和草地类型，判定边界，进行制图，提高了调查精度和速度。70 年代进而引用电子计算机，通过人机交互技术，进行计算机自动分类、成图。80 年代以来，随着新一代航天遥感影像资料的出现，提供了更有利的手段，进一步提高了草地调查制图的水平。同时，向建立资源信息系统，改进草地资源利用和动态监测等方面发展。在澳大利亚就有关于建立土地图像资源信息系统的报道，称之为 LIBRIS（Land Image Based Resource Information System），它把资源卫星资料与土地利用期限、草地类型、海拔和坡度等因素结合起来，是一种地理信息系统，它不仅能改进对于草地利用的卫星资料判读，而且为后来的经营者提供系统的有用资料，编制了一批草地资源评价和利用配置软件。

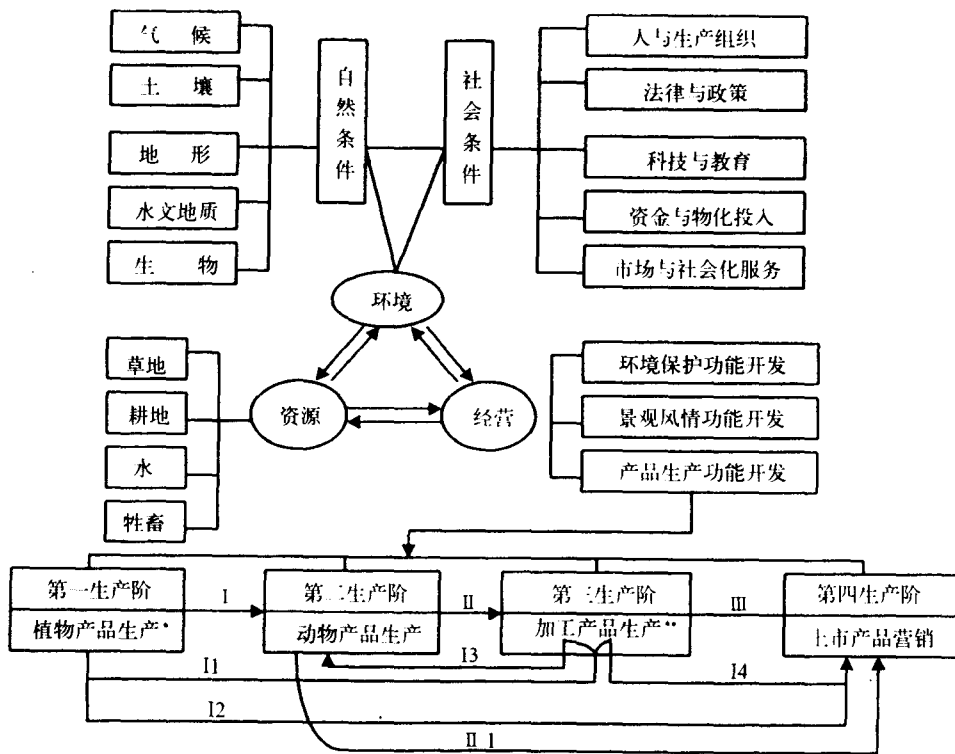
三、草地资源调查规划的指导原则

草地资源调查规划是从总体上全面认识和规划利用草地资源，发展草业生产的科学与技术，因此必须对草业生产系统结构原理，对草业生产的性质、范畴和目标有正确的认识，把草地资源调查规划建立在正确的科学理论基础之上。近年来，随着生态系统理论和市场经济观念、产业与产业化经营在我国的发展，对于草业生产性质、范畴和目标的认识，正在进一步深化，再不能只侧重于利用自然资源的植物生产，不能限于自然生态系统物流与能流的过程。草产业绝不能再封闭在传统思维和生产方式的狭小范围内，那样将难以立草为业，更难以发展。必须对草业生产系统的结构组成、功能和生产流程进行新的变革，适应市场经济的规律，还其应有的实质内涵与面貌。这是搞好草地资源调查规划最根本的指导原则。

关于产业结构。世界上通用的产业结构类型分类是根据社会生产活动历史发展的顺序划分。产品直接取自自然界的部门称为第一产业，对初级产品进行再加工的部门称为第二产业，为生产和消费提供各种服务的部门称为第三产业。但各国的具体划分也不尽一致，

根据国家计划、统计部门规定，我国三次产业划分是：第一产业，农业；第二产业，工业和建筑业；第三产业，除第一、第二产业以外的各业，可分为流通和服务两大部门。以上是历史发展顺序形成的产业类型划分。适应市场经济的发展，应进一步强调三次产业的延伸、联结。对于农业经营，不能停留在初级产品生产，要拓展产业链，实施产业化经营，必须向第二产业农产品加工业和第三产业流通与服务延伸、联结。发达国家农产品的加工品占其总生产量的 90% 以上，加工转化后产值增加 2~3 倍，我国农产品的加工品只占其总生产量的 25%，加工产值只增加 30% 左右（万宝瑞，1999）。第三产业在国民经济中的比重是一个国家的经济结构先进与否，经济发达程度的重要反映。发达国家第三产业比重已经超过 60%，第二产业低于 30%，第一产业不足 10%，在我国除北京、上海等大城市外还有很大差距，西北地区三次产业排位呈一、二、三产业的顺序，二、三产比重不高。

草业生产系统是大农业生产系统的一个分支，是一类特定的生产系统，有其独具的系统结构、功能与流程。草业生产系统的结构构成可用绪图 1 来概括。



绪图 1 草业生产系统结构、功能与流程图

* 植物产品生产 包括放牧地、人工草料地、草地经济植物产品、草坪、球场、水土保持等特种草地生产

** 加工产品生产 包括草料、副产品饲料、畜产品、草地经济植物等产品加工生产

I、II、III、草地牧业产品生产流程

I1、I3、人工饲料生产产品、副产品饲料加工产品养畜生产流程 I2、人工草料、草地经济植物产品、特种草地直接上市生产流程 I4 人工草料、草地经济植物产品加工、上市生产流程 II1 动物产品直接上市

绪图 1 说明，草业生产系统是融环境、资源、经营三大结构组成成分为一体，充分发挥环境保护、景观风情、产品生产三大功能，通过一、二、三产业相连接和产品生产四个生产阶的生产流程，促进物质、能量转化增值，保持可持续发展的产业系统，包含有结构组成、功能和生产流程三大部分的草业生产系统结构。

结构组成是产业系统的核心，归纳为环境、资源与经营三大组成成分，反映草业生产以资源为基础，在一定的自然与社会环境条件下，通过人为经营，转变为产品和效益的主线。涵盖了第一产业（植物、动物初级生产的部门），第二产业（初级产品再加工的部门）和第三产业（为生产消费提供服务的部门）全部产业结构类型的连接。资源主要包括草地、耕地、水和牲畜，而又以草畜为主体。草地是植物生产的土地资源，它既可以生产牧用饲草，又可以生产非牧用的多种产品；牲畜是从牧草到畜产品转化的动物生产资源，又是畜产品的载体；耕地是扩大饲草料生产和获得副产品饲料的资源；水则是生产、生活都必需的资源。草业生产环境突出了自然与社会环境的并列。自然条件本身也具有资源意义，但它在草业生产中是草地、耕地、水和牲畜资源作为生产资料，发挥作用的必备条件。社会条件突出的是第三产业中服务的部分，自然条件的作用，草、土、水、畜资源的转化都需要社会条件的支撑、服务，受社会条件的制约。在社会条件中列出的五要素，强调了人（生产者）及其生产组织状况，法律与政策的规范与保证，科技与教育的根本动力，资金与物资的必要投入，市场是生产的依据、导向，社会化服务是生产的必要保证。第三产业的服务部分中不少本身就是产业，需要人去经营，但作为草业生产结构组成分析，其地位应属于草业生产运转的必备外部条件。这些条件的建立，是草业资源调查与规划的重要内容，也是打破传统的侧重于利用自然资源进行植物生产的局限的重要体现。经营则着重草业生产系统应有功能的开发发挥。

草地功能已从过去草地养畜向多功能发展，结构图将多种功能概括为三部分：1. 环境保护功能开发，其涵义首先是广袤天然草地作为绿色地被对保护环境的巨大功能，要依法监理，重视草地生态功能发挥，防止天然草地退化、乱挖、乱垦破坏。人工水土保持草地、绿化草坪草地，也属于环保草地，需要人工种植，但又不生产物质产品，而是以生态效益为目标，急需发展和保护。根据它们的属性应属于第三产业——草地环保产业，但同时它们或与草地牧业生产相连，或需研究其品种选育和种植养护技术，与第一产业的植物生产有联系；2. 景观风情功能开发，是发挥草地自然风光和社会风俗、文化特色，开发旅游业的经营，这是前景广阔的新产业。天然草地环境保护业、旅游业就其产业性质来说属于第三产业，它们又可以带动第三产业中相关行业的发展；3. 产品生产功能开发，是把草业生产资源转化为上市产品的过程，涵盖第一、二、三产业，通过植物产品生产、动物产品生产、加工产品生产和流通营销上市产品生产四个生产流程完成的综合产业，是草业生产经营的主体。生产流程的具体内涵，包括：（1）植物产品生产，主导的是天然草地牧草生产，人工饲草料生产，作物秸秆饲草生产，直接或者经过加工，用于养畜，也可以作为专用饲草料上市；另一重要内容是草地经济植物生产，直接从天然草地获取，或者引种栽培，产品也可以直接上市，或加工上市；（2）动物产品生产可以是用作动力、骑乘、观赏等牲畜生产，更多的是肉、奶、毛、皮等畜产品生产，它们可以直接上市或者加工后上市；（3）加工产品生产是植物、动物产品通过加工，提高利用率和经济效益的生产流

程，是第二产业；(4) 上市产品营销，是产品生产的最终流程，要以优质、低成本、名牌产品在市场竞争中取胜，才能取得效益，是第三产业。总之，从物质与能量流通的整体来认识草业生产系统，草业必须进入二、三产业，加强与加工、流通、服务部门的协同完成。

从上述分析中可以看到草业生产系统是一个结构多元化、功能多样性和经营开发多层次的复杂系统，同时它也必然在自然、社会环境条件、资源条件和经营状态影响下，不断地运动变化，保持相对平衡的稳定状态只能是暂时的。这种演变既可能是进展性的，提高草业生产，也可能是退行性的，降低和破坏草业生产。人类经营是调节草业生产系统平衡的最积极因素。草地资源调查规划要分析平衡的现状、影响因子，发展趋势，从总体上安排调节。在调节中要注意全局性，调节草业生产系统中一个结构部分，必然会引起整体的变化，改变一个部分，要考虑对全局的利弊。同时改善系统结构运转，提高生态、经济效益，都需要有一定能量输入作为基础，有良好的社会环境支撑，否则改造也是不可能的，甚至是掠夺式的，那也是不能持久的。

四、草地资源调查规划学的形成、内容与学习方法

(一) 草地资源调查规划学的建立与发展 如前所述草地资源调查规划是草地资源经营中必不可少的先行工作，而这种调查规划的内涵和水准，随着科学和产业的发展不断提高，需要理论指导和技术规范，草地资源调查规划学正是在这个过程中建立和发展起来，60年代从传统的草地经营学、草原管理学学科中分离出来，成为草业科学的一个分支。并在我国高等农业院校草业科学（草学）专业作为一门主要的专业课程开设。

草地资源调查规划学本身，在我国也经历不断发展完善的过程。最早在60年代，为适应草地资源调查工作的需要，在草原本科专业课程设置中，把以天然草地为主体经营的课程分为草原培育学和草原调查与规划两门课程，当时的草原调查与规划侧重于技术与设计。经过80年代全国性大规模草地资源调查，草地类型学等一系列基本理论逐步趋于成熟，草地资源调查水平有极大提高，草业生产规划也初见端倪，在90年代初，编写的本科教材定名为草地调查规划学。又经过90年代，随着对草地资源和草产业认识的提高，适应草产业和产业化经营，市场经济体制的发展，又进一步明确为草地资源调查规划学，把资源突出出来，丰富了资源属性、评价、草业生产系统结构和总体规划的内容，从而更加趋于完善。

(二) 草地资源调查规划学的课程内容与学习方法 本课程的目标在于进行有关草地发生发展与分布规律、草地分类、草地资源属性的基本理论讲授，学会草地资源调查和规划的基本原理与方法，以及有关的技能训练。这一目标将通过课堂教学、实验实习和学生自学实现。

本课程由三部分组成。第一部分草地资源调查规划理论基础，含二篇，第一篇讲述天然草地形成的基本原理、草地分类的基本理论与方法、草地类型分布规律；第二篇讲述草地资源属性、草地环境、植物、动物资源评价，以及世界和中国草地资源基本特征，为认识草地，进行草地资源调查规划打下理论基础。第二部分为第三篇，讲述草地资源调查的原理、内容、工作程序与方法，包括遥感与信息系统新技术的应用，以及有关图件编制、

调查资料整理、建立数据库的原理与方法。第三部分为第四篇，讲述草业规划性质、内涵与方法原理，草地资源区划方法，介绍我国草地区划方案，讲述草业总体规划原理、内容与方法，生产实体草业生产规划内容

草地资源调查规划是一门既具有草业科学重要基础理论，又具有很强实践性的课程，必须重视掌握基本理论和实践方法，两者不可偏废。同时无论从调查认识草地资源属性或者进行宏观总体布局规划来看，涉及的知识面、学科和生产部门都比较广，因此要有扎实的草业科学基础和专业知识才能完成。还由于调查规划需要从大量的宏观现象中抽象出规律，提出带有方向性的规划指导意见，需要有科学的思维方法，正确的分析归纳能力，了解党和政府的方针、政策和国情、民情，才能立足现实，放眼未来，做好规划。因此学好草地资源调查规划学课程，具有一定难度，需要认真对待

第一篇 草地成因与分类

第一章 草地成因

第一节 草地成因概述

一、草地成因概要

认识、利用、改造草地，很重要的基础是了解草地的成因。了解一定空间的、具有一定特性的草地是如何形成的，实质上也就是了解草地植被的特性及其形成的环境条件。研究草地的成因，要依据在绪论中已经述及的对草地的三个概念，即草地是植被及其生长地的总体；草地是一个生态系统；草地资源是草地自然体经过人类经营的现实草地。同时还要区分原生与次生草地的成因；显域性与隐域性草地的成因；以及草地形成（发生）与草地发展演替的区别。

草地是植被及其生长地的总体，生长地是指草地植被的立地条件，是供应植物生存条件的大气和土地环境的泛称，应包括气候、土壤、地形、水文等。它们提供草地植物所必须的物质与能量——太阳辐射热、水分、大气成分与风、营养元素等，从限制性因素看，水、热又具有首要的作用，它们除了受气候决定，与土壤、水文、地形等也有关。土壤中的营养元素溶于水中被植物吸收利用，水文条件影响于水分分布与供给，而地形则是水热再分配的重要因素。

从生态系统的观念来看，草地生态系统也是由无机环境、生产者、消费者和分解者（还原者）组成，研究草地成因，必须对这四要素进行分析。无机环境相当于上述立地条件，生产者是草地植物，消费者是采食的动物以及其他耗损牧草的生物，分解者主要是土壤动物和微生物。生产者、消费者、分解者三大功能类群，通过物质循环和能量流动，紧密联系在一起，成为草地生态系统的功能单位。它们是草地形成的内在因素，它们的差异决定着草地之间的差异。从生态系统的角度分析草地成因比上述从生长地无机环境因素的角度分析增加了生物因素。

草地资源加入的因素是人类对草地的经营干预行为，增加了草地成因的人类生产经营活动因素。但是这种经营干预通常并不足以改变草地植被存在的外界自然环境条件，引起的是植被的某些量变，还脱离不了草地原有的基本属性。当人类经营的巨大影响，改变了水热供给和植被组成等根本性条件，使草地的性质发生了质变，才会成为新生草地的成因。

在研究草地成因时要区分原生草地与次生草地的形成。原生草地是在一定空间固有的

无机和生物环境因素下形成的草地，而次生草地则是原生草地的演变，是外力改变了固有的立地条件，使以水、热为中心的植物生活要素有了质的变化，或者植被组成结构发生了质的变化，从而改变或者破坏了原生草地，形成了新的草地，即次生草地。这种外力往往主要是人为干预的结果，例如极度地过牧利用，火灾焚烧，对于干旱、半干旱草地的灌溉，长期围栏封育、补播大量新的草种，改变了种群结构，以及翻耕重新种植成人工草地等。

还要区分显域性（地带性）草地与隐域性（非地带性）草地的成因。受地带性气候影响而形成的、具有相应地带性分布的草地，属于显域性草地；在气候带内，由于地形、土壤、水文条件的变化，局部地区出现了不同于地带性气候决定的水热，特别是水分条件，从而形成不同于地带性草地的特殊草地，为隐域性草地。例如在荒漠气候带内，由于河道沿岸、湖滨、冲积扇缘潜水溢出带，受到地下水的补给，丰富了土壤水分条件，从而在荒漠气候带内形成了隐域性的低地草甸草地。

草地的形成（发生）与草地发展、演替的成因，就其总体因素而言是基本一致的，三者之间也有密切联系，但草地形成、发展、演替是三个不同的概念。草地形成是根本的，从裸地到稳定的植物群落和群落环境发生，形成原生草地，经历了一个演变发展的长河。草地形成以后，绝不是静止的，在各种因素影响下，继续处于不断变化发展之中，但是这种发展有一个量变到质变的过程，有一个波动变化和恒定变化的区别，只有恒定的变化引起草地的质变，从一种草地类型发展为另一种草地类型，才属于演替的范畴，而且严格说来，人为干预下发生的次生草地往往并不一定是在生态系列基础上规律性的演替。

二、草地成因的不同学说

草地形成是多种因素作用的结果，这是国内外学者对草地成因的共同认识，不同学者提出的成因学说仍有区别，大体上可以归结为三种类别。

（一）无机环境因素说 在国内最典型的代表是王栋教授提出的雨量地势成因说（1955），认为：“草原的形成主要原因大概由于雨量稀少、土壤清薄、地势高寒、生长季短促、温度冷热的变化剧烈等原因。而雨量的多少和分布的均匀与否是影响草原形成的主要因子”，“土壤水分之多少故视雨量而异，亦与蒸发量有关”。王栋教授采用 Weaver 氏降雨量与蒸发量之比率，划分为以下各级：比率 < 0.2 为沙漠地带； $0.2 \sim 0.6$ 为干旱草原地带； $0.6 \sim 0.8$ 为草原地带； $0.8 \sim 1.0$ 为森林地带。认为地势的影响与热量有关，地势越高，温度越低，植物的生长期亦愈短。指出热带草原的形成由于雨量在年度内分布不匀，雨季、旱季明显；温带草原的形成由于雨量不足；高山草原的形成由于温度太低。实质上是突出了水热成因，抓住了气候条件在草地形成中的主导作用。

（二）无机环境与生物因素说 生态系统论的鼻祖坦斯莱（A.G.Tansley, 1939）曾指出英国大部分草地最好看作是“生物偏途顶极植被（Biotic Plagioclimax Vegetation），即被放牧所稳定的植被”，强调了现有草地是经过人类放牧生产经营的产物。

英国草地学家戴维斯（W.Davies, 1960）认为草地的发生与发展受着土壤、动物、植物三者所制约，而且在草原形成过程中是不可分割的整体

这些论说突出了生物在草地形成中的作用，与无机环境结合成一个整体，反映了生态系统的观念。

(三) 无机环境、生物、人类活动因素说 任继周教授提出大气、土地、生物、生产劳动四项因素说(1961),认为草原这一生产资料在大气因素、土地因素、生物因素和生产劳动因素所构成的矛盾运动中不断地发展着。其中生物因素居于核心地位,大气因素与土地因素构成草原生物群落的立地条件,生产劳动因素则主要通过农业生产手段及生物活动,对草原施加影响,强调是有明确目的而进行的活动,不同于一般的人类活动,并不断改变着草原生产能力。这一论述强调了四项因素的综合作用影响于草原的发展。

许鹏教授提出非生物环境(无机环境)因素、生物因素、人类活动综合影响的论点(1985)。其特点是进一步明确了各类因素在草地形成中的作用性质与地位。强调生物因素的核心作用,植被作为建成草地的实体,又在生物因素中起关键的作用。非生物因素作为提供植物生活要素之源,具有决定性影响。气候,特别是水热条件又在非生物因素中具有主导地位,决定着显域性的地带性草地的形成;而地形、土壤基质引起水热再分配,则是隐域性草地和显域性草地非地带性出现的主要原因。人类活动具有巨大的影响,特别是对次生草地的形成起着决定性作用,但它的作用范围往往有一定的限度。

第二节 非生物环境因素与草地形成

一、气候条件在草地形成中的主导作用

地球上的一切生命,都是由绿色植物通过光合作用所固定下来的太阳辐射来维持的。光、水、二氧化碳是形成碳水化合物的基本条件。太阳辐射还是环境中热的主要来源,水则是维持生命活动的基本需要。因此,作为气候条件基本指标的水热因素是生物存在的基础,决定着植被和土壤的发育,决定着草地的形成,决定着水——草——土——畜草地资源系统的性质。水热状况在地球上的分布,在不同的地理部位,由于阳光的入射角和距离海洋远近的不同有明显变化,从广域范围决定了不同草地的发生。从而可见以水热为主导的气候条件决定了草地的性质、分布,在草地形成中起主导作用。

了解气候条件在草地形成中的具体作用,必须认识水热主导因素差异的形成原因。

光照强度因阳光入射角而变化,入射角愈小,一束光线能量分布的面积越大,单位面积获得的能量愈小。同时由于太阳中辐射被大气的吸收、反射和散射作用,入射角越小,通过大气层的射程越长,也使光强越为减弱。低纬度地区,入射角大,通过大气层射程短,光照强度大,随着纬度的增高而减弱。因此,从地球的赤道向两极去,太阳辐射的能量一般随之减少(表 1-1)。

表 1-1 地球各纬度带太阳辐射量 ($J/cm^2 \cdot s$)

纬度	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
辐射量	1.419	1.398	1.340	1.243	1.118	0.971	0.808	0.670	0.603	0.586

(《草原调查与规划》农业出版社,1985)

另一方面,具体地面部位所接受到的太阳辐射量,还与该地区的日照强度有关。在纬度为零的赤道附近 终年昼夜平分 随纬度增高 昼长夜短变化增大 纬度越高 夏半年 春分到秋分 昼越长 夜越短 冬半年则昼越短 夜越长。在北极地区 几乎夏季全是白天 冬季全是

黑夜。以入射角与日照强度两项因素综合，在植物生长季的夏季，最大辐射量不是在赤道而是在低纬度的高压带 这里空气中水分含量低 也是重要原因 图 1-1)。

世界上各自然地理区的太阳辐射量 ($\text{kJ}/\text{cm}^2 \cdot \text{a}$) 大致如下：荒漠地区 840~920，热带雨林 500~670，温带森林(欧洲) 330~500, 两极 290。

太阳辐射是地球表面的热源。地面因吸收太阳辐射而增温，同时 又不断放出辐射，这种地面辐射是近地面层大气的主要热源。地球不同地带热量的变化与太阳辐射量变化规律一致，大体上纬度每增加 1° ，年平均温度降低 0.5°C 。从赤道到两极可以按等温线划分为不同热量带，这种划分不仅反映了太阳辐射的变化 也反映出海陆、地形、大气环流等对热力情况的影响。

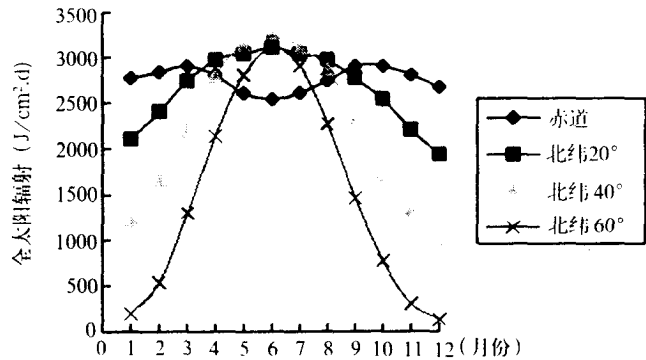


图 1-1 纬度与全太阳辐射量的关系 (Berliand)
(根据《植物生态学》，第二版，高等教育出版社，1983，重绘)

- 热带：在南、北半球上以 20 年等温线为界，该线通过南、北纬 30° 附近；
- 南、北温带：在南、北半球上位于 20 年等温线和 10 最热月等温线之间；
- 南、北寒带：在南、北半球上位于 10 最热月等温线和 0 最热月等温线之间；
- 南、北永久冰冻区：在南、北极最热月温度低于 0°C 的地区。

太阳辐射是水分大、小循环的动力。一个地区降水量的多少，决定于它距海洋的远近，以及水汽移动的大气环流。大体而言，凡对流旺盛、锋面活动强烈、气旋比较频繁，盛行风来自海洋的地区，降水均较丰富；反之，降水稀少。在赤道附近终年气压低，形成自低向高纬度气压逐渐增加。在纬度 $30^\circ \sim 35^\circ$ 附近，形成副热带高压带。气压又向高纬度减小，在纬度 50° 附近形成副极地低压带，向极地气压又升高，形成极地高压带。与气压带对应的风带是：在赤道低压带由于水平气压梯度很小，地转偏向力也很小，形成赤道无风带。副热带地面流向赤道的一支气流，在地转偏向力的作用下，在北半球偏成东北风，在南半球吹东南风，比较恒定，形成信风带；副热带地区流向极地的气流，在中纬度地区形成西风盛行带；极地终年为反气旋控制，从极地吹向中纬度的风，北半球是东北风，南半球是东南风。大气环流对赤道低压带，中纬度西风盛行带的降水造成有利条件，低纬度地区因形成副热带高压区而不利于降水的形成。高纬度地区受高压控制，温度低、水量少，降水也少。北半球地表面降水量随纬度变化如表 1-2 所示：

表 1-2 北半球各纬度的地面降水量

纬度 ($^\circ$)	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~90
年降水量 (mm)	1450	840	590	660	740	630	270

在纬度地带性的基础上，经度位置主要反映海陆分布、水文状况。在北半球各大陆的东南部，由于海洋气团的环流作用，决定了由海洋向内陆，即由湿润向干旱的自然综合体

的形成。由于我国形成降水气团的主要来源是太平洋，降水从南向北，从东向西减少。在秦岭——淮河线以南，由东向西，由沿海到内陆，依次出现湿润、半湿润、半干旱的季风气候，自然带也大致是沿经度方向延伸，由沿海向内陆依次更替。再向内陆，季风不能到达，成为干旱的大陆性气候。冬季气流的运行和变化受到西伯利亚高压、印度洋低压、北太平洋高压和阿留申低压四大活动中心控制。冬季西伯利亚高压笼罩亚洲大陆，我国大部分地区寒冷而干燥。夏季大陆上变成低压区，除青藏高原和西北地区外，大部分吹着来自太平洋的东南风和印度洋高压带来的气流，雨水充沛。西北地区由于距离海洋远，又受一系列东北、西南走向山脉的阻挡，湿润气候难以到达，除新疆天山北坡和阿尔泰山受到北冰洋湿润气流少许滋润外，都呈现干旱、半干旱气候。

降雪是降水的一种形式，而从生态意义来说，对草地形成具有特殊的意义。冬季雪下温度比雪面高 10~15℃，温差小，而且避免了风和干旱作用，也是重要的草地放牧利用条件。融雪水是供水重要来源，如果再与春水相结合，在干旱地区也能形成早春的土壤湿润条件，促成短命、类短命植物的发育，形成有特殊自然与经济特点的草地。

降水对草地形成的影响，不仅在于总量，降水的季节分配和水热的平衡协调也具有重要意义。例如全年降水分布均匀的赤道带，发育常绿热带雨林，而在热带中具有一定干旱期的地方，虽然水、热总量相似，却发育成热带季雨林。我国东南沿海雨量集中于夏季，是常绿阔叶林地带，但同纬度的地中海沿岸冬季降雨、夏季干旱，是常绿硬叶灌木林地带。欧亚荒漠带由于东、西部年降水量分配的差异，东部降水以夏季最多，西部季节分配比较均匀，形成蒙古与中亚两种分配模式，从而使东、西部荒漠草地性质发生明显差异。

同时，降水量不能孤立地决定草地类型及其分布，关键在于地区的水热平衡状况，即降水与蒸发强度的比率，能用于植物生长的有效水分的多寡。亚热带荒漠区的降水超过温带森林区，由于前者蒸发大大超过降水，发育为荒漠。我国西北地区的一些数据也可以说明这一问题（表 1-3）。

表 1-3 降水蒸发与植被类型*

地 区	宁夏	内蒙古	青海	内蒙古		西 藏		黑龙江	
	同心	新巴尔虎左旗	玛多	巴林左旗	三河	日喀则	安多	安达	漠河
年降水量 (mm)	278	268	298	361	343	434	409	406	393
年蒸发量 (mm)	2258	1614	1328	1653	1266	2438	1837	1607	934
天然植被	荒漠草原	草原	高山草甸	草原	草甸草原	高山草原	高山草甸	草原	草甸草原

气象数据系 1961—1980 年平均值。

（《中国农业气候资源和农业气候区划论文集》，1986）

精确确定蒸发量是很困难的，由于温度与蒸发的正相关性，通常利用各种水热系数指标来反映。在草地工作中较通用的是湿润度（同期降水量/0.10Σ > 0 积温）和干燥度（0.16Σ ≥ 10 积温 / 同期降水量）干燥度 < 1 为湿润区，发育的相应植被为森林，1~1.5 为半湿润地区，发育为草甸草原、草甸，1.5~4.0 为半干旱地区，发育为草原、荒漠草原，>4.0 为干旱区，发育为荒漠。由于许多牧区分布在高纬度和高海拔地带，按照积温来估算蒸发力而后计算的湿润指数，与实际的水分平衡状况距离较大。据中国牧区畜牧气

候区划科研协作组资料 (1986), 伊万诺夫 (H. H. Иванов, 1954) 湿润度比较适于我国牧区应用。其估算公式为:

$$K = \frac{R}{E_0} = \frac{R}{0.0018 (t + 25)^2 (100 - f)}$$

式中 K ——某月湿润度;

R ——该月降水量 (mm);

E_0 ——该月蒸发量 (mm);

t ——月平均气温 (°C);

f ——月平均相对湿度 (%)。

计算年湿润度则可将有关参数改为年度值。

伊万诺夫湿润度与景观地带相关性见表 1-4。

表 1-4 湿润度与气候地带、植被型

湿润度	> 1	0.60 ~ 1.00	0.30 ~ 0.60	0.13 ~ 0.30	< 0.13
气候地带	湿润	半湿润	半干旱	干旱	极干旱
植被型	森林、草甸	草甸、山地森林	典型草原	荒漠草原	荒漠

(引用《中国牧区畜牧气候》编制)

张新时 (1989) 根据桑斯威特 (C. W. Thornthwaite) 对可能蒸散量和湿度指标原理与计算公式, 结合对我国 671 个国家气候观测台、站资料, 给出了 APE (经校正可能蒸发量) 值与我国纬度 (LAT)、经度 (LONG) 及海拔 (ALT) 的多元回归模型和相应的软件, 从而大大提高了桑斯威特方法的实际应用。分析了其与中国气候分类和植被类型分布的相关性, 说明了水热指标与植被形成、分布的相关规律。

$$I_m = 100(S - 0.6D) / APE; APE = E_0 \times CF$$

I_m 为湿度指数, $S = P - APE$ (当 $P > APE$), $D = APE - P$ (当 $P < APE$), P 为降水量, E_0 为可能蒸发量, CF 为按纬度的日长系数与每月日数的系数。

$$APE = 2037.98 - 18.8308LAT - 4.5801LONG - 0.157861ALT$$

$$R = 91.7\% \quad N = 671$$

气候类型与湿度指标的相关见表 1-5。

表 1-5 气候类型的湿度指标

气候类型	A 过湿	B 湿润				中湿	低湿	半干旱	干旱
		B ₄	B ₃	B ₂	B ₁	C ₂	C ₁	D	E
湿度	100 及	80 ~	60 ~	40 ~	20 ~	0 ~	-33.0 ~	-66.7 ~	-100 ~
指标	以上	100	80	60	40	20	0	-33.3	-66.7

(引用张新时 1989) “植被的 PE 指标与植被—气候分类 (二)” 编制)

植被类型与气候类型、湿度指标的相关见表 1-6。

湿度指标 I_m 在荒漠与草原植被很明显, -66.7 可作为荒漠与草原的界限而 -90 可作为极端干旱荒漠与荒漠的界限, 草原地带的上限大致在 -20 上下。但是 I_m 在 -30 至 0 之间是一段交错复杂的生态过渡带, 各种森林、灌丛和草地在这里都可以出现, 看来它们是在

不同的土壤基质或地形条件下各得其所，形成镶嵌结合的植被或景观格局（张新时，1989）。

表 1-6 气候类型、湿度指标与植被型

气候类型	低温湿润	低温低湿	低温低湿(半干旱)型	中(低)温半干旱(低湿)型	中温半干旱(低湿)型	中低温干旱型	中低温干旱型	中温干旱
湿度指标	14~68	-17~-11	-36~-14	-5.4~-22	-57~-20	-88~-65	-90~-69	-98~-92
植被类型	高寒灌丛草甸	高寒草原	灌丛草原	温带草原北部	温带南部黄土高原	西准噶尔盆地	南部阿拉善	塔里木盆地
	青藏高原高寒植被			温带草原植被		温带荒漠		暖温带荒漠

(引用出处同表 1-5)

二、土壤条件在草地形成中的作用

土壤是草地植被着生的基础，它提供了植物扎根固定的场所，是植物必须的水、肥、气的供应库与贮藏库，又是植物与无机环境之间进行物质与能量转换的主要环节。土壤与植物关系十分密切，它们共同构成一定的生态系。土壤的发育与植物的发育紧密相关，在一定的土壤上发育有与之相适应的植被类型，而土壤类型的形成实际上又是一定的植被作用的结果，它们又共同受着气候条件的控制。表 1-7 说明了气候、植被与土类之间的关系。

表 1-7 气候、植被、土类之间的关系

气候	成土作用	典型植被	显域土类
潮湿	寒冷	冻原	冻原土
	冷	针叶林(泰加林)	灰化土 棕色灰化土 灰色森林土
		温带森林	灰棕色灰化土 高草灰化土 红黄色灰化土
		北美夏旱灌木群落(卡帕拉丛林)	无钙棕色土
温暖	红化作用	雨林	砖红壤
干旱(冷到温暖)	钙化作用	草原	黑钙土 栗钙土 棕钙土
		荒漠草原, 草原化荒漠和荒漠	灰钙土 灰色荒漠土 (灰)棕色荒漠土

(张新时, 1965)

土壤的各种理化属性对植物生存都具有相互联系的不同影响，诸如土壤机械组成与质地，土层厚度，土壤有机质与矿质营养含量等等，而这些都与土壤基质相关。土壤基质泛指植物着生其上的地壳部分，包括地表覆盖岩石的风化堆积物，土层与基岩，也包括流沙、砾石与裸岩。土壤基质作用的本质在于其特殊的水分、地温的状况，以及它所产生的