

# 第1章 土地生态学：概念、体系与发展

## 1.1 土地的含义及其生态功能

对于土地的含义，目前尚无十分统一的认识。一般认为，土地是地球陆地表面上由地貌、土壤、岩石、水文、气候等要素组成的自然历史综合体，它包括人类过去和现在活动的种种结果。这一概念，明确包含以下四方面内容：①土地是综合体。土地在其长期形成、演变过程中，各种要素以不同方式，从不同的侧面，按不同程度，独立地或综合地影响着土地的综合特征。在土地这个综合体中，土地各组成要素都有其不可取代的地位和作用，土地的性质和用途取决于全部组成要素的综合作用，而不从属于其中任何一个单独的要素。换句话说，任何单独要素，如土壤、岩石、地貌等都不是土地，土地是这些要素综合作用的结果。②土地是自然历史的产物。土地不是人类劳动的产物，但人类的经济活动可以改变土地组成要素（如土壤、植物、水文等）的性质，从而影响土地的功能和用途。因此说土地是自然历史的综合体，它包括人类过去和现在的生产活动成果及其社会经济关系，这是土地不同于其他自然体的重要方面。土地是地球表面的陆地部分。海洋和陆地是地球表面的两大组成部分，有着明显区别的

自然地理特征。陆地是突出于海洋面上的部分，包括内陆水域、滩涂和岛屿。将土地限定在陆地范围，符合人们的一般认知和劳动习惯。土地是立体垂直剖面。由于土地组成要素是在地球表面一定地域范围的立体空间中分布的，因此，土地是一个立体垂直剖面。按这一剖面的密度差异和性质的不同，可分为三层，即以地球风化壳和地下水为主的地下层；以生物圈和地貌为主的地表层；以近地面气候为主的地上层。那些与土地特性无直接联系的地上层（如高空气候）和地下层（如深层岩石），并不包括在土地这一立体垂直剖面的范围内，只是土地这一综合体的环境条件。

此外应该指出的是，土地作为一个自然历史综合体，具有随时间推移而不断变化的动力学特征，所谓某一时段的土地性质只是土地在随时间变化过程中的瞬间特定情况。因此，土地可用以下数学函数予以描述，即：

$$L = f(x, y, z, T)$$

其中， $x$ 、 $y$ 、 $z$  为三维空间坐标， $T$  为时间。

土地是一个多方位、多层次、多时段和多功能的综合体，它具有许多不同的特性。例如，在经济学上，土地具有商品属性；在法学上，土地具有产权属性；在农学上，土地具有生产属性；在工程上，土地具有承载属性。

联合国粮农组织和环境规划署 1999 年提出了土地的十大功能：储存个人、群体或社会财富；生产人类食物、纤维、燃料或其他生物物质；植物、动物和微生物的栖息场所；全球能量平衡和水循环的决定者之一，提供资源和沉淀温室气体；规定地表水和地下水的储存和流动；人类使用的矿物和原料的储存场所；化学污染物的缓冲器、过滤器或调节器；提供聚集、工业和娱乐空间；保存历史或史前记录（化石、过去的气候证据、人类遗迹等）；提供或制约动物、植物和人类的迁徙。联合国在 2000 年 4 月的环境与发展委员会上就土地问题作出决议，指出土地资源利用是可持续发展最重要的组成部分。世界上一些国家相继提出了土地利用和管理向生态管护方向发展的报告。由此，土地生态学的研究在各国也日益得到重视。

从生态学观点看，土地是一个由气候、地貌、岩石、土壤、植被、水文以及人类活动种种结果组成的生态系统。土地生态系统又可细分为农地生态系统，林地生态系统，草地生态系统，居住地生态系统等等。与此同时，土地又是整个地球更大系统的自然环境要素，土地是能量流、物质流、信息流的输入与输出及物质交换转移得以实现的基础，是储存库和供应站。水土流失、土地污染、土地质量退化等，不仅破坏土地自身生态系统的生产力，而且直接影响地球上更大生态系统的能量和物质循环。H.D. 福斯指出，土地连同其环境中的生命体的总和构成生态圈。由此可见，土地本身就是一个生态系统。换言之，土地是地表各自然地理要素与生物体及人类之间相互作用、相互制约所形成的统一整体。

我国古书《易经》上赞美土地的功德云：“至哉坤元，万物资生，乃顺承天。坤厚载物，德合无疆，含弘光大，品物咸享。”赞喻土地是万物（生物）生存、生活、繁育的基础，一切生物将依附于土地，就象子女要靠慈母的养育一样。管子在他所著的《水地篇》中亦说：“地者，万物之本源，诸生之根苑也。”因此，人们称土地的这种作用为生态功能，表明土地具有重要的生态特性。

在陆地生态系统中，土地是最基本、最重要的，是决定生态系统类型及其构成的主要因素，是能量输入与输出、物质交换转移得以实现的基础，又是地球生态系统的物质储存器、供应站和能量调节者。从生态角度看，土地具有以下重要功能：

#### (1) 生物栖息和支撑功能

对生物体来说，土地最显而易见的功能之一，就是栖息和支撑。固定在土地中才能使植物保持直立；人类活动的场所，包括房屋、道路、桥梁等一切建筑物都附着于土地。水培作物或温室蔬菜，通常也必须用铁丝网等固定于土地中加以支撑。如果土地失去栖息功能，生物可能由此灭绝；如果土地的支撑力不够，房屋可能倒塌，树木则经不起风吹雨打。

#### (2) 植物生产和生物养育功能

土地的本质属性是有生产能力，它可以生产出人类需要的植物和动物产品。在生态学中，人们把生物生产分为植物性生产和动物性生产。植物性生产是植物通过光合作用，源源不断地生产出植物性产品的过程，又称作第一性生产或初级生产。动物把采食的植物同化为自身的生活物质，使动物体不断增长和繁殖，亦称作第二性生产或次级生产。从食物链的关系来看，次级生产中又可再分为几级，如二级、三级等。每低一级的生产都以其前一级生产的有机质作为其食料，整个生物界就是通过食物链繁育衍生而来的。所谓土地危机，主要就是指土地生产能力的破坏超越了土地对生物的养育“阈限”，狭义地说是人口的膨胀超越了土地的养育“容量”。

#### (3) 环境净化和修复功能

进入土地的污染物质在土体中可通过扩散、分解等作用逐步降低污染物浓度，减少毒性；或经沉淀、胶体吸附等作用使污染物发生形态变化，变为难以被植物利用的形态存在于土地中，暂时退出生物小循环，脱离食物链；或通过生物和化学降解，使污染物变为毒性较小或无毒性甚至有营养的物质；或通过土地掩埋来减少工业废渣、城市垃圾和污水对环境的污染。据报道，如果处理得当，土地对 BOD COD TOC 三项有机污染物的净化效率可达 80% 以上。当然，土地的净化和修复功能是有限的，必须在其容许的范围内进行。

#### (4) 地球生态系统的物质与能量循环功能

地球生态系统的生产、呼吸和分解过程，以及该系统的食物链（网）、营养级和生态金字塔形成过程的能量循环都是通过土地界面进行的，土地是重要的能量调节者和积聚者。土地具有提供陆生植物所需要的矿物质、水、二氧化碳和氮素的能力，是植物进行光合作用从而积累与植物有机物质相结合的大量太阳能的极其重要的条件。不仅如此，土地是地球生态系统中巨大的物质贮存“库”。土地作为地球生态系统的重要圈层——土地圈，处在与岩石圈、生物圈、水圈和大气圈密切的相互依存和相互作用之中。地球上的水循环、碳循环、氮循环，或者说几乎生命物质的生物地球化学循环，土地都是不可或缺的载体和媒介。

#### (5) 生态环境变迁的历史记载功能

陆地上的成土作用是从泥盆纪（即出现陆地植被）开始的，至今可能已经 3 亿 ~ 4 亿年。在漫长的地质时期中，地球历经“沧海桑田”的变迁，人类对地球生态环境变迁的研究，其中很重要的途径就是通过保留在土地剖面中的古化石、古河道、古土壤而进

行的。在人类文明的发展史中，人们也是通过对土地剖面中的生态记录并结合其他各种记载，掌握了苏美尔文明衰落、地中海地区环境退化与古文明衰退、玛雅文明消亡和丝绸之路沿线文明衰亡的历史轨迹。由此进一步唤醒和强化人类的可持续发展意识。

## 1.2 生态学的定义及其土地学基础

生态学 (Ecology) 一词源于希腊文 “Oikos”，其意为住所或栖息地。从字意上讲，生态学是研究生物栖息或居住环境的科学。生态学与经济学 (Economics) 具有相同的词源 (eco-)，在词义上具有相同点，所以也有人曾经把生态学称作自然经济学。美国 R. E. Richlefs 写过一本《自然经济》 (The Economy of Nature, 1976)，其副题即为基础生态学教本。俄国的 K. A. 土木拉耶夫也曾把 Ecology 译成俄文的经济学。在我国，李顺卿先生曾建议把 Ecology 译成环象学。日本东京帝国大学三好学把 Ecology 译为生态学，后经武汉大学张挺教授介绍到我国。

1866年，德国的博物学家 E. Haeckel 首次为生态学下了定义：生态学是研究有机体与其周围环境，包括非生物环境和生物环境相互关系的科学。

之后，一些著名生态学家都对生态学进行了定义。1966年，Smith 认为，“eco-”代表生活之地。因此生态学是研究有机体与生活之地相互关系的科学，所以又可把生态学称为环境生物学 (Environmental Biology)。美国著名生态学家 E. P. Odum 提出的定义是：生态学是研究生态系统结构和功能的科学。在其后来的生态学一书中提出，生态学是“综合研究有机体、物理环境与人类社会的科学”，并以“科学与社会的桥梁”作为该书的副题，以强调人类在生态学过程中的作用。我国著名生态学家马世骏先生认为，生态学是研究生命系统与环境系统之间相互作用规律及其机理的科学。

综上所述，可见生态学的定义颇多。我们认为，E. Haeckel 的定义是适宜的，即生态学是研究生物与环境之间相互关系的科学。这里，生物包括动物、植物、微生物及人类本身，即不同的生物系统；而环境则指生物栖息地中的无机因素。生物因素和人类社会共同构成环境系统。

土地是养育生物的因素，是各种生物满足自身生存和发展的基地。它以自身的物理和化学性质直接参与各类生物的自然再生产过程。几乎可以说，土地是一切生产和万物存在的源泉。“万物土中生”、“有土斯有粮”这些说法充分体现了土地对生态系统的极端重要性。人类探索通往宇宙的道路，成就卓著，进展迅速，然而至少到目前为止，还没有太阳系的其他星球上找到生命确切存在的条件。地球上的土地连同海洋是生物的唯一抚育者。

土地是一个由自然因素、经济因素和制度因素有机组成的复合体。土地的自然因素为陆地生物提供了生存所必须的无机环境；土地的经济因素和制度因素，例如土地的集约利用程度，土地的使用制度安排、土地的利用结构等，也都直接决定生态系统物质与能量的转化及交换过程，直接影响生物生存的社会环境。毫无疑问，土地是地球生态系统存在的基础，也是生态学研究的基础。

## 1.3 土地生态学的基本概念

土地生态学是一门新兴的交叉学科，多学科综合是土地生态学的发展动力。许多学者从不同的学科基础来进行土地生态学的研究，其观点自然各有侧重，对概念的表述也不尽相同。何永祺指出，土地生态学是在生态学一般原理的基础上，阐述土地及其环境间物质与能量循环转化规律，优化土地生态系统的对策和措施。朱德举等将土地生态学定义为研究一个区域内各种土地生态系统的特性、结构、空间分布及其相互关系，并指出土地生态学的任务是为土地利用规划和土地生态设计、土地管理提供理论依据。杨子生认为可将土地生态学表述为：土地生态学是一门研究土地生态系统的特性、结构、功能和优化利用的学科。其基本任务有二：一是应用生态学原理指导土地开发、利用、整治、保护和管理；二是揭示土地开发利用与保护管理过程中的生态规律。国外的土地生态学尚未形成独立学科，因而目前没有形成有影响的土地生态学定义。I. S. Zonneveld 还认为土地生态学和景观生态学同义。但从国外土地生态学研究项目和研究内容来看，一般认为土地生态学是研究土地生态系统中矿、水物质循环、能量转化和生产力形成，以及时空变异性的相互关系。

在吸收国内外土地生态学已有研究成果和观点的基础上，结合学科定义的基本要求以及解决我国土地生态问题和促进土地可持续利用与管理的实际需要，本书将土地生态学表述为：土地生态学是一门研究土地生态系统组成与特性、结构与功能、发展与演替、优化利用与调控机制的学科。它以土地生态系统为研究对象，对系统内生物和非生物因素的相互作用机理及其利用管理进行不同层次的综合研究。其基本任务有三：一是应用生态学原理指导土地的评价、规划、开发、利用、整治、保护和管理；二是揭示土地开发利用和保护管理过程中的生态规律；三是阐明土地生态系统形成和演化及其与自然生态系统和社会经济系统的相互关系。

## 1.4 土地生态学的研究内容和特点

### 1.4.1 土地生态学的研究内容

土地生态学的研究内容可概括为五个方面。

#### (1) 土地生态系统的形成与演替

土地生态系统是一个动态的开放系统，通过对各类土地生态系统的形成与演替过程的研究，揭示其发生与发展规律，为人类定向控制土地生态系统的演替方向与过程、促进系统结构和功能的优化提供基本依据。

#### (2) 土地生态系统的组成与结构

着重研究区域内各类土地生态系统的组成和基本特征、空间分布格局，包括生物组成和非生物组成及其相互关系；系统的层次结构、空间结构、时间结构、营养结构等，为从宏观和微观两个方面合理地布局和安排各类土地生态系统的适当比例，充分发挥各自的功能提供基础依据。

### (3) 土地生态系统的退化机理与修复途径

在人为干扰和其他因素的影响下，有大量的区域土地生态系统处于不良运行状态。脆弱、低效和衰退已成为这一类生态系统的明显特征。人类应该十分重视研究由于人类活动而造成土地生态系统逆向演替或系统结构和功能退化的机理及其恢复模型和修复途径，使土地生态系统恢复成为清洁、高效和健康的系统。

### (4) 土地生态系统的调控机制与可持续利用及管理

必须加强对土地生态系统调控机制的分析，加强对不同土地生态系统自调控阈值的确定，研究全球环境变化带来的一系列土地生态效应。为了从根本上改善人与土地的关系，必须重点研究土地生态系统的合理资源配置、开发利用及其自维持模型，研究土地生态系统科学管理的原理和方法，加强生态系统管理（Ecosystem Management）、保持生态系统健康（Ecosystem Health）和维持生态系统服务（Ecosystem Service），创建可持续发展的土地生态系统。

### (5) 土地生态系统的研究方法和工程技术应用

方法和技术是过河的桥梁。必须加强土地生态调查、评价、规划、设计、监测的方法和技术研究，加强土地生态系统开发和利用、整治和保护、修复和调控的工程技术研究，以提高土地生态学的可操作性和可应用性。

## 1.4.2 土地生态学的特点

### (1) 空间的地域性

受自然环境地域分异规律的影响，各种土地形态的空间分布存在着明显的地域性。这种地域性，不仅在大尺度、中尺度范围内差异极为明显，在小尺度范围内也有显著区别。例如在一个村的范围内，土地的适宜性也可以是很不相同的。因此，土地生态学研究必须深入分析区域土地生态系统的结构和功能，充分揭示不同区域间土地生态系统质的差别和耦合联系，在不同的空间尺度上阐明不同的土地生态学规律。

### (2) 时间的动态性

土地不仅具有地域性的空间差异，而且具有随时间变化的特点。它通过内部及外部物质与能量的变换，表现出显著的动态演替过程。每一种土地利用类型，每一块地的区位和肥力，都不是孤立和静止不变的，而是一个动态发展着的具有耗散结构的物质体系。土地生态学研究必须注重分析不同时间尺度的变化情况，全面分析随时间发展诸因素的变化，不断揭示其发展变化的运动过程 and 本质特征，才能使研究不断深化并取得可用的结果。

### (3) 对象的宏观性

土地生态学区别于一般个体生态学、植物生态学和动物生态学等有明确界限的微观生态，它的宏观性和伸缩范围很大。因为土地生态系统本身，其边界范围小的可以是一块农田，但大的可以是一个流域、一个国家甚至是全球。因此，以研究土地生态系统为核心对象的土地生态学基本上是以研究宏观性的土地问题为重点的。

### (4) 问题的综合性

现代土地生态问题大多处于人口、资源、环境、经济和社会的多重界面上。一项土地利用活动是土地多宜性与人类需求多样化双向选择的结果，也是自然界复杂多样化与

生产地域分工专门化相互作用的产物，同时还是土地作为一个自然社会经济复合生态系统综合平衡的良性循环保持与更新过程的矛盾统一。它既涉及到自然条件、土地区位，也涉及到制度安排、产权关系、经济绩效、模式选择，还涉及到工程技术措施。这是任何单一的学科，如土壤生态学、作物生态学等所不能解决的。土地生态学正是从整体上研究并解决土地生态的这种综合性问题的，从而形成以土地生态系统为核心的综合研究领域。

#### (5) 方法的多样性

研究并解决土地生态问题，不仅要求自然基础好，而且要求经济合理、技术可行、社会认同、法律许可。面对如此大跨度且综合性极强的研究对象和范畴，土地生态学的研究方法必须是多种多样的。从思维方式来看，土地生态学的研究方法可以分为规范分析、实证分析、行为分析和结构分析方法四大类。从总体上看，可分为定性、定量、定位和定序方法四大类。从具体的研究步骤和程序来看，可分为土地生态调查、土地生态评价、土地生态规划、土地生态开发、土地生态利用、土地生态整治、土地生态保护、土地生态管理、土地生态监测方法。从发展趋势看，在更高层次的计算机硬、软件的支持下，运用系统工程和信息科学的方法，将遥感技术、模型方法、土地定位技术、土地信息系统、土地专家系统有机结合，必将成为土地生态学研究的主导方法。

## 1.5 土地生态学的学科体系

到目前为止，土地生态学所拥有的全部理论和方法，还不足以形成统一规范的学科体系，从土地生态学的研究对象、内容和特点考察，参照杨子生等人的研究结果，我们认为现阶段土地生态学的学科体系应由土地生态类型、土地生态评价、土地生态规划设计、土地生态整治、土地生态工程、土地生态管理、土地生态伦理、土地生态经济等八个分支学科组成。

### 1.5.1 土地生态类型

土地生态类型是指生态属性均一、生态利用潜力和适宜性一致、生态工程措施和发展方向相似，并占有一定空间位置的 land 单元。它是研究土地生态评价、土地生态规划设计、土地生态整治和管理的基础。其研究内容具体包括以下三个方面：①土地生态分类，即土地生态系统类型的划分。它可以使研究区域内复杂多样的土地生态类型得以条理化和系统化，从而揭示土地生态系统类型的发生发展规律。各种土地生态类型组合的区域性差异，为土地生态学的理论和应用研究提供基础依据。②土地生态类型的分布规律。土地生态类型的形成、发展和区域性分异是自然因素和社会经济系统相互作用的结果，查明其分布规律，可分区域土地资源的合理开发利用、土地利用规划布局提供直接的参考依据。③土地生态类型的演替机制。土地生态类型演替是指：在一定时段内，一种土地生态类型向另一种土地生态类型转化的过程。其过程既有节律性演替，又有非节律性演替。其原因既有自然因素，也有人为活动结果。研究土地生态类型演替，目的就是要阐明其规律和原因，在不违背自然规律的前提下采取适当的人为措施，排除和防止土地生态类型的退化性演替，促进其向良性化方向发展。

### 1.5.2 土地生态评价

土地生态评价是以土地生态类型为基础的，着重生态价值和功能的评价，它直接服务于土地生态设计和土地生态规划。因而在土地开发整治规划中，对于土地退化的综合治理是非常有用的。

土地生态评价，应在一般的土地评价基础上，选择对环境最有意义的生态特性进行补充评价。其目的是查明土地生态类型（功能单元）与土地利用现状之间的协调程度及其发展趋势。生态评价可分为不涉及社会意义的生态系统的质量评价，和涉及自然环境的功能对人类社会经济过程影响的评价。土地生态评价应将两者结合起来，尤其注意人类社会经济过程对土地生态系统的影响。

土地的生态评价除一般土地评价外，应着重考虑以下几种生态特性才能更好地为土地的综合整治服务。

(1) 自然结构和功能同目前土地利用结构和功能是否相适应，是人类活动和自然规律共同创造的“共生”现象，还是人类违反自然规律的活动给生态环境带来的不良后果，亦即研究人类活动与土地生态条件的协调程度，以便查明现代土地利用是否科学、合理。

(2) 土地生态系统是否得到了最优利用。通过自然系统的生产潜力与土地系统现实生产力的对比，或者通过综合分析土地系统的生态条件，采取试验、预测模型等方法，测算土地生态系统的潜在生产力，从而评价土地生态系统是否得到了最优利用，以及实现这种最优利用所应采取的途径。

(3) 土地生态退化的影响因素及其发展趋势。面对日益严重的土地生态退化问题，必须查明哪一些人类的经济活动违反了生态学原则，破坏了土地生态系统的结构和功能，从而造成土地生态退化。在研究和制定其恢复和重建方案时，应当进行相应的土地生态退化评价，掌握土地生态退化的类型、退化的程度和退化的机制，以便制定可行和有效的策略方案。

### 1.5.3 土地生态规划设计

保护生物多样性和维持良好的生存环境是人类生存和未来可持续发展的基础。规划设计合理的土地利用结构对保护生物多样性和舒适的生态环境具有重要作用。土地生态规划设计的实质就是运用生态学原理去综合地、长远地评价、规划、设计和协调人与土地资源开发、利用和转化的关系，提高土地利用的生态经济效率，寻求社会经济发展与自然共同进步的路径。根据人类活动方式、强度和生态过程的不同，土地生态规划设计可细分为四种类型：

(1) 城市土地生态规划设计。主要研究如何将生态思想与土地利用规划设计相结合，使城市环境变得自然而更适于居住。例如在城市区域通过生态调查制定土地利用规划设计，限定应保全的地区，指定需保护的地段，建立开放式土地利用空间系统，组织和谐一致的土地利用等都属于城市土地生态规划设计的内容。

(2) 乡村土地生态规划设计。它所研究的主要问题是怎样保证土地人口承载量，实行土地集约经营，保护集中的农田，补偿和恢复土地的生态功能，建设具有宜人景观的人居环境和高效的农田生态系统。

(3) 园林风景区土地生态规划设计。景观的视觉多样性和生态美学原理是风景园林区土地生态规划设计的重要依据和理论基础。通过适当的土地利用安排、组合和创设，综合应用地文景观、水文景观、森林景观、天象景观和人文景观构成的风景资源要素，使土地利用赋予文化和生态内涵，这是风景园林区土地生态规划设计的生命力所在。

(4) 自然保护区土地生态规划设计。在这一规划设计中，其策略上的难点是如何提出一个在土地利用中有效的协调保护与开发矛盾的“空间解决途径”；技术上的难点是如何科学确定生物最小面积，如何合理分析预测未来保护区面积的变化，如何协调保护区与区外空间、保护区与历史背景、保护区与现实政策的关系。

#### 1.5.4 土地生态整治

土地生态整治一般是指对那些受自然与社会经济因素的制约和影响使其利用率低、质量差、产出不高的土地生态系统采取工程、生物和农业的综合技术措施进行改良、治理、建设，也就是对影响和制约土地生态系统潜在生产力发挥的各种限制性因素的改造。其内容十分广泛，包括水土流失地的治理、盐碱地的治理、风沙地的治理、沼泽地的治理、受污染土地的治理、中低产田改造、荒山荒地的开发与治理、工矿废弃地和因灾废弃地的治理与复垦、基本农田建设、山水田林路村企的综合治理等。当前，面对全球土地生态退化的日益严重性和恢复重建的紧迫性，应将退化土地生态重建作为研究重点，在土地生态退化评价研究基础上，研究制定切实可行的退化土地生态重建综合工程技术规划方案并付诸实施，以恢复和提高退化土地生态系统的功能，实现土地生态系统的良性发展，确保土地资源的可持续利用。

#### 1.5.5 土地生态工程

土地生态工程包含两方面的内容：应用土地生态系统中物种共生、物质循环再生原理，结构和功能协调原则，结合系统工程的最优化方法，设计分层多级利用物质的生产工艺系统。其目的是在促进物质良性循环的前提下，充分发挥土地资源的生产潜力，防止土地退化，达到经济效益与生态效益同步发展。研究土地开发、土地保护、土地整理、土地整治、土地复垦等工程实践所应采取的生态工程措施，使土地生态学的理论和方法研究真正落实到工程建设中去。

#### 1.5.6 土地生态管理

土地生态管理是人类为了提高土地生态系统的功能和效率所从事的一系列有目的的活动。它主要研究如何通过行政手段、经济手段、法律手段和教育手段等维护土地生态系统的良性运行并提高其效能。有效的土地生态系统管理途径应当包括管理思想的现代化、管理组织的科学化，管理方式的规范化和法制化，管理技术及设备的国际化。

#### 1.5.7 土地生态经济

在土地利用的现实活动中，普遍存在着生态系统和经济系统相互联系、相互作用、相互排斥、相互耦合而形成的土地生态经济系统。它是一个客观存在的实体，是一个具有独立结构和功能的生态经济复合体。土地生态经济研究的核心问题就是要解决经济有

效性与生态安全性的协调和统一。按照这一思想，判断土地利用是否合理，以下是两个最重要的准则：

(1) 是否在土地利用中取得最大的经济效益

土地作为资源，土地利用必须追求自身的经济效益，但同时还应为其他资源的利用创造条件。这就要不断扩大土地的可利用面积，合理调整土地利用结构，尽量按照土地适宜性进行生产力布局，同时按土地的最佳投资适合度去集约利用土地，而且在整个土地利用过程中要把当前利益和长远利益、局部利益和整体利益结合起来，避免土地利用的外部不经济现象。

(2) 是否在土地利用中取得最佳的生态效益

人类社会实践证明，土地利用与生态环境是一个整体，“人类土地环境”是土地利用系统中相互联系、不可分割的组成部分。在人类的生存与发展中，只有合理利用土地，并不断改善自己的生存环境，才能使社会经济得以持续稳定的增长。

土地利用的经济效益和生态效益是共生的两个方面。生态效益同微观的、近期的经济效益不同，它的主要特点是宏观性、长期性和战略性。人们在劳动过程中，如果没有认识和运用生态经济规律，不懂得经济效益和生态效益之间的相互关系，只重视经济效益而忽视生态效益，其结果是不仅生态效益差，经济效益也不能真正地提高。如果仅仅为了追求经济效益而长期违背自然规律，破坏生态平衡，将会导致土地生态环境的恶化和经济效益的完全丧失。因此，人类必须掌握好土地生态经济系统的结构、功能和运行规律，了解它的调节机制和稳定极限，预测它对外部干扰所产生的后果，正确处理经济发展和生态保护之间的关系，建立起结构合理、功能高效的土地生态经济系统。

### 1.5.8 土地生态伦理

土地生态伦理研究的核心问题包括两个方面：

(1) 土地利用或资源配置必须兼顾代内均等和代际均等。所谓代内均等，即当代每一个社会成员应该而且有责任，使人们都拥有同等权力和机会开发、利用和占用土地资源。在出现不均等时，必须注重改善社会成员中土地资源最为匮乏和土地利用环境最为恶化的那一部分人的状况。代际均等可简述为：我们的子孙后代与我们当代人具有同等的权力享受土地资源的收益和福利，拥有安全和舒适的土地生态环境。

(2) 人类对土地的健康有一种责任感，对土地生态系统中的个体，也对土地生态系统本身负有道德义务。为何维护土地健康，如何使人的角色从土地共同体的征服者改变成土地共同体的普通成员和普通公民，如何建立土地利用的生态伦理准则，以保护生物群落的完整性、稳定性及美学属性等等，这是社会进步和人类文明的标识之一。

上述分支学科在研究内容上虽有区别，但又相互紧密联系、不可分割；例如土地生态类型是土地生态评价的基础工作；土地生态评价是土地生态规划设计的基础依据；土地生态伦理和土地生态经济为土地生态规划设计提供了理论思维和指导；土地生态规划设计则是土地生态类型和土地生态评价的目的和归宿；土地生态工程和土地生态整治是为了更有效地按生态学原理去合理利用土地，在很大程度上可以说是对土地生态规划设计方案的具体施工；而土地生态管理是实施土地生态规划设计方案的根本保证。可见，它们彼此不可分割，共同构成了土地生态学的基本学科体系。

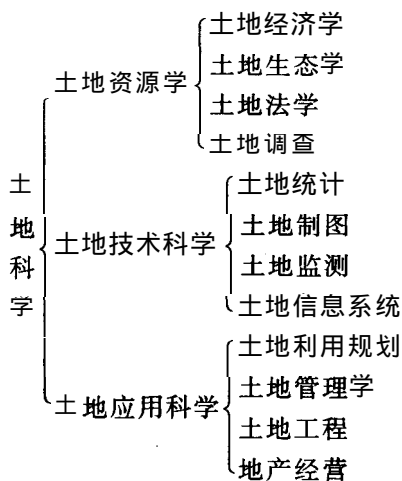
## 1.6 土地生态学与其他相关学科的关系

很多相邻学科的某些理论和方法都被土地生态学及其各分支学科吸收应用，例如地理学、农学、草原学、林学、水土保持学、农田水利学、地质学、环境学、景观生态学、城市规划学以及经济学、管理学、伦理学、数学等等。此外，遥感、计算机等高新技术也逐渐广泛地应用于土地生态学的研究和实践。这是社会全部学科的共同特征。科学越发达，学科间的渗透也就越深刻。本节重点探讨土地生态学与其关系最为密切的土地学、生态学以及景观生态学和资源生态学的区别与联系。

### 1.6.1 与土地学和生态学的相互关系

土地生态学是土地学和生态学之间的一门交叉学科。它通过直接吸收土地学和生态学的理论和方法而不断充实发展，形成自己特殊的研究领域和独特的核心问题。

土地科学是一门研究土地利用及其形成、演化和管理活动规律性的科学。土地科学的基本任务是研究人类利用土地的一系列有关问题，而不是单纯揭示客观规律，因而在很大程度上属于应用科学的范畴。但无疑，任何一门学科都是有理论支撑的，也就是说，必须有对客观规律的研究作为基础和前提，因而土地科学中的众多学科也是应该（而且必须）有层次的，可将它分为土地基本科学、土地技术科学和土地应用科学三个层次。其关系可表示为：



其中，土地基础科学是土地科学的理论研究，包括自然的和社会的两个方面：从土地的自然属性来研究，土地是一个生态系统，因而产生了以土地生态系统为对象的土地生态学；土地的社会属性是土地作为一种生产要素和资产，主要与经济和法律有关，因而相应形成了土地经济学和土地法学；从土地的自然和社会综合属性来研究，因而产生了土地资源学。土地基础科学旨在揭示土地利用、整治、保护和管理过程中的普遍规律。土地技术科学是土地科学中有关技术手段的研究。当前主要是土地调查、土地监测、土地统计以及土地信息系统等。土地应用科学是研究土地利用（广义还包含开发、

整治、保护和管理)中具体问题的一个层次,它是在一定理论基础,通过一定的技术而形成的,主要有土地管理学、土地利用规划、土地工程和地产经营等。应该指出,上述五个层次是同等重要、缺一不可的,它们共同构成了土地科学的学科体系。

上述层次结构体系表明,土地生态学是土地科学中的四个基础性学科之一,在土地科学学科体系中居于十分重要的基础地位。土地基础科学的基础地位表明了它的研究状况将是土地科学能否走向完善的一个决定性因素,然而,令人忧虑的是目前关于土地生态学的研究并未引起学术界的足够重视,因而成为最薄弱的学科之一。因此,当前切实加强土地生态学的研究,为进行土地开发利用、整治、保护和管理寻找理论指导,已是非常必要且很重要。长期的惨痛教训表明,一切土地开发利用活动必须要有生态学理论作指导,做到人类社会经济发展与自然生态规律协调一致,实现“人与自然共生”,否则必将遭受大自然的报复,给人类自身带来巨大灾难。例如,我国1998年长江流域特大洪水灾害的重要原因之一,就是长期不合理的土地利用引起水土流失加剧、生态环境恶化所致。从全球来看,目前土地生态退化问题已涉及到全球大约9亿人口,涉及到100多个国家和地区,可见加强土地生态学研究的急迫性和重要性。

由于生态学研究对象的复杂性和广泛性,现代生态学已发展成一个庞大的学科体系:

(1) 根据研究对象的组织水平划分,有分子生态学、进化生态学、个体生态学、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学、景观生态学和全球生态学等。

(2) 根据研究对象的分类学类群划分,有植物生态学、动物生态学、微生物生态学、地衣生态学以及各个主要物种的生态学。

(3) 根据研究对象的生境类别划分,有陆地生态学、淡水生态学、岛屿生态学、海洋生态学等。

(4) 根据研究性质划分有理论生态学和应用生态学,其中应用生态学是将生态学原理应用于有关部门或生产实践。例如农业生态学、森林生态学、恢复生态学、城市生态学、土地生态学、资源生态学等。

此外,还有学科间相互渗透而产生的边缘学科。例如数量生态学、化学生态学、物理生态学、经济生态学等。

如上所述可见,土地生态学在生态学的学科体系中属于应用性的边缘(或交叉)学科。它主要是应用生态学原理解决土地开发、利用、整治、保护和管理中的实践问题,为土地资源的可持续利用和协调人地关系提供指导和依据。

## 1.6.2 与景观生态学的关系

景观生态学是1939年由德国特罗尔(Troll)提出的,他用这个词来表示一个地区不同地域单元的自然-生物综合体的相互关系分析。景观生态学是地理学思想和生态学思想的结合。第二次世界大战以后,由于人口增长,粮食需求增加,环境问题出现,这些都引起社会各界和各国政府的关注。相应地,景观生态学的研究得到了蓬勃的发展。这首先表现在欧洲,如德国、荷兰和捷克斯洛伐克都是景观生态学研究中心。美国在20世纪70年代末才开始有人从事景观生态研究,但发展速度很快,并形成自己的特点。目前,景观生态学的发展已呈全世界的规模,并形成各具特色的若干学派。

### (1) 美国的景观格局和景观功能研究

前已述及，美国景观生态学尽管发展比欧洲晚，但有后来居上之势，尤其在创造景观生态学的基本理论框架上，颇有成绩。Dansereau 是美国景观生态学的先驱，早在 1957 年就提倡地理学和生态学的结合，对景观进行地理学研究。R. T. T. Forman, P. G. Risser 和 M. Turner 是当今美国景观生态学的突出代表，他们以研究景观的结构、功能、动态变化作为自己的工作中心。

### (2) 荷兰和德国的土地生态设计

西欧以荷兰的 I. S. Zonneveld 和德国的 W. Haber 为主要代表。他们的工作主要是应用景观生态学思想进行土地评价、利用、规划设计以及自然保护区和国家公园的景观规划设计。他们强调人是景观中的重要因素，起着主导作用，注重生态工程设计和多学科综合研究。

### (3) 东欧的景观综合研究和景观生态规划

东欧学派可以前捷斯洛伐克的 Mazur 和 M. Ruzicka 为代表。Mazur 发展了 Troll 的景观综合研究思想，长期坚持用景观生态学的思想研究区域规划和开发，根据生态平衡的原则对人类经营的生态系统进行最优设计。

### (4) 加拿大和澳大利亚的土地生态分类

加拿大和澳大利亚的土地生态学分类的系统和方法，取得很大成绩，受到世界各国的广泛注意。

### (5) 前苏联的景观地球化学研究

前苏联贝尔格是景观学的创造人，对景观学的发展有广泛的影响。例如，苏卡乔夫的生物地理群落就与景观学有密切关系。但是，俄国的景观学最受世界重视的还是景观地球化学的研究，这方面的主要代表是波雷诺夫和彼列尔曼。

可见，景观生态学各个流派均与本书所说的土地生态学有着密切的联系，尤其西欧流派与加澳流派的研究内容与土地生态学是相近或相似的。我国景观生态学研究是 20 世纪 80 年代中后期才逐渐开展的，主要吸收美国景观生态学思想和方法，着力于研究景观的结构、功能和生态变化，也重视景观规划和景观生态建设，研究范围涉及到森林景观、自然保护、农业景观、风景旅游、城市园林、建筑景观等几乎所有的自然与人文景观，在景观规划与景观生态建设中常将土地合理利用问题作为重要的环节。1982 年成立的国际景观生态学会 (IALE) 下设了 8 个学术委员会景观生态学基本问题、地理信息系统及遥测、土地生态学、城市生态学、自然保护、景观设计、土地评价与规划、国际景观生态研究进展，从这些委员会的组成中可看出，景观生态学不仅与土地生态学关系密切，甚至将土地生态学包括其中。国际景观生态学会首任主席、荷兰著名学者 I. S. Zonneveld (1995) 出版的《土地生态学：一门作为土地评价、土地管理和保护基础的景观生态学》一书认为，“土地”与“景观”是同义的术语，景观生态学是为土地评价、土地管理和保护服务的；命名为“土地生态学”，可被认为能更好地指导一般的土地利用，包括广泛意义上的农业。可见，荷兰的景观生态学研究与土地生态学没有多大差别。

综上所述我们认为，土地生态学与景观生态学是密切联系的，而且某些研究内容有一定的重叠和交叉，这也是现代不同学科之间发展过程中的常见现象。但是，两者是有很大差别的，在整体上不存在包含与被包含，替代与被替代的关系，土地生态学有其特

定的研究对象和独特的核心问题。

(1) 学科的研究对象不同。土地生态学的研究对象是土地 (Land)，景观生态学的研究对象是景观 (Landscape)，两者在概念及其内涵上是有着明显区别的。

景观的英文原词是 landscape，这是个有多重意义的词。中文景观这个词也有很多解释。总的来说，可有三种理解。第一种是美学上的意义。作为视觉美学上的概念，与“风景”同意。景观作为审美对象，是风景诗、风景画及风景园林学科的对象。第二种是地理学上的理解，将景观作为地球表面气候、土壤、地貌、生物各种成分的综合体，这样理解时，景观的概念就很接近于生态系统或生物地理群落这些术语。在这样的综合概念中，甚至也不排除人类的地位和作用。第三种概念是景观生态学 (Landscape Ecology) 对景观的理解。在这种情况下，景观是空间上不同生态系统的聚合。一个景观包括空间上彼此相邻，功能上互相关，发生上有一定特点的若干个生态系统的聚合。

上述三方面内涵尽管明显不同，但实质上却有历史渊源。景观生态学中的景观这个概念就是从直观的美学观，到地理上的综合观，又到景观生态学上异质地域观这样一步一步地发展起来的。

但无论发生何种变化，景观的内涵仍偏重在自然地理范畴。从 20 世纪 80 年代以来召开的有关国际景观生态学会议出版的论文集情况看，景观的内涵仍然反映的是一种综合自然地理实体或单元。

土地的内涵和特性与景观有着本质差别。首先，土地具有一定的生产力，即可以生产出人类某种需要的植物产品和动物产品，这是土地的本质特性之一。土地生产力按其性质可分为自然生产力和劳动生产力。前者是自然形成的，即土地资源本身的性质。不同性质的土地，亦即光、热、水、气、营养元素的含量及组合等不同的土地，适应于不同的植物和动物的生长繁殖；后者是施加人工影响而产生的，即人类生产的技术水平，主要表现为对土地限制因素的克服、改造能力和土地利用的集约程度。土地生产力的高低，即能生产什么，生产多少，或者能提供什么样的产品，提供多少，也主要取决于上述两方面性质的综合作用结果。其次，土地的概念历来是与经济因素相互交溶的。土地与景观的最大差别之一也在于前者受经济因素的多重作用，并在经济上作为资本或资金适用的同义语。在现代社会中，土地具有使用价值和交换价值，可以进入商品流通，是一种特殊商品。第三，土地的内涵一向是与制度因素密切联系的。不同社会条件下土地所有制、土地使用制和土地管理制度的差异，相同社会条件下土地产权制度及其权利设置的差异，以及更具体的诸如土地利用规划制度、土地收益分配制度、土地保护制度等的差异，是决定土地综合体特性差异的重要方面，也是土地这一综合体区别于土壤综合体、地理景观综合体的本质特征之一。人们很难想象，谈及土地问题，而不牵涉土地制度，或者可以回避权属关系。因为世界上已几乎不存在没有权属的土地。事实上，制度因素对土地综合体的影响是极为深刻的，例如我国土地使用制度改革前后，土地的性质已发生了变化。可见，一个完整独立的土地概念，必须涵盖制度及其产权因素。

由此可见，自然因素是形成土地这个综合体的物质基础，如果离开经济因素和制度因素论及土地的概念，则很难对土地的本质属性作更全面更深刻的揭示。实际上，土地是在自然因素、经济因素、制度因素综合作用下形成，并随着时间作动态变化的综合客体 (图 1-1)。土地的概念用函数可表征如下：

$$L = F ( n , e , s , t )$$

式中：L——土地；  
 n——自然因素；  
 e——经济因素；  
 s——制度因素；  
 t——时间因素。

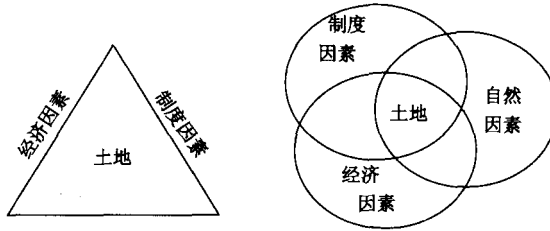


图 1-1 土地形成示意图

应该指出，土地具有多种属性，不同学科可以从不同的侧面加以研究。例如土壤学、农学、地理学、经济学、工程学等都可以从不同的角度来研究土地的个别属性。土地生态学则不同。它不是研究每一个组成要素的属性特征，而是按照现代系统学的理论和方法，从整体上研究土地综合体的。这种整体不是单个土地组成要素的简单相加，而是它们产生系统效应（组合效应）后的“化学反应”实体。由此也构成了土地生态学特定的研究范围及其所具有的特殊矛盾。

## (2) 学科研究的核心问题不同

土地问题是伴随着人类的产生而出现，并随着人类社会的发展而不断向广度和深度进化的。它不仅涉及土地的自然组成、结构和功能演化过程，也涉及经济、技术和人类活动的影响，而且与人口增长、资源短缺、环境变化和区域发展（PRED）问题密切联系。当人类面对“只有一个地球”和“共同的未来”（Our Common Future）时，土地利用的结构与秩序、土地与发展的关系协调、现实与未来的历史逻辑已为各界所关注，土地问题日益趋向综合化和复杂化，并置于自然、社会、经济、生态相互交织的多重界面之上。这一多重界面的结构可以理解成三个关系圈的集合（图 1-2）。其核心圈是人类调控、管理和决策中心；第二圈是社会与自然相溶合的介质圈；第三圈是自然环境系统。

从图 1-2 可见，土地问题的界面具有三元结构特征。由此，它所引致的土地科学研究问题也可分成三类：

第一类是与外圈紧密联系的对土地形成、分布和分类问题的研究。

第二类是与介质圈紧密联系的土地利用问题的研究，包括土地调查、评价、开发、利用、保护、整治等内容。

第三类是与内圈紧密联系的土地管理问题的研究，它包括土地制度的创设、土地法规的制定，地产经营，以及具体的地权管理、地籍管理、地价管理、地用管理和地税管理等。

在上述三类问题中，无论是从历史观还是从发展观看，土地利用始终处于土地研究问题的核心地位（图 1-3）。从历史观看，当新石器时代人类把种子有意识地撒向土地

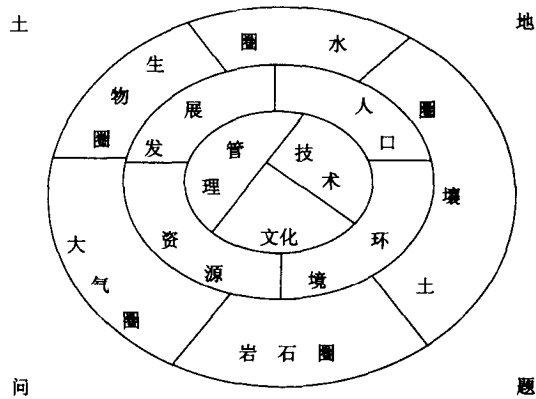


图 1-2 土地问题的界面结构

时，人类便开始利用土地。无论是农业社会、工业社会、还是近年来所说的后工业社会，研究土地的问题都是沿着以土地利用为主线而展开的。更具体说，无论是井田制、屯田制、占田制、均田制，还是今日的联产承包责任制；也无论是江汉平原与洞庭平原的变迁、西北与东北的屯垦，还是珠江三角洲和长江三角洲生态“基塘”这一方式的形成及发展，土地利用始终处于核心地位。几乎可以说，人类物质文明的发展，都是建立并取决于土地利用这一基本点之上的，一切土地活动由此而派生。从发展观看，一个持续发展的社会，不仅有赖于土地资源的持续供给能力，而且有赖于其生产、生活和生态功能的协调，更有赖于土地利用系统的自组织能力。无论如何，人类的生存与发展都离不开对土地的开发利用。由此可见，土地利用研究是土地科学发展中渊源流长的内在动力，自然而然地也就成为土地生态学研究的核心问题。

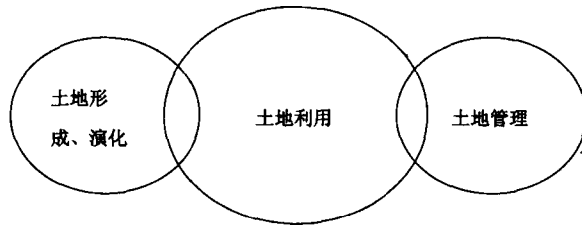


图 1-3 土地科学研究问题框架

需要指出的是，地理学、土壤学、农学、景观学等学科也涉及土地利用问题，但这些学科只是从某个方面或某种需要角度研究土地利用。而把土地利用作为一个整体，以及涉及到区域性社会发展层次和相关法规政策保障等方面的系统研究，是这些学科所无法解决的，这正是土地科学区别于其他学科的标志所在，也是土地生态学区别于景观生态学的本质所在。

### 1.6.3 与资源生态学的关系

资源生态学是随着生态学的发展而产生的介于资源科学与生态学之间的边缘学科

(或交叉学科)。封志明、王勤学主编的《资源科学论纲》将资源生态学定义为“研究资源和资源生态系统在开发利用与保护过程中的生态规律的一门学科”，并指出，资源生态学既要研究用生态学原理指导资源开发和利用的问题，同时还需要从更加广泛的资源范畴来研究资源开发利用过程中的生态问题和生态学理论。无疑，作为一门学科，资源生态学研究有待于深入，但这门学科已被国内外生态学界和资源学界所接受，并已在生态学科体系中占据着重要的地位。

显然，从资源角度看，土地本身是一种资源，而且是人类最重要的自然资源，因而土地生态学与资源生态学的关系必然很密切。研究用生态学原理指导土地资源的开发利用与保护问题以及土地资源开发利用与保护过程中的有关生态问题，既是土地生态学的基本任务和主要内容，也应是资源生态学的重要任务和重要内容。因此，从大资源观的角度讲，土地生态学可以被认为是资源生态学的重要分支学科。然而，从另一个角度看，资源的概念在现代社会中是很泛化的。海洋、淡水、森林、景观、环境、人力等都是一种资源，与这些众多资源相对应的资源生态学，都是独立存在并不断得到发展和完善的。因此，土地生态学也不例外，可以预见在未来的发展中，它将会在生态学、土地科学和资源科学的理论指导下，并溶合这些学科的理论和方法，独立地由初级向高级演变。

## 1.7 土地生态学的产生和发展

土地生态学在科学发展史上是一个极其年轻的学科。在其发展过程中，大致可以分为三个阶段，即早期的奠基阶段、近期的萌芽阶段和现代的破土阶段。

### 1.7.1 早期的奠基阶段

在人类文明的早期，为了生存，人类不得不对其赖以饱腹的动植物的生活习性以及周围世界的各种自然现象进行观察。因此，从远古时代起，人们实际上就已从事土地生态学的工作。公元前 200 年《管子·地员篇》（以下简称《地员篇》）专门论及水土和植物，论述了植物沿水分梯度的带状分布以及土地的合理利用。在《地员篇》和《周礼》中，都提到了不同土壤所宜种的作物，即所谓“土宜”的概念。《齐民要术》一书还系统总结了我国农民丰富的土地利用经验，叙述了以深耕为中心，耙、耱、镇压、中耕相结合的北方耕作制度，以及至今已有 2000 多年历史的用豆科作物来肥田养地的做法。稍晚到了宋、元、明、清时代（相当于 10 世纪至 19 世纪）。主要的农业书籍如《农桑辑要》、《王祯农书》、《农政全书》、《授时通考》、《陈敷农书》、《知本提纲》等都论述了一些土地利用和培肥养地的技术方法。尤其是《授时通考》一书，还把有关“土宜”的知识集中起来，列入“土宜门”中作为专门问题进行讨论；《王祯农书》还认为，不同的土地类型“只要治得其所，皆可种植”以及治之得宜，“地力常新壮”等关于肥力可以不断提升的观点。所有这些知识，都为土地生态学的产生积淀了厚实的历史基础。

在国外，土地生态学的产生至少可追溯至 19 世纪中叶德国化学家李比希的“矿质营养学说”，根据这一学说，人们开始确立了植物吸收土壤中矿质养分而生长发育的观点。可以认为，这是土地生态系统物质循环思想的萌发。19 世纪后半叶，George Marsh