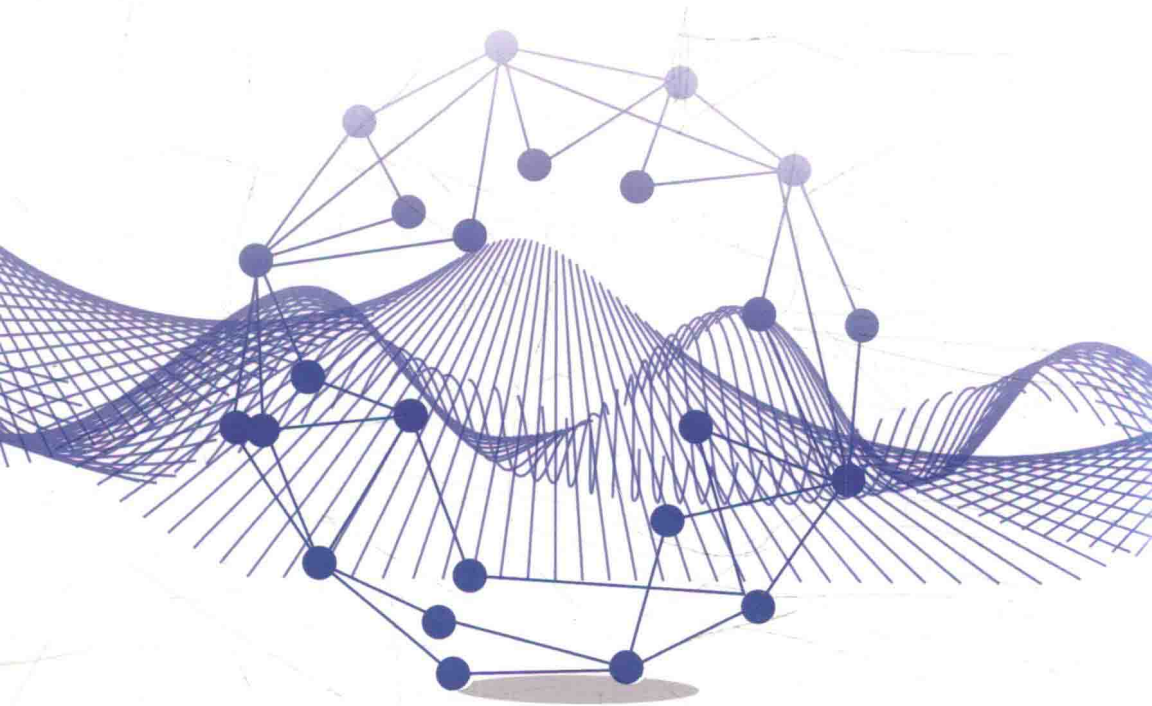


空间规划与土地生态系统管理丛书

# 生态用地网格化管护 研究 及 应用

王 静 刘爱霞 刘正军 张建平 等 著



科学出版社

空间规划与土地生态系统管理丛书

国土资源公益性行业科研专项经费项目(201311038)资助出版

# 生态用地网格化管护 研究及应用

王 静 刘爱霞 刘正军 张建平 等 著



科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书全面系统地论述了生态用地网格化管护的理论方法和示范应用案例。在界定生态用地内涵基础上,首次构建了我国多尺度生态用地分类体系,开展了基于高空间分辨率遥感数据和 LiDAR 数据的生态用地遥感信息提取方法研究,提出了生态用地网格化管理的时空多级网格划分与编码方法,构建了基于网格化的生态用地信息时空数据整合与管护服务平台框架,并进行示范案例研究,丰富了生态用地管理研究的理论与方法,为全面推进土地资源管护模式转变,推动土地生态系统管理数字化、精细化、动态化奠定技术基础。

本书内容丰富,具有前沿性、基础性和广泛应用性,可供土地资源、地理、生态、环境、农业、遥感、地理信息系统等领域的研究人员和大专院校师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

生态用地网格化管护研究及应用/王静等著. —北京:科学出版社, 2017.5

(空间规划与土地生态系统管理丛书)

ISBN 978-7-03-052797-4

I.①生… II.①王… III.①土地开发—生态环境—环境保护—研究 IV.①F301.24 ②X171

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 087931 号

责任编辑:朱 丽 杨新政 / 责任校对:何艳萍

责任印制:张 伟 / 封面设计:正典设计

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京科印技术咨询服务公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2017 年 5 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2017 年 5 月第一次印刷 印张: 12 1/4

字数: 300 000

定价: 78.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 前 言

1976 年,联合国粮食及农业组织 (FAO) 在《土地评价纲要》中首次明确了“土地”的定义。1995 年,FAO 将“土地”的定义正式确定为“土地是地球陆地表面一个可划定的区域,它包含了地表上下附近生物圈的所有属性,包括近地表的气候、土壤、地貌、地表水文(包括浅水湖、河流、沼泽、湿地)、近地表的沉积层及其相关联的地下水储备、动植物生物量、人类聚落、人类活动的物理成果(土地平整、储水或排水设施、道路、建筑等)”。在此基础上,FAO 将土地的功能归纳为生产功能、生物环境功能、气候调节功能、水文功能、储备功能、废物与污染控制功能、生活空间功能、历史档案或遗产功能、连接空间功能。

从国际上看,自 20 世纪 90 年代以来先后提出并实施了一系列与生态系统研究密切相关的科学研究计划,如国际地圈生物圈计划(IGBP)、国际全球环境变化人文因素计划(IHDP)、国际生物多样性科学研究规划(DIVESITAS)、世界气候研究计划(WCRP),2000 年联合国启动的“千年生态系统评估”(Millennium Ecosystem Assessment, MEA)、美国地质调查局(USGS)开展的生态系统区域研究,以及 2010 年开始的全球土地计划(GLP)、城市化与全球环境变迁(UGEC)和 2011 年发起的未来地球(Future Earth)研究计划等。上述科学研究计划核心均涉及生态系统特征及其变化与人类社会之间的相互关系、生态系统管理、生态系统途径等研究,并且全球环境变化与人类安全、地球系统管理、城市化与全球变化研究均将生态系统综合管理研究作为其重要基础,今后必将转向多尺度或全球尺度生态系统可持续发展及其相关重大科学问题的定量化研究方面。研究多尺度或全球尺度生态系统可持续管理,将会成为生态系统管理学的重要发展方向。

土地是人类生存和发展的基础。随着城市化进程加快,我国面临着人口、资源、环境与经济、社会发展失衡的严峻挑战,资源问题已上升为国家战略问题,已成为关乎国家可持续发展的关键问题之一。面向国家生态文明建设战略实施中的自然资源综合管理、国土空间优化等问题导向,土地利用以实现生态安全为终极目标,土地生态系统管理从单一的土地利用管理深化为以土地为载体的自然资源和国土空间综合管理,研究理念从土地生产功能提升深化为土地生态功能提升和资源持续利用等,生态用地研究和土地生态系统管理研究成为解决我

国资源、生态、环境的重要问题之一。而目前,我国开展生态用地管理的基础应用研究仍较薄弱。

本书所指的生态用地是以保护和稳定区域生态系统为目标,能够直接或间接发挥生态环境调节(防风固沙、保持水土、净化空气、美化环境)和生物支持(提供良好的栖息环境、维持生物多样性)等生态服务功能且其自身具有一定的自我调节、修复、维持和发展能力,对维护和保持土地生态系统关键生态过程具有重要作用的土地利用类型。

本书综合考虑了土地的生态功能和生产功能,将基础理论方法研究与示范应用有机结合,首次构建了我国多尺度生态用地分类体系,开展了生态用地遥感信息提取方法研究,提出了生态用地网格化管理的时空多级网格划分与编码方法,构建了基于网格化的生态用地信息时空数据整合与管护服务平台框架,并进行示范案例研究,丰富了生态用地管理研究的理论与方法,为全面推进土地资源管护模式转变,推动土地生态系统管理数字化、精细化、动态化奠定技术基础。

本书以生态用地分类体系构建—信息提取—多级网格划分与编码—数据整合与管护服务平台构建为主线,全书共五章。第一章在界定生态用地内涵基础上,全面阐述我国多尺度生态用地分类体系框架、各类型含义及其认定和划分标准;第二章论述了基于高空间分辨率遥感数据和 LiDAR 数据的生态用地遥感信息提取方法;第三章通过比较生态用地信息网格划分与编码方案,系统阐述了地块-网格-行政单元等六级架构的生态用地网格编码模式;第四章论述了多源、多类型、多尺度生态用地信息的综合集成管理方法,并构建了生态用地信息网格化管护服务系统框架;第五章选择黑龙江省杜尔伯特蒙古族自治县为典型区,阐述了生态用地网格化管护的应用示范案例。各章既相互独立,又有机地联系,构成了生态用地网格化管护理论方法与实践应用的整体框架。

本书汇集了作者主持的国土资源公益性行业科研专项经费项目的研究成果。本书的基础是近年来作者及其与合作团队合作研究的心得和成果,大部分内容是首次出版。参与本书写作的还有中国土地勘测规划院刘爱霞研究员、张建平研究员、何挺研究员等,中国测绘科学研究院的刘正军研究员、魏文杰、初照、李方方、虞海英、孙亮亮、徐强强,中国科学院地理科学与资源研究所的龙花楼研究员,黑龙江省国土资源勘测规划院陈建龙研究员、王语檬、杨厚翔、秦舒,以及江苏省土地勘测规划院的严长清研究员和金志丰高级工程师等。在项目完成和本书的写作过程中,得到了国土资源部国际合作与科技司、中国土地勘测规划院有关领导和本领域专家及同行们的大力支持、悉心指导和热心帮助,在此一并表示

最衷心的感谢。在本书的出版过程中，得到科学出版社的大力支持，对朱丽编辑的辛勤工作，表示衷心的感谢。

土地生态系统管理目标导向应强调解决人与自然的和谐和区域协调发展问题，并以现代化的科技手段和信息技术为全面支撑。因此，生态用地管理的理论、技术方法均需要进一步深入研究，并不断地在实践中得以检验、补充和完善。更重要的是，有关生态用地网格化管理的许多问题多带探讨性质，其理论方法有待于进一步完善，因此书中不妥、疏漏乃至错误在所难免，敬请读者见谅，并恳望读者不吝赐教。

王 静

2017年3月

本书所涉及彩图及内容信息请扫描右侧二维码扩展阅读。



# 目 录

## 前言

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一章 中国生态用地分类体系研究       | 1  |
| 第一节 相关概念与内涵            | 1  |
| 一、土地利用与功能              | 1  |
| 二、土地生态系统               | 2  |
| 三、土地生态功能               | 2  |
| 四、生态用地                 | 5  |
| 五、生态基础设施用地             | 5  |
| 六、土地生态状况               | 6  |
| 七、土地生态安全               | 7  |
| 八、生态补偿                 | 8  |
| 九、土地生态系统管理             | 8  |
| 第二节 生态用地研究的理论支撑体系      | 9  |
| 一、生态用地研究背景             | 9  |
| 二、生态用地研究的理论支撑          | 13 |
| 第三节 生态用地分类研究进展         | 15 |
| 一、生态用地分类国内外研究现状        | 17 |
| 二、生态用地管理国内外对比研究        | 27 |
| 第四节 生态用地分类体系           | 33 |
| 一、多层次生态用地分类体系框架        | 33 |
| 二、生态用地类型划分             | 34 |
| 第五节 生态基础设施用地划定         | 41 |
| 一、生态基础设施用地划定思路         | 43 |
| 二、生态功能重要性评估与生态基础设施用地划定 | 44 |
| 第六节 结论                 | 47 |
| 参考文献                   | 48 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 第二章 生态用地遥感信息提取                  | 54  |
| 一、概述                            | 54  |
| 二、基于知识库的生态用地类型自动识别方法            | 57  |
| 三、基于激光点云与高空间分辨率影像的生态用地信息提取与挖掘研究 | 69  |
| 四、面向对象的高分辨率遥感影像生态用地变化检测         | 72  |
| 参考文献                            | 82  |
| 第三章 网格划分与编码                     | 85  |
| 第一节 引言                          | 85  |
| 第二节 国内外研究现状                     | 86  |
| 一、网格化管理                         | 86  |
| 二、规则网格与不规则网格划分方法                | 87  |
| 三、土地评价单元划分方法                    | 89  |
| 四、地理网格编码方法                      | 91  |
| 五、宗地编码方法                        | 93  |
| 第三节 生态用地管理不规则网格与编码              | 96  |
| 一、基于“村庄-生态系统-地类图斑”的网格与编码        | 96  |
| 二、基于“村庄-生态用地类型-地类图斑”的网格与编码      | 97  |
| 三、基于“地籍子区-生态系统-生态用地类型”的网格与编码    | 99  |
| 四、结果与讨论                         | 101 |
| 第四节 生态用地管理不规则网格划分               | 102 |
| 一、生态用地管理不规则网格划分原则               | 102 |
| 二、生态用地管理不规则网格划分方法               | 103 |
| 三、生态用地管理不规则网格划分                 | 106 |
| 四、生态用地管理不规则网格编码                 | 109 |
| 五、生态用地管理不规则网格划分与编码示范            | 113 |
| 参考文献                            | 116 |
| 第四章 生态用地信息网格化管护模型构建与技术研发        | 120 |
| 一、概述                            | 120 |
| 二、生态用地网格化管理模型构建                 | 122 |
| 三、生态用地信息网格化数据整合技术               | 126 |
| 四、生态用地信息网格化管护系统功能实现             | 132 |
| 五、生态用地数据库管理系统                   | 140 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 参考文献                              | 144 |
| 第五章 黑龙江杜尔伯特蒙古族自治县生态用地网格化管护技术应用与示范 | 145 |
| 第一节 研究背景                          | 145 |
| 第二节 示范区概况                         | 145 |
| 一、自然地理概况                          | 145 |
| 二、社会经济状况                          | 147 |
| 第三节 基础数据收集与预处理                    | 148 |
| 一、遥感数据获取与预处理                      | 148 |
| 二、外业调查                            | 149 |
| 三、其他资料获取                          | 150 |
| 第四节 生态用地分类体系示范                    | 151 |
| 第五节 生态用地遥感信息提取示范情况                | 153 |
| 一、基于不同方法的生态用地遥感信息提取               | 153 |
| 二、精度检验                            | 161 |
| 三、结论                              | 164 |
| 四、示范效果                            | 165 |
| 第六节 网格划分与编码技术应用示范情况               | 165 |
| 一、生态用地网格划分与编码方案的讨论与反馈             | 166 |
| 二、杜蒙县生态用地网格划分与编码方案的确定             | 170 |
| 三、示范效果                            | 173 |
| 第七节 生态用地网格化管护基础数据库示范情况            | 173 |
| 一、数据库构成                           | 173 |
| 二、矢量图层属性设计                        | 174 |
| 三、数据库成果                           | 175 |
| 四、示范效果                            | 177 |
| 第八节 问题与展望                         | 179 |
| 一、技术流程复杂,操作难度较大                   | 180 |
| 二、缺乏奖惩措施,管护人员积极性不高                | 180 |
| 三、与日常土地管理工作相结合                    | 180 |
| 四、网格边界调整后,网格的划分与编码问题              | 180 |
| 五、管护责任人和管护期限的落实                   | 181 |
| 参考文献                              | 181 |

# 第一章 中国生态用地分类体系研究

随着我国人口的持续增长和快速城镇化、工业化发展,资源、生态、环境问题逐渐凸显,成为制约我国社会经济可持续发展的关键因素,也得到了社会各界前所未有的关注和重视。面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势,必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念,把生态文明建设放在突出地位,融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程,努力建设美丽中国,实现中华民族永续发展。“生态”“环境”和“自然”等关键词的频频出现标志着我国生态建设被提到了前所未有的高度,而土地作为自然要素的承载主体,加强生态用地研究意义重大。

## 第一节 相关概念与内涵

### 一、土地利用与功能

土地利用是指人类为获取所需要的产品或者服务而进行的土地利用活动,是人类对土地自然属性的利用方式和状况,包含着人类利用土地的目的和意图。它是人们根据土地资源的特点按照一定的社会经济目的,对土地进行的开发利用活动。土地分类是解决不同土地利用类型对土地竞争矛盾的重要途径。土地利用类型是一定区域内土地利用中具有不同特征与功能的空间地域组成单元,是历史与现实中自然条件、社会经济技术水平以及利用目标与方式等诸因素综合作用下,土地景观生态上的必然分异结果。科学合理地划分土地利用类型,是建立土地资源账户、实现土地实物核算的前提,是进行土地动态监测、实施土地利用的有效调控,是开展土地利用规划,实现土地资源可持续利用的重要一环(陈百明,2006;卞正富,2008)。

陈百明(1986)认为,土地资源是一个综合的功能整体,其“生态功能”“生产功能”和“生活功能”是统一不可分割的,三者相互关联,一定条件下还可以相互促进。人类生产、生活功能以生态系统的支撑为基础,同时生产、生活等功能又影响生态系统。土地资源的生产、生活功能是人类土地利用过程中追求的最终目标。三大功能中,生态功能是基础,是生产功能、生活功能实现的前提条件。许多土地利用活动具有多功能的特性,但其主体功能亦十分明确。从功能的主体

性角度来考虑，生产、生活、生态三大功能又具有一定的独立性，以主体功能为依据进行分类，并不排斥土地利用的其他功能存在（陈婧等，2005）。

二、土地生态系统

土地生态系统是地球陆地表面上相互作用、相互依存的地貌、水文、植被、土壤、气候等自然要素之间以及与人类活动之间相互作用而形成的统一整体（傅伯杰，1985）。土地生态系统作为自然与人类活动相互作用的复合生态系统，是人类土地利用过程中土地各组成要素之间，及其与环境之间相互联系、相互依存和制约所构成的开放的、动态的、分层次的和可反馈的系统。土地生态系统的经济生产、社会生活及自然调节功能的强弱和活力是由土地生态系统的结构、功能、生态服务以及对社会和经济服务的持续性所决定的。

土地生态系统的演变有赖于整个地球的发展。地质历史时期的演变过程迄今仍在影响着甚至控制着土地生态系统。现代土地生态系统是经过地质历史时期的人类活动长期影响发展而形成的（表 1-1）。其演变具有明显的特点，即土地生态系统的自然属性不断减弱，人文属性不断增强（梁留科等，2003）。

表 1-1 土地生态系统演化示意表

| 时间     | 认识       | 土地生态系统的演变                                 | 属性变化   |        |
|--------|----------|-------------------------------------------|--------|--------|
| 19 亿年前 | 土地自然生态系统 | 纯土地自然体（包括原始岩石圈上部、大气圈下部及水圈）                | 自然属性减弱 | 人文属性增强 |
| 4 亿年前  |          | 原始土地生态系统（含原始生物）                           |        |        |
| 农业出现前  |          | 自然生态系统（其组成与现代土地概念相近）                      |        |        |
| 农业出现之后 | 土地人工生态系统 | 半自然人工生态系统（包括森林生态系统、草原生态系统、农田生态系统）         |        |        |
| 工业出现之后 |          | 半自然和人工生态系统（包括森林生态系统、草原生态系统、农田生态系统、城市生态系统） |        |        |

三、土地生态功能

土地的生态功能是基于生态系统服务功能提出的。生态系统服务是指生态系统为维持人类社会的生产、消费、流通、还原和调控活动而提供有形或无形的自然产品、环境资源和生态损益的能力（王如松等，2004；李锋等，2011）。Costanza 等在 *Nature* 发表了《全球生态服务价值和自然资本》一文，使生态系统服务价值研究成为热点（Losey et al., 2006；Boyd et al., 2007；Costanza et al., 1997）。Daily（1997）在其标志性著作 *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystem* 中，从自然生态系统角度出发对生态系统服务进行了定义，并将生态系统服务功

能归纳为 15 类。20 世纪 80 年代以来,生态学家和经济学家在评价自然资本和生态系统服务变动方面做了大量研究工作。Costanza 等在对全球生态系统服务及其价值的研究中,将生态系统服务功能划分为气候调节、水分调节、控制水土流失、物质循环、娱乐及文化价值等 17 种功能,对全球生态系统服务价值进行了评估,并提出了各种土地利用类型的生态服务价值系数。谢高地等(2001, 2003)学者结合我国特色对 Costanza 提出的系数进行了修正,得出中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表。

土地的生态功能是指在物质、能量迁移与转化过程中,土地所表现的能够满足和维持生物体以及人类生活需要的自然环境条件和效用。其主要包括两方面的内容:一是土地资源具有的保护和改善生态环境的作用与能力,如防风固沙、保护土壤、涵养水源、调节微气候、净化环境等;二是为维系生物多样性和唯一性提供生态空间保证,如提供生物栖息地、维持生物多样性等。

从生态学角度看,土地的功能包括生物栖息和支撑功能、植物生产和生物养育功能、环境净化功能、休闲娱乐功能、文化功能、物质与能量循环功能等(表 1-2)。其中植物生产和生物养育功能、生物支撑功能、休闲娱乐功能、文化功能是土地生产功能、承载功能和资源功能的表现,而提供栖息地、净化环境等是土地在保护和改善生态环境方面起到的作用,是土地生态功能的表现。

表 1-2 土地的生态功能

| 功能      | 描述                                                                                                                        |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 保护土壤功能  | 由于植被和枯枝落叶层的覆盖,减少了雨水对土壤的直接冲击,保护土壤减少侵蚀,保持土地生产力;植被盘结于土壤中的根系,对土壤的固持起到了非常重要的作用,能保护海岸和河岸,防止湖泊、河流和水库的淤积,防止或减少滑坡、崩岗和泥石流等严重侵蚀事件的发生 |
| 防风固沙功能  | 植被能对风起一种阻挡作用,改变风的流动方向,降低风的动量,减弱背风面的风力;植被可加速土壤形成过程,提高黏结力,促进地表形成庇护层,起到固结沙粒作用,从而增强了抗风蚀能力                                     |
| 涵养水源功能  | 由于植被和土壤的截留与缓冲作用,相当部分地表水转化成为地下水,使地下水得到补充                                                                                   |
| 调节微气候功能 | 生态系统还对局部气候具有直接的调节作用,植物通过发达的根系从地下吸收水分,再通过叶片蒸腾,将水分返回大气,大面积的森林蒸腾,可以导致雷雨,从而减少了该区域水分的损失,而且还能降低气温                               |
| 净化环境功能  | 陆地生态系统的生物净化作用包括生态系统对大气污染的净化作用和对土壤污染的净化作用。绿色植物净化大气的作用主要有:①维持大气环境化学组成的平衡;②吸附、吸收并转化空气中的有害物质;③减低噪声                            |
| 栖息地功能   | 为植物和动物(包括人类)的正常生命活动提供空间及必需的要素,维持生命系统和生态结构的稳定与平衡                                                                           |
| 生物多样性功能 | 生态系统不仅为各类生物提供繁衍栖息地,还为生物进化及生物多样性的产生与形成提供了条件。同时,它还通过整体的生物群落创造适宜生物生存的环境,为农作物品种的改良提供了基因库                                      |

土地的生态功能与生产功能、承载功能既有区别又有联系。土地的生态功能表述的是生物与生存环境之间的相互关系,而生产功能和承载功能则指土地所提供生产、生活产品和生存空间的能力。生态功能是基础,是生产功能、承载功能实现的前提条件。人类的生产、生活以生态系统的支撑为基础,但又通过人的生产、消费等活动影响着生态系统(刘学录等,2008)。

土地生态状况受土地自身、自然环境、外部社会经济政策、人类土地利用行为等多方面综合影响,任何因素的变化都会打破原来的土地生态系统平衡,并带来土地生态状况的变化,由此影响土地的生态功能。从影响土地生态功能的主导因素来划分,可分为自然和人文影响两大因素。自然影响因素主要指地形地貌、气候、土壤、植被和水等自然因素变化对土地生态功能强弱的影响;而人文影响因素是指由于人类活动引起的生态功能变化,重点在于土地利用变化与管理对生态功能强弱的影响(刘学录等,2008)。

### (一) 自然因素

地形地貌、气候、土壤、水资源、植被等因素都会影响土地生态功能。从地形地貌看,不仅影响土地生态系统的形状、面积大小和位置分布,也影响土地生态系统中的动植物结构。从气候因素看,主要通过降水和温度影响土地生态系统结构,水热条件直接影响植物生长、植物残体分解速度,从而影响土地生态系统类型和动植物分布。土壤是生态系统的载体,土地生态功能的发挥受土壤的物理、化学、生物等性质的影响,土壤厚度、质地、水分、养分及其有效性等因素都影响着土地的生态功能。水资源对陆表植被或湖泊、湿地或土地质量良性维持有重要作用,水分的枯竭和缺乏也是土地生态系统脆弱性和不稳定性的重要诱发因素,导致土地生态系统的结构与功能的变化。植被是土地生态系统的重要组成部分,土地的生态功能与植被的数量、组成和结构、生产力与功能、品质等方面有关。

### (二) 人文因素

人类通过各种土地利用活动,改变了土地的结构和生态过程,影响着土地的生态功能。土地是各种陆地生态系统的载体,土地利用结构的变化引起各类生态系统类型、面积以及空间分布格局的变化。土地利用方式直接影响土地生态功能的种类和强度,如人类在土地上进行工业、交通、住宅建设等,延伸了土地的承载功能,但改变了土地覆被方式,影响了土地的生态功能,农业和林业生产使土地的生产能力得到了极大的增强,但土地的生态服务功能减弱(梁留科等,2003)。此外,土地生态功能的改变与政策因素关系很大,如政府实施西部大开发,开展退耕还林还草工程,鼓励在不宜耕种的土地上退耕还林还草、封山育林,逐步调

整农林牧用地结构,使区内耕地面积不断减少,林地面积大幅增加,显著改善了土地生态状况,增强了土地生态功能。

#### 四、生态用地

2000年,国务院发布的《全国生态环境保护纲要》(国发[2000]38号)中首次提到了“生态用地”,并从土地资源开发和生态环境保护的角度提出生态用地是具有重要生态功能的草地、林地和湿地等。生态用地提出后,迅速引起了相关学者的关注和研究,研究一致认为区域和城市保留一定的生态用地对于维持生态系统平衡、改善城市人居环境、促进人类社会可持续发展具有重要作用。但对于生态用地的概念、分类仍存在较大分歧。

国内不同学者对生态用地的分类考虑了不同地域单元的人类活动,并基于土地利用地域单元的功能或用途进行分类,或从人类对土地利用改造的形式出发,考虑土地利用本身的内在自然特征,适用于土地资源的初级识别或宏观认识研究。对生态用地的分类主要有三类划分方式,即基于土地覆被类型角度、基于土地利用程度、结合前二者的综合划分方式。目前,国内学者对生态用地的概念和分类尚未达成共识。随着更多学者对生态用地研究的深入和生态用地自身的现实重要性,未来,对“生态用地”这一概念的理解也会逐渐趋于相同或相似。通过对国内学者关于生态用地概念及分类系统的梳理,本研究遵循以国家相关分类标准为基础,突出生态用地的原则,界定生态用地内涵,对生态用地进行科学分类。综合现有研究成果,本研究提出生态用地即在不同空间尺度上,具备较强的生态系统服务功能,对维护关键生态过程具有重要意义的土地利用类型,即能够直接或间接改良区域生态环境、改善区域人地关系(如维护生物多样性、保护和改善环境质量、减缓干旱和洪涝灾害以及调节气候等多种生态功能)的用地类型。

本研究所指的生态用地是以保护和稳定区域生态系统为目标,能够直接或间接发挥生态环境调节(防风固沙、保持水土、净化空气、美化环境)和生物支持(提供良好的栖息环境、维持生物多样性)等生态服务功能且其自身具有一定的自我调节、修复、维持和发展能力的土地利用类型。生态用地与生产和生活用地有重叠,但显著区别于生产和生活用地,其生态功能发挥受人类活动范围和程度的影响显著,受人类活动影响越小,生态功能相对越强,反之越弱。

#### 五、生态基础设施用地

生态基础设施用地是指对人类的栖息地系统具有基础性支持功能的自然生态

用地及其生态服务用地,具备较强的生态系统服务、对维护关键生态过程具有重要意义生态用地,包括河流(溪流)、湿地、森林、野生动物栖息地、生物多样性保护区用地、自然保护区用地、水源地保护区和其他自然区域,以及防护林、洪水调蓄地、废物处理地、公园、农田、牧场等(吴伟等,2009;杜士强等,2010)。生态基础设施用地是由上述生态用地相互联系组成的网络,支持物种生长,保持自然生态过程,维持空气和水资源,并且致力于改善区域和居民健康及生活质量的开敞空间所需的用地。

生态基础设施用地是国家自然生命支持系统,是不得占用的基础性生态用地(陈百明,1986;谢花林等,2011)。生态基础设施用地是生态用地的一部分,主要包括具备较强的生态功能、对维护关键生态过程具有重要意义的那一部分生态用地。生态基础设施用地的核心是由自然环境决定土地利用,突出自然环境的生命支撑功能,将人类生存的居住环境融入自然,突出生态功能的网络结构;是将生态系统服务的思想与生态“基础性”价值和生态系统结构相结合。

生态基础设施用地强化了对生态用地重要性的认识。生态基础设施用地是保障生态系统稳定、社会经济发展和居民身心健康所必须具备的基础性、支持性的基础设施用地(Weber, 2004; Tzoulas et al., 2007)。生态基础设施用地使生态用地上升到了基础设施高度,同时强调了不同类型生态用地之间的有效连接和生态用地作为一个网络体系的特征。生态基础设施用地包含多种生态用地,如公园、自然林地、人工绿地、河流湿地、海岸湿地等,这些生态用地之间的有效连接可使生态基础设施成为一个有机整体,从而发挥整体功能,更好地维持其间的自然生态过程(杜士强等,2010)。生态基础设施用地是一个综合的概念,不但包括传统的生态用地,而且包含一切能提供各种生态系统服务的空间,如大尺度地貌格局、自然保护地、林业及农业生态系统等生态用地。

## 六、土地生态状况

土地生态状况是指土地生态系统的结构、生态功能及其具备的生态系统服务能力,以及所存在生态问题的综合反映。土地生态状况是在土地生态系统原始的自然生态质量水平的基础上,经人类社会生活或社会经济活动影响后,对土地生态环境的改善或破坏共同作用的最终结果。土地生态状况调查,即对土地生态系统的结构、生态功能及其具备的生态系统服务能力,以及所存在生态问题和生态建设状况的综合调查。

土地生态状况质量即土地生态系统结构、生态功能和生态价值的综合属性,是指土地生态系统的结构和类型对其生态功能的容量或能力(The capacity of land

use/land cover type to ecological function)。

土地生态状况质量综合评估是从土地利用/覆被变化的角度,基于不同土地生态系统类型,对土地生态系统的结构、生态功能及其具备的生态系统服务能力,以及所存在生态问题的评估,即针对土地生态系统服务的水源涵养、水土保持、碳固定、产品提供、人居保障等生态功能,以及生态系统受损、生态系统建设和保护等方面进行的综合评估。土地生态状况质量综合评估不仅包括对土地生态系统的结构与生态功能的评估,而且包括对土地生态系统的健康程度、退化程度、破坏程度,以及土地生态系统恢复状况的评估,尤其关注人类社会经济过程对土地生态系统的影响。

土地生态状况与生态用地结构、功能、利用状况和利用程度密不可分。从另一个角度看,土地生态状况质量综合评估实质上是对森林、草地、湿地、农田、城市和乡村聚落以及区域生态系统中各类生态用地结构、功能、利用状况和利用程度的评估,以及对与土地生态状况密切相关的“特殊生态用地”,如污染土地和损毁土地结构、功能、利用状况和利用程度的评估。

## 七、土地生态安全

生态安全是指生态系统的安全。生态系统包括自然生态系统、人工生态系统和自然-人工复合生态系统。在地域尺度上,包括全球生态系统、区域生态系统和微观生态系统等若干层次。生态安全是生态系统相对于生态威胁的一种功能状态,是生态系统在其一定时期本质属性和总体功能的表现。生态系统的状态可分为“安全”与“威胁”两种。生态安全与风险互为反函数。生态风险是指特定生态系统中所发生的非期望事件的概率和后果,如干扰或灾害对生态系统结构和功能可能造成的损害。其具有不确定性和危害性。

作为自然-人工复合生态系统的土地生态系统,土地生态安全是一个相对概念,由诸多因素构成。土地生态安全可以通过建立起反映生态因子及其综合体系质量的评价指标来定量地评价某一区域或国家的土地生态系统的安全状况。生态安全是一个动态概念。一个要素、区域和国家的生态安全不是一成不变的,它可以随环境变化而变化,即生态因子变化反馈给人类生活、生存和发展条件导致安全程度的变化,甚至由安全变为不安全。同时,人类可以通过整治,采取措施,解决环境灾害,变不安全因素为安全因素。生态安全是一个区域性概念,具有一定的空间地域性质。研究土地生态安全必须从区域的角度探讨,研究不同影响因子之间的相互作用,只有生态系统的自然、人文各因子之间的相互作用达到良性状态时,才可能使区域达到土地生态系统的安全状况。

## 八、生态补偿

生态补偿是指“通过对损害（或保护）生态环境的行为进行收费（或补偿），提高该行为的成本（或收益），从而激励损害（或保护）行为的主体减少（或增加）和减少（或增加）外部不经济性（或外部经济性），达到保护生态环境的目的”。其实质就是通过一定的政策手段实行生态保护外部性的内部化，让生态保护的“受益者”支付相应的费用，使生态建设和保护者得到补偿，通过制度创新解决好生态投资者的回报，激励人们从事生态保护投资并使生态资本增值。

生态补偿机制（eco-compensation mechanism）是以保护和可持续利用生态系统服务为目的，以经济手段为主调节相关者利益关系的制度安排。生态补偿机制是以保护生态环境、促进人与自然和谐发展为目的，根据生态系统服务价值、生态保护成本、发展机会成本，运用政府和市场手段，调节生态保护利益相关者之间利益关系的公共制度。目前，对生态补偿的理解有广义和狭义之分。广义的生态补偿既包括对生态系统和自然资源保护所获得效益的奖励或破坏生态系统和自然资源所造成损失的赔偿，也包括对造成环境污染者的收费。狭义的生态补偿则主要是指前者。

## 九、土地生态系统管理

20 世纪 80 年代初，我国生态学奠基人之一马世俊院士提出了复合生态系统概念和有关生态规划理论与方法；20 世纪 90 年代中后期，我国学者赵士洞、任海、傅伯杰、王如松、于贵瑞等对生态系统管理的概念和理论框架进行了理论和实践探索（赵士洞等，1997；于贵瑞，2001b；王如松，2004；傅伯杰，2010）。生态系统管理是对全球生态、环境和资源危机的一种响应，也是自然资源管理的一种整体性途径。有关生态系统管理（ecosystem management）概念存在三类相关观点。一是由学术界特别是生态学家提出，主要强调保持生态系统的结构和功能的稳定性、整体性和持续性，使其达到社会所期望的状态。二是由美国林学会（1992 年）（SAF，1992）、美国农业部林业署（1992~1994 年）（Under，1994）、美国内务部和土地管理局（1993 年）（USDOIBLM，1993）、美国环境保护署（1995 年）（Lackey，1995）等相关管理机构提出，侧重于强调各自管理目的和资源管理的方法（Christensen et al.，1996；Stanley，1995），如美国土地管理局对生态系统管理定义为：综合生态、经济和社会原则管理生物与自然系统，实现景观的长期生态持续、自然多样性和生产能力。三是由专业社团和非政府组织提出，更强调生态、经济和社会目标的协调管理（表 1-3）。生态系统管理力求实现生态系统服务的多功能性（杨荣金等，2004；田慧颖等，2006；刘树臣等，2009）。