

高度城市化地区陆域生态单元划定方法和精细化管控思路

——以深圳为例

邹 兵 陈柳新

提 要 在总结生态单元相关概念的基础上,提出兼顾科学性与管理实操性的生态单元划定原则;针对高度城市化地区生态空间异质化、功能复合化、主体复杂化的特征和划定生态单元面临的突出矛盾,结合深圳实践阐述以基础地理小区为基础、综合识别生态系统类型和主导功能、统筹各类管理边界的生态单元划定技术方法和流程。在此基础上,以生态单元为平台对生态空间实施精细化管控,针对4种类型的生态单元提出不同管控要求,构建一套可传导实施、可监测考核的管理指标体系。提出完善生态单元管理体制机制的思考和建议。

关键词 生态空间;生态单元;治理;精细化;国土空间规划;深圳

Delineation and Refined Management of Territorial Ecological Units in Highly Urbanized Areas: A Case Study of Shenzhen

ZOU Bing, CHEN Liuxin

Abstract: Based on the concept summarization, the study presents principles for delineating ecological units that strike the balance between scientific rigor and management practicability. Taking Shenzhen's practice as an example, the study proposes an elaborate system of technical methods and processes for delineating ecological units through reflecting on the challenges posed by the conflict between delineating ecological units and spatial heterogeneity, multi-functionality, and ecological complexity of highly urbanized areas. The methodology is applied to the basic geographic plots and is capable of identifying the types and dominant functions of the ecosystem while keeping track of various administrative boundaries. The study further argues for refined management of ecological spaces by applying the concept of ecological units. Additionally, it proposes a scalable, practical, controllable, and verifiable indicator system that enables differentiated management of four categories of ecological units. The paper concludes with a few thoughts and recommendations on improving the management mechanisms of ecological units.

Keywords: ecological space; ecological unit; governance; refined management; territorial spatial planning; Shenzhen

中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.16361/j.upf.202303005

文章编号 1000-3363(2023)03-0038-09

作者简介

邹 兵,深圳市规划国土发展研究中心总规划师、教授级高级工程师, 2957278967@qq.com

陈柳新,深圳市规划国土发展研究中心副总规划师、教授级高级工程师, 2738055@qq.com

1 引言:划定生态单元的重要意义

2019年5月出台的《中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》要求对所有国土空间分区分类实施用途管制,在城镇开发边界内的建设实行“详细规划+规划许可”的管制方式,在城镇开发边界外的建设按照主导用途分区,实行“详细规划+规划许可”和“约束指标+分区准入”的管制方式^[1]。从以往的实践来看,城镇开发边界内的城镇空间长期以来通过控制性详细规划进行开发管控,已经形成较为成熟和精细的管制模式;城镇开发边界外所对应的农业空间和生态空间由于地域广大,一

一般都采用“约束指标+分区准入”的较为粗放的管制方式。但对于高度城市化地区而言,不仅存在城镇、农业和生态等3类空间的范围相互交融的状态,更面临空间功能复合多元、保护与利用的冲突加剧的趋向,仅靠“约束指标+分区准入”的一般性管制方式已经无法满足国土空间高质量发展的管理要求,需要编制详细规划实施更为精细的规划管控。

近年来,上海、江苏等地通过编制实用性村庄规划^[2-3]或郊野单元规划^[4]的方式探索了乡村地区的规划管控路径,也开展了针对农业空间的规划研究^[5]。深圳作为国内第一个全域国土城市化和划定第一条基本生态控制线的城市,针对生态空间的规划管理问题率先开展了众多研究^[6-10];但生态空间详细规划由于其法定地位尚不明确等原因,还难以真正落实到规划管理实践中。2023年3月,自然资源部发布《关于加强国土空间详细规划工作的通知》,明确要求各地按照城市是一个有机生命体的理念,结合行政事权统筹生产、生活、生态和安全功能需求,划定详细规划编制单元^[11]。这表明划定生态单元已被确定为编制生态空间详细规划的工作基础。在此背景下,深圳组织开展了《深圳市生态单元划定及管控导则制定》的课题研究工作^[12]。作者结合参与此项工作的体会,对高度城市化地区陆域生态单元的划定方法和管控思路展开进一步探讨。

2 相关空间单元概念及其划定方法

空间单元划分是开展科学研究或实施空间管理的基础。由于研究对象和工作目的的不同,不同学科和行业的空间单元概念和划分方法具有很大的差别。生态单元属于空间单元的一种类型,与之密切相关的单元概念有流域单元、地理单元、环境管控单元等,这些单元的划定方法和技术手段也具有参考借鉴价值。

2.1 流域单元的概念及其划定方法

流域是指河流、湖泊或盆(洼)地的集水区域,即河流、湖泊或盆(洼)地的地表水和地下水的补给区域,通常

指地表水的汇水区域,也称之为集水区或流域集水面积^[13]。流域单元划分是进行流域管理、水利普查、水环境污染监测、生态水域规划等的单元^[14],也可作为制定流域规划的基础单元。政府主管部门以此为基础,合理安排农、林、牧、副各业用地,因地制宜地安排综合治理措施,以流域统筹自然资源保护、利用与修复^[15],对水土及其他自然资源进行保护、改良与合理利用。流域单元的空间尺度一般都在数十平方公里以上,其划分具有较强的管理导向。

划定流域单元采用的常规方法和技术流程是:首先以数字高程模型(DEM)对流域地形特征进行提取,获取流域的现状基础信息;之后,通过水系提取和子流域分割,分别用高程和反转高程的子流域边界代表山脊线和山谷线,将山谷线与山脊线进行叠加划分单元;再借助ArcGIS软件以及MATLAB程序,对流域原始DEM进行处理,提取流域水文单元;最后根据土地利用类型进行修正,划分出流域单元。

2.2 地理单元的概念及其划定方法

地理单元是依地理要素所划分的地理区域,是按一定尺度和性质将地理要素组合在一起而形成的空间单位。地理单元区划是依据地理环境和地域分异特征,将完整的区域逐级划分成内部相对一致细小单元的科学分区方法,是地理学的核心研究内容^[16]。地理单元又可分为自然地理单元和人文地理单元两种类型,前者基于气候、土壤、生物组分特征等自然地理要素进行划分,后者基于人口、经济区划等人文资源而划分。自然地理单元与生态单元的关系更加密切,其空间尺度跨度较大,从数平方公里到数百万平方公里。其划分方式主要是服务于科学研究的目的,根据空间区位或气候条件等不同的划分标准可以形成不同的地理单元,具有鲜明的科学研究导向性。

自然地理单元的划分主要综合考虑气候、植被、水文、地貌、生物、生态系统等自然要素方面空间分异情况,是根据空间关系来组合自然单元的过程。采用的技术方法包括多年平均气温、干燥度、年降水量和年降水率等气候指标

的聚类分析,以及植被生态区、植被生态亚区和植被生态小区识别划分等;利用GIS和RS等空间技术手段,运用空间分析和地貌三维虚拟景观等方法,以DEM、遥感影像以及研究区域地质图为基础数据,综合多种地理要素生成分异的空间基础格网。

2.3 环境管控单元的概念及其划定方法

环境管控单元是适应生态环境部门“三线一单”的管理要求而提出的概念,是指集成生态保护红线及生态空间、环境质量底线、资源利用上线的管控区域,衔接行政边界而划定的生态环境综合管理单元;分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元,实施分类管控^[17]。通过划定环境管控单元,建立生态环境分区管控体系,明确差别化的生态环境准入清单。

生态环境部门对于环境管控单元划定方法提出了明确指引,结合生态、大气、水、土壤等环境要素及自然资源的分区成果,衔接乡镇街道或区县行政边界,建立功能明确、边界清晰的环境管控单元,统一环境管控单元的编码,实施分类管理,形成环境管控单元分类图^[17]。但由于环境管控单元的实施涉及空间管理的事权划分等问题,在国家实施统一的空间规划体系和用途管制的大背景下,在地方城市层面难以单独划定环境管控单元并管理实施到位。

3 国土空间规划意义的生态单元概念及其划定原则

3.1 国土空间规划中的生态单元

对于生态单元,不同学科也有不同定义。生物学研究的生态单元,是指存在于一定空间和时间中、与其环境相互作用、具有一定结构和功能的生命单元,分个体、种群、群落、生态系统和生物圈等5个基本等级层次,亦称生态单位或生态元。应用生态学中的生态单元,是以地文学和生态学特征为基础,将某个区域划分为具有等级层次的一组空间单元,更多地体现空间或环境格局特征,反映生命单元的程度相对弱化,也称之为“环境生态单元”^[18]。

与其他学术研究的生态单元不同的

是,国土空间规划意义上的生态单元是基于对国土空间实施全域、全要素、全过程的管理需求而提出的概念。生态单元首先必须是具有典型生态系统特征和重要生态保护价值、以提供生态服务或生态产品为主导功能、空间边界范围及管理主体相对清晰的生态空间,在此基础上发挥3个方面的空间管理职能。

(1) 生态空间范围内开展详细规划编制、实施规划和土地管理的综合管理单元;

(2) 实施生态空间用途管制、开展土地整治和生态空间保护、利用、修复的基本地域单位;

(3) 国土空间规划实施监督、监测、评估、预警的基础信息单元。

3.2 适应国土空间管理的生态单元划定基本原则

国土空间规划意义的生态单元的性质定位决定了其划定需要满足科学合理性和管理操作性的双重要求,应遵循以下基本原则。

3.2.1 符合生态空间系统发展的科学规律

生态单元是具有特定生态结构和功能的生态空间,其划定应以生态空间格局整体保护目标为系统指导,以生态系统类型识别、生态功能重要性以及主导功能评价结果为科学基础,体现生态功能的系统性、完整性、多样性、关联性 etc 等要求。

3.2.2 区分不同类型生态空间的管理差异性

我国各地生态系统特征存在巨大差异,这决定了不同地区生态单元划定宜采用不同的工作思路和方法。在同一地区,生态单元划定也要满足不同类型生态空间的管理特征和需求,如水源保护区侧重水源涵养能力提升与水环境的综合治理提升,森林生态空间注重林分优化、森林蓄积量提升等。因地制宜、科学合理地划分生态单元类型就十分重要。

3.2.3 充分借鉴相关空间单元划分的技术方法

生态单元作为空间单元的一种类型,其划定所运用的技术方法和手段与类似空间单元划分必然存在相似性和一致性。如可以借鉴流域单元、自然地理单元划

分的技术方法和手段,也可以参考环境管控单元划定的技术思路和指引要求。

3.2.4 落实生态空间的管理主体责任

生态单元的划定并非一种单纯的技术工作,应综合各类管理政策要求,充分尊重管理及建设现状,在统筹协调现状自然地理边界、权属关系以及代表行政事权的各类管理范围线的基础上统筹划定单元范围,确保管理范围和主体相对合理明晰。

3.2.5 满足“国土空间规划一张图”的管理要求

国家空间规划体制改革的新要求是所有规划成果都应纳入“国土空间规划一张图”进行统一管理,有利于开展规划实施监督和监测、评估、预警工作。生态单元划定成果不仅要满足数字化、信息化管理的要求,而且还要保证单元编码的唯一性,保证与其他空间单元不交叉不重叠。

4 高度城市化地区生态空间的特征以及划定生态单元的难点

高度城市化地区的生态空间与远郊城市的功能相对纯粹单一的自然生态空间具有完全不同的特征,对生态空间治理提出了更高要求,也增加了生态单元划定的难度。

4.1 高度城市化地区生态空间的基本特征

高度城市化地区生态空间除了具有相关研究归纳的空间异质化、功能复合化^[7]特征之外,还呈现管理及权益主体的复杂化的状态。

4.1.1 生态空间的异质化

高度城市化地区的生态空间与城市的生产、生活等活动密切相关,与城镇建设空间和农业生产空间紧密相接甚至相互交融。由于受到人工改造和利用的影响程度的巨大差别,在结构均衡性、形态完整性、功能稳定性等方面与远离城市的自然生态空间相比存在明显差异^[7]。不同地域空间甚至同一地域空间的不同区位,其自然资源、植被覆盖、物种类型等都可能呈现巨大的异质性^[8]。例如深圳的森林生态空间中,林地中单位森林积蓄量从2.13 m³/hm²到417.73 m³/

hm²,差距可达195倍。

4.1.2 用地功能的复合化

受高度集聚的人类活动影响,高度城市化地区的生态空间不仅承担水源保护涵养、珍稀濒危及特有物种的保护、水土保持、碳汇等“自然服务”功能,而且承担着为城市居民提供休闲游憩和自然科普教育、为城市提供大型市政基础设施建设和安全防护隔离功能等“社会服务功能”^[7-9]。如在深圳基本生态控制线范围内,明确规定可兼容准入重大交通线性工程、市政公用、生态旅游、教育科研等设施用地,约占线内面积的7.6%,而满足市民游憩需求的各类地方级自然公园、郊野公园、城市公园面积约占约11.2%。

4.1.3 管理及权益主体的复杂化

生态空间管理涉及国土、住建、水务、环保、农业等部门,部门管理对象交叉,职责权限不清晰,多头管理和治理缺位的问题交织存在,治理缺乏整体性和全局性^[9]。此外,在城市快速扩张过程中,高度城市化地区往往因为土地征转等问题造成生态空间在产权归属、权益分配等方面的诸多矛盾,形成十分复杂的利益格局。仍以深圳为例,在划定的基本生态控制性范围内,产权明确、权益清晰的土地占比不足40%,对生态空间治理带来艰巨挑战。

4.2 高度城市化地区划定生态单元的难点

高度城市化地区生态空间的上述特征导致生态单元划定面临如下几个方面的矛盾。

4.2.1 生态系统治理的整体性与划分管理责任边界的矛盾

高度城市化地区的生态空间治理目标是实现城市和区域生态质量和功能的整体提升,生态单元划定应体现城市和区域生态的系统性和主导功能的完整性;但从落实管理责任、明晰实施主体的角度出发,必须充分尊重管理及建设现状,在统筹协调现状自然地理边界及各类管理范围线基础上划定单元范围。两者需求的不一致性就会造成生态单元划定的困难。例如,已划定范围且明确管理主体的饮用水源一级水源保护区、自然保护区、郊野公园等从管理角度应当独立

划定为一个生态单元有利于实施操作,但却有可能影响生态系统的完整性、均衡性和稳定性。

4.2.2 生态空间的自然属性与空间治理社会性的矛盾

自然界的动植物生长有其自身发展演替的规律,生态空间的保护和利用需要遵循这些科学规律。但高度城市化地区人类活动更为频密多样,生态单元划定实际是生态空间保护发展责任和权利的分配,涉及相关权利主体的利益平衡等问题,社会性特征更加显著。生态单元的管理需要在统筹协调各方利益的基础上,由自上而下的简单管控模式向精细化功能引领、权益共济的治理方式转变^[7]。管控方式需要刚弹结合,管理力度应当精准适度,如何妥善处理生态空间背后复杂利益关系是一个巨大的挑战^[22-23]。

4.2.3 生态空间功能的复合化与单元类型唯一性的矛盾

在空间资源紧约束的条件下,高度城市化地区生态空间的功能复合化趋势越来越显著。但按照“国土空间规划一张图”的要求,生态单元的划定必须遵循与其他空间单元不交叉不重叠的原则;而且还要保证自身单元编码的唯一性,不能表现出多种类型属性。在生态、农业、城镇空间相互交融难以严格区分的形势下,任何一类空间的管理都不能只强调自身体系的完整性而不考虑与其他空间的衔接协调关系。高度城市化地区生态单元的类型定性和边界划定面临多种选择的可能性,任何一种划分方式都各有利弊,需要综合平衡进行艰难的取舍。

5 深圳划定生态单元的技术方法和精细化管控思路

深圳于2005年完成了全域土地的国有化,成为国内第一个“没有农村的城市”。目前城市建设用地规模已达全域土地的50%,呈现高密度、高强度开发态势,是高度城市化地区的典型代表。针对生态空间治理面临的矛盾和困难,深圳的生态单元划定确定了以下技术方法和管控思路。

5.1 客观评估全市生态空间的底底状况

根据深圳第三次国土调查结果,全市陆域土地1997 km²,包括林地、耕地、种植园用地、水库水面等在内的生态用地面积约为907 km²,主要集中在市域内的丘陵地带。其中以自然保护区为基础、自然公园为主体的陆域自然保护地面积443 km²,占陆域土地的22%。此外,深圳到2020年已建成各类公园1206个,总面积近450 km²,成为全国公园最多的城市之一^[12]。深圳的生态用地不仅为动植物提供了宝贵的生物栖息地,而且承担着为广大市民提供优质生态环境和生态产品的重要功能。

经过综合研究^[12],深圳的生态空间存在4个方面的突出问题:一是生态空间格局呈现破碎化趋向,包括一级水源保护区、主干河道管理区、城市大型绿廊在内的重要生态敏感区和生态功能区受到的侵蚀较为严重。二是生态系统连通性较差,特别是生态廊道不仅整体连通性差,而且植被覆盖率不高,树种类型单一,廊道内物种多样性指数较低。三是生态环境质量不高,生物多样性较低,森林群落结构和树种组成较为单一,森林适应能力和稳定性下降,受外来物种入侵的威胁较大。四是生态游憩服务能力亟须提升,生态景观和游憩服务功能难以满足广大市民高品质生活的需求。因此,生态单元的划定应以解决上述关键问题为基本导向。

5.2 确定生态单元的范围和规模

5.2.1 生态单元的空间覆盖范围

深圳市国土空间总体规划统筹划定了3条控制线方案,其中位于开发边界外的生态和农业空间约为867 km²。为统筹全域全要素的空间精细化管理,深圳将对全市陆域空间实施标准单元管理,分为城镇单元、生态单元和农业单元等3种类型,分别对应城镇空间、生态空间和农业空间。城镇空间的开发控制以法定图则为管理依据,已覆盖城镇开发边界并形成良好工作基础。尽管城镇开发边界内也包含大量生态用地,且与开发边界外的生态空间联系十分密切,但为了保持法定图则规划范围的稳定延续性,经过综合分析和统筹权衡,最终选择将生态单元范围界定在城镇开发边界外,

开发边界内的生态用地通过法定图则进行生产、生活、生态空间的统筹管理。由于深圳的永久基本农田规模较小,去掉以基本农田为主体的农业保护区外的开发边界外空间,就是生态单元的覆盖范围。这样能够保证三类单元不交叉不重叠,满足“一张图”统筹管理的要求。

5.2.2 生态单元的适宜规模

生态单元适宜规模的确定需综合考虑多方面因素。首先,应遵循基本生态尺度规律,确定最小规模阈值。生态源地斑块最小面积介于0.3—3.0 km²。深圳的统计监测数据表明,生态源地斑块数量随着源地最小面积阈值的不断增大而快速减少,在阈值增加到0.8 km²后斑块数量减少趋于平缓^[21]。其次,要综合考虑各类动植物的生长规律,包括综合生境规模、自然演替形成的植被群落规模、野生动物的领域行为特征等。特别要根据区域野生动物的物种类型情况进行规模的控制,保障其活动栖息范围。根据国内外研究主要大、中、小型野生动物活动范围的观测数据^[21],以老虎、狮子、雪豹为主的大型动物活动范围大于100 km²,以野猪、猓、水獭、欧亚猪獾为主的中型动物活动范围约8—20 km²,以小灵猫、豹猫、果子狸为主的小型动物活动范围约2—5 km²。深圳主要以中小型动物为主,野生动物的活动范围多数集中在2—20 km²,应作为深圳生态单元规模的重要参考依据。再则,要满足相关技术标准和规范要求。根据相关标准规范,森林公园最小规模要求介于1—20 km²,城市综合公园规模介于0.05—0.40 km²。参考广州、香港、新加坡等高度城市化地区自然保护区和郊野公园规模,自然保护区平均面积约8—16 km²,郊野公园平均面积约4—18 km²^[12]。最后,还要考虑规划有效管理的空间尺度,既要有利于后续推进生态单元详细规划编制的工作组织,也要满足详细规划编制合适的深度和精度要求,确保规划管理有效到位。

5.3 划定生态单元的技术流程

深圳作为亚热带滨海城市,具有高温多雨的特点以及丘陵台地多、水系丰富的自然地貌,可以借鉴流域单元和自然地理单元的技术方法作为生态单元划

定技术支撑。因此，深圳引入基础地理小区作为空间分析的格网。基础地理小区内动植物、微生物以及地理环境等是一个有机的整体，强调“整体性”与“具象化”的结合，有助于支撑生态单元的科学划分。深圳生态单元划定的总体思路是：以基础地理小区为基本分析单元，归纳片区的生态特征与主导功能；在科学分区的基础上，结合国土空间规划管理体系下的规划管理和传导实施需求，综合考虑现状管理责任与自然地理边界、土地利用现状、规划目标和保护修复要求等多种因素，统筹划定生态单元。建立如图1所示的技术路线，以下展开阐述。

5.3.1 构建以基础地理小区为主体的空间分析基础

首先，根据生态空间的自然地理地貌、生态资源禀赋等特征，运用自然流域识别技术方法，形成开发边界外的生态空间小流域单元，与开发边界内城市集中建设区的排水分区一起，归并整合形成基本地理单元，作为生态单元划定的物理对象和空间基础。之后，考虑土地斑块使用的最小面积和保证图斑完整性等因素，将细碎斑块归并到相邻最大的图斑当中，完成相邻图斑的融合。最后，进行边界的修正工作，完成全城2033个基础地理小区的构建，其中城镇开发边界外为1044个。

5.3.2 划分和识别基础地理小区的生态系统类型与主导功能

(1) 基础地理小区生态系统类型识别与划分。依据生态系统类型特征内涵，识别划分各地理小区的一级、二级生态系统类型。利用深圳市第三次全国国土调查数据中土地使用类型，按照《中国生态系统》的分类标准，对深圳市高分遥感数字正射影像采用监督分类的方法，将陆地生态系统分为城镇聚落系统、森林生态系统、湿地生态系统、其他生态系统等4大类型。以生态系统类型面积占比作为基础地理小区主导生态系统类型判断依据，结果显示，基础地理小区概化的一级生态类型能够很好地呈现出深圳市自然生态系统类型的分布状况，其中，森林及湿地生态系统为主的基础地理小区是划定生态单元的空间基础范围。为支持差异化、精细化的生态单元

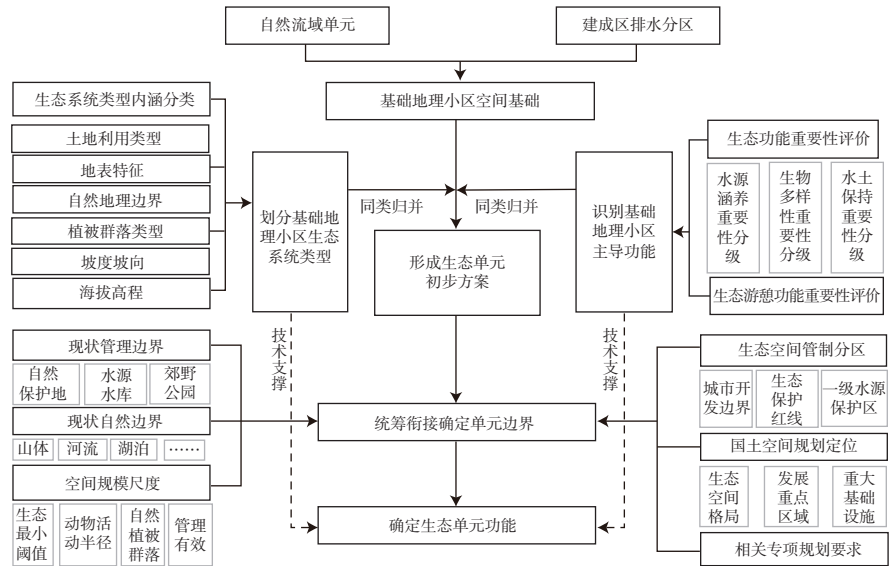


图1 深圳生态单元划定的技术流程示意图

Fig.1 Technical flow of delineating Shenzhen's ecological units

划定，对森林、湿地和其他生态系统的二级类型进行再划分，识别地理小区二级生态系统类型。其中：湿地生态系统依据区位特征等细分为滨海湿地生态系统、内陆湖库湿地生态系统、河流河滩湿地生态系统、人工湿地生态系统等；森林生态系统依据植被群落结构和优势种等特点，综合地形地貌、海拔高程等信息，细分为人工森林生态系统、南亚热带山地森林生态系统、低地森林生态系统、沟谷森林生态系统、低山矮丛森林生态系统等；其他生态系统分为海岛生态系统、草地生态系统、农田生态系统等。

(2) 基础地理小区生态主导功能识别与划分。之前，深圳已开展了资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价工作。以其中的陆域生态保护重要性评价结果为基础，特别参考“生物多样性功能、水土保持功能、水源涵养功能”的重要性评价结论；同时，考虑深圳生态空间综合复合功能特性，增加潜在辐射服务人口、周边用地功能、出入口可达性及服务辐射范围等要素作为生态游憩功能重要性评价的空间量化标准。将上述评价结论与基础地理小区进行空间叠加，识别出地理小区的主导生态功能，为生态单元分类提供空间分区基础。地理小区内某功能极重要的面积在小区内比值大于50%，则直接判断该功能为地

理小区主导功能；同一小区中同时具有多项生态功能，以极重要面积占比超过30%为具有该功能的基准线，且该项功能面积占比、重要性级别均大于其他生态功能的类型。

5.3.3 确定生态单元类型并形成单元初步边界

(1) 生态单元分类研究。基于不同的研究视角，对生态单元的类型划分可有不同方案^[10]。笔者认为，生态单元类型选择应坚持维护深圳全市生态系统功能和结构的整体性，立足解决生态空间关键问题。首先，以全市陆域空间为研究起点，综合识别提取以森林及湿地生态系统类型为主导的基础地理小区为生态单元划定的重点对象，将深圳生态单元划分为7大类，包括：水源安全单元、生态保育单元、生态游憩单元、重要廊道单元、农业管理单元、都市游憩单元和生态友好发展单元。在此基础上，将生态单元划定范围界定在开发边界外，包括水源安全单元、生态保育单元、生态游憩单元、重要廊道单元四种类型，其内涵与功能如表1。位于城镇开发边界内的都市游憩单元和生态友好发展单元，纳入城镇单元的休闲游憩等主导功能区进行管理。同时，以农田生态系统为主导的基础地理小区为空间基础，考虑特殊管理需求，纳入农业空间，独立划定农业管理单元^[5]。其空间关系如图2

表1 生态单元分类一览表
Tab.1 Classification of ecological units

单元类型	内涵与功能
水源安全单元	包含一级水源保护区及其水源涵养林地区。以水源供给和水源涵养为主导功能的生态空间,兼具水土保持、生物多样性维护、雨洪滞渗等功能
生态保育单元	包含各类珍稀濒危野生动植物的集中分布地,以及经过评估认定为深圳极重要、高敏感的生态空间。以生物多样性保护保育为主导功能,兼具水源涵养与水土保持、生态游憩服务等功能
生态游憩单元	包含现存天然林、典型地带性植被、地质遗迹等自然景观资源较为集中分布区域,以及经评估认定为重要、较高敏感的生态空间。以生态游憩服务为主导功能,兼具水源涵养与水土保持、生物多样性维护、雨洪滞渗等功能
重要廊道单元	包含依据生态空间格局评估与认定,需要进行特别管控的线性生态空间。以促进生态源地生物迁徙流动,形成山海城景观通廊,城市建设组团隔离等为主导功能的生态空间,兼具休闲游憩、通风廊道、水土保持与雨洪滞渗等功能

资料来源:《深圳市生态空间单元划定及管控导则制定》课题研究报告^[12]

所示。

(2) 归并基础地理小区形成生态单元初步方案。归并邻近同一主导功能、同一类型的基础地理小区,综合生态空间格局与保护管理要求,将其对应到四类生态单元中。以内陆湖库湿地生态系统类型为主,且以水源涵养功能主导的纳入水源安全保护单元;以山地、沟谷森林生态系统或滨海湿地生态系统为主,且以生物多样性保护功能主导的纳入生态保育单元;以人工森林森林生态系统或河流河滩湿地生态系统等为主,且以生态游憩功能为主导的纳入生态游憩单元;国土空间规划明确的生态廊道纳入廊道管理单元,形成全市生态单元初步空间边界方案。见图2。

5.3.4 统筹衔接各单元边界形成生态单元划定方案

在基础地理小区归并成片的基础上,统筹衔接一级水源保护区等空间管控要求,管理及自然边界等,遵从“水源安全—生态保育—生态廊道—生态游憩”的优先顺序,进一步细化确定生态单元空间边界。原则上现状已存在独立管理主体,如一级水源保护区、森林公园等,在衔接归并管理范围周边因道路及自然地理边界切割形成零散斑块的基础上,独立成为一个生态单元;其余尚未有明确管理范围及管理主体的生态空间,以基础地理小区归并后的边界作为基础,结合道路及自然地理边界、行政区划、单元最小规模与适宜规模的综合考虑进行切分,最后形成全市陆域的生态单元划定方案(图3)。全市共划定123个生态单元,面积约724 km²。其中:水源安全单元29个,面积占比17.4%,涵盖深圳25座水源水库及周边重要水源涵养区范围;生态保育单元12个,面积占比

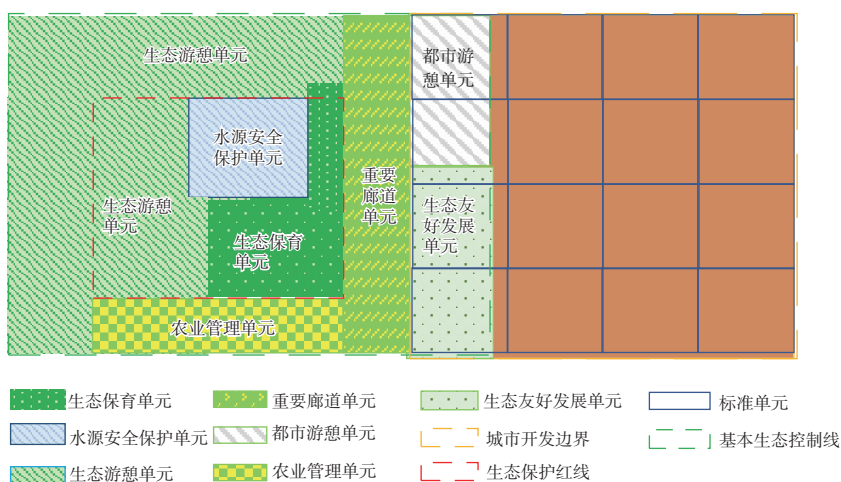


图2 各类单元空间衔接关系示意图

Fig.2 Schematic diagram of the cohesion among various types of spatial units

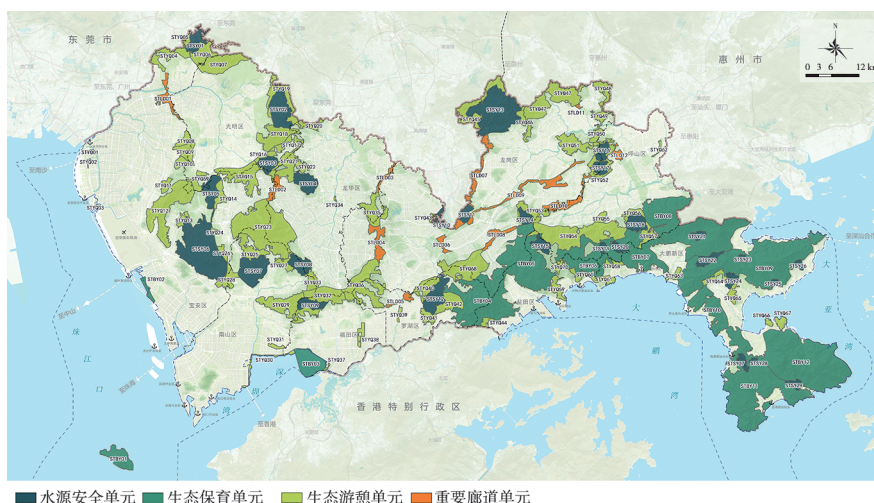


图3 深圳生态单元划定方案

Fig.3 The plan of Shenzhen's ecological units

资料来源:《深圳市生态空间单元划定及管控导则制定》课题研究报告^[12]

41.7%，涵盖自然保护区以及经评估认定的生物多样性保护极重要区范围；生态游憩单元70个，面积占比36.8%，涵盖现状和规划的森林公园、郊野公园范围；重要廊道单元12个，面积占比4.1%，涵盖深圳市国土空间总体规划“四带八片多廊”中最为重要的生态廊道。

5.4 以生态单元为平台实施精细化管控的思路

生态单元划定后，可以一个或相邻的若干个生态单元为对象，根据全市生态空间保护修复的实际需求组织编制生态单元详细规划。同时，生态单元还应作为全市生态空间保护的重要目标指标传导落实空间载体，即从市一区一街道多层次分解传导和监督考核的基本单元。在详细规划未全面覆盖之前，传统的“约束指标+分区准入”的管控模式依然可以发挥作用，需要在此基础上提出针对不同类型单元的管控要求，指导生态空间的精细化管理。

5.4.1 提出各类生态单元的保护管控要求

(1) 水源安全单元管控要求。重点加强水源保护和污染控制，系统保护湖库岸带植被及生态系统，严格保护水源涵养林，系统推进水生态修复，加强水土环境治理，完善污水收集及净化处理设施、湖库水质监测设施设备建设；建设高质量水源涵养林，提升水源涵养功能。

(2) 生态保育单元管控要求。严格控制建设及人为活动，加强人类活动控制和行为引导，人类活动应绕避免保存完

好的天然生态系统、珍稀濒危动植物的集中分布地，降低噪声污染和光污染；强化物种及生境保护，加强管护巡护、监测预警和保护标识警示设施建设，提升就地保护能力。

(3) 生态游憩单元管控要求。遵循生态保护优先、轻扰动、微创式开展游憩服务设施建设的原则，有限度地发展生态游憩和科普教育等功能，避免与生态保护修复、生态游憩服务的无关建设或超标准建设；规范引导游客游览行为，避免对保护对象的过度干扰。

(4) 重要廊道管理单元管控要求。加强建设活动控制，原则避免新增建设占用廊道单元，经论证不可避免且确需新增的基础设施建设，应开展物理通风环境论证与区域生态环境影响评价，且须在保障生态廊道的最小宽度和连通性基础上采用环境友好形式开展建设。

5.4.2 构建管控生态单元的保护管理指标体系

围绕全市生态空间保护管理目标，促进生态空间从“单一效应”向“综合效益”变革^[24]，从“空间管控”向“空间治理”转变，从“规模管控”走向“规模管控与质量提升并重”的导向，遵循可操作、可量化、可传导的原则，构建深圳市生态单元保护管理指标体系，保障管理实施体系传导有效。

首先，根据全市国土空间总体规划要求，设定生态空间“面积不减少、性质不改变、生态功能不降低、服务有提升”的管理目标，确定选择管控指标的3个目标维度：生态空间规模维持、建设行为影响控制、生态功能质量提升。

之后，提出反映各目标维度的指标。生态空间维持方面，结合国土空间规划管理及实施传导指标体系要求，设置生态保护红线面积、耕地保有量、林地保有量、湿地保有量等指标；建设行为影响控制方面，综合建设类型、建设总量规模总体管控，引导实施生态环境友好形式，设置建设准入类型、建设用地比例上限、建筑高度上限、年径流总量控制率等指标；生态功能质量提升方面，从水源涵养能力提升、水功能质量、野生动植物保护、森林质量修复与碳汇能力提升、生态游憩服务功能建设完善等方面，设置水源涵养量、二氧化碳固定量、森林覆盖率、游憩服务设施齐备度、游线密度等指标。

为更加突出分类单元的差异性和保护管理针对性，指标可分为必设指标、选设指标和无须设置指标。不同类型生态单元指标可结合单元资源禀赋差异性和管理实际需求情况进行选择。另外，指标传导和实施界定分为市级指标、区级指标，区分层级体系及要求，促进实现规划目标指标的逐级传导落实。见表2。

6 完善高度城市化地区生态单元管理体制机制的建议

6.1 确立生态单元规划的法定地位和管理功能

详细规划是实施国土空间用途管制和核发建设用地规划许可证、建设工程规划许可证等城乡建设项目规划许可可以

表2 各类生态单元管控指标体系表
Tab.2 Management and control index system of various ecological units

单元类型	生态空间规模维持					建设行为影响控制							生态功能质量提升									
	生态保护红线面积	永久基本农田面积	耕地保有量	林地保有量	湿地保有量	建设准入类型	建设用地比例上限	建筑高度上限	绿色建筑比例	年径流总量控制率	天然林保护率	大树、古树保护率	自然岸线保有率	河湖生态岸线比例	水功能区水质达标率	水源涵养量	二氧化碳固定量	重点保护物种栖息地保护比例	森林覆盖率	乡土树种使用率	游线密度	憩服务设施齐备度
水源安全单元	√	○	×	√	√	√	√	○	√	√	√	√	○	√	√	√	○	√	√	×	×	
生态保育单元	√	○	○	√	√	√	√	○	√	√	√	√	○	○	○	√	√	√	√	○	○	
生态游憩单元	√	○	○	√	√	√	√	√	√	√	√	√	○	○	○	√	√	○	√	√	√	
重要廊道单元	○	○	○	√	√	√	√	√	√	√	√	√	○	○	○	○	√	○	√	√	○	
指标层级	市级		市级+区级			市级				市级+区级			市级		市级+区级							

注：“√”为必设指标，“○”为结合单元情况可设置指标，“×”为无须设置指标资料来源：《深圳市生态空间单元划定及管控导则制定》课题研究报告^[12]

及实施城乡开发建设、整治更新、保护修复活动的法定依据。生态单元规划作为城镇开发边界外详细规划的重要类型，已经纳入了新的国土空间规划体系，但与相关规划的关系还需要进一步理顺，其法定地位和作用还有待进一步确立。建议从规划立法角度明确，经批准的生态单元规划应作为生态空间的用途管制、规划许可和开展各类生态保护修复和生态建设活动的法定依据。

笔者对生态单元规划在国土空间规划体系中的定位以及与当前的自然保护区总体规划、生态保护修复专项规划的衔接关系进行了初步探讨，认为作为高度城市化地区，生态单元作为生态空间详细规划纳入法定规划体系具有必要性和可操作性，其在纵向对市级国土空间规划中生态专题内容要求以及各分区国土空间规划对生态空间的保护修复要求进行承接和细化落实，传导各类生态空间专项规划总体要求，如全市林地保护利用、湿地保护规划等，横向重点衔接现行自然保护区等相关规划体系，衔接各类生态保护修复、生态建设所涉及的专项详细规划，如自然保护区总体规划、片区生态修复规划等，并将其涉及空间保护管控的核心内容在详细空间规划层面进行空间细化落实，最终以生态单元规划统筹生态空间的保护修复、生态建设等作为规划审批的依据，详见图4。

6.2 建立常态化的生态单元实施管理监测机制

生态单元划定并获得审批后，应将其成果数据库纳入规划和自然资源部门数据资源目录进行统一管理，在国土空间规划“一张图”实施监督信息系统、“多规合一”信息平台等共享使用，后续结合管理需求实施动态管理和维护。应以生态单元为统计单位，建立城市尺度陆域生态调查评估、保护修复成效跟踪监测体系，实施台账管理，定期对各类生态单元的关键指标进行持续动态监测和评价监督；同步建立“市—区”两级联动的“预警—反馈—修正”机制，由市级统一开展评估体检，对出现指标异常的单元要实施动态预警，及时预警或通报发生突变状况的生态单元，实施保

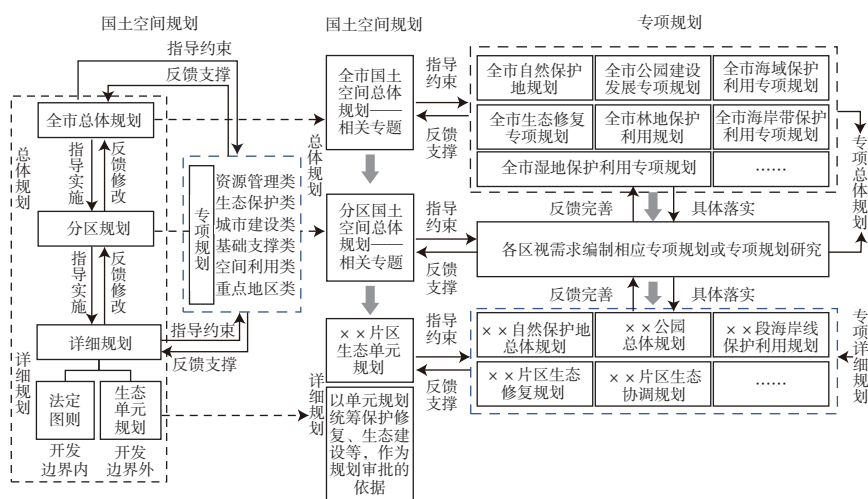


图4 国土空间规划体系下生态单元规划定位与规划衔接关系示意图
Fig.4 The connection between planning orientation and the planning of ecological units in the territorial spatial planning system

护成效的常态化监测管理，并将相关结果反馈各区或自然保护区主管部门，督促其及时评估检讨管理存在问题，实施单元保护管理成效的常态化保护监管，改进加强保护修复管理。

6.3 加强全域生态空间的协同规划管理

深圳将全市陆域空间划分为城镇单元、生态单元和农业等3类单元，从概念内涵和总体布局上基本对应国土空间规划划定的城镇空间、生态空间和农业空间“三区”。但遵循3类单元划定互不交叉不重叠的基本原则，以及保证各单元的形态完整性和突出主导功能要求。生态单元覆盖了最核心、最重要的生态空间，但并没有完全涵盖全域的生态用地；部分生态用地纳入城镇开发边界内的城镇单元。因此，基于城市整体生态系统的保护管理的要求，在重视生态单元作为生态空间保护管理核心抓手的同时，还应重视纳入城镇单元的生态用地的协同保护管理。此外，农业空间也是生态系统的重要组成部分。为保障全域提升生态系统稳定性和网络化格局构建，应加强城镇单元的生态用地以及农业单元的生态协同管理。

7 结语

生态单元是生态空间范围内开展详细规划编制、实施用途管制和规划许可

管理的综合管理单元，也是生态空间规划实施、监督、评估、监测、预警的基础信息单元。探索生态单元划定和精细化管控的技术方法，对于完善国土空间规划编制体系和传导机制、促进生态空间的高质量发展和全域国土空间治理能力提升具有十分重要的意义。

深圳作为高度城市化地区的典型代表，其生态空间与远离城市的功能相对单一纯粹的自然生态空间所不同的是呈现空间异质化、用地功能复合化、管理及权益主体复杂化等特征，给生态单元的划定带来诸多矛盾，对生态空间治理提出了更高要求。深圳根据自身实际探索了生态单元的划定方法和管控思路，在技术方法上，形成了一套相对规范的技术方法和流程，将全市陆域生态空间分为4种生态单元类型，针对不同类型的单元提出了不同的管控要求，构建了一套生态单元的保护管理指标体系，进行传导和管控。在制度设计上，提出了明确生态单元规划的法定地位和管理功能，建立常态化的生态单元实施管理监测机制，加强全域生态用地的协同规划管理等政策建议。

深圳关于生态空间的精细化管理还存在许多需要进一步深入研究的问题，如：生态单元详细规划的编制技术方法尚未成型，是否应与城镇空间的法定图则编制方式有所区别还尚待探讨；提出的生态单元保护管理指标体系是否科学

合理、能否有效指导支撑规划实施和监测也需要通过管理实践进行检验。

参考文献

- [1] 中华人民共和国中央人民政府. 中共中央国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/2019-05/23/content_5394187.htm
- [2] 栾峰, 裴祖璇, 曹晟, 等. 实用性乡村风貌规划: 编制方法与实践探索[J]. 城市规划学刊, 2022(3): 65-71.
- [3] 袁源, 赵小凤, 赵震泰, 等. 国土空间规划体系下村庄规划编制的分级谋划与纵向传导研究[J]. 城市规划学刊, 2020(6): 43-48.
- [4] 陈琳, 沈高洁. 郊野地区空间规划: 面向行动管理的上海创新实践[J]. 城市规划学刊, 2022(2): 90-95.
- [5] 钱慧, 裴新生, 秦军, 等. 系统思维下国土空间规划中的农业空间规划研究[J]. 城市规划学刊, 2021(3): 74-81.
- [6] 李巍, 张震, 张莹莹. 深圳生态市建设规划框架研究[J]. 环境科学与技术, 2005(6): 151-153.
- [7] 戴晴, 唐豪. 高度城市化地区生态空间管理的实践与探索: 以深圳为例[J]. 上海城市规划, 2018(3): 13-16.
- [8] 陈柳新, 洪武扬, 敖卓鹤. 深圳生态空间综合精细化治理探讨[J]. 规划师, 2018, 34(10): 46-51.
- [9] 邹兵, 洪武扬. 高度城市化地区生态空间治理方式的探索与思考: 兼论深圳城市生态空间治理路径的创新[M]//孙施文. 治理规划 II. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021.
- [10] 何龙斌, 凌自苇, 等. 高度城市化地区生态空间规划管控研究: 以深圳市为例[J]. 建设科技, 2021(4): 54-59.
- [11] 中华人民共和国自然资源部. 自然资源部关于加强国土空间详细规划工作的通知[EB/OL]. http://gi.m.mnr.gov.cn/202303/t20230324_2779294.html
- [12] 深圳市规划国土发展研究中心. 《深圳市生态单元划定及管控导则制定》课题研究报告[R]. 2022.
- [13] 岳健, 穆桂金, 杨发相, 等. 关于流域问题的讨论[J]. 干旱区地理, 2005(6): 775-780.
- [14] 李宗梅, 马周琴, 等. 生态流域水文单元划分方法研究[J]. 水文, 2017(5): 27-30.
- [15] 邓兴栋, 韩文超, 霍子文. 基于人地和谐的国土空间治理框架: 以广州市为例[J]. 城市规划学刊, 2022(2): 52-53.
- [16] 郑度, 欧阳, 周成虎. 对自然地理区划方法的认识与思考[J]. 地理学报, 2008, 63(6): 563-573.
- [17] 中华人民共和国生态环境部. 生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”编制技术指南(试行)[EB/OL]. https://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201712/t20171226_428625.htm
- [18] 王孟本. 《生态学与全面·协调·可持续发展: 中国生态学会第七届全国会员代表大会论文摘要荟萃》知网空间[EB/OL]. <http://cpfd.cnki.com.cn/Article/CPFDTOTAL-ZGST200409001190.htm>
- [19] 金志丰, 张晓蕾, 张芳怡. 自然生态空间用途管制试点情况分析思考[M]. 国土资源情报, 2019.
- [20] 吴茂全, 胡蒙蒙, 汪涛, 等. 基于生态安全格局与多尺度景观连通性的城市生态源地识别[J]. 生态学报, 2019, 39(13): 4720-4731.
- [21] GASTON W, ARMSTRONG J B, ARJO W, et al. Home range and habitat use of feral hogs (*Sus scrofa*) on Lowndes County WMA, Alabama[C]. National Conference on Feral Hogs, 2008.
- [22] 葛天任, 李强. 从“增长联盟”到“公平治理”: 城市空间治理转型的国家视角[J]. 城市规划学刊, 2022(1): 81-87.
- [23] 田莉, 夏菁. 土地发展权与国土空间规划: 治理逻辑、政策工具与实践应用[J]. 城市规划学刊, 2021(6): 12-19.
- [24] 吴志强, 刘晓畅, 赵刚, 等. 空间效益导向替代简单扩张: 城市治理关键评价指标[J]. 城市规划学刊, 2021(5): 15-22.

修回: 2023-05