

刘勇, 吴家龙, 李永洁. 2023. 基于广东省典型范例评选的国土空间生态修复认识与思考. 热带地理, 43 (3): 507-518.  
Liu Yong, Wu Jialong, and Li Yongjie. 2023. Understanding and Thinking of Territorial Space Ecological Restoration Based on the Selection of Typical Cases in Guangdong Province. *Tropical Geography*, 43 (3): 507-518.

# 基于广东省典型范例评选的国土空间生态修复认识与思考

刘勇<sup>1</sup>, 吴家龙<sup>2</sup>, 李永洁<sup>3</sup>

(1. 广东省国土空间生态修复协会, 广州510075; 2. 广东省土地开发整治中心, 广州510635; 3. 广东省自然资源厅, 广州510075)

**摘要:** 以在广东省自然资源厅的指导下, 2019、2021年开展的两届广东省生态修复范例评选为基础, 首先梳理了国内外主要生态修复相关的文献和著述, 分析其理论框架、关注角度与技术方法, 接着对评选案例的区域分布、类型覆盖、资金使用等方面进行分析, 评价案例在生态环境质量改善、景观功能优化、经济效益增加、社会效益加强等多维度成效, 并针对案例存在的一些典型问题与国内外先进理念、方法进行对比分析。指出广东目前生态保护修复工作在覆盖面上存在空白领域, 在项目的地域分布上存在不平衡现象, 在生态修复项目实施过程中还存在以工程思维做修复工作、过度修复等问题, 有些甚至演变成景观项目, 不但没有达到生态修复的目的, 反而破坏了原有环境与生态。产生这些问题的原因一是在认识上缺乏对生态系统原真性、系统性、整体性的把握与科学认识, 二是在省域层面统筹的力度有待加强, 三是在修复方法上没有对项目生态、经济、社会等多要素耦合、关联与协调互动关系进行深入的分析, 在项目开展过程中缺乏科学的技术方法和全程管控。据此, 文章提出了做好省、市、县三级全域统筹规划、完善项目全过程管理、使生态修复全覆盖可持续常态化的建议。

**关键词:** 范例; 生态修复; 全域统筹; 全过程管理; 可持续常态化; 广东省

中图分类号: X171.4

文献标志码: A

文章编号: 1001-5221(2023)03-0507-12

DOI: 10.13284/j.cnki.rddl.003650

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



自然环境是人们生存与发展的基础, 关系着人类文明的兴衰。当前中国经济社会正处于改革经济增长模式、优化发展方式、转变经济发展动能的攻关阶段, 也正步入创造更好优美环境以适应人们美好生活的攻坚期, 已经进入有机会并且有可能克服生态环境中突出困难的新窗口期, 经济社会中存在不平衡不健全的经济发展与人民群众对美好生态环境的渴望与需求的冲突。因此, 国家新一届领导集体提出生态治国思想, 在山水林田湖生命共同体背景下的国土空间生态修复作为传统生态修复学科的新发展日益受到重视。

传统的生态修复多聚焦于修复的方法与技术, 主要采取生物修复、物理与化学修复、植物修复等

手段对局部地段的受损生态进行修复。新时代山水林田湖生命共同体背景下的国土空间生态修复亟待摆脱“只见树木不见森林”的局限思维, 更加重视生态修复的原真性、整体性和系统性, 从关注要素转向关注要素间关系、从关注目标到关注过程、从基于技术转变为基于自然。从近年来发表的生态修复相关学术论文看, 主要聚焦于概念思辨与理论认知(曹宇等, 2019; 白中科, 2021)、国土空间生态保护修复分区、修复布局、生态保护修复关键区域识别研究(王晨旭等, 2021)和范式研究等方面, 也有部分聚焦于某些特定类型区域的修复, 如矿区生态系统恢复重建等。出版的主要专著有郭书海等(2020)的《生态修复工程原理与实践》、刘

收稿日期: 2022-11-11; 修回日期: 2023-02-28

作者简介: 刘勇(1972—), 男, 河北人, 硕士, 注册规划师, 一级注册建筑师, 高级规划师, 主要从事城乡规划设计、国土空间生态修复规划研究, (E-mail) 332784220@qq.com;

通信作者: 李永洁(1965—), 女, 广东人, 硕士, 注册规划师, 教授级规划师, 主要从事城乡规划与国土空间生态修复研究, (E-mail) 276383415@qq.com。

冬梅(2020)的《生态修复理论与技术》、彭少麟等(2020)的《恢复生态学》。其中,《恢复生态学》系统总结了生态系统退化的机制与特征,建构了生态恢复的理论框架与技术方法;《生态修复工程原理与实践》从几个典型案例出发,探讨了生态恢复、生态整治、生态改建与重建设计、技术与工程实施;《生态修复理论与技术》则主要对河流水域、湿地、海洋和海岸带、土壤几种生态系统类型的修复进行论述。一些翻译的国外著述如凯特·凯能等(2019)的《植物生态修复技术》探讨了利用植物修复土壤污染的技术,对植物修复技术的实施细节、应用场合、植物选择等方面进行阐释,更多地关注生态修复手段和各种技术细节。

中国的生态修复在实践上基本分为2个层面:一是由政府牵头的从国家、省到市县的生态修复保护规划,二是具体的生态修复项目。

从由政府牵头的生态修复保护规划看,2018年机构改革伊始,在国家层面制定了《全国重点生态环境保护与恢复重点建设工程总体方案(2021—2035)》<sup>①</sup>,启动了一系列山水林田湖草生态环境保护与生态修复方面的重大项目和重点工程,并开展了全国范围内的全域土地综合整治试点工作及省级重点国土空间生态修复规划的编制。广东省进一步履行国家自然资源“两统一”职能,率先启动了全省国土空间生态修复规划和重点生态系统保护与恢复重点工程规划的编制工作,构建了以南岭山地、蓝色海岸带、粤港澳大湾区外围山地为屏障,涵盖东、西、北、韩、鉴等五江干流的“三屏五江多廊道”生态新格局<sup>②</sup>。叶玉瑶等(2021)对省级国土空间生态修复规划编制的思路与方法进行了总结与思考。

从具体的生态修复项目实践看,与广东的自然生态特征相适应,开展了包括土地整治、历史遗留矿山、森林、海洋海岸带等生态修复项目。为进一步贯彻落实新时代生态文明思想,宣传先进、树立典型,2019和2021年,广东省自然资源厅先后组织开展了首届和第二届“广东省国土空间生态修复十大范例”(以下简称“十大范例”)评选工作。评选总结了广东近年来生态修复工作的成绩和经验,有效贯彻了“山水林田湖草沙是生命共同体”的思想。评选工作也在人民群众中广泛传播了生态

修复的理念和意义,提升了社会对生态修复工作的认知,获得社会各界的一致好评,并得到自然资源部的充分肯定和高度评价。在评选中也发现广东目前生态保护修复工作还存在理论与生态修复实践、规划指导与具体实施脱节,对生态的系统性、原真性和整体性重视不够等问题。2019年首届“十大范例”评选后,吴家龙等(2021)对评选方法,评选指标体系的拟定等进行思考并提出建议。为了更好地为今后的生态修复工作提供借鉴和参考,有必要分析与总结这些案例在方法与技术应用方面的得失,因此本文通过综合两届评选,在总结范例示范意义的同时分析生态修复实践的理论与实践的关系,找出实践领域覆盖的缺失及社会、资金支撑等存在的问题,并提出做好省、市、县三级全域统筹、完善项目全过程管理、生态修复可持续常态化的建议,以期对广东国土空间生态修复工作的开展提供一些借鉴。

## 1 广东省国土空间生态系统格局

广东省地处中国南部,陆海兼备,陆域17.97万km<sup>2</sup>,海域6.47万km<sup>2</sup>。属热带、亚热带季风气候区,光、热和水资源、物种资源丰富,地貌、气候和生态类型多样。北部的南岭是广东省重要的生态安全屏障和中国生态安全战略格局的重要组成部分;中部多为冲积平原和台地;南部海岸线长,滩涂广布,港湾、海岛众多,拥有全国最长的海岸线,海洋生态资源禀赋优越,珊瑚礁、海草床、红树林等典型热带亚热带海洋生态系统沿海岸线广泛分布。在森林生态系统中自北而南形成具有中国特点的中亚热带常绿阔叶林带、南亚热带季风常绿阔叶林带以及热带季雨林带。河流纵横、水网密布,境内河流总长度超过10万km,其中珠三角河网密度达到1.03 km/km<sup>2</sup>,是国内河网密度最大的地区之一,也是人口、城市高密度聚集区。河流流域湿地资源丰富,是多种候鸟迁徙的重要停歇地、繁殖地和越冬地。《广东省国土空间生态修复规划》总结广东省国土空间生态系统特征为:山水林田湖海要素完备、拥有全球同纬度独特森林生态系统、国际生物多样性热点地区、中国生态安全格局的重要组成部分以及人-地-海交互紧密、关系复杂(图1)。

正是由于广东生态类型的多样性和生态系统特

<sup>①</sup> 国家发展改革委、自然资源部关于印发《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035年)》的通知(发改农经[2020]837号). [http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-06/12/content\\_5518982.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-06/12/content_5518982.htm)

<sup>②</sup> 《广东省国土空间生态修复规划(2021-2035年)》(专家评审稿), 5~6. 公众版: <http://nr.gd.gov.cn/hdjlpt/yjzj/answer/16883>

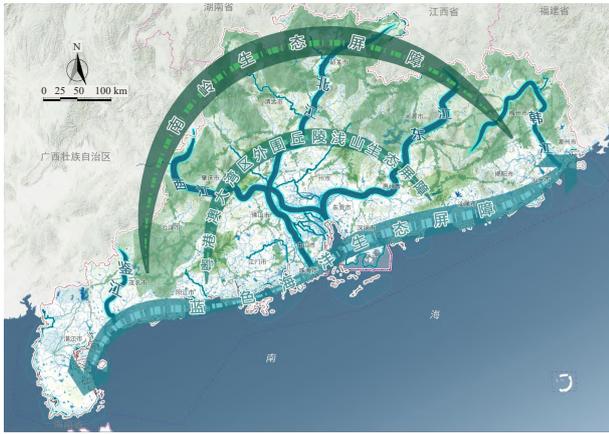


图1 广东省生态格局

Fig.1 Ecological pattern of Guangdong Province

图片来源：广东省国土空间生态修复规划（2021—2035年）。

征的复杂性，造就了广东国土空间生态修复项目的多样性和复杂性。从好的一面看，生态的多样性和复杂性为生态修复的实践与探索提供了更好的环境与条件；从困难的一面看，特别是叠加行政区划等因素，容易造成生态修复项目的孤立，难以兼顾整体性与系统性。

## 2 申报项目分析

### 2.1 评价指标体系与评选方法

评选采取地方自然资源及相关主管部门、省级协（学）会推荐，评选工作领导小组组织评审的方式，分专家评价和公众参与2个模块。专家评价通过内业审核初筛确定候选案例，组织专家进行实地考察后，对候选案例终审。终审前在网上公布候选案例，公众参与采取网络投票的方式，与专家评审同步进行。

2.1.1 评价指标体系 评价指标体系由生态修复科学性、生态效益、经济效益、社会效益和附加分5类一级指标和21个二级指标组成，总分为103分，见表1所示。

2.1.2 专家评价 在省资源厅和省国土空间生态修复协会专家库中抽取生态、地理地质、城乡规划、景观、金融投资等有关方面的专家组成评审组，全面评估项目的生态环境效益、经济效益与社会效益。并通过实地考察、座谈和调研等方式，与项目推荐单位、建设单位进行深入交流，从项目概况、位置、规模、修复前面临的生态问题、立项依据、资金来源数量与构成、公众参与情况、生态修复理

表1 2019、2021 两届广东省生态修复十大范例评选项目评价指标

Table.1 Indicators of the selection of Top 10 Examples of ecological restoration in Guangdong Province in 2019 and 2021

一级指标(分值)	二级指标	分值
1 生态修复 科学性 (35分)	1.1 生态修复项目规模	3
	1.2 生态修复理念合理性	5
	1.3 生态修复措施可行性	5
	1.4 生态修复科学性和技术先进性	6
	1.5 生态修复系统性	6
	1.6 项目管理规范性	5
	1.7 项目运营维护方案的可行性	5
2 生态效益 (30分)	2.1 生态安全情况	6
	2.2 生态系统服务和功能提升情况	6
	2.3 生态系统稳定性情况	6
	2.4 生态质量综合改善程度	5
	2.5 生态环境典型性、独特性	4
	2.6 生态景观提升情况	3
3 社会效益 (20分)	3.1 科技推广度	5
	3.2 社会认可度	5
	3.3 公众参与度	5
	3.4 宣传报道	5
4 经济效益 (15分)	4.1 单位面积经济效益	5
	4.2 培育新业态	5
	4.3 节约运行成本	5
小计		100
5 附加分(3分)	5.1 项目获奖	3
	合计	103

注：评选总分100分，附加分3分，最高得分103分。

念、修复措施、修复成效、工作亮点、推广应用等方面对候选案例进行评估。

2.1.3 公众参与 公众参与通过网络评选的方式，在南方+上线，为期1个月，得到社会的广泛关注与热情参与。尽管民众评判更多依靠的是自己对个案的分析和认识，对治理方法、措施、工作实施的科学性和规范性等方面认识较为粗浅，但这正体现民众投票评选与专业评审环节的互补，如此才能最大限度提高评选的广度和有效性。

2.1.4 多元协同多维评价 国土空间生态修复多元主体分别为政府、企业、公众和媒体等。评选前期广泛咨询各级政府部门、企事业单位、其他相关协会及多领域专家意见，并同步在省级单位和市级单位开展推荐工作，形成由政府部门、企业、社会公民和新闻媒体共同参与的“政府主导-合作参与-多元化评价”的四位一体的合作评价模式。通过对项目的理念科学性、措施有效性、方法规范性、修复的系统性和示范性，生态效益、经济效益、社会效益等多维度全方位综合评价，既突出生态修复案例开展的科学规范有效，也关注生态修复项目实施后

对人民群众生活的影响。

## 2.2 申报项目分析

广东省自然资源厅发文各地级以上市自然资源主管部门及省相关职能部门、相关学会、协会,征集省内三大生态系统(陆地、湿地、海洋)中的典型生态修复项目,包括但不限于土地、矿山、森林、草地、湿地、海洋(海岸带、海岛)、农田、城市、乡村、绿道碧道古驿道、地质灾害隐患等各类整治(治理)的生态修复专项或综合项目。2届评选共收到各地市报送的案例94项。

**2.2.1 申报项目的类型** 2届评选对项目类型划分存在差异,统一按第二届的划分方式划分后,“矿山及地质环境治理”与“土地综合整治及其他”数量最多,同为26项;其次为“河湖湿地生态修复”19项、“海洋、海岸带、海岛生态修复”13项、“林地生态修复”最少,为19项,基本覆盖省内所有的生态类型并有所突破。如第一届单独划分的古驿道生态修复(古驿道并不是一种生态类型,而是串联起多种生态类型、要素的文化纽带和物质实在)在第二届评选中被纳入土地综合整治及其他类;矿山及地质环境治理数量较多与国家近年来对历史遗留矿山生态修复的大力投入分不开;河湖湿地、海洋、海岸带、海岛生态修复则体现了广东水系纵横、海岸带绵长的特点。需要指出的是,不少项目涉及多种生态类型,评选中通过专家评价,以其主要生态类型划分到相应的评选类型中。

**2.2.2 申报项目的时空分布特征** 94项申报项目中珠三角53项,粤东地区6项,粤西16项,粤北19项,总体呈现集中于经济发达地区的特点(图2)。较特殊的是作为粤北非珠三角核心区的韶关,在两届评选中共提交申报项目11项(其中矿山及地质环境治理5项),这与近年来国家在矿山及地质环境治理方面的重点投资以及韶关是广东较少的老工矿城市的特点契合。

不同类型项目在省域空间上的分布与国土空间生态系统特征密切相关,同时呈现集中于珠三角的特征(图3)。海洋、海岸带、海岛生态修复类项目沿海、沿珠江口分布;河湖湿地生态修复在珠三角河网密集区汇集;矿山及地质环境治理看似在珠三角和粤西北较均匀分布,但实际上历史遗留矿山主要分布在粤西北如韶关、云浮等地,珠三角更多的是小型地质环境治理项目;一些在产矿山如顺兴石场的生态修复治理则说明珠三角地区已不再止步于历史遗留问题,开始将生态修复工作纳入生产过

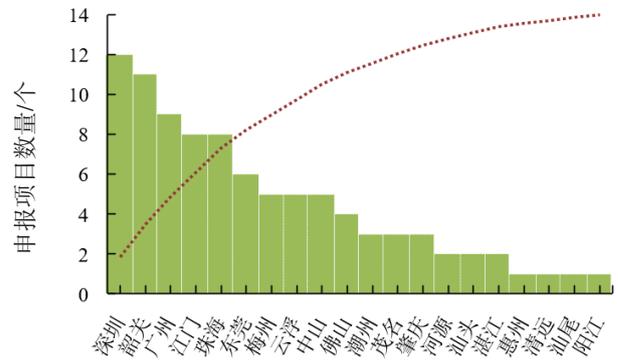


图2 申报项目数量与地域分布

Fig.2 Quantity of items and geographical distribution

程,边生产边治理,重视生态的可持续性;土地综合整治类项目以农田垦造为主,也是珠三角水网地区较多,阳江以西为空白。

对比前述广东国土空间生态系统格局中重要的动物资源、珊瑚礁资源、海藻海草床等的保护修复未见相关申报案例,经了解这些领域的生态修复工作起步较晚且投入较少。

**2.2.3 申报项目的投资特征** 生态修复资金以各地市自筹为主,总体上,大多数项目的投资金额与单位投资额均较低。按地市叠加项目面积与投资金额,韶关项目的投资额甚至超过深圳(图4),据分析,有些项目如位于韶关市仁化县董塘镇的一个土壤修复与光伏发电项目,大部分资金是光伏板等设备投资,真正用于生态修复的资金占比很小。剔除部分不合理项后,各地市的投资金额集中于经济发达地区的特点较明显,深圳申报项目以接近38亿元的投资总额位居全省第一(图5)。

## 2.3 范例项目的示范意义

**2.3.1 促进了参选项目自身的提升** 与修复前对比,大多数申报案例生态面貌有了较大的改观,效益显著。典型的如作为首届“十大范例”获奖项目的广州海珠国家湿地公园,在继承万亩果园的基础上挖掘潜力,采取水系清疏、古树保护、生态浮岛鸟类栖息生境修复等举措,恢复了自然生态体系,实现了净化水体、维系生态多样性、保持珠三角林湿地生态等多功能、多层次生态系统的融合(图6)。第二届的茅洲河生态综合治理项目通过生态补水等措施,采用生态护岸、柔性生态护底、生态工法等手段,将被污染破坏的河段修复成溪流、草泽、洼塘、花海等多样化的水岸空间,“水清岸绿、鱼翔浅底”的水生态环境逐步恢复,渚清沙白、白

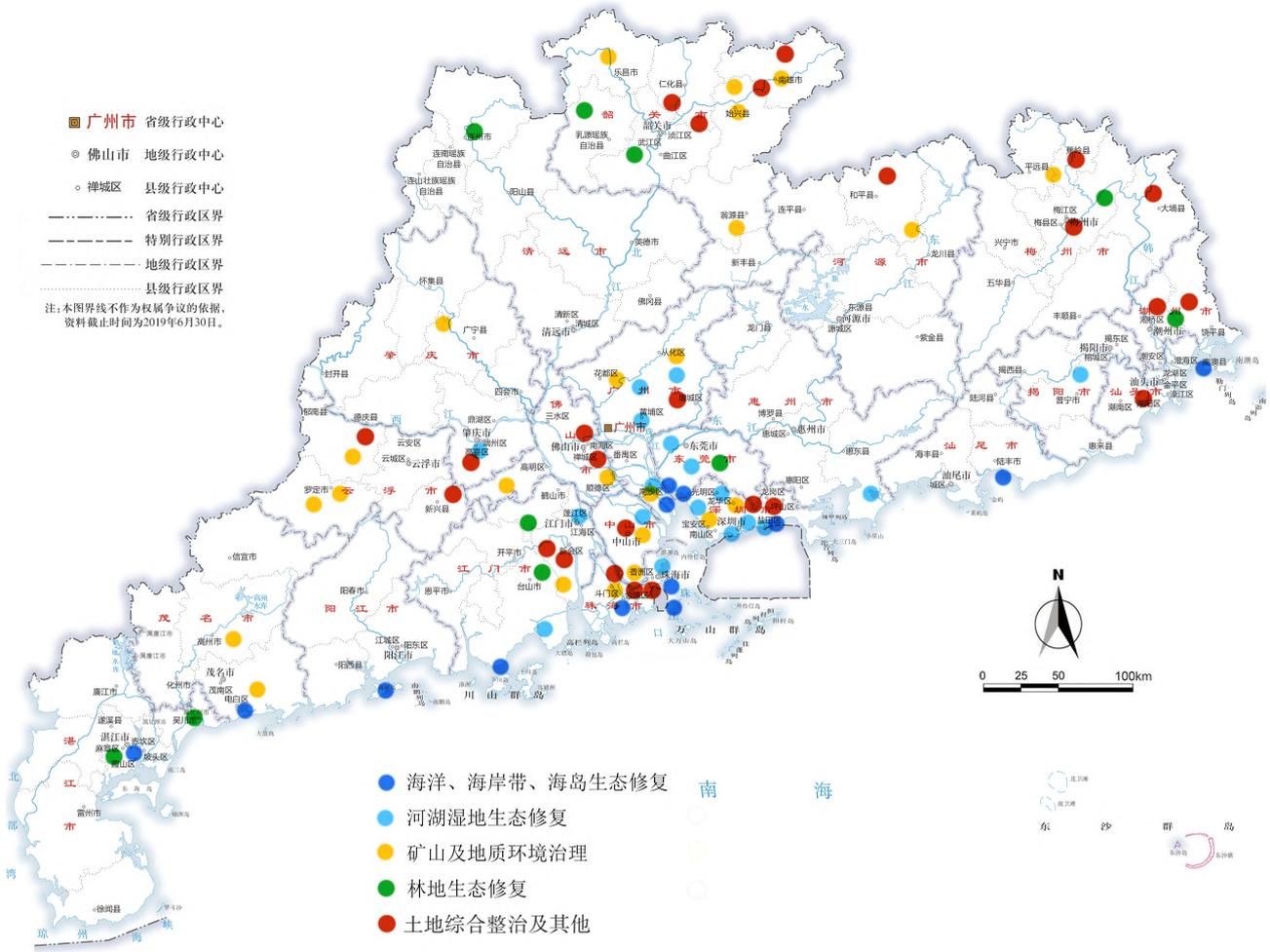


图3 各类型项目空间分布

Fig.3 The distribution of projects in space

注：该图基于广东省标准地图服务子系统下载的审图号为粤S（2019）074号的标准地图制作，底图无修改。

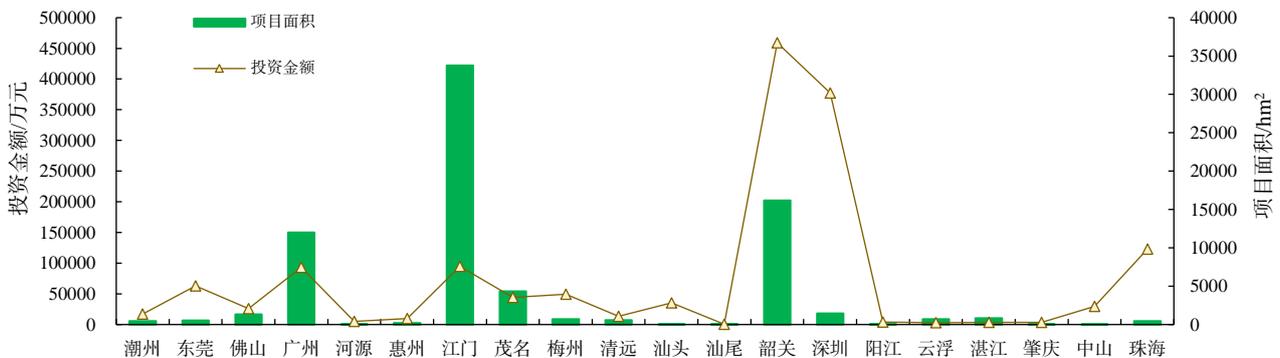


图4 项目面积与投资金额

Fig.4 Project area and investment amount

鹭翔集的美丽景象得以重现。各参评项目的申报过程是对前期工作的总结，在评选过程中，专家参照评选指标体系和评价方法对各申报案例进行多维度

考察、梳理和检验，在此过程中指出项目存在的问题，不少申报项目立即根据这些意见和建议开展优化与提升工作。

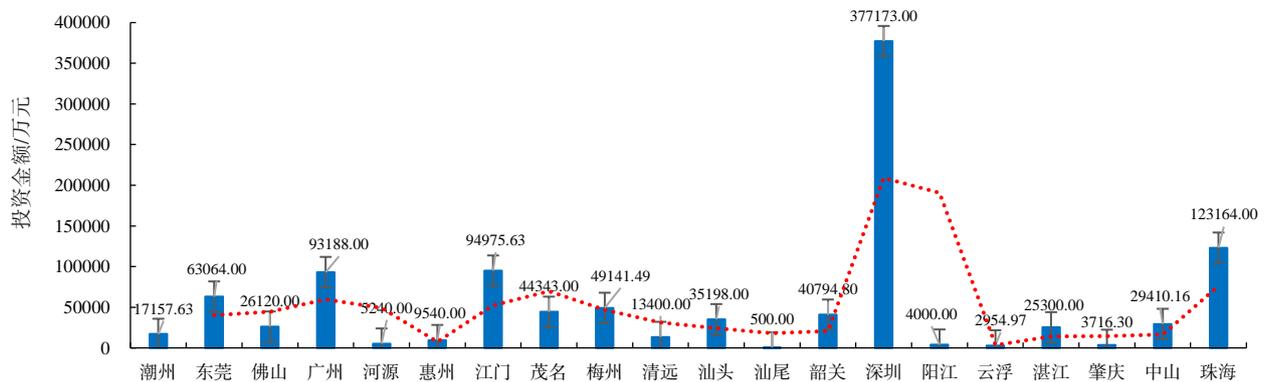


图5 各地市项目投资金额(剔除部分不合理项)

Fig.5 Project investment amount (excluding some unreasonable items)

2.3.2 为生态修复项目提供了参考的范例 评选出的优秀范例对今后开展的生态修复工作具有示范作用和启示意义。如跨越莞深两地的茅洲河流域水环境综合整治项目的区域协调、珠海淇澳岛多年来对红树林湿地保护的不断投入与对生物多样性的重视和培育、从化顺兴石场作为在产矿山将生态修复融入生产全过程的可持续模式等。评选结束后,拟将部分优秀范例建设成自然学校和生态修复教育基地,使之成为同类项目、大中小学生及社会人士了解、认识和学习生态修复的场所。

2.3.3 提高了公众对生态修复的认识与了解 良好的生态环境是最普惠的民生福祉,国土空间生态修复工作不仅是偿还生态破坏历史欠账的有力举措,还是惠民亲民工程。评选工作加强了公众参与力度,通过南方+、广东省自然资源厅门户网站、广东省国土空间生态修复协会公众号等多渠道开展宣传工作,保障了公众参与的积极性、广泛性和有效性,加深了公众对生态文明思想的认识,带动了人们参与生态修复工作的热情,加强了生态修复工作的群众基础,扩大了生态修复工作的影响力。

## 2.4 存在的问题与思考

在项目的申报、考察和评审过程中也发现了一些存在的问题和不完善的地方,需要引起重视,并在今后的评选工作中优化与完善。

2.4.1 量化指标与评价标准化尚不足 当前对生态保护与修复尚无完整统一的标准,对怎样保护和修复、是否达到修复成效、修复的科学性、系统性等也缺乏判断的标准和衡量的标尺。由于部门职责的

碎片化和数据共享机制不畅等原因,对项目实施前后量化的数据掌握不足,无法对项目成效进行科学的、量化的评价与比对,大多停留在定性评价上。针对这些问题,首要是建立标准,必须根据山水林田湖草等不同的生态系统和生态类型,建立统一的、分类的修复标准与评价体系,并对项目前期的调查、规划、投资概算,修复过程中的设计方案、工程监督监测,后期验收与评价评估考核等全过程进行评价,以此增强生态修复项目评价的可信度和公信力。

2.4.2 仍存在较严重的为修复而修复甚至过度修复倾向 生态贵在原真,原真性一方面强调健康生态系统的自我更新功能,是生态修复的目标之一,另一方面也为退化受损的生态系统恢复提供了参照系<sup>③</sup>。生态修复是帮助退化或受损生态系统恢复的过程,建立一个可以自我维持的生态系统 (Ruiz-Jaen et al., 2005),这是保障生态系统原真性的关键。自然生态系统具有强大的自我修复能力,生态修复要以自然恢复为主,采用以自然修复为基础的科学性与系统性的修复方法。自然修复作为一种与人工修复相对应的生态修复手段,通过降低或消除人类活动对脆弱生态区的扰动,利用生态系统内生演化规律以促进生态系统的自生性恢复和改善 (陆燕元等, 2016)。自然演替会在长的时间尺度上进行且会形成更为丰富和自然的植被覆盖 (Hodacova et al., 2003)。理论上只要有足够长的时间,抵消或减少外部影响,退化的植物根系就能自动恢复;相比人工造林,自然恢复能形成更高的植被多样性

<sup>③</sup> 美国生态恢复专家 Andre F.Clewell 的观点——自然原真性指生态系统回到健康状态,有能力进行自我更新;历史原真性指生态系统恢复到某一个特定的历史状态。



图6 广州海珠国家湿地公园-垛基果林

Fig.6 Guangzhou Haizhu National Wetland Park - Duo Ji Fruit Forest

(Dang et al., 2022)。虽然自然修复周期一般较长 (Bradshaw, 1997), 但具有投入少、形成的生态系统结构和功能更稳定可靠的特点 (Crouzeilles et al., 2017; 张绍良等, 2018)。而且, 即便是完全人工重建的生态系统也离不开环境要素与生态系统长期的自然变化演替 (卞正富等, 2018)。

笔者认为人工修复的作用是辅助和加强自然修复的能力及速度, 而不是替代。一些稳定的岩石基山体无土壤堆积和扬灰, 不会对周边环境造成负面影响, 基岩裸露的工程完工后, 几年的自然积尘即可在岩石缝隙长出自适应的草木本植物, 本来就不需要人工修复。岩石面也是自然面貌的一种, “对于采石裸岩等区域, 土壤堆积是影响植被重建和恢复的关键因素” (Jiao, 2009)。受到自然条件的限制, 或由于时间的紧迫, 须加快修复进程, 自然修复难以满足需求时, 通过人工措施对被破坏的生态系统进行干预而不是任其完全自然恢复也是必要的 (白中科等, 2020)。可以采取自然恢复与人工修复相结合的方式 (张新时, 2010), 提前引入生物演替较后期阶段物种, 达到缩短植物群落自然演替周期, 加速植被恢复速度和进程的目的, 促进生态系统正向演进。如选择微凹地形 (全威等, 2013)、岩石裂隙 (贾致荣等, 2008) 等利于存留土壤、水分和根系延展的位置进行植物种植。而当前一些修复项目却在工作理念上出现偏差与错误, 缺乏对生态的系统性把握与科学的认识, 以工程思维做修复工作, 往往投入资金人为钻孔植树、挂网喷播。又由于没有自然堆积的土壤, 须铺设供水管道等维持植物生长所需水分, 成了“为修复而修复”的过度修复 (图7); 部分项目没有意识到生态修复以及后期维护的长期性, 缺乏耐心, 急功近利; 有的项目



图7 某山体修复

Fig.7 Restoration of mountain

将景观效果置于生态功能上, 花大力气挖山修路, 演变成耗资巨大的景观项目; 有些红树林生态“修复”项目实际上只是修建栈道, 而且修建栈道还砍伐了大量红树林, 不但没有达到生态修复的目的, 反而严重破坏原有环境与生态 (图8)。

2.4.3 统筹力度较弱, 缺乏系统性与项目全过程管理 **生态修复是一个复杂的系统工程。**应从被动



图8 某红树林栈道

Fig.8 Restoration of a mangrove boardwalk

治理转为顶层建设,从末端治理转为综合治理、全面治理、源头管理,由单个环境要素的恢复转为整体的全领域、全方位修复。以河流流域为例,河流是开放复杂的、动态的系统,传统流域生态恢复的目标通常指水体改良,栖息地增加,生物多样性的提高等(董哲仁等,2009)。赵彦伟等(2006)认为恢复受损流域生态系统的核心目标是重建一个让流域自然过程得以再生的新状态,从而使河流生态系统返回自然演替的轨道。美国国际河道恢复理事会提出河道恢复即调整受损河道物理、生物及化学生态状况的流程,并使恢复后的河道更为健康与平衡(ASCE River Restoration Subcommittee on Urban Stream Restoration, 2003)。Hobbs等(2001)指出因为河流系统的动态性,在提出目标时不能仅顾及流域的静息状况,更要从总体上掌握其未来发展的态势。但以上论述仍局限于河流本体,没有关注到作为“流域”与其串联起来的山水林田湖、城市、乡村等各要素而形成的网状结构,以及河流在其中所起的枢纽作用。河流流域修复的第一个重点应该从单纯的结构修复扩展到系统整体的结构、功能与动力学的综合修复(Clarke et al., 2003),第二个重点是河流流域跨越的地区乃至不同国家之间的协调。在这2个方面荷兰和比利时对马士河的修复是很好的范例(Nienhuis et al., 2001)。生态修复工作要从生态的系统性出发,加强相关行政区域间的交流与合作,强化项目涉及的各生态、经济、社会要素的耦合与关联,协调互动,把握生态系统演变的趋势与驱动机制。

**生态修复项目需要全过程的管理。**目前多数修复项目仍缺乏全过程管理,尚未建立从立项设计实施到验收乃至后期运营维护的监管监督机制与全程留痕制度,生态资源调查体系和生态状况监测评价

体系也尚未建立。确定生态修复项目的必要性与实施的迫切性,需要进行前期调查;为确保项目开展过程的科学合理,要进行实时监测;项目完成后要进行评估和持续的维护。在制度上应建立规划编制、审批、修改和实施生态修复项目的监管机制与监督全程留痕制度,建立生态资源调查体系和生态状况监测评价体系,建立生态数字化监管新机制,借助大数据平台,构建空天地一体化生态数字监管平台,确保国土空间生态修复全过程可回溯、可查询。通过全过程管理,避免“为修复而修复”甚至过度修复的问题。

2.4.4 全省生态修复工作存在地域不均衡的问题市、县是落实生态恢复与修复工作的基础,但由于经济发展的不平衡,各市、县之间的经济能力差异巨大,生态修复工作也存在严重的地域不均衡的问题。从申报项目看,主要体现在项目投入的地域不均衡和项目分布的地域不均衡。集中评审环节中专家打分分值高,排名靠前的案例虽然在珠三角、粤东、粤西及粤北都有分布,但主要还是集中于珠三角一带。这说明各地对生态修复重视程度存在差异,也体现地域经济的不均衡。图9显示两届评选中各市申报项目投资金额与该市GDP有一定的正相关性,但一些城市如广州对生态修复的投入有待加强,韶关作为老工业城市生态修复任务重,需要加大扶持力度。

一些欠发达但生态修复历史欠账较多的地区,如韶关等地,在生态修复上的投入占GDP比重较大,这主要是由于申报项目数量和面积具有随机性,韶关的生态修复项目面积较大导致的,因此统计各市申报项目的单位面积投资额与地市GDP的关系更具意义。排除汕头阳江2个面积小项目后,项目单位面积投资额较高的地区集中于珠三角区域

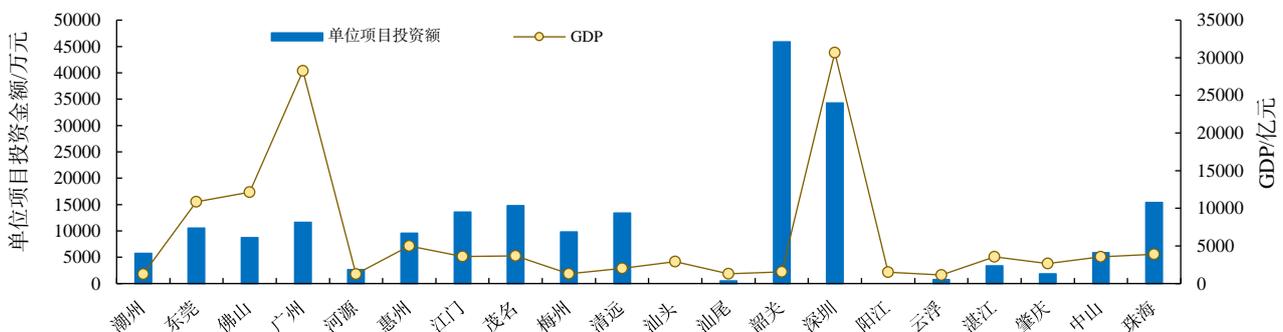


图9 投资金额与地市GDP

Fig.9 Project investment amount and the GDP of the city

(图 10)。

进一步分析项目投资金额与单位投资额情况，面积最大的江门市鹤山市沙坪河综合整治项目，单位面积投资金额 1.55 万元/hm<sup>2</sup>；单位面积投资金额最小的项目是广东罗定金银湖国家湿地公园修复、绿化项目，0.27 万元/hm<sup>2</sup>；阳江海陵岛国家级海洋公园建设与生态修复工程总投资额 4 000 万，但上

报面积仅 0.33 hm<sup>2</sup>，因此单位面积投资金额最大，约 1.23 亿元/hm<sup>2</sup>。整体来看，修复项目的投资金额大多在 4 亿以内，单位投资额大多在 2 000 万以内 (图 11)，以小型项目为主，且多分布在欠发达地区，呈较明显的地域不平衡。为应对这种地域的不平衡，迫切需要建立规划引领的全省项目库时空系统，从资金到技术扶持上对欠发达地区倾斜。

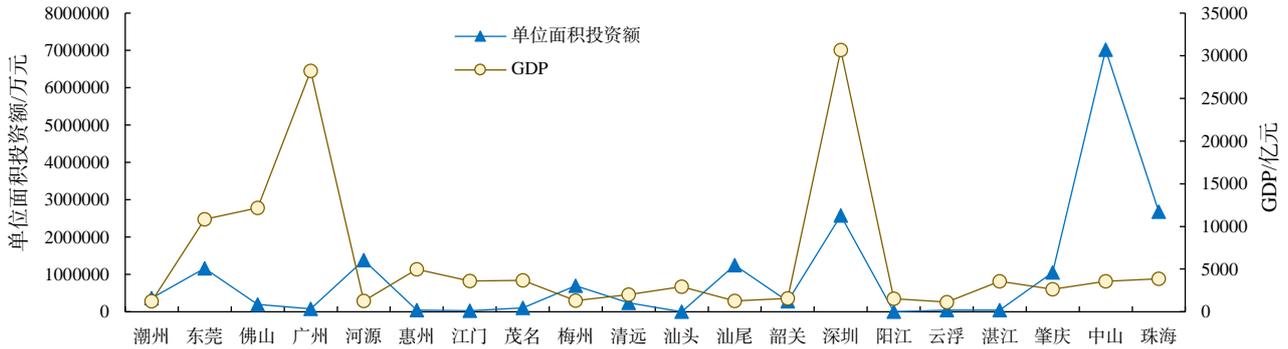


图 10 项目单位面积投资金额与地市 GDP

Fig.10 Investment amount per unit area of the project and the GDP of the city

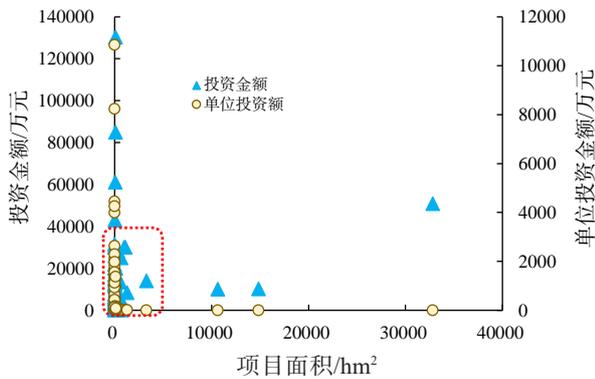


图 11 项目投资金额与单位投资额分布

Fig.11 Project investment amount and unit investment amount

2.4.5 从申报案例看仍存在空白领域 从申报案例看，广东的生态修复仍存在空白领域。在生物保护方面，对植物的保护特别是滨海红树林保护投入较大的精力与资金，也取得可喜的效果。但某些领域如动物保护与栖息地生态修复，珊瑚礁、海藻海草床等的保护修复等缺失。以动物整体保护与栖息地生态修复为例，广东省特有的、知名度高的国家一级保护动物如中华白海豚，绿海龟等的生物本体、栖息地、生存与洄游环境的保护都还是空白。在 2

届生态修复范例评选和目前全省生态修复工作中也都没有专门的生物保护网络方面的案例。这也是由于缺乏省级层面的统筹和规划导致的：由于动物生存成长的过程、栖息地的分布以及迁徙、洄游等特点，需在更高层面构建保护网络。虽然《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》（专家评审稿）提及中华白海豚和绿海龟，但规划只是将动物保护分散于各市，没有建构统一的保护体系和保护网络。参考云南对滇金丝猴的保护工作<sup>④</sup>，该项工作从全境保护网络的构建、调查监测与保护区监管、栖息地修复、社会组织保障、社会知名度提高及科学研究与保护区管理工作等方面开展了大量工作，进行了较深入的研究，进展和成效显著，值得广东借鉴。重要动物整体保护工作应该由省级单位牵头尽快开展，建立物质空间上的栖息地、迁徙及洄游通道保护修复以及非物质的保护监测管理体系和网络。

### 3 结论与建议

从广东省两届范例评选看，生态面貌有了较大的改观，多功能、多层次生态系统融合的生态修复方法也得以推广，城乡整体面貌和生态质量不断优

④ 自然资源部发布的 18 个中国生态修复典型案例之一. [https://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/202110/t20211029\\_2700323.html](https://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/202110/t20211029_2700323.html)

化和提升。但也发现一些存在的问题,如理论对实践指导不足,修复手段缺乏科学的理论和技术方法。在生态修复覆盖面上存在空白领域,在项目分布上存在地域不平衡现象,在实施过程中还存在注重景观化和工程性甚至为修复而修复,缺乏全过程管理等问题。我们要立足生态的系统性、整体性和原生性,做好顶层设计,从末端治理转为综合治理、由对单个环境要素的恢复转向整体的全领域、全方位修复。当务之急是要做好省、市、县全域统筹:在省域上,重点是确定方向,确定以目标为导向的修复战略,评价增补市县上报的入库项目,合理设置重点工程,形成全覆盖的分级嵌套的项目库,不漏项缺项;在市县层面,应基于自然地理单元和生态系统连续性、完整性,编制生态本底评估报告,谋划基于具体保护修复单元的入库修复项目。在生态修复项目实施阶段进行全过程管理体系:前期在对生态资源本底的调查基础上设计生态修复方案,中期持续进行生态状况监测,在项目竣工验收时及时开展后期维护、项目评价工作,确保全过程可回溯、可查询。此外,必须认识到生态修复不只是对被破坏的生态系统的修复,还应将生态修复评估与规划纳入国土空间的方方面面、规划的各个层级和所有建设项目中,拓展生态修复内涵外延,使生态修复管控持续化常态化。

### 参考文献 (References):

ASCE River Restoration Subcommittee on Urban Stream Restoration. 2003. Urban Stream Restoration. *Journal of Hydraulic Engineering ASCE*, 129(7): 491-493.

白中科. 2021. 国土空间生态修复若干重大问题研究. *地学前缘*, 28 (4): 1-13. [Bai Zhongke. 2021. The Major Issues in Ecological Restoration of China's Territorial Space. *Earth Science Frontiers*, 28(4): 1-13.]

白中科, 师学义, 周伟, 王金满, 赵中秋, 曹银贵. 2020. 人工如何支持引导生态系统自然修复. *中国土地科学*, 34 (9): 1-9. [Bai Zhongke, Shi Xueyi, Zhou Wei, Wang Jinman, Zhao Zhongqiu, and Cao Yingui. 2020. How Does Artificiality Support and Guide the Natural Restoration of Ecosystems. *China Land Science*, 34(9): 1-9.]

卞正富, 雷少刚, 金丹, 王丽. 2018. 矿区土地修复的几个基本问题. *煤炭学报*, 43 (1): 190-197. [Bian Zhengfu, Lei Shaogang, Jin Dan, and Wang Li. 2018. Several Basic Scientific Issues Related to Mined Land Remediation. *Journal of China Coal Society*, 43(1): 190-197.]

Bradshaw A. 1997. Restoration of Mined Lands-Using Natural Processes. *Ecological Engineering*, 8(4): 255-269.

曹宇, 王嘉怡, 李国煜. 2019. 国土空间生态修复:概念思辨与理论

认知. *中国土地科学*, 33 (7): 1-10. [Cao Yu, Wang Jiayi, and Li Guoyu. 2019. Ecological Restoration for Territorial Space: Basic Concepts and Foundations. *China Land Science*, 33(7): 1-10.]

Clarke S J, Bruce-Burges, and Wharton G. 2003. Linking Form and Function: Towards an Eco-hydromorphic Approach to Sustainable River Restoration. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(5): 439-450.

Crouzeilles R, Ferreira M S, and Chazdon R L. 2017. Ecological Restoration Success is Higher for Natural Regeneration than for Active Restoration in Tropical Forests. *Science Advances*, 11: : e1701345.

Dang H, Li J, Xu J, Chu G, Zhang J, Yu Y, and Jin Z. 2022. Differences in Soil Water and Nutrients under Catchment Afforestation and Natural Restoration Shape Herbaceous Communities on the Chinese Loess Plateau. *Forest Ecology and Management*, 505: 119925.

董哲仁, 孙东亚, 彭静. 2009. 河流生态修复理论技术及其应用. *水利水电技术*, 40 (1): 4-9. [Dong Zheren, Sun Dongya, and Peng Jing. 2009. Theories and Practices of River Eco-Restoration. *Water Resources and Hydropower Engineering*, 40 (1): 4-9.]

郭书海, 李晓军, 吴波. 2022. 生态修复工程原理与实践. 北京: 科学出版社. [Guo Shuhai, Li Xiaojun, and Wu Bo. 2022. *Principle and Practice of Ecological Restoration Engineering*. Beijing: Science Press.]

Hobbs R J, and Harris J A. 2001. Restoration Ecology: Repairing the Earth's Ecosystems in the New Millennium. *Restoration Ecology*, 9(2): 239-246.

Hodacova D, and Prach K. 2003. Spoil Heaps from Brown Coal Mining: Technical Reclamation Versus Spontaneous Revegetation. *Restoration Ecology*, 11(3): 385-391.

贾致荣, 刘志峰, 郭忠印, 房建国. 2008. 鲁中山区公路岩石路堑边坡植被自然恢复初步调查. *公路*, (5): 185-189. [Jia Zhirong, Liu Zhifeng, Guo Zhongyin, and Fang Jianguo. 2008. A Survey of Natural Restoration of Vegetation of Highway Rocky Cut Slope on Mountainous Area in Middle of Shandong Province. *Highway*, (5): 185-189.]

Jiao J, Zou H, Jia Y, and Ning W. 2009. Research Progress on the Effects of Soil Erosion on Vegetation. *Acta Ecologica Sinica*, 29 (2): 85-91.

凯特·凯能, 尼尔·科克伍德. 2022. 植物生态修复技术. 北京: 中国建筑工业出版社. [Kate Kenne, and Niall wood.. 2019. *Principles and Resources for Site Remediation Landscape Design*. Beijing: China Architecture & Building Press.]

刘冬梅. 2022. 生态修复理论与技术. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社. [Liu Dongmei. 2022. *Ecological Restoration Theory and Technology*. Harbin: Harbin Institute of Technology Press.]

陆燕元, 潘立. 2016. 脆弱生态区生态系统保护的困境与控制关键点. *环境科学与技术*, 39 (S1): 315-317, 324. [Lu Yanyuan, and Pan Li. 2016. Research on Predicament and Key

- Control Point of Ecosystem Protection on Fragile Environment. *Environmental Science & Technology*, 39(S1): 315-317, 324. ]
- Nienhuis P H, and Leuven R S E W. 2001. River Restoration and Flood Protection: Controversy or Synergism. *Hydrobiologia*, 444(1): 85-99.
- 彭少麟, 周婷, 廖慧璇. 2022. 恢复生态学. 北京: 科学出版社. [Peng Shaolin, Zhou Ting, and Liao Huixuan. 2022. *Restoration Ecology*. Beijing: Science Press. ]
- 全威, 唐岱, 许晓岗. 2013. (长江下游) 废弃采石场石壁植被自然恢复序列及景观重建探索. *中国园林*, 29 (6): 106-110. [Quan Wei, Tang Dai, and Xu Xiaogang. 2013. The Restoration Sequence of Natural Vegetation on the Cliffs of Abandoned Quarries and Study on the Landscape Reconstruction. *Chinese Landscape Architecture*, 29(6): 106-110. ]
- Ruiz-Jaen M C, and Aide T M. 2005. Restoration Success: How is It Being Measured. *Restoration Ecology*, 13(3): 569-577.
- 王晨旭, 刘焱序, 于超月, 刘小茜. 2021. 国土空间生态修复布局研究进展. *地理科学进展*, 40 (11): 1925-1941. [Wang Chenxu, Liu Yanxu, Yu Chaoyue, and Liu Xiaoqian. 2021. Research Progress on the Arrangement of Territorial Ecological Restoration. *Progress in Geography*, 40(11): 1925-1941. ]
- 吴家龙, 杨远光, 张亚平, 苏少青. 2021. 国土空间生态修复范例评选的实践探索——以广东省为例. *中国国土资源经济*, 34 (9): 55-66. DOI: 10.19676/j.cnki.1672-6995.000580. [Wu Jialong, Yang Yuanguang, Zhang Yaping, and Su Shaoqing. 2021. Practice and Exploration on the Example Selection of Territory Space Ecological Restoration Projects: A Case Study of Guangdong Province. *Natural Resource Economics of China*, 34 (9): 55-66. DOI:10.19676/j.cnki.1672-6995.000580. ]
- 叶玉瑶, 张虹鸥, 任庆昌, 彭建, 宫清华, 吕丹娜, 刘郑倩, 李升发. 2021. 省级国土空间生态修复规划编制的思路与方法——以广东省为例. *热带地理*, 41 (4): 657-667. [Ye Yuyao, Zhang Hong'ou, Ren Qingchang, Peng Jian, Gong Qinghua, Lyu Danna, Liu Zhengqian and Li Shengfa. 2021. The Thought and Methodology of Ecological Restoration Planning of National Land Space at the Provincial Level: A Case Study of Guangdong Province. *Tropical Geography*, 41(4): 657-667. ]
- 张绍良, 米家鑫, 侯湖平, 杨永均. 2018. 矿山生态恢复研究进展——基于连续三届的世界生态恢复大会报告. *生态学报*, 38 (15): 5611-5619. [Zhang Shaoliang, Mi Jiaxin, Hou Huping, and Yang Yongjun. 2018. Research Progress on Mining Ecological Restoration: Based on the Report of Three Consecutive World Ecological Restoration Conferences. *Acta Ecologica Sinica*, 38(15): 5611-5619. ]
- 张新时. 2010. 关于生态重建和生态恢复的思辨及其科学涵义与发展途径. *植物生态学报*, 34 (1): 112-118. [Zang Xinshi. 2010. An Intellectual Enquiring about Ecological Restoration and Recovery, Their Scientific Implication and Approach. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 34(1): 112-118. ]
- 赵彦伟, 杨志峰. 2006. 城市河流生态系统修复刍议. *水土保持通报*, 26 (1): 89-93. [Zhao Yanwei, and Yang Zhifeng. Brief Discussion on Ecosystem Restoration of Urban River. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 26(1): 89-93. ]

#### 作者贡献声明:

刘 勇:负责设计论文框架和文章撰写、修订;

吴家龙:在研究过程给予了有价值的建议,对文章修改与优化;

李永洁:提出研究选题、指导研究方案和终审。

## Understanding and Thinking of Territorial Space Ecological Restoration Based on the Selection of Typical Cases in Guangdong Province

Liu Yong<sup>1</sup>, Wu Jialong<sup>2</sup>, and Li Yongjie<sup>3</sup>

(1. Guangdong Association for Territorial Spatial Ecological Restoration, Guangzhou 510075, China; 2. Guangdong Land Development, Consolidation and Rehabilitation Center, Guangzhou 510635, China; 3. Former Department of Natural Resources of Guangdong Province, Guangzhou 510075, China)

**Abstract:** After more than thirty years of rapid development, China has made great social and economic progress; however, this has inevitably damaged the ecological environment. The ecological environment is the foundation of human survival and development. With the development of social economy and the improvement of living standards, the demand for a better ecological and living environment is increasing. Therefore, ecological restoration of territorial spaces of mountains, rivers, forests, farmlands, and lakes, providing a good ecological and living environment for the people, and building a beautiful China has become necessary to promote the harmonious coexistence of humans and nature while achieving modernization. In terms of theory and method,

ecological restoration of territorial space is a new discipline. In recent years, many scholars have proposed various theories, technologies, and methods of ecological restoration from the perspectives of traditional ecology, geography, planning, and other disciplines. Ecological restoration practices are supported by national policies and promoted by the people's needs, and numerous ecological restoration projects have been carried out across the country in recent years. These include the practice, verification, and exploration of ecological restoration theories. However, because these projects are scattered across different departments, provinces, cities, or regions, they are difficult to summarize and evaluate uniformly. Under the guidance of the Guangdong Provincial Department of Natural Resources, two rounds of selection of ecological restoration examples were conducted in Guangdong in 2019 and 2021, wherein the ecological restoration projects carried out by different cities and departments in Guangdong Province in recent years were reviewed and evaluated. Based on the analysis and evaluation of nearly 100 types of ecological restoration projects conducted in the two rounds of selection, this study aims to identify the problems, summarize experiences, and put forward suggestions. The purpose of this study is to provide references for future ecological restoration projects and promote comprehensive and sustainable ecological restoration in China (especially in Guangdong Province). The main domestic and foreign ecological restoration literature were reviewed and their theoretical framework, concerns, and technical methods were analyzed. Subsequently, we analyzed the regional distribution, type coverage, funds used, and other aspects of the selected cases, and evaluated multi-dimensional indicators, such as the improvement of ecological environment quality, optimization of landscape function, increase of economic benefits, and the strengthening of social benefits. Some typical problems were analyzed in greater detail by comparing the advanced ideas and methods both domestically and internationally. Our study also improves public knowledge and raises awareness of ecological restoration. The present study analyzed and summarized the available data regarding, and disclosed the issues associated with, the ecological protection and restoration measures in the Guangdong Province. These include the presence of unrestored regions selected for environmental conservation and restoration, the disorganized geographical distribution of projects, the failure to incorporate engineering approaches during the implementation of restoration measures, overexploitation, and the transformation of restoration-designated regions into landscape projects. These activities have not only failed to achieve ecological restoration, but have also destroyed the original environment and its ecology. The following reasons could be attributed to the failure of the existing restoration measures: firstly, a lack of authentic scientific principles that could be systematically applied to the varied ecosystems; secondly, inefficient overall planning at the provincial level; and finally, a lack of technical and scientific methods to perform in-depth analysis to combine, relate, coordinate, and integrate multiple factors. This study aims to serve as a reference for future ecological restoration projects by providing suggestions regarding overall planning at the provincial, city, and county levels to improve overall project management and ensure the sustainable and smooth operation of the ecological restoration projects.

**Keywords:** typical cases; ecological restoration; overall planning; whole process management; sustainability; Guangdong Province