

国土空间生态修复监管信息化探索与实践

□ 夏超, 齐宁林, 王锐

[摘要] 国土空间生态修复已成为我国生态文明建设的重要抓手, 在新时期, 坚持山水林田湖草沙冰一体化保护和系统治理, 以大数据、云计算等信息技术为手段建设生态修复信息系统, 是推进自然资源治理体系与治理能力现代化、实现自然资源信息化建设的必然要求。文章基于国土空间生态修复现状与实际业务需求, 梳理并界定了国土空间生态修复监管内容, 构建监测指标体系与评价指标体系, 建立了动态监测预警机制, 以对国土空间生态修复项目进行全流程监管、多角度评价。通过国土空间生态修复监管信息化建设, 可以掌握生态修复工程项目动态信息、完善生态修复监管机制、提高政府政务办公效率、推动政府数字化转型, 最终促进生态文明建设。

[关键词] 国土空间; 生态修复; 信息化; 监管; 评价

[文章编号] 1006-0022(2021)22-0055-05 **[中图分类号]** TU984 **[文献标识码]** A

[引文格式] 夏超, 齐宁林, 王锐. 国土空间生态修复监管信息化探索与实践 [J]. 规划师, 2021(22): 55-59.

Exploration and Practice of Informationalized Supervision in Ecological Restoration of Territorial Space/Xia Chao, Qi Ninglin, Wang Rui

[Abstract] Ecological restoration of territorial space has become an important approach in ecological civilization in the new era. Insist on the integrated protection and systematic management of mountains, rivers, forests, fields, lakes, grass, sand and ice, the big data and cloud computing based ecological restoration information system is imperative for the modernization of natural resource governance. Based on the status and needs of ecological restoration of territorial space, the paper sorted out and defined the supervision content of ecological restoration in territorial space, constructed monitoring index system and evaluation index system, and established dynamic monitoring and early warning mechanism, so as to carry out full-process supervision and multi-angle evaluation of ecological restoration projects in territorial space. The informatized construction of ecological restoration supervision will integrate the information and mechanism of ecological restoration supervision, improve administrative efficiency, and promote digital administration transition and ecological civilization.

[Key words] Territorial space, Ecological restoration, Informatization, Supervision, Evaluation

0 引言

党的十八大以来, 生态文明建设被提高到空前的高度。《关于统筹推进自然资源资产产权制度改革的指导意见》强调“推动自然生态空间系统修复”“编制实施国土空间生态修复规划, 建立健全山水林田湖草系统修复和综合治理机制”。2021年7月, 习近平总书记到西藏地区进行考察调研时强调, 要坚持保护优先, 坚持山水林田湖草沙冰一体化保护和系统治理。可见, 国土空间生态修复已成为自然资源管理时代的迫切需求^[1], 推进山水林田湖草沙冰综合治理将成为践行生态文明建

设的重要抓手。

综上所述, 为更好地统一行使所有国土空间用途管制和生态保护修复职责, 统筹和科学推进山水林田湖草沙冰一体化保护修复, 需对国土空间生态修复进行有效监管。本文重新界定了国土空间生态修复监管内容, 梳理了生态修复业务流程, 通过信息化建设, 对国土空间生态修复规划及项目实施进行全方位监管, 并支撑生态修复业务日常运行与实施成效评价, 以实现“基于生态现状的规划范围可查、实施区域可看、管理流程可溯、实施效果可评”, 完善生态修复监管机制, 推动自然资源信息化建设进程。

[作者简介] 夏超, 众智软件科技股份有限公司副总经理。

齐宁林, 硕士, 众智软件科技股份有限公司策划研究中心总监。

王锐, 众智软件科技股份有限公司研究专员。

1 国内外相关研究

对于生态修复的研究，欧美国家拥有更丰富的经验。20世纪70年代，“受损生态系统的修复”国际会议首次对生态修复进行了系统的讨论^[2]。随着社会的发展与人们生态保护意识的逐渐觉醒，生态修复在理念、制度和实践上的研究也越来越多元化。从理念上看，国外专家学者提出了“再野化”“生态修复”“基于自然的解决方案”等理念，虽语境有所差异，但都是围绕生态系统结构、功能和服务价值的恢复开展研究的^[3]。同时，相关制度的健全也促进了生态修复事业的发展，如国际恢复生态学提出了生态修复的指导标准，欧盟委员会发布了《基于自然的解决方案和自然化城市》报告，联合国环境规划署发起《生物多样性公约》^[4]等。国外众多成功的生态修复工程实践也进一步丰富了生态修复领域的研究，如德国鲁尔工业区与莱茵河、新加坡榜鹅水道公园和美国密歇根州港湾高尔夫球场等生态修复实践，皆取得了生态层面与经济层面上的巨大成功^[5]。

国内关于生态修复的研究起步较晚，但经过多年的探索实践已经取得了一定的进展，在理论研究和工程实践等方面积累了一些经验。国内众多专家学者对

生态修复的内涵及技术路径进行了多方面的研究。目前主流的认知是：生态修复是协助已经退化、损坏或破坏的生态系统恢复的过程，应当强调生态修复的系统性、整体性、综合性^[6]，健全生态修复监管机制，强化生态修复科技创新。近年来，我国积极推进生态修复工程建设，国家发展改革委、自然资源部联合编制印发了《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035年)》，要求全面加强生态保护和修复工作。

虽然国内在生态修复的研究上已取得许多成果，但是仍然存在不足，如对于生态修复的研究大多侧重于理论内涵^[7]，生态修复监测监管机制不健全，生态修复信息化建设还处于起步阶段，仍需要不断地探索与实践。为推进国土空间生态修复进程，自然资源部发布了《关于开展省级国土空间生态修复规划编制工作的通知》，提出了“基于各省级自然资源‘一张图’和国土空间基础信息平台，同步开展国土空间生态修复信息系统建设”。因此，完善国土空间生态修复监管机制与信息化建设成为生态修复下一步工作的重点任务。

考虑到城市发展是一个动态的演变过程，生态环境的变化与之息息相关，而国土空间生态修复工作也需结合生产空间、生态空间、生活空间的多重需求。本文遵循坚持山水林田湖草沙冰一体化

保护和系统治理的理念，结合“城”这一动态要素，统筹考虑山、水、林、田、湖、草、沙、冰多种要素，并从信息化角度出发，研究国土空间生态修复全程监管模式。

2 国土空间生态修复监管内容

2.1 国土空间生态修复监管内容界定

目前，国内国土空间生态修复的研究尚处于起步阶段，尚未在国土空间生态修复的监管方面形成完整的体系。国土空间生态修复主要涉及矿山地质、水环境、湿地、退化污染废弃地、生物多样性和国土综合整治等内容，故监管内容也需涵盖这些方面。生态修复工作多以工程项目的形式开展，因此需以工程项目为主线对生态修复工作进行监管。首先，对生态修复规划编制成果进行管理，将这些成果作为生态修复项目规划分析的依据。其次，对生态修复项目实施前、实施中、实施后以下要素的变化进行监测：①生态系统要素，包括生态修复项目对区域内的大气、地质、水文、植被、生物等的影响；②规划管控要素，包括国土空间总体规划、专项规划等规划对生态保护红线、森林覆盖率等底线指标的刚性要求；③项目管控要素，包括项目期限、使用资金等内容。最后，对生态修复项目的实施成效进行评价。通过对上述要素的监测管理，形成“前期科学规划—过程动态监测—修复效果评价”全生命周期监管体系^[8]。

2.2 国土空间生态修复监管指标体系设计

针对生态修复监管内容，依据国土空间总体规划和生态修复专项规划，结合项目的实际需求，面向项目的过程与结果，构建国土空间生态修复监管指标体系，包括监测指标和评价指标两方面的内容(图1)；针对底线管控、生态环境和项目实施等进行动态监测，以项目成果、生态效益、社会经济效益^[9]等为依据对

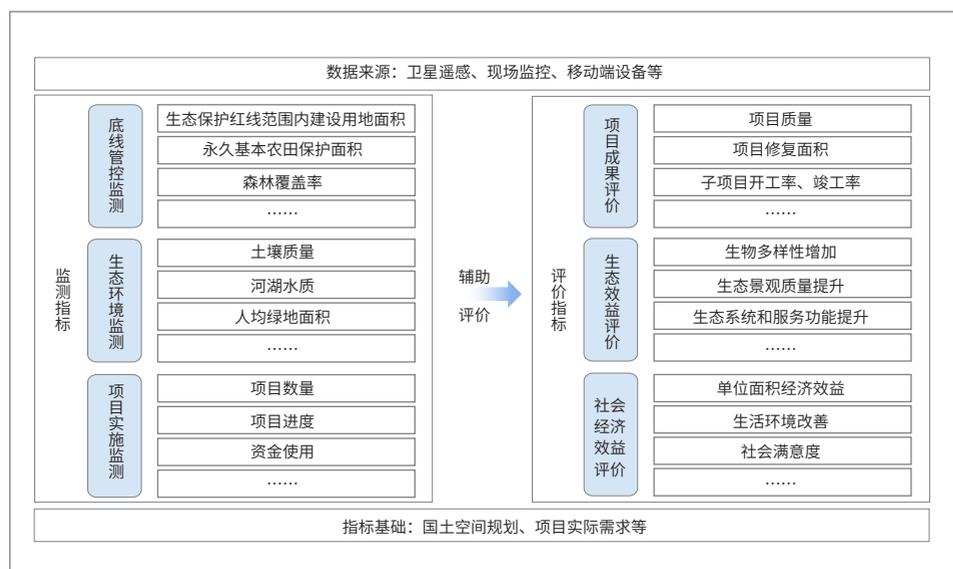


图1 国土空间生态修复监管指标体系示意图

生态修复项目进行评价，全程立体化监管评估生态修复活动。

3 国土空间生态修复监管信息化建设

3.1 国土空间生态修复监管信息平台总体设计

国土空间生态修复监管信息平台按照“一套数据体系、‘一张图’、一系统^[10]、全程管、多方用”的逻辑，开展生态修复数据治理，梳理优化生态修复业务流程，实现“一张图”呈现、全流程管理及多部门共享，促进生态修复业务全程监管，推动国土空间数据“共建、共用、互联、共享”（图2）。

3.2 国土空间生态修复监管数据体系构建

通过国土空间基础信息平台进行数据共享交换，集成各级、各类生态修复项目的全周期数据信息，汇聚成生态修复项目库。基于国土空间规划“一张图”数据体系，汇集生态修复相关数据，形成生态修复数据库。这两个库共同组成国土空间生态修复监管数据体系（图3），为国土空间生态修复监管业务的开展提供支撑。

3.3 国土空间生态修复监管信息平台特点

(1) “一张图”知全局。

基于国土空间规划“一张图”数据体系，整合与生态修复相关的基础地理规划成果数据、工程项目实施及监管数据，构建生态修复“一张图”。从空间、时间、项目等多维度呈现国土空间生态修复业务成果与国土空间生态修复相关规划成果，提供资源浏览、项目信息、对比分析、专题图制作和查询统计等服务，实现“一张图”知全局，辅助国土空间生态修复综合整治工作。

(2) 全流程“监评管”。

从项目流程着手，基于大数据和生态修复业务内容，全方位监测、评价和管理生态修复进程。通过生态修复推演

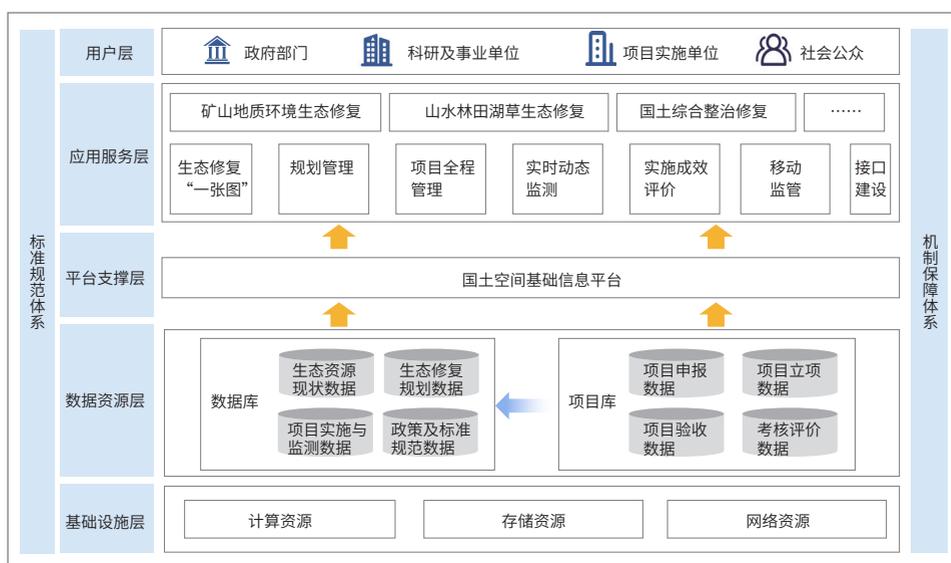


图2 国土空间生态修复监管信息平台总体架构图

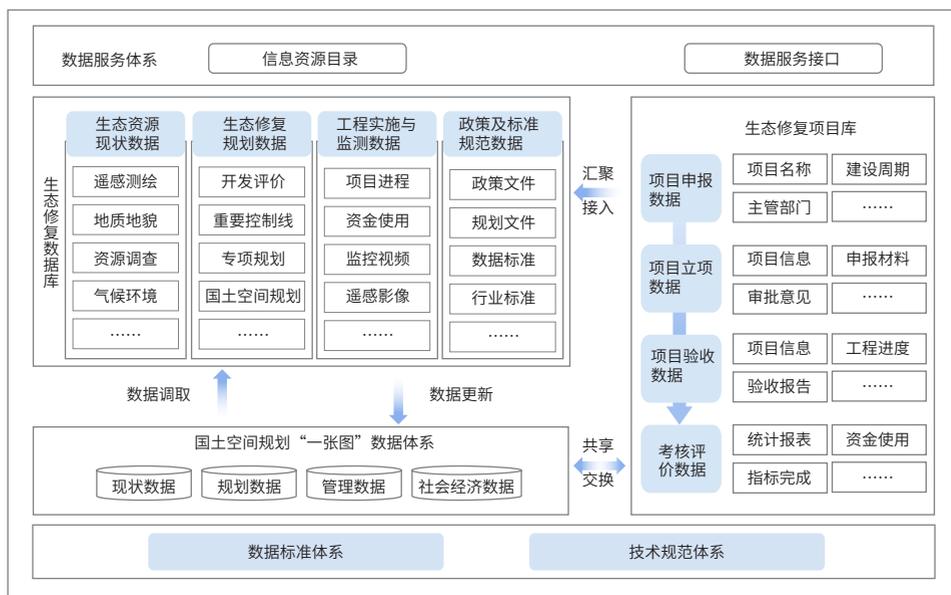


图3 国土空间生态修复数据体系示意图

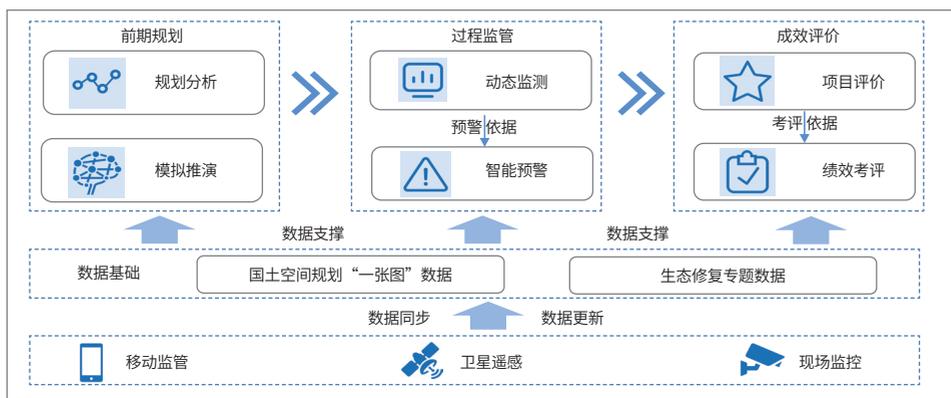


图4 全生命周期监测评估管理机制示意图

分析判断项目的合规性及预测修复后的影响，以土地整治与生态保护修复工程管理的实际需求为导向，面向不同生态修复工

程项目，动态监测项目实施阶段各项指标，并对项目实施成效进行评估，构建全生命周期监测评估管理机制（图4）。

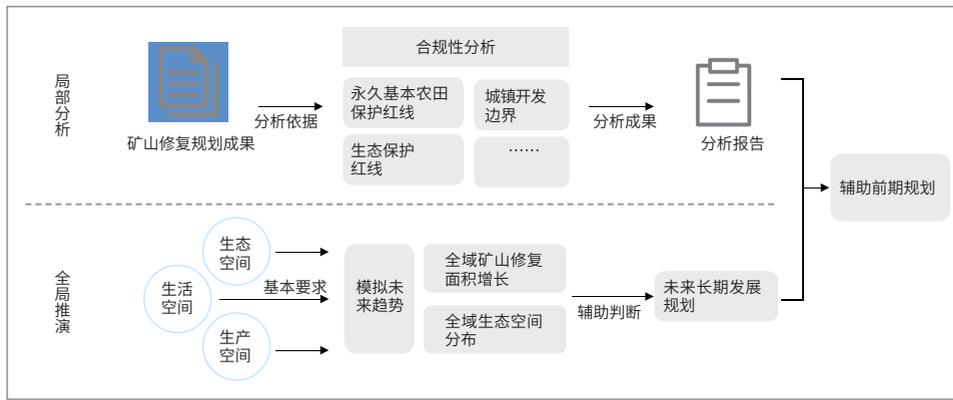


图5 前期科学规划流程图

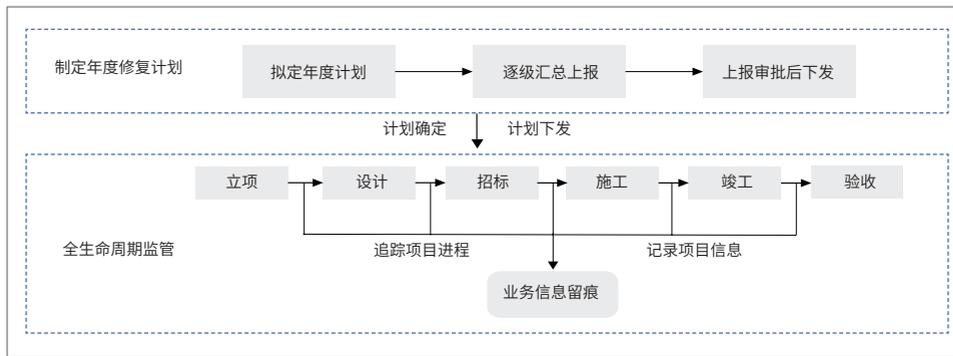


图6 矿山修复项目监管全流程图

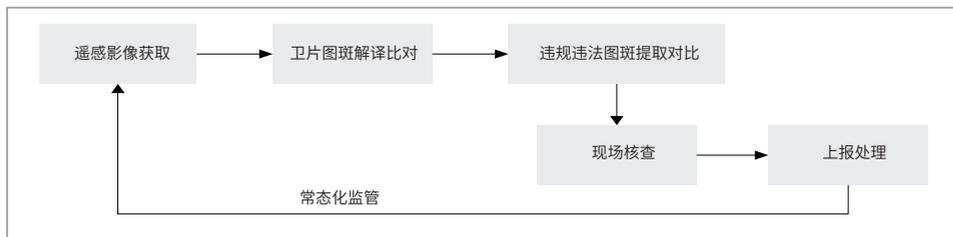


图7 卫片图斑解译对比流程图

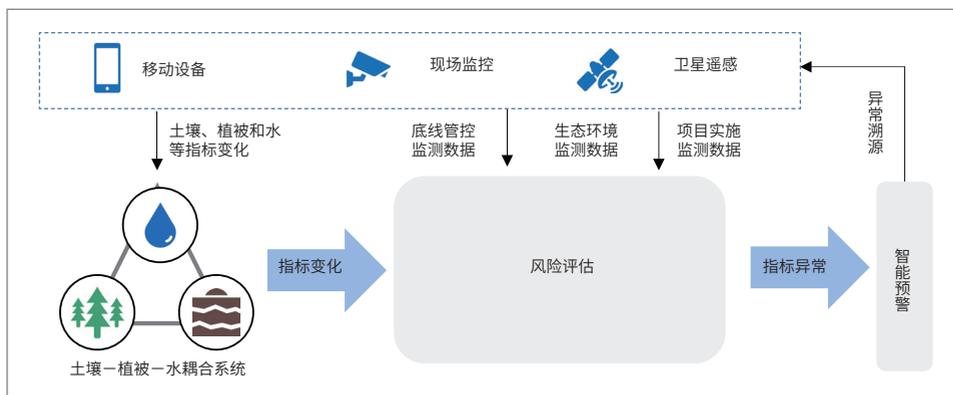


图8 动态监测预警机制示意图

4 国土空间生态修复监管信息化应用——以矿山地质环境生态修复为例

国土空间生态修复监管信息平台是为了完成生态修复全程业务而设计的，包

含多种生态修复工程项目应用场景，如矿山地质环境生态修复、水环境和湿地生态修复、退化污染废弃地生态修复、生物多样性和景观生态修复、山水林田湖草生态修复和国土综合整治修复等。本文以矿山地质环境生态修复（以下简称“矿山修复”）

为例，探讨信息化技术在国土空间生态修复监管领域的具体应用。

国土空间生态修复监管信息平台首先以矿山修复项目为主线，按照“前期科学规划—过程动态监测—修复效果评价”的监管体系，依据矿山修复相关规划成果，进行矿山修复“局部分析，全局推演”，确定矿山修复项目符合规划且对周围生态环境的长期影响良好；其次，接入矿山修复项目库与数据库，依据生态修复监测指标体系，对项目实施的全流程进行监测预警，及时排除项目的异常情况，保证矿山修复项目按计划实施；最后，依据生态修复评价指标体系对矿山修复实施成效进行多维评价。

4.1 前期科学规划

(1) 合规性分析。

根据矿山修复工程类型将矿山划分为废弃矿山、在建矿山和采煤沉陷区等，针对矿山的修复类型开展监管工作。国土空间生态修复监管信息平台收录了与矿山修复相关的规划成果，在矿山修复工作开展之前，依据矿产资源总体规划及相关规划数据成果，进行矿山修复合规性分析，判断工程项目是否符合规划要求，并形成分析报告留存（图5）。

(2) 模拟未来趋势。

国土空间生态修复监管信息平台利用往年的矿山面积、全域生态空间分布和矿山修复计划预期成果等数据，遵循综合空间优化原则^[11]，综合考虑生产空间、生活空间和生态空间的多重需求，模拟推演在未来某一时间节点，全域矿山修复面积增长情况与全域生态空间分布情况，以辅助判断矿山修复项目是否符合未来长期发展规划。

4.2 过程动态监管

(1) 制定年度修复计划。

基于矿山修复相关规划，制定年度修复计划，年度修复计划向上逐级汇总上报，由上级部门审批后统一下发，以项目审批为主线，贯通上下级部门业务

办理流程(图6),实现多层次业务协同,推动生态修复计划的制定与执行。

(2) 强化项目阶段监管。

实时更新矿山修复项目立项、设计、招标、施工、竣工和验收等各阶段的信息,追踪项目进程,对项目审批过程、项目数据变化、区域内矿山修复面积的增减情况等信息进行管理,实现业务管理常态化留痕与项目全生命周期监管。

(3) 构建矿山生态修复“一张图”。

利用国土空间规划“一张图”数据体系,整合与生态修复相关的基础地理规划成果数据、工程项目实施及监管数据,智能生成矿山生态修复“一张图”,展示区域内各项目关键信息,可视化呈现矿山修复面积、数量、分布等方面的信息,打造“领导驾驶舱”,辅助主管部门监管全域矿山修复项目,实现“‘一张图’知全局”。

(4) 进行卫片图斑解译对比。

定期获取遥感影像,将前后两个时相的遥感影像数据进行比对,通过卫片图斑自动解译,对影像变化区域进行解译,并结合最新的国土空间生态修复规划,对疑似违规违法图斑进行提取比对,并由现场监管人员实地核查该图斑区域是否违规(图7),实现对矿山修复常态化的监察掌控。

(5) 建立动态监测预警机制。

利用物联感知技术,通过卫星遥感、现场监控、移动端设备等,实时监测矿山修复项目相关信息,重点监测矿山修复影响范围内的土壤、植被和水等各项指标的变化,对土壤-植被-水耦合系统进行风险评估预警。同时,收集底线管控、生态环境和项目指标数据,可视化展示矿山环境变化及项目进程信息;依据“双评价”与“双评估”体系、项目工程管理制度等,设立指标预警功能,并支持指标异常溯源,为项目整改提供依据(图8)。

4.3 修复效果评价

根据矿山修复近期及长期的实际需求及目标,结合项目成果指标、生态效

益指标、社会经济效益指标数据,对项目进行全方位评价。针对评价结果分析项目实施过程是否合规、修复结果是否达标、持续性影响是否为良性等,并以此为依据,对工程实施单位、项目主管部门进行绩效考核。

4.4 矿山修复项目日常管理维护

项目验收后即进入日常管理维护阶段。定期分析矿山修复范围内的卫星遥感影像变化,监测矿山在项目竣工后是否达到了预期的恢复态势;通过现场监测监控和移动监管等方式,持续对矿山修复项目影响范围内的生态环境变化情况进行监测;对突破安全值的指标进行异常预警。同时,动态跟踪矿山修复效果,以评估矿山修复项目的长期影响,建立健全矿山修复的长效监管机制。

5 结语

当前,生态文明建设对国土空间生态修复工作提出了更高的要求,同时生态修复机制正从“短期修复”向“长期治理”、从“人工转化”向“顺应自然”转变。在未来推进生态修复工作的过程中,应继续坚持整体保护、系统修复、综合治理,结合目标导向与问题导向,以实际需求推进科技创新、制度创新,着眼于山、水、林、田、湖、草、沙、冰、城全要素治理,利用大数据、云计算、人工智能等新兴技术,推进自然资源治理体系与治理能力现代化,形成自然与人文多维度耦合的国土空间生态修复格局。

[参考文献]

- [1] 汤怀志, 郎文聚, 孔凡婕, 等. 国土空间治理视角下的土地整治与生态修复研究[J]. 规划师, 2020(17): 5-12.
- [2] 曹宇, 王嘉怡, 李国煜. 国土空间生态修复: 概念思辨与理论认知[J]. 中国土地科学, 2019(7): 1-10.
- [3] 李永洁, 王鹏, 肖荣波. 国土空间生态修复国际经验借鉴与广东实施路径[J].

生态学报, 2021(19): 1-11.

- [4] 翁睿, 韩博, 孙瑞, 等. 国际生态修复理念与方法对我国新时期国土综合整治的启示[J]. 土地经济研究, 2020(1): 117-140.
- [5] 吴次芳, 肖武, 曹宇, 等. 国土空间生态修复[M]. 北京: 地质出版社, 2019.
- [6] 白中科. 国土空间生态修复若干重大问题研究[J]. 地学前缘, 2021(4): 1-13.
- [7] 傅伯杰. 国土空间生态修复亟待把握的几个要点[J]. 中国科学院院刊, 2021(1): 64-69.
- [8] 付战勇, 马一丁, 罗明, 等. 生态保护与修复理论和国外研究进展[J]. 生态学报, 2019(23): 9 008-9 021.
- [9] 吴家龙, 苏少青, 王儒密, 等. 广东省国土空间生态修复评价指标体系的构建初探[J]. 辽宁自然资源, 2020(10): 41-44.
- [10] 李少帅, 高世昌, 李红举. 国土空间生态修复智慧平台的实现路径[J]. 中国土地, 2019(12): 38-40.
- [11] 王旭, 马博文, 李丹, 等. 基于FLUS模型的湖北省生态空间多情景模拟预测[J]. 自然资源学报, 2020(1): 230-242.

[收稿日期] 2021-08-25