

国土空间生态修复智慧平台的实现路径

◎ 李少帅 高世昌 李红举

核心提示

构建国土空间生态修复智慧平台，是健全和完善自然资源管理“一张图”平台的重要内容，对提升生态修复管理效能和决策水平具有重要支撑作用。本文结合履行国土空间生态保护修复职责和实践，提出构建国土空间生态修复智慧平台的主要思路、总体框架和功能需求。

国土空间生态修复是党中央赋予自然资源部的重要职责，也是提供更多优质生态产品以满足人民对优美生态环境需要的重要举措。《关于加快推进生态文明建设的意见》提出，要加强生态文明建设统计监测，提升信息化水平，健全覆盖所有资源环境要素的监测网络体系。充分利用3S、云计算、物联网等现代信息技术，构建国土空间生态修复智慧平台，是健全和完善自然资源“一张图”平台的重要内容，对提升生态修复管理效能具有重要支撑作用。

构建智慧平台的思路

坚持问题导向，动态评估生态系统健康状况。在自然资源基础调查、年度变更调查、自然资源全天候监测的基础上，依据相关生态安全标准构建评价模型，以生态功能区、生态敏感脆弱区为重点，对森林、湿地、草地、农田等各类型生态系统进行动态监测，定期分析评估其空间格局、生态结构、功能稳定性和受胁迫情况，识别和诊断石漠化、荒漠化、水土流失、土壤侵蚀等各类生态问题的分布范围和主导因素，为实施精准修复提供依据^[1-2]。

坚持目标导向，辅助开展生态修复各项业务。

一是要能辅助编制国土空间生态修复规划和相关专项规划，通过构建专家库、模型库，为优化生态系统结构、强化生态系统功能、解决生态问题提供智能支持。二是为构建“集中统一、全程全面”的生态修复项目监管体系提供支撑。通过集成3S和工作流等信息技术，为“山水林田湖草”生态系统修复工程、国土综合整治、矿山生态修复和海洋生态修复工程的全生命周期管理提供服务，辅助管理人员开展各类立项审查、实施监管、整体验收和绩效评价工作^[3]。三是为建立和实施生态保护补偿制度提供依据。生态修复实行“谁受益、谁补偿”的原则，其难点在于明确生态系统服务价值，找准生态系统服务的供给者和消费者。智慧平台须在生态服务价值理论模型的基础上，估算生态系统服务价值，绘制生态系统服务分布图，辅助决策人员辨识和定位各类生态系统服务的供给区、消费区和连接区^[4-5]。

坚持需求导向，做好相关业务平台的协调共享。生态修复规划是国土空间规划的专项规划，智慧平台在辅助编制生态修复规划时应确保与国土空间规划保持协同。同时，生态修复不仅是改善生态系统功能，提高生态产品供给能力的手段，还是增值自然价值和自然资本的过程，生态修复项目也因此成为自然资源资产核算的重要对象，

智慧平台可定期向自然资源资产核算平台推送生态修复项目数据。此外,生态修复项目安排和验收信息,基于生态修复项目形成的生态系统服务供给和消费关系图等相关成果可向社会开放。

搭建智慧平台的总体框架

在相关标准、制度和安全体系的保障下,以自然资源时空大数据平台为基础,以自然资源主干网、互联网和物联网为依托,以生态修复项目管理平台和辅助决策分析平台为支柱,形成部、省、市、县纵向贯通,业务功能模块横向联通的信息化应用体系。主要分为6个层级:一是感知层,指信息的获取渠道。综合采取航天和航空卫星遥感,手机、摄像头等地面感知设备,网络定向爬取相关信息等方式,智能感知生态系统各要素的状态和变化情况。二是网络层,指平台运行所依赖的网络环境。主要依托自然资源主干网运行,部分数据的获取和共享依托互联网和物联网。三是数据层,指平台数据库所存储的主要数据形式。其中,自然资源调查数据和遥感数据来源于国土资源调查、年度变更调查和全天候遥感监测工作;生态修复项目数据和实地核查数据来源于各类型生态修复项目建设和监管过程中生产和提取的数据。网络爬取数据是定期定向收集的自然、社会、经济等与生态修复有关的事件数据和统计数据。四是平台层,指具体运行的软件平台。依据用户



和业务差异,分为生态修复项目管理和辅助决策分析2个平台。五是应用层,指各软件平台所包含的功能模块,其功能设置要与业务需求紧密结合,主要包括生态修复规划与生态修复补偿分析,各类生态修复项目的全生命周期管理。六是用户层,指软件平台的服务对象,主要是各层级的自然资源主管部门。

设计智慧平台的主要功能

(一) 辅助决策分析

支持规划分析。一是辅助实施生态系统分区和问题识别。在叠加比对自然地理和社会经济等最新调查监测数据的基础上,按照生态系统服务级联框架等相关理论,通过内置聚类、神经网络等算法进行生态系统分区,分区表征了区域内生态系统存在的主要问题和主导因素,是开展生态修复规划的基础。二是辅助规划方案编制。在生态系统分区的基础上,通过构建和完善专家库和知识库的方式,提供基于不同要素和生态问题的规划思路,供规划人员遴选。三是支撑规划成果管理。形成规划成果的调用、编辑、展示、分析、统计等功能,且具备规划成果的版本控制功能。

支持项目设计。一是为项目选址服务。项目是落实规划、实施生态修复的载体。解决生态问题的关键是要改善生态系统功能,增加生态系统服务能力。生态系统服务具有显著的空间异质性和区域差异性,在什么位置上实施生态修复项目使得生态系统服务能力和服务范围最大化,取得最佳投入产出比是项目设计的前提。这就要求平台在叠加分析自然资源大数据的基础上,按照生态理论的模型和方法,厘清生态系统结构和功能的空间布局,分析影响生态环境的主导因素,为设计人员寻找最佳项目建设区提供服务。二要搭建三维可视化的项目设计环境。三维可视化以最新时相的高分辨率遥感影像为背景,以高精度DEM为骨架,形成“二三维”一体化的设计环境。生态修复项目设计的主要内容包括国土空间利用

结构布局、工程布局 and 各类单体工程设计。其中,国土空间利用结构布局和工程布局主要在二维场景下开展,生态修复的单体工程设计主要在三维场景下开展。智慧平台要支持区域“二三维”场景的实时切换,支持三维场景的量测分析、视线分析、视域分析和剖切分析等。

支持生态保护补偿分析。当前,应用较为广泛的千年生态系统评估将生态系统服务分为供给、调节、文化和支持4个类型,根据生态系统和生态系统服务类型的差异,生态系统服务呈现出非邻近、局部邻近、有向性流动和原位等多种空间特征,生态系统服务空间特征的差异性导致了生态系统服务消费区的不确定性和多样性^[6]。同时,生态系统服务类型的差异性也带来了生态系统服务价值估算方法的多样性。因此,智慧平台须内置生态系统服务空间分析模块和服务价值估算模块,以辅助决策人员估算生态系统服务价值,辨识各类生态系统服务路径。

(二) 辅助生态修复项目管理

支持项目立项审查。一是通过调用生态修复规划成果,对比项目规划图,辅助分析项目立项是否符合规划。二是通过调用最新年度变更调查成果,对比设计单位绘制的项目区现状图,核实项目设计所依托本底条件的真实性。三是通过三维可视化等技术手段,辅助评审专家分析项目空间布局和工程设计的合理性。四是提供工程量和资金预算的统计功能,辅助校核项目预算的准确性。

支持项目实施监管。监测建设任务的完成情况,主要采取被动监测和主动监测两种方式。被动监测方式是网络在线监测。通过集成 workflow 技术,项目单位定期填报工程量和资金使用情况,通过内置项目管理自动计算项目的整体进度,并与项目建设期限比较,对项目进度给出定性评价。在线监测系统的数据由承担单位填报,其真实性无法确认,属被动监测。为切实掌控项目建设任务完成情况,智慧平台辅助实施监管的主动监测方式是遥感监测,即从自然资源全天候遥感监测

中调取最新时相的遥感影像,与项目设计图进行叠加分析,并借助深度学习技术,综合采取人机交互等方式,按照“工程建设建,位置准不准,数量足不足”的思路,在遥感影像上提取建成的各类工程并计算其数量,与相应时点的网络在线监测填报数据进行对比,验证在线监测填报数据的真实性。

支持项目验收和绩效评价。与实施监管比较,项目验收和绩效评价不仅要评估项目建设任务完成情况,更注重评估项目建设成效。智慧平台可通过定量分析和定性分析相结合的方法评估项目建设成效。一是通过调用自然资源资产核算平台的相关模块,核算项目区建设前后的自然资源变化情况。二是通过生态系统服务评估方法评估项目区建设前后生态服务价值变动情况。三是提供定性评估接口,验收和评估专家在对项目进行内业资料分析、外业实地检查后,通过该接口填写项目建设对区域生态问题的改善情况。📍

参考文献:

[1] 彭建,王仰麟,吴健生,等.区域生态系统健康评价——研究方法与进展[J].生态学报,2007,27(11):4877-4885.

[2] 李少帅,郎文聚,靳京,等.内蒙古河套灌区沈乌灌域生态系统健康评价和时空变化分析[J].地域研究与开发,2018,37(06):128-133.

[3] 高世昌.国土空间生态修复的理论与方法[J].中国土地,2018(12):40-43.

[4] 李双成,王珏,朱文博,等.基于空间与区域视角的生态系统服务地理学框架[J].地理学报,2014,69(11):1628-1639.

[5] Fisher B, Turner R K, Morling P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological Economics, 2009,68(3):643-653.

[6] Costanza R. Ecosystem services: multiple classifications systems are needed. Biological Conservation, 2008,141:350-352.

(作者均供职于自然资源部国土整治中心)