

灰绿协同规划方法与应用研究 ——以吉林省靖宇县为例

王欣, 明卉

(中国市政工程华北设计研究总院有限公司北京第三分公司, 北京市 100080)

摘要: 针对灰绿协同规划方法在资源型城市可持续发展中的应用, 首先, 基于城市生态学与景观生态学理论, 阐述了灰绿协同规划原则和思路; 其次, 从现状表述、目标确定、现状评价、改变策略、绩效评估、规划决策这6方面提出了灰绿协同规划技术框架; 最后, 以吉林省靖宇县从县域、小流域和中心城区三尺度实施灰绿协同策略为实例, 对该案例的涉水基础设施、道路交通基础设施等方面的灰绿规划项目实施效果, 采用SWAT、SWMM等模型进行了评估。研究表明, 灰绿规划的实施可显著改善水土流失状况, 提升雨水径流控制能力, 并产生可观的经济效益; 多尺度灰绿协同规划能显著提升资源型城市韧性, 其技术框架与技术路径为资源型城市提供了可推广的实践范式。

关键词: 灰绿协同; 总体规划; 绿色基础设施; 灰色基础设施

中图分类号: TU984

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2026)03-0005-07

Research on Gray-Green Collaborative Planning Method and Application: A Case Study of Jingyu County, Jilin Province

WANG Xin, MING Hui

(Beijing Third Branch of China Municipal Engineering North China Design Research Institute Co., Ltd., Beijing 100080, China)

Abstract: Regarding the application of gray-green collaborative planning methods in the sustainable development of resource-based cities, firstly, based on the urban ecology and landscape ecology theories, the principles and ideas of gray-green collaborative planning are elaborated. Secondly, a technical framework for gray-green collaborative planning is proposed from six aspects of current situation description, goal setting, current situation evaluation, change strategy, performance assessment and planning decision-making. Finally, taking the implementation of the gray-green coordination strategy in Jingyu County, Jilin Province from the three scales of the county, small watersheds and the central urban area as an example, the implementation effect of the gray-green planning project on water-related infrastructure, road traffic infrastructure and other aspects of this case are evaluated by using the models of SWAT and SWMM. The research shows that the implementation of gray-green planning can significantly improve the situation of soil and water loss, enhance the rainwater runoff control capacity, and generate the considerable economic benefits. Multi-scale gray-green collaborative planning can significantly enhance the resilience of resource-based cities, and its technical framework and pathways provide a replicable practical paradigm for resource-base cities.

Keywords: gray-green collaboration; overall planning; green infrastructure; gray infrastructure

0 引言

灰色基础设施作为城市物质支撑体系的核心组成部分, 为城市社会经济活动的持续发展提供了基础保障^[1-2]。绿色基础设施^[3]作为自然生命支持系统, 其重要性也已成为普遍共识, 被视为推动城市可

持续发展的关键要素。近年来, 随着“碳达峰”、“碳中和”目标的提出, 在提升灰色基础设施气候适应能力需求日益迫切^[4-6]、经济发展全面转向高质量阶段的背景下, 灰绿基础设施协同已成为必然趋势, 为系统性解决城市基础设施建设问题提供了良好的契机。这不仅是技术层面的改进, 更是重塑城市基因的系统性变革, 涉及设计、规划、建设、施工、运维等多维度的体系构建^[7]。如何通过科学且具有地域适宜性的规划方法来实现灰绿基础设施协同, 是灰绿协同规划需要解决的重要问题。

收稿日期: 2025-05-08

作者简介: 王欣(1980—), 男, 博士, 高级工程师, 从事城市规划工作。

通信作者: 明卉(1992—), 女, 硕士, 工程师, 从事城市规划工作。电子邮箱: 837627677@qq.com

1 灰绿协同规划原则与思路

1.1 灰绿协同的特征与作用

灰绿协同规划的起源可以追溯到20世纪末期奥姆斯特德的公园系统思想。当时随着城市化进程中对生态环境问题的关注日益加深,人们开始意识到传统灰色基础设施在应对气候变化、洪涝灾害等方面存在局限性,提出了一种将绿色生态设施与传统灰色工程相结合的规划方法^[8]。进入21世纪后,逐步发展为“通过生态系统保护与工程方法结合来提升气候韧性”的解决方案^[9-10]。该方法通过生物滞留设施、生态蓝带^[11]等创新形式来实现绿色与灰色基础设施的系统整合,以实现城市基础设施的多功能性和可持续性,已在防洪、水体修复^[12-13]等领域形成成熟实践。相较于传统单一基础设施规划,灰绿协同规划不仅关注基础设施的功能性,还强调其在生态、社会和经济方面的综合效益。通过功能互补和空间联动,灰绿协同规划旨在实现城市基础设施的高效、可持续发展,提升城市的生态韧性和社会服务能力。

1.2 灰绿协同的规划原则

(1)因地制宜原则:由于城市地理条件、气候特点、社会经济背景以及基础设施建设情况等复杂多变,各地的自然条件、资源禀赋、发展阶段和需求各不相同,因此,需要合理确定适合本地的绿色与灰色设施组合方式,合理控制规划灰色设施的规模,尽可能保护原有的灰色基础设施,合理恢复和利用原有的绿色基础设施,选择适宜的绿色与灰色设施组合方式,以实现最佳的生态效益与社会效益。

(2)科学高效原则:灰色基础设施建设是基于工程学和物理原理的系统性工程,具有高度可控性和可预测性的特点。其设计和运行依赖于明确的数学模型和物理过程,例如水力学、流体力学和结构力学等,以确保其在特定环境条件下的功能实现。绿色基础设施则基于生态学、水文学和土壤学等自然科学原理,强调利用自然过程(如渗透、滞留、蒸发等)来实现类似的功能,具有较强的适应性和自我调节能力,因此,应通过分析当地自然与人工基础设施的基础特征和建设中的问题,利用模型模拟进行评估和预测,为规划方案提供量化数据,从而实现灰绿协同规划的科学性和高效性。

(3)系统统筹原则:灰色基础设施和绿色基础设施都是系统性、连通性的功能体系,它们在城市中分

别承担着不同的角色,但又相互关联、相互补充。在实际应用中,各个基础设施之间需要统筹考虑不同尺度之间的衔接与平衡,系统制定规划,设计技术路线,并将其贯彻于国土空间总体(区域)规划、专项规划的编制,以及城市开发建设、设计及施工过程中,确保整体系统的完整性与可实施性,以实现绿色与灰色基础设施的协同作用。

1.3 灰绿协同的规划思路

在城市建设过程中,灰绿基础设施系统的构建贯穿于城乡规划编制的各个层面,从国土空间规划到修建性详细规划,从用地规划到专项规划。其中,国土空间规划层面强调蓝绿灰基础设施的协同与融合,因此在该尺度的灰绿基础设施规划具有系统性、全局性和战略性,是灰绿协同规划最基础、关键的尺度。但是,目前还未形成较为完善、系统的灰绿基础设施规划方法,实践中常常出现规划碎片化、功能单一、缺乏协同性的问题,或者生态与工程设施脱节、实施难度大的情况^[14]。

因此,本文从宏观层面出发,试图将蓝绿灰基础设施的协同机制进行分解,通过系统梳理生态服务功能、空间布局、技术路径与政策支持,构建多尺度、多目标、多部门协同的规划框架,实现生态韧性与城市可持续发展的统一。基于上述分析,本文以城市生态学、景观生态学、城乡规划学为理论基础,参考卡尔·斯坦尼兹提出的多解景观规划途径^[15],将这一普遍模式与灰绿协同规划相结合,形成了“现状表述—目标确定—现状评价—改变策略—绩效评估—规划决策”这6个步骤的技术框架,以期得到“系统性、协同性、适应性”的灰绿协同规划方法。

2 灰绿协同评价和规划

2.1 评价体系构建

灰绿协同评价体系的构建应从以下几个方面入手:首先,基于现状表述和规划目标,分项评价涉水、交通、能源、环卫等灰绿基础设施的现状协同运行情况,围绕生态环境效能、经济效能和社会效能3个维度,分别设定相应的指标体系;其次,采用定性 with 定量相结合的评价方法,如数学模型模拟、问卷调查、专家判断、市场估值等,对各项基础设施的综合效能进行评价,判别现状与目标的差距,明确基础设施建设的核心问题;此外,评价体系还需注重灰色与绿色基础设施之间的相互作用,例如雨水调蓄池与周边绿地的协同效应、透水铺装与地下管网的联动效

果等。

相比之下,传统的单项基础设施评价体系通常以灰色基础设施为主导,忽视了绿色基础设施的生态服务功能,且缺乏对多系统协同效应的系统分析。例如,传统排水系统的评价主要关注其防洪能力,而忽略了其与城市绿地、雨水花园等绿色设施的协同作用。此外,传统评价方法往往依赖于静态的成本效益分析,未能充分考虑绿色基础设施的长期动态效益和生态价值。因此,灰绿协同评价体系在方法论上更具创新性,能够更全面地反映基础设施的综合效能,并为灰绿协同规划提供科学依据。

2.2 灰绿协同规划方法

灰绿协同规划参考卡尔·斯坦尼兹提出的多解景观规划途径^[15],形成了如图1所示的6步骤技术框架。

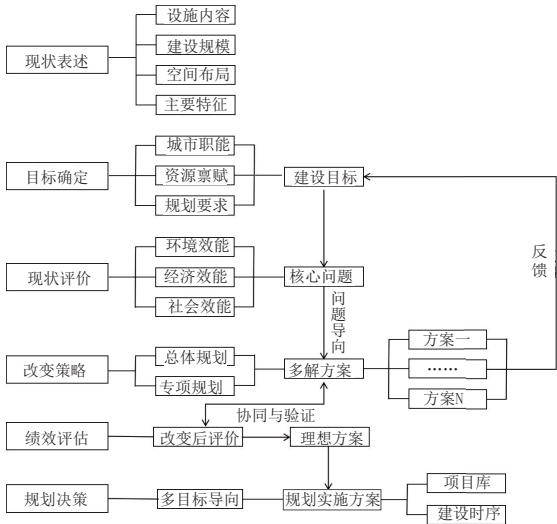


图1 灰绿协同规划技术框架图

现状表述需在不同尺度对灰绿基础设施的内容、规模、布局及特征等进行有效阐述(见表1)。目标确定基于总体规划目标,构建涉水、交通、能源环卫基础设施发展战略,细化近远期建设目标,包括生态、经济、社会等多目标导向。现状评价以本底条件为依据,针对各类基础设施展开,选择评价指标注重灰绿基础设施相互作用,遵循目标导向等原则,采用多种方法定性与定量相结合来评价基础设施综合效能,判别现状与目标差距(见表2)。改变策略采用“问题—目标—措施”传导机制,从总体规划和专项规划2个层次提出解决方案,以生态优先、系统整合为核心,通过多学科技术融合、分尺度调控、多系统覆盖、保障规划落地等核心方法。绩效评估基于多目标形成改变策略,综合运用多种技术手段,对实施方案进行评估,可沿用现状评价指标或增加新指标。

目标确定、改变策略和绩效评估需经多轮验证协调,形成最佳协同规划方案,并核算建设成本节约和效益增值。规划决策是科学判断过程,以“项目组合包”构建为载体,综合考量资金配置效率等四大要素,构建三维决策模型,形成最优项目组合方案。

表1 现状表述范畴

类型	分类	灰色基础设施	绿色基础设施
涉水设施	供水设施	水源、水厂、输水设施、配水设施等	水源保护区/涵养林、绿色海绵设施等
	雨水设施	源头雨水设施、雨水管渠、提升排放泵站或设施、调蓄设施、末端处理设施等	
	污水设施	源头污水收集设施、污水管渠、提升排放泵站、调蓄设施、污泥处理设施、末端强化设施等	生态塘、净化湿地等水环境治理生态设施
防洪设施	堤岸、水库、闸坝堰、撇洪渠等		调蓄塘、蓄滞洪涝区等
	河湖水系		自然河湖、生态岸线、河漫滩、湿地等
交通设施	交通廊道	公路、铁路、航道、轨道交通、城市干道等	交通防护绿带
	绿道	游径系统(步行道、骑行道)	绿道绿化(或带状公园)
	交通附属设施	公交场站、轨道交通站、码头、停车场库、服务区等	屋顶与立体绿化、桥下绿地、生态廊桥等

3 实例研究

3.1 研究区域概况

吉林省靖宇县地处松花江流域,总面积达3 084.21 km²;水资源总量12.15亿m³,其中地下水量2.63亿m³,地表水量9.52亿m³,矿产及动植物资源丰富。主导产业为农业、林业和旅游业。

在涉水基础设施方面,年供水能力3 713万m³。中心城区日供水量1.8万m³,高峰期水压不稳,部分供水管网管径偏小且有漏失。乡镇及农村雨水边沟系统普及率低,生活污水与农业尾水多散排。中心城区排水以分流制为主,管网总长127.24 km。污水处理厂日处理规模2.5万m³,难以满足未来需求。河流属松花江流域,已建堤防达标率97.32%,中心城区防洪标准50年一遇。

在道路交通基础设施方面,已建成“一纵两横一联通”公路网,覆盖所有乡镇,但缺乏旅游公路。仅1条二级铁路用于货运,客运停滞。中心城区交通依赖高速、国道等联通,G222省道穿越城区造成干扰,绿道建设未启动。

表2 现状评价指标表

类型	目标		基本指标项	可选指标项
	一级	二级		
涉水基础设施	安全	防洪排涝	地表水系防洪达标率、城市内涝防治能力	洪涝调蓄能力提升率、排水系统设计重现期升级率
		水源涵养	水源涵养区保护率	水土流失程度(土壤侵蚀程度)
	生态	雨水调节	年径流总量控制率	雨洪调蓄功能水体的面积比例、雨水径流总量削减率
		水生态环境健康	最低生态水位满足程度、自然岸线率、生物多样性、水面率、城镇绿化率、地表水体水质达标率	河流纵向联通指数、河岸带宽度指数、生态基流量、湿地保护率
	经济	成本节约	设施单位建设成本、设施用地节省率	减少内涝损失的经济效益
		经济赋能	滨水土地的地价增值	水产品经济收益、水利旅游产业收益
交通基础设施	社会	滨水空间品质提升	滨水景观的综合可达性	滨水慢行系统覆盖率
	安全	防灾减灾	交通基础设施遭受地质灾害风险程度、大型交通基础设施安全性	
		生态环境健康	大型绿色廊道宽度、城镇绿色廊道宽度、大型交通基础设施对整体生态区域的割裂度、大型交通基础设施中生物通道的连接度	公路二氧化碳排放控制、生态敏感区道路宽度的控制、公路及防护带噪声污染防治水平
	经济	成本节约	停车空间立体化利用、大型交通基础设施利用率	
		经济赋能	绿道周边的地价增值	交通带动的旅游业程度
	社会	品质提升	立体交通设施的复合利用、绿道可达性、人均绿道长度	旅游公路与旅游资源点间连接度、旅游公路占比

3.2 规划目标

在涉水基础设施层面,构建安全韧性、高效集约、低碳节能、生态和谐的水基础设施体系。县域严守水资源承载力红线,保障水源地安全;城区提升雨水利用率与污水再生利用率,控制管网漏损,实现水资源可持续利用。水安全上,县域强化水系防洪,城区完善蓄洪体系。水环境治理上,县域确保水功能区水质达标,控制污染物排放总量;城区提高污水处理效率,遏制溢流与面源污染。水生态保护上,县域

保障生态基流量,维护水生态系统稳定;城区减少开发建设影响,保持生态岸线与水域面积稳定。

道路交通基础设施建设以“生态旅游”为目标,以生态安全为前提,增强生态产品供给能力,保护和修复生态环境,突出城市文化特色和资源优势,提升城市聚集与对外辐射能力。

在能源环卫基础设施层面,构建绿色、低碳、循环的能源环卫系统。统筹资源开发与保护,提高绿色能源利用比例,增强能源与产业联动性,强化资源保障能力。通过生态修复工程,改善废弃矿山生态,盘活林场闲置设施,促进产业繁荣。

3.3 现状评价

(1)涉水基础设施:流域层面,该县水土流失类型为水力侵蚀,面积达546.23 km²,超出标准值;小流域层面,4条河道防洪标准未达标,中心城区外流域生活污水处理率均低于10%,10个小流域地表水质季节性不达标;中心城区层面,反映排水设施老化、设计标准低、雨洪调蓄能力弱,导致内涝风险高、设施韧性不足。

(2)道路交通基础设施:区域和中心城区层面均存在道路局部穿越沼泽区,缺乏生态连通措施,可能阻断野生动物迁徙廊道;未建立生态旅游公路系统,制约区域旅游业发展;旅游资源与交通衔接不足等问题。

3.4 改变策略

3.4.1 涉水基础设施

规划提出涵盖县域、小流域和中心城区三尺度的改变策略体系,见图2。

县域构建需严守水资源承载力底线,保障水源地生态安全与合理开发,但当前水土流失风险较高,与水资源保护需求不匹配。为此,县域聚焦于构建水源保护和水土保持生态安全格局,划定生态管控区并分区实施保护和生态修复措施。生态管控区分为地表水源地及其保护区、地下水源地及其保护区和水土流失重点修复区。地表水源生态管控区禁止破坏生态平衡、倾倒废弃物及限制部分交通进入。地下水源生态管控区禁止排放污水、储存有害物品,人工回灌不得污染水源,措施方面建议腾退冲突用地、修复水源涵养林与地下水补给区汇水通道。水土流失重点修复区应依法依规管理,禁止毁林毁草,建议综合治理林草植被、耕地、侵蚀沟及地质灾害。

涉水基础设施水源保护和水土保持生态安全格局分析图见图3。

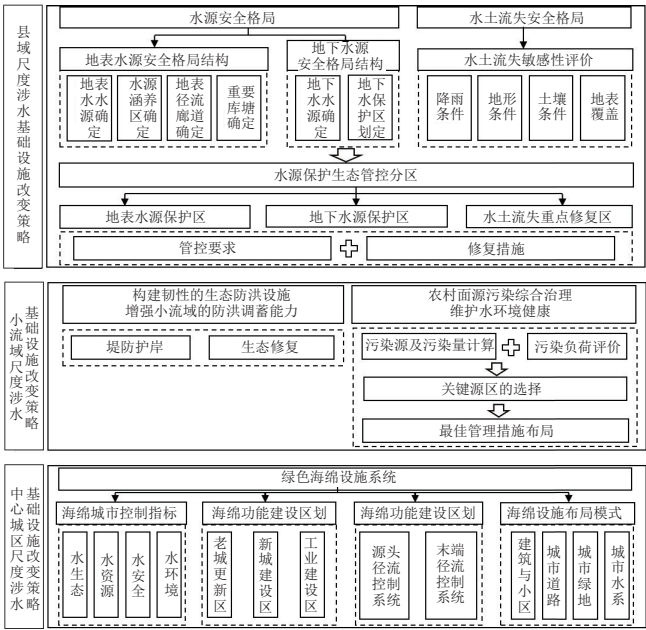


图2 涉水基础设施灰绿协同技术路线

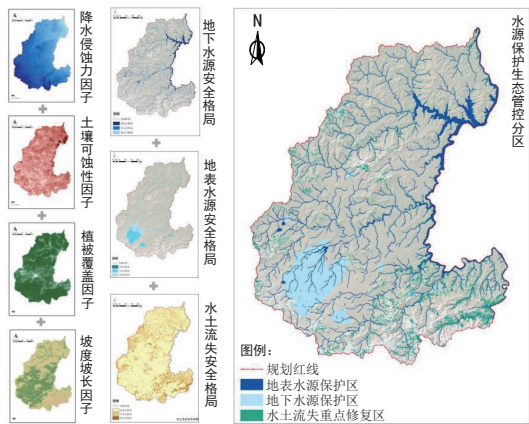


图3 涉水基础设施水源保护和水土保持生态安全格局分析

小流域层面,一是构建生态防洪设施,对4条存在防洪风险的河道,按防洪等级设计综合防洪体系;二是实施农村面源污染综合治理,通过SWAT模型评估各流域污染负荷,确定总氮、总磷为关键指标,识别关键源区,并选择最佳管理措施(BMPs),如植物过滤带、人工湿地等工程类措施,以及非工程类措施。推荐田间植被过滤带面积比5%、植草水道长度500 m的综合管理方案,并在关键流域设置稳定塘,坡度20°以上非基本农田退耕还林,确保水质达标(见图4)。

中心城区聚焦海绵城市建设,通过提升排水基础设施韧性与城市自然调蓄能力来解决防洪排涝问题。控制指标涵盖水生态、水资源、水安全和水环境四大类别,具体指标包括年径流总量控制率等。中心城区划分为老城更新区、新城建设区和工业建设区,各有建设重点。绿色海绵设施布局含源头与末



图4 最佳管理措施BMPs空间布局图

端径流控制系统,前者通过SWMM核算确保年径流总量控制率达80.7%,后者利用滨河绿地和调蓄湿塘蓄积洪水,削减洪峰,实现雨水资源的早涝调蓄和循环利用。海绵设施选型遵循因地制宜、生态优先和工程集约原则,适应靖宇县气候土壤条件。布局模式分为4种类型(见表3),旨在提升城市“渗、滞、蓄、排”能力,减少洪涝灾害,促进水资源循环利用。

表3 海绵设施模式类型

模式类型	工程项目类型	模式	主要设施组合
主要设施组合	海绵型建筑与小区	居住类(新建);居住类(老旧小区改造);公共服务建筑类(绿地充足);公共服务建筑类(绿地不足);工业区类	雨水花园;下沉式绿地;植草沟;中央调节塘;前置塘;湿塘;高位花坛;生物滞留池;初期弃流设施
		海绵型城市道路(商业段);海绵型城市道路(工业段);海绵型城市道路(生活段)	生态树池;初期弃流设施;沉淀过滤池;植草沟;生物滞留设施
中途减速消能	海绵型城市道路	海绵型城市道路(商业段);海绵型城市道路(工业段);海绵型城市道路(生活段)	雨水花园;植草沟;下沉式绿地;湿塘
末端弹性适应	海绵型城市绿地	海绵街头公园	

3.4.2 交通基础设施

通过生态旅游公路科学选线、绿道系统构建,结合交通基础设施灰绿协同评估,形成生态旅游导向的游憩型交通安全格局,分区域与中心城区优化,并据此制定灰绿基础设施规划(见图5)。

区域层面,生态旅游公路以旅游交通为骨架,承担连接旅游资源与交通枢纽的重任,推动区域交通服务优化、生态保护和旅游业协同共进。系统构建遵循统筹布局、跨界参与、整合资源原则,以旅游需求和公路价值为导向,把提升旅游产业影响力作为核心目标,为旅游者和沿线居民提供优质服务。选

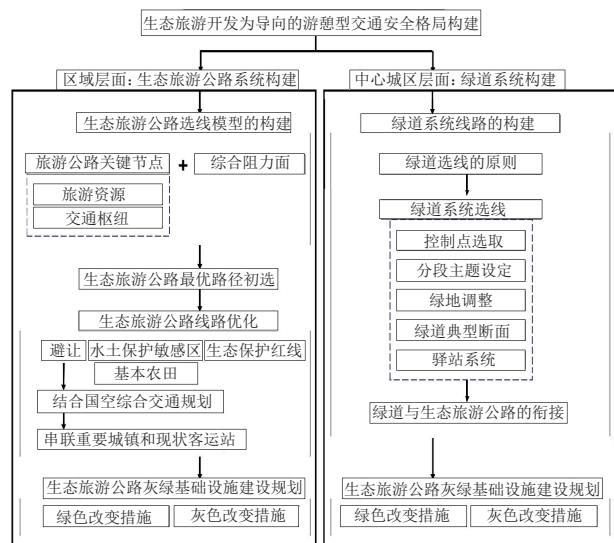


图5 交通基础设施灰绿协同技术路线

线方面,运用最小累积阻力模型,借助地理空间数据云网站与靖宇县自然资源局提供的数据,确定旅游资源 and 交通枢纽为关键节点(见图6)。综合阻力面构建参考国内生态旅游公路指标,从资源点可达性、生态适宜性、交通便捷性3方面分析并赋予权重。可达性通过 ArcGIS 提取路网信息,建立网络数据集分析;生态适宜性与交通便捷性评价涉及坡度、土地利用类型、河流缓冲区及公路铁路便捷性(见图7)。利用 ArcGIS 成本距离工具计算成本路径栅格,结合现状公路得出最优路径初选结果。线路优化时综合国土空间综合交通规划,增设赤松镇至中心城区线路,调整 G222 国道,构建便捷对外交通通道。最终形成总长 363 km 的生态旅游公路,分为国道、省道、县道三级,形成以中心城区为核心、覆盖全县域的体系。灰绿基础设施建设规划涵盖道路连通、等级提升,以及生态廊桥、隧道建设,并提出绿色廊道管控要求。建议建设生态服务驿站,经筛选后确定在靖宇镇、花园口镇和那尔轰镇建设,采用光伏发电、绿色屋顶等生态建设手法。

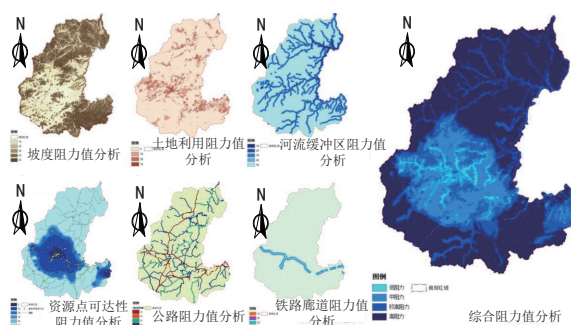


图6 综合阻力值分析

在中心城区绿道系统选线时,秉持典型性原则串联历史文化与自然景观,彰显地域特色;遵循衔接

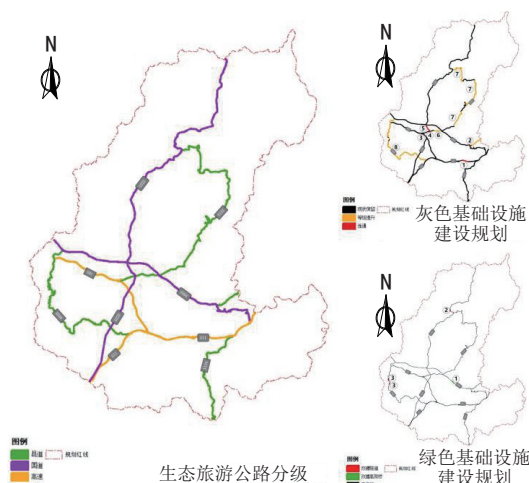


图7 生态旅游公路建设规划

性原则保障线路连贯,借助现有交通网络打通断点;发挥特色性丰富游憩体验;落实可持续性原则,优先利用现状道路实现资源节约。绿道构建涵盖选线布局 and 品质提升,与生态旅游公路线路及驿站系统紧密衔接。采用控制点方法,以杨靖宇将军殉国地等为关键节点,形成三大主题环,总长 56.8 km,兼具生态与游憩功能。系统构建涉及新建、提升及借用道路,绿地调整新增公园绿地等 35.2 hm²,并设置驿站系统,满足交通接驳需求。

图8为绿道系统结构与典型断面分段示意图。

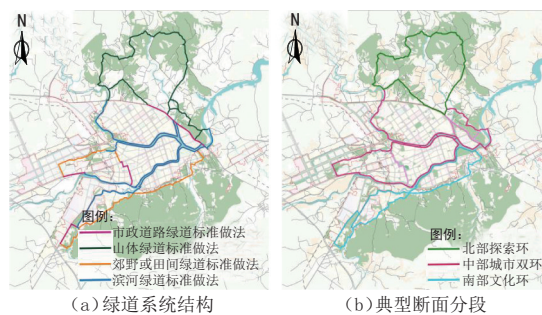


图8 绿道系统结构与典型断面分段示意图

3.5 方案评价与绩效评估

3.5.1 涉水基础设施

在县域层面,通过构建涉水基础设施并实施生态保护与修复策略,水源生态管控区得到有效保护与修复。预计至 2030 年,新增水土流失治理面积达 350 km²,水土保持能力显著增强。近期(2025 年)年蓄水效益增加约 80 万 m³,年减少土壤流失量约 11 万 t;远期(2030 年)年蓄水效益增至 560 万 m³,年减少土壤流失量达 70 万 t。

小流域层面,采用 SWAT 模型评估治理效果。该模型依据地形数据自动划分流域水系,并利用土地利用、土壤类型等数据划分水文响应单元,结合实测

气象、水文、污染物数据完成构建。经率定和验证,模型适用性良好,可用于靖宇流域模拟。治理后,头道松花江等4个小流域满足防洪要求,农村小流域总氮削减量为21 858.13 kg/年(削减率45.3%),总磷削减量为1 797.28 kg/年(削减率60.90%)。

中心城区层面,利用SWMM模型评价排水设施运行情况。结果显示,海绵设施建设后,年径流总量控制率提升至80.7%,满足规划目标。管网运行良好,能实现3年一遇排水标准;30年一遇24 h评估显示内涝风险点显著减少,各项指标均达标。

3.5.2 交通基础设施

构建生态旅游公路系统可提升质量与效率,解决资源布局无序及生物通道阻断问题,助力生态旅游开发。生态上,采用生态廊桥、隧道等措施减少环境影响;经济上,串联资源优化体验,为旅游业发展奠基;社会上,提高资源可达性,覆盖28%重要资源,超标准10%。目标打造以国道为骨干、省道县道为支撑的服务系统(见表4)。中心城区构建绿道系统,连接生态斑块、降低迁徙风险,提升道路韧性。生态效能方面,绿道宽约20 m,能调节气候、降噪,采用低影响开发设计,增强雨涝韧性。经济效能方面,带动旅游业与土地增值。社会效能方面,人均绿道长950 m,为生态旅游奠定基础(见表5)。

3.5.3 总体方案效益评估

依据《陆地生态系统生产总值(GEP)核算技术指南》和靖宇县规划,评估了灰绿协同效益。总体来看,在涉水基础设施方面,可降低成本1.99亿元,各基础设施灰绿协同的复合作用效益增值,共计5 883.6万元。其中,水源保护与水土保持年均增560万m³水源补给,节约供水设施成本1.8亿元,减少水库清淤成本320万元。水环境治理采用最佳管理措施后,面源污染处理成本降22.76万元,减少污水管网10 km,节约400万元;海绵城市措施减少管网改造22.64 km,节约905.76万元。光伏项目年收益573.66万元,废弃用地开发收益3 810万元,生态旅游等预计吸引150万游客,收入1 500万元。

3.6 规划决策

规划决策紧密对接国家及省级战略,以靖宇县“十四五”规划和2035年远景目标为纲,统筹国土空间布局,确保与城市发展目标协同。近期建设围绕经济、社会、生态三大领域,聚焦高质量发展、基础设施完善、乡村振兴及生态保护,重点推进资源集约利用、交通服务提升、生态治理、农村人居环境改善和

城市蓝绿空间优化,形成基础设施工程项目库。

具体而言,涉水灰绿项目库涵盖23项工程,包括水源涵养林修复、水土流失治理、小流域水环境整治、防洪改造和农村污水处理等,旨在提升水环境质量与防洪能力;交通灰绿项目库含20项生态旅游公路和36项绿道工程;能源环卫灰绿项目库则聚焦19项分布式光伏、农光互补、废弃矿坑和林场开发项目。上述项目共同推动绿色能源发展,提升土地利用效率,构建生态宜居环境。

4 结 语

靖宇县灰绿协同规划决策聚焦经济发展、社会建设和生态保障,通过基础设施工程项目推动资源节约、环境治理及交通提升,旨在实现显著的经济、社会和生态效益,促进可持续发展。项目从地理区位、自然条件、社会经济背景出发,全面分析现状,确立构建安全韧性水基础设施、提升交通服务水平和构建绿色低碳能源环卫系统的目标。规划遵循灰绿协同策略,通过县域、小流域、中心城区三尺度系统布局,整合灰色基础设施与绿色基础设施,实现综合效益。其成功经验表明,灰绿协同规划是实现资源型城市可持续发展的有效途径。

参考文献:

- [1] PIERRE B L. Redefining Infrastructure[M]//MOHSEN M, GARETH D, HARVARD U. Ecological Urbanism. New York: Lars Müller Publishers, 2010: 238-239.
- [2] 建城[2002]221号 市政基础设施工程施工技术文件管理规定[S].
- [3] YING J, ZHANG X J, ZHANG Y Q, et al. Green infrastructure: Systematic literature review[J]. Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 2022, 6(3): 12-13.
- [4] IPCC. Climate change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
- [5] 政府间气候变化专门委员会. 气候变化2007: 联合国政府间气候变化专门委员会第四次评估报告[M]. 剑桥: 剑桥大学出版社, 2007.
- [6] 汪军能, 秦年秀, 姜彤, 等. IPCC AR6报告解读: 气候变化对城市、住区和关键基础设施的影响与适应[J]. 气候变化研究进展, 2022, 18(4): 433-441.
- [7] T/CECS 1488—2023 中国工程建设标准化协会. 绿色市政基础设施评价标准[S].
- [8] MOFFATT S. [EB/OL]. [2023-02-01] A Guide to green infrastructure for canadian municipalities[OL]. http://www.sustainablecommunities.fcm.ca/files/Tools/GreenGuide_Eng_Oct2002.pdf
- [9] The Nature Conservancy. Resilient european cities: Nature-based solutions for clean water[EB/OL]. (2020-12-01) https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/TNC_ResilientEuropeanCities_NBSWater.pdf
- [10] Conservation International. A practical guide to implementing green-

(下转第16页)