

基于 CSPON 的山地历史镇村监测预警建设技术路径

辜元, 李渝, 陈链, 奉玲如, 陈祎

【摘要】总结当前山地历史镇村监测预警技术面临的挑战, 基于 CSPON 建设的内涵要求, 以需求和实用性为导向, 强调动态监测和有效治理, 形成“指标—数据—系统—应用”四位一体的山地历史镇村监测预警技术体系, 并开展面向价值保存的多层次监测预警指标体系构建、人机柔性交互的数据指标一体化关联识别、阈值约束的山地历史镇村保护监测评价、轻重缓急集成的山地历史镇村预警反馈等关键技术探索与地方实践, 以完善“规划—实施—监测—评估—反馈”的山地历史镇村保护循环工作链条, 既为地方政府提供决策工具, 也有力支撑国土空间规划实施监测试点工作的开展。

【关键词】CSPON; 山地历史镇村; 动态监测; 预警反馈; 保护管理

【文章编号】1006-0022(2025)08-0131-07 **【中图分类号】**TU984、TU982.29、TP399 **【文献标志码】**B

【引文格式】辜元, 李渝, 陈链, 等. 基于 CSPON 的山地历史镇村监测预警建设技术路径 [J]. 规划师, 2025(8): 131-137.

Technical Path for Monitoring and Alarming Construction of Mountainous Historical Towns and Villages Based on CSPON/GU Yuan, LI Yu, CHEN Lian, FENG Lingru, CHEN Yi

【Abstract】 After summarizing the current challenges of monitoring and alarming techniques for mountainous historical towns and villages, and taking into account the requirements of CSPON construction, a four-in-one "indicator-data-system-application" technique for monitoring and alarming in mountainous historical towns and villages is developed according to demand and practicality. Moreover, key technology exploration and local practices are carried out, including the construction of a multi-level monitoring and alarming index system, the integrated recognition of human-machine elastic interactive data, the threshold-restricted conservation monitoring and assessment of mountainous historical towns and villages, and the resilient alarming and feedback of mountainous historical towns and villages. These efforts aim to complete the working chain of "planning-implementation-monitoring-assessment-feedback" in the conservation of mountainous historical towns and villages, provide a tool for decision-making in local administration, and also provide strong support for the implementation and monitoring pilot work of territorial spatial planning.

【Keywords】 CSPON; mountainous historical town and village; dynamic monitoring; alarming and feedback; conservation management

0 引言

保护力度, 加强城乡建设中历史文化保护传承。2021年, 《自然资源部 国家文物局关于在国土空间规划编制和实施中加强历史文化遗产保护管理的指导意见》

党的二十大报告明确提出, 加大文物和文化遗产

【基金项目】 国家自然科学基金项目 (52578058)、重庆市技术创新与应用发展专项重点项目 (CSTB2024TIAD-KPX0107)

【作者简介】 辜元, 硕士, 副高级工程师, 现任职于重庆市规划设计研究院, 自然资源部国土空间规划监测评估预警重点实验室成员。
179745104@qq.com

李渝, 通信作者, 正高级工程师, 重庆市规划设计研究院副院长, 自然资源部国土空间规划监测评估预警重点实验室成员。
CPDI_Liyu@163.com

陈链, 硕士, 工程师, 现任职于重庆市规划设计研究院, 自然资源部国土空间规划监测评估预警重点实验室成员。

奉玲如, 硕士, 工程师, 现任职于重庆市规划设计研究院, 自然资源部国土空间规划监测评估预警重点实验室成员。

陈祎, 硕士, 工程师, 现任职于重庆市规划设计研究院, 自然资源部国土空间规划监测评估预警重点实验室成员。

提出,要“将历史文化遗产保护纳入国土空间规划实施监督体系,有关执行情况纳入城市体检评估和自然资源执法监督范围”。2023年,自然资源部印发《全国国土空间规划实施监测网络建设工作方案(2023—2027年)》,指出要“聚焦五级三类国土空间规划实施监督监测需求,开展指标、模型、场景等设计”。监测预警具有实时性、动态性的特征,是实现历史要素全过程保护监督的有力手段,有助于推动历史文化遗产的保护与传承。

我国是个多山的国家,拥有众多富集历史文化遗产资源的山地历史镇村,经过20多年的保护更新探索,已形成了一套完整的保护理论方法体系,推动着山地历史镇村的创造性转化和创新性发展。然而,在推进保护工作走深走实的同时,仍存在着整体保护统筹不足、遗产地变化和管控不足等问题^[1-2]。同时,相较于平原地区,山地历史镇村还面临着监测数据收集难、监测手段有限、专项经费保障不足等问题。在此背景下,本研究以重庆塘河古镇为例,提出一套适用于山地历史镇村的保护监测预警技术方法,既推动重庆历史镇村保护工作进入良性循环,又助力完善我国历史文化遗产保护监测理论方法,促进国土空间治理体系与治理能力现代化。

1 相关研究进展与评述

自1994年联合国教科文组织首次将遗产的监测工作列为世界遗产委员会的职责以来,众多国际学术机构及组织吸纳测绘、遥感、信息技术等多学科知识,逐步从基本原理、目标、框架、指标体系、技术方法等方面形成了遗产监测的系统性理论方法架构^[3-4],并且相关的学术探索与实践对象也逐步从世界遗产扩展至历史城区、历史地段、历史镇村等。但是,聚焦到山地历史镇村这一具体对象的监

测预警研究鲜有见诸笔端,仅有零星案例涉及,相关研究内容主要集中在以下两个方面:

一是采用“指标构建—指标计算—结果反馈”的路径,设计监测指标体系及阈值,结合数字化空间信息平台进行指标结果测算与阈值比对,实现历史文化遗产的监测评估。例如,董文静^[5]通过对中国传统村落与历史文化村镇保护要素的纵向对比,以及不同地域传统村落评价体系的横向借鉴,利用综合分析法初步筛选出重庆地区传统村落空间格局动态监测指标体系。该体系包含山水环境、村落活力发展等5个一级监测指标和天际轮廓线变化率、自然植被覆盖率等多个二级监测指标,并以走马镇椒园村和花桥镇东岩村为实例验证监测指标的可操作性。

二是采用“三维建模—实时监测—可视化反馈”的路径,融合GIS、BIM分析技术与数学模型测算技术等,形成综合性的可视化、实时监测预警平台。例如:侯昕廷等^[6]通过数字正射影像(DOM)获取青岛历史城区云数据,建立数字表面模型(DSM),并结合往年数据,处理得到风貌建筑坍塌破损的结果,以及历史城区内历史风貌建筑本体和周边的变化情况;胡章杰等^[7]利用航空遥感、倾斜摄影、三维GIS、建筑BIM等建立重庆渝中区历史文化遗产三维地理信息仿真系统,开发地物要素变化监测、重点建筑的对象安全监控等模型,实现对风貌的保护与监测。

总的来看,当前山地历史镇村监测预警的研究还较为滞后,主要体现在:①尚未建立动态的监测与反馈机制,当前研究多采用单一时间点的数据评价静态监测方式,缺乏对“监测—诊断—反馈—预防”动态管理模式关注,忽视了保护过程的连续性;②尚未形成具有针对性的山地历史镇村监测预警框架,

山地历史镇村具有特色突出、遗产类型丰富等特质,与平原地区差异较大,现有山地历史镇村监测指标设置、监测手段选择等多照搬较成熟的普适性方式,忽略了山地地区的独特性;③尚未形成可在山地欠发达地区推广的监测预警技术方法,目前的监测方法大多依赖海量数据、DIM模型等,时间成本与费用较高,对于经济相对落后的山地地区,其推广与应用具有一定的难度。由此,亟须围绕山地历史镇村“监测什么”“如何监测”的科学问题,形成全工作周期的动态监测方法,探索“低成本、易实施”的关键技术,无论是在理论方法层面、现实应用层面,还是未来发展趋势角度,都具有重大的创新意义。

2 基于 CSPON 的山地历史镇村监测预警建设技术框架

2.1 CSPON 建设的内涵要求

CSPON是在借鉴欧洲空间规划监测网络(ESPON)等经验的基础上,立足我国国土空间规划改革新要求,响应数字中国战略部署提出来的^[8-9]。2023年以来,自然资源部陆续印发《全国国土空间规划实施监测网络建设工作方案(2023—2027年)》《自然资源部办公厅关于部署开展国土空间规划实施监测网络建设试点的通知》等文件,明确提出了CSPON建设的两个阶段、三大目标、四项原则、九大任务。为适应国土空间治理向数据赋能、协同治理、智慧决策、优质服务的转变,CSPON建设需要聚焦“可感知、能学习、善治理、自适应”的关键特征,通过开展网络构建、数据治理、模型研发、集成应用等,显著提升国土空间规划全周期管理的自动化、智能化水平。可以说,CSPON建设具有两个方面的重要内涵,即动态监测与有效治理。动态监测强调以国土空间多源数据汇聚为基础,以智

能工具和算法模型为支撑,对国土空间各要素的状态和变化以及各类国土空间开发保护活动进行动态观测、评价、预警、反馈^[10],实现国土空间规划实施全流程闭环运行。有效治理强调围绕国土空间安全底线守护、空间格局优化等重点区域、重点领域和重大问题,从满足管理与公众需求的角度,搭建指标体系、开展数据生产活动、模拟推演趋势、智能生成反馈等,支撑智能化、智慧化的决策,完善国土空间治理全业务链条^[10]。

2.2 基于 CSPON 的山地历史镇村监测预警建设技术支持

立足动态监测与有效治理的 CSPON 建设内涵要求,山地历史镇村监测预警建设的核心目标是对其自然环境、空间格局、传统建筑等的保护状态实现精准认知和及时预警。这一过程需要结合山地历史镇村的实际价值特征和发展需求,遵循监测对象合理、行动计划有效、实时跟踪有用、成效反馈畅通的逻辑,耦合指标、数据、系统、应用 4 大技术层次。具体而言,指标层是基础,通过了解保护管理责任主体的想法、明确监测对象的价值特质、考虑技术的可行性等,搭建主题明确、特色彰显的山地历史镇村监测预警指标体系。数据层是基座,通过遥感影像、人工填报等易获取的方式,采集基础空间信息和监测指标所需数据,利用自动化预处理模块进行汇聚清洗,统一入库。系统层是工具,集成统计分析、空间分析、模型仿真分析等模型算法,开发建筑物及环境变化、灾种灾害评估等各类模块,以提供有效的指标监测结果。应用层是服务,提供针对详细应用的数据处理、灾害评估及计算等,在山地历史镇村实际发展趋势偏离预期时启动自动预警。基于此技术层次,因地制宜探索山地历史镇村保护动态监测与反馈的关键技术,以完善“规划—实施—

监测—评估—反馈”的山地历史镇村保护循环工作链条,实现对山地历史镇村保护的数字化管理、辅助决策和协同管理。见图 1。

2.2.1 指标层：面向价值保存的多层次监测预警指标体系构建

历史文化遗产的重要性和独特性在于它们在历史、艺术、人类学等领域具有突出的普遍价值,保存与维护这些突出的普遍价值也是遗产保护的核心要义。山地历史镇村是人们在适应自然环境的过程中,巧借山形地势建造出的场镇聚落^[11-12]。相较平原地区,山地历史镇村具有“与山共构”的空间形态、“山水意趣”的文化底蕴、“开放多元”的社会经济,这些独特的物质文化和非物质文化共同构成了其普遍价值。山地历史镇村的监测预警则需要对这些价值的载体进行定期的检查、评定,找寻问题。本研究聚焦“遗产价值保存”,基于实用性导向,提出“价值构成要素识别—监测效用因素筛选—管理和公众需求研判”的监测预警指标体系构建路径。首先,基于山地历史镇村资源本底的全面普查,从区域视角和单体认知维度,综合分析山地历史镇村的历史、人文和建成环境特质,找寻不同历史时期

留存下来的各类纪念物,分析其与景观环境、人工建成环境之间的互动关系,提炼具有典型意义的价值特征,进而总结能够反映山地历史镇村整体性和发展性的核心要素。其次,吸纳“传统建筑稳定性程度”“自然灾害和防灾情况”等出自《世界遗产操作指南》的遗产地重点监测内容,考虑 CSPON 建设强调的对重点区域、重点领域和重大问题的监测评估要求,确定易于观察、存在动态变化是山地历史镇村监测指标选取的重要影响因素。进一步在价值构成要素与监测影响因素之间构建网络矩阵,形成山地历史镇村监测指标库。最后,为确保监测指标能够体现山地历史镇村的地方特色和实际需求,可邀请地方管理人员、居民等对上文构建的指标库进行打分评级,结合隶属度评分法、信度效度检验分析法等对指标进行可靠性和有效性检验,筛选形成山地历史镇村监测预警指标体系。

2.2.2 数据层：人机柔性交互的数据指标一体化关联识别

数据是对各类监测对象实时状态的客观表征,指标则是反映各类监测对象运行状态的量化工具。为实现动态监测的快速响应,需要从数据与指标之间的

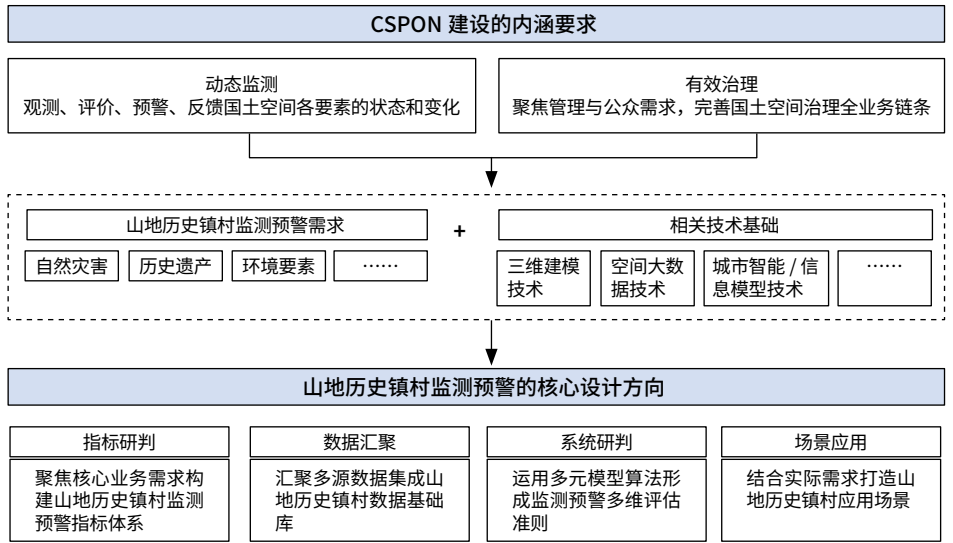


图 1 “指标—数据—系统—应用”四位一体的山地历史镇村监测预警技术层次

逻辑关系出发,构建指标计算模型库。鉴于山地历史镇村有限的技术理论与欠发达的经济现状,秉承能用、管用、好用的要求,联结各类型监测指标特质,提出“低成本数据采集—半自动化数据标准处理—人机互动数值关联”的数据治理技术。首先,结合山地历史镇村监测预警指标特征,匹配相适应的数据采集方式,如:针对土地利用数据,可通过年度国土变更调查获取;针对街巷、历史环境要素等空间变化特征数据,采用人工巡查和街景图像识别方法获取;针对重点建筑保护情况数据,可通过安装倾角仪等传感器获取实时数据。其次,利用Python的数据分析包,如Numpy、Pandas及ArcGIS操作平台,开发多源数据清洗与标准化的半自动化预处理模块,对采集的数据进行标准化处理,确保数据格式、单位和范围的一致性,同时人工去除异常值和缺失值。预留动态感知数据、网络大数据等多源异构数据接口,便于未来实现数据的实时接入与自动化处理。再次,梳理识别“数据—指标”的逻辑关系和映射关系,构建包含空间分析、数值统计、融合挖掘等模块的“数据—指标”计算模型库,实现对监测指标所需数据的自动提取。最后,基于部分指标与数据存在的“多对多”映射关系,采取人机互动关联的方式进行数据与指标关联,提升监测预警平台构建的经济适用性。见图2。

2.2.3 系统层：阈值约束的山地历史镇村保护监测评价

监测评价的科学性与时效性直接关系到文化遗产价值的存续和居民生命财产安全。为有效反映监测指标数值是否突破边界,兼顾监测模型设计的经济适用性,本研究提出以阈值约束为核心逻辑,构建监测评价模型,其本质是通过量化指标与分级预警的耦合机制,将复杂的保护需求转化为可执行的技术规则。

在此基础上,针对不同监测对象特征与预警边界的特性,对应山地历史镇村保护中“渐进式演变”“规范性阈值”“突发性灾害”3类典型风险场景构建监测逻辑(图3),形成包含趋势推演、标准既定、触发评估等3类阈值约束的监测模型体系。首先是趋势推演监测模型,该模型主要通过相对科学的量化手段,将实际监测到的指标数据与既定的标准或历史原始数据进行深入对比,从而准确评估各项监测指标随时间推移而发生的变化程度,再根据设定的各级阈值得出预警等级,用于监测传统建筑破损程度、非物质文化遗产数量等。其次是标准既定监测模型,该模型依据国家相关标准,科学、合理划分预警等级,依据仪器反馈、人工巡查的实时监测结果,响应对应级别的预警信号,主要用于监测洪水、降雨量等。最后是触发评估监测模型,该模型重点监测那些一旦发生便极有可能带来灾难性后果的指标,其模型设计采取一种更为直接且高效的预警机制,即一旦监测到相关指标出现异常变化,立即触发最高等级预警,主要用于监测火灾、泥石流等。

2.2.4 应用层：轻重缓急集成的山地历史镇村预警反馈

以精准、高效、易读懂的形式将监测模型的预警结果反馈给用户是监测技术向监测表达转化的最终环节和基本要求。在山地历史镇村保护场景中,多元风险叠加、资源分配有限性与应急响应紧迫性之间的矛盾,决定了预警反馈机制必须具备动态优先级判断能力。基于“破坏度量化”与“响应时效性”的双重维度构建动态排序规则,本研究提出轻重缓急集成的预警反馈机制与监测预警报告输出(图4)。首先,分清警情轻重,以破坏度得分客观衡量文化遗产受损的严重程度,避免主观经验判断导致的资源错配。面向山地历史镇村监测场景,通过赋予各类监测指标各预警等级的具体权重,量化山地历史镇村在保护过程中呈现出的“负面变化”程度。其次,甄别警情缓急,将触发评估型指标发出预警的山地历史镇村监测场景直接“插队”置顶,作为最优先向用户汇报的预警内容,打破常规周期反馈的滞后性,确保突发灾害的即时阻断。最后,输出预警报告,综合警情轻重得分与警情缓

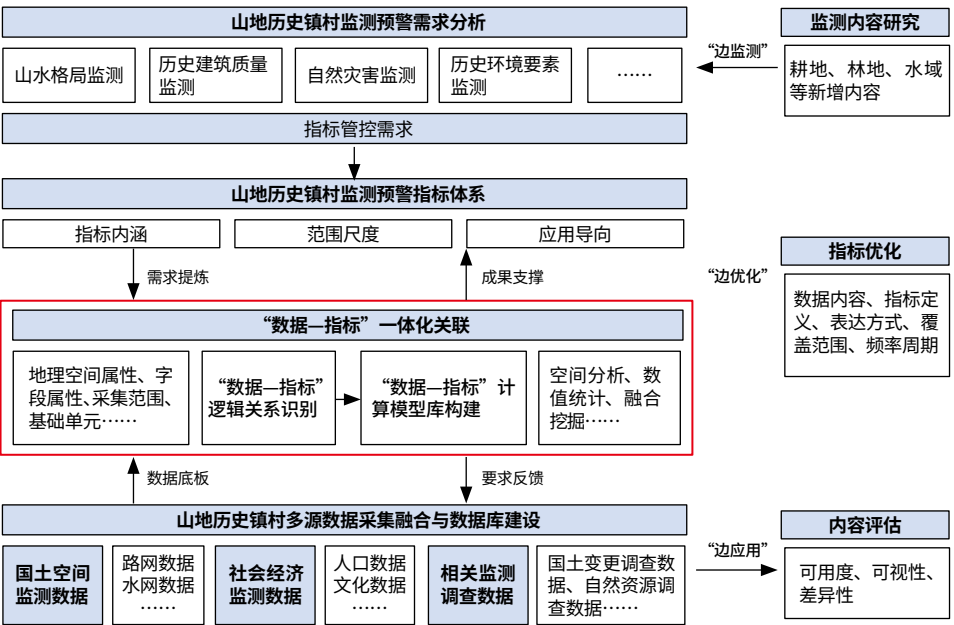


图2 “数据—指标”一体化关联逻辑示意

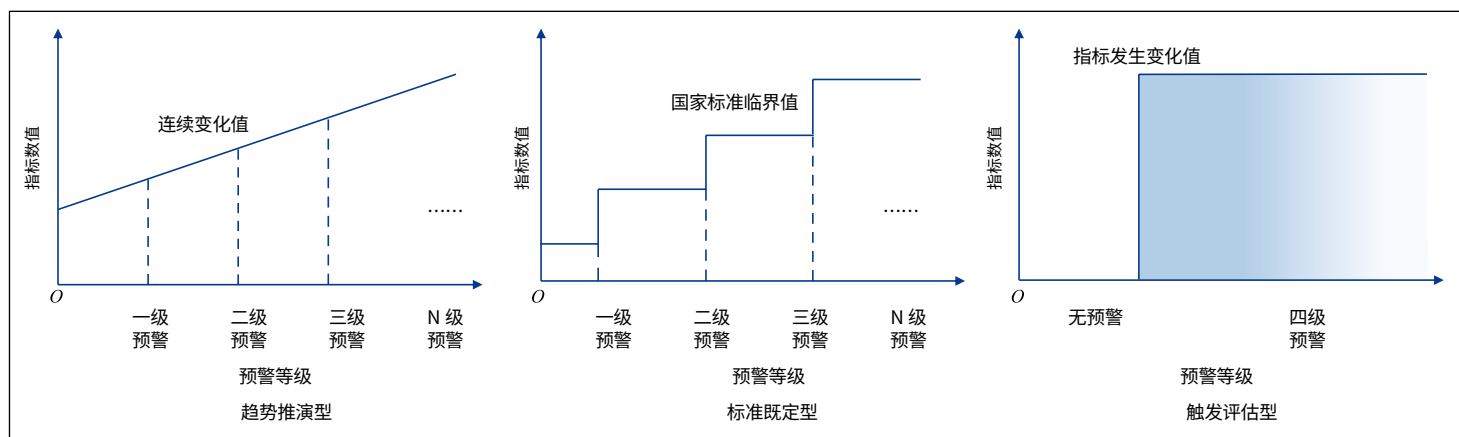


图3 监测模型逻辑示意

急的“插队”置顶，以及山地历史镇村监测结果的整体得分，按照濒危、风险较高、风险一般、无风险的预警等级输出反馈报告。评价结果为濒危的，表示其存在被破坏的重大隐患或已遭受极大破坏，需要优先投入大量资源并做出相应的修复和保护行动。评价结果为风险较高的，表示其已经出现较大幅度的变化，但是还处于可控制、可恢复的程度，需要适当加强人为干预和管控的保护力度。评价结果为风险一般的，表示暂未出现需要快速响应的破坏性事件或较大幅度的破坏。评价结果为无风险的，表示其保护水平较高。

3 重庆塘河古镇监测预警建设案例

塘河古镇位于重庆南侧四面山区，坐西北，朝东南，面向塘河，三面环水，牛屁股山和灯杆磅于古镇前后两相对峙，形成环抱古镇之势。得益于四面山区丰富的物产与发达的水运贸易，明末清初时期塘河逐渐兴起，成为周边地区山货、木材、盐等货物交易的重要中转地。经济社会的繁荣也带动了场镇的建设与发展，形成了“一河两场（街）”的格局。尤其是塘河西岸的老场镇，从码头起依山势而建，街巷顺应地形变化，形成“一”字形主街、

鱼骨状支巷的格局，建筑群错落有致，山花形态起伏分明，形态极富韵律，具有典型的巴渝山地民居建筑风格，构成古镇别具一格的建筑风貌。2007年，塘河古镇被评为第三批中国历史文化名镇。

尽管塘河古镇在2002年、2020年先后编制了两轮古镇保护规划，明确了古镇整体格局、历史风貌等保护控制要求，提出了传统建筑保护修复、立面保存、新建改造等整治方式，但受到保护方式单一化、经济实力有限等影响，整个古镇还处于“保护止于规划”的状态，如：传统建筑没有得到必要的日常维护，要么墙体屋顶破损，要么构件腐朽；当地农业耕种对周边山水自然环境、植被等造成一定程度的侵扰等。基于当前塘河古镇保护发展面临的挑战，研究团队立足10余年对塘河古镇的跟踪与资料积累，以塘河古镇保护范围为研究区域，依托ArcScene技术搭建塘河时空数据可视化平台，尝试按照“指标—数据—系统—应用”的技术层次，开展塘河古镇监测预警工作的实践探索，实现保护治理过程化、动态化、智能化。

3.1 指标研判

围绕普遍价值的保存与维护，设计能够反映山地历史镇村整体性、真实性等多维度的量化指标，可有效监测和评

价山地历史镇村保护实施情况。本研究基于塘河古镇历史文化演进脉络的全方位系统梳理与历史文化资源普查，识别出古镇“自然山水秀美、古镇风貌别致、山地建筑精巧、文化底蕴厚重”的历史文化价值。耦合山水形胜、历史街巷、历史建筑、传统民俗等遗存体系，提炼出山水景观、山水聚落等价值载体要素，如古镇三面环水、塘河绕城而过的山水格局，依山就势、错落有致的建筑簇群等。在此基础上，将价值载体要素与易于观察、存在动态变化等影响因素关联，建立包括植被覆盖率、新增建设用地面积与原有建设用地面积之比、建筑变化高度与原高度之比等35项监测预警指标的指标库，确保监测的可行性与效用性。同时，邀请历史文化保护行业专家和塘河古镇的管理人员、居民对指标库进行打分，采用AHP层次分析法并依据指标的可获得性、成本投入可控，筛选优化形成包含4个维度、14项指标的监测预警指标体系（表1）。这一体系涵盖了塘河保护实施过程中影响古镇整体价值的关键领域和要素，为山地历史城镇数字化监测预警提供了科学基础。

3.2 数据治理

结合多元数据融合技术、数据—指标关联引擎技术等，从数据源出发构建

指标关联知识图谱，整合接入时空数据底座，能够为山地历史镇村的泛在感知提供有力的数据支撑。本研究以低成本、可实施为原则，明确塘河古镇4个维度14项指标数据的采集方式与途径，包括实地调研获取、监测仪器获取、政府数据收集、网络数据收集等4种类型，如提取不同时间的国土变更调查数据，以获取塘河古镇年度土地利用类型变化情况。面对不同途径获得的各类型数据，建立数据分类与编码体系，采取统一坐标体系、文本数据空间化、修正错误数据等方法，使不同来源的数据能够在同一标准下进行比较和分析。利用 Python 语言、GIS 数据分析包等构建数据—指标计算模型库，通过对不同类型的数据进行归纳分析，确保每一个数据点都能够与相应的指标进行有效的对应，从而构建“多对多”的数据—指标映射关系和图谱关系，便于更好地计算和分析指标。通过数据采集、清洗汇聚、指标与数据关联等，形成塘河古镇监测预警指标数据库，该数据库包含14项指标，其中表格数据型指标有9项、矢量数据型指标有5项（图5）。

3.3 系统评价

基于指标数据特征及其预警标准，设置差异化的监测评估模型，可动态化、智能化获取山地历史镇村保护发展状态。本研究参考相关学者对历史镇村指标监测的划分准则和实际经验总结^[13-14]，针对林地减少面积与原有林地面积之比、街巷变化面积与原面积之比等11项指标，构建趋势推演监测模型。该类模型能够自动计算基期时间点与监测时间点指标数据变化的百分比，当指标变化在0%~<10%时，发出一级蓝色预警；当指标变化在10%~<20%时，发出二级黄色预警；当指标变化在20%~<30%时，发出三级橙色预警；当指标变化≥30%时，发

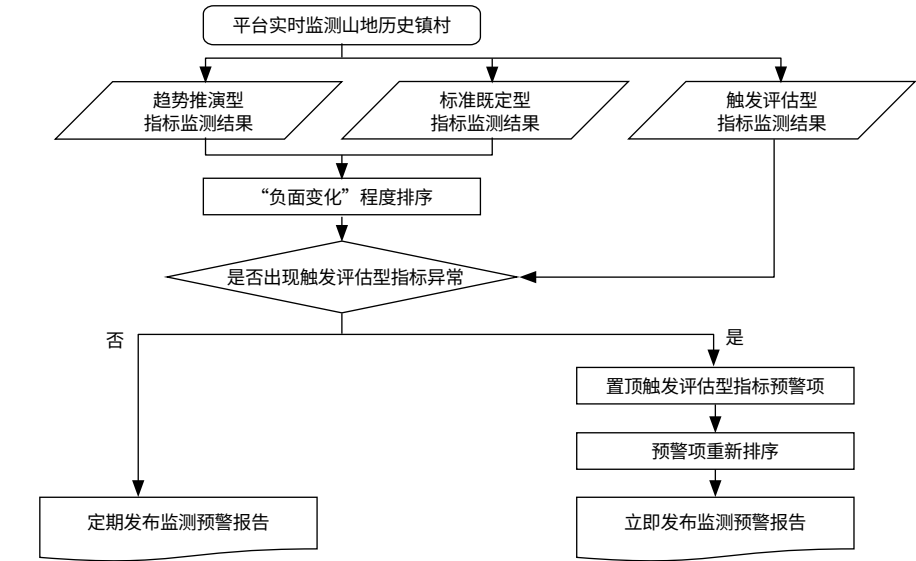


图4 山地历史镇村预警反馈机制与监测预警报告输出逻辑

表1 塘河古镇监测预警指标体系

维度	指标
自然山水秀美	林地减少面积与原有林地面积之比
	水域减少面积与原有水域面积之比
	降雨量
	洪水
	火灾、泥石流、滑坡、危岩崩塌等灾害
古镇风貌别致	新增建设用地面积与原有建设用地面积之比
	街巷变化面积与原面积之比
	街巷小微地形变化
山地建筑精巧	建筑变化层数与原层数之比
	重点建筑偏移角度与原角度之比
	传统建筑破损度（门窗、墙体、屋顶、梁柱）
文化底蕴厚重	非物质文化遗产减少数量占比
	礼仪习俗或者传统节日日减少数量占比
	原住民减少数量占比



图5 塘河古镇监测预警指标数据库

出四级红色预警。按照国家相关标准规范,针对降雨量、洪水等2项指标,构建标准既定监测模型。该类模型严格遵循国家防汛应急响应和水情预警信号标准,设置蓝色、黄色、橙色、红色4类等级预警,即按照5年一遇、10年一遇、20年一遇、50年及以上一遇划分,当接收到监测区域有相关灾害事件信息录入,依托Python环境编写的条件语句预警代码块,发出对应级别的预警。针对火灾、泥石流、滑坡、危岩崩塌等灾害指标,构建触发评估监测模型。当模型接收到监测区域有相关灾害事件信息录入,依托触发器预警代码块,立即发出4级红色预警。

3.4 场景应用

以当地管理需求为导向,研发有效的警情算法模型与构建监测结果反馈路径,可实现山地历史镇村监测场景的直观表达。因塘河古镇在监测期内暂未出现触发评估型指标预警,本研究主要采用德尔菲法(专家咨询法)构建趋势推演型指标、标准既定型指标的四级警情的权重矩阵,加权求和后得到塘河古镇监测要素的破坏度得分。并且,进一步根据各项指标的预警数量、预警等级计算单项监测指标的警情分数,按分数降序法排序,获取对塘河古镇普遍价值造成负面影响的指标因子。塘河古镇监测要素的总体破坏度得分为8.9分,处于风险较高状态,需要加强对传统建筑的修复工作。具体而言,共有4项预警指标发出预警。其中:传统建筑破损度的一级预警点有4处,三级预警点有11处,四级预警点有13处;重点建筑偏移角度与原角度之比二级预警点有1处;林地减少面积与原有林地面积之比发出一级预警;原住民减少数量占比发出一级预警;其余指标无预警。上述结果依托Python环境中的DataFrame数据结构,形成监

测预警“一张表”;关联ArcScene地理数据三维可视化展示环境,输出监测预警“一张图”。

4 结束语

本研究基于CSPON建设的内涵要求,聚焦山地历史文化镇村的特征及监测预警技术的可行性,设计搭建了“指标—数据—系统—应用”四位一体的山地历史镇村监测预警技术体系,探索了面向价值保存的多层次监测预警指标体系构建、人机柔性交互的数据指标一体化关联识别、阈值约束的山地历史镇村保护监测评价、轻重缓急集成的山地历史镇村预警反馈等关键技术,既丰富了当前城乡历史文化遗产保护监测网络的数字化搭建路径,加强了历史文化镇村监测预警结果与后续反馈环节的衔接,为地方政府提供了决策工具,也有力支撑了CSPON建设工作的开展。未来还需要进一步探索人工智能、模拟仿真等智能技术在山地历史镇村保护监测领域中的应用的可行性,强化算法逻辑与保护管控逻辑的嵌套,提高监测预警的精确性、自动化程度,向“可感知、能学习、善治理、自适应”的监测预警目标靠拢,逐步提升历史文化遗产保护的数字化治理能力。

[参考文献]

[1] 张琪,张杰.历史城镇的动态维护及管理:《瓦莱塔原则》的启示[J].城市发展研究,2015(5):57-62.
[2] 刘录璐,肖大威,张肖.历史文化村落保护实施效果评估及应用[J].城市规划,2016(6):94-98,112.
[3] 国家文物局.中国世界文化遗产监测巡视管理办法[Z].2006.
[4] ICOMOS. Guidance on heritage impact assessments for cultural world heritage properties[R].2011.
[5] 董文静.重庆地区传统村落空间格局动态监测指标体系研究[D].重庆:重庆大

学,2015.
[6] 侯昕廷,路媛琦,周颖.无人机航测技术在历史城区保护监测中的应用[J].北京测绘,2023(6):876-880.
[7] 胡章杰,李响.基于空间信息的历史文化城镇保护研究与应用[J].测绘通报,2019(增刊2):267-270.
[8] 蔡玉梅.CSPON建设的基本思路和总体框架[J].中国土地,2024(5):9-13.
[9] 侯静轩,潘海霞,罗杰.国土空间规划实施监测网络建设的内涵解析及展望[J].规划师,2024(3):1-6.
[10] 罗亚,吴洪涛,张耘逸,等.数字化治理下国土空间规划实施监测网络建设路径[J].规划师,2024(3):7-13.
[11] 肖竞,李和平.西南山地历史城镇文化景观演进过程及其动力机制研究[J].西部人居环境学刊,2015(3):120-121.
[12] 赵万民,廖心治,王华.山地形态基因解析:历史城镇保护的空间图谱方法认知与实践[J].规划师,2021(1):50-57.
[13] 刘沛林,李雪静,杨立国,等.文旅融合视角下传统村落景观数字化监测预警模式[J].经济地理,2022(9):193-200,210.
[14] 李和平,高黎月,林涛,等.收缩型历史城镇的系统风险评估及保护路径:以渝东地区典型历史城镇为例[J].规划师,2024(4):32-39.

[收稿日期]2025-03-28