

智慧档案背景下水利工程档案信息化建设路径

毛瑞泽宇

云南省滇中引水二期工程有限公司, 云南 昆明 650000

DOI:10.61369/HASS.2025070029

摘 要： 智慧档案理念源于信息资源全生命周期管理需求，其核心在于使档案不再局限于存放和查阅，而是在动态环境中实现关联、交互与再利用。水利工程作为跨阶段、跨领域的复杂系统，档案种类繁多且形态差异显著，为信息化平台的设计与实施提供了典型场景。本文围绕水利工程档案信息化建设路径展开研究，结合智慧档案的基本框架设计了集成互联、分类编目、智能分析与安全运行四个关键模块，并以案例数据作为验证支点。提出了面向水利档案环境的可复用模式，旨在为后续相关研究提供具有可验证性的思路与经验。

关 键 词： 智慧档案；水利工程；信息化建设

Information Construction Path of Water Conservancy Project Archives under the Background of Smart Archives

Mao Ruizeyu

Yunnan Central Yunnan Water Diversion Project Phase II Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650000

Abstract： The concept of intelligent archives originates from the demand of information resource life cycle management, and its core lies in making archives no longer limited to storage and access, but realizing correlation, interaction and reuse in a dynamic environment. As a multi-stage and multi-domain complex system, water conservancy project has a wide variety of files and significant differences in form, which provides a typical scene for the design and implementation of information platform. This paper focuses on the information construction path of water conservancy project archives, and combines the basic framework of smart archives to design four key modules: integrated interconnection, classified cataloging, intelligent analysis and safe operation, and takes case data as the verification fulcrum. This paper puts forward a reusable model for water conservancy archives environment, aiming at providing verifiable ideas and experiences for subsequent related research.

Keywords： wisdom file; water conservancy project; information construction

引言

智慧档案概念兴起于大数据与智能信息服务快速发展的语境，其核心指向是将传统静态档案转化为可流动、可关联、可挖掘的信息资源^[1]。水利工程建设周期长、参与主体多、资料种类复杂，档案既承载工程技术参数，也关联运行安全与公共管理，信息化转型因而具有紧迫性。当前水利工程档案管理仍存在纸质资料比例偏高、信息孤岛频繁出现、共享利用渠道有限等现象，制约了档案在工程治理与决策支持中的价值释放^[2]。智慧档案理念为突破传统模式提供了方向，其核心优势在于依托数字化、网络化与智能化技术，实现跨部门协同、全周期追溯和多维度利用。探讨智慧档案背景下的水利工程档案信息化建设路径，既能回应行业现实难题，也能为公共治理和基础设施长效管理贡献经验。

一、智慧档案背景下水利工程档案信息化建设困境

（一）资源整合不足

水利工程档案在形成过程中往往分散存放于设计、施工、监理、运行等不同环节，文献、图纸、影像、监测数据缺乏统一归

口，跨部门之间信息链条呈断裂状态^[3]。部分单位虽已开展数字化改造，但因技术条件差异较大，数据接口不兼容，导致系统之间互联水平有限。信息孤岛长期存在，使得同一工程在不同阶段形成的资料难以汇聚成完整链条，管理机构往往依赖人工传递与分散保存，时间跨度大、环节繁多，积累了大量难以检索的碎片

化档案。

（二）标准规范缺失

不同单位在形成档案时依据的格式各异，部分文档缺少统一的元数据描述，编码方式不一致，时间标识、坐标体系、参数单位存在差别。管理制度层面虽有行业规范，但执行力度不足，地方与中央标准衔接不畅，造成同一类资料在跨区域调用时出现歧义^[4]。技术平台在建设过程中因缺乏通用接口协议，系统集成商各自采用封闭模式，数据迁移和共享受到制约。长期积累导致存量档案异构化严重，新旧资料并置，兼容性差，难以满足后续智能化处理需求。

（三）技术应用滞后

水利工程档案在数字化转型过程中，信息采集与处理环节仍停留在低水平阶段。部分单位虽配置扫描与电子归档设备，但缺乏统一的智能化处理能力，文档结构化率偏低，图像识别与文本挖掘难以稳定运行^[5]。传感器生成的监测数据多以原始格式存放，缺少清晰、建模与可视化环节，导致后续利用价值受限。平台建设方面，大多数系统侧重存储功能，缺乏智能检索、语义识别与自动归类等功能，形成“存得进、用不出”的局面。

（四）保障管理薄弱

水利工程档案在运行维护阶段，常常面临经费不足、制度缺位与责任模糊等问题。部分单位将档案管理视为辅助性事务，缺少稳定预算支持，导致硬件设备更新滞后，信息安全体系建设缓慢。人力资源方面，专职档案人员数量有限，岗位流动频繁，缺乏系统培训与长期积累，专业水平与信息化需求之间形成落差。制度层面，档案安全审查、权限分级、长期保存等措施缺乏刚性约束，执行随意性较强，一旦发生突发事件，档案保护与恢复能力不足。

二、智慧档案背景下水利工程档案信息化建设路径

（一）档案集成平台数据互联

在智慧档案框架下，水利工程档案信息化建设需以集成平台为核心，形成跨部门、跨阶段的数据互联结构，如图1所示。方法层面，应建立统一入口，将勘测、设计、施工、运维等环节生成的文档、图像、音视频、监测数据接入同一平台，数据接入需设置多协议转换模块，对不同来源接口进行格式映射，常用方式是基于XML、JSON与RDF的统一封装，并在传输端嵌入时间戳与地理坐标，以实现时空信息对齐。在存储环节，平台采用分布式架构，将非结构化档案与结构化数据库并置，通过对象存储与关系数据库协同运行，索引体系建立多级目录，涵盖工程阶段、资料类别与文件类型，辅以哈希校验与版本控制，实现全生命周期的链式管理。

数据互联依赖存储，同时设置消息队列与总线架构实现跨系统通信，常见做法是部署企业级服务总线或采用Kafka等分布式消息系统，使各类业务系统能够以异步方式传递信息。在接口管理方面，建立API网关，统一鉴权、调用与流量控制，所有系统调用均经由网关进行权限分配与日志记录，以便后续追溯。平台

内部的互联机制还与元数据标准结合，采用Dublin Core或国家行业规范建立核心字段库，对数据来源、版本、责任主体进行标识，提升检索与调用的可操作性。

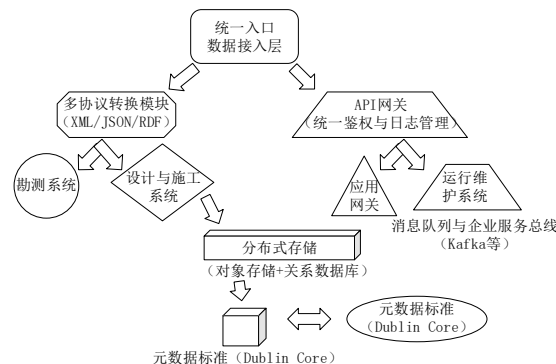


图1 档案集成平台数据互联架构示意图

（二）分类编目体系标准统一

水利工程档案信息化建设需要构建多维度分类与编目体系，使不同阶段与不同形态资料在统一规则下收录与检索。顶层框架可依工程周期划分为勘测、设计、施工、运行四个阶段，并在各阶段下设立子类，覆盖文字记录、图纸图像、监测数据、合同文件等类型，每一类资料均应配置唯一编码，编码由时间、地点、项目编号与资料类别四个要素组合。编目环节采用元数据模型，核心字段包含题名、责任主体、时间戳、空间坐标、格式说明与版本号，填报过程中可设置自动化校验程序，对字段完整性、符号格式和数值单位进行比对，历史存量档案可先批量扫描识别，再由智能标注工具生成初始元数据，经人工审核后纳入统一目录。跨系统互认依托统一编目接口，接口参数对照国家与行业标准，同时预留地方性扩展字段，平台内部维护多级目录索引，目录结构采用树状与网状结合模式，在层级索引保持顺序性的同时借助交叉索引建立关联路径，使档案能够在多维度下被准确定位。

（三）智能分析工具服务拓展

文本档案进入处理环节时，可采用分词、词性标注与命名实体识别方法，将关键词、责任主体、时间信息与地理坐标抽取并建立索引；图纸和影像资料则依托图像分割、边缘检测与特征匹配技术，将线条、符号与构件关系向量化并映射到数据库几何参数中；监测曲线以时间序列为对象，结合小波分解与自回归模型对高频扰动与低频趋势进行拆解，并标注异常峰值位置。分析过程往往多模型协同，聚类与距离度量用于识别群组特征，图卷积网络用于揭示要素间耦合关系，而注意力机制则在多维节点交互中赋予差异化权重，其权重计算公式(1)为：

$$\alpha_{ij} = \frac{\exp(e_{ij})}{\sum_{k=1}^n \exp(e_{ik})} \quad (1)$$

式中， α_{ij} 表示节点*i*对节点*j*的注意力强度， e_{ij} 为交互特征得分。统计检验与异常检测模型进一步辅助发现潜在偏差。随着数据规模扩展，平台配置分布式计算架构，将批量归档与实时流

数据分派至不同节点运行，保持处理过程稳定。分析结果在再加工后形成标签体系与关系知识库，并由接口分发至业务系统，同时与可视化模块联动，以交互方式展现时间序列波动、空间分布格局与逻辑关联，从而支撑智能化服务的持续拓展。

（四）安全保障机制长效运行

访问控制应基于细粒度策略，对用户身份进行分级认证，登录口采用双因子验证方式，关键操作记录动态绑定个人身份，所有指令实时写入日志库，形成可追溯链。数据在采集环节加密封装，在传输链路上叠加端到端加密与完整性校验，节点间通信采用密钥轮换与会话随机数生成，避免静态密钥重复使用引发风险。存储过程要求构建冗余体系，核心数据在不同节点保留副本，并以快照技术记录时间状态，结合哈希校验与区块链式时间戳形成防篡改链路。调用环节统一由网关调度，网关负责流量分配、身份验证与行为监控，异常调用在毫秒级触发告警并自动隔离。系统运行期间引入入侵检测与漏洞扫描工具，对异常流量、越权访问与恶意代码进行持续识别，并与告警中心联动生成工单。灾备策略以多级方案构成，单节点故障采用热备切换，区域性中断依靠冷备恢复，关键档案则存放在离线介质上以应对极端风险。长期运行阶段设定定期演练计划，模拟断电、网络攻击和硬件损坏等场景，验证响应链路是否有效。操作人员在演练与培训中不断熟悉流程，确保在突发事件中能够按照既定步骤恢复系统，从而维持档案平台稳定运行。

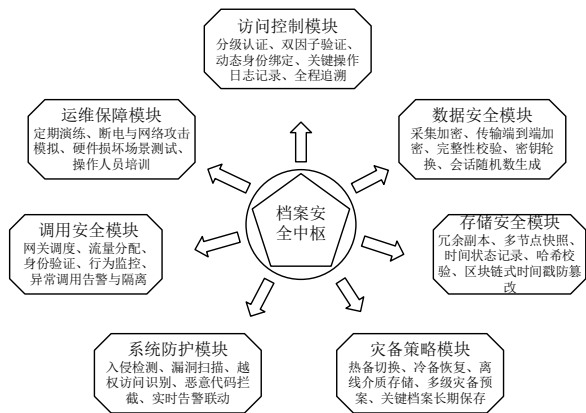


图2 档案信息化系统安全运行框架图

三、案例分析

（一）案例背景

某大型水利枢纽工程在信息化建设阶段引入智慧档案理念，将勘测环节的地质资料、设计阶段的建模文件、施工期间的影像记录与运行过程的监测曲线统一纳入同一平台。项目在档案归集

环节设置分布式采集设备与远程传输链路，使不同环节数据能够实时汇聚，避免分散积累。编目体系依托国家与行业规范建立多维索引，将文档、图像、传感器数据映射到统一元数据表，形成跨类型关联。平台内嵌自然语言解析与图像识别模块，文本与影像可被结构化提取，进而与监测信息共同参与知识图谱构建。

（二）效果分析

在某水利枢纽智慧档案平台试点运行过程中，研究团队将传统方式与智慧档案平台进行对比，测试周期为三个月。实验结果见表1。

表1 档案平台运行测试结果对比

维度	指标	传统方式	智慧档案平台
数据归集	档案归集效率 (items/h)	42.37	128.46
信息检索	检索准确率 (%)	76.28	94.73
系统性能	信息互联时延 (s)	8.34	2.71
系统性能	系统稳定性指数 (score)	72.13	95.68
风险管控	异常检测灵敏度 (%)	68.92	91.27

表1对比结果表明，智慧档案平台在多个维度的数值均显著优于传统方式，档案归集效率从42.37items/hour提升至128.46items/h，对应前文所述的分布式采集与远程链路机制，使多源资料能够快速集中；检索准确率由76.28%提高至94.73%，与分类编目体系和元数据索引策略高度契合，语义解析技术的嵌入保证了跨类型资料的统一定位；信息互联时延由8.34s降低到2.71s，说明集成平台中的消息队列与总线机制显著缩短跨系统传输时间；异常检测灵敏度由68.92%上升到91.27%，对应智能分析模块的多模型协同作用，聚类、距离度量、图卷积与注意力机制共同增强了对异常样本的捕捉能力；系统稳定性指数由72.13分提高至95.68分，印证了快照、冗余副本与区块链式时间戳等安全措施在高负载条件下的作用。整体来看，数据变化清晰映射出前文路径方法在归集、编目、分析与安全四个环节的有效性，也为智慧档案在水利工程实践中的持续拓展奠定了实证基础。

四、结束语

研究聚焦智慧档案背景下水利工程档案信息化建设，结合集成平台、分类编目、智能分析与安全运行等环节提出实施路径，并在试点案例中进行验证。对比结果显示，新型平台在归集效率、检索精度、互联延迟、异常识别率及系统稳定性方面均较传统模式形成明显优势，数值提升具有可观差异。实验表明，方法框架能够在多维度支撑档案的全周期管理，凸显信息化、标准化与智能化协同的重要作用。综合来看，研究所构建的路径不仅回应了水利工程档案管理的现实需求，也为后续相关研究与工程实践提供了可操作的技术依据与理论参考。

参考文献

[1] 黄永芹. 信息化时代智慧档案建设的思考 [J]. 兰台内外, 2024, (33): 11-13.
[2] 苏恩凡. 数字经济时代事业单位文书档案信息化建设分析 [J]. 办公室业务, 2024, (20): 21-23.
[3] 谭伟勋, 吴少娥, 丁大远. 信息化时代智慧档案管理平台资源建设研究 [J]. 兰台内外, 2024, (25): 19-21.
[4] 周强, 李一如. 基于人工智能的水利工程智能调度系统研究 [J]. 珠江水运, 2024, (24): 126-128.
[5] 张玮, 薛野, 唐振. 智慧水利阶段的水利水电工程信息化建设研究 [J]. 水利信息化, 2024, (02): 63-68.