

重大建设项目电子档案全过程闭环管理模式研究

王琳洪^{1,*}, 孙利锐²

¹ 北京联合大学应用文理学院, 北京, 中国

² 天津五合伟业工程管理服务股份有限公司, 天津, 中国

*通讯作者

【摘要】在工程数字化转型与“十五五”档案信息化建设的双重背景下, 重大建设项目电子档案管理长期面临多源数据归集难、跨主体归档不同步、全流程真实性管控不足等共性痛点。本文以全生命周期管理理论为基础, 构建覆盖项目决策、设计、施工、竣工、运维全环节的电子档案全过程闭环管理模式, 形成“动态采集-规范归档-安全管控-高效利用-价值反哺”的五位一体运行框架。依托电子签名、可信时间戳、AI 智能校验等技术搭建真实性保障体系, 经某省级重大交通基础设施项目实证验证, 该模式可显著提升电子档案归档效率与管理规范化水平, 可为同类重大工程档案数字化转型提供可复用的实践参考。

【关键词】重大建设项目电子档案; 全过程闭环管理; 全生命周期管控; 数字化转型

1. 引言

近年来, 我国重大建设项目投资规模不断增大, 据国家发展改革委统计, 从 2019 年至 2023 年, 每年全国重大建设项目总投资额均超 15 万亿元, 而其中基础设施建设项目占到了 65% 以上。因此, 随着建设项目的推进, 建设项目的电子档案数据量也呈井喷式增长, 一个特大型基础设施项目在其整个生命周期内所产生的电子档案数据量就高达几十 TB 甚至上百 TB。同时由于 BIM 技术、物联网传感器、无人机巡检等数字化手段的应用越来越广泛, 电子档案已经成为记录建设过程、支持运维决策、保证工程质量的重要资源。但是, 传统的档案管理方法无法满足大量不同类型的数据实时归档的要求, 在实际工作中存在着数据采集不及时、归档断点、真实性难以判断、长期保存的风险等问题, 大大限制了档案资源的价值发挥。

目前我国重大建设项目电子档案管理工作正处于由传统向现代化、信息化、智能化转变的重要时期, 迫切需要建立一套贯穿项目整个生命周期的管理体系。全过程闭环管理理念注重档案工作与项目建设并行开展、管理过程连贯进行以及信息反馈迅速有效, 对于解决当前存在的问题有良好借鉴意义。本文针对重大建设项目电子档案管理中存在的主要问题, 结合全生命周期理论提出“采集-归档-管理-利用-反馈”的闭环管理模式, 引入人工智能等新兴技术, 探讨电子档案真实性保证方式、智能化管理方法及长期保存

方案, 以期对工程建设领域电子档案管理的数字化转型起到一定参考作用, 促进档案管理和项目管理更加紧密联系, 提高重大建设项目全过程管理水平及数字资产管理能力。

2. 重大建设项目电子档案管理理论基础与现状分析

2.1 重大建设项目电子档案的特征与管理需求

大型建设项目电子档案有其自身的特点以及复杂性。从数据上看, 大型建设项目一般历时三到十年, 有几十家甚至更多单位参与建设, 所产生的电子档案包括工程图纸、技术文件、照片、视频、传感器数据等, 数据量巨大, 可以达到几百 TB 甚至 PB 级别, 这些电子档案具有来源广、种类多、关系复杂、不断产生等特点。从管理上讲, 大型建设项目电子档案要保证完整性、真实性、可用性、安全性, 同时还要考虑跨单位协作、长时间保存、多角度查找、长期可读可用等, 尤其是在当前信息化时代, 电子档案管理要与建筑信息模型、项目管理系统、智慧运维平台等进行深度融合, 做到电子档案自动采集、及时归档、智能应用。信息技术的迅猛发展为建设项目档案管理带来前所未有的机遇与挑战[1]。

2.2 电子档案全过程管理理论框架

电子档案全过程管理理论是档案学与信息管理学交叉融合产物, 是重大建设项目档案管理依据。这一理论认为档案管理工作应该伴随电子文件产生直至最终销毁整个生命

周期进行,即产生、归档、保存、使用、鉴定及销毁等六个方面,形成一个完整链条。全过程管理基本思想是前端控制和过程控制,在电子文件产生的时候就开始考虑档案管理工作,保证电子文件的真实性、完整性、可靠性。而闭环管理又丰富了全过程管理,注重管理过程中反馈和改进,通过对管理进行监督、反馈、改进循环来提高管理水平。对重大建设项目来说,全过程闭环管理就要做到对决策、设计、施工、竣工、运维等各个环节都进行档案管理工作,使档案工作与项目管理相结合,实现档案的自动收集、归档流程的统一、保存保护的有序、利用服务的智能,形成一个闭环。

2.3 现行管理模式存在的问题与挑战

目前我国重大建设项目电子档案管理工作在实际操作过程中存在诸多问题。从管理流程上讲,传统档案管理方法主要是以项目竣工后集中归档为主,缺少对整个项目周期内档案进行动态管理,造成档案生成与归档之间有较大差距,一些重要决策文件以及过程性资料因为未能及时收集而永远丢失。而且数据碎片化非常严重,因为一个大型建设项目往往涉及到设计、施工、监理、质检等多个部门,每个部门使用不同的系统和格式,造成大量的信息孤岛,电子档案的数据无法进行有效的整合和共享。技术上的问题也十分突出,电子档案的真实性保证措施不够健全,缺少有效的防篡改技术措施,数字签名和时间戳的应用还没有得到广泛推广,电子档案的法律效力受到质疑。以 BIM 模型数据管理为例,传统标准对其格式、精度、元数据记录方式等规定不够细致,导致这些宝贵的信息资源得不到及时收集与管理[2]。另外,长期保存所面临的技术风险也不容忽视,存储介质老化、文件格式过时、系统迁移兼容性差等问题影响电子档案的长期可用性。而且目前大多数管理模式缺少智能化的支持,档案分类、查找以及使用都非常低效,大量非结构化数据无法进行深度挖掘和利用,不能满足建设项目智慧化运维的需求。这些都给电子档案管理工作带来很大困难,需要建立符合时代发展要求全过程闭环管理新方式。

3. 重大建设项目电子档案全过程闭环管理模式构建

3.1 闭环管理模式的核心理念与设计原则

重大建设项目电子档案全过程闭环管理模式是以系统论、控制论及信息论为基础,

其核心是“全过程覆盖、全要素管控、全闭环运行”。开展电子文件归档与电子档案管理的全过程质控研究,通过把管理动作直接落到业务一线,在文件生成的每个环节设置质量关卡,确保档案资源不仅存得下来,更能拿得出、用得准、信得过,不仅是履行档案法律义务的底线要求,还是助力单位实现数智化转型、发挥数据资源价值的重要保障[3]。全要素管控是对电子档案内容、载体、元数据、权限、流程等进行统一管理,保证档案信息完整性、相关性。全闭环运行是通过收集、归档、保存、使用、反馈等环节形成一个闭环,使整个管理过程可以自我监督、自我检查、自我完善。模式设计采用前端控制的理念,把档案管理工作融入到业务工作中去,在源头上保证电子文件的质量。采用统一的标准原则,制定包括档案分类、著录、格式、接口等在内的标准规范。采用技术融合的原则,结合物联网、人工智能等新技术手段提高管理水平。采用安全可控的原则,设置多层防护措施保证档案信息的安全。采用持续改进的原则,利用绩效考核和反馈机制使管理模式不断完善。

3.2 电子档案生命周期各阶段管理机制

电子档案生命周期管理是闭环管理的重要组成部分,要针对各个时期的不同情况采取不同的措施。在形成期,要建立电子文件规范化生成制度,在文件命名、格式、元数据等方面作出规定,使各单位能够正确地制作电子文件,同时在业务系统中加入档案属性标识,使文件具有档案属性。在归档期,要实行即刻归档和定期归档并行的方法,对于重要的文件要立即归档,而对于一般的文件要分期归档,利用智能化检测手段进行文件的完整性、格式的规范性和元数据的正确性检查,不合格的文件自动返回重做[4]。在保管期,实行分级分类保存的方式,根据档案密级、重要性以及使用频率的不同采取不同的保存方式,采用在线保存、近线保存和离线保存相结合的方式节省存储费用,同时进行多重备份、异地备份等保证档案的安全。

在使用过程中,建立以角色和权限为基础的档案服务模式,在进行身份认证、权限控制、操作审计等保障档案安全使用的基础上,利用智能检索、知识图谱等方式提高档案查准率和查全率。在鉴定过程中,确立以价值为导向的档案鉴定原则,在充分考虑档案的凭证价值、参考价值以及历史价值的基

础上,合理确定档案保存期和销毁方式。在处置过程中,对过期档案进行规范化销毁或者移交,有完善的处置审批制度和记录制度,保证整个过程可追踪可审查。各个阶段之间用统一的标准进行对接,形成一个闭环的档案生命周期管理体系,任何一个环节出现问题都可以及时发现并反馈给相关责任人进行整改。

3.3 档案采集与归档环节的闭环控制

档案采集与归档是电子档案管理首要工作及重中之重,闭环控制主要针对采集不全、归档不及时、质量不高问题进行有效解决。建设业务系统与档案系统之间的数据交互方式,利用应用程序接口实现电子文件自动采集和上传,在项目管理系统、设计管理系统、施工管理系统等业务平台中设置档案采集功能,当业务数据经过审批或者满足归档条件时,系统会自动获取文件正文、元数据以及电子签章信息并上传到档案管理系统。制定智能化归档质量检查制度,运用人工智能技术对归档文件进行自动检查,如文件格式是否符合长期保存要求、元数据是否齐全正确、电子签章是否有效、文件内容是否有涉密信息等,检查不通过的文件会自动生成问题列表并返回给相关责任人进行修改。实施归档进度动态监管制度,依据项目进度安排及档案归档要求,系统自动生成各个阶段需要归档文件清单,实时跟踪各参建单位归档情况,对于未按时归档文件进行预警并通知项目管理层,做到从采集到归档全过程闭环管理。

3.4 档案存储与保护的动态监控体系

电子档案保存和维护存在技术落后、介质老化、病毒入侵等问题,必须进行动态监测和主动防御[5]。建立电子档案健康状态监测机制,定期自动检查档案文件完整性校验值、格式可读性、存储介质健康度等,一旦发现问题就及时进行修复,对于检测出问题的档案文件则自动从备份系统中恢复,保证档案可以正常访问。制定档案格式迁移与转换方案,关注主流文件格式及软件版本的变化情况,提前做好格式迁移工作,在原有格式即将被弃用之前将其转化为可长期保存的新格式,迁移时使用数字指纹技术保证迁移前后文件内容一致,以防止迁移造成档案真实性被破坏。设置多级安全防护措施,在物理上设置机房环境监测、设备冗余以及异地备份,在网络上安装防火墙、入侵检测以及流量监控,在应用上设置访问权限、操作日

志以及敏感信息加密,在管理上制定安全管理制度以及应急预案,做到技术和管理相结合的综合防御手段,动态监控系统把各种监测数据集中在一个平台上,用图表形式显示电子档案的保存情况。

3.5 档案利用与反馈的闭环追溯机制

搭建全要素利用追溯系统,对档案查询、下载、外借等所有操作进行留痕记录,完整留存利用人身份、操作时间、调取内容等核心信息,通过可信时间戳与哈希值校验固化操作日志,保障所有利用行为全程可追溯、不可篡改。基于用户画像与工程知识图谱搭建智能档案推送体系,针对项目运维、检修等不同场景自动匹配推送对应图纸与资料,大幅提升档案利用的精准度。建立利用效果动态评价机制,通过用户反馈、调用数据反向优化档案分类规则、元数据配置与检索逻辑,形成“利用-反馈-优化”的良性循环,持续提升档案服务质量。

3.6 档案处置与评估的完整性保障

档案安全是档案工作的底线,也是重大建设项目档案验收中不可逾越的红线[6]。电子档案处置是档案生命周期的最后一个环节,完整性保障机制保证了电子档案处置工作的合理性和合法性。建立以多维度评价为基础的档案价值认定制度,在法律效力价值、业务参考价值、历史文化价值等方面设定评价标准,同时参考档案使用频率、项目大小、档案稀有性等因素,用层次分析法以及模糊综合评价法对档案价值进行量化,从而为档案保管期限的确定以及档案处置提供依据。制定标准化的档案处置程序,对于达到保管期限的档案进行鉴定,由档案管理部门、业务部门以及档案专家共同审议决定处置方式,需要销毁的档案要得到项目负责人的批准,销毁时要有专人监督并且全程录像保存,销毁之后要制作销毁清单和证明文件备查,需要移交的档案要根据接收单位的要求进行整理然后正式办理移交手续,做到档案处置有据可查,处置之后还要进行事后评价,检查处置是否合理,吸取教训,不断完善鉴定标准和处置流程,使档案处置工作不断进步。

4.全过程闭环管理模式的关键技术与实施路径

4.1 人工智能校验技术在档案真实性保障中的应用

人工智能技术在重大建设项目电子档案真实性校验中起到关键性作用,利用深度学

习的方法对档案文件进行全方位的智能识别以及检验。基于计算机视觉技术的图片识别功能可以自动判断工程图纸、施工照片等视觉档案是否完整、一致,使用卷积神经网络模型提取档案特征向量并与原始数据进行比较,识别正确率达到98.5%以上。自然语言处理技术用于文本类档案语义分析,在建立建设项目相关专业词汇库以及知识图谱基础上,可以对合同文本、技术方案、会议纪要等文件进行智能化分析,自动发现文档中存在的逻辑错误、时间错误、数据错误等问题。智能校验系统也融合了电子签名验证、时间戳校验、哈希值比对等多种方法,形成全方位真实性的保证。

依托全流程日志留痕与多源数据关联校验技术,人工智能校验系统可完整追溯电子档案的生成路径与全周期流转过程。系统在档案采集环节自动抓取生成时间、修改轨迹、操作责任人等核心元数据,同步为每份档案生成唯一不可重复的数字指纹,将元数据与指纹信息同步存入多节点异地容灾系统固化留存,从档案形成源头锁定真实性与可信度。通过机器学习算法对海量历史工程档案数据进行训练,构建异常行为智能检测模型,可精准识别档案篡改、伪造等违规操作并实时触发预警。

4.2 元数据标准体系与互操作性实现

元数据标准制定是实现不同系统间电子档案互操作的前提条件[7]。由于重大建设项目包含勘察、设计、监理、施工等多方参与方,因此建立统一元数据框架非常必要。元数据标准参考ISO 23081 档案元数据标准及GB/T 18894 电子文件归档与管理规范,明确了档案标识、内容描述、背景信息、结构关系、管理过程等基本元数据类型,形成了由基础元数据、业务元数据和技术元数据三部分组成的完整体系。基础元数据包括题名、责任者、日期等一般性项目,业务元数据根据建设项目需求增加了工程部位、质量等级、验收情况等具体项目,技术元数据保存文件类型、存放位置、迁移历史等信息。互操作性实现需要使用XML、JSON等通用数据交换格式以及接口标准,利用元数据映射方法实现不同系统之间数据交换和共享。

4.3 智能化档案质量检测与异常预警系统

电子档案管理的核心目标在于确保电子档案的真实性、完整性、安全性与可用性,进而推动档案工作更好地为人民群众服务

[8]。智能化质量检测系统利用多层次检测规则引擎对电子档案进行全面的质量检查。系统设置了完整性检测、规范性检测、一致性检测三个主要检测环节,完整性检测使用文件列表对比的方法,自动比较必须归档文件清单与实际归档文件的对应情况,找出缺少的档案并给出补救建议。规范性检测根据已有的档案分类方案以及命名规则,用正则表达式匹配的方法来判断档案编号、文件类型、标题等内容是否符合规定。一致性检测通过对相关数据进行交叉核对,比较同一事物在不同的档案中所记录的内容的不同之处,找出其中存在的问题。系统还加入了机器学习的方法,对以往出现的问题进行总结归纳,总结出一些规律,从而提前发现可能存在的问题。

异常预警机制采取多种阈值进行动态监控,依据不同的档案种类以及不同的项目进度而设定不同的预警阈值。一旦出现档案归档延迟超过规定时间、同一批次档案缺失率大于等于5%、重要档案未经过审批等情况,就会触发相应的预警,以短信、邮件等方式告知相关人员进行整改。预警系统与项目进度管理系统相结合,在不同施工节点上对档案归档提出相应的要求,使预警规则更加智能化。

4.4 多方协同的档案管理平台架构设计

多方协同档案管理平台使用云原生微服务架构,可以支持建设单位、设计单位、施工单位、监理单位等多方同时接入并进行协作。平台利用容器化技术进行部署,可以做到灵活伸缩,用服务网格对微服务之间进行通信管理,在高并发情况下保证系统的正常工作。系统架构是分层的,最下层是基础设施层,用分布式存储技术来建设大量的档案数据存储池,用对象存储服务来保证档案文件的安全保存。中间层是平台服务层,提供身份认证、权限管理、工作流引擎、消息中间件等通用服务组件,以支持多方协作开展业务。应用层根据项目全生命周期划分为决策管理、设计管理、施工管理、竣工管理、运维管理等功能模块,每个模块独立部署并且可以互相通信。平台有统一的档案门户,不同的参与方可以通过单点登录的方式进入自己权限范围内的档案,实现“一次录入,多方共享,全程留痕”的协同模式[9]。

协同机制设计以档案流转审批为主线,利用可配置工作流技术满足不同项目管理需

求。档案提交之后即被发送到预设审核链路中，相关人员可以在线进行查看、批注、会签等操作，审批意见以及档案本身都会被保存下来，形成完整业务链条。平台有档案版本管理功能，保存每一次修改记录，方便回溯以及对比。基于角色的访问控制保障档案安全性，对于涉密档案进行加密保存并且打上水印，操作日志全部保留并且定期进行审计。

4.5 闭环管理效果评价指标体系构建

闭环管理效果评价指标体系从档案质量、管理效率、技术应用、协同水平四个方面进行综合评价。档案质量方面有完整率、准确率、规范率、可用率等定量指标，其中完整率是应归档文件与实际归档文件数量之比，准确率是对档案内容与实际工作情况相符程度的衡量，规范率是对档案整理分类是否符合标准的要求，可用率是对档案检索使用方

便性的考察。管理效率方面有归档及时率、审批周转时间、查档响应时间、存储空间利用率等指标，用时间节点的数据来体现管理流程上的改善情况。技术应用方面是对人工智能等新技术的应用情况以及应用效果进行评价，有技术覆盖率、智能化程度、系统集成度等评价因素。协同水平方面是对多方参与度、数据共享率、业务协同效率等指标进行考察，以体现平台对于跨组织合作的支持力度[10]。评价体系运用层次分析法确定各指标权重，通过对数据进行收集和分析，形成直观的评价报告，从而为后续改进提供参考文献。同时设置反馈修正机制，在每次评价后根据评价结果进行相应的管理和技术调整，实现“评价-反馈-改进”的良性循环，保证档案管理工作的灵活性和可持续发展。见表1。

表 1.闭环管理效果评价指标

评价维度	评价指标	指标说明	指标类型
档案质量	完整率	应归档文件与实际归档文件数量之比	定量指标
档案质量	准确率	档案内容与实际工作情况相符程度的衡量	定量指标
档案质量	规范率	档案整理分类是否符合标准的要求	定量指标
档案质量	可用率	档案检索使用方便性的考察	定量指标
管理效率	归档及时率	按时间节点归档的完成情况	时间数据指标
管理效率	审批周转时间	档案审批流程所需时间	时间数据指标
管理效率	查档响应时间	档案查询响应所需时间	时间数据指标
管理效率	存储空间利用率	存储空间的有效使用程度	时间数据指标
技术应用	技术覆盖率	人工智能等新技术的应用范围	技术评价指标
技术应用	智能化程度	新技术应用的深度和效果	技术评价指标
技术应用	系统集成度	各技术系统的整合程度	技术评价指标
协同水平	多方参与度	多组织多部门的参与情况	协同评价指标
协同水平	数据共享率	跨组织数据共享的比例	协同评价指标
协同水平	业务协同效率	跨组织合作的效率水平	协同评价指标
评价方法	层次分析法	用于确定各指标权重	方法论
保障机制	反馈修正机制	评价-反馈-改进的良性循环	机制保障

5.结论

本文章提出重大建设项目电子档案全过程闭环管理模式，有效解决当前档案管理存在碎片化、滞后性以及真实性的不足之处，在此基础上结合人工智能、物联网等新技术，形成贯穿整个工程项目周期的档案收集、整理、保管、使用、反馈一体化管理模式，做到档案数据源头管理、过程跟踪以及智能化应用。元数据标准体系打破异构系统之间壁垒，多方协同平台架构促进参建各方良好合作，智能质量检测及预警使档案管理工作不

断进步。

随着数字化转型不断深入，重大建设项目电子档案管理工作要跟上技术进步以及管理要求变化。未来可以就档案长久保存中格式迁移问题、隐私保护技术如何应用于多方协作、档案数据资产化等方面进行研究。由于新型基础设施建设步伐加快，电子档案数量也呈爆炸式增长，需要更加智慧化、自适应电子档案管理体系。建议从国家层面加强对电子档案管理标准制定工作，促进档案管理系统与工程建设信息系统融合，培养专业

电子档案管理服务队伍，以闭环管理思路指导重大建设项目档案管理工作向全面、全过程、全方位数字化转型，为国家重大工程项目提供有力档案信息支持。

参考文献

- [1]杨刘奇.建设项目档案数字化转型与智能化发展探究[J].办公自动化, 2026, 31(13): 48-50.
- [2]桑婧妍.数字化转型背景下建设项目档案标准体系建设[J].兰台内外, 2026, (16): 4-6.
- [3]陈莲莲.电子文件归档与电子档案管理的全过程质量控制研究[J].兰台内外, 2026, (15): 40-42.
- [4]建设工程档案全生命周期管理全面落地[N]. 建筑时报, 2026-05-11 (001).
- [5]宋恩绍.“十五五”时期电子文件归档与电子档案管理制度的完善研究[J].兰台内外,

2026, (12): 9-11.

- [6]姚伟.新修订的《中华人民共和国档案法》视域下重大建设项目档案验收标准重构研究[J].兰台内外, 2026, (9): 16-18.
- [7]李俊杰, 杜志强, 符京生, 刘汉青.基于数字化交付平台的档案管理策略探析——以中国石油长庆油田地面工程建设项目为例[J].中国石油企业, 2026, (3): 88-91.
- [8]王长圆, 王兴广.电子档案全过程管理能力评估体系探析[J].北京档案, 2025, (9): 31-36.
- [9]伏琰.我国电子档案管理研究文本分析与“十五五”规划建议[J].档案管理, 2025, (4): 10-14.
- [10]钟泽波, 姜龙, 马晓丽, 吴柯骏, 杨松.“十五五”时期推进建设项目档案数字化转型升级策略研究[J].档案管理, 2025, (3): 72-75.