

Construction and Practice of Civil Air Defense Project Maintenance Management Information System Based on BIM Technology

Hongqing Li

Yantai Civil Air Defense Command and Support Center, Yantai, Shandong, 264003, China

Abstract

With the rapid development of urban construction, civil air defense projects, as an important part of urban security, are becoming increasingly significant in terms of maintenance and management. The traditional maintenance and management methods of civil air defense projects have many problems and are difficult to meet the needs of modern management. This article utilizes BIM technology to construct an information system for the maintenance and management of civil air defense projects, elaborating in detail on the overall architecture, functional modules, and data management, among other aspects. Through the application of actual cases, it has been proved that this system has obvious advantages in improving the maintenance and management efficiency of civil air defense projects, reducing costs, and ensuring project safety, providing new approaches and methods for the scientific management of civil air defense projects.

Keywords

BIM Technology Overall architecture Functional module; Civil air defense project

基于 BIM 技术的人防工程维护管理信息系统构建与实践

李洪庆

烟台市人防指挥保障中心，中国·山东 烟台 264003

摘要

随着城市建设的迅速发展，人防工程作为城市安全保障的重要部分，其维护管理的意义越来越重要。传统的人防工程维护管理方式存在诸多问题，难以适应现代化管理的需要。本文利用BIM技术构建人防工程维护管理信息系统，从总体架构、功能模块以及数据管理等内容进行详细阐述。通过实际案例的应用，证明了该系统在提高人防工程维护管理效率、降低成本、保证工程安全等方面具有明显优势，为人防工程的科学管理提供了新的途径和方法。

关键词

BIM技术；总体架构；功能模块；人防工程

1 引言

人防工程是战时保障人民生命财产安全、平时服务于城市建设和发展的重要基础设施。近几年来，我国人防工程建设规模日趋扩大，如何对其进行高效、科学地维护管理，是我国人防工程建设面临的迫切问题。传统的维护管理模式，依靠人工记录、纸质图纸，信息分散、更新不及时，管理效率低下，很难实时准确掌握工程设施的状态，对潜在的安全隐患无法及时发现和处理。BIM 技术作为一种数字化的三维模型技术，能够集成建筑工程全生命周期的各种信息，为工程建设和管理提供可视化、协同化的平台。将

BIM 技术应用于人防工程维护管理，有望打破传统管理模式的瓶颈，提升管理水平和效能。

2 人防工程维护管理现状及问题

2.1 信息管理混乱

人防工程涉及建筑结构、通风、给排水、电气等多个专业系统，各专业资料分散保存，缺乏统一的信息管理平台。在维护管理过程中，查找相关信息困难，不同专业之间信息沟通不畅，容易出现信息不一致的情况。例如，在进行设备维修时，维修人员可能无法快速获取设备的安装位置、技术参数、维护记录等信息，导致维修时间延长。

2.2 维护计划缺乏科学性

目前，人防工程维护计划的制定往往依据经验或固定周期，没有充分考虑工程设施的实际运行状况。不同设备设施的使用寿命、运行环境不同，统一的维护周期可能导致部

【作者简介】李洪庆（1982-），男，中国山东聊城人，本科，工程师，从事人防工程维护管理研究。

分设备过度维护，浪费资源；而部分设备维护不足，增加故障风险。例如，对于一些在恶劣环境下运行的通风设备，按照常规周期维护可能无法及时发现潜在问题，而对于一些运行稳定的照明设备，频繁维护则造成不必要的成本增加。

2.3 安全隐患排查困难

人防工程内部空间复杂，设备设施众多，安全隐患排查工作难度大。传统的人工巡检方式效率低，且容易出现漏检情况。同时，对于一些隐蔽工程的隐患，如地下管道渗漏、结构内部的损伤等，很难通过常规手段及时发现。据统计，某城市的人防工程安全检查，通过人工巡检发现的安全隐患仅占实际隐患的60%左右，大量的潜在隐患还没有排查出来。

2.4 平战转换效率低

人防工程在平时和战时要进行功能转换，传统的平战转换方案没有可视化和信息化支持，转换过程中的设备设施、物资调配等信息不清晰，转换效率低下。模拟演练中，有些人防工程平战转换时间多于规定时间的50%，达不到战时快速响应要求。

3 BIM技术在人防工程维护管理中的优越性

3.1 信息集成与可视化

BIM模型可将人防工程的建筑结构，设备设施，管线等信息进行集成，以三维可视化形式表现出来。利用直观的模型显示，维护管理人员可以清晰地了解工程的总体布局、各部分的详细信息，可以快速地确定设备位置，查看设备参数和运行状态，提高信息获取和沟通的效率。例如，设备的维修过程中，维修人员可以直接通过BIM模型查看设备的安装位置，连接管线等信息，无需再翻阅大量的图纸。

3.2 协同管理

基于BIM技术的信息管理平台能够实现多部门，多专业之间的协同工作。各专业的人员可以在同一平台共享信息，协同作业，避免信息孤岛现象。在制定维护计划时，工程技术人、设备管理人员、安全管理人等共同参与，根据专业知识经验，制定出更加科学合理的计划。在安全隐患排查过程中，各部门人员可通过平台实时沟通，及时反馈问题，共同制定解决方案。

3.3 模拟分析与决策支持

利用BIM技术可以对人防工程的各种场景进行模拟分析，如设备运行模拟，疏散模拟，平战转换模拟等。模拟分析，可以尽早发现潜在问题，判断不同方案的可行性，为决策提供科学依据。在制定平战转换方案时，通过BIM模拟，可以优化转换流程，合理安排设备设施的转换顺序和物资调配方案，提高平战转换效率。设备维护决策中，模拟设备在不同维护策略下的运行寿命和成本，选择最优的维护方案。

3.4 动态数据实时更新与管理

BIM信息管理平台可与各种传感器，监测设备相连接，实时采集工程设施运行数据，并将数据更新到BIM模型中。根据实时数据可以及时掌握工程设施的运行状态，发现异常

情况及时处理。与此同时，平台能对历史数据进行分析，预测设备设施故障趋势，提前制定维护计划，做到动态管理。例如，通过对通风设备的运行数据监测和分析，可以预测设备的故障时间，提前安排维修，避免设备突发故障影响工程正常运行。

4 基于BIM技术的人防工程维护管理信息系统构建

4.1 总体架构设计

数据层负责存储人防工程的各类数据，包括BIM模型数据、工程图纸、设备设施信息、维护记录、监测数据等。数据通过数据接口进行采集和更新，确保数据的准确性和实时性。支撑层提供系统运行所需的技术支持，包括BIM引擎、数据库管理系统、地理信息系统（GIS）、物联网（IoT）技术等。BIM引擎用于实现BIM模型的展示、分析和交互操作；数据库管理系统负责数据的存储、管理和查询；GIS技术用于将人防工程的地理位置信息与BIM模型相结合，实现基于地理位置的信息管理和分析；IoT技术用于实现设备设施的实时监测和远程控制。应用层是系统的核心功能模块，包括工程信息管理、维护计划管理、安全隐患管理、平战转换管理、设备运行监测与管理等功能模块。各功能模块通过调用支撑层的技术服务，实现对人防工程维护管理业务的信息化处理。用户层面向不同的用户群体，包括人防工程管理部门、维护单位、使用单位等。用户通过浏览器或移动终端登录系统，根据各自的权限访问和使用系统功能。系统提供友好的用户界面，方便用户操作。

4.2 功能模块设计

4.2.1 工程信息管理模块

该模块主要是实现人防工程基本信息的管理，主要包括工程概况、建筑结构信息、设备设施信息等。工程概况信息，包含工程名称，位置，建筑面积，建设时间等；建筑结构信息，通过BIM模型进行展示，包括墙体，楼板，柱等结构构件的信息；设备设施信息，包括通风设备，给排水设备，电气设备，防护设备等的详细参数，安装位置，生产厂家，保修期限等信息。通过该模块用户可以查询修改、更新工程信息，确保信息的准确、完整。

4.2.2 维护计划管理模块

维护计划管理模块：根据设备设施的类型、运行状况、使用寿命等因素，编制科学合理的维护计划。首先，系统对设备设施的历史运行数据和维护记录进行分析，结合设备的技术参数以及厂家建议，确定设备的维护周期及维护内容。然后根据维护资源，如人力、物力、财力等配置情况，生成详细的维护计划，包括维护任务的分配、维护时间的安排等。系统通过短信、邮件等方式提醒维护人员按照维护计划制定完成维护任务。在维护任务执行过程中，维护人员可以通过移动终端记录维护情况，包括维护内容、更换的零部件、维护时间等信息，系统自动将这些信息更新到维护记录中。

维护计划制定过程中，可以采用基于可靠性的维护（Reliability - Centered Maintenance, RCM）方法确定维护周期。RCM 方法的核心思想是通过对设备故障模式和影响的分析，确定设备的关键功能和故障后果，从而制定出以保持设备可靠性为目标的维护策略。对于某一设备，其维护周期 T 可以通过以下公式计算：

$$T = \frac{\lambda_0}{\lambda_1 - \lambda_0} \times MTBF$$

其中， λ_0 为设备初始故障率， λ_1 为设备故障率增长到不可接受水平时的值，

MTBF（Mean Time Between Failures）为设备平均故障间隔时间。通过该公式，可以根据设备的故障率变化情况合理调整维护周期，提高维护计划的科学性。

4.2.3 安全隐患管理模块

安全隐患管理模块主要负责对人防工程的安全隐患进行排查、登记、整改跟踪和统计分析。在安全隐患排查过程中，维护人员可以通过移动终端扫描设备设施上的二维码或RFID 标签，获取设备的相关信息，并将发现的安全隐患信息（如隐患位置、类型、严重程度等）录入系统。系统对安全隐患进行自动分类和分级，并根据隐患的严重程度发出不同级别的预警信息。对于重大安全隐患，系统立即通知相关负责人进行处理。

在隐患整改跟踪方面，系统为每个安全隐患生成唯一的整改任务单，明确整改责任人、整改期限和整改要求。整改责任人在完成整改后，通过移动终端上传整改结果照片和说明，系统对整改情况进行审核和确认。同时，系统对安全隐患的排查和整改情况进行统计分析，生成报表，为管理人员提供决策依据，以便及时发现安全管理中的薄弱环节，采取针对性措施加以改进。

4.2.4 平战转换管理模块

平战转换管理模块实现对人防工程平战转换方案的制定、管理和模拟演练。系统通过 BIM 模型展示人防工程在平时和战时的不同功能布局，结合工程实际情况和战时需求，制定详细的平战转换方案，包括设备设施的转换措施、物资调配方案、人员疏散路线等。在制定平战转换方案过程中，利用 BIM 技术的模拟分析功能，对不同的转换方案进行模拟评估，优化转换流程，确保转换方案的可行性和高效性。系统还支持平战转换的模拟演练功能，通过虚拟场景模拟战时状态，组织相关人员进行演练。在演练过程中，系统实时记录演练数据，包括转换时间、物资调配情况、人员疏散效率等，对演练效果进行评估和分析，发现问题及时调整转换方案和演练计划，提高平战转换的实战能力。

4.3 数据管理

4.3.1 数据采集

系统的数据采集主要包括以下几种方式：一是通过人

工录入的方式，将人防工程的基础信息（如工程图纸、设备设施参数等）录入系统；二是利用物联网技术，通过传感器、监测设备等自动采集设备设施的运行数据、环境数据等；三是通过数据接口，从其他相关系统（如地理信息系统、建筑设计软件等）获取与人防工程相关的数据。为确保数据的准确性和完整性，在数据采集过程中，设置了严格的数据校验机制，对采集到的数据进行实时校验，发现错误及时提醒用户进行修正。

4.3.2 数据存储与更新

系统采用关系型数据库和非关系型数据库相结合的方式存储数据。关系型数据库用于存储结构化数据，如工程信息、维护记录、用户信息等；非关系型数据库用于存储非结构化数据，如 BIM 模型数据、图片、文档等。数据存储结构设计遵循数据规范化原则，减少数据冗余，提高数据存储效率。

数据更新采用实时更新和定期更新相结合的方式。对于设备运行数据、安全隐患信息等实时性要求较高的数据，通过物联网设备实时采集并更新到系统中；对于工程信息、维护计划等相对稳定的数据，根据实际情况定期进行更新。同时，系统建立了数据备份和恢复机制，定期对数据进行备份，防止数据丢失，确保数据的安全性。

5 结论

本文围绕基于 BIM 技术的人防工程维护管理信息系统展开研究，通过对人防工程维护管理现状及问题的分析，结合 BIM 技术的优势，构建了包含数据层、支撑层、应用层和用户层的系统总体架构，并设计了工程信息管理、维护计划管理、安全隐患管理、平战转换管理、设备运行监测与管理等核心功能模块，同时阐述了系统的数据管理机制。未来，随着 BIM 技术、物联网、大数据等技术的不断发展，可进一步拓展系统功能，如引入人工智能实现设备故障的智能预测与诊断，加强与城市应急管理体系的深度融合，提升人防工程维护管理的智能化和协同化水平，为人防工程的长期安全稳定运行提供更加强有力的保障。

参考文献

- [1] 刘桂芹,王福升,刘宗良.基于人防工程建设与维护管理业务的信息化研究与实践[J].中国信息界,2024,(04):95-97.
- [2] 林超.新形势下人防工程维护管理问题及对策研究[J].大陆桥视野,2024,(06):128-129.
- [3] 董文龙.新形势下人防工程维护管理问题及对策[J].房地产世界,2022,(06):155-157.
- [4] 林静,李敬.基于GIS技术的人防工程维护管理和战时疏散系统方案研究[J].工程与建设,2021,35(06):1179-1181.
- [5] 周旭.基于BIM的地铁人防工程维护管理技术研究[J].装备维修技术,2020,(01):20.