

基于BIM技术的铁路管理系统构建研究

刘建平

浩吉铁路股份有限公司

摘要:近年来, BIM技术成为铁路建设和发展的必然趋势。基于铁路工程信息模型分类系统, 智能高速铁路最初将整个过程数据与铁路模型进行绘制和组合, 并通过BIM管理系统整合输入数据, 为实现铁路资料管理和运营维护管理提供基本支持。文章即重点围绕着铁路管理信息构建中BIM技术的应用, 重点从接触网智能预配管理系统构建以及三维监控系统构建两个方面入手, 探讨了具体应用策略及注意事项, 以供参考。

关键词: 铁路; 管理系统; BIM技术

【DOI】 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2023. 16. 048

引言

铁路在现代交通运输体系中占有着重要地位, 并且早已经成了人们出现必选交通工具之一, 是我国经济发展的交通运输动力输出源泉。随着社会与经济的不断发展, 铁路工程得到了进一步扩展, 而铁路三维监控系统作为铁路事业中的关键元素, 自然也需得到适时应用与发展。与此同时, 接触网的管理同样也面临着更高要求, 构建新型智能化管理系统成为重要任务。无论是在铁路三维监控系统构建, 还是在接触网智能预配管理系统构建中, BIM技术的应用均应该引起重视, 相关研究极为必要。

一、BIM技术概述

建筑信息模型(BIM)是一种“基于三维技术的产品信息模型, 集成了各种相关建筑信息以及项目主体和功能要素的数字表达”。通过BIM应用软件及基于互联网BIM管理平台, 对接触网腕臂预配进行可视化模拟和数据信息集成管理, BIM应用软件和BIM管理在线平台是主要用于建筑行业的重要信息技术, 提升腕臂预配管理的效率和科学控制, 确保预配置数据的正确流转, 集中和标准化管理、归档和存储, 为施工和运营单位带来巨大价值。

BIM技术主要是应用数字化的形式, 将相应的监控信息直观的呈现在工作人员眼前, 并以IFC为通用信息交换标准实现工程中的信息共享, 这在铁路三维监控系统中应用很是广泛。BIM技术再铁路三维监控系统应用可构建三维模型完成交底, 不仅可以大大提升施工效率, 而且还可以统一标准规范, 因而对BIM技术在铁路三维监控系统中的应用进行深化研究是十分有必要的。在铁路三维监控系统设计中, BIM技术的应用具有协调、可视化和建模等多种特性。同时, BIM技术是在CAD技术的基础上发展的新技术, 该技术广泛应用于众多工程建设行业, 在铁路三维监控系统工程中也具有一

定的优势。BIM在铁路三维监控系统中的应用需要借助软件, 打造系统化管理平台, 为铁路三维监控系统设计提供充足的知识库。使用BIM技术查看, 以可视化和三维形式呈现, 使设计由传统的二维结构变为多维形式, 以此来提高铁路三维监控系统的直观性。

二、基于BIM技术的铁路三维监控系统构建

(一) 整体架构设计

基于BIM技术的铁路三维监控系统构建的整体架构主要包括以下几点:

数据采集层: 该层的主要功能是实时采集铁路工程施工现场的相关数据信息, 同时将所采集的数据信息传输至数据处理层。所采集的实时数据信息主要由深度图像与3D点云等构成, 其中深度图像是在施工现场通过摄像测量技术拍摄所得, 主要包含材料信息与构件形态信息等; 3D点云是采用3D激光扫描仪对现场已完工部分3D坐标实施收集, 并通过数据配准将各个测站所收集的数据集成后而获得的。

数据处理层: 此层的主要任务是接收并处理数据采集层所传输的实时数据信息, 同时由其中提取出有价值信息实施对象匹配与识别, 为BIM实时模型生成奠定基础。

BIM模型层: 此层属于整个系统的核心数据库, 集成了铁路工程施工过程动态监控所形成的海量有价值数据信息, 有效集成并管理铁路工程的规划与施工阶段的相关信息, 同时将施工进度监控所需的数据信息提供给应用层, 帮助应用层内进度与成本监控模块功能实现。

应用层: 该层主要由进度监控模块、成本监控模块、可视化展现模块等构成, 以BIM模型层所提供的信息为依据, 实现系统功能, 具有高扩展性, 能够以实际铁路三维监控系统所需为依据, 增加基于BIM实时模型信息而实现的相应功能模块。

铁路三维监控系统采用三层网络结构, 提高了信息和数据交换的速度, 满足了实时监控的需求, 通信网络的增加同时提高了监控系统的安全性和可靠性; 工程前期通过BIM模型完成设备的三维模型制作, 通过碰撞检查, 发现、修复碰撞点, 有效减少后期变更, 并对三维模型进行切图获取二维图纸, 提高了铁路施工过程的信息化水平、可视化管理程度和设备安装效率; 后期通过云监测平台可实现监控系统的三维可视化, 机组运行的实时监控与预警, 故障的智能诊断, 提高了监控水平和故障处理效率, 节约了运维成本。

(二) 系统结构设计

铁路三维监控系统遵循安全、可靠、经济、适用的

设计原则，旨在不断提高监控系统的三维可视化、信息数字化和故障诊断智能化水平。按照综合自动化的要求，实现对全站主要机电设备、辅机设备和公用设备的控制、保护和测量，并全面监视其运行状态，完成对整个铁路的遥控、遥调、遥信、遥测等所有远动功能。

常规的铁路三维监控系统采用开放、分层分布式结构，由站控层、网络层和现地层设备构成。本监控系统在常规系统的基础上引入BIM平台，具体系统结构框图如图1所示。

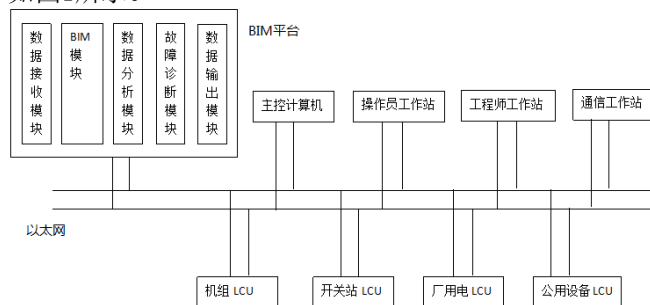


图1 基于BIM技术的铁路三维监控系统结构图

本监控系统主要包括BIM平台、主控计算机、操作员工作站、工程师工作站、通信工作站、机组LCU、开关站LCU、厂用电LCU、公用设备。各组成部分通过TCP/IP以太网相连；机组LCU、开关站LCU、厂用电LCU、公用设备LCU内部采用CAN总线；LCU层的PLC之间采用基于Worldfip技术的Locafip总线；监控系统各组成部分的通信形成了三层网络，使得监控系统对不同类型信号的兼容性更强、信息和数据的传输更加灵活高效、系统的可靠性更高。

（三）应用优势

BIM技术是可以达到知识资源共享的一项技术，可以将铁路工程的设计、施工、后期运维全过程数据进行汇总、记录、流转共享，给工程建设人员提供施工上的便利。在模型中，可涵盖多种内容和参数，免去了设计人员和技术人员对大量资料的检索、提取、应用，提升了铁路工程准备和建设的效率。同时，在应用BIM技术下，铁路三维监控系统可对施工中需要运用到各种资源进行合理化配置，使复杂部分变得简单透明化，降低工程运维后期出现故障的维护检修难度。

首先，使设计成果直观化。BIM技术的优势在于工作人员可以更加直观地呈现出设计成果，借助计算机可以将铁路工程的建筑、设备以及项目建立为模型，设计人员可以基于设备的外观、功能等条件构建出相应的模型，施工单位则可以基于三维模型充分接收到设计的信息，BIM技术可以有效提高成果转接的充分性，保证各个项目交接过程中标准的一致性，所以最终的施工结果与设计图纸相比不会有较大的差距。应用BIM技术也可以将工程的规划布线可视化，设计人员可以在第一时间发现规划方案中存在的问题，而且在后续建设环节中也可以及时优化规划布线。工作人员还可以借助BIM技术在虚拟系统中增加设备的属性信息，施工人员可以充分

了解到设备信息以及安装须知等等。

其次，有效节约铁路工程设计成本。因为铁路工程有非常复杂的室内布线，在过去设计人员使用二维设计方法很容易出现错、漏以及交叉问题，但是BIM技术的应用则可以明显减少以上问题。因为设计人员可以直观检查信号设备室内布线的合理性，有效减少了重复施工的可能性。而且BIM技术还可以优化室外电缆敷设项目，保证敷设工作中不会出现强弱电交叉问题，并且明显节约电缆成本。

另外，碰撞、显示遮挡问题在过去一直困扰着铁路工程的设计人员，但是借助BIM技术则可以直观、有效地发现和解决该问题，进一步提升管线路径设计的合理性。工作人员在进行二维图纸设计时，会对每个专业分别进行单独的规划和设计，所以图纸中只能够呈现出某一个专业的管线分布方案，无法反映出各个不同专业系统的协同设计方案。在各个单位系统的实际施工过程中，就容易出现彼此碰撞、遮挡的问题，例如信号与接触网、隧道、通信之间就比较容易出现冲突。设计人员借助BIM技术可以将设计模型化，每一个设备之间的关系可以在模型中直观地呈现，在专业系统设计方案的基础上进行协同设计，保证各个系统之间的管线路径不会出现矛盾。

三、基于BIM技术的铁路接触网智能预配管理系统构建

（一）模型构建

为了实现信息的完美传输，需要对模型的组件进行分类和编码。根据BIM发布的铁路标准和铁路工程管理平台的空间分配要求，本文涉及中包含的部件分类代码必须充分考虑设计、专业、工点、构件分类码和、构件编号的要求。模型组件代码由五层组成，在中间有一个下划线连接。

零部件是根据供应商的设计或图纸创建的，然后与嵌套族组合以实现专业功能，即具有特定参数化特性的零部件。最后，对基于该线路的车站或区间接触网模型进行了集成。

（二）系统设计

该系统专注于腕臂的预配件数据和预配流程中全过程数字化管理。现场测量人员、预配计算人员和预配生产人员将相关测量计算数据与预制机数据完美结合，避免数据孤岛，将预制工艺数据与相关BIM模型结合，并对预置数据进行BIM验证。检查预配置测量的计算是否存在任何问题，以减少预生产误差。测量数据、预配置数据和预配置安装数据在预配置的生产链中进行管理，以确保预配数据的有序流转、预配置的数据和文件的集中和标准化管理、归档存储，以及基于BIM运维一杆一档提供数据依托的后续操作和维护的数据支持。实现基于BIM接触网腕臂预配管理^[2]。

该系统使用预先配置的基于BIM的接触网腕臂预配系统，该系统包括后台的两个服务器、一个或多个工

作站，5更件架构如图2所示。一台服务器用于保护接触网预配的Web发布，另一台服务器配备了标准的QLServer数据库软件，用于存储数据库和管理服务。数据服务器包含中心数据库、模型系统的BIM、配置文件和接触网预配管理系统。接触网腕臂智能预配管理Web将预配管理发布到Web。工作站可以是一个或多个，操作人员通过工作站登录服务器，进入接触网腕臂预配管理系统。

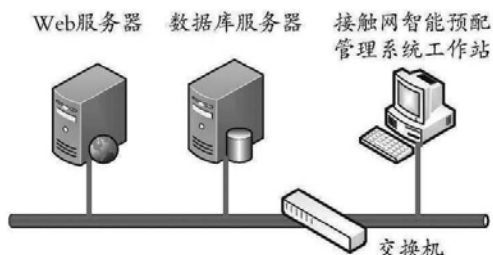


图2 基于BIM的接触网腕臂智能预配系统硬件架构设计

系统软件结构设计如图3。(1)数据层：基于BIM的接触网腕臂预配软件数据层构成主要包括接触网腕臂智能预配管理数据库以及配置文件。(2)服务层：主要由DAL数据访问层和Web Service组成。DAL数据访问层是B/S数据处理程序的基础，它主要负责添加、删除、编辑和查询数据库中的数据，以及获取配置文件。Web Service：用于虚拟页面B/S的RESTful Web API接口服务。(3)应用层：应用层表示为网页，并基于服务层和数据层实现。该应用程序的功能包括：测量数据、计算数据、预配置预设、密码保护、数据维护。

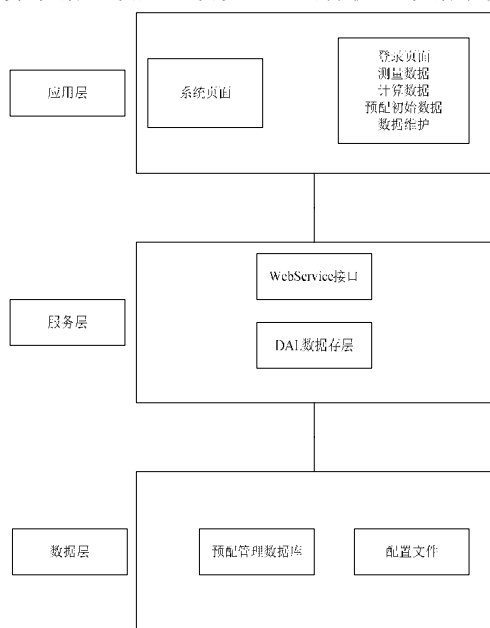


图3 系统软件结构设计

(三) 系统应用

BIM提供统一的预配模型信息模板和预配数据传输功能，并配置不同责任人进行账号登录录入。预配置信息包括设计数据、测量数据、计算数据、预配置数据和预配置过程数据。一旦相关数据存储在BM平台上，就

可以通过组件模型编码系统对这些数据进行比较，并链接到相应的预配置模型。应考虑预配过程数据宜包括螺母实际力矩、报警信息、工序加工时间、批次信息等。批次信息对接触网原材料的重要性显而易见，实现对物资的批次稳息通过人工干预录入的方式。此外，接触网预配模型可以自动生成预配置的二维和三维图形。与传统的二维映射模式相比，该映射模式具有可视化、计算机化和参数化的优点，可以直接反映预配置的结果，并且可以在现场有效地构建。最后，在发送预配置的模型后，系统可以动态调用Excel表格，动态生成接触网腕臂零部件工程数据表，并以单腕臂或批量汇总的形式对其进行分类和汇总，以实现工程量精细化统计功能。

智能预配数据需明确基于BIM的预配管理工作流程，包括测量数据记录（包括设计数据）、测量数据管理和审核计算、计算机数据传输、数据准备和收集。在安装前查看并上传初始数据并下载初始数据。在配置之前对其进行处理，并通过API将预配置的数据上传到平台。批次信息必须包含该零件批次的加工完成数量、剩余数量。该批次的零件不足时，系统必须具有触发和警告功能。

为了实现平台上二维码信息的统一管理，BIM平台提供了许多智能预配置平台的访问链接的固定字符串。在字符串基础上，智能预配置平台添加支柱、腕臂号等字符信息，以创建完整的二维码连接并生成二维码喷涂。动态二维码采用链接模式，其功能必须能够读取与BIM平台模型组件相关的所有数据。BIM扁平化用于从二维码读取的信息的复集成管理。动态二维码包含预配置的预配过程数据、加工零件的批次信息、加工时间和其他数据。由动态二维码指定的动态ID是唯一和可识别的。

四、结语

综上所述，铁路三维监控系统充分融合了BIM技术，实现了铁路施工和运维监控的三维可视化，通信数据高效灵活的传输与共享，智能故障诊断与预警，从而提高了铁路三维监控系统水平，节约了运维成本。采用BIM技术承载包含铁路接触网腕臂预配信息数据库，对腕臂数据进行数字化管理，对腕臂预配的整个过程进行数字化控制，同样也具备明显优势。

参考文献

[1] 习家宁. BIM技术在铁路三维监控系统的应用分析[J]. 科技创新与应用, 2022, 11(21): 131-133.
 [2] 李蔚龙, BIM在铁路三维监控系统中的应用技术研究. 山西省, 中铁十二局集团有限公司, 2022-09-25.
 [3] 安蕾, 杨斌, 西穷. 基于BIM的京雄城际铁路接触网智能预配管理系统与应用[J]. 铁道建筑技术, 2020(9): 30-34.
 [4] 刘金祥. 350km/h高速铁路智能化腕臂预配管理探讨[J]. 探索科学, 2019(10): 227.
 [5] 耿肖, 石瑞霞, 赵传. 参数化驱动的接触网腕臂装配BIM建模方法[J]. 铁路技术创新, 2022(1): 98-103.