

基于 BIM 技术的铁路轨道工务运维智慧信息平台研发

贾拴平

(国能朔黄铁路发展有限责任公司肃宁分公司, 河北 沧州 062350)

摘要 工务技术人员要以优化铁路运营成本、控制固定资产投入为目标, 在 BIM 技术的支持下, 研发一套完整的工务运维智慧信息平台, 延长工务设备的运营寿命, 实现工务设备的主动检修与运维。本文基于 BIM 技术指导, 首先介绍了铁路轨道 BIM 模型建立要点, 并从平台研发、模块功能设计、平台测试等层面入手, 详细阐述铁路轨道工务运维智慧信息平台的研发内容, 以智慧信息平台缓解铁路轨道的运维压力。

关键词 BIM 技术; 铁路轨道; 工务运维智慧信息平台; 智能决策

中图分类号: U2

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0034-03

在现代交通运输体系中, 铁路工程作为交通基础设施的重要组成部分, 能够对国家经济建设与发展起到重要的助推作用。现代信息技术为铁路系统智慧化发展提供技术保障, 深化铁路事业的智能化、数字化建设, 全面提高铁路交通的竞争优势。BIM 技术原属建筑行业的代表性技术, 但铁路技术人员发现该项技术与铁路工务运维工作十分契合, 因此以 BIM 技术打造信息化运维模式, 以三维模型存储并管理铁路运维信息, 提高铁路轨道工务运维的可视化、数字化水平。

1 铁路轨道 BIM 模型建立

1.1 模型设计思路

模型插件采用 C# 编程语言, 以软件开发平台 (Visual Studio 2017) 满足二次开发需求, 自动搭建铁路轨道 BIM 模型^[1]。开发自动建模插件时, 首先要读取轨道样式表、逐桩坐标表, 之后参考数据创建道床、路基、钢轨、轨枕的 BIM 模型。图 1 为设计思路。

1.2 铁路轨道 BIM 模型

以 Revit 创建铁路轨道构件的 BIM 模型。在铁路轨道自动建模插件中, 工务人员通过 WPF 窗体界面选择轨道样式、线路段线, 以 C# 语言调用应用程序, 同时参考逐桩坐标表数据, 将扣件、轨枕、轨道板 BIM 模型放置在坐标上, 之后再批量放置模型, 生成某段线路的扣件、轨枕、轨道板 BIM 模型。比如, 工务人员在构建钢轨、道床、路基构件族时, 多参考常规模型样板的构建流程与方法, 借助 Revit 实现批量化放置^[2]。通过放置自适应点创建常规模型族, 合理控制构件的形状与位置。

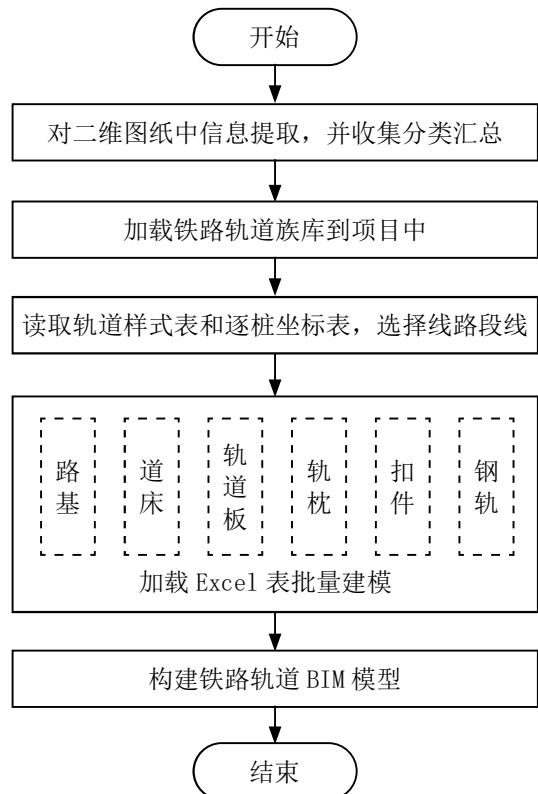


图 1 BIM 模型设计思路

2 铁路轨道工务运维智慧信息平台研发

2.1 平台需求与架构设计

铁路行业高速发展趋势下, 突出了铁路轨道运维管理的重要性。轨道工务检修信息量庞大, 包括电子文件资料、纸质资料等, 且资料文件多以离散方式存储,

查询和统计难度大。在现场检查工作中，工务人员要了解设备的历史检修数据、台账数据，但纸质资料不方便携带和使用，因此要在 BIM 技术的支持下，赋予轨道工务运维的信息化、智慧化功能。

本平台采用四层架构设计模式，如图 2 所示。该系统能够统一归集、存储、共享数据，以集成分析平台评估运维设备的运行状态，通过算法模型提供智能化、经济化的辅助决策。按照平台的业务逻辑，细分为资源层、应用层、业务层。

1. 资源层，统一存储和管理设备检测数据，包括人工巡检数据、静态检测数据、动态检测数据，建立桥隧、线路等设备台账，编制年度、季度、月度计划，专项管理基础数据字典、BIM 信息、地理信息系统信息^[3]。

2. 业务层，有效支持模型与算法的执行，包括算法注册、对外服务管理、病害分级、监管结果管理、运维决策等。

3. 应用层，即向企业、工队提供安全生产管理、数据挖掘服务，实现设备状态、数据资产的可视化功能。

在部署工务设备智慧运平台时，主要涉及前端应用、后端应用、服务等内容。其中，后端应用与服务利用铁路办公网络连接互联网，赋予内部通信连接功能。图 2 为网络部署架构图。

为了提高铁路运行的安全性，实时传输生产作业数据，工务人员要联合铁路内网运行系统、网络建设方案，编制内外网数据传输方案。

一是将交换机配置到内外网体系中，交换机会持续增加数据交互的压力，实现扩容负载的均衡性。如果外网工务人员的请求量增加，就要采用交换机实现

扩容目的，有效应对业务量增长问题。

二是内外网的网闸设备连接模式，该模式能够实现多数据传输协议，比如 UDP、Http 等。同时具备防火墙功能，以网闸设备提供硬网、软网的控制功能。如果网络内部出现非法入侵行为，就要启动网闸控制软件阻断数据传输，有效隔绝外部网络攻击。

三是在网络安全防护中，可以将防火墙装置配置到外网体系内，有效隔绝网络攻击，同时能够过滤外网的数据交互申请。

2.2 模块功能分析

2.2.1 主界面

平台主界面功能包括技术信息查阅、运输信息管理、人机交互等三项主功能。工务人员通过图纸查看、技术规章，即可进入技术信息查阅模块；通过检修记录、工程浏览、检修记录、轨道波形进入运维信息模块；通过作业模拟、AR 扫描方式进入人机交互模块。

2.2.2 人机交互模块

人机交互模型能够为工务人员提供设备的三维模型，以可视化方式展示工务作业流程。工务人员点击主界面的 AR 扫描按钮，就能进入移动 AR 功能界面，使摄像头精准拍摄对应设备，显示三维可视化模型，双击模型后展示模型界面，之后采用大小缩放、滑动等操作观看模型细节。识别现场设备之后，工务人员点击作业准备、检修记录，就能查阅设备的作业准备、检修信息等内容，制定科学的养护管理方案。通过点击拆装模型，即可分步拆解、安装设备，编制设备更换方案。通过点击主界面作业模拟，就能对动画库界面进行模拟，并进入设备拆装模拟界面。

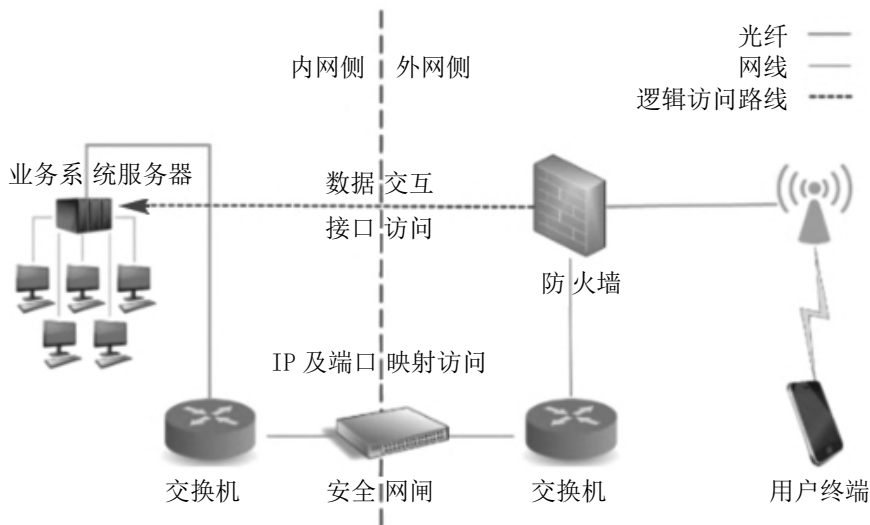


图 2 网络部署架构

2.2.3 运维信息管理模块

在运维信息管理模块中,轨道质量指数计算为重点。所谓轨道质量指数,即200 m区段内的轨道标准偏差总和,将铁路全程线路分为多个单元,计算后获取轨道质量指数,以此表示线路状态。轨道质量指数的应用时间长,能够有效评价轨道区段的质量状态^[4]。下面为轨道质量指数的计算公式:

$$TQI = \sum_{i=1}^7 \sigma_i$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (x_{ij}^2 - x_i^2)} \quad (1)$$

$$x_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}$$

在式(1)中, σ_i 表示几何偏差的标准差; x_{ij} 表示几何偏差幅值; n 表示采集点数量。

工务人员将轨道几何检测文件导入至平台,按照测点将数据传输到设备模型内,之后点击轨道波形图下拉菜单,即可查看轨道几何波形图,同时可在轨道模型内显示不同轨道的不平顺波形图,计算轨道质量指数^[5]。

2.3 平台测试

Android平台可支持发布“Unity3D”“Vuforia”开发的内容,当平台内容开发工程结束后,工务人员就要利用Android平台发布。

2.3.1 测试环境

移动智能设备的普及率提升,能够有效处理增强现实硬件设施的不便携带、造价昂贵等问题。表1为移动设备配置参数。

表1 移动设备参数

项目	参数
中央处理器	骁龙870
运行内存(GB)	12
屏幕分辨率(dpi)	2 340×1 080
操作系统	MIUI13.0.6 稳定版

2.3.2 测试内容与结果

使用本系统时,工务人员负责开展移动增强现实识别、页面显示、运维信息管理、人机交互功能等测试工作。

1. 工务人员登录平台后到达主界面,点击AR扫描按钮,即可进入增强现实功能界面,通过移动摄像机扫描、识别工务作业现场,此时屏幕就会显示设备的三维模型,至此完成增强现实识别功能的测试内容。

2. 工务人员点击屏幕后进入人机交互界面,利用

三维模型浏览构件BIM模型场景,通过一系列滑动、点击操作,观察模型的结构细节。

3. 工务人员点击构件三维模型后,就能充分展示出设备的详细参数。在工程浏览界面,工务人员点击轨道波形按钮后,即可进入轨道波形图界面,检查对应里程的几何波形图,并通过轨道模型显示不同轨道路线的波形图,计算轨道质量指数。

4. 工务人员点击主界面设备管理,在设备管理界面传输设备的参数信息,包括设备型号、编号、运行状态、数量等,制作参数表格。

5. 工务人员点击主界面检修记录,在检修记录界面记录设备的检修信息,包括设备名称、状态、检修时间、记录时间等,之后借助相机功能拍摄设备现状图。至此完成运维信息管理的测试内容。

6. 页面测试,即页面的UI显示效果、功能性测试,按照测试结果可知,平台各页面的UI显示效果、功能性测试效果理想。

3 结束语

本路轨道工务运维智慧平台的功能繁多,基于标准化检修场景,提供多种轨道工务运维信息。BIM技术在铁路领域的应用研究不多,因此缺乏实际的应用经验。本文通过探究BIM技术在铁路轨道工务运维中的应用,虽然获得了一定的成果,但仍存在改进空间:(1)铁路轨道族库无法实现外部共享,远程协作效率低下;(2)尽管通过BIM模型提高了铁路轨道的建模精度,但未解决BIM正向设计缺陷。因此,在后续的研究中,其他学者可参考以上改进内容开展针对性的研究工作。

参考文献:

- [1] 丁茂廷,赵有明,柯在田.基于新一代信息技术的重载铁路工务设备智能运维系统总体架构研究[J].铁道建筑,2022,62(08):12-18.
- [2] 张杉,张蓬勃,杨翰斐.基于BIM+GIS+UE实现铁路工务段三维可视化管理平台的研究[J].信息记录材料,2024,25(02):211-213.
- [3] 徐菲,曲建军,代春平,等.基于GIS的重载铁路线路设备“一张图”技术研究与应用[J].铁道运输与经济,2023,45(11):160-167.
- [4] 武威,马小宁,殷新贝,等.面向重载铁路基础设施智能运维的朔黄铁路智能大脑平台总体设计及关键技术研究[J].铁道运输与经济,2023,45(11):11-21,57.
- [5] 王兴鲁,王晓刚,陈翔,等.基于BIM的高速铁路工程建设运维一体化应用研究[J].铁道标准设计,2023,67(10):186-193.