

基于 IFC 的 BIM 的可视化监测信息管理系统设计与实现

隋 阳

中铁建大桥工程局集团第一工程有限公司, 辽宁 大连 116000

[摘要] 本文介绍了基于 BIM (建筑信息模型) 的可视化监测信息管理系统的设计与实现。该系统旨在全面监测高架车站施工和运营期间的关键参数, 如基坑水平位移、沉降、土体压力、墩柱沉降、测斜、盖梁钢筋应力和温度以及站厅层梁板应变等。通过集成 BIM 技术和物联网技术, 该系统实现了监测数据的实时可视化表达, 为工程管理提供了强大的支持。

[关键词] BIM; 监测信息管理系统; 高架车站; 可视化

DOI: 10.33142/ec.v7i8.12956

中图分类号: TU17

文献标识码: A

Design and Implementation of a Visual Monitoring Information Management System for BIM Based on IFC

SUI Yang

China Railway Construction Bridge Engineering Bureau Group 1st Engineering Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116000, China

Abstract: This article introduces the design and implementation of a visual monitoring information management system based on BIM (Building Information Modeling). The system aims to comprehensively monitor key parameters during the construction and operation of elevated stations, such as horizontal displacement of foundation pits, settlement, soil pressure, pier column settlement, inclinometry, stress and temperature of cap beam reinforcement, and strain of station hall floor beams and slabs. By integrating BIM technology and Internet of Things technology, the system achieves real-time visualization expression of monitoring data, providing strong support for engineering management.

Keywords: BIM; monitoring information management system; elevated stations; visualization

引言

随着建筑业的快速发展, 对建筑施工和运营过程中的安全监测要求也越来越高。基于 BIM 的可视化监测信息管理系统能够有效地整合和管理监测数据, 为工程管理人员提供实时、准确的监测信息, 从而提高工程管理的效率和安全性。

国内有很多学者运用 BIM 对工程进行设计与实现。高建新^[1]将 BIM 技术应用于隧道工程成为新的发展领域, 研究将 BIM 技术与隧道工程监控量测相结合, 为 BIM 技术指导隧道施工, 隧道运营期间病害检测、维护提供依据。郑帅、姜培男^[6]基于 BIM 模型中所整合的工程信息, 开发计算功能模块, 分别实现了监测数据整合与预警、隧道围岩分级评价与工法推荐、岩体参数反分析、BIM 模型的数值计算评价等信息处理功能, 形成 IFC 标准下隧道智能管理系统。将所建立的系统方法依托甄峰岭隧道工程进行应用调试, 取得了良好的工程适用效果, 为类似岩土工程信息化施工体系的建立提供了一种新思路。张铁马^[3]将 BIM 技术与传感技术、工程管理技术深度融合, 能够直观反映地物系统设备的真实情况, 大幅提高节能管理效率。林睿颖^[4]开发了基于技术状况信息管理、荷载试验信息管理、长期监测信息管理“三位一体”的公路桥梁综合管理系统, 并以厦门天圆大桥为例, 证实该研究结果一定程度上弥补了现有桥梁综合管理系统的不足, 实现了桥梁管理系统的标准化、智能化、信息化、可视化, 提高了桥梁管养

的便捷性、可靠性。

通过本文的研究, 我们期望为基于 IFC 的 BIM 的可视化监测信息管理系统研发和应用提供有益的参考和借鉴。同时, 我们也希望通过本文的研究, 推动工业设施和城市基础设施的智能化、信息化水平不断提升, 为社会的可持续发展作出贡献。

1 系统设计与实现

1.1 系统方案设计

(1) 系统开发流程

系统软件开发从项目启动开始, 经过设计、开发和测试阶段, 然后投入使用, 直至最后被其他软件替换, 是系统的全生命周期。一般来说, 一个软件的全生命周期可以分为 6 个阶段, 其具体描述见表 1。基于表中具体描述, 本文设计如下软件开发流程, 流程图如图 1 所示。

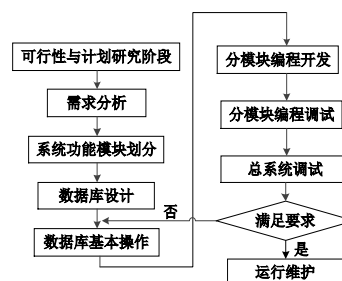


图 1 软件系统开发的流程图

表1 软件的生存周期阶段描述

序号	阶段	描述
阶段1	项目启动阶段	确定项目方向；确定项目组团队组成；明确项目管理制度；进行需求调研；明确项目目标、涉及的角色及注意事项；梳理系统的端口、模块和功能
阶段2	需求阶段	进入可视化产物的输出阶段；根据性能需求及项目要求，明确详细阶段的时间点并进行项目分解、分工，评估技术可行性
阶段3	设计阶段	输出界面效果图，输出最终要实现内容的一切要素，完成正式编码前的一系列研发设计工作。包括该软件的结构、模块的划分、功能的分配以及处理流程
阶段4	开发阶段	编写源程序代码并调试、改错，得到无error的程序，编写模块开发说明和用户使用手册，并制定测试计划
阶段5	测试阶段	对程序进行全方面的测试和完善，并编写测试分析报告。检查和更改已编制的文件，对开发过程、程序及所有文件进行评价，最后编写项目开发总结报告
阶段6	运行与维护阶段	根据软件运行使用中的不足进行修改优化，并根据新需求进行程序功能的扩充

2.2 系统总体设计与开发平台选择

(1) 系统总体设计。基于 IFC 标准的高架车站信息管理与风险评价系统的功能分为三大模块：BIM 模型库操作模块（即 IFC 数据三维图形交互模块）、监测信息管理模块以及风险评价模块。系统的总体模型功能板块的具体内容见图 2 所示。

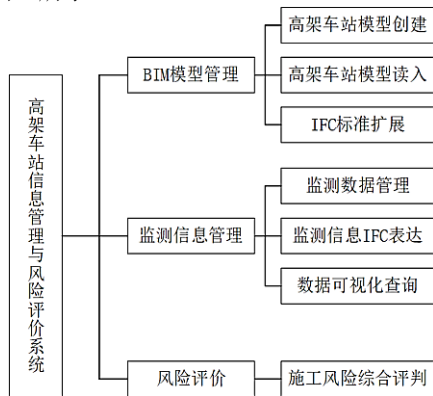


图2 系统总体功能框图

本系统三大功能模块具体的功能如下：BIM 模型库操作模块主要负责 BIM 数据解析以及三维模型可视化，实现对 IFC 物理文件的数据读写以及各功能模块基于 IFC 标准的交互操作。监测信息管理模块接入自动化监测系统和录入常规监测数据，并可实现监测数据的修改、查询以及监测值预测报警，图形化显示数据。风险评价模块单独作为一部分，在此不再进行赘述。

(2) 开发平台选择。本文在系统开发中，选择使用 NET 可视化开发环境和 C#开发语言。C#语言具备以下优点：

①简单、安全。指针问题是 C++和 C 语言中繁琐并且常见的问题，在 C#语言中指针得到了简化处理并且只保留最常见的形。C#语言使用命名空间进行文件的管理，并且不允许直接读取文件或者程序的内存，从而使 C#更加地安全。

②面向对象。面向对象是大多数编程语言的特征，C#同样具有这些特性，即封装、继承、多态。

③兼容性与灵活性。C#语言在托管状态下，不能使用指针，只能用委托来模拟指针的功能。C#语言允许与具有 C 或 C++语言风格的需要传递指针型参数的 API 进行交互操作，同时许可 C#语言组件与其他语言组件间的交互操作等。

④开发多种类型的程序。C#语言可以开发控制台下的程序和 Windows 窗体应用程序等多种程序，并且 SOAP 的使用使得 C#解决方案与 Web 标准相统一，大规模深层次的分布式开发从此成为可能，C#语言组件成功方便地为 Web 服务，通过 Internet，允许其被运行在所有操作系统上的所有语言调用。

3 程序实现

3.1 系统界面设计

基于 BIM 的高架车站信息管理与风险评价系统的启动界面图 3 所示。

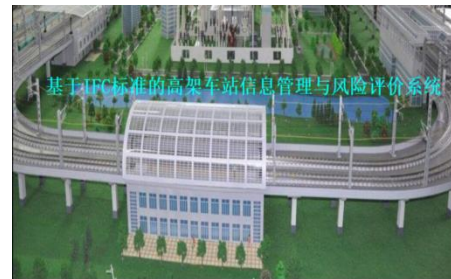


图3 系统启动界面

基于 BIM 的高架车站信息管理与风险评价系统主要是面向高架车站的设计人员和管理人员，这些设计人员和管理人员一般都可以进行简单的 WINDOWS 窗体操作。基于 IFC 标准高架车站反馈分析系统主界面分别由菜单栏、工具栏、主窗口、模型导航窗口和状态栏五部分组成。

(1) 菜单栏。菜单栏的内容包括：BIM 模型管理、BIM 监测信息管理、风险评价、和生成分析报告生成四个功能栏，如图 4 所示。



图4 系统菜单栏

(2) 工具栏。为使系统管理和使用的便利性，本文在系统菜单栏的上方建立了相应的工具栏，具体内容为系统简介、BIM 模型操作、BIM 监测信息管理、风险评价、

常用工具和分析报告生成六个工具栏。

(3) 主窗口。系统主窗口的主要功能是三维模型显示以及对 IFC 数据文件的解析与展示,是与用户最直接的交互区域。

(4) 状态栏。在基于 BIM 的高架车站信息管理与风险评价系统中的状态栏可以显示窗体的标题、当前的日期和时间。

4.2 BIM 模型操作模块

(1) 高架车站模型创建。该部分模块的功能主要是用于高架车站工程 BIM 模型创建。通过输入工程名称和施工单位,点击确认后,系统弹出“是否启动 Revit 软件”的对话框,点击“确认”后即可跳转到 Revit 启动界面进行高架车站 BIM 模型的创建。该跳转功能主要 C#判断语言以及通过外接 BIM 软件实现。

(2) 高架车站 BIM 模型读入。该选项类似于传统分析软件中的“打开项目”,通过该选项能够将作为系统数据源的高架车站模型 IFC 物理文件导入到系统,进而基于该文件进行高架车站信息管理与风险评价。

点击主菜单里“BIM 模型操作”工具栏里的“高架车站模型读入”选项或者点击主界面上“高架车站模型读入”按钮,打开如图 5 所示的对话框,选择位于电脑上的 IFC4 中性物理文件,单击“确定”,基于 BIM 的高架车站信息管理与风险评价系统会自动弹出“您已成功打开工程项目”,这样就成功读取了高架车站的 IFC4 中性文件。

读入高架车站 BIM 模型的 IFC4 中性物理后,该基于 BIM 的高架车站信息管理与风险评价系统的后台程序会调用 IFC Engine DLL 和 Direct3D 图形引擎组件,分别进行 BIM 三维模型显示和对 IFC 数据文件的解析。

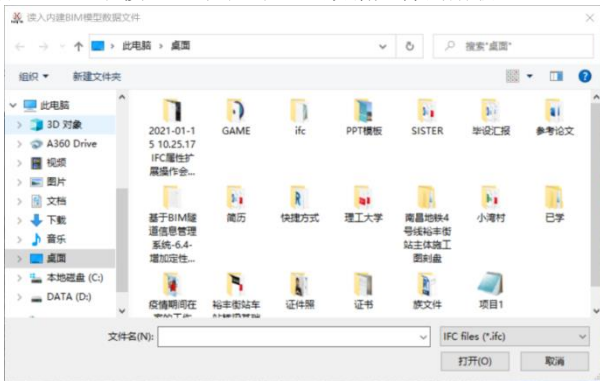


图 5 高架车站模型 IFC 文件选择

主窗口跳转至模型读入界面。其中,左侧是 IFC 文件结构树形架构显示,中间部位是高架车站模型几何信息渲染,右下方是高架车站构件信息解析显示。因为还未进行高架车站领域的实体拓展,在构件信息解析栏中,可以看见构件实体是 IFC 标准里的基础实体 IfcBuildingElement Proxy。

(3) IFC 标准拓展。该选项是在 IFC 标准高架车站

领域实体及属性集拓展的基础上所开发的功能模块,作为高架车站信息模型构件到高架车站信息模型构件实体的映射以及自定义属性集的命名更新工作的辅助,旨在为高架车站信息模型动态施工提供一种新的 BIM 模型数据源。该功能模块分为 IFC 标准高架车站领域高架车站构件实体及属性集信息管理和高架车站实体及属性集拓展两大功能模块。

在将实体定义、实体类型及属性定义写入 IFC4 信息文件后,通过高架车站构件实体的实体管理,输入构件实体和族类型名称,点击保存,完成基于 IFC 标准的实体拓展后,将属性集定义、属性以及对应的属性值写入 IFC4 信息文件后,通过高架车站构件属性集信息管理,输入属性集名称和属性,选择对应的适用实体,输入属性类型和数据类型,点击保存,然后通过自定义高架车站构件属性集映射,完成 IFC 标准高架车站领域属性集拓展。

完成对 IFC 实体及属性集拓展后,点击保存修改,更新模型后,在主窗口的构件信息解析栏可以看到已拓展的实体信息和属性集信息,点击墩柱,高架车站构件类型已从 IFC 基础实体 IfcBuildingElementProxy 改变成墩柱拓展的实体 IfcSystemPillar。

4.3 BIM 监测信息管理模块

(1) 监控量测数据管理。监控量测数据管理模块的主要功能是对高架车站 IFC 信息集成文件和物联网自动化监测数据库内的监测数据进行查询分析以及监测预警。本模块设有高架车站监控量测数据查询、监控量测数据曲线查看以及监控量测数据预警。

为了便于直观地观察监测值的变化,本系统设定了图表的形式查询监测数据。点击“查看曲线”,如图 6 所示,选择查询的传感器类型,本系统提供多个监测点编号同时查询,有利于比较同类监测项目的不同监测点的变化,限定监测日期,可以得到监测值依据时间所发生的变化曲线图。

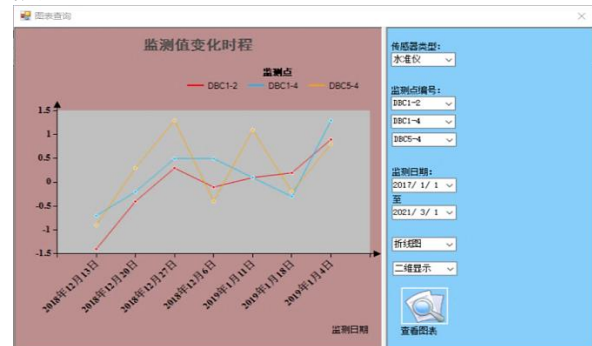


图 6 监控量测数据曲线查看

5 结论

本文主要成功开发了一套高架车站的可视化监测信息管理系统,该系统能够有效地集成和管理各类监测数据。通过 IFC 标准和 BIM 技术的应用,本文实现了监测信息的

有效表达和集成,提高了监测数据的可读性和可查询性。

且本文提出的系统具有良好的用户界面和交互性,使得用户可以方便地查询和分析监测数据,提高了高架车站的安全管理水平。

[参考文献]

[1]高建新,姜谔男,张勇,等.基于 IFC 标准和参数化的隧道监测信息模型研究[J].土木建筑工程信息技术,2019,11(5):1-6.

[2]郑帅,姜谔男,赵龙国,等. IFC 标准下隧道智能管理系统建立与应用[J].公路工程,2021,46(1):29-34.

[3]张铁马.基于 BIM 的建筑能耗监测可视化研究[J].软件,2021,42(1):162-167.

[4]林睿颖,雷家艳,张苏娟,等.基于 BIM 技术的公路桥梁综合管理系统[J].公路,2023,68(10):219-22.

作者简介:隋阳(1990.10—),男,汉族,工程师,辽宁大连,本科,主要从事隧道与地下工程、桥梁及道路施工。