

基于 BIM 全寿命周期平台的城市 轨道交通工程安全预警控制研究

徐 伟 赵喜祥

摘要:针对城市轨道交通工程施工技术复杂,环境多变,对社会影响大等特点,本篇文章提出的监测预警技术聚焦于城市轨道交通基坑与边坡工程危险源监控领域,以BIM为项目信息载体、GIS为项目群信息载体,结合自动化监测、移动互联技术,将现场自动采集的监测数据集成汇总于监测系统,同时可在移动端便捷查看。该系统通过对海量原始监测数据进行分析处理,形成各类变化曲线和图形、图表。同时建立基坑与边坡安全监控的预警机制,进行实时地分级报警。及时将预警数据推送至Web端及移动端,便于参建方随时对工程进行追踪处理,预防事故发生,实现管理手段上从被动监

管向主动监管,事后监督向事前监督和过程监督的转变。

关键词:城市轨道交通;安全预警;BIM技术

0 引言

随着城市化进程的加快和城市交通问题日益凸显,城市轨道交通工程的建设已经进入快速发展时期^[1]。然而由于城市轨道交通工程的建设具有隐蔽性、不确定性、复杂性、多变性等客观原因,加上对城市轨道交通工程安全风险的认识不客观,不全面,风险管理体系不科学等主观原因,城市轨道交通施工过程安全事故屡有发生:据统计,基坑与边坡坍塌事故在近五年中占总事故

基金项目:内蒙古自然基金项目 2017MS0535

作者简介:徐伟(1970-) ,女,河北保定人,内蒙古科技大学土木工程学院副教授,博士,主要从事地铁安全、区域经济、绿色开发与评价等研究。内蒙古包头市阿尔丁大街 7 号 014010

作者简介:赵喜祥(1994-) ,男,黑龙江哈尔滨人,内蒙古科技大学土木工程学院研究生,主要研究地铁运营安全方向

的30.71%。

城市轨道交通项目往往工期长,投资大,范围广,风险因素与外界环境存在的错综复杂的关系以及风险的多层次性关系使城市轨道交通工程的风险往往存在复杂性、渐进性、动态性^[4]。由于城市轨道交通项目施工多在热闹繁华的市区,多为地下施工,而且普遍在地下20米以下,属于危险性较大的深基坑工程施工,隧道施工长度多为8米左右,所以在地下每一个小的风险都会放大很多倍,地下施工工作面狭窄,工种多,交叉作业多,地下施工出入口少,逃生途径少等等这些因素都决定了安全事故发生率高,人员伤亡大^[5]。

工程事故的不断出现,使安全风险意识逐渐深入人心,其中工程监测及其预警作为信息化施工和安全风险

管控的“眼睛”在全国城市轨道交通工程安全风险管理的研究和实施的需求和发展趋势凸显^[2]。目前,国内主要轨道交通建设城市探索研究或构建了安全风险监测预警管理体系,力图通过监测信息分析、风险判定和预警预报,及时发现安全隐患和采取应对措施,降低安全风险。本文所提出的基于BIM的监测预警控制系统能有效发挥工程监测及预警在轨道交通建设中的安全保障作用,为实现安全管理目标和工程建设的安全保驾护航。

1 基于BIM的监测预警系统

1.1 预警系统结构

系统结构如下图所示:

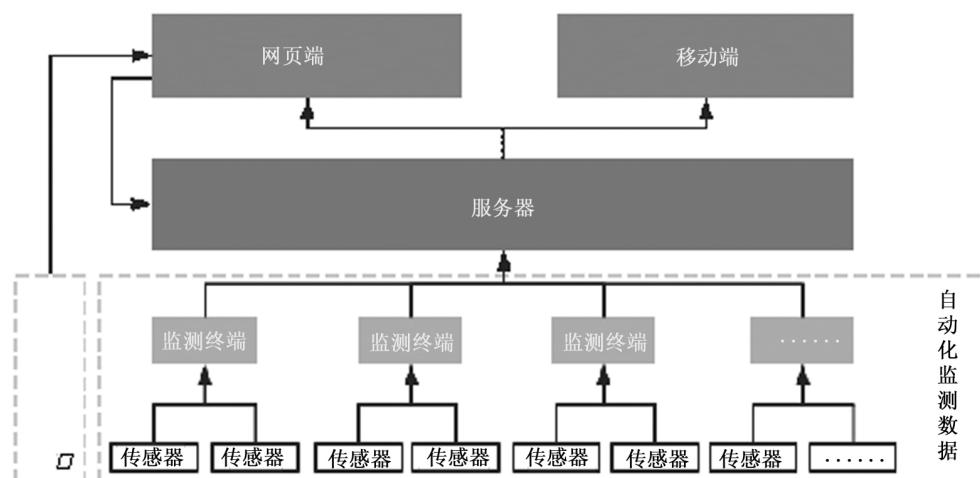


图 2.1 系统结构图

该系统主要分三层架构:

第一层是监测终端,监测终端通过各类传感器采集数据,并将数据和报警信息通过通信网络传送至监测中心。监测终端目前有两部分实现,一部分为各型号的自动采集系统设备,实现与各类仪表的接入以及智能测斜装置;另一部分为数据通信部分,将各型设备采集到的

数据通过通信网络发送到监测中心。监测终端可以用220V供电,也可以用蓄电池供电。

第二层为监测中心,由(1)监测中心由数据采集系统、信息管理系统和数据分析系统组成。(2)数据采集系统实现在线监测及数据初步管理,具有用户管理、单元配置、采集设定、数据采集、数据浏览、动态报警、数据

录入、图形曲线、报表打印、数据输出等功能。(3)信息管理系统具有系统管理、数据管理、文档管理、图形制作、报表制作、远程数据浏览及下载等功能。(4)数据分析系统根据原形观测资料 在定性分析的基础上建立各种数学模型,用以预测、评判基坑的工作性态。

第三层为网页端和移动端,也就是安全人员依据监测中心反馈上来的信息,能够清晰了解警情的大小,进行决策。

1.2 预警系统的主要功能

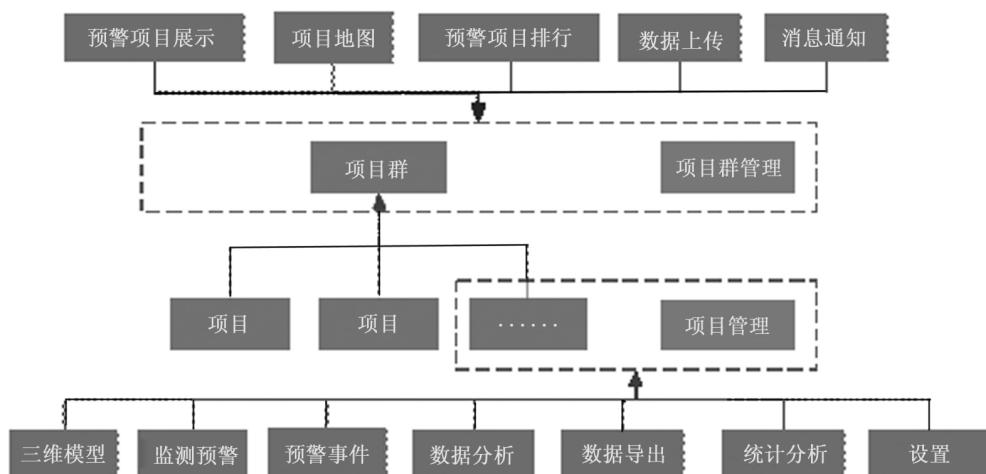


图 2.2 功能架构

项目群管理功能;项目群管理的主要功能有:(1)当前预警项目展示板;展示最新发生预警的项目并统计数量,选择可快速在地图上进行定位;方形展示板的颜色代表预警等级(黄色预警、橙色预警、红色预警)数字是对应预警等级的项目数量。

项目地图;在地图综合展示项目群分布的情况,使用不同颜色的气泡来表现各自的预警情况,支持项目工程概况和预警信息实时查询(选中地图上项目气泡可快速浏览具体的预警信息、项目概况、监测点布置信息及监测方案)。



图 2.3 项目地图

(2) 预警项目排行: 将项目按照预警点占比进行实时排行, 帮助用户找出需要重点关注的项目。

1.3 项目管理的功能

(1) 监测预警: 三维展示整个基坑、周边环境、场布

和测点。报警点使用颜色气泡进行定位和级别划分。单击气泡, 模型视角会自动拉近到预警点位置, 同时右侧会弹出显示该报警点最近一段时间的监测数据的图、表信息。

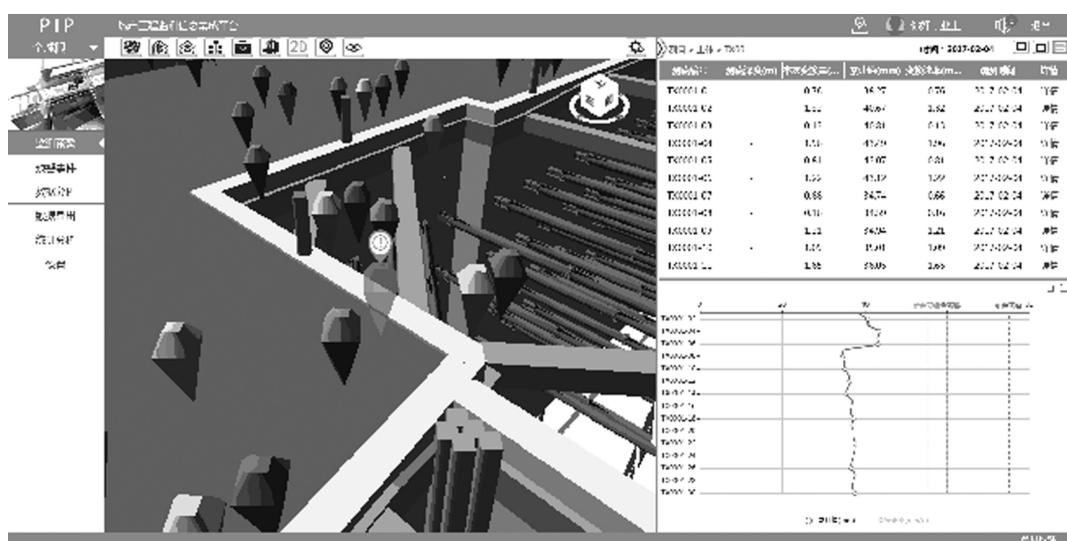


图 2.4 监测预警展示

(2) 自动生成预警事件: 每次导入数据后, 系统会根据设置的预警值, 自动判断预警, 一旦预警会生成事件, 推送到提前设置好的负责人的移动端, 同时移动端和网端一样支持模型和图表信息的快速浏览, 以便第三方相关人员第一时间了解报警情况, 即时做出相应的应对。

(3) 数据分析: 为用户提供几种常用的分析图表, 只需要简单的操作, 即可得到所需要的“数据分析图表”。

(4) 统计分析: 用户每天导入数据的过程中, 系统会自动对报警点数量进行统计, 这样用户可以很直观的了解整个项目的监测预警的走势, 从而调整措施。

(5) 预警值和责任人设置: 对监测对象的预警值进行实时的设置, 设置的预警值需要按照实际的报警值进

行设定, 还需要设定预警事件的责任人, 以便预警事件第一时间推送给相关的负责人, 使其第一时间了解现场预警情况, 及时作出突发情况的应对。

(6) 监测值的自动导入和手动导入: 对于日常获取到的检测值, 可以通过两种方式上传到平台: ①自动导入: 对接第三方监测单位的监测平台, 直接将数据导入平台。②人工手动导入: 首先需要下载模板, 由第三方监测人员完成检测值的填写, 需要填写的内容包括监测项目、测组(有测组的测点, 必须在测组填上对应的测组)、测点编号、测值以及日期(导入的 Excel 格式最好设置成 excel 的文本格式), “然后点击上传数据”, 将整理好的监测值上传到平台。

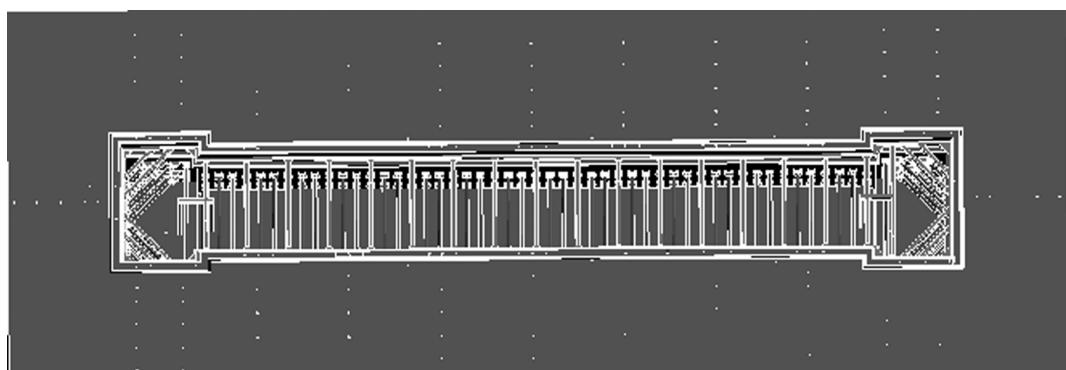
2 监测预警技术应用实例

2.1 工程概况

世纪鹿园站为内蒙古包头市城市轨道交通一号线的首开站,目前正在建设中。该站为地下二层11米岛式站台,车站总长180m,标准段宽度20.1m,本站线路平面为直线,纵向坡度沿线路小里程至大里程端以2%升坡,该站主体结构采用明挖顺作法施工,车站两端均为盾构区间,车站共设置四个出入口,两组风亭,分别设置于车站南北两端,基坑约深18.5m,大里程盾构井段基坑约深20.5m。

2.2 基坑监测模型的建立

根据设计单位提供的施工图纸,利用revit建立基坑的BIM模型,利用BIM技术的可视化、可模拟、可参数化优势,然后在根据工程监控需求在基坑BIM模型基础上建立监测点专用族库,按照监测类型在模型中布置基坑的三维变形监测点,通过在监测点添加参数将工程监控数据与模型关联,利用4D技术即在3D模型中添加时间轴来实现BIM模型的实时监控,如图所示:



3.2 工程测点 BIM 模型

本系统监测目的是:在基坑开挖及基础施工期间,对围护结构的受力变形进行监测,以便根据变形情况,及时采取有效的防护措施,确保周围环境和围护结构的

安全,使整个基础施工处于安全、受控状态,做到信息化施工。

2.3 监测内容

序号	监测项目	监测目的	所用仪器设备
1	土体深层水平位移监测	了解在基坑开挖过程中围护结构及外侧土体在不同深度水平位移情况	全自动智能测斜装置
2	支撑轴力监测	了解在基坑开挖过程中支撑的应力变化情况	VS100系列振弦式应变计
3	索拉力监测	了解在基坑开挖过程中鱼腹梁钢绞线的拉力变化情况	EM20索力监测传感器
4	锚索轴力监测	监测锚固支护结构的锚索拉力	中空锚索计
5	水平位移与沉降检测	基坑围护体、地面、及周边建筑物的变形	智能全站仪

2.4 基坑 BIM 模型导入监测预警系统实现远程监控

城市轨道交通工程由于地质条件的复杂多变性、岩土体性质把握的不准确性和工程的隐蔽性,使得工程设

计在施工过程中需要不断变更,而依据则主要是从工程现场获得的各种信息,其中施工监测信息占有主导地位。本文提出的监测预警系统具有监测项目多、监测频

率高、数据量大、反馈要求及时等特点,借助计算机进行快速处理、及时反馈以优化设计和指导施工。根据基坑监测需求开发的监测预警系统具有数据录入、数据存储、数据处理、数据查询以及统计分析等功能。在系统中录入监测信息,根据系统编写的程序自动对监测数据

进行处理,生成相应的数据分析曲线。通过系统设置相应类别的报警值,在数据曲线中显示出报警区域,以便观察监测数据与报警值之间的关系,并能通过程序的筛选功能,将超过报警值的监测数据导出。

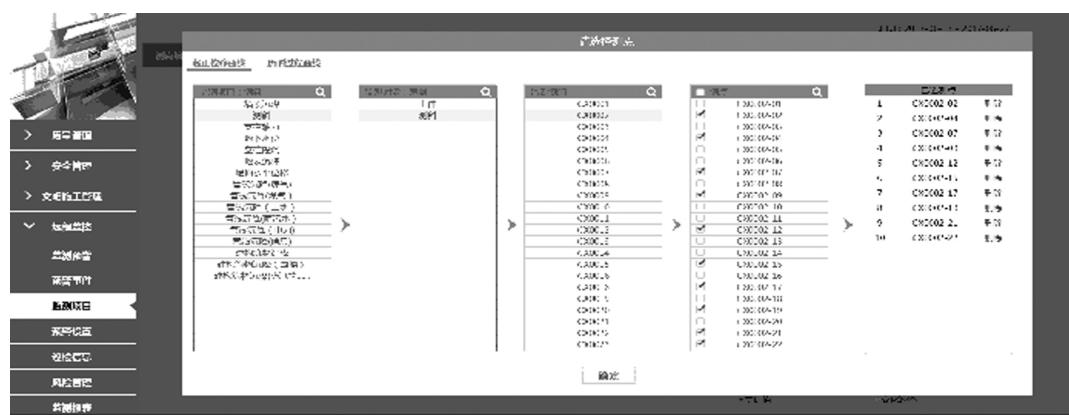


图 3.3 监测预警测点

3 结语

运用 BIM 技术的可视化、参数化,集成工程数据的大量信息等特点将城市轨道交通工程的数据与 BIM 模型相关联,实现 BIM 模型的实时监控预警功能,并将 BIM 模型上传到 BIM 全寿命周期平台监测预警模块,实现工程远程监控和信息化管理。对实现城市轨道交通工程信息化、规范化,智能化提升城市轨道交通施工过程中的安全控制管理水平具有一定意义。

(1) 针对传统监测预警方法存在的不足,将 BIM 技术和 GIS 技术引入到地下工程施工中,提出基于 BIM 和 GIS 的实时监测预警系统,分别进行周围地质环境条件和结构体的温度、应力实时监测^[3],实现环境与结构的综合信息连续实时监测预警。

(2) 监测预警系统可以大幅提高施工现场安全信息的共享和利用效率,实现城市轨道工程复杂施工环境下实时跟踪施工人员,并将城市轨道工程施工过程中地质环境条件、结构和人的安全信息进行综合分析判断,在基于 BIM 的实时预警系统中显示,及时快速的发布预

警信息并通知施工安全人员采取应急措施,实现安全风险快速识别、感知与预警,保障城市轨道交通施工的安全进行。

4 参考文献

- [1] 仲青,苏振民,王先华. 基于 RFID 与 BIM 的集成施工现场安全监控关键技术研究 [J]. 建筑科学, 2015, 31(04): 123–128 + 147.
- [2] 俞晓, 陆碧, 冯为民, 孙志凌. BIM 技术在临江深基坑监测中的应用研究 [J]. 施工技术, 2017, 46(12): 119–122.
- [3] 陈永高, 单豪良. 基于 BIM 与物联网的地下工程施工安全风险预警与实时控制研究 [J]. 科技通报, 2016, 32(07): 94–98.
- [4] 臧耐娟. 基于云模型的城市轨道交通项目风险预警体系研究 [D]. 石家庄铁道大学, 2013.
- [5] 毛颜. 城市轨道交通项目施工阶段安全风险预警研究 [D]. 中国矿业大学, 2015.

(本文主审:晓 翰教授)