

现代测绘技术在地铁隧道变形监测中的应用研究

钟则胜

中国兵器工业北方勘察设计研究院有限公司 广东 深圳 518114

摘要: 地铁系统具有运量大、空间利用率高以及安全节能等特点,可以有效缓解城市交通压力,其建设和运营还可以为沿途经济和城市建设发展提供带动作用。为了有效防范地铁施工和沿线城市建设导致建筑物、构筑物以及地铁结构变形引发的安全隐患,应当应用有效的测绘技术获取隧道结构三维空间信息监测地铁隧道变形情况。本文以现代测绘技术在地铁隧道变形监测中的应用作为研究对象,在查阅大量相关文献以及结合以往工作经验的基础上,对地铁隧道变形进行简单介绍,然后分析了现代测绘技术在地铁隧道变形监测中的应用必要性,最后探讨了现代测绘技术在地铁隧道变形监测中的具体应用,期望可以为相关监测工作的开展以及优化提供理论参考。

关键词: 现代测绘技术; 地铁隧道; 变形监测; 应用

前言

我国地铁运营里程逐渐增多,其覆盖范围也持续扩大。地铁在方便人们出行的同时,也具有一定的安全隐患,相比于其他隧道工程,地铁工程施工具有更高的难度,在实际施工过程必须要对精度进行严格精准控制^[1]。在地铁施工运营和地铁保护区范围内的工程活动中开展对应的保护监测,可以为地铁以及建筑结构安全提供保护,确保市民可以安全出行。收敛计位移监测、全站仪拱顶位移监测、水准仪隧道结构沉降监测等属于传统的地铁保护监测方式,但是具有功能单一、人工测量繁杂以及观测时段受限等一系列弊端,无法满足高效率地铁施工进度和高密度地铁运维工作的要求,因此有必要利用现代测绘技术优化地铁隧道变形监测^[2]。

1 地铁隧道变形

地铁隧道开挖过程会对土体原有的平衡状态产生破坏,主要会改变原有的应力场,为了达到新的平衡土体会产生位移,一般在拱顶处产生沉降,之后再进一步蔓延至地表。在隧道埋置深度逐渐增加的情况下,地层变形传播率表现为逐渐减小的状态,这表明隧道开挖所产生的影响,向地面传播程度渐渐变小,主要是受到土体的自成拱效应的影响。因此,土体的自成拱效应有助于土地沉降以及破坏的减缓,在施工时应当对其进行充分利用,促进施工成本以及施工安全风险的降低^[3]。与隧道周边土体相比,隧道衬砌可以产生远远大于轴向拉压应力的法向应力,导致隧道开挖过程周围土体直接将压力作用于衬砌面,引发衬砌变形为横向椭圆形,最终表现为隧道地表两侧产生隆起区域。地铁投入运营之后,在地表行车动态压力、土体结构自重压力、隧道周边工程

干扰等因素共同作用下,也会引起隧道形态和结构发生变形,严重威胁到地铁出行的安全性。

2 现代测绘技术在地铁隧道变形监测中的应用必要性

无论是地铁施工阶段还是运营阶段的隧道变形监测都具有较高的难度和复杂性,传统的检测方式表现出明显的不适应新,应用现代测绘技术进行地铁隧道变形监测可以快速获取隧道变形数据,为地铁工程施工以及运营稳定性提供保障。全球定位系统、遥感技术、地理信息系统属于现代测绘技术中应用频率较高的3S技术,可以对相关数据进行快速、准确的采集。全球定位系统主要借助卫星导航系统定位目标,为相关测绘人员便利地完成测绘任务提供技术保障^[4]。遥感技术主要利用地球事物时刻吸收、发射和反射多元化信息的特点,利用卫星对物体发射的相关信息接收,主要可以用来对地形地貌以及各种地质特征进行探测,其最主要的优点是可以对地面各种信息进行快速、广泛地收集,对物体各种变化进行动态反映。地理信息系统主要用于收集、存储、分析和显示地表的各種信息,再借助计算机图像处理技术动态显示地表。现代测绘技术在资源勘探、土地治理、灾害预警以及市政规划中都可以得到有效应用,将其应用于地铁隧道变形监测,可以满足地铁快速、大范围建设和运行过程对于安全管理的需求,保护人们的生命财产安全^[4]。

3 现代测绘技术在地铁隧道变形监测中的具体应用

3.1 全球定位系统在地铁隧道变形监测中的应用

全球定位系统在测绘工程中的应用具有重要的现实意义,测绘工程在不断发展过程不仅要满足高质量要求,并且还需要具备较高的精准度,以此来为工程建设

顺利开展提供保障,全球定位系统自出现之后已经在多个重要领域得到有效应用,主要借助通信技术优化现代测量工作。全球定位系统利用卫星信号传输信息技术,可以为信息技术的及时性以及完整性提供保障^[5]。全球定位系统在地铁工程建设过程可以发挥重要作用,传输不会受到时间的限制,因此可以及时将地铁施工过程隧道变形相关的信息传递给相关管理人员,以便对施工方案进行调整。另外,全球定位系统可以更加可信的存储数据和信息,对数据传输过程的偏差进行有效避免,为数据真实性提供保障。

3.2 全站仪自动化监测系统在地铁隧道变形监测中的应用

全站仪自动化监测系统有效结合了电磁波测距技术、数据库技术、移动互联网通讯及自动目标识别技术等,并且还充分利用计算机语言开发,属于一种自动化的测量系统。在实际应用全站仪自动化监测系统的过程,需要在待测区域布设相应的控制网,将小棱镜布设在各个断面,运用于全站仪免棱镜测距及 ATR 技术对空间信息进行自动化获取,一般情况下位移精度在 $\pm 0.3\text{mm}$ 。将其应用到实际的工程中,以高精度电子水准仪观测沉降数据为标准,对该系统在变形监测中的实际效果进行有效对比分析。一般情况下,该系统中的空色点代表隧道监测点的沉降情况,而蓝色点拟合曲线主要是利用自动化监测数据对沉降情况进行反映。自动化监测曲线基本在人工监测值上下波动,和人工监测值上下偏差在 $+0.22\text{mm}$ 到 -0.18mm 之间。

3.3 三维激光扫描技术在地铁隧道变形监测中的应用

三维激光扫描技术在地铁隧道变形监测中的应用,主要可以分为数据采集阶段、数据预处理阶段、成果输出阶段以及成果管理阶段。

(1) 数据采集阶段属于质量检测的重要基础。在进行地铁隧道变形测绘时,相关工作人员应当先对测绘环境进行明确,以此为依据完成具体的测绘路线以及变形测绘方案的设计,以地铁隧道环境情况和三维激光扫描仪相关参数为依据,对具体的扫描定位点之间的距离以及空间密集度等进行设计,促进测绘精密度的提高。另外,相关测绘人员在对扫描定点进行布设时,应当确保相邻扫描定点之间存在扫描重合区。之后,相关测绘人员在隧道内完成前期测绘操作,将标靶作为传递方式,在测量导线和水准的过程,还应当对标靶进行观测,最后三维激光扫描测量对象。

(2) 数据预处理阶段主要是用来前期处理已经获得

的地铁隧道变形数据,方便后续对数据进行精准的处理,有助于测量数据精确程度的进一步提高,可以对无用数据所产生的干扰进行有效排除。数据预处理阶段主要需要计算获取的数据,同时还需要提取重要数据和剔除噪音数据。

(3) 成果输出阶段主要是在完成测绘数据预处理之后,在系统中生成地铁隧道内壁三维模型。成果输出阶段属于最为关键的应用阶段,主要系统全面的分析经过预处理的数据。在成果输出过程主要截取上述三维模型的指定管片断面,同时需要拟合断面的数据和高次样条曲线,通过比对地铁隧道断面设计值,得出地铁隧道变形在固定期限内的变量曲线,之后输出具有较高精准度的每片管片的变形报告,获得相应的地铁隧道变形结果。

(4) 最后的应用阶段,成果管理阶段主要用来系统操作前面获得的成果数据,在地铁隧道变形监控中具有关键作用。在这一过程,相关工作人员应当建立地铁隧道变形测量成果管理系统,促进成果管理效率的提升以及测量成果保存时间的延长,通过出具精准的阶段性变量表格和结果,促进地铁隧道安全监控力度的进一步加大。在出具测绘结果之后,应当将其及时上传至对应的成果管理系统,对成果数据遗失等问题进行有效防范,以免影响到地铁隧道质量监控。最后,相关工作人员还应当注重预警分析模型的构建,以此来对地铁隧道进行专业的分析,未及时开展相应的维护工作提供保障,促进地铁运行安全系数的显著提高,也有助于地铁隧道安全运营寿命的延长。

3.4 数字化测图技术在地铁隧道变形监测中的应用

数字化测图技术的应用有助于测量和计算机应用的大幅提高,在开展相关测绘工程之前,需要利用计算机开展合理的测图设计,确保相关工作人员利用对计算机的直观感受判断和修改测量成图内容^[6]。数字化测图技术的出现可以有效改变以往地铁隧道变形监测中传统测图模式的一系列弊端,实现工作效率的大幅提升。在应用数字化测图技术之后,可以对测绘图内容进行快速测算,并且还可以利用数字化对测绘坐标位置进行计算。将该项技术应用至地铁隧道变形监测中,主要可以对变形位置进行快速准确的确定,为后续处理方案的制定提供可靠参考,满足地铁工程快速、高质量施工的要求。

结语

综上所述,地铁隧道变形监测关系到地铁工程的安全施工以及平稳运行,传统的监测方式存在诸多弊端,已经无法满足现代化地铁隧道变形监测工作逐渐提高的

要求。现代化测绘技术在地铁隧道变形中的应用,有助于监测及时性、全面性以及准确性的提升,可以保障地铁工程的顺利施工以及平稳运行。全球定位系统、全站仪自动化监测系统、三维激光扫描技术、数字化测图技术在地铁隧道变形监测中都可以得到有效应用,可以全天候、自动化的实时监测地铁隧道实际变形情况,显著提高作业效率、数据精度、自动化程度,在提升监测效率的基础上满足高效率地铁施工进度和高密度地铁运维工作的要求。

参考文献:

[1] 李庆.现代测绘技术在地铁隧道变形监测中的应用研究[J].城镇建设,2020,(1):141.

[2] 朱付广,徐东升,谭瑞山,彭斌,刘汉阳,张志杰.武汉地铁小洪山段隧道变形智能监测与分析[J].土木工程与管理学报,2022,39(02):148-156.

[3] 陈震.工程地质测绘中的现代测绘技术应用分析[J].矿业装备,2022(02):78-79.

[4] 杨彦超,杨海成,李云涛,李茂森.现代测绘技术在地质矿产测绘中的应用探究[J].世界有色金属,2022(04):24-26.

[5] 凌峻.现代测绘技术在工程测量中的应用及完善策略[J].中华建设,2022(01):116-117.

[6] 董萌萌.试析现代测绘技术在城市建筑竣工测量中的应用[J].居舍,2021(22):39-40.