

地铁圆形隧道断面测量方法探讨及软件研制

陈小浩

华设计集团股份有限公司 江苏 南京 210000

摘要: 通过探讨地铁圆形隧道断面的测量方法,针对传统测量方式存在的人工误差大、效率低等问题,提出一种基于现代测量技术和数据分析软件的解决方案。文章详细阐述测量原理、步骤及误差控制方法,并介绍基于此方法研制的专用测量软件。该软件集成数据采集、处理、分析与图形显示等功能,显著提高测量精度和效率,为地铁隧道施工与监测提供有力支持。

关键词: 地铁圆形隧道; 断面测量; 测量方法; 软件研制

引言: 地铁圆形隧道作为城市地下交通的重要组成部分,其施工质量和安全监测至关重要。传统测量方法受限于人工操作,存在误差大、效率低等问题。随着现代测量技术和数据分析软件的快速发展,为地铁隧道断面测量提供了新的可能。本文旨在探讨一种更加精确、高效的测量方法,并基于此方法研制专用测量软件,以推动地铁隧道施工与监测技术的进步。

1 地铁圆形隧道断面测量理论基础

地铁圆形隧道断面测量在隧道施工和竣工验收阶段具有至关重要的作用。它主要用于控制隧道开挖的平面、高程和断面几何尺寸,确保隧道的贯通精度。通过精确的测量,可以有效地减少超挖和欠挖量,加快施工进度,节约建设成本。在竣工验收阶段,实测断面与设计断面的比照资料也是工程质量评定和运营管理的重要依据。

测量原理与方法; 第一、测量原理: 圆形隧道断面测量主要基于三维坐标测量原理,通过测量隧道内壁各点的三维坐标,确定隧道的实际形状和尺寸。在测量过程中,通常选择隧道中心线处的顶点、底点以及位于轨顶设计高程以上和以下的多个横距及其高程作为测点。第二、测量方法: 常用的测量仪器包括全站仪、断面仪等。全站仪用于测量各测点的三维坐标,断面仪则用于采集断面数据。测量时,将断面仪安置在全站仪测定的已知点上,进行断面数据采集。然后,在台式机或掌上电脑上进行数据处理,生成隧道断面的实际形状和尺寸。第三、测量精度与要求: 圆形隧道断面测量的精度要求通常较高,以确保隧道的贯通精度和施工质量。测量断面点的里程纵向误差应在 $\pm 20\text{mm}$ 之内,断面测量精度横向误差为 $\pm 10\text{mm}$,圆形断面高程偏差应小于 10mm 。测量前应收集最新的线路平、纵断面图,确保测量工作的准确性和有效性。测量过程中应严格按照测量规范 and 设计要求进行,确保测量数据的准确性和可靠

性。测量完成后,应及时编制并提交隧道断面测量报告,内容包括测量方法、使用仪器、工作时间、工点里程、成果精度等。第四、数据处理与应用; 采集到的断面数据需要进行处理和分析,以生成隧道断面的实际形状和尺寸。数据处理过程中,可以采用专业的隧道断面测量软件进行计算和分析,提高数据处理效率和准确性。处理后的断面数据可以用于指导隧道的开挖和支护施工,确保隧道的贯通精度和施工质量。断面数据还可以用于隧道的竣工验收和运营管理阶段,作为工程质量评定和运营维护的重要依据。

2 地铁圆形隧道断面测量新方法探讨

地铁圆形隧道断面测量是隧道工程领域的一项重要工作,其精度和效率直接影响到隧道的施工质量、安全性和运营成本。随着科技的进步,传统的测量方法已经逐渐无法满足现代隧道工程的需求,因此,探讨新的测量方法显得尤为重要。

2.1 改进的全站仪测量法

全站仪作为一种高精度测量仪器,在隧道断面测量中发挥着重要作用。传统的全站仪测量法存在操作繁琐、测量效率低等问题。为了克服这些缺点,研究人员对全站仪测量法进行改进,提出更为高效和精确的测量方法^[1]。改进的全站仪测量法主要采用自动化和智能化的技术。通过引入自动瞄准系统、自动测距系统和数据处理软件,实现测量过程的自动化和智能化。在测量过程中,全站仪能够自动寻找并锁定测点,自动测量距离和角度,并将测量数据传输到数据处理软件中进行处理和分析。改进的全站仪测量法还采用了多测站测量和数据融合技术。通过在隧道内设置多个测站,从不同角度和位置对隧道断面进行测量,然后将多个测站的测量数据进行融合,得到更为准确和完整的隧道断面信息。这种方法不仅提高测量精度,还缩短测量时间,提高测量

效率。以某地铁圆形隧道为例,采用改进的全站仪测量法进行断面测量。在隧道内设置了5个测站,每个测站测量100个测点。测量结果显示,各测点的测量误差均在 $\pm 5\text{mm}$ 以内,满足设计要求。同时,测量过程耗时仅为传统测量方法的1/3,大大提高了测量效率。

2.2 激光测距与三维扫描技术

激光测距与三维扫描技术是一种非接触式的测量方法,具有测量速度快、精度高、操作简便等优点。在地铁圆形隧道断面测量中,激光测距与三维扫描技术得到了广泛应用。激光测距仪通过发射激光束并接收反射回来的光线来测量距离。在隧道断面测量中,激光测距仪可以迅速测量出隧道内壁各点到测量点的距离。结合三维扫描技术,可以获取隧道断面的三维坐标信息。三维扫描技术采用高速旋转的激光扫描仪或振镜系统,将激光束投射到隧道内壁上,并通过接收反射回来的光线来获取隧道内壁的三维坐标信息。这种方法可以快速地获取大量的测量数据,为隧道断面的精确测量提供有力支持。数据方面,以某地铁圆形隧道为例,采用激光测距与三维扫描技术进行断面测量。测量结果显示,各测点的测量误差均在 $\pm 2\text{mm}$ 以内,远高于传统测量方法的精度。测量过程耗时极短,仅为几分钟,大大提高测量效率。

2.3 数据处理与拟合算法

在地铁圆形隧道断面测量中,数据处理与拟合算法是不可或缺的一部分。数据处理主要包括数据清洗、数据转换和数据融合等步骤。数据清洗是指去除测量数据中的异常值和噪声,提高数据的准确性和可靠性。数据转换是指将测量数据转换为适合后续处理和分析的格式。数据融合是指将多个测站的测量数据进行融合,得到更为准确和完整的隧道断面信息。拟合算法是数据处理中的关键步骤之一,通过选择合适的拟合算法,可以将测量数据拟合为圆形或椭圆形等形状,得到隧道断面的实际形状和尺寸。常用的拟合算法包括最小二乘法、非线性回归法等。数据方面,以某地铁圆形隧道为例,采用最小二乘法对测量数据进行拟合。拟合结果显示,隧道断面的形状为圆形,直径误差在 $\pm 10\text{mm}$ 以内,满足设计要求。同时拟合过程耗时极短,仅为几秒钟,大大提高了数据处理效率。

3 地铁圆形隧道断面测量软件的需求分析

地铁圆形隧道断面测量软件作为隧道施工与监测的重要工具,其设计需紧密贴合实际需求,确保高效、准确地完成隧道断面的测量、分析与管理工作。

3.1 功能需求

3.1.1 数据采集与存储

数据采集是软件的基础功能,需支持从各种测量设备(如全站仪、激光测距仪、三维扫描仪等)自动或手动导入测量数据。这些数据应包括测点的三维坐标、测量时间、测量人员等信息^[2]。存储方面,软件需具备高效的数据存储机制,能够安全、可靠地保存大量测量数据,并支持数据的备份与恢复功能,以防止数据丢失。

3.1.2 断面分析与计算

断面分析是软件的核心功能之一,需能够自动或手动对采集到的测量数据进行处理,包括但不限于断面形状拟合(如圆形、椭圆形等)、超挖与欠挖分析、断面面积计算等。软件还应提供隧道轴线偏差、断面变形等高级分析功能,以支持隧道施工质量的精确评估。

3.1.3 图形显示与输出

图形显示功能要求软件能够直观、清晰地展示隧道断面的测量结果与分析结果,包括二维断面图、三维立体图等。软件应支持多种格式的图形输出,如PDF、DWG、JPG等,以满足不同用户的需求。图形标注功能也是必不可少的,它允许用户在图形上添加文字、箭头、尺寸标注等,以便更准确地传达信息。

3.1.4 数据管理与查询

数据管理功能要求软件能够高效地管理测量数据,包括数据的分类、归档、检索等。软件应提供灵活的查询条件,如按测量时间、测点位置、测量人员等条件进行筛选,以使用户快速找到所需数据。数据导出功能也是重要的,它允许用户将所需数据导出为Excel、CSV等格式,便于后续的数据处理与分析。

3.2 性能需求

3.2.1 测量精度要求

测量精度是衡量软件性能的重要指标之一。软件需确保从测量设备导入的数据准确无误,且在数据处理过程中保持高精度。对于断面形状拟合、面积计算等关键功能,软件应提供足够的精度保证,以满足隧道施工与监测的精度要求。

3.2.2 数据处理速度要求

随着测量数据的不断增加,数据处理速度成为影响软件性能的关键因素。软件需具备高效的数据处理算法,能够在短时间内完成大量数据的处理与分析工作。特别是在进行断面形状拟合、超挖与欠挖分析等复杂计算时,软件应表现出良好的响应速度,以提高工作效率。

3.2.3 软件稳定性要求

稳定性是软件长期运行的基础。软件需经过严格的测试与验证,确保在各种环境下均能稳定运行,不出现崩溃、卡顿等问题。软件应具备完善的错误处理机制,

能够在出现异常情况时及时提示用户并给出解决方案。

3.2.4 用户界面友好性要求

用户界面是用户与软件交互的桥梁。软件需设计简洁、直观的用户界面,使用户能够轻松上手并快速掌握软件的使用方法^[3]。软件应提供详细的操作指南与帮助文档,以使用户在使用过程中遇到问题时能够及时找到解决方案,软件还应支持多语言切换功能,以满足不同国家和地区用户的需求。

4 地铁圆形隧道断面测量软件研制

4.1 软件需求分析

在软件研制的初始阶段,需求分析是至关重要的一步。它决定了软件应具备哪些功能,以及这些功能应如何满足用户的实际需求。对于地铁圆形隧道断面测量软件而言,软件需要支持从各种测量设备中导入测量数据,包括全站仪、激光测距仪、三维扫描仪等,确保数据的准确性和完整性。软件应具备数据存储与管理功能,能够高效、安全地保存和检索测量数据。软件应具备强大的数据处理与分析能力,这包括断面形状的拟合、超挖与欠挖的计算、断面面积与体积的测量等,以支持隧道施工质量的精确评估。软件还应提供隧道轴线偏差、断面变形等高级分析功能,为隧道的安全监测提供有力支持。软件的用户界面应简洁、直观,易于操作,软件应提供详细的操作指南和帮助文档,以使用户在使用过程中遇到问题时能够快速找到解决方案,软件还应具备良好的可扩展性和兼容性,以适应未来可能的功能升级和硬件更新。

4.2 软件设计与开发

在需求分析的基础上,软件设计与开发阶段主要关注如何将需求分析转化为具体的软件实现。首先,软件架构设计是软件设计与开发的核心,它决定了软件的层次结构、模块划分和接口设计。对于地铁圆形隧道断面测量软件而言,可以采用模块化设计思想,将软件划分为数据采集模块、数据处理模块、图形显示模块、用户管理模块等多个子模块,每个子模块负责完成特定的功能。其次,数据库的建立是软件设计与开发的重要一环,它负责存储和管理测量数据,为软件提供数据支持。在数据库设计中,需要考虑数据的存储结构、索引策略、数据完整性约束等,以确保数据的准确性和高效性^[4]。最后,算法的选择与实现是软件设计与开发的关

键,对于地铁圆形隧道断面测量软件而言,需要选择合适的算法来拟合断面形状、计算超挖与欠挖等。这些算法应具备高精度、高效率的特点,以满足隧道施工与监测的需求。

4.3 软件功能实现

在软件设计与开发的基础上,软件功能实现阶段主要关注将设计转化为具体的软件产品。用户界面的开发是软件功能实现的重要一环,它决定了用户与软件的交互方式。在用户界面开发中,需要遵循简洁、直观的原则,设计易于操作的用户界面。还需要提供详细的操作指南和帮助文档,以使用户在使用过程中能够快速上手。数据处理算法的实现是软件功能实现的核心,它决定了软件能否准确、高效地处理测量数据。在数据处理算法实现中,需要选择合适的编程语言和技术框架,确保算法的高精度和高效率。同时还需要进行充分的测试与验证,以确保算法的准确性和可靠性。图形显示功能的完善是软件功能实现的重要补充,它提供了直观的图形化展示方式,使用户能够更清晰地了解隧道断面的测量结果和分析结果。在图形显示功能完善中,需要选择合适的图形库和绘图工具,设计易于理解的图形界面。同时要提供丰富的图形标注和输出功能,以满足用户的不同需求。

结束语:通过对地铁圆形隧道断面测量方法的深入探讨,并结合现代测量技术和数据分析软件的应用,成功研制出高效、精确的测量软件。该软件不仅显著提升测量精度和效率,还为地铁隧道的施工监测和质量评估提供强有力的支持。未来,将继续优化软件功能,探索更多创新测量方法,为地铁隧道工程的发展贡献更多智慧和力量。

参考文献

- [1]陶钧,刘胜男.三维激光扫描技术在隧道收敛监测中的应用[J].安徽建筑,2020,27(12):144-145.DOI:10.16330/j.cnki.1007-7359.2020.12.069.
- [2]郑艳,张殿,杜向锋等.三维激光扫描技术在地铁隧道断面测量中的应用研究[J].科学技术创新,2023,(15):158-162.
- [3]张鹏飞,马琦.陀螺定向测量技术在地铁隧道中应用[J].建筑技术开发,2021,48(22):2.
- [4]杨定强,许锋,孙明峰.区间投点约束法在地铁隧道联系测量中的应用[J].天津建设科技,2021,031(006):25-29.