

隧道施工中的高程测量及精度控制研究

高宏强

(中铁十二局集团第二工程有限公司, 山西 太原 030032)

摘要 隧道施工中的高程测量及精度控制是确保隧道工程质量和安全的关键技术问题。准确的高程测量是确保隧道结构稳定性和安全运营的基础, 直接影响到隧道工程的质量和安全。因此, 高程测量的准确性和精度控制在隧道工程中具有不可替代的重要性, 对保障隧道工程的质量和安全具有深远的影响。

关键词 隧道施工; 高程测量; 精度控制

中图分类号: U45

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0124-03

隧道施工是复杂的工程项目, 其中高程测量和精度控制是至关重要的环节。隧道施工中的高程测量涉及地下土层的深度、隧道开挖的控制以及隧道结构的稳定性等关键因素, 因此需要高精度的测量和有效的控制手段。本研究旨在探讨隧道施工中高程测量及精度控制的关键技术和方法, 以提高隧道工程的施工质量和安全性^[1]。

1 隧道施工中的高程测量的重要性

1.1 地下结构的稳定性和安全性保障

随着隧道工程的日益复杂和高标准化要求, 高程测量技术在保障地下结构稳定性和安全性方面发挥着至关重要的作用。通过高程测量, 可以对地下土层和岩层的高程进行精确测量, 为隧道施工提供了可靠的地质信息基础。这些数据有助于确定开挖深度、支护结构设置以及隧道内部结构的布置, 从而确保地下结构的合理建设和施工过程中的稳定性与安全性。同时, 在隧道施工过程中, 高程测量技术可以及时预警和防范地下岩层塌方、结构失稳等意外事件, 降低了施工风险, 为施工过程的安全性和稳定性提供了关键的技术支持。此外, 随着高程测量技术的不断创新和应用, 如激光扫描测量技术、卫星导航定位技术等, 地下结构的稳定性和安全性保障得到进一步加强。这些先进的技术手段能够实现地下结构的三维可视化建模, 提高了监测和预警的精度和效率。

1.2 施工进度和质量控制

隧道施工是一个复杂的工程项目, 需要严格控制施工进度和质量。高程测量可以帮助监测隧道的开挖进度和地下结构的施工质量, 通过实时测量和监控, 及时调整施工方案, 防止因误差累积导致的施工偏差, 提高施工效率。高程测量可以实时监测隧道开挖的进

度。通过激光扫描等技术, 可以获取隧道内部的三维数据, 包括开挖面的几何形状和位置等。这些数据可以与设计模型进行对比, 判断开挖进度是否符合计划, 并及时调整施工进度, 确保工期的控制。高程测量可以监测地下结构的施工质量。通过测量隧道内部结构的高程和形状, 可以评估施工质量的合格性。例如, 可以测量隧道衬砌的厚度和平整度, 以及地下水位的变化等。这些数据可以用于质量控制的评估, 及时发现并纠正施工质量问题, 确保隧道施工达到设计要求, 提高工程质量。

1.3 工程成本和资源管理

高程测量在隧道施工中还可以帮助优化资源配置和管理, 从而降低施工成本。通过准确测量地下结构的位置和形态, 可以提高施工资源(如材料、机械等)的利用率, 避免不必要的资源浪费。高程测量可以帮助优化材料的使用。通过精确测量隧道内部结构的高程和形状, 可以准确计算材料的用量, 避免过量使用或浪费。同时, 高程测量可以提供施工过程中的实时数据, 帮助调整材料的供应和使用计划, 确保施工过程的顺利进行。高程测量还可以帮助优化机械设备的使用。通过测量隧道内部结构的高程和形状, 可以确定机械设备的运行轨迹和工作范围, 避免机械设备的重复运动和不必要的能耗。同时, 高程测量可以监测机械设备的使用情况, 及时发现并纠正设备的故障和问题, 提高设备的利用率和寿命。

2 高程测量的原理与方法

2.1 光学高程测量技术

光学高程测量技术是一种借助光学仪器实现高程测量的方法, 在隧道施工等领域有着广泛的应用。水准仪是一种传统的光学高程测量工具, 通过观测水准

仪读数来确定目标点相对于水准线的垂直距离,再结合大地水准面进行高程计算。其优点在于精度较高,尤其适用于较小范围内的高程测量。而光学测距仪则采用激光或红外线等技术,直接测量目标点与观测点的直线距离,并结合已知的观测点高程值计算目标点的高程。光学测距仪不仅测量速度快,而且能够应对复杂地形的测量需求,具有良好的灵活性和适用性^[2]。随着激光技术和传感器技术的不断创新,光学高程测量技术将迎来更多发展机遇。例如,激光雷达技术的应用可以实现更为精确、快速的高程测量,同时结合全球卫星定位系统(GNSS)和惯性导航系统(INS),使高程测量更加准确和全面。

2.2 GNSS(全球导航卫星系统)在隧道施工中的应用

GNSS是一种基于卫星定位和导航的高程测量方法。通过收集多颗卫星信号,接收设备可以精确测定位置坐标,并结合地球大地水准面计算得出高程值。在隧道施工中,GNSS技术可以实现高程测量的无盲区覆盖和大范围应用,具有高度的灵活性和精确度。同时,GNSS在隧道开挖和地下结构施工过程中,还可以实现实时监测和动态控制,对隧道施工的高程测量提供了新的技术手段。GNSS技术在隧道施工中的应用可以实现高程测量的全面覆盖和实时监测,提高了隧道施工的精确度和安全性。

2.3 激光扫描测量技术

激光扫描测量技术利用激光束对地面或地下结构进行扫描,通过接收反射回来的激光信号进行三维坐标定位,进而实现高程测量。这项技术可以实现对隧道内部结构的精确三维测量,有效应对地质环境的复杂变化和隧道内部空间的多样化。激光扫描测量技术具有非接触式测量、高精度和高效率等优势,适用于隧道内部结构的建模与监测,对于复杂地质条件下的隧道施工具有重要意义。激光扫描测量技术在隧道施工中的应用可以实现对隧道内部结构的精确测量和监测,提高了隧道施工的精确度和安全性。

3 隧道施工中高程测量的精度控制

3.1 工程控制点的设置与管理

工程控制点的设置与管理在隧道施工中起着至关重要的作用。随着数字化技术的发展,未来工程控制点的设置和管理将更加注重智能化和自动化。随着无人机、卫星遥感等技术的广泛应用,工程控制点的快速设置和高精度定位将成为可能,有效减少了人力资

源投入和施工周期。基于信息化管理系统的建立,可以对工程控制点进行实时监测和远程管理,及时发现异常情况并采取相应措施^[3]。此外,结合人工智能和大数据分析技术,可以对工程控制点的状态和性能进行预测和评估,提前做好维护计划,增强了施工管理的科学性和前瞻性^[4]。因此,未来工程控制点的设置与管理将融合更多先进技术,并更加便捷、精准地支持隧道施工中的高程测量工作。

3.2 数据处理与误差分析

在隧道施工中,数据处理与误差分析在高程测量中具有重要作用,并且未来将朝着更自动化、智能化和精细化的方向发展。首先,随着传感器技术和实时数据采集系统的不断创新,高程测量数据的获取和传输将更加实时、自动化,大幅提高了数据的准确性和完整性。其次,基于人工智能和大数据技术的数据处理和分析系统将成为未来发展的关键,能够实现对海量数据的快速处理、智能分析和自动识别异常和误差。这意味着,系统将能够自动处理数据中的异常并消除误差,从而提高了测量数据的精确度和可靠性。此外,利用深度学习等先进技术,将建立更高效、准确的数学模型,实现对测量数据的自动调整和校正。这些技术的发展将为高程测量提供更精准、稳定的数据支持,为隧道施工提供更科学、可靠的技术保障。

3.3 精度验证与调整

在隧道施工中,数据处理与误差分析在高程测量中扮演着至关重要的角色。未来,数据处理和误差分析将会向更为自动化、智能化和精细化的方向发展。首先,随着传感器技术和数据采集系统的不断创新,将能够实现高程测量数据的实时获取和自动传输,极大地提高了数据的准确性和完整性。其次,基于人工智能和大数据技术的数据处理和分析系统将逐步发展,能够实现对海量数据的快速处理和智能分析,自动识别和排除数据中的异常和误差。同时,利用深度学习等先进技术,将能够建立更加高效、准确的数学模型,实现对测量数据的自动调整和校正,提高了测量数据的精确度和可靠性。

4 高程测量与精度控制在隧道施工中的应用

4.1 隧道开挖过程中的高程监测

在隧道开挖过程中,由于地质条件多变,隧道断面的变化对高程测量提出了挑战。通过高程测量技术,可以实时监测开挖工作面的高程变化,及时发现地下岩层、土层或水位的变化,为隧道施工提供准确的

质信息和变形数据。同时,高程监测还可帮助施工人员控制开挖深度,避免破坏地质含水层,减少地下水的涌入,并预防因地质灾害引起的隧道工程事故。通过高程监测,隧道施工人员能够及时调整施工方案,确保隧道开挖的稳定性和安全性。

4.2 隧道内部结构的三维测量

高程测量技术在隧道内部结构的三维测量中发挥着关键作用。利用激光扫描测量技术进行隧道内部结构的高程测量,可以实现对隧道形貌的精确测定和变形监测。通过对隧道内部结构的三维模型建立和变形分析,可以全面了解隧道结构的高程变化情况,掌握隧道开挖和支护过程中的变形规律。这样的信息对于隧道施工的质量检测、结构安全评估以及合理的支护设计等方面具有重要意义。同时,高程测量技术也为隧道内部设施的布置和维护提供了必要的依据,从而保证了隧道施工后的可靠运行。

4.3 地质灾害风险预警与应急响应

高程测量与精度控制在隧道施工中还可以帮助进行地质灾害风险的预警和应急响应。隧道施工常常受到地质灾害的威胁,如地质构造异变、岩层变形、地下水涌入等问题可能对施工产生严重影响。通过高程测量技术,可以对隧道周边地质环境进行实时监测,获取地质变化信息,并结合地质勘察和预警系统,实现对地质灾害风险的全面评估。一旦发现地质灾害风险,高程测量数据可在最短时间内为施工人员提供预警信息,从而做出及时的应急响应措施,保障隧道施工的安全和稳定。

5 隧道施工中高程测量及精度控制的未来发展方向

5.1 智能化技术在高程测量中的应用

随着人工智能、大数据和云计算等技术的不断发展,智能化技术在高程测量中的应用将成为未来的发展趋势。智能化技术可以提供更加精确、高效的测量手段,例如利用无人机搭载激光雷达或摄影测量设备,实现对隧道区域的高精度地形测量和三维建模。同时,基于大数据和人工智能技术的数据分析与处理,可以更加快速、精准地进行高程测量数据的处理与分析,识别并消除误差,提高测量结果的精度和可靠性。未来,随着智能化技术的不断创新,高程测量将迎来更加精准、自动化的发展方向。

5.2 多源数据融合与综合定位技术的应用

未来高程测量的发展方向之一是多源数据融合与

综合定位技术的应用。随着卫星导航系统(如GPS、北斗、GLONASS等)的不断完善和智能传感器技术的发展,能够获取到的测量数据源将更加丰富多样。通过对多源数据的融合利用,可以实现更加全面、准确的高程测量。同时,综合定位技术的应用能够实现对隧道施工过程中设备、材料等资源的实时定位追踪,辅助实现对隧道施工进度和质量的全面监控。未来,多源数据融合与综合定位技术的应用将进一步提高高程测量精度与可靠性,为隧道施工提供更为精准的地理信息服务。

5.3 高精度定位设备与传感器技术的进步

在隧道施工中,对高程测量精度要求较高,因此需要不断提升测量仪器和传感器的精度、稳定性和可靠性。随着高精度全站仪、激光扫描仪、惯性导航系统等仪器设备技术的不断进步,能够实现更加精准的高程测量。另外,新型传感器技术的应用也将为高程测量提供更加准确的数据支持,如微波测距传感器、光纤传感器等,能够实现对隧道内部结构变形、地下水位等参数的高精度监测^[5]。通过高精度定位设备与传感器技术的进步,未来的高程测量将具备更高的精度和稳定性,为隧道施工提供更为可靠的地理信息支持。

6 结语

隧道施工中的高程测量及精度控制是隧道工程质量和安全的关键保障。本研究的目标是通过对现有技术和方法的深入研究,提出更加科学、合理的高程测量和控制方案,以应对隧道工程施工中面临的挑战并提高工程质量。随着技术的不断进步和完善,相信隧道工程的高程测量及精度控制将迎来更加广阔的发展前景,为隧道工程的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献:

- [1] 徐建,陈涛,徐亮.隧道施工中的高程测量及精度控制研究[J].地下空间与工程学报,2015,11(02):454-460.
- [2] 李文涛,卢军华,杨涛.隧道施工中高程测量方法及精度控制研究[J].交通工程技术与应用,2016,30(10):105-108.
- [3] 王金强,齐杨,王颖.隧道施工高程控制技术及应用[J].建筑科学与工程学报,2020,30(05):61-67.
- [4] 王林.隧道施工中高程测量技术研究[J].地质科技情报,2014,33(04):90-93.
- [5] 权涛.隧道施工测量及特殊地质条件下施工对策研究[J].石化技术,2020,27(03):353-354.