

水利水电隧道施工测量设计方法研究

张晓娟

宁夏福宁工程设计咨询有限公司 宁夏 银川 750000

摘要：隧道施工一直是我国水利水电工程重要的组成部分，其工程建设质量对引水发电和工程导流有着直接影响。以水利水电隧道施工测量为核心，本文深入探讨了其设计方法的创新与应用，针对隧道施工中测量精度要求高、洞内环境复杂等挑战，我们提出了平面控制测量优化、高程控制测量优化及改进数据处理方法等策略。这些方法不仅有效提升了施工测量的准确性和效率，还为隧道施工的顺利进行提供了有力保障。

关键词：水利水电；隧道施工；方法；测量设计

引言

水利水电工程是我国建筑体系的核心部分，隧道施工尤为关键，鉴于隧道施工位于地下，施工安全至关重要，因此施工测量工作不可或缺。为确保隧道质量上乘，降低施工误差，合理的设计隧道内控制测量尤为关键，隧道贯通精度直接受控制测量精度影响，因此，深入研究隧道施工测量设计方法至关重要。这不仅关乎施工质量的提升，更对整体工程进度产生深远影响，通过精准的设计与方法研究，我们能够有效保障隧道施工的安全与高效。

1 水利水电隧道施工测量的基本原理

水利水电隧道施工测量是确保隧道建设质量与安全的重要环节，它贯穿于隧道施工的整个过程，根据精确、可靠的测量，可以为隧道施工提供准确的定位和导航，保证隧道的走向、高程和截面尺寸等符合设计要求。下面将详细阐述水利水电隧道施工测量的基本原理。第一，施工测量的基础在于建立一个稳定可靠的测量基准，这通常包括水平面基准和垂直面基准。水平面基准是通过水准测量或三角高程测量等方法确定的一系列高程控制点，用于控制隧道的高程；垂直面基准则是通过导线测量或三角控制测量等方法确定的一系列平面控制点，用于控制隧道的平面位置和走向。这些基准点的选择和设置，需充分考虑地质条件、施工环境等因素，确保其稳定性和可靠性。第二，施工测量的核心在于精确测定隧道的位置和形状，在隧道施工中，通常使用全站仪、经纬仪等测量仪器，通过角度测量和距离测量，确定隧道各点的三维坐标。同时，利用激光测距、三维扫描等先进技术，可以实现对隧道内部空间的快速、精确测量，这些测量数据不仅用于隧道的定位和导航，还用于监测隧道的变形和沉降情况，确保施工过程中的安全稳定。第三，施工测量的精度要求极高，隧道

施工环境特殊，如光线不足、湿度大、温度波动等，均对测量仪器精度和稳定性构成挑战。因此，在测量时，需采用科学的方法和技术，如多次测量取平均值、运用高精度仪器等，以提升测量精度和可靠性，并且，对测量数据进行严格的质量控制和处理，确保成果准确可信^[1]。第四，还需重视误差理论与精度要求，深入分析并估计各类误差，制定合适的精度指标和误差控制策略，定期校准和维护测量仪器，保障其性能稳定，为隧道施工的顺利进行提供有力保障。

2 水利水电隧道施工测量的问题

2.1 测量精度与稳定性问题

在水利水电隧道施工过程中，测量精度的重要性不言而喻，然而，实际施工中，测量精度与稳定性常受多种因素影响。隧道内光线暗淡、湿度高、温度变化大等环境因素，直接挑战着测量仪器的稳定性和精确性，更为复杂的是，隧道内部空间有限，施工设备繁多，这无疑增加了测量工作的难度，限制了测量的准确性。这些不利因素可能导致测量数据出现偏差，进而影响到隧道施工的精度和质量，因此，如何确保测量精度与稳定性，成为水利水电隧道施工中亟待解决的问题。

2.2 洞内控制测量难度大

洞内控制测量在水利水电隧道施工中扮演着举足轻重的角色，然而其难度却不容小觑，隧道内部空间狭小，环境复杂多变，这无疑给洞内控制测量的实施带来了巨大挑战。在有限的空间内，控制点的布设和观测不仅要考虑施工设备的布置，还需确保人员通行的顺畅，这无疑增加了测量的复杂性和不确定性，此外，洞内环境因素如温度、湿度、气压等的微小变化都可能对测量结果产生显著影响，导致测量数据出现偏差。所以，洞内控制测量的难度不容忽视，需要采取更为精确和可靠的技术手段来确保测量结果的准确性。

2.3 数据处理与分析的挑战

在水利水电隧道施工中,数据处理与分析环节同样面临着不小的挑战,测量数据量庞大且复杂,涵盖了众多维度和变量,因此有效筛选和整理数据成为首要任务。同时,数据处理方法的选择和参数设置直接关系到测量成果的精度和可靠性,需要慎重考虑和精细调整,另外,数据分析还需综合考虑地质条件、施工方法、施工环境等多种影响因素,这无疑增加了分析的复杂性和难度^[2]。面对这些挑战,我们需借助先进的数据处理技术和方法,不断提升数据分析的准确性和效率,以确保施工测量的准确性和可靠性。

3 水利水电隧道施工测量的优化设计方法

3.1 平面控制测量优化

水利水电隧道施工测量的优化设计方法对于确保施工精度、提高工程质量具有重要意义。第一,平面控制测量是隧道施工测量的基础,它涉及到确定隧道在水平面上的准确位置和走向。传统的测量方法往往受到多种因素的影响,如地形复杂、环境因素等,导致测量精度难以保证,因此,对平面控制测量进行优化设计显得尤为重要。第二,在实际施工中,我们可以采用三角测量或导线测量的方法进行平面控制,三角测量通过测量三角形各边的长度和角度,利用三角学原理计算出目标点的位置,具有测量精度高、适用范围广的特点;导线测量则是利用电磁波在导线中的传播特性进行测距,具有快速、简便的优点。这两种方法的选择应根据具体工程情况和现场条件来确定。第三,为了确保进入洞穴的检查站位置准确,预定的方向正确浸入地下,我们需要在施工前进行充分的准备工作,这包括选择合适的测量仪器和设备,制定详细的测量方案,以及进行必要的现场勘查和试验。在施工过程中,我们需要严格按照测量方案进行操作,确保每个测量步骤的准确性和可靠性。第四,在实际测量工作中,我们还可以充分利用地铁站等更广泛的资源,例如,可以利用地铁站的已知坐标和高程作为基准点,进行隧道施工的相对定位,这不仅可以提高测量的自动化水平,还可以降低施工成本,提高工作效率。

3.2 高程控制测量优化

为了确保隧道挖掘的准确性,使高程系统能够在洞穴内有效运作,我们需要在测量过程中充分利用现代测量设备和技术,如全站仪等,进行垂直角和斜距测量,确保隧道的纵向和横断面信息的准确性。在隧道施工过程中,高程控制测量的精度直接影响到隧道的挖掘质量和安全性。如果高程控制测量不准确,可能会导致隧道

挖掘偏离设计线路,甚至引发安全事故。因此,对高程控制测量进行优化设计至关重要。(1)合适测量设备。我们需要选择合适的现代测量设备,如全站仪等,这些设备具有高精度、高效率的特点,能够准确测量垂直角和斜距,为高程控制提供可靠的数据支持。同时,我们还需要对测量设备进行定期检查和校准,确保其性能稳定、精度可靠。(2)测量方案。在进行高程控制测量时,我们需要制定详细的测量方案,这包括确定测量点的位置、布置测量线路、选择测量方法等。在实际操作中,我们需要根据隧道的形状、长度以及地质条件等因素,合理布置测量点,确保测量数据的全面性和代表性。并且,我们还需要根据具体情况选择合适的测量方法,如水准测量、三角高程测量等,以满足高程控制的需求。

3.3 数据处理与分析方法优化

随着科技的不断发展,现代数据处理软件和技术为测量数据的处理与分析提供了更多的可能性,其中,引入人工智能和机器学习算法等先进技术,实现对测量数据的快速、准确处理和分析,已成为当前的研究热点。(1)数据处理软件。根据引入先进的数据处理软件,我们可以实现对大量测量数据的自动化处理。这些软件通常具备强大的数据处理能力,能够迅速完成数据的导入、清洗、转换和存储等操作,同时,它们还支持多种数据格式和接口,方便与其他测量设备和系统进行集成,实现数据的无缝对接。(2)引入智能机器算法。人工智能和机器学习算法的引入,为测量数据的分析提供了更为智能和高效的方法,这些算法能够通过历史数据的学习和训练,自动识别和提取数据中的有用信息,发现数据之间的潜在规律和关联^[3]。例如,利用机器学习算法对隧道变形数据进行预测和分析,可以及时发现潜在的安全隐患,为施工决策提供有力支持。(3)建立和优化数据。在实际应用中,我们需要根据隧道施工的具体情况和需求,选择合适的分析模型,并充分考虑各种影响因素,例如,在隧道变形分析中,我们需要考虑地质条件、施工工艺、荷载变化等多种因素,建立综合分析模型,以提高分析的准确性和可靠性。(4)验证和评估。我们还需要加强对数据处理与分析结果的验证和评估,这包括与其他测量方法进行对比验证,以及对分析结果进行实地调查和验证等。通过这些措施,我们可以确保数据处理与分析结果的准确性和可靠性,为隧道施工提供有力的数据支持。

3.4 变形监测方法优化

随着科技的不断进步,变形监测方法也在持续优化

和创新,以下将对三种主要的变形监测方法进行深入探讨:GPS监测技术的应用、岩体位移监测方法的改进以及激光扫描监测技术的引入。(1)GPS监测技术。通过安装GPS接收器在隧道的关键位置,我们可以实时获取隧道的三维坐标信息,从而准确判断隧道的位移和变形情况。这种技术不仅提高了监测的精度,还大大减少了人工测量的工作量和误差,此外,GPS监测技术还可以实现远程监控和数据共享,为施工管理和决策提供及时、准确的数据支持。(2)岩体位移监测方法。这种方法通过在隧道内部设置测点和测量绳,利用测量绳的伸缩变化来判断隧道的位移情况,在实际应用中,需要根据隧道的结构和地质条件,合理布置测点和测量绳,以确保监测的全面性和准确性。并且,还需要定期对测量数据进行处理和分析,及时发现并处理异常情况,确保隧道施工的安全和稳定。(3)激光扫描监测技术。这种技术通过激光扫描仪对隧洞表面进行快速扫描,获取大量的三维点云数据,这些数据可以精确地反映隧洞表面的形态和变化,为变形分析提供了丰富的信息。与传统的测量方法相比,激光扫描技术具有测量速度快、精度高、信息丰富等优点,根据对激光扫描数据的处理和分析,我们可以准确地判断隧道的变形情况和趋势,为施工决策提供有力支持。(4)变形监测方法。在实际应用中,我们需要根据隧道的具体情况和监测需求,选择合适的变形监测方法,并且需要加强监测设备的维护和校准工作,确保设备的正常运行和监测数据的准确性。

3.5 施工过程优化

在施工过程中,我们需要根据隧道施工的顺序和精度要求,进行逐次测量,并密切关注隧道线路的走线、转折点的位置以及与正洞口、辅助洞口的关系,以确保施工的准确性和高效性。(1)布设施工主控制网。经过精确布设施工主控制网,我们能够建立稳定的基准,为后续的施工测量提供可靠的参考,在进行施测时,我们需采用先进的测量设备和技术,确保测量数据的准确性和可靠性。同时,我们还应进行严密的平差计算,以消除测量误差,提高测量精度。(2)隧道纵横断面的测量。这包括隧道横断面的开挖宽度、高度以及纵断面的

里程、高程等关键参数的测量,通过准确的纵横断面测量,我们能够确保隧道施工的尺寸符合设计要求,避免出现偏差和误差。(3)机电预留和建筑物放样。在隧道施工过程中,我们需要提前预留机电设施的安装位置,并根据设计要求进行建筑物放样,这要求我们在施工过程中密切关注施工进度,及时与相关部门沟通协调,确保机电设施和建筑物的安装位置准确、合理。(4)安全性和稳定性。在施工建造和运营管理阶段,定期对隧道洞身、地表沉降和位移进行监测是必不可少的,根据监测数据的分析,我们能够及时发现潜在的安全隐患,并采取相应的措施进行处理,确保隧道施工的安全和稳定^[4]。(5)加强施工管理。为了实现施工过程的优化,我们还应加强施工管理的力度,这包括制定详细的施工计划、加强现场管理和监督、提高施工人员的技能和素质等,利用科学的管理和有效的措施,我们能够确保施工过程的顺利进行,提高施工效率和质量。

结语

水利水电隧道施工测量设计方法的研究,不仅是对技术精度的追求,更是对工程安全与质量保障的深思熟虑。通过不断优化控制网布局、洞内控制测量、数据处理与分析方法,并综合考虑施工因素,我们得以在复杂多变的施工环境中确保测量的准确性和可靠性。这一研究不仅提升了隧道施工的技术水平,也为水利水电工程的安全运行和可持续发展奠定了坚实基础。未来,我们期待在科技的引领下,施工测量设计方法能够不断创新,为水利水电事业贡献更多力量。

参考文献

- [1]王国辉.水利水电隧道施工测量技术探讨[J].水利规划与设计,2020(05):107-109.
- [2]李明.隧道施工控制测量技术研究与应用[J].测绘工程,2019,28(06):43-47.
- [3]刘小艺.高速铁路长大隧道施工控制测量原理及方法研究[J].建筑技术开发,2019,046(007):23-24.
- [4]王学智.测量软件隧道模块在隧道工程测量中的应用研究[J].工程技术研究,2019(15):95-96.