

超前地质预报在隧道工程中的应用

刘增明

(中铁十二局第四工程有限公司, 陕西 西安 710000)

摘要 近些年,我国社会经济发展水平迅速提升,全国各地铁路、公路迅速发展,为保证线路少绕弯路,各种隧道工程逐年增多。由于施工建设往往受到地质条件的限制,不同的地质条件所遇到的风险是不相同的,为了准确有效地探测前方施工的地质条件,需要进行围岩的超前地质预报措施,通过多种预报措施的相互印证,来准确探测前方的地质条件,以保障施工的顺利进行,降低施工风险,保证人身安全。但部分隧道工程中并没有达到超前地质预报应有的效果,基于此,本文认为有必要针对其技术应用和实施方案开展更为深入的探究,以达到预期的效果。

关键词 超前地质预报; 隧道工程; 地质勘探

中图分类号: U45

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0052-03

隧道工程施工过程中风险较大,其中地质灾害风险最为重要,有着不可预见性,隧道洞身会穿越各种复杂的地质情况,如岩溶区、高地应力区、高低温区、瓦斯区、采空区等。为了有效探测施工前方地质情况,开展围岩超前地质预报格外重要。各种超前地质预报措施相互印证,能准确探明前方地质情况,有效预防地质灾害的发生,保证人身安全,也为隧道所选择的各种围岩等级参数和衬砌类型提供有力依据,进而提高现场施工效率,缩短工期,降本增效。

1 超前地质预报技术概述

1.1 超前地质预报的常用方法

1. 地质雷达法:地质雷达法是利用电磁波在地下介质中传播的特性,通过对反射信号的处理和分析,来探测地下介质的位置、形态、性质等特征的一种方法。它具有探测深度大、精度高、速度快等优点,适用于各种地质条件下的超前地质预报。

2. 地震波法:地震波法是利用地震波在地下介质中传播的速度和反射特性,来推断地下介质的物理性质和结构的一种方法。它具有探测深度大、精度高、成本低等优点,适用于大规模的前期地质调查和灾害预测^[1]。

3. 电磁法:电磁法是利用地下介质中存在的电场和磁场,来推测地下介质的物理性质和结构的一种方法。它具有探测精度高、速度快、成本低等优点,适用于各种地质条件下的超前地质预报。

4. 其他方法:除了上述三种常用方法外,还有许

多其他方法可以用于超前地质预报,如重力法、磁法、电导法、放射性法等。这些方法各有优缺点,可以根据实际情况选择合适的方法进行超前地质预报。

1.2 超前地质预报技术的优缺点比较

超前地质预报技术是一种在工程建设前,通过对地质情况进行预测和分析,以便对可能出现的问题进行及时预防和处理的的技术手段。它具有重要的工程应用价值,可以帮助工程管理人员更好地了解地质条件,提前做好应对措施,避免或减少灾害发生,提高工程质量和效益。

1. 优点: (1) 提高工程安全性:超前地质预报技术可以通过对地质条件的预测,发现并识别潜在的地质灾害风险,如岩溶、断层、地下水等,从而提前采取措施,降低工程建设过程中的安全风险。(2) 节约工程成本:超前地质预报技术可以在工程建设前对地质条件进行充分了解,合理安排设计和施工方案,避免因地质问题导致的工程变更和返工,从而节约工程成本。(3) 优化工程进度:超前地质预报技术可以提前发现并解决地质问题,避免因地质原因导致的工程延误,从而优化工程进度,提高工程效率。(4) 促进环境保护:超前地质预报技术可以帮助工程管理人员充分了解项目所在地的地质环境,制定合理的施工方案,避免因施工活动对环境造成不必要的破坏,促进环境保护^[2]。

2. 缺点: (1) 技术门槛较高:超前地质预报技术需要专业的人员和设备,且对预报方法的选择和应用

需要具备较高的技术水平,因此技术门槛较高,普及难度较大。(2)预报准确性有限:虽然超前地质预报技术可以对地质情况进行预测,但由于地质条件的复杂性,预报的准确性受到一定限制,可能存在误报或漏报的情况。(3)成本较高:超前地质预报技术需要投入较多的人力、物力和财力,对于部分工程而言,可能会增加工程成本,影响项目的经济效益。(4)施工周期延长:超前地质预报技术的应用可能会增加施工周期,因为需要对地质情况进行充分了解和他析,从而影响工程的整体进度。

超前地质预报技术具有显著的优点,如提高工程安全性、节约工程成本、优化工程进度和促进环境保护等,但同时也存在技术门槛较高、预报准确性有限、成本较高和施工周期延长等缺点。因此,在实际工程应用中,应根据项目的具体情况,权衡利弊,选择合适的超前地质预报技术。

2 超前地质预报在隧道工程中的应用

2.1 隧道地质条件分析

隧道地质条件分析是超前地质预报的重要组成部分,通过对隧道工程地质勘察、地质构造分析和岩性条件分析的研究,可以为隧道设计和施工提供重要依据,确保隧道工程的顺利进行。

1. 隧道工程地质勘察:隧道工程地质勘察是为了了解隧道沿线地质条件,为隧道设计和施工提供依据。主要包括以下几个方面:(1)地形地貌调查:通过调查隧道沿线的地形地貌,了解地形起伏、坡度、坡向等地貌特征,为隧道设计和施工提供基本资料。(2)地质构造调查:通过地质填图、地质钻探、物探等方法,了解隧道沿线地质构造特征,包括断层、褶皱、节理等,为分析隧道围岩稳定性提供依据。(3)岩性条件调查:通过岩石取样、岩石试验等方法,掌握隧道沿线岩性条件,包括岩石种类、岩石强度、岩石稳定性等,为隧道支护设计提供基础数据。(4)地下水条件调查:通过地下水勘察、试验等方法,了解隧道沿线地下水分布、水位、水质等情况,为隧道施工排水、防涌水等提供依据^[3]。

2. 地质构造分析:地质构造分析主要是对隧道沿线地质构造进行研究,判断其对隧道工程的影响。主要包括以下几个方面:(1)断层分析:分析隧道沿线断层的分布、性质、活动性等,判断断层对隧道工程的影响,如涌水、塌方等。(2)褶皱分析:分析隧道沿线褶皱的分布、形态、倾向等,判断褶皱对隧道工

程的影响,如岩层倾角变化、岩层稳定性等。(3)节理分析:分析隧道沿线节理的发育程度、间距、倾向等,判断节理对隧道工程的影响,如岩层稳定性、岩体破碎等。

3. 岩性条件分析:岩性条件分析主要是对隧道沿线岩性条件进行研究,判断其对隧道工程的影响。主要包括以下几个方面:(1)岩石种类:分析隧道沿线岩石种类,了解岩石的工程性质,如抗压强度、抗拉强度、岩体稳定性等。(2)岩石稳定性:分析隧道沿线岩石稳定性,判断其在施工过程中可能出现的岩层滑动、塌方等稳定性问题。(3)岩石质量:分析隧道沿线岩石质量,为隧道支护设计提供依据,如锚杆、喷射混凝土等支护措施。

2.2 超前地质预报在隧道工程中的应用

1. 隧道开挖过程中的超前地质预报:超前地质预报在隧道开挖过程中起到了至关重要的作用。通过超前地质预报,可以对隧道前方地质情况进行预测,以判断是否适合进行隧道开挖,以及采取何种方式进行开挖。在实际工程中,超前地质预报主要包括地质勘探、地震勘探、电法勘探、磁法勘探等多种手段。通过这些勘探手段,可以获得隧道前方的地质结构、岩性、构造、地下水位等信息,从而为隧道开挖提供科学依据^[4]。

2. 隧道支护设计中的超前地质预报:在隧道支护设计中,超前地质预报同样具有重要意义。通过对隧道前方的地质情况进行预测,可以合理选择支护方式,保证隧道的安全稳定。一般而言,隧道支护设计需要考虑地质条件、地下水位、工程荷载等因素。超前地质预报可以为这些因素的分析 and 计算提供依据,从而提高隧道支护设计的合理性和科学性。

3. 隧道施工安全风险评估:隧道施工安全风险评估是隧道工程中的一项重要工作。通过对隧道施工过程中可能出现的安全风险进行评估,可以为施工安全提供保障。超前地质预报在隧道施工安全风险评估中起到了关键作用。通过超前地质预报,可以预测隧道施工过程中可能出现的地质灾害,如突水、突泥、岩爆等,从而为安全风险评估提供数据支持。此外,超前地质预报还可以为隧道施工安全措施制定提供参考。

4. 隧道工程进度和质量控制:超前地质预报在隧道工程进度和质量控制方面也具有重要意义。通过对隧道前方的地质情况进行预测,可以合理安排施工进度,避免因地质问题导致的工程延误。同时,超前地质预报还可以为隧道工程质量的控制提供依据。通过

对隧道前方的地质情况进行预测,可以及时发现不良地质现象,采取相应的工程措施,保证隧道工程的质量。

3 超前地质预报在隧道工程中的应用案例分析

3.1 某高速公路隧道工程超前地质预报应用实例

某高速公路隧道工程位于山区,地质条件复杂,存在多个断裂带和溶洞。为了保障施工安全和工程质量,该工程采用了超前地质预报技术。具体实施过程如下:

1. 地质调查法:在施工前进行详细的地质调查,获取隧道区域的地质资料。通过分析这些资料,可以初步了解隧道前方可能存在的地质构造、岩性变化等问题,为后续的超前地质预报提供了重要的参考依据。

2. 地质雷达法:采用地质雷达法进行超前地质预报,探测隧道前方地层的岩性、构造和地下水状况。在现场实测时,对获取的雷达图像进行处理和分析,结合地区经验和工程实际,对隧道前方地层进行预测。通过地质雷达法,能够较为准确地预测出隧道前方地层的岩性、构造以及地下水状况,为采取相应的工程措施提供了科学依据。

3. 地震波法:采用地震波法进行超前地质预报,通过在地表布置地震波激发点和接收点,探测隧道前方地层的岩性、构造和地下水状况。根据地震波的传播速度和振幅等参数,对隧道前方地层进行预测。该方法能够较为准确地预测出隧道前方地层的岩性、构造等情况,为采取相应的工程措施提供了科学依据。

4. 电磁法:采用电磁法进行超前地质预报,通过布置电磁探头和信号发射器,探测隧道前方地层的岩性、含水情况和地质构造。根据电磁波的相位、频率等参数,对隧道前方地层进行预测。该方法能够较为准确地预测出隧道前方地层的岩性、含水情况等情况,为采取相应的工程措施提供了科学依据。

通过综合运用上述四种方法,该高速公路隧道工程成功预测了前方地层的岩性、构造和地下水状况等信息,为采取相应的工程措施提供了科学依据。同时,该工程还加强了施工监测和现场管理,确保了施工安全和质量^[5]。

3.2 某铁路隧道工程超前地质预报应用实例

某铁路隧道工程地质条件复杂,为了保障施工安全和工程质量,该工程采用了超前地质预报技术。具体实施过程如下:

1. 初步调查:在施工前,通过对隧道区域进行初步的地质调查,收集相关的地质资料,了解隧道施工

前方可能存在的地质构造、岩性变化等信息。这些信息为后续的超前地质预报提供了重要的参考依据。

2. 地球物理勘探:采用地球物理勘探方法,如地震波法和电磁法等,对隧道施工前方进行勘探。通过布置地震波激发点和接收点,或布置电磁探头和信号发射器,可以获取隧道前方地层的物理特性,如岩性、地质构造、地下水状况等信息。根据勘探结果,可以较为准确地预测出隧道前方地层的实际情况,为采取相应的工程措施提供了科学依据。

3. 地质钻探:在地球物理勘探的基础上,对预测出存在异常的地段进行地质钻探。通过钻探获取隧道前方地层的岩芯和地质构造等信息,进一步确认和细化超前地质预报的结果。地质钻探还可以为设计和施工提供更为详细和准确的地质资料,以确保施工安全和质量。

4. 数值模拟分析:利用数值模拟软件对隧道施工过程进行模拟分析,预测可能出现的工程地质问题。通过模拟分析,可以了解隧道施工过程中的应力分布、变形和稳定性等问题,为采取相应的工程措施提供依据。

通过综合运用上述方法,该铁路隧道工程成功预测了前方地层的岩性、构造等信息,为后续工程的开展提供了科学依据,确保了施工安全和质量。

4 结束语

超前地质预报在隧道工程中具有重要意义,能够及时发现潜在的地质灾害和工程问题,为采取相应的工程措施提供依据。在具体的预报方法选择和应用过程中,应根据工程实际情况进行综合运用,以提高预报结果的准确性和可靠性。同时,加强施工监测和现场管理也是保障隧道施工安全和工程质量的重要措施。

参考文献:

- [1] 苏于水,张旭,马明畅,等.TST和地质雷达法在隧道超前预报过程中的组合应用[J].山东交通科技,2023(04):56-59.
- [2] 涂善波,李晓磊,吕阿谈.瞬变电磁法在隧道超前地质预报中的应用[J].勘察科学技术,2023(01):60-64.
- [3] 孙斌.综合超前地质预报技术在隧道断层破碎带中的应用[J].江西建材,2023(01):139-140,147.
- [4] 刘翔,尹燕征,郭鹏等.地质雷达三维探测和TSP在隧道超前地质预报中的应用[J].北方建筑,2022,07(05):3-8.
- [5] 黄奕钦.隧道地质雷达超前地质预报技术应用研究:以斋堂隧道工程为例[J].工程技术研究,2022,07(19):67-69.