

高速公路隧道施工中超前支护施工技术的具体应用

李 锋

湖北省路桥集团有限公司, 湖北 武汉 430000

[摘要]超前支护施工技术在有效预防隧道围岩变形方面发挥着关键作用,同时显著增强了围岩的支护能力,减少了施工对围岩的扰动,从而保障了隧道结构的安全稳定。基于对超前支护技术优缺点的深入分析,文章重点探讨了超前支护施工技术的具体应用,旨在为施工人员提供有价值的参考和指导,提升高速公路隧道施工的质量与安全水平。

[关键词]高速公路隧道;超前支护;施工技术;技术应用

DOI: 10.33142/sca.v8i6.16819

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Specific Application of Advanced Support Construction Technology in Highway Tunnel Construction

LI Feng

Hubei Road & Bridge Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: Advanced support construction technology plays a key role in effectively preventing deformation of tunnel surrounding rock, while significantly enhancing the support capacity of surrounding rock, reducing the disturbance of construction on surrounding rock, and ensuring the safety and stability of tunnel structure. Based on an in-depth analysis of the advantages and disadvantages of advanced support technology, this article focuses on the specific application of advanced support construction technology, aiming to provide valuable reference and guidance for construction personnel and improve the quality and safety level of highway tunnel construction.

Keywords: highway tunnel; advanced support; construction technology; technical application

引言

高速公路隧道属于交通运输领域极为重要的构成部分,其施工质量以及安全性会对道路的通行效率和使用寿命产生直接影响。在隧道施工进程当中,围岩的稳定性称得上是保障施工安全的关键要素之一。特别是在地质条件较为复杂、围岩呈现松散状态或者地下水颇为丰富的地区,施工所面临的风险会明显增加,传统的支护办法往往很难同时满足安全方面的要求以及进度方面的要求。超前支护施工技术算得上是一种较为先进的隧道支护方式,它能够在一定程度上有效地强化隧道开挖前后围岩的承载能力,降低围岩出现变形以及发生坍塌的风险,进而提高施工的安全性以及连续性。该技术包含着多种具体的应用形式,像是导向墙、大管棚、小导管还有超前锚杆等等,凭借科学且合理的规划设计以及施工操作,可构建起完整的支护体系,以此来契合不同地质环境所提出的各类需求。伴随信息技术以及施工设备不断地向前发展,超前支护技术的应用范围变得日益广泛,而且越来越趋于精细化,这在很大程度上有力地推动了高速公路隧道施工技术向前发展。本文将围绕超前支护施工技术在高速公路隧道当中的具体应用展开较为系统的分析,目的在于深入探讨其技术方面的优势、施工的具体流程以及实际的实施效果,从而为相关的工程项目给予相应的理论方面的指导以及实践层面的参考。

1 高速公路隧道施工中超前支护技术的优缺点

高速公路隧道施工里的超前支护技术属于一种预防

性的支护办法,它可在开挖之前对地层加以加固,有效地对围岩的变形以及坍塌风险予以控制,以此来确保施工的安全与稳定。它的主要优点是能够及时将地应力释放出来,让围岩松动的范围得以减小,降低施工期间出现突泥、突水等这类地质灾害的可能性,进而提升施工的连续性与效率。超前支护技术对改善施工环境有利,可保障施工人员的安全,特别适合地质条件较为复杂、围岩状况较差或者处于高地应力区域的隧道工程^[1]。不过,这项技术同样存在着一定的局限性与不足之处。超前支护施工工序比较繁琐,施工周期也偏长,这使得工程在时间成本以及经济投入方面都相应增加。支护设计和施工进度对于技术人员的专业水平要求颇高,要是设计不够合理或者施工质量不到位,那么很可能会导致支护效果不好,甚至会引发二次灾害。部分超前支护方法像大管棚施工,其对于机械设备以及施工条件的要求都比较高,受到现场条件的限制也比较大,所以并不适合在所有地段进行应用。

2 超前支护施工技术在高速公路隧道施工过程中的具体应用

2.1 导向墙施工技术

导向墙施工技术于高速公路隧道超前支护而言,属于极为关键的核心环节,其肩负着引导隧道掘进方向以及稳固围岩这两大重要使命。此项技术会于隧道开挖面之前设置一道或者数道连续且颇为坚固的混凝土墙体,进而构建起在结构层面有着极高稳定性的屏障。如此一来,既能对

隧道断面的形状以及尺寸加以有效把控,又可抵御围岩所施加的压力,有效防范围岩出现松散乃至坍塌之类的状况。导向墙的施工流程一般涵盖基坑开挖、钢筋绑扎、模板安装还有混凝土浇筑等诸多关键步骤,而施工的质量状况会在很大程度上对其承载能力以及持久性产生影响。所以,在施工过程当中务必要对混凝土配比、浇筑工艺以及养护条件予以严格把控,以此来保证墙体能够保持密实的状态,并且具备不错的力学性能。因此导向墙的设计务必要参照详尽的地质勘察数据,再结合隧道周边地质环境所呈现出的复杂情况,科学合理地确定墙体的厚度、长度以及钢筋配置等方面的情况,从而能够契合不同地质应力状态以及变形特性,进而确保其能够在施工阶段以及运营阶段都能够承受多种多样的荷载。导向墙还拥有很好的协同效应,可以和其他超前支护措施比如大管棚、小导管以及锚杆等等共同构成复合支护体系,以此进一步增强围岩的整体稳定性以及抗变形的能力。在现代的施工过程当中,导向墙技术正逐步融入信息化的相关手段,借助 BIM 建模以及监测系统达成对施工过程的精准把控以及质量管理,这在很大程度上提升了施工的效率以及安全方面的保障水平。

2.2 大管棚支护施工技术

2.2.1 管棚加工

管棚加工在大管棚支护施工技术里属于极为关键的环节,它跟支护结构的整体稳定性以及施工安全紧密相关。管棚一般会选用钢管作为材料,其加工流程涵盖选材、切割、焊接、矫正以及防腐处理等诸多步骤。在选材这个环节当中,得严格按照工程设计规范来执行,务必要让钢管具备足够的强度与耐久性,从而能够契合复杂地质环境下所提出的承载方面的需求。切割以及焊接乃是管棚加工里的核心工序,得运用先进的设备以及工艺,以此来保障焊缝的质量以及连接的精度,防范因焊接存在缺陷而致使管棚强度有所降低或者出现变形的情况。焊接完成之后,必须要开展矫正方面的处理工作,要保证管棚的几何尺寸还有弯曲度都能够符合设计所提出的要求,避免在安装的时候出现误差,进而对整体的支护效果产生影响^[2]。与此为了提升管棚的耐腐蚀性能并且延长其使用寿命,还需要实施表面防腐处理,常用的处理方法有喷漆、防腐涂层以及热镀锌等等。管棚加工过程里面的质量控制格外重要,需要严格依照检验标准去执行,针对焊缝、尺寸以及防腐层展开全面细致的检测,确保每一根管棚都能够达到设计以及施工所提出的要求。

2.2.2 大管棚施工

大管棚施工属于超前支护技术里极为关键又相对复杂的施工环节,其主要作用在于对软弱地层予以加固,进而提升围岩的稳定性,以此来保障隧道开挖整个过程能够安全且顺利地展开。此施工工艺一般涵盖管棚安装、喷射混凝土包裹以及锚杆加固等诸多步骤。依据设计方面的要

求,把事先已经加工完成的钢管依照一定的间距以及特定的排列形式安排在隧道前方的开挖面之上,从而形成支护骨架。管棚在布设的时候必须要做到精准定位,这样才能确保整体结构可以均匀受力,并且保持稳定状态。在管棚安装这个过程当中,得密切对地层变形以及支护反力加以监测,要及时对施工方案做出调整,以防围岩出现失稳的情况。接着,借助喷射混凝土来对管棚实施包裹操作,以此加固支护结构并且形成连续的围护层,能够有效地阻止围岩发生松动以及水土出现流失的现象。与此通过设置锚杆或者锚索针对管棚以及其周围的围岩展开进一步的加固工作,以此提高整体体系所具备的承载能力以及抗变形能力。大管棚施工对于施工机械设备的要求是需要高度配套的,而且施工环境也得严格加以控制,尤其是在地质条件较为复杂并且空间受到限制的隧道区域,施工的难度以及安全风险都会明显有所增加。所以说,在施工的过程中务必要强化质量控制以及安全管理方面的力度,要采用先进的监测技术来实时掌握支护结构以及围岩的实际状态,从而确保施工的全过程都能够做到科学合理且安全高效。

2.3 超前小导管支护施工技术

2.3.1 钻打小导管

钻打小导管这一环节在超前小导管支护施工技术里颇为关键,于高速公路隧道施工当中,其发挥着极为重要的加固以及稳定作用。此工艺借助钻机设备在隧道开挖面或者其前方围岩之中依照设计方面的要求来精准地钻孔,以此为小导管的安装筑牢基础。在钻孔这个过程当中,得严格把控孔径、孔深还有孔位的准确性,唯有如此才能让小导管可以和围岩紧密地贴合在一起,达成预期所期望的支护效果。对于那些地质条件较为复杂、岩层出现破碎情况或者是含水十分丰富的地段而言,在钻孔的时候还需要采取行之有效的降水以及排渣方面的措施,防止孔道发生塌陷或者出现堵塞的情况,进而保证施工能够具备连续性以及安全性。钻孔设备在选型以及参数调整这两个方面需要综合岩体的硬度、孔径的尺寸以及施工环境等诸多因素来加以考量,一方面要保证钻孔的效率,另一方面又要尽力避免对围岩造成过度的扰动。当钻孔完成之后,要及时开展孔道清理相关工作,把其中的碎屑以及泥浆都去除掉,从而确保小导管可以顺利地穿入到孔内,并且能够充分地跟注浆材料相结合,进而形成坚固的加固体。钻打小导管技术不但提升了超前支护的施工精度以及支护效果,而且还切实有效地增强了隧道围岩的整体稳定性,减少了围岩出现的位移以及变形情况,降低了施工过程中存在的风险。伴随着施工机械不断地进行升级,同时自动化水平也在逐步提升,钻打小导管技术正朝着高效、智能化的方向不断发展^[3]。结合地质雷达以及三维扫描等先进的检测技术,可实现对钻孔过程的实时监控以及精确控制,进一步提高施工的安全保障以及质量保障水平。

2.3.2 注浆

超前小导管支护里的注浆工艺,算得上是保证隧道围岩稳固以及让支护效果得以增强的关键环节,其质量跟支护系统的整体性能以及施工安全紧密相关。注浆就是把水泥浆或者其他功能性浆液以高压的方式注入已经钻打好的小导管孔里面,以此来填充围岩当中的裂隙以及空隙,进而达成加固围岩、减少渗水情况、提升整体刚度这样的目的。在实际的操作过程当中,注浆工艺得精准把控浆液的配比、流量、压力还有注浆时间等方面,唯有如此才能保证浆液可充分渗透到围岩的微裂隙当中,进而形成致密且均匀的加固层。注浆压力的合理调节显得尤为重要,要是压力过高的情况下,很可能会致使围岩出现破裂的情况,或者造成浆液回流,而要是压力过低的话,那么就没办法有效地去填充空隙,这无疑会对加固效果产生影响。除此之外,注浆施工得结合地质条件来开展,针对不一样的岩性以及不同的破碎程度,要去挑选与之相适配的浆液类型,像是普通水泥浆、化学浆液又或者是高性能复合浆液等,以此来契合那复杂且多变的地质环境。注浆的过程当中,还得配合着实时监测系统,对注浆压力、注浆量以及浆液回流等情况展开动态的监控,及时地去调整施工参数,从而避免安全隐患的出现。借助科学且合理的注浆工艺,不但能够有效地控制围岩发生变形,而且还能稳定隧道的结构,同时还可延长隧道的使用寿命,提升整个工程的质量以及安全水平。伴随着现代施工技术不断地向前发展,注浆设备的自动化程度以及智能化程度也在持续提高,再结合信息化管理平台达成精细化控制的效果,这使得注浆施工的效率以及准确性都得到了进一步的提升。

2.4 超前锚杆支护施工

超前锚杆支护施工技术在高速公路隧道施工里属于一种极为重要的围岩加固举措,其主要是借助把锚杆提前安装并且牢固地锚定在围岩当中的方式,以此来强化围岩的整体稳固性以及承载方面的效能。此项技术会经过钻孔、安装锚杆、注浆以及锚固等一系列步骤,进而让锚杆和周围的岩体紧密地融为一体,进而构建起一个复合支护体系,切实有效地对围岩的变形以及裂隙的扩展加以限制。超前锚杆在设计以及施工的时候,务必要依照详尽的地质勘察所得到的结果,合理且恰当地去确定锚杆的长度、直径、间距还有锚固的深度,从而能够契合处在不同岩体条件下所产生的力学方面的需求^[4]。在施工的过程当中,钻孔设

备的选择情况以及钻孔的质量状况会对锚杆的受力成效产生直接的影响,所以钻孔务必得维持垂直度的把控以及孔径的精准控制,要尽力避免出现孔壁发生坍塌以及孔径过大的情形。等到锚杆安装完成之后,注浆的工艺同样也是极为关键的环节,必须要保证浆液能够充分且完整地填充到锚固孔内存在的所有空隙当中,进而达成锚杆和岩体的紧密结合,如此一来才能够充分发挥出最佳的加固成效。超前锚杆支护不但可以有效地对围岩的位移以及裂缝的发展予以控制,而且还能够提升隧道开挖面的稳固性,降低施工进度当中存在的安全方面的风险。除此之外,锚杆系统要是和其他的超前支护措施(像是小导管、管棚等等)相互配合着使用,那么便能够构建起具有多层次、多维度特性的支护网络,从而进一步地提升隧道整体的安全性以及施工的效率。伴随着工程技术不断地向前发展,超前锚杆施工技术也在持续不断地引入诸多先进的监测与控制方面的手段,比如锚杆应力的实时监测、自动注浆系统以及三维建模辅助设计等等,这些都极大地提升了施工所具备的科学性以及精准的程度。

3 结语

超前支护施工技术于高速公路隧道施工当中,有着无可取代的关键作用。运用导向墙、大管棚、超前小导管以及超前锚杆等多样支护举措,可切实提高隧道围岩的稳定性与安全保障程度,契合复杂且多变的地质状况,降低施工风险,确保工程质量以及施工进度。伴随施工技术与信息化手段的不断推进,超前支护技术的应用会愈发科学且精细,给高速公路隧道建设给予稳固的技术支撑。往后,需依据实际工程需求,持续对超前支护方案加以优化,提升施工管理水准,促使高速公路隧道施工技术朝着更安全、更高效、更环保的方面去发展。

[参考文献]

- [1] 睦世虎.高速公路隧道施工中超前支护施工技术的具体应用[J].汽车周刊,2025(6):99-101.
- [2] 杨洪.超前支护技术在高速公路隧道施工中的应用研究[J].运输经理世界,2024(12):78-80.
- [3] 王展伟.高速公路隧道施工中的超前支护技术应用[J].居业,2025(1):82-84.
- [4] 韩庆全.超前支护技术在高速公路隧道施工中的应用[J].交通世界,2020(34):76-78.

作者简介:李锋(1990.1—),男,专业方向:路桥工程,建设管理与施工类,职称:副高,籍贯:湖北十堰郧县。