

公路隧道施工技术及质量控制措施的探究

杨 威

(四川路航建设工程有限公司, 四川 成都 610000)

摘 要 隧道是公路交通基础设施中不可或缺的重要组成部分,它极大地提高了道路通行的效率和安全性。然而,隧道施工过程中存在着许多技术难题和风险,因此施工技术和质量控制显得尤为关键。隧道施工面临的挑战包括地下水位控制、岩层稳定性、地下压力等方面的问题。只有准确把握施工技术,遵循科学的施工方法和步骤,才能保证隧道工程的稳定和安全。本文将针对公路隧道施工技术及质量控制措施展开分析,以供相关人员参考。

关键词 公路隧道施工技术;爆破技术;洞身开挖技术;二次衬砌施工技术;混凝土喷射技术

中图分类号:U45

文献标志码:A

文章编号:2097-3365(2024)08-0037-03

公路隧道施工技术和质量控制的重要性不容忽视。隧道施工技术的正确应用对于保证隧道工程的安全与稳定至关重要。隧道施工面临的挑战包括地下水位控制、岩层稳定性、地下压力等方面的问题。只有引入先进的工程技术,加强质量控制和监督,充分发挥科技创新的作用,才能保证隧道工程的施工质量和安全性,为社会经济发展做出积极贡献。同时,工程部门和相关方面应建立健全管理体制和标准,加强技术培训和人员素质提升,推动公路隧道施工技术的不断提高和创新。

1 公路隧道施工的常见技术

1.1 爆破技术的应用

在公路隧道施工中,爆破技术被广泛应用,它是一种高效、快速的施工方法,极大地提高了施工效率。首先,爆破技术可以大幅提高施工效率。相比传统的爆破技术,现代的控制爆破技术计划更加精确,爆破迅速,能够一次性移除大量的岩石和土壤,从而减少了人工开凿的时间。在隧道施工过程中,通过控制爆破技术,可以有效地降低施工成本,缩短工期,提高施工效率。其次,爆破技术能够应对各种地质条件。在隧道施工过程中,地质条件复杂多变,例如岩层硬度不均匀、含水量较高等。这些地质条件对传统的施工方法提出了很大的挑战。但是,爆破技术能够根据实际地质情况灵活调整爆破参数,使得施工过程更加顺利。此外,利用爆破技术还可以改善地质条件,提高隧道稳定性。最后,爆破技术在公路隧道施工中有着严格的安全要求。在施工过程中,必须遵循相关的安全标准和规范,确保施工人员和周围环境的安全。施工前要进行详细的工程勘察和分析,了解施工区域

的地质状况和周边环境情况,制定安全合理的爆破方案。施工期间要严格执行预定的爆破计划,确保施工现场的安全和稳定。还要采取适当的安全措施,如设立安全警戒区,保证周边居民和交通的安全。

1.2 洞身开挖技术的应用

公路隧道的建设对于现代交通运输具有重要意义。洞身开挖作为整个施工过程中的关键环节,其技术应用对于隧道施工的顺利进行具有至关重要的影响。首先,在公路隧道施工中,洞身开挖技术的应用是确保隧道结构安全稳定的基础。洞身开挖的主要目的是为了创造出隧道所需的通道空间,因此必须掌握准确的开挖方法和技术。常用的开挖方法包括传统爆破法、机械开挖法和盾构法等。传统爆破法是一种较为常见的开挖方式,通过爆破来剥离岩石,但由于爆破会产生较大的振动和冲击力,容易引发岩体变形和塌方等安全隐患^[1]。机械开挖法则通过使用挖掘机和钻机等设备进行开挖,效率较高,但需要对地质条件进行充分的分析和评估,以确保开挖的安全性和稳定性。而盾构法则使用专门的盾构机进行开挖,减少了地质灾害的风险,但需要考虑地下水位和地质环境等因素,确保施工过程的稳定性。其次,洞身开挖技术的应用还可以提高施工效率。在隧道施工中,开挖工作是一个繁琐且耗时的过程,如何在保证质量的前提下尽快完成开挖任务是每个施工人员的关注焦点。通过合理的洞身开挖技术,可以减少施工时间,提高工作效率。例如在盾构法中,可以通过优化刀盘设计和控制推进速度等方式,提高开挖效率。在机械开挖法中,可以采用平级开挖方式,分阶段进行开挖,减少对岩石的变形和破坏,提高施工速度^[2]。最后,洞身开挖技术的应用还可以降低施工成本。隧道建设是一个资金密

集型的工程，如何在确保质量的同时尽量降低成本是每个项目人员的追求。通过科学的洞身开挖技术应用，可以减少施工过程中的浪费和损耗，提高资源利用率，降低人力和物资成本。

1.3 二次衬砌施工技术的应用

公路隧道作为交通运输的重要组成部分，其中的二次衬砌施工技术在隧道建设中起着至关重要的作用。二次衬砌施工技术是指在隧道初次衬砌完成后，对初次衬砌进行加固和修补的工作。这一技术的应用对于确保隧道的安全性、可持续性以及使用寿命具有重要意义。首先，二次衬砌施工技术能够提高隧道结构的稳定性。隧道经过初次衬砌后，由于地下环境的复杂性以及施工过程中的一些因素，初次衬砌存在着一定的不足和缺陷。二次衬砌施工技术能够针对初次衬砌中的薄弱点进行修补加固，提高隧道的整体结构稳定性，从而更好地抵御外界的不利因素。其次，二次衬砌施工技术能够增加隧道的耐久性。隧道在使用过程中，受到的挤压、震动、温度变化等外部力量作用很大，这些因素可能导致初次衬砌的损坏和破坏。通过二次衬砌施工技术，可以对这些已经破损的部分进行修复和重新衬砌，从而延长隧道的使用寿命，并减少因为结构问题而频繁维修的次数和成本。再次，二次衬砌施工技术能够提高隧道的安全性。隧道作为交通运输的通道，安全性对于车辆和人员的出行至关重要^[3]。隧道初次衬砌的不完整和不稳定，可能引发结构失稳和坍塌等严重安全事故。通过二次衬砌施工技术，可以修复和补强初次衬砌中的问题区域，提高隧道的整体安全性能，保障隧道运营期间的安全。最后，二次衬砌施工技术的应用还有助于提高施工效率。二次衬砌施工技术是在隧道初次衬砌完成后进行的，因此无需拆除和重建整个初次衬砌，减少了施工时间和投入。同时，由于二次衬砌施工技术的精细程度提高，施工过程中对于材料和设备的要求也变得更加精准，可大大提升施工效率，缩短工期。

1.4 混凝土喷射技术的应用

公路隧道施工是一项复杂而关键的工程，而混凝土喷射技术的应用在其中起到了重要的作用。混凝土喷射技术是一种将混凝土以高压喷射的方式施工的方法。在公路隧道施工中，混凝土喷射技术主要用于衬砌工程中，即隧道内壁的混凝土覆盖层的施工。这一层不仅可以起到加固隧道结构的作用，还能保护隧道免受水渗透等外部环境的影响。首先，混凝土喷射技术能够提高施工速度。相比传统的混凝土浇筑，喷射

技术能够实现更迅速的施工。通过高压喷射，混凝土能够快速且均匀地覆盖在隧道内壁上，大大缩短了施工周期，提高了施工效率。其次，混凝土喷射技术能够提高施工质量。由于高压喷射能够将混凝土均匀地喷射到隧道内壁上，可以有效减少空隙和蜂窝现象的出现，提高衬砌工程的密实度和均匀度。这样可以保证隧道内壁的坚固性和稳定性，提高整体施工质量。此外，混凝土喷射技术还能够解决隧道施工中的一些特殊问题。

2 公路隧道质量控制措施

2.1 根据等级差异选用合理围岩施工方法

隧道是人们在山脉、河流等自然地理条件不利的地方开凿而成的通道。而隧道的建设和运营安全离不开公路隧道围岩的状况。围岩状况的良好与否直接影响着隧道的安全性和可靠性。公路隧道常见的围岩类型有岩石、土质和泥岩等，其质量和特性各不相同。针对不同的围岩类型，需要选择合理的施工方法，以减少围岩可能带来的风险。例如在刀片地质灾害处理上，可以用爆破技术对岩石进行处理，避免地质灾害的发生，保证隧道的稳定性。在地下连续墙施工中，可以采用钻孔和爆破等技术，加固土质围岩，提高其承载能力。另外，在支护结构布置上，可以根据围岩的特性，选用合适的支护结构，如锚杆支护、钢筋混凝土衬砌等，以保证隧道的长期安全运行。

2.2 提升爆破施工质量

公路隧道在施工过程中通常需要进行爆破作业，用以开采和形成隧道洞体。为了提高爆破施工的质量，需采取一系列措施。例如，精确进行岩石的定向爆破，减少冲击波对围岩的损伤；严格控制爆破振动和爆破声级，防止对周边环境和建筑物产生不良影响；合理选择爆破药剂，确保爆破作业的安全性和效果^[4]。

2.3 提升隧道挖掘施工质量

隧道挖掘施工是隧道建设的核心环节，其质量直接影响隧道的稳定性和安全性。为提高隧道挖掘施工质量，应注意以下方面：严格控制隧道断面的准确度和尺寸偏差；加强挖掘机械设备的维护和保养，确保其正常运行；严格控制挖掘的进度和速度，避免对围岩和地下水系统的破坏；合理安排排水和通风系统，减少施工对周边环境的影响。

2.4 提升防水施工质量

隧道防水是保障隧道结构和交通运行安全的重要措施。为提高防水施工质量，应注重以下方面：选择

合适的防水材料和施工方法,根据隧道的特点和环境条件进行合理选择;加强施工过程的监控和质量检查,确保施工质量符合要求;严格进行防水层的无损检测和验收,避免漏水问题的出现;加强防水施工队伍的培训和技术水平,提高防水工程的施工水平。

3 隧道施工信息化管理

3.1 信息技术在隧道施工中的应用

信息技术在隧道施工中的应用是多方面的,它极大地提高了隧道施工的安全性、效率和管理水平。以下是信息技术在隧道施工的一些关键应用:(1)智慧隧道信息系统:利用 BIM(建筑信息模型)和 GIS(地理信息系统)技术,研发智慧隧道信息系统,实现施工数据的收集、管理和分析。(2)施工数据的精细化管理:收集的施工数据按照管理需求进行分类处理,并采用不同的可视化方式呈现,从而实现隧道施工的精细化管理。(3)结构监测与安全预警:使用微位移和光纤监测设备自动获取隧道结构的监测数据,如周边位移、应变等,通过这些数据可以得到隧道的变形、变形速率和趋势以及结构内力。建立多重安全预警机制,如红色、橙色、黄色、蓝色四级预警,对应不同的预警处理流程。(4)隧道动态 BIM 模型:结合正向设计数据、施工数据和监测数据,搭建多源数据融合的隧道动态 BIM 模型,为设计施工协同优化提供基础。

(5)信息化施工管理:隧道施工管理中应用信息化技术,如无线通信技术、定位技术、地质超前预报技术等,以提高沟通效率、定位精度和预报准确性^[5]。

3.2 施工过程中的实时监控与数据管理

在隧道施工过程中,实时监控与数据管理是确保工程安全、质量和进度的关键环节。以下是实时监控与数据管理的几个重要方面:(1)实时监测技术:利用先进的传感器技术,对隧道施工中的各种物理量进行实时监测,包括但不限于围岩位移、应力应变、支护结构的受力状态等。(2)数据采集系统:通过自动化的数据采集系统,可以实时收集施工现场的各种数据,包括施工进度、材料使用情况、设备运行状态等。(3)信息管理系统:采用 BIM(建筑信息模型)和 GIS(地理信息系统)等信息技术,建立集中的信息管理平台,实现数据的集成管理和分析处理。这些系统能够处理和分析大量的监测数据,为施工决策提供科学依据。

3.3 信息化手段对质量控制的促进作用

信息化手段在隧道施工质量控制中发挥着越来越重要的作用,主要体现在以下几个方面:(1)精细化管理:通过基于 BIM+GIS 技术的智慧隧道信息系统,

可以实时收集和处理施工数据,如开挖进度、支护进度、材料消耗等,实现隧道施工的精细化管理。(2)监测与预警:利用微位移和光纤监测设备自动获取隧道结构的监测数据,包括隧道周边位移、初支应变及二衬应变等,通过数据分析实现隧道累计变形、变形速率、变形趋势及结构内力的实时监控,并建立多重安全预警机制,避免施工风险。(3)设计施工协同优化:结合正向设计的结构化设计数据、施工数据和自动监测设备收集的监测数据,搭建多源数据融合的隧道动态 BIM 模型,为隧道设计施工协同优化提供基础。

(4)数字化智能建造:探索基于数据驱动技术的数字化设计、数字化交付系统构建,以及“设计—施工”一体化管控应用,实现更精准的施工管理和安全控制。

(5)数据驱动的设计:隧道数字化设计成果以数据及信息模型为主,实现隧道设计、分析和评估的全过程数字化表达。(6)监管和执法:信息化手段加强了对隧道工程参建单位质保体系、管理薄弱环节的督查和实体质量抽查,加大政府监督执法力度。

4 结束语

公路隧道质量的控制需要采取一系列的措施。在选用合理围岩施工方法、提升爆破施工质量、提升隧道挖掘施工质量和提升防水施工质量等方面采取有效措施,可以提高公路隧道的质量和安全性。合理选择围岩施工方法能够保障隧道围岩的稳定性和承载能力,降低围岩灾害风险。提升爆破施工的质量能够减少围岩损伤和环境影响,确保施工安全和效果。隧道挖掘施工质量的提升可以保证隧道断面的准确度和尺寸偏差控制,提高隧道的稳定性和安全性。而防水施工质量的提升能够有效防止隧道漏水问题,确保隧道结构和交通运行的安全。

参考文献:

- [1] 刘全胜,李大庆,刘海锋.公路隧道建设中的喷射混凝土支护施工工艺[J].四川建材,2023,49(09):131-133.
- [2] 叶道华.高速公路隧道工程中的超前支护施工技术[J].科学技术创新,2023(21):169-172.
- [3] 石福纯.公路隧道施工中管棚自进式钻孔安装技术应用探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2023(24):157-159.
- [4] 梁小威.小净距公路隧道工程施工技术探讨[J].四川水泥,2023(08):189-191.
- [5] 范生.高速公路隧道施工技术与管理控制研究[J].城市建筑,2019,16(15):168-169.