

# 公路隧道工程穿越断层破碎带施工技术研究

陈昕<sup>1</sup> 陈瑶<sup>2</sup>

1. 四川兴蜀公路建设发展有限责任公司; 2. 四川交通运输职业学校

**摘要:** 公路隧道工程建设是以解决城市交通拥堵、缓解交通压力为目的, 具有重要的社会、经济和环保意义。然而, 由于我国地质条件复杂, 存在着大量断层破碎带, 给隧道建设带来了极大的挑战。断层破碎带是指由于地层受到构造运动的影响而出现的断层、裂缝或破碎带。穿越断层破碎带的隧道工程施工, 不仅增加了施工难度, 还存在着严重的安全隐患。在此背景下, 对公路隧道工程穿越断层破碎带的施工技术进行研究, 具有重要的现实意义和理论价值。本文将从隧道工程建设角度, 探讨如何在穿越断层破碎带的情况下, 保证隧道施工的顺利进行和安全性能的提高。

**关键词:** 公路隧道; 断层破碎带; 施工技术

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.24.058

**引言:** 我国的公路建设一直在稳步发展, 并且公路隧道工程也随着发展而成为公路建设的重要组成部分。然而, 在公路隧道工程施工过程中, 由于地质条件的复杂性, 常常出现断层破碎带现象, 导致隧道施工风险加大、施工难度增加。面对这一问题, 如何在断层破碎带情况下合理利用施工技术, 确保隧道施工的安全高效进行, 并有效控制施工成本, 成为公路建设中的重要问题之一。因此, 要继续深入研究断层破碎带施工技术, 探索出高效、安全的施工方案, 以提高公路隧道工程的建设质量和效益。

## 一、工程概况

某工程项目中, 计划建设一条全长达113.8km的分离式双向四车道高速公路, 其中隧道部分达到9.2km, 深度最大可达712m。但是在隧道地质勘测中, 发现多处较大的断层结构, 其中有2条断层的规模较大, 破碎带内部结构复杂, 且破碎程度较为严重, 稳定性很低。因此, 为了解决这一问题, 必须根据工程项目的施工计划和要求, 结合隧道地质和水文情况, 确定合理、科学的断层破碎带地质施工技术。这项技术将成为整个隧道工程中的重要施工内容, 以确保项目的顺利实施, 并达到高效、安全的施工目标。

## 二、高速公路隧道穿越断层破碎带施工技术分析

### (一) 加强前期施工组织规划

针对高速公路隧道施工中穿越断层破碎带的挑战, 前期施工组织规划显得尤为重要。首先, 需要准确收集项目相关信息, 进行全面实地勘察, 深入了解地质、水文等情况, 并在此基础上制定出可行、合理的施工方案。在编制方案的过程中, 必须邀请相关专家对方案进行论证, 以确保施工的可行性与协调性。同时, 在施工

前, 选择具有高水平专业队伍进行施工, 对手头的数据信息进行严格的校验和审核, 确保组织规划决策符合工程实际需求和工程法规。总之, 加强高速公路隧道穿越断层破碎带前期的施工组织规划, 必将确保施工高效、顺利实施, 以达到工程建设目标。

### (二) 超前地质预报

在高速公路隧道穿越断层破碎带的施工中, 超前地质预报是必不可少的工作, 其意义不言而喻。它能够提供隧道掌子面围岩详尽的信息, 以预测破碎度、节理发育等情况, 并基于这些信息制定施工方案。这样, 施工方案能够在实际情况下进行动态调整和优化, 有效地避免各种困难和危险, 确保施工工作的高效性和安全性。超前地质预报也可以获得高质量的信息, 为后续的施工方案制定和实施提供有力支持。此外, 通过深入分析较细岩土碎裂现象, 可以确定合适的支护参数, 进一步加强围岩强度, 以及在后期工作中合理设定隧道仰拱、二衬和掌子面之间的距离, 保证其在控制范围内, 为施工工作提供坚实保障。总的来说, 超前地质预报是高速公路隧道穿越断层破碎带施工中不可或缺的重要工作。超前地质预报要进行全面、准确、深入的调查和分析, 参考相关专业指标和技术标准, 通过各种勘查手段和技术手段来获取必要的信息, 从而有效评估隧道掌子面围岩的稳定性和安全性。同时, 还需要结合现场实际情况和施工经验, 对预报结果进行修正和调整, 确保其真实性和可靠性。这样可以为隧道施工提供必要的保障和技术支持, 同时, 还可以为隧道运营和安全提供可靠的基础数据。

### (三) 超前小导管施工

为了确保高速公路隧道的安全和可靠性, 施工过程中通常采用加固圈的技术来穿越断层破碎带。这种技术可以通过使用水泥浆来加固拱顶, 提高围岩结构的整体稳定性和受力性能, 消除潜在的安全隐患。施工前, 必须充分了解隧道的地质情况和围岩特性, 以确定合理的超前导管参数, 并通过设定合理的钢架和超前导管搭接长度来实现。然而, 由于该项目中存在夹层和基岩破碎等岩层问题, 在实际施工中, 钻孔过程可能会遇到困难和卡钻等情况, 因此需要仔细考虑钻掘设备的选择和使用, 以应对可能出现的挑战。同时, 在安装超前小导管时, 需要严格控制安装位置和角度, 避免出现偏差和不稳定现象, 在保证施工质量的同时确保安全施工。在隧道施工中, 超前小导管技术是一项重要的保障工作, 能够为施工提供准确可靠的基础数据, 并且能够多次检测和修正施工方案, 从而提高施工效率和质量。因此, 在

实际工程中,需要严格遵循相关规范和标准,充分考虑施工环境和难点,合理选用设备和工艺,以确保隧道工程的质量和安全。

在小导管施工过程中,通常使用钻孔技术进行作业。施工流程需要严格按照规范化的程序进行,以确保施工质量和安全。具体步骤如下:

(1) 钻孔前的准备工作。在进行钻孔作业前,需要对钻孔的位置、方向和深度等进行测量和确定,并清理好钻孔周围的工作区域,保证作业的顺利进行。

(2) 选择合适的钻头。根据不同的地质条件和钻孔要求,选择合适的钻头进行作业。一般来说,硬质地质可以使用钻头直径较小的钢齿钻头,而软质地质则需要采用钻头直径较大的拳头钻头。

(3) 启动钻机进行钻孔。在进行钻孔作业时,需要将钻头与钻机相连接,启动钻机进行钻孔作业。一般来说,钻孔作业应该按照既定的速度和深度进行,保证钻孔的质量和效率。

(4) 定期清理钻孔。在钻孔的过程中,会产生大量的岩屑和泥浆,需要定期清理钻孔,清除杂质,保证钻孔畅通无阻。

(5) 检查钻孔质量。在钻孔作业完成后,需要对钻孔的质量进行检查,包括钻孔的深度、直径和方向等。如发现质量问题,应及时进行修补或重钻。总的来说,钻孔技术作业是超前小导管施工过程中非常重要的一环,需要严格按照要求进行作业,确保钻孔质量和效率。

#### (四) 注浆作业

(1) 优化注浆配比。为优化注浆效果,注浆配比是至关重要的。优化注浆配比应考虑水泥和水玻璃双液浆比例为1:0.5,并加入一定量的活性添加剂以提高注浆黏度和流动度,改善注浆效果。在连接注浆管道时,必须仔细检查各连接点的严密程度。应做现场注浆试验确定合理注浆参数以避免出现漏浆和堵塞的情况。同时,应严格控制加固拱的强度和厚度等参数,以增强围岩结构的承载能力。另外,为了确保施工质量和安全,选择钢架间距和搭接长度参数时应考虑实际情况并加强安全防护工作。总之,注浆配比的优化对提升注浆效果、增加堆建工程稳定性至关重要。在实际施工中,需密切关注各参数值,确保施工质量和安全。

(2) 超前小导管和水泥-水玻璃双液注浆方式在注浆作业中很常见。但是,当结构裂隙发育和孔隙较大时,注浆效果会受到较大影响,因此质量控制至关重要。在注浆施工中,需要选择合适的注浆泵型号和规格,采用分次注浆的方式作业。注浆压力应在0.5-1.2MPa范围内控制,起始注浆时要降低水灰比,并在发现邻近孔眼冒浆时及时停止注浆。在5小时静置期后,再次注浆,注浆压力可以逐渐增加至1.2-2.0MPa,直到注浆量达到2L/min后停止注浆。如果注浆量不符合压力要求,可以通过调整浆液浓度进行持续注浆。在浆液符

合质量要求后,可以停止注浆并等待浆液和围岩终凝之后形成结构稳定的帷幕。在注浆过程中,需要结合断层破碎带的实际情况进行质量控制,以确保注浆效果和结构稳定性得到有效提升。通过以上措施的实施,超前预注浆难度可以有效缓解,注浆作业的效果得到明显提升。

(3) 在注浆期间,为了确保注浆工作的顺利进行,必须分配专人进行监督和管理。这些人员需要对注浆过程中的各项参数进行准确的记录和监控,以便及时发现和应对异常情况。监管人员需要记录注浆时间、注浆压力、注浆耗量以及其他关键参数的变化,并密切关注连通装置的运行情况。如果出现异常情况,如注浆压力激增等,监管人员需要立即采取相应措施,并保证注浆过程的平稳和安全。借助这些监督和管理任务,可以确保注浆作业的质量和效率,并防止出现任何不必要的意外事件。监管人员还需要密切关注注浆过程中的流程和操作规范,确保注浆作业依照设计标准进行,每个步骤都得到严格执行。如果出现任何不合规情况,监管人员需要及时纠正和处理,以确保注浆施工的质量和安全性。此外,监管人员还需要定期向质量控制人员汇报注浆作业的进展情况和主要问题,为持续优化注浆施工提供支持。总之,在注浆施工期间,监管和管理工作的质量和效率对注浆施工的质量和效果至关重要。有效的监管和管理措施可以帮助确保注浆施工的顺利进行,提高注浆作业的质量和安全性。

#### (五) 台阶法开挖

台阶法开挖是广泛采用的一种开挖施工方法,其特点在于可以最大限度地减少开挖量,提高支护结构的牢固性和稳定性,同时确保施工过程的安全可靠。在执行台阶法开挖施工前,必须严格遵守相关标准规范,合理设置每一层的高度和距离,并注意钢架的间隔设计,避免欠挖出现。同时在开挖过程中,要采用及时落地和仰拱成环的技术,以尽早完成开挖任务,提高施工效率。在支护方面,必须确保开挖面在初期得到充分的支护,并根据需要设置合理的导管施工角度,控制注浆速度,保证注浆充分、密实,从而提高全过程的安全性。通过上述措施的执行,可以保证台阶法开挖施工的质量和效果,并确保工程的顺利实施。台阶法开挖是一种被广泛认可的安全可靠的施工方法。它的实际应用需要在规范和注意事项的基础上进行,以确保施工的质量和效率。开挖过程中需要注意支护和注浆情况,控制施工进度和安全风险,并在不断总结经验的基础上,不断创新和提高。

#### (六) 强化支护施工

高速公路隧道穿越断层破碎带施工技术中的强化支护是一项非常重要的工艺,它能够有效地加固隧道结构,保证隧道的安全性和稳定性。下面是强化支护施工的要点:

(1) 施工前的准备工作。在进行强化支护施工

前,需要对隧道的断层、破碎带等情况进行详细的勘察和分析,制定相应的施工方案和加固措施,确保施工的顺利进行。

(2) 安装钢架支撑。钢架支撑是强化支护的重要组成部分,需要根据隧道的结构形式和断层破碎带的情况选择合适的钢架支撑进行安装。在安装过程中,需要注意强度和稳定性,确保钢架支撑的牢固。

(3) 确定注浆孔位置。注浆是强化支护的关键步骤之一,需要在钢架支撑的位置和隧道结构脆弱区域确定注浆孔的位置和数量。注浆孔的位置和数量应该根据断层破碎带的情况进行调整,以达到最优的加固效果。

(4) 注浆材料的选择和混合。注浆材料的选择和混合是影响加固效果的重要因素之一,需要根据隧道的结构形式和断层破碎带的性质选择合适的注浆材料进行混合。在混合过程中,需要严格按照配比比例进行混合,以确保注浆材料的质量和效果。

(5) 注浆施工。确保注浆材料充分填充进断层破碎带内部,并形成均匀的加固层。注浆施工的过程中需要控制注浆压力和注浆量,以达到最好的加固效果。注浆完成后,还需要等待一定的固化时间,确保注浆材料充分固化,提高加固的效果和稳定性。

(6) 定期检查施工质量。在强化支护施工完成后,需要定期检查施工质量,包括钢架支撑的强度和稳定性、注浆材料的固化情况和加固效果等方面。发现质量问题,需要及时进行处理和修复。总的来说,强化支护施工是高速公路隧道穿越断层破碎带施工技术中的重要环节,需要严格按照要求进行施工,确保加固效果和施工质量。

### 三、公路隧道施工的质量控制措施

#### (一) 加强施工现场的工程质量控制

在公路隧道施工的质量控制措施中,施工现场的工程质量控制措施是非常重要的一环。以下是施工现场的工程质量控制措施:

(1) 施工现场的管理。施工现场的管理是保证施工质量的前提。需要对施工现场的建设、环境、卫生等方面进行全面的的管理,确保施工现场的整洁、安全、有序。

(2) 施工现场的检查。在施工过程中,需要定期进行施工现场的检查,包括施工工艺、施工设备、施工质量等方面。通过检查,发现问题及时进行整改,避免施工质量问题的出现。

(3) 施工工艺的控制。在施工过程中,需要对施工工艺进行控制,确保施工工艺符合设计要求和施工规范。如加固工艺、钻孔工艺、注浆工艺等需要进行严格的监控和控制。

(4) 施工设备的检测和维护。施工设备的检测和维护是保证施工质量的重要保障。需要定期对施工设备进行维护和检测,确保施工设备的性能稳定和可靠。

施工现场的工程质量控制措施是公路隧道施工质量控制的重要环节。只有通过严格的控制和监督,才能保证隧道施工的质量和安

#### (二) 加强隧道施工项目材料管理

隧道工程施工的复杂性较高,材料选用对工程的质量与效果具有重要影响,因此,加强隧道项目材料管控工作是确保工程质量和效益提升的必要手段。施工单位应全面考虑材料管理方向,在制定项目材料管理计划时,科学规划材料调配方案,确保符合标准要求和实际需求。在材料管理过程中,需要综合考虑材料质量的因素,制定针对性的控制措施,消除不利影响,提升施工效果。材料成本在整个项目成本中所占比例较高,因此,降低不必要的损耗,严格控制采购环节等措施能有效降低成本。在采购材料时,材料采购人员需要具备深入市场调查、分辨能力,选择性价比高的施工材料,控制质量问题,消除可能存在的

#### 结束语

公路隧道工程穿越断层破碎带施工技术的研究旨在提高隧道工程在复杂地质条件下的施工效率和质量,为公路交通的建设和发展做出积极贡献。本文从地质条件、隧道设计、施工技术、材料选用等方面深入探讨,提出了一些可行的解决方案和建议。然而,隧道工程的建设涉及诸多因素,需要不断改进和完善。我们相信,随着科技不断进步和实践不断总结,公路隧道工程穿越断层破碎带施工技术将会不断提高和创新,为我国公路建设事业做出更大的贡献!

#### 参考文献

- [1] 段强. 隧道工程中穿越断层破碎带开挖支护的施工技术[J]. 北方建筑, 2019, 4(1): 68-70.
- [2] 王臣生. 隧道穿越断层破碎带开挖支护的施工技术[J]. 湖北理工学院学报, 2018(4): 43, 59.
- [3] 程庭. 地铁隧道穿越断层破碎带的工法选择及辅助施工措施分析[J]. 市政技术, 2018(6): 78-81.
- [4] 李云刚. 软岩大断面浅埋暗挖隧道施工工法比选数值分析[J]. 水利与建筑工程学报, 2017, 15(1): 157-160.
- [5] 徐涛. 隧道断层破碎带超前支护施工技术研究[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2014(28): 1617-1618.
- [6] 李建旺, 曹明星, 周喻. 高速公路隧道穿越富水空洞区协同施工法研究[J]. 地下空间与工程学报, 2020(S2): 798-803.
- [7] 雷明林, 武刚, 潘俊涛. 公路隧道穿越富水断层破碎带预注浆加固处理技术[J]. 工程建设与设计, 2020(7): 247-249.
- [8] 穆天书. 高速公路隧道穿越断层破碎带施工技术探讨[J]. 工程技术研究, 2020(3): 65-66.