

桥梁隧道施工中灌浆技术的应用

惠 衡

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]桥梁隧道施工中对灌浆技术的应用较为广泛,灌浆技术是指通过钻孔或预埋管的方式将具有胶凝性和流动性浆液压入地层、岩层或者建筑物缝隙中胶结硬化成整体,起到增强、固结工程的目的,并且有助于强化目标物的稳定性与防渗能力,是改善工程性质的重要手段。灌浆技术因自身应用效果好、施工便捷以及技术应用成本低等优势而得到广泛应用。本篇文章分析了灌浆技术的特点以及适用范围,并结合工程案例,探究灌浆技术在桥梁隧道施工中的应用措施。

[关键词]灌浆技术;桥梁隧道施工;注浆管;钻孔

DOI: 10.33142/ec.v6i12.10361

中图分类号: U455

文献标识码: A

Application of Grouting Technology in Bridge and Tunnel Construction

HUI Heng

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Grouting technology is widely used in bridge and tunnel construction. Grouting technology refers to the hydraulic injection of cementitious and flowable grout into the strata, rock layers, or building gaps through drilling or pre embedding pipes, which hardens and strengthens the engineering, and helps to strengthen the stability and anti-seepage ability of the target object. It is an important means to improve the engineering properties. Grouting technology has been widely used due to its advantages such as good application effect, convenient construction, and low application cost. This article analyzes the characteristics and applicability of grouting technology, and explores the application measures of grouting technology in bridge and tunnel construction based on engineering cases.

Keywords: grouting technology; bridge and tunnel construction; grouting pipe; drill hole

引言

桥梁隧道施工环境复杂,影响因素众多,施工难度高,同时对施工质量以及施工效果有着更高的要求。灌浆技术在桥梁隧道施工中的应用比较广泛,借助灌浆技术可以提升桥梁隧道的稳定性与防渗能力,有助于改善工程性质。对于提升桥梁隧道工程质量具有重要意义。为充分发挥灌浆技术的作用、优势,提升灌浆技术的应用效果,应结合桥梁隧道工程特点和质量要求,合理运用灌浆技术,助力桥梁隧道施工的高效开展。

1 灌浆技术概述

1.1 灌浆技术的特点

灌浆技术是指通过钻孔或预埋管的方式将具有胶凝性和流动性浆液压入地层、岩层或者建筑物缝隙中胶结硬化成整体技术形式。灌浆的应用可以起到增强、固结工程的目的,并且有助于强化目标物的稳定性与防渗能力,是改善工程性质的重要手段。灌浆技术具有灵活性强的特点,可针对不同类型的工程需求选择不同的灌浆材料和注入方法。灌浆技术施工过程简便,操作相对容易,不需要大量的施工设备和人力资源。灌浆技术能有效改善工程性能,提高工程强度、密实性和稳定性。除此之外,灌浆技术还具有适用范围广的特点,适用于多种工程需求,并且应用效果十分显著。

1.2 灌浆技术的作用

灌浆技术利用液压、气压或者电化学原理,把浆液均

匀注入地层中,浆液以充填、渗透和挤密等方式,替换土颗粒间或者岩石裂隙间的水分和空气,浆液固化成固结体与原来的地层形成一个强度、防水以及化学稳定等性能有所提高的结石体。注浆技术的作用显著,主要体现在以下几个方面:第一,防渗。降低岩石的渗透性,消除或减小地下水的渗流量,降低工程扬压力或孔隙水压力,提高岩石的抵抗渗透变形能力。如桥梁隧道工程灌浆防渗处理等。第二,堵漏。截断水流,改善工程施工、运行条件。如井壁等地下工程漏水的封堵。第三,固结。应用灌浆技术可以提高岩石的力学强度和变形模量,减小沉降。第四,回填。充填岩土体或结构的孔洞、缝隙,防止塌陷,改善结构的力学条件。第五,加固。恢复混凝土结构及圯工建筑物的整体性。除此之外,灌浆技术还可用于减小挡土墙上的土压力,防止岩石的冲刷,消除砂土液化等方面。在工程实践中,灌浆的作用并不是单一的,在达到某种目的的同时,往往还具有其他一些作用。

1.3 适用范围

适用范围广是灌浆技术的主要特征,灌浆技术适用于各种土体类型,如砂土、黏土、岩石等,以及各种工程需求,如建筑、桥梁、隧道、地铁、水利工程等。常见的应用场景包括地基处理、地下水位控制、隧道衬砌加固、水库坝体防渗、地下室防水、岩体支护等。在桥梁隧道施工过程中,受地质条件、天气状况、人为失误等因素的影响,

容易造成桥梁隧道出现裂缝或者隧道表面砌石松动,这会 给工程质量以及施工安全带来严重威胁。灌浆技术作为比较成熟的技术形式,在桥梁隧道施工中应用可以有效解决桥梁隧道裂缝问题,同时能够对桥梁隧道支撑柱体以及松动的砌石起到有效的加固作用。

2 桥梁隧道工程的特点

桥梁隧道工程往往涉及多种复杂因素,如地质条件、水文水力等。需要综合考虑这些因素进行设计与施工,确保施工方案能够适应复杂的外部环境。桥梁隧道工程通常具有较长的使用寿命,需要在长期使用条件下的耐久性和稳定性。此外,还需要考虑未来可能发生的各种变化因素,如交通流量增加、土质变化等。桥梁隧道工程承担着重要的交通运输功能,因此安全性是至关重要的要求。工程设计和施工需要保证结构的稳定性、可靠性和耐久性,以避免发生事故和灾害。另外,规模大也是桥梁隧道工程的主要特征,涉及的跨度、长度和高度等参数较大。这对于工程的设计、施工和监测提出了更高的要求。桥梁隧道工程不仅规模大,而且通常需要在较短的时间内完成,以保证交通的运行和用户的需求。因此,工程的施工组织和施工技术要求高效和快速。

3 灌浆技术在桥梁隧道施工中的应用

3.1 确定施工位置

灌浆技术在桥梁隧道中的应用,主要目的在于解决桥梁隧道裂缝问题,以及加固隧道表面砌石以及支撑柱体,因此确定施工位置是技术应用的前提。技术应用过程中,应明确施工位置,并做好标记。在此基础上分析裂缝产生原因以及砌石松动原因,并结合分析结果合理选择灌浆材料,制定相应的灌浆方案,为后续的施工奠定基础。

3.2 做好施工准备

正式灌浆之前要做好施工准备。首先应对施工涉及的机器设备进行全面检查,保证机器设备正常运行并且性能稳定。其次检查灌浆材料,确保灌浆材料质量符合设计标准要求,在此基础上进行灌浆试验,借助灌浆试验检验灌浆施工方案的科学性与可行性,并最终确定灌浆孔距与扩散半径。最后进行施工组织设计,结合施工需求合理调度施工人员,确保关键施工的顺利开展。

3.3 灌浆施工工艺

合理规划施工工艺流程,结合工程实际,制定灌浆施工工艺流程。通常灌浆施工应按照放线与布孔、造孔、洗孔、灌浆、封孔、检查的流程施工。放线、布孔是指按照设计要求和灌浆施工规范,确定灌浆孔的位置和间距,进行放线布孔。造孔是指使用钻机或手工工具,按照设计的深度和直径,在需要灌浆的部位钻孔。钻孔后、灌浆前,使用高压水或压缩空气对钻孔进行清洗,以确保孔内无杂物和积水。灌浆是指将配制好的灌浆材料通过灌浆设备压入钻孔内,直到达到设计要求的灌浆压力或灌浆量。封孔是指在灌浆完成后,使用封孔材料对钻孔进行封闭,以防止

浆液外泄。检查是指在灌浆完成后一段时间,对灌浆孔进行检查,以评估灌浆效果和质量。需要注意的是,具体的灌浆施工工艺流程可能因工程要求和地质条件的不同而有所差异。在实际施工中,应根据具体情况进行调整和优化。

4 案例分析

4.1 工程概况

本文结合某桥梁隧道工程对灌浆技术的应用措施进行探究。该隧道建设长度为 16.24 千米,设计隧道直径为 14 米。该桥梁属于铁路客运专用桥梁,隧道内设计为双线铁路,设计列车行驶速度为每小时 300 千米。该工程所在区域涉及比较复杂的岩层结构,并且岩层破碎现象比较严重,这会 给桥梁隧道工程施工带来巨大的挑战。结合工程实际情况,并根据工程质量要求,决定采用灌浆技术来解决施工区域岩石破碎问题,改善施工环境,在为其他施工任务顺利开展奠定基础的同时更好地保障桥梁隧道工程质量。

4.2 前期准备

在桥梁隧道施工中应用灌浆技术,需要做好前期准备,前期准备工作是否完善关乎着关键技术的应用效果与实际的施工质量。应结合工程特点以及灌浆技术应用需求做好前期准备。首先要进行现场环境勘察,了解施工区域现场环境状况,分析施工区域现场环境对灌浆施工的影响,并以此为依据制定灌浆施工方案,将现场环境造成的影响降到最低,保证灌浆技术应用效果和实际施工质量。其次,明确具体的灌浆施工工艺流程。结合本工程特点,确定的灌浆施工工艺流程为选定孔位、疏通预留孔、安放防喷装置、振插注浆管、制备浆液、注浆、拔管、关闭球阀待凝、清洗注浆管、换孔注浆、拆球阀和防喷装置。在确定施工工艺流程的基础上应做好技术交底,并要求施工人员严格按照施工工艺流程施工。注浆施工工艺流程中任意一个环节出现问题与偏差都会对注浆技术的应用效果以及桥梁隧道工程质量产生不利影响,因此应规范工艺流程并加强施工管理,确保严格按照工艺流程施工。再次要确定相关工艺参数。如计算浆液浓度等,浆液浓度应按照公式“ $C=m1/m^2 \times 100\%$ ”进行计算,公式中 $m1$ 是指溶质质量, $m2$ 是指浆液质量。准确计算浆液浓度可以判断浆液是否符合设计标准要求,以免因浆液质量问题而影响灌浆技术应用效果。最后制定完善的灌浆技术应用方案。在灌浆技术应用方案中应明确灌浆技术应用目标,即灌浆后区域土体承载力达到 120kPa。

4.3 布孔与钻孔

布孔与钻孔是灌浆施工的重要环节,同时也是灌浆施工技术的主要影响因素。灌浆技术在桥梁隧道施工中的应用,需要确保布孔与钻孔施工质量。首先在布孔过程中借助放线测量技术严格按照设计要求确定灌浆孔位置,将灌浆孔位置与设计要求的误差控制在 1% 范围内。其次合理选用钻头,应用的钻头直径不小于 4 厘米。钻进过程中要注重把控钻进角度,确保钻孔方向与设计要求的相符。

再次规范安装孔口管，固孔材料包裹钻杆的长度大于 3.5 米。最后，钻孔过程中如果出现粉末状土壤，则应停止钻孔，并调整和优化钻孔施工方案，并借助导管保护钻孔孔壁。孔口管安装详见图 1。

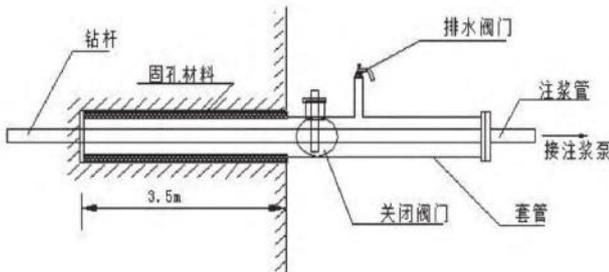


图 1 孔口管示意图

4.4 材料选择与搅拌

注浆材料是注浆技术应用的基础，会对注浆技术应用效果产生直接影响，甚至可以将材料的性能看作是注浆技术应用效果的决定性因素。在桥梁隧道施工过程中应用注浆技术，应结合工程特点以及技术应用要求合理选择注浆材料，并做好注浆材料的搅拌。应合理控制材料水灰比，根据工程需求设计材料配合比，并通过试验检验的方式选择最佳配合比。

除了材料选择之外，材料搅拌也是灌浆技术应用的关键环节。在材料搅拌过程中重点关注材料搅拌的速度与材料搅拌的时间，确保材料搅拌的速度均匀，搅拌时间充足。在搅拌过程中应每间隔 30 秒观察 1 次材料状态，并结合材料实际状态调整搅拌速度。搅拌完成的材料应及时使用，避免长时间搁置而出现结块等现象。通常情况下，搅拌完成的材料应在 120 分钟内使用完毕。

4.5 安装注浆管

安装注浆管首先应在储浆桶内设置滤网，选用正方向边长为 1 毫米的滤网。其次，在孔口设置水浆墙，水浆墙厚度不小于 20 厘米，借助水浆墙来防止注浆过程中浆液流出。与此同时还需要在各注浆段设置止水盘，止水盘厚度控制在 3 米左右。借助止水盘能够更好地保障浆液利用率。最后安装完注浆管后，应对注浆管进行漏水检查，以确保注浆管的完整性。

4.6 注浆施工

注浆施工的关键在于控制注浆速度，通常情况下应将注浆速度控制每分钟 80~150 升左右。注浆过程中应先检验注浆设备的性能，在确保注浆设备性能稳定的基础上再进行注浆施工。以免因注浆设备问题影响注浆施工效果和威胁施工人员的人身安全。另外，在注浆施工之前应准确计算注浆量，并根据注浆量来配置浆液，确保配置的浆液能够在 120 分钟内用完，以免出现浆液结块等问题。本工程在施工前结合公式“ $Q=V\lambda=V(d/1+e)(W-W_0)$ ”计算注

浆量。公式中 λ 是指浆液注入率， V 是指土体体积， e 是指孔隙比， W 是指天然含水量， W_0 是指塑限含水量。注浆过程中应密切关注视浆管的压力情况，如果注浆管压力过大应及时停止注浆，并引导施工人员远离孔口，以免引发安全事故。应将注浆压力控制在 1.2 兆帕以内，同时应用间歇性注浆的方式施工。注浆过程中要对浆液进行观察，如果浆液饱满则停止注浆，并检查注浆效果。注浆完成后施工区域承载力不低于 300 兆帕即符合标准要求。

4.7 封堵灌浆孔

封堵灌浆孔同样是灌浆技术应用的重要环节，同时也是灌浆技术的最后步骤。封堵灌浆孔首先检查孔内浆液情况，重点关注浆液的凝固情况，在孔内浆液完全凝固的情况下再封堵灌浆孔。完成灌浆孔封堵后，要对封口进行平整处理，确保封口平整。其次封堵灌浆孔应避免孔内浆液与封堵层出现明显的分层，因此需要在孔内浆液符合灌浆孔封堵要求时及时进行封堵。最后完成灌浆孔封堵后应注重观察孔口高度变化情况，并做好相关记录。

5 结束语

灌浆技术利用液压、气压或者电化学原理，把浆液均匀注入地层中，浆液以充填、渗透和挤密等方式，替换土颗粒间或者岩石裂隙间的水分和空气，并随着浆液的凝固与土体或者岩石材料形成一个高强度与高稳定性的凝结体。灌浆技术具有施工便捷、高效、施工成本低、适用范围广等方面的特点，这使得灌浆技术在桥梁隧道施工中得到了广泛应用。为充分发挥灌浆技术的优势和作用，应结合桥梁隧道工程特点以及质量要求，合理应用灌浆技术。本文介绍了灌浆技术的特点与作用，并结合工程案例分析灌浆技术应用措施。

[参考文献]

- [1] 贾文亮. 帷幕灌浆技术在新疆二塘沟水库大坝坝基防渗中的应用研究[J]. 水利科学与寒区工程, 2023, 6(9): 134-138.
- [2] 潘祖光, 刘成钢, 董云. 上视安置房装配整体式剪力墙结构灌浆技术研究[J]. 价值工程, 2023, 42(26): 60-62.
- [3] 黄志平. 双管高压旋喷灌浆技术在小型水库除险加固中的应用[J]. 吉林水利, 2023(9): 54-59.
- [4] 王刚. 水泥灌浆技术在高层建筑主体结构加固施工中的应用[J]. 砖瓦, 2023(9): 159-160.
- [5] 初明亮, 巩寅魁. 地表灌浆技术在隧道施工涌水地段中的应用与研究——以引绰济辽工程输水工程为例[J]. 科技资讯, 2022, 20(22): 87-91.

作者简介：惠衡（1990.3—），男，西安市，毕业于吉林大学土木工程专业，当前就职于新疆北新路桥集团股份有限公司旗下新疆北新岩土工程勘察设计有限公司，任工程管理部部长，中级工程师，一级建造师市政公用工程和民航机场工程。