

# 灌浆法在公路桥梁隧道施工中的应用

沙良锟

新疆北新科技创新咨询有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:** 在公路桥梁和隧道施工中,灌浆法是一种关键的技术手段,本文围绕灌浆法在公路桥梁隧道施工中的应用展开论述。先是概述了灌浆法相关内容,接着详细阐述其在公路、桥梁、隧道施工各方面的具体应用,涵盖公路裂缝处理、桥梁基础加固、隧道衬砌加固等多个关键环节。同时,分析了灌浆法施工中存在的灌浆不均匀、浆液流失、灌浆压力不足等常见问题,并针对性地提出加强材料管理、优化施工工艺、改善施工环境等对策建议,旨在为提升灌浆法施工质量,保障公路桥梁隧道工程的良好建设效果提供参考。

**关键词:** 灌浆法;公路桥梁;隧道施工;应用

引言:随着我国交通基础设施建设不断推进,公路桥梁隧道工程日益增多且面临诸多施工难题。灌浆法作为一种有效的施工技术,能在加固、防渗等多方面发挥重要作用。在公路施工中可处理裂缝、加固地基、稳定边坡;于桥梁施工利于基础加固、裂缝修复与结构稳定;在隧道施工对衬砌加固、防水处理以及维持地层稳定意义重大。然而其施工也存在一些问题,因此探讨其应用及应对策略尤为必要,这对保障工程质量有着深远影响。

## 1 灌浆法概述

灌浆法是岩土工程与结构加固领域广泛应用的一项重要技术。其核心原理在于借助压力设备或重力作用,将特定的浆液注入到岩土体的孔隙、裂隙以及各类结构物的缝隙之中,以达成加固、防渗、堵漏等多重目标。灌浆法所采用的浆液种类丰富多样,常见的包括水泥浆、化学浆以及混合浆等。水泥浆以水泥为主要成分,具备成本低廉、结石体强度较高且耐久性良好的特性,在众多一般性工程中应用广泛。化学浆则由各类化学材料调配而成,如环氧树脂、聚氨酯等,这类浆液具有可灌性佳、凝结时间能够精准调控以及防渗性能卓越等优势,适用于对防渗要求严苛或者特殊地质条件下的工程。混合浆则是综合了不同材料的优点,以满足更为复杂的工程需求。从作用机理来看,灌浆法主要通过填充作用,使浆液占据岩土体孔隙,提升其密实度;借助渗透作用,让浆液在压力驱使下于孔隙中扩散并形成结石网络,增强岩土体强度;依靠压密作用,在灌浆过程中对周围土体产生挤压使其更为紧实<sup>[1]</sup>。

## 2 灌浆法在公路桥梁隧道施工中的具体应用

### 2.1 灌浆法在公路施工中的应用

#### 2.1.1 公路裂缝处理

当公路路面出现裂缝时,首先需对裂缝进行清理,去除其中的杂物与灰尘,确保灌浆通道畅通。然后根据裂缝的宽度、深度及类型选择合适的灌浆材料,如对于较窄裂缝可采用环氧树脂类化学灌浆材料,其具有良好的渗透性与粘结性。通过压力灌浆设备将浆液注入裂缝,浆液在裂缝中渗透、填充并固化,有效粘结裂缝两侧的混凝土或沥青路面,恢复路面的整体性与结构强度,防止水分进一步侵入导致裂缝扩大,从而延长公路的使用寿命,提升行车的舒适性与安全性,减少因路面裂缝引发的跳车等不良现象,同时降低道路养护成本与维修频率。

#### 2.1.2 公路地基加固

对于软弱地基,如淤泥质土或松散砂土,可选用水泥浆液进行灌浆。先在地基中按设计要求钻孔,将水泥浆液在一定压力下注入地基土的孔隙与松散颗粒间。水泥浆液凝固后形成的结石体与地基土相互胶结,使地基土的颗粒结构得到改善,提高其密实度与承载能力。对于存在空洞或溶洞的地基,采用特殊的填充性浆液进行灌浆,填充空洞,防止地基不均匀沉降。通过灌浆法加固公路地基,能有效增强地基稳定性,为公路路面结构提供坚实支撑,减少因地基问题导致的路面开裂、变形等病害,确保公路在设计使用年限内安全运行,适应不同交通荷载与环境条件的要求。

#### 2.1.3 公路边坡稳定

对于易滑坡或存在潜在不稳定因素的边坡,首先对边坡地质进行详细勘察,确定软弱层或裂隙的分布位置与特征。然后采用锚杆与灌浆相结合的方式,在边坡钻孔后插入锚杆,再灌注水泥浆或其他合适的浆液。浆液填充边坡岩土体的孔隙与裂隙,增强岩土体的抗剪强度,同时锚杆与凝固后的浆液结石体共同作用,如同给

边坡加上了“筋骨”，将松散的岩土体锚固在一起，形成一个稳固的复合结构，有效抵抗边坡土体的下滑力。此外，对于一些风化严重的边坡，灌浆还能对坡面进行防护，防止雨水进一步侵蚀与风化作用，从而保障公路边坡在长期运营过程中的稳定性，减少因边坡失稳引发的交通中断与安全事故，保护周边生态环境与基础设施。

## 2.2 灌浆法在桥梁施工中的应用

### 2.2.1 桥梁基础加固

在桥梁基础加固中，灌浆法应用广泛且效果显著。当桥梁基础出现下沉、承载力不足等问题时，首先在基础周边或特定位置钻孔，然后将配置好的灌浆材料，如高强度水泥浆或特殊的化学灌浆料，通过压力设备注入地基土中。对于桩基础，可进行桩底灌浆或桩身缺陷修复灌浆。桩底灌浆能使桩端持力层得到加固，提高桩端阻力；桩身灌浆则可填补桩身裂缝、空洞等缺陷，增强桩身完整性与强度。灌浆材料在地基或桩身中凝固后，与原有基础形成复合结构，改善基础的受力性能，有效阻止基础进一步沉降，提高桥梁基础的承载能力与稳定性，确保桥梁在后续使用过程中能够安全地承受车辆荷载及其他环境荷载，延长桥梁的使用寿命，降低因基础问题导致桥梁结构损坏的风险。

### 2.2.2 桥梁裂缝修复

在施工前，需对桥梁裂缝进行详细检查，包括裂缝的宽度、长度、深度以及走向等信息的收集。根据裂缝特征选择合适的灌浆材料，如对于较细裂缝可采用低粘度的环氧树脂灌浆材料，其具有良好的流动性与粘结性，能深入裂缝内部。先对裂缝进行表面处理，清除灰尘、松散颗粒等杂质，然后安装灌浆嘴并封闭裂缝表面，仅留灌浆入口。通过压力将灌浆材料注入裂缝，使其填满裂缝空间并充分粘结裂缝两侧的混凝土。灌浆材料固化后，恢复了混凝土结构的整体性，增强了结构的抗拉、抗剪能力，有效防止裂缝进一步扩展，避免水分、空气等侵蚀性介质进入裂缝内部对钢筋造成锈蚀，从而保障桥梁结构的耐久性与安全性，维持桥梁的正常使用功能。

### 2.2.3 桥梁结构稳定

在桥梁建造过程中，对于一些关键连接部位或受力复杂区域，如梁与柱的连接节点、拱脚部位等，可采用灌浆法进行加固处理。通过在这些部位灌注高强度、高粘结性的灌浆材料，填充结构内部的空隙与微裂缝，使各结构部件之间的连接更为紧密，协同工作性能更好。在桥梁运营期间，当发现结构整体稳定性有下降趋势时，如因长期振动或基础不均匀沉降导致结构变形，也

可利用灌浆法对整体结构进行补强。在结构薄弱部位或潜在危险区域进行针对性灌浆，增强结构局部刚度与整体稳定性，提高桥梁结构抵抗各种荷载作用与环境影响的能力，保障桥梁在设计使用寿命内的安全运行，减少因结构失稳引发的灾难性事故，为交通运输提供可靠的保障。

## 2.3 灌浆法在隧道施工中的应用

### 2.3.1 隧道衬砌加固

当隧道衬砌出现裂缝、背后空洞或强度不足等问题时，可采用灌浆工艺进行修复与强化。首先对衬砌表面进行清洁和预处理，确定灌浆孔位置与深度，钻孔后将合适的灌浆材料，如水泥浆或改性环氧灌浆料，通过压力注入衬砌背后或裂缝中。对于背后空洞，灌浆能填充空隙，使衬砌与围岩紧密贴合，恢复结构的均匀受力状态；对于裂缝，灌浆材料可渗透并粘结裂缝面，提高衬砌的整体性与抗渗性。灌浆料凝固后形成的结石体增加了衬砌的强度与刚度，有效增强了隧道衬砌结构承载能力，能更好地应对围岩压力、地震等外部荷载，延长隧道使用寿命，保障隧道运营安全。

### 2.3.2 隧道防水处理

隧道防水处理是灌浆法的关键应用领域。在隧道施工中，地下水渗漏是常见问题。通过灌浆形成防水帷幕可有效解决此问题。针对不同的渗漏情况与地质条件，选择合适的灌浆材料，如水泥-水玻璃双液浆或聚氨酯化学浆液。对于较大的裂隙或涌水处，先采用快速凝固的双液浆进行封堵，控制涌水；对于细微裂缝与渗水区域，则利用化学浆液的良好渗透性进行处理。在隧道衬砌背后或围岩中按设计要求钻孔并灌注浆液，浆液在压力作用下填充孔隙与裂隙，形成连续的防水隔层，阻止地下水的渗透。这不仅能防止隧道内部出现渗漏水现象，避免对隧道内设备、轨道等造成损害，还能减少地下水对围岩的侵蚀，维持围岩的稳定性，为隧道的正常使用和长期运营创造良好的环境<sup>[2]</sup>。

### 2.3.3 隧道开挖过程中的地层稳定

当隧道穿越软弱围岩、破碎带或富水地层时，地层自稳能力差，易发生坍塌。此时采用超前灌浆可预先加固地层。在掌子面前方钻孔并灌注水泥浆或化学浆液，浆液填充围岩孔隙与裂隙，提高围岩的强度与抗剪能力，同时挤压围岩，形成一定范围的加固圈。这能有效控制围岩变形，防止坍塌事故发生，为隧道开挖提供安全的作业环境。并且，灌浆还能改善围岩的渗透性，减少地下水对开挖过程的影响。在隧道施工的不同阶段，根据地层变化适时调整灌浆参数与方案，持续保障地层

稳定,确保隧道施工顺利进行,提高施工效率并降低施工风险。

### 3 灌浆法施工中存在的问题与对策

#### 3.1 灌浆法施工中常见问题

##### 3.1.1 灌浆不均匀

在施工时,因钻孔布局不合理,孔距过大或过小,会使浆液扩散范围受限或重叠,导致部分区域灌浆过量,部分不足。此外,灌浆材料的配比不当,如粘度、稠度不合适,以及灌浆速度过快或过慢,都可能影响浆液在岩土体或结构物中的均匀分布,使加固或防渗效果大打折扣,局部区域仍存在薄弱环节,易引发工程质量隐患。

##### 3.1.2 浆液流失

当遇到地层孔隙过大、裂隙发育或存在溶洞等情况时,浆液容易顺着这些通道大量流失,难以在预定位置留存并发挥作用。施工过程中,如果灌浆压力控制不当,过高的压力会加剧浆液流失。同时,未对周边环境进行有效封闭或封堵措施不完善,也会致使浆液流向非目标区域,不仅浪费材料,还无法达到预期的灌浆效果,增加施工成本与时间。

##### 3.1.3 灌浆压力不足

灌浆压力不足会产生诸多不良后果。压力不够可能是由于灌浆设备功率不足或出现故障,无法提供足够的推动力使浆液充分渗透到岩土体的孔隙和裂隙中。也可能因对地层特性判断失误,设置的初始压力过低。压力不足导致浆液扩散范围小,填充不密实,在加固工程中无法有效提高岩土体强度,在防渗工程中难以形成连续有效的防渗帷幕,使工程结构的稳定性和防渗性能得不到保障,影响整体工程质量。

#### 3.2 对策建议

##### 3.2.1 加强材料管理

(1)要严格把控灌浆材料的采购环节,选择质量可靠、信誉良好的供应商,确保材料符合工程设计要求的性能指标。在材料进场时,需进行全面检验,包括材料的种类、规格、强度、凝结时间等参数的检测,对不合格材料坚决予以退回。(2)要妥善存储材料,根据材料特性提供适宜的存储环境,防止材料受潮、变质或受到污染。在材料使用过程中,精确计量,严格按照设计配

合比进行配制,避免因材料用量不准确导致灌浆质量问题,从而保障灌浆材料在施工中发挥最佳性能。

##### 3.2.2 优化施工工艺

在钻孔环节,根据工程地质勘察资料,科学规划钻孔位置、深度、间距和角度,确保浆液能均匀扩散。同时采用先进的钻孔设备,提高钻孔精度和效率,减少对周围岩土体的扰动。灌浆过程中,合理选择灌浆方法,如静压灌浆、高压喷射灌浆等,并根据地层情况灵活调整灌浆压力、流量和速度,实时监测灌浆参数,绘制灌浆曲线,依据曲线变化及时调整工艺。此外,注重灌浆顺序,采用分序灌浆,先灌稀浆后灌浓浆,提高浆液的渗透和填充效果,确保施工工艺的科学性与合理性,实现灌浆质量的有效提升<sup>[1]</sup>。

##### 3.2.3 改善施工环境

在施工前,对施工现场进行全面清理,排除积水、杂物和障碍物,为施工设备安置与人员操作提供良好场地。针对可能影响灌浆的环境因素,如地下水丰富的区域,先采取降水措施降低水位,减少浆液流失风险。在寒冷天气施工时,搭建保温棚或对灌浆材料、设备及施工区域进行加热保温,防止浆液受冻影响性能。加强施工现场的通风,降低粉尘、有害气体浓度,保障施工人员健康,使施工环境处于稳定、适宜的状态,促进灌浆作业高效、优质完成。

#### 结束语

综上所述,灌浆法在公路桥梁隧道施工中占据着极为关键的地位。它在处理公路裂缝、加固地基与边坡,桥梁基础与裂缝修复、稳定结构,以及隧道衬砌加固、防水和地层稳定等多方面均展现出卓越效能,有力保障了工程的质量、安全与耐久性。尽管施工过程中存在灌浆不均匀、浆液流失、压力不足等问题,但通过加强材料管理、优化工艺、改善环境等措施可有效应对。

#### 参考文献

- [1]华伟.谈灌浆法在公路桥梁隧道施工中的应用[J].建材与装饰,2020,000(006):285-286
- [2]熊良贵.试论公路、桥梁、隧道施工中灌浆法加固技术的应用[J].黑龙江交通科技,2020,v.43;No.312(02):42-43.
- [3]周超.谈灌浆法在公路桥梁隧道施工中的应用[J].建筑施工管理,2019,001(008):P.57-57.