

# 道路桥梁隧道施工中灌浆法的应用分析

袁 莉

四川省建业检验检测股份有限公司 四川成都 610000

**摘 要：**道路桥梁建设中经常需要隧道施工，隧道施工过程中广泛使用灌浆法，需要根据实际情况制定合适的灌浆方案，确保灌浆施工方案的可行性，奠定工程建设高质量完成的基础。基于此，文中以道路桥梁隧道施工为对象，分析灌浆法的技术内涵，结合具体工程案例分析灌浆法的具体应用，并给出细节控制措施，旨在为类似研究提供借鉴，切实发挥灌浆法的作用，提高道路桥梁隧道建设质量。

**关键词：**道路桥梁；隧道施工；灌浆法

## 引言

道路桥梁隧道施工作为现代交通基础设施建设的重要组成部分，其工程质量直接影响交通运输的安全与便利。在隧道施工中，灌浆法因其在地基加固、裂缝修复和防水堵漏等方面表现出卓越性能而被广泛应用。特别是在地基加固方面，灌浆法能够有效提升地基承载力，这对于确保隧道结构稳定至关重要。在裂缝修复中，灌浆材料可以渗透至微小裂缝内部，实现高效封闭，防止进一步损伤。而在防水堵漏过程中，通过精准灌注防水材料，大幅减少地下水对隧道结构的侵蚀<sup>[1]</sup>。因此，无论是从提升地基承载力、修复微小裂缝还是减少地下水侵蚀来看，灌浆法都以其卓越性能成为道路桥梁隧道施工中不可或缺的一环。

## 一、道路桥梁隧道施工中灌浆法的作用

### （一）提高围岩稳定性

隧道建设过程中由于穿越多个含水层，频繁发生渗漏现象。面对这些挑战，施工团队选择使用高效化学基灌浆材料，进行局部封堵处理。极大地减少了地下水对施工的不利影响，提升了整体工程的质量。具体操作中首先定位出渗漏点，然后利用专用设备将灌浆材料注入裂缝或空洞，通过材料膨胀固化，实现长期稳固的防水效果。

### （二）防止渗漏及堵水

灌浆法有效防止地下水渗漏，作为一种可靠的技术选择得到了广泛应用。该方法通过填补裂隙和空洞来阻挡地下水。例如，在某铁路隧道建设中，由于该区域穿越多个含水层，频繁发生渗漏现象。施工团队决定采用化学基灌浆材料进行局部封堵。在渗漏点周围钻孔，利用设备将化学灌浆材料注入这些裂隙和空洞，使其迅速

凝固，形成一道坚固的屏障。

### （三）改善地质条件

在一些特定的地质环境中，例如膨胀土和湿陷性黄土等，工程施工面临诸多挑战。采用灌浆法能够显著改善这些不良地质特征，从而增强其承载力。在某城市的轨道交通项目中，由于线路必须穿越湿陷性的黄土地段，为避免后期可能出现沉降问题，项目团队决定进行全断面的预先注浆处理。他们将浆液注入到地层内部，使原本松散的湿陷土变得更加密实，从根本上解决了沉降隐患。不仅确保了轨道的稳定，还为后续施工提供了坚实基础。

## 二、道路桥梁隧道施工中灌浆法的应用

### （一）工程概况

这条隧道全长约3000米，横跨在地势起伏不定的山区中。这里的地质环境可谓错综复杂，由泥质页岩与砂岩交织而成。不仅如此，这些岩层硬度各异，且层理发育、裂隙纵横，加上地下水资源异常丰富，使得围岩更加破碎。在这种艰难背景下，传统开挖方法显然无法确保施工安全和质量。因此，选择了灌浆法作为主要助手，将特制浆液注入围岩，以提升整体稳定性，大大减少渗水引发的问题<sup>[2]</sup>。

### （二）选择合适灌浆技术

现场勘察结果结合详尽的地质报告，决定采用帷幕灌浆和接触灌浆这两种技术方案。帷幕灌浆的主要任务是切断地下水流，这样就可以形成一道坚固的防渗屏障，有效阻止水分渗漏。而接触灌浆则专注于填充围岩裂隙，从而显著提升其整体强度。在选择这些技术时，不仅考虑到了工程费用，还综合评估施工周期及环境保护。全面考量确保了所选方案具有科学性，并且能够在实际应用中发挥最佳效果。

表1 工程施工参数

项目内容	标准值
灌浆压力/MPa	0.4-0.6
浆液储备量: 实际用量	1.3: 1
灌浆承载力/kPa	≥ 130
灌浆深度	3.6-5.6

### (三) 做好灌浆浆液配置

采用了两种不同类型的浆液, 即水泥-水玻璃双液浆和黏土-水泥单液浆。

水泥-水玻璃双液浆是一种配比科学、性能优越的材料。这种浆液因其凝结时间可控, 能够根据施工需求调整凝固速度, 从而确保在复杂环境下也能顺利作业。高强度是其另一大特点, 特别适用于裂隙发育且渗透性较强的区域。在这些地质条件下, 普通单一材料往往难以达到理想加固效果, 而此类双液浆则能有效填充并巩固岩体裂隙, 提高整体结构稳定性。

黏土-水泥单液浆以良好的填充性能著称。黏土本身具有极佳的塑性和粘附力, 与水泥结合后形成的单液浆能够轻松渗透并封堵细小裂隙。此外, 它还能显著改善围岩力学性能, 使原本脆弱不堪的一部分岩体变得更加坚固可靠。因此, 这种特性使得黏土-水泥单液浆非常适合用于那些裂隙细微但数量众多、需要高效填充且增强承载能力的地段。

### (四) 灌浆技术细节分析

帷幕灌浆工程中, 钻孔布置是第一步, 根据设计图纸要求, 在指定位置进行钻孔, 这些钻孔通常呈梅花形排列, 每个间距在1到2米之间, 以确保覆盖范围均匀有效。操作人员必须精确测量并标记每一个钻孔位置, 确保不遗漏任何重要点位。

紧接着进行的是注入设备的安装。在每个钻孔口, 需要安装止回阀、高压管线等设备。这些设备必须严格按照标准流程进行安装, 以保证后续注浆过程中密封性和稳定性。还需仔细检查所有高压管线连接是否牢固, 避免在注浆过程中出现泄漏问题。

随后, 进行试验注入。在正式大规模施工前, 通过选择几个代表性的钻孔进行少量材料注入, 以验证设计参数的合理性, 并根据实际效果调整工艺参数。如果发现问题, 可以及时调整, 这样可以确保正式操作时顺利进行。这一过程就像是在考试前做模拟测试, 为的是找到最优方案。正式注入阶段采用分段、多次循环方式进行。每次注入结束后, 需要等待24小时左右以观察效果。这一过程中需要严格监控, 每段完成后记录相关数据, 如压力、流速等, 以便总结经验, 为下一阶段提供参考。

通过监测周边地下水位变化及渗漏情况, 对帷幕灌浆效果进行全面评估, 并根据实际情况调整方案。评估工作不仅依靠仪器的数据, 还需要结合现场观察和经验判断。

表2 钻孔参数

钻孔内容	标准值
深度/m	7.8
直径/mm	68
孔间距/m	1.0 × 1.0
水平面倾角/°	≥ 29

接触灌浆是一种利用特制的化学或矿物质材料, 通过预设通道或直接打孔, 将材料引导至指定位置, 从而实现加固或密封的一种工艺。这项技术广泛应用于建筑工程中, 其具体操作步骤如下:

钻孔布置。根据设计方案精确安排钻孔的位置和间距, 同时详细测量每个钻孔的深度。在完成钻孔后, 还需对内壁及底部进行彻底清理, 以确保没有任何杂质阻碍灌浆材料的顺利流动。

管线铺设。它决定了整个施工过程的顺畅。要确保输送管线长度和直径符合施工标准, 同时避免弯曲和堵塞现象发生。而在安装如压力泵、止回阀等设备时, 则需要经过严格调试和检查, 以保证其在使用过程中稳定运行。

试验注入。通过模拟真实环境, 为提供宝贵的数据支持。根据试验结果, 对相关参数如压力、流量等进行调整, 从而优化施工方案。

正式实施。严格遵循规范并实时监控各项指标变化, 包括压力值、流量速率等等。同时, 还要定期检查已完成区域, 看是否存在新生裂缝、水位异常升高等现象。如果发现问题, 需要立即采取补救措施。

### (五) 施工参数控制

当灌浆管妥善放置并准备好浆液后, 便可正式开始灌浆作业。为确保最佳效果并规避潜在问题, 严格控制了各项施工参数。在具体工程分析下, 选择了二次灌浆方式: 先进行常压灌浆, 这一步骤旨在保证初步填充与固结; 然后再进行加压灌浆, 以进一步增强填充充实度。在整个过程中, 为避免多余砂浆的冒出, 工作人员必须实时监控每一个操作步骤是否规范。

使用的是标号42.5的普通硅酸盐水泥, 并将配制好的浆液温控在20℃到28℃之间, 以防止凝固速度过快。同时, 在其中加入了膨胀剂与抗裂剂, 这些添加剂不仅提高了稳定性, 还增强了耐久性能, 有效减少裂缝和收缩现象, 从而大幅提升工程质量。完工后, 需要立即清

理施工面，确保所有残留物被彻底移除。作为关键步骤之一，封孔处理的深度不得低于10厘米。如果未达到这一标准，应仔细清除孔内残留物，以免影响封闭效果。还需对孔壁进行高标准清洁，并在正式灌前注入少量水润湿孔壁，以显著提升黏结强度。

#### （六）浆砌片石施工

隧道工程中，在部分软土区域，仅靠灌浆无法达到预期加固效果，因此需采用浆砌片石作为辅助措施。施工过程中，作业人员必须精准掌握地质参数，并制定详细的浆砌片石施工流程，同时确保安全管理万无一失。在完成基本施工作业后，为确保参数精确，还进行了挂线校准，此步骤要求坡度不得超过1:1.75。在实际操作中，每位工人都需考虑环境因素，并严格按照规范流程执行，以确保最终的施工质量。这不仅提高了地基的稳定性，还增强了承载能力。

### 三、道路桥梁隧道施工中灌浆法施工质量

#### （一）增强隧道施工质量管理意识

增强隧道施工质量管理意识是确保隧道工程质量的基础。在实际操作中，施工人员应树立“质量第一”的理念，认识到高品质的隧道不仅提升整体形象，还能延长使用寿命并减少后期维护成本。加强对施工过程中各个环节的监督和检查，坚持质量管理标准，才能有效预防各种施工质量问题。

增强隧道施工质量管理意识需要培养团队合作精神，每位施工人员都应明确自己的责任，并时刻保持沟通与协作。只有团结一致、共同努力，才能确保整个项目始终保持高水平表现。在当今信息化发展的背景下，应利用先进技术手段提升隧道施工质量管理效率。这就需要施工人员综合考虑各方面情况，选择合适的信息技术，转变传统管理模式的不足，奠定道路桥梁隧道高质量施工的基础。

#### （二）重视施工现场质量管理

在隧道工程开始施工之前，需要明确项目目标并制定详细计划，这包括确定工程范围、施工周期及成本预算等目标，并将其纳入整体规划。根据项目需求与行业标准，应设定合理且可衡量的指标，全面评估施工过程。这些指标涵盖但不限于安全性能、质量要求和进度控制等方面<sup>[5]</sup>。

具体而言，安全管理方面应设置如事故发生率和安全设备使用情况等指标，以有效监测并评估施工现场的安全状况；质量要求方面则可以设定合格率和缺陷率，以衡量施工过程中产品或构件的质量水平；在进度控制方面，设置计划完成率和关键节点，判断是否按时完成

等指标，以评估施工进度控制情况。根据工程实际推进情况，及时进行调整与优化，确保工程建设顺利完成。

#### （三）优化质量管理体系

从材料选择、焊接接头处理，到结构设计、安全规范执行，每一个环节都可能影响隧道品质。在实际操作中，需要严格执行规范标准，做好每一个环节的记录和跟踪。只有通过把控每一个细节，才能真正做到事无巨细。在施工细节控制方面，应注重培养操作人员的职业素养。

不断提升从业人员技术水平，加强操作培训，推行技能考核评价制度等举措，都可以提高操作人员的专业能力。在项目组织架构中，需明确定义每个岗位的职责和任务。通过明确责任分工，可以确保每个岗位都清楚其职责范围，从而避免责任模糊和推卸责任的问题。

#### （四）做好施工人员培训

加强施工人员培训是提升工程质量的关键措施。施工单位应为从业人员提供全面的培训，包括理论知识和实践操作技能。通过针对性培训课程，使施工人员深入了解施工规范、标准及现场安全操作要求。这不仅保障每位从业人员具备扎实的专业知识，还显著提高整体施工质量。

同时，通过开展系统化的培训活动，增强施工人员的职业责任感和质量管理意识。在日常施工中，他们能够更加注重细节控制，确保各个环节都达到高标准。

### 结束语

总之，工程施工过程中灌浆法可以有效加固隧道，这种方法不仅牢固了隧道地基，还有效填补了裂缝，提升了整体结构的安全性。因此，在公路隧道工程中，灌浆法是不可忽视的一环。选择合适的灌浆措施、精准配置材料比例，并结合实际情况进行施工，这些都是确保项目高质量完成的重要因素。

### 参考文献

- [1] 黄正明. 关于灌浆法在市政道路桥梁隧道施工中的应用[J]. 中国科技投资, 2021, (06): 118-119.
- [2] 于春生. 公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术要点研究[J]. 建筑技术开发, 2020, 47(08): 28-29.
- [3] 卢玉强. 浅析灌浆法在道路桥梁隧道施工中的应用[J]. 中国住宅设施, 2019, (05): 112-113.
- [4] 王达. 灌浆法在道路桥梁隧道施工中的应用探讨[J]. 四川水泥, 2019, (02): 74.
- [5] 孔吉升. 道路桥梁隧道施工中灌浆法的应用[J]. 交通世界, 2018, (13): 100-101.