

# 浅谈房屋建筑土木工程施工中的注浆技术分析

魏广创

济南公共交通集团有限公司 山东 济南 250000

**摘要:** 房屋建筑土木工程施工中, 注浆技术通过压力注入浆液实现结构加固、防水及地基改良。本文从材料配比、工艺要点、关键环节应用及质量控制四方面展开分析。系统梳理无机、有机及复合材料的特性与选型原则, 明确水灰比、温度等配比影响因素; 阐述孔位布置、压力流量控制等核心工艺; 结合地基加固、裂缝修补等场景提出技术优化方向; 最后从材料检验、参数监测及效果验收等环节构建质量管控体系, 为注浆技术工程应用提供理论支撑与实践指导。

**关键词:** 房屋建筑; 土木工程; 注浆技术; 材料配比; 施工工艺

引言: 在房屋建筑土木工程施工中, 注浆技术是保障工程质量的关键手段。凭借加固地基、修补裂缝、防水防渗等优势, 广泛应用于各类工程。然而, 不同地质条件、施工场景对注浆技术要求各异, 材料选型、工艺操作稍有不慎便会影响工程质量。因此, 深入研究注浆技术, 明确材料特性、工艺要点及质量控制措施, 对提升房屋建筑施工质量, 确保工程安全稳定具有重要意义。

## 1 注浆技术的核心材料与配比设计

### 1.1 常用注浆材料的分类与特性

注浆材料按化学成分可分为无机与有机两大类。无机材料以水泥基浆液为主, 包含普通硅酸盐水泥、超细水泥及特种水泥, 其核心特性为强度高、耐久性好、成本低廉, 但存在凝结时间较长、颗粒粒径较大导致渗透性受限的不足<sup>[1]</sup>。有机材料以化学浆液为代表, 涵盖环氧树脂、聚氨酯、丙烯酸盐等类型, 具有粘度低、可调性强、凝固时间短、渗透性优异的特点, 但存在成本较高、耐老化性能相对较弱的问题。复合材料通过将无机与有机成分按特定比例混合, 可兼顾强度与渗透性, 例如水泥-水玻璃双液浆通过硅酸盐与硅酸钠的化学反应, 实现快速凝固与早期强度提升, 在软土地基加固中应用广泛。

### 1.2 不同地质与施工场景下的材料选型原则

地质条件是材料选型的核心依据。在砂层或碎石土等渗透性较强的地层中, 优先选用颗粒粒径细小的超细水泥或化学浆液, 以避免浆液流失; 在粘性土或软土中, 需采用渗透性低、膨胀性可控的材料, 如高塑性指数粘土改性浆液, 防止因过度膨胀导致结构破坏。施工场景对材料性能提出差异化要求。对于动态裂缝修复, 需选择触变性强、凝固时间可调的化学浆液, 以适应裂缝宽度变化; 在地下水位较高的区域, 应采用抗水分散

型浆液, 防止浆液被稀释导致强度下降; 高温或低温环境下, 需通过添加缓凝剂或早强剂调整浆液凝固特性, 确保施工可行性。材料选型需结合地质勘察报告与施工需求综合评估, 避免因选材不当引发质量事故。

### 1.3 注浆材料配比的核心影响因素

浆液性能受多因素共同制约。水灰比直接影响浆液流动性与强度, 水灰比增大可提升可泵性, 但会降低抗压强度与耐久性; 化学剂浓度则决定反应速率与固化产物性能, 浓度过高可能导致过早凝固或收缩开裂。环境温度通过影响化学反应速率改变浆液凝固时间, 低温环境需增加促凝剂用量, 高温环境则需延长缓凝时间。地层渗透性决定浆液扩散半径, 高渗透地层需降低浆液粘度以扩大填充范围, 低渗透地层则需提高压力或采用分级注浆策略。配比设计需通过室内试验与现场试注验证, 确保浆液性能满足工程要求。

### 1.4 配比优化的核心思路与方向

配比优化需以工程需求为导向, 通过试验确定关键参数。针对强度要求高的场景, 可增加水泥用量或添加硅粉等活性掺合料, 提升浆液密实度; 对于渗透性要求严格的工程, 需降低水灰比并添加减水剂, 减少浆液离析; 在动态施工环境中, 需通过调整化学剂类型与掺量, 实现凝固时间与施工节奏的精准匹配。未来发展方向聚焦于材料性能的智能调控, 例如开发温敏型或压敏型添加剂, 使浆液可根据环境变化自动调整凝固特性, 提升施工效率与加固效果。配比优化需兼顾经济性与环保性, 减少材料浪费与环境污染。

## 2 房屋建筑施工中注浆技术的核心工艺要点

### 2.1 注浆孔位布置的核心要求与方法

注浆孔位布置需兼顾地层特性与加固目标。孔位间距需根据浆液扩散半径及地层渗透性确定, 渗透性强的

砂层或碎石土中,孔距可适当增大以扩大覆盖范围;粘性土或软土中则需缩小孔距,确保浆液充分填充<sup>[2]</sup>。孔位排列方式需匹配结构形态,平面结构多采用矩形或梅花形布置,曲面结构则需根据曲率调整孔位角度,避免浆液偏流。孔深控制需穿透病害层并进入稳定地层一定深度,裂缝修复时孔深应超过裂缝末端,防止浆液流失。孔径选择需与注浆管尺寸匹配,过大会导致浆液浪费,过小则增加施工难度,通常采用76-110mm直径钻孔。

## 2.2 注浆压力与流量的控制要点

注浆压力需根据地层承载力与浆液性能动态调整。软土地基加固时,初始压力宜控制在0.2-0.5MPa,避免压力过大导致地层隆起;岩层或裂缝修复时,压力可提升至1-5MPa,确保浆液充分渗透。流量控制需与压力协同,高渗透地层可采用较大流量快速填充,低渗透地层则需降低流量延长注浆时间,防止浆液在孔口堆积。压力-流量曲线监测是关键,当压力骤升而流量锐减时,表明浆液已初步凝固,需停止注浆;若压力持续下降而流量不变,则可能存在漏浆通道,需调整孔位或封堵漏洞。

## 2.3 注浆顺序与分段施工的关键逻辑

注浆顺序需遵循“由外至内、由下至上”原则。外围孔位先注浆可形成封闭屏障,防止内部浆液外溢;底部孔位先施工可避免上层注浆时对下层结构的扰动。分段施工适用于长距离或大面积注浆工程,通过将加固区域划分为若干单元,逐段完成注浆并检测效果,确保整体质量可控。分段长度需根据地层均匀性确定,均匀地层可延长至10-15m,非均匀地层则需缩短至5-8m,防止因地层差异导致浆液分布不均。

## 2.4 注浆过程中的核心操作规范

钻孔施工需保持垂直度偏差小于1%,防止注浆管倾斜影响浆液扩散方向。孔道清理需采用高压水或空气冲洗,彻底清除孔内残渣,避免堵塞注浆管。注浆管埋设深度需超过孔底0.5-1m,确保浆液从管底溢出,减少孔口返浆现象。注浆过程中需持续搅拌浆液,防止沉淀导致性能下降,搅拌速度应控制在50-100r/min。封孔作业需在浆液初凝后进行,采用快凝水泥或膨胀砂浆封堵孔口,防止浆液倒流或外部水渗入。施工记录需详细记录压力、流量、时间等参数,为后续质量评估提供依据。

## 3 注浆技术在房屋建筑关键施工环节的应用要点

### 3.1 地基加固中的注浆技术应用要点

地基加固需根据地层特性选择注浆方式。软土地基宜采用劈裂注浆,通过高压注入水泥基浆液,使地层产生裂隙并填充,形成复合地基提升承载力;砂层或碎石土地基则适用渗透注浆,利用低粘度浆液渗透孔隙,固

化后增强密实度<sup>[3]</sup>。注浆深度需穿透软弱层并进入稳定地层,防止加固效果随时间衰减。压力控制需结合地层压缩性,软土初始压力控制在0.3-0.8MPa,砂层可提升至1-2MPa,避免压力过大导致地基隆起。浆液扩散半径需通过试验确定,确保相邻孔位加固区域重叠,形成连续加固体。

### 3.2 结构裂缝修补中的注浆技术应用要点

裂缝修补需先评估裂缝宽度与深度。宽度小于0.2mm的微裂缝采用化学浆液,利用低粘度特性渗透至裂缝末端;宽度大于0.2mm的裂缝需先用高压水冲洗,再注入水泥基或环氧树脂浆液。注浆嘴布置间距根据裂缝走向调整,直线裂缝间距控制在300-500mm,曲线裂缝需加密至200-300mm。注浆压力需逐步提升,初始压力0.1-0.2MPa,待浆液流入后增至0.5-1MPa,防止压力突变导致裂缝扩展。修补完成后需持续观察72小时,确认无渗漏或开裂现象后方可进行后续施工。

### 3.3 地下室防水防渗中的注浆技术应用要点

地下室防渗需结合结构特点选择注浆位置。施工缝、变形缝等薄弱环节采用预埋注浆管,待渗漏发生时注入聚氨酯或丙烯酸浆液,形成柔性防水层;混凝土蜂窝或孔洞渗漏需先凿除松散部分,再注入水泥基浆液填充密实。注浆顺序需从低处向高处推进,避免浆液因重力作用流失。压力控制需兼顾密封性与结构安全,混凝土结构压力不超过0.5MPa,砖砌体则需降至0.2-0.3MPa。防渗效果需通过蓄水试验验证,持续48小时无渗漏方为合格。

### 3.4 基坑支护中的注浆技术应用要点

基坑支护注浆主要用于止水帷幕与土体加固。止水帷幕采用双液注浆,通过水泥与水玻璃快速反应形成隔水层,注浆深度需超过基坑开挖深度2-3m,防止地下水渗透。土体加固采用旋喷注浆,利用高压旋转喷嘴切割土体并注入浆液,形成圆柱状加固体,直径需根据土质调整,砂层可达0.8-1.2m,粘性土为0.6-0.8m。注浆压力需根据土体强度动态调整,软土压力控制在20-25MPa,硬土增至25-30MPa,确保加固效果均匀。施工完成后需通过标准贯入试验检测加固体强度,满足设计要求后方可进行基坑开挖。

## 4 注浆施工过程中的质量控制关键措施

### 4.1 施工前的材料质量检验与准备控制

材料检验需覆盖浆液组分与施工设备两大核心环节<sup>[4]</sup>。水泥基浆液需检测细度、凝结时间及抗压强度,细度模数应小于0.08mm,初凝时间控制在3-5小时,28天抗压强度不低于设计值的90%;化学浆液需验证粘度、

固化时间及收缩率,粘度需满足施工设备输送要求,固化时间可通过添加剂调整至设计范围,收缩率不得超过0.5%。施工设备需进行性能校准,注浆泵压力表精度需达到0.1级,流量计误差范围控制在 $\pm 2\%$ 以内,搅拌装置转速稳定性需通过连续运行测试验证。材料储存环境需符合规范,水泥需存放于干燥通风库房,湿度不超过70%,化学浆液需避光密封保存,温度控制在5-30℃。

#### 4.2 施工过程中的实时参数监测与调整

压力与流量监测是过程控制的核心。压力传感器需布置在注浆管近端与远端,实时反馈压力梯度变化,当近端与远端压力差超过初始值的30%时,需检查管路堵塞或地层渗透性突变;流量监测需结合浆液粘度动态调整,低粘度浆液流量控制在50-80L/min,高粘度浆液降至20-40L/min,防止因流速过快导致离析。地层响应监测通过孔隙水压力计与位移传感器实现,孔隙水压力突增表明浆液已扩散至监测点,位移量超过5mm需暂停施工并评估地层稳定性。参数调整需遵循“小步快调”原则,每次调整幅度不超过初始值的10%,避免参数突变引发质量缺陷。

#### 4.3 注浆效果的即时判断与过程修正措施

效果判断依赖多参数综合分析。浆液返浆量是直接指标,当返浆量连续3分钟低于注入量的10%时,表明浆液已充满地层孔隙;压力-时间曲线出现平台期且持续时间超过设计凝固时间的50%,可判定为有效凝固。过程修正需根据偏差类型采取针对性措施,压力不足时可通过增加泵送功率或更换高压注浆泵提升压力,流量偏差需调整搅拌速度或更换合适口径注浆管,地层漏浆需在漏浆点附近增设注浆孔进行封堵。修正后需重新监测参数,直至连续3组数据符合设计要求方可继续施工。

#### 4.4 施工后质量验收的核心指标与控制要求

验收指标涵盖强度、密实度与渗透性三大维度。强度检测采用钻孔取芯法,芯样直径不小于70mm,28天抗压强度需达到设计值的1.1倍;密实度通过超声波检测仪评估,波速值不得低于同条件养护试块的95%;渗透性检测采用注水试验,单位吸水量需小于0.01L/(min·m·m)。控制要求强调全断面覆盖,验收区域需覆盖全部注浆段,单段长度超过10m时需分段验收,每段检测点不少于3个,检测点间距均匀分布<sup>[5]</sup>。验收不合格区域需进行补浆处理,补浆压力较初次施工提升10-20%,补浆后重新检测直至合格。

#### 结束语

房屋建筑土木工程中的注浆技术,涉及材料、工艺、应用及质量控制等多个方面。从材料选型与配比优化,到核心工艺的精准把控,再到关键施工环节的合理应用,每一步都关乎工程质量。通过严格的质量控制措施,能有效保障注浆施工效果。只有全面掌握并合理运用注浆技术,才能切实提升房屋建筑土木工程的施工质量,为建筑物的安全与稳定奠定坚实基础,推动建筑行业高质量发展。

#### 参考文献

- [1]王振品.房屋建筑土木工程施工中的注浆技术探讨[J].智能建筑与工程机械,2025,7(8):32-34.
- [2]薛琳.房屋建筑土木工程施工中的注浆技术分析[J].建筑·建材·装饰,2024(8):103-105.
- [3]顾松涛.浅谈房屋建筑土木工程施工中的注浆技术分析[J].砖瓦,2022(1):129,131.
- [4]樊俊鹏.房屋建筑土木工程施工中的注浆技术研究[J].建材与装饰,2024,20(15):28-30.
- [5]王杰,陈创.房屋建筑土木工程施工中的注浆技术研究[J].砖瓦世界,2024(13):52-54.