

注浆技术在房屋建筑工程施工中的应用

包益玲

海阳市正泰房产测绘有限公司 山东 烟台 265100

摘要: 本文探讨了注浆技术在房屋建筑工程施工中的核心应用领域,涵盖地基处理与加固、结构裂缝修复、地下工程防水与堵漏、既有建筑改造与加固。阐述了注浆技术的关键施工要点,包括材料选择与配比、设备与工艺、孔设计与布置、效果检测与评估。同时展望了注浆技术的发展趋势与创新方向,如新型材料研发、智能化技术应用、多技术融合与协同应用,为注浆技术在房屋建筑工程中的合理应用提供参考。

关键词: 注浆技术; 房屋建筑工程; 应用领域; 施工要点; 发展趋势

引言: 房屋建筑工程中,地基沉降、结构裂缝、渗漏等问题时有发生,影响建筑安全与使用寿命。注浆技术作为一种有效的加固与修复手段,通过向结构内部注入浆液,改善结构性能。其应用范围广泛,从地基处理到既有建筑改造加固均能发挥作用。深入研究注浆技术在房屋建筑工程中的应用,有助于提升工程质量,保障建筑安全,推动建筑行业技术进步。

1 注浆技术在房屋建筑工程中的核心应用领域

1.1 地基处理与加固

软土地基的注浆加固基于渗透、挤压与填充原理。软土地基土质松软、承载力低,在注浆过程中,低黏度的水泥-水玻璃双液浆等浆液,凭借压力作用渗入土体孔隙,发生化学反应后迅速凝固,将松散土颗粒胶结为整体,形成强度更高的复合土体。通过调整注浆压力与浆液配比,能控制浆液扩散范围,使软土地基从松散状态转变为具有一定承载能力的稳定结构。针对地基不均匀沉降问题,注浆修复采用局部注浆抬升策略。在沉降较大区域钻孔注入膨胀性浆液,如以水泥为主材添加膨胀剂制成的浆液。浆液注入地基后,通过膨胀产生向上的托举力,逐步调整地基高度,同时填充因沉降产生的空隙,增强地基整体均匀性。注浆孔位的精准布置与注浆量的严格把控是关键,依据沉降监测数据合理确定注浆顺序,确保地基在修复过程中受力均衡,避免二次破坏。

1.2 结构裂缝修复

混凝土结构裂缝的注浆封堵需遵循由表及里的施工逻辑。首先对裂缝表面清理,去除浮渣、灰尘,确保裂缝通道畅通。对于宽度较窄的裂缝,选用环氧树脂类高渗透性浆液,这类浆液黏度低、流动性好,在压力驱动下能渗入毫米级裂缝深处,固化后与混凝土形成高强度粘结,有效阻断裂缝扩展。而对于宽度较大的裂缝,可采用水泥基砂浆类浆液,通过填充裂缝空间,恢复混凝土

土结构的整体性与力学性能^[1]。注浆材料与裂缝宽度的适配性直接影响修复效果。当裂缝宽度小于0.3毫米时,需选用能在微小缝隙中渗透的化学浆液,如聚氨酯类浆液,其遇水膨胀特性可在潮湿裂缝环境中充分填充缝隙;裂缝宽度在0.3-1毫米区间,环氧树脂浆液是理想选择;若裂缝宽度超过1毫米,则需使用颗粒级配合合理的水泥基浆液,通过骨料填充与水泥水化作用实现裂缝修复,不同材料的性能差异决定了其在裂缝修复中的针对性应用。

1.3 地下工程防水与堵漏

地下室、隧道等地下工程的注浆防水利用浆液的隔水特性。在结构施工阶段,于施工缝、变形缝等薄弱部位预埋注浆管,待结构成型后注入遇水膨胀橡胶类浆液或水泥-膨润土混合浆液。浆液在压力下填充缝隙,形成连续的防水屏障,阻断地下水渗透路径。对于已建成的地下工程,当出现渗漏时,采用高压注浆方式,使浆液在地下水中扩散并快速凝固,与原有结构紧密结合,达到防水目的。面对动态渗漏点,注浆封堵采取多道防线策略。首先确定渗漏源头,通过压力测试判断水流方向与压力大小。针对高水压渗漏点,采用双液注浆技术,将水泥浆与水玻璃浆液按特定比例、先后顺序注入,两种浆液在渗漏通道内迅速反应凝固,快速封堵水流。对于持续流动的渗水,可先注入速凝型聚氨酯浆液降低水流速度,再注入高强度水泥基浆液巩固封堵效果,分阶段、分层次实现动态渗漏点的有效控制。

1.4 既有建筑改造与加固

老旧建筑在长期使用过程中,结构性能逐渐下降,注浆技术为其实现有效补强提供了可行路径。在墙体加固中,针对砌体结构常见的裂缝问题,采用压力注浆方式,将水泥砂浆注入砖缝及墙体空洞,增强砖块间的粘结力,恢复墙体承载能力。对于混凝土框架结构,可

在梁柱节点处实施注浆，填充因材料老化产生的缝隙，提升节点连接强度。注浆材料的选择注重与原结构的相容性，如采用聚合物改性水泥浆，在增强结构性能的同时，减少对原有构件的损伤。该技术在提升建筑抗震性能方面同样具有重要作用。地震作用下，结构薄弱部位易引发整体失稳，通过在关键部位注浆加固，如在框架柱周边形成加固环，使柱体与周围构件协同受力，分散地震作用。注浆还可填充内部缺陷，减少应力集中，提高结构延性和变形能力，使其在地震中能通过合理变形消耗能量，降低倒塌风险，从而全面提升既有建筑的抗震安全性。

2 注浆技术的关键施工要点

2.1 注浆材料选择与配比

注浆材料性能决定施工效果，水泥基与化学浆液特性差异显著。水泥基浆液以水泥为主要原料，来源广泛、成本较低，凝结硬化后强度高、耐久性好，适用于地基加固、大缝隙填充等场景。但水泥基浆液颗粒较粗，在细小孔隙中渗透能力有限。化学浆液如环氧树脂、聚氨酯等，具有高渗透性，能渗入毫米级甚至微米级缝隙，固化后粘结强度高，常用于混凝土裂缝修复、防渗堵漏。环氧树脂浆液固化后硬度大，适合静止裂缝处理；聚氨酯浆液遇水膨胀，在动态渗漏点封堵中表现出色。材料配比直接影响注浆效果^[2]。水泥基浆液中，水灰比是关键参数。水灰比过大，浆液流动性好但硬化后强度降低，易出现收缩裂缝；水灰比过小，浆液粘稠，难以充分渗透。添加减水剂可在保持流动性的同时降低水灰比，提升强度。化学浆液中，双组分浆液如水泥-水玻璃双液浆，两种成分的比例决定凝结时间与强度增长速度。缩短水玻璃比例，可加快浆液凝固，适用于快速堵漏场景；调整环氧树脂与固化剂配比，能控制固化速度，便于施工操作。

2.2 注浆设备与工艺

注浆设备选型需综合工程需求。注浆泵的选择依据注浆压力、流量确定。高压注浆如深层地基加固，需选用柱塞式高压注浆泵，其可提供较高压力，确保浆液注入深部地层；低压注浆如墙面裂缝修复，齿轮泵或螺杆泵即可满足要求，这类泵流量稳定、压力较低。注浆管材质与直径影响浆液输送。钢管强度高，适用于高压注浆；塑料管柔韧性好，便于在复杂结构中布置。管径大小根据浆液特性与注浆量确定，粗颗粒浆液需较大管径防止堵塞。注浆参数控制是施工工艺核心。注浆压力需兼顾浆液渗透与结构安全。压力过低，浆液无法充分扩散；压力过高，可能导致结构开裂或地面隆起。地基加

固时，根据土层性质确定压力，软土地基压力较低，硬土层需适当提高。注浆流速影响浆液分布，流速过快，浆液易在局部聚集，无法均匀渗透；流速过慢，可能导致浆液提前凝固堵塞管道。施工中需根据材料凝固时间、地层吸浆能力动态调整流速，确保浆液有效填充目标区域。

2.3 注浆孔设计与布置

注浆孔设计需精准规划。间距设置依据浆液扩散半径，一般为扩散半径的1.5-2倍，确保相邻注浆孔浆液充分搭接，避免出现加固盲区。深度根据处理目标确定，地基加固时，注浆孔需穿透软弱土层到达稳定持力层；裂缝修复则需深入裂缝一定深度，保证浆液填充效果。角度设计考虑施工条件与结构特点，水平裂缝注浆孔水平布置，斜裂缝或垂直裂缝根据裂缝走向调整角度，确保浆液能顺利流入裂缝。注浆顺序与分层注浆策略影响施工质量。注浆顺序遵循先外围后内部原则，先封闭周边区域形成帷幕，防止浆液外溢，再对内部区域注浆加固。分层注浆适用于厚层地基或大体积裂缝处理。将目标区域划分为若干层，从底层开始注浆，待下层浆液达到一定强度后，再进行上层注浆。每层注浆量与压力根据设计要求控制，避免因上层注浆压力过大导致下层结构破坏，确保各层注浆效果均匀稳定。

2.4 注浆效果检测与评估

注浆后结构检测确保施工质量。强度检测可采用钻芯取样法，在注浆区域钻取芯样，测试其抗压强度是否达到设计要求；对于难以钻芯的部位，可使用超声波检测法，通过声波在结构中的传播速度判断强度变化。密实性检测采用地质雷达或探地雷达，利用电磁波反射原理，检测结构内部是否存在空洞、不密实区域。雷达图像中异常反射信号可直观反映缺陷位置与大小^[3]。注浆质量验收依据统一标准，检查注浆孔的布置、深度是否符合设计，查看施工记录中注浆压力、流量、材料用量等参数是否达标。对检测数据进行分析，强度、密实性等指标需满足设计规范。若存在局部注浆效果不佳情况，需进行补注处理，通过重新钻孔注浆，填充未密实区域，直至各项指标符合验收标准，确保注浆工程质量可靠。

3 注浆技术的发展趋势与创新方向

3.1 新型注浆材料研发

高性能、环保型注浆材料开发是行业重要方向。传统注浆材料存在局限性，如水泥基浆液颗粒粗、渗透力弱，化学浆液部分成分不环保。新型高性能注浆材料在性能上实现突破，纳米改性水泥基浆液通过添加纳米颗粒，细化水泥水化产物，提升浆液流动性与强度，同时

增强抗渗性,适用于更复杂地质条件下的地基加固。环保型注浆材料采用可生物降解、低挥发性成分,替代传统化学浆液中的有害溶剂,减少施工过程对环境与人体危害,满足建筑行业绿色发展需求。自修复注浆材料研究开辟新领域。该材料能在结构出现损伤时自动触发修复机制。智能型自修复注浆材料内置微胶囊或空心纤维,当结构产生裂缝,裂缝处应力变化使微胶囊破裂,释放修复剂与周围材料发生化学反应,填充裂缝。还有基于微生物诱导矿化原理的自修复材料,微生物在裂缝环境中生长代谢,产生碳酸钙等矿物沉淀,逐渐封堵裂缝,实现结构长期稳定与自我修复,减少人工维护成本与资源消耗。

3.2 智能化注浆技术应用

注浆过程的自动化控制与监测依靠先进设备与技术实现。自动化控制系统集成压力传感器、流量传感器、控制器与执行机构。压力传感器实时监测注浆压力波动,流量传感器精确反馈浆液流速数据,这些信息同步传输至控制器。控制器将数据与预设参数对比后,自动调节注浆泵转速、阀门开度。遇到压力突降,系统迅速加大注浆泵功率;发现流量异常,即刻调整阀门开合,确保压力、流量稳定在设计范围。监测系统利用高清摄像头与图像识别技术,持续观察注浆区域。一旦出现浆液扩散不均、局部堆积等情况,系统立即发出预警,减少人工操作误差,提升施工质量稳定性。基于大数据的注浆效果预测为施工决策提供科学依据。通过收集大量历史注浆工程数据,涵盖不同地质条件、材料参数、施工工艺及最终效果等信息,构建复杂的大数据模型^[4]。在新工程施工前,输入工程地质勘察报告、设计方案等基础数据,模型可模拟不同施工方案下的注浆效果,预测浆液扩散范围、结构强度提升程度。施工过程中,实时监测获取的压力、流量、浆液扩散图像等数据不断输入模型,动态修正预测结果。施工人员依据更新后的预测,提前调整注浆参数、优化施工流程,实现注浆工程精准化施工。

3.3 多技术融合与协同应用

注浆技术与结构加固、防水等技术的结合拓展了应

用边界。在建筑结构加固领域,注浆技术与碳纤维增强复合材料(CFRP)技术协同作用。先采用注浆技术填充结构内部裂缝、空洞,增强密实度,改善结构受力状态;再粘贴CFRP布,利用其高强度特性进一步提升结构承载能力。两种技术优势互补,尤其适用于老旧建筑复杂结构的综合加固。在防水工程中,注浆技术与高分子防水卷材配合使用。注浆处理结构内部渗漏通道,阻断地下水渗透路径;高分子防水卷材覆盖结构表面,形成外部防水屏障,内外结合有效解决地下工程渗漏难题。注浆技术在绿色建筑中的推广应用契合可持续发展理念。在绿色建筑地基处理环节,生态注浆技术利用工业废料如粉煤灰、矿渣等作为注浆材料主要成分,减少水泥用量,降低碳排放。注浆加固后的地基稳定性增强,减少建筑沉降,提高能源利用效率。在建筑节能改造中,注浆技术填充墙体缝隙,降低热量传导,配合保温材料使用,大幅提升建筑保温性能。这种应用方式助力绿色建筑实现节能减排目标,推动建筑行业向低碳、环保方向发展。

结束语

注浆技术在房屋建筑工程施工中具有重要应用价值,在多个领域发挥着关键作用。关键施工要点的把控直接影响注浆效果,而新型材料研发、智能化技术应用、多技术融合与协同应用等发展趋势,为注浆技术带来新的发展机遇。未来,应持续加强注浆技术研究与创新,优化施工工艺,提升材料性能,推动注浆技术在房屋建筑工程中更广泛、更高效的应用,为建筑行业的可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1]孙道林,高绍本.地基基础加固技术在房屋建筑工程施工中的应用[J].中国高科技,2025(6):133-135.
- [2]维科宇.浅谈注浆技术在房屋建筑工程施工中的应用[J].建材与装饰,2025,21(3):31-33.
- [3]李建东.注浆技术在房屋建筑工程施工中的应用实践[J].建筑与装饰,2024(22):154-156.
- [4]李章进.房屋建筑土木工程施工中的注浆处理技术应用[J].砖瓦世界,2025(6):139-141.