

建筑工程中灌注桩后注浆施工技术运用研究

文 / 吴昊 安徽峨溪建筑有限公司

摘要:当前时期,对建筑工程施工有着愈发严格的质量要求,灌注桩后注浆施工技术凭借着无需投入过多施工成本、施工效率突出、桩底桩基承载力可大幅提升的优势,在建筑工程中的运用愈发广泛。本文以灌注桩后注浆施工技术原理为切入点,重点分析了此技术运用在建筑工程中的要点,以期通过严格遵循技术运用标准要求,而将此技术的优势最大化发挥出来,更好地为建筑工程施工建设所服务。

关键词:建筑工程;灌注桩;后注浆施工技术;压水试验

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.10.039

引言

建筑工程所应用的施工技术,呈现出愈发精细化与高效化特征,桩基加固技术作为工程施工中的核心技术手段,其应用是否得当,将关乎工程最终施工质量,灌注桩后注浆施工技术隶属于新兴的桩基加固技术范畴,其是在传统灌注桩施工技术的基础上创新演化而来的一种崭新技术手段,能够高效应对复杂化的地质条件,桩基结构设计更为合理。

一、灌注桩后注浆施工技术原理

灌注桩后注浆施工技术是渗透注浆与劈裂注浆的结合体,充分融合了两种施工技术的优势,其技术原理如下:预先制备好合乎质量标准规范要求的水泥浆液,依托于注浆管受压力作用,而向灌注桩的桩侧与桩端地层缝隙中压入水泥浆液,等待浆液完全凝固后,则能够结合灌注桩附近的土壤颗粒与沉渣,由此强化灌注桩围岩强度,无论是灌注桩和桩侧土壤间的摩擦力,还是桩端的变形防御能力,都呈明显提升趋势^[1]。同时在高压水泥浆液挤压过程中,灌注桩周边的土体会出现劈裂情况,缝隙被水泥浆液所填满,得到呈网状的复合土体结构,土体强度进一步增强。

此技术运用在建筑工程中有着突出优势,主要体现在以下几方面:其一,能够与各类型的地质状况相适应,当建筑工程有着较为恶劣的地质条件时,也仍使用此技术取得良好效果,促使地基可长时间保持在可靠状态下。其二,有助于灌注桩荷载承载力呈明显上涨趋势,在此技术作用下,灌注桩周边土体综合性能更加优越,和灌注桩有着较大摩擦力,根据多次技术应用实践表现来说,可使得灌注桩的复合承载能力较原本提升至少30%。其三,大大缓解了灌注桩施工难度压力,以往所使用的灌注桩施工技术,为了保障灌注桩的荷载承载能力过关,针对复杂、恶劣的地质条件,往往要将桩孔施工在很深范围内,而利用该技术,将灌注桩荷载承载力大幅提升,无需进行很深的施工深度,施工难度由此下降,施工时间与成本投入都同步缩减。

二、建筑工程运用灌注桩后注浆施工技术要点

(一) 做好施工准备工作

在建筑工程正式应用灌注桩后注浆施工技术之前,需着重做好施工准备工作。由专门人员到建筑工程施工现场进行实地考察与测量,制备出完善化的场地勘察报告,并且以此为基础规划出桩基设计方案,之后再配合使用以往的灌注桩施工记录,对灌注桩桩身完整系数、桩侧土层性状等关键参数信息加以系统化分析与评估,同时准确计算出注浆压力、注浆总量以及注浆范围等信息。考虑到各个灌注桩所处位置的相应情况,高度遵循因地制宜基本准则而制定出切实可行的注浆施工方案,在方案中对注浆管的布设位置、注浆时间以及注浆顺序等细节问题做出清晰标注,由此科学管控注浆施工作业全过程。另外为了能够进一步提高注浆质量,建筑工程施工单位还应当对注浆材料开展性能检测工作,包括但不限于水泥、外加剂与膨润土等,依托于配比试验得到最为恰当的注浆液配合比,水灰比处于0.5-0.6范围内,浆液密度不低于 $1.7\text{g}/\text{cm}^3$,由此浆液具有更好的流动性,稳定性与耐久性也较为优越^[2]。注浆设备是运用此技术的重要载体,对设备开展检修与调试工作必不可少,保证注浆管、注浆泵以及压力表等都处于稳定良好的运行状态下,能够与注浆施工根本要求相匹配。正式注浆作业之前,需组织开展注浆试验,通过在试验桩上注浆,深层次评估分析注浆关键参数信息,以此作为注浆工艺参数优化根本依据。完成上述一系列准备工作后,得到建筑工程最佳注浆施工方案,为灌注桩后注浆施工技术运用创造有利条件。

(二) 注浆管制作

确保灌注桩具有优越的后注浆效果,则需合理设定注浆泵压力值,通常来说不可低于3MPa,当处于高压施工环境下时,注浆管质量需处于高水平,才能够顺畅化完成施工作业,所以注浆管制作是否关键。选择使用直径为3cm、单节管段长度为120cm的注浆管,借助于无缝焊接方法将管段连接成一个有机整体,实施焊接作业之前,相关人员要特别检查单节管段质量,检查重点管

段长度、管口缺陷、管体生锈与裂纹状况等，一旦发现管段质量不过关，都需将其摘除不能使用。确保单节管段质量无误后，对管段的两端位置通过粗砂纸或砂轮机进行打磨处理，将其上方所存在的毛刺与污垢完全清除，为后续焊接创造必要条件。注浆管的组成部分包括直管、端部花管、上部带丝扣接头，需遵守相关要求完成组装工作。花管安装环节，需利用橡胶垫片或生塑带等材料密封花管和直管的连接部位，以免由于密封性不足而导致浆液有所渗漏。于花管的侧面位置上预留溢流孔，其直径不可小于5mm，将孔内的水泥浆液溢出情况作为土体浆液是否饱和的判断依据，当浆液溢出，则意味着土体呈饱和状态，注浆作业应当立即停止。对于注浆管的末端出浆口形状应当设定制作成梅花形状，孔径从3cm缩小至0.8cm，由此可使得水泥浆液的射出速度大大加快，强化灌注桩桩身周边土体的渗透成效。按照上述步骤完成注浆管制作后，需对其进行必要的质量整体检查，检查无误后，相关负责人在验收报告上签字。注浆管如下图所示。

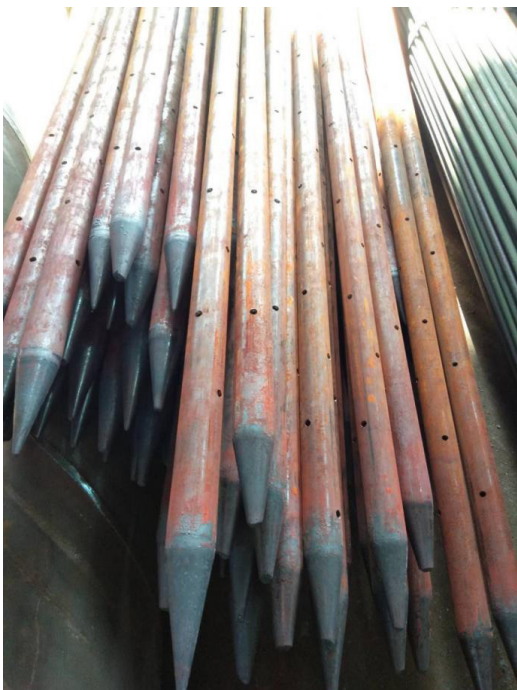


图1 注浆管

（三）开展压水试验

应用灌注桩后注浆施工技术在建筑工程中，高压注浆作业期间出现管路渗透以及堵塞情况的概率较高，一方面会造成工程整体施工进度被耽搁，另一方面还会使得桩基础的负荷承载能力与稳定性大打折扣，所以针对这一问题，需通过开展压水试验将其妥善解决。压水试验的开展时机为完成灌注桩浇筑作业的3-5天内，注浆管底部距离需比灌注桩底部高出20cm，顶端位置则与注浆泵出浆口相连接，通过铁丝将二者牢固绑扎，以免后续高压注浆时出现渗漏或脱落等不良状况。注浆泵压力

参数控制在1MPa，注水压力应处于较小值，不然会加大注浆孔坍塌风险，以1MPa压力持续注入3分钟清水，相关人员观察溢流孔内是否有清水溢出，当清水溢出后则停止注水试验^[3]。先检查注浆管是否漏水，再检查注浆孔是否出现塌孔、扩孔以及充盈等问题。实施压水试验的又一作用在于，其可对注浆管做湿润处理，这样后续注浆时不易在管道内壁出现粘连状况，降低管道堵塞概率，为顺畅化注浆起到积极促进作用。

（四）注浆管安装

若想在原有基础上进一步提高注浆管的连续性和密封系数，则在注浆管安装环节时，需将其牢固固定在钢筋笼上方，并且在桩孔内一同放入，避免注浆管有所移动或脱落，则应当采取钢丝绑扎这一固定方式。每一节钢筋笼放置完成后，都需检查其与注浆管的绑扎状况，若发现松动、脱落，需第一时间加以处理。注浆管与钢筋笼必须保持在紧贴状态下，这样才更加有助于提高灌注桩成桩质量，当注浆管的末端位置比钢筋笼长时，需借助于橡胶材料完成封堵处理，钢筋笼与注浆管放置无问题后，将混凝土向桩孔内灌注。钢筋笼与注浆管固定如下图所示：



图2 钢筋笼与注浆管固定

（五）浆液制备

进行灌注桩施工的同时需制备注浆所要用到的水泥浆液，以建筑工程施工方案中的水灰比、浓稠度等相关要求为出发点，在工程施工现场进行浆液制备。水泥浆液的水灰比是由施工现场的地质条件所决定的，其可灵活化调整，并非一成不变的，若岩层裂隙发育较大，则需使用呈黏稠状态的水泥浆液，若岩层具有良好完整性，则所制备的浆液需呈现出稀薄状。因为建筑工程有着相对较为良好的地质条件，所以将水泥浆液的水灰比控制在1:0.8，为了能够获得更加优越的灌注桩后注浆加固成效，则还将适量的速凝剂掺入其中，大概控制在水泥浆液质量的0.3%最为适宜^[4]。依据质量比在搅拌机中加入水泥、水、速凝剂，以每分钟80转的速度进行搅拌，

搅拌时间控制在3分钟左右,由此得到合乎质量标准规范要求的水泥浆液。灌注桩后注浆施工技术所用到的浆液需做到现使用现调配,若浆液制备过量,则需将其放置在专门的储料桶当中,并且在阴凉处存放,多制备的浆液存放时间最多不可超过6小时,否则就将划分至废浆,不可使用在建筑工程中;当放置时间超过2个小时,在其使用之前需先进行一次完全搅拌,这样是避免浆液存在泌水与离析情况。

(六) 应用恰当的注浆方式

注浆最为灌注桩后注浆施工技术应用最为关键的环节,需严格把控整个作业过程,当注浆时间不适宜,则会使得灌注桩因强度不够而造成其桩身的混凝土受到外力挤压而出现变形与受损情况以及桩身泥皮出现硬化与穿孔等不良状况。注浆质量作为桩基负荷承载能力与稳定性的决定指标,是灌注桩后注浆施工技术应用的重中之重。注浆流程为合理设定注浆泵参数与注浆顺序,正式注浆过程中不可随意调整,采取同时注浆方式而防止桩体有所倾斜,由专人负责观察监控注浆情况,为了最大化发挥出此技术优势,需做到应用恰当的注浆方式,主要包含以下三种。

1. 常压注浆施工

常压注浆施工适合被应用在有着均匀土层以及不太容易被地下水所干扰的桩位当中,将注浆管预埋在桩身恰当位置,经由重力作用向灌注桩周边土体灌入水泥浆液,灌注桩和土体间的缝隙被完全填充,桩侧的摩擦力与阻力提升。选择采取常压注浆方式,则浆液的水灰比需控制在1:2,在浆液中掺入 $30\text{kg}/\text{m}^3$ 的膨润土、 $1\text{kg}/\text{m}^3$ 的早强剂,浆液密度大概把控在 $1.7\text{g}/\text{cm}^3$ 左右,浆液无论是流动性、可泵性,还是凝结性都有着优异表现。此施工方式所使用的注浆管为高压胶管,内径是2.5cm,壁厚为2.5mm,在桩身每间隔150cm处设定一个注浆孔,注浆管底部和桩底间的距离为0.5m。每一注浆孔都需持续不间断泵入35分钟左右的浆液,注浆压力把控在0.25MPa,注浆量则控制是灌注桩直径体系的50%-80%区间内,根据土层情况可加以调整。注浆作业的监测重点为浆液压力与流量等参数信息,依托于封管、限流等手段降低浆液外溢系数,取得良好的常压注浆施工效果。

2. 压力注浆施工

当建筑工程施工区域具有复杂化的地质条件,溶洞、采空区等不良地质缺陷问题较为突出,灌注桩后注浆施工技术使用常规注浆工艺无法满足于加固要求,则应当优先考虑使用压力注浆施工方式。此方式是将高压注浆管同步放置在桩侧与桩端处,使用高压泵这一注浆设备,将土层阻力克服,由此进一步扩大注浆范围,并且浆液填充也十分饱满。此方式下的浆液水灰比在0.45-0.5范围内,并且其中加入了一定量的粉煤灰与速凝剂,初凝时间不能超过一个半小时,有助于提高浆液强度,具有

突出的快凝性能。无缝钢管作为注浆管,外径为4.2cm,壁厚是4mm,注浆孔在桩身布设距离为80cm,直径控制在2cm,注浆嘴在桩端的设置数量为4个,遵循垂直均匀布置方式。压力注浆施工不是一次性完成注浆,而是分端多次注浆,每一次的注浆压力在1.75MPa左右,注浆量每分钟为50-100升,注浆时间在半个小时左右,间隔一个小时后再次进行注浆,总计注浆次数在4次左右,得到稳定的注浆压力与压力。将压力传感器与声测管放置在桩身重点位置上,起到浆液扩散监测的优良作用,土体加固效果评估则是借由压水试验与钻芯取样来完成。

3. 循环注浆施工

若建筑工程施工区域的土层状况表现为软弱土层,并且局部渗透性较差,整体较为复杂,则应用后注浆施工技术所采取的注浆方式需为循环注浆。循环注浆施工方法是在灌注桩的桩身位置设定科学化的注浆管路系统,注浆管和回浆管保持在连通状态之下,由此得到封闭化的循环结构,一边开展注浆作业的同时实施抽浆,通过循环压力与水力冲刷的双重作用,推动桩周土体渗透性呈明显提升趋势,注浆质量良好^[5]。

(七) 注浆后检查

严格遵循灌注桩后注浆施工技术应用标准规范要求完成上述环节后,需第一时间开展灌注桩注浆效果检查工作,检查重点为注浆管是否存在泄露、相邻桩孔是否出现串浆问题,一旦检查出其存在不良异常情况,需及时向上级部门报告以及采取恰当的优化处理措施。封堵处理注浆管两端,降低冒浆概率,止浆泵关上之后,再将注浆泵关闭,由此防范浆液回流现象。按照同样的方法全面化检查每一灌注桩的后注浆施工成效。

结语

综上所述,严格把控灌注桩后注浆施工技术在建筑工程中的运用要点,围绕在做好施工准备工作、注浆管制作、开展压水试验、注浆管安装、浆液制备、应用恰当的注浆方式以及注浆后检查,保证技术施工质量过关,从而促使灌注桩稳定性与负荷承载能力同步处于高水平下,为建筑工程安全、如期、高质量完成做好基础工作。

参考文献

- [1] 胡伟鹏, 欧光付. 房屋建筑工程灌注桩后注浆施工技术应用研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2024, (23): 171-173.
- [2] 张永振. 建筑工程灌注桩后注浆关键施工技术分析[J]. 砖瓦, 2024, (10): 160-162.
- [3] 张润鹏. 灌注桩后注浆施工技术在建筑工程中的应用[J]. 住宅与房地产, 2024, (26): 107-109.
- [4] 邓履冰. 灌注桩后注浆施工技术在建筑工程中的应用探索[J]. 城市建筑, 2024, 21(16): 202-205.
- [5] 姜自艳. 建筑工程中灌注桩后注浆施工技术的应用分析[J]. 建筑技术开发, 2020, 47(09): 34-35.