

建筑工程施工中灌注桩后注浆施工技术应用

张文政 张志鹏

山东方大工程有限责任公司

摘要：当下正处于建筑工程施工技术快速更新与发展的重要阶段，以灌注桩后注浆技术为例，给予整体的建筑工程施工质量之间存在着密切联系，是解决泥皮以及桩基沉渣产生过多问题的关键技术，起到了强化桩基整体承载性能以及减少沉降量的重要作用。文章简述了灌注桩后注浆施工技术的应用优势，并以某工程为例从其工艺与施工两个角度出发，阐述了灌注桩后注浆施工技术的应用要点，希望能够为技术人员提供一些工作参考与帮助。

关键词：建筑工程；灌注桩后注浆施工技术；要点分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.11.019

引言：近些年来伴随建筑工程施工技术的持续更新，灌注桩后注浆施工技术的应用频率也在不断增长。该种施工技术简单来说，就是确保在灌注桩成桩以及所使用混凝土匹配强度需求的基础上，基于结构中预埋的注浆管以及注浆阀，配合高压注浆泵确保桩端周围土壤能够被水泥浆完全注入。如此，即可在劈裂与固结等诸多作用的影响下，保证土壤与水泥浆之间的结合有效性，促使桩整体承载力进一步强化。为此，开展针对建筑工程施工过程中灌注桩后注浆施工技术的应用分析，具有极为重要的现实意义。

一、灌注桩后注浆施工技术的应用优势

首先是技术的应用范围较广。灌注桩后注浆施工技术在应用后，不仅能够促使基础结构整体稳定性进一步提高，同时其对于施工环境并没有硬性要求，因此适用性同样较强。若施工区域无论是地质环境还是水温环境均无法满足预期的施工需求，则一般选择使用该种施工技术进行及时处理；其次是有着较强的承载性。由于桩基与缝隙均能够在应用此技术后保证混凝土的灌注完全性，因此在混凝土凝固后，可促使施工过程中所产生的沉渣以及泥皮等均在缝隙中同时凝固，减少了不良因素造成的结构稳定性影响^[1]。从实际应用情况来看，该技术应用后的桩基整体承载力通常能够满足实际的施工需求；最后是能够将整体的施工成本最大限度地降低。相较传统的水泥注浆技术，灌注桩后注浆施工技术在超长桩的建设环节表现出了极佳的成本优势，桩的长度能够在此项技术应用后予以有效缩短^[2]。部分难以穿透的土层同样能够在使用该技术后被轻松穿透，进而减少了后续土壤处理的人工消耗。

二、建筑工程施工中灌注桩后注浆施工技术应用要点

（一）案例工程概述

以某工程为例，其各个建筑的基础施工均采取灌注桩后注浆施工技术，施工区域的地质结构主要包括强风化花岗岩、全风化花岗岩、砾质黏土层、粉质黏土层以及人工填土层。其厚度分别为3.2~9.5米、0~3.3米、12.5~17.9米、3.5~3.85米、0.8~1.8米；桩极限抗侧阻力分别为45千帕、35千帕、30千帕、25千帕以及18千帕。初期的施工方案选择采取钻孔灌注扩底桩形式，但后续经过计算后发现，此种形式下所表现出的单桩承载力无法满足预期的施工需求，且需要耗费较多的人工与材料成本，施工周期相对较长^[3]。为将成本的投入最大限度地缩减，经研究决定制定了灌注桩后注浆施工技术方案，保证施工质量的同时，也能够起到将整体施工周期予以有效缩短的重要作用。

（二）工艺

首先是对所采取的技术工艺流程进行分析。虽然工程之间存在差异，但在应用灌注桩后注浆施工技术的过程中依旧要严格遵循以下流程展开正式施工，主要包括：制作注浆管阀后进行安装、浇筑桩身混凝土、确保注浆设备设置的科学性、正式灌注水泥浆液、确保注浆后的结构稳定性、确认合格后及时拆除注浆设备；其次是正确制备需要进行注浆的浆液^[4]。后注浆施工技术的应用效果与制浆质量存在着紧密联系，需保证水泥浆液的稠度以及可灌性等关键指标满足施工的实际需求。当下我国主要将水泥浆液作为主要的注浆浆液类型，同时需要根据工程的实际施工需求添加不同比例的外加剂；再次是设置注浆的施工机具。在实际的注浆施工过程中，通常采取地下与地面注浆装置联合使用的施工形式，由地面装置提供浆液传输条件，为地下装置的水泥浆液注入奠定基础；然后是展开针对注浆标准的深入分析。现阶段在注浆量计算方面的标准依旧未能完善，基于过往经验进行估算较为常见，但需要进行后续注浆试验以保证注浆比例设置的精准性^[5]。从后注浆施工的实际情况来看，设置的最大注浆压力可能会受到诸多内外在因素的影响，例如桩的长度与直径、施工区域的土壤性质等。正式注浆前需要确保设置的注浆压力满足最大的注浆压力设置需求，待稳定后才能够停止继续提升压力。同时需要在保证最大注浆压力的基础上，基于施工区域的土壤情况以及桩的整体承载力要求，确保注浆量的设置精准性，为后续终止注浆提供相应的判断标准支持；最后是设定合适的注浆时间。成桩后的2~30天皆为注浆的最佳时间范围，要求在执行注浆任务期间须确保注浆满足较高的压力要求，这就需要桩结构自身应

满足施工强度需求^[6]。若在未能满足强度要求的前提下贸然开展注浆工作，则将会破坏混凝土的整体结构，极有可能由于双侧阻力无法满足实际的强度要求导致水泥浆液溢出。若未能有效把控注浆时间，在注浆过晚的情况下极易使得桩结构周边的泥皮出现硬化现象，导致浆液逐渐挤入周边土体内，这也是后续浆液无法提供凝固强度支持的关键因素，增大串孔问题的产生风险。作为技术人员，需要在设计初期注浆方案前掌握桩的设计强度要求，从而确保注浆时间设置的科学性与合理性。

(三) 施工要点

1. 注浆管

为确保注浆管在使用过程中的稳定性以及长期使用的耐久性，通常将无缝钢管以及镀锌管作为注浆管的主要材料，管径一般为25~30毫米。制作注浆管期间，需要预先对管内的摩擦阻力予以全面考虑，联系设置的注浆压力从而制定便利且科学的注浆管制作方案，可以将注浆管分为主管、花管以及扣接头等不同部分，分期制作能够保证注浆管使用的整体质量。以花管为例，根据施工的实际要求设置形状为梅花的出浆孔，孔径的大小需进行预先控制，通常为6~7毫米左右，从而确保注浆排出的顺畅性^[7]。此外，为避免出现后续的水泥浆液渗漏问题，要求使用橡胶膜或塑料膜预先包裹花管，并使用铁丝进行绑扎处理，从而保证注浆质量。图1为常见的无缝注浆管。



图1 常见无缝注浆管

2. 压水试验

作为确保整体注浆施工流程推进顺利性以及施工质

量的重要基础，开展压水试验的时间一般在完成所有灌注桩浇筑任务的5天内。压水试验需要提高对单向阀以及注浆管路等关键部件使用通畅性的重视，为避免出现单向阀堵塞问题，要求保证周边杂物清理的及时性与全面性。为避免出现结构坍塌等问题，需确保压水试验获取数据的精准性，最佳的时间是在灌注桩浇筑施工前，确保本身较厚的混凝土覆盖层结构能够在压水试验过程中被及时冲开^[8]。同时为确保整体试验开展的有效性，要求在试验期间派遣专业人员展开对冲破压力值等关键指标的记录工作，确保能够基于试验结果判断注浆质量，为后续施工进程的顺利推进提供关键参考。压水试验过程中，需要确保注浆管路获得持续的高压水注入条件，时间一般为3~5分钟。同时需要在试验过程中提高对高压水压力变化状态的重视，要求应将水压始终控制在0.5~1兆帕这一范围内。图2为压水试验过程中经常使用的试验系统。



图2 常见压水试验系统

3. 安装

注浆管的安装需要确保水泥浆液排出的通畅性，因此需要强调安装期间保持其轴线连接的紧密性与一致性。若有注浆管的焊接需求，则需要确保焊缝的整体质量，要求呈现饱满且连续的使用特征。安装与下放注浆管的整个过程均需要严格遵循注浆标准，进而满足连续注浆的实际施工需求。

4. 工艺注意事项

正式开展注浆施工前，需要预先对整体的注浆施工

质量控制关键因素予以明确，包括配置水泥浆液的水灰比、掺入外加剂的具体质量、设置的注浆压力等，对各个因素对应的影响效果予以深入分析是保证注浆质量的重要基础。同时，技术人员需要联系施工区域的气候以及地质条件设定合适的注浆压力，基于压水试验所获得的一系列参数展开全面的压力控制工作。建议开展小范围的试验性注浆，从而确保设置的注浆压力能够满足施工需求^[9]。注浆压力值的设定需要基于设置注浆管的实际长度进行调整，若压力较小则需要确保注浆间隔设置与调整的科学性，从而保证水泥浆液能够满足充分注入的基本需求。待到注浆量能够达到设定标准的基础上，即可开展对水泥浆液整体质量的检验工作，需要确保桩体结构进行整体结构加固的有效性与及时性。

5. 注浆顺序与时间

通常情况下，2~30天是成桩后灌注桩注浆施工的时间范围，想要保证最终的注浆效果，就需要确保注浆施工期间成孔作业点位间距控制的合理性，要求将间隔始终控制在8~10米范围内。同时需要联系施工区域的土地情况进行注浆顺序的科学调整，例如若施工区域的土质具有较饱和的特点，则注浆顺序为先桩侧后桩端；若施工区域的土质不饱和，则注浆的顺序为先装桩端后桩侧。若桩具有多断面的特点，则需要严格遵循从上至下的灌注顺序开展注浆施工。需要重点关注的是，要求桩侧与中桩端的施工时间间隔需要始终控制在两个小时以上，但具体时间需要根据施工的实际情况以及施工方案的推进效果进行科学调整。

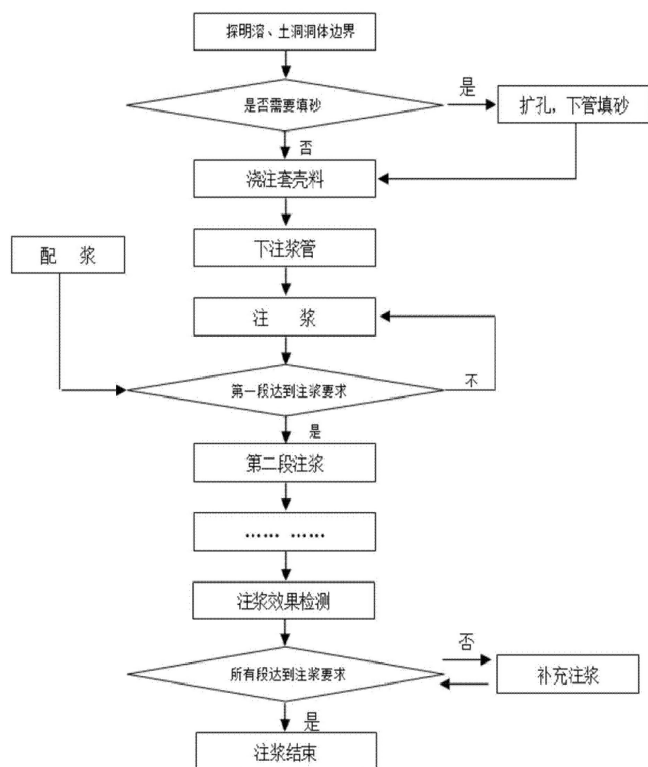


图3 注浆流程

6. 注浆参数与终止

实际的灌注桩后注浆施工过程中，要求设定合适的注浆参数，包括注浆压力以及压浆量等，并要求联系施工区域的地质状态进行科学调整。若桩侧为沙土层，则在实际注浆期间需要联系设置的压降压力制定合适的注浆方案，并确保压浆量指标获取的精准性与应用的及时性；若桩侧周边为卵石或砾石居多，则在此种情况下需要适当提高压浆压力以及压浆量，在此期间需要强调基于压浆量制定合适注浆方案的重要意义，并确保压浆量设定合适的注浆终止条件，细化注浆质量控制的关键指标。

结束语：综上所述，在建筑工程施工的过程中，灌注桩后注浆施工技术的应用范围相对较大，在多个施工环节均起到了将桩基承载力予以持续强化的重要作用。从实际的技术应用情况来看，建筑施工的成本在技术应用后显著降低，并由于其在技术应用期间对施工场地的环境情况没有较多的硬性要求，使得其表现出了促进建筑工程持续发展的重要特征。为此，施工技术人员需要提高对灌注桩后注浆施工技术应用要点的重视，细化相应的质量控制指标，进而为我国建筑行业的持续发展奠定坚实基础。

参考文献

[1] 杜宪莉. 黄土地区钻孔灌注桩后注浆承载性状研究[J]. 资源信息与工程, 2023, 38 (06): 83-86.

[2] 胡建发. 冲钻孔灌注桩注浆施工工法及承载力研究[J]. 广东建材, 2023, 39 (12): 85-87+26.

[3] 席年杰, 宋永祥, 马九林. 灌注桩后注浆施工技术在建筑工程施工中的应用[C]//广东省国科电力科学研究院. 第四届电力工程与技术学术交流会议论文集. 中建七局第二建筑有限公司, 2023: 2.

[4] 韩邦栋, 陈泓予, 王娅梅. 建筑工程施工中灌注桩后注浆施工技术应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (33): 136-138.

[5] 冯栋栋, 雷斌. 灌注桩底沉渣多介质高压洗孔与高强浆液封闭注浆修复施工技术[J]. 广东土木与建筑, 2023, 30 (11): 19-22.

[6] 吴江斌, 王阿丹, 黄昱挺等. 软土地层超高层建筑超长灌注桩优化设计试验研究[J]. 建筑结构学报, 2023, 44 (S2): 367-374.

[7] 郑一晨. 后注浆灌注桩技术在高层建筑工程中的实践应用[J]. 科学技术创新, 2023, (23): 149-152.

[8] 黄桂祥. 浅谈深长大直径灌注桩反循环施工的质量控制[J]. 四川水泥, 2023, (10): 165-167.

[9] 黄义淳. 钻孔灌注桩桩端后注浆施工技术应用及质量控制措施[J]. 水利科学与寒区工程, 2023, 6 (09): 101-105.

作者简介：张文政(1996.5-), 男, 汉族, 山西长治, 大学本科, 助理工程师, 研究方向: 建筑主体结构。