

# 采用双液浆的复合式后注浆钻孔灌注桩施工方法

王思文 徐广松 焦从虎

南京长山建设有限公司, 江苏南京, 225000;

**摘要:**一种采用双液浆的复合式后注浆钻孔灌注桩施工方法, 在制作钢筋笼时, 将混凝土导管和注浆管绑扎在钢筋笼上, 在注浆管下部出浆口做好密封处理后便可一并下放至成孔内, 浇筑完成水下混凝土后待混凝土强度达到设计强度的50%即可开始注浆。采用“奈普顿聚合物泥浆注浆材料”和“桩端+桩侧环向的复合式注浆管”, 使用复合式后注浆法将泥浆分别注入注浆管内, 由出浆口喷头喷射出, 使得桩端和桩侧土体、沉渣及泥皮均得到有效加固, 从而可以提高单桩承载力, 减少了桩长和沉降值, 综合可以节约8%的工程造价, 能够灵活地应对多变的施工环境, 尤其针对超长旋挖灌注桩同样适用, 具有较为显著的经济效益。

**关键词:** 双液浆; 复合式; 后注浆; 钻孔灌注桩; 施工方法

**DOI:** 10.69979/3060-8767.26.03.062

## 1 背景技术

随着我国城市化水平越来越高, 为节约用地, 各种高层建筑在城市群中出现, 楼层的增大对建筑物桩基承载力提出了更高的要求, 钻孔灌注桩具有施工简单、单桩承载力高、适用地层范围广、对周围环境影响小等优点, 因此便于钻孔灌注桩这类桩型的应用以及推广, 提供了非常好的基础条件, 但是钻孔灌注桩成孔工艺的固有缺陷, 不仅入持力层深度大, 还会产生孔壁坍塌、桩侧泥皮、桩底沉渣等隐患, 加上桩底土层在施工中受到扰动, 从而导致桩端阻力和桩侧摩阻力不能完全发挥, 造成单桩承载力不能满足设计要求。后注浆法地基加固技术的出现及应用正迎合这一目标, 目前最常采用的为桩端后注浆, 是指在成桩后, 使用高压注浆泵通过预埋的注浆管将一定压力的水泥浆压入桩端土层, 使得桩底产生“扩底”效应, 桩端后注浆技术可以直接固化桩底沉渣, 明显改善桩端土层的性质, 还可以增大桩端支承面积, 但由于桩端后注浆的复杂性和隐蔽性, 桩端注浆孔易出现堵塞的现象, 且桩底沉渣情况、桩端持力层情况及浆液的扩散方式难以得知, 在桩侧土摩擦阻力提升方面, 需要依赖水泥浆材料质量以及浆液对桩周土体、泥皮起到渗透、填充、压密、劈裂、固结等效果。

综上所述, 现有技术问题是: 1、传统注入的水泥浆为采用的是P.O 42.5普通硅酸盐水泥在地质情况不良的地域应用效果不佳; 2、桩端注浆管的注浆孔易发生堵塞; 3、单一的桩端后注浆技术难以保障超长桩的桩周土体和泥皮的加固质量; 4、现有的超长灌注桩后注浆施工质量要求较低, 单桩承载力差, 且不能缩短桩长。

基于上述技术缺陷, 设计出一种采用双液浆的复合式后注浆钻孔灌注桩施工方法。

## 2 技术方案

目的在于克服现有技术的缺点, 通过设置桩端注浆管和桩侧注浆管, 并在底部上设置梅花出料口, 并能在桩端注浆管出浆口保护罩的作用下进行开启和关闭, 保证了注浆的效果的一种采用双液浆的复合式后注浆钻孔灌注桩施工方法。

一种采用双液浆的复合式后注浆钻孔灌注桩施工方法, 包括施工方法采用的注浆装置, 所述注浆装置包括钢筋笼以及设置在钢筋笼上的桩端注浆管和桩侧注浆管, 桩端注浆管和桩侧注浆管通过16#铅丝绑扎固定于钢筋笼主筋内侧;

所述桩端注浆管设有第一桩端注浆管和第二桩端注浆管, 所述桩侧注浆管设有第一桩侧注浆管和第二桩侧注浆管, 所述第一桩端注浆管、第二桩端注浆管、第一桩侧注浆管和第二桩侧注浆管为等间距的设置在钢筋笼的内侧壁上, 所述注浆装置包括泥浆加工池、泥浆输送管、高压注浆泵和耐高压输浆软管, 且耐高压输浆软管与第一桩侧注浆管、第二桩侧注浆管、第一桩端注浆管和第二桩端注浆管为密封连接, 第一桩端注浆管和第二桩端注浆管的底部侧壁上形成50cm高度的局部梅花状分布的桩端注浆管出浆口, 且占第一桩端注浆管和第二桩端注浆管的四分之一, 同时第一桩端注浆管和第二桩端注浆管的底部伸出钢筋笼50cm, 且第一桩端注浆管和第二桩端注浆管的顶部高出地面30cm, 同时第一桩端注浆管和第二桩端注浆管的底部50cm加工为花

管，且桩端注浆管出浆口的直径为6-8mm，并且为对称90°范围内分布，即桩端注浆管出浆口覆盖角度为180°，同时桩端注浆管出浆口相邻且对称90°范围内设有桩端注浆管出浆口保护罩，在未进行注浆施工时，注浆管出浆口保护罩可盖住桩端注浆管出浆口，第一桩侧注浆管和第二桩侧注浆管的顶部均高出地面30cm安装，所述第一桩侧注浆管和第二桩侧注浆管的下部设有桩侧环向注浆管，且桩侧环向注浆管的上设有桩侧环向出浆口，并且呈梅花状分布在桩侧环向注浆管四周，桩侧环向注浆管出浆口孔径为6-8mm，桩侧环向注浆管设有两根，第一桩侧注浆管和第二桩侧注浆管的长度不同，要求其中一根桩的桩侧环向注浆管位于桩顶8m以下的位置，另一根桩的桩侧环向注浆管设置位置与前者间隔6-12m。

采用双液浆的复合式后注浆钻孔灌注桩施工方法中，所述桩侧环向注浆管设置在钢筋笼的外侧，所述第一桩端注浆管、第二桩端注浆管、第一桩侧注浆管和第二桩侧注浆管上均连接柔性出浆口喷头，高压注浆时，浆液顺着桩侧环向注浆管流入至柔性出浆口喷头，且柔性出浆口喷头的端部上设有单向压力阀，所述桩侧环向出浆口与柔性出浆口喷头连接，同时接头处设有接头密封片。

采用双液浆的复合式后注浆钻孔灌注桩施工方法中，所述第一桩侧注浆管和第二桩侧注浆管的竖直段上均设有止回阀，所述钢筋笼的外部上为桩侧土体，且桩侧土体的底部上为桩端持力层，且桩侧土体的侧壁上设有泥皮，当钢筋笼整体安装完成后吊装放入至成孔内，并伸入至桩端持力层。

采用双液浆的复合式后注浆钻孔灌注桩施工方法中，桩中心下放导管，导管内形成水下混凝土输送通道，顺着水下混凝土输送通道向成孔内注入水下混凝土，水下混凝土浇筑完成2d，混凝土达到设计强度的50%时方可进行后注浆加固施工。

采用双液浆的复合式后注浆钻孔灌注桩施工方法中，所述桩端注浆管和桩侧注浆管上部分别设有桩端注浆管进浆口和桩侧注浆管进浆口。

采用双液浆的复合式后注浆钻孔灌注桩施工方法中，包括以下步骤：

S11、注浆施工是采用高压注浆泵，在泥浆加工池内加工水泥浆-水玻璃双液浆，所采用的配合材料为P.O42.5普通硅酸盐水泥浆和水玻璃，注浆材料制备好后经泥浆输送管输送至高压注浆泵进行泵送，由耐高压

输浆软管一头连接高压注浆泵送浆口，另一端连接桩端注浆管进浆口或桩侧注浆管进浆口；

S12、正式注入水泥浆-水玻璃双液浆之前，首先使用旋转装置套住桩端注浆管旋扭段，对旋转装置传力杆施加扭矩，将桩端注浆管旋转90°，使得被遮盖的桩端注浆管出浆口露出，无需开塞和设置止回阀，接着便可注入水泥浆-水玻璃双液浆；

S13、在对桩侧进行注浆时，需要先采用高压水将桩侧注浆管、桩侧环向注浆管和柔性出浆口喷头，柔性出浆口喷头上的出浆口喷头单向压力阀处于打开状态，方可进行注浆施工，管内止回阀打开，浆液可输送顺畅，需注意桩端和桩侧注浆时间差需要在2h以上，且当注浆压力>6MPa并持续加荷3min以上，且注浆量达到设计量的80%时，可停止注浆。

### 3 附图说明

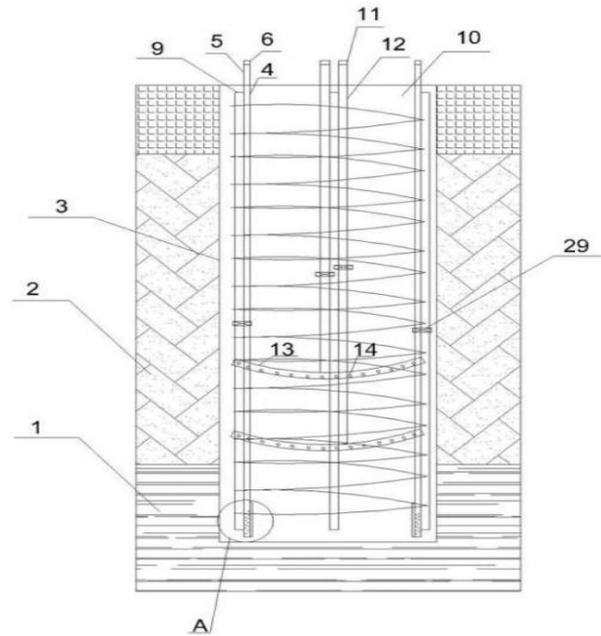


图1 复合式后注浆钻孔灌注桩施工示意图；

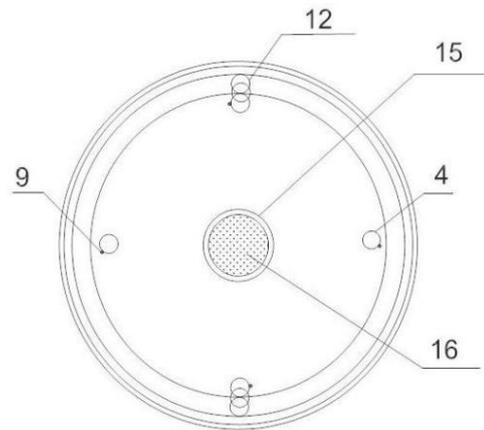


图2 复合式注浆法中注浆管布置平面图；

## 4 有益效果

1、提高了注浆材料性能，地层适应性更好，该施工方法由水泥浆-水玻璃双液浆制备池、桩端注浆系统及桩侧环向注浆系统组成，针对传统注入的水泥浆为采用的是P.O 42.5普通硅酸盐水泥在地质情况不良的地域应用效果不佳的现象，提供了一种具有较快凝结速度和较高抗压强度的水泥浆-水玻璃双液浆作为注浆材料，水泥浆-水玻璃双液浆不仅具备水泥浆渗透性好、充填性佳的特点，还可以较为准确地控制浆液凝结时间，水泥浆-水玻璃双液浆凝固后结实率可达到98%，具有良好的早期强度。

2、提供了一套可靠的高压注浆设备，由耐高压输浆软管连接高压注浆泵和注浆管，此将泥浆-水玻璃双液浆通过注浆管在高压作用下压入灌注桩底部的土层孔隙中，使得原本松散的沉渣、碎石、土粒和裂隙在水泥浆渗透、劈裂填充和固结作用下形成一片有机整体，消除软弱土层，改善桩土界面，增强土体强度，提高了桩基承载力；同时浆液沿着桩身和土层的结合面上返，增加了土层与桩侧的黏结，提高了桩侧摩阻力，从而提高单桩承载力。

3、一种复合式后注浆钻孔灌注桩施工用的注浆管，该注浆管体系由2根桩端注浆管和2根桩侧环形注浆管组成，2根桩端注浆管和2根桩侧环形注浆管均为对称布置，满足规范《建筑桩基技术规范》JGJ 94—2008中对于直径不大于1200mm的桩需要对称布置2根桩端注浆管的要求，但针对桩长超过15m且承载力变化幅值大的，仅设置桩端注浆管难以保障桩侧土体及泥皮的加固质量，通过设置对称布置的桩侧环形注浆管，两根桩侧注浆管长度不一，要求其中一根桩的桩侧环向注浆管位于桩顶8m以下的位置，另一根桩的桩侧环向注浆管设置位置与前者间隔6-12m，可以有效保障超长灌注桩后注浆施工质量要求，不仅能明显提升了灌注桩的单桩承载力，在一定程度上还能缩短桩长。

4、设置的桩端注浆管不易发生堵管现象，桩端注浆管作可旋转设计，上部设有桩端注浆管旋扭段，下部50cm范围内加工成花管，桩端注浆管出浆口呈梅花状分布，孔径大小为6-8mm，但出浆口并非满铺设，而是

为90°范围内对称区域分布，即桩端注浆管出浆口覆盖角度为180°，有2处对称的90°范围内未设置出浆口，外围是桩端注浆管出浆口保护罩，在未注浆时桩端注浆管出浆口保护罩覆盖出浆口，待注浆施工时，使用旋转装置对桩端注浆管旋扭段施加扭矩，旋转90°后及时进行注浆施工，在高压注浆施工过程中不易发生堵管现象。

5、桩侧环形注浆管可以对桩侧进行充分注浆且分布均匀，一方面因其构造优势，下部制作为环形注浆管，设置于钢筋笼外围，每个注浆管连接一个柔性出浆口喷头，在高压注浆时，浆液顺着桩侧环形注浆管流入至柔性出浆口喷头，该喷头端部设有出浆口喷头单向压力阀，有效保障喷头不被堵管，注浆时四周均可辐射到，喷出浆液分布均匀，另一方面得益于其注浆顺序，桩侧环形注浆管间隔布置，自上而下的注浆顺序，利用高压注浆，充分发挥浆液的渗透、填充、压密、劈裂、固结等功能，达到分层环形加工的效果。

6、桩侧环形注浆管具有逆止功能，可以防止泥浆回流，在桩侧环形注浆管近进浆口处设有止回阀，开口向下，只有在注浆施工时，受到注浆压力时止回阀张开，未注浆时止回阀处于闭合状态，可以避免泥浆顺着注浆管上窜，保障了注浆施工效率。

7、采用的高压注浆泵可以对注浆过程中的注浆参数进行实施监控，主要包括注浆压力、注浆量及注浆流速，桩端注浆管在注浆过程实施的是双控原则，即注浆量与注浆压力双控的原则，以注浆压力为主，注浆量为辅，当注浆压力>6MPa并持续加荷3min以上，且注浆量达到设计量的80%时，可停止注浆，满足规范要求，持续加荷作用能够有效提高后注浆施工质量。

## 参考文献

- [1]白耀平. 双液浆同步注浆在盾构隧道施工中的应用[J]. 河南科技, 2018(19): 3. DOI: CNKI: SUN: HNKJ. 0. 2018-13-063.
- [2]孔凡明. 浅谈深基坑注浆止水帷幕施工方法[J]. 文摘版: 工程技术, 2015, 000(021): P. 148-148.
- [3]冷廷. 深基坑注浆止水帷幕施工方法[J]. 黑龙江科技信息, 2012(21). DOI: 10. 3969/j. issn. 1673-1328. 2012. 21. 270.