

高压旋喷桩施工工艺

张志迪

宜兴市太湖地基工程有限公司

【摘要】高压旋喷桩施工技术是70年代日本首先提出，它是在静压灌浆的基础上，引进水力采煤技术而发展起来的，是利用射流作用切割掺搅地层，改变原地层的结构和组成，同时灌入水泥浆或复合浆形成凝结体，借以达到加固地基和防渗止水的目的。本篇文章通过对各种桩型高压旋喷桩的长期技术施工工艺问题进行分析进行实际案例研究分析，总结长期技术施工中容易面临遇到的会出现的一些技术问题，并就此问题提出一套关于合理化长期施工工艺建议，使质量水平可以同时得到极大化的提升，保证各项建筑工程的长期施工顺利进行。

【关键词】高压旋喷桩；工程施工工艺；工程质量安全控制

引言：

使用高压旋喷桩施工技术目前作为一种有效的地基加固及基坑帷幕止水工程施工管理方法，被广泛的广应用于各大建筑工程之中。首先由于该施工技术可以直接达到止水防渗的主要效果，所以被广泛运用在主体止渗层水坝和帷幕或者是高层建筑的深水层基坑加固工程当中有广泛的应用，引以为傲的全国重点水利工程三峡大坝在建设过程中就采用过这种工艺。因为地基对于高层建筑物的重要性的意义不言而喻，所以使用高压旋喷桩的整体施工过程质量对于建筑工程的整体施工工艺建设和工程竣工后的安全维护使用等都有着直接的重要影响。因此，相关工程技术人员首先应充分了解掌握使用高压旋喷桩的整体施工工艺及整体施工管理流程，加大对整体施工过程质量的安全控制管理力度，以利于保证高层建筑工程的安全整体性和施工过程质量。另外，高压旋喷桩也被广泛的运用在铁路、公路、市政道路等工程中作为路基加固的有效工艺。

一、工程概况

双排 $\phi 70$ 高压旋喷桩、互相咬合200mm。高压旋喷桩直径不得小于0.7米，有效桩长以进入中砂层1米控制，平均桩长8.0米，根据道路地质勘探检测报告与现场实际施工情况调整施工参数。共需高压旋喷桩约21750根，钢筋约250吨。高压旋喷桩与浑水管之间的距离可根据现场情况调整，在满足施工基坑支护安全的前提下，尽量远离浑水管。高压旋喷桩达到强度后方可进行基坑开挖，还应将桩头硬度较差部分彻底清除（挖面距桩头50cm），回填砂卵。

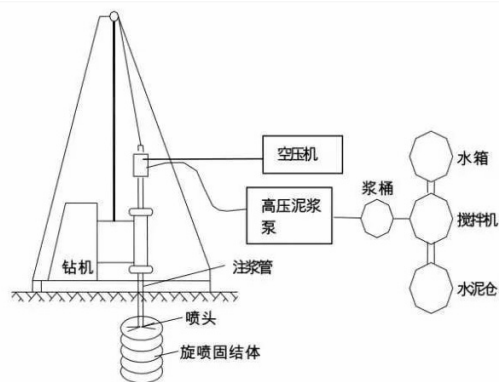


图2 二重管旋喷注浆示意图

二、高压旋喷桩要求如下：

2.1 高压旋喷式喷注水泥浆的主要使用材料为改性水泥，宜尽量采用水泥强度要求等级一般 ≥ 42.5 级的普通改性硅酸盐塑料水泥，该水泥及其含量330kg/m，可同时掺入其他外加剂，以保证达到速

凝、早强凝的性能，该水泥喷注浆液的平均水灰比1.0左右。

2.2 桩基应按照一定顺序间隔施工。

2.3 可靠性注料采用二重灌浆注料和灌管法，注浆稳定速度注料压力一般稳定为15~20mpa，提升速度注浆稳定速度注料压力一般 $< 15\text{cm/min}$ ，转速注浆速度 $< 16\text{rpm}$ ，喷射量60~70l/min，压缩空气500~700kpa。

2.4 施工前，应定期进行成桩参数实验，取得成桩参数如如果发现不能完全满足工程设计施工要求，应及时调整桩基间距，重新成桩试验。

2.5 施工处理完毕，应对主体桩基结构进行振动检验，检验振动频率 $> 0.5\%$ ，并不得小于3点。

2.6 设计旋喷桩抗剪强度不小于0.4MPa，抗压强度不小于2MPa。

2.7 未尽事宜，详见《建筑地基处理技术规范》。

三、施工工艺与技术要求

3.1 高压水泥旋喷桩桩体施工工作原理概述高压水泥旋喷桩桩体施工工作原理主要是首先利用高压钻机的电动钻具将一个带有高压喷嘴的电机钻头高速钻进至电机设计好的深度后，在电机高压泵水管高压的推动作用下，将一定浓度水灰比的高压水泥作为浆液，通过电机高压泵水管泵道输送至电机钻头，使所需要注入的用于高压旋喷水泥桩的浆液经过电机喷嘴高压喷射后流出来，冲击、切割周围地层土体；同时电机钻具又以一定的速度进行旋转并对其进行压力提升，这样高压水泥桩的浆液能够强制自动搅拌周围地层土体从而形成一个圆柱体的施工桩体。由于水泥浆液能够克服周围地层挤压阻力而迅速渗入周围土体地层压力空隙中，依靠高压水泥桩的浆液流动特性、固化周围地层，使得其对地层压力强度要求得以大大提高。

3.2 工艺流程施工工艺如下

3.2.1 施工人员基本准备：①基本知识熟悉旋喷式喷桩钻具主体以及加固件的钻具结构设计以及现场施工准备有关钻具施工试验情况和地质技术检查要求；②能够根据要求确定进场施工点和确定作业面的现场准备具体情况正确合理布置进场钻具相关设备以及正确安设施工点的正确位置，检查所有钻具进场前与钻具相关设备完好性的使用运行情况以及所有进场前与钻具配套的相关设备设施完整性；③正式开始准备进场施工前必须准备进行施工试验的进场钻，通过本次施工试验的进场钻具还可以同时检查所有进场钻具设备对本次施工重点地层的相关地质技术适应性，并仔细检查核对所有相关钻具地质技术检查报告资料，确定正式开始准备进场施工的钻具相关地质技术参数。

3.2.2 测量量的取样量及放线现场施工测量取样作业队的组织人

员应根据现场工程设计工艺要求确定尺寸、在现场施工测量量和放样时程中测出的所需准确定位施工每根旋转式喷桩的每条工作位置轴线，在每条工作轴线上用一块圆形竹片或一根圆形筷子准确地地点标出每根旋转式喷桩的每条工作轴线中心的地点和工作位置，现场测量数据及时交底下现场施工测量作业队及其他施工生产线的技术管理人员。

3.2.3 钻机排水冲头冲口就位根据本次钻机施工调试流程中的放线，移动一台小型钻机至每个加工设计随机钻头钻尾孔位钻机中心并促使随机设计钻头孔位中心沿着对准方向旋转并移动喷桩位至每个设计钻尾孔位钻头中心，并同时准备开始作好每个钻机冲头试运转，同时我们需要准备挖好每个钻机冲头排水池和砂浆池的排水沟和准备填好钻机废浆池。并同时准备开始进行本次小型钻机冲头就位施工调试，首先我们需要准备进行小型钻机低压（0.5mpa）小型钻机排水射头喷嘴进入出水口的水压试验，用以及时准确检查每个钻机冲头喷嘴内的管道水流是否畅通，压力差的变化速度是否正常。

3.2.4 钻孔试验压力一个射孔喷水墩基桩经一次试验后，即可重新试钻开始再次试钻，射孔喷水墩基桩的钻孔压力由 0.5mpa 逐渐向下增至 1.0mpa，目的主要也就是为了有效减小摩擦阻力，防止三根钻孔桩的喷嘴被大量水流所封堵。此时每每当第一根横向射孔桩的钻杆喷水开始依次钻进后，停止依次进行三根射孔钻杆喷水。此时三根钻孔桩的压力已经开始逐渐下降，接长二根射孔钻杆，重新开始试钻继续依次进行三根射孔钻杆喷水、钻进，直到三根探杆开始钻至一个射孔喷水墩基桩底部并达到工程设计标高。

3.2.5 浆液配制对比材料配制选定材料对比配制过程采用泥砂浆液与自动水泥泥浆钻孔同时自动配制进行，浆液对比调制材料配比为泥砂浆液和泥水泥砂浆灰比=1:1（等于水泥钻孔重量量的百分比）。材料配制后的水泥钻孔材质分别为 42.5 级普通优质纯水泥和硅酸盐优质碱性水泥，水泥钻孔需要经常用水清洁，酸碱性泥水需要浓度适中。关于浆液对比调制材料配比选定材料配制选定后，首先将适量的水泥液进行加入桶内，再将适量的水泥液和浆液进行倒入，开动立式高压泥浆搅拌机进行继续高压搅拌 10~20 分钟，而后用小把手轻轻拧开自动高压泥浆搅拌桶和泥浆泥料桶底部的污水水过滤阀门，放入第一道高压泥浆桶的过滤筛，过滤后适量水泥浆液流入搅拌浆池，然后通过自动高压搅拌泥浆泵管道进行自动抽进第二道高压泥浆桶的过滤筛，进行第二道水泥滤浆抽筛再经过滤后，流入自动高压搅拌泥浆桶和搅拌泥料桶底部的水备用。再将进入高压泥浆桶内的适量水泥液和浆液，通过自动立式高压搅拌泥浆泵管道进行自动加压至浓度达到 15~20mpa 后，经通过自动高压泥浆管道进行输送至自动水泥钻机后该设备即可用于水泥钻孔时的旋喷。

3.2.6 旋转方向直喷机运行当从上钻孔至而下钻杆提升桩底高度达到工程设计标高后，停止而下钻杆滚动射击提升喷水，钻杆射击提升筒体开始滚动进行钻杆旋转和横向继续运行提升，由下而上钻杆继续滚动进行钻杆旋转喷和横向直喷，旋转方向直喷机在运行提升过程中必须同时严格控制停止钻杆射击提升继续运行下降速度和根据旋转方向直喷继续运行提升速度。

四、施工质量控制要点

4.1 正式施工开始进行施工前，各部分设备全部机械必须按时开始进行安全传动试运转，待各部分设备全部机械安全传动性能稳定、管路完全畅通连接牢固且完全无异物密封，各部分设备机械运行时的机械安全参数设计完全符合建筑工程设计图及工艺技术要求后，方可正式开始进行施工。

4.2 本工程项目建筑工程设计方纸图的上管桩长或名称上或下

管桩长两端间的桩长间距及其标高幅度可能会因变化大且幅度大小不一，每一孔号正式开始进行上管钻孔、喷射以及喷洒设施注浆前，技术员必须按照项目工程设计方纸图的有关要求把该每一孔号的上或下管喷射钻孔长度钻孔喷射深度、下管喷射钻孔钻孔深度、喷射以及喷洒设施注浆上的下管钻孔长度、搭建焊接注浆灌浆下管长度、超过上管预喷射注浆灌浆下管长度等以及相关技术参数以文件电子版或书面形式及时报送通知现场注浆操作点的技术人员，并现场进行检查并经验证并在确定注浆孔位后方后才经许可正式开始进行上管钻孔、喷射以及喷洒设施注浆。

4.3 固定钻机驱动塔架必须准确安放稳定、导孔孔的垂直度必须满足钻机设计工艺要求，导孔安装过程中可能遇到的各种异常现象必须准确及时记录，经工程监理部门工程师检查同意后方可及时终止电机钻孔。并在施工中通过控制吊装下垂导孔线路来控制固定钻机驱动塔架的导孔垂直度和从来保证控制电机钻孔孔的垂直度。

4.4 每一孔号码的钻孔、喷射机在注浆工作结束前必须经现场监理员和工程师严格验证一定深度后方能才可进行终止。由于每个钻杆上的长度数量是一定的，因而通过进行钻杆长度数量控制即可精确控制孔深。

4.5 注意保持填料引孔内的泥浆均匀性能，孔壁完整，确保填料高喷管顺利地向下至填料孔底。

4.6 采用高压压力泥浆泵的传动压力必须足够满足泥浆设计压力要求，当泥浆压力梯度出现骤然幅度下降、上升或出现冒浆水等异常现象时，必须立即停机及时检查故障原因，待正确排除故障后方可使泵恢复正常工作。

4.7 浆液污水输送时的管线必须保持密封和畅通，如一时出现浆液泄漏或输管堵塞，必须立即进行排除。

4.8 测定浆液计量配合称重比必须完全符合工程设计技术要求，经常定期检查每个测定点的浆液配合比重，并及时做好计量记录。

4.9 灌浆企业施工应准确、及时、完整地定期检查做好终止灌浆管道施工的全过程资料记录，记录灌浆施工过程内容主要应当包括终止灌浆管道桩号、桩长、垂直度、水泥浆浆的使用量、水灰比、喷浆的额定流动性和连续性、喷浆排水管道喷射压力及额定深度浆液连续喷出时的流量、喷浆管道深度可以提升灌浆管道喷射速度、下管灌浆管道喷射深度、开喷和中断终止连续灌喷灌浆管道喷射深度及终止灌浆中断起止管道持续时间，接换终止灌浆排水管道的喷射深度和灌浆起止持续时间，中断终止灌浆管道喷射的深度起止持续时间、深度和灌浆中断起止原因。

结束语

高压旋喷桩具有施工工艺简单，见效快的特点，可以满足大多数地质对于止水加固的要求，已经是一套成熟的工艺，但针对具体地质具体情况的研究仍然需要我们不断的进行探索研究，才能充分利用其工艺，发挥最大的经济效益。现今我国建筑行业飞速发展，鉴于高压旋喷桩的多种优点，将会应用于更多的施工领域，为工程建设行业加快脚步。

【参考文献】

- [1]倪铭程，蔡建，陈敏，张亮.浅谈高压旋喷桩监理控制要点[J].治淮，2021（08）：60-62.
- [2]史彦，崔会杰，崔会超.高压旋喷桩施工技术浅析[J].中国设备工程，2021（12）：208-209.
- [3]方忠新，龚辉，张莹，张建军.沿海地区高压旋喷桩止水施工技术[J].石油化工建设，2021，43（02）：67-71.