

水利工程粉质砂土混凝土冲击灌注桩施工技术研究

张文亮

新疆北方建设集团有限公司, 新疆 奎屯 833200

摘要：水利工程是我国国民经济建设过程中非常重要的一个组成部分，也是我国社会主义现代化建设进程中不可缺少的一部分。而水利工程中混凝土钻孔灌注桩施工技术在水利工程不同地区中起着非常重要的作用，因此本文对其进行了详细地阐述和分析，并提出了相应的解决措施。本文通过分析水利工程中混凝土钻孔灌注桩施工技术的应用，对其进行了详细的阐述和探讨。提出了水利工程中混凝土钻孔灌注桩施工技术在应用中存在的问题，并根据这些问题提出了相应的解决措施。

关键词：粉质砂土；混凝土冲击灌注桩；施工技术；施工质量控制

中图分类号： U655.1

文献标识码： A

文章编号： 2022060110

Research on Construction Technology of Concrete Impact Ground Pile in Powdery Sandy Soil of Water Conservancy Project

Zhang Wenliang

Xinjiang North Construction Group Co., Ltd, Xinjiang, Kuitun 833200

Abstract： Water conservancy project is a very important part in the process of China's national economic construction and an indispensable part in the process of China's socialist modernization. The concrete bored piles construction technology in water conservancy project plays a very important role in different areas of water conservancy project, therefore, this paper elaborates and analyzes it in detail and puts forward corresponding solution measures. This paper analyzes the application of concrete bored piles construction technology in water conservancy projects, and elaborates and discusses it in detail. It puts forward the problems existing in the practical application of concrete bored piling construction technology in water conservancy projects, and proposes corresponding solution measures according to these problems.

Key words： pulverized sandy soil; concrete percussive grouting pile; construction technology; construction quality control

一、工程概况

某水利工程项目是一个重要的民生工程，该项目的建设对南疆人民群众的生活水平的提高以及人民群众的生活环境改善都有很大的帮助。该工程的主要工程内容包括以下几个方面：

(一) 建设内容主要包括：引水工程、泥沙调节库工程、骨干管网工程、排水工程、田间灌溉和防洪工程等，工程所需资金超过28亿元，这是一个规模非常大的水利工程项目。

(二) 该水利工程项目的主要特点是：施工周期比较长，在施工过程中涉及多种不同的施工工艺，并且每个环节都需要进行严格的控制，在施工过程中容易受到很多因素的影响。但是该水利工程项目所具备的特点就是工程量大，施工周期比较长，并且施工质量要求非常高。

(三) 该工程项目主要以土石方工程为主，并且其所具有的工程也非常大，主要是对土石方工程进行施工。在具体施工过程中需要对土石方进行科学合理地进行规划，并且需要根据工程项目本身所具备的特点以及具体情况来选择正确有效地施工方法。由于该工程项目地处沙漠边缘、地质较为松散，在建筑物基础处理时主要运用

了：钻孔灌注桩、基础强夯法以及防渗墙等技术手段。

(四) 该水利工程项目主体工程所采用的主要材料是粉质砂土、混凝土、玻璃钢夹砂管等，其中引水暗渠工程、挡水大坝面板、各类建筑物以混凝土为主，砂石材料所占比重在85%以上。其中引水暗渠工程、挡水大坝面板、各类建筑物采用这种材料进行施工，不仅能够保证建筑物质量，以及建筑在运行中承压。同时，这种施工材料能够很好的控制原材料，以及施工过程中成品抗压性、抗渗性、抗冻性等的控制。

二、冲击钻钻孔灌注桩

由于该灌注桩工程位于粉质砂土地区，且地层中含有薄层砂砾石胶结层，因此该工程所采用冲击钻钻孔成桩，灌注桩主要应用于引水工程末端与挡水大坝相连接部位，由于挡水大坝地势较低，与引水暗渠形成高差，主要采用渡槽形式满足其过水，钻孔灌注桩主要位于渡槽底部，每组桩基由两根混凝土灌注桩组成，桩身20m，桩径为80cm，钢筋砼墩柱高度在0.6~6m，联系梁位于墩柱中间部位，盖梁位于钢筋砼墩柱顶端。

冲击钻孔灌注桩施工前主要从以下几个方面：首先，施工场地平整、测量定位、埋设护筒。其次，钻机就位、冲击成孔、第一次清孔、吊装钢筋笼、第二次清孔、水下灌注桩浇筑、桩基检测。

三、施工工艺

(一) 场地平整

需要对场地进行平整，确保施工区域周边、地下、地上的障碍物清理完成。熟悉地下图纸、水文地质资料。对施工区域特种设备及工作区域进行可靠性检查及周边安全检查，有无妨碍设备正常运转。

(二) 测量定位

测量定位前根据设计图纸测试及设计单位提供的控制点进行渡槽灌注桩控制点的布设，布设完成后经现场各参建单位确认，作为放样依据。再进行灌注桩轴线控制点、里程、偏距、相对位置距离、桩顶高程的实测。测量工作选用精度较高的全站仪、水准仪进行作业，灌注桩轴线控制点、起点、终点、偏距、相对位置距离、桩顶高程测量，同时现场用混凝土埋设 $\Phi 14$ 钢筋，钢筋露出混凝土面 2cm 为宜，在露出的钢筋顶端刻十字丝作为精确点，并做好防护措施，防止施工中发生位移及损坏，及机械碾压。

桩位测定主要分两次测量，分别为护筒埋设前和护筒埋设后，第一次测量主要是确定护筒的埋设位置，埋设完成后，在护筒内侧进行第二次测量，第二次测量主要是确定灌注桩桩位，确定好桩位后用一根 $\Phi 14$ 钢筋固定，作为钻机定位标点，然后用水准仪测定桩位控制点和原地面标高，确定混凝土浇筑高度，并在护筒外侧做明显标识，测量完成经参建各方验收合格后，方可进行下道工序。

(三) 埋设护筒

钢护筒埋设时应根据灌注桩桩位中心点进行，护筒中心应与桩位中心保持一致，桩位中心偏差控制在 20mm 以内，护筒的倾斜度不大于 1%，护筒一般采用 6 ~ 8mm 钢板焊接制作，护筒内径每边应大于桩径 20cm，其中在护筒上部约 30cm 处开设两个直径 30cm 的溢浆孔，护筒的埋设的深度，根据施工区域的地质情况不同：在粘性土中埋设深度不小于 1.5m，在砂土中不小于 2m。钢护筒顶端高出地面 30cm。埋设钢护筒的作用是定位方向、保护孔口、隔离施工过程中的地表污水、保持孔内水头高度、防止孔口坍塌、固定钢筋笼等。为了防止护筒在埋设时或冲击成孔过程中移位，在钻孔前提前埋设混凝土十字控制桩，控制桩采用十字交叉法，两组前后分别与灌注桩轴线一致，另外两组分别位于灌注桩左右与灌注桩轴线成 90° 夹角，控制桩整体距钢护筒外侧 1.6m，距灌注桩中心 2m，控制桩测定好后用混凝土埋设 $\Phi 16$ 钢筋，用钢尺量测护筒外边缘与灌注桩中心进行复核，定位桩高于护筒顶 20cm，且埋入地下不小于 30cm，并浇筑 30cm 厚，并用红油漆进行标识，施工过程中做好定位桩的保护工作，防止机械设备碰撞、人为损坏，在作业过程中用每个班组在交班前、交班后用钢尺进行复核控制桩与钢护筒的距离，并挂十字线确定灌注桩中心孔位。

(四) 钻机就位

钻机安装时采用 50t 吊车进行组装，钻机设备安放前，在设备设备底部铺设 20*20*200cm 枕木，枕木必须平整、稳定，枕木需确保施工中不移位，不倾斜。枕木需高出钢护筒 20cm，防止钻头移动时撞击钢护筒，造成钢护筒移位。设备安装完成后，冲击钻头中心与钢护筒中心需一致，且误差不得大于 2cm。

(五) 泥浆制备

该工程因处沙漠边缘地带需要对泥浆进行专门的配制。该水利工程项目所采用的泥浆具有很多特点，其中最为明显的就是含砂率较高以及粘度较高等，其中采用粘土颗粒造浆，在成孔的过程中将黏土颗粒投入桩孔内，通过冲击式钻机的锤反复锤击，将黏土颗粒磨成粉状粘土，粉状粘土与水融合后达到桩基护壁的效果，且孔壁四周形成一层密实的土层，对稳定孔壁，提高桩基承载能力，具有一定作用，在成孔过程中要及时调整好泥浆比重，要及时加水调整好泥浆比重，及时用循环泵进行循环。

泥浆池位于灌注桩右侧，泥浆池泥浆出口需低于灌注桩钢护筒溢浆口 0.2m，泥浆池长宽高尺寸为 3*4*1m，循环泵通过三脚架，架设于泥浆池内，在泥浆池除循环泵架设区域外，其他部位需用钢架板进行封闭，便于作业人员进行作业。

钻孔时，孔内泥浆面与钢护筒溢浆口齐平，钻进过程中随着孔内泥浆的下沉及粘度增加，需将循环泵放入孔内底部，进行循环注水，以此将粘度较高的泥浆循环至泥浆池内，再次用循环泵进行循环调配，直至泥浆符合技术指标，再次注入孔内。

1. 主要控制指标

灌注桩冲击成孔完成后需要进行清孔处理，正循环冲进成孔后，将泥浆泵缓慢放入孔底，进行泥浆反循环清孔，反循环注入性能指标符合要求的新泥浆；使孔内返出泥浆的性能指标符合注入泥浆指标 $\leq 5\%$ ，比重 ≤ 1.6 ，粘度：20—26S；孔底沉渣厚度不得大于 50mm。完成后第一次测量孔深，达到相应钻孔深度后，第一次清孔完毕。

(六) 冲击成孔

开锤前，冲击钻对准钢护筒中心定位钢筋，要求偏差不得大于 ± 2 cm，开始用低锤进行冲击，锤底不得超出钢护筒檐口，每次提锤控制在 0.5 ~ 0.7m，直至孔深达到 4 ~ 5m 后，加快施工速度，将锤提高至 2 ~ 2.5m 以上，一边加快施工速度。灌注桩造孔过程中孔内必须加入足够的黏土和水，保证泥浆性能，并在成孔过程中及时加水调整好泥浆比重不得大于 1.5；粘度控制在 20—26S；含砂率不得大于 6%，以保证孔壁的稳定，防止由于震动，使孔壁坍塌，足够的泥浆能够使孔壁挤压密实，保持稳固。

在冲击钻进过程中每 2m 要检查一次成孔的垂直度。如发现偏斜应及时采用块石进行回填，重新进行施工。对于地层中的孤石或坚硬层，易于发生偏斜的部位，应采用回填块石低锤轻击、间断冲击的办法穿过，以保持孔形良好。

1. 注意事项

在钻进过程中要加强对钻机的检查检修，及时处理问题；在遇到地层发生变化要密切注意地层变化情况；在遇到胶结岩层或松散风细沙层时要缓慢推进，增加泥浆粘度，必要时暂缓施工，

待泥浆形成稳定的固定层后，再进行施工作业；当发现钻进阻力过大或者钻头损坏时要及时更换或加固；在钻进过程中要注意对孔内水头高度的监测，防止孔内水头流失过快。

（七）桩基验收

灌注桩成孔后，由施工班组初检、施工队伍复检、施工单位终检合格后，通知监理单位会同其他参建各方共同对孔径、孔深、桩孔垂直度及孔底沉渣等各项指标进行联合验收。依据技术规范及设计要求进行检查、验收，达到要求即可转入下一道工序。

（八）钢筋笼制作安装

钢筋笼按照设计图纸制作，采用分段吊装，孔口焊接，其上部墩柱采用二次焊接，钢筋笼制作时接头处超出设计尺寸50cm，并使接头错开，钢筋笼的内撑加劲箍筋设置间距2m一道设置，主筋与内撑加劲箍筋采用上下点焊连接，螺旋筋与主筋采用点焊，螺旋筋在接头处预留两圈，待主筋焊接完成后，将螺旋筋进行电焊。每根桩的钢筋笼分节编号，同一截面内接头数量不超过钢筋总数量的一半；主筋的接头采用双面焊接，箍筋与主筋采用交错点焊进行固定。

钢筋笼设置滚动式砂浆保护垫块，钢筋笼入孔时，由吊车吊装。在安装钢筋笼时，在钢筋笼内撑加筋上对称焊接两个吊环，采用两点起吊。第一节钢筋吊装完成后进行第二节钢筋的吊装，第二节与第一节钢筋笼由吊车吊起，人工在孔口进行焊接，完成后将螺旋筋进行电焊，以保证钢筋笼在起吊时不致变形。吊放钢筋笼入孔时对准桩孔中心，保持垂直，轻放、慢放入孔，入孔后应缓缓下放，不宜左右旋转，严禁摆动碰撞孔壁。若遇阻碍应停止下放，查明原因，进行处理。严禁高提猛落和强制下放。

钢筋笼掉放完成后，必须由测定孔口标高来计算定位筋的长度，并校正钢筋笼的中心位置，为防止钢筋笼掉笼或在灌注过程中上浮，钢筋笼中心与设计桩中心位置对正，反复核对无误后，用钢管将钢筋笼焊接固定在钢护筒上，防止钢筋笼移位上浮。

1. 钢筋笼的制作注意事项

钢筋笼的主筋和箍筋的形状及直径都必须符合设计要求。主筋在端部焊接时，要先焊接上节，再焊接下节。在制作过程中要控制好主筋的间距、根数、数量及保护层厚度等。主筋的弯钩必须按设计要求制作，以保证钢筋笼具有足够的强度和刚度。

2. 钢筋笼吊装注意事项

钢筋笼的起吊必须由熟练工人操作，严格按照操作规程进行，确保钢筋笼不变形、不损坏。钢筋笼吊点要设置在钢筋笼底节上，以保证钢筋笼底部位置可靠。

（九）二次清孔

二次清孔主要是采用置换法二次清孔，由于在吊装钢筋笼及导管时间较长，孔底会有新的沉渣，待安放钢筋笼及导管就位后，沿导管将水注入桩孔底部，通过置换沉渣的目的。在注入过程中上下摆动导管，改变导管在孔底的位置，保证沉渣置换彻底。待孔底300mm以内泥浆各项指标均达到标准后，清孔完成，清孔完成后立即进行水下混凝土灌注。孔底沉渣验收合格后，开始砼浇灌，灌注过程应连续进行，不得停留，完成整根桩砼灌注时间需控制在1小时之内。

（十）混凝土灌注

浇灌水下砼时，采用回顶灌注法，并严格按水下砼灌注工艺进行施工，砼拌合物通过导管底口进入到初期灌注的砼（作为隔水层），下面顶出初期灌注的砼及其上面的泥浆不断上升，从而使后面灌入的砼凝结成为完整的桩身；

灌注首批砼时，导管下口离孔底500mm以上，由于桩径较小，在第一次砼灌入时，料斗内的混凝土量应满足一次性将灌注桩灌注致2~6m的高度（因桩径较小，无法用球塞封堵导管，导管内球塞无法上浮，宜形成卡塞），在确定导管底口至少埋入浇注的砼中3~7m时，进行现场量测，达到要求后将导管缓慢提升2m，并保证导管内混凝土正常下降，严禁将导管拔出灌注桩混凝土面，严防泥浆水涌入导管。在灌注过程中，必须经常测量砼面位置，保证导管埋深3~7米。经常上下窜插导管，防止卡管及保证砼密实，桩身混凝土浇筑至设计标高后，需继续浇筑将表层含有泥浆的混凝土置换出桩孔，以确保桩基端头混凝土质量，灌注完后4小时后缓慢、垂直起拔护筒。

1. 混凝土灌注桩浇筑时需注意事项

（1）在每根桩孔浇筑时，现场需统计好每根桩孔的浇筑数量，并得出每根桩身混凝土灌注的充盈系数；

（2）水泥及粗、细骨料、粉煤灰掺量质量，必须符合设计要求、各项检测指标需满足水下混凝土规范要求，并严格按配合比配制砼；

（3）每根桩孔在混凝土运输至现场后，先进行坍落度、扩展度、含气量实验、合格后方可进行浇筑。

（4）在桩孔浇筑过程中需做好每根桩水下砼灌注记录、拔管记录和混凝土施工记录。

（十一）桩基检测

1. 低应变动力检测

所有的混凝土桩在28天后都需进行低应变动力检测桩身的完整性。在钢筋笼制作过程中每根钢筋笼内侧安装不少于三根测压管且成正三角形布设，测压管材质选用壁厚的小于4mm的无缝钢管，且接头处因采用螺旋套箍连接，连接完成后每根测压管进行灌水实验，确保密闭性良好，无漏水、松动现象。测压管内壁应光滑，无毛刺，测压管的材质应能满足混凝土浇筑过程中的挤压，测压管应超出混凝土面50cm，并加以保护，防止混凝土进入测压管内。在混凝土浇筑完成达到设计强度后破除桩头至设计标高，将测压管沿口打磨平整，以备混凝土灌注桩完整性检测。

2. 桩基承载力检测

混凝土桩基的承载力检测采用竖向抗压静载荷试验，检测数量不少于桩总数的1%且不少于3根。

3. 混凝土灌注桩的特点

该工程项目所采用的钻孔灌注桩具有以下几个特点：

（1）该工程钻孔灌注桩在施工过程中应做好纵向与横向的测量控制，且误差不应大于±2cm，需严格控制，以确保上部结构的稳定性。

（2）该水利工程项目所采用的钻孔灌注桩数量较多，且对桩身质量要求非常高，因此在对该水利工程项目进行施工之前，必

须对相关材料进行严格的检验和控制，以确保所采用的钻孔灌注桩材料质量能够达到要求。

(3) 钻孔灌注桩所具有的特点就是在施工过程中对孔底进行多次清孔，然后由孔底向上注入混凝土，以此来提高整个桩基的稳定性。

(4) 在进行钻孔灌注桩施工时，还需要对桩身质量进行严格的控制。该水利工程项目采用的是静压法，即通过钻进的方式来对桩身质量进行控制，然后通过混凝土将整个桩身浇筑到基础之上。

4. 注意事项

在水利工程中，钻孔灌注桩的混凝土是最重要的组成部分，其质量关系到工程的成败，应提前做好灌注桩混凝土配合比，选用不同骨料及相应配比多方面实验，确定最终灌注桩混凝土配合比。因此，在对混凝土进行拌合时，必须严格按照施工图纸和施工要求来进行，保证混凝土的质量符合要求。混凝土材料应根据工程设计和施工规范要求采购和验收。一般情况下，混凝土所用的原材料包括水泥、粗骨料、细骨料、外加剂、粉煤灰、水等。其中，水泥是混凝土中最为重要的组成部分，其主要作用是增加混凝土的强度。

一般情况下，工程所用的水泥都是硅酸盐水泥、普通硅酸盐

水泥等。因本工程处于粉质砂土地区，水泥采用高抗硫水泥，在配制混凝土时，应按照施工规范进行操作，严格控制水灰比、坍落度和强度等指标，保证混凝土的质量符合要求。同时要注意对拌合好的混凝土进行运输，避免其产生离析现象。在施工过程中，要保证混凝土在拌合和运输过程中不发生离析现象。同时在进行钻孔灌注桩施工时，要根据具体的施工情况对现场进行调整。如果现场施工条件发生变化，需要对现场进行重新布置和安排。

结束语

总之，要保证水利建设的高质量和高水平的发展，就需要更好地普及建筑技术，而钻孔灌注桩是一种能够保证建筑结构基础稳定，提高工程效果的一种行之有效的方法，它的有效性和经济效益都很高，得到了很多建筑工作者的称赞。然而，这种方法在实践过程中，很可能会遇到很多的问题，因此，在工程实践的过程中，一定要严格控制施工过程，保证原材料的质量、中间产品的质量合格。需将采用多方面技术手段进行检测，使其更好的运用于水利建设之中，从而为我国的水利建设作出一定的贡献。

参考文献:

- [1] 崔益峰. 关于水利工程施工中钻孔灌注桩技术的具体分析 [J]. 科技展望. 2015, (32).
- [2] 张银来. 浅析水利工程施工中高压喷射灌浆技术的应用 [J]. 科技致富向导. 2011, (9), 413.
- [3] 汪可. 水利施工中钻孔灌注桩施工关键技术与质量管理研究 [J]. 工程技术 (文摘版), 2022(4).
- [4] 翁其斌. 钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用 [J]. 门窗. 2013, (7), 163.