

文章编号:1671-2579(2009)04-0171-03

复杂地质条件下大直径钻孔灌注桩冲击成孔技术

黄 翔¹, 岳 磊²

(1. 荆岳长江公路大桥建设指挥部, 湖北 监利 433300; 2. 湖北省交通规划设计院)

摘 要: 结合荆岳长江公路大桥北塔钻孔灌注桩工程实例, 针对桥位范围内出现的复杂地质条件的特点, 介绍了大直径钻孔灌注桩在复杂地质条件下完成施工的工艺流程, 详细地阐述了大直径钻孔灌注桩冲击成孔技术的要点, 以推广该施工工艺, 给类似工程提供有益的经验借鉴。

关键词: 钻孔灌注桩; 大直径; 施工技术; 冲击成孔

1 工程概况

荆岳长江公路大桥位于湖北、湖南两省交界处, 北岸为湖北省荆州市监利县白螺镇, 南岸为湖南省岳阳市云溪区道仁矶镇, 其中大桥主桥为主跨 816 m 双塔混合梁斜拉桥方案。北主塔墩位处覆盖层厚 12~13 m, 上部主要为松散状细砂, 下部为含卵石、砾石粗砂。下覆基岩为白云岩。不良地质集中发育(包括岩溶、断层、碎裂岩、揉皱破碎带等)。上、下游两个承台下各布置有 13 根直径为 3 m 的钻孔灌注桩。针对复杂的地质环境, 正确选用成孔设备至关重要, 为此对回旋钻机和冲击钻机从技术可行合理性、经济性、工期等多方面进行了充分的对比论证。通过分析论证冲击钻机在此类地质中成孔具有明显的优势, 因此决定采用冲击成孔技术进行钻孔施工。

荆岳长江公路大桥北索塔位于长江河床边滩上, 设计为分离式圆形双壁钢围堰桩基承台基础。两个承台直径均为 $D=30.0$ m, 厚度为 8.0 m; 每个承台下布置 13 根直径为 $\phi 3.0$ m 钻孔灌注桩, 两个承台共计 26 根基桩; 分离式圆形钢围堰内、外直径分别为 30.0 m 和 33.0 m, 围堰壁厚 1.5 m(图 1)。

2 北塔地质问题

北主桥桥位范围内存在的特殊性岩土和不良地质有: 断层、岩溶、岩体风化、揉皱破碎带等。

① 塔基上游墩北侧分布一条性状较差的断层

(F2), 大体顺长江流向展布, 按产状推测在基岩顶面出露的位置距北塔北侧一排桩的距离为 6~10 m, 仅北塔北侧各桩中的上游两根桩的桩端持力层选择受该断层影响。以钻孔 ZK43 推测 12# 桩在高程 -50~-60 m 处和该断层相交。

② 塔基范围有岩溶现象, 主要分布于上、下游墩之间。岩溶洞穴分布并不普遍, 未发现较大规模对塔基稳定与安全明显不利的岩溶空洞。仅在 ZK32 和 ZK44 发现明显岩溶空洞。其中钻探揭示 ZK32 号孔孔深 76.7~78.86 m 段为溶洞, 其铅直高度 2.16 m, 推测其水平方向宽度约 0.5 m, 该孔不在桩位; ZK44 离最近的桩基至少有 10 m。

③ 桩孔穿过段岩体完整性差异大, 风化破碎岩体有可能在施工过程中出现塌孔现象, 需采取有效的护壁措施。局部存在溶隙溶缝可导致钻孔掘进时泥浆流失的现象。

3 桩基成孔施工

3.1 冲击成孔

北主塔基础共计 26 根 $\phi 3.0$ m 的基桩, 等分在上、下游两个围堰范围内。下游最大桩长为 66 m, 上游最大桩长为 51 m。选用 14 台冲击钻同时作业实施成孔施工。由于钻进均在护筒内或岩石中进行, 采用气举反循环清水钻进工艺。

成孔工艺及控制要点: 采用冲击正循环成孔工艺, 为确保成孔的质量和安全, 提高成孔进度和一次成孔合格率, 应在以下方面进行控制。

收稿日期: 2009-03-10

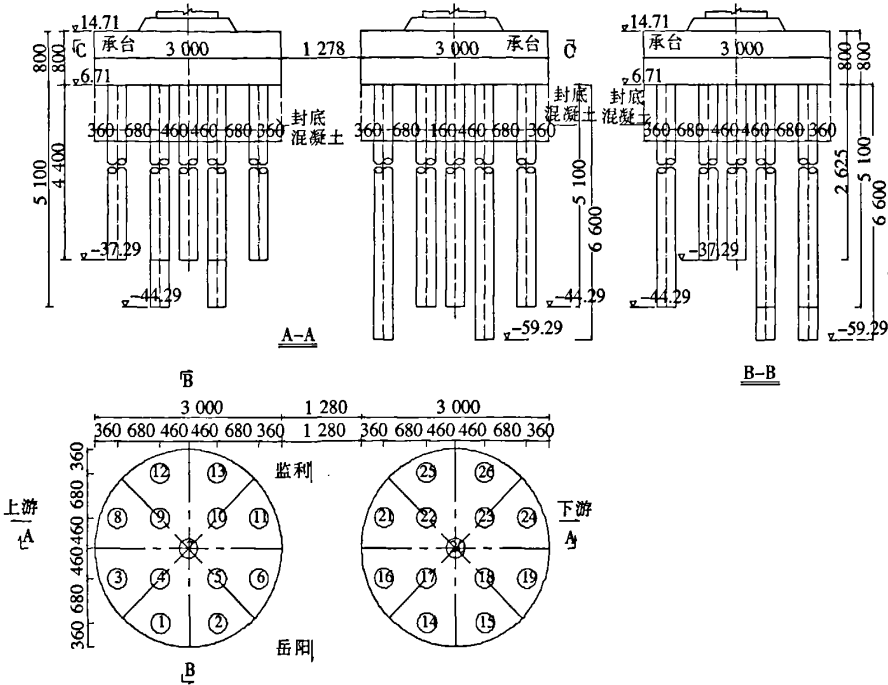


图 1 北主塔承台、桩基一般构造图(单位:cm)

- (1) 实施先导孔技术:桩基钻孔前,对所钻孔位进行地质钻芯取样,通过对样品的分析以便详细了解地质情况,针对该处的地质情况(岩溶、断层、碎裂岩、揉皱破碎带等)采取有效补救措施。
- (2) 泥浆循环系统的合理布置、在不同地层中钻进时泥浆指标的控制、护壁泥浆的制备与循环:由于墩处北主塔地质情况复杂,多有断层和破碎带,因此需要

采用泥浆护壁钻进。泥浆采用优质黄泥(粘土)制备(表 1)。黄泥在湖南境内采购,用船只运送至墩位平台侧,然后用吊机起吊、投入护筒内,利用钻机的反复冲击搅拌制浆。开孔前应在孔内多放一些粘土,并加适量粒径不大于 15 cm 的片石,用低冲程反复冲砸护壁、固孔,使护筒口与岩面交界处形成比较稳固的护壁。

表 1 泥浆性能指标表

钻孔方法	地层情况	泥浆性能指标					
		相对密度	粘度 /s	胶体率 /%	失水率 /mL·(30 min) ⁻¹	静切力 /Pa	酸碱度 pH
正循环	一般地层	1.02~1.06	16~20	≥95	≤20	1~2.5	8~10
	易塌地层	1.1~1.15	18~28	≥95	≤20	1~2.5	8~10

- (3) 漏浆涌砂的处理:因小裂隙发生小量漏浆的,采取抛填麻袋、用冲锤小冲程反复冲击,并同时进行正循环清渣作业,保持护筒内外水头差,让麻絮充填在裂隙中,最后实现止漏。
- 对于大型溶洞,能采取护筒二次跟进处理的就实施处理,护筒跟进将刃脚处涌砂的源头堵住,一旦发生漏浆,立即补充清水保持水头。不能实施二次跟进的,配备足够的黄泥、片石、水泥,一旦发生漏浆,迅速补给这些材料,同时提升冲锤,防止埋钻。当水头稳定后,

- 在漏浆处反复钻进,并填充片石、黄泥进行孔壁加固。
- (4) 钻压(冲程)控制:粘性土、风化岩层,宜用中、低冲程。控制在 1~2 m;基岩层,宜用高冲程,一般为 3~5 m,最高不得超过 6 m;岩面倾斜度较大或高低不平处,最易偏孔,应回填坚硬的片石,低锤快打,造成一个平台后,方可采用较高冲程。抽碴或停钻后再钻时,由低冲程逐渐加高到正常冲程。
- (5) 防止偏斜孔、钻进过程中掉钻卡钻:合理控制冲程,防止大冲程钻进使钻头倾侧卡住;遇到软硬不均

的岩面时,回填片石,低冲程冲砸垫平后低速钻进;每班都应检查钻头磨损情况、锤爪是否有裂纹,及时补焊;检查钢丝绳、索卡、导向滑车工作是否正常;杜绝“打空锤”。

(6) 防止塌孔和漏孔的处理:配备优质泥浆护壁,严格控制含砂率、比重,每班检查;保持孔内水头,根据江水水位、孔内泥浆面情况及时补水,特别是在捞碴后应及时补给孔内水头;注意清孔后保持泥浆浓度和孔内水头。

3.2 岩溶地质钻孔控制要点

(1) 刃脚段:刃脚段为钢护筒刃脚至岩石之间的地段,由于基岩表面实际标高高低不平,钢护筒插打时刃脚部不可能完全进入岩层,如果刃脚段处理不好,在桩孔施工过程中容易出现刃脚塌孔、涌砂。刃脚段施工主要是固孔,采取抛填片石、粘土反复冲击,冲填孔壁,在刃脚位置形成一个牢固的孔壁。

(2) 正常地质段:进入正常地质段后,在强风化地层中冲程保持在3 m左右,在进入完整基岩岩层后,加大冲程至4~5 m。在遇有地层不均匀时,控制以小冲程钻进,并回填黄泥片石进行纠偏。施工时,严格控制泥浆比重,采用泥浆泵进行正循环除渣,相邻未施工孔护筒作为泥浆循环池。

(3) 不良地质段:此处为地质资料中揭示有漏浆、卡钻现象,地质为揉皱破碎带的部分地层,塌孔、迅速漏浆造成涌砂等施工事故多在此阶段发生。因此,施工此段应有应急措施,将足够的片石、黄泥、麻袋、水泵配备齐全,一旦发生事故迅速处理;另外此段施工应严格控制施工进尺速度,采用小冲程钻进。

3.3 清孔及孔壁检测

北主墩的桩基均采用二次清孔法,即在完成钻孔后,利用混凝土浇筑导管上设置外置式风包,将孔内泥浆全部置换为清水,且保证孔内水压高于江面水压,有效防止清水孔的塌孔。当沉淀达到要求后,进行超声波孔壁检测。超声波孔壁检测相比常规检测的优点是能够准确、全断面地检测出孔位的倾斜度、孔径,同时能根据孔径的变化协助了解溶洞出现的位置、高度,为后期施工提供参考。

4 结论

北塔基础处分布有岩溶、裂隙和断层等复杂的地质,在桩基成孔过程中采用冲击钻机,实施先导孔技术,合理布置泥浆循环系统,根据不同地层特点严格控制泥浆性能指标,研究合理措施封堵护筒刃脚缝隙,采取护筒二次跟进处理或抛填片石和粘土并反复冲击的岩溶地质处理技术,高效、优质地完成了北塔 $\phi 3.0$ m大直径钻孔灌注桩施工,并形成了一套完整的复杂岩溶地质条件下大直径钻孔灌注桩冲击成孔、成桩技术,取得了良好的经济效益。通过加强以上过程的控制和应对处理措施,北主桥基础48个桩孔孔径、孔深等技术指标均达到了设计要求,倾斜度指标达到1/150,一次性成孔合格率达到96%,为复杂岩溶地质条件下大直径钻孔灌注桩冲击成孔提供了有益的经验。

参考文献:

- [1] JTJ 041-2000,公路桥涵施工技术规范[S].
- [2] JTG D63-2007,公路桥涵地基与基础设计规范[S].

苏通大桥建设关键技术研究两子课题通过鉴定

2009年6月11日~12日,交通运输部科技司在北京主持召开了由公规院承担的国家科技支撑计划项目“苏通大桥建设关键技术研究”两子课题“千米级斜拉桥技术标准 and 关键结构及特性研究”和“长索制作、架设及减振技术与示范”成果鉴定验收会,并顺利通过验收。

鉴定验收委员会认为,子课题“千米级斜拉桥技术标准 and 关键结构及特性研究”发展了桥梁的设计理论和方法,研发了具有自主知识产权的桥梁设计分析软件,编制了千米级斜拉桥设计指南,形成了千米级斜拉桥设计核心技术,体现了当代桥梁的最新设计理念和技术成果。该课题支撑了苏通大桥工程的建设,并在后续多座大跨径桥梁建设和行业标准规范中得到了推广应用,对于推动我国新一代桥梁技术发展具有重要的支撑作用,具有显著的社会、经济效益。研究成果总体达到国际领先水平。

子课题“长索制作、架设及减振技术与示范”研究成果支撑了世界上最大跨度斜拉桥——苏通大桥工程的建设,并在多座大跨径桥梁建设中得到了推广应用,促进了桥梁建设技术进步,社会、经济效益显著。研究成果总体达到国际先进水平,其中超长索的制作和架设技术处于国际领先地位。

摘自:《中国交通报》2009.06.22

作者: [黄翔, 岳磊](#)
作者单位: [黄翔\(荆岳长江公路大桥建设指挥部, 湖北, 监利, 433300\), 岳磊\(湖北省交通规划设计院\)](#)
刊名: [中外公路](#) **ISTIC** **PKU**
英文刊名: [JOURNAL OF CHINA & FOREIGN HIGHWAY](#)
年, 卷(期): 2009, 29(4)
引用次数: 0次

参考文献(2条)

1. [JTJ 041-2000. 公路桥涵施工技术规范](#)
2. [JTG D63-2007. 公路桥涵地基与基础设计规范](#)

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [刘耀东, 余天庆, 白应华, 寇越, LIU Yao-dong, YU Tian-qing, BAI Ying-hua, KOU Yue](#) [深水超长直径钻孔灌注桩施工关键技术研究](#) - [华中科技大学学报\(城市科学版\)](#) 2009, 26(2)

武汉天兴洲大桥北汉连续梁桥基础由12根 $\phi 2.5$ m钻孔灌注桩组成, 设计桩长90 m. 钻孔桩采用先搭设水中钻孔平台, 再用气举反循环钻机钻孔的方法进行施工. 本文通过对深水钻孔平台的设计施工、大直径钻机的施工控制、钢筋笼的制作与安装以及水下混凝土浇筑工艺等问题的研究, 解决了深水复杂地质条件下进行超长直径钻孔灌注桩施工的关键技术. 研究结果表明, 钻孔灌注桩能够满足客运专线的技术要求.

2. 期刊论文 [赵春风, 鲁嘉, 孙其超, 诸荇, 李尚飞, ZHAO Chunfeng, LU Jia, SUN Qichao, ZHU Tiao, LI Shangfei](#) [大直径深长钻孔灌注桩分层荷载传递特性试验研究](#) - [岩石力学与工程学报](#) 2009, 28(5)

基于常州高架一期工程现场静荷载和桩身应力测试结果, 分析竖向荷载下大直径深长钻孔灌注桩在分层土中的荷载传递规律. 由于试桩加载至破坏, 故对此分析能为深入研究大直径深长钻孔灌注桩的承载性状提供有价值的工程参考. 试验结果表明: 大直径深长钻孔灌注桩桩端承载力所占比例较低, 荷载-沉降关系呈陡降型, 存有明显拐点; 侧、端阻力非同步发挥且相互影响, 同时上下层侧阻力亦先后发挥至极限; 通过对试桩的实测数据进行分析可得, 埋深对桩周具有相似物理力学特征土层的侧阻力影响较大, 一些土层实测侧阻力与勘察报告推荐值有很大差异; 土层(1)和(3)荷载传递曲线属加工软化型, 而桩端土荷载传递曲线属明显的双折线硬化模型, 这说明上部土层有剪切破坏趋势, 使侧阻产生一定程度削弱, 而在承载时端承载力有较大发挥空间.

3. 期刊论文 [李生龙, 郝松松, 曾天宝](#) [大直径钻孔灌注桩承载能力的影响参数分析](#) - [公路与汽运](#) 2009, ""(2)

大直径桩可以显著提高单桩承载力, 在设计中的使用也比较灵活. 文中应用大型有限元结构分析软件Ansys, 利用轴对称单元, 建立了桩土有限元模型; 计算了大直径钻孔灌注桩的竖向极限承载力; 分析了大直径钻孔灌注桩承载能力的影响因素.

4. 期刊论文 [卢同刚, 董连成, LU Tong-gang, DONG Lian-cheng](#) [黄河大桥大直径钻孔灌注桩施工的质量控制](#) - [煤炭技术](#) 2009, 28(3)

以实际工程为例, 分析和研究大直径钻孔灌注桩施工准备工作、成孔过程、灌注水下混凝土以及事故处理等环节的质量监理程序和关键点质量控制方法, 提出了保证大直径钻孔灌注桩施工质量的监控措施.

5. 学位论文 [程晔](#) [超长直径钻孔灌注桩承载性能研究](#) 2005

桥梁工程中多采用超长直径钻孔灌注桩, 其承载性能和设计尺寸、桩土物理参数的关系是设计时最为关注的问题, 需要采用合理的方法进行模拟分析研究.

超长直径钻孔灌注桩由于其成桩工艺, 不可避免的带来桩端沉渣的问题. 桩端后注浆可减小桩端沉渣的影响, 提高其安全度. 其对桩承载性能的影响需要采用多种手段来综合分析研究.

目前的规范是基于中短桩研究基础上建立的, 对于超长直径钻孔灌注桩的设计, 存在适应性问题.

针对以上问题, 本文进行了以下的研究工作:

1) 提出了一种混合方法, 克服了单一方法的不足. 系统地研究了超长直径钻孔灌注桩的几何尺寸、桩土的物理参数变化对其极限承载力、刚度、端阻比等承载性能的影响.

2) 针对超长直径钻孔灌注桩桩端沉渣的问题, 进行了桩端后注浆新工艺的试验研究, 取得良好效果, 并成功运用于工程实践. 利用静载试验并结合其他试验手段, 分析了桩端后注浆对超长直径钻孔灌注桩承载性能的影响.

3) 采用多种静载试验方法对苏通大桥的超长直径钻孔灌注桩进行测试研究, 不同试验方法得到了相互验证. 并将静载试验结果与离心模型试验结果进行对比分析.

4) 针对桩端极限承载力、桩身自重、承载力分项系数及极限承载力沉降判断标准等问题进行规范适应性讨论, 结合超长直径钻孔灌注桩静载试验结果的统计分析, 对公路桥梁规范提出了相应的建议.

6. 期刊论文 [王萍, WANG Ping](#) [大直径钻孔灌注桩施工技术](#) - [山西建筑](#) 2007, 33(35)

结合具体工程实例, 介绍了大直径钻孔灌注桩在复杂地质条件下, 在较短工期内优秀完成施工的施工工艺流程, 详细地阐述了大直径钻孔灌注桩的要点, 探讨了正反循环钻孔施工工艺, 以推广该施工工艺.

7. 期刊论文 [张明卓, 杨学祥, ZHANG Ming-zhuo, YANG Xue-xiang](#) [某特大桥超长直径钻孔灌注桩桩底压浆施工](#) - [山西建筑](#) 2007, 33(15)

结合某特大桥超长直径钻孔灌注桩采用桩底压力注浆, 介绍了压力注浆施工方法及施工的注意事项, 探讨了压力注浆技术在超长直径钻孔灌注桩的施工技术, 以提高桩基承载力.

8. 期刊论文 [杜娟, 陈奕柏, 陈颖杰, DU Juan, CHEN Yi-bai, CHEN Ying-jie](#) [大直径钻孔灌注桩群桩效应非线性分析](#) - [海南大学学报\(自然科学版\)](#) 2007, 25(1)

应用有限单元法应用程序对不同群桩效应系数下大直径钻孔灌注桩的群桩效应进行了较为深入系统的数值分析, 提出了以群桩周边包络线范围内的桩身体积与土体体积(含桩体积)之比作为新的折减系数, 并采用该系数对单桩p-y曲线进行折减后得到的群桩p-y曲线作为桩土横向作用模型, 对大直径钻孔

灌注桩的群桩效应进行非线性分析, 比传统方法具有一定的优越性. 实例证明了笔者给出的折减系数的可行性和简便性.

9. 期刊论文 [杨德才, YANG De-cai](#) [温州世贸中心大厦超深大直径钻孔灌注桩施工技术](#) - [探矿工程-岩土钻掘工程](#)

2007, 34 (1)

介绍了温州世贸中心大厦120 m超深大直径钻孔灌注桩的施工技术, 针对超深大直径钻孔灌注桩施工中极易引起的钻进孔斜、卡钻、垮孔、堵管等问题, 提出了相应的处理措施.

10. 期刊论文 [丁建文](#) [大直径深长钻孔灌注桩的承载特性研究](#) - [西部探矿工程](#)2006, 18 (6)

在静载荷试验和桩身内力测试资料的基础上, 对大直径深长钻孔灌注桩的承载性状进行了研究, 通过对现场实测资料的分析, 得出了大直径深长钻孔灌注桩承载特性的一些基本规律.

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gwgl200904045.aspx

下载时间: 2010年6月11日