

孔内制作钢筋笼新技术在大直径超深人工挖孔桩施工中的应用

孙丙伦^{1,2}, 王湘涛³, 栾国栋³, 曲红专³

(1. 吉林大学建设工程学院, 长春 130026; 2. 山东省地质矿产勘查开发局, 济南 250013;
3. 山东省第三地质矿产勘查院, 山东烟台 264000)

摘 要: 桩基工程施工中, 传统工艺方法是在地面上专门制作钢筋笼, 然后吊运、安放在桩孔内。这对大直径超深人工挖孔灌注桩施工来讲十分困难, 难以保证工程质量。采用在孔内直接制作钢筋笼新的技术方法, 将钢筋笼制作、安放工序在桩孔内直接同步完成, 省去了大直径钢筋笼的吊运、安放工序, 很好地解决了地面制作大直径钢筋笼的特殊支撑、加固以及吊运、安放过程中的变形等难题。提高了施工效率, 降低了作业成本, 确保了工程质量, 具有较好的推广应用价值。

关键词: 人工挖孔桩; 大直径; 孔内制作钢筋笼

中图分类号: P634

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2008)03-0260-04

在桩基工程施工中, 无论是回转钻进或冲击钻进成孔(湿式成孔), 还是旋挖或者人工挖掘成孔(干式成孔), 桩体钢筋笼一般都是在专门制作, 然后整体或者分段吊装、安放在桩孔内设定的位置, 最后灌注混凝土成桩^[1-2]。但对大直径桩来讲, 采用这种传统的工艺方法存在很大困难, 且难以保证工程质量。我们在大直径超深人工挖孔桩施工中, 认真分析, 大胆探索, 采用孔内制作钢筋笼新技术, 将钢筋笼制作和安放直接在孔内完成, 成功解决了这一难题, 避免了吊装困难和钢筋笼变形, 取得了显著的技术、经济效果。

1 工程概况

烟台滨海广场商务区某高层楼群, 主楼为4幢塔楼, 地上28层; 裙楼地上4层, 地下均为3层(地下室或车库), 总建筑面积16万m²。

根据场区工程地质、水文地质条件及承载力要求, 建筑群基础设计采用人工挖孔扩底灌注桩, 设计桩总数334根(因地下光缆影响, 后变更为323根)。桩径 $\phi 1\ 000\sim\phi 2\ 600\text{ mm}$, 其中 $\phi 1\ 000\text{ mm}$ 37根, $\phi 1\ 100\text{ mm}$ 20根, $\phi 1\ 200\text{ mm}$ 42根, $\phi 1\ 300\text{ mm}$ 39根, $\phi 1\ 400\text{ mm}$ 37根, $\phi 1\ 600\text{ mm}$

47根, $\phi 1\ 700\text{ mm}$ 27根, $\phi 1\ 800\text{ mm}$ 5根, $\phi 1\ 900\text{ mm}$ 2根, $\phi 2\ 000\text{ mm}$ 38根, $\phi 2\ 100\text{ mm}$ 4根, $\phi 2\ 200\text{ mm}$ 12根, $\phi 2\ 400\text{ mm}$ 7根, $\phi 2\ 600\text{ mm}$ 6根。桩长根据持力层深度而定, 实际有效桩长为6~31 m不等, 主楼要求桩端进入中风化基岩 $\geq 500\text{ mm}$, 裙楼要求桩端进入强风化基岩1.5倍桩径, 均采用扩底桩, 扩大端直径和高度根据桩身直径而定, 扩大端直径1 500~3 900 mm不等, 但桩中心距大于扩大端直径的1.5倍, 高度1 000~2 350 mm不等^[3]。桩孔深度, 业主为有效缩短工期, 要求不待基坑开挖, 即在现有地坪清除旧基础整平后就进行人工挖孔桩施工, 这样, 每棵桩桩顶标高以上多余挖孔12 m, 实际挖孔深度达18~43 m。

2 工程特点及技术难点

该工程桩径最小为 $\phi 1\ 000\text{ mm}$, 最大为 $\phi 2\ 600\text{ mm}$, 共14种之多。若采用传统的工艺方法, 即在地面上专门加工制作钢筋笼, 将成品钢筋笼整体吊运安放到孔内, 会给钢筋笼制作、吊装带来很大难题, 难以保证施工质量^[4]。一是钢筋笼自身重量大, 最大可达4.6 t, 设计加劲箍筋为 $\phi 14\text{ mm}$, 在地面上加工必须加很多支撑才能保证钢筋笼成形; 二

收稿日期: 2008-05-11 责任编辑: 林晓辉

作者简介: 孙丙伦(1965-), 男, 山东昌邑人, 吉林大学在读博士研究生, 山东省地矿局地质工程设计与施工处副处长, 工程技术应用研究员, 一级注册建造师, 山东省深基础工程协会副秘书长, 0531-86403404, sunbl127@126.com。

是吊装非常困难。场地狭小,桩孔密集,大型吊装设备很难靠近且不说,重要的是吊装时难以保证钢筋笼不变形;三是钢筋笼型号太多,在地面上加工制作存在很多不便。

3 孔内制作钢筋笼工艺技术

针对该工程特点,经过充分论证和现场试验,经设计、监理同意,采用孔内制作钢筋笼新技术。在人工挖孔、扩底满足设计要求后,即可将钢筋笼在孔内直接制作、安装。

3.1 孔内制作钢筋笼工艺流程

钢筋笼制作之前,要按规范要求将钢筋分批取样送检,并进行焊接拉伸试验,合格后按下列工艺流程制作、安装^[5]:

按设计(或计算)尺寸下料→主筋对焊→加劲箍筋加工→螺旋筋加工→半成品钢筋运输→孔内下入箍筋→固定#字架→固定外加劲箍筋→逐根安放主筋→固定主筋→固定内加劲箍筋→绑扎螺旋筋。

3.2 孔外半成品加工

(1)下料 将不同种类、型号、用途的钢筋,按不同桩的设计(或经计算)尺寸要求截开。

(2)主筋加工 单根螺纹钢长度不够时,需采用对焊方式进行连结,使其长度与钢筋笼长度一致,但要注意控制同一截面焊点不超过50%^[5]。

(3)加劲箍筋加工 外加劲箍筋内径按钢筋笼外径加工,内加劲箍筋按设计尺寸加工,均采用单面焊接,搭接长度因钢筋直径不同而异,但不小于10倍钢筋直径。

(4)螺旋筋加工 螺旋筋圈直径可根据不同桩孔护壁台阶直径加工。成型后应进行分组,每组圈数按各节护壁高度和螺旋筋设计螺距而定。该工程钢筋笼上部2 m范围内螺旋筋每组为10圈,下部每组为5圈。

3.3 孔内制作安装工艺

(1)首先将加工好的螺旋筋按组绑扎好,送入孔内,放置在相应的护壁混凝土台阶上。

(2)在对应桩的上部、中部和下部各安放一个具有一定强度和刚度的“#”字架,以控制钢筋笼居中,使保护层厚度均匀且达到75 mm,并起到支撑整个钢筋笼自重的作用。

(3)根据桩的长度和加劲箍筋间距,分段送入

一定数量的加劲箍筋,在每个“#”字架上固定一个加劲箍筋,要确保其居中,并在加劲箍筋上按主筋分布做好标记。

(4)安放主筋时要逐根下入。孔外可3人一组,1人在前扶住对正孔口,1人在中部托住,1人在尾部用一定高度的叉杆撑起,缓慢放入孔内。同时,孔内1~2人负责接纳,安放在标记好的位置,并与加劲箍筋用铁丝绑牢,绑扎时要控制好钢筋笼的标高。

(5)按设计要求的间距,自下而上将外加劲箍筋绑扎在主筋上,并在上部、中部和下部各绑扎1个内加劲筋。

(6)最后将事先放置好的螺旋筋按顺序绑扎在钢筋笼的主筋上。

3.4 质量保证措施

3.4.1 半成品加工质量控制

(1)严把原材料进场验收关。钢筋的种类、品级、规格等必须符合设计要求;钢筋必须有出厂质量证明书和实验报告。凡手续不全或质量不合格的产品一律不得验收。

(2)钢筋在使用前必须按规范要求分批进行材质抽样检验和焊接拉伸试验,合格后方可使用。本工程主筋对焊加工,要求每300个焊头做一次检验。

(3)搞好技术管理,严格按照设计和施工技术规范要求进行加工。

(4)对加工的半成品,严格按照要求认真检查验收并报驻地监理工程师验收。

(5)控制主筋长度与钢筋笼设计长度一致,偏差 $\leq \pm 100$ mm;外加劲箍筋直径与钢筋笼直径一致,偏差 $\leq \pm 10$ mm^[5,6]。

3.4.2 孔内制作安装钢筋笼质量控制

(1)安放定位外加劲箍筋时,要确保其居中并固牢,中心偏差:群桩基础的边桩 ≤ 50 mm,中间桩 ≤ 150 mm。

(2)安放主筋时,要控制其标高,使钢筋笼深度偏差 $\leq \pm 100$ mm。

(3)绑扎主筋时,要严格按照标定点使主筋就位,控制其间距偏差 $\leq \pm 10$ mm。

(4)绑扎螺旋筋时,控制其间距偏差 $\leq \pm 20$ mm。

3.4.3 灌注混凝土质量控制

钢筋笼孔内制作安装结束后,将孔底石渣等清理干净,即可按设计要求并根据孔内渗水量的不同采用适当的方法进行混凝土灌注。主楼桩强度等级 C30,裙楼桩强度等级 C25,共有 305 棵桩采用串筒灌注,其余 18 棵桩因孔内渗水量大采用导管灌注^[1,2]。

3.5 安全措施

3.5.1 用电安全

(1)现场施工用电设备线路安装、架设应严格执行有关规范,实行"三相四线制"、三级漏电保护装置。必须由专业人员操作,非专业人员严禁拆、装用电设施。

(2)开关箱、配电箱设置地点应平整,不得被水淹或土埋,不得堆放杂物,并应防止物体打击,设置牢固、稳定。

(3)施工用电设备要经常维护,雨季前应全面检修,安装防雨设施。开关箱、配电箱应加锁并设警告标志。配电箱、电焊机必须接零。

(4)孔内挖掘、制作钢筋笼时,采用 12 V 低压防水灯照明^[7]。

3.5.2 孔内作业安全

(1)保持孔口高出地表 200 mm 以上,防止向孔内坠物,并在周围设防护栏。无人作业时在孔口加盖厚 40 mm 的木板。

(2)孔内设置应急软爬梯,供作业人员上下使用。现场作业人员必须戴安全帽、配安全带、穿绝缘胶鞋,严禁过度疲劳和酒后作业。

(3)每日开工前检测孔内的有毒有害气体(可采用简易方法检测,于每日开工前 1 h 向孔内放置小动物),发现无异常方可下井施工。挖孔深度超过 10 m 时,及时向孔内送风,风量应大于 25 l/s。

(4)孔口四周严禁堆土,挖出的土石方要及时运离孔口四周 2 m 之外。孔口周围要设隔离带,以防来往交通工具对井壁造成影响^[1,5]。

4 应用效果及体会

4.1 应用效果

该工程于 2005 年 3 月 29 日开工,至 7 月 12 日完工,历时 105 d,共完成挖孔桩 323 根,其中主楼 153 根,裙楼 170 根。挖孔土石方 29 802.85 m³,灌注混凝土 12 341.62 m³,钢筋用量 498.92 t。

由于采用孔内制作钢筋笼新技术,提高了工

效,节省了成本。该工程制笼总量近 500 t,若采用场外制笼、吊车安放,至少需要 2 台 16 t 吊车,45 人两班作业。而采用孔内制作、安装工艺,孔内制作每组 3~4 人,每组每天可以制作、安装 3~5 个钢筋笼,加上孔外加工、运输人员共 26 人,仅白班作业,只用 20 d 就完成了钢筋笼制作、安装工作,有效地保证了工期,取得了较好的技术经济效果,节约人工费、吊车费等超过 10 万元。

4.2 体会

实践证明,孔内制作钢筋笼技术具有以下主要优点:

(1)制作、安装工艺简便易行 将半成品钢筋人工搬运到孔内,并采用绑扎的方法直接完成,不需要特殊设备,工艺方法简便易行。

(2)可有效保证施工质量 在孔内制作(绑扎)钢筋笼,省去了钢筋笼的吊运、安装工序,确保钢筋笼不变形,解决了大直径钢筋笼吊装过程中易变形的难题。同时也便于钢筋笼保护层、标高等尺寸的准确控制,保证工程质量。

(3)可提高工作效率,加快工程进度 半成品钢筋搬运方便,孔内制作钢筋笼工序较简单,均为人工作业,省去了成品钢筋笼的吊运、安装过程,避免了交叉作业,工作机动灵活,不受场地狭小的影响,作业面得到充分利用,效率明显提高。

(4)可降低施工成本 单件半成品钢筋重量轻,人工搬运方便,省去了大型吊装设备作业,还提高了工作效率,故降低了施工成本。

(5)有利于安全文明施工 由于避免了钢筋笼孔外集中制作和成品钢筋笼的吊装、安放,减少了安全隐患。施工现场不再堆放大量成品钢筋笼,使施工现场更容易做到整齐、美观。

6 结语

孔内制作钢筋笼技术,是解决大直径超深人工挖孔灌注桩传统的钢筋笼制作、吊运、安装难题,保证工程质量的全新有效的工艺方法,具有施工工艺简便、质量容易保证、提高工作效率、节省大型设备、降低生产成本等优点,值得推广应用。

参考文献:

- [1] 陈跃庆.地基与基础工程施工技术[M].北京:机械工业出版社,2003,212-217.

- [2] 中华人民共和国行业标准.JGJ94-94 建筑桩基技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,1995.
- [3] 中华人民共和国行业标准.GB50007-2002 建筑地基基础设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [4] 肖阳春,张品萃,谢智斌,等.影响大直径水下钻孔灌注桩质量的因素探讨及处理对策[J].探矿工程,2001,(1):48-50.
- [5] 山东省工程建设标准.DBJ14-032-2004 建筑工程施工工艺规程(上)[S].济南:山东科学技术出版社,2005.
- [6] 中华人民共和国国家标准.GB50202-2002 建筑地基基础工程施工质量验收规范[S].北京:中国计划出版社,2002.
- [7] 中华人民共和国行业标准.JGJ46-88 施工现场临时用电安全技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2005.

Application of Making Reinforcing Cage in Borehole in the Construction of Large Diameter and Overdeep Hand-dug Pile

SUN Bing-lun^{1,2}, WANG Xiang-tao³, LUAN Guo-dong³, QU Hong-zhuan³

(1.Jilin University Changchun 130026,China; 2.Shandong Provincial Bureau of Geo-mineral Exploration and Development Jinan, 250013, China; 3. No.3 Geo-mineral Exploration Institute of Shandong Yantai 264000, China)

Abstract: The reinforcing cages should be manufactured on the ground firstly, then lifted and placed in borehole in traditional piling construction technology. It is rather difficult to construct hand-dug pile with special large diameter and depth. In addition, the quality of engineering can't be guaranteed. The paper introduces a new technology that fabrication and deployment of reinforcing cages are implemented simultaneously in such boreholes. In this way, the procedure of lifting and placing the reinforcing cages with large diameter can be removed. At the same time, following problems have been resolved, such as special support and strengthening facilities to be made for manufacturing large-diameter reinforcing cages on the ground, and deformation in lifting and placing these reinforcing cages. As a conclusion, efficiency of construction can be improved with lower cost and higher quality, so this new technology is worthy pervasive practical application.

Key words: hand-dug pile; large diameter; reinforcing cage making in borehole