

超长大直径双层桩基钢筋笼制安技术

魏玉麟, 王勇, 许定坤, 赵军虎

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610037)

摘要:阐述了针对乌鲁木齐绕城高速(西线)工程头屯河连接线特大桥主桥桩基钢筋笼主筋净距小、钢筋笼长度大、对接节段数量多、吨位大且为双层钢筋笼等特点选用长线制作法制作钢筋笼、叠放打梢盘法下设钢筋笼的具体过程,不但操作简便,安全可靠,而且大大提高了工作效率,取得了较好的效果。阐述了所采用的超长大直径双层桩基钢筋笼制安技术。

关键词:超长大直径;双层;钢筋笼;制安;乌鲁木齐绕城高速(西线)工程

中图分类号:U41;U44;U445.4

文献标识码:B

文章编号:1001-2184(2022)05-0037-04

Installation and Placing Technology of Super Long and Large Diameter Double-layer Rebar Cage of Pile Foundation

WEI Yunlin, WANG Yong, XU Dingkun, ZHAO Junhu

(Sinohydro Bureau 10 Co., LTD., Chengdu, Sichuan, 610037)

Abstract: The double-layer rebar cages of pile foundation used in main bridge of Toutun River in Urumqi Westline Belt Highway Project have features of small clear distance of main rebars, large length and weight, large quantity of joints. Using long rebars to make the cage and applying stacked tip plate method could make the installation and placing process easier, safer and more reliable. The efficiency is greatly improved.

Key words: Super long and large diameter; Double-layer; Rebar cage; Installation and placing; Urumqi Westline Belt Highway Project

1 概 述

乌鲁木齐绕城高速(西线)头屯河连接线特大桥桥梁全长 2 292 m,该特大桥分为引桥和主桥两部分,连接线主桥跨径布置为:82 m+4×150 m+82 m 预应力连续刚构,基础采用钻孔灌注桩和矩形承台,桩基混凝土采用 C30 水下混凝土,桩径为 2.8 m\2.2 m 的变截面钻孔灌注桩,7 个承台共计桩基 92 根,桩基长度为 35~95 m,设计桩顶以下 25 m 桩径为 2.8 m,25 m 以下至设计桩底桩径为 2.2 m。钢筋笼为双笼设计,外笼为桩径 2.8 m 的钢筋笼,双层、双筋并置设计,共计 224 根主筋,单米配筋率约为 1.5 t;内笼为 2.2 m 桩径的钢筋笼,双筋并置,42 组共计 84 根主筋,内笼不分段配筋。

在以往桩基施工中,常用的钢筋笼制作技术包括卡板成型法、支架成型法、胎具成型法、加劲筋成型法^[1],以及较新滚焊机制作。论工效为滚焊机效率最高,但其投入较大,对场地要求较高。

对于结构复杂、配筋率较大的钢筋笼则需要定制。目前常规的制作吨位为 7~10 t。该项目 6 m 长的钢筋笼重量即达 9 t 左右,按照 27 m 钢筋笼考虑,其需分 5 段制作,现场需对接 4 次,效率极低且增加成本,不适用于该项目。当钢筋笼直径较大时,若采用胎具成型法或支架成型法,势必对胎具或支架材料数量需求较多而造成施工成本的提高,同时,制作工效亦较低;若采用箍筋成型法或加劲筋成型法,其施工精度不易保证。经过综合对比发现,采用胎模+长线制作法可以有效避免上述弊端。

变截面桩采用双层钢筋笼,外层直径为 2.8 m 的钢筋笼为内外双筋,外笼内径为 2.47 m,内笼加劲筋直径为 1.96 m,若仅采用单个 2.8 m 打梢盘固定,穿梢外露长度约为 60 cm,其力矩不满足要求;而内外笼整体加工相当于每个接头需接 3 层钢筋笼,孔口对接难度极大,基本无法施工。故该项目最终采用叠放打梢盘的方式下设了内外两层钢筋笼。众所周知,在软土地基中提高钻孔灌

收稿日期:2022-09-01

注桩承载力的根本途径是施工变截面桩^[2]。因此,双层钢筋笼的下设在今后的工程施工中不可避免会遇到,而叠放打稍盘的方式简单有效,能够解决双层钢筋笼下设存在的问题。

2 施工工艺

考虑到各种规格钢筋笼加工工艺的特点、钢筋笼笼径、笼重及笼长等,最终采用胎模+长线法制作钢筋笼,2.8 m直径的钢筋笼长27.5 m,一次加工成型;2.2 m直径的钢筋笼最长为97.5 m,单次可制作4节。采用胎模+长线制作法能够保证加工精度,采用弧形垫架及十字吊架能够防止钢筋笼变形,垫梁+打稍盘的使用能够保证钢筋笼下设的精度及安全。

吊架选用十字吊架以保证钢筋笼受力均匀,防止变形,吊架采用25号槽钢制作。

成品钢筋笼采用弧形垫架支撑,以防止因自重、笼径大等原因导致钢筋笼变形,弧形垫架采用 $\Phi 32$ mm螺纹钢制作。

孔口对接时,由于施工条件的限制,往往只能使用一套起吊设备,因此,拼接时必须想办法将已下放至孔内的钢筋笼固定,即所谓的“打梢”^[3]。采用矩形打稍盘下设钢筋笼,由于变截面桩且为内外双层钢筋笼,采用叠放打稍盘的方式下设需要先下设2.8 m直径的钢筋笼,再下设2.2 m直径的钢筋笼。钢筋笼均分节下设,打稍盘采用25号工字钢制作,2.8 m直径的打稍盘内侧间距为3.1 m,比孔口护筒大10 cm,2.2 m直径的打稍盘内侧间距为2.3 m,比笼径大约10 cm。

3 施工控制要点

3.1 胎模的制作与安装

3.1.1 胎模的制作

采用6~8 mm厚的钢板,按照钢筋笼主筋分布设计图纸,采用数控机床按照图纸切割卡槽,定位腰线以下的部分主筋,在笼顶设置挡头板以保证笼顶齐平。

3.1.2 胎模的安装

根据钢筋笼直径制作相应的加工胎模,胎模由支撑横梁、半弧形钢圈组成。钢筋笼的胎座支撑横梁采用槽钢制作,间距为2 m,胎模与钢筋笼胎座的支撑横梁采用焊接固定,各胎模之间采用 $\Phi 20$ mm钢筋连接成整体,并在两侧安装80~100 cm宽的工作平台以方便制作钢筋笼。胎模

安装时,应采用水准仪控制各模板间对应卡槽的水平高度一致,以保证主筋顺直。

3.2 钢筋笼的制作

(1)下料。钢筋宜采用数控化机械设备集中下料和加工,下料应采用冷切割,严禁用热切割。

①主筋。根据桩长、分段配筋长度下料。②加劲筋与定位筋下料。加劲筋下料长度=加劲筋直径+搭接长度(考虑单面或双面焊)。

(2)主筋钢筋的连接。钻孔桩钢筋笼主筋的连接采用滚轧直螺纹连接的方式,其具有施工速度快的优点^[4]。下料后套丝,套丝长度比套筒长度的一半长1~2丝。套丝需经常检查板牙等磨损件以保证套丝质量,丝牙采用通规止规检测。

安装时,可采用管钳扳手施拧紧固,被连接钢筋的端头应在套筒中心位置相互顶紧,接头在安装后其单侧外露螺纹宜不超过 $2p$ (p 为螺纹的螺距)。

(3)钢筋笼的制作。

①外层钢筋制安:将主筋平铺在胎模卡槽内,顶端顶在挡头板上并保证顶端位于同一平面。挡头板间距可与预留筋一致。按照设计间距布置并焊接加劲筋,加劲筋采用双加紧筋,加劲筋内布置三角撑,三角撑需处于同一平面。使用尺规将主筋逐根与加劲筋焊接,焊接时注意主筋顺序,保证错距并置主筋,应间隔1 cm以方便紧固套筒。

由于外笼为双筋并置且内外双层,而净距仅为7 cm,需要对接头位置的长筋车长丝安装套筒,短筋车短丝不上套筒。外层并在一起的两根主筋在顺时针方向左短右长,内笼与外笼相反以方便紧固套筒,保证连接质量及效率。在其两端设置六角撑以保证钢筋笼的圆度,确保对接精度。笼顶预留筋顶加焊4个吊点,用做钢筋笼孔口对接完成后整体吊装的定位。

(2)吊点加强筋的安装:在吊点位置加焊由 $\phi 32$ mm圆钢制作的U型环以保证吊装安全,U型环的间距等于主筋的间距。吊点处的吊筋采用 $\phi 32$ mm(HPB300)圆钢与竖向主筋 $\phi 32$ mm(HRB400)进行双面搭接焊焊接,焊缝长度为 $10d=320$ mm。

(3)内层主筋钢筋:用起重机及滚轴将主筋穿入钢筋笼内,定位第一组主筋位置后,依次焊接剩余的主筋。内层主筋的位置与外层主筋的位置应

重合,以保证主筋的有效间距满足钢筋的连接要求。主筋必须按照既定顺序安装,并保证接头长短一一对应。

(4)下节钢筋笼的制作:先将胎模范围内的主筋上料,用套筒将下节主筋与上节主筋连接并保证严丝合缝,不留间距。重复步骤(1)~(3)。将声测管定位环焊接在加劲筋上,并保证每节钢筋笼声测管定位环位于同一轴线上,防止声测管弯曲。将两节对应的主筋做明显标记,以便孔口快速精准对接。

(5)绕筋:将制作好的钢筋笼骨架吊至绕筋机滚笼支架上。为保证骨架顺利滚动,根据笼重选择不同型号的钢筋制成圆环、套在钢筋笼两端。将箍筋通过调直轮焊接在钢筋笼主筋上,启动设备,按照调试好的参数开始绕筋。

(6)验收:加工完成后,对钢筋笼进行验收,待其合格后悬挂标签,标明孔号、单节长度及节数等信息。

(7)钢筋笼的存放:钢筋笼的存放应上盖下垫,垫架高度应满足垫高要求。两侧应设置防滚装置以保证钢筋笼不发生滚动。垫架应均匀布置,设置在加劲筋位置,防止钢筋笼变形。垫架应按照筒支梁进行受力计算,防止垫架坍塌而造成安全事故。

3.3 钢筋笼的吊装

3.3.1 吊架及打梢盘

该工程的钢筋笼吊装采用 6 点起吊法。十字吊架材料清单见表 1。十字吊架示意图见图 1。

表 1 吊架材料表 /mm

项目	材料	规格	数量	备注
十字吊架	25 槽钢(长)	3 200	2	
	25 槽钢(短)	1 850	4	
	25 槽钢(斜)	1 550	4	
	加固钢板	800×300×12	2	加固钢板均为 1.2 cm 厚
	绳套钢板	600×200×40	4	

打梢盘是由 25a 工字钢焊接而成的矩形结构,四周设置 4 个插销,通过插销固定钢筋笼以便进行机械连接。打梢盘固定钢筋笼情况见图 2。外笼加强筋外径为 260 cm,打梢盘内间距为 310 cm,故穿梢伸出长度约为 25 cm。内笼加劲筋外径为 200 cm,考虑到打梢盘内侧距离内笼加

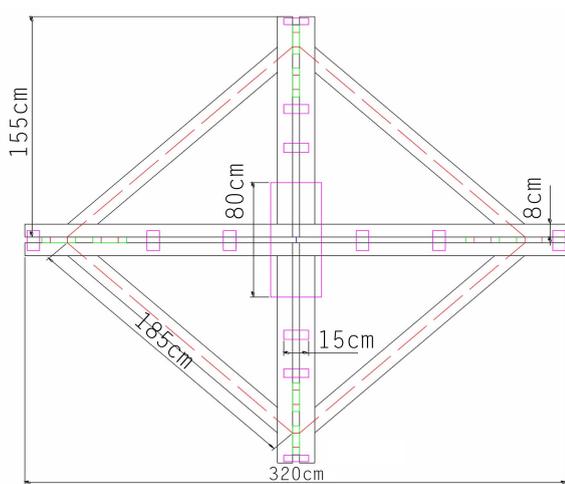


图 1 十字吊架示意图

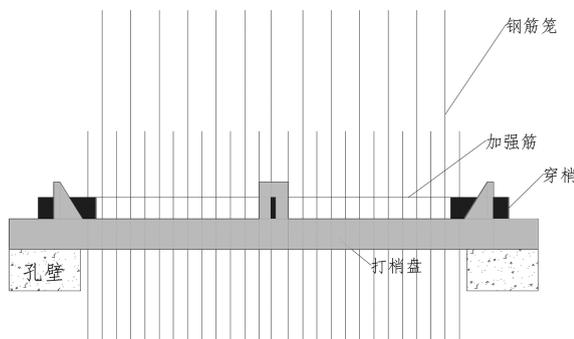


图 2 打梢盘固定钢筋笼示意图

劲筋约为 55~60 cm,为防止穿梢变形,在 2.8 m 打梢盘上使用 2.2 m 打梢盘固定 2.2 m 直径的内笼,打梢盘叠放情况见图 3。打梢盘内间距为 230 cm,穿梢需外露 15~20 cm。在每层打梢盘上布置 4 个穿梢。穿梢采用 80 cm×17.5 cm×4 cm(长×宽×厚)钢板制作。

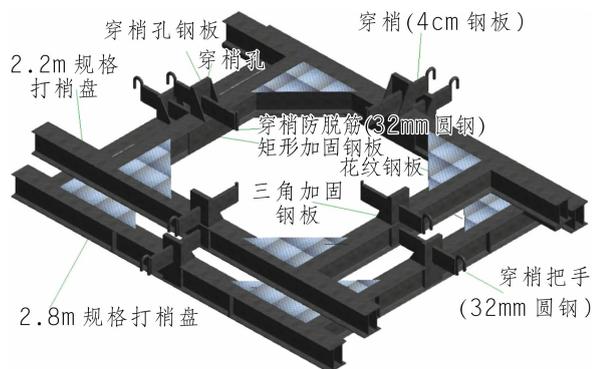


图 3 打梢盘叠放示意图

3.3.2 钢筋笼的吊装

(1)起吊前,做好各项工作,指挥吊机移到起

吊位置,司索工在钢筋笼上安装钢丝绳和卡环,挂上吊车主吊钩及副吊钩。

(2)检查吊车钢丝绳的安装情况及受力重心后开始同时平吊。

(3)钢筋笼吊至距地面0.3~0.5 m后,应检查钢筋笼是否平稳后主吊慢慢起钩,根据钢筋笼尾部距离地面的距离,随时指挥副吊配合起钩。

(4)钢筋笼吊起后,主钩慢慢起钩提升,由副吊配合保持钢筋笼底部距地面的距离,最终使钢筋笼垂直于地面。

(5)指挥司索工卸下钢筋笼上副吊点的吊钩、钢丝绳、卡环,然后远离起吊作业范围。

(6)指挥吊机吊笼入孔、定位,吊机的旋转应平稳,在钢筋笼上连接牵引绳。下放时应平稳、顺直、匀速下放。若遇到钢筋笼卡孔的情况,需要将其吊出并检查钢筋笼与孔位是否对中及钢筋笼吊起状态的垂直情况后再吊放,不得强行入孔。

(7)当钢筋笼每次下放到副钩吊点时暂停下放,需拆下吊点的吊钩、钢丝绳与卡环,然后继续下放。

(8)当钢筋笼继续下放到主钩吊点时暂停放下并插入穿梢,将钢筋笼固定在打梢盘上;不得将钢筋笼安放在护筒顶,然后拆下主钩吊点的吊钩、钢丝绳与卡环。

(9)在第一节钢筋笼吊放完成后,起吊第二节笼至孔口进行主筋连接,全部主筋连接完成、缠绕箍筋并绑扎牢固、经验收合格后方可下放。

(10)最后一节钢筋笼下到孔口位置时,用打梢盘临时将钢筋笼支撑在孔口,用水准仪量测此时的测量深度基准面标高,根据钢筋笼顶设计标高计算出吊筋长度,将吊筋焊在钢筋笼主筋上,吊筋吊环内顶面应在同一水平面上。吊筋焊接好后,在钢筋笼顶端用十字丝找出钢筋笼中心位置,然后将吊钩挂在吊筋上并缓缓下至设计位置。在

钢筋笼吊筋吊环内插穿梢,将整个笼体悬挂于打梢盘上,确保钢筋笼下设位置高度准确。

4 结 语

随着桥梁跨度的增大,承受桥梁荷载的桩基直径和长度愈来愈大,桩长多超过100 m,直径有的甚至达到4.5 m以上。有的钻孔桩因结构需要将钢筋笼设计成双层,从而导致其加工、安装难度增大^[5]。

通过胎模长线法制作钢筋笼、叠放打梢盘方式下设大直径大吨位双层钢筋笼孔施工技术研究,结合乌鲁木齐绕西高速头屯河连接线特大桥桩基工程的实践,不断调整优化了施工工艺,确保了所依托工程施工的安全和质量。经过该工程的应用和施工实践,取得了明显的社会效益。大直径大吨位双层钢筋笼制安技术的成功实施,为在类似采用“大直径、大吨位、双层钢筋笼”变截面钻孔灌注桩工程中的推广应用提供了范例。

参考文献:

- [1] 马峰. 变截面超长桩钢筋笼长线匹配法制作安装技术[J]. 公路, 2009, 54(2): 41-44.
- [2] 郭允庄. 钻孔变截面灌注桩施工技术研究与应用[J]. 探矿工程, 1998, 42(增刊): 5-8.
- [3] 徐国亮. 大直径大吨位钢筋笼下放施工中打梢方法的探讨[J]. 公路, 2008, 53(6): 23-26.
- [4] 胡东范. 超长变截面钻孔灌注桩施工质量控制[J]. 铁道建筑, 2008, 48(12): 71-73.
- [5] 刘忠友. 超长钻孔桩双层钢筋笼施工方案[J]. 中国港湾建设, 2010, 30(5): 58-60.

作者简介:

魏玉麟(1988-),男,甘肃兰州人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;

王 勇(1990-),男,河南安阳人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;

许定坤(1990-),男,四川成都人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;

赵军虎(1987-),男,甘肃白银人,助理工程师,从事建设工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第28页)

[2] 韩君. 清水混凝土工程质量通病的防治与消除[J]. 科技情报开发与经济, 2005, 15(2): 290-291.

[3] 张述毕. 泸定水电站厂房清水混凝土施工技术[J]. 水力发电(下旬刊), 2011, 37(5): 59-62.

[4] 陈鹏. 微探清水混凝土施工技术在水工建筑物施工中的运用[J]. 建材与装饰. 2020, 9(19): 23-24.

[5] 徐洪波, 林江源. 清水混凝土施工技术在水工建筑物施工中

的应用[J]. 中华民居(下旬刊). 2013, 6(3): 289-290.

作者简介:

赵文剑(1989-),男,甘肃天水人,工程师,一级建造师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

李宗宗(1984-),男,河南洛阳人,高级工程师,一级建造师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

山继红(1973-),男,四川德阳人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)