

钢筋冷挤压连接工艺在桥梁桩基工程中的应用

陈赞赞

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 钢筋笼加工工艺、施工现场吊装及运输的影响, 现阶段桩基钢筋笼加工多采用钢筋加工厂分段加工、分段运输, 现场连接的施工工艺; 钢筋笼现场连接传统电弧焊接工艺存在连接时间过长增加桩基塌孔风险、操作复杂、焊接质量难以保证等问题。采用桩基钢筋笼冷挤压连接施工技术是用于桩基钢筋笼连接, 可以达到在保证连接质量的前提下有效缩短钢筋笼连接、及整体桩基施工时间的目的。

[关键词] 公路工程; 桥梁施工技术; 钢筋加工

DOI: 10.33142/ec.v7i7.12596

中图分类号: U445.5

文献标识码: A

Research and Application of Steel Bar Cold Extrusion Connection Technology in Bridge Pile Foundation Engineering

CHEN Zanzan

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: The influence of steel cage processing technology, construction site lifting and transportation. At present, the steel cage processing of pile foundation mostly adopts the construction technology of segmented processing and transportation in steel processing plants, and on-site connection; The traditional arc welding process for on-site connection of steel cages has problems such as prolonged connection time, increased risk of pile collapse, complex operation, and difficulty in ensuring welding quality. The use of cold extrusion connection technology for pile foundation steel cage is used for the connection of pile foundation steel cage, which can effectively shorten the connection time of steel cage and overall pile foundation construction while ensuring the quality of the connection.

Keywords: highway engineering; bridge construction technology; reinforcement processing

引言

进入 20 世纪后, 随着工程建筑领域不断发展, 桩基技术得到了不断的发展。同时随着水泥、钢铁以及化工工业的发展, 桩基础的类型和施工技术发生了根本性的变化。桩基工程被广泛应用于各种建筑工程领域中。随着施工技术的进步, 桩基础在复杂地质条件和环境条件下的应用变得更加灵活和高效, 桩基础长度也不断增长。解决钢筋笼运输及吊装的难题也是遏制技术发展的一项关键性因素。

钢筋冷挤压连接工艺是一项新型钢筋机械连接施工工艺, 它是专用的机械连接将钢筋笼上下两节的对称位置的钢筋套入到规定的位置, 在常温环境下采用带有梅花齿形内模的钢筋连接机对钢套挤压, 在常温下进行挤压刚套筒施其咬合住钢筋, 形成锯齿形套筒冷挤压接头。其强度超过母材, 可靠性和塑性均优于电焊接头^[1]。

1 钢筋笼冷挤压连接工艺概述

在桩基础工程中使钢筋笼实现整体对接, 可以提高钢筋笼的垂直度, 加快成桩速度, 减少或避免卡管、坍孔事故的发生, 提高桩基质量。在桥梁墩台的立柱、盖梁及普通钢筋混凝土梁、板中实现主筋冷压对接, 可以避免钢筋轴线偏移和接头处钢筋弯折难, 不存在焊接应力问题, 减

轻用电负荷, 提高接头质量, 加快施工进度^[2]。

钢筋冷挤压连接工艺在公路桥梁工程中值得大力推广应用。将钢筋冷挤压连接技术应用于灌注桩钢筋笼主筋的连接, 尤其是钢筋笼于孔中就位时上下两节骨架的连接, 可以克服传统电弧焊接工艺操作复杂、作业时间长的缺点, 大幅缩短灌注桩从成孔到灌注混凝土的时间间隔, 更有利于保证灌注桩施工安全, 并有效提升整体质量^[3]。冷挤压套筒接头连接质量检验直观便利, 可以通过冷挤压套筒挤压道痕观测以及测量挤压痕的直径、均匀性便可判定接头的施工质量, 现场抽样检验合格率得到了提高。该施工工艺可用于连接钢筋等级为 II、III 级, 钢筋直径 16mm 至 40mm 区间内的带肋钢筋的连接, 包括操作环境狭窄、焊接性差、作业环境恶劣的同直径 (或不同直径) 带肋钢筋的机械连接。

2 工艺原理

钢筋冷挤压连接是利用挤压套筒接头替代传统焊接接头的一项新技术, 其工艺原理是采用专用液压钢筋连接装置使冷挤压钢套筒产生规则的塑性变形, 使钢套筒与带肋钢筋表面进行紧密挤压, 并形成安全可靠的机械连接。

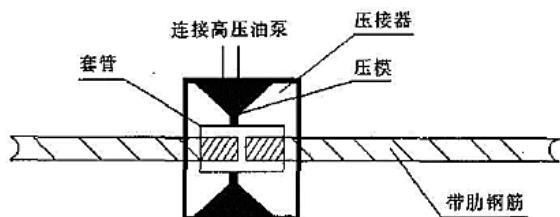


图1 钢筋冷挤压连接工作原理示意图

3 施工工艺流程及操作要点

3.1 工艺流程

上下钢筋笼吊装定位→在连接钢筋上刻划套筒套入长度并做好标记→将冷挤压套筒套入连接钢筋内→安装冷挤压装置→启动冷挤压液压油泵、逐渐挤压套筒至接头成型→转移挤压机至下一连接处→接头检查

3.2 施工方法

根据桩基中心线将上下钢筋笼精确定位，连接钢筋头需在同一轴线，根据套筒长度安装上下均分的原则在钢筋连接端用石笔或油漆做出标记，按定位标记将钢筋插入连接套筒，采用定额工作压力 80MPa、额定挤压力为 760kN 的钢筋冷挤压机挤压专用的连接套筒。施工前应委托具有相应的检测资质的检测单位对油泵、油表以及挤压设备进行标定检验。

当操作冷挤压机时，挤压 $\phi 25$ 带肋钢筋的挤压压力控制在 40MPa 左右，挤压套筒压痕最小直径为 35mm~40mm，挤压压痕尺寸均不小于 50mm，按要求上下钢筋两端压痕 5 道。压痕应均匀分布，间距统一，受力均匀，在挤压最后一道时，由于拘束减小，压力应相应减小 2MPa~4MPa，防止最后一道的挤压压痕最小直径变小或超出上下限。钢筋连接施工完成后，安排专职质检人员进行钢筋机械连接质量检查。

3.3 操作要点

接头钢筋宜用砂轮切割机断料。统一连接区段的接头宜错开设置，接头面积率不大于 50%，在规范要求的连接区段长度范围内不得有另一接头出现。挤压操作是挤压机压钳轴线应垂直于钢筋轴线，钢筋的螺纹方向必须在同一直线上，钢筋在套筒内要紧密对接，同时钢筋端头离套筒长度中点不超过 10mm。

挤压时由套筒中部的压痕标记依次向套筒两端挤压至套筒上压痕最小直径。

4 材料与设备

主要材料与设备如下表：

表1 主要材料与设备表

序号	名称	规格型号	技术指标
1	挤压机	DJLJY-32	63MP、4kW/380V
2	套筒	132×40×6.8	20#钢
3	吊葫芦	HSZ-A 型	1T×3m/单链
4	吊车	25K	

5 质量控制

5.1 钻孔质量保证措施

(1) 旋挖钻机桩基就位前，首先对桩基定位桩附近施工场地进行换填、整平和碾压，并要时进行原地表硬化，通过地基整平使钻机调整到水平状态，钻杆保持垂直状态；桩基钻机在钻进过程中，应定期进行钻杆及钻机施工状态进行检查，钻杆始终保持垂直工作状态。

(2) 工程施工过程中要经常对施工现场机械设备进行检查，对施工现场施工机械设备以及设备各配件进维修保养。

(3) 施工过程中，开钻前以及钻孔后及时进行检查，当桩基施工钻机钻头出现磨损、开裂、掉渣等现象时要及时对钻头进行补焊、维修、报废。

(4) 施工前应根据设计文件以及地址勘察报告，制定施工方案，并根据钻机取出的土质变化及时进行调整施工方案。

(5) 施工现场禁止设置临时便道、临时机械停放场所以及材料堆放场地。

(6) 埋设护筒时，应采用钻机开挖出护筒埋设范围内土体，并在护筒底部夯填 50cm 厚的黏土（或膨胀土），在同时护筒周围也采用黏土（或膨胀土）夯实，并注意夯实质量，防止钻进过程中护筒下滑、地面水渗入。

(7) 根据项目设计图纸、《公路桥涵施工技术规范》、所属区域地质勘探报告以及不同的钻进速度，配置适宜的泥浆比重、泥浆黏度等指标。

(8) 钻机钻孔作业应连续进行，无特殊情况非必要专家中途不得停钻。

(9) 雨天不能进行钻孔施工。现场必须有排水的各种措施，防止地面水流入孔内，以免造成孔壁坍塌或基土沉陷、钻孔机倾斜等。

5.2 钢筋工程质量保证措施

(1) 使用挤压设备（挤压机、油泵、输油软管等整套）前应对挤压力进行标定（挤压力大小通过油压表读数控制）。

(2) 对进场套筒进行外观质量、规格型号、结构尺寸、加工尺寸允许偏差值等进行验收，并对套筒材料力学性能检测指标进行检测试验，各项合格后方可准许使用。

(3) 事先检查冷挤压机型号、连接套筒规格是否与钻机带肋钢筋直径相互配套，冷挤压套筒上应有相对应的连接钢筋直径规格标识。

(4) 钢筋下料切断要用无齿锯，使钢筋端面与它的轴线相垂直。不得使用钢筋切断机或气割下料，清除钢筋被连接部位的锈皮、泥沙、油污等杂物。

(5) 高压泵所用的油液应过滤，保持清洁，油箱应密封，防止雨水、灰尘混入油箱。

(6) 钢筋进场前必须对材料出厂合格证及钢筋试验

报告、钢筋标识、标牌等进行减压,由监理单位负责人、项目材料员和专职质检人员按照《公路桥涵施工技术规范》所规定的分批评率进行抽样检验,材料自检(或外围)检验合格后方可进场,开展钢筋加工,钢筋储存、运输、加工过程中必须保持钢筋表面清洁、无杂物、不锈蚀。

(7)桥梁桩基钢筋的品种、数量、规格、型号均应符合设计图纸要求。钢筋连接中对钢筋尺寸、型号、根数、直径、位置和接头数量、连接质量以及钢筋的调直质量应符合设计及规范要求;并做好钢筋间距、保护层厚度、骨架尺寸等薄弱环节进行重点检查。

(8)桥梁桩基钢筋笼连接、吊装入孔时,应采用保障措施,使钢筋笼不得碰撞导孔壁,钢筋笼应采取措,保证桩基钢筋笼的保护层并固定钢筋笼位置。

5.3 桩基混凝土工程质量保证措施

(1)混凝土灌注导管安装前应进行密闭性减压,灌注导管安置后,应对桩基桩位、钻孔孔径、钻孔垂直度、桩基孔深、泥浆沉渣厚度等检查,合格后应立即灌注混凝土。灌注前应先检查到场的砼质量,坍落度应控制在16cm~22cm范围内,含气量不得超过3%~4.5%。

(2)开始灌注混凝土时,混凝土灌注导管底部至钻机孔底距离宜为300~400mm,保持有足够的混凝土储备量,灌注桩基混凝土时首批混凝土灌注导管埋入混凝土的长度应不少于1m,灌注导管埋入混凝土的深度宜控制在2~6m;混凝土灌注过程中严禁导管提出混凝土灌注面,并根据混凝土灌注速度严格控制导管提拔速度,灌注过程中应有专人进行导管埋深及管内外混凝土灌注面的高差的测量,及时填写水下混凝土灌注记录。

(3)如桩基混凝土为水下混凝土,在混凝土灌注该过程中必须保持连续施工,每根桩基的灌注时间应按初盘混凝土的初凝时间进行控制,在混凝土灌注过程中应做好灌注记录以及记录备案工作。

(4)桩基灌注过程中应严格控制桩基最后一盘混凝土的灌注量,桩基混凝土超灌高度宜为0.5m~1.0m,并采用环切法进行桩头凿除,凿除后必须保证露出的桩顶混凝土强度应满足设计要求。

6 安全措施

(1)工人进场前,由安全员进行教育,定期召开安全工作会议,定期开展现场安全工作检查。认真执行安全生产规程及各项操作要求,严禁违章作业,杜绝各类事故发生,做好三级教育。

(2)严格按照安全操作规程、施工工艺进行设备操作和施工,安全负责落实到人。现场配备专职安全员,班组设兼职安全员,管理人员进行现场巡视、抽查等,严格管理、严格要求。坚持“安全第一,预防为主”的方针,杜绝一切危险事故的发生。

(3)加强对钻孔灌注桩施工人员的安全生产教育,

树立“安全第一”的观点。操作机手在上机前必须经严格的培训,不合格者不得上机。

(4)桩基钻机安装就位前应将装机底架垫平,保持钻机整体稳定,对于地基地址情况差的区域必须进行换填、碾压、硬化等处理措施后方可安装布置钻机。

(5)为防止人坠落孔中,在护筒四周焊拉环,孔口、泥浆池周边设有安全防护措施,操作人员佩戴安全带并挂在拉环上并设安全警示牌,为作业时孔口应覆盖。

(6)吊重物下严禁行人停留、通过。吊运操作时安排专人指挥。

(7)做好防火工作,遵守现场安全规定,工地做好标语宣传工作。

(8)在保护措施不齐全的情况下,严禁人员下孔内打捞钻具等。

(9)现场配备消防器材,电器控制系统有防雨淋设施。

(10)严禁违章指挥,违章操作,全体施工人员遵守劳动纪律,服从领导和安全检查人员的指挥,工作时思想集中,坚守岗位,严禁酒后上班,操作人员对违章作业的指令有权拒绝。在施工操作区悬挂安全标牌。

7 环保措施

环境保护是我国的一项基本国策,施工过程中与当地政府和环保部门联合协作,严格执行国家及地方有关环保法律法规,扎扎实实抓好环境保护工作,坚持“预防为主,综合防治,全面规划”原则,有针对性地采取措施。

(1)项目经理部、各类拌合站、钢筋场、预制场的设置尽量利用原有的场地,要最大限度地减少占地面积。

(2)施工生产过程中产生的污水、废弃物不能直接倒入当地的河道或沟塘,按当地环保部门的规定进行有计划地处理。

(3)施工车辆途经附近居民区严禁鸣笛,在夜间更应注意噪音干扰居民生活。

(4)施工住区及现场材料堆放合理整齐,工完场清。设备分类集中堆放,设备不整洁、安全性不够、滴、漏油设备严禁进入作业区。

(5)配备洒水车及平地机定时对施工便道洒水养护。

(6)严格遵守环保规定,定期检查施工的环保工作,并诚恳接受当地环保部门的监督、检查和指导。

8 效益分析

8.1 经济效益

此技术施工操作方便,上手简单,冷挤压设备操作简单、方便,接头质量检查直观、快捷;冷挤压工艺操作人员可由普通工人进行简单培训,并可进行冷挤压操作,生产合格的产品,大大节约了人工培训费;施工速度快,连接一个 $\Phi 22$ 钢筋接头仅需要2~3分钟,节约施工时长及相关机械设备占用时长。冷挤压钢筋接头质量检验直观快捷,通过冷挤压套筒挤压后的外观检查挤压道纹和测量冷

挤压痕处直径,以此来判定冷挤压连接接头的施工质量,现场抽样检验合格率得到了提高;冷挤压施工不受天气影响,可在水中、大风或可燃气体环境中作业;经初步测算,采用本技术相比焊接工艺每根桩基可节约 2 小时的钢筋笼连接时间,可减少人工费 $100 \times 4 = 400$ 元,吊车等机械的机会成本 1000 元,采用焊接工艺增加的风险成本(塌孔或是清孔增加的费用)约 500 元。

8.2 节能效益

每台设备功率仅为 3.0kW~4.0kW,耗电量得到有效控制;保护环境,连接无明火、无烟尘、无噪音,不会产生火花和有毒有害气体,避免空气污染和对防水板的伤害,避免了火灾的可能性。

9 应用实例

9.1 工程概况

(1)由新疆北新路桥集团股份有限公司承建的屯坪路与乌奎高速互通立交项目采用异行双喇叭设计方案,将屯坪路与 G30 乌奎高速主线连通,辅助车道 10 条,匝道总长 5892.229m;总面积 450 亩。高等级公路,工程造价 26138.238 万元。桩基 263 根共计 5636m。桩基施工过程中采用了桩基钢筋笼冷挤压施工技术,节约 50 万元,综合效益显著,为后续施工创造了良好的条件。

(2)由新疆北新路桥集团股份有限公司承建乌鲁木齐豫宾路互通立交工程中心桩号位于 G30 乌奎高速

K3614+621 处。主线辅助车道是在原乌奎八车道的基础上加宽 3.75m,长 1860m。匝道 6 条,总长 3.683km。共设置大桥 5 座,中桥 2 座,小桥 1 座,涵洞 7 道,桥梁总长 1756.813m;其中 C、D 匝道桥跨乌奎高速段为钢混组合桥。工程造价 17038.303 万元。桩基 169 根共计 3350 米。桩基施工过程中采用了桩基钢筋笼冷挤压施工技术,节约近 30 万元,综合效益显著,为后续施工创造了良好的条件。

9.2 施工应用效果

以上两个项目桩基施工为例,采用桩基钢筋笼冷挤压施工技术,最快可达 7 根/天,于 10 月份结束整个桩基工程施工,避免了冬期施工及现场保通投入,取得了较好的效果。

【参考文献】

- [1]侯慧君.钢筋套筒冷挤压连接在桥梁桩基施工中的应用[J].山西建筑,2014,40(22):175-176.
- [2]吴梅生.钢筋冷压接头在桥梁工程中的应用[J].公路,1997(6):14-16.
- [3]冯桂艳,杨春明.市政桥梁灌注桩大直径桩基加固施工技术[J].科学技术创新,2024(8):188-191.

作者简介:陈赞赞(1990.7—),男,洛阳理工学院;土木工程专业,新疆北新路桥集团股份有限公司,项目技术负责人兼岩土分公司工程管理部副部长,工程师。