

盾构管片内弧面全断面预埋钢板施工技术研究

张浩民

中国水利水电第七工程局有限公司 四川省 成都市 610213

摘要: 随着加快基础设施建设完善城市功能,大断面综合管廊建设步伐逐渐增加,电力综合管廊的内弧面的预埋件精度要求高,因此对预制混凝土构件生产厂提出了更高的要求。本文从工程实际工程中遇见的问题出发,对于圆形管片内弧面全断面预埋钢板的生产工艺进行探索,解决批量生产过程中产生的问题,为安装运行工序提供保障及安全性。为相关混凝土预制件的生产及其他行业预埋钢板的施工工艺提供宝贵的选择经验。

关键词: 预埋钢板;管片施工质量;管片预埋精度

Study on Construction Technology of Whole-section Embedded Steel Plate in Shield Pipe Pipe

zhang Hao min

Sinohydro 7, Sichuan, Chengdu 610213

Abstract: With the acceleration of infrastructure construction and the improvement of urban functions, the construction pace of large-section comprehensive pipe corridor is gradually increasing, and the precision requirement of the embedded parts in the inner arc surface of the electric power comprehensive pipe corridor is high, so higher requirements for the precast concrete component production plant are put forward. Starting from the problems encountered in the actual engineering project, this paper explores the production process of the full-section embedded steel plate in the circular pipe segment, solves the problems arising in the mass production process, and provides guarantee and safety for the installation and operation process. Provide valuable selection experience for the production of related concrete prefabricated parts and the construction process of embedded steel plate in other industries.

Key words: embedded steel plate; segment construction quality; segment embedding accuracy

1 采用全断面内弧面预埋钢板现状

目前多数综合管廊项目工程采用管片内弧面全断面预埋钢板,相比于预埋槽道其对模具的整体刚度影响较少,同时可以保障运行期电缆支架安装的灵活性及牢固度。预埋钢板的精度及施工质量,直接影响后期支架的安装质量,也直接影响后期线路的安全运行,因此管片预埋钢板的安装精度及质量显得尤为重要。

(1) 选用合理钢板弯曲设备,提高钢板弯弧精度,减少工作强度及人员投入。

(2) 钢板与钢筋笼形成整体,在浇筑过程中受附着式振动影响,钢板与模具底膜之间容易进入小碎石及砂浆导致钢板位置及外露面误差增大,其控制钢板定位及外露面误差是该施工工艺的关键。

(3) 解决预埋钢板在混凝土浇筑后清理水泥浆的工作效率。

2 生产过程中的控制要点

预制混凝土管片内弧面预埋钢板弧度及安装精度的控制施工;包括钢板弯弧的机械选择,钢板的安装精度控制,钢

板与钢模的贴合面处理,拆模后预埋钢板的外露表面的处理等方面。

3 施工要点

3.1 施工要点

3.1.1 预埋钢板特性分析

本文以220KV电力综合管廊项目混凝土盾构管片内弧面全断面预埋钢板为例。该工程预埋钢板件采用Q355钢材,厚12mm,宽15cm。钢板安装与6.2m外径,5.5m内径,6分块管片及3.6m外径,3.0m内径,6分块管片内弧面贴合,因此5.5m管片钢板的弯弧半径为2750mm,长度分别为3140mm、3205mm、870mm。3.0m管片钢板弯弧半径为1500mm,长度分别为764mm、746mm、282mm。钢板受钢材长度、弯曲回弹量及钢板切割方式的影响,使钢板弯弧后弧度变化不一,从而使得钢板不能完全贴合管片模板内弧面,影响预埋钢板质量及效果。

为解决钢板加工的弧度偏差,选择合适的弯弧设备是关键,常用弯弧设备有三轴卷板机、单电机立轴弯弧机及双电机立轴弯弧机。设备优缺点详见表3.1

表3.1.1 设备优缺点对比表

设备名称	优点	缺点
三轴卷板机	设备价格便宜	1. 卷板弯弧速度慢 2. 生产弯弧半径偏差较大 3. 需要进行两次成型
单电机立轴弯弧机	1. 速度快	1. 弯弧半径调整不方便 2. 成型精度及稳定性不高
双电机三立轴弯弧机	1. 弯弧半径调整方便 2. 弯弧速度适中 3. 成型精度可控	1. 双电机立轴间距较大
自制弯弧冲压设备	弧度可调, 成型稳定, 精度可控, 可做到全弧段弯弧无遗漏部位。	钢板尺寸太长不宜加工

3.1.2 施工准备

- 1) 准备好吊运钢筋、钢板、钢筋骨架的起重设备设施。
- 2) 准备不同类型钢筋、钢板加工设备、设施以及相关检测工具。
- 3) 准备钢板锚固钢筋焊接所需设备、设施。
- 4) 准备好钢板、钢筋原材料、成品钢筋笼、冷镀锌漆及其他相关材料。
- 5) 配置好生产制作人员(特种设备人员必须取得证件、所有人员必须培训才能进行生产)。
- 6) 配置好安全环保保护措施、装置。
- 7) 准备好管片钢筋骨架制作用的胎膜架(根据钢筋骨架进行胎膜架的设计、制作)。

3.1.3 钢板弯弧加工

(1)为保障钢板弯弧后能够与管片模具底板紧密贴合,对钢板加工后的精度要求较高,因此为确保钢板弯弧加工精度,根据钢板不同尺寸采用不同钢板弧度成型设备。经对工艺参数及加工效率的综合考虑决定对于长度大于0.8m的钢板采用双电机三立轴弯弧机。

(2)对于长度小于0.8m的钢板采用电动液压装置冲压弧形模具形成标准弧度钢板。由于钢板弯弧后回弹因此根据钢材变形后的回弹量计算,冲压弯弧模具的弧度,计算公式如下。

$$\rho = Rt / (t + 5R\delta_s / E) \quad (3.1.2)$$

- ρ —— 弯弧冲压上模具中线层半径
- R —— 成品钢板成型后内中线层半径
- t —— 钢板厚度
- δ_s —— 钢板屈服强度
- E —— 钢材弹性模量

根据计算公式(3.1.2)可以得出相同钢板厚度及相同冲压模具可得一致的相同弧度钢板,因此3.0m管片内弧面预埋钢板可以通过一种冲压模具实现效果,钢板厚度 $t = 12\text{mm}$, $R = 1500\text{mm} - 6\text{mm} = 1494\text{mm}$, 钢材材质为Q355根据

质量证明书 $\delta_s = 400\text{Mpa}$, $E = 210\text{Gpa}$ 。代入公式3.1.2后为:

$$\rho = 1494 * 12 / (12 + 5 * 1494 * 400 / 210) = 683\text{mm}$$

由此可得弯弧冲压上模具的中线层理论半径为683mm,因每批钢材的厚度及屈服强度有不同程度的偏差,在钢板弯弧加工后造成弧度偏差。为解决以上问题需要将弯弧冲压模具上半径制作成可调弧度形式,通过对设备改造弧形模具上面镶嵌可调节螺栓达到弧度可调。

(3)钢板加工完成后采用标准弧度靠模检验弧形尺寸,合格后放置在弧形模架上防止存放过程变形。对检测不合格钢筋骨架放置在不合格区并按要求进行返修加工。

3.1.4 钢板锚固钢筋焊接

由于预埋钢板最终做为成型隧道电缆支架的焊接支点,这就要求其具有较高的强度,因此预埋钢板锚固钢筋焊接质量尤为重要。

预埋钢板锚固钢筋焊接将弯弧加工合格的钢板并排置于弧形专用模架底座之上,根据钢筋笼主筋及箍筋间距确定锚固钢筋位置,制作定位卡尺;随后将锚固钢筋依次焊接固定在钢板上。

3.1.5 钢板防腐处理

将焊接完成后的钢板翻转后依次排开放置在成品堆放区,使用滚刷将含锌量 $\geq 96\%$ 的冷镀锌漆均匀的涂刷在钢板表面,待其自然晾干后将2mm厚的海绵胶带粘贴到钢板表面。

3.1.6 预埋钢板安装定位

由于管片生产过程中内弧面预埋钢板与钢模之间在混凝土浇筑振动过程中会导致混凝土浆液及碎石通过振动进入钢板与钢模之间;同时振动也会导致钢板位置发生偏移,以及安装过程中预埋钢板的入模位置未固定,无法保证不同分块的管片钢板位于同一水平断面,给后期电缆支架安装带来一系列难题。因此预埋钢板的安装定位在生产过程中显得尤为重要。将预埋钢板与管片钢筋笼焊接形成整体,再使用定位垫块、飞轮将钢筋笼与模具底模、侧模、端模及盖板位置牢固固定,确保预埋钢板位置不发生偏移。

3.1.7 混凝土管片生产浇筑

混凝土采用分层集中下料方式,第一次下料,约厚度五分之二位置,开启振捣器振捣2分钟;第二次下料,约后五分之四位置,振捣2分钟;最后将混凝土全部浇入后再振捣2分钟,关掉振动开关。

混凝土应连续浇筑成型;振捣时间以混凝土表面停止下沉或下沉不明显、混凝土表面气泡不再显著发生、混凝土将模具边角部位充实、表面有灰浆泛出时为宜,不得漏振或过振。

3.1.8 拆模后预埋钢板的外露表面的处理

由于混凝土的三相体特性,预埋钢板与模具底膜之间不可避免的存在少量混凝土浮浆,使用了2mm厚的海绵胶带,在出模后将该胶带撕除清理即可达到外露表面平整、无杂物。

4 质量控制

4.1 关键工序质量控制

4.1.1 进行钢板锚固钢筋焊接前, 必须对钢板弧度加工精度进行比对复核, 以保证钢板弧度与模具底模贴合紧密, 满足设计尺寸要求。

4.1.2 预埋钢板锚固钢筋应焊接牢固, 焊缝高度不低于不小于6mm, 不得出现虚焊、假焊现象, 焊接后进行焊接质量的检测。

4.1.3 对钢板进行防腐处理前, 应对钢板进行除锈、除尘处理; 冷镀锌漆使用前需搅拌均匀, 防止锌粉沉淀; 待钢板表面镀锌漆完全干燥后方可粘贴海绵胶带。

4.1.4 预埋钢板安装定位必须准确, 预埋钢板与模具底模之间间隙不宜大于2mm; 钢筋笼安装必须有足够的保护层; 预埋钢板、钢筋笼安装完成后, 其位置应固定, 不得发生偏移。

4.1.5 拆模后预埋钢板的外露表面的处理应及时, 防止混凝土浮浆后期强度过高, 难以清除。

5 结束语

随着综合管廊的发展, 对于管廊内部预埋件的要求会越来越高, 生产过程中使用先进工艺及技术改进可以避免现场安装及后期使用过程中的重复工序, 确保后期隧道内部设备设施安装精度要求。本文为后续盾构管片生产厂家提供了一种节约成本、提高生产效率、提高产品质量的盾构管片内弧面全断面预埋钢板施工技术。

参考文献:

[1]刘奇.地铁盾构管片预埋槽道质量及性能研究[J].中国铁路, 2016(6): 102~105.

[2]鞠丽艳.上海地铁盾构孙道管片预埋槽道力学性能研究[J].混凝土世界, 2018(8): 62~65.

[3]邱冬.地铁盾构管片制作的质量控制[J].科技风, 2019, (13). 135,142.

[4]刘帅,周晶.盾构法隧道工程预制管片的生产质量控制案例研究[J].东北水利水电, 2020,(9).24~27.