

# 厄瓜多尔 CCS 项目预制管片生产过程中的质量控制

王浩, 张长万

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 都江堰 611830)

**摘要:** 预制管片衬砌是双护盾 TBM 施工中的重要施工环节, 其中预制管片的质量非常重要。简述了管片生产过程中的质量控制, 从生产过程中的原材料检验、钢筋制作绑扎质量控制、生产过程中混凝土质量的控制、管片自动化生产流程中的质量控制、脱模后的养护、缺陷修补等方面阐述了在管片整个生产过程中采取的质量控制措施。

**关键词:** 预制管片; 管片生产; 质量控制; 厄瓜多尔 CCS 项目

**中图分类号:** TV7; TV545; TV52

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2014)04-0040-03

## 1 工程概述

厄瓜多尔 CCS 水电站项目输水隧洞工程线路全长 24.8 km, 其中调节水库施工区 TBM2 管片衬砌段约为 13 km, 隧洞开挖直径为 9.1 m, 一次衬砌采用豆粒石回填并灌浆, 二次衬砌采用管片衬砌, 管片衬砌后内径为 8.2 m, 管片厚 30 cm。管片混凝土强度等级根据围岩类别分为 B、C、D 三种, 其中 B 型管片设计强度为 C40, C 型管片和 D 型管片设计强度为 C50, 管片分为左环(L 环)和右环(R 环), 每环管片又由 A、B、C、D、E、F、G 七块管片组成。笔者就管片生产过程中各个环节采用的质量控制措施进行了阐述。

## 2 生产过程中所用原材料的检验

### 2.1 钢筋材质检验

每批钢筋到厂时应附有相应的质量证明、材质报告和其他检验单据, 在使用前应该按照规范要求对每一个批次的钢筋进行取样抽检, 检验合格后方可使用。

### 2.2 水泥检验

每个批次的水泥应附有生产厂家的材质报告及其他检验单据。水泥进场后按照规范要求对每个批次的水泥进行取样检测, 检测的项目包括凝结时间、安定性及细度等。

### 2.3 外加剂检验

每个批次的减水剂应附有厂家的质量证明、材质报告和其他检验单据, 按照规范要求对外加剂浓度等检测项目进行取样检测。

### 2.4 拌和用骨料检验

按照已审批的配合比, 对骨料进行超逊径、含泥量、含水率等项目的检测, 以保证混凝土各种骨料比例满足使用要求。

## 3 钢筋制作绑扎质量控制

### 3.1 钢筋下料及半成品制作的质量控制

钢筋下料时, 由中国工长按设计图控制好尺寸, 确认无误后, 由当地工人开始切断、弯曲, 在下料过程中, 要随时抽检, 确保半成品钢筋尺寸误差符合设计文件的要求。每一种尺寸的钢筋在下料完成时, 应有相应的标示标牌, 从源头上防止各种不同尺寸的钢筋混淆, 以免给后面的钢筋笼绑扎质量控制造成不必要的麻烦。

各种受力筋的弯曲尺寸及各种大小的箍筋弯曲应控制在允许范围内, 在每一种尺寸的钢筋完成半成品制作时, 应及时附上标示标牌, 直至转运至对应的半成品存放位置。

### 3.2 钢筋笼绑扎的质量控制

钢筋笼的绑扎主要在钢筋笼绑扎台车上完成。为控制钢筋的间距, 在钢筋笼绑扎台车上设置定位销, 绑扎人员将相应的钢筋靠在绑扎台车的各种定位销上进行绑扎, 中国工长及时巡视并抽检尺寸, 在绑扎完成后确认各种尺寸间距无误后, 挂上相应型号的标示标牌, 用叉车转运至钢筋笼存放区。

## 4 生产过程中所用混凝土的质量控制

(1) 管片混凝土按照审批的配合比设计进行配料, 经自动化搅拌系统搅拌而成。控制混凝土

收稿日期: 2014-07-07

的质量。首先要控制原材料的质量,混凝土所需的原材料应符合相关的标准和规范、规程的要求。

(2)每天管片开始浇筑前,向试验室提交混凝土配料委托单,试验室在接收到配料委托单后做骨料的含水等试验,根据试验结果作出配合比并经试验监理工程师签字确认后送交拌和站。拌和站严格按照配料单拌和混凝土。

(3)生产过程中,对管片混凝土的坍落度、含气量、混凝土温度等及时进行检验,并按照规范进行取样。

(4)在拌和站正常搅拌混凝土的生产过程中,随时查看每盘搅拌混凝土所用的砂石骨料、水泥、水、外加剂等的掺和比例,确保各种材料用量在允许的误差范围内,使搅拌出来的混凝土满足规范、规程要求。

(5)由于本工程位于厄瓜多尔亚马逊雨林地区,雨水较多,骨料含水率变化较大,在生产过程中,应随时关注混凝土坍落度的变化,以调整恰当的用水量。

## 5 管片自动化生产流程中的质量控制

(1)整个自动化生产线包括一条浇筑生产线、三条蒸养生产线。

(2)浇筑生产线从前到后共有 9 个工位,分别是:开模工位,脱模工位,清理合模工位,上油工位,钢筋笼入模工位,核查等待浇筑工位,浇筑工位,开仓抹面工位,等待蒸养工位。

①开模工位。开模的工人首先要检查预埋螺栓位置和预埋套管的各种螺栓是否完全拆除。检查无误后,才能松开模具挡板进行开模。这项检查非常重要,如果有螺栓未撤出,管片与模具还有连接,脱模时管片就会被拉裂,由此而造成的管片大面积破损也容易发生安全事故,因此,开模工位是控制管片质量的一个重要环节。

②脱模工位。脱模时真空吸盘的中心线要对准管片的中心线,否则,由于偏心起吊很容易出现管片破损的情况。在真空吸盘加载压力时,要快速检查一遍各个螺栓是否已经完全撤出,两边端模板及侧模板打开幅度是否足够,防止出现脱模时管片有晃动碰到模具模板而造成管片损坏的情况发生。脱模后的管片要放在管片翻转台上进行翻转,迎水面朝上,然后起吊至静养区摆放。

③清理工位。首先要检查模具四边的胶条是

否有破损,若有破损,要及时更换,防止管片浇筑时出现漏浆的情况。检查完成后合上两边的侧模板,根据侧模合模螺栓上的标记固定侧模板到指定位置,以便将来浇筑的管片尺寸在误差允许的范围之内。在合模的同时,清理的工人对模具内部残余的混凝土进行清理后用高压空气清理整个模具内部,使残余的混凝土通过端模板的缝隙被清理到模具外,然后合上两侧端模板,这是控制管片外观质量的重要一步。

④上油工位。在模具内部的各个突起位置适量涂抹黄油,以利于脱模时不损伤管片,然后用高压喷枪对模具内部均匀喷涂油质脱模剂,完成后,检查模具端模板侧是否有多余的脱模剂,若有,则用海绵及时清理掉。这也是控制管片外观质量的重要一步。

⑤钢筋笼入模工位。钢筋笼入模前,要检查模具内部有无杂物,若有,应及时清理,同时检查钢筋笼的垫块放置情况。在钢筋笼入模后,及时调整钢筋笼与模板间距要保证其有足够的混凝土保护层,这是预防管片露筋的重要步骤,同时拧紧各个预埋套管和预埋螺杆,然后合上模具盖板,进入下一个工位。

⑥在核查等待浇筑工位,工人首先要检查各个预埋套管、预埋螺杆是否拧紧,同时检查模具盖板螺栓是否拧紧,这是防止在浇筑过程中漏浆、预埋件因振捣脱落的重要环节。

⑦浇筑工位。用飞行料斗装运混凝土并倒入下料斗中,然后通过电脑控制混凝土进入模具,完成浇筑。此工位是管片质量控制中的重要环节。首先,混凝土下料速度要均匀、稳定,有利于混凝土振捣的充分;其次,有利于混凝土气泡的逸出;再次,本模具使用的是附着式风力振捣器,振捣用风在刚开始混凝土很少时开 3 MPa 风压即可;随着入模混凝土增多,逐步增加风量,在最后阶段,风压达到 8 MPa 后进行满风量振捣。最后,振捣时间经过测算为 3~5 min,防止出现欠振和过振的情况;同时,振捣时,应根据混凝土坍落度的情况及混凝土表面气泡逸出情况和表面砂浆的变化情况,结束整个管片浇筑的振捣工作。

⑧开仓抹面工位。在此工位,首先要撤出固定灌浆孔套管的塑料预埋件,然后打开仓门,清理模具盖板上粘连的混凝土和多余的混凝土,用刮

板初步对管片表面进行抹平后用抹子对管片外表面进行二次抹光,以利于将来的管片脱模;若管片磨面不匀,脱模时会出现真空吸盘漏气的现象。在完成上述步骤后,拧松各个预埋件螺栓,以利于将来蒸养后管片的开模工作。

⑨等待蒸养工位。在此工位,检查各个预埋螺栓是否已经拧松及管片外表面抹面情况,确定是否需要二次处理。检查无误后,等待进入蒸养室进行蒸养。

管片蒸养为三个阶段:升温阶段、恒温阶段、降温阶段。管片蒸养有三条生产线,每条线上有11个模具,共有33个模具,每条蒸养线上按照4:4:3的模具比例划分,即4个升温区模具,4个恒温区模具,3个降温区模具。以每小时浇筑5个管片为例,管片在升温区144 min后进入恒温区,时间同样为144 min,然后进入降温区,为108 min,然后管片便完成整个蒸养过程。在蒸养的时候,要保证恒温区温度在50℃至65℃范围内,同时湿度要大于、等于80%这两个重要的外部条件;同时,管片的浇筑应均衡有序地进入蒸养线,并同时控制升温速度和降温速度在每小时15°左右,防止管片不均衡进入和不均衡升降温对管片的质量造成不利影响。

## 6 脱模养护

管片脱模后,经过翻转台的翻转使迎水面朝上,粘上管片型号标识,转运管片至静养区摆放养护。管片按照TBM安装管片的先后顺序进行堆

放。本工程根据实际情况,每环管片按两摞堆放,G、A、F、B为一摞,E、C、D为一摞,每摞管片摆放应整齐,管片之间的枕木必须上下一致,防止受力不均而导致管片出现裂纹。在静养期内,要对管片不间断洒水养护。因厄瓜多尔CCS项目预制厂所在地室内和室外温差几乎无变化,因此,室内静养时间为12 h,达到静养时间后,用20 t叉车转运管片至室外并每天进行养护,直至养护期满。

## 7 缺陷修补

在管片生产过程中,遇到的管片缺陷主要是在其侧面,其主要原因是浇筑时振捣气泡未能完全排出而出现了少量的气孔。修补前,先清除缺陷部分的薄弱混凝土,用清水清理干净,并用sika粘接剂涂刷在修补处,再用高强度修补砂浆进行填补、抹平。

## 8 结语

通过对原材料、钢筋笼制作绑扎、混凝土、自动化生产流程、脱模养护、缺陷修补等管片生产过程中进行的质量控制,使管片的质量达到了设计要求的各项指标,满足程序文件的各项要求,为提供合格的管片做出了保障。

### 作者简介:

王浩(1973-),男,四川成都人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

张长万(1965-),男,四川大竹人,副总经理,高级工程师,学士,从事国际工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第29页)

### 3.3 计算机控制及数据采集分析系统的应用

计算机控制及数据采集分析系统的应用主要体现在管理级,同时方便操作手实时对TBM的工作状态进行监控并对掘进数据进行分析,同时记录掘进参数和故障报警。图4为刀盘转速历史数据记录图。

## 4 结语

综上所述,S-672 TBM2电气系统是一个复杂、先进的系统。其配电系统从高压设备到低压设备采用集中电源控制,不但设定值精度高而且防护效果好,从而减少了维护的工作量。可编程逻辑控制系统由主从分布式结构组成,系统稳定,功能强大。在工控机上可以监控程序的运行、

硬件的诊断,可以由工控机判断电气故障点,以便快速排除故障。计算机控制及数据采集分析系统可以与PLC进行通讯、采集、处理、存储、显示与评估数据,从而判断岩石及设备的情况,便于及时掌握TBM的掘进情况,查询历史数据,修改掘进参数,起到提高工作效率、保证工程质量的作用。

### 参考文献:

- [1] 刘笙. 电气工程基础[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [2] 李冰,刘富强,王嘉男. 零基础学西门子S7-300/400 PLC[M]. 北京:机械工业出版社,2010.
- [3] 廖常初. 大中型PLC应用教程[M]. 北京:机械工业出版社,2005.

### 作者简介:

宋武洋(1988-),男,四川仪陇人,技术员,从事建筑工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)