

# 浅述泗洪泵站流道层大体积混凝土 施工技术及质量控制

韩宝祥, 吉文佳

(江苏省水利建设工程有限公司, 江苏 扬州 225002)

**摘要:** 本文结合泵站流道比较特殊的工程结构, 从质量管理体系, 原材料控制, 模板加工、安装、拆除, 钢筋制作安装, 混凝土拌合、运输、浇筑、养护以及混凝土温度控制、防裂控制等方面阐述了混凝土施工技术及质量控制。

**关键词:** 大体积混凝土; 施工; 温控; 防裂; 质量控制

**中图分类号:** TV523      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2016) 01-0023-04

## Brief Description on Construction Technique and Quality Control of Mass Concrete for the Sihong Pumping Station Flow Passage

HAN Baoxiang, JI Wenjia

(Jiangsu Hydraulic Engineering Construction Co., Ltd, Yangzhou 225002 Jiangsu)

**Abstract:** This paper deals with the construction technique and quality control of concrete in such aspects of quality management system, raw material control, formwork processing, installation and demolition, steel fabrication and installation, concrete batching, transportation, casting and curing, concrete temperature control and cracking control, etc. to secure an overall high quality of the mass concrete.

**Key words:** Mass concrete; Construction; Temperature control; Cracking control; Quality control

## 1 概述

泗洪站枢纽工程是南水北调东线工程的第四梯级泵站, 设计流量  $120 \text{ m}^3/\text{s}$ 。泵站分为三联孔和二联孔, 其平面尺寸分别为  $33.5 \text{ m} \times 31.30 \text{ m}$  和  $33.5 \text{ m} \times 27.3 \text{ m}$ 。泵站进水流道层底高程  $\nabla 4.5 \text{ m}$ , 进口上缘高程  $\nabla 9.50 \text{ m}$ ; 出水流道底高程  $\nabla 3.80 \sim 4.80 \text{ m}$ , 出口上缘高程  $\nabla 9.80 \text{ m}$ ; 流道层顶高程  $\nabla 9.90 \text{ m}$ , 流道混凝土强度等级为 C25、抗渗等级为 W6、抗冻等级为 F50。

泗洪泵站流道层施工流程如下: 测量放样→混凝土打毛→搭设脚手架→C20 混凝土芯墙施工→吊运流道模板并安装→站身墩墙、流道钢筋

绑扎→埋件安装→站身模板架立→顶板钢筋绑扎→清洗→自检→监理工程师验收→混凝土浇筑→养护→模板拆除。

## 2 质量管理体系

### 2.1 质量管理网络

配备专职质量检查员, 完善质量管理制度, 实行各级岗位质量管理责任制, 做到层层落实, 层层分解, 使工地上每个施工人员都明确各自的责任。

成立了“提高泵站流道大体积混凝土质量 QC 小组”, 以保证混凝土强度全部满足要求, 将裂缝控制在最低限度, 使外观质量合格率达到 90% 以上。

收稿日期: 2015-11-26

作者简介: 韩宝祥 (1981-), 男, 工程师, 主要从事水利工程建设工作。

## 2.2 技术交底及三级检查制度

在泗洪泵站流道层施工前,对所有涉及部门进行技术交底,各部门对生产工人进行技术交底,使每个员工都知道泵站流道施工的质量要求。同时,编制模板工程、混凝土施工等作业指导书,在施工时严格按技术交底及作业指导书要求实施。

对工程检验实行三级检查制度。检查合格后方可进行下道工序的施工。

## 2.3 质量检验点的设置

泵站质量检验点主要为异形模板平面放样,原材料质量,模板及脚手架稳定性,模板平整度、垂直度,钢筋制作及现场绑扎,混凝土拌合、运输、浇筑、养护,混凝土成型尺寸、表面平整度、墙体垂直度等。

# 3 混凝土原材料质量控制

## 3.1 混凝土原材料的选择与检验

建设单位、监理单位、施工单位三方对工程周边建筑材料市场进行调研,同时考虑到大体积混凝土温度控制、裂缝防治等方面对材料的要求,最终确定混凝土原材料如下:

水泥:选用优质P.O42.5普通硅酸盐水泥。

粉煤灰:采用延缓水化热峰值时间的优质I级粉煤灰。

水:采用深井地下水,其水质指标符合规定。

黄砂:采用优质中粗砂,细度模数为2.3~3.0之间,含泥量不超过1%。

碎石:选用5~40mm连续级配,压碎指标不大于10%,含泥量低于1%,其粒径、强度、级配、含泥量全部符合国家标准。

外加剂:选用优质抗裂剂,同时具有高抗渗功能。

为了保证混凝土的外观色泽一致以及混凝土质量稳定,水泥、碎石、黄砂、粉煤灰、外加剂在整个工程中使用同一厂家同一品牌规格的材料。

## 3.2 混凝土配合比设计

泵站流道混凝土配合比设计参数:入泵时的混凝土坍落度为 $140\text{ mm}\pm 20\text{ mm}$ ,水胶比控制为0.49,砂率为40%。基准配合比为,水泥(kg):粉煤灰(kg):抗裂剂(kg):砂(kg):碎石(kg):外加剂(kg):水(kg)=253.4:44.7:25.9:759:1139:5.9:160。

施工过程中,现场试验室根据已确定的基准混凝土配合比、现场砂石材料的含水率进行调整,

确定现场混凝土施工配料单。

# 4 模板工程

进出水流道底模、侧模采用厚2.5cm木模板,侧模加强筋为 $4\times 9.5\text{ cm}$ 木枋,拼制成木桁架片,间距为40cm。桁架片采用直径4.8cm壁厚3mm双拼钢管作为横围檩,侧墙两侧围檩通过 $\phi 16$ 对销螺栓固定,对销螺栓纵横间距为60cm,成网格状布置;底模加强筋为 $4\times 9.5\text{ cm}$ 木枋,间距为40cm。底模支撑于直径4.8cm壁厚3mm钢管脚手架上,立柱间距60cm,连接杆间距60cm,底模下小横杆间距30cm。

## 4.1 模板制作

流道异型模的加工,先搭设加工平台,将其在平台上1:1放样,确定模板木桁架片的各组成构件的尺寸,并加工拼装成型,再在桁架片并铺覆2.5cm木板,局部采用木板条拼接、填缝,模板成型后进行打磨,保证模板外表面平顺和光滑。在拼装、打磨好的流道模板表面,用清漆、石膏搅拌成腻子进行批刮,再整体打磨,最后刷1~2层清漆。进出水流道层直线段、隔墙以及导流隔墩采用厚度为25mm木模板,内衬三合板,表面光滑无凹坑、皱折和其它表面缺陷,板缝采用双面胶密封。站墩上下游圆头部位模板采用定制异形木模加三合板内衬,立模前清理干净并涂脱模剂。

为加强对木模板的防护,防止开裂及变形。主要措施有:①用塑料布对成品模板及半成品进行及时覆盖,防止风吹、日晒、雨淋而致模板开裂变形;②转运、吊装过程中注意吊点及支点的位置,避免模板变形及其表面损伤。

## 4.2 模板安装

模板场内采用汽车运输、起重机吊装,安装就位采用塔吊配合,吊装选用起重吊带捆扎模板,做好模板表面的保护工作。安装前按施工图先在底板上精确测放出模板安装线、立模板检查控制线,就位模板按放样图现场拼装,侧模板先临时固定于脚手架,位置调整好后,采用 $\phi 16$ 对销螺栓固定。为防止进出水流道异型模板在混凝土浇筑过程中产生位移,流道底部渐变段模板固定,采用在底板混凝土浇筑时预埋锚筋,用螺栓与钢管进行撑、拉,以保证模板的位置符合设计要求;顶部模板采用承重脚手架支撑。

## 4.3 模板拆除

流道模板拆除时间,在混凝土养护不少于14 d后进行,且承重模板要达到设计强度后方可拆除;外模拆除时要同时满足其强度不低于3.5 Mpa和混凝土内外温差不大于25℃时的条件。

## 5 钢筋工程

进出水流道弯曲钢筋在内场先按1:1放样,再加工,并逐一编号,悬挂标牌,按顺序堆放于加工场内,绑扎前依据安装的顺序人工抬运至现场绑扎。

底层钢筋保护层采用预制混凝土垫块,面层钢筋用钢管支架或钢筋支架进行控制,保证面层钢筋在浇注过程中保持不变形,支撑钢管内用细石混凝土灌注密实,侧面钢筋控制保护层用带铅丝的混凝土垫块固定。

## 6 混凝土施工技术及质量控制

### 6.1 素混凝土芯墙填充

为了减少大体积混凝土水化热对混凝土产生的影响,先行施工C20素混凝土芯墙用于填充流道层墩墙。芯墙平面布置见图1。

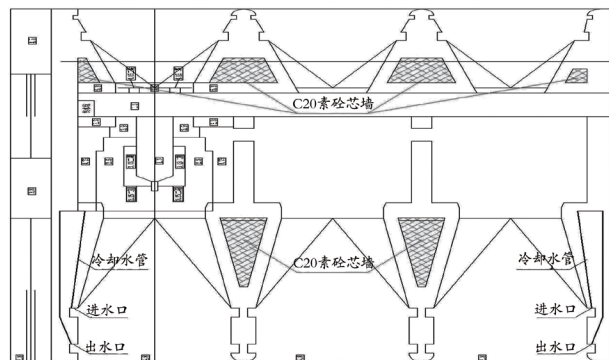


图1 流道层混凝土芯墙、冷却水管平面布置图

### 6.2 混凝土拌和

混凝土采用搅拌站集中拌和,混凝土配料计量,采用全自动电脑控制系统,投料误差精度达到规范要求,在浇筑混凝土前进行试配调整,施工过程中须定期检校,确保计量准确。

混凝土搅拌站采用强制式拌和,拌和时间不少于90s,以确保混凝土的和易性、均匀性。

### 6.3 混凝土运输

混凝土采用混凝土汽车泵直接输送入仓,混凝土罐车运输。

因泵站流道层施工处于冬季,施工时在混凝土罐车外包保温材料,减少运输过程中混凝土的温损失。

### 6.4 混凝土浇筑、振捣

混凝土开始浇筑时,在墩墙底部铺浇5 cm厚与混凝土配比相同的水泥砂浆,然后再进行混凝土浇筑。流道墩墙混凝土采用分层平铺对称浇筑,从机泵的中心线位置分别向上下游铺料,每层浇筑厚30 cm,相邻两墩墙混凝土面高差不大于50 cm;流道顶板混凝土浇筑采用斜面分层法浇筑。混凝土浇筑均由缝墩向边墩方向推进,浇筑过程中流道各墩墙混凝土面高程由缝墩向边墩方向依次递降40~50 cm,在墩混凝土浇筑至流道顶板位置后,顶板混凝土浇筑时,每间隔3 h进行墩墙混凝土薄层覆盖浇筑,直至顶板高程。浇筑过程见图2。

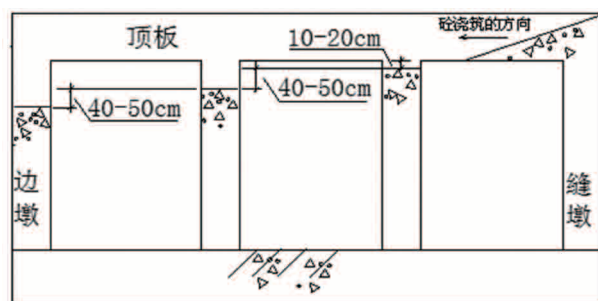


图2 流道墩墙混凝土浇筑面高程台阶状布置图

浇筑过程中应经常检查钢筋位置、保护层厚度及所有预埋件的位置,发现因浇筑产生偏差及时整改到位。

采用插入式振捣器振捣,振动棒的移动间距为300~500 mm,振捣时间为25~40 s,以混凝土表面不再显著下沉、不再出现气泡、表面流出灰浆为准。上层混凝土振捣时伸入下层50 mm,振捣时做到快插慢拔,间隔20 min后进行第二次复振,尤其在墩墙与顶板交界面需加强复振频次,混凝土表面三搓两抹成活。

### 6.5 混凝土表面保护

对成型的混凝土,加强对棱角和突出部位的保护。在混凝土强度未达到2.5 Mpa以上时,严禁上人,避免将表面踏踩。混凝土表面打毛随揭随打,打好后即刻覆盖好。

### 6.6 施工缝的处理

(1) 混凝土在其强度大于2.5 Mpa后进行表面打毛处理,清除垃圾、水泥薄膜。新混凝土覆盖前,用水冲洗干净,混凝土面处于饱和面干状态。

(2) 为确保上下层施工缝顺直,避免出现流线型,影响美观。在施工底层混凝土时,采用2 cm厚板条钉在模板上以控制浇筑高程,浇筑后拆除



板条,进行凿毛处理。

(3)为防止施工缝部位上层混凝土浇筑产生挂帘、跑模现象,在下层混凝土模板施工时,应考虑上层混凝土模板的固定。在距施工缝 10 cm 处预留对销罗栓以固定上层模板,同时,在原混凝土面粘贴 5 mm 厚双面胶带,可预防施工缝处挂帘、跑模现象。

(4)为克服新老混凝土接合面窜潮的通病,混凝土施工缝做成突榫。

### 6.7 对销螺栓孔的修补

对销螺栓孔采用大小一致的橡胶垫块,修补时取出该垫块,在孔口刷纯水泥浆一层,再用与同标号同配比砂浆干填压实、压平、抹光,做到与本体一致。

### 6.8 局部冷却水循环及温控监测

在出水流道边墩和缝墩内布置冷却水循环管道,冷却水管采用外径 5 cm,壁厚 2 mm 的聚乙烯高强钢丝内衬塑料管,冷却水管进出水口均布设在墩墙门槽二期混凝土位置。出水流道布置 6 层,每 2 层各作为一路,共布置 12 路冷却水管。

冷却水管采用钢筋骨架支撑,用铁丝绑扎在钢筋骨架上,确保安全牢固。水管均按水平布设,下面三层间距 0.8 m,上面三层间距 1 m,管边距墙面 0.5 m,在出水流道异形部位,冷却水管采用环形布置,混凝土较厚部位,按“S”型适当加密布置冷却水管。冷却水管平面布置见图 1。

在混凝土浇筑前通入地下水,初始水温控制在 15℃左右,水在管路与水箱之间循环,通过阀门控制水流速度,将混凝土内部温度与循环水的温差控制在 25℃以内,必要时可通过向水箱内补充地下水来调节水温。

成立混凝土温度监控小组,观测墩墙内外温度、冷却水的进出水口处水温以及通水流量。

混凝土测温采用建筑电子测温仪,流道墩墙分别在流道层的上游中、缝墩的▽ 5.0 m、▽ 7.7 m,下游中、缝墩的▽ 6.0 m、▽ 8.0 m 各埋设 1 组,每组布设 2 个测点,分别位于混凝土表面 10 cm、板墙内部中心位置。三联孔流道层混凝土温度曲线见图 3。

### 6.9 大体积混凝土防裂措施

为了降低进出水流道及墩墙混凝土的内外温差,防止因温差过大而引起混凝土表面裂缝,采取以下措施:①掺外加剂,延缓水化热峰值时间。②严格控制粗、细骨料的质量。③优化混凝土配合比。④控制拌和水温度,施工过程中将根据入仓混凝土的温度,适时调整拌和水温。⑤减少施工层之间的混凝土浇筑间歇时间,减少施工层之间的收缩变形差值。⑥加强混凝土保湿、保温养护工作,减小混凝土内外温差。⑦对泵站站身进行合理的分层,减轻新旧混凝土的约束作用,缩短施工分层之间的混凝土浇筑时间,快速、均匀、薄层上升;为了减小芯墙混凝土对后浇流道混凝土的约束,预防裂缝的产生,芯墙混凝土的外表面拐角处,避免出现锐角,尽量采用小半径的圆弧面过渡连接,芯墙混凝土表面平整光滑,以减少其对流道混凝土变形压束。

## 7 结语

泗洪泵站流道层在施工过程中严格按照施工方案和相应的规范、标准执行,加强质量控制,保证了混凝土施工质量,创造了优良工程。

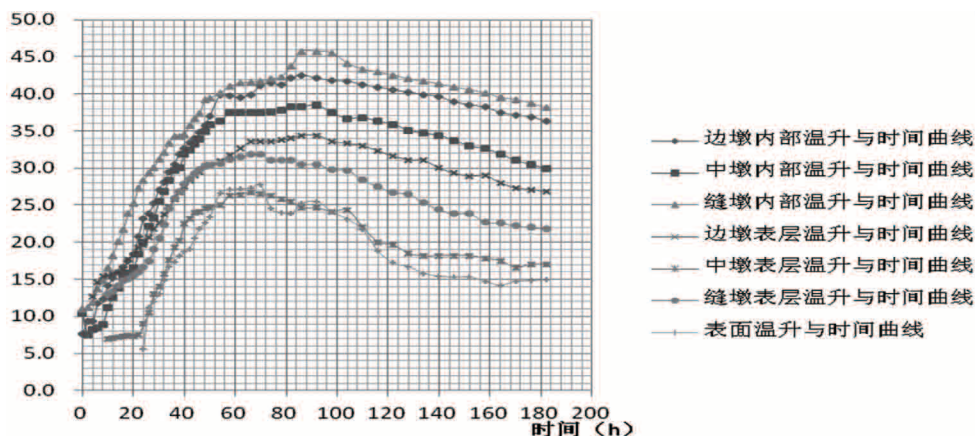


图 3 三联孔流道层混凝土温度曲线

(责任编辑:王宏伟)