

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4701.2020.04-05

大跨度渡槽拱肋浇筑技术在工程中的应用

王元旦, 郭洪有

(江西省水利水电建设有限公司, 江西 南昌 330200)

摘 要: 廖坊水利枢纽灌区二期工程工期紧, 大跨度拱式渡槽拱肋混凝土浇筑作为制约工期的关键工序施工难度大. 通过施工方案比较, 拱肋混凝土采用分 3 次 7 块、纵横对称的浇筑技术, 创新了大跨度拱式渡槽拱肋建造方式. 此技术减少了拱肋混凝土浇筑过程中的混凝土温度应力和入仓混凝土荷载引起的模板支架变形, 保证了拱肋同心圆度满足设计要求, 确保了拱式渡槽的施工质量, 具有较好的推广应用前景.

关键词: 大跨度拱式渡槽; 拱肋混凝土浇筑; 施工技术

中图分类号: TV332 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-4701(2020)04-0260-05

廖坊水利枢纽灌区工程二期工程是采用 PPP 模式建设的国家“十三五”期间 172 项重大水利工程之一, 是江西省首次采用大截面预制渡槽槽身构件建设的预制装配式渡槽^[1]. 其中, 西干渠渡王家渡槽中的 2 座净跨 60.00m 的 2 连拱和 3 连拱大跨度跨河拱式渡槽是江西省首例大跨度拱式渡槽. 由于工期紧, 大跨度拱式渡槽拱肋混凝土浇筑尚无施工经验借鉴, 施工难度大、条件差. 因此, 渡王家渡槽中的 2 座大跨度跨河拱式渡槽是制约西干渠如期完工的关键施工项目, 其中拱肋混凝土浇筑又是制约工期的关键工序.

为了确保在合同工期内如期完成渡王家渡槽中的 2 座大跨度跨河拱式渡槽的施工, 通过对设计推荐的拱肋混凝土分 6 次 11 块纵横对称浇筑施工方案和分 3 次 7 块纵横对称浇筑施工方案比较后, 拱肋混凝土浇筑采用了分 3 次 7 块纵横对称浇筑技术.

1 工程概况

廖坊水利枢纽灌区工程位于江西省廖坊水利枢纽坝址下游, 以抚河为界, 分为东、西两岸灌区, 灌区

工程控灌总面积 $3.35 \times 10^4 \text{hm}^2$ (50.21×10^4 亩). 二期工程于 2016 年 9 月 20 日开工, 合同总工期为 30 个月. 二期工程西干渠渡王家渡槽中的 3 连拱跨河拱式渡槽位于西干渠桩号 27+487.215~27+689.715 渠段, 2 连拱跨河拱式渡槽位于西干渠桩号 27+789.715~27+924.715 渠段, 均为预制矩形 C40 钢筋混凝土槽身, 槽身内空截面净宽 3.20m、净高 2.15m、内空截面积 6.84m^2 , 槽身长度为 7.50m; 主拱肋为悬链线双肋拱, 净跨为 60.00m, 拱肋混凝土强度等级为 C40, 截面尺寸为 $1.00 \text{m} \times 0.65 \text{m}$.

2 施工技术原理

大跨度拱式渡槽拱肋混凝土浇筑技术的原理:

(1) 在拱座混凝土浇完后, 对拱肋混凝土浇筑模板支架搭设地基进行加固和硬化处理 (主河道采用 600 钢管桩钢架栈桥), 使地基承载力满足设计要求;

(2) 按照《拱肋混凝土浇筑模板支架搭设专项施工方案》的要求搭设模板支架, 其预拱度应符合设计要求;

收稿日期: 2020-05-24

作者简介: 王元旦 (1963-), 男, 大学本科, 高级工程师.

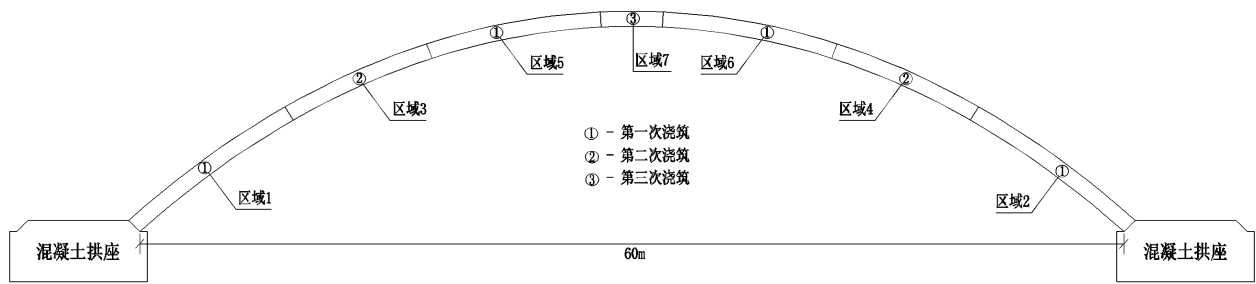


图 1 拱肋混凝土分块浇筑顺序及质量检测区域划分示意图

(3) 按照拱肋混凝土分块浇筑顺序的规定进行拱肋混凝土分块浇筑,拱肋混凝土分块浇筑顺序见图 1。

3 施工工艺流程及操作要点

3.1 施工工艺流程

大跨度拱式渡槽拱肋混凝土浇筑施工工艺流程图详见图 2。

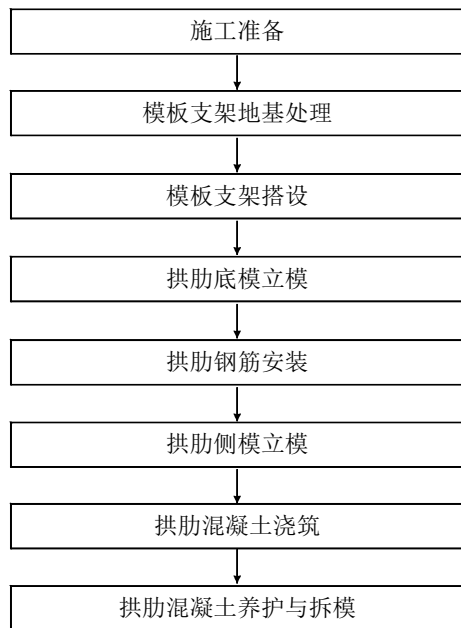


图 2 大跨度拱式渡槽拱肋混凝土浇筑施工工艺流程图

3.2 施工操作要点

3.2.1 施工准备阶段的主要工作内容

施工准备阶段的主要工作内容为熟悉设计文件与合同文件要求、熟悉施工环境、进行施工图审查、参加

设计交底会议、建立施工测量控制网、编制大跨度拱式渡槽拱肋混凝土浇筑施工技术方案和模板支架搭设专项施工方案并组织专家论证。另外还需进行施工临时道路和施工排水设施施工,对施工作业人员进行技术、质量、安全、环境保护与文明施工技术交底等。

3.2.2 模板支架地基处理

模板支架地基处理施工操作要求:

(1) 清除模板支架搭设范围内地基表层松散土层、排除积水,并找平地基。

(2) 对模板支架搭设范围内地基进行硬化处理。地基硬化处理措施首先在模板支架搭设范围内地基上铺设一层 40cm 厚的碎石混合料,并采用 20t 振动平碾碾压密实;其次是在碎石混合料层上面浇筑 20cm 厚的 C20 混凝土;最后主河道模板支架基础采用钢管桩钢架栈桥。

3.2.3 模板支架搭设

模板支架搭设操作要点:

(1) 根据《拱肋混凝土浇筑模板支架搭设专项施工方案》、《建筑施工碗扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 166-2016)、《建筑施工高处作业安全技术规范》(JGJ 80-2016)、《水利水电工程施工作业人员安全操作规程》(SL 401-2007)和《水利工程施工安全防护设施技术规范》(SL 714-2015)等对施工和管理人员进行技术和安全书面交底。

(2) 检查进场钢管、扣件的质量,严禁使用未经检验或检验不合格的钢管、扣件搭设模板支架。

(3) 按批准的模板支架搭设专项施工方案搭设拱肋混凝土浇筑模板支架。

3.2.4 拱肋底模立模

测量检查并调整拱肋底模模板的安装高程至符合

设计要求;按照设计要求和《水工混凝土施工规范》(SL 677-2014)的规定安装拱肋底模模板并加固牢固;对模板支架拱顶 12m 范围进行加载预压;测量检查并调整经加载预压后的拱肋底模模板的安装高程至符合设计要求,并加固模板支架。

3.2.5 拱肋钢筋安装

按照拱肋钢筋施工图纸的要求加工拱肋钢筋,进行拱肋钢筋安装测量放样和拱肋钢筋安装。

3.2.6 拱肋侧模立模

按照拱肋混凝土分块浇筑顺序进行拱肋侧模立模,按照设计要求和《水工混凝土施工规范》(SL 677-2014)的规定安装拱肋侧模模板并加固牢固。

3.2.7 拱肋混凝土浇筑

拱肋混凝土浇筑操作要点:

- (1)按照图 1 的浇筑顺序分块浇筑拱肋混凝土;
- (2)按照由低到高、纵横对称的施工顺序浇筑拱肋混凝土;

(3)按照设计要求和《水工混凝土施工规范》(SL 677-2014)的规定进行拱肋混凝土浇筑施工;

(4)前后顺序混凝土块浇筑的间隔时间,应根据前浇块混凝土浇筑时的环境温度和后浇块钢筋受前浇块混凝土温度应力影响而产生的变形是否消除来判定。

3.2.8 拱肋混凝土养护与拆模

按照《水工混凝土施工规范》(SL 677-2014)的规定进行拱肋混凝土养护;拱肋混凝土底模的拆模应在最后浇筑块的混凝土龄期达到 28d 后,并选择晴好天气时段进行;施工现场设置安全警示与防护设施,并安排专人进行现场监护。

4 材料与设备

大跨度拱式渡槽拱肋混凝土安全浇筑施工技术使用的主要材料、设备、机具及用途见表 1。

5 质量控制

5.1 施工质量控制的依据

本工程的施工质量控制依据为《拱式渡槽施工技术要求》、《混凝土结构工程施工规范》(GB 50666-2011)、《水工混凝土施工规范》(SL 677-2014)、《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204-2015)、《水

表 1 主要材料与设备

序号	材料及设备名称	用途
1	碗扣式钢管	搭设模板支架
2	建筑木(竹)胶模板	拱肋混凝土浇筑模板
3	建筑木方	拱肋混凝土浇筑模板底托等
4	汽车起重机/16t	卸车与安装物料吊运
5	混凝土罐车/9m ³	商品混凝土运输
6	混凝土泵车	拱肋混凝土入仓
7	钢筋切断机	拱肋钢筋加工
8	钢筋弯曲机	拱肋钢筋加工
9	电焊机	拱肋钢筋安装焊接
10	插入式振捣器/Ø30	混凝土振捣
11	水准仪	标高测量
12	全站仪	定位测量

利水电工程施工质量检验与评定规程》(SL 176-2007)等标准的质量控制要求,施工质量保证措施和施工质量检测计划。

5.2 施工质量控制标准

拱肋混凝土浇筑施工质量控制标准见表 2。

5.3 拱肋混凝土浇筑质量检测结果

拱肋混凝土浇筑质量检测区域划分见图 1 所示。拱肋混凝土内弧线、轴线、跨度偏离设计检测结果见表 3~5。

6 结 语

廖坊水利枢纽灌区二期工程西干渠渡王家渡槽中的 2 座大跨度跨河拱式渡槽施工应用的大跨度拱式渡槽拱肋混凝土浇筑技术,创新了江西省水利灌区工程大跨度拱式渡槽拱肋混凝土的浇筑方式,为今后类似工程的建设积累了示范工程经验;对确保西干渠渡王家渡槽工程按期完成起到了关键的作用;该施工技术具有保证拱式渡槽拱肋混凝土浇筑质量(拱肋同心圆度满足设计要求)、保证施工安全(减少了拱肋混凝土

表 2 拱肋混凝土浇筑施工质量控制标准

项次	检查项目	质量标准
模板制作	1 相邻两模板表面高差/mm	1
	2 两块模板间的拼缝宽度/mm	1
	3 模板侧面不平整度/mm	1.5
	4 模板面局部不平/mm	2(用 2m 直尺检查)
	5 连接配件的孔眼位置/mm	±1
模板安装	1 轴线位置/mm	5
	2 底模上表面标高/mm	+5, 0
	3 截面内部尺寸/mm	+4, -5
	4 局部垂直度/mm	6
	5 相邻两模板表面高差/mm	2
	6 模板面局部不平/mm	5(用 2m 直尺检查)
钢筋制安	1 钢筋的数量、规格尺寸、安装位置	符合质量标准和设计的要求
	2 钢筋接头的力学性能	符合规范要求
	3 焊接接头和焊接外观	符合规范要求
	4 钢筋连接	符合规范要求
	5 钢筋间距、保护层	符合规范和设计要求
	6 钢筋长度方向	符合规范要求
	7 同一排受力钢筋间距	符合规范要求
	8 双排钢筋, 其排与排间距	符合规范要求
	9 保护层厚度	符合规范要求
拱肋混凝土浇筑	1 混凝土强度等级	C40
	2 拱肋轴线偏离设计轴线/mm	≤5
	3 拱肋混凝土内弧线偏离设计弧线/mm	±4
	4 拱肋跨度偏离设计跨度/mm	±5

表 3 拱肋混凝土内弧线偏离设计弧线检测结果表

项目名称	1# 拱肋		2# 拱肋		3# 拱肋		4# 拱肋		5# 拱肋	
	左拱肋	右拱肋	左拱肋	右拱肋	左拱肋	右拱肋	左拱肋	右拱肋	左拱肋	右拱肋
检测数量/点	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
检测结果/mm	0.6~3.7	0.5~3.6	0.3~3.1	0.3~2.8	0.5~3.2	0.5~3.2	0.7~2.7	0.6~2.9	0.7~3.2	0.6~3.3

注: 拱肋混凝土内弧线偏离设计弧线设计质量要求为±4mm。

表4 拱肋轴线偏离设计轴线检测结果表

项目名称	1# 拱肋		2# 拱肋		3# 拱肋		4# 拱肋		5# 拱肋	
	左拱肋	右拱肋	左拱肋	右拱肋	左拱肋	右拱肋	左拱肋	右拱肋	左拱肋	右拱肋
检测数量/点	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
检测结果/mm	0.4~4.7	0.5~4.6	0.4~4.1	0.3~3.8	0.5~3.2	1.0~3.2	0.4~2.7	0.6~2.5	0.7~4.2	0.8~4.3

注:拱肋轴线偏离设计轴线设计质量要求为 $\leq 5\text{mm}$ 。

表5 拱肋跨度偏离设计跨度检测结果表

项目名称	1# 拱肋		2# 拱肋		3# 拱肋		4# 拱肋		5# 拱肋	
	左拱肋	右拱肋	左拱肋	右拱肋	左拱肋	右拱肋	左拱肋	右拱肋	左拱肋	右拱肋
检测数量/点	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
检测结果/mm	3.2	2.8	2.6	1.9	1.9	2.3	1.5	1.6	1.1	0.7

注:拱肋跨度偏离设计跨度设计质量要求为 $\pm 5\text{mm}$ 。

浇筑过程中的混凝土温度应力和入仓混凝土荷载引起的模板支架变形)、加快施工速度等特点。它适用于大跨度拱式渡槽拱肋混凝土浇筑施工,对类似工程施工具有较好地推广应用前景。

参考文献:

- [1] 郭洪有. 大截面长距离预制装配式渡槽快速施工技术 in 廖坊灌区二期工程中的应用[J]. 水利建设与管理, 2020, 5(72): 72~75+84.

编辑:张绍付

Application of arch rib pouring technology for large span aqueduct in the engineering

WANG Yuandan, GUO Hongyou

(Jiangxi Water and Hydropower Construction Co., Ltd, Nanchang 330200, China)

Abstract: As the key process of restricting time limit for Liaofang irrigation area phase II project, arch rib concrete pouring construction of large span aqueduct is of great difficulty. Through comparing construction schemes, arch rib concrete adopts 3 times 7 blocks and crossbar symmetric pouring technology, which is to innovate the construction ways of arch rib in large span aqueduct. This technology can reduce the concrete temperature stress in the arch rib concrete pouring process and the template deformation which caused by concrete load, ensure the concentric roundness of arch rib meeting the design requirements and construction quality of arch aqueduct. It has wide application prospects.

Key words: Large span arch aqueduct; Arch rib concrete pouring; Construction technology

翻译:彭圣军