

浅谈导流洞下闸封堵施工技术

张伟 刘明明 张欣

中国水利水电第十二工程局有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 水利水电工程导流洞在完成导流任务后,必须进行下闸封堵。科学合理的进行导流洞的封堵不仅可以保证后续施工的安全,还可以对整个施工工程的顺利进行起到保护作用。龙游县高坪桥水库工程导流洞下闸封堵在枯水期进行,技术保障到位,封堵严密,不渗漏,做到了一次成功封堵。经计算采用260T吊机吊装闸门,配合人工,安全性更高,本文主要阐述了吊机选型和闸门封堵的安全技术保障措施,供类似工程参考。

关键词: 导流洞;钢筋混凝土闸门;吊装;封堵

1 工程概况

1.1 工程位置及主要任务

龙游县高坪桥水库工程位于龙游县境内,衢江支流社阳港上,工程由拦河坝、溢洪道、导流洞、放水洞、发电引水建筑物、厂房和升压站、管理区、对外交通等组成。导流洞位于大坝右岸,主要用于施工期导流。导流洞全长189.85m,纵坡 $i = 1.85\%$,断面形式5m×5m的城门洞型。

水库蓄水前需下闸并封堵导流洞,封堵在闸门下闸后进行,封堵段长15m。闸门采用C30F50混凝土,闸门高5.4m,宽5.8m,厚0.8m,总重量为62.65t,闸门采用双吊点,吊耳间距3.5m,两侧及顶止水采用PA-60橡胶止水,底部采用12*2平止水。导流洞纵剖面图详见图1。

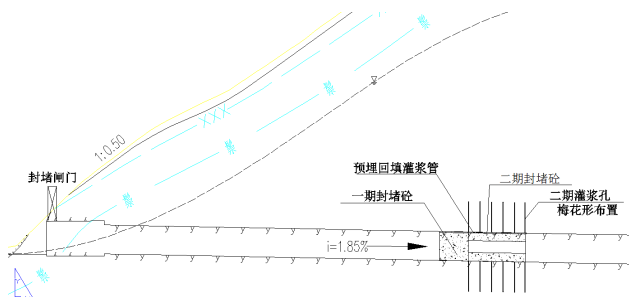


图1 导流洞纵剖面图

1.2 封堵期间水文气象条件

龙游属于亚热带季风气候区,四季分明,根据天气网的信息,下闸封堵期间天气以晴和多云为主,为下闸蓄水和导流洞封堵施工提供了十分有利的条件。

2 施工特点与难点

(1) 导流洞进口部位受水流多年冲刷,淘刷严重,大型吊机作业平台基础不稳,需大量石渣换填,并碾压平整,大型吊机平台布设存在一定难度。

(2) 闸门下放位置精度要求高,稍有偏差,极易卡

门,存在闸门损坏、挤压等风险,闸门封堵密封要求良好,并确保漏水量在合理范围内。闸门下放到位后,即开始承受上游来水压力,随着水位的不断上涨,闸门承受的压力越大,闸门将无法吊起,整个过程为不可逆作业,必须确保闸门下放位置准确^[1]。

(3) 工期紧、任务重,为满足生态放水需要,导流洞下闸及永久封堵需在30天内完成,且须进行底板拆模、边墙凿毛、止水刻槽等施工。

3 机械设备选择

3.1 汽车吊选型

(1) 主臂最小长度确定L为8.52m,计算如下:

$L = (H - 4) / \sin(70^\circ) = 8 / 0.939 = 8.52$, 其中 $H = 5.4 + 2.6 + 4 = 12\text{m}$

(2) 吊机额定重量确定M为85.94t,计算如下:

闸门62.6t,吊钩1.05t,钢丝绳0.8t,合计64.45t,确定额定起重重量为 $64.45 / 0.75 = 85.94\text{t}$

(3) 吊装幅度R按9.0m考虑,具体计算如下:

汽车吊支撑腿距离吊机主臂旋转中心4m,支撑腿位于边墩外侧,边墩宽度1.5m,门槽长度6m,吊装半径为 $R_{\text{min}} = 4 + 1 + 6/2 = 8\text{m}$,按9.0m考虑。汽车吊吊装立面图见图2。

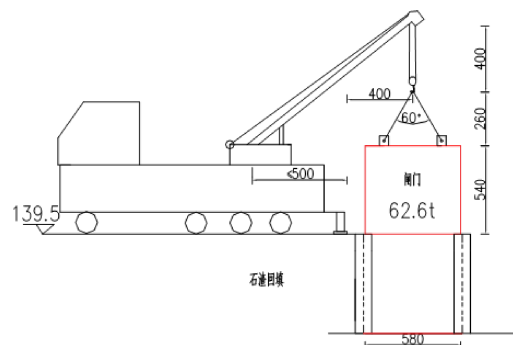


图2 吊装立面布置图

(4) 吊机选择

根据(1)~(4),选择260t吊机,主臂长度15.5m,工作半径9m,额定起重为93t。

3.2 钢丝绳选择

每个吊耳采用2股钢丝绳。钢丝绳拉力计算:闸门采用每端为2个吊耳,以两根钢丝绳进行计算: $N = K_1 * G / n * 2 / \sin\alpha \leq P / K_2$

式中: N —每根钢丝绳索具的受拉力; G —闸门重量,626KN; n —吊索根数, $n = 2$;

α —吊索钢丝绳与闸门水平夹角,为 60° ; P —吊索钢丝绳的破断拉力; K_1 —吊装时动载系数,取1.2; K_2 —吊索钢丝绳的安全系数,取6。(按6倍考虑)

$$N = K_1 * G / n * 2 / \sin\alpha = 1.2 * 626 / 2 * 2 / \sin 60^\circ = 216.9 \text{KN}$$

采用钢芯6×37S+IWR,钢丝绳直径 $D = 46\text{mm}$,钢丝绳最小破断拉力为1330KN。

$$P / K_2 = 1330 / 6 = 221.7 \text{KN}$$

$$N = K_1 * G / n * 2 / \sin\alpha = 216.9 \text{KN} \leq P / K_2 = 221.7 \text{KN};$$

采用钢芯6×37S+IWR,钢丝绳直径 $D = 46\text{mm}$,钢丝绳最小破断拉力为1330KN。钢丝绳满足要求。

3.3 基础承载力计算

汽车吊场地采用石渣分层回填夯实,底部是弱风化岩。

汽车吊支撑腿采用 $2\text{m} * 2\text{m} * 0.02\text{m}$ 的铁板

(1) 荷载计算

吊车自重72t;最大配重97.5t;闸门重量62.6t;吊钩1.04t;钢丝绳0.8t;合计233.94t。

(2) 地基承载力:

汽车吊每个支撑腿采用 $2\text{m} * 2\text{m} * 0.02\text{m}$ 的铁板支撑。汽车吊工作时最不利的情况是3点着地,也就是3个支腿支持着整台吊车的重量(包括自重和荷重),即:

$$\text{单个支腿最大承载力} = \frac{1}{3}(G + Q) = \frac{1}{3}(233.94) = 77.98(\text{t})$$

式中: G —汽车吊自重和配重,为 $72 + 97.5 = 169.5\text{t}$;

Q —汽车吊最大荷重,为 $62.6 + 1.04 + 0.8 = 64.44\text{t}$ 。

汽车吊对场地的压强应为:

$$\frac{\text{单个支腿最大承载力}}{S} = \frac{77.98}{4} = 19.50(\text{t} / \text{m}^2) = 195\text{kPa}$$

式中: S —支腿着点面积。

所在场地为石渣回填,底部为基岩,根据初步设计,承载力特征值为:强风化岩石 $f_{ak} = 700\text{kPa} \sim 800\text{kPa}$,弱风化岩石 $f_{ak} = 1.0 \text{MPa} \sim 1.5\text{MPa}$,取 $f_{ak} = 1.0\text{MPa}$,石渣回填夯实后,折减系数按0.5计算,地基承载力为 $0.5 * 1000 = 500\text{kPa}$ 。满足要求。

4 施工工艺技术

施工准备→吊车就位→试吊→闸门吊装→检查、封堵→撤离。

4.1 施工准备

(1) 吊装场地

吊装场地选择 $10\text{m} * 18\text{m} = 180\text{m}^2$,由于受水流多年冲刷,淘刷严重,基础很不稳定。为此,工程对基础进行了换填,回填料采用石渣,并用压路机对场地分层压实,层厚控制在45cm,上游侧用块石垒砌^[2]。

(2) 门槽、闸门检查

闸门下闸前,对门槽、闸门尺寸进行复核,闸门止水安装再一次复核。对门槽不锈钢水封座板表面进行清理,保证门槽各工作面的干净光洁。将门槽中泥土等杂物打扫清理干净。底槛如有石块等杂物,及时清除,保证闸门能顺利下放。

4.2 吊车就位、试吊

(1) 吊机停于导流洞进口场地,放好垫板,落下支撑腿。清除吊机转臂空间范围内障碍物,并用警示彩带设定警戒区域,非吊装施工人员严禁靠近。

(2) 吊装前将起重机械试运转一次,观察各部分及操作系统有无异常,并检查所有起重机具钢丝绳、卡环、吊钩等是否安全,符合要求后方可使用。

4.3 闸门吊装

吊机直接将闸门吊起就位于门槽内,两侧各安排2人,控制闸门两端平齐下降,保证闸门不会因为倾斜被卡;控制左右距离,保证闸门能够居中;同时在闸门下降过程中,采用人工不断打设三角木签的方式,将闸门逐渐向下游侧墩贴紧,确保止水和预埋铁板有效接触,尽量减少闸门的漏水量。

4.4 检查、封堵

闸门下放到位后,闸门前和闸门后各安排1名检查人员,对闸门周边漏水情况进行全面透光检查,并通过对讲机实时沟通,洞内人员指挥洞外人员对漏水位置进行封堵。本工程检查,闸门侧面透光处较多且缝隙稍大,闸门底部有多处小量渗漏,渗流量约为 $1.5\text{m}^3/\text{h}$ 。

根据应急方案结合现场渗流量,迅速制定缝隙封堵方案,闸门顶面和侧面采用微膨胀细石混凝土浇筑,将闸门与门槽之间的缝隙彻底封闭,底部采用在导流洞内紧贴闸门浇筑长5.8m、宽0.5m、高1m的混凝土封堵墙,并预埋一只 $\Phi 200$ 的钢管,钢管出口设置蝶阀,以控制渗水流量,待导流洞内部进行混凝土封堵时关闭蝶阀,给内部混凝土封堵施工创造最有利的干地作业条件^[3]。

4.5 机械设备撤离

在下闸前,脚手架、钢管、模板等建筑材料提前外运,检查撤离道路是否完好,确保撤离道路畅通。在导流洞闸门下闸后,撤离人员、运输车、吊车。在撤离过程中,安排专人观察上游蓄水水位,保证人员及设备安全有序撤离。

根据高坪桥水库逐年各月平均流量表和高坪桥水库水位~面积~库容关系表,查得各年9月平均流量为 $3.6\text{ m}^3/\text{s}$,水位上涨至路面高程需24h,吊车、封堵作业人员和作业机械有充足的时间撤离。

5 安全保证措施

5.1 危险控制措施

导流洞封堵主要有运输、吊装、焊接、混凝土封堵等施工内容,主要存在以下危险:①高处坠落;②起重伤害;③中毒伤害等。

(1) 防止高处坠落

高处作业时施工人员必须系好安全带,安全带的固定位置安全可靠,并且高挂低用,地面操作人员,尽量避免在高空作业面下方停留或通过,也不得在起重机的起重臂或正在吊装的构件下方停留或通过,构件安全后,必须检查连接质量,只有连接确实安全可靠时,才能拆除临时固定工具,吊装现场设置临时栏杆,禁止非工作人员入内。

(2) 防止起重伤害

确认吊运环境符合要求,检查钢丝绳是否有断丝,尤其检查卡扣和编结处是否断丝,确认安全后开始吊运,有特种操作人员指挥吊运,重物的中心与吊钩的中心在同一垂直线上,不可偏置,重物底部至少高出所跨障碍物最高点0.5m以上。起重机停止工作时,吊钩不得悬挂物件,吊钩必须挂到高处,以免摆动伤人。

5.2 安全防护措施验收

(1) 验收人员

项目法人、监理单位、施工单位等相关部门组成联合验收小组。

(2) 验收程序

吊装作业前全面布设各类安全防护措施,专职安全管理人员将检验合格证呈交监理工程师,验收合格后,监理工程师在验收合格证上签字方可开始作业。

(3) 验收内容

- 1) 闸门和门槽尺寸进行复测验收。
- 2) 吊机周围是否设置护栏等警戒设施,有无醒目警示标牌。
- 3) 是否设置相应的安全警示标牌及操作规程。

结束语

本工程导流洞封堵施工采用钢筋混凝土重型闸门,下闸后针对渗漏情况采取全面封堵方式,顺利的完成了封堵任务,对今后类似工程具有一定的借鉴和参考价值。

(1) 针对重型闸门吊装风险高,需提前通过力学计算对吊装设备及吊具进行验算,选取最合理且经济的设备,并确保施工方案可行及施工过程安全。

(2) 通过在闸门顶、侧三面封闭及后面追加封堵等措施,将渗漏量控制在零渗漏的状态,导流洞下闸封堵效果达到了预期效果,为后续导流洞内部混凝土封堵施工创造了最有利的干地施工条件,有效保障了后期混凝土浇筑的施工质量。

参考文献:

- [1]倪受红.中小河流导流洞闸门封堵施工技术[J].建材与装饰,2017,(35)
- [2]郑华.河流导流洞闸门封堵施工技术[J].建材与装饰,2019,(18)
- [3]积石峡水电站施工导流设计概述[J].许建军,林万旭,权锋.西北水电.2013(04)