

构皮滩水电站升船机平衡重块制作质量控制技术

罗意成，曾平，金国山

(中国水利水电第八工程局有限公司构皮滩水电站升船机安装项目部,贵州余庆 564408)

摘要:阐述了对尺寸和容重均有较高要求的构皮滩通航项目升船机平衡重块制作(混凝土预制件)的整个质量控制过程。

关键词:构皮滩水电站;质量控制;平衡重块

中图分类号:TV7;TV52;TV544

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)增1-0152-04

1 概述

乌江构皮滩水电站位于贵州省余庆县构皮滩镇境内,坝址多年平均流量 $717 \text{ m}^3/\text{s}$,坝址多年平均径流量226亿 m^3 。电站的主要任务是发电,兼顾航运、防洪及其他综合利用。构皮滩水电站通航建筑物最高通航水头为199 m,由三级钢丝绳卷扬提升式垂直升船机组成,第一级升船机和第三级升船机是国内规模最大的入水式升船机,同时其提升力等参数名列世界第一,第二级垂直升船机总建筑物高度176.5 m,最大提升高度127 m,是世界上提升高度最大的垂直升船机。

构皮滩水电站升船机配重块第一级共计48块,第二级80块,第三级48块,第一级和第三级外形尺寸为 $9250 \text{ mm} \times 2000 \text{ mm} \times 830 \text{ mm}$,第二级外形尺寸为 $10400 \text{ mm} \times 2100 \text{ mm} \times 620 \text{ mm}$,平衡重块采用高容重混凝土制造,混凝土强度等级不低于C40。混凝土的配比经试验确定,必须确保其强度和容重要求,其中第一级上下段和第三级下段容重为 2.8 t/m^3 ,第三级上段容重为 2.89 t/m^3 ,第二级重力平衡容重为 3.12 t/m^3 ,第二级转矩平衡容重为 2.48 t/m^3 。

配重块混凝土外形尺寸必须准确,高度和宽度的尺寸误差不得大于 $\pm 10 \text{ mm}$,厚度尺寸误差不得大于 $\pm 5 \text{ mm}$ 。两段平衡重块焊接为一体,自由悬吊状态下平衡重块在整个高度沿水流方向的偏斜量不得超过 10 mm ,垂直水流方向的偏斜量不得超过 5 mm 。平衡重块的质量误差不得大于 $\pm 50 \text{ kg}$ /分段块。在外形尺寸及容重方面要求均较高,施工难度大。

2 混凝土质量控制措施

收稿日期:2018-01-10

混凝土的质量控制包括初步控制、生产控制和合格控制。

(1)通过对原材料进行质量检验与控制、混凝土配合比的确定与控制、混凝土生产和施工过程各工序的质量检验与控制以及合格性检验控制,使混凝土质量符合规定要求。

(2)在生产和施工过程中进行质量检测,计算统计参数,应用各种质量管理图表并遵循升级循环的方式制定改进与提高质量的措施,完善质量控制过程,使混凝土质量稳定提高。

(3)必须配备相应的技术人员和必要的检验及试验设备,建立和健全必要的技术管理与质量控制制度。

3 施工工序控制

3.1 原材料的选用

合理的选材可以生产出高强度、高经济性、高工作性的混凝土,良好的级配配制出的混凝土可以达到以下几点要求:

(1)可以减少水泥用量,降低成本,提高效益;

(2)水泥用量的减少可以降低水化热;

(3)降低用水量,可以提高混凝土的密实度、强度和其它一些性能;

(4)混凝土浇筑成型后,可以获得密实、均匀、强度高的混凝土。

因该平衡重块混凝土的重量要求精确,因此,原材料必须规格一致,密度均匀,含水量尽量稳定。因其入仓方式为门机配合吊罐直接入仓而不需要泵送,出于强度及经济性考虑,尽可能地使用粗一点的砂子和粗骨料。原材料检测分为料场检验和进场检验以及开仓前检验,在料场检验合格后方可进场,进场后仍需检验原材料的密度和含

水率,因为开仓时和原材料进场时的气候条件不一样。为了准确确定含水量,在开仓前再次进行原材料检验,重点为含水量检测。在外加剂方面,考虑到减水剂可以使水泥颗粒分散,降低用水量,改善和易性,进而提高水泥基材料的致密性和硬度,因此最终选用了减水效果为 27% 的高效缓凝型减水剂。

3.2 配合比的选用

配合比必须在计算后经工厂试验确定。因为平衡重块混凝土对尺寸和重量均有较高的要求,在配合比计算时需要同时采用假定容重法和绝对体积法,在保证容重的同时也需保证体积。需要注意的是:计算时需将配重块中所有非混凝土占用的体积扣去,然后根据实际体积计算容重的详细值,同时应考虑水分的流失(平时在混凝土浇

筑中很少考虑混凝土中水分的流失),这是因为构皮滩水电站对平衡重块重量的偏差要求极高,所以,水分的考虑很有必要。混凝土中的水在浇筑时有一部分以泌水的形式流失,在凝固过程中与水泥发生水化反应,水化热反应水大概的需要量为水泥总量的 22%~25%,混凝土终凝后水分又以结晶水、吸附水和游离水的形式存在,而混凝土终凝后主要流失的为游离水。在试验中需要详细测定终凝后水分的流失总量。在该项目中所测定的水分总的流失量大概为 10%。在配合比计算时需要扣除水分的流失量。例如,在第一级转矩平衡重和第三级上段平衡重两种配合比中实际的配合比容重比设计容重大 15 kg,导致每块配重块的浇筑重量比设计重量约重 100 kg。优化后的配合比见表 1。

表 1 优化后的设计配合比表

平衡重名称	混凝土总重量 /kg	水 /kg	配重块总体积 /m ³	扣除体积 /m ³	净体积 /m ³	混凝土干密度 /kg·m ⁻³	水流失量 /kg	混凝土湿密度 /kg·m ⁻³
第一级转矩	18 767.8	150	7.678	1	6.678	2 815	15	2 830
第二级转矩	14 317.4	163	6.77	0.979	5.791	2 485	16	2 501
第二级重力	17 896.5	150	6.77	1.009	5.761	3 106	15	3 121
第三级转矩	18 734.5	158	7.678	1.074	6.604	2 836	16	2 852

3.3 模板的选用

因平衡重要求的精度较高且重复使用率高,因此最终选用定型模板。侧模选用 5 mm 厚的钢板,并使用 6 mm 厚钢板作为肋板,同时,纵向使用工字钢加固,四角焊接带孔连接板用承插销作为连接,在保证长宽高后,因对角较难控制,故针对对角部分使用花篮螺栓进行对拉及微调以调整对角线偏差。对于底板,我们在对比研究后选用 10 mm 厚的钢板作为底模,宽度为 2 200 mm,每侧宽出 100 mm。使用钢板底模的优点:利于脱模,刚度高,平整度好,不用修补;缺点:费用高,初期安平较难,需要做砂浆垫层作为找平层;另外,为防止在起吊配重块时钢底模脱空,采用 φ14 地脚螺栓打入混凝土地基中与钢底模焊接以保证底模的稳定性。

3.4 技术交底

工人是施工作业的真正实施者,在施工中具有一定的主观性。作为质量控制的一个关键环节,非常有必要对他们进行技术交底,向工人说明配重块的技术要求和质量控制的重要性,对关键

点进行重点交底,如(1)骨料称量必须准确;(2)模板拼装细致,严禁野蛮施工;(3)埋件安装必须准确并加固牢固;(4)混凝土拌制时间需足够、坍落度要准确;(5)钢筋下料要准确,安装、绑扎应符合规范要求;(6)安全施工等。

3.5 钢筋和预埋件的安装及模板拼装

钢筋必须有合格证书,并且在进场后要由实验室进行检验,合格后方可使用。对下料钢筋和预埋件进行称重,校核钢筋的实际重量及埋件重量同设计值的偏差。需要注意的是焊接接头、钢筋搭接部分以及绑扎丝的重量同样要加入到配合比校核中。

预埋件安装按照设计要求进行,尽量采用钢筋连接加固,避免其在浇筑过程中产生位移。

模板拼装后必须检查拼缝,若有缝隙应尽量调整,最后用水泥砂浆进行补缝处理,防止在浇筑过程中发生漏浆现象。

3.6 拌和称重

在开始浇筑前,应对骨料的含水进行重点检测,以准确调整拌和用水量。搅拌机本身具有称

重计量功能,但是一般的搅拌机的计量偏差对于该项目来说已经无法满足其精度要求,且在搅拌及卸料过程中会有少量的物料损失,因此,从搅拌机处得到的数据已不能满足要求。我们在搅拌机卸料口处单独设置了一台高精度的5 t地磅作为主要称重工具,在混凝土卸落至吊罐后,由5 t地磅称重记录后,由5 t地磅称重记录后再卸料入仓;同时,在卸料点进行坍落度检测。鉴于施工中水是影响容重的重要因素,因此,坍落度测量在施工中也非常重要,若发现与设计要求不符时需要马上进行调整。

3.7 入仓浇筑振捣

混凝土入仓时必须满足规范要求,下料高度不能大于2 m。在施工过程中,吊罐靠近仓号顶部时再进行卸料,且下料时尽量由中间往两边卸料,防止粗骨料堆积;下料速度不能过快,以防止下料时冲击力度过大对侧模造成较大的压力而导致模板偏移。

由于该配重块容重及体积要求精度均较高,为了保证浇筑成型的配重块质量和密度的稳定性,要求混凝土振捣必须密实,密度均匀。入仓的混凝土应及时平仓振捣,不能堆积,仓内若有粗骨料堆叠时,应均匀地将其分布至砂浆较多处,但不得用水泥砂浆覆盖,以免造成蜂窝。

混凝土浇筑应先平仓、后振捣,严禁以振捣代替平仓。振捣时间以混凝土粗骨料不再显著下沉并开始泛浆为准,应避免欠振或过振。我们选用手持式φ50或者φ70振捣棒,振捣时插入的间距不超过振捣棒有效半径的1.5倍。振捣时应垂直按顺序插入混凝土,逐点振捣、间距均匀,快插慢拔,直到混凝土不再显著下沉、不再出现气泡、表面泛出水泥浆和外观均匀为止,同时在振捣时严

禁触碰埋件,并且不能太靠近模板,若太近容易导致模板变形或拼缝张开而导致漏浆现象发生,最后,采用长2 050 mm、宽300 mm、其上面附着有平板振动器的钢板,以两侧侧模顶面为导轨进行振捣,

3.8 抹面收光

由于该配重块混凝土后期需进行防腐涂装,因此,在最后收面时其必须平整光滑以满足规范要求,减少后期打磨处理的人工。抹面的时机要掌握准确,时间过短,抹面效果不好且需要重复抹面,浪费人工;抹面时间过长,容易导致混凝土凝固后强度过高,抹不出或费时费力。

3.9 养护

混凝土养护是混凝土施工中很重要的一个环节,如果养护不到位,就会导致混凝土中的水分蒸发过快,使混凝土中的水泥没有来得及反应,后期强度上升不起来,最终导致混凝土强度达不到设计要求。在施工中选用了4 m宽的厚塑料薄膜进行养护,在浇筑6~12 h后用塑料薄膜全部包裹,四周用钢筋或重物压边,以保证混凝土中的蒸发水分不流失、混凝土表面始终处于湿润状态,在混凝土浇筑后的前7 d格外需要注意。

3.10 称重与调整

在浇筑7 d后,由实验室测试7 d抗压强度以及容重测试后进行起吊作业。在起吊的同时用电子吊秤进行称重计量,起吊后移至堆放区集中堆放养护,28 d时再次进行抗压强度试验、容重测试以及称重计量,同时建立7 d和28 d推定强度公式,以便于指导施工,根据容重测试结果对平衡重块配合比进行优化调整。配重块重量偏差及水分流失量见表2。

表2 平衡重块重量偏差及水分流失量统计表

平衡重 名称	单块平衡重块 浇筑后总重量/kg	单块平衡重块 设计重量/kg	最大 偏差值/kg	最小 偏差值/kg	平均 偏差值/kg	水分平均 流失量/kg
第一级转矩上段	22 411	22 311	-51/46	-1	+5	11
第一级转矩下段	22 281	22 170.9	-44/51	+4	+14	9.8
第二级转矩下段	17 522	17 428.9	-52/33	-3	+2	11.2
第三级转矩上段	22 394	22 287.9	-41/44	+1	+3	10.1

4 施工过程中的方案改进

在项目施工过程中,我们认识到还有可以改进的地方,其一是该次选用的是定型模板,而定型

模板的四个角由承插销结构连接,从而可以保证其长、宽方面的尺寸。但由于承插销相当于一个支铰,可以转动而无法保证对角线尺寸;同时,由

于经常立模拆模,销孔的磨损比较严重,导致模板接拼处缝隙较大;其二是单块混凝土量较大,浇筑过程中,由于侧压力导致侧模板变形、配重块侧面尺寸超差造成打磨量大。为解决上述问题,在今后的施工中,应考虑对模板的四个角用螺栓组联接(螺栓孔变大后割除螺孔部位,同时配焊新的螺栓孔模板并进行机械校平),同时增加模板筋板并在浇筑时在侧模模板中部附近设置两道专用卡具以提高模板的刚性,进而可以保证对角线尺寸,同时可以提高模板的耐用程度,减少重复修正次数,彻底解决上述两个问题。

5 结语

在混凝土施工中,一般很少对容重有特别精确的要求。因为施工中的各种不确定性因素容易导致容重偏差,同样,水分流失量也是一个很难控制的关键点。每个项目使用的原材料不同,混凝

(上接第 93 页)

接螺栓,起吊并将行走台车组移出停车位置;用 2 台 260 t 吊车抬吊钢性支腿斜靠在桥面上并将其

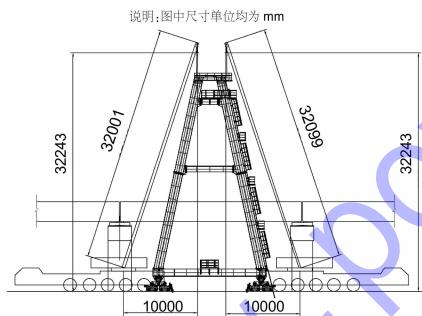


图 8 刚性支腿吊拆示意图

(上接第 122 页)

性。同时,加强滚压,确保没有空鼓,如有空鼓时采用针管注胶等方法进行修补。

(6) 混凝土表面打磨时,室内粉尘浓度较高,操作人员要戴防尘口罩和防尘眼镜并且采取撒水等降尘措施。

5 结语

碳纤维布加固技术在水利工程建设中得到了广泛的运用,该技术依托密云水库调蓄工程第二标段史家桥涵洞洞顶顶板、两侧墙等修补加固施

工中的水分含量就会不同。笔者通过构皮滩水电站升船机平衡重块的制作过程,阐述了混凝土容重及尺寸质量控制过程,对高精度的混凝土施工具有一定的参考作用。

参考文献:

- [1] GB 50164-2011, 混凝土质量控制标准[S].
- [2] SL 677-2014, 水工混凝土施工规范[S].
- [3] 魏丽萍. 水在混凝土中的作用及对混凝土性能的影响[J]. 安徽建筑工业学报, 2002, 10(1): 19-22.

作者简介:

罗意成(1984-),男,湖南邵阳人,项目部总工程师,工程师,从事机电工程及金属结构技术与管理工作;

曾 平(1968-),男,湖南南县人,副经理,工程师,从事机电工程及金属结构技术与管理工作;

金国山(1985-),男,河南洛阳人,工程师,一级建造师,注册安全工程师,从事机电工程及金属结构技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

用手拉葫芦固定;拆卸刚性支腿中部的连接螺栓后用汽车吊将钢性支腿上、下部分分别吊至南侧便道地面上进行解体,然后用平板车转运至存放场(图 8)。

步骤 10:采用相同的方法拆除柔性支腿。

5 结语

本次拆除工作采用上述施工技术,安全、快速、顺利地完成了 2 台 MGHZ450T 大型提梁机的拆除施工任务,取得了非常满意的结果。希望所取得的经验能给类似设备的拆除施工提供参考。

作者简介:

马友德(1961-),男,四川广元人,工程师,从事水电及铁路工程建设技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

工效果看,有效地解决了年久失修的水利工程结构物出现的质量缺陷,达到了理想的修补加固效果,并在施工过程中有效地降低了施工成本,缩短了施工周期,保证了施工安全和质量,创造出了较高的经济社会效益。

作者简介:

王亚斌(1993-),男,甘肃天水人,助理工程师,从事水电及铁路工程建设技术与管理工作;

段景朝(1982-),男,河南陕县人,项目副经理,工程师,学士,从事水电及铁路工程建设技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)