

多诺水电站混凝土面板现场施工质量控制

朱世杰

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,四川 成都 610072)

摘要:滑模施工是面板混凝土常用的施工方法。介绍了多诺水电站面板混凝土施工采取的质量控制措施以及取得的效果。

关键词:面板混凝土;施工质量;控制措施;多诺水电站

中图分类号:TV7;TV641;TV523;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)增1-0086-04

1 概述

多诺水电站大坝类型为钢筋混凝土面板堆石坝,坝顶高程为2 374.5 m,坝底高程为2 262 m,最大坝高112.5 m,坝面顶宽10 m,坝长220 m。大坝上、下游坡度均为1:1.4,大坝在下游坡2 283.5 m、2 313.5 m、2 343.5 m高程设置了3 m宽马道,上游2 323 m高程下设粉质粘土和任意料铺盖。

大坝混凝土面板最大长度约为193.5 m,厚度沿高程从下至上逐渐减小。大坝为建在覆盖层上的高混凝土面板堆石坝,坝体应力变形复杂,因此,保证大坝混凝土面板防渗抗裂性能至关重要。所设计的面板混凝土技术指标为C25W12F150。

为了提高面板混凝土抗裂强度和断裂韧性,减少混凝土干缩变形以及混凝土面板裂缝的产生,设计人员在面板混凝土中掺加了适量的微纤维和MgO,以提高大坝的防渗性和安全性。

2 施工方案

面板混凝土分两期施工,不设永久水平缝,一期面板施工至高程2 325 m,二期面板施工至高程2 370.7 m,其混凝土面板共分22块,面板标准分块宽度为12 m和8 m,中间宽12 m,共分9块;两侧分别设有8 m块(左侧5块、右侧6块);两侧顶部坝肩各设有一块宽度为9.97 m和3.05 m的边板(图1)。

大坝面板混凝土采用无轨拉模施工方案,采

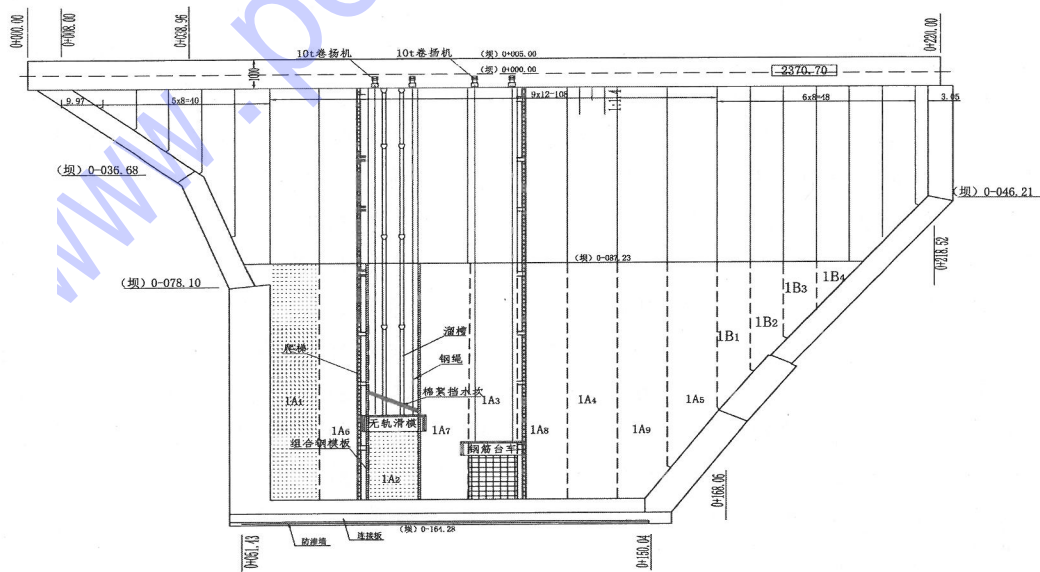


图1 混凝土面板施工分块(程序)图

用侧模或已浇筑面板为模体支承,由安装在施工

收稿日期:2017-04-06

平台上的卷扬机牵引模体沿坡面上升完成模体移动。混凝土由 9 m^3 罐车或 6 m^3 自卸车进行运输,经下料斗通过溜槽并由人工辅助进入仓内完成入仓,施工所需钢筋及材料均由钢筋台车输送

至各工作面,钢筋台车同样以卷扬机作为牵引。一期面板浇筑以高程 $2\ 342\text{ m}$ 坝前填筑面作为施工平台,二期面板浇筑以高程 $2\ 371\text{ m}$ 填筑面作为施工平台,所采用的施工工艺见图2。

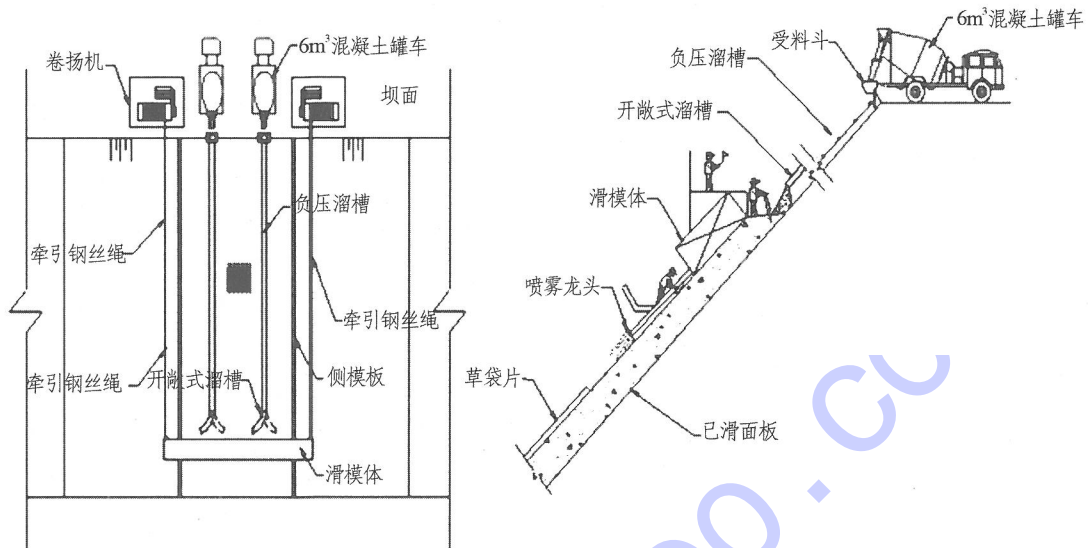


图2 面板混凝土施工工艺示意图

根据类似工程经验和多诺工程施工进度要求,配置了2套 12 m 长、2套 8 m 长的施工用滑模(8 m 、 12 m 面板的滑模长度分别为 10 m 、 14 m ,滑模两端均分别与侧模搭接 1 m ,滑模宽 1.3 m),面板浇筑采取跳仓方式进行施工。

3 施工质量的控制

在对面板混凝土施工质量控制过程中,采取了监理工程师全程旁站的监理方式,坚持对混凝土施工整个过程和工序进行质量控制,即从混凝土原材料、生产、运输、入仓、平仓、振捣、养护及表面处理进而对抽样检测资料进行整理、复核和对混凝土浇筑质量认可全过程进行质量控制。这一检查和控制过程主要分为以下几项工作内容:对混凝土施工中的单项施工措施进行审查、混凝土浇筑前的仓面检查验收、混凝土运输及仓面浇筑质量检查和控制、混凝土浇筑后的养护和表面质量检查、处理以及混凝土检测资料的整理、汇总、分析及质量评定。

3.1 砂浆固坡面的清理及修整

在翻模固坡砂浆面上布置 $3\text{ m} \times 3\text{ m}$ 的网格进行平整度测量,按设计线逐格检查,其偏差满足《钢筋混凝土面板堆石坝施工规范》及设计、合同等相关规范的要求。对超过允许偏差的部分进行

处理,即人工削除高出设计线的部分,然后采用与固坡砂浆同等级的砂浆进行修整,对低于设计线 8 cm 的部位采用与固坡砂浆同等级的砂浆进行修补,以确保面板基础平整度和设计厚度。

3.2 砂浆条带的施工

(1)首先拆除趾板止水片的保护设施,拉筋露头用砂轮机磨平。

(2)对面板垂直缝进行测量放样,在砂浆固坡面上放出每条板间缝的中心线和砂浆条带边线,并用白石灰或铁钎标识。

(3)按规范及设计要求修整成型,铺设厚度为 $1\sim 5\text{ cm}$ 的M2.5水泥砂浆,其平整度采用 2 m 直尺检测,偏差不大于 5 mm 。

3.3 面板周边缝的处理

(1)周边缝,即趾板与面板之间的结构缝,是面板止水系统中重要的组成部分。面板施工前,需对周边缝基础及接缝进行处理:首先将铜止水上部堆存的石渣清除掉,将止水保护盒拆除,再由人工进行清理、洗净。

(2)如发现止水损坏,应在现场立即进行修复并实施现场试验,修复质量以满足设计、规范要求为准。

3.4 止水的安装

止水安装的施工顺序:在砂浆条带上刷沥青防水垫层→6 mm厚橡胶垫片→铜止水安装(内填充橡胶棒、聚氨酯泡沫塑料)→复合SR止水条→沥青封口。

制作与安装:①W1型铜止水由定型卷材机械压制而成,同时将铜止水鼻子内填橡胶棒、聚氨酯泡沫塑料一并完成。每块铜止水长度按面板斜长一次性制作完成;②每块面板铜止水安装前,先在砂浆条带上刷沥青防水垫层,然后铺设6 mm厚橡胶垫片,再采用人工将止水铜片铺设就位,由测量人员通过仪器控制其就位精度;③W1止水铜片安装就位后,用干净的软布沾水擦拭止水表面,使之清洁、光滑、无缺陷;④止水铜片顶面粘贴复合SR止水条,最后采用沥青封口;⑤U型止水在侧模施工时进行安装,U型止水和W1型止水安装方式相同,U型止水与W1型止水的连接采用双面搭接焊,搭接长度不少于20 mm。

3.5 钢筋制安

面板钢筋分别为单层双向和双层双向钢筋,架立筋采用 $\phi 16$ 螺纹钢制作,分别设置垂直架立筋和水平架立筋。为了减少架立筋对面板混凝土的变形约束力,垂直于坝面的架立筋在浇筑到坝面附近时将其切断。将横向架立筋焊接在垂直架立筋上,垂直架立筋间排距为 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$,钢筋连接采用电弧焊、单面焊接,搭接长度为 $10d$ (d 为设计钢筋直径)。钢筋安装完成并经验收合格后方允许进行滑模就位,准备面板混凝土的施工。

3.6 模板的制作与安装

面板混凝土模板包括侧模和无轨滑模。

(1) 侧模安装。

侧模之间的接缝必须平整严密,无错台现象,混凝土浇筑过程中,设置专人负责经常检查、调整模板的形状和位置。注意对侧模的加固支撑,加强检查与维护,防止模板变形或移位。

侧模安装时,确保止水片安装牢固、稳定,并注意保护已埋设的止水片。

侧模安装允许偏差不得超过以下规定:相邻两块模板高差不大于3 mm,模板与设计线的偏差不大于3 mm,模板与铜止水片的对中偏差不大于5 mm,模板垂直偏差不大于3 mm。

(2) 滑模的安装。

模体与侧模搭接长度为1 m。面板拉模体就

位后,启动坝顶牵引卷扬机进行试滑,待检查结果一切正常后,方可进行正式拉模。

3.7 溜槽的安装

无轨滑模就位后,即可布置溜槽,其上接坝面受料斗,下至浇筑仓内。

溜槽型式为开口梯型,每节长120 cm,搭接长度为10 cm,安装时采用溜槽挂钩和铁丝连接加固,分段固定在钢筋网上,在靠近仓面6~8 m范围设活动溜槽。浇筑时,溜槽随滑模上升而逐节拆除。每块面板采用一套溜槽施工。

3.8 混凝土面板的浇筑和养护

面板施工采用跳仓浇筑,分两序进行。混凝土用混凝土罐车或自卸汽车运至坝面,经溜槽入仓。经平仓后采用软轴插入式振捣器振捣密实。混凝土料一次入仓厚度不超过30 cm,每小时提升距离不小于30 cm,将平均提升速度控制在1.2 m/h左右。混凝土平仓振捣后由外挂于滑模下方修整平台上的工人进行抹面。两岸面板三角块采用旋转法进行浇筑,将无轨滑模放至与趾板平行、上端固定不动并用侧向葫芦牵动滑模向另一侧渐渐移动,直到浇完三角块。滑模跨在两侧侧模上,呈水平位置后再同时向上滑升。混凝土浇筑收面后,立即用塑料薄膜进行覆盖,面板顶部设水管流水养护,养护时间为直至蓄水或至少90 d。多诺水电站工程在二期面板混凝土完成时正好进入冬季,由于该工程处于寒冷地区,因此,按照规范及设计要求采用了保温被等保暖保温措施进行过冬保温。

4 表面裂缝的检查及处理

面板混凝土浇筑完成后,对其表面进行了全面的裂缝检查,记录了裂缝分布、条数、长度、宽度、深度、形状及是否贯穿等资料,依据检查结果逐块、逐条按其分布情况在面板表面进行描绘,按照设计要求对裂缝的分类逐块填写《面板及趾板裂缝普查分类统计表》,由承包人提出专门报告并提交设计、监理进一步确认。从检查结果看:趾板未发现裂缝,而面板混凝土裂缝绝大多数为I类裂缝,有极少数的II、III类裂缝,局部有表层“翘壳”现象出现。

对上述所有裂缝和表层“翘壳”均要求承包人严格按照设计要求的施工工艺和处理方案进行了处理,现场实施监理旁站监督,并按其设计标准

进行质量检查。

5 面板混凝土质量评价

多诺水电站面板混凝土施工过程控制较为严格,设置有完整的施工质量管理程序和完善的质

量检查制度,各工序施工到位、认真,从而保证了施工质量,抽检试验结果表明(表1~3):混凝土面板施工质量完全满足设计要求。

表1 混凝土试件检测成果表

部位	设计强度	检测组数	28 d 抗压强度 /MPa			均方差 δ	概率系数 -t	保证率 /%
			最大值	最小值	平均值			
面板	C25	59	39.6	25.7	32.6	3.3	2.28	98

表2 面板混凝土抗渗试验检测成果表

部位	设计标号	检测组数	试件渗水时的水压力 /MPa
面板	C25W12F150	22	0.1 ~ 1.3 MPa 时均无渗水 (标准:大于 1.2 MPa 无渗水,满足设计要求)

表3 面板混凝土单元工程质量评定汇总表

工程部位	单元数量	合格数量	优良数量	合格率 /%	优良率 /%
一期面板	15	15	13	100	86.7
二期面板	22	22	18	100	81.8
总体评价	37	37	31	100	83.8

6 结 语

混凝土面板堆石坝的面板混凝土作为坝体的防渗结构,其施工质量至关重要。除了现场施工质量控制外,还应根据设计技术指标,提前完成混凝土配合比设计,通过优化配合比,得到满足设计抗压强度和抗冻、防渗等要求且抗裂性能好的混凝土配合比,这一点尤为关键。另外,为减小因堆

石坝体沉降过大而造成混凝土面板脱空引起的变形,应严格控制坝体填筑施工质量,并确保在面板混凝土施工前坝体沉降已趋于稳定。

作者简介:

朱世杰(1964-),男,甘肃定西人,教授级高级工程师,学士,从事EPC项目和水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第85页)

门的征地协调人员,并聘请有经验的同志担任EPC项目部副经理主管征地协调工作。依靠当地党委、政府和土地主管部门,成立了工程征地协调领导小组,确定了工作小组领导和人员,对工期紧、征地难度大的区域,请求并成立了工作督导组,有效地推进了征地工作进程。项目实施过程中,加强对外协调,优化施工环境,使项目实施不受或少受外界影响。

5 结 语

对于风电 EPC 项目,其风险管理工作在很大程度上决定着项目的成败。对于总承包企业而言,应当做到管住风险的入口,疏通风险的出口,在风电 EPC 项目全寿命周期开展动态化的风险管控。在项目风险识别、风险分析、风险管理、风

险应对过程中,确定风电 EPC 项目的关键风险,并采取有效的措施对项目风险进行管控,以提高总承包企业的综合效益,推动工程承包企业更快的发展。

参考文献:

- [1] 何丽环. EPC 模式下承包商工程风险评价研究[D]. 天津:天津大学, 2008.
- [2] 胡 萍. EPC 模式下风电项目总承包商的风险研究[D]. 三峡大学, 2011.

作者简介:

朱 强(1991-),男,安徽芜湖人,工程师,硕士,从事 EPC 项目技术与管理工作;

刘伯伟(1992-),男,湖北仙桃人,技术员,从事 EPC 项目技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)