

象鼻岭水电站碾压混凝土拱坝温控防裂监理工作研究

刘和乃

湖南水利电力工程建设监理咨询有限公司 湖南长沙 410007

摘要: 本文主要总结介绍象鼻岭水电站碾压混凝土高拱坝温控监理工作的事前、过程控制, 对监理在裂缝产生机理、现场温控条件、设计标准审查与学习掌握、原材料选择、温度控制措施、过程管理、浇筑养护、温控效果等方面的控制总结叙述, 探讨温控监理控制工作的针对性开展。

关键词: 碾压混凝土拱坝; 温控事前监理控制工作; 温控过程监理控制工作

Research on temperature control and crack prevention supervision of RCC Arch Dam of Xiangbiiling Hydropower Station

Naihe Liu

Hunan water conservancy and power engineering construction supervision Consulting Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410007

Abstract: This paper mainly summarizes and introduces the prior and process control of the temperature control supervision of the RCC high arch dam of Xiangbiiling hydropower station, summarizes and describes the control of the supervision in the aspects of crack generation mechanism, site temperature control conditions, design standard review and learning, raw material selection, temperature control measures, process management, pouring maintenance and temperature control effect, and discusses the pertinence of the temperature control supervision and control work.

Keywords: roller compacted concrete arch dam; Pre-supervision and control of temperature control; Supervision and control of temperature control process

一、概述

象鼻岭水电站枢纽工程大坝为碾压混凝土双曲拱坝, 最大坝高141.5m, 为已建(含目前在建)碾压混凝土双曲拱坝世界第二坝高。工程规模为大(2)型, 坝体拱冠梁顶厚度8.0m, 拱冠梁底厚度35.0m, 拱端最大厚度38.0m; 拱坝厚高比: 0.247, 上游面最大倒悬度: 0.148, 下游面最大倒悬度0.151, 最大中心角97.433°, 坝体混凝土体积64.547万m³。

象鼻岭水电站坝址气候为高原寒冷山谷气候, 复杂

多变。同时混凝土所用骨料为玄武岩人工生产骨料, 诸多因素给混凝土浇筑及温控带来相当大的困难。

监理通过认真的事前梳理及对实际条件、温控要求的掌握, 组织施工单位制订针对性、系统性的温控措施。在具体实施过程中通过主动控制、积极服务, 组织施工单位认真做好各项工作, 整个温控工作符合事前规划要求, 大坝施工质量符合设计及规范要求及建设目标要求。

工程2017年4月底蓄水, 2017年7月两台机组全部投产发电, 2019年11月通过枢纽工程专项验收, 2022年3月通过国家电投达标投产验收考核, 工程运行良好。

二、象鼻岭水电站碾压混凝土拱坝温控事前监理控制工作

1、在施工前期及大坝开挖时期的近3年时间里, 组

作者简介: 刘和乃(1968-), 男, 湖南耒阳人, 一直从事水利水电工程建设施工及监理工作, 先后担任湖南株溪口水电站、贵州白市水电站、贵州象鼻岭水电站总监理工程师。

织对坝址区域的外界气温、光照、风速、降雨、湿度等实际气候条件详细记录,对比设计提供的多年气候资料,找出影响温控的各种因素。

2、组织监理人员大体混凝土温控防裂机理进行学习与掌握,促使监理人员能主动、有针对性的开展温控工作。

3、组织监理人员到正在建设的、外界条件类似的、下游附近的天花板水电站进行实地学习。

4、组织对设计文件进行学习,对相关要求掌握。

5、认真参与招标阶段的工作,针对大坝标,重点关注温控相关工作,为业主做好参谋和提供较多有益的建议。

6、认真组织监理内部、施工单位不断根据现场条件分析、研究温控的有利、不利条件,为后续制订相应温控措施打下良好的基础。事前统计的主要几个关注焦点如下:

a 碾压混凝土采用玄武岩骨料,关注配合比需水量、水泥用量、绝热温升、极限拉伸值。

b 本区域多风、昼夜温差大、白天阳光直射,气温极高,造成碾压混凝土在运输、入仓、浇筑等工程中温度倒灌问题突出。

c 分析各层面的仓面面积及混凝土量,计算层间覆盖时间,关注进度措施。

d 关注受现场条件限制的长运输距离情况下的VC值损失。

e 汛期大坝过流下的温控不利方面。

f 约束区的上升及相邻块的浇筑间隔控制。

g 同一天内各种外界条件频繁的变化,施工应对及时性、差异。

7、认真组织施工单位开展相关试验检测及编制施工组织设计、大坝浇筑施工专项方案、温控专项施工方案及措施计划并组织联合审查。

8、成立监理温控管理专项小组,明确具体分析与工作职责,确保各专业温控工作的系统性实施,总监每周组织一次总体检查、分析。

9、组织进行碾压混凝土试验及生产性试验,除对碾压各参数进行掌握、调整外,同时通过试验、监测,掌握混凝土温度的变化规律,通过试验调整温控具体措施。

三、象鼻岭水电站碾压混凝土拱坝温控过程监控控制工作

1、组织、督促施工单位按温控措施计划实施,主要有以下:

1.1 严格控制骨料生产质量

在开挖时装车选装合格石料,不合格料不得装车。加强对骨料加工管理,必须水洗干净,并符合规格要求。组织按规范检测,并加大平行检测频率,确保骨料质量满足要求。

1.2 原材料温控措施

1) 提前联系厂家进行水泥生产并把水泥存库待冷,降低水泥出厂温度。

2) 混凝土拌合时,水泥和粉煤灰进入拌和机前的温度不得超过40℃,否则延长水泥和粉煤灰待冷时间,直到温度符合要求。

3) 细骨料储料仓顶部搭设“彩钢瓦”遮阳棚,减少阳光直接照射,尽量降低细骨料温度回升。

4) 加大骨料堆料高度,要求成品骨料堆料高度大于6m,同时高温季节对骨料堆喷淋湿润。

1.3 优化混凝土配合比,降低水化热温升。

1.4 严格控制混凝土出机口温度

1) 对混凝土出机口温度进行检测,每2h测量一次混凝土的土出机口温度,严格按照拟定的出机口温度进行控制。

2) 配备冷凝器生产冷却水设备及制冰设备,5~9月份高温季节混凝土拌和时,根据情况加制冷水或冰块拌合措施,以保证混凝土出机控制温度满足要求。

1.5 合理安排混凝土施工工序和施工进度,控制浇筑层厚和层间间歇时间

1) 在满足混凝土浇筑计划的同时,尽可能采用薄层、短间歇、均匀上升的浇筑方法,以便利用层面散热。

2) 根据温控、浇筑、结构和立模等条件选定混凝土浇筑层厚,大坝碾压混凝土采用薄层、短间歇、连续浇筑法,每层6~9m及停歇5~7天备仓。

1.6 严格控制混凝土在运输过程中的温度回升

1) 采用自卸汽车运输,在汽车车厢上部安装“活动式帆布帘”遮阳棚防雨防晒。

2) 根据混凝土施工实际情况,合理布置施工道路,并组织人员和机械加强混凝土运输道路的养护,保持道路畅通,减少混凝土运输时间,降低混凝土运输过程中的温度回升。

1.7 严格控制混凝土浇筑最高温升

1) 做好混凝土的运输、平仓及碾压或振捣等工序管理,防止高温季节浇筑过程热量倒灌,混凝土覆盖时间控制在4h至6h之内。

2) 高温季节,在浇筑区域每10m配置1台旋转喷头

式喷雾机及坝体上、下游各搭设一条雾化管,进行喷雾降温,形成人工小气候降低周围环境温度3~6℃。

3)靠近右岸边坡上游处布置两台移动式冷水站,冷却水接引至坝体下游面冷却水通水施工平台,从浇筑开始即进行通水冷却。

4)对浇筑坝体进行通水冷却,分一期、中期、二期三个时期进行混凝土冷却降温,具体措施如下:

①一期通水

埋设冷却水管,混凝土浇筑后即开始一期通水冷却。先通15天的15℃、流量为1.2m³/h冷却水,每24小时改变一次通水方向,初期降温速度≤1℃/d,通水温度与混凝土温度相差≤20℃,一期通水结束时混凝土温度降幅5~7℃。一期冷却降温目标:强约束区22~24℃,弱约束区25~27℃,自由区31.5℃;一期冷却最高温度:强约束区29℃,弱约束区32℃,自由区38.5℃。

②中期通水

中期通水冷却结束时混凝土内部温度控制在20~25℃。通水水温与混凝土内部温度之差不超过15℃,最大日降幅速率≤0.5℃/d,通水时间1个月;中期冷却降温目标:强约束区20℃,弱约束区22℃,自由区25℃。

③二期通水

在封拱灌浆前2个月前进行,通15℃冷却水60d。通水过程每24小时改变1次通水方向,通水温度与混凝土温度之差控制在15℃以内。通水后坝体中心温度的日均降幅小于0.3℃/d。二期冷却末期,进行目标温度预警控制,混凝土温度达到警戒水平后,加大温度观测频次,在混凝土温度达到设计值后,及时调整通水措施。

四、象鼻岭水电站碾压混凝土拱坝温控结果

1、一期通水成果

大坝EL1269.5m-EL1278.5m一期通水闷温温度平均值为23.6℃,EL1280-EL1343m一期闷温温度平均值为23.2℃,EL1344.5-EL1389.5m一期闷温温度平均值为22.0℃,EL1391-EL1409.5m一期闷温温度平均值为23.1℃。各层冷却水管均按设计要求实施一期冷却通水

闷温,闷温温度满足设计不大于25℃的要求。

2、中期通水冷却成果

大坝混凝土EL1280m-EL1304m中期闷温温度平均值为20.1℃,EL1305.5-EL1328m中期闷温温度平均值为22.7℃,各层冷却水管均按设计要求实施中期冷却通水闷温,闷温温度满足设计不大于25℃的要求。

3、二期通水冷却成果

大坝混凝土EL1269.5m-EL1278.5m二期闷温温度15℃(设计不大于15℃);EL1280-EL1310m二期闷温平均温度14.5℃(设计不大于15℃);EL1311.5-EL1349m二期闷温平均温度15.5℃(设计不大于16℃);EL1350.5-EL1389.5m二期闷温平均温度16.4℃(设计不大于17℃);EL1391-EL1406m二期闷温平均温度17.2℃(设计不大于18℃);满足设计封拱温度要求,达到设计冷却目标。

4、裂缝控制成果

4.1大坝EL1280层浇筑后进入一汛坝面过水,汛后恢复施工检查,坝体表面产生裂缝,无贯通性裂缝。经分析为混凝土浇筑后虽然强度达到了设计的75%,但由于江水水温过冷及坝体因过流后未通水冷却,导致内外温差过大造成。

4.2除EL1280层外,在浇筑过程及每月、蓄水前监理检查中,均未产生裂缝,表明象鼻岭水电站大坝温控所采取的措施得当,符合设计及规范要求。

五、结语

象鼻岭水电站大坝温控监理工作实践表明,在充分做好事前准备工作并在施工过程中针对各项不利因素采取有效的、全面细致的、针对性措施,是能够做好碾压混凝土温控的,裂缝是能够得到有效控制的。象鼻岭水电站大坝混凝土浇筑温控措施及监理管理经验,可在类似水利水电工程施工及监理管理工作中推广运用。

参考文献:

- [1]DLT 5112-2009《水工碾压混凝土施工规范》;
- [2]GB/T 51028-2015《大体积混凝土温度测控技术规范》