

大坝混凝土温度控制措施在赣州市南岸水电站工程中的应用

唐仕念

(赣州市水利水电建筑装饰总公司,江西 赣州 341000)

【摘要】 以赣州市南岸水电站大坝混凝土浇筑为例,结合坝体及施工材料等工程背景,研究混凝土温度控制策略。针对其在温控方面存在的难点及困难,提出相应的温控管理建议。并对实施效果进行后期跟踪,选取相应指标进行评价。结果显示,各项指标均达到了设计标准,取得了良好的管理效果。

【关键词】 南岸水电站;大坝混凝土;温度控制;管理措施

中图分类号: TV554

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2018)01-093-04

Application of dam concrete temperature control measures in Ganzhou Nan'an Hydropower Station Project

TANG Shinian

(Ganzhou Water Conservancy and Hydropower Building Decoration Corporation, Ganzhou 341000, China)

Abstract: Concrete pouring of Ganzhou Nan'an hydropower station dam is adopted as an example. Dam, construction materials and other engineering backgrounds are combined for studying concrete temperature control strategies. Corresponding temperature control management suggestions are proposed aiming at its difficulties and problems in the temperature control. Its implementation effect is traced subsequently. Corresponding indicators are selected for evaluation. The evaluation result shows that every indicator meets design standards and excellent management effect has been achieved.

Key words: Nan'an hydropower station; dam concrete; temperature control; management measures

1 引言

水利工程中大坝是水电站的主体工程,其施工质量的好坏决定着水电站能否顺利投入使用。大坝混凝土施工过程中温度控制是大坝施工质量的关键环节,温度控制合理,可以有效降低混凝土裂缝及渗水现象的发生。研究水电站大坝混凝土温度控制策略,有助于提升大坝施工质量。

国内对水电站坝体混凝土温度控制方面的研究较多。薛强^[1]等人结合藤子沟水电站大坝的实际情况,制定温控标准,进行冷却水管铺设,把握冷却水通水时

机,达到温控管理。秦秀芬^[2]针对光照水电站大坝冷却水管设计与混凝土浇筑并行施工的情况,主要从业主、设计、监理、施工四个方面提出大坝混凝土温控策略。葛畅^[3]等人计算出机口混凝土的温度、入仓浇筑温度和混凝土的内部最高温度,并针对上述三个方面提出温控措施。徐洪祥^[4]等人结合银盘水电站大坝混凝土性能和施工进度,采用有限元法仿真计算大坝混凝土温度、温度应力,提出温控策略。谢坤^[5]等人基于对龙口大坝坝体稳定温度场、混凝土温度应力、坝体冷却水管等计算和分析,提出一些合理的温控建议,即合理选择材料、严格控制混凝土浇筑温度、合理分层及控

制间歇期、坝内埋设冷却水管、高温低温区别温控措施。综上文献分析,可以看出大坝混凝土温度控制措施仍存在不足之处,即实际工作与仿真计算分离,同时人力占用较多。

本文结合赣州市南岸水电站大坝实际情况,针对大坝混凝土在温控方面存在的难点及困难,提出相应的温控管理建议,并对其实施效果进行后期跟踪。

2 工程概况

江西省赣州市南岸水电站增效扩容改造工程位于江西省赣州市章贡区蟠龙镇,电站位于章江,距赣州市城区约3km,电站与大电网联网,施工和生活用电方便。河道水量充沛,施工和生活用水可从河道抽取。水电站库容量是85亿 m^3 ,平常储水量是70 m^3 ,调节库容是45亿 m^3 。水电站的装机容量是4000MW,年均发电量在180亿 $kW \cdot h$,覆盖赣州市内9个区县。

水电站主要建筑物有混凝土双曲拱坝、坝后水垫塘、二道坝、左岸泄洪洞、引水发电建筑物。坝顶高度为1900m,水库基面为1600m,水库最大深度为300m。共浇筑混凝土486.9万 m^3 形成坝体,右岸垫座由58.4万 m^3 混凝土浇筑而成。该坝体由28个坝段组成,全长600m,仅有27个横缝,无纵缝设计。

3 温控措施

3.1 温度控制难点

3.1.1 坝段少、孔口多、结构复杂

赣州市南岸水电站拱坝坝顶弧长505m,但只有28个坝段,仅孔口坝段就有12个。坝身布设有多种不同孔型,主要包含5个表孔、5个深孔、3个底孔、4个导流孔。共有17个泄洪孔口,其孔口坝段占42.8%。加上连接左右岸的4层8条廊道,使得其结构更加复杂。对温度梯度控制提出更高的要求,温控工作更加艰巨。

3.1.2 气候多变性

浇筑大坝的起止时间是2013年9月28日—2015年8月3日,根据气象局统计,此期间昼夜温差高于14 $^{\circ}C$ 的有360天,约占33%。在当地每年11月与次年4月期间少雨多风,日照时间长,不利于坝体保温保湿工作的开展。

3.1.3 混凝土抗裂性差

由于该水电站属于高拱坝,混凝土必须具备强度

高、收缩性低、耐久性高等特点。但在施工建设阶段,混凝土骨料是大理岩与砂岩的组合骨料。砂岩骨料不利于混凝土的抗裂性,同时为了达到施工性能要求,在混凝土中必须大量掺入矿物质,这样便增加了坝体产生裂缝的风险。

3.1.4 温控技术要求高

赣州市南岸水电站设计正常蓄水位以下时运行水头高达320m,这就对拱坝结构完整性提出很高的要求。按照国家相关规定,一般温控过程有三期七个阶段:一期升温阶段、一期降温阶段、一期控温阶段、二期降温阶段、二期控温阶段、三期降温阶段、三期控温阶段。依据不同阶段的特点,各个温控阶段对混凝土龄期、通水流量与温度、内部温差、温控阶段的温度回升等方面均做了相应的规定。

3.2 温控管理措施

3.2.1 组建专门的温控管理部门

为了更好地对坝体进行温控管理,赣州市水利局专门组建了大坝混凝土温控领导小组和施工现场温控组,两级管理实现施工现场的温度控制工作。

温控领导小组主要负责编制温控工作规程、决策拱坝混凝土温控设计方案及施工方案,对现场温控组的工作进行监督,同时按时组织温控专题会议。

现场温控组主要负责温控方案的落实及施工方案的执行工作^[6-7]。对温控工作定期进行总结,并向温控领导小组汇报,必要时可以根据现场实际情况灵活调整施工温控计划,并定期召开周例会进行总结。

3.2.2 培养专业施工队伍

在施工中,施工单位是直接执行者,为了提升温控管理,施工单位专门组建一个温控班组,其成员均具有2年以上的施工温控管理经验,具有过硬的专业技能。该温控作业组主要负责检测仪器的布设维护、冷却机组的运行与保养,同时采集数据并整理分析。

3.2.3 构建温控评价体系

温控效果的好坏必须有一个包含多个衡量指标的评价体系^[3]。评价指标主要包括骨料多次风冷效果、出机口温度、最高温度、浇筑温度、坝体内部温差、降温速度、各期冷却目标温度、全过程温度回升等方面^[8-9],针对上述方面依次进行评价。

3.2.4 仿真和跟踪反馈结合

为了能够实施检测坝体浇筑过程中的温度,专家

组相关科研人员对拱坝施工先期进行仿真预测,在后期施工阶段跟踪反馈分析,两者有效结合,全面指导温控方案的调整与实施。在总结温控施工中遇到的问题时,依据后期仿真进行预判,提出相应的改进措施,并形成技术要求,反馈并指导现场施工。

3.2.5 规范日常管理制度

a. 温控领导组例会。每月末定期举行温控领导组会议,并依据实际情况可临时加开会议。温控领导组在会上听取施工现场温控组人员有关温控工作进展

的汇报,针对出现的问题难点进行讨论,并制定相应的改进方案。

b. 日报和日通水计划。为了达到温控规范化、施工精细化的目的,施工单位必须编制每日坝体混凝土温度监测报表、日通水计划表,具体形式见表1、表2。现场温控组每日召开温控管理洽谈会,对表1温控监测数据进行分析,找出前一天温控工作中的问题,安排第二天温控计划,依据各仓位的实际监测情况,有差别地采用不同的通水方案。

表1 坝体混凝土温度监测日报

仪器编号	温度浮动						6号终温	仓号
	1号	2号	3号	4号	5号	6号		
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
265	0.05	0.06	0.08	0.15	0.12	0.06	21.32	186
266	187	0.02	0.14	0.12	0.06	0.08	21.63	187
267	188	0.14	0.12	0.03	0.05	0.07	23.12	188
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴

表2 坝体各仓位通冷却水日计划

仓号	冷却期	目标温度/℃	本期最高温度/℃	本期历时/d	本期控制目标温度/℃	前日温度/℃	前日降温速度	温度回升/℃	冷却水编号	前日水温范围/℃	前日流量统计	水温范围/℃	流量范围/℃
188	二期	28	26	50	24	25	0.2	0.6	266	15~16	0.1~1	15~16	0.1~1

c. 周例会和月例会。现场温控组定期召开周例会、月例会。对温控工作进行分析总结,提炼好的经验,针对存在的问题通过多方探讨磋商提出相应的改进方案。

3.2.6 温控自动化及温控科研

a. 开发温度自动监测系统。赣州市南岸水电站坝体混凝土内部含有4020支温度计、3451套冷却管。坝体内部温度、水流量依据温控阶段的不同,需要每隔4~8小时监测一次,监测工作繁重,人力耗费巨大。针对这种情况,开发了温度自动监测系统,并与温度集成系统相结合,实现信息共享与传输。

b. 打造温度信息集成系统。为了能够将获得的气象信息、施工混凝土浇筑信息、坝体混凝土内部温度变化、通水冷却信息等进行有效整合,分析温控工作的进展、温控仿真及反馈式分析计算,设计单位与科研单位联合软件开发单位合力打造水电站坝体混凝土施工期间温控信息集成系统。该系统具有数据缺失报警、间歇期超标报警、最高温度超标报警、降温速率超标报

警、内部温差超标报警、自动生成温降过程曲线和温控数据表格等多项功能。温度信息集成系统是温控工作评价的有利平台。

c. 建立自动冷却通水系统。同温度自动监测系统一样,大量的冷却管通水如需要人工控制,既占用大量的人力资源,同时面临通水不及时难题。为了保证冷却水通水及时、流量准确,建立自动冷却通水系统,实现智能控制。

温度自动监测系统、温度信息集成系统、自动冷却通水系统三者有效协作,形成了水电站坝体混凝土施工期间温度智能控制系统,其逻辑关系如图1所示。

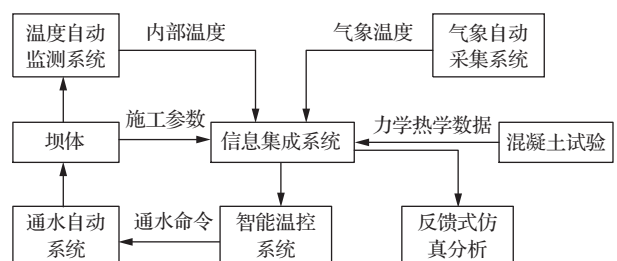


图1 坝体混凝土施工期间温度智能控制系统

4 温控效果

2015年8月10日,赣州市南岸水电站坝体混凝土浇筑完成。大坝主体工程经过相关部门审核,其中大坝内部温差合格率一期是99.1%、二期是99.5%、三

期是99.7%,降温速率负荷率是99.2%、二期是98.6%、三期是99.3%。各指标控制效果见表3、表4、表5,各指标检测均高于95%,满足设计要求。坝体建成后混凝土未出现裂缝,水电站投入使用后未出现渗水现象,整个大坝平稳运行。

表3 坝体混凝土最高温度符合率统计

高程	设计温度/℃	最高温度/℃	最低温度/℃	平均温度/℃	温度计总量	超温数量	合格率	平均合格率
1650.00m 以下	<25	35.6	17.3	24.6	492	35	0.928	0.95
	<26	35.2	16.2	25.3	920	26	0.972	
	<27	—	—	—	—	—	—	
	<28	—	—	—	—	—	—	
1650.00m 以上	<25	36.2	17.9	24.6	256	8	0.975	0.975
	<26	38.5	18.2	24.9	590	15	0.974	
	<27	37.4	18.6	26.1	356	10	0.972	
	<28	36.7	17.5	27.4	238	3	0.987	

表4 坝体内部冷却温差统计

一期冷却			二期冷却			三期冷却		
<4℃的次数	总数	合格率	<4℃的次数	总数	合格率	<4℃的次数	总数	合格率
1489	1502	0.991	1495	1502	0.995	1498	1502	0.997

表5 坝体混凝土工程各期冷却降温速率统计

一期降温速率			二期降温速率			三期降温速率		
达标次数	总测次数	合格率	达标次数	总测次数	合格率	达标次数	总测次数	合格率
107900	109856	0.982	107634	109123	0.986	110458	112356	0.983

5 结语

以赣州市南岸水电站大坝混凝土浇筑为例,结合坝体及施工材料等工程背景,研究温度控制策略。首先分析了温控过程中的4个难点,从6个方面提出温控策略:①组建专门的温控管理部门;②培养专业施工队伍;③构建温控评价体系;④仿真和跟踪反馈结合;⑤规范日常管理制度;⑥温控自动化及温控科研。从大坝混凝土浇筑到投入使用,对其温度进行跟踪,选取相应指标进行评定,各指标均达到设定的合格率,表明其温控措施实施取得良好效果,大坝运行平稳。◆

参考文献

- [1] 薛强,陈巍,解红军,等. 藤子沟水电站大坝混凝土温度控制设计[J]. 东北水利水电,2006(7):15-16,5.
- [2] 秦秀芬. 光照水电站碾压混凝土重力坝温度控制[J]. 红水河,2009(2):25-29.

- [3] 葛畅,舒光胜,王剑. 小湾电站大坝混凝土内部温控效果分析[J]. 人民长江,2009(13):25-27.
- [4] 徐洪祥,杨学红. 银盘水电站大坝混凝土温控措施研究[J]. 四川水利,2010(2):32-35.
- [5] 谢坤,朱志强,高诚,等. 黄河龙口水利枢纽大坝混凝土温控设计[J]. 水利水电工程设计,2011(2):38-41.
- [6] 赵仲,王红军. 小湾水电站大坝混凝土温控施工工艺[J]. 施工技术,2010(12):45-49.
- [7] 周政国,韩咏涛,陈刚,等. 金沙江溪洛渡水电站拱坝坝体通水冷却施工技术[J]. 贵州水力发电,2011(4):26-32.
- [8] 潘希强,刘有志,胡平,等. 藏木水电站大坝混凝土施工期温控防裂标准与措施动态优化分析[J]. 河海大学学报(自然科学版),2015(4):300-306.
- [9] 徐旭,杨梅,胡传彬,等. 观音岩水电站采用180d设计龄期坝体混凝土材料与温控研究[J]. 水力发电,2017(1):55-58.