

# 高海拔地区混凝土坝施工质量实时监控管理研究

钟桂良, 尹习双, 邱向东

(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:**藏木水电站位于西藏山南地区, 高海拔带来的恶劣自然条件给作为工程枢纽关键部分的混凝土坝的施工质量管理造成了极大困难。为此, 建设单位引进了大坝混凝土施工质量监控系统, 全面监控管理大坝混凝土施工质量。在系统使用过程中, 结合实际情况, 提出了系统应用的配套管理模式, 有效地提升了大坝施工质量控制水平, 确保了大坝混凝土施工质量实时受控。

**关键词:**数字化管理; 质量监控; 高海拔; 混凝土坝; 藏木水电站

**中图分类号:** TV7; TV522; TV52; TV642

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2014)增1-0101-03

## 1 概述

藏木水电站位于西藏自治区山南地区加查县境内。工程所在地区属高原温带、寒温带气候, 混凝土施工防冻问题突出、温控防裂难度大。同时, 由于工程地处高海拔地区, 高寒缺氧, 环境艰苦, 其施工环境和施工条件的特殊性不利于工程施工人员、施工设备工作效率的充分发挥<sup>[1,2]</sup>, 从而进一步加大了大坝混凝土施工质量控制的难度, 常规施工质量控制手段难以适应工程施工的需要。近年来, 信息化手段越来越多地被应用到水利工程建设管理中<sup>[3,4]</sup>, 用以提高工程建设的施工质量控制水平。

在藏木水电站大坝混凝土浇筑施工过程中, 为协助建设管理单位及时掌握现场施工状况、工程进展情况、施工质量信息, 实时监控施工全过程的施工质量、及时发现质量偏差并提供准确、详细的量化信息, 实现质量信息的可追溯性, 提高工程质量控制与管理水平, 建设管理单位与设计单位共同成立了施工质量监控系统项目组(简称“项目组”), 建设实施了藏木水电站工程大坝混凝土施工质量监控系统(简称“监控系统”)。在该系统应用过程中, 项目组结合实际提出了系统应用的配套管理模式, 有效地提升了大坝施工质量控制水平, 确保了大坝混凝土施工质量实时受控。

## 2 监控系统的设计

藏木水电站大坝混凝土施工质量监控系统以服务于工程管理应用、结合信息技术发展力求创

新、注重实用实效为原则进行开发, 为藏木水电站工程建设管理提供技术平台, 为西藏水电建设探索新的管理模式, 系统整体框架如图1所示。

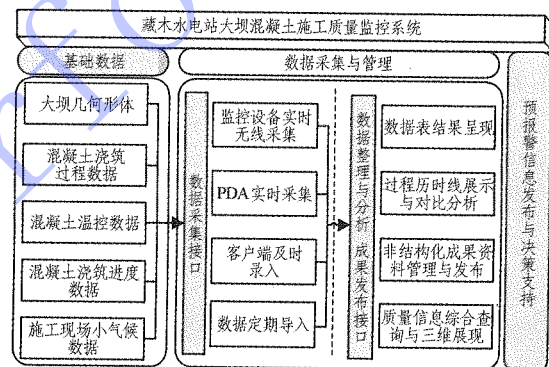


图1 藏木水电站大坝混凝土施工质量监控系统框架图

结合藏木水电站大坝工程建设管理与质量控制的需求及特点, 项目组在建设监控系统时, 主要针对大坝混凝土生产、运输、浇筑、温控的全过程信息进行集成并实现远程监控及预警功能, 以确保大坝混凝土施工质量实时受控。监控系统主要功能模块包括开仓准备管理、混凝土浇筑过程监控、混凝土温控管理、混凝土振捣质量监控、仓面施工环境监测和监控信息分析与实时预警。

## 3 监控系统应用中的管理要点

为做好藏木水电站大坝混凝土施工质量监控系统应用中的管理工作, 项目组根据系统实际情况制定了一系列配套管理制度, 以加强监控系统的应用效果。笔者按照管理制度的预期目的, 将系统应用中的管理要点阐述如下。

### 3.1 系统功能的实用性

收稿日期: 2014-05-07

系统功能的实用性是指系统的功能可以满足现场应用的需求,保证系统正常有效的使用。

(1)建立了完善的用户需求确认机制。

系统开发前,项目组与建设方确认了系统功能的业务范围、系统涉及的参建单位、系统开发建设进度等总体需求,以保证系统功能架构、业务流程与建设进度能满足建设方的实际需要。

系统开发过程中,项目组同与系统有直接业务关系的各参建单位展开了深入交流,明确了系统设计功能和流程在实际操作中的详细需求,并整理填写了需求确认单交由建设单位签字确认。

系统试运行阶段,项目组根据各参建单位使用过程中的反馈意见,整理出了对应的使用需求,以确保系统功能真正落到实处。

(2)建立了反馈汇总制度。

系统正式运行后的日常使用过程中,在各参建单位碰到系统使用问题或对系统有相关改进建议时,填写系统使用问题处理单和系统功能维护申请表,由监理方汇总、建设方认可后,反馈给项目组,项目组不断对系统进行完善,以确保系统功能实用、运行稳定。

(3)建立了定期数据稽核与运行报告制度。

系统运行过程中,各参建单位的使用情况,特别是系统相关质量信息的录入情况直接关系到系统功能的有效发挥。为此,项目组建立了数据稽核与运行报告制度,定期对系统数据进行汇总稽核。

### 3.2 数据的完整性

数据的完整性是指自动采集或录入系统的数据完整、全面,杜绝系统因数据遗漏而失去使用价值。

(1)建立了系统智能判定报警机制。

项目组在系统录入界面设置了智能判定功能,当数据录入不完整时,不允许保存并报警提示,以保证录入的数据单条完整;在数据录入流程中,项目组设置了智能判定功能,操作必须按流程进行,前一步未结束时,不允许下一步操作并报警提示流程错误或权限错误,以保证数据流程完整。

(2)建立了定期人工比对校核制度。

在系统数据获取与录入过程中,项目组通过定期人工比对校核,判定是否已将所有仓纳入系统中,以确保系统内的数据与现场发生的施工情

况一致,避免数据整仓缺失,保证数据获取的完整性。

(3)建立了数据完整性的奖惩措施。

在数据稽核与运行报告中,项目组统计时段内系统数据是否完整非常重要,当发现数据不完整时,根据数据的重要程度分级采用经济和管理手段惩罚相关责任人,以保证系统数据的完整性。

### 3.3 数据的及时性与准确性

数据的及时性与准确性是指系统中自动采集或录入的数据及时、真实地反应实际情况,杜绝系统因数据延误、与实际不符而失去使用价值。

(1)建立了系统数据审核机制。

系统数据录入时,结合各参建单位部门设置与责任划分情况,项目组设定了数据审核流程,如工程部录入、质量部初审、监理终审,使系统中的数据按照流程流动,在流程到达相应人员时提示操作并在审核不及时时报警。系统数据通过层层审核确认,以保证数据的准确性。

(2)建立了数据自动采集机制。

根据现场情况,项目组将系统中能通过技术手段直接自动采集的数据通过安装相应的设备直接自动采集,以避免人为因素的影响,保证数据的及时性与准确性。

(3)建立了系统智能判定报警机制。

系统通过同类别数据进入系统的时间,智能判定数据是否及时采集或录入,并根据同类别最近一次数据进入系统的时间间隔的长短,按黄色预警、橙色预警、红色预警和报警四个等级进行预报警,实时高效地提示管理人员进行处理,以保证系统数据的及时性。

(4)建立了数据及时性与准确性奖惩措施。

在数据稽核与运行报告中,项目组对统计时段内系统数据是否及时录入及审核进行了统计,并根据不同程度的延迟报警情况采用经济和管理手段惩罚了相关责任人,以保证系统数据的及时性与准确性。

### 3.4 管理的灵活性

管理的灵活性是指系统使用过程中的管理高效率。

(1)建立了任务发起机制。

项目组在系统中预留了自定义任务发起机制,系统使用人员可根据工作需要选定任务影响



人员、设定任务处理流程,灵活地管理多种不同类型的任务。

(2)建立了实时提醒机制。

与系统任务流程相配套,项目组在系统中设立了实时提醒机制,在用户登录或任务流转到用户处时,及时、灵活地提醒用户处理相关任务。

(3)建立了综合查询展示机制。

系统能够提供多种方式展示数据成果,包括数据表格、曲线图、二维图形、三维图形等多种方式,并提供数据 excel 导出、图表另存等便捷功能,方便用户对数据的灵活管理和应用。

## 4 监控系统应用成果

### 4.1 系统应用情况

藏木水电站大坝混凝土施工质量监控系统的主界面见图2,其与配套管理制度结合最紧密的预报警界面如图3所示。在实际应用中,截至2014年4月25日,系统共注册用户77人,累计用户登录次数为16306人次,系统数据达220余万条。通过应用该系统,项目组将大坝施工过程中的数据进行了高效集成管理。

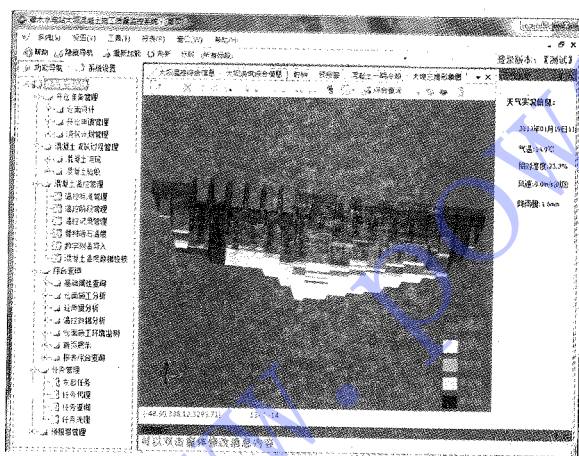


图2 系统的主界面图

时间	地点	备注
13-1-16	1C	130 13-1-16仓开仓时间:2013-01-29 13:05;发生时间:2013-01-29 10:19
13-1-16	1C	1 13-1-16仓开仓时间:2013-01-29 13:05;发生时间:2013-01-29 06:30
13-1-14	1C	130 13-1-14仓开仓时间:2013-01-25 01:50;发生时间:2013-01-25 05:50

图3 系统的预报警界面图

### 4.2 管理成效

藏木水电站大坝混凝土施工质量监控系统应用中取得的管理成效主要体现在以下几方面:

(1)实现了以浇筑仓为核心的过程跟踪与控制。

目前监控系统业务已涵盖从混凝土生产数据、仓面设计、备仓、混凝土浇筑订仓、冷却通水、养护等过程数据的采集与分析,实现了单仓施工过程的跟踪监控。

参建各方运用系统对混凝土施工的各个工序过程质量、单元评定质量、质量缺陷与处理措施进行综合管理,并结合质量综合评价与预报警功能实现了对混凝土坝质量控制的快速反应,能有效抑制质量事故的发生及扩展。在参建各方的共同努力下,通过该系统的应用,提升了现场施工管理水平,使混凝土生产过程可控,确保了大坝混凝土工程施工质量。

(2)实现了混凝土仓精细化、个性化温控。

参建各方通过监控系统可及时掌握混凝土的温度变化过程、冷却通水流量等信息,为每仓混凝土个性化通水提供了依据,为大坝混凝土实施精细化温控提供了平台,并通过混凝土精细化温控降低了大坝混凝土开裂风险,有效地避免了混凝土开裂。实践证明,有效应用监控系统可实现施工过程双预警控制。藏木水电站大坝工程当前已浇筑仓最高温度符合率为97.8%,居于国内先进水平。

(3)实现了过程不达标预报警,防范于未然。

项目组通过监控系统建立了混凝土温度数据采集情况预报警、冷却通水数据采集情况预报警、出机口温度数据采集情况预报警、长间歇期预报警、出机口温度限制预报警、浇筑温度限制预报警、日降温幅度预报警、混凝土上下层温差预报警、仓面施工环境监测降雨量预报警和仓面施工环境监测现场气温预报警等10项预报警制度,在现场出现异常情况及时提醒各方采取有针对性的措施,有效地避免了突发事故和质量问题。

(4)促进了包含施工进度与质量控制的施工管理水平提升。

以监控系统收集的数据为基础,参建各方开展大坝浇筑进度仿真和温控反馈分析,超前进行大坝混凝土施工进度、温度、应力综合分析,提前发现问题、解决问题,防范于未然,为大坝的快速上升提供了技术支持,能有效地提高混凝土生

(下转第114页)

具有专业的技术力量。在 EPC 项目实施过程中,工程最终是通过现场施工实现的,施工在 EPC 项目中对工期、质量及投资控制至关重要。而国内设计院一般不具备施工力量或施工力量较弱,不管是在施工技术方面还是现场施工管理经验方面,相比施工企业而言均处于劣势。

### 3.4 其他方面

由于 EPC 项目包括了设计、采购、施工和试运行等诸多内容,一般 EPC 项目合同额较大,业主要求提供的履约担保也较高,而且建设期间部分时段需要承接方垫资,业主对承接方的资金实力或固定资产总额有较高的要求。设计院虽然利润率相对较高,但总体产值或固定资产总额较低,因此在资本金实力方面设计院先天不足;其次,专业化较强的大型设计院步入市场化较晚,在现场组织协调、索赔及商务谈判等方面相对市场化较早的施工单位有所欠缺。另外,长期以来,在我国工程建设领域,设计人员的技术能力和经济意识结合的不是十分紧密,设计人员的工程经济观念有待于进一步提高,设计院传统的设计理念在 EPC 项目中要及时转变,将技术和经济有机结合。

(上接第 103 页)

产效率;为大坝施工管理过程中进行 PDCA 管理提供了条件,能有效地提高大坝施工管理水平。

## 5 结 语

在藏木水电站建设过程中采用大坝混凝土施工质量监控系统,对大坝混凝土施工过程进行了全方位质量监控管理。在系统使用过程中,结合藏木水电站大坝工程建设实际情况,系统项目组提出了一系列配套管理制度,从系统实用性、数据完整性、数据及时性和管理灵活性等多方面着手,实现了监控系统数字化管理工具的高效运用,确保了现场数据及时、准确、真实进入系统,充分发挥了系统的质量管理和控制功效,有效地提升了大坝施工质量控制水平,使大坝混凝土施工质量实时受控。

藏木水电站大坝混凝土施工质量监控系统首次将先进的数字化管理、精细化监控理念应用于高海拔地区大体积常态混凝土的施工管理中,该系统成功应用的经验及其配套管理制度对后续高

## 4 结 语

尽管设计院承担 EPC 项目具有众多优势,但必须充分认识到自身的不足之处,扬长补短。设计院要充分发挥自身优势,努力拓展 EPC 业务,坚定信念走 EPC 之路,进一步挖掘自身的潜力,及时发现自身存在的问题并进行改革,不断提升自身市场竞争力,逐步向以工程技术和和管理为核心的竞争力的国际工程公司转型,争取在国际市场中占有一席之地。同时,我们也相信,随着国家全面深化改革的实施,EPC 模式将会在国内得到进一步推广和发展。

### 参考文献:

- [1] 山东电力工程咨询院. 发挥设计优势,拓展总承包业务[J]. 电力勘测设计,2003,10(2):1-4.
- [2] 陈建坤. 设计院转型的工程公司在 EPC 项目中设计优势的发挥与思考[J]. 水泥工程,2010,31(3):9-12.
- [3] 中国建设监理协会. 建设工程投资控制[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2014.

### 作者简介:

卢 腾(1981-),男,湖北宜昌人,工程师,学士,从事水利水电工程设计及项目管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

原工程有很强的借鉴意义,伴随国内水电工程向高原进发的趋势,将推动行业管理水平的提升。

### 参考文献:

- [1] 马学强. 高海拔地区水利水电施工技术特点[J]. 水利水电技术,2006,37(7):46-49.
- [2] 张 韧,张启荣. 西藏直孔水电站工程建设管理的思考[J]. 水力发电,2008,34(5):57-60,99.
- [3] 吴苏琴,解建仓,马 斌,等. 水利工程建设管理信息化的支撑技术[J]. 武汉大学学报(工学版),2009,42(1):46-49,55.
- [4] 韩建东,张 琛,肖 闯. 糯扎渡水电站数字大坝技术应用研究[J]. 西北水电,2012,31(2):96-100.

### 作者简介:

钟桂良(1985-),男,四川广安人,工程师,博士,从事施工质量监控与物联网在水电工程中的应用工作;

尹习双(1981-),男,湖北洪湖人,室主任,高级工程师,硕士,从事施工仿真与物联网在水电工程中的应用工作;

邱向东(1968-),男,浙江桐乡人,专业总工程师,教授级高级工程师,硕士,从事计算机技术在水电工程中的应用工作。

(责任编辑:李燕辉)