

数字乌东德——基于三维可视化的工程协同管理探索

姜亚洲, 王义锋, 姚勋, 刘元达

(中国长江三峡集团公司乌东德筹备组, 四川 成都 610041)

摘要:利用现代信息化与数字化技术,“数字乌东德”启动了乌东德水电站基于三维可视化的工程协同管理创新。其一期探索项目“数字导流洞”系统提供了进度模块、安全监测与反馈分析模块。进度模块中,基于三维可视化的动态参数化建模功能,使得乌东德水电站导流洞工程施工面貌能够及时、全面、感性的呈现,其上加载的安全监测与反馈分析功能,实现了预测围岩开挖变形,及时指导动态设计,提前优化施工组织。

关键词:数字乌东德;技术路径;三维可视化;工程建设;协同管理

中图分类号:TV7;TL372+.3

文献标识码:B

文章编号:1001-2184(2014)02-0128-04

1 概述

乌东德水电站位于金沙江下游河段,装机容量10200 MW,坝高265 m,如此大规模电站的建设对各种数据资料的高效管理提出了迫切需求。当前信息技术的高速发展,为完整、高效地采集、传输、存储、分析、控制各种数据信息创造了基础条件。采用现代信息化手段尤其是三维数字化与物联网技术对提升水电工程建设管理与安全具有重要意义。然而,目前整个水电数字化建设工作中,从被动“展示”走向主动“管理”的成功项目尚不多见。

为进一步提高乌东德水电站“质量、安全、进度、环保、投资”五要素的综合控制水平,提升工程建设及运行的管理能力和安全水平,乌东德筹备组基于三维数字化与物联网技术,启动了“数字乌东德”项目整体规划,通过委托专业开发与科研单位,其一期探索项目“数字导流洞”系统经过半年的试运行已经正式上线并在施工区推广应用,为乌东德水电站导流洞工程建设的协同作业与现代管理提供了基础平台。

2 “数字乌东德”的实施规划与技术路径

2.1 建设目标

建立一个以地理信息系统(GIS)为基础的数字开放平台,在其上构建三维几何模型,在几何模型上按工程项目划分通过平台接口加载各专业管理系统,包括集团公司已有优秀管理系统和工程建设中新提出的专业应用需求,除技术数据后台

维护部分以外,要求各系统前端界面支持网页浏览,特殊功能通过添加插件方式解决。即:建设三个“一”,分别是:

- 一个数字地球仪;
- 一套专业管理系统;
- 一个优秀查看方式。

其中数字地球由三维地形、三维地质模型以及三维结构模型无缝叠加而成;一套专业管理系统指的是工程建设管理过程中各项管理业务工作机制的现代化技术协同应用与集成;一个优秀的查看方式应包括充分利用现代智能便携设备,实时、全面、具体地查看所需信息。图1显示了数字乌东德的整体框架。

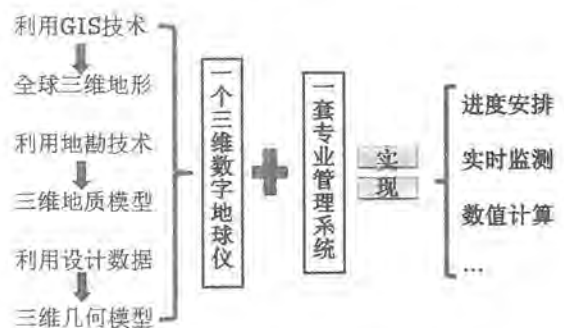


图1 数字乌东德整体框架图

2.2 技术路径

2.2.1 三维可视化——数字地球仪

三维数字地球由三维地形、三维地质模型以及三维结构模型无缝叠加而成,其中:

- (1) 三维地形地貌

收稿日期:2014-03-07

三维地形地貌主要利用卫片、航片及各种GIS技术等获得数字正射影像图DOM(图2)及数字高程模型DEM(图3),通过叠加二者以达到三维地形地貌(图4),图2为三峡坝区数字正射影像图,图3为三峡坝区数字高程模型,图4为二者叠加效果。



图2 三峡坝区数字正射影像图

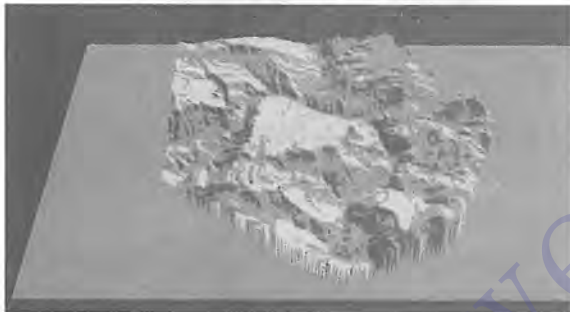


图3 三峡坝区数字高程模型图

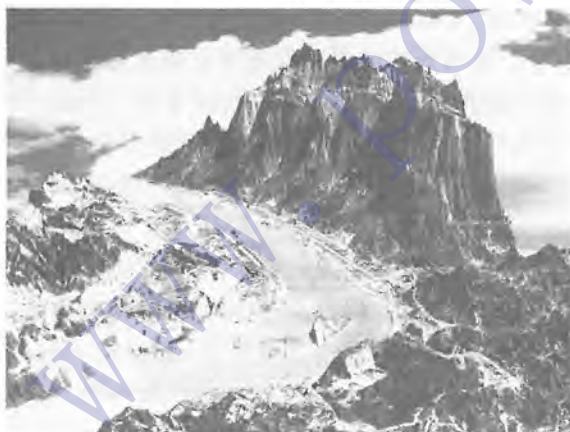


图4 叠加后的三峡库区三维地形地貌图

(2) 三维地质模型与三维结构模型

通过采集地勘数据(图5)或结构设计信息,利用三维建模软件(如Gocad、CA TIA、Sketch Up等)即可构建三维地质数字模型(图6)或三维结构模型(图7)。其中,借助专业的三维建模软件,

结构尺寸可以通过修改参数实时更新。

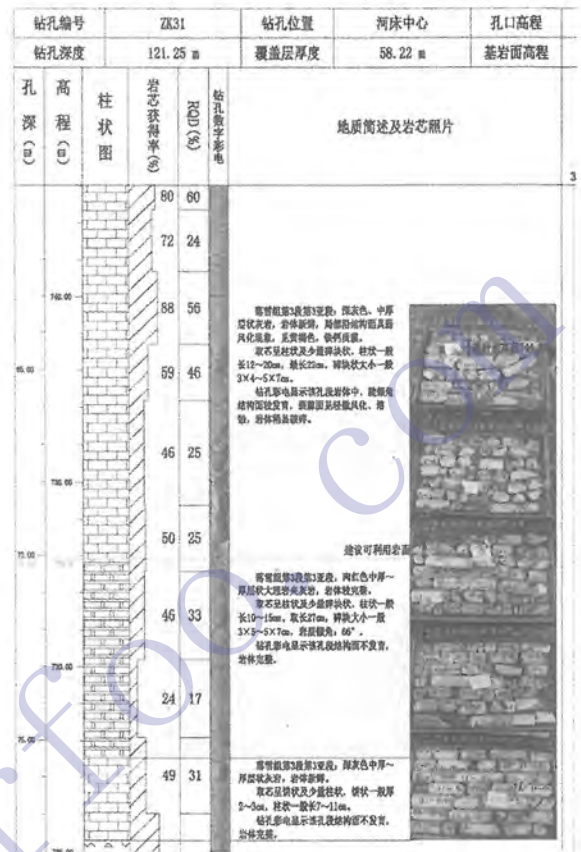


图5 地勘成果图



图6 三维地质数字模型图

(3) 无缝集成

在三维数字地球上加载三维地形、三维地质模型以及三维结构模型,实现无缝集成(图8),作为专业管理系统的载体。

3 基于三维可视化的工程协同管理创新探索

“数字乌东德”的探索项目“数字导流洞”系

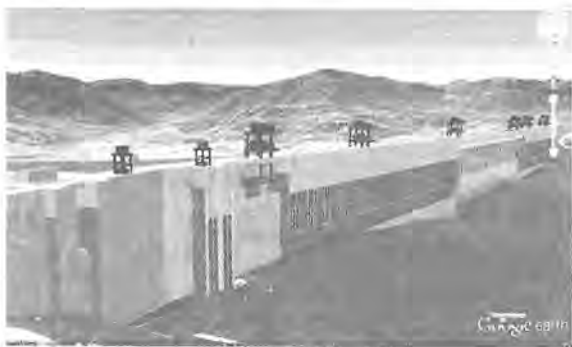


图7 三峡大坝三维结构模型(导入 Google earth)图



图8 吉奥 GeoGlobe 图

统已经正式启动应用并在施工区推广。该系统开发了进度模块、安全监测与反馈分析模块。其中进度模块主要实现了导流洞工程施工进度三维动态建设功能;安全监测与反馈分析模块实现了动态设计、仿真分析与指导施工等主要功能。通过智能便携设备的客户端或浏览器即可进行施工区“现场办公”,全面了解导流洞施工信息,及时优化设计方案或施工组织。

3.1 进度模块——基于三维可视化的动态协同作业平台

常规工作中通常采用 PPT 与 word 文件汇报,主要通过数据、表格、图片形式表达实际情况与解决措施,需要花费较长时间才能从长篇累牍中了解状况,不能在短时间内形象生动地建立感性认识,存在近期工作与累计工作对比不够鲜明、讨论内容引起偏差等问题,降低了会议效率。为解决这些问题,“数字导流洞”系统开发了三维动态展示、分析功能,通过各施工单位及时录入施工计划、进度数据,建立导流洞工程施工三维动态变化模型,及时显示导流洞开挖、支护以及衬砌施工进度形象与施工环境,效果生动、形象。其具有以

下特点:

(1)了解乌东德导流洞工程建设过程花费时间大大减少,工作效率的提高就像从读“剧本”思索耗时走向观“电影”轻松一样,减少了会议时间;

(2)通过对比实际进度与计划的差别,分析存在的实际问题,合理调整资源分配或更改计划,争取如期实现阶段进度目标或减少工作超压。图9显示了乌东德水电站右岸导流洞上游洞段开挖形象图。

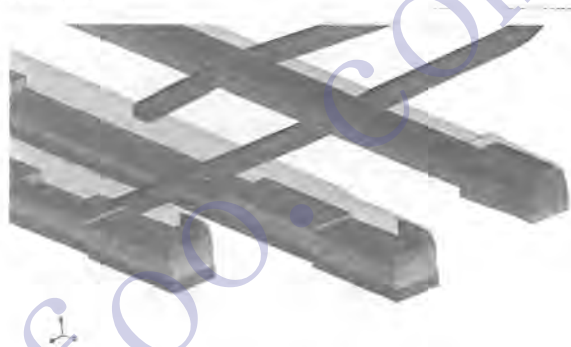


图9 右岸导流洞上游洞段开挖示意图

3.2 安全监测与反馈分析模块——基于三维可视化的协同管理

为及时了解导流洞开挖过程中围岩的稳定性,导流洞通常布设永久安全监测断面和施工临时安全监测断面,结合现场巡查,发现围岩变形后及时处理。但不能解决下层开挖围岩变形预测问题,特别是当开挖过程中发现地质情况恶化时,不能快速预测下一层开挖后的围岩变形。为此,安全监测与反馈分析模块结合上层开挖安全监测资料,采用神经网络反演分析围岩力学参数,再利用反分析处的围岩力学参数进行仿真计算,预测下一层开挖可能引起的围岩变形,并根据围岩类别,建立围岩变形预警阈值,一旦围岩变形达到阈值,数字导流洞系统将通过系统消息、邮件或手机信息(此二项尚待开发)等方式直接通知用户,并在三维模型标出发生位置,在变形时程曲线中采用预警黄线给出危险程度。

通过安全监测与反馈分析模块,给出了整个导流洞工程的三维结构模型,并在其上标出安全监测断面位置,点击后跳出安全监测断面仪器埋设位置及示意图(图10),点击监测仪器后调出变形时程曲线,如果发现异常,可通过链接,调出开

挖程序、施工环境或仿真计算成果(图 11),综合分析围岩变形异常情况,及时启动应急管理机制并调查围岩变形异常原因。例如右岸 3 号导流洞 K0+260 安全监测断面左侧拱肩多点位移计监测数据突然增加,通过点击系统消息,即可在三维模

型中定位该监测断面与仪器(图 10),通过点击仪器,即可调查变形时程曲线、周边环境及开挖方案(图 11),在较短的时间内了解现场情况,为正确决策分析提供及时、全面的资料。

3.3 智能便携设备



图 10 3#导流洞 K0+260 安全监测断面图

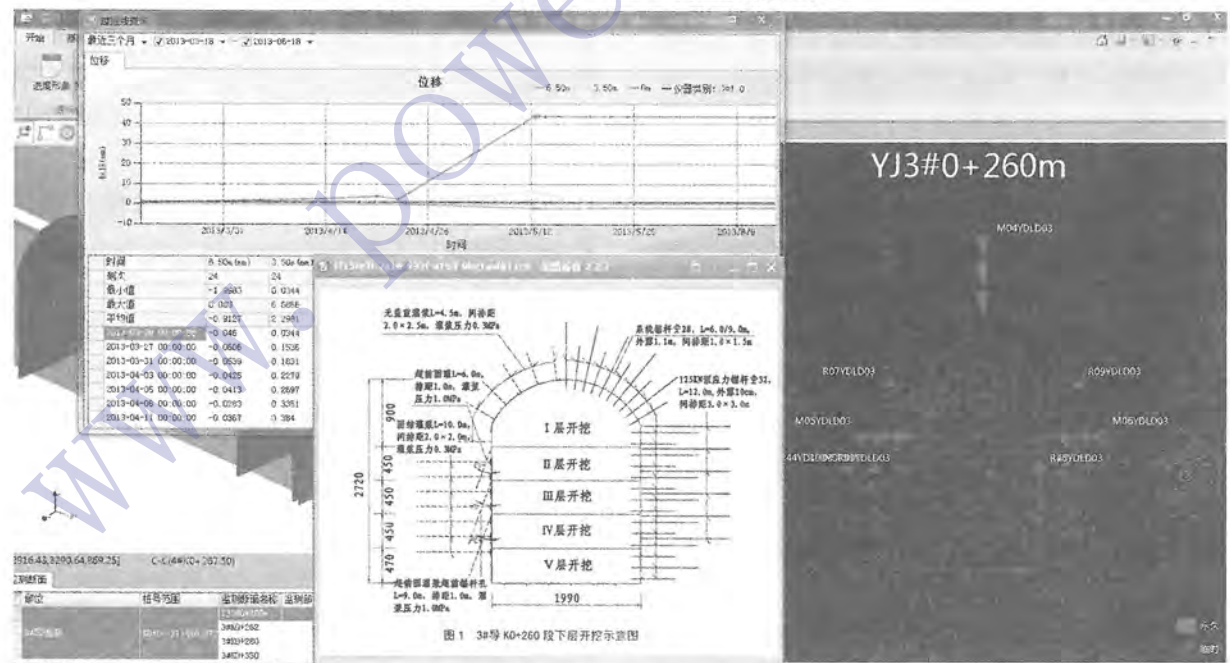


图 11 3#导流洞 K0+260 安全监测断面变形时程曲线与施工环境图

通过智能便携设备的客户端或浏览器,加载“数字导流洞”系统即可进行施工区“现场办公”,

对着空间某一位置,即可了解未来施工完毕这一(下转第 149 页)

今年的工作会上,在讲到国际业务经营管理时,提到要“建立劳动生产率指标、投入产出比的倒逼机制”和“实施项目生产效率和项目管理费倒逼机制”。这些都是在完善考核指标体系,创新考核机制,目的是为了我们项目的管理水平。

一个好的考核指标要能体现价值引领作用,一方面要突出经营收入、利润、上交费用等关键指标,设立劳动生产率、经济增加值和自主营销额等正向激励指标;一方面要设立应收账款和未完施工等倒逼指标和安全、党风廉政建设的红线指标。只有使考核指标体系设置更加科学和完整,才能真正发挥考核的价值引领作用,从而提高项目的管理水平,经营成效。

记者:你对企业的发展充满信心,能讲讲这信

心的来源吗?

申茂夏:从时代发展看,随着市场经济地位的加强和市场意识的深入,企业必将在新一轮的改革中受益。从国家的现代化进程来看,今后的一段时期,还将是城镇化和城市基础设施建设的高速期。放眼全球,发达国家基础设施的更新换代和发展中国的现代化建设,都给我们提供了机遇。从集团内部看,电建集团两级总部整合,缩短了管理链条,整合了内部资源,对二级单位的引领管理更加高效直接。从七局的发展看,管理创效,市场开拓,项目经营,人才管理,科技创新等工作都处于一个向上的态势,只要我们继续团结一致,砥砺奋发,继续保持这种昂扬的精神状态,企业就一定能够更好更快发展。

(责任编辑:姚国寿)

(上接第131页)

位置的形象面貌、施工方案以及可能的围岩变形情况,并根据这些信息合理调度资源,及时优化设计方案或施工组织。图12为基于IPAD的“数字导流洞”系统(尚待完善)。

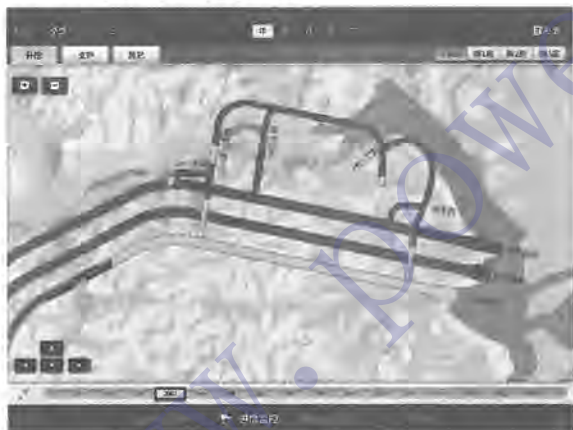


图12 基于IPAD的“数字导流洞”系统图(尚待完善)

4 结论与建议

(1)数字化技术可实现工程建设三维可视化动态变化过程,可以通过分析实际进度与计划之

间的差别,合理调整资源分配或更改计划,争取如期实现阶段进度目标或减少工作超压,实现可持续发展。

(2)安全监测与仿真计算,可以预测导流洞开挖围岩变形,并通过设置阈值,及时预警,及时治理,确保工程建设的质量与安全。

(3)目前数字乌东德的建设工作尚处于初期探索阶段。然而,已有的数字化工作已经显示了巨大的潜在生产力,建议进一步利用信息化、数字化技术,提高工程建设数字化协同作业水平,提升工程建设管理水平与安全系数,进一步解放生产力。

作者简介:

姜亚洲(1985-),男,江苏灌南人,工程师,博士,主要从事水电工程建设技术管理与工程数字化工作;

王义锋(1963-),男,湖北枝城人,教授级高级工程师,主要从事水电工程建设技术管理工作;

姚勋(1966-),男,湖南涟源人,工程管理硕士,从事工程管理工作;

刘元达(1986-),男,云南大理人,助理工程师,硕士,从事工程数字化与信息化管理工作。(责任编辑:卓政昌)

四川平武建成水电站达18座

从平武县有关人员获悉,平武古城水电站近日正式投产发电,这是华能涪江公司在平武投产的第5座电站,也是平武建成发电的第18座水电站。未来三年,平武至少还将有5座电站建成发电。据了解,平武已探明可开发的水能资源达150万千瓦。近年来,通过对外招商引资,目前有包括华能涪江公司在内的10多家企业参与平武水能资源开发,已建成投产电站18座,总装机77万千瓦。仅水电产业一项,年缴税近2亿元。