

「电站」

抽水蓄能工程建设施工大数据可视化分析应用研究

文/山东文登抽水蓄能有限公司 黄凌宇 胡紫航
北京易用视点科技有限公司 赵 城 谢 滔 孙 健

在互联网+的时代下，随着现代移动互联、物联网、大数据等信息技术快速发展，已经建立形成了诸多现代智能管控手段。山东文登抽水蓄能工程作为为大型工程建设在现场施工过程中积累了大量的数据，多专业数据分析难度大，需要一套可视化的施工大数据分析平台解决工程建设核心数据挖掘分析难题。从建设目标、平台架构、应用支撑等几个方面介绍山东文登抽水蓄能电站基建期基抽水蓄能工程建设施工大数据可视化分析研究成果，通过在公司基建管理信息平台基础上构建抽水蓄能工程基建期大数据可视化分析应用，全面实现抽水蓄能工程基建期施工过程数据可视化决策分析支撑支撑服务，为电站工程建设提供现代化的管理手段，保障工程建设全程可视，精细化的管控目标。

山东文登抽水蓄能电站位于山东省威海市文登区界石镇境内，该项目于2015年全面开工建设，工程基建施工中的设计图样、施工组织策划、原材料、实验室、拌和、质量验评、机电安装调试及施工过程专项过程控制等数据量大，这些数据是工程基建过程中非常重要的信息，直接影响工程建设总体进度、质量、安全、投资等工程管理。为实现文登抽水蓄能工程基建期建设施工过程数据可视化分析，借助可视化分析、BIM技术、移动互联、大数据等信息技术在公司原有基建管理信息系统基础上，构建抽水蓄能工程基建期是施工大数据可视化分析应用，对建设施工过程产生的各类数据可视化的呈现与数据分析，有助于及时了解现场管控效果，发现施工过程中的趋势性、普遍性问题，提供量化的决策依据与形象的模拟效果，为工程管控提供可视化决策分析支撑服务，为推动公司“两型两化”建设奠定坚实基础。

建设目标

随着互联网、物联网和大数据技术的持续

发展，应用范围和应用水平的不断提高，工程建设项目积累了大量的施工过程控制数据。过去，因各种技术和管理的局限，偏重于如何通过信息系统固化和优化业务流程实现业务的过程处理，往往顾不上对大量数据的挖掘和利用。今后，随着大数据可视化等技术的成熟，重心将转移到对工程施工数据进行深入、多维、实时的挖掘和分析。因此需在基建管理信息系统基础上进行升级，打造抽水蓄能工程基建期大数据可视化分析平台，以满足各相关部门充分共享的需求，满足决策层的需求，让数据真正产生价值，使工程基建信息化应用持续走向深入。

总体方案

抽水蓄能工程基建期大数据可视化分析应用是在公司现有基建管理信息系统基础上，建立工程基建大数据可视化智能分析，为各级管理提供智慧决策依据，全面提升工程精益化、智能化管理水平。通过构建可视化智能决策分析应用，强化公司基建管控决策分析服务。通过项目建设实

现对工程建设核心数据挖掘分析,实现综合性决策、主题决策、专项决策,有助于及时了解现场管控效果,发现施工过程中的趋势性、普遍性问题,提供量化的决策依据与形象的模拟效果,为工程管控提供可视化决策分析支撑服务。

可视化决策分析基于电站位置地图,分为总部及项目公司层级,利用柱状图、折线图、饼图等可视展现方式为各级管理提供决策辅助数据信息,满足工程建设管理需求。实现对工程建设安全、质量、投资、进度等整体情况分析,并实现工程建设施工数据信息的快速查询、数据过滤与排序、数据钻取、异常报警等功能,构建满足工程建设施工可视化智能决策分析应用,便于施工仿真与分析,为各级管理提供辅助决策,实现对

建设施工数据有效利用及分析,为不同层面的业务管理与决策提供智能分析应用,实现智慧工程建设指挥管理,推动工程基建业务管理创新。

1. 总体架构

抽水蓄能工程基建期大数据可视化分析应用功能的设计基于工程项目管理基础理论和对业务流程的梳理与优化,通过支撑各应用系统及门户的运行,通过施工管理系统、决策支持系统和统一门户,满足各方在重点工程项目管控域和业务环节的信息需求。通过水电工程集成总线接入各专业系统提供的功能服务,使平台功能与专业系统功能形成有机整体,平台还提供灵活配置能力与快速建模能力,实现对各种施工场景及计划变更的快速支持。平台架构规划如下:



图1 应用支撑架构方案

(1) 水电工程集成服务总线

包括服务总线、流程管理和服务监控三部分。服务总线实现各种接口的接入、服务注册、路由、调用等功能；流程管理实现服务的编排与流程管理；服务管理对服务访问权限、服务传输过程进行监控，保障服务传输过程安全。通过水电工程集成服务总线实现基于SOA的平台架构。

(2) 门户平台

支持内容管理工具基本的站点管理、内容采集、内容处理、内容审核、内容发布、模板管理、流程审核等基本功能外，实现单点登录、内容聚合、个性化定制等功能。

(3) 应用中间件

即Web应用服务器软件，是Web应用程序运行的环境平台，应支持Linux、UNIX、Windows等多种平台；支持多种数据库，如Oracle、MS SQL Server、DB2、Informix、Sybase等，并对数据库的访问效率提供优化；支持HTTP、XML、LDAP、Web Services等多种开放性标准。

(4) 三维可视化引擎

实现BIM模型导入、模型版本、光照、模型版本管理问题等。通过BIM中心，建立工程1:1精细模型，实现工程管理对象可视。基于引擎实现管理数据与模型数据的联接，驱动各种人机交互。

(5) 大数据智能分析

包括联机分析处理、数据挖掘等分析工具，支持数据集市的建立，支持常用的数据分析挖掘算法。

(6) workflow管理

通过工作流引擎实现工作流管理，工作流引擎应满足工作流标准组织（WFMC）制定的相关标准，能够基于可视化的界面对流程进行定义和配置，通过引擎驱动业务流程的自动流转，对流程进行跟踪，从而构建灵活、规范、统一的管理流程。

(7) 地理信息系统

地理信息系统（GIS）是一种基于计算机的工具，它可以对空间信息进行分析和处理。GIS技术把地图的视觉化效果和地理分析功能与一般的数据库操作（例如查询和统计分析等）集成在一起。GIS提供基于地图的位置、路径、范围等地理信息的业务信息展示和互操作功能，

(8) 报表工具

主要用来支撑综合报表的制作、发布和管

理，也可使用其提供的API来进行功能扩展。提供可视化的报表设计功能；支持连接到多种主流数据库；支持各种常见的格式，包括表格、直方图、饼图等多种格式的图表；支持多种统计方式；能以Web方式发布报表；提供报表导出功能；提供程序开发接口，支持可编程报表的生成。

2. 施工大数据可视化应用支撑

通过系统建立工程基建大数据可视化智能分析，为各级管理提供智慧决策依据，全面提升工程精益化、智能化管理水平。研究并提出BIM集成接入标准，通过构建可视化智能决策分析应用，强化公司基建管控决策分析服务。通过项目建设实现对工程建设核心数据挖掘分析，实现专项决策、主题决策、综合性决策，有助于及时了解现场管控效果，发现施工过程中的趋势性、普遍性问题，提供量化的决策依据与形象的模拟效果，为工程管控提供可视化决策分析支撑服务。

(1) 综合决策分析

1) 综合管理分析决策业务指标配置。通过本项目建设，构建工程基建综合管理决策分析展现，建立综合管理分析决策核心业务指标体系，明晰定义指标口径及含义，规范化对指标的管理，保障数据统计口径的一致及结果的准确，便于公司对所辖项目集中统一管理与决策。

2) 综合决策分析可视化展现。综合决策分析利用柱状图、折线图、饼图等可视展现方式为各级管理提供决策辅助数据信息，满足工程建设管理需求。实现对工程建设安全、质量、投资、进度等整体情况分析，并实现工程建设施工数据信息的快速查询、数据过滤与排序、数据钻取、异常报警等功能，构建满足工程建设施工可视化智能决策分析应用，便于施工仿真与分析，辅助工程管理决策。

3) 运监大屏指标数据接入

通过本项目建设实现将工程基建业务数据与公司运监中心大屏接入，对工程基建投资指标、进度指标、安全指标、质量指标、技术指标等信息进行可视化动态展现，实现同步管理功能。为公司层综合管理决策提供数据支撑。

(2) 主题决策分析

1) 危险源分析与预警

危险源分析与预警功能实现对风险评估的指标分析，并计合可视化技术实现风险评估情况分析，风险预控措施管理，并根据风险评估结果进



图 2

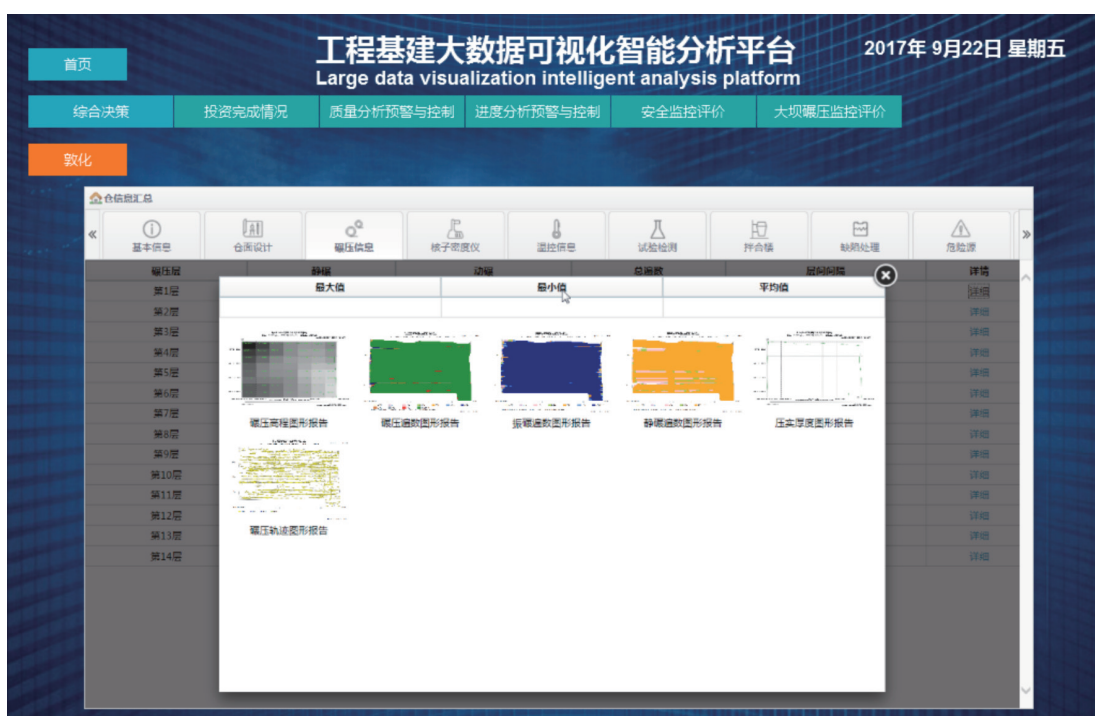


图 3

行预警实现可视化的管理。

2) 质量分析预警与控制

质量分析预警与控制功能通过对质量施工过程的管理，包括施工过程的工程项目验收结果管理，通过可视化技术可视化的展示施工质量验收

情况，并对工程项目验收不合格及未验收的项目预警及控制。

3) 进度分析预警与控制

系统实现对各项目进度分析预警与控制功能实现项目进度计划与进度施工完成情况的管理，

并通过可视化技术可视化的展现项目整体进度情况，已完成进度情况及对未完成的预警，实现进度的控制管理。

3. 专项决策分析

1) 安全监控评价

系统通过与项目安全监控管理系统的关键数据指标集成，实现对安全监控评价的标准数据及结果的分析与展现，满足公司对工程安全监控全过程管理需求，掌握工程建设安全整体情况。

2) 大坝碾压监控评价

系统实现对工程施工碾压监控结果分析与评价，通过平台可集成大坝碾压质量实时监控系统关键数据指标（包括碾压层厚、碾压遍数、振动频次）及结果，系统可综合分析展现项目施工碾压整体情况。

3) 混凝土温控评价

系统实现对工程温度数据监控结果分析与评价，通过平台可集成温度采集实时监控系统的的核心数据指标（包括拌和温度、出机口温度、浇筑/碾压温度等）及结果，系统可综合分析展现项目施工温度监控整体情况。

4) 灌浆成果评价

系统实现对工程施工灌浆监控结果分析与评价，通过平台可集成灌浆施工监控系统关键数据指标（包括灌浆压力、浆液密度、灌浆流量等）数据结果，系统可综合分析展现项目施工灌浆整体情况。

结束语

本研究项是针对抽水蓄能工程建设施工数据分类繁多、数据量大、信息分散、数据采集难等业务特性，结合公司实际情况提出了基于可视化技术的抽水蓄能工程建设施工大数据可视化分析建设方案，满足抽水蓄能工程基建期施工大数据可视化数据分析需求，实现将工程建设施工全过程数据有效分析利用，实现抽水蓄能工程基建期施工过程数据可视化决策分析支撑支撑服务，为电站工程建设提供现代化的管理手段，保障工程建设全程可视，精细化的管控目标。同时，抽水蓄能工程基建期施工大数据可视化分析将为生产期的运维管理打下坚实的基础，为抽水蓄能电站全生命周期数据管理提供服务支撑。EA

（收稿日期：2017.05.30）

（编辑：白文亭）

