

智慧建造在官路水库建设施工中的应用

宋现姿¹, 高存贵², 徐彪²

(1.山东省科源工程建设监理中心, 山东 济南 250100; 2.青岛官路水库开发建设有限公司, 山东 青岛 266000)

【摘要】以青岛官路水库工程建设实际为例, 根据施工建设中采用的技术设备和系统, 做到产学研结合, 开发研制了智能建造 APP, 并具体应用到围坝上土填筑、厂房混凝土浇筑、防渗墙施工工作中。通过质量检测评定, 确认智能建造 APP 可以进一步推广应用, 以有效提高功效, 减少质量缺陷, 提高工程进度, 为大中型水利工程建设提供借鉴。

【关键词】智能建造 APP; 官路水库; 工程施工

【中图分类号】 TV697

【文献标志码】 A

【文章编号】 1009-6159(2025)-12-0023-03

Application of Intelligent Construction in Guanlu Reservoir

SONG Xianzi¹, GAO Cungui², XU Biao²

(1. Keyuan Engineering Construction Supervision Center of Shandong Province, Jinan, Shandong 250100, China;

2. Qingdao Guanlu Reservoir Development and Construction Co., Ltd., Qingdao, Shandong 266000, China)

Abstract: Taking the actual construction of Qingdao Guanlu Reservoir Project as an example, combined with the technical equipment and systems adopted in the construction process, and adhering to the integration of production, education, and research, an intelligent construction APP was developed and specifically applied to embankment filling, plant concrete pouring, and cut-off wall construction. Through quality inspection and evaluation, it is confirmed that the intelligent construction APP can be further developed, and promoted. It effectively improves efficiency, reduces quality defects, shortens the construction period, and provides a reference for the construction of large and medium-sized water projects.

Key words: Intelligent construction APP; Guanlu Reservoir; Engineering construction

青岛市官路水库枢纽工程是为解决城市未来经济发展急需水源的大型国家建设水网节点骨干工程, 包括 1 座平原水库围坝全长 12.689 km、最大坝高 24.4 m; 1 座进库泵站、2 座出库泵站、1 座泄洪涵洞、1 个衔接渠段 5 大建筑群, 泵站涵洞总装机 1.95 万 kW。工程规模为Ⅱ型, 工程等别为Ⅱ等。水库库区死水位 9.70 m, 死库容 1 872 万 m³, 正常蓄水位 28.80 m, 兴利库容 1.92 亿 m³, 总库容 2.11 亿 m³。

1 智慧建造的内涵及应用

1.1 智慧建造的定义

智慧建造是以土木工程建筑和机械设备制造为基础, 结合现代计算机信息应用技术、管理技术、机械制造自动化技术等综合应用而发展起

来的一种制造建设新模式, 目前有智慧建造 APP 可以试用。适用范围包括: 智能建筑、智能交通、智慧城市、智慧水利、智慧消防等诸多国民经济行业的建设制造项目。

1.2 智慧建造的应用

随着智慧建造体系不断的完善, 传统建筑行业 and BIM 三维建模技术得到更快地普及, 若智慧建造理念能深入土木水利建筑行业, 将节约工程成本、社会资源消耗能降低 25% 以上, 极大降低碳排放。主要应用如下:

1) 施工现场通过精细化的建造管理带来直接的工程成本节约, 有 10%~25% 的空间潜力, 一线生产现场由于管理导致的铺张虚耗、返修、工

收稿日期: 2025-04-27

作者简介: 宋现姿(1988—), 男, 工程师

期拖延等情节将被大幅缩小。

2) 通过智能建造系统的应用,质量大幅提升,从而使工程生命周期得到延长,极大减少社会资源损耗,使碳排放得到有效控制。

3) 智慧建造改变了当前企业不经济、不合理的规模状况,大力推进了山东省智能建造能促进建筑业工业化、数字化、绿色化转型升级,加快落后产能的淘汰。

2 官路水库智慧建造平台组成

官路水库智慧建造平台由围坝一标段施工方中国电建集团水电三局有限公司负责统筹建设施工,包括土方工程、混凝土工程和基础防渗工程三部分。有关计算机程序和信息采集设备分包给相关企业和研发中心实施。2024年2月开工,2024年5月设备系统安装调试,之后结合围坝工程施工进入试运行。官路水库智慧建造平台包括三个子系统:大坝施工智能全程监控系统;基础防渗施工智能监控系统;混凝土施工质量监测系统。

3 官路水库智慧建造平台应用

3.1 官路水库围坝上土碾压

大坝施工全过程智能监控包括坝料含水率、坝料运输、坝料摊铺、大坝碾压、坝体压实度等。各模块对施工单位的施工机械设备和工程状态感知要求、数据传输要求如下:

1) 坝料含水率快速检测。在施工中采用便携式土壤检测仪,对料场土料含水率进行快速检测,检测频率每天2次以上,遇天气变化加密检测频次。同时,将采集到的含水率数据按照智慧建造系统主导协定的报文协议实时传输到智慧建造系统数据库,或通过信息录入智能建造APP实时填报到系统内。

2) 坝料运输车辆状态感知。施工单位把自动定位装置安装在运送土料自卸汽车上,实现自卸车从库区料场到坝体作业面的全过程精准定位。采用北斗卫星导航系统实现车辆动态定位,安装在车辆上的北斗系统接收模块,通过天线接收到卫星信号之后,运算并确定当前车辆所在的地理位置;然后把这些信息(包括位置信息、时间信息、速度信息等)交由4G/5G通讯模块发送到智

慧建造系统指定端口。

3) 坝料摊铺设备状态感知。在推土机上安装自动监测装置,实时采集和发送推土机的动态空间坐标。高精度卫星定位接收机(GNSS)实时接收来自北斗、或GLONASS及GPS卫星和基准站发送的数据信号。通过卫星天线捕获卫星信号,按设定的时间频率(1次/s),接收各单元实时所发射出的无线卫星信号,无线传输模块[DTU]将采集数据处理模块发送过来的即时采样信息。根据智慧建造系统标段牵头定制协议,按规定的时间差(如:每1s、2s),即时采样的时间及其相对应的碾压机械坐标位置、碾压机械标志、振动状态通过选定的无线通讯网络发送到远程数据库服务器。

4) 大坝碾压和坝体压实度状态感知。施工单位在碾压机上安装自动监测装置,实时采集和发送碾压机的动态空间坐标。高精度卫星定位接收机(GNSS)能够即时接收北斗、GLONASS、GPS卫星和基准站发送的信号。借助接收端的外接(I/O)接口,将位置坐标信息及定位时间和碾压机械标志传送到无线数据的传输单元(DTU)。无线传输模块[DTU]将采集数据处理模块发送过来的及时采样信息,根据定制协议,按规定的时间差(如:每1s、2s),将即时采样的时间及其相对应的碾压机械坐标位置、碾压机械标志、振动状态、碾压机械振动状态、压实度感知结果等数据通过选定的无线通讯网络发送到远程数据库服务器。为了保证传输的稳定性,无线通讯模块应具备与摊铺设备上无线通讯模块一致的功能。

3.2 基础防渗施工智能监控

1) 带有数据传输模块的灌浆记录仪,智能监控仪器启动后,将实测灌浆数据(灌浆孔号、流量、密度、压力)、变形波动数据(波动孔号、波动绝对初始数据、波动相对初始数据、实时实测数据、波动数据)及其过程数据进行采集,通过无线网络传输到数据总服务器端供灌浆智能监控分析系统使用。

2) 混凝土防渗墙施工过程中,成槽后,采用成槽质量检测仪对槽体多个断面进行断面扫描,每个槽段检测3个断面以上,且两段搭接处必须扫描;将扫描的点云数据实时发送到指定的服务器,供系统分析成槽质量用。

3.3 混凝土施工智能监控

施工单位将混凝土骨料控制性数据、拌和数据、运输车辆数据传输到相应的服务器:

1)混凝土骨料数据,将粗骨料、细骨料、水泥、掺合料等混凝土骨料的级配、密度、云母含量、含泥量、碱活性骨料含量、有机质含量等关键质量指标数据通过智慧建造系统指定的填报方式即时填报并上传至监控系统,骨料级配及质量合格即可进行后续拌合作业。

2)混凝土拌和数据,自动化实时采集混凝土拌合站生产的每盘混凝土的数据信息,包括拌和时间、拌合方量、各材料用量和配合比等,并按照智慧监控系统协定的编码方式,采用 4G/5G 通讯手段,实时传输到服务器指定的地址。

3)混凝土运输数据,运输车辆配备或加装自动定位设备,实现对于混凝土从拌合站到浇筑作业仓的全过程定位与和数据传输。

3.4 实施流程

1) 施工单位提交的智慧建造实施方案经过业主、监理审核后实施,并积极配合业主、监理和智慧建造系统对前端施工信息采集的要求,保证设备配备质量、数量,以保证对工程施工全过程智能监控的要求。

2)施工单位派出相应人员进驻智慧分控站,应用监控系统指导自身施工,并积极配合智慧建造系统实施相应的调度和反馈。

3.5 应用效果

该系统的启用,为施工质量提供了保障,为施工作业人员提供了事前参考,确保了上坝土料的含水率、保证了碾压质量。同时,确保了槽孔挖掘进度和成槽质量,挖孔成槽的连作业续性;为后续防渗墙浇筑节省了时间,提高了功效。确保了混凝土原材料质量、提高了拌合质量,保证了浇筑进度和质量,提高了施工效率。

4 系统应用过程中的施工难点及对策

4.1 施工难点

1)施工效率低。官路水库坝顶高程 31.70 m,最大坝高 24.40 m,坝脚现状实际高程 10~11 m,上坝临时道路按照 1:5 坡度修筑,随围坝坝体填筑不断升高,上坝道路由原来长度 33 m 增加到 105 m,上坝道路逐渐变长变缓,大大降低了施工

效率。

2)进度滞后。本工程位于滨海地区,受海洋性气候影响比较严重,汛期降雨较多,从而导致上坝土料含水量偏高,需使用机械进行多次翻晒,不具备连续施工的作业条件、影响工期进程。

3)填筑顺序错乱。为赶进度和效益,上坝车辆多、卸料秩序错乱,极易改变上坝土料摊铺顺序和施工网格。如围坝桩号 0+300-0+600 段第 12 层机械坝面卸料时,将布设完善的网格破坏,导致卸料填层超厚不均匀,未能严格按分层填筑分层碾压试验工艺施工。

4)实际施工中,成槽机自带垂直显示仪无法针对成槽宽度和垂直度进行详细检测,因此需要更加有效的检测方式进行补充。

4.2 对策措施

1)调整施工组织措施,加强工程施工管理,适当增加上坝道路数量(上坝临时道路影响防渗墙及帷幕灌浆施工作业),将上坝道路设置在填筑段的中间段。

2)项目所在地 3—6 月为非汛期,降雨量较少,可增加夜班继续进行填筑,加快进度。

3)加强项目管理,落实责任制,每个标段每个区段均有管理人员现场指挥调度车辆。在网格交叉处利用彩旗辅助网格线,夜间施工车辆尾部安装灯光感应器,在网格的边侧安装激光射灯布控网格,保证工程质量。

4)无法对成槽宽度和垂直度进行检测的局部槽孔,可利用人工使用超声波检测仪进行检测,来满足设计及规范要求。

5 结语

通过官路水库建设实施,发现车辆运输、土料摊铺碾压、拌合物运输浇筑相关过程的传感定位仪表有待提升,信息数据计算分析有待改进。成槽成孔监测仪表对防渗墙建设质量具有强力优势。

总之,智慧建造可以有效提高工程建设进度,确保工程建造质量,同时保证安全施工。智慧建造对大型骨干土木水利工程建设具有可复制性,推广利用价值极高。

(责任编辑 赵其芬)