

论智慧工地管理系统在预制箱梁场中的应用

郭 瑞, 沈德明, 刘彬彬

(中国水利水电第七工程局有限公司, 四川 成都 610213)

摘要: 预制箱梁场是特定混凝土梁的生产场所, 其在桥梁建设中虽然属于辅助型工程, 但对桥梁主体结构却起着至关重要的作用。梁场是否能够优质、高效、及时地制作预应力混凝土箱梁是决定桥梁铺架工作能否按时完成的关键。某市政项目桥梁工程通过采用智慧数字化综合管理平台(以下简称: 智慧工地管理系统)对混凝土预应力箱梁的关键施工点进行控制, 及时发出预警, 有效地解决了混凝土预应力箱梁制作中存在的钢绞线张拉、孔道压浆、养护等技术难点, 既保证了施工进度目标, 又保证了预应力混凝土的质量。根据实际经验对智慧工地管理系统在预制箱梁场的应用进行了阐述。

关键词: 预制箱梁场; 智慧工地管理系统; 钢绞线张拉; 孔道压浆; 进度目标

中图分类号: TU71; TU72; TU75

文献标志码: B

文章编号: 1001-2184(2023)05-0039-04

Discussion on the Application of Intelligent Site Management System in Precast Box Girder Yard

GUO Rui, SHEN Deming, LIU Binbin

(Sinohydro Bureau 7 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610213)

Abstract: Precast box girder yard is a specific production site for concrete beams. Although it belongs to auxiliary engineering in bridge construction, it plays a crucial role in the main structure of the bridge. Whether the ability of the beam yard can produce prestressed concrete box girders with high-quality, efficiency, and timely box beams determines the the bridge installation work can be completed on time. A municipal project adopts a smart digital comprehensive management platform (hereinafter referred to as: the smart construction site management system) to control the key construction points of concrete prestressed box beams, issue timely warnings, and effectively solve the problem of technical difficult such as steel strand tensioning, tunnel pressing, and maintenance in the production of concrete prestressed box beams, ensuring both construction progress target and the quality of prestressed concrete. Based on practical experience, the paper briefly elaborates on the application of the smart construction site management system in precast box girder yards.

Key words: Precast box girder yard; Smart construction site management system; Steel strand tensioning; Pore grouting; Progress target

1 概 述

某市政项目桥梁工程设计方案为预制的 474 片装配式预应力混凝土简支小箱梁, 采用 C50 混凝土, 每片箱梁长 30 m, 其预应力钢束采用高强度低松弛 $\Phi^s 15.2$ mm 钢绞线, 抗拉标准强度 f_{pk} 为 1 860 MPa, 抗拉设计强度 f_{pd} 为 1 260 MPa。

该项目采用智慧工地管理系统进行管理, 以制梁工艺、箱梁基础数据、台座分布等进行输入, 借鉴工作流的设计思路对梁场生产端进行系统的管理。通过下发制梁/架梁计划、梁体身份证、超时工艺预警、周期台账报表、架梁形象进度、多维

度数据看板等全面监控梁场生产管理的全过程, 优化工艺配置, 提升生产效率, 保障生产质量, 通过“互联网+BIM+大数据”信息化管理平台实现项目管理的数据化, 降低项目管理成本, 提高工程管理和施工技术水平^[1]。

笔者所述的智慧梁场管理系统为该系统的子系统, 在箱梁预制过程中对箱梁的张拉、压浆、养护以及进度等进行管理并体现在智慧工地管理系统中。

(1) 全生命周期管理: 从基础数据录入、计划任务下发、生产进度填报、异常数据预警及改进、

收稿日期: 2023-05-20

智能张拉、智能压浆到梁体养生喷淋等对梁体全过程进行生产管理监控。

(2)梁体身份证终身制:以梁体身份证管理梁体,其是梁体的唯一识别码,伴随着梁体生命全过程。当任务下发审批通过即生成梁体身份证,梁体身份证为系统自动生成的二维码,通过梁场管理者打印出来贴在对应的箱梁上;在质量检查时通过扫描二维码即能对每榀箱梁的张拉压浆等质量信息进行了解。

(3)精细化监管促改进:计划任务以每榀梁生产工序周期、起止时间为管理单元,结合每日进度、超时预警等数据不断优化工艺配置、计划任务,进而提升梁场的生产效率。

(4)便捷化操作提效率:依据系统数据看板、形象进度、日进度、整体进度、异常预警等系统特性多维度地统计分析呈现梁场的生产状态,形象、直观、精确;其方便快捷的系统操作极大程度地提升了工作效率,降低了管理难度,节省了人、财、物成本。

智慧工地管理系统充分利用其将多项数据可视化的优势,有助于实现梁场管理工作的标准化、精细化和科学化。某公路桥梁预制梁场利用BIM技术创建了集可视化施工管理、可视化质量管理、可视化进度管理及可视化动态监控系统等于一体的智慧梁场,极大程度地提高了梁场的管理水平和工作效率^[2]。笔者对其主要的应用部位进行了阐述。

2 智慧工地管理系统的具体应用

2.1 数据采集

(1)钢绞线张拉。该项目智慧工地管理系统通过对梁场实时数据进行采集后对梁场关键工序进行管控。现场数据的采集通过所安装的各类监控设备实现,即物联网手段。物联网手段通过对预应力张拉作业中的关键数据(张拉日期、张拉结果、梁孔序号、理论张拉力、实际张拉力、张拉力误差、理论伸长量、实际伸长量、延伸量误差、张拉时间等)的采集并将数据上传至监控系统平台,通过对质量数据进行分析对比和超标数据报警实现对作业过程质量的动态监控,对各环节的特点提出相应的质量控制措施^[3],进而确保了预制梁预应

力施工作业的质量管控。

构件工厂化预制生产因其具有缩短工期、降低造价、对环境影响小的特点,在我国桥梁工程建设中正在大规模推广应用,而预制场站的运维管理水平直接影响到桥梁构件的交付速度和质量。

预应力智能张拉监测系统是基于控制预制梁生产过程中的张拉施工工艺质量的动态控制开发的控制系统。

桥梁预应力智能张拉技术配套远程监控技术所形成的桥梁预应力施工质量远程监控管理体系,能够实现预应力张拉质量管理的“实时跟踪、过程控制、动态验收、及时补救”。利用该系统成功地解决了桥梁预应力张拉施工过程中存在的一系列问题,减少了施工过程中人为因素的影响,有效保证了施工技术指标的的实现,采用3G/4G移动网络将数据传送到服务器的数据库中进行保存,通过内置算法分析生成数据看板,从而为管理人员提供预警分析功能管理。

预应力智能张拉监测系统,通过对质量数据的分析对比和超标数据警报实现对作业过程质量的动态监控与预警提示,确保了预制梁预应力施工作业的质量管控。

当各项数据统计情况传输到服务器后,系统根据预应力质量控制指标对全部施工数据进行统计与绘图分析后判断工程预应力施工质量趋势。

(2)孔道压浆。该项目使用的智慧工地管理系统通过施工现场的智能压浆系统将实时数据采集功能和数据管理系统平台于一体,完成了施工质量数据的采集和上传、分析与管控。

桥梁预应力智能压浆技术系指采用计算机技术控制整个压浆过程,采用浆液循环方式排出管道内的空气和杂质、不需要人工开泵和手动补压的压浆工艺。在管道进、出浆口分别设置精密传感器实时监测压力并实时将其反馈给系统主机进行分析判断,测控系统根据主机指令进行压力的调整,保证预应力管道在施工技术规范要求的浆液质量、压力大小、稳压时间等重要指标的约束下完成压浆过程,确保压浆饱满和密实^[4]。

通过在智能压浆控制主机上安装数据采集工具,由3G/4G移动网络将数据传送到服务器

的数据库中,通过内置算法进行分析,能够实现
对预应力压浆质量管理“实时跟踪、过程控制、
动态验收、及时补救”,进而为管理人员提供预
警分析功能管理。

智能管道压浆监测系统通过嵌入各智能压
浆设备直接提取压浆数据,包括压浆时间、结
束时间、注浆量、注浆压力、保压时间等形成压
浆台账表。

通过对所获取的数据进行整理、分析,提供现
场施工的违规报警、施工进度及质量预警、变
形抬动超值预警等,进而达到对压浆施工的事
先预控、事中监控、事后分析的管理目标。

在综合收集到各类数据指标后,系统根据压
浆监测系统提取的压浆数据,包括压浆时间、
结束时间、注浆量、注浆压力、保压时间等对
全部施工数据进行统计绘图分析以判断工程
的预应力施工质量趋势^[5]。

2.2 智能养护

该项目采用的梁场养护自动喷淋系统在当
前的梁场养护工程中应用广泛,其通过科学合
理的设计,避免了传统人工养护中存在的漏养
现象,减少了隐患的出现;同时,高度智能化的
使用方式节省了大量成本。

梁场养护自动喷淋系统具有很多便利之处,
其增加了行走轨道,实现了预制梁的自动喷淋
养护,保证了预制梁的混凝土强度。梁场养护
自动喷淋系统克服了人工洒水用水量大的缺点,
其通过存梁区预先规划设置的供水管道,在开
启控制开关后可以自由地在行走轨道上行驶。
全自动智能桥梁喷淋系统由 PLC (可编程控制
器)电路控制、行走、供水、喷洒,在养护过
程中能够由一台 PLC 进行控制,可以实现自
动化养护,从而为预制梁的养护提供方便。

从功能上划分,对其按以下分类进行描述:

(1)水源系统:在梁场内打井,安装潜水泵,
在出水主管道上安装远传压力表,将信号传给
恒压控制系统用以控制水泵工作以保证管路中
的水压在给定范围内。在主管道上接分支管道
给储水池补水。采用恒压控制的目的是为了给
整个梁场提供可靠的供水。

(2)喷淋供水装置(无塔供水系统):该装置
由潜水泵、止回阀、排气阀、压力储水罐、排
污阀等构成,其中在压力储水罐上安装有远传
压力表将信号传递给控制系统。该装置为喷淋
管道供水,在同时喷淋的梁数量随时变化的
情况下可以保证压力相对恒定。

(3)喷淋管道系统:将压力储水罐出来的
主管道接到制梁区龙门吊轨道内侧顺轨道埋
设,然后再 T 接若干分支管道到每排制梁台座
的一侧(每一排台座接一条分支管道,相当于
每条分支管道覆盖 7 个台座),在主管道和分
支管道 T 接点之后安装电磁阀,其作用为可
以在控制系统中调节喷淋的间歇时间,从而
在满足养护要求的前提下节约用水和电能。
每个电磁阀的开通时间应错开,以避免多个
分支管道同时供水导致的用水量过大的情况
发生。分支管道在每个台座附近设置阀门井,
安装两个手动阀及两个出水管,其中一个出
水管接左右喷淋管,另一个出水管接顶部喷
淋管和梁内喷淋管(梁内一般不设)。在左右
喷淋管上安装喷嘴,所喷出的水雾应能覆盖
梁的左右两侧,包括顶板下方(图 1)。对于
其水质达不到饮用水标准而不能使用雾化喷
嘴的情况,可以使用半雾化喷嘴或碟形旋转
喷嘴(碟形喷嘴可以自动旋转)。其顶部喷
淋可以使用微喷带(先在梁顶敷设土工布),
能够保证梁顶一直湿润。喷淋管的设置情
况见图 1。

(4)水循环利用系统:喷淋后的水有一部
分会流到地下汇集到集水沟内、流到沉淀池
内净化沉淀后再进入储水池并设置一个溢流
口,雨天可以将多余的雨水排到场地内的排
水沟。由于作业场地较大,蒸发量及渗透量
较大,因此,回到储水池的水不会太多而需
要补水。此时在储水池内设置的高低水位传
感器(开关)可以用来控制进水管的电磁阀
开关。

2.3 梁场喷淋

该项目通过手机 APP 遥控软件实施远程
控制,不仅可以手动完成定时智能喷淋设置,
而且在手机 APP 上也可以通过相应的功能予
以实现。负责喷淋的管理人员可以通过随身
携带的手机随时对不合理的浇水喷淋行为进
行动态调整而无需

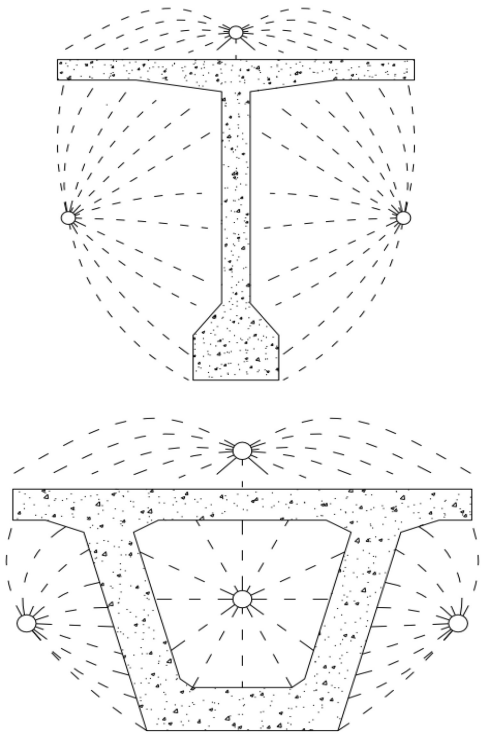


图1 喷淋管设置图

频繁地驱车到现场进行手动操作,通过移动端控制系统运行,从而节约了到预制梁场进行调整的时间,进而提升了管理智能化水平。

手机 APP 中还拥有大量的手动操作无法实现的功能,其中包括:

- (1)控制系统及每一个喷淋点的命名,拍照;
- (2)手动点击停止喷淋、即时喷淋;
- (3)系统控制梁场内所有制梁台座的箱梁养护;
- (4)调整喷淋计划、频率以及喷淋时长;
- (5)启动天气数据对现场进行用水量调节。

温度高时自动多浇水,温度低时自动减少浇水量;

(6)根据现场应急情况,手机 APP 可以随时随地调整喷淋配置,充分发挥移动操作终端的优势。

智能喷淋降尘控制箱在户外可以通过 4G 路由器或已经部署的 WiFi 系统连接互联网实现与云服务器集群的数据交换,可以实现任意地点的远程遥控和数据上传通讯。用户可以通过手机 APP 实时查看耗水量并通过图表直

观呈现。

智能喷淋中控系统通过电脑浏览器运行。在中央控制室内,管理人员可以快速定位智能喷淋区域,远程遥控浇水,设置某一台控制箱的喷淋计划,查看巡检员手机 APP 上传的现场喷淋照片等。

对于道路喷淋养护,该项目引入了全自动、智能化的降尘喷淋系统以提升业主智能化管理水平。为实现标准化的环保目标,喷淋是提升其管理水平的必由之路。该系统作为商业级智能喷淋的标准配置产品,其远距离、大面积喷淋可以通过无线互联网接入实现手机 APP 遥控及 PC 集中管理。

3 结 语

通过对预制箱梁场可视化动态监控关键技术进行深入细致的调研和研究,提高了预制箱梁场的施工效率。在智慧工地管理系统中形成大数据,通过与后台设置的理论数据进行对比、分析,进而掌握箱梁生产过程中每道工序的施工数据,同时系统链接箱梁智能张拉、压浆、养护数据,打造智能化梁场,以信息化的手段实现箱梁预制的管理,提高了预制箱梁场的生产安全信息、材料消耗信息、传递的及时性、准确性及安全性,实现了智能高效的施工管理目标。

参考文献:

- [1] 李凌志. 信息化技术在金丽温高速公路东延线工程中的应用[J]. 建筑机械, 2021, 41(10): 29-31.
- [2] 孙振堂. 基于 BIM 可视化技术的公路桥梁预制智慧梁场[J]. 四川建材, 2018, 44(9): 181-182.
- [3] 黄生长. 桥梁工程后张法预应力预制梁板施工质量控制分析[J]. 四川建材, 2020, 46(9): 172-173.
- [4] 唐鹏虎. 高速铁路箱梁预应力管道智能压浆工艺研究[J]. 中华建设, 2020, 27(29): 180-181.
- [5] 张树妹. 桥梁预应力张拉云管理平台设计方案研究[J]. 江西建材, 2020, 40(12): 39, 41.

作者简介:

郭 瑞(1986-),男,湖北仙桃人,副局长,高级工程师,学士,从事项目管理工作;

沈德明(1996-),男,青海海东人,项目工程部副主任,助理工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理;

刘彬彬(1996-),男,四川广安人,助理工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理。

(责任编辑:李燕辉)