

文章编号: 1674—8247(2018)06—0083—04

## 智能化养护技术在铁路预制梁场的设计与应用

曹新刚 徐 宏

(中铁一局集团有限公司, 西安 710054)

**摘 要:**简支梁在高速铁路建设中应用较为广泛,其施工模式主要采用现场预制、架桥机架设的方法。目前,各制梁场主要采用人工洒水和喷涂养护剂的养护方式,养护较不规范,存在功效低、人工依赖性强、养护效果不明显、重复投入大、设施损坏率高且不易满足冬季施工的问题。文章针对这一现状,提出了采用智能化养护技术,重点阐述了智能化养护技术的设计思路、技术原理、应用实施等。智能化养护技术不仅可以解决上述问题,而且明显改善了养护质量,减少劳动强度、降低投入,使得梁体存放、养护区域更加整洁,工地安全文明施工得到了显著提高。

**关键词:**智能化养护; 铁路; 制梁场; 设计与应用

中图分类号:U445.7

文献标志码:A

## Design and Application of Intelligent Maintenance Technology in Railway Precast Beam Field

CAO Xingang XU Hong

(China Railway First Group Co., Ltd., Xi'an 710054, China)

**Abstract:** Simply supported beam has been widely applied in high-speed railway construction. The construction mode mainly adopts on-site precast and erection machine. At present, the curing methods of beam fabrication yard are mainly artificial sprinkler and spraying curing agent, there are some realities such as low efficiency, strong dependence, poor maintenance effect, repeated investment, high rate of facilities damage and difficulty in meeting the requirements of winter construction. This paper mainly expounds the design idea, technical principle and application implementation of intelligent maintenance. The adoption of intelligent maintenance technology can not only solve the above problems, but also improve the quality of maintenance, reduce labor intensity and reduce investment, so that the storage and maintenance area of beams is more neatly, and the site safety and civilization construction has been significantly improved.

**Key words:** intelligent maintenance; railway; beam making field; design and Application

铁路预制简支梁由于施工流程化、生产效率高、质量易控制,造价更合理,在高速铁路建设中得到了广泛的应用。现阶段,混凝土梁体养护基本采用人工洒水养护或喷涂养护剂的方式来实现,梁体混凝土养护不够规范。为使梁体混凝土养护效果达到标准、规范要求,提高养护工作质量、工作效率、降低成本、减少对

人工的依赖,使施工单位逐渐摆脱现有的施工模式,做到施工标准化、智能化、科学化、信息化,提高施工现场管理效率,降低现场施工安全风险,彻底改变传统高速铁路的施工管理模式,需运用智能化养护系统采用手持 PDA 设备,实现施工现场重大危险源的源数字化安全预警,实现施工环节智能化。

收稿日期:2018-01-30

作者简介:曹新刚(1976-),男,高级工程师。

引文格式:曹新刚,徐宏. 智能化养护技术在铁路预制梁场的设计与应用[J]. 高速铁路技术,2018,9(6):83-86.

CAO Xingang XU Hong. Design and Application of Intelligent Maintenance Technology in Railway Precast Beam Field[J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(6): 83-86.

本文以舒城东制梁场为例探讨智能化养护在铁路预制梁场的应用。舒城东制梁场位于舒城县千人桥镇新建合安铁路 DK 52 + 100 左侧,承担着新建合肥至安庆铁路 DK 40 + 413.31 ~ DK 65 + 542.055 段箱梁的预制任务主要包含标段内杭埠河特大桥 373 孔、吕家湾中桥 4 孔,丰乐河特大桥 288 孔和花岗特大桥 32 孔,共计 697 孔预应力简支箱梁预制任务。

## 1 梁体混凝土养护现状

### 1.1 混凝土简支梁养护

铁路预制混凝土简支梁养护包括制梁台座上的养护和移运到存梁区的养护。本文主要论述梁体混凝土在存梁区的养护,在存梁区梁体混凝土一般采用洒水或喷涂养护剂养护。此种养护方法工人劳动强度大、资源耗费大、工地安全文明施工效果差,且受环境温度影响明显,特别是冬季施工期间,仅能采取喷涂养护剂的措施,梁体养护不能完全按照标准规范要求进行,养护效果不明显,而且施工成本高。

### 1.2 混凝土简支梁的养护方式

#### (1) 人工洒水养护方式

受环境温度影响,冬季施工时不能采用。人工洒水的养护方式,能做到除底板底面外的全方位养护,但土工布损耗大,工人劳动强度高,对人工依赖性高。洒水次数与频率由工人主观判断,取决于操作工人的责任心和管理者的监督力度,易出现洒水不及时造成的质量缺陷。

#### (2) 喷淋设施养护方式

由喷淋小车、临时管道、雾炮等组成。需在存梁区设置滑道,使喷淋小车在固定轨道上运行。该设施仅能在梁面和腹板表面进行养护,梁底板底面和顶面均无法养护,且喷淋小车运行轨道投入大,轨道硬化处共用性不强。

#### (3) 喷涂养护剂养护方式

不受环境温度影响,根据不同的使用条件选用相应养护剂,可实现梁体底板底面、腹板侧面、梁端、桥面顶板、内腔顶板等全部养护。但施工成本大、施工功效低、环境污染大、养护效果不理想。

### 1.3 现有养护方式的优缺点

(1) 制梁场需铺设临时管道,设施损坏率高,且不能满足冬季施工需求,工地文明施工效果差。

(2) 资源消耗多、人工依赖性高、工人劳动强度大、自动化程度低,且不能实现梁体全方位、无死角的养护,养护效果不理想。

(3) 冬季施工时,由于外界环境温度较低,目前的养护方式均不能达到标准、规范规定的养护效果要求。

## 2 智能化养护系统的设计

### 2.1 总体设计思路

制梁场建设时结合制梁台座生产效率,在每个台座对应的存梁区前四排存梁台座处预埋供水、供蒸汽支管道(蒸汽支管道用于冬季施工)<sup>[7]</sup>,设置可折叠式轻便移动养护棚,完成梁体在存梁区的养护。在梁体相应部位埋设温度、湿度感应元件,通过蓝牙设备与控制系统进行连接,自动采集梁体表面温、湿度,选择按照预设方案对梁体进行养护。

### 2.2 智能化养护系统原理

智能化养护系统由养护系统主机、无线测温测温终端、养护终端等组成<sup>[8]</sup>。通过养护梁体中预设的无线测试元件实时监测混凝土梁体养护温度、湿度条件,通过无线设施传输至养护系统主机,由主机处理器根据监测结果自动分析判断梁体表面的温度、湿度,从而选择执行相应的控制养护程序,使混凝土简支梁体达到全天候、全湿润、无遗漏的养护效果。

## 3 智能化养护系统的应用

### 3.1 控制系统

(1) 智能化养护系统可通过电脑管理系统、手机 APP(或手持 PDA 设备)、现场操作箱三种方式进行管理。多元化的管理平台可避免因设备故障、管理人员的操作不当等因素对梁体混凝土养护工作的影响。智能化养护系统控制系统界面如图 1 所示。



图1 智能化养护系统控制系统界面

(2) 在智能养护主机系统进行养护程序设计时,根据环境温度、湿度、风力等条件选择相应的程序,使混凝土养护质量达到规范要求。在管理系统按照预设方案进行混凝土养护的同时,管理人员通过无死角的现场监控对养生情况实时跟踪,及时处理突出情况,保证梁体养护的高质量、高效率。

(3) 智能化养护系统设计分冬季梁体混凝土养护和非冬季梁体混凝土养护两种状态。冬季施工时,可考虑开启预设存梁区的蒸汽支管道,并布置轻便可

折叠移动式养护棚进行梁体养护。考虑到养护棚移、运、安、拆便捷,养护棚应采用轻质、新型保温材料组成。通过梁体表面预设的温、湿度感应元件进行数据传输,通过主机系统控制完成梁体养护工作。可折叠式移动养护棚如图2所示。



图2 可折叠式移动养护棚

非冬季施工时,梁体混凝土养护通过开启预设存梁区的供水支管道,设置自动喷淋系统进行梁体养生,通过梁体表面预设的温、湿度感应元件进行数据传输,保证养护期内的梁体混凝土处于湿润状态,避免梁体收缩裂纹、提高早期混凝土强度。

### 3.2 养护测点的布设

(1)智能化养护系统为实现“人工养护”到“智能化设备养护”的转型,将园林灌溉的雾化、喷淋设备通过工程应用改造,引入到预制梁混凝土养护中。采用旋转喷头作为养护终端执行混凝土养护工作,旋转喷头按照预制箱梁外观特点分为往复式扇形喷头及360°旋转喷头。

(2)往复式扇形喷头按照预制箱梁外形尺寸预设110°角进行往复循环运动,进行预制箱梁翼缘板、腹板混凝土养护作业,预设180°角进行预制箱梁内腔混凝土养护作业。360°旋转喷头用于桥面及底板混凝土养护作业。为便于施工,将往复式扇形喷头与桥面旋转喷头固定在存梁区两侧养护通道上,底板旋转喷头固定在存梁支墩的纵向中轴线上,内腔往复式扇形喷头设置为移动式喷头,可在预制梁在存梁台座就位后放入内腔。如此,既保证了混凝土养护工作的正常运行,也不影响预制箱梁的正常吊装作业,养护测点布设如图3所示。

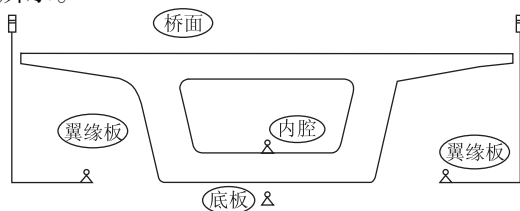


图3 养护测点布设图

(3)在“智能”方面,采用电子阀作为智能终端,直接控制供水(供气)系统,将电子阀并入一套网络控制系统进行远程操作,按标准规范要求编制一套专用混凝土养护控制系统程序,完成混凝土养护工作。

### 3.3 供水(气)系统

(1)智能化喷淋系统采用气液增压泵提供压力,将循环水配送至存梁区管路,洒水工作中,水压使喷头按照预设角度往复作业。每个分路都通过电子阀与电脑管理系统联接,形成完整的自动喷淋系统。

(2)考虑到养护用水的最大限度节约,使喷淋养护水达到循环利用且保证存梁区台座不积水,台座间应设置集水槽相互联通,将水路汇集至蓄水池,再通过增压泵将循环水配送至存梁区管路。

(3)在养护区设置集水槽,将养护过程中喷淋在混凝土表面多余的水,通过养护梁体周边预设的管沟汇集在集水槽中。集水槽位于梁中心预埋管道两侧,该区域地面硬化厚10 cm水泥砂浆,设置15%的汇水坡度,并铺设碎石,使养护水通过碎石缝隙汇集到集水槽中,集水槽将过滤后的废水收集后,汇集到蓄水池,由水泵压入输水管道,如此形成水循环,经过滤后的水再次用于混凝土养护。

(4)冬季施工时,开启预设存梁区的蒸汽支管道,并在每个节点设置自动增压装置,使蒸汽压力满足施工需求。在存梁区沿梁长度方向设置混凝土通道,用于可折叠式养护棚的移动及固定。

### 3.4 养护工艺

#### (1)工艺流程

智能化养护工艺流程如图4所示,工艺流程为:养护方案预设—系统运转—翼缘板养护—桥面养护—内腔、底板养护—底板养护—数据采集上传—养护完毕。

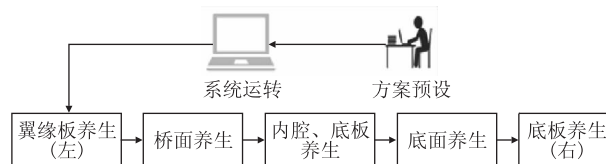


图4 智能化养护工艺流程图

#### (2)翼缘板养护

在梁体外单侧布置7个110°扇形摇摆式喷头,单个扇形喷头有效覆盖范围5.5 m,相邻喷头覆盖范围交叉1.5 m,避免出现死角,翼缘板养护如图5所示。

#### (3)桥面养护

桥面单侧布置3个360°旋转式喷头,单个喷头有效覆盖半径6 m,相邻喷头覆盖交叉1 m,满足桥面混



图5 翼缘板养护

凝土养护要求,桥面养护如图6所示。



图6 桥面养护

#### (4) 内腔养护

内腔布置7个180°扇形摇摆式喷头,单个扇形喷头有效覆盖范围5.5 m,相邻喷头覆盖范围交叉1.5 m,满足内腔混凝土养护要求,内腔养护如图7所示。



图7 内腔养护

#### (5) 底板养护

底板布置7个360°旋转式喷头,单个喷头有效半径3 m,相邻覆盖范围交叉1 m,满足底板混凝土养护要求,底板养护如图8所示。



图8 底板养护

#### (6) 数据采集上传

通过梁体预设的温、湿度测试元件和蓝牙设备与控制系统进行连接,自动采集梁体表面温度、湿度数据,选择按照预设方案对应的养护周期。

#### (7) 养护完成

冬季施工时,开启预设在存梁区的蒸汽支管道,固定好可折叠式轻便移动养护棚后,开启蒸汽电子阀门,使养护棚内的温、湿度在养护期内满足要求,即可完成梁体养护。

## 4 结束语

智能化养护技术通过全过程自动控制调节混凝土梁体温、湿度条件,保证了养护期内梁体混凝土始终保持湿润状态,减少了梁体表面温差裂纹、收缩裂纹的出现,保证了养护质量。同时降低了投入,提高了施工现场的管理效率,减少了劳动强度,提高了工地文明化程度,做到了施工信息化、智能化、标准化、科学化,实现了节省电能、节约水资源和节省人工三大效益。

## 参考文献:

- [1] TB/T3043-2005 预制后张法预应力混凝土铁路桥简支T梁技术条件[S].  
TB/T3043-2005 Technical Specification of Precast Post-tensioned Prestressed Concrete Simple-supported T-girders for Railway Bridges [S].
- [2] TB/T3432-2016 高速铁路预制后张法预应力混凝土简支梁[S].  
TB/T3432-2016 Precast Post-tensioned Prestressed Concrete Simple-supported Beam of High-speed Railway [S].
- [3] TB/T2484-2005 预制先张法预应力混凝土铁路桥简支T梁技术条件[S].  
TB/T2484-2005 Technical Specification of Precast Pretensioned Prestressed Concrete Simple-supported T-girders for Railway Bridges [S].
- [4] TB/T3433-2016 高速铁路预制先张法预应力混凝土简支梁[S].  
TB/T3432-2016 Precast Pretensioned Prestressed Concrete Simple-supported Beam of High-speed Railway [S].
- [5] TB/T3275-2011 铁路混凝土[S].  
TB/T3275-2011 Concrete for Railway Construction [S].
- [6] TB 10424-2010 铁路混凝土工程施工质量验收标准[S].  
TB 10424-2010 Standard for Constructional Quality Acceptance of Railway Concrete Engineering [S].
- [7] 杨江朋. 晋陕黄河特大桥节段箱梁冬季蒸汽养护方案设计[J]. 高速铁路技术, 2015, 6(3): 94-96.  
YANG Jiangpeng. Design of Steam Curing Scheme in Winter for Segmental Box Girder of High-speed Railway Passenger Dedicated Line [J]. High Speed Railway Technology, 2015, 6(3): 94-96.
- [8] 秦方. 基于智能化养护的铁路预制梁场节能减排分析研究[J]. 中外建筑, 2016, 39(11): 141-143.  
QIN Fang. Analysis and Research on Energy Saving and Emission Reduction of Railway Prefabricated Beam Field Based on Intelligent Maintenance [J]. Chinese and Overseas Architecture, 2016, 39(11): 141-143.

(编辑:刘会娟 苏玲梅)