

混凝土整体道床智能养护系统的研究与运用

杨 淦， 邵 旭， 李 本 昕， 薛 琴

(中国水利水电第五工程局有限公司,四川 成都 610066)

摘 要:随着城市地铁轨道施工标准化、智能化程度的不断提高,混凝土道床外观质量控制也更加严格、标准。为加强混凝土的养护质量,提高道床的外观质量,克服目前道床混凝土养护方式存在的不科学、不规范、不精细以及能耗高、污染重的现状,研发并应用了一种集成喷淋、探测、通信、控制、动力、供电六大功能于一体的混凝土整体道床智能养护系统,该系统可实时监测道床的湿度与温度,自动调节养护过程的喷淋水量、行程范围以引导水化热的平稳释放,达到智能养护施工的目的,对控制混凝土外观质量、提高养护效率具有重要意义,是实现智能化工地的一项重要举措,在混凝土道床施工中具有非常广阔的运用前景。阐述了对该系统的研究与应用。

关键词:混凝土;整体道床;智能控制;养护系统;成都轨道交通 18 号线

中图分类号: U21;U215;U216

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2019)增 2-0061-04

Study and Application of Intelligent Maintenance System for Concrete Monolithic Track Bed

YANG Gan, SHAO Xu, LI Benxin, XUE Qin

(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066)

Abstract: With the continuous improvement of the standardization and intellectualization of urban subway construction, and the appearance quality control of concrete track bed is more strict and standard. In order to strengthen the maintenance quality of concrete, improve the appearance quality of the track bed, overcome the current situation of unscientific, nonstandard, imprecise, high energy consumption and heavy pollution existing in the maintenance mode of the track bed concrete, a kind of intelligent maintenance system of concrete monolithic tack bed is developed and applied, which integrating six functions of spray, detection, communication, control, power and power supply, which can monitor the humidity and temperature of the track bed in real time, automatically adjust the spray water quantity and travel range in the maintenance process to guide the stable release of hydration heat, and achieve the purpose of intelligent maintenance construction. It has great significance to control the appearance quality of concrete and improve the maintenance efficiency. It is an important measure to realize the intelligent site, and has a very broad application prospect in the construction of concrete track bed. The study and application of the system are described.

Key words: concrete; monolithic tack bed; intelligent control; maintenance system; Chengdu Metro Line 18

1 研究背景

成都轨道交通 18 号线工程轨道 2 标合江车辆段车场线包含出入段线、试车线、库内线混凝土道床和库外有砟道床,其中混凝土道床线路的长度为 17.969 km,占线路总长的 70%,是成都轨道交通 18 号线一期工程的控制性工程。项目存在的主要难点有以下几点:

(1)该车辆段涉及的专业单位交叉施工多,与土建、机电以及陆续进场的供电、接触网、通号、工艺设备等专业单位之间的协调与衔接较多,是工

程施工进度、质量、安全控制的重难点,同时该段立体交叉作业面多。而项目部为轨行区地盘管理单位,轨行区安全管理的任务重。

(2)道床样式多样、结构复杂、施工接口繁杂,形式包括普通整体道床、一般整体道床、立柱式整体道床、立壁式整体道床以及有砟道床,因道床铺轨施工的几何尺寸控制小,精确度要求高。

(3)轨道交通施工标准化管理越来越严格,对混凝土外观尺寸、实体质量把控较严,施工现场的文明、绿色、环保等标准化施工的程度越来越高。

收稿日期:2019-09-18

整体道床试验段、样板段施工时发现,道床现浇混凝土与预制轨枕接触处很容易出现八字形微裂纹。项目部从优化施工工艺、施工过程控制、后期养护保养等 3 个方面出发寻找原因,制定出最优的经济价值方案。

通常混凝土整体道床为一次浇筑成型,道床早期在凝结、硬化过程中因水化热产生大量热量^[1],与外部环境温度易形成较大的温度梯度,若在整个水化热过程中没有一定的环境湿度,混凝土内将产生较大的温差应力,其早期在混凝土外表面形成拉应力,导致混凝土早期抗拉强度很低,当拉应力超过其抗拉强度时会在混凝土表面产生龟裂与裂缝。后期将在混凝土内部产生拉应力,故对其后期养护不到位将会在混凝土内部产生裂缝,裂缝的产生势必导致结构耐久性降低^[2]。因此,良好的养护是保证混凝土结构在使用期内获得良好工作性能的必要条件,对混凝土的耐久性具有重要影响。目前对混凝土道床的养护仍采用传统的养护方式——人工不定时洒水+土工布覆盖。但这种传统的养护方式存在以下问题:

(1)不能准确地判断道床的温湿度。混凝土养护是人为造成一定的湿度和温度条件,使刚浇筑的混凝土得以正常或加速其硬化和强度增长。为了更好地保持其外部温湿度环境,需要对混凝土结构物表面的环境温度、湿度进行实时监测,以准确地判别其是否需要进行补水养护,以保证水泥的水化具有一定的温度和湿度条件。但施工现场无专用的监测仪器,仅凭人为经验进行养护洒水很难做到有针对性、全方位的洒水养护。

(2)覆盖养护不全面。整体道床设置有 3% 的横坡,但对道床轨道下与轨枕块部分无法达到混凝土表面百分之百的覆盖,温度较高时真空部分的水分流失非常快,在养护不均匀的地方极有可能出现网格收缩裂纹。新浇筑的道床混凝土与预制轨枕块接触面处的混凝土应力较集中,需要加强养护以保持混凝土水化具有一定的温湿度,防止干裂、八字裂纹^[3]。

(3)存在安全隐患。对于道床线路较多、复杂且与各个专业单位交叉作业的轨行区,人为洒水存在频繁在轨行区内走动从而给轨行区安全管理带来隐患的问题。

(4)资源投入较大。洒水的多少取决于道床

的体积与表面积,洒水的时机是由道床混凝土外表温湿度决定的。人为洒水的时机与用量是根据其主观意识决定的,洒多了浪费资源并形成建筑废水,洒水少了养护效果不好。道床混凝土的洒水需用一个人工专职洒水,土工布磨损大,水管布置较为繁琐。

综上所述,提高混凝土养护效率、避免因养护不到位而导致龟裂或裂缝、控制好混凝土外观质量、提高项目部轨行区安全管理效率是项目部急需解决的问题。据此,提出了混凝土道床智能养护系统。

2 智能养护系统的原理及总体设计

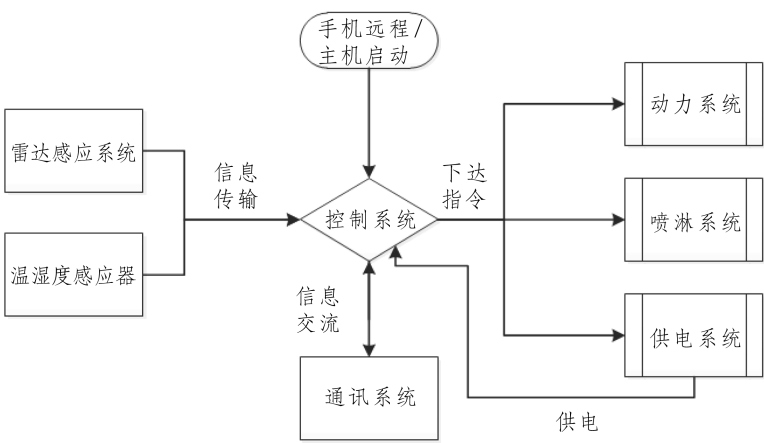
2.1 智能养护系统的基本原理

混凝土整体道床智能养护系统主要由喷淋系统、探测系统、通信系统、控制系统、动力系统、供电系统构成,行走在轨道上面的小车上左右两侧安装有温湿度传感器,用于自动收集小车下道床混凝土外表面的温度与湿度,温湿度终端感应器实时将信息传输到主机控制器进行数据分析,控制器根据既定程序进行运算处理并根据计算结论下达指令控制小车的行程范围、喷头水量大小,达到混凝土智能养护的功能,同时对养护全过程信息进行记录与保存,在养护完成后可以通过计算机读取数据形成养护施工记录表格。混凝土道床智能养护系统通过对道床的实时监测进行有针对性的养护,突破了道床传统养护的困境,提高了道床混凝土的养护效率,可以很好地避免因混凝土道床养护不到位而导致道床出现龟裂或裂缝的现象。相比传统道床养护方式,智能养护系统更加安全、环保、智能、可靠,其控制原理见图 1^[4]。

使用时,通过控制系统的操作界面进行参数输入及功能选择,将感应器的信息传输到控制器,控制器根据既定程序进行运算处理并根据计算结论下达指令启动喷淋洒水,温湿度监测终端不间断地传回温湿度监测数据并执行下一轮的处理,同时可以通过手机网络实现与车载通信系统的链接,在 APP 端可实时查看系统的运行状态,实现远程控制。

2.2 系统的结构组成

智能养护系统主要由行走小车、控制器、水箱、温湿度传感器、雷达传感器、微动开关和电源组成,在行走小车的上表面上安装一基座,其中水箱、电源和控制器均集中安装在基座上(水箱位于



控制器的一侧)。其中核心控制系统主要包括 PLC 可编程逻辑控制器、PID 调速变频器、人机交互界面、4G 通信设施。其结构设计情况见图 2~5。

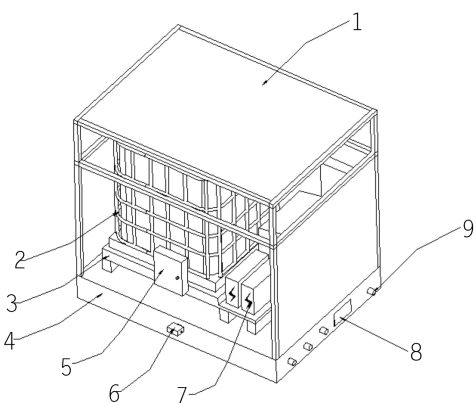
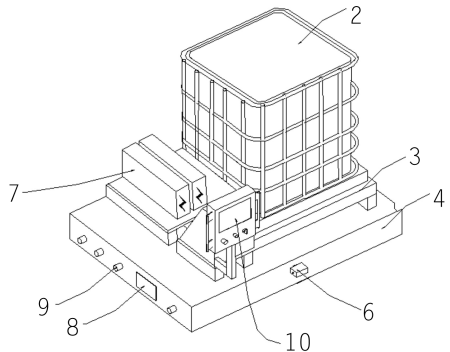


图 2 智能养护系统结构示意图



说明:(1)机箱,(2)水箱,(3)基座,(4)行走小车,(5)水箱,(6)温湿度传感器,(7)电源,(8)雷达传感器,(9)喷头,(10)控制器

图 4 内部结构示意图

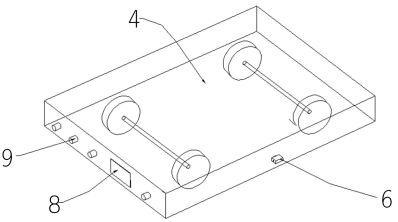


图 3 行走小车结构示意图

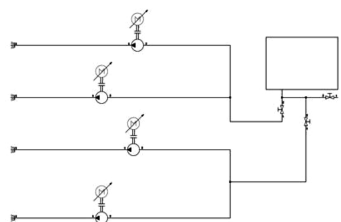


图 5 喷头工作的电气示意图

2.3 产品技术创新特点

- (1)作业便利。该智能养护系统集成在行走小车上,道床轨排组装架设——混凝土浇筑完成后,将行走小车开动到作业区域,根据道床混凝土外观温湿度可以在道床轨道上面来回喷洒,省去了传统的布置水管、铺设水工布等繁琐的工序。
- (2)载入 PLC 可编程逻辑控制器。在 PLC

控制器里预先设定相应的程序,调节好控制系统的参数,根据感应器传输的信息进行精准分析和计算,控制小车的喷淋水量以保证混凝土道床湿润,使道床混凝土在养护效果和养护精度方面均大大提高。

(3)安全可靠。结合混凝土道床的外部环境设置好养护参数后,可以实现手机远程对智能养护系统的控制,在手机 APP 端可实时查看系统的运行状态,避免了临时用电、轨行区内作业的安全隐患。小车外设置激光雷达传感器,当小车周围

有障碍物时,传感器将信息反馈给控制器,控制器下达警示和停止作业的指令。

(4)4G 通信。在控制面板内设置 4G 通信模块。4G 通信模块为移动、联通、电信三网通,手机或电脑为信号传递的终端,通信模块将控制器的数据传输给手机或电脑,当手机或电脑接收到数据后,可以通过手机或电脑的显示屏对数据进行显示,操作人员还可以通过手机或电脑对控制器进行控制,从而控制水泵、行走小车等部件的工作,实现远程控制。

(5)雾化喷头。在行走小车上沿道床线路方向均匀布置 4 个喷头,排布在行走小车的前侧壁上,喷头采用雾化喷头,雾化效率高,在喷头与水泵之间安装有增压器,雾化喷头配合增压器能够保证喷头在水压 1~4 bar 范围内稳定输出,从而有效地提高了水资源的利用率。

3 智能养护系统的现场应用

混凝土整体道床智能养护系统已在成都轨道交通 18 号线工程轨道 2 标试验应用。项目部承担施工的混凝土道床含双块式、立柱式、立壁式、短轨枕式,整体道床的总计长度为 17.969 km 线路密集、道床形式多样,按照年度工作计划,夏季为施工高峰期,现场混凝土道床施工进度为 200 m/d,室外最高温度为 33 ℃,从而给混凝土整体道床的养护带来不小的压力。

根据项目部实际的临时用电和给水管线布置情况,结合道床施工进度,项目部将养护系统的主要参数进行了优化调整(表 1),以保证蓄水、蓄电充足,满足现场道床养护作业计划(表 1)。

表 1 混凝土智能养护系统参数表

序号	项目	参数	备注
1	供电电压	220 V/AC	
2	供电时间	2×12 h	
3	功率	300 W	不含小车
4	重量	300 kg	不含水箱
5	水箱容量	750 L	
6	最大流量	700 L/h	
7	最大喷洒压力	0.4 MPa	
8	轨行速度	1.2 km/h	
9	温湿度监测点	4 个	
10	防干涉雷达监测点	4 个	轨道杂物及行人检测点

在道床混凝土浇筑后 12 h 立即进行养护,将

养护小车行走到位,对道床进行实时养护,并对相同条件的土工布+洒水养护的道床进行外观质量比较。

外观质量:选取轨道下面与轨枕块部位的混凝土道床进行外观对比,对应用智能养护系统养护的道床混凝土进行仔细的外观质量检查没有发现微裂纹,而传统养护的道床混凝土经仔细辨认后有一条微细的八字裂纹。

资源投入:每延米整体道床的智能养护用水约为传统人工养护的 30%。相较于传统人工洒水养护,每天可节约 1 名养护工人、1 名洒水车司机及洒水车一个台班。智能养护设备装置自带水桶,省去了临电、采购布置水管等的投入。

4 结 语

相较于传统养护施工,混凝土整体智能养护系统具有以下优点,在混凝土道床施工中运用的前景广阔。

(1)预制轨枕块与新浇筑混凝土道床易产生八字裂纹。传统养护方式容易在轨道下与轨枕块部位产生养护真空区域,因养护频次不足、养护用水较少,很容易出现八字裂纹现象。而智能养护技术可以根据道床外表面的温湿度启动、调整喷头的水量,保证混凝土的表面湿度满足水化热平稳释放的要求,很好地控制了裂纹的产生。

(2)智能养护系统将每延米整体道床的养护用水节约了 70%左右。同时相较于传统人工洒水养护,每天可节约 1 名养护工人、1 名洒水车司机及洒水车一个台班,每月可节省费用 2 万元。

(3)智能养护技术的应用规范了现场养护施工过程。智能养护设备装置自带水桶、电源,省去了临电、采购布置水管的投入等,避免了在线路复杂、样式多样的道床、各专业交叉作业的轨行区内施工作业,降低了施工安全隐患。

(4)提高了道床养护的工作效率。根据相关规范,道床混凝土的养护时间不能少于一周^[5],根据现场库内一般整体道床的施工进度(每天浇筑 75 m),每周需要养护的长度至少为 535 m。使用传统养护方式需要洒水车配合人工洒水、水管布置,每次养护完成需要用时 1 h。而智能养护系统每小时行走 1.2 km,27 min 即能全方位养护一遍。

(下转第 71 页)

7 结 语

工程项目成本管理信息化建设是建筑企业发展的必然趋势。为了满足新形势的发展需求,建筑企业必须对原有工程项目成本管理模式进行创新、改革,推进工程项目成本管理信息化的建设及运用,提高对工程项目成本管理信息化的重视程度,建立和完善工程项目成本管理信息化系统,提高系统的可操作性和实用性,紧跟信息技术的进步,保持项目成本管理信息系统的先进性,提高工作人员使用信息化手段进行管理的综合能力等,促进建筑企业工程项目成本管理信息化的有效推进和实现,为建筑企业的可持续发展提供保障。

(上接第 64 页)

成都轨道交通 18 号线工程轨道 2 标混凝土整体道床智能养护系统的研发应用,使道床混凝土养护进度得到了保障,新旧混凝土结合面处的八字微裂纹得到了很好的控制,在成本控制、节能环保方面也取得了较好的成绩,推动了绿色、环保、安全文明施工标准化建设,促进了分局、公司智慧工地的发展。多家媒体也对智能养护系统进行了宣传报道。笔者也希望所创造出的混凝土道床智能养护系统对其他类似工程项目的混凝土养护起到一定的借鉴作用。

参考文献:

- [1] 高晨.混凝土水化热研究现状与展望[J].居舍,2018,38(16):27-29.
- [2] 曾德强.早期养护方式对混凝土力学性能和耐久性的影响

参考文献:

- [1] 李爱琴.施工企业项目成本管理[J].科学之友,2009,40(23):60-61.
- [2] 史必要.建筑项目成本控制[J].现代商贸工业,2009,34(4):170-180.
- [3] 孙三友.施工企业现代成本管理模式[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [4] 王华哲.对建筑工程项目管理信息化的研究分析[J].工程建设与设计,2012,67(11):174-177.
- [5] 朱 彬.浅谈建筑工程项目管理信息化建设[J].工业 b,2015,11(19):12-12.

作者简介：

陈红英(1976-),女,甘肃兰州人,工程师,从事工程合同及分包管理工作。(责任编辑:李燕辉)

- [D].重庆:重庆大学,2011.
- [3] 黄远芳.高速铁路双块式轨枕道床板裂缝原因分析及施工工艺处理探讨[J].建筑工程技术与设计,2015,3(11):587-588.
- [4] 杨 剑,彭 鑫,陈康军,汪金胜.混凝土智能养护系统研究[J].混凝土,2015,37(4):155-158.
- [5] 熊跃辉.建筑工程混凝土施工技术探讨[J].技术分析,2018,38(12):68.

作者简介：

杨 滢(1993-),男,重庆涪陵人,助理工程师,从事市政工程施工技术与安全管理工作;

邵 旭(1994-),男,四川成都人,助理工程师,从事市政工程施工技术与安全管理工作;

李本听(1995-),男,四川绵阳人,从事市政工程施工技术与安全管理工作;

薛 琴(1991-),女,四川江油人,助理工程师,从事市政工程施工技术与造价管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

水电水利规范设计总院发布《中国可再生能源发展报告 2018》

2019年6月26日,水电水利规范设计总院在北京组织召开《中国可再生能源发展报告2018》发布会。国家能源局监管总监李冶、中国电力建设集团董事长晏志勇出席会议并致辞。来自国家发展改革委、国家能源局、生态环境部、水利部、商务部、国务院国资委研究中心,瑞士、瑞典、澳大利亚等驻华使馆,国家电网、南方电网等能源企业及央企智库联盟单位代表,行业协会及机构,研究机构及高校等130余个单位的300余名代表参加会议。

“中国可再生能源发展报告”由水电水利规范设计总院牵头编制,按年度发布,至今已连续发布3年。报告按水电、风电、太阳能发电、生物质能和地热能等类别对可再生能源行业全生命周期各环节的发展状况进行了全面、系统的分析,并关注国家重要政策和行业关切热点,分析发展中存在的问题,研判行业发展趋势,为社会各界全面了解可再生能源行业发展情况,把握行业发展态势提供重要参考,对提高可再生能源资源利用效率,加速构建清洁低碳、安全高效现代能源体系具有重要意义。

2018 年,我国常规水电新增投产 724 万 kW;抽水蓄能核准开工 700 万 kW,新增投产 130 万 kW;风电新增交网装机 2 059 万 kW,其中海上风电新增并网装机 161 万 kW;太阳能发电新增装机 4 426 万 kW;生物质发电新增并网装机容量 305 万 kW。截至 2018 年底,我国水电装机(含抽水蓄能)3.52 亿 kW,年发电量 1.23 万亿 kW·h,在建规模约 9 100 万 kW;风电装机 1.84 亿 kW,年发电量 3 660 亿 kW·h;太阳能发电装机 1.74 亿 kW·h,年发电量 1 775 亿 kW·h。水电、风电、光伏发电装机容量稳居世界第一。