

大体积混凝土智能养护系统开发与研究

尚亚杰 梁勇冠

中交一公局集团有限公司北京建筑分公司

摘要: 目前,大体积混凝土浇筑养护还沿用人工观察、喷水养护的办法,无法做到快速、精确养护。为了在保证安全和混凝土质量的前提下做到经济、适用、简便,我们设计了“大体积混凝土智能养护”系统,该系统由温湿度监测、喷淋系统及控制系统三部分组成。通过该系统的应用,可以大量的减少人力、用水量等资源。

关键词: 智能养护;自动化;信息化

一、大体积混凝土养护存在的问题

大体积混凝土浇筑施工越来越多,大体积混凝土浇筑后养护劳动力加大,且目前大体积混凝土浇筑养护期间,还沿用人工观察、喷水养护的办法,仅凭借经验,无法做到快速、精确养护混凝土。

二、当先现状与分析

某厂房项目基础结构形式为独立基础,尺寸为长x宽x厚2000mm x2500mmx2200~3700mm不等,依据《大体积混凝土施工规范》GB50496-2018第2.1.1条规定“混凝土结构物实体最小几何尺寸不小于1m的大体量混凝土”,判定本工程所有独立基础均为大体积混凝土。本工程独基数量162个,分5个流水段施工,根据规范要求对浇筑后的混凝土工程每昼夜测温不少于4次,由于独立基础混凝土浇筑浇筑时间不统一、浇筑方量均大小不同,需要逐个进行测温。如此大量的测温工作,若单纯由人工操作,工作效率低下,容易诱发混凝土裂缝等质量通病。

三、改进措施:“开发一套智能大体积混凝土养护系统”

首先,对单个独立基础按照规范测温布点要求,安装温度传感器和温度采集器;其次,在独立基础周边安装供水设备和喷淋设施,当独立基础混凝土温度超出设定预警值时,通过温度采集器反馈至电脑端或手机端数据库,由控制软件根据传感器反馈数据及预设报警值自动控制电磁水阀实现自动喷淋或手动喷淋。

四、方案实施

(一) 测温子系统

温度监测子系统是采用预埋在混凝土内的热敏温度传感器和贴片式温度传感器,实时监测浇筑混凝土的内部和表面温度值,通过无线通讯设备,将数据传输到服务器,由服务器查看各个监测点的温度,为混凝土养护提供温度数据。

温度监测子系统可自动采集、自动存储、展示各个监测点的温度值,并可以查看时间-温度的变化情况、位置-温度的散点图,实时查看现阶段混凝土内部和表面温度值;所有数据都存储到数据库内,方便用户的查看、分析和调用研究。

4.1.1 温度测温子系统构成

温度监测系统主要由感知层(传感器和采集器)、网络层(DTU)和应用层(监测软件)组成。感知层是监测系统的基础层,传感器采用高精度热敏电阻温度传感器对混凝土桩的内部和表面进行温度监测;采集器将传感器监测的信息转换为数字信号。网络层是温度监测系统进行网络通讯的部分,通过DTU,利用GPRS无线通讯技术,将服务器和采集器进行连接,从而使应用层对感知层进行交互和控制,应用层主要是指安装于服务器或手机上的监测软件、手机APP;应用层是面对用户的终端,可控制传感器的采集周期,存储、展示监测数据。

4.1.2 温度监测点位布设

每个承台和设备基础根据其平面布置对称轴线的半轴线长度作为温度测试区域,每个测温区域设置3个点位,按照规范要求每个点位处分别沿垂直方向距离板面50mm、板中和距离板底面

50mm各布置1个点。

混凝土表面温度监测;混凝土表面温度采用贴片式温度传感器进行监测,监测点位及内部温度监测一致,分别沿垂直方向距离板面50mm、板中和距离板底面50mm各布置1个点。贴片式温度传感器安装方式采用强力胶水将贴片和混凝土表面紧密贴合,外部再将传感器粘贴保护层覆盖,防止日照、大气对监测温度造成影响。

4.1.3 温度传感器选择

混凝土内温度传感器采用WZP-TP100温度传感器采用德国进口贺利式Heraeus M222芯片,测量稳定可靠;A级精度,最小达到0.15℃;标准三线制,可减小引线误差,测量值更精准;测温范围:-50℃~+200℃(定制)尺寸规格:4mm(D)×30mm(传感器尺寸)探头材质:304不锈钢稳定性:≤0.04%防护等级:IP68抗震等级:≥40G(加速度)线缆:标准三线制,支持温控表、PLC、变频器、工控机、记录仪等各类终端二次仪表。

表面温度传感器:贴片式温度传感器是采用WZP-TP100温度传感器增加贴片加工而成,其规格、参数完全一致。贴片尺寸:38mm×19mm×2mm。

采集器通道数:单端16/32(定制)供电:DC9~24V;通信:RS232、RS485Modbus RTU协议;此型号采集器由于通道数较少,最终采用采集器型号视施工现场而定。

(二) 喷淋系统

从管线选材、管线接驳方式、喷淋方式、供水加压、自动化控制五个方面进行了总体方案的确定。水源通过镀锌钢管由出水口输送至基础混凝土底部,然后由塑料软管和PVC管连接至喷头;镀锌钢管间可用胶接的方式连接,PVC管间以热熔的方式连接,塑料软管和镀锌钢管及PVC管间连接的方式以绑扎的方式。

4.2.1 承台及设备基础分布图

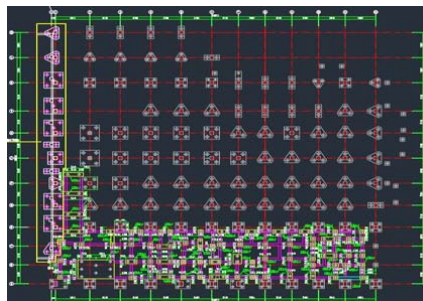


图1Z03 承台及设备基础分布图

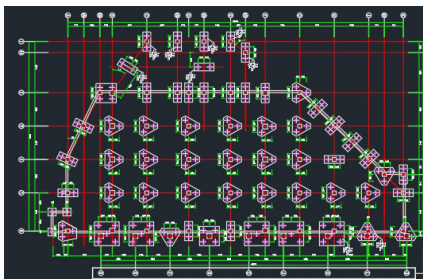


图2Z04 承台及设备基础分布图

4.2.2 喷淋装置示意图

旋转式喷淋：此方式放置于承台喷淋点密集区域，可有效的减少喷头数量

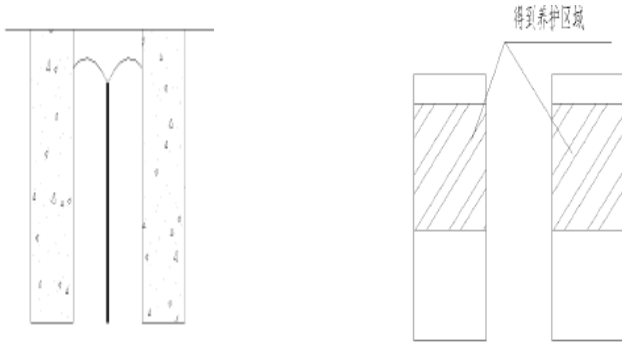


图3 旋转式喷淋示例图

图4 理论喷淋养护区域

横向式喷淋：横向喷淋可以有效的保障每个区域都可以得到喷淋。

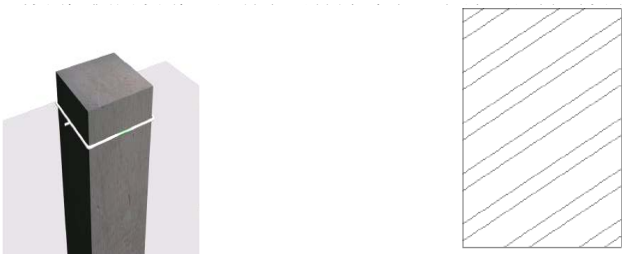


图5 横向喷淋装置示例图

图6 理论喷淋养护区域

喷淋装置所需环绕水管圈可现场制作。在喷淋过程要形成闭合水幕，装置中的PVC管径大小、喷头间距起到决定性作用。可依据水量大小、喷头具体型号及现场情况进行确定。

(三) 控制系统及可实现功能

显示每个承台（带有轴线定位标识）的混凝土入模温度、内部中心温度、混凝土降温速率；每个承台和设备基础的混凝土入模温度基础上温升超过50℃时预警；每个承台和设备基础的里表温差大于25℃时预警；每个承台和设备基础的混凝土降温速率大于2.0℃/d 时预警；每个承台和设备基础的混凝土表面温度与大气温差大于20℃预警。手机端可根据现场情况进行手动控制现场喷淋养护。

4.3.1控制喷淋实现方式

通过网络控制电磁继电器的通断来控制电磁水阀的开闭，从而实现 APP端控制喷淋。

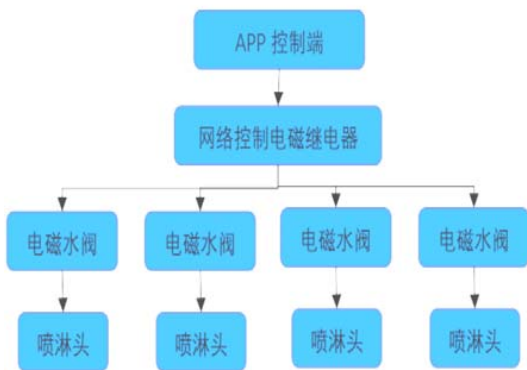


图7 控制方式示意图

4.3.2混凝土喷淋控制系统

通过软件公司研发自动控制混凝土养护的小程序，在主界面可以查看报警点位数量，点击后可查看具体报警信息；点击“打开喷淋”按钮可以手动开启喷淋，点击“开启自动”按钮可以开启 或关闭自动喷淋；点击“平面布置”、“温控列表”、“报警设置”、“个人设置”可进入相应的界面。进入平面布置界面后可看到监测点位的平面布置，以颜色区分是否温度超出预警值，点击桩号可以查看该点简略信息，点击查看详情可查看该测温点温度详情。

进入温控列表，在上方选择栏里可以选择查看相应条件的点位；单个点位信息框内可以对该点喷淋情况进行单独控制，并可以查看上次温度采集的时间、测温点当前温度情况及警报原因，点击查看历史可查看该测温点历史温度记录情况。进入报警设置界面，可以对超出摸温度、降温速率、表里温差、表面温度和大气温度差值、温度采集间隔时间进行设置。

4.4安全环保措施

4.4.1安全保障措施

(1) 输水管道的高空安装过程中，应严格按照高空施工有关要求作业必须系安全带、穿防滑鞋、戴安全帽。(2) 调试喷淋管道与养护面的距离时，应注意高压水管的连接部位的效果，防止连接不牢靠致使水管脱开，击伤或击落作业人员，且务必注意在此过程中安全带的有效使用。(3) 电器设备应该安装专用的开关和插销，插销上应具备专用的保护接零接地触头。

(4) 施工现场的一切电气线路、设备的安装、维护和拆除必须由持证的电工来完成。

4.4.2环保措施

(1) PVC 管进场后应按审批同意的施工方案中施工平面布置图的要求分类堆放在 指定的堆场。(2) 输水管搭、拆过程中，应传递物件，严禁抛掷物件，更不得用硬器敲击输水管。

(3) 输水管安装应符合规范要求，拆除时应按一步一清原则进行，拆除的输水 管应及时运至地面分类堆放，当天拆除当天清理，做到文明施工。

结论

大体积混凝土智能养护系统采用热敏电阻测温，可以全面、实时监测混凝土养护期间各监测点的内部温度和表面温度，监测点位多，监测范围大；测温模块成本低，可靠性高。

喷淋系统可根据监测的混凝土内部温度和表面温度，到达设定温度后，喷淋系统自动打开和关闭喷头；喷头喷出覆盖混凝土养护面的水幕较为均匀，避免形成干湿循环，克服了混凝土立柱洒水养护不均匀的弊病，较好解决了混凝土表面的开裂问题，具有施工操作灵活、方便、节水等特点。实现了全天候、全湿润的养护质量标准，养护质量及效果明显提高，提高了混凝土养护效率。

节约用水量明显提升。喷淋系统可将水柱完全喷洒，增大了水柱与混凝土的流水面积，避免了人工用水管养护时水柱太粗养护面积小的缺陷，较大的节约了用水资。

本套“大体积混凝土智能养护”仅适用独立基础数量较多，位置相对分散的结构形式，能够实现预期的经济、技术指标。下一步，我们将在筏板式大体积混凝土智能养护方面进一步研究。

参考文献

[1]GB50496-2018. 大体积混凝土施工规范[S]. 2018
[2]JGJ/T417-2017. 建筑智能化系统运行维护技术规范[S]. 2017
[3]混凝土智能养护系统研究[J], 杨剑; 彭鑫; 陈康军; 汪金胜. 混凝土. 2015 (04)

作者简介:

尚亚杰,男,本科,高级工程师。
梁勇冠,男,本科,高级工程师。