

混凝土养护温湿度均匀性控制系统研制及应用

刁晓红

(岩土工程与材料科学研究院)

〔摘要〕 通过迟滞比较、均匀性控制、智能传感监测、组合式超声波雾化等技术的应用,研制出一套温湿度均匀性控制系统,并在水利工程中应用,系统温度控制在 20 ± 2 ℃内,湿度控制在95%以上,温湿度均匀性良好。

〔关键词〕 养护室 智能控制 温湿度 均匀性

1 概述

1.1 混凝土养护温湿度控制的意义

混凝土标准养护室是针对水利行业和建筑行业试样进行标准养护的场所,经过标养的混凝土试件,取得其不同龄期的养护性能数据,作为判定混凝土质量的依据。混凝土标准养护室环境条件对混凝土现场质量控制、混凝土强度提高和质量验收有重要影响,研究人员通过大量的调研和大量对比试验表明,养护温度降低或升高5℃,混凝土抗压强度也会随之降低或升高,随着掺合料用量的增加,影响加大,尤其是高掺合料用量,碾压混凝土所受到的影响非常明显^[1]。因此,养护室的温度、湿度等控制水平对混凝土性能有重大影响,若养护条件改变或波动过大,则混凝土的性能必定会遭到误判,将产生非常严重的后果。

1.2 混凝土养护系统研究现状

在《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T50081-2002(等同ISO标准)中要求,标准温度控制在 20 ± 0.2 ℃,湿度控制在95%以上,不得被水冲淋,养护室为雾状养护。

目前混凝土养护中温度控制多数采用水媒介控温法或空气媒介控温法^[2]。用水蒸汽对养护室进行加湿,易造成室内温度不均匀,上下部的温差较大;且夏季温度高时,无法采用此法。采用喷淋控温方式,通过养护室架设管路和喷头进行水喷淋控温,这种方式易造成试件直接被水冲淋,这是规程中禁止的。采用空调进行温度控制,需要空调机安装在

高温度的环境下,用电安全性无法保证,且易造成养护室内空气干燥,增加加湿难度;同时室内湿度大的情况下极易造成设备损坏,增加维修费用。

在湿度控制方面,多用喷淋头或旋转式加湿器进行加湿,湿度无法保证且易造成水资源浪费,部分试验室采用覆盖湿布或草帘等方法进行加湿,湿度不稳定。

混凝土内的温湿度的均匀性无相关的监控装置,养护室内存在空间温度、湿度不均匀,室内温度差异较大,室内湿度差异较大^[3]。靠近控温出口处或加湿出口的试件温湿度满足要求,而四周其他地方的试件无法满足要求,直接影响混凝土试块的养护质量。

2 温湿度均匀性控制系统研制

2.1 主要技术内容

在混凝土标准养护室智能控制系统研究中,涉及的技术原理有:迟滞比较技术、温湿度均匀性控制技术、智能传感器实时监测技术、多头组合式超声波高频雾化技术。

2.1.1 温湿度迟滞控制技术

迟滞比较技术,是一个具有迟滞回环特性的比较器,如图1(a)所示,由反相输入迟滞比较器电路组成,它是在反相输入单门限电压比较器的基础上引入了正反馈网络,其传输特性如图1(b)所示,其灵敏度会迟滞些,但抗干扰能力却大大提高了,是温湿度控制中提高抗干扰能力的一种有效方案。

为避免温湿度执行装置疲劳工作和抗干扰能力

差的问题,在设计中采用温湿度分段控制和迟滞比较技术。在设计时,将上下限不设为定值,而是将其改成一个范围值,则可以避免重复启动,或者过长时

间开启执行装置。如下限范围为 $19.5 \pm 0.3^\circ\text{C}$, 上限范围为 $20.5 \pm 0.3^\circ\text{C}$, 目标范围为 $20 \pm 0.2^\circ\text{C}$, 示意图 1(d)。

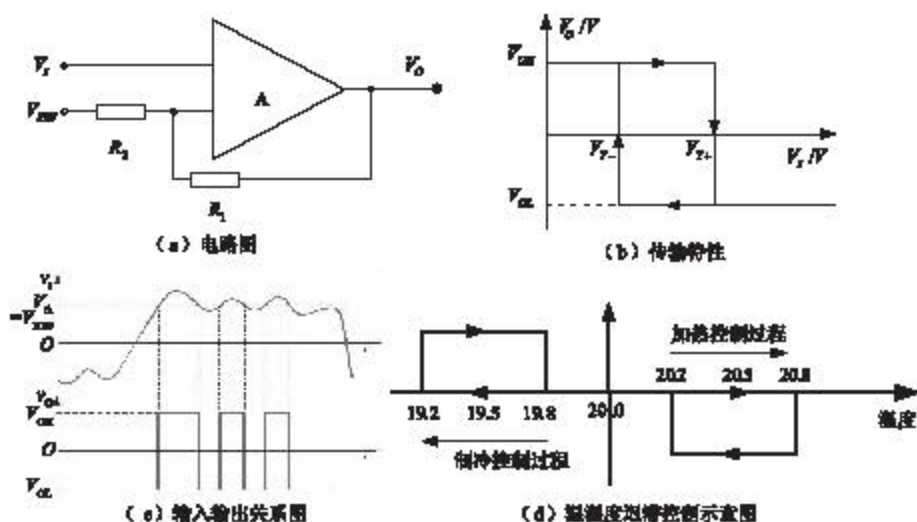


图1 迟滞控制技术原理图

在加热过程中,当温度低于 19.2 时,开始加热直到 19.8 停止,在 19.8-20.8 所有执行装置不启动,当温度大于 20.8 时,进入制冷过程,制冷降至 20.2 时停止,从 20.2-19.2 之间,所有执行装置不动作。这样既避免了执行装置长时间疲劳工作,也避免了执行装置短期内频繁启闭。温度控制更精细,分段控制更精准。

2.1.2 温湿度均匀性控制

根据规程要求,养护室温湿度的均匀性是一个重要指标,通过采集养护室内不同地点的 9 个温度见图 2(a),选取最大值和最小值,当极差大于 0.5 时,则开启离心风机,对养护室内进行循环风吹拂,当温差小于 0.3 则停止风机,湿度控制同理进行见图 2(b)。

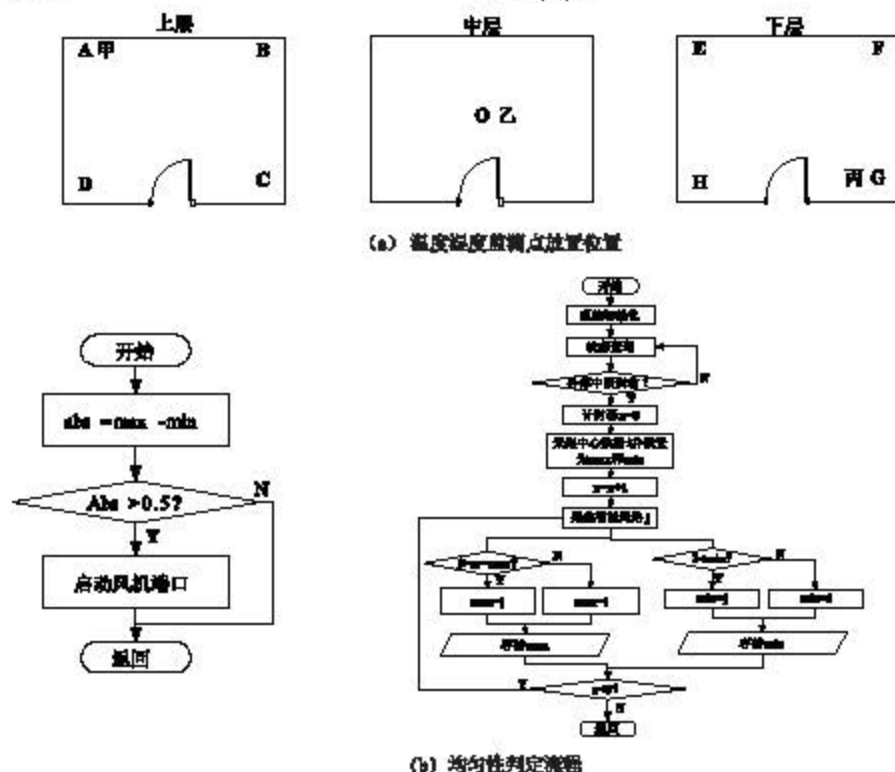


图2 均匀性判定传感系统及流程图

2.1.3 智能传感器实时监测技术

采用单总线数字式温度传感器采集养护室的温度,电子式湿度传感器采集养护室湿度,在养护室布置立体监测网络,如图 3(a)所示。温度采集功能由温度传感器和单片机完成,传感器检测到待测点的

温度,经过信号处理电路后,将数据传送到单片机,通过数码显示电路在仪器表盘上显示,同时将温湿度数据存储在 EPROM 中,可以通过 RS-485/232 串口传输到计算机^[4],达到数据存储目的,如图 3(b)所示。

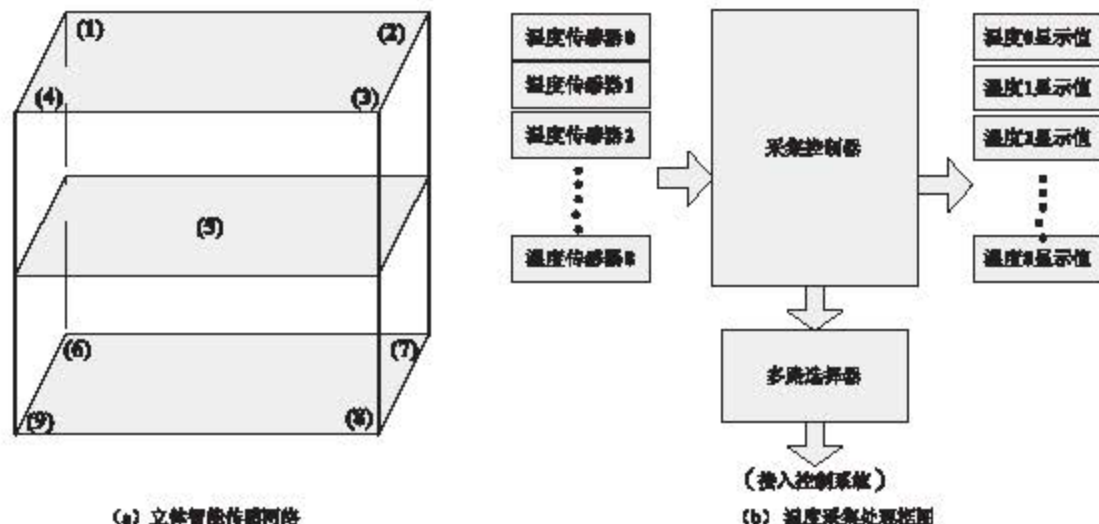


图3 智能传感器实时监测原理

2.1.4 多头组合式超声波高频雾化技术

在混凝土标准养护室智能控制系统研究中,加湿装置利用超声波雾化技术^[5]制作完成一套超声波雾化器,如图 4 所示,按照养护室的容积设计了一款功能为 250 W,雾化颗粒直径在 1-10 μm ,雾化量为 3 kg/小时的超声波雾化器。采用振荡电路起振,用陶瓷晶片作为超声波换能器,振荡频率为晶片的固有频率,换能片的直径为 $\varnothing 20\text{ mm}$ 。

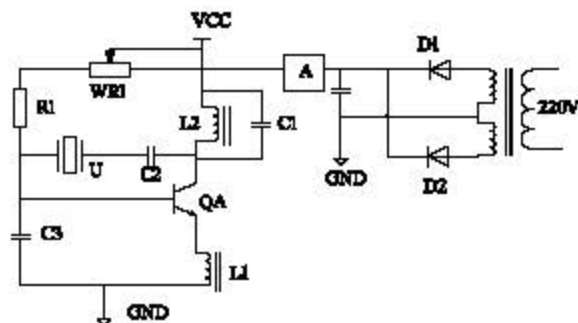


图4 超声波雾化器电路原理图

2.1.5 温湿度均匀性控制系统

整体系统示意图如图 5 所示^[6],选用温度传感器和湿度传感器组成立体智能网络,能够实时监测出养护室内各方位的温湿度,为判断整个养护室的温湿度均匀性提供依据,通过大功率防水功能风机,

增加整个养护室内的空气流动性,使整体温湿度均匀性良好;温湿度控制均采用雾状水养护,避免采用空气进行温控带来的湿度流失,雾状养护保证了湿度达标的同时,湿度更均匀。

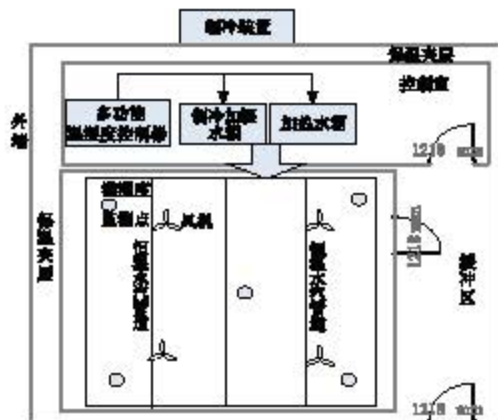


图5 温湿度均匀控制的养护室平面布局图

2.2 性能指标

依据《环境试验设备温度、湿度检验方法》JJF1101-2003,由国家授权的计量科学研究部门使用多通道温湿度巡检仪、水银温度计和数字湿度计等参考标准,在混凝土养护室内放置对应监测位置,经校准混凝土标准养护室的温湿度的各项性能指

标,符合《混凝土标准养护室校验方法》(SL138-2011)的要求,见表1。

表1 混凝土温湿度均匀性控制系统性能指标

序号	指标名称	性能参数	备注
1	温度控制范围	$20 \pm 2^{\circ}\text{C}$	可调
2	湿度控制范围	$>95\% \text{ RH}$	可调
3	加热功率	3.0 kW	
4	制冷功率	2.5 kW	
5	加湿功率	0.3 kW	
6	自动化程度	自动运行	
7	供电电源	380 V/220Hz	
8	照明电源	24 V LED	
9	保温性能	5小时内稳定	

3 工程应用

本成果的技术在研制完成后长期应用于某水利枢纽工程现场试验中心,其中2012年7月至次年6月期间,每月16-18日的日均温湿度统计表,如图6所示,运行正常,温湿度控制稳定,智能化程度高。

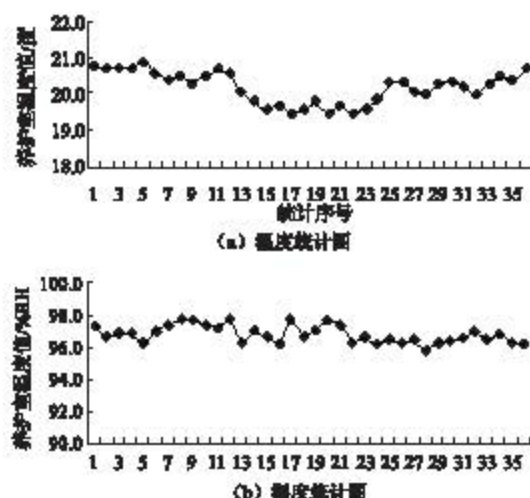


图6 智能化控制系统运行中温湿度对比图

在应用过程中,温湿度符合《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T50081-2002)中的要求,使得混凝土的力学性能更接近其实际值,使混凝土试件的性能在适宜的环境中充分的完成,对混凝土试件的养护有利,对试样性能数据的判定提供可靠的基础平台,防止混凝土试件养护问题带来的数据误判,保证现场试验室高效完成工程检测任务。

4 结论

本文中研制的混凝土温湿度均匀性控制系统,通过工程应用,可得出如下结论:

(1)将超声波雾化技术创新性地应用在养护室内,选用多头组合式超声波雾化技术,出雾颗粒细,湿度均匀,多组雾化器并用,提高加湿功率。

(2)通过在温湿度控制中引入迟滞比较技术,使雾化加湿器、加热装置和制冷装置能够短时间间歇性工作,避免了长时间疲劳工作和短时间内频繁启动,既实现了温湿度精确控制,又实现了设备保养和节约能耗。

(3)通过养护室内各温度测点间进行均匀性判断,当最大温差超出限制采用循环风装置改善最大温差的方式,实现养护室内温度达到均匀一致。通过智能数字式传感器,在养护室内建立传感器立体网络,对养护室内各空间层进行温湿度测试,实时监测并显示养护室的温度。

(4)控制系统和执行装置与养护室有效分离,主机脱离出高湿度工作环境。通过养护室和控制室的合理设计和结构优化,使控制系统和执行装置脱离高湿度工作环境,减少电气故障,延长使用寿命,确保养护室安全有效运行。

参考文献

- [1] 王兰,米仪琳.养护室温湿度测量控制系统的研制[J].科技经济市场,2006,2(4):37.
- [2] 王国川,王庆华.浅谈养护条件对混凝土强度及耐久性的影响[J].河南建材,2008,4:52-53.
- [3] 陶之芳.混凝土养护检验技术分析[J].四川建材,2009,35(6):9-11.
- [4] 裴素萍,吴必瑞,刘禹.基于MSP430的水泥养护箱温湿度控制系统[J].中原工学院学报,2008,19(5):45-47.
- [5] 张王月,陈勇,巩端.现代湿度测量方法评述[J].计量技术,2006,26(4):1-3.
- [6] 刁晓红,曹歌,林新平,等.混凝土养护室温湿度均匀性智能控制系统.国家知识产权局,发明专利201410660861.2.