

DOI: 10.7672/sgjs2026130167

基于智能养护控制系统的大体积混凝土 温湿度场协同调控技术

张英强

(陕西建工第十一建设集团有限公司, 陕西 咸阳 712021)

[摘要] 针对大体积混凝土水化热引发的温湿度场分布不均、易导致开裂的技术难题,依托西安未央国际工程,开发集成智能养护机、智能养护棚与中心控制系统的智能养护控制系统。该系统通过动态调节保温层厚度、精准输出蒸汽与雾化水汽,结合实时温湿度监测网络,实现混凝土内部温湿度场智能协同控制。研究表明,湿度下降抑制水化放热速率,降温可减少水分蒸发;智能养护控制系统将混凝土中心区域温差缩小至2℃以内,满足规范限值要求,且全域湿度稳定于70%的目标值;智能养护控制系统通过多次精准干预,控制混凝土应变,有效抑制开裂风险,解决电梯坑区域高温与边角区域水分积聚的矛盾。

[关键词] 基础;混凝土;养护;温度;湿度

[中图分类号] TU528

[文献标识码] A

[文章编号] 2097-0897(2026)13-0167-07

Coordinated Regulation Technology for Mass Concrete Temperature-humidity Field Based on Intelligent Curing Control System

ZHANG Yingqiang

(SCEGC No.11 Construction Engineering Group Co., Ltd., Xianyang, Shaanxi 712021, China)

Abstract: Aiming at the technical problem that uneven distribution of temperature-humidity field caused by hydration heat of mass concrete easily leads to cracking, this paper relies on Xi'an Weiyang International project to develop an intelligent curing control system integrating intelligent curing machine, intelligent curing shed and central control system. By dynamically adjusting the thickness of the thermal insulation layer, accurately outputting steam and atomized water vapor, and combining with the real-time temperature and humidity monitoring network, the system realizes intelligent coordinated control of the internal temperature-humidity field of concrete. The research results show that humidity reduction inhibits the hydration heat release rate, and cooling can reduce water evaporation. The intelligent curing control system reduces the temperature difference in the central area of concrete to within 2℃, which meets the specification limit, and the global humidity is stabilized at the target value of 70%. Through multiple precise interventions, the system controls concrete strain, effectively suppresses the cracking risk, and solves the contradiction between high temperature in the elevator pit area and water accumulation in the corner area.

Keywords: foundation; concrete; curing; temperature; humidity

0 引言

大体积混凝土结构在现代建筑工程中的应用日益广泛,其施工质量直接关系到工程整体安全性和耐久性。然而,大体积混凝土因水化热积聚导致的温度应力及湿度分布不均问题^[1-2],易引发结构

开裂,严重影响混凝土力学性能和长期服役性能。传统养护方法主要依赖人工经验,难以实现对混凝土温湿度场的精准调控,尤其在复杂环境或大体积结构中,易出现局部养护不足或过度养护现象,导致混凝土早期开裂风险显著增加^[3-5]。

近年来,智能养护技术的发展为解决上述问题提供了新的思路,已有学者对智能养护控制系统和

温湿度控制措施进行了研究。王通等^[6]通过实时监测、智能通水、智能制料等智慧工地系统实现大体积混凝土实时控温,有效避免了裂缝的产生。刘军等^[7]通过开展温度场模拟和实测,确定布设水管冷却系统及通水冷却方案的合理性和有效性,实现对混凝土内部温升的有效控制。杨益波等^[8]通过合理应用抑制剂温控措施降低施工成本,基于水泥水化绝热温升曲线,提出了调节绝热温升方程中延迟放热时间模型,进而控制混凝土掺入不同抑制剂的绝热温升过程。邹兴林等^[9]通过数值模拟分析了混凝土内部温度场影响因素,并给出了降低混凝土内部温度的措施。许后磊等^[10]基于混合料温度计算公式,计算了预冷原材料措施对混凝土降温效果的影响,确定了符合目标入仓温度要求的原材料冷却方案,分析了不同仓层厚度、冷却水管布置参数对温度峰值和温度场的影响。吴柯等^[11]针对深中通道 S04 标索塔高度和结构形式不断变化,造成混凝土养护操作困难、养护效果差等问题,对造塔机智能养护系统进行研究,实现了混凝土强度发展速率提高的同时保证混凝土耐久性能。卞媛媛等^[12]针对混凝土配合比、入模温度、冷却水管布置、冷却水流量和环境温度等温控参数进行仿真分析,结合数据采集系统,搭建大体积混凝土锚块温控可视化监测平台,指导大体积混凝土锚块施工。王小月^[13]研发由加热模板、喷淋装置及智能控制设备等组成的大体积混凝土智能养护系统,实现大体积混凝土施工过程中内外温差、环境湿度的控制,减少施工阶段裂缝的出现。邢龙龙等^[14]针对大体积混凝土在低温环境下易产生裂缝的技术难题,通过温度场数值模拟和实测,建立温度应力演变模型,开发物联网智能温度监测系统,研发自动喷淋养护装置,避免混凝土开裂。郑豪杰等^[15]以珠海隧道工程西岸工作井底板为例,开展湿热滨海地区大体积混凝土施工温控分析,结果表明,环境温度和入模温度越高,混凝土里表温差越大,越易发生开裂;环境湿度越高,大体积混凝土的收缩应力与变形越小,开裂风险越低。张磊^[16]探究温度补偿方法在水工大体积混凝土温湿度控制中的应用,分析大体积混凝土温湿度响应规律,结果表明,表面覆盖保温层可有效降低大体积混凝土与外界环境的热交换速率,大体积混凝土湿度扩散受温度梯度驱动作用明显,温度梯度越大,对湿度驱动的效应越好。

已有研究多聚焦于原材料配合比、单一温度或湿度控制,缺乏对温湿度场协同作用机理的深入探讨,尤其是在大体积混凝土中,温湿度场时空分布

特性及其耦合效应对裂缝发展的影响仍需进一步研究^[17]。本文以西安未央国际工程为背景,针对大体积混凝土筏板施工中的温湿度控制难题,开发了基于智能养护机、智能养护棚与中心控制系统的智能养护控制系统。

1 工程概况

西安未央国际工程位于西安市经济技术开发区未央路与凤城七路十字路口西南角,地下 3 层,裙楼地上 5 层,主楼地上 25 层,结构形式为框架-剪力墙结构,总建筑面积约 75 000 m²。

主楼采用钢筋混凝土筏板基础,基础面积 > 1 600 m²,混凝土等级为 C50P8。筏板长边最大尺寸为 47 m,短边最大尺寸为 13.55 m,设计厚度为 2.2 m,中心电梯坑处筏板最大厚度可达 5.4 m,需浇筑混凝土方量为 4 500 m³,属大体积混凝土工程。筏板未设计后浇带,混凝土一次浇筑成型,不设施工缝。

2 大体积混凝土智能养护控制系统组成

大体积混凝土智能养护控制系统包括智能养护机、智能养护棚及中心控制系统。其中,中心控制系统收集混凝土养护温湿度及应变信息,由智能养护机、智能养护棚进行环境温湿度调节。

2.1 智能养护机

智能养护机作为核心执行单元,配备履带式移动底盘,能够在施工区域中进行自由移动,且具备 ±5 cm 的定位精度。为提高养护用水撒布的均匀性,配备蒸汽发生装置,该装置可实现 0~50 kg/h 的蒸汽输出量,配合超声波雾化系统生成水雾微粒。当智能养护机收到某点位温湿度较低的信息时,能够精确定位至该点进行温湿度调节。

2.2 智能养护棚

智能养护棚为由功能性材料构成的复合结构,包括电动卷帘式棉毡、电机牵引顶层保温材料、高强度聚合物薄膜密封层。电动卷帘式棉毡基准厚度为 24 mm,通过电机牵引顶层保温材料实现保温层厚度动态调节,温度梯度每增加 1℃,保温层厚度增加 2 mm。高强度聚合物薄膜密封层拉伸强度 > 18 MPa,与保温层协同形成气密性养护空间。

2.3 中心控制系统

中心控制系统主要包括监测模块、无线智能化控制模块、雾化模块、蒸汽输送管路及包裹在混凝土外围的隔热保温材料。其中监测模块包括温度、湿度、应变传感器,能够实时监测并上传混凝土温湿度和微应变;无线智能化控制模块具有远程开关养护设备、接收本地温湿度测温数据、无线传输数

据及水箱水位预警功能。

3 测点布置

监测模块测点布置如图 1 所示,根据主楼基础筏板形状,沿 3 条外边线及 2 条中心线布置线路,测温点按 10m 间距进行布置,共 19 处,其中筏板边缘部位 14 处,电梯坑较厚区域 5 处。布设时以 1 号点为起始点,分别以 10m 为间距沿 3 条布设线路布设,其中 1 号点距正交 2 个方向的筏板边缘距离均为 6m。

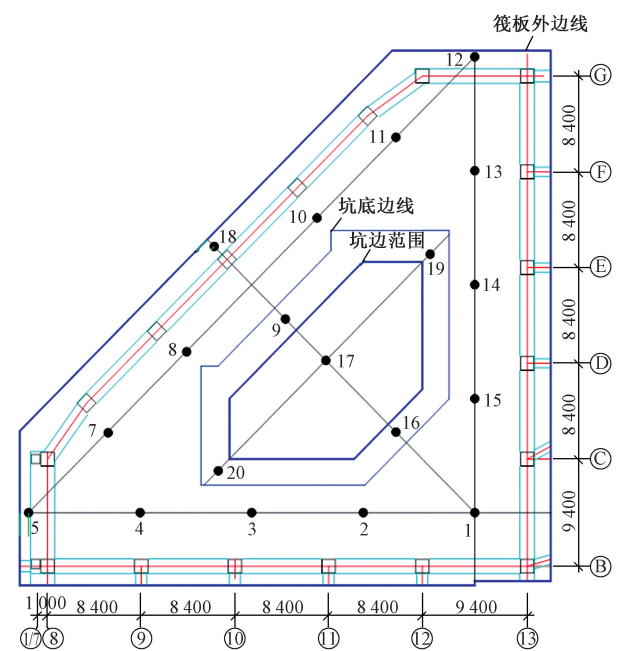


图 1 测点布置
Fig. 1 Layout of measuring points

无线智能化控制模块通过布置在混凝土内部及养护环境的传感器获取相关温湿度数据,当收到温度或湿度超过常规值的信号时,该模块及时将信号发送至蒸汽输送管路及雾化模块,通过蒸汽调整智能养护棚内的温湿度,保持适宜混凝土养护的温湿度;如果超过常规值的信号仅出现在某个点位,无线智能化控制模块将信号发送至智能养护机进行处理。

4 大体积混凝土施工与监测

4.1 混凝土浇捣

混凝土浇筑施工过程中须严格控制各道工序质量。振捣作业应采用分层振捣方式,确保前层混凝土在初凝前被新浇混凝土覆盖,振动棒插入深度应深入下层混凝土 5cm,振点间距不超过作用半径的 1.5 倍,遵循“快插慢拔”原则,以混凝土表面呈现均匀浮浆且不再下沉为控制标准。

对于基坑中部等关键部位,应加强混凝土供应

管理,避免产生冷缝。混凝土终凝前应进行二次抹面处理,首先采用刮尺找平,然后利用铁滚筒碾压,最后利用磨光机压光并拉毛。

4.2 温湿度监测

混凝土温湿度监测采用全过程动态跟踪方案,在结构各关键部位合理布设测点,重点监测电梯坑等大体积区域。监测模块由数字式温湿度传感器与电子测温仪组成,实施分级监测制度,即混凝土养护 1d 内每隔 4h 监测 1 次,养护 2~7d 内每隔 12h 监测 1 次。实时记录混凝土温湿度数据,当监测到温度 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 或相对湿度 $\leq 60\%$ 时,立即启动智能养护机进行相应调控。

4.3 保温措施

为保证新浇混凝土有适宜的水化条件,防止在早期由于干缩及内外温差过大产生裂缝,需保证基础混凝土终凝后养护时间 $\geq 14\text{d}$,并采用保温蓄热法养护,在混凝土边侧使用塑料薄膜及棉被覆盖,在胎模外侧使用毛毯进行保温处理。

5 大体积混凝土智能养护控制系统实施效果

5.1 监测数据

混凝土养护 3.9h 时,各测点温湿度实测数据如图 2 所示。由图 2 可知,测点整体温度均值为 25.6°C ,温度极值差高达 18.7°C (测点 17 出现最高温度 37.3°C ,测点 12 出现最低温度 18.6°C)。中心区域电梯坑内的测点 9,16,17,19,20 温度均值 $> 32^{\circ}\text{C}$,高于整体温度均值。这主要因为中心电梯坑处混凝土厚度较大且结构四周均为混凝土,导致热量积聚效应明显。低温区主要分布在边角位置,其中测点 1,5,12,18 温度较低,分别位于施工平面的各边角区域,且测点 5,12,18 温度低于测点 1,进一步表明距边界越近,混凝土温度越低。

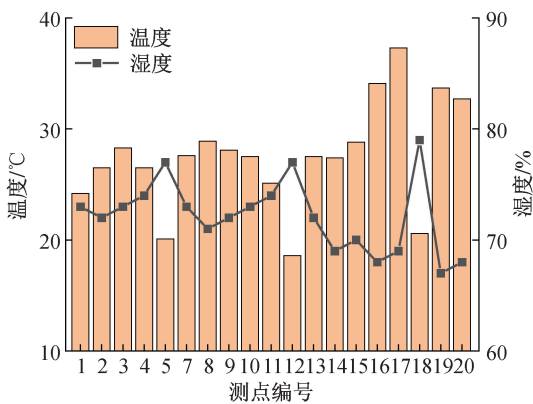


图 2 混凝土温湿度监测数据
Fig. 2 Monitoring data of concrete temperature and humidity

测点湿度为 67% ~ 78%,整体湿度均值为

72.2%。边角区域测点湿度监测结果普遍偏高,以测点 18 为典型代表,该点位以 78%的湿度成为最高湿区,反映出边角区域水化程度较低,存在水分积聚现象。中心区域电梯坑内测点 9,16,17,19,20 湿度均值为 68.8%,低于整体湿度均值,这表明中心区域水化反应速度较快,在水化反应消耗水分的同时,水分蒸发速度较快。

综上所述,温湿度分布的不均匀性可能会对大体积混凝土结构性能造成影响,如引发裂缝等缺陷,因此应立即对中心区域进行降温增湿处理。在后续施工过程中应加强对混凝土温湿度的监测与控制,并采取相应的养护措施,以保证混凝土结构质量与耐久性^[18]。

5.2 温湿度智能协同调控

根据以上监测结果,在智能养护条件下对混凝土进行温湿度协同调控。选取具有代表性的点位进行分析,其中边缘区域选取测点 12,中心区域选取测点 17。

5.2.1 温度调控

测点 12,17 温度变化曲线如图 3 所示。由图 3 可知,混凝土养护 4h 时,测点 12 温度为 18.6℃,而测点 17 已通过前期定点降温温度达 27.3℃,二者温差仍达 8.7℃,反映出中心区域因水化热积聚导致的温升效应显著。随着时间推移,测点 12 温度呈平稳上升趋势,养护 24h 时温度达 24.9℃,而测点 17 在养护 8h 时出现 30.1℃ 温度峰值后,因智能养护机首次介入降温处理,温度快速回落至 22.2℃,有效避免了温差持续扩大的风险。此后,当测点 17 温度在养护 36,108h 超过 30℃ 时,智能养护机再次启动调控,将其温度降低。

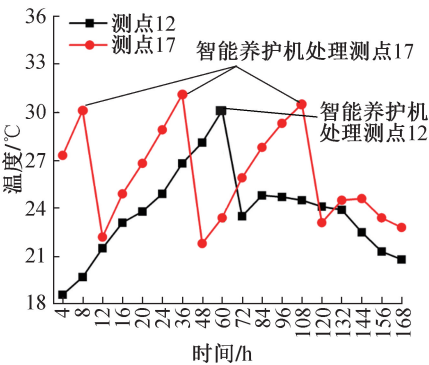


图 3 测点 12,17 温度变化曲线

Fig. 3 Temperature variation curves of measuring point 12 and 17

通过系统实时监测与动态干预,将中心区域与边缘区域温差始终控制在<10℃,低于 25℃ 的规范

限值。特别是在水化热释放高峰期(养护 36~108h),智能养护机的 3 次针对性处理抑制了测点 17 温度骤升,避免了混凝土内部应力集中。对比自然养护条件下可能出现的 20℃ 以上温差,智能养护机通过蒸汽雾化与降温调节双重机制,既保障了中心区域水化反应的充分进行,又防止了边缘区域因散热过快导致的温度骤降。最终,代表性测点在养护 168h 时均稳定趋近于大棚环境温度 20℃,温差缩小至 2℃ 以内,证明智能养护控制系统有效保证了大体积混凝土整体温度场的均匀性与稳定性。

5.2.2 湿度调控

测点 12,17 湿度变化曲线如图 4 所示。由图 4 可知,混凝土养护 4h 时边缘区域湿度为 77%,较中心区域湿度 69% 高,表明混凝土浇筑后水分分布不均匀。随着水化反应的持续进行,两区域湿度均呈下降趋势,但中心区域因水化热积聚导致水分蒸发加快,测点 17 湿度在养护 8h 时降至 65%,较大棚环境湿度 70% 低,此时智能养护机通过雾化加湿使该区域湿度在养护 12h 时回升至 75%,有效缓解了中心区域过早干燥的问题。

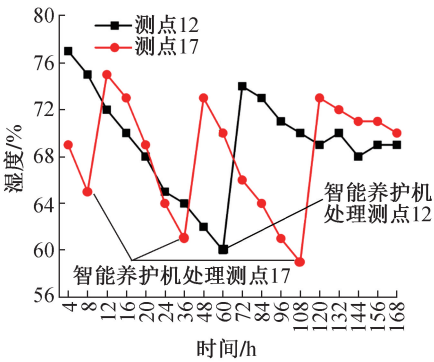


图 4 测点 12,17 湿度变化曲线

Fig. 4 Humidity variation curves of measuring point 12 and 17

当测点 17 在养护 36h 湿度再次降至 61% 时,智能养护机二次加湿,使其湿度在养护 48h 时恢复至 73%。同样,当边缘点位 12 在养护 60h 因表面水分蒸发过快导致湿度降至 60% 时,智能养护机及时补充水分,使其在养护 72h 回升至 74%。在养护 108h 时,当中心区域湿度降至 59% 时,智能养护机第 3 次启动加湿程序,最终使两测点湿度在养护 168h 时稳定趋近于 70%,与大棚环境湿度基本一致。

智能养护机的介入显著改善了混凝土湿度场的均匀性,精准调控机制确保了混凝土各区域湿度始终维持在合理范围内,避免了局部过湿或过干现象。通过对比自然养护条件下可能出现的 20% 以上湿度差,智能养护控制系统将湿度差始终控制在

15%以内,并最终缩小至1%,充分体现了其对大体积混凝土湿度调控的高效性。

6 温湿度场耦合作用机理

温湿度调控实践表明,混凝土内部温湿度场并非孤立演变,而是存在显著的交互作用。智能养护控制系统在实现精准控制的同时,监测数据揭示了湿度变化影响水化放热进程与温度升降速率,而温度波动直接驱动水分迁移并改变蒸发强度。本研究基于典型点位精细化监测数据,分析温湿度场耦合作用机理。

6.1 湿度对温度的影响

由于边缘区域较少进行温度处理,因此选取具有代表性的测点2进行分析,其温湿度监测数据如图5所示。由图5可知,测点2在养护4h时湿度为72%,温度为26.5℃,随着水化反应的持续进行,水分不断消耗导致局部湿度持续下降,养护20h湿度由72%降至60%,这一过程中温度上升速率呈逐渐放缓趋势,说明湿度降低对水化反应具有抑制作用。智能养护控制系统在养护20h时首次实施加湿干预,测点2湿度在养护24h时快速回升至75%,同时温度上升速率明显加快,4h内上升0.9℃,证实水分补给对水化反应具有促进作用。类似现象在第2次加湿后再次出现,湿度由60%提升至75%的同时,温度在12h内加速上升1.2℃,达34.8℃峰值。

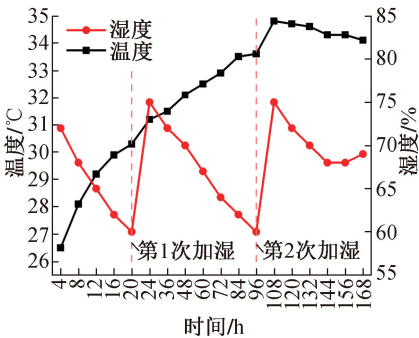


图5 测点2温湿度变化曲线

Fig. 5 Temperature and humidity variation curves of measuring point 2

前2次加湿处理后温度上升速率突变,表明湿度上升带来的水化反应加快增加了温度上升速率。经168h养护后,混凝土湿度稳定在69%,温度稳定在34.1℃,形成理想的温湿度协同发展趋势。

6.2 温度对湿度的影响

由于中心电梯坑区域进行多次降温处理,因此以中心区域测点9监测数据为例进行分析,结果如图6所示。该测点采取覆盖薄膜后泼洒凉水降温措施与加入同等温度蒸汽加湿措施。

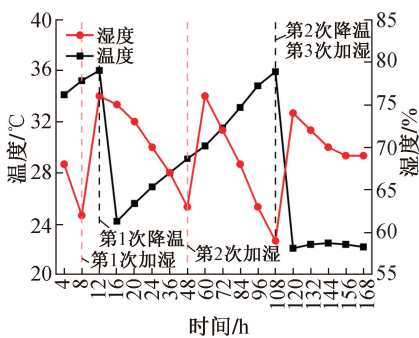


图6 测点9温湿度变化曲线

Fig. 6 Temperature and humidity variation curves of measuring point 9

由图6可知,在早期阶段,测点9温度持续上升至35.9℃,湿度由养护4h的68%降至养护8h的62%,表明高温加速了水分蒸发;养护8h实施第1次加湿处理,湿度快速增大;养护12h实施第1次降温处理,使温度降至24.2℃,湿度达到峰值,表明降温可有效抑制水分流失。在中期阶段,测点9温度缓慢回升,湿度呈波动下降趋势,加湿处理后出现明显回升,表明加湿有效补偿了水分损失,同样出现温度较高期间(养护72~108h)湿度下降较快的规律。在后期阶段,测点温湿度均趋于稳定,分别稳定在22℃,69%左右,说明混凝土已完成主要水化反应。温度上升将增加水分挥发速率,增大湿度降低速率。

7 大体积混凝土应变

温湿度场耦合作用不仅直接影响混凝土微环境演化,更通过热膨胀与湿度收缩效应改变其内部应变状态,而应变场分布特征是评估开裂风险的核心指标。前文揭示的温湿度梯度已预示潜在变形差异,为进一步量化智能养护控制系统对混凝土结构完整性的保障效果,结合应变监测数据,分析应变与温度关联机制及时程演化特征。

7.1 应变-温度关系

混凝土养护8h时测点应变-温度关系如图7所示。由图7可知,各测点应变为-14~173με,呈现出与温度场高度相关的分布规律。高温区域混凝土普遍对应着较大的正应变,如测点17应变为173με,测点16应变为141με,符合热膨胀的基本原理。值得注意的是,测点12出现-14με的负应变,这主要是由于该区域温度低于初始温度,导致混凝土产生收缩变形。

由于温度与应变之间呈现良好的线性相关性,这表明在当前阶段,温度变化是影响混凝土变形的主要因素。然而,个别点位在相近温度下表现出微

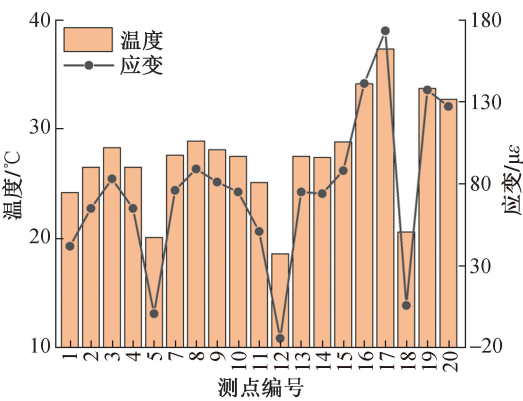


图 7 混凝土应变-温度关系

Fig. 7 Strain-temperature relationship of concrete

小应变差异,这可能反映了材料局部不均匀性或约束条件的微小差别。混凝土结构内部形成了明显的应变梯度,最大应变差达 $187\mu\epsilon$,这种不均匀的变形状态易在混凝土内部产生应力集中现象,因此有必要对混凝土整体温度进行及时调控。

7.2 应变-时间关系

由于中心区域加湿及降温次数较多,因此以测点 9 为例分析混凝土应变-时间关系,结果如图 8 所示。由图 8 可知,在早期阶段,水化放热主导温度快速上升,养护 12h 时形成首个温度峰值 35.9°C ,此时热膨胀效应显著,应变逐渐增大,但自收缩随凝结硬化同步发展,部分抵消膨胀量,导致应变增速放缓。在中期阶段,混凝土应变随时间呈波动变化,由于进行降温处理温度出现明显回落,应变随之降低,收缩应力成为主导因素;随后因水化反应二次活跃,温度再度缓升,应变随温度变化稳步上升。在后期阶段,测点温度稳定于环境温度,水化反应趋弱,自收缩速率降低,应变逐步收敛至小幅波动,表明材料进入应力平衡状态。

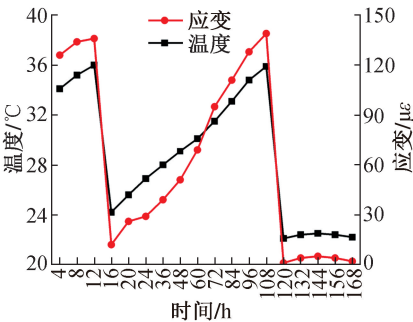


图 8 混凝土应变-时间关系

Fig. 8 Strain-time relationship of concrete

混凝土早期行为受水化热驱动,中期行为由收缩与升温博弈主导,后期行为趋于稳定。养护 7d 后混凝土温度与应力均趋于稳定,养护 0~7d 智能养

护机有效抑制了混凝土由于温度升高带来的应变过大问题,能够有效抑制混凝土早期开裂。

8 结语

1)通过应用智能养护控制系统实现了大体积混凝土温湿度场的精准控制,通过智能养护机与保温层动态增厚机制,将中心区域混凝土温差最终缩小至 2°C 以内,满足规范限值要求,且全域湿度稳定于 70%的目标值。

2)温湿度耦合作用机理得到实证,湿度上升带来的混凝土水化反应加快增加了温度上升速率,温度上升将增加水分挥发速率,增大湿度降低速率。

3)大体积混凝土应变场与温度场分布规律高度相关,应变场监测结果验证了智能养护控制系统对抑制开裂的有效性。

4)智能养护控制系统依托测温监测网络,及时对过低湿度与过高温度处进行精准处理,有效解决电梯坑区域高温与边角点位水分积聚的矛盾,为大体积混凝土智能养护提供了智能化解决方案。

参考文献:

[1] 董红刚,郝鹏鑫,郭亮,等. 大体积混凝土温度场数值分析与温控技术[J]. 施工技术(中英文),2025,54(22):90-93.
DONG H G,HAO P X,GUO L,et al. Numerical analysis of temperature field and temperature control technology of large-volume concrete[J]. Construction technology, 2025, 54(22): 90-93.

[2] 于晓,王迅,宋奇达,等. 钢渣粉在大体积混凝土中作为减热材料的研究[J]. 混凝土,2025(2):176-179.
YU X,WANG X,SONG Q D,et al. Study on steel slag powder as heat reducing material in mass concrete[J]. Concrete,2025(2): 176-179.

[3] 侯旭林,赵爽,曾鲁平,等. C45P8 大体积混凝土在某地标核心筒筏板基础中的应用[J]. 混凝土与水泥制品,2024(12):83-86,92.
HOU X L,ZHAO S,ZENG L P,et al. Application of C45P8 mass concrete in a landmark core raft foundation[J]. China concrete and cement products,2024(12):83-86,92.

[4] 周拓. 筏板基础大体积混凝土温度发展规律与裂缝防控[J]. 施工技术(中英文),2024,53(16):67-72.
ZHOU T. Temperature development law and crack prevention and control of mass concrete of raft foundation[J]. Construction technology,2024,53(16):67-72.

[5] 杨益波,韩炜,荣伟,等. 基于管冷与抑制剂的大体积混凝土温控研究[J]. 建筑科学,2025,41(1):68-74.
YANG Y B,HAN W,RONG W,et al. Temperature control study for mass concrete using cooling pipe and inhibitors[J]. Building science,2025,41(1):68-74.

[6] 王通,黄修平,武齐齐,等. 智慧工地场景下桥梁基础大体积混凝土温控系统应用研究[J]. 公路,2025,70(5):92-101.
WANG T,HUANG X P,WU Q Q,et al. Research on the application of temperature control system for mass concrete of

bridge foundation in intelligent construction site system [J]. Highway, 2025, 70(5): 92-101.

[7] 刘军,夏子川,章玉容,等. 炎热气候下大体积混凝土施工全过程控温技术[J]. 浙江工业大学学报, 2024, 52(4): 437-442.

LIU J, XIA Z C, ZHANG Y R, et al. Active temperature control of mass concrete during the whole construction phase in hot season [J]. Journal of Zhejiang University of Technology, 2024, 52(4): 437-442.

[8] 杨益波,郭智渊,韩炜,等. 基于水化热抑制剂的大体积混凝土温控技术[J]. 科学技术与工程, 2024, 24(19): 8227-8238.

YANG Y B, GUO Z Y, HAN W, et al. Temperature control technology of mass concrete based on hydration heat inhibitors [J]. Science technology and engineering, 2024, 24(19): 8227-8238.

[9] 邹兴林,王清华. 大跨度悬索桥锚碇结构大体积混凝土温度效应及温控措施研究[J]. 施工技术(中英文), 2025, 54(10): 106-112.

ZOU X L, WANG Q H. Research on temperature effect and temperature control measures of mass concrete in anchorage structure of long-span suspension bridge [J]. Construction technology, 2025, 54(10): 106-112.

[10] 许后磊,舒德伟,唐季,等. 大体积混凝土入仓温度控制及水管冷却优化技术研究[J]. 水利水电技术(中英文), 2024, 55(S1): 144-150.

XU H L, SHU D W, TANG J, et al. Research on the inlet temperature control and water pipe cooling optimization technology of mass concrete [J]. Water resources and hydropower engineering, 2024, 55(S1): 144-150.

[11] 吴柯,惠晓亮,张思. 造塔机智能养护系统对高塔混凝土性能的影响[J]. 中国港湾建设, 2022, 42(1): 36-39.

WU K, HUI X L, ZHANG S. Influence of intelligent maintenance system of tower crane on the performance of high-tower concrete [J]. China harbour engineering, 2022, 42(1): 36-39.

[12] 卞媛媛,郭佳嘉. 某跨江主桥大体积混凝土锚块温控参数仿真分析及实测研究[J]. 施工技术(中英文), 2025, 54(12): 85-91.

BIAN Y Y, GUO J J. Simulation analysis and field measurement study on temperature control parameters of mass concrete anchor block in a cross-river main bridge [J]. Construction technology, 2025, 54(12): 85-91.

[13] 王小月. 大体积混凝土智能养护试验研究[D]. 济南: 济南大学, 2023.

WANG X Y. Experimental study on intelligent maintenance of mass concrete [D]. Jinan: University of Jinan, 2023.

[14] 邢龙龙,赵伟,梁天龙. 大体积混凝土低温裂缝控制施工技术创新研究[J]. 城市开发, 2025(9): 125-127.

XING L L, ZHAO W, LIANG T L. Research on construction technology innovation of mass concrete crack control at low temperature [J]. Urban development, 2025(9): 125-127.

[15] 郑豪杰,梁思明,门小雄,等. 湿热滨海地区大体积混凝土底板施工温控分析[J]. 混凝土, 2023(5): 138-143.

ZHENG H J, LIANG S M, MEN X X, et al. Temperature control in construction process for mass concrete foundation slab in hot and humid coastal area [J]. Concrete, 2023(5): 138-143.

[16] 张磊. 人工温度补偿下水工大体积混凝土温湿度响应规律研究[D]. 宜昌: 三峡大学, 2018.

ZHANG L. Study on the temperature and humidity response law of bulk concrete with artificial temperature compensation [D]. Yichang: China Three Gorges University, 2018.

[17] 卢晓春,双宁,陈博夫,等. 变温条件下大体积混凝土内部温湿度演化规律与驱动机制[J]. 人民黄河, 2023, 45(3): 146-150.

LU X C, SHUANG N, CHEN B F, et al. Evolution law and driving mechanism of internal temperature and humidity of mass concrete under variable temperature conditions [J]. Yellow River, 2023, 45(3): 146-150.

[18] 王伟,刘幸福,刘爱林. 大体积混凝土 BIM 智能温控系统及方法研究[J]. 铁道工程学报, 2024, 41(9): 77-80, 86.

WANG W, LIU X F, LIU A L. Research on BIM intelligent temperature control system and method for mass concrete [J]. Journal of railway engineering society, 2024, 41(9): 77-80, 86.

《施工技术(中英文)》投稿须知

1.《施工技术(中英文)》(原《施工技术》)杂志创刊于1958年,由中国建设科技集团股份有限公司主管,亚太建设科技信息研究院有限公司、中国建筑集团有限公司、中国土木工程学会主办,为国内建设系统专业科技期刊。本刊读者广泛分布于施工企业、设计院、监理公司、质检部门、房地产开发企业、科研院所、高等院校等部门。

2. 本刊主要刊载土木工程各专业领域的发展综述,重大土木工程实录,相关领域的科研成果和先进施工技术总结。特色栏目有:方针政策,综述述评,地基与基础,地下工程,混凝土工程,工程检测,工程抗震与加固改造,高效钢筋与预应力技术,新型模板与脚手架工程,钢结构工程,安装技术,建筑智能化,建筑节能和环保,建筑防水,建筑信息化技术,项目管理,工程质量与建筑安全,国家标准与规范,建筑结构与计算,市政工程,机械化施工,新型建筑材料,装饰装修,道路工程,桥梁工程,铁路工程,爆破工程,国外新技术等。

3. 本刊坚持“实用与新颖为主、导向与交流并重、普及与提高相结合”的报道方针,欢迎在以下方面投稿:①国内工程建设施工方面的方针政策和技术法规;②重大和重点工程的施工技术成就;③建设领域新体系、新技术、新工艺、新材料、新设备的应用;④施工管理经验;⑤国内外先进施工技术发展动态。

4. 除以上内容外,我们还欢迎以下方向的投稿:建筑工业化、信息化技术应用、设计施工一体化、机械化施工、建筑结构、工程检测与加固、建筑节能、施工安全、绿色建筑、绿色施工、智能建造。尤其欢迎国家自然科学基金项目及其他重要项目的研究成果向本刊投稿,并优先刊用此类稿件。

5. 来稿要求和注意事项

1) 投稿方式:请作者登录《施工技术(中英文)》官网 <http://www.shigongjishu.cn>,进入投稿系统注册后投稿。来稿务求主题明确、结构严谨、条理清晰、重点突出。本刊原则上不接收纸质稿件和通过E-mail投递的稿件。

2) 来稿格式:题名;作者署名(包括工作单位全称、所在省市名及邮政编码);摘要;关键词(5~8个);正文;参考文献。具体格式可参考本刊已刊出文章。为了与国际接轨,方便与国际同行交流,要求作者提供作者姓名、单位、摘要、关键词、图名、表名、中文参考文献的英文翻译。中文摘要一般为400~600字;内容包括研究背景、研究方法、研究内容、研究结果;应力求结构严谨、表达简明、语义确切;用第三人称,建议采用“对……进行了研究”“介绍了……技术”“得出了……结论”等记述方法,不必使用“本文”“作者”等作为主语;使用规范化的名词术语,不得使用非公知的符号和术语。英文摘要应做到对中文摘要转译的准确性和简洁性;常用一般现在时、一般过去时。关键词为经过规范化的词或词组,不得使用非公知的符号和术语。

3) 文内专业名词、术语、技术性能、计量单位和单位符号等必须符合有关国家标准。数学符号和数学式必须表达清楚,外文字母分清大、小写,正、斜体,上下角的字母、数码和符号,其位置高低应区别明显。

4) 文中图、表要精选。为更好地展示文稿中的图片信息,增强刊物印刷质量和阅读体验,本刊自2023年1月起采取彩色印刷,文中插图请务必采用高精度彩色图片,且图中文字、符号标写清楚,并与正文一致,层次分明。

5) 参考文献限于作者亲自阅读且公开发表或有案可查者,以6篇以上为宜。文献全部列于文后,按文内出现的先后次序编号,在文内右上角注明序号。文献著录项目如下:①专著、论文集、学位论文、报告[序号] 主要责任者. 题名[文献类型标识]. 出版地:出版者,出版年:引文页码. ②连续出版物中的析出文献[序号] 析出文献主要责任者. 析出文献题名[J]. 连续出版物题名,年,卷(期):起止页码. ③专著、论文集中析出文献[序号] 析出文献主要责任者. 析出文献题名[C]//原文献主要责任者(任选). 原文献题名. 出版地:出版者,出版年:析出文献的页码. ④国家标准、行业标准[序号] 主要责任者. 标准名称:标准编号[S]. 出版地:出版者,出版时间. ⑤专利文献[序号] 专利所有者. 专利题名:专利号[P]. 公告日期或公开日期。

6) 第一作者信息包括:姓名、工作单位、职务、职称、联系地址和邮政编码、电话(办公室和手机)、E-mail。

7) 来稿请勿一稿两投或多投,在学术会议上宣读、内部刊物上发表,或在公开出版物上仅以初步报道形式摘要刊载者不在此限,但请在来稿时说明。

8) 编辑部将在收到稿件之日起3个月内将审定结果通知作者。如果作者投稿后3个月尚未收到编辑部录用与否的通知,作者可向编辑部查询或对该稿自行处理。如果作者需要自行处理,请事先通知编辑部注销。

9) 本刊对录用稿件按4 000元/篇(5页以内),超出部分按每增加1页加收800元收取版面费。稿件刊登后,依据国家有关规定计算稿酬。稿酬和赠送的样刊将在刊出后1个月内寄出。

10) 来稿一经刊用,将同时被《施工技术(中英文)》(光盘版)、《中国学术期刊(光盘版)》等收录。如作者不同意收录,请在投稿时声明,否则视为同意。

11) 本刊一律不退稿,请作者自留底稿。