

大体积混凝土测温点布置不足对温控措施的制约作用

付 飞

湖北交投耀栋建筑有限公司 湖北 武汉 430050

【摘要】：大体积混凝土测温点布置不足会直接削弱温控措施效能，是诱发混凝土裂缝的重要因素。测温点数量、位置及间距设置不当，无法精准捕捉内部温度场分布规律，导致温控决策缺乏可靠依据。温控措施因温度数据失真或缺失难以针对性调整，无法有效控制内外温差与温度应力集中，影响混凝土结构稳定性。本文分析测温点布置不足对温控措施的多重制约，探讨优化路径，为提升大体积混凝土温控质量提供支撑。

【关键词】：大体积混凝土；测温点布置；温控措施；制约作用

DOI:10.12417/2811-0536.26.04.015

引言

大体积混凝土凭借整体稳定性与优良承载性能，广泛应用于桥梁基础、高层建筑底板等大型工程。温控工作是保障其施工质量的核心，而测温点布置作为温控体系基础，直接决定温度监测的准确性与全面性。测温点布置存在疏漏时，温控措施将陷入盲目状态，难以发挥预期效果，甚至因措施失当加剧结构损伤。温控失效引发的裂缝，会降低混凝土抗渗、抗冻及耐久性，威胁工程长期安全运行。厘清二者制约逻辑、探寻破解思路，对完善大体积混凝土施工技术体系意义重大。

1 大体积混凝土测温点布置不足的核心表现

(1) 测温点数量配置不足：测温点数量配置不足是大体积混凝土施工的常见问题，核心是未结合浇筑体量、结构形态等关键因素合理规划。部分施工仅凭经验设置少量测温点，难以覆盖整体区域，对厚度大、平面不规则构件而言，更无法反映各区域温度差异。水泥水化热释放不均，使混凝土中心、表层及边角的升温速率和峰值差距明显，测温点不足会遗漏高温或温差突变部位，无法形成完整监测网络，导致数据仅能体现局部状态，难以表征整体温度场，给后续温控措施制定埋下隐患，影响整体与局部温度平衡管控。

(2) 测温点布置位置不合理：测温点布置位置不合理会直接导致监测数据失真，无法为温控措施提供有效支撑。部分施工中仅将测温点设置在混凝土表层或易于操作的部位，忽视了核心区域、边角转折处、钢筋密集区等关键位置。混凝土核心区域是水化热聚集的主要部位，温度峰值最高，若未在此处设置测温点，将无法掌握核心区域的温度变化规律，导致温控措施针对性不足^[1]。边角部位散热速度快，与核心区域温差较大，是裂缝易发生部位，未合理布置测温点则难以精准把控该区域的温差变化。部分测温点靠近

模板、预埋件或冷却水管，监测数据受外界因素干扰较大，无法真实反映混凝土本体温度，进一步加剧了温控措施的实施难度。

(3) 测温点间距设置不科学：测温点间距设置不科学会破坏温度监测的连续性与完整性，影响温控措施的动态调整。间距过大时，两个测温点之间的温度梯度变化无法被准确捕捉，可能存在温度应力集中区域未被发现的情况，导致温控措施无法及时跟进。间距过小时，不仅会增加施工成本和监测工作量，还可能因局部数据冗余干扰对整体温度变化趋势的判断。间距设置需结合混凝土构件的尺寸、浇筑工艺、散热条件等因素综合确定，若仅采用统一间距贯穿整个施工区域，未针对不同部位的散热特性调整，会导致部分区域监测过密、部分区域监测疏漏，无法为温控措施的动态优化提供精准的数据支撑，使得温控工作处于被动状态。

2 测温点布置不足对温控措施的直接制约

(1) 温度监测数据精准度不足：测温点布置不足首要制约的是温度监测数据的精准度，而精准数据是温控措施制定与实施的核心依据。测温点数量、位置、间距的不合理，会导致监测数据存在片面性、失真性，无法完整呈现混凝土内部温度场的动态变化。缺乏精准数据支撑，温控措施便失去了科学指导，无法准确判断水化热释放的速率、温度峰值出现的时间以及内外温差的变化幅度。因测温点缺失未发现核心区域温度异常升高，会导致降温措施实施滞后，使混凝土内部温度持续攀升；而数据失真可能误导温控决策，过度采取降温措施，反而加剧内外温差，引发温度应力。这种情况下，温控措施不仅无法达到预期效果，还可能产生反作用，加剧混凝土结构质量风险。

(2) 温控措施针对性大幅弱化：温控措施的有效性依赖于对温度分布规律的精准把握，测温点布置不

足会直接导致温控措施针对性大幅弱化。不同区域的混凝土温度变化特性存在差异，需采取差异化的温控手段，如核心区域侧重降温散热，表层区域侧重保温保湿。测温点布置不足无法精准定位温度异常区域，只能采取全域统一的温控措施，难以兼顾不同部位的需求^[2]。对于温度较高的区域，统一措施可能降温力度不足，无法有效控制温差；对于温度较低的区域，过度温控可能导致温度过低，影响混凝土强度发展。因无法掌握局部区域的温度变化动态，温控措施的调整缺乏依据，无法根据温度变化实时优化，始终处于被动应对状态，难以从根源上解决温度应力问题。

(3) 温控措施实施效率降低：测温点布置不足会显著降低温控措施的实施效率，增加施工成本与质量风险。由于监测数据不完整、不精准，施工中需频繁调整温控方案，甚至重复采取温控措施，造成人力、物力资源的浪费。因未精准掌握温度峰值时间，冷却水管通水时间过早或过晚，都会影响降温效果，不得不通过延长通水时间、增加冷却设备等方式弥补，降低了施工效率。测温点布置不足可能导致温控措施实施不到位，未能及时发现的温度隐患在后期会逐渐显现，引发混凝土裂缝等质量问题，后续需投入大量资源进行修补处理，不仅延误工期，还大幅增加了工程成本，进一步制约了整体施工进度与质量管控。

3 测温点布置不足引发的间接质量风险

(1) 混凝土内外温差控制失效：大体积混凝土温控的核心目标之一是控制内外温差在合理范围，避免因温差过大产生温度应力引发裂缝，而测温点布置不足会直接导致这一目标难以实现。测温点布置不合理无法精准捕捉表层与核心区域的温度差值，当核心区域温度快速升高而表层温度散热较快时，若未能及时监测到温差超标，无法及时采取保温措施，会导致表层混凝土收缩受约束，产生拉应力。若测温点缺失导致核心区域温度过高，仅依靠表层降温措施无法有效缩小温差，长期超标温差会使混凝土内部产生应力集中，逐渐形成微裂缝，随着时间推移微裂缝不断扩展，最终影响混凝土结构的整体性与耐久性。这种温差控制失效的问题，本质上是测温点布置不足导致温控措施滞后引发的连锁反应。

(2) 温度应力集中问题凸显：测温点布置不足无法及时发现混凝土内部的温度应力集中区域，进一步加剧结构损伤风险。大体积混凝土结构中，边角部位、截面突变处、钢筋密集区等部位易因散热条件差异或温度传导受阻形成温度应力集中。若未在这些关键部位设置测温点，无法监测到局部区域的温度突变，温

控措施无法针对性缓解应力集中^[3]。温度应力集中部位的混凝土强度尚未完全发展时，易被拉应力破坏，形成裂缝。这些裂缝不仅会降低混凝土的承载能力，还会为水分、有害物质侵入提供通道，加速钢筋锈蚀、混凝土碳化，进一步恶化结构性能。应力集中问题若未能及时发现和处理，会逐渐向周边区域扩散，引发更大范围的结构损伤。

(3) 混凝土耐久性大幅下降：测温点布置不足通过制约温控措施实施，间接导致混凝土耐久性大幅下降。温控失效引发的裂缝是影响混凝土耐久性的主要因素，裂缝的存在破坏了混凝土的致密性，使外界水分、氯离子、硫酸盐等有害物质能够轻易侵入内部。在长期使用过程中，这些有害物质会与水泥水化产物发生反应，导致混凝土强度降低、体积膨胀，同时引发钢筋锈蚀，锈蚀产物体积增大又会加剧裂缝扩展，形成恶性循环。

4 优化测温点布置的针对性解决方案

(1) 科学确定测温点数量配置：优化测温点布置需首先科学确定数量配置，结合混凝土构件的体量、结构形态、浇筑工艺等因素综合考量。对于浇筑体积较大、厚度超过 1.5 米的构件，应适当增加测温点数量，确保每立方米混凝土至少设置 1 个测温点，且核心区域、边角区域测温点密度需高于表层区域。平面尺寸不规则的构件，需在突出部位、转折部位额外增设测温点，避免监测盲区。根据混凝土浇筑分层情况，每层均需布置独立的测温点，监测各分层的温度变化规律，确保温度数据能够全面覆盖整个构件。通过合理配置测温点数量，构建完整的监测网络，为温控措施提供全面、精准的数据支撑。

(2) 精准规划测温点布置位置：精准规划测温点布置位置需聚焦关键区域，兼顾温度代表性与监测可行性。核心区域需在构件中心部位及距表面 1/2 厚度处设置测温点，精准捕捉水化热聚集情况；边角部位需在距边缘 50-100 毫米处设置测温点，监测散热速率与温差变化。钢筋密集区、预埋件周边需适当增设测温点，关注局部温度传导受阻问题^[4]。规避模板、冷却水管、预埋件等干扰因素，测温点与这些部位的距离不应小于 200 毫米，确保监测数据能够真实反映混凝土本体温度。对于薄壁与厚壁交接部位，需在交接处及两侧分别设置测温点，监测温度梯度变化，为差异化温控措施提供依据。

(3) 合理设定测温点间距标准：合理设定测温点间距标准需结合构件尺寸与散热条件，实现监测精准

性与施工经济性的平衡。对于厚度较大的构件，竖向间距控制在 500-800 毫米，水平间距根据平面尺寸调整，一般不超过 2000 毫米；对于薄壁构件，水平间距可适当扩大至 2500-3000 毫米，竖向间距控制在 300-500 毫米。核心区域、温差易突变区域间距需缩小至 500-1000 毫米，确保能够捕捉温度梯度变化；表层散热较快区域间距可适当放宽，避免数据冗余。

5 强化测温与温控协同的保障策略

(1) 建立动态监测与调整机制：建立动态监测与调整机制是强化测温与温控协同的核心手段，依托优化后的测温点布置网络，实现温度数据的实时采集与分析。采用自动化测温设备替代人工监测，提升数据采集的及时性与准确性，避免人为误差。通过专业监测系统对温度数据进行实时处理，绘制温度变化曲线与温度场分布图，精准判断温度变化趋势、峰值时间及温差情况。基于监测数据动态调整温控措施，当核心区域温度接近预警值时，及时加大冷却水管通水流量或延长通水时间；当表层与核心温差超标时，立即加强表层保温措施，铺设保温被、覆盖塑料薄膜，确保温差控制在合理范围。通过动态协同调整，提升温控措施的适配性与有效性。如图 1：



图 1 远程混凝土温度记录仪现场应用

(2) 完善施工全过程管控体系：完善施工全过程管控体系，将测温点布置与温控措施融入施工各环节，形成闭环管理。施工前编制专项方案，明确测温点布置的数量、位置、间距及监测频率，结合构件设计参数与施工环境进行专项论证，确保方案科学性与可行性。施工中严格按照方案布置测温点，加强对测温点安装质量的检查，避免因安装不当影响监测效果，同时做好测温设备的保护工作，防止施工过程中受损^[5]。浇筑完成后，持续强化温度监测与温控措施实施，直至混凝土温度稳定在环境温度附近，同步做好数据记录与归档，为后续工程复盘与技术优化提供依据。通过全过程管控，保障测温与温控工作的规范性与连贯性。

(3) 强化技术交底与人员管控：强化技术交底与人员管控，为测温与温控协同实施提供人力与技术保障。施工前针对测温点布置、温度监测、温控措施等内容开展专项技术交底，明确各岗位职责与操作标准，确保施工人员熟练掌握相关技术要点。加强对测温人员、温控作业人员的专业培训，提升其对温度数据的分析能力与温控措施的操作水平，能够及时识别温度异常情况并采取应对措施。建立岗位责任制与考核机制，对测温数据的真实性、温控措施的实施质量进行严格考核，杜绝违规操作、数据造假等问题。通过技术赋能与人员管控，确保测温与温控各项工作落到实处，提升整体管控效果。

6 结语

本文明确大体积混凝土测温点布置不足对温控措施的核心制约，既削弱措施效能、导致数据失真，又间接引发温差失控、应力集中等质量风险，影响结构耐久性。优化测温点布置、强化测温与温控协同，是破解问题的关键。通过科学配置数量、精准规划位置，搭配动态监测与全过程管控，可提升温控科学性。这对保障大体积混凝土施工质量、延长工程寿命意义重大，为同类工程提供实践参考。

参考文献：

- [1] 丁飞龙,董子航,艾振华.大体积混凝土测温智能化技术在变电站基础施工中的实践研究[J].流体测量与控制,2025,6(05):78-81.
- [2] 王玺智.大体积混凝土智能温控技术研究与应用[D].哈尔滨工程大学,2025.
- [3] 卫蒋.高层建筑筏板基础大体积混凝土温度监测控制措施[J].砖瓦,2025,(01):57-60.
- [4] 陈瑞玺,王海,陈立,等.不规则大体积混凝土承台抗裂技术研究和应用[J].低碳世界,2024,14(10):61-63.
- [5] 罗梦醒.住宅建筑大体积混凝土施工测温技术要点[J].居舍,2024,(30):52-55.