

混凝土厂房设备基础大体积浇筑温控防裂技术

李佳锴

上海二十冶有限公司 上海 201900

摘要：混凝土厂房设备基础通常具有体积庞大、结构厚重、整体性强等特点，其施工过程中因水泥水化热集中释放，易在内部形成显著温度梯度，进而诱发温度应力裂缝。此类裂缝不仅影响结构外观，更可能削弱基础承载能力与耐久性能。为保障设备基础的结构完整性与服役寿命，需在材料选择、配合比设计、浇筑工艺及养护措施等方面系统实施温控防裂技术。本文围绕混凝土厂房设备基础大体积浇筑的工程特性，分析其温控难点，并提出针对性的防裂控制路径，旨在为类似工程提供技术参考。

关键词：大体积混凝土；设备基础；温控；防裂

引言

现代工业建筑中，混凝土厂房设备基础承担着重型机械运行过程中的动态荷载与振动传递功能，对结构的整体性、刚度及稳定性要求极高。此类基础普遍采用大体积混凝土一次性浇筑成型，以确保受力连续与安装精度。然而，由于混凝土自身水化放热特性与散热条件受限，内部温升迅速且降温缓慢，表面与核心区域温差显著，极易引发非结构性温度裂缝。裂缝一旦形成，将加速环境介质侵入，诱发钢筋锈蚀与混凝土劣化，威胁设备长期安全运行。因此，在施工全周期内实施科学有效的温控防裂措施，成为保障混凝土厂房设备基础质量的核心环节。

1. 混凝土厂房设备基础大体积浇筑特点

1.1 结构尺寸大且几何形态复杂

混凝土厂房设备基础通常依据生产工艺和设备安装需求进行专门设计，其平面范围广阔，局部区域厚度显著增加，整体呈现出非规则的立体形态。结构中普遍设置有大量预留孔洞、地脚螺栓套管、电缆沟槽以及多处变截面过渡区域，这些构造细节虽满足功能要求，却显著增加了混凝土浇筑与温控的难度。由于几何形状不规则，混凝土内部水化热的积聚与传导路径呈现高度不均匀性，厚大部位散热缓慢，而薄壁或边缘区域散热迅速，造成局部温差悬殊。尤其在截面突变或孔洞周边，温度梯度与收缩变形差异极易诱发应力集中，成为裂缝萌生的高风险

区域。

1.2 浇筑连续性要求高

为确保设备基础的整体受力性能和结构完整性，施工中通常要求一次性完成大体积混凝土的连续浇筑，严禁随意留设施工缝。这种高连续性的作业模式意味着需在短时间内完成大量混凝土的供应、运输、泵送与布料，对搅拌站产能、运输调度、泵车配置及现场人员组织形成严峻考验。整个浇筑过程持续时间较长，期间混凝土不断发生水化反应，内部温度持续上升，温度场随时间动态演变，若缺乏实时监控与干预，极易导致温峰过高或温差失控。因此，在保障连续浇筑的同时，必须同步部署覆盖全过程的温控体系，包括入模温度控制、分层工艺优化及早期养护准备，以实现结构完整性与抗裂性能的双重目标。

1.3 约束条件强

设备基础在空间上受到多重约束作用，既有来自下部地基或已有结构的外部刚性约束，又有源于内部构造的自身约束。基础底部与地基紧密接触，侧向常被回填土或相邻结构限制，难以自由变形。同时，为满足设备锚固需求，基础内部密集布置预埋钢板、地脚螺栓、套管及大量构造钢筋，形成复杂的内部约束网络。在混凝土硬化过程中，因水化热引起的温度升高及随后的降温收缩均会受到这些约束的限制，无法自由释放应变，从而在结构内部累积显著的拉应力。当该拉应力超过混凝土在相应龄期的抗拉强度时，便会在薄弱部位引发开裂。

2. 混凝土厂房设备基础大体积浇筑温控防裂技术

2.1 优化原材料与配合比设计

在大体积混凝土设备基础施工中，温控防裂的关键首先体现在原材料选择与配合比的科学设计上。为有效抑制水泥水化过程中释放的大量热量，应优先选用低热水泥作为主要胶凝材料，其矿物组成中铝酸三钙含量较低，可显著延缓早期放热速率，从而降低混凝土内部温升峰值。在此基础上，掺入活性矿物掺合料如优质粉煤灰或矿渣粉，不仅能够替代部分水泥用量、减少总水化热，还能通过二次水化反应改善浆体结构，提升混凝土后期密实度与耐久性。骨料方面，应严格控制其级配连续性和含泥量，采用粒形良好、质地坚硬的碎石与中粗砂，以提高堆积密度，减少单位体积内胶凝材料的需求，间接降低水化热总量。外加剂的选择同样至关重要，宜采用兼具缓凝与高效减水功能的复合型外加剂，一方面延长

混凝土初凝时间，为分层浇筑和散热争取时间窗口，另一方面在保持工作性的同时降低用水量，从而减小水胶比，进一步控制温升幅度。

2.2 控制混凝土入模温度

混凝土入模温度是影响大体积结构早期温升与内外温差的重要初始条件，必须通过全过程精细化管理加以控制。在高温季节施工时，应对所有原材料进行预冷处理，骨料堆场应设置遮阳棚避免阳光直射，并可通过洒水或地下水冲洗方式有效降低骨料表面温度；拌和用水可采用深井水，必要时掺入适量冰屑，以显著降低混凝土出机温度。运输环节亦不可忽视，混凝土搅拌车罐体应覆盖隔热材料，尽量缩短从搅拌站到施工现场的运输时间，减少途中因环境热交换导致的温度回升。此外，合理安排浇筑时段，避开日间高温峰值，选择夜间或清晨气温较低时段进行作业，也是控制入模温度的有效策略。

2.3 实施分层分段浇筑与振捣工艺

针对大体积设备基础的结构特点，采用科学的分层分段浇筑方法是控制温度裂缝的核心施工手段。通常采用斜面分层推进法，每层浇筑厚度控制在振动棒有效作用范围内，确保下层混凝土尚未初凝时即完成上层覆盖，从而实现良好的层间结合，避免形成冷缝或薄弱界面。布料过程中应均匀分散，严禁集中卸料造成局部堆积，防止因浆体流动不均引发离析或泌水。振捣是保障混凝土密实度的关键工序，操作时应遵循“快插慢拔”的基本原则，振捣棒插入间距与持续时间需严格控制，既要充分排出气泡，又要避免过度振捣导致骨料下沉或浆体上浮。在钢筋密集区域、预埋地脚螺栓周边以及结构变截面部位，应特别加强振捣，必要时辅以小型振捣工具，确保混凝土充分填充至每一个角落，消除潜在空洞与应力集中点。

2.4 强化保温保湿养护与温度监测

浇筑完成后，立即启动系统的保温保湿养护措施，是防止表面过快散热、缩小内外温差、抑制温度裂缝发展的关键环节。应在混凝土终凝后迅速覆盖复合保温层，通常由内向外依次铺设塑料薄膜、土工布及保温被，形成封闭的保湿隔热体系，有效减缓表面热量散失，使内部温度缓慢释放，避免因温差过大产生拉应力。养护期间需持续保持混凝土表面湿润，尤其在早期阶段，防止水分蒸发过快导致塑性收缩裂缝。与此同时，应同步布设多点位温度传感器，实时监测混凝土

内部不同深度、表层及环境温度的变化趋势，形成完整的温度场数据链。依据实测升温曲线与温差变化，动态调整保温层厚度，必要时启动辅助降温措施如通水冷却系统，实现对降温速率的精准调控。整个养护周期应不少于规范规定的最低时限，确保混凝土在强度稳步增长的同时，充分经历温降过程，最大限度规避干缩与温度骤变带来的开裂风险。

结语

混凝土厂房设备基础的大体积浇筑面临温控与防裂的双重挑战。其成功实施依赖于从材料源头到施工全过程的系统性控制。通过合理选材、精准控温、科学浇筑与精细养护，可有效抑制温度应力发展，避免有害裂缝生成。温控防裂技术并非单一手段的叠加，而是多环节协同作用的结果。未来工程实践中，应持续优化工艺参数，融合实时监测与智能反馈机制，进一步提升大体积混凝土结构的建造质量与服役可靠性。

参考文献

- [1]刘毅，辛建达，张国新，等.大体积混凝土温控防裂智能监控技术[J].硅酸盐学报，2023，51(05):1228-1233.
- [2]陈政.泵站大体积混凝土温控防裂技术研究[J].水利技术监督，2023(02):143-145.