

# 超高层超大体积混凝土施工技术研究

李建华 李纯刚

珠海建工控股集团有限公司 广东珠海 519000

**【摘要】**超高层超大体积混凝土施工技术的运用，对整个工程的建设质量和安全性具有决定性的影响。本文针对超高层超大体积混凝土的施工技术进行深入探讨，结合具体工程实例，从工程概述、总体施工方案、施工难点及关键技术等方面进行全面分析，旨在为超高层超大体积混凝土施工提供有效的技术指导和参考。

**【关键词】**超高层；超大体积；混凝土；施工技术

随着我国的综合实力日益壮大和经济水平的不断上升，越来越多结构复杂、技术先进的高层或超高层建筑的出现，超大体积混凝土施工的工程数量也在持续增加。超大体积混凝土工程具有施工工艺复杂、质量控制难度较大等诸多不利因素。在建筑施工中，最经常遇到的难题是大型混凝土出现的裂痕。因此，为确保大体积混凝土施工达到高品质标准，除要满足强度、刚度、整体性和抗渗等级的要求外，还需从多方面进行综合评估，以减少超大体积混凝土出现裂缝的风险。

## 1 工程概述

### 1.1 工程概况

本项目集高端建筑群落于一体，涵盖三栋超百米的超高层公共建筑，八栋逾五十米的高层公共建筑，六组错落有致的多层裙房，以及一栋多层公共建筑，并配备有两层深广的地下室系统。地下室设计精巧，底板厚度分别为标准550mm及非塔楼区域的加强型800mm，其中承台最深处达3800mm，展现出卓越的承重能力。塔楼区域底板更是加厚至1900mm，并巧妙采用灌注桩锚入技术，确保结构稳固。所有底板与承台均选用高强度C35混凝土，总面积辽阔，约达102,150平方米，展现项目宏大的规模与精湛的工艺水平。图1直观呈现项目的整体布局与细节特色。

### 1.2 超高层超大体积混凝土施工的核心特性

由于超高层建筑项目对地基结构的承载能力有着严格的

标准，因此超大体积混凝土的使用变得越来越普遍。超大体积的混凝土因其独有的性质和特点，在浇筑后易产生显著的水化热反应，进而诱发不规则裂缝的形成，尤其当施工结构厚度超过1.5米时，这一现象更为显著。为有效缓解水化热问题，业界广泛采用水平分层施工法，通过精细化施工策略优化温度分布，减少裂缝风险<sup>[1]</sup>。在超高层建筑的建造过程中，大体积混凝土常被用作关键的地基结构材料，尽管其处于相对封闭的环境，但对其防渗性能的要求却丝毫未减。防渗性能的优劣直接关系到混凝土结构的紧固性、稳定性及整体承载能力的保持，任何渗漏现象都可能对结构安全构成严重威胁。

## 2 总体施工方案及工程难点

### 2.1 总体施工方案

#### 2.1.1 原材料

在基础底板混凝土施工阶段，为精准控制裂缝生成，项目部精心挑选并配比高性能的原材料组合。一是，选择具有低水化热特性的P·052.5R型普通硅酸盐水泥，并以创新的方式加入43%的矿粉，这大大减少水化热的影响。二是，骨料方面，项目部采用粒径范围在5-31.5mm的优质碎石，其含泥量严格控制在0.4%以下，确保骨料纯净；选用细度模数为2.7的中砂，含泥量不超过2.5%，以提升混凝土的和易性与强度；通过加入24%的高品质Ⅱ级粉煤灰作为混合材料，可以进一步优化混凝土的性能和持久性。三是，在挑

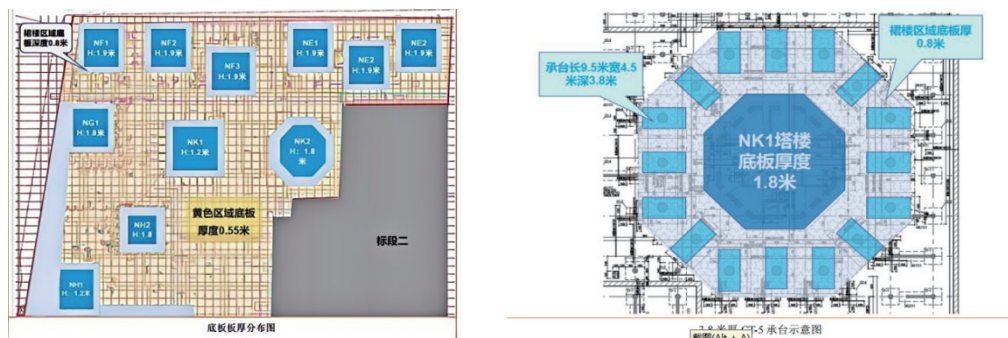


图1 示意图

选添加剂的过程中，选择抗裂泵送剂和低碱混凝土膨胀剂UEA，并根据水泥的3%和16.5%的比例进行精确的混合，两者协同作用，有效增强混凝土的抗裂性与体积稳定性。

### 2.1.2 混凝土配合比

本项目中，大体积混凝土的基础筏板、承台和集水坑部分都采用C35P6抗渗混凝土。通过试验研究，对该材料在施工过程中的性能进行分析，从而确定合理的配置方案。该产品的水胶比达到0.42，砂率为48%。设计的坍落度范围是160-180mm，但实际测量的坍落度为180mm，显示出良好的保水性和易用性；另外，由于采用高性能材料，因此该地下室墙体保温性能优良。经过对该工程结构的深入分析，可以确定地下室的外墙防水措施是合理的。在基础底板的核心筒部分，使用C35P6抗渗混凝土，这种混凝土具有0.38的水灰比和46%的砂率。设计的坍落度范围是160-180mm，但实际测量的坍落度是180mm，这表明它具有很好的保水性和易用性。

### 2.1.3 混凝土搅拌、运输

由于本工程的基础底板需要大量的混凝土浇筑，因此必须使用高强度的搅拌机进行混合，并严格监控混凝土原料的温度，以确保其供应能力能够满足大规模混凝土连续施工的需求。混凝土搅拌车应当装备有防风、防晒以及防雨的相关设备。搅拌车的驾驶室应设前挡风玻璃及遮阳装置，以防止阳光直接照射车辆内部。其单程的运输所需时间应被限制在1小时之内；在运输途中，若遇到分离或需用外部添加剂进行调整，搅拌车须加快搅拌速度，并确保搅拌的持续时间不会超过2分钟，同时严格禁止向混凝土中加入水分。

### 2.1.4 超大体积混凝土浇筑的施工部署

为预防施工过程中冷缝和温度裂缝的出现，除采用甩槎水平分层浇筑的施工技术外，施工部署在整个浇筑过程中也显得尤为关键<sup>[2]</sup>。考虑到场地的具体状况，制定一个实际可操作的施工计划。根据施工现场特点及要求，对混凝土搅拌车进行选型设计并实施。对施工现场各设备间以及各个作业点也都设置监控系统。

### 2.1.5 大体积混凝土浇筑其他注意事项

在混凝土振捣过程中，插入点的布局应当是均匀的，需要确保快速插入和缓慢拔出，插点要均匀分布，并且绝对不能有任何漏点或层层叠加。在进行混凝土甩槎的水平分层浇筑过程中，应当减少间歇时间，并确保在前层混凝土开始凝固之前，次层混凝土已经完全浇筑完成<sup>[4]</sup>。在浇筑大型混凝土时，混凝土的表层可能会遭遇显著的水分分泌问题。施工团队为混凝土表面设计一个特殊的坡度，这使得大量的水会顺着这个坡度流入后浇带内的积水坑，然后通过这些积水坑被排放到基坑的外部。如果要保持较好地防水性能，可以在防水层与基层之间设置一个垫块，将多余的水分吸收掉。在那些没有积水的地方，可以利用海绵或

棉毡来获取这些分泌的水。

## 2.2 施工难点

第一，大体积基础底板施工与冷缝预防。鉴于基础底板厚度显著，施工挑战重重。项目部需精确依据后浇带布局，合理规划流水段，确保浇筑作业既连续又高效。在此过程中，严格控制浇筑速度与质量，采用先进的施工工艺与设备，如高性能泵送系统，以最大化减少浇筑中断，从而有效避免施工冷缝的产生，保障底板结构的整体性与强度。第二，密集钢筋配置与混凝土振捣挑战。基础底板采用高强度HRB500级钢筋，且双层双向布置，附加筋更是密集，这极大增加混凝土振捣的难度。为克服此难题，项目部将优化钢筋绑扎工艺，采用专用振捣设备（如高频振动棒）及灵活多变的振捣策略，确保混凝土能够充分填充并紧密包裹每一根钢筋，同时避免钢筋密集区成为振捣盲区，保证混凝土的密实度与强度。第三，大体积混凝土温控与裂缝防控。作为大体积混凝土工程，基础底板的温控成为施工成败的关键。项目部将实施严格的温控措施，有效控制混凝土内外温差，防止温度裂缝与收缩裂缝的出现。第四，保温保湿养护与精准测温。大体积混凝土的后期养护至关重要，尤其是保温保湿工作。项目部将根据气候条件与混凝土内部温度变化，制定合理的养护方案，采用多层保温材料覆盖、洒水保湿等措施，确保混凝土表面与内部处于适宜的温湿度环境中，促进混凝土强度与耐久性的发展。

## 3 施工关键技术

### 3.1 混凝土原材料的科学配比

混凝土的主要成分包括水泥、粉煤灰、水和多种添加剂等，不同比例的原料会影响混凝土的性能参数。选择建筑材料时，应综合考虑各种材料对混凝土性能的影响程度，合理搭配各组分材料。虽然水泥材料的使用可以提高混凝土的强度，但它也带有水化热的特性；粉煤灰有助于缓解水泥的水化热问题；外加剂的作用是确保原材料得到充分的黏合和混合，通常使用泵送剂作为外加剂，这有助于提高混凝土的凝结效率。在开始混凝土的配比混合之前，必须先进行配比实验，以确保混合后的混凝土性能达到工程建设的标准。

### 3.2 混凝土施工环境温度的合理管理

在进行超高层建筑的大规模混凝土施工时，对施工环境的温度进行合理的管理和控制显得尤为关键。混凝土结构由于自身特性，其温度场和应力场都与一般钢筋混凝土有所不同。温度的波动对混凝土材料的性质有着显著的影响。当混凝土内部温度上升导致膨胀时，由于其自身的影响，产生的应力呈现出抛物线的分布模式，这与构件的几何尺寸密切相关<sup>[3]</sup>。由于混凝土本身存在的不足，当混凝土内部的温度应力导致的拉应力超过其抗拉应力时，裂缝就有可能形成。因此，在浇筑混凝土前需要对其表面以及内部的温度状况进行



检测, 以确保混凝土质量满足相关要求。

### 3.3 混凝土浇筑技术施工

混凝土浇筑技术作为施工中的核心环节, 其在大体积混凝土工程中的实施尤为复杂且关键。针对大体积混凝土的特点, 确保浇筑的连续性与细节控制成为施工成功的基石。首先, 鉴于大体积混凝土体积庞大, 维持浇筑作业的连续性是首要任务。这要求施工前进行周密规划与准备, 包括协调多台泵车同时作业, 形成高效的浇筑网络, 以减少中断时间, 确保混凝土在初凝前实现无缝衔接。建立严密的供料保障体系, 确保混凝土原材料供应充足且质量稳定, 避免因供料中断而影响浇筑进度与质量。对浇筑设备进行全面的检查与维护, 确保其处于最佳运行状态, 为连续浇筑提供有力支持。其次, 泵车落管与楼面间距的控制是细节中的关键。这一环节直接关系到浇筑过程中对楼面的冲击影响及最终结构的稳定性。施工时需根据具体工程条件, 精确计算并调整泵车落管与楼面之间的合理间距, 采用缓冲垫等措施进一步降低冲击力度, 保护楼面不受损伤。加强浇筑过程中的实时监控与调整, 确保混凝土流动均匀、速度适中, 避免因冲击力过大或流动不均导致的结构缺陷。最后, 还应注重大体积混凝土浇筑过程中的温度控制、振捣质量及后期养护等细节性内容。

### 3.4 混凝土振捣技术施工

在超高层建筑工程中, 大体积混凝土浇筑是一个极其重要的环节, 它不仅关乎建筑物的结构安全, 还直接影响到其使用寿命与性能表现。当混凝土从泵车倾泻而出, 在楼面上自然形成多样化的形状时, 这些凹凸不平的表面若不加以妥善处理, 将成为质量隐患的温床。因此, 采用振动棒进行精细化的振捣作业, 是确保混凝土质量不可或缺的一步。振捣的主要目的在于通过机械振动, 使混凝土内部的气泡和多余水分得以有效排除, 促使骨料与水泥浆体紧密结合, 从而避免混凝土内部出现疏松、孔洞等缺陷, 从根本上提高混凝土的密实度与强度。这一过程对于防止混凝土渗漏、增强结构整体性至关重要, 特别是在中下部区域, 由于混凝土压力较大、流动性减弱, 更易产生振捣不均的问题, 因此需特别关注, 确保振捣密实度与上层混凝土保持一致。避免大型混凝土在振捣时发生离析, 也就是由于粗骨料的下沉和水泥浆的上浮导致的分层, 必须对振捣的频率和持续时间进行严格的监控。过低的频率或时间过短, 无法使混凝土充分捣实, 而过高的频率或时间过长, 则可能引发混凝土过度流动, 造成骨料与水泥浆的分离。

### 3.5 混凝土养护技术施工

混凝土养护阶段的核心任务便是精准控制混凝土的含水量, 确保其在适宜的湿度环境中完成水化反应, 达到设计要求的强度与耐久性。首先, 在混凝土浇筑完成后, 应

立即在建筑结构表面铺设如塑料薄膜或草席这样的保湿材料, 以减缓混凝土表面水分的蒸发速度, 为水化反应提供必要的湿度条件。这一步骤对于防止混凝土表面干裂、保持其良好的平整性至关重要。其次, 根据天气条件与混凝土的实际状态, 制定详细的洒水养护计划。每日定时对混凝土表面进行洒水, 以补充因蒸发而损失的水分, 保持混凝土处于持续的湿润状态。洒水量的控制需精准适度, 既要避免过多水分积聚导致混凝土表面泛白、强度下降, 又要确保混凝土内部水化反应所需的水分得到充分供应。再次, 在养护期间, 密切关注环境温度与湿度的变化, 通过采取遮阳、通风或加热等措施, 将环境温度与湿度控制在有利于混凝土硬化的范围内。最后, 为确保养护效果不受外界干扰, 加强养护区域的围护管理, 设置明显的警示标志与隔离设施, 严禁闲杂人员进入养护区域, 以免对混凝土造成不必要的损伤或破坏其平整性。通过这一系列精心策划与严格执行的养护措施, 为混凝土结构的优质完成提供有力保障。

## 4 结语

在超高层超大体积混凝土的施工过程中, 必须对各个环节的操作规范进行严格的控制, 以确保大体积混凝土施工的质量, 通过预防裂缝和渗漏等问题的出现, 可以有效提升大体积混凝土施工过程中的安全性和工作效率。在实际应用过程中, 由于受到多种因素影响, 会导致混凝土温度过高或者过低, 从而造成混凝土开裂或不均匀沉降, 在严重的情况下, 可能会触发安全事故, 对施工人员的生命和财产构成威胁。因此, 需要确保混凝土原材料的配比是科学的, 对周围环境的温度进行持续的监控和调整, 确保混凝土浇筑的连续性, 并加强混凝土的振捣和养护技术的施工品质。

### 参考文献:

- [1] 黄超. 土木建筑施工中大体积混凝土结构施工技术分析[J]. 中华建设, 2023(8): 172-174.
- [2] 黄传志. 市政工程特殊路基施工现场部署与施工方案设计分析[J]. 工程与建设, 2022, 36(2): 383-385
- [3] 曹洪, 李小川, 张涛, 等. 高层钢结构复杂框架结构形式混凝土施工[J]. 中国科技纵横, 2023(5): 79-81.
- [4] 温冬平. 超高层建筑大体积混凝土施工技术探究[J]. 科技创新导报, 2019, 16(27): 2.

### 作者简介:

李建华(1983.10.28—), 男, 汉族, 湖南郴州人, 博士, 珠海建工控股集团有限公司, 副教授, 研究方向: 岩土工程;

李纯刚(1986.7.19—), 男, 汉族, 浙江金华人, 博士, 珠海建工控股集团有限公司, 副教授, 研究方向: 环境工程。