

土木工程中大体积混凝土结构施工技术运用

文 / 武蔚涛 南阳市油田工程建设监理有限责任公司

摘要：随着现代土木工程施工技术的快速发展，大体积混凝土结构具有承载力大、稳定性强等优势，在桥梁、大坝、高层建筑等工程中应用越来越广泛。但大体积混凝土施工过程中容易出现裂缝、温度应力等病害，对土木工程结构的耐久性和安全性造成较大影响。基于此，文章将重点探讨大体积混凝土结构施工的关键技术，如材料选择、温度控制、裂缝预防与控制、施工工艺等，旨在为土木工程结构施工质量提升提供一定理论参考。

关键词：大体积混凝土；施工技术；温度控制；裂缝预防；土木工程

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.053

引言

针对土木工程来说，大体积混凝土结构通常指体积超过1000m³或厚度超过1m的混凝土结构。由于其体积大，水泥水化热导致的温度变化和收缩变形量大，混凝土结构易产生裂缝，影响结构完整性和耐久性。因此，研究和分析大体积混凝土结构的施工技术对确保工程质量具有重要意义。

一、大体积混凝土结构材料选择

（一）水泥的选择与控制

在进行大体积混凝土结构的施工时，水泥的选择极为重要。为控制水泥水化过程中产生的热量，选用低热水泥或中热水泥是较为理想的策略。若水泥的水化热过高，会导致混凝土内部温度急剧上升，进而引发裂缝问题。

因此，使用低热水泥能够减缓其水化反应的速度，有助于减少水化热，对控制大体积混凝土的温度具有积极作用，有利于预防因温度变化导致的结构损伤^[1]。

（二）骨料的选用与优化

骨料的类型及其配比对大体积混凝土的强度、稳定性和耐久性具有直接的影响。为了减少水泥的使用量和降低水化热，选择粒径较大且级配优良的粗骨料是有效策略。合理分布粗骨料的粒径大小尤为重要，应避免过度依赖细骨料，因为过量的细骨料会提升混凝土的水化热，同时削弱其强度与抗裂能力。通过优化骨料的选择和配比，可以有效地提高混凝土结构的整体性能。骨料配比见下表1。

表1 骨料配比

材料种类	规格	比例（体积/重量）	备注
粗骨料	5-20mm	60%（体积比）	选择坚硬、耐久且清洁的材料，粒径分布合理
粗骨料	20-40mm	30%（体积比）	确保混凝土的骨架结构，减少水泥用量和水化热
细骨料	0-5mm	10%（体积比）	保证颗粒均匀，清洁，无杂质
水泥	-	15%-20%（重量比）	采用低热或中热水泥，控制水化热
粉煤灰/矿渣	-	10%-20%（重量比）	可减少水化热，提高后期强度
水	-	0.45-0.55（水胶比）	依据混凝土的工作性要求确定
外加剂	缓凝剂、减水剂	根据需要使用	控制混凝土凝结时间、提高工作性

（三）掺合料与外加剂的合理使用

合理使用掺合料和外加剂对于控制大体积混凝土的温度上升及增强其长期强度非常关键。例如，采用粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料，可有效减少水化热并优化混凝土性能。这些材料有助于降低水泥水化过程中产生的热量，延缓水化进程，同时改善混凝土的工作性和流动性，并提升其后期强度。此外，适当添加外加剂如缓凝剂和减

水剂也能显著降低水化热。缓凝剂能够延长混凝土的凝结时间，缓解施工期间因温度过高引发的问题；减水剂则通过减少混凝土中的水胶比来提高其强度和密度^[2]。

二、大体积混凝土结构温度控制

（一）预冷骨料和水

在大体积混凝土施工过程中，温度控制是确保结构质量的重要因素，特别是在气温较高的季节，过高的混

凝土内部温度可能会引发裂缝。为了降低混凝土的初始温度，可以采用骨料和拌合水预冷的方法^[3]。具体做法是在混凝土混合前，先对粗骨料、细骨料以及拌合用水进行降温处理。这样做有助于减少混凝土中水化热的累积，并控制其初始温度。常用的预冷方法包括使用冰水代替常温水，或利用冷却设备降低骨料的温度，使其达

到合适的低温范围。这些措施不仅能够有效控制混凝土浇筑时的温度，防止因温度过高而造成的裂缝，还可以减慢水泥水化反应的速度，从而减少水化热的释放速率。这样做的结果是大大降低了由于热胀冷缩导致的温差裂缝的风险，有利于提高混凝土结构的整体稳定性和耐久性。预冷骨料和水对混凝土温度的影响如下图1所示。

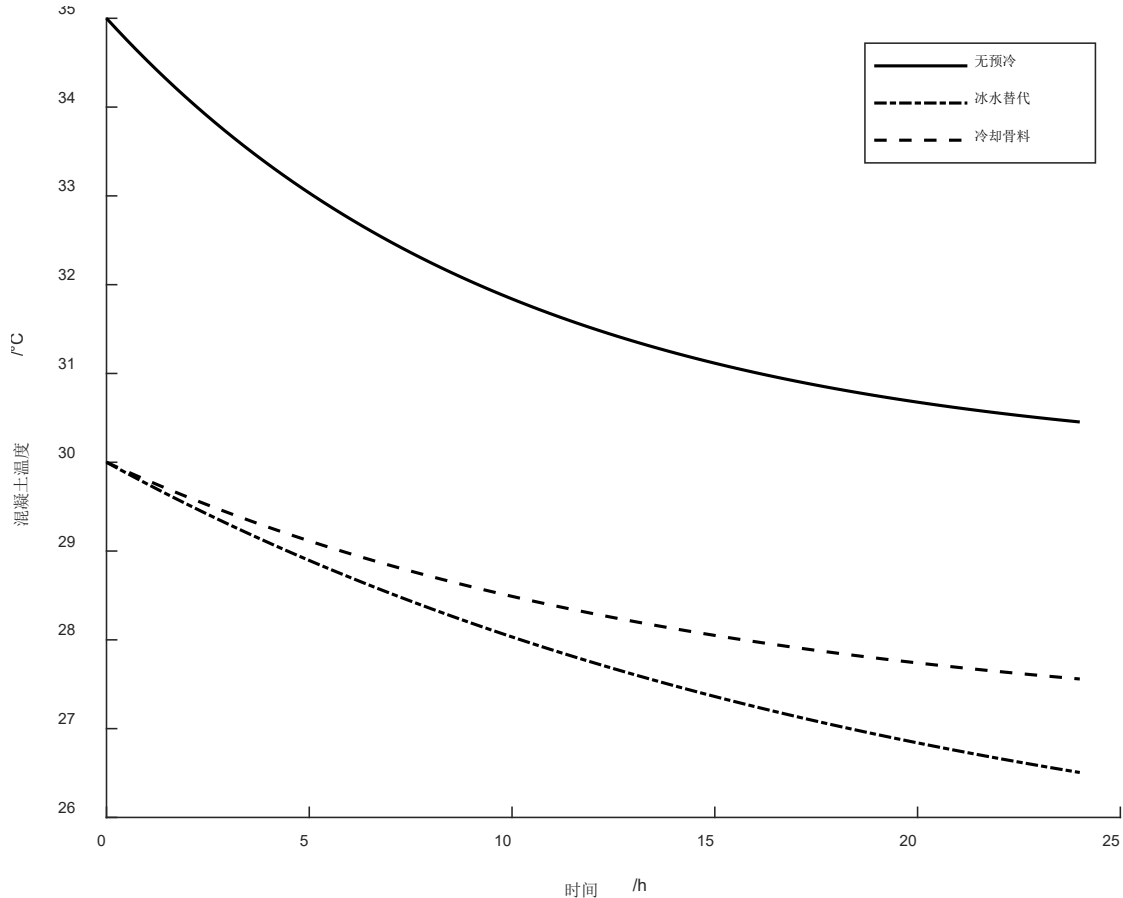


图1 预冷骨料和水对混凝土温度的影响

(二) 分层浇筑与散热

在大体积混凝土结构施工中，由于浇筑量较大，水化热迅速释放，容易在混凝土内部形成温差，从而导致裂缝的产生。为有效管理混凝土温度上升并促进内部热量的散发，采用分层浇筑的方法是有效的策略。通过分层浇筑，不仅可控制每一层的厚度（一般建议保持在30-50cm），有助于加快混凝土的散热速度，还能减少因各层之间温差过大而引发的收缩应力。具体做法是在完成一层混凝土的浇筑后，等待其部分硬化并且温度降至合理水平再进行下一层的浇筑。本方法避免因一次性大规模浇筑而导致的温度快速升高和热应力集中问题。分层浇筑不仅有利于控制温度裂缝的产生，也有助于提高整体结构的稳定性和耐久性。

(三) 覆盖保温

大体积混凝土浇筑完成后，为了避免表面温度迅速下降造成的温差裂缝，及时采取覆盖保温措施显得尤为重要。在混凝土的水化过程中，其表面与外部环境之间

可能会形成显著的温差，该温差能够引起混凝土表层收缩，从而导致裂缝的出现。为应对此问题，施工团队通常会在新浇筑的混凝土表面铺设保温材料，如泡沫板或草袋等。

三、大体积混凝土结构裂缝预防与控制

(一) 配筋设计

在大体积混凝土结构中，合理的钢筋配置对于预防裂缝至关重要。鉴于混凝土本身的抗拉强度较低，在水化热及环境湿度变化的影响下，容易出现裂缝。为了增强混凝土的抗裂性能，钢筋的设计需考虑到混凝土承受的力和热应力因素。采用双层双向配筋是一种行之有效的策略，即在两个方向上都布置双层钢筋网或钢筋束^[4]。此方法能够显著提升混凝土的抗拉强度和整体抗裂能力，有助于减少裂缝的产生。通过优化钢筋的布局和配置，可以有效提高混凝土结构的稳定性和耐久性，确保其长期质量。大体积混凝土结构配筋设计见下表2。

表2 大体积混凝土结构配筋设计（示例）

钢筋类型	规格（直径）	配筋方式	数量 / 层	配筋间距	钢筋布置方向	备注
主钢筋	Φ16	双层钢筋网	2层	150mm	水平方向、 垂直方向	在两个方向上均匀布置，增强抗裂性能。
次钢筋	Φ12	双层钢筋束	2层	200mm	水平方向、 垂直方向	提高混凝土的抗拉强度，减少裂缝扩展。
箍筋	Φ8	横向环形钢筋	每隔 500mm	500mm	环绕每个施工层次	防止混凝土因温差应力产生破裂，增强抗剪强度。
钢筋保护层	-	-	-	25mm	-	提供钢筋与混凝土之间的保护层，避免钢筋锈蚀。

（二）收缩缝和施工缝

在大体积混凝土施工期间，收缩效应和温度变化往往是引发裂缝的主要原因。为有效管理和控制裂缝的出现与扩展，合理布置收缩缝和施工缝显得尤为重要。收缩缝的设计旨在引导由于干燥收缩或温度变化导致的裂缝形成于预定位置，其布局需依据结构的具体尺寸和温度应力分布进行规划。而施工缝则用于分阶段浇筑过程中确保各层混凝土之间的良好连接，并维持整体结构的强度。设置施工缝时，必须严格遵循设计规范，确保其位置和尺寸恰当，避免裂缝集中在某一部位。

（三）养护措施

对于大体积混凝土结构而言，良好的养护措施对其最终质量至关重要，尤其是在混凝土早期养护阶段。此阶段内，水化反应刚开始，混凝土内部的湿度和温度变化会直接影响其强度和稳定性。为避免因表面水分快速蒸发而导致的干缩裂缝，需要对混凝土表面进行充分的湿润养护。常用的养护方法包括定期洒水、使用保湿材料覆盖（例如塑料薄膜或湿麻袋）以及应用养护剂等。这些方法有助于保持混凝土表面的湿度，减缓水分流失速度，从而预防表面裂缝的产生。特别是在高温条件下，比如夏季施工时，更应严格执行养护措施，确保混凝土表面不会因温度骤降而形成过大温差，进而避免由此引发的裂缝。通过精心养护，可以有效提升混凝土结构的整体性能和耐久性。

四、施工工艺

（一）混凝土搅拌

在大体积混凝土施工过程中，混凝土的搅拌质量对最终结构的均匀性、稳定性、强度和耐久性具有直接影响。为了保证混凝土的高品质，选择合适的搅拌设备至关重要，强制式搅拌机是推荐的选择之一。这种搅拌机能够确保各种成分在搅拌过程中得到充分混合，有效避免了水泥与骨料可能出现的分离现象，从而保证每批次混凝土的质量一致性。

通过其强制性的搅拌动作，强制式搅拌机使得水泥、砂石、水及任何掺合料都能均匀分布，防止形成大的团聚体。这不仅提升了混凝土的均匀性和稳定性，还改善了其流动性和工作性能。因此，在大体积混凝土施工中使用强制式搅拌机，对于确保工程质量和材料性能来说是一个关键步骤。

（二）运输与浇筑

在大体积混凝土施工中，混凝土的运输和浇筑是确

保工程质量和进度的关键步骤。针对这类项目，常见的混凝土运输方式包括泵送和使用吊车与料斗组合。泵送是一种高效的运输方法，特别适合用于长距离或需要大量混凝土的情况，其能有效防止混凝土在运输途中发生分离或分层现象，确保供应连续且质量稳定^[5]。另一方面，当面对复杂施工环境或场地空间受限时，采用吊车配合料斗的方式可以更精确地将混凝土送达指定位置，减少人工搬运带来的浪费和污染。

（三）振捣与抹面

在进行混凝土振捣时，应依据混凝土的具体特性和结构需求来选择合适的振捣频率和时间，以避免因过度振捣导致的混凝土分层或振捣不足引起的空洞与孔隙问题。正确的做法是从混凝土的底部开始，逐层进行振捣，确保每一层都得到充分密实。

完成振捣后，紧接着需要对混凝土表面进行抹面处理。本步骤不仅有助于提升混凝土的外观质量，还能减少由于温度变化或水分蒸发过快而产生的表面裂缝。抹面操作应在混凝土初凝前执行，使用合适的工具使表面达到平整光滑的效果，并注意避免接缝和不平整现象的出现。

结语

综上所述，大体积混凝土结构施工技术是提升土木工程施工质量的关键。基于合理选择材料、严格控制温度、有效预防裂缝以及优化施工工艺，可最大程度提高大体积混凝土结构的施工质量，保证其能够安全、高效化地服务于土木工程建设中。

参考文献

- [1] 李子川. 土木工程中大体积混凝土结构施工技术应用[J]. 四川建材, 2024, 50(11): 99-101.
- [2] 吴建宏. 建筑工程中大体积混凝土结构的施工技术探析[J]. 中国住宅设施, 2024, (10): 154-156.
- [3] 曾令情. 住宅建筑工程中大体积混凝土结构的施工技术[J]. 居舍, 2024, (29): 74-77.
- [4] 罗方鑫. 土木工程中大体积混凝土结构施工技术研究[J]. 中国水泥, 2024, (10): 94-96.
- [5] 张伟. 土木建筑工程中大体积混凝土结构的施工技术[J]. 中国住宅设施, 2024, (08): 44-46.

作者简介：武蔚涛（1985.02-），男，汉，安徽省宿州市埇桥区夹沟镇人，本科，中级工程师，研究方向：大体积混凝土施工与技术。