超长大体积混凝土梁施工质量控制要点和实践

吕 垚，李 程，张洎樨，曹 博，祖力鑫

中国建筑第七工程局有限公司 山东青岛

【摘要】超长大体积混凝土梁施工中，温度收缩应力一直是影响工程质量的核心因素。针对此类构件截面尺寸大、钢筋密集等施工难点，本文结合具体工程实践，系统阐述从施工准备到温控养护的全过程质量管控要点。文章结果表明，依托严格控制混凝土原材料品质、优化配合比设计等措施，配合信息化温控监测与科学养护，可有效控制大体积混凝土梁的温度收缩裂缝，保证结构承载能力，为同类工程提供参考。

【关键词】超长大体积混凝土梁；施工质量管控要点；实践

【收稿日期】2026 年 6 月 12 日 【出刊日期】2026 年 7 月 15 日 【DOI】10.12208/j.jer.20260037

Key points and practice of construction quality control of super long volume concrete beam

Yao Lv, Cheng Li, Jixi Zhang, Bo Cao, Lixin Zu

China Construction Seventh Engineering Bureau Co., Ltd. Qingdao, Shandong

【**Abstract**】In the construction of ultra-large volume concrete beams, temperature shrinkage stress has always been the core factor affecting the quality of the project. In view of the construction difficulties such as large cross-sectional dimensions and dense steel bars, this paper systematically expounds the key points of quality control in the whole process from construction preparation to temperature control and maintenance, based on specific engineering practice. The results of the article show that by relying on measures such as strictly controlling the quality of concrete raw materials and optimizing the mixing ratio design, combined with information-based temperature control monitoring and scientific maintenance, it is possible to effectively control the temperature shrinkage cracks of large-volume concrete beams, ensure the structural bearing capacity, and provide reference for similar projects.

【**Keywords**】Ultra-large volume concrete beam; Key points of construction quality control; Practice

引言：超长大体积混凝土梁结构主要应用于高层建筑转换层、大跨度公共建筑承重结构以及大型工业构筑物的关键受力部位，这类构件能够承担上部结构传递的复杂荷载，保障整体结构的稳定性。该类工程质量控制重在关注温度应力引发的收缩开裂问题，超长大体积混凝土梁在水泥水化过程中会释放大量水化热，若无法即时快速排除结构内部热量，其内部与表面会形成显著温差，同时后期降温阶段又会受到周边约束结构的限制，进而产生温度应力，当应力超过混凝土抗拉强度时就会产生裂缝[1]。该问题不仅会影响结构外观观感，还会降低混凝土结构的耐久性，影响建筑整体使用寿命。因此，探究超长大体积混凝土梁施工质量管控要点及其措施，是保障结构安全的现实需要，也是提升大型混凝土工程精细化施工水平的重要路径。

1 项目概况

本工程总建筑面积约 1 万 m^2，地上 5 层，主体结构为框架－剪力墙结构。主楼门厅和东西辅楼均设有大跨度梁，最大跨度达 20m，典型梁截面尺寸为 350mm×1700mm，属于超长大体积混凝土梁。梁支撑体系高度超过 8.5m，属高支模范畴，需编制专项方案进行专家论证。项目场地平面布置及高支模划定区域如图 1 所示。

工程地处夏热冬冷地区，年均气温 16.5℃，极端最高气温 39.6℃，最低气温-8.3℃，温差条件严苛，对混凝土裂缝控制提出较高要求。基础形式为桩承台基础，采用旋挖钻孔灌注桩成桩，桩基检测合格后施工承台及基础梁。

本工程核心施工难点有三：一是大跨度梁截面尺寸大，单次连续浇筑混凝土方量较大，水化热集中释放，温升控制困难；二是高支模高度达 8.5m 以上，支撑体系稳定性及模板安装精度要求高；三是梁内钢筋密集，节点区钢筋交错，混凝土振捣难度大，成型质量难以保证。

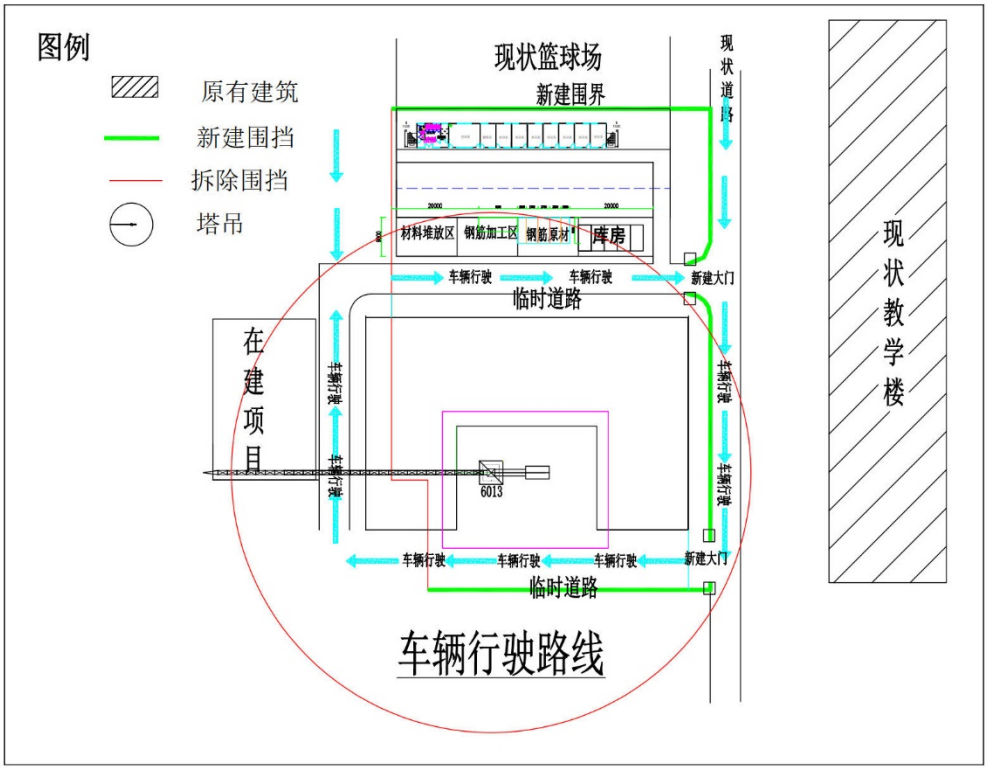


图 1　项目场地平面及高支模区域示意图

2 施工流程

针对超长大体积混凝土梁的特点，制定如下施工流程：

第一步：搭设高支模体系。依据专家论证通过的专项施工方案，采用盘扣式脚手架搭设梁底承重支撑体系，立杆间距、步距经专项荷载计算确定；工程外墙临边防护采用双排落地脚手架，其标准设计尺寸见表 1。

设置水平剪刀撑及竖向剪刀撑：沿架体四周外侧立面，每隔≤4 跨（约 4.5m），于内部纵横向各设一道竖向剪刀撑，剪刀撑斜杆与地面夹角 45°～60°，搭接长度≥1m、扣件不少于 3 个，自底至顶连续设置。在架体底部（扫地杆层）、顶部（顶托下）及中部每隔≤4.5m 各设一道水平剪刀撑，与竖向剪刀撑形成封闭加强框。梁底模板铺设完成后，进行预压或预拱度设置，消除非弹性变形。

表 1　外围护常用密目式安全立网全封闭式双排脚手架的设计尺寸

连墙件设置	立杆横距 l_b（m）	步距 h（m）	下列荷载时的立杆纵距 l_a（m）	脚手架允许搭设高度[H]（m）
二步三跨	1.05	1.50	2.0	50
二步三跨	1.05	1.80	1.8	50

注：本表仅适用于建筑外墙围护脚手架，梁底承重高支模架立杆、步距参数另行通过承载力计算取值，不采用本表数据。

第二步：绑扎与安装钢筋骨架。按照设计图纸及规范要求，在梁底模上绑扎钢筋骨架，重点控制主筋间距、箍筋间距及保护层厚度。按要求加密梁柱节点核心区箍筋，并确保钢筋锚固长度及接头位置符合设计要求。同步安装预埋件、预留孔洞模板[2]。

第三步：混凝土制备。采用商品混凝土，严格按优化配合比生产，控制出厂坍落度及入模温度。混凝土运输车数量充足，保证连续供料，运输过程中保持搅拌，防止离析。

第四步：混凝土浇筑与振捣。采用斜面分层法连续浇筑，分层厚度不超过 500mm，要求下层混凝土初凝前完成上层覆盖。梁钢筋密集区采用小直径振捣棒配合人工插钎，保证混凝土密实。

第五步：养护与拆模。浇筑完成后及时覆盖保湿保

温养护，控制内外温差及降温速率。混凝土强度达到设计及规范要求后，按顺序拆除侧模及底模支撑[3]。

3 质量控制

3.1 控制要点

（1）优化混凝土原材料优选与配合比

该要点的主要目的是从源头降低水化热、减少收缩，指导思想为：在保证强度前提下，最大限度减少水泥用量以及用水量，以降低绝热温升和干燥收缩。如此，水泥要求选用 P·O42.5 普通硅酸盐水泥，同一结构层需采用同一厂家同一品种，不得混用。粗骨料采用 5～31.5mm 连续级配碎石，含泥量≤1%；细骨料为Ⅱ区中砂，细度模数 2.6~2.8，含泥量≤3%。

掺合料使用I级粉煤灰，掺量占胶凝材料总量的20%～25%，替代部分水泥以降低水化热。外加剂选用高效减水剂和缓凝剂，减水率≥20%，控制缓凝时间在8～12h 之间，延缓水化热峰值出现时间。

对于配合比，每立方米混凝土水泥用量控制在300～340kg，水胶比≤0.45，入泵坍落度标准要求为180±20mm，到仓面坍落度≥160mm。经优化后，混凝土绝热温升可控制在 45～50℃之间，较常规配合比降低约 8～10℃。

表 2　优化前后混凝土配合比及关键参数对比

项目	水泥（kg/m³）	粉煤灰（kg/m³）	水胶比	砂率（%）	减水剂（%）	绝热温升（℃）
优化前	380	60	0.48	42	1.2	56.2
优化后	320	95	0.42	40	1.8	47.5

（2）高支模体系搭设与质量控制

本工程梁底支撑最高高度为 8.5m，依据《建筑施工脚手架安全技术统一标准》，搭设过程重点控制以下环节：立杆基础坚实平整，设置垫板及底座，立杆垂直度偏差≤架体高度的 1/500；纵横向水平杆步距按方案执行，扫地杆距地面≤200mm；在架体四周及中间设置连续竖向剪刀撑，间隔≤4.5m 处设置一道水平剪刀撑；梁底增设专门承重立杆，将荷载有效传递至基础[3]。

模板安装时，梁底模铺设应平整严密，按规范要求起拱。侧模安装应牢固，经计算确定对拉螺杆间距，防止胀模、跑模。

（3）浇筑与振捣工艺控制

混凝土浇筑时须一次连续浇筑完成，所以，本工程采用 1 台全自动臂长 63 米的汽车泵供料，混凝土运输车≥10 辆，保证每次供料不间断。浇筑采用斜面分层法，每层厚度≤500mm，分层推进，每层浇筑间隔不超过混凝土初凝时间。

振捣环节，为保证混凝土密实度。采用Φ50 插入式振捣棒，振捣间距≤500mm，每点振捣时间 15～20s，以表面泛浆、不再冒气泡为准。后浇带附近振捣时，振捣棒距钢丝网模板≥450mm，避免冲击模板导致的浆体流失[4]。

在梁柱节点、连梁等钢筋密集部位，配合使用Φ30 小直径振捣棒，必要时浇筑同强度等级的自密实混凝土。浇筑过程中派专人检查模板、支架和钢筋位置，及时处理存在的问题。

（4）钢筋工程精细化管理

依据设计图纸及《22G101-1》图集，本工程梁主筋采用 HRB400 级钢筋，采用机械连接接头直径≥16mm 的纵向受力钢筋，接头位置位于受力较小处，同一截面接头百分率满足规范要求。箍筋采用封闭形式，弯钩 135°，平直段长度不小于 10d。

按要求加密设置梁柱节点核心区箍筋，施工时可采用预绑扎整体下沉的方式，确保箍筋数量、间距及位置准确。梁内多排钢筋之间设置垫铁，采用高强砂浆垫块控制保护层厚度，垫块间距≤1m。

（5）温控监测与养护管理

本工程在首批浇筑梁中埋设热电偶温度传感器，每根梁沿长度方向设 2～3 组测点，每组按梁高布置上、中、下三个测点，分别位于梁顶面以下 50mm、梁高中部及底面以上 50mm 位置。浇筑后前 3d 每 2h 测温一次，4～7d 每 4h 测温一次，持续监测至 14d[5]。

养护重在减小内外温差。梁浇筑完成后，表面覆盖塑料薄膜保湿，冬季施工时期，应上铺两层厚度≥30mm 草袋保温。延迟拆除侧模，保持模板保温作用。养护期间控制混凝土内部最高温度≤75℃，内外温差≤25℃，降温速率≤2℃/d。

养护总时间≥14d，在浇筑后 7d 拆除梁侧模，待混凝土强度达到设计强度 100%后拆除底模及支撑体系，且应遵循先支后拆、后支先拆的原则[6]。

3.2 控制方式

为落实上述质量控制要点，本文提出以下控制方式。

（1）制度控制，自原材料进场检验开始，便须严格执行“先检后用”原则，即统一采用同厂家同品种原材料，检验批次设计为水泥 200t/次、砂石 400m³/次、粉煤灰 200t/次、外加剂 50t/次，各项指标须满足《混凝土通用规范》规定[7]。设计配合比时，需进行至少三组不同水胶比试配试验，确定最优配合比方案，经监理单位审核签认后方可用于指导生产[8]。商品混凝土出厂前应由搅拌站提供开盘鉴定报告，到场后施工方试验员逐车检测坍落度，并观察拌合物和易性，凡坍落度超出 180±20mm 控制范围或出现离析、泌水现象的车辆一律退回。试块制作严格执行见证取样制度，抗压试块每 100m³ 留置一组，每组 3 块；抗渗试块每 500m³ 留置一组，每组 6 块，同条件养护试块按施工段以及结构部位分别留置[9]。浇筑时，由技术负责人会同监理工程师对照检查表逐项核验，全部条件满足后方可签发浇筑令。

（2）过程控制，浇筑前 24h，由项目技术负责人组织工长、质检员、班组长及混凝土泵车操作人员进行专项技术交底，交底内容需覆盖浇筑方量、预计浇筑时长等信息，需所有参与人员签字确认。浇筑期间，技术管理人员及监理员应全程旁站，旁站人员要负责重点监控混凝土坍落度的波动情况，每 2h 抽检一次；斜面分层推进是否均匀连续；振捣点间距与振捣时间是否符合交底要求；及时查看后浇带处钢网片的位置是否偏移、收口网有无踩踏破损[10]。

（3）验收控制，坚持“上道工序不合格、下道工序不施工”原则。钢筋安装完成后，由质检人员联合监理工程师一起对照设计图纸逐根检查主筋数量、规格、间距、接头位置及保护层厚度，合格后方可合模。模板及支撑体系验收重点检查立杆间距、剪刀撑设置、顶托紧固程度及起拱高度。混凝土浇筑完成后，拆模后全面检查梁体外观质量，采用超声波或回弹法抽检混凝土密实度及强度，发现问题及时处理。

（4）信息化控制，项目设专人负责分析温度数据，若实测数据显示混凝土内部温升速率连续两次测温超过 1.5℃/h，需立即增加覆盖草袋层数以减缓表面散热，同时适当增加表面洒水次数以保持湿润状态；内外温差实测值接近 25℃预警值时，要求在原有覆盖基础上增设一层塑料薄膜以阻隔空气对流，必要时延长覆盖时间直至温差回落至安全区间。降温阶段实测降温速率如果超过 2℃/d，推迟 2～3d 拆除侧模，同时可在底板侧边挂设防风布，减缓环境气流对混凝土表面的吹扫效应。

4 结束语

综上所述，本工程重在关注超长大体积混凝土梁施工全过程质量管控，借助优选原材料、优化配合比、高支模体系稳定等多维度方法，有效解决大截面梁水化热裂缝、高支模安全风险等质量难题。竣工检测显示，大跨度梁体混凝土密实、外观良好，未发现影响结构安全的贯穿裂缝，强度及尺寸偏差均满足设计与规范要求，可为同类超长大体积混凝土梁的施工质量控制提供参考。

参考文献

[1] 王跃辉.超长结构承台大体积混凝土施工质量控制措施[J].中国水泥，2025,(11)103-105.

[2] 幺凯龙,丛莉,宋兴龙.超长超厚建筑工程大体积混凝土无缝施工技术[J].砖瓦,2025,(2):169-171.

[3] 刘新博.超长大体积混凝土结构跳仓法施工技术[J].工程建设与设计，2024,(24)130-132.

[4] 肖玉宝.基于跳仓法的超长大体积混凝土结构施工质量控制[J].上海建设科技，2024,(6) 54-58.

[5] 舒亮.超长大体积混凝土结构跳仓法技术施工与应用[J].黑龙江科学, 2023,14(22):112-114.

[6] 梁德龙.超长大体积混凝土施工中的裂缝控制技术[J].中国高新科技, 2023,(20):59-61.

[7] 齐守忠,佟智一,张柏恒.超长大体积混凝土施工中的裂缝控制措施[J].中国住宅设施,2023,(5):130-132.

[8] 熊颗.跳仓法施工技术在白云站站房底板超长大体积混凝土工程中的应用[J].四川水泥,2023,(2):129-131.

[9] 魏国智.超长超厚筏板基础大体积混凝土无缝施工技术在工程中的应用[J].科学技术创新,2022,(30):143-146.

[10] 芮守春,贺勃涛,李跃跃,郑太东,冯浩.超长超厚大体积筏板混凝土无缝施工技术研究与应用[J].砖瓦,2022,(8):144-146.

版权声明：©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
OPEN ACCESS