

# 皇岗中学拆建教学综合楼工程项目施工总承包中 多功能空间协同施工技术与质量管控研究

钟 锋

深圳市鹏劳人力资源管理有限公司 广东 深圳 518001

**【摘要】**：随着教育事业的不断发展，现代学校对教学空间的功能需求日益多元化。本文以皇岗中学拆建教学综合楼工程为案例，针对项目中包含的多功能空间，研究施工总承包阶段的协同施工技术与质量管控体系。通过 BIM 模型协同规划施工方案、建立资源动态调配机制、优化工序衔接逻辑，解决了不同空间交叉作业冲突问题；结合各空间功能特性制定分区域质量管控标准，运用信息化手段实现过程监控。实践表明，该技术体系使项目施工效率提升 32%，质量验收一次通过率达 98.5%，为同类教育建筑多功能空间施工提供了可复制的经验。

**【关键词】**：教学综合楼；多功能空间；协同施工；质量管控；施工总承包

DOI:10.12417/2811-0722.25.10.063

## 引言

随着深圳市教育设施升级计划的推进，皇岗中学拆建项目作为福田区重点民生工程，其教学综合楼需满足现代教育多元化需求。传统分散施工模式在该项目中出现三大矛盾，一是泳池防水施工与周边校舍管线安装的交叉污染；二是保密室封闭施工与整体装修的工序脱节；三是通用材料与专用设备的资源争夺。为此，本研究基于项目施工总承包视角，构建多功能空间协同施工与质量管控体系，通过技术创新与管理优化，确保项目如期交付并通过深圳市优质工程验收。

## 1 工程概况

### 1.1 项目基本信息

皇岗中学拆建教学综合楼位于深圳市福田区金田路 2008 号，场地西侧为现状教学楼（施工期间需保持正常教学），东侧临金田路，南北两侧为居民区。项目采用框架-剪力墙结构，地下 2 层（地下车库及设备用房 11500 m<sup>2</sup>），地上 6-12 层，建筑高度 53.8m。

### 1.2 多功能空间分布与特征

各功能空间在建筑内的分布及核心特征如下。

表 1 核心施工特征

功能空间类型	所在楼层	核心施工特征
标配校舍用房	1-10 层	标准教室（56 间）、办公室（24 间），需快速流水施工，墙面平整度 $\leq 3\text{mm}$
游泳馆	1 层东侧	50m $\times$ 25m 标准泳池，池体采用 C30P8 抗渗混凝土，卷材防水+涂膜防水双层设防
steam 中心	3-4 层	含机械加工区、创客空间，楼板活荷载 $\geq 5\text{kN/m}^2$ ，需预留 38 处设备吊装孔（直径 800mm）
标准化考试保密室	2 层西侧	3 间密室（每间 22-28 m <sup>2</sup> ），采用防爆门（抗爆压力 $\geq 0.15\text{MPa}$ ），设置独立新风系统
教师宿舍	11-12 层	96 间宿舍，卫生间防水采用聚氨酯涂膜（厚度 $\geq 2\text{mm}$ ），给排水管采用静音 PPR 管

公共交流空间	1-10 层中庭	挑高 8.5m，采用玻璃幕墙（抗风压性能 $\geq 3\text{kPa}$ ），钢结构屋盖跨度 24m
--------	----------	---

### 1.3 施工难点分析

项目总工期 720 天，12 类空间需同步施工，高峰期在施工现场人员达 380 人，各专业工种交叉作业面达 23 处/天；从校舍用房的普通抹灰（允许偏差 $\pm 4\text{mm}$ ）到保密室的精密装修（偏差 $\leq 1\text{mm}$ ），质量控制精度跨度达 4 倍；场地南侧仅设 600 m<sup>2</sup> 材料堆放区，需满足防水卷材、钢结构构件等大宗材料的周转，且夜间 22:00 后禁止施工。

## 2 综合楼工程项目施工多功能空间协同施工技术

### 2.1 施工方案协同规划

#### 2.1.1 空间关系与施工顺序规划

基于各功能空间的结构关联性和施工干扰性，构建“分区流水、立体交叉”的施工顺序体系。将标配校舍用房（45542 m<sup>2</sup>）划分为 3 个施工段（1-4 层、5-8 层、9-10 层），采用流水作业模式，每层主体结构施工完成后 3 天内移交二次结构施工，为后续功能空间提供作业平台。例如，1-4 层校舍结构封顶后，立即启动该区域的给排水管线预埋，同步为相邻的 1 层游泳馆结构施工创造侧方作业面。游泳馆（1600 m<sup>2</sup>）因防水施工要求“一次成型、避免扰动”，在其 15m 范围内设置硬质围挡（高度 2.5m），施工顺序上优先完成泳池池体钢筋绑扎与混凝土浇筑（C30P8 抗渗混凝土），待防水层施工完毕并通过闭水试验（蓄水 24 小时水位下降 $\leq 2\text{mm}$ ）后，再开展周边校舍的装饰装修，避免交叉作业造成防水层破损。steam 中心（1800 m<sup>2</sup>）的精密设备基础（平整度 $\leq 2\text{mm}/2\text{m}$ ）需在主体结构沉降稳定后施工（累计沉降量 $\leq 5\text{mm}$ 且连续 14 天沉降速率 $\leq 0.1\text{mm}/\text{d}$ ），故安排在地下车库及设备用房施工完成后启动，利用地下结构的刚度减少振动干扰。

### 2.1.2 BIM 模型协同与碰撞检测

搭建涵盖建筑、结构、机电、装饰的全专业 BIM 模型（精度 LOD400），实现多空间施工方案的可视化协同。将必配校舍用房的照明管线（直径 20mm）、游泳馆的水循环管道（直径 150mm）、steam 中心的压缩空气管道（直径 50mm）整合至模型，通过碰撞检测发现 38 处管线交叉冲突（如 3 层 steam 中心与校舍走廊的管子在吊顶内重叠），采用“小管让大管、有压让无压”原则调整：将校舍照明管线绕行至走廊侧墙，水循环管道保持原路径，减少返工成本约 12 万元。在 BIM 模型中精准标注各功能空间的预留洞口，如游泳馆的泳池进排水口（直径 300mm）与地下设备用房的循环水泵接口（中心距地面 1.2m）需同轴心，偏差控制在±5mm 内；标准化考试保密室的新风系统洞口（直径 200mm）避开结构梁，确保洞口边缘距梁边≥300mm，通过模型预演使预留洞口准确率达 100%。利用 BIM 进度模拟功能，将各空间施工工序与时间维度关联，发现教师宿舍（4130 m<sup>2</sup>）与公共交流空间（7141 m<sup>2</sup>）的外脚手架搭设在资源冲突（同一时间段需用架管 5000m），通过调整宿舍脚手架搭设时间（延后 5 天），使架管日均使用量控制在 3000m 以内，匹配现场库存。

### 2.2 资源协同调配

#### 2.2.1 人力资源精准配置

根据各功能空间的施工特性，建立“专业班组+机动队伍”的人力调配机制。组建 3 支专项班组——防水班组（12 人，持证上岗率 100%）专攻游泳馆的“卷材+涂膜”复合防水施工（2mm 厚聚氨酯涂膜+4mm 厚 SBS 改性沥青卷材），精密安装班组（8 人，具备特种设备操作证）负责 steam 中心的机械臂轨道安装（定位误差≤1mm），保密工程班组（6 人，经保密培训合格）负责考试保密室的防爆门（抗爆压力 0.15MPa）安装与密封处理。配置 2 支机动班组（各 15 人），在必配校舍用房砌体施工间隙（每天下午 3-6 点），支援地下车库的模板拆除作业；当游泳馆防水层养护期间（48 小时），防水班组临时支援校舍墙面抹灰，使人力资源利用率从 72% 提升至 89%。

#### 2.2.2 物资资源协同管理

构建“集中储备、按需配送、专项保障”的物资供应体系，在场地南侧 600 m<sup>2</sup> 材料堆场设置钢筋加工区（日加工能力 8t）、模板堆放区（储备量 500 m<sup>2</sup>），根据各空间周进度计划配送：必配校舍用房每层需 Φ12 钢筋 3.5t、模板 120 m<sup>2</sup>，通过“提前 3 天申报、每日早晚两班配送”模式，减少现场库存积压（钢筋库存控制在 5t 以内）。游泳馆的防水卷材（每卷 10 m<sup>2</sup>）采用“厂家直送+现场抽检”模式，进场时按批次检测耐热度（≥90℃无流淌）和不透水性（0.3MPa 下 30min 不渗漏），累计进场 160 卷全部合格；steam 中心的精密设备（如 3D 打印机、

激光切割机）采用“定制包装+专车运输”，卸货时使用液压叉车（起升精度±20mm），避免振动损坏，设备到场完好率 100%。地下车库的脚手架钢管（总长 5000m）在结构施工完成后，拆解调运至 11-12 层教师宿舍使用，通过 BIM 模型追踪材料位置和使用状态，周转次数从传统的 3 次提升至 5 次，节省租赁费约 8 万元。

### 2.3 工序协同衔接

#### 2.3.1 主体与二次结构衔接

建立“结构验收-工序交接-质量追溯”的衔接机制，必配校舍用房每层主体结构施工完成后，72 小时内组织监理、设计单位进行钢筋、模板、混凝土强度（同条件试块抗压强度≥设计值 100%）验收，验收合格后签署《工序交接单》，明确二次结构施工单位的接收责任（如墙面平整度偏差≤5mm）。在主体结构施工至 6 层时，同步启动 1-3 层的砌体施工（MU10 页岩砖，M5 混合砂浆），采用“结构柱先行、墙体跟进”方式，每天砌筑高度≤1.8m，避免上层结构施工的振动导致墙体开裂，砌体与结构柱的拉结筋（Φ6@500）植入深度≥10d（d 为钢筋直径）。

#### 2.3.2 专业工程协同插入

针对不同功能空间的专业特性，制定精准的工序插入节点。池体混凝土养护至设计强度 80% 后（约 7 天），立即开展基层处理（平整度≤5mm）→涂刷基层处理剂→铺贴防水卷材（搭接宽度≥100mm）→卷材接缝热熔焊接（温度 180-200℃）→涂膜防水层施工→闭水试验的流程，每道工序完成后经监理验收签字方可进入下道，总工期控制在 15 天内，较传统工艺缩短 3 天。墙体砌筑（240mm 厚页岩砖）完成后，先做 20mm 厚 1:3 水泥砂浆找平层，再涂刷 2mm 厚聚氨酯防潮层，随后安装防爆门（门框与墙体间隙用防火密封胶填塞），最后进行室内静电地板（接地电阻≤10Ω）铺设，各工序间隔时间控制在 48 小时内，避免墙体受潮影响密封性。1-10 层中庭公共交流空间（挑高 8.5m）采用“钢结构屋盖与玻璃幕墙同步施工”模式，屋盖钢构件（最大跨度 24m）吊装时，幕墙龙骨（铝合金型材）同步安装，通过 BIM 模型模拟吊装半径（18m）与幕墙安装区域的安全距离（≥3m），实现立体交叉作业无干扰，总工期缩短 12 天。

## 3 综合楼工程项目施工总承包质量管控措施

### 3.1 建立质量管控体系

成立专门的质量管控小组，由项目经理担任组长，成员包括技术负责人、质量检查员、各施工班组长等。明确各成员的职责和分工，确保质量管控工作的全面落实。制定完善的质量管理制度，包括原材料检验制度、施工过程质量检查制度、隐蔽工程验收制度、质量事故处理制度等。对于原材料的质量管控，严格按照相关标准和规范进行检验。例如，对钢筋、水

泥等主要建筑材料, 查验其出厂合格证、质量保证书, 并按规定进行抽样送检, 合格后方可使用。对于游泳馆的防水卷材、密封材料等, 进行专项检验, 确保其性能符合设计要求。

### 3.2 分空间质量管控重点

针对不同功能空间的特点, 制定相应的质量管控重点。游泳馆的质量管控重点在于防水工程, 严格按照防水施工规范进行操作, 在基层处理、防水卷材铺设、接缝密封等环节进行严格检查。施工完成后, 进行闭水试验, 确保无渗漏现象。质量管控重点在于设备安装和空间精度控制。在设备安装前, 对设备基础的平整度、强度等进行检验, 符合要求后方可进行设备安装。设备安装过程中, 严格控制安装精度, 确保设备的运行稳定。对空间的尺寸精度、地面平整度等进行测量和检查, 满足设备运行和使用的要求。标准化考试保密室的质量管控重点在于安全性和保密性。对保密室的墙体、门窗等进行严格的密封处理, 防止信息泄露。安装的保密设施, 如门禁系统、监控系统等, 必须经过严格的调试和检验, 确保其功能正常、运行可靠。

### 3.3 过程质量监控

利用先进的监测技术和手段, 对施工过程进行实时质量监控。在主体结构施工过程中, 采用全站仪、水准仪等测量仪器, 对结构的轴线、标高、垂直度等进行定期测量和监控, 及时发现和纠正偏差。在防水施工过程中, 采用红外检测等技术对防水卷材的铺设质量进行检测, 确保其无空鼓、搭接不严密等问题。对于管线安装施工, 利用压力试验、泄漏检测等方法, 检验管线的安装质量和密封性。建立质量信息反馈机制, 施工人员在施工过程中发现的质量问题及时上报给质量管控小组, 质量管控小组组织相关人员进行分析和处理, 并将处理结果反馈给施工人员。同时, 定期召开质量分析会, 对施工过程中出现的质量问题进行总结和分析, 制定预防措施, 避免类似问题再次发生。

### 参考文献:

- [1] 王晓燕, 张志毅. 装配式混凝土结构施工总承包管理的研究与应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (20): 58-60.
- [2] 张子康. 施工总承包单位在装配式建筑施工中的技术管理与效益分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (12): 22-24.
- [3] 赵庆伟. 施工总承包视角下建筑工程项目施工现场人员管理研究[J]. 中国物流与采购, 2025, (08): 67-68.

## 4 协同施工与质量管控的结合应用

### 4.1 基于 BIM 的协同质量管控

将 BIM 技术与质量管控相结合, 实现对各功能空间施工质量的协同管理。在 BIM 模型中嵌入质量管控信息, 如原材料的检验报告、施工过程的质量检查记录、隐蔽工程的验收记录等。质量管控人员可以通过 BIM 模型随时查阅相关质量信息, 了解各功能空间的质量状况。利用 BIM 模型进行质量模拟和分析, 提前预测可能出现的质量问题。例如, 在游泳馆的防水施工模拟中, 可以通过分析防水卷材的铺设路径和搭接情况, 预测可能出现的渗漏风险, 并提前采取相应的预防措施。

### 4.2 进度与质量的协同控制

在协同施工过程中, 合理安排施工进度, 确保各功能空间的施工在规定的时间内完成, 同时保证施工质量。通过制定进度计划和质量计划, 并将两者有机结合起来, 对施工过程进行动态控制。当施工进度与质量出现矛盾时, 优先保证质量。例如, 在某一功能空间的施工过程中, 若发现施工质量不符合要求, 应立即停止施工, 进行整改, 待质量合格后再继续施工, 避免因追求进度而忽视质量。定期对施工进度和质量进行检查和评估, 根据检查结果及时调整施工计划和质量管控措施, 确保项目按照既定的目标推进。

## 5 结论

皇岗中学拆建教学综合楼工程项目施工总承包中, 多功能空间的协同施工技术 with 质量管控是一项复杂而系统的工作。通过施工方案协同规划、资源协同调配、工序协同衔接等协同施工技术, 能够有效提高施工效率, 确保各功能空间的施工有序进行。同时, 建立完善的质量管控体系, 针对不同功能空间的特点实施分空间质量管控, 加强过程质量监控, 并将协同施工与质量管控相结合, 能够有效保障工程质量。在本项目的实施过程中, 通过应用上述协同施工技术和质量管控措施, 成功解决了各多功能空间施工过程中的诸多难题, 确保了项目的顺利推进。