

基于轻量化建造平台的精益建造施工技术

杨 毅 林俊涵 陈 威 许玉锋

中建海峡建设发展有限公司 福建福州 350015

摘 要：目前高层房屋建筑普遍采用铝合金模板+爬架的组合体系施工。文中研发了一种适用于高层建筑的轻量化建造平台，介绍了轻量化建造平台的轻量化建造平台工艺流程及特殊部位处理措施。结合实际工程项目，进行精益建造，实现了降本增效，取得了一定的经济效益和社会效益，体现了轻量化建造平台在房屋建筑工程建筑行业中的可行性及应用价值。且同时为施工作业人员提供人性化、智能化、立体化的施工作业环境。

关键词：轻量化；建造平台；精益建造

一、工程概况

轻量化建造平台在福州市晋安区某项目进行了应用，项目建筑面积共101000.06m²，共7栋住宅，1#、2#楼26层、3#、5#楼21层、6#楼25层、7#、8#楼26层，轻量化智能建造平台应用于6号楼，共25层，标准层层高3m。

二、轻量化建造平台工艺流程及特殊部位处理措施

（一）轻量化建造平台工艺流程

1. 建造平台基础承台制作工艺

经设计单位验算，地下室顶板位置结构能满足单个机位50t垂直力的承载要求，无需加固。

2. 架体组装

轻量化建造平台基础施工完成后，即开始组装架体。根据排底图，严格控制机位标准节中心与外墙面净间距、机位标准节中心之间净间距。

（1）按以下顺序依次安装：基础底架（调平）→机位标准节→桥架套架→桥架→机位标准节→上挂架套架→上挂架。其中，基础节与基础底架初拧固定，待桥架将12个机位连成一体后，再终拧。上挂架套架与桥架套架通过荷载传感器销轴连接固定。

（2）安装并调试控制系统：桥架安装完成后，即可同步安装供电装置、电控系统、安全装置等控制系统零部件，通过轧带将套过波纹管的电缆线固定在架体上，并对架体进行升降调试。

①安装桶式电缆供电装置；②安装电控系统；③安装超载保护器；④安装上下限位碰块；⑤整机调试。

（3）安装下挂架套架：在桥架底面安装立杆支座，吊装加高机位标准节后，逐步提升架体至施工需要高度，逐步安装下挂架套架。

（4）套接下挂架立杆：根据排底图事先将每根外立杆中间6块网片连接件连接固定，后在桥架下表面的立杆支座上顶死套接6米长的下挂架立杆，立杆底部采用可调底座支撑。

（5）安装下挂架：从下往上每步高2米依次安装脚手板，通过可调底座调节立杆位置并同步安装立杆与立杆支座连接螺栓，安装下挂架网片、离墙板、翻板等其余零部件。

（6）机位导轨加节及附墙系统安装：机位导轨加节前应确保安全器各项功能正常有效，通常选用塔机加节。本项目施工总高度低于100m，每两个建筑楼层高度设置1道附着装置。

3. 拆除建造平台

将建造平台下降至底部，拆掉与拔杆干涉的架体零部件，将拔杆吊装安装到架体上，通过拔杆拆除机位标准节及附着支座，高度降至25T吊车覆盖范围后，采用25t吊车继续拆卸架体。

（二）特殊部位处理措施

本项目有以下几个特殊部位：塔吊锚固杆位置、施工电梯位置、2#和8#机位、10#机位、部分雨棚等位置、基础承台。

1. 塔吊附臂处的处理措施

轻量化建造平台在塔吊位置处，其下挂架底下两步脚手板需要避让塔吊附着锚固杆，施工过程中将避让位置的脚手板反面安装在避让断口位置的左右立杆上，同步内错层脚手板错缝处的缝隙采用L型铁皮封补，外采光井阴影区域往右侧翻转避让。

2. 施工电梯位置处理措施

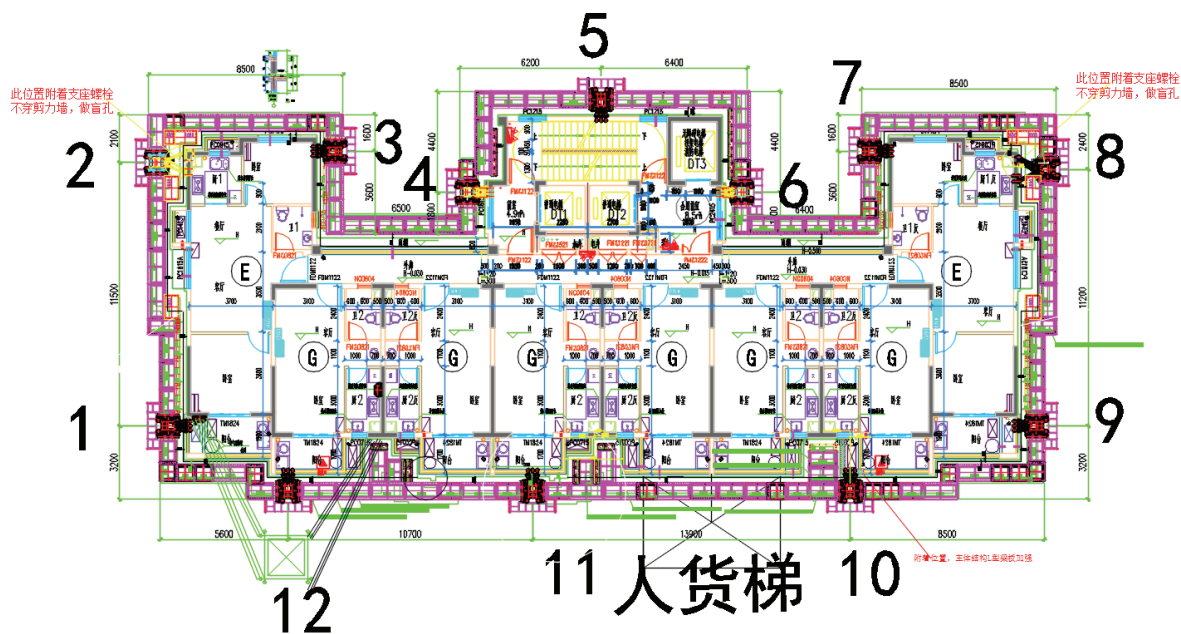


图1 各机位排底平面图

轻量化建造平台在施工电梯位置处,为使施工电梯提升更接近待建层,在桥架下方提前预留施工电梯进入架子区域,架体断口侧面张挂网片封闭,网片与立杆间距用L型铁皮封闭,避让施工电梯。主体结构施工完,根据项目施工电梯需提升至屋面层需要,可拆除相应位置全部架体。

3.2号、8号机位附着

2号和8号机位位于烟窗位置,考虑到轻量化建造平台在后期装饰装修施工中与安装烟窗施工存在干涉,因此平台锚固附着采用盲孔附着,避让后期烟窗安装施工。

4. 10号机位主体结构加固, 10号位置为空调板, 原结构梁宽为 100mm, 需将 L 型 100mm 梁结构加强。

5.单间、梁、部分雨棚：轴线6-11至6-13和6-D至6-F之间的单间和梁及雨棚需后施工。

6.东南面二层防坠落挑檐：东南面二层位置轴线6-12和6-14之间的防坠落挑檐需后施工。

7.地面的花池：轴线6-12和6-F位置的花池需后施工。

8.加节及附着支座安装

机位导轨加节与附着支座安装需塔吊配合。此时，考虑到主体结构施工中关键线路上关键工作绑扎钢筋，钢筋工也可能需要塔吊吊装钢筋，请求项目做相关协调。本项目6#楼施工高度为78.75m，至屋面层共26层，需做13次加节与安装附着支座。

9. 建造平台基础承台制作工艺

1#-7#机位基础做法：承台架2000*1700*400mm在地下室顶板上，其中仅1#有1700*500部分是在地下室以外，需在地下室外土回填夯实之后进行制作；

8#机位基础做法：二次施工1700*1700*300mm的机位基础承台，承台混凝土强度为C25。承台下休息平台需用盘扣回顶，回顶高度3.45米，立杆纵横向间距均为0.5米。

9#基础承台做法：北侧有个高950mm的台阶，承台位于台阶底部，尺寸为1700*1700*400mm，承台位于地下室外墙上，有500*1700的范围在地下室以外，需后期回填完成后再进行承台制作，地下室以外的回填土需夯实。

南側10#、11#、12#基礎承台做法：在地下室回填完成后，进行承台制作，基础承台尺寸为：2000*1700*400mm，桩入承台100mm，承台底标高为-1.3m，厚度400mm。

三、基于轻量化建造平台的精益建造施工技术

（一）施工总平面布置

1.共布置5台塔吊、7台施工电梯及部分楼内消防电梯配合进行材料垂直运输；

2.共设置3个钢筋加工厂及部分材料堆场;

3.地下室顶板提前施工防水卷材及保护层,利用地下室顶板作为材料临时堆场。

（二）施工工期策划

轻量化建造平台整体施工工序:

I、外墙设置临边防护；

II、轻量化建造平台导轨占的位置从上往下拆除；

III、边拆除轻量化建造平台边进行外墙真石漆涂料施工；

IV、最后进行铝合金门窗、阳台栏杆、百叶窗、空调栏杆安装。

项目部系统梳理土建工程主要施工工序流程，明晰工序间逻辑关系，并根据优化后的工筹形成项目工序流程图。

(三) 典型穿插模型

典型穿插模型：根据土建工程特点，上部结构工序穿插模型作为土建施工常用典型模型。

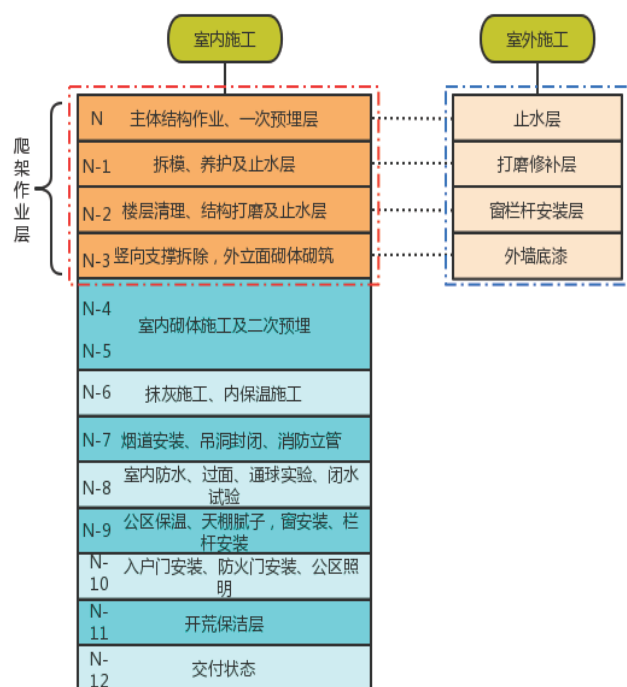


图2 典型穿插模型

(四) 施工工艺

项目具体施工工艺如下表：

表1 项目具体施工工艺

工艺	
模板体系	铝模
外墙体系	常规抹灰+铝模
内隔墙体系	普通加气块
外墙	真石漆、铝合金门窗、栏杆
穿插提效	外立面穿插
	公共部位穿插
	地下室穿插
	公区装修穿插
	园林景观穿插

本项目采用铝模体系做法

1.铝模强度高、稳定性好，脱模后混凝土表面平整度高、精度高，可实现表面免抹灰或薄抹灰，节约成本、（包括节约设备使用周期，管理成本）。

2.利用BIM模型对模板设计中的复杂节点进行深化，如大部分砖墙、K板节点、降板吊模、厨房、卫生间、水管井反坎、窗台节点、门窗处过梁、外墙线条、洞口节点、电梯井节点等。

3.项目在施工前通过合理策划实现外立面分段随主体结构穿插施工，室内精装修、随主体结构同步施工，园林紧随室外工程施工，最终实现主体、砌筑抹灰、门窗、机电管线、室内装修、园林等专业穿插施工。

(五) 外墙结构及外装饰做法

外墙：砌体结构10%，混凝土结构90%（外墙建筑线条铝模已优化一次成型）

外墙外装饰做法：真石漆外墙

1.120高1：3水泥砂浆（外墙为砖墙时）；2.罩面涂料一遍；3.涂饰第二遍面层涂料（透明）；4.涂饰面层涂料（透明）；5.喷主层涂料；6.喷涂底层涂料；7.填补缝隙、局部腻子；8.清理基层、喷湿墙面；9.专用界面剂甩毛；10.防水层；11.9厚1：3专用砂浆打底扫毛，压入耐碱玻璃纤维网布；12.6厚1：2.5水泥砂浆找平；13.墙体基层。

(六) 其他收口部位施工工艺流程

铝合金门窗安装工序：

安装流程：划线定位→铝合金门窗披水安装→防腐处理→铝合金门窗的安装就位→铝合金窗固定→门窗框与墙体间隙的处理→门窗扇及门窗玻璃的安装→安装五金配件。

阳台栏杆安装工序：

安装流程：（不锈钢和铝合金除外）刷防锈漆及底漆各一道，磁漆两道，颜色详单体。

百叶窗安装工序：

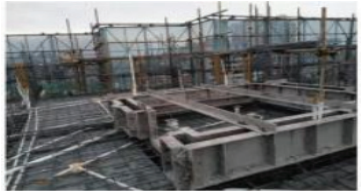
安装流程：测量和标记→固定框架→安装百叶窗叶片→调整百叶窗叶片角度→安装窗帘杆→挂上窗帘→调试和使用。

空调栏杆安装工序：

安装流程：搭建框架→固定铝合金板材→安全检查。

(七) 卫生间砼反坎铝合金模板一次成型施工工艺

表2 卫生间砼反坎铝合金模板一次成型施工工艺

工艺流程	吊模制作→吊模安装固定→混凝土浇筑→模板拆除		
关键工序	图示说明	质量控制要点	过程记录
吊模制作		1、根据铝合金模板深化图纸制作吊模； 2、吊模构件及加固件应按照拼装顺序编号，并一一对应使用，不得混用。	/
吊模安装固定		首层吊模安装时在板面模板上精装定位，复核无误后进行孔洞钻洞，吊模安装时需多次进行调整位置，位置准确无误后采用螺栓销钉等固定，保证加固可靠。	技术交底验收记录影像资料
混凝土浇筑		1、混凝土浇筑时，严禁混凝土直接冲击吊模； 2、吊模位置砼收边应抹平到位。	技术交底施工日志影像资料
模板拆除		严禁过早拆模、暴力拆模，拆模后应及时养护混凝土。	施工日志验收记录

结论

由施工单位研发的轻量化建造平台相较于传统爬架+铝模技术，改进了施工工艺，同时也对房屋建筑进行了轻量化、经济优化，提高了现场施工的安全性、智能化和环境舒适性。该技术结合实际工程项目，进行精益建造，实现了降本增效，取得了一定的经济效益和社会效益，体现了轻量化建造平台在房屋建筑工程建筑行业中的可行性及应用价值。

参考文献

[1]王宏等.住宅造楼机在超高层建筑中的集成施工技术研究[J].建筑科学与工程学报, 38(4), 78-87.
[2]中建三局技术中心.住宅造楼机智能顶升系统施工工法(YJGF381-2022)[S].
[3]中国建筑工业出版社(2023).模块化住宅造楼机设计与应用案例集[M].北京: P123-150.