

超高层核心筒爬模系统与铝合金模板的应用

The Application of Super High-rise Core Wall Climbing Formwork System and Aluminum Alloy Formwork

刘兴照¹ 田伟²

Xingzhao Liu¹ Wei Tian²

1. 中建新疆建工集团第五建筑工程有限公司 中国·新疆 乌鲁木齐 830000
2. 中国建筑第八工程局有限公司海外事业部 中国·上海 200122

1. China Construction Xinjiang Construction Engineering Group No.5 Construction Engineering Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

2. Overseas Business Division of China Construction 8 Engineering Bureau Co., Ltd., Shanghai, 200122, China

摘要: 随着建筑业不断的发展, 衍生出不少新材料、新工艺, 其中爬模和铝合金模板就是其中之一, 它们各自所具备的优势对超高层建筑的建造提供了极大助力。论文介绍了超高层核心筒使用爬模系统与铝合金模板组合形式进行施工的技术, 从而达到核心筒水平结构与竖向结构同时施工的应用。

Abstract: With the continuous development of the construction industry, many new materials and new technology have been derived, among which climbing formwork and aluminum alloy formwork are one of them. Their respective advantages provide a great help to the construction of super high-rise buildings. This paper describes the construction of the super high-rise core area using a combination of climbing formwork system and aluminum alloy formwork, so as to achieve the application of simultaneous construction of the horizontal structure and vertical structure of the core area.

关键词: 超高层; 核心筒; 爬模; 铝合金模板

Keywords: super high-rise; core area; climbing formwork; aluminum alloy formwork

基金项目: 中国建筑科技研发项目 CSCEC-2019-Z-22; 中建八局 2019 年度科技研发项目 2019-2-08。

DOI: 10.12346/etr.v4i3.5814

1 引言

大部分超高层在使用爬模系统时选择“全爬”的形式。施工时会将水平结构滞后施工, 利用爬模体系搭配大钢模板只施工核心筒竖向结构。此方法虽然加快了核心筒施工的形象进度, 但二次施工面积区域较大对后续专业施工带来较大影响。论文以埃及新行政首都中央商务区 CBD 标志塔工程为实例, 经过爬模系统与铝合金模板组合的形式, 同时施工核心筒水平与竖向构件的工程实践, 为超高层爬模系统与铝合金模板的应用提供施工经验。

2 工程概况

埃及新行政首都中央商务区 CBD 项目标志塔 (Iconic Tower) 工程, 位于埃及新首都中心城区西部。该工程地下二层, 地上 78 层, 高度 385.8m, 总建筑面积 26.7 万 m², 塔楼结构形式是钢筋混凝土核心筒 + 外框钢结构。核心筒长为 30.4m, 宽为 28.4m, 外墙厚度为 0.8m, 内墙厚度为 0.6m。核心筒会随着结构产生较大的截面变化, 分别为东西侧外墙、南北侧外墙进行收缩、南北筒结构分离等三次截面变化。本工程标准层层高 4.2m, 主要非标准层层高为 8.4m (见图 1)。

【作者简介】刘兴照 (1994-), 男, 中国四川仁寿人, 本科, 助理工程师, 国家一级注册建造师, 从事建筑施工研究。



图1 项目效果图

3 核心筒模板体系选择

新型自爬模系统是适应高层或超高层结构混凝土浇筑而出现的先进施工工艺^[1]。爬模系统可以在爬模平台上码放施工所需材料（承重在设计重量范围内），大大降低塔吊的负担；液压爬模的使用经济效益显著。其中大部分超高层在使用爬模系统时选择利用爬模体系搭配大钢模板只施工竖向结构。此方法虽然加快了核心筒施工的形象进度，但对后续专业施工带来较大影响。综合现场实际情况本工程采用“外爬内支”施工形式，液压爬模系统与铝合金模板相结合，竖向墙体结构与水平结构同时施工，液压爬模系统配合大钢模板施工外墙外侧，内墙及水平结构使用铝合金模板。“外爬内支”施工形式相对与“全爬”有以下优点：①水平、竖向结构同时施工，避免水平结构钢筋预留预埋，减少质量隐患；②水平结构采用铝合金模板早拆体系，竖向结构采用爬模及铝合金模板，施工质量得到有效保证的同时，可加快施工进度，减少模架资源投入；③降低竖向结构模板安装难度、加快施工进度，提高施工安全系数；④外墙内侧及有顶板部位的内墙不需设置液压爬模，节约成本^[2]；⑤减少二次施工的材料倒运、混凝土浇筑对垂直运输通道占用的时间。

4 核心筒施工方案设计

4.1 爬架系统设计

本工程爬模共设置 81 榀爬模机位，爬模平台分为 17 个爬升区域。为提高塔楼核心筒施工速度，在进 L02 层第二段开始安装爬模系统。爬模机位布置见图 2。

塔楼核心筒采用 LY-ZPM-160 型液压爬模系统施工竖向剪力墙，LY-ZPM-160 爬模采用上下架螺栓拼装形式，爬架下架宽度为 1800mm，上架 938mm，总高度约 15m，共分 6 层平台。上部两层为钢筋施工层、混凝土操作层，中间两层为模板操作层，下部两层为爬模操作层。从上至下，1/4/5/6 层平台宽度为 1750mm，2/3 层平台宽度为 1140mm，外侧采用 1mm 冲孔蜂窝网防护，底部平台设置翻板，安装完成后，爬模架体最外侧离墙体距离为 2000mm。

核心筒机位布置见图 2，爬架剖面见图 3。

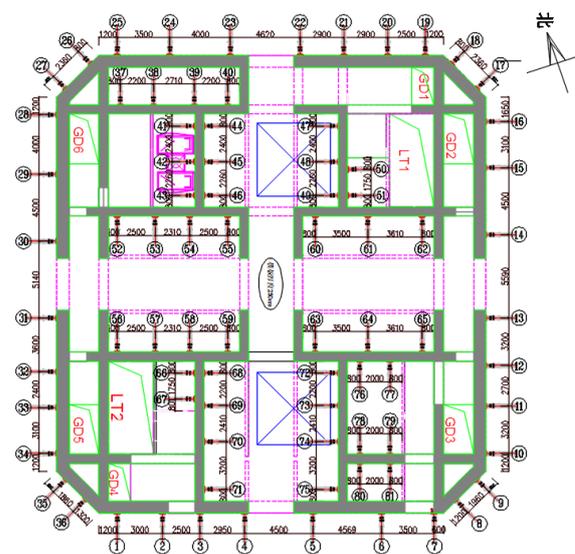


图2 核心筒机位布置

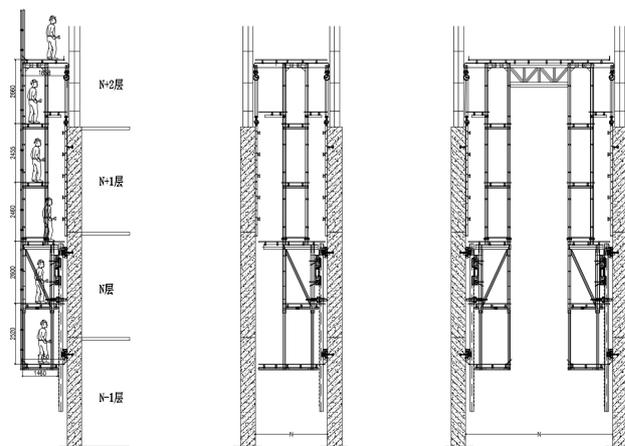


图3 爬架剖面

4.2 扶墙系统设计

扶墙位置位于楼板面以下 950mm 处，其受力预埋件由预埋件板、高强螺杆、爬锥、塑料锥套、受力螺栓组成。其中受力螺栓采用 8.8 级 M42 高强螺栓，高强螺杆采用 $\phi 26.5$ 高强螺杆，预埋板采用 $80 \times 80 \times 8$ 钢板，爬锥为 M42/D75 锥筒。第一次预埋需要在浇筑混凝土前根据预埋件定位对墙体

钢、铝模板进行开洞定位，将两个受力螺栓与预埋锥筒固定，然后使用胶带对爬锥与螺杆的间隙进行密封，除受力螺栓外，其余构件埋入墙体，埋入深度为 275mm，除爬锥周转动使用外，预埋板与高强螺杆埋入墙体，不再取出。在爬锥埋设时应检查爬锥埋设的位置、深度及胶带的密封性。

预埋件见图 4。

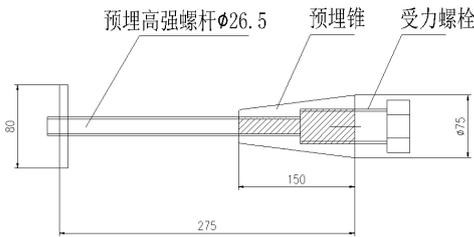


图 4 预埋件

4.3 重要节点设计

4.3.1 结构变化处爬模拆改

核心筒在 L16、L41、L43、L47、L75、L77 层出现电梯井道变为楼板，爬模无法继续爬升，需要将 37~40、60~65、71、75、78~79 机位提前拆除，拆除前需要在楼板下部可支撑的墙体预埋支撑槽，设置型钢支撑梁，保证拆除爬模后可以使用铝模搭配钢管脚手架进行施工。核心筒在 L29、L50、L52 层处墙体结构发生三次较大变化，根据收缩截面空间，提前设计双排脚手架搭设方案，利用双排脚手架使结构施工至可安装爬模高度。然后根据爬架爬升单元尺寸组合与核心筒墙体结构尺寸进行对比，选出设计出最优的预埋件埋设方案，减少变截面对爬架原有油路及结构的拆改量。

电梯井道顶板支撑见图 5。

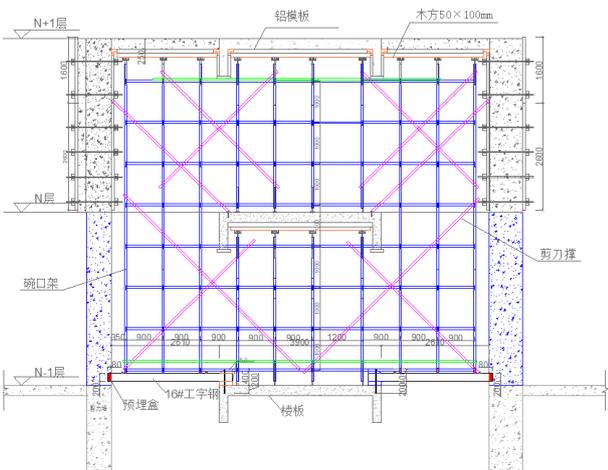


图 5 电梯井道顶板支撑

4.3.2 爬模埋件与洞口冲突处理

爬模埋件为爬模结构主要受力点，是过程控制检查的重

要部位，在预埋件上下 250mm 附近不得有洞口，预埋件左右 150mm 范围不得有洞口，但超高层建筑使用功能较复杂，洞口变化较为平凡，经常会遇到爬模埋件与洞口冲突的情况，一般机电管洞尺寸较小，可以使用 20mm 厚钢挂板避开洞口，挂板调节范围为 250~800mm。如遇到较大门洞超过挂板使用范围时可以制作混凝土牛腿，牛腿配筋与连梁配筋相同，尺寸一般为 400×400/800×800 等根据现场需要进行确定。

扶墙挂板见图 6。

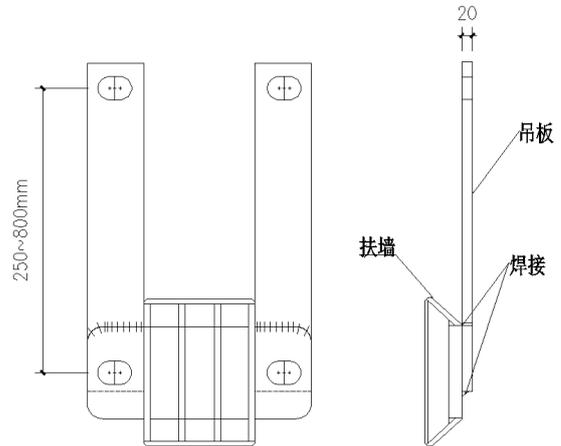


图 6 扶墙挂板

4.3.3 爬模埋件与钢结构埋件冲突处理

爬模埋件与钢结构埋件冲突时可以将扶墙板与钢梁埋件进行焊接，焊接时应调整好扶墙板的水平度，并保证每个受力爬锥焊接长度不少于 15cm，焊缝高度不小于 8mm。焊接后应检查焊缝高度、长度以及观感质量。如果扶墙埋件与钢梁埋件无法达到焊接长度要求时可以通过使用钢挂板增加焊接长度。

4.3.4 爬模导向轮与洞口冲突设计

爬模机位于门洞口会出现导向轮无法支撑至墙面，导致架体上部出现向外倾斜情况，爬模无法正常爬升，处理此类问题可以根据导轮距离洞口边缘距离来选择处理方法，当导向轮距离门洞口边 350mm 内，可以使用双 10# 槽钢焊接 15mm 钢板制作加长支撑臂，使导向轮可以直接支撑在门洞附近墙体上。当导向轮距离门洞边缘超过 350mm 时可以使用 18# 工字钢制作钢轨道，在工字钢两端焊接 15mm 厚钢板，开 4 个 $\Phi 16$ mm 孔洞，在混凝土浇筑完成后，在洞口导向轮经过处安装 18# 工字钢并用 4 根 M14mm 膨胀螺丝固定，保证爬模在爬升时导向轮支撑在工字钢上。如遇高度较大的门洞口，型钢轨道刚度无法满足要求，则需要在爬架设备层焊接型钢桁架，将门洞口处机位与周围机位架体连成整体，将洞口处导轮受力传至附近导

轮上,保证爬模能够安全平稳爬升。

5 铝合金模板设计

5.1 墙模板

外墙外侧模板采用LY-86型钢模板,钢模板尺寸为 $2100 \times 4400\text{mm}$,钢模板非标层与标准层配置高度相同。内墙使用4mm厚度的铝合金模板,背楞采用 $60 \times 40 \times 3\text{mm}$ 的双方钢管。

非标层铝合金模板只设计4350mm高度(150mm+2600mm+1600mm),其中150mm为底部搭接板,2600mm为墙模板底部板,1600mm为接高板,整面墙底部下包100mm,顶部超出50mm。墙模板共布置6道螺杆,距地面往上依次为250、600、600、600、800、1000mm。如遇单次浇筑超过4200mm时可以使用角钢与铝模板使用螺栓连接形成木模槽,用来固定接高木模板。标准层有楼板处净空配3950mm(50+2600+1150+150mm),其中50mm为墙板抬升高度,2600mm为墙板,1150mm为接高板,150mm为楼面C槽。共布置5道螺杆,距地面往上依次为250、600、600、600、800mm。顶部利用板面模板对墙面进行约束,底部使用斜撑组对墙实行加固和调校,保证混凝土浇筑时墙体稳定性。

铝模快拆体系见图7。

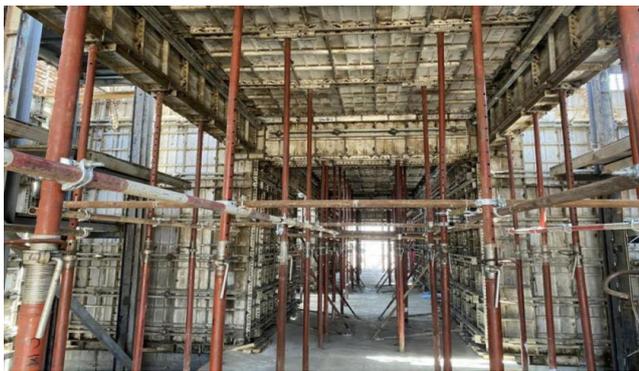


图7 铝模快拆体系

5.2 板模板

铝合金楼面模板主要包括铝铝合金面板、楼面龙骨、早拆头及独立钢支撑。水平构件模板配置一层模板,三层快拆支撑。楼面标准模板规格为 $400 \times 1200\text{mm}$,龙骨与早拆头宽度为100mm,钢支撑水平间距 $\leq 1300\text{mm}$ 。楼面支撑使用内外套管形式的钢支撑,外管直径60,长度1700,内管直径48,长度2800,钢支撑可调范围2800~4200,考虑到压杆失稳,在钢支撑中部连接一道水平钢管,离地面距离约2000,钢管与支撑内管通过标准钢管扣件连接^[3]。

楼梯模板形式是密闭型,楼梯踏步含有防滑条,为保证防滑条安装牢固,在楼梯铝模板上部开设两个 $\Phi 10$ 洞口,将防滑条与铝合金模板使用螺栓进行固定,保证浇筑完成后的防滑条精准定位。

楼梯铝模板见图8。

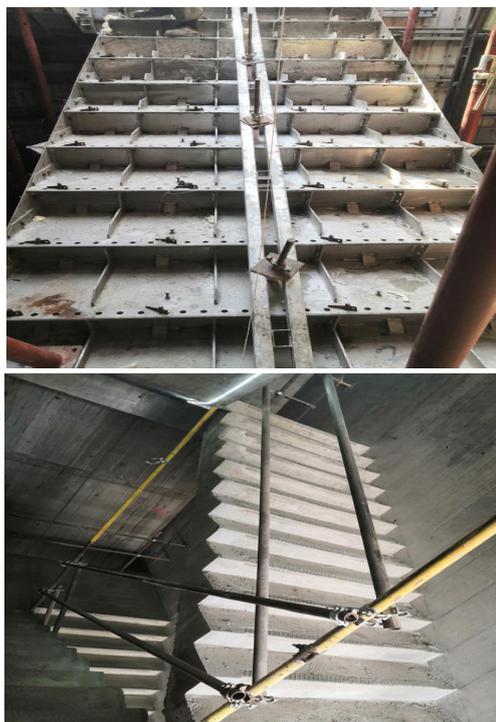


图8 楼梯铝模板

6 核心筒爬模结合铝模板施工要点

第一,在电梯井部位爬架顶部设置退模导轮,导轮上部设置横梁,电梯井铝模板每面墙使用销钉将其连接成整体,铝模板顶部设置挂钩,使用葫芦与爬模架体连接,跟随爬模架体同步爬升。

第二,由于铝模板质量轻,非标准层使用的接高板可以利用爬架所提供的平台进行就近存放(设计荷载允许内),无需重复搬运铝模板,爬模顶层平台可以承受 $300\text{kg}/\text{m}^2$,其余平台可以承受 $100\text{kg}/\text{m}^2$ 。

第三,外墙大钢模板封边板的螺栓孔洞结合铝模板封边板统一设计,在内墙与外墙交接处可以结合连接角钢的螺栓与斜拉螺杆共同固定,保证内外墙整体稳定性。

第四,当非标准层水平构件无法使用铝合金模板结合早拆体系时,可以使用碗口架与铝模板相结合的形式进行施工。

7 经济效益

钢模板及内筒电梯井铝合金模板可以使用爬架液压系统

同步进行爬升，其它内墙及水平构件铝合金模板可以利用传料口人工进行搬运。大大提高了施工效率，每层施工速度可达4d一层，水平结构与竖向结构同时施工完成，其余专业可以提前穿插进行作业。减少了后期水平构件施工时间及机械运力占用。钢铝模板周转次数都在150次以上，本工程78层中途无需更换模板。爬模系统及铝合金模板的运用不但提高了建筑的质量，保证了施工工期还满足绿色施工的要求，具有很高的推广应用价值。

8 结语

通过前期模板策划，合理的机位布置，使用过程中灵活

的碰撞处理方式，使爬模系统与铝合金模板组合的形式在埃及新行政首都CBD标志塔工程得到成功应用。通过工程实体验证，此应用能有效保证超高层在核心筒结构施工中的安全和质量，取得良好的经济、技术和社会效益。

参考文献

- [1] 利富尧.超高层建筑核心筒外爬内支综合施工技术[J].房地产导刊,2014,29(11):112.
- [2] 魏德为,高洁,宋建国,等.超高层建筑核心筒外爬内支综合施工技术[J].天津建设科技,2019,29(1):58-62.
- [3] 陈传为,吴缤璇,李慧萍.前述54型铝合金建筑模板的经济技术特点[J].中国建筑金属结构,2009(4):44-45.