

全预制装配式大型悬挑阳台吊装施工关键技术

罗永祥

广州机施建设集团有限公司 广东广州 510000

【摘要】办公楼工程（自编号：恒盛大厦）项目预制率达60.24%、装配率达78.91%，是广州市首个高预制率、高装配率的装配式工程项目。项目中阳台预制构件有尺寸较大、造型独特呈波浪形，且奇数层与偶数层有凹凸变化等特点难点，其构件施工质量、外观对于整体建筑效果影响重大。因此项目部通过技术研究以及实践，整理总结了施工工艺要求、质量控制等方面的技术要点，有效提高了装配式大型悬挑阳台的施工质量和施工效率，为今后类似工程施工提供参考。

【关键词】预制混凝土结构；悬挑阳台；大型构件吊装；精度控制

前言

随着城市建设节能减排、可持续发展等环保政策的逐步明朗，装配式钢筋混凝土结构建筑，迎来了可以健康发展的新机遇，装配式建筑将成为我国房屋建设的必然趋势。全预制装配式大型悬挑阳台吊装施工是预制装配式中结构最难的一项，它绝大部分结构都处于围护结构外侧，形状不规则，随着外立面变化。目前，国内对这种异型大体体积的悬挑预制阳台板吊装施工还没有详细的施工流程，特别是在安装过程中的支撑及吊装，施工安全和质量不易保证。项目部针对该全预制大型悬挑阳台板的结构特点进行了研究，形成了一套全预制装配式大型悬挑阳台吊装施工关键技术，成功在“办公楼工程（自编号：恒盛大厦）”进行实践应用。

1 工程概况

办公楼工程（自编号：恒盛大厦）位于广州市白云区太和镇北太路1633号（广州市民营科技园区内）。结构类型为框架-剪力墙结构，地下室3层、地上19层，总建筑面积44036m²，占地面积7586.6m²，属于一类高层建筑。该项目6层及6层以下为现浇，6层为转换层，7层及以上采用预制装配式施工工艺，7~14标准层每层预制构件数量为291件，其中预制柱32根、预制主梁57根、预制次梁31根、预制叠合板137片，预制楼梯6片，预制阳台13个，最大单体构件重量为8.4吨。项目预制率达60.24%、装配率达78.91%，是广州市首个高预制率、高装配率的装配式工程项目。

恒盛大厦悬挑阳台尺寸较大、造型独特呈波浪形，且奇数层与偶数层有凹凸变化，其施工质量、外观对于整体建筑效果影响重大。



图1 恒盛大厦建筑外立面效果图

恒盛大厦标准层层高4.49m，每层共13块阳台，具体分布情况如下：北面J轴位置6块阳台、中部G轴位置3块阳台、南面D轴位置4块阳台。

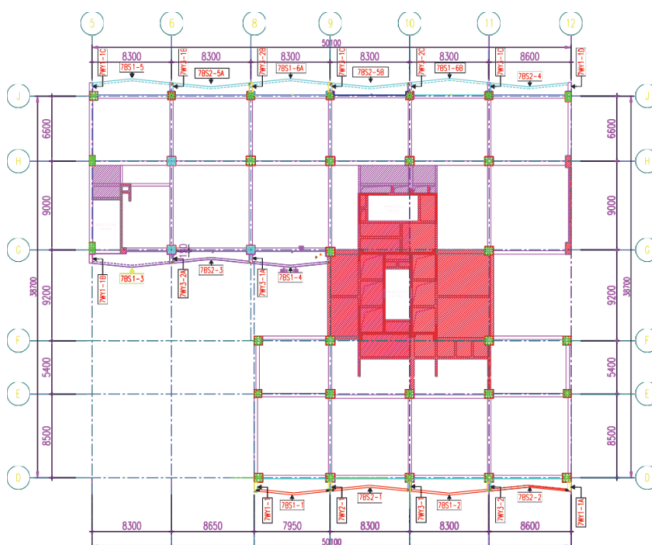


图2 预制阳台平面布置图

阳台设计成全预制结构，通过结构拆分分为两部分：

悬臂短梁及悬挑阳台板，阳台板与悬臂短梁之间通过钢企口连接^[1]。悬臂短梁截面尺寸为350*600mm（预制部分为350*450mm），长度为880~930mm，最大重量约0.39吨。阳台板板厚为150mm，最外侧有一条200*600mm的折线梁，阳台板最大尺寸为8100*1660mm，重量6.5t。



图3 悬臂短梁、预制阳台板实物图

2 施工工艺

2.1 施工流程

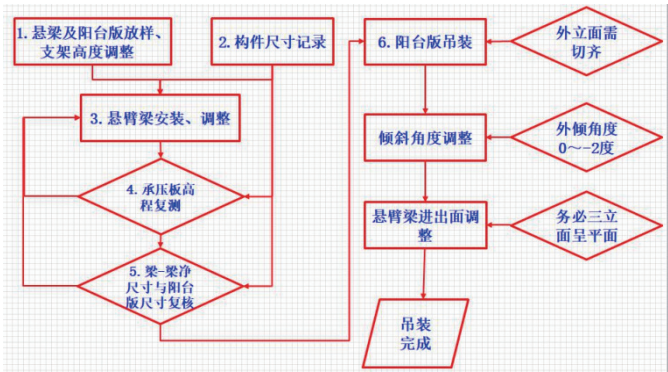


图4 施工流程图

2.2 施工工艺

（1）支撑架位置定位及高度调整

1）恒盛大厦项目主梁及楼板均采用预制结构，因此考虑将阳台板支撑及与其相连的预制主梁支撑合为一体，利用预制主梁的重量提供支撑架龙骨的抗倾覆能力^[2]。同时，为了防止架体外翻，设置钢管斜拉撑，通过膨胀螺丝固定于楼面上。钢管斜拉撑采用 $\phi 48$ 钢管、 $\phi 14$ 钢筋及10号槽钢组成。

阳台板支撑由两组架体组成，每组架为6根立杆组成的1m*2m架体，架体高度为3.4m（2.5m+0.9m立杆组合），其水平杆间距为1.2m。由于预制主梁底与阳台折线梁底高度不一，因此主龙骨采用HN150*75型钢与HN200*100型钢焊成异形的钢梁。

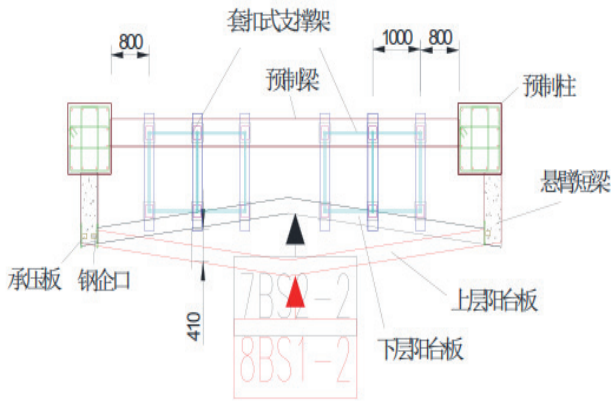


图5 预制阳台板支撑平面图

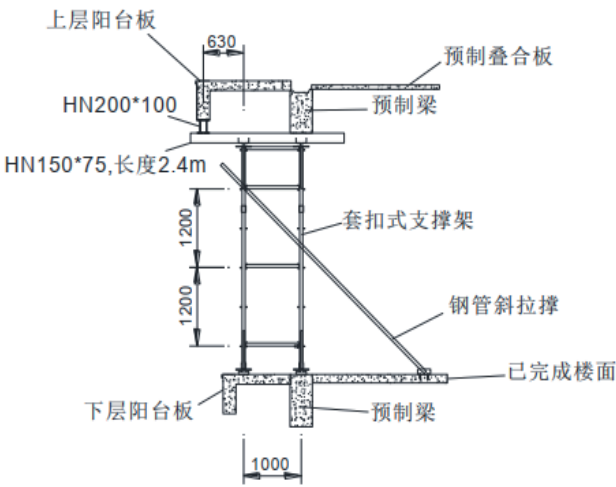


图6 预制阳台板支撑断面图

2）由于预制阳台板的支架为单体架，阳台板在吊装时直接放置于支架上，对支架具有一定的冲击。为了确认支架的稳定性，按现场实际高度搭设一组支撑架并设置钢管斜拉撑进行加载试验。加载重物采用配重块，重量为12t。通过试验确认，在12t重物直接放置于一组支架上时，支架稳定性符合要求。实际吊装阳台板时，为6.5t重压在两组支架上，可确保安全。



图7 支架加载试验图

3）全预制阳台支撑架与外侧预制主梁支撑架共用，

阳台吊装前，预制主梁及叠合板需已安装完成。调整支架顶托高度至设计标高位置，以使阳台板就位后高程符合要求。



图8 支撑架搭设图

(2) 悬臂梁安装。悬臂短梁重量较轻，采用吊带穿过箍筋直接吊装。吊装过程中严格控制悬臂梁位置准确，吊装就位后，将悬挑钢筋与预制主梁箍筋点焊固定。



图9 悬挑梁安装固定

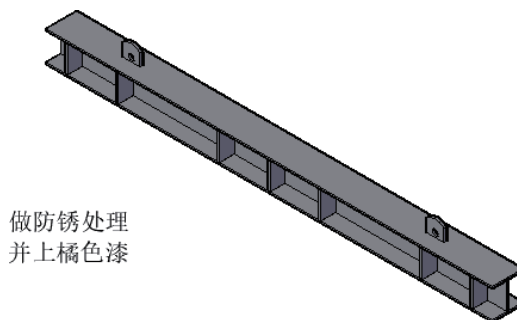
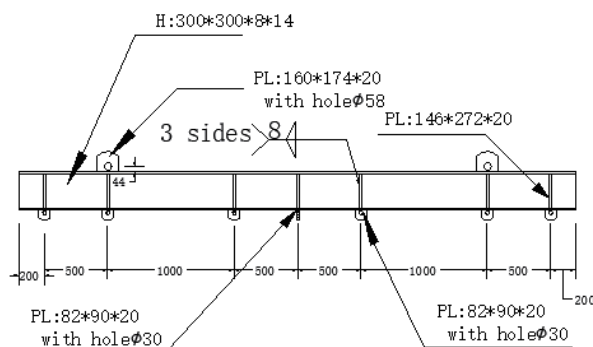
(3) 承压板高程复测。由于各预制构件生产过程中误差大小不一，承压板高程精准度直接影响悬臂短梁与相邻阳台板外侧底部是否平齐，若不平齐，对建筑外观造成不良影响。因此，每个悬臂短梁安装完成后，需认真复核各承压板高程。若有误差，调整悬臂短梁支撑高度，直至满足要求。

(4) 梁-梁净尺寸与阳台板尺寸复核。全部悬臂短梁安装完成后，复核梁-梁之间的净空尺寸及阳台板尺寸，确保阳台板能顺利安装。



图10 悬挑梁安装固定

(5) 阳台板吊装。全预制阳台板采用7035塔吊进行吊装，在阳台板上预留吊点采用旋转拉环和预留M24套筒起吊模式，根据阳台板的重量、长度，加工相应的起吊工具。配备长3.5m的钢丝绳（6*37，绳径28mm，带吊钩）4条，旋转拉环4个。吊装平衡梁一个，采用H300*300*8*14型钢制成。



做防锈处理
并上橘色漆

图11 平衡梁制作图

阳台板吊装前先于地面安装防护栏杆，吊装时采用平衡梁4点起吊，起吊前仔细检查塔吊吊钩位置，使其与阳台

板重心尽量重合。起吊离地后停留10S, 检查确认吊点的安全、稳定后再向上起吊。由于阳台板三面有出筋, 在安装就位时需仔细检查是否与主梁、悬臂短梁箍筋冲突, 有影响的部位用撬棍及时调整。

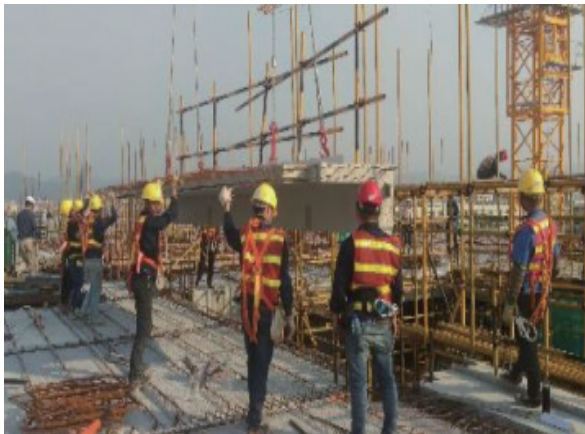


图12 阳台板安装

阳台板就位时的微调通过手摇葫芦及撬棍进行, 确保阳台板安装位置准确, 外立面位置与左右悬臂梁齐平, 阳台板与主梁及悬臂短梁搭接长度为15mm。由于阳台板重量较大, 在全部重量压到支撑架上后会向外倾斜一定角度, 导致阳台板与悬臂短梁有一定的错缝, 因此在安装前, 调整阳台板支撑架外侧立杆上方的顶托高度, 使其比内侧立杆上方顶托高约3mm, 在安装完成后, 阳台板倾斜度便能控制在 -2° 以内。阳台板安装到位后, 仔细检查阳台板与相邻悬臂短梁连接是否平顺、梁底是否齐平、倾斜度是否满足要求, 再三确认无误后, 将预留钢筋与叠合板上桁架钢筋点焊固定, 然后再脱钩。

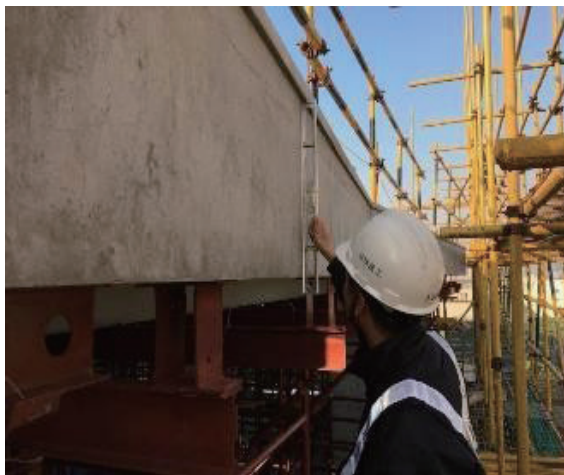


图13 倾斜度校核

全部阳台板安装完成后, 再次检查外立面是否切齐, 若不齐平, 局部调整悬臂短梁, 确保外立面效果满足建筑要求。

(6) 缝隙处理。阳台板与悬臂短梁之间的缝隙, 采用钉木模板封边后, 填塞无收缩砂浆, 强度要求 $>50\text{MPa}$ 。

(7) 质量控制措施。1) 梁位线偏差的控制、楼层标高的控制、悬挑梁的净空尺寸偏差、高程控制、阳台板高程的控制。2) 梁位线允许偏差必须满足《工程测量规范》GB50026要求, 测量控制由高到低的级别进行布控, 允许偏差不得大于3mm。

3 施工总结与效果

随着国内装配式建筑推广程度越来越大, 新的装配式建筑评价标准中明确规定: “楼(屋)盖构件中预制部品部件的应用比例不应低于70%的单体建筑才能被评定为装配式建筑”。由此可见混凝土悬挑阳台采用预制做法已成为不可避免的趋势, 随着各地关于推进装配式建筑发展的政策落实^[3], 预制混凝土悬挑阳台吊装施工技术在今后的将越来越普遍, 具有广阔的应用前景。

本项目通过对该种类型的悬挑阳台特点进行研究实践, 设计了一套操作简便、安全可靠的支撑体系, 优化了整体的吊装施工工艺流程, 解决了大型阳台施工支撑复杂、作业空间狭小、耗费劳动力及材料、施工外观质量不佳等缺点, 有效保证了构件安装精度, 完成施工后, 整体外观质量优良, 达到了较好的建筑外立面效果。

参考文献:

- [1] 王忠良. 预制阳台安装方法的改进[J]. 建筑工人, 2001 (07): 19.
- [2] 王召新. 混凝土装配式住宅施工技术研究[D]. 北京工业大学, 2012.
- [3] 徐学坤. 全预制装配式阳台结构设计探究[J]. 科学与财富, 2016 (3): 200-200.

作者简介:

罗永祥(1974—), 男, 汉族, 广东广州, 广州机施建设集团有限公司, 高级工程师。