

复杂环境塔吊选型布置对比分析

丁光毅 张建国 杨春儒 丁慧玲 胡远福
中建一局集团第五建筑有限公司 广东 深圳 518000

摘要: 在国家和建筑业不断发展的现在,超高层建筑在许多一线、二线城市中已经常态化,且超高层建筑已作为国家综合实力的体现。对超高层建筑施工来说,竖向运输能力具有重要作用,因此塔吊的布置及选型是施工前期策划的关键点。本文某临海项目为例,对复杂环境的塔吊选型和定位进行探讨分析,以为相似工程提供参考。

关键词: 超高层;临海建筑;塔吊选型;塔吊布置

1 工程概况

某项目位于深圳南山区蛇口街道湾厦路渔人码头,周围三面环海。工程总占地面积为 2.5万m^2 ,总建筑面积约为 28万m^2 ,由三层地下室、七层裙房、两栋公寓办公楼(38层,高度约 170m)和一座写字楼(57层,高度约 261m)组成。

2#栋写字楼的结构形式由带转换框架+核心筒剪力墙组成。其中,外框柱采用矩形异形钢板混凝土柱,核心筒呈矩形,核心筒剪力墙四角埋设十字形钢板。本文以该项目为例,分别从吊频吊次、覆盖范围、经济成本等方面进行对比分析,实现该项目塔吊最优选型。

2 塔吊选型及布置要求

2.1 选型要求

对于普通的超高层建筑而言,塔吊的选型应主要满足钢构件的吊装既可。但新玺名苑项目所面对的环境较为复杂,塔吊的选型的重点不应只考虑钢构件的吊装,还应能最大限度的减少工期和成本。此外,本工程塔楼外框架为钢筋混凝土结构,核心筒与外框架平行施工,因此塔楼无法安装外爬式塔吊。同时因塔楼核心筒布置紧凑,内爬式塔吊在运转时回转受限,且内爬式塔吊的造价较高,故本工程塔楼选用外附式平臂塔吊。

2.2 布置要求

在超高层建筑施工中塔吊的定位一般应满足以下要求:

- 1.尽量覆盖施工面,减少吊运盲区。
- 2.满足建筑材料的水平垂直运输。
- 3.塔机大臂回转范围应与结构和周围建筑物保持安全距离。

4.塔吊安装高度应相互错开,留出安全距离,确保塔吊回转时不会相互碰撞。

5.满足塔吊的基础设置要求,并应避开地下室的设备用房、功能性房间等。

6.塔吊的布置需便于安装和拆卸。

此外,本工程根据建设方的要求,塔吊的布设不得影响营销区及样板房的展示;且当地相关部门规定,塔吊的起重力矩不得小于 $1250\text{KN}\cdot\text{M}$ 。

2.3 塔吊方案初选

综合各方面因素,初选出三套塔吊选型布置方案,具体如下:

2.3.1 平臂式塔吊TC7030+平臂式塔吊TC7035+平臂式塔吊D1100+平臂式塔吊TC6015方案。

本方案中,TC7030塔吊位于1#栋一二单元塔楼南侧;TC7035塔吊位于1#三四单元塔楼北侧;D1100塔吊(臂长 80m)位于2#栋塔楼北侧;TC6015塔吊(臂长 50m)位于场地东南角。该方案具体平面布置图如图1所示。

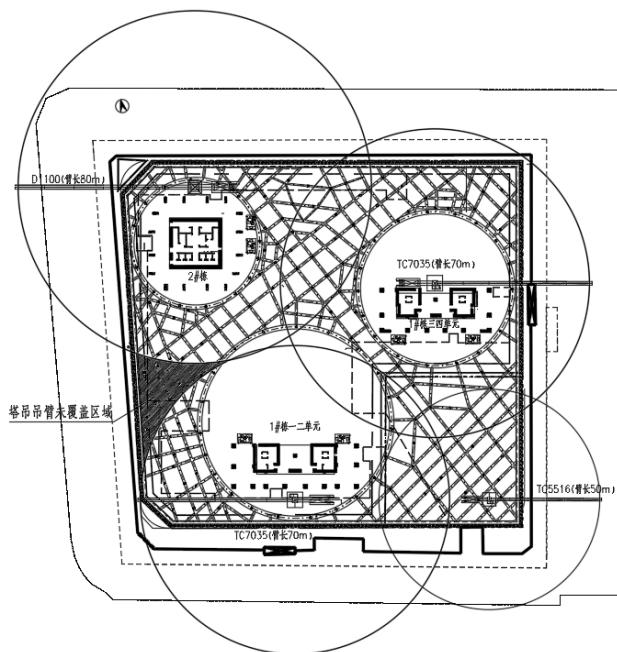


图1 方案一塔吊平面布置图

2.3.2 平臂式塔吊TC7030+平臂式塔吊TC7035+平臂式塔吊D1100+平臂式塔吊TC6015方案。

本方案中, TC7030塔吊位于1#栋一二单元塔楼南侧; TC7035塔吊位于1#栋三四单元塔楼南侧; D1100(臂长80m)塔吊位于2#栋塔楼西侧; TC6015塔吊位于基坑北侧裙房区域。具体平面布置图如图2所示。

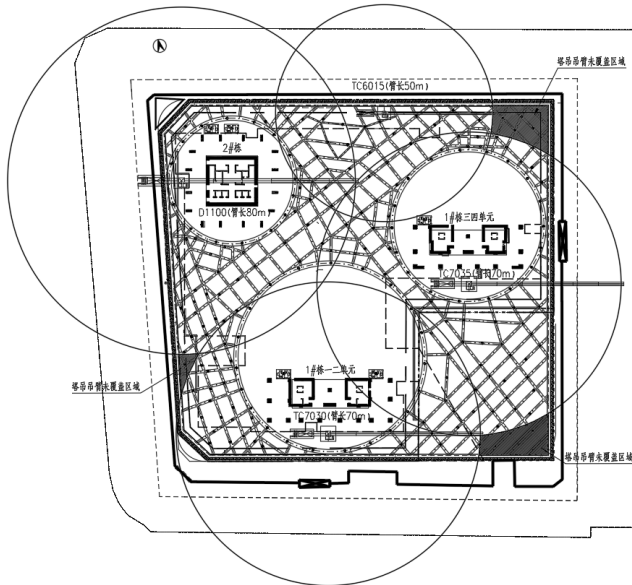


图2 方案二塔吊平面布置图

2.3.3 平臂式塔吊TC7052-25+平臂式塔吊TC320-16+两台平臂式塔吊TC7035B+平臂式塔吊TC6015-10E。

本方案中, TC7052-25塔吊(臂长60m)位于2#栋塔楼北侧; T320-16塔吊(臂长40m)位于2#栋塔楼南侧; TC7035B塔吊分别位于1#栋一二单元塔楼南侧和三四单元塔楼南侧; TC6015-10E塔吊(臂长50m)位于基坑东南角区域。具体平面布置图如图4所示。

3 方案对比分析

3.1 方案一分析

3.1.1 选型分析

1#栋一二单元的6~13层部分柱内部有钢骨, TC7030塔吊可以满足距离塔吊40m位置处吊重不小于5吨的要求。同时可以满足预留的10%~15%吊重安全储备。该塔吊的安装高度约为196.5m。

1#栋三四单元的6~9层部分柱内部有钢骨, TC7035塔吊可以满足距离塔吊48m位置处吊重不小于5吨的要求。同时可以满足预留的10%~15%吊重安全储备。该塔吊的安装高度约为211.5m。

2#栋塔楼外框柱内部从基础顶~38层均含有钢骨, D1100塔吊可满足距离塔吊48m位置处吊重不小于48吨的要求(部分柱考虑两层一吊)。同时满足预留的10%~15%吊重安全储备。该塔吊的安装高度约为287.2m。

T6015塔吊主要用于裙房区域的材料运输, 满足独立安装高度不小于54m要求, 同时满足起重力矩不小于1250kN·m的要求。

3.1.2 平面布置分析

因本工程的工程量以塔楼为主, 因此优先考虑主楼的塔吊布设位置。又考虑到建设方的需求, 所以1#栋一二单元的塔吊只能布置在南侧, 而1#栋三四单元的塔吊为了不影响样板房展示, 考虑布置在北侧。2#栋塔吊受支撑梁影响较大, 且为避免塔身穿裙房, 因此塔吊位置设在塔楼北侧中间位置。

1#栋两栋塔楼框架柱含有钢骨, 将塔吊布置在中间位置可以有效增加吊重和覆盖面, 但一二单元南侧的塔吊需要避开营销区。

为了减小场地东南侧塔吊覆盖盲区, 需在东南侧布设一台小塔, 以便建筑材料周转。

该方案在场地西区存在较大盲区, 需要吊车配合施工; 且2#栋塔吊与1#塔吊一二单元未交圈, 导致周转材料无法形成联动。

3.1.3 吊次计算分析

为了简化分析, 以2#栋35层和1#栋一二单元6层为验算层。

(1) 2#栋D1100型塔吊吊次分析

2#栋35层含有钢结构, 钢筋及钢结构的吊运高度为156m。2#栋标准层层高为4m, 考虑每4层进行一次材料周转, 则周转材料吊运高度取16m。塔吊回转半径按180度转角, 则为0.5r。材料绑扎及放料时间取6min, 钢结构吊装过程中不脱钩。安装时间取2h。

则每吊周转材料的理论用时为: $2 \times (0.5/0.5) + 2 \times (55/20) + 2 \times (16/28.8) = 8.6\text{min}$, 每吊钢筋、钢结构理论用时为: $2 \times (0.5/0.5) + 2 \times (55/20) + 2 \times (156/28.8) = 18.3\text{min}$ 。则塔吊每吊周转材料实际用时为: $8.6 + 6 \approx 15\text{min}$, 每吊钢筋、钢结构实际用时为: $18.3 + 6 \approx 25\text{min}$ 。

(2) 1#栋一二单元TC7030型塔吊吊次分析

1#栋一二单元6层含有钢结构, 钢筋及钢结构的吊运高度为39m, 取周转材料吊运高度为22m, 塔吊回转半径按180度转角, 则为0.5r。材料绑扎及放料时间取6min, 钢结构吊装过程中不脱钩。安装时间约2h, 并采用4倍率进行吊装。

3.1.4 覆盖范围分析

方案一中, 仅有西南角存在塔吊未覆盖区域。而覆盖区域面积占施工总面积的97.5%, 但未覆盖区域上无建筑物, 因此对现场施工的影响较小。

3.1.5 成本分析

根据塔吊的型号、臂长、安装高度、使用时间等因素，塔吊月租及工资：57.8万；塔吊进出场费用：60万

3.2 方案二分析

3.2.1 选型分析

由方案一可知，方案二中所选塔吊均满足安装高度、吊重、安全储备、起重力矩等要求。

3.2.2 平面布置分析

与方案一相比，1#栋三四单元塔吊由北侧改设在南侧，可以将方案一中东南角的TC6015塔吊转移到基坑北侧的塔吊覆盖盲区，以便于地下室及裙房材料的吊运。而将方案一中2#栋的D1100塔吊转移到塔楼西侧，可以减少方案一中场地西侧的吊运盲区，以便于该位置的施工。

按方案二进行塔吊布置会产生三处吊运盲区，因此施工过程中需要增设吊车来配合施工；此外，1#栋三四单元塔吊覆盖1#栋一二单元塔楼，后期存在塔臂碰撞主楼外架的风险。

3.2.3 吊次计算分析

同样以2#栋35层和1#栋一二单元6层为验算层。因方案二的塔吊选型和方案一相同，因此塔吊的吊运时间应相同。即2#栋35层材料的吊运时间为7.5天，1#栋一二单元6层材料的吊运时间为7.6天。

3.2.4 覆盖范围分析

该方案中，基坑东北角、东南角、西侧部分位置未被塔吊臂覆盖，具体可见图3中阴影部分，而覆盖区域面积约占施工区域总面积的96.7%。

3.2.5 成本分析

根据塔吊的型号、臂长、安装高度、使用时间等因素，得塔吊月租及工资：57.4万；塔吊进出场费用：60.8万可得塔吊的费用如表6所示。

3.3 方案三分析

3.3.1 选型分析

因1#栋一二单元和三四单元的楼层高度相近，而TC7035型塔吊的性能可以代替TC7030，同时它们的的进出场费用及月租金相同，所以选用两台TC7035型塔吊。对2#栋建筑考虑钢骨一层一吊，则根据钢结构吊重要求，距离塔吊48m位置吊重不小于8.4吨，因此2#栋选择一台TC7052型塔吊（塔吊高度287.2m）和一台T320型（塔吊高度203.7m）。为了满足场地东南角的材料周转，设置一台TC6015型塔吊。

3.3.2 平面布置分析

为了便于2#栋塔吊后期拆除，将TC7052塔吊布置在2#栋北侧，T320塔吊布置在2#栋南侧。

1#栋一二单元塔吊布置在南侧，三四单元布置在北

侧，考虑到场地东南角的材料周转，在该位置设置一台TC6015塔吊。

3.3.3 吊次计算分析

以2#栋35层和1#栋一二单元6层为验算层。

(1) 2#栋TC7052型塔吊吊次分析

本层钢筋及钢结构吊运高度为156m，吊运高度取16m，材料周转、塔吊回转半径、材料绑扎、放料时间、安装时间等条件和方案一相同。

则塔吊每吊周转材料理论用时为： $2 \times (0.5/0.5) + 2 \times (55/20) + 2 \times (16/20) = 9.1\text{min}$ ，每吊钢筋、钢结构理论用时： $2 \times (0.5/0.5) + 2 \times (55/20) + 2 \times (156/20) = 23.1\text{min}$ 。即每吊周转材料的实际用时为： $9.1 + 6 \approx 16\text{min}$ ，每吊钢筋、钢结构实际用时： $23.1 + 6 \approx 30\text{min}$ 。

(2) 2#栋T320型塔吊吊次分析

本层钢筋及钢结构吊运高度为156m，吊运高度取16m，材料周转、塔吊回转半径、材料绑扎、放料时间、安装时间等条件和方案一相同。

则塔吊每吊周转材料理论用时为： $2 \times (0.5/0.5) + 2 \times (40/20) + 2 \times (16/35) = 6.9\text{min}$ ，每吊钢筋、钢结构理论用时： $2 \times (0.5/0.5) + 2 \times (40/25) + 2 \times (156/35) = 14.1\text{min}$ 。即每吊周转材料的实际用时为： $6.9 + 6 \approx 13\text{min}$ ，每吊钢筋、钢结构实际用时： $14.1 + 6 \approx 21\text{min}$ 。

因TC7052-25为2#栋主塔吊，标准层2/3材料由该塔吊运输，剩余1/3材料由T320-16塔吊运输。则标准层材料吊运总时间： $168.1 \times 2/3 + 163.2 \times 1/3 \approx 166.4\text{h}$ ，因两台塔吊同时吊运，则用时为： $166.4/2 \approx 83.2\text{h}$ ，约5.2天。

(3) 1#栋TC7035型塔吊吊次分析

1#栋验算层的钢筋和钢结构吊运高度为39m，周转材料吊运高度取22m，塔吊回转半径0.5r，材料绑扎及放料时间取6min，安装时间为2h，塔吊采用2倍率进行吊装。塔吊每吊周转材料理论用时为： $2 \times (0.5/0.5) + 2 \times (50/25) + 2 \times (22/37.5) = 7.2\text{min}$ ，塔吊每吊钢筋、钢结构理论用时为： $2 \times (0.5/0.5) + 2 \times (50/25) + 2 \times (39/37.5) = 8.0\text{min}$ 。则每吊周转材料实际用时为： $7.2 + 6 \approx 14\text{min}$ ，每吊钢筋、钢结构实际用时： $8.0 + 6 \approx 14\text{min}$ 。

3.3.4 覆盖范围分析

该方案中基坑西侧部分位置未被塔吊吊臂覆盖，具体见图4中阴影部位，覆盖区域面积约占总施工面积的98.7%。

3.3.5 成本分析

根据塔吊的型号、臂长、安装高度、使用时间等因素，可得塔吊的费用月租及工资：48.9万；塔吊进出场费用：59.8万。

4 分析结论

综上，三种方案的对比分析结果见下表14。

表14 塔吊方案对比分析

	1#栋6层	2#栋35层	覆盖范围	月租及工资	进出场费用
方案一	7.6天	7.5天	97.5%	57.8万	60万
方案二	7.6天	7.5天	96.7%	57.4万	60.8万
方案三	7.4天	5.2天	98.7%	48.9万	59.8万

通过上述分析，在满足周转材料和钢结构吊装的情况下，采用方案三可以使吊运的时间最短，覆盖范围最大，费用最少。因此，结合项目现场特点及堆场布设位

置考虑，选择方案三最优。

参考文献：

[1] 刘晓宇,黄亚均,徐建彬,游建华,何胡.超高层建筑施工中塔吊的选型分析[J].工程质量,2016,34(05):76-79.

[2] 蒋万均.超高层建筑施工对塔吊的选型和定位研究[J].四川水泥,2019(01):302.

[3] 李迪,王朝阳,蒋官业,周明,谭神洲.超高层建筑施工中塔吊的合理应用[J].工业建筑,2012,42(12):76-80+108. DOI:10.13204/j.gyjz2012.12.013.