

装配式安装工程中塔吊选型及布置要点图标调整

孙传奇

上海建工一建集团有限公司 上海 200000

摘要：近年来建筑行业高速发展，而新生人口逐年减少，劳动力需求关系矛盾突出。为缓解劳动力紧缺的情况，政府大力推广装配式建筑及建筑施工机器人，以期降低单位工程中的人工含量，降低劳动力减少对建筑行业的影响。而装配式施工技术对塔吊需求较高，如何合理的布置塔吊是整个项目施工组织的关键。本人结合工程实际经验，对装配式工程中塔吊的选型及布置的一些心得在此与大家交流。

关键词：塔吊选型；吊运系数；基础布置；塔吊附着；群塔作业

1 塔吊选型

1.1 塔吊型号

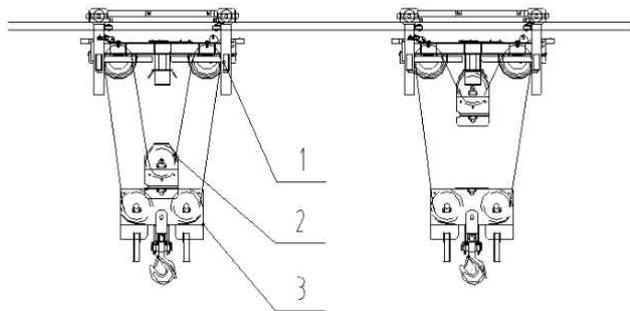
关于塔吊型号我们通常会遇到QTZ80、TC5013等代号，其中QTZ是国内标注，TC为国际标注。

国内标注为QTZXX，例如QTZ80——Q表示起重机的汉语拼音字头；T表示塔式的汉语拼音字头；Z表示是自升式汉语拼音字头；80表示的是额定起重力矩是800千牛·米，俗称80塔机。

国际标注为TCXXXX，例如TC5013——T是英文塔TOWER的词头；C是英文起重机CRANE的词头；50表示是起重臂的有效长度，也就是最大工作幅度；13代表最远端最大吊重1.3t。

1.2 装配式安装施工中吊重计算

现场施工中需综合考虑装配式构件的吊重及位置来选择合适的塔吊。其中吊重需要综合考虑构件重量、吊具重量，当塔吊超过最大独立高度时还需考虑钢丝绳的自重。当塔机塔身高度大于最大独立塔身高度时，起重性能表中的起重重量必须降低。计算方法：计算高度的起重重量=性能表中的起重重量-每米起升钢丝绳的重量×（计算高度-相应臂长最大独立塔身高度）×倍率。所谓塔吊起重倍率即物理学中常说的钢丝绳的股数如图1所示：



1-小车 2-上滑轮组 3-下滑轮组

图1 塔吊倍率示意图

因四倍率所用钢丝绳更长，总重量更重，故而额定起重重量较二倍率略低。且因钢丝绳股数变多，两者在钢丝绳卷起长度相同的情况下四倍率起吊高度为二倍率的一般，故吊运效率上四倍率更慢。但四倍率优点在于使用更安全^[1]。

其次计算过程中还需考虑安装的吊运系数及满载率，吊运能力计算

满载率 = (构件+吊索具重量 (T)) × 吊运系数 / 额定距离起重重量

通常塔吊参数表中额定距离起重重量一般为5m的倍数，不在模数位置处可以采用线性内插法计算额定距离起重重量。

吊运系数一般取1.1-1.5之间，通常取1.2，满载率一般控制在85%以内。

比如某工程最大构件1.47t，吊具重量200KG，吊运系数取1.2。安装位置及吊运位置距离塔吊位置最大距离30m。塔吊选用某公司6515塔吊安装臂长50m，最大自由高度45m，安装高度50m，现场采用4倍率，钢丝绳每米重量30KG。

则计算过程为：

$$(1.47+0.2) \times 1.2 / [4.8 - (50-45) \times 4 \times 0.03] \\ = 1.67 \times 1.2 / (4.8-0.6) = 0.477 = 47\% < 85\%$$

满足要求！

2 塔吊及堆场平面布置

堆场布置宜选取距离主要施工道路较近，便于运输，地面硬化。优先选择在塔吊同一侧，在起吊时司机可直视，中间无遮挡。堆场位置需综合考虑最大构件距离塔吊位置，计算过程同上。以免出现最大满载率不在安装位置，而在堆场位置^[3]。

堆场通道宽度不宜小于600mm。构件要根据构件类型、尺寸及安装顺序分区域分类堆放，预埋吊件向上，

标志向外。原则上垫放垫块位置应与脱模、吊装时的吊点位置一致。

叠合板堆放不超过6层，重叠堆放构件时堆放构件时最下层构件应采用40mm×90mm通长木方垫实，中间层采用长木方垫块，当采取多点支垫时，一定要避免边缘支垫低于中间支垫，形成过长的悬臂，导致较大负弯矩产生裂缝。

3 塔吊基础布置控制要点

3.1 基础布置常用形式

通常使用中常见的基础形式主要为矩形基础有：矩形板式基础、矩形板式桩基础、矩形格构式基础。其余如十字基础、钢平台、预制基础等，因使用较少故本文不做讨论。需要提醒的是塔机基础在地下室基坑中应注意避开底板的基础梁、承台及后浇带或加强带。承台和钢立柱应避免基坑支护结构，钢立柱应注意避开楼层的梁及竖向构件^[2]。

3.2 矩形板式基础布置控制要点

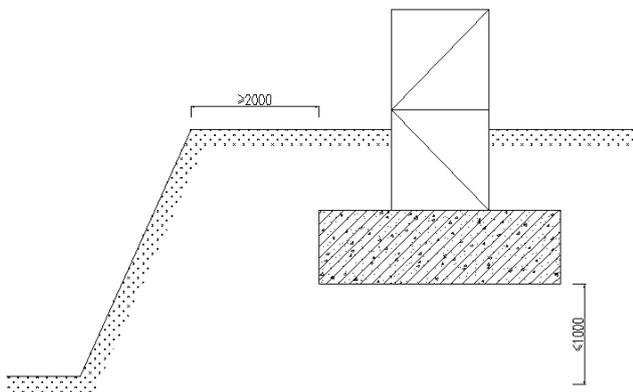


图2 基础边坡示意图

当基础附近有基坑或局部深坑时（如集水井、电梯基坑等）需进行地基稳定性验算，以下情况除外：

①基础底面外边缘线至坡顶的水平

距离不小于2.0m，基础底面至坡（坑）底的竖向距离不大于1.0m（见图2），基底地基承载力特征值不小于130kN/m，且其下无软弱下卧层。

其中关于软弱下卧层的定义《建筑桩基技术规范》5.4.1中明确规定了只有当软弱下卧层的承载力低于持力层的1/3时才进行软弱下卧层验算。在《建筑地基基础设计规范》中5.2.7给出了基础软弱下卧层验算的方法，但未明确软弱下卧层承载力小于持力层承载力多少时才进行计算。在此笔者认为软弱下卧层的计算还是依据《建筑桩基技术规范》要求进行设计验算。

②采用桩基础时。

3.3 矩形板式桩基础

桩端持力层宜选择中低压缩性的黏性土、中密或密实的砂土或粉土等承载力较高的土层。桩端全断面进入持力层的深度，对于黏性土、粉土不宜小于2d，对于砂土不宜小于1.5d，对于碎石类土不宜小于1d；当存在软弱下卧层时，端以下硬持力土层厚度不宜小于3d，并应验算下卧层的承载力，位于基坑边的塔机基础基桩长度不宜小于邻近基坑围护桩的长度。d为桩直径或边长。

当桩径小于800mm时，基桩嵌入承台的长度不宜小于50mm；当桩径不小于800mm时，基桩嵌入承台的长度不宜小于100mm。

当采用预应力混凝土管桩时，应按抗拔桩的要求设置桩端锚固钢筋和桩节间端板的连接。预应力混凝土管桩和钢管桩中的桩芯混凝土长度不应小于3倍桩径，且不应小于2500mm，其强度等级宜比承台提高一级。而相关管桩图集中通常要求芯混凝土长度不应小于5倍桩径，且不应小于3000mm。此处建议就高不就低。

3.4 格构矩形格构式基础

格构矩形格构式基础通常采用钻孔灌注桩作为塔吊桩，塔吊桩截面尺寸应满足格构式钢柱插入基桩钢筋笼的要求。同时钻孔灌注桩在格构式钢柱插入部位和桩顶以下5d范围的螺旋筋应加密，d为桩的直径，间距不应大于100mm。

格构式钢柱上端伸入混凝土承台的锚固长度应满足抗拔和抗冲切要求，分肢角钢可采用焊接竖向锚固钢筋的连接构造宜在邻接承台底面处焊接承托角钢（规格同分肢），下端伸入灌注桩的锚固长度不应小于2.0m，且不宜小于格构式钢柱截面长边的5倍，分肢角钢应与基桩的纵筋焊接。

当格构式钢柱的净长度超过4.5m时，应设置水平型钢剪刀撑，水平剪刀撑的竖向间距不应超过4m，其构造要求同竖向型钢剪刀撑。格构式钢柱连接水平型钢剪刀撑的节点处宜设置横隔板。

3.5 塔吊基础的其他注意事项

塔吊基础混凝土强度等级达到设计强度的80%时方可开始安装，待混凝土强度等级达到设计强度的100%时方可投入使用。

在以上矩形板式基础、矩形板式桩基础布置形式中可以考虑基础承台与底板合并布置，桩基础可以考虑借用工程桩，以降低施工成本。需要注意的是经设计同意后方可实施。同时塔吊基础和地库承台如有重叠应一同浇筑，基础厚度和配筋取两者大值。塔吊基础表面高度可以适当高出底板结构面2-5cm，以利排水且不影响后期地坪施工。

在桩基础计算时需要计算各土层厚度计算桩基承载力，一般选取距离选定位置最近的勘测点，如较近两点土

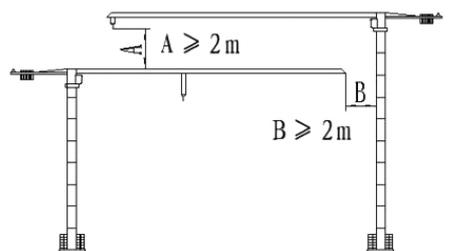
层厚度差异较大,则采用线性内插法进行土层厚度计算。

4 塔吊安装注意事项

4.1 安装高度要求

塔吊最终安装高度需综合考虑,基础顶面至建筑物最高点的高度(如屋面机房、女儿墙等),同时结合现场脚手架需高出作业面1.5m;塔臂负重后会下沉1-2m,吊钩至吊物底部约1-2m;故需在并在此高度上增加6m为宜。

有群塔作业时需注意:《建筑塔式起重机安全规程》GB5144-2016中第10.5条规定:“处于高位起重机的最低位置的部位(吊钩升至最高点或最高位置的平衡重)与低位起重机中处于最高位置部件之间的垂直距离不得小于2m。这里需要引入两个高度:一是工作高度即最大起升高度,二是外形高度即塔吊外形最高点。平头吊一般外形高度与最大起升高度相差2个塔吊标准节(如图3表所示),考虑吊钩至吊物距离,故平头吊两塔高度通常需错开至少3节。



最大工作幅度 L0/m	起重臂侧 L1/m	平衡臂侧 L2/m	最大起升高度L0/m				最大外形高度 H/m	标准节	
			独立式			附着式		宽度 b/m	高度 h/m
			支腿/螺栓固定式	底架固定式	行走式				
65	66.8	15.5	46	46.4	47.2	265	H0+5.6	1.8	2.8
62.5	64.3	15.5							
60	61.8	15.5							
57.5	59.3	15.5							
55	56.8	15.5							
52.5	54.3	15.5							
50	51.8	15.5							
47.5	49.3	15.5							
45	46.8	15.5							
42.5	44.3	15.5							
40	41.8	15.5							
37.5	39.3	15.5							
35	36.8	15.5							
32.5	34.3	15.5							
30	31.8	15.5							

图3 塔吊位置关系示意图及塔吊起升高度与外形高度表

4.2 塔吊平面要求

塔吊的平面布置需要考虑塔臂的长度,比如工作范围为50m时,塔臂会比工作范围长0.8m-2m。同时需考虑工作范围内如果存在更高在建建筑时,还需考虑2m的安全范围,此范围需考虑外围脚手架位置^[4]。

4.3 附着的要求

当塔吊超过最大独立高度时需考虑附着主体结构,通常会附着于结构剪力墙或框架柱上。但因实际影响因素较多,有时只能附着于框架梁上,此时需根据塔吊说明书中塔机附着受力及附着位置提请设计复核,必要时对结构梁进行加强。

附着距离一般由塔吊基础中心起算至结构边3.5m-6m为宜。附着角度通常为30°-60°之间。

提前附着的情况:有时结构梁附着点与塔吊节高度重合时导致无法附着,又或者原计划附着位置混凝土强度不足,故须在下一层结构提前附着。

结语:以上是本人在装配式构件安装工程中塔吊选型及布置要点的一些心得体会,希望能够在塔吊布置上能够给同仁一些提示,如有不足之处还望海涵。

参考文献

[1]JGJ.建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程:JGJ 196-2010[S].2010.

[2]孙在鲁.塔式起重机应用技术[M].中国建材工业出版社,2003.

[3]张永清,孙有亮.起重运输与吊装技术[M].化学工业出版社,2016.

[4]范俊祥主编.塔式起重机[M].中国建材工业出版社,2004.