

高层建筑施工
培训丛书

6

余开华 闵小莹 编著
湖南科学技术出版社



TU974

8

高层建筑施工机械



高层建筑施工
培训丛书

6

余开华 闵小莹 编著
湖南科学技术出版社



TU974

8

高层建筑施工机械



高层建筑施工培训丛书

高层建筑施工机械

编 著：余开华 闵小莹

责任编辑：殷 健 谢 颖

出版发行：湖南科学技术出版社

社 址：长沙市展览馆路3号

印 刷：湖南省新华印刷二厂

厂 址：邵阳市双坡岭

邮 编：422001

(印装质量问题请直接与本厂联系)

经 销：湖南省新华书店

出版日期：1996年6月第1版第1次

开 本：850×1168毫米 1/32

印 张：5.5

插 页：4

字 数：136,000

印 数：1—3,100

征订期号：地科184—42

ISBN 7—5357—1807—8/TU·66

定 价：7.00元

(版权所有·翻印必究)

内 容 提 要

本书分五章系统地介绍了高层建筑施工所必需的施工机械,包括塔式起重机、井架提升机、自升式快速提升机、施工电梯、混凝土泵送机械等。介绍这些机械的类型、构造、技术性能、选用原则、安全施工注意事项及施工中常遇到的问题。

目 录

第一章 塔式起重机	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 塔式起重机的主要性能参数	(3)
第三节 塔式起重机分类	(11)
第四节 塔式起重机的构造与工作原理	(16)
第五节 塔式起重机基础	(30)
第六节 附着式塔式起重机的锚固	(38)
第七节 内爬式塔式起重机的应用	(41)
第八节 塔式起重机的选用	(50)
第二章 井架提升机	(58)
第一节 井架提升机分类及构造	(58)
第二节 井架提升机的实际应用	(67)
第三节 施工注意事项	(70)
第四节 井架提升机技术性能	(71)
第三章 自升式快速提升机	(73)
第一节 自升式快速提升机的构造及特点	(73)
第二节 自升式快速提升机的安装与拆卸	(76)
第三节 自升式快速提升机的操作要点	(79)
第四节 自升式快速提升机的技术性能	(81)
第四章 施工电梯	(82)
第一节 施工电梯分类及构造	(83)
第二节 施工电梯选型和使用注意事项	(95)
第三节 施工电梯的基础	(97)
第四节 施工电梯附墙装置	(100)

第五节	施工电梯工作原理·····	(103)
第六节	施工电梯的安装和拆卸·····	(104)
第七节	施工电梯的操作要点和 safety 注意事项·····	(108)
第八节	施工电梯技术性能·····	(110)
第五章	混凝土泵送机械 ·····	(113)
第一节	混凝土搅拌运输车·····	(113)
第二节	混凝土泵·····	(120)
第三节	混凝土布料杆·····	(126)
第四节	混凝土泵的选用·····	(133)
第五节	混凝土输送管路布置·····	(142)
第六节	泵送混凝土的原材料及配合比·····	(152)
第七节	高层建筑泵送混凝土施工实例·····	(156)

第一章 塔式起重机

第一节 概 述

塔式起重机俗称塔吊，它是高层建筑施工的主要施工机械之一。在高层建筑施工中，被广泛用来吊运建筑材料和预制构件。

塔式起重机的结构特点是有一直立的塔身，起重臂连接在塔身的上部，故其起升高度和工作幅度都很大。起重臂与塔身组成“Γ”型，故可使其靠近所施工的建筑物安装，因而其有用幅度比轮胎式或履带式起重机要大得多。一般情况下，塔式起重机的有用幅度约为全幅度的 80%。同样情况下，若选用轮胎式或履带式起重机，其有用幅度则不超过 50%，并随着建筑物的增高而急剧减少。所以在高层建筑施工中广泛使用塔式起重机，它被誉为高层建筑施工的主导机械。

图 1—1 为塔式起重机和轮胎式起重机的幅度利用率比较。

在高层建筑施工中应用塔式起重机，对于加快施工进度、缩短工期、降低工程造价都起着重要作用。由于塔式起重机的性能参数不断完善，使高层建筑施工工艺有可能进行许多重大改革，如采用大型砌块、大板结构，甚至箱形结构后，建筑物结构件的预制装配化、工厂化达到了很高水平。同时，随着这些新工艺、新技术的广泛使用，反过来又对塔式起重机的性能和参数提出了更高的要求。为了适应这些要求，现代塔式起重机一般具有下列特点：

1. 起升高度大。国产塔式起重机最大起升高度可达 160m 以上；某些进口塔式起重机起升高度已超过 200m。
2. 工作幅度大。国内高层建筑用塔式起重机幅度大多为 30~

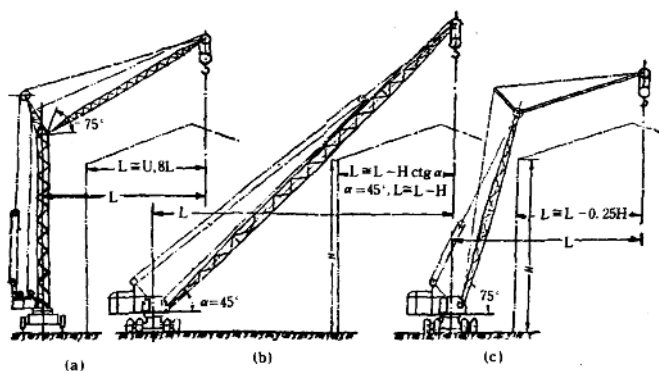


图 1—1 幅度利用率比较

(a) 塔式起重机 (b) 直线臂轮胎起重机 (c) 带附臂轮胎起重机

40m，最大可达 60~70m；某些进口重型自升塔式起重机可达 80m。

3. 起重量较大。多数高层建筑用塔式起重机在 30m 幅度时起重量一般可达 50kN，可满足吊装整开间大楼板或起吊大模板的需要。

4. 能同时进行垂直运输作业和水平运输作业，工效高，辅助作业劳动消耗量少。

5. 具有能充分满足施工要求的各种工作速度。一方面，为了提高生产率，要求塔式起重机的操作速度快。国产塔式起重机的起升速度一般为 45~60m/min，最快为 120m/min；某些进口塔式起重机的起升速度已超过 200m/min。国产塔式起重机变幅小车的运行速度一般为 20~30m/min，最快可达 45m/min，某些进口塔式起重机可达 90m/min。另一方面，现代塔式起重机均具有良好的调速性和安装微动性，以满足构件安装就位的需要。

6. 具有一机多用的特点。近年来,为适应高层建筑施工的需要,自升塔式起重机的研制和应用日益增多。它可安装在施工的建筑物内部(一般是安装在电梯井或楼梯间结构上)或附着在建筑物的一侧,并能随建筑物的升高而利用自身的顶升系统自行升高。在其底架安装行走台车后,又可成为在轨道上行走的自升塔式起重机。70年代以后生产的塔式起重机多是这种三用塔式起重机(即轨道式、附着式、内爬式)。

第二节 塔式起重机的主要性能参数

塔式起重机的主要性能参数包括起重力矩、起重量、起升高度、工作幅度等参数。选用塔式起重机进行高层建筑施工时,首先应根据施工对象确定所要求的参数。

一、参数的确定

1. 幅度

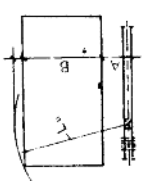
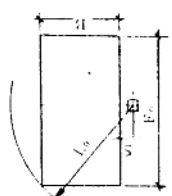
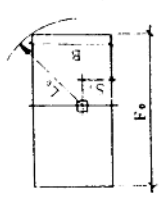
塔吊回转中心线至吊钩中心线的水平距离称为幅度,又称回转半径或工作半径。它表示了塔吊不移位的工作范围。幅度又包括最大幅度与最小幅度两个参数。对于采用俯仰变幅臂架的塔吊,最大幅度是指动臂处于接近成水平或与水平夹角为 13° 时,从塔吊回转中心线至吊钩中心线的水平距离;当动臂仰成 $63^\circ\sim 65^\circ$ 角(个别可仰到 73° 角)时的幅度,则为最小幅度。对于小车变幅塔吊,其最大幅度是指小车在臂架端头时,自塔吊回转中心线至吊钩中心线的水平距离;而当小车处于臂根端点时,自塔吊回转中心线至吊钩中心线的水平距离为最小幅度。

高层建筑施工选择塔式起重机时,首先应考察该塔吊的最大幅度是否能满足施工需要。塔式起重机应具备的最大幅度,可按表1-1所示公式确定。

小车变幅式塔吊的最小幅度一般为 $2.5\sim 4\text{m}$ 。俯仰变幅式塔吊的最小幅度 $L_{\min}$ 相当于 $0.3\sim 0.5L_0$ (L_0 为最大幅度),当变幅

· 塔式起重机最大幅度确定公式及计算简图

表 1-1

分类	轨道式塔吊	附着式塔吊	内爬式塔吊
计算简图			
计算公式	式中 $L_0 = A + B + \Delta l$ A——由轨道基础中心线至建筑物外墙皮的距离(包括外槽脚手架宽度及安全操作距离)。对于下回转塔吊应为转台尾部回转半径+0.7~1.0m; B——建筑物进深(包括挑檐); Δl——为特殊施工需要预留的安全操作距离(1.5~2m)	式中 $L_0 = \sqrt{\left(\frac{F_0}{2}\right)^2 + (B+S)^2}$ F_0——塔吊施工面计算长度,可按实际情况取 60~80m; B——同左; S——自塔吊中心至建筑物外墙皮距离,一般为 4.5~6m,可据实际需要估计	式中 $L_0 \geq \sqrt{\left(\frac{F_0}{2}\right)^2 + (B-S_1)^2}$ F_0——同左; B——同左; S_1——自塔吊中心至建筑物外墙皮距离

速度为 $15\sim 20\text{m/min}$ 时, 取为 $0.5L_0$; 变幅速度为 $5\sim 8\text{m/min}$ 时, 取为 $0.3L_0$ 。

2. 起重量

起重量是指塔式起重机在各种工况下安全作业所容许的起吊重物的最大重量。显然, 它是随着幅度的加大而减少的。所以, 起重量包括最大幅度时的起重量和最大起重量两个参数。起重量包括重物 and 吊具 (吊索、铁扁担或容器等) 的重量。

确定塔吊起重量的因素较多, 如: 金属结构的承载能力、起升机构的功率和吊钩滑轮组的倍率等。有些小车变幅式塔吊, 都装备有两台起重小车, 可同时用两台小车进行吊装作业。单小车工作时, 有 2 绳和 4 绳之分; 用两台小车工作时, 工作绳有 8 根。因此起重量参数变化很大。在进行塔吊选型时, 必须依据拟建高层建筑的构造特点, 构件、部件类型及重量、施工方法等, 作出合理的选择, 务求做到既能充分满足施工需要, 又可取得最大经济效益。

3. 起重力矩

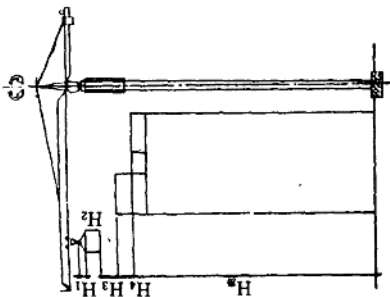
塔式起重机的幅度与相应于此幅度下的起重量的乘积称为起重力矩 (单位 $\text{kN}\cdot\text{m}$)。起重力矩是综合起重量与幅度两个因素的参数, 能比较全面和确切地反映塔式起重机的工作能力。因此, 塔式起重机的起重能力常以起重力矩的大小来表示。在进行塔吊选型时, 初步确定起重量和幅度参数后, 还必须根据塔吊技术说明书中给出的数据, 核查是否超过额定起重力矩。

4. 起升高度

起升高度是指自轨面或混凝土基础顶面至吊钩中心的垂直距离, 其大小与塔身高度及臂架构造型式有关。选用时, 应根据建筑物的总高度、预制构件或部件的最大高度、脚手架构造尺寸及施工方法等确定。塔式起重机吊钩高度计算见表 1—2。

对于轨行式小车变幅式塔吊, 按表 1—2 所列公式求得的吊钩高度 $H_{\text{吊}}$ 加吊钩中心至起重臂下皮的距离 H_0 (通常为 $2\sim 3.5\text{m}$) 之和, 应不超过塔吊的自由高度。对于附着式塔吊, 按表 1—2 所

表 1—2 塔式起重机吊钩高度 $H_{\text{吊}}$ 的计算简图及计算公式

类别	计算简图	计算公式
小车变幅塔吊(轨道式、附着式、固定式)		$H_{\text{吊}} = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5$ 式中 H_1——吊索高度,一般取为 1~1.5m; H_2——构件高度,钢筋混凝土结构按 3m 计算,钢结构按 8~12m 计算; H_3——安全操作距离,按 2m 计; H_4——脚手架或其它设施高度(m); H_5——建筑物总高(m)

续表 1-2

类别	计 算 简 图	计 算 公 式
内 爬 式 小 车 变 幅 塔 吊		$H_{\text{塔}} = H_1 + H_2 + H_3 + H_4$ $H_{\text{塔}} = H_{\text{塔}} + H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + H_9$ 式中 $H_{\text{塔}}$——内爬塔吊塔身总高度(m); H_1, H_2, H_3, H_4——同上; H_5——正在施工楼层高度(m); H_6——正在养生中的楼层高度(m); H_7——锚固高度,一般取为8~12m; H_8——塔身基础节高度(m); H_9——由吊钩中心至臂架下皮距离(m)

表 1—3

自升式塔式起重机基本参数系列

基 本 参 数	主参数(kN·m)									
	(250)	(400)	(500)	600	800	(1000)	1200	1600	(2000)	2500
基本臂最大幅度(m)	25(20)	25	30(25)	30(25)	35(30)	40(35)	40	45	45	45
基本臂最大幅度处的额定起重量(t)	1.00 (1.25)	1.60	1.67 (2.00)	2.00 (2.40)	2.29 (2.67)	2.50 (2.86)	3.00	3.56	4.40	5.60
最大额定起重重量不小于(t)	2.5	4.0	5.0	6.0	6.0	8.0	8.0	10.0	12.0	12.0
(轨道式/附着式)起升高度不小于(m)	25/45	30/60	35/80	40/100	45/100	50/120	50/120	50/120	55/120	60/120
(轨道式/附着式)起升速度不小于(m/min)	25/60	35/70	40/80	50/100	50/100	60/120	60/120	60/120	60/120	60/120
微动下降速度不大于(m/min)	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	3.2	3.2	3.2
轨 距(m)	3.2	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	6.5	7.5	7.5
小车行走速度不小于(m/min)	20	25	25	25	30	30	30	30	35	35
空载回转速度不小于(r/min)	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5

续表 1—3

基 本 参 数	主参数(kN·m)									
	3000	(3500)	4000	(4500)	5000	(5500)	6000	(8000)	10000	
基本臂最大幅度(m)	50	50	50	50	50	50	55	55	55	
基本臂最大幅度处的额定起重量(t)	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	11.00	14.40	18.50	
最大额定起重量不小于(t)	16.0	16	20	20	20	20	25	35	40	
(轨道式/附着式)起升高度不小于(m)	60/120	65/120	65/—	70/—	80/—	80/—	80/—	80/—	80/—	
(轨道式/附着式)起升速度不小于(m/min)	60/130	65/130	70/—	70/—	80/—	80/—	80/—	80/—	80/—	
微动下降速度不大于(m/min)	3.2	3.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
轨 距(m)	8.0	8.0	8.5	10.0	10.0	10.0	10.0	12.0	12.0	
小车行走速度不小于(m/min)	35	35	35	35	35	35	40	40	40	
空载回转速度不小于(r/min)	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	

列公式求得的吊钩高度应小于塔吊的最大吊钩高度。对于内爬式塔吊,按表 1—2 所列公式求得的塔身高度,应不超过技术说明书中规定的塔身总高度。

二、塔式起重机基本参数系列

为了使塔式起重机产品做到系列化、通用化、标准化,进一步扩大新品种,我国已制订出“塔式起重机基本参数系列”标准(表 1—3 与表 1—4)。

表 1—4 自升式塔式起重机其他参数推荐值

主参数 (kN·m)	(250)	(400)	(500)	600	800	(1000)	1200	1600	(2000)	2500
轴 距(m)	3.2	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	6.5	7.5	7.5
设计重量(t)	11.4— 13.0	16.0— 19.0	22.0— 26.0	30.0— 35.0	36.0— 44.0	45.0— 55.0	50.0— 60.0	58.0— 70.0	71.0— 83.0	80.0— 90.0
行走速度不小 于(m/min)	20	20	20	20	18	18	15	15	15	15
主参数(kN·m)	3000	(3500)	4000	(4500)	5000	(5500)	6000	(8000)	(10000)	
轴 距(m)	8.0	8.0	8.5	10.0	10.0	10.0	10.0	12.0	12.0	
设计重量(t)	100.0— 125.0	116.0— 142.0	135.0— 164.0	—	—	—	—	—	—	—
行走速度不小 于(m/min)	15	15	15	15	12	12	12	12	12	10

第三节 塔式起重机分类

塔式起重机结构形式较多,如以其主体结构与外形特征考虑,基本上可按架设要求、变幅形式、旋转部位及塔架加节形式区分。

一、按塔式起重机使用架设的要求分

分为固定式、轨道行走式、附着式和内爬式四种(图 1—2)。塔式起重机的特点如表 1—5 所示。