

SHIGONG QIZHONG
JIXIE ANQUAN GUANLI SHICAO
SHOUCE

施工起重 机械安全管理实操手册

中国建筑业协会建筑安全分会
北京康建建安建筑工程技术研究有限责任公司

编写

中国建筑工业出版社

施工起重机械安全 管理实操手册

中国建筑业协会建筑安全分会 编写
北京康建建安建筑工程技术研究有限责任公司

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

施工起重机械安全管理实操手册/中国建筑业协会建筑安全分会,北京康建建安建筑工程技术研究有限责任公司编写. —北京:中国建筑工业出版社,2016.3
ISBN 978-7-112-19185-7

I. ①施… II. ①中… ②北… III. ①建筑机械-起重机械-安全管理-手册 IV. ①TH210.8-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 034885 号

本书分三大部分,分别对塔式起重机、施工升降机和物料提升机,从进场查验、安装拆卸、顶升作业、作业区管理、日常检查、维修保养等关键环节入手,采用图文并茂的方式,阐述了安全注意事项、危险源辨识及事故隐患排查处理等,力求使全书通俗易懂、形象直观且实用性、可操作性强,以帮助广大建筑业企业安全管理人员及施工人员学习掌握相关安全知识,促进提高建筑安全监管机构有关人员的相应监管能力,更好地保障施工现场安全生产。

* * *

责任编辑:王华月

责任校对:陈晶晶 张颖

施工起重机械安全管理实操手册

中国建筑业协会建筑安全分会 编写
北京康建建安建筑工程技术研究有限责任公司

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

环球东方(北京)印务有限公司印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:10 $\frac{3}{4}$ 字数:262千字

2016年4月第一版 2016年4月第一次印刷

定价:36.00元

ISBN 978-7-112-19185-7

(28431)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《施工起重机械安全管理实操手册》

编 委 会

主 编：张鲁风

副 主 编：王凯晖 邵长利

编 委：（按姓氏笔画排序）

王兰英 方永山 乔 登 任占厚 肖光延

张 颖 栾启亭

编写人员：（按姓氏笔画排序）

马志远 王 启 王凯晖 王静宇 邓一兵

卢希峰 兰军利 刘 栋 任宝辉 刘跃进

闫 妍 闫丽娜 汤玉军 孙 冰 孙俊伟

杜秀龙 杜海滨 李继刚 李睿智 沈 琰

沈宏志 张 蕊 陈吉申 陈云龙 陈燕鹏

林 永 幸超群 赵子萱 高 蕊 高永虎

彭 展 解金箭 熊 琰

封面题字：张 蕊

前 言

施工起重机械是应用最为广泛的一种施工机械设备。施工机械设备伤害事故也是建筑行业多发事故的主要类型之一，特别是施工起重机械违规作业和管理不当更易造成群死群伤的重大事故。

为了做好施工起重机械安全管理工作，有效防范施工起重机械生产安全事故，中国建筑业协会建筑安全分会和北京康建建安建筑工程技术研究有限责任公司组织有关专家编写了《施工起重机械安全管理实操手册》。本书分三大部分，分别对塔式起重机、施工升降机和物料提升机，从进场查验、安装拆卸、顶升作业、作业区管理、日常检查、维修保养等关键环节入手，采用图文并茂的方式，阐述了安全注意事项、危险源辨识及事故隐患排查处理等，力求使全书通俗易懂、形象直观且实用性、可操作性强，以帮助广大建筑业企业安全管理人员及施工人员学习掌握相关安全知识，促进提高建筑安全监管机构有关人员的相应监管能力，更好地保障施工现场安全生产。

本书可作为广大建筑业企业安全管理人员、施工人员和建筑安全监管机构有关人员的学习用书，也可供相关大专院校和专业培训机构作教学参考。本书虽经反复推敲，仍难免有不妥之处，恳请广大读者提出宝贵意见。本书在编写过程中得到了山西省建筑工程技术学校的大力支持和帮助，在此表示感谢。

《施工起重机械安全管理实操手册》编委会

2015年12月

目 录

第一章 塔式起重机	1
第一节 概述	1
一、塔式起重机的发展概况	1
二、塔式起重机的常见种类及基本构造原理	2
三、塔式起重机的相关标准介绍	48
第二节 塔式起重机的进场查验	49
一、塔式起重机进场查验的基本方法	49
二、塔式起重机常见安全隐患的辨识	50
三、塔式起重机的安装作业程序	58
第三节 塔式起重机的施工现场安装、顶升、附着和拆卸	73
一、安装、顶升、附着和拆卸工程专项施工方案的编制	73
二、塔式起重机的安装作业程序	74
三、塔式起重机的拆卸程序	76
第四节 塔式起重机使用前的验收及办理使用登记	80
一、塔式起重机使用前的验收组织	80
二、塔式起重机使用前的验收程序	81
三、塔式起重机使用前的验收内容	86
四、塔式起重机使用登记的办理	88
第五节 塔式起重机的施工作业安全管理	88
一、塔式起重机各方主体应当履行的安全职责	88
二、塔式起重机施工作业的不安全因素及安全防护措施	90
三、塔式起重机安全操作要求	94
四、塔式起重机施工作业现场的检查	95
第二章 施工升降机	99
第一节 概述	99
一、施工升降机的发展概况	99
二、施工升降机的常见种类及基本构造原理	100
三、施工升降机相关标准介绍	105
第二节 施工升降机的进场查验	105
一、施工升降机进场查验的基本方法	105
二、施工升降机常见安全隐患的辨识	106
第三节 施工升降机的施工现场安装和拆卸	107

一、安装和拆卸工程专项施工方案的编制	107
二、施工升降机的安装作业程序	108
三、施工升降机的拆卸程序	116
第四节 施工升降机施工使用前的验收及办理使用登记	119
一、施工升降机施工使用前的验收组织	119
二、施工升降机施工使用前的验收程序	119
三、施工升降机施工使用前的验收内容	119
四、施工升降机使用登记的办理	119
第五节 施工升降机的施工作业安全管理	120
一、施工升降机各方主体应当履行的安全职责	120
二、施工升降机施工作业的不安全影响因素及安全防护（控制）措施	122
三、施工升降机的安全操作要求	123
第六节 施工升降机的施工现场日常检查和维修保养	124
一、施工升降机日常检查的内容和方法	124
二、施工升降机日常维修保养的注意事项	132
第三章 物料提升机	134
第一节 概述	134
一、物料提升机的发展概况	134
二、物料提升机的常见种类及基本构造原理	134
三、物料提升机的安全保护装置	136
四、物料提升机的安装与拆卸	137
五、安全使用和维修保养	138
第二节 物料提升机进场查验	139
一、物料提升机进场查验的基本方法	139
二、物料提升机常见安全隐患的辨识	139
第三节 物料提升机的施工现场安装和拆卸	140
一、安装和拆卸工程专项施工方案的编制	140
二、物料提升机的安装作业程序	140
三、物料提升机的拆卸程序	142
四、物料提升机的安全保护装置	143
五、物料提升机的安装与拆卸	144
六、安全使用和维修保养	145
第四节 物料提升机施工使用前的验收及办理使用登记	146
一、物料提升机施工使用前的验收组织	146
第五节 物料提升机的施工作业安全管理	146
一、各方主体应当履行的安全职责	146
二、物料提升机施工作业的不安全影响因素及安全防护措施	148
三、物料提升机的安全操作要求	149

附录：建筑施工起重机械安全监控管理系统简介..... 150

一、建筑起重机械安全监控管理系统的发展概述 150

二、塔式起重机安全监控管理系统..... 150

三、施工升降机安全监控管理系统..... 156

四、建筑起重机械安全监控管理系统远程在线监控系统平台 158

第一章 塔式起重机

第一节 概 述

一、塔式起重机的发展概况

塔式起重机（简称塔机，亦称塔吊）起源于欧洲，在建筑施工中具有适用范围广、起升高度高、操作简便等特点，在我国工程建设中得到广泛使用，尤其是对于高层或超高层建筑施工来说，更是一种不可缺少的重要施工机械。此外，在电站、水利、港口和造船的施工工作中也常有应用。

（一）国外塔机发展概况

数据表明，1900 年第一项有关建筑用塔机专利诞生；1905 年出现了塔身固定的装有臂架的原始塔机；1923 年制成了第一台较完整的近代塔机；1930 年德国开始批量生产塔机并用于建筑施工；1941 年有关塔机的德国工业标准 DIN8670 颁布实施，首次正式规定以吊载（t）和幅度（m）的乘积（ $t \cdot m$ ）一起重力矩表示塔机的起重能力；1946 年第二次世界大战结束后，随着战后重建和经济的发展，塔机在西方工业化国家高速发展，先后涌现出起重能力在 $100kN \cdot m$ 以下的锥形快装式塔机，采用大尺寸回转支承（滚珠转盘）、水母底架、塔身可以伸缩、小车变幅水平臂架的下回转折叠式整体拖运快装式塔式起重机。此后，又逐渐发展为目的广泛应用的轨道式、固定式、附着式和内爬式塔机；到了 1980 年初，额定起重能力达到 $100000kN \cdot m$ ，最大幅度 100m，臂端起重量 94.5t 的超重型塔机面世，在此超重型塔机的转台上，还安装着一台起重能力为 $4000kN \cdot m$ ，其最大幅度为 40m，相应起重量为 10t，最大起重量为 80t 的辅助作业用塔机。

进入 20 世纪 80 年代以后，由于西方发达国家和中东盛产石油的一些国家的建筑业趋向衰落，国外塔机行业进入不景气状态，处于低谷境界。为了摆脱困境，增强企业竞争实力，国外塔机行业联合与兼并盛行，就生产业绩和生产实力而言，仍以法国 POTAIN 与 BPR 联合组成的集团及德国的 LIEBHERR 最强，LIEBHERR 自行生产配套电动机和减速器，在新加坡、日本、澳大利亚等地均设有分支机构，据称其生产的塔机是首家满足 ISO9002 各项要求的塔机产品。目前，国外著名塔机厂家生产的塔机型号多达 600 余种，拥有塔机最多的国家是德国和俄国。

（二）我国塔机发展状况

我国塔机行业于 20 世纪 50 年代初期开始起步。1953 年由原民主德国引进建筑师-I 型塔机；1954 年，在抚顺试制成功第一台仿建筑师-I 型的 QT2-6 塔机；1959 年，在北京试制成功第一台下回转折叠式塔机的原型号样机，经改进后定名为红旗 II-16 型塔机；1962 年，以 QT2-6 改装而成的小车变幅水平臂架内爬式塔机在北京高层建筑施工中的应用获得成功；1972 年，第一台轻型轮胎式塔动两用起重机问世，该项机用作下回转塔机时，额定起重力

矩为 $100\text{kN}\cdot\text{m}$ ，用作动臂吊时，主钩最大起重量为 5t ；1973 年，第一台自行设计制造的起重能力为 $1600\text{kN}\cdot\text{m}$ 的 QT₄-10 型自升式塔机在北京成功投入使用，该机的改进机型有 QT₄-10A、QT200，标志着我国塔机的研发和生产进入了兴旺发达时期，众多的新型塔机相继诞生；1974 年，以 QT3-8 塔机为原型样机改造而成的上回转动臂式 QT60/80 塔机在北京开始批量生产，由于该机的设计文件全国共享，多个厂家相继投产，产量猛增，曾一度成为我国中高层建筑施工主体塔机之一；20 世纪 70 年代，先后开发了 ZT100、ZT120、Z80 等小车变幅自升式塔机，QT₄-4/20 小车变幅内爬式塔机，QTL16、QT45、QT40、TD25、QTG40、QTG60 等下回转动臂自行架设快装塔机。进入 20 世纪 80 年代，相继涌现的新产品有 QT80A、QTZ100、QTZ120 等自升式塔机，QT60、QTK60、QT25HK 等下回转快装塔机和 QT90 上回转动臂下顶升接高塔机。

到了 20 世纪 80 年代，随着改革开放和国际技术交流增多，我国先后由原联邦德国、法国、意大利和丹麦引进了一定数量的塔机产品，特别是 1984 年由法国 POTAIN 公司引进 H3/36B、FO/23B 和 GTMR360B 三种机型的生产许可证，通过消化吸收国外先进技术，极大地促进了我国塔机产品设计制造的技术进步，对基础部件如电动机、电器、回转支承、传动机构及安全装置等进行定点生产，一些主机生产厂还进行了相应的技术改造，从而使国产塔机的产品质量迅速提高。多家主要塔机生产厂的产品已达到或接近国外同类产品的质量水平。

进入 20 世纪 90 年代以后，我国塔机行业随着建筑行业的发展和 15 个塔机技术条件、技术标准和设计规范的颁布实施，塔机产量猛增。国家对塔机的生产企业实行了生产许可和制造监督检验制度，实行规范管理，使塔机研发水平和产品质量又有了新的提升。2011 年由中联重科与中铁大桥局联合研制的世界最大水平臂上回转 D5200-240 塔机顺利下线，最大起重量达 240t ，是目前全球起重能力最强的塔机，多项技术世界领先；2012 年由中联重科自行研制的 D1250-80 塔机入选吉尼斯世界纪录，是迄今全球工作幅度最长的塔机。

据不完全统计，目前我国有十余所大专院校和科研单位从事塔机的研究设计，生产塔机的工厂有近百家。根据中国工程机械工业协会统计信息部对 2011 年国内 33 家主要塔机生产企业产品生产的统计，总产量 29831 台，销售量 29475 台。显而易见，无论从生产规模、应用范围和拥有量等多角度来衡量，我国均堪称塔机大国。

二、塔式起重机的常见种类及基本构造原理

（一）塔式起重机的常见种类

1. 习惯分类法

塔式起重机的分类方法较多，按塔身结构划分，有上回转式、下回转式、自身附着式三大类；按有无行走机构分类，有固定式和移动式两类；按变幅方式划分，有动臂式和运行小车式两类；按起重臂支撑方式划分，有塔头式和平头式两类；按起重量划分，有轻型、中型与重型三大类；按架设方式分类，有快装式和非快装式两类。

（1）按塔身结构分类

1) 上回转式塔式起重机

上回转式塔式起重机的塔身不回转，回转部分装在上部。按回转支承装置的形式，上回转部分的结构可分为塔帽回转式、转柱式和上回转平台式三种，如图 1-1-1 所示。

塔帽式回转起重机有上下两个支承，上支承为径向及轴向止推轴承，分别承受水平载

荷和垂直载荷，下支承多采用水平滚轮滚道装置，只承受水平力。

转柱式回转起重机吊臂装在转柱上，也有上下两个回转支承，其受力情况与塔帽式相反，上支承只承受水平力，下支承既承受水平力又承受轴向力。

转盘式回转起重机吊臂装在平台上，回转平台用轴承式回转支承与塔身连接。

上回转式塔式起重机的特点是：底部轮廓尺寸小，对建筑场地空间要求较小，不影响建筑材料堆场的

使用；由于塔身不转，回转时转动惯量较小，起重能力比较大，起升高度比较高，便于改装成附着式塔式起重机，能适用多种形式建筑物的施工需要。回转支承是近 40 年在世界范围内新兴的新型机械零部件，被称为“机械的关节”，是两个物体之间需作相对运动，又同时承受轴向力、径向力、倾翻力矩的机械所必需的重要传动部件，而且构造比较紧凑、重量轻、承载力大、可靠性高。因此，转盘式回转起重机是目前应用最广泛的机型。

2) 下回转式塔式起重机

下回转式塔式起重机塔身结构比较轻便，回转机构装设于下部，塔身可以转动，一般采用整体拖运、自行架设方式，拆装容易、转场快。但塔机的底部转台和平衡臂的尺度较大，并要保证塔机与建筑物的距离至少 500mm 以上的安全距离。下回转塔机多属于中小型机种，根据头部构造分为下列三种形式：

① 具有杠杆式吊臂的下回转式塔式起重机，如图 1-1-2 所示，该塔机的吊臂中部铰接于塔身顶部，虽然塔身上的附加弯矩小，变幅机构及其钢丝绳缠绕方式简单，但在载荷的作用下吊臂受弯，吊臂的高度受到塔机整体拖运的限制，只是在轻型小吨位塔式起重机上采用。

② 具有固定支撑的下回转塔式起重机，如图 1-1-3 所示，该塔机的塔身带有尖顶，起

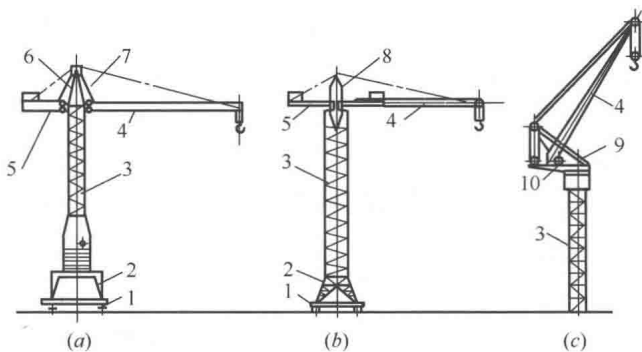


图 1-1-1 上回转塔式起重机示意图

(a) 塔帽回转式；(b) 转柱式；(c) 上回转平台式
1—行走台车及横梁；2—门架；3—塔身；4—臂架；5—平衡臂架；
6—塔顶；7—塔帽；8—转柱；9—人字架；10—转台

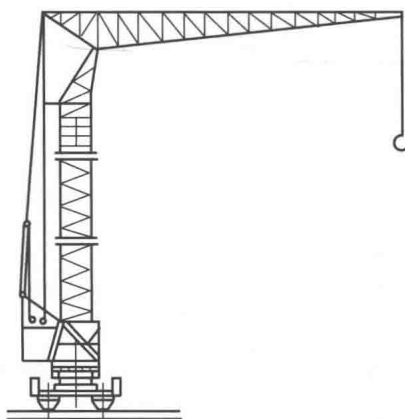


图 1-1-2 具有杠杆式吊臂
的下回转式塔式起重机

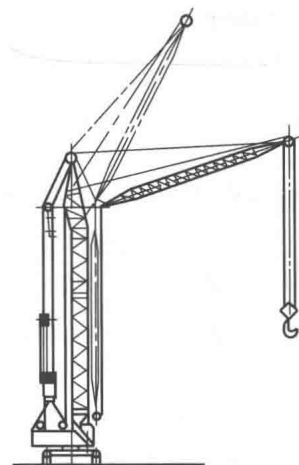


图 1-1-3 具有固定支撑的下
回转式塔式起重机

人字架作用。吊臂铰接于塔顶下方，铰点与塔顶的距离，必须使变幅钢丝绳与吊臂有一定的夹角，吊臂只是一个压杆，不受弯矩的作用，但塔身要承受很大的附加弯矩。此种塔机由于头部制作费时，加之塔顶不能折叠，拖运长度较长，变幅滑轮组多，变幅钢丝绳长，且容易磨损，仅适用于中小型塔机。

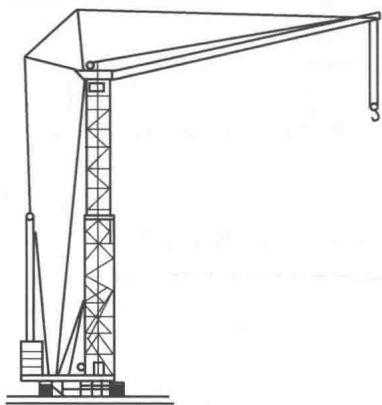


图 1-1-4 具有活动支撑的下回转塔式起重机

③ 具有活动支撑的下回转式塔式起重机，如图 1-1-4 所示，该塔机的塔身没有尖顶部分，吊臂端部铰接在塔身顶部，设在塔身顶部的活动三角形支撑起到人字架的作用。由于此种塔机塔身顶部构造简单，重量轻，拖运时撑架部分可以折放，减少了整机拖运长度，下回转塔机多采用这种型式。

下回转式塔式起重机按行走方式的不同，又可分为轨道式、轮胎式和履带式三种。

轨道式塔式起重机可以带载行走，在一个较长的区域范围内作水平运输，效率较高，工作平稳，安全可靠，应用较广。

轮胎式塔式起重机不需铺设轨道，不需辅助的拖运装置，但只能在使用支腿的情况下工作，不能进行工作幅度以外的水平运输，也不适宜于在雨水较多的潮湿地面使用。

履带式塔式起重机对地面的要求较低，运输中能够通过条件较差的路面，但机构比较复杂，转移不如轮胎式塔机方便，仅适用于施工路面很差的工地。

新生代的下回转式塔式起重机多采用伸缩式塔身、折叠式吊臂。拖运时，使塔身后倾倒在回转平台上，大大缩短了整机拖运的长度。

3) 自身附着式塔式起重机

随着高层和超高层建筑大量增加，上、下回转式塔式起重机已不能满足大高度吊装工作的需要。因为，这两种塔机的塔身过高时，自重大，造价高，安装困难，而且一次要安装到最高塔身，也给设备的利用率和司机的视野等带来不利影响。一般当建筑高度超过 50m 时，就需要依靠自身的专门装置，增、减塔身标准节或自行整体爬升的上回转式塔机。这种塔机的塔身依附在建筑物上，随建筑物的升高而沿着层高逐渐爬升。

自身附着式塔式起重机可分为内部爬升（简称内爬式）和外部附着两种。

① 内部爬升塔式起重机，如图 1-1-5 所示，可安装在建筑物的内部（如电梯井、楼梯间等），通过一套爬升机构，使整机随着建筑物的高度增加而升高。它的结构和普通上回转塔式起重机基本相同，只增加了一套爬升框（或一个爬升套架）和一套爬升机构。内爬式塔机安装在建筑物的内部，不占用建筑物外围空间，其幅度可设计制造得小一些，起重能力相对设计得大一些，再加上建筑物可作为内部爬升塔式起重

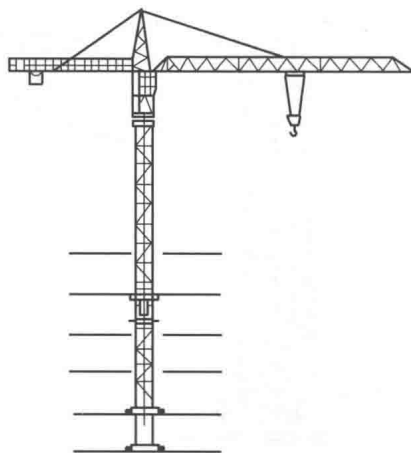


图 1-1-5 内部爬升塔式起重机

机的直接支承装置,利用建筑物向上爬升,爬升高度不受限制,塔身可以做得较短,结构较轻,造价较低,特别适用于城区改造工程。其缺点是:司机在进行吊装时不能直接看到起吊过程,操作不便;施工结束后,先利用屋面起重机或其他辅助起重设备塔机在建筑物顶上先解体,再一件一件地从顶部吊到地面上,比较费工费时;由于爬升过程中,塔机的全部重量都压在建筑物上,拆卸时塔机需要在屋顶上解体,因此建筑物的局部需要加强,使建筑物的造价增高,建筑施工复杂化。

② 外部附着塔式起重机,如图 1-1-6 所示,它安装在建筑物的一侧,底座固定在基础上,沿着塔身全高按一定的间隔距离设置若干附着装置(由附着杆、抱箍、附着杆支承座等部件组成),使塔身依附在建筑物上,将塔身和建筑物连成一体,从而较大地减少了塔身的计算长度,提高了塔身的承载能力。外附式塔机可以由普通的固定式或行走式上回转塔机改装而成,在塔身的上部装有爬升套架,爬升套架的顶部与下回转支承架连接,回转塔身则与回转上支承架相连,塔顶端部分用拉杆与吊臂和平衡臂连接,起升机构和平衡重安装在平衡臂上,变幅小车的牵引机构安装在水平吊臂的根部,回转机构安装在上回转支承的转台上,整个塔身由若干个标准节架拼接而成。

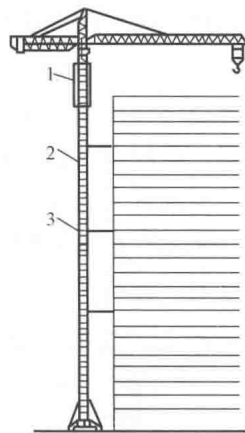


图 1-1-6 外部附着塔式起重机

1—顶升套架; 2—标准节;
3—附着装置

(2) 按有无行走机构分类

有固定式和移动式两类。

固定式塔机塔身固定不转,安装在整块混凝土基础上或装在条形或 X 形混凝土基础上,既可作为内爬式塔机,也可作为附着式塔机,只适用于高层建筑施工。

有行走机构的塔机底架可在铺设的行走装置(台车、轮胎、履带)上行走,故也叫移动式塔式起重机,可负载行驶,适用范围较广。但需要一个构造复杂的行走机构,造价较高,且因受到塔身刚度和稳定性的影响,行走式塔机的高度也有所限制。行走式塔机主要有轨道式、轮胎式、履带式塔机等。

(3) 按变幅方式分类

1) 动臂变幅式塔式起重机,如图 1-1-1 (c) 所示,它是通过改变起重臂的仰角运动进行变幅的,幅度的改变是利用变幅卷扬机和变幅滑轮组系统来实现的。其优点是:起重臂中心受压也称压杆式,受力状态好,臂架结构简单,结构断面小,自重较轻,拼装比较方便,当塔身高度一定时,与其他类型的塔机相比,具有起升高度较高的优势。但臂架的仰角受到一定的限制,有效幅度只有最大幅度的 70% 左右,而且变幅机构功率较大,吊重水平移动时功率消耗大,一般是空载变幅,工作效率较低,经济效益比较差。

2) 小车变幅式塔式起重机是通过起重小车沿起重臂运行来实现变幅,称之为小车变幅式或小车运行式,其起重臂始终处于水平位置,变幅小车悬挂于臂架下弦杆上,两端分别与变幅卷扬机的钢丝绳连接。在变幅小车上装有起升滑轮组,当收放变幅钢丝绳拖动变幅小车移动时,起升滑轮组也随之而动以改变吊钩的幅度。其优点是:幅度利用率高,变幅小车几乎能驶近塔身,荷载起升与变幅可同时进行,而且变幅时所吊重物在不同幅度时

其高度保持不变，工作平稳，便于安装就位，工作效率高。

(4) 按起重臂支承方式分类可分为塔头式和平头式两类。

1) 塔头式小车变幅塔式起重机，如图 1-1-6 所示，上部结构主要由塔头、回转塔身（或上回转平台）、平衡臂、平衡臂拉杆、平衡重、起重臂及起重臂拉杆等组成，并通过铰接连接。带塔头的小车变幅式塔机和动臂变幅式塔机已有近百年的历史，在国内外塔机市场上一直占据主导地位，历史悠久，技术成熟，工艺完善，质量稳定。其缺点是：安装时需要将整条臂架和拉杆在地面上拼装好再起吊与臂架铰点及塔头连接，比较费事，塔头和拉杆受力比较复杂，计算工作量大，设计成本高；臂架除了承受垂直载荷之外，还要额外受因拉杆作用而产生的水平和向上的分力，臂架的主要受力杆件经常受到拉压交变应力的作用，使起重臂钢结构的使用寿命和安全性受到影响。而且，臂架系压弯构件，结构较重，用钢量大，在相同塔身高度的情况下，小车变幅比动臂变幅式塔式起重机的起重高度低，起重臂自重增加 18%~20%。但在现有条件下，大型塔机尤其是起重力矩 8000kN·m 以上，臂架超过 85m 的超大型塔机仍是最合适的机型。

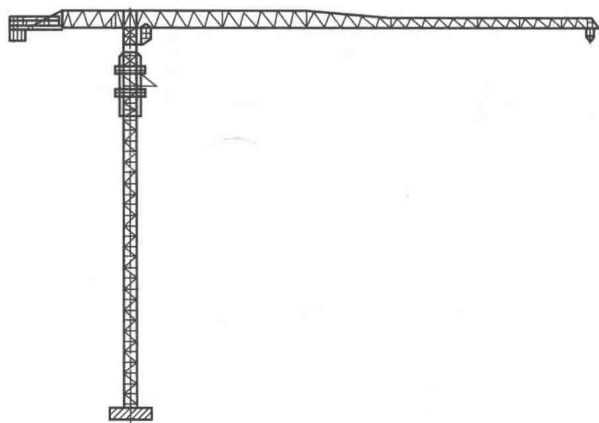


图 1-1-7 平头式小车变幅塔式起重机

2) 平头式小车变幅塔式起重机，如图 1-1-7 所示，其上部结构主要包括平衡臂、平衡臂拉杆、平衡重、回转塔身与 T 字架（或上回转平台与 A 字架）等，没有传统意义上的塔头，取消了臂架拉杆，上部结构形状呈水平且均为刚性结构。由于没有塔头，无拉杆支承臂架，臂架的力学模型简单，受力明确，计算方便准确，上弦杆受拉，下弦杆受压，所有杆件受力方向不变，且因无拉杆附加力和交变应力的作用，侧向腹杆的重量可减轻，极大地提高了臂架钢结构的使用寿命和安全性。平头式小车变幅塔机还具有以下优缺点：

① 大大降低了拆装塔机对所需起重设备的要求。由于平头式塔机取消了塔头和臂架拉杆，最大安装高度比同级别的塔头式小车变幅塔机降低 10m 左右，安装方便、快捷、省时，安全。

② 非常适合对高度有特殊要求场合施工。由于平头塔的臂架更容易在空中拼装，降低了安装塔机时对施工场地和设备的要求，而且吊钩有效高度高，空间利用率高，更适合一些特殊工程的施工，如机场的改扩建以及机场附近、隧道内、厂房里和高压线下的施工。

③ 群塔施工优势明显。群塔交叉作业时，两台相邻的塔式起重机的高差至少需要 10m 以上，而平头塔机只需要 3m 左右，大型建筑施工中平头塔机群的效率更高。

④ 特别适合于对幅度变化有要求的施工场合。平头塔机臂节特殊的连接方式及没有塔头和臂架拉杆，使其吊臂的逐节拆装非常简易、安全，施工过程中如需要改变吊臂的长度（加长或缩短）时都不需拆下整个吊臂。

⑤ 由于平头塔机的臂架是悬臂梁结构, 受力状况不好, 其自重比同级别的塔头式小车变幅塔机重 5%~15%, 对于较大型号的平头塔机来说, 臂架自重的增加更加明显, 从而削弱了塔机的起重能力。此外, 平头塔机臂架根部节的尺度较大, 外形尺寸过大不利于运输等。

3) 综合变幅塔式起重机, 如图 1-1-8 所示, 是指根据作业的需要可以折弯臂架的塔式起重机。它同时具备动臂变幅和小车变幅的功能, 从而在起升高度与幅度上弥补了上述两种塔机使用范围的局限性。这种变幅采用一套折臂式组合式的臂架系统。该臂架由钢丝绳、人字架、A 字架及后臂架组成平行四边形的后段和由钢丝绳、A 字架及前臂架组成的三角形前段, 中间由铰链连接而成。当变幅滑轮组钢丝绳绕进时, 两段臂架相对曲折, 但前段在变幅中其轴线仍与轨面平行, 如同水平臂架一样, 只是小车只能沿着前段水平臂架运行, 变幅范围减小。当两端折弯成 90° 时, 后段臂架垂直接高塔身, 提高了起升高度。吊钩可有两种工作方式: 一种是水平移动方式, 当两段臂架不曲折时, 可在吊臂全长范围内工作, 曲折后只能沿着前段水平臂架工作。另一种方式是将吊钩固定于臂架的最前端, 只能随着臂架的摆动而变幅, 如同动臂变幅方式一样。这种折叠臂变幅的方案, 结构和机构相对较为复杂, 成本有所增加, 工作效率有所降低, 但在一些特殊场合, 如冷却塔、旧城改造等施工应用较为广泛。

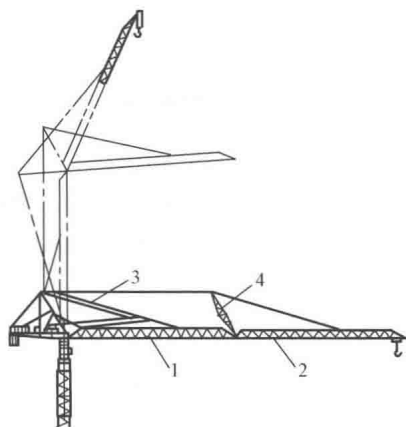


图 1-1-8 综合变幅塔式起重机

1—后臂架; 2—前臂架;
3—变幅滑轮组; 4—A 字架

(5) 按起重量分类

按照塔式起重机式起重能力大小, 可分为轻型、中型和重型三种。

1) 轻型, 起重量为 $0.5 \sim 3\text{t}$, 一般用于 5~6 层以下的民用建筑施工中。

2) 中型, 起重量为 $3 \sim 15\text{t}$, 一般用于高层建筑施工和工业建筑的吊装。

3) 重型, 起重量为 $20 \sim 40\text{t}$ 之间甚至更大, 适用于重工业厂房和设备的吊装, 以及高炉、钢铁厂、火力和水力发电厂的建筑施工。

(6) 按架设方式分类

按照塔式起重机架设方式的不同, 可分为快装式和非快装式两类。

1) 快装式, 能够进行折叠运输、自行整体架设的下回转式塔式起重机。

2) 非快装式, 需要借助辅助机械设备进行组拼和安装的上回转式塔式起重机。

2. 行业标准分类法

根据国家标准《塔式起重机》(GB/T 5031) 的要求, 塔式起重机的型号由企业自己制定, 但应包含塔式起重机的最大起重力矩, 单位为吨米 ($\text{t} \cdot \text{m}$)。

例如, 额定起重力矩 $800\text{kN} \cdot \text{m}$ 的上回转自升式塔式起重机的产品型号为 QTZ80。

现在也有很多企业的编号规则仍旧沿用过去的方法, 其来源是已经作废的行业标准《建筑机械设备与产品型号编制方法》(JG/T 5093—1997), 其分类见表 1-1-1。

塔式起重机产品的类、组、型划分应符合表 1-1-1 的规定。例如, 额定起重力矩 $800\text{kN} \cdot \text{m}$ 的上回转自升式塔式起重机的产品型号为 QTZ80。

建筑机械设备与产品型号编制方法 表 1-1-1

类	组		型		特性	产 品		主参数代号		
名称	名称	代号	名称	代号	代号	名称	代号	名称	单位	表示法
建筑 起重 机	塔 式 起 重 机	QT (起塔)	轨 道 式	—	—	上回转塔式起重机	QT	额 定 起 重 力 矩	kN·m	主参数 ×10 ⁻¹
					Z (自)	上回转自升塔式起重机	QTZ			
					A (下)	下回转塔式起重机	QTA			
					K (快)	快装塔式起重机	QTK			
			固 定 式	G (固)	—	固定式塔式起重机	QTG			
					—	汽车塔式起重机	QTQ			
					—	轮胎塔式起重机	QTL			
					—	履带塔式起重机	QTU			
					—	组合塔式起重机	QTH			
					—	内爬式塔式起重机	QTP			
					—	附着式塔式起重机	QTF			

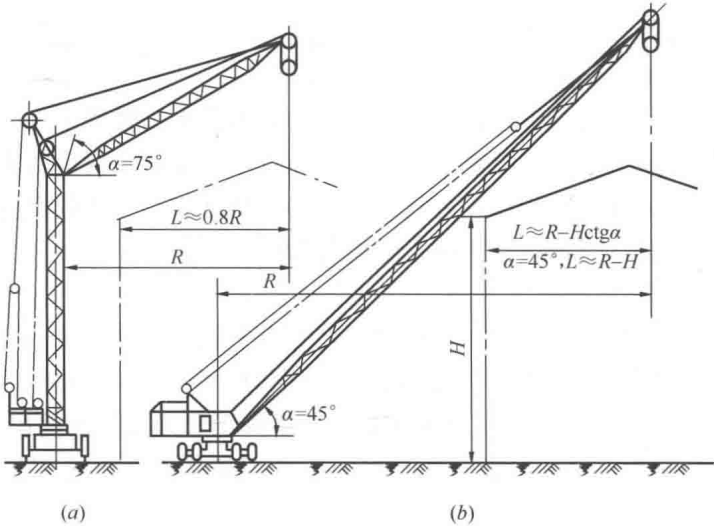


图 1-1-9 幅度利用率比较图示
(a) 塔式起重机；(b) 直线臂轮胎起重机

(二) 塔式起重机的基本构造及原理

1. 塔式起重机的特点

塔式起重机属于一种非连续性搬运机械，是工业与民用建筑施工中完成预制构件及其他建筑材料与工具等吊装工作的主要设备。在高层建筑施工中其幅度利用率比其他类型起重机高。如图 1-1-9 所示，由于塔式起重机能靠近建筑物，其幅度利用率可达全幅度的 80%，普通履带式、轮胎式起重机幅度的利用率不超过 50%，而且随着建筑物高度的增加还会急剧地减少。塔式起重机能将一个构件或一件设备或其他重物、材料准确地吊运到建筑上的任一部位，吊运的方式和吊运速度胜过任何其他起重设备，包括体形大而纵长的整束钢筋、钢筋骨架或大型钢结构件均能便捷地吊装就位，优势

明显。

- 从施工安全的角度分析，塔式起重机的工作特性可包括如下：
- (1) 塔式起重机通常结构庞大，机构复杂，能完成起升、变幅、回转和大车运行 4 个运动，起升高度和工作幅度较大，起重力矩大。在作业过程中，常常是几个不同方向的运动同时操作，技术难度较大。
 - (2) 所吊运的重物多种多样，载荷是变化的，有的重物重达几百吨乃至上千吨，有的物体长达几十米，有的则是散状的，形状也很不规则，吊运过程复杂而危险。
 - (3) 大多数塔式起重机需要在较大的空间范围内运行，有的要装设轨道和车轮，有的要装上轮胎或履带在地面上行走，活动空间大，一旦造成事故影响的范围较大。
 - (4) 视野开阔。塔式起重机的驾驶室随着建筑物的升高而上升，驾驶员可以看到吊装的全过程，方便操作。
 - (5) 暴露的、活动的零部件较多，且常与吊运作业人员直接接触（如吊钩、钢丝绳等），潜在许多偶发的危险因素。
 - (6) 作业环境复杂。塔式起重机广泛应用于工业与民用建筑、机场港口、水电站、火电厂、核电站、公路桥梁和铁路枢纽等工作场地，作业场所常常会遇有高温、高压、易燃易爆、输电线路、强磁辐射等危险因素，对设备和作业人员构成威胁。
 - (7) 作业中常常需要多人配合，每一个操作都要求指挥、捆扎和驾驶等作业人员配合默契、运作协调、互相照应，作业人员应具有处置现场紧急情况的能力，多个作业人员之间的密切配合难度较大。

综上所述，了解和熟悉塔式起重机基本构造及原理，掌握正确的塔机安装拆卸、操作使用、维护保养常识，对于施工安全是十分必要的。

- ### 2. 塔式起重机的型号
- 塔式起重机型号编制方法多样化，国家有关部门曾做出统一规定，但塔机生产企业为了显示本企业品牌，都另有一套表达方式。大多数的型号编制如图 1-1-10：

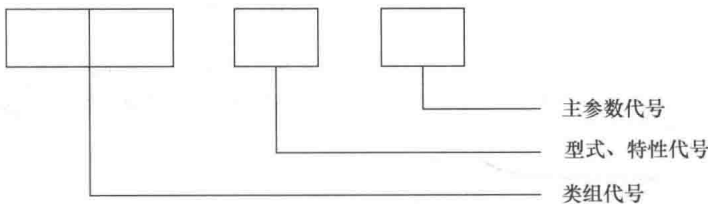


图 1-1-10 型号编制

- 标记示例：
- 公称起重力矩 400kN · m 快装式塔式起重机：QTK400；
 - 公称起重力矩 600kN · m 固定式塔式起重机：QTG600；
 - 公称起重力矩 1000kN · m 自升式塔式起重机：QTZ1000。
- 有些生产企业采用 t · m 为起重力矩的计量单位，上述三种产品的型号则标记为 QTK40、QTG60、QTZ100。
- 有些颇具影响的塔机生产厂家采用厂名代号代替类组代号，或以注册品牌代号代替类组代号，省略型式代号，主参数采用国外的标记方式进行编号，即以最大幅度和最大限度