



中国电力建设企业协会
CHINA ELECTRIC POWER CONSTRUCTION ASSOCIATION

权威通用教材

指导生产
文明施工
安全作业

电力建设起重机械 培训系列教材

——塔式 门式篇

中国电力建设企业协会 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



中国电力建设企业协会
CHINA ELECTRIC POWER CONSTRUCTION ASSOCIATION



电力建设起重机械 培训系列教材

藏书章

——塔式 桥门式篇

中国电力建设企业协会 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为中国电力建设企业协会组织国内权威专家编写的电力建设起重机械培训系列教材之一。本书分为塔式起重机篇和桥门式起重机篇，主要内容包括塔式起重机概述，塔式起重机组成，塔式起重机安装、拆卸和使用，塔式起重机使用、维护与检查，FZQ 系列动臂变幅塔式起重机，DBQ 系列塔式起重机，小车变幅平头系列塔式起重机，小车变幅非平头塔式起重机，QTS 系列塔式起重机，桥门式起重机概述及分类，桥门式起重机的构造和机构，常用桥门式起重机电气原理，桥门式起重机操作常识，桥门式起重机的维护保养和故障排除，MDG 型 63t 门式起重机，MDG 型 40t 门式起重机和 QDW_{HX} 桥式起重机。本书内容翔实、图文并茂、通俗易懂，具有较强的系统性和实用性。

本书可作为施工或机械租赁企业起重机械使用管理、操作、安装拆卸、维修保养人员培训用书，同时对从事起重机设计、科研、制造人员和大中专院校有关专业师生也有一定参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力建设起重机械培训系列教材. 塔式、桥门式篇 / 中国电力建设企业协会组编. —北京: 中国电力出版社, 2013. 8

ISBN 978-7-5123-4473-0

I. ①电… II. ①中… III. ①塔式起重机—技术培训—教材②门式起重机—技术培训—教材 IV. ①TH21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 108473 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 8 月第一版 2013 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 25.75 印张 595 千字

印数 0001—3000 册 定价 85.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 审 委 员 会

主 任 尤 京
副 主 任 贾秋枫 贾 永 王红燕
主 编 中国电建河北省电力建设第一工程公司 马会勇

参编人员

塔式起重机篇

中国电建河北省电力建设第一工程公司	彭 越	廖建海	郭勇彪
	尚立圣	邢晓松	张龙飞
	赵旭阳		
中国能建东北电力第一工程公司	张 明	关天平	董艳虎

桥门式起重机篇

中国能建山西电建三公司	傅源荣	王全胜	田凯升
	杨磊军	邵守芬	王变琴
中 北 大 学	赵心远		
太 原 理 工 大 学	高菰耀		

审稿人员	太 原 科 技 大 学	徐格宁
	山 东 建 筑 大 学	宋世军
	原 山 西 省 电 建 总 公 司	陈家佐
	山东丰汇设备技术有限公司	仇健康
	郑州科润机电工程有限公司	胡水根
	杭州华新机电工程有限公司	安洪松
	中国电建山东电力建设第二工程公司	田复兴
	中国电建上海电力建设有限责任公司	钱国权
	中国电建河北省电力建设第一工程公司	刘增林
	中国能建浙江省火电建设公司	程建棠

序

近些年,随着国内外大型塔式及桥门式起重机的快速发展,桥门式尤其是塔式起重机依其独特的优势在电力建设中的应用越来越广泛,随之而来的安全问题也显突出。鉴此,继2009年出版《电力建设起重机械培训系列教材——基础知识篇》后,中国电力建设企业协会大型机械装备协作网又委托中国电建河北省电力建设第一工程公司、中国能建山西电建三公司和中国能建东北电力第一工程公司组织编著了《电力建设起重机械培训系列教材——塔式、桥门式篇》,本教材的编著,专家们总结搜集了很多国内外实际工作的经验和一些典型的事故案例,将国内外一些最新的发展技术也归纳其中,使其具有较高的实用价值。

同时,专家们针对基础篇的编排模式和读者的反映,在本篇中也进行了相关的优化和调整,文字语言的叙述也特别注重通俗易懂,使得本书更具可读性。

本书的出版,旨在为电力建设施工企业起重机械技术人员、管理人员及操作人员提供一本塔式和桥门式起重机培训的教材,使得我们的技术管理及具体操作人员能够全面、系统地掌握此两类起重机的核心技术和安全管理要点。我们相信,这必将对在电力建设中使用数量占较大比重的塔式及桥门式起重机的安全使用及管理起到重要作用。再次对组织者、编著者致以衷心的感谢!

尤京

2013年7月

前 言

随着国内电力建设工程的迅猛发展，对各类起重机械的技术性能和安全可靠度要求也随之大幅增高。科学地对起重机械进行综合管理，充分发挥其效能，努力提高起重机械的装备技术和人员作业水平，高效、低耗地完成电力建设施工吊装作业，成为电力建设企业起重机械安全技术管理的重要任务与目标。

然而，要想确保起重机械在电力建设施工中安全运行，首先必须保证两个基本条件，一是起重机械装备安全技术的先进性，二是起重机械作业人员的业务素质。为了提高作业人员的业务技能，使作业人员更好地了解起重机械的基础知识，中国电力建设企业协会组织了电力建设起重机械培训系列教材的编写，旨在通过提高作业人员的整体水平来确保电力建设企业起重机械安全运行。

本书分为塔式起重机篇和桥门式起重机篇。塔式起重机是电力建设土建施工、锅炉安装中最重要、最经济、效率最高的起重机械；而桥门式起重机在电力建设施工中应用也十分广泛。塔式起重机篇由中国电建河北省电力建设第一工程公司和中国能建东北电力第一工程公司编写，桥门式起重机篇由中国能建山西电建三公司、中北大学和太原理工大学编写。本书选择了常用塔式起重机机型和桥门式起重机机型作为培训内容。编者依据各机型说明书部分内容，结合自身使用情况及多年来的管理经验，主要从技术性能、操作和控制系统程序、金属结构、安全保护装置、安全操作规程、维护保养常识等几个方面进行简要介绍，尽可能使内容易读易懂，但由于编写人员水平有限，难免存在不当之处，恳请读者给予批评指正。

编 者

2013 年 7 月

目 录

序 前言

第一篇 塔式起重机篇

第一章 塔式起重机概述	3
第一节 塔式起重机分类与型号	3
第二节 塔式起重机技术参数	7
第二章 塔式起重机组成	9
第一节 金属结构	9
第二节 工作机构	16
第三节 安全保护装置	42
第四节 电气控制系统	45
第三章 塔式起重机安装、拆卸和使用	46
第一节 塔式起重机的安装、拆卸要求	46
第二节 塔式起重机基础设计	53
第三节 塔式起重机基础地基设计	58
第四节 塔式起重机附着设计计算	68
第四章 塔式起重机使用、维护与检查	80
第一节 塔式起重机使用中的危险因素及检查	80
第二节 正常使用的检测项目	83
第三节 塔式起重机检查项目及技术要求	84
第五章 FZQ 系列动臂变幅塔式起重机	85
第一节 概述	85
第二节 结构简图和技术参数	85
第三节 组成	103
第四节 安全操作规程	118
第五节 维护保养	120

第六章 DBQ 系列塔式起重机 123

第一节 概述..... 123

第二节 结构简图和技术参数..... 123

第三节 组成..... 138

第四节 安全操作规程..... 152

第五节 维护保养..... 155

第七章 小车变幅平头系列塔式起重机..... 160

第一节 概述..... 160

第二节 结构简图和技术参数..... 160

第三节 组成..... 175

第四节 安全操作规程..... 197

第五节 维护保养..... 198

第八章 小车变幅非平头塔式起重机..... 200

第一节 概述..... 200

第二节 结构简图和技术参数..... 201

第三节 组成..... 213

第四节 安全操作规程..... 228

第五节 维护保养..... 229

第九章 QTS 系列塔式起重机 231

第一节 概述..... 231

第二节 结构简图和技术参数..... 232

第三节 组成..... 235

第四节 安全操作规程..... 248

第五节 维护保养..... 249

第二篇 桥门式起重机篇

第十章 桥门式起重机概述及分类..... 255

第一节 概述..... 255

第二节 桥式起重机分类..... 256

第三节 门式起重机分类..... 258

第十一章 桥门式起重机的构造和机构..... 260

第一节 桥门式起重机的结构原理..... 260

第二节 桥门式起重机性能参数..... 263

第三节	桥门式起重机的型号及表示方法·····	265
第四节	桥门式起重机的抗风等特用安全装置·····	269
第十二章	常用桥门式起重机电气原理·····	281
第一节	电气基础知识·····	281
第二节	桥门式起重机常用电气设备·····	282
第三节	桥门式起重机的电气控制系统·····	292
第四节	桥门式起重机的电气保护设备·····	301
第十三章	桥门式起重机操作常识·····	305
第一节	使用环境条件·····	305
第二节	桥门式起重机安全操作项目·····	305
第三节	桥门式起重机的操作技术·····	309
第四节	起重机的防火安全管理·····	311
第十四章	桥门式起重机的维护保养和故障排除·····	314
第一节	保养级别、周期和检查内容·····	314
第二节	调整、润滑·····	315
第三节	故障判断、分析及排除·····	316
第十五章	MDG 型 63t 门式起重机 ·····	318
第一节	概述·····	318
第二节	结构简图及技术参数·····	318
第三节	主要机构及工作原理·····	320
第四节	电气控制概述·····	325
第五节	起重机的安装·····	327
第六节	使用和维护·····	333
第十六章	MDG 型 40t 门式起重机 ·····	337
第一节	概述·····	337
第二节	结构简图和技术参数·····	337
第三节	主要机构及工作原理·····	340
第四节	电气控制·····	345
第五节	起重机的安装·····	347
第六节	使用和维护·····	353
第十七章	QDW_{HX} 桥式起重机 ·····	354
第一节	概述·····	354

第二节 结构简图..... 354

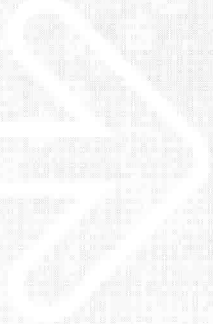
第三节 主要机构及工作原理..... 354

第四节 运行细则..... 360

第五节 故障处理..... 363

附件 操作司机培训试题..... 376

参考文献..... 399



第一篇

塔式起重机篇

第一章 塔式起重机概述

塔式起重机简称塔机或塔吊，是机身呈塔架型结构的可回转臂架型起重机。

随着我国高层建筑与大容量机组电厂的迅猛发展，其建筑材料与构件的运输高度与自身质量也越来越大，对起重机械的起升能力与工作效率的要求也随之提高。塔式起重机凭借其大范围起升高度与作业半径，在电厂建设（如锅炉钢结构、受热面管道、烟风道及电除尘等设备吊装作业）中逐渐成为必不可少的主力吊装工具。

第一节 塔式起重机分类与型号

一、塔式起重机分类

塔式起重机可按照以下几种方式进行分类：

1. 按有无行走机构可分为移动式塔式起重机和固定式塔式起重机

移动式塔式起重机根据其行走装置的不同又可分为轨道式、轮胎式、汽车式、履带式四种。轨道式塔式起重机（如图 1-1 所示）塔身固定于行走底架上，可在专设的轨道上运行，稳定性好，能带负荷行走，工作效率高，因而广泛应用于建筑安装工程，但需铺设轨道，装拆较为费时。轮胎式、汽车式（如图 1-2 所示）和履带式塔式起重机无轨道装置，移动方便，但其对地面要求较高且不能带负荷行走，稳定性较差。

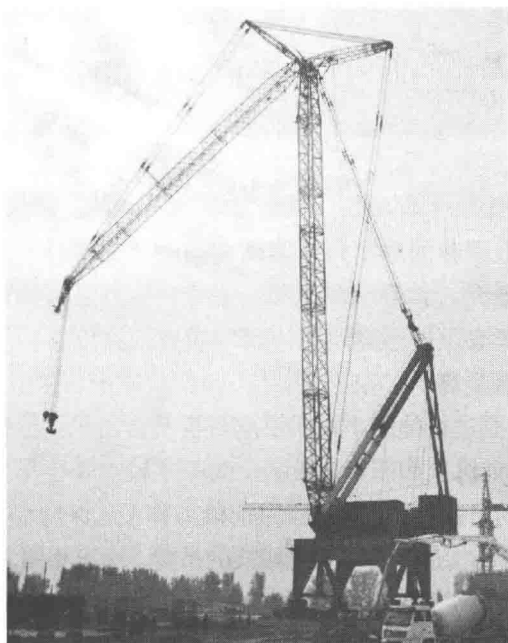


图 1-1 DBQ4000B 轨道式塔式起重机

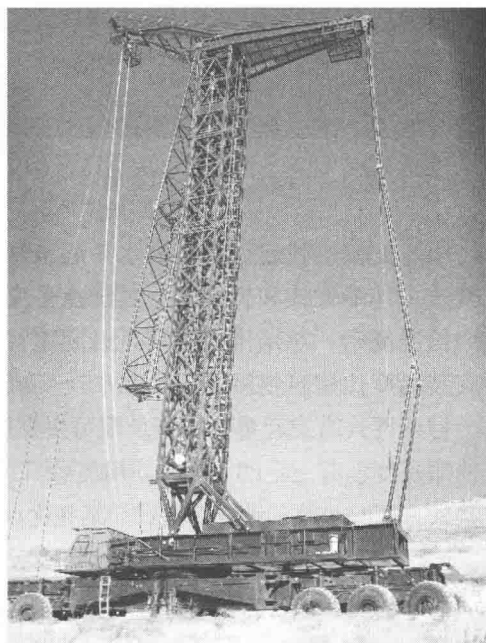


图 1-2 QTZ1350 汽车式塔式起重机

固定式塔式起重机(如图 1-3 所示)根据装设位置的不同,又分为附着自升式和内爬式两种,附着自升塔式起重机能随建筑物升高而升高,适用于高层建筑,建筑结构仅承受由起重机传来的水平载荷,附着方便,但占用结构用钢多;内爬式起重机在建筑物内部(电梯井、楼梯间),借助一套托架和提升系统进行爬升,顶升较烦琐,但占用结构用钢少,不需要装设基础,全部自重及载荷均由建筑物承受。内爬式塔式起重机也属于上回转式塔式起重机。

2. 按变幅方式分为动臂变幅塔式起重机和小车变幅塔式起重机

动臂变幅塔式起重机是靠起重臂俯仰来实现变幅的,如图 1-4 所示。其优点是能充分发挥塔式起重机的有效高度,机构简单,刚度大,易于实现大型化;缺点是最小幅度被限制,不能完全靠近塔身。变幅时吊物随起重臂一起升降,可以带载减幅,但部分车型不允许带载增幅或有条件带载增幅。



图 1-3 固定式塔式起重机



图 1-4 动臂变幅塔式起重机

小车变幅塔式起重机是靠水平起重臂轨道上安装的小车行走实现变幅的,又可分为定长臂式、伸缩臂式和折臂式。其优点是变幅范围大,载重小车可驶近塔身;缺点是起重臂受力情况复杂,对结构要求高,且起重臂和小车必须处于建筑物上部一定有效高度,即塔顶安装高度比建筑物屋面要高出 15~20m,甚至更高。

伸缩臂式塔式起重机臂杆长度可根据施工需要进行伸缩,扩大了起重机覆盖面积,但臂杆伸缩长度也有一定的限制。折臂变幅式塔式起重机(如图 1-5 所示)的基本特点是小车为变幅式,同时吸收了动臂变幅式的某些优点。它的吊臂由前、后两段(前段吊臂永远保持水平状态,后段可以俯仰摆动)组成,也配有起重小车,构造上与小车变幅式的吊臂、小车相同。

3. 按塔身结构回转方式可分为下回转(塔身回转)塔式起重机与上回转(塔身不回转)塔式起重机

下回转塔式起重机(如图 1-6 所示)将回转支承、平衡重、主要机构等均设置在下

端,其优点是塔身所受弯矩较少,重心低,稳定性好,安装维修方便;缺点是对回转支承要求较高,安装高度受到限制,且为使起重机回转方便,必须安装在离建筑物有一定安全距离的位置处。下回转塔式起重机主要包括下顶升加节接高式、塔身伸缩式和塔身高度固定不变式三种机型。

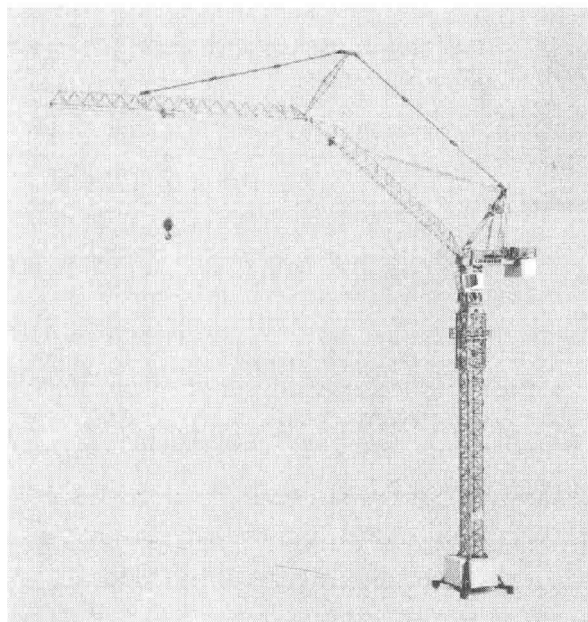


图 1-5 折臂变幅式塔式起重机

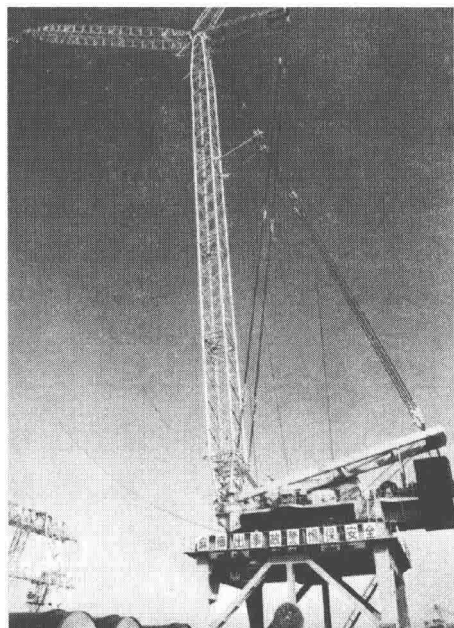


图 1-6 下回转塔式起重机

上回转塔式起重机将回转支承、平衡重、主要机构均设置在上端,其优点是塔身不回转,可简化塔身下部结构、顶升加节方便,改变塔身高度不改变起重性能;缺点是当建筑物超过塔身高度时,由于建筑物对平衡臂和起重臂的阻碍,限制起重机的回转,需进一步加节增高,使整机总质量增加。同时需要附着,对建筑物的受力和附着位置有一定要求,且重心较高,安装维修不太方便。上回转塔式起重机主要包括上顶升加节接高式、中顶升加节接高式、下顶升加节接高式和塔身高度固定不变式四种机型。

4. 按起重机安装方式不同可分为能进行折叠运输,自行整体架设的快速安装塔式起重机与需借助辅机进行组拼和拆装的非快速安装塔式起重机

能自行架设的快装式塔式起重机一般都属于中小型下回转塔式起重机,主要用于工期短,要求频繁移动的低层建筑上,其优点是能提高工作效率,节省安装成本,省时、省工、省料,缺点是结构复杂,维修量大。

需经辅机拆装的塔式起重机,主要用于中高层建筑及工作幅度大、起重量大的场所,是目前用于电力建设工程的主要机种。

5. 小车变幅塔式起重机按有无塔顶结构可分为平头式塔式起重机和非平头式塔式起重机

平头塔式起重机(如图 1-7 所示)是最近几年发展起来的一种新型塔式起重机,其特点是在原自升式塔式起重机的结构上取消了塔顶及其前、后拉杆部分,增强了起重臂和平衡臂的结构强度,起重臂和平衡臂通过中心塔(中心节)直接相连,其优点是:



图 1-7 平头塔式起重机

(1) 构造新颖、简洁, 适用于建筑工程构造狭窄的安装、拆卸场地。

(2) 臂架拼装简化, 降低辅助安装、拆卸设备的要求。

(3) 解决群塔式起重机作业时相互干扰难题, 相邻塔式起重机错开一个标准节即可交叉施工, 最大安装高度比同级的带塔顶的塔式起重机大约低 10m。

(4) 可实现空中改变起重臂长度。

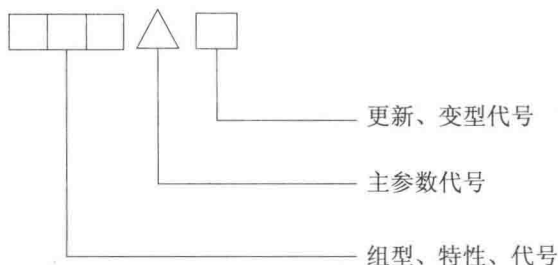
缺点是在同类型塔式起重机中平头式塔式起重机价格稍高, 取消塔顶和拉

索, 起重臂和平衡臂强度要求较高。

二、塔式起重机型号、分类及代号

(一) 塔式起重机型号

(1) 目前, 我国塔式起重机型号, 一般参照 JG/T 5093—1997《建筑机械与设备产品分类及型号》标准进行分类, 塔式起重机的型号组成如下:



其中, 更新、变型代号用汉语拼音字母 (大写印刷体) 表示; 主要参数代号用阿拉伯数字表示, 它等于塔式起重机额定起重力矩 (单位为 $\text{kN} \cdot \text{m}$) 除以 10。

例如: 型号为 QTZ 80H, 表示其为最大起重力矩为 $800\text{kN} \cdot \text{m}$ 的上回转自升塔式起重机, 80 为公称起重力矩 $800\text{kN} \cdot \text{m}$ (基本臂和相应额定起重量的积) 除以 10, H 为其更新、变型代号。

(2) 有些塔式起重机厂家采用另一种型号编制方式, 即以厂名代号代替类组代号或以注册品牌代号代替类组代号, 省略形式特性代号, 以最大幅度和最大幅度起重量两个基本参数代号代替主参数代号。

例如: TC7027 表示四川建机生产的自升塔式起重机, 70 表示最大幅度为 70m, 27 表示最大幅度起重量为 2.7t。

(3) 一些专用塔式起重机用特定字母表示其组型、特性、代号, 主参数代号用最大起重力矩表示, 单位为 $\text{N} \cdot \text{m}$; 更新、变形代号用大写字母或数字表示。

例如: FZQ2000Z 为郑州机械设计研究所研制的塔式起重机, FZQ 表示附着自升塔式起重机, 2000 表示最大起重力矩为 $20\,000\text{kN} \cdot \text{m}$, Z 表示更新、变型代号。

(二) 塔式起重机分类及代号

塔式起重机的分类及代号详见表 1-1。

表 1-1 塔式起重机分类及代号

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 机械	塔 式 起 重 机	QT (起塔)	轨道式 (固定式)	—	—	上回转塔式起重机	QT	额 定 起 重 力 矩	kN · m	主参数 除以 10
					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			
			汽车式	Q (汽)	—	汽车塔式起重机	QTQ			
			轮胎式	L (轮)	—	轮胎塔式起重机	QTL			
			履带式	U (履)	—	履带塔式起重机	QTU			
			组合式	H (合)	—	组合塔式起重机	QTH			

第二节 塔式起重机技术参数

塔式起重机根据其类别与型号的不同，工作性能也各有差异，通常用塔式起重机的技术参数来表明其工作性能指标。技术参数的好坏直接影响塔式起重机的作业能力，同时对其生产成本、销售价格和租赁成本也有很大程度的影响。其主要技术参数包括起重量、幅度、起重力矩、起升高度、自由高度、运行速度等；其一般技术参数包括结构质量、尺寸、尾部尺寸及轨距、轴距等。塔式起重机技术参数示意图如图 1-8 所示。

1. 起重量 G

起重量 G （过去常用字母 Q 表示），是指被起升重物的质量。一般分为额定起重量、总起重量、有效起重量等。

(1) 额定起重量 (G_n)。额定起重量是指起重机对应于各个幅度能吊起的重物质量的总和（一般指钩下起重量）。对于塔式起重机，其额定起重量是随幅度而变化的，包括最大额定起重量和最大幅度额定起重量两个重要参数。其中最大额定起重量一般是最小幅度时的起重量（小车变幅塔式起重机的最大额度起重量有一水平段），由起重机的机构和结构强度决定，取决于其塔身、臂架、钢丝绳、吊钩、起升机构等因素。通常情况下所讲的起重量，都是指额定起重量。

(2) 总起重量 (G_t)。总起重量（含起重钢丝绳、吊钩和滑轮组的质量）是指起重机能吊起的重物连同可分吊具和长期固定在起重机上的吊具或属具（包括吊钩、滑轮组、起

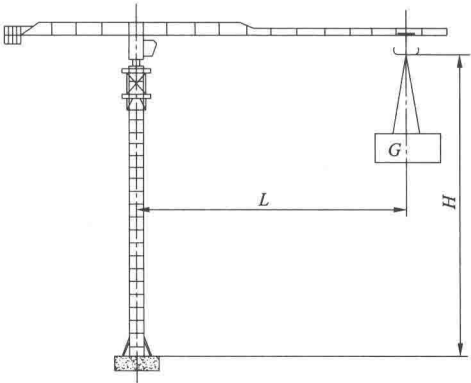


图 1-8 塔式起重机技术参数示意图