

港口起重机械

主编：郭燕 颜彬
主审：胡吉全



武汉理工大学出版社
Wuhan University of Technology Press



港口起重机械

GANGKOU QIZHONG JIXIE

主 编 郭 燕 颜 彬

主 审 胡吉全

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

内 容 提 要

本书主要介绍港口起重机械的构造、工作原理、设计计算方法等方面的共性问题。全书共 8 章,主要包括概论,设计计算总则,起重机主要零部件,起升、运行、回转和变幅机构,轮压、抗倾覆稳定性和抗风防滑安全性等方面的内容。

本书结合港口实际,注意反映近年来起重机械学科技术的发展,采用最新《起重机设计规范》(GB/T 3811—2008)及有关国家标准和部颁标准,并附有必要的数据和图表。本书内容系统完整,具有典型的专业特色。

本书是武汉理工大学机械设计制造及其自动化专业的“起重运输机械”课程教材,也可作为其他院校相关专业的教学参考书,还可供从事本专业的设计、制造、科研和使用管理等方面工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

港口起重机械/郭燕,颜彬主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2013. 2
ISBN 978-7-5629-3945-0

I. ①港… II. ①郭… ②颜… III. ①港口-起重机械-教材 IV. ①U653.921

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 023581 号

项目负责人:陈军东

责任编辑:彭佳佳

责任校对:梁雪姣

装帧设计:董君承

出版发行:武汉理工大学出版社

社 址:武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编:430070

网 址:<http://www.techbook.com.cn>

经 销:各地新华书店

印 刷:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:14.25

字 数:356 千字

版 次:2013 年 2 月第 1 版

印 次:2013 年 2 月第 1 次印刷

定 价:28.00 元

本社购书热线电话:027-87664138 87384729 87515798 87165708(传真)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

· 版权所有 盗版必究 ·

前 言

“起重运输机械”课程是武汉理工大学机械设计制造及其自动化专业(起重运输与工程机械方向)的专业课程。本书根据专业培养目标的要求,结合港口机械实际发展需要,总结多年教学经验,并结合科研及设计实践,按照课程教学大纲,在原有教材的基础上编写而成。

本书在内容取材方面,注重“设计计算讲共性、结构工艺讲典型”,结合近年来起重机械学科领域技术的发展和进步,全面贯彻最新《起重机设计规范》(GB/T 3811—2008)及有关国家标准和部颁标准。为了有利于教与学,还附有必要的数据和图表。

本书在内容编排方面,力求精练、注重适用、突出专业和行业特色,主要介绍了港口起重机械的构造、工作原理和设计计算方法等共性问题。

本书由武汉理工大学郭燕(第1、2、3、4、5、7、8章)和颜彬(第6章)编写,胡吉全教授审阅。

本书稿虽然经多次修改和校正,难免仍有错误和疏漏之处,恳请读者指正。

编 者

2012年6月

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 起重机械的类型	(1)
1.2 港口起重机械的工作特点和基本组成	(6)
1.3 起重机械的主要技术参数	(7)
1.4 起重机械的驱动	(17)
第 2 章 设计计算总则	(24)
2.1 概述	(24)
2.2 载荷计算	(25)
2.3 载荷组合	(41)
2.4 起重机械零件设计要点	(45)
第 3 章 起重机主要零部件	(48)
3.1 钢丝绳滑轮组卷绕系统	(48)
3.2 取物装置	(67)
3.3 制动器	(89)
第 4 章 起升机构	(105)
4.1 起升机构概述	(105)
4.2 起升驱动装置布置形式	(107)
4.3 起升机构设计计算	(110)
第 5 章 运行机构	(120)
5.1 运行机构概述	(120)
5.2 有轨运行支承装置	(122)
5.3 有轨运行驱动装置	(130)
第 6 章 回转机构	(147)
6.1 回转机构概述	(147)
6.2 回转支承装置	(147)
6.3 回转驱动装置	(155)
第 7 章 变幅机构	(163)
7.1 多幅机构概述	(163)

7.2 货物水平位移	(166)
7.3 臂架自重平衡	(181)
7.4 变幅驱动装置	(187)
第 8 章 轮压、抗倾覆稳定性及抗风防滑安全性	(202)
8.1 起重机的支承反力与轮压	(202)
8.2 起重机抗倾覆稳定性	(207)
8.3 起重机抗风防滑安全性	(219)
参考文献	(221)

第1章 概论

1.1 起重机械的类型

起重机械是指用吊钩或其他取物装置吊挂重物,在空间进行升降、运移等循环性作业的机械。它是以间歇、重复的工作方式,对货物进行装卸、转运和安装等作业。港口起重机械通常被用来完成船舶和车辆的装卸,库场的堆码、拆垛和转运,舱内、库内和车内的作业,以及船厂内的安装等作业。

起重机械的使用面很广,为适应不同的工作需求,有多种不同的形式。为了便于实现标准化、系列化、规范化,在国家标准《起重机 术语 第一部分:通用术语》(GB/T 6974.1—2008)中,按照构造、取物装置、移动方式、驱动方式、回转能力、支承方式、操作方式等特征对起重机械进行了分类。其中按照构造特征,将起重机械分为臂架型起重机、桥架型起重机和缆索型起重机三大类,详细分类如图 1-1 所示。

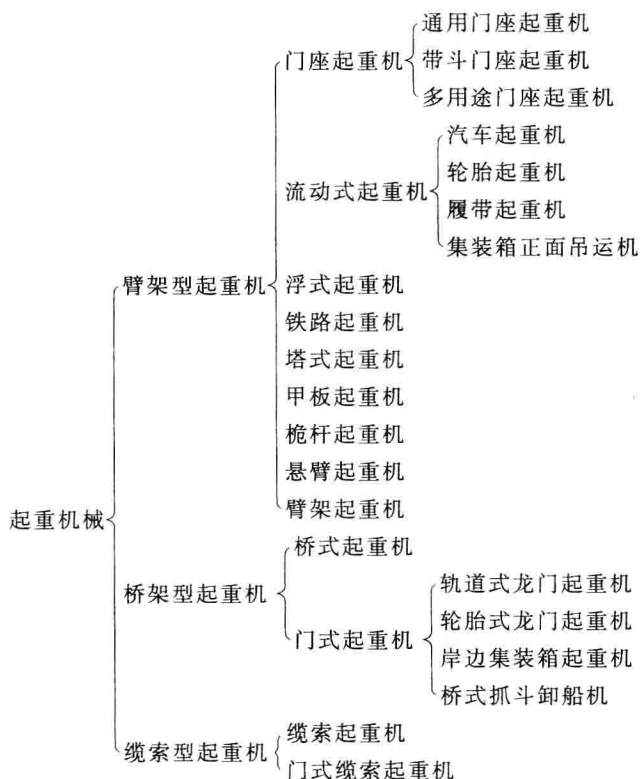


图 1-1 起重机械分类

1.1.1 臂架型起重机

臂架型起重机具有一个固定的或可摆动的承载臂架,其取物装置悬挂在臂架上或沿臂架运行的起重小车上。这类起重机除具有起升机构外,为了扩大货物的搬运范围,还有回转机构、变幅机构及运行机构;有的汽车起重机还具有臂架伸缩机构,浮式起重机为了使其拖航时能满足通过桥梁下净空高度的要求,还配置了臂架放倒机构。

根据安装臂架机座的特征,臂架型起重机又分为:

(1) 门座起重机(图 1-2)

门座起重机是指臂架安装在门座上,下方可通过铁路或公路车辆的移动式回转起重机。港口上常用的机型有:通用门座起重机、带斗门座起重机、多用途门座起重机等。

(2) 流动式起重机

流动式起重机是指臂架安装在车架上,能在带载或不带载情况下沿无轨路面行驶,且依靠自重保持稳定的臂架型起重机。港口上常用的机型有:汽车起重机(图 1-3)、轮胎起重机(图 1-4)、履带起重机(图 1-5)、集装箱正面吊运机(图 1-6)等。

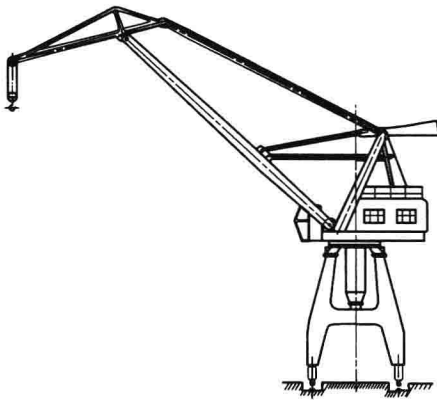


图 1-2 门座起重机

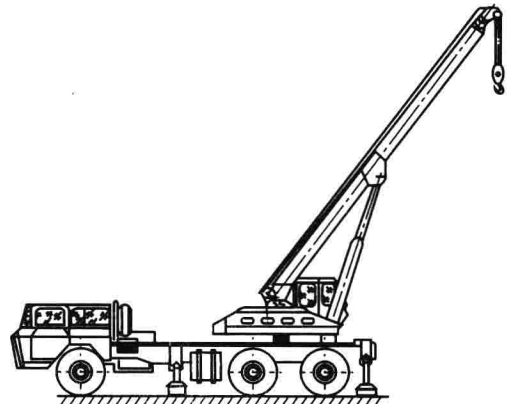


图 1-3 汽车起重机

(3) 浮式起重机(图 1-7)

浮式起重机是指以自航或拖航的专用浮船船体作为支承和运行装置的起重机。

(4) 铁路起重机

铁路起重机是指臂架安装在专用底架上沿铁路轨道运行的起重机。

(5) 塔式起重机(图 1-8)

塔式起重机是指臂架安装在垂直塔身顶部的回转式臂架型起重机。

(6) 甲板起重机

甲板起重机是指臂架安装在船舶甲板上,用于装卸船货的回转起重机。

(7) 桅杆起重机

桅杆起重机是指臂架铰接在上下两端均有支承的垂直桅杆下部的回转起重机。

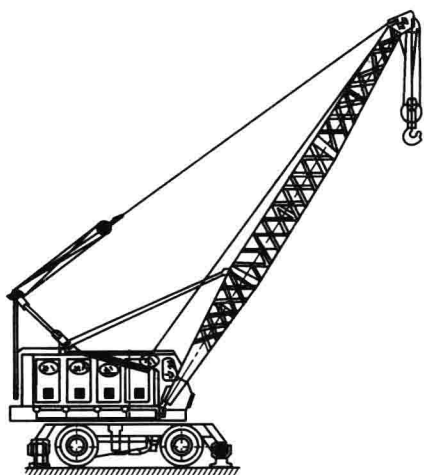


图 1-4 轮胎起重机

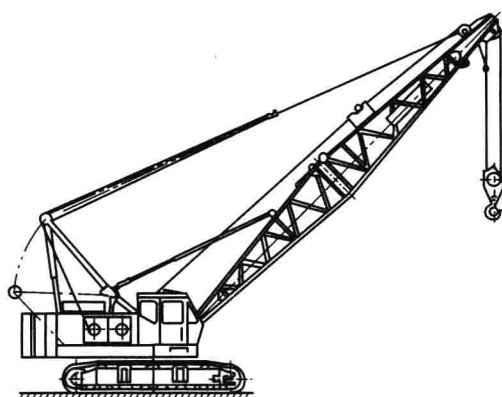


图 1-5 履带起重机

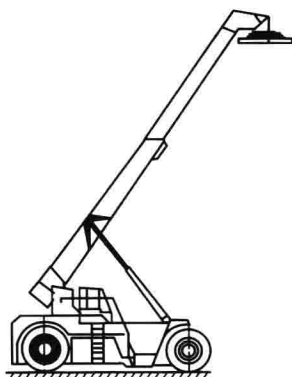


图 1-6 集装箱正面吊运机

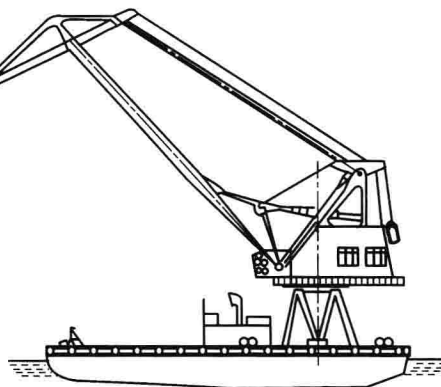
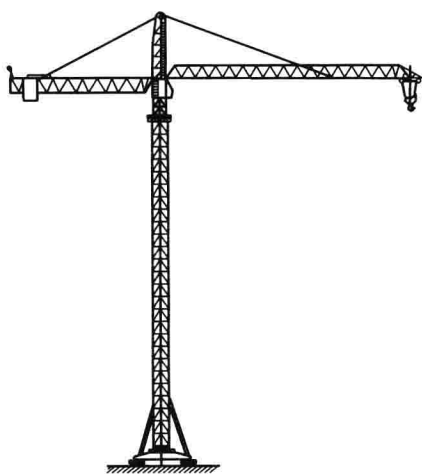
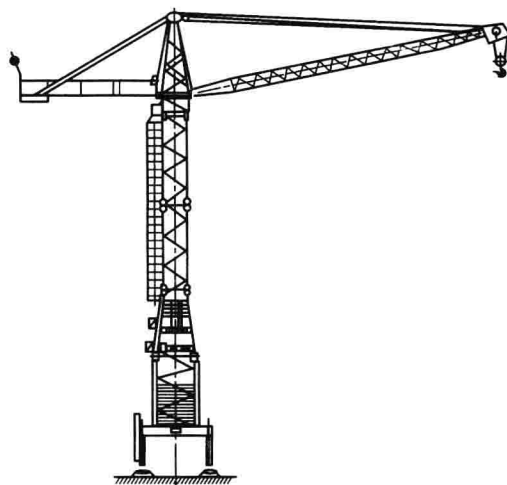


图 1-7 浮式起重机



(a)



(b)

图 1-8 塔式起重机

(a) 小车式变幅的塔式起重机; (b) 摆动臂架式变幅的塔式起重机

(8) 悬臂起重机

悬臂起重机是指取物装置悬挂在刚性的固定悬臂(臂架)上,或悬挂在可沿悬臂(臂架)运行的起重小车上的臂架起重机。

(9) 臂架起重机

臂架起重机是指除了流动式起重机、塔式起重机、铁路起重机、浮式起重机和海上起重机以外的臂架型起重机。

1.1.2 桥架型起重机

桥架型起重机具有一个直线形或门形桥架的承载结构,其取物装置悬挂在能沿桥架运行的起重小车或葫芦上。这类起重机具有能使货物作升降运动的起升机构和使货物在水平面内两个相互垂直方向作平移运动的运行机构,还能在长方体空间内搬运货物。

根据桥架梁在轨道上的支承方式,桥架型起重机又分为:

(1) 桥式起重机(图 1-9)

桥式起重机是指桥架梁通过运行装置直接支承在轨道上的起重机。它一般用在工厂车间内。

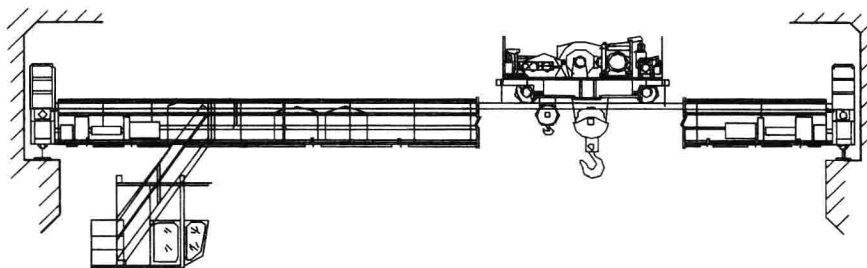


图 1-9 桥式起重机

(2) 门式起重机

门式起重机是指桥架梁通过支腿支承在轨道上的起重机。它一般用在码头、堆场、造船台等露天作业场地上。当门式起重机的小车运行速度大、运行距离长、生产率高时,常改称为装卸桥。港口上常用的机型有:轨道式龙门起重机(图 1-10)、轮胎式龙门起重机、岸边集装箱起重机(图 1-11)、桥式抓斗卸船机(图 1-12)等。

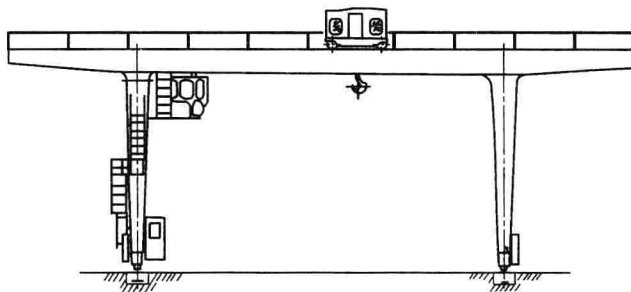


图 1-10 轨道式龙门起重机

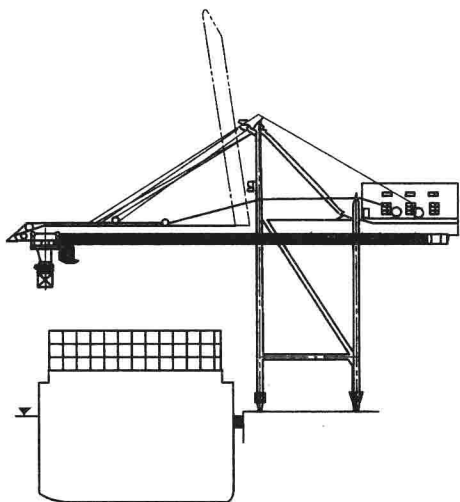


图 1-11 岸边集装箱起重机

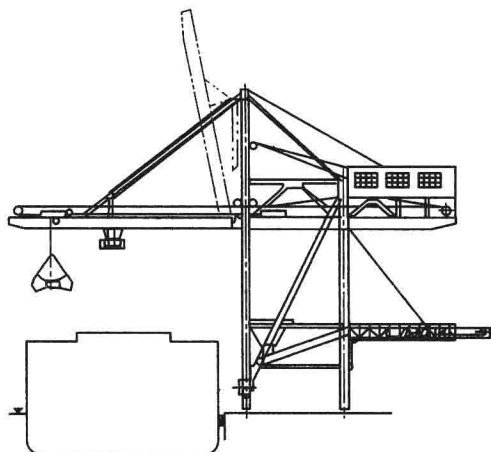


图 1-12 桥式抓斗卸船机

当桥架型起重机的跨度特别大时,为了减轻桥架和整机的自身质量,常改用缆索来代替桥架,供起重小车支承和运行之用。

1.1.3 缆索型起重机

缆索型起重机以缆索作为承载媒介,挂有取物装置的起重小车沿固定在支架上的承载缆索运行。它常用水电站大坝等施工现场。

根据固定缆索的机架特征,缆索型起重机又分为:

(1) 缆索起重机(图 1-13)

缆索起重机是指以固定在支架顶部的承载索作为承载件的起重机。

(2) 门式缆索起重机

门式缆索起重机是指以承载索作为承载件固定于两支腿上的桥架两端的起重机。

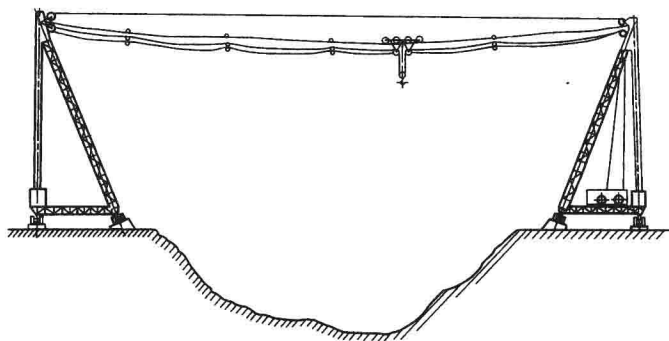


图 1-13 缆索起重机

1.2 港口起重机械的工作特点和基本组成

1.2.1 港口起重机械的工作特点

港口起重机械是一种间歇动作的机械,它具有短暂、重复、周期性循环的工作特点。起重机在搬运货物时,通常进行吊起货物、运送货物、卸下货物、然后反向回到原来位置的作业过程;这样一个工作过程被称为一个工作循环。在每个工作循环中,其相关的工作机构都要作一次正向和反向的交替运动,并伴有频繁的启动和制动过程;各工作机构就是这样重复而周期性地工作。例如起升机构的工作过程由货物的升、降和空载取物装置的升、降所组成。

1.2.2 起重机械的基本组成

起重机械的种类繁多,但它们主要由工作机构、金属结构、动力装置和控制系统等三个基本部分所组成。

(1) 工作机构

工作机构是起重机械不同运动的执行机构,是为实现起重机械不同运动而设置的。它的作用是实现被吊运货物在空间的移动,从而满足货物的装卸、转载、搬运、安装等作业要求。

起重机械上常用的工作机构有起升机构、运行机构、变幅机构及回转机构等,即所谓的四大机构。此外针对某些特殊的使用要求,有时还设有伸缩机构、放倒机构等。

起升机构是使货物升降的机构,运行机构是使起重机械或起重小车运行的机构,变幅机构是通过变换臂架的倾角改变幅度和起升高度的机构,回转机构是使起重机械回转部分在水平面内转动的机构。

在所有这些机构中,起升机构是起重机械的基本工作机构,是任何一种起重机械所必不可少的;其他机构则是配合起升机构工作、实现货物搬运的辅助机构,可以根据不同类型的起重机械和使用要求设置。臂架型门座起重机通常设有上述四大工作机构,而桥架型起重机则设有起升、起重小车运行和起重机大车运行三个工作机构。

(2) 金属结构

金属结构是起重机械的骨架,它决定了起重机械的外形,构建了起重机械的作业空间。作为支承和承力构件,金属结构用来安置工作机构和动力装置,承受自重载荷和各种外载荷,并将这些载荷传递给起重机械的支承基础。臂架型起重机的金属结构包括臂架、人字架、转台、门架或车架等部分,桥架型起重机的金属结构包括桥架主梁、端梁、支腿等构件。

(3) 动力装置和控制系统

动力装置是起重机械的动力源,它在很大程度上决定了起重机械的性能和特点。起重机械最常用的动力装置是电动机和柴油机。控制系统是用来控制各工作机构动作的系统,通过控制系统可以实现工作机构的启动、调速、换向、制动和停止等动作,此外,还包括起重机械上的安全保护装置、照明和联络等。

1.3 起重机械的主要技术参数

起重机械的主要技术参数是表征起重机械性能特征的主要指标,也是设计和选择起重机械的主要技术依据。技术参数首先由用户根据需要提出,具体数值应依据国家有关标准,同时也要考虑制造厂的实际生产条件。确定参数时,还应当进行必要的调查研究,分析比较后加以选定。

起重机械的主要技术参数有:起重量、起升高度(下降深度)、幅度(悬臂有效伸距)、轨距(或跨度、轮距)、基距、工作速度、轮压、生产率和工作级别等。对于某些类型的起重机,如轮胎式起重机,最小转弯半径、最大爬坡度、最小离地间隙也是主要技术参数。

1.3.1 额定起重量(起升质量) Q

起重量表征起重机的起重能力。

额定起重量是指在正常工作条件下,对于给定的起重机类型和载荷位置,起重机设计能起升的最大净起重量,单位是 kg 或 t。净起重量是吊挂在起重机固定吊具上起升的货物质量,是有效起重量与可分吊具质量之和。有效起重量是吊挂在起重机可分吊具上或无此类吊具直接吊挂在固定吊具上起升的货物质量;而可分吊具是用于起吊有效起重量,且其质量不包含在起重机质量之内的装置。

对于采用吊钩、吊环作为基本取物装置的起重机,额定起重量不包括吊钩、吊环等装置的质量,它指的仅是容许起升的最大货物质量。对于采用抓斗、电磁吸盘、集装箱吊具等作为可更换或辅助取物装置的起重机,其额定起重量包括容许起升的最大货物质量和可更换或辅助取物装置质量两部分。

额定起重量简称为起重量。桥架型起重机的额定起重量是定值。工作性变幅的臂架型起重机的额定起重量是随工作幅度而变化的,其最大值被称为起重机的最大起重量,是臂架处于最小幅度位置时起重机的最大起重能力,同时也被作起重机的标称起重量。

对于起重能力较大的起重机,通常装有主钩和副钩两套起升机构。主钩的起重能力较大,起升速度低;副钩的起重能力较小,起升速度较高。副钩的起重量一般为主钩起重量的 $1/5 \sim 1/3$ 。主、副钩起重量通常用一个分数来表示,例如 $15/3t$,表示主钩起重量为 $15t$,副钩起重量为 $3t$ 。

用于装卸单件杂货的起重机的起重量由单件货物的最大质量来确定,专门用于装卸散货的起重机的起重量由所要求的生产率来确定,用于装卸集装箱的起重机的起重量按集装箱质量(物重+箱重)或舱盖板的最大质量来确定。

国家标准 GB 783 规定了起重机械最大起重量系列(表 1-1)。在交通行业标准 JT/T 81、JT/T 82 和 JT/T 83 中,分别规定了港口门座起重机、港口轮胎起重机和港口浮式起重机的基本参数系列。

表 1-1 起重机械最大起重量系列

单位:t

0.1	1	10	100	1000
0.125	1.25	12.5	125	
0.16	1.6	16	160	
0.2	2	20	200	
0.25	2.5	25	250	
0.32	3.2	32	320	
0.4	4	40	400	
0.5	5	50	500	
0.63	6.3	63	630	
0.8	8	80	800	

1.3.2 幅度 R

对于臂架型起重机,幅度表征起重机的工作范围。

回转起重机的幅度是指起重机空载置于水平场地时,从其回转平台的回转中心线至取物装置垂直中心线的水平距离;非回转起重机的幅度是指起重机空载置于水平场地时,从臂架下铰点至取物装置中心线的水平距离。单位都是 m。

臂架型起重机的幅度可以是固定不变的,也可以是变化的,因而相应应有最大幅度 $R_{\max}$ 、最小幅度 $R_{\min}$ 和有效幅度 ($R_{\min} \sim R_{\max}$)。臂架型起重机的工作范围由有效幅度决定。起重机的标称幅度是指最大幅度。

幅度主要根据起重机所要求的工作范围来确定,如港口用起重机的最大幅度根据轨道布置尺寸、所装卸船舶的最大宽度、是否要求外挡过驳作业或跨船作业等条件来确定。最小幅度则受到起重机结构布置和安全要求等条件的限制。

1.3.3 起升高度 H 和下降深度 h

起升高度和下降深度表征起重机的工作范围。

起升高度是指起重机支承面至取物装置最高工作位置之间的垂直距离;下降深度是指起重机支承面至取物装置最低工作位置之间的垂直距离,单位都是 m。

测量时,起重机应空载置于水平场地上。对于吊钩和货叉,它们量至其支承面;对于抓斗或其他取物装置,它们量至其最低点(闭合状态时);对于桥式起重机,则应从地平面量起。

对于取物装置能深入到地面或轨道顶面以下工作的起重机,其起升总高度(即起升范围 D)是指取物装置最高和最低工作位置之间的垂直距离,即地面或轨顶以上的起升高度和地面或轨顶以下的下降深度之和($D=H+h$)。对于浮式起重机,通常以水面为基准,分为水面以上的起升高度和水面以下的下降深度。

在确定起升高度时,除应考虑起升货物所需的最大提升高度外,还应注意到取物装置本身的高度和钢丝绳的悬挂长度;对港口用起重机、造船用起重机及浮式起重机,还应考虑船倾角、潮位、船舶满载和空载对起升高度的影响。下降深度应考虑取物装置在最低潮位、船舶满载时能取到舱底的货物。

1.3.4 悬臂有效伸距 l

对于桥架型起重机,悬臂有效伸距表征起重机的工作范围。

悬臂有效伸距是指离悬臂最近的起重机轨道中心线至位于悬臂端部取物装置中心线的最大水平距离,单位是 m。

岸边集装箱起重机和桥式抓斗卸船机水侧(海侧)的悬臂有效伸距通常称为前伸距;陆侧的悬臂有效伸距通常称为后伸距。前伸距根据岸边轨道布置、船宽、是否要求过驳作业或跨船作业等条件来确定;后伸距则取决于后方的作业要求和现场条件。

1.3.5 跨度 L 和轨距 S (或轮距 K)

跨度是指桥架型起重机运行轨道中心线之间的水平距离,单位是 m。

桥式起重机的跨度依据厂房的跨度而定,国家标准 GB/T 790 规定了电动桥式起重机的跨度。门式起重机的跨度根据工作需要和场地情况来确定。

轨距是指臂架型起重机运行钢轨轨道中心线之间的水平距离或起重小车运行线路钢轨轨道中心线之间的水平距离,单位是 m。

轨距主要根据起重机使用场地的具体条件、起重小车上机构布置的具体需要以及起重机的整体稳定性要求来确定。

在岸边集装箱起重机和桥式抓斗卸船机中,大车运行轨道中心线之间的水平距离习惯上称为轨距。

轮距是指起重机运行车轮踏面中心线之间的水平距离,单位是 m。当两侧采用双胎时,轮距则为两侧双胎中心线之间的水平距离。

1.3.6 基距 B (轴距)

基距是指沿平行于起重机纵向运行方向测定的起重机支承中心线之间的水平距离,单位是 m。

当起重机或起重小车运行轨道一侧装有均衡梁时,基距为底架或下横梁与最大均衡梁连接铰轴之间的水平距离。起重机的基距主要根据起重机的机构布置、轮压和整体稳定性要求来确定;起重小车的基距则取决于小车的结构布置。

轮胎起重机的基距为前后两组支承轮胎中心线间的水平距离,也称为轴距。轴距由转弯半径、轴荷分配和车架结构尺寸等要求来确定。

1.3.7 工作速度

工作速度表征工作机构动作的快慢程度。

起重机的工作速度主要有起升、回转、变幅和运行四种工作速度。

(1)起升速度 v_h

起升速度是指在稳定运动状态下,工作载荷的垂直位移速度,单位是 m/min。

(2)回转速度 n

回转速度是指在稳定运动状态下,起重机回转部分的回转速度,单位是 r/min。

(3) 变幅速度 v_r

变幅速度是指在稳定运动状态下,工作载荷从最大幅度到最小幅度水平位移的平均速度,单位是 m/min 或 m/s 。

(4) 运行速度

运行速度是指起重机或起重小车的行走速度。

起重机的运行速度 v_k 是指在稳定运动状态下,起重机的水平位移速度,单位是 m/min 。

小车的运行速度 v_t 是指在稳定运动状态下,小车作横移时的速度,单位是 m/min 。

行驶速度 $v_{\max}$ 是指无轨运行的起重机在水平道路行驶状态下,依靠自身动力驱动的最大运行速度,单位是 km/h 。

各个工作机构的额定工作速度是指与各个工作机构电动机的额定转速相对应时的速度。

(5) 工作速度的选择

工作速度根据机构的工作性质和使用要求、起重量、工作行程等状况来确定。具体考虑有:

① 工作性质和使用要求

对于经常性工作的、对生产率要求较高的起重机的工作机构,一般采用较高速度;对于非工作性的或调整性的工作机构,一般采用较低速度。

对于小件杂货装卸用的起重机,工作机构采用中等速度;对于大批散粒物料装卸用的起重机,工作机构采用高速;对于安装用的起重机,工作机构采用低速、微速;当吊运大件货物时,工作机构通常采用低速。

对同时工作的机构,它们之间的工作速度还应与工艺过程的具体要求相协调。

② 起重量

对于中、小起重量的起重机,工作机构采用高速,以提高生产率;对于大起重量的起重机,工作机构采用低速,以利于减小驱动功率,提高工作的平稳性和安全性。

③ 工作行程

对于工作行程大的工作机构,宜采用较高速度;对于工作行程小的工作机构,宜采用较低速度;总之应使机构在正常工作时能够达到稳定的运动状态。

1.3.8 轮压 P

轮压是指起重机或起重小车的—个车轮作用在轨道或地面上的垂直载荷,单位是 N 或 kN 。

轮压的大小随起重机工作状态的不同而变化。在工作状态下,满载启动(或制动)、最大风压、起重小车或起重臂处于最不利工作位置时,具有最大轮压;与此对应,同时存在着起重机工作状态下的最小轮压。

轮压值是起重机或起重小车运行机构设计(如车轮大小、数量的确定,打滑验算等)、桥架或门架结构设计,以及起重机支承基础建筑费用投资的重要依据。对于在原有支承基础上添设的起重机,其最大轮压值必须控制在原有支承基础所容许的承载能力范围内。

1.3.9 生产率 A

生产率是指起重机在规定的装卸条件下,每小时装卸货物的总质量或每小时装卸的标准

集装箱箱数,单位是 t/h 或 TEU/h(标准箱/时)。

生产率按式(1-1)计算:

$$A = n \cdot Q_p \quad (1-1)$$

式中 A ——生产率(t/h);

Q_p ——每次吊运货物的平均起重量(t);

n ——起重机每小时的工作循环次数。

当使用抓斗或容器工作时:

$$Q_p = V \cdot \gamma \cdot \varphi \quad (1-2)$$

式中 V ——抓斗或容器的有效容积(m^3);

γ ——散粒物料的容积密度(t/m^3);

φ ——充填系数。

起重机每小时工作循环次数 n 为:

$$n = \frac{3600}{T} \quad (1-3)$$

$$T = \sum t + t_j \quad (1-4)$$

式中 T ——起重机的一个工作循环时间(s);

$\sum t$ ——在一个工作循环中,机构的运转时间,与工作行程、工作速度、加速度以及机构工作重叠程度有关(s);

t_j ——物料挂钩、摘钩等辅助工作时间(s)。

生产率是衡量起重机械装卸能力的综合性指标,它除了与有效起重量、工作行程、工作速度有关外,还与机构工作的协调情况、被装卸物料的类别、操作者的熟练程度等有关。

1.3.10 工作级别

工作级别考虑起重机起重量和时间的利用程度以及工作循环次数的特性。

不同类型起重机的使用工况和使用条件差异很大。为了合理地选用、设计和制造起重机,为设计者、制造者和使用者提供一个共同的基础,以取得良好的技术经济效益,应根据起重机使用频繁程度和受载轻重程度,对起重机及其组成部分进行工作级别的划分。

根据《起重机设计规范》(GB/T 3811—2008)规定,起重机的工作级别包括起重机整机的工作级别、机构的工作级别和结构件或机械零件的工作级别。

(1) 起重机整机的分级

起重机整机的工作级别根据起重机的使用等级和起升载荷状态级别来划分。

① 起重机的使用等级

起重机的设计预期寿命是指设计预设的该起重机从开始使用起到最终报废时止能完成的总工作循环次数。起重机的一个工作循环是指从起吊一个货物时起,到能开始起吊下一个货物时止,包括起重机运行及正常的停歇在内的一个完整的过程。

起重机的使用等级表明了起重机使用频繁程度,是将起重机在设计预期寿命期内可能完成的总工作循环次数划分成 10 个等级,用 U_0 、 U_1 、 U_2 、 $\dots$ 、 U_9 表示,如表 1-2 所列。