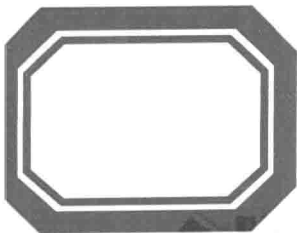


港口起重机

主 编 董达善
副主编 梅 潇
主 审 畅启仁

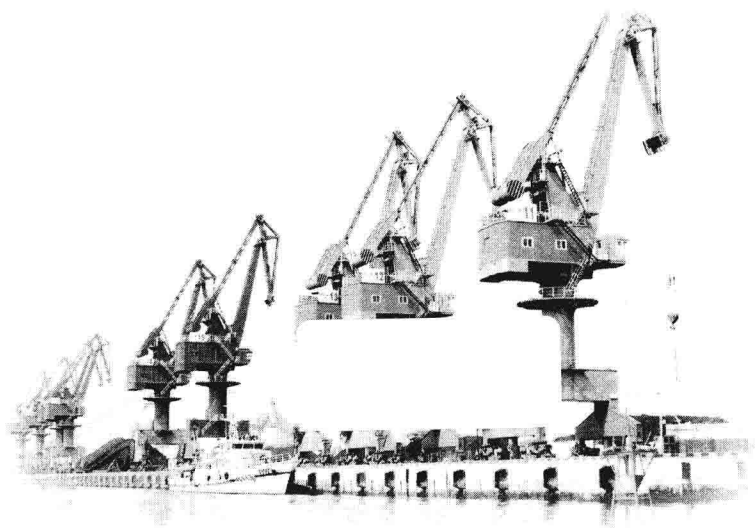


上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



港口起重机

主 编 董达善
副主编 梅 潇
主 审 畅启仁



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书的编写以《起重机设计规范》GB/T 3811-2008 为基础,介绍了港口起重机的工作级别、载荷组合以及零部件设计计算原则,并结合起升机构、运行机构、变幅机构和回转机构的特点详细介绍了各机构的载荷计算、电动机选型以及钢丝绳、滑轮、卷筒等通用零部件的设计选用方法。同时,对生产率及支承力计算等内容也进行了补充。本书最后一章对典型的港口起重机进行了简要的介绍,旨在开拓读者的视野,了解港口起重机的发展现状及前景。

本书可作为机械设计制造及其自动化专业中起重机械及物流机械方向的大学生教材,也可作为业内人士提供设计参考。

图书在版编目(CIP)数据

港口起重机 / 董达善主编. —上海: 上海交通大学出版社, 2014
ISBN 978-7-313-11788-5

I. ①港… II. ①董… III. ①港口起重机 IV.
①U653.921

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 161572 号

港口起重机

主 编: 董达善

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 韩建民

印 制: 上海颀辉印刷厂

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

字 数: 619 千字

版 次: 2014 年 8 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-11788-5/U

定 价: 46.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 25.25

印 次: 2014 年 8 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 021-57602918

前 言

港口起重机是进行港口装卸作业的重要设备,在航运事业的快速发展下应运而生。相比其他起重机械而言,港口起重机种类较多,具有工作速度快,装卸效率高,起、制动频繁等特点。本书的编写旨在培养该领域具有扎实专业知识和专业技能的高素质人才。

本书以上海海事大学内部印刷教材《港口起重机》(畅启仁、萧乾信编)为基础,根据编者对本学科多年的教学与科研经验制定编写大纲,参照《起重机设计规范》GB/T 3811—2008 的有关内容编写而成。全书内容共分为 10 章,分别介绍了港口起重机的工作级别、载荷组合以及零部件设计计算原则,并结合起升机构、运行机构、变幅机构和回转机构的特点详细介绍了各机构的载荷计算、电动机选型以及钢丝绳、滑轮、卷筒等通用零部件的设计选用方法,对生产率及支承载力计算等内容进行补充。另外,还对典型的港口起重机进行了简要的介绍。

在本书的编写过程中,重点对新《起重机设计规范》中的修改内容进行了更新,并加强了机理性的说明。在重要的计算章节给出了工程算例,指导读者将书中的理论知识运用于实际项目中,从而加深理解;为了便于检验学习成果,还在每个章节最后增加了习题部分。本书图文并茂,增添了许多新产品及新型结构的介绍,力求在书中反映出近年来港口起重机的重要科研成果和新的设计理念。

本书主要由上海海事大学董达善、梅潇编写,并对全书进行修改、整理、统稿和定稿;参编者有郑苏(第 9 章)、周银龙(第 8 章)、刘海洋(第 4 章)、滕媛媛(第 5 章)、乔榛(第 7 章及各章例题)。

本书由上海海事大学畅启仁教授担任主审,对全稿进行了认真的审阅,对章节的设置、内容的调整提出了很多宝贵的意见。在本书的编写过程中,上海海事大学的汪梅荃副教授也审阅了书稿,对提高本书质量起到了很大的作用。

与本书有关内容的研究工作和本书的出版,得到了上海市“085 工程”、上海市重点学科建设项目——港口机械电子工程(编号: T0601)、上海市第三期本科教育高地建设项目——机械设计制造及其自动化(港口机械)和交通部科技项目(编号: 2007329810050)等的资助。

在此,对以上支持本书编写的单位和个人表示衷心的感谢!

限于水平,或有遗漏与谬误,希望在教学试验中接触到本书的读者多多提出宝贵意见与建议,使其日臻完善。

董达善

2014 年 7 月于上海

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 港口起重机发展概况	1
1.2 起重机的分类	4
1.3 起重机的组成及其作用	7
1.4 港口起重机基本参数	11
1.5 港口起重机的设计原则	14
本章习题	18
第 2 章 港口起重机的工作级别与载荷组合	19
2.1 工作级别	19
2.2 起重机整机的分级	19
2.3 机构的分级	22
2.4 结构件和机械零件的分级	24
2.5 计算载荷及载荷系数	27
2.6 载荷情况与载荷组合	47
本章习题	51
第 3 章 港口起重机总体计算	52
3.1 生产率计算	52
3.2 工作速度的合理选择	53
3.3 起重机支承力计算	54
3.4 起重机抗倾覆稳定性验算	60
3.5 防风抗滑安全性	62
本章例题	63
本章习题	74
第 4 章 机构及其零部件的设计计算原则	76
4.1 港口起重机的驱动装置	76
4.2 电动机的初选与验算	83
4.3 机械零件的设计计算	93

本章习题	102
第5章 起重机通用零部件的计算与选用	103
5.1 钢丝绳	103
5.2 滑轮	113
5.3 卷筒	116
5.4 吊钩组	125
5.5 制动器	133
5.6 减速器	144
5.7 车轮与轨道	148
5.8 缓冲器	155
本章习题	160
第6章 起升机构	163
6.1 概述	163
6.2 起升钢丝绳缠绕系统的设计	166
6.3 起升机构计算	180
6.4 工作循环中的力矩和功率	188
本章例题	194
本章习题	198
第7章 运行机构	201
7.1 概述	201
7.2 运行机构的稳态运行阻力	210
7.3 机构选型计算	215
7.4 工作循环中的力矩	221
本章例题	224
本章习题	229
第8章 变幅机构	231
8.1 非平衡变幅系统	231
8.2 平衡式臂架变幅系统	233
8.3 变幅机构的驱动形式	256
8.4 臂架系统的运动分析	262
8.5 变幅机构计算载荷	264

8.6 变幅机构计算	270
8.7 瞬心回转功率法	276
本章例题	286
本章习题	291
第 9 章 回转机构	293
9.1 概述	293
9.2 回转支承装置的结构形式	293
9.3 回转支承的设计计算	301
9.4 滚动体的设计计算	310
9.5 回转驱动装置的形式	316
9.6 回转驱动装置的阻力矩	318
9.7 回转驱动装置的设计计算	325
本章例题	327
本章习题	333
第 10 章 典型港口起重机介绍	335
10.1 门座起重机	335
10.2 岸边集装箱起重机	341
10.3 集装箱门式起重机	361
10.4 桥式抓斗卸船机	371
10.5 浮式起重机	379
参考文献	393

第 1 章 绪 论

1.1 港口起重机发展概况

港口是全球交通运输的重要组成部分,是现代物流系统的重要节点,在国际贸易中发挥着不可替代的作用。

半个多世纪的世界和平为全球经济的发展提供了健康的环境,为了追求经济的持续增长,各国都在大力发展国际贸易,国际贸易量的 85% 以上是通过海运和港口承担的,港口吞吐量不断增大,一个又一个的现代化大港不断出现。

港口的发展使港口的机械化、自动化水平不断提高,对港口的装卸工艺和装卸速度的要求也越来越高,港口起重机作为港口装卸的主角已日益凸显其重要性。

港口起重机的发展历史久远。13 世纪中后期,在乌得勒支(荷兰)、安特卫普(比利时)、汉堡(德国)等码头上就出现了用于装卸货物的起重机,这是有文字记载以来最早的港口起重机。图 1-1(http://en.wikipedia.org/wiki/File:Trier_Germany_Alter_Krahnen.jpg)是位于德国特里尔摩泽尔河畔的起重机遗址,该起重机建于 1413 年,当时主要用于装卸码头货物;图 1-2(<http://en.wikipedia.org/wiki/File:MastCraneCopenhagen.jpg>)是位于丹麦哥本哈根港口的起重机遗址,该起重机建于 1742 年,主要用于安装帆船上的桅杆。早期的这些起重机大多都是人力驱动的,也有少数通过牲畜或是借助水力进行驱动,这些方式提供的动力有限,这个时期起重机的起重能力低、起升速度慢。

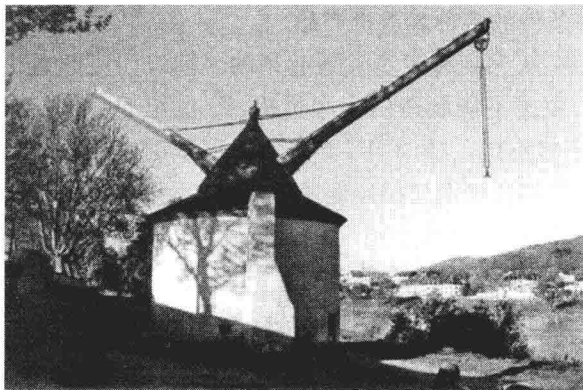


图 1-1 德国特里尔的起重机遗址(1413 年)

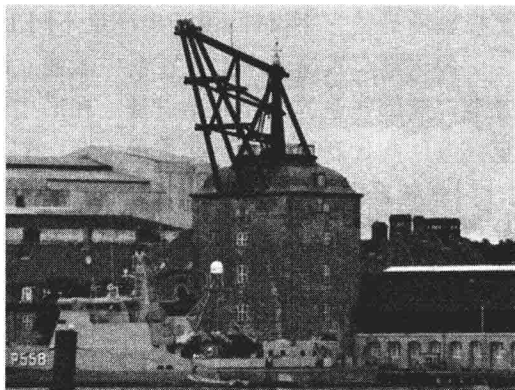


图 1-2 丹麦哥本哈根的起重机遗址(1742 年)

1781 年,瓦特在前人研究的基础上发明了可普遍使用的蒸汽机,使工业技术迅猛发展,引发了产业革命,蒸汽机作为当时一种先进的技术很快被应用到了起重机上,取代了人力驱动,大幅度地提升了起重机的工作性能。图 1-3(<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Fairbairn>)

steam crane side view. jpg)是英国布里斯托尔工业展览馆保存完好的蒸汽驱动港口起重机,该起重机制造于1850年,1973年停役被收藏保护。



图 1-3 英国布里斯托尔保存的蒸汽驱动起重机(1850 年)



图 1-4 现代电力驱动起重机

1892年,在德国汉堡出现的世界上第一台电动机驱动的港口起重机,可以说标志着现代化起重机时代的开始。由于电动机具有功率大,起动、调速、过载能力好等特点,在现代起重机上得到了广泛的应用。图1-4(http://en.wikipedia.org/wiki/File:Dillingen_Kran.jpg)为典型的电力驱动起重机。

为了有利于组织生产,出口竞争以及国际的技术交流,在设计、制造、科学研究的基础上,美、英、德、日本、欧洲搬运技术协会(FEM)和国际标准组织(ISO)自20世纪60年代以来陆续修订了有关的标准和规范。一些国际知名的起重机制造工厂完善了自己的厂标,并且采用计算机辅助最佳方案设计,设计出满足不同工作条件的多种起重机产品。

我国港口机械基本上是在新中国成立以后,从无到有逐步发展起来的。港口门座起重机是港口装卸作业的主要起重设备。在旧中国,我国不能制造门座起重机,20世纪50年代初,湛江港从匈牙利进口8台起重量为5 t的门座起重机。1958年,上海港机厂试制成功第一台5 t门座起重机,经过不断的改进和发展,形成了MQ型港口门座起重机系列,不仅满足了港口发展的需要,而且还出口到国外。1975年我国制定并颁布了港口门座起重机基本参数系列。还先后设计研制成功了起重量为16 t的带斗门座起重机,适合于船厂和安装用起重重量20~200 t、幅度达45 m或更大的门座起重机,起重重量达500~900 t的浮式起重机,装卸能力为1500 t/h的桥式抓斗卸船机等。

集装箱运输具有高效、安全、价廉、货损小等优点,我国集装箱运输开始于20世纪70年代,虽然起步较晚,但发展的速度很快。1979年9月,国内第一台起重重量40 t岸边集装箱安装在天津港21号泊位,从而拉开了我国自主研制开发集装箱港口装卸设备以及全面推进我国集装箱装卸设备现代化的序幕。目前,我国已由大型集装箱起重机进口国变为世界最大的出口国。以上海振华重工为代表的中国产品已进入世界58个国家和地区,占据世界

集装箱机械市场 73.68% 的份额。世界上最大、最快、最先进的集装箱起重机都在中国研发制造。

在科技突飞猛进的 21 世纪,港口起重机的技术发展已进入成熟阶段。随着船舶大型化、电控设备与控制系统的发展,港口起重机正朝着轻型化、大型化、高速化以及程序控制和遥控的方向迈进,技术革新层出不穷:

(1) 开发高主参数(高速、大起重量)的装卸设备。资料表明,岸边集装箱起重机(后简称岸桥)起升速度已增加到 90/200 m/min(满载/空载);小车运行速度已达 240 m/min,几年前专家预见的 300~350 m/min 的速度也已出现;轨上起升高度在 27~36 m 之间,甚至达到 40 m 或更高;外伸距由 32 m 逐渐增大到了 70 m;吊具下的额定起重量逐步从 30.5 t 增大到 61, 65, 80 t,最大可达 120 t(三吊具模式下)。

(2) 采用先进的装卸作业工艺。如双起升双小车岸桥,通过增加起重量实现效率提升。第一主小车只在前方作业,与升降平台对接完成装卸作业,这样可降低小车速度,从而减小主小车的电机功率。

(3) 采用自动化码头集成控制系统,如水平运输采用自动化引导小车(AGV)的自动化码头、水平运输采用跨运车的自动化/半自动化码头、水平运输采用立体装卸系统的自动化码头、水平运输采用集卡的半自动化码头等。

(4) 适应世界港口“节能、自动、智能”的发展趋势,在低能耗、高效率、低排放、高安全性等方面进行技术攻关。如改进吊具系统,减轻其 60% 以上的自重,与同类岸桥相比节能达 10% 以上。锂电池集装箱门式起重机(后简称场桥),可将起升下降环节产生的所有电能聚能并回馈至锂电池组,实现能源的循环利用。在相同工况下,可比传统柴油机组省油 50% 以上。美、英、德、日本等国已经制造出铝合金材料的桥式起重机,与一般结构钢制成的桥架相比,具有冷脆性温度低、抗锈蚀、自重轻(同吨位、同跨度、同工作类型时,桥架自重可减轻 29.4%~61.4%)等优点,但也有费用昂贵、变载荷下截面应力集中敏感、型材杆件容易失稳等缺点。

(5) 新的设计理念和设计方法不断涌现。优化设计、绿色设计、计算机辅助工程技术(CAE)、产品生命周期管理技术(PLM)、虚拟制造技术(VM)等都贯穿于新的起重机设计上。尤其是数字化样机开发设计平台的研制,将新开发产品的设计结果在虚拟环境中组装,同时对整个产品的各零部件进行可行性分析、动力学分析,再把完善的图纸投入生产。不仅使产品制造过程中的设计等质量问题得到了有效的控制,而且对产品的性能提升起了很大作用。

(6) 对主要部件进行了更新性的研究。例如在运行机构中采用电动机、制动器、减速器结合为一体的“三合一”部件;研制成功体积小、重量轻、制动平稳的盘式电磁制动器和镍铬钼合金钢材料的高寿命车轮;为防止高速运行小车的碰撞问题,除使用缓冲器外,还利用红外线反射器以及超声波和励磁线作用的新式缓冲器,有的起重机甚至配备了实时监控系統,在起重机遇到障碍时,及时发出信号,由电子计算机处理后使起重机停车,以保证安全。

(7) 在制造工艺上,普遍采用数控火焰切割及埋弧自动或半自动焊接,按照国际焊接协会(IIW)的标准,通过 X 射线、 γ 射线或超声波检查焊缝质量,确保结构的安全寿命;应用数控机床加工齿轮等精密零件,并以超声波装置消除加工应力。

1.2 起重机的分类

1.2.1 起重机的分类

起重机是一种循环、间歇运动的机械,用来升降物品或兼作物品的水平移动,以满足物品的装卸、转载和安装等作业要求。

按主要用途,起重机可分为通用起重机、建筑起重机、冶金起重机、铁路起重机、港口起重机、造船起重机、甲板起重机等。按构造特征,起重机可分为桥架型起重机和臂架型起重机、旋转式起重机和非旋转式起重机、固定式起重机和运行式起重机。运行式起重机又分轨道式(在固定的轨道上运行)和无轨式(无固定轨道,由轮胎或履带支承运行)。

港口起重机是根据港口装卸作业特点和要求设计的,具有工作速度快、装卸效率高、起制动频繁等特点。在港口起重机械领域,较常用的分类方式如图 1-5 所示。其中岸边集装箱起重机、集装箱门式起重机、桥式抓斗卸船机属于桥架型起重机,门座起重机和浮式起重机属于臂架型起重机。

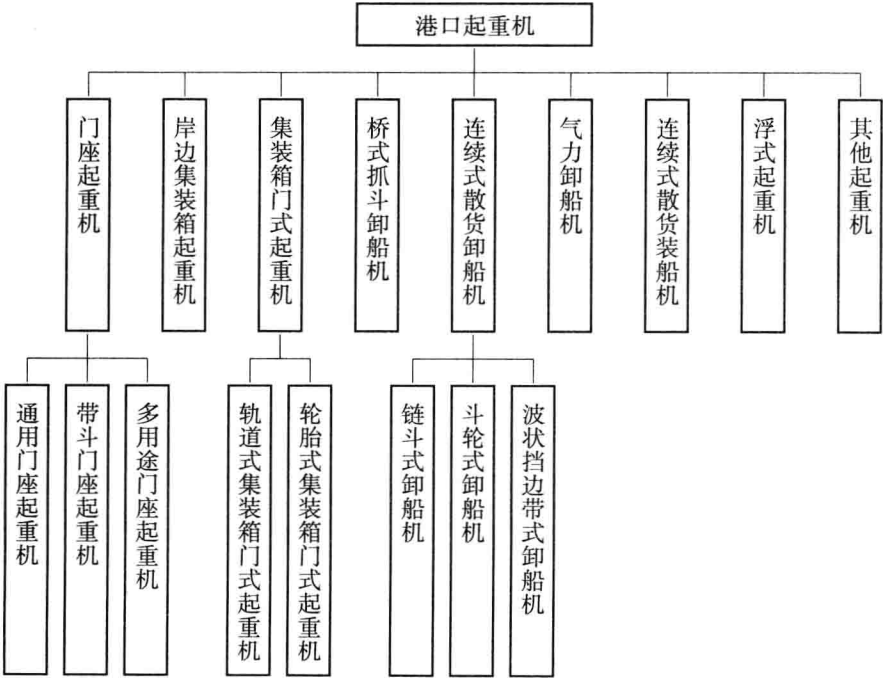


图 1-5 港口起重机的分类

1.2.2 几种典型的港口起重机

1) 门座起重机

门座起重机(后简称门机,如图 1-6 所示)出现于 19 世纪末,盛行于 20 世纪 60 年代,它是一种适用于装卸件货和散货的通用港口起重机。早期的门机,起重量多为 3 t 或 5 t;现在门

机的起重量多为 10~40 t。20 世纪 60 年代初期,在西欧的伦敦港和汉堡港,曾经出现过门机如林的壮观场面。但是随着海运量的迅速增长、件杂货运输的集装箱化、散货运输船舶的大型化发展,门机的工作能力已不再能够适应码头装卸作业的要求,动摇了它在港口起重机中的主角地位。60 代年末,作为大型、高效、专用装卸设备代表的岸边集装箱起重机和桥式抓斗卸船机应运而生,由它们取代门机成为码头前沿装卸设备发展的必然趋势。但是并不能据此断言,门机即将从港口销声匿迹。就内河航运和沿海的中、小型非专业化码头而言,现有的门机在相当长的一段时期内,还肩负着重要的装卸任务。



图 1-6 门座起重机

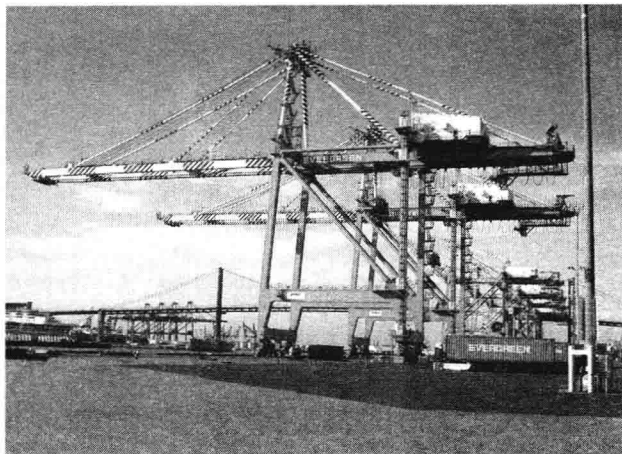


图 1-7 典型的双箱梁岸边集装箱起重机

2) 岸边集装箱起重机

在码头前沿作业的岸边集装箱起重机(后简称岸桥,见图 1-7)是装卸集装箱的专用设备。自从 1960 年美国制造出第一台岸桥以来,岸桥的发展随着国际贸易及全球物流的繁荣已趋向成熟。

随着集装箱运输业的发展,为降低运输费用,集装箱船舶尺寸越来越大,目前装箱量已达到 8 000~16 000 TEU(集装箱),18 000 TEU 以上装载量的船舶也即将投入运营。同时,有些集装箱码头为了便于船方各种船务作业以及港口维护人员作业,加宽海侧轨道至护舷之间的尺寸。岸桥的主要技术参数也相应发生了变化。目前,岸桥的前伸距已达到 70 m,后伸距达到 25 m,轨距一般取 26~35 m,起升高度已达到 35~45 m,即通常所说的超巴拿马机型。各集装箱港口用户在不断追求加大前/后伸距、轨距和起升高度的同时,要求这种超巴拿马机型的生产率不能降低甚至还要提高。为适应这一要求,各主要技术参数,特别是速度参数都相应加以提高。满载/空载起升速度达到 90/200 m/min,小车运行速度达到 240~300 m/min,额定起重量达到 65~80 t。如今,在大型集装箱机械领域,我国占有世界 80% 以上的市场份额。

3) 桥式抓斗卸船机

随着大型散货专用船舶的发展,美国德拉沃(Dravo)公司在 20 世纪 60 年代初首先制造出桥式抓斗卸船机(见图 1-8)。其起重量一般有 35, 50, 70 t 几种,最大达 85 t。用于装卸铁矿石时,平均通过能力为 1 300, 18 00, 2 300, 2 500 t/h 等。由于强调工作效率,所以桥式抓斗卸船机抓斗起升与闭合机构以及小车运行机构的工作速度很高(抓斗起升与闭合机构工作速



图 1-8 抓斗卸船机

度为 $120\sim 160\text{ m/min}$, 小车运行速度为 $200\sim 300\text{ m/min}$ 。很高的工作效率带来了一系列亟须解决的问题, 例如钢结构与机构传动系统的振动、驱动装置的调速、控制系统的工作准确性、工作场所的环境保护以及司机高度紧张操作造成的疲劳等。为此, 一般在桥式抓斗卸船机上采用大型直流驱动及相应的调速系统和自动或半自动控制方式。此外, 抓斗本身的抓取能力对整机的装卸效率也有着不可忽视的影响。目前, 用于抓取铁矿石的抓斗主要为耙集式抓斗和剪式抓斗, 前者的抓取能力系数(抓取比)约为 1.0, 后者可达 1.5 以上。

4) 轮胎式起重机

港口轮胎式起重机主要指轮胎式集装箱门式起重机(见图 1-9)和集装箱跨运车(见图 1-10), 如按结构构造分类, 属于桥架型起重机。由于其高度的机动性, 可采用直线行走自动控制装置实现行走轨迹自动控制, 易于实现堆场作业自动化, 因而是港口堆场上常见的一种起重机类型。



图 1-9 轮胎式集装箱门式起重机



图 1-10 集装箱跨运车

轮胎式集装箱龙门起重机(以下简称轮胎吊, RTG)是集装箱货物进行堆码作业的专用机械。装有集装箱吊具的行走小车沿主梁轨道行走, 进行集装箱装卸和堆码作业。轮胎式行走机构可使起重机在货场上行走, 并可作 90° 直角转向, 从一个货场转移到另一货场, 作业灵活。

集装箱跨运车是集装箱装卸设备中的主力机型, 通常承担由码头前沿到堆场的水平运输以及堆场的集装箱堆码工作。由于集装箱跨运车具有机动灵活、效率高、稳定性好、轮压低等特点, 得到普遍的应用。集装箱跨运车作业对提高码头前沿设备的装卸效率十分有利。集装箱跨运车从 20 世纪 60 年代问世以来, 经过几十年的发展, 已经与轮胎式集装箱门式起重机一样, 成为集装箱码头和堆场的关键设备。

1.3 起重机的组成及其作用

1.3.1 起重机的基本构成

起重机由驱动装置、工作机构、取物装置、操纵控制系统和金属结构组成。通过对控制系统的操纵,驱动装置输入动力能量并转变为机械能,将作用力和运动速度传递给取物装置,取物装置把被搬运物品与起重机联系起来,通过工作机构单独或组合运动,完成物品搬运任务。可移动的金属结构将各组成部分连接成一个整体,并承载起重机的自重和起升载荷。

1) 驱动装置

驱动装置是用来驱动工作机构的动力设备,多采用电力驱动方式。可以远距离移动的轮胎起重机则依赖其自身配置的柴油发电机组提供电源工作。但随着国际原油市场动荡及燃油价格的不断上扬,轮胎吊(RTG)的运行成本不断攀升,给各码头公司带来沉重的负担。同时,其排放废气黑烟、柴油机的巨大噪声也与环保要求有一定差距。因此,国内外一些集装箱码头及起重机厂家已经就 RTG 的节能、环保问题进行了大量的研究和尝试,采用油改电方式,在保留原有柴油发电机组的情况下增加一套市电供电装置,当 RTG 在堆场起吊货物时采用市电供电方式,当 RTG 转场时采用原有柴油机供电方式。

2) 工作机构

起升机构、运行机构、变幅机构和回转机构,被称为起重机的四大机构。起重机通过某一机构的单独运动或多机构的组合运动,达到搬运物料的目的。起升机构是用来进行物品升降的机构,是起重机最主要、最基本的机构。可以这样说,如果没有起升机构,也就不能称其为起重机。运行机构是用来实现水平搬运物品的机构,有大车运行机构和小车运行机构两类。大车运行机构通常仅用来调整起重机的工作位置。回转机构可使臂架绕着起重机的垂直轴线作回转运动,使起重机可以在环形空间内运移物品。变幅机构是通过改变臂架的长度和仰角来改变作业幅度的机构。变幅机构和回转机构是臂架起重机特有的工作机构。

3) 取物装置

根据被吊物品不同的种类、形态、体积大小,采用不同种类的取物装置,有吊钩、抓斗(粮食、矿石、化肥等散料抓取)、电磁吸盘(吊运导磁性物料)、起重吊梁(吊运长形物品)、集装箱吊具(专为集装箱设计的吊具)等。防止吊物坠落,保证作业人员的安全和物品不受损伤,是对取物装置的基本安全要求。

4) 操纵系统

控制操纵系统包括各种操纵器、显示器及相关元件和线路,是起重机人机安全要求集中体现的界面。通过电气、液压系统,起重机司机可以控制起重机的运动,保证起重作业任务的顺利进行,防止事故发生。

5) 金属结构

金属结构是起重机的重要组成部分。它是整台起重机的骨架,将起重机各部分组合成一个有机的整体,并形成一定的作业空间,承受作用在起重机上的各种载荷和自重。金属结构的垮塌破坏,会给起重机带来极其严重甚至灾难性的后果。起重机与其他一般机器的显著区别是:起重机具有庞大、可移动的金属结构,且多机构组合工作。

1.3.2 港口起重机的主要工作机构

1) 起升机构

起升机构用来起升和下降重物。主要由驱动电动机、电动机联轴器、制动器、减速器、卷筒联轴器、钢丝绳卷绕系统等组成,如图 1-11 所示。

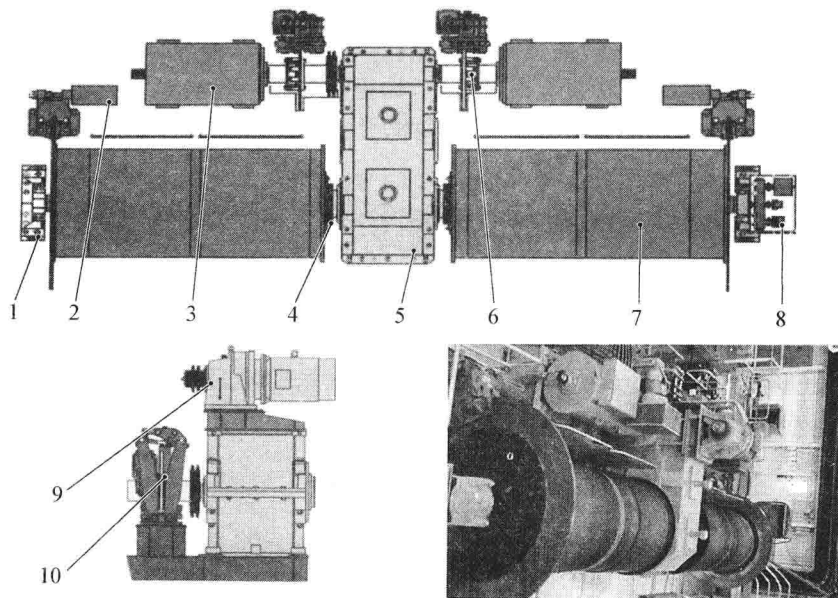


图 1-11 起升机构

1—轴承座;2—低速制动器;3—电动机;4—低速联轴器;5—减速器;
6—高速联轴器;7—卷筒;8—限位装置;9—应急机构;10—高速制动器

2) 大车运行机构

大车运行机构由设在门框下的 4 组行走台车组成。为使每个行走轮受力均匀,装有多组车轮的行走台车通过中间平衡梁、大平衡梁再与门框下横梁铰接。

每组大车行走台车(见图 1-12)由一套或多套驱动装置驱动。电动机经减速器直接驱动

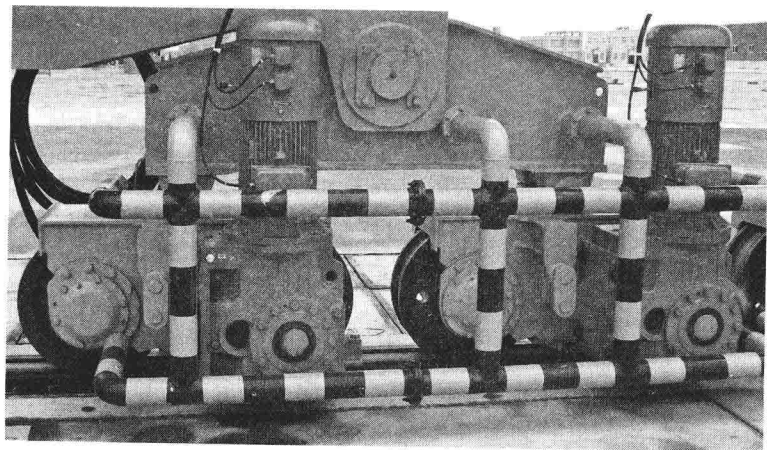


图 1-12 大车运行机构

或开式齿轮传动驱动车轮,从而实现起重机沿轨道行驶。大车运行机构主要由驱动电动机、电动机联轴器、制动器、减速器、联轴器、车轮、导向轮以及安全装置(夹轨器、缓冲器)等部件组成。

3) 小车运行机构

小车运行机构承担着重物横向运动的工作,主要有自行式和钢丝绳牵引式两种类型,如图1-13所示。

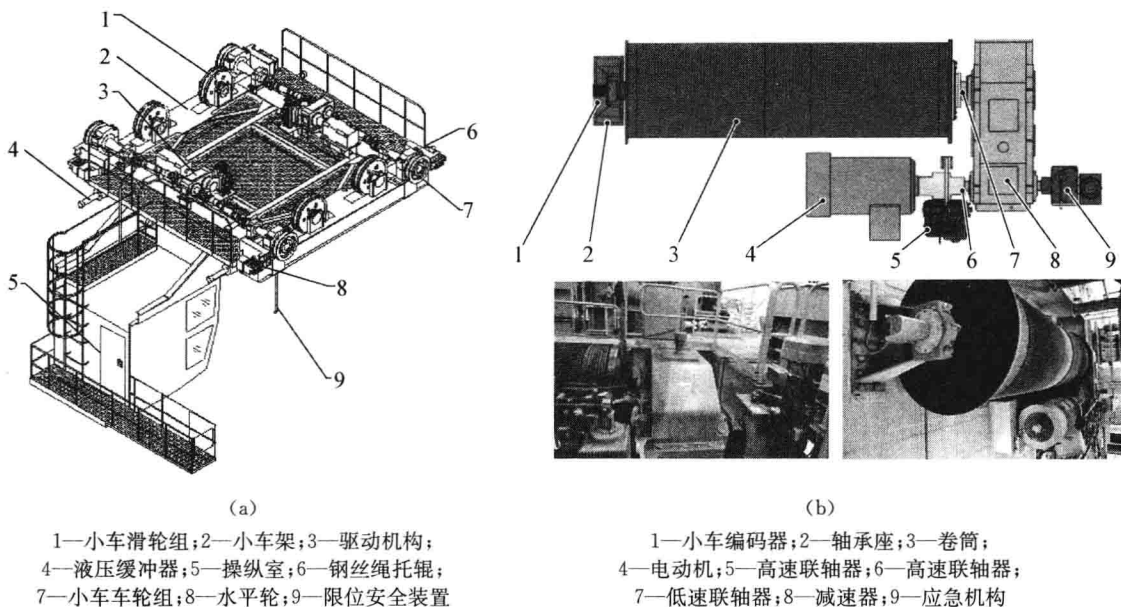


图1-13 小车运行机构

(a) 自行式小车构造;(b) 牵引式小车驱动机构

自行式运行小车(见图1-13(a))的驱动机构直接布置在小车架上。一般采用交流变频电机驱动,经减速器减速后,直接传到车轮轴上来驱动车轮转动,从而实现小车的横移运动。自行式运行小车包括驱动机构、车轮组、滑轮组、小车架、司机室、缓冲器、水平轮、锚定装置、顶升和防坠装置、安全限位装置,有的还包括小车分离装置等组成。驱动机构则包括电机、联轴器、制动器、减速器、万向节传动轴等。

钢丝绳牵引式运行小车(见图1-13(b))包括驱动机构、钢丝绳缠绕系统、小车轮组、小车起升滑轮组、小车架、司机室、缓冲器、水平轮、顶升和防坠装置、安全限位装置,有的还包括小车防摇分离装置。驱动机构放置在机器房中,由电动机、联轴器、制动器、卷筒、安全保护限位装置等组成。

4) 回转机构

回转机构是由回转支承装置(见图1-14)和回转驱动装置(见图1-15)两部分组成。回转驱动装置由驱动电动机、联轴器、制动器、减速器、开式齿轮等组成。

5) 变幅机构

变幅机构能够使起重机的臂架系统摆动,以改变工作幅度。对于平衡式臂架变幅系统而言,在变幅过程中,除了臂架系统的自重获得平衡外,还可以使重物沿着水平的轨迹运动。变

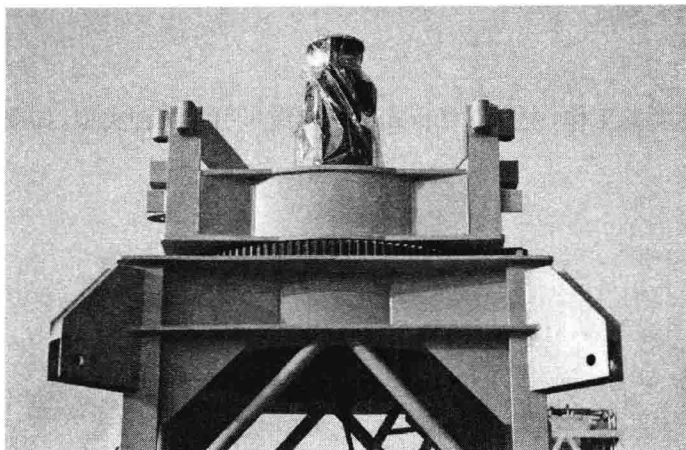


图 1-14 回转支承

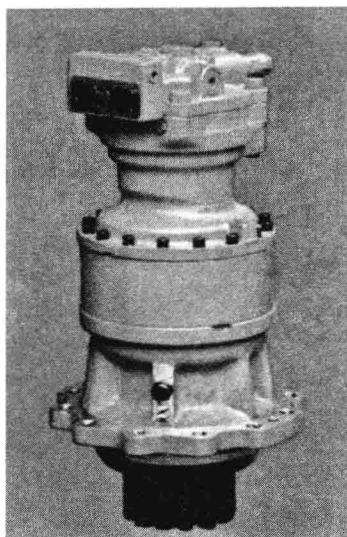
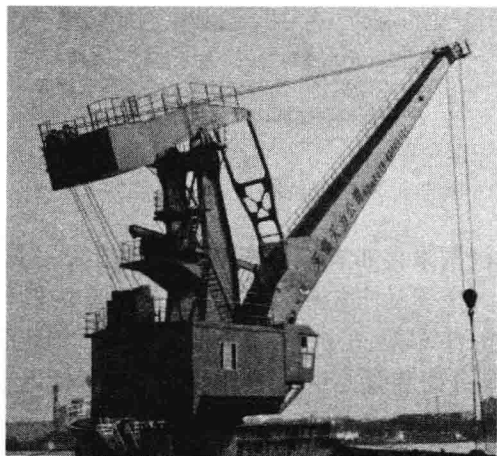


图 1-15 回转驱动装置

幅机构主要由以下部件组成：驱动电动机、联轴器、制动器、螺杆运动副或齿条运动副（有时也使用液压缸或绳索系统），如图 1-16 所示。



(a)



(b)

图 1-16 变幅机构

(a) 齿条驱动；(b) 钢丝绳驱动

6) 俯仰机构

俯仰机构是桥式抓斗卸船机或岸边集装箱起重机特有的机构，使外伸臂仰起或放下。当俯仰运动时，外伸臂不承移动载荷。在构造上，俯仰机构与起升机构类似，如图 1-17 所示。