

高 职 高 专 规 划 教 材

TONGYONG JIXIE SHEBEI

通用机械设备

(第2版)

张庭祥 主编



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

高职高专规划教材

通用机械设备

(第2版)

张庭祥 主编

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2007

内 容 提 要

本书主要讲述起重机械、运输机械、泵、风机以及液压传动等方面的基本知识,重点对这些设备的构造、工作原理、性能、类型、选择方法以及使用维护进行了详细阐述。本书理论联系实际,内容全面实用,较大程度地反映了机械设备的新技术与新发展。

本书可作为高职高专冶金工程专业和其他相关专业的教材,也可作为在职人员的培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

通用机械设备/张庭祥主编. —2 版. —北京:冶金工业出版社,2007. 8

高职高专规划教材

ISBN 978-7-5024-4189-0

I. 通… II. 张… III. 通用设备;机械设备—高等学校;技术学校—教材 IV. TH4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 115278 号

出 版 人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 杨 敏 宋 良 美术编辑 李 心 版面设计 张 青

责任校对 石 静 李文彦 责任印制 丁小晶

ISBN 978-7-5024-4189-0

北京市铁成印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

1998 年 6 月第 1 版,2007 年 8 月第 2 版,2007 年 8 月第 6 次印刷

787mm×1092mm 1/16;14.75 印张;392 千字;223 页;12001-15000 册

26.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

第 1 版前言

本书为高等职业技术学院冶金工程专业教学用书,是冶金部“九五”规划教材。全书共分 5 章,主要讲述起重机械、运输机械、泵、风机以及液压传动等方面的基本知识。

本书着重对各种设备的构造、工作原理、性能、类型、选择方法以及使用维护等进行讲解,以期学生在学过本门课程之后,能具备合理选择和正确使用这些设备的知识。本书的编写力求贯彻少而精和理论联系实际的原则,突出理论知识的应用,加强针对性和实用性,在体现职业技术教育特色方面做了很多努力。此外,本书在较大程度上反映了我国起重机械、运输机械、水泵、风机以及液压传动技术新的发展与进步,并全部使用国家法定单位和最新标准。

本书第 1 章、第 2 章由山西工程职业技术学院冀立平编写,第 3 章由张庭祥和山东省工业学校王庆义编写,第 4 章、第 5 章由张庭祥编写,第 5 章中的 5.4 节和 5.6 节由山西工程职业技术学院白柳编写。全书由张庭祥主编,太原理工大学机械工程系陆世鑫教授主审。在编写过程中,全国冶金职业技术学校冶金机械课程组和冶金工业部教育咨询服务中心教材编辑室给予了大力支持,我们在此深表感谢。

由于编写水平有限,书中难免有一些缺点和错误,敬请广大读者批评指正。

编 者

1997 年 10 月

第 2 版前言

本书为中国钢铁工业协会“十一五”规划教材,是在原冶金部“九五”规划教材《通用机械设备》的基础上重新修订编写的。

全书共分 5 章,主要讲述起重机械、运输机械、泵、风机以及液压传动等方面的基础知识。本书的特点是对起重机械、运输机械、泵、风机以及液压传动的基本理论与基本概念的阐述力求简明、清晰。着重讲解各种设备的构造、工作原理、性能、类型、安装、使用和维护以及常见故障处理,使其与实际应用相结合。针对高职教育的特点,本教材在修订过程中依据理论内容以“必需够用”的原则,力求突出应用能力和综合职业技能的培养。在修订过程中,删减了一些陈旧过时的内容,增加了一些新技术和新工艺方面的内容,力求满足高职教育课程体系改革的要求。本书在较大程度上反映了我国起重机械、运输机械、泵、风机以及液压传动技术的发展与进步,并全部使用了国家法定单位和最新标准。

本次修订,主要由张庭祥负责,并得到了太原理工大学王晋生、太钢烧结厂李玉玲、太钢第二炼钢厂李保才、临钢设备处崔振祥、山西工程职业技术学院张颖帅等同志的大力支持和帮助。在修订过程中,参阅了有关文献及国内外生产厂家及公司的相关资料。在此一并表示感谢!

本书适合作为高职高专院校冶金类、机械类专业的教材,也可作为各类业余大学、函授大学、电视大学及中等职业学校相关专业的教学参考书,并可供有关专业的工程技术人员和科技工作者参考使用。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2007 年 3 月

目 录

绪 论	1
1 起重机械	3
1.1 概述	3
1.1.1 起重机械的用途	3
1.1.2 起重机械的工作特点	3
1.1.3 起重机械的发展趋势	4
1.1.4 起重机械的种类	6
1.1.5 起重机械的基本参数	6
1.2 起重机的主要零部件	11
1.2.1 钢丝绳	11
1.2.2 滑轮与滑轮组	15
1.2.3 卷筒	18
1.2.4 取物装置	19
1.2.5 制动器	25
1.2.6 车轮与轨道	28
1.3 绞车与葫芦	30
1.3.1 电动绞车	31
1.3.2 电动葫芦	32
1.4 桥式起重机	34
1.4.1 桥式起重机的类型和主要参数	35
1.4.2 起重小车的构造	37
1.4.3 桥架金属结构	39
1.4.4 桥架运行机构	43
1.4.5 起重机的运行啃道	44
1.4.6 桥式起重机的安全操作与维护	45
1.5 龙门起重机与装卸桥	46
1.5.1 龙门起重机的种类和构造	46
1.5.2 装卸桥	48
1.6 臂架型起重机	49
1.6.1 臂架型起重机的类型和构造	49
1.6.2 回转机构	56
1.6.3 变幅机构	58

思考题及习题	59
2 运输机械	60
2.1 概述	60
2.1.1 连续运输机械的特点	60
2.1.2 连续运输机械的构成	60
2.1.3 连续运输机的分类	61
2.1.4 连续运输机械的应用范围	62
2.1.5 物料特性	62
2.1.6 连续运输机的生产率	63
2.2 带式输送机	64
2.2.1 结构	64
2.2.2 工作过程	65
2.2.3 主要部件	65
2.2.4 带式输送机的特点及应用	68
2.2.5 带式输送机的其他类型	69
2.3 刮板式输送机	69
2.3.1 结构组成与工作原理	69
2.3.2 特点与适用范围	70
2.3.3 埋刮板输送机	70
2.4 斗式提升机	71
2.4.1 斗式提升机的组成与工作过程	71
2.4.2 斗式提升机种类及参数	72
2.5 螺旋式输送机	72
2.5.1 螺旋式输送机的结构	72
2.5.2 螺旋输送机的类型	73
2.6 气力输送机	74
2.6.1 吸送式气力输送机	74
2.6.2 压送式气力输送机	75
2.6.3 混合式气力输送机	75
2.6.4 气力输送机的特点及应用范围	75
思考题及习题	76
3 泵	77
3.1 概述	77
3.1.1 泵的用途	77
3.1.2 泵的分类	77
3.2 离心泵	77

3.2.1 离心泵的分类	78
3.2.2 离心泵的工作原理	79
3.2.3 离心泵结构	80
3.2.4 离心泵主要部件	83
3.2.5 离心泵的使用、维护及其故障分析	86
3.3 轴流泵	87
3.3.1 轴流泵的工作原理	87
3.3.2 轴流泵的主要部件	88
3.4 混流泵	90
3.5 往复泵	90
3.5.1 往复泵的工作原理及其分类	90
3.5.2 往复泵的流量及扬程	92
3.5.3 往复泵的功率计算	92
3.5.4 常用往复泵的结构和型号	93
3.6 泵的性能参数	94
3.6.1 流量	94
3.6.2 扬程	94
3.6.3 转速	95
3.6.4 功率和效率	95
3.7 泵的基本方程	96
3.8 泵的比转数	98
3.8.1 比转数的概念	98
3.8.2 水泵叶轮形状与比转数的关系	98
3.8.3 比转数的应用	99
3.9 泵的特性曲线	99
3.9.1 扬程特性曲线($H-Q$)	99
3.9.2 功率特性曲线($P-Q$)	100
3.9.3 效率特性曲线($\eta-Q$)	100
3.10 泵的装置特性曲线	100
3.10.1 水泵装置	100
3.10.2 装置扬程	101
3.10.3 装置特性曲线	101
3.11 泵的汽蚀	101
3.11.1 汽蚀现象及汽蚀机理	101
3.11.2 泵产生汽蚀时的表现	102
3.11.3 泵的容许吸入高度及汽蚀余量	103
3.12 泵的运行	103
3.12.1 水泵的运行工作区	103
3.12.2 水泵的串联运行	104

3.12.3 水泵的并联运行	104
3.13 泵的调节	105
3.13.1 改变装置特性	105
3.13.2 改变水泵特性	105
思考题及习题	107
4 风机	109
4.1 风机的分类及应用	109
4.2 风机的主要参数	110
4.3 离心式通风机	111
4.3.1 离心式通风机的工作原理	111
4.3.2 离心式通风机的结构	112
4.4 轴流式风机	115
4.4.1 轴流式风机的构造和工作原理	115
4.4.2 轴流式风机的性能曲线	116
4.4.3 轴流式风机的结构	117
4.4.4 轴流式通风机实例	117
4.5 鼓风机	118
4.5.1 离心式鼓风机	119
4.5.2 轴流式鼓风机	119
4.5.3 离心鼓风机实例	120
4.6 罗茨鼓风机	121
4.6.1 罗茨鼓风机工作原理	122
4.6.2 罗茨鼓风机的特性和应用	122
4.7 风机的运行特性	122
4.7.1 风机特性曲线	122
4.7.2 气体密度对风机性能的影响	123
4.7.3 叶轮转速对风机性能的影响	123
4.7.4 叶轮直径对风机性能的影响	124
4.8 风机的并联和串联	124
4.8.1 风机的并联工作	124
4.8.2 风机的串联工作	125
4.9 风机的选用	126
4.9.1 风机选型计算	126
4.9.2 根据风机所处位置分类	127
4.9.3 风机结构形式	127
4.9.4 风机耐磨措施	127
4.9.5 风机选用要求	128
4.10 电机的选用	128

4. 10. 1 电机功率计算	128
4. 10. 2 电机绝缘和防护等级	128
4. 11 风机系统的设计和运行要求	129
4. 11. 1 风机布置	129
4. 11. 2 风机的隔振和消声	130
4. 11. 3 风机的声压和声功率级	130
4. 11. 4 风机隔振措施	130
4. 11. 5 风机的消声措施	131
4. 12 风机的运行调节和节能	132
4. 12. 1 改变管网性能曲线	132
4. 12. 2 改变风机性能曲线	132
4. 13 风机的运行故障分析和排除方法	134
4. 13. 1 系统性能故障分析和排除方法	134
4. 13. 2 设备机械故障分析和排除方法	134
思考题及习题	135
5 液压传动	136
5. 1 概述	136
5. 1. 1 液压传动的工作原理	136
5. 1. 2 液压传动系统的组成及图形符号	136
5. 1. 3 液压传动的优缺点及应用	138
5. 2 液压油	139
5. 2. 1 液压油的主要性质	139
5. 2. 2 液压油的选用	141
5. 2. 3 液压油的污染及其控制	144
5. 3 液压泵和液压马达	145
5. 3. 1 液压泵概述	145
5. 3. 2 齿轮泵	147
5. 3. 3 叶片泵	149
5. 3. 4 柱塞泵	154
5. 3. 5 液压马达	156
5. 4 液压缸	157
5. 4. 1 液压缸的分类和特点	158
5. 4. 2 液压缸的结构	160
5. 5 液压控制阀	167
5. 5. 1 概述	167
5. 5. 2 方向控制阀	167
5. 5. 3 压力控制阀	173
5. 5. 4 流量控制阀	177

5.5.5 二通插装阀	180
5.6 液压辅助元件	182
5.6.1 蓄能器	182
5.6.2 滤油器	183
5.6.3 油箱	185
5.6.4 管件	187
5.7 液压回路	190
5.7.1 方向控制回路	190
5.7.2 压力控制回路	190
5.7.3 速度控制回路	193
5.8 液压传动系统实例	197
5.8.1 组合机床动力滑台液压系统	197
5.8.2 高炉炉顶加料装置液压系统	200
5.8.3 高炉泥炮液压系统	203
5.8.4 炼钢电弧炉液压系统	204
5.8.5 炼钢炉前操作机械手液压系统	207
5.8.6 板带轧钢机压下装置液压系统	209
5.8.7 带钢跑偏液压控制系统	212
5.9 液压传动系统的安装调试和故障分析	213
5.9.1 概述	213
5.9.2 液压系统的安装	215
5.9.3 液压系统的调试	215
5.9.4 液压系统的使用与维护保养	216
5.9.5 液压系统的故障分析与排除	216
5.10 液压系统故障诊断技术的发展趋势	221
思考题及习题	222
参考文献	223

绪 论

钢铁工业作为一个完整的工业门类,是从事黑色金属矿山采选和黑色冶炼加工为主的工业生产单位的统称。在我国现行的《国民经济分类》中,钢铁工业包括金属铁、铬、锰矿山采选、烧结球团、炼铁、炼钢、连续铸钢、钢压延加工、铁合金冶炼、金属丝绳制造等多个工业行业。作为一个全面的生产系统,钢铁工业的生产又必然涉及化学、建材和机械等一些其他工业门类,如焦化、耐火材料、炭素制品、环境保护和冶金机械等,这些工业产品直接关系到钢铁工业的生产能否实现,因此,它们与钢铁工业生产密切相关,在日常生产组织和管理工作中往往将它们与钢铁工业视为一个整体,但从严格意义上来说,它们不应划入钢铁工业范畴内。

冶金工业按其规范含义应该包括黑色金属和有色金属两个工业门类。钢铁工业和冶金工业两个概念在实际管理中往往混淆或相互代用。所以,在涉及一些专业性较强的管理中,或在进行专业间、企业间、行业间和国际间的经济分析、比较和研究中,必须重视这些概念的科学使用。

钢铁工业生产专业化较强,必须配备专门的冶炼设备。但作为一个产业系统,其生产的对象、手段、形式等多种多样,因此,钢铁工业生产又需要大量冶金通用机械设备。冶金通用机械设备是指在各种冶金工业部门均能使用的设备。冶金通用机械设备主要包括起重机械、运输机械、泵、风机、液压传动设备等。

A 通用机械在冶金生产中的地位

在钢铁冶金工业生产中,通用机械设备处于不可缺少的重要地位。在任何生产过程中,原料、半成品及成品的搬运工作是必不可少的。在一个年产 700 万 t 的钢铁联合企业当中,各种物品的流通量就高达 5000 万 t 左右,而且其中多数是要求在高温、快速的情况下完成运输工作的。为了完成这些任务,通常要装备各种类型的起重、运输机械。此外,在生产中,各种起重、运输机械的投入使用,直接影响着生产流程上各种工艺设备的配置情况。这些起重、运输机械便是联系各工艺设备之间的重要组成环节,从而超出了辅助工作的地位。

钢铁冶炼中的各种冶金炉,必须由泵和风机供给冷却水和助燃的空气;在有色湿法冶炼中需要各种泵来输送生产过程中的各种流质。以一个年产 10 余万吨铅、锌、铜的冶金厂为例,它应用的各类泵和风机在 1000 台左右,占全部机械设备的 50% 以上。高炉炼 1t 生铁需要供应 2200~2500m³ 的空气,炼钢炉炼 1t 钢需要十几吨冷却水。可见,对一个冶金厂来说,没有具备相当能力的泵和风机来完成如此大量的流体输送任务,冶金生产是不可能进行的。

液压传动是近几十年来获得迅速发展的一门技术,在冶金机械中得到广泛的使用。如目前在应用着的高炉液压炉顶、液压传动泥炮、全液压炼钢电炉、转炉的液压烟罩提升机、连续铸钢设备、轧钢设备、金属热加工设备、有色金属生产中用的液压锭码垛机以及液压传动起重机等。从事冶炼生产的工程技术和实际操作人员,必须熟悉液压传动的性质及有关知识,以适应工作的需要。

B 影响设备生产能力的因素

某种设备的生产能力的大小,决定于设备的数量、设备的有效工作时间和设备生产效率三个

因素。

设备的数量是企业可能使用的设备数量。因此,必须包括企业已安装的全部设备,不论这些设备是正在生产、正在修理或因某种原因暂时停止生产的,均应计算在内。设备的有效工作时间是指设备全年最大可能运转的时间。不同的机械设备有效工作时间是不同的。

连续生产的设备有效工作时间可按下式计算:连续生产的设备有效工作时间 = $365 \times 24 - \text{计划大修时间(时)}$ 。(有些连续生产的设备,如不以小时而以日为单位,则上式不必乘 24)非连续生产的设备有效工作时间 = $(365 \text{ 天} - \text{全年节假日天数}) \times \text{设备开动班次} \times \text{每班应开动的时数} - \text{计划检修的时数}$ 设备生产效率,通常是指单台设备在单位时间内的最大可能产量。根据上述三个基本因素,设备的生产能力一般按下式计算:

某种设备的生产能力 = 设备的数量 $\times$ 设备的有效工作时间 $\times$ 设备生产效率

C 设备利用指标

设备利用指标包括设备时间利用率、设备能力利用率和设备综合利用系数三方面。设备利用指标是反映设备工作状态及生产效率的技术经济指标。减少设备停车时间,提高设备的利用指标,是生产控制的重点之一,是质量管理的重要手段。影响设备利用程度的因素有两个:一是操作人员的素质、设备的维护保养等管理水平;二是设备本身的质量、技术装备水平。因此,提高设备利用指标的措施主要有以下两点:

(1) 保持设备经常处于良好的技术状态。冶金通用机械与冶炼设备大部分在高温、高压、重负荷、金属粉尘的恶劣条件下连续作业,在运行过程中不可避免地会降低设备的原有性能。发生设备故障和事故的停机率比较高,这些都影响设备的利用指标,因此,坚持集中维修、区域负责、点检定修、操检并重的方针,是提高设备利用指标的有效措施。冶金通用机械与冶炼设备维修工作大体可归纳为:

1) 保持整洁的工作环境和井然的秩序。冶金生产现场环境复杂,除专用设备外,还有冶金通用机械设备,如起重、运输机械等,稍不注意就容易发生事故。因此,生产现场必须保持整洁的环境和井然的秩序。

2) 注意润滑。冶金生产现场环境差,高温、粉尘都给设备的润滑系统造成威胁,因此,润滑工作十分重要,要通过及时合理的润滑,减少部件磨损,延长维修周期,增加设备的使用寿命,进而提高设备的利用指标。

3) 严格执行操作规程。使用设备时要严格遵守操作规程的要求,不允许超过规定的设备允许额定负荷,重要设备一般都有安全装置,一旦超负荷即自行停运,使设备卸去负荷,对这种安全装置必须重视,并加强管理。

4) 定期检查。冶金通用机械与冶炼设备种类繁多,使用环境复杂,负荷各异,必须有切实可行的定期检修方法。一般设备的定期检查分为定点、定标、定期、定项、定人、定法、检查、记录、处理、分析、改进和评价几个环节。

(2) 认真做好设备的挖潜、革新、改造和更新工作。冶金通用机械与冶炼设备是为生产工艺服务的,新的工艺需要新的设备来实现。目前我国冶金通用机械与冶炼设备在结构和性能与工业发达国家相比还有一定的差距,主要表现为:品种规格不全、产品质量低、配套不全、成套技术差等方面。因此,对现有设备进行挖潜、革新、改造和更新是钢铁工业生产的一项重要任务。

1 起重机械

1.1 概述

1.1.1 起重机械的用途

起重机械是起升、搬运和输送物料及产品的机具,是国民生产各部门提高劳动生产率、生产过程机械化不可缺少的大型机械设备。起重机械对于提高工程机械各生产部门的机械化,缩短生产周期和降低生产成本,起着非常重要的作用。

起重机械是现代工业生产不可缺少的设备,被广泛地应用于各种物料的起重、装卸、安装等作业中,从而大大减轻了体力劳动强度,提高了劳动生产率。有些起重机械还能在生产过程中进行某些特殊的工艺操作,使生产过程实现机械化和自动化。在工厂、矿山、车站、港口、建筑工地、水电站、仓库等各生产部门中,都得到广泛的应用。在现代化的钢铁企业中,起重机械更是不可缺少的。近年来,由于工业技术的不断发展,生产水平不断提高,起重机械的作用已超出作为辅助设备的范围,进而直接应用于生产工艺过程中,成为生产流水作业线上的主体设备组成部分。因此世界上各国都在不断改进起重机械产品的性能,提高运转速度和生产能力,提高自动化水平,制造方便可靠、新型、高效能的起重机来满足生产的需要。

随着现代科学技术的飞跃发展,在国民经济各部门和基本建设中,新结构、新工艺、新技术、新材料的不断应用,一些大、中型构件、桥梁等设备的垂直运输及在高难度建筑上的安装就位等工作,没有起重机械设备是很难完成的。

我国在发明和使用起重机械方面,历史最悠久。早在奴隶社会的商朝时期,由于农业灌溉上的需要,劳动人民创造了用于汲水的起重工具,这是由杠杆和取物装置构成的简单起重装置。早在古代,我国劳动人民就发明了辘轳以汲取更深的井水,辘轳是由支架、卷筒、绳索和曲柄等简单元件组成的,成为现代绞车的原始雏形。在公元 200 年左右出现了用于汲水和排水的翻车。翻车的发明,从工作原理上来说,是一个很大的飞跃,它从间歇动作发展为连续动作,与现代的刮板输送机极为相似。

随着我国生产制造业的发展和进步,起重运输机械制造业也得到了很大的发展和应用,起重运输机械领域也从无到有、由小到大逐步发展起来,一批起重机械的科研机构和生产工厂逐步建立,设计、研制力量日趋壮大。不仅产品的种类基本齐全,而且有了自己的系列和标准。不仅能生产小型轻巧的起重机械,而且也能生产吨位很大的、技术较先进的大型起重机。但是,与世界先进水平比较,无论在产品的品种、数量方面,还是机械的性能、质量等方面都存在着较大的差距。为尽快地赶超世界先进水平,我们应该在独立自主的原则下,认真学习外国的先进技术。

1.1.2 起重机械的工作特点

起重机是以间歇、重复的工作方式,通过起重吊钩或其他吊具起升、下降或升降与运移物料的机械设备。它在搬运物料时,经历上料、运送、卸料及返回原处的过程,工作范围较大。

起重机械由三大部分组成,即工作机构、金属结构和电气设备。工作机构常见的有起升、运行、回转和变幅机构,通常称之为四大工作机构。依靠这四个机构的复合运动,可以使起重机在所需的任何指定位置进行上料和卸料,但不是所有的起重机械中都同时具有这些机构,而是根据工作的需要,可以有其中的一个或几个。需要特别指出的是,不论该起重机拥有多少个机构,起升机构是必不可少的。金属结构是构成起重机械的躯体,是安装各机构和承受全部载荷的主体部分。电气设备是起重机械的动力装置和控制系统。

起重机械通常具有庞大和比较复杂的机构,能完成一个起升运动、一个或几个水平运动。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,形状很不规则。大多数起重机械,需要在较大的范围内运行,有的要装设轨道和车轮,有的要装设轮胎或履带在地面上行走(如汽车吊、履带吊等),还有的需要在钢丝绳上行走(如客运、货运架空索道),活动空间较大,一旦造成事故,影响的面积也较大。

有些起重机械,需要直接载运人员在导轨、平台或钢丝绳上做升降运动(如电梯、升降平台等),其可靠性直接影响人身安全。

起重机械的工作特点如下:

(1) 吊物一般具有很大的质量和很高的势能。被搬运的物料个体重大(一般物料均几吨重以上)、种类繁多、形态各异(包括成件、散料、液体、固液混合等物料),起重搬运过程是重物在高空中的悬吊运动。

(2) 起重作业是多种运动的组合。起重机的金属机构、传动机构和控制装置等机构组成多维运动,大量结构复杂、运动各异的金属机构给作业安全带来了潜在的危险。速度多变的可动零部件,形成起重机械的危险点多且分散的特点,给安全防护增加了难度。

(3) 作业范围大。金属结构横跨车间或作业场地,高居其他设备、设施和施工人群之上,起重机带载可以部分或整体在较大范围内移动运行,使危险的影响范围加大。

(4) 多人配合的群体作业。起重作业的程序是地面司索工捆绑吊物、挂钩;起重司机操纵起重机将物料吊起,按地面指挥,通过空间运行,将吊物放到指定位置摘钩、卸料。每一次吊运循环,都必须是多人的合作完成,无论哪个环节出问题,都可能发生意外。

(5) 作业条件复杂多变。在车间内,地面设备多,人员集中;在室外,受气候、气象条件和场地限制的影响,特别是流动式起重机还涉及地形和周围环境等多因素的影响。

(6) 暴露的、活动的零部件较多。在起重作业现场,大量机构与作业人员直接接触(如吊钩、钢丝绳等),容易对人身安全造成伤害。

总之,重物在空间的吊运、起重机的多机构组合运动、庞大金属结构整机移动性,以及大范围、多环节的群体运作,使起重作业的安全问题尤其突出。

1.1.3 起重机械的发展趋势

随着科技的日新月异,当今国际起重机械朝着大型化、液压化、多用途、高效率的方向发展。这在不同程度上扩大了产品标准化、参数、尺寸规格化和零部件通用化的范围,为起重机械制造的机械化和自动化提供了方便的条件,对实现自动化设计、加强流水作业生产、提高劳动生产率、降低产品成本和材料消耗,改进工艺流程,增强和提高企业管理水平等都具有很大的现实意义。有的企业已基本上实现了钢构件的连续生产,应用光电系统、数字程序控制系统及激光器切割下料,并从搬运、平料到组装等形成了生产的自动控制和管理系统。

当今起重机械的发展方向如下:

(1) 向大型、高效和节能方向发展。目前,世界上最大的浮游起重机起重量达 6500t,最大的

履带起重机起重量为 3000t,最大桥式起重机起重量为 1200t。带式输送机最大带宽达 3.2m,输送能力最大可达 40000t/h,单机最大距离可达 60km 以上。自动化立体库堆垛机最大运行速度达 240m/min。

(2) 向自动化、智能化、集成化和信息化发展。将机械技术和电子技术相结合,将先进的微电子技术、电力电子技术、光缆技术、液压技术、模糊控制技术应用到机械的驱动和控制系统,实现自动化和智能化,以适应多批次少批量的柔性生产模式。目前已出现了能自动装卸物料、有精确位置检测和有自动过程控制的桥式起重机用于自动化生产线。起重机上还装有微机自诊断监控系统,对自身的运行状态进行监测和维护。

(3) 向成套化、系统化、综合化和规模化发展。将各种起重机械的单机组合为成套系统,加强生产设备与物料搬运机械的有机结合,提高自动化程度,改善人机系统。通过计算机模拟与仿真,寻求参数与机种的最佳匹配与组合,发挥最佳效用。重点发展的有港口散料和集装箱装卸系统、工厂生产搬运自动化系统、自动化立体仓库系统、商业货物配送集散系统、交通运输部门和邮电部门行包货物的自动分拣与搬运系统等。

(4) 向模块化、组合化、系列化和通用化发展。许多通用起重机械是成系列成批量的产品,为了降低制造成本,提高通用化程度,可采用模块组合的方式,用较少规格的零部件和各种模块组成多品种、多规格和多用途的系列产品,充分满足各类用户的需要。也可使单件小批量生产起重运输机械的方式改换成具有相当批量和规模的模块生产,实现高效率的专业化生产。

(5) 向小型化、轻型化、简易化和多样化发展。有相当批量的起重机械是在一般的车间和仓库等处使用,用于代替人力和提高生产效率,但工作并不十分频繁。为了考虑综合效益,要求这部分起重机械尽量减少外形尺寸,简化结构,降低造价和使用维护费用,按最新设计理论开发出来的这类设备比我国用传统理论设计的同类产品其自重轻 60%。由于自重轻、轮压小、外形尺寸小,使厂房建筑结构的建造费用和起重机运行费用也大大减少。

(6) 采用新理论、新方法、新技术和新手段提高设计质量。进一步应用计算机技术,不断提高产品的设计水平与精度。开展对起重运输机械载荷变化规律、动态特性和疲劳特性的研究,开展对可靠性的试验研究,全面采用极限状态设计法、概率设计法、优化设计和可靠性设计等,利用 CAD 提高设计效率与质量,与计算机辅助制造系统相衔接,实现产品设计与制造一体化。

(7) 采用新结构、新部件、新材料和新工艺提高产品性能。结构方面采用薄壁型材和异型钢,减少结构的拼接焊缝,采用各种高强度低合金钢新材料,提高承载能力,改善受力条件,减轻自重和增加外形美观。在机构方面进一步开发新型传动零部件,简化机构,以焊代铸,采用机电一体化技术,提高使用性能和可靠性。在电控方面开发性能好、成本低、可靠性高的调速系统和电控系统。今后还会更加注重起重机械的安全性、重视司机的工作条件。

由于我国起重机械行业起步较晚,虽然在技术水平上有了长足的发展和进步,但是与国际先进水平相比,还存在着一定差距:

(1) 产品性能一般。产品性能是设计、制造、安装、维护使用的综合反映。大型骨干企业的产品性能尚可满足用户的需求。但是许多不上规模的企业低价无序竞争、降低质量标准,其零部件不过关,整机水平难以提高。如产品电气控制故障较多、传动部件噪声较大、操作设施较落后、外观造型缺乏美观等。

(2) 产品开发能力较弱。起重机械制造业产品更新换代较慢,对大型关键设备的产品研发和系统成套能力、对通用起重机械的模块化设计与制造、对计算机辅助设计和可靠性设计的普遍应用等,尚待进一步提高。科技人员素质、研发经费、测试手段和管理水平仍为提升产品开发能力的较薄弱环节。

(3) 制造工艺水平较低。起重机械制造业的装备力量较为薄弱,在采用高精度的数控加工设备、计算机辅助工艺与制造方面、对钢材预处理和自动焊接等先进的制造工艺的普遍应用,尚待进一步提高。

(4) 产品检测水平不高。起重运输机械制造业的检测力量较为薄弱,往往仅对产品的一些出厂性能考核,而对产品的可靠性等长期性能指标,如平均无故障工作时间(MTBF)、平均首次无故障工作时间(MTTF)、可用度(A)等较少涉及。许多不上规模企业的产品故障较多、寿命较短、市场信誉较差。与国外企业或合资企业的品牌竞争,产品检测水平尚待进一步提高。

(5) 配套件供应和质量问题影响较大。起重机械制造业的品种规格繁多,配套件与原材料供应和质量问题尤为关键。一些国产的主要配套件,如减速器、制动器、电控设备和元器件等性能和质量尚未达到一流水平;一些国产原材料,如起重机的轨道型材、结构用的异形型材、薄壁型材等品种规格较少,供应较为短缺。这势必影响到整机设计所需求的配套件和原材料的合理选用,使整机水平难以提升,拉大了与国际水平的差距。

(6) 产品技术标准更新滞后、实施乏力。我国产品技术标准的制定采取跟踪国际标准和先进国家、地区标准的方式,但消化创新能力不足,更新滞后期间较长。先进国家的知名品牌企业,都有自己的企业标准,并随着技术和市场的发展而及时更新。其内控的企业标准都高于现行的国际标准,是他们保持品牌效应、参与国际市场竞争的有效手段。我国制定产品技术标准的机制和投入尚待提高,企业内控标准制定尚需自身动力。

1.1.4 起重机械的种类

起重机械按其构造特点的不同,分为轻小型起重机械、桥架型起重机和臂架型起重机。

起重机械的种类如图 1-1 所示,构造见图 1-2。

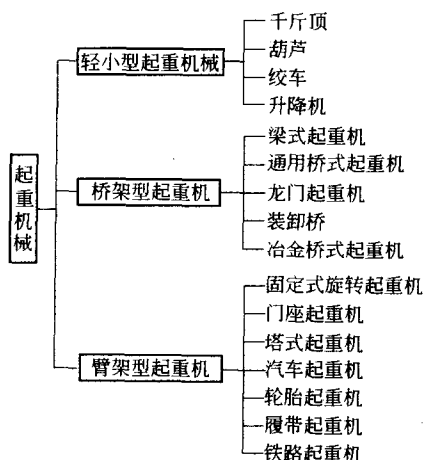


图 1-1 起重机械的种类

起重载荷,以 P_Q 表示,单位为 N 或 kN。

起重重量较大的起重机常备有两套起升机构,起重重量较大的称为主起升机构或主钩,较小的称为副起升机构或副钩。一般副钩的起重重量约为主钩的 $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{3}$ 。副钩的起升速度较高,以便提高轻货的吊运效率。主副钩的起重重量用一个分数表示,例如 15/3,表示主钩 15t,副钩 3t。

1.1.5 起重机械的基本参数

起重机械的基本参数有起重量、起升高度、跨度、幅度、各机构的工作速度及起重机械的工作级别,此外,还有最大轮压和外形尺寸等。这些参数是起重机械工作性能和技术经济指标,也是设计和选用起重机械的依据。

1.1.5.1 起重量

起重机在各种工况下安全作业所允许起吊的最大货物的质量称为额定起重量,简称为起重量,以 Q 表示,单位为 kg 或 t。我国标准规定,起重量不包括吊钩、动滑轮及不可卸下的起吊模具等的自重,但对于可分吊具,如抓斗、夹钳、电磁盘等取物装置的质量,则必须计入额定起重量内。

在计算中,为了方便起见,将吊重产生的载荷称为