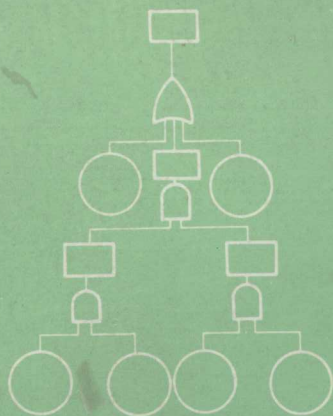
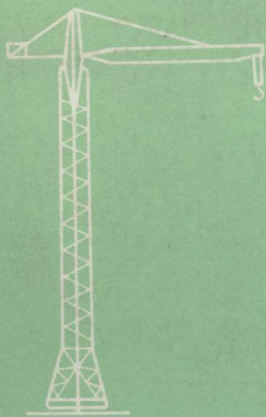


高等学校试用教材

起重运输安全工程

王福成 编著



NEUPRESS

东北大学出版社

高等学校试用教材

起重运输安全工程

王福成 编 著

江苏工业学院图书馆
藏书章

东北大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

起重运输安全工程/王福成编著. —沈阳:
东北大学出版社, 1997. 3
ISBN7-81054-174-9

I. 起...

II. 王...

IV. 起重-安全

VI. TH208

©东北大学出版社出版

(沈阳·南湖 110006)

东北大学印刷厂印刷

东北大学出版社发行

1997年3月 第1版

1997年3月第1次印刷

开本: 850×1168 1/32

印张: 9

字数: 234千字

印数: 1~1000册

定价: 19.80元

前 言

目前,起重运输机械广泛应用于冶金、机械制造、建筑、交通运输、港口等生产部门。在生产过程中,它既减轻了人们的繁重体力劳动,又大大提高了劳动生产率,是现代工业生产中不可缺少的重要工具。

由于起重运输机械种类繁多、数量很大,而且,起重机又是一种重复的、间歇动作的装置。作业时,既有升降运动,又有水平和旋转运动。人、机、环境系统较为复杂。常常会发生一些设备故障和人身伤亡事故,影响工业生产的正常进行。

因此,为提高安全技术人员的理论基础和科学管理水平,防止事故发生,保证安全生产,在广泛收集国内外有关专著、科研成果和实际经验的基础上,编写了《起重运输安全工程》教材,作为本科生安全工程专业的一门必修课。

本书根据专业培养目标和教学大纲的要求,重点介绍起重机械的基础理论和验算方法,起重机作业过程中的安全技术及防止事故发生的科学管理措施。在一定程度上反映了起重运输安全工程的新技术和发展动向。

本书经过多次教学实践的检验、修改以及广泛征求同行专家的意见,形成了现有的体系和内容。为便于读者自学,书中附有必要的数据和图表,并辅以计算例题。

本书中引用了多位国内外专家的名著,在此,特致谢意。

《起重运输安全工程》作为一门课程,虽然经过多次教学实践,但对于教材编写工作,仍是处于探索过程,由于缺乏经验和水平有限,书中难免存在缺点和错误,热诚希望读者批评指正。

编 者

1997年1月

目 录

前 言

第1章 概 述	1
1.1 起重机械类型	1
1.2 起重机械主要技术性能	6
1.3 起重机械计算载荷类别	10
1.4 起重机械承受的载荷	11
第2章 起重机主要零部件	17
2.1 取物装置	17
2.2 滑轮与卷筒	27
2.3 钢丝绳	38
2.4 减速装置	47
2.5 车轮与轨道	50
第3章 起重机制动装置	61
3.1 制动器的功能	61
3.2 块式制动器的结构与类型	62
3.3 块式制动器的验算	73
3.4 带式制动器的类型与验算	78
3.5 制动器发热验算	85
3.6 制动器的安全使用	87
3.7 停止器的功能与类型	96

第4章 起重机主要机构	103
4.1 起升机构类型与验算	103
4.2 运行机构类型与验算	115
4.3 变幅机构类型与验算	129
4.4 旋转机构类型与验算	140
4.5 伸缩机构类型与验算	150
第5章 起重机稳定性	161
5.1 臂架式起重机的稳定性	161
5.2 门座式起重机的稳定性	167
5.3 龙门式起重机的稳定性	169
5.4 塔式起重机的稳定性	171
5.5 浮式起重机的稳定性	175
5.6 叉车的稳定性	181
5.7 起重机防风抗滑安全性	190
第6章 起重机常见事故及故障	192
6.1 企业伤害与起重伤害概况	192
6.2 起重机常见事故机理	197
6.3 不同机种事故概况及原因	200
6.4 起重机械常见故障及原因	209
第7章 起重机安全使用与管理	216
7.1 概述	216
7.2 起重机操作技术	220
7.3 起重作业人员的培训	224
7.4 起重机负荷试验	229
7.5 起重机的润滑	238

第 8 章 起重机安全装置.....	241
8.1 缓冲器	241
8.2 固定装置	247
8.3 起重量和起重力矩限制器	253
8.4 起重力矩检测器	258
第 9 章 企业运输安全技术与管理.....	262
9.1 概述	263
9.2 常见搬运事故与安全管理	264
9.3 汽车运输安全管理	268
9.4 铁路运输安全管理	270
9.5 胶带运输安全管理	273
主要参考文献.....	276

第1章 概 述

起重运输机械从简单到复杂,从小型设备到大型机械,与人类社会生活有着密切的关系。在现代工业生产中,起重运输是整个生产过程中的有机环节,是工业生产实现机械化、自动化的物质手段。它不仅能够提高劳动生产效率,而且还可以大大减轻劳动强度。因此,起重运输机械是工业生产中不可缺少的重要工具和设

备。然而,起重运输机械在使用过程中,由于操作不当,或机械部件加工质量不好,或安全检查不够等原因,往往会发生一些设备故障和人身伤亡事故,影响了工业生产的正常进行。为实现安全生产,必须研究起重运输机械的结构、工作原理以及操作、使用、检查、维护等方面的安全技术。

1.1 起重机械类型

起重机械是一种重复的、间歇动作的装置。其特点是通过重复短时间的工作循环,周期性地升降或搬运物品。在每一工作循环中,其所有主要工作机构都作一次正向运动和反向运动。一般是用于搬运成件或包装物品。起重机械一般分为:

(1) 小型起重机。小型起重机如千斤顶、葫芦、绞车等。起升高度小,通常只有单一的起升或牵引机构。操作简单、携带方便,更换作业地点容易。

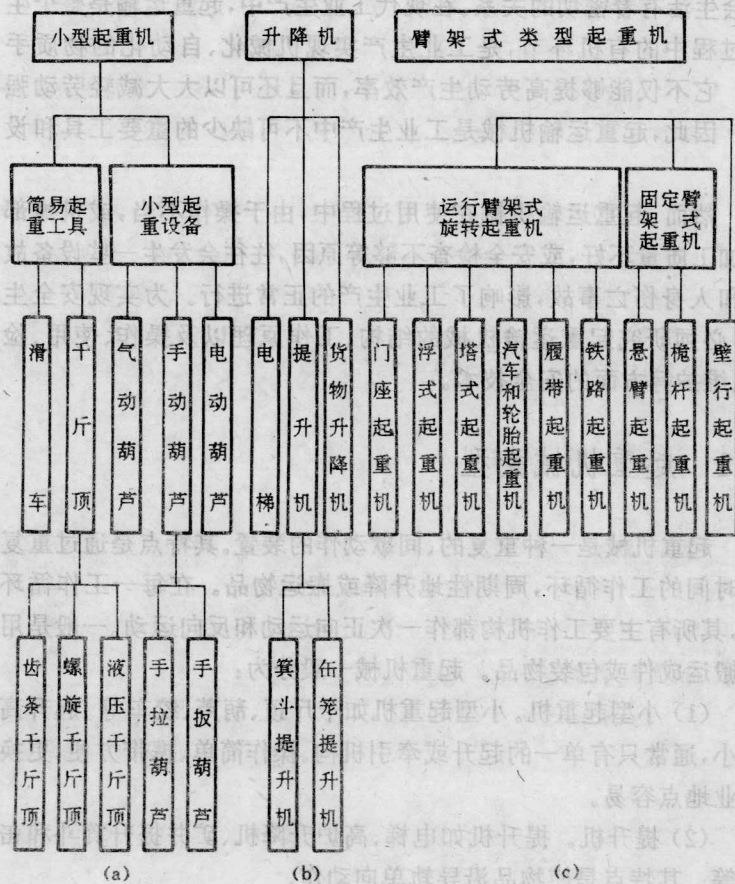
(2) 提升机。提升机如电梯、高炉升降机、矿井提升箕斗和缶笼等。其特点是使物品沿导轨单向动作。

(3) 起重机。起重机是在一定范围内能将物品垂直提升和水平运移的机械。因此,应用广泛。

小型起重机、升降机、臂架式类型起重机分别见表 1-1(a), (b), (c)。

表 1-1

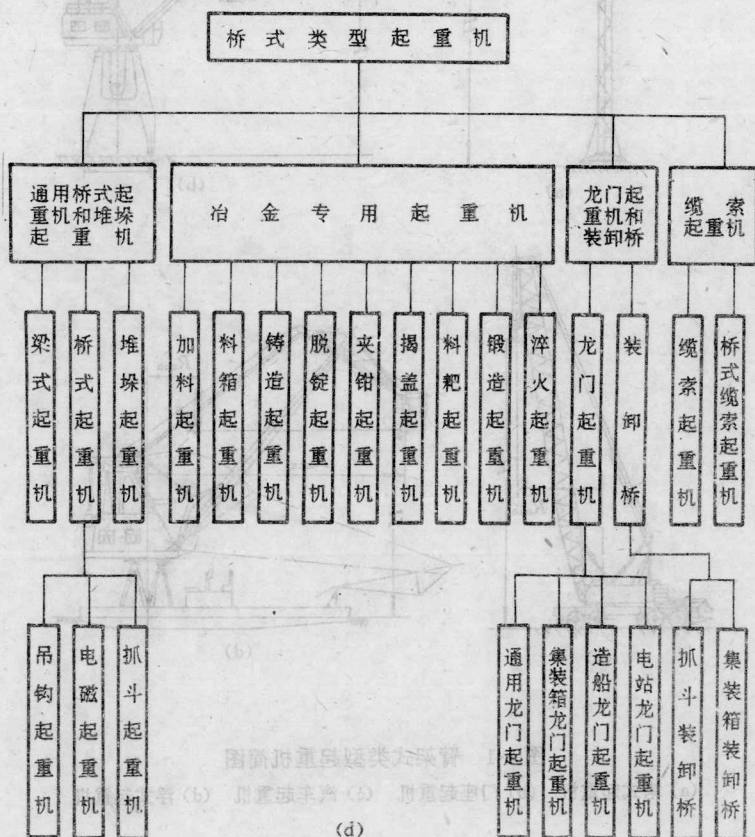
起重机械类型



起重机按其主要用途分为通用起重机,建筑用起重机,冶金用起重机,铁路和造船等用起重机。按机动性分为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。运行式起重机又分为有轨运行式和无轨运行式。按其构造分为桥架类型起重机和臂架类型起重机。臂架式和桥式起重机械的分类见表 1-1(c),续表 1-1(d)和图 1-1,1-2。

续表 1-1

起重机械类型



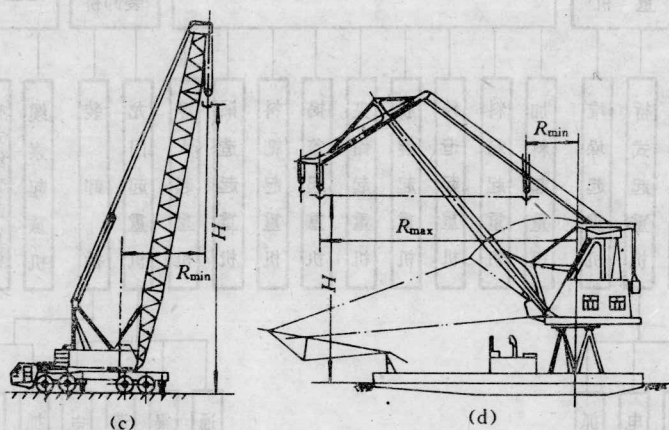
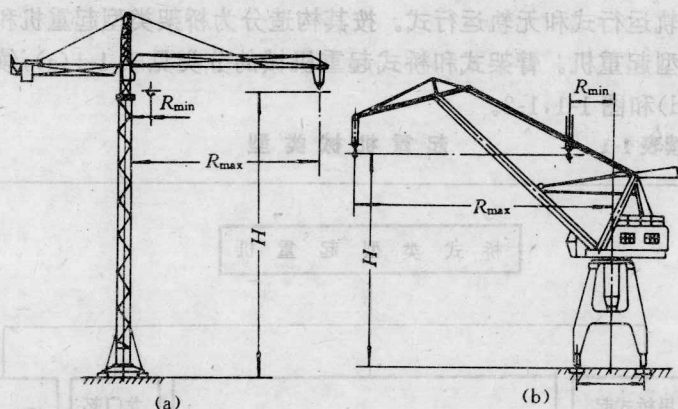
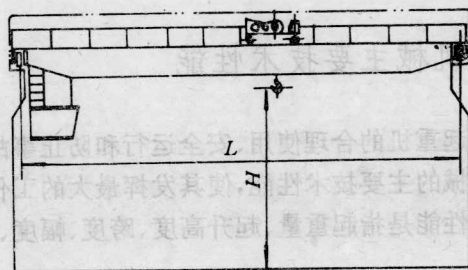
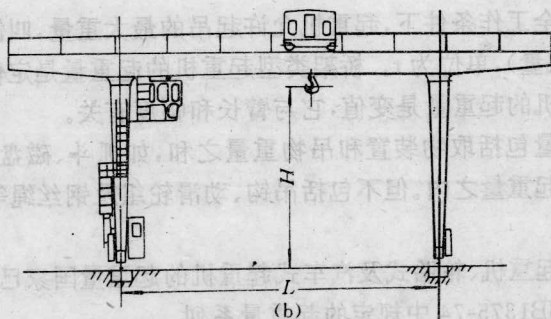


图 1-1 臂架式类型起重机简图

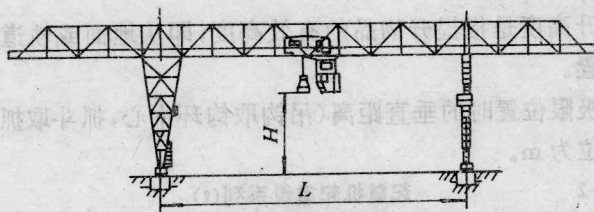
(a) 塔式起重机 (b) 门座起重机 (c) 汽车起重机 (d) 浮式起重机



(a)



(b)



(c)

图 1-2 桥架类型起重机

(a) 桥式起重机 (b) 龙门起重机 (c) 装卸桥

1.2 起重机械主要技术性能

为了保证起重机的合理使用、安全运行和防止事故的发生,必须掌握起重机械的主要技术性能,使其发挥最大的工作能力。起重机械主要技术性能是指起重量、起升高度、跨度、幅度、工作速度和工作类型等。

1. 起重量

在安全工作条件下,起重机允许起吊的最大重量,叫做起重量(额定起重量),单位为t。桥架类型起重机的起重量是定值。轮式臂架起重机的起重量是变值,它与臂长和幅度有关。

起重量包括取物装置和吊物重量之和,如抓斗、磁盘、料槽等都包括在起重量之内。但不包括吊钩、动滑轮组及钢丝绳等基本吊具的重量。

桥式起重机、轮胎式及汽车式起重机的起重量国家已系列化。表1-2是JB1375-74中规定的起重量系列。

2. 起升高度

起升高度是指提升物品的有效高度,即从地面或轨道顶面至取物装置。

上极限位置时的垂直距离(吊钩取钩环中心,抓斗取抓斗最低点),单位为m。

表 1-2 起重机起重量系列(t)

桥 式	3;5;8;10;12.5;16;20;32;50;80;100;125;160								
轮胎式	—	5(2)	8(3)	12(5)	16(6.5)	25(7.5)	40(12)	65(20)	100(30)
汽车式	3	5	8	12	16	25	40	65	100

注:括号中的数值为不用支腿时的起重量

起重量较大的起重机一般都有两个起升机构,起重量大的叫主起升机构,简称主钩;起重量小的叫副起升机构,简称副钩。一般副钩的起升速度大于主钩,起升高度也稍大。

桥式起重机起升高度系列见表 1-3。

表 1-3

起升高度系列

起 重 量 (t) 起 升 高 度 (m)	3~50		80		100		125		160		200		250	
主 钩	12	16	20	30	20	30	20	30	24	30	19	30	16	30
副 钩	16	18	22	32	22	32	22	32	26	32	21	32	18	32

臂架式起重机,起升高度随臂长和幅度而变化,一般以不同臂长时的最大起升高度表示。

抓斗起重机的起升高度一般为 16m 或 22m。其他类型起重机根据需要而定。

3. 工作速度

起重机的工作速度包括起升、变幅、旋转和运行四个机构的工作速度。

(1) 起升速度。是指货物上升速度(m/min)。

(2) 变幅速度。是指臂架式起重机摆动变幅时,从最大幅度变到最小幅度时所需要的时间(s);或吊钩水平移动的平均变幅速度(m/min)。

(3) 旋转速度。是指回转式起重机每分钟的转数(r/min)。

(4) 运行速度。是指起重机在稳定状态下的行走速度(m/min)。

在正常运行时,为使机构能达到稳定运动,工作速度与行程、起动和制动加速度之间应满足如下关系:

$$v \leq \sqrt{s \cdot j} \quad (1-1)$$

式中 v ——工作速度(m/min);

s ——行程(m);

j ——起动或制动加速度(m/s²)。

桥架类型起重机的工作速度,起升速度一般在 20m/min 左右,小车运行速度一般在 50m/min 左右,大车运行速度一般在

120m/min 左右。

4. 跨度

跨度是指轨道中心线间的水平距离,单位为 m。跨度大小说明桥式起重机的工作范围,部分桥式起重机的国家标准参见 GB790—65。

5. 幅度

幅度是指臂式旋转起重机吊钩中心线至回转中心线之间的水平距离,单位为 m。在起重机不移位的条件下,其工作范围可由最大、最小幅度决定。

6. 工作类型

起重机的工作类型也称工作制度,是表示起重机工作的繁忙程度和载荷状态的重要参数。它对起重机的结构和零部件的强度、磨损、疲劳以及动力和电气设备的发热等有着重要的影响。

起重机工作类型与下列因素有关:

(1) 年、日利用系数。起重机的工作日数或时数占全年或全日的多少叫做年或日利用系数。

对于年利用系数,以 K_n 表示,则

$$K_n = \frac{\text{工作日数}}{365} \quad (1-2)$$

对于日利用系数,以 K_r 表示,则

$$K_r = \frac{\text{工作时数}}{24} \quad (1-3)$$

(2) 起重量利用系数。起重量利用系数是指起重机的平均起重量 Q_p 与额定起重量 Q_e 之比,以 K_Q 表示,则

$$K_Q = \frac{Q_p}{Q_e} \quad (1-4)$$

(3) 机构运转时间率。机构运转时间率也叫接合持续率,即在每一工作循环中,工作时间与工作循环的周期之比,用百分数表示,则

$$JC = \frac{t}{T} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中 t ——起重机构在一个工作循环中的运转时间；

T ——起重机构在一个工作循环中的总时间。

根据上述因素，可将起重机构分为轻级、中级、重级、特重级四种工作类型，其机构运转时间率见表 1-4。

(1) 轻级。工作时间短，停机时间长，经常在非额定起重量下工作，速度低，接电次数少，接电持续率低。一般是单班作业。

表 1-4 机构运转时间率 JC 值

工作类型	轻 级	中 级	重 级	特重级
$JC\%$	15	25	40	60

(2) 中级。经常起吊各种不同的载荷，其工作速度、机构运转时间率都处于中等情况。

(3) 重级。经常在额定起重量下进行作业，工作速度高、机构运转时间率高。两班作业。

(4) 特重级。在额定起重量下进行作业的时间更长，工作速度高、机构运转时间率更大，而且周围工作环境温度也高，通常是三班作业。

起重机机构工作类型的分类见表 1-5。起重机机构载荷率的划分见表 1-6。

表 1-5 起重机机构工作类型的分类

机构载荷率	工 作 忙 闲 程 度		
	轻 闲	中 等	繁 忙
	工作时间短、停歇时间长 t_s 总 < 500 (小时/年)	不规则、间断工作 t_s 总 $= 500 \sim 2000$ (小时/年)	接近连续、循环工作 $t_s > 2000$ (小时/年)
小	轻 级	轻 级	中 级
中	轻 级	中 级	重 级
大	中 级	重 级	特重级

注： t_s ——机构一年工作总时数

表 1-6

机 构 载 荷 率 的 划 分

机构载荷率	机 构		
	起 升 机 构	非平衡变幅机构	旋 转、运 行、平 衡 变幅机构
小	偶尔吊额定载荷、 经常吊相当于 $\frac{1}{3}$ 的额定载荷	非工作性变幅、工 作性变幅(大部带 轻载、很少带满载 变幅)	$\frac{t_g}{t_w} < 0.15$
中	吊额定载荷机会 较多、但经常吊相 当于 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 的额 定载荷	工作性变幅(带各 种大小载荷变幅)	$\frac{t_g}{t_w} = 0.15 \sim 0.25$
大	经常吊额定载荷	—	$\frac{t_g}{t_w} > 0.25$

注: 1. t_g ——机构的平均起动时间(s) 2. t_w ——机构开动一次的平均工作时间

1.3 起重机械计算载荷类别

起重机在工作状态和非工作状态下,其所承受的载荷是经常变化不定的。对起重机、机构零部件、金属结构和动力设备进行载荷计算时,根据其破坏和失效的主要形式,通常分别进行强度、稳定性、磨损和发热计算。计算载荷一般分三种类别。

1. 第Ⅰ类载荷

第Ⅰ类载荷是起重机正常工作时经常承受的载荷,不考虑微风作用,且起动、制动平稳。此类载荷主要用于计算零部件的磨损、疲劳和发热等。由于起重机械承受载荷的变化范围很大,载荷对构件产生的效应,不应按载荷的最大值进行计算,而是取等效值。

2. 第Ⅱ类载荷

第Ⅱ类载荷是起重机在工作状态下,满载处于最大坡度,承受最大的大风力,猛烈起动和紧急制动时的最大载荷。此类载荷主要用于进行零部件的强度、整机抗倾翻稳定性、校核电动机过载能力和制动器制动力矩的计算。