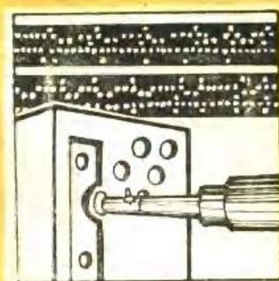
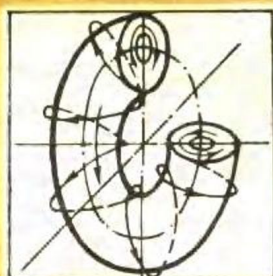


高等学校试用教材



起重机械

大连工学院杨长骅 主编



机械工业出版社

起重机械

大连工学院 杨长骥 主编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $28 \frac{1}{2}$ · 字数 697 千字

1982 年 11 月北京第一版 · 1982 年 11 月北京第一次印刷

印数 0,001—7,500 · 定价 2.90 元

*

统一书号: 15033 · 5142

前 言

本书是根据 1978 年 4 月在天津召开的高等学校一机部对口专业座谈会精神, 和 1978 年在上海和太原召开的矿山、工程、起重运输、石油矿场机械四个专业教材会议所制定的《起重机械》教材编写大纲编写的。

本书着重介绍起重机械的专用零件、部件、基本机构及轮压和倾覆稳定性, 最后略述了起重机动力学基本原理。书中也概略介绍了起重机械各种类型, 这些内容最好结合实物或利用电化教学工具进行教学。

本书的编写适当考虑了我国通用的设计计算方法, 但仍着重讲述基本原理, 读者在实际计算时应注意有关的规范与实际计算方法。

本书由大连工学院杨长骥主编, 并编写第二、五、六、七、九、十二、十四、十五章, 刘守成第一、三章; 上海交通大学胡宗武第四章, 陈健元第十章, 陆国贤第十一章; 太原重型机械学院陈石华第八章, 唐风第十三章; 上海交通大学孙鸿范浮式起重机稳定性; 大连工学院董振寰内燃机驱动, 刘长根运行转弯几何分析, 孙长德集装箱吊具、起重量及偏斜限制器。本书由孙鸿范审阅, 责任编辑一机部教材编辑室洪宗林。

限于我们的水平有限, 书中定有不妥之处, 希望读者批评指正。

目 录

第一章 概论	7
§ 1-1 起重机械的用途、工作特点及其对社会主义建设的意义	7
§ 1-2 起重机械发展简史及其发展动向	7
§ 1-3 起重机的主要参数	3
第二章 起重机械的构造与工作原理	11
§ 2-1 概述	11
§ 2-2 轻小型起重设备	12
§ 2-3 桥式类型起重机	16
§ 2-4 旋转类型起重机	24
§ 2-5 升降机	32
第三章 驱动装置	34
§ 3-1 人力驱动	34
§ 3-2 电力驱动	35
§ 3-3 内燃机驱动	38
§ 3-4 液力驱动与液压驱动	40
§ 3-5 气力驱动	41
第四章 计算载荷和许用应力	42
§ 4-1 载荷情况	42
§ 4-2 载荷的计算	43
§ 4-3 载荷的组合	53
§ 4-4 许用应力和安全系数	57
第五章 起重挠性构件及其卷绕装置	60
§ 5-1 钢丝绳	60
§ 5-2 滑轮	74
§ 5-3 滑轮组	78
§ 5-4 卷筒	83
§ 5-5 钢丝绳的允许偏角与导绳装置	90
§ 5-6 驱绳轮与摩擦卷筒	94
§ 5-7 链及链轮	96
第六章 取物装置	102
§ 6-1 概述	102
§ 6-2 吊钩和吊环	103
§ 6-3 抓斗	118
§ 6-4 夹钳	134
§ 6-5 集装箱吊具	139
§ 6-6 起重电磁铁与真空吸盘	144

第七章 制动装置	152
§ 7-1 制动器的种类和用途	152
§ 7-2 块式制动器	156
§ 7-3 带式制动器	168
§ 7-4 螺旋式载重制动器	171
§ 7-5 离心制动器	174
§ 7-6 制动器的发热验算	175
§ 7-7 停止器	178
第八章 起升机构	184
§ 8-1 起升机构的构造	184
§ 8-2 起升机构的计算	188
§ 8-3 特种起升机构	196
第九章 运行机构	210
§ 9-1 概述	210
§ 9-2 运行支承装置	211
§ 9-3 运行驱动机构的构造	232
§ 9-4 运行阻力	240
§ 9-5 运行驱动机构的计算	256
§ 9-6 起重机的运行情况	265
§ 9-7 起重机通过弯道时的几何分析	275
第十章 旋转机构	278
§ 10-1 概述	278
§ 10-2 旋转支承装置的类型与构造	280
§ 10-3 旋转支承装置的计算	291
§ 10-4 旋转驱动机构的主要型式与构造	304
§ 10-5 旋转驱动机构的计算	310
第十一章 变幅机构	326
§ 11-1 概述	326
§ 11-2 载重水平位移	329
§ 11-3 臂架自重平衡	343
§ 11-4 变幅驱动机构	346
第十二章 轮压	371
§ 12-1 概述	371
§ 12-2 静定系统轮压计算法	372
§ 12-3 近似静定系统轮压计算法	372
§ 12-4 超静定系统轮压计算法	373
第十三章 倾覆稳定性	377
§ 13-1 概述	377
§ 13-2 龙门起重机与装卸桥的稳定性	378
§ 13-3 臂架旋转起重机的稳定性	380
§ 13-4 叉车的稳定性	382
§ 13-5 浮式起重机的稳性	387

第十四章 安全与指示装置	394
§ 14-1 缓冲器	394
§ 14-2 防风装置	399
§ 14-3 起重量限制器与载重力矩限制器	407
§ 14-4 偏斜指示器	414
第十五章 起重机动力学简述	416
§ 15-1 起重机中的动力现象	416
§ 15-2 刚性系统动力学	417
§ 15-3 骤加载荷	418
§ 15-4 运行(旋转)机构动力学	425
§ 15-5 起升机构动力学	438

第一章 概 论

§ 1-1 起重机械的用途、工作特点及其对社会主义建设的意义

起重机械用来对物料作起重、运输、装卸和安装等作业的机械设备,它可以减轻体力劳动、提高劳动生产率或在生产过程中进行某些特殊的工艺操作,实现机械化和自动化。

起重机械运送的物料可以是成件物品,也可以是散料或者是液态的。升降机还可以进行人员的运送。

起重机在搬运物料时,经历着上料、运送、卸料以及回到原处的过程。因此,起重机受的载荷是变化的,是一种间歇动作的机械。起重机一般由机械、金属结构和电气等三大部分组成,机械方面是指起升、运行、变幅和旋转等机构,即起重机一般是多动作的。轻小型起重设备和升降机一般是单动作的。

人类在生产活动中,必然要进行物料搬运。一个现代化的大型钢铁联合企业或者一个现代化的港口,每年通过的各种物料有几千万吨乃至上亿吨。大量的物料搬运在建筑工地、铁路枢纽和工厂企业中存在。在一个水电站的闸门启闭或水轮发电机厂房内,都有强大的起重机械。所以各部门的生产要得到维持和发展,就离不开起重机械。在许多场合下,如淬火起重机、安装起重机和炼铁厂装卸桥,它们不仅是进行装卸搬运工作,而且还进行工艺操作,实际上还是工艺机械的一部分。因此,起重机械在现代化的生产过程中不再只是在生产过程中起辅助作用,而是成了国民经济的所有主要部门中合理组织大批生产和流水作业的工艺过程的基础。此外,还可以用来满足人民物质和文化的需要,例如,在建筑物中装设的电梯或自动扶梯。

§ 1-2 起重机械发展简史及其发展动向

在古代已经有起升和移动重量较大的物品的需要,因此就采用起重装置来进行这个工作。在公元前五千年到四千年的新石器时代的末期,我国古代劳动人民已能开凿和搬运巨石到远处,砌成石棺石台等来埋葬和纪念死者。在商朝(公元前 1765 到 1760 年之间),我国劳动人民就用了汲水的桔槔(图 1-1),这是一种用杠杆、对重和取物装置组成的起重装置。以后到公元前 1115 年至 1079 年之间,又有辘轳的发明(图 1-2)。在古代埃及建造金字塔时,广泛采用滚子、斜面和杠杆来起升大石块、石碑和雕像,这些物品的重量有的甚至达到 1000 吨。那时候起重机械都是人力驱动。公元前 120 年,在盖隆的著作中描述了幅度不变的起重机和幅度可变的起重机。在这些书籍中记载了下列零部件的采用:自锁式蜗轮传动装置、齿轮、起重卷筒等(图 1-3)。

在以后的一些年代里,陆续地出现了一些不同类型的起重机,例如在阿格里高拉(1490~1550 年)的著作中,曾经描述了旋转起重机(图 1-4)。

工业中蒸气机的出现大大地推动了起重机械的发展和改善。1827 年,出现了第一台用蒸

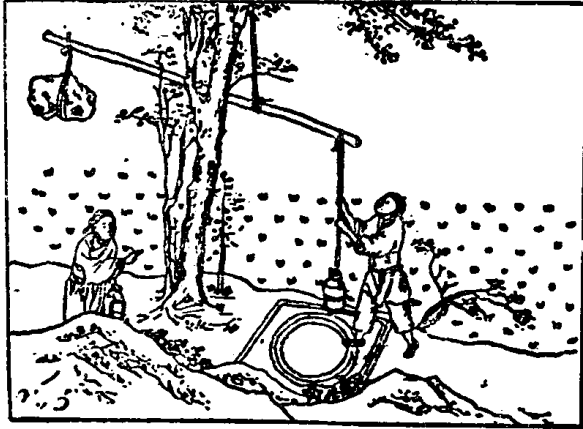


图1-1 我国古代汲水用的桔槔

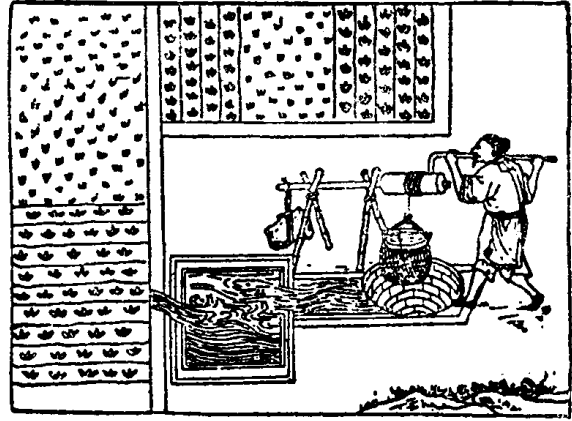


图1-2 我国古代汲水用的辘轳

气驱动的固定式旋转起重机。1846年，第一次制成了用液力驱动的起重机。工业中电力驱动的出现，是起重机械进一步蓬勃发展的转折点。1880年，出现了第一台用电力驱动的载客升降机。1885年制成了电力驱动的旋转起重机。接着制成电力驱动的桥式起重机和门座起重机。

随着冶金工业、煤炭和采矿工业、机器制造业、海港和内河码头的装备和建筑工程等发展，起重机械的品种和参数都大大扩大。起重机械制造已经成长成一门独立的机械制造部门。

第二次世界大战以后的几十年，起重机械获得极其迅速的发展。由于机械制造技术的提高，起重机的质量、产量和品种得到大大的发展。例如，由于焊接技术的发展，箱形结构的桥式起重机得到广泛的应用；由于金属材料的改善和加工技术的改进，起重机零部件的寿命也提高；由于电机和控制技术的发展，大大提高了起重机电力驱动的品质和自动化水平。

我国的起重机械制造业由于长期受到封建主义、帝国主义和官僚资本主义的深重压迫，没有自己的机器制造业，没有起重机械制造业。中华人民共和国成立以来，在中国共产党的领导下，我国已经建立能独立制造各种起重机的工业体系。对桥式起重机、汽车起重机、门座起重机和塔式起重机等已具有一定的批量生产能力。但是，即使已经取得了很大的成绩，在今后相当长时期里，要抓好起重机的质量和产量，要抓好各个环节，如原材料、基本零部件以及生产管理等环节，使我国

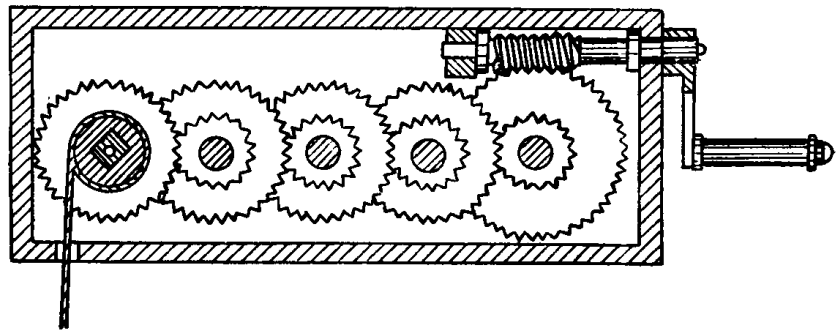


图1-3 公元前一个多世纪的起重机

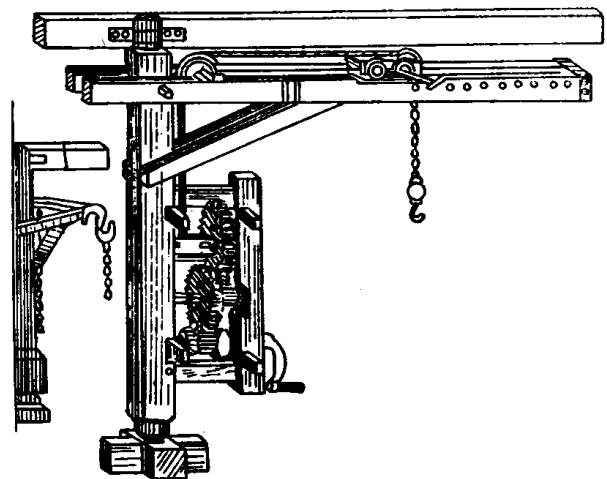


图1-4 十六世纪的旋转起重机

起重机质量和产量达到国际先进水平。

当前各国起重机械发展的重点大体为：

1. 大型起重设备的发展，其中尤以大型造船起重机、大型浮式起重机以及安装用的大型龙门起重机的研制为多，起重量可达 2500~3000 吨。

2. 大型装卸设备的发展，其中以港口的大型岸壁装卸桥、集装箱装卸桥以及斗轮和埋刮板等大型散料装卸设备为多。这是为了现代化港口和矿场有大量的散状、块状物料和集装箱运输的需要。

3. 减轻机器的自重，包括新材料的采用及结构形式的改进。例如，对于汽车起重机的臂架、门座起重机的象鼻梁以及大型装卸设备的关键部分采用高强度钢材和合理的结构形式，对提高机器的可靠性和减轻自重有很大作用。

4. 提高起重机械的作业性能，应用自动控制及电子计算机技术，研究电力驱动。例如在高效率的装卸设备上要求高的起升和运行速度，以及精密的自动控制；在自动化的运输系统中要求起运的平滑性和保证停车的准确性、快速性。

5. 人体工程学的应用。例如研究起重机司机室的合理布置，采取措施以减少司机作业强度；加强环境保护，减少振动和噪声，减少内燃机驱动的起重机的废气污染，使其符合健康规范的要求。

6. 新的搬运技术的研究，包括自动化仓库用自动堆存取料系统，气垫、水垫和油垫的搬运设备，以及放射性物料的特种搬运工艺。

§ 1-3 起重机的主要参数

起重机的参数是说明起重机工作性能的指标，也是设计的依据。起重机的主要参数有：起重量、跨度、幅度、起升高度、各机构的工作速度及起重机各机构的工作类型。对于某些起重机，生产率也是主要参数。此外，轨距、基距、外形尺寸、最大轮压等也是重要参数。

起重机的主要参数首先由使用单位根据生产需要提出，具体数字应按照国家标准或工厂标准来确定，同时也要考虑到制造厂的现实生产条件。因此，在确定参数时，应当进行调查研究，充分协商和慎重确定。

一、起重量 m_q 与起重载荷 Q

国内外对起重量有不同的定义，我国 1965 年标准以力为单位，用吨力(tf)。目前推广使用国际单位制(SI)。本教材全书改用 SI 制单位后，照理应当改为千牛(kN)，但统观世界各国，皆将起重量定义为起重机安全工作所允许的最大起吊重物的质量，单位为公斤(kg)或吨(t)，但在设计计算时则为力，单位为牛(N)或千牛(kN)。本书为了明确起见，将起重量按国际惯例定为吊重的质量，以 m_q 代表，单位为公斤(kg)或吨(t)；在计算中，对于吊重产生的载荷，命名为吊重载荷或起升重量，以 Q 表示，单位用牛(N)或千牛(kN)。

起重量不包括吊钩、吊环之类的吊具的质量，但包括抓斗、起重电磁铁、料罐、盛钢桶之类吊具的质量。

起重量较大的起重机常备有两套起升机构，起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，副钩的起重量约为主钩的 1/5~1/3。副钩的起升速度较高，

可以提高轻货的吊运效率。主副钩的起重量用一个分数表示，例如 15/3。

某些旋转起重机，例如塔式起重机、汽车起重机、轮胎起重机以及门座起重机等，除起重量外还有载重力矩这个参数，它是起吊重物的质量和臂架幅度的乘积，这个参数决定了起重机工作过程中抗倾覆稳定性的能力。在载重力矩一定的前提下，这类起重机的起重量是随幅度变化的，这时的额定起重量是指最小幅度时的最大起重量。有时也用几个数分别表示几个幅度范围的起重量，如 15/10/7.5。

表 1-1 列出我国国家标准 GB 783-65 规定的起重量。制定各种类型起重机的系列标准时，由这些数字摘出。由于单位与定义的改变，公斤力改为公斤，数字不变化，只是单位改写为公斤 (kg) 或吨 (t)。

表1-1 起重机械起重量系列(t)(GB783-65)

—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.05	—	—
0.1	—	—	—	—	—	—	0.25	—	—	—	—	—	0.5	—	0.8
1	1.25	—	1.5	—	2	—	2.5	—	3	—	4	—	5	6	8
10	12.5	—	16	—	20	—	25	—	32	—	40	—	50	63	80
100	125	140	160	180	200	225	250	280	320	360	400	450	500	—	—

吊运成件物品的起重机，其起重量根据所吊运的最重物品确定。有时也考虑用两台起重机协同吊运最重物品的方案，以免使起重机的起重量太大，对于厂房和起重机本身的处理带来困难，例如大型水电站的安装起重机可以采用这种方案。

对于装卸散粒物料的起重机的起重量，应根据生产率和有关机构运动速度来决定。

二、跨度 L

起重机运行轨道轴线之间的水平距离称为跨度，以 L 表示，单位是米 (m)。桥式起重机的跨度 L 依厂房的跨度 L_c 而定。当 $m_q = 3 \sim 50$ t 时， $L = L_c - 1.5$ 或 $L = L_c - 2$ (m)；当 $m_q = 80 \sim 250$ t 时， $L = L_c - 2$ (m)。表 1-2 示出 GB 790-65 规定的 3~250 t 电动桥式起重机跨度的标准值。对于 3~50 t 起重机规定了两种跨度，较小跨度用于厂房吊车梁留有安全走道的情况。

表1-2 3~250t电动桥式起重机跨度(GB790-55)

厂房跨度 L_c		9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
起重机跨度	$m_q = 3 \sim 50$ t	7.5	10.5	13.5	16.5	19.5	22.5	25.5	28.5	31.5	—
		7	10	13	16	19	22	25	28	31	—
L (m)	$m_q = 80 \sim 250$ t	—	—	—	16	19	22	25	28	31	34

龙门起重机的跨度，一般多由工作需要和场地决定，目前尚无国家标准。

三、幅度 R

对于旋转起重机来说，幅度就是起重机旋转轴线至取物装置中心线之间的距离，用 R 表示，单位为米 (m)。对于某些小型旋转起重机，幅度通常是不变的。作为幅度，有最大值和最小值，但名义幅度是指最大幅度值。

对于非旋转起重机，则从取物装置中心线到臂架后轴的水平距离，或其它典型轴线的距离，称为起重机的幅度。

起重机的幅度根据所要求的工作范围而定，港口门座起重机的最大幅度根据船舶尺寸而定，如果需要外档过驳，应根据驳船尺寸适当放大。最小幅度受到起重机的构造限制，应力求减小，从而扩大工作范围。

四、起升高度 H

起升高度是起重机取物装置上下极限位置之间的距离，用 H 表示，单位通常为米(m)。下极限位置通常取为工作场地的地面或运行轨道顶面，吊钩以钩口中心为准，抓斗以最低点为准。港口门座起重机的取物装置常需下降到船舶舱底，它的下极限位置在地面以下，因而需要分别标出轨面上与轨面下的起升高度。

在确定起重机的起升高度时，除考虑起吊物品的最大高度以及需要越过障碍的高度外，还应考虑吊具所占的高度。

港口门座起重机的起升高度应考虑最大船舶在低潮、高潮、空载和满载的情况。

目前我国只有3~250t的各种型式的电动桥式起重机(抓斗式除外)的起升高度标准，即GB791-65(表1-3)。抓斗桥式起重机的起升高度为16m和22m。

表1-3 3~250t电动桥式起重机起升高度(m)(GB791-65)

主钩起重量 t		3~50		80		100		125		160		200		250	
起升高度 m	主钩	12	16	20	30	20	30	20	30	24	30	19	30	16	30
	副钩	14	18	22	32	22	32	22	32	26	32	21	32	18	32

五、工作速度 v

起重机各机构的工作速度 v 根据工作要求而定。装卸工作要求尽可能高的速度，例如港口用的门座起重机的起升速度达60m/min以上，装卸桥的小车运行速度可达200m/min以上。一般用途的起重机采用中等的工作速度，这样可以使驱动电动机功率不致过大。安装工作有时要求很低的工作速度(达1m/min以下)。为此常备有专门的微速装置。

工作速度的确定还要考虑到其行程的长短。行程短的取较低速度，行程长的取较高速

度。当路程不长时，由于起动制动过程的限制，真正高速运行的时间不长，提高速度对于缩短工作时间的效果不大，分析图1-5a可知

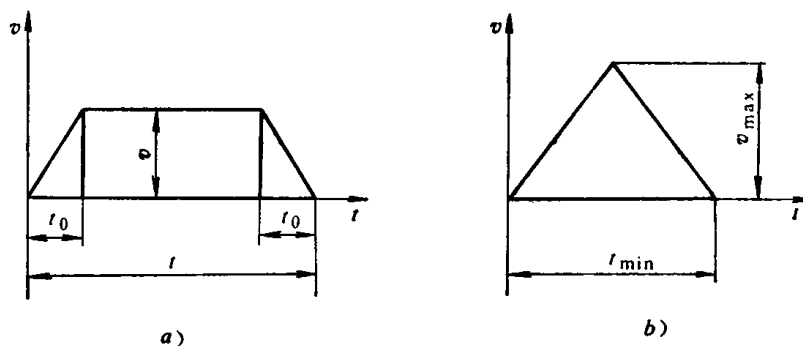


图1-5 速度时间曲线

$$s = vt - vt_0 = vt - \frac{v^2}{a}$$

或

$$t = \frac{s}{v} + \frac{v}{a} \quad (1-1)$$

当运行距离 s 与起动制动时的加减速速度 a 给定时，运行时间只能缩短到一定的限制 t_{min} ，相应的最高速度为 v_{max} (图1-5b)，这样

$$t_{\min} = 2\sqrt{\frac{s}{a}} \quad (1-2)$$

$$v_{\max} = \sqrt{as} \quad (1-3)$$

为了更清楚地看出提高速度与缩短工作时间的关系，我们研究二个相对量 $\alpha = \frac{t}{t_{\min}}$ 与 $\beta = \frac{v}{v_{\max}}$ 之间的函数关系。由(1-1)、(1-2)及(1-3)式可得

$$\alpha = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\beta} + \beta \right)$$

表1-4与图1-6示出 α 与 β 之间的关系。

表1-4 $\alpha = \frac{t}{t_{\min}}$ 与 $\beta = \frac{v}{v_{\max}}$ 的关系

β	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
α	1	1.005	1.025	1.065	1.135	1.25	1.45	1.815	2.6

可以看出，适宜的工作速度应选在 $\beta = 0.5 \sim 0.7$ ，因为这时 α 值（即 t 和 t_{\min} 的比值）相差不大，于是

$$v = (0.5 \sim 0.7) \sqrt{as}$$

这时工作时间只延长了 6.5~25%。

加速度 a 的数值通常取为

$$a \leq 0.2 \sim 0.4 \text{ m/s}^2 \quad (\text{起升})$$

$$a \leq 0.4 \sim 0.6 \text{ m/s}^2 \quad (\text{运行})$$

大起重量起重机主要用于吊装重件货物，这时生产率不是突出问题，而要求工作平稳，工作速度取得较低。其起升速度常受电动机功率限制，大致与起重量成反比，即

$$Qv = \text{常数}$$

旋转速度依幅度大小而定，最大圆周速度通常限于 300~360m/min 以下。

表1-5列出常用的工作速度。

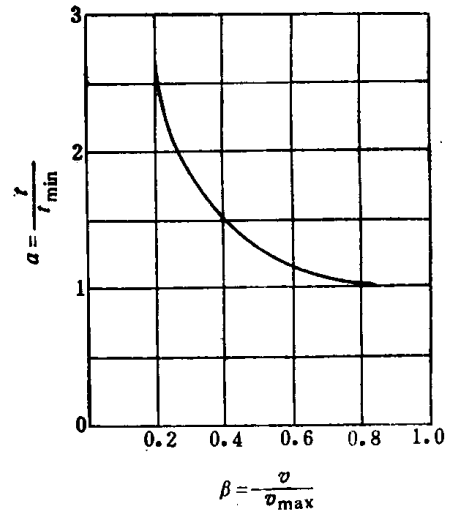


图1-6 α - β 曲线

表1-5 常用工作速度

	起 重 机 类 型	工 作 速 度 m/min
起升速度	一般用途起重机	6~25
	装卸用起重机	40~90
	安装用起重机	< 1
运行速度	桥式起重机与龙门起重机小车	40~50
	装卸桥小车	180~240
	桥式起重机大车	90~120
	龙门起重机大车	40~60
	门座起重机及装卸桥大车	20~30
	轮胎起重机	10~20(km/h)
	汽车起重机	50~65(km/h)

(续)

	起 重 机 类 型	工 作 速 度 m/min
变幅速度	门座起重机(工作性)	40~60
	浮式起重机(工作性)	25~40
	汽车及轮胎起重机(调整性)	10~30
旋转速度	门座起重机	$n \approx \frac{10}{\sqrt{R}}$ (约2r/min)
	汽车及轮胎起重机	$n \approx \frac{5 \sim 8}{\sqrt{R}}$ (2~3.5r/min)
	浮游起重机	$n \approx \frac{3 \sim 6}{\sqrt{R}}$ (0.5~2r/min)

六、起重机的工作类型

工作类型是表明起重机工作繁重程度的参数。起重机工作的繁重程度影响着起重机金属结构、机构的零部件、电动机与电气设备的强度、磨损与发热等。为保证起重机经济与耐用，在设计计算时必须明确了解起重机的工作繁重程度。就是指起重机工作在时间方面的繁忙程度与吊重方面的满载程度。

将起重机的工作繁重程度进行典型化的分类，订出几种典型的工作类型，有利于制造厂进行系列生产，也有利于用户选用这种系列产品，这样就使制造厂的生产成本降低，产量增大，用户的投资降低，基本建设工期缩短。

根据我国生产经验，对机械驱动的起重机机构，按照机构载荷率和工作时间率分为：轻级、中级、重级和特重级四种工作类型（目前我国正在准备制定起重机规范，起重机工作类型可能密些）。起重机的工作类型也就是金属结构的工作类型，按主起升机构来确定。

表 1-6 给出了起重机机构工作类型的分类。

表1-6 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 $t_n < 500(h/y)$	不规则、间断工作 $t_n = 500 \sim 2000(h/y)$	接近连续、循环工作 $t_n > 2000(h/y)$
小	轻 级	轻 级	中 级
中	轻 级	中 级	重 级
大	中 级	重 级	特重级

注： t_n ——机构一年工作总时数。

机构载荷率依表 1-7 确定。

表1-7 机构载荷率的分类

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	非工作性变幅或工作性变幅（大部带轻载、很少带满载变幅）	$\frac{t_q}{t_g} < 0.15$

(续)

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
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)	$\frac{t_q}{t_g} = 0.15 \sim 0.25$
大	经常吊额定载荷	—	$\frac{t_q}{t_g} > 0.25$

注: 1. t_q ——机构的平均起动时间(s);
 2. t_g ——机构开动一次的平均工作时间, $t_g = t_q + t_w + t_{zh}$
 式中 t_{zh} ——机构的平均制动时间(s);
 t_w ——机构的稳定运转时间(s)。

表 1-8 给出了几种起重机机构工作类型的实例。

表 1-8 几种起重机机构工作类型的实例

起 重 机 型 式			机 构					
			起 升		运 行		旋 转	变 幅
			主	副	小 车	大 车		
手动起重机			轻	—	轻	轻	轻	轻
桥式起重机	吊钩式	安装检修用 一般车间仓库用	轻	轻	轻	轻	—	—
		繁重工作的车间和仓库用	中	中	中	中	—	—
抓斗式、电磁式			特重	—	特重	特重	—	—
龙门起重机	吊钩式		中	中	中	中	—	—
	抓斗式		中	—	中	重	—	—
装卸桥	抓斗式		特重	—	特重	轻	—	轻(俯仰)
	集装箱式		重	—	重	—		
门座起重机	吊钩式	安装用	中	中	—	轻	中	中
		装卸用	中	—	—	轻	中	中
	抓斗式		特重	—	—	轻	重	重
汽车、履带及铁路起重机	吊钩式		中	—	—	中	中	轻
	抓斗式		重	—	—	中	重	轻
塔式起重机	建筑用		中	—	中	中	中	轻

在设计系列产品的起重机时, 可以根据表 1-9 给出设计标准进行计算, 其中列出了各级工作类型的工作繁忙程度和载荷变化程度的平均数量指标。

机构运转时间率 $JC\%$ 就是起重机一个工作循环中, 机构运转时间所占的百分比, 即

$$JC\% = \frac{t}{T} \times 100$$

式中 t ——起重机一个工作循环中机构的运转时间;

T ——起重机一个工作循环的总时间。对于电动机 $T \leq 10\text{min}$ 。

表1-9 起重机机构工作类型的设计标准

工作类型	划 分 指 标				
	工 作 繁 忙 程 度		载 荷 变 化 程 度		
	起重机年工作总小时数 $T_n(h/Y)$	机构运转时间率 $JC\%$	机构载荷图	n_{sh}	n_j
轻 级	1000	15	见表1-10	5	$\frac{30}{20}$
中 级	2000	25		10	$\frac{60}{40}$
重 级	4000	40		20	$\frac{120}{30}$
特重级	7000	60		40	$\frac{240}{160}$

注： n_{sh} ——起重机每小时平均工作循环数；

n_j ——机构每小时开动次数， $n_j = n_{sh} \times n_k$ ；

n_k ——起重机一个工作循环内机构的开动次数，起升机构取为 $n_k = 6$ ；运行、旋转和变幅机构取为 $n_k = 4$ 。

由此可见机构每年工作总时数 t_n 与起重机每年工作总时数之间关系

$$t_n = T_n \frac{JC\%}{100}$$

表1-10 机构典型载荷图

机 构 名 称	工 作 类 型			
	轻 级	中 级	重 级	特 重 级
起升机构及非平衡变幅机构				
旋转机构、运行机构及平衡变幅机构				

注：Q——实际起升重量；

- Q_e ——额定起升重量；
 M ——电动机的实际力矩；
 M_e ——电动机相应 $JC\%$ 值的额定力矩；
 T ——机构总工作时间；
 n ——电动机的额定转速。

机构的 $JC\%$ 值不一定等于电动机的 $JC\%$ 值。对于那些在电动机断电后仍能依靠惯性运转的机构，例如采用可操纵开式制动器的运行机构或旋转机构，机构的 $JC\%$ 值比电动机的 $JC\%$ 值要大。

初步设计时，如果缺乏有关资料，难于通过计算来确定 $JC\%$ 值时，一般可根据同类起重机在相同或近似工作条件下的实践经验来定。

在验算散热时，环境温度一般取为 25°C ，对于高温工作的起重机（冶金起重机）取为 $45\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

第二章 起重机械的构造与工作原理

§ 2-1 概 述

起重机械是反复短暂工作的物品转载机械，一般它有一个起升运动和一个或几个水平运动。例如桥式起重机有三个运动：起升运动、小车运动和大车运动。而门座起重机则有四个运动：起升运动、变幅运动、旋转运动和大车运行运动。最简单的起重机械则只有一个运动，

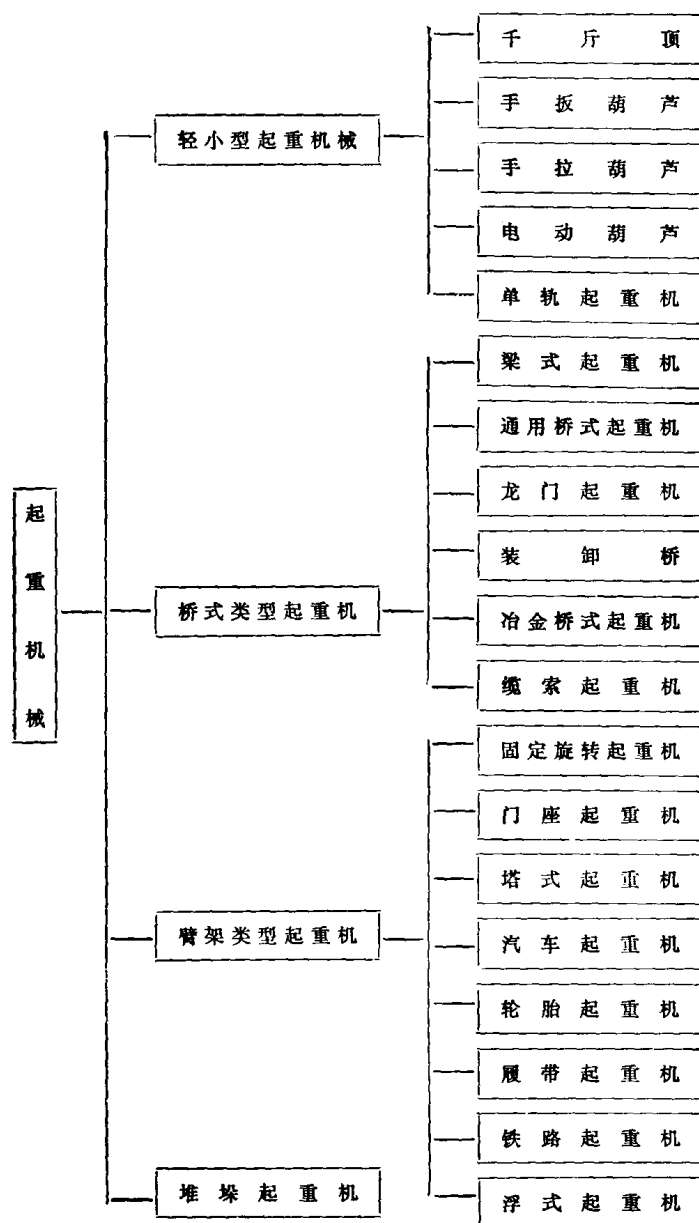


图2-1 起重机械的种类