

● 高等学校教学用书 ●

起重运输机械

陈道南 主编

GAODENG
XUEXIAO
JIAOXUE
YONGSHU

冶金工业出版社

高等学校教学用书

起重运输机械

陈道南 过玉卿 周培德 盛汉中 编



冶金工业出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

起重运输机械 / 陈道南等编. - 北京 : 冶金工业出版社,
1997.10重印

高等学校教学用书

ISBN 7-5024-0177-6

I. 起… II. 陈… III. ①起重机械-高等学校-教材②运
输机械-高等学校-教材 IV. TH21

中国版本图书馆CIP数据核字 (97) 第18582号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷39号, 邮编100009)

河北三河市印刷厂印刷, 冶金工业出版社出版, 各地新华书店发行

1988年5月第1版, 1997年10月第4次印刷

787mm × 1092mm 1/16, 18.75印张, 450千字, 294页, 17801~21300册

21.60元

前 言

本书是根据冶金高等院校冶金机械专业“起重运输机械”课程教学要求编写的。

本书以桥式起重机、龙门起重机和带式运输机三大通用设备为中心内容，按常用零部件、主要机构和整机设备的顺序依次讲述。分别介绍（1）起重运输机械主要零部件（钢丝绳、滑轮、卷筒、吊钩、制动器、夹轨器、滚筒、支承滚子、驱动装置、张紧装置和清扫装置等）的构造、工作原理、计算和选择；（2）主要机构（起升机构、运行机构、旋转机构和变幅机构等）的组成及设计计算；（3）整机设备（桥式起重机、门式起重机和带式运输机等）的整体构造、参数特性、设计原则和使用维修。

本书采用法定计量单位，并以国家标准局1983年发布的“起重机设计规范”为设计计算的必要准则和遵守的技术依据。

本书各章都附有必要的思考题，并在配套教材《起重机课程设计》中系统地列举了设计计算实例。

本书由北京钢铁学院陈道南主编，并编写第一、二、十三、十四、十五章；盛汉中编写第十、十二、十六章；东北工学院周培德编写第四、六、七、八、九章；武汉钢铁学院过玉卿编写第三、五、十一、十七章，并负责主审。

本书在讨论定稿过程中，邀请到国家机械委起重运输机械研究所两位高级工程师张遐年和周德顺参加讨论并提出了许多很好的意见，在此致以衷心的感谢。

限于我们的水平，书中一定有不妥及错误之处，希望读者批评指正。

编 者

1987年10月

绪 论

起重运输机械通常用于搬运物料，随着科学技术的进步、现代化大规模生产的发展，越来越广泛地使用于国民经济各部门。现在不仅在港口、车站、仓库、料场、电站、高层建筑、工矿企业等生产领域里用到起重运输机械，甚至在生活领域也都用到起重运输机械。所以它不仅在国民经济中占有重要的位置，而且它在社会生产和生活的领域正在不断扩大。

起重运输机械作为物料搬运工具，在完成一个工作过程中，一般都包括“储、装、运、卸”作业，因而对于提高生产能力、保证产品质量、减轻劳动强度、降低成本、提高运输效率、加快物资周转、流通等方面均有着重要的影响，对安全生产、减少事故更有显著作用。现代的搬运技术已超越了单纯地减轻体力劳动这一传统概念，因为它不仅是在搬运数量上有很大变化，而且具有严格的时间、速度概念，必须根据系统的需要，及时地、迅速地、有节奏地“将必要的原材料或零部件，在规定的时间内，送到必要的工艺位置上”。否则，现代化的生产是不可能的。如果看看现代化大规模生产的汽车工业、冶炼工业、电子工业以及先进高效的加工中心、数控机床、装配自动线，就会深深感到我国的物料搬运机械与工业发达国家相比还很有差距。现在常有种说法：物料搬运技术是现代工业中最薄弱、最迫切要解决的问题之一。从而可以看出，搬运技术将是降低产品成本最有潜力的一个途径。为了进一步说明这个问题，下面再举出两个与工业有关的物料搬运的例子：

如机械工业方面，任何制造工业的每道工序以及工序之间都需要装卸、运输、堆垛等项作业的配合。搬运作业贯串在生产的全过程中，物料搬运机械把各道工序有机地连接起来，成为整个生产系统的一个组成部分。机械工厂的物料搬运次数是很频繁的，每生产1t产品，一般在机械加工方面约为50t的装卸搬运量，在铸造方面约为80t搬运量。物料搬运费用在整个生产中几乎与机械加工费用相等。

如冶金工业方面，由于冶金联合企业的日益大型化，原材料、半成品、成品和渣料的吞吐量形成庞大的物流系统。据不很精确的统计：为了冶炼3000万吨钢，需要4500万吨铁矿石，2475万吨炼焦煤、1100万吨石灰石以及其它原材料，总的物料搬运量达到15000~17500万吨。车间之间的转运量约16.5~21.9亿吨，车间内部的转运量达48亿吨。用于物料搬运的费用为整个生产费用的35~45%。现代化大规模生产的冶金企业有利于使用连续运输，广泛采用斗轮取料机、堆料机、混匀堆取料机，并将以带式输送机运输和道路运输作为主要的运输方式。如上海宝山钢铁总厂采用的运输方式：铁路和汽车运输约占27.5%，而带式输送机约占64.4%，仅宝钢一项工程就需要带式输送机70多公里长。钢铁厂的规模日益大型高效化，促使起重机向大吨位、大跨度、高速度发展。据不完全统计，我国现有桥式起重机约40000多台，其中冶金工业用的桥式起重机约有4000多台，每个冶金联合企业拥有各种类型的桥式或门式起重机均达数百台之多，最大起重量已超过350吨。在整个生产过程中，一旦有某台物料搬运设备发生故障，生产就受影响、甚至停顿。以铸造起重机为例，停车一个小时，一般就要少出150吨钢。以上情况，足以说明起重运输机械在物料搬运过程中所起的作用。

目 录

前 言 绪 论

第一部分 起重机械

第一章 起重机械概论	1
第一节 起重机械的构造分类	2
第二节 起重机械的基本参数	4
第三节 起重机械的工作级别	6
第四节 起重机械的计算载荷	11
第二章 滑轮组、钢丝绳与卷筒	15
第一节 滑轮组	15
第二节 钢丝绳	19
第三节 滑轮与卷筒	26
第三章 取物装置	34
第一节 通用的取物装置	34
第二节 专用的取物装置	40
第四章 制动装置	46
第一节 停止器	46
第二节 制动器	48
第三节 复合制动装置	67
第四节 制动器的发热验算	68
第五章 车轮与轨道	72
第一节 车轮	72
第二节 轨道	74
第三节 车轮和轨道的选择计算	75
第六章 起升机构	77
第一节 起升机构的组成	77
第二节 起升机构的计算	78
第七章 运行机构	89
第一节 运行机构的组成和主要型式	89
第二节 运行机构的计算	93
第八章 旋转机构	103
第一节 旋转机构的组成和主要型式	103
第二节 旋转机构的计算	105
第九章 变幅机构	112
第一节 变幅机构的组成和主要型式	112
第二节 变幅机构的计算	113
第十章 桥式起重机	119

第一节	桥式起重机的类型和主要参数	119
第二节	起重小车的构造	123
第三节	桥架金属结构	130
第四节	桥架运行机构	136
第十一章	门式起重机	142
第一节	门式起重机的分类和构造	143
第二节	门式起重机的主要参数和工作级别	146
第三节	门式起重机的起重小车	146
第四节	门式起重机的运行机构	148
第五节	箱形结构门架内力计算	150
第十二章	旋转起重机	158
第一节	固定转柱式旋转起重机	158
第二节	固定定柱式旋转起重机	162
第三节	固定转盘式旋转起重机	169
第四节	平衡吊臂式旋转起重机	172
第二部分 运输机械		
第十三章	运输机械概论	177
第一节	连续运输机械的分类和主要参数	177
第二节	物品的分类和特性	179
第十四章	带式输送机	182
第一节	带式输送机的工作原理及其主要类型	182
第二节	带式输送机主要零部件	182
第三节	带式输送机的设计计算	190
第十五章	链式及无挠性牵引件类型输送机	199
第一节	链式类型输送机	199
第二节	无挠性牵引件类型输送机	206
第三部分 起重运输机械结构力学基础		
第十六章	起重机金属结构的力学基础	211
第一节	结构计算简图的概念及结构的分类	211
第二节	结构的几何构造分析	215
第三节	静定平面桁架的受力分析	220
第四节	影响线及其应用	230
第五节	静定结构的位移计算	241
第六节	超静定结构的内力分析(力法)	253
第十七章	起重机杆系结构的有限单元法	268
参考文献		294

第一部分 起重机械

第一章 起重机械概论

为了对起重机有一个整体的概念，下面以桥式起重机为例先介绍一下(见图1-1)起重机械具有的特性。

构成桥式起重机的主要金属结构部分是桥架，它横架在车间两侧吊车梁的轨道上，并沿轨道前后运行。除桥架外，还有小车，小车上装有起升机构和运行机构，可以带着吊起的物品沿桥架上的轨道左右运行。于是桥架的前后运行和小车左右运行以及起升机构的升降动作，三者所构成的立体空间范围是桥式起重机吊运物品的服务空间。

通用桥式起重机，一般都具有三个机构：即起升机构(起重量稍大的有主副两套起升机构)、小车运行机构和大车运行机构。按照正常工作程序，从起吊动作开始，先开动起升机构，空钩下降，吊起物品上升到一定高度，然后开动小车运行机构和大车运行机构到指定位置停止；再开动起升机构降下物品，然后空钩回升到一定高度，开动小车运行机构和大车运行机构使起重机回到原来位置，准备第二次吊运工作。每运送一次物品，就要重复一次上述的过程，这个过程通常称为一个工作周期。在一个周期内，各个机构不是同时工作的。有时这个机构工作，别的机构停歇，但每个机构都至少作一次正向运转和一次反向运转。由于具有这样的工作特征，所以起重机械是一种周期性间歇工作的机械。

从上述桥式起重机的情况来看，起重机械是由机械、金属结构和电气三大部分组成。

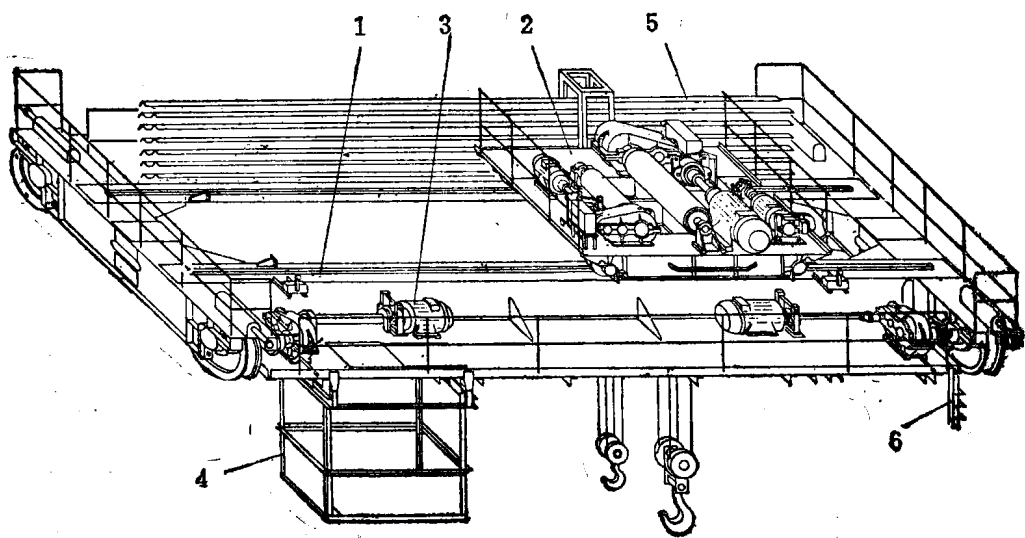


图 1-1 箱形双梁桥式起重机

1—桥架；2—小车；3—大车运行机构；4—操纵室；5—小车导电装置；6—起重
机总电源导电装置

机械方面是指起升、运行、变幅和旋转等机构，但在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，有多有少，但不论如何，起升机构是必不可少的；金属结构是构成起重机械的躯体，是安装各机构和支托它们全部重量的主体部分。电气是起重机械动作的能源，各机构都是单独驱动的。

第一节 起重机械的构造分类

如上所述，按照起重机械具有机构的多少、动作繁简的程度以及工作性质和用途，可把起重机械归纳为以下三大类：

(1) 简单起重机械 一般只作升降运动或一个直线方向移动，只需要具备一个运动机构，而且大多数是手动的，这种单动作起重机械，称为简单起重机械，如各种千斤顶(见图1-2a)、绞车(见图1-2b)和电葫芦(见图1-2c)等。

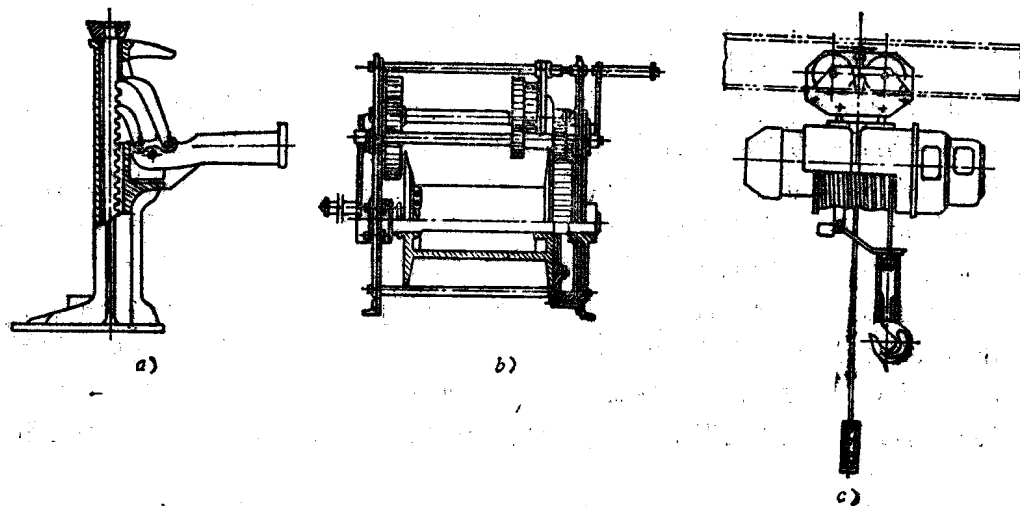


图 1-2 简单起重机械
a) 千斤顶；b) 绞车；c) 电葫芦

(2) 通用起重机械 除需要一个使物品升降的起升机构外，还有使物品作水平方向的直线运动或旋转运动机构。这种起重机是一种多动作起重机械。这类起重机械一般都是用吊钩工作，间或配合使用各种辅助吊具，用来搬运各种物品(成件、散粒和液状物体)。

“通用”的含意，不仅指搬运物品的多样性，而且也包括使用场所的广泛性。这类起重机械通常都用电力驱动或其它动力驱动，一般只作物品的搬运，不直接参与生产工艺过程。属于这类起重机械的有：通用桥式起重机(见图1-3a)，龙门起重机(见图1-3b)，固定旋转式起重机(见图1-3c)和行动旋转式起重机(见图1-3d的汽车起重机)等。

(3) 特种起重机械 也是具备二个以上机构的多动作起重机械，专用于某些专业性的工作，构造比前述两类起重机械更为复杂，如各种冶金专用起重机(见图1-4a)、建筑专用起重机(见图1-4b)和港口专用起重机(见图1-4c)等。

本书主要介绍通用起重机械，通过对它们的构造、动作原理和设计计算方法，为进一步学习专业机械设备打下基础。

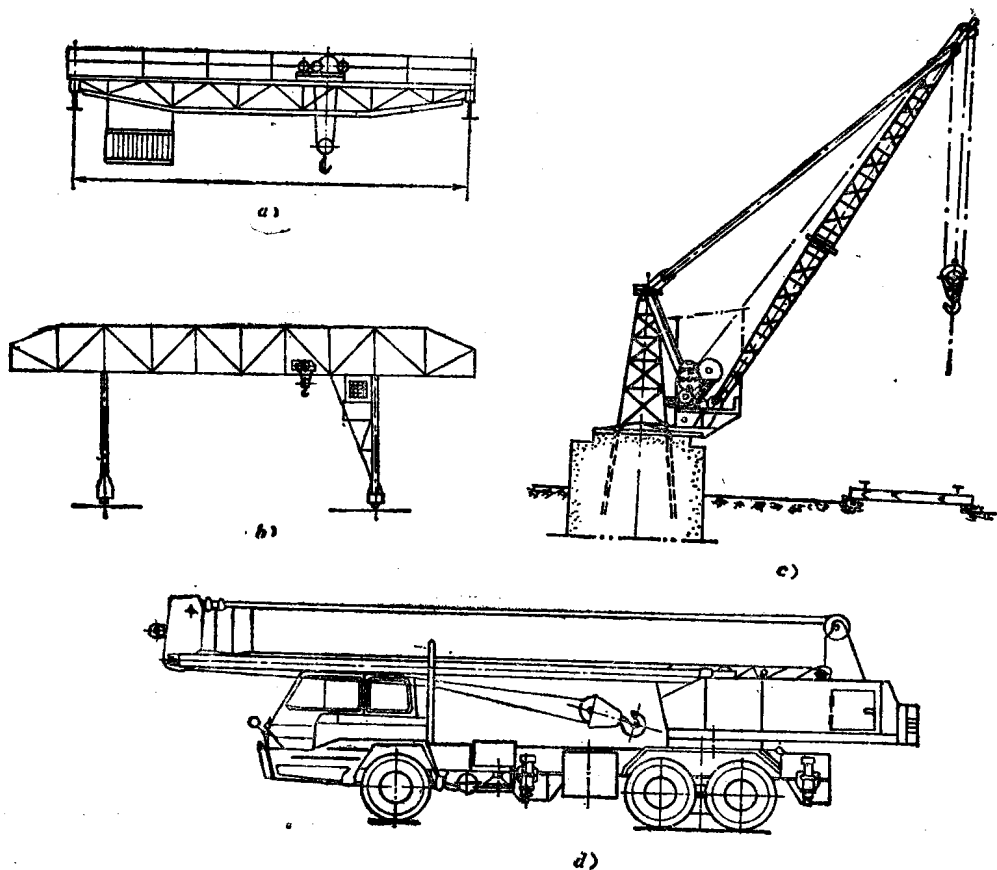


图 1-3 通用起重机械

a) 桥式起重机; b) 龙门起重机; c) 固定旋转起重机; d) 汽车起重机

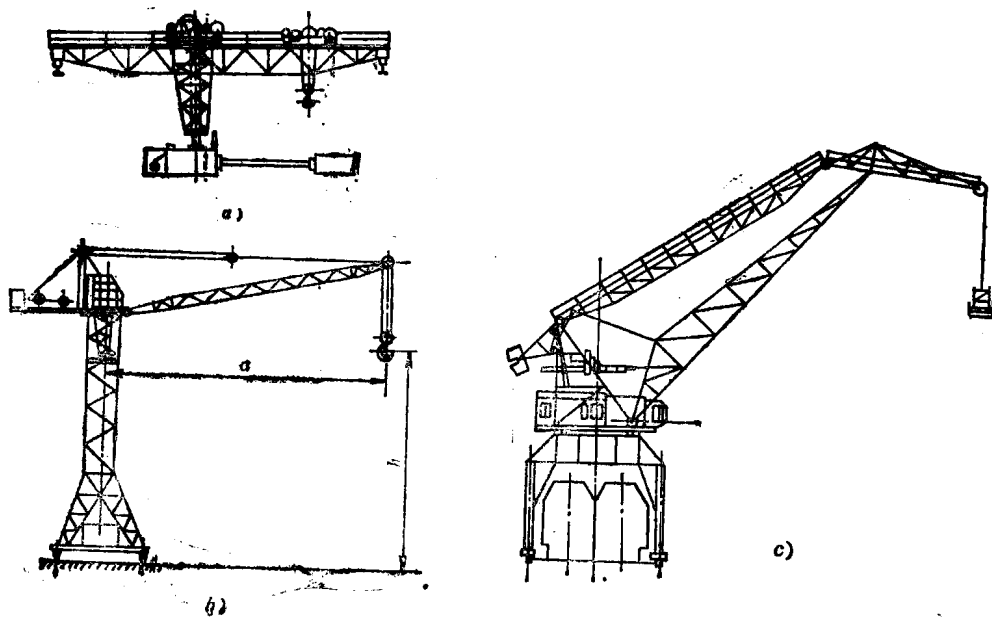


图 1-4 特种起重机械

a) 冶金起重机; b) 建筑起重机; c) 港口起重机

第二节 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、各机构的工作速度及各机构的工作级别。有些起重机械的生产率、轨距、外形尺寸、最大轮压、幅度、起重力矩等也是重要参数。这些参数说明起重机械的工作性能和技术经济指标，是设计起重机械的技术依据，也是生产使用中选择起重机械技术性能的依据。

(1)起重量 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)。本教材改用SI制单位后，按理应当改为千牛(kN)，但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)。为了明确起见，本书将起重量按国际惯例定为吊重的质量，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，单位用牛(N)或千牛(kN)。

起重量一般不包括吊钩或吊环的重量，但应包括抓斗、起重电磁铁、料罐、盛钢桶之类吊具的重量。根据我国国家标准(GB783-65)规定，桥式类型起重机的起重量系列(t)为0.05、0.1、0.25、0.5、0.8、1.0、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。在决定起重机的额定起重量时，应选择符合标准规定的数值，因为起重量的大小直接影响起重机的自重。过小不能满足生产要求，过大会造成基建投资的浪费，所以应按照实际需要情况考虑。

起重量较大的桥式起重机常备有两套起升机构，大起重量的称为主起升机构或叫主钩，较小的称为副起升机构或叫副钩。副钩的起重量约为主钩的1/5~1/3。副钩的起升速度较快，可以提高轻货物的吊运效率。主副钩的起重量通常都以一个分数表示，如15/3。

不同类型起重机，起重量的系列标准不同。如塔式起重机、轮胎起重机、汽车起重机以及门座起重机等，除起重量外还有起重力矩作为参数。所谓起重力矩就是起重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的稳定性能力。在起重力矩一定的前提下，这类起重机的起重量是随幅度变化而变化的，这时额定起重量是指最小幅度时的最大起重量。如塔式起重机为JWJB01-78，汽车起重机和轮式起重机则为JB1375-74等。

(2)起升高度 H 起升高度 H 是起重机取物装置上下极限位置之间的距离，用 H 表示，单位为米(m)。下极限位置为工作场地的地面，吊钩则从钩口中心算起，抓斗从最低点算起。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超越地面设施高度外，还应考虑吊具所占的高度。我国目前只有3~250 t的各种类型电动桥式起重机的起升高度标准，即GB791-65(表1-1)。抓斗桥式起重机的起升高度为16m和22m。

表 1-1 3~250t电动桥式起重机起升高度 H (m)(GB791-65)

主钩起重量(kN)		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

(3) 跨度 L 跨度 L 是指桥式类型起重机大车运行轨道中心线之间的距离, 单位为米(m), 依厂房的跨度 L_0 而定。当起重量 $Q=3\sim 50\text{t}$ 时, $L=L_0-1.5$ 或 $L=L_0-2(\text{m})$; 当起重量 $Q=80\sim 250\text{t}$ 时, $L=L_0-2(\text{m})$ 。表1-2 示出 GB790—65规定的3~250 t 电动桥式起重机跨度的标准值。较小跨度适用于厂房吊车梁留有安全走道。

表 1-2 3~250t电动桥式起重机跨度(GB790—65)

厂房跨度 L_0		9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
起重机 跨度	$Q=3\sim 50\text{t}$	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	—
$L(\text{m})$	$Q=80\sim 250\text{t}$	—	—		16	19	22	25	28	31	34

(4) 工作速度 v 工作速度 v 是指起重机的各机构(起升、运行、变幅和旋转)的工作速度, 单位为米/分(m/min); 但旋转机构的旋转速度用每分钟的转数表示, 即 $n(\text{r}\cdot\text{p}\cdot\text{m})$ 。机构的工作速度是根据工作要求来定的, 装卸工作要求尽可能高的速度; 安装工作要求很低的工作速度; 行程短的取较低速度; 行程长的取较高速度; 一般用途的起重采用中等工作速度。表1-3列出了常用的机构工作速度。

表 1-3 常用机构工作速度

机 构 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
	装卸用的起重机	40~90
	安装用的起重机	<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)
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.p.m)
	汽车及轮胎起重机	$n \approx \frac{5\sim 8}{\sqrt{R}}$ (2~3.5) r.p.m
	浮游起重机	$n \approx \frac{3\sim 6}{\sqrt{R}}$ (0.5~2) r.p.m

(5) 外形尺寸和自重 这是任何一种机器应有的技术经济指标, 它不仅能说明起重机械本身性能优劣的数据, 而且直接影响基建费用的投资, 因此, 应十分重视减轻自重和减小外形尺寸, 以达到紧凑而轻便。

第三节 起重机械的工作级别

起重机械的工作级别也是起重机械一个非常重要的参数。设计起重机时，必须考虑使用条件。因此，把起重机械划分为若干工作级别，其目的是提供合理的结构和建立机械设计基础的方法。作为制造的技术依据，选择满足使用要求的特定起重机。

起重机械是一种间歇动作的机械。其工作特点具有周期性。在每一工作循环中，它的主要机构作一次正向及反向运动，每次循环包括物品的装载及卸载，搬运物品的工作行程和卸载后的空钩回程，前后两次装卸之间还有包括辅助准备时间在内的短暂停歇。

在一个工作循环中，起重机各机构一般不同时开动，而是根据工作需要彼此协同工作的。但在一个循环中各机构都有自己的动作延续时间。此外，即使在开动阶段，机构的负载情况有带载和空载之分：即使是带载，载荷大小也有变化。另外操作熟练程度对机构构件的受力情况也有影响，操作不平稳会使构件带来冲击载荷，加剧疲劳、磨损或发热，严重的甚至可以导致事故。除上述工作条件外，还须考虑起重机的工作环境，如在高温车间，酸碱车间都会影响机械的强度。为了充分估计这些情况和避免产生意外的后果，在设计、选择或核验起重机以及选择电动机和电气设备时，必须从实际出发，根据不同的工作情况，应用不同的安全系数和许用应力。为此，要把起重机械根据忙闲程度和负荷情况分为不同的工作级别。但起重机械是由各机构组成的，起重机械在工作，也就是它的机构在运动。因而必须考虑到各个机构的工作级别。由于这些机构用途不同，工作时间长短也不相同（例如起升机构在装卸物品时，其它机构停歇不动）。而且在工作过程中，各机构运转速度和所承受的载荷也不同。所以在同一起重机械中，各机构的工作级别可以不同。但机构又是由零部件组成的，当各机构工作级别不同时，它们的零部件工作情况当然也就不相同。因此，在设计计算各机构零部件时，应根据各机构的工作级别分别进行。整体起重机械和金属结构的工作级别是根据主起升机构决定的，而且与它属于同一种工作级别。

根据上述理由，对于人力驱动的起重机械，因为工作过程的停歇时间长，工作速度小，没有必要区别工作级别，所以统称为人力驱动工作级别。对于机械驱动的起重机械，其工作级别取决于下列两个因素：即利用等级和载荷状态。以下分别介绍起重机的工作级别和机构的工作级别。

一、起重机的工作级别

起重机的工作级别是根据起重机利用等级和起重机械载荷状态来定的。

(1) 起重机利用等级 起重机利用等级，就是要求起重机在其使用寿命期间具有一定的工作循环次数，这种循环次数是起重机分类的基本参数。某些起重机由于具体作业单纯，工作循环次数能够很方便地从总的工作小时数及每小时的工作循环数推算出来。但某些起重机用于多种作业，其工作循环数不容易确定，必须根据经验去估算适当的工作循环数。起重机总的工作循环数是在预计的寿命期限内所有的工作循环数的总和。为了确定起重机适当的寿命，要考虑经济、技术和环境的因素，还应考虑报废的影响。概略地说总的工作循环次数与起重机的使用频繁程度有关，为设计方便起见，把整个范围内可能的工作循环次数分成十个利用级别列于表1-4。一个工作循环时间是从准备提升载荷开始直到准备提升下一个载荷为止。

(2) 起重机械载荷状态 起重机械载荷状态，是表明起重机受载的轻重程度，它与两个因

表 1-4 起重机的利用等级

利 用 等 级	总的工作循环次数N	附 注
U_0	1.6×10^4	不经常使用
U_1	3.2×10^4	
U_2	6.3×10^4	
U_3	1.25×10^5	经常轻闲地使用 经常中等地使用
U_4	2.5×10^5	
U_5	5×10^5	
U_6	1×10^6	不经常繁忙地使用
U_7	2×10^6	
U_8	4×10^6	
U_9	$> 4 \times 10^6$	繁忙地使用

素有关，即与所起升的载荷与额定载荷之比 $\left(\frac{P_i}{P_{\max}}\right)$ 和各个起升载荷 P_i 的作用次数 n_i 与总的工作循环次数 N 之比 $\left(\frac{n_i}{N}\right)$ 有关。表示 $\left(\frac{P_i}{P_{\max}}\right)$ 和 $\left(\frac{n_i}{N}\right)$ 关系的图形称为载荷谱。载荷谱系数 K_p 由式(1-1)计算：

$$K_p = \Sigma \left[\frac{n_i}{N} \left(\frac{P_i}{P_{\max}} \right)^m \right] \quad (1-1)$$

式中 K_p ——载荷谱系数；
 n_i ——载荷 P_i 的作用次数；
 N ——总的工作循环次数， $N = \Sigma n_i$ ；
 P_i ——第 i 个起升载荷， $P_i = P_1, P_2, \dots, P_n$ ；
 $P_{\max}$ ——最大起升载荷；
 m ——指数，此处 $m=3$ 。

起重机的载荷状态按名义载荷谱系数分为4级，见表1-5：

表 1-5 起重机的载荷状态及其名义载荷谱系数 K_p

载 荷 状 态	名义载荷谱系数 K_p	说 明
Q1—轻	0.125	很少起升额定载荷，一般起升轻微载荷
Q2—中	0.25	有时起升额定载荷，一般起升中等载荷
Q3—重	0.5	经常起升额定载荷，一般起升较重的载荷
Q4—特重	1.0	频繁地起升额定载荷。

表 1-6 起重机工作级别的划分

载荷状态	名义载荷谱系数 K_p	利 用 等 级									
		U_0	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8	U_9
Q1轻	0.125			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q2中	0.25		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Q3重	0.5	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8		
Q4特重	1.0	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8			

表 1-7 起重机工作级别举例

起 重 机 型 式			工 作 级 别
桥式起重机	吊钩式	电站安装及检修用	A1~A3
		车间及仓库用	A3~A5
		繁重工作车间及仓库用	A6~A7
	抓斗式	间断装卸用	A6~A7
		连续装卸用	A8
	冶金专用	吊料箱用	A7~A8
		加料用	A8
		铸造用	A6~A8
		锻造用	A7~A8
		淬火用	A8
		夹钳、脱锭用	A8
		揭盖用	A7~A8
		料耙式	A8
		电磁铁式	A7~A8
门式起重机	一般用途吊钩式 装卸用抓斗式 电站用吊钩式 造船安装用吊钩式 装卸集装箱用		A5~A6 A7~A8 A2~A3 A4~A5 A6~A8
装 卸 桥	料场装卸用抓斗式 港口装卸用抓斗式 港口装卸集装箱用		A7~A8 A8 A6~A8
门座起重机	安装用吊钩式 装卸用吊钩式 装卸用抓斗式		A3~A5 A6~A7 A7~A8
塔式起重机	一般建筑安装用 用吊罐装卸混凝土		A2~A4 A4~A6
汽车、轮胎、履带、铁路起重机	安装及装卸用吊钩式 装卸用抓斗式		A1~A4 A4~A6
甲板起重机	吊钩式 抓斗式		A4~A6 A6~A7
浮式起重机	装卸用吊钩式 装卸用抓斗式 造船安装用		A5~A6 A6~A7 A4~A6
缆索起重机	安装用吊钩式 装卸或施工用吊钩式 装卸或施工用抓斗式		A3~A5 A6~A7 A7~A8

当起重机的实际载荷变化已知时，则先按式 (1-1) 计算出实际载荷谱系数，并按表 1-5 选择不小于此计算值的最接近的名义值作为该起重机的载荷谱系数。如果在设计起重机时不知其实际的载荷状态，则可凭经验按表 1-5 “说明” 栏中的内容选择一个合适的载荷

状态级别。

(3) 起重机工作级别的划分 由表1-4和表1-5分别确定了利用等级和载荷状态之后,便可把起重机工作级别划分为A1~A8八级,见表1-6。

为了便于参考,现将各种类型起重机工作级别举例如下,见表1-7。

二、机构的工作级别

机构的工作级别是根据机构的利用等级和机构载荷状态来定的。

(1) 机构的利用等级 机构的利用等级,是把机构按总设计寿命分为十级,见表1-8。总设计寿命规定为机构在假定的使用年限内处于运转的总小时数,它仅作为机构零件的设计基础,而不能视为保用期。

(2) 机构载荷状态 它表明机构受载的轻重程度,可用载荷谱系数 K_m 表示如下,即

$$K_m = \Sigma \left[\frac{t_i}{t_T} \left(\frac{P_i}{P_{\max}} \right)^m \right] \quad (1-2)$$

式中 m ——机构零件材料疲劳试验曲线的指数;

P_i ——该机构在工作时间内所承受各个不同的载荷, $P_i = P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$;
 $P_{\max} = P_i$ 中的最大值;

t_i ——该机构承受各个不同载荷的持续时间, $t_i = t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$;

t_T ——所有不同载荷作用的总持续时间, $t_T = \Sigma t_i = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$ 。

当 $m=3$ 时:

$$K_m = \frac{t_1}{t_T} \left(\frac{P_1}{P_{\max}} \right)^3 + \frac{t_2}{t_T} \left(\frac{P_2}{P_{\max}} \right)^3 + \frac{t_3}{t_T} \left(\frac{P_3}{P_{\max}} \right)^3 + \dots + \frac{t_n}{t_T} \left(\frac{P_n}{P_{\max}} \right)^3 \quad (1-3)$$

表 1-8 机构利用等级

机 构 利 用 等 级	总 设 计 寿 命 h	说 明
T_0	200	不经常使用
T_1	400	
T_2	800	
T_3	1600	
T_4	3200	经常轻闲地使用
T_5	6300	
T_6	12500	经常中等地使用
T_7	25000	
T_8	50000	经常繁忙地使用
T_9	100000	

表 1-9 机构载荷状态分级及其名义载荷谱系数 K_m

载 荷 状 态	名义载荷谱系数 K_m	说 明
L1—轻	0.125	机构经常承受轻的载荷,偶尔承受最大的载荷
L2—中	0.25	机构经常承受中等的载荷,较少承受最大的载荷
L3—重	0.5	机构经常承受较重的载荷,也常受最大的载荷
L4—特重	1.0	机构经常承受最大的载荷

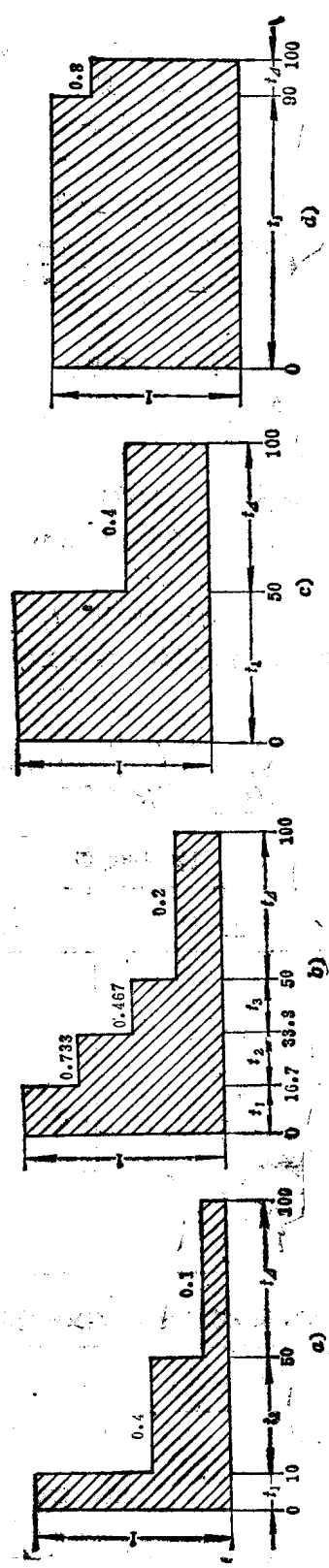


图 1-5 起重机构的标准载谱图
 a) L_1 —轻; b) L_2 —中; c) L_3 —重; d) L_4 —特重