

起重搬运安全技术管理



北京经济学院安全工程系 编



前

言

《起重搬运安全技术管理》是一本起重机械、厂内搬运机械安全使用和安全技术管理的培训教材。本教材较为系统的分析了国内外的起重搬运事故并总结一些规律，在此基础上，有针对性的对起重机械、厂内搬运机械的基本结构、工作原理、安全装置、安全检验、报废标准（根据新的国家标准和有关国际标准（ISO）提出的报废标准）、安全操作（包括司机培训方法）和安全管理等问题作了较为详细的论述。每章后都有典型事故案例。

本书的编写方法是从事事故案例为背景系统的论述技术和管理问题，同时参考日本、英国、西德、苏联等国家的起重搬运、运输技术的安全资料。书后附有指挥信号标准。

本教材可作为安全技术人员、设备管理人员和其它有关技术人员培训教材用，也可供院校师生参考。

参加本书编写工作的有孙桂林（概论、第一、二、三、四、七、章）、周万鹏（第五、六章）。书中不当之处敬请读者指正。

編者

1985年7月

目 录

概 论

第一节起重搬运在现代化生产中的作用.....	(1)
第二节起重事故.....	(1)
第三节起重机械分类.....	(5)
第四节起重机基本参数.....	(8)
第五节起重机工作类型.....	(10)
第六节起重机的工作级别.....	(11)

第一章 起重机易损另部件的安全技术..... (15)

第一节吊钩的安全检验.....	(15)
第二节钢丝绳的安全使用.....	(16)
第三节滑轮组与卷筒的安全检验.....	(33)
第四节制动器的安全检验和调整.....	(36)
第五节齿轮和减速器的安全检验.....	(42)

第二章 桥(门)式起重机安全技术..... (52)

第一节桥式起重机的用途和分类.....	(52)
第二节起升机构的安全技术.....	(52)
第三节小车运行机构安全技术.....	(58)
第四节大车运行机构安全技术.....	(60)
第五节大车啃道的安全检验.....	(65)
第六节电器设备的安全技术.....	(70)
第七节桥式起重机安全装置.....	(79)
第八节桥式起重机金属结构的安全检验.....	(84)
第九节司机室的劳动保护要求.....	(86)
第十节门式起重机的安全技术.....	(90)
第十一节桥(门)式起重机的试验鉴定.....	(104)
第十二节桥(门)式起重机的故障及其清除方法.....	(105)

第三章 自行式起重机安全技术..... (114)

第一节最新的自行式起重机和安全装置.....	(114)
第二节自行式起重机的稳定性.....	(137)
第三节液压装置的故障及其排除方法.....	(142)

第四节自行式起重机操作与安全检查·····	(165)
第五节起重机事故实例·····	(173)
第四章 塔式起重机的安全技术 ·····	(181)
第一节塔式起重机分类·····	(181)
第二节塔式起重机技术参数·····	(182)
第三节塔式起重机的工作机构的安全技术·····	(185)
第四节塔式起重机稳定性分析·····	(191)
第五节塔式起重机的验收·····	(192)
第六节塔式起重机的常见事故及其原因分析·····	(193)
第五章 门座起重机安全技术 ·····	(196)
第一节门座起重机门架结构及其安全要求·····	(197)
第二节运行机构及其安全要求·····	(198)
第三节起升机构及其安全要求·····	(199)
第四节变幅机构及其安全要求·····	(200)
第五节旋转机构及其安全要求·····	(204)
第六节门座起重机的稳定性·····	(207)
第七节门座起重机安全运行·····	(209)
第六章 叉车安全技术 ·····	(212)
第一节概述·····	(212)
第二节主要技术参数·····	(213)
第三节叉车工作类型·····	(216)
第四节叉车主要装置·····	(217)
第五节叉车的稳定性·····	(223)
第六节叉车常见事故及安全操作要求·····	(226)
第七节内燃平衡式叉车的维护保养与故障排除·····	(227)
第七章 厂内运输安全管理 ·····	(231)
第一节厂内运输在现代生产中的作用·····	(231)
第二节厂内运输方式和事故·····	(231)
第三节人力搬运安全管理·····	(233)
第四节厂内铁路运输安全管理·····	(237)
第五节厂内无轨车辆运输安全管理·····	(240)
第六节连续输送机的安全要求·····	(242)
附录 ·····	(243)
指挥人员使用的信号·····	(243)

概 论

第一节 起重搬运在现代化生产中的作用

任何物质生产过程都将伴随着一个物料(品)的搬运、加工过程。在古代人们是依靠人力、畜力来起重和搬运物料,而在现代则主要依靠机械来起重和搬运物料。这种机械就是起重搬运机械。它在国民经济各个部门起着重要的作用。象一个大型钢铁联合企业要有上千台的起重机械,一个中型的机械加工厂也要有上百台的起重机械。不仅在冶金、机械、交通、建筑、化工、矿场等部门大量的使用起重搬运机械,就是在食品加工、服务行业、旅游行业、医疗卫生行业也都越来越多的使用起重搬运机械。不仅城市如此,随着农业机械化的发展,在农业生产中也会愈来愈多的使用起重搬运机械。

在生活设施中,发展最快的起重搬运设备是电梯。随着建筑楼层的增高,电梯是不可缺少的设备。在旅游事业中的缆车也是发展较快的起重搬运设备。随着城市的发展,自动扶梯、自动人行道也会有很快的发展。

总之,在现代化生产和生活中,起重搬运机械起着重要的作用。是不可缺少的机械设备。

起重搬运机械可以减轻劳动强度,提高工效。但是由于其作业特点,是把重的物品提升到一定高度并在一定范围空间搬运,所以就有可能发生设备事故和人身事故。

第二节 起重事故

起重搬运机械在现代化生产中起着重要的作用,随着生产的发展,需要装卸搬运的物料愈来愈多,所以起重搬运机械的数量也随之增加。

由于起重搬运机械的作业特点是将物品在一定的空间范围内进行提升搬运。如果设计、制造、安装、使用维修等环节上稍有疏忽,就可能造成人身或设备事故。这些事故一方面造成人员的伤亡,另一方面也会造成很大的经济损失。

全国每年起重死亡人数占机械事故死亡人数的首位。在工业城市起重事故死亡人数占全产业伤亡人数的7%—15%不等。某工业城市1971—1980年全产业工伤事故死亡人数为677人,其中起重事故死亡人数为30人。起重事故死亡人数占全产业死亡人数的11.8%,另一工业城市1973—1977年内重大死亡事故的22.5%是起重事故,而制造业、交通、造船、冶金的起重事故又占起重事故的30—50%。

日本1980年全产业工伤事故死亡人数为3009人,而起重事故死亡人数为115名。起重死亡事故人数占全产业工伤事故死亡人数为7%。

表1是1976年至1983年日本全国起重事故死亡事故统计表。

据最近报导,1981年日本全国起重事故死亡164人,1982年死亡190人,1983年起重死亡人数为187人。

一、起重事故与产业部门的关系

起重事故与产业性质有关，其中制造业、冶金、建筑、交通等部门起重事故最多。这些行业中的起重死亡事故常常占全产业的起重死亡事故的30%以上。

表2 是我国79、80、81、83年部分起重死亡事故与产业部门分类表，

表1 日本1967~1980年起重伤亡事故分析法

年份	伤亡项目	全产业伤亡人数	起重事故伤亡人数	全产业死亡人数	起重事故死亡人数	起重死亡数 100%全产业死亡数
1967		394627	10147	5990	328	5.5%
1968		386443	9916	6088	408	6.7%
1969		328642	10868	6208	388	6.7%
1970		364444	11855	6048	435	7.2%
1971		337421	11150	5552	330	5.9%
1972		324435	10202	5631	320	5.7%
1973		387342	11953	5269	424	8%
1974		347407	9708	4330	332	7.7%
1975		322322	7864	3725	290	7.8%
1976		333311	7071	3345	245	7.3%
1977		345295	7059	3302	246	7.5%
1978		848826	7755	3326	248	7.5%
1979		346727	7628	3081	228	7.4%
1980		335000	6638	3009	215	7%
1981			5571		164	
1982			5031		129	
1983		278,623	4,776	2588	187	

表2 1979、1980、1981年部分起重事故百分比表

产业部门	1979年	1980年	1981年	1983年
机械	22.9%	15.4%	32%	15%
冶金	9.8%	11.5%	10%	10%
建筑	26%	34.6%	22%	20%
铁路	22%	15.4%	10%	5%
港口	9%		12%	17.9%
化工	—	7.6%	3%	
其它	10.3%	10%	11%	32.1%

1979年日本全国起重事故死亡人数为228人,其中制造业62人,占27.2%;建筑业98人,占43.0%;陆上运输搬运中起重事故死亡14人,占6.1%;港务运输搬运起重事故死亡14人,占6.1%,其它行业起重事故死亡,占17.6%。

重伤事故7,628件,制造业2712人,占35.6%;建筑业2340人,占30.7%;陆上运输搬运683人,占8.9%;港务运输搬运367人,占4.8%;其它各行业1526人,占20%。

1980年日本全国起重事故死亡人数为215人,其中制造业54人,占25.1%;建筑业93人,占43.3%;货物搬运18人,占8.4%;港务运输11人,占5.1%;其它39人,占18.1%。总伤亡人数为6636人。

1981日本全国起重死亡人数164人,其中制造业为53人,占32.3%;建筑业70人,占42.7%;货物搬运10人,占6.1%;港务运输7人,占4.3%;其它24人,占14.6%。总伤亡人数为5571人。

1983年日本国起重死亡人数为187人,其中制造业48人,建筑业69人,交通运输业2人,陆上运输业7人,港口装卸1人,其它16人。

二、起重事故与机种类型的关系

我国1980年在起重机械伤亡事故中,死亡事故与起重机类型的关系如下:桥式起重机占28.2%,汽车起重机占13.7%,塔式起重机占19.2%,门式起重机占9.6%,卷扬机占11.5%,其余八种起重机械占13.6%。

1981年死亡事故,桥式起重机占30.7%,汽车式起重机占28.8%,塔式起重机占13.4%,龙门起重机占9.6%,卷扬机占7.6%,其余占9.9%。

1983年的起重事故中,轻工服务业有所增加。

日本1981年从184件事故中分析,桥式起重机70件占38.0%,移动式起重机77件,占41.9%,其它38件,占20.1%。

从统计中得知,常用的起重机械中,桥式起重机事故最多,其次是汽车式起重机,再次是履带式起重机。

桥式起重机台数占全部起重机总台数的(51%),事故发生率为27%;汽车式起重机占起重机总台数的21%,事故发生率为37%;履带式起重机占起重机总台数的6%,而事故发生率为14%。这三种起重机事故发生率占有所有起重机事故总发生率的73%。

图1是桥式类型起重机事故分类图

图2是臂架类型起重机事故分类图

从最近几年国内事故的统计中,事故较多的起重机是:桥式起重机、汽车起重机、塔式起重机、门式起重机、卷扬机和货梯等。

起重事故不仅给劳动者带来痛苦和伤亡,而且会给国家造成很大的经济损失。

起重安全技术的目的就是要最大限度的降低起重事故发生率,减少工作人员的伤亡和痛苦,保护劳动者的健康和安全,避免国家财产受到损失。

为了达到这一目的,一方面从设计制造保证起重机的安全性,另一方面对广大的操作、管理人员进行深入的安全技术教育。

近年来对事故进行分析,有如下特点:

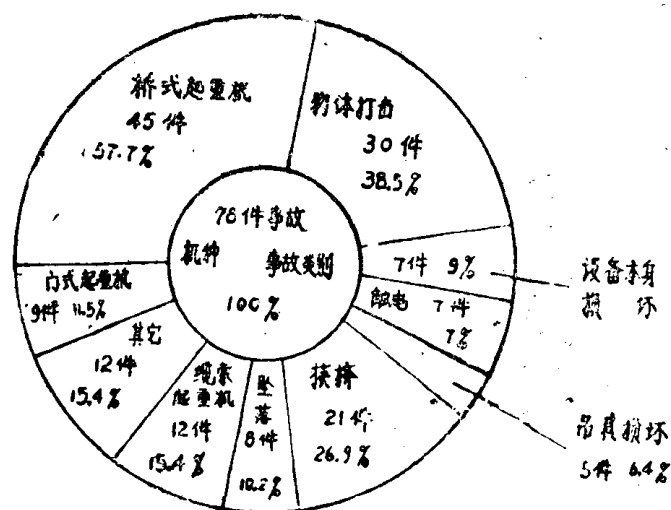


图 1

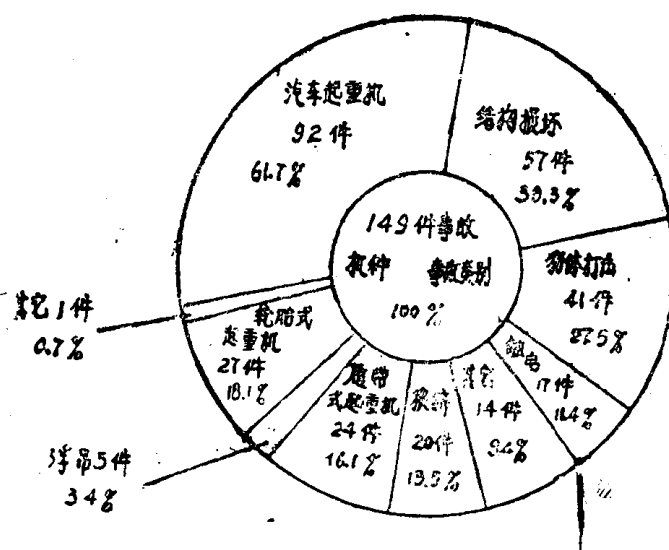


图 2

1、事故大型化

由于现代化生产所采用的机械、设备大型化、建设规模的大型化、新工艺、新材料的不断采取。相伴随的事故也大型化。起重事故三人以上的伤亡事故不断增加，一次伤亡7~8人的事故也多次发生。

2、一些常见事故反复发生

如断绳重物下坠、砸、夹、挤伤亡事故反复发生，汽车、轮胎式起重机“翻车”、“倒塔”等重大事故也不断的反复发生。

3、建筑业（工业建筑和民用建筑）和重工业部门起重事故最多。根据统计，建筑业的起重事故占总起重事故的34%。重工业（机电、冶金、车船运输）占32%，而且死亡率也

比較高。

4、中、小型企业事故多

由于中、小型企业設備不完善，管理較差，所以事故較多，常常是大型企业的數倍至十多倍。

5、随着企业工人年齡的增大，事故也相应地增多。主要原因是反应迟鈍，伤害后治愈時間长。

6、机械化的初級阶段，事故多

由于机械化而采用大量的起重运输設備，且由于初級阶段常常有机械化、半机械化、手工作业相交替，这样与机械相关連的事故就会增多。当机械进入完善阶段，則事故自然会减少。

7、随着技术的发展，出現一些新型的事故。例如，在大城市，电台附近工作的高大起重机，吊鈎上感应高频高压电等事故。

第三节 起重机械的分类

起重机械可分为四大类（表3）

一、轻小型起重设备

輕小型起重設備一般只有一个升降机构，使重物作升降运动。在某些場合也可以作水平运输。如卷揚机，可作为升降設備，也可作为水平运输設備。属于这一类型的起重設備有：千斤頂、滑車、葫芦。葫芦包括手动葫芦、电动葫芦。

二、桥式类型起重机

桥式类型起重机包括：通用桥式起重机、堆垛起重机、門式起重机、装卸桥、冶金起重机和纜索起重机。

桥式类型起重机，一般都有起升机构、小車运行机构、大車运行机构等。可使重物在一个有限的空間內起升和搬运。

图3是桥式类型起重机簡图

三、臂架式类型起重机

臂架式类型起重机包括：塔式起重机、門座式起重机，浮式起重机、履帶式起重机、汽車式起重机、輪胎式起重机、鐵路起重机。

臂架式类型起重机一般都有：起重机构、变幅机构、旋轉机构、运行机构。对于液压起重机还有伸縮臂机构。

图4是臂架式类型起重机簡图。

四、升降式机

这一类起重机包括，电梯、貨物升降机、升船机。

表4是运输机械的分类表

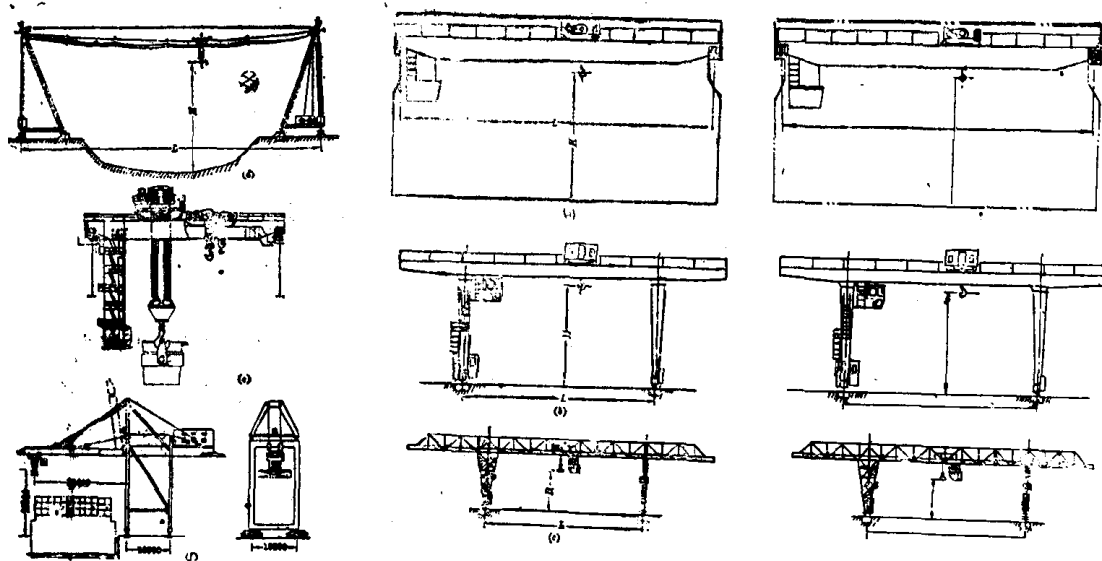


图3 桥式类型起重机图

a—桥式起重机；b—门式起重机；c—装卸桥；d—缆索起重机；e—冶金起重机；
f—集装箱装卸机

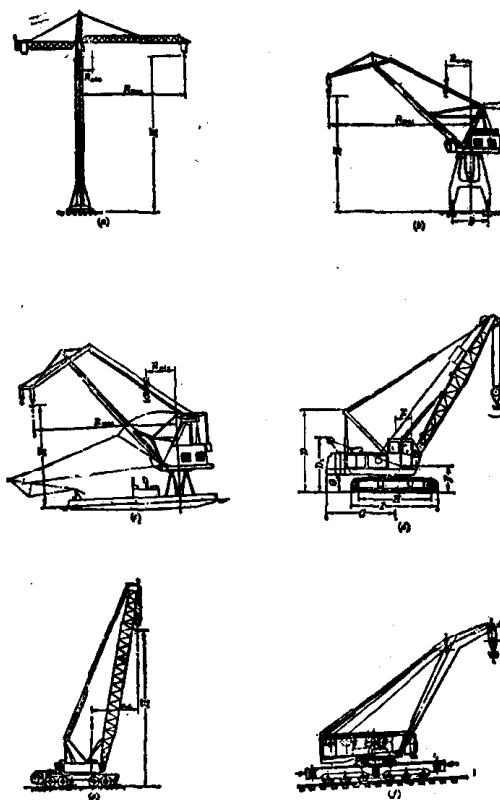
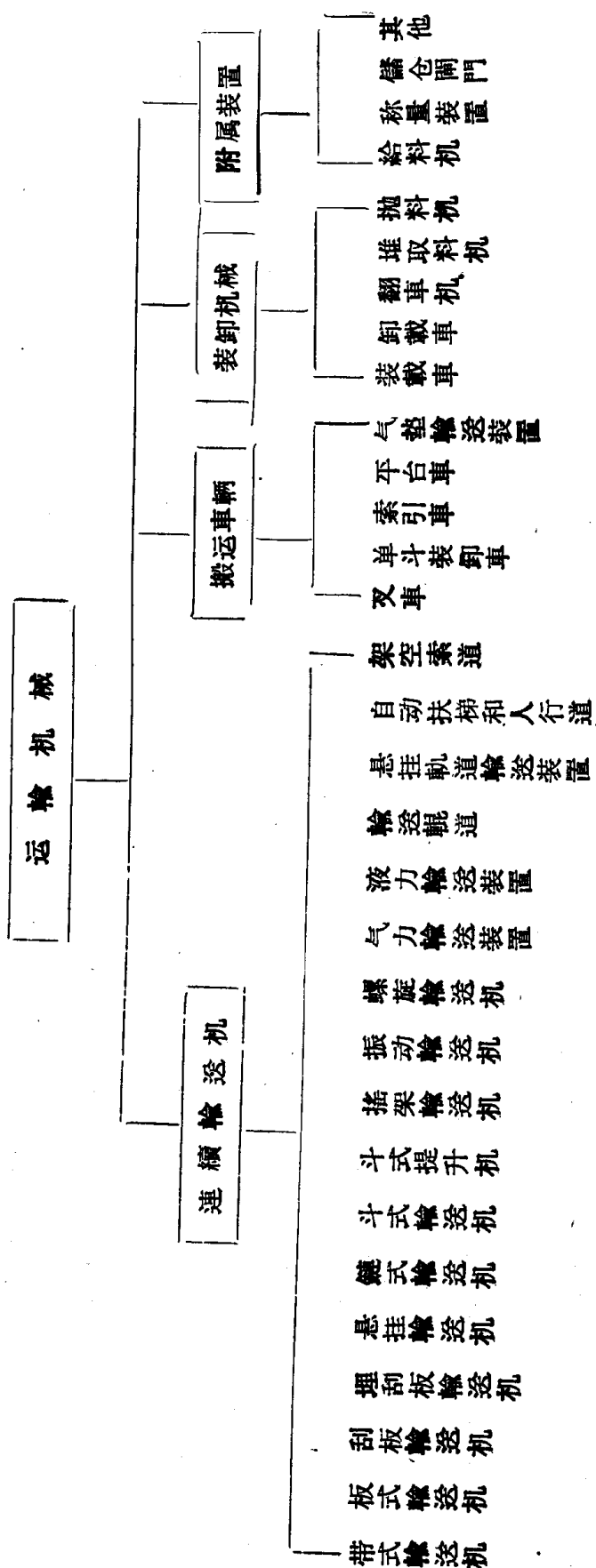


图4 式臂起重机图

a—塔式起重机；b—门座式起重机；c—浮式起重机；d—履带式起重机；e—汽车式起重
机；f—铁路式起重机

表3



373

第四节 起重机基本参数

一、额定起重量Q

起重机在正常作业时允许起吊的物品的最大重量和可从起重机上取下的取物装置重量之总和称为额定起重量，单位为吨。用字母Q表示。抓斗和电磁起重机的额定起重量包括物品和抓斗或电磁吸盘的重量。对于不同幅度的臂架式起重机就有不同的额定起重量。表5是起重量系列标准表。

二、起升高度H

起升高度是指起重机运行轨道顶面或地面到取物装置上极限位置的高度（用吊钩时算到吊钩钩环中心，用抓斗及其他容器时算到容器底部）；当取物装置可以放到地面或轨道顶面以下时，其下放距离称为下放深度。起升高度和下放深度之和称为总起升高度。单位为米，用字母H表示。浮式起重机的起升高度是指考虑了船舶倾斜影响后的实际起升高度。

表6是3~250吨电动桥式起重机起升高度系列表。

表5 起重量系列标准 (GB733—55) (吨)

0.05	0.10	0.25	0.50	0.80	1.00	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					

表6 3~250吨电动桥式起重机升高度系列 (GB791—65)

起重量(主钩)Q(吨)		3~50		80		100		125		160		200		250	
起升高度 H(米)	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	36	21	32	18	32

表7 3~250吨电动桥式起重机跨度系列 (GB791—65) (米)

厂 房 跨 度		9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
起 重 机	Q 3~50 (吨)	7.5	10.5	13.5	16.5	19.5	22.5	22.5	28.5	31.5	
	Q 80~250 (吨)	7	10	13	16	19	22	25	28	31	
跨 度 L					16	19	22	25	28	31	34

表3

门式、装卸桥、门座起重机常用跨度与幅度

(米)

通用门式起重机跨度L	18		22		26		30		35
装卸桥跨度L	40		50		60		70		80
门座起重机副度R	22	25	30	35	40	45	50	70	80

表3

几种起重工作机构速度范围表

起重机类型		起升速度 (米/分)		运行速度 (米/分)		变幅速度	旋转速度
		主起升	副起升	小 车	起重机	(米/分)	(转/分)
通用桥式起重机 (吊钩式)	轻级	1~3	8~10	10~20	30~40		
	中级	2~12	8~20	20~40	40~90		
	重级	3~20	13~20	40~50	70~120		
电磁桥式起重机		18~20	20~25	40~50	100~120		

三、跨度L和轨距t

桥式类型起重机的运行轨道两条钢轨中心线之间的距离称为起重机的跨度，用字母L表示，桥式类型起重机的小车运行轨道两条钢轨中心线之间的距离称为小车轨距。其单位均为“米”。

地面有轨运行的臂架式起重机的运行轨道钢轨中心线之间的距离称为起重机的轨距。

表7是3~250吨电动桥式起重机跨度系列表。

四、幅度R

旋转臂架式起重机的幅度是指旋转中心线与取物装置铅垂中心线之间的距离，单位为“米”。

表8是门式装卸桥、门座起重机常用跨度与幅度表。

五、倾角 α

臂架类型起重机的起重臂与水平线间的夹角称为倾角。一般在 $25^\circ \sim 70^\circ$ 间变化。

六、额定工作速度

额定起升速度是指起升机构电动机在额定转速下取物装置的上升速度。

额定运行速度是指运行机构电动机在额定转速下起重机或小车的运行速度。

变幅速度是指臂架式起重机的取物装置从最大幅度到最小幅度的平均线速度。

额定转速是指旋转机构电动机在额定转速下起重机绕其旋转中心的旋转速度。

起升、运行、变幅速度用V表示，单位是“米/分”。转速用n表示，单位是“转/分”。

无轨运行式起重机运行速度的单位是用“公里/小时”表示。

表9 是桥式起重机工作速度范围表。

第五节 起重机工作类型

起重机工作类型是指起重机工作忙闲程度和载荷变化的程度的参数。

工作忙闲程度，对整个起重机来说，就是指在一年总时间约8700小时内，起重机的实际运转时数与总时数的比；对机构来说，则是指某一个机构在一年时间内运转时数与总时数的比。在起重机的一个工作循环中，机构运转时间所占的百分比，称为该机构的负载持续率，用JC表示。

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

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。

载荷变化程度，按额定起重量设计的起重机在实际作业中，起重机所起吊的载荷往往小于额定起重量。这种载荷的变化程度用起重量利用系数 $K = \frac{Q_{均}}{Q_{额}}$ 表示。Q_均为起重机在全年实际起重量的平均值；Q_额为起重机的额定起重量。

根据起重机的工作忙闲程度和载荷变化程度把起重机的工作类型划分为：轻级、中级、重级和特重级四种级别。

整个起重机及其金属结构的工作类型是按其主起升机构的工作类型而定的，同一台起重机各机构的工作类型可以各不相同。

起重机的工作类型和起重量是两个不同的概念，起重量大，不一定是重级，起重量小，也不一定是轻级。如水电站用的起重机的起重量达数百吨，但使用机会却很少，只有在安装机组、修理机组才使用。其余时间都停歇在那里，所以尽管起重量很大，但还是属于轻级。又如车站货场用的龙门起重机，起重量一般为10~20吨，但却非常的繁忙。虽然起重量不大，也还是属于重级工作类型。

表10是起重机工作类型主要指标的平均值。

起重机工作类型与安全有着十分密切的关系。起重量、跨度、起升高度相同的起重机，如果工作类型不同，在设计制造时，所采取的安全系数就不相同。也就是零部件型号、尺寸、规格各不相同。

如钢丝绳、制动器的安全系数不同（轻级安全系数小、重级安全系数大。）选出的型号就不相同。

再如同是10吨的桥式起重机，对于中级工作类型（JC%=25%）的起升电动机功率为 $N_{25\%} = 16$ 千瓦，而对重级工作类型（JC%=40%）起升电动机功率则为 $N_{40\%} = 23.5$ 千瓦。

从以上情况可知，如果把轻级工作类型的起重机用在重级工作类型的场所，起重机就会经常出故障，影响安全生产。

所以在安全检查时，要注意起重机的工作类型必须与工作条件相符合。

表10

起重機工作類型表

工作類型	工作忙閑程度		載荷變化程度	
	起重機年 工作小時數	機構運轉時間率 (JC%)	機構載荷 變化範圍	每小時工作 循環數n
輕級	1000	15	經常起吊1/3 額定載荷	5
中級	2000	25	經常起吊(1/3 ~1/2)額定載荷	10
重級	4000	40	經常起吊額定 載荷	20
特重級	7000	60	起吊額定載荷 機會較多	40

第六節 起重機的工作級別和機構工作級別

一、起重機工作級別

起重機工作級別是根據起重機利用等級和載荷狀態分為八級A₁~A₈。

1、起重機利用等級

利用等級是表征起重機在其有效壽命期間的使用頻繁程度，用總的工作循環次數N表示。根據總的循環次數N，把起重機利用等級分為U₀~U₉十級。

表11是起重機利用等級表。

表11

起重機的利用等級

利用等級	總的工作循環次數N	附 注
U ₀	1.6×10^4	不經常使用
U ₁	3.2×10^4	
U ₂	6.3×10^4	
U ₃	1.25×10^5	
U ₄	2.5×10^5	經常輕閑地使用
U ₅	5×10^5	經常中等地使用
U ₆	1×10^6	不經常繁忙地使用
U ₇	2×10^6	繁忙地使用
U ₈	4×10^6	
U ₉	$> 4 \times 10^6$	

2、起重機的載荷狀態

起重機的載荷狀態與兩個因素有關。一個是，實際起升載荷與最大載荷的比($\frac{P_i}{P_{max}}$)有

关，另一个是起升载荷作用次数与总的工作循环次数比（ $\frac{n_i}{N}$ ）有关。

表示（ $\frac{P_i}{P_{max}}$ ）和（ $\frac{n_i}{N}$ ）关系的值称载荷谱系数 K_p 。其表达式如下”

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

式中 P_i ——等 i 个起升载荷， $P_i = P_1, P_2, P_3, \dots, P_5$ ；

n_i ——载荷 P_i 的作用次数；

N ——总的工作循环次数， $N = \sum n_i$ ；

P_{max} ——最大起升载荷；

m ——指数 $m = 3$ 。

表12是起重机的载荷状态及其名义载荷谱系数表

表12 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

3、起重机工作级别

是根据利用等级和载荷状态把起重机分为八种工作级别A1~A8。

表13是起重机工作级别的划分表。

表13 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			

从上述分类中可知，起重机工作级别是依金属结构受力状态为根据的。它与起重机工作类型的分类根据是不同的。尽管如此，还是可以找出两者的相当关系的。即：

A1~A4相当轻型，A5~A6相当中型，A7相当重型，A8相当特重型。

从1984年5月1日起起重机将按设计规范划分为A1~A8级，八个工作级别。

二、机构工作级别

起重机机构工作级别是根据机构工作等级和载荷状态分为八级M1~M8。

1、机构利用等级

机构利用等级按机构总使用寿命分为十级，见表14。总的使用寿命规定为机构在设计的使用年数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。

表14 机构利用等级

机构利用等级	总使用寿命 h	附 注
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	经常中等地使用
T ₆	12500	不经常繁忙地使用
T ₇	25000	繁忙地使用
T ₈	50000	
T ₉	100000	

2、机构载荷状态

机构的载荷状态表明机构受载的轻重程度，它所用载荷谱系数 K_m 表征， K_m 用以下公式计算。

$$K_m = \sum \left[\frac{t_i}{t_T} \left(\frac{P_i}{P_{max}} \right)^m \right]$$

式中： P_i ——该机构在工作时间内所承受的各个不同的载荷，（ $P_i = P_1 P_2 P_3 \dots P_n$ ）

P_{max} —— P_i 中的最大值；

t_i ——该机构在承受 P_i 载荷的持续时间（ $t_i = t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ ）

t_T ——所有不同载荷作用时的持续时间总和， $t_T = \sum t_i$ ；

m ——指数 $m = 3$

表15是机构载荷状态及其名义载荷谱系数 K_m 表