

QIZHONG JIXIE ANQUAN JISHU

起重机械

安全技术

徐 腾 张兆杰 主 编



黄河水利出版社

起重机械安全技术

徐 腾 张兆杰 主编

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是针对起重机械作业人员编写的实用教材,主要包括:起重机械分类及主要技术参数,起重机械常用基础知识,绳索,起重机具,主要起重机械,起重指挥挂钩安全技术。本书内容通俗易懂、简明扼要、操作性强。

本书可作为起重机械作业人员的培训教材,也可供特种设备管理人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

起重机械安全技术/徐腾,张兆杰主编. —郑州:
黄河水利出版社,2008.1
ISBN 978-7-80734-260-1

I.起… II.①徐… ②张… III.起重机械—操作—
安全技术—技术培训—教材 IV.TH210.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 138976 号

组稿编辑:王路平 电话:0371-66022212 E-mail:wlp@yrcp.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:9.25

字数:210 千字

印数:1—4 100

版次:2008 年 1 月第 1 版

印次:2008 年 1 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80734-260-1/TH·20

定价:20.00 元

前 言

当今世界科学技术飞速发展,工业发展迅猛,生产业的制造、加工、处理等工艺设备越来越大,大型设备吊装起重工艺及起重作业越来越复杂。近几年来,国内外发生过许多重大起重吊装作业事故,造成严重人员伤亡和经济损失。分析其主要原因,大部分是由于对起重吊装不甚了解、违章指挥和操作造成的。我国政府高度重视安全生产工作,采取了一系列措施扼制各种事故的发生。

《起重机械安全技术》是依据国务院《特种设备安全监察条例》第三十九条“锅炉、压力容器、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施的作业人员及其相关管理人员,应当按照国家有关规定经特种设备安全管理部门考核合格,取得国家统一格式的特种设备作业人员证书,方可从事相应的作业或管理工作”,针对起重机械作业人员编写的实用教材,也可供特种设备管理人员学习参考。本书在编写过程中力求通俗、简明扼要、操作性强。

由于编者水平有限,书中肯定存在缺点和不足,敬请同行批评指正,以便再版时改正。

作 者

2007年2月

目 录

前 言

第一章 概 论	(1)
第一节 起重机械分类及型号编制	(1)
第二节 起重机主要技术参数	(7)
第三节 起重吊装作业安全重要性	(8)
第四节 起重吊装作业的发展	(9)
第二章 起重机常用基础知识	(11)
第一节 力学基础知识	(11)
第二节 电学基础知识	(15)
第三节 液压传动基础知识	(17)
第三章 绳 索	(23)
第一节 麻 绳	(23)
第二节 钢丝绳	(26)
第三节 吊装带	(51)
第四节 焊接链	(53)
第五节 尼龙(锦纶)绳	(55)
第四章 起重机具	(57)
第一节 举重器	(57)
第二节 滑轮及滑轮组	(59)
第三节 电动卷扬机	(63)
第四节 桅 杆	(64)
第五节 手拉葫芦	(68)
第六节 地 锚	(69)
第五章 主要起重机械	(71)
第一节 桥式起重机	(71)
第二节 自行动臂式起重机	(86)
第三节 塔式起重机	(98)
第四节 门座式起重机	(107)
第五节 起重机安全装置	(118)
第六章 起重指挥挂钩安全技术	(127)
第一节 起重挂钩工常用绳结形式	(127)
第二节 起重吊运指挥信号	(131)
第三节 起重作业安全技术操作规程	(140)
参考文献	(142)

第一章 概 论

第一节 起重机械分类及型号编制

一、起重机械分类

起重机械是一种以间歇、循环方式,通过吊钩或其他吊(夹)具起升,或水平搬移重物的机械设备。

起重机械包括轻小起重设备、起重机和升降机。

轻小起重设备包括千斤顶(螺旋千斤顶、齿条千斤顶、液压千斤顶)、滑车、起重葫芦(手拉葫芦、手扳葫芦、电动葫芦、气动葫芦)、绞车(卷绕式绞车、摩擦式绞车、绞盘)和悬挂单轨系统。起重机的分类,可按起重机构造分类;按起重机的取物装置和用途分类;按起重机的运移方式分类;按起重机工作机构的驱动方式分类;按起重机回转能力分类;按起重机支撑方式分类;按起重机使用场合分类。这些分类分别如图 1-1~图 1-7 所示。

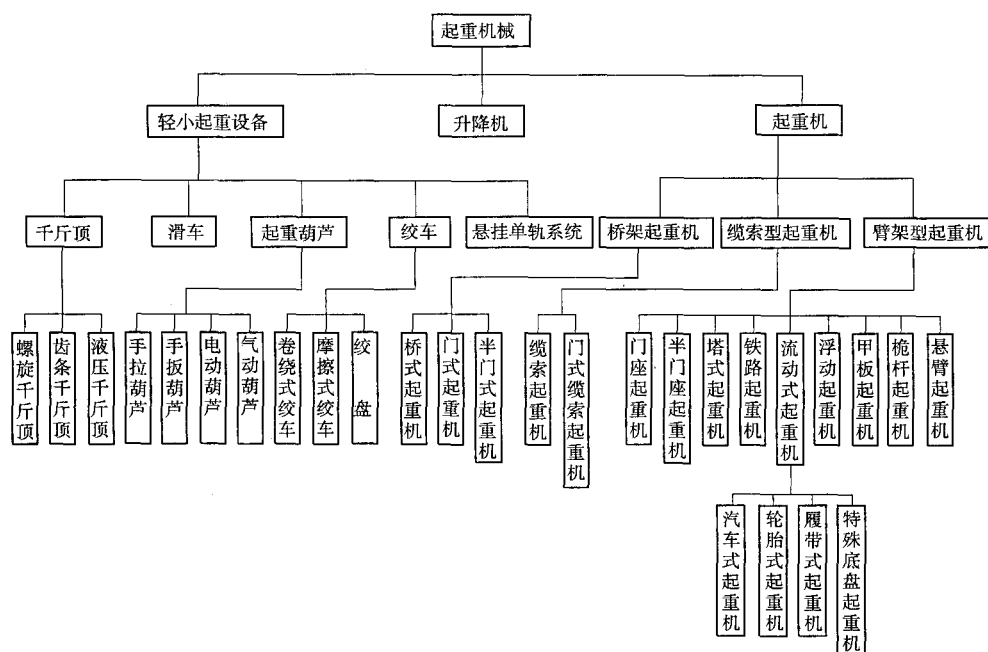


图 1-1 起重机械分类

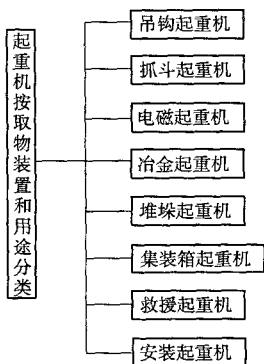


图 1-2 起重机按取物装置和用途分类

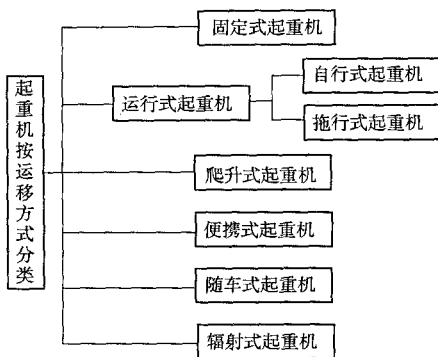


图 1-3 起重机按转移方式分类

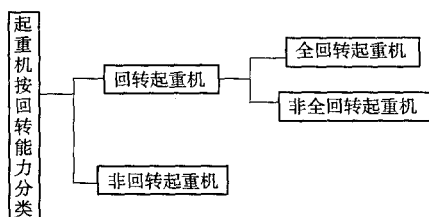


图 1-4 起重机按回转能力分类

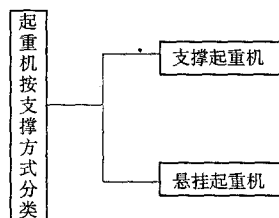


图 1-5 起重机按支撑方式分类

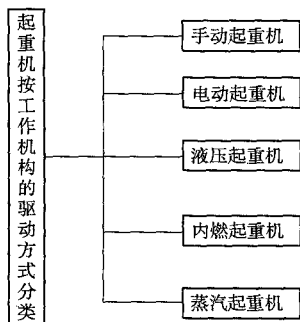


图 1-6 起重机按工作机构的驱动方式分类

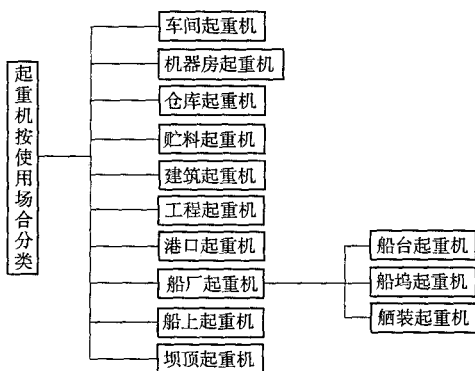


图 1-7 起重机按使用场合分类

二、起重机产品型号的编制

起重机产品型号的编制即起重产品名称、结构形式与主参数的代号编制,供设计、制造、供销、使用、管理等有关部门应用。

产品型号按类、组、型分类原则编制,以简单明了易懂、同类间无重复为基本原则。产品型号一般由类、组、型代号与主参数代号部分组成,如图 1-8 所示。如需增加特性代号

时,其特性代号置于类、组、型代号与主参数代号之间。

类、组、型均用大写汉语拼音字母表示。该字母应是类、组、型中代表性的汉语拼音字头,如该字母与其他代号的字母有重复时,也可采用其他字母。

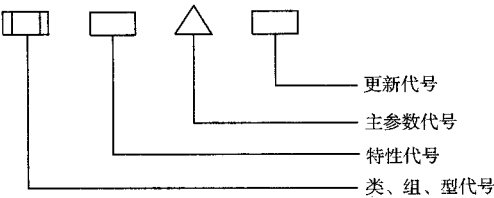


图 1-8 起重机产品型号组成

产品如增添特性代号时,也用有代表性的汉语拼音字母表示,所用字母在各型产品标准中规定。

主参数用阿拉伯数字表示,对各型号产品参数的具体规定见表 1-1。表中未列明主参数代号者留待该产品发展时再补充。

当产品进行更换或结构有重大改革需要重新试制鉴定时,其改进代号按大写汉语拼音字母 A,B,C,⋯顺序采用,置于原产品型号尾部,以区别于原产品型号。

示例

QD20/5 桥式起重机:表示吊钩桥式起重机主钩是 20 t,副钩 5 t。

HC2-6A 电动葫芦:表示常速钢丝绳电动葫芦,起重量 2 t,起升高度 6 m,第一改进产品。

表 1-1 起重机械代号

类	组	型		类、组、型代号	主参数代号	
		名称	代号		名称	单位
(一) 简易起重设备	千斤顶 Q(千)	螺旋千斤顶	L(螺)	QL	起重量	t
		液压千斤顶	Y(液)	QY		
		齿条千斤顶	1.2	Q		
	滑车 H (滑)	单轮开口吊钩型滑车	KG(开钩)	HKG		
		单轮开口链环型滑车	KL(开链)	HKL		
		单轮闭口吊钩型滑车	G(钩)	HG		
(一) 简易起重设备	滑车 H (滑)	单轮闭口链环型滑车	L(链)	HL	起重量	t
		双轮吊钩型滑车	2G	H2G		
		双轮链环型滑车	2L(轮)	H2L		
		双轮吊环型滑车	2D(吊)	H2D		
		三轮吊钩型滑车	3G	H3G		
		三轮吊链环滑车	3L	H3L		
		三轮吊环型滑车	3D	H3D		

续表 1-1

类	组	型		类、组、 型号	主参数代号	
		名称	代号		名称	单位
(一) 简易起重设备	滑车 H (滑)	四轮吊环型滑车	4D	H4D	起重量	t
		五轮吊环型滑车	5D	H5D		
		五轮吊梁型滑车	5W	H5W		
		六轮吊环型滑车	6D	H6D		
		七轮吊环型滑车	7D	H7D		
		八轮吊环型滑车	8D	H8D		
		八轮吊梁型滑车	8W	H8W		
(二) 葫芦 H (葫)	手动葫芦 S (手)	手拉葫芦	—	HS	起重量· 起升高度	t·m
		钢丝绳手扳葫芦	S	HSS		
		环链手扳葫芦	H	HSB		
		板链手扳葫芦	B	HSB		
	电动葫芦	常速钢丝绳电动葫芦	C(常)	HC		
		常慢速钢丝绳电动葫芦	M(慢)	HM		
		重级工作电动葫芦	Z(重)	HZ		
		双卷筒电动葫芦	T(筒)	HT		
		防爆电动葫芦	B(爆)	HB		
		防腐电动葫芦	F(腐)	HF		
		环链电动葫芦	H(环)	HH		
		扳链电动葫芦	L(链)	HL		
(三) 单轨起重 机 G (轨)	手动单轨起重机		S(手)	GS	起重量	t
	电动单 轨起重 机	吊钩单轨起重机	D(吊)	GD		
		抓头单轨起重机	Z(抓)	GZ		
		电磁单轨起重机	C(磁)	GC		
(四) 桥式 起重机	手动梁 式起重 机 L(梁)	手动单梁起重机	S(手)	LS	起重量	t
		手动单梁悬挂起重机	SX(手悬)	LSX		
		手动双梁起重机	SS(手双)	LSS		
		电动单梁起重机	D(单)	LD		
	电动梁 式起重 机 L (梁)	电动单梁悬挂起重机	X(悬)	LX		
		抓头电动单梁起重机	Z(抓)	LZ		
		吊钩抓斗电动单梁起重机	L	LL		

续表 1-1

类	组	型		类、组、 型代号	主参数代号	
		名称	代号		名称	单位
(四) 桥式 起重机	电动梁 式起重 机 L (梁)	防爆电动单梁起重机	B(爆)	LB	起重量	t
		防爆电动单梁悬挂起重机	XB(悬爆)	LXB		
		防腐电动梁式起重机	F(腐)	LF		
		电磁电动梁式起重机	C(磁)	LC		
		冶金梁式起重机	Y(冶)	LY		
		电动葫芦双梁起重机	H(葫)	LH		
	电动桥 式起重 机 Q (桥)	吊钩桥式起重机	D(吊)	QD		
		超卷扬桥式起重机	J(卷)	QJ		
		挂梁桥式起重机	G(挂)	QG		
		电磁挂梁桥式起重机	L	QL		
		双小车桥式起重机	E	QE		
		抓斗桥式起重机	Z(抓)	QZ		
		电磁桥式起重机	C(磁)	QC		
		电磁吊钩桥式起重机	A	QA		
		抓斗吊钩桥式起重机	N	QN		
		抓斗电磁桥式起重机	P	QP		
		三用桥式起重机	S(三)	QS		
		防爆桥式起重机	B(爆)	QB		
		绝缘桥式起重机	Y(缘)	QY		
		慢速桥式起重机	M(慢)	QM		
		带悬臂旋转小车桥式起重机	X(旋)	QX		
(五)堆垛起重机 D(垛)		桥式堆垛起重机	Q(桥)	DQ		
		巷道式堆垛起重机	X(巷)	DX		
(六) 冶金起 重机 Y (冶)	炼钢用 起重机	料箱起重机	X(箱)	YX	起重量	t
		加料起重机	L(料)	YL		
		有轨地上加料起重机	G(轨)	YG		
		铸造起重机	Z(铸)	YZ		
		脱锭起重机	T(脱)	YT	脱锭力	t

续表 1-1

类	组	型		类、组、 型号号	主参数代号	
		名称	代号		名称	单位
(六) 冶金起重 机 Y (冶)	轧钢用 起重机	揭盖起重机	J(揭)	YJ	起重量	t
		火钳起重机	Q(钳)	YQ		
		刚性料耙起重机	P(耙)	YP		
		挠性料耙起重机	N(挠)	YN		
		板环夹钳起重机	B(板)	YB		
		旋转电磁起重机	C(磁)	YC		
	热加工用 起重机	锻造起重机	D(锻)	YD		
		淬火起重机	H(火)	YH		
(七) 龙门起重 机及装卸 桥 M(门)	龙门 起重机	吊钩龙门起重机	G(钩)	MG	起重量	t
		抓斗龙门起重机	Z(抓)	MZ		
		电磁龙门起重机	C(磁)	MC		
		三用龙门起重机	S(三)	MS		
		半龙门起重机	B(半)	MB		
		集装箱龙门起重机	J(集)	MJ		
		电动葫芦龙门起重机	H(葫)	MH		
		水电站用单吊点式龙门起重机	D(吊)	MD		
		水电站用双吊点式龙门起重机	E	ME		
		船坞龙门起重机	U(坞)	MU		
	装卸桥	装卸桥	Q(桥)	MQ		
		集装箱装卸桥	X(箱)	MX		
(八)臂架起重 机 B(臂)		定柱式旋臂起重机	Z(柱)	BZ	起重量	t
		壁行式起重机	B(壁)	BB		
		壁式旋臂起重机	X(旋)	BX		
		随车起重机	S(随)	BS		
(九) 升船机	垂直升 船机 C (垂)	平衡重式垂直升船机	P(平)	CP	载重量	t
		卷扬式垂直升船机	J(卷)	CJ		
		浮筒式垂直升船机	F(浮)	CF		
		液压垂直升船机	Y(液)	CY		
		潜没式垂直升船机	M(没)	CM		
	斜面升 船机 X (斜)	平衡重式斜面升船机	P(平)	XP		
		卷扬式斜面升船机	J(卷)	XJ		
		水波式斜面升船机	S(水)	XS		

第二节 起重机主要技术参数

起重机的技术参数表征起重机的作业能力,是设计起重机的基本依据,也是所有从事起重作业人员必须掌握的基本知识。起重机的主要技术参数有起重量、起升高度、跨度(属于桥式类型起重机)、幅度(属于臂架式起重机)、机构工作速度等。

一、起重量

起重量 G 是被起升重物的质量。常用的参数如下:

(1)额定起重量 G_n ,指起重机允许吊起的重物或物料质量,连同可分吊具(或属具)质量的总和(对于流动式起重机,包括固定在起重机上的吊具)。对于幅度可变的起重机,根据幅度规定起重机的额定起重量。

(2)总起重量 G_t ,指起重机能吊起的重物或物料,连同可分吊具上的吊具或属具(包括吊钩、滑轮组、起重钢丝绳,以及在臂架或起重小车以下的其他吊物)的质量总和。对于幅度可变的起重机根据幅度规定总质量。

(3)最大起重量 $G_{\max}$,指起重机正常工作条件下,允许吊起的最大额定起重量。

(4)有效起重量 G_p ,指起重机能吊起的重物或物料的净重量。对于幅度可变的起重机,根据幅度规定有效起重量。

起重量单位是吨(t),表 1-2 所列为起重量系列标准。

表 1-2 起重量系列标准

(单位:t)

起重量	0.05	0.10	0.25	0.50	0.80	1.00	1.25	1.5	2	2.5	3
起重量	4	5	6	8	10	12.5	16	20	25	32	40
起重量	50	63	80	100	125	140	160	180	200	225	250
起重量	280	320	360	400	450	500					

二、起升高度

起升高度 H ,即起重机水平停车面至吊具允许最高位置的垂直距离,对吊钩和货叉算至它们的支撑表面,对于其他吊具,算至它们的最低点(闭合状态)。

对于桥式起重机,应是空载置于水平轨道上,从地面开始测定起升高度。起升高度单位是米(m)。

下降升度 h ,指吊具的最低工作位置与起重机的水平支撑面之间的垂直距离。对于吊钩和货叉,从其支撑面算起;对于其他吊具,从其最低点算起(闭合状态)。下降升度单位是米(m)。

起升范围 D ,指吊具最高和最低工作位置之间的垂直距离($D = H + h$)。

三、跨度

桥架型起重机支撑中心线之间的水平距离称为跨度 S 。

四、幅度

幅度 L , 即起重机置于水平场地时, 空载吊具垂直中心线至回转中心线之间的水平距离(非回转浮式起重机为空载吊具垂直中心线至船舶护木的水平距离)。

最大幅度 $L_{\max}$, 起重机工作时, 臂架倾角最小或小车在臂架最外极限位置时的幅度。

最小幅度 $L_{\min}$, 起重机工作时, 臂架倾角最大或小车在臂架最内极限位置时的幅度。

五、轨距或轮距

轨距或轮距 K , 对于臂架型起重机, 为轨道中心线或起重机行走轮踏面(或履带)中心线之间的水平距离; 对于铁路起重机为运行线距两钢轨头部顶面下内侧面 16 mm 处的水平距离; 对于起重小车, 为小车轨道中心线之间的距离。起重机两侧为双轨线路时, 轨距为双轨几何中心线之间的距离。

六、起重臂倾角

在起升平面内, 起重臂纵向中心线与水平线的夹角为起重臂倾角 α , 一般在 $25^\circ \sim 75^\circ$ 之间。

七、机构工作速度

(1) 起升(下降)速度 V_n , 稳定运动状态下, 额定载荷的垂直位移速度, 单位是 m/min。

(2) 最小下降速度 V_m , 稳定运动状态下, 安装或堆垛最大额定载荷时的最小下降速度。

(3) 回转速度 ω , 稳定运动状态下, 起重机转动部分的回转角速度。规定为在水平地面上, 离地 10 m 高度处, 风速小于 3 m/s 时起重机幅度最大, 且带额定载荷时的转速。

(4) 起重机(大车)运行速度 V_k , 稳定运动状态下, 起重机运行的速度。规定为在水平路面(或水平轨面)上, 离地 10 m 高度处, 风速小于 3 m/s 时的起重机带额定载荷时的运行速度。

(5) 小车运行速度, 稳定运动状态下, 小车的运行速度。规定为离地 10 m 高度处, 风速小于 3 m/s 时, 带载荷的小车在水平轨道上的运行速度。

(6) 变幅速度, 稳定运动状态下, 额定载荷在变幅平面内水平位移的平均速度。规定为离地 10 m 高度处, 风速小于 3 m/s 时, 起重机在水平路面上, 幅度从最大值至最小值的平均速度。

第三节 起重吊装作业安全性

起重技术的发展, 推动了起重安全技术的进步。起重作业安全技术是工业安全技术的重要组成部分, 也是一门正在发展的并与多种学科交叉的分支学科。各行业要广泛发动起重作业人员, 认真钻研安全技术, 不断提高安全技术水平及实际操作技能, 提高自我保护能力, 开展起重作业事故预测和预防工作, 把事故消灭在萌芽状态。

目前,我国的安全生产工作正在经历着深刻的变化,施工和起重吊装单位安全生产工作面临着新的挑战 and 机遇,对安全生产工作提出了越来越高的要求。经济的全球化、现代化的大生产,特别是工业生产高度自动化、连续化及装备高速、高能量储备、高参数运行和大型化的特点,给安全生产带来了艰巨性和复杂性。当代生产过程中的事故往往具有突发性、社会性和灾难性,使安全生产显得更加迫切和重要。近几年来,国内外发生过多次重大起重吊装作业事故,造成严重的人员伤亡和经济损失,分析其主要原因,大部分是对起重吊装作业不甚了解、违章指挥和违章操作造成的。因此,要高度重视起重吊装安全工作,千万不能麻痹大意。

重大大型起重吊装事故一般伤亡巨大,损失惨重。

(1)大型造船龙门吊大梁吊装坠毁。某造船厂安装大型龙门吊过程中,在吊装龙门吊大梁(2 000 余 t)时,由于调整钢丝绳受力不均衡,指挥操作失误,发生特大恶性事故,造成 2 000 余 t 的大梁坠落毁坏、大型吊装机具损失破坏,导致多人伤亡,其中 10 余名是吊装专业的教授、博士、高工等科技、教学、研究方面的精英,他们在大梁上面指挥协调操作时,随大梁从 50 多 m 高处坠下而引起伤亡事故。

(2)直升机吊装火炬头机毁人亡。某石化公司在安装放空火炬烟卤过程中,采用“直升机吊装火炬头”的方法,在火炬头吊装就位后摘除吊装索具时,由于指挥操作失误,发生吊装索具与飞机碰撞,飞机坠毁,造成死伤多人的恶性事故。

(3)大型吊车吊装设备吊耳断裂。某石化公司在安装大型设备时,采用“500 t 吊车吊装加氢反应器”的方法,在吊装过程中,由于指挥操作失误、设备吊耳受力不均,导致吊耳撕裂,发生反应器坠落砸坏吊车的重大事故。

(4)吊车吊塔失稳摔毁。某石化公司在改扩建时,边生产、边施工,采用改造过的“580 t 吊车”吊装焦炭塔,在吊装过程中,由于指挥操作失误,吊车失稳,发生设备和吊车摔毁、死伤多人的恶性事故,还险些造成旁边正在运行的生产装置发生爆炸燃烧的灾难性事故。

大型吊装事故令人触目惊心,使我们更加认识到起重吊装作业安全的重要性。

第四节 起重吊装作业的发展

在古代社会,人们在生产劳动中就创造了很多简单的起重吊装方法,制造了许多起重吊装设备。早在 3 700 年前的商代时期,人们就创造了用于吸水的桔槔,这是由杠杆、配重及吊桶构成的简单的起重吊装设备(也就是现在常用的杠杆)。明代科学家宋应星于公元 1637 年在他的著作《天工开物》中对古代采煤起重吊装方法作了详细形象的记载:人们用手摇绞车——辘轳从很深的煤井里把装在竹篮中的煤提到地面上来。到了 18 世纪,随着生产的发展,起重吊装作业越来越多,起重吊装机械得到了发展。进入 19 世纪,由于蒸汽机和电力的出现,促进了起重吊装机械的进一步发展。

20 世纪,起重吊装设备在工业生产中被广泛采用,并成为生产工艺与操作过程中不可缺少的机械设备。新中国成立后,我国开始制造起重吊装机械。20 世纪 50 年代,起重吊装作业中出现了金属桅杆、重型金属桅杆和整体组合吊装技术。60 年代,起重吊装技

术有了新的发展,创造了四桅杆组合吊装重 400 余 t 设备的先进技术。70 年代,进入了特大吨位塔类设备综合整体吊装及特重型金属桅杆结构运用的新阶段。新型起重吊装设备的诞生和先进起重吊装技术的出现是和工业迅速发展同步进行的。80 年代以来,起重吊装在国民经济中已占有重要地位,起重吊装作业在设备安装工作中占有相当大的比重,占安装总工期的 1/3 以上。尤其是设备大型化的出现,设备整体质量大大增加,因而起重吊装技术又得到了发展。我国一些大中城市及沿海港口、码头,已采用集装箱进行吊装运输,随着大型造船业的发展,并开始使用与之相匹配的起重吊装运输机械,这使我国起重吊装作业机械化、大型化向前推进了一步。

随着科学技术的发展,起重吊装作业在各行业中也越来越多,越来越复杂,工业的快速发展,也使制造业、生产业的设备越来越大,起重吊装作业也向着大型化、机械化、自动化方向发展。

(1)大型吊车吊装。国内外工厂化制造,使小装置成为一个单体设备,有些大型生产设备,吨位很大,有数千吨的设备,也就有了数万吨级的吊车。目前德国德玛格(DEMAG)公司已生产出 6 万 t 级(吊重 2 500 t)吊车,国内建筑市场也有 500~1 200 t 大型吊车在频繁使用。据了解,近几年石化企业在沿海某厂引进大型装置,其中有 2 000 t 级的整体设备,国外公司总承包的工程项目提倡使用大型吊车吊装,这就需用 2 台以上、2 000 t 级以上的大型吊车完成。这也是对国内大型吊装市场在经济实力方面的一个严峻考验。

(2)自动监测及控制系统。在大型复杂的吊装作业中,起重机具的受力监测和控制非常重要,目前广泛使用的应力应变电测系统将会与计算机相结合,使之成为自动监测和控制系统。据了解,目前国内尚无大吨位(数十吨以上)、自动化程度高、便携易移位、操作方便的钢丝绳受力检测和控制设备。

(3)机索具轻小型化,减轻繁重危险的体力劳动。材料的再开发及合理利用,使起重吊装作业的机索具轻小型化和合理化是可行的,如日本已采用合成材料滚杠代替直径 80 mm 的圆钢滚杠。进口卷扬机体积小、自重轻、起重能力大。危险部位的作业可用机器人加以完成。

(4)液压提升吊装方法。国内近几年兴起的液压提升设备,使吊车或桅杆不能解决的大型吊装作业用此方法完成。

(5)吊装方案软件的开发利用。利用计算机完成复杂的吊装设计、计算以及吊装过程的监测与控制,利用互联网络交流吊装新工艺、新技术、新设备等,目前已在国内外广泛运用。

(6)吊装平衡装置。根据被吊设备和吊装机具及现场情况,通过分析计算,设计专用或通用吊装平衡装置,使得吊装机索具在受力状态下,自行调整各部受力,使其自动均衡,避免人为判断、指挥、操作失误。常用的吊装平衡梁装置和串穿装机索具的方法,都可以达到均匀、平衡的目的。

第二章 起重机常用基础知识

第一节 力学基础知识

一、力的性质

(一)力的概念

我们在推车或提水时都需要用力,物体(车或水)都受到力的作用;同理,起重机吊运物体时,起重机对物体产生了力的作用。其效果表现为它的运动状态的改变,即车被推动,水被提升,物体被吊起。上述物体运动状态的改变可以认为是物体受到力的作用而引起的,但有时力是看不见的,我们可以通过观察力所产生的效果来证实力的存在。日常生活中所说的推、提、拉、压等,都是用来说明物体受力的依据。

综上所述,可以认为,力是物体之间的作用,或者说力就是一个物体对另一个物体的作用。这种作用引起物体运动状态的变化或使物体发生变形。

(二)力的三要素

实践证明,力对物体的作用效果是由力的大小、方向、作用点这三个要素决定的。其中改变任何一个要素,力的作用效果就因此改变。

(三)作用力和反作用力

仍以推小车为例。推车时,我们通过手给车一个作用力,车子就运动起来了。手上有受力的感受,说明车子对手有一个作用力,这就是反作用力。作用力和反作用力是同时存在的,而且它们大小相等,方向相反,作用在同一条直线上。

(四)力的单位

国际单位制,力的单位是牛顿,简称牛,国际符号是 N。

目前在工程中,仍采用工程单位制,以千克力(kgf)或吨力(tf)作为力的单位。它们的换算关系是:1 千克力(kgf) = 9.8 牛(N) $\approx$ 10 牛(N)。

二、力的合成与分解

(一)力的合成

当一个物体同时受到几个力的作用时,可以找到这样一个力:它作用在该物体上所产生的效果和原来几个力共同作用的效果相同,这个力就叫做原来那几个力的合力。求几个已知力的合力的方法叫做力的合成。

(二)力的分解

一个已知力作用在物体上产生的效果可以用两个或两个以上同时作用的力来代替,那么这几个力就叫做原来那一个力的分力。求已知力的分力的方法叫做力的分解。

(三)力的平衡

在两个或两个以上力系的作用下,物体保持静止或做匀速直线运动状态,这种状态就叫做力的平衡。几个力平衡的条件是它们的合力等于零。

在起重吊装作业中,保持力的平衡,对安全生产关系重大。防止因为力的不平衡造成被吊运的物体翻转、倾覆、失控,是安全技术的重要问题。在重物起吊过程中,只有被吊构件上的力保持平衡或匀速运动状态,才能保持其稳定。

三、重力和重心

(一)重力和重量

在地面附近的物体,都受到地球对它的作用力,其方向垂直向下(指向地心),这种作用力叫做重力。物体受到的重力的大小称为该物体的重量。重量随高度或纬度变化而有微小差别。

(二)重心

物体的重心,就是物体上各个部分重力的合力作用点。无论怎样放置,物体重心的位置是固定不变的。

(三)物体重心的确定方法

(1)对于具有规则几何形状、材质均匀分布的物体,其物体重心就是该几何体的几何中心。如球的重心就是球体的球心;三角形薄板的重心在其三条中线的交点上;圆柱体的重心在轴线的中心点上等。

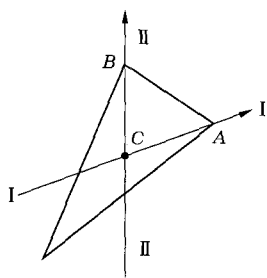


图 2-1 物体重心的实测法简图

(2)形状复杂、材质均匀分布的物体,可以把它分解成若干个规则几何体,确定各个部分的重量及其重心位置的坐标,然后计算整个物体的重心位置坐标值,来确定其重心位置。

(3)物体重心的实测法,对于材质不均匀的不规则几何形体的重心,可用悬吊法求得重心位置,如图 2-1 所示。先选定 A 点为吊点将物体吊起,得物体重力作用线 I—I,再旋转任一角度选 B 点为吊点亦把物体吊起,得物体重力作用线 II—II, I—I 与 II—II 两线的交点 C 即为整个物体的重心位置。

四、物体重量的计算

物体的重量是由物体的体积和它本身的密度所决定的。为了正确计算物体的重量,必须掌握物体体积的计算方法和各种材料密度等有关知识。

(一)物体体积

物体的体积大体可分两类,即规则几何形体和若干规则几何形体组成的复杂形体两种。对于简单规则的几何形体的体积计算,可直接由表 2-1 所列的计算公式查取;对于复杂的物体体积,可将其分解成数个规则的或近似的几何形体,再查表 2-1 并按相应的计算公式计算其体积的总和。