

起重机械 与司索指挥

QIZHONGJIXIE YU SISUO

罗振辉 何继兴 林耀荣 林歌士 编



哈尔滨工程大学出版社

起重机械与司索指挥

罗振辉 何继兴 林耀荣 林歌士 编

哈尔滨工程大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

起重机械与司索指挥/罗振辉等编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社, 2006
ISBN 7-81073-845-3

I. 起… II. 罗… III. 起重机械—操作
IV. TH210.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 066968 号

内 容 简 介

本书是起重机械作业司机与起重司索指挥作业人员的培训教材。内容包括:起重机械作业和起重司索作业的基本知识,常用索具,取物装置,常用简单的起重机具和桅杆式起重机,起重机的通用部件及安全装置,桥式起重机,流动式起重机,门座式起重机等结构、工作原理、安全操作技术及起重吊运指挥信号。对一般故障的排除方法及事故的预防,作了简明扼要的叙述。本书不但适用于工人上岗前的培训,还可作为技工学校及中专的教学用书。

哈尔滨工程大学出版社出版发行
哈尔滨市东大直街 124 号
发行部电话:(0451)82519328 邮编:150001
新华书店经销
黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂印刷

*

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 12 字数 280 千字

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—5 000 册

定价:16.00 元

前 言

我国《劳动法》规定：“从事特种作业的劳动者必须经过专门培训并取得特种作业资格。”为了做好特种设备作业人员的培训考核工作，我们编写了这本教材。书中讲述了起重机械作业和起重司索作业的基本知识；常用起重机和起重机的简单工作原理，及主要零部件和安全装置的结构；各种起重机械的操作要点、安全规程；起重吊运指挥信号。本书是桥式类起重机、门座式起重机、汽车式起重机、轮胎式起重机、履带式起重机司机和起重司索工的安全和技术培训教材。

根据起重机司机和起重司索工在生产作业的实际情况，常遇到的问题。我们本着“少而精”、“实用、管用”的原则，编写时把起重机械作业与起重司索作业合编在一起，分章讲述（因两者是不可分割、紧密联系的）。同时内容上突出操作技术，安全检查和事故的预防，其目的是既提高安全生产效率，又保证人员和设备的安全。是一部针对性强、实用性好的培训教材。

本书在编写过程中，得到广州文冲船厂职工培训中心领导、广州文冲船厂研究员级高级工程师肖若苏、高级工程师程艳妮、广州港务集团培训中心潘仿明等同志的大力支持和指导，同时还得到广州文冲船厂培训中心陈斯华、张伟明、钟恬、邓洁、林伟泉、钟志标、黄加镇等老师的协助，在此特致以衷心的感谢！

本书在编写过程中，虽然我们尽力做到精心组织、认真编写，亦难免存在不足和缺点，敬请读者谅解并批评指正。

编 者
2006年6月

目 录

第一章 起重机械与司索的基本知识	1
第一节 起重机械设备的分类	1
第二节 起重机的基本参数	1
第三节 起重机的工作级别及机构的工作级别	3
第四节 力学知识	4
第五节 起重司索作业知识	8
第二章 常用索具	15
第一节 钢丝绳	15
第二节 麻绳	21
第三节 化学纤维绳	26
第四节 链条	27
第五节 卸扣	29
第三章 取物装置	32
第一节 吊钩	32
第二节 抓斗	34
第三节 电磁盘	35
第四章 常用简单的起重机具及桅杆起重机	36
第一节 滑车和滑车组	36
第二节 手拉葫芦和手扳葫芦	40
第三节 千斤顶	42
第四节 绞磨	44
第五节 卷扬机	45
第六节 地锚装置	49
第七节 桅杆起重机	52
第五章 起重机的通用部件及安全装置	60
第一节 卷筒	60
第二节 滑轮组	61
第三节 制动器	63
第四节 联轴器	66
第五节 减速器	67
第六节 防风夹轨器与锚固装置	69
第七节 限位器	70
第八节 缓冲器	72
第九节 超载限制器	73
第十节 力矩限制器	75

第六章 桥式类起重机	76
第一节 主要结构和工作原理	76
第二节 主要零部件及电气元件	84
第三节 操作技术	87
第四节 司机的安全职责	95
第五节 维护保养及常见故障排除	99
第六节 常见事故及预防	101
第七章 流动式起重机	103
第一节 流动式起重机的分类、性能及主要参数	103
第二节 流动式起重机的发动机	105
第三节 流动式起重机的液压装置	108
第四节 汽车式起重机	110
第五节 轮胎式起重机	121
第六节 履带式起重机	130
第八章 门座式起重机	132
第一节 主要结构和工作原理	132
第二节 主要零部件及电气元件	136
第三节 安全作业要求	137
第四节 操作技术	138
第五节 维护保养及常见故障排除	139
第九章 葫芦式起重机	146
第一节 葫芦式起重机的结构和性能	146
第二节 葫芦式起重机安全防护装置	149
第三节 葫芦式起重机电气安全	151
第四节 葫芦式起重机安全操作规程	153
第五节 葫芦式起重机的常见故障	155
第十章 用电、防火及登高作业安全	157
第一节 电学基本知识	157
第二节 电对人体的危害	159
第三节 防触电的安全措施	160
第四节 触电急救	162
第五节 电气防火与灭火	165
第六节 登高作业安全	166
附录	168
I. 起重司机安全技术实际操作考核标准	168
II. 起重吊运指挥信号	172

第一章 起重机械与司索的基础知识

起重机械一般是指能提起物品作垂直升降和水平移位的一种机械。正确使用起重机械设备可以减轻劳动强度和提高劳动生产率。若使用不当,或违章作业则会发生安全事故,影响生产。为确保起重机械设备的安生使用,必须掌握起重机械设备的有关技术知识和安生操作知识。

第一节 起重机械设备的分类

一、桥式类起重机

桥式类起重机配有起升机构、小车运行机构和大车运行机构。适用于车间、仓库、露天堆场等场所。

桥式类起重机包括:通用桥式起重机、电动葫芦式起重机、龙门式起重机、装卸桥、冶金专用起重机等。

二、臂架式类起重机

臂架式类起重机配有起升机构、旋转机构、变幅机构和运行机构;液压起重机还配有伸缩臂机构。

臂架式类起重机包括:汽车式起重机、轮胎式起重机、履带式起重机、门座式起重机等。

三、常用小型起重机具

常用的小型起重机具主要包括:滑车和滑车组、手拉葫芦和手扳葫芦、千斤顶、绞磨、卷扬机、地锚装置、桅杆起重机等。它们具有体积和结构轻小简单,使用方便,适用于流动性和临时性作业,尤其适合在无电源的场合使用。

第二节 起重机的基本参数

起重机的基本参数是表征起重机特性的,它包括:起重量、起重力矩、起升高度、工作速度、幅度、起重臂倾角、轮压等。

一、起重量 G

起重机允许起升物料的最大重量称为额定起重量 G 。

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。

起重机的取物装置本身的重量(除吊钩组以外),一般应包括在额定起重量之中。如抓

斗、起重电磁铁、挂梁、翻钢机以及各种辅助吊具的重量。

二、起重力矩

起重量 G 与幅度 L 的乘积称为起重力矩(载荷力矩)。额定起重力矩为:额定起重量 G_n 与幅度 L 的乘积。

三、起升高度

起重机吊具最高和最低工作位置之间的垂直距离称为起重机的起升范围 D ,如图 1-1。

起重机吊的最高工作位置与起重机的水准地平面之间的垂直距离称为起重机的起升高度 H ,如图 1-1。

起重机吊具的最低工作位置与起重机水准地平面之间的垂直距离称为起重机的下降深度 h ,如图 1-1 所示。

$$D = H + h$$

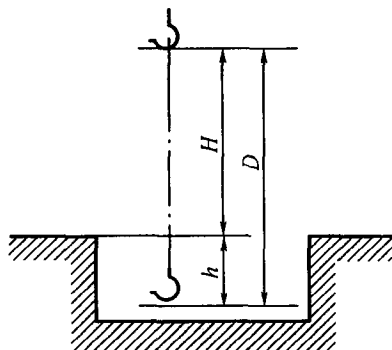


图 1-1

在无下降深度的使用场合,起升范围 D 等于起升高度 H 。

对起重高度和下降深度的测量,以吊钩钩腔中心作为测量基准点,对其它吊具(如抓斗等)以闭合状态的最低点为基准。

四、跨度

跨度是指桥式类起重机大车运行两轨道中心线之间的水平距离,以字母 L 表示,单位为 m 。桥式起重机的标准距离由 $7.5 m$ 起,每加 $3 m$ 为一级,至 $31.5 m$ 。共八级。

五、幅度

幅度是指臂架式起重机的旋转中心线至取物装置中心线之间的水平距离,以字母 R 表示,单位为 m 。有最大幅度 $K_{\max}$ 和最小幅度 $K_{\min}$ 之分。

六、起重臂倾角

臂架类型起重机的起重臂与水平线间的夹角称为倾角,其安全作业要求在 $35^\circ \sim 75^\circ$ 之间,倾角过大或过小都会影响起重机的稳定性。

七、工作速度

(1)额定起升速度 V_n 是指起升机构电动机在额定转速时取物装置的上升速度(m/min)。

(2)起重机(大车)运行速度 V_k 是指大车运行机构电动机在额定转速时,起重机的运行速度(m/min)。

(3)小车运行速度 V_t 是指小车运行机构电动机在额定转速时,小车的运行速度(m/min)。

(4)变幅速度 V_r 是起重机在稳定状态下,额定载荷在变幅平面内水平位移的平均速度。

规定为离地平面 10 m 高度处且风速小于 3 m/s 时,起重机在水平地面上,幅度从最大值至最小值的平均速度(m/min)。

(5)起重臂伸缩速度是指起重臂伸出(或回缩)时,其尖部沿臂架纵向中心线移动的速度(m/min)。

(6)行驶速度 V 是指在行驶状态下,起重机由自身动力驱动的最大运行速度(km/h)。

(7)回转速度 n 是指在旋转机构电动机为额定转速时,起重机转动部分的回转角速度(最大幅度、带额定载荷)(r/min)。

八、轮压

起重机的轮压是指小车处在极限位置时,起重机自重和额定起重量作用下在大车轮上的最大垂直压力。

第三节 起重机的工作级别及机构的工作级别

起重机的工作级别是表征起重机基本能力的综合参数。

起重机是一种周期性间歇动作的机构,以重复短时的工作循环来升降和运移物品,每一工作循环中,有关机构要做多次正向和反向运动,并且频繁地启动和制动。

由于起重机具有以上载荷和运动特点,在交变载荷的作用下使构件材料产生交变应力,这样即使最大工作应力低于材料的强度极限也会发生疲劳破坏现象。因此,影响起重机使用寿命的因素不但与载荷大小有关,而且与工作忙闲程度(即工作时间的长短)和使用频繁程度(即工作循环次数多少)有关。

根据起重机国家标准规定,按起重机工作的利用等级和载荷状态把起重机分为 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 、 A_7 、 A_8 共八种工作级别;按起重机各机构工作的利用等级和载荷状态把起重机机构分为 M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 、 M_5 、 M_6 、 M_7 、 M_8 共八种工作级别。起重机及其构件的设计和安全标准都与其工作级别有关(分级方法详见 GB3811-83《起重机设计规范》)。起重机工作级别举例见表 1-1。

表 1-1 起重机工作级别(摘自 GB3811-83)

名 称	用 途	工作级别
桥式起重机	电站安装及检修	$A_1 \sim A_3$
	一般车间及仓库	$A_3 \sim A_5$
	繁重工作车间及仓库	$A_6 \sim A_7$
	抓斗连续装卸	A_8
	铸造	$A_6 \sim A_8$
门座起重机	吊钩式安装用	$A_3 \sim A_5$
	吊钩式装卸用	$A_6 \sim A_7$
	抓斗式装卸用	$A_7 \sim A_8$

表 1-1(续)

名 称	用 途	工作级别
汽车、轮胎、履带、铁路起重机	吊钩式安装和装卸用	$A_1 \sim A_4$
	抓斗式装卸用	$A_4 \sim A_6$
塔式起重机	一般建筑安装用	$A_2 \sim A_4$
	用吊罐装卸混凝土	$A_4 \sim A_6$

旧标准把起重机的工作制度类型分为轻级、中级、重级、特重级等四个级别:轻级相当于 $A_1 \sim A_4$ 级;中级相当于 $A_5 \sim A_6$ 级;重级相当于 A_7 级;特重级相当于 A_8 级。

第四节 力学知识

一、力的概念

力是物体对物体的相互作用。力的作用效果使物体改变运动状态或发生形变。如起重机吊起货物时,是起重机对货物产生了力的作用,使货物的运动状态发生了变化;当人用手拉橡皮筋时,可使其伸长,但手放开后,橡皮筋又恢复了原来的形状。可见,力是物体的相互作用,它不能离开物体而单独存在。

力是有大小的,它表明物体间作用的强弱程度。力不但有大小,而且具有方向性,表明静止物体在该力的作用下,开始运动的方向。另外,力作用于物体的作用点不同时,其作用效果就不一样。因此,必须具备有大小、方向和作用点的力,才能构成力的完整状态。通常我们把力的大小、方向、作用点叫做力的三要素。力的单位是 N(即“牛”),应废除的旧单位为 kgf(即“千克力”),它们的换算关系是:1 kgf = 9.8 N。

二、力的合成

当一个物体同时受到几个力作用时,如能找到这样一个力,它所产生的作用效果与原来几个力共同作用的效果相同,我们把这个力叫做那几个力的合力。求几个力的合力叫做力的合成。

由于各个力的作用点与作用方向不同,因而求合力的方法也不一样。

1. 同一直线上作用力的合成

如图 1-2(a)所示,有三个人共用一条绳子拉重物,他们用力的方向都是向下的,其合力的大小则为甲、乙、丙三人所施的力之和,即 $150 + 200 + 300 = 650$ N。合力的作用点在这根绳子上,方向与他们用力的方向相同。

如果作用在同一直线上的两个力方向相反,其合力的大小等于大力减小力,方向与大力的方向相同,如图 1-2(b)所示。

2. 同方向平行力的合成

如图 1-3 所示,两个同方向平行力的合成,其合力的大小为两平行力相加,合力的方向与两平行力的方向相同。当两力大小相等时,其合力的作用点在两平行力作用点的中央,如

图 1-3(a)所示。若两个同方向平行力大小不等时,则合力的作用点与两平行力间的距离同两平行力的大小成反比,如图 1-3(b)。

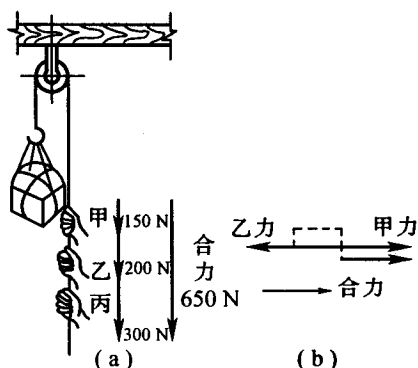


图 1-2 在同一直线上作用力的合成

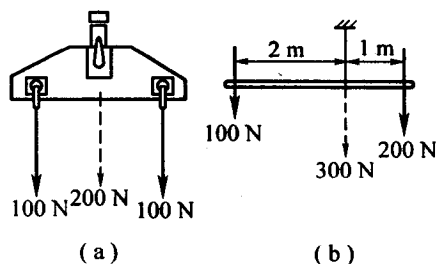


图 1-3 同方向平行力的合成

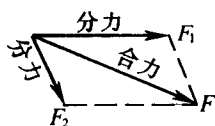


图 1-4

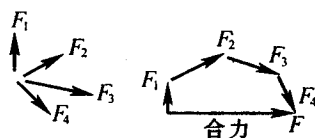


图 1-5

3. 互成角度的共点力的合成

物体同时受到几个力的作用,如果这几个力都作用在物体的同一点,或者它们的作用线相交于同一点,这几个力就叫做共点力。

求两个互成角度的共点力的合力,可用表示这两个力的线段为邻边,作平行四边形,通过作用点的对角线就表示合力的大小和方向,见图 1-4。这叫做力的平行四边形法则。

求几个互成角度的共点力的合力,可用表示这些力的线段按首尾相连的次序作力多边形,其封闭边就表示合力的大小和方向,见图 1-5。

三、力的分解

把一个力分成几个力,且这几个力所产生的效果与原来那个力产生的效果相同,则这几个力叫做原来那个力的分力。求一个力的分力叫做力的分解。

力的分解是力的合成的逆运算,同样遵守力的平行四边形法则。把已知力作为平行四边形的对角线,与已知力共点的平行四边形的两个邻边就是这个已知力的两个分力,见图 1-4。

将一个已知力分解为两个分力,除已知被分解力的大小和方向之外,还要已知下列补充条件之一才能求解:

- (1)分力中一力的大小和方向;
- (2)两分力的方向;

(3)两分力的大小。

四、力矩

外力使物体产生转动作用,例如用扳手拧螺母时,是外力的作用使螺母转动。为了量度力对物体的转动效果便提出“力对点的矩”(简称力矩)的概念。

在研究物体转动时,常把物体转动的中心称为矩心,把矩心到力的作用线的垂直距离称为力臂,把力和力臂的乘积称为力矩。用公式表示为

$$M = \pm P \cdot L$$

式中 M ——力矩,单位为 $\text{N} \cdot \text{m}$ (即“牛·米”);

P ——力,单位为 N (即“牛”);

L ——力臂,单位为 m (即“米”)。

力矩应废除的旧单位为“ $\text{kgf} \cdot \text{m}$ ”(即“公斤力·米”,换算关系为: $1 \text{ kgf} \cdot \text{m} = 9.8 \text{ N} \cdot \text{m}$)。

式中正、负号规定如下:使物体做顺时针方向转动的力矩规定为正号;使物体做逆时针方向转动的力矩规定为负号。

由上式可见,当力一定时,力矩与力臂成正比;当力臂一定时,力矩与力的大小成正比。力矩愈大,力使物体转动的作用效果也愈大。

例如,汽车式起重机吊载作业时,负荷重量(Q)与力臂(L)的乘积就是使起重机有翻倒趋势的“倾翻力矩”(M)。负荷重力增大,起重臂的倾角减小或吊臂伸长都会使倾翻力矩增大。为防止翻车事故,当倾角变小或吊臂伸长时则负荷重量就必须相应减小,见图 1-6。

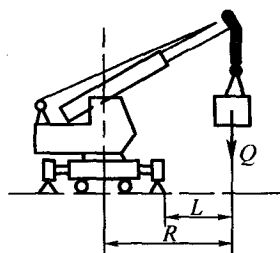


图 1-6

五、物体的平衡

1. 物体在共点力作用下的平衡

物体在共点力作用下处于静止或匀速直线运动的状态叫做平衡状态。

共点力作用下物体平衡的条件是合力等于零。

2. 物体在力矩作用下的平衡

物体在力矩作用下处于静止或匀速转动的状态,叫做平衡状态。

有固定转动轴物体的平衡条件是力矩的代数和等于零,即使物体向顺时针方向转动的力矩(正力矩)之和,等于使物体向反时针方向转动的力矩(负力矩)之和。

如上例(图 1-6),若超负荷使用起重机,而导致起吊负荷及臂架重力等产生的正力矩之和(倾翻力矩),大于起重机自重及平衡重力等产生的负力矩之和(平衡力矩)时,起重机整机将失去平衡而造成翻车事故。

六、重力和重心

1. 重力

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,它的单位是 N (牛),旧单位是 kgf (公斤·力),而重力的大小则称为该物体的重量($1 \text{ kgf} = 9.8 \text{ N}$)。

2. 物体的密度(容重)

计算物体的重量时,必须知道物体材料的密度,所谓密度就是指物体物质材料的单位体积所具有的质量。即

$$\rho = m/V$$

式中 ρ ——物体的密度(kg/m^3);

m ——物体的质量(kg);

V ——物体的体积(m^3)。

由上式可知质量为

$$m = \rho V$$

由牛顿第二定律可知重量(重力)为

$$G = mg = \rho Vg$$

式中 G ——物体的重量(N);

g ——重力加速度(m/s^2)。

例 有一扎内长 3 m、宽 2 m、厚 10 mm 的钢板 50 件,求这扎钢板的重量是多少牛?

解 体积 $V = 3 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times (10/1000 \text{ m}) \times 50 = 3 \text{ m}^3$, $g = 9.8 \text{ m}/\text{s}^2$

钢板密度(容重) $\rho = 7.85 \text{ t}/\text{m}^3$, 故重量 $G = \rho Vg = 7.85 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 3 \text{ m}^3 \times 9.8 \text{ m}/\text{s}^2 = 230.79 \text{ kN}$ 。

表 1-2 几种常用材料的密度(容重)

材料名称	密度(容重) t/m^3
钢	7.85
铸铁	7.4~7.7
铜、镍	8.9
铅	11.34
铝	2.7
木材	0.5~0.7
混凝土	2.4

3. 物体的重心与吊挂稳定性

重心是物体各部分重力的合力的作用点,可以认为物体的全部重量都作用在它的重心上。

形状规则、质量分布均匀的物体的重心就在物体的几何中心(形心)上。例如均匀木棒的重心在棒的中点垂直截面的中心上;均匀圆板的重心在圆板的圆心上;均匀球体的重心就在球体的球心上。

质量分布不均匀的物体,重心的位置除与物体的形状有关外,还与质量分布情况有关。

求重心的方法有:计算法、悬挂法和称量法。

在吊装作业中,应找出物体的重心,使吊挂拉力的合力通过物体的重心,这样才能使吊挂稳定。否则,吊起物体时就会翻转,使吊挂失去稳定性,见图 1-7。

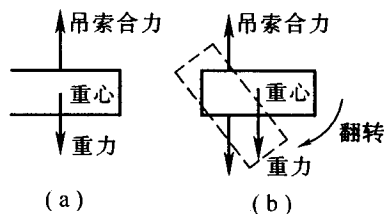


图 1-7

第五节 起重司索作业知识

一、起重作业的要素

1. 熟悉作业环境

作业环境是指作业场地周围道路是否畅通? 土质是否坚固? 卷扬机导向滑轮生根点是否牢固可靠? 地面空间是否有设备或障碍物? 吊运周围是否有人? 特别是架空输电线的位置和距离。本人站在上风还是下风等。在实际工作中,如有一点疏忽,就可能造成事故。

2. 了解重物的形状和结构

了解重物的形状和结构的目的是,掌握工作物的重心,正确地选择起吊挂点,保证所吊重物不受损坏。

3. 掌握重物的重量

掌握重物的重量,对起重挂勾工来说是极为重要的。不考虑重量,不明确掌握重物重量的重要性,就不能正确地配备工具和设备。对重物重量失估,是许多起重吊运事故的重要原因。

判断重物重量的方法有:

①查阅所吊重物设备铭牌(或产品说明书上)所标示的重量;

②对吊物的材料、构件或重量无数据可查的,可测量它的外形尺寸,计算它的体积,体积与材料密度(容重)的乘积就是物体的重量。

4. 正确配备工具设备

配备工具设备时,必须考虑重物的大小、高低、轻重、形状、结构、材料性质及各种复杂系数等。

配备工具设备的原则是安全性和合理性。安全合理地配备工具设备是一项细致而复杂的工作,两者不可偏废。这就要求我们必须在实践中不断总结,提高自己的操作技能。操作时还要有高度的责任心。

5. 注意吊索的受力情况

吊索受力情况是随吊重物的情况变化而变化的,见表 1-3、1-4。

表 1-3 随角度变化的 K_1 值

α	0°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
K_1	1	1.035	1.06	1.10	1.15	1.22	1.31	1.41	1.56	1.76	2

例 已知一重物的重量为 $G = 10 \text{ kN}$, 使用两根吊索时, 当吊索与吊垂线夹角 α 分别为 0°、30°、45°、60° 时, 试求每根吊索受力的大小。

解 (1) 根据上式, 并查表 1-3 将计算结果列于表 1-4 中。

表 1-4 吊索受力计算

单位: kN

α	0°	30°	45°	60°
K_1	1	1.15	1.41	2
G/n	5	5	5	5
每根吊索受力 $F = K_1 \frac{G}{n}$	5	5.75	7.05	10

(2)用图解法求当吊索与吊垂线间夹角 α 分别为 0° 、 30° 、 45° 、 60° 时, 每根吊索受力情况, 用平行四边形法则, 如图 1-8 所示。

图 1-8 为两根吊索悬吊 1 000 N 的载荷, 当两根吊索处于不同夹角时吊索受力变化的示意图。

由此可见吊物愈重吊索受力愈大; 吊索的夹角增大, 吊索的拉力增大。为了起重吊挂安全, 两吊索间的夹角不宜超过 120° (或者说, 吊索与铅垂线的夹角不宜超过 60°)。

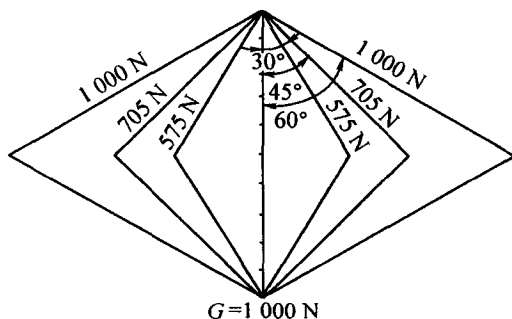


图 1-8

二、物体吊点选择的原则

在吊装各种物体时, 为避免物体的倾斜、翻倒、转动, 应根据物体的形状特点、重心位置, 正确选择起吊点, 使物体在吊运过程中有足够的稳定性, 以免发生事故。

1. 试吊法选择吊点

在一般吊装工作中, 多数起重作业并不需用算法去准确计算物体的重心位置, 而是估计物体重心位置, 采用低位试吊的方法来逐步找到重心, 确定吊点的绑扎位置。

2. 有起吊耳环的物件

对于有起吊耳环的物件, 其耳环的位置及耳环强度是经过计算而确定的, 因此在吊装过程中, 应使用耳环作为连接物体的吊点。在吊装前应检查耳环是否完好, 必要时可加保护性辅助吊索。

3. 长形物体吊点的选择

对于长形物体, 若采用竖吊, 则吊点应在重心之上。

用一吊点时, 吊点位置应在距起吊端 $0.3l$ (l 为物体长度) 处, 见图 1-9(a)。

如采用两个吊点时, 吊点距物体两端的距离为 $0.2l$ 处, 见图 1-9(b)。

采用三个吊点时, 其中两端的吊点距两端的距离为 $0.13l$, 而中间吊点的位置应在物体中心, 见图 1-9(c)。

采用四个吊点时, 两端的两个吊点距两端的距离为 $0.095l$, 中间两个吊点的距离为 $0.27l$ 。

4. 方形物体吊点的选择

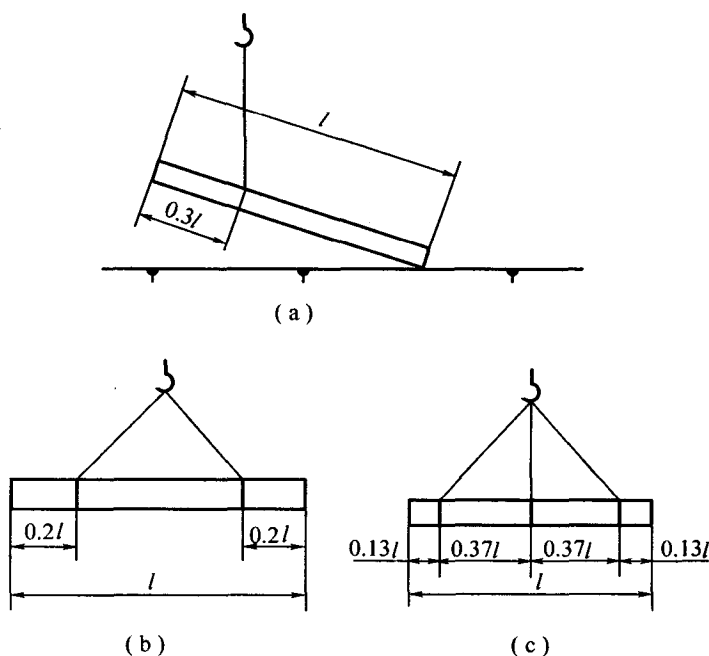


图 1-9

(a)一个吊点起吊位置;(b)两个吊点起吊位置;(c)三个吊点起吊位置

吊装方形物体一般采用四个吊点,四个吊点位置应选择在四边对称的位置上。吊点应与吊物重心在同一条铅垂线上,使吊物处于稳定平衡状态。提升前应做试吊,直至使吊物获得平衡为止,防止提升时发生滑动或滚动。

5. 机械设备安装平衡辅助吊点

在机械设备安装精度要求较高时,为了保证安全顺利地装配,可采用选择辅助吊点配合简易吊具调节机件平衡的吊装法。通常多采用环链手拉葫芦来调节机体的水平位置,见图 1-10。

6. 两台起重机吊同一物体时吊点的选择

物体的重量超过一台起重机的额定起重量时,通常采用两台起重机使用平衡梁吊运物体的方法。此方法应满足以下两个条件。

(1)被吊装物体的重量与平衡梁重量之和应小于两台起重机额定起重量之和,并且每台起重机的起重量应留有 1.2 倍的安全系数。

(2)利用平衡梁合理地分配载荷,使两台起重机均不能超载。

当两台起重机起重量相等时,即 $G_{n1} = G_{n2}$,则吊点应选在平衡梁中点处,见图 1-11 所示。

当两台起重机起重量不等时(见图 1-12),则应根据力矩平衡条件选择吊点距离 a 或 b 。

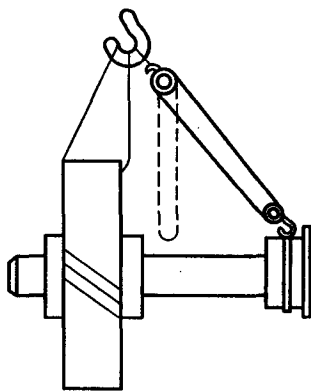


图 1-10 调解平衡吊装法

$$a = \frac{G_{n2}l}{G} \text{ 或 } b = \frac{G_{n1}l}{G}$$

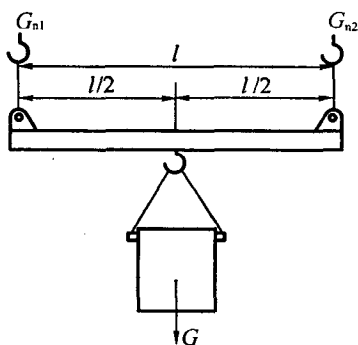


图 1-11 起重量相同时的吊点

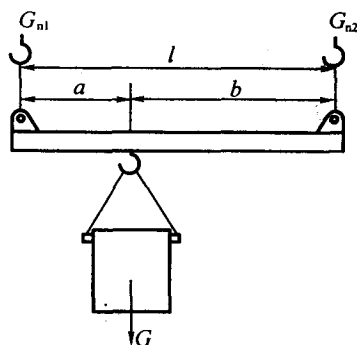


图 1-12 起重量不同时的吊点

在两台起重机同时吊运一个物体时,正确地指挥两台起重机一动作也是安全完成吊装工作的关键。

7. 物体翻转吊点的选择

物体翻转常见的方法有兜翻,将吊点选择在物体重心之下,见图 1-13(a),或将吊点选择在物体重心一侧,见图 1-13(b)。

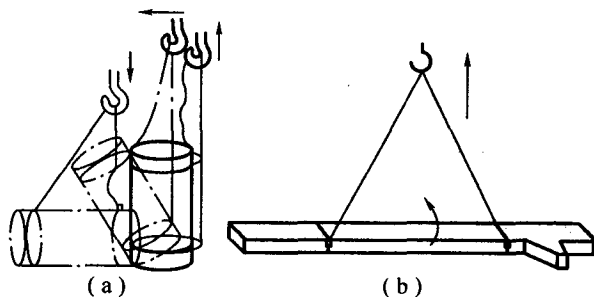


图 1-13 物体兜翻

物体兜翻时应根据需要加护

绳,护绳的长度应略长于物体不稳定状态时的长度,同时应指挥吊车,使吊钩顺向移动,避免物体倾倒后的碰撞冲击。

对于大型物体翻转,一般采用绑扎后利用几组滑车或主副钩或两台起重机在空中完成。翻转绑扎时,应根据物体的重心位置、形状特点选择吊点,使物体在空中能顺利安全翻转。

例如:用主副钩对大型封头的空中翻转,在略高于封头重心相隔 180°位置选两个吊装点 A 和 B,在略低于封头重心与 A、B 中线垂直位置选一吊点 C。主钩吊 A、B 两点,副钩吊 C 点,起升主钩使封头处在翻转作业空间内。副钩上升,用改变其重心的方法使封头开始翻转,直至封头重心越过 A、B 点,翻转完成 135°时,副钩再下降,使封头水平完成封头 180°空中翻转作业,如图 1-14 所示。

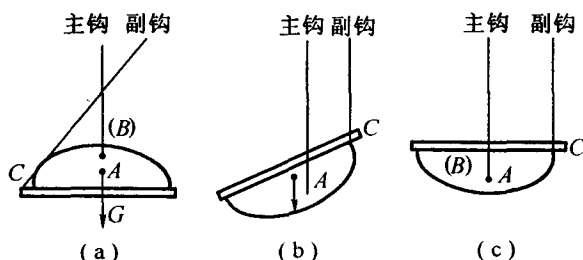


图 1-14 封头翻转 180°

(a)选点挂钩;(b)主钩不动副钩上升;(c)降副钩至水平

物体翻转或吊运时,每个吊环和吊点承受的力应满足物体的总重