

【建筑机械管理知识】丛书

建筑用塔式起重机 技术与管理

主编 施立生

J IANZHU YONG
TASHI
QIZHONGJI
JISHU YU GUANLI

机械工业出版社

【建筑机械管理知识】丛书

【建筑机械管理知识】丛书

建筑用 塔式起重机 技术与管 理

主编 施立生

编写

施立生

孟晓凤

潘友杰

步向义

阚文年

周质诚

JIANZHU YONG
TASHI QIZHONGJI
JISHU YU GUANLI

主编 施立生

安徽科学技术出版社

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

编 审 人 员 出

图书在版编目(CIP)数据

建筑用塔式起重机技术与管理/施立生主编. —合肥:
安徽科学技术出版社, 2008. 1
(建筑机械管理知识丛书)
ISBN 978-7-5337-3891-4

I. 建… II. 施… III. 建筑机械: 塔式起重机
IV. TH213. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 138139 号

建筑用塔式起重机技术与管理

施立生 主编

出 版 人: 朱智润

责任编辑: 何宗华 期源萍

封面设计: 武 迪

出版发行: 安徽科学技术出版社(合肥市政务文化新区圣泉路 1118 号
出版传媒广场, 邮编: 230071)

电 话: (0551)3533330

网 址: www.ahstp.net

E - mail : yougoubu@sina.com

经 销: 新华书店

排 版: 安徽事达科技贸易有限公司

印 刷: 合肥锐达印务有限责任公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 11.25

字 数: 270 千

版 次: 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5 000

定 价: 24.00 元

(本书如有印装质量问题, 影响阅读, 请向本社市场营销部调换)

[建筑机械管理知识]丛书

编写委员会

主 任 倪 虹

副主任 李 建 胡运成

编 委(排名不分先后)

王茂新	陈幼年	施立生	李金星	程东风
步向义	顾金柱	魏邦仁	袁维胜	王怀忠
张 锋	杨 锋	汪谦乐	郭道真	潘友杰

序

建筑机械安全管理是建筑施工安全生产管理工作的重要组成部分,建筑机械管理是施工现场管理的重要内容。国民经济的快速发展使得建筑业发展迅猛,建筑工程结构越来越新颖,建筑高度不断攀高;建筑机械化程度不断提高,大型建筑机械和新型建筑设备在施工现场使用越来越广泛,使得建筑机械安全管理工作的必要性日益凸显。近年来施工现场建筑机械事故屡有发生,使国家和人民财产受到很大的损失。

建筑机械事故多为人的不安全行为(设备安装、拆卸和操作人员)、机械的不安全状态(安装、拆卸和使用时存在不安全状态)、周边环境的影响和管理的缺陷等因素造成。要抓好建筑机械安全管理工作必须使有关人员充分了解建筑机械的原理和构造,熟知操作规程、完善建筑机械安全管理制度、加大对建筑机械事故前的控制;将安装、拆卸和操作人员的行为控制在安全状态范围内,使施工现场的建筑机械处于安全使用的状态,最终减少和消除建筑机械事故。

《建筑机械管理知识》丛书包括《建筑用塔式起重机技术与管理》《建筑施工物料提升机技术与管理》《建筑施工升降机技术与管理》和《建筑施工机具技术与管理》。结合施工使用实际,从建筑机械的原理、构造、安装、拆卸、使用管理、事故控制和专项治理方面进行了具体的叙述。并对发生的物料提升机事故进行了分析。较好地将建筑机械的常识、有关标准规范和施工实际结合起来,针对性、实用性较强。书中提出的一些建筑机械管理方法和事故的预防措施具有可操作性,给施工企业抓好建筑机械安全管理工作提供了依据,对安装、拆卸、操作人员和安全管理人员掌握建筑机械有关知识、熟知操作规程和提高自我保护意识方面具有一定的参考价值。这套丛书的出版将对建设行政主管部门及施工企业抓好建筑机械安全管理工作起到积极的促进作用。

倪鼎

前言

建筑用塔式起重机是建筑施工重要机械设备之一。随着我国建筑业的发展,技术的不断进步,塔式起重机在建筑施工中已得到了广泛的使用,产生了较好的经济及社会效益。然而,塔式起重机在广泛应用的同时事故也时有发生,这给建筑施工企业的安全管理带来了新挑战。为了防范塔式起重机设备事故的发生,提高塔式起重机管理使用和管理水平,我们组织有关专家编写了此书。

本书共有十二章,简要介绍了建筑用塔式起重机的基础知识、工作原理、结构及机构、电气控制、基础、安装与拆卸,同时结合《建筑施工安全检查标准》(JGJ59-99)对塔式起重机的安全使用和检查作了具体规定,介绍了对塔式起重机操作、安装、拆卸人员的要求,以及塔式起重机的使用、维护保养与维修改造,并分析了典型事故案例。

本书可作为施工企业和施工现场安全管理人员以及塔式起重机的操作、装拆、维修人员编的培训教材,同时也是建设行政部门相关管理人员的参考书,也可作为建筑机械技术人员学习的参考书籍。

本书第八、第十二章由施立生同志编写,第一、第七章由潘友杰同志编写,第三、第九章由阚文年同志编写,第二、第四章由孟晓凤同志编写,第十章、第十一章由步向义同志编写,第五、第六章由周质诚同志编写。全书由李金星同志审稿。由于编写时间仓促,加之编者知识、水平的局限,书中难免有不妥之处,衷心希望读者批评指正,以便不断完善。

本书在编写过程中得到了安徽省建筑机械厂的大力支持,在此表示感谢!

编 者

目 录

第一章 基础知识	1
第一节 力学基础知识	1
第二节 钢结构基础知识	11
第三节 液压传动基础知识	18
第二章 塔式起重机构成及工作原理	22
第一节 构成部分及作用概述	22
第二节 工作基本原理	22
第三章 常用起重零部件	27
第一节 钢丝绳	27
第二节 滑轮及滑轮组	36
第三节 吊钩	38
第四节 钢丝绳卷筒	39
第五节 制动器	40
第四章 塔式起重机钢结构和工作机构	44
第一节 底架	44
第二节 塔身及斜撑	47
第三节 套架	48
第四节 上支座	50
第五节 下支座	51
第六节 吊臂及拉杆	51
第七节 平衡臂及拉杆	53
第八节 塔顶和司机室	53
第九节 附着	55
第十节 顶升机构	56
第十一节 变幅机构	57
第十二节 回转机构	58
第十三节 起升机构	60
第十四节 行走机构	63
第五章 塔式起重机安全装置	64
第一节 限制器	64
第二节 限位器	66
第三节 其他安全装置	69

第四节	监视装置	70
第六章	塔式起重机电气	71
第一节	塔式起重机电气控制系统	71
第二节	塔式起重机电气系统的安装、拆卸与调试	88
第三节	电气系统维修	93
第四节	安全用电	102
第七章	塔式起重机基础	105
第一节	行走式塔机路基与轨道的铺设	105
第二节	固定式塔机的基础	106
第三节	固定式基础设计	106
第八章	塔式起重机装拆和使用人员的管理	112
第一节	塔式起重机司机的管理	112
第二节	塔式起重机指挥和司索人员	115
第三节	塔式起重机装拆及维修人员的管理	119
第九章	塔式起重机安装与拆卸	120
第一节	塔机的安装	120
第二节	塔机的拆卸	140
第十章	塔式起重机使用、维护、保养及维修	143
第一节	塔式起重机使用的具体要求	143
第二节	塔式起重机的维护与保养	148
第三节	塔式起重机的维修	151
第十一章	《建筑施工安全检查标准》(JGJ59—99)中对塔式起重机检查 和验收的要求	153
第一节	塔式起重机检查和验收的要求	153
第二节	塔式起重机使用安全要求	156
第十二章	塔式起重机典型事故案例分析	160
第一节	装拆事故案例	160
第二节	使用事故案例	163
第三节	维护、保养与其他事故案例	165

第一章 基础知识

第一节 力学基础知识

一、力的概念

人们把改变物体的运动状态、产生形变的原因,即物体与物体之间的相互作用,称作力。在国际单位制中,力的单位是牛顿,简称牛,符号是 N。

力是矢量,不但有大小,而且有方向。力的方向不同,它的作用效果也不一样。作用在运动物体上的力,如果方向与运动方向相同,将加快物体的运动;如果方向与运动的方向相反,将阻碍物体的运动。力作用在物体上所产生的效果,不但与力的大小和方向有关,还和力在物体上的作用点有关。要完全表明一个力的作用,必须同时说明力的大小,力的方向和力的作用点。通常人们把力的大小、方向和作用点称为力的三要素。三要素中,任何一个改变时,力对物体的作用效果也随之改变。

如图 1-1 所示,用手推一重物时,力的大小不同,方向不同或作用点不同,都会产生不同的效果。

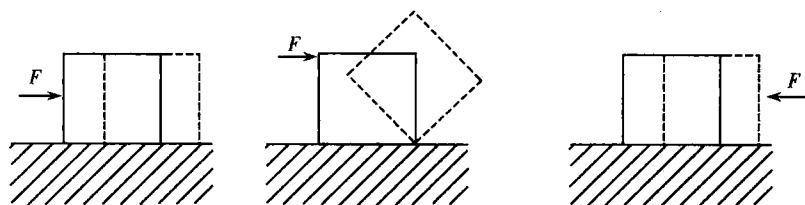


图 1-1 力的三要素

二、牛顿运动定律

(一) 牛顿第一定律

一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态,直到有力迫使它改变这种状态为止。这就是牛顿第一定律。

牛顿第一运动定律表明,物体具有保持原来匀速直线运动状态或静止状态的性质,我们把这个性质叫做惯性。牛顿第一定律又叫做惯性定律。

物体相对于参照物(如地面)保持静止或做匀速直线运动的状态,称为平衡状态。要使作用在同一物体上的两个力平衡,其必要条件就是这两个力大小相等、方向相反,而且作用在同一条直线上,这就是二力平衡。在塔式起重机的拆装及日常作业中如何防止因力的不平衡而造成翻转、倾覆、失控,是我们需要特别关注的问题。

(二) 牛顿第二定律

物体加速度的大小跟作用力成正比,跟物体的质量成反比,加速度的方向跟作用力的方向相同。这就是牛顿第二定律。

牛顿第二定律确定了力 F' 、质量 m 和加速度 a 之间的关系,这就是

$$F = kma$$

(三) 牛顿第三定律

力是物体对物体的作用,两个物体之间的作用总是相互的。一个物体对另一个物体施加了力,后一个物体一定同时对前一个物体也施加了力。物体间相互作用的这一对力,通常叫做作用力和反作用力。

两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等,方向相反,作用在同一条直线上。这就是牛顿第三定律。如图 1-2 所示,将球悬挂在一根绳子上,球对绳有一作用力 F ,同时绳对球有一反作用力 F' , F 与 F' 大小相等,方向相反,作用在同一直线上, F 作用在绳上, F' 作用在球上。

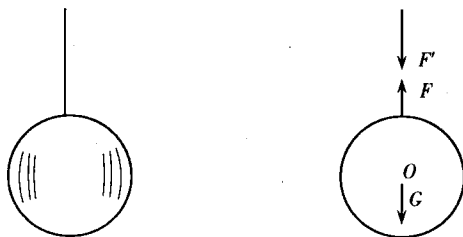


图 1-2 球的受力分析

三、平面力系中力的合成与分解

(一) 力的合成

力的合成,就是已知两个或两个以上的力,求它们的合力。由于各力的作用点和作用方向不同,因而求合力的方法也不一样。

(1) 作用于一点而且在一条直线上的两个力的合成。如图 1-3 所示。

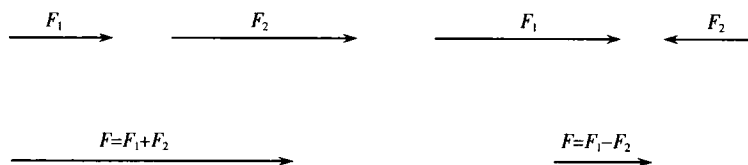


图 1-3 作用于一条直线上的二力的合成

如两力作用方向相同时,合力的大小为二力的和,方向与任一力的方向相同,即

$$F = F_1 + F_2$$

如两力作用方向相反时,合力的大小为二力的差,方向与其中较大的一个力方向相同,即

$$F = F_1 - F_2$$

(2) 作用于一点且互成一角度时的两个力的合成。如图 1-4 所示。

相交于一点且互成角度的两个力的合力,是以这两个力为邻边所作的平行四边形的对角线所表示的向量,这叫做力的平行四边形定则。

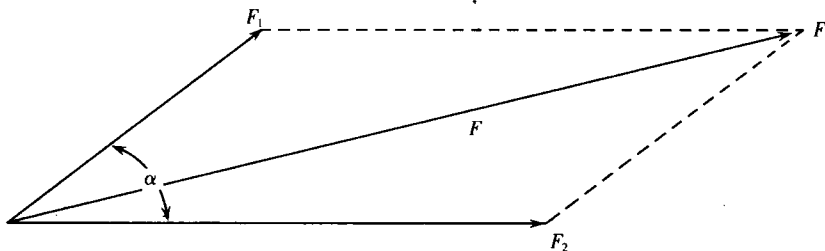


图 1-4 互成角度的二力的合成

(3) 作用于一点且互成角度的多个力的合成。如图 1-5 所示。

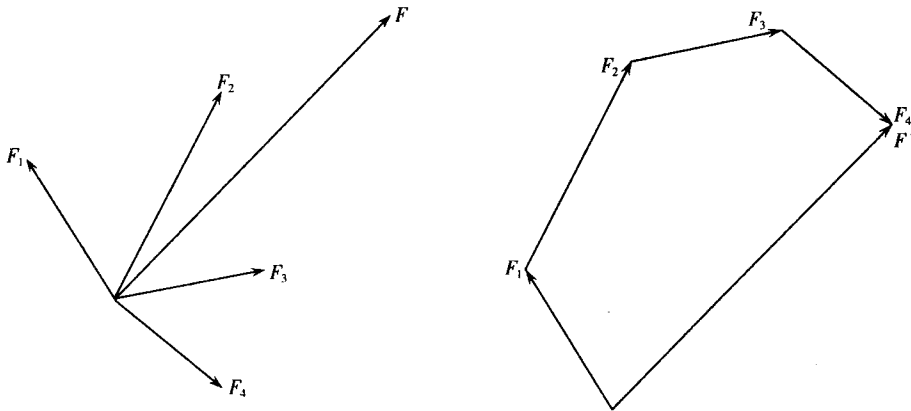


图 1-5 共点互成角度的多个力的合成

汇交于一点的多个力的合力,是由表示这些力的矢量依次首尾相连所做的力多边形的封闭边所表示的向量。依据还是平行四边形定则,通常叫多边形定则。

(二) 力的分解

求一个已知力的分力叫做力的分解。力的分解同样遵守平行四边形定则和三角形定则。

如图 1-6 所示,把被分解的力当做平行四边形的对角线,平行四边形的两邻边,就是所求的分力 F_1 和 F_2 ,这就是力分解的平行四边形定则。

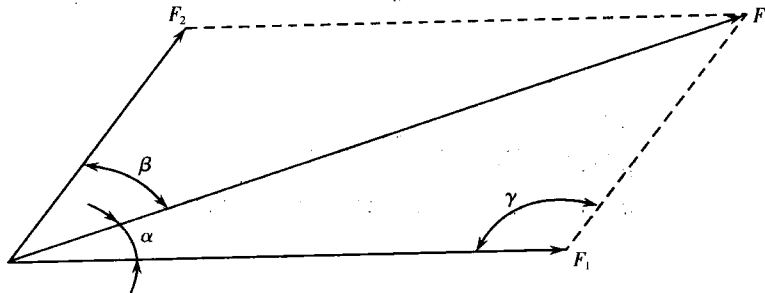


图 1-6 力分解的平行四边形定则

$$F_1 = \frac{F \sin \beta}{\sin \gamma} \quad F_2 = \frac{F \sin \alpha}{\sin \gamma} \quad \gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta)$$

如图 1-7 所示,把被分解的力当做闭合三角形的一边,其余两边,就是所求的分力,这就是力的分解的三角形定则。依据仍是平行四边形定则。

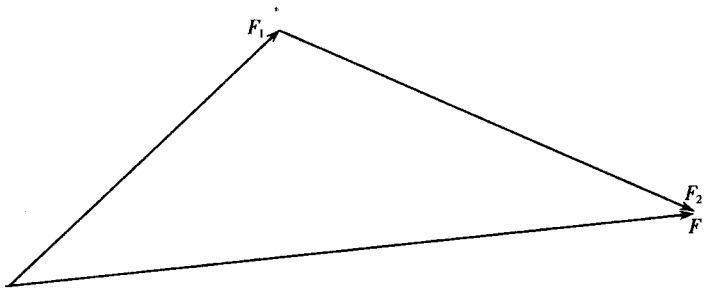


图 1-7 力分解的三角形定则

将一已知力分解为两个力,除了被分解的力的大小和方向已知外,还需要以下补充条件之一。

- (1)一个分力的大小和方向(图 1-8)。
- (2)两个分力的方向(图 1-9)。
- (3)两个分力的大小(图 1-10)。

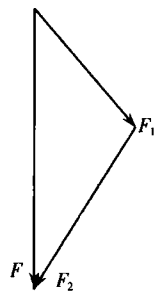


图 1-8 已知一个分力的大小和方向

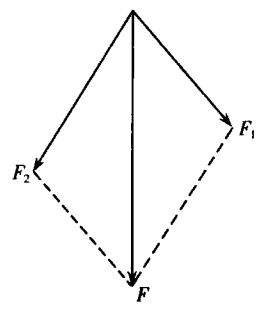


图 1-9 两个分力的方向

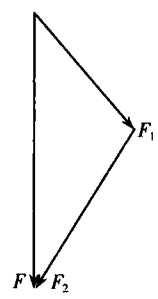


图 1-10 两个分力的大小

四、力矩、质量与重心

(一)力 矩

1. 力矩的概念

用扳手拧螺母时,螺母的轴线固定不动,轴线在图面上的投影为点 O ,如图 1-11 所示。

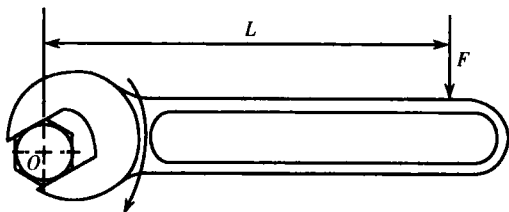


图 1-11 力 矩

若作用在扳手上的力为 F ,该力在垂直于固定轴的平面内。由经验可知,拧动螺母的作用效果不仅与力 F 的大小有关,而且与点 O 到力的作用线的垂直距离 L 有关。因此力 F 对扳手的作用可用两者的乘积 FL 来量度。表示力对物体绕某点转动作用的量称为力对点的矩,简称力矩,以 M_O 表示。如扳手, $M_O = FL$ 。

力对点之矩为一代数量,它用正负号表示力矩在平面上的转动方向。一般规定使物体绕矩心逆时针方向旋转的力矩为正,顺时针方向旋转为负。其计算公式如下:

$$M_O(F) = \pm FL$$

力矩的国际单位为牛顿·米,简称牛米,符号 $N \cdot m$ 。

2. 力矩的平衡

力矩平衡的例子很多,起重吊运中经常使用平衡架,就是典型一例。其计算简图如图 1-12。

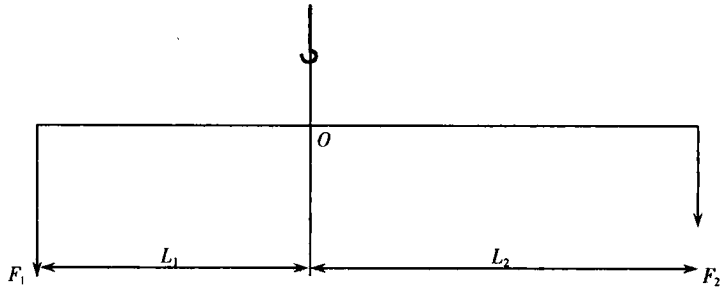


图 1-12 力矩平衡计算的简图

F_1 对 O 点的力矩大小为 $M_O(F_1) = F_1 L_1$,逆时针方向转动;

F_2 对 O 点的力矩大小为 $M_O(F_2) = -F_2 L_2$,顺时针方向转动。

当两个力矩相等时,平衡架处于平衡状态。平衡架平衡的条件是对 O 点的力矩之和等于零,即

$$M_O(F_1) + M_O(F_2) = 0$$

$$F_1 L_1 + (-F_2 L_2) = 0$$

$$F_1 L_1 = F_2 L_2$$

从上式中就可求出所需力和力臂,如求 F_1 ,则有 $F_1 = \frac{F_2 L_2}{L_1}$ 。

3. 合力矩定理

以图 1-13 弯柄扳手为例,在 A 点作用力 F ,其作用线垂直于 OA ,如果 F 的分力 F_1 、 F_2 。到 O 点的垂直距离分别为 a 、 b ,不难看出,它们的力矩效果是相等的, $M_O(F) = F_1 a + F_2 b$ 。

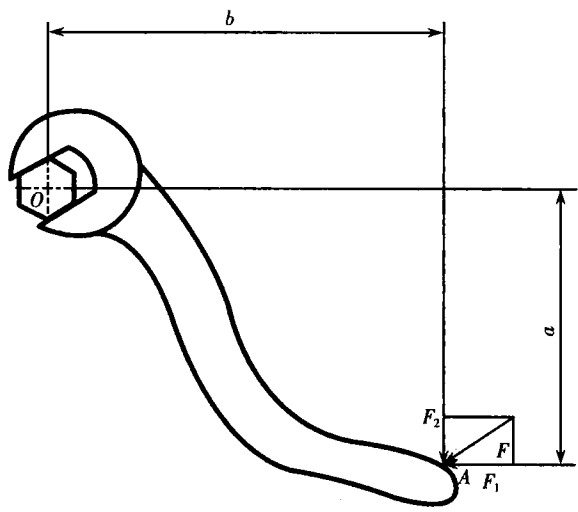


图 1-13 弯柄扳手力矩计算

定理:平面汇交力系的合力对于平面内任一点的矩等于所有各力对于该点矩的代数和。

(二)质 量

1. 密 度

计算物体质量时,离不开物体材料的密度。所谓密度是指由一种物质组成的单位体积内的物体所具有的质量,其单位是千克/米³ (kg/m³)。各种常用材料的密度及每立方米的质量见表 1-1。

表 1-1 各种常用材料的密度及每立方米的质量

材料	密度 (kg/m ³)	每立方米体积 质量(t)	材料	密度 (kg/m ³)	每立方米体积 质量(t)
钢、铸钢	7.85×10^3	7.85	混凝土	$(1.8 \sim 2.45) \times 10^3$	1.8~2.45
灰铸铁	7.0×10^3	7.0	碎石	1.6×10^3	1.6
紫铜	8.9×10^3	8.9	水泥	$(3.05 \sim 3.15) \times 10^3$	3.05~3.15
铝	2.7×10^3	2.7	砖	1.7×10^3	1.7
铅	11.37×10^3	11.37	煤	$(0.6 \sim 0.8) \times 10^3$	0.6~0.8
锌	7.3×10^3	7.3	焦炭	$(0.36 \sim 0.53) \times 10^3$	0.36~0.53
木材	$(0.5 \sim 0.7) \times 10^3$	(0.5~0.7)	石灰石	$(1.2 \sim 1.5) \times 10^3$	1.2~1.5
黏土	1.9×10^3	1.9	平板玻璃	2.5×10^3	2.5

2. 物体质量的计算

物体的质量可根据下式计算:

$$\text{物体的质量} = \text{物体的密度} \times \text{物体的体积}$$

其表达式为:

$$M = \rho V$$

式中: M —物体的质量;

ρ —物体材料的密度;

V —物体的体积。

【例 1-1】 试计算一块长为 3 m, 宽为 1 m, 厚为 50 mm 的钢板的质量。

解 计算体积时必须统一单位, 长为 3 m, 宽为 1 m, 厚为 50 mm = 0.05 m。

查表 1-1 得知, 钢材的密度 $\rho = 7.85 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

计算体积: $V = abc = 3 \times 1 \times 0.05 = 0.15 (\text{m}^3)$

计算质量: $M = \rho V = 7.85 \times 10^3 \times 0.15 = 1.18 \times 10^3 (\text{kg})$

(三)重 心

1. 物体的重心

每台设备和有固定形状的物体都是由很多质点组成的。由于地球的吸引, 物体内部的每个质点都受到竖直向下的重力作用。这些力可以认为是彼此平行的。因此, 任何设备、构件都受到很多平行力。所有质点重力的合力就是设备、构件的重量, 而这个合力的作用点就叫做设备、构件的重心。

实际上, 对于具有简单几何形状、材料均匀分布的物体, 它的重心位置是我们熟悉的。如均匀的直棒, 它的重心就在它的长度的中点; 均匀球体的重心就是它的球心; 均匀圆板的重心就是它的圆心; 而直圆柱的重心则在它的圆柱轴线的中点上。矩形薄板的重心在它对角线的交点上, 三角形薄板的重心在它三条中线的交点上。对于形状规则、材料均匀分布的物体, 它

的重心就在它的几何中心。

物体(设备、构件等)的形状不变,其重心位置也不变,不论把物体(设备、构件等)怎样放,都不会对重心位置有影响。

2. 重心计算

由几个几何体组成的形状较为复杂的物体的重心,可先求出它的每一部分的重量和重心,然后再用求平行力的合力的方法求整个物体的重心。下面以槽形板为例,如图1-14所示,板可以看成由甲、乙、丙三部分组成。

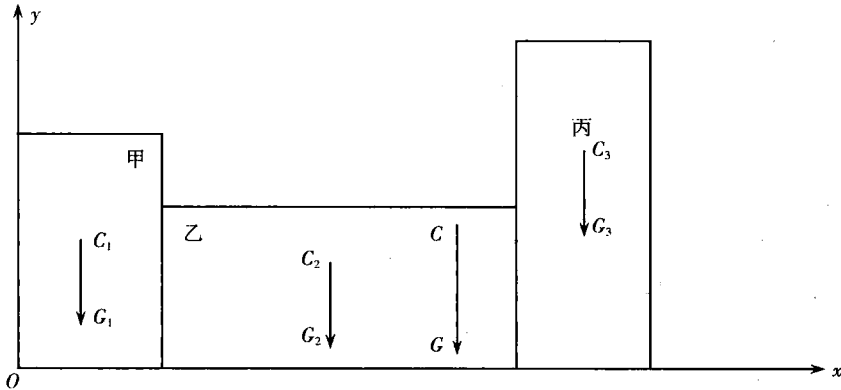


图 1-14 槽形薄板中心

每部分重量分别为 G_1 、 G_2 、 G_3 , 相应重心位置坐标分别为 $C_1(x_1, y_1)$ 、 $C_2(x_2, y_2)$ 、 $C_3(x_3, y_3)$, 整个板重量为 G , $G = G_1 + G_2 + G_3$, 其中心坐标设为 $C(x_c, y_c)$ 。根据合力矩定理, 合力 G 对坐标原点 O 的矩等于各分力 G_1 、 G_2 、 G_3 对 O 点的力矩之和, 即:

$$G \cdot x_c = G_1 x_1 + G_2 x_2 + G_3 x_3$$

$$G \cdot y_c = G_1 y_1 + G_2 y_2 + G_3 y_3$$

整个板中心位置的坐标为:

$$x_c = \frac{G_1 x_1 + G_2 x_2 + G_3 x_3}{G}$$

$$y_c = \frac{G_1 y_1 + G_2 y_2 + G_3 y_3}{G}$$

对形状复杂的物体, 用几何法无法确定其重心位置时, 可以用悬挂法求出它们的重心。

五、物体吊点位置的选择

(一) 稳 定

虽然面支承设备(构件)的平衡都是稳定平衡, 但是其平衡的稳定程度是不一样的。我们先来看一个长方形物体竖放时, 其不同位置的稳定性情况, 如图1-15所示。

长方形物体在位置 a 时, 重力 G 作用线通过物体重心与支反力 R , 物体处于平衡状态; 在位置 b 时, 在 F 力的作用下, 稍有倾斜, 但重力 G 的作用线未超过支承面, 此时物体在三个力作用下处于平衡状态, 如果撤去力 F , 物体就会自动恢复到原来的位置(a); 当物体倾斜到重力 G 作用线超过支承面边缘时, 即使不再施加力 F , 物体也会在重力 G 与 F 形成的力矩的作用下倾翻, 即失稳状态, 如 c 位置。由此可见, 要使原来处于稳定平衡状态的物体, 在重力的作用下翻倒, 必须使物体的重力作用线超出支承面; 如果将物体改为平放, 如位置 d , 其重心降低了

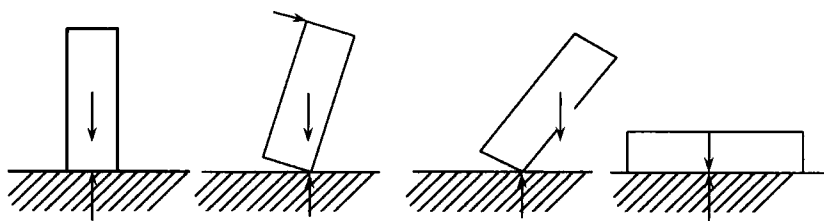


图 1-15 长方形物体的四种位置

很多,再使其翻倒就不容易了,这说明竖放的物体重心高,支承面小,其稳定性差;而平放的物体重心低,支承面大,稳定性好。

为了增大设备支承设备平衡的稳定程度,可以采用以下两种办法:

- (1)增大设备支承面的面积。
- (2)降低设备的重心。

在起重吊运作业中,物体的稳定应从两方面考虑,一是物体吊运过程中,应有可靠的稳定性;二是物体放置时应保证有可靠的稳定性。吊运物体时,为防止提升、运输中发生翻转、摆动、倾斜,应使吊点与被吊物体中心在同一条铅垂线上。

设备、构件的稳定性在安装、起吊作业中极为重要,掌握并灵活运用这些知识,对确保起重作业安全有重要作用。

(二)吊点位置的选择

在吊运物体时,为避免物体的倾斜、翻倒、变形损坏,应根据物体的形状特点、重心位置,正确选择吊点位置,使物体在吊运过程中有足够的稳定性,以免发生事故。选择吊点的位置,一般按下列原则进行:

1. 试吊法选择吊点

在一般吊装作业中,多数起重作业并不需要用计算法来准确计算物体的中心位置,而是估计物体的中心位置,采用低位试吊的办法,来逐步找到重心,确定吊点的绑扎位置。

2. 有吊耳的物体

对于有起吊耳环的物体,其耳环的位置及强度是经过计算确定的,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,必要时可加辅助保护性吊索。但有些设备,虽没有设置吊耳或吊环,如化工厂的各种筒式塔类、罐类装置以及重要设备,往往标有吊点标记,应仔细检查。

3. 长形物体吊点选择

对于长形物体,若采用竖吊,则吊点应在重心之上。

用一个吊点时,吊点位置应在距离起吊端 $0.3L$ (L 为物体的长度)处,起吊时吊钩应向长形物体下支承点方向移动,以保持吊点垂直,避免形成拖拽,产生碰撞,如图 1-16(a)所示。

采用两个吊点时,吊点在距物体两端的距离为 $0.2L$ 处,如图 1-16(b)所示。

采用三个吊点时,其中两侧的吊点距两端的距离为 $0.13L$,而中间吊点的位置应在物体的中心,如图 1-16(c)所示。

在吊运长形刚性物体时(如预制构件)应注意,由于物体变形小或允许变形小,采用多吊点时,必须使各吊索受力尽可能均匀,避免发生物体和吊索的损坏。

4. 方形物体吊点的选择

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。

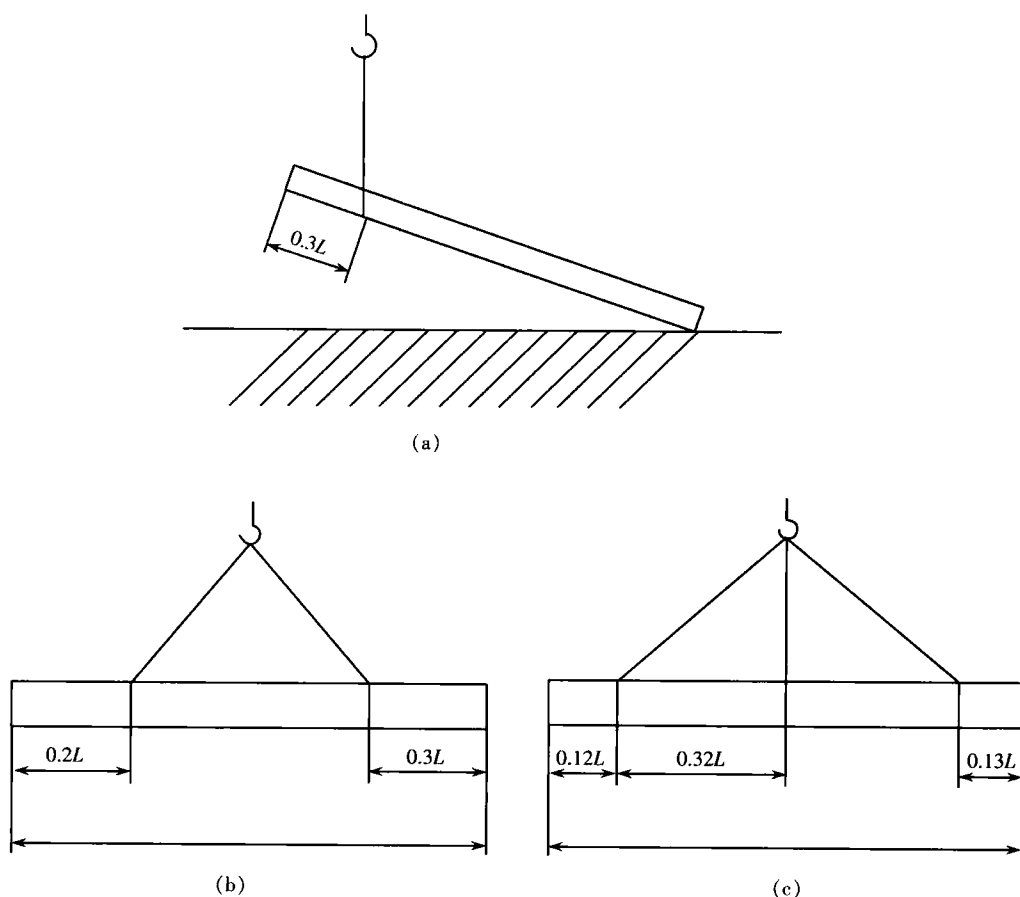


图 1-16 长方形物体吊点选择

5. 机械设备安装辅助吊点

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,可采用辅助吊点配合简易吊具调节机件所需位置的吊装法。通常多采用环链手拉葫芦来调节机件的位置。

6. 物体翻转吊运吊点的选择

物体翻转常见的方法有兜翻,将吊点选择在物体重心之下,或将吊点选择在物体重心一侧。

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,使吊钩顺翻倒方向移动,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、主副钩或两台起重机在空中完成翻转作业。翻转绑扎时,应根据物体的中心位置、形状特点选择吊点,使物体在空中能顺利安全翻转。

物体翻转或吊运时,每个吊环、节点所承受的力应满足物体的总重量的合理分配。对大直径薄壁型物体和大型桁架构件吊装,应特别注意所选择吊点是否满足被吊物体整体刚度或构件结构的局部强度、刚度要求,避免起吊后发生整体变形或局部变形而造成的构件损坏。必要时应采用临时加固。