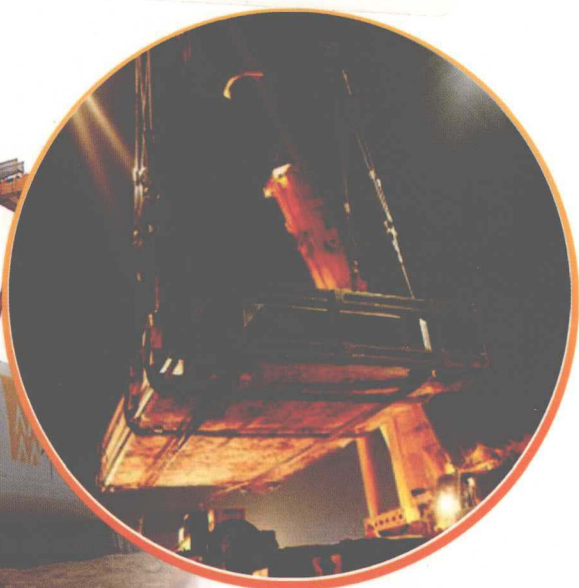


QIZHONGGONG CAOZUO JINENG

起重工 操作技能 (初、中级)

曲德仁 陈洪刚 主编



金盾出版社

内 容 提 要

本书共分八章,分别为:起重工基础知识,常用起重索具与工机具,起吊方案设计,起重指挥信号,使用起重机具吊运物体,配合流动式起重机吊装物体,物体的装卸与运输,起重安全技术。

本书可供建筑施工企业技术培训和职业技能鉴定培训用,也可供农村转移劳动力、待就业人员及初、中级起重工系统自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

起重工操作技能(初、中级)/曲德仁,陈洪刚主编. -- 北京:金盾出版社,2010.10

ISBN 978-7-5082-6503-2

I. ①起… II. ①曲… ②陈… III. ①起重机械—操作—基本知识 IV. ①TH21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 133761 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京凌奇印刷有限责任公司

正文印刷:北京军迪印刷有限责任公司

装订:第七装订厂

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:10 字数:259 千字

2010 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~8000 册 定价:19.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

随着我国经济的飞速发展,建筑业作为国民经济的支柱产业,也得到了迅速的发展。活跃在建筑施工现场的施工和技术人员,其操作技能、业务水平的高低,管理工作的好坏,直接影响着建筑工程的质量、工期、成本及安全等各个方面。提高广大建筑安装施工人员的技术水平和专业技能是提高建筑产品质量和劳动生产效益的根本途径。因此,我们根据劳动和社会保障部颁发的《国家职业标准 起重工》中对初级和中级工人的技能要求,编写了此书,旨在提高施工现场起重工的施工技能和操作技巧,同时强调安全施工的重要性。

本书在编写过程中,重视理论联系实际,采用较多的图例和表格,内容深入浅出、通俗易懂。书中尽量编入了各种新材料、新工艺、新技术、新标准和新规范,具有很强的针对性、实用性、先进性和可操作性。

本书采用“模块”的形式进行编写,内容按【要点】、【要点详解】和【知识链接】的顺序进行描述。力求使读者快速把握章节重点,理清知识脉络,提高学习效率。各节内容设置采用如下体例:

【要点】 对该节内容进行概括与总结。

【要点详解】 通过醒目的小标题,对【要点】内容进行详细的说明与分析,其中○表示初级工应掌握的知识技能;◎表示中级工应掌握的知识技能;●表示初级工和中

级工同时需要掌握的知识技能。

【知识链接】 和本节内容相关的小知识点、施工小窍门或最新的技术等。

本书由曲德仁、陈洪刚主编,参加编写的有崔立坤、张毅、张立新、程慧、李向敏、齐丽娜、刘文明、王丽娟、卢平平及曹连强。同时,在编写过程中,得到了起重工方面的专家和技术人员的大力支持和帮助,在此一并致谢。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中不免有疏漏之处,恳请读者批评指正。

作 者

目 录

第一章 起重工基础知识	1
第一节 数学基础知识	1
第二节 力学基础知识	7
第三节 钢材及建筑构件基础知识	21
第四节 机械基础知识	31
第二章 常用起重索具与工机具	41
第一节 起重索具	41
第二节 起重工具	71
第三节 起重机具	90
第三章 起吊方案设计	104
第一节 起重识图	104
第二节 起吊方案的内容和编制方法	111
第四章 起重指挥信号	116
第一节 起重指挥信号概述	116
第二节 手势指挥信号	119
第三节 其他指挥信号	132
第五章 使用起重机具吊运物体	141
第一节 常用的起重操作	141
第二节 物体的水平运输	173
第三节 设备的吊装	189
第六章 配合流动式起重机吊装物体	238
第一节 流动式起重机基本知识	238
第二节 配合流动式起重机吊装设备	250

第三节	配合流动式起重机吊装构件	255
第七章	物体的装卸与运输	273
第一节	设备与构件的起重装卸	273
第二节	精密物体与危险品的起重装卸	288
第三节	物体的运输	291
第八章	起重安全技术	299
第一节	施工现场安全知识	299
第二节	施工现场管理和安全操作	307
参考文献		314

第一章 起重工基础知识

第一节 数学基础知识

【要 点】

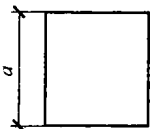
起重作业时,起重工需搬运、起吊各种设备和物件,这就要清楚起吊或搬运设备的大小、形状、重量及施工现场的空间大小,根据设备的重量、外形尺寸及现场情况合理地选择起重机械,制定施工方案。在制定施工方案时,还需要对被吊物件的面积、体积、重量及受力情况进行分析,这就要求起重作业人员必须具备一定的数学知识。通过本节的学习,起重工应熟悉面积和体积的计算方法;了解几何知识在实际起重操作中的应用。

【要点详解】

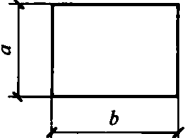
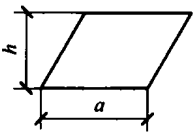
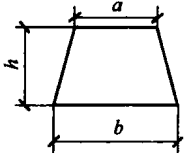
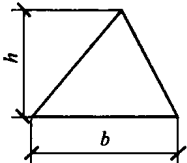
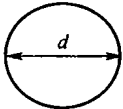
●面积和体积的计算

在起重作业中,起吊、运输的设备和物件的常见几何外形及面积计算公式见表 1-1。

表 1-1 常见面积计算公式

名 称	图 形	面积计算公式
正方形		$S=a^2$

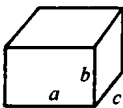
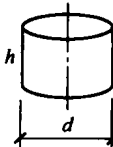
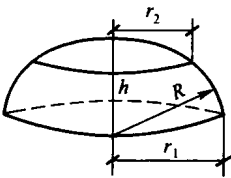
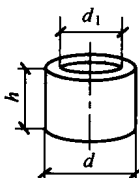
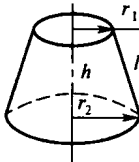
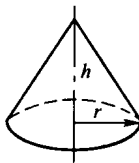
续表 1-1

名 称	图 形	面积计算公式
长方形(矩形)		$S=ab$
平行四边形		$S=ah$
梯形		$S=\frac{1}{2}(a+b)h$
三角形		$S=\frac{1}{2}bh$
圆		$S=\pi(\frac{d}{2})^2$

在起重作业中,碰到的设备和物体不一定是上面所列的规则图形,通常是一些规则图形的叠加或者是一些不规则图形的组合,可将其分为基本图形分别计算。

在起重作业中,常需计算物件或设备的重量,要计算重量就必须知道物体的密度和体积。常见的体积计算公式见表 1-2。

表 1-2 常见体积计算公式

名 称	图 形	体积计算公式
立方体		$V=abc$
圆柱体		$V=\frac{1}{4}\pi d^2 h=0.785d^2 h$
球台		$V=\frac{1}{6}\pi h[3(r_1^2+r_2^2)+h^2]$
空心圆柱体		$V=\frac{1}{4}\pi h(d^2-d_1^2)$
圆台		$V=\frac{1}{3}\pi h(r_1^2+r_2^2+r_1 r_2)$
正圆锥体		$V=\frac{1}{3}\pi r^2 h$

●几何知识在力学中的应用

1. 平行四边形在力学中的应用

平行四边形是矩形的特殊情况,其重心在其两条对角线的交点上。如果用平行四边形两条相邻的边 $\overrightarrow{AD}$ 和 $\overrightarrow{AB}$ 表示两个力的大小和方向,那么这两个力的合力的大小和方向可用 $\overrightarrow{AC}$ 表示,如图1-1所示。

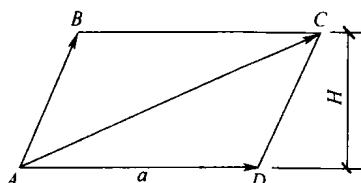


图1-1 平行四边形的力分解和合成的数学模型

2. 三角形在力学中的应用

(1) 直角三角形。在起重作业中,可以用直角三角形的解法,将一个力分解为两个互相垂直的分力,也可以将两个互相垂直的力合成一个力。如果用直角三角形(图1-2)的三条边 $\overrightarrow{AC}$ 、 $\overrightarrow{CB}$ 和 $\overrightarrow{AB}$ 表示三个力的大小和方向,则有:

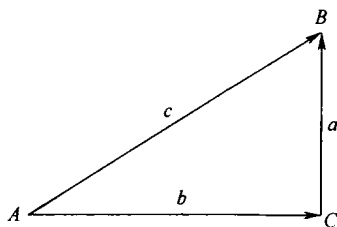


图1-2 直角三角形

$$F_{AB} = F_{AC} + F_{CB}$$

在直角 $\triangle ABC$ 中, $\sin A = a/c$, $\sin B = b/c$, 还有 $c^2 = a^2 + b^2$ 的关系特性,该特性称为勾股定理。在起重作业中,常常使用勾股定理来校正桅杆的垂直度和正交受力的分解和合成。

(2) 斜三角形。对如图1-3所示的任意 $\triangle ABC$,如果知道A、B、C和a、b、c这6个量中的一些量,再求其余量,称为解三角形。解三角形可用正弦定理和余弦定理。

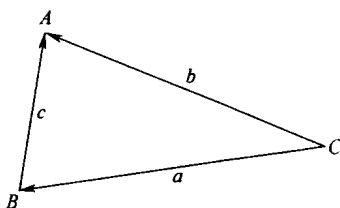


图1-3 斜三角形

1) 正弦定理:在一个三角形中,各边和其所对角正弦的比相等,即:

$$a/\sin A = b/\sin B = c/\sin C$$

在任意三角形的边角关系中,如已知其中任意的三个量,求解另一个未知量,可用正弦定理。

2)余弦定理:任意三角形中任何一边的平方,等于其他两边平方的和减去这两边与它们夹角的余弦积的两倍。即:

$$\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2cb}$$

$$\cos B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}$$

$$\cos C = \frac{b^2 + a^2 - c^2}{2ab}$$

在任意三角形的边角关系中,已知两边夹一角、两角夹一边或三边来求解第四个未知量,或者转化为物体之间力学上的关系,解决起重作业中的受力计算和受力分析,可用余弦定理。

3)任意三角形的面积公式:

$$S_{\triangle ABC} = bc \sin A / 2 = ca \sin B / 2 = ab \sin C / 2$$

在任意 $\triangle ABC$ 中,如果用三条边 $\overrightarrow{CB}$ 、 $\overrightarrow{BA}$ 、 $\overrightarrow{CA}$ 分别表示三个力的大小和方向,也有:

$$F_{CA} = F_{CB} + F_{BA}$$

(3)三角形斜面。斜面通常用整个三角形来表示。在起重作业中往往将物体放在一个支撑的斜面上,使物体缓缓上升或缓缓下降,到达指定位置,可以省力,如图 1-4 所示。

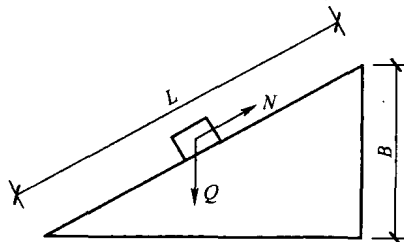


图 1-4 三角形斜面图

L—斜面长 B—斜面高 Q—物体的重量 N—推动物体所需的力

根据功能原理,把物体沿着斜面推上去而做的功相当于直接把物体举到坡顶所做的功,即:

$$NL=QB \text{ 或 } N/Q=B/L$$

一般斜面的长度总是大于它的高度,因此,把物体推上斜面坡顶比直接垂直提拉省力。

(4)相似三角形。如图 1-5a 所示,大三角形 $A_1B_1C_1$ 与小三角形 ABC 三个角相等,三个边不等,但它们对应边的比相等,即:

$$A_1B_1/AB=A_1C_1/AC=B_1C_1/BC=\text{常数}$$

把这样的两个三角形叫做相似三角形。利用相似三角形原理,在施工现场可以采用经纬仪与标杆相配合,测得相应数据后,计算设备、桅杆、厂房的垂直高度,如图 1-5b 所示,即:

$$a/c=(a+b)/d \Rightarrow d=(a+b)c/a$$

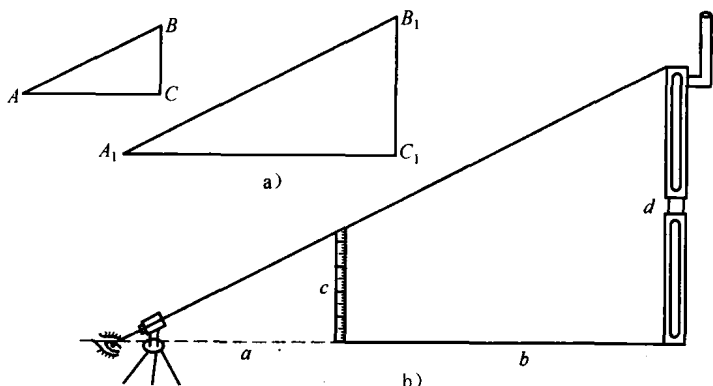


图 1-5 相似三角形原理应用

a)相似三角形 b)利用相似三角形测量物体高度

3. 圆柱在力学中的应用

用一张直角三角形的纸片卷在圆柱体上,它的斜边在圆柱体上就能绕成螺旋线,如图 1-6 所示。螺旋实际上是斜面的一种变形,是起重作业的一种省力机具。

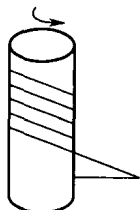


图 1-6 螺旋示意图

【知识链接】**●不规则图形面积的计算技巧**

起重作业中经常会遇到不规则的设备和构件,此时可以采取割补法、平移法和等积法计算它们的面积。

1)割补法:割补法是求解平面不规则图形面积最常用的方法之一,通常包括三种方式:一是分割法;二是粘补法;三是分割粘补法。

2)平移法:平移不改变图形的形状和大小,但通过平移可以使图形的位置发生变化,利用特殊位置关系时的图形状况解决问题。图形的旋转、对称和平移都是常用的图形变换方法,利用这些图形变换方法可以把处于一般位置关系的图形转化为处于特殊位置关系的图形,使不规则的复合图形转化为规则的图形。

3)等积法:三角形或平行四边形,有“等底等高面积相等”这一重要性质。通过等积转换,把平面不规则图形转化为三角形或平行四边形等,往往能使问题迅速解决。

第二节 力学基础知识

【要 点】

通过本节的学习,起重工应了解物体质量、重量和重心的含义;熟悉物体质量、重量和重心的计算方法;掌握物体重心的确定方法和增加物体稳定性的方法;了解摩擦力的含义;熟悉滑动摩擦力和滚动摩擦力的计算方法;掌握减少物体摩擦力的方法;了解杠杆的含义和分类;熟悉杠杆的原理和计算方法。

【要点详解】

●质量、重量和重心

1. 质量

(1)质量的含义。质量就是物体中含有物质的多少,它是物体的固有属性,它不随物体形状、位置和状态的变化而变化。

质量的法定计量单位是千克(kg),此外,还有吨(t)、克(g),它们之间的换算关系是:

$$1\text{kg}=10^{-3}\text{t}=10^3\text{g}$$

(2)质量的计算。质量等于物体的体积乘以密度,即:

$$m=\rho V$$

式中 m ——物体的质量(kg);

V ——物体的体积(m^3);

ρ ——物质的密度(kg/m^3)。

一般材料的密度见表 1-3。

表 1-3 一般材料的密度

物体的材质	密度/($10^3\text{kg}/\text{m}^3$)
钢、铸钢	7.85
铸铁	7.2~7.5
铸铜	8.6~8.9
木料	0.5~0.7
铅	11.34
粘土	2.7
混凝土	1.9
碎石	2.4
松土	1.6
砖	1.4~2.0
煤油	0.8

2. 重量

(1)重量的含义。人们在日常生活和工作中都有一个最直观的感觉,就是任何物体拿在手中都有质感,这种质感其实就是重量。我们把物体受到地球的吸引力称为重力,其方向垂直向下(指向地心)。通常将物体重力的大小称为该物体的重量。重量不是物体的固有属性,它随其在地球上的位置和高度变化而变化。

重量的法定计量单位是牛(N),此外,还有千牛(kN)、千克力(kgf)及吨力(tf),千克力又称公斤力。它们之间的换算关系是:

$$1\text{kN}=10^3\text{N} \quad 1\text{kgf}=9.8\text{N} \quad 1\text{tf}=10^3\text{kgf}=9.8\times 10^3\text{N}$$

(2)重量的计算。重量等于物体的质量乘以重力加速度,即:

$$G=mg$$

式中 G ——物体的重量(N);

m ——物体的质量(kg);

g ——重力加速度(m/s^2),一般情况下取值为 9.8m/s^2 。

如质量为 1kg 的物体,它的重量为:

$$G=mg=1\text{kg}\times 9.8\text{m/s}^2=9.8\text{N}$$

3. 重心与稳定

(1)重心的含义。物体的重心就是物体上各个部分重力的合力作用点。不论物体怎样放置,物体重心的位置是固定不变的。

在起重作业中,了解和掌握设备的重心是很重要的。重心的位置不仅关系到设备的平衡,而且关系到物体的稳定性。要使起重机械和物体处于平衡位置,必须使其重心处在适当位置。在起重作业中只有保持物体的稳定性,使物体在起吊、运输过程中不倾斜、不运动、不翻转,才能保证安全作业。

(2)重心位置的确定。

1)简单形状物体的重心:对于质量均匀、具有对称轴或对称中心的平面图形,其重心在其对称轴或对称中心上,如半圆、圆锥体等,其重心在对称轴上;圆和矩形的重心在其对称中心上;均质

等厚度的物体重心在它的对称面上。因而求这类物体的重心,可以简化为求其对称面截面图形的重心。几种简单形体的重心位置如图 1-7 所示。

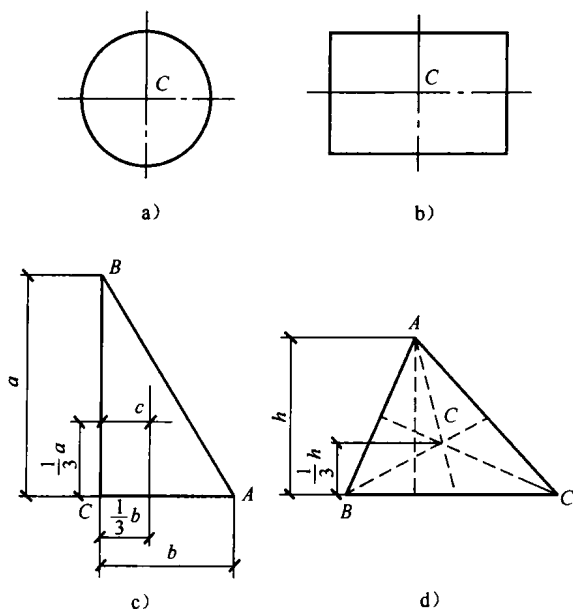


图 1-7 简单形体的重心位置

a)圆形 b)矩形 c)直角三角形 d)任意三角形

图 1-7a 为圆形,其重心 C 的位置在圆心;图 1-7b 为矩形,其重心 C 的位置在其对角线的交点上或两对边中点连线的交点上;图 1-7c 为直角三角形,其重心 C 到两直角边的距离分别为两直角边长的 $1/3$;图 1-7d 为任意三角形,其重心 C 的位置在三角形三条中线的交点上,重心到底边的距离为三角形高的 $1/3$ 。

2) 不规则形状物体的重心:对于不规则形状的物体,通常采用以下方法来确定物体的重心位置。

① 称重法。如图 1-8 所示,首先用磅秤称出物体的总重量 Q ;然后将物体的一端支于支点 A ,另一端放于磅秤上,磅秤读数 P ,

测量出 AB 间的水平距离 l , 物件处于平衡状态, 则有:

$$x_C = lP/Q$$

再通过 A 点作物体水平轴线的垂线, 并和水平轴线相交于 O 点, 使 $OC = x_C$, 则可找出重心 C 点位置。

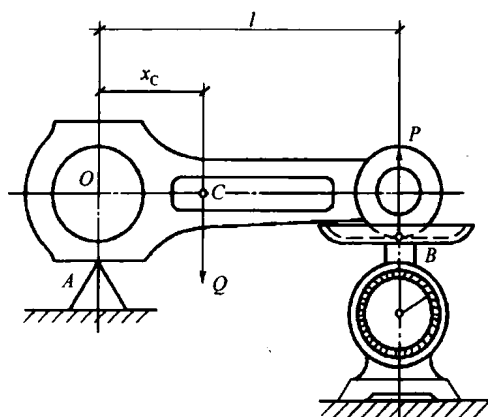


图 1-8 称重法确定物体重心

②悬挂法。悬挂法是用均质薄板(纸板或薄铁板)按比例画出不规则物体的截面形状, 并剪下来, 如图 1-9 所示。在薄板上任取一点 A , 用细绳索悬挂起来, 过 A 点画一垂线 AA' 。再另选一点 B , 悬挂起来, 过 B 点画一垂线 BB' 。则不规则物体的重心必然在两条垂线的交点 O 处。

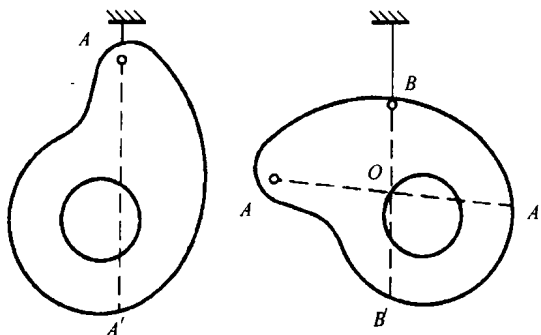


图 1-9 悬挂法求重心