

实用起重工手册

62

夏人民出版社

实用起重工手册

赵正湘 编

宁夏人民出版社出版

(银川市解放西街161号)

宁夏新华书店发行

宁夏新华印刷一厂印刷

•
开本: 787×1092 1/32 印张: 7.625 字数: 160千 插页: 4

1981年8月第1版 第1次印刷

印数: 1—8,500

书号: 15157·7 定价: 1.31元

前 言

在国民经济建设中，无论是机械安装工程、电气安装工程或其他建筑结构安装工程等，都有大量的起重运输工作，特别是炼油厂、化工等设备安装工程，设备吊装工期约占安装工期的三分之一以上。所以，起重运输工作是极为重要的。

我国的起重运输和吊装技术有着悠久的历史，一些先进的、大型的起重运输机械的制造和使用越来越广泛。如我国自行设计和制造的起重量为350吨的桅杆式起重机、100吨汽车式起重机、65吨全液压汽车式起重机以及400~450吨的公路运输大平板车等，给我国的大型机电安装工程创造了良好的吊装条件，对加快设备安装工程进度起着巨大的推动作用。

但是，我国人口众多，幅员辽阔、建设项目多，加以地形条件复杂等情况，各种起重运输机械还远远不能满足国民经济的需要。所以，一些传统的，因地制宜、简便而有效的半机械化起重运输方法，仍占有极其重要的地位。

起重运输及吊装作业，就是使用各种起重机具，采用一些省力、省工的方法去完成设备或物件的搬运和安装就位等工作。要安全而有效地完成这些工作，要求从事这些工作的人员，必须熟悉和掌握起重运输方面的基本知识及其操作技能，如常用的数学计算知识、简单的力学原理、起重吊装

作业的基本操作方法及安全要求、常用起重机具的结构、性能和使用保养要求、有关工程施工常识及其被吊设备的结构性能等。本书较全面而又简明地介绍了一些有关起重方面的基本知识，可供广大起重工人、机电安装工人、搬运工人、设备检修工人以及有关工程技术人员参考，也可作为起重工人应知应会的普及读物。

目 录

1 常用度量单位及简单数学计算	1
1 各单位制与公制的换算.....	1
2 物体的面积、体积及重量计算.....	7
2 力和力的性质	16
1 重力和摩擦力.....	16
2 力的特性和图解算法.....	20
3 物体的重心及稳定性.....	24
4 应力和安全系数.....	26
3 简单机械原理和应用	31
1 简单机械原理.....	31
2 机械效率和机械利益.....	32
3 简单机械原理的应用.....	32
4 起重运输基本操作法	39
1 抬运法.....	39
2 撬垫法.....	40
3 迈、拨移动法.....	41
4 顶升法.....	41
5 滑运法.....	42
6 滚运法.....	44
7 卷移法.....	50
8 转向法.....	51
9 翻转法.....	53
10 吊运法.....	53

11	吊“鱼”法	54
12	绳结方法	55
5	常用起重运输机械	58
1	起重运输机械的基本形式及分类	58
2	起重机械的基本结构及参数	60
3	起重吊装索具的载荷验算	63
4	几种常用起重机械的技术性能	65
6	常用简单起重机具	76
1	千斤顶	76
2	手拉葫芦	83
3	牵引设备	84
4	滑轮和滑轮组	97
7	起重用绳索及吊、卡具	117
1	绳索	117
2	起重用吊具	145
3	绳卡、绳环	152
8	起重扒杆和地锚装置	161
1	起重扒杆的种类和规格	161
2	扒杆的计算	177
3	扒杆的组立和使用	190
4	地锚装置	195
9	起重运输方法的选择及常用钢材规格	208
1	水平运输	208
2	垂直运输	213
3	常用钢材的规格	214
10	起重运输安全技术要求	222
1	技术组织管理	222
2	施工前的安全检查工作	223

3	现场建筑结构物的利用	224
4	起重指挥及指挥信号	225
5	设备或重物的捆扎	229
6	起吊	229
7	高空作业	230
8	电气安全	231
附录	钢丝绳的性能.....	233
	(常用钢丝绳的抗拉强度和破断拉力)	

1 常用度量单位和简单数学计算

在起重运输工作中，常常要对设备及物件进行尺寸度量和体积、重量的计算，因此，从事起重作业的人员应熟悉这方面的知识。

1.1 各单位制与公制的换算

(1) 长度单位

表 1.1—1 长度单位和换算

单位制	单位制名称	单位代号	本单位的换算	与公制的换算
公制 (米制)	公里(千米)	km	1公里 = 1000米	
	米(公尺)	m	1米 = 10分米	
	分米	dm	1分米 = 10厘米	
	厘米(公分)	cm	1厘米 = 10毫米	
	毫米(公厘)	mm	1毫米 = 1000微米	
市制	里		1里 = 150丈	1里 = 0.50公里
	丈		1丈 = 10尺	1丈 = 3.33米
	尺		1尺 = 10寸	1尺 = 3.33分米
	寸		1寸 = 10分	1寸 = 3.33厘米

(续表)

单位制	单位制名称	单位代号	本单位制的换算	与公制的换算
英制	哩	mi	1哩 = 1760码	1哩 = 1.609公里
	码	yd	1码 = 3呎	1码 = 0.914米
	呎	ft	1呎 = 12吋	1呎 = 30.48厘米
	吋	in	1吋 = 8 份	1吋 = 25.40毫米
日制	日里		1日里 = 36日町	1日里 = 3.9217公里
	日町		1日町 = 360日尺	1日町 = 109.9米
	日尺		1日尺 = 100日分	1日尺 = 30.3厘米
	日分			1日分 = 3.03毫米

注：①表中代号为拉丁字母。

②市制单位在书写时，习惯不写“市”字。

③英制单位在书写时，常以“'”表示“呎”，“''”表示“吋”，并

注在数的右上角；我国常把 $\frac{1}{8}$ 吋，称为份，如 $\frac{3}{8}$ 吋，称为3份。

(2) 面积单位

表 1·1—2 面积的单位 and 换算

单位制	单位名称	代表符号	本 单 位 制 的 换 算	与 公 制 的 换 算
米制	平方公里	km ²	1km ² = 10 ⁶ m ²	
	平方米	m ²	1 m ² = 10 ⁴ cm ²	
	平方厘米	cm ²	1 cm ² = 100mm ²	
	平方毫米	mm ²		
市制	亩		1 亩 = 60平方丈	1 平方公里 = 1500亩
	平方丈		1 平方丈 = 100平方尺	1 平方米 = 9 平方尺
	平方尺		1 平方尺 = 100平方寸	1 平方厘米 = 0.09平方寸
	平方寸		1 平方寸 = 100平方分	
英制	平方码	yd ²	1 平方码 = 9 平方呎	1 平方码 = 0.8361
	平方呎	ft ²	1 平方呎 = 144平方吋	1 平方呎 = 0.0929平方米
	平方吋	in ²		

(3) 体积或容积单位

表 1·1—3 体积或容积单位

单位制	单位名称	代表符号	本 单 位 制 的 换 算	与 公 制 的 换 算
米制	立方米	m ³	1 m ³ = 10 ³ dm ³ = 10 ³ 升	
	立方分米	dm ³	1 dm ³ = 10 ³ cm ³ = 1 升	
	立方厘米	cm ³	1cm ³ = 10 ³ mm ³ = 10 ³ 毫升	
	立方毫米	mm ³	1 mm ³ = 1 毫升	
市制	立方尺		1 立方尺 = 37.037市升	1 立方尺 = 0.037立方米
	市 升			1 市升 = 1 升 (立方分米)

(续表)

单位制	单位名称	代表符号	本 单 位 制 的 换 算	与 公 制 的 换 算
英制	立方呎	ft ³	1 立方呎 = 1728立方吋	1 立方呎 = 0.02832立方米
	英加仑	gal (UK)	1 英加仑 = 277.27立方吋	1 英加仑 = 0.00454立方米
	立方吋	in ³		1 立方吋 = 0.0164升
日制	日 升			1 日升 = 0.0018立方米
	日 升			1 日升 = 1.8039升

(4) 力和重量的单位

表 1·1—4 力和重量的单位

单位制	单位名称		代表符号		本单位制的换算	与公制的换算
	重量	力	重量	力		
公制	吨	吨力	t	tf	1 t = 10 ³ kg	
	公斤	公斤力	kg	kgf	1 kg = 10 ³ g	
	克	克力	g	gf	1 g = 10 ³ mg	
	毫克	毫克力	mg			
市制	市担				1 市担 = 100市斤	1 市担50公斤
	市斤				1 市斤 = 10市两	1 市斤 = 500克
	市两				1 市两 = 10市钱	1 市两 = 50克
英制	英吨		tn		1 英吨 = 2240英磅	1 英吨 = 1.0161吨
	英磅		lb		1 英磅 = 16两	1 英磅 = 0.4536公斤
	两 (盎司)		oz			1 两 = 28.35克
日制	日贯				1 日贯 = 6.25日斤	1 日贯 = 3.75公斤
	日斤					1 日斤 = 0.6公斤

注：力和重量单位相同，用时不加“力”字。

(5) 时间单位

表 1·1—5 时 间 单 位

历 制	单位名称	表示符号	单 位 换 算
公 历	天		1 天 = 24 小时
	时	h	1 小时 = 60 分
	分	min①	1 分 = 60 秒
	秒	sec②	

(6) 压力单位及其换算

表 1·1—6 压力单位及其换算

单位制	单位名称	代表符号	本单位制的换算	各单位制的换算
工程 气压	公斤力/米 ²	kgf/m ²	1 公斤力/米 ² = 10 ⁻⁴ 公斤力/厘米 ²	
	公斤力/厘米 ²	kgf/cm ²	1 公斤力/厘米 ² = 10 ⁻² 公斤力/毫米 ²	
	公斤力/毫米 ²	kgf/mm ²		
大气压	大气压	atm	1 大气压 = 760 毫米水银柱	1 大气压 = 1.0333 公斤力/厘米 ²
水银柱	毫米水银柱	mmHg	760 毫米水银柱 = 10.33 米水柱	
水柱	米水柱	mH ₂ O	1 米水柱 = 10 ³ 毫米水柱	1 米水柱 = 0.1 公斤力/厘米 ²
	毫米水柱	mmH ₂ O		
英制	磅力/吋 ²	lbf/in ²	磅力/吋 ² = 68.94 毫巴	1 磅/吋 ² = 0.068 大气压
			磅力/吋 = 27.72 英吋水柱	1 磅/吋 ² = 0.0703 公斤/厘米 ²

(7) 功、功率及热量单位

表 1·1—7 功、功率及热量单位

名称	单 位 制 名 称					
	瓦 特		马 力		公 斤 · 米 kgm	千 卡 (热 量) kcal
	瓦 w	千 瓦 kw	公 制 ps	英 制 HP		
功		千瓦小时	1.36 马力小时	1.34 马力小时	3.671×10 ⁵	859.3
功率	1000瓦	1千瓦	1.36马力	1.34马力	102公斤·米/秒	0.238千卡/秒

(8) 功和功率的物理意义

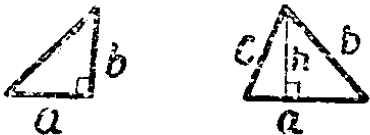
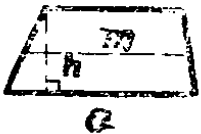
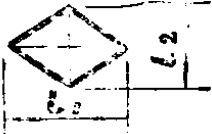
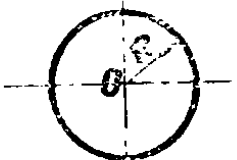
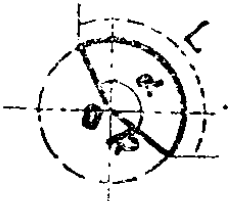
表 1·1—8 功和功率的物理意义

名称	物理意义	计 算 公 式	常 用 单 位
功 W	加力于物体使之移动，称为做功。功的大小，等于力、路程以及力和路程之间的夹角的余弦的乘积	$W = F \cdot S \cdot \cos\alpha$ 式中： F为作用于物体的力（公斤） S为物体在力F的作用下所移动的路程（米） α 为作用力方向和物体移动方向的夹角。夹角越小，力所做功就大	在公斤、米、秒制中： 1 焦耳 = 1 牛顿 × 1 米 = 1 牛顿·米 1 公斤·米 = 公斤 × 1 米 = 9.8 焦耳
功率 N	单位时间内，力所做的功叫做功率	功率 $N = \frac{W}{t} = F \cdot V$ 式中： W为在t时间内，F力所作的功（公斤·米） t为做功时间（秒） F为做功的力（公斤） V为在F力作用下，物体的移动速度（米/秒）	在公斤、米、秒制中： 1 瓦特 = 1 焦耳/秒 1 千瓦 = 102 公斤·米/秒 用马力表示： 1 马力 = 75 公斤·米/秒 = 735 瓦特 或 1 千瓦 = 1.36 马力

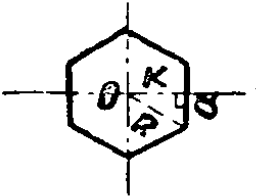
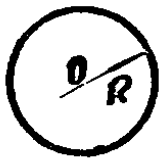
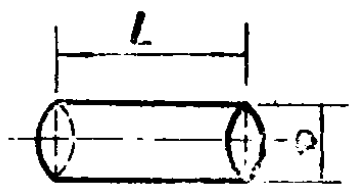
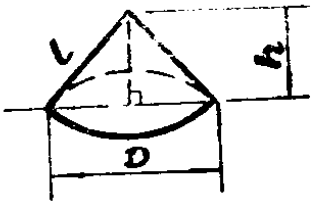
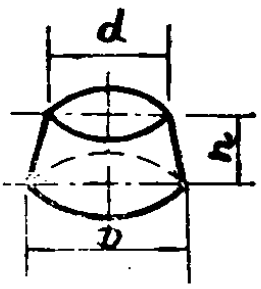
1·2 物体的面积、体积及重量计算

1·2·1 面积的计算

表 1·2—1 常见几何形状的面积计算

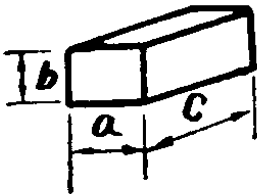
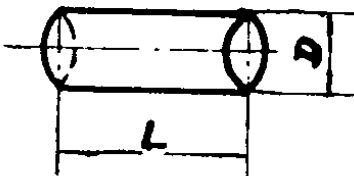
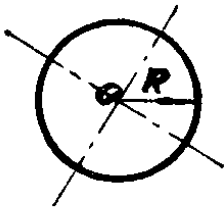
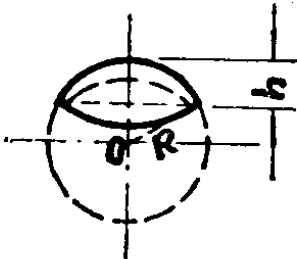
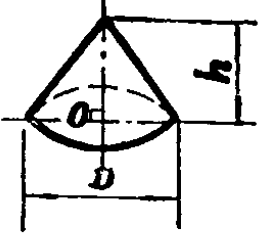
几何名称	几何图形	图形面积 F 的计算
三角形		$F = \frac{1}{2}ab = \frac{1}{2}ah$ 式中: $F = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$, $p = \frac{1}{2}(a+b+c)$
正方形、长方形、平行四边形		$F = a^2$ 、 $F = ab$ 、 $F = ah$
梯形		$F = \frac{1}{2}(a+b)h$ 或 $F = mh$ 式中: h 为高, m 为中线
菱形		$F = \frac{1}{2}L_1L_2$ 式中: L_1L_2 为两对角线之长
圆形		$F = \pi R^2 = \frac{1}{4}\pi D^2$, 圆周长 $c = 2\pi R$ 式中: R、D 为圆的半径和直径
扇形		$F = \frac{1}{2}\alpha RL = 0.08727R^2$ 式中: $L = 0.01745\alpha R$, α 为扇形角 (度)

(续表)

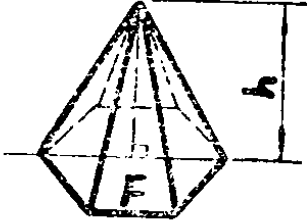
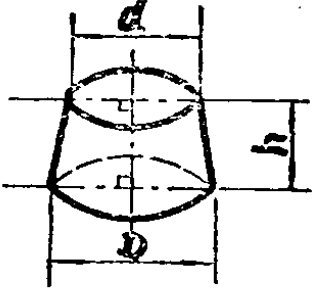
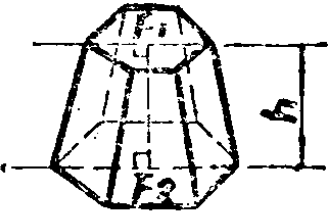
几何名称	几何图形	图形面积 F 的计算
正多边形		$F = \frac{1}{2} a k n \quad k = \sqrt{L^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2}$ 式中: n为边数: k为一边的中心距, a为边长
球形		$F = 4 \pi R^2; R \text{ 为球体半径}$
圆柱体		侧面积 $F_{\text{侧}} = \pi D L$ 全面积 $F = \pi D \left(\frac{D}{2} + L \right)$
圆锥体		侧面积 $F_{\text{侧}} = \frac{1}{2} \pi D L$ 全面积 $F = \frac{\pi}{2} D \left(\frac{D}{2} + L \right)$ 式中: $L = \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + h^2}$
圆锥台体		侧面积 $F_{\text{侧}} = \frac{\pi}{2} L (D + d)$ 全面积 $F = \frac{\pi}{2} \left[\frac{D^2}{2} + \frac{d^2}{2} + L (D + d) \right]$ 式中: $L = \sqrt{h^2 + \left(\frac{D - d}{2}\right)^2}$

1.2.2 体积计算

表 1.2-2 常见有规则物体的体积计算

物体名称	图 形	体 积 V 的 计 算 公 式
正 方 体 长 方 体		$V = a^3$ (对正方体 $a = b = c$) $V = a \times b \times c$
圆 柱 体		$V = \frac{1}{4} \pi D^2 L = \pi R^2 L$ 式中: D为底圆直径, R为底圆半径
球 体		$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{1}{6} \pi D^3$ 式中: R、D为球体半径和直径
球 缺		$V = \pi h^2 \left(R - \frac{1}{3} h \right)$ $= \frac{\pi}{6} h \left(h^2 + 3 r^2 \right)$ 式中: R、r为球体半径和球缺底圆半径
圆 锥 体		$V = \frac{1}{12} \pi h D^2 = \frac{1}{3} \pi h R^2$ 式中: D、R为底圆直径和半径

(续表)

物体名称	图 影	体 积 V 的 计 算 分 式
正 棱 锥 体		$V = \frac{1}{3} Fh$ 式中：F为棱锥体的底面积，计算法 见表1·2—1
圆 锥 台 体		$V = \frac{1}{12} \pi h (D^2 + d^2 + Dd)$ $= \frac{1}{3} \pi h (R^2 + r^2 + Rr)$ 式中： $D = 2R$； $d = 2r$
正 圆 锥 台 体		$V = \frac{1}{3} h (F_1 + F_2 + \sqrt{F_1 F_2})$ 式中： F_1、F_2分别为台体的上、下底面 积，计算法见表1·2—1

1·2·3 常用三角计算

在起重运输工作中，常常要进行三角计算，如起重扒杆，牵引及风缆绳索的选择计算等。所谓三角计算，就是在一个三角形中，已知某两边或某角、某边，而求解其他边、角的数学运算，也叫解三角形。一般有两种求解方法（如直角三角形）：一是应用勾股定理；二是应用三角函数（表1·2—3）。如图1·2—1在三角形ABC中，三个角 $\angle A$ 、 $\angle B$ 、 $\angle C$ 和三条边a、b、c是三角形的主要求解因素。

表1·2—5列举了起重常用的三角函数值，供进行三角计