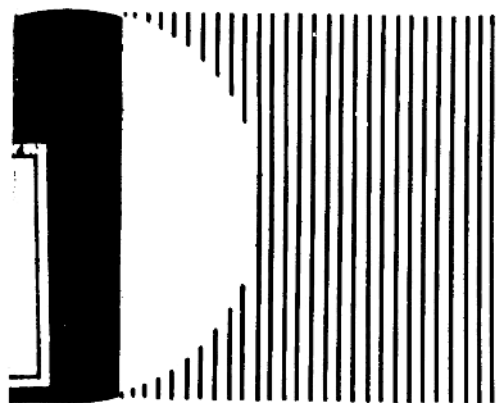


安装工人技术等级培训教材

设备安装起重工

● (初级工)

本培训教材编委会 组织编写



中国建筑工业出版社

安装工人技术等级培训教材

设备安装起重工

(初 级 工)

本培训教材编委会

组织编写

四川省工业设备安装公司

余智奇

主编

王万华

刘向东

曹

颖

编

福建省工业设备安装公司

林汉丁

主审

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

本书是建设部教育司审定的安装工人技术等级培训教材之一,是根据《安装工人技术等级标准》中的初级设备安装起重工应知、应会的要求编写的。内容包括有关设备起重的数学计算、力学及识图基本知识,起重的基本操作方法,起重索具与吊具,绳索的打结与接头方法,常用起重机具,起重与运输工艺,一般脚手架的搭拆及设备起重安全技术,并列举了设备起重操作实例。书中附有较多的计算例题及一定数量的复习题。

本书具有设备安装施工的特点,实用性强,并辅以解析图表,通俗易懂,便于建筑安装工人自学,是建设部指定的初级设备安装起重工的技术培训教材,也可供技工学校师生及从事设备安装工作的技术人员参考。

安装工人技术等级培训教材

设备安装起重工

(初 级 工)

本培训教材编写委员会 组织编写

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市燕华印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 9¹/₄ 字数: 206千字

1993年11月第一版 1993年11月第一次印刷

印数: 1—4,500册 定价: 5.75元

ISBN7-112-01966-4/TU·1504

(6989)

出版说明

为贯彻落实建设部教育工作会议精神，认真搞好建设系统职工的培训工作，尽快提高建设系统职工队伍的技术素质，我司在中国安装协会的协助下，在注意吸收国内外先进培训经验的基础上，组织编写了本套“安装工人技术等级培训教材”。

该套教材覆盖了建筑安装十个主要工种。每个工种的教材按初级工、中级工和高级工三个等级编写，并附有一本《安装工人技术等级培训计划与培训大纲》与之配套，全套教材共计31种。

本套教材在编写时以《安装工人技术等级标准》(JGJ 43—88)为依据，针对目前建设系统职工技术素质的实际情况和职工培训的实际需要，力求做到应知应会相结合。全套教材突出实用性，即侧重于全面提高职工的操作技能，辅以工人必须掌握的基本技术知识和管理知识，并较详细地介绍了成熟的、并已推广应用的新材料、新设备、新技术、新工艺。初、中、高三个等级的教材内容既不重复，又相互衔接，逐步深化。培训计划与培训大纲在编写时力求做到实用、具体，并列出了考核项目，供各地参照执行。

本套教材及培训计划与培训大纲已通过全国各地有关方面专家审定，现由中国建筑工业出版社出版，可供建筑安装工人培训、自学及技术竞赛之用。在使用过程中如发现问題，请及时函告我们，以便修正。

建设部教育司

“安装工人技术等级培训教材”
编委会

主任委员：杨筱悌 强十勃 吴小莎

委员（以姓氏笔画为序）：王旭

卢建英 刘克峻 李忠 杨同起

张峰 张文祥 林汉丁 孟宪明

赵恒忱 钱大治 蔡耀恺

目 录

一、起重基础知识	1
(一) 物体的基本计算方法.....	1
(二) 力学基础知识.....	16
复习题.....	51
二、识图基本知识	53
(一) 投影原理.....	53
(二) 三视图的基本知识.....	56
(三) 六视图、剖视图、剖面图的基本概念.....	57
(四) 设备安装图和平面布置图.....	60
(五) 建筑安装施工图.....	61
复习题.....	67
三、起重的几种基本操作方法	69
(一) 撬.....	69
(二) 滑与滚.....	71
(三) 顶与落.....	73
(四) 转.....	75
(五) 投.....	77
(六) 提.....	78
(七) 扳.....	79
复习题.....	81
四、起重索具与吊具	82
(一) 麻绳.....	82
(二) 钢丝绳.....	86
(三) 钢丝绳绳夹.....	96

(四) 绳索负荷能力的计算	98
(五) 索具的使用和保养	103
(六) 吊具与吊耳	107
复习题	120
五、绳索打结与接头方法	121
(一) 绳索打结及系结重物的方法	121
(二) 起重作业中常用的兜、锁、捆、卡、拴法	127
(三) 钢丝绳的插接	131
复习题	138
六、常用起重机具	139
(一) 滑车与滑车组	139
(二) 手拉葫芦与电动葫芦	154
(三) 千斤顶	160
(四) 绞磨	168
(五) 卷扬机	169
(六) 桅杆	175
(七) 缆风绳	193
(八) 地锚	195
(九) 人字桅杆的绑扎及缆风绳设置	200
(十) 起重机械的选择原则	203
(十一) 检查和排除简单起重机具的常见故障	205
复习题	208
七、起重与运输工艺	209
(一) 抬与扛	209
(二) 滚杠运输	211
(三) 装卸车起重工艺	214
(四) 搬运安全注意事项	218
(五) 一般构件及设备吊点的选择和找重心的方法	221
(六) 翻转设备的绑扎与吊装	224

(七) 设备运输道路的选择	227
(八) 设备挂绳及机床床体的保护	229
(九) 桅杆的竖立与拆除	234
(十) 起重信号	243
复习题	248
八、起重操作实例	249
(一) 滚杠、托排拖运设备箱	249
(二) 使用起重机械翻转设备	251
(三) 球磨机筒体顶升和轴瓦吊装	253
(四) 减速器检修的吊装	256
(五) 汽机缸体揭盖	259
复习题	262
九、一般脚手架的搭拆	263
(一) 扣件式钢管脚手架的搭拆	263
(二) 搭拆脚手架的安全注意事项	267
复习题	269
十、设备起重的安全技术	270
(一) 通用起重安全技术	271
(二) 设备起重作业的安全技术	274
(三) 设备运输的安全技术	281
(四) 安全用电知识	282
复习题	284
附录 初级设备安装起重工技术标准	285

一、起重基础知识

在设备的起重、装卸、搬运及安装过程中，经常会遇到运用数学和力学基础知识的有关问题，因此，起重工必须学习面积、体积、重量与三角函数等数学计算，以及静力学的基本概念，如力的三要素、力的合成与分解、力的平衡、杠杆原理与力矩等；还应学习同本专业有关的摩擦、材料力学的基础知识及起重工作级别的划分等。

（一）物体的基本计算方法

设备起重工在起吊、运输各种设备或构件时，首先应了解被吊装或运输的设备、构件的重量，再根据其重量和外形、施工条件等情况选择合适的起重机械及合理的施工方法。这样就需要进行有关数学和力学的计算，有关面积、体积、重量、单位换算、找重心等计算，这是每个起重工应掌握的基础知识。

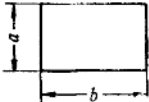
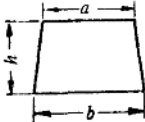
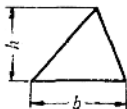
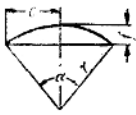
1. 面积、体积的计算：

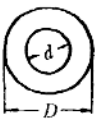
（1）面积计算 在施工中，为了选择布置施工场地或计算桅杆迎风面受力大小，均需进行有关面积计算。我们经常遇到的图形有四边形、圆形、三角形等。它们的面积计算公式见表 1-1。

对实际工作中遇到的不规则几何图形，我们可将其分割成多种规则的图形，按规则图形分别算出结果，然后将各图形的面积相加（或相减），即可得出总面积。

面积 (S) 的计算公式

表 1-1

名 称	图 形	计 算 公 式
正 方 形		$S = a^2$
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		$S = \frac{\pi}{4}d^2 = 0.785d^2$
弓 形		$S = \frac{\pi r^2 \alpha}{360} - c(r-f)$

名 称	图 形	计 算 公 式
圆 环		$S = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$
扇 形		$S = \frac{\pi r^2 \alpha}{360}$

【例1-1】 如图1-1, 是一构件的外形, 虽然看上去不规则, 但它可划分为三个规则的图形 (半圆形1、长方形2及三角形3), 设 $a = 1\text{m}$ 、 $L = 1.2\text{m}$ 、 $h = 0.3\text{m}$, 求总面积 S ?

【解】 半圆形面积 $S_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{\pi a^2}{4} \right) = \frac{1}{8} \times 3.14 \times 1^2 = 0.39\text{m}^2$

长方形面积 $S_2 = aL = 1 \times 1.2 = 1.2\text{m}^2$

三角形面积 $S_3 = \frac{1}{2} ah = \frac{1}{2} \times 1 \times 0.3 = 0.15\text{m}^2$

总面积 $S = S_1 + S_2 + S_3 = 0.39 + 1.2 + 0.15 = 1.74\text{m}^2$

(2) 体积的计算 在施工中, 为了确定设备或构件的重量, 往往需要先确定其体积, 再运用重量与体积、密度之间的关系, 推算出设备或工件的重量。几种常见图形体积的计算方法见表 1-2, 对几何形状不规则的物体的体积计算方法, 仍可分割成规则形体, 用叠加 (或扣减) 算法求出其体积。

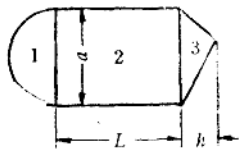
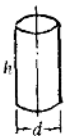
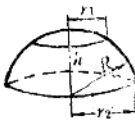
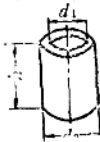
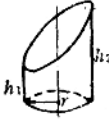


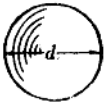
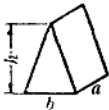
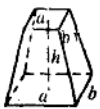
图 1-1 异形件面积计算

体 积 (V) 计 算 公 式

表 1-2

名 称	图 形	计 算 公 式
立 方 体		$V = abc$
圆 柱 体		$V = \frac{1}{4} \pi d^2 h = 0.785 d^2 h$
球 台		$V = \frac{1}{6} \pi h (3(r_1^2 + r_2^2) + h^2)$
空心圆柱体		$V = \frac{1}{4} \pi h (d_2^2 - d_1^2)$
圆 台		$V = \frac{1}{3} \pi h (r_1^2 + r_2^2 + r_1 r_2)$
正圆锥体		$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$
斜截圆柱体		$V = \pi r^2 \frac{h_1 + h_2}{2}$

续表

名 称	图 形	计 算 公 式
球 体		$V = \frac{1}{6} \pi d^3 = 0.524d^3$
直 三 棱 柱		$V = 0.5abh$
棱 台		$V = \frac{h}{6} [(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1]$
正六角形柱体		$V = 2.598b^2h$
四 棱 锥 体		$V = \frac{1}{3} abh$

【例 1-2】 如图 1-2 所示的物体，求它的体积。

【解】 由图可知，物体是由类似一个球体和两个圆柱体组成，在计算其体积时，只要分别算出两个球台和两个圆柱体的体积，然后相加即可得出物体的体积。

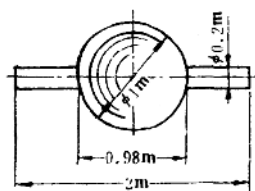


图 1-2 球体轴

$$\text{圆柱体的长 } L = \frac{1}{2}(2 - 0.98) = 0.51\text{m}$$

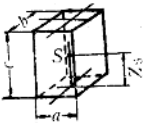
$$\begin{aligned}\text{圆柱体的体积 } V_1 &= \frac{1}{4}\pi d^2 h \\ &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times 0.2^2 \times 0.51 = 0.016\text{m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{球台的体积 } V_2 &= \frac{1}{6}\pi h[3(r_1^2 + r_2^2) + h^2] \\ &= \frac{1}{6} \times 3.14 \times \frac{0.98}{2} \left[3 \times (0.1^2 + 0.5^2) \right. \\ &\quad \left. + \left(\frac{0.98}{2} \right)^2 \right] \\ &= 0.26\text{m}^3\end{aligned}$$

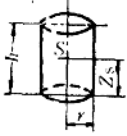
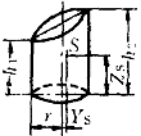
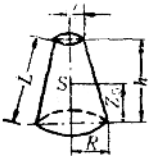
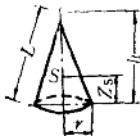
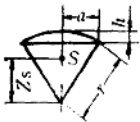
$$\begin{aligned}\text{物体的体积 } V &= 2V_1 + 2V_2 \\ &= 2 \times 0.016 + 2 \times 0.26 = 0.55\text{m}^3\end{aligned}$$

(3) 常见几何体的表面积、侧表面积及重心位置 设备安装工程中常见几何体有如下几种，它们的表面积、体积及重心位置见表 1-3。

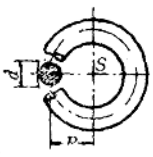
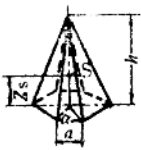
常见几何体的表面积、侧表面积及重心位置 表 1-3

简 图	表面积 F_n 、侧表面积 F	重 心 位 置
1. 长方体 	$F_n = 2(ab + bc + ca)$	$Z_s = \frac{c}{2}$
2. 球 体 	$F_n = 4\pi r^2 = \pi d^2$	球 心

续表

简 图	表面积 F_n 、侧表面积 F	重 心 位 置
3. 正圆柱体 	$F_n = 2\pi r(h + r)$ $F = 2\pi r h$	$Z_s = \frac{h}{2}$
4. 斜截圆柱体 	$F = \pi r(h_2 + h_1)$	$Y_s = \frac{r(h_2 - h_1)}{4(h_2 + h_1)}$ $Z_s = \frac{h_2 + h_1}{4} + \frac{(h_2 - h_1)^2}{16(h_2 + h_1)}$
5. 平截正圆锥体 	$F_n = F + \pi(R^2 + r^2)$ $F = \pi L(R + r)$ $L = \sqrt{(R - r)^2 + h^2}$	$Z_s = \frac{h(R^2 + 2Rr + 3r^2)}{4(R^2 + Rr + r^2)}$
6. 正圆锥体 	$F = \pi r L$ $L = \sqrt{r^2 + h^2}$	$Z_s = \frac{h}{4}$
7. 球圆扇形体 	$F_n = \pi r(2h + a)$ $F = \pi a r$	$Z_s = \frac{3}{8}(2r - h)$

续表

简 图	表面积 F_n 、侧表面积 F	重 心 位 置
8. 圆 环 	$F_n = 4\pi^2 Rr$	环 心
9. 棱锥体 	$F = \frac{\pi a}{4} \sqrt{2h^2 + a^2 \operatorname{ctg}^2 \alpha / 2}$ $\alpha = \frac{360}{n}$ $n = \text{底面边数}$	$Z_s = \frac{h}{4}$

2. 物体质量的计算：物体的质量，可根据下式计算：

物体的质量 = 物体的体积 × 物体的密度

前面我们已了解物体体积的计算方法，因此只要知道物体的密度即可计算出物体的质量。

由一种物质组成的物体的质量与它的体积之比，叫做这种物质的密度。由定义可知，物质的密度在数值上等于它的单位体积的重量，密度的单位为 g/cm^3 。各种常用物体的密度及每立方米的重量见表 1-4。

【例1-3】 有一块钢板，长6m，宽1.5m，钢板厚度为50mm。试求其重量？

【解】 钢板体积 $V = abc = 6 \times 1.5 \times 0.05 = 0.45 \text{m}^3$

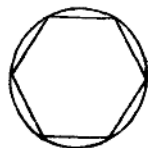
查表 1-4 可知，钢板每立方米的重量为 7.85t。根据物体的质量 = 物体的体积 × 物体密度。该钢板的重量为

$$0.45 \times 7.85 = 3.53 \text{ t}$$

各种常用物体的密度及每立方米的自重表 表 1-4

物体的材质	密 度 (g/cm ³)	每立方米体积的自重 (t)
钢、铸 钢	7.85	7.85
铸 铁	7.2~7.5	7.2~7.5
铸 铜	8.6~8.9	8.6~8.9
木 料	0.5~0.7	0.5~0.7
铅	11.3	11.3
铝	2.7	2.7
粘 土	1.9	1.9
混 凝 土	2.4	2.4
碎 石	1.6	1.6
松 土	1.2	1.2
砖	1.4~2.0	1.4~2.0
煤 油	0.8	0.8

3. 圆周等分弦的长度：将一个圆分成若干等分，如图 1-3 所示，圆周上每相邻两点用直线联接起来，则这条直线的长度就是圆周等分弦的长度。



在起重作业中，在设置桅杆的缆风绳锚桩位置时，可以按等分弦的长度计算公式弦长定点，其计算公式：

$$\text{弦长} = 2 \times \text{半径} \times \text{弦长系数}$$

公式中弦长系数的数值大小与圆周等分数有关，弦长系数见表 1-5。

圆 周 等 分 弦 长 系 数 表 1-5

等分数	弦长系数	等分数	弦长系数	等分数	弦长系数
3	0.8660	7	0.4339	11	0.2817
4	0.7071	8	0.3827	12	0.2859
5	0.5875	9	0.3420	13	0.2393
6	0.5000	10	0.3090	14	0.2225