

中国造船工程学会人才与教育学术委员会  
教材建设学组推荐

船舶工人培训丛书  
CHUANBO GONGREN PEIXUN CONGSHU

# 起重工艺学 (初级)

陈增贵 编

船舶工业教材编审室 审



哈尔滨工程大学出版社

# 起重工艺学

(初级)

陈增贵 编

哈尔滨工程大学出版社

## 内 容 简 介

本书重点讲解起重吊运的基础理论知识、基本操作方法和常用起重工具设备的正确操作、维护和保养,以及安全操作方面的知识。围绕船厂修造过程中的起重吊运方法,向广大读者介绍相关的经验和技能。

## 图书在版编目(CIP)数据

起重工艺学:初级/陈增贵编. — 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社, 2007.7

ISBN 978 - 7 - 81073 - 853 - 8

I . 起… II . 陈… III . 起重机械 - 操作 - 基本知识 IV . TH21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 105693 号

---

出版发行 哈尔滨工程大学出版社  
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号  
邮政编码 150001  
发行电话 0451 - 82519328  
传 真 0451 - 82519699  
经 销 新华书店  
印 刷 肇东粮食印刷厂  
开 本 787mm × 1 092mm 1/16  
印 张 8.25  
字 数 187 千字  
版 次 2007 年 8 月第 1 版  
印 次 2007 年 8 月第 1 次印刷  
定 价 15.00 元  
<http://press.hrbeu.edu.cn>  
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

---

# 序 言

造船工业是一门综合性工业,它的兴衰关系到国防、民生。国家的强盛、领土的完整离不开造船工业的发展,它是一个国家基础工业的象征。在制造过程中要进行许多生产部门的若干工种、工序的连续作业施工,才能完工。一些设备、船体分段和零部件,在车间、平台或码头上组装完成要吊到船台或坞内的船上安装,而这些设备、分段和零部件的质量,随着造船工业的发展和建造舰船吨位提升而不断加大,所有这些无不和起重、吊运有关。特别是对很多精密的重要的机械设备,吊运安装就是最后一道工序。万一碰、撞、摔、倒,轻者损坏设备、部件和变形,重者造成严重的伤亡事故,这方面的事故事例“随口可举”。因此也正因为这一工种在施工操作时具有它的重要性和特殊性,因此国家劳工部将它列为特殊工种,定期培训和复训、经考核合格才能上岗操作。

随着造船工业的不断提高,和工业生产基础设施不断发展,仅以造船业而论,在造船过程中的单船吨位日益提升,分段的拼装已向大吨位发展,和模块型、整机的吊装。这样施工方式,不但加快了造船进度、提高了造船技术,同时起重吊运技术和起重机械设施也得到了发展和提高。

目前起重机械化程度不断提高,很多设备在吊运过程中只需挂钩,指挥吊车就可完成。但是必须认识到,在没有吊车或电子工作场地狭窄,以及高层设备吊装,吊车无法施工的情况下,就不得不采用其他起重设备,如葫芦、滑轮组、卷扬机、桅杆、滚杠、绳索等简易的起重工具设备进行吊、拖、滚、顶等作业手段和方法。这样的起重施工方法和手段,目前在造船起重工作量中,还占很大部分。船舶艏部“轴舵系”的拆装过程中的起重吊运等就是一例。

就起重作业的性质而言,船厂的起重工不仅承担修造船过程中的起重吊运,同时还要担负企业向外拓展过程中,承接的工业性项目中的起重吊运和安装。

起重技术在我国有着悠久的历史,早在几千年前,我们的祖先利用石块作配重,利用木杆和绳索,制成简单的提升机械从井中提水,而他们创造的吊棺技术和铁索桥的架设技能,根据当时的历史条件,至今仍是难解之谜。这充分显示了我们古代劳动人民的勤劳、勇敢和聪明才智。

本书重点叙述起重、吊运的基础理论知识、基本操作方法和常用的起重工具设备,正确操作、维护和保养,以及安全操作等方面知识。重点围绕以船厂、修造船过程中的起重吊运方法,同时兼顾通用起重方面的操作手段和施工方法。

但同时必须指出的是,起重技术运用在我国已有几千年的历史要将这丰富的生产实践经验,全部概括总结,这很难以做到。实际上也没有这样的必要。作为一名起重员工,只要学会辩证地分析问题和解决问题,具有正确地思路和方法,具体客观的对待每件事,掌握事物的内在规律,抓住主要矛盾,全面考虑分析每一起运工作的特点和重点,正确地运用科学理论和起重施工方法,所面临的问题,总可以得到解决。在本书中介绍的一些典型操作方法,原则上侧重于一般规律介绍,这样有利于初、中级水平人员的理解和掌握,同时必须提示学员,为了更快更好地理解 and 掌握书中的内容,必须要参阅和掌握工程力学和物理学有关的书籍和知识。

在本书中,有一些起重工具、设备、操作方法,因作者受到前辈的影响,造成各地称呼不同,在本书中尽量采用国家规定的统一叫法和称呼(名称)。但有些方面肯定还会留有地方称呼的痕迹,在此只能用括号或双引号加以标注提示,同时希望读者谅解。

陈增贵

2004年6月8日

## 前 言

一个娴熟的技术工人就是人才,这是目前社会的共识。随着社会现代化的建设发展步伐不断加快,高水准的技术工人的缺乏,已像瓶颈般地阻碍生产力的发展和高新产品的开发,这一问题的严重性已不同程度地呈现在各个企业中。

为了延续和强化操作技能,全面提高船舶起重技术工人的技术素质,迎合船舶工业大发展的步伐,本书作者根据 1977 年 12 月中国船舶工业总公司颁布的《职业技能鉴定规范》(考核大纲),结合自己近三十年的从事起重作业经验,以自己所掌握和积累的技术方面的实践技能,总结自己从事起重作业职业教育十几年的教学经验编写了这本教材。为了更好地使每个学员能够由浅入深,通俗易懂地快速掌握、理解起重方面的理论知识和操作技能,作者搜集并参考了社会上现有的起重方面的书籍。在编写过程中注重结合船舶起重作业的特点。

在这套书籍中,有些起重工具、设备、操作方法,因本人受前辈们的影响,造成称呼和俗语与其他地方的不同,在书中虽已尽量采用国家规定的统一叫法和称呼(名称),难免有些地方还会留有地方称呼的痕迹,在此望同行及读者谅解。

教育是社会存在和发展的基础,技艺的传授也是一种教育的体现。编写这套起重工艺学,也是本人抱着探索的态度所作的尝试。学无止境,由于自己工作经验局限性和文化程度的不足,在这套书籍中肯定会有不少错误和不足之处,恳切希望得到广大读者的批评和指正。

陈增贵

2006 年 4 月 11 日

# 目 录

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第一章 物体的质量及重心 .....        | 1   |
| 第一节 面积的计算 .....           | 1   |
| 第二节 体积的计算 .....           | 3   |
| 第三节 物体质量的计算 .....         | 4   |
| 第四节 起重作业中常用计算量单位及换算 ..... | 7   |
| 第五节 简单形状物体重心的确定 .....     | 8   |
| 第六节 应用试题 .....            | 9   |
| 第二章 起重常用的吊具和索具 .....      | 10  |
| 第一节 麻 绳 .....             | 10  |
| 第二节 钢丝绳 .....             | 16  |
| 第三节 链 条 .....             | 24  |
| 第四节 卸 克 .....             | 27  |
| 第五节 吊 环 .....             | 30  |
| 第六节 钢丝绳绳卡的种类与使用 .....     | 34  |
| 第七节 应用试题 .....            | 36  |
| 第三章 起重工具和小型起重设备 .....     | 37  |
| 第一节 滑轮和滑轮组 .....          | 37  |
| 第二节 葫 芦 .....             | 52  |
| 第三节 摇车和卷扬机 .....          | 59  |
| 第四节 千斤顶 .....             | 63  |
| 第五节 撬棒 .....              | 68  |
| 第六节 应用试题 .....            | 70  |
| 第四章 起重作业基本操作方法(初级) .....  | 71  |
| 第一节 起重作业的性质 .....         | 71  |
| 第二节 起重作业的四要素 .....        | 71  |
| 第三节 起重作业的基本操作方法 .....     | 73  |
| 第四节 吊点的选择与物体的捆扎 .....     | 86  |
| 第五节 小型船只轴、舵系的吊装方法 .....   | 89  |
| 第六节 分段的种类,翻身及吊运 .....     | 95  |
| 第七节 应用试题 .....            | 97  |
| 第五章 船台与船坞 .....           | 98  |
| 第一节 船 台 .....             | 98  |
| 第二节 船舶下水 .....            | 100 |
| 第三节 船坞的种类和特点 .....        | 101 |
| 第四节 船舶进坞、落墩及出坞(简述) .....  | 106 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第五节 应用试题 .....      | 110 |
| 第六章 起重指挥与操作规程 ..... | 112 |
| 第一节 起重常用的指挥信号 ..... | 112 |
| 第二节 应用试题 .....      | 118 |
| 第三节 起重安全操作规程 .....  | 122 |



# 第一章 物体的质量及重心

在起重作业中,无论采用何种施工方法对一个物体进行移位或者搬运,首先都必须掌握了解该物体的质量(俗称重量)和重心,再根据物体的外形、施工场地情况等以合理地施工方法,选择合适的起重机械和吊索具,从而达到顺利完成起重施工的目的。

这样,就需要我们每个起重操作人员,必须掌握和了解有关数学、力学、物理学方面的知识,如有关各种形状物体的面积、体积的计算,以及不同材质的质量和重心的计算等。这也是每个起重人员都必须掌握的入门基础知识。

## 第一节 面积的计算

在起重作业中,为了合理地选择吊索具,以及根据物体的大小和所需吊装的位置,在选择正确的施工方法前,有时就需要对物体的面积和施工场地的面积进行计算,以此作为重要的参考数据之一。

而在起重作业中,经常接触到的图形有圆形、四边形、三角形等,它们的面积计算公式,如表 1-1 中所示。

表 1-1 面积(S)的计算公式

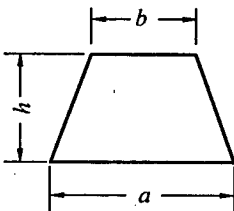
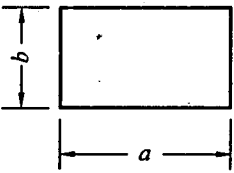
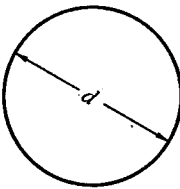
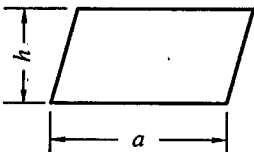
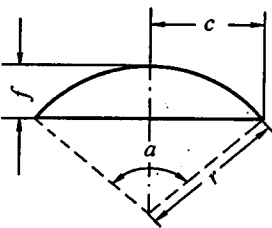
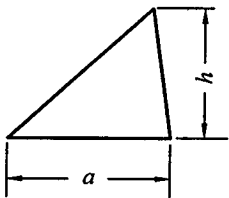
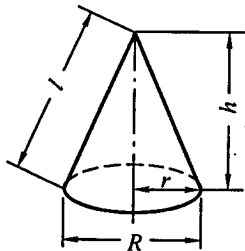
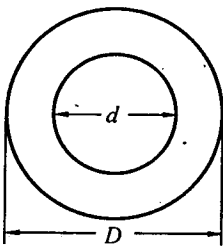
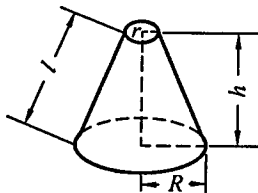
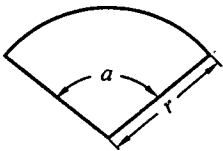
| 名称  | 图 形                                                                                 | 计算公式      | 名称 | 图 形                                                                                 | 计算公式                                      |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 正方形 |  | $S = a^2$ | 梯形 |  | $S = \frac{1}{2}(a + b)h$                 |
| 长方形 |  | $S = ab$  | 圆形 |  | $S = \frac{1}{4}\pi d^2$<br>$= 0.785 d^2$ |

表 1-1(续)

| 名称    | 图 形                                                                                 | 计算公式                              | 名称   | 图 形                                                                                 | 计算公式                                         |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 平行四边形 |    | $S = ah$                          | 弓形   |   | $S = \frac{\pi r^2 a}{360^\circ} - c(r - f)$ |
| 三角形   |    | $S = \frac{1}{2} ah$              | 圆锥   |    | $S = \pi rl$<br>(侧面积)                        |
| 圆环    |   | $S = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$   | 截头圆锥 |  | $S = \pi l (R + r)$<br>(侧面积)                 |
| 扇形    |  | $S = \frac{\pi r^2 a}{360^\circ}$ |      |                                                                                     |                                              |

但在实际工作中,所面对的设备或者和物体、物件,有时不一定像图标中所描绘的那样有规则的几何图形。在碰到这种不规则的形状物件时,我们可以把它分割成几个规则的图形,分别加以计算,然后把各个图形的面积相加,同样能求得它的总面积。如图1-1所示,这是一个物体的外形视图,它虽然看似不规则,但实际上它由三

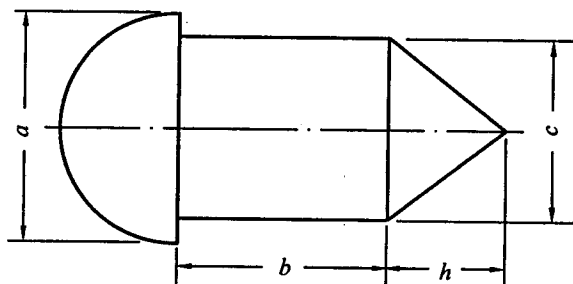


图 1-1

个规则形状图形所组成,即半圆形、长方形、三角形,为此在计算总面积时,只要分别将三个图形的面积先计算出来,然后相加即可得出它的总面积。

设  $a = 1 \text{ m}$ ,  $b = 2 \text{ m}$ ,  $h = 0.5 \text{ m}$ ,  $c = 0.7 \text{ m}$ , 计算

1. 半圆面积

$$S_1 = \frac{1}{2} \left( \frac{\pi}{4} a^2 \right) = \frac{1}{8} \times 3.14 \times 1 = 0.393 \text{ m}^2$$

2. 长方形面积

$$S_2 = bc = 2 \times 0.7 = 1.4 \text{ m}^2$$

3. 三角形面积

$$S_3 = \frac{1}{2} ch = \frac{1}{2} \times 0.7 \times 0.5 = 0.175 \text{ m}^2$$

总面积

$$S_{\text{总}} = S_1 + S_2 + S_3 = 0.393 + 1.4 + 0.175 = 1.968 \text{ m}^2$$

## 第二节 体积的计算

起重作业中面对的一件件不同形状的物体,为了制定正确的施工方法和方案,同时能正确地配备工具设备及吊索具。首先应知道设备或物件的质量,而要正确地计算和了解物体的质量,就需要知道物体的体积。

通常情况下,常见图形的体积的计算方法,如表 1-2 所示。

表 1-2 体积(V)的计算公式

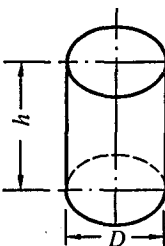
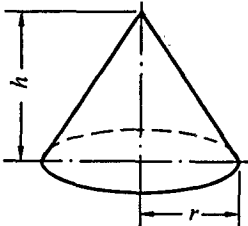
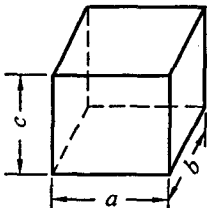
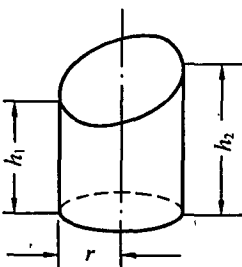
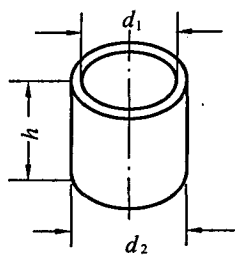
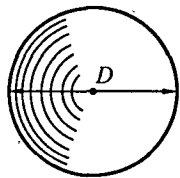
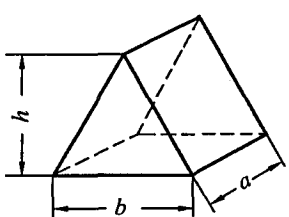
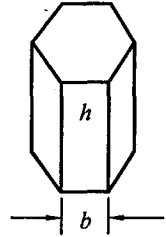
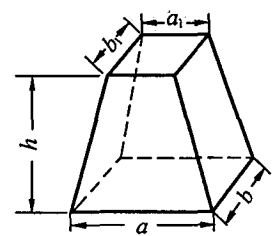
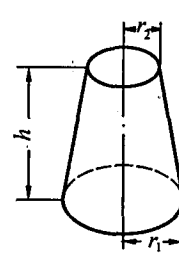
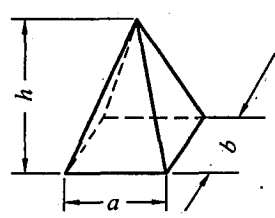
| 名称  | 图 形                                                                                 | 计算公式                                        | 名称    | 图 形                                                                                  | 计算公式                              |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 圆柱体 |  | $V = \frac{1}{4} \pi D^2 h$ $= 0.785 D^2 h$ | 正圆锥体  |  | $V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$       |
| 正方体 |  | $V = abc$                                   | 斜截圆柱体 |  | $V = \pi r^2 \frac{h_1 + h_2}{2}$ |

表 1-2(续)

| 名称    | 图 形                                                                                 | 计算公式                                            | 名称     | 图 形                                                                                | 计算公式                                              |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 空心圆柱体 |    | $V = \frac{1}{4} \pi h (d_2^2 - d_1^2)$         | 球体     |   | $V = \frac{1}{6} \pi D^3 = 0.523 D^3$             |
| 直三棱柱  |    | $V = 0.5 abh$                                   | 正六角形柱体 |   | $V = \frac{3}{2} \sqrt{3} b^2 h = 2.598 b^2 h$    |
| 棱台    |   | $V = \frac{h}{6} [(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1]$ | 圆台     |  | $V = \frac{1}{3} \pi h (r_1^2 + r_2^2 + r_1 r_2)$ |
| 四棱锥体  |  | $V = \frac{1}{3} abh$                           |        |                                                                                    |                                                   |

如上表所示是属于单一规则的物体,相对而言,在计算上还是较方便的,但是在日常起重作业中往往所面对的物件或者物体,是由几个不同形状的规则物体组合而成,形成形状怪异的物件或物体。面对这样的物体只要耐心、仔细观察、把不规则形状物体分别分解成几个规则形状物体分别计算的方法,最后合成,同样可以取得该物体的体积总和。

### 第三节 物体质量的计算

地球上的一切物体都受到地球引力的作用,地球对于物体的这种吸引力就叫做物体的重力。

质量的计算公式为:

$$Q = V\rho$$

式中  $Q$ ——物体质量;

$V$ ——物体体积;

$\rho$ ——材料密度。

在现实生产和生活中,我们应该了解物体体积相同不等于它们的质量相等的这一道理。

例:我们用同一大小的布袋,分别盛装满大米和棉花,最终我们就感觉到它们的质量明显的不同,有很大区别,但它们的体积相近,为什么会产生质量的不同呢?这就是大米和棉花的密度不同。

而密度是单位体积内某种物质的质量,密度的单位是由质量和体积的单位共同决定的。常用材料的密度见表 1-3。

表 1-3 常用材料密度表

| 序号 | 材料名称  | 密度 $\rho/t/m^3$ | 序号 | 材料名称  | 密度 $\rho/t/m^3$ |
|----|-------|-----------------|----|-------|-----------------|
| 1  | 钢铁    | 7.8~7.85        | 15 | 汽油    | 0.66~0.75       |
| 2  | 铝     | 2.7             | 16 | 柴油    | 0.78~0.82       |
| 3  | 紫铜    | 8.9             | 17 | 煤油    | 0.8             |
| 4  | 黄铜    | 8.4~8.8         | 18 | 玻璃    | 2.6             |
| 5  | 青铜    | 7.5~8.9         | 19 | 木材    | 0.4~1.05        |
| 6  | 镍     | 8.9             | 20 | 煤     | 1.2~1.8         |
| 7  | 锡     | 7.3             | 21 | 焦炭    | 0.27            |
| 8  | 锌     | 6.9             | 22 | 碎石    | 1.6             |
| 9  | 铅     | 11.4            | 23 | 钢筋混凝土 | 2.3~2.5         |
| 10 | 汞(水银) | 13.6            | 24 | 聚乙烯   | 0.91~0.95       |
| 11 | 水     | 1.0             | 25 | 泡沫塑料  | 0.013~0.045     |
| 12 | 海水    | 1.03            | 26 | 空气    | 0.001 29        |
| 13 | 冰     | 0.9             | 27 | 砖     | 1.4~2.0         |
| 14 | 酒精    | 0.8             | 28 | 泥土    | 1.2~1.9         |

例 1 有一钢质圆球,它的直径为 1 m,求其质量。已知:  $D = 1\text{ m}$ ,  $\rho = 7.85\text{ t/m}^3$ , 求  $V$ ,  $Q$ 。

解  $V = \frac{1}{6}\pi D^3$ ,  $Q = V \cdot \rho$

$$Q = \frac{1}{6}\pi D^3 \cdot \rho = \frac{1}{6} \times 3.14 \times 1^3 \times 7.85 = 4.108\text{ t}$$

答:该钢质圆球的质量为 4.108 t。

例 2 有一只封闭箱体,由长 12 m,宽 10 m,高 2 m,厚 24 cm 的钢板组成,其质量是多少吨?如图 1-2。

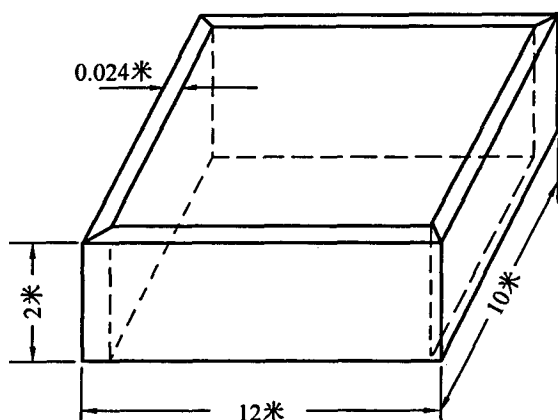


图 1-2

第一种计算方法,可根据封闭箱体的六块钢板采用分解计算的方法,求得每块钢板的体积,然后相加求得总的体积,再乘以其密度,最终得到箱体的总质量。即:

已知:  $a = 12 \text{ m}$ ,  $b = 10 \text{ m}$ ,  $h = 2 \text{ m}$ ,  $\rho = 7.85 \text{ t/m}^3$ , 钢板厚  $= 24 \text{ mm} = 0.024 \text{ m}$ 。

求:  $V_{\text{体}}$ ,  $Q_{\text{总}}$ 。

解  $V_{\text{体}} = 2(\text{长} \times \text{宽} + \text{长} \times \text{高} + \text{宽} \times \text{高}) \times \rho = 2(12 \times 10 + 12 \times 2 + 10 \times 2) \times 0.024 = 7.87 \text{ (m}^3\text{)}$

$$Q = V \cdot \rho$$

$$Q = 2(ab + ah + bh)0.024 \times \rho$$

$$= 2(12 \times 10 + 12 \times 2 + 10 \times 2)0.024 \times 7.85 = 61.795 \approx 61.8 \text{ t}$$

答:该封闭形箱体的质量为 61.8 t。

第二种计算方法:即外形面积减内形面积再乘以高度,求得一框形体积,然后加上底板和顶板的体积最终得到总的体积,再乘以密度,同样得到箱体的总质量。即

$$\begin{aligned} V &= h(\text{外长} \times \text{外宽} - \text{内长} \times \text{内宽}) + 2(a \cdot b) \text{厚度} \\ &= 2(12 \times 10 - 11.952 \times 9.952) + 2(12 \times 10) \times 0.024 \\ &= 2 \times 1.0536 + 5.76 \\ &= 7.87 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$Q = V \cdot \rho = 7.87 \text{ m}^3 \times 7.85 \text{ t/m}^3$$

$$61.7795 \approx 61.8 \text{ t}$$

答:该箱体的质量为 61.8 t。

通过以上二道例题使我们了解 and 掌握了对一般物体的体积和质量的计算方法和手段,但是在日常起重作业中,所碰到的物体,不可能全部像例题中所展现的形状那样规则。如一台外形不规则的机械设备,我们不可能把它一一分解而加以计算,而要了解和掌握它的质量,只有两种途径求得。

1. 根据设备的技术资料获得它的质量。

2. 估重法:采用对应相似形体质量的比较,估计出该设备的近似质量,这就是我们日常起重作业中常用的物体估重法。这一估重法的准确性与实际工作经验密切相关,同是估重结果,往往误差较大,在这需在实际操作中逐步积累经验加以修正,确定它的近似质量。

#### 第四节 起重作业中常用计量单位及换算

在我们日常工作中和生活中,往往会看到各种计量单位,有公制计量单位,也有英制计量单位,随着国家的对外开放和与国际接轨,在我国规定使用统一的法定计量单位,公制计量单位中采用十进制计算方法。相对而言,英制计量单位,计算时比较麻烦。但是在起重作业中有时还会遇到英制计量单位。在大力推行法定计量单位情况下,出于实际工作需要,对英制计量单位这种计量方法我们还需掌握和了解。因为在一部分老工人中至今还习惯地使用英制,如对钢丝绳的规格不是用毫米,而是习惯用英寸,为了新老交替和工作上的方便,将法定单位与英制的单位换算方法列在下面,以供参考。

##### ①英制长度单位

$$1 \text{ 英尺} = 12 \text{ 英寸} = 304.8 \text{ mm}$$

$$1 \text{ 英寸} = 8 \text{ 分} = 25.4 \text{ mm}$$

$$1 \text{ 吩} = 4 \text{ 塔(角)} = 3.175 \text{ mm}$$

$$1 \text{ 塔(角)} = 0.794 \text{ mm}$$

##### ②法定长度单位:

$$1 \text{ km(公里)} = 1\,000 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 100 \text{ mm}$$

$$1 \text{ dm} = 10 \text{ cm}$$

$$1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

##### ③英制面积单位换算

$$1 \text{ m}^2 = 9 \text{ 平方市尺} = 10.764 \text{ 平方英尺}$$

##### ④质量单位换算

$$1 \text{ 吨(t)} = 1\,000 \text{ 公斤(kg)}$$

$$1 \text{ 千克(kg)} = 1\,000 \text{ 克(g)}$$

$$1 \text{ 千克(kg)} = 2 \text{ 斤(市斤)}$$

$$1 \text{ 吨(t)} = 0.984\,21 \text{ 英吨} = 1.102\,3 \text{ 美吨} = 2\,204.6 \text{ 磅}$$

##### ⑤英美制质量单位换算

$$1 \text{ 英吨(长吨, l·ton)} = 2\,240 \text{ 磅}$$

$$1 \text{ 美吨(短吨, sh·ton)} = 2\,000 \text{ 磅}$$

##### ⑥容积单位换算

$$1 \text{ 升} = 1\,000 \text{ mm}^3 = 61.023\,7 \text{ 立方英寸} = 0.22 \text{ 英加仑} = 0.264 \text{ 美加仑(液量)}$$

$$1 \text{ 毫升} = 1 \text{ 立方厘米(cc)}$$

##### ⑦功率单位

$$1 \text{ 米制马力} = 0.735 \text{ 千瓦(kW)}, 1 \text{ 英制马力(hp, HP)} = 0.745 \text{ 千瓦(kW)}$$

$$1 \text{ 千瓦(kW)} = 1.36 \text{ 米制马力}$$

##### ⑧重力单位的换算

$$1 \text{ 吨力(tf)} = 9.8 \text{ 千牛(kN)}$$

$$1 \text{ 千克力(kgf)} = 9.8 \text{ 牛(N)}$$

## 第五节 简单形状物体重心的确定

重心是物体所受重力的合力作用点。在起重作业中,设备的吊装、翻身、吊索具的受力分配、组件的吊装等都要考虑物体的重心,在起重作业时,如果没有找到重心,在起重吊装时,就会造成吊索具的受力不均,甚至会使设备在起吊过程中发生倾倒的危险。

再则,任何物体都受到地球的引力,而物体内部各点都要受到重力的作用,各点重力的合力就是物体的重力,合力的作用点就是物体的重心。为此也可以说物体的重心是物体各部分重力的中心。一个物体不论在什么地方,不论怎么安放,它的重心在物体内部的位置不会改变,同时也说明了我们用一台起重机吊一个物体,无论是平吊还是倾斜吊,吊钩的垂直线始终通过物体的重心。对一个不规则物体在确定它的重心时,采用二次悬吊法,吊钩垂线相交点就是它的重心,就是运用这一理论。

物体的重心可以用数学方法求得。形状规则的物体其重心位置比较容易确定,如长方形物体,其重心位置在对角线的交点上,圆棒的重心在它的中间截面的圆心上,三角形的重心位置在三角形三条中线的交点上。如果物体是由两个或两个以上基本规则的外形组合,可以分别求出各部分的重心,然后用力矩平衡的方法,求出整个物体的重心。

### 1. 如何计算复杂的物体的重心,其重心位置如何确定

如果有几个几何体形成的形状较为复杂的物体重心,可以先求出它的每部分的重力和重心,然后再用求平行力的合力方法求整个物体的重心。

**例** 有一块匀质座板,厚 50 mm,由两块矩形板拼接而成,左面一块为 500 mm × 1 000 mm,右面一块为 300 mm × 1 000 mm,求其重心位置。如图 1-3 所示。

左面一块板的重心在 A 点, 体积为

$$V_1 = 0.5 \times 1 \times 0.05 = 0.025 \text{ m}^3$$

右面一块板的重心在  $B$  点，  
体积为

$$V_2 = 0.3 \times 1 \times 0.05 = 0.015 \text{ m}^3$$

$AB$  间的距离为

$$1 \times \frac{1}{2} + 0.3 \times \frac{1}{2} = 0.65 \text{ m}$$

板的材料密度为  $\rho$ , 则左面一块板的重力  $G_1 = 0.025t$ , 右面一块板的重力  $G_2 = 0.015t$ 。设座板的重心在  $C$  点, 距  $A$  点为  $x$ , 则:

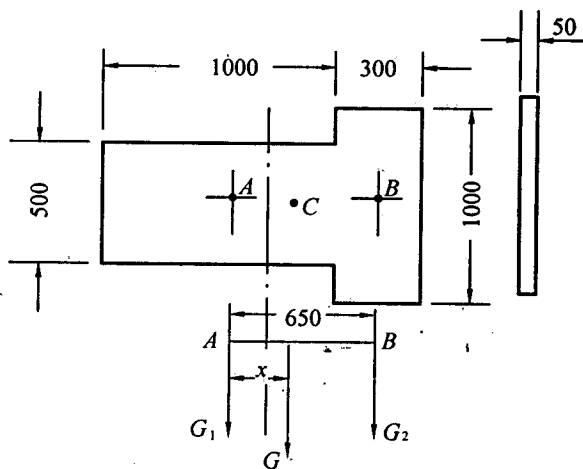


图 1-3

$$G_1 x = G_2 (AB - x)$$

即

$$(G_1 + G_2)x = G_2 \times AB$$



$$x = \frac{G_2 \times AB}{G_1 + G_2} = \frac{0.015 \times 0.65}{0.025 + 0.015} = \frac{0.00925}{0.04} = \frac{0.925}{4} = 0.244 \text{ m}$$

座板的重心(距离一块板的重心 A 为 0.244 m, 即距最左端 0.744(=0.5+0.244) m。

注:如果左右材质不同,在计算过程中必须分别算出左右不同材质的重力。

## 第六节 应用试题

1. 有一空芯圆柱体,它的外径为 1.2 m,内径为 0.9 m,它的截面积是多少平方米?
2. 有一正圆锥体,它的高度为 3 m,底径为 2 m,它的体积为多少立方米?
3. 有一圆台,它的底面直径为 1 m,顶面直径为 0.5 m,高 1.5 m 用钢质材料制成,它的实际质量为多少吨?
4.  $\frac{3}{4}$  寸 =    mm, 1.5 尺 =    m?
5. 在起重作业中确定重心的方法有哪几种?
6. 用单台起重机吊物时,吊物的状态无论怎么变化,吊钩的重力线,始终通过物体重心,为什么?