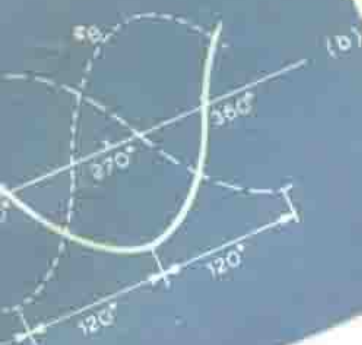


新技术、科学系列

技术科学手册



J. O. 伯德 著
科学出版社

012

新技术、科学系列

技术科学手册

J. O. 伯德 著

李义发 译

杨顺华 校

SY52/22

科学出版社

内 容 简 介

本手册是英国巴特沃思出版公司出版的新技术、科学系列之一,它以简明的形式介绍了学生、技术员、技工和工程师所必须掌握的关于电、电工、电机、机械、流体、热等基本工程科学中的公式、定义、计量标准单位及有关大量数据和资料等。全书分为一般的技术科学、电的技术科学和机械技术科学三大部分。由于编排简洁明了,而且信息量大,内容极为丰富,所以本手册是一部很有实用价值的工具书和参考书。

本手册特别适用于普通中学、技术学校的学生和技工,同时也是工程技术人员、工程师和有关师生必不可少的工具书和参考书。

J. O. Bird

ENGINEERING SCIENCE POCKET BOOK

Butterworth & Co. (Publishers) Ltd., 1983

新技术、科学系列 技术科学手册

J. O. 伯德 著

李义发 译

杨顺华 校

责任编辑 陈菊华

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年5月第一版 开本: 787×1092 1/32

1991年5月第一次印刷 印张: 12 7/8

印数: 0001—3 100 字数: 292 000

ISBN 7-03-001850-8/O·361

定价: 9.80 元

前 言

本技术科学手册是专为学生、技术员和工程师准备的,给他们提供一些在学习和工作过程中所需要的、容易查阅的有关基本工程科学的公式、定义和一般资料。

本手册需要的预备知识很少,适用于许多学科,特别是对为取得技术员证书、中等教育证书及专科院校水平的在校学生十分有用。

本书著者对于出版社和编辑 A.J.C.May 先生所给予的友好合作及所提出的宝贵意见表示感谢,同时对 D.S Ayling 先生同意从他的《机械科学检验手册》(Mechanical Science Checkbook)中摘用某些资料表示感谢。此外,对于 Elaine Woolley 夫人以高超打字技术打出全部手稿表示感谢。

最后,还要特别感谢我的夫人 Elizabeth 在编写本手册的过程中所给予的耐心帮助和鼓励。

J.O.伯德

目 录

前言.....	i
---------	---

A. 一般的技术科学

第 一 章 SI单位制.....	1
第 二 章 密度.....	5
第 三 章 物质的原子结构.....	6
第 四 章 基本的化学反应.....	12
第 五 章 标量和矢量.....	16
第 六 章 标准量符号和它们的单位.....	17

B. 电的技术科学

第 七 章 基本直流电路理论.....	22
第 八 章 直流电路分析.....	36
第 九 章 电的化学效应.....	51
第 十 章 电容器和电容.....	61
第十一章 电磁学和磁路.....	68
第十二章 电磁感应和电感.....	80
第十三章 交流电流和电压.....	85
第十四章 单相串联交流电路.....	96
第十五章 单相并联交流电路.....	106
第十六章 交流电路分析.....	115
第十七章 半导体二极管.....	127
第十八章 晶体三极管.....	135

• iii •

第十九章	三相系统	145
第二十章	直流瞬态过程	155
第二十一章	单相变压器	170
第二十二章	直流电机	178
第二十三章	交流电动机	190
第二十四章	电测量仪表和测量方法	198

C. 机械技术科学

第二十五章	速率和速度	221
第二十六章	加速度和力	225
第二十七章	线动量和线冲量	231
第二十八章	线性运动和角运动	234
第二十九章	摩擦	240
第三十章	波	244
第三十一章	光线	249
第三十二章	力作用在物体上的效应	257
第三十三章	硬度和冲击试验	267
第三十四章	重心和平衡	272
第三十五章	作用在一点上的共面力	274
第三十六章	简支梁	282
第三十七章	功、能和功率	292
第三十八章	转矩	299
第三十九章	简单机械	305
第四十章	热能	314
第四十一章	热膨胀	323
第四十二章	温度的测量	328
第四十三章	流体压强	342
第四十四章	理想气体定律	352

第四十五章	水和水蒸气的性质·····	358
第四十六章	流体的运动·····	365
第四十七章	流体流速的测量·····	372
第四十八章	简谐运动和固有振动·····	387
索 引	·····	393
后 记	·····	403

A. 一般的技术科学

第一章 SI单位制

1.1 在技术和科学中应用的单位制是国际单位制,通常简称为SI单位制,这个单位制以米制为基础。它是在1960年创立的,到现在已被大多数国家采纳,作为测量的法定单位制。

1.2 SI单位制的基本单位列于表1.1中。

表 1.1 国际单位制的基本单位

量 的 名 称	单 位 名 称	单 位 符 号
长 度	米	m
质 量	千克(公斤)	kg
时 间	秒	s
电 流	安[培]	A
热力学温度	开[尔文]	K
物质的量	摩[尔]	mol
发光强度	坎[德拉]	cd

1.3 SI单位制可通过使用(乘数)词头进行扩大和缩小,词头是表示乘以或除以一个特定的量。八个最普通倍数的含义列于表1.2中。

1.4 (i)长度是表示两点之间的距离的物理量。它虽然常常用厘米(cm)、毫米(mm)和千米(km)来表示,但其标准单位是米(m)。它们之间的关系如下:

$$1\text{cm}=10\text{mm}, 1\text{m}=100\text{cm}=1000\text{mm};$$

表 1.2

词头符号	词头名称	词 头 的 含 义
T	太[拉]	乘以 1 000 000 000 000 (即 $\times 10^{12}$)
G	吉[咖]	乘以 1 000 000 000 (即 $\times 10^9$)
M	兆	乘以 1 000 000 (即 $\times 10^6$)
k	千	乘以 1 000 (即 $\times 10^3$)
m	毫	除以 1 000 (即 $\times 10^{-3}$)
μ	微	除以 1 000 000 (即 $\times 10^{-6}$)
n	纳[诺]	除以 1 000 000 000 (即 $\times 10^{-9}$)
p	皮[可]	除以 1 000 000 000 000 (即 $\times 10^{-12}$)

$$1\text{km}=1000\text{m}.$$

(ii)面积是对一个平面大小或范围的一种度量,它是由长度乘以长度来度量的。如果这些长度的单位是米,那么,面积的单位则为平方米(m^2),即

$$\begin{aligned} 1\text{m}^2 &= 1\text{m} \times 1\text{m} = 100\text{cm} \times 100\text{cm} = 10\,000\text{cm}^2 \text{ 或 } 10^4\text{cm}^2 \\ &= 1000\text{mm} \times 1000\text{mm} = 1\,000\,000\text{mm}^2 \text{ 或 } 10^6\text{mm}^2, \end{aligned}$$

反之,有

$$1\text{cm}^2 = 10^{-4}\text{m}^2 \quad \text{和} \quad 1\text{mm}^2 = 10^{-6}\text{m}^2.$$

(iii)体积是对固体所占空间的一种度量,它是通过长度乘以长度乘以长度来度量的。如果这些长度的单位是米,那么,体积的单位则为立方米(m^3),即

$$\begin{aligned} 1\text{m}^3 &= 1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m} = 100\text{cm} \times 100\text{cm} \times 100\text{cm} \\ &= 10^6\text{cm}^3 = 1000\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 1000\text{mm} \\ &= 10^9\text{mm}^3, \end{aligned}$$

反之,有

$$1\text{cm}^3 = 10^{-6}\text{m}^3 \quad \text{和} \quad 1\text{mm}^3 = 10^{-9}\text{m}^3.$$

用于测量体积的还有其它一些单位,例如测量液体的单

位就有 L(升), 这里

$$1\text{L}=1000\text{cm}^3.$$

(iv) 质量表示某一物体中物质的量, 它是用 kg(千克)来度量的, 且有

$$1\text{kg}=1000\text{g}(\text{或 } 1\text{g}=10^{-3}\text{kg})$$

和

$$1\text{t}(\text{吨})=1000\text{kg}.$$

1.5 导出的 SI 单位是基本单位的组合, 这种单位有很多, 其中两个例子是

速度 米每秒(m/s),

加速度 米每秒平方(m/s²)*.

(a) 电荷的单位为 C(库[仑]), 这里 1C 为 1A s(1C=6.24 × 10¹⁸ 个电子电荷). 库仑是用电量来定义的, 即在 1 秒(s)内, 1 安[培](A)的电流流过回路中某一给定点的电量为 1C. 因此, 在以 C 为单位时, 电荷 Q 为

$$Q=It,$$

这里 I 是以 A 为单位的电流, t 是以 s 为单位的时间.

(b) 力的单位是 N(牛[顿]), 这里 1N 为 1kg m/s². 牛顿是用力来定义的, 即使质量为 1kg 物体产生 1m/s² 加速度的力为 1N. 因此, 以牛顿**为单位的力为

$$F=ma,$$

这里 m 是以 kg 为单位的质量, a 是以 m/s² 为单位的加速度. 重力(或称为重量)为 mg , 其中 $g=9.81\text{m/s}^2$.

(c) 功或能量的单位为 J(焦[耳]), 此处, 1J 为 1N m(牛顿 米). 焦耳定义为所做的功或所传递的能量, 即当 1N 的

* 按 SI 单位名称, 应为米每二次方秒.

** 牛顿这个单位是在 1900 年提出的, 在 1938 年得到了国际电工委员会的批准, 1948 年被第九届国际计量大会正式采纳. ——译者注

力作用于某一物体上，使其在力的方向上通过 1m 的距离所做的功(或所传递的能量)为 1J。因此，以J为单位时，对某一物体所做的功为

$$W = Fs,$$

这里 F 是以N为单位的力， s 是物体在力的方向上所通过的距离(以m为单位)。能量就是做功的能力。

(d)功率的单位是 W(瓦[特])，这里 1W 为 1J/s。功率定义为做功或传递能量的速率。因此，以瓦特为单位的功率是

$$P = \frac{W}{t},$$

此处 W 是以 J 为单位的功或所传递的能量， t 是以 s 为单位的时间。因此，以 J 为单位时的能量是

$$W = Pt.$$

(e)电位(电势)的单位是 V(伏[特])，这里 1V 为 1J/C。V 定义为导体中两点之间的电位差，即当此导体运载 1A 的电流耗散 1W 功率时相应的电位差就是 1V，即

$$V = \frac{W}{A} = \frac{J/s}{A} = \frac{J}{A \cdot s} = \frac{J}{C}.$$

在某一电路中两点之间的电位差值就称为电位差，由诸如电池或发电机等能源装置所提供的电动势(e.m.f.)是以 V 为单位来测量的。

• 4 •

第二章 密 度

2.1 (i)密度是物质每单位体积的质量,密度所用的符号为 ρ (希腊字母“柔”),它的单位为 kg/m^3 。于是,得到

$$\text{密度} = \frac{\text{质量}}{\text{体积}},$$

即

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{或} \quad m = \rho V \quad \text{或} \quad V = \frac{m}{\rho},$$

这里 m 是以 kg 为单位的质量, V 是以 m^3 为单位的体积, ρ 是以 kg/m^3 为单位的密度。

(ii)密度的一些典型值包括:铝: 2700kg/m^3 ;铅: 11400kg/m^3 ;钢: 7800kg/m^3 ;软木: 250kg/m^3 ;铜: 8900kg/m^3 ;铸铁: 7000kg/m^3 ;水: 1000kg/m^3 ;汽油: 700kg/m^3 。

2.2 (i)物质的相对密度为物质的密度对水的密度之比,即

$$\text{相对密度} = \frac{\text{物质的密度}}{\text{水的密度}},$$

相对密度不具有单位,因为它是两个同类的量之比。

(ii)相对密度的典型值可从上一段(即2.1)中所列数值来确定(因为水的密度为 1000kg/m^3),它们包括:铝:2.7;铅:11.4;钢:7.8;软木:0.25;铜:8.9;铸铁:7.0;汽油:0.7。

(iii)液体的相对密度(过去称为“比重”)可用比重计来测定。

第三章 物质的原子结构

3.1 自然界中存在着大量的各种不同物质，每一种物质所包含的1种或多种的基本材料称为元素，所谓元素是指这样的一种物质，它不能用化学方法将它分离成任何更简单东西。

有92种天然出现的元素和13种人工产生的元素。一些普通元素所用的符号如下：

氢(Hydrogen)	H	氦(Helium)	He
碳(Carbon)	C	氮(Nitrogen)	N
氧(Oxygen)	O	钠(Sodium)	Na
镁(Magnesium)	Mg	铝(Aluminium)	Al
硅(Silicon)	Si	磷(Phosphorus)	P
硫(Sulphur)	S	钾(Potassium)	K
钙(Calcium)	Ca	铁(Iron)	Fe
镍(Nickel)	Ni	铜(Copper)	Cu
锌(Zinc)	Zn	银(Silver)	Ag
锡(Tin)	Sn	金(Gold)	Au
汞(Mercury)	Hg	铅(Lead)	Pb
铀(Uranium)	U		

3.2 元素是由一些非常小的基元所组成的，这些基元称为原子。

原子是元素的最小部分，它能参与化学变化和保持该元素的特性。每一种元素只具有单独一种类型的原子。

在原子理论中，可以把一个原子的模型看作是一个微型

的太阳系。它是由一中心核以及围绕该中心核作轨道运动的若干称为电子的载负电荷的粒子所组成，电子的运动轨道是处在某些称为壳层的固定(能)带之中。原子核含有称为质子的带正电荷粒子和称为中子的不带电荷粒子。与质子和中子相比，电子有非常小的质量。一个原子是呈电中性的，因为它所含的质子数和电子数相等。在一个原子中，质子数被称为以该原子为基元的元素的原子序数。所有元素按它们的原子序数的排列就构成元素周期表。

最简单的原子是氢原子，它具有一个围绕核作轨道运动的电子和由一个质子组成的核。因此，氢的原子序数为1。氢原子的示意图如图 3.1(a) 所示。氦具有两个围绕核作轨道运动的电子，这两个电子占据着同一壳层，与核具有相同距离，如图 3.1(b) 所示。

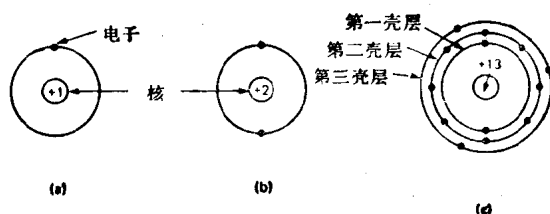


图 3.1 (a) 氢原子; (b) 氦原子; (c) 铝原子

一个原子的第一壳层最多只能容纳 2 个电子，第二壳层最多只能容纳 8 个电子，第三壳层最多只能容纳 18 个电子。因此，对于铝原子，它具有 13 个围绕核作轨道运动的电子，这 13 个电子的排列情况如图 3.1(c) 所示。

3.3 当不同元素结合在一起时，这些不同元素的原子将连结而形成一种新物质的基元，这种结合在一起的原子构成独立的原子群，称为分子。

一个分子就是一种物质能够单独而又稳定存在的最小部分。同一种物质的所有分子都是相同的。

原子和分子是构成物质的基本结构单元。

3.4 当不同元素以化学方式结合时,它们的原子键合形成一种称之为化合物的新物质的分子。

化合物是一种由两种或两种以上元素以化学方式结合而成的新物质,这些元素的性质已发生了变化。例如,氢和氧这两种元素与水绝然不同,但是水却是氢和氧在发生化学结合后所形成的化合物(H_2O)。

化合物的各组分具有固定的比例,而且要把它们分离开来也是困难的。

化合物的例子如下:

(i)水(H_2O)。一个水分子是由两个氢原子和一个氧原子化合而形成的。

(ii)二氧化碳(CO_2)。一个二氧化碳分子是由一个碳原子和两个氧原子化合而形成的。

(iii)硫酸铜(CuSO_4)。一个硫酸铜分子是由一个铜原子、一个硫原子和四个氧原子化合而形成的。

3.5 混合物是不同物质以非化学反应方式而结合在一起的产物。混合物与其各成分具有相同的性质,此外,混合物的各成分并不具有固定的比例,这些成分也容易被分离开来。

混合物的一些例子如下:

(i)油和水。

(ii)糖和盐。

(iii)空气,它是氧、氮、二氧化碳和其他一些气体的混合气体。

(iv)铁和硫。

(v)沙和水。

3.6 溶液是一种液体,有其他一些物质溶解于其中。

溶液是一种混合物,而且从该混合物中,不可能用静置法或过滤法把两种组分分离开来。例如,糖溶解于茶水中,盐溶解于水中,硫酸铜晶体溶解于水中形成清澈的蓝色溶液。这种被溶解的物质,可以是固体、液体或气体,这些物质称为溶质,而把能够溶解溶质的液体称为溶剂。因此,有

溶质 + 溶剂 = 溶液。

溶液看来是清澈的,而且不随时间而变化。

3.7 悬浮液是一种液体和固体粒子的混合物,这些固体粒子在该液体中是不溶解的。将此悬浮液静置或用过滤方法可以把这些固体粒子从液体中分离出来。悬浮液的一些例子如下:

(i)沙悬浮于水中。

(ii)白垩(即粉笔的粉)悬浮于水中。

(iii)汽油和水。

3.8 (i)如果某种物质可溶解于一种液体,那么,称这种物质为可溶的,例如,糖和盐都可溶于水。

(ii)如果在某一特定温度下,将糖连续不断地加入到水中,并不断进行搅动,于是会到达这样一点,此时不能再使更多的糖溶解。一种溶液,如果在保持温度恒定的条件下不能再溶解更多的溶质,则称此溶液为饱和溶液。

(iii)溶解度是在一给定温度下可溶于0.1kg溶剂中的某种溶质的最大的量。

例如,在20℃时,氯化钾溶于水的溶解度为每0.1kg水含34g(氯化钾),或者说其百分溶解度为34%。

(iv)混合溶液的温度、溶质颗粒的大小和对该混合溶液的搅拌程度是影响固体在该液体中的溶解度的诸因素。

3.9 晶体是由原子或分子有规则、有次序的排列而形成的各种不同图样结构，即由物质基本结构单元组成的有序堆积。大多数固体在形式上是结晶体，其中包括普通的盐和糖晶体以及各种金属。非晶体的物质，则称为非晶态物质，例如，玻璃和木材等。

结晶是固体以晶体形式从溶液中分离出来的一种过程。这个过程可通过如下方法来实现，即将溶质不断地加入到溶剂中，直至达到饱和，然后提高温度，再加进更多的溶质，达到新的饱和状态，重复这样的过程，直至最后得到浓溶液，此时将该浓溶液进行降温冷却，于是晶体将自然析出。

在自然界中也存在着晶态物质的若干例子，如石墨、石英、金刚石和常见的盐。

3.10 晶体的大小是可以变化的，但是它始终具有规则的几何形状，这种形状具有平滑的表面、直的棱边，而且两表面之间还具有确定的夹角。两种普通晶体的形状示于图 3.2 中。普通的食盐晶体[图 3.2(a)]两表面之间的夹角总是 90° ，而石英晶体[图 3.2(b)]的则总是 60° ，特定的材料总是可生长出具有精确相同形状的晶体。图 3.3 示出的是氯化钠的晶体点阵，这个结构始终是由 4 个钠原子和 4 个氯原子所组成的立方形状晶体，该图还示出氯化钠晶体的原子间连结情形。

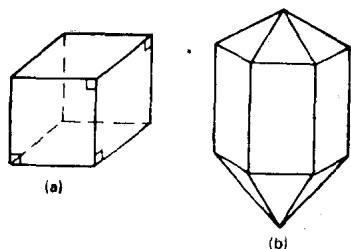


图 3.2