

WULI JISUAN
SHOUCE

物理计算手册

〔英〕J.J. 图马 著 黄振岗 译

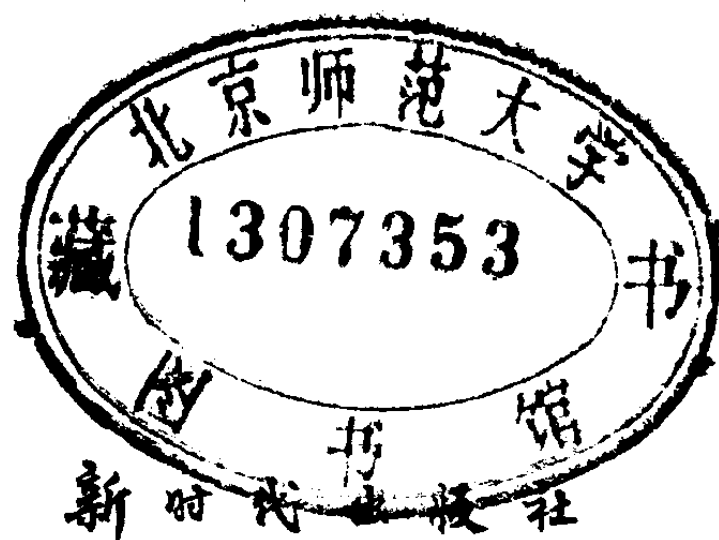
新时代出版社

物理计算手册

〔美〕 J. J. 图马 著

黄振岗 译

341/87/57



内 容 简 介

本手册总结了初、中等工程物理学的主要定义、公式、图表和实例。该手册共有十章和两个附录。各章依次介绍物理计算基础知识、刚体静力学和动力学、变形体力学、流体力学、热力学和气体力学、静电学和电磁学、振动和声学、几何光学和波动光学；附录包括主要物理常数和各种材料的性质、各种单位制及其相互关系。

本手册适合于从事实际工作的各类科研、设计、生产等工程技术人员，也适合于理工院校师生和中等学校教师使用参考。

Handbook of Physical Calculations

J. J. Tuma

McGraw-Hill 1976

*

物理计算手册

〔美〕 J. J. 图马 著

黄振岗 译

新时代出版社出版 新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092毫米 32开本 18.75印张 415千字

1985年9月第1版 1985年9月北京第1次印刷

印数：00,001—20,200册

统一书号：15241·58 定价：3.80元

译者的话

《物理计算手册》一书是美国俄克拉荷马州立大学教授 J. J. 图马所撰写的手册之一。本书内容广博，图表丰富，标题醒目，取材得宜，称得上目前国内外同类物理手册中的一部优秀著作。从书名可知，本书特别注重计算，全书列举有大量物理计算实例，这也是本书区别于其它物理手册的特点之一。

本书概括了初等和中等工程物理学的主要定义、公式、图表和实例，适合于理工院校师生和中等学校教师使用参考。从事实际工作的各类科研、设计、生产等工程技术人员也能十分方便地从本书找到他们所需要的物理学知识，因而本书是这些人员置于案头供随时翻阅的实用参考书。

本书以普通物理学为主，兼及理论力学、材料力学、水力学、气体力学等学科的基础知识，相信出版后一定会受到我国土木建筑、水利、动力、机械等专业人员的欢迎。

本书的附录 B 列举了各种单位制，使我们能毫不费力地从一种单位制换算为另一种单位制。国内编写的各种物理手册中涉及英制的篇幅很少，本书则大量收进各种英制单位，恰可弥补国内同类书籍之不足。

在翻译过程中改正了若干错误，为了节省篇幅，没有一一加注。本书涉及的学科极广，因本人学识有限，译文中难免有缺点和错误，望读者不吝指正。

序

本手册简明扼要地总结了初等和中等工程物理学的主要定义、公式、表格和例子，可供从事实际工作的工程师、建筑师和工艺师置于案头随时翻阅。本书既是入门书，又是复习材料，给人们提供了简单并易于理解的物理基础知识，尤其强调实用。除非绝对必要，书中决不引用超出初等数学范围的数学公式。

本书的内容分四个部分：

第一部分包括工程物理的各种应用。这部分共分十章，按标准顺序排列，对应于工程、建筑和工艺专业中大学物理课程所需的材料。所解答的许多问题说明了物理原理并对许多重要问题给使用者提供了大量现成答案。

第二部分是物理表格（附录 A）。这部分以表格形式汇集了主要的物理常数，固体、液体和气体的密度，结构材料的力学性质，粘滞系数和摩擦系数，工程材料的热学、电学、声学 and 光学性质，截面和均匀固体的静力和惯量性质。

第三部分介绍各种单位制及其相互关系（附录 B）。该附录汇编了各种单位符号，集录了国际单位制、米制和英制的基本单位和导出单位以及说明各单位制相互关系的换算因子的表格。所有换算因子均用七位数字加上经改进的科学计数法表示。

第四部分是索引●。

● 因篇幅关系，本书将索引略去。——译者

本手册的叙述方式有以下特点：每一条目均有编号；全部公式均以一般形式表示并举出数值例子说明这些公式的应用；特殊情形以表格形式表示，以便查阅。

在进行具体计算时，本书列举出采用各种单位制的表示形式，以便读者了解这些单位制之间的换算关系。

本书内容广博，参考资料丰富，包括了工程物理学中的重要分支。因篇幅所限，书中没有列出参考文献的完整目录，望读者鉴谅。

J. J. 图马

目 录

第一章 物理计算基础	1
1-1 物理量和单位	1
1-2 国际单位制	2
1-3 标量和矢量	4
1-4 数值计算	6
1-5 有效近似	11
第二章 刚体静力学	15
2-1 静力学的基本概念	15
2-2 静力	19
2-3 静力矩	24
2-4 力系	31
2-5 共面力系	34
2-6 空间力系	41
2-7 分布力	48
2-8 摩擦	57
第三章 刚体动力学	66
3-1 质点运动学	66
3-2 质点动力学	81
3-3 刚体运动学	105
3-4 刚体动力学	117
3-5 功, 能量, 功率	137
3-6 简单的机械	150
第四章 变形体力学	159
4-1 固体的特性	159

4-2	力学试验	161
4-3	线弹性, 基本情形	166
4-4	弹性均匀梁	174
4-5	弹性均匀轴	184
第五章 流体力学		191
5-1	流体的性质	191
5-2	流体静力学	198
5-3	流体动力学	215
5-4	圆管中的流体流动	231
5-5	明渠中的流体流动	239
5-6	涡轮机	248
第六章 热力学和气体力学		256
6-1	温度和热	256
6-2	理想气体	264
6-3	体积随温度的变化	273
6-4	传热	277
6-5	热力学	286
6-6	热机	297
第七章 静电学和电流		304
7-1	电场力	304
7-2	电位和电容	308
7-3	直流电流	320
7-4	直流电路基础	325
7-5	直流电路计算	333
第八章 磁学和电动力学		344
8-1	磁力和磁场	344
8-2	电磁场	356
8-3	电磁感应	359
8-4	交流	368

8-5 交流电路系统的复数运算	378
8-6 基本交流电路一览表	385
8-7 电流的瞬变过程	403
第九章 振动和声学	410
9-1 机械振动	410
9-2 波动力学	426
9-3 普通声学	434
9-4 可听声声学	440
第十章 几何光学和波动光学	446
10-1 波动光学	446
10-2 光线的几何形状	455
10-3 镜	464
10-4 透镜	473
附录 A 物理表	480
A-1~A-2 物理常数	480
A-3~A-13 天体数据	483
A-14 化学元素	489
A-15~A-21 密度	491
A-22~A-26 力学性质	500
A-27 地球重力加速度	504
A-28~A-29 摩擦	505
A-30 世界上的时区	508
A-31 材料的硬度	508
A-32~A-35 粘滞系数	511
A-36~A-38 表面张力	515
A-39~A-42 流量系数	517
A-43~A-48 管道中的摩擦	519
A-49~A-59 热力学性质	525
A-60~A-66 电学性质	536

A-67	美国标准大气压	541
A-68~A-70	声速	543
A-71~A-73	反射系数	545
A-74~A-78	折射率	547
A-79~A-80	平面截面的性质	549
A-81~A-82	均匀立体的性质	551
附录 B	换算表	553
B-1	等效值简表	553
B-2~B-5	单位符号汇编	553
B-6	基本单位制	560
B-7	国际单位制单位的十进倍数单位	560
B-8~B-10	导出单位制	561
B-11~B-14	长度, 面积, 体积, 容积	565
B-15~B-17	力, 质量, 力矩	569
B-18~B-20	面积, 体积和质量的转动惯量	572
B-21~B-24	时间, 平面角, 速度, 加速度	573
B-25~B-28	压强, 密度, 温度	575
B-29~B-32	能量, 功, 功率, 比热	577
B-33~B-34	热传导, 对流	580
B-35	溶解热, 汽化热和燃烧热	582
B-36	气体常数单位	583
B-37~B-39	绝对粘滞系数, 运动粘滞系数和阻尼粘滞系数	584
B-40~B-43	电学量和磁学量	588
参考文献		590

第一章 物理计算基础

1-1 物理量和单位

1. 定量度量

(a) **物理量**如长度、重量、温度等,可通过与称为**度量单位**的同类量进行比较来度量。

(b) **物理量的量值** Q 可用确定单位数目的数值因子 N (无量纲的数)和表示量纲的单位符号 u 表示。其解析表达式为

$$Q = Nu$$

例

15千克的质量可用

$$N = 15 \quad u = \text{kg} = \text{千克质量表示。}$$

100米/秒的速度可用

$$N = 100 \quad u = \text{m/s} = \text{米/秒表示。}$$

2. 基本单位和导出单位

(a) **单位的产生** 各种度量单位(如米、千克、摄氏温度等)决不是自然就规定好了的,而是人们按照国家或国际习惯进行选择的结果。

(b) **分类** 因物理量有基本型(长度、质量、时间、温度等)和导出型(体积、速度、功等)两类,它们的单位同样也定义为基本单位和导出单位两类。

(c) **单位制** 在附录B-6中,我们介绍其中三种单位

制，它们是英制 (FPS)、米制 (MKS) 和国际单位制 (SI)●。

(d) **换算因子** 属于同一物理量的两种单位间的关系可用换算因子 (无量纲的数) 进行换算。具体的换算因子在相应单位初次出现处的正文中给出，这些换算因子全部搜集在附录 B● 中。

例

$$1 \text{ 英尺} = 0.3048 \text{ 米}$$

反之

$$1 \text{ 米} = \frac{1}{0.3048} \text{ 英尺} = 3.2808 \text{ 英尺}$$

1-2 国际单位制

1. 国际单位制的建立

(a) **协定** 在1960年召开的第十一届国际计量大会上，将米制作了若干修改后命名为“国际单位制”，缩写符号为“SI”，并在各种语言中使用。

(b) **建议** 该届大会的会员建议在一切科学、技术、应用和教学工作中都采用国际单位制。

-
- FPS—英尺·磅·秒，MKS—米·千克·秒，SI—米·千克·秒。
 - 本书介绍的换算关系是按照设在法国塞夫勒的国际计量局 (IBWM)，设在瑞士日内瓦的国际标准化组织 (IOS)；设在华盛顿的美国国家标准局 (NBS) 和美国国家宇航局 (NASA) 所规定的标准。关于更详细的资料请参阅：IOS报告31，第 I 部分“国际制单位”，1956；第 II 部分“周期单位和有关现象”，1958；第 III 部分“力学单位”，1960；第 IV 部分“热学单位”1960；第 V 部分“电学和磁学单位”，1963。NBS综合出版物286“计量单位、定义和当量表”1967。NASA出版物 SP-7012“国际单位制、物理常数和换算因子”，C. A. Mechtly, 1964。

2. 国际单位制的单位●

(a) **单位的类型** 国际单位制的单位包括SI基本单位、SI导出单位、SI辅助单位和与国际单位制并用的单位。

(b) **SI基本单位** SI基本单位的名称、符号和定义见表1-2-1。

表1-2-1 SI基本单位

名 称	符 号	量	参见(本手册节)
米	m	长度	2-1
千克(公斤)	kg	质量	3-2
秒	s	时间	3-1
摩尔	mol	物质的量	6-2
安培	A	电流	7-3
开尔文	K	热力学温度	6-1
坎德拉	cd	发光强度	10-1

(c) **SI导出单位** 国际单位制的导出单位是SI基本单位的倍数、乘积和商。最常用的SI导出单位见表1-2-2。

表1-2-2 SI导出单位

名 称	符 号	量	用SI单位表示的表示式	参 见 (本手册节)
牛顿	N	力	$\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$	3-2
焦耳	J	能量(功)	$\text{N} \cdot \text{m}$	3-5
瓦特	W	功率	J / s	3-5
帕斯卡	Pa	压强	N / m^2	5-1
库仑	C	电量	$\text{A} \cdot \text{s}$	7-1
伏特	V	电势	W / A	7-2
欧姆	Ω	电阻	V / A	7-3
法拉	F	电容	C / V	7-2
亨利	H	电感	$\Omega \cdot \text{s}$	8-3
韦伯	Wb	磁通量	$\text{V} \cdot \text{s}$	8-1
特斯拉	T	磁通量密度①	Wb / m^2	8-1
流明	lm	光通量	$\text{cd} \cdot \text{sr}$	10-1
勒克斯	lx	光照度	lm / m^2	10-1

① 亦称磁感应强度。——译者

● 国际单位制的使用规则,按《中华人民共和国法定计量单位》和《中华人民共和国国家标准,GB3100~3101-82》执行,本书按国际标准用全称。——译者

(d) **SI 辅助单位** 两个 SI 辅助单位的名称、符号和定义见表 1-2-3。

表1-2-3 SI辅助单位

名 称	符 号	量	参见(本手册节)
弧 度	rad	平面角	2-1
球 面 度	sr	立体角	10-1

(e) **SI 单位的十进制 倍数和分数单位** 用 SI 单位的倍率、词冠和符号定义的 SI 单位的十进制位数和分数单位示于附录 B-7。

(f) **与国际单位制并用的单位** 与国际单位制并用的单位的名称、符号和定义见表 1-2-4。

表1-2-4 与国际单位制并用的单位

名 称	符 号	量	与SI单位的关系	参见(本手册节)
升	l	容积	10^{-3}m^3	5-1
千克力	kgf	力	9.807N	3-2
达因	dyne	力	10^{-5}N	3-2
巴	b	压强	$10^{-5}\text{N}/\text{m}^2$	5-1
工程大气压	at	压强	$10^4\text{kgf}/\text{m}^2$	5-1
托	torr	压强	$13.595\text{kgf}/\text{m}^2$	5-1
物理大气压	atm	压强	760torr	5-1
尔格	erg	能量	$10^{-7}\text{N} \cdot \text{m}$	3-5
马力(米制)	hp	功率	735.498W	3-5

1-3 标量和矢量

1. 定义

(a) **物理量** 基本上有两类：标量和矢量。

(b) **标量** 只用量值确定的量, 例如质量、长度、时间和温度等。

(c) **矢量** 用量值和方向 (作用线和指向) 确定的量, 例如力、力矩、位移、速度和加速度。

2. 标量表示法

(a) **符号表示法** 标量可用斜体字 a 、 b 、 c 、 $\dots$, A 、 B 、 C 、 $\dots$, α 、 β 、 γ 、 $\dots$ 等表示。

(b) **几何图形表示法** 标量可用一段带有标度的直线段表示, 该标度是由标量单位度量的。

(c) **数值表示法** 标量可用数值因子和单位符号的乘积表示。

3. 矢量表示法

(a) **符号表示法** 矢量可用黑体字[●] a 、 b 、 c 、 $\dots$, A 、 B 、 C 、 $\dots$ 等表示。

(b) **几何图形表示法** 矢量可用一条有方向的线段表示 (图1-3-1)。

例

$$\mathbf{V} = \overrightarrow{ij}$$

此处线段 ij 是矢量长度 (模), 用 i 和 j 表示的直线称为作用线, 箭头表示矢量的指向。

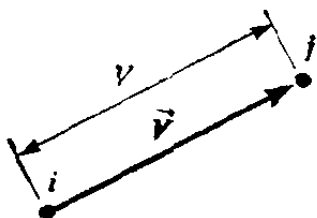


图 1-3-1

● 原文中规定矢量用黑正体表示, 我国习惯规定用黑斜体。——译者

(c) **数值表示法** 矢量可用矢量长度 (是一标量) 与称为单位矢量的方向符号的乘积来表示, 即

$$V = V \mathbf{v}$$

式中 V ——数值因子和单位符号的乘积;

$\mathbf{v}$ ——无量纲的方向符号。

(d) 在工程计算中, 矢量常常用它在选定坐标系中的分量表示, 矢量记号则弃置不用; 本书在进行数值计算时, 不用矢量记号。

1-4 数值计算●

1. 物理量的运算

(a) **加减** 只有属于同一类并且有相同单位的物理量才能加减。

例

$$100\text{米} + 5\text{米} = 105\text{米}$$

$$100\text{米} + 5\text{厘米} = 100\text{米} + 0.05\text{米} = 100.05\text{米}$$

(b) **乘除** 不同类的物理量可以进行乘除, 但各项必须用相同的单位制或换算为相同的单位制表示。

例

$$15\text{千克力} \times 25\text{米} = 375\text{千克力} \cdot \text{米}$$

而

$$\begin{aligned} 15\text{千克力} \times 80\text{英尺} &= 15\text{千克力} \times (80 \times 0.3048)\text{米} \\ &= 365.76\text{千克力} \cdot \text{米} \end{aligned}$$

(c) 在有确定物理关系的方程中, 两边的量必须用相同的单位表示。

● J. J. Tuma, "Technology Mathematics Handbook", McGraw-Hill, New York, 1975, pp. 254~257.

2. 有效数字

(a) 测得的数据总是不完全精确的, 如以十进制符号记录下来, 则这些数据由一组有限的称之为有效数字的十进制数字组成, 最后一位有效数字称为可疑数字。

(b) **零** 如果零的左右有其它数字或特别标明其它数字时, 则零就是一个有效数字; 否则, 用来确定小数点的零, 就不是有效数字。

例

123.4... 四位有效数字 (1, 2, 3, 4)

0.056... 两位有效数字 (5, 6)

(c) **科学表示法** 任何数 N 均能表示为

$$N = q \times 10^n$$

式中 q ——在1~10之间的数;

n ——整数。

例

$$5130 = 5.13 \times 10^3 \quad 0.083 = 8.3 \times 10^{-2}$$

(d) 换算因子常常用科学表示法的改进形式表示, 这里, 10的幂只用它带符号的幂指数表示 (附录 B)。

例

$$5130 = 5.13 \times 10^3 = 5.13 (+03)$$

$$0.083 = 8.3 \times 10^{-2} = 8.3 (-02)$$

3. 有效数字的取舍

(a) **一个数的舍入** 就是舍弃这个数最后一位或几位数字的过程。在舍弃数字时, 如果被舍弃的数字等于或大于5, 则被保留的最后一位数字应该增加1 (参见表1-3-1)。

例