

[美] M. H. 格林 著
徐 幼 先 译

米制换算手册

计 量 出 版 社

米制换算手册

〔美〕 M. H. 格林 著

徐幼先 译 李慎安 刘兴隆 校

机械工业出版社

1981

内 容 提 要

本书主要为17个计量类别由美国的惯用计量制换算成米制提供了准确的、详细的、易掌握的系数，并详细地介绍了国际单位制。是一本数字精确性较高、实用性较强的工具书。可供计量系统、科研单位、厂矿企业有关人员及高中以上学校师生参考使用。

METRIC CONVERSION HANDBOOK

MARVIN H. GREEN
CHEMICAL PUBLISHING CO.
New York, N. Y
1978

米 制 换 算 手 册

[美] M. H. 格林 著
徐幼先 译 李慎安 刘兴隆 校

—*—

计量出版社出版
(北京和平里11区7号)

北京计量印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

—*—

开本 850×1168 1/32 印张 6 1/4
字数 160 千字 印数 1—50,000
1982年9月第一版 1982年9月第一次印刷
统一书号 15210·164
定价 1.15 元

科技新书目：29—173

译 者 的 话

本书为17个计量类别由美国的惯用计量制换算成米制提供了精确的、详细的、易掌握的换算系数，并较详细地讨论了国际单位制。

换算系数表占了本书的大部分篇幅。表格和正文是分开的，读者能够方便、迅速地查到换算系数。

国际单位制是当前国际上公认的先进的单位制度，是米制发展的现代形式。现在许多国家和国际组织都在纷纷采用国际单位制，八十年代国际单位制在全世界通用已成大势所趋。近几年来，我国陆续参加了许多国际性组织，扩大了国际间的科学技术合作，并颁布了以国际单位制为基础的《计量单位名称与符号方案(试行)》，因此，国内各界对了解、掌握国际单位制的要求日益迫切。本书对此也将是大有裨益的。

本书基本上是全文翻译，只对个别与我国使用习惯关系不大的冷僻单位作了删节。各类换算数字都尽可能地作了核对。单位名称、定义基本上参照已出版的书刊的习惯译法译出。对于一些量纲式的读法，在我国尚未作统一规定的情况下，较严格地依照原文翻译。

由于我们水平所限，错误和不妥之处在所难免，恳切希望读者批评指教。

1981. 12.

目 录

引言和使用方法	(1)
国际单位制(SI)	(6)
计量类别和计量单位	(14)
为便于换算成国际单位制的几点建议	(37)
补充单位	(54)
角度	(57)
面积	(59)
原子能单位	(70)
密度和浓度	(75)
电和磁	(84)
能	(91)
流量	(103)
力	(108)
长度	(112)
光	(124)
质量	(127)
功率	(136)
压力	(148)
温度	(161)
时间	(166)
速度	(171)
体积	(177)
参考文献	(190)

引言和使用方法

本书的主要目的，是为美国的惯用计量制和米制的换算提供准确的、详细的、易掌握的系数。书中详细讨论了国际单位制。它基本上是米制，能把许多计量类别连成一个合理的一贯体系。它可写成SI，是由法文 *Système International d'Unités* 简写成的。对这个简写字，以后大家都会熟悉的。书中提出一些建议，使惯用制换算成SI的工作易于进行。大多数（但不是全部）被推荐在实践中和科学上使用的单位是SI的一部分。事实上，许多非SI米制单位应当由SI单位代替。

书中为下列17个计量类别提供了换算系数：

- | | |
|----------|--------|
| 1. 角度 | 10. 光 |
| 2. 面积 | 11. 质量 |
| 3. 原子能单位 | 12. 功率 |
| 4. 密度和浓度 | 13. 压力 |
| 5. 电和磁 | 14. 温度 |
| 6. 能 | 15. 时间 |
| 7. 流量 | 16. 速度 |
| 8. 力 | 17. 体积 |
| 9. 长度 | |

现在袖珍计算器比较便宜，许多商店里都在卖。大部分计算器能运算8位或10位数字，因此，本书中绝大部分换算系数都给到10位有效数字。所有计算曾至少达到16位精度。当然，在大多数情况下和对大多数人来说，这样的精度并不需要。但是，把10位数字化整为所需要的位数，这是轻而易举的事。而把位数从几位扩大到许多位，则要进行大量工作。

对需要高精度的人们，本书提供了必要的系数。有了那么多

极好的计算器，只要化费很少的额外劳动，就可以运算 10 位数字。

换算系数表占了本书大部分篇幅。这些表的主要特点和使用方法列举如下：

1. 表格和正文分开，这样读者容易迅速找到换算系数。

2. 17 个计量类别按英语字母顺序排列。

3. 在每一类内(温度除外)，单位按递进顺序排列；在每个单位下面，换算系数也按递进顺序排列。

4. 为了醒目起见，每张表前均有如下说明：

1 千克力每平方厘米等于：

5. 所有计算曾至少达到 16 位精度。为了证实这些系数是否精确，许多计算曾超过这个位数。

6. 所有精确的换算关系只给到所要求的位数；不必要的零没有加上。例如，1 卡路里正好等于 4.184 焦耳。

7. 所有精确的换算关系都有星号 (*) 加于其后，并且不用 10 的幂表示。

8. 几乎所有不精确的换算关系都给到 10 位有效数字。温度、原子能单位和压力的换算系数例外，这些系数是以小于 10 位精度的被测值为基础的。

9. 如果要用 10 位以上的数字来表明系数是精确的，那么，这个系数给到所需要的位数。例如，蒲式耳正好等于 35.239 070 166 88 升。

10. 小数点两边的数字，每三位数一组，留一间隔。小数点左边的数字不用逗号分隔。早在 1948 年，国际上就规定取消逗号。有些国家用逗号，不用小数点。

11. 0.1 和 0.000 001 之间所有不精确的系数均以小数形式给出。比其小的系数使用 10 的指数。小数点左边 9 位数以上的那些不精确的系数也用 10 的幂表示。

12. 缩写只是用来节省篇幅。

13. 每一节（温度除外）的结尾是补充单位，它们一般不象表内单位那样常用。电和磁与光两节不仅列出单位，还加上了补充类别。

14. 温度一节在格式上与其它各节不同。它包括等式、表格以及用简易法换算温标的实例。

“国际单位制（SI）”这章当然是很专门的。它介绍国际上著名的专家写的 SI 基本单位、导出单位和辅助单位的精确定义。这章简略讨论 SI，列出许多已被接受与 SI 并用的非 SI 单位和未被接受的其它单位。有一张表列出 SI 单位及其符号以及其它 SI 单位表示法。还有一张表介绍 SI 词头。

我们必须承认，SI 是许多国家的专家完成的一项真正巨大的工作，无论对公众或对科学界都有深远意义。

“计量类别和计量单位”这章也是很专门的。每类都把单位列成表。单位一般分为米制和惯用制两类。本章还介绍了量纲，列出并讨论了 SI 单位。

基本的或定义的换算系数是这样的系数，如 1 英里等于 5 280 英尺，1 平方码等于 9 平方英尺，等等。本章为下列类别的单位提供这样的系数。

- | | |
|-------|-------|
| 1. 角度 | 5. 质量 |
| 2. 面积 | 6. 时间 |
| 3. 长度 | 7. 体积 |
| 4. 光 | |

为了强调 SI 的重要性，本章只介绍所有单位——米制单位和惯用单位——与 SI 单位的关系，涉及的类别有：

- | | |
|----------|-------|
| 1. 原子能单位 | 5. 功率 |
| 2. 电和磁 | 6. 压力 |
| 3. 能 | 7. 速度 |
| 4. 力 | |

在下面两个类别中，每个单位与不属于 SI 的一个单位相关。密度和浓度所用的基本单位是克每升；SI 单位是千克每立方米，

等于克每升，但不常用。流量所用的基本单位是升每秒；SI 单位是立方米每秒，但在实际使用时常感太大。升不是 SI 单位，但它用得很广，已采纳与 SI 并用。

在“计量类别和计量单位”中，换算系数按表中使用的规则表示：在米制和惯用制中，数字按递进顺序排列，大多数是 10 位数字，如果要使换算关系变得精确，就要减少或增加位数。每个精确的换算关系都有星号加于其后。

“为便于换算成国际单位制的几点建议”这章是技术性最差的一章。其主要目的是对使用少数单位来代替多数单位进行实际指导。推荐使用的大多数单位是 SI 的一部分，但有例外。

简化了的换算系数用很少的有效数字表示，并且不用星号指明精确的换算关系。因为一些换算关系要用许多数字才能成为精确的。在许多场合推荐用原始 SI 单位的倍数，因为它们在数字上与换算关系中的另一个单位更相近。例如，推荐千米代替英里，因为它比原始 SI 单位米在数字上更接近英里。

本章结尾是一张除原子能单位以外的每个计量类别的推荐单位表。本章很清楚地表明，在许多计量类别中，若干 SI 单位可以并且应当用来代替表中列举的许多非 SI 米制单位和惯用单位。就下列类别来说，推荐使用的单位和应由它们代替的表中其它单位，两者的数目一同列出。

1. 面积：4 代替 12
2. 密度和浓度：1 代替 17
3. 能：4 代替 13
4. 流量：2 代替 14
5. 力：2 代替 7
6. 长度：4 代替 12
7. 质量：4 代替 11
8. 功率：4 代替 13
9. 压力：2 代替 16
10. 速度：2 代替 9

11. 体积：2 代替 16

“补充单位”这章提供了选择补充单位和表达方法的详细情况。

国际单位制(SI)

国际单位制，由法文 *Système International d'Unités* 简写成 SI，是为一个单一的、实用的、世界范围的单位体系起的名字，可以用于国际交往、教学和科技工作。它由国际计量大会正式通过。国际计量大会指导国际计量委员会，国际计量委员会又监督国际计量局。美国标准局代表美国参加国际计量大会的活动和会议。

SI 有一个大的优点，就是它由基本单位、导出单位和辅助单位组成，共同构成一个合理的一贯体系。米、千克和秒是 3 个基本单位，称米千克秒制。过去普遍使用的厘米、克和秒制（称厘米克秒制）最好不与 SI 并用，特殊情况例外。

SI 基本单位

SI 有 7 个定义严格的基本单位，根据协议，它们在量纲上是彼此独立的。下列定义引自 SI（参考文献 5）。

1. 米 等于氪 86 原子的 $2p_{10}$ 和 $5d_5$ 能级之间跃迁所对应的辐射在真空中的 1 650 763.73 个波长的长度。

2. 千克（公斤） 是质量单位，等于国际千克原器的质量。

3. 秒 是铯 133 原子基态的两个超精细能级之间跃迁所对应的辐射的 9 192 631 770 个周期的持续时间。

4. 安培 是一恒定电流，若保持在处于真空中相距 1 米的两无限长而圆截面可忽略的平行直导线内，则此两导线之间产生的力在每米长度上等于 2×10^{-7} 牛顿。

5. 开尔文 热力学温度单位，是水三相点热力学温度的 $1/273.16$ 。

6. 摩尔 是一系统的物质的量，该系统所包含的基本单元数与 0.012 千克碳 12 的原子数目相等。

7. 坎德拉 是在 101 325 帕斯卡压力下，处于铂凝固温度的黑体的 $1/600\,000$ 平方米表面垂直方向上的光强度*。

必须指出，根据协议，这些基本单位在量纲上是彼此独立的。这肯定会简化与基本单位相关的单位的量纲的导出。可以认为，安培和坎德拉显然是由它们的定义中提到的其它计量单位决定的。

SI 导出单位

从 SI 的 7 个基本单位中无疑可以导出许多单位。本书提到的重要的导出单位此处叙述从简，详细论述可见“计量类别和计量单位”一章。

SI 的一个大的优点是：各种不同的计量类别及其 SI 单位被连成一个容易了解的一贯体系。

米是长度的基本单位，千克是质量的基本单位，秒是时间的基本单位。这 3 个基本单位及其基本计量类别是本书其它 9 个计量类别的基础。

1. 面积的量纲是长度平方 (l^2)。因而，SI 单位是平方米 (m^2)。

2. 体积的量纲是长度立方 (l^3)。因而，SI 单位是立方米 (m^3)。

3. 速度的量纲是长度每时间 (l/t)。SI 单位是米每秒 (m/s)。

4. 流量的量纲是体积每时间 (l^3/t) SI 单位是米每秒 (m/s)。

5. 密度和浓度实际上是两个计量类别，但本书把它们合成一类，它们的量纲相同：质量每体积 (m/l^3)。SI 单位是千克每立方米 (kg/m^3)。

* 这是 1967 年第 13 届国际计量大会通过的定义。1979 年第 16 届国际计量大会上，坎德拉重新被定义为：坎德拉是一光源在给定方向上的发光强度。该光源发出频率为 540×10^{12} 赫兹的单色辐射，且在此方向上的辐射强度为 $1/683$ 瓦特每球面度——译者注。

6. 力的量纲是质量乘加速度 (ma), 加速度的量纲是长度每时间平方 (l/t^2), 因而力等于 (ml/t^2)。SI 单位是千克米每二次方秒 ($kg \cdot m/s^2$), 称为牛顿 (N)。

7. 压力的量纲是力每面积 (m/lt^2)。SI 单位是牛顿每平方米 (N/m^2), 近来称作帕斯卡 (P)。

8. 能的量纲是力乘长度 (ml^2/t^2)。SI 单位是牛顿米, 称为焦耳 (J)。

9. 功率的量纲是能每时间 (ml^2/t^3)。SI 单位是焦耳每秒, 称为瓦特 (W)。

开尔文是温度的基本单位, 虽然摄氏温标已被采纳为 SI 的一部分, 是常用的米制温标。

光是能的一种形式, 有它自己的单位制。本书有四种主要的光计量类别。坎德拉是光强度的基本单位。其它类别有导出的 SI 单位。下列定义引自 ASTM (参考文献 6)。

1. 流明 是光强度为 1 坎德拉的各向同性的点光源在 1 球面度的立体角中所发出的光通量。

2. 勒克斯 是 1 平方米表面上均匀分布的 1 流明光通量产生的照度。

流明 (lm) 是称作光通量的类别的 SI 单位, 勒克斯 (lx) 是称作照度的类别的 SI 单位。第四个类别是亮度, SI 单位是坎德拉每平方米 (cd/m^2)。

本书有 11 个主要的电磁计量类别。安培是电流的基本单位, 也是磁通势的基本单位。其它类别有导出的 SI 单位。下列定义引自 ASTM (参考文献 6)。

1. 库仑 (C) 是 1 安培电流在 1 秒钟内流过的电量。

2. 伏特 (V) 在导线的两点间有 1 安培的恒定电流流过, 而该电流在此两点之间所产生的功率为 1 瓦特时, 此两点间的电位差为 1 伏特。

3. 欧姆 (Ω) 当导体两点之间有恒定电位差 1 伏特, 其中能有 1 安培电流流过而导体又不处于任何电动势之中, 这时两点

间的电阻为 1 欧姆。

4. 法拉(F) 是一个电容器的电容, 当它充有 1 库仑电量时, 该电容器两片之间的电位差即达 1 伏特。

5. 亨利(H) 为一闭合电路中的电感, 在该电路中电流以每秒 1 安培的速率均匀地变化所产生的电动势为 1 伏特。

6. 西门子(S) 是一个导体的电导, 其中 1 伏特的电位差产生 1 安培的电流。

7. 韦伯(Wb) 所表示的磁通量即是, 在联结有 1 匝的电路中, 若将其 1 伏特的电动势在 1 秒钟内均匀地降为零时所产生的磁通量。

8. 特斯拉(T) 是每 1 平方米的回路面积中的磁通量为 1 韦伯时的磁感应强度。

磁场强度的 SI 单位是安培每米。第 11 个类别是磁通势或磁势差, SI 单位是安培。必须指出, 安培可定义为产生力的电流。

电磁导出单位的 SI 关系式见该节的表, 其详细叙述见“计量类别和计量单位”一章。

SI 辅助单位

目前, SI 只有两个辅助单位, 它们既可当作基本单位, 也可当作导出单位。下列定义引自 SI (参考文献 5)。

1. 弧度(rad) 是一个圆内两条半径之间的平面角, 这两条半径在圆周上截取的弧长与半径相等。

2. 球面度(sr) 是一个立体角, 其顶点位于球心, 而它在球面上所截取的面积等于以球半径为边长的正方形面积。

角度也被收入本书中。角度的 SI 单位是弧度。尽管角度的分、秒和度不是 SI 的部分, 但它们都是重要单位, 并且使用广泛。因此, 它们可与 SI 单位并用。

SI 以外的单位

SI (参考文献 5) 是一本有关国际单位制的极好的、基本的

参考文献。此书把 SI 以外的单位分为几组。这些组以及本书所收集的归入每个组的单位列举如下：

1. 不是 SI 的一部分，但有重要意义和广泛使用的单位：时间的分、小时和日；角度的度、分和秒；升（符号 L）；米制吨；公顷。

2. 用 SI 单位表示的数值须经实验获得的单位：电子伏特、统一的原子质量单位、天文单位和秒差距。

3. 暂时采用的单位：海里、节、埃、公亩、靶恩、巴和标准大气压。

4. 具有专门名称的厘米克秒制单位，一般最好不与 SI 并用：尔格、达因、高斯、奥斯特、麦克斯韦、熙提和辐透。

5. 一般避免使用的其它单位：米制克拉（简称克拉）、托、千克力、国际蒸气表卡、斯地尔，与千克相关的伽马，与特斯拉相关的伽马，费密和麦喀隆（micron）。

这里，数值须经实验获得的单位有特殊意义。天文单位和秒差距在本书中是作为长度的补充单位列入的。电子伏特和统一的原子质量单位放入原子能单位这个类别内，虽然后者是用等值能的名称表示的。下列定义引自 SI（参考文献 5）。

1. 电子伏特(eV) 是一个电子在真空中通过 1 伏特电位差所获得的动能。

2. 统一的原子质量单位 等于一个碳 12 核素原子质量的 $1/12$ 。

下列说明只是 SI（参考文献 5）一书第 16 页的脚注，但因其表述简明而引用于此：

“国际单位制和该文件中所包含的建议的目的，是要保证在单位的一般使用中较好地统一，从而较好地相互了解。但是，在科学研究的某些专门领域内，特别是在理论物理学中，有时有充分理由使用其它体系和其它单位。”

SI 单 位 表

下面的 SI 单位表中列举的计量类别包括若干组。在某些情

况下，组合的意思是这些类别有同样的量纲和单位，如密度与浓度相组合。功和热量与能相组合，因为它们都是能的形式。另一方面，光照度和照度相组合，因为它们是同一类别的不同名称，虽然光照度用得较多些。

符号引自 SI（参考文献 5）。

SI 基本单位用指数表示，虽然有些参考文献喜欢用负指数代替斜号 (/)。圆点应当用来指示两个或两个以上单位的乘积，但当与另一个单位的符号不会混淆时可以省去： $N \cdot m$ 或 Nm 是牛顿乘米，但是 mN 是毫牛顿。

计量类别	SI 单位 名称	SI 单位 符号	用其它 SI 单位表示 的关系式	用 SI 基本单位表 示的关系式
长度	米	m		m
质量	千克	kg		kg
时间	秒	s		s
面积	平方米	m ²		m ²
体积	立方米	m ³		m ³
速度	米每秒	m/s		m/s
流量	立方米每秒	m ³ /s		m ³ /s
密度，浓度	千克每立方米	kg/m ³		kg/m ³
力	牛顿	N		kg·m/s ²
压力、应力	帕斯卡	Pa	N/m ²	kg(m·s ⁻²)
能、功、热量	焦耳	J	N·m	kg·m ² /s ²
功率、辐射通量	瓦特	W	J/s	kg·m ² /s ³
角度、平面角	弧度	rad		rad
热力学温度	开尔文	K		K
发光强度	坎德拉	cd		cd
光通量	流明	lm		cd·sr
光亮度	坎德拉每平方米	cd/m ²		cd/m ²
光照度、照度	勒克斯	lx	lm/m ²	cd·sr/m ²

续表

计量类别	SI单位名称	SI单位符号	用其它SI单位表示的关系式	用SI基本单位表示的关系式
电流	安培	A		A
电荷、电量	库仑	C		A·s
电位、电位差、电动势	伏特	V	W/A	kg·m ² /(s ³ ·A)
电阻	欧姆	Ω	V/A	kg·m ² /(s ³ ·A ²)
电容	法拉	F	C/V	s ⁴ ·A ² /(kg·m ²)
电感	亨利	H	V·s/A	kg·m ² /(s ² ·A ²)
电导	西门子	S	A/V	s ³ ·A ² /(kg·m ²)
磁通量	韦伯	Wb	V·s	kg·m ² /(s ² ·A)
磁通量强度、磁感应	特斯拉	T	Wb/m ²	kg/(s ² ·A)
磁场强度	安培每米	A/m		A/m
磁通势、磁势差	安培	A		A
物质的量	摩尔	mol		mol
立体角	球面度	sr		sr

SI 词 头

下表*列举用于 SI 单位的词头。艾可萨和拍它两个词头是 Barbrown 提出的，见于原由 Judson 于 1960 年写成，后经 Barbrown 于 1975 年改写的一文中：Barbrown 和 Judson（参考文献 1）。

正式文件中并不经常写上数字的名称。

因 数	词 头	符号		中文名称
10 ¹⁸	exa	E	1 000 000 000 000 000 000	
10 ¹⁵	peta	P	1 000 000 000 000 000	
10 ¹²	tera	T	1 000 000 000 000	
10 ⁹	giga	G	1 000 000 000	
10 ⁶	mega	M	1 000 000	兆

* 本表依照我国《计量单位名称与符号方案(试行)》中关于 SI 词头的说明，对词头只列出原文，中文名称也只译出已明确的 8 个，其余均未译出。另外，“中文名称”栏中的“中文”二字是我们加的——译者注。