

FADING JILIANG DANWEI QIANSHI

张秀田 编

长度

米

m

质量

千克

kg

时间

秒

s

电流

安培

A

热力学
温度

开尔文

K

法定计量单位浅释

光强度

坎德拉

cd

物质的量

摩尔

mol

石油工业出版社

法定计量单位浅释

张秀田 编

石油工业出版社

DT23/29
内 容 提 要

本书根据国务院命令以及国家标准局发布的 GB 3100-82 及 3101-82 的基本内容,详细地介绍了 SI 基本单位、SI 辅助单位、具有专门名称的 SI 导出单位、SI 词头和国家选定的非国际单位制单位的各物理量的概念、计算公式、单位的物理意义换算系数以及使用方法等。本书对学习、掌握和正确使用和贯彻法定计量单位具有实用价值。

本书适用于各个基础学科、科学技术领域和各生产部门。它可供各厂矿企业、科研和设计单位、文化教育、工农业生产、经济管理以及政府机关人员学习使用,是编制文件、报告、论文、报表、计量及生产活动中必不可少的一本案头参考书。

法定计量单位浅释

张 秀 田 编

石油工业出版社出版

(北京安定门外外馆东后街甲36号)

地质印刷厂排版

通县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 4印张 84千字 印1—65,000

1984年11月北京第1版 1984年11月北京第1次印刷

书号: 15037·2558 定价: 0.70 元

前 言

1982年7月国家标准局发布了有关量和单位的十五个国家标准,并规定从1983年7月1日实施。

1984年2月27日国务院发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》,引起了石油工程界极大关注。目前,我国石油工业现行的量和单位种类繁多,如何把石油工程及生产中的现行的量和单位早日过渡到我国的法定计量单位,尚须做大量的物质准备和技术研究工作。

在1984年1月石油工业标准化审委会的年会上,张秀田同志曾对量和单位的国家标准和石油工业现行的量和单位作了简单的介绍和比较。与会代表特委托张秀田同志根据石油工业的现状,编写一本有关我国法定计量单位的基础知识,以便各油田从事生产和技术工作的同志参考。

本书是根据GB3100-82及GB3101-82的基本内容以及国务院发布的《中华人民共和国法定计量单位》进行全面系统的归纳、阐述与说明。对SI基本单位、SI辅助单位、19个具有专门名称的SI导出单位、SI词头和国家选定的十五个非国际单位制单位的各物理量的概念、单位的物理意义做了深入浅出、通俗易懂的解释,并给出了相应的换算关系和使用方法等。以帮助广大读者正确掌握和使用我国的法定计量单位。

石油工业中现行的量和单位,特别是有关API(美国石油学会)通用的单位,除苏联等有关国家以外,世界各国(包括我国在内)都使用了多年,至今尚未更改,有些甚至在近期内也不可能更改。这给我国石油工程在向法定单位过渡带来了许多困难,也是石油工程界面临的一项艰巨任务。有些

问题尚有争议，今后尚须不断总结经验。尤其希望从事实际工作的同志多提宝贵建议，共同提出切实可行的解决办法。

石油勘探开发科学研究院 于炳忠 1984年4月

目 录

前言

第一节 我国法定计量单位的构成	1
第二节 国际单位制的形成和发展	5
一、米制的发展及国际单位制的形成	5
二、国际单位制的发展	7
第三节 国际单位制在国内外推行概况	11
一、问题的提出	11
二、国外推行概况	12
三、国际组织推行国际单位制的概况	15
四、国际单位制在我国推行概况	16
五、实行法定计量单位的具体步骤	18
第四节 国际单位制的优越性	20
一、统一性	20
二、简明性	21
三、科学性	22
四、继承性	23
五、先进性	23
第五节 基本概念及国际单位制的构成	25
一、量	25
二、单位	25
三、基本量和SI基本单位	26
四、辅助量及SI辅助单位	27
五、导出量及SI导出单位	28
六、SI单位	31
七、SI词头	31

八、国际单位制的构成	33
第六节 SI基本单位和SI辅助单位	35
一、SI基本单位	35
二、SI辅助单位	50
第七节 具有专门名称的SI导出单位	54
一、频率	54
二、力、重力	55
三、压力、压强、应力	57
四、能量、功、热量	59
五、功率	61
六、电荷量	62
七、电压、电动势、电位(电势)	63
八、电容	69
九、电阻	70
十、电导	71
十一、磁通量	72
十二、磁通密度、磁感应强度	74
十三、电感	78
十四、摄氏温度	81
十五、光通量	82
十六、光照度	84
十七、放射性活度	85
十八、吸收剂量	88
十九、剂量当量	90
第八节 单位的名称和符号	94
一、概述	94
二、单位的中文名称	95

三、单位的国际符号	96
四、单位的中文符号	98
五、SI词头使用规则	99
第九节 量纲	104
一、量的表达式	104
二、量的量纲式	106
三、无量纲量	110
第十节 国家选定的非国际单位制单位	112
一、时间：分、时、天	112
二、平面角：角秒、角分、度	113
三、旋转速度	113
四、长度：海里	114
五、速度：节	115
六、质量：吨、原子质量	115
七、体积：升	116
八、能：电子伏	116
九、级差：分贝	117
十、线密度：特克斯	118

第一节 我国法定计量单位的构成

我国新颁布的法定计量单位，是以国际单位制单位为基础，根据我国的实际情况，保留了少数国内外习惯或通用的非国际单位制单位构成的。

我国的法定计量单位包括：

- (1) 国际单位制的基本单位(见表1，共七个)；
- (2) 国际单位制的辅助单位(见表2，共2个)；
- (3) 国际单位制中具有专门名称的导出单位(见表3，共19个)；
- (4) 国家选定的非国际单位制单位(见表4，共15个)；

表 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

表 2 国际单位制的辅助单位

量 的 名 称	单 位 名 称	单 位 符 号
平 面 角	弧 度	rad
立 体 角	球 面 度	sr

表 3 国际单位制中具有专门名称的导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	其它表示式例
频 率	赫〔兹〕	Hz	s^{-1}
力, 重力	牛〔顿〕	N	$Kg \cdot m/s^2$
压力, 压强, 应力	帕〔斯卡〕	Pa	N/m^2
能量, 功, 热	焦〔耳〕	J	$N \cdot m$
功率, 辐射通量	瓦〔特〕	W	J/s
电 荷 量	库〔仑〕	C	$A \cdot s$
电位, 电压, 电动势	伏〔特〕	V	W/A
电 容	法〔拉〕	F	C/V
电 阻	欧〔姆〕	Ω	V/A
电 导	西〔门子〕	S	A/V
磁 通 量	韦〔伯〕	Wb	$V \cdot s$
磁通量密度, 磁感应强度	特〔斯拉〕	T	Wb/m^2
电 感	亨〔利〕	H	Wb/A
摄 氏 温 度	摄 氏 度	$^{\circ}C$	
光 通 量	流〔明〕	lm	$cd \cdot sr$
光 照 度	勒〔克斯〕	lx	lm/m^2
放 射 性 活 度	贝可〔勒尔〕	Bq	s^{-1}
吸 收 剂 量	戈〔瑞〕	Gy	J/kg
剂 量 当 量	希〔沃特〕	Sv	J/kg

(5) 由以上单位构成的组合形式的单位;

(6) 由词头和以上单位所构成的十进倍数和分数单位
(词头见表 5, 共16个)。

综上所述, 我国法定计量单位的构成与国际单位制的构成相比, 法定单位多了15个非国际单位制单位。所需记忆的符号共计59个, 由这59个单位符号, 按其使用规则可构成各学科, 各行业所需的全部单位。

表 4 国家选定的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时 间	分	min	1 min = 60 s
	[小]时	h	1 h = 60 min = 3600 s
	天(日)	d	1 d = 24 h = 86400 s
平面角	[角]秒	($''$)	$1'' = (\pi/648000) \text{ rad}$ (π 为圆周率)
	[角]分	($'$)	$1' = 60'' = (\pi/10800) \text{ rad}$
	度	($^{\circ}$)	$1^{\circ} = 60' = (\pi/180) \text{ rad}$
旋转速度	转 每 分	r/min	$1 \text{ r/min} = (1/60) \text{ s}^{-1}$
长 度	海 里	n mile	1 n mile = 1852 m (只用于航程)
速 度	节	kn	$1 \text{ kn} = 1 \text{ n mile/h}$ $= (1852/3600) \text{ m/s}$ (只用于航行)
质 量	吨	t	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$
	原子质量单位	u	$1 \text{ u} \doteq 1.6605655 \times 10^{-27} \text{ kg}$
体 积	升	L, (l)	$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
能	电 子 伏	eV	$1 \text{ eV} \approx 1.6021892 \times 10^{-19} \text{ J}$
级 差	分 贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	$1 \text{ tex} = 1 \text{ g/km}$

表 5 用于构成十进倍数和分数单位的词头

所表示的因数	词头名称	词头符号
10^{18}	艾〔可萨〕	E
10^{15}	拍〔它〕	P
10^{12}	太〔拉〕	T
10^9	吉〔咖〕	G
10^6	兆	M
10^3	千	k
10^2	百	h
10^1	十	da
10^{-1}	分	d
10^{-2}	厘	c
10^{-3}	毫	m
10^{-6}	微	μ
10^{-9}	纳〔诺〕	n
10^{-12}	皮〔可〕	P
10^{-15}	飞〔母托〕	f
10^{-18}	阿〔托〕	a

- 注：1. 周、月、年(年的符号为a)，为一般常用时间单位。
 2. ()内的字，是在不致混淆的情况下，可以省略的字。
 3. ()内的字为前者的同义语。
 4. 角度单位度分秒的符号不处于数字后时，用括弧。
 5. 升的符号中，小写字母l为备用符号。
 6. r为“转”的符号。
 7. 人民生活和贸易中，质量习惯称为重量。
 8. 公里为千米的俗称，符号为km。
 9. 10^4 称为万， 10^8 称为亿， 10^{12} 称为万亿，这类数词的使用不受词头名称的影响，但不应与词头混淆。

第二节 国际单位制的形成和发展

一、米制的发展及国际单位制的形成

1790年以前,世界各国有许多种类的计量单位制,不仅各国之间计量单位不同,就是一个国家各地区之间的计量单位也不一致。为了使国际上有一个统一的单位制,就出现了米制。随着米制的发展,也就孕育了国际单位制的诞生。国际单位制形成过程如图1所示。

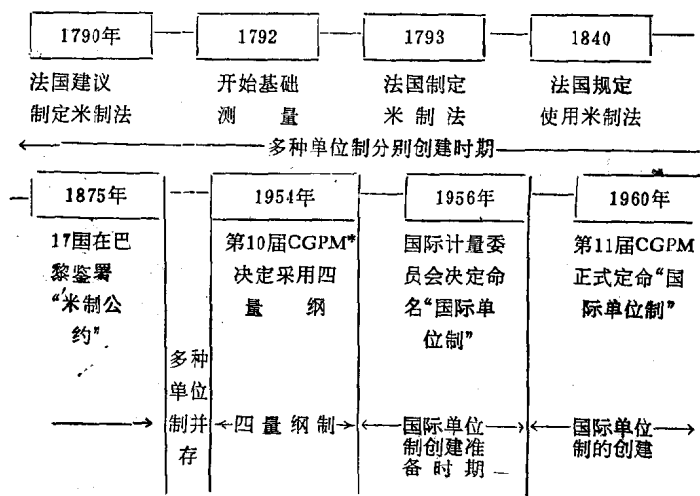


图1 国际单位制的创建

* CGPM——国际计量大会

1. 1790年法国建议制定米制法。提出10进位计量单位制和把单位建立在自然基准上的设想。

2. 1792年法国天文学家健梁布尔和密申领导一个小组,

开始基础测量工作。对敦尔克至西班牙巴赛伦那之间的地球子午线长度进行了精密测量。用以确定长度的基本单位。

3. 1793年法国制定了最初的标准原器并公布米制法。19世纪欧洲一些国家开始采用米制。1840年法国规定使用米制。

4. 1875年17个国家在巴黎签署了“米制公约”，成立了国际计量委员会，设立了国际计量局（座落在巴黎近郊布雷多依宫的领地内）。我国于1977年加入米制公约国组织。

米制诞生以后，全世界计量单位制逐渐趋于统一。

从1875年到1954年这段时间里，虽然大多数国家采用米制，但米制的种类又很繁多，在这段时间里基本上是多种单位制同时并存。在使用上存在许多困难和混乱。因此，客观上迫切要求进一步的统一的单位制。

5. 1954年第10届国际计量大会选定米、千克、秒、安培为基本单位。国际计量委员会成立了专门单位制委员会，该委员会在1954年到1956年期间整理了国际上各方面的意见。

6. 1956年国际计量委员会决定将米、千克、秒、安培单位制命名为“国际单位制”提交国际计量大会讨论。至此，“国际单位制”的创建准备工作全部完成。

7. 1960年在第十一届国际计量大会上，正式通过并命名了“国际单位制”，国际简称为SI。当时选定了六个基本量及相应的基本单位，即长度以米，质量以千克，时间以秒，电流强度以安培，热力学温度以开氏度，发光强度以坎德拉；两个辅助量及相应的单位，即平面角以弧度，立体角以球面度；12个词头，13个具有专门名称的导出单位。这样，就形成了一整套的计量单位制。从此，国际单位制就以一种崭新的计量单位制出现在全世界。

二、国际单位制的发展

国际单位制是在米制基础上发展起来的，是米制的现代化形式，是国际上公认的较先进的单位制。随着科学技术的发展和实际应用的需要，国际单位制自1960年创建以来，经过不断地充实和发展，更加趋于完善。使近200年来多种单位制并存的局面得以统一。它的发展过程如图2所示。

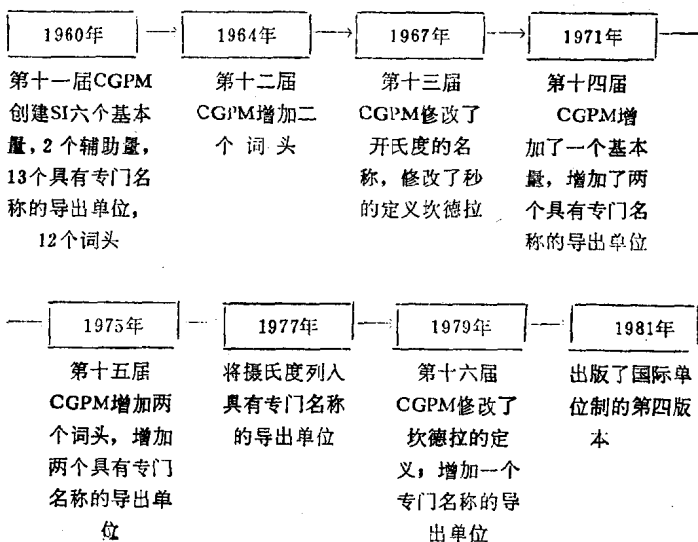


图2 国际单位制发展简图

1. 1964年第十二届国际计量大会决定增加两个SI词头，即 10^{-15} 为飞母托 (femto)，和 10^{-18} 为阿托(atto)。以满足科学技术上更小分数单位的要求。

2. 1967年第十三届国际计量大会做出四项决议：

(1) 修改了热力学温度基本单位的名称和符号，将热

力学温度单位“开氏度”改名为“开尔文”，其符号由“°K”改为“K”。在此之前，开氏度既表示热力学温度又可以表示两热力学温度之差。但若为了简便，常常省略“开氏”两字用度表示时，则须用“deg”作为温度差的符号。由于热力学温度与温度差存在不同名称与符号的现状，因此，决定改变热力学温度单位的名称和符号，将“开尔文”及符号“K”作为热力学温度和温度间隔的统一的名称和符号。

(2) 决定温度间隔也可以用摄氏度(°C)表示。

(3) 修改了时间的基本单位秒的定义。1960年第十一届国际计量大会通过的秒是用回归年秒定义的。在天文学上一回归年等365.2420天，每天24小时，每小时60分，每分60秒。即

$$\begin{aligned}\text{一回归年} &= 365.242 \times 24 \times 60 \times 60 \\ &= 31556925.9747 \text{秒}\end{aligned}$$

理论上这是一个均匀的时标，但实际测量很困难。连续三年的观测只能达到 10^{-9} 的准确度。这样的精度远远满足不了当今科学技术发展的实际要求。例如研究基本粒子在极短时间内发生的变化，就要求更准确的时间间隔。另一方面原子秒定义的条件已经具备。因此，将秒作了如下的新定义：“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9192631770个周期的持续时间”。秒的定义作了这一改变之后，使秒的准确度提高到 10^{-13} 的数量级，还可望进一步提高。当然，我们现在所用的计时器如手表、闹钟等所表示的秒仍然可以继续使用。

(4) 修改发光强度的基本单位坎德拉的定义。1960年第十一届国际计量大会通过的坎德拉的定义是沿用了1948年第九届国际计量大会批准的定义，即坎德拉的数值是全辐射

体在铂凝固温度下的亮度为 $60\text{cd}/\text{cm}^2$ 。新修改的坎德拉的定义如下：“坎德拉是在 $101325\text{N}/\text{m}^2$ 的压力下，处于铂凝固温度黑体的 $1/600000\text{m}^2$ 表面在垂直方向上的发光强度”。

3. 1971年第十四届国际计量大会作出三项决议：

(1) 通过了压力单位——牛顿每平方米(N/m^2)的专门名称为“帕斯卡”(Pascal)，其国际符号为 Pa，用帕斯卡这个压力单位统一了过去众多的压力单位。

(2) 通过了电导单位——每欧姆($1/\Omega$)的专门名称“西门子”(Siemens)，其国际符号为 S。

(3) 根据国际理论物理与应用物理协会、国际理论与应用化学协会和国际标准化组织的建议，增加了一个基本量——物质的量及其相应的基本单位——摩尔，国际符号为 mol。摩尔的定义为：摩尔是一系统的物质的量，该系统中所包括的基本单元数与 0.012kg 碳-12 的原子数目相等。在使用摩尔时，基本单元应予指明，可以是原子、分子、离子、电子及其它粒子，或是这些粒子的特定组合。显而易见，摩尔是化学和物理化学范畴内使用的单位。有了这第七个量及其单位，使国际单位制又扩展到了一个新的领域，从而发展成为包括一切学科领域的比较完整的单位体系。

4. 1975年第十五届国际计量大会作出二项决议：

(1) 增加了两个 SI 词头，即 10^{15} 拍它(Peta)，国际符号为 P； 10^{18} 艾可萨(exa)，国际符号为 E。这是因为能量的单位统一用焦耳表示之后，使用的数字都很大，在选择倍数单位时，词头太拉(10^{12})就显得不够大了，需要增加新词头。例如，据统计，美国每天由水力、火力、核能和地热所发出的总能量为 10^{17} 焦耳，即 0.1EJ 。用新词头表达就很方便。

(2) 增加了两个具有专门名称的导出单位，一个是电