

计量“建标”指南

(上册：基础知识)

龙包庚 黄家玲 芦志成 李建强 主编



中国质检出版社
中国标准出版社

计 量 “建 标” 指 南

(上册：基础知识)

龙包庚 黄家玲 芦志成 李建强 主编

中国质检出版社

中国标准出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

计量“建标”指南：全2册/龙包庚等主编. —北京：中国质检出版社，2013.10
ISBN 978-7-5026-3876-4

I. ①计… II. ①龙… III. ①计量仪器—标准—中国—指南 IV. ①TH71-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 198718 号

内 容 提 要

本书分上、下两册。上册介绍建立计量标准必备的计量基础知识，包括我国的法定计量单位、测量误差、测量不确定度分析评定、测量数据处理、量值传递与溯源、测量过程统计控制、实验室能力验证、企业建立计量标准的原则、“建标”报告的撰写、计量标准考核前的准备工作、现场考评前后的工作及获证后的后续监督等内容；下册给出各类计量器具“建标”报告示例 24 篇，涉及几何量、电学、力学、热学、无线电、化学、时间频率等各专业计量技术领域。

本书可为各企业、科研院所和相关机构建立计量标准提供指导，也可作为计量技术和计量管理人员的工具书。

中国质检出版社
中国标准出版社 出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100013)

北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址：www.spc.net.cn

总编室：(010) 64275323 发行中心：(010) 51780235

读者服务部：(010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 13.5 字数 326 千字

2013 年 10 月第一版 2013 年 10 月第一次印刷

*

定价 98.00 元 (上、下册)

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话：(010) 68510107

编委会名单

策 划 龙包庚

顾 问 李继唐 许吉芹 刘恒军 陈 熔 张长稳 叶祖才

上册主编 龙包庚 黄家玲 芦志成 李建强

下册主编 龙包庚 晏上明 兰 海

副 主 编 刘恒红 辛卫兵 阮 杰 蔡可可

编 委 （按姓氏笔画排序）

王 军 王江力 龙 英 龙 昊 龙 韬 龙 燕

刘春晖 李 荣 李 栋 李伟华 李群芳 阳宏映

辛辉敏 闵王萌 宋爱萍 陈 炼 陈一华 邹 庆

武 昌 宗文莉 周 敬 郑 欢 贺莉莉 姚 芬

徐晓光 涂祺慧 童中凯 黄丽琼 龚 良 谭 波

前 言

计量工作是国家的重要技术基础工作。

国家计量基准及各级计量标准器具（可统称“计量标准”或“测量标准”）是确保实现“保障国家计量单位制的统一和量值准确可靠”、“维护国家、人民利益”计量法立法宗旨的重要技术手段。量值传递与计量溯源均离不开计量标准。

在我国，计量标准依据等级分为“最高计量标准”和“工作计量标准”。依据传递覆盖范围分为国家计量基准、副基准或工作基准；省、直辖市、各部门或行业最高计量标准；市（地）、县最高计量标准及企事业单位最高计量标准。为管理方便，通常将以上各等级标准分为以下三类：

- 社会公用计量标准；
- 部门计量标准；
- 企事业单位计量标准。

计量基准是“统一全国量值的最高依据”，全国的各级计量标准和工作计量器具，都要溯源于计量基准。

各级计量标准是统一量值的基础。各级政府、国务院各部门，根据本地区本部门的实际需要，建立相应等级的计量标准，经相应计量行政部门考核，通过取得计量标准证书后才能承担本地区本部门的量值传递（或量值溯源）工作。

计量标准通常由计量器具（包括测量仪器和实物量具）、测量系统组成。计量基、标准是一个国家统一量值并确保其准确可靠的技术基础。所有有证标准物质均符合计量标准的定义，是分析测试中的标准“量具”，在检定或校准测量仪器、评价分析方法以及现场分析的质量控制等方面起着重要的作用。正因为如此，世界上工业发达国家早在几十年前就把计量标准、标准物质和标准数据作为计量部门不可缺少的三个组成部分。

对各级计量标准的管理、世界各国都实行“政府认可”制度，但各有自己的规定。国际上政府认可的方式有两种：1) 计量检定：发给标记或出具检定证书；2) 校准：出具校准证书。经以上形式认可的计量标准可用于“普通领域”、“有限领域”和“规定领域”。我国目前对计量标准的认可，除了检定、校准方式之外，还规定必须通过政府计量行政部门组织的考核，并取得政府颁发的考核合格证书，才可在政府规定的领域或范围内使用。

在我国各级各类计量标准是法制计量强制管理的重点之一。对其强制管理是指从计量标准的建立、考核（复查）、使用、更换、暂停、撤消或废除等全过程各个环节，必须接受政府计量行政部门或国务院部门计量管理机构的考核、复查、技术监督；不符合规定的，如未经考核合格、超有效期使用或变换后未办理变更手续等，不得进行量值传递。此外，还要求建立计量标准（简称“建标”）的单位必须制定完善的规章制度或工作程序，以确保计量标准始终处于良好的运行状态，以保证其量值准确可靠。

因此,具有一定规模的企业,如果测量设备较多,需要自己建立计量标准对内部测量设备进行检定或校准的,也应按《计量标准考核办法》及 JJF 1033—2008《计量标准考核规范》的要求建立企业内部的计量标准,用以统一本单位量值。“建标”单位必须按规定申请并通过计量标准考核、取得计量标准证书后,才具备开展内部量值传递的资格。

然而,“建标”是一项复杂且难度很大的工作,从“建标”立项决策、提出考核申请,到通过考核并发证,必须经过一系列的程序,对建标参与人员,尤其是建标负责人有很高的综合素质要求。他们不但要具备计量技术基础知识,也要掌握计量管理知识,还要熟悉计量法律法规。

对于建标人员,尤其是企业建标人员而言,建标过程中最重要,也是难度最大的一项工作就是撰写《计量标准技术报告》(简称“建标报告”)。

“建标报告”是一份重要的技术文件。它既是“建标”单位计量标准重要的档案资料,也是申请“建标”考核或复核时必交的申报材料之一。它既反映了一个单位的计量装备水平,也反映了该单位计量技术人员的技术水平和专业素质。

“建标报告”通常由该项计量标准负责人负责撰写。

为了帮助企业开展计量“建标”工作,我们特编写了《计量“建标”指南》(上下册)。

本书的上册共 12 章。其中,前八章是“建标”人员必备的计量基础知识;第九章~第十二章介绍建标过程各项工作的内容、程序和方法,特别详述了建标报告的撰写方法。

本书的下册共 7 章。分别给出了几何量、电学、热学、力学、化学、时间频率和无线电计量等专业的各类计量器具“建标报告”示例 20 多例(其中有按 GJB 2749—1996 格式编写的 5 例),以便于给不同专业和类型的计量器具“建标”人员提供一个直观的参考。

限于作者的水平,书中定有错误和疏漏之处,望读者指正。

编 者

2013 年 10 月

目 录

上册：基础知识

第一章 我国的法定计量单位	1
第一节 国际单位制与国际制单位	1
第二节 我国的法定计量单位	2
第三节 计量器具的改制	11
第四节 法定计量单位的使用方法及规则	12
第二章 测量误差	21
第一节 测量与测量误差定义、来源及分类	21
第二节 测量误差的表达	27
第三节 测量仪器主要特性指标	29
第四节 测量误差的处理	32
第三章 测量不确定度的分析评定	42
第一节 部分相关术语与定义	42
第二节 测量不确定度的表征与评定的方法步骤	47
第三节 测量不确定度评定过程简要说明	48
第四章 测量数据的质量保证与管理	69
第一节 数据判别与剔除	69
第二节 数值修约	71
第三节 极限数值的表示和判定	76
第四节 近似数运算规则	79
第五节 企业测量数据的管理	81
第五章 量值传递与计量溯源性	87
第一节 量值传递	87
第二节 计量溯源性的概念与特点	89
第三节 量值传递与计量溯源性的要求	91
第四节 国家计量检定系统（表）和国防科技工业测量器具等级图	93
第六章 测量过程统计控制	99
第一节 采用控制图进行测量过程的统计控制	99
第二节 计算分析和控制图联用的测量过程统计控制——计量保证 方案（MAP）	107

第七章 实验室能力验证	111
第一节 能力验证和实验室比对概念	111
第二节 能力验证计划的类型及选择	112
第三节 能力验证的组织与设计	114
第四节 能力验证的运作和报告	117
第五节 处理能力验证数据的统计方法	121
第八章 测量（计量）标准概述	126
第一节 测量标准的定义及分类	126
第二节 计量标准的主要计量特性	129
第三节 标准物质	130
第四节 测量标准的保持	132
第九章 计量标准的建立	133
第一节 计量标准建立的原则	133
第二节 建立计量标准前的经济分析	134
第三节 计量标准的命名、组建及试运作考核	135
第十章 《计量标准技术报告》的撰写	147
第一节 计量标准技术报告的地位、作用与结构	147
第二节 撰写计量标准技术报告的一般要求	149
第三节 《计量标准技术报告》几个主要技术栏目的填写	152
第十一章 计量标准考核前的准备工作	160
第一节 文件集的建立与管理	160
第二节 计量标准考核的申请	164
第三节 《计量标准考核（复查）申请书》的填写与使用说明	168
第四节 《计量标准履历书》的填写与使用说明	174
第十二章 现场考评前后的配合工作、整改及获证后的后续监管	179
第一节 考评组进入前（受理环节）的相关准备工作	179
第二节 现场考评时的配合工作	182
第三节 考评后的整改工作	186
第四节 计量标准经考核获证后的后续监管	187
附录	190
附录 1 计量工作控制环节及对象的管理要求与依据	190
附录 2 国家计量检定系统表目录	194
附录 3 企业计量管理工作常用计算公式一览表	197
参考文献	204

下册：“建标报告”示例

第十三章 力学计量器具“建标报告”	205
示例 1 二等活塞式压力计标准装置	205
示例 2 扭矩扳子检定装置	217
示例 3 衡器检定装置	228
第十四章 热学计量器具“建标报告”	242
示例 1 二等铂铑 10—铂热电偶标准装置	242
示例 2 标准水银温度标准装置	258
示例 3 温度二次仪表检定装置	271
第十五章 无线电计量器具“建标报告”	285
示例 1 示波器检定装置	285
示例 2 失真度仪检定装置	302
示例 3 电子电压表检定装置	315
示例 4 低频相位标准装置（按 GJB/J 2749—1996）	329
第十六章 化学计量器具“建标报告”	344
示例 1 玻璃量器检定装置（按 GJB/J 2749—1996）	344
示例 2 可见分光光度计检定装置	357
示例 3 酸度计标准装置	370
示例 4 电导率仪标准装置	382
第十七章 时频计量器具“建标报告”	392
示例 1 通用电子计数器检定装置	392
示例 2 多用时间测定仪标准装置	406
第十八章 几何量计量器具“建标报告”	421
示例 1 3 等量块标准装置	421
示例 2 检定游标类量具标准器组	434
示例 3 2 级角度块标准装置	446
示例 4 检定指示量具标准器组（按 GJB/J 2749—1996）	457
第十九章 电学计量器具“建标报告”	469
示例 1 电能表检定装置	469
示例 2 数字多用表检定装置	480
示例 3 绝缘电阻表检定装置	497
示例 4 耐压测试仪检定装置	509

第一章 我国的法定计量单位

一个国家的法定计量单位通常是以国家法令的形式予以规定并发布实施的。1984年2月27日，由国务院发布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》，规定了我国的计量单位一律采用《中华人民共和国法定计量单位》(以下简称“我国的法定计量单位”或“法定计量单位”)，并规定从命令公布之日起生效。与此同时颁布了《中华人民共和国法定计量单位》。从此，我国有了一套有利国际交往、接轨且结合我国实情、科学而实用的法定计量单位。

第一节 国际单位制与国际制单位

一、单位制

所谓“单位制”，是指在选定了基本单位以后，再以一定的关系由基本单位构成一系列导出单位，这种由基本单位和导出单位构成的一个完整的单位体系就叫做“单位制”。

往往由于基本单位选择的不同，因而有不同的单位制，例如：

——以厘米、克、秒为基本单位的“厘米克秒制”(简称CGS制)，曾作为物理学的单位制；

——以米、吨、秒为基本单位的MTS制及以米、千克、秒为基本单位的MKS制，曾作为工程技术领域的单位制；

——以米、千克、秒、安培为基本单位的MKSA制，曾作为电磁学的单位制。

工业化时代科学技术的发展，要求并催生单位制的统一。

二、国际单位制及其构成

1. 什么是国际单位制

所谓“国际单位制”是指以长度的米、质量的千克、时间的秒、电流的安培、热力学温度的开尔文、物质的摩尔和发光强度的坎德拉7个单位为基本单位(辅以平面角的弧度、立体角的球面度两个单位为辅助单位)，以及按“一贯制”原则导出的单位所构成的单位制。

国际上规定以“SI”作为国际单位制简称，它源于法文 Le Système International d'unités。在SI中，选择以上彼此独立的7个量为基本量，这些基本量的单位称“SI基本单位”。国际单位制于1960年第11届国际计量大会(CGPM)正式通过，经过1971年第14届国际计量大会的补充修改后更为完善。

国际单位制是在米制基础上发展起来的，它是米制的现代化形式，被国际上公认为较先进的单位制而被广泛接受。

2. 国际单位制的构成

国际单位制的构成如图1-1所示。

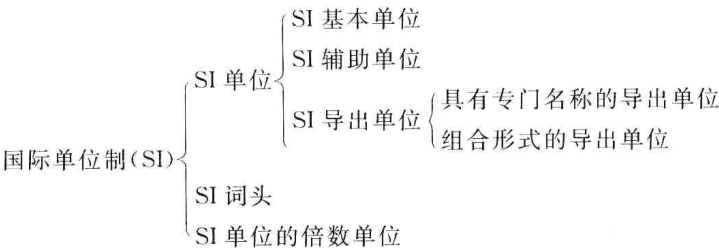


图 1-1 国际单位制的构成

要注意“国际单位制单位”与“SI 单位”二者的区别，从图 1-1 可以看出，“SI 单位”仅指 SI 基本单位、SI 辅助单位和 SI 导出单位三个部分，即构成一贯制的那些单位(这些单位均不带词头，质量单位千克除外)；“国际单位制单位”不仅包括 SI 单位三个构成部分，还包括其十进倍数单位，即由 SI 词头与 SI 单位构成的倍数单位。

SI 单位又称“主单位”。任何一个量只有一个 SI 单位，其他单位都是 SI 单位的十进倍数单位。如电流的 SI 单位是 A，其他单位如 μA 、mA、kA 等都是 A 的十进倍数单位。

国际单位制具有统一性、简明性、实用性、合理性、科学性、继承性和世界性的特点。50 多年的实践证明，它对全球科学技术和经济发展有明显的促进作用，因而被世界上近百个国家和地区采用，几乎所有的国际政治、经济、技术、学术组织都采用了国际单位制。不难预见，在不久的将来，国际单位制将成为全世界统一、通用的单位制。

第二节 我国的法定计量单位

我国的法定计量单位是以国际单位制单位为基础，并根据我国的实际情况适当地保留选用一些非国际单位制单位构成的，其内容包括：

- 1) 国际单位制的基本单位(见表 1-1)；
- 2) 国际单位制中具有专门名称的导出单位(见表 1-2)；
- 3) 国家选定的非国际单位制单位(见表 1-3)；
- 4) 由以上单位构成的组合形式的单位；
- 5) 由词头(见表 1-4)和以上单位所构成的十进倍数单位；
- 6) 常用法定计量单位与应废除的计量单位名称符号及换算(见表 1-5)。

表 1-1 SI 基本单位

量的名称	单位名称	单位符号	单位的定义	定义时间
长度	米	m	光在真空中于(1/299 792 458)s 的时间间隔内所经路径的长度	1983 年第 17 届 CGPM 定义
质量	千克 (公斤)	kg	等于国际千克原器的质量	1889 年第一届 CGPM、1901 年第 3 届 CGPM 定义
时间	秒	s	1 s 是与铯-133 原子基态的两个超精细能级间跃迁相对应的辐射的 9 192 631 770 个周期的持续时间	1967 年第 13 届 CGPM 决议 1 定义

续表

量的名称	单位名称	单位符号	单位的定义	定义时间
电流	安[培]	A	在真空中, 截面积可忽略的两根相距 1 m 的无限长平行圆直导线内通以等量恒定电流时, 若导线间相互作用力在每米长度上为 2×10^{-7} N, 则每根导线中的电流为 1 A	1948 年第 9 届 CGPM 批准定义
热力学温度	开[尔文]	K	等于水的三相点热力学温度的 $1/273.16$	1967 年第 13 届 CGPM 决议 4 定义
物质的量	摩[尔]	mol	摩尔是一系统的物质的量, 该系统中所包含的基本单元数与 0.012 kg 碳-12 的原子数目相等(在使用摩尔时, 应指明基本单元, 可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子, 或是这些粒子的特定组合)	1971 年第 14 届 CGPM 决议 3 定义
发光强度	坎[德拉]	cd	坎德拉是发射出频率为 540×10^{12} Hz 单色辐射的光源在给定方向上的发光强度, 且在此方向上的辐射强度为 $(1/683) \text{W} \cdot \text{sr}^{-1}$	1979 年第 16 届 CGPM 决议 3 定义

注: (1) 7 个 SI 基本单位的名称, 除千克、秒是意译外, 其余 5 个都按音译。在 5 个音译中安培、开尔文是以人名命名的计量单位, 其符号为正体大写, 其余 3 个均不是来源于人名, 其符号均用正体小写, 如坎德拉(意指“烛光”)符号为 cd。

(2) 表中“单位名称”栏[]内的字在不致混淆的情况下可省略, 去掉方括号中的字即为其名称的简称, 否则为全称; () 内的字为前者的同义词。

(3) 在人民生活和贸易中, 质量被习惯称为重量。规定在日常生活的一定范围内可以用重量表示质量的含义。

(4) 应注意, 质量的单位是千克, 而不是克。在 7 个基本单位中, 只有质量单位目前仍以实物原器作为国际标准。

(5) 质量这个基本物理量使用在力学领域是适当的, 但在化学领域中就不完全适当。化学反应是按一定个数的微粒进行的, 要确定微观粒子(分子、原子、离子等)的数目比起其质量更有用。因此, SI 把物质的量定义为基本量之一。1 mol 中的基本单元数等于 6.022×10^{23} 个。已知氧的相对原子质量, 就可知道 1 mol 氧原子的质量为 16 g, 1 mol 水分子的质量为 18 g。有了摩尔这个单位后, 以前使用的“克分子”、“克原子”、“克当量”等单位一律废除。

(6) 利用纯物质各相间可复现的热平衡状态确定的温度称为热力学温度, 这样的温度与测温物质的性质无关。热力学研究表明, 自然界存在的最低温度为热力学的零点, 称为绝对零度, 其他温度总是正值。热力学温度的单位为开尔文(K)。规定水的液态、固态和气态彼此处于平衡共存状态时的温度为 273.16 K, 热力学温度适用于一切场合。但由于人们长久以来已经习惯用摄氏温度及其单位℃, 因此在日常生活中允许保留使用摄氏度。

(7) 在平常谈述 SI 的基本单位时, 只能讲“量的 SI 基本单位是××”, 不能讲“××是 SI 的基本单位”。如电流 SI 基本单位安培, 对电流单位来说是 SI 基本单位, 而作为磁位差(或磁势)的单位时, 即是 SI 导出单位。因此, 只能讲“电流的 SI 基本单位是安培”, 不能讲“安培是 SI 基本单位”, 这是不严密的。

(8) 在使用时, 要分清表中“量的名称”、“量的符号”、“单位名称”、“单位符号”, 否则会弄错。

表 1-2 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	单位定义	与其他 SI 单位的关系	被纪念科学家的国籍、生卒年
平面角	弧度	rad	弧度(rad)是圆内两条半径之间的平面角,这两条半径在圆周上所截取的弧长与半径相等	$1\text{ rad}=1\text{ m}/1\text{ m}=1$	——
立体角	球面度	sr	球面度(sr)是一立体角,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的面积。亦可简单地理解为:单位球上单位面积所对的球心立体角	$1\text{ sr}=1\text{ m}^2/1\text{ m}^2=1$	——
频率	赫[兹]	Hz	1 赫兹(Hz)是周期为 1 秒的周期现象的频率	$1\text{ Hz}=1\text{ s}^{-1}$	德国 (1857—1894)
力	牛[顿]	N	1 牛顿(N)是使质量为 1 千克的物体产生加速度为 1 米每二次方秒的力	$1\text{ N}=1\text{ kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$	英国 (1643—1727)
压力、压强、应力	帕[斯卡]	Pa	1 帕斯卡(Pa)是 1 牛顿的力均匀而垂直地作用在 1 平方米的面上所产生的压力	$1\text{ Pa}=1\text{ N}/\text{m}^2$	法国 (1623—1662)
能[量], 功, 热量	焦[耳]	J	1 焦耳(J)是 1 牛顿的力使其作用在力的方向上位移 1 米所做的功	$1\text{ J}=1\text{ N}\cdot\text{m}$	英国 (1818—1889)
功率, 辐射通量	瓦[特]	W	1 瓦特(W)是 1 秒内产生 1 焦耳能量的功率。或: 1 瓦特(W)是功率、辐射通量等的单位, 1 瓦特等于 1 焦耳每秒	$1\text{ W}=1\text{ J}/\text{s}$	英国 (1736—1819)
电荷[量]	库[仑]	C	1 库仑(C)是 1 安培恒定电流在 1 秒内所传送的电荷量	$1\text{ C}=1\text{ A}\cdot\text{s}$	法国 (1736—1806)
电位, 电压, 电动势	伏[特]	V	1 伏特(V)是两点间的电位差, 在载有 1 安培恒定电流导线的这两点间消耗 1 瓦特的功率。或: 伏特(V)是电位、电位差、电压、电动势等的单位, 1 伏特等于 1 瓦特每安培	$1\text{ V}=1\text{ W}/\text{A}$	意大利 (1745—1827)
电容	法[拉]	F	1 法拉(F)是电容器的电容, 当该电容器充以 1 库仑电荷量时, 电容器两极板间产生 1 伏特的电位差	$1\text{ F}=1\text{ C}/\text{V}$	英国 (1791—1867)

续表

量的名称	单位名称	单位符号	单位定义	与其他 SI 单位的关系	被纪念科学家的国籍、生卒年
电阻	欧[姆]	Ω	1 欧姆(Ω)是一导体两点间的电阻,当在此两点间加上 1 伏特恒定电压时,在导体内产生 1 安培的电流。或:欧姆(Ω)是电阻、电抗等的单位,1 欧姆等于 1 伏特每安培	$1 \Omega = 1 \text{ V/A}$	德国 (1787—1854)
电导	西[门子]	S	1 西门子(S)是 1 每欧姆的电导	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$	德国 (1816—1892)
磁通 [量]	韦[伯]	Wb	1 韦伯(Wb)是单匝环路的磁通量,当它在 1 秒内均匀地减小到零时,环路内产生 1 伏特的电动势	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$	德国 (1804—1891)
磁通[量] 密度,磁 感应强度	特[斯拉]	T	1 特斯拉(T)是 1 韦伯的磁通量均匀而垂直地通过 1 平方米面积的磁通量密度。或:特斯拉(T)是磁通量密度、磁感应强度、磁极化强度等的单位,1 特斯拉等于 1 韦伯每平方米	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2$	美国 (1857—1943)
电感	亨[利]	H	1 亨利(H)是一闭合回路的电感,当此回路中流过的电流以 1 安培每秒的速率均匀变化时,回路中产生 1 伏特的电动势。或:亨利(H)是电感、磁导等的单位,1 亨利等于 1 伏特秒每安培	$1 \text{ H} = 1 \text{ V} \cdot \text{s/A}$	美国 (1799—1878)
摄氏 温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	摄氏度($^{\circ}\text{C}$)是用以代替开尔文表示摄氏温度的专门名称。作为单位来说, $^{\circ}\text{C}$ 等同于 K。摄氏温度间隔或温差,既可以用摄氏度表示,又可以用开尔文表示。以摄氏度($^{\circ}\text{C}$)表示的摄氏温度(t)与以开尔文(K)表示的热力学温度(T)之间的关系如右	$t/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273.15$ 或 $\{t\}^{\circ}\text{C} = \{T\}\text{K} - 273.15$	—— (1948 年第 9 届 CGPM 通过采用)
光通量	流[明]	lm	1 流明(lm)是发光强度为 1 坎德拉的均匀点光源在 1 球面度立体角内发射的光通量	$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$	—— (1960 年第 11 届 CGPM 通过采用)
[光]照度	勒[克斯]	lx	1 勒克斯(lx)是 1 流明的光通量均匀分布在 1 平方米表面上产生的光照度	$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$	—— (1960 年第 11 届 CGPM 通过采用)

续表

量的名称	单位名称	单位符号	单位定义	与其他 SI 单位的关系	被纪念科学家的国籍、生卒年
[放射性]活度	贝可[勒尔]	Bq	1 贝可勒尔(Bq)是每秒发生一次衰变的放射性活度	$1\text{ Bq}=1\text{ s}^{-1}$	法国 (1852—1908)
吸收剂量, 比授[予]能, 比释功能	戈[瑞]	Gy	1 戈瑞(Gy)是 1 焦耳每千克的吸收剂量	$1\text{ Gy}=1\text{ J/kg}$	英国 (1905—1965)
剂量当量	希[沃特]	Sv	1 希沃特(Sv)是 1 焦耳每千克的剂量当量	$1\text{ Sv}=1\text{ J/kg}$	瑞典 (1896—1966)

注：(1) 单位名称来源于人名时，符号的第一个字母大写，第二个字母小写，但必须是正体，如 N(牛顿)、Pa(帕斯卡)、Hz(赫兹)等，不能写成 n, PA, HZ。

(2) 单位的名称应整体使用，不得分开，如温度为 20℃即 20 摄氏度，不能读成摄氏 20 度。

(3) 除了弧度、球面积、流[明]、勒[克斯]等 4 个单位的名称不是人名(前两个为意译、后两个为音译)外，其余 17 个单位的名称均是以科学家的名字命名(为音译)。

(4) 具有专门名称的 SI 导出单位所表示的导出量，大都由基本量通过乘、除形式导出，惟有摄氏度(℃)表示的摄氏温度(量的符号 t)是由以开尔文(K)表示的热力学温度(量的符号 T)，按 $t=T-273.15$ ， $1\text{℃}=1\text{K}$ 。

(5) Bq、Gy、Sv 是由于人类健康安全防护上的需要而确定的具有专门名称的 SI 导出单位。

表 1-3 国家选定的非国际单位制单位(可与 SI 单位并用)

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位关系
时间	分	min	$1\text{ min}=60\text{ s}$
	[小]时	h	$1\text{ h}=60\text{ min}=3\,600\text{ s}$
	天(日)	d	$1\text{ d}=24\text{ h}=1\,440\text{ min}=86\,400\text{ s}$
平面角	[角]秒	"	$1''=(\pi/648\,000)\text{ rad}$
	[角]分	'	$1'=60''=(\pi/10\,800)\text{ rad}$
	度	°	$1^\circ=60'=(\pi/180)\text{ rad}$
旋转速度	转每分	r/min	$1\text{ r/min}=(1/60)\text{ s}^{-1}$
长度	海里	n mile	$1\text{ n mile}=1\,852\text{ m}$ (只用于航行)
速度	节	kn	$1\text{ kn}=1\text{ n mile/h}=(1\,852/3\,600)\text{ m/s}$ (只用于航行)
质量	吨	t	$1\text{ t}=10^3\text{ kg}$
	原子质量单位	u	$1\text{ u}\approx 1.660\,540\times 10^{-27}\text{ kg}$
体积	升	L, (l)	$1\text{ L}=10^{-3}\text{ m}^3=1\text{ dm}^3$

续表

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位关系
能	电子伏	eV	$1\text{ eV}\approx 1.602\,177\times 10^{-19}\text{ J}$
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	$1\text{ tex}=10^{-6}\text{ kg/m}$
面积	公顷	hm ²	$1\text{ hm}^2=10^4\text{ m}^2=0.01\text{ km}^2$

- 注：(1) 表中共 11 个物理量，选定 16 个单位。
- (2) 周、月、年(年的符号为 a——拉丁字母 annum，不写 y 或 y_r)，为一般常用时间单位，可以使用。
- (3) 升的符号中小写字母 l 作为备用符号，一般用大写字母 L。
- (4) r 为“转”的符号。
- (5) 公里为千米的俗称，符号为 km，允许使用。
- (6) 表中的 1 u 和 1 eV 的数据是 1986 年新公布的。
- (7) 土地面积的单位为公顷，是 1990 年我国新增补的，公顷的国际通用单位符号为 ha(我国不采用)。土地面积单位可以用平方公里(km²)、公顷(hm²)、平方米(m²)3 种。(1 km²=100 hm²=10⁶ m²)
- (8) [平面]角单位度、分、秒的符号，在组合单位中不处在数字后应采用括号的形式，例如：不用°/s 而用(°)/s。
- (9) 时间 30 分 16 秒应写为 30 min 16 s，不得写成 30′16″。
- (10) “电子伏”不得称为“电子伏特”。
- (11) 表中除升、电子伏、分贝(L, eV, dB)外，其余均为正体小写。升(L)主要为了避免升的符号 l 和数字 1 之间发生混淆，第 16 届 CGPM 通过了另一符号 L；电子伏的符号“eV”中 e 表示“电子”，“V”表示伏特(人名)，故大写；分贝的符号“dB”为十分之一贝[尔](人名)，故 B 为大写。
- (12) 表中非十进制的单位，如[平面]角单位“度”、“[角]分”、“[角]秒”与时间单位“分”、“[小]时”、“日(天)”、“月”、“年”等不得用 SI 词头构成倍数单位。表中“转每分钟”(r/min)、“海里”(n mile)、“节”(kn)也不得用 SI 词头构成倍数单位。
- (13) 表中除吨(t)、分贝(dB)，特[克斯](tex)采用音译外，其余为意译。
- (14) 考虑到我国国情并借鉴国际上其他主要国家血压计量单位的使用情况，为更有利于医疗诊断工作和国际间的交流合作，1998 年内国家质量技术监督局和卫生部共同发布“质技监局量函[1998]126 号”文通知：在临床病历、体检报告、诊断证明、医疗记录等非出版物及国际交流、国外学术期刊等，可任意选用 mm-Hg 或 kPa；在出版物及血压计(表)使用说明中可使用 kPa 或 mmHg，如果使用 mmHg 应明确 mmHg 和 kPa 的换算关系。但在血压计(表)等计量器具名牌按 JJG 270—2008《血压计与血压表》中有关规定采用“双标尺”即 kPa 与 mmHg 同时存在。

表 1-4 SI 词头

因素	词头名称	符号
10 ²⁴	尧[它]	Y
10 ²¹	泽[它]	Z
10 ¹⁸	艾[可萨]	E
10 ¹⁵	拍[它]	P
10 ¹²	太[拉]	T
10 ⁹	吉[咖]	G

续表

因素	词头名称	符号
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
10^{-21}	仄[普托]	z
10^{-24}	幺[科托]	y

注：(1) 因数在 10^6 以上的词头符号为大写，其余均为小写。

(2) SI 词头共有 20 个，所代表的因数的覆盖范围从 $10^{-24} \sim 10^{24}$ ，其中 8 个词头中文名称(即兆、千、百、十、分、厘、毫、微)用的是我国的古数词，其余 12 个词头均采用音译名词。除百、十、分、厘等 4 个词头(一般用于长度、面积和体积单位)的因素为 10 进位外，其余词头均是千进位的。

(3) 表中 Y(10^{24})，Z(10^{21})，y(10^{-24})，z(10^{-21})等词头是单位咨询委员会和国际计量委员会根据国际理论与应用化学协会(IUPAC)的提议，于 1991 年第 19 届国际计量大会通过。

(4) 由 SI 单位之前加词头构成倍数单位，如千米(km)，微米(μm)，吉赫(GHz)，纳秒(ns)，兆牛(MN)等。但质量的单位 kg 前不能再加词头，而应由克(g)加词头构成倍数单位，如不能由词头千(k)加在千克(kg)之前成为千千克(kkg)，而是由词头兆(M)加在克(g)的前面成为兆克(Mg)。

(5) 词头不得单独使用，也不能重叠使用，如不能用 10 μ 单独表示 10 μm ，也不能用毫微秒($\text{m}\mu\text{s}$)表示纳秒(ns)。

(6) 词头符号与所紧接的单位符号(SI 基本单位和 SI 导出单位)应作为一个整体对待，它们共同组成一个新单位，并具有相同的幂次，而且还可以和其他单位构成组合单位，如：

$1\text{ cm}^3 = 1 \times (10^{-2}\text{ m})^3 = 1 \times 10^{-6}\text{ m}^3$
 $1\text{ }\mu\text{s}^{-1} = 1 \times (10^{-6}\text{ s})^{-1} = 1 \times 10^6\text{ s}^{-1}$
 $1\text{ mm}^2/\text{s} = 1 \times (10^{-3}\text{ m})^2/\text{s} = 1 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$

(7) 10^4 称万， 10^8 称亿， 10^{12} 称万亿，这类数词的使用不受词头名称的影响，但不应与词头混淆。

(8) 词头不能与表 1-3 非十进制的单位构成倍数单位。