

附件 1:

第 26 届国际计量大会决议

- A 关于国际单位制 SI 的修订
- B 关于时标的定义

决议 A

关于国际单位制 SI 的修订

第 26 届国际计量大会(CGPM),

考虑到

- 对国际单位制 SI 的基本要求是统一且可在世界范围内使用，以支撑国际贸易、高科技制造业、人类健康与安全、环境保护、全球气候研究与基础科学的发展；
- SI 单位须长久稳定，具有内部一致性，可基于当前最高水平的自然理论描述完成实际复现；
- 为满足上述要求，2011 年第 24 届 CGPM 大会一致表决通过的“1 号决议”中提出修订 SI，并详细表述了一种基于 7 个定义常数来定义 SI 的新方法。这些常数从基本物理常数和其他自然常数中选出，从中导出 7 个基本单位的定义；
- 在上述 SI 修订被采纳之前，由 2011 年第 24 届 CGPM 大会规定并经 2014 年第 25 届 CGPM 大会确认的条件，现在已然满足，

决定自 2019 年 5 月 20 日起生效的国际单位制 SI，将是满足以下条件的单位制：

- 铯-133 原子不受干扰的基态超精细能级跃迁频率 $\Delta\nu_{Cs}$

为 9 192 631 770 Hz,

- 真空中光的速度 c 为 299 792 458 m/s,
- 普朗克常数 h 为 $6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ Js,
- 基本电荷 e 为 $1.602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$ C,
- 玻尔兹曼常数 k 为 $1.380\ 649 \times 10^{-23}$ J/K,
- 阿伏伽德罗常数 N_A 为 $6.022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ mol⁻¹,
- 频率为 540×10^{12} Hz 的单色辐射的发光效率 K_{cd} 为 683 lm/W,

其中, 单位赫兹、焦耳、库伦、流明、瓦特的符号为 Hz、J、C、lm、W, 它们分别与单位秒 (s)、米 (m)、千克 (kg)、安培 (A)、开尔文 (K)、摩尔 (mol)、坎德拉 (cd) 相关联, 相互之间的关系为 $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$, $\text{J} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$, $\text{C} = \text{A s}$, $\text{lm} = \text{cd m}^2 \text{m}^{-2} = \text{cd sr}$, $\text{W} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-3}$ 。

注意到 2011 年第 24 届 CGPM 大会“1 号决议”中提出的有关 SI 基本单位的其他结果, 在下列附录中予以确认, 附录内容与决议本身同样有效。

邀请国际计量委员会 (CIPM) 制定新版的《国际单位制》手册, 给出修订后 SI 的完整描述。

附录 1. 废止基本单位先前的定义

自 2019 年 5 月 20 日起实行上述 SI 新定义之后,

- 废止自 1967/1968 年起生效的秒的定义 (第 13 届 CGPM 大会“1 号决议”),

- 废止自 1983 年起生效的米的定义(第 17 届 CGPM 大会“1 号决议”),
- 废止自 1889 年起生效的基于国际千克原器质量的千克的定义 (1889 年第 1 届 CGPM 大会, 1901 年第 3 届 CGPM 大会),
- 废止自 1948 年 (第 9 届 CGPM 大会) 起生效的基于 CIPM 提议 (1946 年“2 号决议”) 的安培的定义,
- 废止 1967/1968 年起生效的开尔文的定义 (第 13 届 CGPM 大会“4 号决议”),
- 废止自 1971 年起生效的摩尔的定义 (第 14 届 CGPM 大会“3 号决议”),
- 废止自 1979 年起生效的坎德拉的定义 (第 16 届 CGPM 大会“3 号决议”),
- 废止应 CGPM 关于利用约瑟夫森效应和量子化霍尔效应建立伏特和欧姆表述的要求 (1987 年第 18 届 CGPM 大会“6 号决议”), CIPM 做出的采用约瑟夫森常数 K_{J-90} 与克里青常数 R_{K-90} 的约定数值的决定(1988 年“1 号提议”与“2 号提议”)。

附录 2. 先前定义中曾使用的常数的状况

自 2019 年 5 月 20 日起实行上述 SI 新定义, 并根据国际科技数据委员会(CODATA)2017 年平差结果的推荐值获得定义常数的数值之后,

- 国际千克原器的质量 $m(K)$ 在一定的相对标准不确定度范围内等于 1 kg，该不确定度等于本决议通过时 h 推荐值的不确定度，即 1.0×10^{-8} ，且未来国际千克原器的质量值将通过实验确定，
- 真空导磁率 μ_0 在一定的相对标准不确定度范围内等于 $4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$ ，该不确定度等于本决议通过时精密结构常数 α 推荐值的不确定度，即 2.3×10^{-10} ，且未来真空导磁率的数值将通过实验确定，
- 水三相点的热力学温度 T_{TPW} 在一定相对标准不确定度范围内等于 273.16 K，该不确定度非常接近于本决议通过时 k 推荐值的不确定度，即 3.7×10^{-7} ，且未来水三相点的热力学温度值将通过实验确定，
- 碳-12 的摩尔质量 $M(^{12}\text{C})$ 在一定相对标准不确定度范围内等于 $0.012 \text{ kg mol}^{-1}$ ，该不确定度等于本决议通过时 $N_A h$ 推荐值的不确定度，即 4.5×10^{-10} ，且未来碳-12 的摩尔质量值将通过实验确定。

附录 3. SI 基本单位

从上述基于定义常数固定数值的 SI 新定义开始，7 个基本单位中每一个的定义都，适当地，用一个或多个定义常数推导出。自 2019 年 5 月 20 日起，SI 基本单位采用以下定义：

- 秒，符号 s，SI 的时间单位。当铯的频率 $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ ，即铯-133 原子不受干扰的基态超精细能级跃迁频率以单位

Hz, 即 s^{-1} , 表示时, 将其固定数值取为 9 192 631 770 来定义秒。

- 米, 符号 **m**, SI 的长度单位。当真空中光的速度 c 以单位 m/s 表示时, 将其固定数值取为 299 792 458 来定义米, 其中秒用 $\Delta\nu_{Cs}$ 定义。
- 千克, 符号 **kg**, SI 的质量单位。当普朗克常数 h 以单位 $J s$, 即 $kg m^2 s^{-1}$, 表示时, 将其固定数值取为 6.626 070 15 $\times 10^{-34}$ 来定义千克, 其中米和秒用 c 和 $\Delta\nu_{Cs}$ 定义。
- 安培, 符号 **A**, SI 的电流单位。当基本电荷 e 以单位 C , 即 $A s$, 表示时, 将其固定数值取为 1.602 176 634 $\times 10^{-19}$ 来定义安培, 其中秒用 $\Delta\nu_{Cs}$ 定义。
- 开尔文, 符号 **K**, SI 的热力学温度单位。当玻尔兹曼常数 k 以单位 $J K^{-1}$, 即 $kg m^2 s^{-2} K^{-1}$, 表示时, 将其固定数值取为 1.380 649 $\times 10^{-23}$ 来定义开尔文, 其中千克、米和秒用 h , c 和 $\Delta\nu_{Cs}$ 定义。
- 摩尔, 符号 **mol**, SI 的物质的量的单位。1 摩尔精确包含 6.022 140 76 $\times 10^{23}$ 个基本粒子。该数即为以单位 mol^{-1} 表示的阿伏伽德罗常数 N_A 的固定数值, 称为阿伏伽德罗数。

一个系统的物质的量, 符号 n , 是该系统包含的特定基本粒子数量的量度。基本粒子可以是原子、分子、

离子、电子，其它任意粒子或粒子的特定组合。

- 坎德拉，符号 **cd**，SI 沿给定方向发光强度的单位。当频率为 540×10^{12} Hz 的单色辐射的发光效率 K_{cd} 以单位 lm W^{-1} ，即 cd sr W^{-1} ，或 $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$ ，表示时，将其固定数值取为 683 来定义坎德拉，其中千克、米、秒分别用 h , c 和 $\Delta\nu_{Cs}$ 定义。

决议 B

关于时标的定义

第 26 届国际计量大会 (CGPM),

考虑到

- 1971 年第 14 届 CGPM 大会通过的“1 号决议”要求 CIPM 定义国际原子时 (TAI),
- CIPM 尚未正式发布完整的自成体系的 TAI 定义,
- 秒定义咨询委员会 (CCDS) 在其“S2 建议”(1970 年) 中提出了一个 TAI 定义, 1980 年 CCDS 通过声明的方式进一步扩展该定义,
- 1975 年第 15 届 CGPM 大会注意到由 TAI 导出的协调世界时 (UTC) 构成了民用时间的基础, 并强烈赞同这一应用,

认识到

- BIPM 的使命是确保和促进测量的全球可比性, 包括提供一个一贯的国际单位制,
- 国际天文联合会 (IAU)、国际大地测量与地球物理联合会 (IUGG) 和国际大地测量协会 (IAG) 负责定义地球与空间应用的参考系,
- 国际通信联盟无线电通信部 (ITU-R) 负责协调时间和频率信号的传递, 并提出相关建议,

- 国际地球自转与参考系服务 (IERS)，一个 IAU 与 IUGG 共同创立的机构，负责提供用于关联地球参考系和天文参考系的信息，包括：地球自转角随时间变化的测量 UT1-UTC，用于时间信号发播的低精度 UT1-UTC 预报 DUT1，以及确定和宣布闰秒的插入，

注意到

- IAU 在其“A4 决议”（1991）的“建议I和II”中定义地心参考系为广义相对论框架下的地球时空坐标系，并在“建议 III”中将该参考系的时间坐标命名为“地心坐标时”(TCG)，
- IAU 在其“A4 决议”（1991）的“建议IV”中进一步定义地球时 (TT) 作为地心参考系的另一个时间坐标，与 TCG 相差一个固定的速率；选定的 TT 的测量单位与大地水准面上的 SI 秒一致，
- IAU 在其“B1.9 决议”（2000）中将 TT 重新定义为与 TCG 相差一个固定速率的时标， $dTT/dTCG = 1 - L_G$ ，其中 $L_G = 6.969290134 \times 10^{-10}$ ，是一个定义常数（选定的 L_G 数值与 IAG 第三特别委员会于 1999 年推荐的大地水准面上重力势的值 $W_0 = 62636856.0 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ 相符），
- 2000 年对 TT 的重新定义引起了 TT 与 TAI 之间的歧义，因为 CCDS 在 1980 年已然规定，TAI 将“使 SI 秒在转动的大地水准面上作为时标单位来实现”，但而

TT 的定义并未提及大地水准面，

声明

- TAI 是 BIPM 基于 SI 秒的最佳复现产生的连续时标，是对 IAU“B1.9 决议”（2000）定义的 TT 的复现。
- 从钟的本征时转换到 TAI，相对论速率**偏移**是根据约定采用的地球重力势的等势值 $W_0 = 62636856.0 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ 来计算的，这个等势值与定义 TT 速率的常数 L_G 一致，
- 如 IAU“A4 号决议”（1991）所述，为确保 TT 与星历时的连续性，精确地在 TAI 1997 年 1 月 1 日 0 时，令地心的 $TT-TAI = 32.184 \text{ s}$ ，
- BIPM 基于 TAI 产生的 UTC 是唯一推荐的国际参考时标，也是大多数国家民用时间的依据。
- UTC 与 TAI 仅相差一个整数秒，差值由 BIPM 发布，
- 用户可以利用 IERS 提供的 UT1 - UTC 观测值或预报值，从 UTC 导出地球的自转角，
- 在不发生闰秒的时间段，UTC 提供一种测量时间间隔和传递频率标准的方法，
- 各实验室(用 k 标记)向国际计量局报数以计算 UTC，它们保存实时复现的本地“UTC(k)”即实现向 UTC 的溯源，

决定

1. 国际原子时 (TAI) 是一个由 BIPM 基于 SI 秒的最佳复现产生的连续时标。TAI 也是 IAU“B1.9 号决议”(2000) 定义的速率相同的地球时 (TT) 的复现。
2. 协调世界时 (UTC) 是 BIPM 产生的与 TAI 速率相同的时标，与 TAI 仅相差一个整数秒。

并建议

- 所有相关单位与组织考虑这些定义，共同努力就参考时标及其复现、传递达成共识，研究当前对 UT1-UTC 最大值的限制，以满足现在和未来用户群体的需求，
- 所有相关单位与组织共同努力进一步改进 UT1-UTC 预报的准确度，完善其传递方法，满足用户未来的需求。