

法定计量单位在农业科技中的应用

傅志东 刘佩芬

(基础课部)

(学报编辑室)

为了推进科技进步,促进国际科技和贸易往来,许多国家都陆续以国际单位制为基础统一本国的计量单位。由于历史原因,我国过去的计量单位很不统一,市制、英制和国际制混合使用,极不适应现代科技发展的需要。为此,1984年2月国务院发布命令,规定我国的计量单位一律采用《中华人民共和国法定计量单位》。这一决定无疑对我国的改革开放和科技进步有很重要的意义。在农业科技和生产中,因为涉及理、工、农、生、医等广泛的领域,用到的法定计量单位及过去惯用的非法定计量单位较多较复杂。本文在介绍法定计量单位的同时,重点指出农业科技中使用法定计量单位应注意的问题。

1 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的单位为基础,同时根据我国的实际情况,适当选用了一些非国际单位制单位构成的,包括以下几类:

1.1 国际单位制(SI)的基本单位(表1)

表1 SI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 |

注①圆括号中的名称,是它前面的名称的同义词,下同。②方括号中的字,在不致引起混淆,误解的情况下,可以省略,去掉方括号中的字即为其简称,无方括号的单位名称、简称与全称同,下同。

1.2 国际单位制的辅助单位(表2)

表2 SI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 |

1.3 具有专门名称的SI导出单位(表3)

文稿收到日期:1990-08-27.

表 3 具有专门名称的 SI 导出单位

| 量的名称 | SI 导出单位 | | | |
|-------------------|---------|----------------|---------------------|--|
| | 名称 | 符号 | 其他表示式 | |
| | | | 用 SI 单位示例 | 用 SI 基本单位 |
| 频率 | 赫〔兹〕 | H _z | — | S ⁻¹ |
| 力, 重力 | 牛〔顿〕 | N | — | M · kg · S ⁻² |
| 压力, 压强, 应力 | 帕〔斯卡〕 | Pa | N / m ² | m ⁻² · kg · s ⁻² |
| 能〔量〕, 功, 热量 | 焦〔耳〕 | J | N · m | m ² · kg · s ⁻² |
| 功率, 辐〔射能〕通量 | 瓦〔特〕 | W | J / s | m ² · kg · s ⁻³ |
| 电荷〔量〕 | 库〔仑〕 | C | — | s · A |
| 电压, 电动势, 电位, (电势) | 伏〔特〕 | V | W / A | m ² · kg · S ⁻³ · A ⁻¹ |
| 电容 | 法〔拉〕 | F | C / V | m ⁻² · kg ⁻¹ · S ⁴ · A ² |
| 电阻 | 欧〔姆〕 | Ω | V / A | m ² · kg · S ⁻³ · A ⁻² |
| 电导 | 西〔门子〕 | S | A / V | m ⁻² · kg ⁻¹ · S ³ · A ² |
| 磁通〔量〕 | 韦〔伯〕 | Wb | V · S | m ² · kg · S ⁻² · A ⁻¹ |
| 磁通〔量〕密度, 磁感应强度 | 特〔斯拉〕 | T | Wb / m ² | kg · S ⁻² · A ⁻¹ |
| 电感 | 亨〔利〕 | H | Wb / A | m ² · kg · S ⁻² · A ⁻² |
| 摄氏温度 | 摄氏度 | ℃ | — | k |
| 光通量 | 流〔明〕 | lm | — | cd · sr |
| (光) 照度 | 勒〔克斯〕 | lx | lm / m ² | m ⁻² · cd · sr |
| 放射性活度 | 贝可〔勒尔〕 | Bq | — | s ⁻¹ |
| 吸收剂量 | 戈〔瑞〕 | Gy | J / kg | m ² · S ⁻² |
| 剂量当量 | 希〔沃特〕 | Sv | J / kg | m ² · S ⁻² |

1.4 用于构成十进倍数和分数单位的词头 (表 4)

表 4 SI 词头

| 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〔何托〕 | f |
| 10 ⁻¹⁸ | 阿〔托〕 | a |

1.5 国家选定的非国际单位制单位(表5)

根据当前国际科技界的应用情况并结合我国特点,国家还选定一些非SI单位为法定单位。

表5 可与SI并用的我国法定计量单位

| 量的名称 | 单位名称 | 单位符号 | 与SI单位的关系 |
|-------|--------|---------|---|
| 时 间 | 分 | min | 1 min = 60s |
| | (小)时 | h | 1 h = 60min = 3 600s |
| | (日)天 | d | 1 d = 24h = 86 400s |
| (平面)角 | 度 | (°) | 1° = (π / 180)rad |
| | (角)分 | (') | 1' = (1 / 60)° = (π / 10 800) rad |
| | (角)秒 | (") | 1" = (1 / 60)' = (π / 648 000) rad |
| 体积容积 | 升 | L, (l) | 1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³ |
| 质 量 | 吨 | t | 1 t = 10 ³ kg |
| | 原子质量单位 | u | 1 u \approx 1.660 565 5 \times 10 ⁻²⁷ kg |
| 旋转速度 | 转每分 | r / min | 1 r / min = (1 / 60)s ⁻¹ |
| 长 度 | 海 里 | nmile | 1 nmile = 1 852m |
| | | | (只用于航程) |
| 速 度 | 节 | kn | 1 kn = 1 nmile / h = (1852 / 3600)m / s (只用于航程) |
| 能 | 电子伏 | eV | 1 eV \approx 1.602 189 2 \times 10 ⁻¹⁹ J |
| 级 差 | 分 贝 | dB | |
| 线密度 | 特(克斯) | tex | 1 tex \times = 10 ⁻⁶ kg / m |

注:①平面角单位度、分、秒的符号,在组合单位中应采用(°)、(′)、(″)的形式,例如,不用°/s而用(°)/s。

②升的两个符号属同等地位,可任意选用,今后是否取消其中之一,待国际上有新规定后再行修改。

2 在农业科技中使用法定计量单位应注意的几个问题

2.1 正确使用法定计量单位及其符号 从近期有关论文和著作看,计量单位的用法错误较多,主要可归纳为以下几个问题:(1)使用已废除的计量单位;(2)使用错误的单位符号;(3)采用错误的量和单位的名称。表6列出了部分常见错误、正确用法及换算关系。

表6 常用法定计量单位与其错误用法对照表

| 量的名称 | 单位名称 | 正确符号 | 错误符号名称 及非法定单位 ⁽¹⁾ | 换算关系 |
|----------------------|-------------------------|--|--|--|
| 长度 | 米、千米、厘米、毫米、微米... | m, km, cm, mm, μm... | M, μ, 公尺、公分、里、丈、尺、寸、分、ft(英尺) in(英寸) | 1里=500m, 1丈= $\frac{10}{3}$ m=3.3m 1尺= $\frac{1}{3}$ m=0.3m, 1寸= $\frac{1}{30}$ m=0.03m 1ft=30.48cm, 1in=2.54cm |
| 面积 | 平方米、平方千米、平方厘米、平方毫米、平方微米 | m ² , km ² , cm ² , mm ² , μm ² | M ² , CM ² , 平米, ti ² , in ² , 亩、分、厘 | 1亩=666.6m ² , 1分=66.6m ² 1厘=6.6m ² |
| 体积、容积 | 立方米、升、毫升 | m ³ , L, mL | M ³ , c.c, cum, 立米、公升、立升 | 1L=1dm ³ 1mL=1cm ³ |
| 时间 | 秒、分、小时、天、年 | s, min, h, d, a | m, (′), sec, (″)hr, date, y, yr | 1h=3600s 1min=60s |
| 质量 | 千克(公斤)、克、吨 | kg, g, t | kG, G, gr, T, lb(磅) | 注:重量是习惯用法,不是法定单位名称 |
| 压力(压强), 应力, 声压, 渗透压 | 帕斯卡, 千帕 | Pa, kPa | bar, b, atm, Torr, mmHg, mmH ₂ O, kgf/cm ² | 1bar=10 ⁵ Pa=10 ² kPa=0.1MPa 1atm=1.01325×10 ⁵ Pa=101.325kPa 1Torr=133.322Pa 1mmHg=133.322Pa 1mmH ₂ O=9.806375Pa 1kgf/cm ² =9.80665×10 ⁴ Pa |
| 力、重力 | 牛(顿)、千牛(顿)、毫牛(顿) | N, kN, mN | dyn(达因), kgf(千克力), gf(克力) | 1dyn=10 ⁻⁵ N 1kgf=9.80665N 1gf=9.80665×10 ⁻³ N |
| 温度 | 开(尔文)、摄氏度 | K, °C | °K, deg. (°) | |
| 光强度 | 勒克斯 | lx | lux, Lx | |
| 光通量 | 流明 | lm | lum | |
| 物质的量 | 摩尔、千摩尔 | mol, kmol | 克分子, 克原子 | |
| 物质的量浓度 | 摩尔/立方米, 摩尔/升 | mol/m ³ , mol/L | N, 当量浓度, M | |
| 能量与热量 ⁽²⁾ | 焦耳、千焦耳 | J, kJ | cal, kcal | 1Cal ₁₅ =4.1855J(15℃卡) 1Cal ₁₈ =4.1840J(热化学卡) 1Cal _T =4.1868J(国际蒸汽表卡) |
| 质量密度、质量浓度 | 千克/米 ³ 、千克/升 | kg/m ³ , kg/L | 比重 | |
| 重力密度(重度) | 牛(顿)/米 ³ | N/m ³ | 比重 | |
| 转速 | 转每秒、转每分 | r/s, r/min | rps, rpm | |
| (放射性) 活度 | 贝可(勒尔) | Bq | Ci(居里) | 1Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq |
| 吸收剂量 | 戈(培) | Gy | rad(拉德) | 1rad=10 ⁻² Gy |
| 剂量当量 | 西(沃特) | Sv | rem(雷姆) | 1rem=10 ⁻² Sv |

注: (1) 此栏包括非法定的量和单位名称及错误符号。

(2) 医学、生物学常用热化学卡, 即 cal₁₈, 换算时应当注意。

在农业科技杂志中法定计量单位使用的常见错误,最典型的有以下几个方面:

(1) 热量:许多人还使用卡(Cal)或千卡(k Cal)作为能量或热量的单位,这是不对的,应使用法定计量单位J(焦耳)。Cal有三种:Cal₁₅, Cal₁₆和 Cal_{IT}在生物学和医学中常用的是 Cal₁₆(热化学卡),如代谢能 3.066k Cal/kg,应换算成 12.83kJ/kg, (1Cal₁₆ = 4.1840J)又如光能辐射量 114.3k Cal/cm²应为 4.786 × 10⁶kJ/m²(1Cal_{IT} = 4.1868J)。

(2) 压强:压力包括压强、声压、大气压以及涉及土壤和植物中水分输运过程时常用的渗透压和水势等单位,过去使用很不统一,有 atm(大气压)、mmHg(毫米水银柱高)、bar(巴)、kgf/mm²(每公斤力平方毫米)等,现已一律废除使用,改用法定计量单位 Pa(帕斯卡)表示,它们的换算关系详见表 6。

(3) 浓度:农业科技中许多试验都要涉及一定浓度的某种试剂的配制问题,按法定计量单位制,有两个浓度的概念:一个是物质的质量浓度,即某物质的质量除以混合物的体积,其法定计量单位是 kg/m³、或 kg/L;另一个是物质的浓度或物质的量浓度,它的法定计量单位是 mol/m³或 mol/L。有人用 M 来表示后者,是错误的。还应指出,符号% (百分之一)、‰ (千分之一)、ppm (百万分之一)等只能表示浓度的大小,不能作为单位使用。

(4) 长度:长度的法定计量单位是 m,其法定名称是“米”,它的倍数及分数单位有 km(千米)、cm(厘米)等,百万分之一米应写为 μm,其中 μ 是词头 10⁻⁶,就如 km 和 cm 中的 k (10³) 和 c (10⁻²) 一样(见表 4),它只能与长度的基本单位 m 一起组成分数单位,由于习惯,现在还有人用“μ”代替 μm 表示百万分之一米,是错误的,另外“公尺”、“公分”等不是法定长度单位的名称,在书刊中应停止使用。

2.2 正确使用词头

根据 GB3100-86 的规定,对 SI 词头的使用应注意以下几点:(1) 词头用于构成 SI 单位的倍数单位,与 SI 单位组成一个整体,不能单独使用,如微米用“μm”,不能单独用“μ”表示;(2) 词头不得重叠使用,如 nm(纳米)不能写成 mμm;(3) 选用词头一般应使量的数值处于 0.1~1000 范围内,如 0.00394m 可写成 3.94mm, 11401Pa 可写成 11.401kPa 等;(4) 词头 h、da、d、c(百、十、分、厘),一般用于某些长度、面积和体积的单位中。

2.3 优先使用符号

国家计量局颁布的《中华人民共和国法定计量单位使用方法》中规定:“应优先使用符号”。《中华人民共和国国家标准》(GB3100-86)中规定:“中文符号只供在小学或初中教科书,普及书刊中作为符号采用”。所谓中文符号即单位名称的简称,“单位和词头的符号,在公式、数据表、曲线图,刻度盘和产品名等需要简单明了的地方使用,也用于叙述性文字中”。^[4]因此,凡研究报告、学术论文、著作及大学教材等均应使用法定计量单位符号。例如,米,千克、安(培)、焦(耳)等,应用 m, kg, A, J 等代替。

对于一些非物理量的单位,可以用汉字与符号构成组合形式的单位,如农民的劳动生产率,可用 kg/(人·a)(公斤每人年)等表示。

2.4 正确书写符号

GB3101-86 中规定：“在 GB3100-86 中给出了单位标准化的符号，应按该标准规定采用而不能使用其它的”。“一般单位符号都用小写字母”，“只有在单位的名称来源于人名时，其第一字母要用大写字母”^[4]。这段话的意思是：(1) 法定计量单位的符号必须按规定采用标准化符号，不能随意乱用；(2) 来源于人名的单位符号第一个字母要大写，例如力的单位 N(Newton)，压力单位 Pa (Pascal)、频率单位 Hz(Hertz)、电流单位 A(Ampere)等。非来源于人名的单位符号一般用小写，如 s (秒)、m (米)、kg (千克)等。按标准规定，升的符号可用大写 L，也可用小写 l，但因小写 l 易和数字 1 及大写 I 混淆，所以建议用大写 L；(3) 应注意，在 SI 词头中，大于 10^3 者其符号用大写字母，小于 10^6 者为小写字母，而且一律用正体。特别是， 10^{15} 的符号是大写 P， 10^{-12} 是小写 p； 10^6 是大写 M， 10^{-3} 是小写 m 等，不要搞错。

对组合单位，例如“米每秒”，正确的符号是 m/s 或 ms^{-1} ；“公斤每平方米天”，正确的符号是 $kg/(m^2 \cdot d)$ 或 $kgm^{-2}d^{-1}$ ，写成 $kg/m^2/d$ 或 kg/m^2d 都是错误的，即对相除的组合单位可用斜线或负幂数形式表示，用斜线表示时，分母中两个单位之间用圆点隔开并置于圆括号中，斜线不能多于一条，对复杂的组合单位应采用负幂数形式表示。

2.5 允许使用非法定计量单位的场合

按文化部和国家计量局 1984 年 6 月发布的“贯彻中华人民共和国法定计量单位的联合通知”，对再版的古籍、文学和翻译书刊，可使用原计量单位，但应采取各种注释形式注明其与法定计量单位制的换算关系，在农业科技中除涉及翻译论文和著作外，对古农学著作的再版或译成白话文均应按上述办法处理。

3 与化学有关的几个问题

农业科技中涉及大量化学，现将有关法定计量名称，法定计量单位及有关符号使用简要介绍如下。

3.1 化学元素与核素符号的正确书写

化学元素一律使用正体罗马字母书写，符号后不能加圆点，但在句末可以例外，如 H, He, C, Ca, 等。

说明核素或分子的附加上，下标应具有下列意义：

核素的核子数 (质量数) 在左上角标出，如 ^{14}N ；

分子中核素的原子数，在右下角标出，如 $^{14}N_2$ ；

质子数 (原子序数) 在左下角标出，如 $_{13}P$ 。

3.2 元素的相对原子质量和物质的相对分子质量

元素的相对原子质量 (Ar) 的定义为：元素的平均原子质量与核素 ^{12}C 原子质量的 $1/12$ 的比。过去称为原子量，它是一个无量纲的量，没有单位。例如，氯元素的相对原子质量为 $Ar(Cl) = 35.4527$ 。

物质的相对分子质量 (Mr) 的定义为：物质的分子或特定单元的平均质量与核素 ^{12}C 原子质量的 $1/12$ 之比。过去称为分子量。例如氯分子的相对分子质量为 $Mr(Cl_2) = 70.9054$ 。

原子量和分子量均为非法定量名称,应放弃使用。相应地,“克原子量”,“克分子量”等也是非法定量名称,应该用法定量名称“摩尔质量”表示。例如,氯元素的克原子量为 35.4527g,现应改为氯元素的摩尔质量 $M(\text{Cl}) = 35.4527\text{g/mol}$ 等。

3.3 化学势与化学反应亲合势

纯物质的化学势 (μ) 的定义为

$$\mu = G/n = G_m \quad (1)$$

式中 G_m 为摩尔吉布斯函数, n 为物质的量。对多种物质组成的混合物,化学势

(第 i 种物质) 为

$$\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_{T, p, n_j} \quad j \neq i \quad (2)$$

所以化学势的单位应是 J/mol

化学反应亲合势 (A) 的定义为

$$A = - \sum_i \nu_i \mu_i \quad (3)$$

式中 ν_i 为物质 i 的化学计量数,它是无量纲的; μ_i 为化学势,所以化学反应亲合势的单位与化学势相同,为 J/mol。

3.4 物质的量浓度

物质 B 的浓度和物质 B 的量浓度 (C) 是法定定量名称,它的定义是:物质 B 的物质的量除以混合物的体积,单位是 mol/m³, mol/L 等。

当量浓度是非法定量,它的定义为:1L 溶液中所含溶质的克当量数。例如 1 升溶液中若有 98.079g (2 克当量) 的硫酸,其当量浓度为 2N。按法定定量和计量单位则应改为

$$C\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right) = 2 \text{ mol/L}$$

或者

$$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ mol/L}$$

在分析化学及定量分析中,与当量定律有关的计量均应改变,详见参考文献 (1)。

贯彻法定计量单位制是每个公民的职责,特别是科技人员和高等学校教师更应带头执行。在教学、撰写论文和编写教材时必须严格使用法定计量单位。

参 考 文 献

- 1 蔡铭生,法定计量单位使用手册,北京:中国计量出版社,1988.2
- 2 郭珍,法定计量单位在医学上的应用,西安医科大学学报,1987,8(1):107~110
- 3 杨浅,蒋慧珠,关于科技期刊计量单位和物理量符号规范化问题,情报科学学报,1989(4):46~48
- 4 国家标准局,中华人民共和国国家标准 GB3100-3102-86 量和单位,北京:中国标准出版社,1987,10
- 5 IUPAC (周宁怀,姚国琦译),物理化学量和单位的符号与术语手册,北京:技术标准出版社,1981