

# 生物学论文中光照强度的误用辨析及思考

窦春蕊<sup>1)</sup> 马秋明<sup>1)</sup> 温晓平<sup>1)</sup> 史亚歌<sup>2)†</sup>

1)西北农林科技大学《西北农林科技大学学报(自然科学版)》编辑部;2)西北农林科技大学《西北农业学报》编辑部;712100,陕西杨凌

**摘要** 在中国知网以“光照强度”为检索词,对2020—2022年发表的300篇生物学论文进行统计,发现单位为lx、 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 和 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的不同量却均以光照强度相称,误用比例高达88.67%。通过搜索GB/T 3102—1993《(所有部分)量和单位》、全国名词委官方网站的“术语在线”和百度文库,对光照强度的3种误用表现逐一溯源辨析,可知以lx为单位的量有明确的标准量名称,即“[光]照度”;单位 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 对应的量名称为“辐[射]照度”,若论文中要强调是做光照辐射处理,可加上修饰词“光”以“光辐[射]照度”来表达;以 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 为单位的量可与标准量“光子照度”对应,由于其多出现在植物光合特性研究的论文中,为体现行业特征,宜以“光合摩尔光子照度”或“摩尔光子照度”来表达。

**关键词** 量和单位;生物学论文;量名称;科技名词;光照强度  
**Discrimination and analysis of light intensity misuse in biological papers**//DOU Chunrui, MA Qiuming, WEN Xiaoping, SHI Yage

**Abstract** A statistical analysis was conducted on 300 newly published biological papers from 2020 to 2022, after searching for the term “light intensity” in the CNKI. The result showed that misuses in units of lx,  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , and  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  as “light intensity” was as high as 88.67%. The three misuse for expressing “light intensity” were traced and analyzed by searching the China National Standards for the “Quantity and Unit”, the “Termonline.cn” by the China National Committee for Terminology in Science and Technology, and Baidu Library. We found the quantity of “lx” had a definite physical name, i. e. “illuminance”. The physical quantity corresponding to the unit “ $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ” was “irradiance”, which could be expressed as “light irradiance” if the treatment of light radiation was emphasized in a paper. The quantity of “ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ” could correspond to the legal physical quantity of “photon irradiance”. Due to most of uses in the research papers in plant photosynthetic characteristics, it could be expressed as “photosynthetic molar photon irradiance” or “molar photon irradiance”.

**Keywords** quantity and unit; biological papers; quantity name; scientific and technological terms; light intensity

**First-author's address** Editorial Department of Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition), Northwest A&F University, 712100, Yangling, Shaanxi, China

**DOI**:10.16811/j.cnki.1001-4314.2023.05.008

在编辑实践中,往往会发现很多带有单位的科技

名词,当用规范的物理量(简称量)来鉴别时,又不容易找到其应该对应哪个量,导致编辑在论文的修改加工过程中,经常无所适从。尤其在生物科学领域,其研究离不开各种测试仪器,也就是说在进行生物科学定量研究时,是以物理或化学的测定方法为基础的,由于学科的不同,生物学者有时难免以自己的视野定义可度量的科技名词,导致生物学论文中经常出现部分科技名词无法与规范的物理量相对应的问题,这对科技成果的交流与传播造成了一定困难。有编辑同仁对此已进行了一些讨论,如郭柏寿等<sup>[1]</sup>、张凤莲等<sup>[2]</sup>对生物学论文中几个常见量和单位的错用进行了分析,杨继民等<sup>[3]</sup>和浩元<sup>[4]</sup>分别对一些常见量名称的混用进行了辨析,陈浩元<sup>[5]</sup>对“浓度”、郝远<sup>[6]</sup>对“比热容”和“比热”、浩元<sup>[7-8]</sup>对“光合生产率”及生物医学领域的“bpm”等的规范使用进行了说明,这些对科技期刊编辑工作均有十分重要的指导意义。

笔者在多年的编辑工作实践中发现,生物学论文中将“光照强度”作为量名称误用的问题较为普遍,但鲜有对该问题的分析和讨论,仅见范雪梅等<sup>[9]</sup>对此进行了简要分析,但并未引起编辑同行的重视。为此,笔者对单位为lx、 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 等的不同量却以光照强度相称的误用展开辨析,以期明确其正确的量名称,为科技论文的编辑加工提供借鉴,同时对科技名词与量名称之间的关系以及二者如何统一协调才不致产生矛盾进行了探讨。

## 1 以光照强度相称的不同单位物理量的统计分析

以中国知网的“中国学术期刊全文数据库”(https://kns.cnki.net/)为检索工具,设定检索条件如下:篇名+关键词+摘要)输入“光照强度”,搜索年份设置为2020—2022年,文献来源类型选择核心期刊、CSSCI和CSCD,发表时间由近及远排序,以此检索结果为依据,统计最新发表的300篇生物学方向的论文中,单位为lx、 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 等的不同量却以光照强度相称的误用篇数和量名称正确使用的篇数以及各自占比。结果(表1)显示,以光照强度相称的多个量的误用比例高达97.67%,其中单位为lx、 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 和 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的不同量却均

†通信作者

以光照强度相称的误用比例高达 88.67%，而单位与量名称能够正确对应使用的比例仅为 2.33%。这一

统计结果令人意外，可见对其误用表现进行辨析非常必要。

表 1 生物学论文中单位为 lx、 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  和  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  等的不同量误以光照强度相称及正确使用的统计结果

项目	量名称误用				量名称正确使用			总计
	lx	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	其他	lx	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	
数量	154	4	108	27	6	0	1	300
占比/%	51.33	1.33	36.00	9.00	2.00	0	0.33	100

注：“其他”主要指利用遮阳网遮阳后相对于全光照处理的所谓“相对光照强度(%)”以及将“透光率(%)”称为“光照强度”的情形。

## 2 光照强度 3 种误用表现的溯源辨析

为了明确 lx、 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  和  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  这 3 个单位对应的正确量名称，通过搜索 GB/T 3102—1993《(所有部分)量和单位》<sup>[10]</sup>、全国科学技术名词审定委员会官方网站(<http://www.cnterm.cn/>)的“术语在线”和百度文库(<https://wenku.baidu.com/>)，对光照强度的 3 种误用表现逐一进行溯源辨析。

### 2.1 单位为 lx 的量误以光照强度相称

在生物学论文中，经常会遇到名称为光照强度的所谓物理量，但其单位符号却是 lx，常见于表格栏头、曲线坐标图的标目和文字叙述部分。但在 GB/T 3102—1993 中查不到名为光照强度的量；若以此名在“术语在线”上进行搜索，可知“术语在线”于 1993、2016 及 2020 年先后在农学、林学和畜牧学这 3 个学科中公布了“光照强度”这一术语，其中 2016 和 2020 年公布的这个术语单位都是 lx(勒克斯)，而 1993 年公布的仅有术语名称，却未见定义和单位，同时在 2016 年公布的术语中发现一个名为[光]照度的简称<sup>[11]</sup>。

再以“勒克斯”或“[光]照度”分别在 GB/T 3102—1993 中查询，结果指向同一个法定量，即照度(或称光照度)，其量符号为 E，单位名称为勒克斯，简称为勒，英文名称为 lux，单位符号为 lx。[光]照度的定义为：照射到表面一点处的面元上的光通量除以该面元的面积<sup>[10]172</sup>。lx 被定义为：1 lx = 1 lm/m<sup>2</sup>，其中 lm(流明)为光通量的单位符号，即被光均匀照射的物体，在 1 m<sup>2</sup> 面积上所得的光通量是 1 lm 时，其照度为 1 lx。

显然，在“术语在线”上的查询结果是矛盾且混乱的，表现在不同发布年份内容不同，且与国家标准相抵触。首先，作为特定的科学技术名词，其内涵应该是唯一且明确的；其次，当 GB/T 3102—1993 中具有与其所指相同的量时，不应该也没必要增加不同称谓的科技名词，以免引起混乱，影响科技文献的传播与交流。因此可以认定：当单位以 lx 表示时，若将量名称称为光

照强度，就是误用，正确的量名称应该是“照度(或光照度)”。

### 2.2 单位为 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 的量误以光照强度相称

在有关果实采后褐变与相关酶活性的关系、藻类生长特性以及昆虫趋光行为等的研究论文中，存在大量将单位为  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  的量均称作光照强度的案例。这种用法是否正确，显然有必要进行溯源分析。

还是以 GB/T 3102—1993 为依据，用  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  的主单位 W/m<sup>2</sup> 进行检索，发现 7 个量：面积热流量<sup>[10]108-109</sup>、波印廷矢量<sup>[10]138-139</sup>、辐射能流率<sup>[10]164-165</sup>、辐射出射度<sup>[10]166-167</sup>、辐[射]照度<sup>[10]166-167</sup>、声强<sup>[10]194-195</sup>和能注量率<sup>[10]282-283</sup>，其对应的量符号依次为 q、S、 $\psi$ 、M、E、I、 $\psi$ 。在这 7 个量中，声强属于声学，波印廷矢量属于电学和磁学，面积热流量属于热学，而生物学中涉及单位为  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  的论文都是进行光照处理，其单位应该属于光及有关电磁辐射方向，因此首先排除这 3 个量；然后在剩余的 4 个有关光及电磁辐射的量中选择，根据各量的定义，只有辐[射]照度最为适合。辐[射]照度的定义为：照射到表面一点处的面元上的辐射能通量除以该面元的面积，单位名称为瓦每平方米，符号为 W/m<sup>2</sup><sup>[10]166-167</sup>。也就是说，生物学论文中将单位为  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  的量称为光照强度是错误的，以辐[射]照度相称才正确。若要强调是做光照辐射处理的，可以对量名称辐[射]照度前面加上修饰词“光”，在论文中以“光辐[射]照度”来表达，这样既符合国家标准，又照顾了行业习惯，读者也容易理解。

### 2.3 单位为 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的量误以光照强度相称

以  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  为单位的量称为光照强度的现象在生物学论文中也非常普遍，特别是在涉及植物光合特性的论文中，尚不清楚将单位为  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  的量称为光照强度的依据。为明确这个问题，首先在百度文库中搜索到光合测定仪(以型号 Li-6400 为例)的工作原理和使用说明，发现用“ParIn”和“ParOut”分别表示叶室内及叶室外的光照强度，单位正是  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，而这个 Par 就是用光(量)子传感器测量的<sup>[12]</sup>。显然，这里是将 Par 翻译成了“光照强度”。进

一步溯源发现, Par 的英文全拼为“photosynthetically active radiation”, 翻译成中文是“光合有效辐射”<sup>[13]</sup>。在“术语在线”上查到“光合有效辐射”在多个学科中都存在, 其中在资源科学、生态学、大气科学中的定义基本相同, 即“太阳辐射光谱中可被绿色植物的质体色素吸收、转化并用于合成有机物质的一定波段(400~700 nm)的辐射能”, 但并未提及其单位; 在林学中的定义为“太阳辐射中能被绿色植物用来进行光合作用那部分波段的辐射能”, 单位为“W/m<sup>2</sup>”; 在生物物理学和植物学中的定义为“太阳辐射光谱中对光合作用有效的波长(400~700 nm)的光”, 通常以单位叶面积在单位时间内获得的光能量表示, 即用光合光子通量密度(photosynthetically photon flux density, PPFD)来度量, 单位为“μmol/(m<sup>2</sup>·s)”; 农学中并未对其明确定义, 只说又称为“有效生理辐射”<sup>[14]</sup>。可见从全国科学技术名词审定委员会官方网站得到的信息解答不了上述问题。

进一步以“光合有效辐射”“有效生理辐射”“光合光子通量密度”分别在 GB/T 3102—1993 中检索, 结果均未发现以这 3 个名词命名的量。又以单位 μmol/(m<sup>2</sup>·s) 及其主单位 mol/(m<sup>2</sup>·s) 继续在 GB/T 3102—1993 中检索, 仍然一无所获。

联想到上文光合测定仪说明中提到的这个量是用光(量)子传感器测量的, 最后查找与光子有关的量, 结果检索到“光子照度”这个量名称, 其量符号为  $E$ , 定义为: 照射到表面一点处的面元上的光子通量除以该面元的面积, 单位名称为每秒平方米, 单位符号为 s<sup>-1</sup>/m<sup>2</sup><sup>[10]170-171</sup>。将生物学论文中的 μmol/(m<sup>2</sup>·s) 与之比较, 发现唯独少了 μmol。原来单位 s<sup>-1</sup>/m<sup>2</sup> 是针对一个光子的, 而在有关植物光合特性的测定中, 面对的是有效波长为 400~700 nm 的大量光子。鉴于其数量十分庞大, 假如还用 s<sup>-1</sup>/m<sup>2</sup> 做单位, 不但测量数据复杂, 而且不利于统计分析。因此, 行业内研究人员引入了物质的量的单位“摩尔(mol)”, 把 1 mol 的光子, 即 6.022 137 × 10<sup>23</sup> 个光子作为整体, 形成单位 mol/(m<sup>2</sup>·s) 运用到研究工作中, 在实际测量中为了计数更加方便, 对 mol/(m<sup>2</sup>·s) 又添加词头 μ 或 n, 就有了单位 μmol/(m<sup>2</sup>·s) 或 nmol/(m<sup>2</sup>·s)。

由此可见, 以光照强度表示单位为 μmol/(m<sup>2</sup>·s) 的量是错误的, 正确的表述应该是光子照度, 或者加修饰词“光合”与“摩尔”, 以“光合摩尔光子照度”或“摩尔光子照度”来表达, 不仅表意准确, 而且充分体现了行业特征。

### 3 结束语

通过以上对光照强度的误用辨析及溯源, 提示应

从更广泛的角度去讨论科技名词(又称之为科技术语或专业术语)与物理量(简称量)名称之间的关系。如果把科技名词以集合  $A$  表示, 把量名称以集合  $B$  表示, 那么二者的关系可以表示为  $B \subset A$ , 简言之所有量名称属于科技名词, 但科技名词不一定是可以度量的物理量。包括生物科学在内的自然科学, 都离不开定量研究, 要做定量研究就必须进行相关物理量的测定, 而物理量都是可以运用基于物理或化学定律的仪器以及物理化学实验来加以测量的。然而在科技名词中除了可以度量的物理量, 还有大量表述自然现象、某一自然过程或定性描述某一自然对象的名词, 比如结晶、蒸发、开花、天然单性结实、分蘖、光合作用等等。当某一科技名词能够度量时, 那么其一定对应确定的物理量, 若二者名称相同, 则不存在问题; 若二者名称不同, 常易引发歧义与混乱, 建议以量名称为准, 可加以修饰, 使之在准确表达的同时, 也尽量能反映具体的行业应用特点。例如“高度”为标准量, 其量符号为  $h$ , 主单位为  $m$ , 在生物学研究论文中, 经常用到“植株高度”这样的修饰性定量表达; “直径”也为标准量, 量符号为  $d$  或  $D$ , 常有“菌落直径”“菌丝直径”等的限定性定量表达。总之, 科技论文中名词及量名称的精确使用, 可以消除作者、编辑及读者之间认识与理解上的偏差, 更有利于科技文献的传播与交流。

王紫萱等<sup>[15]</sup>进行了期刊编辑和科研人员对量和单位常见问题及其规范使用的认知调查, 结果显示 40% 左右的编辑和科研人员不知道量名称及其符号的使用和书写要求, 也不清楚法定单位的使用和构成原则。笔者本次对涉及光照强度的生物学论文的调查统计结果也显示, 单位 lx 和 μW/cm<sup>2</sup> 均有明确的量名称, 但却以“光照强度”作为量名称的误用比例高达 52.67%。《量和单位》系列国家标准除了 2 个总则性的标准外, 还涉及 13 个学科的具体量和单位国家标准, 非常庞杂, 全部记住并熟练运用比较困难, 但对于本学科领域经常出现的量名称及其单位, 编辑应当熟记于心; 对于不常见或在日常稿件编辑加工中碰到的不确定的量和单位, 则应做到勤查勤问、多思多辨。总之, 编辑应高度重视对《量和单位》系列国家标准的学习, 并将对标准的执行落实到具体编辑工作中。

### 4 参考文献

- [1] 郭柏寿, 杨继民, 潘学燕, 等. 生物学论文中几个常见量表述上的差错分析[J]. 中国科技期刊研究, 2013, 24(3): 603
- [2] 张凤莲, 张莉. 浅议生物学论文中的量和单位以及有关问题[J]. 编辑学报, 1998, 10(4): 221

- [3] 杨继民, 潘学燕, 郭柏寿. 几个易误用的量和单位辨析[J]. 编辑学报, 2010, 22(6): 505
- [4] 浩元. 关于几个量的答疑[J]. 科技与出版, 2000(2): 19
- [5] 陈浩元. 科技期刊中不应滥用“浓度”[J]. 编辑学报, 2021, 33(6): 634
- [6] 郝远. “比热容”不应简称“比热”[J]. 编辑学报, 2020, 32(2): 221
- [7] 浩元. “光合生产率”定义辨析[J]. 编辑学报, 2020, 32(6): 662
- [8] 浩元. “bpm”是单位符号吗?[J]. 编辑学报, 2021, 33(2): 192
- [9] 范雪梅, 夏爱红, 沈波. 农业科技论文中光学方面几个易混淆的量和单位[J]. 编辑学报, 2011, 23(6): 508
- [10] (所有部分)量和单位: GB/T 3102.1~3102.13—1993[S]. 北京: 中国标准出版社, 1994
- [11] 全国科学技术名词审定委员会术语在线. 光照强度[EB/OL]. [2022-11-20]. <https://www.termonline.cn/search?k=%E5%85%89%E7%85%A7%E5%BC%BA%E5%BA%A6&r=1679728554719>
- [12] 百度文库. LI-6400 光合仪说明书[EB/OL]. [2022-11-20]. [https://wenku.baidu.com/view/028d8965cb50ad02de80d4d8d15abe23482f030a.html?\\_wkts\\_=1688351383128&bdQuery=LI-6400%E5%85%89%E5%90%88%E4%BB%AA%E8%AF%B4%E6%98%8E%E4%B9%A6](https://wenku.baidu.com/view/028d8965cb50ad02de80d4d8d15abe23482f030a.html?_wkts_=1688351383128&bdQuery=LI-6400%E5%85%89%E5%90%88%E4%BB%AA%E8%AF%B4%E6%98%8E%E4%B9%A6)
- [13] 上海路阳生物技术有限公司. 关于植物照明的 PAR, PPF 和 PPFd 解释[EB/OL]. (2020-09-29)[2022-11-20]. <https://www.luyoruv.com/xingyexinwen/PLANT-PAR-PPF-PPFD.html>
- [14] 全国科学技术名词审定委员会术语在线. 光合有效辐射[EB/OL]. [2022-11-20]. <https://www.termonline.cn/search?k=%E5%85%89%E5%90%88%E6%9C%89%E6%95%88%E8%BE%90%E5%B0%84&r=1689585120363>
- [15] 王紫萱, 郑晓梅, 王育花, 等. 期刊编辑和科研人员对量和单位常见问题及其规范使用的认知调查分析[J]. 中国科技期刊研究, 2021, 32(9): 1156  
(2023-04-20收稿; 2023-05-25修回)

## 数学式不应采用量名称或缩略词书写

最近参与某单位医学期刊编校质量审读时,发现一个普遍存在的问题:论文中的数学式几乎全部使用量的名称或缩略词书写!请先看3个典型例子:

1) 创面愈合率(%)=(原始创面面积-未愈合创面面积)/原始创面面积×100%。

2)  $ORR = (CR + PR) \text{例数} / \text{总例数} \times 100.0\%$ , 式中:ORR为客观缓解率,CR为完全缓解,PR为部分缓解。

3)  $BMI = BM(\text{kg}) / h^2(\text{m}^2)$ , 式中: BMI为体质量指数, BM为体质量, h为身高。

依据国家标准和国际标准,这3个数学式都是不规范的。GB/T 7713.2—2022《学术论文编写规则》规定:“数学式不应使用量的名称或描述量的术语表示。量的名称或多字母缩略术语,不论正体或斜体,亦不论是否含有下标,都不应用来代替量的符号。”ISO 80000-1:2009《量和单位 第1部分:总则》早就有“公式和方程式中的量都应使用符号,而绝不是用量名称或缩略词来书写”的规定。

按照标准的规定,上述3个数学式的规范书写应分别为:

1)  $\gamma = (A_0 - A_1) / A_0 \times 100\%$ , 式中:  $\gamma$  为创面愈合率;  $A_0$  为原始创面面积, 单位为  $\text{cm}^2$ ;  $A_1$  为未愈合创面面积, 单位为  $\text{cm}^2$ 。

需要说明的是:  $\gamma$  后面不应添加单位“(%)”, 因计算结果就是百分数; 如果  $\gamma$  不是用百分数表示, 则该数学

式写为  $\gamma = (A_0 - A_1) / A_0$ 。

2)  $R_{OR} = (N_{CR} + N_{PR}) / N_{tot} \times 100\%$ , 式中:  $R_{OR}$  为客观缓解率,  $N_{CR}$  为完全缓解例数,  $N_{PR}$  为部分缓解例数,  $N_{tot}$  为总例数。

3)  $I_{BM} = m_B / h^2$ , 式中:  $I_{BM}$  为体质量指数, 单位为  $\text{kg}/\text{m}^2$ ;  $m_B$  为体质量, 单位为  $\text{kg}$ ;  $h$  为身高, 单位为  $\text{m}$ 。

从规范的数学式可见,在正确设定量的符号时,应注意以下几条:

a) 凡 GB/T 3102—1993(所有部分)量和单位中已有的量,应使用其规范的量符号,如面积  $A$ 、(S), 质量  $m$ , 高度  $h$ 。

b) 标准未明确给出的量符号,可根据需要设定合适的主符号和下标,主符号为单个字母且采用斜体,下标一般为正体字母,大写或小写可依习惯或需要选定。如:  $I_{BM}$  也可写作  $I_{bm}$ ,  $R_{OR}$  也可写作  $R_{or}$ 。

c) 自行设定的量符号及非常用的标准量符号,第1次出现时应给出释义。

d) 量方程式中不应出现单位,单位在量的释义中给出。

顺便提一个建议:在目前的医学论著中,量和单位的使用、数学式的书写等确实还存在诸多不符合国家标准的问题。为纠正错误,尽快规范、统一量和单位的使用,建议中国科学技术期刊编辑学会或其他学术团体,依据国家标准、国际标准,制定供业界自愿采用的团体标准——《医学论著中使用的量和单位》。

(郝远)