

科技书刊中 X 线光电子能谱图的规范标注与编辑加工*

何莉 丁吉海 王培珍

《安徽工业大学学报(自然科学版)》编辑部,243002,安徽马鞍山

摘要 依据国家标准和规范,结合 X 线光电子能谱图坐标量的物理意义,分析科技书刊中 X 线光电子能谱图坐标标目与标值表述不规范的问题,给出了规范的表达形式。认为:X 线光电子能谱图中纵坐标量名称为相对光子通量、量纲为 1,或为光子通量,表示为 Φ/s^{-1} 或 Φ_p/s^{-1} ;横坐标的量名称为结合能,单位 eV 或 keV,首选的表达形式为 E_b/eV 或 E_b/keV 。

关键词 X 线光电子能谱;标目;标值

Standard annotation and editing of X ray photoelectron spectrum diagrams in sci-tech papers // HE Li, DING Jihai, WANG Peizhen

Abstract According to national standards or specifications, combined with the physical significance of X ray photoelectron spectrum coordinates, problems of coordinate headings and values of X ray photoelectron spectra in scientific papers were analyzed. Its standard forms of expression were given. We hold that the volume name of ordinate should be relative photon flux, without unit; or photon flux, expressed as Φ/s^{-1} or Φ_p/s^{-1} . The volume name of abscissa is binding energy, the unit should be eV or keV, and the first choice is E_b/eV or E_b/keV .

Key words X ray photoelectron spectrum; headings; value

Authors' address Editorial Department of Journal of Anhui University of Technology (Natural Science Edition), 243002, Ma'anshan, Anhui, China

X 线光电子能谱(XPS)是一种基于光电效应的电子能谱,即用 X 线光子激发物质表面原子的内层电子,通过这些电子进行能量分析而获得的一种能谱^[1]。为了能够清晰地描述分析结果,作者常常采用 X 线光电子能谱图来表达。X 线光电子能谱仪配有专门的实验数据处理软件,因软件开发者的不同,依据的文献也不同,所以直接输出的 XPS 谱图的坐标标注多种多样;而论文作者通常只关注谱图中的数值,不关注图的标目与标值,加之有些编辑同人疏忽,常常出现谱图坐标标注不规范的现象,严重影响了论文的科学性、逻辑性和规范性;因此,笔者尝试对 X 线光电子能谱图的坐标标目和标值的规范表达进行探讨。

1 X 线光电子能谱图标目与标值的规范表达

1.1 标目与标值 标目是说明坐标轴物理意义的必要项目,通常由物理量符号和相应的量单位符号组

成。对于任何一个物理量 B ,可写成量代数式 $B = \{B\} \cdot [B]$,式中 $\{B\}$ 为 B 在使用单位 $[B]$ 时的数值, $[B]$ 为量 B 的单位符号^[2]。文献[3]说:“在同一类量中,如选出某一特定的量作为一个称之为单位的参考量,则这一类量中的任何其他量,都可用这个单位与一个数的乘积表示。”这样,量 B 坐标的标目应表示为 $B/[B]$,它对应着坐标轴上的标值。对于标目“量/单位”中的“量”,首选的是量符号,也可以用中、英文量名称以及英文名称的公认缩写替代量符号。

1.2 X 线光电子能谱图纵坐标标目与标值 X 线光电子能谱图纵坐标标目表示的是光电子的测量强度,通常用接收到的光电子数与时间的比值,即光子通量来表示。光子通量的符号为 Φ 或 Φ_p ,单位名称为“counts per second”。按传统习惯,以往常将光子通量单位写作“cps”,或“c/s”“counts/s”,后者相当于“个/s”“计数/s”,而在用符号表示单位时,“个”等计数单位不写,于是就成了“ s^{-1} ”。依据光子通量的量代数式 $\Phi = \{\Phi\} \cdot s^{-1}$ 或 $\Phi_p = \{\Phi_p\} \cdot s^{-1}$,X 线光电子能谱图纵坐标标目可表示为 Φ/s^{-1} 或 Φ_p/s^{-1} 。

X 线光电子能谱图纵坐标标目有时也表示光电子的相对测量强度,即同一次扫描所得各发射峰接收到的光电子数与时间的比值,即相对光子通量。相对光子通量的符号可表示为 Φ_r ,量纲为一,即单位为 1,故 X 线光电子能谱图纵坐标标目也可表示为 Φ_r 。

标值应与标目物理量的含义和单位相对应;因此,XPS 图中若纵坐标标目为 Φ/s^{-1} 或 Φ_p/s^{-1} ,则其标值大于零,若纵坐标标目为 Φ_r ,则标值可有也可无。对于无数值的情况,建议删除纵坐标和相应的标目,只留横坐标;或者纵坐标标目写为 Φ_r ,在纵坐标的顶端用箭头表示。

1.3 X 线光电子能谱图横坐标标目与标值 XPS 采用能量为 1 000 eV 左右的射线源激发元素的内层电子,各种元素内层电子具有一定的特征,因此可以用 XPS 测定电子的结合能和谱峰强度。由此可知,XPS 能谱图中横坐标表示电子的结合能,电子的结合能是一个自由原子或离子的结合能,等于将此电子从所在能级转移到无限远处所需要的能量。

因 X 线光电子能谱采用的激发源为 X 线,被激发出来的电子能量不会超过 1 500 eV,故 XPS 能谱图中

* 中国高校科技期刊研究会基金项目(GBJXC1267)

横坐标标值一般不用数量级的形式。其量名称为“结合能”,英文表示为 binding energy,量符号为 E_b ,单位为 eV,常用 keV,标目可写成 E_b/eV 或 E_b/keV 。

2 X 线光电子能谱图不规范标目与标值实例

查阅国内几十种核心科技期刊,发现 X 线光电子能谱图中坐标标目、标值的标注很不规范,表达方式五花八门,甚至有的刊物同一篇论文中 X 线光电子能谱图表达方式也不一样^[4]。

2.1 纵坐标标目与标值 X 线光电子能谱图中,表达不规范较多的是纵坐标标目与标值。

1) 量符号使用不当。据笔者统计, X 线光电子能谱图中纵坐标量符号的表达方式大概有 10 种^[5-8]:用 intensity、relatively intensity、强度计数、相对强度、强度或峰强代替光子通量 Φ 和 Φ_p ;用 relatively intensity、intensity、相对强度或强度代替相对光子通量 Φ_r 。对于 X 线光电子能谱图中纵坐标量符号,视坐标上的标值而定:若有标值,则其量符号应为 Φ 或 Φ_p ;若无标值,可删除纵坐标和相应的标目,或者纵坐标标目写为 Φ_r ,并且在纵坐标的顶端用箭头表示。

2) 单位标注不当。据笔者统计, X 线光电子能谱图纵坐标标目中量单位的表达方式大概有 5 种^[9-11],即 cps、counts·s⁻¹、c/s、a. u.、无单位(单位为 1)。cps

是 counts per second 的缩写,是光子通量单位名称的缩写;counts·s⁻¹和 c/s 为传统习惯的表达方式;a. u. 是英文“arbitrary unit”的缩写,即“任意单位”的英文缩写,不管是光子通量还是相对光子通量都不是任意单位,故认为单位为“a. u.”是不正确的。对于 X 线光电子能谱图中纵坐标单位的标注,视其量符号而定:若量符号为 Φ 或 Φ_p ,则其单位为 s⁻¹;若量符号为 Φ_r ,则无单位(单位为 1)。

3) 标目与标值不对应。将光子通量看作是相对光电子的测量强度,将相对光子通量看作是光电子的测量强度,从而导致 X 线光电子能谱图中纵坐标标目与标值不对应。其主要原因是作者和编辑对光子通量、相对光子通量的概念理解不清。

图 1 为 X 线光电子能谱图纵坐标标目与标值不对应的实例^[12-13]。图 1(a)中纵坐标标目为 I ,标值在 400~1 800 之间,表明该变量表示的是光子通量,单位应为 s⁻¹;此外,量符号 I 表示不规范,且排版格式不对,应将 I 逆时针旋转 90°。正确的标目为“ Φ/s^{-1} ”或“ Φ_p/s^{-1} ”。图 1(b)中纵坐标标目为强度、标值无,表明该坐标轴上量为相对值;因此,正确的表示应该是删去纵坐标和相应的标目,只留横坐标,或者纵坐标标目写成 Φ_r ,不要标值,在坐标轴的顶端用箭头示意。

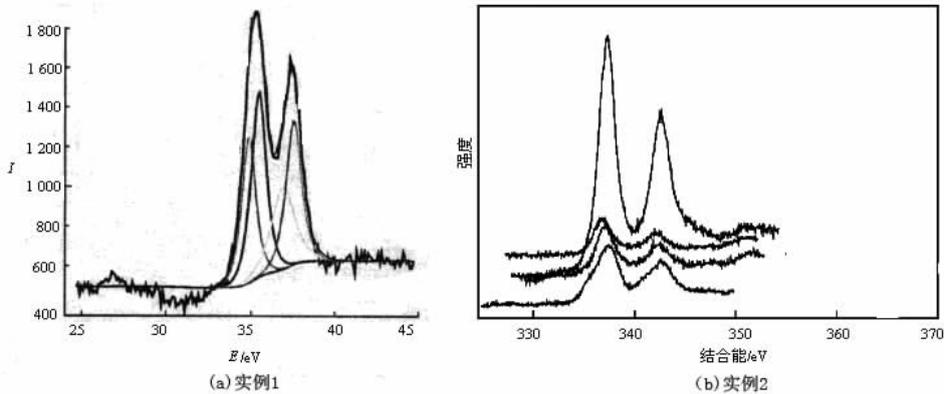


图 1 纵坐标标目与标值不对应实例

2.2 横坐标标目与标值 据笔者统计, X 线光电子能谱图横坐标标目中量符号的写法有 8 种,即 binding energy、bonding energy、energy、结合能、结合能 E_b 、束缚能、 E 、无;单位为 eV 或 keV;有标值,大小在 1 000 eV 左右,在 XPS 射线源能量范围内。由此可以看出,作者和编者对 X 线光电子能谱图中横坐标的量名称和单位的含义理解是正确的,只是表述不规范;因此,编辑人员在实际工作中不能照搬原图,需要看其量名称在全文中是否统一,如“ E_b/keV ”“结合能/keV”“binding energy/keV”均可作标目,但首选的是“ E_b/keV ”。

3 结束语

图是论文的有机组成部分。图中标目和标值的正确标注是衡量期刊整体质量的重要标尺之一。编辑人员要不断地强化规范化和标准化意识,以提高文章的科学性和可读性,打造学术性与标准化和谐统一的优秀期刊。此外,建议标准化委员会应根据科技发展的需求及时补充、修订相应标准。

4 参考文献

[1] 吴正龙,刘洁.现代 X 光电子能谱(XPS)分析技术[J].现