•师生笔谈• doi: 10.3866/PKU.DXHX202003104 www.dxhx.pku.edu.cn

关于区分有机分子对称性中文表述的建议

杨占会*，许家喜
北京化工大学化学学院，有机化学系，北京 100029

摘要：有机化学中经常涉及对不同对称性的表述，但在现行有机化学教材中很少区分，基本用“不对称”一词来表述，存在较多“一词多义，前后混淆”的现象。而英文教材中则有多个相关术语，可用于精确描述不同对称性，不会造成误解或混淆。本文根据英文术语的使用情况，建议了三个相关中文术语的使用对象和范围，以区分与对称性有关的中文表述。

关键词：有机化学；不对称；唯轴对称；非对称；化学术语
中图分类号：G64；O64；G41

A Suggestion to Clarify the Chinese Descriptions on Organic Molecule Symmetries

Zhanhui Yang *, Jiaxi Xu
Department of Organic Chemistry, College of Chemistry, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, P. R. China.

Abstract: The terminologies on symmetries are frequently used in organic chemistry. Only very limited discrimination is used in most Chinese organic chemistry textbooks. A same Chinese terminology is indiscriminally used under different scientific situations, which causes misinterpretations for students and scholars. Based on the environment and objects for the use of related English terminologies, this paper suggests three Chinese terminologies, in order to clarify the Chinese descriptions on the symmetries in organic chemistry.

Key Words: Organic chemistry; Asymmetric; Dissymmetric; Unsymmetric; Chemical terminology

对称是宇宙中存在的一种基本现象，大至天体，小至原子，都涉及对称性。在现代科学体系中，多个学科在自己的术语体系中引入了“对称性”这一概念，并由此衍生出了不同术语。在有机化学中，也经常使用与对称性有关的表述。然而，与英文教材相比，中文有机化学教材中与“对称性”相关的术语相对单调，经常在不同对称性的条件下使用相同的术语，因而存在较多“一词多义，前后混淆”的现象，给教师的教学和学生的学习带来了一定的不便。

国内有机化学教材中出现频率最高的相关术语为“不对称”。例如，国内多本教材在讲述烯烃的加成反应时，把双键两端取代基不相同的烯烃叫做不对称烯烃[1–15]。相应的取代形式则为不对称取代[1,2]，相应的性质为不对称性[2]。为与卤素作区分，有的教材将氢卤酸、次卤酸、硫酸、水等亲电试剂叫做不对称试剂[4,10]。有的教材也将这些“不对称”烯烃和炔烃与“不对称试剂”的加成规则叫做不对称加成规则[1,2]。类似地，也有不对称炔烃[1–15]、不对称酸酐[16]、不对称酮[9,10]、不对称醚[9,10]、不对称环氧化合物[7,9,12]等用法。

收稿：2020-03-29；录用：2020-05-25；网络发表：2020-05-27
*通讯作者，Email: zhyang@mail.buct.edu.cn
基金资助：国家自然科学基金(21602010)

然而，当“不对称”一词用来描述有机分子立体结构时，却有着与上述用法完全不同的内涵。在立体化学中，连有四个不同取代基的碳原子称为手性碳原子或不对称碳原子[1,2,4–12]，没有对称面、对称中心或对称轴等对称因素的分子为手性分子或不对称分子[1–12]，把直接制备出具有旋光性产物的合成方法称为不对称合成[1–14]。近些年来，国内关于不对称合成[17,18]、不对称催化[19]的专著也越来越多。

同一本教材[1–14]，在烯烃和炔烃的加成反应中，“不对称”表示不饱和键两端取代基不同，而在立体化学中，“不对称”和“手性”有着密不可分的联系。同一个术语，前后完全不同的涵义。这种“一词多义”的现象，给学生的学习带来了很大的困惑，也不利于学术的准确交流。例如，在中国知网以主题检索的方式检索“不对称烯烃”，可检索到大量关于“双键两端不同取代”烯烃的加成和环加成反应的教学和研究论文，而它们的内容却与手性意义上的“不对称”无关；检索“不对称配体”，亦可发现较多与手性无关的有机配体合成文献[20–22]。此外，这种现象也对高中化学的教学产生了一定的影响[23]。

国外教科书在表述化学键两端或原子两侧取代基不同时用“unsymmetric”[24]或“unsymmetrical”[25–27]，表述手性碳原子或产生手性产物的反应时用“asymmetric”[24–27]，而表述具有某一对称因素(如对称轴)的手性分子时用“dissymmetrical”[26]或“dissymmetric”[27]。部分中文教材中，将具有完全不同涵义的“unsymmetric”“asymmetric”和“dissymmetric”统一称为“不对称”，并没有做相应的区分，这显然是不合理的。为与“不对称”相区别，王兰英等[28]和许家喜等[29]在表述烯烃加成选择性时采用了“非对称”一词。然而，在邢其毅、裴伟伟等人编著的《基础有机化学》[10]、魏荣宝主编的《高等有机化学》[30]和林国强、孙兴文等编著的《手性合成》[18]中，在介绍手性概念时，使用了“非对称”一词，其对应的英文单词是“dissymmetric”[10,30]。由此可见，中文环境下这些与对称性有关的表述依然处于混乱状态。

从英文单词“symmetric”衍生出的术语不仅有“unsymmetric”“asymmetric”“dissymmetric”[31,32]，还有“nonsymmetric”[33–35]。上述四个词语在英文文献中均有大量使用。而与它们对应的中文术语有“不对称”(广泛使用)和“非对称”(较少使用)，且存在着多用、滥用、混用、串用的现象，不能满足国内学术界对“精准”学术用语的需求。

本文建议根据上述英文术语(及其对应的名词、副词等)的使用环境，合理规划中文术语，并赋予它们与英文相同的涵义，以区分与分子对称性有关的中文表述，使其各得其所，互不混淆。本文对英文教材和文献中关于上述四个术语的使用环境和对象进行了分析。“asymmetric”和“dissymmetric”虽然都可以表示分子具有手性，但它们的涵义并不相同，所描述的手性分子具有的对称因素不同(见表 1)。由于有机化学界更多地关注分子是否具有手性，而非分子所拥有的详细对称因素，因而英文教材中多使用“chiral”来替代“asymmetric”和“dissymmetric”。但“asymmetric”经常用来表述可产生光学活性物质的反应和操作。“unsymmetric”和“nonsymmetric”含义相同，均与手性无关，但英文教材中几乎都采用了前者。基于上述分析，结合国内使用“不对称”和“非对称”两译名的现实情况，本文建议将“asymmetric”译为“不对称”，将“dissymmetric”译为“唯轴对称”，将“unsymmetric”和“nonsymmetric”译为“非对称”，它们具体的涵义和应用举例如表 1 所示。“不对称”和“非对称”的译法尊重了当前约定俗成的事实，而“唯轴对称”的译法保留了“dissymmetric”的原意。

本文根据英文有机化学教材和文献中与对称性有关的英文表述的使用环境和对象，建议了与之对应的中文术语，希望藉此明确与对称性相关的中文表述，实现对相关科学现象和理论的精准描述。希望国内学者们认真考虑本文的建议，并提出批评和指正，共同建设严谨、准确、清晰的有机化学中文术语体系。此外，还希望国内的优秀有机化学教材在再版时，考虑采用“非对称”或其他更为合适的术语来表述具有不同取代基的烯烃、炔烃或其他非手性分子，避免出现“不对称”这一术语在前后涵义不同的现象，继续为我国的高等教育事业发挥重要作用。

表 1　根据英文表述建议的中文表述、涵义和应用举例

英文表述	建议的中文表述	涵义	应用举例
asymmetric	不对称	分子无任何对称因素，例如：对称轴 C_n ($n \neq 1$)、对称中心 i，对称面 σ，映轴 S_n [30,36]。不对称分子为手性分子，反之则未必。亦多用于表述产生光学活性物质的反应或操作	不对称中心、不对称分子，不对称合成、不对称诱导、不对称反应、不对称催化
dissymmetric	唯轴对称	分子无对称面 σ，无对称中心 i，无映轴 S_n，但有对称轴 C_n ($n \neq 1$) [30]。唯轴对称分子为手性分子，反之则未必。类似的化合物有(图 1)：(1*S*,2*S*)-1,2-环己二胺(**1**)、手性双噁唑啉配体 BOX (**2**)、手性三噁唑啉配体(**3**)、(*R*)-2,2'-二叔丁基联苯(**4**) [30]、(*R*)-2,4-二碘代戊-2,3-二烯(**5**) [30]、双膦配体(*S*)-BINAP (**6**)，等等	唯轴对称分子、唯轴对称配体、唯轴对称催化剂
unsymmetric	非对称	一般指具有平面对称性的分子在平面中左右结构不一致的分子。如双键或者叁键两端不一致(非对称烯或炔)，或某原子连有两个不同取代基(非对称醚或酸酐等)。但是，均不涉及手性中心或者手性轴或者手性面等因素	非对称烯烃、非对称底物、非对称试剂、非对称加成
nonsymmetric	非对称	同上	同上

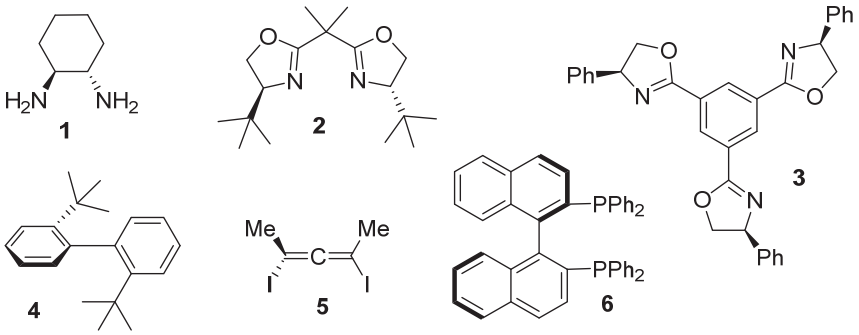

图 1　几种类型的唯轴对称(dissymmetric)化合物

参　考　文　献

[1] 高占先. 有机化学. 第 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2018: 147–153, 155, 163, 84–85.

[2] 高占先, 姜文凤, 于丽梅. 有机化学简明教程. 北京: 高等教育出版社, 2011: 112–117, 130, 56.

[3] 陆国元. 有机化学. 第 3 版. 南京: 南京大学出版社, 2018: 38–44, 53–54, 126.

[4] 汪小兰. 有机化学. 第 4 版. 北京: 高等教育出版社, 2005: 35–36, 43, 82, 89.

[5] 李艳梅, 赵圣印, 王兰英. 有机化学. 第 2 版. 北京: 科学出版社, 2014: 53–55, 63–64, 107–117.

[6] 徐寿昌. 有机化学. 第 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2014: 50–52, 69, 164, 173.

[7] 胡宏纹. 有机化学. 第 4 版. 北京: 高等教育出版社, 2014: 689, 611.

[8] 张文勤, 郑艳, 马宁, 赵温涛. 有机化学. 第 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2014: 83–86, 91, 94, 204, 221–222.

[9] 鲁崇贤, 杜洪光. 有机化学. 第 2 版. 北京: 科学出版社, 2009: 160–163, 166, 178, 65, 77.

[10] 邢其毅, 裴伟伟, 徐瑞秋, 裴坚. 基础有机化学. 第 4 版. 北京: 北京大学出版社, 2016: 342, 379, 90–111.

[11] 古练权, 汪波, 黄志纾, 吴云东. 有机化学. 北京: 高等教育出版社, 2008: 386–387, 186.

[12] 伍越寰, 李伟昶, 沈晓明. 有机化学(修订版). 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2002: 59, 61, 64, 211, 231, 232.

[13] 王积涛, 王永梅, 张宝申, 胡青眉, 庞美丽. 有机化学. 第 3 版. 天津: 南开大学出版社, 2009: 82, 85, 92, 98, 101, 118.

[14] 傅建熙. 有机化学. 第 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2011: 81–84, 140–152.

[15] 吕萍, 王彦广. 中级有机化学——反应与机理. 北京: 高等教育出版社, 2015: 37–40.

[16] 中国化学会 有机化合物命名审定委员会. 有机化合物命名原则. 北京: 科学出版社, 2018.

[17] 尤田耙, 林国强. 不对称合成. 北京: 科学出版社, 2006.

[18] 林国强, 孙兴文, 陈耀全, 李月明, 陈新滋. 手性合成: 不对称反应及其应用. 第 5 版. 北京: 科学出版社, 2013.

[19] Walsh, P. J.; Kozlowski, M. C. *Fundamentals of Asymmeric Catalysis*. 赵金钵, 译. 北京: 化学工业出版社, 2018.

[20] 庄长福, 王瑛, 张加研, 吴春华, 田珩, 秦永剑, 师同顺. 合成化学, **2012,** *20*, 161.

[21] 董文魁, 李刚, 李翔, 杨成娟, 赵萌萌, 董秀延. 无机化学学报, **2014,** *30*, 1911.

[22] 王晓婷. 基于不对称羧酸配体构筑的配合物的合成、结构及性质研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2019.

[23] 丁漪. 新编高中化学奥赛指导. 南京: 南京师范大学出版社, 2018: 223, 240.

[24] Vollhardt, P. K.; Schore, N. *Organic Chemistry*, 8th ed.; W. H. Freeman and Company: New York, USA, 2018.

[25] McMurry, J. *Organic Chemistry*, 9th ed.; Cengage Learning: Boston, USA, 2016: 227, 231, 270, 295.

[26] Smith, M. B. *March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure*, 7th ed.; John Wiley & Sons, Inc.: New Jersey, USA, 2013.

[27] Wade, L.G., Jr. *Organic Chemistry*, 8th ed.; Pearson Education, Inc.: Glenview, USA, 2013, p 1107.

[28] 王云侠, 王兰英, 李剑利. 化学教育, **2014,** No. 22, 1.

[29] 许家喜, 陈宁. 大学化学, **2020,** 35 (7), 166.

[30] 魏荣宝. 高等有机化学. 北京: 高等教育出版社, 2007: 158.

[31] Abernethy, J. L. *J. Chem. Educ.* **1972,** *49*, 455.

[32] Amadji, M.; Vadecard, J.; Cahard, D.; Duhamel, L.; Duhamel, P.; Plaquevent, J. -C. *J. Org. Chem.* **1998,** *63*, 5541.

[33] Fabre, J. M. *Chem. Rev*. **2004,** *104*, 5133.

[34] Novak, M.; Dostal, L.; Růzič kova, Z.; Mebs, S.; Beckmann, J.; Jambore, R. *Organometallics* **2019,** *38*, 2403.

[35] Migulin, V. A.; Krayushkin, M. M.; Barachevsky, V. A.; Kobeleva, O. I.; Valova, T. M.; Lyssenko, K. A. *J. Org. Chem.* **2012,** *77*, 332.

[36] 周公度, 段连运. 结构化学基础. 第 4 版. 北京: 北京大学出版社, 2008: 118–124.