

•专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX202303057

www.dxhx.pku.edu.cn

写一本跟得上时代的教材 ——《基础有机化学》(第三、四版)编后感

裴坚*

北京大学化学与分子工程学院, 北京 100871

摘要: 介绍了《基础有机化学》(第三、四版)编写过程中的思考和体会, 重点介绍了部分章节的编写理念, 尝试说明教材建设与学科同步发展的重要性和必要性。

关键词: 《基础有机化学》; 教材建设; 回顾与思考

中图分类号: G64; O6

Writing a Textbook that Can Keep up with the Times: Postscript for *Basic Organic Chemistry* (3rd and 4th Editions)

Jian Pei *

College of Chemistry and Molecular Engineering, Peking University, Beijing 100871, China.

Abstract: This article provides an overview of the experiences acquired during the writing process of *Basic Organic Chemistry* (3rd and 4th Editions), with a focus on the principles underlying certain chapters. Moreover, the importance of synchronous developments between textbook construction and the subject is demonstrated.

Key Words: *Basic Organic Chemistry*; Textbook construction; Review and reflection

二十多年前, 我有幸参与了北京大学《基础有机化学》(第三版)的编写工作。当时, 我刚到北京大学化学学院工作不久, 科研任务十分繁重; 在教学工作上, 正准备开设新课中级有机化学, 并编写新的讲义, 因此, 自身压力已经很大。但是, 出于自己大学时期对此书的敬仰之心, 就硬着头皮答应了参与此书部分章节的编写。在我的办公室里, 一直放着邢其毅先生当时送我的一套《基础有机化学》(第二版), 书的扉页上邢先生亲笔题词: 写一本跟上时代的书。这句话给了我极为深刻的影响。而在实际教学和编写教材的过程中, 我更深刻体会到了这句话的分量: 写教材很难, 写一本跟得上时代步伐的教材更难, 写一本既跟得上时代步伐又能让学生喜欢的教材就难上加难。邢先生的话一直激励着我, 在后来的教学、编写讲义和编写教材的过程中, 我一直在尽自己最大的努力按照这个理念去做。

1 《基础有机化学》(第三版)^[1,2]的编写

在做出编写决定后不久, 邢先生就不幸逝世。为了实现邢先生的遗愿, 编写小组确立了教材内容要与时代同步发展的原则, 确定了第三版的编写目标。我主要负责编写第11章(苯和芳香烃 芳香

收稿: 2023-03-17; 录用: 2023-04-16; 网络发表: 2023-04-28

*通讯作者, Email: jianpei@pku.edu.cn

亲电取代反应)、第17章(胺)、第18章(含氮芳香化合物 芳香亲核取代反应)、第19章(酚和醌)以及新增的专章第24章(有机合成基础)、第25章(新型有机合成方法)、第26章(有机材料、合成高分子和超分子)和第27章(期刊、文献和网络检索)。当时,我正好应化学工业出版社的邀请,帮他们翻译《有机合成进阶》第一和第二册。在翻译过程中,我购买并阅读了很多国外的有机化学教材,对教材的编写有了新的认识和理解。20世纪40年代以来,有机化学得到了快速发展,有机合成新方法和新反应层出不穷,有机化学的理论也有了翻天覆地的变化。有机化学不再是人们所认为的“玄学”,而是有足够理论体系支撑的学科。实际上,有机化学已不再仅仅关注原料、产物和产率的问题,而是更关注反应的机理(如过渡态和关键中间体)、反应的本质(轨道的相互作用和体系的能量变化),以及反应的规律(如反应的区域选择性和立体性)。因此,反应所涉及的分子轨道相互作用的方式和能量的转化成为了学习和理解有机化学的重要基础。学生在深入理解反应机理和动力学的基础上思考和理解反应的立体化学、溶剂效应以及如何提高反应效率等问题。此时,我的有机化学教学理念和教材的编写方式开始发生很大的转变,开始尝试将这些新理念和新思想融入到日常教学和教材编写之中。在第三版的编写过程中,在不改变第二版风格的基础上,我尝试加入一些新概念和新体系,如对芳香性的新理解、新的有机合成方法和发展、有机材料等内容。教材编写工作让我对自己提出了更高的要求,如每年更新部分课件,引入新内容,使自己授课的内容和方式能跟上有机化学发展的步伐等。这些新内容的编写也为我在2008年开始有机化学基础课教学工作打下了良好的基础。

2 《基础有机化学》(第四版)^[3-5]的编写

2.1 第四版的版面形式

在第四版的编写工作中,我负责下册的编写。我首先与郑月娥编辑对《基础有机化学》(第四版)的整个版面设计进行了讨论,提出在内容和版式上进行创新,提出采用两栏式,边栏可以在正文以外介绍对有机化学有杰出贡献的科学家的生平和故事,也可以介绍一些重要的概念和有机反应的发展过程和思考;更可以留下空白,为读者提供更多的阅读空间,在阅读过程中写下自己的问题和体会,也可以提出自己对此书的疑问和注释等等。这种分栏式的设计与以往的教材有了很大的区别,也可以让读者对此书有新的体验。郑编辑提出采用双色印刷,尤其是新形成的键更需要在书中重点标明。这种双色印刷方式可以让读者更快掌握反应转化过程中断键和成键的具体位置。此外,为了使第四版与第三版相比有较大的变化,我们考虑全面更新第三版中的专章内容,更好地体现新版教材的特点和新颖性,事后证明这的确是一个非常好的想法。全面更新四个专章的工作量很大,这也导致了下册的出版时间大大延后。关于《基础有机化学》(第四版)的封面设计,我们认为有机化学前面三版的封面设计很有特点,期望能延续。郑编辑提出此书属于北京大学“博雅21世纪化学规划教材”,这一系列教材的封面有统一的版式,必须采用博雅塔作为封面。经过多次讨论,我们在“博雅21世纪化学规划教材”的封面加入了更多的有机化学元素。读者首先见到的是由层层堆砌的有机半导体分子构建的翘檐重叠的博雅塔。有机半导体与分子机器、有机金属均为自然界不存在的分子,这些奇妙人工分子的合成体现了有机化学伟大的创造性。在封面上的n型有机半导体基于苯并二呋喃二酮的寡聚对苯撑乙烯(BDOPV,其中BD意为北大)分子中,我们可以看到经典有机半导体寡聚对苯撑乙烯(OPV)和天然染料异靛青的精巧融合(图1a)。在封底,另一类独特的有机半导体硼氮杂稠环芳烃映入我们的眼帘。这类稠环芳烃可以在特定位置中镶嵌不同数目的硼氮单元,展现有机化学在自下而上构筑有机化合物时是如此精准——“一生二,二生三,三生万物”,这才是有机化学的精髓(图1b)。通过封面和封底上这些新颖的有机化合物,我们期望《基础有机化学》(第四版)能带给读者不一样的体验——作为现代化学研究的一个分支,人工合成的有机光电功能分子已经开始从实验室走向社会,逐渐给我们的生活带来越来越多的便利和精彩。

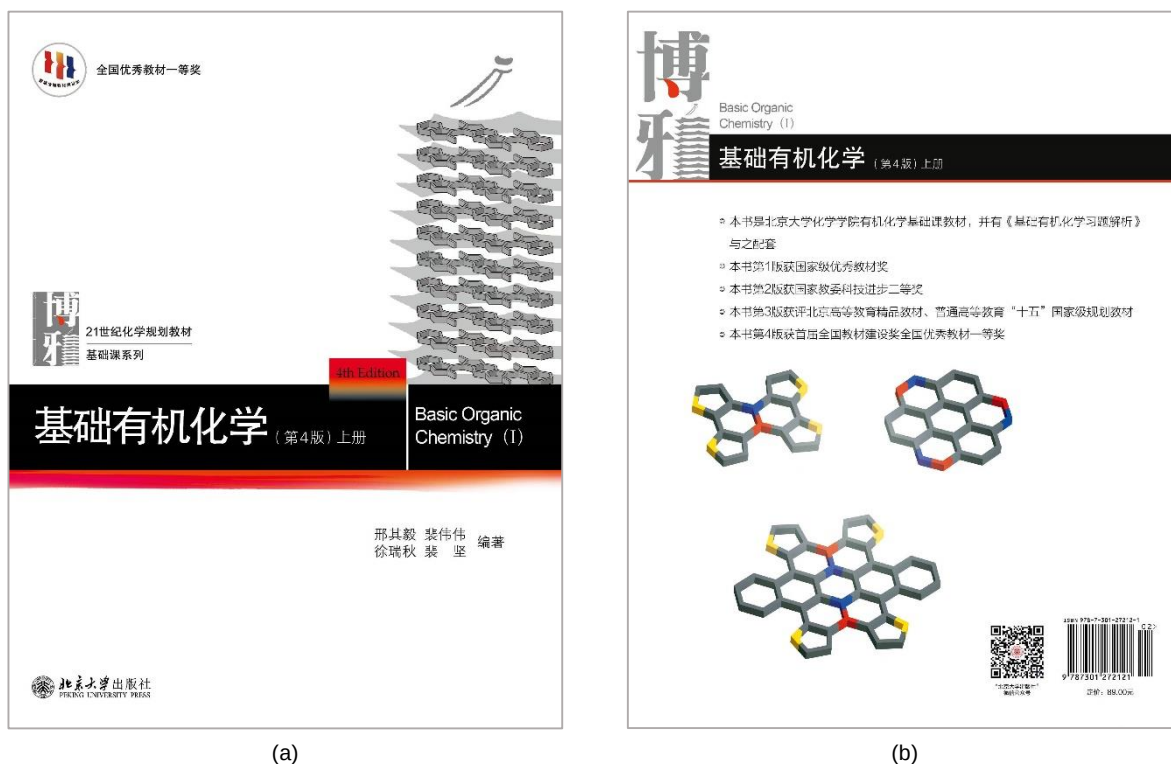


图1 《基础有机化学》(第四版)的封面(a)和封底(b)

2.2 第四版的编写理念

在下册编写上,我首先大幅度减少了每一类化合物的命名以及物理性质的介绍。我认为这些在许多手册中能找到的内容和介绍对读者并不重要,而且在前三版中已经有了体现,新一版就不需要再重复。此外,下册的内容应该体现化合物的结构与分子性质(功能)的关系,建立分子的结构对其反应和性质具有重要决定性作用的概念。

下册的编写是从脂肪胺开始的,为了打破读者固有的胺是一类碱的概念,我尝试写出胺也具有酸性的概念,并期望利用酸碱性的差别体现它们对胺化学性质的重要影响。我尝试将胺与磺酰氯的反应进行了颠倒式写作,从三级胺开始讲解,由于氮原子上没有氢,因此,三级胺不能与磺酰氯发生酰基化反应,只能形成盐;二级胺由于氮原子有一个氢,与磺酰氯反应可以以质子形式离去,就可以发生磺酰化反应;那么,一级胺有两个氢,形成磺酰胺后还有一个氢,这个氢还具有酸性,可以进行后续更多的反应。这种颠倒式的讲解可以让读者理解在有机化学中离去基团的重要性和酸性氢的作用等等。这一点也可以与醇氧化过程中碳原子上氢的数量决定了氧化的次数相关联,两者在本质上是共通的。

教材的受众是读者。读者的感受和体验对一本教材是非常重要的。因此,写完这一章后,我就将书稿交给了我的几位学生去阅读,要求他们批评此书稿,并提出自己的建议。柳晗宇同学读完后,对这一章的写法提出了很多批评。他认为可以从胺中氮原子的氧化态逐渐升高的次序写作,这样就能体现出有机反应中电子转移过程中原子价态的变化及其重要作用,更能植入轨道在有机反应中的作用,也能体现氮原子的亲核作用。他认为这种方式能让读者有一种与其他教材不同的体验。当然,他还提出了很多其他建议,我甚为认同。我认真考虑了他的建议,重新编写了这一章。目前,这一章的编写方式是在讲解了胺的酸碱性后,首先从氮原子的最低价态胺、酰胺、四级铵碱,到胺的氧化物、重氮盐进行介绍,最终介绍了酰基氮宾的重排。在这个过程中,既能将各类反应进行合理的归属,也能让读者自己去体会隐含在书中的思路和方法。此后,我写完每一章都会交给柳晗宇、陆

作雨以及实验室的其他学生去阅读,请他们多多批评。这种方式也为我实验室的科研进步提供了新的契机。例如,芳香性这一章的写作和阅读,新芳香性概念的介绍也为杨驰远同学设计新的负氢掺杂剂TAM分子提供了理论基础,促进了这个新型掺杂剂的诞生^[6]。

伴随着有机化学的发展,芳香性一直是一个非常具有争议的话题,至今还没有一个定论。因此,在新一版的教材中如何体现芳香性的概念一直困扰着我。我期望能从一个全新和全面的角度去介绍芳香性的发展史,在介绍和厘清芳香性概念的过程中,向读者展现休克尔规则并不是一个放之四海而皆准的判断芳香性的标准,它只是判断芳香性的依据之一,更是一个经验结合理论的方法,我们可以在此判断规则的基础上理解芳香性,但为了进一步拓展芳香性的概念,我引入了莫比乌斯芳香性、Y芳香性等等概念。这使得读者能对相关概念和理论的发展有更全面的认识,同时在解释芳香性的同时也让读者简单了解了芳香化合物的基本反应。

在以前的教学过程中,总有学生认为硝基取代基是个非常强的吸电子基团,在芳香亲电取代反应中,硝基是钝化基团,使反应速率大幅度降低;但实际上在芳香亲核取代反应中,硝基又是一个活化基团,可以大幅度加快亲核取代反应。为何同一种基团、同样的芳环,一会儿活化、一会儿钝化,如何理解?我尝试将这两章放在一起,便于读者能很快厘清这二类反应的本质区别。在芳香亲电取代反应中,起决定作用的是正离子的亲电能力。但是芳环作为亲核基团参与反应时,越富电子的芳环反应速率当然就越快,而被硝基取代后,大幅度降低了芳环的电子云密度,必然导致其与亲核基团的反应速率大幅度降低;而在芳香亲核取代反应中,芳环作为亲电基团参与反应,硝基作为吸电子基团更进一步降低了芳环的电子云密度,那么缺电子芳环与亲电基团的反应速率就会大幅度提高。因此,在这两类反应中,硝基的作用是一致的,均使芳环成为了缺电子体系。这也使读者更为准确地理解了芳香亲电取代反应的本质。以前,常有一个考题:为何傅克酰基化反应是一类常用的反应,而傅克烷基化反应却不是一个好的反应?试题的标准答案是:酰基作为一个吸电子基团使得芳环缺电子,很难进行第二次酰基化,产物是唯一的;而在烷基化反应中,烷基活化苯环,导致烷基化反应可以多次进行,产物不是唯一的。细心的读者就会问,那为何在制备2,4,6-三硝基甲苯的过程中,硝基化可以多次分阶段进行?硝基的吸电子能力远远强于酰基,如何解释此现象?实际上,在芳香亲电取代反应中,起主导作用的是亲电试剂的反应活性,这表明硝基正离子的反应活性远强于酰基正离子。这也能很好地解释硝基苯为何可以作为傅克酰基化反应的溶剂;也能解释为何在酰基化反应中,加入1 mol三氯化铝与酰氯或酸酐反应形成酰基正离子后,还需要加入更多的三氯化铝;更能解释为何2,4,6-三硝基甲苯的制备时分阶段硝化过程中第一步使用浓硫酸、第二步使用发烟硫酸、第三步使用三氧化硫,而且第三步使用的反应液可以用于第二步的硝化反应,第二步硝化反应的溶液可以用于第一步硝化反应中。因此,我在这一章的编写中将芳香亲电取代反应和芳香亲核取代反应放在一起,两者的对比性学习使有机反应变得更为生动。

在有机反应中,氧化反应作为重要的合成手段散落在各个章节中,有烯烃的氧化、醇的氧化、醛酮的氧化、酚的氧化等等。实际上,很多氧化剂大多雷同,很多氧化反应也具有相似性。但是,很多读者并没有一个氧化反应的全面性概念,而是机械式地记忆。我希望在专章中,以氧化剂为脉络系统全面地介绍同一类氧化剂对不同官能团的氧化过程,并且能通过建模的方式对氧化反应有个全面的认识,清楚理解不同官能团氧化反应的类同性。例如,不论是金属氧化剂还是有机氧化剂,在醇和醛的氧化过程中,均是通过五元环六电子的芳香过渡态进行的,碳氢键的断裂是反应的决速步;也能清楚了解在三氧化铬作为氧化剂的反应中,为何酸性溶液三氧化铬的氧化能力强于碱性的;为何在水溶液中,反应无法停留在醛,会进一步氧化成酸;而在二氯甲烷无水体系中,醇的氧化可以高产率地停留在醛,而不会被过氧化成酸。通过对氧化剂发展过程的介绍,读者能够理解从金属氧化剂如何发展到有机氧化剂;为何我们需要发展高效快捷的有机合成方法等等。类似的方式也体现在对重排反应的介绍上,我也试图通过对重排反应的建模使读者更为清晰理解亲核重排反应的本质。

其他章节也包含各种各样的想法,由于篇幅所限,就不过多介绍了。

3 《基础有机化学》编后感

《基础有机化学》(第三、四版)的写作给了我很多的体验和感受。总的来说,写一本跟得上时代的教材已经成为了我自己编写教材的宗旨。不管是编写《中级有机化学》,还是编写《有机化学思维进阶》,我都始终按照这个要求去完成。但是,这又是一个很难的要求和标准。随着有机化学的迅速发展,对很多概念有了新的理解和发展,例如,有机分子的构象分析、有机反应中的立体电子效应、过渡金属催化反应新的进展以及一些新的理论等等。在新编教材中体现有机化学的最新进展,让读者了解有机化学的发展方向,应该是我后续编写有机化学教材的原则之一。同时,有机化学教材内容已经非常多了,如何在教学中合理安排相关内容,并有所取舍也是我需要思考的问题。

写一本跟得上时代的教材,始终是我一辈子追求和奋斗的目标。

参 考 文 献

- [1] 邢其毅, 裴伟伟, 徐瑞秋, 裴坚. 基础有机化学(上册). 第3版. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [2] 邢其毅, 裴伟伟, 徐瑞秋, 裴坚. 基础有机化学(下册). 第3版. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [3] 邢其毅, 裴伟伟, 徐瑞秋, 裴坚. 基础有机化学(上册). 第4版. 北京: 北京大学出版社, 2016.
- [4] 邢其毅, 裴伟伟, 徐瑞秋, 裴坚. 基础有机化学(下册). 第4版. 北京: 北京大学出版社, 2017.
- [5] 裴伟伟, 裴坚. 基础有机化学(第4版)习题解析. 北京: 北京大学出版社, 2018.
- [6] Yang, C.-Y.; Ding, Y.-F.; Huang, D.; Wang, J.; Yao, Z.-F.; Huang, C.-X.; Lu, Y.; Un, H.-I.; Zhuang, F.-D.; Dou, J.-H.; *et al.* *Nat. Commun.* **2020**, *11*, 3292.