•专题• doi: 10.3866/PKU.DXHX202302025 www.dxhx.pku.edu.cn

基础有机化学“模块化–微课式”教材建设的探索与实践

高亚茹[1]，赵军龙[2,*]

[1] 西北大学化学与材料科学学院，化学国家级实验教学示范中心(西北大学)，西安 710127

[2] 西北大学医学院，西安 710069

摘要：《基础有机化学反应》和《基础有机化学合成》两部教材将基础有机化学中的核心内容——有机反应和有机合成的知识点进行“模块化”，并采用“微课式”编排。本文介绍了此系列教材的编写情况。

关键词：基础有机化学；教材建设；模块化；微课式

中图分类号：G64；O62

Exploration and Practice of Textbook Construction for Fundamental Organic Chemistry Course Featuring Modularization Style and Micro-Course Mode

Yaru Gao [1], Junlong Zhao [2,*]

[1] National Chemistry Experimental Teaching Demonstration Center, College of Chemistry and Materials Science, Northwest University, Xi’an 710127, China.

[2] School of Medicine, Northwest University, Xi’an 710069, China.

Abstract: The two textbooks, *Fundamental Organic Chemistry Reaction* and *Fundamental Organic Chemical Synthesis*, cover two classes of core contents involved in a fundamental organic chemistry course, *i.e.*, organic reactions and organic synthesis. Different from the classical organic chemistry textbooks, these books were organized in a modularization style and a micro-course mode. This article provides a comprehensive introduction to these series teaching materials.

Key Words: Fundamental organic chemistry; Textbook construction; Modularization style; Micro-course

1 引言

1828年德国科学家Wohler利用无机物氰酸铵合成了尿素，这一发现开启了有机化学新纪元，拉开了人工合成有机化合物的序幕[1]。此后，一系列天然产物以及大量自然界尚未发现的有机物被合成，这期间发现了许多新的有机化学反应。如今，有机化学已发展成为一个庞大的学科体系，涉及各种各样的单元反应，在每一个具体的反应中又涉及化学选择性、区域选择性和立体选择性等问题，全面熟悉和掌握这些有机化学反应并将其应用到复杂化合物的合成中并非易事。

教育部文件提出“鼓励编写、出版适应不同类型高等学校教学需要的不同风格和特色教材”“鼓励编写、出版不同载体和不同形式的教材，包括纸质教材和数字化教材，授课型教材和辅助型教材”[2,3]的要求。近年来，微课作为一种新型的教学资源应运而生，逐渐成为高校课程资源建设的热

收稿：2023-02-16；录用：2023-04-25；网络发表：2023-04-27

*通讯作者，Email: zhaojunlong327@163.com

基金资助：国家自然科学基金委员会专项项目(22142014)；西北大学2021年度本科人才培养建设项目(XM05211697)

点。同时，将传统课程知识重新整合的模块化教学，可达到教学体系清晰、充分尊重学生学习个性化、因材施教等目的[4–6]。为此，我们尝试将有机化学的知识点进行“模块化”，并采用“微课式”编排，经过多年教学实践，形成《基础有机化学反应》[7]和《基础有机化学合成》[8]两部教材。本文介绍了教材编写的一点体会，与同行分享交流。

2 教材编写的思路和特色

2.1 《基础有机化学反应》的编写思路

我们将166个常用有机反应提取出来，将每个反应作为独立小节，按照名称、反应、机理、实例、特点和延伸等栏目进行“微课式”编写，以便读者在学习过程中快速查漏补缺和巩固知识。图1以“Pinacol重排”反应为例进行了说明。

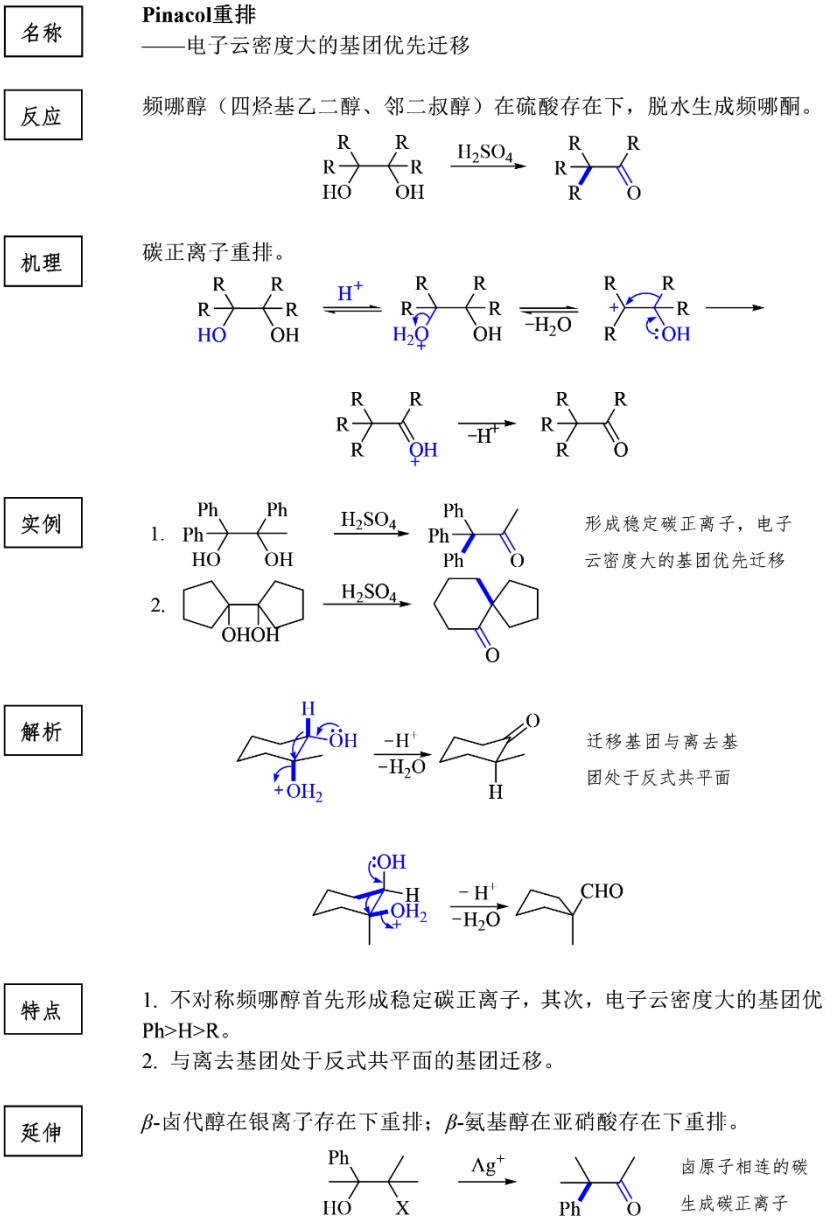

图1 Pinacol重排反应

电子版为彩图

以反应名称为主标题，反应特征作为副标题。反应部分给出典型反应，用蓝色键表示新成键。机理部分给出详细反应过程，原位备注关键中间体名称。实例部分列举典型反应，在原位备注相关反应的特征。解析部分对复杂反应进行剖析。特点部分简要总结反应主要特点。延伸部分则介绍其他相关反应，拓展知识面。

与此同时，我们将这些反应按照氧化还原反应、亲核取代反应、亲电取代反应、亲核加成反应、亲电加成反应、自由基反应、消除反应、分子重排反应、周环反应等类型分为10章，在增强知识系统性的同时，便于读者对相似机理的反应进行对比学习。

2.2 《基础有机化学合成》的编写思路

《基础有机化学合成》延续了“模块化–微课式”编写方式，内容分为上篇和下篇。

上篇为“基本方略”，介绍了115个基础有机化学合成中常用的反应组合，每个组合作为独立小节，按照组合名称、反应式、反应提要、合成示例等栏目进行“微课式”编写，同时将一类结构单元按照特性基团编在同一章，包括烷烃/环烷烃/卤代烃，烯烃/炔烃，芳香烃，醇/酚/醚，醛/酮，羧酸/羧酸衍生物，胺/含氮化合物，杂环化合物共8章，促进读者的思维从有机反应向有机合成过渡，也为后续逆合成分析提供了“模块化”素材。图2以“酮经双分子还原-酸催化重排合成频哪酮”为例进行介绍。

图2从合成的角度出发，通过“反应提要”对该反应进行解析，同时通过“合成事例”将该反应应用到具体的实例中。

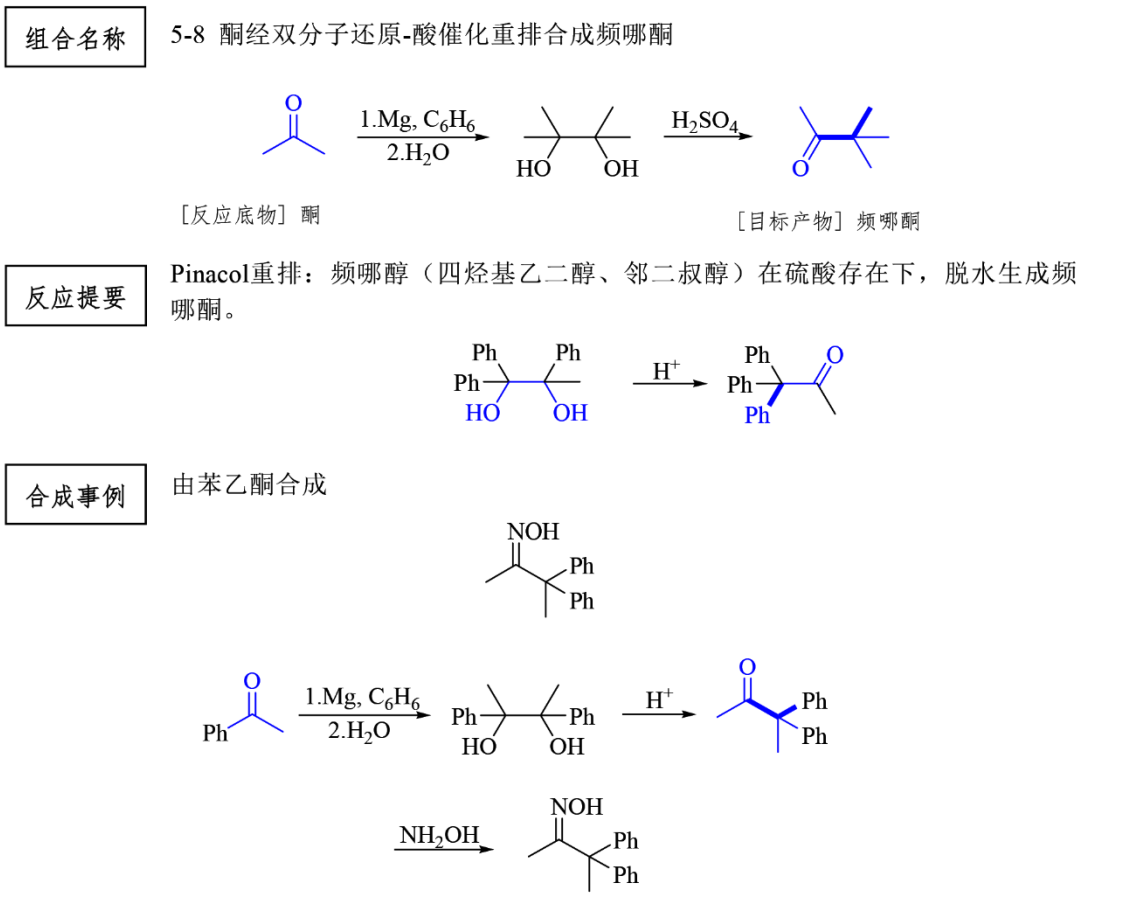

图2 酮经双分子还原-酸催化重排合成频哪酮

下篇为“综合解析”，共解析了147个有机化学合成事例，解析中充分融入逆合成切断法的思想，详细解析如何根据目标产物的特征结构单元、电负性和特性基团位置关系等因素进行逆合成分析。每个事例作为独立小节，按照“逆合成分析”和“合成步骤”两个栏目编写。在“逆合成分析”中通过切断目标化合物，给出分解目标分子的思路，在“合成步骤”中，再由简单的化合物合成目标化合物。下篇同样按照特性基团分为8章。图3以第5章的合成事例25为例进行介绍。

在“逆合成分析”中充分融入逆合成切断法的思想，创造性使用“+”和“−”标注碳原子的电子属性，引导读者分析切断位置并选择合适的反应作为切断的依据。另外，充分利用上篇“基本方略”的反应组合进行“跨越式”前进，避免走“碎步式”的弯路。“合成步骤”给出该目标分子的合成路线。

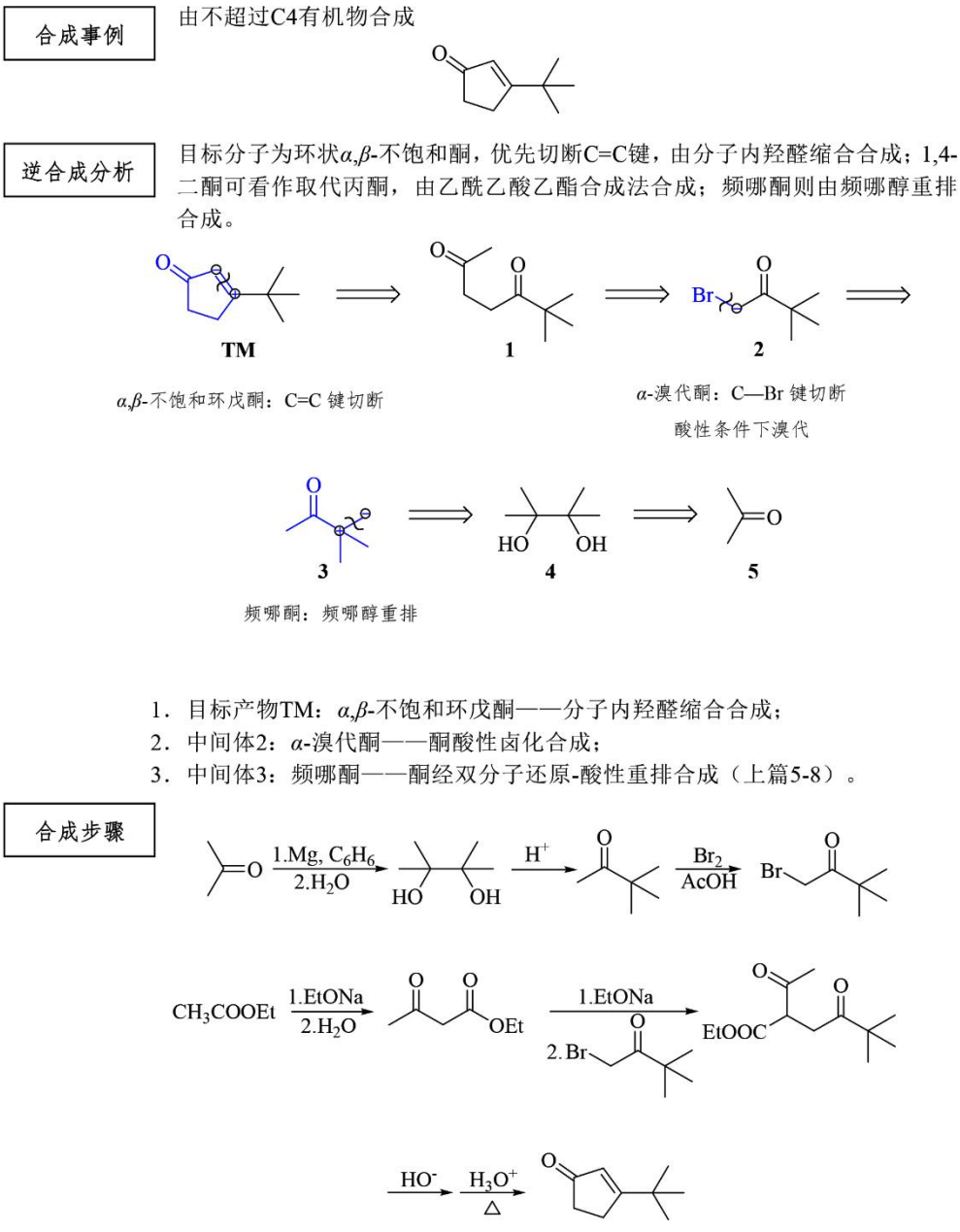

图3　合成事例25

2.3 索引式目录

《基础有机化学反应》涉及166个常用有机化学反应，为了方便查阅学习和复习时可以提纲挈领地领会反应要点，我们制作了索引式目录，如图4所示。目录展示了亲电取代反应，以“反应名称——主要特征”作为主副标题。《基础有机化学合成》上篇“基本方略”涉及115个合成中常用的反应组合，以“某底物经某反应——某反应合成某结构反应”作标题，方便学习者查阅和总结。

第 3 章 亲电取代反应.....81
3.1 苯的卤代——生成卤代苯.....82
3.2 苯的硝化——生成硝基苯.....84
3.3 苯的磺化——生成苯磺酸.....86
3.4 Friedel-Crafts 烃基化——会发生碳正离子重排.....88
3.5 Friedel-Crafts 酰基化——酰基正离子不重排.....90
3.6 氯甲基化反应——生成苄氯.....92
3.7 Gattermann-Koch 反应——芳烃甲酰化.....93
3.8 苯酚芳香亲电取代——容易发生亲电取代.....94
3.9 芳香胺芳香亲电取代——容易发生亲电取代.....96
3.10 Reimer-Tiemann 反应——苯酚邻位甲酰化.....98
3.11 Vilsmeier 反应——苯酚对位甲酰化.....100
3.12 Kolbe-Schmitt 反应——钠盐低温下得邻位产物，钾盐高温下得对位产物.....102
3.13 重氮盐偶联反应——活泼芳香族化合物与重氮盐反应.....104
3.14 苯的定位取代——第一类邻、对位，第二类间位.....106

图4 目录示例

2.4 微课式编排

如图1–3所示，《基础有机化学反应》从反应的角度将Pinacol重排的各个知识点呈现出来，而《基础有机化学合成》则从合成的角度解析频哪酮结构片段的合成策略，同时将Pinacol重排反应应用到复杂分子的合成中，两者在内容上相互补充，可以加深读者的理解，既保持了独立知识点又注重系统化，通过反应类型、官能团类型串联出一条新的知识主线，简明有序。

2.5 原位法备注

《基础有机化学反应》对机理中的关键中间体和反应主要特征等信息进行了原位标注，《基础有机化学合成》下篇“综合解析”重点对特征结构单元的切断方式进行原位标注，如图3所示，在分子3的结构上标注碳电子属性，方便读者快速比较学习。

2.6 化学绘资源

在有机化学教学实践中，作者积累了系列“化学绘”(如图5所示)素材并纳入新形态教材。学习者通过扫描页边处的二维码，可以查阅“化学绘”素材，帮助读者深入理解反应。

3 结语

过去的基础有机化学一般分为化合物结构与性质、反应、合成等几个版块，这种方式将一类化合物的知识点系统列出，容易让初学者或是非化学专业学生感到知识点过于庞杂而失去兴趣。近几年，慕课的出现促进了模块化教学新模式的发展，《基础有机化学反应》和《基础有机化学合成》以单个反应、合成方法为模块重新编排，并以微课模式进行呈现，对知识点重新整合并应用，符合有机合成课程需求，实现了基础有机化学课程向有机合成课程的有效过渡，有利于学生掌握反应的

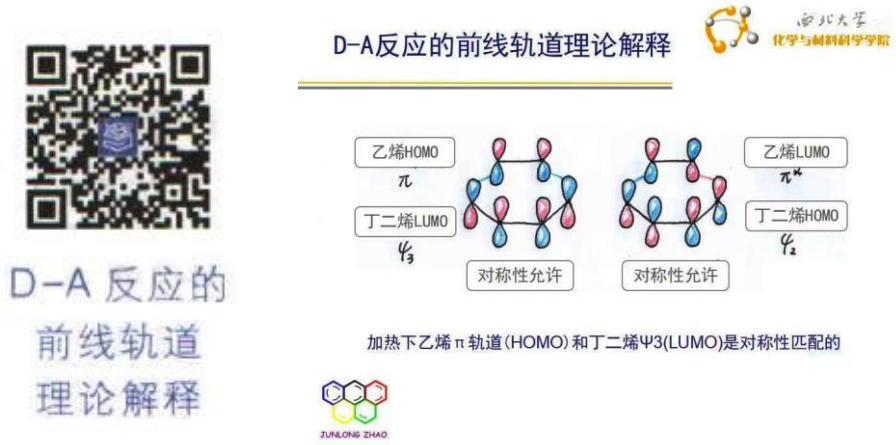

图5 二维码-化学绘

规律性，从本质上理解有机化学反应，也更容易发挥学生的主动性[9–11]。这种“模块化–微课式”教材带给学生全新的学习体验以及新的获取知识的途径，给有机化学课堂注入新的活力。同时期望通过模块化的教学引导学生从被动听课到主动学习。本系列教材出版后获得了一线教师和学生的好评。

参 考 文 献

[1] 梁静, 刘凤华. 有机合成路线设计. 北京: 化学化工出版社, 2017: 1–11.

[2] 教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材的若干意见. [2013-04-26]. http://m.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_736/s3885/201104/t20110428_120136.html

[3] 于丽梅, 高占先, 姜文凤, 陈宏博, 翟怡. 化工高等教育, **2022,** *39* (1), 96.

[4] 方方, 吴培云, 彭代银. 合肥师范学院学报, **2014,** *32* (3), 94.

[5] 陈雅琼, 刘德智, 张颖, 梁莹, 郭可愚. 继续医学教育, **2021,** *35* (7), 7.

[6] 胡艳谨, 刁欢, 陶阿丽, 刘自平, 许燕. 广州化工, **2022,** *50* (12), 170.

[7] 赵军龙, 苑沛霖. 基础有机化学反应. 北京: 高等教育出版社, 2018.

[8] 赵军龙, 高亚茹. 基础有机化学合成. 北京: 高等教育出版社, 2021.

[9] 许胜, 俞善辉, 窦清玉, 罗千福, 王朝霞, 俞晔. 教育教学论坛, **2017,** No. 20, 183.

[10] 石秀梅, 刘佳维, 赵若晗, 冀海东, 韩瑞, 史晓新, 姜欢. 实验室科学, **2018,** *21* (4), 110.

[11] 王永丽. 广东化工, **2020,** *47* (8), 226.