

书评：《微波化学研究进展》

秦宁^{1,2}, 闵清^{1*}, 阮新志^{2,3}, 吴云韬^{3*}, 杨萱平⁴, 胡文祥^{1,2,3,5*}

¹湖北科技学院药学院, 湖北 咸宁

²北京神剑天军医学科学院京东祥鹤微波化学联合实验室, 北京

³武汉工程大学计算机科学与工程学院, 湖北 武汉

⁴北京祥鹤科技发展有限公司, 北京

⁵中国人民解放军战略支援部队航天系统部, 北京

Email: ¹baimin0628@163.com, ¹ytwu@sina.com, ¹huwx66@163.com

收稿日期: 2019年9月23日; 录用日期: 2019年10月10日; 发布日期: 2019年10月17日

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

微波化学是一门近二三十年兴起并发展繁荣的前沿交叉科学。微波是频率在 300 MHz 到 300 GHz 范围内、波长在 1 mm~1 m 之间的电磁波, 是分米波、厘米波、毫米波的统称[1]。微波化学是指微波在化学领域的应用, 即微波直接作用于多种化学体系, 加速其反应或者催化新反应的进行等[2]。

根据 20 世纪 60 年代天文学四大发现之一的微波背景辐射(microwave background radiation), 可知微波的起源可以追溯到遥远的宇宙大爆炸时期。微波在许多方面都有应用, 如: 通讯、导航、测量、军事和加热食物等。其在工业上的应用源自 20 世纪 40 年代后期开始的微波加热应用研究, 微波能量最早由 Percy Spencer 用来加热食品, 20 世纪 70 年代开始利用微波能对物质进行干燥处理[3] [4] [5] [6]。随后, 微波逐步被应用到多种科学研究领域。

化学起源于炼金术时代, 自那时起至 20 世纪中叶, 近千年来, 人类都是用传统加热的方法来促进物质发生变化(有新物质生成的变化称为化学变化), 即使到了化学较繁荣的李比希时代, 这一状况仍没有得到任何改变。随着二十世纪中叶世界科技大发展, 在军事领域作用极大的微波技术开始进军化学领域, 引发了化学相关领域的革命性变化[7] [8] [9]。从 1985 年开始, 国内外学者先后应用微波辐射技术成功地优化了许多反应, 几乎涵盖了有机合成的许多重要反应类型[10]。

由北京祥鹤科技发展有限公司总裁助理、北京神剑天军医学科学院京东祥鹤微波化学联合实验室副主任胡墨玺工程师, 知名化工专家和化学教育专家、武汉工程大学校长王存文教授, 药学及其教育专家、湖北科技学院药学院院长闵清教授, 化学及其教育专家、曲阜师范大学化学学院院长尤进茂教授, 北京联合大学副教授、武汉工程大学微波化学专业方向在读博士学位研究生马密霞和我国知名航天军事医学、有机药物化学、微波化学专家、中国工程院院士正式候选人、北京市特聘教授胡文祥博士, 合作编著《微波化学研究进展——京东祥鹤微波化学联合实验室微波化学领域相关研究成果目录及部分论文集》。该

*通讯作者。

书由汉斯出版社于 2019 年 9 月网络出版, 谷歌图书和亚马逊网站立即播发相关信息, 随后印刷版也将问世。北京祥鹤科技专门配发新书出版国庆简报[11], 收到良好反响。本书(见图 1)的出版得到北京祥鹤科技发展有限公司等单位的大力支持, 这是全体作者和全体祥鹤人献给共和国 70 华诞的一份礼物!

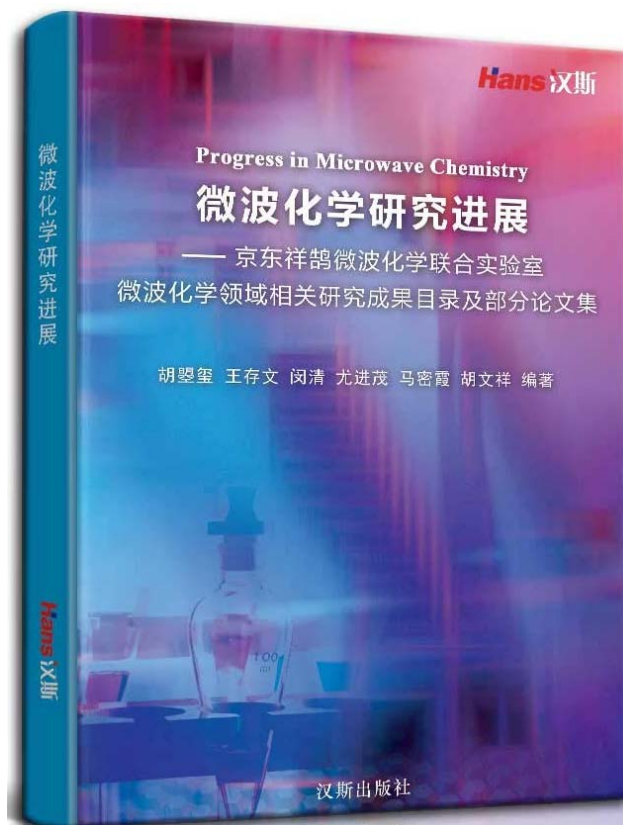


图 1. 《微波化学研究进展》样书

本书收集了我国著名航天军事医学、有机药物化学和微波化学专家、中国人民解放军战略支援部队航天系统部研究员、北京神剑天军医学科学院院长、中国工程院院士正式候选人胡文祥教授领导的京东祥鹤微波化学联合实验室等单位, 在微波化学相关领域辛勤耕耘近四十年所取得的主要学术成就, 包括荣获国家和军队、省部级一、二等成果奖目录, 相关国家和国防发明专利目录, 相关国家软件著作权目录和出版相关著作目录以及非保密研究内容公开发表的部分论文以及国内知名媒体对胡文祥教授及其领导的实验室的一些相关报道等内容。

从本书中可以窥探从化学催化到微波、超声波等物理催化(催化化学的第一次飞跃), 从单一物理催化到组合物理催化(催化化学的第二次飞跃), 再从组合物理催化到组合物理、化学和生物催化(催化化学的第三次飞跃), 这样催化化学的三次飞跃, 引发相关化学领域革命性的变化。

胡文祥自 1984 年在世界上首次提出微波有机化学概念、1985 年考入中国科学院上海有机化学研究所攻读博士学位期间运用微波催化有机磷酸酯水解反应以来, 率领科研团队在微波化学领域辛勤耕耘 35 年, 不断取得重要进展。1989~1990 年成功研制微波反应器, 1997 年获得国家专利, 1998 年发表微波反应装置[12], 1999 年发表超声波回流反应器的研制成功的文章[13]。2006 年, 胡文祥教授领导的实验室成功研制了微波有机合成数据库[14] [15], 此微波合成数据库是利用基于 ACCESS2003 的数据源, 通过 VC++6.0 编写的数据库管理应用程序, 两者通过 ODBC 实现连接。使用者可以通过作者、反应类型或者

化合物名称等信息查询相应的微波合成文献，此数据库共收集整理了国内外有关微波有机合成的文献近 1000 条，成功研制出我国第一个微波有机合成化学数据库，为之后的微波化学相关研究者提供便捷的查询方法，加快了我国微波化学的发展速度。

胡文祥教授领导的科研团队在近四十年的微波化学研究中，涉及到许多相关领域，取得了一系列成果和专利，非保密研究内容已发表相关学术论文 150 余篇，本书收集了其中的 81 篇。从本书可以了解到其在微波萃取天然产物有效成分、微波有机化学、微波无机化学、微波环境化学等方面的一些重要的研究成果[16]-[32]。例如，在微波萃取天然产物有效成分中，前后的研究内容主要包括微波萃取绞股蓝总皂苷[33]；微波法从花生芽[34]、葡萄籽、虎杖、藜芦[35]、买麻藤中提取分离得到白黎芦醇；微波法提取分离肉桂醛[36]等。

此外，由本书我们还可以了解胡文祥教授多年来微波催化在有机药物和材料合成化学中的应用研究的部分非保密论文，其主要有：1) 有机合成方面：二甲硫醚锂[37]、间甲基苯甲脒盐酸盐[38]、间甲基苯脒脒[39]、2-氟丙酸[40]、溴代烷烃[41]等。2) 药物合成方面：甲硫甲基锂[42]、芬太尼类衍生物[43] [44] [45] [46]、新型苯并咪唑抑菌剂[47] [48]、邻苯二酚类铀促排化合物[49]、盐酸小檗碱类衍生物[50] [51]等。3) 生物合成方面：微波诱导 GFP 蛋白表达[52]。4) 微波辅助样品前处理技术研究：土壤消解[53]；大米消解[54]；黑茶消解[55]；空心胶囊消解[56]；螺旋藻消解[57]等。

本书附录一、附录二分别登载了胡文祥教授的在读博士研究生翻译的无机纳米材料的微波合成这一领域的重要进展。一篇是印度科学家撰写的“无机纳米粒子合成研究进展”[58]，另一篇是澳大利亚和意大利科学家撰写的“微波辅助合成胶状无机纳米晶体”[59]，这两篇文章引用了大量文献，很有参考价值，使得本书的内容更加丰富。

胡文祥教授在世界上首创有机微波化学及其组合微波化学，建立的微波催化不等式，撰写了相关著作[60]-[74]，大力支持北京祥鹤科技发展有限公司成功研发了几十种祥鹤微波化学系列仪器与组合仪器，其中两种仪器见图 2 和图 3，满足国内外市场需求，产生了良好的经济社会效益，有力推动了相关领域的科技进步。北京祥鹤科技发展有限公司牵头负责完成的科研成果“微波化学系列仪器研制及其应用研究”，于 2015 年荣获中国产学研合作创新成果一等奖。在此之前，胡文祥教授领导的国防科研团队和高校科研团队采用微波化学方法进行的相关开创性研究成果，已荣获国家科技进步二等奖和军队科技进步一等奖及省部级技术发明一等奖共 5 项。2017 年，创办了中文国际网上学术期刊《比较化学》《微波化学》(见图 4)和《交叉科学快报》(见图 5)。



图 2. XH-300A 电脑微波超声波组合催化合成萃取仪

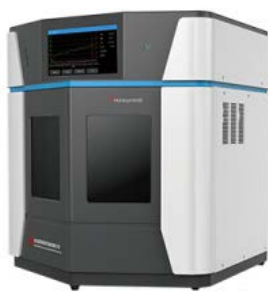


图 3. XH-800X Honeycomb 八面体(六边形)微波消解工作站



图 4. 《微波化学》杂志封面

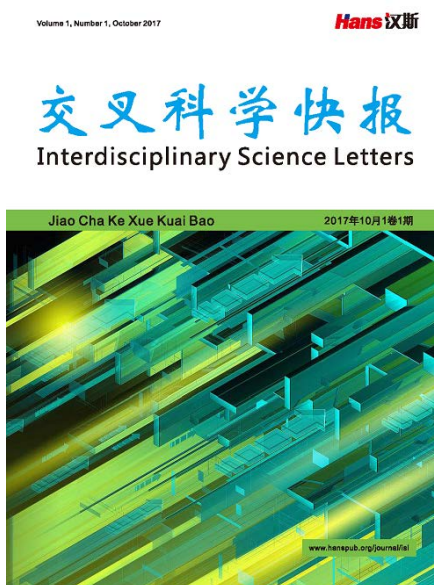


图 5. 《交叉科学快报》杂志封面

本书的内容非常丰富,可供物理、化学、生物等相关学科领域,材料、环境、食品、医药卫生等相关应用研究部门及交叉边缘学科领域的科技工作者和高校师生参考。

今后胡文祥教授将率领北京神剑天军医学科学院京东祥鹤微波化学实验室、武汉工程大学华中祥鹤微波化学联合实验室及相关合作实验室的全体同志,决心牢记习总书记的嘱托,同心同德,群策群力,心连在一起,情融在一起,劲使在一起,汗流在一起;不怕困难,不怕麻烦,志存高远,躬身实践,不懈进击,砥砺前行;进一步发挥魅力,释放潜力,激发活力,持续发力,巧妙借力,冲破阻力;不断合成新物质,发明新技术,研发新仪器,制造新工具,建立新公式,创建新原理,为发展祖国的微波化学事业,振兴民族微波化学产业做出自己的贡献!

参考文献

- [1] 马双忱,姚娟娟,金鑫,等.微波化学中微波的热与非热效应研究进展[J].化学通报,2011,74(1):41-46.
- [2] 胡文祥,胡文辉,王建营,丁景范,恽榴红.微波催化药物合成研究进展[J].中国药物化学杂志,1999,9(1):70-78.
- [3] 陆模文,胡文祥,恽榴红.有机微波化学研究进展[J].有机化学,1995,15(6):561-566.
- [4] 胡文祥,刘明,弓亚玲.微波催化有机药物反应机理及其应用研究[J].压电与声光,2008,30(2s):9-11.
- [5] 王乔,刘明,邵华宙,胡文祥.微波催化有机药物合成研究进展[J].昆明理工大学学报(自然科学版),2012,37(s):97-106.
- [6] 刘明,胡文祥.微波催化有机合成化学反应[J].微波化学,2018,2(3):70-78.
- [7] 刘明,彭惺蓉,刘接卿,邱明华,胡文祥.微波催化在有机化学中的应用研究[J].昆明理工大学学报(自然科学版),2011,36(8):199-209.
- [8] 马密霞,胡文祥.微波化学理论及其应用研究进展[J].昆明理工大学学报(自然科学版),2012,37(s):107-112.
- [9] 秦宁,闵清,马密霞,邵开元,胡文祥.微波无机化学相关研究进展[J].微波化学,2018,2(4):96-101.
- [10] 马密霞,胡文祥.微波萃取技术在中药有效成分提取中的应用[J].中国医药导刊,2010,12(9):1583-1585.
- [11] 北京祥鹤科技发展有限公司.国庆简报[Z].2019.<http://www.xianghukeji.com/news/215.html>
https://www.instrument.com.cn/netshow/SH100753/news_493683.htm
- [12] 胡文祥,恽榴红,曹晔.一种简易微波反应装置[J].现代仪器使用与维修,1998(6):48-49+32.
- [13] 胡文祥,恽榴红,曹晔.超声回流反应器的研制[J].现代仪器,1999(1):41-42.
- [14] 胡文祥,王陆瑶,孔博,周洪斌,贺凤丹,李瑞芹,王惠.微波有机合成化学数据库的研制[J].辽宁石油化工大学学报,2006,26(4):145-148.
- [15] 贺凤丹,吴强三,孙治国,王陆瑶,胡文祥.微波有机合成化学数据库的使用[J].辽宁石油化工大学学报,2006,26(4):109-111.
- [16] Hu, W.X. and Peng, Q.T. (2000) Rapid Synthesis of Tetraphenylporphyrin with Microwave Irradiation. *Chemical Journal on Internet*, **2**, 54-55.
- [17] Hu, W.X. and Wang, J.Y. (2001) Combinatorial Catalysis with Physical, Chemical and Biological Methodologies. *Chemical Journal on Internet*, **3**, 44-46.
- [18] 冯琳,胡文祥.微波与离子液体组合催化合成反恐药物中间体[M]//王彦吉,何林涛,主编.公共安全中的化学问题研究进展.北京:中国人民公安大学出版社,2010:274-277.
- [19] Liu, M. and Hu, W.X. (2010) The Applications of Microwave Irradiation as Greener and Convenient Procedure in Organic Synthesis. *Proceedings of 2010 the Second China Energy Scientist Forum*, **1**, 94-97.
- [20] Liu, M. and Hu, W.X. (2010) Highly Efficient Microwave-Assisted and Ultrasonic-Assisted Extraction. *Proceedings of 2010 the Second China Energy Scientist Forum*, **1**, 98-101.
- [21] 胡文祥,编辑部.“微波化学”创刊词——唯有微波可壮志敢教化学换新天[J].微波化学,2017,1(1):1-2.
- [22] 韩谢,吴元欣,邵开元,胡文祥.微波萃取技术在天然产物提取中的应用[J].微波化学,2017,1(1):3-7.
- [23] 韩谢,邵开元,胡文祥.微波辐射有机药物合成研究进展[J].微波化学,2017,1(1):15-21.
- [24] 胡文祥.物理催化新技术在三降中药提取中的应用研究[C]//药用植物化学与中药资源可持续发展学术研讨会.

大会邀请报告, 西宁, 2009.

- [25] 马密霞, 胡文祥. 微波消解在农业化学中的应用研究进展[J]. 微波化学, 2017, 1(1): 28-33.
- [26] Liu, M. and Hu, W.X. (2013) Recent Progress of Microwave Irradiation in Synthesis and Diagnosis Treatment. *Advanced Material Research*, **616-618**, 1711-1716. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.616-618.1711>
- [27] Shen, X.Z., He, H.J., Yang, B.W., Zhao, Z.G., Shao, K.Y. and Hu, W.X. (2017) Studies on the Activities of Electrophilic Sites on Benzene Ring of 4-Substituted Anilines and Their Acyl Compounds with Multiphilicity Descriptor. *Chemical Research in Chinese Universities*, **33**, 773-778. <https://doi.org/10.1007/s40242-017-7112-z>
- [28] 杨萱平, 胡墨玺, 胡文祥. Honeycomb XH-800X 微波消解工作站研制及性能测试[J]. 微波化学, 2018, 2(2): 42-49.
- [29] 张军军, 白育庭, 邵开元, 胡文祥. 微波化学技术在废水处理中的应用[J]. 微波化学, 2018, 2(3): 57-62.
- [30] 秦宁, 闵清, 马密霞, 胡文祥. 微波辅助提取中药成分研究进展[J]. 微波化学, 2018, 2(3): 79-84.
- [31] 邹芳芳, 郝静远, 张行程, 胡文祥. 微波环境化学[J]. 微波化学, 2019, 3(1): 7-13.
- [32] 刘接卿, 涂尚辉, 顾洪飞, 胡文祥. 绞股蓝总皂苷微波萃取及其纯化工艺的研究[C]//中国化学会第 26 届学术年会. 会议论文集. 西安: 西北大学, 2008.
- [33] 秦宁, 闵清, 马密霞, 张军军, 白育庭, 邵开元, 胡文祥. 花生芽中白藜芦醇的微波和超声波组合提取研究[J]. 微波化学, 2018, 2(2): 50-55.
- [34] 马密霞, 秦宁, 闵清, 胡文祥. 微波超声波联用萃取白藜芦醇及其苷的 HPLC 测定[J]. 化工学报, 2019, 70(s1): 124-129.
- [35] 秦宁, 马密霞, 胡宁, 闵清, 邵开元, 胡文祥. 藜芦的微波超声波提取研究[J]. 微波化学, 2018, 2(4): 91-95.
- [36] 张军军, 白育庭, 付梦蕾, 邵开元, 胡文祥. 微波法提取分离肉桂醛[J]. 微波化学, 2018, 2(2): 37-410.
- [37] Yinan Zhao, 王乔, 刘明, 邵华宙, 胡文祥. 样鹤微波超声波紫外光组合仪合成二甲硫醚锂[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2012, 37(s): 244-250.
- [38] 秦宁, 闵清, 邵开元, 胡文祥. 间甲基苯甲脒盐酸盐的合成研究[J]. 化工学报, 2019, 70(s1): 242-247.
- [39] 秦宁, 闵清, 付梦蕾, 曲有乐, 邵开元, 胡文祥. 间甲基苯脒的微波超声波催化合成[J]. 微波化学, 2018, 2(2): 31-36.
- [40] 杨博文, 赵志刚, 邵开元, 胡文祥. 2-氯丙酸微波合成 2-氟丙酸及过渡态能垒计算[J]. 微波化学, 2017, 1(1): 39-44.
- [41] 王乔, 邵开元, 邢欣, 胡文祥. 微波催化快速合成几种溴代烷烃[M]//何林涛, 张振宇, 主编. 公共安全中的化学问题研究进展(第三卷). 辽宁: 辽宁大学出版社, 2013: 451-455.
- [42] 王浩宇, 胡文祥. 微波紫外光组合催化合成甲硫甲基锂[M]//何林涛, 王彦吉, 胡文祥, 孙玉波, 李文君. 公共安全中的化学问题研究进展(第二卷). 北京: 中国人民公安大学出版社, 2011: 769-772.
- [43] 卢建勋, 胡文祥, 刘明. 卡芬太尼的微波催化合成研究[M]//何林涛, 王彦吉, 胡文祥, 孙玉波, 李文君. 公共安全中的化学问题研究进展(第二卷). 北京: 中国人民公安大学出版社, 2011: 777-780.
- [44] 刘明, 贺风丹, 胡文祥. 微波催化不对称合成羟甲基芬太尼[C]//第八届全国微波化学及第三届样品前处理学术会议, 大会邀请报告. 2010: 98-100.
- [45] 胡文祥, 刘明, 贺风丹. 微波超声波组合催化应用于羟甲基芬太尼不对称合成研究[M]//何林涛, 王彦吉, 胡文祥, 孙玉波, 李文君. 公共安全中的化学问题研究进展(第二卷). 北京: 中国人民公安大学出版社, 2011: 773-776.
- [46] Yang, B.W., An, Q.F., Zhao, Z.G., Shao, K.Y. and Hu, W.X. (2019) Research on Chemical Reactivity of Nitrotriazolam Its Process of Preparation. *Chemical Research in Chinese Universities*, **35**, 680-685. <https://doi.org/10.1007/s40242-019-8339-7>
- [47] 王陆瑶, 胡文祥, 杨秉勤, 史真. 微波辐射下 2-取代苯并咪唑生物库的平行合成[J]. 化学通报, 2007, 70(7): 547-551.
- [48] 王陆瑶, 田敏, 胡文祥, 史真. 微波辐射下新型苯并咪唑抑菌剂的合成、表征及活性测定[J]. 应用化学, 2007(5): 507-511.
- [49] 王建营, 吴福丽, 胡文祥, 延玺, 刘连英. 超声催化 DCC 法合成邻苯二酚类铈促排化合物[J]. 有机化学, 2003, 23(s1): 416.
- [50] Han, X., Shao, K.Y. and Hu, W.X. (2018) Synthesis of 9-Substituted Berberine Derivatives with Microwave Irradiation. *Chemical Research in Chinese Universities*, **34**, 571-577. <https://doi.org/10.1007/s40242-018-7425-6>
- [51] 韩谢, 邵开元, 胡文祥. 微波辐射合成 9-氧-2-溴乙基小檗碱工艺研究[J]. 微波化学, 2017, 1(1): 8-14.

- [52] 刘明, 胡文祥. 微波催化方法用于诱导 GFP 蛋白表达实验[J]. 生物学通报, 2009, 44(9): 46-47.
- [53] 高婷, 杨萱平, 胡文祥. 土壤样品前处理——微波消解研究[J]. 环境保护前沿, 2017, 7(2): 170-179.
- [54] 马密霞, 杨博文, 赵志刚, 胡文祥. 微波消解——火焰原子吸收分光光度法测定大米中金属元素的含量[J]. 微波化学, 2017, 1(1): 34-38.
- [55] 马密霞, 韩谢, 胡文祥. 微波消解——火焰原子吸收分光光度法测定黑茶中金属元素的含量[J]. 微波化学, 2017, 1(1): 22-27.
- [56] 董继东, 杨新伟, 杨丽鹏, 王乔, Yinan Zhao, 胡文祥. 祥鹤电脑双控微波消解仪消解空心胶囊实验[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2012, 37(s): 240-243.
- [57] 曹晔, 曹洋香, 胡文祥. 微波密封消解 AAS 法测定螺旋藻中的金属元素含量[J]. 现代科学仪器, 2000(5): 47+36.
- [58] Rao, C.N.R., Ramakrishna Matte, H.S.S., Voggu, R. and Govindaraj, A. (2012) Recent Progress in the Synthesis of Inorganic Nanoparticles. *Dalton Transactions*, **41**, 5089-5120. <https://doi.org/10.1039/c2dt12266a>
- [59] Baghbanzadeh, M., Carbone, L., Cozzoli, P.D. and Oliver Kappe, C. (2011) Microwave-Assisted Synthesis of Colloidal Inorganic Nanocrystals. *Angewandte Chemie International Edition*, **50**, 11312-11359. <https://doi.org/10.1002/anie.201101274>
- [60] 金钦汉, 主编. 微波化学[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [61] 郝静远, 王存文, 胡文祥. 书评: “微波化学”[J]. 微波化学, 2019, 3(2): 15-27.
- [62] 胡文祥, 主编. 微波卫生防护概论[M]. 北京: 解放军出版社, 2001.
- [63] 阎军, 胡文祥, 主编. 分析样品制备[M]. 北京: 解放军出版社, 2003.
- [64] 付梦蕾, 曲有乐, 马密霞, 韩谢. 书评: “分析样品制备”[J]. 微波化学, 2018, 2(1): 7-14.
- [65] 邓勃, 主编. 应用原子吸收与原子荧光光谱分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [66] 胡文祥, 王建营, 著. 协同组合化学[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [67] 付梦蕾, 曲有乐, 马密霞, 韩谢. 书评: “协同组合化学”[J]. 比较化学, 2018, 2(1): 11-15.
- [68] 李明, 等, 主编. 有机化学实验[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [69] 李明, 等, 主编. 有机化学实验[M]. 第2版. 北京: 科学出版社, 2019.
- [70] 胡文祥, 主编. 反恐技术方略[M]. 北京: 化学工业出版社, 2013.
- [71] 杨博文, 付梦蕾, 赵志刚, 曲有乐, 马密霞, 刘明. 书评: “反恐技术方略”[J]. 微波化学, 2018, 2(1): 15-25.
- [72] 胡文祥, 刘明, 著. 阿片受体分子药理学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2014.
- [73] 闵清, 白育庭, 吴诗, 秦宁, 张军军, 陈梦雅, 李庶心. 书评: “阿片受体分子药理学”[J]. 微波化学, 2018, 2(1): 26-30.
- [74] Hu, W.X. (2018) Catalytic Synthesis and Substituent Effect. Hans Publishers, Wuhan.