

书评：《分析样品制备》

付梦蕾¹, 曲有乐¹, 马密霞², 韩 谢³

¹浙江海洋大学食品与医药学院, 浙江 舟山

²北京联合大学, 北京

³武汉工程大学化工与制药学院, 湖北 武汉

Email: 642697718@qq.com

收稿日期: 2017年12月22日; 录用日期: 2018年1月22日; 发布日期: 2018年1月29日

Copyright © 2018 by authors 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

离开了分析测试数据和光谱数据, 我们现代自然科学甚至现代社会生活的各个方面, 都会变得没有谱了! 因此分析测试是现代社会的支柱, 而分析样品制备则是获取分析测试数据的先遣部队和排头兵!

《分析样品制备》是由原北京出入境检验检疫局专家阎军与我军知名航天军事医学、有机药物化学及微波化学专家胡文祥教授联合主编, 分析专家邓勃、刘明钟、刘伟为顾问, 孙宏伟、李玉珍、孙玉岭为副主编, 2003年由解放军出版社出版的一部工具书。虽然过去了15载, 但本书仍然在分析样品制备领域发挥重要作用。在中国化学会和中国分析仪器学会的支持下, 胡文祥教授主办了第一届和第二届全国分析样品制备学术研讨会。

第二次世界大战以来, 仪器分析获得了飞跃发展。20世纪60和70年代环境科学的兴起, 80年代以后生命科学的发展, 对分析测试技术提出了更高的要求, 而科学技术的高速发展, 又促进了分析技术的高速发展, 新型仪器不断问世, 新技术和新方法不断出现, 应用领域不断拓展, 仪器分析已广泛地应用于科学技术和国民经济以及人民生活的各个领域。

分析测试的重要性在于, 能为人们提供准确可靠的基础数据和原始信息, 测试结果的可靠性有赖于对分析全过程严格的质量控制。人们知道, 采样的代表性和样品制备质量是任何样品分析不可缺少的重要环节, 对分析结果的好坏有着直接的影响。长期以来, 分析样品处理和试样制备一直是整个分析过程中最费力、费时的一个环节, 也是分析工作中薄弱的环节之一。

为了保证分析结果的准确可靠, 应该充分重视分析样品处理和试样制备。为此作者编撰了《分析样品制备》一书, 收集了近千例各种分析样品的预处理与试样制备方法, 涉及地质冶金、石油化工、农业轻工、生物医药、食品、环境保护等各个领域, 侧重于实用, 对各种样品预处理和试样制备的具体操作有较详细的介绍。

全书共分为12章, 分别为食品、生物样品、土壤、环境样品、轻工样品、地质样品、冶金样品、药物及其它样品、微波消解技术、实验室安全与防护及附录等。这本书突出的特点是第十章介绍了当时刚刚兴起的“微波消解技术”, 对微波消解新技术的原理、设备、特点与应用进行了比较详细的叙述。微

文章引用: 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.

DOI: 10.12677/mc.2018.21002

波技术的广泛应用,必将为分析样品制备带来革命性的变化,并且将日益发挥出愈来愈重要的作用。

微波是电磁波中位于远红外与无线电之间的电磁辐射,其频率范围为 $300\sim 3\times 10^5$ MHz,在工业及科学研究中四种常用的微波频率是 915 ± 25 , 2450 ± 13 , 5800 ± 175 , 22125 ± 125 MHz,其中最常用的是 2450 MHz。常见的微波系统输出功率是 600~700 W,在 5 分钟内约释放出 43 kcal 微波能量。与传统加热技术不同,微波加热是一种内加热,样品与酸混合物通过吸收微波能产生即时深层加热,同时,微波产生的交变磁场使介质分子极化,极性分子随高频磁场交替排列,导致分子高速振荡,这种振荡受到分子热运动和相邻分子间相互作用的干扰和阻碍,产生了类似摩擦作用,使分子获得高能量。因这种作用,样品表面层不断搅动破裂,产生新表面与酸反应,促使样品迅速溶解。因此,微波消解大大缩短了样品制备时间,加快了分析测试整个工作的速度。

样品的消解是许多分析工作的前提,它对整个分析工作往往会产生决定性的影响。样品的范围包括食品、药品、矿物、动植物组分等各种天然或人造物质,除了那些易燃易爆物质等,几乎没有什么限制。通常狭义上的消解是指将固体样品转化成液体样品的过程。广义上讲,它还可以包括液体样品从一相转移到另一相的过程。根据分析工作的任务,在消解过程中,常需考虑以下几个因素:1) 消解过程中引入杂质的可能性;2) 消解的完全性和可重复性;3) 对具有代表性基体的控制;4) 消解后样品对分析方法的适用程度;5) 样品处理时间;6) 包括消解过程的劳动强度、试剂消耗和设备耗损在内的实验费用。在分析工作中,常使用的干法消解和敞口湿法消解,不仅耗时,而且实验费用也较高。如环境分析中采样和预处理所耗时间,约占实验分析过程投资的 60%左右,而且在湿法消解中,常需不断向反应体系内,补充消解所需的酸,致使空白值较高,同时试剂消耗量也较大。近年来,随着分析仪器和分析技术的突飞猛进,使分析速度和分析灵敏度都得到空前提高,而低效率的样品处理过程已成为缩短分析过程、加快分析速度的瓶颈。另外,由于传统的消解方法耗时很长,且始终与外界保持接触,因此增加了样品被玷污的可能性,而这种污染对于微量或痕量分析往往是致命的。因此,为了适应新的需要,必须在分析样品处理过程中引入新的方法。

微波消解技术是近年来发展起来的一种样品前处理方法。1975 年, Abu-Sarma 等人率先将微波加热用于湿法样品处理中。微波消解方法一般可分为两类:敞口微波消解(常压微波消解)和密闭微波消解(高压微波消解)。常压微波消解一般用于一些易消解样品,并不需要很高的温度。但这种消解方法常造成易挥发元素的损失。Motrenko 等研究表明,对于某些需要较剧烈消解条件的样品,分别经敞口微波消解与密闭微波消解后,用 ICP-MS 测定其中 Pb 等元素含量。对两组结果进行检验,前者存在明显的负向系统误差,最大可达 14%。同时,消解过程中挥发出来的酸蒸气对仪器造成较大损害。此外,敞口消解不可避免地存在样品被玷污的可能。由于分析工作的分析对象越来越多、情况越来越复杂,在很多情况下,常压消解往往无法满足分析方法对样品处理的要求。因此更多的分析工作采用密闭微波消解。其有以下几个优点:1) 所需酸用量小,一般不超过 10 mL;2) 消解速度快,样品消解过程一般只需几分钟或十几分钟;3) 能防止消解过程中引入污染和易挥发元素的损失,提高测定的准确性;4) 容易实现自动化控制;5) 消解过程中不会对仪器造成损害。因此微波消解技术发展的如火如荼。

在此之前的 1999 年由科学出版社出版的、金钦汉教授主编的《微波化学》一书中,胡文祥教授等参与编著了其中的第五章“微波诱导催化反应”、第七章“微波有机合成化学”和第十五章“微波生物学效应及其健康防护”,这些章节和全书都颇受读者好评。

早在 1985 年,胡文祥在中国科学院上海有机化学研究所攻读博士学位时,用微波催化有机磷酸酯的水解反应,得到了很好的结果,比美国和法国科学家还早一年多,开创了微波有机化学先河;1990 年,研制成功我国第一台微波合成反应器,之后获得国家专利;1996 年,参加了金钦汉教授组织的长春微波化学研讨会;1999 年,参与《微波化学》专著的撰写工作;2001 年,主编《微波卫生防护概论》由解放

军出版社出版；2002年以后，支持北京祥鹤科技发展有限公司研制 XH 系列微波化学仪器，并实现产业化，现已发展到 20 余个型号品种，已供应到全国 1000 余所高等院校和 500 余个科研院所，并出口海外；2003 年与阎军联合主编《分析样品制备》；作为中国电子学会微波分会微波化学专业委员会副主任，支持组织多次全国微波化学学术讨论会；2006 年，在湖北咸宁主办了中国化学学会全国微波化学学术大会；2017 年，任中国化工学会微波能化工应用专业委员会副主任；同年，与汉斯出版社合作，创办中文国际学术期刊《微波化学》并担任主编。胡文祥教授领导的祥鹤微波化学联合实验室，在微波化学及其相关领域发表学术论著 82 篇(见附录一)，申请国家专利 20 项(见附录二)等等，足以表明胡文祥教授是我国微波化学尤其是微波有机化学的开拓者和奠基人。

《分析样品制备》融科学性、知识性于一体，具有较好的可读性，自出版以来，颇受广大读者和分析化学界的喜爱。同时，它也是很好的科教范本，有利于分析样品制备知识在高等院校和科研院所中推广应用，可供分析化学、生命科学、地球化学、食品科学等相关领域的科教工作者参考，对于促进我国相关领域的研究发展具有重要的推动作用。

北京祥鹤科技发展有限公司、北京普析通用仪器有限责任公司、原总装备部军事医学研究所、北京吉大小天鹅仪器有限公司、美国培安有限公司和北京美诚公司等单位对本书的出版给予了多方面的支持!

20 世纪 50 年代以来，分析化学获得了飞速发展。虽然颁发分析化学领域诺贝尔奖牌不多，但是，随着各种各类新仪器的问世及其在科学和工程中的应用，尤其是在生命科学中的开拓性应用，使分析化学又获得了生机。波谱分析、色谱分析、电化学分析、热化学分析以及流动——注射分析等微分析技术不断发展，促使分析化学、包括仪器分析呈现出一片欣欣向荣的景象。美国的约翰·芬恩发明了生物大分子结构确认与分析的方法，日本的田中耕一发明了生物大分子的质谱分析方法，瑞士的库尔特·维特里希发明了利用核磁共振技术测定溶液中生物大分子三维结构的方法，而三人共享 2002 年度诺贝尔化学奖，就是这一领域的典型代表。

分析化学尤其是仪器分析研究的关键技术之一就是样品的制备或者预处理方法和技术。粮食、饮料、蔬菜、水果、海产、肉类、罐头类、植物类等食品样品，头发、血液、尿液、组织等生物类样品，大气、水质、废料等环境类样品，化妆品、肥料、饲料、油漆、材料等轻工类样品，地质矿石类样品或陨石类样品，钢铁、冶金类样品，西药、中药和其它样品，以及世界上一切可以分析检测的样品，大都需要经过预处理过程或者制备工艺，才能进入分析测试程序，才有可能获得准确的数据或图像结果。所以说，分析样品制备技术是人类通向数字王国的必由之路，在二十一世纪将获得飞速发展，将为人类创造美好世界和幸福生活做出巨大贡献。

附录

附录一：胡文祥教授实验室在微波化学领域发表相关论著目录

1. 胡文祥, 恽榴红. 超声波技术在有机药物化学中的应用. 中国药物化学杂志, 1993, 3(1): 76~78.
2. 陆模文, 胡文祥, 恽榴红. 有机微波化学研究进展. 有机化学, 1995, 15(6): 561~566.
3. 胡文祥, 恽榴红. 超声波、微波和酶催化在有机药物合成中的某些应用. 军事医学科学院院刊, 1995, 19(4): 253.
4. 胡文祥, 恽榴红. 有机药物合成化学中生物、化学和物理催化方法. 科技通报, 1996, 12(5): 320.
5. 曹晔, 胡文祥, 谭生建. 光纤温度传感器. 科学(Scientific American 中文版), 1996, (12): 41~42.
6. 陆模文, 胡文祥. 有机磁合成化学研究进展. 有机化学, 1997, 17(4): 289~294.
7. 胡文祥, 恽榴红, 曹晔. 一种简易微波反应装置. 现代仪器使用与维修, 1998, (6): 48~49, 32.
8. 胡文祥等. 《微波化学》第五、七、十五章. 北京: 科学出版社, 1999.
9. 胡文祥. 广义组合化学. 化学通报, 1999, (10): 34~38.
10. 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. 中国药物化学杂志, 1999, 9(1): 70~78.
11. 曹晔, 胡文祥. 微波场测温方法. 化学通报网络版, 1999, C99070: 1~3.
12. 胡文祥, 恽榴红, 曹晔. 超声波回流反应器的研制. 现代仪器, 1999, (1): 41~42.
13. 王建营, 李银奎, 胡文祥, 龙永福, 李德湛. 超声波催化合成一甲氧基-4-烷氧基苯. 厦门大学学报(自然科学版), 1999, 38(增): 362.
14. 曹晔, 胡文祥. 微波在实验室中的应用研究. 仪器仪表与分析监测, 1999, (4): 56~58.
15. 胡文祥. 广义组合化学(上). 科学(Scientific American 中文版), 1999, (12): 9~11.
16. Hu WX, Peng QT. Rapid synthesis of tetraphenylporphyrin with microwave irradiation. Chem J I, 2000, 2 (12):54-55.
17. 胡文祥. 广义组合化学(下). 科学(Scientific American 中文版), 2000, (1): 54-57.
18. 彭清涛, 胡文祥. 应用于环境样品预处理的新技术. 现代仪器, 2000, (4): 16~18.
19. Hu WX, Wang JY. Combinatorial catalysis with physical, chemical and biological methodologies. Chem J I, 2001, 3(9): 44-46.
20. 胡文祥, 闵庆旺, 等. 微波卫生防护概论. 解放军出版社, 2002.
21. 孔伟, 曹佳, 胡文祥, 王培民. 微波环境作业人员个性测评. 中国健康教育, 2002, 18(5): 310-311.
22. 胡文祥, 王建营. 协同组合化学. 科学出版社, 2003.
23. 阎军, 胡文祥, 主编. 分析样品制品. 解放军出版社, 2003.
24. 王建营, 吴福丽, 胡文祥, 延玺, 刘连英. 超声催化 DCC 法合成邻苯二酚类铀促排化合物. 有机化学, 2003, 23(sup): 416.
25. 彭清涛, 胡文祥, 张康征, 王培民. 微波辐射安全标准发展概况. 2003 年军队后勤标准化学术论文集, 2003, 73-80.
26. 彭清涛, 王力, 胡文祥. 微波、超声波和复合电磁场水处理技术. 环境保护, 2004, (3): 20-23.
27. 胡文祥. 微波催化有机药物化学反应机理研究. 中国化学会全国微波化学学术研讨会大会邀请报告, 论文摘要集, 2005, 10: 20-21.
28. 夏龙凤, 杜国华, 张卓勇, 胡文祥. 微波萃取与超声萃取中药的某些研究进展. 中国化学会全国微波化学学术研讨会论文摘要集, 2005, 10: 123-124.

29. 许海涛, 王陆瑶, 朱若华, 胡文祥. 微波辐射在组合化学中的应用. 中国化学会全国微波化学学术研讨会论文摘要集, 2005, 10: 140-141.
30. Yan P, Hu WX. Microwave instrument with computer controlled system for synthesis and solvent extraction. 中国化学会全国微波化学学术研讨会论文摘要集, 2005, 10: 148.
31. 王陆瑶, 胡文祥. “分子温度”与微波的非热效应. 中国化学会全国微波化学学术研讨会论文摘要集, 2005, 10: 156.
32. 夏龙凤, 张卓勇, 胡文祥. 微波技术在分析制样中的应用. 第一届全国分析样品制备技术学术报告会论文摘要集, 2005, 11: 138.
33. 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. 辽宁石油化工大学学报, 2006, 26(4): 109-111.
34. 王陆瑶, 胡文祥, 杨秉勤, 史真. 微波辐射下 2-取代苯并咪唑衍生物库的平行合成. 化学通报, 2007, (7): 547-551.
35. 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. 应用化学, 2007, (5): 507-511.
36. 胡文祥, 王陆瑶, 孔博, 周洪斌, 贺凤丹, 李瑞芹, 王惠, 孙治国, 吴强三. 微波有机合成化学数据库的研制. 武汉工程大学学报, 2007, 1(29): 1-5.
37. 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. 压电与声光, 2008, 30(2s), 9-11.
38. 胡文祥. 新型智能微波超声波组合催化合成萃取仪的研制与应用. 中国化学会第 26 届学术年会, 2008.
39. 卢建勋, 胡文祥. 芬太尼类化合物的微波催化合成研究. 中国化学会第 26 届学术年会, 2008.
40. 胡文祥, 刘明, 弓亚玲, 卢建勋, 刘接卿, 李庶心. 微波催化在有机药物化学中的应用研究. 中国化学会第 26 届学术年会邀请报告, 2008.
41. 胡文祥, 刘明, 卢建勋, 孔博. 微波催化有机合成反应研究. 王静康主编, 现代化工, 冶金与材料技术前沿, 中国工程院化工、冶金与材料工程学部第七届学术会议论文集(上册), 北京: 化学工业出版社, 2009: 492-496.
42. 胡文祥, 刘明, 弓亚玲, 孔博. 微波催化在有机合成中应用研究. 全国第 15 届有机和精细化工中间体学术交流会, 大会邀请报告, 天津, 2009: 318.
43. 胡文祥, 刘明, 弓亚玲, 卢建勋, 孔博. 微波催化在有机合成中应用研究. 中国化学会第六届有机化学学术会议集. 西安, 2009: 145.
44. 刘明, 胡文祥. 微波和超声波催化在日化原料合成中的应用研究. 中国化工学会精细化工专业委员会, 中国日化原料及配料开发应用研讨会, 大会邀请报告, 银川, 2009.
45. 胡文祥. 物理催化新技术在三降中药提取中的应用研究. 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, 7.
46. 胡文祥. 物理催化绿色技术在精细化工中的应用研究. 第二届全国精细化工清洁生产工艺与技术经济发展研讨会, 大会邀请报告, 北京, 2009. 8.
47. Ming Liu, Wen-Xiang Hu. The application of microwave irradiation as a clean and green synthetic tool for rapid drug discovery, Chinese Medicinal Chemistry Congress, 2009: 107, Wuhan, China.
48. 刘明, 胡文祥. 微波超声波绿色技术在药物化学中的应用研究. 全国药物化学学术会议大会邀请报告, 2009 年全国药物化学学术会议(CMCS2009)论文集, 武汉, 2009: 40.

49. 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. 中国医药导刊, 2010, 12(9): 1583-1585.
50. 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. 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.
51. Ming Liu, Wenxiang Hu. Highly efficient microwave-assisted and ultrasonic-assisted extraction. Proceedings of 2010 the Second China Energy Scientist Forum, 2010, 1: 98-101. Scientific Research Publishing, USA 2010. ISBN 978-1-935068-37-2.
52. Ming Liu, Wenxiang Hu. Cell cycle checkpoint signaling through the ATR and ATM kinases. The Proceeding of the Second International Conference on Information Science and Engineering (ICISE 2010), IEEE CPS Press (IEEE Computer Society Conference Publishing Service), ISBN: 978-1-4244-7617-6, 2010: 7244-7247.
53. 胡文祥. 微波辐射有机合成反应. 李明, 刘永军, 王书文, 于跃芹主编, 有机化学实验. 北京: 科学出版社, 2010: 223-228.
54. 刘明, 贺风丹, 胡文祥. 微波催化不对称合成羟甲基芬太尼. 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. 2010, 湖北黄石.
55. 彭惺蓉, 刘接卿, 刘明, 邱明华, 胡文祥. 微波在有机化学中的应用进展. 第八届全国微波化学及第三届样品前处理学术会议, 2010: 87-97. 2010, 湖北黄石.
56. 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. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2011, 36(8): 199-209.
57. 王浩宇, 胡文祥. 微波紫外光组合催化合成甲硫甲基锂. 何林涛, 王彦吉主编, 胡文祥, 孙玉波, 李文君副主编, 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.
58. 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. 何林涛, 王彦吉主编, 胡文祥, 孙玉波, 李文君副主编, 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.
59. 卢建勋, 胡文祥, 刘明. 卡芬太尼的微波催化合成研究. 何林涛, 王彦吉主编, 胡文祥, 孙玉波, 李文君副主编, 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.
60. 董继东, 杨新伟, 杨丽鹏, 王乔, Yan Zhao, 胡文祥. 祥鹄电脑双控微波消解仪消解空心胶囊实验. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2012, 37(sup): 240-243.
61. Yan Zhao, 王乔, 刘明, 邵华宙, 胡文祥. 祥鹄微波超声波紫外光组合仪合成二甲硫醚锂. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2012, 37(sup): 244-250.
62. 王乔, 刘明, 邵华宙, 胡文祥. 微波催化有机药物合成研究进展. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2012, 37(sup): 97-106.
63. 马密霞, 胡文祥. 微波化学理论及其应用研究进展. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2012, 37(sup): 107-112.
64. Liu M, Hu WX. Recent progress of microwave irradiation in synthesis and diagnosis treatment. Advanced Material Research, 2013, 616-618: 1711-1716.
65. 胡文祥, 李博等. 《比较化学——构筑量子化学通向分子药学的桥梁》, 北京: 化学工业出版社, 2013.

66. 胡文祥等. 《反恐技术方略》, 北京: 化学工业出版社, 2013. 获 2014 年度中国石油和化学工业优秀出版物奖一等奖.
67. 王乔, 邵开元, 邢欣, 胡文祥. 微波催化快速合成几种溴代烷烃. 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 年 8 月, 451-455.
68. 胡文祥, 刘明. 《阿片受体分子药理学》, 北京: 化学工业出版社, 2014.
69. 舒浪, 田崎峰, 邵开元, 刘明, 胡文祥. 超声波法制备 2-氟丙酸. 有机化学研究, 2014, 2(4): 43-46.
70. Shen Xizhou, He Huajun, Yang Bowen, Zhao Zhigang, Shao Kaiyuan, Hu Wenxiang. Studies on the activities of electrophilic sites on benzene ring of 4-substituted anilines and their acyl compounds with multiplicity descriptor. *Chemical Research in Chinese University*, 2017, 33(5): 773-778.
71. 高婷, 杨萱平, 胡文祥. 土壤样品前处理—微波消解研究. 环境保护前沿, 2017, 7(2): 170-179.
72. 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. 微波化学, 2017, 1(1): 3-7.
73. 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. 微波化学, 2017, 1(1): 8-14.
74. 韩谢, 邵开元, 胡文祥. 微波辐射有机药物合成研究进展. 微波化学, 2017, 1(1): 15-21.
75. 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. 微波化学, 2017, 1(1): 22-27.
76. 马密霞, 胡文祥. 微波消解在农业化学中的应用研究进展. 微波化学, 2017, 1(1): 28-33.
77. 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含量. 微波化学, 2017, 1(1): 34-38.
78. 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. 微波化学, 2017, 1(1): 39-44.
79. 韩谢, 杨萱平, 邵开元, 胡文祥. 微波辐射和超声波催化有机合成实验. 微波化学, 2018, 2(1): 1-6.
80. 付梦蕾, 曲有乐, 马密霞, 韩谢. 书评: 《分析样品制备》. 微波化学, 2018, 2(1): 7-14.
81. 付梦蕾, 曲有乐, 马密霞, 韩谢. 书评: 《协同组合化学》. 比较化学, 2018, 2(1): 11-15.
82. Han Xie, Shao Kaiyuan, Hu Wenxiang. Synthesis of 9-substituted berberine derivatives with microwave irradiation. *Chemical Research in Chinese University*, in press.

附录二: 胡文祥教授实验室在微波化学领域获得国家专利目录

1. 胡文祥, 恽榴红, 曹惠生, 等. 新型微波反应器[P]. 中国专利: ZL97201861.1.
2. 胡文祥. 褪黑素简易合成路线[P]. 中国国防发明专利: ZL97109466.7.
3. 胡文祥, 恽榴红, 曹晔, 等. 超声波回流反应器[P]. 中国专利: ZL97214448.X.
4. 王建营, 胡文祥, 李银奎. 碳纤维表面超声浸渍涂覆装置[P]. 中国专利: ZL01274731.9.
5. 胡文祥, 陆模文, 王建营, 等. 取代三环羟乙酸酯类化合物及其应用[P]. 中国国防发明专利: ZL02101018.8.
6. 胡文祥, 杨萱平. 微波超声波组合合成萃取仪[P]. 中国专利: ZL200820079506.6.
7. 胡文祥, 杨萱平. 智能微波合成萃取仪[P]. 中国专利: ZL200820079378.5.
8. 胡文祥, 杨萱平. 低温超声波合成萃取仪[P]. 中国专利: ZL200820079528.2.
9. 胡文祥, 杨萱平. 智能超声波细胞破碎仪[P]. 中国专利: ZL201520105010.1.
10. 胡文祥, 杨萱平. 多用途微波化学合成仪[P]. 中国专利: ZL201520162931.1.
11. 胡文祥, 杨萱平. 紫外光催化平行合成仪[P]. 中国专利: ZL201520154843.7.

12. 胡文祥, 杨萱平. 智能温控双频超声波合成萃取仪[P]. 中国专利: ZL201520162932.6.
13. 胡文祥, 杨萱平. 微波水热平行合成仪[P]. 中国专利: ZL201520155353.9.
14. 胡文祥, 杨萱平. 智能温压双控微波消解仪[P]. 中国专利: ZL201520106984.1.
15. 胡文祥, 杨萱平. 电脑微波超声波紫外光组合催化合成仪[P]. 中国专利: ZL201520106808.8.
16. 杨萱平, 胡文祥, 傅文杰, 等. 一种基于微波加热的装置[P]. 中国发明专利: CN201710938347.4.
17. 杨萱平, 胡文祥, 傅文杰, 等. 一种基于微波加热的装置[P]. 中国专利: CN201721280009.8.
18. 胡文祥, 杨萱平, 胡墨玺, 等. 电脑管道流动式微波反应器[P]. 中国专利: (正在申报).
19. 胡文祥, 杨萱平, 胡墨玺, 等. 电脑微波固化反应器[P]. 中国专利: (正在申报).
20. 胡文祥, 杨萱平, 胡墨玺, 等. 电脑双频超声波微波紫外光组合催化合成仪[P]. 中国专利: (正在申报).

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: mc@hanspub.org