

蓬勃发展的有机氟化学

《化学学报》曾于 2018 年 12 月刊出有机氟化学专刊,当时我很荣幸作为客座编辑之一参与撰写了社论“有机氟化学:独特和有用的化学研究前沿”(Acta Chim. Sinica 2018, 76, 905-906).转眼五年过去了,氟化学依然方兴未艾,蓬勃发展,而中国仍然是在氟化学研究领域最活跃的国家之一.2023 年 7 月 8-9 日在南京大学召开的中国化学会第十七届全国氟化学会议上,约 500 名国内氟化学研究人员进行了学术交流和讨论.2024 年 7 月,第二十四届国际氟化学会议即将在上海召开,几百位来自世界各国的氟化学家将在中国共同交流氟化学领域的最新研究进展和未来发展趋势.

为了更好了解过去 160 多年以来全球氟科学与技术领域的研究活跃程度,我在 Web of Science 数据库中以“fluorine”作为主题词来搜索历年的文献数量(包括论文和专利等),一共查到 258089 篇文献.其中逐年发表的文献数量分布如下:

1857~1923 年	个位数	【67 年】
1924~1946 年	2 位数 (除了 1925 年是个位数)	【23 年】
1947~1971 年	3 位数	【25 年】
1972~2017 年	4 位数 (除了 1974-1976 年和 1978 年是 3 位数)	【46 年】
2018~2023 年	5 位数	【6 年】

从上述查询得到的每年发表的文献数量可以明显看出,最初 67 年中(1857-1923 年),每年的文献数量仅是个位数;接下来的 23 年中(1924-1946 年)每年的文献数只有 2 位数;上世纪中叶之后的 25 年中(1947-1971 年),每年发表的文献达到 3 位数.1972 年之后,与氟相关的研究活跃程度明显提高,每年发表的文献数达到 4 位数;而 2018 年以来,每年的文献数达到 5 位数(2022 年和 2023 年分别是 13813 篇和 13310 篇).尽管上述查询数据未能包含与氟相关的全部信息,但还是能很清晰地看出氟科学与技术研究领域的历史发展态势.可以说,氟科学与技术(包括有机氟化学)的研究目前处于有史以来最活跃的黄金时期.

我国是氟资源大国,也是含氟化学品生产大国.我国氟化工行业具备规模化生产无水氟化氢、氟气、四氟乙烯、含氟聚合物、含氟制冷剂、含氟电子化学品、含氟医药中间体、特种含氟材料等各类含氟产品的能力,有些基础含氟化学品的年产量处于全球首位.但是,我

国在有些高端含氟化学品和含氟材料的生产技术方面,与国外还存在一定差距.因此,通过加强氟化学和氟材料基础研究,推动技术创新,把我国氟资源优势转化为氟技术优势,具有重要的战略意义.近 10 年来,我国有机氟化学领域基础研究非常活跃,加入这一研究领域的研究小组不断增加.目前,如果打开一本与有机化学相关的主流期刊,几乎每一期都能看到我国化学工作者发表的有机氟化学研究成果.为了进一步展现我国科研人员在有机氟化学领域的最新研究成果,《化学学报》专门组稿刊出了“有机氟化学”专辑(Virtual Issue).

专辑包含《化学学报》近期录用和甄选的近年发表的 17 篇高质量论文,文章类型为研究通讯、研究论文、综述、研究评论.研究通信类论文中,张新刚等使用二叔丁基苯基膦预配位的氯化钯($P(t\text{-Bu})_2\text{Ph})_2\cdot\text{PdCl}_2$ 为催化剂,实现了钯催化下偕二氟丙烯基硼试剂与杂芳基溴代物的偶联反应(DOI: 10.6023/A23080395);肖吉昌等用廉价易得的试剂实现了基于二氟卡宾转化的芳基和烯基碘化物的三氟甲基化反应(DOI: 10.6023/A23080384);易文斌等介绍了一种烯烃在电催化条件下和三氟甲基亚磺酸钠盐反应生成 α -三氟甲基酮的方法(DOI: 10.6023/A23080386);沈晓等通过自由基 Brook 重排,对烯烃进行双官能团化的三组分反应,实现了 α -氟烷基醇化合物的模块化合成(DOI: 10.6023/A23110487);张发光、马军安等从三氟乙胺出发,通过一系列反应,合成了 14 种含有伊马替尼母核的三氟甲基-1,2,4-三氮唑化合物,并测试了其作为激酶抑制剂对细胞凋亡蛋白 Caspase 9 的促进作用(DOI: 10.6023/A23040154);李超忠等以氟仿衍生的三氟甲基硼络合物为三氟甲基化试剂,在可见光催化条件下实现了苯乙烯、丙烯酸酯和丙烯酰胺类烯烃的氢三氟甲基化反应,反应具有高效、专一,生成的硼酸频那醇酯可回收的特点(DOI: 10.6023/A23040127);刘新明、黎占亭等设计合成了 3 种包含键供体和受体片段的含氟芳酰胺分子,对其自组装进行了研究,其中一种化合物组装形成了新型双分子平面超分子大环(DOI: 10.6023/A22080368);樊保敏等在蓝光照射下,以奎宁环作为氢原子转移试剂,实现了硅烷与 α -三氟甲基烯烃的无金属二氟丙烯基化反应,反应对多种芳香族和杂环 α -三氟甲基烯烃有效(DOI: 10.6023/A22110454).

研究论文中,薛小松等究采用密度泛函理论(DFT)方法研究了碘化亚铜介导“陈试剂”(FSO₂CF₂CO₂Me,

MFSDA)形成三氟甲基亚铜的反应机理(DOI: 10.6023/A23090434); 陈茂等发展了三氟氯乙烯甲基异丙基醚的光照自由基共聚反应, 在室温常压条件下合成了全新化学结构的氟烯烃与烯基醚共聚物(DOI: 10.6023/A23080387); 黄美薇、郭勇、刘超等合成了一种氟醚磷酸胆碱表面活性剂, 并对其性能进行了研究(DOI: 10.6023/A23090430); 郭炜等基于传统的氟硼二吡咯(BODIPY)荧光染料, 设计合成了一种过氧化氢激活型近红外光敏剂中位-N-(4-硼酸苄基)吡啶鎓盐取代的碘化双苯乙烯基氟硼二吡咯(FP-IBDP), 并对其在光动力治疗中的应用进行了研究(DOI: 10.6023/A22120487); 钱鹰等设计并合成了两种新型噻吩基氟硼二吡咯近红外光敏染料 ITBDP-1 和 ITBDP-2, 并对其在荧光成像和光动力治疗中的应用进行了研究(DOI: 10.6023/A22040141); 夏艳、迟悦、简忠保等利用空间位阻与氟效应协同增强镍系乙烯聚合, 发展了一种新的调控水杨醛亚胺镍烯烃聚合催化剂手段(DOI: 10.6023/A22020066); 胡俊丽、刘俊等设计并合成了含有四个硼氮配位键和两个酰亚胺基团的稠环芳烃分子, 其具有超低 LUMO/HOMO 能级, 开拓出不采用氰基实现有机小分子超低 LUMO 能级的新途径(DOI: 10.6023/A23040142).

此外, 冯超等在研究评述中论述了亲核氟化重要性和意义, 并小结了其课题组借助过渡金属催化、可见光氧化还原催化和可见光促进策略, 拓展亲核性氟源在

碳-碳不饱和键选择性氟化官能化反应中的应用, 合成结构新颖的含氟化合物的一系列工作(DOI: 10.6023/A23080373); 吴劼等综述了近十年来二氟环丙烯的合成方法及其应用的研究进展, 重点阐述了二氟环丙烯参与的有机转化反应, 主要包括: (1)环化反应: a)过渡金属催化的含导向基 C—H 键活化环化反应; b)无导向基的环化反应; (2)氢化还原反应; (3)作为氟源试剂的氟化反应等(DOI: 10.6023/A23030088).

有机氟化学领域的研究正处于蓬勃发展的时期, 研究结果日新月异, 每年发表的论文数量庞大. 尽管本专辑并不能完全反映我国有机氟化学的发展全貌, 但也可见一斑. 在此, 衷心感谢各位作者的奉献与支持, 感谢审稿人以及编辑部工作人员的付出和努力.



胡金波

中国科学院上海有机化学研究所

Organofluorine Chemistry: A Flourishing Research Field

Hu, Jinbo

(Key Laboratory of Fluorine and Nitrogen Chemistry and Advanced Materials, Shanghai Institute of Organic Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200032)

虚拟专辑地址:

http://sioc-journal.cn/Jwk_hxxb/CN/subject/listSubjectChapters.do?subjectId=1709689608500

二维码:

