中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

中国科学院主管　中国科学报社出版　国内统一连续出版物号 CN 11－0084　代号 1－82

扫二维码 看科学报　扫二维码 看科学网

主办：中国科学院　中国工程院　国家自然科学基金委员会　中国科学技术协会

总第 8398 期　2023 年 12 月 4 日　星期一　今日 4 版

新浪微博 http://weibo.com/kexuebao　科学网 www.sciencenet.cn

手性催化剂家族“添丁”

■本报记者 王敏

从研二到博三，中国科学技术大学（以下简称中国科大）化学与材料科学学院的王长岭和王杰写下的实验记录本，加起来有 60 多本。

12 月 1 日，他们在《科学》在线发表了 5 年来以第一作者身份发表的第一篇论文。该研究展示了他们开发的一类手性硼自由基催化剂，他们用其完成了不对称催化反应。这类硼自由基催化剂的结构和功能不同于常用的过渡金属和有机小分子催化剂，是手性催化剂家族的新成员。

蹚出一条新路

人类的左手与右手，外形一致，它们互为镜像，但无法重合。科学家形象地将这种特征称为手性。

而手性分子，顾名思义就是具有手性特征的分子，它与镜像之间互为对映关系，称为对映异构体。有意思的是，这一对对映异构体看似一样，但在性质和作用上有着明显的区别，其中一个可能是治愈疾病的良药，另一个则可能毫无作用，甚至是毒药。

在化学合成过程中，能不能优先得到更多，甚至是百分之百的单一对映异构体，是科学家需要解决的重要科学问题。

不对称催化是合成手性分子、认识手性世界的有效方式之一。实现不对称催化的核心是开发结构易调和功能强大的手性催化剂。

在论文共同通讯作者、中国科大教授汪义丰、傅尧以及副教授张凤莲的共同指导下，王长岭和王杰以及其他成员经过 5 年的设计与实验，制备出一类全新的手性氮杂卡宾－硼自由基催化剂，并利用其实现了一类催化过程全新的不对称环化异构化反应，为多种手性环状化合物合成提供了一种新方法。

此外，他们通过量子化学计算、电子顺磁共振光谱、氘代标记实验等多种手段，阐释了催化反应机理和立体选择性来源，为未来精准设计基于人工智能的催化剂奠定了理论基础。

汪义丰表示：“这个工作首次展现了我们开发的手性硼自由基催化剂的强大功能，而且将启发和推动其他主族元素自由基催化剂及其不对称催化反应的发展。”

“目前，我们对硼自由基的催化功能仅有初步认识，这类催化剂的性质和结构调控空间非常大。未来，借助人工智能，我们可以对催化剂和催化反应进行设计和优化，为手性药物等高附加值分子的合成提供更为绿色经济的方法。”傅尧告诉《中国科学报》。

一场接力赛

上述研究源于 2017 年的一次意外发现。汪义丰课题组成员叶甜在研究硼自由基引发的串联反应时，发现了一个不含硼原子的副产物。

汪义丰思考，是否可以利用硼自由基作为催化剂，实现一些非常规的化学转化。如果能进一步实现不对称合成，就有望为不对称催化打开一扇新的大门。

他随即发出“邀请”：“谁愿意做这个有意义且有挑战性的课题？”

正在读研二的王杰主动请缨。但工作在推进半年后，卡住了。“当时，我利用设计的手性硼自由基催化剂完成了一个催化反应。但是催化剂反应产率低，而且手性控制也很差。”王杰说。

随着课题研究进入攻坚阶段，汪义丰建议王长岭加入进来。两人搭档后，从反应原理出发，重新设计了一个催化反应，手性控制效果虽然大幅提升，但反应产率还是低。

如何使催化反应兼具高对映选择性和高产率，是研究的最大难点。借助量子化学计算，他们模拟了反应过程，设计了新的硼自由基催化剂骨架，最终实现了高产率和优异的对映选择性控制。

2022 年 12 月 5 日，他们正式向《科学》投稿。

一个半月后，一审信息返回。审稿人提出了更具挑战性的难题：“将所开发的方法应用到生物活性分子的合成、将分子内催化反应拓展到分子间反应。”

为解决这些问题，中国科大特任副研究员靳继康加入研究。他是汪义丰课题组最早的一批学生之一，也是此次论文的共同第一作者。

3 人分成两组，分头行动。王长岭利用开发的方法实现了两个生物活性分子的合成。靳继康与王杰则查阅了大量文献，重新设计了手性硼自由基催化的分子间反应，实现了一类手性六元环化合物的不对称合成。

这些实验结果很好地回应了审稿人的建议，再次提交的修改论文得到了审稿人的认可。

静待“花”开

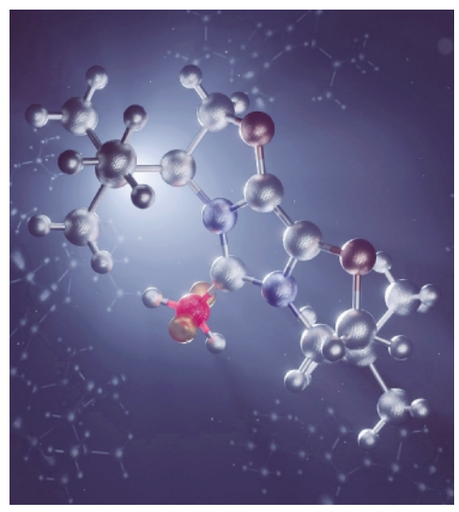
是什么让 5 年的研究开出科学之“花”？王长岭与王杰两人不约而同地提到了“坚守、思考、合作”。

“当我花了很长时间去设计、改造一个催化剂，认为它很有用，但实际效果并不好后，时间一长，不可避免地会感到疲惫，会认为这个工作很难。”王长岭坦言，他有时会怀疑自己的能力，甚至曾有过放弃的念头。

王杰也有同样的感受。“有时几周甚至几个月，研究没有任何进展，对我的心态确实是一种极大的考验。”

这种情况下，他们的做法是及时与老师、师兄、师姐沟通。

王长岭介绍，3 位指导老师会及时跟进研究进度，定期开讨论会，结合实验和理论计算结果规划下一阶段的工作。更重要的是，他们还会留意学生们的情绪变化，给予鼓励。



手性硼自由基催化剂示意图。　中国科大供图

“不要担心什么都做不出来，做有挑战性的工作，就是要沉得住气、静得下心。”这是汪义丰经常对学生说的一句话。

对待学生很随和的汪义丰，在实验方面却很严苛：实验室要保持干净整洁，用过的药品及时归位，避免其他成员把时间浪费在找药品上，也避免药品错误使用；坚持每天做好实验记录，以便随时翻阅对比……

翻开王长岭的实验记录本，上面清晰地记录着日期、当天温度、反应次数、反应效果……5 年来，这样的本子，他和王杰各写了 30 多本。

“做研究，一定要不断挑战不可能的事，不要害怕失败，更不要担心毕不了业，要努力，更要坚守。”汪义丰说，当你把一项工作做到极致，就不用再纠结于结果如何、能不能发文章、文章发在哪里，静待“花”开就好。

经此 5 年，王长岭的感受是，做科研首先要清楚认识到自己所做课题的意义，激发出内在动力，然后坚持下去。其次，思考非常重要。要认真分析每一次实验的结果，即使是坏的结果，也要分析出失败的原因。

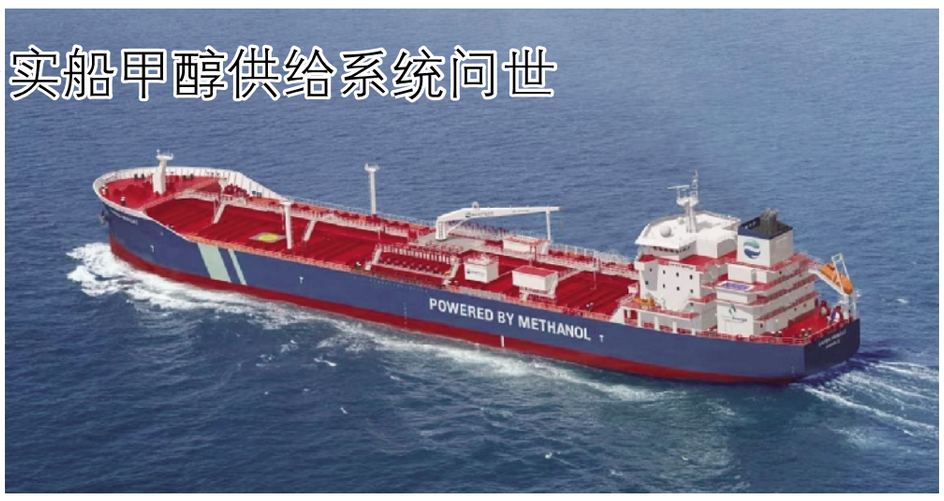
有机合成化学是一门实验性学科。但王杰认为：“不能把全部精力放在实验上，不要当一个操作工。光做不想不行，光想不做也不行，思考与实验需要并行。”

明年，王长岭、王杰将博士毕业。面对未来的科研路，他们很坚定。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1126/science.adg1322

我国自主研制的首台实船甲醇供给系统问世



12 月 1 日，由中国船舶集团广东广船国际海洋科技研究院有限公司自主研发制造的国内首台实船甲醇供给系统在广州南沙完成验收。

船舶甲醇燃料供给系统是为甲醇双燃料发动机提供持续稳定燃料供给的关键设备。近年来，该公司攻克了诸多技术难点，完成了国产首台甲醇供给系统的自主研制及调试。今年 6 月，该系统获得由 DNV 船级社颁发的 AIP 原则性认可证书，打破了国外企业的技术垄断。

图为 5 万吨甲醇双燃料油船效果图。

本报记者朱汉斌、通讯员林仁志报道

广船国际供图

干旱“前所未有”！联合国呼吁加大投入

寰球眼

本报讯 《联合国气候变化框架公约》第二十八次缔约方大会（COP28）11 月 30 日在阿联酋迪拜开幕。12 月 1 日，会上发布的《全球干旱概况》报告称，随着气候变化导致干旱加剧，世界各国必须在早期预警系统和节水措施方面增加投入。

该报告由《联合国防治荒漠化公约》秘书处与国际抗旱联盟联合编制。报告指出，世界各地干旱频率增加、严重程度加深，全球范围的干旱已达到“前所未有”的紧急状况。

到 2050 年，全球 3/4 的人可能会受干旱影响。今年，美国 14%的地区遭受了严重的极端干旱；亚马孙雨林中心地区降雨量 40 年来最少，河流水位创历史新低。该报告指出，尽管如此，干旱造成的渐进式“无声破坏”仍经常被媒体和政府忽视。

《联合国防治荒漠化公约》的工作人员 Daniel Tsegai 说：“为干旱做好准备，不仅可以挽救生命、恢复土地，而且在经济上也有意义。”

报告指出，在过去的半个世纪里，干旱造成了至少 65 万人死亡。干旱每年造成的经济损失达数十亿美元。今年，印度经历了一个世纪以来最干旱的 8 月，导致全球糖和小麦价格上涨；由于缺水，巴拿马运河不得不减少 1/3 航运。

国际抗旱联盟是在去年举行的《联合国气候变化框架公约》第二十七次缔约方大会上成立的一个由 34 个国家组成的联盟。它呼吁各国在建立预警系统、建设雨水收集池等抗旱准备方面应投入更多。

“备灾方面投入的资金是之后弥补灾情损失和人道主义援助的 1/10。”Tsegai 说。

报告认为，目前，世界各国面对的第一个挑战是预测干旱。联合国已经准备开展旨在到 2027 年，在全球安装极端天气预警系统的计划。

美国加州大学圣芭芭拉分校的 Chris Funk 介绍，在非洲之角，科学家现在可以通过观察太平洋的温度来预测未来 8 个月的干旱情况。这为预测和管理气候变化的影响打开了大门。

第二个挑战是收集雨水和节约用水。Tsegai 表示，恢复退化的生态系统有助于保持水分，种植更耐旱的作物和采用高效灌溉方式则使农业能够可持续发展。　（王方）

顶风冒雪 武汉大学坚持极地科考四十年

本报讯（记者李思辉）习近平总书记给武汉大学参加中国南北极科学考察队师生代表回信，在初冬的武汉大学、在广袤的地球极地引发热烈反响。

《中国科学报》从武汉大学获悉，收到习近平总书记的重要回信，武汉大学全体师生员工和广大校友深受鼓舞、倍感振奋，纷纷表示要牢记习近平总书记的殷殷嘱托，坚守为党育人、为国育才的初心使命，担当起高水平科技自立自强的时代责任，不断攀登新的科学高峰，加快建设中国特色世界一流大学，为建设教育强国、科技强国、人才强国，全面推进中国式现代化作出新的更大贡献。

“我们正在执行第 40 次南极科学考察任务，感谢习近平总书记对极地考察队员的殷切关怀，我们一定发扬武汉大学极地科考团队的优良作风，不折不扣地完成考察任务，秉承老一辈武汉大学极地人的科学精神，更好地发挥测绘遥感地理信息在极地研究中的作用。”12 月 2 日，正在参加第 40 次南极科学考察任务的武汉大学师生李雪平、张保军、耿通、褚馨德在接受连线采访时表示，他们将以习近平总书记的回信激励自己，和此次科考队其他成员一道，勇攀科学高峰、坚决完成任务，决不辜负党和人民的期许。

据悉，从 1984 年至今，武汉大学 40 年坚持极地科考从未缺席。40 年来，该校先后选派近 200 人次参加了中国 40 次南极科学考察和 17 次北极科学考察，是国内参加极地考察最早、次数最多、派出科考队员最多的高校科研机构。

该校在历次科考活动中创造了多项第一，包括绘制了我国第一张南极地形图、命名了第一个中国南极地名、出版了中国第一部南北极地图集、建设了中国第一个极地考察管理信息系统等，还参与了中国每一个南极考察站的创建工作。尤其是在中国北斗卫星导航系统建设过程中，武汉大学在南北两极建立多个北斗跟踪站，保障了跟踪站的连续稳定运行，解决了一系列难题，为北斗系统在极区的应用服务奠定了坚实基础。

武汉大学中国南极测绘研究中心相关负责人告诉记者，在本次南极科考中，武汉大学科考队员主要执行南极海平面变化监测、南极 GNSS 跟踪站建设、冰川变化监测、重点区域无人机地形测绘、格罗夫山陨石分布航空调查和南极考察站行政许可管理制度实施情况调研等考察任务，目前这些任务都在按照计划有序推进。

生物界“自虐狂”可能有行为通用策略

本报讯（记者温才妃 通讯员吴奕）贻贝切断足丝、壁虎断尾求生、螃蟹断肢弃螯……生物界存在很多“自虐狂”。这些自弃行为，是由动态生物界面的特殊结构决定的，还是一种接触机制起到了通用作用？江苏大学教授潘国庆日前在《科学》发表的文章中提出，贻贝等生物所涉及的动态生物表界面存在着多点微接触机制，这种普遍存在的机制有望为改善当前生物材料的组织细胞兼容性提供可行方案。

足丝是贻贝分泌的非生命蛋白类物质，和贻贝自身组织之间有多尺度递阶结构。加拿大麦吉尔大学和美国纽约大学等机构的研究人员已经揭示了这一结构。

潘国庆在此基础上提出，贻贝和足丝之间的可控连接，不完全依赖于表面特殊的化学作用，而是多点微接触机制在起关键作用。这种多点微接触机制，不是贻贝类生物独有的，还存在于爬行纲蜥蜴目壁虎类动物断尾行为，甚至尚未探究的虾蟹类螯爪自断行为之中。由此推断，多点微尺度接触机制可能是一种通用策略，可以实现强大而动态的表界面相互作用。

作为从事动态生物材料及其表界面、组织修复与再生研究的学者，潘国庆认为改善当前生物材料的组织细胞兼容性，或许可以从贻贝、壁虎等生物涉及的动态生物表界面中得到启发。他提出大胆设想，在生物传感器、医疗植入物甚至是动态脑机接口中，这种结构的仿生构建存在广阔应用前景，能够实现器件可拆卸而不损伤甚至反复使用的目标。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1126/science.adl2002

绚丽极光背后的奥秘

■魏科

12 月 1 日晚，黑龙江省漠河市北红村出现红绿极光。　图片来源：视觉中国

近日，我国多地出现极光现象。继 11 月 5 日新疆等地观测到红色极光后，12 月 1 日，漠河和佳木斯等地再次观测到红色极光，甚至连北京怀柔也有摄影爱好者拍到了红白双色的极光，引发网友热议。

极光的背后

极光的出现与太阳活动密不可分，本次上热搜的极光也是如此。美国空间天气预报中心于 12 月 1 日晚观测到 G3 级地磁暴，主要由一次 M9.9（R2 中度）耀斑相关的日冕物质抛射（CME）引起。地磁暴偏向东半球，最强中心位于西伯利亚上空，因此在我国高纬度地区可以观测到极光现象。

地磁暴从 G1 到 G5，由弱到强分为 5 级。这次的 G3 级地磁暴是一次中等偏强级别的地磁暴，这样的地磁暴每年大概出现几十天。而太阳耀斑由弱到强也分为 5 级——R1 到 R5，引发此次地磁暴的耀斑是中等强度耀斑。

在地球磁场作用下，来自太阳的高能带电粒子会涌向高纬度地区，使地球南北两极附近的高层大气分子或原子电离，从而激发出光，在夜间尤其灿烂夺目，这就是极光现象。

太阳风暴虽然会影响无线电通信和导航系统，但其带来的绚烂极光对人们来说无疑是美好的意外收获。美国阿拉斯加的费尔班克斯，因为一年中 200 多天会出现极光现象，被称为“北极光首都”。而冰岛由于整个国家都在极光带上，成为北半球最受欢迎的极光观测地点之一。

极光变幻莫测，每天都不一样。一般极光在入夜之后会像一条展开的颜色较淡的银河，随着夜色加深，色彩逐渐变浓、变绿，还会出现粉色、蓝紫色和红色。

极光的颜色通常与大气粒子的种类有关。太阳风的高能粒子激发高层（200 千米至 500 千米）的氧原子一般会发红光，激发氮原子一般发蓝到紫光，而到达低层（100 千米至 200 千米）的太阳风粒子激发氧原子主要发绿光。因为人眼对绿光和白光更为敏感，所以我们看到的极光主要是绿白色的。

另外，我们看到极光变来变去，并不是高层大气在运动，而是因为飞入地球大气的带电粒子本身在运动和变化。

在北京也能看到极光

尽管极光主要出现在高纬度地区，但是中低纬度地区也会出现极光，只是频率比较低。其实，通常情况下，北京所在的北纬 40 度左右地区，每年可能会有几天到几十天能观测到极光。

不过，这只是一个大致的估计，具体数字可能会因地理位置、气候条件和太阳活动的变化而有所不同。

有时极光甚至会在赤道附近的低纬度地区出现，这种现象被称为“极光暴”。这种情况虽然较为罕见，但一些赤道附近的国家和地区确实曾记录到这种现象。这通常发生在太阳活动特别强烈的时候，太阳风的能量能够越过赤道附近的磁场边界，使得极光可见性扩展到低纬度地区。

我国悠久的历史记录里留下了丰富的天象观测记录，其中夜间天象记录到的五色光、神气、赤气、黄白气、火光、赤白色气、赤虹、青气、赤光等现象，一般都是极光现象。以下是一些例子。

“有五色光贯紫薇。”（周昭王元年，约公元前十一世纪，《通鉴外纪》）

“长安东北有神气，成五采，若人冠冕焉。”（汉文帝十四年，公元前 166 年，《史记·封禅书》）

“日入后，有黄白赤白气东西竟天，光明润泽，久乃消。”（南朝宋明帝泰始二年六月己卯，466 年，《宋书·符瑞志》）

“黄白气长丈五尺许，入太微。”（南齐武帝永明四年正月辛未，486 年，《南齐书·天文志》）

“夜见赤虹，光照数百里。”（隋文帝开皇十九年，599 年，《隋书·长孙晟传》）

“有赤气竟天，其光烛地，经三日乃止。”（唐中宗景龙二年七月癸巳）

“昏，西北有青气三。”（唐肃宗乾元三年六月，750 年，《新唐书·五行志》）

“辛未夜，江陵见赤光贯北斗。”（唐代宗即位，其月辛未，762 年，《旧唐书·天文志》）

太阳活动的影响不可小觑

太阳活动有 11 年周期，自 1749 年开始观测以来，目前太阳活动已经进入第 25 个周期的高峰期。随着太阳活动日益增强和频繁，与太阳活动相关的电磁暴、高能粒子流、日冕物质抛射活动也日益频繁，容易引起电离层突然扰动，严重时会导致无线电通信中断，影响飞行安全，甚至还会威胁在轨人造卫星和空间站的安全运行。

2022 年 1 月下旬，SpaceX 用猎鹰 9 号火箭发射了 50 颗星链卫星。当时，美国空间天气预报中心发布了中等太阳风警报，而 SpaceX 通过高层大气模型预测太空环境是安全的。但是当火箭在 217 英里（350 公里）释放荷载时，其中 38 颗卫星出现故障，未能爬升到位于 340 英里（550 公里）处的运行轨道，随后快速坠入大气层。

2023 年 3 月 24 日发生了强度较大的 G4 级地磁暴，当时在美国南至新墨西哥州（约北纬 34°）都可以看见极光，迫使航天公司火箭实验室将发射时间推迟了 90 分钟。

太阳周期的每个高峰值年持续时间为 2 到 3 年，其间的太阳活动会对无线电通信和电力传输网络造成巨大影响。1989 年 3 月的强太阳活动就导致全球卫星和无线电通信信号受到干扰，加拿大魁北克省的供电网络瘫痪、依靠地磁导航的候鸟迁徙受到严重影响。

在未来数月甚至一两年内，太阳活动仍将处于高峰阶段，因此我们还会看到绚丽的极光。在欣赏美丽极光的同时，我们更要密切关注未来的太阳活动，做好空间天气预测与预警，并及时应对。

（作者系中国科学院大气物理研究所副研究员）