

这类材料具有较大空腔的分子结构,气体和其他化学物质可以在空腔中流动。通过改变 MOF 中使用的构建块,化学家可以设计它们来捕获和存储特定的物质。正如诺奖委员会评价:“他们为化学创造了新空间”——而让这片“新空间”从理论蓝图变为现实价值的,正是全球科研工作者数十年“从1到100”的脚踏实地。其中,中国团队以系统性突破构建起 MOF 领域的“应用支柱”,成为推动该领域获诺奖认可的关键力量。

首创实用性 MOF。中山大学陈小明团队在国际上率先创制了由简单易得的咪唑衍生物分子与锌离子构筑的具有天然分子筛拓扑结构,且有永久性孔洞的 MOF (ZIF-8),该材料是迄今国际上研究、应用最多的 MOF 材料(国内外相关论文超过 1.2 万篇)。近年来还创制了系列耐高温有机-无机杂化高性能含能晶态材料,并进入实际应用,比如 MOF

用于电催化转化二氧化碳生成高附加值的 C1、C2 甚至多碳产物。

开发合成方法。武汉大学邓鹤翔聚焦 MOF 结构的精准设计、功能化调控及先进应用。通过设计配体对称性和反应条件,控制晶体生长方向,其研究团队首次实现亚微米级 MOF 单晶的精确结构调控,为 MOF 在微纳电子器件中的应用奠定基础。他们还提出并探讨了分子构筑孔材料的孔径极限问题,从几何学角度分析多面体尺寸与孔径的关系,结合热力学因素估算孔径上限。通过同拓扑扩展法,他们成功合成 MOF-939 等新型材料,其三维笼状孔道内径达 11.4 nm,可用于 RNA 和 DNA 等生物大分子的负载。

绿色规模化制备体系。北京理工大学王博团队与重庆理工清科研究院合作,建立全球领先的 MOF 绿色合成工艺。团队创新性解决传统 MOF 脆性高、难成型的产业化痛点,开发出凝胶态与复合态 MOF 结构,并建成国内首

个百吨级 MOF 量产平台,将实验室合成周期从数天缩短至数小时,制备成本降低 70% 以上。这一成果被亚吉教授评价为“MOF 从理论走向应用的关键一步”。

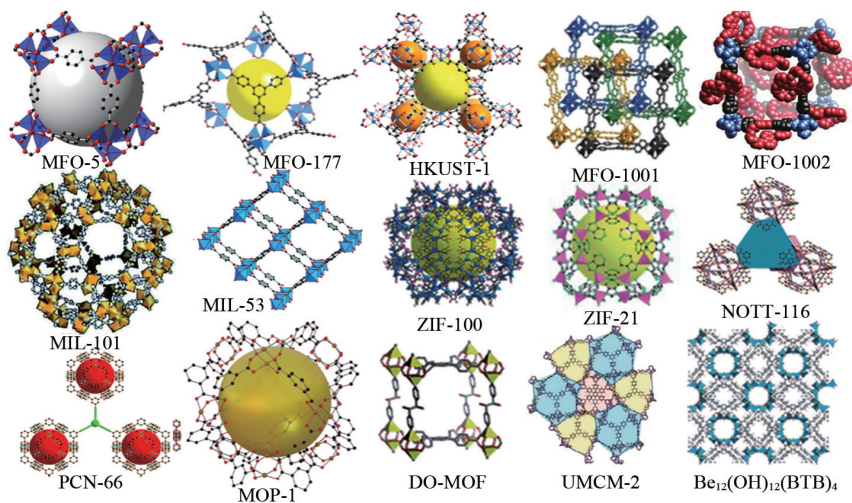
在这场 MOF 从实验室通向市场的全球竞赛中,中国凭借其完整的产业链、庞大的工程师红利和巨大的内需市场,正从“并跑”迈向“领跑”,展现出令人瞩目的“中国速度”。

(综合诺贝尔奖官网、新华社、科学网)

“从矿到磁”的中国稀土体系与美国的重建之路

2025 年 10 月以来,围绕稀土与永磁体的全球博弈再度升温。国际能源署(IEA)最新数据表明,中国在稀土及永磁体生产上的主导地位依旧稳固。与此同时,中国对稀土资源的出口、技术转移和应用许可实施了更严格的规定与管理;而在大洋彼岸,美国则以国防部为主导,推动公私合营项目,加快建设从采选、分离到磁体制造的“端到端”产业链。

中国稀土产业的竞争力,源于完整的“从矿到磁”的全链条技术壁垒。中国南方离子型稀土开采已开始采用电驱开采新技术,通过电场驱动浸取剂定向迁移,实现 95% 以上的采收率(传统工艺仅 40%~60%),浸取剂用量减少 80%,氨氮排放量降低 95%,可解决传统铵盐浸取的氨氮污染问题。串级萃取-离心分离联用系统与数字化控制平台的结合,使矿石分离、金属冶炼、合金制备和磁体生产实现高效衔接。在永磁



常见的 MOF 单晶胞示意

(图片来源:《Separation and Purification Reviews》)

材料环节,中国企业掌握了三维晶界扩散(3D-GBD)、热变形取向、双层涂覆扩散等核心工艺,在矫顽力、剩磁与成本之间形成平衡,支撑车规级和风电级磁体的产业化落地。随着法规和出口许可体系不断完善,“工程化+标准化”成为巩固产业护城河的关键。

相比之下,美国正试图“重建一条新链”。以矿山—分离—磁体制造为核心,美国构建了一批由国防与能源需求驱动的成套项目,同时在技术侧强调回收与替代材料,推进硬盘退役磁体的再生利用和标准化体系建设,用“城市矿山”平衡原生稀土的供需波动。美国还加大了增材制造和复杂定制磁体的研发,以服务航天、军工等特种应用场景。尽管产业链雏形已现,但在成本、规模和一致性方面,仍难与中国成熟体系匹敌。

未来3~5年,竞争的焦点将从“产能之争”转向“质量之争”。对中国而言,关键在于3点突破:一是推进绿色采选的精细化控制,实现淋洗剂循环与尾液无害化;二是发展少或无重稀土的高矫顽力磁体,通过3D-GBD与热变形协同降低Dy/Tb依赖;三是建立再生稀土的产业化体系,完善面向电机与风机的回收标准,构建“第二资源池”。此外,通过与整机制造商的系统验证,把材料性能优势转化为整机效率与寿命的指标提升,形成闭环迭代。

短期内,中国的工程化体系、经验积累和产业集群优势仍难被撼动。但从中长期看,美国的回收体系与定制化磁体制造若率先实现技术突破商业闭环,在局部领域出现“点状反超”并非不可

能。对中国而言,最好的防守依然是主动进攻——以绿色制造、重稀土降耗、再生利用与系统验证为支点,从“量的领先”走向“质的确立”,让“稀”与“土”的价值真正掌握在自己手中。

(综合国际能源署官网、中国《稀土管理条例》、路透社、《金融时报》)

半导体单光子探测器体积更小、噪声更低

2025年10月10日,安徽省量子信息工程技术研究中心发布消息,中国实现了全球首款4通道超低噪声半导体单光子探测器的量产落地。该设备在探测效率、暗噪声水平、集成度等多项关键指标刷新世界纪录,标志着中国单光子探测技术进入领跑阶段。

单光子探测器能精准捕捉和识别单个光子,是量子密钥分发、荧光寿命成像、激光雷达等系统的核心组件。此前,国际上仅有单通道的同类工程化产品,复杂探测场景下需多台协同,此外,传统制冷工艺也限制了探测能力的提升。这些问题阻碍量子信息产业规模化落地。

单光子探测器的难点是如何在一个拳头大小的制冷器上实现低温、低噪声、多通道。经过3年多的努力,中国科学技术大学和中国科学院量子信息与量子科技创新研究院科研人员,联合科大盾量子技术股份有限公司,攻克了热声制冷机小型化、制冷器密封可靠性、通道间串扰抑制等技术难题,单个制冷器的最低工作温度从此前的-50℃降低



全球首款4通道超低噪声半导体
单光子探测器

(图片来源:安徽省量子信息工程技术研究中心)

至-120℃。与此同时,在20%探测效率下,暗噪声水平降低约90%,达到约100 Hz的超低值。

值得关注的是,4通道的深度制冷单光子探测器体积仅为国际同类单通道产品的1/9,单台就能完成此前多台探测器才能实现的复杂探测任务。这一高集成度的设计,打破了过去体积大、功耗高、通道一致性差等局限,将产品最大探测效率从25%提升至35%,对极微弱光的探测灵敏度进一步迈向极限。

安徽省量子信息工程技术研究中心主任唐世彪表示,新产品的关键性能、集成度、工程实用性等方面均实现了国际领先,不仅打破了国际技术垄断,也进一步提升了中国在量子信息关键核心技术领域的自主可控能力。

目前,新型单光子探测器产品已服务于国内顶尖科研单位,具备批量生产与交付能力。该设备可为量子通信、单光子雷达、生物荧光成像、深空激光测距、单光子成像等应用提供自主可控、性能领先的核心组件。

(综合安徽省量子信息工程技术研究中心官网、中国科学技术大学官网、《安徽日报》、证券时报网)