

科技新闻

·前沿动态·

未来诺贝尔物理学奖的中国方向

Noel Prize in Physics 1957



Photo: Alan W. Richards,
Princeton University. Nobel
Foundation archive
Chen-Ning Yang
Prize share: 1/2



Photo: Alan W. Richards,
Princeton University. Nobel
Foundation archive
Tsung-Dao (T.D.) Lee
Prize share: 1/2

杨振宁和李政道共同获得1957年

诺贝尔物理学奖

(图片来源:诺贝尔奖官网)

2025年10月18日,诺贝尔物理学奖得主、理论物理学家杨振宁在北京逝世,享年103岁。一个时代的学术灯塔陨落的同时,关于“中国下一个诺贝尔物理学奖将从何处诞生”的追问再次被点亮。就在本月早些时候,瑞典皇家科学院把2025年诺贝尔物理学奖授予约翰·克拉克、迈克尔·德沃雷和约翰·马蒂尼斯,表彰他们在超导电路中揭示“宏观量子隧穿与能级量子化”的实验工作——把本以为只在微观世界发生的量子效应,清晰地带到了“可拿在手里”的宏观系统之中。

杨振宁与李政道因提出并推动验证“宇称不守恒”,在1957年共同获诺贝尔物理学奖。这一发现打破了当时对自然界基本对称性的“常识”,改变了人类理解基

本相互作用的方式;杨—米尔斯规范场理论更成为现代粒子物理与凝聚态物理的语言基础。该理论的核心是局域规范对称性,即物理规律在连续变换下保持不变。这一思想为理解量子系统的相位相干性提供了数学框架。

虽然2025年的诺贝尔物理学奖并非直接建立在“杨—米尔斯”理论之上(实验采用电磁的U(1)规范体系),但是在超导量子比特实验中,约瑟夫森结的相位差作为关键自由度,其量子化行为与杨—米尔斯理论中的规范场相位变换具有深刻的相似性。具体表现为:在超导电路中,库珀对的集体行为(如超流)同样由局域规范对称性支配,其相位差的量子化直接导致宏观量子隧穿效应的可观性。

诺贝尔奖近年偏好实验成果(如2022年量子纠缠、2023年阿秒光脉冲),中国在量子计算、暗物质探测、中微子实验等方向的硬件突破更具优势。

拓扑量子材料。2013年,南方科技大学薛其坤团队首次在实验中观测到量子反常霍尔效应,被杨振宁称为“第一次从中国实验室里发表的诺贝尔奖级的物理学论文”。2025年,该团队在常压下实现镍氧化物材料的40 K高温超导,为破解高温超导机理提供新方向。此外,中国科学院物理研究所团队提出了拓扑量子化学理论,预言约24%的材料具有拓扑电子结构,均被实验证实,为拓扑量子计算奠定基础。

量子信息与量子测量。以超导、离子阱、原子阵列和量子卫星

为代表的体系,正在把“量子”从概念推进到稳健的“平台科学”。中国以“墨子号”量子科学实验卫星突破星地量子密钥分发、千公里级纠缠分发与量子隐形传态,形成系统性原创布局;若在“容错量子计算”“长距离量子网络”或“量子极限测量”上取得被国际公认的里程碑式突破,将具备强竞争力。

中微子物理。江门中微子实验(JUNO)已于2025年启动取数,可精确测量中微子能谱以确定质量顺序。若JUNO率先给出国际公认的“铁证”,就能更有力地追踪中微子是否存在物质—反物质的不对称(CP破坏)。

射电天文与引力波新窗口。截至2024年,“中国天眼”FAST已发现1000颗脉冲星,包括轨道周期最短的脉冲星双星系统,用于精确检验广义相对论。其银道面巡天项目发现的毫秒脉冲星成为监测引力波的优良探针。若在超短射电闪光起源、超大质量黑洞并合预警/定标宇宙学等方面取得“首个决定性证据”,其学术影响力将外溢至整个天体物理与宇宙学。

(综合:光明网、诺贝尔奖官网、Nature官网、中国科学院国家天文台官网、中国科学网)

中国学者推动分子结构化学从1迈向100

2025年10月8日,瑞典皇家科学院宣布,将2025年诺贝尔化学奖授予科学家北川进、理查德·罗布森和奥马尔·亚吉,以表彰他们“开发了金属有机框架(MOF)”。

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”。

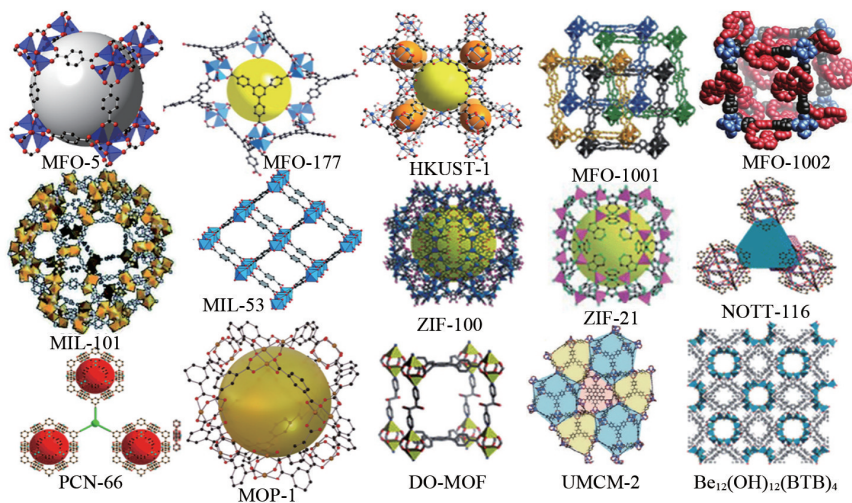
在这场 MOF 从实验室通向市场的全球竞赛中,中国凭借其完整的产业链、庞大的工程师红利和巨大的内需市场,正从“并跑”迈向“领跑”,展现出令人瞩目的“中国速度”。

(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》)