

45分钟温度可降至约零下269摄氏度 “超级冰箱”通过量产验证

▶ 卢泽怡

如果把量子芯片比作一个高速运转的超级“大脑”，那么极低温环境就是其“恒温舱”和“静音房”——屏蔽外界杂音，创造稳定工作的物理条件。脉管制冷机，正是提供这种极低温环境的关键装备。

近日，杭州高新区（滨江）的白马湖实验室研究员方凯带领团队创新采用单一气库技术路线，研制出制冷量达1.5瓦的脉管制冷机，并正式通过量产验证。

据了解，如同一台“超级冰箱”，脉管制冷机能够在45分钟内将环境温度降至4.2开尔文（一种热力学温度单位，0开尔文等同于绝对零度），即约零下269摄氏度的极低温。在这一温区，1.5瓦制冷量代表国际主流产品水平，而该设备的实际制冷量达1.8-2瓦，核心指标达到国际同类产品先进水平。

长期以来，脉管制冷及其机器核心组件技术是制约我国量子计算、精密仪器等产业发展的“卡脖子”难题。如今，这台可量产的“超级冰箱”将为极低温世界中的科研打造新的发展空间，成为



方凯团队对“超级冰箱”部件进行产品性能测试

量子计算、核聚变、高精度探测等前沿领域的装备底座。

2024年起，方凯把多年的理论研究积累与工艺经验投入到脉管制冷机设备的自主研发上。设计完成后，制造环节同样棘手。没有成熟经验可以参照，方凯团队遇到过各类稀奇古怪的故障。

例如，制冷机的核心部件回热填料是团队遇到的一个棘手问题：一层一层薄如纸的金属丝

网，一台机器要用数千片。不同批次的原材料质量不稳定，丝网稍有平整或不洁净，整机性能便大打折扣。实验早期，方凯和团队花一个下午时间，只能从5000多片丝网中手工筛选出2000多片合格品。

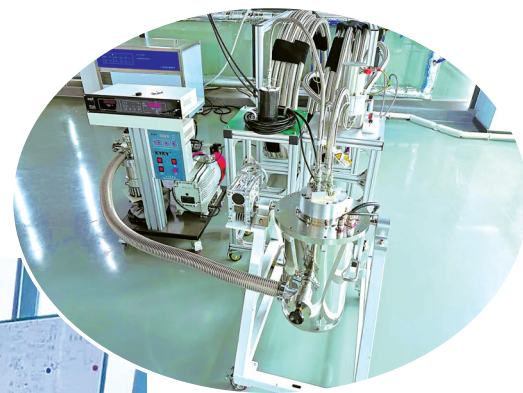
“国产化没有捷径。”方凯说，“必须从原材料到工艺的每一个环节都自己走一遍。”

造出样机，只是第一步。真

正的考验在于，让设备告别实验室里“手搓”的精度波动，以稳定一致的品质批量走向生产线。

“从实验室样品到量产产品，工艺稳定性和长期可靠性是两道最大的坎。哪支队伍解决了量产问题，哪支队伍就在这一领域走在了世界前沿。”在这一领域深耕30余年的浙江大学能源工程学院教授甘智华说。

为了解决一致性和批量稳

方凯团队创新制造的脉管制冷机
杭州高新区（滨江）供图

定性问题，方凯团队反复进行结构迭代和工艺验证。测试中他们发现，丝网片工艺定型不稳定是主要瓶颈。原来的方案采用模具冲压，剪切后的材料边缘残留毛刺。“肉眼未必看得见，但装在设备里，每一片差一点点，产品一致性就会有差异。”方凯说。最终，他们放弃了冲压方案改用切割工艺，才使得新版样品边缘光滑平整。

今年7月，方凯团队再次取得核心工艺突破，制冷机核心性能在处于4.2开尔文的低温环境时，能稳定提供1.8-2瓦的制冷量。这进一步提升了系统的性能冗余，使之成为一台可以稳定交付的工业级产品。这意味着中国团队不仅解决了“可行”问题，更在一定程度上攻克了“可复制”“可商用”的难题。

国家先进计算产业创新中心（安徽）启用

本报讯（记者 张伟）8月20日，在“智算合肥 生态领航”词元经济生态大会上，作为国产新一代人工智能算力底座的合肥智算集群上线。同期，国家先进计算产业创新中心（安徽）暨曙光安徽总部基地启用。从新一代算力基础设施到面向技术创新与产业应用的国家级平台，两者协同落地将进一步强化合肥先进计算与人工智能创新能力，并为安徽省科技创新和产业智能化发展提供有力支撑。

国家先进计算产业创新中心是2018年经国家发展改革委批复成立的国家级产业创新平台，该中心围绕芯片、系统、应用三大方向，聚焦关键核心技术攻关、成果转化与产业协同等内容，推动先进计算技术加快从研发创新走向规模化应用。

国家先进计算产业创新中心（安徽）将重点突出应用牵引，依托合肥当地雄厚的科研基础和“芯屏汽合”等产业优势，面向科学智能、集成电路、新型显示、新能源汽车等领域，开展软硬件适配、应用验证和解决方案孵化，让先进计算能力更好匹配科研创新和产业发展需求。同时将强化生态汇聚功能，依托中科曙光在先进计算领域的技术积累和生态资源，连接高校院所、科研机构及产业链上下游企业，促进芯片、系统、软件与行业应用协同创新，推动技术、产品、人才和场景等资源高效集聚，构建开放协同的先进计算产业生态。

北京市发布自主实验室标准框架

本报讯（记者 张伟）在近日召开的2026科学智能大会上，北京市发布了自主实验室标准框架。

据介绍，当前，自主实验室尚处在建设初期，存在硬件接口不统一、数据孤岛效应显著、评测标尺缺失及安全合规风险等制约发展的问题。此次发布的自主实验室标准框架，是由设备抽象层、智能管理层、智能实验层和安全管控层组成，明确了自主实验室、实验智能体、无人自主实验、实验自主决策、实验智能迭代的界定，突出高通量、原位表征、柔性自动化等关键特点。

其中，抽象层主要通过消除不同设备之间接口和协议的差异，让所有设备

都能适配统一的对接方式，精准留存各类关键核心数据，实现实验全流程数据的全覆盖、全采集，对算力和网络进行合理分配，实现资源按需供给、智能调配。

智能管理层主要通过屏蔽上层业务与底层硬件的耦合关系，为智能实验层提供可调度的数字底座，消除多类实验要素管理模式差异，对实验任务、权限、算力等要素进行统筹编排，实现实验全周期的资源管控、数据治理、知识沉淀与安全保障，让任务有序执行、权限安全可控、资源灵活调度。

智能实验层主要通过拆解实验全流程业务逻辑，让实验任务能够转化

为机器可执行的序列，实现从实验任务解析到实验迭代优化的全环节闭环运转，支撑各类实验任务全流程自主运行。

安全管控层主要通过打通各层级安全管控链路，让安全约束渗透系统全部业务环节，实现全域防护、风险可控；对权限、设备、算法、数据进行多维度风险识别拦截，对安全事件进行分级识别及处置，全面记录各类安全事件信息。

据介绍，下一步，北京市将面向生命科学、材料科学、高能物理、量子科技、医疗健康、生物育种等领域，公开征集自主实验室方向储备课题，同时推动标准发布、树立标杆典型、推进试点应用。

未来网络战略安全架构设计团体标准发布

本报讯（记者 叶伟）近日，记者从西安工业大学获悉，该校牵头联合全国59家科研、生产及相关单位共同完成的团体标准《未来网络战略安全架构设计 第1部分：总体要求》经中国质量检验协会批准发布，并于8月30日起实施。该标准是我国首份聚焦网络主权原则下未来网络战略安全架构设计的标准化文件，标志着我国在网络底层安全体系构建上迈出关键一步。

西安工业大学未来网络技术团队相关人员介绍说，该标准的发布实施，对建设网络强国、保障国家安全、维护数字经济和数据安全具有战略意义。

据了解，为从根本上提升网络安全能力，构建自主可控的未来网络技术体系，并将其打造成为支撑社会经济发展与国家安全的战略性基础设施，指导未来网络安全技术的研发与应用，支撑国家网络安全防御体系建设，构建基于主权原则的安全稳定网络空间，标准起草工作是由西安工业大学新型网络与检测控制国家地方联合工程实验室具体牵头，联合全域数据信息安全重点联合实验室、吉林省吉规全域数据科学产业研究院等权威机构开展，汇聚国内信息安全、未来网络、数据治理等领域的中坚力量共同

完成。

据介绍，该标准针对人工智能、物联网、云计算等新技术场景下高级别持续性威胁和零日漏洞等风险，提出体系化的安全架构总体要求。其核心价值体现在3个方面：一是构建自主可控的未来网络保障体系，提供系统设计标准与方法，降低对国外底层技术的依赖；二是通过底层安全冗余设计，大幅度提升关键信息基础设施的韧性抗毁能力，有效抵御网络攻击；三是促进安全方案标准化与跨平台互操作性，降低运维成本，增加用户网络选择权。