科学通报 2026 年 第 71 卷 第 11 期: 2350 ~ 2351
超导薄膜与器件专题 编者按
《中国科学》杂志社 SCIENCE CHINA PRESS

高温超导40周年: 从薄膜到器件

金魁[1,2*], 吴颉[3*], 胡江平[1,2*]

1. 中国科学院物理研究所, 北京 100190
2. 中国科学院大学, 北京 100049
3. 西湖大学理学院, 杭州 310030
* 联系人, E-mail: kuijin@iphy.ac.cn; wujie@westlake.edu.cn; jphu@iphy.ac.cn

40th anniversary of high-temperature superconductivity: from films to devices

Kui Jin[1,2*], Jie Wu[3*] & Jiangping Hu[1,2*]

[1] *Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China*
[2] *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*
[3] *School of Science, Westlake University, Hangzhou 310030, China*
* Corresponding authors, E-mail: kuijin@iphy.ac.cn; wujie@westlake.edu.cn; jphu@iphy.ac.cn

doi: 10.1360/CSB-2026-0340



金魁

中国科学院物理研究所研究员. 从事高温超导机理研究、功能薄膜与器件制备.

自1911年荷兰物理学家昂内斯发现汞在4.2 K时电阻骤降至零以来, 超导现象逐渐为人类所认识, 并成为持续百余年的重要研究领域. 经过一代又一代科研工作者的不懈探索, 超导材料体系不断拓展. 尤其是铜氧化物高温超导体的发现, 大幅提高了超导转变温度, 突破麦克米兰极限, 使超导进入液氮温区, 开启了高温超导研究的新阶段.

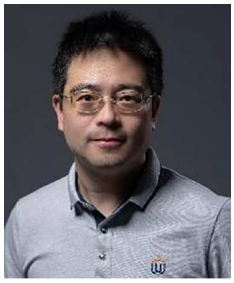
与此同时, 超导技术的应用版图也从传统的超导磁体不断延伸至前沿科技领域. 在量子计算、精密测量、低功耗电子器件、微弱信号探测等方向, 超导体系展现出独特而不可替代的技术优势; 在信息、能源、医疗等关键领域, 其战略意义与产业价值日益凸显. 围绕高温超导乃至室温超导的突破, 已成为全球科技竞争的重要制高点.

正如诺贝尔物理学奖获得者Herbert Kroemer所言: “界面即器件(The interface is the device).” 基于超导体构建的量子器件往往依托于高质量超导薄膜及其异质结构, 例如基于超导隧道结的约瑟夫森器件. 超导薄膜的高质量生长、性能优化与微结构精密组装, 是实现高性能超导量子器件的基础. 近年来, 我国在超导薄膜与器件领域进行了系统性布局, 优势团队持续攻关, 着力打通从薄膜制备到核心器件构建的关键技术链条.

值此高温超导发现40周年之际, 为促进前沿成果共享与学术合作, 《科学通报》特组织出版“超导薄膜与器件”专题[1~8], 邀请国内知名高校与科研机构的研究团队围绕相关主题系统梳理领域发展脉络与最新进展. 电子科技大学团队及

引用格式: 金魁, 吴颉, 胡江平. 高温超导40周年: 从薄膜到器件. 科学通报, 2026, 71: 2350–2351
Jin K, Wu J, Hu J. 40th anniversary of high-temperature superconductivity: from films to devices (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2350–2351, doi: 10.1360/CSB-2026-0340

© 2026《中国科学》杂志社



吴颉

西湖大学物理系教授. 主要研究强关联电子材料中的各种量子现象, 如高温超导、界面超导、电荷向列性等.



胡江平

中国科学院物理研究所研究员. 研究领域包括多铁性理论、强关联电子模型、高对称冷原子系统模型及自旋电子学和强自旋轨道结合体系等.

其合作者系统比较了稀土钡氧化物高温超导薄膜的生长与制备工艺, 总结了不同镀膜技术的原理、特点、研究进展及性能优化策略[3]. 中国科学院物理研究所团队及其合作者通过衬底应力调控、缓冲层引入与超晶格构建等界面工程手段, 不断提升钇钡铜氧薄膜及其约瑟夫森结的平整度、大面积制备能力与均匀性, 实现了结参数的精准调控与大规模阵列构建[4]. 南开大学团队聚焦于"两步法"工艺制备的多种铊系超导薄膜, 以及基于其构建的超低插入损耗超导滤波器与太赫兹超材料调谐器[1]. 中国科学院紫金山天文台团队及其合作者构建了基于波导耦合的太赫兹谐振器表征系统, 初步探索了高温超导材料在太赫兹波段探测中的可行性[8]. 清华大学团队回顾了近20年来利用范德华机械解理、转移与堆垛技术构建超薄层铋系铜氧化物超导体系的代表性成果, 展示了其在理解高温超导机理与发现新奇量子现象方面的重要进展[5]. 中国科学技术大学团队及其合作者回顾了以锶钛氧与钾钽氧为代表的界面超导体系的重要进展, 深入分析了自旋轨道耦合与量子涨落在调控相关物性中的关键作用[6]. 南京大学团队及其合作者系统梳理了铋锶钙铜氧高温超导体在制备与微结构组装技术方面的突破, 并总结了其在太赫兹辐射与探测、单光子探测及超导二极管等方向的应用进展[2]. 中国科学院上海微系统与信息技术研究所团队总结了超导纳米线单光子探测器的发展历程, 阐述了其单光子探测的基本原理, 并比较了不同超导薄膜材料体系所实现的性能极限[7].

受篇幅所限, 本专题难以涵盖超导薄膜与器件领域的全部最新成果. 然而, 我们期待本专题所呈现的新视角与新思路, 能够进一步激发学术讨论与跨领域合作, 推动超导基础研究与应用技术的协同发展. 最后, 谨向所有作者、审稿人及编辑团队在本专题筹划与编写过程中所付出的辛勤努力与重要贡献致以诚挚感谢.

参考文献

1 Chen J, Yang Q, Zhang Z, et al. Advances in Tl-based high-temperature superconducting thin films (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2352–2361 [陈纪煌, 杨骞, 张治荷, 等. Tl系高温超导薄膜研究进展. 科学通报, 2026, 71: 2352–2361]

2 Wei Z, Zhang M, Wang Y-L, et al. Research and application progress of high-temperature superconducting $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$ single crystal devices (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2362–2370 [魏子涵, 张盟, 王永磊, 等. 高温超导$Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$单晶器件的研究与应用进展. 科学通报, 2026, 71: 2362–2370]

3 Zhao M, Zhao R, Xia Y, et al. Progress in fabrication methods of REBCO high temperature superconducting films (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2371–2386 [赵明原, 赵睿鹏, 夏钰东, 等. REBCO高温超导薄膜制备方法进展. 科学通报, 2026, 71: 2371–2386]

4 Zhang J-Q, Chen F-C, Ma X-P, et al. Research progress on $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ thin films and Josephson junctions (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2387–2407 [张济全, 陈赋聪, 马小平, 等. 钇钡铜氧薄膜与约瑟夫森结研究进展. 科学通报, 2026, 71: 2387–2407]

5 Wang H, Zhang D, Xue Q-K. Research progress on ultrathin high-temperature superconductors of bismuth-based cuprates (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2408–2420 [王浩宇, 张定, 薛其坤. 超薄层铋锶钙铜氧高温超导研究进展. 科学通报, 2026, 71: 2408–2420]

6 Wang B, Ying G, Dong X, et al. Spin-orbit coupling and quantum fluctuation effects at oxide superconducting interfaces: from $SrTiO_3$ to $KTaO_3$ (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2421–2435 [王碑林, 应郭培, 董雪浩, 等. 氧化物超导界面的自旋轨道耦合和量子涨落效应: 从$SrTiO_3$到$KTaO_3$. 科学通报, 2026, 71: 2421–2435]

7 Zhang X, You L. Research progress on the thin film materials of superconducting strip single photon detectors (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2436–2449 [张孝富, 尤立星. 超导条带单光子探测器薄膜材料研究进展. 科学通报, 2026, 71: 2436–2449]

8 Zhao S, Hu J, Zhi Q, et al. Characterization system for terahertz-band transmission properties of high-temperature superconductors (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2450–2456 [赵思源, 胡洁, 支强, 等. 太赫兹波段高温超导体传输特性表征系统. 科学通报, 2026, 71: 2450–2456]