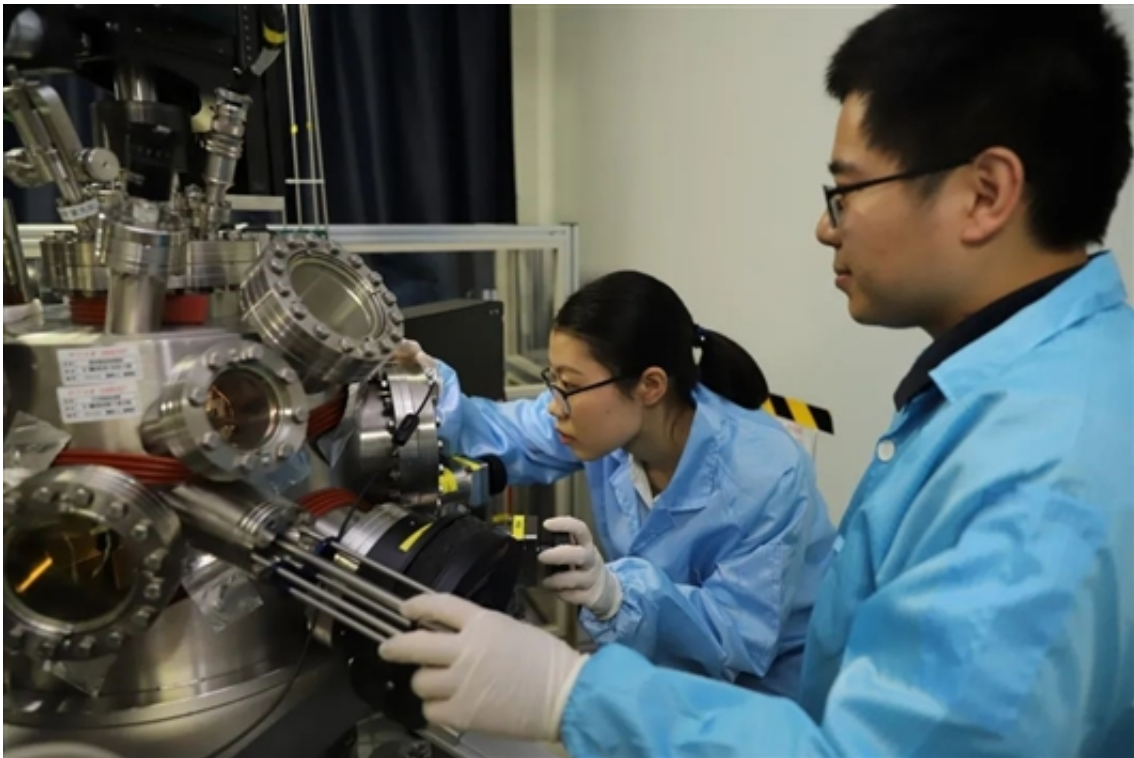

中国学者利用电场控制氧化物界面超导

作者：writer 来源：爱科学

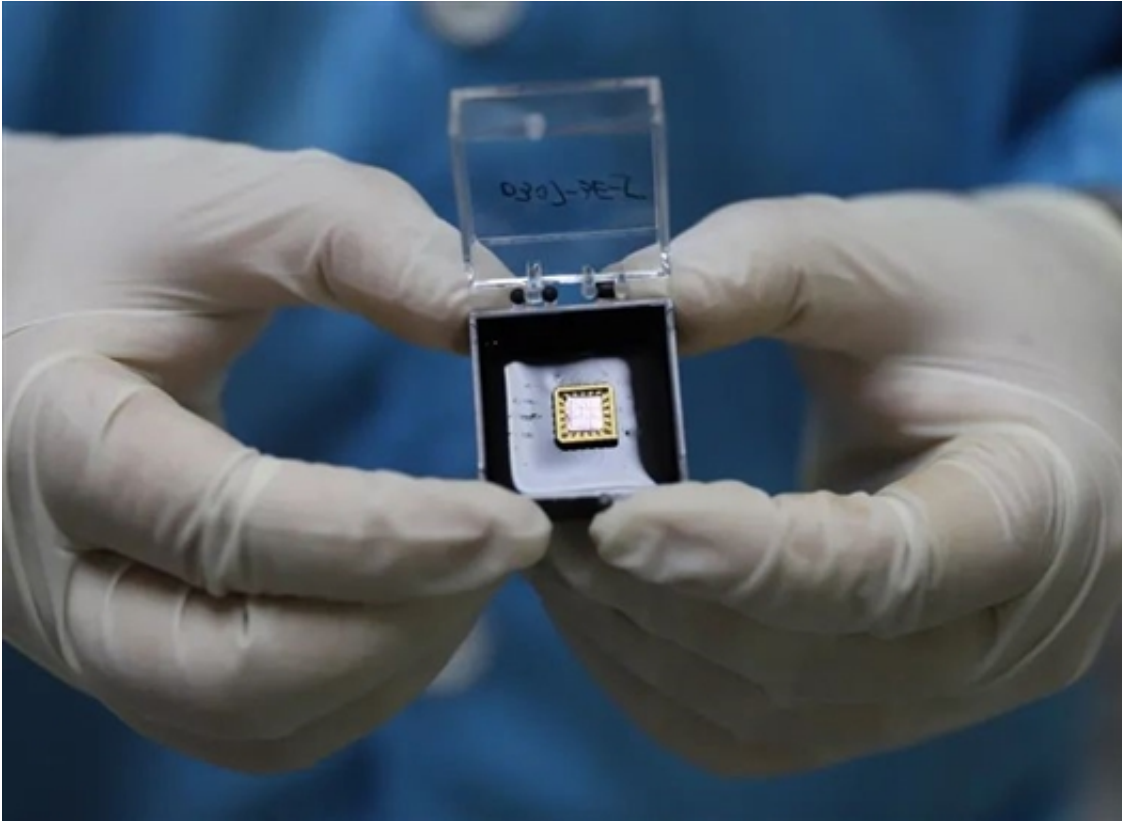
本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/13872.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

中国学者利用电场控制氧化物界面超导。



博士生陈峥和刘源在实验室制备样品（摄影：朱原之）



铝酸镧 (LaAlO_3) 和钽酸钾 (KTaO_3) 是两种绝缘体，但当它们组合在一起时，界面就能导电甚至出现超导现象。这种刚刚问世的界面超导引发了科学家强烈的兴趣，来自浙江大学物理学系、中科院物理研究所等机构的学者发现，可以像调控半导体器件那样，用电压连续调控 $\text{LaAlO}_3/\text{KTaO}_3$ 界面的导电性质：随着门电压的变化，它呈现了从超导到绝缘体的连续转变。同时，研究团队还在这一界面观测到了可被连续调控的量子金属态等许多新奇的物理现象。

5月14日，成果论文《电场控制 $\text{LaAlO}_3/\text{KTaO}_3(111)$ 界面超导》在《科学》杂志上线。这一发现为人们探索低温量子现象呈现了一个崭新的视野，也为超导器件的研发提供了新的思路。

论文的共同第一作者为浙大物理系博士生陈峥、刘源和北京航空航天大学博士后张慧，共同通讯作者是浙大物理学系研究员谢燕武，中科院物理所研究员孙继荣和周毅。

新的调控，新的机制

$\text{LaAlO}_3/\text{KTaO}_3$ 界面超导今年2月才刚刚在《科学》杂志正式亮相。

今年2月发表在《科学》杂志的论文指出， $\text{LaAlO}_3/\text{KTaO}_3$ 的超导转变温度可达 2.2 K，比前浪的 0.3 K 高出整整一个数量级。那么，它会有哪些新奇的性质？它的超导性能也能被调控吗？它对超导机制研究会有哪些价值？神秘的后浪吸引着谢燕武与他的合作伙伴们去一探究竟。

调控，是实验科学研究最重要的手段和内容。在这项研究中，研究团队发现了一种全新的调控机制，实现了 $\text{LaAlO}_3/\text{KTaO}_3$ 导电性能的连续可调，器件随电压变化呈现了从超导到绝缘体的连续转变。

谢燕武介绍，导电电子在低温下两两配对，就会形成超导，目前已知的超导体已经非常多，但能被电场调控的凤毛麟角。我们的调控方法本质就是调控电子‘队形’的空间分布，让它们在更靠近或更远离界面的地方运动。大量的电子在氧化物界面附近运动时，会受到晶格缺陷（也称为无序）的影响。

就像开车时遇到障碍物。谢燕武说。这种无序越贴近界面分布越密集，越远离界面则越稀疏。基于这一认识，研究团队提出了改变电子空间分布的思路，如果有更多的电子靠近界面，那么整体来看它们遇到的‘障碍物’就变多了，这会显著影响电子以及配对后的超导库珀对的运动行为。

从表面看，我们与传统的方法用的都是门电压调控，但背后的调控机制是全新的。孙继荣说，传统的方法，无论是半导体晶体管还是LaAlO₃/SrTiO₃，都是通过改变电子浓度从而实现对导电性能的调控，这里需要有个前提：电子浓度低。

相比之下，LaAlO₃/KTaO₃界面的电子浓度很高，不能满足传统的调控机制，因此需要探索全新的调控机制。孙继荣说，新的调控仍然以类似于晶体管的方式工作，但本质上打破了对于电子浓度的限制。

为开发超导器件提供新视野

陈峥与刘源全程参与了样品的制备和测试。陈峥说，研究过程中最难忘的是第一次测出LaAlO₃/KTaO₃超导性的那一天，表明我们已经掌握了制备这一新界面超导体系的方法，可以开始我们的调控研究了！随着实验的推进，越来越多的数据涌现出来。当他们把它们放到一起时，惊奇地发现在低温下是一条又一条水平线条，也就是说，无论温度在0~1K的区间内如何变化，LaAlO₃/KTaO₃界面的电阻几乎始终是恒定的。

量子金属是同时具有部分超导和金属特性的新奇量子物态，这是一种典型的量子金属态。周毅说，已知的量子金属态都只处于某个量子临界点上。而这个系统可以连续调控，量子金属作为相图上一个物相的形式存在，这个新发现令我们异常激动。

《科学》杂志的审稿人对这项研究给与了非常积极的回应，他们认为，这种完全可调的超导性是一项引人入胜的突破，该项研究充分深入，几乎覆盖了过去10多年人们在LaAlO₃/SrTiO₃体系中获得的认识。

谢燕武说，对于新材料的研究主要来自于两方面动力：一方面想通过新材料的研究来发现新的物理现象，获得更多的科学见解；另一方面也试图为开发新器件提供有益的线索。

我们在LaAlO₃/KTaO₃体系中的研究可为理解超导机制，尤其是理解高温超导中的机制提供全新的素材，同时也为将来开发超导器件提供了新的视野。

研究得到了浙江大学量子交叉中心同仁在技术和设备等方面的全方位支持，同时还得到了浙江大学双一流建设专项经费、国家重点研发计划、国家自然科学基金、和浙江省重点研发计划等支持。（来源：中国科学报崔雪芹）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1126/science.abb3848>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：陈峥等 来源：《科学》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发