

浙大袁辉球Nature发文揭示铁基超导研究重大发现

阅读次数: 6786

来源:浙大新闻办 时间:2009-01-29 08:21:45



1月29日,英国《自然》杂志发表浙江大学物理系袁辉球教授及其合作者的最新研究成果:在具有二维层状晶体结构的铁基超导体中发现超导态的“各向同性”,这是首次在二维层状的超导材料中报道类似的三维超导特性。《自然》杂志评审专家一致认为,这是超导研究领域一项非常独特而重要的发现,将对研究铁基高温超导形成机理具有重要意义。此外,《自然》杂志还在该期的“新闻与观察”栏目中对该研究成果进行了重点介绍。

该工作由浙江大学,美国拉斯阿拉莫斯国家实验室以及中国科学院物理所共同完成,浙江大学是第一作者和通讯作者单位。

1911年,荷兰物理学家海克·卡曼林·昂尼斯发现把汞冷却到4.2开尔文时(约零下269摄氏度)电阻突然消失,这是人类首次发现超导现象。这种神奇的物理现象激发了人类的美好愿望:若能研制出室温超导体,能量传输将没有损耗,这无疑将导致一场新的能源革命。这个梦想已支持科学家探索了将近一个世纪。新的超导材料相继被发现,一波接一波冲击更高的超导临界转变温度,每次发现都推动科学家投身相关的研究热潮。人们熟知的磁悬浮列车和核磁共振成像技术就是超导技术的实际应用。

袁辉球说,在超导研究领域,一直存在着“理论”追赶“实验”。科学家往往在一个较为偶然的情况下发现一类新型超导材料,再对这种材料的超导机理进行研究,以期研制出临界转变温度更高的超导体。1986年,瑞士科学家卡尔·亚历克斯·米勒和他的德国合作者约翰尼斯·格奥尔·贝

德诺尔茨发现了一类铜氧化物超导材料，其超导转变温度随后被迅速提高到约160开尔文，是首类处于液氮温区的高温超导材料。铜氧化物高温超导体的发现立即激起了全世界范围内的超导研究热潮。然而，20余年过去了，超导转变温度一直停滞不前，高温超导形成机理仍不为人知，是目前国际上公认的一大物理难题。科学家寄希望于寻找铜氧化物超导材料以外的新型高温超导材料，从而进一步探索高温超导的形成机理以及怎样实现室温超导材料。2008年初，日本科学家宣布发现了一种基于铁砷层面的新型超导材料 $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{Fx}$ ，其超导转变温度高达26开尔文。中国科学家随后通过元素替换，迅速将超导转变温度提高到近60开尔文，突破了“麦克米兰”极限。浙江大学物理系的相关研究人员在这方面也作出了许多重要的工作。这些新型超导材料的发现正把科学家带入新一轮以铁基超导为焦点的研究热潮。

对物理学家来讲，弄清楚铁基超导材料是否类似于以前研究过的铜氧化物高温超导体将是一个很重要的问题。“假如不一样，那就意味着新材料的发现比预想的还要重要得多，也许能从中发现全新的超导机制。”诺贝尔奖获得者、美国普林斯顿大学理论物理学家菲利普·安德森这样预言。专家认为，新的铁基超导材料有可能会为探究高温超导机制提供一个更清晰的体系。

长期致力于超导和极端条件物性研究的浙大长江特聘教授袁辉球在铁基超导材料发现后不久就开始关注这类新型超导材料的奇特物性。利用他先前建立起来的国际合作关系，袁辉球教授作为美国拉斯阿拉莫斯国家强磁场实验室的用户，成功申请到了该实验室脉冲磁铁的使用时间，于2008年4月开始深入研究铁基超导材料在脉冲强磁场下的物理行为。同时，袁辉球教授同国内多个样品制备小组开展了紧密合作，与本研究相关的超导材料由科学院物理所王楠林小组提供。

临界磁场是表征超导态的一个重要物理参量。当外加磁场所产生的激发能高于超导的凝聚能时，材料将由超导态变为正常态，这个磁场强度称为临界磁场。然而，包括铁基超导体在内的大部分超导合金（第二类超导体）具有两个不同的临界磁场：当磁场低于下临界磁场时，超导态具有完全抗磁性；当磁场高于下临界磁场但小于上临界磁场时，超导态与正常态共存；而当磁场大于上临界磁场时，超导态被完全破坏。此前的研究显示，对于铜氧化物高温超导体和有机超导体等二维层状材料而言，其超导态对磁场的响应是“各向异性”，即纵向和横向的上临界磁场相差数倍，这主要由其准二维的电子结构所决定。由于铁基超导体和铜氧化物高温超导体都具有二维层状的晶体结构，学界普遍认为，铁基超导的上临界磁场也具有“各向异性”的特征，并获得最初的一些低磁场实验结果的支持。另外，考虑到铜氧化物高温超导体的二维晶体结构，维度的降低被普遍认为是形成高温超导的必备条件。

袁辉球教授经过数月夜以继日的研究发现，之前的推测只是“以偏概全”的结论。通过采用脉冲强磁场等极端实验条件，袁辉球等极大地延伸了铁基超导材料的温度-磁场相图的研究范围，并发现了令人惊异的现象：铁基超导材料 $(\text{Ba}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$ 在低温的上临界磁场几乎与外加磁场的方向无关，具有“各项同性”的特征。这表明铁基超导具有与铜氧化物高温超导非常不一样的性质，为揭示铁基超导材料的形成机理提供了重要的物理信息。铁基超导材料的这种奇特的超导性质是由其独特的电子结构所决定的。袁辉球等说，这类铁基超导材料虽具有二维层状的晶体结构，但其电子结构可能更接近于三维。因此，二维电子特性并不一定是形成高温超导的必备条件。此外，铁基超导材料也表现出许多与重费米子材料相类似的性质，特别是在磁与超导的相互作用方面，袁辉球还推测，铁基超导材料可能是连接低温的重费米子超导与高温铜氧化物超导的一个重要桥梁。

据了解，该研究得到了科技部，教育部，中国科学院以及国家自然科学基金的资助。

相关文章

Nearly isotropic superconductivity in (Ba,K)Fe₂As₂

H. Q. Yuan, J. Singleton, F. F. Balakirev, S. A. Baily, G. F. Chen, J. L. Luo & N.

L. Wang

摘要:

<http://www.nature.com/nature/journal/v457/n7229/abs/nature07676.html>

正文: <http://www.nature.com/nature/journal/v457/n7229/full/nature07676.html>

Condensed-matter physics: The pnictide code

Jan Zaanen

<http://www.nature.com/nature/journal/v457/n7229/full/457546a.html>>

(周炜 文/摄影 卢绍庆)

[【关闭】](#)

关键字: 铁基超导体

相关新闻:

- [中美物理学家首次揭示铁基超导的三维超导特性](#) 2009-02-05
- [浙大“70后”教授牛年发布牛文](#) 2009-01-30
- [浙大教授“超导”发现上《自然》](#) 2009-01-30
- [中国科学家发现铁基超导材料新特性](#) 2009-01-29
- [铁基超导领域有重大发现](#) 2009-01-29
- [浙大教授在超导研究上取得重要发现](#) 2009-01-29

浙大求是新闻网 : <http://www-2.zju.edu.cn/zdxw>

未经许可, 请勿转载

© Copyright 2003—2004 zju.edu.cn

