

- Chen S L. Chinese Journal of Liver Diseases, 2006, 14, 782 (in Chinese)]
- [9] Zhang X, Liu X S, Yang X R *et al.* Phys. Med. Biol., 2008, 53, 5735
- [10] 张汐, 陈绍亮, 杨欣荣等. 中华放射与防护杂志, 2009, 29(3): 72 [Zhang X, Chen S L, Yang X R *et al.* Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection, 2009, 29(3): 72 (in Chinese)]
- [11] Poon R T, Ng I O, Lau C *et al.* J. Clin. Oncol., 2002, 20, 1775
- [12] Sun H C, Tang Z Y, Li X M *et al.* J. Cancer Res. Clin. Oncol., 1999, 125, 419
- [13] Liu P, Sun J, Guan Y *et al.* J Synchrotron Radiat., 2008, 15, 36
- [14] Suzuki Y, Yagi N, Uesugi K. J Synchrotron Rad., 2002, 9, 160
- [15] 彭屹峰, 陈绍亮, 陈岳声等. 中国医学影像技术, 2008, 24, 1669 [Peng Y F, Chen S L, Chen Y S *et al.* Chin. J. Med. Imaging Technol., 2008, 24, 1669 (in Chinese)]
- [16] 彭屹峰, 陈绍亮. 中华核医学杂志, 2006, 26, 376 [Peng Y F, Chen S L. Chinese Journal of Nuclear Medicine, 2006, 26, 376 (in Chinese)]
- [17] 彭屹峰, 陈绍亮. 中国医学计算机成像杂志, 2006, 12, 422 [Peng Y F, Chen S L. Chinese Computed Medical Imaging, 2006, 12, 422 (in Chinese)]
- [18] 彭屹峰, 陈绍亮. 复旦学报(医学版) 2006, 33, 417 [Peng Y F, Chen S L. Fudan University Journal of Medical Sciences, 2006, 33, 417 (in Chinese)]
- [19] 彭屹峰, 陈绍亮. 中国临床医学杂志, 2006, 13, 340 [Peng Y F, Chen S L. Chinese Journal of Clinical Medicine, 2006, 13, 340 (in Chinese)]
- [20] 彭屹峰, 陈绍亮. 上海医学影像, 2006, 15(1), 61 [Peng Y F, Chen S L. Shanghai Medical Imaging, 2006, 15(1), 61 (in Chinese)]
- [21] 彭屹峰, 陈绍亮, 汤光宇. 国际心血管病杂志, 2007, 34(6), 469 [Peng Y F, Chen S L, Tang G Y. International Journal of Cardiovascular Medicine, 2007, 34(6), 469 (in Chinese)]
- [22] 彭屹峰, 陈绍亮, 汤光宇等. 中国循环研究杂志, 2006, 1(4), 193 [Peng Y F, Chen S L, Tang G Y *et al.* Chinese Journal of Circulation Research, 2006, 1(4), 193 (in Chinese)]
- [23] 彭屹峰, 陈绍亮, 汤光宇等. 中国医学影像技术, 2007, 23(8), 1118 [Peng Y F, Chen S L, Tang G Y *et al.* Chin. J. Med. Imaging Technol., 2007, 23(8), 1118 (in Chinese)]

· 物理新闻和动态 ·

新实验揭示重费米子金属中的奥秘

在重费米子金属材料中, 电子的有效质量看上去可能比裸电子的质量高出一千倍. 这样的观察来源于各种物性测试, 例如: 比热测量给出的电子有效质量. 事实上, 有效质量的增强是电子间相互作用的结果, 形象地说, 传导电子在重费米子金属中巡游, 必须克服其他电子的排斥, 以致于速度变慢. 用能带的语言描述: 一般传导电子的能量 E 对波矢 k 的依赖关系相对陡峭, 而重费米子准粒子(以下称重电子)的能量 E 对波矢 k 的依赖关系相对平缓. 凝聚态物理之所以关心这类材料, 是因为在低温下它们往往表现出丰富而复杂的物理特性, 例如超导以及新颖的磁有序.

迄今, 在所有已发现的重电子金属中, 最令人费解的是 URu_2Si_2 . 在 $T < T_0 = 55K$, URu_2Si_2 表现为一般的重电子金属. 然而, 当温度降至 $17.5K$ 以下, 一个未辨明的态(称为: 隐蔽有序态, hidden order)出现了. 如前所述, 重电子不是单个电子, 虽然它具有单个电子电荷 e , 实际上它代表了包括周围电子在内的集体运动. 在理论处理上, 可以将上述集体运动看成是无相互作用准粒子的集合.

最近来自美国 Cornell 大学物理系的 Schmidt 等, 利用他们自己制备的高质量 URu_2Si_2 单晶, 结合扫描隧道显微镜成像, 全面研究了该材料低温下的奇异电子态. 研究者将扫描探针置于材料的断面, 测量不同空间位置 r 处的 $dI/dV \sim V$ 的依赖关系, 即隧穿电导谱. 进而, 将作为 r 函数的图谱, 经傅里叶变换制成作为动量 k 函数的图谱. 他们发现, 特征谱 $dI/dV \sim V$ 的确与 Fano 理论对电子态局域密度所作的预言一致. 特征谱 $dI/dV \sim V$ 的行为反映了散射共振的过程, 即具有特定本征能量的巡游电子被 U 离子俘获一段时间, 然后离开. 在 U 离子内, 电子间的库仑排斥要求经抵消后剩余的电子磁矩取固定值. 这就是说, 外来电子在进入时被要求翻转自旋而与离子自旋反向, 并且在磁束缚期间, 外来电子与 U 离子两者间必须交换自旋取向. 俘获和逃离过程的重复发生, 使得巡游电子在材料中的行为看上去既重又慢.

Schmidt 等进一步将实验延伸到 $T = 17.5K$ 以下, 在所谓的隐蔽有序态, 并没有看到自旋密度波有序和电荷密度波有序的迹象. 令人惊讶的是, 在 $T = 17.5K$ 相变温度, 能带的 $E(k)$ 函数发生了突变: 从陡峭变成平缓, 原先的轻电子能带劈裂成两个重电子带, 并且在散射共振能量附近打开了一个能隙. 对此可以这样解释: 在 $17.5K < T < 55K$ 的温区, 虽然有重电子形成, 但其作用还不足以引起重电子有效质量上千倍的增大. 只有在 $T < 17.5K$ 的隐蔽有序态, 重电子之千倍增重才名副其实.

(戴闻 编译自 Nature, 2010, 465, 553, 570)