

超冷原子与磁通量子相遇

(中国科学院理化技术研究所 戴 闻 编译自 David Ehrenstein. *Physics*, March 17, 2015)

在混合量子系统中，不同的子系统(例如，超冷原子系统和超导电路子系统)相互耦合，它们各自优势的结合有可能发展出新的应用。最近，德国图宾根大学的 Patrizia

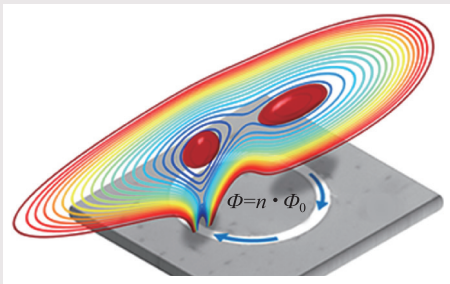
Weiss 和他的同事已经在相关实验中取得了进展。他们使用超冷原子云检测附近超导环内的离散磁通量子。研究人员说，这样的结果可能会导致新型的量子信息器件。在这些

器件中，冷原子云作为一个信息存储器，用于存储超导电路运算产生的数据。

在实验中，研究者首先对蒸镀于蓝宝石基片的铌环(直径 $20\ \mu\text{m}$ ，宽 $2\ \mu\text{m}$)施加一个恒定的磁场，同时冷却铌环到超导转变温度以下。然后，他们使用额外的简谐捕获场，将超冷 ^{87}Rb 云限制在超导 Nb 环下方 $18\ \mu\text{m}$ 附近。超

导环内电流产生的磁场，改变了简谐磁捕获的形状(势阱深度)，它影响了被捕获的原子数。最后，研究小组通过测量超冷 ^{87}Rb 云的激光吸收，决定了捕获原子数。

穿透超导环的磁通总是基本磁通量子的整数倍。基本磁通量子等于 Planck 常数 h 除以 2 倍电子电荷，即 $\Phi_0 = h/2e$ 。用不同的初始冷却磁场强度重复实验，发现随着磁场增加，被捕获原子数呈离散跳跃式变化，而不是连续变化。跳跃的尺度与理论预言一致，这意味着原子数的跳跃直接关联超导环中磁通量子数的增减。更多内容详见：P. Weiss et al. *Phys. Rev Lett.*, 2015, 114: 113003。



超导铌环(白色，直径 $20\ \mu\text{m}$)蒸镀在蓝宝石基片上。彩虹线是复合捕获磁场的等势线，深红色区代表被捕获的冷原子