



部分坍塌的量子比特可通过“自旋回声”恢复状态

文章来源：科技日报 陈丹

发布时间：2013-11-13

【字号：小 中 大】

在同一时间处于两种不同状态是量子比特的一个显著特点，测量量子比特会导致这种叠加态崩溃，使其塌缩成一个单一态。这个测量过程以及由此造成的量子比特坍塌似乎是不可逆转的。但据物理学家组织网11月12日（北京时间）报道，牛津大学的一个团队在《物理评论快报》上发表论文称，他们的实验证明，有一种方法可以原则上完美地恢复部分坍塌的单个量子比特的状态。该成果可用于量子系统中的质量控制。

开展这项研究的牛津大学物理学家J. A. 谢尔曼等人解释说，对一个量子比特进行测量，如果导致其完全崩溃，该量子比特就可以塌缩至一个确定的状态；而如果只是局部崩溃，可以理解为只是“窥看”了量子比特一眼，因为这不过是在验证量子比特没有衰变。但问题在于，这种单纯的窥看行为往往也会改变量子比特的状态。因此，找到恢复的方法能够从根本上扭转窥看对量子比特的影响，从而使窥看变成一种非破坏性的量子质量控制技术。

可以用“薛定谔的猫”来想像一下这个局部坍塌的概念。“假设猫可以处于三种状态：快乐、悲伤或者死了，”谢尔曼说，“那么，这种方法只是检测猫究竟是死了还是没有，而无需了解猫是快乐还是悲伤。而快乐和悲伤混杂的量子状态在核实了猫还活着之后是可以得到积极地恢复的。”

物理学家们说，这种恢复量子比特的方法可以归纳为一个概念——自旋回声。自旋回声可以理解作为一种让自旋“解开”的技术，该方法于2002年提出，2008年首次通过实验实现。他们对这种方法的准确性加以改进，使其失真度降低了一个量级，从而能够大幅恢复已经严重坍塌的量子比特的状态。比如，即使衰变的可能性高达80%，量子比特的信息内容也能被保存下来，且准确性超过98%。

但这种恢复方法并非完美无缺。量子比特的状态能否恢复，取决于它坍塌的程度，正如死猫无力回生一样，完全崩溃的量子比特恢复的可能性为零。尽管如此，该方法对于克服量子退相干仍非常有用，而退相干是发展量子系统面临的最大挑战之一。

“量子相干性是量子系统最大的弱点，因为所有的量子系统都会受到嘈杂环境和自发衰变的极大影响。”谢尔曼说，“要更完善地利用量子信息，就需要方法来检测和纠正这些随机误差。我们所描述的‘可逆窥看’方法是普遍适用的，并且在量子比特比其他的衰变更快（或对噪音更敏感）的情况下最有用。对于光子量子比特，‘可逆窥看’可以通过双折射光学系统和偏光器来实现。对于超导体量子比特，‘可逆窥看’可以利用微波脉冲来操作。而对于像我们实验中的原子量子比特，我们采用的是光脉冲和射频脉冲。‘可逆窥看’可能是促使这些量子计算架构从实验室走向真正广泛部署的有用设备的几种技术之一。”