



中国科学家成功实现八光子薛定谔猫态 再次刷新光子纠缠世界纪录

据外媒报道，合肥微尺度物质科学国家实验室潘建伟与同事陈宇翱、陆朝阳等在国际上首次成功实现八光子薛定谔猫态，打破了之前由该研究组保持了多年的六光子纪录，再次刷新了光子纠缠态制备的世界记录。这个工作于2月12日发表在英国《自然》杂志的子刊《自然·光子学》上。

据悉，论文的预印本于2011年5月底在网站arXiv.org公开后，引起学术界的广泛关注。随后，欧美多家知名科技媒体，包括欧洲物理学会（Institute of Physics）、美国麻省理工学院技术评论（MIT Technology Review）、美国物理学家组织（Phys Org）、大众科学（Popular Science）、英国ZDNet网站等马上报道了这一工作，称“潘建伟小组打破了自己保持的六光子纪录，首次实验纠缠了八个光子”、“该技术在量子计算、精密测量和量子纠错中有特别的用途”。这个实验工作也受到了审稿人的高度评价，被誉为“量子光学领域的一个重大进展”。据悉，之后国际上有其它小组也宣称在实验上观测到八光子纠缠态，但潘建伟小组在亮度、纯度等关键指标上每一项都保持着国际最优水平。

发展实用化的量子计算必然依赖于对多个量子态的相干操纵。一个形象的比喻是，一个多粒子纠缠的实验平台如同驾驭量子计算的航空母舰，倚籍于这个载体才有可能施展拳脚，研究各种量子计算的方案。薛定谔猫态是量子世界里最奇妙的现象之一，不仅奠定了量子力学的理论基础，而且集中体现了多粒子操纵的核心技术。因此，实现多粒子的薛定谔猫态的研究一直是国际上一个竞争非常激烈的领域。

在中科院、科技部和基金委的长期支持下，从2002年在中国科大建立实验室开始，潘建伟小组就一直牢牢盯住这个战略性的重大课题。2000年，美国国家标准局在离子阱体系上首先实现四离子的纠缠态。2004年，潘建伟小组打破这一记录，在国际上首次成功实现对五光子纠缠的操纵，论文发表在《自然》杂志上，被欧洲物理学会和美国物理学会同时评为“国际年度物理学重大进展”。2007年，潘建伟小组又率先突破六光子纠缠。论文发表在《自然·物理学》上，为同年发表在该期刊上被引用最多的两篇研究论文之一。而在欧洲，一直到2009年，维也纳大学、慕尼黑大学和斯德哥尔摩大学才相继观测到六光子纠缠。2010年，潘建伟小组通过发展新型超纠缠技术，成功制备了由五个光子极化和空间态相干叠加形成的十量子比特薛定谔猫态，被审稿人称赞为一个实验壮举，并被欧洲物理学会、英国BBC等广泛报道。

对八光子的操纵就自然地成为了量子信息领域的下一个重大目标。这项技术需要控制四对独立的纠缠源，符合计数的亮度极低，并且有多种噪声来源。这是极具挑战的一个课题。通过四年多的潜心研究，潘建伟团队对多光子操纵技术进行了进一步革新，制备了世界上亮度和纯度最佳的脉冲纠缠光子源。在此基础上，通过优化每个细节，发展低噪声八光子干涉仪，潘建伟团队于2011年首次在国际上完美掌握了八光子纠缠技术，这一技术随后马上被应用于拓扑量子纠错的实验研究。这一成果表明，我国继续领先于美国、德国和奥地利等发达国家，在国际上牢牢地把握了多光子纠缠研究领域的制高点。

全球首个城域量子通信试验示范网建成

中新社 合肥市官方17日对外发布，全球首个城域量子通信试验示范网——合肥城域量子通信试验示范网在此间建成。量子通信是以量子力学基本原理为基础的全新通信技术，在国际上被视为是已知技术中保障信息传输安全的终极手段，是近年来世界各国竞相研发的高技术领域核心关键技术，特别是欧盟、美国和日本均大力投入进行量子通信的理论和实验研究。

坐落于此间的中国科学技术大学和安徽量子通信技术有限公司在开展量子通信前沿技术研究和推动量子通信产业化方面，一直走在国际领先行列。

据悉，2010年7月，合肥城域量子通信试验示范网正式开工建设，合肥市政府将其作为该市自主创新重大专项，力争建成中国国内“首个开工、首个建成、首个使用”的规模化城域量子通信网络。据介绍，项目实施以来，中国科大和安徽量子通信技术有限公司的科研人员克服系列关键科学问题和工程技术难题，目前已成功搭建46个节点的城域量子通信网络。截至2011年底，已获得专利及软件著作权授权和软件产品登记共计23项。

合肥微尺度物质科学国家实验室在量子信息领域的研究成果，从2003年以来曾6次入选中国两院院士评选的“中国十大科技进展”，4次入选欧洲物理学会和美国物理学会评选的“年度物理学重大进展”。安徽量子通信技术有限公司则是作为中国首家量子通信安全解决方案、系统集成、成套量子通信产品供应商。

合肥市科技局局长朱策介绍说，该项目近日已通过由中国量子信息、网络通信等领域的资深专家、学者组成的专家组的测试评审，标志着合肥城域量子通信试验示范网建成并进入试运行阶段，合肥也成为中国乃至全球首个拥有规模化量子通信网络的城市。



彭承志获首届陈嘉庚青年科学奖

1月17日，2012年度陈嘉庚科学奖和首届陈嘉庚青年科学奖在北京揭晓，其中首届陈嘉庚青年科学奖获奖人共六位，微尺度物质科学国家实验室彭承志研究员因其在远距离自由空间量子通信研究方面做出的系统性工作推动了量子通信向实用化方向发展，获得陈嘉庚青年科学奖数理科学奖。

陈嘉庚青年科学奖是以对我国科教事业发展做出杰出贡献的著名爱国侨领陈嘉庚先生命名的科技奖励。陈嘉庚青年科学奖设立于2010年，奖励做出具有中国自主知识产权的原创性成果的青年科技人才，激励我国青年科技工作者立志献身国家科学技术创新事业，因此2011年是首届颁奖。2012年度陈嘉庚科学奖和陈嘉庚青年科学奖将在2012年6月举行的院士大会上颁奖。



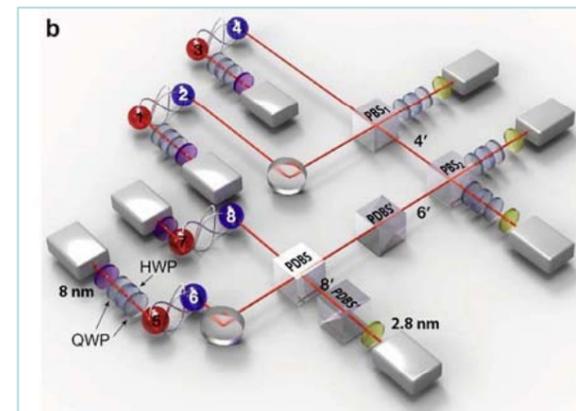
2012年第1期
(总第73期-量子信息专辑)

简报

2012年1-2月

合肥微尺度物质科学国家实验室(筹)办公室 编辑: 严青、杨淑红 0551-3600458 yanqing@ustc.edu.cn

可扩展容错性量子计算的重大突破 中国科学家在世界上首次实现拓扑量子纠错



合肥微尺度物质科学国家实验室(筹)潘建伟及其同事陈宇翱、刘乃乐等组成的研究小组与澳大利亚和加拿大的研究人员合作，将拓扑量子计算和量子纠错理论结合在一起，利用具有拓扑性质的八光子簇态，在世界上首次成功实现了拓扑量子纠错。该项研究成果以长文(Article)的形式发表在2月23日出版的纪念“计算机之父”图灵诞辰100周年的《自然》杂志上。这是量子信息领域以中国为第一单位发表在《自然》杂志上的首篇长文。

量子计算机由于其超越经典计算机极限的强大并行运算能力，成为二十一世纪量子物理学家们梦寐以求的目标。然而，学术界公认的长期困扰其物理实现的最大问题“消相干效应”——由于量子计算机不可避免地与环境耦合而产生的各种噪声从而使计算过程产生各种错误——一直没有得到很好的解决。国际上以往提出的众多量子纠错方案中，一般采用对每一步逻辑操作都进行量子纠错的方法。这样，为了可扩展量子计算能够有效进行，要求每一步逻辑操作的错误发生率都不得高于 10^{-5} 量级，而这么低的容错率是目前任何实验手段都无法实现的。

近年来，学术界提出了拓扑量子纠错这一全新概念，把量子态的拓扑性质应用于量子纠错过程中，从而将量子纠错中可容忍的最高逻辑操作错误发生率提高了三个数量级，达到 10^{-2} 量级。拓扑量子纠错方案大大降低了对操作精度的要求，达到了现有实验技术可以实现的水平，是目前已知拥有最高容错率的量子计算方案，从而使得可扩展容错性量子计算在现实条件下成为可能。

在中科院、科技部和国家自然科学基金委的支持下，潘建伟研究小组经过三年的艰苦努力，创造性地发展了一套全新的实验技术，将双光子纠缠的亮度提高了4倍，从而使得制备八光子簇态的总效率至少提高了200倍，仅用八十天时间就完成了实验，这在以前几乎是不可能实现的。同时，研究人员还设计了一种特殊的、滤除噪声的八光子干涉仪，成功制造出并观测到了具有拓扑性质的八光子簇态，并以此簇态为量子计算的核心资源，实现了拓扑量子纠错。

实验结果显示，在拓扑量子计算的过程中可以完全纠正出现在任意量子比特上的单比特错误，而且当每个量子比特都以相同概率发生错误时，受保护的量子关联的有效错误率会大大降低。这项工作实验上迈出了可扩展容错性量子计算的第一步，在量子计算领域具有里程碑式的意义，它将有力地推动可扩展量子计算的发展，为将来成功实现真正的量子计算打下坚实的基础。

对于该篇文章实现的目前所有已知的量子计算方案中拥有最高容错率的拓扑量子纠错方案的实验证明，《自然》杂志的几位审稿人给予了热情洋溢的高度评价，称之为“非常重要的原理性实验，一个艰苦卓绝的英雄主义的量子光学实验”，“实验的完成是完美而极具挑战性的”，“对拓扑纠错这一当前量子信息处理最引人注目的范例中关键一环的实验验证”。为此，《自然》专门发布了“Press release”，并邀请著名量子光学专家James Franson教授在“新闻视角”栏目撰文对这个工作进行了介绍。此外，文章还受到了英国物理学会的PhysicsWorld等许多科学媒体的关注。