

文/杨书卷

# “混沌”量子孕育清晰未来

提到量子理论,就没法绕过那只让人头疼不已的“薛定谔的猫”:“不透明的箱子里装着一只猫,箱子中另外一个原子衰变装置,而在打开箱子之前,猫既是死的,又是活的。”

这只挑战着人类智力上限的猫的确让人抓狂。就连拥有“当世最聪明头脑”的霍金也常常忍不住想把这只非死非活的猫“一把掐死”。但是,尽管量子理论如此不可理喻,但它还是被认为是科学史上最成功的、与实验结果符合最好的理论,过去,它直接导致了原子弹、核电的出现,而现在,它又在量子计算机、信息加密、高精度测量等方面大显身手,虽然现在我们只能从“混沌”的量子理论中理解很浅的一小部分,但仅仅这一小部分就足以掀起巨大的科学风暴。

目前,量子计算机是量子理论最激动人心的应用,因为相对于传统计算机,量子计算机的计算速度有着成千上万倍的提高。但是,由于对微观量子态的操纵实在太过困难,虽然各种解决方案层出不穷,但一直难以走入真正实用的阶段。不过,科学家付出的心血正使研究取得快速进展。

最近,IBM的科学家就有了骄人的成绩:在量子计算中良好地保持了“机械特性完整性”,大大减少了基本运算的误差。

阻碍量子计算机发展的最大障碍之一,就是难以控制“量子脱散”,即要努力消除热量、电磁辐射和材料缺陷等干扰因子导致的计算误差。为了解决这个问题,科学家们苦苦追寻了多年。而IBM将目光聚焦于一个独特的三维超导量子比特装置,使延长量子比特保持量子态的时间达到100微秒,这是此前纪录的2到4倍,而如果能够在足够长的时间内保持这种机械特性,就能找到有效的纠错手段,量子计算机便可长时间地进行稳定的复杂运算。正如IBM的科学家和研究小组负责人Matthias Steffen表示,“我们不仅仅只是做了一次引人注目的物理学实验,而是在实用化方面将量子计算带到了一

个全新的疆界。”

“IBM的装置已经非常接近满足实用量子计算机最低的要求,使可靠的逻辑量子比特运算能够成为现实。”德国亚琛大学量子信息研究所的David DiVincenzo高度评价这一成果,而IBM研究性突破,也使未来研制量子计算机的乐观情绪快速高涨(3月1日美国物理学家组织网)。

量子计算机中,另一个超重量级的概念是“量子比特”。传统计算机数据处理的基础单元是“0”和“1”两种比特,而量子计算机是“量子比特”,它超越了“0”和“1”,是一个矢量,可以处于各种正交态的叠加态上,正是这些特殊的量子态,提供了量子并行计算的可能,计算速度之快令传统计算机为之“汗颜”。

但是,以前量子比特存在于既大又笨

虽然现在我们只能从“混沌”的量子理论中理解很浅的一小部分,但仅仅这一小部分就足以掀起巨大的科学风暴。

重的真空腔中,就连上述IBM的超导量子比特装置也不例外。而一个国际研究团队通过单个电子,使量子比特可在普通的半导体中生产出来,

研究人员使用外加电压,允许单个的电子的飞行轨迹先分叉,再重新结合,使每个电子可同时飞过两个可能的路径,当两个路径重聚在一起,两束电子波就会发生重叠态,产生出具有明确状态且适合信息编码的量子比特。而如果量子比特能如此简单方便地产生,意味着量子计算机又向实用化迈进了重要的一步。相关研究发表在3月出版的*Nature Nanotechnology*。

而在量子信息加密领域,最近也有令人兴奋的进展。加拿大多伦多大学罗海光领导的研究小组发现,一种新的量子加密方法或可挫败那些“最老练”的黑客。

基于量子物理的测不准原理,美国科学家Wiesner于1970年首先提出将量子理论用于密码术——当窃取者偷看光子束时,即在测量量子态的某个性质时,会使另一个性质受到扰动,从而就被探测

到。量子加密原则上是一种阻止黑客的万无一失的方法,但是,接收量子密钥的光子探测器却是其“阿喀琉斯之踵”:它会在不经意间受到“量子黑客”的难以捉摸的“旁门左道”式攻击。

现在,罗海光想出了一个简单的量子计算解决方案,被称为“与测量设备无关的密钥分配系统”,即虽然黑客也能操作光子探测器并发布数据,但用户之间不再信任这些数据;相反,他们仅需简单地测量和比较自己的数据即可验证黑客的存在。目前,罗海光科研团队已完成概念验证测试,预计在5年内开发出一套“与测量设备无关的密钥分配系统”原型,以便牢牢关住这扇为黑客留下的“后门”(4月5日《科技日报》)。

而在不久前,美国匹兹堡大学的研究人员也为量子理论的实际应用做出了贡献:被誉为计算“动力”的量子计算或许也可应用于高精度测量领域中。

传统的磁共振成像技术由于有“共振”的技术限制,在扫描“分子”层面时便会失效,科研人员利用量子计算的方法避开了硬件上的不足,研发出纳米级的磁共振设备,可将场强和精度之间的比例提升10%。更让人惊异的是,它能够以“非侵入”的方式,研究分子、材料和细胞等的属性,而之前类似研究所采用的方法都会破坏样本。作为研究者之一,Guludefu Dart兴奋地表示,“这对于我们理解分子或活体细胞等具有直接影响。我们的工作显示量子计算也可以超越纯电子设备领域。”(2月20日《科技日报》)

尽管已经走过百年历史,解释“微观世界”的量子理论还有无数的谜尚待解开,很多实验物理学家至今还在验证这一理论在80年前所做的基本假设,但是,它在实践中获得的成就却令人吃惊,迄今所有实验都肯定了量子力学的正确性。作为现代物理学两大基石之一的量子理论,已被历史推上了锐不可当的开路先锋的位置,期待着风生水起的远大前景。■