

# 极寒超高真空中 他们抓住“变慢变胖”的原子

探访华南师范大学超冷原子实验室解密量子调控研究

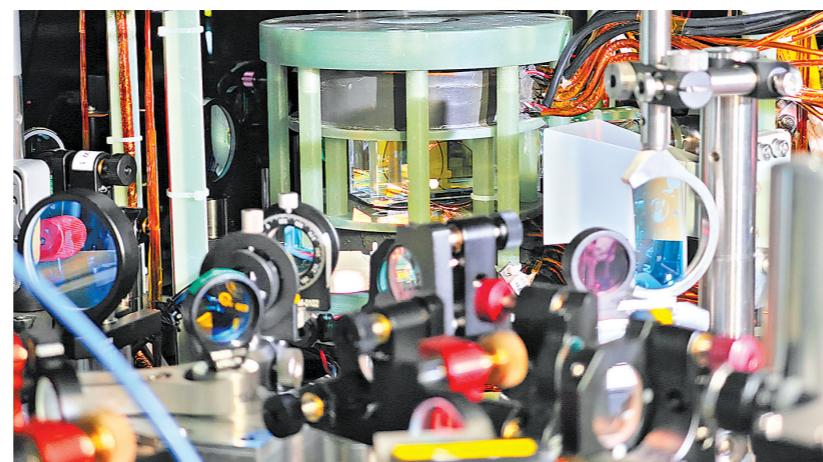
## 一线探“新”

文/图 羊城晚报记者 黎秋玲 实习生 李婉清

零下273.15℃的极寒装置里，原子竟不会结冰，反而是未来量子计算机的核心“零件”？

日前，羊城晚报记者参观华南师范大学超冷原子实验室，近距离观察磁光阱装置时，发现了一番奇妙景象：在真空极冷的环境中，研究人员能对原子实现精准操控，让它们“放慢脚步，变得‘肥胖’”。借助激光这双无形的“手”，研究人员就像抓小球一样，轻松捕获单个甚至数个原子，再通过精细的测量与调控，获取更为精准的微观信息。

操控原子靠的是什么原理？这样的操控又有哪些实际价值？它与量子计算、量子通信之间，存在着怎样的紧密联系？



科研人员用耐心和巧思设计的捕捉原子的装置

## 量子存储效率提至85% 从实验室走向实用化

量子信息科技，正引领新一轮科技革命浪潮，而构建一个完整的量子互联网，是量子信息科学的发展方向——它就像我们现在用的互联网，却有着更快的速度、更强的保密性，有望为人类社会带来颠覆性的变革。

在广东，有一群深耕基础研究的科学家，始终在原子分子物理与量子科技领域默默攻坚、持续发力。华南师范大学量子调控工程与材料重点实验室朱诗亮团队便是其中的佼佼者，该团队的“基于冷原子的量子调控研究”项目，荣膺2024年度广东省科学技术奖自然科学奖一等奖。

“我们把通用型量子存储效率一举提升到了85%！”实验室主任朱诗亮教授在接受记者采访时难掩兴奋，因为这个数字刷新了世界纪录：团队在原子调控领域，同样有亮眼的成果。

朱诗亮坦言，要建成真正实用的量子互联网，必须先闯过两大难关。

第一关是“内部装修”关。量子互联网好比一张密布无数小站点的大网，这一关要解决的是，如何让这些站点高效处理信息。就像要造出能攻克传统计算机难题的量子计算机，首先得制备出特殊的量子状态，并且像指挥小士兵一样精准控制它们，让其按照人类的指令稳定工作。

第二关是“外部联通”关。核心目标是实现小站点之间量子状态信息的稳定传递。这就像寄快递，必须保证每个包裹都准确无误、完好无损地送达目的地。

唯有顺利攻克这两大难关，量子互联网的实现才算有了眉目。而量子存储设备，正是打通这两大关卡的关键抓手，堪称量子信息的“保险箱”，也是整个量子信息领域的核心部件之一。

此前，全球量子存储效率长期卡在

量子不可克隆极限(50%)以下，远达不到实用要求。而朱诗亮团队的项目，一举攻克了量子存储实验中信号连接弱、信息保存时间短、干扰噪音多这三大“老大难”问题，不仅实现了85%的超高存储效率，还保证了99%的信息保真度，首次突破了50%的理论极限阈值门槛，刷新了该技术的世界纪录。相关成果以封面论文形式，发表于国际顶级期刊《自然光子学》(Nature Photonics)上。

这样的量子存储效率提升，意味着什么？“这就像我们用U盘存文件，要是存储效率低，比如存10次有8次读不出来，那这文件等于白存了。以前效率低于50%，意味着存进去的信息，能成功读出来的概率还不到一半，根本没法用。”朱诗亮表示，“现在效率提到85%，意味着你存进去的信息，有85%的概率能完整读出来。这在实际应用中差别可大了——以前可能要重复存十几次才能成功一次，现在1-2次就能搞定，这就为量子计算机真正能用起来打下了关键的基础。当然，100%是我们的终极目标，还需要继续努力，但85%已经是从‘实验室’走向‘实用化’的一大步了。”

## 把原子“冻”得跑不动 慢慢测量、细细操控

除了量子存储这项重磅突破，朱诗亮团队还找到了在“量子小站点”里精准操控量子状态的新办法——在冷原子体系里，理论结合实验，实现了“受激拉曼超绝热转移”技术。

要理解这个技术，得先说说“冷原子”到底有多“冷”。团队成员张善超教授给出了一组直观的对比：室温下的原子，跑得比高铁还快，每秒能冲1000米；而冷原子的速度能降到每秒几厘米，要是再升级到“超冷”级别，每秒就只挪动零点几厘米，肉眼即能捕捉到它的踪迹。

为啥要让原子慢下来？因为速度一降，原子的“量子本性”就藏不住了。

速度慢到一定程度，它就会“变胖”。像水波一样扩散开来，这就是量子力学里的“波粒二象性”。这种“变慢变胖”的原子，相互之间不易碰撞，实验室研究人员就能像“抓小球”一样，抓住一个甚至几个原子，慢慢测量、细细操控，获得的信息自然更准确。

更有趣的是，把原子“冻”得这么慢，靠的可不是冰箱、液氮或液氦这些传统制冷法子，而是更巧妙的“激光降温”。团队成员颜辉教授揭秘：光其实是有动量的，用激光不断照射原子，原子每被光“打”一下就会损失一点动量，逐渐跑不动了。等原子速度降低，再用一个特制的“陷阱”，就能把它们稳稳抓住。

当然，要维持这种“极寒”状态，离不开一个特殊的“超级保温箱”——超高真空环境。就像冰箱门得关严才能有效制冷一样，超高真空能隔绝外面的气体分子，杜绝热量向原子传递。靠着超高真空加激光冷却的“组合拳”，朱诗亮团队成功将原子温度降到了接近“绝对零度”(零下273.15℃)，仅比绝对零度高十万分之一摄氏度(10μK)。

记者在实验室观察磁光阱装置时，还发现了一个令人惊讶的现象：超高真空中激光冷却的铷原子(Rb)，竟然不结冰！

这么冷的原子为啥不会凝结成固体？张善超解释道：“因为我们让原子处于极度稀薄的状态，原子之间几乎互不‘碰面’，自然不会聚成液体或固体，始终保持气态。”

把原子操控到如此精妙的程度，到底有啥用？据介绍，基于这些慢下来的原子，研究人员能开展更精准的“量子精密测量”，比如未来过安检，可能不用再人工触碰，靠太赫兹探测这类技术就能轻松完成；同时，这些原子能用来搭建量子网络，实现量子通信，这就用到了量子存储技术；当然，它们更是未来量子计算机的重要“零件”。说到底，现在的量子科技主要就三个大方向——量子计算、量子通信、量子精密测量，这些都离不开冷原子调控技术打下的坚实基础。

望着那些在极寒真空中轻盈“舞蹈”的原子，我不禁畅想：或许不久之后，它们就将通过量子互联网连接万物，在生物医药、能源革新、信息安全等领域，绽放出绚丽夺目的创新之花。

## 记者手记 “拿捏”原子 打开量子未来图景

走进华南师范大学超冷原子实验室，没有想象中炫目的光效，只见大块黑幕布笼罩着一排排精巧装置，幕布之中，一小束微光忽明忽暗——那，就是被科学家们用激光轻轻“抓住”的原子。

在这里，我亲眼见证了科学如何“驯化”微观世界：激光如同无形的“手”，将比发丝还细千万倍的微原子牢牢锁定，让原本“狂奔”的粒子放慢脚步，悠哉地“散步”，甚至奇妙地“膨胀”开来。

“你们看，这些超冷原子，每秒只移动零点几厘米——慢到肉眼可辨。”张善超教授指着那束被光牵引的原子介绍道。这一刻，我真切感受到了，量子科技并非遥不可及的深奥理论，而是科研人员“捕捉”的每一个原子、调试的每一束激光，是为突破技术瓶颈、发展自主核心设备积蓄的点滴力量。

广东科学家们用耐心与巧思编织的这场“原子魔法”，凝聚着“从0到1”的原创智慧。而这些智慧，正汇入广东培育未来产业的洪流。当前，广东正围绕量子材料、量子计算、量子精密测量及关键核心设备全力攻关，向着新量子效应调控、量子计算原型机研制等关键目标奋力突破。

望着那些在极寒真空中轻盈“舞蹈”的原子，我不禁畅想：或许不久之后，它们就将通过量子互联网连接万物，在生物医药、能源革新、信息安全等领域，绽放出绚丽夺目的创新之花。

# 明年起 数字人民币钱包余额可计息

羊城晚报讯 记者戴曼曼报道：12月29日，中国人民银行通过官方渠道证实，《关于进一步加强数字人民币管理服务体系建设的行动方案》(以下简称《行动方案》)将于2026年1月1日正式启动实施。

《行动方案》中提到，“银行可以对数字人民币钱包余额自主开展资产负债经营，由存款保险依法提供与存款同等的安全保障”。业内人士表示，这意味着，数字人民币将迎来计息时代。

29日，中国人民银行党委委员、副行长陆磊在《金融时报》发表文章《守正

创新 稳步发展数字人民币》。文章披露了《行动方案》，明确新一代数字人民币计量框架、管理体系、运行机制和生态体系将于明年起正式启动实施。

《行动方案》指出，银行机构为客户实名数字人民币钱包余额计付利息，遵守存款利率定价自律约定。这一安排根据实质重于形式的思路，初步形成了相容性激励安排。由此，银行可以对数字人民币钱包余额自主开展资产负债经营管理，由存款保险依法提供与存款同等的安全保障。对非银行支付机构而言，数字人民币保证金与非银行支付机构客户备付金无差异。

## 华快二期(太和—岑村段)改扩建工程开工 广州北行大道将扩至八车道

羊城晚报讯 记者严艺文、通讯员交通宣报道：12月29日，华南快速路二期(太和—岑村段)改扩建工程在广州太和枢纽互通正式开工建设，标志着这条连接广州中心城区与北部交通枢纽的南北大动脉将迎来全面升级。

华南快速路二期工程自2003年通车以来，一直是广州北行流量最大的通道之一，随着广州城市空间的向北拓展以及汽车保有量的快速增长，其已处于超饱和运行状态。本次改扩建工程按照主线双向八车道、设计速度80公里/小时的高速公路标准进行扩

容升级，项目建成后将与京港澳高速、广州绕城高速、机场第二高速、广河高速、广佛肇高速、北环高速等9条高快速路实现更高效的互联互通，更好地满足人民群众日益增长的出行需求。

此外，本次华南快速路二期改扩建工程还将在凤凰出入口至植物园路段新建高架桥，直接跨过凤凰、春岗、龙洞立交群，方便南北直行车辆快速进出市区；同时，增加广河高速和新建高架桥的双向匝道连接，方便进出中心城区车辆通过该新增匝道快速交通转换。通过上述方案，将有效缓解现有春岗立交交通压力。

## 广州地铁二十二号线后通段开通 芳村街坊：去南站省一半时间

羊城晚报讯 记者严艺文，通讯员熊玉娴、姜伟报道：12月29日首班车起，随着二十二号线后通段正式开通初期运营，广州地铁线网运营总里程达到779.9公里，稳居全国第三。记者直击新线开通首日早高峰看到，不少芳村街坊携行李乘新线去广州南站，感受时速160公里快线的便捷速达。

### 芳村站17分钟达广州南

二十二号线全长29.7公里，设车站8座，其中换乘站4座，定位为时速160公里的南站快线，采用单一交路方式，全程运行时间约27分钟，芳村站17分钟即可直达广州南站。工作日高峰期安排13列列车上线，行车间隔约4分50秒。此次新线开通，实现了广州西部与南部的快速轨道交通联系，增强了广州南站的综合交通枢纽功能，同时承担连通广州南站、白鹅潭两大枢纽的重要作用。

为庆祝新线开通，广州地铁在芳村站与西塱站精心布置了大型主题花艺景观与打卡点。29日8时30分，在二十二号线芳村站站厅，街坊们纷纷拍照打卡。陈女士提着行李箱，准备乘坐新线前往广州南站。“我住在芳村站附近，以前出差时去南站得一号线转二号线，或者打车，耗时要40分钟或更久。今天新线开通，坐地铁17分钟就能到南站，太快了！”陈女士兴奋地说。

一号线花地湾站、坑口站附近的居民，前往广州南站也更便捷。家住花地湾站附近的李先生表示，之前去广州南站，一般乘地铁一号线，从花地湾坐到公园前，再转二号线到广州南站，全程要50分钟。“现在去广州南站比原来节约一半的时间：坐一号线从花地湾到芳村，再换乘二十二号线直达广州南站，全程只要25分钟左右。”

新线的开通，同样实现了荔湾与

番禺之间的通勤提速。29日8时45分，在二十二号线列车上，记者观察到，多个车厢有空余座位，乘坐体验舒适。梁先生家住西塱，平时去番禺市桥附近上班，要从广佛线换乘三号线，现在可直接乘坐二十二号线去番禺广场，“上班通勤的时间缩短了一半左右”。

### 换乘通道加快完善中

二十二号线后通段车站内的服务设施延续近年新开线路的标准，各站均配置了公共卫生间、标准母婴室与第三卫生间，配备婴儿护理台及休息座椅，为亲子家庭及有特殊需要的乘客提供私密的空间。值得一提的是，南浦西站与芳村站在非付费区额外增配公共卫生间，进一步方便乘客使用。此外，各站智能客服中心还专门设置了低位服务台，让有需要的乘客能便捷办理业务，真正实现“无障碍、有温度”的出行体验。

作为广州地铁一号线的首批开通站点，芳村站、西塱站均有近30年历史。老线与新线在车站交汇，让人有穿越历史的感觉。二十二号线后通段开通后，西塱站升级为四线换乘枢纽站，成为广州地铁线网中继广州南站之后的第二个四线换乘站，实现了一号线、十号线、二十二号线、广佛线的高效衔接，是广佛同城的关键交通节点。

记者实测，从西塱站二十二号线上的站厅，最近的出口是K口、L口，换乘一号线和广佛线，均要经过十号线的站厅。记者以正常步速，从二十二号线换乘一号线的时间需五六分钟。

记者从广州地铁获悉，二十二号线西塱站与十号线换乘通道随车站同步开通运营，与一号线换乘通道正在建设中。后续，广州地铁将全力加快二十二号线与一号线换乘通道建设，力争换乘通道早日投入使用。



29日早高峰，新线多个车厢内有空余座位，乘坐体验舒适  
羊城晚报记者 张瑞柠 摄

## 新年新气象 粤来粤美好

让市民提前“生活在未来”

### 海心沙科技岛·未来岛元旦起正式开放



媒体开放日活动中，视源股份展示机器狗 受访者供图

项、动态展示类10项。

赛宝低空空航实验室高级研究员高曼宁介绍，全岛共规划布局25个户外运营场景，其中15个已逐步落地。“以低空经济为例，目前从增

城到海心沙的无人机运输医疗物资航线已进入常态化运营测试阶段，单程66公里，沿江飞行30分钟即可到达。”

吕杨介绍，区别于传统的产业园

区，科技岛的核心模式是“以场景招项目，以订单育企业”，“这里将成为新技术、新产品驶向市场的‘首航港’，创新企业在里‘找得到场景、对得准标准、接得到订单’”。