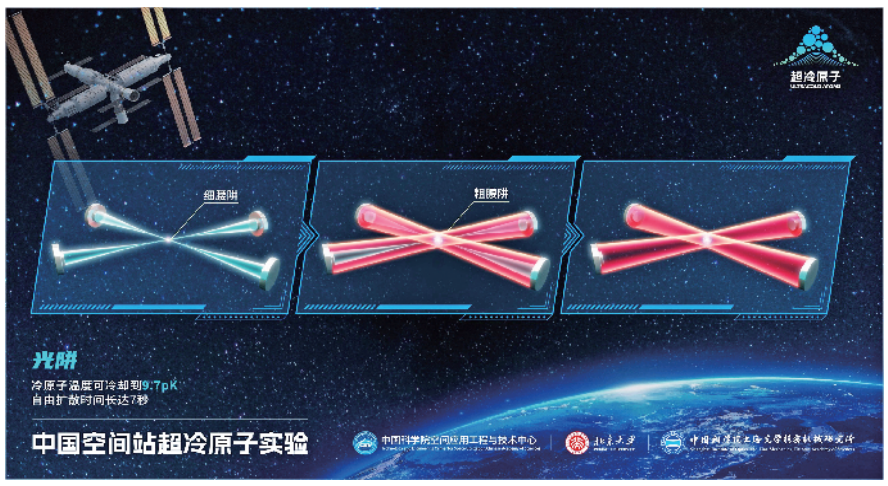
中国空间站造出已知最冷物质



超冷原子实验“光阱”原理。

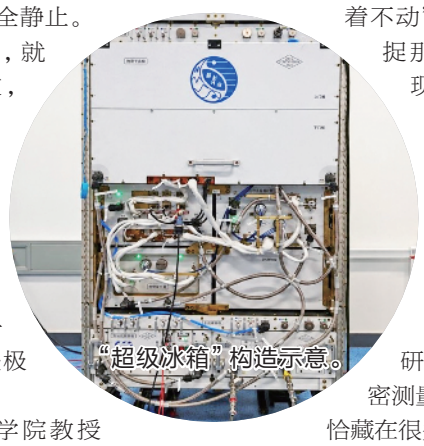
7秒，一团原子云只挪动了约500微米，比一根头发丝的直径多不了多少。这不是慢动作回放，而是中国空间站里一团铷原子云的真实状态。它的温度只有9.7皮开尔文，比室温低了整整14个数量级，成为目前人类已知最冷的人造物质。

这项成果发布后，很多人好奇：9.7皮开尔文到底有多冷？为什么非要跑到太空去做实验？造出这么冷的东西，和普通人的生活有关系吗？科技日报记者采访了相关专家。

第一问：9.7皮开尔文，到底冷到什么程度？

先记住一个“标尺”：物理学里有个绝对零度，是零下273.15摄氏度，也就是0开尔文。理论上，只有到了这一刻，原子才会完全静止。

9.7皮开尔文，就是9.7×10^{-12}开尔文，写成小数是0.0000000000097开尔文，大约相当于一千亿分之一开尔文。也就是说，这团原子云只比绝对零度高出一千亿分之一度，已经极其接近绝对零度。



“超级冰箱”构造示意。

北京大学电子学院教授周小计解释：“9.7皮开尔文比我们的室温下降了14个数量级，这是人类获得的最低温度，是一个新的世界纪录，也是宇宙中已知最低温度。”

温度的本质，是原子运动的剧烈程度。常温下，原子像一群到处乱窜的人；温度越低，它们运动得越慢。冷到9.7皮开尔文，这团铷原子云几乎“静止”了。

打个比方：如果普通原子参加一场赛跑，7秒已经冲出去两公里；而这团冷原子在同样的7秒里，只挪动了大约500微米，比头发丝粗不了多少。它不只是“冷”，而是冷到原子几乎被“冻”在原地。我们日常世界里的任何东西，都达不到这种状态。

第二问：这么冷的实验，为什么一定要上天做？

不是地面上完全做不了超冷原子，而是地面做不到这么冷，也看不了这么久。真正的障碍，是重力。

北京大学电子学院教授陈徐宗解释：“地面上，重力会拉扯原子云向下坠落，想要深度冷却，就要施加更强的束缚，反过来带入多余能量，限制温度继续下探，地面观测仅能维持0.05秒。在空间站微重力环境下，原子云自在漂浮，只需极弱约束，就能实现深度冷却。”

可以这样理解：你想让一团原子安静下来，重力总把它们往下拽，你不得不使劲把它们“兜住”；可“兜子”收得越紧，本身就会给原子带入额外的能量，温度就很难降到最低。到了空间站的微重力环境里，原子几乎能自由漂浮，只要很轻的束缚就能继续冷却，温度也就能被压到地面上达不到的皮开尔文量级。

同时，没有重力“催着”原子往下掉，观测时间也从地面的约0.05秒延长到7秒。原子有了足够的时间“待着不动”，科学家就能从容捕捉那些转瞬即逝的量子现象。

第三问：这团“最冷”的东西，会走进日常生活吗？

现阶段，这团最冷物质不会直接变成我们买得到的商品。但科学家做的这类研究，支撑的是下一代精密测量技术，而这些技术恰恰藏在很多日常系统的底层。

超冷原子可以被做成灵敏度极高的原子钟、原子干涉仪和量子传感器，用来测量时间、重力和惯性。

“手机里的导航，依赖卫星上原子钟提供的精确时间；金融交易的时间戳、电网的同步控制，底层同样是高精度授时。原子钟越稳，定位和同步就越可靠。”中国科学院上海光学精密机械研究所研究员李唐说。

在重力测量上，冷原子重力仪可以察觉极微小的重力变化。未来它可用于资源勘探、地质灾害监测，甚至在没有GPS信号的环境下进行惯性导航。

再往远处看，9.7皮开尔文带来的超长自由演化时间，还能帮助科学家检验基本物理规律，寻找暗物质、暗能量的蛛丝马迹。周小计提到，基于这一成果，原子干涉仪的精度有望进一步提升。

所以，这团最冷物质眼下是一项科学纪录；长远看，它是在为更准的时钟、更灵敏的传感器和更可靠的位置服务打地基。

据 科技日报

智能控制，有多智能？

10月31日到11月1日，由中国自动化学会主办的2026中国自动化大会在北京举行。会上，几位院士和教授讲了四件事，说的都是同一件事——智能控制。这个词听着有点难，说白了就是让机器自己看、自己想、自己做决定。

3万吨的“钢铁巨龙”，也有了大脑

我国的重载铁路，是把西边的煤运到东边、把北方的煤运到南方的大动脉。跑在上面的重载列车有多大？载重从1万吨到3万吨，车身长2到3公里，速度在每小时80公里以上，像一条钢铁巨龙从起伏的钢轨上掠过。

中国工程院院士冯江华说，这样的车不好开。车钩之间有活动的缝隙，压缩空气传过来会慢半拍，坡道和弯道又不停捣乱。全国能开这种重载列车的司机，只有600多人。司机坐在驾驶室里，一边要凭经验估计整列车的状态，一边还要抬头瞭望线路，强度大、难度高。

冯江华和团队的办法，是让列车自己开。他们从四个方面下手：会感知、会分析、会规划、会预警。效果怎么样？眼睛里看不见的车钩受力，感知误差小于10%，长坡道上的车钩力降低了15%；几列车一起跑的时候，动力配合精确到毫秒级，车与车之间不再“你等我、我等你”。现在，重载列车的自动化操控率已经达到98%以上，国内载重最大的32400吨列车，就是靠这套技术开起来的。

那司机去哪儿了？大部分时候，他坐在驾驶室里瞭望。工作压力小了很多，运力和安全性反而提高了。

机器装上了“慧眼”

人的眼睛，只能看见400到700纳米的可见光。螳螂虾就厉害多了：它能看见一部分紫外线和远红外线，还能感知光的偏振，两只眼睛各转各的，一只眼睛就能判断远近。中国科学院院士李树涛用这个例子，提出了一个问题——机器能不能也看见人看不见的东西？

能。办法叫多模图像智能融合。可见光能看清颜色、形状和纹理；红外能感知热，天黑了、被挡住了也看得见；高光谱靠精细的光谱分辨材质，像一双“火眼金睛”；合成孔径雷达靠电磁波成像，不怕没有光。几种“眼睛”拍的图合在一起，机器就看得更全、更清、更准。

这套本事已经用到了生活里。查芯片和板材的毛病，用可见光加深度图像，质检更准；机器人和人打交道时，深度摄像头能采集人脸的三维细节，光线不好、人一动，也不容易认错；电站巡检时，普通相机、红外热像仪、激光雷达三套设备的信息合在一起用，等于给巡检机器人同时装了“普通眼睛”“测温眼睛”和“3D空间感知眼睛”，巡检更可靠。

飞船在太空“约会”，靠几个“路标”

以前飞船在太空里交会对接，要花两三天慢慢调轨道、找位置。现在，常规流程压缩到了3小时，2022年更是只用了2小时就完成快速对接。神舟载人飞船、天舟货运飞船、嫦娥五号、嫦娥六号，都离不开这项技术。

北京控制工程研究所研究员解永春说，过去做任务方案，全靠工程师把飞行阶段一段一段划出来，对着海量数据反复验算优化，又费时间，又受经验限制。

她带着团队换了个思路：在太空对接的路径上，提前定下几个不能出错的“空间锚点”，也就是几个精准路标；再把原本分散的动作重新排顺序，挤掉多余的等待时间。原本复杂的任务规划，就变成了照着路标走的一套连贯动作，设计效率大大提高。

靠着这套办法，团队在神舟八号已经成熟的飞行方案上，只微调了最开始几个锚点的坐标参数，就很快拿出了天舟五号的2小时快速交会对接方案。

用更少的水和肥，种出更多粮食

巴西南里奥格兰德联邦大学教授卡洛斯·爱德华多·佩雷拉算过一笔账：到2050年，粮食产量要增加56%，而且不能为此多砍森林、多增加排放。

“怎么用更少的自然资源生产更多食物，既是挑战，也是自动化领域的机会。”他说。数字农业的办法，是用传感器、无人机、卫星、人工智能和机器人，做到实时监测、精准灌溉施肥、及早发现病害。便宜的电化学传感器能在田里现场测出土壤中的草甘膦、硝酸盐，不用取样送到实验室来回跑；卫星图像、无人机高光谱图像和地面传感器的数据合起来，病害能早早认出来；一块低功耗现场可编程门阵列（FPGA）平台，只用3.7瓦的功率，每秒就能处理约200张图像，认出葡萄、番茄和甘蔗的病害。

佩雷拉认为，农业要持续增产，最终还得靠技术。而这样规模化的农业，对自动控制和传感器产业来说，机会非常多。

从会开火车的机器，到会看东西的机器，再到会算路的飞船、会种地的系统，“智能控制”说到底就是一句话：让机器多看一点、多想一点、多做一点。

据 科技日报