

深研潜行，发现之路更坚实

俄罗斯 Russia

研究发现新分子磁体家族
数据保护法令攻击难奏效

◎本报驻俄罗斯记者 董映璧

单分子磁体(SMM)是单个分子或原子能够保持自旋力矩一磁化方向的材料。它们的状态可通过外部磁场来切换。俄罗斯南联邦大学研究人员发现，钴、铁和镍的非典型复杂化合物可能表现出单分子磁体的特性。这一研究成果有助于利用此类物质制造高效电子元件，存储超高密度信息，其容量是现代设备的一千倍。这将使开发设计具有所需特性的分子，找到增强所需技术特性的方法成为可能，并开发基于电子自旋特性的新技术，如量子计算设备。

俄国立技术大学利用量子隐形传态的特性来保护通信信道。研究人员开发了一个嵌入密码系统的模块，它可起到加密设备的作用，以进一步提高信息的密码强度。将模块连接到现有的量子协议不会破坏这种平衡，相反，它有助于在同样的临时成本下提高信息安全水平。使用该方法所开发的加密算法将使数据拦截的复杂度极大化，使“黑客”的努力变得毫无意义。

日本 Japan

首次发现富含中子铀同位素
量子计算机用于单分子测量

◎本报记者 张梦然

日本与韩国科学家发现了一种以前未知的铀同位素——铀-241，其原子序数为92，质量为241，半衰期可能只有40分钟，这是自1979年以来科学家首次发现富含中子的铀同位素。研究小组指出，其研究方法可用来进一步了解其他重元素的同位素，也有望发现新同位素。东京工业大学近藤洋介团队及多国研究人员通过将氟原子高能束粉碎成液态氢，首次创造出氧-28（一种含有8个质子和20个中子的氧同位素），但这种有史以来最重的氧同位素会神秘迅速地分解。这一发现意味着人们对自然基本力的理解存在问题。

日本科学家使用量子计算机，将单磷酸腺苷核苷酸与其他3种核苷酸分子区分开来，这是量子计算机首次应用于单分子测量，证明了其在基因组分析中大有潜力，有望使超快速基因组分析在药物发现、癌症诊断和传染病研究等领域大显身手。冲绳科学技术大学院大学(OIST)、德国凯泽斯劳滕大学和斯图加特大学的科学家团队合作，利用量子力学原理设计并制造出一种不依赖于传统燃料燃烧方式的引擎，而是依据粒子在极小尺度上遵守的特殊规则。东京大学科学家利用六方氮化硼二维层中的硼空位，首次完成了在纳米级排列量子传感器的精细任务，从而能够检测磁场中的微小变化，实现了高分辨率磁场成像。

美国 The US

物质研究穷极显微
超导量子立足前沿

◎本报记者 张佳欣

美国洛斯阿拉莫斯国家实验室研究人员首次揭示了宇宙中的核裂变现象，他们发现了裂变的潜在特征，这表明自然界可能会产生超出元素周期表中最重元素的超重原子核。斯坦福国家加速器实验室的Linac相干光源II(LCLS-II)X射线激光器历时十多年终于完成了升级，成为目前世界上最亮的X射线设施，并发出了第一束亮度破纪录的X射线，使研究人员能以无与伦比的细节记录光合作用等生化反应中原子和分子的行为。此外，科学家团队还首次拍摄到了单原子X射线信号，这一突破性成就有望彻底改变检测材料的方式。

麻省理工学院—哈佛大学超冷原子中心首次在超冷气体中观察到玻色子增强的光散射，或为玻色子系统的研究开辟新的可能性。芝加

哥大学普利兹克分子工程学院一个研究团队使用一种名为声学分束器的设备来“分裂”声音，迈出了创造新型量子计算机的关键第一步。一项精确度达到创纪录水平的新测量证实，电子中电荷的分布基本上是完美的圆球形，该结果意味着，要解开宇宙中物质为何多于反物质这一谜团需另辟蹊径。而麻省理工学院物理学家成功地在纯晶体中捕获到电子，这是科学家首次在三维材料中实现电子平带。

谷歌“量子人工智能”团队宣布，首次使用超导量子处理器观察到非阿贝尔任意子的特殊行为。马里兰大学艾伦·斯米诺团队证明一种超导量子比特，即磁通量子比特保持量子特性的时间持续了约1.48毫秒，这是迄今最“长寿”量子比特，有望使未来的量子计算机更实用。麻省理工学院首次展示了对量子随机性的控制，这不仅让科学家能重新审视量子光学中几十年前的概念，还开启了通向概率计算和超精密传感领域的大门。芝加哥大学科学家首次在实验室观测到“量子超化学”现象，即同一量子态的粒子集体发生加速反应的现象。阿贡国家实验室团队将新型量子比特——电荷量子比特的相干时间延长到0.1毫秒，为此前纪录的一千倍，有望研制低成本大容量的量子计算机。

英国 The UK

新理论统一物理学基本矛盾
量子领域涌现更多应用技术

◎本报记者 刘霞

帝国理工学院物理学家借助一种能在飞秒内改变特性的“超材料”，在时间而非空间维度重现了著名的双缝实验，揭示了更多光的基本性质，也为创造出能在空间和时间尺度上精细控制光的终极材料奠定了基础。伦敦大学学院科学家利用极冷钢铁，首次制造出一种名为“中密度无定形冰”的全新形式的冰，有助更好地理解水在低温下的行为。英国和新加坡科学家携手推出一种非侵入性光学测量方法，检测纳米物体位置时达到原子级分辨率，比传统显微镜高出数千倍。牛津大学的4位化学家首次实现了让两个铍原子在室温下安全地键合在一起。

在量子领域，英国苏格兰圣安德鲁斯大学和意大利科学家合作提出了一种“量子算盘”，其具有以可控方式与整数序列相关的能级的量子系统，能回答某个非常大的整数是否是质数这样的问题。剑桥大学领导国际研究团队找到了一种控制有机半导体中光和量子“自旋”相互作用的方法，即使在室温下也能发挥作用，为潜在的量子应用开辟了新前景。布里斯托尔大学科学家领导开发出了一台机械臂，能让科学家以前所未有的速度、细节和复杂性进行量子实验。该校研究人员还发现紫铜可在绝缘体和超导体之间完美切换，能用作量子设备的理想“开关”。伦敦大学学院科学家提出名为“经典引力的后量子理论”的新理论，在保留了爱因斯坦的经典时空概念同时，统一了引力学和量子力学。

量子技术激发更多应用技术出现。英国科学家首次展示了一种新型激光雷达系统，其使用量子探测技术在水下获取3D图像，可用于检查水下风电场电缆和涡轮机等设备的水下结构，也可用于监测或勘测水下考古遗址，以及用于安全和防御等领域。帝国理工学院科学家在量子技术的启发下，开发出一种新型全息摄影技术，用激光来构建3D图像，有望彻底改变3D场景重建，在自动驾驶、增强现实和量子计算等前沿技术领域大显身手。伯明翰大学和剑桥大学科学家开发了一种使用量子系统在室温下探测中红外光的新方法，能帮助科学家在单分子水平上进行光谱分析，标志着科学家在深入了解化学和生物分子方面有了重大进步。

法国 France

大型对撞机重启“撞出”多项成果
微波量子雷达实现“量子优越”

◎本报驻法国记者 李宏策

2023年，在粒子物理学领域，得益于大型强子对撞机(LHC)的全面重启，位于法国瑞士边境的欧洲核子研究中心(CERN)在去年取得了一系列重要科研成果。3月，CERN所属的“前

向搜索实验”(FASER)首次探测到LHC产生的中微子，有望加深科学家对中微子的理解，揭示行进较长距离与地球发生碰撞的宇宙中微子。5月，CERN的超环面仪器实验(ATLAS)和紧凑缪子线圈实验(CMS)实验团队找到了希格斯玻色子衰变为Z玻色子和光子的首个证据，这种衰变有望提供间接证据，证明存在超出粒子物理学标准模型预测的新粒子。7月，科学家利用LHC发现了一种被称为“奇异的五夸克”的新粒子，有助于研究更复杂的衰变，揭示夸克在粒子内部的结合情况。同月，ATLAS合作组报告了迄今最精确希格斯玻色子质量：125.11吉电子伏特，新结果达到了前所未有的0.09%的精度；ATLAS合作组还使用弱力的电中性载体——Z玻色子，以创纪录的精度(不确定度低于1%)确定了强力的强度。9月，CERN报告了对反氢原子自由下落的首个直接观测结果，有助于解决宇宙形成初期反物质比重之谜。

在量子领域，法国和美国科学家开发了一种可揭示量子计算机出错位置的新方法，将识别量子计算错误的能力提升了10倍。这一研究将促进大规模量子计算机的研制，其原理未来还可能适用于量子密码、量子化学等领域。法国国家科学院里昂高等师范学院的科学家开发出了首个基于微波的量子雷达，利用两种微波辐射之间的关联来工作，这种关联超出了经典物理理论的范围，使其性能比现有传统雷达高20%，实现了所谓的“量子优越性”。

韩国 South Korea

室温超导风波引发全球围观
实现量子自旋波4D观察

◎本报驻韩国记者 薛严

韩国量子能源研究所团队去年7月在预印本网站arXiv上发布论文称，他们研发的一种被命名为“LK-99”的材料具备超导性，超导临界温度在127℃左右，而且在常压下就具备超导性。该研究成果发表后，在科学界引起广泛关注，同时也受到不同角度的质疑。韩国超导和低温学会“LK-99”验证委员会8月3日表示，由于与“LK-99”相关的影像和论文中没有呈现迈斯纳效应，不足以证明“LK-99”是室温超导体。这场风波直接导致国际科学界对此后韩国研究团队在量子研究领域发布的成果“保留态度”。

东国大学、汉阳大学等联合研究团队在对量子计算机关键器件进行研究时，发现了一种全新的来自硅金属的独特信号。实验发现，当量子“自旋波”(一种在极低温度下出现的特征)凝聚时会出现新现象，该信号正来自这个现象，属于一种具有玻色—爱因斯坦凝聚态特性的新材料。该发现不仅为提高量子器件性能提供了新材料，也为控制新量子凝聚态研究迈进了第一步，甚至有助于创造室温超导体。

浦项科技大学浦项加速器实验室科研团队利用第四代线性同步加速器(X射线自由电子激光器)成功实现了对量子自旋波的4D观察。该研究通过光技术产生的量子自旋波揭示了控制铁电极化的可能性。

德国 Germany

原创性研究稳扎稳打
突破性进展不断涌现

◎本报驻德国记者 李山

2023年，德国在基础研究领域取得多项国际领先的研究进展。例如首次在拓扑绝缘体中制造出激子，为新一代光控芯片和量子技术奠定了基础；首次在三块纳米芯片上同时控制两个量子光源，并让其实现量子力学纠缠，这是计算机、加密和互联网加速“量子化”的关键一步；首次成功测量了一类新型量子材料内的电子自旋，有望彻底改变未来量子材料的研究方式，为量子技术的发展开辟新途径；首次将能发射纠缠光子的量子光源完全集成在一块芯片上，将量子光源的尺寸缩小到目前设备的1/1000以下，有望成为可编程量子处理器的基本组件。

突破性进展方面，德国创造出迄今最短的电子短脉冲，持续时间仅为53阿秒，速度之快足以让显微镜捕捉到电子在原子间跳跃的图像。该突破有望

催生更精确的电子显微镜，还可加快计算机芯片中数据的传输速度。

在欧洲XFEL X射线激光器上，德国科学家以钪元素为基础，制造出了一种更为精确的脉冲发生器，其精确度达到了每3000亿年一秒，比目前以铯为基础的标准原子钟精确了约1000倍。科学家制造出一个长度仅为0.2毫米的粒子加速器，是第一个能产生快速且聚焦良好的电子束的微型加速器，可将电子加速到每秒10万公里，有望应用于医学领域。德国核聚变装置仿星器Wendelstein 7-X重启后，核聚变实现了1.3吉焦耳的实验目标，放电时间达到了新的最佳值，热等离子体可以维持8分钟。

理论研究方面，马克斯·普朗克核物理研究所实现介子原子核反冲效应的量子电动力学计算。STEREO国际合作团队证实了核反应堆释放的中微子通量异常，但排除了惰性中微子存在的迹象。德累斯顿—罗森多夫亥姆霍兹中心展示了一种数学解决方案，可准确评估稠密物质的温度。该物质状态方程研究，对于地球物理、天体物理和惯性约束聚变领域具有重要意义。

德国科学家在国际空间站上将钾原子和铷原子冷却到接近绝对零度，对爱因斯坦广义相对论的基本原理开展了迄今最精确的测试。

南非 South Africa

新推出抗癌同位素设施
启动和平利用核能研究

◎本报驻南非记者 冯志文

2023年6月，南非启动新的同位素设施(SAIF)用于推进抗击癌症的研究。该设施由科学与创新部支持和资助，是开普敦iThemba LABS的旗舰项目。30多年来，iThemba LABS一直为本地和国际核医学和研究界生产放射性同位素。目前，每年约有5000名南非癌症患者受益，预计随着SAIF生产能力的提高和新同位素的出现，这些数字可能会增加5—7倍。SAIF放射性同位素疗法用于治疗癌症具有靶向稳定、对健康细胞造成危害最小的特点。

南非还启动和平利用核能的研究。2023年南非科创部指定并委托南非科学院评估南非和平利用核能的研究、发展和创新状况。这项研究的一个重要目标是编制关于核技术前景的基线资料，以协助制订监测和评价南非和平利用核技术的潜在受益的目标和指标。

图1 俄罗斯科学家发现钴、铁和镍的非典型复杂化合物可能表现出单分子磁体的特性。图片来源：俄罗斯卫星通讯社

图2 美国科学家通过裂变模型发现了恒星中核过程的清晰痕迹。图片来源：洛斯阿拉莫斯国家实验室

图3 位于法国瑞士边境的CERN的FASER粒子探测器。图片来源：加州大学欧文分校

图4 德国科学家首次在拓扑绝缘体铋上造出激子。图片来源：物理学家组织网

图5 日本科学家首次造出氧-28，其有8个质子和20个中子。图片来源：卡洛斯·克拉里万/科学图片库

世界科技发展回顾

2023·基础研究