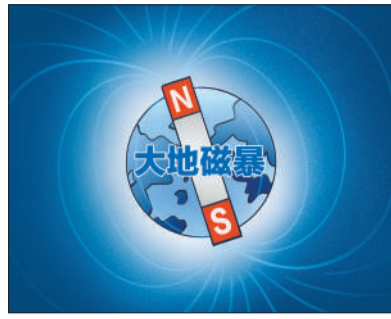


零距离

“超级光盘”诞生记

我国光存储领域迎新进展 存储容量超普通硬盘百倍



大地磁暴示意图。 视觉中国供图

大地磁暴为何频发 对日常生活有何影响

□ 宗爱国

连日来，“大地磁暴预警”刷屏了。3月24日，中国气象局国家空间天气监测预警中心发布消息称，3月24日-26日可能出现地磁活动，引发公众关注。26日，该中心给出最新分析，地磁暴现象峰值已出现在25日凌晨，地磁暴活动26日开始逐渐减弱，虽然对低轨卫星和通信有所影响，但影响强度和范围都微乎其微。

今年以来，已出现多次地磁暴过程，许多公众好奇，地磁暴是啥？为什么会发生地磁暴？为何近年来地磁暴频频发生？地磁暴对我们日常生活有何影响？

作为最典型的太阳爆发活动，一次日冕物质抛射过程能将数以亿吨计的太阳物质以数百千米每秒的高速抛离太阳表面，不仅是巨大质量与速度汇聚成的动能，它们还携带着太阳强大的磁场能，一旦命中地球，就会引发地磁暴。

其实，空间天气和地球天气一样，也在平静和活跃间轮转，但周期更长，通常11年为一个太阳活动周期。从2019年12月进入第25个太阳活动周，2023年以来，太阳活动明显增强，X级耀斑、太阳质子事件、大地磁暴等强爆发事件频发，频次和强度远高于第24周同期水平。

进入太阳活动高年，太阳比较活跃，是公众感觉地磁暴近年来频发的原因之一。另一个原因是，近年来，我国空间天气一体化监测站网不断完善，空间天气监测预警能力不断提升，对空间天气事件的预测预报更加精准精细，监测产品对极光观测等助力明显，公众对空间天气事件的认识和关注度与日俱增。

有人问，地磁暴发生期间是否会影响日常生活？还能坐飞机吗？地磁暴的发生对公众日常生活的影响微乎其微，对航空器和卫星轨道运行会有一定影响，但也都可测可控。

受地磁暴对磁场的影响，卫星空间站可能会因大气拖曳造成轨道高度有所下降，需加强对轨道的监测并根据需要进行轨道调控；卫星导航设备定位误差可能会有所增大，但对公众日常使用导航等功能影响不大。

对于航空飞行，日常一次国内航班飞行的辐射剂量大约是2至6微西弗，跨越极区的国际航班辐射剂量稍高一些，大约为50微西弗，这个剂量是国家安全标准的十分之一到一百分之一。当发生大地磁暴或太阳质子事件时，航空辐射剂量会有所增加，但一次飞行影响也不大，大家不用担心。

对于信鸽放飞，地磁暴预报预警对于开展相关活动有较好的指导作用，可提前关注相关空间天气预报预警产品，尽量减少在不良天气条件下以及远距放飞活动。

地磁暴还是奇妙的“加工厂”，比如极光的产生。

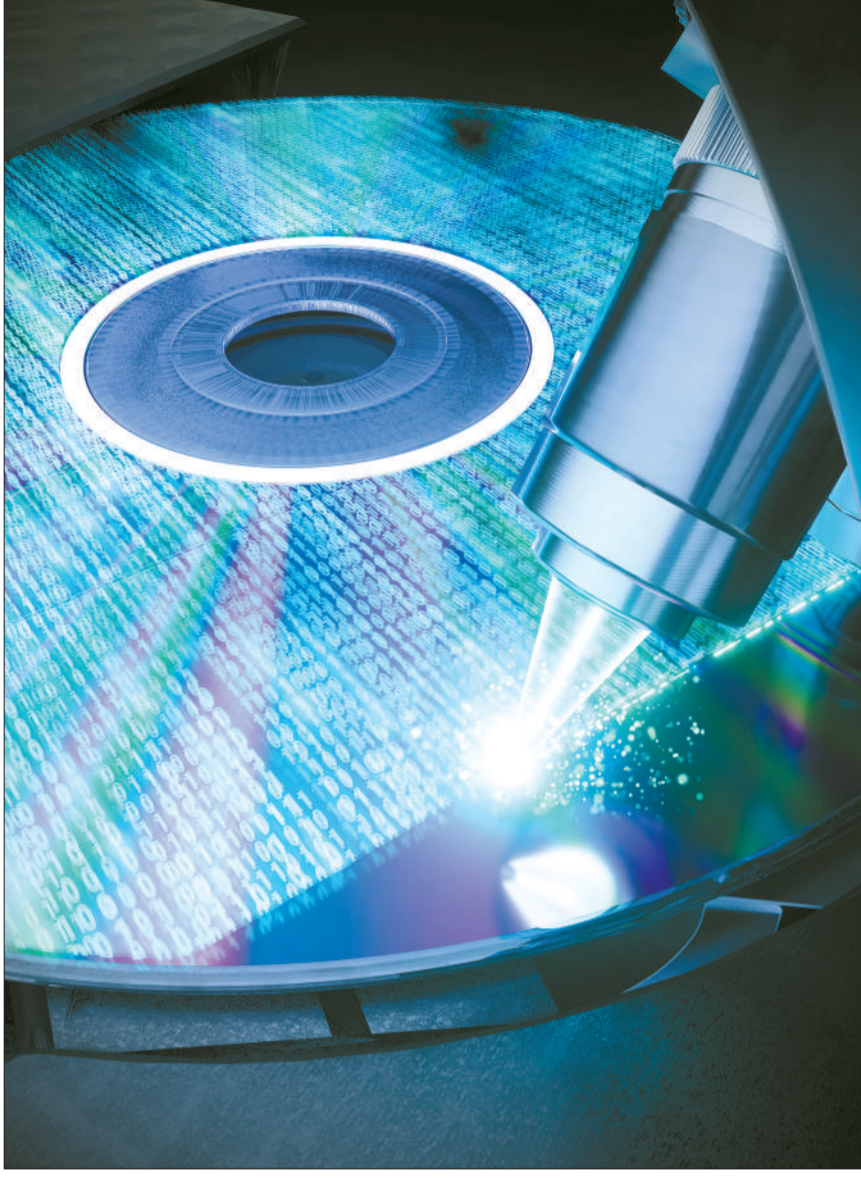
“在我国看到极光并非易事，空间天气预报是我们‘极光猎人’追逐极光的指引，是我们追逐极光的底气。”此前，星空与极光摄影师戴建峰说，他和身边爱好极光摄影的小伙伴经常查看国家空间天气监测预警中心的空间天气预报，在看到预报中极光可能发生的日期、时间段、适合观测的位置区域、观测地区云图等信息后，会即刻动身前往目的地。从极光爱好者的角度来看，此次地磁暴是观看极光的良机，再加上春分过后不久的绝佳时间点，“极光猎人”们可抓住这次时机，与美景来一场“如期而遇”。

近年来，国家空间天气监测预警中心以风云气象卫星和地面台站所构成的天地一体化监测网为基础，整合羲和号卫星、深圳市天文台等高质量监测资料。这些多源自主观测数据，让太阳活动“尽收眼底”，对空间天气态势的把握日益精准，为经济社会发展提供重要科技支撑。

在国际舞台上，我国空间天气服务影响力也在不断增强，目前已形成24小时不间断、面向全球民航领域的精细化服务能力。2021年11月16日，国家空间天气监测预警中心受邀成为国际民航组织（ICAO）第四个全球空间天气中心，每天不间断地提供国际天气咨询服务，为全球航空安全保驾护航。

2024年是太阳活动的高峰年，这意味着今年我们还可能会与多地地磁暴、太阳耀斑等太阳事件不期而遇，公众可保持平常心，科学看待空间天气事件的影响。

（作者系中国气象局国家空间天气监测预警中心空间天气技术研发室主任）



超级光盘技术示意图。 研究团队供图



文静（左）与团队成员一起做实验。 研究团队供图

出来。“星星”越密集，存储量就越大，但同时写入和读取的难度也就越大。以此次一张光盘含有1.6PB等效数据量的研究为例，这样一张光盘的层数多达100层、厚度仅100微米，“星星”密密麻麻地叠在100层材料里，如何把它们写入并有效读取出来？难度极大。

仅单层光盘，材料就找了5年多

在全球数据存储市场，固态硬盘及全闪存存储被认为是未来存储领域的大方向，尤其是固态硬盘存储领域，长期被日美公司垄断。我国如果在大容量光存储领域取得突破，将有机会在数据存储方面实现“弯道超车”。

论文通讯作者之一、中国科学院上海光学精密机械研究所研究员阮昊介绍，传统发光染料材料在聚集状态下极易发生荧光猝灭，造成信息丢失。这种材料在纳米尺度下还存在被背景噪声淹没的难题，导致超分辨的信息难以读出。

但这一次，研究团队选择的是一种全透明的材料。

“大家觉得光盘都是那种反射面的，但我们这次选用的材料是全透明的。”文静说，这种材料可以从单层拓展到多层，光束照射下去，可以探查至介质最深的地方，因此，附着在介质上被叠起来的“星星”可以一点一点地辨别清楚。

“这种材料，目前只有顾敏老师和由他领导的研究团队采用了。”文静说，为了找到理想的材料，团队采用高通量的方法，筛选数百种材料，逐个验证哪种最合适。

研究团队用了超过5年的时间找材料，排除很多错误选项，直到2021年年初，一种理想的材料才被筛选出来。

“我们选用的是聚集诱导发光染料材料，它的化学式，像有6片叶子的‘发光风车’，‘风车’转得越快，消耗

的动能越多，对外发的光就越少。要让‘风车’发光更强，就要让它转慢一些。我们把‘风车’放在有机树脂薄膜里，并让激光去照射。”文静说，这种材料独特的化学结构，使得它可以超越衍射极限，分辨出两个相邻点的距离，实现精确读写。

“在顾院士的指导下，该材料已从最初的单层读写拓展到100层读写。”文静告诉记者，起初团队把实验记录做到了30层，即找到一种可以叠加30层并能实现读写的材料。团队成员、中国科学院上海光学精密机械研究所博士后赵苗把数据整理好后，欣喜地向顾敏汇报，却被顾院士很严肃地“怼”了回来。

文静说，顾院士对本领域的研究有敏锐的判断，他知道实验参数做到什么程度才能被称为“顶尖”。当材料做到70纳米一层、共30层时，顾敏便明确“是否可以优化到100层，并实现记录尺寸在50纳米左右”。

为此，团队成员后期又花了大量时间优化实验条件。层数越多，难度越大。

论文一审像第二次“高考”

当研究团队把这一光盘存储技术的光盘层数确定在100层、容量定在1.6PB、信息点尺寸定在54纳米后，就要开始漫长的论文投送过程了。

因为文章的内容足够“硬”，团队在投稿后3周就收到3位审稿人的积极回复。那是2023年6月底，距离这篇论文最后发表还有将近1年的时间。在这近1年的时间里，研究团队的工作重心转移到了回答审稿人的提问和修改论文上。

审稿人抛来了十几个问题，需要进一步提供数据支持。在顾院士和团队成员仔仔细细逐个讨论完每个问题后，初步实验方案终于定了下来。文静和赵苗开始“倒班”做实验，回答审稿人的疑问。

凌晨，赵苗做完实验；早上，文静拿到数据就开始分析，再根据结果更新实验方案和参数。

其中，最难回答的一个问题是——如何用实验手段去验证“激光激发的聚焦诱导发光染料的荧光增强效应”，并解释其发生机理。其本质，就是要求研究团队去证明，为什么用激光诱导就能实现“让星星更亮”这一现象。

“我们之前一直在关注层数、存储容量及其对应的激光束调控等问题。这其实是我们通过很多实验观察到的一种现象。但审稿人要求我们验证这个现象存在的机理。”文静说。她与赵苗配合，花了2个月时间，用不同的手段和方法，来验证这种现象发生的机理，“就像是做考卷一样，答得不到位，就有可能导致文章发表不了”。

为了补充实验数据，文静好几个月都是凌晨才回到家。那时，正值父母从老家过来看她，结果两人很少见到女儿。为了不让更多文静的负担且不打扰她的工作，他们提前离开了上海。

文静跟家里人开玩笑说：“论文一审我要竭尽全力，这是我的第二次‘高考’，孩子就交给你们啦。”后来，论文到了二审阶段，她又跟家里人交代孩子

的事情，家人开玩笑问她：“现在你是‘中考’了吗？”

2016年，文静就跟着顾敏院士进入这个研究领域。她当时就认准了“大容量光存储”方向，“我很喜欢这个课题。它很难，要花很多精力，甚至还需要运气。有可能花了很多年的时间也写不出一篇论文，但我始终很有信心，我知道，一旦做成了，就是大成果。我们希望在顾院士的带领下，做成前沿研究热点并成为朝阳产业”。

她告诉记者，自己特别感谢上海理工大学光电信息与计算机工程学院的庄松林院士和张大伟院长，不让青年科学家有科研经费绩效指标的压力，“可以静下心来做研究，帮助我们快速上路”。

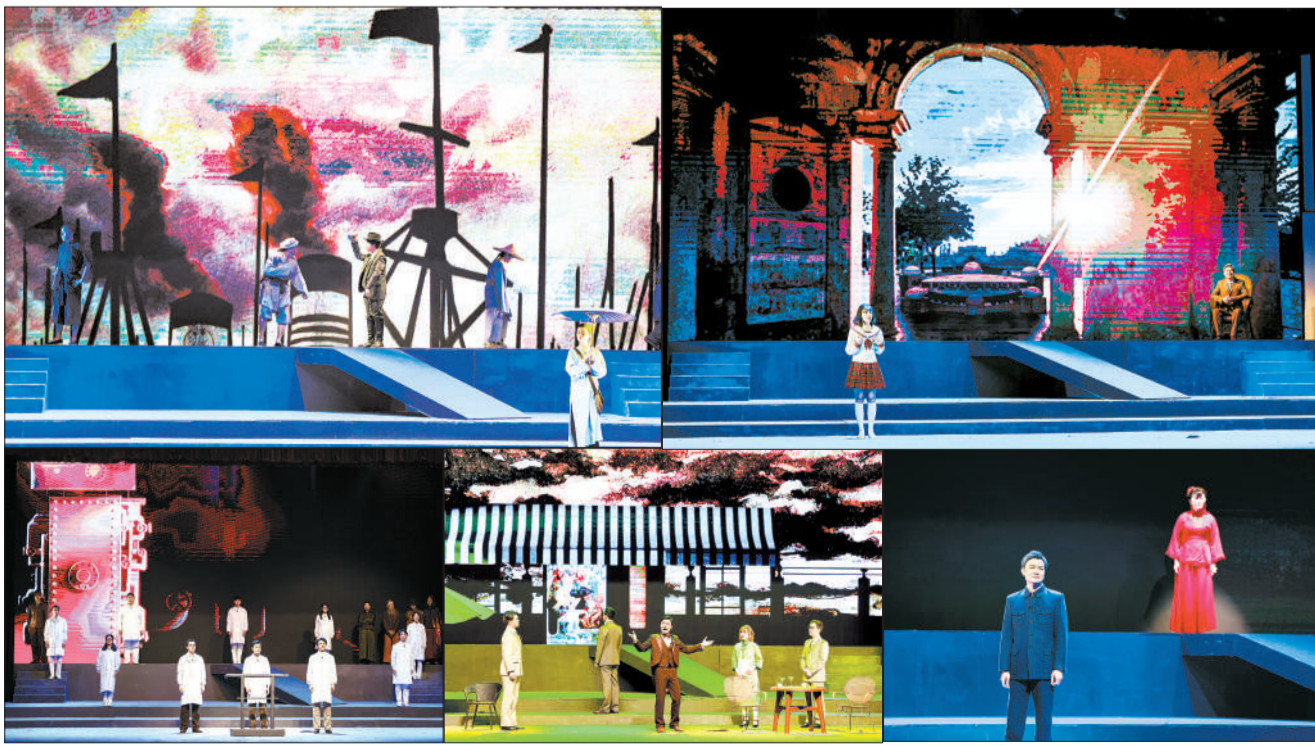
阮昊介绍，当前固态硬盘发展接近极限，要做得更小，面临很大挑战。半导体存储成本很高、寿命较短、数据容易丢失；光存储能有效解决这些问题，因而是未来大数据、人工智能发展的一块基石。

研究团队透露，该技术目前已申请专利，下一步的目标是走向产业界。但要实现产业化，在写入和读取速度以及能源效率等多方面仍有待进一步提升，在大规模生产方面也需要继续摸索。

科学闪光点

科学大师剧《侯德榜》上演令人动容：

实业报国精神激发青年学子爱国热情



3月28日晚，“共和国的脊梁——科学大师宣传工程”剧目之一、天津大学原创话剧《侯德榜》在中国人民公安大学举办专场演出 中国科协供图

世，为中外化学家所共享。1937年，他主持建成具有世界水平的南京永利硫酸铵厂，使得中国具有了生产氨、硝酸、硫酸和化肥的能力，开创了我国现代化工新纪元。

据天津大学党委副书记韩庆华介绍，这部话剧展现了士子楷模的赤子爱国之

心，振业兴邦之志，鞠躬尽瘁之情，实事求是之魂。弘扬科学家精神，用其笃信科学、实业救国的崇高精神，感染了天津大学一批批学子。

“为天地立心，为生民立命，我是一名科学家身上看到了‘中国人’。”在侯德榜饰演者、天津音乐学院现代音乐与戏剧

学院副院长任东岳看来，侯德榜与妻子、与范旭东甚至高厨师的真挚感情是最打动人的，“我看到了中国人独特的理解世界和处理情感的方式，人与人之间的温暖是最令我感动的地方”。

演出期间，侯德榜先生的家人也来到了现场。侯德榜先生之孙侯盛铮在采访中

中青报·中青网记者 张渺

“总有一天，那些工厂会是我们中国人的！总有一天，江海上的轮船会是我们中国人造的！总有一天，那一条条铁路的主权是属于我们中国人的！”灯光缓缓亮起，一名打着油纸伞的年轻演员走上舞台，展示出老一辈科学家在面对着国家技术落后与受人欺凌的状况时，如何坚定“要用科学技术振兴民族”的伟大信念。

3月28日晚，“共和国的脊梁——科学大师宣传工程”剧目之一、天津大学原创话剧《侯德榜》在中国人民公安大学举办了专场演出。该剧以天津大学（北洋大学）教授、我国著名化学家、中国近代民族化学工业的先驱人与奠基者侯德榜为原型。现场座无虚席，近2000名学生前来观看，共同走近侯德榜先生波澜壮阔的一生，感悟科学家精神。

“ $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ ”，这条看似平平无奇且陌生的化学方程式，其实造就了日常生活造纸、肥皂、纺织和食品等轻工业制造所要用的必需品——碱。自初中起出现在化学课本中的“侯氏制碱法”的发明，奠基了中国近代化学工业的发展。

20世纪初，我国工业发展处于初级阶段，酸和碱作为基础工业运用的两大基本化工原料，大多依赖国外进口。其中，碱的进口量每年高达100万担，市场上一磅纯碱的价格相当于一盎司黄金的价格，成本十分高昂。当时我国主要从草木灰中提取碱液、从盐湖水中取得天然碱，但此方法的生产效率难以满足我国工业发展和市场需求，找寻一条我国自己的制碱道路迫在眉睫。

1922年，侯德榜顶着巨大压力，回国担任永利制碱厂总工程师，突破“索尔维制碱法”的封锁，生产出“红三角”牌纯碱。1933年，他出版了《纯碱制造》，将“索尔维制碱法”的全部工艺公之于