中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

中国科学院主管　中国科学报社出版　国内统一连续出版物号 CN 11－0084　代号 1－82

扫二维码 看科学报　扫二维码 看科学网

主办：中国科学院　中国工程院　国家自然科学基金委员会　中国科学技术协会

总第 8523 期　2024 年 6 月 11 日　星期二　今日 4 版

新浪微博 http://weibo.com/kexuebao　科学网 www.sciencenet.cn

《习近平关于国家能源安全论述摘编》出版发行

新华社北京 6 月 10 日电 中共中央党史和文献研究院编辑的《习近平关于国家能源安全论述摘编》一书，近日由中央文献出版社出版，在全国发行。

能源安全事关经济社会发展全局。党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央从国家发展和安全的战略高度，找到顺应能源大势之道，提出能源安全新战略，推动能源消费革命、能源供给革命、能源技术革命、能源体制革命，全方位加强国际合作，我国新型能源体系加快构建，能源保障基础不断夯实，为经济社会发展提供了有力支撑，为世界能源安全和能源发展转型贡献了中国智慧和中国力量。习近平同志围绕国家能源安全发表的一系列重要论述，立意高远，内涵丰富，思想深刻，对于新时代新征程统筹好新能源发展和国家能源安全，深入推动能源革命，加快建设能源强国，为中国式现代化建设提供安全可靠的能源保障，具有十分重要的意义。

《论述摘编》分 8 个专题，共计 217 段论述，摘自习近平同志 2012 年 11 月至 2024 年 5 月期间的报告、讲话、演讲、谈话、贺信、回信、指示、批示等 130 多篇重要文献。其中部分论述是第一次公开发表。

滑移铁电：无限次读写不疲劳

■本报记者 张楠 通讯员 高晓静

近年新兴的铁电材料因为具有超快读写速度、超低功耗和很好的抗辐射能力，被越来越多地应用于卫星存储器等复杂场景。但因制造成本高、存储密度低等劣势，这种材料的商业发展前景颇为受限。其中的疲劳失效问题，导致铁电材料存储器的读写次数仅为几万次。

为此，中国科学院宁波材料技术与工程研究所（以下简称宁波材料所）联合电子科技大学、复旦大学相关团队，基于二维滑移铁电机制，共同创制了一种无疲劳的铁电材料。相关成果 6 月 7 日发表于《科学》。审稿人认为，“作者展示了一种解决传统铁电材料性能下降的方法。”

极化翻转机制导致疲劳失效

铁电材料是一种常见的功能材料，小到打火机、麦克风、耳机、存储器等，大到驱动器、能量转换器、滤波器、制动器、减震器等都离不开它。这种材料也是制造航空动力诊断设备、火星岩石钻孔器、深海声呐设备等必不可少的材料之一。

对于这种材料的极化特性，论文共同第一作者、宁波材料所柔性磁电功能材料与器件团队副研究员何日打了个比方：在一支原地休息的队伍中，所有士兵的目光随机看向左边或右边，当军官下达口令后，队伍就统一向左看或向右看。只要没有下一个口令，即使军官不在场，队伍也会一直保持之前的状态。

因为加上电场后极化翻转非常快，所以铁电材料存储器读写也非常快，并且具有非易失性。然而，随着极化翻转次数的增加，铁电材料极化会减小，导致性能衰减，最终导致器件失效。

在全球范围内，传统铁电材料的疲劳失效是各种电子设备出现故障的主要原因之一。尤其是近年来，在航空航天、深海探测等重大技术装备领域，利用铁电材料制作的各类器件常常被用于在高温、高压、高频、高强磁场等复杂环境下执行存储、传感、驱动、能量转换等关键任务，铁电材料会因外场的反复加载而反复发生极化翻转。因此，对铁电材料的抗疲劳特性进行优化和设计，是保障器件可靠性的基础。

不移动“缺陷”，不产生疲劳

对于传统铁电材料发生疲劳的内在原因，何日介绍，材料内部有无数晶格单元，每个晶格单元内都聚集了带电离子，同时也存在很多缺陷。这些带电离子在电场的作用下会移动，进而产生极化翻转。

在电场下，铁电材料中每个晶格单元的极化翻转不是同时发生的，而是像海浪一样从材料的一端传播到另一端。在传播过程中，材料中的缺陷会随传播而移动并聚集，久而久之成为缺陷团簇，阻止极化翻转的传播过程，进而使得材料产生极化疲劳，是一种不可逆的损坏。

“就像海浪卷起海水中的小石子，小石子会聚集成大礁石，阻止海浪的移动。”何日解释说。

针对这一问题，何日与宁波材料所柔性磁电功能材料与器件团队研究员钟志诚通过理论计算，预言了滑移铁电具有抗疲劳特性。

基于滑移铁电机制，他们联合相关团队制备出无疲劳的二维层状滑移铁电材料，并通过人工智能辅助的大规模原子模拟，从微观角度阐明了该机制实现无铁电疲劳的原因。

与传统铁电材料的离子移动机制不同，滑移铁电机制主要适用于二维层状材料，在电场作用下，层与层之间会产生滑移，同时层间发生电荷转移，进而产生极化翻转。

何日表示：“二维滑移铁电材料没有原子的独立移动，两层原子像两张纸一样整体滑动。其间也有缺陷，但由于原子层间滑移无须克服离子键或共价键，因此极化翻转所需外加电场较小，不足以让缺陷移动。而且二维层状的结构使缺陷难以跨越层间移动，所以缺陷更加不易聚集。”也就是说，这种材料不会产生铁电疲劳。

百万次翻转无衰减

在该研究中，作者以双层二硫化钼二维材料为代表，设计出合适的原子堆叠方式，利用化学气相输送法制备出双层二硫化钼铁电器件，厚度仅为 1.3 纳米。在 400 万次循环电场极化翻转以后，电学曲线测量表明，其铁电极化并没有发生任何衰减，抗疲劳性能明显优于传统离子型铁电材料。

这意味着，使用新型二维层状滑移铁电材料的存储器，不仅基本没有读写次数限制，超薄的厚度还可以大大提升存储密度。

因此，对于深海探测或航空航天重要装备而言，无疲劳的新型二维层状滑移铁电材料可极大提升设备可靠性，降低维护成本。

该成果一投稿就得到了《科学》期刊编辑和审稿人的认可。几位审稿人表示：“通过滑移铁电机制解决铁电疲劳问题非常巧妙。”“显然，滑移铁电中极化翻转的势垒远小于缺陷迁移势垒。”

下一步，研究团队将就如何提升滑移铁电器件高温稳定性这一问题开展研究，进而实现无疲劳滑移铁电器件在各类极端条件下的应用。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1126/science.ado1744

中美海洋研究所正式签署合作备忘录

本报讯（记者廖洋 通讯员李艳伟）近日，中国科学院海洋研究所所长王凡与美国斯克利普斯海洋研究所所长 Margaret Leinen 在美国圣地亚哥签署《中国科学院海洋研究所与美国斯克利普斯海洋研究所合作谅解备忘录》（以下简称《合作谅解备忘录》）。中国科学院副院长张亚平、中国驻洛杉矶总领事馆参赞王凌等见证签约。

根据《合作谅解备忘录》约定，双方将开展物理海洋、海洋生态、海洋生物、海洋地质等多领域合作，加强在青年学者培养、双边会议举办等方面的合作与交流。

双方表示，青岛和圣地亚哥均为沿海城市并拥有具有影响力的海洋研究机构，尤其中国科学院海洋研究所与斯克利普斯海洋研究所有着悠久的合作历史。此次访问是两家机构新时期合作的良好开端，希望通过合作备忘录的签署，进一步加强双方的海洋科研合作以及包括研究生培养在内的人才交流合作，为未来更有成效的合作打下良好基础。

斯克利普斯海洋研究所是海洋领域全球顶尖研究机构，也是历史最长、规模最大的从事海洋和地球科学研究、公共服务、本科和研究生教育的机构之一。近年来，中国科学院海洋研究所与斯克利普斯海洋研究所在物理海洋、生物多样性等领域，通过人员长短期互访交流、研究生培养及项目合作等形式开展了深入合作，合作发表高水平论文 10 余篇，共同申请并开展了国际合作项目。

研究揭示人类早期胚胎发育阻滞机制

本报讯（记者王昊昊）中南大学基础医学院研究员、中信湘雅生殖与遗传专科医院研究员林戈课题组，首次在全染色体组水平解析了非整倍体对人类早期胚胎发育的影响，为理解相关遗传问题提供了新视角。相关成果近日发表于《自然－遗传学》。

染色体非整倍性是导致人类早期胚胎发育受阻、流产和出生缺陷的主要原因。然而，其背后的分子机制一直不明确。

此次研究通过对 203 枚染色体异常囊胚进行单细胞转录组测序分析，识别出 1 至 22 号染色体上的剂量效应基因和剂量补偿基因，鉴定了染色体上 90 个剂量敏感区域，解析了染色体拷贝数变异对胚胎基因表达的影响。

该研究首次提出了上胚层是囊胚发育的调控中心，通过分泌 TGF－β 和 FGF 信号通路相关因子，调控胚内及胚外谱系细胞的命运，并且 TGF－β 和 FGF 信号活性下降是导致非整倍体胚胎发育缺陷的重要原因。

这项研究不仅揭示了人类正常胚胎发育的调控机制，也阐明了染色体异常胚胎发育缺陷的病理机制，为改善辅助生殖胚胎质量奠定了基础。林戈表示，课题组将继续深入探索这一领域，为人类生殖健康提供更多科学依据和解决方案。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41588-024-01788-6

韩国力图复刻暗物质发现

寰球眼

Yemilab 建在地下约 1000 米的一个老矿井里。

图片来源：Kangsoon Park and Eunkyung Lee

本报讯 暗物质研究困扰了物理学家 20 多年。意大利格兰萨索国家实验室（LNGS）的 DAMA/LIBRA 实验一直在记录探测器中每年的闪光波动，这似乎是暗物质存在的迹象，但没有人能够明确复制这些发现。

据《自然》报道，如今在韩国旌善郡的山下，研究人员正在扩大一项实验的规模，最终希望平息关于暗物质的争论。今年 6 月，他们将在一个名为 Yemilab 的全新设施中安装改进的探测器。韩国大田基础科学研究所物理学家 Hyun Su Lee 说，如果一切按计划进行，升级后的 COSINE-100 实验将于 8 月开始运行。

暗物质被认为占宇宙质量的 85%，但只有 DAMA/LIBRA 实验声称看到了它的真实情况。一些研究团队尝试在探测器中使用类似方法和材料重现 DAMA/LIBRA 实验的结果，其中包括 COSINE-100 实验。

自 2016 年以来，COSINE-100 实验一直在 Yemilab 的前身——韩国襄阳地下实验室（Y2L）运行，但没有产生一个与原始实验相匹配的结果。这引发人们的疑问，即信号每年的波动是否由其他原因造成，例如探测器本身或分析方法错误。

“这是一个 20 年后仍然存在的谜题。”在西班牙坎夫兰克地下实验室从事 ANAIS-112 实验的物理学家 Luisa Sarsa 说。该实验也专注于复制 DAMA/LIBRA 实验的结果。

COSINE-100 实验使用了与 DAMA/LIBRA 实验相同类型的碘化钠晶体。Lee 说，升级后的实验使用的晶体与早期 COSINE-100 实验相同，但具有一些增强功能以提高灵敏度。该团队还为下一阶段的 COSINE-200 实验开发了一组碘化钠晶体，其放射性纯度比 DAMA/LIBRA 实验的更高。作为 COSINE-100 联合负责人，Lee 希望在更短时间内产生足够数据，从而就实验结果得出更可靠的结论，并寻找低质量暗物质。

COSINE-100 实验将被安置在 3000 平方米的 Yemilab 中。这座耗资 310 亿韩元（约 2300 万美元）的设施位于地下约 1000 米处，深度和体积都超过了 Y2L。Yemilab 还提供了更好的屏蔽环境，用于探测除暗物质外的难以捉摸的粒子，如中微子。

LNGS 实验粒子物理学家 Nicola Rossi 说，无论暗物质和中微子这两个实验成功与否，都将引发对更多问题的思考。“如果它们都得出无效结果，我们应该认真地重新思考宇宙。”

（李木子）

李德仁：苍穹之上，擦亮『东方慧眼』

■本报记者 李思辉

李德仁

武汉大学供图

“5、4、3、2、1，点火！”随着赤橘色烈焰瞬间迸出，快舟十一号运载火箭一路呼啸、直上云霄。

5 月 21 日 12 时 15 分，由武汉大学团队自主研制的“珞珈三号”科学试验卫星 02 星搭载快舟十一号运载火箭，在酒泉卫星发射中心成功升空，并顺利进入预定轨道。

接到来自酒泉的消息，中国科学院院士、中国工程院院士李德仁很高兴。担任这颗卫星首席科学家的中国科学院院士龚健雅是李德仁的学生，也是测绘遥感团队的成员。李德仁告诉《中国科学报》，这颗卫星具有 0.5 米分辨率全色成像、10 米分辨率高光谱成像，数据将更加高效、精准，获取将更加便捷。

从落后走到前列

1985 年，李德仁博士毕业从德国归来，进入武汉测绘学院（2000 年并入武汉大学）任教，次年破格晋升为教授；1991 年、1994 年先后当选为中国科学院学部委员（院士）、中国工程院院士。

他向《中国科学报》介绍：“虽然我从博士毕业到评上教授、当选院士的时间较短，但那时候我已开展了几十年的研究和实践，打下了很扎实的基础，正好又赶上了党的人才政策机遇。”

回国后，他接到一个重要而艰巨的测绘任务——在有地雷的地区为中国和某邻国边界测图。

绵长的边界线或隐于茫茫群山中，或分布在险要之地，地下还可能埋有地雷。如何在短时间内迅速摸清情况？单靠人工测绘肯定不行。李德仁提出“把 GPS 放到飞机上”。运用“GPS 空中三角测量”技术，他很快完成了无须地面控制点的边界测图任务。这是中国人第一次通过机载 GPS 系统为边界测图。此后他凭借这一技术又完成了我国海南岛、虎跳峡等多地的航测测图。

面对我国卫星、航空、地面系统等落后于人的现状，李德仁心急如焚。2002 年，李德仁作为牵头人向国家提出“建设我国高分辨率对地观测系统”的建议（以下简称高分专项）。2010 年，高分专项正式启动，专家组组长为中国工程院院士、中国航天科技集团的王礼恒，副组长由李德仁担任。

十多年过去了，高分专项基本满足了我国经济发展、国防建设与大众民生的重大需求，使我国卫星遥感及应用达到世界先进水平。“这项成果是在元器件受限的情况下，用中国人的智慧、用我们的数学和过程控制方法创造的。”李德仁自豪地说。

在自主自立这一原动力的驱使下，李德仁还带领团队研制了我国天－空－地 3S 集成的测绘遥感系统，构建了自主可控的国产地理信息技术体系。

从卫星数据 85%依赖国外进口，到实现 85%的自给率，再到向其他国家出口，我国测绘遥感技术一步步从落后走到了世界前列，建立起真正的“中国人自己的全球观测系统”。

服务国家和人民

有件事，李德仁至今无法释怀。

2008 年，汶川发生大地震。抗震救灾过程中，遥感卫星的缺失导致人们无法第一时间获取灾后信息，不能在 72 小时黄金救援时间内为救援人员提供更多帮助。这成了李德仁心中难以抚平的伤痛。

他说，那时我国只有 3 米分辨率的遥感卫星，而且数量很少，无法“看清”汶川的情况，他只能在全世界找朋友要卫星数据。第三天，意大利科学家送来了相关数据。

在焦急等待的 3 天里，李德仁深感内疚。“我们做了一辈子遥感，却不能满足抗震救灾的要求，我们有愧呀！”“如果当时有 0.5 米分辨率的遥感卫星就好了，我们就可以在汶川上空进行精准扫描，第一时间找到倒塌的房子，配合官兵救援更多人。”好在经过十多年的努力，目前我国遥感卫星已经达到了这一精度。

事实上，汶川救灾中，遥感技术在当时的条件下依然发挥了不小的作用。比如，唐家山在地震中被削去一半，形成蓄水近 3 亿立方米的悬湖，一旦崩塌，将给绵阳等地几百万人带来巨大灾难。到底该怎么办，相关部门实难决策。

紧急关头，李德仁主动请缨赶赴汶川，带领武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室团队，对唐家山堰塞湖地形进行了扫描，运用航空遥感获得堰塞湖水位、水流流速、压力等详细数据，完成了最精细的三维数字高程模型。根据数据分析结果，他们认为唐家山堰塞湖虽险，但依然是稳固的，可以用明渠导流的办法排除风险。团队将这些数据呈报给抗震救灾指挥部，为正确处置险情提供了科学依据。

同样是救灾，在 2023 年夏季防汛之际，李德仁团队提出了一个语惊四座的建议——“赶快组织撤离”。正是这个建议让 6400 多名群众转危为安。

那时，李德仁团队自主研发的“珞珈二号”卫星获取了河北受灾地区上空的雷达图像，并观测到一处堤防决口。“刚开始决口不大，不易被发现，但通过卫星遥感数据分析，综合水流流速和压强分析，我们判断这个决口很快就要酿成大祸。”团队立即向有关部门发布预警。事实证明，这一及时预警避免了一场靠传统手段“难以预防的灾难”。“全天时、全天候、工程级应用”，是雷达遥感的优势之一。

从支持青藏铁路测量到参与汶川抗震救灾，从北京奥运会安保到数字敦煌工程，从协助农林部门摸清相关数据到为疫情防控提供技术支持，从南水北调可行性分析到城市拥堵问题数据收集……在李德仁看来，国家有需要、人民有需求，就是科学研究最大的动力。

作为摄影测量、遥感和地球空间信息科学的领军科学家，李德仁得到了国际科学界的高度认可。2022 年 6 月，他获颁国际摄影测量与遥感领域最具影响力的奖项之一——布洛克金奖，是我国获此殊荣的第一人。

（下转第 2 版）

大国工程 使命担当

南方海洋科学与工程广东省实验室（广州）（简称广州海洋实验室）组织实施的“2024 年度南海珊瑚礁生态系统综合科学考察”，近日圆满完成任务。

南海有着极其珍贵的珊瑚礁等典型生态系统，生物多样性极为丰富。科考队于 4 月 19 日乘坐“粤湛渔科 2”号科考船从广东湛江起航，历时一个多月海上科考后顺利返航。其间完成 20 个站点珊瑚礁生态系统生物多样性调查任务，获取了大量生物、环境、水体等数据资料。这些数据将用于开展南海典型生态系统生物多样性保护研究。图为研究人员开展生态系统调查的珊瑚礁。

本报记者朱汉斌报道 广州海洋实验室供图