

R 瞰前沿

正值“三夏”，国家统计局10日发布数据，今年全国夏粮实现稳产丰收。农业生产一直不懈追求精准预报天气，气象监测技术如同慧眼，捕捉风起云涌之变，筑牢气象防灾减灾第一道防线。农田里有哪些“高精尖”气象科技？这些技术如何监测灾害性天气，发挥“藏粮于技”作用，构筑农业生产的“气象防线”？本期“瞰前沿”，带你走近农田里的气象“黑科技”。

——编者

高精尖气象科技助力农业生产

张蕾 吴东丽 张明伟

气象监测设备为农田装上“科技神经”

【科技现场】

在内蒙古自治区兴安盟突泉县太平乡五三村的智能气象节水灌溉示范区，农田间布设了农田小气候自动观测仪和作物长势自动观测仪，对玉米生长和发育等情况开展综合观测。

当地气象部门根据观测数据，结合智能网格预报数据，将给出未来10天适宜灌溉期和灌溉量的预报。观测实况和灌溉预报信息通过节水灌溉气象预报服务APP，自动推送给农户。2024年，低功耗智能控制设备与节水灌溉技术实现深度耦合应用，依托智能气象节水灌溉模型，成功实现无人自动灌溉模式，自动定时、定量灌溉。

【专家看点】

全国各地气象部门在田间地头布设智能小气候观测站，配备了多种观测设备。土壤水分自动监测系统可以实时监测，一旦土壤水分不足，灌溉指令迅速下达，若水分过多，排涝预警也会及时发出；物候自动观测仪精准记录发育期、盖度、植株高度、叶面积指数等数据；高光谱辐射观测仪能帮作物“健康体检”，一旦捕捉到作物被高温、干旱、病虫害“袭扰”的信号，通过荧光监测能提前预警。

气象部门还联合无人机观测平台与卫星，依托物联网构建“空天地”一体化监测网络，实



精准预报预警，守护作物生长全周期

【科技现场】

今年5月，河南出现持续晴热高温少雨天气，冬小麦生长面临挑战。中国气象局河南省农业气象保障与应用技术重点实验室联合中国气象局“高标准农田智慧气象保障技术”青年创新团队，在河南省新乡市“中原农谷”高标准农田核心区开展2025年冬小麦干热风防控专项试验。试验数据显示，按照气象信息提示采取防灾减灾措施的地块，冬小麦千粒重普遍提高1.5至1.9克。



卫星、雷达各显神通，共筑灾害天气监测网

【科技现场】

今年，国家卫星气象中心联合国家气象中心，以及河南、山东、河北等地气象局，应用卫星遥感监测技术，开展冬小麦成熟期和收获进度监测。我国气象部门研发了生长早期作物分布制图技术，并在此基础上完成2025年度主产省冬小麦和油菜遥感制图工作。这些数据有力支撑了夏收粮油作物产量气象预报以及夏收夏种预报。

在春秋季节作物病虫害高发期，飞蝗等田间害虫的密度快速增加，并伴随着季风在我国主要作物产区迁飞，从而造成粮食

损失。我国每年农业迁飞性虫害发生面积很大。对于迁飞性虫害监测，天气雷达能发挥重要作用。

【专家看点】

作物物候是制定农业生产计划的重要依据。卫星遥感监测技术可以形成作物分布遥感制图产品，为开展作物长势监测、产量预报、农业气象灾害评估和预警提供关键基础数据。国家卫星气象中心已和北京、天津等29个省（自治区、直辖市）气象局开展作物分布遥感监测业务，监测的作物品种包括冬小麦、玉米、水稻、油菜和大豆。

天气雷达能够在上百公里距离外探测到昆虫群体回波，可在虫群大规模迁飞过程中实时监测虫群密度、飞行速度和飞行方向，结合高空风场数据可进一步预估虫群降落区域，结合虫源起飞地害虫类别信息，可实现虫害精准防治，是监测迁飞性虫害的有效工具之一。

我国已建成全球规模最大的天气雷达监测网，覆盖害虫主要迁飞路径，可提供迁飞性昆虫的种群数量、类别和迁飞轨迹等大范围时效遥感监测数据。基于观测数据，可以制定更加科学和精准的害虫防治策略，实现统防统治，提高防治效果，为农业防灾减灾和可持续发展提供重要保障。

（作者分别为国家气象中心高级工程师、中国气象局气象探测中心正高级工程师、国家卫星气象中心正高级工程师，本报记者李红梅采访整理）

图①：位于河南省伊川县的农业气象物候自动观测仪。

图②：河南省宁陵县农业气象业务人员在调查小麦生长。

图③：山东省菏泽市气象部门开展农业气象服务效益评估试验对比观测。

图④：河北省承德市气象局的S波段双偏振多普勒天气雷达。

以上图片均为中国气象局提供



深空探测实验室产出一系列颇具未来感的创新成果

月球上修路盖房子，可以就地取材？

本报记者 杨子岩 康朴

R 探一线

未来，在月球上不仅可以盖房子，还不用从地球上运建材。人类长期留驻月球，饮用水也需要地球“发货”、飞船“快递”……位于安徽省合肥市的深空探测实验室里，科研人员信心满满地说，未来，这些活动有望从月球就地取材。

先看盖房子。“这台月壤3D打印系统，可以利用聚光太阳能，将月壤高温熔融成月壤砖，并打印出任意形状的月壤构件，满足建造需求。”深空探测实验室未来技术研究院高级工程师、月壤3D打印系统技术负责人杨洪伦介绍，“未来在月球上盖房子、修路、建设设备平台，都少不了它。”

再看饮水。人类长期留驻月球，饮用水如何解决？月球上也将安排“自来水”，无须地球“发货”。“深空探测实验室联合哈尔滨工业大学等高校开发了国内首台群针式月壤水冰热提取系统原理样机，实现从月壤里原位提取水。”深空探测实验室未来技术研究院高级工程师“月壤水冰提取”技术负责人祖琳介绍。

研究表明，月球极区蕴藏着大量的水冰资源。这些水冰不仅是未来国

际月球科研站里饮用水、氧气的来源，还可通过电解制取氢氧燃料，支撑深空探测任务的能源需求，从而降低从地球运输物资的成本和风险。

“多根细长螺旋钻针原位钻进含冰模拟月壤并加热产生气态水，水汽通过导流通道定向进入低温冷凝器，冷凝成固态冰实现收集，克服月壤开挖难、真空逃逸水汽收集难、水冰提取效率低等难题。”祖琳说。

就地取材盖房子、开采水源头活水……这些颇具未来感的科技成果，正是深空探测实验室落户安徽3年来科技创新的“成绩单”。当前，实验室主要开展月球探测、行星探测、小行星探测与防御等领域的重大工程立项论证和相关预研课题研究工作，聚焦深空技术、深空科学、深空资源和深空安全四大领域，提出深空总体技术、深空能源动力、深空智能控制等12个技术方向，实现深空探测领域科学、工程、技术融合发展。”深空探测实验室系统研究院战略室主任任筱强说。

对宇宙的探索与追问，是深空探测活动的永恒主题。深空探测活动在刷新人类对宇宙认知、变革生产生活方式、拓展人类生存空间等方面具有重大意义。当月球上建基地、修路、喝水都能就地取材，人类必将走向更辽阔的星辰大海。

我国成立首个深空探测领域国际科技组织

本报合肥电 （记者徐婧）国际深空探测学会成立大会近日在安徽合肥举行。这是我国首个深空探测领域国际科技组织。

国际深空探测学会由深空探测实验室、中国国家航天局探月与航天工程中心、中国宇航学会、中国空间科学学会及法国行星探测地平线2061五家单位联合倡议，汇聚20名国内院士与31名国外科学家共同发起申请，历经两年多筹备，于今年4月经国务院批准，成为在民政部注册具有独立法人资格的非营利性国际科技组织。

学会将围绕月球探测、行星际探测、小行星防御等领域，研究国际深空探测发展态势，明确空间探索科学方向和技术路径；举办高水平国际学术活动，搭建广泛合作交流平台，凝聚全球科学家智慧；推动深空科学技术成果转化，服务经济社会发展；组织科学普及展览展示、国际教育培训，推动全球航天科技人才培养；出版发行国际学术刊物、开展国际重大项目和杰出科学家奖项评选，激励全球科学发现和科技创新等。



图⑤：国际月球科研站概念图。

图⑥：月壤3D打印系统。

深空探测实验室供图

图⑦：利用月壤3D打印系

统打印的模拟月壤砖。

本报记者 康朴摄

中国科学院金属研究所团队持续提高晶体管性能

晶体管“功耗墙”，这样突破

本报记者 刘佳华

R 硬核科技的创新故事

尺寸小些、再小些，一直是晶体管研制的主要目标。如何在缩小尺寸的同时，进一步提升晶体管性能？

中国科学院金属研究所碳基电子器件团队的一项成果展现了热载流子晶体管作为低功耗、多功能器件在未来高性能集成电路领域的广阔应用前景。这项成果于去年8月发表在《自然》期刊上。业内人士认为，这项成果开辟了原创性的晶体管研究领域。

一组图形，寥寥几笔，一旁还标有字母注释，这是一张几年前中国科学院金属研究所研究员刘驰的速写手稿，也是论文中“热发射极晶体管”的雏形。“这次突破既是厚积薄发，又是水到渠成。”刘驰说。

“提升晶体管性能，主要面临‘三堵墙’。”论文的通讯作者之一、金属所碳基电子器件团队负责人孙东明研究员介绍，“三堵墙”分别是“尺寸墙”“存储墙”“功耗墙”。他们团队的主要攻关方向便是“功耗墙”。

就像水龙头能控制水流，晶体管能控制电路中由载流子形成的电流。通过给载流子加速等方式，可使其能量升高，变为热载流子，从而提升晶体

管的性能。但通过现有的方式，往往会出现热载流子浓度和电流密度不足等问题，无法充分发挥晶体管的性能。

如何解题？材料的选用和耦合是重点。“石墨烯等材料具备优异的电学和光电性能，且易与不同材料形成异质结，从而产生丰富的能带组合。”刘驰提出了研究思路。

2019年底的一天早上，一个想法突然“击中”了刘驰，他随手画在白板上：晶体管采用石墨烯和锗形成“肖特基结”，工作时，锗向石墨烯基极注入高能载流子，随后扩散到发射极并激发热载流子，从而形成突增的电流变化和负微分电阻。他说：“就像先为火箭装入燃料，然后点火，燃料转化为瞬时的能量推动火箭发射”。

“从提出构想到制备出器件，我们闯过了几道难关。”刘驰说。2020年，完成准备工作后，刘驰开始带着学生制备器件。两个多月过去了，他们制备了十几个器件，但无一展现预想的性能。9月的一天，不甘心的刘驰进行测试，终于检测到第一个有性能的器件。“出现了电流剧烈增长和负微分电阻现象！”刘驰回忆，“就像看到黑暗中的第一缕光，这就是科研的魅力所在。”

此后，刘驰带着学生共同制备器件、测试性能，和团队分析讨论，请北

京大学张立宁教授等开展器件仿真和建模研究……

器件制备成功，离不开多方合力，金属所任文才研究员带领的团队就是其中之一。该团队对石墨烯材料颇有研究，成员马来鹏研究员得知刘驰的科研需求后，主动承担起石墨烯材料的设计与制备工作。“马老师提供了几十次石墨烯材料，大幅度节省了科研时间。”刘驰说。

不断制备、测试、优化、再制备……最终，团队能够稳定制备这种新型晶体管，并大幅提高性能：传统晶体管每让电流提升1个数量级至少需要60毫伏的电压，而新型晶体管使用小于1毫伏的电压就可以实现，同时在室温下有明显负微分电阻，展现出其在低功耗和多功能集成电路领域的广阔应用前景。

目前，中国科学院金属研究所合作企业达600余家，为装备制造、钢铁有色、航空航天、能源电力等行业提供关键材料和技术支持。成果发表后，孙东明、刘驰与团队成员来到辽宁省朝阳市的一家公司，与企业人员探讨产学研合作方向。

“我们团队做的是基础研究，只有一个成果累积起来，形成一套理论或一套专有技术，才具备科技成果转化的可能。”孙东明说，“前路漫漫，只要不断探索，就会有新突破。”