

新型激光雷达：清除飞行中的“隐形杀手”

◎本报记者 张晔 通讯员 林雯

风切变是指风向和风速突然发生剧烈改变，被称为“飞行安全的杀手”。国际航空界公认，低空风切变是飞机起飞和着陆阶段一个重要危险因素。

近日，南京信息工程大学大气物理学院夏海云课题组成功研制出一种30千米全天候非视域多功能激光雷达，能准确探测出风切变等特殊大气现象。它的最大水平探测半径和垂直探测高度分别达到30千米和7千米，为全球领先水平。

该雷达可实现全天候多参数遥感探测，通过应用纳米材料和人工智能技术，在恶劣天气、建筑物阻挡等情况下也可实现精准探测。相关研究成果发表于国际期刊《遥感》和《光学快讯》。

纳米材料增强激光雷达“视力”

风切变、晴空湍流都是特殊的大气现象，它们有一个让各国飞行员畏惧的绰号——“隐形杀手”。这些特殊大气现象的存在，严重影响民航飞机飞行安全。

激光雷达的出现，为解决这些难题提供了目前技术水平下的最优方案。

夏海云介绍，激光雷达已发展半个多世纪。其基本原理是：出射激光脉冲与大气相互作用，采用光学天线收集大气后向散射信号，然后输入光学接收机，经光电探测和数据处理后，得出的一系列关键大气参数。目前，激光雷达已广泛应用于多种探测任务，如气溶胶浓度、PM_{2.5}值、云高、温度、湿度、能见度、大气成分（如水汽、各种污染气体成分）等。但由于探测能力有限，传统测风激光雷达难以适应各种复杂恶劣天气条件下的风切变探测。测风激光雷达研究也因此被世界气象组织列为最具挑战性的激光雷达研究。

“通常情况下，当遭遇降雨、大雾等低能见度条件时，激光雷达性能会受到限制，无法满足工作要求。测风激光雷达多用于航空气象、交通气象、环境监测、应急管理等领域，一旦探测准确性下降，将极大地影响行业安全。”夏海云解释。

夏海云说，比如在降雨时，激光雷达的玻璃镜面会沾上雨水。如果是下毛毛雨的情况，激光雷达就像人戴着眼镜进浴室一般，眼镜起雾，视野模糊；如果雨量较大，激光雷达的镜面又会变得不平整，影响准直效果。

夏海云课题组通过江苏菲沃泰纳米科技股份有限公司研制的纳米结构，在玻璃镜面上做了一层疏水疏油材料，使得油污、水滴难以积聚在镜片上，激光能够顺利发射出去。“这层纳米材料可抗600次擦拭，按一周擦拭一次计算可使用10年。”夏海云说。



应用生成对抗网络技术的非视域风场重建激光雷达在广州白云机场投入试运行。受访者供图

云南昆明长水机场受印度洋暖湿气流影响，是我国西南地区风切变发生概率最高的机场。2021年12月，夏海云课题组研制的激光雷达在长水机场投入试运行。

9个月的观测统计结果显示：在降雨条件下，激光雷达10千米以上目标的探测率达到了92.79%，有效覆盖了机场跑道。在实际验证中，激光雷达还可以捕捉到对流天气产生的辐合和辐散气流。

课题组通过与微波雷达进行对比发现，微波雷达可以探测强降雨区域，距离分辨率达1000米；而该激光雷达可以实现强降雨外区域探测，距离分辨率为30—150米，风切变时空分布和演变过程清晰可见。课题组还利用该激光雷达进行垂直廓线探测，揭示了机场降水和风切变形成的机制，为航空气象极端事件预报奠定基础。

人工智能描绘超视域风场

在实际应用中，激光雷达像人眼一样，会因为建筑、树木、烟尘的阻挡，产生探测盲区。

为了解决激光雷达“看不见”“照不到”的问题，课题组将人工智能技术应用于雷达系统。他们借助人工智能的机器学习技术建立风场反演模型，提供

全域高空分辨率探测数据。

“风场是流动的，就像一条大河。虽然有一部分风场会被建筑物或自然地形阻挡，但我们可以通过流体力学的办法，计算高楼等阻挡物后面的风场结构。在视线受阻，无法探测的情况下，我们在国际上率先实现了风场的全区域测量和重建。”夏海云说，这种人工智能技术以前多用于不完整的图片修复等，在多普勒激光雷达上还是第一次应用。

2023年1月起，应用了生成对抗网络技术的非视域风场重建激光雷达在广州白云机场投入试运行。由于机场塔台、航站楼和围栏等低空建筑物的遮挡，广州白云机场跑道缺乏完整的水平风场探测数据。课题组通过输入机场周边的大气资料，让雷达边测边学。

基于深度学习方法，该雷达在连续6个月的观测数据基础上，建立了非视域风场重建模型，实现全域风场重建，误差小于0.85米/秒。

夏海云介绍，这款雷达采用了单光子灵敏度探测技术，发射功率只有1.5瓦，发热量小，对环境适应能力强，可对60摄氏度至零下40摄氏度的大气环境进行24小时365天不间断工作。无论是在城市的高楼大厦之间，还是在崎岖的自然地形中，激光雷达都能准确获得高空分辨率全域风场情况，为低空经济提供实时精准的气象保障。

故障电弧识别技术：为建筑装上“保险丝”

◎本报记者 吴纯新
通讯员 龙群 何伶俐

近日，在国网湖北电科院青山实验基地，技术人员按下电弧产生器开关，一束耀眼的电弧随即产生。几秒钟后，控制实验装置主电源的集成开关自动跳闸，及时避免了电弧火灾发生。

这是国网湖北省电力有限公司探索高层建筑电气防火的实验。实验模拟导体接触不良和绝缘层老化导致的故障电弧等场景，实现电气致火故障及时发现和处理，对高层建筑电气防火具有积极意义。

建邦聊泰黄河公铁桥：

创新施工工艺挑战“喀斯特”地貌

◎本报记者 王延斌

“我们这个项目如今已经拿下了包括发明专利在内的3项专利。”近日，站在刚刚通车的山东省重点建设项目——建邦聊泰黄河公铁大桥上，中铁一局建邦聊泰黄河公铁大桥项目党支部书记郭庆华向记者介绍，“该桥是目前黄河上施工结构形式最复杂的公铁桥之一，更是国内最大跨径钢桁梁公铁两用桥。”

曾经，济南市平阴县与聊城市东阿县隔黄河相望。如今，这座全长3.37公里的大桥将两地紧紧连在一起。“这座桥主桥全长782.4米，主桥钢桁梁用钢量达1.5万吨，相当于三分之一‘鸟巢’（国家体育场）。将如此庞然大物架于黄河之上，并非易事。”中铁一局建邦聊泰黄河公铁大桥项目技术

主管燕相臣说。

难上加难的是，大桥桥梁施工区域位于黄河岩溶发育区域。岩溶在国际上被通称为“喀斯特”地貌。该工程最复杂、最大的溶洞位于河道内的2号墩，溶腔高度达11米，最大溶腔相当于一个篮球场，整体桥墩位于溶腔上部。

桥梁建设过程中如何处理这些溶腔？燕相臣表示，他们采取了先注浆后钻孔的工艺。即通过注浆填充溶腔、土体固化稳定，再钻孔打桩。在黄河中打桩，需要预先在黄河河床内打入几十米的钢护筒，然后在钢护筒内完成打桩。技术人员将普通单层护筒施工改进为双层护筒施工。外层护筒作为导向护筒，保证在高流速的黄河水流下，引孔工序一次成孔，护筒下放效率较原工艺提高50%。内层护筒避免在桩基施工过程中外层泥沙倒灌进入溶腔。

燕相臣介绍，前期水中桩基施工，

胡伟介绍，当线路负荷增加或出现电弧时电流波动形状相似，因此依靠电流判断电弧准确率不高。他们运用电压信号处理方法，发现线路无电弧时电压信号较平缓，有电弧时电压信号波动有陡增现象。

新方法需要新设备支撑。为此，胡伟团队研制了电弧探测器，并将该探测器安装到电气开关上，实现故障电弧精准辨识和位置的精准锁定。

“将电源到用户的方向看成河道走向的话，如果线路前端、中部、尾端都装有这种集成开关，当发生故障电弧时，靠近电弧发生点上游的开关会自动跳闸。这不仅能及时遏制电弧，还能顺势

摸瓜找到故障电弧具体位置。”胡伟说，通过多次模拟实验，这种定位故障的有效性得到验证。

为推进电弧防控技术应用，国网湖北电力选取附近高层建筑作为试点，搭建高层建筑电气火灾监控及成因及分界溯源系统，实现高层建筑电弧发现、预警、防控的全流程管控。该系统可在线自动计算电弧能量、持续时长等参数，并结合远方传感器回传电弧发生区域的温度、湿度等环境因素，综合判断火灾隐患风险等级，为处理隐患提供有力依据。目前，相关技术和系统已稳定运行1000余天，及时发现故障电弧并预警87起，监测准确率达100%。

燕相臣介绍，技术人员选用“多点同步顶推”技术，减少钢桁梁架设施工

对河道的干扰和破坏。钢桁梁顶推架设计作为一项成熟的施工工艺，关键是做到各个环节的精准同步。为了精准控制钢桁梁各项推点顶推速度同步，技术人员将钢桁梁顶推由人工操作转换成智能操作。指挥人员通过可同时控制56台千斤顶同步运行的智能控制系统和顶升系统实现远程控制钢桁梁精准同步前移。

该项目位于国家重点水环境保护区，为了不让一滴废水、一颗废渣进入黄河，技术团队首创“泥沙分离器+气举反循环清孔”方法，避免了传统施工方法设置沉淀池对周边水源、水质的污染。利用该方法，施工产生的废弃物可以直接装车运至指定地点，减少了常规方法通过掏除沉淀池造成的污染。“泥沙分离器+气举反循环清孔”方法通过了中国公路建设协会组织的专家鉴定，被评价为国内先进水平。

“将电源到用户的方向看成河道走向的话，如果线路前端、中部、尾端都装有这种集成开关，当发生故障电弧时，靠近电弧发生点上游的开关会自动跳闸。这不仅能及时遏制电弧，还能顺势

摸瓜找到故障电弧具体位置。”胡伟说，通过多次模拟实验，这种定位故障的有效性得到验证。

为推进电弧防控技术应用，国网湖北电力选取附近高层建筑作为试点，搭建高层建筑电气火灾监控及成因及分界溯源系统，实现高层建筑电弧发现、预警、防控的全流程管控。该系统可在线自动计算电弧能量、持续时长等参数，并结合远方传感器回传电弧发生区域的温度、湿度等环境因素，综合判断火灾隐患风险等级，为处理隐患提供有力依据。目前，相关技术和系统已稳定运行1000余天，及时发现故障电弧并预警87起，监测准确率达100%。

燕相臣介绍，技术人员选用“多点同步顶推”技术，减少钢桁梁架设施工

对河道的干扰和破坏。钢桁梁顶推架设计作为一项成熟的施工工艺，关键是做到各个环节的精准同步。为了精准控制钢桁梁各项推点顶推速度同步，技术人员将钢桁梁顶推由人工操作转换成智能操作。指挥人员通过可同时控制56台千斤顶同步运行的智能控制系统和顶升系统实现远程控制钢桁梁精准同步前移。

该项目位于国家重点水环境保护区，为了不让一滴废水、一颗废渣进入黄河，技术团队首创“泥沙分离器+气举反循环清孔”方法，避免了传统施工方法设置沉淀池对周边水源、水质的污染。利用该方法，施工产生的废弃物可以直接装车运至指定地点，减少了常规方法通过掏除沉淀池造成的污染。“泥沙分离器+气举反循环清孔”方法通过了中国公路建设协会组织的专家鉴定，被评价为国内先进水平。

成果播报

河南省高油酸花生育种体系升至“2.0版”

科技日报讯（记者孙越 通讯员尹江勇）我国是世界第一花生生产和消费大国，河南花生种植面积占全国1/4以上。近年来，高油酸花生作为优质花生育种的重要方向之一，备受业内关注。记者4月30日获悉，由河南省作物分子育种研究院承担的省重大科技专项“优质专用花生新品种培育关键技术研究与示范”项目，近日顺利通过河南省科技厅组织的专家组绩效评价验收。该项目实现全省高油酸花生育种技术体系升级，有力促进了高油酸花生育种进程。

高油酸花生是指油酸含量超过75%或油酸、亚油酸比值不低于10的花生品种。从20世纪90年代起，河南省农科院张新友团队和开封市农科院花生育种团队联合选育了一批高油酸花生新品种。这些品种迅速成为黄淮海地区主导品种。

“高油酸花生不仅具有抗氧化、耐储藏、产品货架期长等优点，而且营养保健价值高，长期食用有助于预防心脑血管疾病。”河南省作物分子育种研究院育种专家、省花生产业技术体系首席专家董文召告诉记者，良好的市场表现，让国内高油酸花生产业化势头迅猛，近年来呈现出替代普通花生之势。

为更好促进高油酸花生产业发展，针对我国高油酸花生品种类型少、产量和抗性相对较差等问题，2020年河南省启动“优质专用花生新品种培育关键技术研究与示范”项



河南省平顶山市宝丰县李庄乡翟庄村农民在田间收花生。新华社发（何五昌摄）

国内1000兆帕级 高强钢引水钢管管研制成功

科技日报讯（记者李丽云 朱虹 通讯员魏子添）记者4月30日获悉，国内首台1000兆帕级高强钢引水钢管——天台抽水蓄能电站首台引水钢管管现场验收仪式近日在哈电集团哈尔滨电机厂有限责任公司（以下简称哈电电机）天台钢管管加工厂举行。经过两次水压试验循环，钢管管均经受住了最高9.5兆帕水压试验，应力应变等满足设计要求，顺利通过验收。

天台抽水蓄能电站位于浙江省台州市天台县境内，共安装4台抽蓄机组，均由哈电电机研制。电站额定水头724米，为世界最高；单机容量425兆瓦，为国内最大。项目建成后，将承担浙江电网的调峰、填谷等

功能，对于促进新能源消纳、优化地区电源结构、推动区域经济发展、实现“双碳”目标有着重要意义。

钢管管是抽蓄电站中重要结构部件。为实现高水头、大水能目标，天台抽水蓄能电站钢管管首次选用抗拉强度1000兆帕级的高强度调质钢。钢管管焊缝总长度超过100米，焊缝无损探伤一次合格率98%以上。哈电电机掌握的1000兆帕级高强钢成套焊接技术，突破了高水头抽蓄、冲击机组的关键核心承压部件制造瓶颈。

据悉，迄今为止，哈电电机共参与41座电站、150台套抽水蓄能机组的研制，总容量达44470兆瓦，市场占有率居国内第一。

陕西渭河管桥索塔封顶

科技日报讯（记者矫阳）记者4月30日获悉，由中铁十八局承建的引汉济渭二期工程最大单体项目——渭河管桥索塔近日全部封顶。这标志着项目全面进入钢梁架安装阶段，为确保引汉济渭二期工程2026年建成通水奠定了坚实基础。

作为国家“十四五”期间重点推进的150项重大水利工程之一，引汉济渭二期工程由黄池沟配水枢纽、南干线和北干工程三部分组成，线路全长190公里。其中，北干线输水管道渭河管桥全长1.23公里，是引汉济渭二期工程最大单体项目和控制性工程，也是国内水利领域首座四塔五跨钢桁梁斜拉结构的特大桥。渭河管桥位于陕西省西安市周至县，

目，并首次提出“高油酸+”花生育种目标，即在油酸前提下，培育出高油酸高油、高油酸高糖、高油酸高产、高油酸高蛋白等不同类型的花生新品种，以更好满足市场和加工企业对于高油酸花生的多样化需求，促进河南花生产品供给侧改革。

通过3年技术攻关，该项目推动高油酸花生育种体系全面升级至“2.0版本”，建立了基于分子检测与近红外检测相结合的高油酸花生高含糖量高效育种技术体系，突破了白绢病、根腐病、青枯病、网斑病快速抗性鉴定技术，完善了花生机械化收获技术规程，集成了绿色高效生产技术体系。

在创新技术支持下，河南省高油酸花生品种选育和推广应用实现了重要突破，育成“豫花137号”等“高油酸+”优质高产抗病花生新品种4个，获国家发明专利授权5项，获得植物新品种权5项，建成了优质高油酸花生订单化生产基地3个，新品种推广39.5万亩，增加社会经济效益8423万元。

河南省科技厅现代农业农村科技处处长李锦辉表示，在河南省重大科技专项支持下，河南花生育种特别是高油酸花生育种走在了全国前列。新品种推广使河南成为我国高油酸花生种植面积最大的省份。这不仅有力促进了河南高油酸花生产业的快速发展，也为河南花生产业提质增效打下坚实基础。



河南省平顶山市宝丰县李庄乡翟庄村农民在田间收花生。新华社发（何五昌摄）

国内1000兆帕级 高强钢引水钢管管研制成功

科技日报讯（记者李丽云 朱虹 通讯员魏子添）记者4月30日获悉，国内首台1000兆帕级高强钢引水钢管——天台抽水蓄能电站首台引水钢管管现场验收仪式近日在哈电集团哈尔滨电机厂有限责任公司（以下简称哈电电机）天台钢管管加工厂举行。经过两次水压试验循环，钢管管均经受住了最高9.5兆帕水压试验，应力应变等满足设计要求，顺利通过验收。

天台抽水蓄能电站位于浙江省台州市天台县境内，共安装4台抽蓄机组，均由哈电电机研制。电站额定水头724米，为世界最高；单机容量425兆瓦，为国内最大。项目建成后，将承担浙江电网的调峰、填谷等

功能，对于促进新能源消纳、优化地区电源结构、推动区域经济发展、实现“双碳”目标有着重要意义。

钢管管是抽蓄电站中重要结构部件。为实现高水头、大水能目标，天台抽水蓄能电站钢管管首次选用抗拉强度1000兆帕级的高强度调质钢。钢管管焊缝总长度超过100米，焊缝无损探伤一次合格率98%以上。哈电电机掌握的1000兆帕级高强钢成套焊接技术，突破了高水头抽蓄、冲击机组的关键核心承压部件制造瓶颈。

据悉，迄今为止，哈电电机共参与41座电站、150台套抽水蓄能机组的研制，总容量达44470兆瓦，市场占有率居国内第一。

陕西渭河管桥索塔封顶

科技日报讯（记者矫阳）记者4月30日获悉，由中铁十八局承建的引汉济渭二期工程最大单体项目——渭河管桥索塔近日全部封顶。这标志着项目全面进入钢梁架安装阶段，为确保引汉济渭二期工程2026年建成通水奠定了坚实基础。

作为国家“十四五”期间重点推进的150项重大水利工程之一，引汉济渭二期工程由黄池沟配水枢纽、南干线和北干工程三部分组成，线路全长190公里。其中，北干线输水管道渭河管桥全长1.23公里，是引汉济渭二期工程最大单体项目和控制性工程，也是国内水利领域首座四塔五跨钢桁梁斜拉结构的特大桥。渭河管桥位于陕西省西安市周至县，