

防光晕玻璃：洞穿黑夜的“眼睛”

◎本报记者 孙瑜

想象一下，在乌云密布、没有光亮的夜晚，我们该如何看清道路、分辨物体？在中国建筑材料科学研究总院有限公司（以下简称中国建材总院）就有这样一种材料——防光晕玻璃，凭借它，人们可以在伸手不见五指的暗室中清晰看见屋子里的环境与物体。

防光晕玻璃中间部分透明，边缘呈黑色，俗称“牛眼窗”，是微光夜视仪光学输入窗口的主要材料。它的性能对微光夜视器件的光电转化量子效率、成像品质、工作寿命等具有十分重要的影响。

近日，中国建材总院多年研发攻关的“防光晕玻璃系列产品”入选工业和信息化部第八批制造业单项冠军产品名单。中国建材总院北京分公司总经理贾金升告诉科技日报记者：“防光晕玻璃团队不断突破，推动了我国微光夜视及相关微弱信号探测技术发展。”

攻克难题改善成像水平

日前，记者来到中国建材总院防光晕玻璃生产线现场。只见工人们正在机器设备的帮助下，井然有序地对防光晕玻璃进行打磨、抛光、检验等工作。

防光晕玻璃面积不大，直径在25毫米至90毫米之间，做起来却很难。中国建材总院北京分公司研发中心副主任刘辉告诉记者，这片小小的玻璃，历经了20多年的研发历程，其间取得的一项重要成果就是玻璃黑化技术。

“20世纪90年代，微光夜视器件主要光学输入窗口材料从透光率较低的光纤面板材料向高透光率的玻璃材料发展。但高透光率的玻璃材料伴有难以消除的杂散光问题。”刘辉介绍，窗口材料的“台阶”式结构加剧了杂散光难题的复杂性，严重影响了整体成像质量，而玻璃黑化技术则能有效解决杂散光难题。

防光晕玻璃有透明中心区域和黑色外部区域两个明显分区。为消除杂散光，一开始，项目团队最先想到的是“分再合”的做法。他们借鉴较成熟的特种光纤拉制技术，将透明玻璃和黑玻璃分别做成玻璃棒和玻璃管，再在高温下进行熔合。但实验一段时间后，团队发现玻璃的消杂光能力明显不足。对此，团队调整研发思路，从“合再分”的角度出发重新进行设计研发，即在一块玻璃上，让不同区域呈现不同颜色，从而具备相应功能。

刘辉介绍，项目团队按照“合再分”的思路，对玻璃配方、熔制成型、二次处理等方面进行了系统



上图为防光晕玻璃。
下图为检验人员正在进行出厂质量检验。

图片由中国建材总院提供

研究，最终用100多天发明了玻璃黑化技术。“玻璃黑化技术好比对整块玻璃实施黑白转变‘魔法’，通过调整玻璃的微观结构和相关工艺控制，最终形成外部分区为黑色，中心区域纯净透明的玻璃。”刘辉表示，玻璃黑化技术实现了同一玻璃基底上不同区域位置分别具备高透射率和高吸收率的性能特点。

此外，项目团队还配套研发了玻璃熔制炉，通过反复试验、寻找规律等方式确定了相关工艺参数，攻克了高黏度玻璃高品质均匀熔制成型等技术。

2003年，防光晕玻璃项目团队成功交付第一批产品。与传统的防光晕技术相比，玻璃黑化技术打造的防光晕玻璃具有更高的光电转化量子效率和成像品质，为我国微光夜视器件的发展注入了新动力。

打通堵点提升生产质量

2012年，防光晕玻璃的市场需求快速增加。同时，用户对防光晕玻璃的性能要求也大幅提高，但防光晕玻璃生产线的产能却严重不足。造成这个问题的主要原因在于产线效率不稳定。

生产线的工艺技术不高，各工序的生产操作极不稳定，导致良品率较低。2014年，法国客户订购防光晕玻璃产品2000片。但检测产品后大部分产品都出现了划伤、崩边现象，最终客户只拿走了400件。

对此，项目团队在总工艺师的带领下“扎根”车间，攻克一道又一道工序的堵点、卡点，进行生产工艺革新和优化，千方百计把产品性能指标提上去。

以抛光问题为例。项目团队在选材上严格把关，测试了市面上几乎所有厂家的抛光粉，重新调配加工。“抛光粉硬了容易造成抛光划伤，软了又抛不动，我们就对抛光粉进行泡、煮、静置等多项工艺流程。”刘辉说，团队最后研发出一种水热工艺，提高了抛光粉的分散性和均匀性，优化了抛光粉的硬度和颗粒度，解决了防光晕玻璃表面光洁度问题。

按照“精益求精”的工艺控制要求，项目团队先后突破了异形光学元件精密加工、性能评价等系列关键技术。同时，团队在生产过程中加大自动化、智能化生产技术和设备的投入，使防光晕玻璃产品性能大幅提升，产能满足了用户单位的需求。刘辉介绍：“2023年防光晕玻璃年产能达到50万片，较2012年提升了70倍，并推动国内外客户入司按AQL抽检标准进行产品检验，产品合格率达到99.98%以上，接近‘免检’水平。”

2023年6月，中国光学工程学会组织对防光晕玻璃技术和产品进行了成果评价，专家组一致认为其技术成果难度大、创新性强，具有自主知识产权，核心技术自主可控，解决了关键材料“卡脖子”问题，整体技术达到国内领先、国际先进水平。

20多年来，中国建材总院防光晕玻璃团队实现了防光晕玻璃在材料设计、关键技术和成套装备等方面的突破和产业化。防光晕玻璃获国家授权发明专利20余项，建筑材料科学技术奖科技进步二等奖、中国材料研究学会科技进步二等奖等多项科技奖励。

“未来，防光晕玻璃在医学诊疗、信息显示、智能穿戴、紫外探测、高能物理等领域将发挥越来越重要的作用。”贾金升说，“我们将持续推动防光晕玻璃等玻璃功能材料的研发和产业化，用材料创造更美好生活。”

成果播报

我国首个安全可信分散控制系统投运

科技日报（实习记者薛岩）记者6月7日从中国华能集团有限公司（以下简称华能）获悉，我国首个安全可信分散控制系统——华能睿渥T316TR DCS近日在华能威海电厂3号机组成功投运。这是首个通过公安部、工信部权威安全可信认证的工业控制系统，标志着我国在发电控制安全领域取得重大突破。

发电控制系统是电力生产的“大脑”。从目前发展水平来看，我国发电控制系统普遍缺乏内生安全能力，会产生诸如渗透控制、网络攻击、社会工程学攻击等问题，威胁系统安全。为消除安全隐患，华能牵头联合中国电子信息产业集团有限公司、中国信息通信科技集团有限公司等央企，由西安热工院、华能山东分公司

等组建体系化任务型创新联合体团队，成功研制出我国首个安全可信分散控制系统。

该系统重点突破了发电领域安全可信体系结构、控制系统全栈可信软件、渗透控制可信动态感知等技术，有效阻断通过网络、社会工程学等路径发起的控制系统攻击，填补了我国在发电控制系统内生安全领域的技术空白，为电厂的平稳运行注入“安全基因”。

据了解，此次华能睿渥T316TR DCS的成功投运，实现了电站核心控制系统“静态启动、动态运行”的全面可信安全，标志着具有华能特色的发电控制系统安全防线已初步建成，进一步提升了电力基础设施核心装备的安全水平。

湿热地区路堤拼接沉降控制关键技术取得突破

科技日报（记者俞慧友）6月7日，记者从长沙理工大学获悉，该校张军辉教授团队在湿热地区软基上路堤拼接差异沉降控制关键技术方面的研究，取得了突破性进展。

近年来，我国公路使用寿命偏短的问题逐渐凸显。路基病害因其隐蔽性和渐进性常被忽视。特别是南方区域气候湿热，软土地基分布广泛，加之新老路地基和路堤刚度的差异，及行车荷载的反复作用，常导致路面开裂、边坡垮塌等问题。这严重影响道路寿命，每年带来的经济损失高达数百亿元。

经过20多年的持续研究，张军辉团队针对气候、地质和行车荷载等多重因素共同作用下的新老路堤差异沉降问题，取得了一系列重要突破。他们研发了拼接路堤下软土地基变形预测与控制技术，开发了湿热地区路堤工作性能分类评价与提升技术，并创建了湿度—刚度—变形协同调控的耐久性新路堤修筑技术。

该团队还研发了湿热地区路堤全时域—全空间服役质量保障技

术，并在国内率先构建了“地基处理—老路评价—新路设计—路堤拼接—总体控制”的新老路堤差异沉降控制系统。此举实现了新老路堤拼接工程的“整体协同、沉降可调、变形可控”，破解了我国公路改扩建工程中的重大科学技术难题，形成了满足我国交通发展需求的自主创新技术。

“这一技术体系能保障在不中断交通的情况下，道路改扩建施工期的行车安全，同时也能保障改扩建工程质量，推动我国公路改扩建建造技术的发展。”张军辉说。

据悉，“南方高速公路路基拼接关键技术及其应用”已被列入湖南省交通运输科技成果推广目录。相关技术在江西、湖南、山西三省首条高速公路改扩建工程、京港澳高速河南段改扩建工程、岳常高速公路、广西河池机场等国家重大工程中成功应用，并在肯尼亚内罗毕西环城路改扩建工程中得到推广。与传统技术相比，可有效提高新老路堤的变形协调性，避免路面开裂等病害。

“地沟油”变燃料，送国产商用飞机上天

科技日报（记者王春 操秀英）6月5日，中国商飞公司一架ARJ21支线飞机和一架C919大型客机，分别从上海浦东机场和山东东营机场起飞，圆满完成首次加注可持续航空燃料（SAF）演示飞行任务，展现了加注SAF后两型国产商用飞机良好飞行性能。而飞行中使用的SAF原料来自俗称“地沟油”的餐厨废油。

民航运输业是节能减碳的重要领域。由于燃烧化石燃料，该行业的碳排放量中，二氧化碳占比高达95%以上。

SAF是一种由可再生原料制成的液体航空替代燃料。其原材料来源广泛，包括废弃油脂、生活垃圾、能源作物等生物质，甚至是由空气或工业排放中二氧化碳转化成的合成燃料。与传统航空燃料相比，SAF在全生命周期内最高可降低80%的碳排放量。因此，应用SAF是当前民航运输业应对全球气候变暖 and 进行碳减排的一项重要措施。

此次两型国产商用飞机演示飞行所使用的SAF，采用了中国石化自主

研发生物航煤生产技术。生产过程中，餐厨废油经回收处理后，在中国石化镇海炼化建成的国内第一套生物航煤工业装置进行加工，产出生物航煤，实现绿色资源化利用。这款生物航煤与目前应用最广泛的航空煤油（3号喷气燃料）按照40%的体积掺混比例使用，各项物性参数均与传统石油基燃料一致，符合国家标准及行业要求。

据了解，国际主流飞机制造商和全球各大航空公司、科技企业都在深入研

究SAF的实际应用。我国有十余家企业和研究机构在开展SAF研发和生产，多家航空公司已使用国产SAF进行了商业测试飞行。

国产商用飞机加注绿色航空燃料，可以满足客户多样化的使用需求。中国商飞公司自2022年起，筹划SAF在国产商用飞机上的应用，深入研究国内外SAF技术标准、试验试飞方法。经过一系列技术攻关、装机验证工作后，该公司于今年2月获得中国民航局适航批准。

智能操作机器人成变电站巡检“小能手”

◎洪恒飞 方鑫
本报记者 江耘

工作人员通过电脑发出指令，机器人立刻来到开关柜前，面朝着开关柜展开“手臂”，精准地用机械手柄对准插柄孔位，将手车开关由试验位置摇至工作位置……6月5日，在位于浙江省衢州市的110千伏天宁变电站内，一位上岗半年多的机器人“员工”驾轻就熟地进行着倒闸操作。

倒闸操作是电力系统运行中一项常见的重要工作，包括对断路器和隔离开关等设备的投入与退出操作。这些操作可以改变电气设备的运行状态和电力系统的运行方式，但也存在一些危险因素。比如变电站倒闸操作过程中，由于高压设备处于工作状态，操作者可能会接触到高压设备，存在触电危险。

国网衢州供电公司运行值班员俞梦贤介绍，传统的变电设备倒闸操作都是人工手动进行。他们引进的这

位“员工”则可进行智能操作。输入指令后，它就能自动进行开关柜设备的倒闸操作，有效降低人工操作的危险系数，提高现场作业的工作效率。

俞梦贤说，该智能操作机器人集成了先进的智能感知、图像识别和高精度机械臂技术，具备自主导航、红外测温 and 开关柜局放检测、倒闸操作、自主紧急分闸等功能，可代替人工完成“自动巡检+倒闸操作”一体化作业。

在这款机器人的应用初期，不少运行值班员仍心存疑虑：“机器人能真正派上用场吗？”然而，当看到机器人准确执行操作，曾经怀疑态度的老师傅们纷纷给它点赞。应用半年多来，这款智能操作机器人已经赢得了运行团队的认可与信赖，成为变电站内的重要成员。

俞梦贤说，近年来，电网快速发展，设备规模大幅增长，传统的巡检模式已无法完全满足现代变电站的需要，科技在电网生产巡检中发挥的作用日益凸显。



智能操作机器人在110千伏天宁变电站进行倒闸操作。受访者供图

不用一滴水，农田残膜制成复合板材

◎本报记者 朱彤 梁乐

回收地膜利用率低，处置不当容易造成二次污染。有没有一种技术，能让残膜“变废为宝”，既解决回收难题，又可创造新的经济价值？

日前，来自新疆农垦科学院机械装备研究所的科研团队，通过与高校、企业及合作社的“产学研用”一体化深度合作，在回收地膜再利用关键技术上取得突破。该团队首创了从残膜机械化回收，到干法清理除杂，再到“热”成粒，最终形成残膜棉秆复合材料的农田残膜污染闭环治理装备系统。

这一研究得到了新疆生产建设兵团科技局重点科技攻关计划项目支持，已完成回收地膜再利用关键技术与装备搭建试验，目前正在技术集成与推广示范，有望为农田残膜治理提供新思路。

残膜变身颗粒解决存放难题

6月2日，记者来到兵团第六师芳草湖农场。只听“轰隆”一声，随着机器启

动，回收后的地膜经过一道道加工线，最终变成细碎的深色颗粒。

“这就是我们的干法清理粒化装备线。它虽然外表看起来有些粗糙，但运用了多项创新技术。”项目负责人、新疆农垦科学院机械装备研究所研究员王吉亮告诉记者，残膜在加工成粒前，首先要解决回收问题。

目前市面上的地膜回收机打捆后需停机卸捆。停机作业交接处的地膜难以回收，卸下的膜捆分散也增加了后期转运工作量。

能不能将膜捆直接放置在机器上？为此，项目组不断改进技术，最终让地膜回收打捆与茎秆粉碎联合作业机成功实现了携捆作业、地头定点卸膜。

王吉亮介绍，传统地膜预处理技术主要是将回收的地膜进行湿法造粒，需要通过增加清洗和粉碎次数来提高塑料颗粒纯度。但其耗电耗水量大，对于水资源缺乏的西北地区并不适用。

对此，项目组自主研发出一套成本低、产值高的干法造粒技术工艺。膜片经过膜捆破碎、一级除杂、二级除杂、常温粒化等工艺制成颗粒。

“我们这个技术的特点就是全程不

需要一滴水，且除杂率非常高。”王吉亮说，设备巧妙利用了惯性、重力、气流的共同作用。制粒装置在常温下即可运行，尽可能降低能耗。

在新疆农垦科学院的技术支持下，沙湾市高兴种植农民专业合作社引进了这套地膜干法清理粒化装备系统。

“以前回收后的残膜基本当垃圾处理了，处理不好还会污染环境，这让农户们很头疼。”该合作社副理事长柴胜利说，利用这套设备将“四处乱飞”的残膜加工成颗粒，解决了残膜的存放难题。2023年，他们共对1万亩左右的回收地膜进行加工。农户们的积极性很高，今年还将进一步扩大推广面积。

加工成复合材料市场前景好

来到石河子市锐益达机械装备有限公司厂房内，记者看到一套地膜棉秆复合材料装备示范线正在运行。

回收地膜颗粒与粉碎后的棉花秸秆在混合搅拌装置中充分融合后，进入塑化造粒装置加工成细小颗粒。颗粒经过不断冷却，被输送至复合材料产品加工装

置，最后成为复合材料新产品。

石河子市锐益达机械装备有限公司副总经理窦凤玲说，企业与科研团队密切合作，突破了热熔成型关键技术，完成核心部件改进、技术工艺优化及配方改良，探索出地膜性能、生产工艺、技术配方有机结合的技术方案。这让企业又开辟了一条发展新赛道。

窦凤玲介绍，目前回收地膜棉秆复合材料装备示范线，可制备出达到同类木塑产品性能的地膜棉秆复合材料板材。进入中试阶段后，他们将持续提升技术工艺，最终形成技术配方、加工工艺、加工设备有效兼容的技术装备系统。

王吉亮告诉记者，新型复合材料中，地膜棉秆占到母料的95%，塑化剂仅占5%，与同类木塑产品相比具有极大的价格优势。如果实现产业化和规模化，新疆本地产复合材料板材完全有可能在国内市场占有一席之地。

中国农业大学教授高振江认为，此项创新研究意义重大，希望团队尽快完成相关技术指标体系构建和装备性能测试，为我国地膜治理提供一条可借鉴、可复制的技术路线。