

新制备技术让AR眼镜物美价廉

◎本报记者 金凤

戴上眼镜，在手机App上点击“翻译”“提词”“导航”页卡，发出语音指令，眼前便会依次浮现出一串串实时翻译的对话、演讲提词、车用导航信息。随着头部摆动，这些信息也随之移动，始终保持在眼前。11月15日，在东南大学电子科学与工程学院信息显示与可视化研究院，当记者佩戴起这款利用偏振体全息光波导(PVG)技术研制出的AR眼镜时，未来感扑面而来。

这款AR眼镜于日前正式发布，由该校电子科学与工程学院教授、显示研究院院长张宇宁团队联袂立讯精密工业股份有限公司(以下简称“立讯精密”)自主研发。

“与表面浮雕光栅(SRG)技术相比，PVG技术能让AR眼镜的光效提升至300%，大幅提升了AR眼镜的续航能力和显示亮度，并使前向漏光降低80%，提高了观看的私密性。此外，PVG技术也可以在视场范围较大时，保证画面的连续性与均匀性。”张宇宁说。

为AR眼镜“铸膜”

从外观上看，这款只有45克重的眼镜与日常所用眼镜并无二致，但仔细观察就会发现，这款眼镜在镜片内侧有一块薄薄的透明膜。这片膜，便是该眼镜的关键技术创新点。

“当用手机App向眼镜发出操作指令后，镜腿中的微像元就会将手机中的图像数据发送给镜片中的小光栅，光栅通过光波导片，也就是一种光学膜，将图像投入人眼。”张宇宁解释，光波导片虽然看上去平平无奇，但为了将其制备成型，团队曾面临三项技术挑战。

挑选适合的材料制备AR眼镜的光学膜，是团队要攻克的第一项难题。“目前，国外不少知名品牌的AR眼镜

都在探索做远向投影，其中一条路线是利用光致聚合物制备光学膜，但这种膜的性能不够理想。后来团队成员翁一士经过多年研究发现，液晶材料折射率调制度可达0.3，是传统光致聚合物的6—10倍。”张宇宁介绍，调制度的提升，意味着光学视场角度的扩大，可提高用户使用时的沉浸感，进行彩色显示时，不会因为带宽扩大，而影响颜色的均匀度。

但仅发现液晶材料还不够，还要让它“为我所用”。对此，张宇宁团队将液晶材料与其他辅助材料配比，并在不同温度环境下测试，最终确认液晶材料与辅助材料的配比。“现在这款眼镜可以在80摄氏度以下、80%的相对湿度下使用。”张宇宁说。

提升画面显示质量

确定了液晶材料的“C位”身份后，如何设计膜内的三维空间结构，并让液晶材料在光学膜内分布，是制备光学膜要攻克的另外两个关键问题。

张宇宁说：“我们利用干涉曝光方法，通过材料自组装形成液晶分子三维空间结构，实现特定的折射率空间分布，从而控制光的传播，达到显示成像的效果。”

基于液晶材料，设计、加工特定衍射光栅结构，并将图像传导到视网膜上的技术，便是PVG技术。

张宇宁介绍，传统AR眼镜镀膜一般采用SRG技术。二者的区别在于，SRG技术是采用微纳刻蚀与纳米压印方法，让光学材料在基材表面形成基于形貌的周期性结构，而PVG技术则通过全息干涉方法，让光学材料在基材内部形成基于折射率变化的周期性分布。

“SRG技术和PVG技术都是基于光栅衍射和全反射原理传播成像。与SRG技术相比，PVG技术可以更有效地抑制高阶衍射级次，将能量集中于所需的光线偏转角度上，可以最大程度地



张宇宁团队和立讯精密合作研制的偏振体全息光波导AR眼镜。张宇宁供图

保证波导的光学传输效率，在降低功耗、提升亮度的同时，能有效抑制当前衍射光波导面临的背向漏光与彩虹效应等瓶颈问题。”张宇宁说。

成果从“书架”到“货架”

在经过10余年的研发后，如何将科研成果从实验室搬到生产线，是张宇宁团队现在要跨过的另一道槛。眼下，张宇宁团队正在搭建镜片试产线。

如果要实现规模化生产，成本控制是关键。“利用PVG技术制备镜片仍需使用湿法涂布和全息曝光工艺，无需借助光刻、电子束刻蚀、纳米压印等复杂昂贵的微纳加工技术。湿法涂布和全息曝光的制备方式，可大幅降低眼镜的生产成本，提高制备效率，从而确保镜片的制备具有成本优势。与现有的SRG技术相比，PVG技术制备可使AR眼镜成本降低60%，有望推动AR眼镜的大规模商业化生产和普及应用。”张宇宁介绍。

最近，张宇宁团队已与制造业龙头企业立讯精密达成合作，由科研团队加工AR眼镜的光波导镜片，立讯精密将核心元器件整合进眼镜，形成整机应用。

“现在我们在和立讯精密等企业合作，进一步联合开发了适用于车载的增强现实显示设备，希望未来能有更多应用场景。”张宇宁说。

东南大学电子科学与工程学院党委书记江雪华介绍，为进一步推进有组织科研，服务国家重大战略，该院围绕微纳材料与器件、智能传感与系统、光电互联与传输、信息显示与成像等4个研究方向，组建了近20个科研团队。而由张宇宁担任院长的信息显示与可视化研究院，便是学院科技创新和产业创新深度融合的试验田。

“我们希望以此作为尝试，通过高价值的科技成果产出和高效能的科技成果转化，推动产学研深度合作，为推动学科发展和培育新质生产力作出贡献。”江雪华说。

大型永磁电机实现整体充退磁

科技日报讯(记者吴纯新 通讯员高翔)11月12日，记者从华中科技大学获悉，该校国家脉冲强磁场科学中心最新科研成果——大型永磁风力发电机无磁装配—原位整体充退磁一体化技术及装备，日前已完成18至22兆瓦级风力发电机充磁，并实现了26兆瓦全球最大单机功率风力

发电机的原位退磁与退磁后的再饱和和充磁。

永磁电机是新能源发电、电动汽车、轨道交通和舰船驱动等领域的核心装备。磁极作为动力源，由众多永磁体组成，永磁体需经磁场饱和和充磁后才具有稳定的磁性。随着永磁电机的大型化和高功率化，传统的先充磁

后组装生产技术，使电机制造全程带磁带力，组装难度大、效率低，磁极性能容易受到后续工序影响。同时，现有大型永磁磁极的运维和退役回收，需要磁极无磁拆卸。目前通用的加热退磁技术，要将重达数百吨的转子加热到300摄氏度，并维持12小时，能耗大、污染重、报废率高。

这些难题，直接制约了大型永磁电机生产和绿色再制造的高质量发展。

为此，国家脉冲强磁场科学中心主任李亮带领团队历经10余年研究，在国际上首次提出大型永磁电机“无磁装配—整体充磁”技术。该技术将常规电机制造流程中的第一道工序单个永磁体逐块充磁，转变为最后一道工序充磁工序，突破大尺寸磁极整体充磁、复杂磁路约束下精准原位退磁及充退磁装备一体化等关键技术瓶颈。2021年6月，该团队成功研制出国内首套大型永磁电机整体充磁设备。

“这项技术突破，对于大型永磁电机退役回收后的绿色再制造具有重要

意义。”李亮说，相较于传统技术方案，采用该团队的原位充退磁技术，只需通过一百多毫秒的放电即可完成整个磁极的充退磁，能耗不到加热退磁技术的百分之一。用这种方法退磁后的永磁体，可根据新需求加工组合后，再充磁成为新的磁极，重复使用。

中国风能协会的数据显示，预计在2025年，我国将出现风机退役高峰，到2030年，将累计有4473万千瓦风机进入退役期，其中大量机组为永磁发电机。

东方电气集团东方电机有限公司风电电机分公司副总经理邹应冬表示，应用整体充退磁一体化技术，磁极退磁、完整拆解、精准加工、重新充磁赋能或梯次再利用等工序将变得非常高效、安全、环保和经济。这是解决永磁风力发电机大规模退役绿色再制造难题的绝佳方案。

此外，整体充退磁技术还为其他永磁电机装备设计、制造、运维、回收和绿色再制造提供了全新技术途径。



科研团队在充磁现场进行测试。受访单位供图

发电机快速断路器护航机组安全运行

◎本报记者 王禹涵

新型发断装置国际领先

“额定短路开断电流210千安、开断时间小于40毫秒，该型断路器具有通流能力强、开断电流大、故障切除速度快、环境友好等特点。”西安交通大学电气工程教授秦命哲说，ZHN□-31.5 210千安环保型发电机快速断路器成套装置，是国际首台真空多断口并联均流+电弧能量主动控制技术的大容量发电机断路器设备，实现了新型发断装置从高度依赖进口到完全自主创新的根本性转变。

记者了解到，由秦命哲领衔的西安交通大学电力开关技术及装备研发团队，创办了西安交通大学第一个实体化运行的产教深度融合研究院。通过产学研用一体贯通，团队在电力开关装备设计方法、开断技术和智能运维领域取得了一系列创新成果。

“我们开创了电流零点和电弧能量主动调控的开断新方向，满足了风电新

能源并网之急需。”秦命哲对记者说，项目团队在交流开断技术方面的研究实现了突破，创立了开关电器计算理论方法体系，实现了电力开关装备从经验设计到数字化设计的变革。

秦命哲介绍，项目团队还率先开展了大容量直流开断技术的研究，开创了利用电弧能量实现直流故障电流开断的新方向，解决了城市直流电网建设的一大难题。

应用和发展前景广阔

据中国电力企业联合会预测，2035年，我国总用电量预计将达到12.6万亿度，为目前的1.4倍。百万千瓦级大型发电机组在发电效率和经济效益方面具有显著优势，近年来新增的核电、水电、火电等主力机组的单机容量均已达到百万千瓦以上。

发电机断路器是保障发电机组安全可靠运行的核心装备，在系统中负责切除故障，保障发电机组安全运行，可以大幅降

低发电厂系统的投资和运行成本。

记者了解到，百万千瓦级大容量发电机断路器的关键技术一直是我国待攻克的技术难题。

项目团队面向百万千瓦级发电机的短路故障电流开断需求，创造性地提出了基于电弧能量主动控制与真空多断口、并联相结合的发电机断路器新型开断原理和拓扑结构，突破了传统六氟化硫断路器开断容量难以持续提升、灭弧介质不环保等瓶颈，解决了真空多断口并联均流和同步开断、超大额定电流流升控制等难题。

秦命哲介绍，团队的科技成果还将形成系列化产品，丰富整个发电机断路器市场的产品类型，在近年来发展迅速的抽水蓄能电站等大电流开断应用领域进行应用推广。对此，鉴定委员会表示，该项目为促进我国大型核电、水电等领域的技术整体出口国外市场提供重要支撑，应用和发展前景广阔，将产生巨大的经济效益。

成果播报

流态土为建筑行业“添砖加瓦”

◎本报记者 孙越
通讯员 李健 芦文

11月12日，在中建三局中原公司的一处项目施工现场，作业人员正用一种“新型土”对地下室外墙进行回填。

“这种新型土的全称是新型流态土，应用土壤成岩关键技术研制而成。”中建三局中原公司技术部经理李大炯告诉科技日报记者，传统混凝土性能单一，即便通过添加有机类固化剂土固精、路易酶等来提升性能，仍存在环境污染大、抗裂抗渗效果差等缺陷。

为了破解这些难题，中建三局中原公司联合相关科技材料公司研制出新型土壤成岩剂RD-43，并与普通土体混合配制出高性能成岩土。“我们通过试验可以清楚地看到，相较于其他土壤固化剂，RD-43不仅无毒、无污染、可再生，而且其同等时间内的抗压强度、抗渗压力、抗裂强度等性能更优。我们联合搅拌站，将新型土壤成岩剂、素土、水泥和水根据不同工况确定不同的配比制备出新型流态土，针

对性解决橡皮土软基、深基坑窄肥槽等问题。”李大炯说。

2022年，新型流态土首次在河南省内得到大规模应用，效果显著。“举个例子，在深度高达15—20米、净宽不到1米的深基坑窄肥槽，传统灰土及素土回填难以实现，且存在地下室外墙渗漏风险。而采用新型流态土回填，不仅可以加快工期，还可以有效抗渗。”中建三局中原公司总工程师方园告诉记者。

目前，该项技术已在房建、水利、市政等多项工程应用，不仅抗压、抗渗、抗裂固化效果突出，而且社会效益、经济效益可观。“我们承建的河南电信大厦、河南胸科医院等项目，通过采用新型流态土成功缩短了工期，节约了人材机的成本投入，降低了能耗，可谓一举多得。”方园说。

据介绍，由中建三局中原公司牵头完成的项目“基于生态理念的土壤成岩关键技术及应用”经专家评定，整体达到国际先进水平。该项技术还走出国门，在非洲、东亚、中亚等国家推广应用，为助力共建“一带一路”、实现“双碳”目标添砖加瓦。

烟气制硫磺技术中试线产量达吨级

科技日报讯(记者滕继溪 实习记者夏天一)记者11月14日从中国恩菲工程技术有限公司(以下简称“中国恩菲”)获悉，该公司世界首条炭热还原烟气中二氧化硫制硫磺技术中试线硫磺产量日前达到吨级，所产硫磺纯度达99.96%，品质达工业硫磺优等品标准。这标志着该公司研发的“炭热还原烟气中二氧化硫制硫磺技术”实现突破。

据了解，炭热还原烟气中二氧化硫制硫磺技术聚焦传统有色金属冶炼厂副产品硫酸储运难题，采用碳基还原剂直接还原冶炼烟气中二氧化硫生产硫磺，具有短流程、低成本、高

品质、适应性强的特点。其工艺过程无须对低浓度二氧化硫进行富集，生产硫磺无须进行二次提纯，硫磺产品为优等品，可直接满足销售要求；工艺原料成本较天然气还原工艺降低30%以上；应用不受地域、气候、能源等条件限制。

中国恩菲研发团队负责人介绍，中试线硫磺产量日前达到吨级，意味着中国恩菲在世界范围内率先掌握了拥有自主知识产权的烟气制硫磺核心技术，为处置含二氧化硫烟气提供了全新方案，为脱硫石膏等大宗固废落实源头减量化、资源化提供了解决方案。

我国首座冷热能互换站投产

科技日报讯(记者操秀英)11月13日，记者从中国石化获悉，该公司建设的国内首座冷热能互换站在天津南港正式投用，标志着其在冷能综合利用领域取得重要突破。该项目年处理能力超260万吨，每年可节省天然气1300万立方米，节电300万千瓦时。这是我国首次实现液化天然气(LNG)接收站与大型石化产品生产装置之间的能量耦合，对进一步促进能源绿色低碳转型具有重要示范意义。

LNG为冷能，乙烯生产装置富余热量为热能。生产过程中，乙烯装置需要冷能给设备降温确保安全生产，LNG需要热能将低温的液态天然气

加热至气态。传统方式均采用耗能设备进行降温和加热，该项目创新通过甲醇在高低温换热器中进行能量交换，形成冷热能循环，有效降低能耗。

据中国石化介绍，该互换站创造了346吨/小时的国内最大冷能利用量，实现了长达22公里的超远距离冷能输送，改写了我国冷能仅在小范围应用的历史。借助创新研发的冷热互换技术，该项目的冷能转换效率超95%，居国内冷能利用率首位，进一步验证了LNG冷能利用的巨大潜力。下一步，中国石化将持续探索冷能综合利用、轻烃分离、氢液化等技术，加快推进石化行业绿色低碳发展。

“西油11”等油菜品种在拉萨试种成功

科技日报讯(记者马爱平 通讯员杨远远)记者11月14日从西北农林科技大学获悉，由该校农学院教授黄镇带领的油菜种质资源创新及遗传育种团队，选育的“西油11”等三个品种在西藏拉萨试种成功。目前，这三个品种在当地展现出强适应性，长势和丰产潜力优于当地主栽品种，有望在青藏高原大面积推广。

“西油11”具有抗旱、抗寒、耐盐碱、高产、高油、适应性强等特点，目前在拉萨市曲水县才纳园区高原种业基地的试验田里长势良好。“田间作物籽粒颗颗饱满，经专家组测试，该品种亩产能达到285.1公斤左右，展现出良好的抗逆性和高产潜力。”西藏农牧科学院研究员王晋雄说。

针对青藏高原油菜产量偏低、种质资源遗传基础狭窄、抗病品种不足等问题，2012年起，黄镇团队着手油菜抗逆品种育种理论与技术研究。他们利用图位克隆策略挖掘出耐盐油菜资源2205中的关键基因BnBBX22.A07，并揭示了BnBBX22.A07通过介导活性氧的清除和激活下游Bn-

WRKY33.C03的表达增强油菜耐盐性能的新机制。

在基础研究取得进展的同时，团队筛选出30多个耐耐盐碱油菜资源，并利用回交转育结合分子标记辅助选择的方法，培育出12个农艺、抗性和品质等综合性状优良的耐耐盐碱甘蓝型油菜亲本系，进一步配制成20多个高产油菜杂交组合。“我们在新疆、宁夏、陕西等多地奔波育种，创制出‘西油11’‘陕油1513’‘陕油168’等一批耐寒、耐旱、耐盐碱油菜品种。其中，由团队于澄宇副研究员选育的‘西油11’表现优异。”黄镇说。

“‘西油11’具有纯黄籽高油、油品清亮、香味醇厚等优点，适合在海拔地区推广应用。”黄镇介绍，高寒地区需要高热量食物，醇香菜籽油是优质食材，其中富含93%以上的不饱和脂肪酸。

“最近我们对接当地农业部门，筹划在拉萨、山南、林芝、日喀则建立10个百亩以上示范园，相信这一新品种很快就能在青藏高原大面积推广。”王晋雄说。