



山区电网覆冰,移动融冰作业车上岸融冰。

冰雪来了 电网融冰“黑科技”再升级

本报记者 李禾

生活中时时刻刻都离不开电,覆冰是当前电网最严重的威胁之一。随着今年冬季“冰冻”模式的开启,广东、广西、贵州等南方地区的气温也在持续下降,部分高寒山区更是冰雪皑皑。为保障供电安全,南方电网启动了今年的首轮融冰。

在什么条件下要进行电网融冰?电网线路融冰一般采取什么措施,有哪些“黑科技”?

覆冰积雪危害 电网安全运行的“顽疾”

据南方电网公司编制的《2018年冬和2019年春南方地区低温冰冻天气影响趋势分析报告》显示,今冬明春,广东、广西、云南、贵州各地低温冰冻天气总体属正常略偏轻年景,但广西、云南、贵州等局部地区仍存在出现阶段性较强覆冰的可能性。

随着电力的蓬勃发展,输电线路覆冰事故时有发生。1932年美国发生线路覆冰事件,1994年美国东部和南部地区输电线路与电力相关设备遭

受严重覆冰事故。我国自1954年记录了首例电网覆冰故障以来,覆冰积雪一直严重危害着电网的安全运行。最严重的电网覆冰事故发生在2008年,南方部分地区遭遇50年一遇的严重低温雨雪冰冻灾害,罕见的冰冻灾害,导致了湖南、贵州、江西、浙江、福建等12个省市的覆冰倒塔、断线事故,电网大面积停电、限电。

据统计,当时供电量下降到受灾前的14%,全国1亿多人受到了影响,直接损失超过1000亿元。

直流融冰 解决电网大面积冰冻灾害

统计数据表明,截至今年12月9日,南方电网公司10千伏及以上线路覆冰270条,覆冰比值超过0.3的有32条。广西电网工程师傅波介绍,覆冰比值是监测到实际覆冰厚度除以设计导线可承受覆冰厚度的数值,超过0.5就要实施融冰。

不过,中国电力科学研究院的专家告诉记者,由于自然覆冰形式多样,随机和不可预见,加上每个地区的具体情况不同,微地形、微气象影响严重,因此,每个地区确定的需要实施融冰的覆冰比值是有所不同的。

电网防冰和除冰的方式,从前是人爬到电线杆上,用锤子和榔头进行人工清除,但如今,防冰技术手段已经升级,这包括固定式直流融冰、交流融冰变压器、融冰刀闸小车、自动机械装置融冰、空气弹震动除冰、滑轮融冰等。重庆大学教授蒋庆良说,覆冰是极其复杂的国际性难题。在2008年南方大面积冰灾后,我国开展了广泛研究,而直流融冰是目前唯一可行的解决电网大面积冰冻灾害的方法。

直流融冰主要是通过通过对输电线路施加直

流电压并在输电线路末端进行短路,使导线发热来对输电线路进行融冰。其中的固定式(可控硅)直流融冰装置则采用引入变电站10千伏电源,通过三绕组整流变压器后,送入12脉波可控硅整流器,经整流后输出3000伏/1400安的直流。对此,电力专家解释说,电流就类似于水流,可控硅就类似可控制的闸门,通过三绕组整流变压器,把10千伏的高压电转变为较为低压的电流,再通过12脉波可控硅整流器,消除其中的谐波干扰等。“融冰不是对输电线路快速加热,而是一点一点加热,一般来说加热到1摄氏度左右就可以了,所以必须通过整流器,把变电站输出的高压电源转变成低压直

电,才可以使用。”

当前我国在很多“骨干电网”上已预装了固定式直流融冰装置,而移动式直流融冰装置则由整流部件、变压部件、感应电压抑制部件、输出组合刀闸等组成,直接安装在拖车上,能随时调度使用。“但是实施直流融冰需要停电与人工干预,操作复杂,融冰时间长,这是需要解决的关键技术。”蒋庆良说,干预式防冰、融冰是国内当前发展的趋势,而电网防冰减灾应从高成本、低可靠性、供电中断的融冰措施向不停电、非人工干预、智能化、低成本、高可靠性的冰灾防御方法进行根本性转变,但这有待于继续深入研究 and 工程应用证明。

除冰行列 用上喷火无人机和激光雷达

“如今,我们坐在电脑前,就可以看到千里之外的电网设备融冰的整个过程,这在以前根本无法想象。”南方电网公司安全总监牛保红说,通过物联网和远程通信技术,指挥中心可以远程对除冰、融冰设备进行程序化操作,而且实现了无人机等多种手段联合,大规模、跨区域、自动化巡查等,提高了效率,并可避免人员操作的安全风险等。

除了直流融冰外,电网在除冰融冰方面还在不断试验其他的“黑科技”。如南方电网在喷火无人机、激光清障仪以及激光雷达扫描、激光雷达进行实地除冰作业等非接触式融冰技术方面取得了新突破。南方电网广东公司在国内率先尝试喷火无人机对高压线路地线进行除冰作业,在5分钟内通过8次喷火加速了地线重冰区冰层融化;激光清障仪是南方电网广东公司东莞供电局自主研发的产品,可直接远距离及时、快速、安全地清除线路飘挂物,在应用于融冰的试验中,通过超远距离激光聚能,在8分钟内成功切除了导线覆冰最严重区段整体厚度达12厘米的冰层。

“以往地线除冰主要靠人工,效率不高,而且有一定危险性。由于常规地线不通电,覆冰会比较严重,加上无法进行直流融冰操作,地线融冰已成为电力行业一大难题。”南方电网广东公司东莞

供电局输电管理所主任杨挺表示,激光清障仪、喷火无人机这两项非接触式融冰技术的现场试验应用,将改变传统人工除冰的原始模式,减少电力工人在恶劣天气中冒险登高抢险的风险,有望解决电力行业架空地线因多点接地而无法通过电流短路融冰的难题。

“融冰技术的研究最早是在加拿大,但世界第一套直流融冰装置得到实际应用是在贵州地区。”中国工程院院士、南方电网公司专家委员会主任委员李立浯说,可控电流源融冰装置应成为新一代融冰装置的标准型式。科学家们还在电网抗冰材料研究和应用方面取得了新进展,如复合碳纤维复合芯导线具有更好的抗压能力、整体稳定性、抗断裂性能等,可用于中重冰区、强风区,提高输电线路本体的抗覆冰、防冰能力;在防覆冰涂料方面,超疏水涂层表面具有微-纳粗糙结构,可以有效降低冰层与涂层接触面积和附着力,实现易脱冰;涂层与涂层表面之间存在空气层,阻隔液滴结冰时的热量传递,达到延迟结冰的效果。

蒋庆良说,覆冰是各种结构物面临的普遍现象,不仅是电网,风力发电机、飞机、高铁等都面临覆冰的危害。冰灾防御是多领域的重大科技难题与关键技术,电网融冰方面取得的科技成果,未来也可以应用到飞机、高铁等方面。

纳米光子学:破译光子与物质间“悄悄话”

第二看台

本报记者 刘园园

在纳米尺度下,光子与物质之间会发生什么奇妙的反应?破译它们之间的“悄悄话”,会对科技带来哪些革新?近日召开的第Y3次香山科学会议(第3次青年学术讨论会)以“纳米光子学材料”为主题,主要关注的就是这些话题。

在纳米尺度下操纵光

“随着现代微纳加工技术和光学技术的不断发展,近20年来,纳米光子学在世界范围内得到迅猛发展,展现出强大的生命力。”中科院院士、武汉大学物理科学与技术学院教授徐红星介绍。

所谓纳米光子学,是以纳米尺度下的光与物质相互作用机理及应用为核心的交叉学科。

国家纳米科学中心纳米光子学研究部研究员戴庆接受科技日报记者采访时介绍,纳米光子学技术主要研究纳米尺度上对光的操纵,能够突破光的衍射极限并对光的发射、吸收等性能进行更精细的调控。因此这种技术在高灵敏检测、传

感、LED、太阳能电池和通讯等领域有巨大的应用潜力。

纳米光子学领域的研究涵盖广泛,主要包括纳米光子学材料生长、纳米结构的组装和加工制备,以及表面等离子体、光子晶体、超快光谱、近场光学表征的材料、机理、表征方法、器件和应用等。

诸多奇特的物理效应

“当材料的尺寸缩小到纳米尺度后,会产生许多新奇的物理效应。”中科院物理所研究员魏红告诉记者。

量子限域效应就是其中之一。利用这种效应,科研人员可以通过改变纳米结构例如量子点的尺寸来调节其发光波长。

再比如,科研人员可以利用纳米结构在亚波长尺度对光进行调控,使不同频率的光具有不同的透射、反射等,从而产生结构色,例如一些鸟类羽毛的颜色。

此外,在金属纳米结构上可以激发出表面等离子体,能够突破光的衍射极限,将光场压缩到纳米尺度并增强局域光场的强度。

“表面等离子体是材料中的电子被激发后以光

频率集体振动,以波的形式沿材料表面传播的一种元激发。类似于石头抛在水中会激起水波沿水面传播。”戴庆解释说。

徐红星告诉记者,表面等离子体可以将光场束缚在远小于光的波长的空间范围内,实现名副其实的纳米光子学。当前,它已在诸多方面展现出巨大的应用前景。

例如,基于表面等离子体实现的亚波长光波导、分光器、调制器、激光器、探测器等功能单元正逐步完备,以金属纳米结构作为光学天线进行光能转换用于癌症治疗、海水淡化、增强催化等方面也崭露头角。

“另一方面,以人工微结构、人工‘原子’或‘分子’为单元构筑的超构材料、超构表面也是推动纳米光子学发展的重要力量。它们具有超透射、负折射、隐身等奇异的光学现象,将光学研究带入了一个新的方向。”南京大学现代工程与应用科学学院教授李涛说。

可与量子信息技术强强联手

“纳米光子学将与量子信息领域相结合,为量子态的制备、量子信息器件的设计及片上集成提供

新的基础;纳米光子学在光催化、精密传感等领域的不突破也有望为下一代变革性技术的研发铺平道路。”徐红星介绍。

在徐红星看来,纳米光子学技术是影响国家未来核心竞争力的重要战略研究方向之一,也是新经济增长点的支撑技术之一。拥有纳米光子学技术知识产权并推广这些技术,将有力提升我国在经济和国防安全等领域一些关键点的竞争优势。

北京大学物理学院研究员施可彬告诉记者,近年来随着纳米材料和结构的设计和制备技术、先进光学表征手段等的快速发展,以及人才队伍的不断扩充,我国在纳米光子学领域取得了一系列重要的原创性成果,在若干重要研究方向上已经达到国际一流水平。

“目前在纳米光子学领域,无论是在基本理论还是实用化方面,仍然面临着许多难题。”徐红星说。

等离激元领域的能量损耗就是其中一个关键问题,限制了等离激元纳米光波导和其他纳米光子学器件的应用。科研人员一方面在尝试解决损耗的问题,另一方面也在尝试怎么利用等离激元的损耗来设计新型器件。

热点背后

你所不知道的 飞机虚拟实验

实习记者 于紫月

近日,ARJ21-700飞机114架机在南通完成了最后一架交付试飞任务,通过中国民航局认证,顺利交付成都航空,成为中国商飞公司向成都航空交付的第9架ARJ21-700飞机。

这些年,一架又一架国产飞机飞出“巢穴”,飞向蓝天。随着选择乘坐飞机出行的人越来越多,我们不禁想问,我们乘坐的飞机是否安全?飞机的强度是否足够?对于飞机结构的强度又是如何考量的?科技日报记者带着这些疑问,近日采访了中国飞机强度研究所计算结构技术与仿真中心副总师聂小华。

结构强度实验保障安全飞行

“不论是小到几公斤的无人机,还是大到载客上千人的大型客机,不论是军用战斗机还是民用运输机,每一架飞机在上天之前都会有专门的研究团队对其进行严苛的强度实验。”聂小华告诉记者,结构强度是指结构承受载荷和耐受环境的能力,飞机结构强度实验是飞机研制中的必要环节。

进行飞机强度实验却不是件容易的事情。一架大型飞机进行强度实验时,其机翼上承受的最大载荷高达几百吨,翼尖变形可达好几米,在地面进行强度实验时,需要通过几百个加载通道将载荷施加到飞机上以模拟空中受载状态,同时要布置数以千计的传感器测量飞机的承载状态。“但这项实验是确保飞行安全所必须完成的。”聂小华说。

据悉,在飞机的设计和制造过程中,为了保证结构强度达到要求,需要依靠大量积木式乃至全机实验来完成强度设计的验证与评估工作,整个过程不仅需要耗费巨大的财力物力,稍有不慎还会在实验中出现非预期的结构损伤和破坏,其风险大、周期长、成本高。

近年来,人们一直在汲汲探寻解决之策。随着计算机技术的发展,科研人员开始探索将真实实验环境以及实验体的物理性能转变为一个个数据和公式,“投喂”给计算机,建立起数字模型,模拟真实实验的过程。自此,虚拟实验技术应运而生。

虚拟实验护航全生命周期

“虚拟实验技术是一项集大数据、计算力学与强度理论、实验数字化、虚拟现实等于一体的综合技术,利用现代数字建模、虚拟仿真、增强现实及数据挖掘等计算机数字化手段,在数字空间完成强度研究、设计、验证,在虚拟环境中进行飞机结构强度的评估与验证。”聂小华表示,虚拟实验可以指导和辅助物理实验,提高物理实验的成功率,同时还可通过优化和减少物理实验工况,逐步替代部分物理实验,达到降低实验风险、缩短实验周期、节省实验成本的目的。

记者了解到,目前一些大型国外飞机公司已经开始采用虚拟实验技术,在实验前对实验体进行充分分析和预判,在实验过程中进行实验与分析的一致性评估,有效把控实验周期和风险。

“本世纪初,国内一些高校和研究所开始进行相关技术攻关与积累,目前在某些领域已经拥有了一定的技术优势。”聂小华举例,中国飞机强度研究所创建的大型飞机静强度虚拟实验系统可利用虚拟仿真技术快速精确模拟实验件的承载状态,提前预估实验件的危险部位及其破坏模式,并经过物理实验数据与虚拟实验数据的一致性评估,可达到翼尖变形误差小于3%、应力误差小于5%、破坏载荷误差小于10%,已成功应用于ARJ21-700、C919、AC600等飞机全机静力实验中,大大提高了实验精度,缩短实验周期近30%。

虚拟实验手段的应用在飞机研制过程中形成了虚实互动融合、双线并行的实验新模式,也对研究人员提出了新挑战。“对实验环境的数字化描述和结构力学特性的精确模拟,仍是虚拟实验面临的两大难题。”聂小华指出。

趣图

圣诞将至 小松鼠们忙过节



圣诞将至,瑞典摄影师吉尔特·韦根近日拍摄了一组圣诞主题的松鼠萌照。照片中,这些红松鼠们摆弄着圣诞树、圣诞礼物,看起来好像也在忙着准备过节。

(本版图片来源于网络)

扫一扫
欢迎关注
共享科学之美
微信公众号

