

占领特高压直流输电技术高点

——访教授级高工卢理成和他的团队发明

7月4日,骄阳似火,新洲仓埠临近红安地界的特高压武汉站占地600多亩。林立的特高压设备,在白晃晃的阳光下熠熠生辉。头戴安全帽的教授级高工卢理成,大汗淋漓,却难掩兴奋之情。

回乡探望:引以为豪的“输电工程”运行良好

仓埠是61岁的卢理成的老家。早年,他毕业于清华大学电机工程系,曾在湖北省电力科学研究院从事变压器设备绝缘工程十八年,后在国家电网公司特高压部成立时调入,可谓特高压直流输电技术的开拓者。

此番回汉,他是考察他历时七年的研究成果——“SF₆气体绝缘穿墙套管”在仓埠的挂网运行情况。“今年七月,正好满四周年,目前来看运行状态良好。”他略带自豪地说,他和团队的这项发明,解决了

直流输电中一个关键的世界难题。

这里挂网运行的是一条从陕北榆林到武汉的,正负800千伏特高压直流输电线路。从陕北发的电,以直流方式传到仓埠后,通过一个叫“穿墙套管”的部件进入室内的“换流器”,再经过“阀侧套管”进入“换流变压器”,再出来就进入交流电场,疏散到华中1000千伏特高压交流日字形环网中。当然,其中还有诸多相应设备如滤波、无功补偿、平波电抗等,卢工和团队解决的正是第一关穿墙套管内部绝缘难题。

发明获专利十多项,包括四个PCT国际专利

中国用于发电的水力与煤炭火力能源,大多集中于西部,而用电集中的地区却在东部。这一能源如何输送?最好是能源地现场发电,通过电网输送。

输电有两个基本术语:变压和换流。涉及两个基本公式:Q=I²RT、P=UI。长距离送电必定伴生长距离的功率损耗,这个损耗Q与电流I的平方成正比,也与导线电阻R和供电时间T成正比,在电阻R和时间T都不能变时,唯有减少电流才能减耗;而当功率P不变时,加大电压U就相应会减少电流I。这就明白了,何以会有高压(110至220千伏)、超高压(330至750千伏)和特高压(直流800千伏,交流1000千伏)几种送电方式。

最早的输电是直流电,十九世纪末交流电始用于长距离输电中。二十世纪五十年代,直流输电重新成为长距离输电的优选方式,因为直流线路没有交变电磁场导致的电能损耗,输电容量大大增加,而且超过500公里半径时直流输电单位成本会更低。

直流电压下,空气中带电粒子受到的是恒定方向的电场力,因此都吸附到电路绝缘子表面,就是一般人都了解的“静电吸附”。直流电这个特性导致其绝缘部件表面积污量比相同环境下的交流电的大一倍以上,首先给穿墙套管的绝缘带来

重大隐患。

在仓埠现场,可以看到从换流器机房外墙上伸出的火炮一样长的巨大“螺栓”,有好几根。卢工指着其中一根,说这是他的试验品。

“它与以往的穿墙套管不同,它的内芯绝缘支柱是一种全新材料。”卢工介绍说,这根套管全长27米,我们看到只是它在墙外的一半。绝缘支柱的传统材料是环氧树脂,周围充斥着六氟化硫绝缘气体(SF₆)。环氧树脂在高电压和高温以及摄氏80度温差的严苛环境下,性能发生不可逆劣化;此时静电吸附的带电粒子能引发频繁的“闪络”现象,即气体介质沿着固体绝缘子表面发生两极击穿放电,绝缘体霎时变导体,并发生对地发电,换流器闭锁造成电能输送中断。各种改进措施均无效,因为环氧树脂自身在特高压直流这种环境下已达其理化性能的极限。

必须寻找新材料,釜底抽薪——初时,他们想到用于外绝缘的陶瓷材料作为内绝缘的替代品,从数十种陶瓷材料中确定了氮化硅基陶瓷。卢工说,这像爱迪生团队选用电灯丝一样,经过几千种试验才找到碳化棉线、碳化竹丝,最后是钨丝。但氮化硅从未用在电力,其电学性能要进一步改造,这涉及到大量掺杂配方试验和烧结工艺试验,又一次“爱迪生式”选择,



卢理成工作中。

在经过六大系列主配方筛选后,最后达到的性能指标与传统环氧树脂的比较:电阻率高二个数量级,表面电荷积聚量低1/10,闪络电压提升>40%。穿墙套管国际龙头企业意大利阿尔斯通公司验证,其绝缘“安全裕度”提升>30%,机械裕度提升>80%。紧接着,他们又突破了大批量生产的工艺技术,多支套管通过意大利Grid

Solutions实验室IEC/IEEE标准型式试验。

2021年7月,卢理成团队的第一支新型穿墙绝缘套管在陕——武直流工程武汉特高压换流变压器挂网运行,四年来状况良好。他们为此发表相关论文二十多篇,获专利十多项,包括四个PCT国际专利。

“马路天使”:退休后仍常年在外奔波

探望新洲仓埠的特高压武汉站工程后,卢理成直接到了天河机场返京。

与“电力”打交道的日子里,这位新洲人一年四季在外奔波,号称“马路天使”。匆匆来武汉的这一天里,他的电话不断,都是技术咨询。

最早,他参与并负责技术监督的工程都与湖北相关:1987至1990年葛洲坝——上海南桥超高压直流输电、1999至2000年三峡外送龙泉——江苏政平超高压直流输电、2000至2001年三峡外送荆州——广东惠州超高压直流输电工程。

同时,他也参与过著名的正负800千

伏四川向家坝——上海特高压直流输电工程和正负1100千伏新疆昌吉——安徽古泉特高压直流输电工程,并主导确定其中换流变压器各个核心部件包括硅钢片、换流变油、高温自粘导线、阀侧套管、冷却器、有载调压开关以及平波电抗器、大容量高燃爆能量燃弧真型模拟试验平台的技术参数,制定了此方面系列国家电网企业标准。

历年来他获国家科技进步特等与二等奖、中国标准贡献一等奖、中国机械工业科技进步特等奖和国家电网多项科技进步特等奖等。

通讯员 艾杰

AI 制造“替身”,人类如何看待生命?

人工智能(AI)正悄然改写人们对生命长度与记忆边界的认知。在现实世界,AI被用于开发抗衰老疗法、模拟细胞重编程;而在数字世界,它让逝者的声音与影像得以“留存”,甚至能构建持续互动的“数字替身”。当AI能够“延长生命”“留住回忆”,人们将面对一个全新问题:什么才是生命的终点?在科技赋能下,如何平衡真实的怀念与适度的放手?

AI能打破寿命极限吗

《大众机械》杂志报道称,人工智能公司Anthropic的创始人兼首席执行官达里奥·阿莫迪认为,强大的AI可将科学发现提速10倍,将50年—100年的生物进展压缩为5年—10年,可治愈大多数疾病,并将人类寿命延长到150岁。

在医学与生物技术领域,越来越多的科技公司正借助AI加速延年益寿的探索步伐。

英国《金融时报》报道称,美国初创公司Retro生物科技与OpenAI合作,开发了一个定制化AI模型,可设计抗衰老蛋白,使普通细胞暂时转化为干细胞,从而实现细胞的“逆龄”生长。该公司已筹资10亿美元,推进3款延寿药物的临床试验,

涵盖阿尔茨海默病治疗、脑细胞和血液干细胞重建,力图将人类寿命延长至少10年。

在DNA修复、细胞逆转等前沿方向,AI同样发挥关键作用。AI正在辅助提升DNA自我修复能力、设计个性化延寿疗法,探索将健康寿命延长至百岁以上。

谁为AI版“生命”代言

AI技术在延长生命的同时,数字化的存在形式也在悄然改变人们对生命终结的认知。

如今,死亡不再意味着彻底消失,个人的社交媒体账号、影像资料、语音记录和网络互动,成为一种新的存在形式,某种意义上其仍在延续着生命的痕迹。这虽令人觉得新奇,但也带来了诸多深层问题。比如,一个人去世后,谁拥有他的线上账户?若某个数字克隆体在线上说出或做出这个人生前绝不会说或做的事,该由谁负责?谁应该为AI版本的“生命”承担后果?

澳大利亚《对话》杂志报道称,这个问题已经在世界各地的法院和政府中引发讨论。在美国,几乎所有州都已通过法律,允许数字账户纳入遗嘱继承。在德国,法院裁定Facebook必须允许一位已故用户的家人访问其账户。

与此同时,科技公司还在努力跟上时代变化。大多数平台要求出示死亡证明和法律授权,才允许访问已故者的账户。但这通常建立在一个前提之上,即逝者在生前已经立下了明确的数字遗嘱。然而现实中这样的情况极为罕见。在缺乏明确指引的情况下,家属可能被挡在数字世界之外,无法触及那些珍贵的回忆,也可能不得不接管原本并不愿意管理的账号与信息。

这种“空白地带”也为滥用敞开了大门。未经许可的AI深度伪造图像、音频乃至视频可能被随意生成。

从人文主义的角度看,自主权与知情同意是核心价值。如果一个人在生前从未明确同意被“数字复活”,那么去世后别人使用其数据便难免陷入伦理争议。缅怀逝者,不应演变为对其形象的操控与挪用。

有一些心理学家担心,这种以数字方式延续的存在可能会妨碍人们真正走出悲伤。特别是在AI化身足够逼真的情况下,它既可能带来慰藉,也可能延迟“放下”的过程。

此外,AI虚拟人物的制作成本高昂。一套完整AI替身服务需数千美元,意味着数字永生可能成为富人的“特权”,带来

新的社会不平等。

如何让数字纪念更有温度

在AI不断延展人类记忆边界的今天,人们亟须思考,如何构建一种真正以人为本的数字纪念文化。

美国“人文主义者”网站报道称,纪念首先应回归真实,而非“重建”。技术不应试图复刻一个人,而应忠实保存其故事、价值观与人生轨迹。一个有温度的数字纪念空间,或许包含亲友的见证、精选的影像与文字,或一份时间轴式的生命档案,呈现逝者对家庭、社会与世界的真实影响。

其次,纪念应是公平且可及的。不应让数字技术成为少数人的特权。如同传统纪念碑属于所有人,数字空间也应避免在阶层、技术或种族之间制造新的鸿沟。

更重要的是,数字纪念应承认“终结”是生命的一部分。不需要让逝者“永远在线”,而是要在有意义的缅怀后学会放手。

AI的加入不应让人们逃避死亡的现实,而应促使人们更用心地思考“如何记得”。在数字世界中缅怀逝者,应该是一次诚实、温柔而克制的告别。让他们被尊重,而非商品化;被怀念,而非操控。

(科技日报)