

# 特高压电网绝缘子可承受百万伏高压和50吨拉力 用劣质黏土做出“瓷器活儿”

福荣 本报记者 张景阳

当下,我国纵横绵延的超高压、特高压电网已经成为经济社会快速发展的显著标志,线塔、线架和线网密布的景象颇为壮观,然而不为人所知的是,成就一道道电力“长城”的要素中,有一个小东西至关重要而又往往被人忽视,它就是绝缘子。

日前,全球首条瓷绝缘子自动化生产线在内蒙古精诚绝缘子有限公司的厂区内正式启动调试。

“没有绝缘子就没有高压电网”,公司董事长、精诚瓷绝缘子技术研发带头人张耀辰在接受科技日报记者采访时说:“作为一种重十几公斤到几十公斤的瓷瓶,绝缘子的外表实在不起眼,但是它蕴含的技术却极其丰富。”

## 每款特高压绝缘子要服役50年

作为变电站和高压输电线路基础设施的重要组成部分,绝缘子承担着绝缘、支撑、机械连接三大任务。“在超、特高压的输电线路中,电压最高可超过100万伏,两个塔架之间的输电线路直径超过15厘米,可产生50多吨的拉力,而这些高压和强拉力,首先要由绝缘子来承担。”张耀辰介绍说。

在精诚绝缘子的生产车间内记者看到,高压瓷绝缘子的生产过程工序繁多、十分复杂,公司高级工程师包永跃告诉记者:“目前,国内和世界上高压电网使用的绝缘子主要是基于玻璃、瓷、复合材料3种材料制成。3种材料的产品三分天下,而作为相对传统、使用时间最长的瓷绝缘子,技术创新的要求相对更大,空间相对更广。”

在已经平稳运行的国内多条特高压输电线路中,精诚绝缘子的产品占据着半壁江山,张耀辰指

着实景图介绍说,由于特高压线路的特殊性,绝缘子一旦开始履行使命,就基本无法进行更换,因此,除了承受强力和高压,绝缘子还要有自我防尘、适应各类恶劣自然气候条件的性能,至少要连续工作50年。

“这一系列近乎苛刻的要求,使得特高压绝缘子产品与普通绝缘产品具有质的区别,特高压绝缘子不是一件产品,而是一个具有完整机械结构的系统,它与我们小时候在电线杆下捡到的小白瓷瓶,是两个概念。”包永跃告诉记者。

据绝缘子行业内部的统计资料显示,国内有超过200家的线路绝缘子制造企业,其中具有一定生产规模的企业约有40家。但是经过特高压电网这一高门槛“考核”之后,全球能够为其提供产品的企业只有日本NGK和国内包括精诚绝缘子在内的3家企业。

## “绝密配方”让劣质黏土顶住百万伏特

瓷绝缘子从选料到出厂,需要经过原料检验、配料、球磨、过筛除铁、制浆、造粒、制坯、上釉、烧成、磁检、切割打磨等工序。针对我国特

高压电网的使用要求,承受百万伏高压和数十吨拉力是绝缘子产品的核心性能,也是精诚绝缘子主要的技术研发和投入方向。



绝缘子绝缘性高压测试场

# 钢铁桥面铺层“土”,维护无需大修补

## 第二看台

本报记者 刘志伟 通讯员 邢影 姜志刚

住在武汉,时常会开车过桥。然而,过桥的最大烦恼莫过于:当遇见路面维修时,常常要加入堵车长龙;路面修好不久,又会出现凹凸不平,驾车如同行船。基本上是4—5年一个维修周期,而且这种循环的周期还在缩短。

近日,随着武汉军山长江大桥超高性能混凝土铺装完成,我国自主研发的一项新技术也成为了“网红”。这项新技术的最大特点是,可以大大减少桥面的维护,甚至可以实现零维护。科技日报记者带着好奇,来到了位于武汉的桥梁结构健康与安全国家重点实验室,就此项技术的研发以及应用情况采访了专家。

## 极大提升桥梁健康安全

军山长江大桥,2001年12月15日建成通车,至今已经运营了17年。该桥是京港澳高速公路和沪渝高速公路共用的跨越长江的一座特大型高速公路桥梁。

大桥目前高峰期日均通行车辆34000辆次,60%以上为大、中型货车。远超设计标准的高荷

载给桥面带来了巨大的压力,早在2010年,大桥便实施了为期约100天的首次大修,随后几年又多次进行修补。

中铁大桥科学研究所所长、桥梁结构健康与安全国家重点实验室副主任田启贤介绍,像军山长江大桥这样的“亚健康”桥梁,国内还有很多。近年我国大跨度桥的桥面多使用正交异性钢桥面板,表面采用沥青类材料进行铺装。但随着经济发展,重载货车增多,大多数桥面承受着远超设计的荷载,不仅铺装层频频出现病害,下部的钢板也极易出现疲劳开裂等症。

田启贤说:“本次军山长江大桥采用的超高性能混凝土组合桥面技术,既能作为结构层,降低钢结构疲劳,避免开裂,又可作为防水层和耐磨层,为钢桥面提供一种永久的防护,极大提升了桥梁结构的整体健康与安全水平。”

## 100年才会磨损2毫米

田启贤说,材料是结构的基础,桥梁结构想要

有进一步的发展,材料的革新必不可少。因此对混凝土的性能进行改善是重中之重。

超高性能混凝土是上世纪80年代出现在欧洲的一种新材料,与普通混凝土相比,此类混凝土在拥有超高强度性能的同时,还拥有超高的耐久性能。但此种材料存在着两个缺陷:收缩高、需要蒸汽养护。“高收缩带来的易开裂症状,使得其适用范围严重受限,而蒸汽养护也大大提高了养护成本。”田启贤说。

针对这两项不足,团队经过将近6年的摸索及上千次的试验,获得了大量的配合比数据,最终开发出了一种低收缩、免蒸养的超高性能混凝土。田启贤说:“低收缩免蒸养超高性能混凝土与普通混凝土相比,抗压强度提高了3倍,抗拉强度高了4—8倍,韧性是后者的200倍,耐磨强度是后者的4倍,这意味着如果普通混凝土25年磨损2毫米,超高性能混凝土则需要100年才会磨损2毫米,大幅度降低了后期维护成本。”基于低收缩、免蒸养的超高性能混凝土,他们又开发出超高性能混凝土组合桥面技术,彻底解决了钢桥桥面疲劳开裂的问题。

## 应用范围非常广阔

2016年,团队首次把超高性能混凝土组合桥面技术应用于太原市摄乐桥。

的问题,一是变废为宝,将随处可见的伴生黏土作为产品原料,从根本上降低了我们的生产成本;二是一并解决了劣质黏土作为产品主要原料存在的和可能存在的一切不稳定性。换句话说,我们的核心技术,可以用劣质黏土做出比优质黏土密度更高的产品,在行业内,这是一次技术革命。”

16吨、21吨、24吨、42吨……与原料配方不断改进同步发生变化的,是精诚绝缘子的产品性能,目前,企业生产的最新产品已经应用于国家电网中联网工程、吉昌至古泉特高压直流输电工程等重要工程,机电拉伸性能达到550KN(拉力超过55吨),绝缘性能可在极端恶劣的气候环境下轻松满足百万伏高压需求。

## 技术创新实现自动化生产

电工陶瓷行业一直属于典型的劳动密集型行业,复杂的工序、繁琐的流程,使得瓷绝缘子的生产制造离不开大量的手工操作,实现自动化生产,是世界瓷绝缘子行业梦寐以求的一个目标。“难,非常难。”张耀辰坦言,“行业特性决定了这个目标的实现注定充满坎坷,但是我们一直在坚持技术集成创新,我们坚信,手上有技术,一切皆有可能。”

张耀辰说,之所以说瓷绝缘子产品是复杂的装备制造,是因为其核心技术不仅仅是原料配方,而是一个技术集成。近十年来,精诚绝缘子一直致力于这套技术集成的研发,全球首条自动化生产线在这里诞生,得益于此。

原料制备水化处理工艺,实现了水循环利用的同时,改变了生产流程;窑炉余热利用技术创新,实现了生产线零排放,将烘干工序与烧制工序融为一体。液态水泥助磨剂制备、无线智能零值在线自检、筒易回旋式筛分器、智能型换热器、自

动修坯机……短短几年内,20项核心技术创新先后大功告成。

自动化生产车间运行在即,记者看到,从配料、制作、上釉、烤制、检测,再到最后的包装,基本都实现了自动化。“我们根据这一整套核心技术,最终创新出这条生产线的灵魂——瓷绝缘子辊道窑。”包永跃说。

辊道窑其实并不是窑炉,而是一条生产线,由转动的辊子作为陶瓷坯体运载工具,表面看来,与传送带较为相似,但是功能却极为强大,在辊子的转动使陶瓷从窑头传送到窑尾的过程中,就可以全自动完成烧制到检测包装。

这条全自动化瓷绝缘体流水生产线,是集无机矿物粉体破碎分选技术、电子称量配料技术、辊道窑炉自动烧成技术等多项技术集成创新的高等级瓷绝缘子自动化生产线,可实现从原料输入到成品检验输出连续化生产。



已经在国家电网中服役的瓷绝缘子

## 情报所

### 用“DNA分析”技术实现智能检索

“更多企业把目光转向了潜在价值巨大的专利文献,力图提高研发起点,预测技术发展动向,监控竞争对手,增加核心技术的储备,从而提高自身的竞争力。”在近日举行的incoPat新科技检索大赛赛场上,大赛组委会负责人、合享智慧科技有限公司总裁何佳向记者介绍,输入描述新产品创新点的中文词汇后,incoPat会在全球1.2亿件专利中精准查找相关技术,并向用户呈现详细技术方案及全部附图,帮助企业用户深度掌握现有技术并启发新思路。

何佳表示,通过合享智慧科技有限公司自主研发的专利DNA分析技术,incoPat科技创新情报平台可以深度加工各类数据,实现专利数据的智能检索、全景分析、热点预测等功能,助力企业用户提高创新效率。目前平台全面整理并汉化了112个国家、组织和地区自1782年以来的1.2亿项专利技术,并以每24小时添加1.4万项最新技术的速度不断增长。(记者陈瑜)

### 智慧物流平台加速集装箱运输

记者日前获悉,西南首条全链条铁路智慧物流平台已建成投用。“现在年吞吐量近20万标箱,效率是以前的4倍。”平台研发方、中铁八局物流公司物流中心经理廖富刚说,传统的集装箱多式联运信息系统,往往部分电子信息传递不畅,如海关放行数据不能及时传递到堆场,常常需要依靠纸质单据或短信等补传数据,给集装箱运输带来诸多困扰。

而通过平台内各系统无缝衔接,可实现高效联合作业——当集装箱抵达仓库大门时,物流管理系统向不同部门发出对集装箱“吊箱”“移箱”的不同指令。前者,传输到堆场正面吊车的车载电脑中,吊车利用网格化视角对集装箱准确定位,并将区位反馈至箱管系统;后者,发送至货物运输车后,可根据装置的GPS系统自动规划出符合仓库场地的进出线路,以最快捷的路线出现在集装箱面前。此外系统还能实现场地实时监控和整体调度,避免业务繁忙、道路狭窄时遇到长挂车引起堵车。(冯云鹏 记者盛利)



吊车依托智慧物流平台控制中心对集装箱精准定位

### 航天低压氧舱“换装”迎冬奥

近日,吉林省冰雪运动一体化保障项目在吉林市体育运动学校正式启幕,助力2022年北京冬奥会。在训练基地中,一个体积大约8平方米“的大箱子”引起了人们的注意。“这就是我们的壹舟焕能舱,在这里主要是将低压低氧舱与越野滑雪运动耐力训练相结合。”吉林壹舟医疗科技公司总经理杨一舟介绍说。

“焕能舱可以让我们在地面不动的情况下,模拟反复上升到1000—2500米的高度,通过缺氧和低气压锻炼,调动我们机体的自调能力。我们的焕能舱选用了3000米以下对人体没有任何危害的高度来锻炼。”壹舟焕能舱研发中心专家、吉林医药学院低氧与健康管理研究中心主任任广介绍。

提到研发难度,杨一舟说:“比如真空室的抽气口、舱体的进气口的设置也有讲究,如果舱内的气体分布不均匀,就会导致压力传感器的测量精度不高,不能有效模拟预设的海拔高度,从而导致使用时存在一定的安全风险。另外体积过大、费用高昂、专业化强也是制约其推广的重要因素。”公司在军用低压舱基础上进行技术攻关和改良,自主研发的壹舟焕能舱舱体只有大约8平方米,最多能够同时容纳6人进行训练,比军用低压舱的舱体减小了90%以上。

不但如此,为了让使用更加“傻瓜”,公司还研发了智能化电路系统,实现了菜单化显示、一键模式选择和自动化控制,操作简单方便,装置安全性高,抗干扰能力强。(马维维)



壹舟焕能舱

(本版图片由受访单位提供)

扫一扫 欢迎关注 核心技术 微信公众号

