

12000余次

目前配网带电作业机器人及成套装备已经在天津、北京、山西、山东、上海、江苏等18个省(区、市)进行规模化推广应用,累计开展带电接引线、断引线、加装接地环等实际作业12000余次。

带电作业检修高压线 这个“超级电工”看得准、找得巧

◎本报记者 陈曦

很多人可能都看到过这样的场景,电力工人身背工具箱,爬上高压电线杆,悬挂在半空中,争分夺秒地完成一系列复杂的操作。带电作业被称为电力行业中最危险的专业,电力工人随时面临着触电、高空坠落等危险。不过如今这项危险的工作可以放心地交给机器人去做了,它们不仅能轻松完成剥线、换线、修理等

带电作业是配电网上的“微创手术”

电气设备在长期运行中需要经常测试、检查和维修。在以前技术设备不那么发达的年代,往往需要进行停电检修。不仅影响生产、生活,尤其是医院等重要场所,一旦停电后果不堪设想。因此电力作业逐渐发展出不停电检修、测试的技术,即带电作业。带电作业可以在不停电的情况下,实现消缺、消缺等工作,是避免检修停电,提高供电可靠性的有效措施。

因此目前我国带电作业需求量大,近五年来,国家电网公司累计开展配网带电作业达400余万次,并且以年均14.9%的速率持续增长。

然而由于带电作业处于户外高空、高压的环境中,进行配网作业的电力工人要面临很高的安全风险。为了保护他们的安全,电力工人在操作过程中要全副武装,保证全身上下360度无死角,这些厚重、密不透风的绝缘服大大增加了工作强度。而且带电作业对理论知识、操作技术等要求都比较高,人工操作很难做到工作质量统一。此外,遇到雷电、暴雨、大雪、大雾等恶劣天气,还不能进行带电作业。

“早在2016年,我在带电作业现场,当看到老师傅们脱下绝缘服和绝缘手套全身湿透时,就

机器人四次迭代解决四大难题

2017年底,利用传感、识别、认知等人工智能技术,第一代机器人研发成功。

“这代机器人基本可以在室内理想环境下完

5G、北斗、AI齐上阵 无人驾驶车队码头高效装卸集装箱

◎本报记者 陈曦

目前,全球港口95%以上的集装箱码头都是传统人工操作,属于典型的劳动力密集型产业。人工作业劳动强度大且效率越来越难以匹配码头发展需求,如何在传统集装箱码头基础上进行技术升级改造,实现全流程无人自动化作业,是摆在全球港口面前的一道世界性难题。

我国在破解这道难题的路上走上了世界前列。近日,在2022世界移动通信大会上,由天津港、华为和中国移动联合打造的“5G+智能港口”项目荣获“互联互通最佳移动创新奖”。该项目是基于5G、AI等前沿信息技术的全场景创新应用,实现了全球首个港口自动驾驶和5G远程控制,建立了自动化码头2.0水平运输新形态和新模式,大幅降本增效,促进智慧、绿色、安全港口的全面发展。

水平运输的自动化需要更多“智慧”

在天津港第二集装箱码头,记者看到多辆智能水平运输机器人(ART)在自动化码头堆场装卸集装箱后,依次通过集装箱地面智能解锁站完成加解锁操作,最后到达岸桥下完成精准对位,吊具自动升起将集装箱稳稳地放置轮船上。整



自主配网带电作业机器人进行带电作业 国网天津滨海供电公司供图

“细致活”,而且可以在完全不断电的情况下完成操作。

这个“超级电工”就是国网天津电力研制的全球首台自主配网带电作业机器人,这款机器人还配有自动剥线器等13种末端工具,形成了系列化成套装备。该产品获授权专利39项、发表SCI/EI/核心期刊15篇,牵头立项该领域首个IEEE国际标准,日前“配网带电作业机器人关键技术,成套装备及工程应用”项目还获得2021年天津市科学技术进步奖一等奖。

萌生了研发这样一个机器人的想法。”该项目研发团队负责人、国网天津滨海公司运维检修部配网检修班班长张黎明回忆说,自主配网带电作业机器人,不仅能让机器人代替人在配电网上做“微创手术”,还可以大幅提高作业效率,同时也把危险降到最低。

“我们研发的配网带电作业机器人要从根本上解决上述问题,但相比一般室内作业机器人,也面临很多技术挑战。”张黎明介绍说,机器人在户外开展带电作业,主要受强光、空间狭小、平台抖动、运动特性约束、干扰源复杂等因素的影响,因此在设计上要解决机器人精准定位、自主规划、智能控制、安全防护设计等四大难题,才能实现机器人的自主作业。

成作业基本动作。但存在电磁兼容及绝缘、智能程度低、作业范围受限、灵活度不高、效率低等问题,不能完全实现自主作业。”项目技术负责人、

个过程一气呵成,现场没有一名工人,但所有操作都被后台尽在掌握。

“实现码头全流程自动化,最重要最需要解决的问题之一就是水平运输环节的自动化。”第二集装箱码头公司信息部副经理刘喜旺介绍,“智能水平运输系统”并不是简单实现多辆ART两点间的自动驾驶。如果仅仅依据系统对作业时序的要求,交由单车智能自主规划路径,那么在多车自主协商解决路径冲突的过程中,会增加行车轨迹的不确定性,带来安全隐患,并可能造成业务时序的混乱。

此外,由于单车智能缺乏“上帝视角”,难以实现全局效率最优,也不易保持行驶平稳性,频繁地加减速和启停会导致车辆能耗的增加。如何解决各种场景下的车辆冲突、道路死锁问题,实现全场车辆的高效协同,提升码头整体作业效率,成为自动化码头水平运输方案能够有效落地的关键。

为解决这个难题,项目首创了全局路径规划和局部精细化引导相结合的新模式。基于多图层融合技术在云端构建的动态业务高精地图,可实时汇集船舶、岸桥、场桥、ART等关键生产要素实时位置,以及充电桩、锁站、道路、围栏、堆场等基础设施地理信息和交通语义,还可通过高速5G网络实现76台ART的统一协管控,保障多车协同作业时行车路线的确定性和安全性,有效解

决了基于无人驾驶技术实施集装箱码头全自动化水平运输的关键问题。

刘喜旺解释,系统内部基于ART运动学特征精准构建云端多车协同驾驶的调度模型,利用高带宽低延时的5G网络,可实时获取车辆的速度、位置及方向,预测关键路口和区域的未来交通态势,对于可能发生的时空路权抢占,提前通过速度控制进行一一化解,有效预防车辆交互死锁问题。这种时空一致性动态路径规划算法,会按照业务要求合理管控实现76台ART的高效协同。

“因为和人类驾驶员相比,ART自身的感知、逻辑处理能力还稍显不足,完全靠自身处理能力实现自动驾驶非常困难。”刘喜旺说,运用精度更高、信息更全的动态感知高精地图,能够为自动驾驶提供高精度定位辅助和车道级导航,增强静态环境感知能力。

为全球95%人工码头提供可借鉴复制方案

难能可贵的是,该项目是基于传统人工码头装卸作业工艺的智能化升级改造,可为全球95%人工码头提供可借鉴、复制的方案。

传统集装箱码头场桥岸桥作业条件艰苦,对人力要求极高,司机室30米高,司机需频繁登高、高度集中精力操控设备,容易造成疲劳形成

就像是一个初出茅庐的学徒工,还需要进一步提升它的本领。

因此第三代机器人着重对这些重要功能进行了优化。首先优化了多传感器融合算法,增强双目视觉匹配度,提高识别精度,户外作业定位误差小于1厘米,使机器人“看得准”;基于人工智能技术,优化机器人路径规划算法,使其路径规划更科学、更高效,让机器人“找得巧”;创新研制全自主剥线工具及绝缘型并沟线夹,提高适用范围,让机器人“做得好”。

在安全性能上,机器人采用绝缘配合与多级防护技术,特别是在机器人关节部分创新性研发了“体一臂一腕”绝缘设计,软硬结合进行双保险。同时通过电磁干扰预测与防护技术,很好地解决了机器人在复杂电磁环境中被干扰影响接受指令的难题。

为了能更好地进行产业化规模化生产,2020年7月,第四代人工智能配网带电作业机器人采用了模块化设计,体积缩小三分之二,重量减轻三分之一,充分满足复杂地形和狭小空间带电作业需求,同时研发了双臂和单臂机器人以及13种系列化末端,形成了配网带电作业的成套装备,进一步扩大配网带电作业机器人的使用范围。

检测、应用和技术服务能力。“随着配电网规模扩大和带电作业需求增加,全国市场需求预计达0.5万—1万台,产业规模达300亿元。”张黎明介绍。

目前,为了促进带电作业标准化、规范化,提高带电作业质量及效率,减少停电时间,支撑智能化运检规划实施,项目团队又牵头立项了首个IEEE国际标准《配网带电作业机器人导则》。

“由于项目突破的技术涵盖复杂环境三维建模、目标精准感知与定位、狭小空间机器人运动规划和智能控制等领域,因此该技术还可以应用到消防、输电、用电等智能电力机器人装备上。”

张黎明介绍,目前智能充电巡检机器人应用于天津市津门湖综合充电服务中心与中新天津生态城泰八路充电站。未来,还可进一步推广至救援、勘探、矿山等其他行业。

检测、应用和技术服务能力。“随着配电网规模扩大和带电作业需求增加,全国市场需求预计达0.5万—1万台,产业规模达300亿元。”张黎明介绍。

目前,为了促进带电作业标准化、规范化,提高带电作业质量及效率,减少停电时间,支撑智能化运检规划实施,项目团队又牵头立项了首个IEEE国际标准《配网带电作业机器人导则》。

“由于项目突破的技术涵盖复杂环境三维建模、目标精准感知与定位、狭小空间机器人运动规划和智能控制等领域,因此该技术还可以应用到消防、输电、用电等智能电力机器人装备上。”

张黎明介绍,目前智能充电巡检机器人应用于天津市津门湖综合充电服务中心与中新天津生态城泰八路充电站。未来,还可进一步推广至救援、勘探、矿山等其他行业。

未来产业规模可达300亿

检测、应用和技术服务能力。“随着配电网规模扩大和带电作业需求增加,全国市场需求预计达0.5万—1万台,产业规模达300亿元。”张黎明介绍。

目前,为了促进带电作业标准化、规范化,提高带电作业质量及效率,减少停电时间,支撑智能化运检规划实施,项目团队又牵头立项了首个IEEE国际标准《配网带电作业机器人导则》。

“由于项目突破的技术涵盖复杂环境三维建模、目标精准感知与定位、狭小空间机器人运动规划和智能控制等领域,因此该技术还可以应用到消防、输电、用电等智能电力机器人装备上。”

张黎明介绍,目前智能充电巡检机器人应用于天津市津门湖综合充电服务中心与中新天津生态城泰八路充电站。未来,还可进一步推广至救援、勘探、矿山等其他行业。

国内最长陆上风电叶片 在内蒙古下线

安全隐患。

“‘智能水平运输系统’还可以协同码头生产操作系统(TOS)、场桥、岸桥、ART、自动锁站、自动充电桩等关键资源,自动得出最优装卸方案并指挥各台设备,实现全局调度最优。”天津港第二集装箱码头有限公司总经理杨荣说,目前在水平岸线码头里,系统有效管理了迄今为止最大规模的无人驾驶车队,达到了76辆。

解决方案还通过建设智能调度中心,在港口中控室实现了自动化场桥和岸桥的远程控制。操作人员坐在中控室就可以回传高清视频信息和设备状态信息对场桥岸桥进行远程操控,发送指令,驱动场桥岸桥自动运行起升,指挥小车、大车等,辅助开展集装箱的自动化装卸作业。1名操作员可操控6—8台场桥,不再需要人机一一对应。

2021年10月17日,全球首个“智慧零碳”码头——天津港北疆港区C段智能化集装箱码头正式投产运营。这个码头通过风能、太阳能等清洁能源的使用,实现了绿电功能100%自给自足。而且通过5G、北斗、人工智能的应用,率先全面实现水平布局集装箱码头全流程自动化作业。

“‘智慧零碳’码头较同等岸线传统自动化集装箱码头投资减少30%,减少集装箱作业倒运环节50%,综合能耗可降低17%以上。同时较同规模传统集装箱码头人员减少60%。”刘喜旺说。

成果播报

“塔机CT”远程全方位诊断 可提前30天预判隐患

◎本报记者 王延斌 通讯员 张之稳

近日,山东某在建工地塔吊施工时发生倒塌事故,致多辆轿车被砸。在高层建筑拔地而起,不断刷新高度的当下,如何杜绝塔吊倒塌事件的发生?

在接受科技日报记者采访时,山东建筑大学教授、山东省起重机械健康智能诊断工程研究中心(以下简称起重诊断中心)首席专家宋世军表示,经过多年研究,“塔机CT”技术已研制成功。这项技术可运用“结构损伤图谱”(以下简称图谱)对塔机进行全方位诊断,提前30天预判隐患,避免事故发生。

多学科融合下的图谱

塔吊是建筑工地上最常用的一种起重设备,以一节一节的接长(高),用来起吊施工用的钢筋、木楞、混凝土、钢管等原材料。

宋世军介绍,作为工地上必不可少的装备,轻型塔机的结构自重可达二三十吨,重型塔机则接近百吨。由于塔机结构重、体量大,安全隐患多,一旦发生安全事故,一般都会造成人员伤亡和重大经济损失,所以其一直是建筑施工安全重点管理设备。

据了解,起重诊断中心是依托山东建筑大学机电工程学院建立起来的。2021年9月份,在科技部等八部委联合印发的《物联网新型基础设施建设三年行动计划(2021—2023年)》中,起重诊断中心的业务范围被列入智能制造领域,被描述为:“利用物联网技术提升对建筑质量、人员安全、绿色施工的智能管理与监管水平。”

宋世军眼中的图谱是将应用数学、图形学、信息数据、信息科学分析等方法有机结合进行事物状态描述的一种方法。

“塔机的常规检测是当时当地的表象检测,检测结果只对检查的时刻有效。”宋世军说,破解这一问题首先需要采集数据,其中包括塔机运行数据、工作环境数据、塔身顶端轨迹数据、塔机运行远程视频、技术交底、巡检数据、司机操作视频等数据,利用这些数据对塔机运行状态进行整体分析,可以发现司机操作异常,进而评估司机技能水平,并通过数据挖掘、信息处理,和理论图谱库进行特征匹配,来判断塔机的结构损伤状态和损伤程度,提出整改建议,通知相关管理单位,对于严重结构损伤的塔式起重机进行及时整改处理,可以避免塔式起重机倒塌等重大安全事故。

一张图谱,千里排险

“上述图谱其实是我们提出的塔式起重机重大危险源预报预警技术中的核心技术。”宋世军表示,起重诊断中心已经建立了包括理论损伤图谱和实测图谱的结构损伤图谱库,采集并整理了13000多个损伤图谱。

他表示,数百次实践已经证明,经过对图谱的分析,他们得出的塔机存在结构性重大隐患的结论,与专家到现场排查得出的结论是完全一致的。

监测项目100余个,评估塔机300余台,出具报告累计1100余份,排查出存在结构隐患的塔机超过50余台。这是起重诊断中心在2020年交出的成绩单。

这其中的“50余台”不仅仅是一个数字,更多的是依靠科技进行筛查,排除隐患,将50余起潜在的安全事故消于无形的努力。

山东省济南市距离位于宁夏回族自治区北部的贺兰县一千多公里。起重诊断中心通过对远程监控平台的数据分析,对比图谱发现贺兰县一塔机标准节连接螺栓严重松动。随后,他们立即告知贺兰县主管部门,第一时间消除了隐患。

据了解,围绕此项技术,起重诊断中心已经完成各级各类科研项目20多项,发表论文60多篇,获得30余项发明专利,软件著作权20多项,在国内、山东、北京、上海、广东、贵州、辽宁等近十个省市的塔机生产和应用单位已经应用了此项技术。在“一带一路”沿线不少国家也有应用。

“中国第一个出口的核电站——巴基斯坦·卡拉奇核电站所使用的17套起重机械安全监控系统全部使用了我们的技术。”宋世军说。正因为掌握了自主核心技术,他对该装备的推广很有信心。

国内最长陆上风电叶片 在内蒙古下线

科技日报讯(记者张景阳 通讯员郝静 孙佳瞳)记者近日从内蒙古自治区科技厅获悉,由株洲时代新材料科技股份有限公司(以下简称时代新材)自主研发生产的TMT185风电叶片在内蒙古鄂尔多斯装备制造工业园区下线。该叶片长度91米,是目前国内已下线的最长陆上风电叶片,这也标志着我国在风电叶片的设计能力、制造能力方面有了新的提升,这将有力推动我国区域风电发展。

时代新材蒙西分公司副总经理刘成柱介绍:“TMT185叶片是拥有自主知识产权的产品,91米的长度是目前国内搭载‘玻璃钢架拉挤大梁’最大的叶片长度。这项技术实现了三分之一的叶片自重降低,这也意味成本低、适配范围增大。产品一下线,就陆续接到订单,后续订单量必将会有更大的增长。”

据了解,从技术层面分析,本次下线的TMT185叶片主要配套4.5兆瓦—6.5兆瓦风力发电机组,采用高升阻比和低粗糙度敏感性的风力发电机组专用翼型,保证优异的发电效率;基于弯扭耦合技术,实现气动—载荷相互耦合,确保整机性能与载荷的最佳平衡;采用高比模量和高比强度的玻璃钢架拉挤板材料,以最低叶片重量使整机载荷和可靠性达到最优;采用模块化制造技术,有效缩短叶片生产周期,提高可靠性。