

量体定制大飞机

——国产自动铺丝机诞生记

■ 热点透视 rediantoushi

盛夏时节,万物繁茂。

7月12日,北京。中国航空制造技术研究院(以下简称航空工业制造院)一个科研现场,大型复合材料自动铺放成型设备研制项目团队带头人冯长征正与技术人员一起,对即将交付的几台机器人式自动铺丝机,进行调试测验。

自动铺丝机可量体定制新型大飞机,主要用于飞机大型、复杂复合材料构件的铺放制造,如飞机机身、尾锥等。

2005年,航空工业制造院开启自主研发复合材料构件自动化成型装备之旅。2022年10月,航空工业制造院向航空主机厂交付新一代机器人式自动铺丝机。经验证,技术水平比肩世界先进,打破了这项技术长期受制于人的困境,实现了“材料+工艺+设备+软件”技术体系全链条贯通。

不能被自动铺丝技术与装备“卡脖子”

轻量化,是飞机先进性的重要标志之一。

“自重越轻,有效载荷越多,机动性也越强。”冯长征说。

飞机减重,离不开碳纤维复合材料。每根碳纤维直径约5微米,相当于一根头发丝的十二分之一。虽细,却十分“强壮”。用碳纤维制成的复合材料,强度是钛合金的两三倍、铝合金的4倍以上。

采用碳纤维,飞机重量将减轻三成。

自动铺丝机中的“丝”,即指碳纤维丝束。

先进飞机,复合材料结构设计复杂,关键部件制造汇聚各种工艺。

在航空工业制造院项目总师孙年俊的记忆里,十几年前,用碳纤维复合材料造飞机部件,都是靠工人手工铺叠,遇到大型构件,复杂构件就犯难。

“一层一层铺叠,做成一个飞机构件形状。一层0.13毫米,一个飞机复合材料构件最厚要40毫米。”孙年俊说,手工铺叠低效、精度差、材料浪费大。

“20世纪七八十年代,欧美国家成功研发出复合材料自动铺放设备,从自动铺带机,再到自动铺丝机,新型飞机复合材料构件实现自动化生产。”孙年俊说。

作为新飞机量产的关键技术,自动铺丝机技术与装备一直被国外垄断并实行技术封锁。

不能被“卡脖子”!航空工业制造院技术人员下定决心,加快自主研制铺丝机。

“这是我们的使命。”航空工业制造院院长李志强说。

然而,面对这片几乎空白的领域,如何加快国产铺丝机自主研发?

14年,走出一条自主研发之路

自动铺丝技术是一块难啃的“硬骨头”。“这是一项综合技术,涉及材料、工艺、设备及软件,协同精准度误差不能超过0.01毫米。”孙年俊说。

本世纪初,国内企业曾陆续引进几套自动铺带机。“铺带机早于铺丝机,主要用于结构变化小的飞机零部件铺放。”冯长征说。

引进的设备,适用性并不好,稍有改动,就无法使用。后续维护不仅要支付高昂的费用,还要看国外专家的脸色。

自主创新是航空强国的必由之路。

自2005年起,航空工业制造院技术人员从有限的资料着手,自主研制自动铺带机。

“整套设备数千个零部件,相互配合差之毫厘就是失败。我们反复对比、验算不同的材料、程序和工艺,不断进行相互适配的参数试验,终于在3年后造出了自己的工程样机,并陆续实现工程化应用。”冯长征说。

2009年,航空工业制造院又将目光瞄向自动铺丝机。

因构件异形,铺放的丝束必须随时变



图为机器人式自动铺丝机。■ 受访单位供图

形。“因此,丝束送进裁断,不等宽均匀铺放丝束,是研制自动铺丝机最大的难题。”孙年俊说。

“先找准粘合剂,即预浸料,将‘丝’粘在一起,制成1500米长的预浸丝束;在保证高速长距铺放时,按设计精准裁剪,使不等宽的丝束不变形。”冯长征说。

风雨十载。2019年,技术人员相继攻克了“丝束送进裁断以及铺放的张力、温度、压力、精度”关键技术。

前后14年,他们成功走出一条自主研发之路。

3年,成功应用于飞机制造

2019年,为适应国产飞机量产的迫切需求,航空工业制造院大力实施管理创新,整合各专业课题组,搭建起一支独立的铺丝机研发团队。

完成工程化应用,艰辛一如既往。

已交付的铺丝机,在“丝束送进裁断”工序中,有一个关键工具——裁刀。

裁刀十分袖珍,长18毫米、宽8毫米、厚0.8毫米,大小约为小手指甲盖的一半。

为研发这把袖珍裁刀,团队技术骨干马志涛足起趺时两年。

不同于一块平板,飞机大曲率异形构件,表面凹凸不平、薄厚不一。

“要达到设计要求,必须对高速铺放的预浸丝束设置裁断程序,快速实行‘裁’或

‘不裁’。”孙年俊说。

这好比弹奏一支乐曲。同一时刻,按与不按哪个琴键,必须根据“乐谱”瞬间决断。

铺放速度每分钟30米,同一时刻,毫秒级内,十几把裁刀要按各自的指令舞出自己的动作。裁慢、裁错,“藕断丝连”、不同步、跟不上铺放速度……哪个环节出问题,都会导致停机,造成铺放质量缺陷。难!

选什么材质的刀?硬度多少合适?渐的方式是裁,剪还是斩?动作响应多少毫秒?种种难题接踵而至。

“针对一个个难啃的骨头,我们进行的计算、试验常以数千次计。”马志涛说。

一次次失败,一次次重来。

历经两年攻坚,匹配丝束裁切参数的裁刀最终研发成功。前面丝束裁断后,后续丝束重复送达精度达±2毫米。

一把袖珍裁刀,仅是研制铺丝机六大难题中的一关。

“3年来,研发团队先后解决了铺丝设备位置失准、速度失恒、张力失稳、断丝失离(分而不离)、算法失灵等多个难题,终于让我们自主研制的高端自动铺丝机能够成功应用于飞机制造。”孙年俊说。

看着科研现场内即将交付的自动铺丝机,李志强信心满怀地说:“我们将持续提升航空制造装备技术,始终心系国之大者,实现更多高端装备自主化、国产化。”

矫阳

“透明工厂”让生产品质看得见

■ 科学观察 kexueguancha

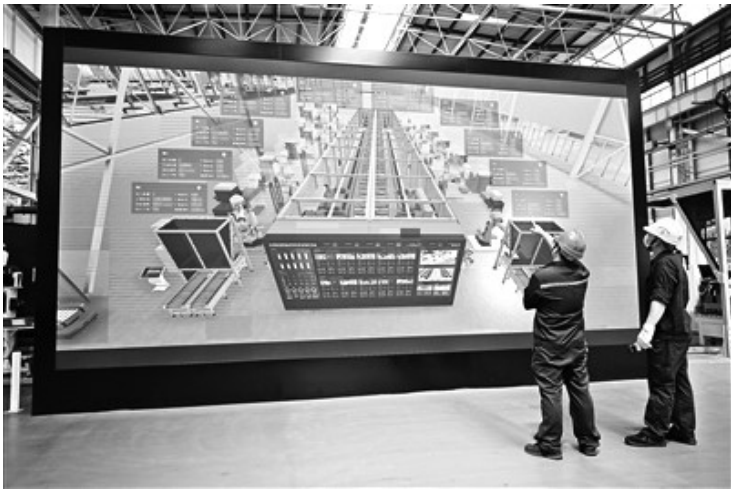
在湖南长沙的三一重工股份有限公司(以下简称三一重工)里,一台焊接机器人刚刚垂下焊枪,远在600公里外的树根互联股份有限公司(以下简称树根互联)广州展厅的大屏幕上,各项指标实时呈现。

“在这块大屏幕上,我们可以看到三一重工全国不同工厂、不同生产线上人和设备的实时工作状态,包括工厂下料分拣、焊接、机械加工等不同工艺段,做到了‘人、机、料、法、环(即人员、机器、原料、方法、环境)’全要素透明,我们称之为‘透明工厂’。”树根互联联合创始人、CEO贺东东指着屏幕说,在工业4.0时代,“透明工厂”作为一种智能制造新模式,是数字化时代智能工厂的新版本,也是商业文明进化的新实践。

数字孪生让设备更“聪明”

为何要打造“透明工厂”?

“透明化的本质在于通过建立实时、准确、全面的数据透明化管理平台,来实现数字化精益管理。对众多制造业企业来说,及时了解和创建‘透明工厂’,是企业数字化进程中最为重要的命题之一。因此,我们帮助企业打造‘透明工厂’,满足广大企业的切实需求。”贺东东说。



三一重工股份有限公司18号工厂依托根云工业互联网操作系统实现生产全要素透明化。■ 受访单位供图

树根互联“透明工厂”解决方案,是以根云平台三大核心通用能力为支撑,包括多种类工业设备的大规模连接能力、多源工业大数据和AI分析能力、多样化工业应用的开发和协同能力等,并以全面数据透明化为核心,以基于IoT(物联网)数据计算的设备指标为抓手,通过设备驾驶舱支撑管理层进行科学决策。

以三一重工的“透明工厂”为例,该工厂通过“根云—工业连接”产品,采集了设备的运行数据,看清了设备真正的运行状态——看似已经饱和的生产线,实际上有大量的待机和生产等待时间。

“我们为每台设备打造数字孪生,在系统上可以看到它的编号、当前任务、负责人、物料、已完成工作量、耐久状态等信息,通过在三维坐标轴内的观察,能够得出机器人的工程状态、利用率等分析信息。”贺东东介绍,“这样既支持了生产管理人员进行精益生产,又支持了设备管理人员进行高效的现场维护,完成了管理的看、管、控三位一体的智能化解决方案。”

工厂全要素透明化

树根互联打造的“透明工厂”,最大特点是连接现场“人、机、料、法、环”等各项数据,打通已有信息化系统,对数据进行整治、治理,实现全方位数据透明、精益管理和智能制造。

利用这套系统,三一重工实现生产安全智能化管理。全集团21万多个摄像头回传的数据信号,经过AI分析,可以自动比对现场有无物料随意堆放,工人是否佩戴安全帽、是否在工位长时间玩手机等,保证了作业现场的整洁、高效、安全。

从内部到外部,从工厂到工地,从装备到产品,三一重工“透明化”正在向外延伸。

基于全要素连接,三一重工率先在行业内建立企业控制中心ECC,依托树根互联工业互联网平台,在“云端+终端”建立了智能服务体系,实现全球范围内工程设备2小时到现场,24小时完工的服务承诺;同时推出客户云2.0,实现设备互联、设备数据共享、工况查询、设备导航、设备保养提醒,进而保障订单高效交付。

“设备数据透明化、三现(现场、现实、现物)数据透明化、能源数据透明化、工厂全要素透明化,让生产品质看得见。”贺东东表示。在能源数据透明化方面,树根互联通过对车间和关键动辅设备的能源数据采集,实现能源数据透明化、配电室环境监测等,为能源优化和用能改善提供数据支撑。

将数据“孤岛”变为数据集合

如今,借助树根互联“透明工厂”解决方案,三一重工18号工厂这一亚洲最大的智能化制造车间,已实现了设备、能耗和三现的全部透明化。企业通过掌握“人、机、料、法、环”全要素数据,得以科学降低能耗成本、提高设备使用率,让车间更“智慧”、生产更安全。

“我们打造的‘透明工厂’,会根据工业4.0成熟度模型里对智能工厂的建设路径,结合合作方的实际需求,通过‘根云—工业连接’产品,采集工业数据至根云工业互联网平台,实现设备数据透明化、三现数据透明化、能源数据透明化,帮助工厂将零散的、不可见的生产运营数据‘孤岛’变为统一的、透明的工业数据集合,提高设备的高可用性,改善不安全行为和不规范行为,改善能源管理现状,最终保证工厂生产的连续性,帮助合作方实现数字化转型和智能制造,摆脱管理困境。”贺东东说。

叶青

■ 创新杂谈 chuangxinza

近日,我国自主研发的核磁共振仪器研制成功并开始量产,这一突破性创新将造福大量患者。

利用人体组织中某种原子核在磁场下的共振现象,隔着皮肤对病灶进行“摄像”,核磁共振成像技术被广泛运用于现代医学领域。但长期以来,这项技术设备掌握于几家国际大公司手中,采购成本极高,间接加重了患者负担,打破垄断势在必行。然而,核磁共振设备涉及磁体、谱仪、梯度线圈、射频放大器等大量高精尖核心部件,只靠一家企业的研发资源力有不逮。着眼于此,中国科学院深圳先进技术研究院与企业紧密合作,利用自身雄厚的研发实力协同攻关,很快形成了100多个发明专利,助推国产核磁共振仪器达到世界先进水平,成功打开了市场。

国产核磁共振仪器“后来居上”,对于我国医疗器械产业乃至整个科技行业创新,都有着重要的示范意义。今天的高端医疗器械,是一个融合了化工材料、计算机、电子芯片和精密制造等数十个学科领域的美国、德国、日本等进入工业化更早,整体产业链能力更强,在产品技术研发和企业发展维度等方面都占据了先机。因此几乎是从行业诞生之初,我国医疗器械行业的发展就和“自主创新”这个词紧密地联系在一起,而破解头部企业高技术壁垒的唯一手段,就是通过潜心研发实现强大的产品力。对此,国家围绕产业链部署创新链,出台了研发、采购等一系列政策支持“国货”,帮助国产医械“牵手”实验室、医院等第一线使用场景,快速获得反馈并不断迭代,成功在内镜,高端放射设备等细分赛道上打破垄断、远销海外,培育出了一批国产龙头公司。

实践证明,企业家与科学家同频共振,“学院派”与“实践派”高效合作,不论对行业发展还是产业革新都是一种双赢。但长期以来,企业认为科研院所不了解市场需求,科研院所不信任企业所做的科研创新,“各吹各的号、各唱各的调”,导致不少先进技术只能躺在论文里,产生了科研上的“孤岛现象”。连岛成线、聚线成片,尤须加快破除产学研全链条融合的体制机制障碍。近年来,从鼓励民营企业按规定积极承担国家重大科技项目,到各大高校人才评价破除“唯论文”数量倾向;从召开“千校万企”协同创新对接大会,到一些地方用市场化投资“滴灌”专精特新企业……事实说明,打通产学研壁垒,盘活人才队伍,推动有效市场和有为政府更好结合,“论文—产品”的顺畅转化就有了更多推动力。

“工业皇冠上的明珠,都快被我国摘完了”,这条网络段子,表达出网友对于我国科技创新水平一日千里的赞许。但我们也要清醒地认识到,我们还有许多与世界先进存在差距的创新领域。加速完善产学研配套政策,深入挖掘新型举国体制的科技创新潜力,建设创新强国也就有了坚实依托。

产研融合打破更多『科研孤岛』

■ 鲍南

近日,一架入境航班缓缓靠近苏南硕放国际机场航站楼,飞机停稳后,机上旅客有序走出舱门,提取完行李物品后,绝大部分旅客可以径行通过海关监管区域,享受“免排队、免等待”的“无感”通关体验。同一时刻,在现场运行监管指挥分中心,南京海关所属无锡海关关员正在通过先期机检开展风险行李布控查验。

这套帮助海关关员远程研判行李物品、精准拦截风险旅客的系统,就是在南京海关所属无锡海关成功试点运行的“智慧旅检”系统。基于此系统,海关在旅客入境流程中嵌入式地开展行李物品先期机检,改变了以前所有入境旅客排队过X光机的传统旅检做法,大大压缩了通关时长。

“‘智慧旅检’的运用,将海关监管顺势嵌入旅客入境流程,不但没有增设闸口,还减少了旅客提取行李后二次过机检查的环节,通过科技赋能,实现了绝大部分合规旅客的‘无感’放行,少数风险旅客的精准拦截。”无锡海关驻机场办事处旅检一科科长詹靖介绍,“这有效提升了口岸监管效能,确保通关秩序顺畅高效,营造了更为便利的跨境人员往来环境。”

除去旅客通关拉动“进度条”,快件包裹出境也按下了“加速键”。在无锡海关国际快件(跨境电商)监管中心,一批出口快件正依次通过自动分拣线,其中有疑点包裹流转至查验开拆台后,场站业务员只需用扫描枪轻扫条码,包裹“货、单、图、控”信息便会即时显示在后台系统中,方便关员逐一审核,审核结果再自动回传系统,正常包裹即可快速放行。包裹的快速出境得益于无锡海关开发的“智慧快件”系统,该系统改变了以往快件查验手工排序准备、纸质台账记录等繁杂操作,让数据跑腿,以机器人,极大提升了监管查验效能。

“DHL快递无锡口岸今年2月投运以来,已经出口了近20万个快件包裹,有了这个系统,通关时间较其他同类口岸要节省2小时左右,一批货物从运抵到放行最快只要15分钟,有效降低了我们的物流成本,后续我们将考虑扩大业务规模,为苏品锡货‘出海’多作贡献。”DHL快递无锡口岸总经理王琛信心满满。

“下一步,无锡海关将继续以加强智慧海关建设为抓手,积极创新、主动作为,通过智慧化手段提升信息化、科技化建设水平,进一步优流程、提效率,让无锡口岸乘‘云’而上,持续激发口岸发展‘新动能’。”无锡海关副关长沙锦锋表示。

何亮

智慧手段实现『无感』通关

(上接A1版)不断让科技创新成为高质量发展新引擎。黄河交科通过基础设施建设、数智汇聚和业务创新等阶段,在公路建设、营运、养护、服务等场景创新方面取得阶段性成效。旗下联合创新工程实验室秉承合作创新,开放共享,发展动能有效激发,目前已拥有各类国外进口及自主研发仪器设备超100余套(件),研发设备投入超500余万元。

荣誉的背后有栉风沐雨的付出,更有砥砺奋进的收获。近年来,黄河交科研究院

及团队主要成员申报授权40余项具有自主知识产权的发明专利,发表中科院Q1区及JCRQ1区等权威期刊论文100余篇,在2023年荣获中国公路学会科学技术特等奖,并多次受邀参加大型国际会议,研究成果被美国、英国、德国、意大利和国内的数十所顶尖高校和研究院所引用,极大的促进了道路交通行业的技术发展进步。

高粘剂特种改性沥青加工生产线、生态多功能智慧涂层生产线、特种水性乳花

剂合成及乳化沥青生产线、干法直投高延弹沥青改性剂生产线……作为一家综合性交通领域高科技公司,黄河交科已建设近200亩中试生产基地,购置试验检测设备50余台套,不断以新技术、新产品为各大企业提供更具国内领先的专业性、针对性、细节化产品,并具备生产各类特种道路材料超10000吨产能。

黄河交科以时不我待的速度不断攀登科技“高峰”,随之衍生出的一项项创新产

品与解决方案,成为一张张拿得出、叫得响的名片,进一步扩大科技领域影响力。“当前,传统交通行业正加速实现数字化和智能化转型升级,全球交通绿色、低碳、可持续发展也在呈现新面貌。我们也会持续增强创新动力,加大与各优秀企业与院校的合作,通过技术、资源等方面的优势互补,不断朝着更高领域方向前进,守正创新,勇毅前行。”中路黄河交通科技集团公司负责人对记者说。