

打通电力装备制造的“任督二脉”

热点透视 redian toushi

生产设备可根据订单信息自动加工电力装置原材料并为产品雕刻“身份证”，生产周期缩短15%；工业机器人和自动引导车（AGV）穿梭于各个工序间搬运、拣选配件，转运效率提升100%；AI视觉检测系统为即将下线的电气屏柜做“CT”确保产品质量，90%以上的产品可进行在线自动化检测，产品一次合格率从93%提升至96.3%……

在南京南瑞继保电气有限公司（以下简称“南瑞继保”）电力装备5G工厂中，5G网络已经渗透到生产场景，加速智能制造转型进程。

南瑞继保主要从事电力保护控制设备、智能电力装备和工业过程控制设备的研发与产业化，是该领域国内最大的科研和产业化基地。前不久，工业和信息化部发布《2025年5G工厂典型应用实践》，南瑞继保电力装备5G工厂入围。

“我们结合中国移动的5G网络技术，实现设备、软件、人员和产品等生产要素全连接，并应用工业机器人、AGV、AI视觉检测、边缘计算等，实现了海量工业数据采集与智能分析，建设了20多个创新应用场景，推动了生产与运营的智能化，打通了电力装备制造的‘任督二脉’。”南瑞继保信息中心副总工程师舒正说。

数据上云 生产流程远程操控

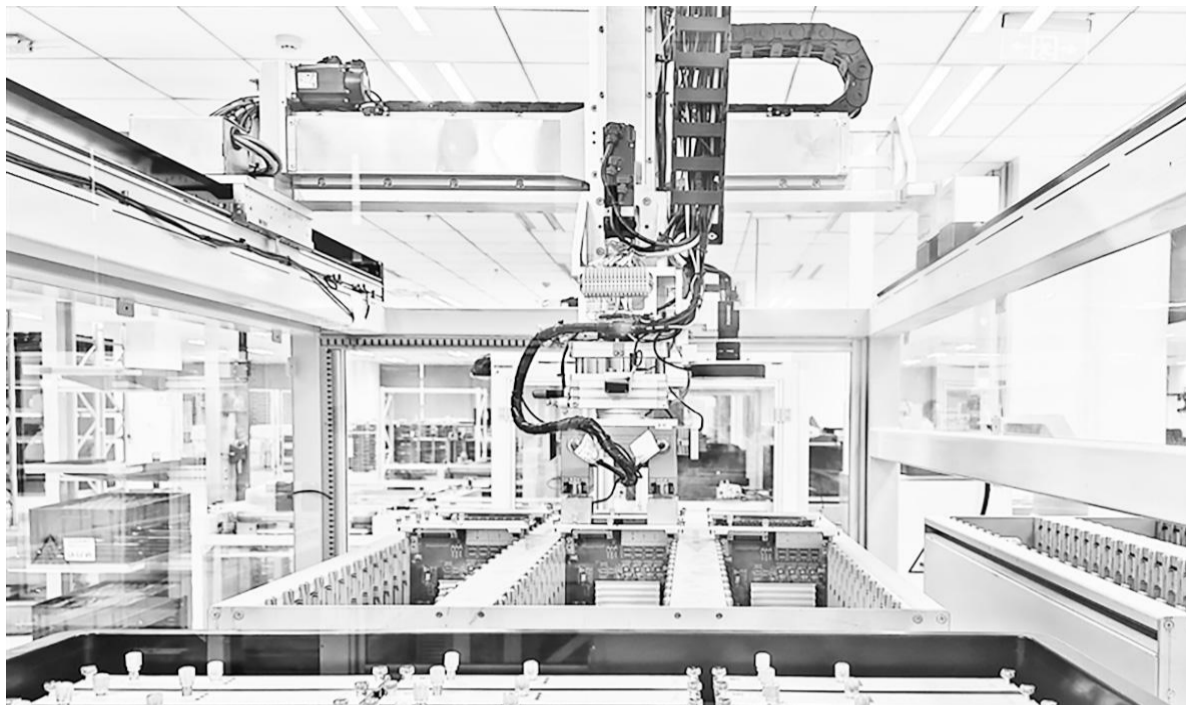
走进南瑞继保电力装备5G工厂智能电子装配车间，只见8条生产线高速运转。偌大的车间，鲜有工人的身影。

“所有的原材料采购进厂后，我们会根据订单需求将其配送到产线，再采用自动化设备完成元器件的贴装和焊接。生产任务下达、工艺指导等全部通过5G网络完成。”顺着南瑞继保制造中心插装车间主管陈洲手指的方向，笔者看到，一块块手掌大小的板卡在不断运转的输送带上加工。

“制造执行系统（MES）对照订单任务加工板卡，订单任务中包含产品型号、生产顺序等信息。”陈洲指着一块机器刚刚“吐”出来的板卡说，每张板卡下线时，都拥有一张独特的“身份证”。

“产线通过激光镭雕，为每张板卡雕刻一行记录生产过程中各种参数的独有条码，并通过5G网络将条码信息回传至MES，将生产信息和订单进行比对，就能掌握当前的生产进度、订单完成情况等状态。后期即使将板卡组装成装置后，也可以通过条码追溯其最初的生产数据，便于进行质量管理。”陈洲说。

在贴片、回流炉、自动光学检测仪等各种设备的“和鸣”中，智能电子装配车间如今每天能生产七八千块电力保护控制板卡。“我们的生产模式是小批量多品种，生产线换线频率很高，有时一条生产线一天换线超过20次，每生产几块板卡就要切换一种品



机器人在南京南瑞继保电气有限公司电力装备5G工厂分拆板卡 ■ 金凤摄

类。”陈洲说。如此频繁的换线，如何保证生产节奏不被打乱？奥秘隐藏在云端的虚拟空间里。舒正介绍，利用5G网络，MES能远程下发指令，让各种生产设备自动调取对应的生产程序，实现多产品的共线生产和快速换型，从而提高生产效率。

借助5G网络，MES还能持续监控所有设备的运行状态、生产进度等，并实时反馈给工作人员，实现了远程操控换线和全过程监控生产线。

机器人“上岗” 自动完成多项任务

行走在5G工厂的不同楼层、不同车间，笔者经常不经意间与AGV、料箱机器人、搬运机器人不期而遇。它们代替人类员工，穿梭在各个产线、工序中。

“你看，MES通过5G网络给这些AGV下达任务后，会给它们设定最优路线，让它们可以自动进电梯到达指定楼层。”南瑞继保信息中心系统运维部经理史青华指引笔者步入电梯时，一辆AGV正搭载着加工完的板卡进入电梯，电梯门关闭的那一刻，二楼对应的电梯按键自动亮起。

二楼是智能整机调试车间，加工好的板卡被AGV和升降机运输到这里集合，静待被组装成电力控制装置或者电力屏柜。

相比一楼，工厂二楼更加繁忙。10台近两米高的料箱机器人先将板卡从立体板卡库取出并运输到自动分拣台，再按照生产订单，将同一个订单需要的不同类型的板卡，拣选

到同一个料箱，再由AGV配送到后端进行装配。

“基于5G网络，工厂实现了仓配拣装一体化的柔性生产。由于信息化和自动化高度融合，所以生产节拍很快。”南瑞继保制造中心电气调试部经理倪江介绍，10台料箱机器人每天最高可拣选6000块板卡。

笔者跟随一辆AGV走到装配调试工作台时，只见一台机器人正从料箱里抓起砖块大小的板卡，逐一插入电力装置的卡槽中。

机器人怎么才能知道板卡应该安装在哪儿，又该将板卡插入多深？史青华指着卡槽旁的定位摄像头告诉笔者，机器人抓起板卡后，会先在摄像头前扫描板卡的标识点，摄像头通过标识点的固定位置进行多级视觉补偿，计算机机械臂的偏移量，然后机器人再将板卡精准插入槽位。

“每块板卡的型号不同，槽位也不同，这些数据会预先通过5G网络传输给控制机器人的电脑。”史青华说。

AI质检师上线 大大提升检测质效

一台一人多高的电力屏柜，不仅有七八十个蝇头大小的文字标签，还有大大小小二十多个电源空开、切换把手。以往，这些柜子在出厂前，需要人工检测，但屏柜上的按钮及文字种类多、数量大、标识小、相似度高，个子矮的工人还需要站在凳子上进行检测，导致易出错、耗时长。

但在如今的电力装备5G工厂，基于人工智能的机器视觉检查系统已经代替人工上

岗，成为“质检师”。笔者看到，相对而立的两个垂直台架上，架设了近10个摄像头。将一台待检测的变压器保护柜放在两个台架之间，下达检测命令，两侧的摄像头便会上下左右地移动，360度地对变压器保护柜进行拍摄。拍摄的图片，每隔两秒钟，便在现场的显示屏上刷新。约3分钟后，检测结果便会传输到现场工程师的平板电脑上。

南瑞继保工程服务中心技术支持工程师袁天阳介绍：“基于人工智能的机器视觉检查系统采用云端架构，图像采集终端首先对屏柜进行广角和分区拍摄；然后将图片编号后通过5G网络快速传输至工厂部署的边缘服务器；边缘服务器利用AI图像识别技术对采集图片进行识别，将识别结果和云端设计图纸中的对应参数进行一致性比对后，再将比对结果通过5G网络发送到工程师的平板电脑上。”

该系统的建设，不仅提升了南瑞继保生产运营协同和订单高品质交付能力，还带动了上下游供应链智改数转生态发展。2025年上半年，该系统在南瑞继保及相关企业正式投入使用，年内已完成4万多面屏柜的质检，单屏柜检查时间从每面10分钟降低至每面5分钟，质检效率较传统人工操作提升50%，同时异常率较人工检查降低90%，有效实现了质检流程的提效降本与质量优化。

“5G工厂通过数据驱动，全面打通企业生产运营全过程，并推广了协同生产、智能质检、智慧物流等多项‘5G+工业互联网’的场景应用，促进了行业生态的构建。”舒正说。 金凤

中国制造何以成为光明之源

何若

创新杂谈 chuangxin zatan

要说在海外最火的中国制造，一块蓝色的方格板无疑榜上有名。数据显示，“十四五”期间，我国光伏行业出口总额突破1800亿美元，比“十三五”增长一倍多。

中国光伏产品为何如此受欢迎？原因很简单：物美价廉！在不少国家，停电仍是日常。对于老百姓来说，用柴油发电机发电成本太高，中国光伏板价格便宜、性能稳定、绿色环保，自然成了优选。家家户户分布式的发电方式，也能有效抵抗战乱对电力的影响。有人感慨，有的国家带来的是炮火，但中国让黑暗中的他们看到了光亮。

为什么是中国制造提供光明？最大的底气来自实力。

本世纪初，在全球光伏行业大浪潮之下，中国光伏产业进入快车道，只不过这条路并不平顺。起初中国光伏产业高歌猛进，不少企业纷纷赴美上市。然而，随着2008年全球金融危机袭来，一大批明星企业谢幕，中国光伏遭遇第一个“至暗时刻”。到了2012年，得益于精准政策支持，中国光伏产业缓了过来，原料又迎来欧美“双反”。由于当时中国光伏的原料来源、市场和核心技术严重依赖国外，行业随即哀鸿遍野。

痛定思痛，我们深刻认识到，核心技术和产业链、供应链的“命门”必须攥在自己手里。接下来的时间里，通过政策上前瞻部署、耐心呵护，技术上持续进化、降本增效，市场上内外兼营、挖掘潜力，中国光伏将“三头在外”改写为“三个世界第一”：中国光伏制造业世界第一、中国光伏发电装机容量世界第一、中国光伏发电量世界第一。

从技术进步的规律来看，所有的科技创新都扎根于全人类文明的沃土，其意义也在于造福全人类。然而在西方主导的全球科技革命、产业变革过程中，技术高端、科技霸权一直是主流叙事。当中国技术与产业领先时，会发生什么？光伏出海的故事，写下了“中国式技术理想主义”的生动注脚：践行普惠包容原则，赋能世界各国发展。

中国科技、中国制造的不断突围，提升的不仅是自身的国运，还带来巨大的技术平权效应、霸权拆解效应、铁幕销蚀效应。当DeepSeek开启“AI民主化进程”，当嫦娥六号获取的月壤样本与全球多家科研机构共享，当中国杂交水稻技术助力五大洲数十个国家粮食增产和农业发展……诚如网友感慨的，人类命运共同体理念在科技层面具象化了。

70多年前，美国的贝尔实验室宣布研制出光电转换效率达到6%的晶硅太阳能电池，这一发明被称为“现代版阿波罗战车”。70年后的今天，中国的晶硅-钙钛矿叠层电池转换率超过35%，全球绿色能源的新时代也已开启。事实一次次证明，市场的选择、人心的向往，无可阻挡。开放、普惠、包容，始终是这个时代最朴素也最有力的正道。

山西：数智转型织密知识产权“保护网”

为持续夯实创新发展根基、优化营商环境，山西省不断加大知识产权保护力度，以数字化、智能化转型为抓手，推动前沿科技与知识产权保护深度融合。近日，山西省“强化知识产权全链条保护助力高质量发展”见面会在太原举行，聚焦知识产权保护全链条提质增效，亮出全省以科技手段赋能知识产权保护的最新成效与实践路径。

作为山西省唯一的进出境邮件海关监管现场，太原机场海关日均处理跨境邮包5000余件，是守护国门知识产权安全的重要关口。近年来，针对寄递渠道侵权“碎片化、高批次、隐蔽性强”的特点，太原机场海关积极引入科技手段。

太原机场海关通关监管科二级主办张君志介绍，利用AI眼镜可实现商标智能识别。执法人员只需拍照上传，即可快速获取品牌信息，图像查询检索准确率高达95%。与此同时，太原机场海关在配备先进CT机的基础上，深度应用“智能审图”技术，让每一个邮包都能快速接受全身“体检”，系统可自动甄别包裹内物品类别，实现邮包查验效率与精准度的“双提升”。

智能化、数字化手段的运用，不仅提高了一线执法效率，更推动了执法规范化水平的提升。目前，太原机场海关已实现侵权案件100%线上流转，真正做到“进系统、留痕迹、可追溯”。据介绍，八年来，太原机场海关累计查获侵权商品4000余批次，涉及50多个国内外知名品牌，切实筑牢知识产权保护防线。

知识产权保护既要“守好门”，更要“引好路”。山西省市场监督管理局（知识产权局）依托专利大数据信息，大力推进专利导航服务，结合产业发展实际，精准分析产业和企业的最佳创新方向与发展路径，为企业的创新发展提供更专业、更广阔的服务支撑。

“我们已完成全省首批10条重点产业链专利导航分析，为产业发展带来了实实在在的助力。”山西省市场监督管理局（知识产权局）知识产权运用促进处一级主任科员杨晓慧表示，目前，山西在对第一批专利导航进行持续数据更新、实施动态导航的同时，正抓紧开展第二批重点产业链专利导航工作，持续聚焦全省优势产业和新兴产业赛道，把专利导航分析做得更细、更准、更贴近企业实际需求，让更多企业能用、会用、用好专利导航。 韩荣

这场大赛为协作机器人找到“用武之地”

5月16日，在山东淄博举办的首届智能协作机器人场景创新大赛颁奖活动现场，一台咖啡拉花机器人吸引了观众目光。两条手臂、12个关节密切配合，只用1分钟，它便制作出一杯带有精美拉花的拿铁咖啡，展示出智能协作机器人的广阔应用前景。

协作机器人是指在无需物理隔离条件下，能与人安全协同作业的智能机器人，具有柔性适配、交互安全、集成易用等特点，可广泛应用于汽车、新能源、3C电子等制造业生产领域。

当前，传统制造业正从追求“极致生产效率”转向“人机协同的柔性制造”。协作机器人正是这一生产范式转移的关键载体。遨博（山

东）智能机器人有限公司副总裁赵永利介绍，相比传统工业机器人的庞大笨重，协作机器人普遍采用轻量化设计，不仅拥有更好的精度和灵活性，且使用过程中无需频繁校准。

大多数协作机器人具备高度通用性，可以适配多种生产场景快速切换，其应用场景逐渐从制造业拓展至农业、服务业等领域。例如，基于协作机器人研发的采收机器人可以自动采摘农作物，即便在高温大棚环境中也可24小时连续作业。

瞄准协作机器人丰富的场景应用潜力，本届大赛以“场景驱动·协同未来”为主题，采用“产业出题、全国寻策”的办赛模式。主办

方深入山东及全国的工厂、医院、农场、商超，梳理汇总了139项智能协作机器人应用场景痛点，最终形成涵盖工业智造、医疗健康、商业服务、智慧农业四大核心领域的70条标准化需求清单，并明确技术指标和奖励政策，面向全国张榜发布。

南京理工大学团队的“智能协作机器人的三维感知引擎”项目，解决了传统视觉传感器在复杂工业环境下精度低、抗干扰能力差等难题，一举夺得大赛一等奖。该项目成果与山东开皇数科科技有限公司的技术升级需求精准匹配。此外，多个获奖项目与淄博企业达成初步合作意向，实现“比赛结束即落地启

渤海湾畔，“煤黑子”变“智慧港”

5月的国家能源集团黄骅港务码头，浪花翻涌，机械轰鸣。巨型装卸机伸展长臂，将滚滚“乌金”以每小时数千吨的速度倾泻入舱。在这“钢铁巨兽”全力吞吐的繁忙现场，不见人影穿梭。

在生产调度指挥中心，一面巨型监控墙上光影流动，船舶动态、设备状态、煤炭堆存等数据实时跳动。“这就是港口的‘智慧大脑’。”黄骅港务生产指挥中心主任副经理王辉说，新系统整合了历史作业、实时气象潮汐、设备状态和船舶信息等海量数据，通过复杂算法模型自动生成最优作业计划。工作人员只需轻点鼠标，就能通过北斗定位系统实现对码头无人化装卸机的精准操控。

2024年4月，黄骅港务发布了我国首套

具有自主知识产权的散货港口智能生产操作系统CE-TOS，实现全港生产运营智能化管理。如今，装载一艘5万吨级运煤船仅需不到24小时，一列108节的万吨列车完成卸车仅需90分钟。

智能化带来的不仅是效率跃升，更从根本上改变了港口工人的作业方式。黄骅港务翻堆集控员宋巧敏坐在宽敞明亮的生产管控中心，轻点鼠标便能精准操控现场作业。“过去港区煤尘漫天，在现场工作的同事作业环境很艰苦。现在看我们，不仅可以穿干净的白衬衫上班，劳动强度、工作环境都得到了根本改善，我们也从‘蓝领’变‘白领’了。”宋巧敏说。

黄骅港务生产三部党总支书记窦俊强则用切身感受印证着变化：如今系统有自动

移泊、自动寻舱、自动平舱功能，他更多参与到监控和微调工作中，劳动强度比过去降低了七八成。更重要的是，作业实现了“人机分离”，彻底告别了高空、高噪、高粉尘的作业环境。据统计，黄骅港操作在岗配员同比减少62%，人均作业效率和全员劳动生产率连续多年在全国港口排名第一，堆场堆存能力提升10%，取装效率提高10%。

科技创新还改变了煤港的“颜色”。走进港区，不见煤尘飞扬，只见湖水澄澈、草木葱茏，绿化覆盖率已达32%，颠覆了人们对煤港“晴天一身土、雨天一身泥”的固有印象。这背后，黄骅港务自主研发的翻车机本质长效抑尘系统发挥了关键作用。作为该课题研究团队牵头人之一，汪大春介绍，团队陆续研发

了翻车机底层补水技术、皮带机洗带装置、堆料机臂架洒水技术等一系列数智科技成果，建成了一套完整的本质长效抑尘系统。其中，翻车机底层补水技术实现一次洒水、全流程自动抑尘98%的实效。

眼下，黄骅港煤炭港区五期工程正加速建设。“在这里，每一天都有新变化。”黄骅港务工程管理中心副经理刘超说。这项新工程集成六大类16项绿色低碳技术，建成后新增54万吨堆存能力，使煤炭年通过能力增加5310万吨，运输能力从每年2.1亿吨跃升至2.6亿吨。

从“煤黑子”到“智慧港”，黄骅港务用科技创新书写了传统港口迭代升级的生动实践。这座渤海湾畔的现代化大港，正以强大科技力量守护万家灯火。 陆成亮