

深度观察·深入推进新型工业化①

# 智能制造，澎湃产业新动能

本报记者 王政 刘志强

习近平总书记在全国人大一次会议江苏代表团审议时指出：“要坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，深入推进新型工业化，强化产业基础再造和重大技术装备攻关，推动制造业高端化、智能化、绿色化发展”。今天起，本版推出“深入推进新型工业化”系列报道，实地走访大江南北的工厂车间，展现制造业高端化、智能化、绿色化发展的积极进展和成效。

当前，新一代信息技术与先进制造技术融合发展，已成为新一轮产业变革的鲜明特色，正在

驱动全球产业链、价值链发生深刻变化。党的十八大以来，我国智能制造应用规模和发展水平大幅提升，制造业智能化发展成效明显。目前，我国已建成2100多个高水平的数字化车间和智能工厂。其中，209家示范标杆工厂开展智能化改造后，产品研发周期缩短20.7%，生产效率提升34.8%，不良品率降低27.4%，碳排放减少21.2%。本期报道，记者带您走进三家不同行业的智能工厂，感受智能制造给产业一线带来的可喜变化。

——编者

## 浙江极氪智能科技有限公司

### 智慧工厂，百万种个性化配置随意组合

“这辆是双电机版本，红色车漆，浅色内饰、普通轮毂”“这辆是单电机版本，黑白套色车身，深色内饰，21寸低风阻轮毂”……在极氪智慧工厂总装车间最后一道工序，一辆辆不同车身和内饰颜色、不同轮毂、不同动力配置的新车缓缓驶过U形终检线。

“车在生产前已经有了主人。”极氪智能科技副总裁赵春林告诉记者，极氪的车型完全由消费者在APP上自主定制，比如极氪001，配置就多达150万种。以轮毂为例，用户可选择低风阻轮毂，也可选择普通款，仅车轮就有20多个组合。

如此多的配置选择，生产中会不会出差错？驶入终检线前，基于人工智能视觉技术的“整车外观视觉检查系统”有效解决了这一难题。一台台高清摄像头，像一双双明亮的眼睛，将顶盖、扰流板、左右侧盖饰板、左右后视镜、左右窗框条、前后左右嵌板、门把手等九大类关键配置“记录在案”，并与后台MES系统里由订单生成的配置表实时比对，杜绝装配差错。

实施大规模个性化定制，会不会影响生产效率？“传统车企也能实现多车型混线生产，但配置都是提前设定好的，算上车身和内饰颜色，最多也就百种左右。”极氪智慧工厂制造总监杨辉说，要将选择权开放给用户，有能力实现150万种配置组合，又确保生产高效，就需要研、产、销全流程个性化定制智能解决方案。

作为工信部2022年度智能制造示范工厂，2021年三季度投产的极氪智慧工厂全面导入了智能化、数字化技术，以“5G+工业互联网”为载体，以数字孪生驱动产品绿色研发，以智能化生产严控产品质量，以工业互联网平台实现高效协作，形成“透明、敏捷、智能”的智能制造体系。以物料配给为例，在极氪智慧工厂总装车间，每一台新车的配件，都由AGV（自动引导运输车）牵引的专属物料车全程跟随，装配前更要扫描“身份标识”，杜绝差错。

在轮胎安装环节，普通整车工厂是由工人借助吊具、扭力拧紧枪在车身静止状态下手工安装，极氪则与设备供应商联合开发了智能化安装方案，借助视觉检测系统与两台机器人的完美合作，不仅有效避免不同规格的轮胎与车身匹配出现差错，更减少了等待

时间，节约了工位占用空间。

高效敏捷完成大规模个性化定制，只是极氪智慧工厂要解决的诸多课题中的一个。通过生产过程中的数据采集、智能诊断，确保工艺质量与产品品质，更是极氪赢得消费者认可的竞争利器。

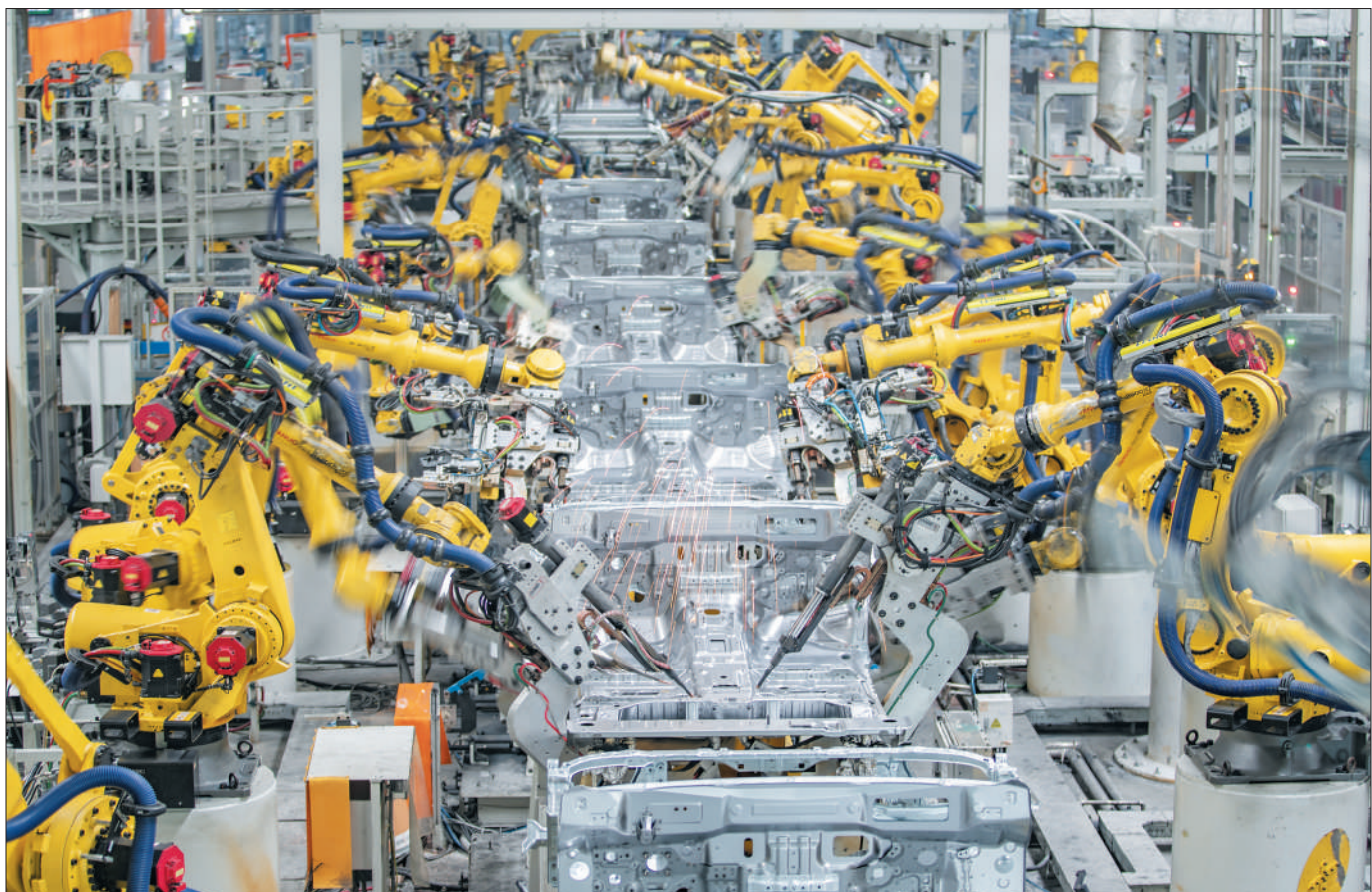
走进极氪智慧工厂焊接车间，几乎看不到工人。与传统汽车工厂的焊接车间不同，这里没有刺鼻的金属味道，飞溅的焊花也少了很多。703台全自动焊接机器人、近两百台AGV机器人自动运转，焊接自动化率达到100%。

“焊花飞溅看上去很壮观，但焊花大并不代表焊接质量好，相反，可能是没有控制好电流电压，产生了过烧现象。”赵春林说，焊接的过程细分开来比较复杂，刚开始要用小电流将材料软化，然后逐步加大电流，让材料真正融化，“一下子给非常大的电流，又可能会造成爆燃、过烧等异常，影响焊接质量。”

赵春林指着正在混线生产的极氪009白车身告诉记者，这款MPV焊点有4800多个，每一个焊点的焊接过程只有一秒多，极氪却将这一秒多的时长，分割成了很多毫秒，进而由焊接电流电压生成数值曲线。“焊接过程中，点焊机器人不仅通过数值曲线进行毫秒级的管控，还可以采集电流电压的精准数据，并在后台进行大数据分析，完成质量追溯。”焊装车间资深经理张旭业说。

类似的数据采集、分析和质量追溯系统，还用到底盘合装工位。在这里，46个螺栓自动拧紧，将底盘与车身紧紧装配在一起。工位一旁的钢架上，数十个家用电表大小的小盒子排成两行。“这是螺栓控制器，每个螺栓的扭力数据，都通过它记录下来，实时反馈到系统中。”总装车间资深经理李凯说，扭力数据生成力矩曲线，与系统设定的曲线进行智能比对，如果超出阈值，意味着螺栓拧紧过程出现异常，下个工位的显示大屏就会亮起红灯，车身则被从流水线上“扣”下来，确保线上车辆装备品质万无一失。

“我们的目标是实现智慧工厂的不断进化，面向未来探索人工智能平台，赋能数字化、智能化、敏捷高效、高品质地实现三大平台、6款车型同时全柔性化生产。”赵春林说。



图为长城汽车重庆永川生产基地焊装车间，智能化焊接机器人在进行作业。

新华社记者 黄伟摄

## 极限制造，将不良品率降至『近零』

宁德时代新能源科技股份有限公司

制造业通常用PPM(百万分之一)，即每百万个产品中不良品数量来标示产品可靠性。在汽车行业，世界级制造水平下的PPM通常在100上下，然而，在全球最大动力电池生产企业宁德时代新能源科技股份有限公司，这却远远不够。

“去年公司全球动力电池使用192Gwh(吉瓦时)，相当于约3亿个电芯。如果不良品率只达到PPM级别，就相当于市场上有成百上千个存在隐患的电芯，这是我们难以承受的。”宁德时代工程制造及研发体系联席总裁倪军说，极限制造的首要目标就是要将不良品率进一步降低至十亿分之一(PPB)级别。

如此极致的电芯品质，宁德时代是如何做到的？穿戴好防尘服、口罩、防护帽和鞋套，穿新风除尘通道，记者走进了宁德时代总部Z基地的阳极搅拌车间。两层楼高的厂房里，巨大的搅拌桶完全由系统自动控制。干混、预搅拌、慢搅拌、搅拌等多道生产流程，分别对应不同的工作参数和不同的搅拌速度。自动装填的阳极活性物质在搅拌机里要克服重力和惯性的干扰，形成稳定的悬浮状态，进而变成性状完全一致的浆状物。

“制浆是关乎动力电池安全一致性的关键工序，也是极限制造要攻克的第一道难题。”宁德时代智能工厂推进负责人冯安民解释说，多道流程、多种不同温度和电流强度，独特的浆叶片设计，蕴含着宁德时代对流体物理学的深刻理解、对虚拟仿真技术以及核心算法的熟练运用。“MES(生产执行系统)承接了这些智慧，下发指令让机器自动完成复杂的搅拌工作，而众多传感器采集的数据，则确保了指令得以精确执行。”冯安民说。

极限制造要攻克的第二道难题是涂布。“通俗理解，涂布有点像摊煎饼，或者像在面包上涂上窄窄的几道黄油，追求的都是薄和均匀。”宁德时代制造基地支持部高级经理刘玉青说，不同的是，Z基地的涂布工序，要将搅拌好的活性材料，以每分钟80米的速度均匀涂覆到4000米长、4.5微米厚的铜箔上下两面，“这厚度相当于一根头发丝直径的1/10。”

完成这一看似不可能任务的，是一台长80多米的国产涂布设备。“看到这排电机控制器了吗？”刘玉青指着涂布设备最核心的狭缝挤压头告诉记者，工人通过手持的平板电脑，依托5G传输技术以微米级的精度控制挤压头，确保流出的浆料高速、均匀地在铜箔表面涂覆出3条细细的“丝带”。记者凑近看去，薄如蝉翼的铝箔仿佛平静的黑色湖水，只有转换角度，才能看到背辊转动带来的细微流动波纹。而在唇口部位，1.2米宽的铝箔连同涂覆的浆料依然宛如镜面。

“为了确保产品良率，我们为涂布工序安装了强大的‘鹰眼’系统。”冯安民说，8K高清摄像头，通过超低时延的5G网络，将涂布过程实时传输到机器视觉系统，任何微小缺陷都会被“鹰眼”系统识别。阳极搅拌和涂布，只是Z基地七大车间中的前两个。在其他五大车间里，一个合格的电芯还要经过辊压、模切、卷绕、装配等20多个工序，才会走上生产线。其间，烘干、激光预分切、卷绕、极耳焊接、电芯顶盖激光焊接等复杂工艺环节，宁德时代的产品良率都做到了行业最高水平。

自2020年底上线智能制造系统以来，宁德时代总部智能制造示范工厂在实现十亿分之一缺陷率的前提下，每组电芯的生产节拍降至1.7秒，劳动生产率提高了75%，每年的能源消耗也降低了10%。

如今，100多台自动化设备和16800个核心质量控制点，让Z基地距离无需停产也可实时纠错的目标越来越近。这不仅可以进一步降低不良率，提升产品品质的一致性，更可带来生产效率的进一步优化。作为全球市场占有率达37%的动力电池龙头企业，宁德时代在全国有47个生产工厂。让人惊叹的是，2021年开始，宁德时代47家工厂在半年内先后完成了“5G+智慧工厂”的建设。

3月12日，最长续航里程1000公里的麒麟电池在宁德时代总部全新基地下线。“采用智能制造2.0系统的新基地，生产效率又有显著提升，而生产成本和能耗则可大幅下降。”倪军向记者发出邀请：“等产能完成爬坡，欢迎来感受极限制造的又一次蜕变。”

## 中国宝武宝钢股份冷轧车间

### 智慧大脑，助生产效率提升三成

“怎么车间一片漆黑？”

“这里的生产线足够智能，不用开灯就能自动运行，名副其实的‘黑灯工厂’。”走进中国宝武宝钢股份冷轧厂热镀锌智能车间，四冷轧分厂厂长沈青福自豪地说。

一开灯，记者才发现车间上方的行车正抓着直径约2米的冷轧钢卷来回穿梭。“行车通常需要工人操作，通过智慧赋能，无人化行车自身就知道怎么根据生产计划从库区寻找所需钢卷，再运到指定位置。”沈青福告诉记者，2017年至2019年，宝钢对这座冷轧车间实施了整体智能化改造，两台热镀锌机组由此实现智慧升级。

沿产线向前，32项技改项目一一映入眼帘。先看拆捆机器人。过去，钢卷在不同工序之间挪移，需要人工打捆、人工拆捆。特别在拆捆时，工人需用大力钳剪开钢卷带，既费时费力，也有安全风险：一人多高、25吨左右的钢卷在弹开的一瞬间容易伤人。经过改造，这一工作交给机器人，高效安全。

钢卷拆捆之后进入机组，开卷、自动焊接、清洗，随后进入连续退火炉高温退火，退火后的带钢快速冷却后进入镀锌，即实现了热镀锌的加工。长则3000多米，短则1000多米的钢卷，便如同染坊里的布匹似的铺展开来，在7层楼高的退火炉内部上下缠绕、滚动

向前。

“场面壮观，工作量也大。”沈青福告诉记者，钢卷在运转过程中缠绕在不计其数的辊子上，以前为了发现辊子异常，每个班次的工人都得从一楼走到七楼巡检，一趟就得花2到3小时，“现在，巡检机器人每4小时就能自动巡检一遍，遇到异常再提示工人检查维修。作业效率提升，劳动负荷也降低了。”

再往前，还有全球首套锌锅电磁磁渣系统。在镀锌环节，液态锌跟空气接触后会形成氧化锌杂质。要保证汽车板等成品质量，就得对氧化锌进行抑渣、驱渣、捞渣。“过去，工人要穿着隔热服，用长柄大勺一勺勺地捞出杂质。改造后，依靠电磁磁渣技术，氧化锌被聚拢在一块，再由捞渣机器人捞出，实现了无人化。”沈青福说。

炉子闭环、碱液回收、节能环保在线、锌层闭环、增湿抑渣、边部测厚仪、取样机器人……一项项智能应用，让产线用工大为减少。每条线一个班次仅需的4位操作员，在车间中部的集控室里集中操控，对着电脑和大屏幕监控全线各种生产参数，工作量大为减轻。除此之外，智能制造还带来降本增效、节能降耗等利好。据介绍，这座数字化车间改造以来，综合污染物吨钢下降30%，生产效率提升30%，产能提升20%，吨钢能耗下降15%，加工成本下降10%。

“宝钢股份对钢厂进行智能化改造，最主要有两方面：一是给原来的设备加装了大量传感器、摄像头、探测装置，让设备和设备、设备和系统实现连接；二是借助‘智慧大脑’对设备进行控制。”宝钢股份大数据与智慧化部高级经理沈立明告诉记者，同时满足钢铁生产大规模、定制化两项需求，“智慧大脑”至关重要。“从炼钢环节开始，钢水就要按照不同订单的需求进行定制，热轧、冷轧等环节同样如此。为此，我们将生产机理、‘老师傅’经验输入系统，再辅以人工智能，让系统作出科学高效的决策。未来，随着数据积累、经验沉淀、算法升级，‘大脑’会越来越智能，生产也会更加高效。”

在中国宝武，智能制造的总体目标被归纳为“四个一律”。沈立明介绍：一是“操作室一律集中”，即将原来相对分散的操作室进行远程集中改造，至少实现“一条产线、一个操作室”或更高的集中度，进而大幅提高工作效率；二是“操作岗位一律机器人”，特别是脏污、危险、重复性高的岗位，优先采用机器人，降低劳动强度和安全风险；三是“运维一律远程”，即将一些通用设备接入设备智慧运维平台，通过实时监控、提前预警、远程诊断提升运行效率；四是“服务环节一律线上”，是指钢铁外部供应链服务的所有流程业务都在平台上完成。

目前，宝钢股份宝山基地约80条主产线均不同程度实现了智能制造。“除了生产制造环节，设备管理、能源环境、物流运输、安全生产等也都搭载了数字化的翅膀。”据沈立明介绍，过去5年，宝钢股份投入了50多亿元进行智能化改造，助力人均生产钢产量年均增长8%左右，“今后，随着5G、工业互联网、人工智能、数字孪生等技术持续落地，钢铁生产将更加智能。”

## 观察台

广大人民群众对产业升级充满期待，也坚信中国制造前景光明

# 产业升级值得期待

萧然

家里的微波炉用了十几年，计时显示也坏了很久，于是笔者准备换一台。

去商场一看才发现，传统印象中的小家电早已不是过去的概念。首先是价格，记得十几年前一台微波炉也就几百元，现在不少都在千元以上。一问才明白，我国生产的微波炉早已升级换代，微、烤、蒸、炸等功能集于一体，难怪价格也上去了。

售货员现场一演示更发现了不同：过去是最初级的时间显示，现在是高清彩色显示；过去只有定时功能，现在有50多种菜单，一键搞定；过去运转起来噪音很大，现在几乎是静音。国产品牌边上是一台国外品牌，价格要高出不止一倍。对比了一下，无论从性能还是外观，都很难看出差别，于是果断选择了更实惠的国产品牌。

这次买家电的经历让笔者真切感受到，中国的制造业在不知不觉间已经今非昔比。记得十几、二十几年前，在消费电子领域，国内外品牌还有不小差距。特别是手机、随身听等精密电子产品，制造工艺上的差距更加明显。那时，稍微有点经济实力或更注重时尚的年轻人，往往愿意选择国外品牌。时至今日，小到手机，大到汽车，中国品牌的实力越来越强、口碑越来越好，在不少领域已经完全可以和国外产品同台竞技。

当然，看到进步的同时，也要看到差距和潜力。最近遇到的另一件事，就令笔者颇为感慨。

在四川映秀湾水电总厂采访时，有幸见到了2008年汶川大地震中被掩埋了170多个小时后创造生命奇迹的生还者。看到他左臂安装的智能义肢，笔者问他生活是否方便。他说没啥不方便，因为义肢高度智能，可通过脑电波控制手指活动，刷牙、洗脸、穿衣都能自己完成，甚至还能开车。

不过，他这些天也遇到些麻烦——从国外进口的智能义肢出了点故障，而在四川无法维修。他十分期待能够早用上国产的智能义肢。

笔者由此想到，一台微波炉一两千元，体积更小的一副智能义肢则要几十万元，相当于几百台微波炉，这就是高科技的附加值。近年来，有国内企业在智能义肢领域深耕细作，取得了一些积极进展，但要真正赶上国际先进水平，还需补很多短板、下不少功夫。

在智能义肢这样的高科技领域，我们还有多久才能实现更大突破？其实，回看小家电的发展历程就可以找到答案。几十年前，一些人曾认为中国制造和国际先进水平的距离遥不可及，如今，经过几代人不懈努力，我们已经不知不觉迎头赶上，实现了从跟跑到并跑乃至领跑的转变。这说明，只要我们坚定信心、持续创新、久久为功，就一定能够不断推动产业转型升级、布局高端。广大人民群众对产业升级充满期待，也坚信中国制造前景光明。

## 资讯速递

### “深地一号”工程再获突破

本报电 日前，我国在油气勘探开发领域实施的“深地一号”工程再获突破。中国石化对外宣布，位于塔里木盆地的顺北84斜井测试获高产工业油气流，折算油气当量达到1017吨，成为顺北油气田第二十二口“千吨井”。该井垂深深度达8937.77米，是亚洲陆上最深的千吨井。

千吨井是指单井日产油气当量超1000吨，其油气藏富含油气，具备很高的开发价值和经济效益。目前，顺北油气田垂直深度超过8000米的井已达49口，油气田累计发现22口千吨井。据介绍，在距离地面8000多米的深层开采油气难度极大。我国目前已掌握超深层储层立体成像技术以及缝洞体精细雕刻技术，识别精度从过去的30米提高至现在的15米。(石安)

本版责编：丁怡婷 版式设计：张芳曼