

深度观察·深入推进新型工业化②

布局高端，迈上产业新台阶

本报记者 王政 姚雪青 李心萍



习近平总书记指出：“我国的制造业门类非常齐全，现在要努力的，就是全面提升，过去的中低端要向上走，布局高端。高质量发展就要体现在这里。”推动重大技术改造升级工程，淘汰落后产能，持续实施消费品增品种、提品质、创品牌“三品”行动和重点行业质量提升行动……近年来，我国通过一系列举措，推动制造业向高端化迈进。本期报道，记者分别走进三家企业，了解中国制造全面提升、布局高端的最新进展。

编者

攻坚克难 持续研发

我国重型燃气轮机实现新的突破

投入商用！3月8日，我国首台完全自主知识产权F级50兆瓦重型燃气轮机（以下简称G50）顺利通过72+24小时试运行，正式投入商业运行，填补了我国自主燃气轮机应用领域空白。

重型燃气轮机，是目前效率最高的热功转换设备，是一个国家工业水平、综合国力的重要体现，研发难度不同一般。“G50燃烧器内的空气以每秒60米的速度高速流动，点火难度好比在10级大风中点燃一根蜡烛。”东方电气集团东方汽轮机公司全国重点实验室主任方宇说。

再比如，G50的关键零部件——透平叶片，要满足三个极为严苛的条件：一、要“忍耐”1300摄氏度的高温，要知道，这一温度远高于普通金属熔点，常用的高温镍基合金材料长期可耐受高温也仅为900摄氏度左右；二、要承受18个标准大气压的压力，相当于180米深水坝蓄满水后

的坝底压力；三、以每分钟6000转的速度高速旋转，叶顶的线速度超过大型客机飞行速度的两倍。“这就要求研究人员将气动力学、固体力学、机械学、材料学等多学科知识在工程上应用到极限。”方宇说。

此外，G50有2万多个零部件，系统耦合度与部件集成度超高，零部件的装配精度都要控制在0.05毫米内。一些关键零部件，即使出现1毫米的运行间隙偏差，也会导致整机失效。

“我们联合上下游近300家单位，历经4000多个日日夜夜才终于啃下这块‘硬骨头’。”回忆13年研制历程，方宇感慨万千：2009年启动项目攻关，仅结构设计就花了4年；首个燃烧器的试制，又用了2年；此后，团队还花了4年进行部件试验，试验时长超1000个小时，报废了8个燃烧器。

从零起步的探索实为艰辛。像透平叶片，

市面上没有企业供应，东方汽轮机自己组建叶片精铸团队。面对困难，团队成员夜以继日地阅读文献、寻找方法。最终，历经千次试验，探索出“一种带陶瓷型芯蜡模成型方法”，解决了叶片变形、疏松、热裂、断芯等难题。如今，东方汽轮机的透平叶片精密铸造中试生产线已具备F级50兆瓦燃机的批量化制造能力。“燃气轮机的高温透平叶片一般2至3年就要维修更换。这条生产线可为国内正在运行的大功率等级燃气透平叶片提供备件，再不用苦等进口备件。”东方电气集团东方汽轮机公司G50发展中心副主任田晓晶介绍。

研发过程中，难题经常不期而至。2018年，燃烧技术团队在开展燃烧器部件试验时，遇到了约3000赫兹的高频振荡，刺耳的声音穿透隔音防护传至测控室。用窥视镜一检查，有裂纹、

有碎片，设备部件已经受损，试验被迫停止。“后来我们才意识到，试验遇到了‘热声振荡尖叫’。”田晓晶介绍，在燃烧器内部，高温火焰与压力波动“你来我往”，产生“热声振荡”现象，一旦发生共振，就会损坏设备。

研发团队回归基础、重头来过。他们联合国内高校开展基础研究，开展数百次部件级试验……耗时2年，研发团队终于建立了一套完整的热声振荡预测和控制方法，进而找到了最佳的燃料与空气匹配比例，让“热声振荡尖叫”安静了下来。

G50研制成功背后，有研发人员的不懈努力，还有企业的持续投入。“有人说，燃气就是‘烧钱烧出来的’。”方宇说，长达13年的持续研发，累计资金投入近20亿元。

功夫不负有心人。如今，我国已全面攻克燃气轮机自主研制、试验全过程技术，掌握了燃气轮机核心部件与整机总体性能、总体结构的设计方法，形成燃气设计/制造标准超1000项。

展望未来，东方电气有关负责人表示：将依托首台套重大技术装备示范项目开展长期试验验证，持续优化G50性能。同时，还将依托G50的研发能力，开发F级15兆瓦、F级80兆瓦重型燃气轮机，健全我国燃气轮机谱系。

示范工厂，4条长近150米的产线一字排开。产线前端的SMT贴片工序，自动贴片机正在进行手机主板贴装。“相比上一代产品，荣耀此次采用‘四明治’工艺，能给电池、影像单元预留出更大空间。”指着托盘里的手机主板，荣耀制造管理部工作人员告诉记者，这块贴满元器件的主板有4层，共1500多个元器件，每个贴装精度为0.04毫米，“要完成高精度的板上叠板，离不开荣耀自主开发的4层叠放制造工艺，更离不开严苛的在线质检体系。”

“荣耀手机主板在产线上要完成两次贴片工序和4次100%自动化检测。”沿着工作人员的视线，记者看到一台贴着HIEP标识的机柜，这是荣耀自主开发的智能装备平台，在产线上，类似的自研装备正大量应用于单板外观3D扫描检测、单板射频测试、螺钉激光探高检测、100%在线自动老化测试、整机射频测试、影像测试、屏幕测试等10多个检测工序。在荣耀智能工厂，检测工序比组装工序还要多，确保只有合格品才能进入下一道工序。

“高端化不是口号，而是一场‘马拉松’。”赵明说，下一代手机的影像系统、“青海湖”电池的2.0甚至3.0版本、更加智能化的人工智能应用，都在紧锣密鼓地研发中，“我们的目标是今年将国内高端市场份额提升至10%，并在全球市场的高端化竞争中赢得一席之地。”

障，机器人还会自动发出警告，交由生产商的技术人员进行远程诊断处理。

“近10年，在需求带动和政策支持下，国内工业机器人行业快速发展，经过提档升级，优胜劣汰，已经实现国际领先。”埃斯顿公司副总裁周爱林表示，我国工业机器人产品在国际市场上的占比已从10年前的10%左右上升到30%左右，在信息家电领域更是超过50%。在锂电、光伏、压铸等高端细分市场的竞争力也很强。据了解，我国工业机器人应用已覆盖国民经济60个行业大类、168个行业子类。2021年我国制造业机器人密度达每万人超过300台，比2012年增长约13倍。

“上游，减速机、控制器、视觉传感器等核心零部件国产化进程加快，为降本增效提供了更多可能。下游，新能源、汽车、锂电等行业需求旺盛，发展后劲十足。深耕细作、奋力攀登，好戏还在后头。”谈及未来，周爱林信心满满。

题图：新近完成智能化升级的海口港集装箱码头。

观察台

中国制造“大”的独特优势，为中国企业在国际市场竞争中站稳脚跟、赢得先机提供了有力支撑，也为制造业高质量发展奠定了坚实基础

以「大」的优势增强「进」的态势

刘志强

“目前累计手持订单近50艘，生产任务已排期至2028年。”前不久，笔者到中国船舶沪东中华采访，企业负责人高兴地说，这两年全球LNG（液化天然气）运输船订单大幅增长，中国造船企业抓住机遇开拓市场，向前迈了一大步。去年全年，我国企业承接大型LNG运输船订单55艘，国际市场份额首次超过30%。

市场好前景，源于自身硬实力。LNG船被国际上公认为是高技术、高附加值、高可靠性的船舶，只有少数几个国家能够生产。自2008年首艘国产大型LNG船“大隅”号建成以来，我国在这一领域积极作为、奋起直追，成功实现从跟跑到并跑再到领跑的转变，一些船型在技术性能、建造效率、交付时间上已经处于国际领先地位。累累硕果，充分彰显出中国制造显著的规模优势。

众所周知，船舶建造是一项技术复杂程度很高的系统性工程，考验着一个国家的供应链能力和产业水平。像一艘LNG船，涉及系统100多个、零部件数百万个，还需要钢铁、机械、电子、化工等行业提供配套。我国产业体系齐全，配套能力完善，220多种工业产品产量常年位居世界第一，为造船产业发展创造了许多有利条件。

比如，建造船舶离不开大批不同种类钢材，而我国钢铁行业恰可提供丰富齐全的钢铁产品，满足造船企业所需。一方面，我国钢铁企业生产的船舶用钢产量大、价格优、运输距离短，可有效降低造船成本。另一方面，一些船型所需的特殊钢种，也在上下游企业的共同努力下相继研发出来。这两年，中国船舶与中国宝武两大央企就合作生产出LNG船液货舱必不可少的高端钢材——殷瓦钢，一举实现了进口替代，未来有望得到实船应用、普及推广。

又如，造船需要大量配套设备。如果采购进口产品，往往价格较高。像建造LNG船围护系统必需的自动焊机，过去只能依赖进口，如今造船企业与设备厂商联合开发出自主可控的国产产品，较进口产品价格降低一半、效率提升一倍。这些年，国产船用主机、船用锅炉、船用起重机等配套设备装备率持续提高，有效提升了产业链供应链安全水平，也为造船企业降低综合成本、赢得国际竞争优势提供了先机。

换个角度看，造船企业依托完备齐全的产业体系增强了自身实力，反过来也给相关配套产业创造了更多需求、更大空间，从而有力地引领和促进“集团军”共同发展。船舶之外，高铁、核电、工程机械等大国重器的成长进步也都体现出这种巨大的带动作用。

总体来看，我国作为全球第一制造业大国，拥有满足国际国内多样化需求的强大供给能力。这种“大”的独特优势，为中国企业在国际市场竞争中站稳脚跟、赢得先机提供了有力支撑，也为制造业高质量发展奠定了坚实基础。下一步，我们还要紧紧依靠、充分发挥“大”的优势，通过畅通机制、优化政策等措施，持续推动产业链上下游、产学研各方高效合作。特别是一家产业龙头企业，要走在前、勇担当，通过重大项目工程带动配套企业做大做强，驱动相关产业集聚发展。

精诚合作、戮力攻坚、全面提升，“大”的优势越巩固，“进”的态势越明显，中国制造的发展前景就会越来越广阔。

国际产业投资合作系列活动举办

本报电 日前，国际产业投资合作系列活动首场活动于江苏无锡市举办，活动以“开放创造机遇 合作共赢未来”为主题，意在为跨国企业投资和地方招商引资搭建平台。国家发改委有关负责人表示，举办这一活动有利于促进各地加强外商投资促进服务，加大招商引资和项目对接力度。首场活动中，40余家江苏企业与外商协会、跨国企业达成合作意向。（刘温馨）

聚焦需求 不懈创新

国产手机稳步进军全球高端市场

当地时间2月27日，2023年世界移动通信大会在西班牙巴塞罗那开幕。来自中国的智能手机品牌荣耀引来关注：最新一代旗舰手机荣耀Magic5系列发布，两款产品起售价格分别为899欧元和1199欧元，进军全球高端智能手机市场。

“打造全球标志性科技品牌，是荣耀品牌2020年底提出的愿景。”荣耀终端有限公司首席执行官赵明说。2022年，荣耀研发投入占销售收入的比例接近10%，在国内大企业研发投入强度排名中处于领先方阵。持续高研发投入带来的“鹰眼”抓拍、自研射频增强芯片，以及全球首发硅碳负极技术的“青海湖”电池等创新突破，让荣耀具备了冲击全球高端市场的实力。

高端化发展，离不开锚定用户痛点、突破行业技术天花板的坚持。

远处是城市风景线，近景区放置了10多种

不同颜色的水彩笔、红绿两色的树叶和花朵等道具，对焦点则是一张可以快速左右移动的图卡……在深圳新一代产业园荣耀研发中心大楼影像客观实验室，黑色幕布隔开的一个小隔间里，一台配置独特的灯箱格外引人注目。

“这是我们的抓拍实验室。”荣耀产品领域专家曹工说，这些复杂的场景还原，是为了测试和训练“鹰眼”抓拍系统。记者点击架设在云台上的Magic5屏幕进行拍摄，在图卡最快每秒3米的快速移动中，一张画质清晰、色彩均衡、细节丰富的照片瞬间出现在面前。“基于人工智能算法，‘鹰眼’可自动拍摄一连串照片，并智能筛选出动作、表情、画质最佳的一张。”曹工说。

像这样的影像实验室，荣耀已搭建了10个。“一旦新产品的影像硬件单元定型，我们就会开启多轮测试，通过系统软件自动分析问题，并针对算法进行数十次迭代。”曹工说，产品上市之后，还会针对用户反馈持续改进，每3至4

个月完成一次升级。

除了为智能手机用户化解拍照、续航、信号等痛点，荣耀手机还依托MagicOS操作系统首创了不少智慧应用。

手机客户端购买机票、提前完成值机，走进机场的一刹那，电子登机牌便自动弹出；早晨乘坐地铁上班，走到地铁闸口前，地铁码就自动打开……这些贴心应用，得益于荣耀手机端的平台级人工智能。“我们认为，未来智能手机将成为用户的个人助理。”赵明说，通过平台级人工智能，荣耀MagicOS操作系统能够学习用户的日常应用习惯，进而预判下一步的行为和使用场景，并催生出一系列智慧应用，将这些计算和存储限定在手机端进行，还能充分保障消费者隐私和数据安全。

高端化发展，同样离不开精湛的工艺、先进的智能制造系统。

走进深圳荣耀智能机器有限公司智能制造

数字赋能 提档升级

工业机器人国际市场份额大幅提高

装配、组装、搬运、布线……南京埃斯顿自动化股份有限公司生产车间内，传送线高速运转。环环相扣的装配岗位上，“技术工人”或挥舞长臂、或运用灵活关节，各司其职、紧密配合，将一个部件拼装成工业机器人成品。

“这些‘员工’都是机器人，可以夜以继日地加班加点，即便这样，还是忙不过来。”翻开进度表，埃斯顿自动化股份有限公司生产负责人说，公司工业机器人生产线正满负荷运转，“去年销量突破1.7万台套，今年有望超过2.5万台套，订单接连不断，产能还得继续扩充。”

红火的成绩单背后，离不开公司发力数字化的付出。埃斯顿公司市场总监卢昊介绍，过去，机器人成品只知道按部就班完成好设定的

动作；现在，公司交付客户的是整套方案——新一代机器人搭载数字化平台，平台上拥有强大的知识库，通过“对比参照”知识与经验，既知道需完成哪些焊接动作，也知道完成效果如何，还能主动匹配更优方案，“如果交付的是多个机器人组成的生产线，还能通过数字化平台分配任务、提高质量、加强过程管理。”

在卢昊看来，随着我国制造业加快转型升级，工业机器人的市场需求正大幅拓展，并且正从通用型向定制化方向转变，“要实现定制化，除了在硬件上对臂展、负载、材料等进行改造外，还需要将数字化融入产品全生命周期，帮助机器人在不同细分领域有更专业的表现。”

沿着产线继续向前，机器人成品正在一个个“格子间”里进行测试。它们中，有的像熟练工，可精准完成排板插件等动作，有的像大力士，能搬动上千斤配重块。“拥有不同技能，得益于它们搭载着公司自主研发的‘运维精灵’。”卢昊解释，“运维精灵”是手掌大小的边缘网关模块，可收集机器人运动过程中产生的电流、位置、扭矩等信息，并将其上传至数字化平台，从而形成大数据库，为不同行业定制“数字模型”。

交付客户后，机器人还能借助自带的“知识库”自我学习、更新技能，根据环境数据和需求指标，确定工作的“时间表”和“路线图”，让作业的精度和效率平均提升30%以上。如果出现故

本版责编：韩鑫 版式设计：张芳曼