

深度观察·重大技术装备这样攻关①

今年3月,习近平总书记在参加十四届全国人大一次会议江苏代表团审议时强调,“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”。

全地面起重机、大型盾构机、“深海一号”生产储油平台……近年来,我国装备制造业捷报频传、成果丰硕。这些“国之重器”是如何诞生的?达到了怎样的水平?研发生产人员付出了哪些努力?下一步怎么走?今天起,本版推出“重大技术装备这样攻关”系列报道,展示“国之重器”的风采,讲述关于研发生产的奋斗故事。

——编者

2017年12月,习近平总书记考察徐工集团重型机械有限公司时,饶有兴致地登上公司完全自主研发的XCA220型全地面轮式起重机驾驶室。

总书记指出,装备制造业是制造业的脊梁,要加大投入、加强研发、加快发展,努力占领世界制高点、掌控技术话语权,使我国成为现代装备制造业大国。

2023年3月,习近平总书记参加江苏代表团审议时的一个场景,让人印象深刻:

来自徐工集团的单增海代表给总书记带来一个好消息:“2017年您考察徐工时乘坐的220吨全地面起重机,关键指标已达到全球第一,国产化率由原来的71%提升到100%。”

习近平总书记予以肯定,指出“我们还要再提升,向中高端走,我们高质量发展要体现在这里”。

从2017年到2023年,徐工集团将全地面起重机的最大起重能力从1200吨提高到全球最大的2600吨,吊装高度从100米提高到160米,主要性能指标排名全球第一。

徐工起重机凭什么领先全球?研发过程中突破了哪些技术难点?记者进行了采访。

勇闯“无人区”

“从提出想法,到变为图纸,每一步都是全球的第一步,所有的技术都是第一次摸索”

清晨,内蒙古乌拉特后旗,茫茫戈壁,长风猎猎。万里晴空下,臂展长173.5米的“超级大力士”——徐工2600吨全地面起重机(以下简称“XCA2600”)格外亮眼。

高度到位、角度到位、配重到位、风速8米/秒……“启动!”7点整,现场总指挥一声令下,起重机开始运行,随即将总重达128吨、叶片长97米的风机叶轮缓缓吊起。叶轮升至110米高后,起重机带着它整体旋转,56颗螺栓精准插入机舱轮毂预留的小孔。

百米高空,上演精准对接,力拔山河的XCA2600亮出“绣花”功夫。这样一个全能“大力士”,代表中国起重机再次刷新世界纪录,被人们称为“全球第一吊”。

“从提出想法,到变为图纸,每一步都是全球的第一步,所有的技术都是第一次摸索。”设备总设计师李长青感慨。

近年来,我国风电行业蓬勃发展,风机功率持续提升,叶轮直径、风机重量随之上升。不少吊装公司向徐工提出,希望能够生产一款吊装更稳、高度更高、吊装重量更大又兼具灵活性、能实现快速转场的起重机。

市场有需求,企业有反馈。研发一款起重能力更强的新产品被提上日程。“曾有国外企业认为,2000多吨全地面起重机是不可能实现的。”李长青说,此前,徐工已将全地面起重机的起重能力极限推到了2000吨,“我们决定再闯一回。”

最大起重吨位从2000吨增至2600吨,最大起吊能力从140米吊165吨升至160米吊173吨,表面看,XCA2600升级幅度不大。但在极限吨位情况下,每增加一点吊装高度,都对产品综合实力提出了巨大挑战。

第一个难关,臂架结构设计。臂架是起重机最重要的受力结构,决定着最终的起吊能力。在臂架所用原材料不变的情况下,怎样才能让臂架有更强的承重能力?答案是:从结构设计入手。李长青团队将XCA2600的臂架设计成一个拥有复杂立体结构的“超级鱼竿”。

中国工程机械的“世界第一”

2013年

徐工4000吨级履带起重机首吊成功 创造全球吊装纪录

2015年

三一重工超高压拖泵 创造混凝土单泵垂直泵送世界纪录

2019年

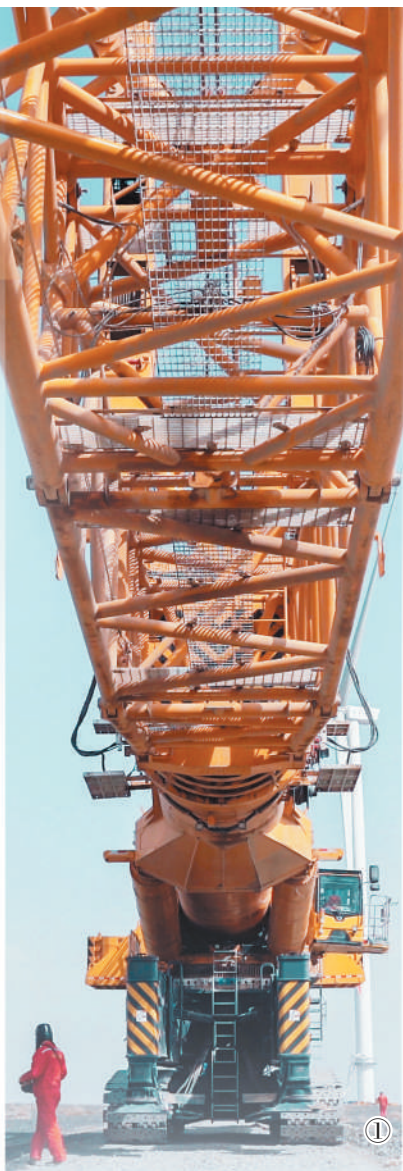
全球首台电动装载机、电动挖掘机在柳工下线

2022年

“全球第一吊”徐工2600吨级全地面起重机下线

2023年

中联重科 研制出全球最大塔式起重机



探访「全球第一吊」——徐工两千六百吨全地面起重机

吊装重器 领先全球

本报记者 李心萍

吨位起重机的液压油缸,缸壁必须做到又薄又硬,既实现轻量化,又具备高强度,对基础原材料、加工工艺等提出了很高要求。

“此次为XCA2600配套的圆柱形液压油缸,总长超过10米,圆筒外径0.54米、内径0.5米,尺寸精度达到0.01毫米。”徐工液压技术专家张青山说,为此,徐工液压准备了近20年。

以原材料为例,2010年,当徐工决定开发400吨以上超大吨位起重机时,找遍国内原材料牌号,没有一种能够满足大吨位起重机液压油缸的性能要求。唯一找到的国外材料,又面临交货周期长、后期加工难度大等问题。

面对困境,徐工决定联合国内钢管企业自主研发。“那个阶段,国内钢材产品供不应求,很少有厂商愿意开展小众、新型特种材料的研发。”张青山说,徐工足足花了两年时间才找到合作伙伴,2014年,合作开发出徐工专用的XG系列新材料,材料强度提升一倍以上。

解决了原材料问题,还要克服加工工艺难关。钢管公司提供的无缝管坯料壁厚偏差达正负8%,徐工得找到适合的加工手段,将无缝管坯料拉长、变薄、变致密,使钢管满足设备需求。

当时,国内基础工艺技术缺乏,甚至都没有缸筒“冷拔”概念。张青山说:“同样强度的产品,我们采用传统机加工出来的缸体又重又笨,而国外先进产品壁厚只有一半。”

困难面前,徐工再次下定决心,一定要啃下“冷拔法”这个硬骨头。这一步一踏出,又是一次漫长的攻坚。

整整花了8年时间,徐工液压终于成功掌握冷拔技术的系列参数,并联合国内企业生产出首台拥有自主知识产权的冷拔机。“不同规格的产品,需要匹配不同的冷拔速度。光研究这个技术参数,我们就花了两年,用废了近百吨钢管。”张青山说。

2018年,亚洲自动化程度最高、行程最长的冷拔机在徐工液压建成投产。设备最大冷拔长度可达18米,拉拔力可达600吨,相当于22辆50吨的重卡同时拉着钢管前行。通过内外环模具的同时挤压,冷拔机可以像“拉面”一样拉钢管,使其强度提升30%。

为了研制出满足大吨位起重机要求的液压油缸,徐工液压还联合上下游企业研发了20米长的国内最长移动退火炉,全国首创开发的大吨位两辊校直机,近100种粗镗、浮镗、珩磨加工磨具……“围绕液压油缸生产,我们已拥有材料开发、机加工、试验设计等国际专利。”张青山说,这种积累让徐工液压生产出高性能的液压油缸,助力XCA2600顺利问世。

发动机,来自潍柴;高强度板材、管材,来自宝钢;液压系统,来自徐工……在XCA2600身上,可以清晰看到我国工业基础水平的提升。“可以说,XCA2600的成功是从发动机到液压油缸,从硬件到软件全面升级的成果。”李长青说。

值得一提的是,XCA2600还拥有国产化的“大脑”。徐工自研的起重机智能控制系统,是XCA2600具备“绣花”功夫的关键所在。

XCA2600干活有多精细?在徐工试验场,它曾用软绳成功吊起红酒瓶,并将红酒一滴不漏地倒入玻璃杯中。徐工控制系统技术专家柴君飞介绍,这背后源于算法的精准控制,让起重机即使在百米高空,也能拥有极致的微动性,以2毫米/秒的速度精准移动。

突破新工艺

“再复杂的‘大国重器’,也要从造好一颗‘螺丝钉’开始”

能想象吗? XCA2600这样的“大家伙”,曾一度因为一根小小的螺纹轴而中断研发。

2015年,根据设计图纸生产的第一批产品,在极限试验中屡次发生断裂。经过数十次失败,用上所有方法分析断裂截面,研发团队发现,问题出在承重部件的一根螺纹轴上。

关键时刻,公司“000001”号特级技师孟维挺身而出,“螺纹轴之所以容易断裂,是因为轴上的异形螺纹加工精度不够,所以连接处不够顺滑、受力不均,加工工艺需要改进。”

刀具,打磨精密零部件的工具。孟维提出,想提升异形螺纹的加工精度,还得从刀具入手。然而,螺纹轴零件自重就达139千克,市面上并没有适配的刀具来加工。

此前,孟维团队用18把非标刀具拼接成新刀具来加工螺纹轴,可惜没有

成功。怎么办?孟维团队反复试验,先后推翻了20多种方案,最终研制出了一套精确到微米的专用刀具。

“第一批,我们只成型了20根螺纹轴,成功率还比较低。”孟维说,后来经过持续优化,成功率一点点提升,逐步适应了批量化生产要求。

记者在采访中得知,XCA2600的生产过程,凝结了众多工匠的技艺。

走进徐州重型机械有限公司的焊接车间,由我国自主研发的全球首台激光复合焊接专机正在紧张作业。它的独特之处在于,当设备在钢板外部焊接时,钢板内部也在火光四射,一次作业两面焊接。这克服了普通电弧焊只能焊接钢板外部、内部需要人工焊接的短板,极大提升了焊接效率。

然而,即使有了激光复合焊接专机的助力,在XCA2600的生产过程中,面对复杂的超级起重机结构件,依旧有超过50%的焊缝需要人工焊接。电焊工张怀红告诉记者,留给人工焊接的往往是一些异形、隐蔽的焊缝,“以XCA2600最大截面的起重臂为例,需要9名高技能焊接工人协同作业15天,才能完成焊接。”

焊接工作十分辛苦。为了保证焊缝平滑、不开裂,每次焊接前,都要将钢材预热至100摄氏度。身穿10多斤重的隔热焊服,趴在100摄氏度的钢板上,一干就是4个小时,还要保证手一点都不抖,焊接工人每次下工都会浑身湿透。

XCA2600起重臂的焊接,是工匠精神的极致体现。张怀红介绍,2600吨的起重臂焊接量较大,80%的位置都需要多层多道焊接。“多层多道焊接时,每焊接一层,都要进行层间打磨清理,才能焊接下一层。”张怀红说。

“焊接是个技术活,也是个良心活,

容不得半点马虎,必须把每一层、每一道焊缝按照精品的标准来焊接。”张怀红说,一个小小的焊接裂纹,都有可能造成严重的事故。正是所有焊接工匠的努力,才造就XCA2600的优异性能。

庞然大物的研发制造,会卡在一条螺栓上;每条焊缝的设计,都需要设计师与工匠多次沟通、修改。李长青感慨:“再复杂的‘大国重器’,也要从造好一颗‘螺丝钉’开始。”

对XCA2600的探访接近尾声,好消息仍在不断传来:

在内蒙古乌拉特后旗吊装现场,3天一台风机的高效安装让XCA2600赢得了客户点赞:“吊装完成得相当漂亮,将超大型陆上风机安装效率提高了30%。”

在徐工超大设备调试场,两台全新的XCA2600已整装待发。自去年底上市以来,XCA2600已销售10余台,订单仍在不断增加。

平均每两年,就有一款刷新全球吊载能力的起重机产品下线;产品系列横跨8吨至2600吨,施工领域覆盖市政、化工、风电等多个场景;300吨以下产品全部实现国产化,所有产品零部件国产化率达到91%……作为全球最大起重机制造商,徐工仍在奋力前行,不断创造新佳绩。

图①:在新疆乌鲁木齐,徐工2600吨起重机结束吊装作业后进行转场。

图②:在吉林前郭县,徐工2600吨起重机吊装风机。

图③:工作人员调试起重机电设备。以上图片均为徐工集团提供

本版责编:丁怡婷 版式设计:沈亦伶



记者手记

钻研产业难点 筑牢产业基础

探访徐工,“坚守”是个高频词。从2006年因效益不佳,差点被国外企业收购,到2022年排名全球起重机制造商榜首;从只能生产百吨级以下的起重机,到推出2600吨级全地面起重机,刷新全球纪录;从高端核心零部件主要依靠进口,到零部件国产化率提升至91%,正是凭借一次次的坚守,徐工得以不断发展壮大。

徐工的发展是我国工程机械发展的缩影。2022年全球工程机械企业排名中,中国有3家企业位列前十。从国际赛场的“跟跑”、“并跑”到“领跑”,背后同样是几十年如一日的坚守。

坚守,是甘坐冷板凳,钻研产业难点,筑牢产业基础。攻克“卡脖子”,如同在崎岖的山路上跋涉,要跨越险峻,经历缺氧,才能享受顶峰的无限风光。这样的探索,往往是漫长的,考验的是决心、耐心、恒心。比如液压油缸,工程机械液压系统的关键部件,从钢材、加工装备到加工工艺,每一项都需要从头研发。坚持创新、不懈努力!20年时间,中国工程机械行业实现重大突破。如今,全球50%的液压油缸由中国企业提供。又如特种钢材,工程机械能在各类极限工况稳定

施工的关键所在。历时10多年,行业实现从依赖进口到自给自足的转变,目前已广泛应用于国家重大工程项目……正是一家企业下定决心、保持恒心、攻克一个个技术难关,才有了工程机械行业更坚实的根基、更丰硕的成果。

坚守,也是沉心静气、打磨工艺、提高质量。工程机械,奔波于各大施工现场,工作环境往往较为复杂,又关系施工安全。这就要求,一位位工匠要精益求精、众志成城,将一张张图纸转化为高质量的可靠产品。像起重机,典型的定制化产品,有大量异形、隐蔽的焊缝需要人工完成。这些焊缝又深又厚,质量检测难以通过磁粉、超声波等手段,只能依靠电焊工的责任心和技能。中国工程机械既能参与极寒环境下的南极科考建设,又能应对高温、赢得中东市场认可,背后凝结着千万工匠的汗水与智慧。

今日中国,已拥有全球最完备的产业体系、世界最大规模研发队伍。只要我们积极进取、接续奋斗,就一定能够抢占更多产业竞争制高点、掌控更多技术话语权,推动我国不断迈向现代装备制造业大国的目标。