

读懂中国制造的魄力与魅力

中青报 中青网记者 李 川

从神舟飞天、北斗组网、嫦娥奔月、蛟龙入海、天眼巡空,到中国高铁、大飞机C919、华龙一号、深海一号、天问一号,近年来,这些耳熟能详的名字成为中国制造的最佳注脚。如今,越来越多的中国智造、中国方案、中国标准走向世界。

奋力书写中国制造的高质量答卷

曾有这样一件事让徐工矿业机械有限公司技术中心主任杨裕丰耿耿于怀了多年。20世纪90年代末,刚刚入职徐工的杨裕丰随团前往德国宝马工程机械展参观学习,在有中方参观人员询问外方是否可以拍照时,得到这样一个回答:可以拍照,录像都可以,就是拍下来你们也学不会。从那时起,杨裕丰心中铆起一股劲,卧薪尝胆,要让中国制造后来居上,在全球占据一席之地。

2018年4月,随着我国自主研发的第一台700吨超大型液压挖掘机正式下线,作为总工程师的杨裕丰在践行自己当初承诺的路上迈出了重要一步。

700吨液压挖掘机被誉为“神州一挖”,是个真正的巨无霸,它有多大?杨裕丰说,仅挖掘的铲斗就能容纳100人站在里面,一斗可以放置60吨物料,接近1节火车皮的容量,最大挖掘高度能够达到18.7米,相当于7层楼的高度。

大型液压挖掘机是露天矿业开采的主要挖装设备,是集机、电、液为一体的高技术产品,产品价值高、技术难度大、行业壁垒高。在我国研制成功之前,700吨液压挖掘机只有美国、德国、日本3个国家能够制造,市场占有率超过90%。

在杨裕丰记忆里,仅在十几年前,200吨以上的挖掘机,还只能从国外购买。如今,从200吨到700吨超大型挖掘机,中国都具备了制造的技术和能力。在完成超大型挖掘机研制的过程中,国外耗时20余年,我国则仅用了七八年。

在中国制造上,这将是一段载入史册的荣耀征程。

2013年,当700吨液压挖掘机正式立项时,作为项目总负责人的杨裕丰承受的是前所未有的压力。

为了进一步了解实地施工工况,分析不同环境下大型挖掘机的性能参数,为研制提供数据,不到6个月时间,杨裕丰带着团队足迹遍及甘肃、内蒙古、西藏、新疆、山西等大大小小,行程超过10万公里。

在研发道路上,被杨裕丰形容为“挖掘机大力金刚腿”的四轮一带,曾是横亘在面前的最大拦路虎。

四轮一带指的是引导轮、支重轮、托链轮、驱动轮和履带,作为超大型挖掘机的核心部件,它不仅承担将挖掘机送达作业地点的行驶任务,而且要支撑整机以及承受挖掘、卸料等全过程中产生的作用力,要求之高、开发难度之大,常规产品难以比拟。杨裕丰坦言。

当时,面对国外四轮一带采购价格高、配送周期长、售后服务跟不上等种种限制,杨裕丰把实现四轮一带完全自主研发成立军令状。

攻坚之路上,研发团队打破常规思路,通过大数据分析现有产品的传动和接触参数以及性能表现,获取目标性能参数,再通过修整齿形及轮体外形参数,模拟分析对比,再优化,逐渐逼近目标性能参数。

经过6个月的潜心研究,理想的齿形参数和轮廓参数终于获得,并填补了国内超大型挖掘机“四轮一带”研发的空白。

我们的“四轮一带”成本仅是国外引进价格的三分之一,制作周期也缩短到3个月,并具备全面的售后保障服务。那一刻,杨裕丰无限感慨。

从2013年到2018年,被杨裕丰团队攻克的技术难题不仅于此。

杨裕丰坦言,700吨绝不仅仅是“中国最大吨位”这么简单,该产品拥有自主专利52项,在中国超大型液压挖掘机领域

(上接T1版)

那个年代的环境是很艰苦,各种各样的问题牵绊着他们的研究过程。

研究石碳纤维复合材料的经历让洪义强记忆犹新。石碳纤维很硬,像针一样能够扎到人的汗毛孔里。那时,年轻的研究团队没有车间,只能在外面找个车棚。他们拿着特制的剪刀去剪纤维,剪几次剪刀都出现了豁口,那一年的夏天骄阳似火,他们都穿着防护服,只有脸露在外面干活儿。因为太热只能一个人擦汗,一个人干活儿,干活儿的时候,偶尔还会不小心把纤维粘在毛巾上,若不小心在脸上擦过,瞬间那些纤维便会钻进肉里,洗都洗不出,只能等慢慢化脓以后拨出来。

类似的事件在前期的研发中不断出现,熬夜连轴转、挨冻、不能回家,然而不断突破的喜悦却总能让自己苦得并不那么突出。

洪义强和团队研制的一种隔热材料,2010年密度是1.65克/立方厘米,2015年降到了1.1克/立方厘米,去年又在原基础上降低了近50%。

对于航天领域来说,这就是颠覆性的材料技术。因为对于飞行器来说,可能就能减轻几百公斤,那么它的能量消耗就会减少。



2021年12月26日,北京,第六届中国制造日活动现场,主题为“中国制造拓宽边界”的圆桌论坛正在中国铁建大桥工程局桥梁工程专业首席专家樊立东、东方电气风电股份有限公司副总经理刘世洪、徐工集团工程机械有限公司神州第一挖700吨矿用挖掘机总工程师杨裕丰等嘉宾通过现场连线参与讨论。中青报 中青网记者 李峥危/摄

首次实现了关键核心技术的集中应用突破,标志着中国成为世界上第四个具备700吨级以上液压挖掘机研发制造能力的国家。

从二氧化碳变成淀粉,只需要11步

将二氧化碳变成淀粉,这不是天方夜谭。

2021年9月24日,这项由中国科学院天津工业生物技术研究所在淀粉人工合成领域完成的重大突破发表在《科学》杂志上,这也是国际上首次实现从二氧化碳到淀粉的人工合成,一项彻底的中国制造。

2015年年初,当第一次得知计划启动人工合成淀粉项目时,中国科学院天津工业生物技术研究所副研究员蔡朝在心目中打了一个大大的问号。

亿万年来,在自然界,淀粉主要由玉米等农作物通过自然光合作用固定二氧化碳生产。这一过程,淀粉合成与积累涉及约60步生化反应以及复杂的生理调控,理论能量转化效率仅为2%左右。

在蔡朝看来,如何保障粮食淀粉可持续供给,将二氧化碳转化利用,变废为宝已成为当今世界科技创新的战略方向,不依赖植物光合作用,设计人工生物系统固定二氧化碳合成淀粉,将是影响世界的重大颠覆性技术。

简而言之,我们就是用低密度太阳能、低浓度二氧化碳生产淀粉的复杂合成途径,变成通过工业方式利用高密度电能、高密度二氧化碳生产淀粉的简单合成途径。

一句简单的话背后却是团队无数个不分日夜的试验、探索与坚守。

试验中,团队首先利用高能密度的电能将高浓度的二氧化碳还原为在生物体系具有高传递效率的简单化合物,然后设计、构建更简单生物转化途径将碳一化合物聚合为多碳的淀粉分子。

为了保证这一设计的顺利完成,团队人工设计构建建一聚合新酶,人工酶能够打通整个转化途径,确保反应更快更好地发生,像一条流水线一样。蔡朝说。

2018年7月24日,是一个激动人心的日子。正在会议上的蔡朝收到同事发来的照片,并排的三支试剂管,中间一支的碘溶液呈现淡淡的蓝紫色,与左右两边的深蓝色与无色对比明显。

后来,蔡朝说,那淡淡的蓝紫色是他见过的最美的颜色。

难以抑制兴奋之情的蔡朝立刻赶回实验室,直到亲眼看到试剂管,才放下心来。这意味着制造路已经全线打通了。蔡朝说。

3年多的时间,团队实现了从0到1、从虚拟到现实的跨越,鸿沟跨过去了。但研究尚未结束,蔡朝说那只是人工合成淀粉1.0版本。之后,团队通过优化转化速度和效率,先后完成2.0版本和3.0版本。

6年时间,一批当初平均年龄30岁的

青年科学家从无到有创造奇迹。在这条路上,团队记了33本的实验记录,其中不仅有核心数据,还有各种失败路径。

同样在这条路上,团队通过计算分析,从约7000个生化反应中设计出多条从二氧化碳到碳一中间体再到淀粉合成的新途径,最终的途径只有11步主要反应,这一人工途径的淀粉合成速率是玉米淀粉合成速率的8.5倍。

据了解,按照目前技术参数推算,在能量供给充足的条件下,理论上1吨二氧化碳的生物反应器年产淀粉量相当于5亩土地玉米种植的淀粉平均年产量。

走向太空的中国制造

2020年5月,在由长征5号B运载火箭搭载发射的中国新一代载人飞船试验舱上,进行了一项特殊的实验——由立体光刻3D打印机进行陶瓷、金属复合材料的微米级精度在轨制造。

这是国际上第一次在太空进行该类试验。

在试验持续的两个小时里,中国科学院空间应用工程与技术中心研究员、太空制造技术重点实验室主任王功和同事们无比激动。

从2014年以来,中国太空制造试验从地面走向太空,这不仅是空间距离上的一大步,更是我国太空制造领域前进中的关键一步。

什么是太空制造?为什么进行太空制造?在王功看来,后勤补给资源是长期太空探索任务成功的重要保证,目前主要是通过发射运载火箭和货运飞船向空间站进行补给,不仅周期长,而且成本昂贵。

如果需要的零部件在太空里就能直接制造,将是人类太空探索技术的一次革命性进展。王功表示。

虽然太空制造在空间站在轨应急维修保障、大型空间载荷在轨部署等方面具有很强的现实意义,但与地面环境相比,太空的长时微重力、强辐射、高真空、交变冷热循环等环境也给太空制造技术带来了新的挑战,对于太空制造装备,也需要满足高精度、低功耗、小型化、智能化等苛刻的技术要求。

2014年,我国成立科研团队开始太空制造研究。2017年年底,中国科学院太空制造技术重点实验室正式成立,这是一支平均年龄只有33岁的青年科研队伍。

其实,在国际上,开展太空制造技术研究的时间也才10余年。

2014年9月,美国航空航天局在全球第一次将一台打印机送到国际空间站,这台放在手套箱里,以打印塑料为主的打印机并不大,各项指标都不算先进,但却引发广泛关注。

这是在空间站第一次有了自动化生产的工具。王功说。

2015年,王功开始策划第一次微重力环境下的3D打印试验。由于当时我国还没有建成空间站,借助中科院与德国宇航局的合作关系,团队将试验挪到了欧洲航天局

以及对自己严格的要求。

把一个金属棒加工成一根绣花针不难?王功说。

对于王保森来说,可能只需要车一刀。我现在带徒弟也依然让他们这样做。

2011年,试验场一个零部件出现问题,那边的人连夜用飞机运送过来,王保森和同事负责修复,而且必须是连夜修好。而大大缩短,留给他们的只有短短两个小时。如果放在平时,这几乎是一个无法完成的任务,然而那一次,他们铆足了劲,一宿没合眼,愣是在两个小时里完成了修复。他们经受住了技术的考验。

对于航天科技集团五院总装与环境工程部神舟飞船总装班组长张朝来说,同样如此。

每一次神舟飞船护送航天员返回地球,返回舱成功落地,航天员打开舱门向大家挥手致意的时候,张朝总是最为激动的。因为这代表着他又一次圆满完成了国家交付的航天任务。张朝团队负责的是神舟飞船的总装,在这一过程中,总装工作需要完成40余册总装工艺,1181道工序,涉及工步数超1.5万步,工步动作更是高达近80万

次的失重飞行上。失重飞机是在地面上模拟太空环境的一个重要试验平台。

在8000米高空,当飞机关闭发动机,开始一个自由落体的抛物线下降时,会产生22秒的微重力环境。

正是利用31次重复循环的22秒微重力环境状态,王功团队不断测试3D打印效果,打印出“中国科学院5”个字。

29岁的3D打印机系统设计负责人刘亦飞,亲历了第一天的失重飞行。他说,第一次微重力环境3D打印试验,令团队收获颇丰,拿到样品那一刻,每个人都无比开心。

通过这次试验,王功发现熔融沉积技术的两个缺陷:产品性能有限且制造精度距离在轨直接装配使用还存在不小距离。

为此,在完成首次微重力模拟试验之后,中科院太空制造实验室转向利用立体光刻来进行太空制造的路线。

这个原理很简单,利用紫外光去触发光敏树脂的光聚合反应来进行固化,有点像女生涂指甲油,然后在紫外灯下去照射固化。王功说,这是一种被美国航空航天局研究过并被否定了的工艺。

原因于在这种工艺的原材料是液体,而在微重力环境下,液体浆料受表面张力的影响,很容易自由飘散,难以控制其稳定状态,从而无法完成打印过程。王功表示,如何能找到一种方法,来保证液态材料无法自由流动?

经过探索、试验,团队选择将陶瓷粉末、树脂溶液和光引发剂等材料进行混合匹配,开发出一种全新的陶瓷膏体材料。这种材料类似牙膏状,在没有外力时,可以保持固有形态,如此一来,在微重力环境下,仍然可以保证液体的形态可控,进而完成立体光刻的成型工艺。

然而,就是这样一项工艺,团队前后研发了两年。

将纳米级、亚微米级金属和陶瓷粉末添加到光敏树脂溶液里,相当于把一袋面粉倒入一杯水中,并且还要保持纳米颗粒均匀分散,难度非常大。王功说。

2018年,再次在失重飞机上进行试验时,立体光刻工艺被证明行得通,团队将不可能变成了可能。这也是中国团队在太空制造领域首次提出并验证一个新思路。

2015年以来,团队先后完成了4次面向不同工艺和材料的地面微重力模拟飞行试验。

2019年10月,在陕西西安阎良,团队通过与中国试飞院合作,完成了我国首次自主微重力模拟飞行试验。这次飞行不同于中国太空制造,还是对将来其他太空技术验证而言,都是一次零的突破。

如今,在王功心中,还有很多技术难题求解答案。

他坦言,如果太空制造存在小型零部件制造、大型空间装置制造及在轨组装、地外环境综合设施制造等三个阶段的话,那么人类目前的技术也只是处于第一个阶段,尽管如此,随着上下行运输手段的丰富和技术的进步,实现太空办工厂的愿望并不会太遥远。

次,这些操作一次都不能错,而他也做到了“万无一失”。

能够做到这样,那必然意味着超常的付出:模拟舱不厌其烦地练习、每一次关门前事无巨细地检查、飞船发射后反复地复盘工艺流程。

这些都感染着团队的年轻人。

2008年进入五院总装与环境工程部神舟飞船总装班组的赵乾感环境深,几年来,他见证着张朝的工作状态:每天都加班,工作到后半夜那是常事。

事实上,这也成为赵乾日后的工作状态。

而另一位更为年轻的同事——总装班组的张博也有着同样的感触。作为90后的他,虽然才刚进班组3年,可他早已对标前辈,树立起了“零缺陷”的质量意识。进班组的3年,他如饥似渴地学习着师傅们的经验,细心地观察他们操作的技艺,不断打磨自己。从第一次上手干活儿时的谨慎,到如今已是越发生稳重,一些任务已然可以单独完成了。

更多的年轻人在背后,默默推动着中国制造业的发展,还有更多的年轻人会加入进来,让中国制造走得更远、更快。

中青报 中青网记者 杜沂蒙 王 林

把1000吨重、40米跨度的箱梁放到桥墩上,怎么实现?在一些特殊领域,玻璃是如何低调地颠覆人们的认知的?美国没有的技术,中国能不能实现?

在第六届中国制造日活动中,这些曾一次次让世界震撼的中国制造,被一一揭晓。

世界领先,基建设施关键技术中国造

我国高速铁路已经形成“八纵八横”布局,未来还将推动时速400公里级高速铁路的攻关与建设,为此,高铁简支箱梁需要实现从32米到40米的跨越,配套的架桥装备也必须加速迭代。

作为中国铁建铁五院(以下简称“铁五院”)铺架技术及装备研发中心常务副主任,万鹏还担任着世界首台千吨级架桥一体机“昆仑号”的研发设计技术负责人。

2016年,中国铁道科学研究院新一代高速铁路建设关键技术课题组成立。作为重要成员,铁五院主攻大跨度简支箱梁提运架一体机的研发,并且需要在6个月内完成设备总体方案的技术攻关。

看到技术要求后,有人心生担忧:2000米小曲线、30°大坡道,还要路桥隧通用,别看长度增加8米,结构难度几何量级地增长,咱们能扛得起这个重担吗?

当时万鹏也是第一次领衔担任技术负责人,承担着巨大的压力,经常陷入沉默,也经常给各部件负责人提出苛刻的要求,甚至因为压力过大导致眩晕,直接被送去医院。上午检查结果还没出来,就因担心设计进度,下午又出现在办公室,跟年轻的同事们一起研发攻关。

在设计过程中,“昆仑号”架桥机采用了多项新技术,研制了大吨位可拉压关节轴承;研制了大承载轮胎;研发了GT785新材料钢材。

GT785钢材强度非常之高,常规焊接工艺难以解决焊缝开裂等问题。设计团队不仅请来钢铁研究总院等业内专家出谋划策,甚至直接“驻厂办公”。

2020年4月8日,武汉正式解除离汉通道管制,顾不上担心疫情,90后设计员朵君泰捧着首套高铁首套中铁十一局汉江重工,一蹲就是半年,最终一套焊接前预热、焊接中严控热输入、焊接后热保温的工艺工法确保了“钢衣无缝”。

要放在20年前,我们很难想象如何把1000吨重、40米跨度的箱梁放到桥墩上。用什么技术运载1000吨的桥梁,还让路基承受得住,更何况还有黑暗的隧道也要顺利通过。万鹏说。

2020年6月,全世界首台千吨级架桥一体机“昆仑号”在福州高铁湄洲湾跨海特大桥投入使用。此后,高速铁路40米梁架成套装备分别在江苏南沿江铁路、杭甬铁路、昌景黄铁路以及沪苏湖铁路等相继推广应用,市场占有率达到70%以上。

以“昆仑号”为首的千吨级高铁施工装备至今已申报专利60余项,其中发明专利20余项,具有完全自主知识产权。万鹏颇为自豪:“关键的核心技术必须掌握在自己的手里,否则就会受制于人。”

青年担当,光电玻璃材料年产量全球第一

有一种材料,颜色黝黑,形似石墨或黑色金属,实际上它却是玻璃的一种。这就是硫系红外光学玻璃——玻璃家族中一个特殊的存在。把它和红外芯片组合到一起,会立刻变成对温度极其敏感的“透明”材料,任何有温度的物体都逃不过它的“慧眼”。

还有一种材料,当大家都以为它是“玻璃”的时候,它已经悄悄跳出了“玻璃”队列,这就是用于手机等数码产品面板的纳米微晶玻璃。它不仅具备了国际知名同行类似材料相当的抗跌落性能,更独有玻璃良好的热弯加工性能。

像这样的产品,在中国兵器成都光明光电股份有限公司还有很多。而这些产品的研发团队,均由该公司自主培养的青年科技人才挑大梁。

一年时间,6个研发方向,做了300多个试验,否定了4个,自己都有些不好意思了。中国兵器成都光明技术中心一位技术人员谈起纳米微晶玻璃产品的研发过程不禁感慨。

那时距产品研发开发周期只有6个月左右,一旦错失,整个项目将要失去市场。要最终校产品的性能,必须要开展量产试制,一天的成本就是3万元到4万元,一轮测试要进行十几天。对于一个在当时没有明确市场需求的产品,有没有必要开展测试,团队内部也有一定的顾虑,是公司领导力排众议,坚定地给了我们支持,让产品最终研发成功。一名特种紫外高透玻璃的研发人员说。

用于制造光刻机核心部件的“特种紫外高透玻璃,被称为玻璃界的“高富帅”。这种玻璃不仅具备超强的抗紫外辐照能力,为了实现光刻机镜头组的超精密成像,它同时还具备超高的紫外透过率,超高的折射率一致性,以及超高的光学均匀性等光学玻璃顶尖技术要求。

在中国兵器成都光明光电股份有限公司,研发人员突破了超低杂质控制技术、超高透过率控制技术等多项关键核心量产技术,在国内首先开发出一款拥有自主知识产权的该类型玻璃,目前已得到应用。

鼓励基础开发、鼓励大胆试错,成功了有奖励,出了问题公司兜底。在这样宽松的科研环境下,不仅青年技术人员快速成长,中国兵器成都光明光电股份有限公司光电玻璃材料年产量位居全球第一,占全球市场1/3以上份额;生产有270余个品种,在全球具有最强的品种配套能力;累计申请专利总量突破1200项。

从无到有,美国也没有的技术中国做出来了

在研制北斗过程中,中科院微小卫星创新研究院副院长、北斗三号卫星系统总设计师林宝军最常被问到的问题是:“这个技术连美国都没有,我们做得出来吗?”

林宝军的答案很坚定:中国的北斗核心指标已经超越GPS了。林宝军在第六届中国制造日活动中介绍,北斗突破了50多项关键技术,建造了中国人自己的专用导航卫星平台,解决了一堆卡脖子的问题。

导航的制高点技术是时频,也是卫星导航系统从原理上能够成立的制高点技术。林宝军去访问法国的时候对方什么都给他看,只有原子钟不给看,所谓的时频就是原子钟技术。为此我们研制了世界上第一台双频氢原子钟,并发明了钟的无缝切换技术,正是因为有了这项技术,使得北斗三号的时频现在比用铷钟的GPS高了一个量级。

北斗要从区域走向全球其实没有那么容易,有一个瓶颈技术,需要全球管控。但中国国土有限,只能看到头上的卫星。

林宝军和团队首创Ka相控阵卫星链路技术,通过这个技术把天上的卫星整个通过卫星链路连起来,就像建立微信群一样,可以一星通星星通,使得国土只占全球30%的中国,卫星覆盖提高到100%,卫星的PDOP值(位置精度强弱度)提高了10-30倍。

在7万公里距离,距离测绘精度可以达到1厘米。

这是什么概念?绕地球一圈4万公里,也就是说大概绕地球接近两圈的距离,北斗的距离测绘精度可以达到1厘米。

正是因为这顶全世界谁都没有做过的创新技术,使北斗在表征的导航系统核心的指标URE(轨道精度)指标优于GPS近一个量级。

不止如此,林宝军带领团队全球独创150瓦大功率功放技术,与龙芯联合,运用国产芯片,除了CPU之外,包括FPGA、DC/DC、微波器件,全部国产化,彻底扭转了卫星关键器件依赖进口受制于人的局面。

2015年3月30日,北斗三号首颗实验星发射,目前已经稳定运行6年,林宝军坦言成果超过预期。

这颗首发星的研制团队,81个人平均年龄31岁,用了3年零3个月时间干了中国GPS2到GPS3的20年要干的事情。首发星成功具有里程碑意义,标志着中国的北斗从区域走向全球。

2018年,林宝军和团队迎来新的挑战,也收获了累累硕果。2020年4月,GNSS组织对四大导航系统进行了两个月的评估,得出的结论是,能够在全球全面应用的只有北斗和GPS,从信号、时频、空间精度来讲,北斗全面优于GPS。

2020年7月31日,北斗三号全球卫星导航系统正式开通。那项美国没有的技术,中国做到了。