

“冷”工艺开辟“热”赛道 像擀饺子皮一样造火箭贮箱 4米级燃料箱底生产线在蓟州投产

“擀饺子皮”的智慧,也能造出火箭燃料箱底?中国科学家用十年攻关给出肯定答案。大连理工大学高性能精密成形团队携手天津永兴科技有限公司,在天津蓟州经济开发区建成国际领先的4米级整体箱底生产线,让“光板”箱底实现稳定批量生产。5月18日,首批产品正式下线,标志着我国运载火箭贮箱关键构件制造从“毛坯成形”大步跨入“产品净成形”时代。

火箭贮箱超低温成形整体箱底批产成功下线



新跨越 打破核心技术难点

在火箭庞大而精密的结构中,有一个部件被形象地称为“皇冠上的明珠”——燃料贮箱的箱底。不妨想象一下:一个纸箱如果装得太重太满,底部就会变形甚至开裂。火箭燃料贮箱的箱底承受的考验远比这严酷——里面装满液氧、煤油或液氧甲烷等推进剂,不仅要承受内部压力和轴向压力,还要应对剧烈的振动与冲击载荷,受力极为复杂。若箱底是平板,受压后就会向外鼓起,因此必须做成椭球形底。更关键的是,火箭要飞向太空,贮箱越重,有效载荷就越少,能搭载的卫星也就越有限,所以,做出足够深、足够薄、又不起皱的箱底,正是当今制造技术的核心难点。

大连理工大学高性能精密成形研究所凡晓波教授团队在苑世剑院士带领下,历时近十年,成功研发世界首创的铝合金超低温成形技术,让火箭燃料贮箱箱底告别传统拼焊和厚板铣削的老路,实现“一次成形、无需加工”的跨越。

新思路 超低温成形技术解难题

随着商业航天上升为国家战略,到2030年,我国卫星发射需求预计近1000发。而传统方法制造一个火箭燃料贮箱的箱底,需要数天甚至几十天——产能缺口巨大。

箱底为何难造?因为它“又大又薄”。凡晓波介绍,燃料贮箱像一个桶,桶身相对好做,但底部的箱底要把整个容器兜起来,形成封闭的压力容器。箱底直径超2米,壁厚仅几毫米,“就像用一张纸那么厚的薄板来压一口锅”,极易起皱和开裂。国外主流技术采用几十毫米厚的厚板旋压成形,再通过大量切削加工“削”到几毫米厚,材料利用率低、加工周期长,而且大型旋压机对中国封锁了半个多世纪。

如何破解?关键在调控材料成形性能。凡晓波打比方说:“就像擀饺子皮,面揉得筋道就能擀得又大又薄;水加多了太软容易破,水少了又不成形。”传统思路要么常温成形,但容易开裂;要么加热软化,这么做反而更易开裂,还会破坏组织性能。研究团队发现了铝合金的超低温“双增效应”——在足够低的温度下,铝合金不仅不变脆,反而变强、变韧,塑性大幅提升。这一反常现象入选了2021年“中国科学十大前沿科学问题”。经过多年攻关,团队已完全掌握不同牌号、不同热处理状态下铝合金的超低温变形行为,并据此发明了超低温成形技术——在超低温下可以施加更大的径向拉应力来降低环向压应力,从根源上抑制薄壳起皱,同时避免开裂。

新工艺 工期缩短90%以上

原理有了,还要解决工程难题:如何将直径几米的模具均匀冷却到预定超低温?团队突破关键技术,研制出世界首台大型超低温成形设备,具备4米级构件整体成形能力,可满足我国主流火箭型号的贮箱制造需求。

以长征七号甲火箭为例:它有4个助推器,每个助推器有2个燃料贮箱(液氧箱和煤油箱),每个箱需要2个底,一枚火箭就要用16个2米级箱底,批量制造难度极大。传统工艺下,箱底制造周期很长,一条生产线每年只能生产两三发火箭所需的数量,而现在的需求已是每年十几发甚至几十发,产能远远跟不上。

如今,用国产设备就能实现“不切不磨、生产快速、质量过硬”。设备直接用4毫米厚的薄板,一次压出直径2.25米的箱底,做出来就是成品,无需任何后续切削打磨——这叫“净成形”。过

去要把多块瓜瓣形的铝板拼焊在一起,经过20多道工序,少则几天、多则几十天,新方法则直接把工期缩短90%以上,最快半天就能制成一件箱底。成品厚薄均匀、内部应力小、尺寸一致,材料性能达到最高强度状态,几乎不出废品。凡晓波表示:“现在箱底一次成形,后续只需在关键位置开出相应的功能孔,效率大大提升,这项技术有望打破火箭制造的产能瓶颈,满足未来高密度发射的需求。”

这项完全自主创新的技术,一举打破了国外在大型旋压装备上长达半个多世纪的封锁,更以“一次成形、无需加工”的“冷”工艺,为我国商业航天的高可靠、低成本、短流程制造开辟了一条热气腾腾的新赛道。

广合作 为深空探测提供支持

参与加工制造的天津永兴科技有限公司,是一家高端制造领域的骨干企业。自2018年落户蓟州以来,深耕汽车零部件和航天精密构件领域,产业规模不断壮大,产值逐年稳步攀升,2025年产值达到2.5亿元,逐步成长为蓟州区具有核心竞争力的科技型企业。

公司还与大连理工大学高性能精密成形研究所建立了深度融合的产学研合作,建成4米级生产线,一年可产出1000件整体箱底,有效缓解“星等箭、箭等箱、箱等底”的紧张局面,为我国商业航天和深空探测领域发展提供了坚实可靠的硬核支撑。公司技术总监倪世民介绍:“公司二期预计2026年底竣工并投入使用,建成后将成为蓟州区唯一一家可实现汽车总成焊接的公司,同时航天车间可实现火箭主要部件制造,充分满足航天领域不断增长的市场需求。”

文/摄影 记者 李梅旭

本市交通“数据集”获颁知识产权证 路况五级拥堵指数 让市民出行“一目了然”

近日,天津市智能交通运行监测中心(以下简称市智能交通中心)自主研发、整合构建的《天津市城市道路交通运行指数数据集》,成功取得数据知识产权登记证书。这是本市交通领域数据知识产权规范化管理上实现的又一历史性突破,为城市交通数字化转型、智能化升级注入核心产权保障,更让市民日常出行迎来“数据赋能、精准护航”的全新体验。

作为城市交通的“智慧大脑”,此次获证的数据集精准锚定交通运行监测与拥堵治理两大核心场景,依托全市出租车卫星定位数据,经科学路段分解与速度分析构建,精准对应城市交通管理与市民出行的核心需求。不同于复杂晦涩的专业数据,该数据集创新打造五级拥堵指数结构,把抽象多变的交通流转化为直观易懂的量化等级,实现路况评估定量化、拥堵识别精准化、出行预警前置化,全面覆盖早晚高峰及全天各时段路网运行状态——小到单条道路拥堵时长,大到全市路网通行效率,都能清晰呈现、精准研判,真正让交通治理“心中有数”,让市民出行“一目了然”。

据悉,市智能交通中心目前拥有涵盖公路交通、铁路交通、水路交通等9大领域,累计数据存储量超150TB,并在全市交通数据治理工作中发挥了重大作用。此次数据知识产权登记,不仅是一项简单工作,更是天津交通数据治理能力的硬核证明。在数字经济加速发展的当下,数据已成为核心生产要素,而数据知识产权登记则为数据成果明晰权属边界、筑牢安全防线。市智能交通中心作为本市交通数据治理的核心力量,此次自主研发并完成数据知识产权登记,既是对其技术创新实力的高度认可,更是天津交通行业落实数据要素市场化配置、强化知识产权保护的重要实践,为全市交通数据合规流通、创新应用树立标杆。随着交通数据价值的持续释放,智慧城市建设的交通数据底座将进一步被夯实。

下一步,市智能交通中心将以此次数据知识产权登记为契机,不断优化数据集质量、扩充数据维度、升级分析技术。严格做好数据知识产权保护工作,健全数据资源管理、合规使用、安全管控机制。同时,深度挖掘交通数据价值,推动数据资源合规流通、创新应用,持续产出高质量交通数据成果,为城市交通治理、市民出行服务提供更安全、更高效的数据保障,助力天津交通运输行业高质量发展再上新台阶。

记者 李梅旭 见习记者 李文博

中国福利彩票		
第2026057期七乐彩开奖公告		
18 15 27 14 05 08 22 + 11		
全国投注总额:3726766元 奖池累计:885633元		
奖等	全国中奖注数	每注奖金
一等奖	0注	0元
二等奖	1注	126519元
三等奖	137注	1846元
四等奖	335注	200元
五等奖	3947注	50元
六等奖	6700注	10元
七等奖	45915注	5元

中国福利彩票		
扶老·助残·救孤·济困		
第2026132期3D开奖公告		
7 5 6		
天津投注总额:816616元		
奖等	天津中奖注数	每注奖金
单选	445注	1040元
组选六	899注	173元
福利彩票兑奖期限60个自然日		