

# 多技术路径并行 商业航天低成本时代渐近

12月23日10时00分,长征十二号甲遥一运载火箭(以下简称“长征十二号甲”)在东风商业航天创新试验区发射升空,运载火箭二子级进入预定轨道,一子级未能成功回收,飞行试验任务获得基本成功。

长征十二号甲由中国航天科技集团有限公司第八研究院抓总研制,是一型以实现“一级重复使用”为核心特征的中型液氧甲烷运载火箭。

作为重塑全球航天竞争格局、降低商业航天成本的核心技术,各国正争相进行可重复使用运载火箭一子级回收技术的突破。“我国可重复使用运载火箭仍将密集首飞,尽管国内首家、全球第三家掌握该核心技术的主体归属仍存悬念,但每一次回收探索都让我们更接近成功。”华泰证券通信行业首席分析师王兴表示,“预计在2026年,我国将掌握火箭回收技术。”

## 加速核心技术打磨

据中国航天科技集团官微发布的信息,此次任务虽未实现预定的火箭一级回收目标,但是获取了火箭真实飞行状态下的关键工程数据,为后续发射、子级可靠回收奠定了重要基础。研制团队将尽快开展本次试验过程的全面复盘与技术归零,全力查明故障原因,持续优化回收方案,继续推进可重复使用验证。

据了解,长征十二号甲采用液氧甲烷作为推进剂的方案,探索陆地垂直回收的技术路径。业内人士认为,此次发射验证了我国入轨级可重复使用运载火箭技术路径的可能性,标志着我国可重复使用运载火箭技术的进一步突破。

当前,我国可重复使用运载火箭的探索正沿着多元技术路径并行推进。

例如,星际荣耀航天科技集团股份有限公司(以下简称“星际荣耀”)研发的可重复使用运载火箭双曲线三号选择的是以液氧甲烷为燃料、海上回收的技术路径。据了解,双曲线三号计划于2026年上半年首飞并探索海上回收。

此外,以液氧煤油为推进剂也是可重复使用



当前国内多款可重复使用运载火箭密集推进首飞,这在技术验证阶段具有重要意义。这种密集探索的趋势,能够快速迭代验证多元技术路径的可行性,加速核心技术的打磨与完善,为火箭回收技术的突破筑牢根基。

运载火箭探索的重要技术路径。以计划近期首飞的天龙三号大型液体运载火箭为例,其由江苏天兵航天科技股份有限公司自主研发,起飞重量约600吨,可实现“一箭36星”组网发射。天龙三号核心动力系统采用液氧煤油燃料,一子级具备重复使用能力。

北京星河动力航天科技股份有限公司研发的可重复使用运载火箭智神星一号有望在2026年春节前迎来首飞。据悉,智神星一号采用该公司自研的针栓式变推力液氧煤油发动机,采用7机并联结构设计,探索陆地垂直回收的技术路径,并通过“光纤捷联惯组+电动伺服机构”实现故障情况下的发动机指令重新分配。

“作为推进剂,液氧煤油与液氧甲烷具有各自的优势和短板。”锦沙资本总经理、管理合伙人刘尚表示,液氧煤油推进剂长期应用于长征五号等多型成熟运载火箭,在技术的可靠性和稳定性方面得到充分验证。同时,液氧煤油能量密度优势显著,更加适配直径5米以下的火箭。但从清洁方面考虑,液氧煤油燃烧易产生积碳、清洁度欠佳,从后续需求考虑,使用液氧煤油作为燃料的火箭运力提升空间受限。相较之下,液氧甲烷能量密度低,在中小

火箭中的稳定性逊于液氧煤油,更适配大直径火箭,能支撑未来运力增长的潜在需求。

在回收方式的探索上,差异化布局同样显现。业内人士表示:“海上回收的核心优势在于平台可移动性,我们能引导回收船航行至最优落点,从而优化回收成本、提升回收效率,为火箭回收提供更多场景适配方案。”

多技术路径的探索正在加速我国实现火箭一子级回收的进程。王兴认为,当前国内多款可重复使用运载火箭密集推进首飞,这在技术验证阶段具有重要意义。这种密集探索的趋势,能够快速迭代验证多元技术路径的可行性,加速核心技术的打磨与完善,为火箭回收技术的突破筑牢根基。

## 掘金万亿元级市场

产业链上下游正积极行动,推动技术突破、市场扩容。

王兴表示,可重复使用技术的成熟,是开启商业航天低成本时代的核心引擎。在他看来,火箭重复使用能有效摊火箭单次发射成本,从而实现成本优化、应用场景拓展以及产业生态的繁荣。低成

本闸门的打开,将为产业注入澎湃动能。

一方面,长期以来商业航天产业发展的运力瓶颈将逐步被打破,星座组网建设有望提速,从而带动卫星制造、配套零部件等相关企业加码产能布局,从硬件角度进一步降低商业航天产业成本。

部分卫星制造企业已经逐步扩大产能。银河航天(北京)网络技术有限公司(以下简称“银河航天”)相关负责人告诉记者,银河航天已建成我国首个立足长三角且具备完整承研资质的卫星智能制造工厂,已构建起100公斤至2000公斤级卫星的完整制造链条,年产中型卫星能力稳定在100颗至150颗,推动卫星制造迈入“工业品级”批量生产的全新时代,卫星研制周期较传统模式缩短80%。“截至目前,近20颗技术先进的卫星已从这里顺利出厂,并在轨稳定服役。”该负责人表示。

另一方面,下游市场也处于爆发前夜。今年以来,工业和信息化部陆续向中国移动通信集团有限公司(以下简称“中国移动”)以及中国联合网络通信集团有限公司颁发卫星移动通信业务经营许可,中国电信股份有限公司则已具备覆盖卫星移动通信业务的基础电信业务经营许可证。三大电信运营商可依法开展手机直连卫星等业务,深化应急通信、海事通信、偏远地区通信等场景应用,丰富通信服务与产品供给。

部分运营商已做好进一步保障卫星通信服务的准备。中国移动设计院科创部程日涛表示,卫星网络在全球无缝覆盖、网络韧性与应急通信保障、国际化业务拓展等方面,对地面网络具备极强的协同价值。在此背景下,行业面临着从各网络孤立运行到实现“空天地一体化”的关键课题。

程日涛表示,目前中国移动已完成“天地协同”建设,能够实现地面与卫星网络的互联互通,在业务层面提供相对融合的通信服务。未来,中国移动将全力推进“天地一体”发展,即统一网络架构和协议栈,实现融合无感通信,构建全时全域网络服务。

随着商业航天低成本时代渐行渐近,巨大的市场潜力有望加速释放。刘尚认为,商业航天的市场空间有望达到万亿元量级,并将分三阶段逐步释放。在第一阶段,卫星制造、火箭制造有望率先受益,其中火箭制造的重心会向可重复使用运载火箭偏移;在第二阶段,基础设施完善有望加速生态繁荣,地面应用与终端服务逐步起量,卫星通信等场景开始落地;在第三阶段,下游应用渗透率有望提升,太空算力、深空探索等新业态商业化逐步落地,推动市场从基础设施驱动迈向全产业链价值跃升,释放万亿元量级赛道的澎湃动能。

据《证券日报》作者:李乔宇

# 现代生物技术助力我国葡萄从“规模第一”走向“品质引领”

葡萄,作为一种深受大众喜爱的水果,其品种改良和新种培育一直是农业科研人员关注的重点。

虽然我国葡萄产量已连续多年居世界首位,但国外品种占主导地位、国内葡萄果实品质参差不齐、本土酿酒品种匮乏、产业国际竞争力较弱等问题依然严峻。

随着基因编辑技术等现代生物技术的应用,以及国家农业政策的支持,近年来我国葡萄育种工作取得显著成效,每年都有大批新品种发布和推广,葡萄自育种发展迎来曙光。

## 克服多个育种难题

“葡萄属于高度杂合的藤本作物,其遗传特性给育种工作带来了挑战。”中国农业科学院郑州果树研究所葡萄资源与育种创新团队首席专家张颖介绍,高度杂合意味着葡萄基因组中存在大量等位基因差异,这使得在杂交过程中,后代的性状表现难以预测。

同时,传统育种方法在精准性方面存在显著局限。科研人员很难精确地控制基因组合,以实现特定性状的改良。很多时候,传统育种过程就像是一场“碰运气”的游戏,导致葡萄育种工作进展缓慢。

为了克服这些难题,我国科研人员进行了不懈努力。

2023年,云南农业大学教授董杨团队对3000多份葡萄的重测序数据进行了深入分析,阐述了栽培种葡萄的双起源中心,构建了高精度栽培葡萄亲缘关系谱系图,并发现了大量的葡萄人工驯化性状控制基因,为葡萄基因组辅助育种以及品种溯源提供了重要参考数据集。

2024年11月,中国农业科学院深圳农业基因组研究所研究员周永锋团队利用人工智能进行葡萄育种,运用机器学习算法构建预测模型,依据评分对早期葡萄个体的农艺性状进行精准预测和选择,从而指导并优化育种策略。该研究有望实现葡萄的精准设计育种,加速葡萄品种创新。

此外,今年11月,上海交通大学研究员、国家葡萄产业技术体系岗位科学家马超应用自主研发的靶向测序基因型检测技术,成功研制出葡萄3K育种液相芯片“葡萄芯选一号”,为葡萄育种提供了高效的基因分型技术支撑。

## 鲜食葡萄种质创新

4月,当北方的葡萄树刚刚冒出新芽时,云南省元谋县的葡萄园里,一串串红彤彤的葡萄已然挂满枝头,这便是极早熟葡萄新品种——“中葡

魅影”。

“中葡魅影”是张颖团队以极早熟种质“莎巴珍珠”为基础,历经四代杂交精心培育而成的。该品种利用分子标记辅助选择技术,汇聚了“阳光玫瑰”等众多品种的优良基因。

“借助现代生物学技术,‘中葡魅影’成功打破了早熟、优质和丰产难以兼顾的瓶颈,打造了南繁北育的育种、选种模式。”张颖介绍,“我们充分利用云南与河南的气候差异,实现了一年‘三选’——在河南进行初选,在云南开展二选、三选,从而实现了葡萄的加代育种,将育种周期缩短到5年至7年。”相较于传统早熟品种,“中葡魅影”提前近1个月上市,有效填补了早春鲜食葡萄市场的空白。

## 酿酒品种走向海外

寒冬时节,宁夏贺兰山东麓葡萄酒产区的葡萄藤已被厚厚的黄土覆盖。然而,在产区最北端的玫瑰酒庄葡萄园内,葡萄藤却在寒风中傲立,展现出顽强生命力。

和中国北方许多葡萄酒产区一样,贺兰山东麓冬季干旱、多风,地面最低温度在零下20℃左右。为避免低温冻伤葡萄藤,每年冬季,当地都要对葡萄藤进行剪枝和埋土处理。那么,原本该“冬眠”的葡萄藤,何以傲立寒风?

“中国北方冬季最冷月平均气温在零下10℃至零下30℃之间,埋土防寒会耗费大量人力、物力、财力。”宁夏农林科学院园艺研究所研究员梁玉文介绍,为解决这道难题,宁夏农林科学院与中国科学院植物研究所开展联合科研攻关,在宁夏产区引进多个高抗寒品种,并采用现代生物技术对这些品种进行改良和极端低温测试,建立了酿酒葡萄抗寒免埋土品种示范区。

经过12年努力,科研团队最终成功选育出了“北红”“北玫”“北玺”“北馨”“北冰红”等5个具有高抗寒、抗病特点的酿酒葡萄品种。这些品种在冬季无需下架、埋土防寒,即可安全过冬。

“我们培育的新品种不仅为酒庄节省了大量成本,也让宁夏葡萄酒具备了独特的风味。”梁玉文介绍,在新品种的助力下,一杯杯具有“中国风味”的葡萄酒正在走向更多消费者的餐桌。

在张颖看来,未来,随着生物育种技术的不断创新与突破,我国将培育出更多葡萄新品种,进一步优化产业结构、提升产业效益,推动我国葡萄产业从“规模领先”向“质量领先”转变,在全球葡萄产业竞争中占据更有利的地位。

据《科技日报》作者:张毅力

## ► 科技前沿

# 眼科手术有望告别缝线

大部分眼科手术需要通过缝线关闭切口或固定组织,但缝线会带来角膜散光、新生血管、感染、排斥及术后拆线等潜在风险。在此背景下,眼科粘合性生物活性材料逐渐成为眼科学和生物材料领域的研究热点。日前,首都医科大学附属北京同仁医院院长袁进教授团队在《生物活性材料》上发表最新研究成果,系统阐述了眼科粘合性生物活性材料的最新进展。

据了解,眼科粘合性生物活性材料不仅要在高度湿润、频繁瞬目和眼压波动的动态环境下实现可靠粘附,还要兼具良好光学性能、生物相容性和可控降解特性;同时,它还要能作为药物或细胞的递送载体,为眼部疾病提供微创和可再生的综合治疗方案。此次袁进团队发表的长篇综述,涵盖了从粘附机理、材料体系设计、眼表和眼底应用到智能化与再生医学耦合及临床转化前景等多个方面,总结了眼科粘合性生物活性材料的最新进展,为该领域的基础研究和临床应用提供了系统指引。

针对眼表角膜疾病的临床需求,文章揭示了材料构建策略从单纯物理封闭向多功能仿生构建的转变——通过引入仿生粘附、构建互穿或双网络结构,以及整合生物活性成分,团队研发的最新眼表粘合剂已能够实现无缝线角膜移植、大范围基质缺损的填充与再生,乃至于湿

润、渗血条件下对复杂创面即时封闭,在拓展眼表修复适用场景和提升预后质量方面展现出一定潜力。

面向眼底疾病的临床需求,研究将眼底粘合剂重新定位为一种集成结构支撑、局部微环境调控和长效治疗功能的多维干预平台。在此基础上,研究者进一步指出,粘合性生物活性材料不仅能够玻璃体切除术后维持视网膜贴附、封闭视网膜裂孔,还可通过调控聚合物取代度和浓度,实现对粘附强度、在体停留时间和降解动力学的精细匹配,构建兼具粘附性和细胞支架功能的三维微环境。

此外,综述还将研究视角进一步拓展至生长因子、抗VEGF药物及外泌体等生物活性分子与粘合性材料的协同应用,以多靶点方式实现抗炎、抗新生血管和神经保护等综合效应,使眼底粘合性生物活性材料从单纯的机械补片转变为可编程的局部治疗平台,从而为眼底疾病的治疗提供了关键实现工具。

业界专家表示,未来新材料将向更智能、更匹配人体组织的方向发展,包括:通过3D打印等技术,材料可更好地模拟天然组织的力学和光学特性;通过赋予材料对温度、酶等刺激的响应能力,实现药物的按需释放;结合干细胞疗法,可主动调控微环境,促进组织再生。

据《光明日报》作者:田雅婷

# 国内首条百万吨级近零碳钢铁生产线贯通

国内首条百万吨级近零碳钢铁生产线(以下简称“近零碳产线”)近日在宝钢股份湛江钢铁全线贯通。

据介绍,该项目是宝钢股份作为中国宝武低碳转型先锋,践行国家“双碳”战略、落实中国宝武绿色转型部署的核心示范工程,依托中国宝武首创的氢冶金电熔炼工艺技术路径,实现了短流程生产零碳高等级板材工艺路线全链条贯通。

“这不仅标志着中国宝武以勇当新型低碳冶金现代产业链链长的战略主动,再次走在绿色低碳冶金技术发展的前列,也彰显了中国钢铁积极践行世界钢铁行业绿色低碳发展的务实行动和创新示范。”宝武集团相关负责人表示。

具体来看,宝钢股份湛江钢铁近零碳产线由已建成投运的国内首套百万吨级氢基竖炉及新建的电炉、连铸生产线组成。新建项目于2024年4月11日开工,创新采用数字化建造模式,不

断攻克难点、瓶颈点,确保了项目安全、质量和进度全面受控。

作为宝钢股份“绿色制造、制造绿色”战略的先行示范基地,宝钢股份湛江钢铁于2023年12月建成投运国内首套百万吨级氢基竖炉,以“氢”代“碳”作为还原剂进行冶炼,为我国钢铁行业摆脱传统化石能源的深度依赖提供了全新路径。目前已成功验证高氢冶炼条件,产出的直接还原铁金属化率达到预期。

宝钢股份湛江钢铁近零碳产线全线贯通后,将以“氢基竖炉直接还原铁+废钢”为主要原料生产低碳排放板坯,利用现有轧钢设施生产低碳、近零碳钢铁产品,形成“氢基竖炉还原-高效电炉冶炼-低碳轧制生产”的完整低碳冶金工艺流程。据测算,项目对比同等生产规模的传统“高炉+转炉”长流程工艺,预计可实现降碳50%至80%。最高每年可减少二氧化碳排放超314万吨。

据《证券时报》作者:王一鸣