多个关键性控制工程高标准完成

甘肃武威步入高铁时代

◎本报记者 何 亮

近日,随着一声雄浑嘹亮的列车汽笛响起,"和谐号"动车组列车驶出甘肃武威东站,穿越新乌鞘岭隧道一路疾驰。兰张高铁兰州至武威段(以下简称"兰武段")由此正式开通运营。这标志着武威接入全国高铁网,步入高铁时代。

"家乡通高铁了,我特别高兴,一定过来看看,拍照留作纪念。"在武威东站站前广场,一位市民对记者说。

兰张高铁兰武段自兰州市兰州新区中川机场站引出,途经兰州市永登县、武威市天祝县、古浪县至武威市区,接入武威东站。这条备受关注的高铁线路,结束了武威、永登、天祝等地不通高铁的历史,打造出"1小时通勤圈",极大便利沿线群众出行。

兰张高铁是国家中长期铁路网规划的重大项目, 全线建成后将成为河西走廊快速客运通道的重要组成部分,进一步完善我国西部地区高铁网,对推进沿线城镇化进程、促进西部大开发具有重要意义。

装备创新破解施工难题

兰张高铁兰武段线路全长194.261公里,沿途地形崎岖、河流纵横,工程挑战多,施工难度大。国铁集团工程建设者高标准完成多个关键性控制工程,让高铁成功穿越海拔3562米的祁连山乌鞘岭。

"旅客坐着高铁以250公里的时速穿过新乌鞘岭隧道,只需约4分钟,而打通这条隧道,我们用了整整4年。"国铁兰州局兰州工程建设指挥部天祝指挥部指挥长张振琼颇为自豪,"4年换4分钟,值!"

新乌鞘岭隧道施工难度大,难在隧道要穿越四大 区域性大断层和5.2公里软岩大变形地段。岩体极易 破碎,在高地应力条件下极易发生软岩变形问题。张 振琼告诉记者,就像在满是裂痕、还可能涌水的"千层 饼"中挖掘通道,稍有疏忽就会发生溜塌滑塌风险。

面对挑战,兰州工程建设指挥部组织施工单位中铁三局、中铁十五局成立专家组开展技术攻关。经过反复论证、实验,通过无人化立拱台车安装拱架和悬臂掘进机开挖掌子面,实现了"机械代人"的掘进方式。

"我们加强超前地质预报,通过使用先进的钻注锚多功能一体机进行预加固,使'豆腐脑'般的岩体由软变硬,再像撑伞一样将加固好的岩壁用特制钢架支护起来。"张振琼说,值得一提的是,作业施工将"单机单能"改为"一机多能",实现了高风险工序"机械代人",有效降低围岩开挖扰动及喷射混凝土的超耗,确保"一次成洞、一次成形",成功破解高地应力软岩大变形的施工难题。

在新乌鞘岭隧道建设过程中,新型智慧装备、智能



图为动车组穿越新乌鞘岭隧道。

温桦摄

运营技术的运用,对隧道施工标准化、规范化起到关键作用。张振琼告诉记者,通过引入BIM+GIS、远程监控、VR体验等手段,整合12项管理功能,实现隧道掌子面重点区域和关键工序高风险点管控智能化、可视化、动态化,全面提升了项目综合管理水平。

新乌鞘岭隧道施工难度大,铺轨难度也不小。铺轨作业在全线最高海拔2800米处进行,其最大坡道达到25‰,相当于长度1000米的距离,升高了7层楼的高度。

中铁一局采用目前国内先进的施工工法,使用轨道工程运输管理智控平台、自动锁定小平车和龙门架滑触线取电系统等新技术,有效提高了铺轨施工组织和线路物资运输的信息化水平,在确保安全的同时提高了施工效率。

技术复绿守牢生态红线

盛夏7月,当飞驰的动车穿越新乌鞘岭隧道,窗外 是满眼绿色。

乌鞘岭地处祁连山国家级自然保护区和饮用水水源保护地,施工过程中避免破坏当地生态环境和水源安全是必须守住的红线。

"我们对施工便道两侧、隧道洞口裸露区域全部进行了绿化,生活区、拌和站建立雨污分离系统,拌和站

安装废水废渣分离回收绿色施工系统,对生产混凝土产生的废水废渣进行处理。"张振琼介绍。

由中铁三局自主研发的废水废渣分离回收系统主要 由回收、分离、收集、搅拌、压滤等部分组成,废水废渣经砂石分离系统处理分离出的砂、石料以及形成的污水,经收 集池初沉后依次汇入搅拌池,并经过压滤机压缩处理形成 粉饼和清水。清水可汇入清水池供循环使用。

工程建设者还在隧道洞口建立了污水处理站,洞内斜井设置了三级沉淀池,采用沉沙、混凝沉淀、过滤、消毒等措施和工艺,使处理水达到一级 A 标准。这些水可用于掌子面施工、道路洒水降尘及绿化,实现水资源循环利用。污水处理站让生产生活用水在祁连山保护区内实现了零污染、零排放。

在施工现场,记者看到,拌和站、钢构件加工厂生产区全部采用轻钢结构封闭,防止扬尘和噪声造成环境污染。同时,所有大棚采用深绿色彩钢瓦,使临建设施更好融入周边环境。

"兰新高铁兰武段建设过程中,各施工单位针对不同区段自然环境特点,持续优化环保方案。"张振琼说,施工前,对铁路用地范围内进行乔、灌、草相结合的绿化设计;施工过程中,妥善弃渣和粉状建材;完工后,结合周边环境、植被覆盖状况,采取以植物措施为主、工程措施为辅的生态恢复方式对临时用地予以及时恢复,让青山绿水相拥,共筑生态安全坚实屏障。

成果播报

新型软机械手实现毫米级控制精度

科技日报讯 (记者李丽云 朱 虹 通讯员阚思邈 李相龙)7月26日,记者从哈尔滨工业大学获悉,该校机器人技术与系统全国重生任、机电学院教授集延河团队研制出新型TSM 软机械手。这款机械手可实现毫米级自适密立为控制和对外部扰动身活。相关成果近日发表于机器人领域国际期刊《IEEE 机器人学汇刊》。

软机械手形似大象鼻子或是章鱼触手,是软体机器人领域的重要分支。开发像手臂一样灵巧的软机械手,并在人机交互过程中始终保证人类安全,是软机械手领域科研人员的目标。更加高效的结

构设计和精密运动控制器是实现 这一目标的关键。

为实现上述目标,朱延河团队成功研制出新型 TSM 软机械手。团队研制出的登管和电缆肌腱组成的复合肌腱并提出气驱锥形波纹管紧凑集成设计。这使得机器人驱动结构获得了优异的可习方法与闭环迭代反馈控制器结合的控制策略,团队还实现了软机械手的精密运动控制。

实验结果显示,新型 TSM 软机械手在遥操作控制下成功进行了越障抓取操作。这验证了其在人手干扰下沿平面跟踪轨迹的任务能力,为软机械手设计与控制提供了新的解决途径。

成本低寿命长 国产重型圆盘耙通过测试

科技日报讯 (记者梁乐)记者7 月26日获悉,由江苏大学、宝山钢铁股份有限公司以及北大荒集团众荣农机有限公司等科研院所和企业联合研发的新型国产重型圆盘耙(以下简称"圆盘耙")在新疆复杂土壤环境试验下性能良好,各项测试数据均达到设计标准。其核心部件与同类进口产品相比,兼具低成本和高性能优势。

江苏大学教授郭顺是圆盘耙研发项目负责人。他告诉记者,圆盘耙已在黑龙江取得预期试验效果。这次在新疆生产建设兵团第十二师二二二团的田间试验数据表明,圆盘耙的耕深稳定在22厘米左右,地表平整度小于2厘米,碎土率高达90%以上。

耙片作为圆盘耙的核心部件,要直接与耕地接触,因此对材质要求极高。此前,受制于原材料性能,国产耙片在作业7000亩左右后就要更换。而性能更好的进口耙片,价格则要比国产耙片高出近1倍。

为突破国产高性能耙片技术,在江苏省高端金属结构材料及装备技

术协同创新中心的支持下,江苏大学与宝山钢铁股份有限公司深度合作,通过合金成分设计及冶炼工艺优化,联合研发出低成本高性能的新型农机用硼钢,并在此基础上辅以新型复合热处理及成型工艺,实现了新型耙片的批量化制造。

"经过测试,新型国产耙片的服役周期从7000亩左右延长至10000亩以上,且价格远低于同类型进口产品。"郭顺说。

作为合作单位,新疆农业科学院农业机械化研究所协助江苏大学完成了耙架的结构优化。该研究所智能农机装备研究室主任牛长河介绍,优化后的耙架整机重量和运行油耗显著降低,有利于实现节能减排,推动农业绿色化发展。

现场测试后,由高校、研究机构以及农机制造企业代表组成的专家组对圆盘耙项目进行了成果鉴定。专家一致认为,这款圆盘耙创新性与实用性并重,对于提升我国农田耕作质量与效率、促进现代农业可持续发展具有重要

镉砷超低积累两系杂交水稻创制成功

科技日报讯 (记者马爱平)记者7月26日从中国水稻研究所获悉,中国工程院院士胡培松团队成功创制了籽粒中镉和砷超低积累的两系杂交水稻,为镉砷等重金属复合污染地区生产重金属不超标稻米提供了解决方案。相关研究成果日前发表在国际期刊《植物生物技术》。

稻米中镉和砷过量积累将严重威胁大米消费人群健康。由于水稻生长环境及土壤中镉砷的化学特性等因素影响,水稻籽粒中镉和砷含量通常存在

负相关性。研究人员很难筛选到镉和 砷同时低积累的水稻品种。

"目前,关于水稻重金属低积累的研究通常针对单个基因或单个重金属元素展开,在生产应用中仍存在一定局限性。创制镉砷同步低积累的杂交水稻品种,使其能适宜镉砷等复合污染地区种植并推广,在保障水稻产量前提下,对提升稻米品质安全和确保大米消费人群健康具有重要意义。"论文通讯作者胡培松说。

研究人员首先在中嘉早17和C两优17系列杂交稻中,分别研究了相关镉调控关键基因的降镉能力,获得了降镉效应最优且综合农艺性状优良的低镉品种株系。同时,利用水稻砷吸收转运主效基因创制了携带不同镉和砷调控基因的植株。

"利用上述植株进行配组,并对后 续杂交稻组合籽粒进行重金属元素测 定。在大田种植环境下,携带镉调控基 因的水稻籽粒中,镉含量分别降低了 64.6%—85.2%;携带砷调控基因的水稻籽粒中,砷含量分别降低了42.3%—48.2%;同时携带镉砷调控基因的水稻籽粒中,镉和砷含量也显著降低,镉含量下降了72.9%—78.8%,砷含量下降了42.9%—53.2%。"论文第一作者、中国水稻研究所研究员胡时开告诉记者。

最终,结合稻米品质测定和综合农艺性状考查,研究人员筛选出镉、砷同步超低积累且综合性状表现优良的杂交稻品系及最优等位基因型组合。

智检1号机器人: 风机塔筒上的"移动CT"

◎**杨伟强 高 耸** 本报记者 **李诏宇**

在百余米高空,如何对风机塔筒进行检测?近日,智检1号机器人的"上岗"让这项任务完成得更加安全高效。此款机器人由中国大唐集团有限公司旗下的北京中唐电工程咨询有限公司(以下简称"中唐电咨询公司")研发。其工作原理与CT透视相似,成功实现了对风机塔筒涂层下焊缝缺陷的精准定位、快速检测,成为我国首个在役风机塔

筒焊缝自动检测机器人。 "智检1号将新型组合检测理论与智能系统相结合,取得了应用技术、智能识别、工艺创制、设备研发等方面的突破,填补了我国国内风机塔筒焊缝缺陷漏磁自动化检测领域的空白。"智检1号研发团队负责人韩振华说。

风机塔筒主要通过卷板焊接成筒,再由多筒分段焊接而成。焊缝是塔筒的力学性能薄弱区域。风机在野外恶劣环境下运行,受复杂载荷和大气腐蚀等多重因素影响,焊接接头处极易产生疲劳裂纹,严重威胁塔筒结构健康。

日前,记者在实验室见到了1:1 智检1号模型机。"机器人底部安装 了激光轮廓循迹仪、陀螺仪。这些仪 器能够确保机器人对焊缝的实时跟 踪和对位置的自动调整。"中唐电咨 询公司监检项目管理部部门经理张 哲说,"机器人底盘的数字图盘模块, 相当于一个微型雷达,可对焊缝情况 进行即时扫描和观测。"

 以自动跟踪焊缝轨迹,即使在纵缝与横缝交汇处,也能灵活自如调整走向。"相较于吸附式机器人或人工检测,智检1号以三轮式超强磁吸进行攀爬检测,在百余米高的塔筒上走得稳、测得准,能大幅降低风机塔筒的维护成本,延长塔筒使用寿命。

依托多年来在金属无损检测、焊缝质量检验方面的经验和特长,研发团队为智检1号装备了多项创新性技术和智能算法,以确保这辆长80厘米、宽60厘米、厚45厘米的"小车"在高空作业中定位精准、运转丝滑。

为避免出现传感器与塔筒面不贴合的情况,研发团队采用了固定减震与传感器分离的构造方式,同时辅以万向轮把握方向,以满足机器人随时灵活转弯的需求。而手持遥控平板,则让工作人员能即时看到焊缝轮廓、设备参数、传感器采集的最新数据,做到对焊缝情况一览无余。

智检1号不仅可以完成对风机 塔筒焊缝的检测,还可以应用到对船舶、管道、钢结构等的焊缝检测中,甚至可以推广至电力、石油、化工等多个领域的金属设备检测中,在能源基础设施建设、巡检等环节应用潜力巨大。

"推动建立在役风电、光伏全生命周期体检档案,不仅是应用智检1号的未来计划,更是一项助推能源行业提质增效的开拓之路。"中唐电咨询公司党委书记、董事长李亚冬说。

中唐电咨询公司将继续打造"机器人+"系列产品,在持续推进机器人轻量化、小型化、全自动智能化的同时,拓展其应用功能,加大应用数据积累,深入开展应用创新。

超大型油轮"穿"上"海豚衣"

每年可节约燃油300吨以上

◎洪恒飞 高晓静 本报记者 江 耘

完成3个航次任务,航行时长近200 天,里程逾3.5万海里,往返于中国沿海 和中东地区各大港口……近日,国际首



图为仿生蒙皮螺旋桨。 **研发团队供图**

艘安装仿生蒙皮螺旋桨的30万吨级超大型油轮在福建省泉州港码头靠泊,完成多航次、长航时、多海域的节能数据收集。

"螺旋桨直径10米,它表面敷设的柔性蒙皮材料,模拟了海豚皮的特征。"中国科学院宁波材料技术与工程研究所(以下简称"中国科学院宁波材料所")海洋关键材料重点实验室研究员曾志翔向记者介绍,这种船用仿生柔性减阻材料在实船应用前取得了中国船级社产品认证,满足《控制船舶有害防污底系统国际公约》要求。

污底系统国际公约》要求。 曾志翔介绍,团队通过分析螺旋桨 表面敷设仿生蒙皮前后进速系数、扭矩 系数以及推力系数的变化,计算得到实 船可节能约2%。预测在一个修船周期 (2.5年)内,实船平均节能1.5%。按此 计算,一艘超大型油轮预计每年可节约 燃油300吨以上,减少二氧化碳排放量

国际能源机构数据显示,海运业的能源消耗量在全球能源消耗总量中占比约为9%,排放的二氧化碳量占全球总量的3%。突破大型船舶的节能减排关键技术,引领全球海洋运输业绿色变革,对我

国实现"双碳"目标具有重要意义。

据了解,超大型油轮螺旋桨能耗效率随载货量和航速变化而变化,波动范围通常为60%至70%。船用发动机在驱动螺旋桨旋转时,约70%的能耗转化为推力,约15%消耗于螺旋桨剪切水做功,剩余约15%则消耗于螺旋桨反推力对水做功。

在中国工程院院士、中国科学院宁波材料所研究员薛群基的推动下,自2022年起,中国科学院宁波材料所海洋关键材料重点实验室研究员王立平和曾志翔率领研发团队与中远海运能源股份有限公司(以下简称"中远海能")联合攻关船用仿生蒙皮减阻节能技术,通过人工合成方法,制备出具有类似海豚皮特征的人造材料——类液态滑移柔性减阻材料JZPU-2023,并实现中试生产。

曾志翔介绍,这一人造材料由具有 类液态特征的动态界面材料与具有 0.1-0.2毫米尺寸微结构的柔性材料耦 合而成,敷设于螺旋桨表面,能够降低 螺旋桨与水之间的剪切力,并减少反推 力对水的做功,进而提高螺旋桨效率, 降低能耗。

海豚等海洋生物在海里游动时具 有极低阻力。这是因为海豚表皮在水 流作用下可形成微结构,产生微涡流,将水流与表皮的滑动摩擦转变为滚动摩擦,结合表皮黏液的润滑特性,能有效降低水流的湍流动能,降低水与表皮之间的剪切力。

曾志翔说,对于人造仿生减阻材料 而言,表面微结构和柔弹性易于实现, 但要模仿海豚表皮长期分泌黏液的特 性则比较困难。类液态材料有效解决 了这一问题。

"类液态材料既能保持固体材料的强度,又有类似于黏液的滑移特征。它在固体有机物分子内部接枝了高度柔性分子刷,从而表现出一定液体特征。"曾志翔解释说,由于所接枝分子链具有类似流体的高度动态特性,能自由旋转与运动,所以各种液体在这种材料表面的黏附力低且易滑移。

记者了解到,鉴于此次测试结果, 中远海能与中国科学院宁波材料所计 划将该减阻材料推广至公司旗下100余 艘油轮船。 曾志翔说,未来,船用仿生柔性减

曾志翔院, 未来, 船用仍至条性阀 阻材料将向远洋及内河运输等全行业 推广应用。这必将促进营运船舶绿色 化、低碳化发展。