

强化模拟实验,运用多种新材料、多项新工艺—— 让秦岭站不惧风雪屹立南极

◎本报记者 何亮 矫阳

日前,“雪龙”号极地考察船停靠山东青岛,标志着中国第40次南极考察圆满结束。随队出征的南极建设者凯旋,他们共同见证了秦岭站的建成、开站。

秦岭站是我国继长城站、中山站之后的第3个常年考察站,也是我国首个面向太平洋扇区的南极考察站。它西临南森冰架,东临终年不冻的特拉诺瓦湾冰间湖。独特的区位和环境特点,使秦岭站成为独一无二的海洋观测研究站点和极地科学考察的理想之地。

2012年11月,中国第29次南极科考队开启新建南极考察站选址调研。2024年2月,中国第40次南极考察队完成秦岭站建设、顺利开站。历经10多年艰苦努力,秦岭站完成选址、设计、论证、建造,巍然屹立于南极罗斯海。

风洞测试考验新站设计

“秦岭站最初的‘相貌’并非如此。”中国建设科技集团所属中国建筑研究院副总建筑师、秦岭站总设计师段猛说,2017年秦岭站的设计概念还是一个分体布局,尽管强调功能集中,但不像如今这般结构紧凑。

随着南极科考不断深入和科学实验的论证,秦岭站的设计越来越合理。

为了让秦岭站“任尔东南西北风,我自岿然不动”,段猛带领的设计团队要赋予秦岭站抵抗17级大风的能力。我们在秦岭站设计建设方案确定之后立即进行试验,对设计进行验证。”段猛告诉记者,其中最重要的就是模拟南极环境的风洞试验和吹雪试验。

恩科斯基岛风力强劲,但风向相对稳定。段猛和团队成员要通过试验,找到大风与建筑主体的合理夹角,并通过合理设计,达到减少迎风面同时积雪不会大量留存的效果。

“等比例缩小的秦岭站模型表面共有800多个测压点。我们将模型放置在长96米的风洞中,测试秦岭站表面承受的风压力以及变化状态。”段猛表示,借助风洞试验得出的重要数据,设计师能更好地调整建筑结构、选择合适建筑材料,让秦岭站在遭遇同等风况下安然无恙。

“吹雪试验主要测试在不同风速和时长下,秦岭站面积积雪厚度变化,以此判定科考站设计的人员出入口是否合理。”段猛告诉记者,秦岭站设计建造目标之一,是让风在穿过建筑时将雪径带走,减少建筑周边积雪的存在,方便科考站高效运行。

革新极地气候建造技术

秦岭站的建筑造型,从空中俯瞰就像一颗十字架,其设计理念源于郑和下西洋用的南十字星导航。但从



中国南极秦岭站航拍图。 祝贺摄

下往上看,秦岭站的主楼被数十根立柱稳稳托举,伫立在临海岩壁上。

“将主体建筑底层架空,正是一种典型的兼具防风与抗雪埋功能的建筑方式。”中国建设科技集团所属中国建筑研究院建筑设计师、秦岭站副总设计师祝贺说。

“秦岭站主体建筑采用轻质高强钢结构,常年强烈的下降风让屋顶难以形成积雪,但却容易把建筑物‘连根拔起’。”作为秦岭站设计驻场代表,祝贺告诉记者,为了抵抗强风,秦岭站的选址位置有稳定基岩,立柱下方的预应力岩石锚杆嵌固在数米深的基岩中。这让秦岭站就像停泊的航船抛锚出船锚一样,牢牢地锚固于地面。

除了技术手段,在选址与设计之初,秦岭站设计团队还充分借助大自然的力量减弱强风侵袭。在秦岭站西侧上风向矗立一座海拔40米的山丘,成为秦岭站主体建筑避风的一道屏障。

巧借地形优势,建设人员运用适应极地气候的建造技术,使得秦岭站主体建筑与周围环境有机融合。

“秦岭站极具现代化和科技感,和以前见过的南极考察站都不一样。”对中铁建工集团南极项目部项目经理郑迪来说,以十字架为造型灵感的秦岭站,令多次赴南极建设考察站的他感到十分新鲜。

围绕秦岭站建设装配式考察站、节能考察站、实用型考察站的目标,郑迪项目团队再创新模块化、信息化建造技术,并运用多种新材料、多项新工艺。所谓模块化建造技术,就是钢构件和功能模块采用国内加工,现场拼装的形式。信息化建造技术则是通过BIM技术实现从考察站结构到建筑的三维模拟。

“项目团队大量采用轻质高强建筑材料与相关技术,解决了钢材‘冷脆现象’,可承受室内外气温大幅交替变化、零下60摄氏度超低温和海岸环境强腐蚀。”郑迪表示,秦岭站主体工程的成功建设,推动了我国极地气候建造技术不断革新。

经受72小时飓风“洗礼”

秦岭站建筑面积5244平方米,共有构件4134件,零件49989件……要在60天极地施工窗口期内完成中国南极建站史上面积最大的单体建筑,建设团队既要在国内做好周密的准备工作,也要应对南极现场充满挑战的复杂情况。

2024年1月13日,随着最后一根钢梁成功吊装,秦岭站主楼主体结构封顶。与此同时,功能模块全部安装完毕。这标志着距离新站建成投用越来越近了。

正当建设工作有条不紊地推进时,一个坏消息突然传来:未来两天,最大风速可达到每秒35米以上,相当于12级飓风。秦岭站将迎来开站以来遭遇的最强风,很可能导致已经安装的幕墙板被吹走。此时,距离幕墙板全部封闭还有3天工期。

考察队当即与中国极地研究中心、国家海洋环境预报中心联系,相关设计院所、风洞实验室单位凌晨接到任务后,立刻开展工程风险评估,最终决定将建设中的秦岭站迎风面紧急封闭。

“一场与时间赛跑的突击战打响!”祝贺对于这段经历记忆犹新:800多斤的幕墙板,在大风中就像飘摇的树叶,难以控制;40多名建设者分成5队,用牵引绳控制着幕墙板。在现场所有队员的配合下,最后一块幕墙板在飓风来袭前稳稳就位。

就在施工作业全部完成后的几个小时,12级飓风来了。飓风裹挟着地面积雪掀起了漫天迷雾,能见度不足5米。建设者们排成一排,拉着一根绳子,往返于工地和宿舍之间。在经历72小时飓风“洗礼”之后,秦岭站工地毫发无损。段猛表示:“尽管事发突然,但是能经受住真实环境下的风雪‘检验’,让我们建设信心倍增。”

成果播报

智能轮胎系统 使汽车行驶更安全

科技日报(实习记者李昭宇通讯员许琳 王永雷)记者5月17日获悉,江苏理工学院汽车与交通工程学院智能轮胎团队自主研发成功智能轮胎系统,实现了轮胎磨损、胎压、爆胎预警和路面状态监测等功能。

江苏理工学院党委副书记贝绍轶介绍,轮胎作为汽车与路面接触的唯一媒介,为汽车提供驱动力、驱动力和转向力,是汽车安全性和操纵稳定性最为关键的影响因素。随着汽车向电动化、智能化和无人化方向发展,智能轮胎技术越来越受到重视。

近年来,江苏理工学院把智能轮胎研究列入重点研究项目,组织跨学科专家进行集中攻关,解决了传感器选型、信息采集与传输、数据分析与处理等难题。

同时,学院先后自主研发了具备轮胎健康状态监测、爆胎预警与路面信号获取等功能的智能轮胎技术,并与国内知名重型卡车生产企业、房车企业和智能驾驶公司建立良好的合作关系,开发出重卡100、房车200和智驾300系列智能轮胎产品。

业内相关专家认为,智能轮胎技术是未来汽车技术发展的重要组成部分,也是重要发展方向之一。该技术既能大幅提高底盘系统安全性和智能化程度,也产生显著的经济和社会效益。因此,加快推进未来智能轮胎与大数据和车联网深度融合,推进“轮胎—汽车—道路”的信息化、智能化、数字化路径建设,对于提高汽车的操控性、安全性、经济性具有重要意义。

耦合脱苦技术改善亚麻籽油口味

科技日报(记者吴纯新 通讯员邓玉洁)5月17日,记者从湖北大学获悉,该校健康科学与工程学院特聘副研究员陈洪建团队研发的亚麻籽油脱苦技术,可有效改善亚麻籽油口味。目前该成果已在湖北随州落地转化。

市场上现有的许多亚麻籽油口感不佳,苦味明显。经传统高温脱臭工艺处理后,亚麻籽油苦味仍存,限制其市场应用。陈洪建团队通过深入研究,发现环亚油酸E是亚麻籽油中主要的苦味物质,并针对性地开发了固相吸附、冷冻精馏等工艺耦合的脱苦技术,可有效去除亚麻籽油的苦味。

“这项技术在保证亚麻籽 omc-

ga3营养成分不流失的同时,还去除了亚麻籽自带的苦味。我们再将苦味添加到牛奶及燕麦乳产品中,进行口味研发,制作出以健康代餐为目的的奶昔产品。”陈洪建介绍,该技术不仅提升了亚麻籽油口感,还保留了全部营养成分。团队建立了亚麻酸营养评价技术,开发出系列亚麻籽油保健食品,并通过场圃协同等技术,实现亚麻籽的全价加工应用,显著提升了产品附加值。

当前,这项技术已获得多项专利成果支撑,并与湖北省内外多家公司达成代生产合作。目前,湖北随州意亚食品科技公司已与陈洪建团队合作开发亚麻籽乳生产线,每年加工亚麻籽500吨。

北京城市副中心站综合交通枢纽 最大最深采光井建成

科技日报(记者孙瑜)记者5月16日从中铁建设集团有限公司获悉,亚洲最大地下综合交通枢纽、北京城市副中心站综合交通枢纽工程最大最深采光井顺利完工。此举标志着该工程主站房进入封顶冲刺阶段,为后续“京帆”屋盖建设奠定基础。

据了解,北京城市副中心站综合交通枢纽工程主体部分位于地下。项目采用将阳光引入地下站台中庭式设计,而采光井就相当于地下枢纽的窗口。本次完工的采光井面积和深度均居本交通枢纽工程之首,面积超7000平方米、深达33米,上方将搭起两片“京帆”。建成后,阳光可通过长96米、宽46米的采光区域,进入地下3层站台层。

由于采光井洞口区域为镂空结构,跨度达23.5米,建设的框架梁高6米、宽1.2米,施工前需要先搭设超高、超大规模架体。在架体搭设过程

中,项目团队采用了满堂盘扣支撑体系。该体系以站台层底板结构作为支撑基础,通过架体与钢管柱拉结的方式,将钢管扣件与盘扣架的横、立杆进行连接,形成“钢管抱柱”结构。这种支撑体系可实现每平方米荷载大于2000公斤,相当于每平方米可承载一头成年犀牛。

8根高度超过33米、平均重量达104吨的钢管柱以及总重超过600吨的钢梁构成了整个采光井的“四梁八柱”。采光井与屋盖进行结构对接,要求极高精度。为此,项目团队采用分节、分段安装的方式,应用垂直感应装置将垂直度的监控数据反映到仪器上进行实时纠偏,同时利用激光扫描技术辅助定位。

“我们将每一根钢管柱安装的偏差率控制在其高度的千分之一,保证了后续采光井‘京帆’屋盖的精准安装。”中铁建设集团副总工程师韩喜旺介绍。

第四代高压电缆 剥切打磨机器人“上岗”

科技日报(记者陈曦)记者5月17日从国网天津电力获悉,国网天津电缆公司团队研制的第四代剥切打磨机器人首次完成110千伏高压电缆检修任务。该机器人较上一代整体重量降低了10%,作业时间压缩至50分钟以内,作业效率提升近30%。

据了解,高压电缆绝缘偏心度与半导体层厚度不均匀,是制约高压电缆自动化剥切装置推广应用的关键因素。采用传统弹性浮动刀架进行电缆外护套的仿形,难以实现绝缘屏蔽断口的均匀过渡。

为解决这个难题,研制团队给该机器人加入了视觉传感机构与智能控制算法,摒弃了精度较低的机械仿形结构。通过视觉传感器实时监测,反馈绝缘屏蔽层的剥切状态,该机器人会对率先露出绝缘的部位停止进

刀,对绝缘屏蔽层尚未处理干净的位置逐次处理。在循环往复的环切运动过程中,剥切机构实现了基于电缆外护套与半导体层厚度的升降仿形运动。

这种设计,从根源上解决了电缆绝缘偏心度与半导体层厚度不均匀,对电缆自动化剥切作业的问题,实现了半导体层的智能化仿形剥切,以及绝缘屏蔽断口的微米级精度控制。

“第四代剥切打磨机器人结构设计更精巧,传感反馈更灵敏,运行控制更加智能。”国网天津电缆公司电缆运检一班班长张华说。未来团队还将对机器人进一步优化,使用集成程度更高、运算速度更快的控制系统以减小设备体积,满足信号的实时运算需求,进一步提高剥切机构的灵活性与稳定性。

新型硬岩掘进机在复杂地质条件下成功应用

科技日报(记者韩荣)记者5月17日记者获悉,由中国煤炭科工集团太原研究院自主研发的EBH315Q横轴式超重型硬岩掘进机日前在贵州、山东等矿区复杂地质条件下成功应用,并稳定运行,累计掘进超过100千米。这为我国高瓦斯矿井和冲击地压全岩巷道的安全、高效施工开辟了新路径。

研究院相关负责人介绍,贵州西部

矿区高瓦斯矿井众多,煤层埋深大、地质构造复杂、岩石硬度大,给瓦斯治理带来诸多困难,严重影响矿井安全生产。中国煤炭科工集团太原研究院针对施工条件制约及后配套运输条件复杂等客观因素,成功研制了拥有自主知识产权的EBH315Q横轴式硬岩掘进机。

该装备以可截割岩石硬度大、截割效率高、稳定性好、配件消耗低的众多

优势在贵州矿区成功应用。该掘进机最高月进尺205米、最高日进尺11.4米,刷新了该矿区岩巷月进尺纪录,缩短了瓦斯抽采治理巷道掘进时间,助力矿方实现了提质增效。

山东鲁西矿区煤层埋深大,冲击地压成为威胁矿井安全生产的一大因素。“针对该矿区高位泄压巷巷冲工作量、岩石硬度高、截割时间长、巷道坡

度大等多方面问题,我们的设备发挥出机动灵活、稳定性好、截割效率高的优势。”研究院相关负责人表示,研究人员通过优化施工工艺、提升设备开机率,推动日进尺水平稳步提升,创造了鲁西矿区大断面全岩巷道单月进尺210米,单日进尺9.6米的最高纪录,保证了采掘工作面高效连续运转。目前,硬岩掘进已经成为该工况下主要施工方式。

智能养鱼,机器人“管家”很在行

◎洪恒飞 本报记者 江耘

天气稍有变化,浙江省江山市上余水产养殖场负责人蒋珍龙就会打开手机内的App,实时查看鱼塘水体硝态氮、氨态氮、pH值、化学需氧量等水质参数,做到心中有数。

这些数据由鱼塘内的巡航式底改机器人以及数字化监测浮标采集。设备都是基于杭州师范大学张杭君教授团队开发的智能水质监测模块研发的。

除了巡航式底改机器人,鱼塘还配备了集鱼式生态浮床机器人和光催化原位净化机器人。这相当于雇了三位“管家”负责鱼塘水质监测、智慧投喂、催化净化等工作。传统养殖水体“三池两坝”处理系统就用不上了。立夏过后,水温渐升,鱼群摄食量增大,三位“管家”也忙碌了起来。

替代“三池两坝”

水产养殖会产生大量被残饵和粪便污染的水体——尾水。如果不能及时有效处理尾水,养殖水域环境会恶化,甚至导致鱼类、虾、蟹大面积死亡。

“三池两坝”是常见的养殖尾水处理系统,通常由3个串联池塘组成,即沉淀池、曝气池、生态净化池以及夹在这3个池塘中间的两个过滤坝。

张杭君分析说,传统养殖水体处理设备只能净化水质,缺乏实时反馈水质情况的功能。养殖户只能看到设备在运行,但对运行效果及水质状况并不清楚。

“不少水产养殖基地依山而建。建造‘三池两坝’需要调用挖掘机,费时费力,占地用地,还容易出现沉淀池滋生蓝藻、过滤坝堵塞等问题。”张杭君介绍,基于这一实际需求,团队承担了浙江省科技厅重点研发计划项目,与多家单位联合开展山塘水库和池塘养殖水体生态容量评估及生态修复关键技术研究。

通过数年研制,该团队开发了三款水产养殖智能机器人,以及淡水养殖尾水高效脱氮除磷一体化设备和自流式无阀滤池等异位修复设备。

其中,智能机器人搭载了GPS、北斗双频定位系统、激光雷达,按照功能配备了水生生态功能模块、中控系统、双模式导航系统(自主导航+遥控导航)等,主要部件均为国产。

2023年5月,上述成果在台州葛涌湾水库、衢州上余水产养殖场和黄陈岗

水库等地示范应用。

张杭君介绍,三处示范点养殖水体氨氮、总磷的浓度此前均超过《淡水池塘养殖水排放要求》的标准限值。设备应用1年来,水体氨氮去除率均大于60%,总磷去除率大于35%,达到《淡水池塘养殖水排放要求》一级标准,可安全排放。

黄陈岗水库负责人郑樟富说,相比传统处理设备,这批装置体积小,一辆三轮车就可以运到水库,装卸也非常方便,水体净化效果明显。

自动巡查水域

在上余水产养殖场,记者看到,平静的水面上,3只船型机器人平稳行进,荡起层层涟漪。

在蒋珍龙看来,智能机器人能有效监测水体氨磷含量变化,并且去除多余氮磷,防止水体富营养化,让人省心不少。

“这批机器人的运行方式,就像家用扫地机器人,设定程序后就能在指定水域巡航。”张杭君介绍说,它们互相协作,能实时感知周围环境地理信息和自身位置姿态。结合地理信息和障碍物检测结果后,机器人再融合多源传感算