

## 空气潜水进人多元检修干式作业舱完成海试

## 海底管道有了多功能“检修车间”

◎洪恒飞 陈郭  
本报记者 江耘

近日,依附于海底管道的空气潜水进人多元检修干式作业舱在江苏连云港附近海域完成深水海底试验。该作业舱由国家管网东部原油储运公司和浙江大学海洋学院联合研制。海试现场负责人、浙江大学海洋学院博士生郭进介绍,此次试验在国内首次实现海底管道干式舱空气潜水进人安全操作。相关技术创新可提升海底管缆在复杂水下环境中的可维护性和操作精度,解决潜水员在浑浊水域只能用手摸探作业的窘境。

2022年4月,受国家管网集团东部原油储运有限公司委托,浙江大学海洋学院海洋技术与装备团队启动依附于海底管道的干式舱相关技术和设备的课题研究。“这项研究要重点解决水浑流急海况条件下,受潮流影响的常规海底管道检修人水下作业时时效性差、海底管道检修限制性强、检修功能单一且质量难以控制等现实工程技术难题。”该课题负责人、浙江大学教授陈家旺介绍。

历经20个月的技术攻关和装备试验研究,海底管道多元检修干式作业舱完成研制,随后在浙江东海实验室保障基地开展了70天的水池试验。研究工作涉及对海底管道位移及应力应变监测系统、三维激光扫描高精快速测绘系统、焊缝超声相控阵无损实时检测系统、复合材料缠绕修复系统、海管防腐涂层水射流清理系统等模块化系统的迭代升级,以及围绕潜水员水下安全进舱作业相关的舱内气压保持技术、干式舱抗流技术、全系统安全供电供电技术、潜水员进舱出舱路径优化技术、潜水员应急逃生技术的攻关。

“海底管道干式作业舱可以理解为了搬到了海底的陆上管道多功能检修车间。该装置可实现海底管道原位检修质量与陆上一致,并大幅降低常规海底管道施工检修成本和作业时间,为海底管道检修提供了新范式,可提升我国海底管道运维和能源安全的技术保障能力,也为进一步提升海底管道完整性管理水平提供了新思路、新方法、新路径、新技术。”国家管网集团东部原油储运有限公司副总经理孙兆强说。



依附于海底管道的空气潜水可进人多元检修干式作业舱。

受访单位供图

据了解,依附于海底管道的空气潜水可进人多元检修干式作业舱可适用空气潜水50米以内、管径711—1016毫米(0—15度弯曲角度)的海底管道精准缺陷检修,几乎可覆盖国内

浅近海海底管道。“接下来,团队将进一步丰富完善基于海底管道干式舱的智能检修功能,为我国乃至全球的海底管缆安全运维保驾护航,进一步推动海洋技术与装备发展。”陈家旺说。

## 三维智能平台守护城市“生命线”

◎本报记者 李诏宇

现代城市的便利生活,离不开堪称城市“生命线”的地下管网。然而就如同人的血管会因为疾病而堵塞一般,随着时间的推移,地下管线同样会面临病害的困扰。如何更好地为地下管线保驾护航,已经成为一个亟待解决的问题。

近日,由北京市测绘设计研究院牵头完成的“特大城市地下管线智能探查与健康监测关键技术及应用”项目(以下简称“项目”)荣获2023年度北京市科学技术奖科学技术进步奖二等奖。

“我们形成了一整套城市地下管线全生命周期智能化管理解决方案,研发了多源数据融合的城市地下管线三维智能平台,为特大城市安全运行与精细化治理提供了有力技术支撑。”项目研究团队组长、北京测绘学会理事长杨伯钢说。

## 全面采集管线信息

地下管线是城市安全、城市建设和城市精细化管理的重要组成部分。

## “以渔治碱”让盐碱荒地鱼米丰收

◎本报记者 朱虹 李丽云

位于黑龙江省西部的杜尔伯特蒙古族自治县曾是一片白茫茫的盐碱荒地。高盐碱、高pH的土壤性质导致这片土地无法种植经济作物。如今因“以渔治碱”的科技创新,这里焕发出勃勃生机。日前,由中国水产科学研究院黑龙江水产研究所承担的项目“农业排碱水渔农循环利用技术集成与示范”通过了专家组验收。

“以渔治碱”方式在杜尔伯特取得成功,这种方式高效改良了东北碳酸盐型盐碱地。这为我国盐碱地的生态改良和综合利用提供了全新的思路和方法。

## 盐碱水用于池塘养殖

我国蕴含丰富的盐碱水土地资源,据不完全统计,全国约有6.9亿亩的盐碱水域和14.9亿亩的盐碱土地。这些土地遍及19个省(区、市)。但由于治理难度大,其大部分长期处于闲置状态,具有巨大的开发利用潜力。

杜尔伯特地区的盐碱地分布广泛,长期困扰着当地农业发展。面对这一困境,中国水产科学研究院黑龙江水产研究所研究员赵志刚团队早在5年前就决定在杜尔伯特开展“以渔治碱”的科技创新实践,探索盐碱地治理的新路径,以期实现盐碱地的生态修复和高效利用。

“‘以渔治碱’的核心理念是将水

然而长期以来,我国对地下管线的探查和病害识别方法较为粗放。一旦地下管线出现堵塞、淤积、损坏等问题,工作人员往往只能依靠物理开挖的方式进行检测与修缮。这种方式不仅效率低下,而且成本较高。

“解决这些问题,正是我们推动项目开发的初衷之一。”杨伯钢说,2011年开始,北京市测绘设计研究院、上海誉帆环境科技股份有限公司、北京市勘察设计院有限公司等单位组成联合团队,依托北京市地下管线普查、国家科技重大专项等项目开展研究,形成了一整套城市地下管线全生命周期智能化管理解决方案。

“数据采集,是一切研究的起点。”团队成员宣兆新说。为此,团队研发了无接触式结合单片摄影测量、车载探地雷达、管道视频检测和移动GIS技术的智能全息探测技术。这些技术打造了一双“千里眼”,让工作人员可以通过遥控摄影测量设备,采集管井内部三维坐标,实现全程无接触作业。

此外,团队还研发了一系列针对复杂地下管线的三维探测方法。该方法可以探测金属、塑料等多种材质的管线,精准定位各种埋设方式的地下

管线位置。同时,团队还率先研发了复杂管线移动数据采集及处理软件,将采集、处理与传输流程整合为一套完整的一体化作业流程,效率较传统模式提升了30%。

历经多年努力,总长度约为8.17万公里的全北京市城六区和新城区市政道路范围管线信息采集,终于在上述技术的辅助下完成。

团队成员、北京市测绘设计研究院正高级工程师宣兆新介绍:“在信息联合团队,依托北京市地下管线普查、国家科技重大专项等项目开展研究,形成了一整套城市地下管线全生命周期智能化管理解决方案。”

## 助力城市精细化治理

通过全面的信息采集,北京市首次掌握了地下管线的全貌,为城市的规划建设与运行管理打下坚实基础。然而,仅仅摸清家底还不够。完成排查与修复后,如何更好地管理管线信息?

“建立管理平台,将所有数据‘盛盘放好’,看起来一目了然,井井有条,正是我们的目标。”杨伯钢说。北京市测绘设计研究院正高级工

程师、团队成员顾娟介绍,团队通过云计算、大数据和物联网技术,构建了一套城市地下管线三维智慧管理平台。该平台将海量的地下管线空间分布、走向、材质等数据通过先进的三维建模技术,转化为直观、生动的三维图像。该平台不仅可以借助云计算实时分析管线数据,为规划提供科学依据,还融入了物联网技术,实现了远程监控与实时管理,助力城市安全运行。

在此基础上,团队建立了覆盖全北京市的地下管线健康监测系统和灾害数据库,实现了对管线运行状态的常态化监测,为政府部门和专业管线运营单位的日常管理与维护提供了数据支撑。

除了管理平台和数据库的技术支撑,与地下管线有关的建设与活动也变得更高效率、更安全了。在冬奥会延庆赛区、大兴国际机场等大型基础设施项目建设过程中,团队研发的技术系统提供了全过程的地下管线探测和技术支持,让施工单位直观地了解地下管线分布,避免施工对管线的破坏。“此外,在一些重大活动前,我们也对活动沿线主要道路的管线病害与隐患进行了检测、评估与排查,为活动顺利进行提供保障。”杨伯钢说。

杨伯钢表示,未来,团队将紧密围绕首都智慧城市建设与精细化治理需求,继续深耕地下管线探查与健康监测技术领域,为特大城市地下管道安全保驾护航。

合种养模式进行了全面升级,并在杜尔伯特连湖基地进行了示范应用。

团队在不同池塘分别养殖了大鳞鲃、雅罗鱼、鳊鱼等耐盐碱鱼类,在盐碱地种植“宏科181”和“中科发5”水稻。

专家现场测产结果显示,经“以渔治碱”改良后的盐碱地,“宏科181”品种稻谷亩产量为508.3千克,“中科发5”品种稻谷亩产量为515.4千克,均突破了千斤大关;池塘养殖大鳞鲃等耐盐碱性鱼类平均亩产量430公斤;农业排碱水零排放,并实现了循环利用,综合效益显著。

“盐碱地渔农综合生态种养模式可稳粮、促渔、提质、增效。这一课题探索了渔农生态系统对盐碱地改良和生态修复的效果,为盐碱地区种植业和渔业可持续发展提出了新思路和新途径。”验收现场,专家组组长、黑龙江水产技术推广总站站长张旭彬评价说。

实践证明,“以渔治碱”异位循环水渔农综合种养模式的示范与推广,可有效改善盐碱地的生态环境,缓解周边土壤次生盐渍化,提高土壤氮和有机质含量,增加土壤肥力,提高池塘养殖鱼类和盐碱地种植作物的产量,达到对盐碱地生态修复的目的,同时拓展渔业发展空间、保障水产品供给。这一模式可使无法耕作或耕作效果差的低洼盐碱地逐渐得到开发利用,增加后备耕地资源,可为保障我国农业生产可持续发展的重要途径。

“我们应科学合理利用盐碱地,盐碱水域资源,充分发挥盐碱地水产养殖‘以渔治碱’的优势,加强盐碱地渔农综合利用关键核心技术攻关,让更多的‘荒芜之地’实现‘鱼米丰收’,提升国家粮食安全保障能力。”中国水产科学研究院黑龙江水产研究所所长郑先虎表示。

## 成果播报

## 山西省首台碱性水电解槽下线

科技日报(记者韩荣)记者12月26日获悉,由潞安化工机械集团联合清华大学、碳能科技(北京)有限公司研发制造的山西省首台碱性水电解槽“晋华槽”近日下线。这标志着山西省在探索氢能工业领域示范应用、打造氢能产业集聚区、推进氢能产业重大项目实施、实现绿色氢基能源全链条联动发展方面迈出坚实一步。

作为清洁能源的“生力军”,氢是第三次能源革命中的重要角色,而要制造出氢气,离不开关键设备——电解槽。

潞安化工机械集团董事长赵哲军介绍,近年来山西省积极布局氢能产业,潞安化工机械集团作为“先行者”在氢能技术上不断突破。此次研发主要围绕低能耗、强波动碱性电解水制氢集成系统开展联合攻关,同时与国内知名智能化装备设计制造企业合作,融合自动控制、声光电检测、AI算法、云平台 and MES管理

系统,建设了山西省首条GW级(100台/年)自动化生产线,最终成功研制出“晋华槽”。

“晋华槽”采用先进的碱性水电解槽和质子交换膜水电解槽技术,具有装备系统电耗低、电解槽负荷范围广、电解槽出口压力高等技术优势。工作状态下“晋华槽”额定电流密度每平方米高达5000安培,直流电耗仅为4.3kWh/Nm<sup>3</sup>,这一性能指标体现了该产品的高效率和低能耗性。

值得一提的是,“晋华槽”应用范围广且灵活性强,每小时产氢量达1000标准立方米,可用于消纳陆上风电、海上风电及光伏新能源发出的绿色电力,将其转化为绿氢产品,广泛应用于石油炼化加氢、氢冶金、电厂掺氢燃烧、加氢站等多个领域,为用户提供高效率、高可靠性、低成本的电解水制氢解决方案。

## 国产盐穴储气库声呐测腔装备完成现场试验

科技日报(记者刘园园 通讯员卜乾 王耀欣)记者12月27日获悉,国家管网集团日前在“中国盐穴储气第一库”——金坛储气库成功完成自主研发的国产盐穴储气库声呐测腔装备现场试验。此次试验天然气环境最大测距达到70米,卤水环境最大测距达240米,探测性能与国际同类产品相当。

盐穴型储气库具有注采灵活、单井吞吐量大、储气无泄漏、工作气量比例高等优势,已成为储气调峰设施的理想选择。声呐测腔装备可用于探测盐穴储气库造腔形状,是盐穴储气库建造过程中不可或缺的关键设备。

“盐穴储气库在建设和生产运行阶段,需要进行高精度腔体形状检测,对声呐测腔仪器提出较高要求。”国家管网集团储气库技术公司相关负责人介绍,声呐测腔是当前盐穴腔体形态检测的唯一有效方法。这种技术采用声波测距原理,利用

声呐测量井下仪器向盐穴腔体壁发射声脉冲,检测回波信号。信号传回地面计算机系统,经处理后可形成不同深度的腔体水平图像及整个腔体的三维图像。

据介绍,国家管网集团研发团队历经3年多时间,不断攻克声呐测腔技术难题,成功掌握了包括高温高压超宽带收发换能器设计、多频宽线性功率发射、井中装置姿态稳定性控制等多项关键技术。此次研发的国产盐穴储气库声呐测腔装备,完成盐穴卤水腔和带压天然气腔体的实测验证,设备性能满足盐穴储气库测腔需求。

“国产盐穴储气库声呐测腔装备的成功研制,满足了我国大型复杂储气腔体对高精度、高可靠性测腔技术的迫切需求,为盐穴储气库建设与发展提供了有力技术支撑,对推动我国储气库行业高质量发展和提升我国储气能力具有重要意义。”上述相关负责人表示。

## “温宿号”全断面硬岩掘进装备刷新全球同类工程纪录

科技日报(记者张晔 通讯员张凤华)记者12月26日获悉,由中交天和机械装备制造有限公司自主研发的“温宿号”全断面硬岩掘进装备(TBM)实现历史单日最高掘进45.3米、单月最高掘进827米,刷新了全球同级别、同类型和同类装备就占掘进总长度的83%。

TBM具有显著的安全、环保、优质、高效等特点,在交通、水利、能源等基础设施建设中的作用日益凸显。用于G219线西天山特长隧道侧平洞掘进的“温宿号”刀盘直径8.83米,是目前穿越天山直径最大、技术最先进的TBM。相较于传统TBM,“温宿号”创新性采用“仰拱块铺设+常规支护”掘进方式,配置超前地质预报、CFC超前探水、岩爆探测等先进技术系统,掘进的安全保障、环保效果、成洞质量和作业效率大幅提升。

G219线是我国目前唯一破万公里的国道。该工程最大的“拦路虎”,包括

15.7公里西天山隧道和9.13公里莫逊山侧平洞隧道。掘进机需穿越长、强风化石英片岩、流纹斑岩、大理岩等坚硬地层,并面临大埋深、高水压、长距离掘进等重大难题。沿线还存在突涌水、破碎带岩体大变形、岩爆等重大风险,其中岩爆地点就占掘进总长度的83%。

中交天和对西天山隧道研制的TBM“温宿号”“温泉号”“昭苏号”进行重大技术升级,配置可扩挖式刀盘、多层次多点位注浆系统、大扭矩高功率刀盘驱动、高效掘进长寿命刀盘、快速连续皮带机、微震监测、预处理及超前注浆加固装置、CFC电法超前探测、超前堵水排水与高性能大流量紧急排水系统等。不仅“温宿号”掘进成绩优异,刀盘直径8.73米的“温泉号”也以日均掘进20—40米的速度,在短短2个月内就进抵莫逊山侧平洞隧道1200米以上深度,刀盘直径8.83米的“昭苏号”累计掘进总长度也已超过1300米。

## 宁德时代发布两种标准换电电池

科技日报(记者操秀英)记者12月27日获悉,宁德时代新能源科技股份有限公司(以下简称“宁德时代”)近日推出20#、25#两种标准化换电电池(巧克力换电块),并与近百家合作伙伴共同启动巧克力换电生态。这标志着电动汽车换电标准化迈上新台阶。

据介绍,上述两种标准型号电池块,根据不同化学体系,可提供多电量的产品服务。每一个标准型号换电块,都配有磷酸铁锂、三元两个电量版本,供用户按需配电。20#换电块磷酸铁锂版本配电42度电,对应续航里程400公里;三元版本为52度电,续航500公里;25#换电块磷酸铁锂可配电56度电,续航500公里;三元版本配电70度电,续航600公里。两款标准换电块,分别适配A0级和A/B级车。宁德时代时代电服CEO杨峻说,用户从原先的购买整车换电模式,转变为可以按照使用量付费,每一块电池将发挥最大价值。

巧克力换电是宁德时代子公司时代电服推出的一种换电服务模式,其关键产品为“巧克力换电块”。在换电网络建设方面,宁德时代表示,2025年会自建1000座巧克力换电站;在中期规划中,宁德时代将与各方合作伙伴共建站点1万个;随着换电生态壮大,通过全社会共建,最终换电站规模将达到3万个。同时,宁德时代利用其全球最大规模的电池数据库,可查询到每一个换电块甚至每个电芯的历史和实时数据,结合大模型监管电池衰减,又能保证电池最佳使用状态,整套体系让电池每个循环都能发挥最大价值。

据悉,宁德时代已与长安、广汽、北汽、五菱、一汽官宣合作,宣布共同推出10款换电车型。同时,巧克力换电生态充分考虑了各种交易场景的进入和退出机制,已有车辆买卖、电池租售、电池保险、电池检测等多类合作伙伴加入。