

在电解小室里高效制绿氢

新型PEM电解槽商业化应用落地

◎本报记者 都 芃

近日,中国华电集团有限公司“华瀚”-200型3.0兆帕单堆兆瓦级质子交换膜(PEM)电解槽在华电青海德令哈0.3万千瓦光伏发电PEM电解水制氢示范站实现商业化应用落地。这标志着中国华电打通了PEM制氢设备在关键材料、核心部件、装置及系统集成方面的产品化通道,并在高海拔、高寒地区工程应用中得到可靠验证。

电解水制氢两种路线并存

根据生产来源和生产过程中的排放情况,氢能可以被分为灰氢、蓝氢、绿氢。其中,绿氢可通过太阳能、风能等可再生能源发电直接制取,生产过程中基本不产生温室气体,是实打实的绿色能源。

绿氢的主要制取方法是电解水制氢。目前,已经实现商业化应用的电解水制氢技术路线主要有两种。一种是发展最早、商业化应用规模最大的碱性电解水制氢,另一种则是起步较晚但发展迅速的PEM电解水制氢。

电解水制氢的基本原理并不复杂。在充满水的电解槽中通入直流电,水分子在电极上发生电化学反应,被分解成氢气和氧气。氢气聚集在阴极,氧气聚集在阳极,随后可对二者分别进行收集。但由于纯水电导率很小,导电性极差,因此,为了提升溶液的导电能力,使水分子能够顺利被电解,水中往往还要加入电解质,来增加离子浓度,提升电解的效率。

目前应用最为广泛的碱性电解水制氢技术,便是在水中加入氢氧化钠或氢氧化钾,使其成为液态电解质。但这还不够。在工业应用中,为了防止生成的氧气与氢气发生混合增加安全风险,降低氢气收集效率,通常还要在电解质溶液中间插入一个隔膜,从而将生成后的两种气体有效分隔,防止混合。这种隔膜上密布着直径极小的孔洞。它能使电解液穿过隔膜,自由流动,从而氢离子也可以运动到阴极与电子反应产生氢气,但同时其孔洞的直径又不足以让氢气与氧气相互渗透,从而起到分隔二者的作用。

碱性电解水制氢工艺相对简单,适于大规模生产,但也存在一些缺点。华电氢能事业部总经理助理王昕向记者介绍,碱性电解水制氢使用的碱性溶液,带有一定腐蚀性,一旦出现泄漏会对周边环境造成一定程度污染。其产生的气体通常还需要进行脱碱处理,增加了工艺流程。此外,即使有隔膜存在,碱性电解水制氢也无法彻底隔绝氢气与氧气的互相渗透,从而导致制氢效率降低。



中国华电集团有限公司在上海2023国际氢能博览会暨燃料电池汽车展览会上展示的PEM电解水制氢装置。视觉中国供图

新装备匹配新能源

与碱性电解水制氢相比,PEM制氢技术最大的不同在于,PEM制氢使用质子交换膜作为固体电解质替代了碱性电解水制氢中的隔膜和液态电解质。因此,PEM制氢可以直接使用纯水作为电解水制氢的原料,从而避免了潜在的碱液污染和腐蚀问题。

PEM电解水制氢的基本原理是,当PEM电解槽运行时,水分子会在阳极侧发生氧化反应,失去电子,生成氧气和氢离子。氢离子在电场的作用下,穿过质子交换膜传导至阴极,并在阴极侧发生还原反应,得到电子生成氢气。反应后的氢气和氧气将通过阴阳极的双极板收集并输送。

质子交换膜在其中发挥着关键作用。这种膜不仅可以充当电解质导电,还是一种选择性透过氢离子的隔膜。其内部有磺酸基团为氢离子的传输提供通道,并且其本身是无孔的,因此可以在满足氢离子传输条件的同时具有较高的隔气性,防止生成的氧气与氢气混合。

PEM制氢技术的优势还不止于此。王昕表示,和碱性电解水制氢技术相比,PEM电解水制氢技术具有

电流密度大、氢气纯度高、响应速度快等优点。尤其是其具备快速启动停止和快速功率调节响应的优势。“PEM电解槽的冷启动时间在秒级,而碱性电解槽的启动时间则达到几十分钟。因此PEM更加适合新能源发电波动性输入的特点,能够与绿电更好地配合。”王昕说。

一个PEM电解槽往往由上百个产气小室并联堆叠而成。王昕介绍,此次研发的新型PEM电解槽其单小室的活性面积达到了3000平方厘米,远超此前业界普遍的1500—2000平方厘米活性面积。“活性面积更大,意味着单个小室的产气量更大,在总的产气量不变的情况下,小室堆叠的级数更少,材料及功耗成本都更有优势,产品高度也更低,便于装配应用。”王昕说。

此外,该新型PEM电解槽还应用了中国华电自主研发的分级预紧力压装技术。“电解槽是一个个小室堆叠在一起,中间会有一些弹性压缩的余量。要保证每一层小室内的压缩量是均匀的,并且在高压情况下不能泄漏,需要许多工艺上的创新。”王昕表示,得益于分级预紧力压装技术,该型PEM电解槽在气密性及泄漏率等方面的测试结果均好于预期以及国际。他表示,接下来研发团队还将继续完善该型产品供应链体系,通过规模化采购降低成本,进一步提高产品稳定性和经济性。

成果播报

全球规模最大乙醇生产装置启动试生产

科技日报讯(记者陆成宽)1月9日,记者获悉,全球规模最大的乙醇生产装置近日在安徽淮北启动试生产。该装置每年可产出无水乙醇60万吨,开创了一条煤炭清洁高效利用的新路线。

据悉,该装置由淮北矿业集团碳鑫科技有限公司建设,相关技术由中国科学院大连化学物理研究所(以下简称大连化物所)和延长石油集团公司共同开发。其主要原料甲醇来源于焦炉煤气。

乙醇是世界公认的优良汽油添加剂,也是重要的基础化学品。它可以部分替代乙烯用作化工原料,也可以便捷地转化为乙烯。鉴于乙醇兼有大宗化学品和基础能源产品的双重属性,非粮乙醇的大规模生产对于保障我国粮食安全、能源安全和化工产业链供应链安全均具有重要意义。

目前,全世界乙醇年产量约1亿吨,主要由美国、巴西等国家利用粮食或甘蔗等作物原料生产,多用

作燃料乙醇。我国乙醇市场需求大,产能严重不足。2022年我国以陈粮发酵路线生产的燃料乙醇约270万吨,但缺口仍达到1000万吨。由于传统乙醇生产涉及与人争粮问题,开辟非粮乙醇生产路线对我国具有战略意义。

2010年起,大连化物所刘中民院士团队在非粮乙醇生产赛道上持续攻坚,提出了以合成气为原料经二甲醚羰基化和乙酸甲酯加氢合成无水乙醇(工艺名称DMTE)的环境友好型技术新路线。研发团队后续与延长石油集团公司合作,研制了非贵金属催化剂,开发了DMTE工艺技术,实现了煤、天然气或钢厂煤气大规模制取乙醇。

淮北矿业集团碳鑫公司60万吨/年乙醇生产装置试生产的启动,验证了DMTE技术的先进性、可靠性,推动了DMTE技术的大规模应用。截至目前,DMTE技术已签订13套工业装置(其中出口2套)技术实施许可合同,乙醇产能达395万吨/年。



淮北矿业集团碳鑫科技有限公司建设的60万吨/年乙醇生产装置。中国科学院大连化物所供图

千万千瓦级“沙戈荒”风光基地项目先导工程并网发电

科技日报讯(记者何亮)记者1月9日从三峡集团获悉,我国首批首个千万千瓦级“沙戈荒”大型风光基地项目——库布其沙漠鄂尔多斯中北部新能源基地项目(以下简称库布其基地项目)先导工程一期近日成功并网发电。

库布其基地项目位于内蒙古鄂尔多斯市库布其沙漠腹地,由三峡集团牵头联合内蒙古能源集团开发,三峡能源控股投资建设。库布其基地项目总装机规模1600万千瓦,包含光伏、风电,配套建设煤电及储能。此次并网发电的先导工程一期装机规模为

100万千瓦,配套容量为150兆瓦/300兆瓦时(即最大充放电功率150兆瓦,总储能容量300兆瓦时)储能系统,每年可提供约20亿千瓦时的清洁电能。

记者了解到,2022年8月3日,库布其基地项目成功获批。2022年12月,库布其基地项目先导工程开工建设。先导工程以“光伏+”为基础,通过板上发电,板间、板下统筹兼顾特色生态修复、经济作物、造林绿化与相关产业协同发展,实现了“三级防护”“一地多用”立体生态修复。库布其基地项目先导工程后续项目也于同日启动建设。

国产油气管道焊丝一次焊接合格率超98%

科技日报讯(记者李丽云)1月8日,记者从中国钢铁工业协会获悉,由国家石油天然气管网集团有限公司联合钢铁研究总院有限公司等单位共同申报的“X65/X70油气长输管道用气保实心焊丝国产化及工程应用”项目近日通过中国钢铁工业协会科技成果评价。评价认为,该技术成果达到国际先进水平,实现了管网建设关键材料的自主可控。

据统计,截至2023年12月初,该技术成果已应用于国家石油天然气管网集团有限公司西气东输三线闽粤支干线(潮州—27#阀室段)工程及天津液化天然气(LNG)外输管道复线项目,焊接完成284道焊口/3.7公里,一次焊接合格率达到98%以上。

2021年初,国家石油天然气管网集团有限公司建设项目建设管理分公司牵头,组织钢铁研究总院有限公司、中国石油天然气管道科学研究院有限公司、天津市金桥焊材集团股份有限公司等国内焊材研发优势企业,组成产学研

联合团队。

联合团队通过“科学问题—关键技术—产品开发—应用示范”全链条系统攻关,先后解决了“高钢级熔池气体保护焊丝的强韧化机理”和“焊缝CTOD断裂韧性控制的物理冶金学原理”两大科学问题。此外,该团队还突破了4项关键技术,解决了目前油气长输管道用气保实心焊丝4大技术难题,成功开发出X65/X70油气长输管道用气保实心焊丝产品。

X65/X70气保实心焊丝的国产化应用,使我国油气管网建设企业掌握了气保实心焊丝核心技术和完全自主知识产权,并解决了进口焊材供货周期长、生产过程中沟通和监管困难、价格贵等难题,可提高管道本质安全水平。

同时,该项目还带动原材料制备技术、关键制造技术、标准评价体系等的发展和装备升级,并形成行业辐射,推动国内冶金、能源等相关产业发展。预计,该焊丝国产化产生的经济效益有望在“十四五”末期达到亿元以上。

世界最长海底道路隧道开启盾构穿海作业

“海天号”盾构机融合多项先进技术确保安全高效施工

◎本报记者 王延斌 通讯员 丁翔

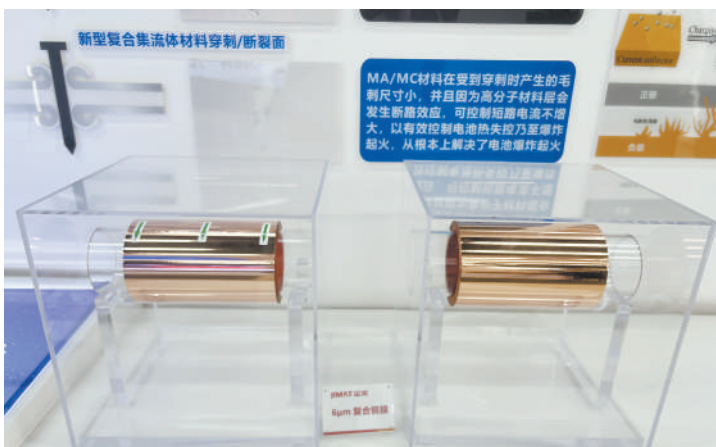
在海面之下95米处挖隧道,隧道承受的最大压力相当于在指甲盖大小的面积上施加12公斤的重量。这样做要面临哪些挑战?如何破解难题?

近日,黄海之畔,山东港口青岛港码头内,随着“海天号”盾构机缓缓转动刀盘,胶州湾第二隧道南线主线隧道开始盾构掘进。此举意味着世界上建设规模最大、长度最长的海底道路隧道主体,正式开启盾构穿海作业。本次工程由青岛国信集团投资建设,中铁十四局集团负责施工。

可有效防止新能源汽车电池爆炸起火

新一代铜复合集流体进入规模化量产阶段

科技日报讯(记者黎黎)1月9日,记者获悉,重庆金美新材料科技有限公司(以下简称重庆金美)在重庆市綦江区近日举行铜复合集流体规模化产品落地仪式。这标志着重庆金美新一代6微米铜复合集流体产品正式进入规模化量产



重庆金美生产的6微米铜复合铜膜。本报记者 黎黎摄

阶段。新能源汽车销售火爆,但电池安全问题一直困扰着业界。复合集流体作为一种新型集流体材料,具有防电池自燃的功能,一上市就受到了业界的关注。

新能源汽车销售火爆,但电池安全问题一直困扰着业界。复合集流体作为一种新型集流体材料,具有防电池自燃的功能,一上市就受到了业界的关注。

据了解,重庆金美从2015年开始新材料开发工作。公司2018年实现复

天号”盾构机始发即入海,需长距离穿越复杂多变、软硬不均及断裂带地层。青岛国信(发展)集团有限责任公司总工程师曲立清向记者表示,上述复杂地质条件考验着盾构机的性能,容易造成刀盘刀具异常磨损,导致掘进效率低下。

中铁十四局集团胶州湾第二隧道项目盾构经理陈宗凯介绍:“该工程总开挖土石方量超过600万立方米,超越日本青函海底隧道和英法海峡隧道。为目前世界海底隧道建设史上规模最大的海底隧道。”

相关专家介绍,“海天号”盾构机在刀盘形式、刀具类型、耐压耐磨能力等方

面进行了针对性设计和优化。“海天号”整机总长142米,总重5166吨,掘进总长3255米,配备了伸缩式主驱动、开挖仓监视系统等一系列智能系统,采用短螺旋输送机+碎石箱+碎石机的设计,有效减少因前舱渣石堆积造成的滞排风险。“海天号”盾构机还对多项先进技术进行融合和针对性设计,大幅度提高了盾构机的施工安全保障,确保安全、快速、高效完成施工任务。

“海天号”盾构机从位于青岛港内的盾构始发,向西海岸掘进,与钻爆段隧道在海底对接,并在海底扩大洞室内拆解,从黄岛端吊出。胶州湾第二隧道计划2027年底建成通车。

集流体作为锂离子电池的关键辅材,主要承担着导电的任务。在当前的电池制作中,研究人员通常选择电势较低的铜箔作为负极集流体,选择电势较高的铝箔作为正极集流体。与传统箔材不同,复合集流体采用了夹层式结构。其两侧是铝或铜,中间一层是PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)、PP(聚丙烯)或PI(聚酰亚胺)材质的基层薄膜,具有安全性高、能量密度高、制造成本低、兼容性强等优点。

“普通集流体材料穿刺时会产生大尺寸毛刺,造成短路,引起热失控。而热失控是新能源汽车电池爆炸起火的直接因素。”重庆金美董事长臧世伟介绍,他们自主研发的多功能铝复合集流体和多功能铜复合集流体,因为高分子材料层会发生断路效应,从根本上解决了电池爆炸起火问题。

据了解,重庆金美从2015年开始新材料开发工作。公司2018年实现复

合集流体上车,并与宁德时代合作多年,是目前全球唯一一家能够同时量产铜复合集流体和铝复合集流体的企业。2023年4月,宁德时代麒麟电池全球量产首发车型极氪009就使用了其产品。

本次量产下线的新一代6微米铜复合集流体产品,在安全性和能量密度等方面领先于目前市场上纯金属集流体产品。重庆金美团队在新一代产品量产过程中通过优化装备、各种制备工艺技术攻关解决了新型集流体材料存在的表面缺陷、孔洞等一系列难题,极大地优化了材料物性,大幅提升了生产效率和产品优质率。

臧世伟表示,目前产线正在产能爬坡阶段,满产后铜复合集流体单条产线产能将达到300万平方米/月。同时,重庆金美将进一步推动产品的极薄化、极轻量化开发,持续为行业提供高安全、高标准的新集流体材料。