

13.51亿立方米

近两年内,成果应用企业取得了新增销售额20.57亿元、新增利润2.83亿元的经济效益,同时减排废气13.51亿立方米,减排精馏釜残等有机危废5156吨。

绿色技术“嵌入”生产过程 精化品制造实现“三废”近零排放

◎本报记者 金凤 通讯员 杨芳

如今,在中盐常州新东化工发展有限公司厂区,安装在氯代苯甲醛系列产品生产装置中的“洁净芯”,让这里不再有往昔化工厂中刺鼻的异味。

用了新型催化剂和临氧裂解工艺后,不仅排放的挥发性有机化合物少了,而且使用的原材料和辅助用料也少了,生产成本每年可以减少上千万元,固体废物也减少了近80%。”中盐常州新东化工发展有限公司副总经理陶文平所说的技术革新,是来自南京工业大学校长乔旭教授团队的“嵌入临氧裂解过程的‘三废’治理与化学品生产耦合关键技术”。

通俗地说,这项技术是在氯代苯甲醛系列产品生产过程中,采用催化剂和新工艺,让原



材料充分反应,提高产品出产率,减少“三废”排放,实现绿色友好。

为解决化工行业污染治理效果差、过程集成度弱和资源利用率低这三大问题,近年来,乔旭团队发明了废气废水废渣(“三废”)临氧裂解一体化净化、新型反应一分离集成、分子筛催化原子经济反应等技术,将临氧裂解净化与化工生产深度融合,实现醛酯胺类精细化学品的绿色制造。

近两年内,成果应用企业取得了新增销售额20.57亿元、新增利润2.83亿元的经济效益,同时减排废气13.51亿立方米,减排精馏釜残等有机危废5156吨。

日前,2021年度江苏省科学技术奖正式发布,乔旭领衔完成的项目“嵌入临氧裂解过程的‘三废’治理与化学品生产耦合关键技术”,获得一等奖。

他介绍,一般来说,不少化工企业,会同时运行很多套生产装置,生产不同产品。但不同装置产出来的废气废水等污染物会集中汇总到统一的“三废”处理设施,导致处理不充分,缺乏针对性。

“不同的生产原料,决定废弃物的分子结构不同,所以处理的原则和方法就应该不同,如果有难以降解的化学物质,按照常规的处理方式,就会影响整体的‘三废’治理成效。”

基于这个问题,团队研发出“三废”临氧裂解一体化净化技术。“我们利用大分子有机物裂解和气态有机小分子深度氧化的耦合反应机理,通过临氧裂解热量传递过程的调控,实现系统自热平衡。”乔旭解释,这种方法将化学废弃物或污染

物中的大分子,输入临氧裂解反应器,在裂解、催化燃烧双功能催化剂作用下,裂解氧化成二氧化碳和水,而且,这套反应器嵌入在化工生产装置中运行,可以实现精细化学品制造过程废弃物近零排放。

“这个过程的难点在于制备临氧裂解和催化燃烧的催化剂。”汤吉海解释,因为这项技术要向工业化应用,所以要降低能耗,团队创造性地向氧化反应中产生的热能,为反应器中的气化、裂解过程供能,既节省了能耗,又顺利完成化学反应。

汤吉海说,利用这套技术,最终排放的尾气中,挥发性有机物含量低于10毫克/立方米(mg/m³),废水化学需氧量低于40毫克/升(mg/L),远远低于国家和地方标准的排放限值。

开发算法、优化工业化过程变废为宝

如果说“三废”临氧裂解一体化的净化理念,能让污染物被精准锁定,那么,降低它们的污染指数甚至变废为宝,则让处理“三废”有了灵感。

汤吉海介绍,团队有针对性地发明了反应一分离耦合技术,开发全局寻优的增强型“蝙蝠”算法,最大限度降低过量组分逃逸量。

“我们优化反应一分离装置的结构,并用先进算法来优化反应器的大小、温度、压力、流量等参数,找到最优设计方案;同时创制功能化分子筛催化剂,通过调控反应网络,提高原料利用率,减少废弃物排放,实现精细化学品生产源头绿色。”汤吉海说。

针对原料利用率低导致废弃物量大的问题,团队还发明了(氯代)苯甲醛生产水解反应与液液分离耦合的过量水原位循环技术,实现工艺水100%循环利用;针对醇酯十二、乙氧基丙酸乙酯等生产过程中产生的高浓度异丁酸盐、乙氧基丙酸盐废水,团队发明了废水酸化反应与液液分离耦合技术,有机酸回收率达到90%以上。

“采用绿色反应工艺,才能使精化品在工业生产中真正实现‘源头绿色、原位减量、嵌入治理’。”团队成员、南京工业大学化工学院教授陈献介绍,针对精细化学品合成副产物量大的问题,团队设计出系列提高原子利用率的绿色反应工艺,构筑

磺酸等有机官能团、过渡/碱金属均匀分布的分子筛催化剂,首次用于加成、缩合等高原子经济性反应,实现多点位协同的高效催化效应。

团队成员、南京工业大学化工学院教授崔喆芬介绍,利用这些方法,他们构建了羧酸特种酯、烷氧基丙酸酯、二苯胺(氯代)苯甲醛的绿色催化合成工艺,原料转化率与目标产品选择性均远高于传统工艺,杜绝了废水产生。“原料吃干榨净了,工艺水循环利用了,‘三废’自然不存在了。”

科研成果只有走出实验室,才能释放科技势能,服务经济社会发展。经过十余年的研究,“嵌入临氧裂解过程的三废治理与化学品生产耦合关键技术”经中国石油与化学工业联合会专家组鉴定,达到国际先进水平,其中临氧裂解技术达到国际领先水平,对推动精细化学品绿色制造具有很好的示范效应,具有很好的产业推广应用前景。

技术成果在产业的应用,也为精细化学品的绿色制造提供了现实可行性。据悉,团队的这套专利技术已经入股孵化出南京资环工程技术研究院有限公司,相关产品技术独家转让给中盐常州新东化工发展有限公司、江苏飞亚化学等企业,助力企业建成全国首套化工“三废”临氧裂解一体化净化撬块装置和全球最大4.5万吨/年二苯胺、1.2万吨氯代苯甲醛(含氯代氯苯)等工业装置,打破了国际行业寡头的垄断地位。

发展空间大,污染治理效果亟待提高

制造染料、香料、医药等用品的苯甲醛,用作抗氧化剂、水果清洁剂原材料的二苯胺,用作大宗基础化工原料的“三烯三苯”……

现实生活中,精细化学品广泛应用于医药、农药和日化用品等与百姓衣食住行密切相关的各类用品中,其应用面广、专用性强、附加值高。“目前,欧美等发达国家化工产品精细化率已达到60%—70%,我国化工产品精细化率虽已提高到45%,但仍有很大发展空间。”南京工业大学绿色化工实验室骨干成员、化工学院教授汤吉海向科技日报记者介绍,目前国内精细化工行业的整体技术水平较低,特别是由于精细化工行业产品种类繁多、工艺流程长、生产技术精密,生产企业往往呈现出“产品分散生产,污染集中治理”或“重产品生产,轻污染治理”的粗放型发展模式。

“在化工产业投资强度大、准入门槛高、安全环保要求严的形势下,精细化工行业发展瓶颈更加突出。”汤吉海表示,这主要集中在三个方面,首先是污染治理效果差,原有的化工污染治理技术有的难以达到国家排放标准,或者为了满足排放标准,化工污染处理成本急剧增加;其次是精细化学品生产过程中,各种装置产生的废气、废水等废弃物大多直接进入“三废”处理系统混合处理,缺少高效循环利用的新技术,处理效率也不高;第三是资源利用率低,精细化学品制造涉及的反应步骤多、工艺流程长,副产物排放量可以达到最终产品的10—100倍,这不仅造成原料成本增加,还额外增加了废弃物处置的费用。

基于这些技术难题,乔旭团队提出“源头绿色、原位减量、嵌入治理”的理念,构筑起一套精细化学品绿色制造技术新体系。

烧又变成了一种污染物。”汤吉海以这番场景列举目前化学品生产过程中造成的污染。

将化工废弃物“化整为零”,各个击破

“当塑料和橡胶燃烧时,会冒黑烟,这是因为燃烧不充分所致,化学大分子或者碳粒,经过燃

在“天宫”中,航天员们如何喝上一杯热豆浆?

◎本报记者 王延斌

屈指算来,神舟十三号的3位航天员即将圆满完成各项任务,返回地面。对李工来说,他既期待着航天员们的凯旋,也关注着他们在太空里的饮食情况。

李工的身份是九阳股份有限公司(以下简称九阳)太空厨房项目部副总设计师。他和同事们或主导或参与了4套技术进入“天宫”,为航天员提供生活保障。

这4套技术分别是热风加热装置、饮水分配器、“太空豆浆”以及智能物联控制App。在“天宫”里,热风加热装置用来加热航天食品及制作酸奶,饮水分配器用来滤除含银原水并定量供应航天员饮用水,智能App用来控制空间站所有厨房产品,而“太空豆浆”可在太空环境下冲饮。

在太空中吃好喝好并不容易

从外表上看,“太空豆浆”更像是一袋全密封的蔬菜水果泥。与用黄豆直接加水打磨后形成的豆浆不同,“太空豆浆”无须粉碎,它是在地面生产的脱渣豆浆粉。这种豆浆粉可以用饮水机流出的适温净水直接冲饮,不存在加热问题。“太空豆浆”面世的背后,是满足“破壁”等级2级、航天食品化学污染要求和感官评价

A级”的三合一技术,其不仅确保了“太空豆浆”安全、营养、口味的太空品质,并由此获得了国家发明专利。

想喝豆浆必须要有水,而在太空环境中,对水温控制要精确,对水速控制要更稳定。据了解,失重环境下水流中容易产生气泡,需要精确控制出水速度,保证出水均匀,避免气泡产生。

九阳工程师告诉记者,空间站中,航天员的饮水、吃饭,不仅受到太空环境的影响,还要避免微生物的污染。

研究显示,国际空间站上曾发现84种微生物,而且来源多样,有乘员自身体携带的、空间站里面的材料和设备携带的、在地面总装测试阶段和发射准备阶段引入的、来访航天器及其货物所携带的微生物。这些意味着几乎所有的太空厨房都要使用抗菌材料。

李工举例:“在空间站中,日常饮用水净化后菌落总数指标非常严格,近乎于0,严于生活饮用水标准要求。”

此前,西南交通大学功能高分子材料团队主导的“载人航天器舱内抗菌材料研制及推广应用”项目在2020年获得四川省科学技术进步奖一等奖。项目研发的“四针状氧化锌晶须”抗菌材料具有独特的立体四针状三维结构,在塑料、橡胶、涂料活性炭等多种基体材料中均匀分布,可赋予材料独特的抗菌功能特性。由西南交通大学主导、九阳参与,该载人航天抗菌材料成果

从外表上看,“太空豆浆”

更像是一袋全密封的蔬菜水果泥。与用黄豆直接加水打磨后形成的豆浆不同,“太空豆浆”无须粉碎,它是在地面生产的脱渣豆浆粉。这种豆浆粉可以用饮水机流出的适温净水直接冲饮,不存在加热问题。

实现“太空食物”均匀加热

鱼香肉丝、宫保鸡丁、什锦炒饭、咖喱炒饭、蘑菇鸡块、雪菜肉丝、黑椒牛柳、红烧肉、冬笋火腿炒饭……这些美味,在“天宫”里都出现了。关键问题是如何加热?

据介绍,相比地面上,失重状态下食物的漂

浮会影响食物的均匀加热;同时,太空加热都需要带包装,这其中的挑战是带包装食品的包装材料的热阻隔和食品受热均匀性问题。

李工介绍,围绕着航天食品的特性和太空失重环境,他们提出了全新热风加热装置设计构想,并运用数学建模、流学和流体仿真等方法,不断优化设计,最终完成了热风加热装置的设计定型。

这种热风加热装置用来加热航天食品及制作酸奶,使食物能够固定在加热板上而不是“飘”在半空中,不仅能够加热多种食物且可使食物受热均匀,还可以对铝箔包装、金属罐头、塑料包装等多种有包装的食物进行加热,完美解决了食品包装的兼容性和加热的均匀性,让更多中国美食进入太空。

“最近,中国航天员科研训练中心给九阳发来感谢信,航天员反馈九阳研制的相关设备在轨应用体验良好,让我们备受鼓舞和自豪。”九阳副董事长韩润向记者表示:“我们通过自主创新技术成功解决了‘真空、失重、无对流’等极端苛刻的外太空环境下的饮食加工、饮水净化等难题。”

记者了解到,作为最早参与国家载人航天工程项目研制的企业之一,九阳早在2014年就承接了太空厨房项目研制任务。韩润强调:“智能太空厨房是中国原创,达到国际先进水平。”据悉,上述产品均已转化为民用,并进入了市场。

成果播报

加入催化剂改变盐浓度 锂电池的动力学速率提高数倍

科技日报讯(记者金凤 通讯员周伟 王洪洲)在目前研究的新型二次储能系统中,锂-氧电池是理论上比能量最高的电池体系。但其放电产物过氧化锂的绝缘性,阻碍了锂-氧电池的发展进程。日前,南京工业大学陈宇辉教授课题组联合上海大学施思齐教授以及奥地利科学家,发现通过改变锂盐浓度或者溶剂,就可以让绝缘体的电化学反应速率提高数倍。研究成果近日发表在权威期刊《自然·催化》上。

与锂离子电池等插层电池主要依靠离子脱出或嵌入来平衡混合导电固体的氧化还原电荷不同,未来电池技术如锂-氧电池、锂-硫电池会产生绝缘物质。锂-氧电池在放电或充电期间将溶解在电解质中的氧气转化为固态绝缘物质过氧化锂。锂-硫电池可将固态绝缘物质硫和硫化锂相互转化。电极与绝缘、不溶性、固体存储材料之间会发生电荷转移,即使在低倍率下也会导致高过电位和不完全转化。

“我们通过实验发现,用碘化锂作为氧化还原媒介体的催化剂,在与绝缘物质比如过氧化锂反应时,存在一个突变电位。”论文第一作者、南京工业大学博士曹德庆介绍,当媒介体电位低于突变电位时,氧化还原媒介体在与绝缘物质反应的动力学会突然加快。而通过改变锂盐浓度或者改变溶剂,就可以调节媒介体电位的变化。

“经过深入研究,我们发现这个现象不仅在碘化锂中存在,在其他媒介体与过氧化锂反应过程中也存在,这个结论还可以延伸到除了锂-氧电池的其他电池体系,比如锂-硫电池。”陈宇辉说,他们发现突变电位存在的原因,其实是与绝缘物质的晶面有关。因为绝缘物质比如过氧化锂等是多晶面的,媒介体的电位应该超过主导晶面所需的最低过电位。

“这一研究成果为锂-氧和锂-硫电池体系选择媒介体提供了一种新的思路,为未来研究媒介体催化剂提供了一个新的依据。”陈宇辉表示,该研究也会促进锂-氧电池和锂-硫电池的工业化进程,为替代目前商业化的锂离子电池提供了更多选择,将进一步加快大型储能系统例如新能源电动车等的发展。

我自研装备 让石油机械钻提速四成

科技日报讯(记者王延斌 通讯员王宁)近日,由中国石化胜利石油工程自主研发的“胜利天工”振荡螺杆相继在山东胜利工区高94-斜16井、西北工区米泉2井成功应用,提速降阻效果明显,为石油勘探开发“四提一降”再添利器。

螺杆是一种以钻杆为动力,把液体压力能转换为机械能的井下动力钻具。上述振荡螺杆较常规螺杆增加压力脉冲装置,通过合理匹配,既具有常规螺杆的功能,又能产生轴向振荡,兼具提高钻头破岩效率和缓解托压的双重效果。

3月上旬,胜利石油工程公司在胜利工区高94-斜16井首次应用“胜利天工”振荡螺杆,进尺2649米,平均机械钻速达24.53米每小时,与同台并高94-斜12井相比,机械钻速提高了44.98%。时隔一周,在西北工区米泉2井,“胜利天工”振荡螺杆应用于该井3032.7至3355米井段,入井总时间13天,循环时间237小时,钻具经受住了井下严酷环境考验,可靠性、稳定性得到进一步检验。

据记者了解,上述新型振荡螺杆相比常规螺杆,在压降仅增加1兆帕情况下,提速效果明显。该钻具在近钻头部位振动,即使托压严重也有少量动力工作,能够有效缓解托压,同时得益于特殊结构设计,使得冲击力量控制在螺杆顶部以下,不会对定向仪器造成损伤。

“双碳”行动倒逼转型升级 600W+分布式光伏应用先行一步

◎本报记者 过国忠

“双碳”行动中光伏产业将怎样发挥作用?

近日,天合光能股份有限公司(以下简称天合光能)《600W+分布式应用白皮书》在线发布,针对600W+组件中研发与应用7大重点问题,进行了详细阐述与系统介绍。

在常州大学相关专家看来,该白皮书正视600W+分布式光伏发展过程中的问题,给出全套解决方案,将有效提升我国分布式光伏发展,建设完善的600W+分布式光伏生态,促进分布式光伏整县推进,及全社会低碳化目标实现。

在“双碳”目标、整县推进、能耗双控等政策的指引下,我国分布式光伏迎来高速增长。如今,基于先进技术的600W+超高功率组件为代表的6.0时代已然来临。而此时,更系统、全面向全行业开放分布式超高功率组件应用密码,将使600W+组件发挥出更高价值。

用天合光能常务副总裁曹博的话来说,“600W+超高功率分布式光伏既是市场的需求,更是产业链携手推动的结果。”

目前,天合光能、天合智慧分布式携手阿特斯、东方日升、固德威、古瑞瓦特、华为、锦浪、上能电气等12家全球领先光伏企业联合签署战略合作,将共同推动分布式产业结构高端化及低碳化进程。

天合光能副总裁、天合智慧分布式总裁张兵认为,持续迭代技术创新,提高系统发电效率,降低成本成为分布式光伏发展的必由之路。但分布式光伏市场迫切需要结构化升级,需要更强发电能力、更低度电成本、更高收益的新产品满足这一需求。从这个角度来看,600W+分布式光伏原装备解决方案的发布或将再次引领行业发展趋势。

张兵介绍,在国内光伏行业向超高功率升级的过程中,天合光能推出的600W+原装备系统解决方案,在适配度、安全性、降本增效等方面都有全面的提升,将全面应用于分布式光伏市场。与550W组件相比,600W+功率提升120W,效率提升0.52%,装机量增加5.6%,功率质保30年,让发电更持久。经预测,不同场景不同搭配发电增益5%—30%,25年多发电25282千瓦时,全生命周期发电量提高57604千瓦时。