

# 再制造产业羁绊待除

■本报记者 原诗萌

在近日举行的第四届商用车国际论坛上,机械产品再制造国家工程研究中心再制造工艺研究所所长胡振峰表示,国家正在制定再制造产品的具体标准,汽车零部件的再制造标准也正在加快起草,国家有望逐步放开废旧汽车零部件的进口。

对于再制造领域而言,上述消息无疑是一则重大利好。当前,在建设“两型社会”的背景下,再制造以其节约成本、降低能耗和材料消耗的优势,受到越来越多的重视,被认为是发展循环经济和服务业的有效路径。

但与此同时,再制造所面临的羁绊也日益突出。

相关专家在接受《中国科学报》记者采访时表示,国家应理顺相关政策,给予再制造行业更大的支持。此外,除了废旧零部件的“起死回生”,流程工业中大型设备的改造升级——在役再制造,也应作为再制造的一个重要方向。

## 助力循环经济

与传统的制造不同,再制造是一个反向的工艺过程。具体而言,就是将零部件回收后拆解、清洗、修理或更换已破损部分,然后在有需要的地方进行技术更新,最后再将零部件组装成成品。

当前,我国经济发展正面临日益严重的能源和资源的制约,再制造被认为是发展循环经济的有效路径。据统计,再制造可以节约成本50%以上,节能60%以上,几乎不产生固体废弃物,大气污染排放量降低80%以上。

“再制造是循环经济‘再利用’的高级形式,对制造业降低成本,节约能耗和材料有明显作用,将为国家建设‘两型社会’提供有力支持。”中工联创国际装备制造研究中心副主任张晓刚在接受《中国科学报》记者采访时说。

此外,再制造还将有力促进我国制造业与现代服务业的发展。

2010年国家发改委发布的《关于推进再制造产业发展的意见》中指出,再制造是制造与修复、回收与利用、生产与流通的有机结合。发展再制造产业能使制造企业有能力投入更多精力进行新产品研发和设计,形成良性循环,对推动我国制造业的产业结构调整、产品更新换代、技术进步和人员素质提高十分有利。

数据显示,全球再制造产值已超过1000亿美元,中国再制造产业规模在100亿美元左右,其中工程机械、汽车和机床是再制造发展的主要行业。

## “看上去很美”

近年来,随着国家对循环经济的重视,再



再制造以其节约成本、降低能耗和材料消耗的优势,受到越来越多的重视。

图片来源:浏阳日报网

制造也迎来了发展的好时光。

2005年10月,在国务院批准的首批国家循环经济试点中,再制造被列为重要领域;2008年,国家发展改革委选择了14家整车、零部件企业及部分专业再制造企业开展再制造试点;2012年,国家发展改革委扩大了试点范围,有关部门也开展了工程机械、工业机电设备等行业再制造的试点工作。

此外,《循环经济促进法》、《关于推进再制造产业发展的意见》、《再制造单位质量技术规范》等再制造方面的法律和规范性文件也陆续出台。

不过,张晓刚向记者指出,目前我国再制造行业仍处于“看上去很美”的阶段,前景光明,但道路依然曲折。

首先,虽然国家已经出台了上述法律和规范性文件,但当前还有很多现行政策不利于再制造产业的发展。比如,中国目前还没有开放汽车废旧零部件自由流通市场,正规的再制造企业获得旧件很困难,这就需要进行调整,对相关政策进一步理顺。

其次,再制造涉及产品的整个生命周期,

需要建立完善的制造和服务体系进行支撑。而我国再制造行业尚处于初级阶段,在这方面存在着很多空白,制约着整个行业的发展。

最后,再制造在我国属于新生事物,而且存在着很大的理解偏差。

“客户总以为再制造是旧设备维修和翻新,质量和性能无法保障,这是制约再制造产业发展的重要方面。因此,需要加大对再制造的宣传力度,让消费者了解再制造的真实含义,消除顾虑。”张晓刚说。

## 应重视“在役再制造”

记者在采访中还了解到,除了能让废旧零部件“起死回生”,再制造还可以做得更多。

中国工程院院士高金吉在接受《中国科学报》记者采访时表示,在流程工业领域,如钢铁企业和石化企业,这些企业的设备在设计 and 选型的时候,往往追求高效率,结果设备与流程的匹配存在问题,造成了“大马拉小车”的状况,影响了设备运行的稳定和效率。

高金吉认为,这些设备虽然在运行当中,

但也应该通过再设计,进行改造和升级,他将此称为“在役再制造”。

高金吉告诉记者,在役再制造的价值在于,当设备运行若干年后,通过监测、诊断和分析,用户对设备如何与流程相匹配已经较为清楚,在这样的情况之下再去设计和改造,就能很好地满足用户的需要,并节省大量的能源和资源。

据高金吉介绍,某地方石化企业,在对在役设备进行再制造之后,每年能节约大约500万元的运营成本。

另外,还有一些老旧的设备,技术已经比较落后,性能也无法满足现在的需要。这样的设备通过再制造,可以重新焕发青春。高金吉强调,在役再制造不是等这个设备报废之后再再去再制造,而是提前进行设计,把需要的零件准备好,包括一些监测的设备等,然后等到大修的时候,对设备进行改造和升级。

高金吉指出,冶金和石化等行业是在役再制造重点关注的对象。“这些行业规模比较大,生产能力强,因为效率低下造成的损失比较大,而如果进行在役再制造的话,效果也更为明显。”

## ■ 简讯

### 西门子连铸机产出300毫米厚板坯

本报讯 由西门子工业业务领域冶金技术部为韩国浦项钢铁有限公司(Posco)建造的一台能够浇铸出300毫米厚不锈钢板坯的单流不锈钢板坯连铸机,自今年7月份应用于Posco的SSCP4不锈钢厂后,年产量日前已达70万吨。此连铸机极大地加强了浦项钢厂高质量不锈钢的生产能力。

据了解,西门子提供的弧形连铸机装备了Smart Mold直结晶器。连铸机的弧形半径为11米,冶金长度为26.9米,可产厚度为250毫米和300毫米的连铸板坯,宽度范围从800毫米到1650毫米,拉速可达每分钟1.1米。

连铸坯导向由于采用了DynaGap Soft Reduction 3D轻压下技术,因而能够极为精确地确定连铸坯的最终凝固位置,以便精确控制辊缝,提高板坯的内部质量。由Dynamics 3D冷却模块、DynaJet喷淋冷却和内部冷却的I-Star辊相结合的冷却方式保证了有效的二次冷却,确保了板坯的表面质量。(张思玮)

### 承钢高炉配加高镁球研究获突破

本报讯 10月21日,记者从承德钢铁集团(以下简称“承钢”)获悉,该集团炼铁厂高炉配加高镁球研究及应用取得突破性成果。通过高炉配加高镁球的转变,承钢完成了提高高炉产、质量及机械烧的转鼓指数,改善了机械烧的冶金性能,有效提高了高炉炉龄的稳定性,减少了高炉波动频率,大大降低了高炉燃料消耗及铁水成本,年可创收2000多万元。

一直以来,承钢使用的都是酸性球团矿,而炉料中所需的MgO全部由烧碱矿提供。随着入炉料中Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量的升高,烧碱矿中添加MgO的含量已偏高,对烧碱矿的质量产生了不良影响,给炼铁生产带来压力。如能在球团矿中添加一定量的MgO,适当降低烧碱矿的MgO含量,维持高炉渣的MgO含量在合理范围内,则不仅能改善炉渣流动性,而且能缓解炼铁生产所面临的压力,达到改善烧碱矿质量和高炉经济技术指标的双重目的。

为了将此理论成果成功应用于高炉实际生产,承钢经过多次讨论研究,探索了高炉现有原料条件下使用高镁球、低镁机烧的可行性,并最终进行了工业实验。最终于2012年7月正式在高炉试验成功,并取得较好的效果,随后普及到承钢所有2500m<sup>3</sup>大型高炉。(李惠钰)

## ■ 技术点击

# 固体氧化物燃料电池商业化前景可观

■何长荣

作为一种高温燃料电池——固体氧化物燃料电池(SOFC)通过对化石燃料的简单重整后,便可以获得电能,一直备受业界与学界的关注。

特别是采用天然气,完全可以在现有的能源基础设施进行高效发电,其纯效率可以达到60%,热电联供效率可以达到90%以上,几乎是所有发电设备中效率最高的能量转换系统,因此被认为是21世纪最有潜力的能量转换系统。

SOFC的工作原理是在阳极侧持续地通入燃料气(如氢气),并通过阳极的多孔结构扩散到阳极与电解质的界面。而在阴极侧持续地通入氧气或空气,由于阴极本身的催化作用,使得O<sub>2</sub>得到电子变为O<sup>2-</sup>,在化学势的作用下,O<sup>2-</sup>进入固体氧化物电解质,由于浓度梯度引起扩散,最终到达固体电解质与阳极的界面,与燃料气体发生反应,失去的电子通过外电路回到阴极。

## 最经济可行的选择

相关数据统计显示,在我国能源结构中,天然气发电的比例仅为3.3%,而在发达国家这一比例则高达26%,美国甚至高达30%。特别是近年来,随着国内煤炭的大量使用,环境压力不断增加,雾霾问题日益突显,节能减排的任务迫使中国的能源结构必须从煤炭逐步转向天然气和可再生能源。

但遗憾的是,可再生能源在国内的能源结构中所占比例一直较低,再加上风能 and 太阳能的间歇式发电方式等因素影响。天然气作为基础电力的能源将大幅度提高,而SOFC被国际公认为是最经济和最可行的选择。

放眼全球,目前开展SOFC研发的商业公司主要集中在美国、欧洲、日本等国,其研发中心已经从原料与单电池转移到了电池堆和系统集成。

2010年,美国的Bloom Energy(BE)宣布推出商业化产品100kW系统;2013年,日本京瓷以阳极支撑扁平式电池及电池堆为核心技术,联合开发的700W家用系统推向市场。



ASC系列单电池

而反观国内,SOFC产业还处于比较滞后的阶段,只能提供一些初级产品或测试设备,电池堆和系统尚未形成产业。

## 单电池是基础核心

近日,从中科院宁波材料研究所SOFC项目传来好消息,其产业链研发已从最基本发电单元电池,发展到发电心脏电堆,最终涵盖到整个发电系统。而单电池作为SOFC系统中最基础、最核心的元件,其性能、稳定性、产能将直接影响电堆、系统的研发与集成。

值得欣慰的是,目前宁波材料所已拥有一条年产5万片的单电池生产线,通过了质量管理体系GB/T19001-2008/ISO9001:2008标准,同时掌握了月产9万~20万片的产能提升的整套技术。

近年来,该所特别注重对电池配方和生产工艺的优化,开发了ASC系列高强度超薄型SOFC单电池制备技术。单电池厚度仅为450μm左右,抗弯强度达到250MPa,单电池合格率达到90%以上。并且,单电池成本大幅度降低。同时还开发了ESC系列单电池的整套制备技术,单电池厚度200~250μm,性能在830℃,高于0.5W/cm<sup>2</sup>。

## 中低温成关键技术

长久以来,SOFC操作温度相对较高。如果将其温度降低至中温,关键材料抗老化性能

要求将大大降低,导致电池堆失效的密封问题也相对简单,而且可以拓展燃料的选择范围。

由此可见,发展高性能、低成本、高可靠性的中低温SOFC单电池成为该领域受到广泛关注的关键技术和主要研究目标。

特别是随着温度的降低,可以实现由中温性能更高的LSCF取代LSM阴极,进一步降低单电池的工作温度约50℃~100℃,即ASC-LSCF单电池。

据悉,宁波材料所批量制备的ASC-LSCF系列单电池性能也取得显著提高,达到国际先进水平。通过生产工艺的优化以及测试方式的改进,标准10cm×10cm单电池,有效面积64cm<sup>2</sup>,在800℃时,0.8V下的单片电池放电电流可达72A,单片功率超过57W,功率密度达到0.88W/cm<sup>2</sup>,燃料利用率(Fu)大于62%;在750℃时,0.75V下的单片电池放电电流可达70A,单片功率超过50W,功率密度达到0.8W/cm<sup>2</sup>,Fu大于50%。

## 产品热销性价比高

此外,该项目团队还面向全球市场生产和销售SOFC用粉体、单电池、电池堆和小型分立式发电和测试系统,产品销售4年来已经遍布美国、加拿大、德国、丹麦、英国、瑞士、日本、韩国等国。

SOFC产品质量大幅度提升的同时,价格却未“高攀”,比如,阳极支撑标准单电池价格从200元/片降到60元/片,是目前全球公认的性价比最高的产品;700W-1kW电池堆模块销售价格从29000元/堆降低到6000元/堆,是全球唯一明码标价的电池堆供应商。

除了可以建成大规模的固定电站,SOFC还可以建成小型的家用热电联产装置,同样具有很好的商业化前景。

最近,宁波材料所SOFC团队研发的1kW自热式独立发电系统成功运行,这也成为国内首次实现真正意义上的产电、产能,迈出了从实验室走向家庭、市场的关键一步。

(作者单位:中科院宁波材料所SOFC事业部)

## ■ 前沿

# 美国海军着手研制水母机器人



近日,美国弗吉尼亚理工大学的研究者开始参加一项旨在研究水母运动模式的项目,以帮助美国海军设计水母仿生机器人。

许久以来,水母一直被认为是一种由简单肌肉组成,运动效率很低,只能“随波逐流”的物种。

而据美国《国家科学院院刊》的一篇文章报道,上述项目发现水母是地球上能量利用率最高的“天然推进器”之一。研究人员发现,水母并非在水中持续不断地游动,而是通过钟形身体不断收缩与舒张,以停顿——前进——停顿的模式前进。而其前进的动力部分来自于在停顿过程中形成的涡流。也就是说,这种生物在将水从身前“搬运”到身后的过程中,制造了一个真空的“洞”。水流在填满这个“洞”时,顺便为水母提供了推力。

这种借力于涡流的运动方式,使水母每次一缩一张的行程距离增加了30%,也减小了水母在游动过程中肌肉的能量消耗。弗吉尼亚理工大学机械工程教授Shashank Priya说:“水流能够帮助水母运动并节省能量。事实上,水流推动了水母前进,而水母则通过收缩扩展过程来保持这种推力。”

同时,研究人员通过计算食物摄入量 and 运动能量消耗还发现,水母的能量利用率比其他动物高出48%。正是凭借这种高超的节能技巧,这种生物几乎遍布整个海洋,甚至在一个人造设施,例如港口和造船厂里也有它们的身影。

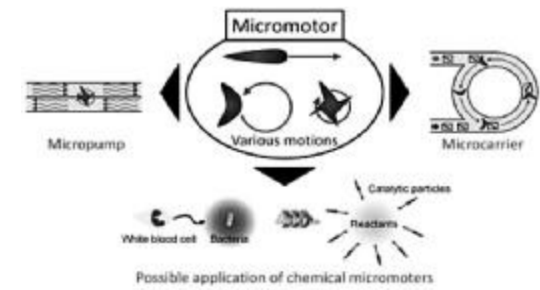
为此,该项目研究人员希望能够将水母独一无二的运动方式用于设计机械水母,最终制造出一种能耗低、航程远的仿生机器人。“水母具有比其他海洋生物都低的代谢速率,极强的生命力还有适合装载货物的外形,这些特点使其成为一种理想的仿生对象。”Shashank Priya说。

据介绍,该项目由弗吉尼亚理工学院下属的美国海洋生物研究所主持,卫普顿斯学院、罗杰威廉斯大学以及加州理工大学共同参与。其中,Shashank Priya的团队负责计算机模拟部分,即在水族箱中拍摄水母的运动过程,然后将录像转化为计算机可以识别的信息,最终使计算机能够模拟水母的运动。这种技术与被广泛应用于《指环王》等电影中的特技——动作捕捉技术类似。

负责计算机模拟具体操作工作的该校机械工程系博士生Colin Stewart告诉记者,计算机模拟水母可以让研究人员自由控制其运动状态。不过,相比捕捉鲨鱼、游泳运动员等水中物体的运动来说,捕捉水母运动的难度特别大,因为水母柔软而灵活的身体令计算机很难识别。

目前,相关实验室已经研制出一些水母机器人。例如,该校此前曾为美国海军研制出一款名为Cyro、长为5.7英尺、重170磅的水母原型机器人。(邱锐编译)

# 科学家发现推动粒子马达运转新机制



近日,日本同志社大学的科学家通过研究铂粒子在过氧化氢溶液中的反应,发现了一种可以驱动粒子马达的新机制。相关研究成果日前发表于由美国物理学会主办的《化学物理》杂志。

粒子马达具有在体内运输药物或控制化学反应的应用前景。“在未来,分子马达将不仅被用于为微型机械或微型工厂提供动力,还能够为我们解开许多生命之谜。”该校分子化学工程实验室研究人员山本内藤大湖说。

然而,粒子马达的运行环境与宏观机械的运行环境有着很大不同。它们具有很大的表面积质量比,需要恒定的驱动力来使之运转。此前,研究者通过一种名为“不对称化学反应”的机制来提供这种驱动力。

例如,一种名为“杰纳斯”的粒子马达,由一群表面覆盖有两种材料的球形粒子组成。其中一种材料为由铂等金属制造的催化剂,能够加速过氧化氢转化为水和氧气的反应过程。当杰纳斯马达被置于过氧化氢溶液中,其覆有铂催化剂的一面迅速产生大量氧气气泡,进而推动球形粒子前进。

而上述学校的研究者发现,制造粒子马达不一定需要两种不同的材料。

研究者将仅由铂制造的微型球体放入过氧化氢溶液中后,通过显微镜观察这些粒子的运动方式发现,虽然从个体角度来说,每个粒子均以随机跳跃的形式运动,但从宏观的角度来看,粒子群体的运动方式呈现出明显的规律性:形状与泪滴类似的粒子群可以直线前进,形状类似风车的粒子群会旋转,而与回弹球形状类似的粒子群则能够进行圆周运动。在经过建立力学模型之后,研究人员认为,造成这种现象的原因在于不同形状能够产生不同的非对称力。

研究人员表示,该研究揭示,通过设计不同形状的粒子群将能够制造出一系列更加可控的粒子马达。(邱锐编译)