

本刊记者 魏世杰

现如今随着人们生活水平的不断提高,大到新能源汽车、绿色冰箱,小到电饭煲、马桶盖……绿色低碳生活方式日渐受到人们推崇,已有越来越多的消费者青睐“绿色制造”的产品,愿意为有绿色“基因”的产品买单,绿色消费蔚然成风。

这股“绿色浪潮”改变了传统制造业的模式,推行了绿色制造技术,发展了相关的绿色材料、绿色能源和绿色设计数据库、知识库等基础技术,生产出保护环境、提高资源效率的绿色产品,使发展绿色制造技术势在必行。

绿色制造的基本概念

环境、资源、人口是当今人类社会面临的三大问题,尤其是环境和资源问题,不仅是确保经济社会可持续发展的基本条件,而且直接涉及人类的生存质量。因此,保护生态环境、节约资源、合理利用资源,是保证人类社会可持续发展的长期战略。

制造业是国民经济的支柱产业,是立国之本、兴国之器、强国之基。改革开放以来,我国制造业持续快速发展,极大地促进了我国经济的繁荣。但是,我国制造业的可持续发展面临资源短缺与环境污染两大难题,这也是全球制造业发展面临的巨大难题。如何最大限度地利用资源和最低限度地产生废物,已成为政府、企业和学术界最为关心的问题。为此,一种提升资源效率、降低环境影响的可持续制造模式——绿色制造,应运而生。

绿色制造,又称环境意识制造,面向环境的制造,其有关内容的研究可追溯到20世纪80年代,但比较系统地提出绿色制造的概念、内涵的主要内容文献是美国制造工程师学会于1996年发表的绿色制造蓝皮书。它是一个综合考虑环境影响和资源效益的现代化制造模式,指在保证产品的功能、质量、成本的前提下,其目标是使产品从设计、制造、包装、运输、使用到报废处理的整个产品生命周期中,符合环境保护要求,对生态环境的影响最小,节约资源和能源,使资源利用率最高,并使企业经济效益和社会效益协调优化。绿色制造这种现代化制造模式,是人类可持续发展战略在现代制造业中的体现。

绿色制造模式是一个闭环系统,也是一种低熵的生产制造模式,即原料—工业产品—产品使用—报废—二次原料资源,从设计、制造、使用一直到产品报废回收整个生命周期对环境的影响最小,资源效率最高,也就是说要在产品整个生命周期内,以系统集成的观点考虑产品环境属性,改变了原来末端处理的环境保护办法,对环境保护从源头抓起,并考虑产品的基本属性,使产品在满足环境目标要求的同时,保证产品应有的基本性能、使用寿命、质量等。

近年来,随着科技发展和人们对绿色制造研究的深入,绿色制造的内涵不断丰富,①绿色制造是多领域、多学科的集成,涉及制造、环境、资源三大领域。②绿色制造中的“制造”是一个广义的制造概念,涉及产品全生命周期,是一个“大制造”概念,同计算机集成制造、敏捷制造等概念中的“制造”一样,绿色制造体现了现代制造科学的“大制造、大过程、学科交叉”的特点。③围绕制造过程中的环境问题形成了许多与之相关的制造概念,如绿色设计、绿色工艺、绿色包装、绿色使用、清洁生产和



想要未来过得去 现在必须来点“绿”

绿色回收等。④绿色制造涉及的范围非常广泛,包括机械、电子、食品、化工、军工等,几乎覆盖整个工业领域。⑤从制造系统工程的观点,绿色制造是一个充分考虑制造业资源和环境问题的复杂的系统工程问题。当前人类社会正在实施全球化的可持续发展战略,绿色制造实质上是人类社会可持续发展战略在现代制造业中的体现。

绿色制造的要素构成

《中国制造2025》作为我国实施制造强国战略第一个十年的行动纲领,明确提出了要努力构建高效、清洁、低碳、循环的绿色制造体系。新世纪以来,我国工业领域一直坚持把节能减排作为促进经济绿色低碳转型升级的重要抓手,尤其在“十二五”时期,编制出台了工业节能、清洁生产、资源综合利用和环保装备发展等专项规划,并加大落实力度,取得了明显成效。但是,面对“十三五”的新形势和新要求,工业绿色发展不系统、不平衡和不协调的问题日益突出,这就要求在继续深入推进工业节能减排工作的同时,要加快构建由绿色产品、绿色工厂、绿色园区、绿色供应链、绿色企业等要素组成的绿色制造体系,引领和促进绿色产业发展壮大。

绿色制造是基于全生命周期理念,综合考虑资源效率和环境影响相协调的现代化制造模式。《中国制造2025》的发布为绿色制造指明了方向和目标。根据相关政策文件提出绿色制造体系的主要内容包:绿色工厂、绿色设计产品、绿色园区和绿色供应链。绿色制造体系在纵向上包含了绿

色产品的设计、产品的生产加工,以及产品的供应链建设;而在横向上,则将工厂、产业链及整个园区有机地衔接在一起。

绿色工厂是制造业的生产单元,是绿色制造的实施主体,属于绿色制造体系的核心支撑单元,侧重于生产过程的绿色化。2018年发布了绿色工厂国家标准,明确了绿色工厂术语定义,从基本要求、基础设施、管理体系、能源资源投入、产品、环境排放、绩效等方面,按照“厂房集约化、原料无害化、生产洁净化、废物资源化、能源低碳化”的原则,建立了绿色工厂系统评价指标体系,提出了绿色工厂评价通用要求;绿色设计产品是以绿色制造实现供给侧结构性改革的最终体现,侧重于产品全生命周期的绿色化;绿色园区是突出绿色理念和要求的生产企业和基础设施集聚的平台,侧重于园区内工厂之间的统筹管理和协同链接;绿色供应链是绿色制造理论与供应链管理技术结合的产物,侧重于供应链节点上企业的协调与协作。

绿色制造的发展趋势

绿色制造是工业化发展的必然阶段。传统的制造技术以效率驱动,而绿色制造则以公平驱动。一方面,绿色制造也是“下一代制造”,能够为子孙后代留住资源、环境和生态,实现代际公平;另一方面,绿色制造可以大力促进经济、社会和环境的协调发展。相关部门明确提出,要积极构建绿色制造体系,走生态文明的发展道路。

如今,随着环保意识的普及和环

保督察力度的加大,绿色已经成为企

业发展的主色调。过去只出现在少数优质企业中的绿色制造,正在转变为每个企业参与市场竞争的准入门槛。截至2023年4月份,我国共计创建绿色工厂3616家,制定与修改工业节能、低碳、资源综合利用等领域相关标准500多项,光伏行业总产值突破1.4万亿元,新能源汽车产销连续8年位居世界第一,传统制造业绿色化水平持续提高。政策导向作用由中央迅速向各省区市传递,各省区市纷纷制定省级绿色制造政策,加强政策穿透力,加大支持力度,形成了政策合力。至此,我国绿色制造体系建设取得重大进展,已经完成阶段性目标,正迈向高质量发展新征程。

要实现制造大国向制造强国的转变,关键在于能否提升产业结构高端化水平,能否在影响全球产业分工的重要产业、关键环节占据核心地位。智能制造产业成为高质量发展的重要驱动力,同时,鼓励企业向制造业服务化和服务型制造转型以及在产业结构、产品结构、技术结构、能源结构等方面推进全面绿色低碳转型。

绿色、可持续发展不仅是当今世界各国追逐的目标,也日益成为决定企业未来的关键力量。宏观政策、消费市场和资本市场对绿色、可持续发展等理念的重视,驱动企业对绿色发展的态度已经从“是否要做”转变为“如何做好”,这也成为企业获取价值认同、提升竞争力、抵御风险的重要抓手。

在高质量发展背景下,绿色制造已经成为制造业重要发展趋势,在这种趋势的推动下,中国的工业体系必将迅速转型、升级,形成智慧提升、服务协同、环境友好的健康产业新业态。

什么是环境意识?

环境意识的概念是随着人与自然的矛盾加剧而产生的,反映的是人们的一种心理,是对环境的认同感。在这种心理的作用下,人们会有意识地关注环境变化和生态平衡,并且会自觉地维护生态系统的良性发展。环境意识包括环境认识观、环境价值观、环境伦理观、环境法制观和环境参与观五部分,分为感性认识、知识、态度、评价和行为五个层次。对环境意识的研究在人与自然的实践中具有巨大的实践指导意义。

环境意识不仅包括人们对环境的认识水平,即环境价值观念,还包括人们保护环境行为的自觉程度。因此,环境意识的内涵指人们对环境和环境保护的一个认识水平,包括人们为保护环境而不断调整自身的经济活动

科普问答

和社会行为,协调人与环境、人与自然相互关系的实践活动的自觉性。简单地说,人们具有环境意识是实现可持续发展的基础和先决条件,也就是说环境意识是调节、引导和控制人们行为的内在因素。只有使各类组织、群体和个人都认识到生态环境和人类生存的关系,认识到生态危机对人类的危害,保护环境才能变成人们的自觉行为。

环境意识是在对以往人与自然关系的各方面即基本观念、价值观、理论道德、行为方式、发展道路等的全面反思后,提出的一种与传统意识有着质的区别的新意识,是保障生态系统安全,实施可持续发展战略的必要条件。它表明了人与自然的和谐关系从被动认识向主动认识飞跃,这种认识预示着人类将走向一个新时代。

什么是生物质资源?

生物质产业,是指利用可再生的有机物质,包括农作物、树木等植物及其残体、畜禽粪便、有机废弃物,通过工业加工转化,进行生物基产品、生物燃料和生物能源生产的一种新兴产业。

根据我国生物质资源的特点和技术潜在优势,可以将燃料乙醇、生物柴油、生物塑料以及沼气发电和固化成型燃料作为主导产品。

其中,以生物质为原料几乎可以生产出所有的基础有机化工原料,并且很多产品已经显现出很好的经济性。

什么是生物燃料?

生物燃料是指通过生物质资源生产的燃料乙醇、生物柴油和航空生物燃料,可以替代由石油制取的汽油和柴油,是可再生能源开发利用的重要方向。受世界石油资源、价格和全球气候变化的影响,20世纪70年代以来,许多国家日益重视生物燃料的发展,并取得了显著的成效。中国的生物燃料发展也取得了很大的成绩,特别是以粮食为原料的燃料乙醇生产,已初步形成规模。

美国科学家最新的研究成果显示,作为目前应用最广泛的两种生物燃料,生物柴油和乙醇燃料尽管比化石燃料更加优越,但不可能满足社会的能源需求。研

究人员发现,即使美国种植的所

有玉米和大豆都用于生产生物能源,也只能分别满足全社会汽油需求的12%和柴油需求的6%。而玉米和大豆首先要满足粮食、饲料和其他经济需求,不可能都用来生产生物燃料。生物燃料并非大有可为,原因在于它的来源——农业是一个高度耗水的行业,每年农业消耗掉的水资源高达70%,而这一切都是为了节省不可再生能源——石油或煤炭的使用,却没想到生物能源在生产过程与运输过程中消费掉的水资源、电能、石油等也是巨量的,生物能源的开发与利用可以说是人类拆东墙补西墙的愚蠢行为。

集装箱船可捕获自身排放的二氧化碳



韩国航运公司对集装箱船的船载碳捕集系统进行现场测试。 ■资料图片

近日,国际科学杂志《新科学家》发表了一篇关于“海上集装箱船测试捕获自身二氧化碳排放系统”的文章,表明航运业为减少二氧化碳排放量,正在使用更清洁的燃料。

最近,一艘名为“苏尼翁人”号的240米长集装箱船,在波斯湾巡航时完成了船载碳捕集系统测试,正试图通过在船上捕获和储存二氧化碳来减少对气候的影响。

航运业排放的二氧化碳约占全球总量的3%。为减少二氧化碳排放量,航运业正在使用更清洁的燃料,用气态二氧化碳替代高碳燃料,甚至重新使用风帆,另一种尝试是捕获船舶排放的废气并将其储存在船上,以便于吸收二氧化碳的化学吸附剂充电。

伦敦大学学院建筑环境学博士特里斯坦·史密斯说,一些现有系统仅仅为了捕获一半的二氧化

碳排放,就增加了1/3的燃料使用量。塞浦路斯海洋与海事研究所的科学家乔治·马鲁帕斯说,每吨燃料燃烧会产生约3吨二氧化碳。当它被收集和储存时,增加的质量会影响船舶的稳定性并降低燃油效率。

英国初创公司Seabound首席技术官说,小规模测试每天捕获约一吨二氧化碳,这只是船舶总排放量的一小部分,全尺寸系统将能捕获船舶二氧化碳排放量的95%。在船上,废气循环通过氧化钙吸附剂与二氧化碳反应生成固体碳酸钙卵石,然后将吸附剂再充电,直到卵石被卸载到港口进行永久储存。这意味着,每捕获一吨二氧化碳,船上就必须装载一吨吸附剂。

Seabound首席技术官表示,公司的目标是到2030年为1000艘船进行碳捕集改造。 王雨珂

“二氧化碳”化身为电

科学解读

近日,重庆市江增公司自主研发的超临界二氧化碳循环发电关键技术及国际首座5兆瓦机组示范应用项目,荣获2023年国家电力科学技术进步奖一等奖。作为核心关键设备,这一发电机组运用在华能集团研制的世界参数最高、容量最大、效率最优的首座5兆瓦超临界二氧化碳循环发电系统,标志着我国在这一领域的主要技术指标达到国际领先水平。

长期以来,无论是火电煤炭燃烧还是核电裂变反应等,它们产生的巨大能量都无法直接变为电能,最终都绕不开“烧开水”。强大的热量会将水烧开蒸发为水蒸气,就像水电站的水一样推动蒸汽轮机转动,然后发出电能。而超临界二氧化碳循环发电系统内,流动的不再是水和水蒸气,处于特殊状态的二氧化碳——超临界二氧化碳,通常为气体,并不能直接用来发电。

什么是超临界状态?就是部分物质随着温度和压力的变化,会相应地呈现出固态、液态、气态三种状态。当把处于气态、液态平衡的物质升温升



发电站全景图。 ■资料图片

压时,热膨胀引起液体密度减小,压力升高使气液两态的界面消失而呈现非气非液的状态,这一点就称为临界点。如果环境温度和压力高于一种物质的临界点,这时就进入了超临界状态,流体就是超临界流体。

不过,它虽然不是气体、液体,却具有气体、液体的特性,黏度低、密度大,有良好的流动、传热、传质和溶解性能。超临界二氧化碳的临界温度和压力约为31.10℃和7.39兆帕,约相当

于73.9个大气压,远远低于水的临界点,比超临界水的获得容易得多,加上能作为超临界流体的化合物性质稳定、无毒、不易燃易爆、价廉而得到广泛发展,这也使它成为超临界发电的最佳媒介物质。

同传统用水做媒介的发电机组相比,超临界二氧化碳循环发电机组有着绝对的优势:在600℃温度下发电效率高达3-5%;在同等装机容量情况下体积小,重量也较轻;碳排放量

可减少10%,能减轻有害气体对环境的危害;能在任何负荷下快速启动,深度参与调峰,有利于促进风电、光伏发电等新能源消纳利用;由于二氧化碳的惰性腐蚀性很低,机组的金属部件更加耐用,显著提高工作的连续性和稳定可靠性,同时大大减少检修和部件更换,还让发电系统的设计更加灵活。

超临界二氧化碳发电在很多领域具有良好的应用前景,主要用于核能、舰船动力、太阳能光热、工业废热利用等方面,并开始取代发电厂的蒸汽涡轮机。超临界二氧化碳发电机组体积小、效率高的优势,对舰船有着举足轻重的应用价值,因为舰船内部空间有限,对舰内设备尺寸要求严格。

目前,我国的超临界二氧化碳发电技术装置,已从科研机构、高校的研究和实验阶段发展到商业化的临界点。美国、英国、德国等国家均开展了超临界二氧化碳发电技术的研究,世界上已有多台1-10兆瓦级别的机组处于商业示范运营阶段,更高功率和参数等级的机组正在设计研发。因此,我们相信它的优势和实用性将会给人们带来更加广泛的应用,前景将是光明的。

张孟喜