



中国石化股份有限公司 协办

电氢耦合有助于脱碳路径整体优化

电力和氢能供应链基础设施的协同优化有利于减排和降低成本

□ 实习记者 吴昊

麻省理工学院的一项最新研究发现,电力和氢能供应链基础设施的协同优化,有利于减排和降低基础设施成本。

当前,世界各国政府和企业都在增加对氢能研发的投资,越来越认识到氢在实现全球能源系统脱碳目标方面可以发挥重要作用。由于氢质轻、能量密度高、可储存,并且在使用时不会直接产生二氧化碳排放,因此,研究人员认为,“这种多功能的能源载体可在未来的清洁能源系统中以多种方式

“绿电+绿氢”是实现碳中和的有力武器

隆基股份首台碱性水电解槽下线

中共中央、国务院日前印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》(以下简称《意见》)。《意见》的发布明确给出了我国清洁能源发展的依据和路径。而氢能作为清洁能源甚至是终极能源的可行来源,将在我国实现碳中和目标的道路上发挥关键作用。

今年以来,中国产业发展促进会氢能分会常务理事单位隆基绿能科技股份有限公司(以下简称“隆基股份”)为光伏企业正纷纷布局氢能领域。而在诸多制氢方式中,绿氢因其真正意义上的清洁性而备受行业重视。

成立于2000年的隆基股份长期聚焦科技创新,构建单晶硅片、电池组件、工商业分布式解决方案、绿色能源解决方案、氢能装备五大业务板块。形成了支撑全球零碳发展的“绿电+绿氢”产品和解决方案能力,业务遍及全球150余个国家和地区。

今年10月16日,隆基股份首台1000Nm³/h碱性水电解槽的下

加以利用。”

富有竞争力的减排新选项

研究人员指出,作为规模化储能的一种方式,氢已经引起关注,部分原因在于,人们预计未来电网将由风能和太阳能等波动性可再生能源主导,而水电解槽的成本将逐渐降低——这将使可再生能源制取的“绿氢”比化石燃料生产的氢气更具成本竞争力。同时,氢作为清洁能源燃料的多功能性,也使其成为满足能源需求,并且在难以直接电气化、难以脱碳的部门(如交通、建筑和工业)开辟减排途径的一个

线,在技术上已进入行业领先的梯队。据隆基氢能副总经理王英歌透露,新下线的电解槽采用4000A/M²的高电流密度设计,提升了单位体积的产氢量;采用最新设计的多台电解槽对应一套气液分离装置及气体纯化装置,降低气液分离装置及气体干燥纯化装置的重复配置并降低了整体设备的造价,也对设备的占地面积进行了集约化的优化。同时,还采用了分布式IO设计,不仅在集成度上有了更好发展,也节省了相关的材料;在控制的自动化上做到一键启停、无人值守的智能化,提升了设备的运行可靠性。

“对于公司来说,首台碱性水电解槽下线是一个里程碑事件,标志着公司已经初步具备订单交付能力,也标志着我们向‘全球领先的氢能装备技术公司’的愿景,迈出了重要一步。”隆基股份总裁兼隆基氢能董事长李振国认为,“绿电+绿氢”是人类实现碳中和的有力武器,氢能在深度脱碳过程中将会发挥不可替代的作用。

有吸引力的选项。

“我们已经看到了许多关于电力脱碳途径的进展,但我们无法实现所有终端用能的电气化。这意味着仅仅对电力供应进行脱碳是不够的,我们还必须制定其他脱碳的策略。”麻省理工学院能源倡议(MITEI)的科学家Dharik Mallapragada表示,“氢是一种值得探索的能源载体,但要了解氢的作用,需要我们研究电力系统和未来氢能供应链之间的相互作用。”

在最近发表于《能源与环境科学》杂志的一篇文章中,麻省理工学院和壳牌公司的研究人员提出了一个框架,以系统地研究氢基技术途径在未来低碳综合能源系统中的作用和影响,并考虑其与电网的相互作用以及能源需求和供应的时空变化。在各种不同排放价格的情景下,该框架使电力和氢能供应链的基础设施投资和运营得到了协同优化。当应用于美国东北部的一个案例研究时,研究人员发现这种方法可以在成本和减排方面带来了巨大的好处,因为它充分发掘了氢的潜力,在通过电解生产时为电力系统提供了一个大的灵活负载,同时也使难以通电的终端应用部门实现脱碳。

Dharik Mallapragada指出,“如果我们真正了解直接电气化或其他脱碳战略的成本/收益,我们需要建立一个跨部门的框架来分析各个能源载体在多个系统中的经济作用。”

电氢耦合效益优于传统氢储能

为了进行分析,该研究团队开发了低电-氢网络决策优化(DOLPHYN)模型,通过该模型可以研究氢在低碳能源系统中的作用,电力和氢能耦合的影响,以及跨越两条供应链的各种技术选择之间的权衡。壳牌公司研究员Heuberger Austin表示,“能够评估电力和新兴氢经济之间的系统级相互影响,对于推动技术发展和支持战略价值决策至关重要,而DOLPHYN模

型有助于解决此类问题。”

对于预定义的电力和氢能需求场景,该模型确定了电力和氢能行业中成本最低的技术组合,同时遵守各种运营和政策约束。该模型可以包含一系列技术选项——从间歇性可再生能源发电(VRE)到用于发电和制氢的碳捕获和储存(CCS),再到用于氢气运输的卡车和管道。凭借其灵活的结构,该模型可以很容易地进行调整,以显示新兴技术选择,并评估其对能源系统的长期价值。

为了测试这一模型,研究人员观察了在不同需求、技术和碳价格情景下美国东北部的能源系统。该地区目前有可再生能源的立法和政策支持,还有不断上升的减排目标,其中一些目标非常严格。它对能源供暖的需求也很高,这是一个难以电气化的行业,尤其可以从氢能以及电氢系统的耦合中获益。

研究人员发现,电力和氢能耦合相互作用,比传统的氢储能更为有利,因为传统的氢储能将氢转换回电力时,会带来额外的效率损失,即氢作为灵活需求来源的角色,比储能的角色更为有利。Dharik Mallapragada指出,“电力制氢在平衡电网方面提供的灵活性与用于其他终端脱碳的氢一样重要。”

研究人员还发现,与电力部门相比,在氢供应链中使用CCS更具成本效益。他们预计,到2020年代年结束时,电力部门的CCS项目将比用于制氢的项目多6倍——表明在规划未来能源系统时,需要更多的跨部门耦合。

“除非采取全面的方法,否则无法实现气候目标。”麻省理工学院一位科学家指出,“二氧化碳减排是一个系统问题,有些行业无法通过电气化脱碳,有些行业无法通过碳捕获技术脱碳。如果把所有问题放在一起考虑,就会得到一个协同解决方案,从而显著降低基础设施成本。”



10月29日,随着一声嘹亮的笛声响起,全国首个氢燃料电池混合动力机车从内蒙古自治区锦白铁路大板东站缓缓驶出,这标志着我国轨道交通装备在新能源领域实现由产品开发到实践应用的重大跨越。

首台氢燃料电池混合动力机车上线运行

国家电投氢能公司研制的“氢腾”燃料电池为核心动力

本报讯 10月29日,中国产业发展促进会氢能分会发起单位国家电投氢能公司研制的“氢腾”燃料电池为核心动力的全国首台氢燃料电池混合动力机车正式上线。此次氢机车上线开创了国内氢机车上线试运行的先河,标志着我国轨道交通装备在新能源领域实现了由产品开发到实践应用的重大跨越。仪式主会场设在国家电投锦白铁路大板东站,5个分会场通过视频直播形式同步举行。

氢机车项目由国家电投内蒙古公司、国家电投氢能公司和中车大同公司以战略合作的形式共同推动。该机车由中车大同公司研制,以国家电投氢能公司研制的“氢腾”燃料电池为核心动力,通过央企间的强强联合,使氢机车制造从核心动力到主要零配件首次全部实现国产化。国家电投内蒙古公司依托自有铁路率先投入应用,实现从国产研发到应用的全闭环。

此次上线试运行的氢燃料电池混合动力机车设计时速达到每

小时80公里,满载氢气可单机连续运行24.5小时,平直道最大可牵引载重超过5000吨。相较内燃机车每万吨公里就将减少碳排放约80千克,经测算,内蒙古公司铁路运输分公司627公里锦白铁路全部投入使用氢机车后每年可减少碳排放量约9.6万吨,相当于植树600多万棵。

据悉,氢机车在不改变任何铁路基础线路条件下,适用于各类机务段、车辆段、编组站以及大型工厂、矿山、港口等场所执行运转、调车、救援等多用途的任务。由于没有任何污染物的排放,也不用重新架设电网,相较传统燃油和电力机车,在相对密闭的地铁、隧道、矿山等环境下使用优势更加明显,应用和维护成本也更低,所以氢机车具有广阔市场前景。

氢机车的应用,“氢腾”燃料电池等核心技术的研发,实现了国家电投氢能产业“点”的突破。国家电投正由“点”及“面”,推动氢能发展,努力建设一流的氢能产业,为中国“3060”碳达峰、碳中和目标作出积极贡献。

内燃机与燃料电池 谁能代表氢能交通未来

未来,我们不仅能享受氢燃料电池带来的“宁静猛兽”,也能享受到氢内燃机带来更澎湃的驾驶激情

氢在元素周期表中是第一个元素,也是宇宙中最初始的原子。它与氧气本身就可以发生燃烧,并释放出大量的热和水,火箭发动机中液氢液氧发动机也是比冲最大的发动机。所以,氢气用作汽车内燃机的燃料当然也是可行的。

早在2007年,宝马就推出了搭载V12氢燃料发动机的7系,但是续航和性能太低,百公里加速将近10秒。如此低的性能,让氢燃料发动机在很长一段时间淡出了人们的视野,直到丰田和现代汽车推出了氢燃料电池的电动车,氢能源才又获得高度的关注。氢燃料电池通过氢气与氧气的电子转换来生产电能,电能再带动电机驱动车轮,从而大大提高了氢能源的利用效率。

到目前,氢燃料电池技术已经发展了10年左右的时间,而如今丰田又推出了一款燃烧氢气的发动机,并搭载在赛车上,看来丰田已经解决了直接燃烧氢气的低效率。那么问题来了,氢能源的两种发展路线,氢燃料电池、氢燃料发动机,到底哪种才能代表未来呢?一种是能给你电动车一样的驾驶感受,一种是能给你传统燃油车一样的驾驶感受。其实,我们不妨大胆猜想一下,没准未来会推出氢燃料发动机+氢燃料电池组成的“氢氢”混合动力系统。

宝马是世界上第一家推出氢动力

汽车的汽车制造商,已成功完成了系列开发过程。Hydrogen7采用191千瓦/260马力的6.0LV12发动机,最大功率191kW,最大扭矩390N·m,在9.5秒内从0公里/小时~100公里/小时,最高车速电子限制在230公里/小时。如果保证不了氢气的充分供应,这台V12发动机可以快速切换到传统汽油工作模式。

宝马早在1978年就开始对氢动力装置进行研究,并在未来几年不断开发和升级这项技术,开发出几代氢动力汽车。2000年,宝马成为世界上第一家在德国汉诺威2000年世博会上展示氢动力汽车示范车队的汽车制造商。与此同时,宝马750hL氢动力车已在实际测试条件下证明了其优点。

2000年,世界上第一个公共氢气加注站在慕尼黑机场启用。2004年搭载氢燃料发动机的概念赛车发布,也是搭载6.0LV12发动机,但最大功率为210kW,带动1.5吨的车身,最高时速可达300.175km/h。

虽然赛车的性能表现还行,但是未来呢?一种是能给你电动车一样的驾驶感受,一种是能给你传统燃油车一样的驾驶感受。其实,我们不妨大胆猜想一下,没准未来会推出氢燃料发动机+氢燃料电池组成的“氢氢”混合动力系统。

碳探索上,宝马并没有停止脚步,而是换了一个方式——i Hydrogen Next。

2019年,宝马发布了氢燃料电池技术的i HydrogenNext将一台X5车型改装成氢燃料电池,可容纳两个700巴氢气罐,能够容纳6千克氢气。氢燃料电池系统产生约125kW的发电功率,电机输出功率为275kW。

宝马放弃了氢燃料电池型氢燃料发动机,这也是目前氢能源利用率最高的技术,同时也被丰田、现代以及许多大厂共同研发的目标。目前,国内氢能源技术企业蓬勃发展,在最关键的储氢罐、减压阀、电堆等技术上,都已经发展的相当成熟。

氢燃料的好处显而易见,补能快,仅需3分钟就能加满氢气,续航里程与燃油车相同,驾驶感受与纯电动车相同,排放只有水。

2021年8月23日~24日,丰田Mirai在南加州的一次往返旅行中,消耗了5.65公斤氢气,总里程达到了845.3英里(1360公里),并创造了新的吉尼斯世界纪录。这是EPA续航里程402英里的两倍还多。另一项由氢燃料汽车创造的纪录,是2019年现代NEXO创造的,续航里程为778公里。

既然氢燃料电池这么好开好用,应该没什么新玩法了吧。但是脑洞大开的丰田却又让“氢能源”倒回20

年,再一次推出了燃烧氢气的发动机卡罗拉氢燃料赛车。丰田尚未宣布氢燃料技术是否有望在短期内进入消费领域,但在赛车上应用可看做是一次验证和尝试。而对于那些热衷传统内燃机汽车的人来说,丰田的这款氢燃料发动机与汽油发动机拥有相同的驾驶感受、性能以及浑厚的排气声浪,而排放仅有水和非常少量的氮氧化物。

丰田卡罗拉氢燃料赛车这台氢燃料发动机搭载了DENSO喷嘴,将氢气通过高压方式喷到气缸中,并通过电脑控制点火角来控制燃烧室内的温度。另一个亮点,丰田卡罗拉氢燃料赛车搭载了四个储氢罐,能装180L的氢气。

从氢燃料发动机到氢燃料电池再到氢燃料发动机,有句话说的好,30年河东,30年河西,但氢能源的利用方式随着技术的发展只用了20年就开始向两个方向快速发展。未来,我们不仅能享受氢燃料电池带来的“宁静猛兽”,也能享受到氢内燃机带来更澎湃的驾驶激情。但就目前量产车来看,氢燃料电池技术发展的更迅速,同时氢能源的化学能到电能到机械能的转换(无大量的热损失),相比氢内燃机化学能到机械能的能量转换效率更高,而且省去了内燃机中的机油润滑系统和散热系统。

加氢像加油一样方便

中国石化初步构建环珠三角氢能供应网络

“加氢全程不到3分钟,续航里程显示600公里。”氢能网约车司机郑先生说道,“和加油一样方便。”10月27日,全球首款投入网约车应用的氢燃料电池乘用车试驾车主郑先生在中国石化广州开泰北油氢合建站体验了一次加氢服务。

作为氢能应用落地的重要一环,加氢网点的建设在广州也如火如荼。位于广州黄埔区的中国石化开泰北油氢合建站将为广州15台388路氢能公交车辆供应氢气,日均加氢量可达225公斤。预计氢燃料电池乘用车、环卫车及物流车投入使用后日供氢量最高可达500公斤。

今年8月,中国产业发展促进会氢能分会发起单位中国石化在广东的第5座油氢合建站——东明三油氢合建站正式建成,加上前期在佛山、广州、东莞三地建成的4座油氢合建站,日供氢能力超过3000公斤,主要服务氢燃料电池公交车、物流车等,初步构建了环珠三角氢能供应网络。

据资料显示,《广东省培育新能源战略性新兴产业集群行动计划(2021-2025)》提出,氢能产业

链培育工程将是未来5年发展的“重中之重”。据统计,目前广东地区氢燃料电池车辆已经突破2400辆,氢能汽车已经成为新能源汽车重要组成部分。

据中国石化销售广东石油分公司(以下简称“广东石油”)介绍,该公司从2017年起布局全省油氢合建站网络建设。先后与佛山南海区、广州黄埔区等政府签署战略合作协议,锁定油氢合建站建设规划。

2019年7月,广东石油在佛山樟坑建成国内首座油氢合建站,日加氢量最高达到750公斤,2020年12月底,广州、佛山、东莞三地同时建成了3座油氢合建站,2021年起启动了包括佛山、广州、深圳、茂名等地在内的10座新网点建设工作。

据了解,中国石化是国内最大的成品油和石化产品供应商、第二大油气生产商,是世界第一大炼油公司、第三大化工公司,连续十年位居《财富》世界500强前五位。拥有全球第二大自营加油站营销网络、中国最大的连锁便利店零售网络,加油站总数3万座以上,“易捷”便利店2.78万座。

(除署名外本版图文由中国产业发展促进会氢能分会供稿)