

中国工程院院士丁文江

推动中国氢能产业迈上新台阶

“

全球首辆镁基固态储运车最大储氢量可达1吨,相当于传统高压气态长管拖车的4倍,而运输的成本仅约三分之一。中国金属镁产量约占世界的90%。中国可以充分地利用优势资源,将固态储运氢发展成有核心竞争力的产业。

一辆外形酷似集装箱卡车的吨级镁基固态储运车于今年4月公开亮相,这是全球首辆吨级镁基固态储运车,是中国工程院院士、上海交通大学教授丁文江从事镁合金研究30多年来的一个里程碑。

丁文江团队将氢气运输从气态变成了固态。有了这辆车,氢气可以被储存在镁合金材料里进行长距离运输,不仅可在常温、常压下进行储运,且安全性更强、容量更大、密度更高。氢能是世界公认的清洁能源,在现有的氢能产业链中,储运占到总成本的30%至50%,安全高效的氢能储运技术是决定氢能应用的关键。

丁文江院士指出,用镁合金来解决氢能储运,对中国而言有着天然的优势。中国的镁资源丰富,占全世界镁资源的50%左右,不需要进口。到目前为止,中国金属镁产量约占世界的90%。中国可以充分利用优势资源,结合技术创新,推动氢能产业迈上新台阶。

运用镁合金技术
解决氢储运难题

吨级镁基固态储运车有什么特点?和传统高压气态长管拖车相比有什么优势?

从数据上看,优势一目了然。首辆镁基固态储运车最大储氢量可达1吨,相当于传统高压气态长管拖车的4倍,运输成本仅约三分之一。

我们做固态储运氢车的初心,是看到现有的氢储运技术,特别是在陆地上的储运,还有很多不尽如人意之处。比如,目前最常使用的长管拖车,属于气态储氢,把氢气压缩到200个大气压左右后置于长管内进行运输,这也是世界各国的通行做法。气态储氢运输属于危险品运输,有很大的安全隐患,且对道路条件要求高,车辆无法通行于隧道等路段。在这种情况下,科学家们想到了液态储氢,将氢气降温到零下253摄氏度,变成液态后运输。这种方式的难度在于,一是要攻克能够持续以零下253摄氏度储存液态氢的容器和材料难题;二是要解决如何密闭的问题。和储运天然气不一样,氢的分子是所有分子里最小的一个,穿透性、渗透力很强,实现密闭性是液态氢储运中的难题。

考虑到以上种种,我们采用固态储氢方案。固态储氢有三个好处:一是常温储运。液态氢储运需要零下253摄氏度,属于极低温,而固态储氢运输可实现常温储运。第二,常压储运。储运时的压力约1.2个大气压强,几乎为常压,和气态储氢相比有着更高的安全性。第三,含氢密度高。每立方米的气态氢重约39千克,每立方米的液态氢重约70千克,而每立方米的固态储氢可达110千克。

这三方面的优点让我们从2007年开始下定决心,攻关固态储氢的各项技术难题。

通过这些年的攻关,运用镁合金技术解决了氢储运的哪些技术难题或瓶颈?还有什么难题需要克服?

目前我们已经成功攻克的是工程化生产储氢材料以及用镁储氢的技术。发达国家早就在开发镁材料储氢,但因为存在技术难度一直没能被广泛使用。国外采取的技术是把镁切得很细很小以增加储氢表面积,镁的表面积越大,储氢的量就越大,放氢的速度也越快。比如有的国家的科研人员把块状镁材料一层层切取下来,把大块的镁磨碎成小粒子的镁,增加表面积,镁粒子可细致到微米级甚至是纳米级。所以本质上,他们是把镁“从大变小”。

我们恰恰相反,把镁“从小变大”。将镁做成气态镁,也就是镁的蒸汽,从而得到非常微小的镁粒子,其接触面积非常可观,可用以储存大量的氢气,但是气体又如何储存气体呢?我们的办法是快速冷却镁蒸汽至固态,在冷却的同时将氢填充进去,在这个过程中克服了大量的科研难题,比如安全性,因为该过程有爆炸、起火的风险隐患,研究出了吨级的固态储氢工程化技术,最后以车的方式呈现。目前这辆储氢车是一辆原理样车,还没有实现规模化的生产,我们正在向规模化的方向努力。

今后,我们还要不断进行材料学



资料图片



吨级镁基固态储运车在江苏如皋测试基地测试充放氢性能。资料图片

科的科研攻关,让氢的存取更为容易。通俗地讲,就是把氢放到镁里面去后还要让它出得来,而且进出过程要方便。同时对氢进行固态化储存的时间不能太久。所以材料的改进至关重要。氢进入固态镁合金是放热过程,提取氢气则是吸热过程,从热力学角度讲,氢的焓值比较高,传统的材料需要400摄氏度才能放氢,现在我们致力于研究合适的、能将吸放氢的温度降下来的材料,我们还在不断努力。

吨级镁基固态储运车要大规模地行驶在路上,还要克服哪些困难?

从原理样车到规模化生产,还要持续努力去解决它所面临的环境风险、安全风险等等。

再比如政策法规层面,新生事物在很多方面没有纳入已有的政策法规中,需要在实践中磨合。这辆吨级镁基固态储运车要行驶在路上,就面临现有的交通法规以及化学品管理制度如何对其管理的问题,不仅我国缺少相关规定,西方发达国家也没有类似的管理经验可以借鉴,这项技术是世界范围内领先的,因此今后还要和相关的主管部

门携手共同来制定好管理规则,为新生事物的产业化扫清障碍。

中国氢能产业
未来发展重点

中国未来如何能在固态储运氢技术上占据世界一席之地?

固态储运氢技术对于氢能源的利用有着战略意义。对我国而言,发展该技术有着三方面的有利条件。

中国的镁资源丰富,占全世界镁资源的50%左右,金属镁产量约占世界的90%。中国可以充分地利用优势资源,将固态储运氢发展成有核心竞争力的产业。

当前中国的氢能发展已进入科研和产业领域的视野,很多人都在讨论和研究光伏制氢、风电制氢等氢能发展技术。在这样的背景下,固态储氢技术就有可能成为中国有自主地位的一项氢能技术。

从固态储运氢技术本身来看,我们在世界竞争中已具有优势。这辆吨级

镁基固态储运氢车及其相应的技术世界领先,未来要考虑的是它的产业化和商品化,届时将有望在世界范围内占据一席之地。

除了镁资源,还可以梳理我国的一些优势资源以及与之资源相对应的技术优势,梳理出的这些都是有优势的“潜力股”,通过将资源和技术相结合进行大力发展,假以时日有望形成一批世界领先的、人无我有的产业。

氢能是世界公认的清洁能源,中国氢能产业未来的发展重点是什么?

任何一项技术要发展成产业,都离不开两个字——需求。没有需求,技术只能是技术,躺在实验室里,或在产业化道路上躺在某个办公室的抽屉里。氢能产业同样如此。

中国是世界上最大的使用氢能的,但从能源结构总体来看,氢能的占比还是很小,原因是以前储存氢能源的技术没有发展起来。

我国能源结构中,煤的占比依旧很高,用煤来发电是主要的发电方式,即便是现在发展迅速的锂电池和与之相关的电动汽车产业,也是运用传统的发电方式后再通过锂电池把能源储存起来。

在我看来,首先,锂电池也只是过渡产品,它存取能源伴随着较大的衰减。锂电池储能每天要衰减1%至3%,所以长期来看,氢能源的存取有其优势。

其次就是能源的清洁性。锂电池存取的能源主要是煤发电,比如我们手机充电,把电池连接着充电器,插进电源口去充电,电的清洁与否直接决定了这部手机所使用的是否是清洁能源。氢能就可以解决这个问题,氢能可用于制作燃料电池,其本身就是清洁能源,因为氢元素的特性,氢能在使用过程中排出的是水,而且是高纯度的水,氢可以来自太阳能,有很强的可持续性。

归根结底,要让氢能产业发展,就需要通过多种手段改变人们对能源的需求,把对传统能源的需求变为对氢能的需求。

氢能产业两大优势
助力“双碳”目标

氢能产业链的建设将会在我国经济社会的绿色低碳转型中发挥怎样的作用?

我国自2020年提出碳达峰碳中和目标以来,各方正在积极有序推进实现“双碳”目标。要确保实现目标,大力推进低碳、零碳甚至负碳科技创新至关重要,加大对可再生能源发电、新能源为主体的新型电力系统、可再生燃料、碳捕集与利用和储能等领域的基础研究和关键技术攻关,在总体框架下设定短期、中期、长期的技术开发目标和路径,实现绿色低碳技术系列突破。

在这方面,发展氢能产业链有两个优势。首先是能源结构的调整。相比传统能源,氢更清洁,可从太阳能中获取,是未来解决清洁能源的一个重要出路。

其次,为实现“双碳”目标,学界和业界正大力研究如何减少二氧化碳排放的问题,也就是碳捕集和利用技术。在这方面,氢有着独特的优势。氢可以被用来和二氧化碳结合,变成甲醇或是甲烷,也就是说,二氧化碳在改造之下又变成了可以被利用的能源,一旦研究和转化成功,将成为我国实现绿色低碳发展的一大技术支撑。

(潘旭)