

试论氢能储运关键技术及发展前景分析

陈征征 (中国石油化工集团有限公司, 北京 100010)

摘要: 全球经济发展不断加快, 人们的生活水平快速提高, 对于能源的消耗也大幅度增高, 传统石化能源储量锐减, 在这样的情形下, 各国都更加重视对可持续发展新能源的开发及应用。而氢能作为一种优质的可再生清洁能源, 不仅能够满足人们日常的能源需求, 也不污染环境, 因此氢能是一种十分值得发展和应用的清洁能源。本文重点对氢能储运的关键技术以及发展前景进行分析, 探析氢能储运的具体应用。

关键词: 氢能; 关键技术; 发展前景

目前全世界很多国家都在积极应对世界环境问题, 绿色发展、绿色生活理念日益成为全社会的共识, 对能源的需求和消费结构也正在出现新变化。氢能作为一种绿色清洁燃料在使用过程中能够最大程度保护环境, 实现碳中和, 但是由于氢能的特殊性, 在运输和储存方面都需要运用特殊的技术, 并且由于氢能的经济效益问题导致并没有工业化应用, 所以需要进一步探究氢能, 以及关键技术的应用和创新, 挖掘氢能使用的潜力, 发展氢能产业。

1 氢能源发展的概述

氢能是一种二次能源, 主要是以化合物的形式存在于水当中, 因此能够从水中提取到大量的氢能源, 只要世界上还存在水, 就能够提取氢能源。并且, 氢能是公认的清洁能源, 燃烧时并不会产生有害的污染物质, 主要是生成水和少量的氨气。氢能不仅能够通过燃烧产生热能, 再进行其他作用, 而且还能够作为能源材料。综合氢能源以上特点, 氢能被一致认同, 是一种理想能源, 氢能还被评为 21 世纪最具发展潜能的能源。氢能作为一种清洁能源, 主要运用在氢动力汽车、氢能发电几个方面, 而这些方面都与人类的生活息息相关。除氢能外, 其他主要应用能源基本都是不可持续发展且对生态环境会造成破坏, 因此氢能的广泛应用和推动是必不可少的^[1]。

氢能源的发展, 从 20 世纪 70 年代以来, 世界上许多国家和地区就曾开展广泛研究, 自 1965 年美国开始研制液氢发动机以来, 成功使用液氢作为燃料, 我国也不断加紧步伐对液氢进行研究。

氢能的开发利用过程中, 制备、储运、运输等环节均发挥极为重要的作用, 其中对氢能产业起着决定性影响的因素就是氢能的储运。氢气在常温常压下是气态, 单位体积储存密度低, 气态也更加容易扩散, 一旦扩散还易燃烧, 对于金属材料还会造成氢脆, 因

此在氢气的储存以及运输方面存在很大的挑战。氢的储存是一个至关重要的技术挑战, 已经成为氢能利用走向规模化的瓶颈。储氢问题涉及氢生产、运输、最终应用等所有环节, 储氢问题不解决, 氢能的工业化应用则难以推广。氢是气体, 它的输送和储存比固体煤、液体石油更困难。一般而论, 氢气可以气体、液体、化合物等形态储存。氢气进一步发展主要就是受储存以及运输方面限制, 一旦解决了氢气的储存和运输问题, 能够大幅度地推动氢能产业的整体发展, 也能够为保护全球的环境做出很大贡献。因此, 目前对于氢能源的发展, 更为重要的就是研究创新氢能储运的技术, 让氢气能够以更低成本、更加安全、便捷的方式储存和运输^[2]。

2 氢能能源储运技术

2.1 高压气氢储运

高压气氢储运是氢能能源储运技术当中利用十分广泛的一种技术, 也是最普遍的一种储运方式, 氢能提取首先就是气体状态, 而气体状态的氢活性和扩散性极强, 在储运过程当中就容易发生泄漏, 安全性较差。此外, 氢气在常温常压状态下密度较低, 单位体积能量密度也很低, 直接储存氢气和运输需要很高的运输成本, 运输效率也不足, 因此需要通过对于氢气加压, 压缩之后储存在容器当中进行高压气氢运输。

高压气氢储运中压缩氢气的技术已经趋于成熟, 在大部分的氢气运输当中也是主要方式, 运营成本较低, 承压的容器结构较为简单, 制作及使用都十分便捷, 在释放氢气时只需连接减压阀, 就能够快速释放氢气^[3]。高压气氢储运也存在一定的缺点, 首先高压气氢储运的消耗过多, 经过压缩之后的氢气体积能量密度相较于原本的氢气提高, 但总体来说还是较低的, 随之高压储氢瓶的储氢量也很小, 在进行压缩时也需要耗费许多其他的能量。另一个方面就是经济性较差,

因为对储存氢气的容器要求较高,在制作容器时需要采用具备很强防泄漏能力和安全承压的材料,受制于以上问题的影响,高压气氢储运一般是用于比较分散的用户以及运输距离较短的需求。

关于高压气氢储运技术的未来发展,应当注重关注压力风险,避免超压爆炸,在安全性与使用寿命保障下,加快轻质、耐压、高储氢密度的新型储氢罐的研发,突破国外的技术限制,提高储氢罐的制备效率和使用寿命,让高压气氢储运技术辐射范围更广^[4]。

2.2 长输管道运输

管道运输是氢气运输的一种十分具备发展潜力的运输方式,虽然我国目前氢气管道运输还处于发展的初级阶段,但是由于管道运输的优势,与铁路和公路相比,管道运输是大量运输液态和气态的最佳运输方式,有着明显的技术和经济优势,并且通过管道运输更加安全和环保,节约土地资源、减少环境污染。氢气所需要的管道是特殊材料制成的,例如蒙耐尔合金,蒙耐尔合金就是一种重要的制造氢气运输管道的材料,它具备优良的耐还原性介质的腐蚀能力,在各种腐蚀介质当中稳定性很强。氢气的管道运输能够借鉴天然气管道运输的发展,一步一步地使管道运输技术更加成熟。氢气管道运输具有运输成本低、能耗小等诸多应用优势,对于氢能源的长距离输送具有关键意义,因此,当下需要深入探索氢气管道运输技术中的现存问题,创新技术手段以突破氢气管道运输技术瓶颈,更好地服务于氢能源的制备、运输以及利用^[5]。

2.3 液氢储运

由于氢气气体状态体积能量密度较低,为了提高氢气的运输效率,就会将氢气降温成为液氢,液氢是一种无色、无味的高能低温液体燃料,其能量密度很高,能够极大程度缩短运输周期,这也是液氢储运最大的优点。一般将液氢放置于高度低温的绝热储氢罐或液氢运输槽罐中,然后通过大型的交通工具进行运输。虽然液氢储运有较为明显的优势,但同时也存在很大的隐患。首先,冷却氢气将消耗巨大的能量,并且在冷却过程中会消耗原本氢能至少 30% 以上的能量,原料的浪费十分明显,经济效益不足。其次,液氢储存的容器制作也很复杂,由于液氢的沸点很低,因此对液氢储存罐的要求很高,必须做到真空绝热,并且还须具备安全控制、密封性强、减震装置等。液氢储存罐须保持这样的高标准,才能够安全的运输液氢,因此液氢储运也存在着很明显的劣势。结合液氢

储运的优缺点,液氢储运一般适用于远距离并且规模较大的输送环节^[6]。

2.4 固氢储运

固氢储运是一种通过固体储氢材料让氢气进行物理吸附或者与氢气发生化学反应的一种氢能储运方式。固体储氢材料是氢气吸附与释放的材料或是能够与氢气发生可逆的化学反应,实现氢能的储存与运输。一般采用金属储氢合金和碳质储氢材料等固体储氢材料。固体储氢技术的优势在于储能密度较高,输送的能力较强,储氢性能稳定、运输成本也较低,且运输周期短,在运输过程中安全性也较高,因此是一种较为优良的储运方式。但是由于氢的特殊性,固体储氢方式仍然存在着一些劣势。固体储氢对于材料的要求很高,要完全满足储氢的材料需要较高的成本,工艺也会较为复杂,因此并不能实现大规模的储运。此外,通过固体储运还需在释放氢气的过程满足特定的外部环境条件,这对于很多氢能储运用户来说都是较难达到的。因此,固氢储运主要适合输送距离较远、需求量大且使用连续的场合^[7]。

3 氢能储运的发展前景

3.1 政策支持

2020 年我国明确提出了碳达峰和碳中和的目标,在双碳的政策背景之下,绿色、环保、低碳的能源应用成为了重要的趋势,氢能是一种理想的清洁能源,能够保证人们对于能源的需求但是又不会破坏环境,因此国家政策是十分支持氢能发展的,氢能储运的发展前景有着国家政策的支持,能够更加顺利。今年,国家发改委、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划》明确将氢能列为未来国家能源体系的重要组成部分。氢能目前在国内主要应用于航空领域,也在逐步推进应用在民用领域当中。虽然目前距离商业化较远,但是只要解决了氢能储运技术当中的难题,氢能就能够进一步应用到民用领域,更加贴近推动双碳目标的实现^[8]。

3.2 发展建议

3.2.1 整体发展

氢能属于二次能源,存在密度低、易燃等特性,所以对于氢能储运行业的重点关注应当是如何控制成本以及提高氢能储运的安全性。氢能储运的技术方式多样,不同的储运方式都有不同的优点和劣势,因此需要对症下药,根据不同的方式去解决氢能储运技术当中存在的问题,研发和应用更为优质的储运技术。

集中力量突破核心技术,促进产业应用和迭代升级,完善技术体系,保障产业链供应链安全稳定,发挥企业创新主体作用,推动建设工程研究中心等创新平台。更加重视产业化和示范应用,鼓励多样化的创新商业模式,逐步降低成本,提高效率,构建健康的氢能产业创新发展生态。同时,在氢能储运环节,最为重要的是安全性的考虑,还需进一步完善储氢系统标准规范及安全评价体系,保证氢能储运系统的安全可靠。

3.2.2 氢能储运技术发展

氢能储运技术发展问题存在多样性的特点,不同问题的解决需要不同的对策。首先就是高压气氢储运,这种储运技术的缺点主要是储氢密度低,需要提高安全性。着重关注压力风险,避免超压爆炸,在安全性与使用寿命保障下,加快轻质、耐压、高储氢密度的新型储罐的研发,突破国外优势技术限制,提高储氢罐的制备效率和使用寿命。其次就是长输管道运输,其劣势主要在于氢气的扩散损失较高,材料吸附氢气之后会产生脆性,整体设备使用成本较高,因此必须注重成本问题的解决,通过技术革新,降低氢气在储运过程中的扩散。最后,液氢储运、固氢储运两种储运的方式有相似之处,缺点主要在于成本高,对容器的要求较高,重点研究并创新更安全且高效的储运容器。

4 氢能储运的具体应用

4.1 可再生能源供电

氢能作为一种强大且清洁的可再生能源,能够实现可再生能源体系的整合,能够进行清洁发电,还能平衡电力需求和可再生能源之间的波动。氢能作为燃料电池进行发电,不仅不会破坏环境还能够达到世界人们对于电力的需求。氢能发电主要是利用氢气与氧气进行燃烧组成氢氧发电机组,使用简单便捷。在日常的电力使用中,优势电网峰荷会产生一些波动,就需要启动反应较快的发电站进行调节,而氢能发电就能够满足这个条件,氢能储运将具体应用在发电站中,为发电站提供原料。

4.2 氢动力运用

氢动力主要运用在汽车燃料、氢燃料发动机、氢燃料电池船舶、氢动力航空。氢燃料电池是氢能高效利用的最有效途径,氢燃料电池的价格不高,并且具备高能量密度、长续航里程、运营阶段零排放的特点,成为汽车领域电动化重要的方式。而氢动力航空也是重点使用氢燃料的领域,航空业每年排放9亿t以上

的二氧化碳,对于环境的污染十分明显,而氢能是一种清洁能源,是发展低碳航空最主要的途径,因此在航空领域对于氢能储运的应用也是很重要的。

4.3 氢能冶金

氢能冶金也是一种使用氢能储运的重要应用行业,传统的金属冶炼方式往往会产生很大的污染,金属冶炼行业需要进行碳减排,就会通过氢能进行冶金,目前国内也有多个大型企业采用氢能进行冶金,所以对于氢能的需求很大。随着氢能储运技术的进一步成熟,氢能将应用到更广泛的行业和场景,助力双碳目标的实现,减少因能源使用对全球生态环境的破坏。

5 结束语

综上所述,氢能作为重要的清洁能源,对世界多种现代化应用和服务发展有着很重要的推动作用,在全球气候变化、环境恶化、能源安全以及将面临的化石能源枯竭危机背景下更应该重视非清洁能源和不可再生能源替代的研究和应用。氢能的应用就需要不断地创新氢能储存和运输技术,发展该环节的关键技术,以实现储存和运输经济效益最大化,有效推动氢能在社会各产业的应用,成为利用效率最高的能源之一,为维护全球的生态环境做出贡献。

参考文献:

- [1] 殷卓成,马青,郝军,等.氢能储运关键技术及前景分析[J].辽宁化工,2021,50(10):1480-1482,1487.
- [2] 李建林,李光辉,马速良,等.氢能储运技术现状及其在电力系统中的典型应用[J].现代电力,2021,38(5):535-545.
- [3] 雷超,李韬.碳中和背景下氢能利用关键技术及发展现状[J].发电技术,2021,42(2):207-217.
- [4] 丁镠,唐涛,王耀莹,等.氢储运技术研究进展与发展趋势[J].天然气化工(C1化学与化工),2022,47(2):35-40.
- [5] 霍现旭,王靖,蒋菱,等.氢储能系统关键技术及应用综述[J].储能科学与技术,2016,5(2):197-203.
- [6] 刘翠伟,裴业斌,韩辉,等.氢能产业链及储运技术研究现状与发展趋势[J].油气储运,2022,41(5):498-514.
- [7] 吴全,沈珏新,余磊,等.“双碳”背景下氢-氨储运技术与经济性浅析[J].油气与新能源,2022,34(5):27-33,39.
- [8] 周红玉.基于ANP-TOPSIS的氢能储运技术可持续性评价研究[D].湖北:华中科技大学,2021.