



氢能技术发展助力“氢进万家”

嘉宾:

中国能源研究会能源政策研究室主任
深圳燃气高级工程师
石油工程建设公司首席专家林卫斌
李璐伶
银永明

问:什么是“氢进万家”,“氢进万家”需要氢能稳定来源,关于可再生能源制氢,我国目前的技术发展状况如何?

林卫斌:“氢进万家”科技示范工程是科技部综合考虑氢能技术、产业和资源等各方面因素组织实施的重大科技示范项目。“氢进万家”能推动氢能创新链与产业链融合发展,加快氢能 in 交通运输、工业和家庭用能等终端领域应用,引导氢能进入居民能源消费终端,为打造“氢能社会”奠定基础、为实现“双碳”目标提供有效途径,是推动我国能源结构转型、构建现代能源体系的重要力量。为了抢抓氢能产业发展的重大机遇,2022年,深圳市依托国家重点研发计划“氢能技术”重点专项“中低压纯氢与掺氢燃气管道输送及其应用关键技术”,启动“氢进万家”氢能社区应用示范工程建设。

我国可再生能源制氢装机规模目前全球最大,到2030年,有望突破1亿千瓦。到2060年,绿氢生产量有望接近1亿吨,包括用氢能来发电的装机容量有望突破1亿千瓦。截至2023年底,我国已建成并运营加氢站428座,建成可再生能源制氢项目58个,覆盖21个省、自治区、直辖市,合计项目规模达到654.5兆瓦。据预测,2060年我国氢能消费量有望接近8600万吨,产业规模将达到4.6万亿元。届时,在我国专门制氢的用能结构中,非化石能源占比将从2022年的1%增至93%,其中风能和太阳能制氢占比将占到2/3。

问:掺氢综合实验平台投用后,如何更好地满足城镇燃气稳定供气?

李璐伶:城镇输配系统很复杂,包含了三级压力,不同压力等级的管材、管径不一样,铺设条件也不一样,需要创造实验条件来研究不同环境下管道的适应性。燃气掺氢不是一件容易的事情,不仅要考虑掺氢比例能否满足日常城镇燃气稳定供气,而且要保障燃气输配供应系统安全,考虑氢气产业链上下游配套等。它的上下游包含了制氢、储氢、用氢。从技术层面看,专家一致认为20%以下的掺氢比较合理,这样的掺氢燃气可以直接供给用户,但从产业链的角度看,只有足够便宜且来源足够稳定的氢气,下游用户的接纳度才能达到一定程度。

问:作为国家“氢能技术”重点专项的参与单位,石工建中原设计公司在氢能技术研发方面有哪些优势?

银永明:石工建中原设计公司在国家重点研发计划“氢能技术”重点专项“中低压纯氢与掺氢燃气管道输送及其应用关键技术”中主要承担构建纯氢/掺氢输配管网模型、示范工程设计及相关标准规范的编制等内容。中原设计曾经在国内率先开展“天然气掺氢输送工艺技术研究”,形成了关于天然气掺氢的工艺技术并取得专利。除了在氢气“制、储、输、用”方面有一定的技术积累和实验数据成果,他们还开展氢能其他相关技术的研究与应用,比如在掺氢天然气输送安全风险分析及泄漏预警技术研究,在役天然气管道中掺氢输运关键工艺技术等也取得了可喜成效。为充分应用氢能,助力氢能汽车发展,还在氢气分离提纯领域进行了技术攻关。

依托集团公司《地下盐穴储氢关键技术研究》科研课题,中原设计公司在国内率先开展地下储氢库地面注采关键工艺研究,解决了诸多难题。他们研发的光伏离网质子交换膜(PEM)电解水制氢试验装置试验成功,参编完成了《氢气管道工程设计规范》《天然气长输管道掺氢输送评价指南》等相关标准和规范6项。这些氢能技术方面的积累,为该公司更好地承担国家重点研发计划“氢能技术”重点专项提供了助力。

我国首座城镇燃气掺氢综合实验平台投用



石工建中原设计公司设计的氢能应用综合服务站规划图。

阅读提示

日前,我国首座城镇燃气掺氢综合实验平台在深圳投用,中央电视台作了报道。该实验平台集测试、应用、生产功能于一体,标志着我国天然气掺氢输送管道及综合利用,以及“氢进万家”进入全新发展阶段,为我国利用现有城镇燃气管道掺氢提供了可推广、可复制模式。

本版文图由 石工建中原设计公司 李慧 提供

属于研究范围。

通常来看,产氢的地区和用氢的地区相距甚远,运输成本高,对管材安全性要求高。氢能运输成为制约氢能产业发展的薄弱环节,经济性和安全性均有待提高。

为解决地区间长距离、大规模氢气资源输运与调配难的问题,掺氢天然气被提议为一种高效、安全输运的优选方案。据统计,2023年我国天然气消费量约3945亿立方米,按照10%的掺氢比例输运氢气可达350万吨,每标准立方米氢气的运输成本为0.12~0.46元。

目前,全球已开展多项关于掺氢天然气的示范。欧洲氢骨架计划利用和改造现有的天然气管道实现氢气管道的基础设施建设,在英国基尔大学等已建成应用示范。他们将氢气掺入城镇燃气利用,验证了掺氢天然气与燃气管网的适应性。

我国天然气管网发展较为成熟,如果用天然气掺氢的形式代替纯天然气,可充分利用现有基础设施,大大节约投资成本,形成氢气的普及利用,实现“氢进万家”。

打通“制氢-掺氢-输氢-用氢”链条

如何生产氢,把氢运输出去、让氢进万家?西安交通大学教授魏进家认为,我国首座城镇燃气掺氢综合实验平台的投用,就能打通氢能从生产到运输再到使用的整个链条。

该实验平台主要针对中低压纯氢与掺氢燃气管输系统的本质安全、工艺和完整性管理及终端应用,通过机理探究等手段,消除中低压纯氢与掺氢燃气管道输送及应用瓶颈,形成以关键设备和工艺软件为核心的技术体系,并围绕输管工艺、管材、实验方法、应急抢修、燃烧器具编制标准体系。

项目研究人员介绍,掺氢燃气管输部分需要建立一个科学的燃气掺氢综合实验平台,研究现役城镇燃气输配系统是否适用于掺氢天然气、最合适的掺氢比是多少、关键设备和部件是否需要改造等关键技术问题,形成相应的评价标准体系,为掺氢天然气在城镇燃气领域进行大规模应用奠定基础,进而建设以氢能社区为示范的产业体系。

为了让实验数据更贴近实际、更真实,实验平台模拟了城镇燃气的全部应用场景,主要包括掺混模块、减压调压模块、管材相容性评价模块、燃气器具测试模块、终端利用模块。天然气与氢气通过掺混模块,能够得到掺氢体积比为5%~20%、掺氢精度为1%的掺氢燃气。减压调压模块进入管材相容性评价模块进行长期实验测试后再进入燃气器具测试模块进行验证。测试完成,掺氢燃气进入千家万户。

天然气掺氢,安全是重点。项目研究人员在天然气管道完整性管理技术的基础上,初步建立了掺氢天然气管道完整性管理技术,对掺氢天然气管道进行全生命周期安全管控。技术人员在平台各关键节点安装氢气报警器,并采购专业的氢气泄漏探测器,每两小时进行一次巡查。基于BIM建模技术,建立了平台数字化三维模型,并接入远程监控系统,对平台数据进行实时监控。

该平台还为氢气泄漏提供了架空、埋地、管廊等不同场景的监测方法验证及事故后果测试。终端还预留热电联供系统,氢气分离纯化装置的测试功能,发挥氢能能源互联网媒介和高效耦合的特性,推动氢能 with 电力、热力等能源的互联互通,实现氢能进入社区楼宇、居民家庭、交通领域乃至工业园区。该平台还预留了光伏+谷电制氢模块,旨在打造包含“制-掺-输-用”全链条的绿氢示范项目。

该平台不仅需要承担不同钢级、不同压力、不同口径的管材及阀门、连接件、表具等燃气基础设施的氢环境长期实验,而且需要对多种燃气器具及终端应用场景开展适应性研究,这对平台整体设计工作提出更高要求。

中原设计公司2018年率先在国内开展“天然气掺氢输送工艺技术研究”,形成了关于天然气掺氢的工艺技术并取得专利,因此承担该项目的平台设计任务。技术人员针对纯氢/掺氢管输应用流程中的关键环节,结合各课题的研究成果,突破了中低压纯氢与掺氢燃气管道安全稳定高效输送及应用中的理论与技术瓶颈,在优化工艺流程设计、满足测试功能、多模块可拆卸工装段安装设计、便于操作、安全防护设施设计等方面下足功夫,设计成果满足

了多种实验要求,构建并形成了完整的科技实验平台及标准体系。

助力实现“氢进万家”,减少碳排放

据相关机构预测,碳中和后,我国氢气年需求量约1亿吨,中低压管输及应用将会成为促进氢能规模化应用的重要手段。

国家能源局将纯氢与掺氢管道示范作为“十四五”的重点任务。中国石化、中国石油、中国海油等均开展了纯氢与掺氢管道示范规划。氢气规模化应用成为我国能源发展的主要方向之一。

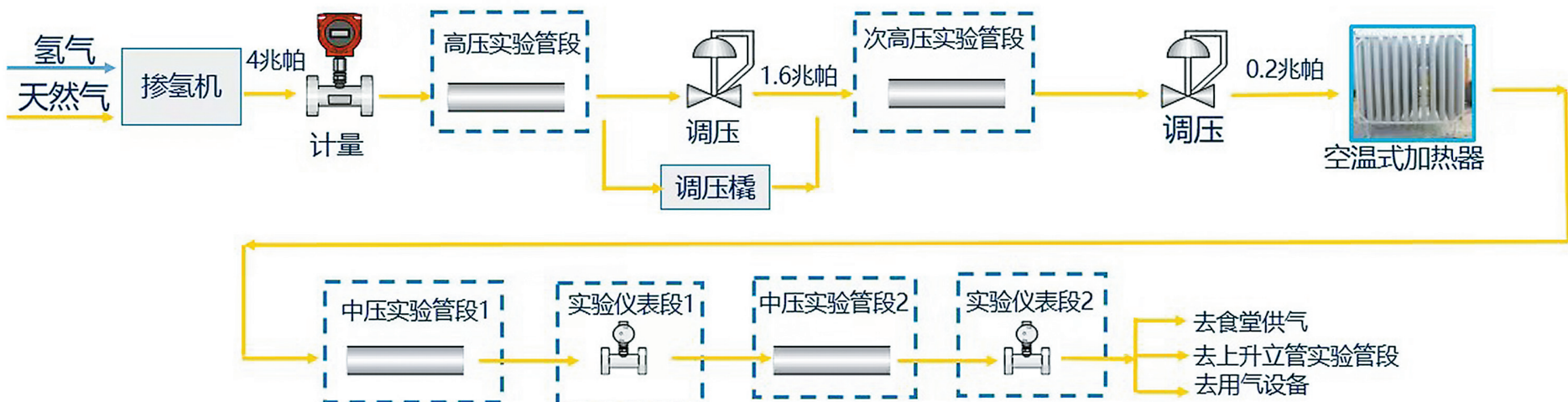
当前,我国天然气管网规模可观,年输运天然气量接近4000亿立方米,天然气管道超过100万公里,其中长输天然气管道接近10万公里,城市燃气输配管道超过90万公里。

中国城市燃气协会发布《天然气管道掺氢输送及终端利用可行性研究报告》,预测“十四五”期间,我国新增天然气管道掺氢示范项目15~25个,掺氢比例3%~20%,年氢气消纳量15万吨,总长度在1000公里以上。其中,新增长输天然气管道掺氢示范项目2~5个,掺氢比例3%,年氢气消纳量10万吨,总长度在800公里以上;新增城镇燃气掺氢示范项目10~20个,掺氢比例3%~20%,年氢气消纳量5万吨,总长度在200公里以上。

据管道掺氢国家重点研发计划项目负责人李玉星介绍,掺氢天然气相比纯天然气,是一种更清洁的低碳燃料。如果掺氢比例为10%~20%,我国每年可减少碳排放量1000万~2000万吨。在天然气中掺入20%体积比的氢气,燃烧后的氮氧化物、一氧化碳等均可减少20%以上。目前,我国城镇燃气每年的用气量约4000亿立方米,在天然气中掺入20%体积比的氢气,我国每年可减少碳排放量约3000万吨。

与以氢气、一氧化碳等为主的煤制气、焦炉气等相比,天然气的主要成分为甲烷,掺氢燃气对管材的长周期、宽压力作用还需进一步明确。我国首座城镇燃气掺氢综合实验平台的投用,能更准确地对现役燃气基础设施进行适应性评价,并形成标准体系,推进“氢进万家”产业体系发展,助力实现“双碳”目标。

实验平台流程图



专家观点

依托科技部国家重点研发计划“中低压纯氢与掺氢燃气管道输送及其应用关键技术”研发的我国首座城镇燃气掺氢综合实验平台在深圳投用,为推广天然气管道掺氢技术提供了有力支持。天然气掺氢不仅代表了清洁能源技术的未来发展方向,而且为减少碳排放、推动可持续发展注入了新动力。

我国氢能产业发展潜力逐渐释放

考虑到氢能的独特优势,我国多地出台氢能产业支持政策。氢能制备、储运、基础设施建设等方面取得突破性进展,氢能产业发展潜力逐渐释放。目前,长三角、粤港澳大湾区、环渤海三大区域的氢能产业呈现集群化发展态势。我国掌握了一批电解水制氢装置、储运设备和

燃料电池等先进技术,可再生能源制氢项目在华北和西北等地积极推进,电解水制氢成本稳中有降。

天然气掺氢并非易事

当前,减少碳排放、实现低碳发展已成为全球共识。天然气掺氢作为一种更加清洁低碳的能源替代方案,其必要性日益凸显。将氢气与天然气混合输送,不仅能够提高天然气的能源利用效率,而且能够降低燃烧产生的污染物排放量,有助于实现碳中和目标。

然而,实施天然气掺氢并非易事。天然气和氢气的物理和化学性质差异较大,掺入氢气后可能会对燃气管道、阀门、连接件等基础设施产生由氢脆引发的氢致失效及泄漏等安全隐患。此外,掺氢比例的控制、氢气的制备与储存,以及掺氢后的输送与分配等问题,都需要进行深入研究和攻关。

实现“氢进万家”还需更加努力

我国首座城镇燃气掺氢综合实

探索清洁能源未来发展之路

■中国石油大学(华东) 李玉星 教授

验平台的投用,为解决上述问题提供了有力支持。该平台不仅具备掺氢实验、测试验证和生产功能,而且能够模拟城镇燃气的全部应用场景。通过该平台,可以精准控制掺氢比例,确保掺氢过程的安全性和稳定性。该平台还能为下游用户提供不同比例的掺氢天然气。

从目前运行情况来看,实现掺氢燃气的宽压力、长周期、规模化应用是可行的。未来还需对此进行长期实验,更准确地对现役燃气基础设施进行适应性评价并形成标准

体系。该平台的投用只是大规模推广掺氢天然气的开始,还要各大城镇燃企业一起努力,投入大量的人力、物力、时间来开展实验测试研究,形成相应的标准和评价体系。从产业链角度来看,天然气长输管道掺氢、氢气来源、下游燃器具适应性等相关问题还需进一步提高。

可预见的是,随着可再生能源技术的不断发展和应用,氢能将成为一种重要的清洁能源。通过利用光伏、风电等制绿氢,可以为掺氢平台提供稳定、廉价的氢源。随着氢能产业链的不断完善和技术进步,掺氢比例有望进一步提高。

总之,我国首座城镇燃气掺氢综合实验平台的投用,有望推动氢能技术的广泛应用和石油天然气行业的绿色低碳发展,为实现碳中和目标和可持续发展注入新动力。