

能源设备创新带来的行业之路

□ 新奥能源控股有限公司 (065001) 李树旺

1 能源设备创新的意义

创新,是国家兴旺发达的动力,是民族行业进步的灵魂。党的“十八大”已要求“坚持走中国特色自主创新道路、实施创新驱动发展战略”。

能源是国民经济的基础行业和战略性资源,能源结构对保障和促进经济增长、促进社会发展具有关键性作用。据2014年报道,中国一次能源消费仍以煤炭、石油为主,比重分别占64.2%和17.8%;非化石能源与天然气比重不到20%。这样的能源结构,对环境保护、经济增长、社会持续发展都非常不利。只有进行能源发展创新、调整能源结构,大力发展以环境友好、资源友好、可持续发展为特征的绿色经济,才能降低煤炭、石油造成的环境污染,节省能源消耗,推动经济、社会持续发展。

能源发展创新离不开能源设备创新,“工欲善其事,必先利其器”,设备创新是能源创新的基础,是发展绿色经济的必由之路。只有不断提高能源设备安全性、实用性,降低能源设备成本、节省能耗,实施设备创新战略,能源行业才会得到更好的发展与增长。

2 能源设备创新,带来了车用天然气行业的蓬勃发展

近年来,在提倡节能减排、绿色出行的国内环境下,车用天然气行业以其自身特点得到了前所未有的发展。据“中国天然气汽车”报道,到2014年10月,中国天然气汽车保有量约为399万辆,其中压缩天然气汽车

(CNGV)约380万辆,液化天然气汽车(LNGV)约19万辆。已建成加气站6 500余座,其中压缩天然气加气站4 410余座,液化天然气加气站约2 100座。这表明,中国车用天然气行业也处于世界领先地位,对世界车用天然气的发展起着示范性作用。

中国车用天然气行业发展如此迅猛,与能源设备创新具有密不可分的联系。车用天然气能源设备创新,为行业发展提供了强有力的驱动力,带来了行业的蓬勃发展之路。

(1) 车用天然气设备创新,促进了行业成本、建设周期及工作量的减少,有利于行业发展壮大

压缩机是压缩天然气加气站的核心设备,在压缩天然气加气站投资和运行中均占主要地位。国内早期生产的压缩机主要是小功率的L型、W型,功率一般为几十千瓦,排量每小时500多 m^3 。大功率压缩机还处于初级阶段,不管是压缩机技术、排量、节能上都远远不如国外压缩机。所以,早期国内要求较高的压缩天然气加气站,压缩机一般从国外购买。与国内同排量压缩机相比,国外压缩机成本要高出约30%左右,这大大提高了建站投资。而且国外产品后期维修部件、维修成本也较昂贵,服务响应时间还难以保障。

经过不断研发与创新,国内推出了大功率的D型、M型压缩机,功率可达到几百千瓦,排量也可达2 500 m^3 ,维护保养从有油、少油达到了无油方式,性能已逐步接近国外产品。压缩机的创新,除成本比国外同类型产品节省约30%外,维修备件成本高、服务不及时等问题也得到了改善。在控制方面,国内压缩机甚至比国外品牌更先进,从最初简单的继电器控

制发展到变频器、PLC（可编程逻辑控制）、网络化控制，这更有利于设备的远程管理、远程监控和远程诊断，大大提高了安全生产与运营。

液化天然气在最近几年得到了大力的推广和运用，虽然发展时间不长，但液化天然气设备也进行了不断创新与发展。最初液化天然气加气站采用把单个设备运输到现场，通过管路现场连接的模式完成建设，该类加气站称为固定式加气站。固定式加气站不但建设周期长、土地占用大、投资成本高，而且工作量大、运行效率低、损耗大。经过后期创新，出现了泵、阀件、管路集为一体的半橇装设备，以及把储罐、泵、阀件、管路、加气机整体集成的全橇装设备。

橇装设备的推出，提高了液化天然气加气站运行效果，减少了建站投资成本以及建站周期，节省了工作量。特别是最新的在全橇装设备外加装封装房的集装箱式橇装设备，对北京等寸土寸金、外观形象要求高的城市解决环保问题提供了可行方案。建一个60m³的集装箱式液化天然气加气站，主要设备用地不到100m²，加装的封装房不但美观、而且能避免视觉上的恐惧感。集装箱式橇装站也方便搬迁、移动，对液化天然气车用市场不成熟、处于市场培育期的地区非常有利。集装箱式加气站的推出，使北京仅2013年就建站52座，使车用液化天然气行业在北京闯开了发展之路，获得了新的市场。目前，《加油加气站设计与施工规范》GB50156-2014版已正式纳入了集装箱式加气站，成为了国标内容。它的简单、方便、安全、用地少的特点，拓宽了其推广范围，对车用液化天然气行业的发展无疑具有巨大推动作用，是设备的创新拓宽了市场的发展。

橇装加气站的创新之路还在继续，结合现代信息技术，橇装加气站正往智能化、无人值守发展。无人值守橇装加气站可以自动识别用户信息、进行语音交互、按自定义流程指导司机完成整个加气过程，完全实现了无人值守功能，仅人力成本就能看见其带来的好处。

加气机是加气站关键的计量设备，根据国内环境经过多年的发展和创新，国内加气机目前功能比进口品牌更为全面。国外加气机一般功能单一，除了计量外，缺乏远程联网、加气IC卡交易结算等功能。IC卡交易结算有利于找零、杜绝假钞、便于加气站现金安全，也有利于节省加气站人力成本。一个有4台加气

机、加气车辆较多的站，没有使用IC卡结算时，一般一台机器需安排一人负责加气、收银，使用IC卡结算后，则可以两台机子一人。如果采用自助充值机进行充值，一个加气站单加气员工就可以节省两个人。再从财务数据管理出发，新型加气机对以前手工记账、统计、核算带来的人力成本、工作量的减少更具明显效果。这对一个拥有几十上百个加气站的燃气企业来说，其积极的一面是显而易见的。

（2）车用天然气设备创新，提高了安全保障，有利于行业的发展与壮大

安全是一切工作的重中之重，只有安全有了保障，一个行业才可能得以良好发展。车用天然气行业涉及高压、深冷环境，设备对安全提供的保障措施，更显得尤为重要。

早期加气机，对于加气站上的偷气、跑、冒、漏、滴等现象，气瓶过期、不合格、加气车辆意外启动带来的安全风险等情况无能为力，存在行业发展弊端，威胁着行业的发展。现在许多国外进口加气机，仍不能解决此类问题。但基于现代技术的国内加气机，通过机械、电子、网络、信息、电子标签技术结合创新，具有电子、机械双重拉断保护，可以把加气站、改装厂、气瓶检验站和监管部门整体联网，实现信息共享，统一管理。这不但避免了车辆意外启动、气瓶过期、气瓶不合格带来的安全风险，避免了加气站跑、冒、漏、滴、偷气现象，堵住了行业发展的死角，还能提高管理效率、节省人力成本，为行业的安全、健康、高效发展保驾护航。

（3）能源设备创新，有利于行业能耗的减少

液化天然气具有低温性和蒸发性，在贮存、运输及工作时会产生一定数量的闪蒸气（BOG），闪蒸气如不被很好利用而排放到空气中，一方面会给加气站造成资源浪费，带来一定经济损失。另一方面因为闪蒸气的主要成分甲烷是一种温室气体，其温室效应为二氧化碳的25倍，所以对环境的影响非常大。同时，还存在闪蒸气燃烧、爆炸安全隐患。目前，对闪蒸气的处理一般有管网回收、站内消耗利用、调压转为压缩天然气等3种解决途径，但这些方法具有受管网限制、投资成本高、转换效率低等特点，有时难以实施。

通过设备创新，闪蒸气（BOG）液化回收装置应运而生。该设备成本低，安全简单，除了能够有效对

闪蒸气进行液化加以再利用外,还可对液化天然气加气站站温度较高的液化天然气液体进行降温,解决了行业难题,具有一定经济效益和社会效益。

以一个LNG+L-CNG混合站(液化天然气加气站和液化天然气转压缩天然气混合加气站)为例,其系统配置一般为1个60m³储罐、1台50m³槽车、1台双LNG潜液泵橇、1台柱塞泵、2台液化天然气加气机、4台压缩天然气加气机。如果该站销量极好,按照每天卸车1次计算,那么该站储罐、橇体及管路系统产生的闪蒸气极少,此时主要计算槽车的卸车残液。假设每天卸液1次,一年的残液约为:365(d)×150(Nm³)=54 750Nm³。如果全部排放,按每公斤液化天然气单价为5(元/kg)计算,经济损失为:54 750(Nm³)÷600×426(kg/m³)×5(元/kg)=19.44(万元/a)。如采用闪蒸气液化装置进行液化回收,按液化1kg闪蒸气消耗2.42kg液氮、液氮价格为(1元/kg)计算,则一年节省费用为:54 750(Nm³)÷600×426(kg/m³)×[5(元/kg)-2.42(kg)×1(元/kg)]=10.03万元/a,一台闪蒸气液化回收装置一般投资为20万元~60万元,所以一般2年~6年将全部收回成本,且可以保护环境。若销量不好的站,则闪蒸气的产生会更多,闪蒸气液化回收装置节省的成本也会更多,回收周期也更短。

车用天然气行业的发展之路,是一条不断进行设备创新、不断进行技术改进而带来的行业进步、行业发展之路,没有设备的持续创新,肯定也没有行业的蓬勃发展。

3 能源设备创新,推动了天然气计量的智能化、远程化发展

天然气作为一种优质能源和化工原料其计量越来越被人们重视。欧美等工业化水平较高的发达国家,对天然气计量技术的研究起步较早,投入的资金及科技力量较大,尤其是对贸易天然气的计量十分重视。从整体上来看,70年代形成了孔板使用高潮,80年代形成了涡轮流量计使用的高潮,90年代中后期则掀起了超声流量计热潮。

在计量标准方面,各国流量工作者付出了艰苦的努力,在分析总结大量的实验和应用数据的基础上,相继推出具有代表性的标准如《天然气能量的测定》

GBT 22723-2008、《用标准孔板流量计测量天然气流量》GB/T 21446-2008、《用气体涡轮流量计测量天然气流量》GB T 21391-2008、《用气体超声流量计测量天然气流量》GB T18604-2001、用差压装置测量流体流量标准(ISO5167)、《用气体涡轮流量计测量天然气流量》GB/T 21391-2008、气体超声波流量计标准(ISO/TR12765)以及天然气压缩因子计算标准(ISO/DIS12213)等,这些标准规程对天然气流量计量具有积极的指导意义。

我国天然气计量起步较晚,但经过多年的努力,取得了较大进展。从20世纪70年代以来,我国参照国外系列标准,结合自己的实际情况,创新新型计量仪表研制,提高了仪表的测量精度、可靠性,并在天然气仪表的选型、使用、安装、维护、管理、气质分析等方面作了相应的工作。同时,制定了《天然气流量的标准孔板计量方法》SY/T 6143-2004和《天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法》GB/T 11062-1998等一系列天然气计量标准。通过计量技术、标准和设备的不断创新,推动了国内计量向智能化、标准化、多元化方向发展。

(1) 计量设备创新,推动仪表选型从单一仪表向多元化仪表发展

过去流量仪表选型比较单一,近几年,随着对流量计的不断创新和开发,流量计种类不断增多,质量和安全性不断提高,不同的流量计有不同的特点和适应范围,流量仪表选型由单一仪表向多元化仪表方向发展。如,对中低压、中小流量可选择智能型速度式流量计(涡轮、漩进旋涡流量计);对高压、大流量可选择气体超声流量计,对于饭店、宾馆等可以选择罗茨流量计,对于门站、大型工业用户可选择涡轮流量计或超声波流量计等等,流量仪表的选型更加合理、计量更加准确。

(2) 计量设备创新,推动了计量技术自动化、智能化和远程化发展

随着电子技术、计算机及互联网技术的迅猛发展,天然气计量已向在线、实时、智能和远程化发展。如SCADA系统、智能涡轮流量计、无线远传系统等技术的创新、开发和大规模应用,对正确掌握设备运行状态、快速诊断出系统故障,提高计量仪表运行的可靠性、安全性与经济性,减轻现场巡检人员工作

量,提高工作效率,实现计量管理向自动化与现代化发展等具有重大意义。

(3) 计量设备创新,推动计量方式由体积计量向能量方式转变

在天然气贸易计量中,以能量计量的方式进行计算是最公平的方法。目前,我国天然气贸易计量以体积计量为主,但随着市场经济的不断完善,在我国天然气贸易计量中实行能量计量势在必行,而能量计量设备的创新,是实现这一举措的重要前提。

我国已有一些天然气计量站配备天然气在线分析系统,它可提供天然气组成和发热量的数据,如中石油、中海油等上游公司,通过气相色谱仪分析天然气组成,最后以能量计量方式进行天然气的计量交接。新奥燃气也有部分企业采用能量计量的方式进行结算,比如东莞燃气、泉州燃气等,均在能量计量方面取得了一定进展。

因此,计量行业发展离不开计量技术的进步和技术设备的创新,提升计量技术和设备水平是促进计量行业发展的重要前提和必要手段。

4 交通天然气设备创新的一些方向探讨

创新重要,持续创新更重要。行业发展之路没有终点,设备创新之路也没有终点。交通天然气行业发展的今天,提出一些持续发展方向共同探讨。

(1) 加强主要设备、主要零部件国产化,进一步降低行业成本

通过多年的发展,在天然气交通车用领域的部分主要设备、关键部件已进行了国产化,而且取得很好的推广效果。但仍然还有很多主要设备、零部件依赖于国外市场,需进一步加快创新和进行国产化。譬如,压缩天然气高压软管、高压防爆电磁阀等仍较多地采用进口产品,主要依托于国外技术。

随着天然气行业的大力发展,作为行业发展基石的天然气设备必须进行国产化。这不仅有利于降低生产成本、缩短供货周期和对产品的售后服务有所保障,而且对推动国家行业技术提升、推动国民经济增长、推动行业技术走向国际化也有着重大意义。

(2) 大力推动船舶“油改气”技术创新,推动液化天然气动力船的发展

目前,交通天然气在车用领域应用较广,而在船用领域还处于起步阶段。为了净化内河环境,发展水域绿色经济,应该积极推动内河液化天然气动力船的发展。发动机是船舶的心脏,船舶液化天然气供气系统是为发动机提供燃料的前置系统。它的设计和布置直接影响到发动机的使用性和经济性,国内目前虽能进行“油改气”,但如何在船舶有限的空间内减少闪蒸气的排放、将液化天然气尽最大程度利用、对供气系统进一步创新是需要考虑的课题。解决了船舶油改气技术,才能很好促进液化天然气动力船的发展,从而带来天然气交通用气的另外一片天地。

(3) 在现有行业信息化管理基础上,结合物联网、大数据及现代化管理技术,推动智慧能源发展,为实现天然气交通用行业安全、稳定、持续发展做出贡献

智慧能源是物联网发展的热点领域,21世纪是天然气的世纪。天然气清洁、优质的特性,使其必将成为新型能源得到广大的运用和推广,其在能源智慧中肯定起着关键作用。所以,在天然气能源中开展智慧能源是科技创新与信息行业浪潮中的一次重大机遇,有着重大的市场前景。下一步应当加大智慧天然气能源的创新与推广,进一步推动车用加气站、船用加气站的自动化、信息化,运用科学技术促进天然气行业的不断发展。

(4) 加强能源设备的安全性创新,加强设备方便性、易操作性创新,提高用户体验效果

在加气站建设及运行过程中,最重要的就是安全问题。能源设备创新,必须在设备的安全性上下大功夫。从设备本身各元件质量,到智能控制单元,再到各种报警系统、连锁系统、监控系统功能的完善;从新技术、新材料的运用,到工艺流程的改进,都要不断挖掘新思路、新模式,进行持续创新和改进,以此提高设备安全性,减少生产运营中可能带来的安全隐患,增强社会对行业发展的认同及信心。

当然,在考虑设备安全性的同时,也必须在设备的使用方便性、易操作性上下工夫,只有安全而且操作方便、灵活、用户体验好的设备,才是最受市场欢迎的设备。

(5) 展开低温材料研究,进一步提高液化天然气集成创新

基于液化天然气超低温(-162℃)存储的特点,对液化天然气管道保冷材料的选取就成为行业必须面临的问题。保冷效果的好坏不仅关系到整个管路的输送效率,而且对装置的安全生产也有至关重要的影响。因而,合适的保冷材料不仅能够降低能耗、减少冷量损失和BOG损耗,而且符合环保要求、为企业安全生产和创造更好的效益提供了保障。目前,传统保冷工程施工工序较多,工艺较复杂。要使行业能安全稳定发展,应当研究新的保温方式,推动保温技术发展。

在橇装设备的集成方面,也应当考虑新的模式,寻求新的方法。在符合标准前提下进一步提高储罐、泵的集成度,进行新的集成创新。这不但有利于解决用地问题,也能减少损耗的产生,有利于加气站的生产运营。

(6) 积极开展冷能利用技术研发和推广

为便于天然气运输,通常将天然气液化,每液化一吨天然气耗电约为850kWh。而在液化天然气接收站,一般又需将液化天然气通过气化器气化后使用,气化时放出很大的冷量,其值为830kJ/kg。而通常在天然气气化器中该冷能被舍弃,造成了能源的浪费。若液化天然气拥有的冷量能以100%的效率转化为电力,每吨液化天然气可利用的冷能折合电量约为240kWh。据此推算,一座600万t/a的液化天然气接收站,每年可利用的冷能约为14.4亿kWh,全国液化天然气4200万t进口规模,每年可利用的冷能约为100亿kWh。由此可见,可供利用的液化天然气冷能是相当可观的。这种冷能从能源品位来看,具有较高的利用价值,如果通过特定的工艺技术把液化天然气冷能利用起来,可以达到节省能源、提高经济效益的目的。

(7) 加强液化天然气火车等其他领域的设备创新,拓展天然气行业发展之路

2015年1月28日,首次使用液化天然气作为主要燃料、世界功率最大的3700kW双燃料内燃机车在中国南车资阳公司面世。该内燃机车的面世,标志着火车向清洁能源发展成为可能。

据报道,美国、加拿大、俄罗斯、印度都已经开始试验液化天然气火车机车。从内燃电力机车转换为液化天然气动力机车的成本为60万~100万美元,但年耗40万加仑柴油的机车若使用等能量的天然气,每加仑可便宜1美元,因此投资回收期很短,具有一定的

市场前景。加上液化天然气的环保特性,铁路运输燃料改为液化天然气也不是没有可能。国内应当加强该行业的设备、技术创新,为天然气的行业应用拓展新的出路和机会。

5 能源设备创新的方法建议

有了创新的目标和动机,就应该运用好的方法、途径坚持持续创新,从而保证行业永久的动力和活力,保证行业具有更大的发展与进步。思路决定出路,方法决定了创新结果的好坏。

(1) 总结、分析行业需求,把问题变为机会

现场需求是创新的源泉,应当抓住行业出现的各种现场难题,对各种挑剔需求,积极分析整理,在此基础上进行设备创新,从而解决行业发展瓶颈,变问题为机会,推动行业向前发展。

(2) 紧跟现代科技技术步伐,积极把物联网、云计算等新兴技术应用到能源领域

现代科学技术发展非常迅猛,互联网、云计算、大数据、物理网、系统支付等技术风起云涌,这些技术是能源创新的关键,只有紧跟现代科学技术的步伐,才能与时俱进,打造出适合当代社会的能源设备和产品。

(3) 第一时间吸收并消化国外设备先进技术,提高效率、缩短创新周期

能源设备创新,要积极吸收、借鉴国外一切优秀成果,积极引进有利于行业发展的人才、技术及经验,国内能源设备经过不断学习、开发及研究,部分产品取得一定创新成果,但和国外技术相比仍然具有一定差距。如当前大排气量、小体积、少油润滑、全自动运行、风冷冷却的压缩机,代表了当今的压缩机国际先进水平,国产压缩机虽然获得了一些突破,但在某些方面和国外技术水平相比还具有可提升空间,还需不断吸收国外技术,不断进行创新。

(4) 高校、企业结合创新,共推行业发展

能源设备创新,是一个多学科、多技术、多领域的综合创新,涉及范围非常广泛,应当积极发挥企业了解市场、院校拥有坚实理论和人才优势,大力推动高校、企业联合科技攻关与人才培养,共建研究中心、研究所、实验室,共同推动能源设备的创

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2015.04.002

LNG加气站低温离心泵气蚀控制与预防

□ 通达能源股份有限公司 (200030) 姜 磊

摘 要: 分析了LNG加气站低温离心泵气蚀发生的原因和不利影响。通过对NPSHA和NPSHR的论述,提出了低温离心泵气蚀判定方法。最后,提出了LNG加气站低温离心泵气蚀控制与预防的技术措施。

关键词: 低温离心泵 气蚀 可用气蚀余量NPSHA 必需气蚀余量NPSHR

Cryogenic Centrifugal Pump Cavitation Control and Prevention of LNG Filling Station

Tongda Energy Co. Ltd., Jiang Lei

Abstract: Analysis of LNG filling station causes cryogenic centrifugal pump cavitation and adverse effects. Based on the NPSHA and NPSHR are discussed, presents cryogenic centrifugal pump cavitation determination method. Finally, put forward the technical measures of LNG filling station cryogenic centrifugal pump cavitation control and prevention.

Keywords: cryogenic centrifugal pump cavitation net positive suction head available net positive suction head required

气蚀是LNG加气站离心泵常发生的现象,对LNG加气站设备设施(尤其是离心泵)损害很大,对LNG加气站生产运行可靠性、安全性、经济性产生巨大不利影响的现象。LNG加气站离心泵发生气蚀时,离心

泵的扬程、流量、功率、效率等都会发生大幅下降,甚至是离心泵断流停止运转。更为严重的是,如果离心泵长期在气蚀的情况下运转,离心泵的叶轮、泵轴、轴承等将发生严重磨损和损害,甚至造成离心泵

新与改进。

6 总结

国家主席习近平指出:“唯改革者进,唯创新者

强,唯改革创新者胜”。在新一轮全球经济环境下,只要紧跟科技创新,锐意前进,奋发向上,不断促进能源设备进步,推动能源行业发展,大力发展绿色经济,就一定能实现“蓝天常在,青山常在,绿水常在”的绿色中国梦。