

CNG 加气机技术水平评价指标体系*

何太碧¹ 黄海波¹ 谭金会¹ 莫玲²

(1.西华大学 2.四川省产品质量监督检验所)

何太碧等. CNG 加气机技术水平评价指标体系. 天然气工业, 2005; 25(3): 144~147

摘要 随着 CNG 加气站网络建设规模的扩展, 必然使得 CNG 加气机的保有量不断增加。鉴于市场上 CNG 加气机产品众多, 质量参差不齐, 导致 CNG 加气站时有事故发生, 危害极大, 因而建立一套“标准、简要、适用、可操作性强”的加气机技术水平评价指标体系及评价标准已是当务之急。为此, 以国产加气机生产运行现状为切入点, 从技术性、安全性、可靠性、经济性等方面出发, 建立了国产 CNG 加气机技术水平评价指标体系层次模型。在实地调研、查阅标准文献、咨询专家的基础上, 进行了指标测度。通过模型分解, 采用专家打分法和功效函数法对定性指标和定量指标确定分值, 建立了加气机技术水平评价标准。由此确立的评价指标体系和评价标准适合于进行计算机辅助评价, 可实现加气站设备技术水平异地评价, 保证了评价结果的客观公正性。

关键词 压缩天然气 加气机 技术 水平 评价 指标 标准 国产化

一、国产加气机生产运行现状

压缩天然气进入加气机后, 经过气体过滤器、加气机电磁阀、质量流量计、拉断阀和加气枪注入汽车储气瓶, 完成加气工作。加气机的微机控制器自动控制加气过程, 并对质量流量计在计量过程中输出的流量信号和压力变送器输出的电信号进行监控、处理和显示。加气机气路系统负责对售气过程的顺序进行控制并在售气结束后自动关闭电磁阀。

世界上利用科里奥利(Coriolis)原理生产质量流量计的国家比较多, 但以美国高准公司(Micro Motion)下属的费希尔—罗斯蒙特公司生产的质量流量计质量较好, 目前罗斯蒙特公司已推出 DH050 型流量计。国内正积极研究和开发高性能的质量流量计; 中国测试技术研究院已研究出 DH025、DH038 系列的质量流量计, 并在国产加气机上普遍使用, 效果良好(DH025 型流量计每个脉冲表示 0.7 g 或 0.001 m³ 气体, 最大充气量为 20 kg/min; DH038 型流量计的最大充气量为 24 kg/min)。

国产售气系统采用了很多重要的安全措施。首先, 在连接加气机和加气嘴的软管上安装 1 个安全拉断阀。其作用是防止汽车在没有取下加气嘴就开

走时, 将加气机拉离底座或拉倒加气机, 扯断气体管线, 造成安全事故。另一个重要的安全措施就是压力—温度补偿系统, 也称防过充系统。最终加气压力的温度补偿方式, 目前采用最多的是使用气体方程和计算公式软件以及压力和温度传感器计算正确的最终充气压力型。对单独的加气机, 防过充系统通常设置在加气机中。在慢充系统或使用加气柱的快充式加气站中, 压力—温度补偿系统通常设置在加气柱上游(紧挨加气柱)独立的遥控仪表盘。对于有多个加气柱或软管的慢充设施, 由于所有的汽车同时加气, 通常整个系统只使用 1 个温度补偿单元。

国内的 CNG 加气机生产企业有 15 家左右。通过引进消化, 国产加气机的性能正稳步提高; 整机采用防爆设计; 大多采用高压型数字质量流量计(精度 2‰)作为核心部件, 避免了各种因素造成的对加气机的精度(整机精度 5‰)及稳定性的影响; 采用双 CPU 控制的操作显示、打印系统, 为用户提供友好的操作界面——能进行手动加气、设定金额加气, 并将所有参数看作单面屏幕显示(单枪加气机)或双面屏幕显示(双枪加气机), 并可打印出结果; 内定参数的设定具有密码保护, 设置和修改灵活且安全可靠; 配备的安全联动系统具有安全联锁功能和过压保护

* 本文为科技部“十五”清洁汽车技术研究项目(我国加气站设备技术水平评价、改进建议及应用推广分析 2003BA408B25)及四川省教育厅青年科技基金(我国 CNG 加气站设备技术水平评价指标体系研究 0323179)的部分研究成果。

作者简介: 何太碧, 1970 年生, 硕士研究生, 讲师; 现主要从事清洁汽车工程及加气站技术研究。地址: (610039) 四川省成都市西华大学交通与汽车工程学院。电话: (028) 89829386, 87720079。E-mail: vechile_2001@263.net

功能,软件控制三组阀实现高、中、低压下切换加气,这些创新设计可确保在正常状态或故障情况下,人、机、站的安全性和可靠性;通常采用微电脑控制。现在国产加气机中的一些代表品牌,如北京长空、重庆巨创等都形成了系列产品,主要功能有:直充功能、超载保护功能、超强的记忆功能、掉电显示功能、瞬时断电保护功能、双面背光液晶显示功能、远传及终端控制功能、定量及非定量售气功能。有些还可选配 IC 卡自动刷卡结帐功能、税控功能、单次售气帐单打印功能等。

笔者随机调研了 50 余个 CNG 加气站,加气机抽样 111 台,涉及 12 家生产企业。反映出 CNG 加气机质量参差不齐:有些计量不显示,设计不过关,计量精度差,有些因未设安全拉断阀或安全阀质量不过关曾造成机毁人伤的事故。总的来说,一些规模大、技术开发力量强的售气装置生产厂家,产品质量较为可靠,已经达到或接近国际先进水平,但核心部件如高精度数字质量流量计目前还主要靠进口或外协件解决。除了内在质量的问题,一些厂家生产的售气装置时日不久就外观模糊,液晶显示表面粗糙;制造工艺水平低,松动老化严重;抗干扰能力弱,对温度变化也较为敏感,计量时有“漂移”现象;一些加气机在加气计量过程中时有“冰堵”现象;一些加气机接地不好。

二、加气机技术水平有效评价指标体系的建立

1. 评价指标体系应遵循的原则

压缩天然气加气机技术水平评价指标体系是用于衡量不同型号、不同企业加气机技术水平的统一尺度。评价指标体系的选择是建立在科学、客观、尽可能全面反映评价各项目标要求的基础上。技术水平评价指标的筛选应遵循 7 项原则:系统性原则、可测性原则、独立性原则、可比性原则、主次性原则、简练实用性原则、虚实结合原则。这些原则在具体应用时会出现一定的矛盾,为此进行如下处理。

(1) 定量指标与定性指标相结合,既可使评价具有客观性,便于层次模型处理,又可弥补数学寻优法的不足及数据本身存在的某些缺陷。

(2) 绝对量指标与相对量指标结合使用,绝对量指标反映总体及规模水平,相对量指标反映在某些方面的强度(或密度)。

(3) 评价的有效性与评价的简便性相矛盾时,应在满足有效性的前提下,尽可能使评价操作简单。

(4) 指标的系统性与可获得性相矛盾时,对评价关系影响甚大的指标,目前又无法获得数据时,则给出建议指标,以保证指标体系的系统性和科学性。

(5) 指标的精确性与可信度问题。评价应尽可能精确,但对目前不能做到很精确的指标,则请专家据经验做定性描述,给某些指标以质的界定,以提高可信度。

(6) 指标的重要性与针对性问题。评价指标体系既要考虑生产时的关键技术指标,也要考虑生产运行中的弱视指标,以期加强对生产实践指导。

2. 指标体系构成要素

加气机在购置时作为一种特殊商品,具有使用价值和价值两种属性,使用价值是价值的载体。因此要评价加气机技术水平必须设置辅助评价指标——经济性评价。无论是新建站还是旧站,技术水平评价就是考察 CNG 加气站设备的价值和使用价值的大小,最终结果是客观反映使用价值的大小。

指标是属性的结合,总体来看,加气机技术水平评价指标体系包含技术性评价和经济性评价两大类,考虑的主要属性如下。

(1) 技术性能参数指标

售气装置的主要技术性能参数有:装置工作的环境温度和湿度、计量精度、流量范围、计量范围等。

(2) 可靠性指标

CNG 汽车加气站设备的可靠性是指设备在规定时间内,规定的条件下,完成规定功能的可能性。对加气机,“完成规定的功能”是指其输出的各种性能指标应保持在规定范围之内。“规定的条件”一般是指评价时依照国家标准、行业标准或企业标准规定的环境条件(如温度、湿度、振动、大气腐蚀等)、试验条件和使用、运行及维修方法,加气工技能等。“规定的时间”,是指设计时所规定的加气机正常发挥规定功能的时间长短,即国家有关标准强制的使用时间。

(3) 安全性指标

售气机系统的安全性指标指设备在设计、制造和生产运行时自身安全防护预防和杜绝对第三方造成危害的能力,包括国家的方针、政策、法令以及标准规定对加气机安全性的限制性要求。如 GB/T 18363—2001、GB/T 18603—2001、GB/T 19236、GB/T 19237 等标准就是用以规范售气系统配置和安全性缺陷项目的。

(4) 经济性指标

主要指加气机及附属装置购置成本、使用维修

保障费用等。经过分析,拟采用系统售价、年均费用、加机管线数3个指标的组合,以全面反映加气机在使用前、使用中的动态经济性。

3. 指标体系层次模型

目前用于系统评价的方法主要有层次分析法、模糊评判法、Delphi以及因素空间法、数理统计法等,尤以层次分析法和模糊评判法应用较广。层次分析法能较好的解决加气站设备技术水平评价中的2个主要问题:如何确定加气站设备各性能权重因素;如何根据具体的性能权重值获得被评价的加气站设备技术水平。在充分调研,征求专家意见,查阅国内外相关文献的基础上,通过综合评价方法,进行指标遴选,构建了加气机技术水平评价指标体系层次结构模型(图1)。

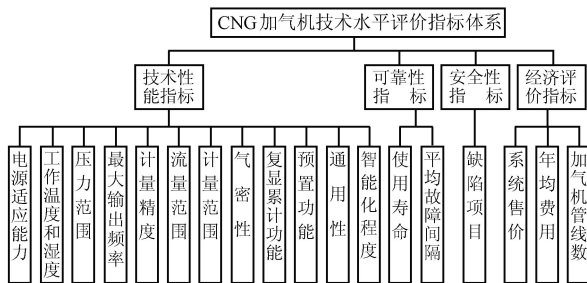


图1 加气机技术水平评价层次结构模型图

不同技术特点的在用加气机技术水平评价指标体系是经过聚类融合后形成的,指标的含义丰富而饱满。指标体系建立后,评价标准的确立就显得十分必要。评价标准包括层次结构模型最底层指标测度、指标强弱(优劣)判断——指标分值的确定。

三、加气机生产运行技术水平的评价标准

1. 指标测度

(1) 电源适应能力

指加气机应能在AC220 V(+10%~−15%)、50 Hz±1 Hz供电环境中能正常工作。加气机设计工作电压和频率范围越宽越优。建议电器部分都要进行1500 V耐高压试验。

(2) 工作温度和湿度

主要考察质量流量计、电子装置、背光源液晶显示对环境温度和湿度的适应性。国外厂家生产的质量流量计工作温度在−240~200℃,电子装置温度为−40~65℃。在评价国产加气机技术水平时,可参照执行。相对湿度适应值和工作环境温度

范围越宽,产品适应性越强,技术性能就越优。整机稳定工作指标在下属区间的,直接判定该指标不合格;环境温度为−25~55℃、相对湿度为30%~90%。

(3) 压力范围

指加气机设计工作压力、最高工作压力、额定工作压力、额定静态压力范围。设计工作压力应不低于27.5 MPa,最大工作压力不低于25 MPa,额定工作压力20 MPa,额定静态压力不低于35 MPa。

(4) 最大输出频率

主要包括电源频率、质量流量计频率、固态继电器频率。电源频率是指加气机工作电源的标称电压,应与我国工业用电频率50 Hz相适应。国外质量流量计最大输出频率为1.5~10000 Hz(可调),固态继电器为500 Hz,响应时间为0.1~0.2 s。在评价时以此为参照值,质量流量计和固态继电器的频率取值越大越好,而响应时间则应可调或可选择。

(5) 计量精度

美国规定加气机的系统精度为1.5%~2%,我国CJJ844—2000(汽车用燃气加气站技术规范)标准规定为1%。若进口国家标准规定的加气机精度低于我国标准,则必须以我国标准为准。若进口国家标准规定的加气机精度高于我国标准,则以进口国家标准为准。国外很多加气机质量流量计精确度为流量的±0.4%,我国很多加气机计量误差小于等于0.5%。推荐采用质量或体积流量计量,但不推荐采用孔板流量计。流量计不允许有漂移现象。

(6) 流量范围

流量范围为1~22 m³/min。

(7) 计量范围

指单次计量范围、累积计量范围、最小测量范围,主要看体积/质量、金额/单价。单次量程整数位不少于3位,小数位不少于2位;累积量程整数位不少于6位;最小测量范围不大于3 kg或4 m³。

(8) 气密性

主要考察电磁阀、加气口、单向阀密封处等承压部件连接处压缩天然气气路是否有漏气现象。GB/T192372003要求在25 MPa下保持10 min,以各CNG气路连接处不泄露为合格。但气密性试验宜在30 MPa左右进行。

(9) 复显累计功能

指加气机可以复显最近几次的加气数据,以备查验,能统计当班加气累计数值和汇总累计数值。复显次数不得少于最近3次,且当加气机因故停电

而中断加气时,当次已加气量的显示时间不少于 15 min,或者在故障发生后 1 h 内,手动控制单次或多次复显的时间之和不少于 5 min。

(10) 预置功能

加气机应当具有金额预置、气量预制多种加气模式,且预置范围(kg 或元)不能过小,应达到 10000 以上。同时应当有密度设定和锁定功能。

(11) 通用性

主要考察自密封阀、加气嘴是否通用。自密封阀端部及加气嘴结构尺寸应分别符合 GB/T19236—2003 附录 C、附录 B 的要求。对仍使用 NGV—2 加气嘴的加气机直接判定该项指标不合格。

(12) 智能化程度

指加气机能实现远程监控,无人值守,并可通过计算机联网实行信用卡式或磁卡缴费,或预留接口可实现升级。同比条件下,可以选择整机外形尺寸作辅助指标,单位为 mm。外形尺寸越小,或相近外形尺寸加气枪数目越多则越优。评价时也可用相同枪数加气机的整机重量为辅助指标。

(13) 使用寿命

主要考察电脑板、阀体使用寿命,进口电脑板、阀体使用寿命,一般在 2 a 左右,国产设备大多在 8000 h 左右。建议评价时选取 12000 h 为标准。

(14) 安全性缺陷项目

加气机设备必须具备两项最重要安全措施,也是必检项目。即在连接加气机和加气嘴的软管上是否安装具有(可恢复)拉断阀;是否有压力—温度补偿系统。抽检项目有:加气机是否正确良好接地;加气机附近是否设置防撞栏;加气机是否设置减压阀;进气管道上是否设置防撞事故自动截断阀;储气瓶组与加气枪之间是否设置储气瓶组截断阀,主截断阀,紧急截断阀和加气截断阀;紧急按钮(危险紧急情况用以截断所有电源和液压管路系统);当管道压力漏失、超压或溢流时能否自动关机;所有电器设备是否都具防爆性且有过压保护。

(15) 售气机管线数

指多线售气系统的管线数目,考虑到 CNG 利用率和布线难易程度,根据实际调研,推荐采用三线售气系统,评价标准宜定为 3~5 线。对于多管线售气系统要求售气机能在不同管线数之间切换,且能自动显示管线数。

2. 指标分值的确定

所确定的指标包含定性指标和定量指标两大类。定性指标包括电压范围、气密性、通用性、智能

化程度、最大输出频率、安全性缺陷项目,其余指标为定量指标。由于在测度过程中得到的评价值量纲不同,为了使各项指标具有可比性,必须进行无量纲化处理。但目前对加气站设备技术水平评价指标尚无成熟的处理办法,根据国内外同行研究成果,结合所建立的层次结构模型,本项研究对定量指标处理时采用功效系数法:设评价单位集合内的某项指标最高值为 H ,最低值为 L ,受评企业的指标实际值为 X ,则其该项指标得分为: $Y = 100(X - L)/(H - L)$ 。

对定性指标采用专家打分法并据同等标准,对被评价售气装置进行分析比较后给出分值 81~100 为好(高);61~80 为较好(高);41~60 为一般;21~40 为较差;0~20 为差。

当最底层是一个复合指标(即由几个分项指标构成)时,可以采用加权平均法求复合指标的分值。权重的设定可以由专家确定或通过专家构造分项指标对复合指标的判断矩阵后求得。假定各分项指标的分值为 Y'_i ,分项指标对复合指标的相对权重为 W_i ,则复合指标得分为: $Y = \sum W_i Y'_i$,且 $\sum W_i = 1$ 。指标体系及评价标准确立后,采用层次分析法等综合评价方法,可以进行加气机技术水平强弱比较。

四、结 论

加气机技术水平评价指标和评价标准指标应当在实践中进行检验,原则有 3 条:一是被调查者(含设计制造技术人员、燃气专家组成员、加气站设备技术人员、CNG 用户)对评价指标体系及评价标准的认同度;二是被调查者对指标体系中最底层指标对上层指标的重要性(或优劣度)权重;三是最终评价结果能反映评价对象的客观形态。

成文中参考了以下内部资料:①国家科技部《全国清洁汽车行动巡展论文集》,陕西西安,2003 年 9 月;②《四川省暨成都市汽车工程学会 2003 年学术论文集》,四川成都,2003 年 10 月。

参 考 文 献

- 1 黄海波,何太碧等.CNG 汽车加气站设备技术水平评价指标体系.天然气工业,2004;(3)
- 2 何太碧,黄海波.我国 CNG 加气站技术水平评价指标体系研究.西华大学硕士学位论文,成都,2004
- 3 《汽车加油加气站设计与施工规范》宣贯辅导教材.北京:中国计划出版社,2003
- 4 庞浩,杨作癯.统计学.四川成都:西南财经大学出版社,1998

(收稿日期 2004-12-24 编辑 居维清)