

» 您现在的位置: 压缩机杂志 >> 2007年12月刊 >> 正文

[用户登录](#)

载入中...

[每期杂志](#)[最新热门](#)» [\[组图\]天然气压缩机--有油润滑还是无油润滑](#)

热 ★★★

天然气压缩机--有油润滑还是无油润滑

作者: 佚名 文章来源: 本站原创 点击数: 454 更新时间: 2007-12-10 10:04:43



大部分乳化油污可以被过滤器过滤掉,但油蒸汽很难被捕获而会进入到天然气储气罐及车辆的燃料系统后凝结并淤积下来,从而会影响到汽车燃料系统和发动机的正常运行。多采用及格过滤器会使这些问题得到一些改善,但同时又带来额外的设备投资,维护以及营运费用问题。

尽管科研人员不断地努力研究解决这个问题,油污问题依然存在。如今,合成聚二醇润滑油被推荐取代矿物油。因其润滑特性及粘度很适用于活塞式压缩机,而且具有较低的蒸发压力,这样会减少随天然气进入到汽车发动机的油蒸汽量。但其主要的不足是这种润滑油价格较高,宜夸脱价值6美元多,而且也不能保证气体中不含油污。油污的含量实际上还与压缩机运行时的温度、运行工况、中间冷却器和过滤器的效率、以及通过润滑系统所注入的润滑油油量等因素有关。

随着越来越多的运输公司和公交公司的车辆转向使用天然气,天然气汽车市场对大容量压缩机的需求在不断增加。有些公司的加气站使用多达三台容积流量为2400Nm³/h的压缩机。对双作用,大容量无油润滑压缩机的需求在增加。这种类型的压缩机可达到350马力或更高。

本文将分析大型天然气压缩机的油污问题,相关费用以及避免油污对天然气公交车辆及其发动机污染的一些可能的解决方法。

公交汽车制造厂家的一个主要目标是提供可靠的车辆,避免路途故障修理的高昂费用,营运中断以及给乘客带来的不便。由于公交车发动机运行时间长且对油污很敏感,不论在空载或满载负荷低速行驶,汽车制造厂也有责任尽可能减少油污的闯入侵扰。

公交汽车和长途客车制造厂家对天然气中所含油污聚集于储气罐和发动机内的问题特别关心。经验显示,在2~3年的时间,淤积于储气罐的油污会占据25%的储气罐容积。这必然减少储气罐有效容积,增加车辆的额外负载,影响公交汽车总的营运效率。

由于安装在汽车内的储气罐通常由碳纤维和金属合成材料制成,无法焊接排污阀。只能定期将储气罐拆卸下来并翻倒后排污,然后重新安装回去。每辆车5小时的人工费用应该是合理的,对于一个拥有100辆公交车的车队,假设每三年一个周期排污一次,人工费按50美元一小时计算,仅这一项开支将是每年8300美元。

在防止油污进入发动机的实践中，在储气罐和调压器的下游，安装一个10微米的粗过滤器已经被证实并不够。调压器和电磁阀上以及新的灵敏的喷气系统和点燃系统都很容易形成油膜。实际上很流行的做法是在调压器的下游串联安装两个1微米的过滤器。

这种过滤器比粗过滤器有效，但需要较高的费用以及监管，每个过滤器价值10到15美元，每行驶6000英里或6个月就应更换。过滤器上安装有切断阀也能够排除油污，但需要花费时间去更换。对一个拥有100辆公交车的车队，按每6个月一个周期更换一次和人工费用50美元一小时计算，仅过滤器的开支一年为1万美元。

目前，先进的大功率汽车发动机的燃料系统是由喷射器将燃料雾化后溶于空气，喷射时间是由微处理控制器来控制的。控制器同时监管电气控制，检测速度、负载、空气流量以及废气排放中的氧含量等。这些监测传感器的精度对油污所造成的覆盖膜很敏感。

为了提高效率，降低废气排放，先进的汽车发动机通常运行于接近燃料的爆炸极限，使用爆击声传感器来自动延时或关闭发动机。天然气中以及压缩机润滑油中所含的重碳水化合物如进入到发动机会加速燃气的自动点燃或爆炸。这是发动机运行时要避免的。

另一方面的考虑是，油污进入到发动机后，所增加的维修时间也影响到公交车辆的营运效率。一台发动机的大修费用为5~8千美元。公交车辆一般每年运行6.45万英里，理想的发动机能使用7年才需大修。从第6年开始，如果按照100辆车中有4辆需要过早的燃气系统或整机大修，这项开支每年1~1.6万美元。然而实际情况是，由于误操作和一些极端情况，发动机因天然气质量，含油污和缺乏有效的监管而导致的实效更为普遍。公交车辆更趋向于较高的维修费用。因此压缩天然气中的油污直接关系到公交车辆的额外运行费用。

有油润滑与无油润滑的比较

传统的解决天然气含油问题的办法是使用多级过滤。但是操作人员又如何知道过滤系统是否合适，工作情况是否良好？最有可能的是在油污已经淤积到一定程度才被发现。如果是这种情况，那么可能已经太晚而无法避免昂贵的维修费用。

在串联两个高效联合过滤器的较小压缩天然气装置（新设备和过滤器）上，测试表明天然气会带走5ppm的合成聚二醇润滑油通过过滤器。为了维持这样一个水平的带油量，操作人员必须很勤奋地排放油分离器和过滤器。维修和更换过滤器元件，同时要维持压缩机的高峰运行工况，频繁的检查，防止偏离正常的设置，这几乎是不现实的。

一个比较流行的公交公司用加气站的规模为压缩机容积流量2400Nm³/h。每年运行3000小时，5ppm的含油量（仅油污蒸汽，不含乳化油污）累计起来将是每台压缩机每年会传送26.7公斤重的油污到加气站的储气系统。事实上对一套大型加气站设备带入的油污会加倍，每年每套系统会有多达60.5升的油污带入加气站储气系统。

相对磨损部件采用自润滑材料的压缩机（通常被称为无油或无油润滑压缩机），则能从根本上解决问题。虽然无油润滑压缩机的设备投资可能会稍微高一些，但可以从根本上消除油污带入问题。因此这项投资是很值得的。

将无油润滑技术想像为用橡皮擦来擦一张纸。橡皮的磨损量将取决于来回摩擦的频率和动作的快慢，施加于橡皮的力以及纸的表面粗糙度。无油润滑压缩机的重要概念包括：较低的活塞平均速度、较长的活塞行程、较低的转速、较小的承受压力、较小的摩擦接触面积和保守的排气温度。

关于活塞行程速度，实践证明，限制在213m/min是适合于无油润滑天然气压缩机的。另外较长的活塞行程比较合理，因为摩擦产生热量，而影响密封填料环和活塞环寿命的致命因素就是过热。无油润滑压缩机的填料函要比高转速短行程的有油压缩机长。将往复运动的活塞杆一部分表面暴露于外面来散热是很重要的。活塞杆表面硬化处理至55RC也将有利于提高填料的寿命。限制活塞平均速度而且采用较长的活塞行程，将要求降低曲轴的转速。较低的转速反过来会改善压缩机气缸的冷却，降低气缸的温度，从而延长活塞环的寿命。

支承环会使活塞与气缸分离而不接触。0.034MPa的设计承受压力对支承环是一个关键参数，因为支承环磨损量与承受压力成指数关系。例如，0.048MPa的承受压力会导致三倍于0.028MPa承受压力时的磨损量。

对于气缸来讲，表面光滑度和较小的摩擦系数是极为重要的。最新的技术是进行气缸表面处理。这种处理会抹平气缸表面的微小粗糙度，使气缸表面光滑度优于经过研磨加工的光滑度。

排气温度更是一个关键因素，由于热量会使活塞环软化，引起变形和过早的磨损。压缩机设计时应尽可能将排气温度限制在135℃以下。

设备投资及运行费用

投资购买设备时并没有免费的午餐。投资者必须决定是预先投入较多的资金购置高质量的压缩机，从而享受其较高的运行效率和较低的维护费用，还是购置较为便宜的机器而长期忍受其较高的维修和运行费用以及承担较高的风险。

许多因素会影响到天然气加气站设备拥有者的总支出费用，但是预先稍微多支出一些资金购买一台无油润滑压缩机，将会大量节约后期的运行和维护维修费用。

设备投资

一台容积流量为2400Nm³/h的无油润滑压缩机，典型的设计是采用114.3mm的活塞行程，900r/min的转速，206m/min的活塞平均速度。这样的参数是较为保守的中等负荷无油润滑压缩机设计。当然运行在900r/min的转速，如果采用天然气发动机作为动力，将需要用减速器或采用较贵的低速发动机。减速器能够降低速度，但需额外的支出。

容积流量为2400Nm³/h的有油润滑压缩机，一般设计为274m/min的活塞平均速度，76.2mm的活塞行程和1800r/min的转速。通常来讲，有油润滑压缩机的活塞杆负载能力及价格较低。在应用于天然气加气站时，一般会用到活塞杆满负载能力。但这种机型的优点是可直接由1800r/min的发动机驱动。

安装费用

与相同容积流量的1800r/min四列有油润滑压缩机相比，上述一台无油润滑压缩机的占地面积可能还会相对较小，由于其采用两列型式，地基也会较小，固有的噪声级也应该是小于1800r/min的有油润滑压缩机，消声设备的费用也较少。

维护费用

有油润滑与无油润滑压缩机零部件的更换费用将会有较大的区别。一台1800r/min的有油润滑压缩机的机身承受较高的负载，很可能会导致更频繁的主轴承等部件全部更换。十字头销轴套也承受较高的负载，两者都要求维护。气缸润滑系统的单向阀和油泵组件也需要维护更换。

在普通的石油和气体生产应用中，平均的机身部件维修费用（包括油污过滤器的更换，气缸润滑系统和油泵的维护），对一台900r/min连续运行的无油润滑压缩机来讲，大约为2美元/马力/年。而一台1800r/min的有油润滑压缩机估计将为两倍，4美元/马力/年。

气缸部件是维护费用较高的部分。合成润滑油的维护者声称其比无油润滑的设计有更为良好的运行记录。为进行气缸维护费用的评估，保守的估计，无油润滑压缩机的易损件的寿命为：一级进气阀8000小时，中间级的气阀及活塞环6000小时，最差的高压级的活塞环为3000小时。

按零部件的公布价格，上述易损件的寿命时间，380马力的压缩机和3000小时的年运行时间计算，零部件更换费用为7.5美元/马力/年。人工费用按50美元/小时，每年50小时计算，则为6.5美元/马力/年。

有些采用合成润滑油的压缩机实际上是一种少油润滑设计。这种设计依靠支承环活塞，但仍采用与有油润滑相同设计的部件。

由于油膜会减少磨损，活塞环的更换频率应会降低。但是1800r/min压缩机的气阀更换应该是频繁于900r/min压缩机。而且较高的活塞平均速度（274m/min）也会影响活塞环的寿命。

运行费用

对于有油润滑压缩机，润滑油的消耗量将占运行费用的一大部分。有油润滑压缩机，用注油器将润滑油注入气缸来减轻活塞环的磨损和避免刮痕。

压缩天然气中的油滴和较大的乳化油污，经过级间冷却器和油分离器后会被过滤掉。微小的乳化油污和油蒸汽仍留在压缩气体中，如不再过滤，则会随天然气进入到储气系统。

假定合成润滑油的润化特性以及粘性与矿物润滑油相同。典型的四列，1800r/min，2400Nm³/n的压缩机注入润滑油量大约为每运行24小时5升。假定油价为24美元/升，可以计算出380马力，每天运行9小时的一台有油润滑压缩机，润滑油的消耗量为12美元/马力/年。

现在来看一下所有的这些因素，比较一下总的维修及运行费用。表1表明有油润滑的压缩机维护费用高于（主要是由于润滑油的消耗）较为保守设计的无油润滑压缩机。可能有人会争论具体的数据，但总的差别

还是很明显的。

无油润滑压缩机系统中润滑油窜入到天然气中唯一的可能途径是沿活塞杆。一台维护较好的900r/min无油润滑压缩机（采用传统的较短的活塞杆）会带入0.2ppm油。而上述有油润滑压缩机，每天所注入的5升润滑油将会全部进入到天然气中。其含油量会达到115ppm，575倍于无油润滑压缩机。

处理解决天然气中的油污，使进入到汽车发动机的气体不含油，必须进行级间冷却带走压缩过程产生的热量和分离过滤掉油滴和油污。在压缩机排气管安装一个粗过滤器可过滤掉大部分残留在气体中的乳化油污。在安装一个细过滤器可过滤掉更小的乳化油污。两个过滤器的芯子都必须经常更换，过滤下来的油污也需处理。过滤器芯子价格为35~75美元一个，典型的使用时间为6个月。

需要注意的是，冷却器和过滤器并不能过滤掉所有的油蒸汽含量，部分油蒸气仍会进入到储气罐系统和淤积于气罐内。油蒸汽可以用吸收式过滤器过滤掉，但其成本较高。

过滤下来的油污处理也是一个问题，每年注入到一台压缩机的757多升的润滑油，必须在排污处收集起来，装在油桶内。由于油污不能就地处理，而且合成油并不能回收利用。通常的办法是联系专门从事废油回收的公司的取走。这又是一笔额外的开支。

经纪性分析

对压缩机拥有者来讲，可用性和可靠性是最大的影响成本的因素。与一台900r/min的无油润滑压缩机（装一个过滤器）相比，一台1800r/min的有油润滑压缩机的负载更大。其分离器必须不短的排放污油，两级过滤器必须停机后才能维修，这些都将导致机器停机时间。

一台容积流量为2400Nm³/h的加气站，一天的营运收入大约为6000美元。按照每天运行9小时，137立方英尺天然气等量于一加仑柴油（每加仑柴油按1.00美元计算）。每年按只多运行60小时（2%的运行时间）计算，一台无油润滑压缩机组每年可多获得4万美元的收入。

主要的费用节约则是来自较低的运行维护费用。表2、3、4列出了两种压缩机的维护费用。计算时假定公司有100辆公交汽车，每辆车每年运行4万英里，行驶速度为每小时10英里（包括考虑空载情况），每年运行365天，每天运行9小时，采用2400Nm³/h压缩机的加气站可在一小时内加满30辆汽车，两种压缩机组都为760马力（两台压缩机），进气压力为1.7MPa，人工费用假定为50美元一小时。

表2列出了估算的10年内两台无油润滑压缩机维护费用。表3列出了相对可比的两台有油润滑压缩机维护费用。表4列出了两种压缩机维护费用差别，既采用无油润滑压缩机所节约的维护费用。

在决定购买较贵的压缩机设备时，总是要承担一定的风险。如果按最小的15%的投资回报率来估算投资风险，那么表4所列的10年内净节约费用当前值将为14600美元。因此，维护费用的节约证明选用无油润滑压缩机组是明智的。

来源：《廿一世纪初汽车加气站用CNG压缩机论文集粹》

（任建荣 李健翻译）



文章录入: lingqiang 责任编辑: admin

- 上一篇文章: 活塞式压缩机常见问题及处理方法
- 下一篇文章: 压缩机轴封

【字体: 小 大】 【发表评论】 【加入收藏】 【告诉好友】 【打印此文】 【关闭窗口】

 网友评论: (只显示最新10条。评论内容只代表网友观点,与本站立场无关!)

[设为首页](#) | [加入收藏](#) | [联系我们](#) | [友情链接](#) | [版权申明](#) | [征稿办法](#) | [赞助单位](#) | [关于我们](#)

主办: 中国压缩机网 | 协办: 流体机械及压缩机国家工程研究中心 西安交通大学压缩机研究所

Tel: 029-82582165 68887999 Fax: 029-82582092 Email: magazine@compressor.cn

Copyright©2007 www.yasuoji.com.cn All Right Reserved 陕ICP备08101635号