

# 辛烷值机的故障分析及解决措施

柴立军 杨晓荣

中国石化塔河炼化有限公司质检中心 新疆 阿克苏 842000

**摘要:** 炼厂质检中心一台CFRF1/F2型研究法辛烷值机在使用压缩比法测定出厂92#汽油时发现汽油辛烷值较平时低,为92.2,通过更换备用辛烷值机测试,使用内插法辛烷值机测定后辛烷值为92.8,说明两台仪器结果相差较大。两台仪器同时测定甲标,甲标中含有一定量的甲苯,由于甲苯对发动机的爆震较为敏感,通过测定甲标可判断机器状态是否正常。配制标准值为93.4的甲标。经过测定,内插法辛烷值机测定的甲标为93.3,适合实验分析使用。测定压缩比法辛烷值机时93.4的甲标其辛烷值只有92.7,偏低0.7个辛烷值,已严重超出 $93.4\pm 0.3$ 的方法(GB/T5487)要求,说明压缩比法辛烷值机已出现故障,不再适合分析实验<sup>[1]</sup>。通过调整进排气门间隙、重新设置发动机基础气缸调试、更换爆震传感器、拆缸检查等,最终发现是发动机气缸进气门结有较厚的胶质和积碳,进气门与气门座无法完全密封,导致发动机漏气,使测定结果严重偏低。

**关键词:** 辛烷值;爆震;气缸;甲标;偏低

## 前言

汽油辛烷值是成品汽油最重要的一项分析指标,是表示汽油抗爆性能的大小,其中研究法辛烷值(ROK)起到划分汽油牌号的作用。辛烷值机是由一台带有火花塞的标准单缸四冲程可改变压缩比的发动机和控制发动机转速、可提供动力和吸收动力的电动机组成。发动机内的爆震强度是由深入到气罐内部的爆震传感器实时测定。辛烷值机分为研究法和马达法(MON)两种,研究法辛烷值机转速在600r/m,控制点火提前角为13°。当汽油与空气进入气缸被压缩,在活塞运转到上止点时,火花塞点燃混合油气,发生爆燃。当汽油辛烷值较低时,发动机应相对的使用较低的压缩比,才能正常运转。低辛烷值汽油在高压压缩比发动机中使用会导致发动机活塞在没有到达上止点就提前产生强烈爆震,发生强烈的敲缸现象。因此为适用高压压缩比的发动机,汽油中应加入高辛烷值组分进行调合,或加入抗爆剂,防止汽油在高压压缩比的发动机中提前爆燃,损坏发动机。

辛烷值机机械运转部件多,在长期运转时或多或少都会出现问题,使测定结果偏低或偏高,给产品质量造成影响。通过解决辛烷值机测定过程中出现测定结果严重偏低问题的过程,并查找出产生故障的原因,解决问题。

## 实验部分

### 1 辛烷值机在测试过程中出现的问题

研究法辛烷值机压缩比法在进行正常测定成品汽油辛烷值时,发现测定结果比平时测定时偏低0.7-1.0个辛烷值,压缩比法是依据与样品辛烷值相当的辛烷值为100的异辛烷与辛烷值为0的正庚烷按一定比例进行配比的,辛烷值为92的标油,其中异辛烷含量为92%。标样辛烷值在最大爆震强度下的气缸高度与样品在最大爆震下可查表进行比较,得出样品的辛烷值。此方法测定相对内插法快速,重复性为 $\pm 0.2$ <sup>[2]</sup>。

调取近期92#成品出厂汽油辛烷值结果和近期成品汽油调组分的变化情况如下表。

表1 近期成品汽油辛烷值与族组成情况

序号	采样时间	罐号	芳烃(v/v)% <sup>[2]</sup>	烯烃(v/v)% <sup>[2]</sup>	氧含量(m/m)% <sup>[3]</sup>	实测辛烷值
1	2022.5.1	503	32.3	0.1	2.13	93.1
2	2022.5.3	504	32.4	0.1	2.10	93.0
3	2022.5.6	501	32.1	0.1	2.14	93.1
4	2022.5.8	503	32.3	0.1	2.05	92.9
5	2022.5.11	504	32.1	0.1	2.11	93.0
6	2022.5.14	501	32.2	0.1	2.13	93.1

最后一次成品汽油组分与之前出厂汽油并没有发生变化,但辛烷值变化却很大,比平时低0.8个单位,初步

判断辛烷值测定结果出现偏差。因此启动另外一台备用研究法辛烷值机进行测试503#罐成品汽油辛烷值,检验

压缩比法辛烷值机测定结果的准确性。备用辛烷值机固定为电脑控制的内插法，此方法优点是测定准确度高，使用两个已知辛烷值的标样测定出的震爆强度，再根据样品的爆震强度计算样品的辛烷值。但此方法对爆震传感器的精度和稳定性要求较高，同时也存在测定用时长，消耗标样和样品量大的缺点。

两台仪器测定值偏差0.7，内插法辛烷值机与前期出厂汽油测定结果变化不大，说明压缩比法辛烷值机出现故障可能性较大。用甲苯、异辛烷和正庚烷配制的标样对辛烷值进行测定，检验发动机的真实偏差情况。辛烷值机对甲苯较为敏感，并且由于甲苯研究法辛烷值为120，使用少量甲苯配制的标液可使辛烷值机发生较大变化，以此来判断辛烷值的工作状况。GB/T5489中规定，甲标测定时不能超过其标准值 $\pm 0.3$ ，超出此范围，发动机就不适合实验分析。

内插法测定甲标与其标称值相差0.1，适合GB/T5487要求。压缩比法辛烷值机测定甲苯辛烷值为92.6，与真实值相差0.8，已严重偏离真实值，确定此机已出现故障，需要检查维修。

## 2 辛烷值机测定结果严重偏低的解决方案

辛烷值机开机运转情况：仪器启动前的盘车情况良好，转运正常，有明显的上止点压力。仪器启动后的运转状况良好，进气温度正常，冷水塔水量适合，发动机转速600r/m，点火提前角13度，也正常，发动机爆震声清脆，没有明显杂音、震动现象，发动机排气背压-30mmH<sub>2</sub>O，曲轴箱润滑油压力25psi，冷却液温度211°F，发动机基础运转参数都在正常范围内。

### 2.1 调整进排气门间隙

由于发动机进排气门间隙是会经常改变的因素之一，因此使用专用塞尺测量进排气门间隙，发现进气门间隙为0.002in，排气门间隙为0.017in，方法要求在热机状况下进排气门间隙同为0.008in，通过调整后，达到方法要求，开机测试，甲标仍然比标称值偏低0.6个辛烷值，问题没有得到解决。

### 2.2 重新标定发动机的基础气缸高度

启动发动机，点火，给油，让发动机热机运转1小时，充分预热后，关闭发动机，断油。拆下爆震传感器，安装专用于测量气缸压力的压力表，把数字计数器背后与气缸蜗杆的软连接断开后，启动发动机，在不供油的情况下，计数器上下数字调整一致，即气缸高度没有进行大气压补正，把气缸高度调整到0.352in，当前环境大气压为88.6kPa，经查表气缸压力表应为179psi，多次实测气缸内压为176psi，经过提升气缸缸头，调整缸内

压力达到179psi，把气缸高度计数器手动旋转到930后，把计数器背后的软联接上<sup>[3]</sup>，检查确认压缩比数字计数器在778和1061时的气缸内压力能否达到 $169\pm 2$ psi和 $241\pm 4$ 范围内，再把爆震传感器安装好，开机测试，配制93#标油和93.4甲标，经充分预热后测试，93.4甲标实测值为92.9，偏低0.5个辛烷值，测定结果仍然不符合投用要求。

### 2.3 更换爆震传感器

使用调整仪器参数的方法已经不能改变仪器现状，考虑到此仪器在分析过程中磁质爆震传感器是最关键的部分，它安装在发动机气缸头上，并深入到气缸内部，时刻在测量发动机气缸内的爆震强度大小，同时起到过滤机器的震动干扰，爆震传感器是否灵敏，能否正常工作，对测定结果至关重要，为防止爆震传感器带病工作，因此更换一个备用爆震传感器。安装好后，经润滑油试漏，爆震传感器周围没有发现漏气现象。开机测试，93.4甲标实测值为92.7，仍然偏低0.7个辛烷值，说明测定结果偏低并不是爆震传感器造成的。

### 2.4 降低进发动机进气温度

只能退而求其次，仔细查看GB/T5487规程，11.3.6节中，有一段小字，“在当前大气压力和标准进气温度下经调节的进气温度不应超出 $\pm 22^{\circ}\text{C}$ （ $40^{\circ}\text{F}$ ），使用模拟爆震表时，甲苯标准燃料辛烷值从0.1变化到0.2，则进气温度大致调整 $5.5^{\circ}\text{C}$ （ $10^{\circ}\text{F}$ ），温度上升，甲标辛烷值上升降”。温度调谐是通过降低进气温度，使进入气缸内空气密度增大，进气量增大，强化测试条件，从而增强爆震强度，提高测得的辛烷值，与车用涡轮增压有相似之处。如果提高进气温度，测会减弱爆震强度，而使测得的辛烷值降低。由于我厂辛烷值机测定的96.9甲标辛烷值实测值为96.2，偏低0.7。因此我们在测定过程中把进气温度降低 $20^{\circ}\text{C}$ ，经过实测，96.9甲标辛烷值平均值为96.6，93.4甲标辛烷值为93.1。符合GB/T5487方法要求，此辛烷值暂时可投入使用。

正常进气温度是根据当地大气压进行修正补偿到标准大气压下的特定温度，大气压不同，进气温度也不同，一般随着大气压的升高，进气温度相应降低，以保证在不同地区不同大气压下测定辛烷值时进入发动机的空气量相同。

通常降低进气温度并不能掩盖辛烷值机本身所出现的问题，仪器本身的问题还真实存在。

因此我们还需继续查找原因。

### 2.5 拆卸发动机，检查内部情况

从仪器外部情况检查不出问题的原因出在哪里，只

能从发动机内部查找。

通过拆掉发动机气缸缸头和缸体，露出发动机活塞，发现缸头顶部表面有较厚一层积碳和无积盐。

有较厚的一层无机盐和积碳覆盖在缸头表面，说明测定的某些样品中有较多的杂质和较重组分存在汽油中，这些组分无法完全燃烧，沉积在了缸头上。

气缸活塞头上有较厚的积碳和无积盐的存在，会影响到仪器测定时的压缩比变化情况，但并不是导致测定结果偏低的主要原因。

活塞环开口位置错开，虽然第四和第五环开口处接近，但第一、第二和第三环的开口位置错开，因此并不会导致发动机漏气，五个活塞环并没有连成线状。说明缸头和缸壁密封性较好。如果五个活塞环位移至一条纵线上，也会使发动机气缸内的高温高压气体泄露到曲轴箱内，降低压缩压力，使缸内爆震强度降低，使测定样品辛烷值偏低。

如图1为辛烷值机进气门，



图1 进气门附着有大量胶质和积碳

图中进气门锥面和挡板处已经覆盖有较厚的一层焦炭状物质，斜面的密封层也有焦炭和胶质存在，严重影响了进气门挺杆的密封性，在进气门关闭状态下，在失去密封性的情况下，当活塞运行至上止点，即压缩冲程顶点时，高压高温气体会从进气门密封处泄漏出去，造成发动机漏气，爆震强度降低，导致样品辛烷值测定结果严重偏低。

新更换的进排气门需经过与相应的气门座认真、仔细打磨，斜面处与气门座完全严丝合缝后方可使用。

通过更换进排气门后，对代表不同牌号辛烷值的甲苯和汽油样品测试，结果完全符合GB/T5487汽油辛烷值测定法中测定甲标与实际值相差 $\pm 0.3$ 的要求。困扰我们半年的辛烷值测定值偏低的问题最终得到解决。

最终原因：是由于进气门斜面密封处结有大量胶质和积碳，使气缸密封失效，导致气缸在测定样品时漏气，缸内爆震强度减弱，使测定结果严重偏低。

压缩比法辛烷值机通过此次维修后可投入正常使用。

此外在平时的辛烷值测定中我们需要注意的是不能用甲苯标定燃料代替参比燃料进评定样品，不仅仅是为了确定标准爆震强度，还因为甲苯更容易产生积炭。

#### 结束语

虽然降低发动机进气温度可以增加进气量，提高待测样品辛烷值，使甲标达到GB/T5487方法要求的范围，但并不能掩盖发动机本身出现的问题，如果要在不降低发动机进气温度的情况下就能符合甲标测定要求，通过更换活塞进气门并打磨进气门斜面与进气门座，使进气门的密封面与气缸盖进气门座斜面处严丝合缝。此外还有一个可能导致测定辛烷值偏低、气缸漏气的原因是发动机在长期运转过程中，活塞做往复运动时，气缸活塞上的五个活塞环缺口位移至一条纵轴上。这种可能性较低，但在实际工作中也会发生。

辛烷值机是大型精密测量仪器。测定未知汽油样品前需要仔细、认真检查待测定样品，是否适合辛烷值测定，硫太高，放置时间太久的样品都会对发动机造成一定损害。我们的辛烷值机就是由于测定了一批放置了十几年的某油库的库存汽油，导致后期样品测定结果严重偏低，辛烷值机发生故障。

#### 参考文献

- [1]GB/T5487-2015 汽油辛烷值测定 研究法[S]
- [2]NB\_SH\_T 0741-2010汽油中烃族组成的测定 多维气相色谱法[S]
- [3]NB\_SH\_T 0663-2014汽油中醇类和醚类含量的测定 气相色谱法[S]