

浅谈汽缸密封性检测

◆文/江苏 赵宝平

发动机是汽车最重要的总成之一,就像人的心脏一样。由于发动机结构复杂,且工作条件较差,其主要零部件(如活塞、活塞环、汽缸等)既承受着高温、高压,又在交变转速和高负荷工况下运转,故磨损较大,导致故障率极高,成为汽车故障检测的重要部件之一。

由于诊断发动机技术状况的参数较多(如汽缸压缩压力参数、曲轴箱窜气量参数等),因此本文只选择与发动机磨损量、功率、燃料消耗量等综合性能参数相关的检测项目进行介绍。在实际工作中,应根据具体条件合理地选择检测项目,以判断发动机的技术状况。常用汽车技术状况参数见表1。

发动机汽缸密封性主要是由汽缸活塞组、气门与气门座、汽缸盖、汽缸垫及有关零件保证的,其评价标准主要有汽缸压缩压力、曲轴箱窜气量、汽缸漏气量、进气管真空度等。

一、汽缸密封性与发动机性能

发动机在长期使用中,由于汽缸活塞组零件磨损、气门与气门座磨损、烧蚀以及缸体和缸盖密封面翘曲等,将使汽缸的漏气量增加,密封性能下降,从而导致发动机功率下降、油耗增加。此外,在汽缸活塞组磨损时,机油窜入燃烧室的量也相应增加,发动机工作时机油的消耗也随之加快。当然,在发动机严重漏气时,其启动性能也随之恶化,所以,汽缸密封性对发动机的性能有着直接的影响。汽缸密封性变差具体表现在以下几个方面。

1. 汽缸压缩压力下降

由于汽缸压缩压力与压缩比、曲轴转速和汽缸活塞组技术状况相关,所以汽缸压缩压力下降很大程度上是由汽缸活塞组和气

表1 常用汽车技术状况参数

类别	参数	计量单位	
几何尺寸	磨损量	mm	
	间隙	mm	
	行程	mm	
	车轮定位值	mm或(°)	
	车轮平衡量	g·mm	
工作过程参数	发动机功率或驱动桥输出功率	kW	
	燃料和润滑油消耗量	L/100km或g/100km	
	汽缸压缩压力	kPa或MPa	
	汽缸漏气量	kPa或Mpa	
	曲轴箱窜气量	L/min	
	进气管真空度	kPa	
	润滑油介电常数(亦称电容量)	%	
	点火(或供油)提前角(曲轴转角)	(°)	
	工作过程参数	触点闭合角(或重叠角)	(°)
		切向力和自由转动量	N和(°)
制动距离		m	
充分发出的制动减速度		m/s ²	
制动力		N	
侧滑量		m/km	
发光强度和光轴偏斜量		cd和mm	
伴随过程参数	废气成分和浓度	%和10 ⁻⁶ FSN	
	噪声	dB(A)	
	振动	m/s ² 或Hz	
	温度	°C	
压力	kPa		

门组磨损造成的。

2. 曲轴箱窜气量增加

曲轴箱窜气量与活塞组总的技术状况相关。

3. 进气管真空度降低

由于汽缸活塞组密封性能下降,造成活塞在进气行程中漏气,导致进气管真空度降低。

二、汽缸压缩压力检测

发动机汽缸压缩压力与压缩比、曲轴转速、润滑油黏度和汽缸活塞组等技术状况有关。汽缸压缩压力是评价汽缸密封性最直接的标准,通过汽缸压缩压力检测可以判断发

动机的技术状况,同时根据检测时出现的故障现象,还能判定是汽缸活塞组漏气,还是气门座密封不良,进而分析各缸的磨损和漏气情况。

1. 汽缸压力表及其原理

汽缸压缩压力常用汽缸压力表检测,汽缸压力表是一种专用压力表,其构造如图1所示。它由压力表、气管、单向阀和锥形橡胶塞组成。压力表头的驱动元件是一根扁平的弯成圆圈状的弹簧管(见图2),它的一端固定在表头底座上,另一端通过杠杆、齿轮机构与仪表指针相连。当汽缸压缩气体进入弹簧管时,弹簧管在气体张力作用下伸直,驱动拉杆、扁形齿轮和小齿轮带动指针转动,从而在表盘上指示出汽缸压缩压力的大小。汽缸压力表前端接头有两种,一种为金属硬导管与橡胶锥形接头相连,直接压紧在火花塞

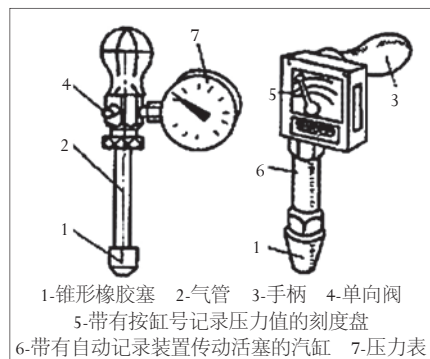


图1 汽缸压力表

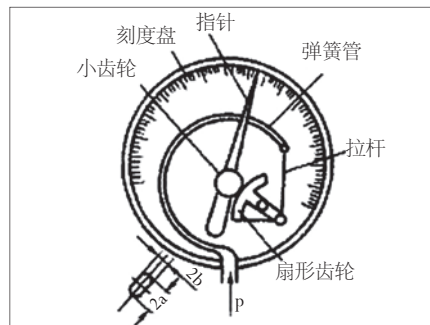


图2 弹簧管式压力表

孔上;另一种为软导管与螺纹接头相连,拧紧在喷油器螺孔内,用于柴油机汽缸压缩压力的检测。单向阀控制弹簧管内压力是否与大气相通,当单向阀处在关闭位置时,汽缸压力表显示的压力就是汽缸压缩压力。检测结束后,打开单向阀,表内压力与大气压力相等,表针迅速回落到零位,方便下次测量时使用。

2. 汽缸压缩压力的检测方法

(1) 发动机运转至正常温度(冷却水温度为80~90℃)后停机,卸下空气滤清器,用压缩空气吹净火花塞(或喷油器)周围的灰尘,再拆除全部火花塞(或喷油器)。

(2) 将节气门与阻风门全开(减小运动阻力),然后将汽缸压力表的锥形橡胶塞压紧在被测汽缸的火花塞上。需要注意的是,检测柴油机时需选用螺纹接头。

(3) 用启动机驱动曲轴3~5s后,同时用转速表进行曲轴转速监测(汽油机的转速应 $\geq 130\sim 150\text{r/min}$,柴油机的转速应 $> 500\text{r/min}$),压力表指示数值则为该汽缸的压缩压力。为保证测量数据的准确性,各缸应重复检测2~3次,取平均值为测量结果。检测结束后按下单向阀,指针恢复到原始状态,以方便下一个汽缸的检测。

3. 技术要求及测量结果分析

发动机汽缸压缩压力及各缸压力差的技术要求如表2所示。一些常见车型发动机汽缸压缩压力标准值如表3所示。

测量结束后,需对测量结果进行分析。测量结果大于标准值并不能表明汽缸密封性好,应结合发动机的使用和维修情况进行综合分析,如燃烧室内积炭过多、汽缸垫过薄、缸体或缸盖结合面经多次磨削加工

表2 汽缸压缩压力及各缸压力差的技术要求

作业项目	标准代号	汽油机		柴油机	
		汽缸压缩压力	各缸压力差	汽缸压缩压力	各缸压力差
在用车二级维护前	JT/T201-1995	大于标准值的85%	小于各缸平均压力的10%	大于标准值的90%	小于各缸平均压力的8%
发动机总成送修标志	交通部13号令	汽缸压缩压力小于标准值的75%			
发动机大修竣工	GB 3799-83	符合标准值	小于各缸平均压力的8%	符合标准值	小于各缸平均压力的10%

表3 发动机汽缸压缩压力标准值

车型	压缩比	汽缸压缩压力标准值(kPa)	车型	压缩比	汽缸压缩压力标准值(kPa)
解放CA1091	7.4	930	一汽奥迪AAH	10	1099~1593
东风EQ1091E	6.75	不低于833.56	红旗CA488	8.3	不低于930
上海桑塔纳IV	8.5	1000~1300	上海桑塔纳AFE	9	1000~1300

等,都可导致燃烧室容积减小,使压缩比增大,从而提高了汽缸压缩压力。若测量结果小于标准值,可向被测汽缸火花塞(或喷油器)螺孔注入20~30mL新鲜润滑油,摇转曲轴数圈后测该汽缸的压缩压力,如测量值与加润滑油前相同,说明气门和气门座之间漏气,应修磨气门与气门座;如测量值比加润滑油前有所增加,说明汽缸、活塞、活塞环等严重磨损。有一台没有维修记录的上海桑塔纳AFE型发动机,其汽缸压缩压力标准值为1MPa,若用汽缸压力表测得其汽缸压缩压力为1.2MPa,则可判断其故障为燃烧室内积炭过多;若测得其压缩压力小于标准值的85%,则可用以上方法来判断是汽缸、活塞、活塞环磨损故障还是气门、气门座故障。

4. 注意事项

用汽缸压力表检测汽缸压缩压力虽然应用比较广泛,但测量误差较大,测量结果不仅与汽缸密封性有关,还与转速有关。图3为发动机汽缸压缩压力与曲轴转速关系曲线。在低转速范围内,转速差 Δn 即使不大也能引起压缩压力测量值较大的变化,只有曲轴转速达到一定值后,其影响才逐渐减

小。所以在检测汽缸压缩压力的同时应监测曲轴转速,测量和记录转速、压缩压力测量值应同时进行,这就需要在检测前确保蓄电池和发动机处于良好的状态,以保证测量精度。

三、汽缸漏气量检测

1. 汽缸漏气量检测仪结构及原理

图4为汽缸漏气量检测仪简图,检测仪由减压阀、进气压力表、测量表、校正孔板、橡胶软管、快换管接头、充气嘴、指针和活塞定位盘等组成。当测量活塞处于压缩行程上止点时,检测仪利用充入汽缸内的压缩空气,并根据汽缸内压力的变化情况来判断汽缸活塞组和气门组的磨损程度,从而检测发动机的技术状况。接上空气压缩机后,压力表反映出空气压缩后的压力情况。当扳动校正孔板后,可调整进入测量表的压力,调节减压阀,则可使测量表压力稳定在某一固定值。

2. 检测方法

(1) 将发动机预热至正常热状态,然后用压缩空气吹净缸盖和火花塞孔周围的灰尘,拆除全部火花塞并换装充气嘴,用橡胶

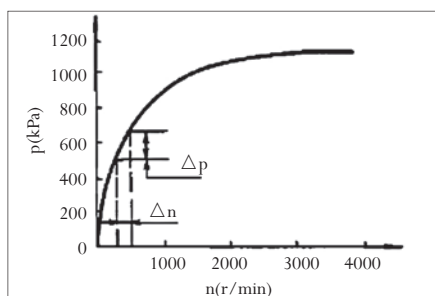


图3 汽缸压缩压力与曲轴转速关系曲线

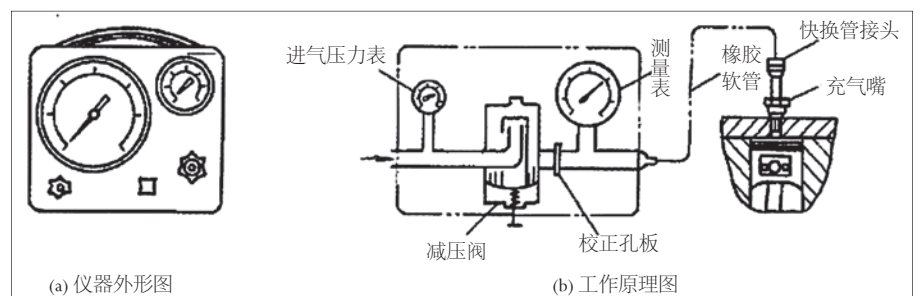


图4 汽缸漏气量检测仪简图

软管连接空气压缩机和检测仪。

(2)启动空气压缩机,使检测仪进气压力表读数相当于被测发动机汽缸压缩压力的设定值,一般在0.9~1.27MPa之间。在检测仪出气口完全封闭的情况下,调节减压阀使测量表指针稳定在0.4MPa的位置上。

(3)卸下发动机分电器盖和分火头,换上指针和活塞定位盘,摇转曲轴,按发动机点火顺序及定位盘缸序刻度确定第一缸压缩行程上止点位置,将变速器挂入低速挡,拉紧驻车制动装置操纵手柄。

(4)迅速将快换管接头插入第一缸充气嘴,读取测量表指针下降值,同时查听化油器口、排气消声器口、散热器加水口和润滑油注入入口等处是否有漏气声,以确定故障部位。

(5)将变速器换入空挡,松开驻车制动装置操纵手柄,摇转曲轴,按点火顺序依次测量其他缸压缩压力。为提高测量数据的可信性,每缸测量次数应大于2次,取平均值为测量结果。

3. 技术要求及测量结果分析

(1)在规定的检测条件下,对于缸径为102mm左右的发动机,若测量表气压值 $\geq 0.25\text{MPa}$,说明密封性能良好;若测量表气压值 $< 0.25\text{MPa}$,说明密封性能较差。

(2)检测中若多数汽缸漏气量下降较少,仅少数汽缸漏气量下降明显,可初步判定为气门密封不良而引起的漏气。此时可拆下漏气量较大的汽缸充气嘴,注入少量润滑油做进一步检查。

(3)若在化油器口听到漏气声则说明进气门密封不严;若在消音器处听到漏气声则说明排气门处有漏气;若在加油口处听到漏气声则说明活塞环处漏气;若在散热口处听到漏气声则说明汽缸垫破裂损坏。

4. 注意事项

检测仪所接空气压缩机应有油水分离装置,保证减压阀工作的可靠性。仪器使用后,减压阀应旋回至原始状态。

发动机汽缸漏气状况既可以用汽缸漏气量进行评定,也可以用汽缸漏气率进行评定,漏气量检测仪与漏气率检测仪的构造、工作原理和使用方法实际上是一样的。

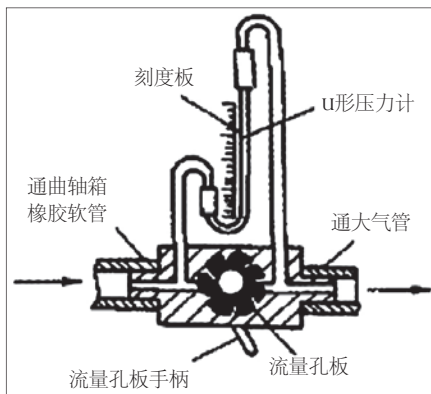


图5 曲轴箱窜气量测量简图

四、曲轴箱窜气量检测

1. 曲轴箱窜气量测量仪结构及原理

曲轴箱窜气量测量仪有多种型式,图5为U形管气体流量计。它由U形压力计、流量孔板、刻度板和橡胶软管等组成。测量时,需将曲轴箱密封,从润滑油注入口将漏窜入曲轴箱内的气体导入气体流量计,由于流量孔板两边存在压力差,使压力计水柱移动,直至气体压力与水柱落差相平衡,压力计水柱高度为单位时间内漏窜入曲轴箱气体的体积,以此来判断汽缸活塞组件的技术状况。

2. 检测方法

(1)密封曲轴箱进、排气道,然后用橡胶软管连接曲轴箱润滑油注入口与测量仪进气口。

(2)在汽车底盘测功机上,通过滚筒驱动车轮,经传动系对发动机加载。当发动机处于正常热状态时,全开节气门(柴油机供油拉杆推到底),在最大扭矩转速下调节流量孔板,通过选择不同直径的小孔,使U形管一端的气体压力与另一端的水柱落差相平衡,刻度板上所示水柱高度为单位时间内窜气曲轴箱的气体流量。如无底盘测功机,也可在坡道上选用合适的挡位,或在平坦路面上使用制动装置进行加载,测量曲轴箱内漏窜的气体流量。这种检测方法因试验工况不稳定而会影响测量结果。

3. 技术要求及数据分析

曲轴箱窜气量与汽缸活塞组的技术状况有关,还与发动机汽缸数、缸径、转速和负荷有关。为此,国家暂未制定统一的技术要求,表4为国外标准和我国地方标准推荐值。

曲轴箱窜气量较大时,一般是由汽缸活塞组严重磨损、活塞环或折断、活塞烧顶和汽缸拉伤等造成的。测量结果应结合使用、维修情况以及配件质量等进行综合分析。曲轴箱窜气量只能表示发动机总的工作能力,根据它难以确定各缸磨损程度。曲轴箱窜气量诊断标准有待维修企业逐渐积累资料制定,推荐按单缸平均窜气量作为检测诊断标准。

五、进气歧管真空度检测

进气歧管真空度也称为进气管负压,它是指进气管内的进气压力与外界大气压之差。发动机进气管真空度随活塞汽缸组的磨损而变化,并与配气机构零件的技术状况以及点火系统的调整有关。进气歧管真空度的检测能直接反映进气系统的密封性。

1. 真空表结构及原理

发动机专用真空表的表头结构与汽缸压力表的表头结构相同,当表头弯管内被抽成真空时,弯管在真空的作用下更加弯曲,从而带动杠杆、齿轮机构驱动指针动作,在表盘上指示出真空度值。真空表量程通常为0~101.325kPa,精度在 $\pm 0.15\text{kPa}$ 之间。汽油机负荷的调整是依靠节气门控制进入汽缸混合气的量来改变发动机的输出功率。怠速时,节气门开度小,进气节流作用大,进气管中的真空度较高;节气门全开时,进气管中的真空度较小。由于怠速时进气管真空度高(化油器式发动机为57~70kPa)且比较稳定,并对因进气管汽缸密封性不良引起的真空度下降较为敏感,因此常在怠速条件下检测进气管的真空度。

2. 真空度检测方法及其结果分析

检测进气管真空度的真空表由表头和软管构成,软管一端固定在真空表上,另一

表4 曲轴箱窜气量推荐值

类型	推荐值(L/min)	
	汽油机	柴油机
轻型车发动机怠速时曲轴箱窜气量	< 40	
中型(含中型以上)车发动机怠速时曲轴箱窜气量	< 70	
发动机总成送修时单缸平均窜气量	< 16 ~ 22	< 18 ~ 28
新发动机单缸平均窜气量	< 2 ~ 4	< 3 ~ 8

表5 发动机故障与真空表读数对照表

序号	发动机故障状况	真空表读数(kPa)
1	发动机正常故障状况	真空表读数稳定于57~70
2	气门与气门座密封不良	真空表读数比正常值跌落3~23
3	气门关闭时, 气门在导管中发生卡滞	真空表读数有规律地快速跌落10~16
4	气门弹簧折断或弹力不足	真空表读数迅速在33~74之间波动
5	气门导管磨损	真空表读数比正常值低10~13, 并缓慢地在47~60范围内波动
6	汽缸衬垫窜气	真空表读书比正常值突然跌落33
7	混合汽过浓	真空表读数缓慢摆动, 不稳定
8	混合汽过稀	真空表读数不规则地跌落
9	点火过迟	真空表读数稳定在47~57之间
10	气门开启滞后	真空表读数稳定在27~50之间
11	火花塞间隙过小或断电接触不良	真空表读数在47~54之间波动
12	火花塞磨损(转速2000r/min关闭节气门)	真空表读数迅速降至6~16后恢复至83
13	歧管衬垫漏气(转速2000r/min关闭节气门)	真空表读数比正常值低10~30
14	排气系统堵塞	真空表读数从83跌落至6以下后回至正常值

端可连接在进气管的检测孔上。其检测步骤如下: ①发动机预热至正常工作温度; ②将真空表软管与进气歧管上的检测孔相连; ③变速器置于空挡, 发动机怠速稳定运转; ④在真空表上读取真空度读数。

根据GB/T15746.2-1995《汽车修理质量检查评定标准-发动机大修》的规定, 大修竣工的汽油发动机怠速时, 进气歧管真空度应在57~70kPa之间。在进气歧管真空度波动时, 6缸汽油机不超过3kPa, 4缸汽油机不超过5kPa。若节气门全开时真空度在5~7kPa之间或者当节气门迅速地开、闭时, 真空度指针在6.3~84.6kPa之间摆动, 这说明进气系统密封状况良好。表5为发动机故障与真空表读数对照表。

3. 注意事项

进气歧管真空度检测只能判断发动机总的技术状况, 难以确定故障的具体部位, 仅是一种辅助的检测诊断方法。检测中真空度随海拔的升高而降低, 海拔每升高1000m, 真空度就降低10kPa, 检测结果需按所在地海拔位置适当地修正诊断标准。

六、工业内窥镜无损伤检测

1. 工业内窥镜的结构及使用方法

工业内窥镜由电源、导线、电缆、窥视管、物镜和目镜等组成。它利用光学纤维传光、传像原理及柔软弯曲性能, 对被检测对象内部肉眼观察不到的隐蔽部位进行有效的近距离检测。

使用内窥镜时, 首先要拆下需检测的汽

缸火花塞或将发动机火花塞全部拆下, 将内窥镜的物镜从火花塞孔插入燃烧室, 当活塞位于下方或下止点时, 用目镜观察汽缸套内壁有无划伤或拉伤的痕迹, 活塞顶面有无烧蚀和严重积炭、积垢, 燃烧室周围积炭分布情况以及积炭程度, 进排气门上有无积炭和密封环带密封状况等, 根据观察情况和异常现象的拍片分析, 最终决定发动机是拆检还是进行不解体维护。当发动机仅是燃烧室、进排气门积炭过多, 活塞、活塞环和缸套磨损较轻时, 可采用不解体维护技术使发动机恢复正常。

2. 解体维护技术的应用

在润滑油中添加清洗剂、分散剂进行机内清洗。清洗剂能防止或抑制润滑油氧化而生成沉积物, 软化和清洗活塞、缸壁以及进排气门上的积炭。分散剂用于吸附发动机低速时形成的油泥, 防止油泥凝聚生成沉积物, 使油泥分散悬浮于润滑油中, 不致堵塞油路和滤清器。

在燃料中添加燃料系统清洗剂, 清洗燃料喷射系统或化油器系统的积炭和积胶。清洗剂在汽车运行过程中自动清洗油路、化油器、进气歧管、喷嘴、进排气门和燃烧室积炭。

在润滑油中添加减磨耐磨添加剂或油性剂, 其能在发动机各摩擦表面形成吸附膜, 修复磨损表面, 恢复发动机压缩比, 消除发动机冒蓝烟或黑烟的问题。

在多种添加剂复合使用或混合时, 由于发动机运行工况和添加剂性能存在差异, 切忌将添加剂随意复合, 破坏润滑油效果。M

正原解码器

【专业创造完美】



V-60D
汽车故障电脑解码器



商用(柴油)车诊断专家



大客车



重卡



12V柴油



24V柴油



工程机械



乘用车



轻卡

官网网址: <http://www.v-scanner.com>
 企业网址: <http://www.zenyuan.com>

广州市正原电子科技有限公司
 GUANGZHOU ZHENYUAN ELECTRONIC TECH. CO., LTD

新址: 广州市科学城珠江路232号益民科技园3栋201号
 电话: 020-32290246, 32290245 邮编: 510663
 传真: 020-32290248 服务热线: 400-668-1711