

一种PHEV车型精准脱附系统及检测

陈晓军 王伟 禹 闯 席晓敏 任云强 梅光灿
吉利汽车研究院(宁波)有限公司 浙江 宁波 315000

摘要: 本文以某款PHEV车型轿车的燃油系统蒸发子系统为对象,通过对PHEV增压发动机车型在脱附运行过程中的研究,开发一种针对PHEV增发发动机车型的精准脱附系统,同时对工厂的脱附试验进行优化,达到优化和解决问题的目的。

关键词: 燃油系统;精准脱附;脱附试验

前言: 随着中国市场的PHEV从最初欧美的小电池、节油技术路线发展成为大电池、用电为主技术路线。大电池PHEV车型为了追求电感和燃油经济性,一是发动机介入车速高,二是发动机一旦介入、便拉高到经济转速,所以实际用车过程中歧管负压的工况减少,适合利用歧管负压进行脱附的工作区间很小,而增压工况增加,利用增压工况进行脱附完全可以满足要求。所以仅利用增压工况来进行脱附是符合车辆工作特性的,根据以上工况开发一种针对PHEV增压发动机车型的精准脱附系统,本文以某款PHEV增发发动机轿车车型燃油系统一种精准脱附系统的开发和工厂脱附试验优化进行说明。

1 一种 PHEV 车型精准脱附系统的开发

1.1 碳罐的脱附需求

汽油易挥发,为避免汽油蒸气进入大气污染环境,利用碳罐将燃油箱溢出的汽油蒸气吸附起来,发动机启动时,利用发动机的正负压变化,通过脱附管路将碳罐吸附的油气输送到发动机参与燃烧。对于ICE、HEV车型,通常设计为常压油箱,油气主要来源为加油时的油气挥发和用车过程中汽油挥发,对于PHEV、REEV车型,通常设计为高压油箱,油气主要来源为加油过程中油气挥发。

1.2 不同车型的脱附方案

根据发动机和车辆类型的不同,采用不同的脱附方案:

1.2.1 自然吸气发动机:进气歧管里面始终为负压,采用单脱附方案可以满足脱附需求。

1.2.2 增压发动机:在怠速时,进气歧管为负压,采用低脱附方案,在高速大负荷时,进气歧管为正压,采用高脱附方案。

2 PHEV 增压发动机车型精准脱附系统开发

以某款车型为例,对于WLTC工况中碳罐脱附(低-中-高-高)过程中的工况进行测试,整理如下:

2.1 低速工况脱附测试

刚开始一段时间转速在1300rpm附近,歧管负压-60kPa附近波动,但发动机刚启动,碳罐电磁阀尝试性短时开启,脱附量很小;随即转速进入1800rpm附近波动,当发动机负荷加大时进气歧管内为正压,发动机转速下降过程中进气歧管内为负压,电磁阀开度在波动中逐渐加大,脱附量也慢慢变大。测试数据如下图所示。

2.2 中速工况脱附测试

在脱附测试进入WLTC中速工况时,进气歧管内压力大部分时间都为正压,少数时间歧管负压且时间持续短,从压力曲线上看,正压时具有持续性,负压时曲线是尖峰;测试数据如下图所示。

电磁阀开度大多数时间保持在100%(全开)状态,脱附量大,刚开始一段时间转速在1300rpm附近,歧管负压-60kPa附近波动,但发动机刚启动,碳罐电磁阀尝试性短时间开启,脱附量很小;随即转速进入1800rpm附近波动,当发动机负荷加大时进气歧管内变为正压,发动机转速下降过程中进气歧管内为负压,电磁阀开度在波动中逐渐加大,脱附量也慢慢变大。

2.3 高速工况脱附测试

高速工况,进气歧管内压力几乎所有时间都为正压,负压时曲线多为尖峰。电磁阀开度大多数时间保持在100%(全开)状态,脱附量最大。两个高速工况几乎一样,测试数据如图1所示。

对于以上测试,采用在碳罐大气口连接流量计测量脱附流量,每秒取值1次,通过采集数据分析歧管正压变化下的脱附流量,整理如表1:

通过在WLTC工况碳罐脱附的测试和对数据的分析,低脱附占比约整个脱附量的26%左右。除了车辆怠速或者低速工况、催化器加热阶段进气歧管内为负压,车辆在中速或者高速运行时,进气歧管内绝大部分时间为正压,车辆启动初期受发动机水温影响、以及对发动机运

转稳定性要求,碳罐脱附流量小;随着水温上升、车速提高,炭罐电磁阀占空比大多数时间保持在100%(全开)状态,脱附量大。^[1]



图1 WLTC工况脱附（低-中-高-高）测试数据

表1 WLTC下脱附流量统计

进气歧管内相对压力 (kPa)	脱附时间计数	脱附量求和	小结
0~1	16	280.7	正负压变化边缘,脱附时间短
1~2	983	1013.7	正压区间脱附时间较长,脱附量贡献大
2~5	610	5282.7	
5~10	210	2059.6	
10~15	82	1197.4	高压正压的时间窗口短,脱附机会少
15以上	66	831.3	

满足国六要求的PHEV增压发动机车型的传统设计方案(如下图所示),当发动机运转而增压器不启动时,按照低紫色气流方向的低脱附策略进行脱附,进气歧管产生负压,使来自碳罐,通过碳罐电磁阀的脱附气流③沿低脱附管②进入进气歧管,从而达到脱附燃油蒸汽的目的,而不从高压脱附管路进行脱附;当发动机增压器

启动时,发动机进气歧管产生正压,大于进气管中的大气压,进气歧管的正压气流从②口进入,此时利用文丘里原理,在压力不变情况下,口径缩小,流速增大,产生负压,带动来自碳罐的脱附气流从③口进入到高脱附管,从①处流入进气管。更改如图2:

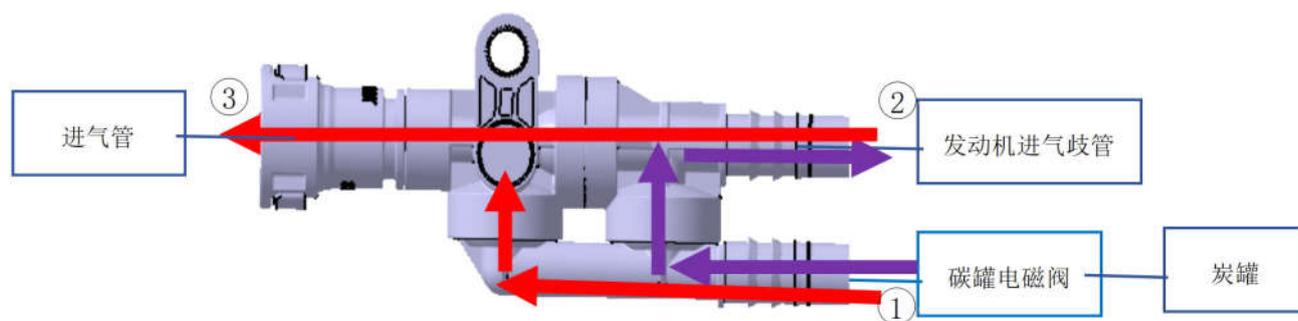


图2 传统脱附系统示意图

精准脱附系统应用于满足国六要求的PHEV增压发动机车型的碳罐脱附系统管路上,由于在WLTC循环中,低脱附流量占比占整个脱附量的20%左右,占比较少,取消低脱附(如图所示),只保留按照红线的气流方向的高脱附管路进行脱附,当发动机增压器启动时,发动机进气歧管产生正压,大于进气管中的大气压,进气歧管的正压气流从②口进入,此时利用文丘里原理,在压力不变情况下,口径缩小,流速增大,产生负压,带动来自

碳罐的脱附气流从③口进入到高脱附管,从①处流入空气滤清器进气管,从而达到在相同的时间内增加脱附气流量的目的。满足四型蒸发排放试验和七型加油排放试验的目的。

3 工厂脱附检测方式优化

对于PHEV增压发动机车型传统双脱附的系统,工厂利用怠速时低脱附通路进行脱附检测。如下图所示,断开炭罐脱附管连接炭罐电磁阀的快插接头①处,流量设

备管路接头接在中间，启动发动机，怠速检测，流量设备检测负压 > 0.1kpa即合格通过。

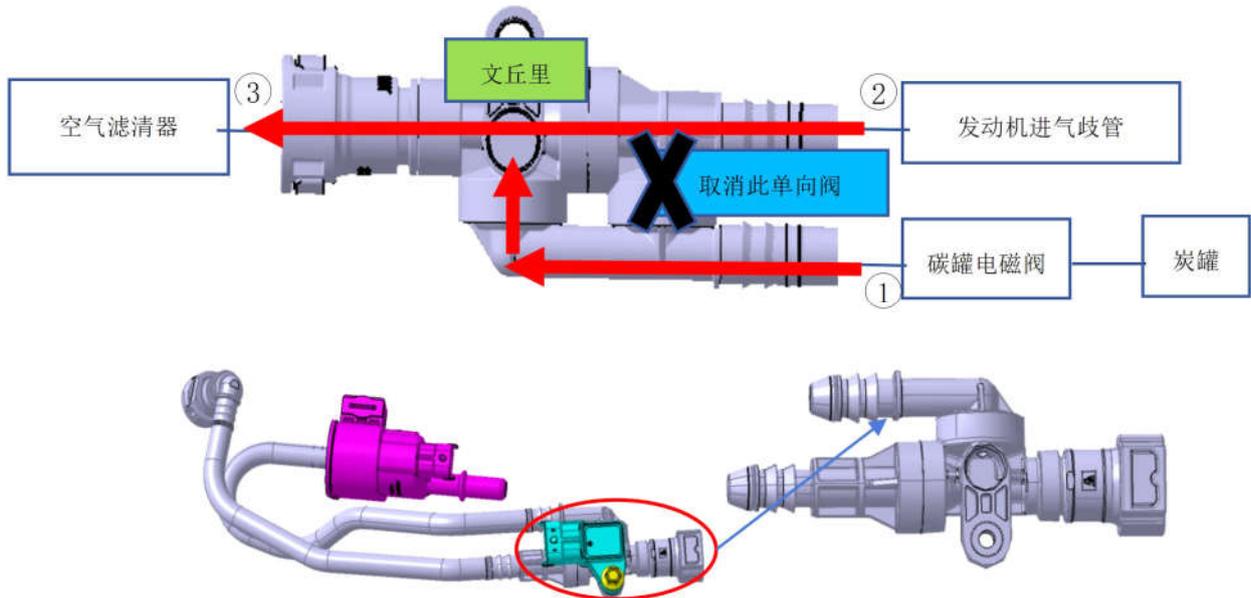


图3 精准脱附系统示意图

对于开发的精准脱附系统，取消低脱附通路，只保留高脱附系统，此时将无法在怠速状态下进行脱附检测，需要更改为如下图的检测方式，断开炭罐脱附管连接炭罐电磁阀的快插接头①处，流量设备管路接头接在中间，拨开脱附管在发动机进气歧管的快速插头③，接

入稳定压力源，压力开关不打开，将12V电源插件连接炭罐电磁阀接头②，不导通，打开压力源开关，接通12V电源，开启流量测试设备进行脱附流量检测，流量设备检测负压 > 0.1kpa即合格通过。

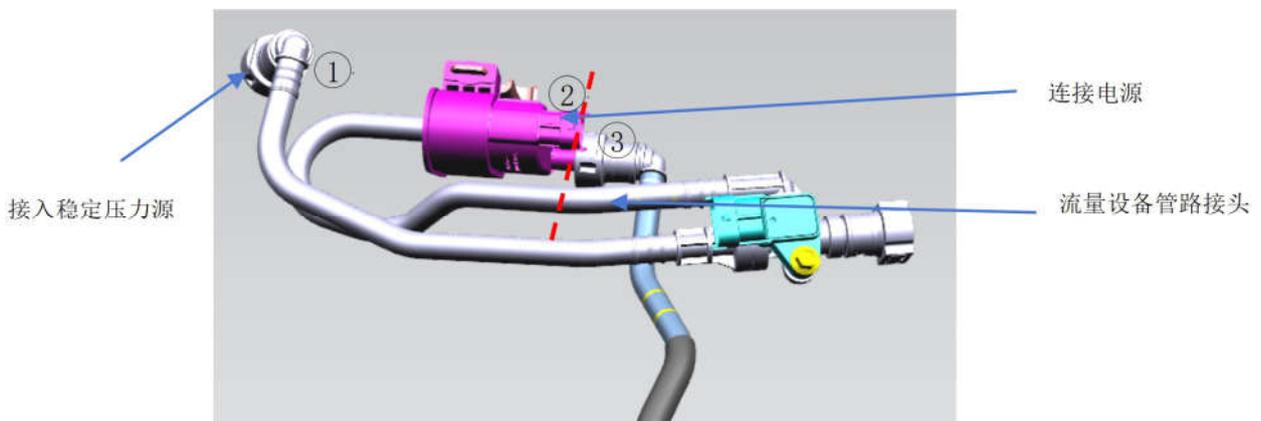


图4 精准脱附系统检测方式示意图

上述测试数据在某款车型上进行测试所得结果，测试工况在发动机增压工况启动时候，车速在90-130km/h，环境温度在35℃左右。测得的最高反向压力为39kPa，超过碳罐电磁阀工作时承受的最大反向压力30kPa，会造

成碳罐电磁阀皮碗翻边，从而产生蒸发泄露诊断OBD报警，发动机故障灯点亮。

对于测试所需要的正压源需要按照文丘里零件的测试锁定压力的大小。如下为文丘里的脱附能力：

表2 文丘里脱附能力表格

	压力 (kPa)	1	2	3	4	5	6	7	8
抽样1	驱动流量 (L/min)	10	15	18	21	24	26	28	30
	脱附流量 (L/min)	9	9	16	19	22	25	27	28

续表:

	压力 (kPa)	1	2	3	4	5	6	7	8
抽样2	驱动流量 (L/min)	10	15	18	20	23	26	28	30
	脱附流量 (L/min)	10	16	19	24	24	27	30	32
抽样3	驱动流量 (L/min)	10	15	19	21	24	27	29	31
	脱附流量 (L/min)	7	13	17	20	21	27	28	30
抽样4	驱动流量 (L/min)	9	15	19	21	25	27	29	31
	脱附流量 (L/min)	6	13	17	21	24	26	30	32
抽样5	驱动流量 (L/min)	8	15	18	21	24	27	29	31
	脱附流量 (L/min)	8	12	18	21	24	26	28	30

根据上面的脱附能力表格中脱附流量和压力之间的关系,通过和正在在WLTC的测试进行对比,选取5kPa的正压源,在5kPa的压力即可产生(21~25)L/min的驱动流量,相应产生(21~25)L/min的脱附流量,满足整车工厂脱附流量检测的要求。

结语:燃油蒸发脱附系统设计是一个较为复杂的设计工作,需要满足《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》中蒸发排放的要求,根据大电池长续航PHEV车型用户的实际使用情况,通过对于PHEV

增压发动机车型在WLTC循环中脱附流量的测试和统计,我们对于蒸发脱附系统设计在满足国六蒸发排放法规的基础上,开发一种针对PHEV增压发动机车型需求的精准脱附系统设计,根据其设计特性,同时对于工厂脱附方式进行优化,满足工厂脱附检测的要求。

参考文献

[1]GB18352.6-2016 轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)