

本文分析了发动机混合汽稀的三大原因，再从发动机运行工况归纳出三种情况。以混合汽稀故障为例，介绍其故障诊断的整个过程。电控发动机一旦出现混合汽故障，故障原因可能出自系统本身，也可能出自系统外其他部分。本文重点介绍故障诊断的一些基本步骤，以及如何快速、准确地找到故障点。

混合汽过稀的故障排除实例

◆文/江苏 于志勇

汽油发动机要保证正常工作，必须同时具备三大要素：一是足够的汽缸压力；二是准确而强大的点火；三是合适的可燃混合汽。如果某一要素不能满足，势必对发动机造成影响。尤其对于电控发动机来说，混合汽中的燃料与空气的比例要恰当，汽油要充分雾化，并且与空气要很均匀地混合，这样才能使混合汽容易点火燃烧，进而燃烧得更彻底，并且将燃烧后的废气从汽缸内排出。

影响汽油发动机排放性能的最主要因素是混合汽的空燃比，理论上1kg汽油完全燃烧时需要14.7kg空气。这种空气和燃料的比例称为理论空燃比。当实际空燃比小于理论空燃比时供给浓混合汽，此时发动机发出的功率大，但燃烧不完全，生成的CO、HC多；反之，供给稀混合汽时，燃烧速度变慢，燃烧不稳定，使得HC增多。在电控汽油喷射系统中采用闭环控制的方式，将空燃比控制在理论空燃比附近，并在排气系统中消声器前安装一个三元催化转化器，对发动机尾气进行后处理，是当前减少汽车排气污染物的最有效方法。氧传感器通过监测排气中氧离子的含量来获得混合汽空燃比信号，发动机电脑根据氧传感器信号，对喷油时间进行修正，燃油修正值与反馈补偿值有关，而与基本喷油时间无关。燃油修正包括短期燃油修正和长期燃油修正。短期燃油修正值是指用于将空燃比持续保持在理论值的燃油补偿值。加热型氧传感器(前)的信号指示空燃比与理论空燃比相比是偏稀还是偏浓。这使得燃油喷射量在空燃比偏浓时减少

(-)，在空燃比偏稀时增加(+)，也叫反馈补偿值。各发动机之间的差别、长期磨损和使用环境的改变等因素都会使短期燃油修正中心值有所偏差。长期燃油修正控制全面燃油补偿，用来补偿短期燃油修正造成的与中间值的长期偏离，就叫空燃比学习值。实现空燃比反馈控制(闭环)，达到降低排放、节约燃油的目的。

一般来说，混合汽过稀有三大原因：气多、油少、缸压低。从发动机运行工况来看，混合汽过稀又分三种情况：一是怠速时混合汽过稀，中速时正常；二是怠速时正常，中速混合汽过稀；三是怠速、中速混合汽都稀。对于以上混合汽过稀故障，实际维修经验告诉我们，怠速混合汽稀，中速正常，故障范围一般是在节气门后方漏气；怠速正常，中速稀，一般是中速供油不畅(例如燃油滤清器堵塞)；怠速、中速都稀，故障范围一般是喷油器堵塞或燃油压力不足，二次空气系统故障。

混合汽过稀会造成以下四种故障：①发动机不容易启动；②发动机启动后，怠速不稳定；③踩油门踏板，转速不容易提高，猛踩油门，有回火现象，严重时导致发动机熄火；④汽车在行驶中发动机还有过热现象。

电控发动机是一个精密而复杂的系统，一旦出现故障，故障原因可能出自系统本身，也可能出自系统外其他部分。因此故障的诊断较为困难，如果掌握一些故障诊断的基本步骤，就可简单、快速、准确地找到故障所在，下面以混合汽稀故障为例，介绍其故障诊断的整个过程。

故障现象

一辆2011年9月生产的天津一汽丰田卡罗拉1.6AT轿车，其车辆型号为ZRE151L，发动机型号为1ZR-FE。发动机怠速偏高，此车正常怠速为600~700r/min，而达到正常水温时，怠速还在1000r/min左右，明显高于正常值，而且仪表板上发动机故障警告灯点亮。

表1 定格数据流

定格数据记录(只记录故障发生时的数据帧内容)	故障码被清除后的加热周期	1
	自故障码被清除后的距离	0
	故障码被清除后的时间	18min
	蓄电池电压	13V
	燃油系统状态#1	闭环
	燃油系统状态#2	未用
	短期燃油调整#1	19.531%
	长期燃油调整#1	35.156%
	计算负载	18.0%
	车辆负载	7.8%
	空气流量	1.26gm/s
	进气温度	33℃
	环境温度	12℃
	大气压力	101kPa
	冷却液温度	94℃
	发动机转速	975r/min
	车速	0
	发动机运行时间	139s
	节气门传感器位置	0
	节气门传感器电压	14.5%
	节气门传感器#2电压	46.3%
	1号加速传感器电压	15.7%
	2号加速传感器电压	31.8%
	节气门马达占空比	14.5%
	点火提前角	7.5°
	蒸发器净化真空电磁阀	0
目标空燃比	0.999	
空燃比系数B1S1	1.050	
空燃比传感器电压B1S1	3.522V	
空燃比传感器电流B1S1	0.08mA	
氧传感器B1S2	0.055V	
催化温度B1S1	471.0℃	

故障诊断与排除

接车后, 先用故障诊断仪KT600读取发动机故障码, 故障码显示P0171-系统混合汽太稀(燃油修正/组1)。再读取故障发生时瞬间数据流(见表1), 发动机水温94℃, 发动机转速975r/min, 空气流量1.26g/s, 节气门传感器14.5%, 短期燃油调整19.531%, 长期燃油调整35.156%, 空燃比系数1.050, 空燃比传感器(前)电压3.522V, 氧传感器电压0.055V, 喷油量0.059ml, 喷油时间2001 μs, 从瞬间数据上可以看出发动机

怠速时, 节气门开度是在怠速位置; 转速高; 进气量偏小; 短期燃油调整和长期燃油调整相加大于20%, 是正值, 增加燃油喷射量; 空燃比系数大于1, 偏稀; 空燃比传感器和氧传感器信号反馈氧含量高; 喷油量和喷油实际稍比正常值小; 综合判断混合汽偏稀。

启动发动机并怠速运转, 用KT600读取动态数据(见表2), 发动机水温96℃, 发动机转速786r/min, 空气流量1.10g/s, 节气门传感器14.5%, 短期燃油调整20.312%, 长期燃油调整35.937%, 空

燃比系数1.219, 空燃比传感器(前)电压4.064V, 氧传感器电压0.075V, 喷油量0.066ml, 喷油时间2109 μs。踩下油门踏板, 使发动机转速保持2500r/min左右, 数据流显示, 发动机水温96℃, 发动机转速2503r/min, 空气流量4.39g/s, 节气门传感器18.4%, 短期燃油调整-2.344%, 长期燃油调整32.031%, 空燃比系数0.997, 空燃比传感器(前)电压3.269V, 氧传感器电压0.135V, 喷油量0.067ml, 喷油时间2146 μs, 接着清除故障码再次读取故障码, 系统正常。

如果发动机暖机后而且空燃比反馈比较稳定时, 短期燃油修正值和长期燃油修正值都比预定值偏大(正值), 燃油修正出现严重误差, 混合汽严重偏稀, 这会被判定为一个故障, ECM将亮起MIL, 并设置DTC。此时故障码清除后, 再读显示系统正常, 说明故障检测条件未满足。怠速和中速动态数据分析判断, 怠速时混合汽是偏稀状态, 而中速混合汽趋于正常。也就是说节气门后方可能有漏气。一般来讲怠速过高原因主要有怠速时进气量过多、喷油过多或发动机传感器信号错误造成。首先检查发动机进气系统(见图1), 进气软管及各通风软管无裂纹无破损, 空气滤清器安装正常, 各真空管道无漏气。动态数据流可以看出水温、节气门传感器、喷油时间等信号正常。

为了减少燃油蒸发的排放, 从燃油

表2 发动机(故障)怠速和中速动态数据流

发动机(故障)动态数据			
怠速时		中速时	
计算负载	19.2%	计算负载	18.8%
车辆负载	8.0%	车辆负载	11.0%
空气流量	1.10g/s	空气流量	4.39g/s
进气温度	38℃	进气温度	31℃
环境温度	12℃	环境温度	12℃
大气压力	101kPa	大气压力	101kPa
冷却液温度	96℃	冷却液温度	96℃
发动机转速	786r/min	发动机转速	2503r/min
车速	0	车速	0
发动机运行时间	355s	发动机运行时间	483s
节气门传感器位置	0.0%	节气门传感器位置	2.4%
节气门传感器电压	14.5%	节气门传感器电压	18.4%
节气门传感器#2电压	45.9%	节气门传感器#2电压	50.6%
1号加速传感器电压	15.7%	1号加速传感器电压	21.6%
2号加速传感器电压	31.8%	2号加速传感器电压	37.6%
节气门马达占空比	14.5%	节气门马达占空比	18.4%
故障码被清除后的加热周期	1	故障码被清除后的加热周期	1
自故障码被清除后的距离	0	自故障码被清除后的距离	0
故障码被清除后的时间	22min	故障码被清除后的时间	24min
蓄电池电压	13V	蓄电池电压	14V
燃油系统状态#1	闭环	燃油系统状态#1	闭环
燃油系统状态#2	未用	燃油系统状态#2	未用
短期燃油调整#1	20.312%	短期燃油调整#1	-2.344%
长期燃油调整#1	35.937%	长期燃油调整#1	32.031%
点火提前角	9.5°	点火提前角	30.0°
蒸发器净化真空电磁阀	0	蒸发器净化真空电磁阀	10.2%
目标空燃比	0.999	目标空燃比	0.999
空燃比系数B1S1	1.219	空燃比系数B1S1	0.997
空燃比传感器电压B1S1	4.064V	空燃比传感器电压B1S1	3.269V
空燃比传感器电流B1S1	0.28mA	空燃比传感器电流B1S1	-0.01mA
氧传感器B1S2	0.075V	氧传感器B1S2	0.135V
催化剂温度B1S1	351.7℃	催化剂温度B1S1	415.1℃
喷油量(汽缸1)	0.066ml	喷油量(汽缸1)	0.067ml
喷油器(端口)	2109 μs	喷油器(端口)	2146 μs
总燃油调整#1	0.496	总燃油调整#1	0.480
节气门传感器打开位置#1	0.859V	节气门传感器打开位置#1	0.859V
节气门传感器打开位置#2	1.972V	节气门传感器打开位置#2	1.972V
加速器完全关闭习得值#1	19.5°	加速器完全关闭习得值#1	19.5°
加速器完全关闭习得值#2	39.5°	加速器完全关闭习得值#2	40.0°
节气门位置命令	0.723V	节气门位置命令	0.898V

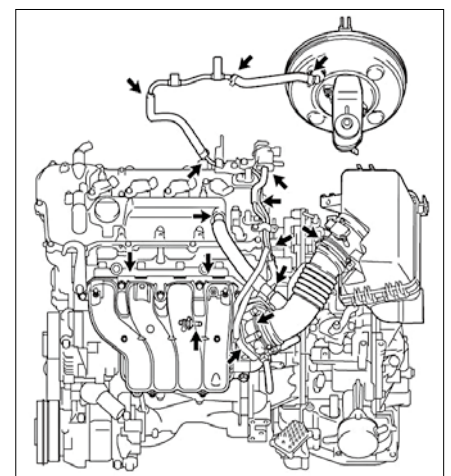


图1 发动机进气系统示意图

箱蒸发的燃油经过活性炭罐适时送入进气歧管, 与正常混合汽混合后进入发动机汽缸内燃烧, 使汽油得到充分利用。为了防止破坏发动机正常工作的混合汽成分, 影响发动机正常工作, 必须对燃油蒸汽进入发动机进气歧管的时机和进入量进行控制。燃油蒸发控制系统一般都能根据发动机负荷等情况, 适时控制电磁阀的通断电空比, 以达到控制电磁阀开启程度的目的。为了确诊燃油蒸发控制系统工作是否正常, 将发动机预热正常工作温度, 然后使发动机怠速运转。脱开活性炭罐上的软管, 用手触摸活性炭罐开口端感觉有没有真空吸力(见图2)。此时活性炭罐开口端有吸力, 接着再拔下电磁阀插头, 仍然有吸



图2 用手触摸活性炭罐开口



图3 堵住活性炭罐开口端转速下



图4 离开活性炭罐开口端转速上

表3 发动机(正常)怠速和中速动态数据流

发动机(正常)动态数据			
怠速时		中速时	
计算负载	27.5%	计算负载	22.7%
车辆负载	14.9%	车辆负载	14.5%
空气流量	1.54gm/s	空气流量	5.90gm/s
进气温度	22°C	进气温度	25°C
环境温度	11°C	环境温度	13°C
大气压力	101kPa	大气压力	101kPa
冷却液温度	91°C	冷却液温度	93°C
发动机转速	653r/min	发动机转速	2515r/min
车速	0	车速	0
发动机运行时间	449s	发动机运行时间	159s
节气门传感器位置	0.0%	节气门传感器位置	3.5%
节气门传感器电压	15.3%	节气门传感器电压	18.8%
节气门传感器#2电压	46.7%	节气门传感器#2电压	51.4%
1号加速传感器电压	15.7%	1号加速传感器电压	21.6%
2号加速传感器电压	31.8%	2号加速传感器电压	32.0%
节气门马达占空比	15.3%	节气门马达占空比	18.8%
故障码被清除后的加热周期	1	故障码被清除后的加热周期	0
自故障码被清除后的距离	0	自故障码被清除后的距离	0
故障码被清除后的时间	6min	故障码被清除后的时间	1min
蓄电池电压	14V	蓄电池电压	14V
燃油系统状态#1	闭环	燃油系统状态#1	闭环
燃油系统状态#2	未用	燃油系统状态#2	未用
短期燃油调整#1	1.562%	短期燃油调整#1	-1.563%
长期燃油调整#1	5.468%	长期燃油调整#1	10.937%
点火提前角	9.0°	点火提前角	30.0°
蒸发器净化真空电磁阀	12.2%	蒸发器净化真空电磁阀	13.7%
目标空燃比	0.999	目标空燃比	0.999
空燃比系数B1S1	0.997	空燃比系数B1S1	0.997
空燃比传感器电压B1S1	3.303V	空燃比传感器电压B1S1	3.283V
空燃比传感器电流B1S1	0	空燃比传感器电流B1S1	-0.01mA
氧传感器B1S2	0.700V	氧传感器B1S2	0
催化剂温度B1S1	333.4°C	催化剂温度B1S1	444.2°C
喷油量(汽缸1)	0.075ml	喷油量(汽缸1)	0.070ml
喷油器(端口)	2305 μs	喷油器(端口)	2177 μs
总燃油调整#1	0.078	总燃油调整#1	0.102
节气门传感器打开位置#1	0.859V	节气门传感器打开位置#1	0.859V
节气门传感器打开位置#2	1.972V	节气门传感器打开位置#2	1.972V
加速器完全关闭习得值#1	19.5°	加速器完全关闭习得值#1	20.0°
加速器完全关闭习得值#2	39.5°	加速器完全关闭习得值#2	40.0°
节气门位置命令	0.762V	节气门位置命令	0.937V

力。用手堵住活性炭罐开口端的同时, 发现发动机运转明显平稳, 而且转速下降(见图3), 当手离开活性炭罐开口端时, 转速上升(见图4)。

至此可以确定活性炭罐电磁阀损坏, 拆下活性炭罐电磁阀, 向活性炭罐进气口吹气时已导通。更换活性炭罐电磁阀, 连接软管和插头, 启动发动机, 发动机运转平稳, 转速正常, 读取数据流各项参数在正常范围之内(见表3), 故障彻底排除。

维修小结

发动机故障诊断与排除, 必须要确

认故障现象, 再用故障诊断仪读取故障码和定格数据。进行故障排除时, 可借助定格数据分析判断故障发生时车辆是运行还是停止, 空燃比是稀还是浓及记录其他一些数据, 这些数据有助于识别故障原因及判断故障是否属于暂时故障, 还要记录能反映故障特征的动态数据, 与正常参数分析对比。若有故障码, 按故障诊断流程一步一步检测, 最终找到故障点。若无故障码, 根据故障症状, 分析产生故障的原因, 按照由简到繁进行检查, 可以快速有效地找出故障部位。M