

# 北京现代雅绅特发动机动力不足

文/山东 焦建刚



焦建刚

(本刊专家委员会委员)

现任济南鲁鹰丰田汽车销售服务有限公司总工程师, 山东交通学院客座教授。曾任博世山东培训基地主任, 对当代汽车故障诊断、以及电子控制系统波形有较深入的研究。著有《现代汽车电子控制系统波形分析》一书。

## 故障现象

一辆2006年生产的现代雅绅特, 凉车时怠速轻微抖动, 行驶中发动机动力略显不足。

## 故障诊断与排除

客户反映, 该车凉车时, 偶尔会出现发动机怠速抖动的故障, 热车时则怠速正常。由于接车时, 发动机处于热机状态, 未能发现故障现象。决定按照常规思路对节气门、怠速马达进行基本检查和清洗。对发动机进行故障检测, 发动机系统存在故障码P0340, 其含义是判缸传感器信号不良。经查阅资料, 确定是与凸轮轴位置传感器相关的故障码, 但设定该故障码的条件则未详细说明。

对凸轮轴位置传感器进行基本检查, 其安装位置、安装状态、信号齿均未发现异常。用检测仪示波功能对凸轮轴位置传感器进行检测, 得到图1所示的波形, 从波形中可以看出波形没有什么杂波。

针对该车存在的凉车怠速抖动问题, 笔者认为从次级点火波形可能有所显示, 所以进行了各缸次级点火的波形测试。结果在次级点火并列波形中, 果然看



图1 凸轮轴与曲轴位置传感器波形

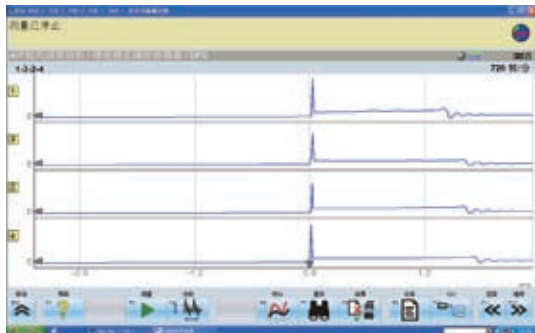


图2 次级点火并列波形



图3 异常的第3缸次级点火波形

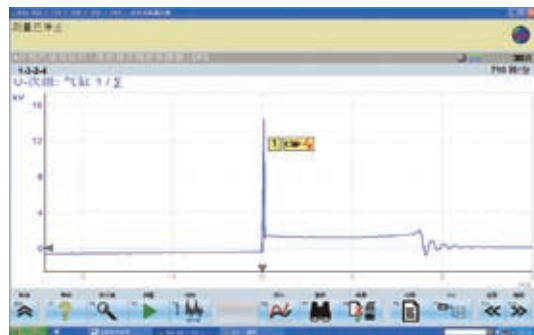


图4 正常的第1缸次级点火波形



图5 出现漏电闪络的3缸火花塞

到3缸与其他汽缸波形有所区别。其波形存在直线上升整体延迟的情况(图2)。

继续针对3缸进行检测, 在3缸的点火波形中可以清楚地看到存在的故障(图3)。首先, 在功率三极管截止的时候, 次级击穿电压的上升线不是直线上升, 而是倾斜的。其次, 在击穿电压的形成瞬间, 存在大量的高频振荡。这与1缸的次级波形明显不同(图4)。

根据各缸次级点火波形的情况, 初步判定为3缸存在点火不良。分别拆下各缸的火花塞进行检查, 发现3缸的火花塞存在陶瓷体外表面闪络漏电(图5)。更换

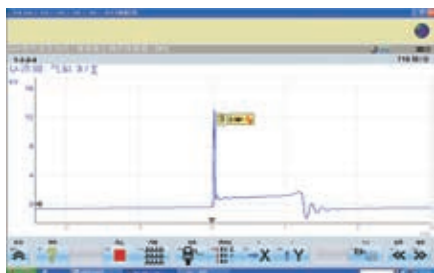


图6 更换火花塞后的3缸次级点火波形



图7 次级点火全适配



图8 凸轮轴正时记号错齿



图9 正确的曲轴与凸轮轴位置传感器对比波形



图10 正常时的次级点火平行波形



图11 次级点火全适配

全部火花塞, 3缸次级点火波形恢复正常(图6)。

虽然更换了3缸火花塞后, 3缸次级点火波形恢复正常, 但是在使用次级点火全适配功能检测时, 发现各缸击穿电压存在普遍偏高的现象(图7)。

根据次级点火波形的形成原理, 造成击穿电压过高的原因有以下几种分析: 火花塞间隙过大, 火花塞阻值过高; 高压线电阻过大或断路, 中央高压线电阻过大或断路(分电器式), 分头烧蚀(分电器式), 分电器盖内碳棒卡滞(分电器式), 压缩比过大(汽缸压力过高), 混合汽过稀(燃油泵压力低、喷油器堵塞、真空泄漏等), 独立点火或双点火线圈损坏(内部电阻大), 点火正时过于延迟。

结合故障码P0340的故障指向, 最终将疑点聚焦在配气正时部分。将发动机正时皮带罩拆下后, 对正曲轴皮带轮记号, 观察凸轮轴皮带轮的正时标记, 发现向延迟方向错了一齿(图8)。由于凸轮轴一共有40个齿, 延迟一个齿相当于凸轮轴信号延迟 $18^\circ$ 曲轴转角, 导致点火时刻滞后。

与客户交流得知该车在半年前因正时皮带断裂, 更换过正时皮带。问题应发生在上次维修的过程中, 技术人员没有认真的校正正时标记, 从而导致正时偏差。

将正时皮带拆下, 再正确安装后, 原来无法清除的故障码P0340不再出现。这说明P0340的设定与配气相位的性能范围有关。而厂家在此故障码的设定条件方面, 并没有进行详细的说明, 只是简单地讲到判缸传感器信号异常, 容易让人产生歧义, 这也是一开始没能迅速确定故障点的原因所在。

此时对曲轴与凸轮轴传感器的波形进行检测, 得到如图9所示的对比波形。与图1的故障波形对比, 我们可以清晰地看到二者的不同之处。正确的波形中, 凸轮轴位置传感器的下降沿发生在曲轴位置传感器的缺齿位置的中间。与错误信号比, 相差3个曲轴脉冲, 也就是相差 $18^\circ$ 曲轴转角。虽然发动机控制单元具备相应的应急程序应对这种情况, 但这也不能调整到正常值。

再次对点火波形进行检测, 得到正确的次级点火平行波形(图10)、全适配波形(图11)。可以看出, 在正时皮带正确安装后, 次级点火波形已经恢复到正常状态。

试车后发动机加速性能良好, 动力明显提升。此时, 可以确认故障已经排除。

### 维修小结

如何根据次级点火波形来判断点火系统, 或机械系统存在的故障, 是大部分维修

技术人员面临的难题。这里, 我想通过图12、13, 简单解释一下次级点火波形的分析要点和波形分析中的一些术语。

充磁开始(F-G)——触点闭合后, 先是产生次级闭合振荡, 之后次级电压由一定的负值逐渐变化到零。当至A点时, 触点又打开, 次级电路产生点火电压。

击穿电压U(AB)——在断电器触点打开的瞬间, 由于初级电流下降至零, 磁通也迅速减小, 于是次级线圈产生的电压急剧上升, 当次级电压还未达到最大值时, 就将火花塞间隙击穿。击穿火花塞间隙的电压称为击穿电压(点火电压), AB线也称为点火线。

击穿电压——点火线圈可以产生35kV左右的电压, 正常的点火只需4~17kV的电压, 这用来克服次级回路中的电阻(包括中央高压线、分电器、分缸线、火花塞的电阻、汽缸内的压力以及气体成分)。其余的能量用来延长燃烧时间。如果储备电压不足或消耗在其它方面(如高压线电阻过大), 则燃烧时间减少, 进而导致混合汽不完全燃烧, 发动机工作不良。

观察击穿电压高度的一致性, 如果击穿电压太高(甚至超出了示波器的显示范围), 表明在点火次级电路中电阻值过高, 可能的因素有:

1. 火花塞间隙过大;
2. 火花塞阻值过高;
3. 高压线电阻过大或断路;
4. 中央高压线电阻过大或断路(分电器式);
5. 分火头烧蚀(分电器式);
6. 分电器盖内碳棒卡滞(分电器式);
7. 压缩比过大(汽缸压力过高);
8. 混合汽过稀(燃油泵压力低、喷油器堵塞、真空泄漏等);
9. 独立点火或双点火线圈损坏(内部电阻大);
10. 点火正时过于延迟。

如果击穿电压太低, 表明点火次级电路电阻低于正常值, 可能的因素有:

1. 火花塞间隙过小;
2. 火花塞电阻过低(型号不正确);
3. 火花塞积炭;
4. 高压线电阻过低(型号不正确);
5. 高压线漏电;
6. 汽缸压力偏低;
7. 混合汽偏浓(油泵压力过高、喷油器滴漏、油压调节器损坏等);
8. 排气堵塞;
9. 点火过于提前。

当进气歧管漏气、进气门密封不良或喷油器堵塞导致混合汽出现过稀的情况时, 多数情况下击穿电压会高于正常值。在急加速或高负荷时, 由于燃烧压力的增加, 其峰值电压将升高。出现有负荷时断火或急加速时所有汽缸的点火峰值都低的情况, 说明点火线圈不良。

燃烧电压U(BC)——在火花塞间隙被击穿时, 两电极之间要出现火花放电。同时, 次级电压骤然下降, BC为此时的放电电压, 也称为燃烧电压。

燃烧时间(C-D)——火花塞电极间隙被击穿后, 通过电极间隙的电流迅速增加, 致使两极间隙中的可燃气体发生电离, 引起火花放电, CD线也称为火花线。

低频振荡(D-E)——当保持火花塞持续放电的能量消耗完毕, 电火花消失, 点火线圈和电容器中的残余能量以低频振荡形式耗完。

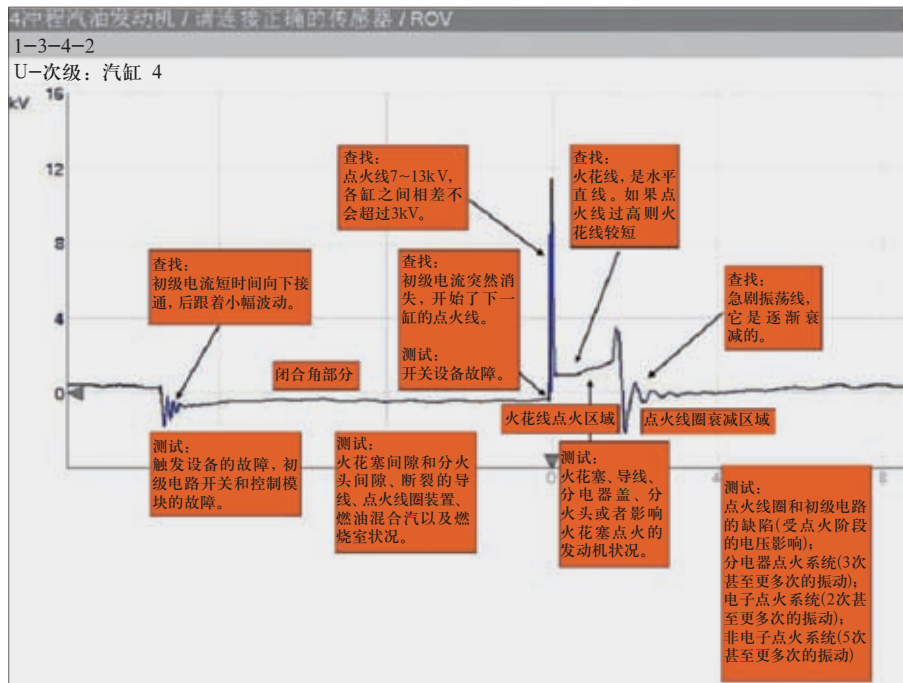


图12 次级点火波形的分析要点

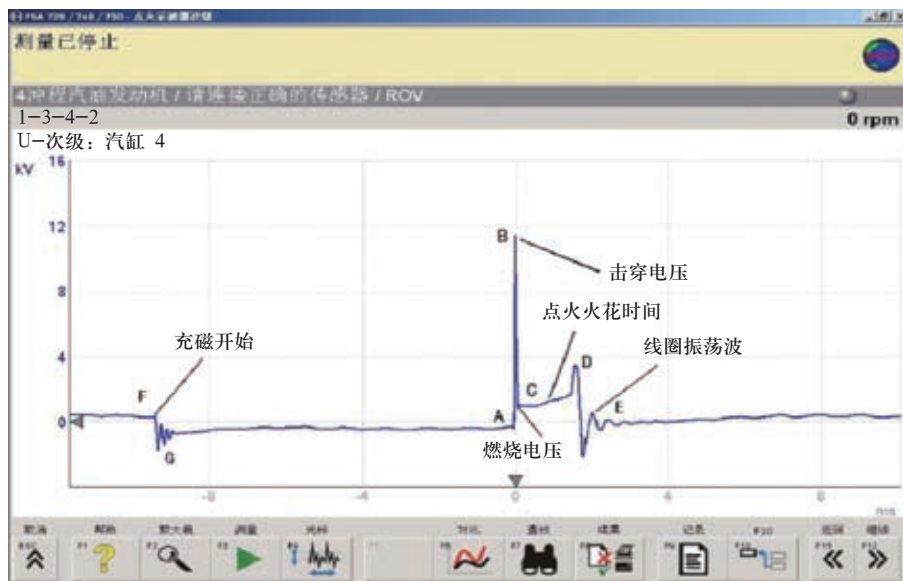


图13 次级点火波形注释

燃烧线(C-D)——观察点火部分的火花线是否近似水平, 火花线的起点是否和燃烧电压一致且稳定, 表明各缸空燃比一致, 火花塞正常。

跳火或燃烧线应十分“干净”, 即燃烧线上应没有过多的杂波。过多的杂波表明汽缸点火不良, 或由于点火过早、喷油器损坏、火花塞污浊等原因。燃烧线的持续时间与汽缸内混合汽浓度有关。燃烧线太长(通常超过2ms)表示混合汽浓, 燃烧线太短(通

常少于0.75ms)表示混合汽稀。燃油混合汽过稀, 会导致火花线向上倾斜。通常, 汽缸内混合汽越稀, 火花线就越陡。混合汽过稀也会导致粗糙、锯齿状或奇怪的火花线。急加速时, 燃烧时间应该比怠速时短(因为急加速时进的混合汽要比正常时少)。

以上只是简单地对应点火系统电压波形部分进行了简单说明, 以后会继续对点火系统点火波形其余部分进行分析, 与大家分享。M