

第一章 电控发动机的使用与维修

发动机电控单元（ECU）是由电路板、传感器和执行机构组合而成。由于它结构新、灵敏度高且电路复杂，进行正确的使用和维修需要一定的专用设备和技術。在维修时应注意如下事项：

（1）电控单元是精密器件，发动机出现故障可能与 ECU 有关，但是 ECU 的故障是很少出现的。因此，在维修和检查发动机时，一般情况下不要乱拆 ECU，更不要随便打开 ECU 盖，以免造成损坏。在消除故障时，一定要注意方法，避免电子设备对 ECU 的干扰。

（2）在安装蓄电池时千万不能接反正、负极性，同时还要注意极桩与线夹之间的连接要牢固，搭铁要可靠。

（3）电控发动机常见的故障是电路接触不良和断路，特别是一些插接件线路断脱、松动，可用试灯法进行查找，有时也可用高阻抗万用表检测有关测量点的电阻和电压，以便判断断线故障。应特别注意不能用刮火的方法来检查线路是否通断，否则会造成电路中电感线圈的自感电动势击穿电子控制元件。

（4）在点火开关接通的情况下，不要用断开电器设备的方法判断故障，以免电路中的电感产生的感应电动势损坏电子元件。

（5）要断开蓄电池时，必须先将点火开关断开后再进行，否则就会使 ECU 中的信息全部消失，出现音响系统自

锁等故障。

(6) 在清洗车辆时，不要让水浸淋在电器元件和插接件上，以免造成短路、漏电和锈蚀。

(7) 在对车辆进行焊接维修时，一定要将 ECU 和蓄电池断开，若在靠近 ECU 处焊接应先将 ECU 盒移走。

(8) 在对电控与电器系统结构和原理不清楚时，不要乱拆、乱接、乱卸，以免造成机件损坏和人身事故。

第一节 电控汽油喷射系统的维修

(1) 汽油喷射系统常见的故障一般发生在油路和气路上。对于油路系统应注意油箱中不能缺油，否则会损坏电动汽油泵。同时还要注意滤清器等器件。对于气路系统，进气系统的漏气对发动机工作的影响比较大，因为电控汽油喷射发动机所漏的气不经空气流量计计量，对空燃比影响较大，所以如有发动机工作不正常，应注意检查空气流量计、节气门体、辅助空气阀、怠速稳定控制阀、废气再循环阀等有无松动，空气软管及其接头有无漏气和破损现象。

(2) 在检查燃油压力前，一定要注意先卸压，然后进行检修，以防燃油喷出。特别是在检查油管接头时，一定要注意将汽油导入油盆中，防止喷射在发动机上，引起火灾。

(3) 燃油系统中的密封圈为一次性的，不允许重复使用，否则会造成漏油。特别是在拆装喷油器时一定要更换新的密封圈。安装时可以先用汽油润滑，切勿采用润滑油或齿轮油润滑。

(4) 检查喷油器喷油性能时，一定要弄清楚喷油器是高电阻型的还是低电阻型的。高电阻型电阻一般为 $12 \sim 16\Omega$ 。

它可直接接蓄电池进行喷油量和雾化试验。而低电阻型的喷油器其电磁线圈电阻一般只有 $2\sim 3\Omega$ ，如直接接蓄电池进行喷油性能试验会因电流过大而烧坏喷油器，此时必须先串联一个 $8\sim 10\Omega$ 的电阻。

(5) 空气流量计上的调整螺钉是调整 CO 含量的，一般情况下不允许调整它，否则会引起发动机油耗增加、动力下降。

(6) 空气流量传感器对发动机性能影响较大。拆下空气流量计要稳拿轻放，不要解体空气流量计，以免损坏或影响其检测精度。在清洗空气流量计时，切勿用水或清洗液进行清洗。

(7) 水温传感器长期使用后，性能会变差，输出信号不准，对燃油喷射、点火时间及燃油泵的工作都会造成影响，而且它又无自诊断系统，使用一定时间后，要予以更换。

(8) 在检查氧传感器时，注意不要用水冷却和用其他物体碰撞，安装时要用专门的防粘胶液刷涂螺纹，以免下次拆卸困难。

第二节 传感器故障对发动机的影响

(一) 转速传感器

1. 作用

它是发动机燃油喷射和点火控制的基本参数之一。

2. 发生故障后，产生的现象

- 1) 发动机不能起动；
- 2) 发动机突然熄火；
- 3) 功率下降；

- ④ 油耗增加；
- ⑤ 有害气体浓度增加。

（二）曲轴位置传感器

1. 作用

提供点火时刻和喷油时刻的参考信号。

2. 发生故障后，产生的现象

- 1) 发动机无法起动；
- 2) 发动机加速不良；
- 3) 怠速不稳；
- 4) 发动机间歇性熄火。

（三）压力传感器

1. 作用

感知进气流量所形成的真空压力，并转换成电信号输入控制器，经控制器计算后发出喷油量与喷油时刻信号。

2. 发生故障后，产生的现象

- 1) 起动性能不佳；
- 2) 怠速不良；
- 3) 发动机性能不良；
- ④ 油耗增加。

（四）大气压力传感器

1. 作用

它在不同海拔高度时感知外界压力，从而对点火时间和喷油量进行修正。

2. 发生故障后，产生的现象

- 1) 发动机性能不良；
- 2) 怠速不稳。

（五）进气温度传感器

1. 作用

使电控装置根据进气温度的高低，对喷油量进行修正，让发动机达到最佳燃烧工况。

2. 发生故障后，产生的现象

- 1) 性能不良；
- 2 怠速不稳；
- 3 容易熄火；
- 4) 油耗上升。

（六）水温传感器

1. 作用

给出发动机冷起动和暖车信号，此时控制器输出增加喷油量信号，使混合气加浓，便于发动机的冷起动和迅速暖车。

2. 发生故障后，产生的现象

- 1) 发动机起动困难；
- 2) 怠速不稳；
- 3 容易熄火。

（七）热线式空气流量计

1. 作用

它是通过进气冷却电热丝，改变其电阻值来计量空气流量。

2. 发生故障后，产生的现象

- 1) 起动困难；
- 2) 怠速不稳；
- 3 容易熄火；
- 4) 加速不良；

5) 油耗增加。

(八) 氧传感器

1. 作用

检测出废气中氧的含量，确定可燃混合气过浓还是过稀，空燃比是否偏离了理论值（14.8），并输出一个反馈信号给控制器，以随时修正喷油量，使混合气空燃比保持在理论值附近。

2. 发生故障后，产生的现象

- 1) 废气排放超标；
- 2) 怠速不稳；
- 3) 空燃比不正确；
- 4) 油耗增加。

(九) 节气门位置传感器

1. 作用

将发动机节气门开度信号转换成电信号，输送到 ECU，用以感知发动机负荷大小和加减速工况。

2. 发生故障后，产生的现象

- 1) 起动困难；
- 2) 怠速不稳；
- 3) 容易熄火。

(十) 爆燃传感器

1. 作用

为了使发动机输出最大功率，又不产生爆燃，点火提前角要控制在爆燃发生的临界数值，也就是感知爆燃发生时的压力波峰爆燃信号，进而推迟点火提前角，消除爆燃。

2. 发生故障后，产生的现象

- 1) 点火正时不对；

- 2) 发动机加大油门时有爆燃声；
- 3) 发动机工作不良。

(十一) 点火信号发生器

1. 作用

提供点火信号

2. 发生故障后，产生的现象

- 1) 无法起动；
- 2) 怠速不稳；
- 3) 间歇性熄火；
- 4) 加速不良。

(十二) 车速传感器

1. 作用

测量发动机的行驶速度，并将信号输送到 ECU，用来控制发动机怠速和汽车加、减速时的空燃比。

2. 发生故障后，产生的现象

- 1) 怠速不稳；
- 2) 加速不良。

第三节 电控单元的维修

(1) 检测电控单元时应使用数字式万用表。如果用内阻小或指针式的万用表测量，表内线圈的反向电压可能损坏电控单元，所以应选用内阻大于 $10k\Omega$ 的数字式万用表测量电路。

(2) 维修时应注意断开蓄电池，并戴防静电手套，防止人身静电对电控单元的干扰。

(3) 要配备大电流多路可调稳压电源。目前各车型的电

控单元内部使用的是 12V、8V、5V 电源。因此维修电控单元时首先要了解电控单元内部电源的供给情况。

(4) 利用示波器对电控单元进行检测。如维修中经常遇到不喷油、不点火等电控单元控制故障，用示波器测波形很快就可以判断出故障。具体的方法是用示波器看一下存储器中有没有程序的存在，然后根据程序的有无再向外延伸测试。在供电电源工作正常的情况下，若没有程序存在，则该电控单元基本没有修复的价值，应更换新品。

对电控单元存储器中程序的测试，还可用编程器连接在计算机上查看。程序也可通过计算机再拷贝存入软盘中，以后遇到没有程序或程序错乱的电控单元，就可用芯片复制该程序，这样电控单元的修复率就会大大提高。

(5) 采用较先进的汽车电控单元检测仪，它是专为电控单元检测设计的，可对燃油系统、点火系统、各种传感元件、怠速阀、分电器的磁感应霍尔型、光电型可调脉冲信号、大电流可调稳压电源等进行检测。只要将电控单元各脚功能查清便可同该仪器对接，很快就会查出故障点。

目前我国的电控单元售价偏高，有的还很难买到。如果能对电控单元的结构和原理加以了解，弄清各脚的功能并绘制电路图，再加上仪器的配合，很多电控单元是可以修复的。

第四节 燃油系统的故障诊断与维修方法

电控发动机燃油系和传统的化油器发动机燃油系不同，如果是刚刚接触该系统，会感到很复杂，很难排除故障，但是如果懂得它的结构、原理和油路，也就不难掌握了。要求

我们在排除故障时要做到以下四点：

(1) 了解故障现象，先检查外部线路有无断路、短路。再通过试车，判断是油路压力不足还是无油。在确定不是电路故障后，需对油路进行检查。

(2) 若能确定是燃油系统故障，首先检查电动汽油泵是否工作。具体可打开油箱盖，从加油口听电动汽油泵的工作声音。如电动汽油泵不工作，应查与之相关的继电器、熔断器和线路。同时检查电动燃油泵的滤网是否堵塞，一旦堵塞，就会使通过油泵线路的电流加大，加速电刷的磨损，使整流子表面出现沟槽，影响其使用寿命。

检查完滤网后，要检查燃油滤清器，如果滤网和滤清器特别脏，则要对油箱进行清洗，以防二次污染和加速电动汽油泵的磨损。特别要注意的是，电动汽油泵是靠汽油进行润滑和密封冷却的，油箱一旦缺油，电动汽油泵就会烧坏。

(3) 发动机如果出现怠速不稳、加速无力以及起动困难等故障，应对燃油系进行压力测试。一般情况下，点火开关置“ON”（不起动发动机），零流量时的压力，应比其怠速时压力高出 50%，夹紧压力调节器真空软管后，压力应上升。如果测得的压力低于规定压力较多，可能是滤网和滤清器堵塞和油路泄漏；如果压力过高，则可能是压力调节器失效或回油油路不畅。

燃油系统渗漏会使发动机起动困难、怠速不稳。可采用夹住回油管的方法，看是否有所好转，同时要注意燃油泵的止回阀（钢球）是否起作用。另外压力调节器的膜片损坏，也会使燃油系压力降低。

(4) 喷油器的故障。如果发动机出现怠速不稳、喘振，类似于“缺缸”时则应重点检查喷油器。检查喷油器前，应

首先确定它是高阻抗的还是低阻抗的，测其电阻是否符合标准值。然后采用测试喷油器管路压力变化确定喷油器是否堵塞。哪个喷油器压力下降值小，就说明哪个喷油器已堵塞。

出现堵塞的喷油器应进行清洗。最好采用不解体清洗法，清洗完后，进行 15s 喷油量和滴油试验，试验结果应符合规定。超过误差范围，就应更换喷油器总成。

总之，燃油系是发动机关键部位，要想使发动机正常运转就要根据故障现象，及时进行维修和保养。

第五节 电控发动机常见故障现象、原因与排除方法

一、机械式（K型）连续喷射发动机

故障现象	故障原因	排除方法
发动 机冷车 时不能 起动或 起动困 难	电动汽油泵不工作或导线接点松脱	检查熔丝、继电器和油泵导线
	②控制压力太高	测试压力，进行调整
	辅助空气阀不开启	检查阀门工作是否正常
	冷起动阀不开启	检修冷起动阀
	⑤冷起动阀泄漏	检修或更换
	⑥空气流量传感器限位器定位不正确	检查重新定位
	⑦进气系统漏气、信号不正确	检修
	⑧燃油系统漏油	检修
	⑨温控一时间开关故障	描绘温度曲线检测电阻
	⑩油管及汽油滤清器堵塞	清洗或更换滤清器

(续)

故障现象	故障原因	排除方法
发动 机启动 后,怠 速易熄 火	点火系统故障 ②燃油系统堵塞 喷油器线路断路 分电器中触发器触头损坏 辅助空气阀工作不正常 ⑥温度传感器故障 ⑦压力传感器故障 ⑧怠速调整不当 ⑨电线束或系统接地松脱 ⑩电子控制装置故障 ⑪分油盘内柱塞卡住	检查蓄电池、分电器、火花塞 检查油路是否畅通 检修 更换触发器触头 冷态开启、升温后必须关闭 测电阻应为 $2 \sim 3k\Omega$ (20°C) 检测信号电压和电阻 调整怠速 检修 检修或更换 更换柱塞总成
怠速 不稳	点火系统故障 继电器故障 燃油系堵塞 进气系统漏气 ⑤燃油压力低 ⑥冷起动阀故障 ⑦压力传感器有故障 ⑧节气门阀关闭不严或开启 ⑨怠速转速太低 ⑩喷油器故障	检修 更换继电器 清洗 检修 调整压力调节器 检查是否有泄漏 检测电阻,必要时更换 重新调整 调整怠速 检测油量和泄漏
热车 时发动 机不能 起动或 起动困 难	油泵不工作 压力低于 $333 \sim 373\text{kPa}$ 空气感知板的位置不正确 感知板不能自由上下动作 进气系统漏气 ⑥油路泄漏 ⑦喷油器漏油 ⑧混合气太浓或太稀 (CO 值 偏高或偏低)	检查熔丝、继电器和线路 检修压力调节器 调整 检修或更换 检修 检修 测试压力或流量 进行怠速调整,使 CO 值符合 规定

(续)

故障现象	故障原因	排除方法
发动机热车时,怠速运转不稳	热车的控制压力不在 333~373kPa 之间 ②辅助空气阀没有关住 冷车起动阀漏油 空气感知板不能上下自由移动 进气系统漏气 ⑥油路系统内漏或外漏 ⑦喷油器漏油 ⑧混合气(CO值)太浓或太稀	检查油压 检查辅助空气阀及其电路 拆下冷车起动阀,并检视有否滴油现象 检查不能上下移动的原因,并排除 检查进气系统的橡皮圈及垫片 检查所有油路系统的皮管及接头有否漏油 检查喷油器喷雾形状及开始喷油压力 怠速调整及检查混合气成分(CO值)
进气歧管有“回火”现象	热车时所测控制压力不在 333~373kPa 之间 进气系统漏气 混合气太稀	测试油压 检查进气系统的橡皮圈及垫片 怠速调整及检视混合气成份(CO值)
排气管有“回火”现象	热车时所测控制压力不在 333~373kPa之间 ②冷车起动阀漏油 油路系统内漏及外漏	测试油压 拆下冷车起动阀,并检视有否滴油现象 检查所有油路系统的皮管及接头
发动机负荷时有“失火”现象	油泵的电路及接头是否有故障 ②系统压力应低于 483kPa ③油路系统内漏及外漏	检查油泵的泵油量不足或电路的接触不良、电阻太高的原因 检查油泵的压力(用油压测试器) 检查所有油路系统的皮管及接头

(续)

故障现象	故障原因	排除方法
关闭 点火开 关后， 仍不熄 火	感知板位置不正确 喷油器漏油	感知板不能上下移动，应调整正确 检查每一只喷油器喷油形态，及有无漏油现象
耗油 量大	热车时所测控制压力不在 333~373kPa之间 冷车起动车漏油 油路系统内漏及外漏 ④混合气(CO值)是否太浓	检查油压 拆下冷车起动车并检查有无漏油 检查所有油路系统的皮管及接头 调整怠速并检视CO值
在怠 速时， 无法调 整怠速 转速	辅助空气阀不能关住	检查辅助空气阀及其电路

二、电控式(D型)燃油喷射发动机

故障现象	故障原因	排除方法
发动 机启动 困难	点火系故障 电动汽油泵不工作 喷油器线路断路 燃油系堵塞 冷起动喷油器故障 ⑥温控一时间开关故障 ⑦温度传感器故障 ⑧压力传感器不良 ⑨电线束或系统接地松脱 ⑩ECU控制不良	检查分电器、火花塞、点火线圈和点火正时 检查熔丝、继电器和油泵 检修线路 清洗油箱、油管和滤清器 检修或更换 检测或更换 (20℃)测其电阻为2~3kΩ 测其信号电压和电阻 检查并排除 用新品代换证实是否有故障

(续)

故障现象	故障原因	排除方法
发动 机起 后熄火	点火系统故障 继电器和喷油器线路断路 燃油系堵塞 进气系统漏气 ⑤分电器中触头损坏 ⑥辅助空气阀工作不良 ⑦温度传感器有故障 ⑧怠速调整不正确 ⑨线路或系统接地不良 ⑩ECU控制不良	检查火花塞和点火线圈 检修 清洗油箱、滤清器和油路 检查软管和接头 更换 检查冷态时是否开启,升温后 关闭 (20℃)电阻为2~3kΩ否则 更换 调整怠速 检修 用新品代换证实是否良好
怠速 不稳	点火系统工作不良 ②喷油器积炭堵塞 燃油系统堵塞 进气系统漏气 燃油压力低 ⑥压力传感器工作不良 ⑦节气门阀关闭不严 ⑧节气门开关调整不当 ⑨怠速调整不当 ⑩喷油器工作不良	检查火花塞和高压线 清洗喷油器 检修油箱、滤清器和油路 检修软管和接头 调整压力 测电阻,如不正常应更换 调整节气门位置 调整或更换 用旁通螺钉调节怠速 检查喷油量和有无泄漏
发动 机功 率不 足	点火系统故障 燃油系统堵塞 进气系统漏气 燃油系压力低 压力传感器工作不良 ⑥节气门调整不当 ⑦喷油器工作不良	检查点火正时和火花塞 检修 检查全部软管和接头 检查电动汽油泵和调节器 更换 调整节气门位置 检查15s喷油量

(续)

故障现象	故障原因	排除方法
发动机功率不足	⑧ECU控制装置工作不良 ⑨气缸压力不足 ⑩进、排气门关闭不严	更换 修理 修理
耗油量	冷起动喷油器故障 温度传感器故障 压力传感器工作不良 点火系统工作不良 ⑤燃油压力不正确 ⑥发动机故障 ⑦点火正时不正确	检修 (20℃)检测电阻 2~3kΩ 用万用表测电阻 检查火花塞 调整 检查气缸压力 调整点火正时

三、电控式(L型)燃油喷射发动机

L型燃油喷射系统是多点式间歇燃油喷射。系统采用空气流量计检测空气质量流量。该系统燃油配量主要由发动机转速和实际进入发动机的空气量来控制的。按其结构不同,可分为LH、LE、LU型。广泛用在宝马、雷诺等轿车上。

故障现象	故障原因	排除方法
发动机起动困难	①点火系统工作不良 进气系统漏气 燃油管路堵塞 喷油器线路断路 电动汽油泵不工作 ⑥燃油系统压力不足 ⑦冷起动喷油器故障 ⑧冷起动阀泄漏 ⑨温控一时间开关失效 ⑩辅助空气阀工作不良 ⑪温度传感器故障	检查分电器、火花塞和正时 检查管路和接头有无破损 清洗 检修 检修、更换汽油泵 检查压力调节器 检测电阻和喷油量 更换冷起动阀 检修或更换 冷态时开启、升温后应关闭 (20℃)检测电阻 2~3kΩ

(续)

故障现象	故障原因	排除方法
发动机启动困难	⑫空气流量计工作不良 ⑬电路接地不良 ⑭电子控制装置故障	检查阀片能否自由移动 检修线路 用新品代换后证实是否有故障
发动机怠速时熄火	点火系统工作不良 进气系统漏气 ⑬燃油泵工作不良 燃油滤清器堵塞 ⑮冷起动阀泄漏 ⑯辅助空气阀工作不良 ⑰温度传感器故障 ⑱空气流量计工作不正常 ⑲怠速调整不当 ⑳CO含量调整不当 ㉑电子控制装置故障	检查火花塞、高压线和正时 检查软管和各接头 维修、更换燃油泵 清洗、更换滤清器 检修 检查冷态时是否开启，升温后关闭 (20℃)检测电阻 2~3kΩ 检查阀片工作是否正常 调整怠速 用空气流量计上螺钉调整 用新品代换证实是否有故障
怠速不稳	点火系统工作不良 燃油系统压力太低 ⑳进气系统漏气 怠速调整不当 冷起动阀泄漏 ㉑辅助空气阀工作不良 ㉒温度传感器工作不良 ㉓空气流量计有故障 ㉔节气门阀关闭不严或开启 ㉕节气门开关有故障 ㉖喷油器工作不良 ㉗CO调整不当 ㉘电子控制装置故障	检修正时和火花塞 检查电动汽油泵工作是否正常 检查管路和各接头 按规定转速调整 更换冷起动阀 检修 (20℃)检测电阻 2~3kΩ 检查阀片能否自由移动 重新调整限位器 用万用表检查并调整 清洗喷油器 重新调整 检修

(续)

故障现象	故障原因	排除方法
发动 机动力 不足	①点火系统故障 ②电动汽油泵工作不良 进气系统漏气 燃油系堵塞 空气流量计工作不良 ⑥节气门不完全关闭或开启 ⑦节气门开关故障 ⑧电子控制装置故障	检查正时和火花塞 检测压力 检查管路和接头 清洗或更换燃油滤清器 检查阀片能否自由移动 重新调整节气门限位器 用万用表检测并调整 用新品代换证实是否有故障
耗油 量大	点火系故障 ②燃油系统压力不正确 冷起动阀泄漏 温度传感器工作不良 ⑤空气流量计故障 ⑥CO含量调整不当	检查火花塞和正时 调整燃油压力 检修冷起动阀 (20℃)检测电阻 2~3kΩ 检查阀片能否自由移动 调整

四、电控空气流量感应式燃油喷射发动机

故障现象	故障原因	排除方法
发动 机不能 起动或 起动困 难	燃油压力低 电动汽油泵熔丝及继电器上 线路断路 冷起动喷油器故障 冷起动喷油器继电器工作不 良 温度一时间开关故障 ⑥辅助空气阀故障	检查电动汽油泵工作是否正常,并清洗滤清器,检查压力调节器 检修线路 使喷油器在 10 以下喷油,温度高于 20 时停止喷油 检修 检修或更换 更换辅助空气阀