

使用维修

海上平台底特律柴油机启动故障诊断与处理

李瑞建

(中海石油(中国)有限公司崖城作业公司,广东 深圳 518067)

摘要:某海上平台的底特律 S40E 电喷柴油机起动时曲轴能正常旋转,但无法实现点火,且排气管没有烟气排出。依据电喷柴油机的控制原理,从燃油共轨、机油共轨、传感器故障及连接线断路和短路等方面对导致故障的可能因素进行分析。分析表明:故障系高压油泵出口单向阀故障所致。

关键词:柴油机;共轨喷射;传感器

中图分类号:TK423.8⁺4 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-4357(2019)05-0056-03

0 引言

柴油机共轨式电控燃油喷射技术是一种全新的技术,它集成了计算机控制技术、现代传感检测技术以及先进的喷油结构设计技术于一身。美国 Aero 公司生产的 G-18 吊车由底特律 S40E 柴油机驱动,该机使用的正是高压共轨喷射技术。本文依据电喷柴油机的控制原理,结合现场维修经验,对底特律 S40E 柴油机的起动故障进行分析,并给出相应的解决方案。

1 底特律 S40E 柴油机故障现象

1.1 柴油机参数

S40E 柴油机部分参数见表 1。

表 1 S40E 柴油机参数

缸数	直列 6 缸
缸径/mm	109.2
冲程/mm	135.9
转速/(r·min ⁻¹)	2 200
功率/kW@ (r·min ⁻¹)	125@2 200
排量/L	7.6
轨压/MPa	15.5

1.2 故障现象

海上平台的 G18 吊车起动时,柴油机曲轴能正常旋转,但无法实现点火,且排气管没有任何烟气排出;用吸湿纸检查排气管,吸湿纸上干净无油迹,因此可以判断柴油机喷油器均不喷油。由于电喷柴油机的控制原理和机械式柴油机的控制原理有着本质的区别,所以要查清故障原因必须先明晰共

轨电喷柴油机控制原理。

1.3 电喷柴油机控制原理

底特律 S40E 电喷柴油机的控制系统采用目前较为先进的压力控制 HEUI(液压驱动单体式喷油泵)系统,通过控制喷油时间来控制喷油量,进而控制发动机的转速和功率。其工作原理如图 1 所示。执行机构由机油共轨、燃油共轨两条共轨及喷油器构成。电控单元(ECU)根据各种传感器收集的信息进行分析计算,最终发出指令并控制喷油器喷油。

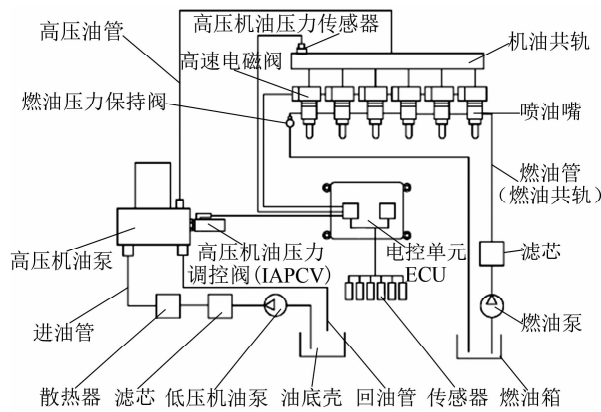


图 1 底特律 S40E 电喷柴油机控制原理图

当发动机准备起动时,起动机带动曲轴旋转,燃油共轨中的电动燃油泵开启,从油箱中吸出燃油,经滤芯将燃油送到每个喷油器的蓄压室,多余的燃油经燃油压力保持阀(压力保持 0.2 MPa)流回油箱。与此同时,机油共轨中的低压机油泵从油底壳中吸出机油,经散热器和滤芯将机油输送至高压机油泵进一步加压,然后到达每个喷油器蓄压室

收稿日期:2018-07-10;修回日期:2018-10-19

作者简介:李瑞建(1983-),男,工程师,主要研究方向为海上平台机械设备管理,94403278@qq.com。

加压活塞上方的进油口，多余的机油通过高压机油压力控制阀流回油底壳。

与此同时，ECU 通电，对正时/速度传感器、高压机油压力传感器、油门位置传感器等传感器传来的信号做分析计算，如果高压机油达到起动所必需的 5~6 MPa（正常运转可达 19 MPa），转速达到起动转速，则 ECU 控制喷油器上的高速电磁阀通电，喷油器蓄压室加压活塞上方的进油口开启，回油口关闭，高压机油通过加压活塞对蓄压室内的柴油加压（可达 50~160 MPa）；此时，如果正时/转速传感器测到某缸正好运转到喷油位置，ECU 将控制该缸喷油器上的高速电磁阀断电，蓄压室加压活塞上方的进油口关闭，回油口打开，针阀开启，喷油器喷油，发动机随之起动。

2 故障分析与排除

根据以上原理可以得出结论：造成该柴油机不能起动的直接原因是喷油器都不喷油。而造成喷油器不喷油的可能原因有以下几种^[1]。

- （1）燃油共轨故障，燃油供应不上；管路中有空气；燃油压力保持阀损坏，低压燃油管路内燃油压力达不到 2 MPa。
 - （2）机油共轨故障，高压机油达不到起动必须的压力 5~6 MPa。
 - （3）传感器故障。
 - （4）喷油器本身故障或连接线断路和短路。
- 以下进行针对性的故障诊断和排除^[2]。

2.1 起动装置

由于这台发动机有空气起动和液压起动两种方式，经测试，两种起动方式下，发动机都不能着火。

2.2 燃油油路

首先检查燃油液位，液位正常，燃油品质也很好。检查燃油滤芯和压力保持阀，结果均正常。用手动输油泵泵油起动，发动机仅由起动马达带动运转，没着火迹象。基本可以排除燃油共轨故障的可能。

2.3 电路

电喷系统的电路引线有很多插接件，使用时间久后会引起老化，或者多次拆卸造成松动或接触不良，从而导致发动机性能时好时坏。连接导线错综密布，吊车振动导致绝缘层破裂引起短路，也会引起同样的故障。对接线进行细致的检查，未发现断裂或松动。检查接线头之间的电压，均正常。

2.4 传感器

根据电控单元（ECU）与传感器的接线图 2，

分别检查每个传感器，特别是两个主要传感器——正时传感器、高压机油压力传感器的电阻或感应脉冲，判断传感器是否损坏或断短路。

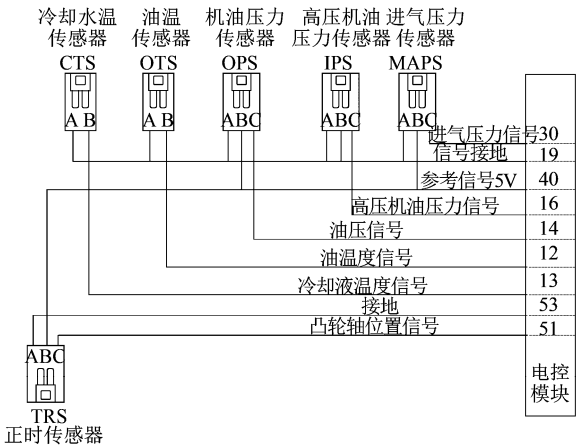


图 2 ECU 与传感器接线图^[3]

2.4.1 水温传感器（CTS）

水温传感器（CTS）是热敏电阻类传感器，其内部安装一可变电阻。水温传感器、可变电阻与水温的对应关系见表 2。

表 2 水温传感器、可变电阻与水温的对应关系

CTS 信号/V	可变电阻/kΩ	冷却水温度/℃
0.356	1.19	110
0.552	2.00	98
0.648	3.84	93
3.87	69.2	0
4.33	131	-20

测量 ECU 针脚 13&19 之间的电压为正常。

2.4.2 进气管汇压力传感器（MAPS）

MAPS 是可变电容传感器，产生线性模拟信号。MAPS 信号因进气压力不同而变化，如表 3 所示。

表 3 MAPS 电压信号与进气管压力的关系

MAPS 信号/V	进气压力/kPa
0.92~0.88	0
1.73	55
2.72	124
4.13	221

打开电池开关，测量 ECU 针脚 30&19 之间的电压：0.89 V，正常。

2.4.3 机油压力传感器（OPS）

OPS 也是可变电容传感器，产生线性模拟信号，指示发动机机油压力。OPS 和机油压力之间的关系如表 4 所示。

表4 OPS电压与机油压力的关系

OPS 信号/V	机油压力/kPa
0.5 ~ 0.61	0
0.89	34
1.15	69
2.40	241
3.61	414
4.64	552

测量 ECU 针脚 14&19 之间的电压: 0.67 V, 正常。

2.4.4 机油温度传感器 (OTS)

OTS 是热敏电阻传感器, 其电压可变电阻与机油温度的对应关系如表 5 所示。

表5 OTS 电压、可变电阻与机油温度的对应关系

OTS 信号/V	可变电阻/k Ω	机油温度/℃
0.53	1.19	120
0.669		110
0.96	2.00	96
1.45	3.84	80
4.36	69.2	0
4.64	131	-21
4.75		-40

测量针脚 12&19 之间的电压, 正常。

2.4.5 正时传感器 (TRS)

TRS 是霍尔效应类传感器, 曲轴旋转一圈, TRS 产生 24 个脉冲信号。如果 TRS 工作不正常, ECM 就会确认故障原因, 继而产生一个故障代码, 如表 6 所示。

表6 正时传感器故障代码

故障代码	描述
143	两个翼片之间没有接收到脉冲信号
144	正时传感器信号中夹杂电流噪音
145	当正常起动发动机时, 正时传感器没有反馈信号
612	磁盘信息错误
111	传感器失效

由于现场工具限制, 没有专业设备读取故障代码。用万用表测量针脚 51 和 53 两端的电压, 在正常范围内。

2.4.6 高压机油压力传感器 (IPS)

IPS 是可变电容传感器, 输出线性模拟信号, 用来指示高压机油压力。量程为: 0 ~ 26.5 MPa, 提供的电流不能大于 10 mA。IPS 电压的高压机油压力的关系如表 7 所示。

IPS 信号可以通过测量 ECU 针脚 16&19 之间的电压得到。打开电池开关, 万用表测量输出值为 0.14 V, 对照表 7: 数值偏低, 传感器可能有故障。拆下 IPS 做模拟校验, 结果如表 8 所示。

表7 IPS 电压与高压机油压力关系

IPS 信号/V	高压机油压力/MPa	备注
0.15 ~ 0.30	0	起动钥匙打到 ON 时的压力
0.74 ~ 0.81	2.9 ~ 3.3	低怠速运转
1.00	4.0	150 ($r \cdot \min^{-1}$) 时的最小电压要求
1.31 ~ 1.68	6 ~ 8	高怠速运转
3.334	15.5	全负荷运转
3.8	20.7	

表8 IPS 模拟检验结果

输入压力值/MPa	0	0.34	0.69	1.38	2.07	2.76	3.45	4.14	4.83	5.52
输出电压/V	0.14	0.21	0.30	0.37	0.42	0.54	0.65	0.74	0.85	1.00

可见校验值偏低, 传感器出现故障。

更换新的 IPS, 起动发动机, 仍不能着火。在发动机起动盘车时, 用万用表测量 IPS 之间的电压, 为 0.2 V, 表示没有高压机油输送过来。

2.4.7 高压机油泵

拆开高压机油泵发现: 高压机油泵出口单向阀的滚珠阀芯掉落; 一个单向阀的滚珠没有安装到位。回装两个单向阀, 柴油机顺利起动, 故障排除。

3 结论

电控喷射系统一方面大大改善了发动机的动力性、经济性及排放性能; 另一方面对发动机的维护保养提出了更高的要求。如温度传感器损坏, ECU 因得到错误信息而做出错误指令, 导致发动机不能正常工作; 同时, ECU、传感器、执行器等零部件给故障排除带来一定的难度。随着电控喷射发动机应用越来越普及, 积累和总结这类发动机的故障形式和排除方法越显重要。

参考文献

- [1] 马振峰, 孙军, 谭景春, 等. 五十铃 6HK1 发动机典型故障分析及排除 [J]. 机电产品开发与创新, 2008, 21 (3): 59-61.
- [2] 钟兆斌. 电控燃油喷射发动机常见故障分析 [J]. 柴油机设计与制造, 2005 (3): 42-44.
- [3] 底特律 S40E 发动机维护保养手册 [R]. 1998:12-15.