

汽车电控柴油发动机 结构与故障检修图解

宋福昌 主编



金盾出版社

汽车电控柴油发动机结构与 故障检修图解

宋福昌 主 编

金盾出版社

内 容 提 要

本书重点介绍了东风康明斯 ISBe 高压共轨柴油机、五十铃 6HK1-TC 高压共轨柴油机及广西玉柴 YC6G 电控单体泵柴油机的结构组成、故障诊断和排除方法等内容。本书通俗易懂、内容详实、图文并茂、实用性强,可供柴油机维修人员、柴油机工程技术人员和大专院校汽车运用专业的师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控柴油发动机结构与故障检修图解/宋福昌主编. —北京:金盾出版社,2009.10
ISBN 978-7-5082-5721-1

I. 汽… II. 宋… III. ①汽车—电子控制—柴油机—结构—图解②汽车—电子控制—柴油机—车辆修理—图解 IV. U464.172.03-64 U472.43-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 051753 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京金盾印刷厂

正文印刷:北京金盾印刷厂

装订:东杨庄装订厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:18.125 字数:441 千字

2009 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~10 000 册 定价:36.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

电控柴油机高压共轨是指在由高压油泵(供给泵)、油轨(共轨管)、压力传感器和 ECM 组成的闭环控制系统中,将喷射压力的产生和喷射过程彼此分开的一种供油方式。高压油泵只负责燃油加压并输送到油轨。油轨中燃油压力大小由压力调节阀调整;燃油喷射则由 ECM 根据各种传感器输入的信息,适时发出指令切断回油通路,使喷油器喷油。目前,共轨系统最高喷射压力可达 135MPa 以上。在高压共轨系统,在发动机的转速范围内可实现连续的高压喷射,在每循环中能完成预喷、主喷、后喷等多次喷射。ECM 可精确控制喷油量和喷油时刻。高压共轨技术在柴油机上应用后,使柴油机节能、环保,深受用户好评。

电控单体泵系统的工作方式与泵喷嘴相同,不同的是其喷油器和油泵用一根短油管连接,各缸所独立配置的单体泵组合在一个壳体中,成为组合泵外挂在缸体的侧面,由发动机的凸轮轴驱动。因为单体泵结构简单,对发动机改动少,性能可靠、故障率低、寿命长、维修方便,对油品的清洁度不太敏感,所以,目前在欧洲市场 85% 以上的重型柴油机均采用电控单体泵技术。单体泵在重型柴油车上应用后,发动机的功率和转矩得到提高,降低了燃油消耗,改善了排放。

目前,广泛应用于柴油机上的电控燃油喷射技术,主要产自德国博世(BOSCH)公司、日本电装(Denso)公司和美国德尔福(Delphi)公司。我国各大柴油机厂引进的燃油喷射系统,也是这三家的产品,并已应用在国产欧Ⅲ柴油机上。

本书所介绍的东风康明斯 ISBe 柴油机应用的是博世(BOSCH)公司共轨燃油系统,日本五十铃 6HK1-TC 柴油机应用的是电装(Denso)公司共轨燃油系统,玉柴 YC6G 柴油机应用的是德尔福(Delphi)单体泵燃油系统。为了使读者对这三个公司的燃油系统的组成和工作特点有一个清楚了解,书中做了简单介绍。书中还对这三款电控柴油机的故障诊断排除做了必要的介绍。在读者学习掌握电控柴油机的结构组成和维修方法时,本书可起到抛砖引玉的作用。本书引用了国内外部分资料,在此对资料作者一并致谢。

作 者

目 录

第一章 东风康明斯 ISBe 高压共轨柴油机	1
第一节 BOSCH 高压共轨柴油机喷射系统	1
一、高压柴油共轨系统的结构组成	1
二、高压共轨系统的工作原理	2
三、CP3 型高压油泵工作原理	4
四、喷油器工作原理	6
五、电控高压共轨系统的控制功能	7
第二节 康明斯 ISBe 柴油机的维修信息	9
一、ISBe 柴油机的结构组成	9
二、英文缩写及含义	14
三、ISBe 柴油机维修技术规范	15
四、ISBe 柴油机测试	18
第三节 电控燃油系统概述	31
一、电子控制系统	31
二、发动机保护系统	32
三、排气制动器的控制与设置信息	33
四、预热控制	33
五、发动机保养监视器	33
六、巡航控制	34
七、J1939 多路传输	35
第二章 ISBe 柴油机故障代码检修	36
第一节 故障码诊断系统	36
一、故障码的显示	36
二、故障码信息的设置	36
三、故障码的诊断操作和有关信息	36
四、数据存储与读取故障码	37
五、故障码的清除	38
第二节 电路检修注意事项	38
一、必须使用专用工具	38
二、导通性检查	38
三、短路接地检查	38
四、触针与触针之间是否短路的检查	39
五、导通性检查	39
第三节 信息式故障码故障的排除	39

一、红色指示灯点亮所指示的故障码	39
二、黄色指示灯点亮所指示的故障码	40
第四节 OEM 中存储的故障码诊断与排除	40
一、故障码 111——电子控制模块(ECM)故障	40
二、故障码 122——进气支管压力传感器电路信号电压高	41
三、故障码 123——进气支管压力传感器电路信号电压低	43
四、故障码 131——节气门位置传感器电路信号电压高	44
五、故障码 132——节气门位置传感器电路信号电压低	46
六、故障码 133——远程节气门位置传感器电路信号电压高	47
七、故障码 134——远程节气门位置传感器电路信号电压低	48
八、故障码 135——机油压力传感器电路信号电压高	48
九、故障码 141——机油压力传感器电路信号电压低	50
十、故障码 143——机油压力—发动机保护	51
十一、故障码 144——冷却液温度传感器信号电压高	51
十二、故障码 145——冷却液温度传感器信号电压低	53
十三、故障码 146——冷却液温度高—发动机保护	53
十四、故障码 151——冷却液温度过高—发动机保护	53
十五、故障码 153——进气支管温度传感器信号电压高	53
十六、故障码 154——进气支管温度传感器电路信号电压低	55
十七、故障码 155——进气支管压力/温度传感器—发动机保护电路	55
十八、故障码 187——燃油油轨压力传感器电源 B—低电位	56
十九、故障码 197——发动机冷却液液位—发动机保护	57
二十、故障码 198——报警指示灯电路故障	59
二十一、故障码 212——机油温度传感器电路信号电压高	60
二十二、故障码 213——机油温度传感器电路信号电压低	61
二十三、故障码 221——大气压力传感器故障	62
二十四、故障码 227——燃油油轨压力传感器电源 B—高电位	63
二十五、故障码 234——发动机超速电路故障	63
二十六、故障码 235——冷却液液位偏低—发动机保护	63
二十七、故障码 238——传感器电源 C—低电位	64
二十八、故障码 239——传感器电源 C—高电位	65
二十九、故障码 241——车速传感器电路故障	65
三十、故障码 244——指示灯电路故障	67
三十一、故障码 261——燃油温度传感器—发动机保护电路	68
三十二、故障码 263——燃油温度传感器电路信号电压高	69
三十三、故障码 265——燃油温度传感器电路信号电压低	70
三十四、故障码 266——燃油温度传感器—发动机保护电路	71
三十五、故障码 271——电子燃油控制执行器电路短路	71
三十六、故障码 272——电子燃油控制执行器电路开路	72

三十七、故障码 293——OEM 温度传感器电路高电位	72
三十八、故障码 294——OEM 温度传感器电路低电位	73
三十九、故障码 296——OEM 压力传感器电路—发动机保护	74
四十、故障码 297——OEM 压力传感器电路高电位	74
四十一、故障码 298——OEM 压力传感器电路低电位	75
四十二、故障码 311——侧 1 喷油器电路故障	76
四十三、故障码 321——侧 2 喷油器电路故障	78
四十四、故障码 322——1 号喷油器电路高电阻	79
四十五、故障码 323——5 号喷油器电路高电阻	81
四十六、故障码 324——3 号喷油器电路高电阻	82
四十七、故障码 325——6 号喷油器电路高电阻	84
四十八、故障码 329——高压共轨 (HPCR) 系统泄漏故障	85
四十九、故障码 331——2 号喷油器电路高电阻	86
五十、故障码 332——4 号喷油器电路高电阻	87
五十一、故障码 341——ECM 中的存储器出现错误	89
五十二、故障码 343——ECM 内部故障	89
五十三、故障码 352——传感器电源电路低电压	90
五十四、故障码 381——1 号进气加热器电路故障	92
五十五、故障码 382——2 号进气加热器电路故障	94
五十六、故障码 386——传感器电源电路低电位	94
五十七、故障码 389——风扇离合器电路故障	96
五十八、故障码 392——排气制动器电路故障	97
五十九、故障码 412——J1708 数据通信接口电路信息丢失	98
六十、故障码 415——机油压力低—发动机保护功能起作用(供油减少)	99
六十一、故障码 422——冷却液液位传感器电路故障	99
六十二、故障码 426——J1939 数据通信接口电路信息丢失	100
六十三、故障码 427——J1939 数据通信接口通信速度不够快	102
六十四、故障码 429——燃油含水传感器电路故障	102
六十五、故障码 431——怠速有效开关电路故障	103
六十六、故障码 432——怠速有效开关电路故障	105
六十七、故障码 433——进气支管压力传感器电路故障	107
六十八、故障码 434——无开关蓄电池电源电路故障	109
六十九、故障码 441——无开关蓄电池电源电路电压过低	110
七十、故障码 442——无开关蓄电池电源电路电压过高	111
七十一、故障码 449——燃油压力高	111
七十二、故障码 451——燃油油轨压力传感器电路电压高	111
七十三、故障码 452——燃油油轨压力传感器电路电压低	113
七十四、故障码 488——进气支管温度传感器—发动机保护功能起作用 (供油量减少)	114

七十五、故障码 551——怠速有效开关电路故障	114
七十六、故障码 596——发电机充电电路高电压	115
七十七、故障码 597——发电机充电电路低电压	115
七十八、故障码 598——发电机充电电路电压过低	115
七十九、故障码 689——发动机转速传感器电路故障	115
八十、故障码 731——发动机转速信号不一致	117
八十一、故障码 753 或 778——发动机凸轮轴位置传感器电路故障	118
八十二、故障码 768——模拟转矩电路故障	119
八十三、故障码 1417——电子控制模块(ECM)关闭	120
八十四、故障码 1478——起动机锁定驱动电路故障	120
八十五、故障码 2185——节气门电源电压过高	122
八十六、故障码 2186——节气门电源电压过低	122
八十七、故障码 2194——OEM 压力—发动机保护功能起作用(供油量减少)	123
八十八、故障码 2197——OEM 温度传感器—发动机保护功能起作用 (供油量减少)	123
八十九、故障码 2212——燃油加热器电路故障	124
九十、故障码 2215——燃油油轨压力正向偏差故障	125
九十一、故障码 2216——燃油油轨压力负向偏差故障	126
九十二、故障码 2217——电子控制模块(ECM)软件故障	128
第三章 ISBe 柴油机电子控制装置检修	129
第一节 电气线路图及控制装置检修概述	129
一、ISBe 柴油机电气连接线路图	129
二、电子控制装置检修概述	129
第二节 各种传感器的检修	137
一、节气门位置传感器	137
二、发动机曲轴位置传感器(EPS)	142
三、发动机转速传感器(ESS)	143
四、燃油油轨压力传感器	144
五、燃油温度传感器	145
六、燃油含水传感器	146
七、机油压力/温度传感器	147
八、进气支管压力/温度传感器	147
九、电磁式车速传感器	148
十、冷却液液位传感器	149
十一、冷却液温度传感器	150
第三节 各种开关和电路的检修	152
一、蓄电池接地电路	152
二、离合器开关和电路	152
三、巡航控制开关和电路	155

四、巡航控制选择开关	158
五、巡航控制选择开关电路	160
六、诊断开关和电路	162
七、风扇离合器电路	165
八、故障指示灯和电路	166
九、怠速调整开关和电路	168
十、怠速有效开关和电路	170
十一、点火开关蓄电池电源电路	174
十二、远程 PTO 开关和电路	174
十三、转速表电路	177
十四、无开关蓄电池电源电路	178
十五、车辆制动器开关和电路	179
十六、J1939 数据通信接口电路	182
十七、J1587 数据通信接口电路	187
十八、排气制动器通断开关和电路	190
十九、双减速比驱动桥开关和电路	192
二十、空调压力开关和电路	194
二十一、节气门联锁开关和电路	195
二十二、驾驶室调速器转换开关和电路	196
二十三、最大转速开关和电路	199
二十四、行车自动记录仪电路	200
二十五、发动机保护性停机超越开关和电路	201
二十六、风扇离合器开关和电路	203
二十七、道路车速调速器极限开关和电路	205
二十八、远程节气门开关和电路	207
二十九、转矩极限控制开关和电路	209
第四节 电子控制模块的检查与标定	211
一、电子控制模块冷却板	211
二、电子控制模块的检查	212
三、ECM 标定	213
四、可编程序特性和参数不正确	213
第五节 各种连接器的更换	214
一、发动机导线线束	214
二、内部执行器导线线束	215
三、OEM 导线线束	216
四、环形端子连接器的更换	216
五、插入式线束熔丝检查	216
六、对接式连接器	217
七、2 针连接器	217

八、3 针连接器	224
九、4 针连接器	225
十、6 针连接器	226
十一、16 针连接器	227
十二、36 针连接器	228
十三、89 针连接器	228
第四章 日本五十铃 6HK1-TC 高压共轨柴油机	231
第一节 Denso 高压共轨柴油机喷射系统	231
一、Denso 电装公司 ECD-U2 高压共轨柴油机喷射系统的组成	231
二、ECD-U2 系统主要部件的结构与功用	232
第二节 五十铃 6HK1-TC 电控柴油机的结构组成	241
一、6HK1-TC 电控柴油机的结构参数	241
二、6HK1-TC 电控柴油机的结构特点	242
第三节 6HK1-TC 电控柴油机高压共轨系统	243
一、6HK1-TC 电控柴油机主要部件的配置	243
二、6HK1-TC 电控柴油机电控系统控制内容	243
三、6HK1-TC 电控柴油机燃油系统主要部件	244
第四节 6HK1-TC 电控柴油机电控系统故障诊断	251
一、诊断方法	251
二、自诊断	252
第五章 玉柴 YC6G 电控单体泵柴油机	254
第一节 博世公司(BOSCH)电控单体泵系统	254
一、电控单体泵系统的结构组成	254
二、电控单体泵的工作原理	255
三、喷油器的结构及工作原理	256
第二节 德尔福(Delphi)电控单体泵系统	260
一、德尔福电控单体泵系统的组成	260
二、德尔福电控单体泵系统的整车控制功能	260
三、电控单体泵系统的技术特点	261
第三节 玉柴 YC6G 电控单体泵柴油机	262
一、玉柴 YC4G、YC6G、YC6L 电控柴油机的组成	262
二、电控系统的功能	262
三、电控系统的主要部件	264
四、故障诊断系统	268
五、电控欧Ⅲ柴油机的使用与维护	270
六、电控欧Ⅲ柴油机性能数据	271

第一章 东风康明斯 ISBe 高压共轨柴油机

第一节 BOSCH 高压共轨柴油机喷射系统

一、高压柴油共轨系统的结构组成

现代柴油机高压柴油共轨系统由电子控制和燃油供给两大部分组成,其基本结构组成如图 1-1 所示。

1. 电子控制部分

电子控制部分由 ECM、各种传感器和执行器组成。传感器有曲轴转速传感器、凸轮轴位置传感器、各种温度传感器(如冷却液温度传感器、进气温度传感器、机油温度传感器、回油管内柴油温度传感器)及增压压力传感器、燃油压力传感器、热膜式空气流量传感器和加速踏板位置传感器等。执行器有电磁喷油器(或压电晶体式喷油器)、油压控制阀、流量控制阀、预热塞控制单元、增压压力执行器、涡轮控制器和 EGR 反馈控制器等。电子控制系统的功能是根据各种传感器输入的信号,由 ECM 经过比较、运算、处理后,得出最佳喷油时间和喷油量值,向喷油器发出开启或关闭指令,从而精确控制发动机的工作过程。

发动机起动时,由水温与发动机转速信号决定喷油量,而当车辆正常行驶时,则主要由加速踏板位置传感器信号和发动机转速信号决定喷油量。ECM 接收的信号如果是数字信号(如霍尔式转速传感器电压信号是数字信号),可直接由微处理器处理后经驱动器到执行器;如果 ECM 接收的是模拟信号(如空气流量、水温信号、进气温度、蓄电池电压等),则要经过 A/D 转换器转换成数字后,再由微处理器处理后经驱动器向执行器发出指令。ECM 还具有其他辅助功能,如怠速转速控制:ECM 除维持怠速最低稳定运转转速以节省燃油以外,还在电器负载、空调压缩机运转、变速器换挡操作及操作动力转向时,利用怠速控制器改变喷油器的喷油量来调节怠速转速;怠速平滑运转控制:由于机械磨损,发动机各缸产生的转矩产生差异,导致发动机运转不稳。ECM 测量做功时的转速变化,对各缸作出比较,调节各缸喷油量,使其产生的转矩相同;巡航控制:即定速控制,驾驶人通过操作仪表板上的巡航控制开关控制车速,车速控制器增减喷油量以使实际车速等于设定车速。当巡航控制起作用时,即按定速行驶时,若驾驶人踩下离合器或制动踏板,则定速控制程序会中断,若再踩下加速踏板,车速上升到先前设定值

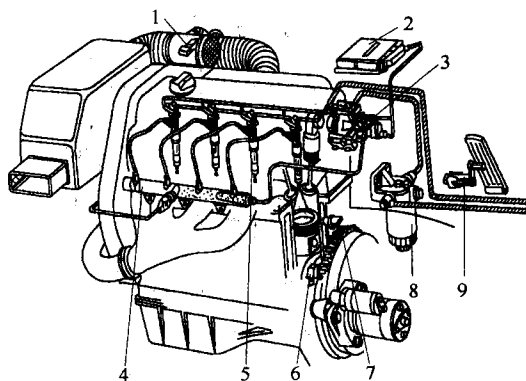


图 1-1 BOSCH 高压共轨系统的基本组成

1. 空气流量传感器 2. ECM 3. 高压油泵 4. 油轨
5. 喷油器 6. 曲轴转速传感器 7. 冷却液温度传感器
8. 柴油滤清器 9. 加速踏板位置传感器

后再松开加速踏板,车速会恢复到原先设定值定速行驶。若定速控制被解除,驾驶人按下恢复键即可重新选择上一次设定值行驶;转速波动阻尼控制:当突然踩下或释放加速踏板时,由于喷油量的迅速变化,会导致发动机输出转矩也急剧变化,这种突然的负荷变化会使发动机传动系统抖动,使发动机转速出现波动。在上述情况发生时,ECM 会改变喷油量(当转速上升时减少喷油量,当转速下降时增加喷油量),有效地缓冲转速波动。

2. 燃油供给部分

高压共轨系统为蓄压器式共轨系统,该系统由油箱、柴油滤清器、电动输油泵、高压油泵、高压/低压燃油管、油轨(蓄压器)、喷油器、回油管和 ECM 等组成,如图 1-2 所示。燃油供给系统又分低压部分和高压部分,分别如图 1-3 和图 1-4 所示。

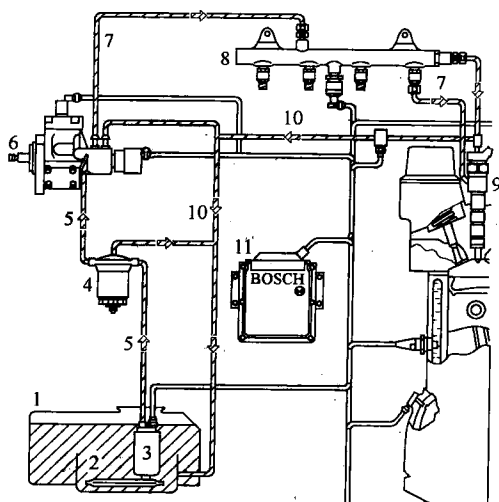


图 1-2 高压共轨燃油供给系统的组成

1. 油箱 2. 粗滤器 3. 电动输油泵 4. 柴油滤清器
5. 低压燃油管 6. 高压油泵 7. 高压燃油管
8. 油轨(蓄压器) 9. 喷油器 10. 回油管
11. ECM

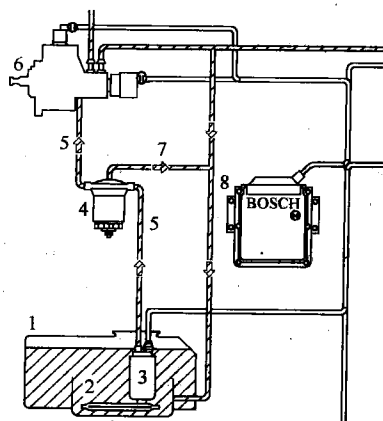


图 1-3 高压共轨燃油供给系统的低压部分

1. 油箱 2. 粗滤器 3. 电动输油泵
4. 柴油滤清器 5. 低压燃油管
6. 高压油泵低压端 7. 回油管 8. ECM

燃油供给系统的基本工作原理:燃油由电动输油泵从油箱中吸出后,经滤清器输送到高压油泵,再经高压油泵加压后输送到蓄压器(油轨)中。储存在油轨中的高压燃油在适当的时刻通过电磁喷油器喷入发动机气缸内。电磁喷油器的开启和关闭由 ECM 根据传感器输入的信号进行控制。

二、高压共轨系统的工作原理

对照图 1-3 和图 1-4,燃油从油箱被电动输油泵吸出后,经油水分离器和滤清器滤清后,被送入高压油泵,这时燃油压力为 0.2MPa。进入高压泵的燃油一部分通过高压泵上的安全阀进入油泵的润滑和冷却油路后流回油箱,另一部分进入高压油泵。在高压油泵中,燃油被加压到 135MPa 后,被输送到油轨。在油轨上有一个压力传感器和一个通过切断油路来控制油量的压力限制阀,压力限制阀可调节 ECM 设定的共轨压力。高压柴油从油轨、流量限制阀经高压油管进入喷油器后,又分两路:一路直接喷入燃烧室;另一路在喷油期间针阀导向部分和控制套

筒与柱塞缝隙处泄漏的多余燃油一起流回油箱。

在电子控制高压共轨系统中,由各种传感器(如曲轴转速传感器、加速踏板位置传感器、凸轮轴位置传感器、各种温度和压力传感器等)及时检测出发动机的实际运行状态,由 ECM 中的微型计算机根据预置的程序进行运算后,确定适合于该工况下的最佳喷油量、喷油时刻、喷油速率模型参数等,ECM 发出指令,使发动机始终处在最优工作状态,确保发动机的动力性、经济性得到有效地发挥,并且可使排放污染降到最低。

电控高压共轨技术是指在高压油泵、压力传感器和 ECM 组成的闭环控制系统中,喷油压力大小与发动机转速无关的一种供油方式。在共轨系统中,喷射压力的产生和喷射过程是完全彼此分开的。高压油泵把高压燃油输入到油轨中,通过对油轨内油压调整实现精确控制,使最终高压油管内燃油压力大小与发动机的转速无关。高压共轨供油方式可以大大减小柴油机供油压力随发动机转速的变化,减少传统柴油机的缺陷。喷油量大小则由油轨中燃油压力和电磁阀开启时间的长短决定。图 1-5 为博世公司高压共轨系统传感器和燃油系统部件的连接关系。

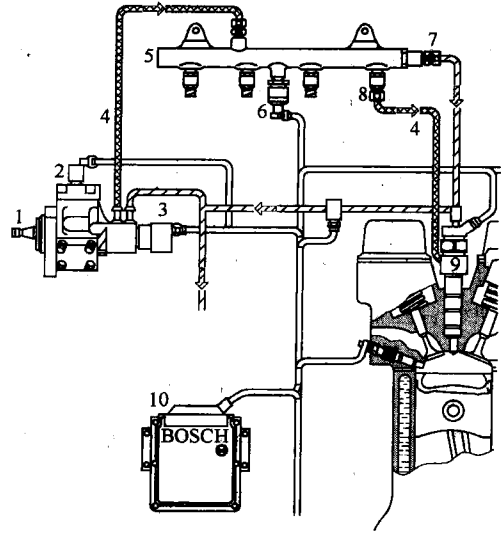


图 1-4 高压共轨燃油供给系统的高压部分

1. 高压油泵 2. 切断阀 3. 压力控制阀(调压阀)
4. 高压油管 5. 高压蓄压器(油轨) 6. 燃油压力传感器(轨道压力传感器) 7. 限压阀 8. 流量限制阀 9. 喷油器
10. ECM

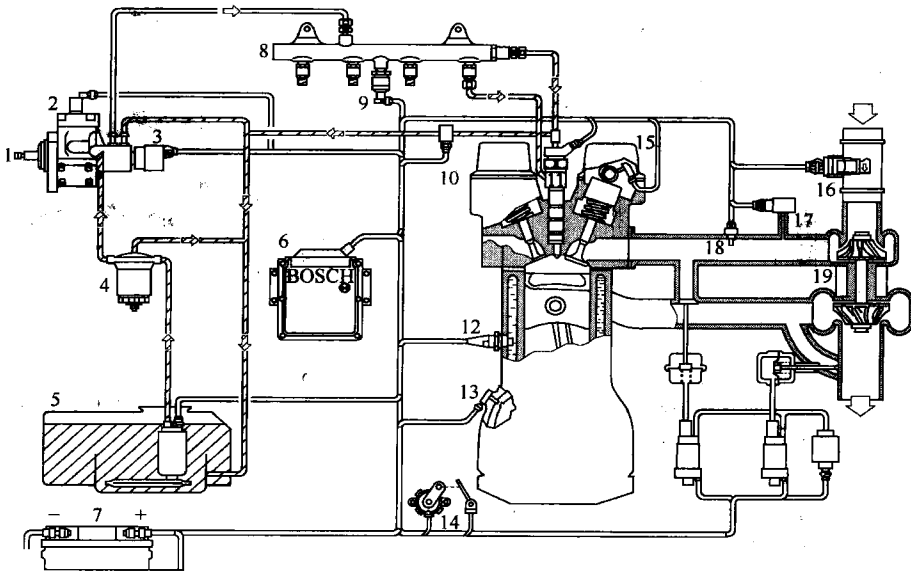


图 1-5 高压共轨系统的传感器和燃油系统部件的连接关系

1. 高压油泵 2. 燃油切断阀 3. 压力控制阀 4. 柴油滤清器 5. 油箱(内有输油泵和粗滤器)
6. ECM 7. 蓄电池 8. 蓄压器(油轨) 9. 燃油压力传感器 10. 燃油温度传感器 11. 喷油器
12. 冷却液温度传感器 13. 曲轴转速传感器 14. 加速踏板位置传感器 15. 凸轮轴位置传感器
16. 空气流量传感器 17. 增压压力传感器 18. 进气温度传感器 19. 涡轮增压器

在 ECM 控制系统中,曲轴位置传感器用来测定发动机的转速;凸轮轴位置传感器用来确定发动机的发火顺序;加速踏板位置传感器是一种电位计,它通过电信号将驾驶人对转矩的要求传递给 ECM;空气流量传感器用于检测空气流量,ECM 根据空气流量大小,按空燃比控制喷油量。装有涡轮增压器并带有增压压力调节装置的发动机,增压压力传感器用于检测增压压力,ECM 根据增压压力大小,按空燃比控制喷油量。在发动机冷机起动或温度较低时,ECM 可以根据发动机冷却液温度传感器和空气温度传感器的信号电压值对喷油始点、预喷油量、主喷射量及其他参数进行匹配。ECM 还根据其他传感器和数据传输线(CAN)输入的数值,进行各项综合控制。

ECM 控制装置还具有自我诊断功能,它随时对系统主要部件的工作进行技术诊断,如果某个部件出现了故障,诊断系统会向驾驶人发出警报,并根据情况进行自我处理,或使发动机切断燃油供给,或切换控制,使车辆可继续行驶到修理厂。

三、CP3 型高压油泵工作原理

博世公司高压共轨系统使用的是 CP 系列高压油泵。图 1-6 和图 1-7 分别是 CP3 型高压油泵的纵断面图和横断面图。

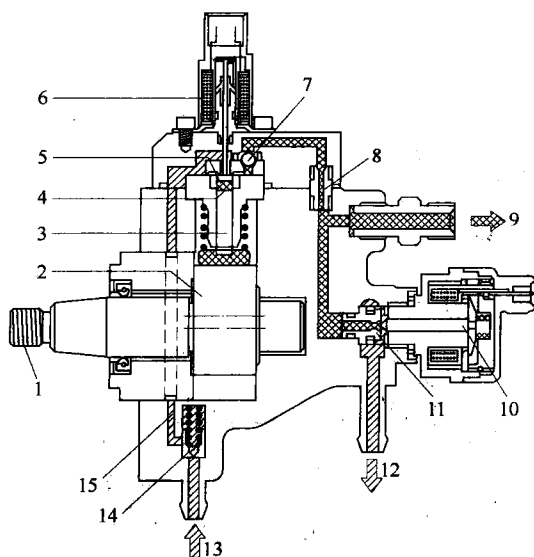


图 1-6 CP3 型高压油泵纵断面图

1. 驱动轴 2. 偏心凸轮 3. 柱塞泵油组件(3组) 4. 高压腔
5. 吸油阀 6. 切断阀 7. 出油阀 8. 密封件 9. 高压油管接头
10. 压力控制阀 11. 球阀 12. 回油口 13. 进口口
14. 安全阀(带节流孔) 15. 低压油道

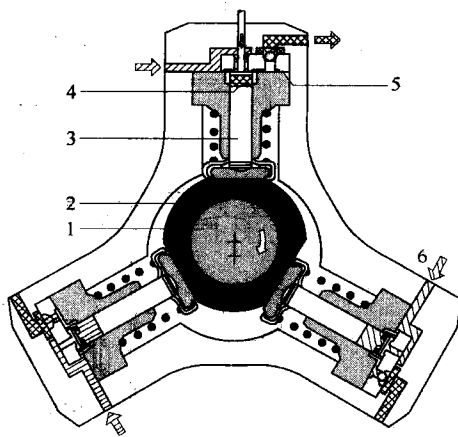


图 1-7 CP3 型高压油泵横断面图

1. 驱动轴 2. 偏心凸轮 3. 柱塞泵油组件(3组) 4. 吸油阀 5. 出油阀 6. 进口口

CP3 型高压油泵由互为 120° 角的三个径向排列的柱塞组成。高压油泵通过联轴器由凸轮轴上的油泵驱动齿轮带动旋转,驱动轴转一圈,有三次排油行程,油压连续稳定。油泵的转速是发动机转速的一半。分配泵中的三个泵油柱塞由驱动轴上的凸轮驱动进行往复运动,每个

泵油柱塞配有弹簧,作用是减小柱塞振动,并使柱塞始终与驱动轴上的偏心凸轮接触。当柱塞向下运动时为吸油行程,吸油阀将会开启,允许低压燃油进入泵腔;而当柱塞到达下止点时,进油阀将会关闭,油压升高,推出出油阀,将柴油送往油轨,进入排油行程,这时高压燃油被存储在油轨中等待喷射。

图 1-8 为油轨,它是一根锻造钢管,油轨的内径为 10mm,长度为 280~600mm,具体长度按发动机的要求而定,各缸上的喷油器通过各自的油管与油轨连接。

图 1-9 为燃油压力控制阀,它安装在高压油泵上。ECM 通过控制压力控制阀可以精确地保持泵油压力,保持油轨中的燃油压力。压力控制阀是电磁控制球形阀,弹簧向球阀施加作用力,电磁铁也对球阀施加作用力,压力控制阀与分配泵连接处有 O 形密封圈保持密封,球阀承受着油轨中燃油的高压作用,高压燃油作用力由弹簧力和电磁力共同作用着,而电磁力大小由 ECM 的 PWM 调制信号电流进行控制。通过电磁铁电流的大小将决定油轨中燃油压力的高低。当油轨中的燃油压力超过发动机运转状态下的期望设定值时,球阀将会开启,允许油轨中的压力燃油通过回油管流回油箱;如果油轨中燃油压力过低,球阀将会关闭,允许高压油泵增大油轨中的燃油压力。由此可知,ECM 通过压力控制阀对系统压力实现闭环控制。

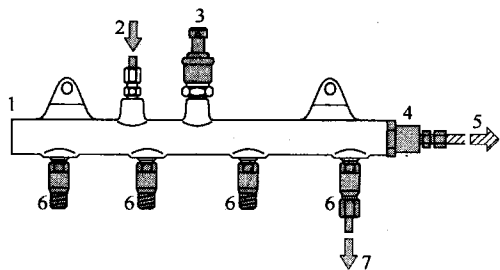


图 1-8 油轨

1. 油轨体 2. 高压泵端进油口 3. 油轨压力传感器
- 器 4. 限压阀 5. 出口口 6. 流量限制阀
7. 喷油器端连接油管

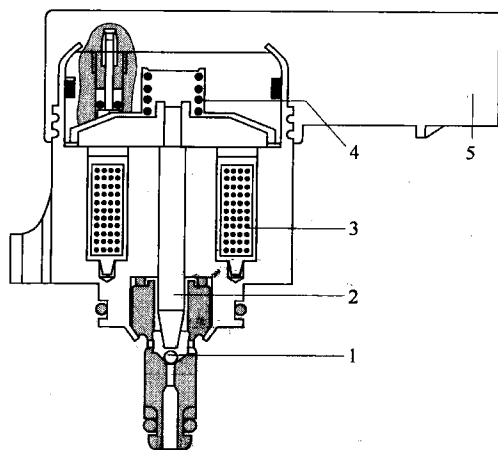


图 1-9 燃油压力控制阀

1. 球阀 2. 电磁阀杆 3. 电磁铁 4. 弹簧
5. 电子接头

油轨压力传感器安装在油轨上(图 1-8 中的 3),其作用是检测油轨内燃油压力,该传感器将燃油压力信号反馈给 ECM,ECM 通过该电信号对共轨燃油系统的燃油压力进行闭环控制。图 1-10 为油轨压力传感器结构图。

在油轨上还安装有限压阀和流量限制阀,分别如图 1-11 和图 1-12 所示。

限压阀与溢流阀的作用相同。在压力限定值被超出时,限压阀通过打开溢流口来限制油轨中的压力。限压阀允许油轨中的最大压力为 150MPa。在油轨的连接端,阀体上有一通道,

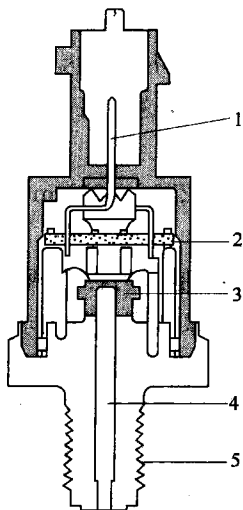


图 1-10 油轨压力传感器

1. 电线接头 2. 电路装置 3. 隔膜
4. 高压接头 5. 固定螺纹

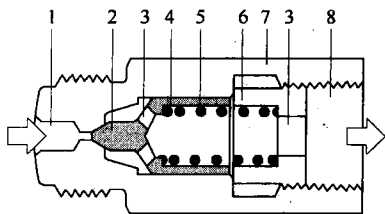


图 1-11 压力限制阀

1. 高压接头 2. 阀门 3. 通道 4. 柱塞
5. 压力弹簧 6. 限位件 7. 阀体 8. 回油口

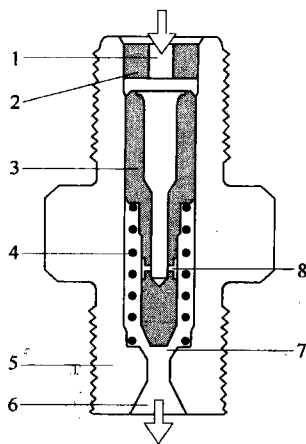


图 1-12 流量限制阀

1. 油轨端接头 2. 锁紧垫圈 3. 柱塞 4. 压力弹簧
5. 外壳 6. 喷油器端接头 7. 阀座面 8. 节流孔

通过柱塞的锥形头部与阀体的密封座保持密封。在正常工作压力（一般为 135MPa）下，弹簧使柱塞紧紧压在密封座上，使油轨保持关闭。当压力超过系统最大压力时，弹簧被压缩，柱塞被顶起，高压燃油溢出、流回油箱，油轨压力下降。

流量限制阀的作用是，当油轨输出的油量超过规定值时，流量限制阀关闭通往喷油器的油路。正常工作时柱塞停留在静止位置，靠在流量限制阀油轨端的接头上。当喷油器打开、开始喷油时，喷油器端的压力下降，导致柱塞向喷油器方向移动。流量限制阀通过柱塞移动而产生的排油量用来补偿喷油器从油轨中获得的油量。而当喷油停止时，柱塞停止移动，压力弹簧将柱塞推回到静止位置，燃油从节流孔内流出。弹簧压力和节流孔都经过计算，无论燃油大量泄漏还是少量泄漏，柱塞都会回到油轨侧的限位件上，阻止燃油进入喷油器。

四、喷油器工作原理

博世公司高压共轨系统电磁喷油器结构如图 1-13 所示。

电磁喷油器的工作原理：当喷油器电磁阀未被触发时，喷油器关闭，泄油孔也关闭，小弹簧将电枢的球阀压向回油节流孔上，在阀控制腔内形成共轨高压。同样，在喷嘴腔内也形成共轨高压，共轨高压对控制柱塞端面的压力和喷嘴弹簧的压力与高压燃油作用在针阀锥面上的开启力相平衡，使针阀保持关闭状态，如图 1-13a 所示。

当电磁阀被触发时，电枢将泄油口打开，燃油从阀控制室流到上方的空腔中，并从空腔通

过回油通道返回油箱,使阀控制室中的压力降低,减小作用在控制柱塞上的力,这时喷嘴针阀被打开,喷油器开始喷油,如图 1-13b 所示。

电磁阀一旦断电不被触发,小弹簧力会使电磁阀电枢下压,阀球就将泄油孔关闭。泄油孔关闭后,燃油从进油孔进入阀控制室建立起油压,这个压力为油轨压力,这个轨道高压作用在控制柱塞端面上,轨道压力加上弹簧力大于喷嘴腔中的压力,使喷嘴针阀关闭。

五、电控高压共轨系统的控制功能

(1) 控制喷油量

发动机电控单元 ECM 根据发动机转速和节气门开度信号以及温度、压力等辅助信号,计算发动机实际运转工况下的最佳喷油量,ECM 通过控制电磁阀通、断电时刻及通、断电持续时间直接控制喷油量,使发动机在最佳状态下运转。

①基本喷油量控制。发动机在不同工况下工作,要求输出不同的转矩,这可以通过控制喷油量实现。发动机的基本喷油量由发动机转速和加速踏板位置决定。

②怠速喷油量控制。在怠速工况下,发动机输出的转矩主要用于克服机件本身的摩擦而维持平衡,使发动机稳定运转。

发动机在低温下工作,由于润滑油黏度大,发动机摩擦阻力大,发动机怠速可能不稳;若发动机怠速转速高,发动机噪声大,燃油消耗率也高,ECM 会执行怠速转速自动调节功能,维持目标转速所需要的喷油量。将发动机的实际转速和目标转速(由发动机冷却液温度、空调工作状态和负荷等因素修正)进行比较,决定二者差值求得所必需的喷油量,进行反馈控制。

③起动喷油量控制。发动机在不同工况下运转,其加速踏板位置和发动机转速决定着基本喷油量,冷却液温度等决定补偿喷油量。发动机起动时,实际喷油量由这两部分决定。

④不均匀油量补偿控制。发动机工作时,各缸喷油量不均匀会引起燃烧压力不均匀;可燃混合气燃烧差异会引起各缸间转速不均匀;曲轴旋转速度变化会引起振动等。为了减小转速波动,使转速平稳,必须调节各缸供油量,使每一气缸的所需燃油量精确,必须进行不均匀油量补偿。ECM 担负检测各缸每次爆发冲程时转速的波动,再与其他所有气缸的平均转速相比较,分别向各缸补偿相应的油量。

⑤巡航控制喷油量控制。当驾驶人接通巡航系统的“速度控制”开关时,速度控制系统开

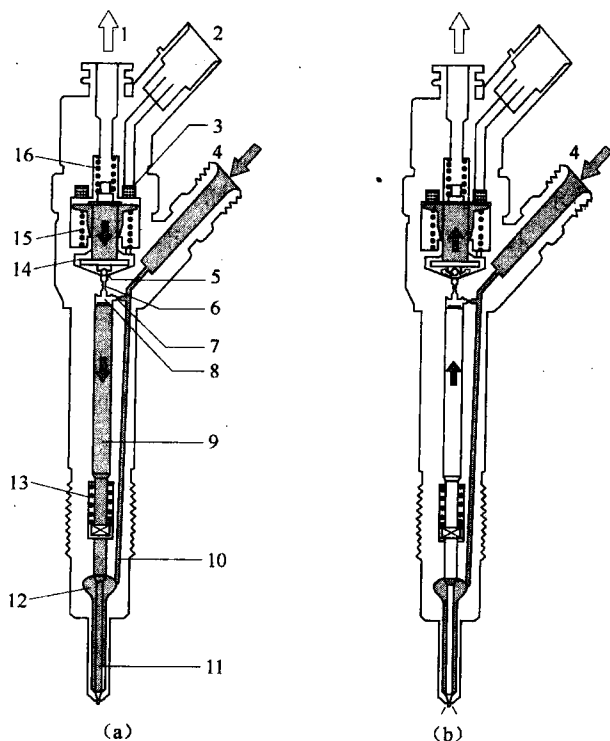


图 1-13 喷油器结构图

(a) 喷油器关闭 (b) 喷油器开启(喷油)

1. 回油管 2. 电线接头 3. 电磁阀 4. 高压燃油进口口 5. 单向球阀
6. 泄油孔 7. 进油孔 8. 阀控制腔 9. 柱塞 10. 油道 11. 针阀
12. 喷嘴腔 13. 喷嘴弹簧 14. 阀控制室 15. 大弹簧 16. 小弹簧