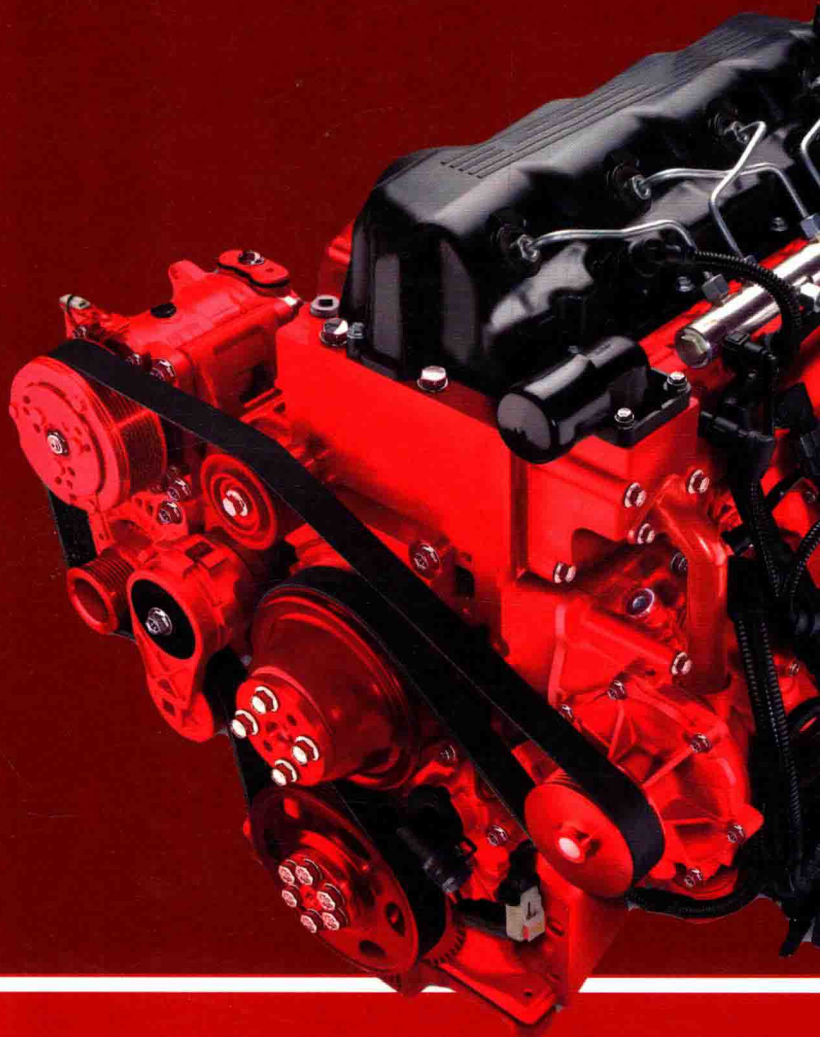


DIANKONG CHAIYOU FADONGJI
JIEGOU YU GUZHANG WEIXIU



电控柴油发动机

结构与故障维修



吴文琳 主编



化学工业出版社

DIANKONG CHAIYOU FADONGJI
JIEGOU YU GUZHANG WEIXIU

电控柴油发动机 结构与故障维修



吴文琳 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从电控柴油机使用与维修的实际出发,简明扼要地介绍了电控柴油发动机的结构原理,重点介绍了柴油机电控系统及各种传感器、执行器的故障诊断与维修方法和技巧。全书分为八章,内容包括电控柴油机基础知识、电控柴油机燃油系统、柴油机电控系统、柴油机电控系统中的传感器、电控柴油机进气控制系统、电控柴油机排气净化系统、柴油机电控系统的维修、电控柴油发动机故障的诊断与排除、电控柴油机故障维修实例精选等。书中精选了130多例柴油机电控系统典型故障维修实例,方便读者查阅、举一反三。本书内容丰富,通俗易懂,实用性较强。

本书可供广大汽车修理工和技术人员学习使用,也可作为大中专院校相关专业师生和汽车维修培训学校的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电控柴油发动机结构与故障维修/吴文琳主编. —北京:化学工业出版社, 2016.12
ISBN 978-7-122-28216-3

I. ①电… II. ①吴… III. ①汽车-柴油机-电子控制-构造②汽车-柴油机-电子控制-维修 IV. ①U464.172.03②U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第235521号

责任编辑:辛田刘琳
责任校对:王素芹

文字编辑:冯国庆
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张17½ 字数433千字 2017年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:68.00元

版权所有 违者必究

由于电子控制柴油机的迅速发展,使柴油机从结构、功能、原理,到故障检测与维修都发生了很大变化。为了满足广大柴油机维修工的迫切需求,能快速、准确地判断汽车故障点和排除故障,较快地掌握柴油机电控技术的维修技能,编写了本书。

本书从电控柴油机使用与维修的实际出发,在内容上力求简明实用,通俗易懂,简明扼要地介绍了电控柴油机的结构与原理,重点介绍了柴油机电控系统及各种传感器、执行器的故障诊断与维修方法和技巧。

全书分为八章,内容包括电控柴油机基础知识、电控柴油机燃油系统、柴油机电控系统内的传感器、电控柴油机进气控制系统、电控柴油机排气净化系统、柴油机电控系统的维修、电控柴油发动机故障的诊断与排除、电控柴油机故障维修实例精选等。

书中精选了 130 多例柴油机电控系统典型故障维修实例,方便读者查阅、举一反三。

本书内容丰富,通俗易懂,实用性较强,可供广大汽车修理工和技术人员学习使用,也可作为大中专院校相关专业师生和汽车维修培训学校的教材或参考书。

本书由吴文琳主编,参加编写的人员还有林瑞玉、林国洪、林清国、陈玉山、许宜静、刘燕青、吴荔城、邱宗许、傅瑞聪、陈瑞青、黄国良、施先柏、杨向阳、林莆杨、张国强、蚁文荣、林俊芳、刘建新、王元、肖祖豪。本书在编写过程中参阅了一些文献资料,特在此向相关作者表示衷心的感谢。

由于笔者水平有限,书中难免有不当之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

第一章 电控柴油机基础知识 1

- 第一节 电控柴油机的定义与特点 /1
 - 一、柴油机与电控柴油机的定义 /1
 - 二、柴油机电控系统的主要特点 /2
- 第二节 柴油机电控系统的组成与控制内容 /3
 - 一、柴油机电控系统的组成 /3
 - 二、柴油机电控系统的控制功能 /5
 - 三、柴油机电控系统的工作原理 /8
- 第三节 电控柴油机燃油系统的分类与特点 /9
 - 一、电控柴油机燃油系统的分类 /9
 - 二、电控柴油机燃油系统的特点 /13

第二章 电控柴油机燃油系统 15

- 第一节 电控直列泵燃油系统 /15
 - 一、电控直列泵燃油系统的分类 /15
 - 二、电控直列泵燃油系统的组成与特点 /15
 - 三、直列柱塞泵电控系统的控制原理 /18
- 第二节 电控分配泵燃油系统 /20
 - 一、电控分配泵燃油系统的分类 /20
 - 二、电控分配泵燃油系统的组成与特点 /22
 - 三、电控分配泵燃油系统的工作原理 /26
- 第三节 电控泵喷嘴燃油系统 /27
 - 一、电控泵喷嘴燃油系统的组成与特点 /27
 - 二、电控泵喷嘴系统的工作原理 /32
- 第四节 电控单体泵燃油系统 /33
 - 一、电控单体泵燃油系统的组成与特点 /34
 - 二、电控单体泵燃油系统的工作原理 /36
- 第五节 电控共轨燃油系统 /37
 - 一、电控共轨燃油系统的组成与类型 /38
 - 二、电控高压共轨燃油系统 /42
 - 三、电控中压共轨燃油系统 /51
 - 四、压电式共轨系统 /53

第三章 柴油机电控系统传感器 54

- 第一节 传感器的类型和功用 /54

一、传感器的常用分类方法	/54
二、柴油机电控系统中的传感器	/54
第二节 温度传感器的结构与原理	/57
一、进气温度传感器	/57
二、冷却液温度传感器	/58
三、燃油温度传感器	/59
四、机油温度传感器	/59
五、排气温度传感器	/59
第三节 位置传感器结构与原理	/60
一、加速踏板位置传感器	/60
二、供(喷)油正时传感器	/61
三、供(喷)油量传感器	/61
四、曲轴、凸轮轴位置传感器	/62
第四节 空气流量传感器	/64
一、热线式空气流量传感器	/65
二、热膜式空气流量传感器	/66
三、卡尔曼涡流式空气流量传感器	/66
第五节 浓度传感器	/68
一、氧传感器	/68
二、排烟传感器	/69
第六节 压力传感器	/70
一、进气压力传感器	/71
二、增压压力传感器	/72
三、大气压力传感器	/72
四、共轨压力传感器	/72
五、排气压力传感器	/73
六、燃烧压力传感器	/74
第七节 转速传感器	/74
一、可变磁阻式车速传感器	/74
二、光电式车速传感器	/75
三、电磁感应式车速传感器	/76

第四章 电控柴油机进气控制系统

第一节 柴油机进气控制	/77
一、进气翻板控制	/77
二、可变气门驱动系统	/79
三、可变进气涡流控制系统	/82
第二节 柴油机空气预热系统	/86
一、空气预热系统的分类	/86
二、进气预热系统的控制	/87
三、预热系统的组成与工作原理	/87
第三节 柴油机的废气涡轮增压控制系统	/91
一、废气涡轮增压器的类型	/91
二、废气涡轮增压系统的组成	/92
三、废气涡轮增压系统的工作原理	/94

第一节 废气再循环系统简介 /96

一、废气再循环系统的分类 /96

二、EGR 系统 /97

第二节 排气后处理系统 /98

一、氧化催化转化器 /98

二、选择性还原催化转化器 /99

三、颗粒过滤器 /100

第六章 柴油机电控系统的维修

第一节 电控柴油机的维修及注意事项 /102

一、电控柴油机的维护及注意事项 /102

二、电控柴油机维修时的注意事项 /103

三、电控柴油机维修后的注意事项 /105

第二节 电控系统的维修基础 /106

一、运用解码器检测法 /106

二、运用万用表检测法 /107

三、运用数据流分析法 /108

四、运用波形检测法 /114

第三节 电控单元的万用表检测 /115

一、用万用表检测电控单元时的注意事项 /115

二、用万用表检测电控单元的方法 /116

第四节 传感器的万用表检测 /117

一、万用表检测传感器的顺序 /117

二、传感器检测时的注意事项 /118

三、运用万用表检测传感器 /119

四、几种传感器的检测 /120

第五节 执行器的万用表检测 /128

一、用万用表检测执行器 /128

二、几种执行器的检测 /128

第七章 电控柴油发动机故障的诊断与排除

第一节 电控系统故障的类型、诊断原则与方法 /133

一、电控系统故障的类型 /133

二、故障诊断的基本原则 /134

三、故障诊断基本方法 /135

第二节 电控发动机故障的诊断与排除 /138

一、电控发动机故障诊断的基本流程 /138

二、故障诊断的技巧 /138

三、电控柴油机控制系统造成的故障的主要表现 /143

四、电控柴油机控制系统故障的排除方法 /143

第三节 柴油机电控系统常见故障的诊断与排除 /154

- 一、柴油机不能启动 /154
- 二、柴油机启动困难 /155
- 三、柴油机功率不足 /155
- 四、柴油机怠速游车 /157
- 五、柴油机突然熄火 /157
- 六、电控柴油机转速不稳 /157
- 七、电控柴油机故障指示灯亮（或闪烁） /158
- 八、电控共轨（博世）柴油机功率不足且冒黑烟 /159

第四节 发动机常见的机械故障 /160

- 一、发动机响声的原因与判断 /160
- 二、发动机常见的响声及原因 /161
- 三、废气涡轮增压系统常见的故障及原因 /166
- 四、发动机润滑系统常见的故障及原因 /167
- 五、发动机燃油系统低压油路常见的故障及原因 /171

第八章 电控柴油机故障维修实例精选

174

一、电控单元故障维修 /174

- 1. 宇通客车 YC6G240 发动机，在一次洗车后无法启动 /174
- 2. 黄海 DD6118S13 客车柴油机无法启动 /174
- 3. 苏州金龙 6DF3-24E3 客车发动机无法启动，且启动机不转 /176
- 4. 奥铃轿车行驶中突然熄火后，发动机无法启动 /176
- 5. 潍柴汽车行驶途中突然熄火，启动时起动机不转 /177
- 6. 潍柴重卡启动时起动机无反应 /177
- 7. 南京依维柯 NF2055XGC32 柴油车发动机无法加速，始终处于怠速运转状态且有抖动 /178
- 8. 康明斯 ISLe310 柴油牵引车故障灯亮 /180
- 9. 欧曼 GTL 牵引车故障灯亮 /181
- 10. 长城风骏车柴油发动机无法启动 /181
- 11. 江铃轻型货车（1.25T）发动机无法启动 /183
- 12. 郑州日产 Y37 轻型货车发动机无法启动 /183
- 13. XMQ6123Y1 大金龙车发动机不能启动 /184
- 14. 陕汽德龙 F3000 车发动机无法启动 /185

二、传感器故障维修 /185

- 15. 帕萨特 1.8T 柴油车高速时加速无力 /185
- 16. 长城风骏车在行驶中发动机突然熄火 /186
- 17. 厦门金龙客车发动机故障灯时亮时不亮 /188
- 18. 金龙客车在行驶途中自行熄火后无法启动 /189
- 19. 中通 LCK6125 客车行驶中出现加速踏板失效 /189
- 20. 陕汽德龙 F2000 型牵引车启动发动机时起动机没有反应 /190
- 21. 陕汽德龙 F2000 水泥搅拌车有时在高速行驶或爬坡加速踏板被踩下时，发动机一点儿反应也没有，此时发动机转速会继续下降，若再踩几次，又会变好 /190
- 22. 大柴自卸车故障灯亮，但发动机能启动 /191
- 23. 大柴 CA4DF3 电控柴油机故障灯常亮，车辆不能行驶 /191
- 24. 大柴 BF6M1013-26E3 发动机柴油车，发动机启动困难，故障灯点亮 /192
- 25. 大柴 BF6M1013-26E3 发动机柴油车，行驶中常出现发动机转速维持在 1200r/min，踩加速踏板无反应 /192

26. 大柴 BF6M1013-26E3 发动机柴油车, 发动机转速为 1200r/min, 加速踏板失效, 且故障灯亮 /193
27. 锡柴国Ⅲ柴油发动机不着机 /193
28. 锡柴国Ⅲ电控柴油机, 当发动机转速达到 1100r/min 以上时, 开始间歇发耸 /193
29. 潍柴发动机最高转速只有 1500r/min, 可勉强空载平路行驶, 重载动力严重不足, 故障灯点亮 /194
30. 潍柴柴油机怠速不稳, 且故障灯不亮 /194
31. 潍柴柴油机汽车行驶途中发动机抖动、转速不稳、动力不足, 最高只有 1500r/min, 故障灯点亮 /195
32. 潍柴柴油机汽车启动困难, 启动后发动机转速只能达到 1500r/min, 故障灯点亮 /195
33. 潍柴欧曼 (247kW), 行驶途中突然感觉加不上油, 人为熄火后, 再次启动, 发动机转速只有 1000r/min /195
34. 豪沃重卡有时出现踩下加速踏板后, 发动机转速却不上升, 最高只有 1500r/min, 且行驶无力 /196
35. 潍柴柴油机汽车能正常启动, 但发动机转速始终在 1000r/min, 踩踏加速踏板也不起作用, 故障灯点亮 /196
36. 潍柴重卡发动机启动困难 /197
37. 潍柴重卡发动机工作一段时间就会动力不足继而熄火, 但停车熄火一段时间后又能正常工作, 但再工作一段时间后又无力而熄火 /197
38. 潍柴重卡发动机怠速不稳, 忽高忽低, 然后熄火, 故障灯点亮 /198
39. 宇通客车行驶途中熄火后, 发动机无法启动 /199
40. 装配朝柴 CY4102-C3C 发动机的车在行驶途中熄火后, 无法启动 /199
41. 康明斯 ISLe340 30 发动机达不到最高转速 /199
42. 华泰 2.0L 柴油汽车, 在早晨冷车启动后着车 3s 即熄火, 且再次启动无法着车 /200
43. 安凯客车故障指示灯偶尔会亮起, 动力上升明显滞后 /201
44. 欧曼 6 柴油发动机启动正常, 但无论空载还是重载, 发动机转速只能加到 1500r/min /201
45. 菲亚特微型柴油车发动机无法启动 /202
46. 福特 F550 型 V8 轿车行驶中熄火, 启动困难 /203
- 三、执行器故障维修 /203
47. 玉柴 6J 电控柴油机启动困难 /203
48. 大柴 BF6M1013-26E3 发动机故障灯亮, 并且发动机抖动 /204
49. 大柴 BF4M1013-16E3 发动机故障灯亮, 启动困难 /204
50. 大柴 BF6M1013-26E3 发动机突然不能加速, 随之熄火 /205
51. 宇通客车行驶无力 /205
52. 潍柴汽车行驶中加速无力, 发动机转速最高只有 1500r/min, 故障灯点亮 /205
53. 潍柴柴油机启动后最高转速只有 1500r/min, 故障灯点亮 /206
54. 潍柴发动机冒黑烟 /206
55. 潍柴柴油机行驶途中尾气排放渐差, 之后出现黑烟, 停车熄火后, 再次启动时很困难, 并伴有黑烟 /207
56. 潍柴重型车发动机无法启动 /207
57. 潍柴重型车起动机、发动机转动正常, 但发动机无法启动 /207
58. 长城柴油车功率不足, 发动机最高转速只能达到 1500r/min 左右, 空转时正常 /208
59. 捷达柴油轿车冒黑烟严重, 更换喷油泵后发动机无法启动 /208
60. 公交客运柴油车空车时发动机转速能达到 2600r/min, 松开加速踏板再踩下, 转速只有 2300r/min /209
61. 依维柯柴油车加速不良, 故障指示闪亮 /209

62. 华泰 2.5L 柴油汽车行驶中, 急加速突然熄火 /210
63. 华泰圣达菲 2.0L 柴油车加速不良, 行驶时发动机熄火 /210
64. 庆铃 QL1041HEWR 轻型载货车, 在行驶途中发动机突然熄火, 重新启动着机后, 加速不良 /211
65. 陕汽 WP10-336 发动机, 行驶途中突然停机, 再也无法启动 /212
66. 奔驰凌特柴油车行驶中发动机动力不足、抖动及异响, 熄火后发动机无法启动 /212
67. 康明斯 ISLe315 30 发动机运行粗暴 /213
68. 康明斯 ISLe310 发动机启动困难 /214
69. 捷达 SDI 柴油车熄火后无法启动 /215
70. 潍柴重卡柴油车, 发动机能启动但伴有抖动 /215
71. 江淮 HK6606K 型客车研磨气门后启动发动机, 运转数秒后发动机自行熄火, 且无法重新启动 /216
72. 依维柯欧 III 车在正常行驶中发动机突然熄火 /217
73. 依维柯威尼斯之旅轻型客车发动机高速自动熄火 /218
74. 江铃顺达货车冷车启动困难 /219
75. 重汽产豪泺牌牵引车在每启动运转的过程中, 发动机突然熄火, 熄火后再次启动, 起动机运转正常, 但发动机无法着机 /220
76. 潍柴 WP6.240 型增压中冷型柴油发动机启动困难且启动时伴有“当、当”敲击声 /221
77. 潍柴 WP6.240 发动机启动时起动机不动作 /221
78. 奥迪 A6L TDI 柴油车行驶中故障灯闪烁, 动力不足, 加不上油, 熄火后无法启动 /222
79. 奥迪 A6L 柴油车发动机无法启动 /222

四、其他方面故障维修 /223

80. 解放 J6 柴油车行驶途中感觉有挫车现象, 加速不畅, 故障灯点亮 /223
81. 宝来轿车 TDI 柴油发动机不易启动, 有时热车也出现启动困难的现象 /223
82. 潍柴柴油车发动机原地加速正常, 但重载时动力严重不足, 故障灯点亮 /224
83. 潍柴柴油机发动机工作正常, 行驶途中偶尔出现踩踏加速踏板时发动机转速只有 1500r/min, 故障灯点亮 /224
84. 潍柴汽车发动机能正常启动, 但转速只有 1500r/min, 故障灯点亮。 /225
85. 潍柴华菱自卸车, 启动发动机后, 将加速踏板踩到底, 最高转速只能达到 1500r/min /225
86. 潍柴重卡柴油车发动机无法启动 /226
87. 潍柴重卡柴油车起动机运转正常, 但柴油机无法启动 /226
88. 潍柴重卡柴油车起动机工作正常, 但发动机无着车迹象 /227
89. 锡柴柴油车发动机启动困难 /227
90. 苏州金龙 KLQ6125B1A 型客车在燃油存量较少时, 行车中有停顿的感觉, 故障灯点亮 /227
91. 亚星客车怠速运转正常, 一踩加速踏板就熄火, 再次启动正常 /228
92. 秦皇岛通联 WP12 汽车启动时间过长, 有时需要喷一些启动液方可启动 /229
93. 陕汽汽车行驶途中加速踏板踩到底发动机转速只有 1500r/min, 但空转正常 /229
94. 奥威 J6 柴油车重载特别是爬坡时, 动力严重不足, 故障灯点亮 /230
95. 潍柴发动机动力不足, 但故障灯未亮 /230
96. 一汽豪沃柴油车行驶途中突然熄火, 再次启动无着火迹象 /231
97. 长城 2.8TC 柴油车, 发动机行驶中动力发挥正常, 热车熄火后能启动, 冷车以后不能启动 /232
98. 潍柴柴油发动机汽车空载时正常, 只是重载时冒黑烟, 故障灯不亮 /232
99. 潍柴柴油机汽车行驶中熄火现象频繁发生, 故障灯不亮 /233
100. 欧曼柴油车发动机间歇性难启动 /233

101. 北汽福田城市公交车发动机偶尔自动熄火 /234
102. 太湖客车锡柴发动机无法启动 /235
103. 江淮瑞风 HFC6500KA2C8T1 柴油车发动机偶发性熄火 /236
104. 东风云汽 KM6651PA 客车发动机动力不足, 发动机故障灯点亮 /237
105. 江铃宝威车柴油车起步时发动机经常熄火, 熄火后又能正常启动 /238
106. 潍柴发动机动力不足, 但故障灯未亮 /239
107. 潍柴车辆行驶中, 在过铁道时出现加不上油的现象, 尽管将加速踏板踏到底, 但发动机转速上升缓慢, 故障灯点亮 /239
108. 宇通客车故障灯常亮, 但整车无明显故障表现 /240
109. 宇通 ZK6809HA 客车空调压缩机间歇性不工作 /240
110. 厦门金旅客车缓速器不工作 /241
111. 金龙 XMQ6800 型客车发动机加速无力 /243
112. XML6807J23 型金龙客车发动机动力不足 /243
113. 宇通 ZK6127HS 型客车发动机无法启动 /245
114. 宇通客车行驶中的发动机高速发抖, 上坡行驶无力 /246
115. ZK6986 型宇通客车发动机自动熄火 /247
116. 潍柴发动机工作一段时间后加速踏板失效不起作用, 但停车一段时间后又恢复正常, 再过一段时间同样的现象又会出现 /248
117. 潍柴柴油机汽车功率不足, 发动机大量冒黑烟 /248
118. 青年 JNP6110F-1E 客车发动机启动困难 /249
119. 厦门金龙客车充电指示灯常亮 /250
120. 江铃新世代 V348 全顺车发动机异响, 且排气管冒黑烟, 加速不良 /250
121. 捷达 1.9L SDI 柴油轿车发动机舱内有异响, 加速无力且费油 /252
122. 捷达 SDI 柴油车加速无力 /252
123. 捷达 SDI 柴油轿车加速无力, 偶尔冒黑烟 /253
124. 路虎揽胜车发动机怠速抖动, 左侧排气管冒浓烟 /254
125. 解放悍威道依茨汽车发动机排气制动无反应 /254
126. 玉柴柴油车使用排气制动时, 故障灯点亮, 排气制动不起作用 /255
127. 北方奔驰自卸车发动机动力不足, 发动机故障灯点亮 /256
128. 中通客车电控柴油机加速时冒黑烟 /256
129. KLV6856 型苏州金龙客车发动机产生异响, 动力不足 /257
130. 中通客车电控柴油机最高转速只能达到 1500r/min /258
131. 依维柯工程车发动机突然熄火后, 再也无法启动 /258
132. 北京 BJ493ZQ3-12Ke 柴油车加速无力, 踏加速踏板不起作用, 车辆只能开到 30km/h /259
133. 电控柴油机选择性还原催化转化器常见故障维修 /259

- 一、电路识读示例 /261
- 二、电控柴油发动机电控系统电路图的识读技巧 /264

第一章

电控柴油机基础知识

第一节

电控柴油机的定义与特点

一、柴油机与电控柴油机的定义

1. 柴油机与电控柴油机的定义

柴油机实际上就是一部将燃烧的化学能转换为机械能并对外输出动力的机器。它以柴油为燃料，所以称为柴油机。而电控柴油机是指燃油喷射系统由柴油机电控单元（ECU）控制，ECU 对每个喷油器的喷油量、喷油时刻进行精确控制，使柴油机的燃油经济性和动力性达到最佳的平衡。而传统的柴油机则是由机械控制的，控制精度无法得以保障。

电控柴油机的电控系统主要有燃油电控系统、空气供给电控系统和其他一些辅助电控系统。燃油电控系统主要包括供（喷）油量控制、供（喷）油正时控制、供（喷）油速率控制和喷油压力控制等；进气电控系统主要包括进气节流控制、可变进气涡流控制和可变配气正时控制；辅助电控系统，如启动控制系统、排放控制系统、故障自诊断和失效保护系统等。

2. 电控柴油机与电控汽油机、传统柴油机的区别

（1）电控柴油机与电控汽油机的区别 汽油发动机和柴油发动机都属于内燃机，都是燃烧燃料后通过推动气缸内的活塞做往返运动来将燃料中的化学能量转换成驱动车辆前进的机械能量，因此两者的工作原理大体是相同的。汽油发动机与柴油发动机的最根本区别在于燃料的点火方式，前者用点燃汽油做功，即汽油机的燃料是在进气行程中与空气混合后进入气缸，然后被火花塞点燃做功；后者用压燃柴油做功，即柴油机的燃料是在压缩行程接近终了时直接喷入气缸，在压缩空气中被压燃做功。

在电控方面，柴油机与汽油机的主要差别是，汽油机的电控系统只是控制空燃比，柴油机的电控系统则是通过控制喷油时间来调节输出的大小，即由发动机的转速和加速踏板位置（油门拉杆位置）来决定。因此，基本工作原理是计算机根据转速传感器和油门位置传感器的输入信号，首先计算出基本喷油量，然后根据冷却液温度、进气温度、进气压力等传感器的信号进行修正，再与来自控制套位置传感器的信号进行反馈修正，确定最佳喷油量。

（2）电控柴油机与传统柴油机的区别 普通柴油发动机与电控柴油发动机的主要区别在于燃油供给系统的不同，前者采用的是机械式柴油机燃油喷射系统（图 1-1），而后者采用

的是电控式柴油机燃油喷射系统（图 1-2）。普通柴油机燃料供给系统一般由燃油供给装置、空气供给装置、混合气形成装置和废气排放装置四大部分组成。电控柴油机燃油供给系统则是在普通柴油机燃油供给系统的基础上加装电控系统发展而来的。

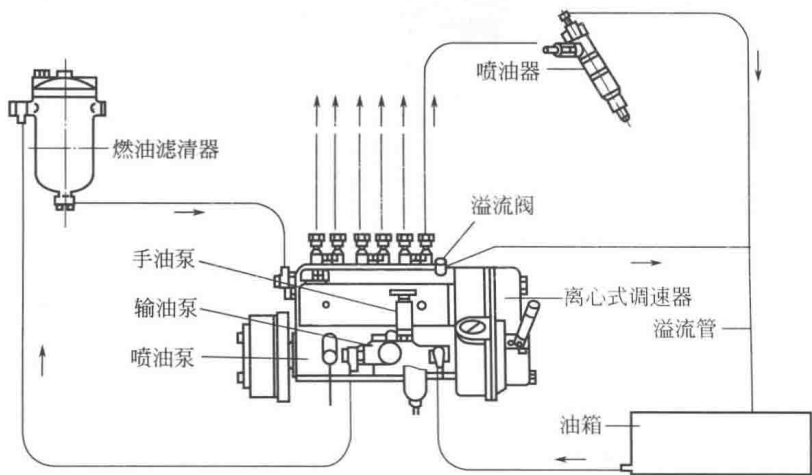


图 1-1 机械式柴油机燃油喷射系统

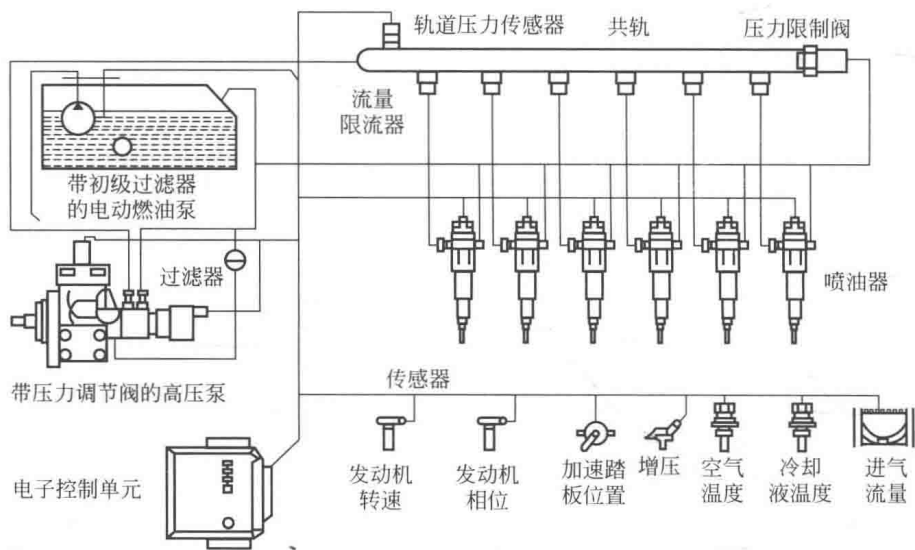


图 1-2 电控式柴油机燃油喷射系统

二、柴油机电控系统的主要特点

（1）改善发动机低温启动性 为了改善柴油机的冷启动性能，柴油车上一般加装有启动预热系统，普通柴油发动机启动预热系统需要人工操作，而电控柴油机预热系统由电控单元（ECU）通过一个连接到蓄电池电源上的继电器控制。发动机在低温启动时，由 ECM 以最佳的程序代替驾驶员的操作，使柴油机低温快速启动，大大改善了低温的启动性能。

另外，电控单元（ECU）只要确认柴油机是在低温下怠速运转，就会将柴油机的转速提高至 800~900r/min，并且，如果此时柴油机冷却液温度或机油温度低于最低限值，电控单元（ECU）就不会接收油门位置的任何输入信号。

（2）提高发动机的运转平稳性 传统柴油机的机械式调速器的反馈控制响应速度慢，容易导致柴油机在负荷变化时运转速度产生波动。而电控柴油机取消了机械调速器，改由传

感器、电控单元和执行器组成的电子调速器。电子调速器控制电路响应性好,无论负荷怎样增减,都不会使发动机运转产生波动,保证发动机运转平稳。

(3) 提高动力性和经济性 传统柴油机燃油供给装置由柱塞、出油阀、喷油器等组成,由于柴油发动机机械磨损,会使喷油量、喷油正时产生较大的误差。电控柴油机的电控单元能根据各种传感器信号精确计算喷油量和喷油正时,不会产生机械误差,从而可以提高柴油机的动力性和经济性。

(4) 提高排放性能 电控柴油机可根据发动机的转速和负荷精确控制喷油量,使其不超过冒烟界限的范围,从而提高汽车的排放性能。与此同时,电控柴油机还采用选择性催化还原技术,有效地减少和抑制颗粒物及氮氧化物,或采用微粒捕集器技术有效地减少颗粒物和降低排放量。

(5) 控制涡轮增压 废气涡轮增压器采用电控方式,目的是保证柴油机在低速时有较高的转矩,又能保证柴油机在标定点附近增压压力不致过高,以防止负荷过高而功率下降和涡轮增压器超速。电控柴油机轿车上使用可调增压器,在重型载货汽车上采用连续反馈控制可变喷嘴涡轮增压器,采用电控技术可对它们进行精确控制。

(6) 具有柴油机的保护功能 当 ECU 测知传感器的信号失控时,ECU 除了闪烁警告灯以提醒驾驶人注意外,同时减少喷油量,甚至使柴油机熄火。

(7) 具有柴油机自我诊断功能 ECU 对电控系统所有传感器、执行器和连接线路进行监测,当传感器及其连接电路出现故障时,ECU 会确定故障,并以故障码的形式进行存储,必要时可以启动安全保护功能;维修时则可通过仪器读取故障码、数据流以及波形,以利于快捷维修。

(8) 适应性广 只要改变 ECU 的控制程序和数据,即对电控单元重新标定,一种喷油泵就能广泛用在各种柴油机上。柴油机燃油喷射控制可与变速器控制、怠速控制等各种控制系统进行组合实现集中控制,有利于缩短柴油机电控系统开发周期,并可降低成本,从而扩大柴油机电控系统的应用范围。

第二节

柴油机电控系统的组成与控制内容

一、柴油机电控系统的组成

柴油机电控系统一般由电控单元 (ECU)、传感器和执行器三大部分组成,如图 1-3 所示。

1. 传感器

传感器的作用是不断采集柴油发动机在运行过程中的状态参数,并将这些物理量转换成电量,然后将这些电量输送到 ECU。ECU 根据传感器的信号进行不断的运行,并控制执行器工作。在电控柴油机中一般有下列传感器。

(1) 进气温度和压力传感器 可以分别将柴油机进气(通过涡轮增压器后)的温度和压力转换成电压信号,这些信号经 ECU 处理后可以用于计算柴油机的进气量。

(2) 曲轴信号传感器 曲轴信号传感器安装在靠近曲轴正时齿轮或飞轮的位置,当曲轴上安装的柴油机转速脉冲齿轮通过传感器时,传感器内线圈的磁场发生变化,从而产生交流

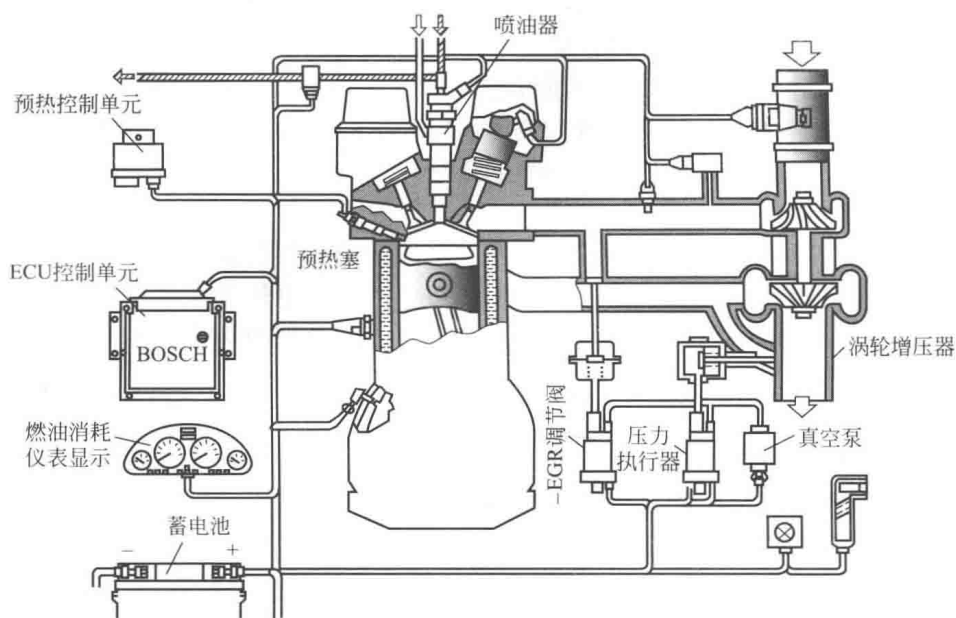


图 1-3 柴油机电控系统的组成

电压。柴油机 ECU 将交流电压作为检测信号检测出来，通过对电压信号的处理，可以得到柴油机转速、角加速度的瞬态值和平均值。

(3) 凸轮轴信号传感器 电控柴油机的凸轮轴上要有铁磁材料的信号轮。凸轮轴信号传感器安装在凸轮轴旁边。当凸轮轴转动时，凸轮轴信号传感器就会产生与凸轮齿廓对应的电脉冲信号。凸轮轴信号主要用于对柴油机的运转状态做相角初定位。

(4) 冷却液温度传感器 常用的冷却液温度传感器是用热敏电阻制成的，通过铜材料外壳的保护，直接安装在柴油机的冷却液循环通道内的合适位置。控制系统将根据不同的冷却液温度实施相应的控制策略。

(5) 加速踏板位置传感器 在电控柴油机中，“油门”的功能由一个加速踏板位置传感器取代。其外观仍像传统的加速踏板，但它与供油量的控制没有任何机械的连接关系。在它的转轴位置安装着一个由精密导电塑料作为接触材料制成的电位器（也有汽车厂家采用霍尔元件），与加速踏板一起转动，可以将加速踏板的位置转角转换成电信号。控制系统通过对这种传感器的采样可以了解驾驶人的操控意图，并结合其他控制要素的综合处理，最终控制供油量和供油时机。

(6) 废气再循环阀位置传感器 废气再循环（EGR）阀门工作时连动着一个位置传感器，该传感器一般是由精密导电塑料制成的电位器，它将阀门的位移量转换为电信号量。通过对这种传感器采样，控制系统可以获取废气再循环阀的当前开度，通过与开度期望值的比较，可以决定此刻应对该阀门的控制动作。

2. 电控单元（ECU）

柴油机电控系统的电子控制器一般称为电控单元（ECU），也称为柴油机控制模块。它的作用是接收各种传感器和开关信号，进行运算、分析、比较、判断，根据 ECU 存储的发动机控制程序向执行器发出指令，实现喷油量和喷油正时的控制。电控单元通过 CAN 总线还可以和其他控制系统进行通信，如底盘传感装置系统、ABS/ASR 系统、AC 系统、SRS 系统的 ECU 等进行信息交流，以便对全车进行综合控制。

ECU 还具有故障诊断功能，当控制系统出现故障时，它会进行识别，当确认为故障时，

以故障码的形式进行存储,并使指示灯点亮,提醒驾驶人进行检修。

(1) ECU 的控制功能 在电控柴油机中,ECU 是“大脑”。电控柴油机的所有机械部件只是使柴油机具备了能够发挥出效能的可能性,而只有在 ECU 的控制下,才能部分或全部发挥出其效能。

(2) ECU 的硬件 从外观上看,ECU 就是一个铝外壳的扁平盒子,里边装有一块集成电路板。集成电路板上有个多路的连接器,所有的对外电路连接都通过连接器实现。集成电路板上一般是采用贴片制造工艺安装的电路元件,其中最重要的元件是一片单片机芯片或称微控制器。另外,还有一些其他的元件完成一些辅助的输入输出功能。

(3) ECU 的软件 ECU 既然是微型计算机系统,它的所有工作当然是受软件控制的。ECU 的软件系统的主要功能有单片机芯片运行环境的配置、外部信号的输入操作、内部的逻辑运算和处理、对输出信号和驱动的控制、对其他信号系统的通信等。

(4) ECU 的标定与调试 在 ECU 控制柴油机的工作过程中,有一些专用控制参数能够决定控制效果。这些控制参数的不同取值会不同程度、不同范围地影响最终控制效果。其中最重要的是每次喷射的供油量和供油相位。确定这些控制参数在每一个特定的工况条件下最佳取值量的调试过程称为标定。调试与标定过程需要利用另一台计算机,通过与 ECU 的通信,在 ECU 实时控制柴油机工作的过程中对每个工况进行标定。

3. 执行器

执行器是执行电控单元(ECU)发送的指令,并按指令调节喷油量和喷油正时,从而调节柴油机的运行状态。在直列泵系统中,有负责调节喷油泵齿杆位置的调速器执行器和负责调节喷油时间的喷油提前执行器。在分配泵系统、泵喷嘴、单体泵系统和高压共轨系统中,还有电磁阀等执行器。电控柴油机的执行器主要有以下几种。

(1) 电控高压燃油设备 对于柴油机电控系统,最重要的执行器就是电控高压燃油设备。电控高压燃油设备有多种,结构原理虽有不同,但基本上都是依靠供油控制电脉冲的前沿来控制供油开始时刻,依靠供油控制电脉冲的宽度来控制每次喷射的供油量。

(2) 废气再循环阀 废气再循环(EGR)阀是一种由比例电磁铁或真空腔控制的气阀,阀的开度决定了废气的再循环量(EGR 阀把一定比例的废气引入气缸内)。废气的再循环量会对柴油机排放物中的 NO_x 含量有显著影响。在柴油机电控系统中,常使用脉宽驱动(PWM)方式来控制 EGR 阀开度。

(3) 控制开关 根据柴油机的工作状况,柴油机需要随时对一些辅助的、附属的电器做出各种控制动作,针对这一类的控制动作有各种不同的控制逻辑。例如,当柴油机冷却液温度达到某一较高值时,需要及时开启冷却风扇进行散热。如果车辆运行速度较高而使冷却液温度低于某一数值时,需要及时关闭冷却风扇。对于需要较大工作电流的设备,常表现为由控制器驱动一些继电器来实现开关。而对于工作电流不是很大的设备,则可直接用控制设备的输出来驱动执行设备。

(4) 可调喷嘴增压器 可调喷嘴增压器(VNT 或 VGT)是一种较新的柴油机增压设备部件,即可变喷嘴环涡轮增压器或可变几何参数涡轮增压器。该设备通过改变柴油机喷嘴环的角度调整涡轮增压器的工作性能,对于改善柴油机的低速转矩有极好的作用。

二、柴油机电控系统的控制功能

电控柴油机可以有效地改变传统柴油机尾气排放污染严重等问题,其控制功能主要是对柴油机喷油量和喷油时间进行有效控制,使混合气燃烧充分。电控柴油机还对发动机怠速、进气、燃油喷油、空调、涡轮增压、EGR 阀、故障诊断等进行控制。在高压共轨系统中,

利用压力传感器测量油轨内的燃油压力，从而调整油泵的供油量。通过喷油器电磁阀开启时间的长短，即可控制喷油时间。电控柴油机的控制功能如图 1-4 所示。

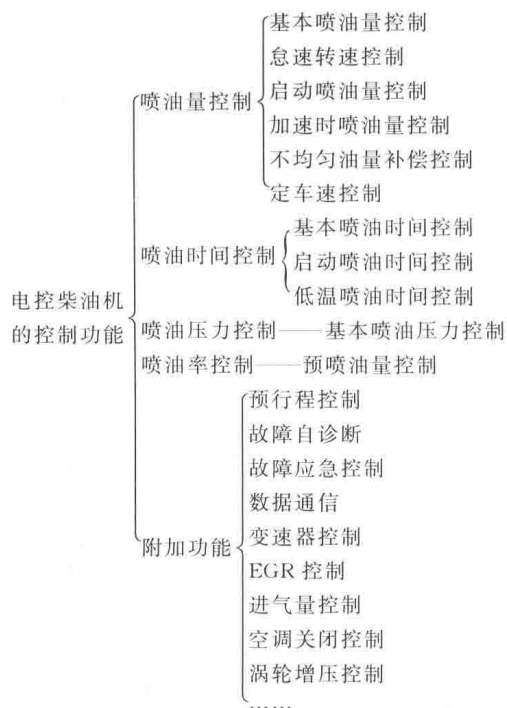


图 1-4 电控柴油机的控制功能

1. 燃油喷射控制

电控柴油机的燃油喷射控制主要包括喷油量的控制、供（喷）油正时的控制、供（喷）油规律的控制、喷油压力的控制。此外还有柴油机低油压保护、增压器工作状态保护等。

（1）喷油量的控制 供（喷）油量控制是柴油机电控燃油喷射系统最主要的控制功能之一。在启动、怠速、正常运行等各种工况下，ECU 根据发动机转速信号、负荷信号（加速踏板位置信号）和内存控制模型来确定基本供（喷）油量，并根据其他有关输入信号（如冷却液温度信号、进气温度信号、启动开关信号、空调开关信号、反馈信号等）对供（喷）油量进行补偿和修正，最后确定总的循环供（喷）油量。

（2）喷油正时控制 供（喷）油正时控制也是柴油机电控燃油喷射系统最主要的控制功能之一。在柴油机电控燃油喷射系统中，ECU 根据发动机转速信号、负荷信号和内存的控制模型来确定基本的供（喷）油提前角，并根据其他有关输入信号（如进气温度、进气压力等）加以补偿和修正，并根据曲轴位置信号，最后将各缸供（喷）油正时控制在一个最佳时刻。

（3）喷油速率和喷油规律的控制 在柴油机电控燃油喷射系统中，电控单元（ECU）以柴油机转速信号和负荷信号作为主控制信号，按预设的程序确定最佳的供（喷）油速率和供（喷）油规律。

（4）喷油压力控制 在柴油机电控燃油喷射系统中，电控单元（ECU）以柴油机转速信号和负荷信号作为主控制信号，按预设的程序确定最佳的喷油压力，并对喷油压力进行闭环控制。

（5）低油压保护 柴油机机油压力过低时，电控单元（ECU）根据机油压力传感器信号减少供（喷）油量，降低转速并报警；当机油压力降到极限值以下时，则切断燃油供给，