

柴油机 单体泵、PT泵 维修入门详解 26例

主 编 ○ 母忠林
副主编 ○ 曾 飞



品牌多

大柴、锡柴、玉柴、康明斯、道依茨

内容全

机械式、电控分体式、电控组合式、PT燃油系统



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

柴油机单体泵、PT 泵维修入门 详解 260 例

主 编 母忠林

副主编 曾 飞



机械工业出版社

本书以专题详解及图文并茂的方式系统地介绍了单体泵（包括机械分体式单体泵、电控分体式和组合式单体泵）、PT 泵、电控泵喷嘴燃油系统柴油机的使用、保养、维修、故障诊断与排除方面的相关知识与技能，具有较强的针对性、可读性和参考指导性。

本书是此类柴油机的操作人员、维修人员不可或缺的参考资料。本书也可以作为相关大专院校柴油机专业师生的参考教材。

图书在版编目（CIP）数据

柴油机单体泵、PT 泵维修入门详解 260 例/母忠林主编. —北京：机械工业出版社，2014. 1

ISBN 978-7-111-44923-2

I. ①柴… II. ①母… III. ①柴油机—单体泵—维修 IV. ①TK428

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 282920 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：连景岩 责任编辑：连景岩

版式设计：常天培 责任校对：姜 婷

封面设计：张 静 责任印制：李 洋

三河市国英印务有限公司印刷

2014 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·21 印张·518 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-44923-2

定价：58.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服 务 中 心：(010)88361066 教 材 网：<http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部：(010)68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部：(010)88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

柴油机的使用与维修，特别是单体泵（包括机械分体式单体泵、电控分体式和组合式单体泵、PT 泵、电控泵喷嘴等）燃油系统柴油机的使用、维修及故障诊断，由于技术资料相对缺乏，给这类柴油机的使用者和维修者造成了不少的麻烦。部分此类柴油机由于使用维修不到位而出现运转异常，有的甚至出现早期损坏或重大维修事故，不但没能发挥出此类柴油机的优越性，而且成为拥有者的负担。

我们编写此书时，从使用者和维修者的角度出发，尽可能多地讲述单体泵燃油系统（特别是电控单体泵燃油系统、PT 泵燃油系统、泵喷嘴燃油系统）柴油机的使用、维修、保养、故障诊断与排除方面的知识和经验总结，有针对性地为广大柴油机使用者和维修者提供尽可能多的此类柴油机的使用维修知识和故障案例分析，借以达到此类柴油机维修服务从业人员拓宽柴油机维修与故障诊断思路的目的。

本书可以帮助柴油机行业维修服务人员、驾驶操作人员了解此类柴油机使用和维修的入门知识，也可作为相关人员操作使用、维修保养柴油机的指导性资料和相关院校柴油机专业师生参考资料。

本书由深圳市道依茨柴油机服务有限公司高级工程师母忠林任主编、中国长安汽车集团公司湖南江滨活塞分公司曾飞任副主编。参与本书编写的还有深圳市道依茨柴油机服务有限公司高级工程师许建利和黎国辉。

本书所涉及的相关柴油机的技术数据或参数，如有与制造厂家的相关数据或参数不符者，以制造厂家数据为准。书中若有不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

前言

第1章 机械单体泵柴油机的使用与故障检修 1

1.1 单体泵柴油机的基本概念	1
1.2 分体式单体泵燃油系统的特点	2
1.3 分体式单体泵柴油机的冷却系统	2
1.4 无缸套冷却系统的使用要求	4
1.5 单体泵柴油机冷却系统补液箱的工作过程	5
1.6 单体泵柴油机冷却系统散热器的清洗	6
1.7 单体泵柴油机冷却系统节温器的检测	6
1.8 单体泵柴油机润滑系统的保养	7
1.9 转子式机油泵润滑系统的使用与维修	9
1.10 柴油机气门间隙的“双排不进”调整法	10
1.11 柴油机气门间隙的两次调整法	11
1.12 调整气门间隙时的注意事项	12
1.13 单体泵柴油机柴油的选择要点	13
1.14 单体泵柴油机柴油的使用注意事项	15
1.15 柴油机空气滤清器的使用与保养	15
1.16 机械式单体泵柴油机起动前的准备工作	17
1.17 单体泵柴油机燃油系统的使用与保养	18
1.18 单体泵柴油机油路中空气的排除	20
1.19 单体泵柴油机的起动与停车要求	21
1.20 单体泵燃油系统低压油路的检测要求	22
1.21 柴油机单体泵燃油系统的安装要求	23
1.22 机械式单体泵柴油机供油正时的调整	24
1.23 更换部件时单体泵柴油机喷油正时的调整	25
1.24 单体泵柴油机 E_p 码丢失后的应急处理	26
1.25 机械分体式单体泵系统其他部件的使用与维修	27
1.26 单体泵柴油机喷油器的调试与使用注意事项	29
1.27 单体泵柴油机喷油器的性能检测要点	30
1.28 单体泵柴油机驱动传动带的张紧与更换	31
1.29 单体泵柴油机主要螺栓的紧固要求	32
1.30 单体泵柴油机气缸垫的厚度确定	33

1.31	单体泵柴油机活塞与活塞环的组装	34
1.32	单体泵柴油机连杆的检修	35
1.33	机械分体式单体泵柴油机的技术数据	36
1.34	单体泵柴油机的气缸套及安装要求	38
1.35	活塞与连杆的装配及螺栓拧紧力矩	38
1.36	单体泵柴油机的综合保养要求	39
1.37	单体泵柴油机起动故障的原因与处理	40
1.38	单体泵柴油机的机油中有柴油的原因分析	41
1.39	单体泵柴油机动力不足故障的诊断与检修	42
1.40	单体泵柴油机冒黑烟故障的诊断与检修	43
1.41	“拉缸”导致曲轴箱废气压力大故障的检修	44
1.42	节温器失效导致柴油机冷却液温度过高故障的检修	45
1.43	喷油正时调整不当导致柴油机排气冒白烟的检修	46
1.44	滚轮磨损导致柴油机动力不足且冒白烟故障的检修	47
1.45	机械分体式单体泵柴油机自动熄火故障的检修	48
1.46	机械分体式单体泵柴油机冒黑烟故障的检修	49
1.47	进气管垫漏气导致柴油机动力不足故障的检修	50
1.48	机械分体式单体泵柴油机活塞顶气门故障的检修	51
1.49	机械分体式单体泵柴油机“过热”故障的检修	52
1.50	机械单体泵柴油机低压油路总是有空气故障的检修	53
1.51	单体泵柴油机机油滤清器被吸瘪的原因分析与处理	54
1.52	机械分体式单体泵柴油机带负荷熄火故障的检修	56
1.53	机械分体式单体泵柴油机排烟异常且机油增多故障的检修	56
第2章	分体式电控单体泵的使用与维修	57
2.54	分体式电控单体泵燃油系统的基本概念	57
2.55	Bosch EDC16 电控系统简介	58
2.56	EDC16 电控系统 ECU 的安装要求	61
2.57	电控单体泵柴油机的综合使用要求	61
2.58	电控(单体泵)柴油机的维修注意事项	62
2.59	EDC16 电控系统各传感器的技术参数	64
2.60	分体式单体泵电控系统 ECU 的控制功能	65
2.61	分体式电控单体泵的结构原理与维修	67
2.62	分体式电控单体泵的拆卸与安装	68
2.63	电控单体泵喷油器的使用与保养	69
2.64	曲轴转速传感器的功能与检测	70
2.65	凸轮轴位置传感器的功能与检测	71
2.66	EDC16 电控系统各温度传感器的功能与检测	72
2.67	进气压力温度传感器的功能与检测	73

2.68	加速踏板传感器的功能与检测	75
2.69	EDC16 电控系统整车电气功能与检测	76
2.70	电控单体泵柴油机气缸垫厚度的确定	79
2.71	电控单体泵柴油机重要螺栓的拧紧要求	80
2.72	电控单体泵柴油机曲轴的检测	82
2.73	电控单体泵柴油机喷油器的检修	83
2.74	电控分体式单体泵柴油机配气机构的维修	84
2.75	电控单体泵柴油机湿式气缸套的检修	85
2.76	V 型电控单体泵柴油机气门间隙的调整	86
2.77	电控单体泵柴油机主要配合尺寸和技术参数	87
2.78	EDC16 电控系统的电气接线图	88
2.79	电控单体泵自身故障的诊断与检修	89
2.80	电控单体泵柴油机位置传感器的故障检修	91
2.81	电控单体泵柴油机加速踏板传感器的故障检修	92
2.82	ECU 及车速信号传感器的故障检修	94
2.83	进气温度压力传感器的故障检修	94
2.84	机油压力传感器的故障检修	95
2.85	冷却液温度传感器的故障检修	96
2.86	EDC16 电控系统其他传感器的故障检修	96
2.87	电控单体泵柴油机故障的诊断技巧	98
第 3 章	大柴组合式电控单体泵柴油机的使用与维修	100
3.88	CA6DE3 柴油机电控系统主要功能	100
3.89	柴油机电控燃油系统工作原理图	101
3.90	电控系统的主要零部件	101
3.91	柴油机线束及相关插接件	106
3.92	ECU 安装及工作电压要求	109
3.93	曲轴转速传感器的功能及参数	109
3.94	凸轮轴位置传感器的功能与参数	110
3.95	进气温度和压力传感器的功能与参数	110
3.96	冷却液和燃油温度传感器的功能与参数	112
3.97	加速踏板传感器的功能与参数	113
3.98	ECU 不上电导致柴油机不能起动故障	113
3.99	电控单体泵柴油机故障灯常亮故障	113
3.100	电控组合式单体泵柴油机的故障码及含义	114
第 4 章	玉柴组合式电控单体泵的使用与维修	120
4.101	玉柴 YC6L 系列柴油机结构简介	120
4.102	玉柴南岳电控单体泵燃油系统的组成	121

4. 103	玉柴南岳电控单体泵柴油机的温度传感器	122
4. 104	玉柴南岳电控单体泵柴油机的位置传感器	123
4. 105	玉柴南岳电控单体泵的结构与参数	124
4. 106	玉柴六缸柴油机霍尔传感器外围电路图	125
4. 107	玉柴四缸柴油机霍尔传感器外围电路图	126
4. 108	玉柴（南岳单体泵）六缸柴油机外围电路图	128
4. 109	玉柴（南岳单体泵）四缸柴油机外围电路图	129
4. 110	玉柴（南岳电控单体泵）柴油机的怠速微调	130
4. 111	玉柴电控组合单体泵总成的安装要求	130
4. 112	玉柴电控组合单体泵柴油机常见故障的诊断与处理	131
4. 113	玉柴南岳 B6HD2208C 组合单体泵的拆卸	132
4. 114	玉柴南岳电控组合单体泵的装配及注意事项	135
4. 115	玉柴威特 WP 系列电控单体泵的主要技术指标	135
4. 116	玉柴德尔福电控单体泵的结构参数	137
4. 117	玉柴电控单体泵燃油系统的补偿码	137
4. 118	玉柴德尔福电控单体泵的补偿系数	138
4. 119	德尔福电控单体泵燃油系统的使用要求	139
4. 120	玉柴德尔福电控单体泵 ECU 的特性	140
4. 121	德尔福电控单体泵柴油机电控系统的组成	141
4. 122	德尔福电控单体泵位置传感器功能及控制策略	142
4. 123	德尔福电控单体泵传感器的功能及特点	144
4. 124	玉柴德尔福电控单体泵的起动控制策略	145
4. 125	玉柴德尔福电控单体泵的综合控制策略	146
4. 126	玉柴德尔福电控单体泵柴油机电路接线图	147
4. 127	玉柴德尔福电控单体泵柴油机线束车辆部分引脚定义	151
4. 128	玉柴单体泵柴油机螺栓拧紧要求	152
4. 129	玉柴电控四缸柴油机气门间隙的调整	153
4. 130	玉柴电控柴油机主轴承盖螺栓的紧固	155
4. 131	玉柴电控柴油机气缸套的安装	156
4. 132	玉柴柴油机单气缸盖螺栓的拧紧	156
4. 133	玉柴电控六缸柴油机气门间隙的调整	157
4. 134	玉柴电控柴油机活塞环及连杆的安装	158
4. 135	玉柴电控六缸柴油机螺栓拧紧力矩	159
4. 136	玉柴电控柴油机油品的选用	159
4. 137	玉柴柴油机燃油系统的日常维护	160
4. 138	玉柴电控柴油机进气系统的日常维护	161
4. 139	玉柴单体泵柴油机使用操作注意事项	162
4. 140	玉柴单体泵柴油机电控系统使用注意事项	164
4. 141	玉柴单体泵柴油机冷却系统使用注意事项	165

4. 142	玉柴单体泵柴油机常见故障的诊断与处理	166
4. 143	玉柴电控单体泵柴油机 ECU 故障码表	168
4. 144	玉柴单体泵柴油机不能起动故障的诊断与处理	169
4. 145	玉柴单体泵柴油机动力不足故障的诊断与处理	170
4. 146	玉柴电控柴油机的分级保养	171
4. 147	玉柴电控单体泵柴油机故障检修案例	172
第 5 章 锡柴组合式电控单体泵的使用与维修		174
5. 148	电控组合式单体泵柴油机的基本概念	174
5. 149	电控组合式单体泵燃油系统的主要零部件	175
5. 150	主要传感器的特性参数及安装要求	176
5. 151	传感器的特性参数与安装要求	177
5. 152	锡柴单体泵柴油机线束的安装要求	178
5. 153	锡柴单体泵柴油机 ECU 的安装要求	179
5. 154	组合式电控单体泵的安装要求	179
5. 155	锡柴电控柴油机的部分运行参数	181
5. 156	锡柴电控柴油机的使用要求	182
5. 157	锡柴电控柴油机日常保养	183
5. 158	锡柴六缸电控柴油机气门间隙的调整	185
5. 159	锡柴电控柴油机冷却系统的技术参数	185
5. 160	锡柴电控柴油机散热器的安装	187
5. 161	锡柴电控柴油机冷却液的选用	188
5. 162	锡柴电控柴油机机油的选用	189
5. 163	锡柴电控柴油机活塞连杆组件装配	189
5. 164	锡柴电控柴油机齿轮系的装配	190
5. 165	锡柴电控柴油机排气系统的使用要求	191
5. 166	锡柴电控柴油机进气系统的使用要求	192
5. 167	锡柴电控柴油机空气滤清器的使用要求	193
5. 168	锡柴电控柴油机排气制动装置的使用	194
5. 169	锡柴电控柴油机增压器的选用要求	195
5. 170	锡柴电控柴油机的冷起动装置使用要求	196
5. 171	锡柴六缸柴油机强力螺栓的使用规定	196
5. 172	锡柴柴油机密封胶及厌氧剂的使用要求	197
5. 173	锡柴六缸柴油机传动带的张紧要求	198
5. 174	锡柴六缸柴油机摇臂轴总成装配要求	198
5. 175	锡柴六缸电控柴油机主要部件的技术参数	199
5. 176	WP2000 电控组合单体泵的结构特点	200
5. 177	WP2000 电控组合单体泵安装注意事项	202
5. 178	WP2000 电控系统通信串口的功用与使用	202

5. 179	WP2000 电控系统的故障诊断功能	203
5. 180	锡柴电控柴油机的排气制动控制功能	204
5. 181	锡柴电控柴油机的冷起动加热控制装置	204
5. 182	电控单体泵凸轮升程的测量	205
5. 183	锡柴电控单体泵系统安装要求	205
5. 184	电控组合单体泵的相关零部件的检修	207
5. 185	锡柴电控单体泵柴油机的故障诊断方法	209
5. 186	锡柴电控柴油机常见故障的诊断与处理	211
5. 187	德尔福电控单体泵柴油机起动故障的诊断与排除	215
5. 188	德尔福电控单体泵故障的 ECU 处理策略	216
5. 189	锡柴德尔福电控单体泵柴油机故障码及含义	216
第 6 章	康明斯 PT 泵燃油系统的使用与维修	219
6. 190	康明斯 PT 泵燃油系统的基本概念	219
6. 191	PT 泵燃油系统与高压燃油系统的区别	220
6. 192	PT 泵燃油系统的工作原理	221
6. 193	PT 喷油器及其驱动机构的工作原理	222
6. 194	PT 燃油泵的结构与工作原理	224
6. 195	PT 泵燃油系统齿轮泵的结构与作用	225
6. 196	PT 泵燃油系统节流阀的结构与调整要点	226
6. 197	PT 泵燃油系统对燃油箱的要求	228
6. 198	PT 泵燃油系统电磁阀的结构与功用	229
6. 199	PT 泵脉冲膜片减振器及磁性滤清器的作用	230
6. 200	PT (G) 调速器结构与工作原理	231
6. 201	PT 泵燃油系统燃油滤清器使用要求	234
6. 202	VS (机械式全程) 调速器的工作原理	234
6. 203	PT (G) 空气燃油控制器 (AFC) 工作原理	235
6. 204	PT (D) 型喷油器的结构与工作原理	236
6. 205	PT (D) 型喷油器的实际工作过程	238
6. 206	PT 泵燃油系统空载转速的现场调整	239
6. 207	PT 泵燃油系统喷油器喷油正时的调整	240
6. 208	PT 喷油器喷油正时的升程调整法	243
6. 209	PT 喷油器喷油正时的转矩调整法	244
6. 210	PT 喷油器喷油正时的角度调整法	245
6. 211	柴油机 PT 燃油泵试验台的使用与操作	246
6. 212	PT 喷油器的喷油量试验	249
6. 213	PT 喷油器的密封性试验	250
6. 214	PT 泵燃油系统电子调速系统的原位调整	251
6. 215	康明斯 PT 泵柴油机气门间隙的调整	253

6. 216	康明斯 PT 泵燃油系统使用维修要点	255
6. 217	康明斯柴油机 PT 泵的拆解与检修	256
6. 218	康明斯柴油机 PT 泵的组装	257
6. 219	PT 泵燃油系统柴油机的重要使用参数	258
6. 220	PT 泵柴油机油底壳进柴油的原因	259
6. 221	PT 泵柴油机熄火困难的原因与处理	260
6. 222	康明斯 PT 泵柴油机失速故障案例	262
6. 223	康明斯 PT 泵柴油机转速下降故障案例	263
6. 224	康明斯 PT 泵柴油机不能起动故障案例	264
6. 225	PT 泵柴油机排气管喷柴油或喷水故障案例	264
6. 226	康明斯 PT 泵柴油机断油阀故障案例 3 例	265
6. 227	PT 泵柴油机常见故障现象及原因	266
第 7 章 电控泵喷嘴燃油系统的使用与维修		268
7. 228	电控泵喷嘴燃油系统的组成	268
7. 229	电控泵喷嘴燃油系统的结构特点	269
7. 230	电控泵喷嘴燃油系统的工作原理	271
7. 231	泵喷嘴系统燃油泵的结构与功用	272
7. 232	泵喷嘴燃油分配管及回油管的结构与功用	273
7. 233	泵喷嘴燃油系统的回油冷却系统	274
7. 234	电控泵喷嘴的拆卸要点	276
7. 235	电控泵喷嘴的安装要点	277
7. 236	电控泵喷嘴 O 形密封圈的安装	278
7. 237	电控泵喷嘴系统喷嘴电磁阀的功能	280
7. 238	电控泵喷嘴电磁阀的检修	281
7. 239	泵喷嘴燃油系统的电控系统的组成	283
7. 240	泵喷嘴电控系统控制单元的更换	284
7. 241	泵喷嘴柴油机转速传感器 G28 的功能	285
7. 242	泵喷嘴柴油机转速传感器 G28 的检测	286
7. 243	泵喷嘴柴油机霍尔传感器 G40 的功用	287
7. 244	泵喷嘴柴油机霍尔传感器 G40 的检测	289
7. 245	泵喷嘴柴油机冷却液传感器 G62 的检修	289
7. 246	泵喷嘴柴油机燃油温度传感器 G81 的检修	291
7. 247	空气流量计 (G70) 的结构与工作原理	293
7. 248	泵喷嘴系统空气流量计 G70 的检修	294
7. 249	进气歧管压力传感器 G71 的检测	295
7. 250	进气歧管温度传感器 G72 的检修	297
7. 251	制动灯开关与制动踏板开关的检测	298
7. 252	电控泵喷嘴系统离合器踏板开关的检测	300

7.253	电控泵喷嘴系统车速传感器的检测	301
7.254	进气歧管翻板转换阀 N239 的功能	302
7.255	泵喷嘴燃油系统的起动预热系统	304
7.256	泵喷嘴柴油机可调式涡轮增压器	306
7.257	泵喷嘴电控系统执行元件的检测	307
7.258	泵喷嘴柴油机空调系统信号的检测	309
7.259	泵喷嘴柴油机车电源电压的检测	310
7.260	泵喷嘴柴油机冷起动困难故障检修	311
7.261	泵喷嘴柴油机冷却液中有柴油的故障检修	312
7.262	宝来柴油轿车高速加速迟滞故障检修	313
7.263	宝来 TDI 柴油轿车不易起动故障检修	314
7.264	泵喷嘴柴油机空气流量计的故障检修	315
7.265	泵喷嘴柴油机不能起动故障检修	316
7.266	宝来泵喷嘴柴油机故障码及其含义	317

第 1 章

机械单体泵柴油机的使用与故障检修

单体泵燃油系统主要分为分体式（一缸一泵）单体泵燃油系统和组合式（将单体泵组合为一个类似于直列式高压泵的系统）单体泵燃油系统两大类。分体式单体泵燃油系统可分为机械控制和电子控制两类，国内在用机型主要以道依茨 BFM1013/2012/2015 等机型为主。本章将以上述柴油机为例，简要介绍机械分体式单体泵柴油机的使用与维修。

1.1 单体泵柴油机的基本概念

单体泵燃油系统是柴油机的最新技术之一，采用单体泵供油系统后，不但可以提升柴油机的动力性能和经济性能指标，而且柴油机的排放指标可以达到欧Ⅲ甚至更高标准。

单体泵燃油系统是柴油机的一次革命，不仅使柴油机的性能大幅度提高，而且在设计上也是一次彻底的革新，因为它的每个喷油器上都带有一个高压油泵，如图 1-1 所示。

单体泵燃油系统在结构上可分为两种形式：

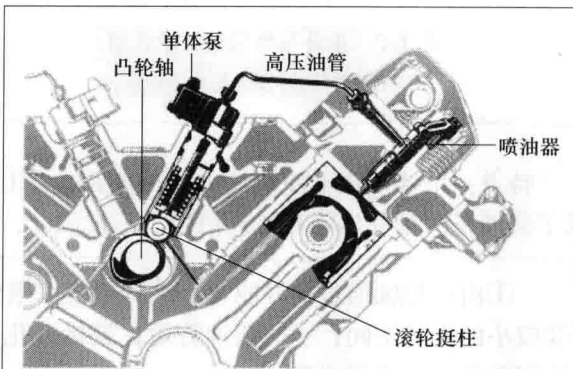


图 1-1 单体泵燃油喷射系统布置示意图

① 泵喷嘴（UIS）系统，主要应用在轿车上，尤其以大众品牌轿车最为常见。UIS 系统的高压泵和喷油嘴做成了一体，直接安装在气缸盖上，泵喷嘴由顶置凸轮轴驱动。

② 单体泵（UPS）系统，主要应用在商用车上，在重型货车上最为常见。单体泵和喷油器由高压油管连接，分别安装在机体和缸盖上。单体泵是由凸轮轴直接驱动的。

1.2 分体式单体泵燃油系统的特点

分体式单体泵燃油系统以道依茨公司的 BFM1013 系列机型（包括国内大柴厂按许可证生产的同类机型）为典型代表。该系列柴油机有四缸和六缸两个品种，气缸直径为 108mm，活塞行程为 130mm，功率范围为 72 ~ 195kW，转速为 1500 ~ 2300r/min，全部为废气涡轮增压（中冷）柴油机，有强化机型和非强化机型之分。该系列柴油机将单体泵直接安装在机体上（每缸一个）。分体式单体泵有机械分体式和电控分体式两类，外形结构如图 1-2 所示。而对于电控单体泵，也有分体式电控单体泵和组合式电控单体泵两大类，如图 1-3 所示。

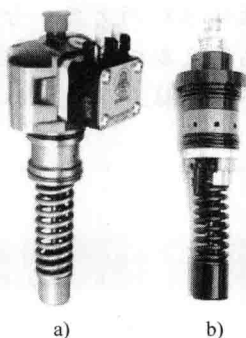


图 1-2 单体泵外形结构示意图

a) 电控单体泵 b) 机械单体泵

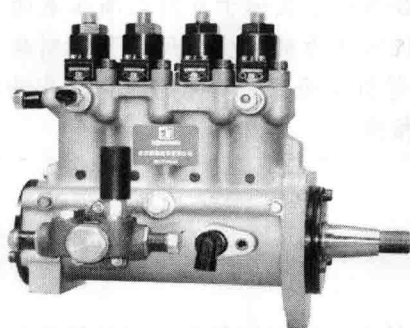


图 1-3 四缸电控组合式单体泵

特点：单体泵技术使柴油机的燃烧更适合工况的需要，燃油燃烧更充分，效率更高，降低了柴油机的排气污染和燃油消耗。不仅如此，分体式单体泵燃油系统还有以下优点：

- ①由凸轮轴通过挺柱驱动，结构紧凑，刚性好；②喷油压力可以高达 160MPa 以上；③较小的安装空间；④高压油管短，且标准化；⑤调速性能好；⑥具有自排气功能，维修服务简单，换泵容易。

1.3 分体式单体泵柴油机的冷却系统

以 BFM1013 柴油机为例，单体泵柴油机的冷却系统有整体式和外接式两大类。

(1) 整体式冷却系统 冷却液泵 3 将已经冷却的冷却液通过节温器 2 从散热器 7 中吸进来，然后把冷却液送入机油散热器，再进入缸体内的水套 5 中冷却气缸，再经水道进入缸盖的冷却液套 6 中，最后回到散热器 7，如图 1-4a 所示。

(2) 外接散热器式冷却系统 冷却液泵 2 由外接散热器 6 通过节温器 1 将低温冷却液吸入，冷却液首先经过机油散热器 3 后进入缸体内的水套 4 冷却气缸，再经水道进入缸盖的冷

却液套5中,最后回到散热器6,如图1-4b所示。

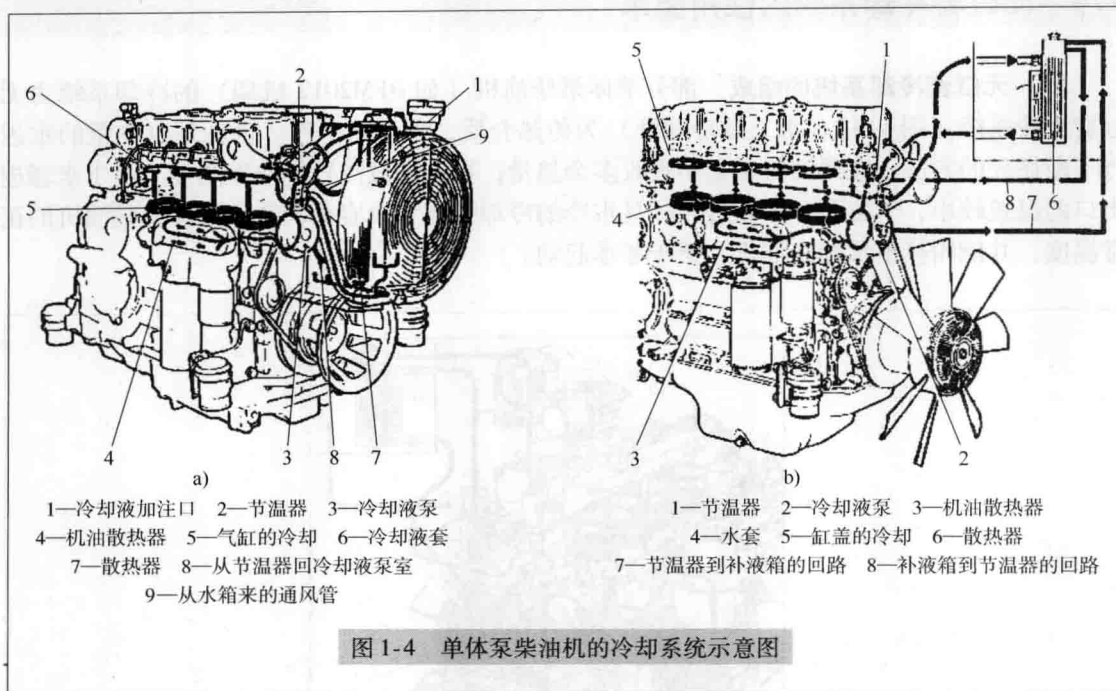


图 1-4 单体泵柴油机的冷却系统示意图

车用机型最高冷却液温度： 110°C ，报警冷却液温度： 118°C 。

工程机械用机型最高冷却液温度： 105°C ，报警冷却液温度： 113°C 。

(3) 节温器的作用 随柴油机负荷和冷却液温度的高低改变冷却液的循环强度（改变冷却液的流动路线和流量），同时能缩短柴油机起动后的预热时间，减少燃油消耗和部件的磨损。

(4) 小循环 柴油机起动后，当冷却液温度低于 83°C 时，主阀门关闭，旁通阀门打开，冷却液只能经过旁通水管直接回流到水泵的进水口，又被水泵压入水套。此时冷却液不流经散热器，只在水套和水泵之间循环。因此，冷却强度小，柴油机升温迅速。从而保证了柴油机各部位均匀而迅速地热机且避免了柴油机的过冷运转。冷却液的流动路线短，流量小，故称小循环。冷却液的流经路线：节温器→水泵→机油散热器→水套→节温器。

(5) 大循环 当冷却液温度升高达到 95°C 以上时，主阀门全开，旁通阀门全关闭，冷却液全部经过散热器。冷却强度大使冷却液温度保持正常。冷却液的流经路线长，流量大，故称大循环。冷却液流经路线：节温器→水泵→机油散热器→水套→散热器→节温器。

(6) 混合循环 当柴油机的温度处于 $83 \sim 95^{\circ}\text{C}$ 之间时，节温器处于半开半闭状态，冷却液部分进行大循环，部分进行小循环，所以称为冷却液的混合循环。

注意事项：节温器是保持柴油机冷却系统温度正常运行的主要部件之一，因此，柴油机不能随意拆掉或在没有节温器的情况下长时间大负荷工作。否则，可能导致柴油机“过热”运行。这对柴油机而言是非常不利的。

1.4 无缸套冷却系统的使用要求

(1) 无缸套冷却系统的组成 部分单体泵柴油机（如 BFM2012 机型）的冷却系统为无缸套水冷系统（图 1-5）。水（或冷却液）为传热介质，再传给空气。也就是以少量的水进行不断循环的方法，在柴油机水套中吸收多余热量，再流到散热器中散发热量。由于水套进出口的温差较小，气缸下部不致过冷，且水冷的冷却强度大小容易调节，能保持柴油机的正常温度，并能用热水预热柴油机，便于冬季起动。

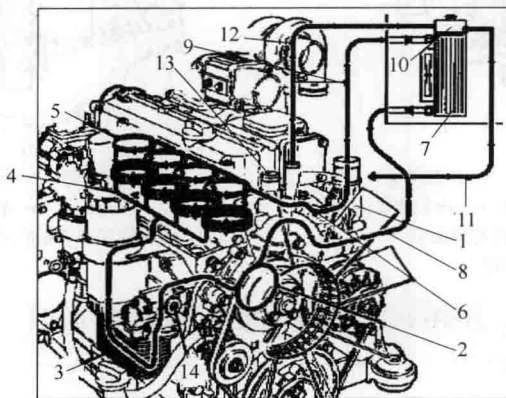


图 1-5 柴油机无缸套水冷系统示意图

- 1—节温器盖 2—冷却液泵 3—润滑油冷却器 4—气缸冷却 5—气缸盖冷却
6—从热交换器至发动机的管路 7—散热器 8—从散热器至发动机的管路
9—从气缸盖至补偿水箱的通气管 10—补偿水箱 11—从散热器至节温器盖的管路
12—冷却剂补偿管路 13—从暖风机返回的冷却剂 14—供给暖风机的冷却剂

(2) 使用注意事项

① 对冷却液的质量的要求：BFM2012 柴油机使用的冷却液，必须满足表 1-1 的要求。

② 冷却液的准备：水冷柴油机的冷却液的准备和监测是非常重要的步骤，因为腐蚀、穴蚀和结冰会导致柴油机的破坏。冷却液由一种冷却系统保护液和冷却液混合而成；冷却系统必须保持监测。液面高度和冷却系统保护液的浓度应该定期检查；冷却系统保护液的浓度可以用测试器测出。

③ 冷却系统保护液：冷却系统保护液提供防腐、防穴蚀、防冻的高效保护。冷却液中保护液的浓度见表 1-2（注意：保护液浓度必须在 35%~50% 范围内）。

表 1-1 柴油机冷却液质量要求

水 的 质 量	最 小 值	最 大 值	水 的 质 量	最 小 值	最 大 值
20℃时的 pH 值	6.5	8.5	硫酸根/(mg/dm ³)	—	100
氯离子/(mg/dm ³)	—	100	总硬度/°dGH	3	12

表 1-2 冷却液中保护液的浓度表

保护液 比例 (%)	防冻 温度/℃	冷却系统的容积/L							
		18	20	22	25	27	30	32	25
		冷却系统保护液/L							
35	-22	6.3	7.0	7.7	8.75	9.5	10.5	11.2	12.3
40	-28	7.2	8.0	8.8	10.0	10.8	12.0	12.8	14.0
45	-35	8.1	9.0	9.9	11.3	12.2	13.5	14.4	15.8
50	-45	9.0	10.0	11.0	12.5	13.5	15.0	16.0	17.5

1.5 单体泵柴油机冷却系统补液箱的工作过程

如图 1-6 所示，以整体式补液箱为例。在闭式冷却系统中，蒸汽混在水中无法分离，散热器盖上的阀门虽然能调节冷却系统内的压力，但在调节过程中需要放掉一部分蒸汽（水），又放进一部分空气。这时，冷却系统中的空气、蒸汽和水一起循环，使冷却能力下降，水泵的泵水量减少，并造成冷却系统内的压力不稳定和冷却液的不消耗。

在水套和散热器的上部，容易积存空气和蒸汽的地方用水管 6 与补液箱连接，使空气和蒸汽不再直接排出而是被引导到补液箱内与水分离。

此时, 蒸汽冷凝为水后又通过补充水管 9 进入水泵的进水口, 使水泵的进水口位置保持较高的水压, 增大了泵水量。而积存在补液箱内的空气, 得到了冷却, 不再受热膨胀。所以, 补液箱是冷却系统内压力

