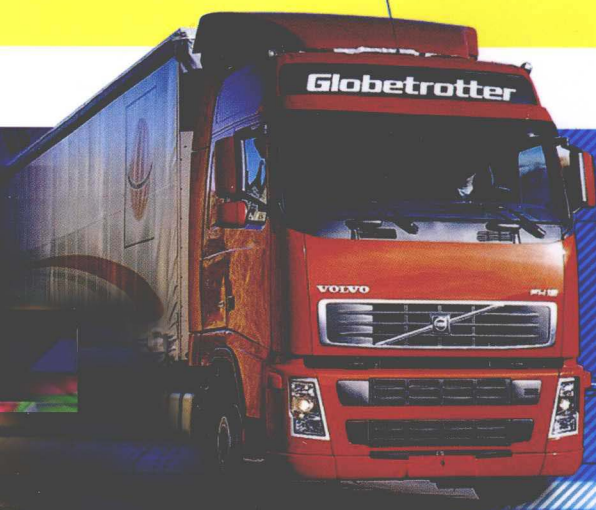


国Ⅲ柴油机

构造与维修 专题详解300例

母忠林 强道前 主编 <

- ◆ 一页一个专题图文并茂容易理解掌握
- ◆ 300个专题面面俱到轻松掌握维修技巧



GUO III CHAIYOUJI



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国Ⅲ柴油机构造与维修 专题详解300例

母忠林 强道前 主编



机械工业出版社

本书以专题详解的方式对柴油机的结构原理、使用保养、维修技术、故障诊断及部分经典案例进行了较为详细的介绍和分析,具有很强的针对性、实用性和操作指导性,是柴油机使用者和维修人员进行柴油机使用、维修、故障诊断与排除的实用参考资料。本书还可以作为相关院校柴油机专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

国Ⅲ柴油机构造与维修专题详解300例/母忠林,强道前主编.

—北京:机械工业出版社,2012.8

ISBN 978-7-111-39023-7

I. ①国… II. ①母…②强… III. ①汽车—柴油机—构造
②汽车—柴油机—维修 IV. ①U464.172.03②U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第145580号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:连景岩 何士娟 封面设计:张静 责任校对:纪敬

策划编辑:连景岩 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2013年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·21.75印张·577千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-39023-7

定价:54.80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

目 录

前言

第一篇 柴油机的构造原理篇

1.1 柴油机的基本概念及其分类	3
1.2 柴油机的基本构造及其组成	4
1.3 柴油机的动力是如何产生的?	5
1.4 柴油机的主要性能指标有哪些?	6
1.5 什么是柴油机的标定功率?	7
1.6 什么是柴油机的燃油消耗率?	8
1.7 什么是液体冷却式柴油机?	9
1.8 柴油机冷却液的循环方式有几种?	10
1.9 风冷柴油机有什么特点?	11
1.10 多缸柴油机的工作顺序是如何确定的?	12
1.11 4缸柴油机的工作顺序是如何排列的?	13
1.12 6缸柴油机的着火顺序是如何排列的?	14
1.13 柴油机的第1缸是从哪一端开始的?	15
1.14 什么是增压柴油机?	16
1.15 什么是机械增压系统?	17
1.16 什么是废气涡轮增压系统?	18
1.17 什么是增压柴油机的增压比?	19
1.18 增压器的结构与工作原理是什么?	20
1.19 常用的柴油机气缸工作术语有哪些?	21
1.20 什么是柴油机的压缩比?	22
1.21 四冲程柴油机是如何工作的?	23
1.22 二冲程柴油机的工作原理是什么?	24
1.23 什么是柴油机的直接喷射式燃烧室?	25
1.24 什么是柴油机的分隔式燃烧室?	26
1.25 各类燃烧室混合气形成的特点是什么?	27
1.26 柴油机传动系统有什么作用?	28
1.27 曲柄连杆机构的组成及功用是什么?	29
1.28 柴油机配气机构的功用是什么?	30
1.29 润滑系统的组成及功用是什么?	31
1.30 起动系统的功用与起动方式有哪些?	32
1.31 柱塞式喷油泵的结构特点是什么?	33

1.32	柴油机EGR技术的特点是什么？	34
1.33	什么是国Ⅲ柴油机？	35
1.34	国Ⅲ柴油机有哪些类型？	36
1.35	什么是电控H泵+EGR柴油机？	37
1.36	单体泵燃油喷射系统的技术特点是什么？	38
1.37	什么是电控泵喷嘴燃油喷射系统？	39
1.38	什么是PT泵燃油喷射系统？	40
1.39	电控分配泵燃油喷射系统的技术优势有哪些？	41
1.40	什么是电控高压共轨柴油机？	42
1.41	共轨燃油喷射系统是由哪些部件组成的？	43
1.42	高压共轨燃油喷射系统的技术优势是什么？	44
1.43	高压共轨燃油喷射系统是如何工作的？	45
1.44	曲轴转速传感器有什么用途？	46
1.45	凸轮轴位置传感器有什么作用？	47
1.46	燃油计量比例电磁阀的用途有哪些？	48
1.47	共轨限压阀的作用是什么？	49
1.48	共轨压力传感器的作用是什么？	50
1.49	电控柴油机各温度传感器的作用有哪些？	51
1.50	共轨管的作用是什么？	52
1.51	共轨流量限制器的作用是什么？	53
1.52	共轨高压油泵是如何工作的？	54
1.53	电控喷油器是怎样工作的？	55
1.54	压电式喷油器的技术优势是什么？	56
1.55	柴油机的技术优势是什么？	57
1.56	柴油机的排放物质有哪些及其危害是什么？	58
1.57	降低柴油机排气污染的措施有哪些？	59
1.58	什么是排气后处理的催化转化技术？	60
1.59	什么是柴油机的微粒过滤技术？	61
1.60	什么是柴油机用的布袋除尘器？	62

第二篇 柴油机使用保养篇

2.1	柴油机首次使用时的注意事项有哪些？	65
2.2	柴油机磨合期内的使用要求是什么？	66
2.3	柴油机使用与保养的综合要求是什么？	67
2.4	柴油机正常的起动要求有哪些？	68
2.5	柴油机的起动使用注意事项有哪些？	69
2.6	柴油机起动时的不良做法有哪些？	70
2.7	柴油机使用过程中的错误认识有哪些？	71
2.8	柴油机维修过程中的错误做法及其危害有哪些？	72
2.9	柴油机的冬季保养要求有哪些？	74

2.10	国Ⅲ柴油机的使用要求与注意事项有哪些?	75
2.11	国Ⅲ柴油机低压油路的使用要求有哪些?	76
2.12	如何排除燃油油路中的空气?	77
2.13	康明斯柴油机的使用要求有哪些?	78
2.14	康明斯柴油机的保养要求有哪些?	79
2.15	康明斯柴油机的运行要求有哪些?	80
2.16	欧曼国Ⅲ重卡柴油机使用保养要点有哪些?	81
2.17	(电控)柴油机纸质空气滤芯的保养要求有哪些?	82
2.18	柴油机油浴式空气滤清器的保养要求有哪些?	83
2.19	柴油的选用要求有哪些?	84
2.20	柴油机机油选用的一般要求有哪些?	85
2.21	如何确定机油的更换时间?	86
2.22	更换机油的操作方法是什么?	87
2.23	预防机油过快变质的措施有哪些?	88
2.24	单体泵供油系统低压油路的检测要求有哪些?	89
2.25	柴油机单体泵供油系统的使用要求有哪些?	90
2.26	如何调整单体泵柴油机的供油正时?	91
2.27	什么是气门间隙的“双排不进”调整法?	92
2.28	如何调整V型柴油机的气门间隙?	93
2.29	怎样检查和调整单缸柴油机的气门间隙?	94
2.30	气门间隙检查调整注意事项有哪些?	95
2.31	防冻冷却液的综合使用要求有哪些?	96
2.32	风冷柴油机冷却系统的维修要点有哪些?	97
2.33	增压柴油机的使用注意事项是什么?	98
2.34	如何延长增压柴油机的使用寿命?	99
2.35	为什么不能随意改装增压柴油机?	100
2.36	柴油机使用维护中的九个“禁忌”是什么?	101
2.37	如何延长柴油机的使用寿命?	102
2.38	柴油机技术保养的分级与内容是什么?	104
2.39	BFM1013单体泵柴油机的保养要求有哪些?	106
2.40	柴油机供油系统的综合使用要求有哪些?	107
2.41	电控柴油机使用维修注意事项有哪些?	108
2.42	如何测量柴油机的气缸压缩压力?	109
2.43	如何清除柴油机燃烧室的积炭?	110
2.44	柴油机冷却系统水垢的清洗方法有哪些?	111
2.45	冷却系统故障处理的应急方法有哪些?	112
2.46	如何减少柴油机润滑系统的故障?	113
2.47	蓄电池的使用要求是什么?	114
2.48	如何正确使用起动液?	115
2.49	降低柴油机燃油耗油量的方法有哪些?	116

2.50	柴油机润滑系统免解体维护的方法有哪些?	117
2.51	柴油机气缸套异常磨损的预防措施有哪些?	118
2.52	为什么不能拆掉冷却系统的节温器?	119
2.53	CA6DM柴油机日常保养要求有哪些?	120
2.54	CA6DM柴油机气门间隙的检查与调整方法有哪些?	121
2.55	CA6DM共轨柴油机使用要求有哪些?	122
2.56	CA6DM柴油机重要运行参数有哪些?	123

第三篇 柴油机维修技术篇

3.1	如何确认柴油机重要螺栓的拧紧力矩?	127
3.2	传统柴油机喷油系统重要参数的获取方法有哪些?	128
3.3	如何正确安装柴油机的正时齿轮?	129
3.4	如何检测电控泵喷嘴燃油喷射系统电磁阀?	130
3.5	如何检修175F单缸风冷柴油机气缸压力不足的故障?	132
3.6	喷油器的性能检测要点有哪些?	134
3.7	柴油机喷油器的检修要求有哪些?	135
3.8	如何就车检查柴油机喷油器的密封性?	136
3.9	什么是喷油提前角的压缩空气调整法?	137
3.10	如何就车检查调整喷油提前角?	138
3.11	气缸体主轴承盖螺栓的拧紧要求有哪些?	139
3.12	气缸体的损坏模式与修复方法有哪些?	140
3.13	活塞环的使用安装要求是什么?	141
3.14	活塞环的综合检测项目有哪些?	142
3.15	如何检查活塞环的开口间隙?	143
3.16	连杆的结构与损坏模式有哪些?	144
3.17	如何检查与校正变形的连杆?	145
3.18	如何更换连杆小头衬套?	146
3.19	柴油机连杆螺栓的紧固要求是什么?	147
3.20	连杆螺栓的紧固与使用注意事项有哪些?	148
3.21	气缸套的综合安装要求有哪些?	149
3.22	如何进行薄壁气缸套的拆卸与安装?	150
3.23	如何检查与校正已弯曲的曲轴?	151
3.24	如何修复磨损严重的曲轴?	152
3.25	曲轴折断的原因有哪些及如何预防?	153
3.26	气缸盖的功用与维修要点是什么?	154
3.27	气门座圈密封带的铰削要点有哪些?	155
3.28	如何拧紧柴油机气缸盖的紧固螺栓?	156
3.29	气缸垫的厚度是如何确定的?	157
3.30	如何进行气门与气门座圈的密封性试验?	158
3.31	配气机构的维修要点有哪些?	159

3.32	如何检修柴油机的凸轮轴？	160
3.33	如何检修冷却系统的节温器？	161
3.34	如何进行散热器的检查和维修？	162
3.35	如何检测柱塞偶件的磨损？	163
3.36	怎样进行出油阀密封性的检查？	164
3.37	如何使用升程法调整PT喷油器？	165
3.38	如何用力矩法调整PT喷油器？	166
3.39	如何使用转角法调整PT喷油器？	167
3.40	如何进行供油量不均的就车检查和调整？	168
3.41	齿轮式机油泵的维修要点有哪些？	169
3.42	转子式机油泵的检修要点有哪些？	170
3.43	如何预防柴油机喷油泵异常损坏？	171
3.44	共轨柴油机（CP3.3）高压油泵的安装要求有哪些？	172
3.45	电控喷油器的故障特性有哪些？如何进行拆卸与安装？	173
3.46	如何拆卸、安装共轨管？	174
3.47	曲轴转速传感器检修及失效策略分析要点有哪些？	175
3.48	凸轮轴位置传感器的检修与失效策略分析要点有哪些？	176
3.49	如何检修加速踏板位置传感器（APPS）？	177
3.50	如何检修电控柴油机控制系统温度类传感器？	178
3.51	如何检修电控柴油机共轨压力传感器？	179
3.52	如何检修增压压力（进气压力）传感器？	180
3.53	如何检修电控柴油机进油计量比例电磁阀？	181
3.54	如何检修柴油机喷油器电磁阀？	182
3.55	如何拆卸与安装直列式喷油泵？	183
3.56	单缸柴油机供油提前角的检查调整方法有哪些？	184
3.57	如何检修柴油机涡轮增压器常见故障？	185
3.58	单缸柴油机曲柄连杆机构维修注意事项有哪些？	186
3.59	单缸柴油机供油系统维修技巧与方法有哪些？	187
3.60	柴油机喷油泵凸轮轴损坏的修复方法有哪些？	188

第四篇 柴油机故障诊断篇

4.1	柴油机常见故障的综合诊断方法	193
4.2	柴油机动力性能越来越差的原因	195
4.3	柴油机动力不足故障的综合诊断方法	196
4.4	柴油机不能起动故障的原因及排除	198
4.5	柴油机不能起动之供油系统原因分析与诊断	199
4.6	柴油机冷机起动困难故障的诊断与处理	200
4.7	电控系统导致柴油机不能起动故障的原因与诊断	201
4.8	柴油机起动困难故障的原因分析与诊断	202
4.9	VE分配泵柴油机供油不足故障的分析与诊断	203

4.10	低压油路堵塞导致柴油机动力不足故障的诊断与排除	205
4.11	低压油路有空气导致动力不足故障的诊断与排除	206
4.12	低压油路部件导致动力不足故障的诊断与排除	207
4.13	排气不畅导致柴油机动力不足故障的诊断与排除	208
4.14	柴油机进气不足之增压系统原因分析与诊断	209
4.15	柴油机动力不足之进气系统原因分析与诊断	210
4.16	柴油机为什么会冒黑烟?	211
4.17	柴油机为什么会冒蓝烟?	212
4.18	柴油机为什么会冒白烟?	213
4.19	柴油机其他非正常排烟故障的诊断与排除	214
4.20	柴油机自动熄火故障的诊断与排除	215
4.21	油底壳机油中有柴油故障的诊断与排除	217
4.22	单缸柴油机烧瓦故障的原因分析与排除	218
4.23	柴油机烧瓦故障的综合原因分析与诊断	219
4.24	活塞“偏缸”故障的原因与处理	220
4.25	柴油机机油消耗量过大故障的诊断与排除	221
4.26	油底壳机油中有水故障的原因与诊断	222
4.27	柴油机机油压力偏低故障的诊断与排除	223
4.28	柴油机机油温度过高故障的诊断与排除	224
4.29	柴油机机油过快变质故障的原因与诊断	225
4.30	柴油机曲轴故障的综合原因分析及诊断	226
4.31	柴油机活塞环故障的原因分析与诊断	227
4.32	柴油机燃烧异响故障的诊断与排除	228
4.33	柴油机机械异响故障的原因分析与诊断	229
4.34	柴油机喷油器常见故障的诊断与排除	230
4.35	柴油机活塞“拉缸”故障的诊断与处理	232
4.36	柴油机活塞顶部烧蚀的原因与预防	233
4.37	柴油机异常磨损的原因分析与预防	234
4.38	柴油机气缸垫损坏故障的原因分析与预防	236
4.39	气缸被冲坏故障的现场诊断与应急处理	237
4.40	柴油机气缸套穴蚀的危害及防治措施	238
4.41	配气机构异常损坏的原因分析与处理	239
4.42	机载空压机故障对柴油机的危害与处理	240
4.43	柴油机下排气太大故障的诊断与处理	241
4.44	喷油泵原因导致动力不足故障的诊断与排除	242
4.45	柴油机飞车故障的原因分析与处理	243
4.46	涡轮增压器运行故障的分析与排除	244
4.47	国Ⅲ柴油机故障的综合诊断方法	246
4.48	共轨柴油机动力不足故障的诊断与排除	247
4.49	电控共轨柴油机排气冒黑烟故障的诊断与排除	248
4.50	电控共轨柴油机起动困难故障的诊断与排除	249

4.51	共轨柴油机转速不稳故障的诊断与排除	252
4.52	雷诺电控柴油机不能起动故障的诊断与排除	253
4.53	单体泵柴油机动力不足故障的诊断与排除	255
4.54	单体泵柴油机冒黑烟故障的诊断与排除	256
4.55	电控单体泵自身故障的诊断与排除	257
4.56	电控单体泵柴油机位置传感器的故障检修	258
4.57	电控单体泵柴油机加速踏板传感器和车速传感器的故障检修	259
4.58	电控单体泵柴油机压力温度传感器的故障检修	261
4.59	电控单体泵柴油机其他元器件故障的检修	263
4.60	柴油机早期异常磨损故障的诊断与检修	264
4.61	柴油机烧机油故障的原因与预防	265
4.62	锡柴电控柴油机电装系统故障码	266

第五篇 柴油机故障案例篇

5.1	增压压力补偿器导致柴油机动力不足故障	273
5.2	氧催化转化器堵塞导致柴油机加速无力故障	274
5.3	增压电磁阀原因导致柴油机动力不足故障	275
5.4	飞轮标记安装错误导致柴油机不能起动故障	276
5.5	高压泵溢流阀原因导致柴油机起困难故障	277
5.6	活塞拉缸导致柴油机下排气大故障	278
5.7	柴油机VE分配泵高速不供油故障	279
5.8	柴油机散热器和油底壳同时进柴油故障	280
5.9	气缸套密封圈老化导致机油油面升高故障	281
5.10	冷却液温度传感器原因导致柴油机冷却液温度偏低故障	282
5.11	冷却液温度传感器原因导致柴油机动力不足故障	283
5.12	油路堵塞导致柴油机突然熄火故障	284
5.13	活塞环“对口”导致柴油机烧机油故障	285
5.14	12V135柴油机中修后曲轴箱废气过大故障	286
5.15	柴油机振动太大的故障	287
5.16	喷油器损坏导致柴油机无法起动故障	288
5.17	节温器原因导致柴油机冷却液温度过高故障	289
5.18	电控共轨柴油机排气冒黑烟故障	291
5.19	提前角调整不当导致单体泵柴油机排气冒白烟故障	292
5.20	CA4DF3电控柴油机故障灯常亮故障	293
5.21	VE分配泵柱塞弹簧断裂导致柴油机转速不稳故障	294
5.22	VE分配泵提前器行程不足导致柴油机功率不足故障	295
5.23	VE分配泵调速器部件损坏导致柴油机动力不足故障	296
5.24	喷油器原因导致柴油机运行异常故障	297
5.25	滚轮磨损导致柴油机动力不足且冒白烟故障	298

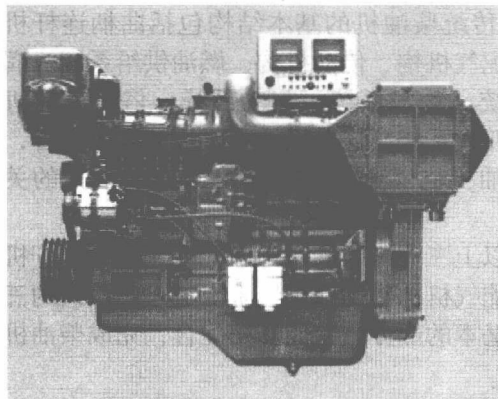
5.26	油路原因导致柴油机动力不足故障	299
5.27	油路原因导致柴油机自动熄火故障	300
5.28	怠速弹簧原因导致柴油机怠速自动熄火故障	301
5.29	共轨限压阀失效导致柴油机自动熄火故障	302
5.30	BF6M1013柴油机自动熄火故障	303
5.31	柴油机排气冒白烟故障案例	304
5.32	空压机内窜气导致柴油机冒蓝烟故障	305
5.33	喷油器原因导致柴油机排气冒黑烟故障	306
5.34	BF6M1013柴油机冒黑烟故障	307
5.35	停机电磁阀损坏导致柴油机不能起动故障	308
5.36	VE分配泵原因导致柴油机运行异常故障	309
5.37	VE分配泵驱动轴原因导致柴油机运行异常故障	310
5.38	柴油机散热器进柴油故障	311
5.39	输油泵调压阀失效导致柴油机起动困难故障	312
5.40	电路系统原因导致柴油机无法起动故障	313
5.41	EGR失效导致柴油机动力不足故障	314
5.42	操作系统或设备原因导致柴油机动力不足故障	315
5.43	进排气系统原因导致柴油机冒黑烟故障	316
5.44	柴油机活塞顶部烧熔故障检修案例	317
5.45	柴油机配气机构异响故障	318
5.46	喷油泵凸轮轴凸轮磨损导致柴油机“敲缸”故障	319
5.47	转速传感器原因导致柴油机起动困难故障	320
5.48	油路原因导致柴油机转速异常故障	321
5.49	电控单体泵柴油机故障检修案例	322
5.50	缸盖螺栓拧紧错误导致柴油机气缸垫烧蚀故障	323
5.51	设备原因导致柴油机不能起动故障	324
5.52	国Ⅲ柴油机高压泵磨损导致柴油机熄火故障	325
5.53	进气歧管漏气导致柴油机动力不足故障	326
5.54	BF4M1013柴油机活塞顶气门故障	327
5.55	VE分配泵柴油机怠速停供失灵故障	328
5.56	输油泵漏油导致机油油面升高故障	329
5.57	滑片式输油泵故障导致车辆行驶无力故障	330
5.58	冷却液温度高导致功率不足故障	331
5.59	出油阀被卡导致柴油机缺缸运行故障	332
5.60	连杆断裂导致柴油机机体损坏故障	333
5.61	电控泵喷嘴柴油机冷起动困难故障	334
5.62	柴油机起动机故障	336

第一篇

柴油机的构造原理篇

1.1 柴油机的基本概念及其分类

柴油机是用柴油作为燃料的内燃机。柴油机属于压缩点火式柴油机，它又常因主要发明者鲁道夫·狄塞尔（德）的名字而称为狄塞尔发动机。



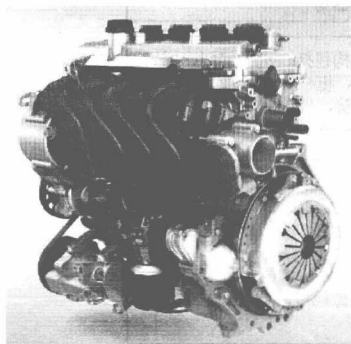
柴油机在工作时，吸入到气缸内的空气，因活塞的运动而受到较高程度的压缩，压缩终了时气缸内可达到 $500 \sim 700^{\circ}\text{C}$ 的高温 and $3.0 \sim 5.0\text{MPa}$ 的高压。然后将燃油以雾状喷入高温空气中，与高温空气混合形成可燃混合气，自动着火燃烧。燃烧时释放的能量（最大超过 10.0MPa 爆发压力）作用在活塞的顶面上，推动活塞并通过连杆和曲轴转换为旋转的机械功。

因此，柴油机实际上是一部将燃料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（或柴油发动机）。柴油机被广泛地用于多种设备的驱动动力，如重型车、大型客车、工程机械、农业机

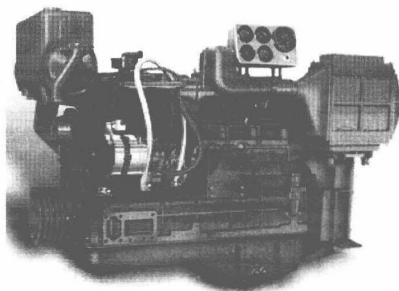
械等，在这些行业发挥着重要作用。柴油机的分类见下表。

分类方式	详细说明
工作循环	二冲程柴油机，四冲程柴油机
冷却方式	水冷（液体冷却）柴油机、风冷柴油机
进气方式	自然进气柴油机、增压柴油机和增压中冷柴油机
活塞平均速度	低速柴油机 $v_m < 6\text{m/s}$ ，中速柴油机 $v_m = 6 \sim 9\text{m/s}$ ，高速柴油机 $v_m = 9 \sim 13\text{m/s}$
转速	$n \leq 300\text{r/min}$ 为低速机， $n = 300 \sim 1000\text{r/min}$ 为中速机， $n \geq 1000\text{r/min}$ 为高速机
燃烧方式	直喷式柴油机，涡流室式柴油机，预燃室式柴油机
气缸数目	单缸柴油机，两缸柴油机和多缸柴油机（气缸数大于3）
用途	船用柴油机，机车用柴油机，汽车用柴油机，工程机械用柴油机，农用柴油机等
布置方式	直列式柴油机，V型柴油机，水平对置柴油机，星型柴油机，W字型柴油机等
燃料	轻质燃料柴油机，重油柴油机等
供油方式	机械式喷油柴油机，单体泵柴油机，共轨柴油机，PT泵柴油机，分配泵柴油机等

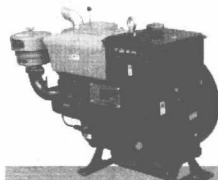
我是汽油机，看样子好大，其实我的体积比同功率的柴油机小得多，在轿车上应用最为广泛。



我是柴油机，主要用于船舶，所以又称为船用柴油机。

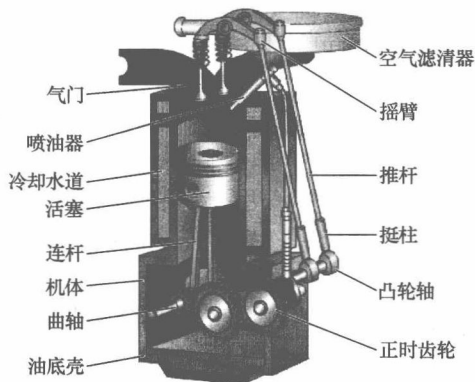


我是用途广泛的单缸柴油机。



1.2 柴油机的基本构造及其组成

柴油机是一种将燃料燃烧产生的热能转化为机械能的机器，要完成能量转换的全部过程，就必须有一套相应的转换机构和系统。虽然柴油机有多种型式，具体构造也不完全一样，但无论是单缸船用机还是多缸柴油机，其基本结构都是一样的。



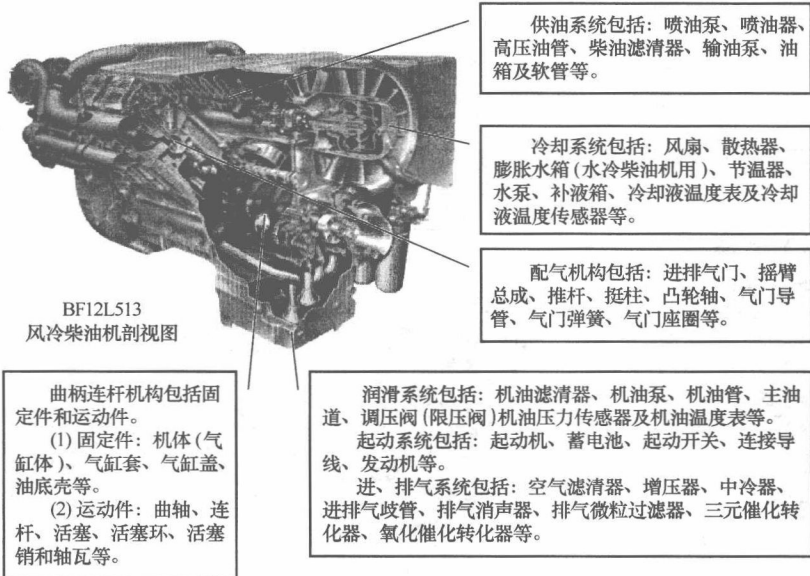
传统柴油机的基本结构包括曲柄连杆机构、配气机构、传动机构、燃油供给系统、润滑系统、冷却系统、起动系统，俗称三大机构、四大系统。这些系统和机构的良好配合，是柴油机能够产生动力并对外输出动力的关键。

以上三大机构、四大系统中，曲柄连杆机构、配气机构和燃油供给系统，是柴油机的三个最基本的部分，它们互相配合，完成柴油机的工作循环，实现能量转换。

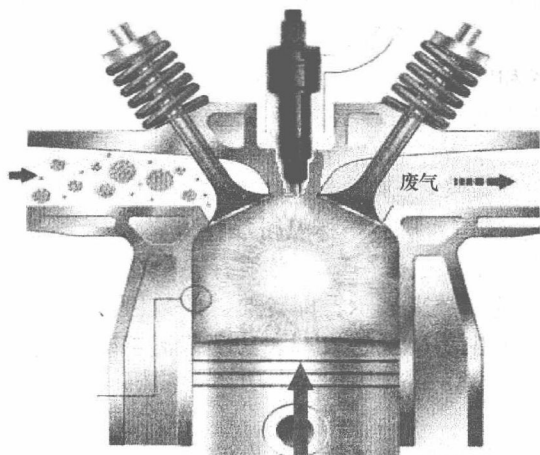
在使用过程中，三者技术状态的好坏及相互之间配合的正确与否，对柴油机的性能具有决定性的影响。润滑系统和冷却系统为柴油机的辅助系统，是柴油机长期正常工作不可缺少的重要部分。如果润滑系统或冷却系统工作不正常，那么柴油机就会发生故障，也不能正常工作。

由此可见，柴油机在使用过程中，必须对以上各部分予以充分重视，不可忽视任何一个部分，否则，柴油机的正常工作将无法保证，甚至会造成柴油机的严重损坏。

对于现代柴油机而言，在上述基本结构的基础上，通过增加增压系统（提高进气压力）而成为增压柴油机，通过对燃油喷射的电控化而成为电控柴油机（包括电控共轨柴油机和电控单体泵柴油机等）。



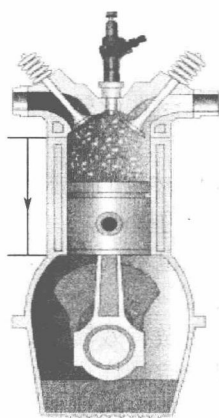
1.3 柴油机的动力是如何产生的？



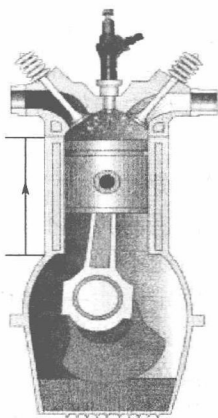
燃烧开始的瞬间近似于爆炸

柴油机的动力源于气缸，在由活塞、气缸套和气缸盖等组成的密闭空间（燃烧室）内，燃油燃烧时产生巨大的爆发压力。爆发压力因压缩比不同而不同，压缩比越大，最大爆发压力越高。柴油机的最大燃烧爆发压力可达13.00MPa以上，如此巨大的压力作用在活塞顶部，迫使活塞向下运动，通过连杆将作用力传递给曲柄，转变为曲轴旋转的转矩并通过飞轮对外输出动力。

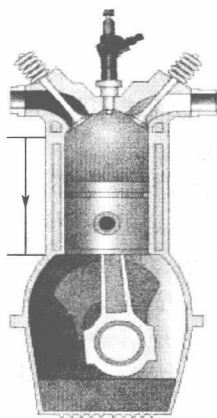
各个气缸周而复始的工作，就使得柴油机的动力源源不断地产生。



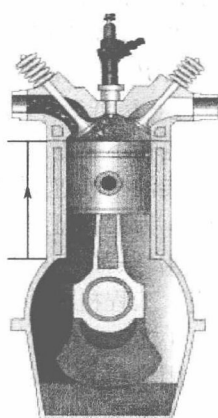
进气行程



压缩行程



做功行程

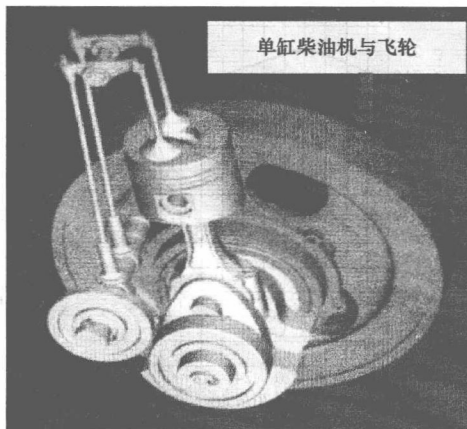


排气行程

柴油机工作原理示意图

而对于单缸柴油机，因只有一个气缸工作，就存在能量不能连续提供的问题。这将使柴油机曲轴的转速时快时慢，运转不稳定。为解决此问题，在曲轴上安装了一个转动惯量很大的飞轮，借以平衡柴油机的转速。

当柴油机转速增高时，飞轮的动能增加，把能量储蓄起来；而当柴油机转速降低时，飞轮动能减少，把能量释放出来，保持柴油机转速的基本稳定，也保证了柴油机动力源源不断地输出。



1.4 柴油机的主要性能指标有哪些？

柴油机的性能指标很多，但对于柴油机的使用者，需要了解和掌握的指标主要是动力性能指标、经济性能指标以及运转性能指标等。

① 动力性能指标主要包括：转矩、功率和转速等。这些指标直接关系到柴油机（或设备）的使用效果和运行状态。是柴油机使用者必须首先掌握的指标之一。

② 经济性能指标主要包括：耗油量、耗油率等。这些指标关系到柴油机（或设备）运行时的经济效果，即是否省油等直观问题。

③ 运转性能指标主要包括：冷起动性能、噪声、排放指标及可靠性等。

（1）柴油机的转速。柴油机要实现连续不断的工作循环，必须有一个在单位时间内做功次数的指标。一般使用每分钟内曲轴旋转的圈数来表示，即转速。此数值越大，表示单位时间内柴油机做功的次数越多，柴油机的输出功率就越大。大功率柴油机的转速每分钟仅数百转，而中等功率柴油机的转速一般在2500r/min以下，小功率柴油机的转速可达3000r/min以上。柴油机转速一般有下列四种状况：

① 额定转速或标定转速：最大油门时，允许柴油机全负荷工作的最高转速，在此转速下，柴油机可以根据功率标定情况适时运转。

② 最高空转转速：最大油门时，柴油机不带负荷时的最高转速。一般高出额定转速5%~10%。在此转速下，柴油机运转时间不能超过1~2min。

③ 最低稳定转速：柴油机不带负荷时可以稳定运转的最低转速。在此转速以下，柴油机运转不平稳且容易熄火。

柴油机转速越高，柴油机各零部件受到的力矩也越大，对零部件材质的要求也越高。因此，为了保证柴油机有一定的使用寿命，柴油机的转速不能无限制的提高。

④ 柴油机的工作转速：同型号的柴油机用途不同，其工作转速也不同。车用一般为高速，工程机械用一般为中高速，农业机械和固定用途一般为中低速。

（2）柴油机的有效转矩。柴油机飞轮上对外输出的扭力矩，叫做有效转矩，简称转矩，用字母 M_e 表示，单位为 $N \cdot m$ 。它是指燃料在气缸内与空气混合后燃烧产生的热量，使气体膨胀做功所产生的旋转力矩，克服各部分摩擦阻力矩和驱动各辅助装置（如喷油泵、冷却液泵、充电用发电机等）所消耗的转矩后，最后所能提供使用的转矩。

设备底盘所需的力传到飞轮上，成为阻碍飞轮转动的反转矩，通常称为柴油机的负荷。在实际工作中，柴油机输出的转矩与柴油机的负荷相等。

（3）柴油机的有效功率。柴油机单位时间内对外所做的功，叫做有效功率，简称功率，用字母 N_e 表示，单位为kW。通常把在1s内做1000N·m的功称为1kW。柴油机的功率与转矩、转速的关系如下：

$$\text{功率}(N_e) = (M_e \times n) / 9545.45$$

从关系式中可以看出：在功率一定的情况下，转速低时转矩大，转速高时转矩小。柴油机在实际工作中，飞轮传出的转矩应与外界负荷相等。也就是说，如果柴油机的负荷增加，则转矩也相应增加，这时柴油机的转速降低；如果柴油机的负荷减小，则转矩也相应减小，这时柴油机的转速升高，如左图所示。

