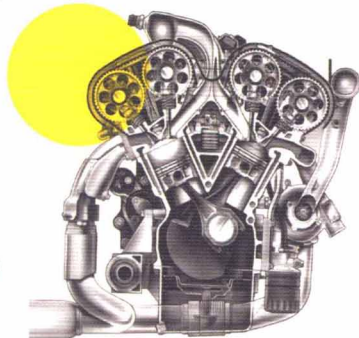
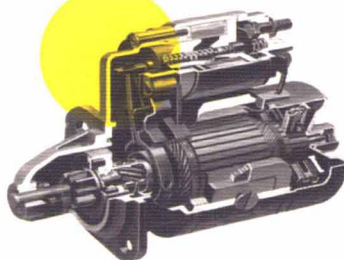
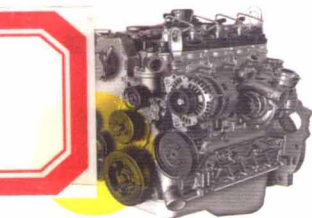
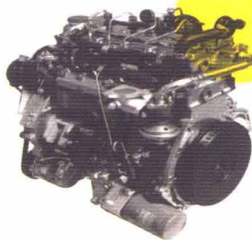
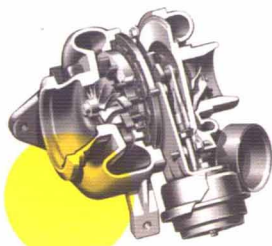
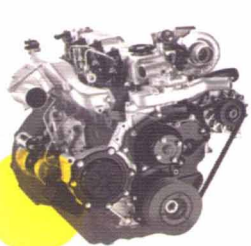
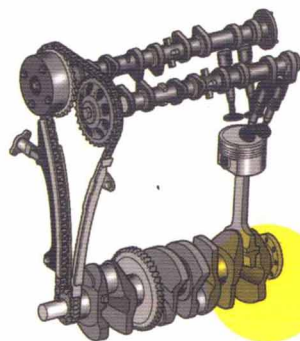
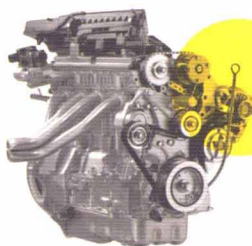
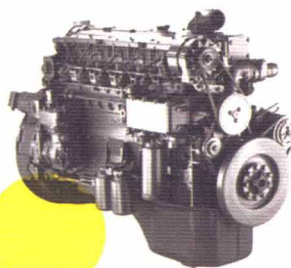
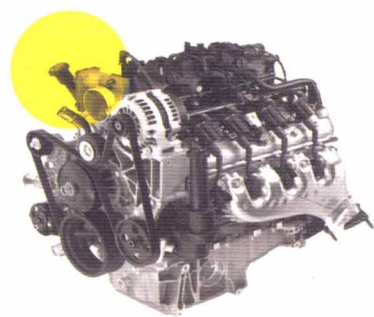
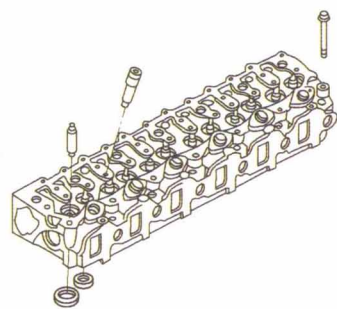


图解柴油机 结构与维修 实用技术问答

母忠林 主 编 马净照 副主编

TUJIE
CHAIYOUJI
JIEGOU
YU
WEIXIU
SHIYONG
JISHU
WENDA



化学工业出版社

图解柴油机结构与维修 实用技术问答

母忠林 主 编

马净照 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

图解柴油机结构与维修实用技术问答/母忠林主编.
北京: 化学工业出版社, 2012. 6
ISBN 978-7-122-13716-6

I. 图… II. 母… III. ①柴油机-结构-图解②柴油机-维修-图解 IV. TK42-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 038183 号

责任编辑: 贾 娜
责任校对: 顾淑云

文字编辑: 张燕文
装帧设计: 尹琳琳

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15 字数 365 千字 2012 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

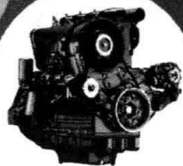
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

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: 49.00 元

版权所有 违者必究



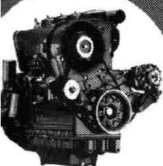
对于柴油机行业初入者而言，柴油机为什么能产生动力，是一个看似非常简单却是一个十分复杂的问题。随着柴油机技术的不断完善，柴油机在工业领域内应用越来越广泛。这给柴油机维修和售后服务带来了更大的挑战。使用者要求生产（销售）者提供更加优质的售后服务和技术服务与维修技术相对滞后的矛盾越来越突出。对于柴油机使用或维修人员，熟悉柴油机的结构和维修知识是非常重要的。

本书从柴油机维修初学者的角度出发，采用图解问答的形式，简明扼要地叙述了柴油机基本结构、工作原理、使用及维修要点等相关知识，是柴油机行业从业人员的良好的（初级）学习教材和参考资料，本书还可以作为大中专院校相关专业师生的教学参考资料。

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主编，山西柴油机工业有限责任公司马净照担任副主编，深圳市道依茨柴油机服务有限公司高级工程师许建利、何伟雄、黎国辉参与了编写。

本书所涉及的技术参数和技术数据，如有与制造厂家数据不符时，以厂家数据为准。书中如有不足之处，欢迎读者批评指正。

编 者



第 1 章 柴油机维修基础

1.1	为什么叫柴油机？	1
1.2	柴油机是如何分类的？	2
1.3	柴油机是由哪些基本部件组成的？	3
1.4	柴油机的动力是如何产生的？	4
1.5	柴油机的主要性能指标有哪些？	5
1.6	什么是柴油机的转速？	6
1.7	什么是柴油机的有效转矩？	7
1.8	什么是柴油机的有效功率？	8
1.9	什么是柴油机的标定功率？	9
1.10	什么是柴油机的燃油消耗率？	10
1.11	柴油机的气缸术语有哪些？	11
1.12	什么是柴油机的排量或气缸工作容积？	12
1.13	什么是柴油机的压缩比？	13
1.14	什么是柴油机的直接喷射式燃烧室？	14
1.15	柴油机的分隔式燃烧室及其特点是什么？	15
1.16	各类燃烧室混合气形成特点是什么？	16
1.17	四冲程柴油机的工作原理是什么？	17
1.18	二冲程柴油机的工作原理是什么？	20
1.19	多缸柴油机的工作顺序是如何确定的？	21
1.20	四缸柴油机的工作顺序是如何排列的？	22
1.21	六缸柴油机的着火顺序是如何排列的？	23
1.22	柴油机的第一缸是从哪一端开始的？	24
1.23	什么是柴油机的 EGR 技术？	25
1.24	什么是国Ⅲ柴油机？	26
1.25	什么是电控高压共轨柴油机？	27
1.26	电控共轨燃油喷射系统由哪些部件组成？	28
1.27	电控高压共轨燃油喷射系统的技术优势是什么？	29
1.28	高压共轨燃油喷射系统是如何工作的？	30
1.29	曲轴转速传感器的作用是什么？	31
1.30	凸轮轴位置传感器的作用是什么？	32
1.31	什么是电控 H 泵+EGR 技术？	33
1.32	单体泵燃油系统的特点是什么？	34
1.33	电控高压共轨柴油机喷油泵有什么特点？	35
1.34	压电式喷油器的结构与特点是什么？	36

1.35	电控喷油器的特点与工作原理是什么？	37
1.36	高压共轨（管）的任务及结构是什么？	38
1.37	共轨流量限制器的功用是什么？	39
1.38	共轨限压阀的结构与功用是什么？	40
1.39	共轨压力传感器的结构与功用是什么？	41
1.40	电控柴油机各温度传感器的功用是什么？	42
1.41	共轨柴油机输油泵的结构与功用是什么？	43
1.42	进油计量比例电磁阀的结构与功用是什么？	45
1.43	柴油机的技术优势有哪些？	46
1.44	机械喷油与电控共轨喷油的差别是什么？	47
1.45	国Ⅲ、国Ⅳ排放标准的具体含义是什么？	48
1.46	如何延长柴油机的使用寿命？	49

第2章 国Ⅲ柴油机的使用与维修

2.1	柴油机使用与保养的综合要求有哪些？	51
2.2	柴油机磨合期的使用要求有哪些？	53
2.3	柴油机首次使用时的注意事项有哪些？	54
2.4	柴油机维修过程中的错误认识和做法有哪些？	55
2.5	柴油机的冬季保养要求有哪些？	57
2.6	如何清除柴油机燃烧室的积炭？	59
2.7	单体泵燃油系统的使用要求有哪些？	60
2.8	如何调整单体泵燃油系统的供油正时？	61
2.9	国Ⅲ燃油系统为什么必须安装油水分离器？	63
2.10	国Ⅲ柴油机的使用要求与注意事项有哪些？	64
2.11	国Ⅲ柴油机故障的诊断方法有哪些？	65
2.12	如何诊断与排除共轨柴油机动力不足故障？	66
2.13	如何诊断与排除共轨柴油机排黑烟故障？	68
2.14	如何诊断与排除共轨柴油机启动困难故障？	69
2.15	如何诊断与排除共轨柴油机怠速不稳故障？	72
2.16	如何诊断与排除雷诺电控柴油机不能启动故障？	73
2.17	如何排除单体泵柴油机动力不足故障？	75
2.18	如何排除单体泵柴油机冒黑烟故障？	76
2.19	如何诊断和排除电控单体泵自身故障？	77
2.20	如何诊断与排除单体泵柴油机位置传感器故障？	78
2.21	如何诊断电控单体泵柴油机油门踏板传感器故障？	79
2.22	电控柴油机故障检修的注意事项有哪些？	80

第3章 柴油机曲柄连杆机构的结构与维修

3.1	曲柄连杆机构的组成及功用是什么？	81
3.2	机体组的主要部件有哪些？	82

3.3	气缸体的功用与损坏模式有哪些？	83
3.4	如何拧紧气缸体主轴承盖螺栓？	84
3.5	活塞连杆组由哪些零部件组成？	85
3.6	柴油机的活塞有什么用处？	86
3.7	活塞环的结构与安装要求是什么	87
3.8	如何检查活塞环的开口间隙？	88
3.9	活塞环的综合检测项目有哪些？	89
3.10	连杆的结构与损坏模式有哪些？	91
3.11	如何检查与校正变形的连杆？	92
3.12	如何更换连杆衬套？	93
3.13	连杆螺栓的紧固与使用注意事项有哪些？	94
3.14	湿式气缸套与干式气缸套的区别是什么？	95
3.15	如何进行薄壁气缸套的拆卸与安装？	96
3.16	气缸套的综合安装要求有哪些？	97
3.17	曲轴与飞轮的结构和功用是什么？	98
3.18	飞轮及齿圈有什么作用？	99
3.19	如何检查与校正已弯曲的曲轴？	100
3.20	如何修复磨损严重的曲轴？	101
3.21	曲轴折断的原因有哪些及如何预防？	103
3.22	气缸盖的功用与装配要点是什么？	104
3.23	如何铰削气门座圈的密封带？	105
3.24	如何拧紧气缸盖紧固螺栓？	106
3.25	如何诊断与排除主轴瓦异响故障？	107
3.26	如何诊断与排除连杆瓦异响故障	108
3.27	如何诊断和排除活塞销异响故障	109
3.28	如何诊断和排除活塞敲缸异响故障？	110
3.29	如何测量柴油机的气缸压缩压力？	111
3.30	机载空压机故障对柴油机的危害有哪些？	112
3.31	气缸垫的厚度是如何确定的？	113
3.32	如何诊断柴油机活塞“拉缸”故障？	114
3.33	柴油机活塞顶部烧蚀的原因及预防？	115
3.34	如何避免气缸垫烧蚀故障？	116
3.35	如何诊断和排除柴油机早期异常磨损故障？	118

第4章 柴油机配气机构的结构与维修

4.1	柴油机配气机构的功用及组成？	119
4.2	凸轮轴下置式配气机构有什么特点？	120
4.3	凸轮轴顶置式配气机构的特点有哪些？	121
4.4	配气机构气门组由哪些零部件组成？	122
4.5	如何进行气门与气门座圈的密封性试验？	123
4.6	配气机构气门传动组的功用及组成？	124

4.7	什么是柴油机的配气相位？	125
4.8	什么是柴油机的气门间隙？	126
4.9	什么是调整气门间隙的“双排不进”法？	127
4.10	如何调整V形柴油机的气门间隙？	128
4.11	气门间隙检查调整注意事项有哪些？	129
4.12	配气机构的维修要点有哪些？	130
4.13	如何检修配气机构的凸轮轴？	131
4.14	配气机构异响故障现象有哪些？	132
4.15	如何诊断与排除气门异响故障？	133
4.16	如何诊断与排除活塞顶气门故障？	134

第5章 柴油机冷却系统的结构与维修

5.1	什么是液体冷却式柴油机？	135
5.2	风冷式柴油机及其组成是什么？	136
5.3	柴油机冷却水的循环方式有几种？	137
5.4	节温器的结构与功用是什么？	138
5.5	如何检修冷却系统的节温器？	139
5.6	整体式冷却系统的特点是什么？	140
5.7	如何进行散热器的检查和维修？	141
5.8	如何进行冷却系统的免解体保养？	142
5.9	风冷柴油机冷却系维修要点有哪些？	143
5.10	如何诊断柴油机水温过高故障？	144
5.11	防冻冷却液的综合使用要求有哪些？	145
5.12	冷却系统途中故障的应急方法有哪些？	146
5.13	柴油机水箱和油底壳为什么会同时进柴油？	147
5.14	如何诊断和排除柴油机冷却液中进柴油故障？	148

第6章 柴油机润滑系统的结构与维修

6.1	润滑系统的组成及功用是什么？	149
6.2	柴油机的润滑方式有哪几种？	150
6.3	齿轮式机油泵的特点有哪些？	151
6.4	转子式机油泵的结构原理是什么？	152
6.5	机油滤清器的作用与使用要求是什么？	153
6.6	如何确认机油压力是否正常？	154
6.7	如何选用柴油机机油？	155
6.8	如何确定柴油机机油更换时间？	156
6.9	更换机油的操作方法是什么？	157
6.10	如何避免机油过早变质？	158
6.11	如何减少柴油机润滑系统的故障？	159
6.12	如何诊断和排除机油中有柴油的故障？	160

6.13	如何诊断与排除机油压力偏低异常故障？	161
6.14	如何诊断和排除油压为零或忽高忽低故障？	163
6.15	如何鉴别和排除柴油机烧机油故障？	164

第7章 柴油机启动系统的结构与维修

7.1	启动系统的功用与启动方式有哪些？	166
7.2	柴油机是如何被启动的？	167
7.3	电力启动系统的组成部件有哪些？	168
7.4	启动机的结构与类型有哪些？	169
7.5	蓄电池的使用要求是什么？	170
7.6	柴油机启动与停机注意事项有哪些？	171
7.7	必须杜绝的不良启动习惯是什么？	172
7.8	如何正确使用启动液？	173
7.9	柴油机常用的低温启动辅助方法有几种？	174
7.10	柴油机冬季启动要求有哪些？	176
7.11	如何诊断与排除启动机故障？	177
7.12	如何诊断和排除柴油机启动困难故障？	178

第8章 柴油机燃油系统的结构与维修

8.1	柴油机燃油系统的功用是什么？	179
8.2	喷油器的结构及使用要求有哪些？	180
8.3	柱塞式喷油泵的结构特点是什么？	181
8.4	柱塞式喷油泵是如何泵油的？	182
8.5	如何检测柱塞偶件的磨损？	183
8.6	怎样进行出油阀密封性的检查？	184
8.7	调速器是如何调速的？	185
8.8	如何检查判断喷油器的喷油质量？	186
8.9	如何就车检查喷油器的密封性？	187
8.10	如何排除燃油系统中的空气？	188
8.11	如何使用升程法调整 PT 喷油器？	189
8.12	如何用扭矩法调整 PT 喷油器？	190
8.13	如何使用转角法调整 PT 喷油器？	191
8.14	什么是分配泵燃油喷射系统？	192
8.15	如何就机检查调整喷油提前角？	193
8.16	喷油提前角的简易微调方法有哪些？	194
8.17	什么是喷油提前角的压缩空气调整法？	195
8.18	如何准确检测低压油路系统漏气点？	196
8.19	如何进行溢流阀及输油泵压力的检测？	197
8.20	如何进行供油量不均的就车检查和调整？	198
8.21	如何避免油路系统气阻和堵塞故障？	199

8.22	如何预防喷油嘴偶件早期损坏?	200
8.23	如何预防柴油机喷油泵故障?	201
8.24	燃油系统常见故障及其对柴油机性能的影响?	202
8.25	如何诊断喷油器因素导致柴油机转速不稳故障?	203
8.26	如何现场调整机械喷油泵供油量不足故障?	204
8.27	降低柴油机燃油耗油量的方法有哪些?	205
8.28	如何检修 VE 分配泵供油不足故障?	206
8.29	如何诊断与排除柴油机燃烧异响故障?	208
8.30	如何快速诊断柴油机功率不足故障?	209
8.31	如何诊断与排除柴油机自行熄火故障?	210
8.32	停机后柴油机的燃烧室为什么会进柴油?	211

第 9 章 柴油机增压系统的结构与维修

9.1	什么是增压柴油机?	212
9.2	什么是机械增压系统?	213
9.3	什么是废气涡轮增压系统?	214
9.4	什么是增压柴油机的增压比?	215
9.5	增压柴油机的性能有些什么变化?	216
9.6	为什么不能随意改装增压柴油机?	217
9.7	增压器的结构与工作原理是什么?	218
9.8	如何延长涡轮增压器的使用寿命?	219
9.9	涡轮增压器的常见故障有哪些?	220
9.10	增压柴油机的使用注意事项是什么?	221
9.11	进气系统对柴油机性能有哪些不良影响?	222
9.12	排气系统对柴油机的性能有哪些不良影响?	223
9.13	纸质空气滤芯使用保养要求有哪些?	224
9.14	油浴式空气滤清器的保养要求是什么?	225
9.15	柴油机的排放物质及其危害是什么?	226
9.16	降低柴油机排气污染的措施是什么?	227
9.17	什么是排气后处理的催化转换技术?	228
9.18	什么是柴油机的微粒过滤技术?	229



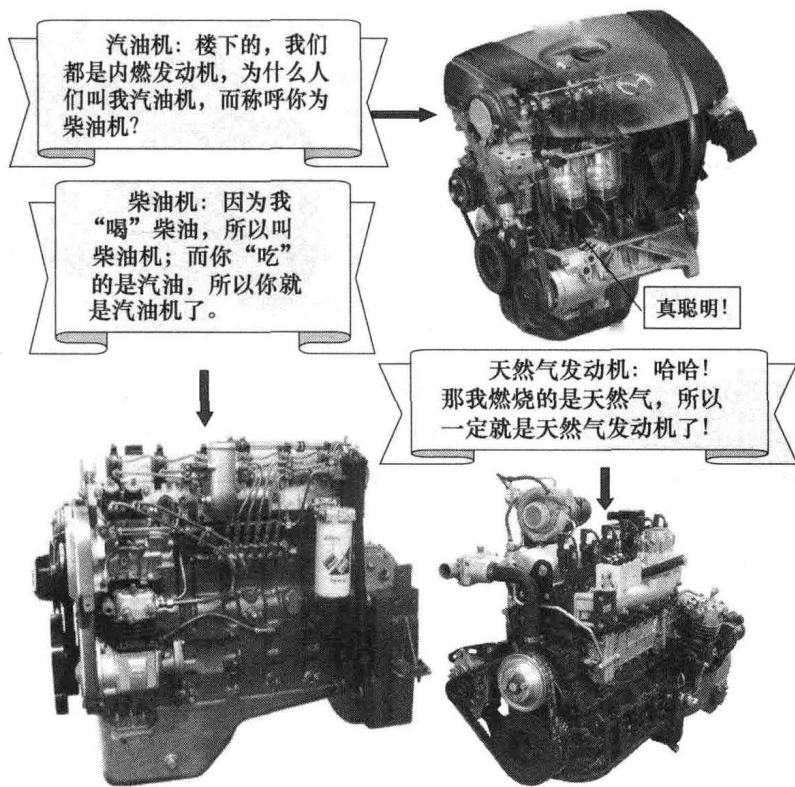
1.1 为什么叫柴油机？

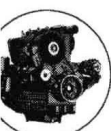
柴油机是用柴油作燃料的内燃机。柴油机属于活塞式压缩着火发动机，它又常以主要发明者德国人鲁道夫·狄塞尔的名字而称为狄塞尔发动机。

柴油机在工作时，吸入柴油机气缸内的空气，因活塞的运动而受到较高程度的压缩，达到 $500\sim 700^{\circ}\text{C}$ 的高温。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。所以，柴油机又被称为活塞式压燃式发动机。

燃烧中释放的能量作用在活塞顶面上，推动活塞并通过连杆和曲轴转换为旋转的机械功。因此，柴油机实际上就是一台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。

柴油机作为一种提供源动力的机械，被广泛应用于汽车（包括重型汽车、豪华客车、特种汽车和小型轿车）、工程机械（包括挖掘机、装载机、汽车吊灯）、船舶及发电机组等多个行业。

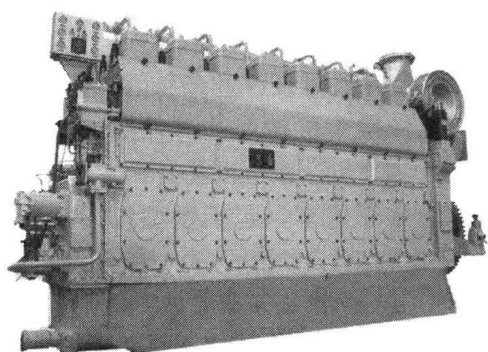




1.2 柴油机是如何分类的?

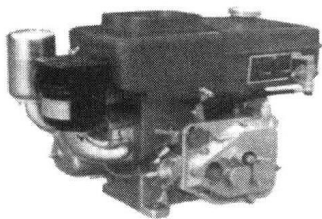
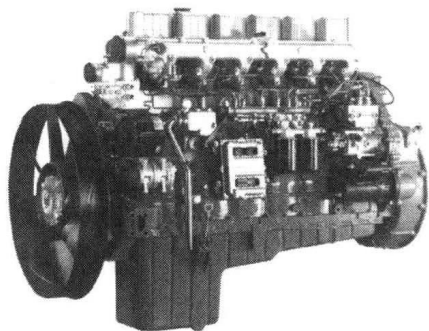
柴油机种类繁多,其分类方式有如下几种。

- ① 按工作循环可分为四冲程和二冲程柴油机。
- ② 按冷却方式可分为水冷和风冷柴油机。
- ③ 按进气方式可分为增压和非增压(自然吸气)柴油机。
- ④ 按燃烧室可分为直接喷射式、涡流室式和预燃室式柴油机。
- ⑤ 按气缸数目可分为单缸柴油机和多缸柴油机。
- ⑥ 按用途可分为船用柴油机、机车用柴油机、汽车用柴油机、发电机组用柴油机、农用柴油机、工程机械用柴油机等。车用柴油机以直列和V形布置为多。
- ⑦ 按布置方式可分为直列式柴油机、V形柴油机、水平对置柴油机、星形柴油机、王字形柴油机等。
- ⑧ 柴油机按活塞平均速度分类可分为
低速柴油机, $c_m < 6\text{m/s}$; 中速柴油机 $c_m = 6 \sim 9\text{m/s}$; 高速柴油机 $c_m = 9 \sim 13\text{m/s}$ 。



我是船用柴油机,无论个头、体积还是功率,我都是名副其实的“老大”。不过,要论转速,我就是“小兄弟”了。

我是直列六缸柴油机,因为喷油系统是电控高压共轨系统,所以称为电控高压共轨柴油机;主要用于车辆或工程机械,又被称为车用或工程机械用柴油机。



我只有一个气缸,因此被称为单缸柴油机;因为气缸是水平布置的,所以被称为卧式单缸柴油机;又因为主要用于农业机械,又被称为农用柴油机。

1.3 柴油机是由哪些基本部件组成的？

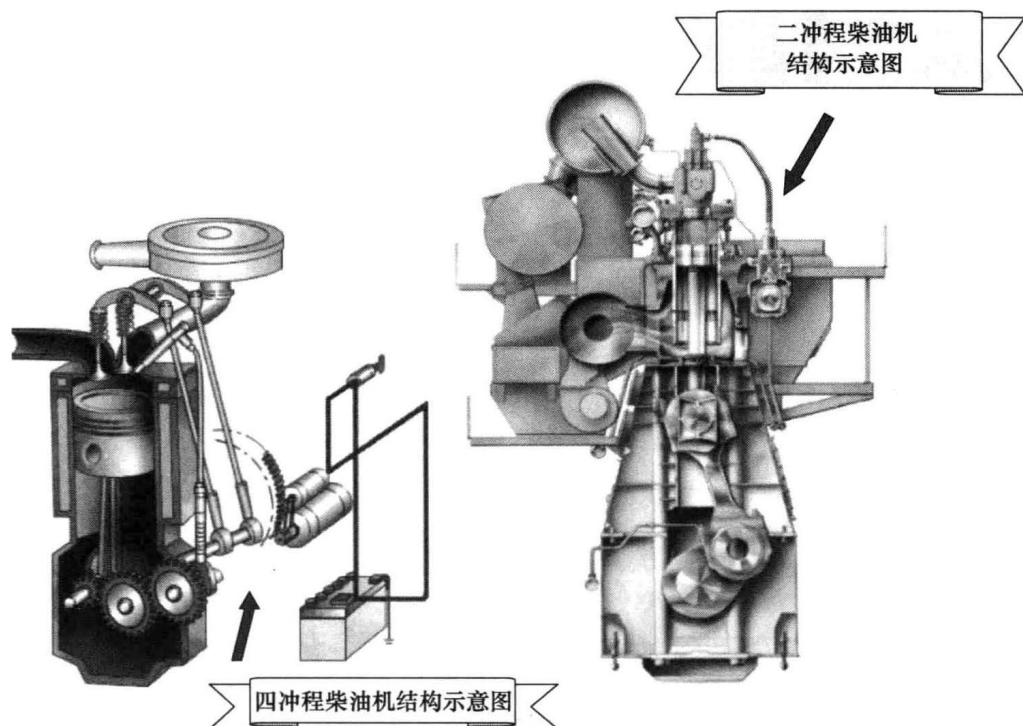
柴油机是一种将燃料燃烧产生的热能转化为机械能的机器，要完成能量转换的全部过程，就必须有一套相应的转换机构和系统。虽然柴油机有许多种型式，具体构造也不完全一样，但其基本结构都是一样的。

柴油机的基本组件包括曲柄连杆机构、配气机构、传动机构、燃油供给系统、润滑系统、冷却系统、启动系统和进、排气系统等。

燃油系统：主要部件有喷油泵、喷油器、油管、燃油滤清器、输油泵、手油泵等。

配气机构：主要包括凸轮轴、挺柱、推杆、气门、摇臂、气门弹簧等。

启动系统：主要包括启动机、蓄电池、启动开关、导线等。



冷却系统：包括冷却风扇、水箱、水泵、水管、节温器、补液箱及冷却液等。

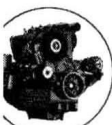
曲柄连杆机构：包括机体、气缸盖、气缸套、活塞、连杆、曲轴、飞轮、活塞环、油底壳、轴瓦等。

润滑系统：包括机油泵、机油滤清器、机油散热器、机油管、主油道及机油等。

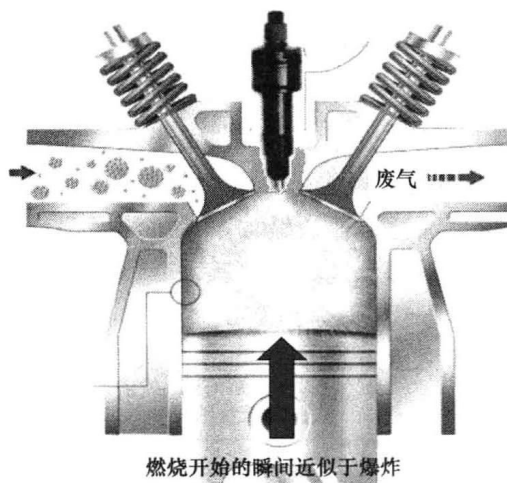
进、排气系统：包括进气管、增压器、空气滤清器、排气管、消声器等。

曲柄连杆机构、配气机构和燃油供给系统，是柴油机的三大基本部分，它们互相配合，完成柴油机的工作循环，实现能量转换。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。

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，通过对燃油系统的电控化而成为电控柴油机。

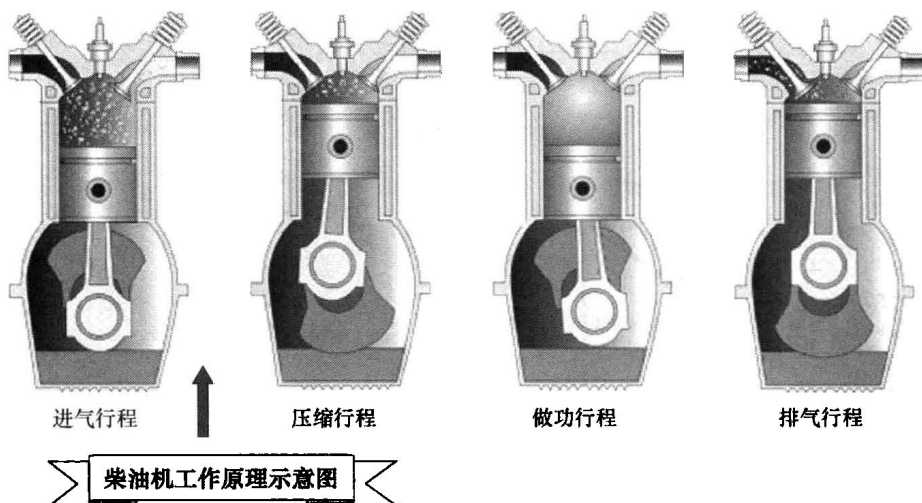


1.4 柴油机的动力是如何产生的？



柴油机的动力源于气缸，在由活塞、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。压缩比不同，爆发压力也不同，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对外输出动力。

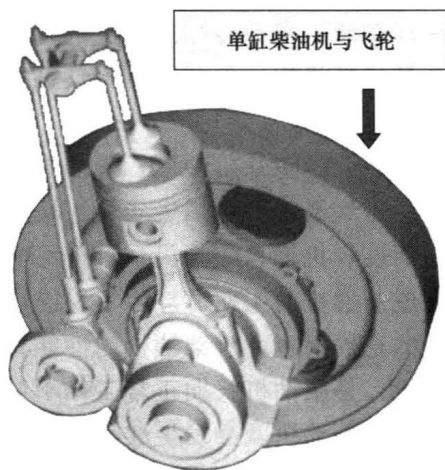
各个气缸周而复始地工作，就使得柴油机的动力源源不断地产生。



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。

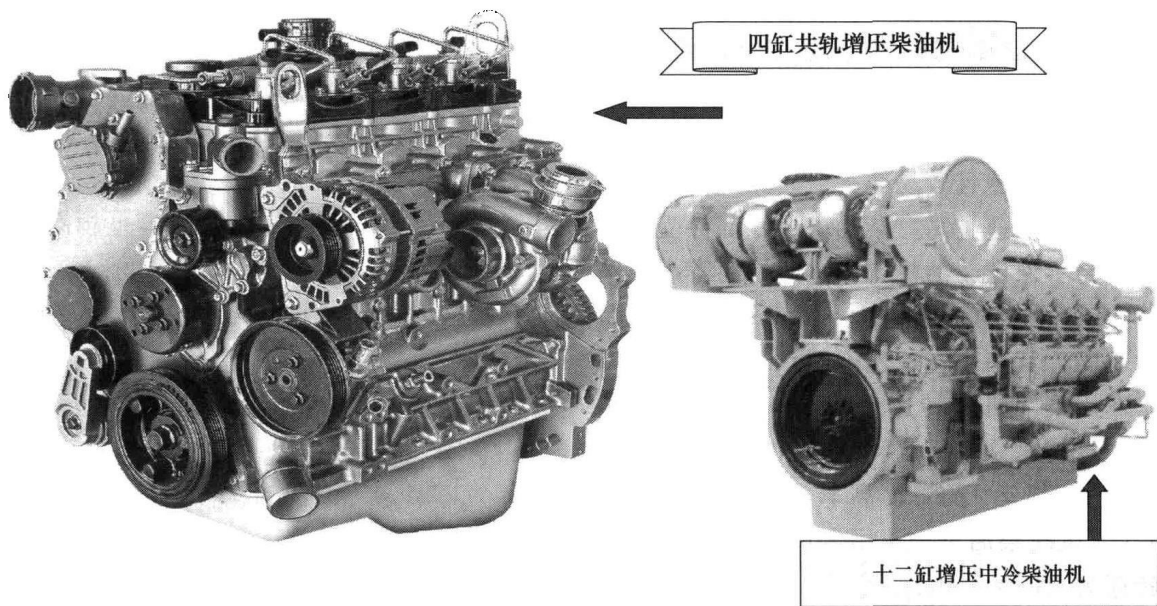


1.5 柴油机的主要性能指标有哪些？

无论柴油机是大是小、也不管它是电控柴油机、单体泵柴油机还是传统意义上的直列泵系统柴油机，衡量它们的性能指标都是一样的。

在柴油机出厂铭牌和使用说明书上，都标有柴油机的几种主要性能指标。它们既是评价和选择柴油机的主要标准，又是正确使用的基本依据。每个驾驶员或操作者都应当了解这些性能指标。

柴油机的性能指标很多，主要有如下几种。



① 动力性能指标

柴油机的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。

直观地说，柴油机的动力性能指标是表现柴油机在使用过程中有没有“劲”的问题。比如：爬坡性能好不好、加速性好不好、跑得快不快等。

② 经济性能指标

柴油机的经济性能指标主要包括耗油量、耗油率、使用成本及使用寿命等；这些指标关系到柴油机运行时的经济效果，亦即是否省油、省钱等直观问题。

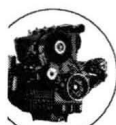
柴油机出厂时，一般都有燃油消耗率 $[g/(kW \cdot h)]$ ，这个指标的数值越小，在同等条件下，表示柴油机越省油。

但柴油机是否省油是相对的，与车辆的载重量、驾驶习惯、道路条件等关系很大。因此，衡量柴油机的经济性能一定要在同等运行条件下进行，才有可比性。

③ 运转性能指标

柴油机的运转性能指标主要包括冷启动性能、噪声、排放指标及可靠性等。这类指标反映的是柴油机使用的方便性和环保性。

随着人们环保意识的加强，柴油机的排放指标越来越被广泛关注。世界各国都在对柴油机的排放指标进行严格的限制。欧Ⅲ（国Ⅲ）排放标准的实行就是最好的例证。



1.6 什么是柴油机的转速?

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,称为转速。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。转速用字母 n 表示,其单位是 r/min 。大型柴油机的转速每分钟仅数百转。而中型柴油机的转速一般在 $2500r/min$ 以下。小型柴油机的转速可达 $3000r/min$ 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 $5\% \sim 10\%$ 。在此转速下,柴油机运转时间不能超过 $1 \sim 2min$ 。

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地提高。

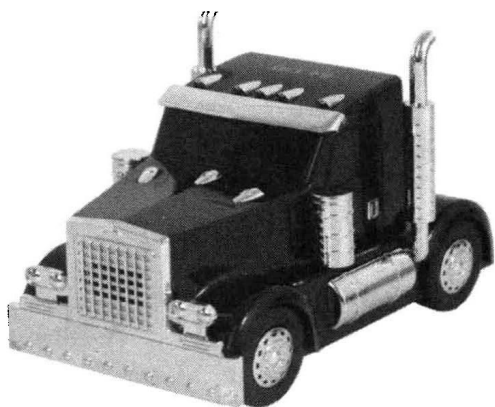
④ 柴油机的工作转速:同型号的柴油机用途不同,其工作转速也不同。

车用柴油机的转速最高,一般都是柴油机的额定转速(或标定转速),也就是柴油机可以全负荷运行的最高转速。如道依茨 F8L513 风冷柴油机,车用全负荷时的最高额定转速为 $2300r/min$ 。

工程机械(包括挖掘机、装载机、推土机等)使用转速相对车用柴油机而言低了很多。工程机械使用道依茨 F8L513 风冷柴油机时,其全负荷最高转速为 $1800 \sim 2100r/min$ 。

农业机械(包括拖拉机、收割机等)使用的柴油机转速比工程机械更低一些。一般在 $1800r/min$ 以下。主要原因是这些机械可能长时间(连续 $10h$ 以上)作业,从提高柴油机的使用寿命角度讲只能降低转速(也就降低了柴油机的功率)使用。

固定设备(包括发电机组、水泵机组等)使用的柴油机转速一般都是定速的。如大多数($50Hz$)发电机组柴油机的转速均为 $1500r/min$ 。



船用柴油机转速较低,转速高于 $1000r/min$ 的柴油机即为高速柴油机。而某些大型船舶柴油机的转速每分钟仅 100 余转 ($117r/min$)。

1.7 什么是柴油机的有效转矩？



柴油机飞轮上对外输出的扭力矩，称为有效转矩，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、冷却水泵、充电用发电机等）所消耗的转矩后，最终经曲轴传到飞轮上可以对外输出并提供使用的转矩。

转矩 (M_e) 的基本定义是（垂直）作用力 (F) 乘以作用力到支点之间的

距离（力臂 L ），即

$$M_e = FL$$

式中， M_e 为转矩， $N \cdot m$ ； F 为作用力， N ； L 为距离， m 。

对于柴油机而言：

$$M_e = K(N_e/n)$$

式中， K 为系数， $K=9545.50$ ； N_e 为有效功率， kW ； n 为转速， r/min 。

柴油机最大转矩值与额定工况时的转矩值之比称为柴油机的转矩系数，即

$$K_i = M_z/M_e$$

式中， K_i 为转矩系数； M_z 为最大转矩， $N \cdot m$ ； M_e 为额定转矩， $N \cdot m$ 。

转矩系数表示柴油机克服外界阻力的能力。转矩系数大，柴油机克服外界阻力的能力就大，爬坡能力就强，加速性好。反之，就差。

柴油机驱动设备底盘及牵引机械所需的转矩传到飞轮上，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，柴油机飞轮上传出的转矩应与柴油机的负荷相等，此时，柴油机可以稳定运行。

在同一油门位置下，如果被驱动设备需要的转矩减小，柴油机转速就会上升；而当被驱动设备所需的转矩增加时，柴油机的转速就会降低。当外界转矩大大高于柴油机能够承受的最大转矩时，柴油机就会自动熄火。

在同一转速下，柴油机的功率越大，其转矩也就越大。而在同一功率下，输出转速越低，其转矩也就越大。这就是车辆爬坡时通过改变转速的输出比而达到增加转矩的关键所在。