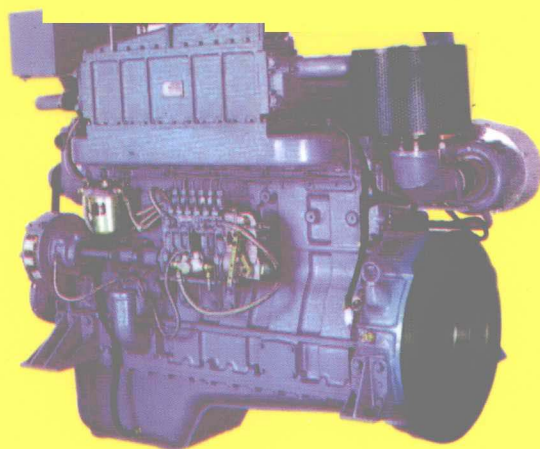


柴油机选用 与故障排除

袁任光 林由娟 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



柴油机选用与故障排除

袁任光 林由娟 主编



机械工业出版社

柴油机非常广泛地应用于工业、农业、国民经济建设和国防建设各个领域,已成为交通运输、船用机械、农业机械、矿山机械、工程机械、军用装备、主用发电、备用发电等主要的动力装置。

本书主要包括柴油机;内燃机排放污染物与噪声的控制;柴油机的安全规则、安装、操作、维护和保养实例;柴油机的常见故障和排除方法;发电用柴油机;汽车用柴油机;船舶用柴油机;农机用柴油机;柴油机的调试和维护数据。书后附录有:有关柴油机的国家标准;内燃机油粘度分类;内燃机常用术语及其中英文对照表等。

本书着重于实用性,主要介绍柴油机的产品型号、技术性能、常见故障和排除方法、维修数据等,可供交通运输、船用机械、农业机械、矿山机械、工程机械、军用装备、主用发电、备用发电等动力装置有关设计、选用、安装、调试、操作、维护、保养的工程技术人员、技术工人、管理人员和供销人员使用;适合于全日制大学、大专院校、电视大学、业余大学、职业技术教育院校和中等专业学校有关柴油机、内燃机发电供电、通信电源、电力工程及自动化、电气工程、电源技术等专业的师生参考;也可作为有关专业人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

柴油机选用与故障排除/袁任光,林由娟主编. —北京:机械工业出版社,2010.4

ISBN 978-7-111-30185-1

I. ①柴… II. ①袁…②林… III. ①柴油机—维修 IV. ①TK428

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 050504 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:牛新国 责任编辑:牛新国 责任校对:刘志文

封面设计:马精明 责任印制:乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·29.5 印张·732 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-30185-1

定价:60.00 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

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

柴油机发明至今已有一百多年的历史。由于柴油发动机具有动力性好、热效率高、调速宽、功率范围广、配套方便、起动容易、操作简单、运行可靠等优点，非常广泛地应用于工业、农业、国民经济建设和国防建设等各个领域，已成为交通运输、船用机械、农业机械、矿山机械、工程机械、军用装备、主用发电、备用发电等主要的动力装置。随着材料科学和电子技术的发展，柴油机在结构、性能和使用上不断地得到完善和发展。

本书主要内容包括柴油机；内燃机排放污染物与噪声的控制；柴油机的安全规则、安装、操作、维护和保养实例；柴油机的常见故障和排除方法；发电用柴油机；汽车用柴油机；船舶用柴油机；农机用柴油机；柴油机的调试和维护数据。书后附录有：有关柴油机的国家标准；内燃机油粘度分类；内燃机常用术语及其中英文对照表等。

本书着重于实用性，主要介绍柴油机的产品型号、技术性能、常见故障和排除方法、维修数据等，可供交通运输、船用机械、农业机械、矿山机械、工程机械、军用装备、主用发电、备用发电等动力装置有关设计、选用、安装、调试、操作、维护、保养的工程技术人员、技术工人、管理人员和供销人员使用；适合于全日制大学、大专院校、电视大学、业余大学、职业技术教育院校和中等专业学校有关柴油机、内燃机发电供电、通信电源、电力工程及自动化、电气工程、电源技术等专业的师生参考；也可作为有关专业人员的培训教材。

读者如需要了解可编程序控制器(PLC)、交流变频调速器(VVVF)、集散型控制系统(DCS)、电动机和柴油发电机组的应用技术、性能规格、选用方法和应用实例，可参阅本人编著的9本书：

1. 《可编程序控制器选用手册》，机械工业出版社；
2. 《交流变频调速器选用手册》，广东科技出版社；
3. 《集散型控制系统应用技术与实例》，机械工业出版社；
4. 《可编程序控制器应用技术与实例》(第二版)，华南理工大学出版社；
5. 《电动机控制电路选用与258实例》，机械工业出版社；
6. 《柴油发电机组与柴油机实用技术手册》，机械工业出版社；
7. 《实用电动机控制电路150例》，机械工业出版社；
8. 《柴油发电机组选用与安装维护》，机械工业出版社；
9. 《可编程序控制器选用与系统设计实例》，机械工业出版社。

本书由袁任光和林由娟主编，袁淑林、袁海林、陈舜、林敏参加部分编写工作和校核工作。在编写过程中，除了工作经验和收集到的资料外，还参考专业文献中的一些内容，特向有关作者和单位表示衷心的感谢，并希赐教。

欢迎读者对本书不足之处提出建议。

袁任光

目 录

前言

第 1 章 柴油机	1
1.1 内燃机（柴油机）的组成和发展趋势	1
1.2 内燃机（柴油机）的型号和产品名称	13
1.3 内燃机（柴油机）的分类	17
1.4 柴油机与汽油机的区别	20
1.5 柴油机的部件	20
1.6 内燃机（柴油机）的术语	22
1.7 柴油机的工作原理	24
1.8 柴油机的性能指标	28
1.9 柴油机的特性曲线	33
1.10 柴油机燃油供给系统	43
1.10.1 柴油机燃油供给系统的组成	43
1.10.2 柴油机燃油供给系统的主要部件	44
1.10.3 石油产品的特性	55
1.10.4 内燃机的燃料	58
1.10.5 柴油机可燃混合气体的形成	61
1.10.6 柴油机燃油的喷射雾化	62
1.10.7 柴油机的燃烧过程	64
1.10.8 柴油机的燃烧室	68
1.10.9 柴油机的燃油——柴油	72
1.11 柴油机调速器	75
1.12 柴油机增压器	87
1.13 内燃机（柴油机）润滑系统	95
1.13.1 内燃机（柴油机）润滑油的作用	95
1.13.2 内燃机（柴油机）的润滑方式	96
1.13.3 内燃机（柴油机）润滑系统的组成	97
1.13.4 内燃机（柴油机）润滑油的主要性能	99
1.13.5 内燃机（柴油机）润滑剂的分类	101
1.13.6 机油粘度的分级	103

1. 13. 7 机油质量的分级	105
1. 13. 8 柴油机油的选用	109
1. 13. 9 通用内燃机油的选用	122
1. 13. 10 机油的污染原因与更换	139
1. 13. 11 齿轮机油与废机油回收	146
1. 14 柴油机冷却系统	149
1. 15 柴油机起动系统	155
1. 16 中小型柴油机的选购、磨合和保养	167
第 2 章 内燃机排放污染物与噪声的控制	171
2. 1 内燃机排放污染物的危害	171
2. 2 柴油机排放污染物的控制	176
2. 3 内燃机排放污染物的标准	180
2. 4 内燃机的噪声和控制	184
2. 5 电机噪声的分类和限值	188
2. 6 吸声材料和隔声方法	194
第 3 章 柴油机的安全规则、安装、操作、维护和保养实例	202
3. 1 CAT3400 系列柴油机的安全规则、操作、维护和保养	202
3. 2 CAT3500 系列柴油机的安全规则、操作、维护和保养	221
3. 3 IVECO(aifo)7450 si 15 柴油机的安全规则、操作、维护和保养	240
第 4 章 柴油机的常见故障和排除方法	250
4. 1 小型柴油机的常见故障和排除方法	250
4. 1. 1 小型柴油机常见故障的分析方法	250
4. 1. 2 小型柴油机常见故障现象	252
4. 1. 3 小型柴油机常见故障原因和排除方法	253
4. 2 中型柴油机的常见故障和排除方法	262
4. 2. 1 中型柴油机常见故障现象	262
4. 2. 2 中型柴油机常见故障原因和排除方法	262
4. 2. 3 柴油机噪声的来源和治理措施	271
4. 3 大型柴油机的常见故障和排除方法	272
4. 3. 1 大型柴油机常见故障现象	272
4. 3. 2 大型柴油机常见故障原因和排除方法	272
第 5 章 发电用柴油机	285
5. 1 国产 12V135 型柴油机技术性能和配合间隙	285
5. 2 国产 135 系列柴油机技术规格	288
5. 3 国产 135 系列柴油机技术性能	291
5. 4 国产 135 系列柴油机主要零件与部件的安装和修理标准	292

5.5 国产 135 系列柴油机螺栓和螺母拧紧力矩数据	298
5.6 国产 135 系列柴油机增压器与非增压器的区别	299
5.7 柴油机试验时常用计算公式	300
5.8 国产 S195、X105、120Q、135G 系列柴油机技术性能和配合间隙	301
5.9 国产 6135、4135、2125、4125 等系列柴油机喷油泵调整试验参数	303
5.10 国产 165 系列柴油机技术性能和配合间隙	307
5.11 国产 170 系列柴油机技术性能和配合间隙	309
5.12 国产 175 系列柴油机技术性能和配合间隙	312
5.13 国产 180 系列柴油机技术性能和配合间隙	316
5.14 国产 185 系列柴油机技术性能和配合间隙	318
5.15 国产 Z12V190B 型柴油机技术性能和配合间隙	320
5.16 国产 190 系列柴油机技术性能和配合间隙	323
5.17 国产 195、1100 等系列柴油机技术性能和配合间隙	324
第 6 章 汽车用柴油机	328
6.1 玉柴 YC6105QC、YC6108Q 型柴油机	328
6.2 东风朝柴 102 和 105 系列柴油机	336
6.3 康明斯 B、C、ISCe 系列柴油机	340
6.4 道依茨柴油机	357
第 7 章 船舶用柴油机	377
7.1 船舶用柴油机的分类	377
7.2 船舶用柴油机的型号	378
7.3 柴油机的工况与特性	380
7.4 柴油机负载特性	380
7.5 柴油机速度特性	381
7.6 柴油机调速特性	383
7.7 柴油机推进特性	384
7.8 柴油机万有特性	387
7.9 柴油机限制特性与运转范围	389
7.10 船舶用柴油机的现代技术	390
第 8 章 农机用柴油机	394
8.1 农业机械用的柴油机	394
8.2 小型农业机械用柴油机的类型	394
8.3 柴油机与农机具及加工机械的合理配套	395
8.4 柴油机主要经济性指标与负载	396
8.5 估算无铭牌柴油机有效功率的大小	396
8.6 四种农用柴油机的差别	397

第9章 柴油机的调试和维护数据	399
9.1 柴油机曲轴和配气相位	399
9.2 柴油机喷油器和喷油泵	403
9.3 柴油机压力-时间(PT)燃油系统的拆装	408
9.4 柴油机功率和燃油供给系统的检测	416
9.5 柴油机的装配与磨合	424
附录	437
附录 A 有关柴油机的国家标准	437
附录 B 内燃机油粘度分类(GB/T 14906—1994)	439
附录 C ISO 粘度分类(GB/T 3141—1994)	440
附录 D 驱动桥和手动变速器润滑剂粘度分类(GB/T 17477—1998)	441
附录 E 内燃机润滑剂粘度换算表	442
附录 F 机油新旧牌号的近似对应关系	444
附录 G 柴油机常用术语与别名或简称对照表	445
附录 H 内燃机与柴油发电机组常用术语中英文对照表	447
参考文献	463

第1章 柴 油 机

柴油机是内燃机的一种类型，属于往复式活塞发动机，是现代广泛应用的发动机之一，也称为柴油发动机。

柴油机是将柴油喷射到气缸内与空气混合燃烧，产生热量，使燃气膨胀，推动活塞对外做功，将燃油的热能转换为机械能的热力发动机。

目前，通信、邮电、银行、宾馆、机场、医院、学校、工矿企业等重要部门的备用电源和没有市电的地区，主要用柴油机作动力，带动交流同步发电机发电。柴油机和交流同步发电机组成柴油发电机组。当市电停电时，依靠柴油发电机组自动发电，提供交流电源，保证通信设备或照明、电梯等其他电器的用电。柴油机也广泛地作为其他动力设备的发动机，例如汽车、摩托车、机车、船用机、工程机械、农用车、飞机、拖拉机、装甲车、坦克车等。

柴油机是压缩吸入的新鲜空气，达到柴油的点燃温度，然后喷入柴油自燃做功的，不需要像汽油机那样的电火花点火系统，所以结构比较简单。

1.1 内燃机(柴油机)的组成和发展趋势

1. 内燃机(柴油机)的组成

内燃机(柴油机)是实现热能转变为机械能的动力设备，它由下述6个主要部分组成：

(1) 燃料供给与调节系统，它将燃料喷进燃烧室，与空气充分混合燃烧，产生热量。燃料系统包括燃油箱、输油泵、燃油滤清器、喷油泵、喷油嘴和调速器等零部件。

(2) 曲轴连杆机构，它将得到的热量转变为机械能。曲轴连杆机构主要由气缸体、曲轴箱、气缸盖、活塞、活塞销、连杆、曲轴、飞轮、飞轮连接器和减振器等零部件组成。当燃料在燃烧室内着火燃烧时，由于燃气的膨胀作用，在活塞顶部产生压力，推动活塞作直线的往复运动，借助连杆转变曲轴旋转力矩，使曲轴带动工作机械(负载)转动做功。

(3) 配气机构与进气、排气系统，它保证定期吸入新鲜空气，排出燃烧后的废气，连续实现热能转变为机械能。配气机构由进气门组件、排气门组件、凸轮轴、传动系统、挺杆、推杆、空气滤清器、进气管、排气管和消声灭火器等零部件组成。

(4) 起动系统，它使柴油机迅速起动。一般使用电动电机或气动电机起动；对于大功率的柴油机，则应用压缩空气起动。

汽油机与柴油机两者的起动系统是不同的。汽油机的起动系统是由蓄电池、点火线圈、分电器、火花塞等组成。而柴油机所采用的方式包括电起动和高压空气起动两部分。电起

动系统由蓄电池、起动按钮、起动电动机等组成。高压空气起动是在电起动失效时使用，是由高压空气瓶、气压表、空气起动开关、高压空气管、空气分配器、空气起动活门等组成。

(5) 润滑系统和冷却系统，它减少柴油机的摩擦损耗，保证各零部件的正常温度。润滑系统由机油泵、机油滤清器(机油离心精滤器)、压力调节器、安全装置和润滑油道组成。冷却系统由水泵、机油散热器、节温器、风扇、散热水箱、空气中间冷却器和水套等部件组成。

(6) 机体组件，构成柴油机骨架，所有运动部件和辅助系统都支承在它上面。机体组件由机体(气缸体-曲轴箱)、气缸套、气缸盖和油底壳等部件组成。

柴油发动机一般由上述 6 个主要系统组成，但由于气缸数、气缸排列方式和冷却方式等方面的不同，所以，各种机型在结构上有些差异。柴油发动机的基本结构如图 1-1 ~ 图 1-8 所示。

图 1-1 是 YC6105QC 型柴油机纵向剖面图。图 1-2 是 YC6105QC 型柴油机横向剖面图。图

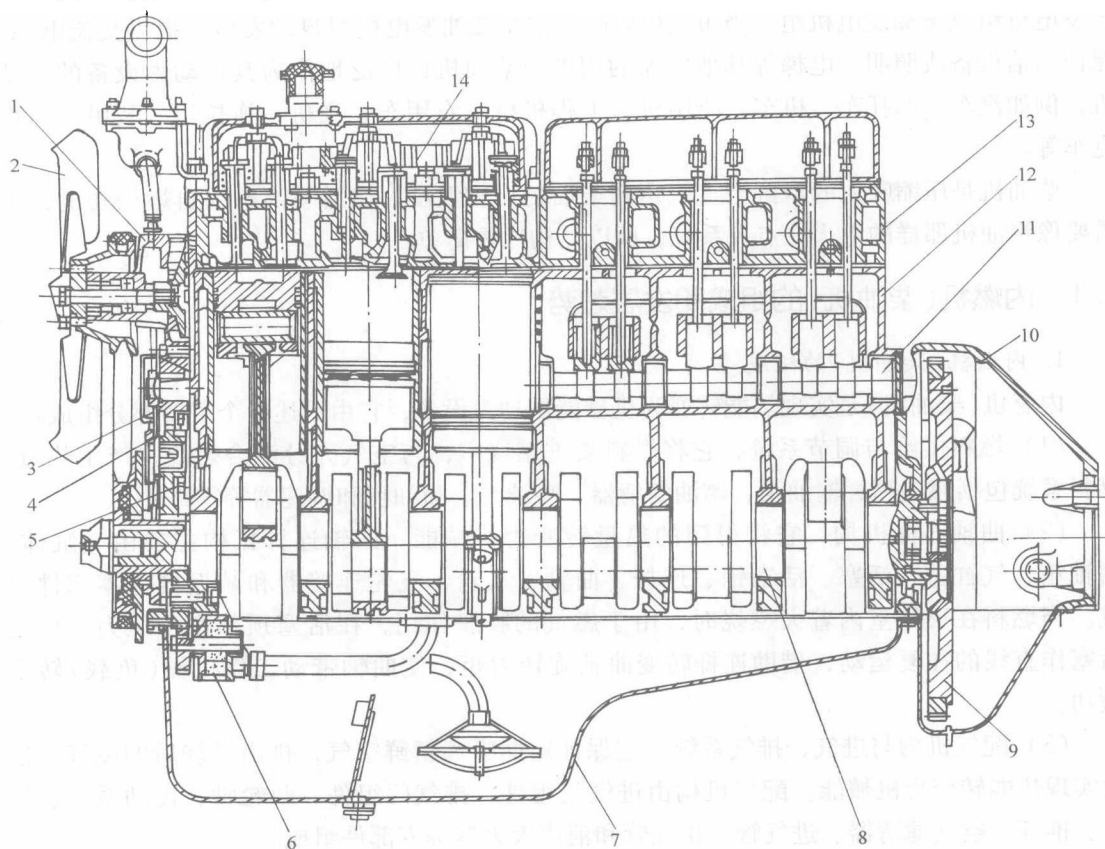


图 1-1 YC6105QC 型柴油机纵向剖面图

1—水泵 2—风扇 3—凸轮轴正时齿轮 4—正时齿轮室 5—曲轴正时齿轮 6—机油泵 7—油底壳 8—曲轴 9—飞轮 10—离合器罩 11—凸轮轴 12—气缸体 13—气缸盖 14—摇臂轴

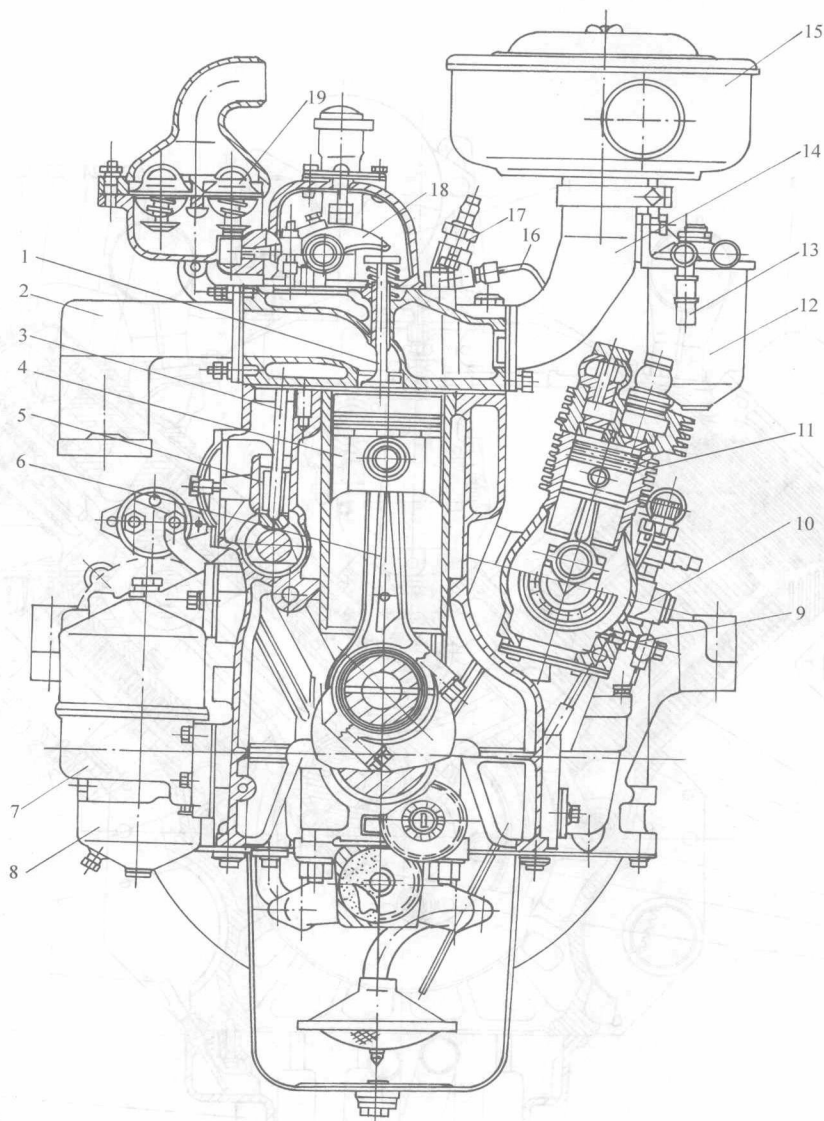


图 1-2 YC6105QC 型柴油机横向剖面图

- 1—气门组 2—排气管 3—推杆 4—活塞 5—挺杆 6—连杆 7—机油细滤器 8—机油粗滤器
9—喷油泵 10—输油泵 11—空气压缩机 12—柴油滤清器 13—低压油管 14—进气管
15—空气滤清器 16—高压油管 17—喷油器 18—摇臂 19—节温器

1-3 是 T815—2 型柴油机纵向剖面图。图 1-4 是 T815—2 型柴油机横向剖面图。图 1-5 是 4135 型柴油机纵向剖视图。图 1-6 是 4135 型柴油机横向剖视图。图 1-7 是 CAT 3300 系列柴油机(直排型)剖视图。图 1-8 是 CAT 3400 系列柴油机(V 形)剖视图。图 1-9 是 F4L912 型风冷式柴油机剖视图。图 1-10 是 D/TBD234 型柴油机剖视图。

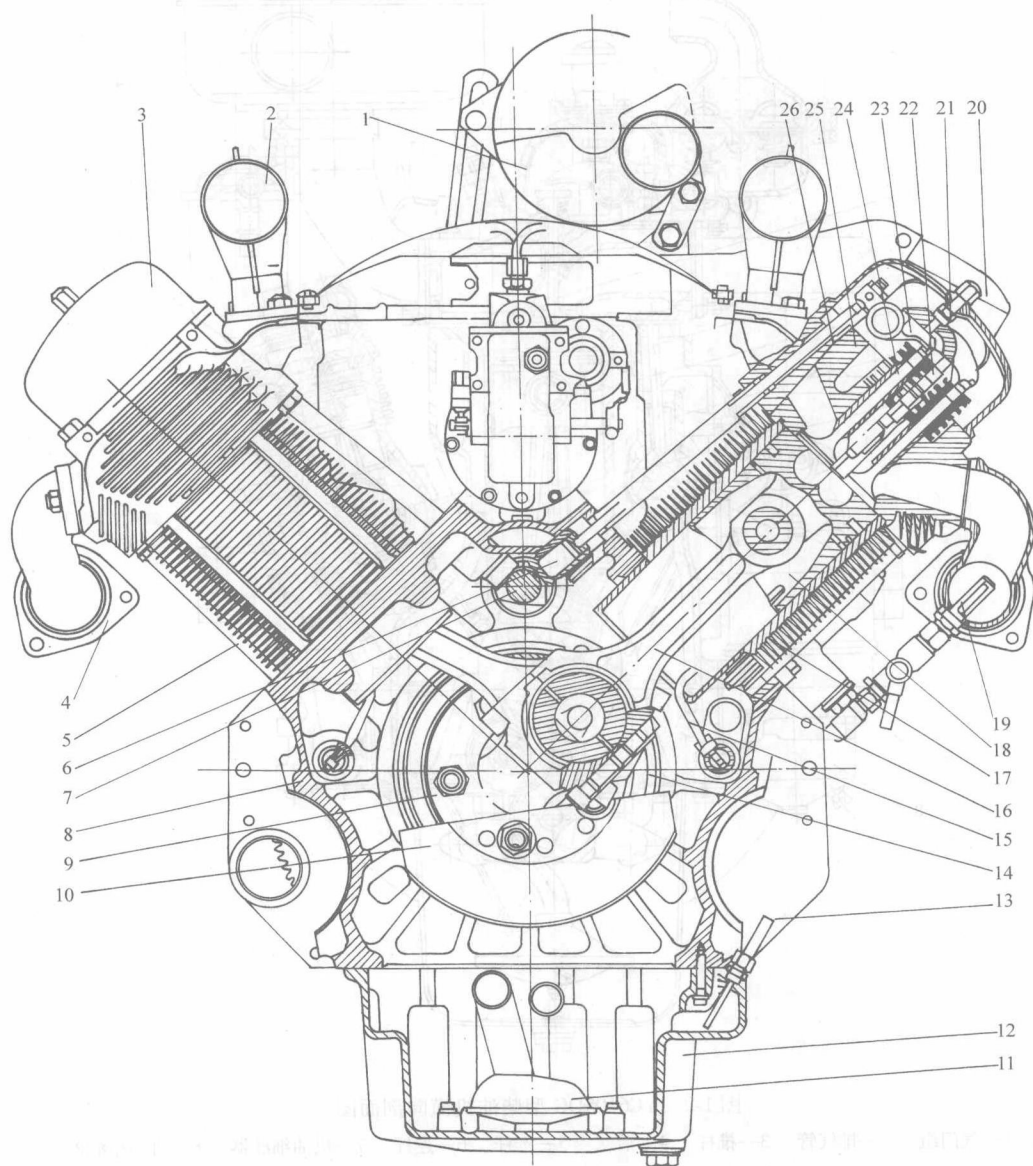


图 1-3 T815—2 型柴油机纵向剖面图

- 1—发电机 2—进气管 3—气门室罩 4—排气管 5—回油管 6—挺柱 7—凸轮轴 8—气缸体
 9—曲轴 10—曲轴配重 11—吸油盘 12—油底壳 13—油尺 14—主轴承 15—喷油管 16—连杆
 17—气缸套 18—活塞 19—节温器 20—机油散热器 21—排气门 22—喷油器 23—摇臂
 24—进气门 25—气缸盖 26—推杆

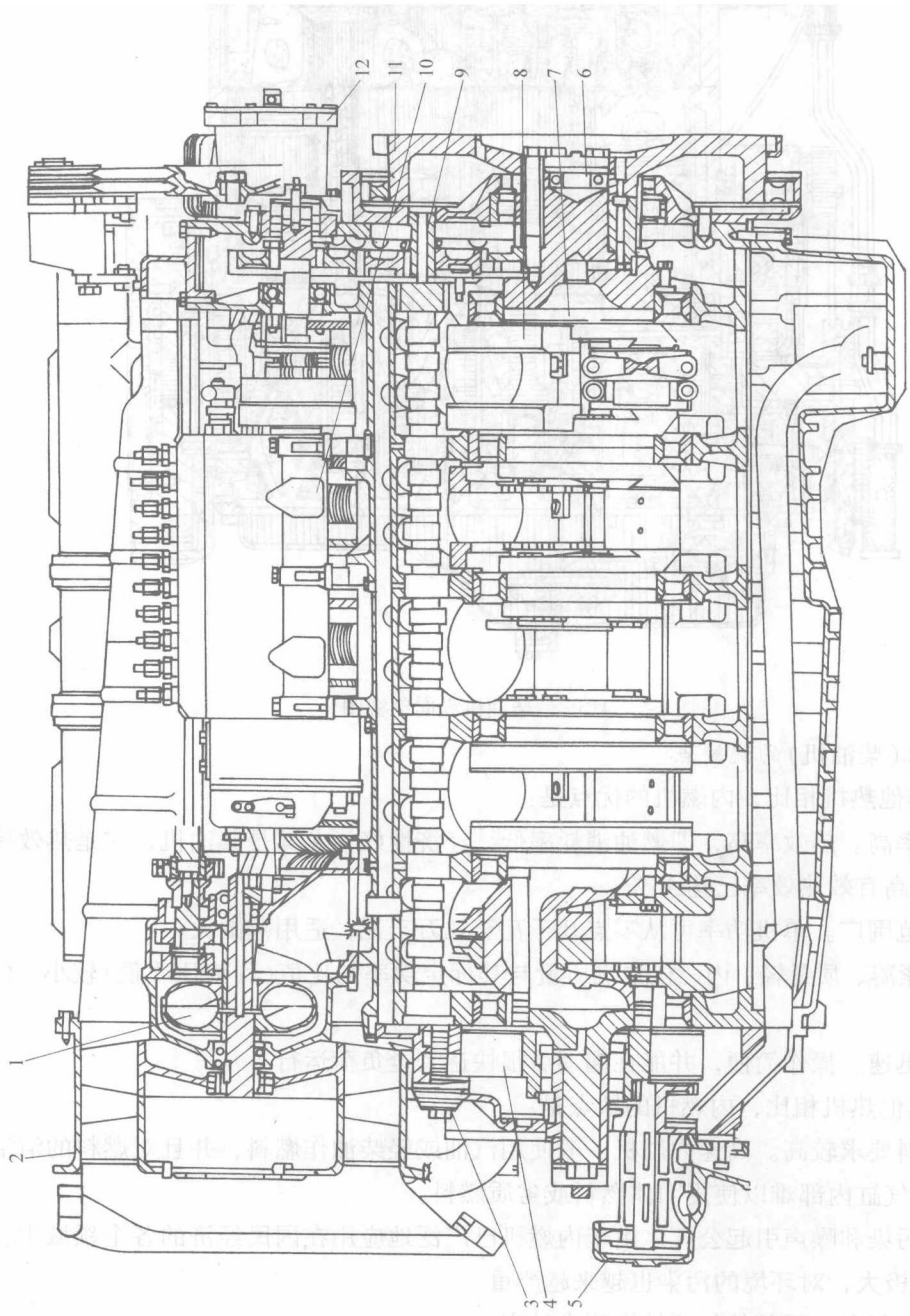


图 1-4 T815-2 型柴油机横向剖面图

- 1—液力耦合器 2—鼓风机 3—调节阀 4—减振器 5—机油泵 6—曲轴 7—喷油管
8—曲轴配重 9—凸轮轴 10—喷油泵 11—飞轮 12—空压机

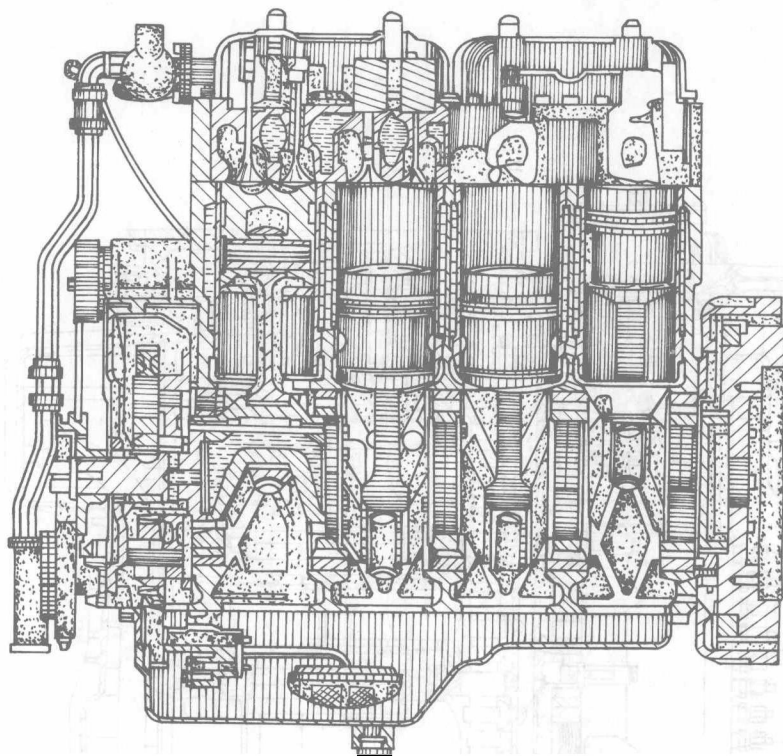


图 1-5 4135 型柴油机纵向剖视图

2. 内燃机(柴油机)的优缺点

(1) 与其他热机相比, 内燃机的优点是:

1) 热效率高。热效率高, 即燃油消耗率低, 经济性好, 尤其是柴油机, 它是热效率最高的热机, 最高有效热效率已达 46%。

2) 功率范围广。单机功率可从零点几千瓦至几万千瓦, 适用范围大。

3) 结构紧凑、质量轻、内燃机整机质量与其标定功率的比值(称为比质量)较小、便于移动。

4) 起动迅速、操作简便, 并能在起动后很快达到全负荷运行。

(2) 与其他热机相比, 内燃机的缺点是:

1) 对燃料要求较高。高速内燃机一般使用汽油或轻柴油作燃料, 并且对燃料的清洁度要求严格。在气缸内部难以使用固体燃料或劣质燃料。

2) 排气污染和噪声引起公害。由于内燃机已广泛地应用在国民经济的各个领域, 其产量和保有量极大, 对环境的污染也越来越严重。

3) 结构较复杂, 零部件加工精度要求较高。

3. 内燃机(柴油机)的应用范围

内燃机的应用范围非常广泛。地面上各种运输车辆(汽车、拖拉机、内燃机车等), 矿山、石油、建筑及工程等机械, 农业机械、林业机械和发电站等方面大量使用内燃机为动力。

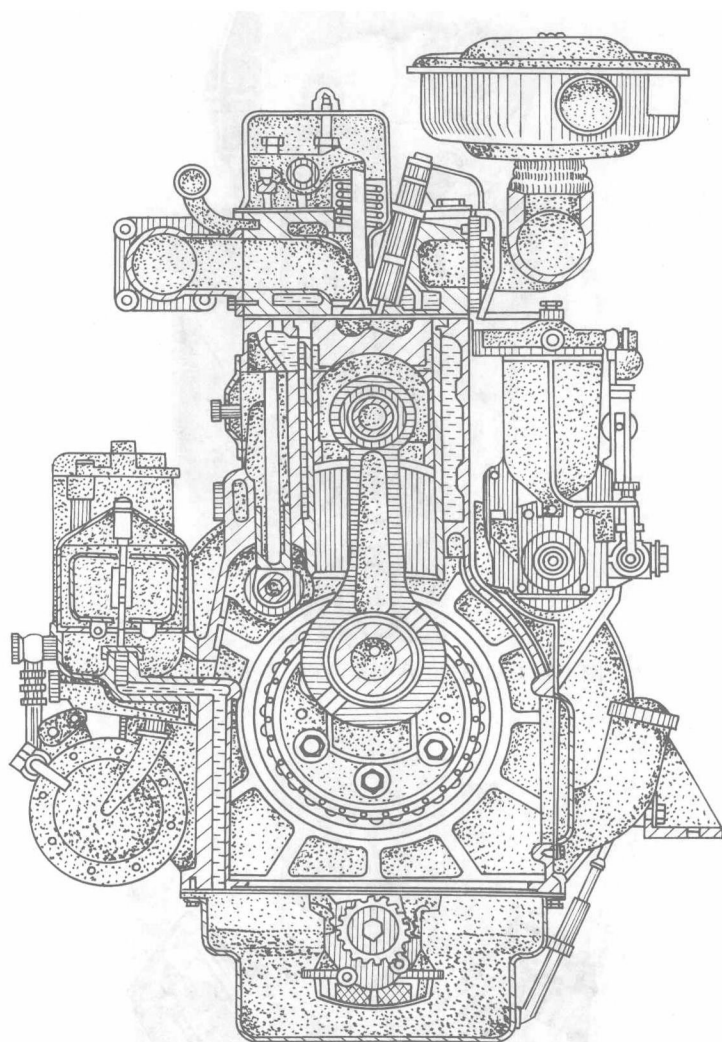


图 1-6 4135 型柴油机横向剖视图

水上运输可做内河及海上船舶的主机和辅机。在航空方面，一些小型民用飞机还采用内燃机做动力。

内燃机还广泛使用在军事装备上，如坦克、装甲车、步兵战车、重武器牵引车以及各种水面舰艇及潜水艇等方面都大量使用内燃机。

4. 内燃机(柴油机)的发展趋势

近几十年来，基于提高内燃机的动力性、经济性和降低废气排放及噪声的要求，许多国家和内燃机厂商进行新技术的研究，特别是电子技术的应用，使内燃机获得了新的发展。

(1) 内燃机性能指标的发展

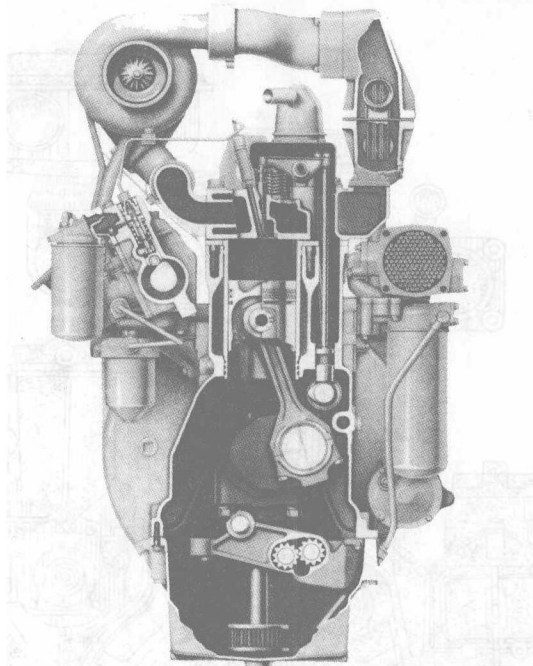


图 1-7 CAT 3300 系列柴油机(直排型)剖视图

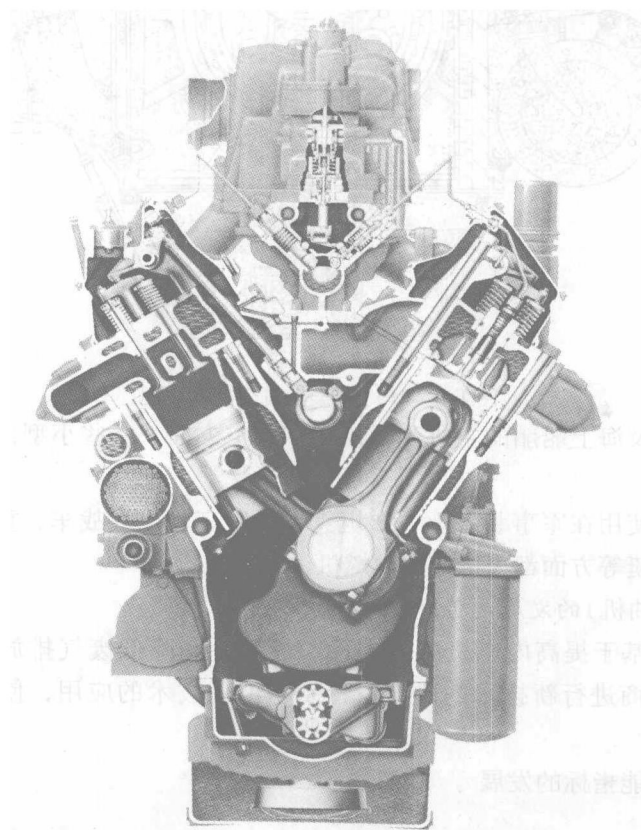


图 1-8 CAT 3400 系列柴油机(V 形)剖视图

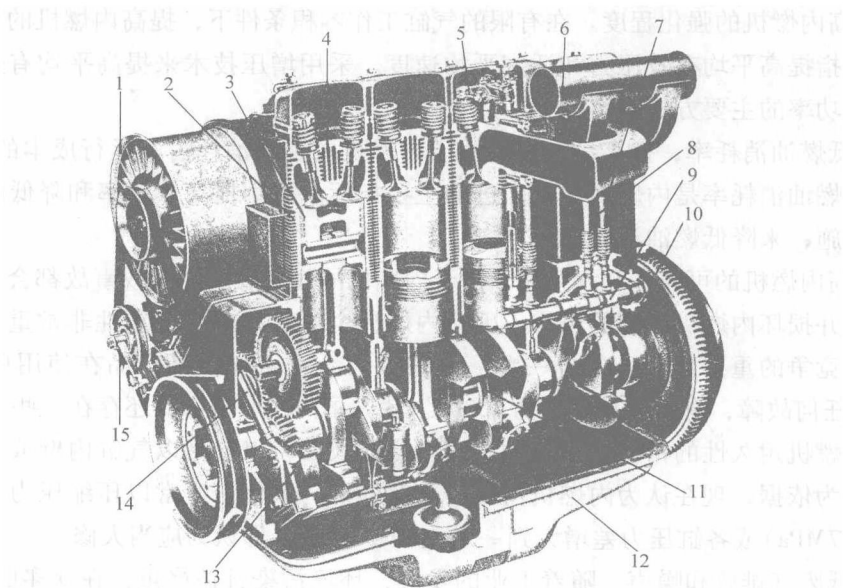


图 1-9 F4L912 型风冷式柴油机剖视图

- 1—冷却风扇 2—气缸体 3—活塞 4—气缸盖 5—摇臂 6—进气总管 7—排气管
8—推杆及推杆护套 9—凸轮轴 10—飞轮及起动齿圈 11—曲轴 12—油底壳
13—机油泵 14—正时齿轮 15—张紧轮

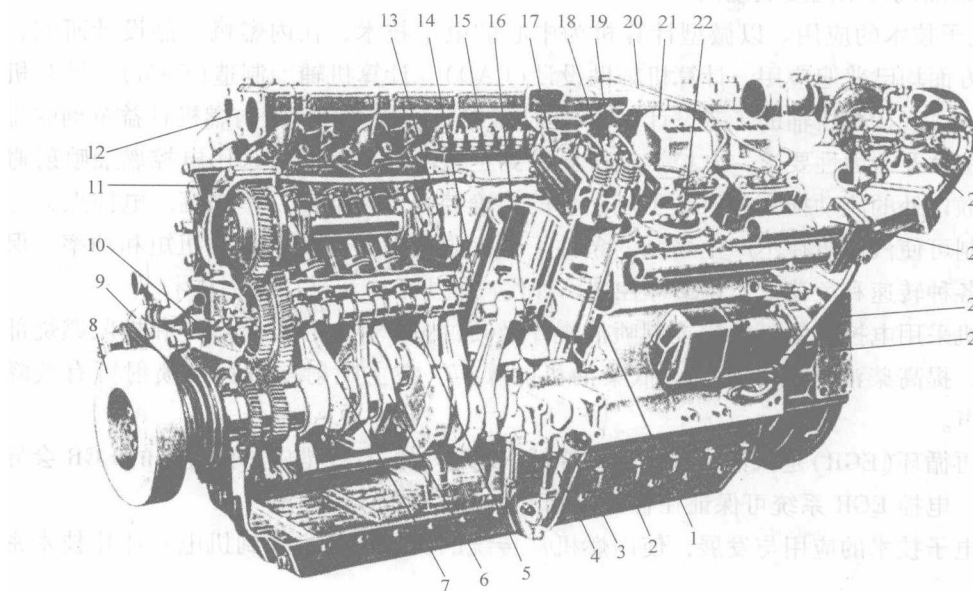


图 1-10 D/TBD234 型柴油机剖视图

- 1—机体 2—油底壳 3—注油管 4—机油标尺 5—凸轮轴 6—曲轴 7—连杆 8—减振器 9—淡水
泵 10—转速传感器 11—前端盖 12—带冷却水管的进气管 13—挺柱 14—挺杆 15—喷油泵 16—活塞
17—气缸盖 18—摇臂 19—摇臂座 20—高压油管 21—气缸罩 22—喷油器 23—增压器 24—排气管
25—飞轮壳 26—起动电动机