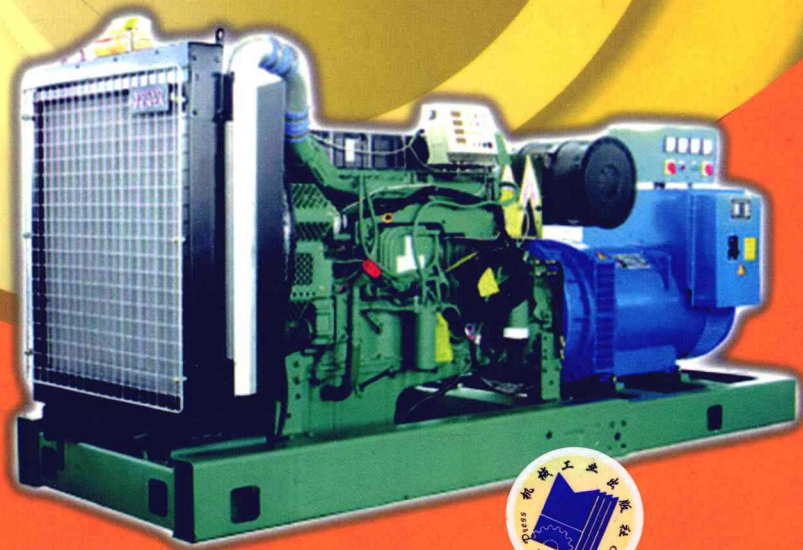


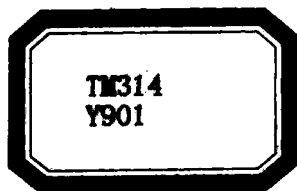
柴油发电机组 选用与安装维护

CHAIYOU FADIANJIZU XUANYONG
YU ANZHUANG WEIHU

袁任光 林由娟 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



柴油发电机组选用与安装维护

袁任光 林由娟 主编



机械工业出版社

前 言

柴油发电机组由柴油发动机和交流同步发电机组成,提供交流电源。它广泛地应用于通信电源站、舰船电源站、移动电源站、主用电源站、备用电源站等。随着制造技术和计算机控制技术的进步,柴油发电机组朝着低油耗、低排放、自动化控制、高可靠性、一机多用的方向发展。目前,柴油发电机组已实现自启动、自检测、自整定、自诊断、自并车、自转移负载、远程监控等功能。

本书主要内容包括柴油发动机;同步发电机;柴油发电机组;柴油发电机组自动化控制系统;柴油发电机组噪声治理与安装调试;柴油机与柴油发电机组的安全规则、安装、操作、维护和保养实例;柴油发电机组常见故障和排除方法;国内外部分柴油发电机组的技术性能。

本书着重于实用性,主要介绍柴油发电机组的产品型号、技术性能、常见故障和排除方法、噪声治理、安装调试等内容,可供通信电源站、舰船电源站、移动电源站等有关设计、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;可给电力、交通、通信、建筑、文化、商业、医疗、金融、军队等行业中,从事电源技术的人员阅读;适合于大专院校、职业技术教育院校和中等专业学校有关内燃机发电供电、通信电源、电力工程及自动化、电气控制技术、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。

自动化发电机组应用可编程序控制器(PLC)或微型机组成自动化控制系统。还可以经过通信网络,将电站的控制信号连接到中央计算机的管理系统中去,实施远程监控,达到分散控制和集中管理的目的,这就是集散型(分布式)计算机控制系统(DCCS),简称集散型(分布式)控制系统(DCS)。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)和电动机的应用技术、性能规格、选用方法和应用实例等内容,可参阅本人编著的7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。

本书由袁任光和林由娟主编,袁海林、袁淑林、林敏、陈舜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,还参考了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。

欢迎读者对本书提出建议。

袁任光

2009年5月

目 录

前言

第 1 章 柴油发动机	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	12
1.3 内燃机(柴油机)的分类	17
1.4 柴油发动机与汽油发动机的区别	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 柴油机的燃油——柴油	28
第 2 章 同步发电机	32
2.1 同步发电机的分类和型号	32
2.2 同步发电机的基本结构	36
2.3 同步发电机的工作原理	40
2.4 同步发电机的额定值	42
第 3 章 柴油发电机组	44
3.1 柴油发电机组的用途和分类	44
3.2 柴油发电机组的性能指标和产品型号	50
3.3 应急电源站柴油发电机组的选用	56
3.4 基本电源站柴油发电机组的选用	58
3.5 发电机与柴油机的功率匹配	59
3.6 发电用柴油机的技术要求和配套特点	61
3.7 电源站(机房)通风降温的设计	62
第 4 章 柴油发电机组自动化控制系统	73
4.1 柴油发电机组自动化控制系统概述	73
4.2 300kW 柴油发电机组继电器自动化控制系统	95
4.3 柴油发电机组微型机自动化控制系统	111
4.4 道依茨风冷式柴油发电机组自动化控制系统	122
4.5 西门子-康明斯柴油发电机组继电器自动化控制系统	126

4.6 柴油发电机组专用控制器	135
第5章 柴油发电机组噪声治理与安装调试	152
5.1 内燃机排放污染物的危害	152
5.2 柴油机排放污染物的控制	157
5.3 内燃机排污染物的标准	161
5.4 内燃机的噪声和控制	165
5.5 电机噪声的分类和限值	168
5.6 吸声材料和隔声方法	175
5.7 柴油发电机组的安装和噪声治理	182
5.8 机房设备的布置	188
5.9 柴油发电机组的检查	204
5.10 新装柴油发电机组的磨合与调试	206
第6章 柴油机与柴油发电机组的安全规则、安装、操作、维护和保 养实例	212
6.1 CAT3400 系列柴油机的安全规则、操作、维护和保养	212
6.2 CAT3500 系列柴油机的安全规则、操作、维护和保养	231
6.3 CAT SR—4 型发电机的组成和故障排除	251
6.4 IVECO(aifo)7450 si 15 柴油机的安全规则、操作、维护和保养	262
6.5 ECN 系列发电机的组成和故障排除	272
6.6 TLI—70/77S 柴油发电机组的安全规则、安装、操作、维护和保养	282
第7章 柴油发电机组的常见故障和排除方法	305
7.1 CAT3408 型、3412 型柴油发电机组的故障现象和排除方法	305
7.1.1 CAT3408 型、3412 型柴油发电机组的故障现象	305
7.1.2 CAT3408 型、3412 型柴油发电机组的故障原因和排除方法	306
7.1.3 CAT3408 型、3412 型柴油发动机和柴油发电机组外形图	312
7.2 CAT3508 型、3512 型、3516 型柴油发电机组的故障现象和排除方法	314
7.2.1 CAT3508 型、3512 型、3516 型柴油发电机组的故障现象	314
7.2.2 CAT3508 型、3512 型、3516 型柴油发电机组的故障原因和排除方法	314
7.2.3 CAT3512 型、3516 型柴油发电机组外形图	321
第8章 国内外部分柴油发电机组的技术性能	323
8.1 国产 135 系列柴油发电机组(按 12h 功率标定)技术性能	323
8.2 国产 30GF~1000GF 系列柴油发电机组技术性能	323
8.3 国产 75GF~800GF 系列柴油发电机组外形尺寸	323
8.4 国产 135 系列 40~250kW 柴油发电机组技术性能	323
8.5 国产 160 系列 60~200kW 柴油发电机组技术性能	323
8.6 国产 190 系列 200~700kW 柴油发电机组技术性能	323

8.7 国产 6110、150 系列 50~300kW 柴油发电机组技术性能	323
8.8 国产 6160、6200 系列 84~350kW 柴油发电机组技术性能	323
8.9 国产 6250 系列 200~1000kW 普通型和自动化型柴油发电机组技术性能	334
8.10 国产 GF 系列 50~720kW 普通型柴油发电机组技术性能	335
8.11 国产 GFZ 系列 50~1000kW 自动化型柴油发电机组技术性能	335
8.12 国产 GFS、GFSZ 系列 40~200kW 低噪声柴油发电机组技术性能	335
8.13 国产 GF 系列 40~1000kW 普通型柴油发电机组技术性能	339
8.14 国产 GFZ 系列 40~1000kW 自动化型柴油发电机组技术性能	339
8.15 国产 GF、GFZ 系列 40~700kW 普通型和自动化型柴油发电机组外形尺寸 ...	340
8.16 国产 GF、GFZ 系列 30~1250kW 普通型和自动化型柴油发电机组技 术性能	342
8.17 国产 MS 系列 352~1440kW 柴油发电机组技术性能	345
8.18 国产 GC 系列 250~2000kW 柴油发电机组技术性能	346
8.19 国产 GF、GFZ 系列 50~500kW 柴油发电机组技术性能	347
8.20 国产 12V135 系列 120~250kW 柴油发电机组技术性能	349
8.21 国产 GFZ 系列 50~500kW 自动化型柴油发电机组技术性能	349
8.22 国产 4135、6135 系列 40~120kW 柴油发电机组技术性能	350
8.23 国产柴油发电机组底盘安装尺寸	351
8.24 国产 190、240 系列 300~1000kW 柴油发电机组技术性能	352
8.25 国产 DF 系列 50~2500kW 柴油发电机组技术性能	353
8.26 国产 GF 系列 50~500kW 普通型柴油发电机组技术性能	354
8.27 国产部分汽车式与挂车式柴油发电机组(移动电站)技术性能	355
8.28 美国卡特彼勒公司柴油发电机组技术性能	362
8.29 美国康明斯公司柴油发电机组技术性能	397
8.30 美国美洲公司柴油发电机组技术性能	406
8.31 英国威尔信公司柴油发电机组技术性能	410
8.32 英国标定公司柴油发电机组技术性能	418
8.33 加拿大辛普森公司柴油发电机组技术性能	418
8.34 瑞典富豪公司柴油发电机组技术性能	421
8.35 德国道依茨公司柴油发电机组技术性能	423
8.36 快意和英国珀金斯柴油发电机组技术性能	425
8.37 依维柯柴油发电机组技术性能	427
8.38 国外部分大功率柴油发电机组技术性能	427
附录	431
附录 A 有关柴油机与柴油发电机组的标准	431
附录 B 通信专用柴油发电机组技术要求(YD/T502—2000)	433
参考文献	437

第1章 柴油发动机

柴油发动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，简称为柴油机。

柴油发动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，主要用柴油发动机作动力，带动交流同步发电机发电。柴油发动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。柴油发动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。

柴油发动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，不需要像汽油发动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 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 型柴油机纵向剖面图。图 1-6 是 4135 型柴油机横向剖面图。图 1-7 是 CAT 3300 系列柴油机（直排型）剖面图。图 1-8 是 CAT 3400 系列柴油机（V 形）剖面图。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。

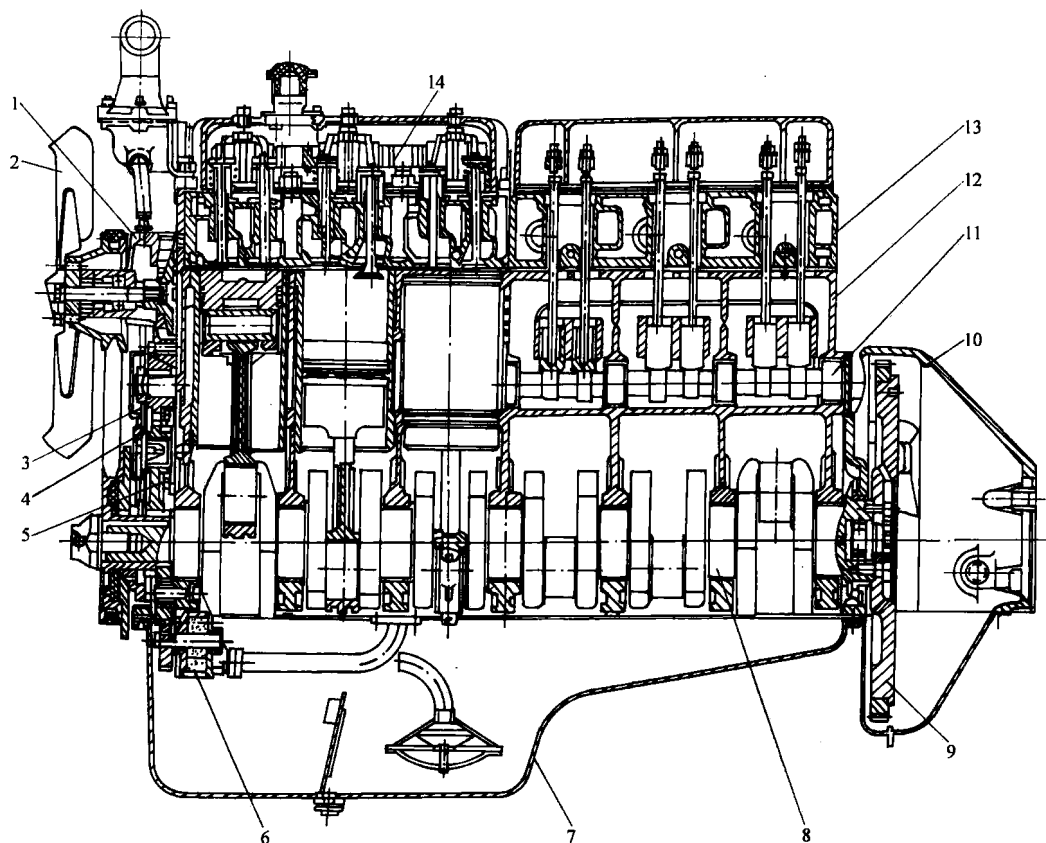


图 1-1 YC6105QC 型柴油机纵向剖面图

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

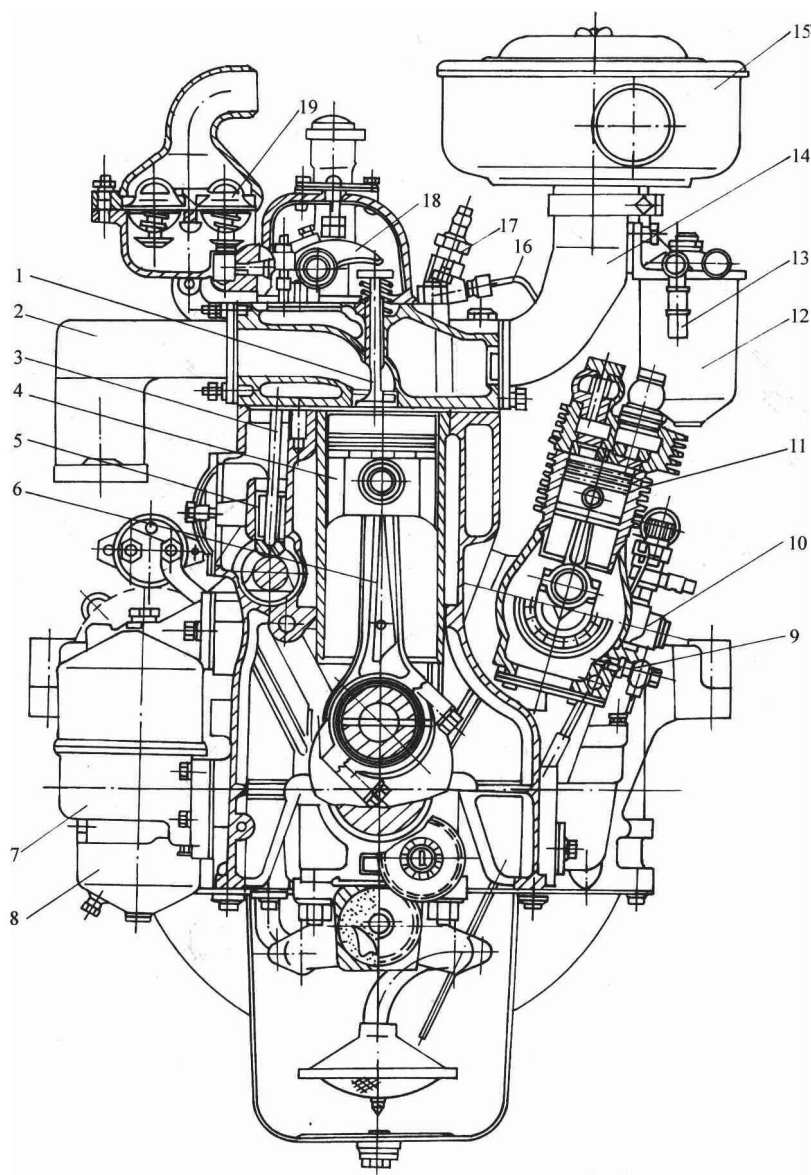


图 1-2 YC6105QC 型柴油机横向剖面图

- 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

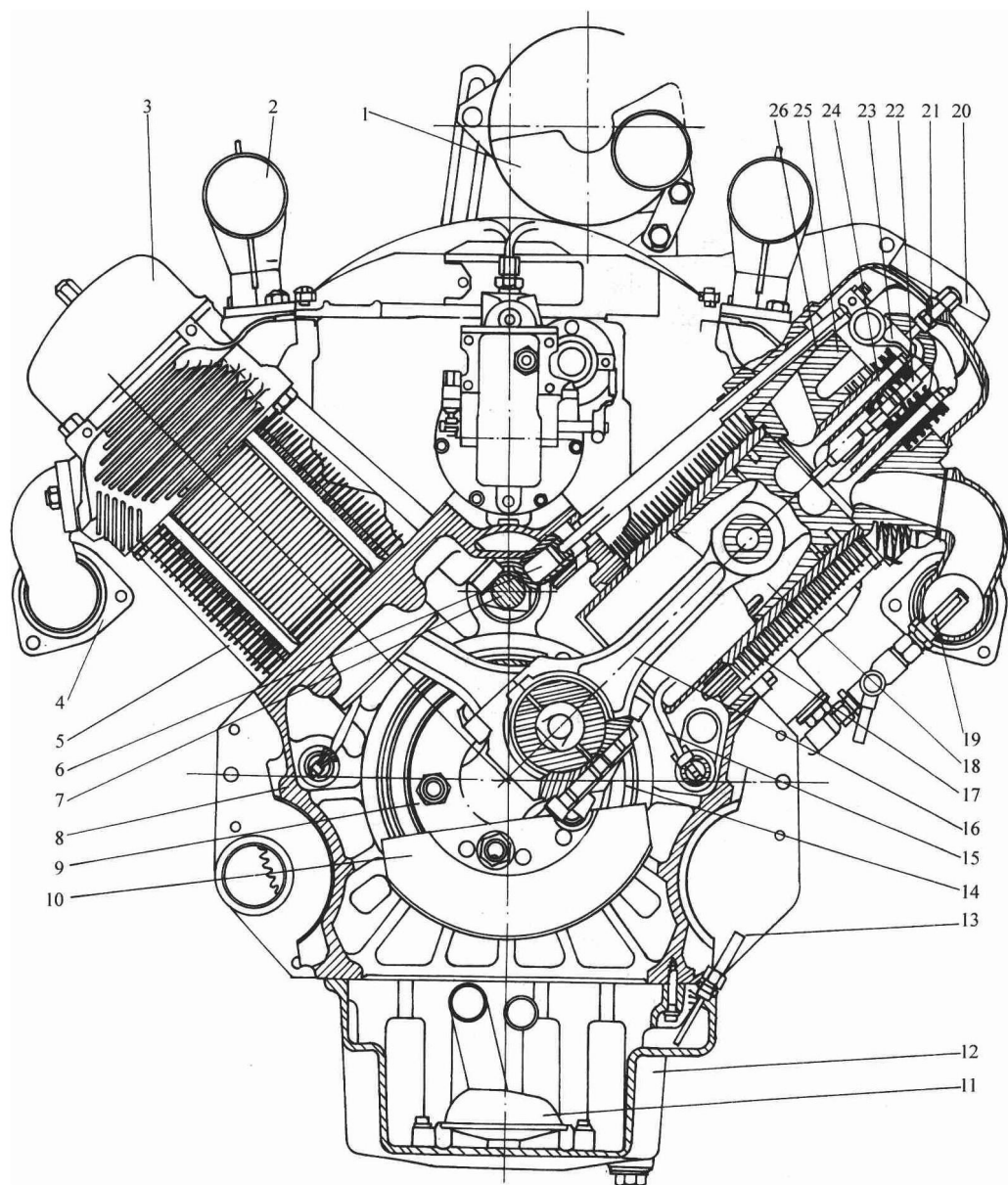


图 1-3 T815—2 型柴油机纵向剖面图

- 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

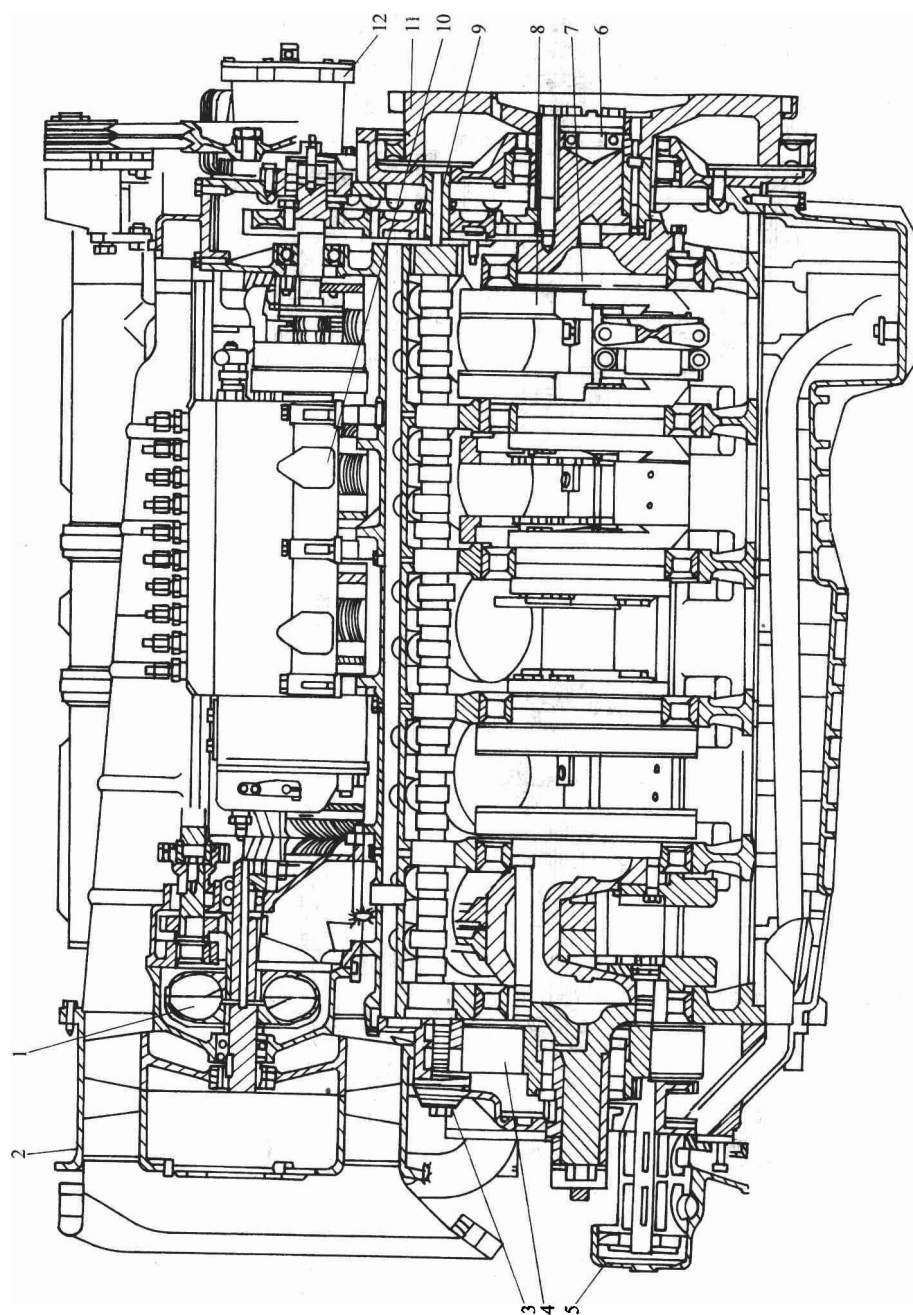


图 1-4 T815-2 型柴油机横向剖面图

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

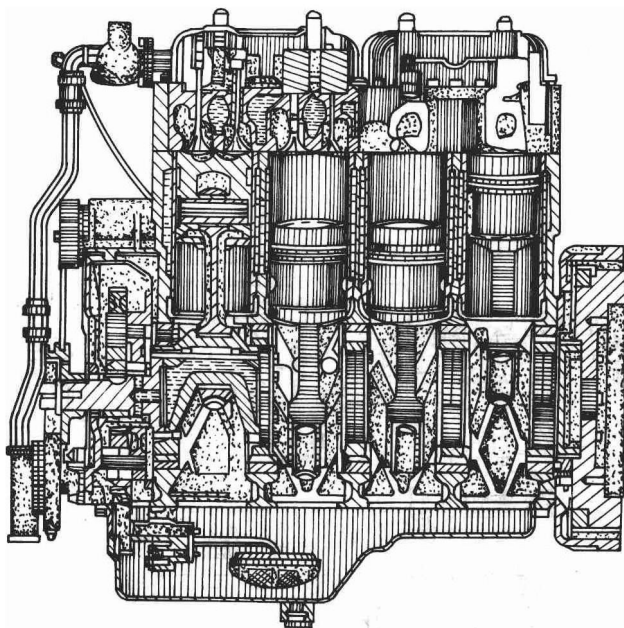


图 1-5 4135 型柴油机纵向剖视图

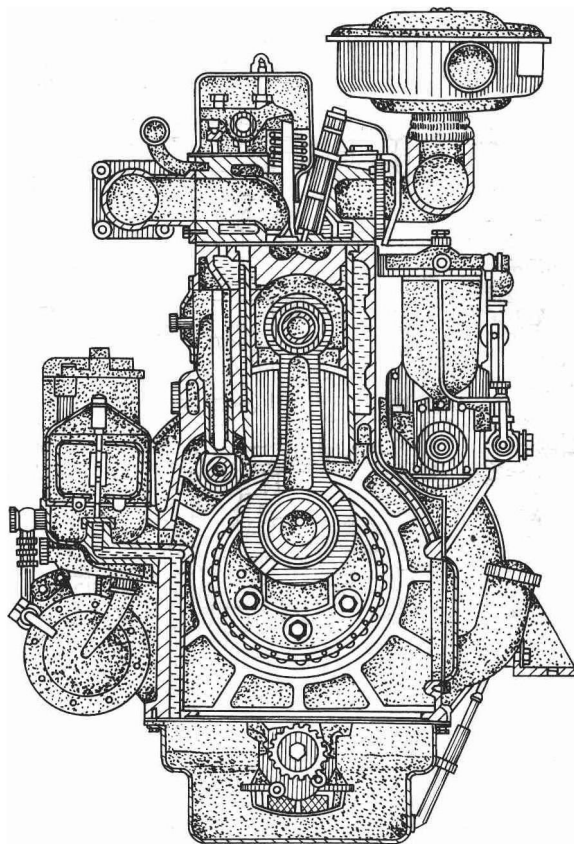


图 1-6 4135 型柴油机横向剖视图

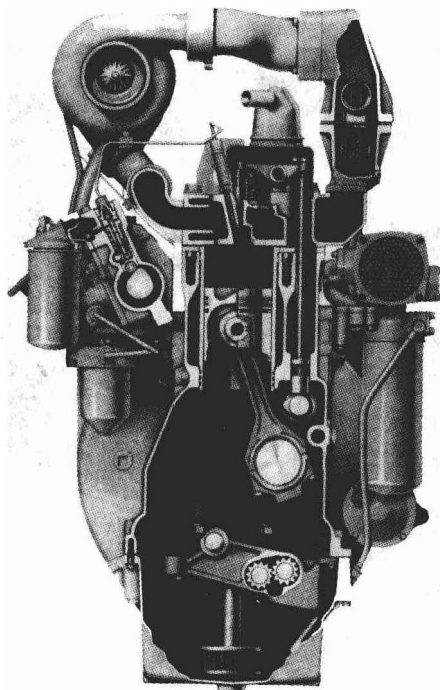


图 1-7 CAT 3300 系列柴油机（直排型）剖面图

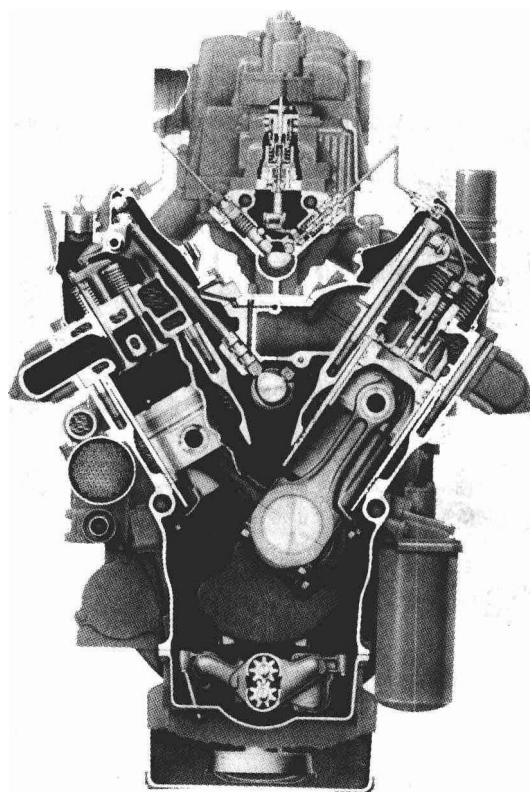


图 1-8 CAT 3400 系列柴油机（V 形）剖面图

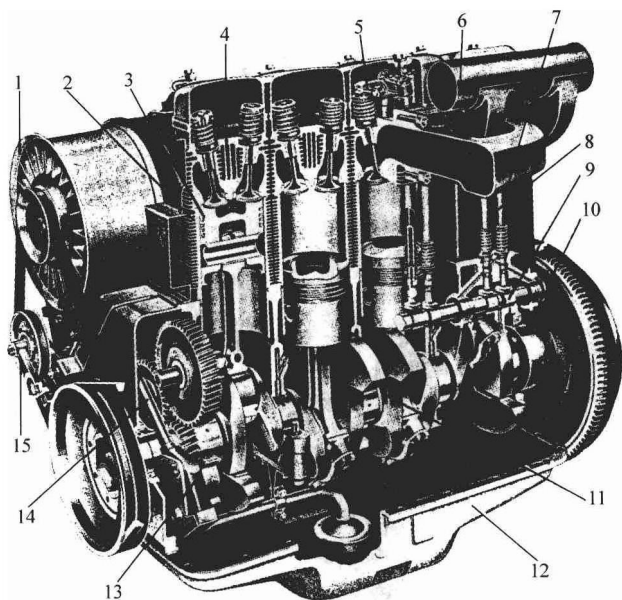


图 1-9 F4L912 型风冷式柴油机剖视图

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

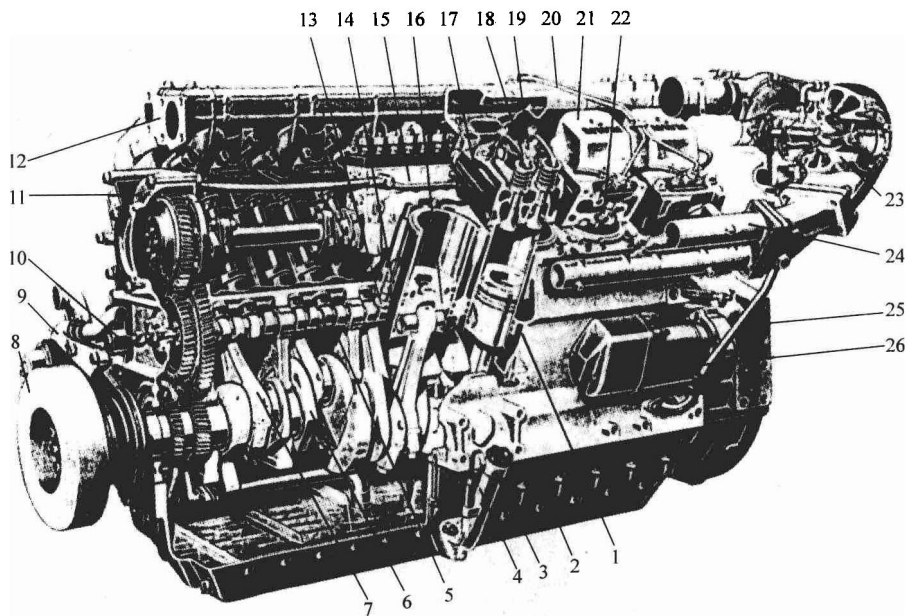


图 1-10 D/TBD234 型柴油机剖视图

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

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~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。水上运输可作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作动力。

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

1) 提高内燃机的强化程度。在有限的气缸工作容积条件下，提高内燃机的功率。提高强化程度是指提高平均有效压力和活塞平均速度。采用增压技术来提高平均有效压力，是提高内燃机功率的主要方法。

2) 降低燃油消耗率，提高经济性。由于内燃机的燃油消耗占其运行成本的绝大部分，因此，降低燃油消耗率是内燃机技术先进的主要指标。可用提高热效率和降低内燃机的摩擦损耗等措施，来降低燃油消耗率。

3) 提高内燃机的可靠性和耐久性。由于内燃机的任何故障停车或事故都会使用户遭受经济损失，并损坏内燃机厂商的声誉，因而内燃机企业对其产品可靠性非常重视，它已成为产品市场竞争的重要因素。国外一些高速柴油机企业可保证其产品在使用后的1000~2500h内无任何故障，有的无故障期为5000h。我国国内内燃机产品还存在一些差距。

表示内燃机耐久性的指标是大修期。内燃机的大修，以前是以气缸内壁或曲轴是否达到磨损极限为依据，现在认为内燃机需要全面解体即为大修。通常以压缩压力下降到一定

值 (2.2~2.7MPa) 或各缸压力差增大到一定值 (0.3MPa), 即认为应当大修。

4) 降低废气排放和噪声。随着工业的发展, 环境污染日益严重, 在众多的污染源中, 内燃机有害气体排放占了很大部分。因此, 世界各国都相继制定了严格的排放法规, 用来限制内燃机废气的排放。内燃机的有害排放物包括 CO 、 HC 、 NO_x 、 SO_2 和微粒等, 其中以 NO_x 和微粒最难消除, 因而成为内燃机排放研究的重点。

噪声有害于健康, 也是一种环境污染。车辆和工程机械的发动机是主要的噪声源。

(2) 柴油机技术的发展动向

1) 电子技术的应用。以微型计算机为中心的电子技术, 在内燃机产品设计研究、测试、制造方面均已普遍应用, 计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助制造 (CAM)、计算机辅助测试 (CAT)、计算机辅助工艺设计 (CAPP) 技术发展迅速。为满足内燃机日益苛刻的排放法规和经济性及动力性要求, 电控汽油机已得到迅速发展。汽油机采用电控燃油喷射避免了化油器喉口处的流动损失, 保证了燃油量的精确控制, 使输出功率提高。电控点火定时和爆燃控制可使汽油机在不产生爆燃的条件下最大限度地提高发动机的扭矩和功率, 保证发动机在各种转速和负荷下实现最佳控制, 现代汽油机已广泛采用这一技术。

柴油机采用电控技术可优化控制喷油规律及喷油量, 控制预混合燃烧和扩散燃烧部分的燃油量, 提高柴油机的功率, 降低柴油机的噪声。在主喷射前进行预喷射可有效降低 NO_x 和噪声。

废气再循环 (EGR) 是汽油机和柴油机降低 NO_x 排放的有效措施, 但过量的 EGR 会导致燃烧恶化。电控 EGR 系统可保证在各种工况下实现最佳的 EGR 率。

由于电子技术的应用与发展, 使内燃机从传统的机械产品进入到机电一体化技术密集型产品。

2) 采用增压技术。增压技术尤其是增压中冷技术, 一直被视作提高发动机动力性能、经济性能和降低排放的有效措施。过去, 增压技术较多地用在中大缸径的柴油机上, 近年来在小缸径直喷柴油机上采用了增压。汽油机增压主要受到爆燃的限制, 随着汽油机抗爆燃技术的提高, 汽油机增压技术将得到较大发展。过去汽油机增压主要作为高原恢复功率的手段, 目前已出现了一批高性能的涡轮增压汽油机。

3) 汽油机稀燃-速燃技术。稀燃可提高汽油机经济性和降低排放, 提高压缩比, 但汽油机燃用稀混合气会降低火焰传播速度和燃烧速率, 因此, 组织快速燃烧是组织好稀燃的关键因素。稀燃-速燃可通过采用紧凑型燃烧室, 组织燃烧室内较强的涡流、挤流、滚流和湍流来实现。另外, 使用高能点火系统可保证可燃混合气正常点燃, 确保稀燃系统稳定燃烧, 降低燃烧循环变动。

4) 汽油机缸内喷射分层燃烧技术。汽油机缸内喷射分层燃烧系统中, 由于燃油是在压缩终了时喷入缸内, 终燃混合气又是稀混合气, 从而可以采用高压压缩比 (11.5~12), 加之功率调节采用变质调节, 从而可得到接近于柴油机的热效率。其发动机的功率和扭矩都有所提高, 燃油消耗率下降。

5) 柴油机采用直喷式燃烧系统。直喷式燃烧系统比间喷式燃烧系统的热效率可提高 10%~15%, 是提高柴油机经济性的有效措施。随着燃烧系统和喷油系统技术的不断完善, 小缸径柴油机直喷化已成为柴油机发展的一个显著特点。

6) 提高柴油机燃油喷射压力。高压喷射也是现代柴油机发展的一个趋势,其喷油压力目前已达 120~150MPa。

7) 排气后处理技术。汽油机三效催化转化器仍是降低排放的主要方法,富氧条件下三效催化转化器的研究与开发会使汽油机稀燃、层燃系统有望取得更大的发展,也可使柴油机实现 CO、HC 及 NO_x 的同时净化。氧化催化器和水洗涤净化器在柴油机上已取得了一定的应用,再生性微粒净化装置的寿命和再生能力将获得进一步的提高,并将主要用于消除柴油机的微粒排放。

8) 采用代用燃料。20 世纪 80 年代以来,随着石油资源的逐渐减少,世界各国都加紧研究和开发内燃机的各种代用燃料。其中醇类、植物油和氢是较有希望的代用燃料。气体燃料曾是内燃机的主要燃料。由于气体燃料的能量密度小(单位体积热值低)且贮运不便,致使液体燃料逐步取代了气体燃料。近年来,随着对内燃机排放要求的日益严格,气体燃料在内燃机上的使用又进入了一个新的发展时期。

目前,在内燃机上使用的气体燃料有天然气、液化石油气、沼气、焦炉煤气、高炉煤气等,其中以压缩天然气(CNG)和液化石油气(LPG)为主。CNG 及 LPG 发动机的最大优点是燃料费用及污染物排放低,对降低汽车所造成的环境污染十分有利,比较适宜于在城市公交车辆、出租车和对环境保护要求严格的地区(如旅游风景区)推广使用。

另外,还推广使用车用乙醇汽油。这种乙醇汽油是在汽油中掺入 10% 的乙醇制成,它对发动机的动力性能影响不大,能使 CO 排放下降 30%,HC 排放也有所降低。

5. 工程机械用柴油机的特点和要求

工程机械的种类繁多,大多数都采用柴油机作为动力。各种工程机械的负载变化情况各异。而不同的地区、气候条件差异极大,故其使用环境可能十分恶劣,经常会遇到风沙、泥泞、日晒、雨淋等,其主要特点和要求如下:

(1) 工程机械功率范围十分宽广,其功率标定与作业负载变化、最大负载延续时间及负载率的大小有关。其标定功率大致可分为以下 3 种类型:

1) 以推土机、铲运机和压路机为代表的工程机械,具有较高的负载率,它们通常在大中型工地连续作业,因而常以 12h 或介于 12~1h 之间的标定功率。

2) 装载机或以它为代表的轮式土方机械,包括轮式推土机、平地机等以及挖掘机,负载率为中等水平,通常以 1h 标定功率。

3) 以汽车起重机、叉车为代表的负载率较低的起重运输机械,其工作条件接近于汽车,可用 15min 标定功率。

这 3 种标定功率大致以 0.85~0.90 的系数递减。

(2) 为了克服作业阻力和防止驾驶员因来不及换挡而造成的发动机熄火,一般要求有 1.15~1.45 的扭矩储备系数和 1.7~2.0 的转速适应性系数。

(3) 推土机、挖掘机、铲运机等工程机械在作业时受到很大冲击。为了减少由于底盘变形而对柴油机可靠性造成的影响,柴油机一般采用三点支承,并有减振措施。柴油机机体等固定件应有足够的刚度。因此其比质量一般较大。

(4) 为了保证柴油机能在急剧变速、变负载的工况下工作,应采用全程式调速器,其瞬时