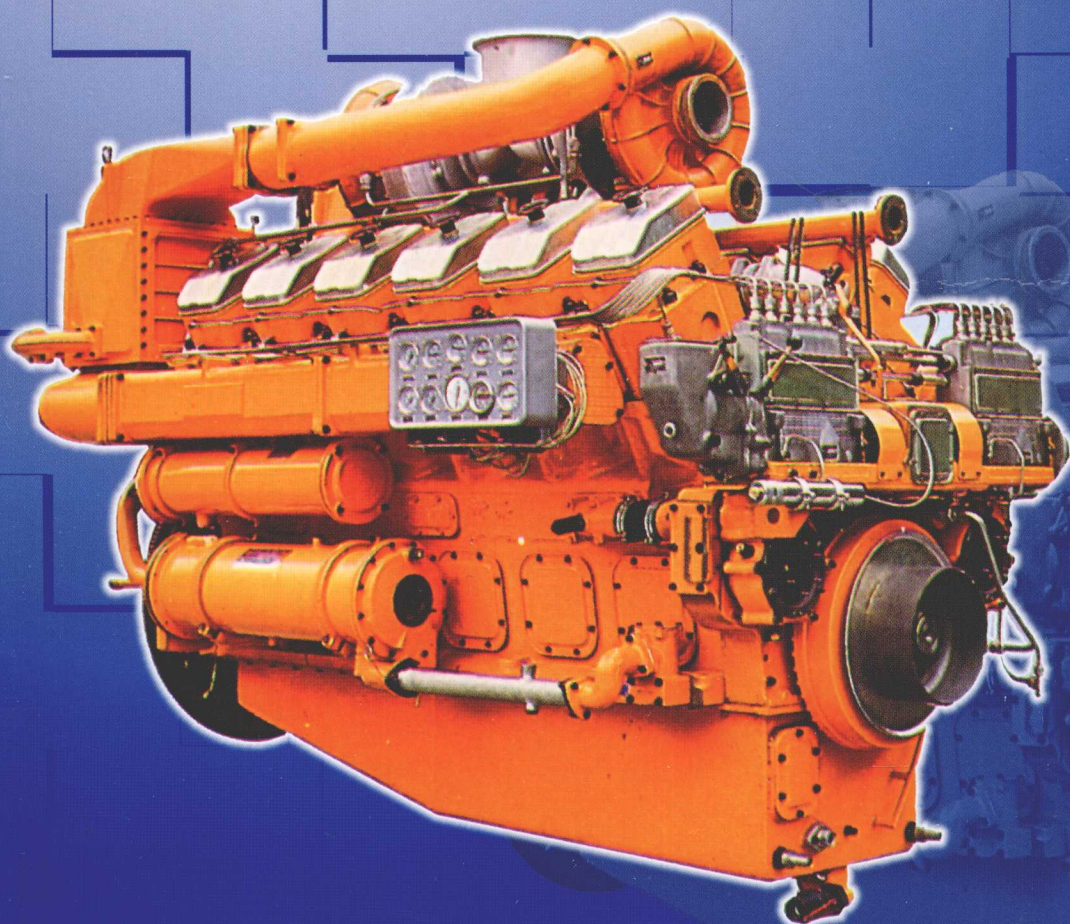


柴油机

构造与使用

傅成昌 傅晓燕 编著



石油工业出版社

柴油机构造与使用

傅成昌 傅晓燕 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了柴油机的工作原理和基本构造,并结合典型机型详细介绍了柴油机的使用、维护保养和检修方面的实用技术知识。内容密切联系生产实际,语言简明,通俗易懂。书中配有大量的立体插图,便于读者更好地掌握各部分基本内容。

书中结合典型机型,全面介绍了现代科技在柴油机上的应用,对当前广泛使用的现代柴油机新技术、新结构作了详细介绍。

本书可供柴油机操作、维修、管理人员技术学习使用,也可作为有关人员的技能培训教材,还可作为有关院校师生的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

柴油机构造与使用 / 傅成昌 傅晓燕 编著 .

北京:石油工业出版社,2012.5

ISBN 978-7-5021-7586-3

I. 柴…

II. ①傅… ②傅…

III. ①柴油机—构造 ②柴油机—使用

IV. TK42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 238544 号

柴油机构造与使用

傅成昌 傅晓燕

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

编辑部:(010) 64523594 发行部:(010) 64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:30.75

字数:779 千字

定价:98.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

柴油机是一种将燃料（柴油）的热能转换为机械能的内燃动力机械。其结构紧凑、启动迅速、操作容易、维修方便，能在各种恶劣环境条件下进行工作，且其用途广泛、使用寿命长，已成为农业机械、工程机械、船舶、汽车、军工、钻探机械以及移动电站等的重要配套动力，广泛应用于农业、交通运输业、能源开发和国防工业等国民经济的各个部门。

本书全面系统地介绍了柴油机的工作原理和基本构造，并结合典型机型，详细介绍了各类柴油机的构造特点及使用维护保养方法。随着现代科技高速发展，柴油机应用技术水平不断提高，先进的电控技术、单体喷油泵、增压技术和各种新型结构形式的采用，使柴油机技术性能得到很大提高。本书结合典型机型作了详细介绍。

本书力求密切结合生产实际，实用性强，内容简明，文字通俗易懂，书中绘有近 500 幅形象鲜明的插图，以帮助读者掌握书中内容。

本书可供柴油机操作、维修、管理人员技术学习使用，也可作为有关人员的技能培训教材，还可作为有关院校师生的参考资料。

本书由傅成昌、傅晓燕编著，参加编写工作的还有李全武、刘爱玉、郑圣彬、李治鹏、刘斌、毛敏等同志，编写过程中得到济南柴油机股份有限公司有关部门的支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平所限，调查研究不够，书中难免存在不足之处，恳请广大读者提出宝贵意见，以便再版时改正。

编者

2009 年 6 月于济南

目 录

第一章 绪论	1
第一节 概述.....	1
第二节 内燃机分类及型号编制规则.....	3
第三节 内燃机的方位、旋转方向和气缸编号.....	5
第二章 柴油机工作原理	8
第一节 柴油机的工作循环.....	8
第二节 内燃机曲柄连杆机构及其特征参数.....	9
第三节 单缸四冲程柴油机工作原理.....	11
第四节 单缸二冲程柴油机工作原理.....	14
第五节 多缸柴油机的工作过程.....	15
第三章 柴油机总体构造	20
第一节 柴油机的基本组成.....	20
第二节 典型柴油机总体构造.....	21
第四章 机体部件	34
第一节 机体部件的功用及基本构造.....	34
第二节 机体.....	35
第三节 气缸套.....	38
第四节 主轴承.....	46
第五节 呼吸器.....	55
第六节 典型柴油机机体部件的构造特点.....	56
第七节 机体部件的使用与维护.....	68
第八节 油底壳部件.....	69
第五章 气缸盖部件	73
第一节 气缸盖部件的功用与基本构造.....	73
第二节 气缸盖.....	74
第三节 气门摇臂机构.....	77
第四节 气缸盖垫片.....	82
第五节 典型柴油机气缸盖部件的构造特点.....	83
第六节 气缸盖部件的使用与维护.....	89
第七节 气缸盖部件常见故障.....	96
第六章 曲柄连杆机构	100
第一节 活塞连杆部件.....	100
第二节 曲轴部件.....	127
第三节 飞轮连接器部件.....	142

第四节	曲轴轴系的扭转振动与减振器	148
第七章	配气机构与进排气系统	155
第一节	配气机构的功用及基本构造	155
第二节	气门驱动机构	156
第三节	传动系统及平衡装置	159
第四节	典型柴油机配气机构构造特点	162
第五节	气门间隙与配气相位	170
第六节	配气机构的使用与维护	172
第七节	配气机构常见故障及排除方法	177
第八节	进气系统	178
第九节	排气系统	187
第八章	增压器	192
第一节	柴油机增压的基本概念	192
第二节	涡轮增压器的工作原理	195
第三节	径流式涡轮增压器	197
第四节	轴流式涡轮增压器	209
第九章	柴油机的燃烧过程与燃油供给系统	215
第一节	柴油机的燃烧过程	215
第二节	柴油机的燃烧室	218
第三节	燃油供给系统的功用及组成	221
第四节	喷油泵	224
第五节	喷油泵传动装置	242
第六节	喷油器	247
第七节	燃油供给系统低压油路组件	252
第十章	调速器	263
第一节	调速器的功用与分类	263
第二节	调速器的基本特性	264
第三节	机械调速器	265
第四节	液压调速器	272
第五节	电子调速器	281
第十一章	润滑系统	290
第一节	润滑系统的功用及润滑方式	290
第二节	润滑系统的组成及润滑系统图	292
第三节	机油泵	298
第四节	预供油泵	306
第五节	机油滤清器	312
第六节	机油冷却器	321
第七节	润滑系统调节控制装置	324
第八节	润滑系统的使用与维护	326
第十二章	冷却系统	329

第一节	冷却系统的功用与冷却方式·····	329
第二节	冷却系统的组成与冷却循环方式·····	331
第三节	典型柴油机冷却系统·····	333
第四节	水泵·····	338
第五节	中冷器·····	342
第六节	冷却水散热器·····	346
第七节	风扇及其传动装置·····	350
第八节	冷却水的温度调节·····	355
第九节	冷却系统的使用与保养·····	359
第十三章	起动系统·····	361
第一节	起动系统的功用与起动方式·····	361
第二节	直接空气起动系统·····	362
第三节	电动马达起动系统·····	366
第四节	气动马达起动系统·····	376
第十四章	操纵与安全保护装置·····	391
第一节	油门操纵装置·····	391
第二节	仪表盘与监控仪·····	395
第三节	柴油机安全保护装置·····	401
第十五章	柴油机的检测与调整·····	410
第一节	气门间隙的检测与调整·····	410
第二节	配气相位的检查·····	414
第三节	供油提前角的检测与调整·····	416
第四节	喷油泵的检测与调整·····	417
第五节	喷油器喷油压力的检测与调整·····	421
第十六章	柴油机的性能与试验·····	423
第一节	柴油机的主要性能·····	423
第二节	柴油机的试验·····	428
第三节	柴油机的特性·····	437
第十七章	柴油机的使用与维护保养·····	445
第一节	使用柴油机的注意事项·····	445
第二节	柴油机用燃料、机油和冷却水·····	446
第三节	柴油机的安装·····	452
第四节	柴油机的使用操作·····	459
第五节	柴油机的维护保养·····	464
第十八章	柴油机故障的判断与处理·····	467
第一节	柴油机故障现象和原因·····	467
第二节	柴油机故障的判别方法·····	469
第三节	常见柴油机故障·····	470
第四节	柴油机故障的预防·····	481

第一章 绪 论

第一节 概 述

自然界蕴藏着丰富的能量资源，如风力、水力、各种燃料（如煤炭、石油、天然气等）的热能、原子能等。人类在长期劳动实践中，逐渐掌握了各种能源的特性，并制作出各种各样的动力机械，利用自然界的能源，为人类做功。如：制造出风车，利用风力带动抽水机；制造出水力发电机，利用水力发出电能；制造出柴油机，利用柴油燃烧所产生的热能转化为机械能，驱动钻机、工程机械、汽车、拖拉机等进行工作。

综上所述，将一种能量转变为机械能的机器，统称做发动机。各种发动机按照其所利用的能源不同，可分为：风力发动机（简称风力机）、水力发动机（简称水力机）、热力发动机（简称热机）等。

热机是把燃料燃烧后所产生的热能转变为机械能的动力装置。按能量转换方式不同，热机可分为外燃机和内燃机两大类。

外燃机是将燃料在发动机外部进行燃烧，通过其他介质转换成机械能对外做功。如蒸汽机利用锅炉加热水，产生蒸汽，再引入蒸汽发动机内驱动其运转，对外做功。

内燃机则是将燃料直接在发动机内部进行燃烧，使燃烧气体的热能转变为机械能，对外做功。如图 1-1 所示为柴油机装置示意图。

内燃机是由一个独立机构所构成。工作时，空气通过气缸盖 3 内的进气通道进入燃烧室 8 内，而燃料（柴油）则通过喷油器 4 直接进入燃烧室，两者在燃烧室内燃烧产生热能，推动活塞 10 下移，通过活塞 10、连杆 11 和曲轴 12 构成的曲柄连杆机构，将热能转变为机械能对外做功。

内燃机主要有以下特点：

(1) 有效热效率高于其他动力机械（如蒸汽机，燃气轮机等）。目前高增压柴油机有效热效率可达 46%。有效热效率高，标志着发动机经济性好，即燃料的消耗量少。

(2) 功率范围广，适应性好。柴油机最小功率为 1.1kW，最大功率可达 35300kW，大型低速柴油机标定转速仅为 100r/min，而高速柴油机可达 6000r/min。由于功率和转速范围宽，能够满足各种不同用途的需要。

(3) 结构紧凑，质量轻，体积小，体积功率高，比质量较小，便于移动。

(4) 起动性能好，使用操作方便。正常情况下，柴油机在 3 ~ 5s 时间内即可起动起来，并能很快达到全负荷运转。在正常运行过程中，不需要进行繁重复杂的操作。

(5) 运行安全，不易发生火灾或爆炸事故。

(6) 对燃料要求高。废气中含有有害成分，对环境污染有较大影响。

(7) 构造较复杂，零部件加工精度要求高。

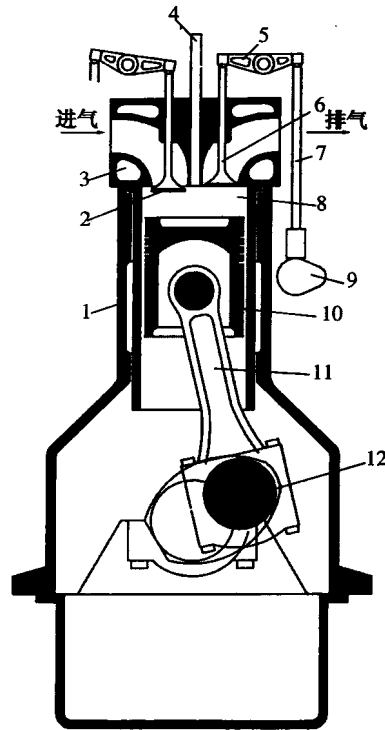


图 1-1 柴油机装置示意图

1—机体；2—进气门；3—气缸盖；4—喷油器；5—气门摇臂；6—排气门；
7—推杆；8—燃烧室；9—凸轮轴；10—活塞；11—连杆；12—曲轴

柴油机除具有上述特点外，还具有扭矩储备系数大、适应性强、易于维修等特点，广泛应用于汽车、拖拉机、工程机械、军用车辆、船舶、内燃机发电机组等国民经济的各个部门，对国民经济发展和国防现代化建设具有重要作用。

柴油机与石油工业发展有着密切关系。石油矿场的工作特点是：野外作业工作环境恶劣，工作机械的负荷大且工况多变，工作地区分布广、地处偏僻且流动性大、工作地点经常变化，矿场经常接触可燃物质，必须保证安全运行。因此，石油工业所需动力机械不仅要有足够的动力，并且应有较大的扭矩储备系数，结构紧凑、体积小、质量轻，易于搬迁安装，能适应各种环境的需要，使用维护方便，燃料和冷却水的消耗量小，并且具有完备的安全防护装置。柴油机是一种能够满足上述要求的理想动力机械，是石油工业主要动力来源之一。

近年来，随着科学技术的飞速发展，一批高效、节能的新型柴油机逐渐取代老产品，广泛用于国民经济各部门。随着微机控制技术在柴油机上的应用，采用电子调速器，提高了调速率；利用电子控制喷油泵、喷油器、提高了经济性；利用电子控制系统，实现了柴油机运行工况监视与故障诊断，并能改善起动性能，提高扭矩储备，最低稳定转速下降。除此以外，新型柴油机在零部件结构上也做了不少改进，如采用高增压技术，提高了柴油机性能；采用整体或单体喷油泵，改善燃烧状况。此外，在柴油机生产工艺，零件材料等方面都作出重大改进，提高了柴油机使用可靠性和寿命。

第二节 内燃机分类及型号编制规则

一、内燃机分类

内燃机结构型式很多，根据基本工作原理可分为往复活塞式内燃机；旋转活塞式内燃机和燃气轮机等。其中以往复活塞式内燃机使用最普遍。因此我们平常讲的“内燃机”一般都是指这种型式。

按照采用的燃料、工作过程、构造形式和用途等的不同，内燃机又可分为以下各种类型：

按照所采用的主要燃料分类，可分为：

- (1) 柴油机；
- (2) 汽油机；
- (3) 煤气机；
- (4) 天然气机。

按照工作循环过程分类，可分为：

- (1) 二冲程。活塞移动两个行程，完成一个工作循环；
- (2) 四冲程。活塞移动四个行程，完成一个工作循环。

按照机体机构型式分类，可分为：

- (1) 单缸。一台内燃机只有一个气缸；
- (2) 多缸。一台内燃机具有两个或两个以上气缸。多缸内燃机根据气缸排列方式不同（图 1-2），又分为：

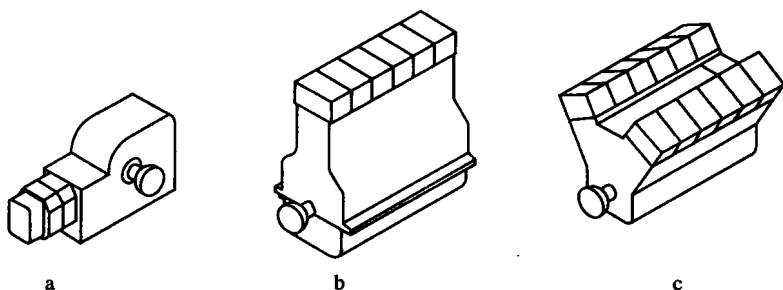


图 1-2 气缸排列型式

①卧式：气缸中心线在水平平面内（图 1-2a）；

②直列立式：所有气缸中心线在同一垂直平面内（图 1-2b）；

③V 型式：气缸中心线分别在两个平面内，并且两平面相交呈“V”形状（图 1-2c）。

按照冷却方式分类，可分为：

- (1) 风冷：利用空气作为冷却介质；
- (2) 水冷：利用水作为冷却介质。

按照进气方式分类，可分为：

- (1) 非增压式（又称自然吸入式）。内燃机没有增压器，空气是靠活塞的抽吸作用进入气缸内；

(2) 增压式。内燃机上装有增压器，空气通过增压器提高压力，然后进入气缸内。

增压内燃机根据进入气缸内空气压力的大小不同，又可分为低增压、中增压和高增压。

按照点火方式分类，可分为：

(1) 压燃式。利用气缸内的空气被高度压缩后所产生的高温，使燃料自行着火燃烧。柴油机就属于这种点火方式，所以柴油机又称作压燃式内燃机；

(2) 点燃式。利用外界热源（如火花塞发出的火花）点燃燃料，使其着火燃烧。如汽油机、天然气机等都属于这种点火方式。

按照标定转速分类，可分为：

(1) 高速。标定转速在 1000r/min 以上；

(2) 中速。标定转速在 600 ~ 1000r/min 范围内；

(3) 低速。标定转速在 600r/min 以下。

按照用途分类，可分为：

(1) 固定式。内燃机在一固定不变位置进行工作。如钻井、固定发电机等所用的内燃机；

(2) 移动式。作为移动机械动力的内燃机，包括：

汽车、拖拉机用：汽车、拖拉机等所用的内燃机；

船用：能够满足海上工作环境要求，用作船舶动力的内燃机；

铁路牵引用：作为内燃机车动力用的内燃机。

二、内燃机型号编制规则

内燃机产品名称和型号是判断内燃机的不同性能、规格、构造特点和用途的主要标志。为了便于内燃机的生产、管理和使用，我国制定了国家标准“GB 725 内燃机产品和型号编制规则”，对内燃机的产品名称和型号编制方法作了统一规定。

1. 内燃机产品名称

内燃机产品名称均按照所采用的燃料命名，例如柴油机、汽油机、天然气机、煤气机、沼气机、双（多种）燃料发动机。

2. 内燃机型号编制规则

(1) 内燃机型号由阿拉伯数字（以下简称数字）和汉语拼音字母（以下简称字母）或象形字组成。

(2) 内燃机型号依次分为以下四部分（表 1-1）表示。

首部：为产品系列符号和（或）换代标志符号。由制造厂根据需要自选相应字母表示。

中部：由缸数符号、冲程符号、气缸排列型式符号和缸径符号组成。

用数字表示气缸数、气缸直径或行程（必要时，如同一缸径系列产品有两种行程，可用缸径 / 行程表示，以资区别）。冲程和气缸排列形式符号按表 1-1 中规定标注。

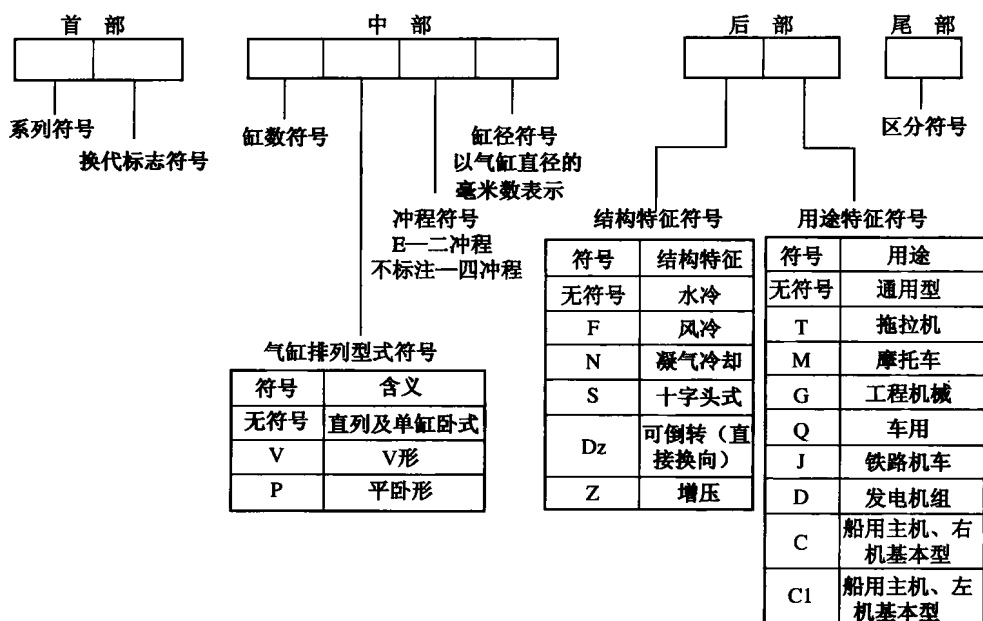
后部：结构特征和用途特征符号，以字母表示。其符号按表 1-1 中规定。必要时，其他结构及用途符号允许制造厂自选，但不得与表 1-1 规定的字母相重复。

结构特征符号可重叠使用，但应按表 1-1 中规定的字母次序，顺次重叠表示。

尾部：区分符号。同系列产品因改进等原因需要区分时，由制造厂选用适当符号表示。

(3) 内燃机型号应简明。除上述中部和尾部规定的符号必须表示外，首部和尾部可根据具体情况允许不标出。

表 1-1 内燃机型号编制规则



内燃机型号编制示例：

R175ND——表示单缸、四冲程、缸径 75mm、凝气冷却、发电用（R 表示换代标志）。

4102F——表示四缸、四冲程、缸径 102mm、风冷。

A12V190Z_L-1——表示十二缸、气缸 V 形排列、缸径 190mm、增压、中冷、标定转速 1200r/min（A 表示换代标志）。

第三节 内燃机的方位、旋转方向 and 气缸编号

内燃机方位、旋转方向和气缸编号是指装在内燃机上各零部件的位置和运动方向。为了便于生产和维护使用，对其必须有统一的认识，为此国家标准等效采用国际标准（ISO）制定了“GB/T 726 往复式内燃机旋转方向、气缸和气缸盖上气门的标志及直列式内燃机右机、左机和发动机方位的定义”。

确定方位、旋转方向及气缸标志时，应首先确定观察者的观察位置，标准中规定：“观察者相对发动机的位置，在发动机驱动端的轴线延伸处观察沿着箭头指向面向该轴端，如图 1-3 所示。

一、内燃机的方位

发动机各方位如图 1-4 所示。

- (1) 驱动端：离观察者最近的发动机本体部分。
- (2) 自由端：离观察者最远的发动机本体部分。
- (3) 左侧：从观察者的角度看，在发动机左面的本体部分。
- (4) 右侧：从观察者的角度看，在发动机右面的本体部分。
- (5) 顶部：从观察者的角度看，在发动机上端的本体部分。

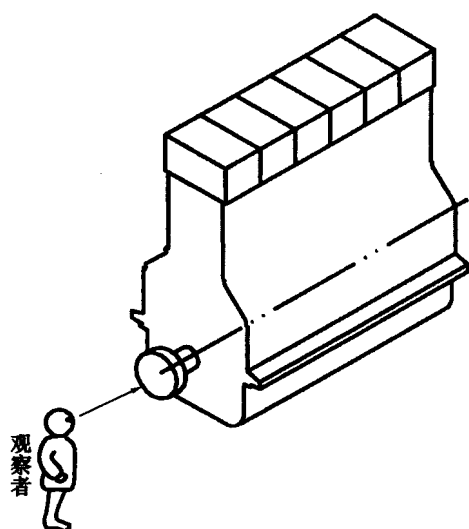


图 1-3 观察者位置

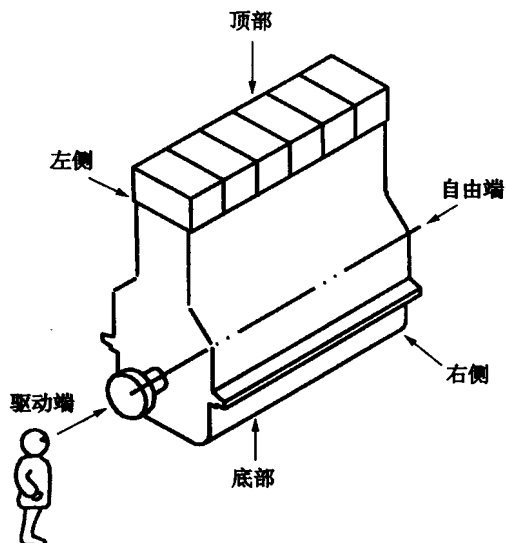


图 1-4 发动机的方位

(6) 底部：从观察者的角度看，在发动机下端的本体部分。

(7) 操作侧：起动、控制发动机运转和停车的发动机本体部分。

(8) 排气侧：安装排气管的发动机本体部分。

二、旋转方向

发动机的旋转方向系指按上述观察者的位置观察到的发动机驱动端轴的旋装方向。如图 1-5 所示。分为顺时针向（又称右旋，图 1-5a）和逆时针向（又称左旋，图 1-5b）。

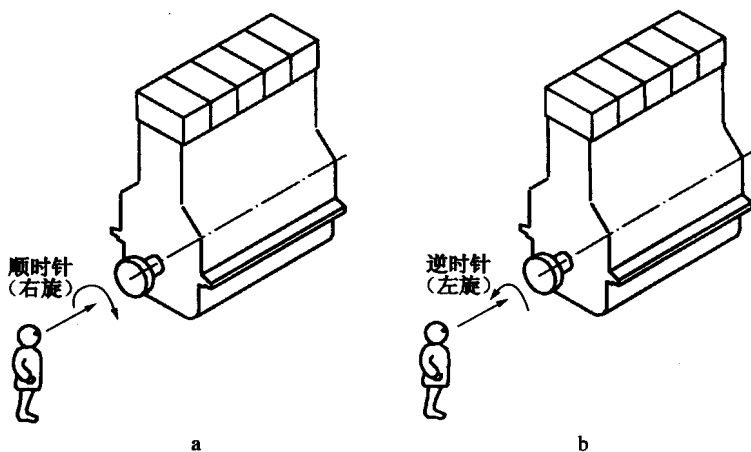


图 1-5 发动机的旋转方向

三、气缸的标志

内燃机每个气缸应用数字（顺序编号 1、2、3…）或大写字母（顺序字母 A、B、C…）与数字的组合来标志，如图 1-6 所示。

(1) 直列（单列）内燃机的各个气缸仅用数字来标志，从最近观察者的气缸开始依此

以数字 1、2、3…标志（图 1-6a）。

(2) 多列式内燃机的各个气缸用大写字母与数字组成的符号标志，例如 A1、A2、A3… B1、B2、B3…等。

其编制方法是：取以驱动轴线为中心，沿观察者左侧假设一半平面 P （图 1-6b），顺时针旋转半平面，扫过的第一列标以字母 A，下一列以字母 B 等。

每个气缸用一个大写字母后加一个数字（按上述直列发动机标志规定），所组成的符号来标志。

如图 1-6b 所示十二缸 V 型内燃机气缸标志，因假想半平面 P 先扫过左排，故其左排气缸标志为 A1、A2、A3…；右排为 B1、B2、B3…。目前，国内生产的 V 型机仍沿用顺序号如图中括号内标志，即左排 1 ~ 6，右排 7 ~ 12。

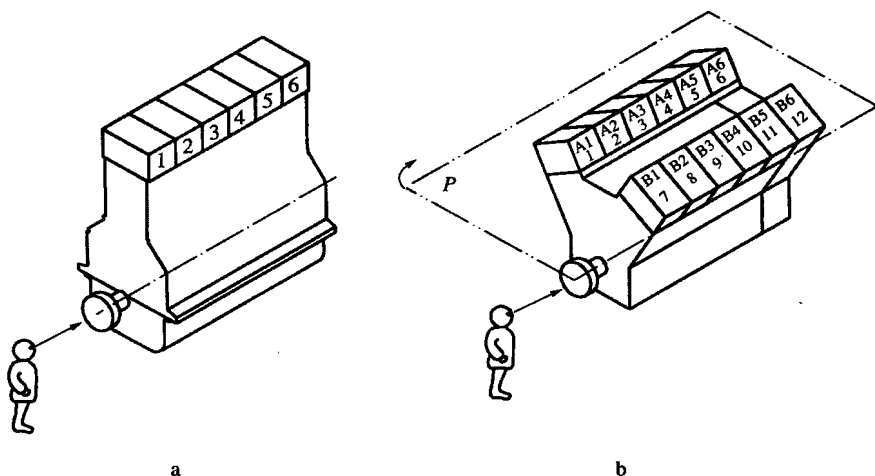


图 1-6 发动机气缸标志示例

第二章 柴油机工作原理

第一节 柴油机的工作循环

流动着的水冲击到水轮机的叶片上，驱动水轮机转动，可带动发电机发出电流；劲风吹动风车旋转，可带动水车抽水。这种流动着的水和风能够做功的能力都称作能。

凡有温度的物体，都具有一种能量，叫做热能。利用热能也能做功，如枪膛里的子弹受到撞针冲击后，子弹内的火药立即被引燃而剧烈的燃烧，产生极大地热能。燃气吸收这些热能后，温度和压力急剧升高，将弹头以极大的速度从枪膛里发射出去。

内燃机就是利用燃料燃烧所产生的热能来做功的。内燃机的工作过程，就是按照一定的配比，将燃料和空气送入气缸，并在气缸内着火燃烧，放出热能。燃气在吸收热能后产生高温、高压，推动活塞运动，将热能转化为机械能，并通过曲柄连杆机构，驱动工作机械做功。

燃料着火燃烧，必须有充足的氧气（来自空气）和一定温度条件下才能实现。要保证内燃机能够连续工作，同时要不断地将燃烧做过功后的废气排出气缸，然后引进新鲜空气和燃料，并通过压缩或外部火源获得必需的温度，使其不断地燃烧、做功。

柴油机是通过以下四个过程，来满足上述所需工作条件，完成一个工作循环：

(1) 进气过程。将新鲜空气送入气缸内，提供燃料燃烧时所需充足的氧气。1kg 柴油完全燃烧，理论上需要 14.3kg 空气。由于工作时柴油和空气难以完善地均匀混合，为保证柴油得到充分燃烧，所提供的空气量总是要富裕些，通常 1kg 柴油往往要提供 20kg 以上空气量。

(2) 压缩过程。将吸入气缸内的空气进行压缩，使其压力和温度升高。对柴油机来讲，它是靠空气压缩时所产生的高温点燃燃料，因此，压缩过程所产生的压缩空气温度，必须高于柴油的自燃点温度（约大于 350℃）。

(3) 燃烧—膨胀过程。将燃烧喷入气缸内，与气缸内空气中的氧气在高温下发生急剧的氧化作用（即燃烧），放出大量热量，使气体温度和压力急剧上升，从而推动活塞移动，通过曲轴连杆机构对外做功，故又称作工作过程。

(4) 排气过程。将膨胀做功后的废气排出，以便再吸入新鲜空气。

上述进气、压缩、燃烧、膨胀和排气四个过程依此完成一遍，成为一个工作循环。柴油机工作时，周而复始地不断重复进行上述工作循环过程，使其保持连续不断地运行，对外做功。

第二节 内燃机曲柄连杆机构及其特征参数

一、曲柄连杆机构的功用与组成

内燃机曲柄连杆机构的功用是：将活塞的往复直线运动转变成曲轴的旋转运动，以实现将热能转变为机械能。

曲柄连杆机构的基本组成如图 2-1 所示，曲轴 3 为一中心轴线与偏心轴线偏心距 r 的偏心轴，偏心轴通过连杆 2 与活塞 1 铰接在一起。活塞上下直线运动时，通过连杆推动曲轴绕中心轴线转动。

二、内燃机曲柄连杆机构工作原理

内燃机曲柄连杆机构的工作原理如图 2-2 所示。它是由活塞 1、连杆 4 和曲轴等构成。

曲轴是由轴线偏离一定距离的主轴颈 7 和连杆轴颈 5，通过曲柄臂 6 连接在一起构成。主轴颈支撑在主轴承 8 的座孔内，可绕自身轴线转动。连杆轴颈则绕主轴颈轴线同时转动。

连杆为两端带有座孔的直杆，一端与曲轴的连杆轴颈相铰接；另一端则通过活塞销 2 与活塞 1 铰接在一起。活塞装在气缸套 3 内，只能沿气缸套内孔作往复直线运动。

当活塞从上顶端位置（此时连杆轴颈位于主轴颈上顶端）下移时，推动连杆向右摆动（图 2-2b），带动曲轴沿顺时针方向转动。当活塞移至最下位置时，连杆轴颈转至主轴颈最下端（图 2-2c）。此时活塞又从下端反向上移，带动曲轴沿顺时针向继续转动（图 2-2d），直至活塞又回到最上位置，连杆轴颈又转回最上方（图 2-2e）。如此活塞沿气缸往复直线运动，驱动曲轴不停地旋转。

三、曲柄连杆机构特征参数

根据内燃机结构设计和曲柄连杆机构的运动特点，确定其特征参数如图 2-3 所示。

(1) 气缸直径 (D) —— 气缸的内径，简称缸径。

(2) 上、下止点 —— 活塞在气缸内作往复直线运动的两个极端位置，称作止点。其中，活塞离曲轴中心线距离最大时的位置，称作上止点；活塞离曲轴中心线的距离最小时的位置，称作下止点。

(3) 活塞行程 (S) —— 活塞在上、下两个止点间的距离，称作活塞行程（简称行程）。

活塞行程取决于曲轴的曲柄半径 r （即曲轴主轴颈中心到连杆轴颈中心之间的距离），故 $S=2r$ 。

(4) 燃烧室容积 (V_c) —— 活塞位于上止点位置时，活塞顶以上的空间，叫做燃烧室。该空间的容积称作燃烧室容积（又称压缩容积）。

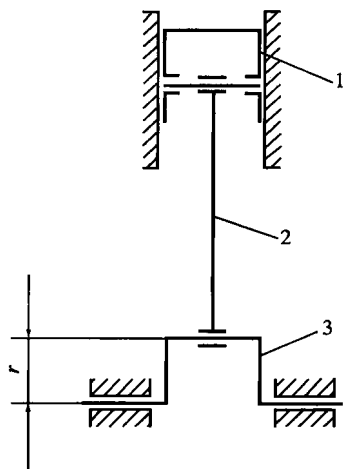


图 2-1 曲柄连杆机构的基本组成

1—活塞；2—连杆；3—曲轴

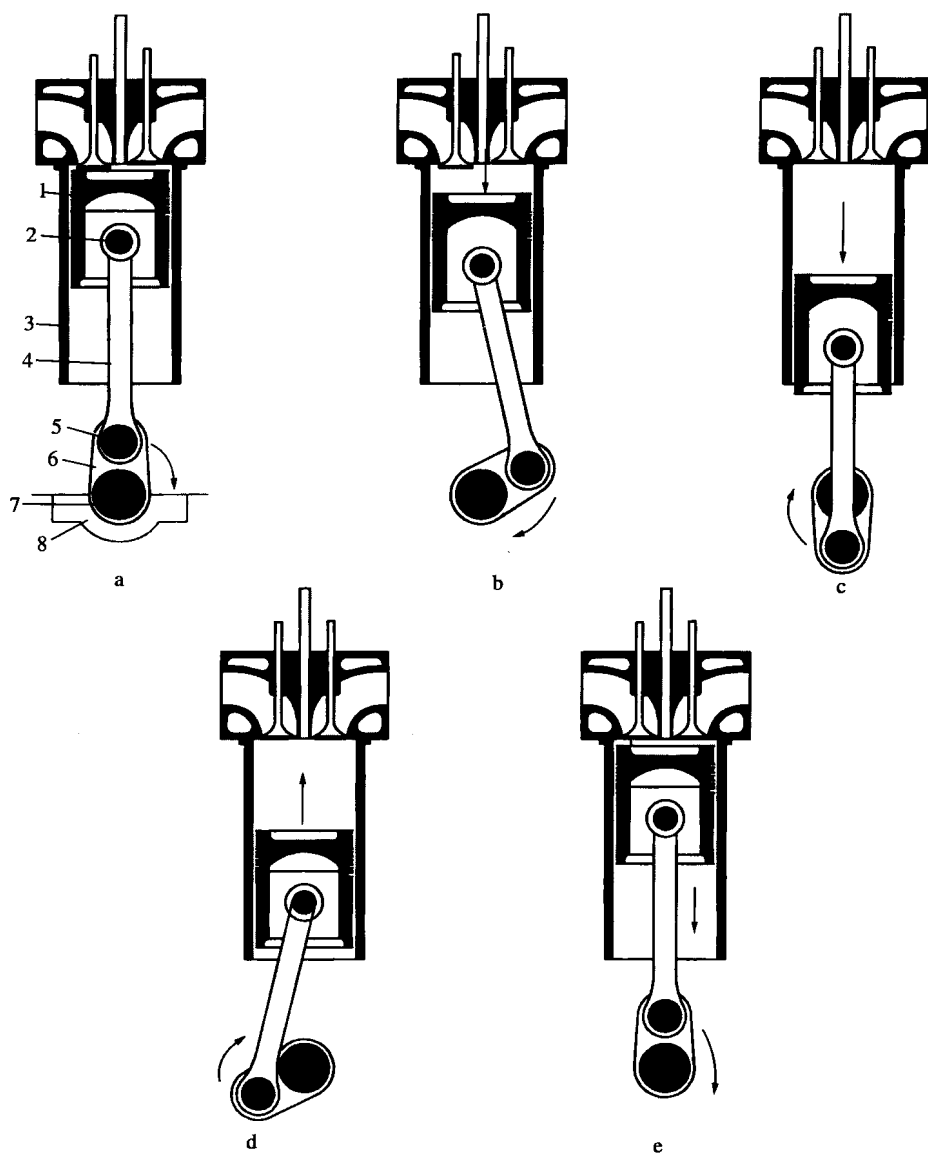


图 2-2 内燃机曲柄连杆机构工作原理

1—活塞；2—活塞销；3—气缸套；4—连杆；5—连杆轴颈；6—曲柄臂；7—主轴颈；8—主轴承

(5) 气缸工作容积 (V_h) —— 在一个工作循环中，气缸最大容积与燃烧室容积的差值，即活塞在上、下止点之间所扫过的容积，称作气缸工作容积。

该容积可按下式求得：

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \times 10^{-3} \quad (2-1)$$

式中 V_h ——气缸工作容积，L；

D ——气缸直径，mm；

S ——活塞行程，mm。