

高等职业教育教材

铁道工务

何学科 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等职业教育教材

铁道工务

何学科 主编
赵勇 副主编
张全良 主审

中国铁道出版社

2007年·北京

内 容 简 介

本书主要介绍了常见养路机械的结构、原理及使用,讲述了铁路轨道、桥涵、隧道等的养护与维修技术。全书共分十二章,内容有内燃机原理、结构及维护;小型养路机械的结构及使用;大型养路机械的结构、技术参数和管理简介;轨道检测;线路维修及管理;线路设备大修;桥涵养护管理工作概况;桥面;桥涵养护作业;隧道检查及观测;隧道病害类型及防治;隧道维修。

本书是为铁道工程、城市轨道交通工程高职教学用书而编写的,也可供铁路运输管理部门及工务、大修等部门养护维修人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

铁道工务/何学科主编:—北京:中国铁道出版社,
2007.7

高等职业教育教材

ISBN 978-7-113-08021-1

I. 铁… II. 何… III. 铁路工程—高等学校:技术学校—
教材 IV. U2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 103929 号

书 名:铁道工务

作 者:何学科 主编

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:程东海 编辑部电话:010-51873135

封面设计:薛小卉

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:20 字数:500 千

版 本:2007年7月第1版 2007年7月第1次印刷

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-08021-1/TU·888

定 价:32.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

联系电话:(市电)010-51873171 (路电)021-73171

网址:<http://www.tdpress.com>

前言

Preface

本书是根据铁路高职及中专建筑工程专业教学指导委员会三届一次会议建议,整合了原铁路线路维修与大修、桥隧设备维修与大修、养路机械等三门课程的内容,并结合工务部门实行检修分开的维修管理新体制,按照铁道部新颁布的《铁路工务安全规则》和《铁路线路修理规则》编写的。

随着我国铁路实行路局直管站段新体制,工务部门全面推行检修分开,对工务设备修理的生产力布局与管理体制都进行了新的调整。特别是铁路第六次提速,使我国既有线路行车速度跨上了 200 km/h 的台阶,对铁路工务设备的修理提出了新的要求,养护标准在不断提高。书中有关术语和数据以现行的铁路相关规范为依据。由于规范本身在不断地修订之中,因此,如有关术语与今后新规范不相符时应以新的规范为准。本书结合目前现场养护需要而编写。限于篇幅,本书只重点介绍相关工作的基本程序、基本方法和操作要点,并结合现场需要,略有侧重。

本书是为铁道工程、城市轨道交通工程高职编写的,也可供铁路运输管理部门及工务、大修等部门养护维修人员参考。

本书由湖南交通工程职业技术学院何学科任主编,吉林铁道职业技术学院赵勇任副主编,天津铁道职业技术学院张全良任主审。参加编写工作的有吉林铁道职业技术学院赵勇(第五章),付德才(第九、十、十一、十二章);湖南交通工程职业技术学院秦立朝(第四、六章),刘娜(第七、八章);何学科负责其余章节编写及全书统稿。在教材编写过程中,得到了许多兄弟院校老师的大力支持和帮助,在此,谨向他们表示衷心感谢。

由于编者水平有限,不妥之处在所难免,敬请批评指正。

编者
2007 年 5 月

目录

Contents

第一章 内 燃 机	1
第一节 内燃机分类及型号	1
第二节 内燃机工作原理	3
第三节 内燃机基本构造	5
第四节 柴油机燃料供给系统	11
第五节 汽油机燃料供给系统	14
第六节 润滑系统	18
第七节 冷却系统	20
第八节 点火系统	23
第九节 内燃机的使用及故障处理	25
第二章 小型养路机械	28
第一节 液压传动简介	28
第二节 小型液压捣固机	39
第三节 起拨道机械	46
第四节 其他养路机械	50
第三章 大型养路机械简介	56
第一节 综合作业捣固车	56
第二节 全断面枕底清筛机	64
第三节 动力稳定车和配砟整形车	69
第四节 PGM-48/3 型钢轨打磨列车	73
第五节 大型钢轨探伤车	75
第六节 大型养路机械的施工管理	77
第四章 轨道检测	81
第一节 轨道动静态检测	81
第二节 轨道部件状态检测	89
第五章 线路维修及管理	95
第一节 线路维修的概述	95
第二节 线路施工作业安全措施	98
第三节 线路维修的基本作业	111
第四节 无缝线路养护维修	136
第五节 道岔的更换与养护维修	148
第六节 曲线养护维修	174

第七节 重载、快速和电气化铁路养护维修	176
第八节 工务技术管理	178
第六章 线路设备大修	184
第一节 大修的工作范围	184
第二节 大修的测量与调查	188
第三节 大、中修的技术设计	190
第四节 线路中修	200
第五节 工电施工配合	200
第七章 桥涵养护管理工作概况	205
第一节 桥涵分类	205
第二节 桥涵的基本技术要求	211
第八章 桥 面	217
第一节 桥面的种类	217
第二节 桥上线路	218
第三节 伸缩调节器	223
第四节 护 轨	226
第五节 桥 枕	227
第六节 防爬设备	230
第九章 桥涵养护作业	232
第一节 钢桥养护	232
第二节 圯工梁拱和墩台的养护	255
第三节 支座养护及病害整治	262
第四节 涵渠的养护和维修	265
第十章 隧道检查及观测	269
第一节 检查制度	269
第二节 检查方法	270
第三节 技术文件	273
第十一章 隧道病害类型及防治	274
第一节 隧道水害及防水	274
第二节 隧道衬砌裂损及防治	283
第三节 隧道冻害	289
第四节 隧道地震灾害与抗震	294
第五节 洞门病害及防治	297
第六节 整体道床病害防治	298
第七节 明洞病害及防治	304
第十二章 隧道维修	306
第一节 隧道维修的基本原则	306
第二节 隧道变异的检查	307
第三节 隧道维修施工	308
参考文献	312

第一章 内 燃 机

养路机械是流动的作业设备,作业地点通常没有供使用的动力电源,施工作业多采用内燃机直接或间接地提供动力,因此,内燃机在养路机械中占有十分重要的地位。

第一节 内燃机分类及型号

凡是通过燃料燃烧把所放出的热能转化为机械能的机器,统称为热机。内燃机是热机的一种,它的特点是燃料在机器内部(气缸)燃烧,燃烧放出大量的热使气体膨胀推动机械做功。蒸汽机与内燃机不同,燃料在机器外部的锅炉内燃烧,将水变为高温、高压的蒸汽,再送至机器内部膨胀做功。燃料在机器外部燃烧,所以蒸汽机和汽轮机都称为外燃机。

长期以来,在养路机械上广泛采用的是活塞式内燃机,按照活塞的运动方式不同,又可分为往复活塞式和旋转活塞式两类。在我们接触的汽车、养路机械等内燃机都是往复活塞式内燃机,本章介绍的也是往复活塞式内燃机。

一、内燃机分类

内燃机有许多不同型式,同一台内燃机从不同的角度看所属的类别又有所不同,通常所说的内燃机主要按下列几种方式分类:

1. 按所用的燃料不同分为煤气机、汽油机和柴油机;
2. 按点火方式不同分为点燃式和压燃式;
3. 按工作循环过程的不同分为四行程和二行程;
4. 按冷却介质不同可分为风冷和水冷内燃机。

此外,内燃机还可按气缸数、气缸的排列方式等分类。

二、内燃机常用术语(图 1-1)

1. 上止点。活塞距曲轴旋转中心线最远点。

下止点。活塞距曲轴旋转中心线最近点。

2. 行程(冲程)。上下止点间的距离。用符

号 S 表示,每当活塞移动一个行程,曲轴就转过半圈(180°)。若用 R 表示曲柄半径,则 $S = 2R$ 。

3. 燃烧室容积。用符号 V_r 表示,活塞在上止点时,由活塞顶、气缸壁及气缸盖所围成的

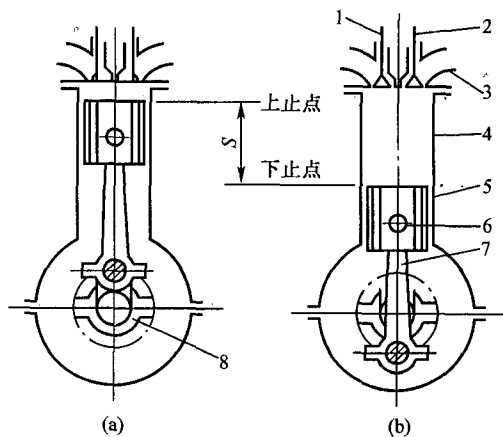


图 1-1 内燃机一般结构

1—进气门;2—排气门;3—排气管;4—气缸;
5—活塞;6—活塞销;7—连杆;8—曲轴。

空间。

4. 工作容积(排量)。用符号 V_s 表示,单缸机为上下止点间的容积。多缸机则是单缸工作容积 $\times$ 气缸数。工作容积表示了内燃机的做功能力,工作容积越大,输出功率越大。

5. 压缩比。用符号 ε 表示,它是气缸最大容积与最小容积的比值,即

$$\varepsilon = \frac{V_s + V_r}{V_r}$$

压缩比表示了气体被压缩的程度,压缩比越大,表示压缩终了的气体温度、压力越高。不同的内燃机对压缩比的要求是不一样的,柴油机采用压燃式要求压缩比大一些, $\varepsilon = 12 \sim 22$;而汽油机因采用点燃式,故压缩比可小一些, $\varepsilon = 6 \sim 9$ 。

6. 工作循环。内燃机每完成一次吸气、压缩、做功和排气称一个工作循环。完成一个工作循环若曲轴旋转了 2 圈,称四行程内燃机,若曲轴旋转了一圈完成一个工作循环,则称二行程内燃机。

三、内燃机的型号表示方法

国家标准 GB 725—82 对内燃机的名称和型号编制规则作了统一规定。该规定的主要内容如下:

1. 内燃机的名称,按照所采用的主要燃料命名,如柴油机、汽油机、煤气机等。

2. 内燃机型号应反映内燃机的主要结构特征及性能,包括以下内容:

(1) 气缸数,用阿拉伯数字表示。

(2) 机型系列,用阿拉伯数字表示气缸直径(单位为 mm),用汉语拼音字母的首位字母表示发动机的行程数。

(3) 变型符号,表示原机型经过改型后,结构形式和性能发生了变化。用数字表示改型顺序,与前面的符号用短横“—”隔开。

(4) 用途及结构特点,如果需要,可在短横前面增加内燃机的特征符号,表示内燃机的主要用途和不同结构特点。

以上几点归纳如表 1-1 所示:

表 1-1 内燃机结构及用途符号

符号	结构及用途	符号	结构及用途	符号	结构及用途	符号	结构及用途	符号	结构及用途
B	皮带输出	C	船用左机	N	农业排灌	T	拖拉机用	F	风冷
D	发电机用	Ca	船用右机	K	工程机械	M	摩托车用	Z	增压
J	内燃机车	Caf	船用辅机	L	带离合器	Q	汽车用		

型号编制举例:

1E65F 汽油机——表示单缸、二行程、缸径为 65 mm 的风冷汽油机。

6135 柴油机——表示 6 缸、四行程、缸径为 135 mm 的水冷通用型柴油机。

4100Q 汽油机——表示 4 缸、四行程、缸径为 100 mm 的水冷汽车用汽油机。

16V240ZJ-2 柴油机——表示 16 缸、四行程、气缸 V 型排列、缸径为 240 mm、增压型、铁路机车用水冷柴油机的第二种变型产品。

NT380 柴油机——表示武进柴油机厂生产的 3 缸、四行程、缸径为 80 mm 的水冷柴油机(NT 为武进柴油机厂的代号)。

此外,有些内燃机型号沿用工厂的自定型号,如:

CA-72 汽油机——CA 为一汽的企业代号;7 表示轿车用,2 表示汽油机的工作容积(L)。

有些从国外引进的产品,仍用原机型号,如:

L-4 汽油机——北京吉普车公司生产的用于切诺基吉普车的 4 缸、水冷汽油机。

第二节 内燃机工作原理

无论汽油机或柴油机每一次将热能转化为机械能都要经过吸气、压缩、作功、排气等过程。上述过程称为内燃机一次工作循环。若内燃机以 4 个行程完成一次工作循环,称为四冲程内燃机。若内燃机以两个行程完成一次工作循环,称为二冲程内燃机。

一、四冲程汽油机

四冲程汽油机的工作原理如图 1-2 所示。

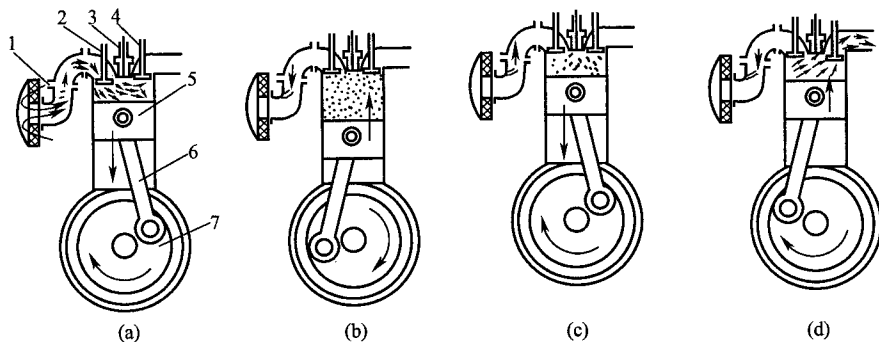


图 1-2 单缸四冲程汽油机工作原理

(a) 进气行程; (b) 压缩行程; (c) 作功行程; (d) 排气行程。

1—化油器; 2—进气门; 3—火花塞; 4—排气门; 5—活塞; 6—连杆; 7—曲轴。

1. 进气行程

当曲轴转动时,活塞借助连杆由上止点向下止点运动,活塞顶部气缸容积逐渐增大,气缸内的压力随之减小。此时排气门关闭,进气门开启,由于气缸内的压力低于外界大气压力,外界的新鲜空气经过空气滤清器,进入化油器,并与化油器内的汽油混合形成可燃混合气。该混合气经进气管和进气门进入气缸。这一过程一直持续至活塞到下止点,进气门关闭为止。由于进气系统阻力,缸体、活塞等高温以及缸内残余废气的影 响,进气终了时,缸内气体压力低于大气压力,约为大气压的 0.7~0.9 倍,气体温度约为 80~130℃。

2. 压缩行程

由于曲轴的惯性,活塞经由下止点向上止点移动,此时进气门和排气门都处于关闭状态。随着活塞的上移,气缸容积逐渐减小,缸内的可燃混合气被压缩,压力和温度同时升高。当活塞到达上止点时,压缩行程终了。此时压力值约为 0.6~1.4 MPa,温度约为 300~450℃。

3. 作功行程

当活塞上移到上止点前的适当时刻,火花塞产生火花,点燃了被压缩的混合气并迅速燃烧,缸内气体的压力和温度急剧上升,最大爆发压力可达 2.9~4.5 MPa,最高燃烧温度可达 2000~2500℃。

在高压高温气体的作用下,迫使活塞由上止点向下止点移动,并通过连杆带动曲轴转动向

外作机械功。随着活塞的下移,缸内气体的压力和温度逐渐下降,当活塞到达下止点时,膨胀作功行程结束,此时压力约为 $0.29 \sim 0.45 \text{ MPa}$ 。温度约为 $900 \sim 1200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4. 排气行程

当活塞到达下止点时,排气门开启,气缸内燃烧产生的废气靠自己的余压力和活塞上移的作用,被排出气缸。当活塞到达上止点时,排气门关闭,排气行程结束。由于排气阻力和气缸的余隙,气缸还残留很少量的废气。此时废气余压力约为 $0.11 \sim 0.125 \text{ MPa}$ 。温度约为 $500 \sim 800 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

二、四冲程柴油机

四冲程柴油机工作原理如图 1-3 所示。

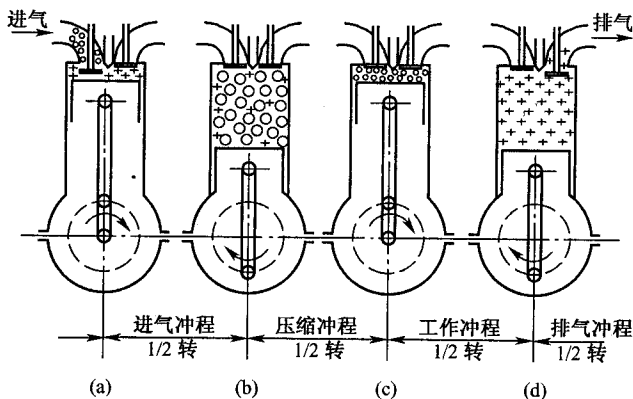


图 1-3 四冲程柴油机工作原理

(a) 进气行程; (b) 压缩行程; (c) 作功行程; (d) 排气行程。

四行程柴油机的进气、压缩过程与汽油机大至相同,所不同的是柴油机吸进和压缩的是不含柴油的空气。当压缩行程快要结束,即活塞接近上止点时,气缸内气体温度可达 $500 \sim 700 \text{ }^{\circ}\text{C}$,压力可达 $3 \sim 5 \text{ MPa}$ 。这时,被喷油泵加压到 10 MPa 以上的柴油,通过喷油器以雾状的形式喷入气缸,在遇到高温空气后就迅速地混合而自行燃烧。气缸内气体的压力则迅速上升至 $6 \sim 9 \text{ MPa}$,温度达到 $1500 \sim 2000 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在这种高压、高温气体的推动下,活塞下行并通过连杆推动曲轴旋转而作功。在排气行程中,同样是排气门开启,废气经排气管排入大气。

三、二冲程内燃机

二冲程内燃机也有汽油机和柴油机之分。其工作原理如图 1-4 所示。

1. 换气——压缩行程

活塞从下止点向上止点移动,当进气口与排气口(柴油机采用排气门,置于气缸顶部)关闭后,即对可燃混合气(柴油机为纯空气)进行压缩。汽油机利用活塞下部产生部份真空,又将新鲜混合气吸入曲轴箱内,为换气过程作准备。柴油机利用扫气泵进行换气。

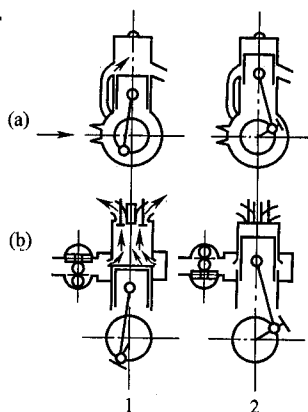


图 1-4 二冲程内燃机工作原理

(a) 汽油机; (b) 柴油机。

1—换气——压缩行程;
2—作功——换气行程。

2. 作功——换气行程

活塞到达上止点前适当时刻,汽油机电火花点燃混合气(柴油机此时则向气缸内喷入柴油并随即自行着火),爆发生成压力的气体,将活塞又从上止点推向下止点,即对外作功,活塞下行到接近下止点时,废气从排气口(或排气门)排出;同时曲轴箱内受压的新鲜混合气从进气口冲入气缸,进一步扫除废气实现气缸的换气。

二冲程内燃机曲轴每转一圈爆发一次,四冲程内燃机曲轴每转两圈爆发一次。若在相同的气缸工作容积与曲轴转速下,前者所产生的功率理论上等于后者的两倍,但由于二冲程内燃机换气时间短,气缸充气很难充足,活塞行程的一部分用于换气,使有效作功行程减小;汽油机的新鲜混合气在换气时有少量随着废气排走而浪费,实际上二冲程内燃机功率为四冲程的1.5~1.7倍。但二冲程内燃机具有结构简单,重量轻,造价低等优点。放在移动式机具上仍得到广泛的应用(二冲程柴油机的经济性比二冲程汽油机又好些)。

四、多缸内燃机

单缸四冲程内燃机每4个行程,只有一个行程作功。单缸二冲程内燃机每两个行程作一次功,其余行程都消耗功。造成曲轴的转速时快时慢,运转不平稳,甚至不能平稳地带动负荷。为解决这一矛盾,在曲轴上装一个很重的飞轮,在作功行程时,吸收一部分能量,然后,在非作功行程,释放所贮存的能量。这样可部分地减小单缸内燃机转速的波动。但使单缸机笨重而庞大,为解决这一缺点,可采用多缸内燃机。

四缸四冲程内燃机工作顺序如图1-5所示。

多缸机各缸可以轮流作功,就四缸机而言,曲轴每转过 180° 就有一缸作功,其工作顺序有两种:一种是1—3—4—2;另一种是1—2—4—3。

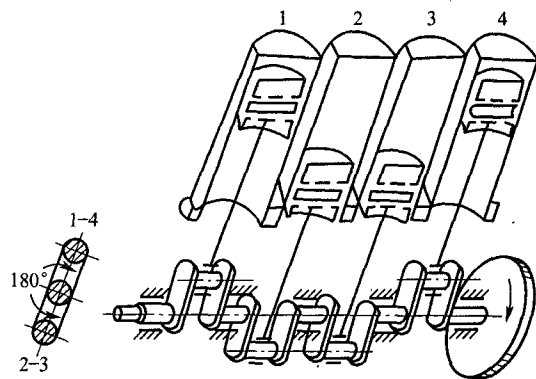


图1-5 四缸四冲程内燃机工作原理

第三节 内燃机基本构造

内燃机的基本构造应包括曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系、润滑系、冷却系和电系等。一般称为两大机构和四大系统。内燃机就是依靠这些机构和系统共同协调工作,实现能量转换、保证连续正常地工作。

一、曲柄连杆机构

曲柄连杆机构的作用是将活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动,并将活塞承受气体膨胀压力转变为扭矩,通过曲轴向外输出机械功。该机构由机身零件和运动零件所组成。

(一) 机体组件

机体组件包括气缸体—曲轴箱、气缸套、气缸盖、气缸垫和油底壳等零件。

1. 气缸体—曲轴箱

气缸体用来安装气缸套,曲轴箱用来支承曲轴。曲轴箱分上、下两部分。通常把气缸体和上曲轴箱铸成一体,总称为机体。机体是整个内燃机的骨架,它不仅支承全部曲柄连杆机构,

而且也是其他机构和辅件的安装基础。气缸体的结构型式因冷却方式、气门配置方式不同而异。气缸体一般用灰铸铁制成。气缸体内部铸有若干隔板和加强筋,用来增大刚度。气缸体内部用来引导活塞作往复运动的圆筒称为气缸。内燃机气缸体的结构如图1-6所示。

在缸体上面有气门座、冷却水道,在缸体侧面有进、排气道、气门室。缸体下部有主轴承座。缸体下平面装油底壳。前端面装正时齿轮室盖。在缸筒与缸体之间铸有水套。气缸筒有整体式和嵌入式。嵌入式的气缸筒叫气缸套。现在多采用嵌入式缸筒。

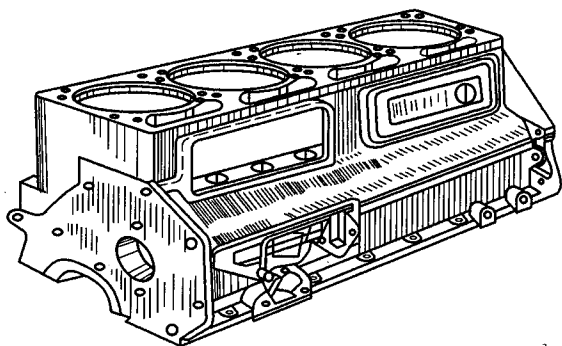


图1-6 内燃机气缸体

2. 气缸套

气缸套的作用是与活塞、气缸盖共同构成燃烧室和气缸工作空间。给活塞往复运动导向,且又是散热通道。气缸套的工作条件十分恶劣,它直接承受高温、高压和活塞侧压力。所以气缸套常采用优质合金铸铁离心浇铸,热处理后加工而成。气缸套分为干式和湿式两种,干式气缸套外圆表面不接触冷却水,无漏水现象。但冷却效果差,一般多用于汽油机。湿式缸套的外圆表面直接接触冷却水,冷却效果好,加工拆装容易,但应注意防漏水,一般多用于柴油机。

3. 气缸盖

气缸盖用来封闭气缸的顶面,它与气缸套、活塞构成燃烧室和气缸工作空间,提供进、排气通道,安装配气机构零件和喷油器等。气缸盖直接接触高温高压燃气,要求耐高温且有足够的强度和刚度。接合面有良好的密封性,可靠的冷却,故气缸盖采用铸铁或铸铝合金铸造。

气缸盖的结构型式有整体式和分段式,如图1-7所示。

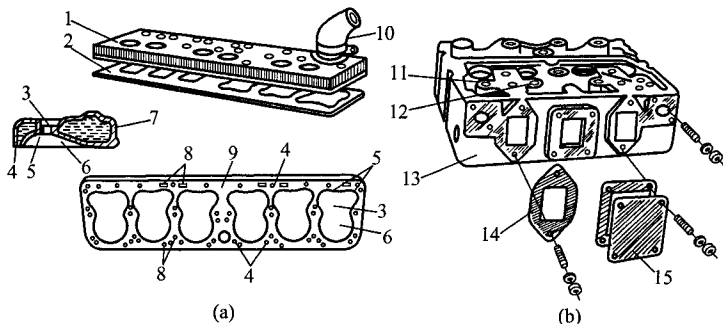


图1-7 气缸盖

(a)整体式气缸盖;(b)分段式气缸盖。

1—气缸盖;2—气缸垫;3—火花塞螺孔;4—螺栓孔;5—避让气门凹坑;6—燃烧室;7—水套;8—通水孔;9—气缸盖下平面;10—进水管;11—进气门导管;12—排气门导管;13—排气管;14—排气管垫片;15—盖板。

整体式是内燃机各个气缸共用一个气缸盖,其优点是结构紧凑,零件少。但热膨胀受力不均,容易变形。分段式可以是一缸一盖或两缸共一盖,它的优点是不易变形,且拆装方便,一般多用于柴油机。

4. 气缸垫

气缸垫是气缸盖和气缸体接合面之间的密封元件。其作用是弥补气缸盖和缸体结合面不

平,保证不漏气、不漏水。目前应用较多的是金属—石棉气缸垫。石棉中间夹有金属丝或金属屑,外覆盖铜皮或铁皮,水孔周围用铜片镶边,燃烧室孔处用镍片镶边,以防烧坏。

5. 油底壳

油底壳即下曲轴箱,它用来密封曲轴箱,收集和储存润滑油,以供润滑系统使用,它是一个盆状体,用薄钢板冲压而成。然后用螺钉紧固在机体的下部。

(二) 运动机件

运动机件包括活塞组、连杆组和曲轴飞轮组等。

1. 活塞组

活塞组包括活塞、活塞销、活塞环和卡环等,如图 1-8 所示。

(1) 活塞

活塞的作用:它承受气缸中燃气的压力,并将此力通过活塞销传给连杆,以推动曲轴旋转;活塞顶部与气缸盖共同组成燃烧室。

活塞的工作条件:其工作条件是相当恶劣的,承受高温(燃气温度 $2\ 270 \sim 2\ 770\ \text{K}$),高压(柴油机爆发压力达 $6 \sim 10\ \text{MPa}$,汽油机爆发压力达 $3 \sim 5\ \text{MPa}$)和高速(柴油机最高转速达 $6\ 000\ \text{r/min}$,汽油机最高达 $10\ 000\ \text{r/min}$)。

活塞的构造:活塞由顶部、头部和裙部三部分组成。

顶部:根据燃烧、混合及换气的需要,可制成平顶、凸顶和凹顶。平顶结构简单,加工容易,受热面积小,多用于汽油机。凹顶主要是为了构成较合理的燃烧室形状,以改善燃烧条件,提高内燃机的动力性和经济性,多用于柴油机。凸顶便于换气扫气,多用于二冲程内燃机。

头部:是指活塞销以上部分,由气环槽和油环槽组成。用以安装气环和油环。油环槽位于气环槽下面,其底部加工出许多小孔,以收回油环从气缸壁上刮下多余的润滑油,并经此孔流回油底壳。

裙部:它是指从油环槽下端到活塞底边一段圆柱体部分。其作用是引导活塞在气缸中作往复运动并承受侧压力。在裙部设有活塞销座。

由于活塞在高温、高压和高速下工作,故要求它具有强度高、重量轻、导热性和耐磨性好。现代内燃机多用铝合金活塞。但它的膨胀系数大,刚性差。另外,裙部受到侧压力的作用,产生变形。为防止因活塞受热直径变化破坏活塞与气缸间的配合间隙,常采取以下措施:

①根据活塞上下受热程度不同,在冷态时预制成上小、下大的锥形或阶梯形活塞。

②根据活塞销座部分膨胀量大的特点,将裙部预先加工成椭圆形,其长轴垂直于活塞销轴方向。

③在裙部加工出横槽和竖槽,横槽位于油环槽的下面,以减少头部的热量向下传导。竖槽有一道或几道,并与横槽连通,形成 T 形式 II 形,使裙部具有一定的弹性,从而使冷态下的气缸间隙尽可能小,而在热态下利用竖槽的补偿作用,使活塞不致卡死在气缸里。竖槽一般开在受侧压力小的一面。

④采用双金属活塞,即在铝合金活塞销座的两侧铸入膨胀系数较小的合金钢片,以减少裙

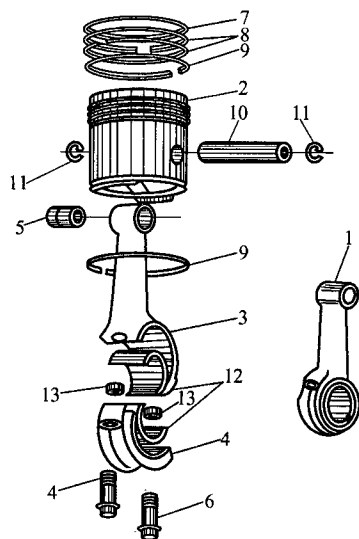


图 1-8 活塞连杆的构造

1—连杆总成;2—活塞;3—连杆;4—连杆盖;5—活塞销轴衬;6—连杆螺栓;7—多孔镀铬环;8—压缩环;9—油环;10—活塞销;11—活塞销卡环;12—连杆轴瓦;13—定位套筒。

部的热膨胀。

(2) 活塞环

活塞环是具有一定弹性的金属开口圆环。分为气环和油环两种。

气环的作用是密封活塞与缸壁之间的缝隙,防止燃气漏入曲轴箱,同时将活塞上部的热量传给气缸壁。油环的作用是刮去气缸壁上多余的润滑油,不让它窜入燃烧室,防止燃烧积碳。同时为缸壁涂一层均匀的油膜。

(3) 活塞销

活塞销用来连接活塞与连杆小头,并传递力的作用。活塞销在高温下承受很大周期性冲击载荷,且润滑条件较差。故要求强度高、韧性好、耐磨等。常用低碳钢或低碳合金钢制成空心轴,表面渗碳淬火,最后磨削加工而成。

活塞销的连接方式有三种,活塞销固定在活塞销座上,活塞销固定在连杆小头孔中和活塞销浮动于活塞销座及连杆小头孔中。目前多采用最后一种。

(4) 弹性卡环:为了防止活塞销在工作时发生轴向移动,用弹性卡环进行轴向定位,见图 1-8。

2. 连杆组

连杆组由连杆、连杆盖,连杆螺栓,连杆瓦和小头衬套等组成,如图 1-8 所示。连杆组的功用是连接活塞与曲轴,将往复运动变为旋转运动,并传递动力。

连杆:连杆小头做成圆管形,与活塞销配合,小头孔内装有青铜衬套。小头和衬套上钻孔或铣槽,以集存润滑油。连杆大头装在曲柄销上,一般分成两半,被分离的一半叫做连杆盖。在连杆盖内装有连杆轴瓦,装配时用高强度螺栓紧固,杆身是连杆大头与小头的连接部分。为减轻重量,提高强度和刚度,一般做成工字形截面。当活塞销采用压力润滑时,杆身中钻有油孔,以沟通连杆大小头的油路。

连杆螺栓:它是用来紧固连杆大头和连杆盖,保证在任何工况下运转时密合无缝,紧固必须牢靠,扭紧后还要用软铁丝、锁紧片或开口销锁紧。该螺栓用合金钢精加工制成。

连杆轴瓦:连杆大头与盖中装有分开式滑动轴承,称为连杆轴瓦。轴瓦用低碳钢带做瓦背,其内表面浇注减摩合金。汽油机用锡基合金,柴油机用铜铅合金。轴瓦上有油孔及油槽。为防止轴瓦在工作中发生转动或轴向移动,在两片轴瓦的不同端面上,冲制高出沉背面的“定位唇”,装配时,定位唇分别嵌入连杆大头和连杆盖上相应的凹槽中。

3. 曲轴飞轮组

曲轴飞轮组由曲轴和飞轮组成,如图 1-9 所示。

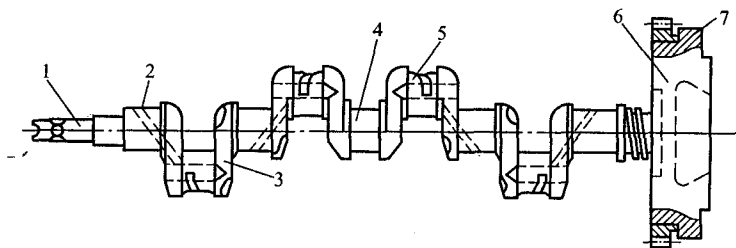


图 1-9 曲轴和飞轮

1—曲轴前端;2—润滑油道;3—曲柄臂;4—主轴颈;
5—连杆轴颈;6—后端凸盘;7—飞轮。

(1) 曲轴

曲轴的功用是将活塞的往复运动通过连杆转变为旋转运动,保证活塞在非做功行程(进

气、压缩和排气)期间正常运转,并带动内燃机各辅助装置。曲轴的材料应采用强度、刚度、冲击韧性和耐磨性都较高的材料。曲轴的结构型式可分为整体式和组合式两大类。整体式曲轴具有较高的强度和刚度,结构紧凑,重量轻。但加工较困难。组合式曲轴是将曲轴分成若干部分,分别加工,然后组装成整体,加工方便,但组装工作复杂,强度和刚度较差,便于系列化生产。整体式曲轴由主轴颈、连杆轴颈、曲柄臂、润滑油道和曲轴前端及后端凸盘组成,见图1-9。

曲轴前端装起动爪和曲轴正时齿轮等,后端凸盘用以固定飞轮。在主轴颈和连杆轴颈均钻有油孔,连杆轴颈常做成空心的,它与主轴颈油孔之间有油道相通。润滑油从主轴承的专门油道进来,经主轴颈油孔,油道到达连杆轴颈及其油孔,来润滑连杆轴颈表面。

(2) 飞轮

飞轮的作用是储存做功行程的能量,克服非工作行程的阻力,使曲轴能均匀地旋转,并提高内燃机短时间超负荷能力。飞轮常用铸铁制成轮缘宽而厚的圆盘(图1-9)。这样可在同样的质量下得到较大的转动惯量。对用电动机起动的内燃机,轮缘的一侧装有齿圈。为便于调整气门间隙,在轮缘上还刻有第一缸活塞位于上止点对应的刻度线以及其他调整用的刻度线。飞轮用螺栓紧固在曲轴后端的凸盘上。

二、配气机构

配气机构的功用是按照内燃机各缸的发火顺序和工作过程,适时地开启和关闭各缸的进、排气门,保证进气充分、排气干净。

配气机构的型式有三种,即气门式、气孔式和气孔-气门式。四冲程内燃机多采用气门式配气机构。按气门安置不同,分为侧置式气门配气机构和顶置式气门配气机构。二冲程内燃机多采用气孔式配气机构,它利用活塞的运动控制气缸上的气孔实现换气;二冲程柴油机多采用气孔-气门式配气机构。它利用气缸上的气孔进气,利用装在气缸盖上的气门排气。这样可兼顾二者的优点。

(一) 配气机构的类型

一种是气门安装在气缸盖上,气门的传动零件则分别安装在气缸体与气缸盖上,称为顶置式或倒置式配气机构,如图1-10所示;另一种是气门及其传动零件都装在气缸体的一侧,称为侧置式或顺置式配气机构,如图1-11所示。

侧置式配气机构因气门侧置,其燃烧室(活塞在上止点时活塞顶面与气缸盖、缸壁形成的空间)不紧凑,而且与冷却水接触面积大,热损失大。近年来采用这种安置形式的配气机构较少,大多采用顶置式,尤其在柴油机上,因为它正好把侧置式的一些缺点变成优点。

(二) 气门间隙

为保证气门在压缩和做功过程中的密封性,不致因气门杆、推杆和挺杆受热膨胀伸长使气门关闭不严而漏气,必须使气门在完全关闭时气门杆尾端留有适当的间隙。若间隙过大,会影响气门的开启时间和开启高度,使进气不足,排气

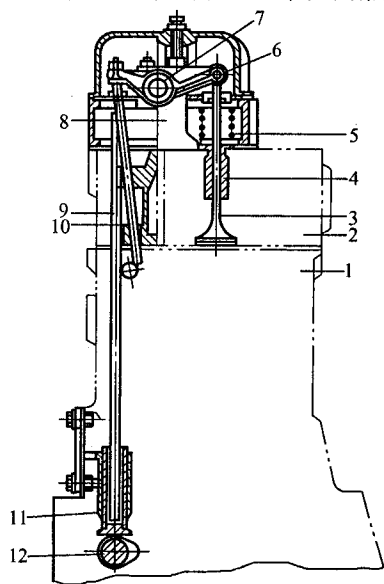


图1-10 顶置式配气机构

1—气缸体;2—气缸盖;3—气门;4—气门导管;5—气门弹簧;6—摇臂;7—摇臂轴;8—摇臂架;9—推杆;10—减压顶杆;11—挺杆;12—凸轮轴。

不尽,且有敲击声;如果间隙过小,会使气门关闭不严,气缸内压力下降,气门工作面烧蚀,降低内燃机的功率。气门间隙除了新机出厂前要调整外,在使用过程中,也要随时调整。

气门间隙调整方法有两种:

1. 按照气缸发火顺序逐个进行调整

调整步骤是:首先摇转曲轴,使第一缸处于压缩上止点位置。此时,这气缸的两个气门都处于关闭状态,拧松锁紧螺母和调整螺钉,用符合规定间隙的厚薄规插入气门间隙处,然后拧动调节螺钉至规定间隙后,在拉出厚薄规时应有一定紧度而不是松旷。此时将调整螺钉固定,再拧紧锁紧螺母。按上述方法,分别调节各气缸的气门间隙。这种办法效率低,但易学可靠,适合于初学者和一般维修。

2. 两次调整法

首先要知道内燃机各缸的发火顺序及气门排列顺序,就不需逐缸调节。分两次就可将所有气门间隙调整好。如第一缸活塞处于压缩上止点时,NJ70 汽油机可调 1—2—3—6—8—9 气门,解放牌汽油机可调 1—2—3—5—7—9 气门。而当第六缸活塞处于压缩上止点位置时,NJ70 汽油机可调 4—5—7—10—11—12 气门,解放牌汽油机可 4—6—8—10—11—12 气门。如此等等。这种办法效率高,可适应于成批生产。

(三) 空气滤清器

空气滤清的方法有三种,一是惯性法,利用空气中所含灰尘和杂质的比重比空气大,气缸吸气时,引导空气流急剧旋转,由于离心力的作用,使空气中的灰尘和杂质自动甩出去;二是油浴法,使被过滤的空气通过油液进行清洗;三是过滤法,当气流通过滤芯时,灰尘和杂质被隔离粘附在滤芯上。综合式空气滤清器就是利用上述三种方法而制成的。它由滤清器盖、滤芯及带有机油盆的滤清器壳组成,如图 1-12 所示。

内燃机工作时,空气以很大的速度从盖与壳之间的夹缝中流入并向下行,较大颗粒的灰尘具有较大的惯性,冲向机油面,被机油粘附,较细的灰尘随空气转向滤芯流去,被滤芯粘附,经过这两级过滤,灰尘将被滤去 95%~97%。已滤清的空气从上方进入中心气管,然后进入气缸。

近年来纸质滤芯滤清器得到推广,它与综合式滤清器比较,具有重量轻、高度小,成本低及滤效高等优点,已被广泛的应用。

(四) 消声器

消声器的作用是减少废气排气时的强烈噪声,消除废气中的火焰和火星。它的基本工作原理是消耗废气流的能量并平衡废气流的压力波动。消声器的结构如图 1-13 所示。

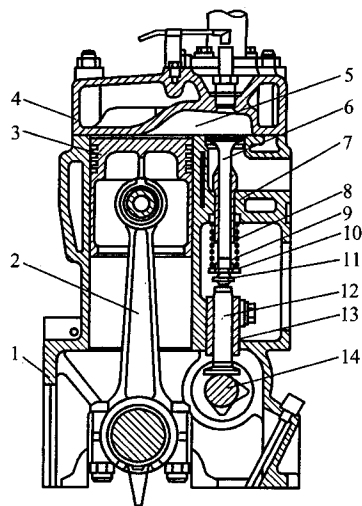


图 1-11 侧置式配气机构

1—气缸体;2—连杆;3—活塞;4—气缸盖;5—燃烧室;6—气门;7—气门导管;8—气门弹簧;9—弹簧座;10—锁片;11—调整螺钉;12—挺杆;13—挺杆导管;14—凸轮轴。

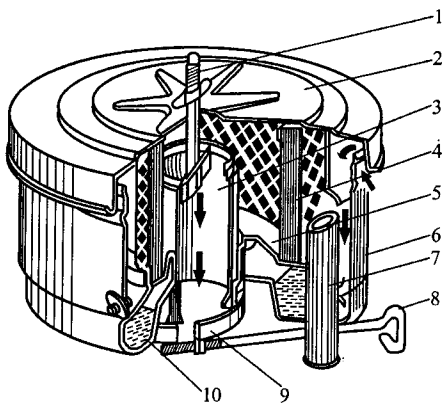


图 1-12 空气滤清器

1—螺杆;2—滤清器盖;3—气管;4—滤芯;5—滤芯支承盘;6—滤清器壳;7—曲轴箱通风管;8—紧固夹螺栓;9—支承固定螺母;10—机油。

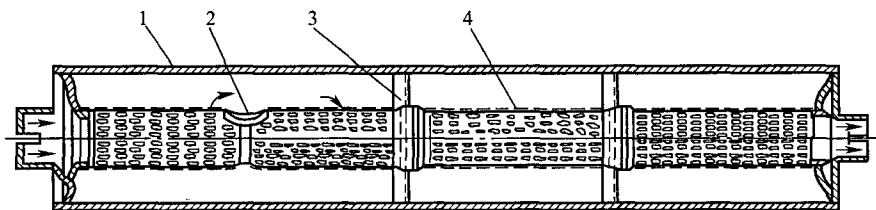


图 1-13 排气消声器

1—外壳;2—收缩截面管;3—隔板;4—多孔管。

消声器用薄钢板冲压后焊接而成。两个隔板将消声器分成三个大小不等的消声室。废气由内管一端流入,从另一端排出。内管壁上有大小不等的许多小孔通消声室,当脉动的废气流经过内管时,由于可通过小孔出入消声室,使气流不断膨胀、冷却及能量消耗,气流波动幅度减小,噪声随之减弱。

第四节 柴油机燃料供给系统

柴油机在工作中,要求当活塞到达压缩上止点的时刻,能够向气缸内注入良好的雾化柴油,使燃油和被压缩的空气均匀地混合后,燃烧爆发,推动活塞做功。同时,当柴油机工作时要求能够满足不同的工作状态的需求,如高速、中速、低速和怠速的不同工作状态。上述对柴油机的工作要求,是依靠燃料供给系统实现的。因此,燃料供给系统的任务是根据柴油机不同的运转状态,在预定的时间内,向气缸喷射一定数量的良好的雾化燃油。一般柴油机燃料供给系统的组成,如框图 1-14 所示。

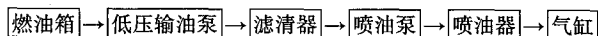


图 1-14 燃料供给系统框图

在图中,柴油机工作所需的燃油存放在燃油箱中。在使用前,在低压输油泵的作用下(有些柴油机没有输油泵,靠重力供油),使燃油从油箱中吸出,提高压力后,送入燃油滤清器,对燃油中的杂质进行过滤,过滤后的洁净燃油被送至喷油泵。喷油泵能够根据柴油机在不同工作状态下的要求,在规定的时间内,将相应数量的燃油提至较高的压力之后送给喷油器。在高压燃油的作用下,燃油通过喷油器,以雾状喷入气缸内,与压缩空气混合后,燃烧爆发。下面我们介绍各部件的原理和结构。

一、喷油泵

(一) 喷油泵的作用

喷油泵是柴油供给系中的重要部件,其作用是以雾化质量良好的柴油,定时、定量、定压地喷入气缸,且与空气混合形成良好的混合气。定时,就是根据柴油机工作循环要求,保证一定的供油开始时间和供油延续时间。定量,就是随柴油机负荷的大小,供给相应的油量。定压,根据燃烧室的形状和混合气形成方式,以足够高的压力满足柴油的雾化和混合的需要。供油、停油要迅速敏捷,无滴漏现象。柴油机常用的是柱塞喷油泵。

(二) 柱塞喷油泵的结构和工作原理

柱塞喷油泵由泵体、柱塞偶件,供油量调节机构和传动机构等组成,如图 1-15 所示。