

全国家用电器维修培训补充读物 55

进口汽油发电机 原理·结构与维修技术

石楚生 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 提 要

本书是一本实用技术读物,书中比较详细地介绍了近年来我国进口量很大的雅马哈、罗宾、本田等系列汽油发电机的结构、原理及维修技术,重点讲述了使用、保养、调整、拆卸及安装程序。全书共分七章,主要内容有:汽油发电机概述;汽油机工作原理;汽油机结构;同步交流发电机;进口汽油发电机的选择、使用维护与调整;进口汽油发电机的故障排除;进口汽油发电机的修理。附录部分编入了进口汽油发电机典型机型的维修数据。在全书内容上突出了进口机型特点,与实际应用紧密结合,图文并茂,可操作性强。

本书可供汽油发电机使用与维修人员阅读,也可作为有关院校的相关专业师生参考。

丛 书 名: 全国家用电器维修培训补充读物 55

书 名: 进口汽油发电机原理·结构与维修技术

著 者: 石楚生 编著

责任编辑: 向 群

印刷者: 一二〇一工厂印刷

装订者: 北京云峰印刷厂装订

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

URL: <http://www.phei.com.cn>

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.5 字数: 425.8 千字

版 次: 1998 年 11 月第 1 版 1998 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 1—5000 册

书 号: ISBN 7-5053-5069-2
TN·1219

定 价: 20.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

版权所有·翻印必究

目 录

第一章 概述	(1)
1.1 进口汽油发电机的结构及分类	(1)
1.2 进口汽油发电机的特点	(3)
1.3 进口汽油发电机的主要电气性能指标	(4)
第二章 汽油机的工作原理	(8)
2.1 汽油机总体构造	(8)
2.2 汽油机的工作原理	(10)
2.3 汽油机的主要性能指标	(15)
第三章 进口汽油机结构	(19)
3.1 曲轴连杆机构	(19)
3.2 机体零件	(29)
3.3 配气机构	(31)
3.4 燃料供给系	(40)
3.5 汽油机的润滑和冷却	(47)
3.6 电子点火系	(49)
3.7 启动装置	(56)
第四章 同步交流发电机	(63)
4.1 同步交流发电机的分类	(63)
4.2 同步交流发电机的结构	(65)
4.3 同步交流发电机的工作原理	(72)
4.4 同步交流发电机的特性	(75)
4.5 同步交流发电机的励磁方式	(81)
4.6 同步交流发电机的自动调压系统	(83)
4.7 进口汽油发电机的控制箱	(86)
第五章 进口汽油发电机的选择、使用维护与调整	(96)
5.1 汽油发电机的选择	(96)
5.2 汽油、润滑油、混合油的选用	(99)
5.3 进口汽油发电机的使用	(101)
5.4 进口汽油发电机的调整	(106)
5.5 进口汽油发电机的维护	(111)
第六章 进口汽油发电机的故障排除	(120)
6.1 汽油机各系统的故障排除	(120)
6.2 汽油机综合故障排除	(142)
6.3 发电机和配电盘的故障排除	(157)

6.4	进口汽油发电机故障排除一览表	(162)
6.5	进口汽油发电机故障检修实例	(168)
第七章	进口汽油发电机的修理	(177)
7.1	维修用工具、量具及仪表	(177)
7.2	拆卸与清洗	(186)
7.3	零部件的检验与修理	(202)
7.4	装配、磨合与试验	(228)
附录	典型机型的维修数据	(237)
1.	雅马哈机型维修数据	(237)
2.	罗宾机型维修数据	(257)
3.	本田机型维修数据	(270)

第一章 概 述

汽油发电机组(简称汽油发电机)常被作为移动式的独立电源来使用。进口汽油发电机在原理和结构上,与国产汽油发电机基本相同。由于进口汽油发电机应用了新材料和新技术,在整体设计及制造工艺上有所改进,因此整体性能常优于国产汽油发电机。

进口汽油发电机具有以下优点:工作可靠、性能稳定、适应性强、体积小、重量轻、机动灵活、启动性好、动力经济性能优良、噪声小、结构紧凑、设计新颖、造型美观、自动化程度较高、维修量小(又称免维护)、操作简便。目前广泛用于金融、电信、信息、城镇商业和服务行业的照明、计算机等领域作为应急电源。较大功率的汽油发电机组还可用作动力电源。

本章简述汽油发电机的结构、分类及主要技术指标。

1.1 进口汽油发电机的结构及分类

1.1.1 汽油发电机的组成

汽油发电机由汽油机、同步交流发电机、控制箱等组成,它们安装在同一底架上。汽油机与发电机之间通常采用刚性联接,组成小型独立的移动电站,如图 1-1 所示。机组能分别输出单相 110V 及 230V、三相 400V 频率为 50Hz(60Hz)的电源电压。

一、汽油机

汽油机是机组的动力部分,有四冲程和二冲程两种类型,为风冷式。其点火系统采用无触点电子点火系统,并设有润滑油量不足自动停车告警保护装置。

汽油机的工作原理、结构、主要性能将在第二、三章讲述。

二、发电机

发电机是机组的发电部分,通常为卧式防滴型无刷或有刷自动励磁同步交流发电机,采用旋转磁极式结构,磁极一般为凸极式。

发电机采用电容式无刷励磁系统和自动电压调节(A. V. R)系统。电容式励磁调压系统结构简单、工作可靠;A. V. R 调节系统具有动态性能好、电压波形畸变小、效率高等优点。

同步交流发电机的工作原理、结构、励磁方式、自动调压系统等将在第四章讲述。

三、控制盘

控制盘是对汽油发电机进行控制、监测及保护的综 合装置。

控制盘上通常装有启动及停机按钮、发电机电压整定及自动调整装置、测量仪表、交直流电输出插座及开关、保护装置及指示灯等。详情见第四章。

1.1.2 进口汽油发电机的分类

进口汽油发电机的种类很多,可满足不同用途的要求。通常根据其功能和主要性能分类。

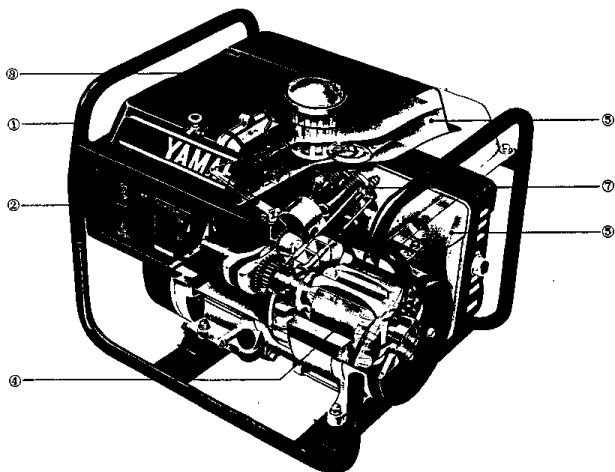


图 1-1 进口汽油发电机外形图

①机架 ②控制盘 ③排污装置 ④无刷发电机 ⑤燃料箱 ⑥消音器 ⑦汽油机

一、按功能区分

1. 发电机组。汽油发电机组作为一般电源使用。
2. 电焊机组。汽油发电机主要用于电焊,也可用作辅助电源。
3. 普通型

采用无触点点火系统。装有电压表、燃油表、自动减压器、无熔丝断路器、交直流输出开关、润滑油油量告警装置等。

4. 豪华型(低噪音型)

除具有普通型机组的功能和技术性能外,还装有抗流互锁装置、低噪声系统、燃油和绝缘电阻告警系统。并具有自动启动、自动抗流、自动供电(转换)功能。此外,还采用了防滴型装饰性的外围结构。

二、按相数区分

1. 单相汽油发电机

可分别输出 115V 或 230V 的交流电。小功率的发电机通常采用单相发电机。

2. 三相汽油发电机

可输出 230V/400V 三相四线制的交流电。

三、按频率区分

1. 交流

发电机产生 50Hz 的交流电。我国和世界上大多数国家都采用此种频率。

发电机产生 60Hz 的交流电。美国、日本、加拿大等国同时采用 50Hz 和 60Hz 的频率。

2. 直流

不少进口汽油发电机组在输出 50Hz 或 60Hz 的交流电的同时,还能输出 12V 的直流电。

四、按汽油机的结构区分

1. 二冲程汽油发电机组

轻型发电机通常采用单缸二冲程汽油机。

2. 四冲程汽油发电机组

较大功率的汽油发电机组通常采用单缸或多缸汽油机。

1.2 进口汽油发电机的特点

进口汽油发电机与国产汽油发电机相比各有不同的特点。随着科学技术的发展和新技术的应用,目前某些国产汽油发电机的性能也已大大改进和提高。

进口汽油发电机的特点如下:

1. 无电刷交流发电机,可免去维修电刷的麻烦,同时免去了集流环,消除了因其氧化腐蚀接触不良所造成的故障;无刷交流发电机均采用自动建压系统。

2. 电容器式电压调整器,装置简单、工作可靠,电容器不易击穿,基本上保证在不同工作条件下电压稳定。

3. 自动电压调节器(A. V. R)。具有自动启动电路,利用可控硅(S C R)或功率晶体管自动调节励磁电流,达到自动调压的目的。采用此装置后,调压精度高,在任何情况下均能保证电压稳定。自动电压调节器采用塑封固定,可免除日常维护。

4. 机油油位自动检测及告警装置。当机油油位下降到许可限度以下时,油位检测器会自动关机,并采用不同方式进行报警。

5. 噪音低。汽油机安装有较大且极安静的消音器以及安静的旋风式空气滤清器。

6. 燃油油量自动显示器。一般的燃油箱可供汽油机 5 至 11 小时连续运转并能及时显示燃油油量。

7. 无线电干扰小。一是采用无刷装置,二是采用降音火花塞和火花塞盖,可防止对收音机及通信设备造成的干扰。

8. 体积小、重量轻、便于移动。一般汽油发电机每千瓦重量为 20kg,携带方便。

9. 易于启动,便于操作。汽油发电机设有机械自动减压装置,使启动(人力、电动)省力、方便、可靠;操作控制调整部位少,使用操作方法简明。

10. 维修量小、方便。由于各制造厂家不断改进技术和生产工艺,汽油发电机的功能还在日趋完善和更新换代。

1.3 进口汽油发电机的主要电气性能指标

发电机组作为供电设备,应该向用电设备提供符合要求的电能。汽油发电机的主要电气性能指标不仅是衡量发电机供电质量的标准,而且也是正确使用和维修机组的主要依据。因此,对于使用和维修人员来说,必须掌握发电机组的主要电气性能指标。

发电机组的主要电气性能指标,包括稳态指标和动态指标。

1.3.1 稳态指标

发电机组在一定负载下稳定运行时的电气性能指标称作稳态指标。

一、额定值

对发电机来说,额定值就是指电机铭牌上所标示的数据。

1. 相数:分为单相和三相。

2. 额定频率:发电机以额定转速运行时的电压频率,叫额定频率。一般用电设备,要求交流电压的额定频率为 50Hz。普通的发电机组只能发出一种频率的交流电;特殊发电机可同时发生两种不同频率的交流电。

3. 额定转速:汽油发电机的额定转速一般为 3150r/min 和 3600r/min 两种。

4. 额定电压:发电机以额定转速运行时的空载电压,规定为发电机的额定电压。在低压范围内单相发电机的额定电压,一般为 220V 或 230V,也有发电机为 110V 或 115V。三相发电机额定电压一般为 400V。

5. 额定电流:发电机输出额定电压和额定功率(或额定容量)时的输出电流,规定为额定电流。单位为 A。

6. 额定输出功率(额定容量):发电机的额定电压和额定电流之积,叫发电机的额定容量。单位为 kVA。有些电机铭牌上往往标出额定功率,它等于额定容量与额定功率因数之积,或者等于额定电压、额定电流和额定功率因数三者之积,单位是 W 或 kW。

7. 最大输出功率:允许短时超载运行时的输出功率,一般为额定输出功率的 110~120%。单位为 kVA。

8. 功率因数:发电机的额定功率(有功功率)与额定容量(视在功率)之比,叫发电机的额定功率因数。当发电机的容量一定时,功率因数越高,其输出的有功功率越多,发电机的能力发挥得越充分。一般情况下,发电机的功率因数不允许低于 0.8。

二、调压范围

当发电机稳定运行时,其空载电压应能在一定范围内进行调节,保证供给负载所需要的电压。一般情况下,调压范围应在额定电压的 105%至 110%之间。

三、稳态调压率

发电机加额定负载而稳定运行时,其端电压与额定电压之差占额定电压的百分数,叫做稳态调压率,其数学表达式如下:

$$\delta U = \frac{U_1 - U_0}{U_0} \times 100\%$$

式中: δU ——发电机的稳态调压率;

U_0 ——发电机的额定电压(V)；

U_1 ——发电机加额定负载时的端电压(V)。

稳态调压率是衡量发电机端电压稳定性的重要指标,其值越小越好。稳态调压率越小,说明负载的变化对发电机端电压的影响越小,发电机端电压的稳定性越高。但是,要求发电机的端电压绝对稳定是做不到的,只能采用适当的调压系统,让它稳定在一定的范围之内,也就是说,只能做到相对稳定。

稳态调压率在不同的负载情况下各不相同,在感性负载时,稳定电压要低于空载额定电压;在容性负载时,在一定范围内稳定电压却高于空载额定电压。自动调压系统应能适应不同负载时的调压要求,自动地调整输出电压,使其稳定在一定的范围内。自动调压系统的这种调节能力越强,则稳态调压率越小,发电机的端电压越稳定。

四、稳态频率调整率

稳态频率调整率是指发电机负载变化前后的稳定频率之差与额定频率之比的百分数,计算公式如下:

$$\delta f = \frac{f_2 - f_1}{f_0} \times 100\%$$

式中: δf ——稳态频率调整率;

f_0 ——额定频率(Hz);

f_1 ——负载变化前的稳定频率(Hz);

f_2 ——负载变化后的稳定频率(Hz)。

稳态频率调整率 δf 越小越好, δf 越小说明频率越稳定。稳态频率调整率与发动机的调速性能有关,调速器的调节能力越强,则频率越稳定。

五、电压波形畸变率

发电机的端电压波形,理想情况下应为正弦波,实际上发电机的端电压不是真正的正弦波,其中既含有基波,又含有三次及三次以上的高次谐波,诸谐波的有效值的均方根值与基波有效值的百分比叫做电压波形畸变率,这样的畸变,叫正弦性畸变。一般情况下,发电机空载额定电压波形的正弦性畸变率应小于10%,额定功率小于10kW的单相机组为15%。

电压波形的正弦性畸变率过大,会使发电机发热严重,温度升高而损坏发电机的绝缘,影响发电机的正常工作。

六、电压热偏移

当环境温度和发电机组本身的温度升高时,发电机铁芯的导磁率下降,绕组的直流电阻增加,电路元件参数变化,结果引起发电机端电压的变化,这种现象叫做电压热偏移。由温度升高所引起的电压变化量占额定电压的百分数,一般不许超过2%。

七、电压波动率

当发电机的负载不变时,由于激磁系统不稳定和发动机转速不稳定,将导致发电机端电压的波动。电压波动率 δU_B 按下式计算:

$$\delta U_B = \frac{U_{Bmax} - U_{Bmin}}{U_{Bmax} + U_{Bmin}} \times 100\%$$

式中: U_{Bmax} ——负载不变时的最高电压(V);

U_{Bmin} ——负载不变时的最低电压(V)。

电压波动率越小越好。

八、频率波动率

当负载不变而发动机的转速变化时,电压的频率将发生波动。频率波动率 δf_B 按下式计算:

$$\delta f_B = \frac{f_{B\max} - f_{B\min}}{f_{B\max} + f_{B\min}} \times 100\%$$

式中: $f_{B\max}$ ——负载不变时的最高频率(Hz);

$f_{B\min}$ ——负载不变时的最低频率(Hz)。

频率波动率越小越好。

九、三相负载不平衡度

由于三相不对称负载或负载中有较多的单相负载,加之接线不合理,就会造成三相负载不对称。不对称负载将导致发电机的三相绕组所负担的电流不平衡,使发电机线电压间产生偏差,造成发电机某相发热严重,甚至引起发电机振动。一般情况下,各相电流的不平衡度不允许超过额定电流的 25%,线电压的不平衡度不允许超过平均线电压的 5%。线电压不平衡度按下式计算:

$$\Delta U = \frac{U_{\text{线}} - U_{\text{线平均}}}{U_{\text{线平均}}} \times 100\%$$

式中: $U_{\text{线}}$ ——是负载不平衡时,线电压中的最大者或最小者(V);

$U_{\text{线平均}}$ ——在不对称负载下,三个线电压的平均值(V)。

1.3.2 动态指标

一、电压和频率稳定时间

当发电机的负载突然发生变化时,发电机的端电压和频率都会发生短时的波动,然后稳定下来。电压和频率由负载变化前的稳定状态到负载变化后的新的稳定状态所需要的时间,叫电压和频率的稳定时间,用符号 Δt 表示,单位为 s。电压的稳定时间与自动调压系统的性能有关。频率的稳定时间与发动机的调速器的调速性能有关。一般情况下, Δt 应小于 10s。

二、电压和频率的瞬态调整率

机组在负荷突变时,发电机端电压和频率都会出现瞬时变化。在机组突然接通或卸去负载时,受汽油机输入功率的突增(减)及发电机电枢反应因素的影响,会出现发电机端电压和频率瞬间下降或增加。电压和频率的瞬态变化值与负载突变前值之差与额定值的百分比,称为机组的瞬态电压(频率)调整率。瞬态电压和频率调整率 δU_S 和 δf_S 分别用下式表示:

$$\delta U_S = (U_S - U_0) / U \times 100\%$$

$$\delta f_S = (f_S - f_3) / f \times 100\%$$

式中: U_S ——负载突变时瞬时电压的最大值或最小值(V);

U_0 ——空载整定电压(V);

U ——额定电压(V);

f_S ——负载突变时的瞬时频率的最大值或最小值(Hz);

f_3 ——负载突变前的频率(Hz);

f ——额定频率(Hz)。

三、直接启动空载鼠笼式异步电动机的能力

发电机直接启动异步电动机时,由于启动电流很大以及异步电动机低功率因数的影响,使发电机端电压显著下降,这时发电机的励磁系统必须进行强励磁,才能补偿发电机端电压的下降。异步电动机容量愈大,强励程度就愈高。同时,因为启动电流很大,有可能损伤绕组的绝缘。

汽油发电机由于其特性上的差别,启动空载异步电动机的容量不得超过发电机额定容量的60%;而启动有载异步电动机时,异步电动机的容量不得超过发电机额定容量的35%,一般为30%。当异步电动机启动后,由发电机输出的剩余功率还可供其它电器设备使用。

1.3.3 GB8365-87《工频汽油发电机组通用技术条件》

为了使进口汽油发电机与国产同类机组进行比较,现将国家标准GB8365-87《工频汽油发电机组通用技术条件》的主要电气性能指标列表1-1。

表 1-1 GB8365-87《工频汽油发电机组通用技术条件》主要指标

类 别	名 称 指 标	电 压				频 率			
		稳态调 整率%	瞬态调 整率%	波动率 %	稳定时间 s	稳态调 整率%	瞬态调 整率%	波动率 %	稳定时间 s
I		±3	±20	0.5	1	4	±15	1	5
II		±5	/	1	3	6	/	1.5	7
		±7	/	(1.5)	(5)				

第二章 汽油机的工作原理

汽油机是汽油发电机的动力装置,是发电机组的心脏。其性能好坏,直接影响发电机组的整体性能。汽油机按其工作原理可分为四冲程和二冲程发动机。

2.1 汽油机总体构造

汽油机构造由许多基本的机构和系统所组成,这些机构和系统相互关联,彼此协调,共同完成热能转变为机械能的任务。

2.1.1 四冲程汽油机的总体构造

图 2-1 为四冲程汽油机的总体构造示意图。它们主要由曲轴连杆机构和机体零件、配气机构、燃料供给系、点火系、润滑系、冷却系等组成。

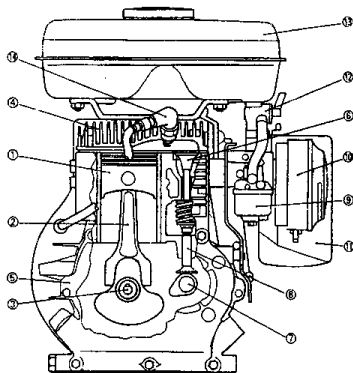


图 2-1 汽油机基本结构图

- ①活塞 ②连杆 ③曲轴 ④气缸盖 ⑤曲轴箱 ⑥气门 ⑦凸轮轴 ⑧气门挺杆
⑨化油器 ⑩空气滤清器 ⑪排气消声器 ⑫燃油阀 ⑬汽油箱 ⑭火花塞

一、曲轴连杆机构和机体零件

曲轴连杆机构是汽油机的核心,其作用是将活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动,并将作用在活塞上的燃气压力转变为扭矩,通过曲轴向外输出。曲轴连杆机构包括活塞组、连杆组、

曲轴飞轮组等运动机件。

机体零件主要用于固定和支承曲轴连杆机构及其它附件。它由气缸体、气缸盖、曲轴箱等固定机件组成。

二、配气机构

它的作用是定时打开和关闭进、排气门,保证可燃混合气及时充入气缸并使废气按时排出。

配气机构的主要机件有:气门、气门弹簧、气门顶杆、凸轮轴及驱动零件等。这些机件互相配合,共同完成进、排气任务。

三、燃料供给系

燃料供给系的作用是按一定的方式向汽油机供给一定数量的燃料和空气。先将汽油与空气在气缸外部形成一定比例的可燃混合气,然后进入气缸内燃烧。它主要由汽油箱、输油泵、汽油滤清器、空气滤清器、汽化器等部件组成。

四、点火系

点火系是定时产生、供给高压电火花的,用以点燃气缸内的混合气。进口小型汽油机均采用电磁式电子点火系统,分为 T.C.I 和 C.D.I 两种点火方式。主要机件有火花塞、线圈、T.C.I、C.D.I 及附属装置。

五、润滑系

润滑系的主要任务是将一定数量的润滑油不断地送到各机件的摩擦部位,润滑、冷却和净化摩擦表面。

六、冷却系

汽油机工作时,由于高温燃气的作用,气缸、气门、活塞等零件都会被强烈加热,若不加以冷却,势必引起机件损坏而无法工作。冷却系的任务就是将高温零件所吸收的热量及时传导出去,以保持机器的正常工作温度。冷却系可分为水冷却和风冷却两类。进口小型汽油机均采用风冷却。风冷却系主要部件有散热片、风扇等。

七、启动装置

其任务是在启动时,用外力带动曲轴转动,为曲轴自行转动提供条件。可分为人力启动和电动机启动两种方式。

2.1.2 二冲程汽油机总体构造

曲轴箱换气式二冲程汽油机如图 2-2 所示。它的构造与四冲程汽油机比较,相似的有:曲轴连杆机构、燃料供给系统、点火系统、冷却系统;不同的是:它没有由进、排气门等组成的配气机构,但在气缸壁上上有三个孔,与汽化器相通的孔称为曲轴箱进气孔,与排气管连通的孔称为排气孔,使曲轴箱与气缸连通的孔称为换气孔。由于三个气孔的高度不一致,利用活塞的往复运动,在不同时间内,可自行开启和关闭,达到进、排

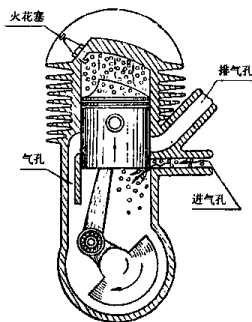


图 2-2 二冲程汽油机示意图

的目的。

对曲轴箱换气式二冲程汽油机,因为曲轴箱要用来进行换气,而不能贮存润滑油,所以这种机器的润滑方式,是在汽油中掺入少量的机油,当混合气体进入曲轴箱后,靠油雾中的机油成分润滑内部运动机件。

2.2 汽油机的工作原理

2.2.1 汽油机的基本名词术语

上止点:即活塞离曲轴中心最远的位置。

下止点:即活塞离曲轴中心最近的位置。

气缸直径:气缸的内径简称缸径。

活塞行程:上止点和下止点之间的距离叫活塞行程又称冲程,用符号 S 表示。

工作循环:汽油机在连续运动向外输出动力时,要不断进行进(扫)气、压缩、燃烧、膨胀、排气这一工作过程,这就是汽油机的工作循环。

气缸工作容积:活塞由上止点移动到下止点或由下止点移动到上止点,所让出的空间叫气缸工作容积,用 V_h 表示。工作容积仅与气缸直径及活塞行程有关,即

$$V_h = \frac{\pi D^2 S}{4 \times 10^3} (\text{L})$$

式中: D ——气缸直径,单位 mm;

S ——活塞行程,单位 mm。

燃烧室容积:活塞位于上止点位置时,活塞顶与气缸盖之间的空间称为燃烧室或燃烧室容积,也叫压缩容积,用 V_c 表示。

气缸总容积:燃烧室容积与气缸工作容积之和为气缸总容积,用 V_e 表示,即

$$V_e = V_h + V_c$$

若为多缸汽油机,则各气缸工作容积之和称为工作总容积,也称排量,通常以升为单位。在其它条件相同的情况下,汽油机的排量愈大,则发出的功率也愈大。

压缩比:气缸总容积与燃烧室容积之比叫压缩比,用 ϵ 表示,即

$$\epsilon = \frac{V_e}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c} = \frac{V_h}{V_c} + 1$$

压缩比是衡量气体在气缸内被压缩程度的物理量。压缩比越大,气缸内气体被压缩得越厉害,其温度和压力越高。压缩比的大小对汽油机工作有极其重要的影响。

进口小型汽油机的压缩比一般为 7~9,有的小客车可达 12。

以上术语的意义可参阅图 2-3 所示。

2.2.2 四冲程汽油机的工作原理

四冲程汽油机是在四个活塞行程内完成一个工作循环,其冲程的名称通常按每个行程所完成的主要工作内容来命名。因而四冲程汽油机的四个冲程分别称为进气冲程、压缩冲程、做功冲程(又叫燃烧及膨胀冲程或工作冲程)和排气冲程。

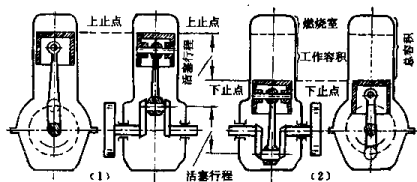


图 2-3 基本术语说明图

一、进气冲程

气缸内充入混合气体的过程叫进气冲程。如图 2-4①所示，在进气冲程中，进气门打开，排气门关闭，活塞在曲轴的作用下，由上止点向下止点移动，气缸容积逐渐增大，气缸内外产生压力差，在此压力差的作用下，由汽化器形成的可燃混合气，便经进气管被吸入气缸。当活塞到达下止点时，进气门关闭，进气行程结束，曲轴从 0° 旋转 180° 。

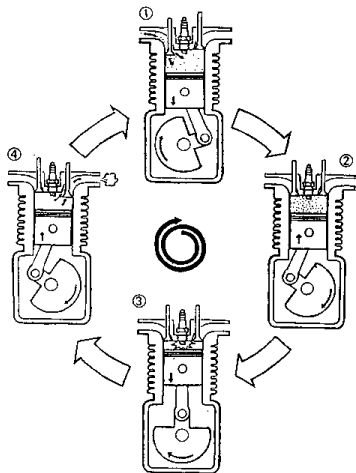


图 2-4 四冲程汽油机工作原理示意图

由于进气系统有一定的阻力,故进气终了时气缸内的压力低于大气压力,约为 $0.75 \sim 0.9 \text{ kg/cm}^2$ 。因为进入气缸的混合气与活塞等高温机件接触,所以,温度升为 $80^\circ\text{C} \sim 130^\circ\text{C}$ 。

二、压缩冲程

压缩冲程是进入气缸内的混合气被压缩的过程。进气冲程结束时,气缸内混合气体的密度很小,其压力和温度都较低。为了提高气缸内的压力和温度,形成燃烧的有利条件,需要对混合气进行压缩。

如图 2-4②所示,在压缩冲程中,进、排气门均关闭,曲轴带动活塞由下止点向上止点移动,气缸容积逐渐减小,燃料与空气更均匀地混合,为燃烧创造了有利条件,活塞移至上止点时,压缩冲程结束,曲轴从 180° 旋转到 360° 。此时,气缸内的压力可达 $6 \sim 15 \text{ kg/cm}^2$,温度为 $250^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ 。

三、作功冲程

作功冲程是可燃混合气体燃烧后,膨胀推动活塞作功的过程。如图 2-4③所示,在压缩冲程结束前,当活塞接近上止点时,火花塞跳火,混合气体被点燃迅速燃烧,这时进、排气门仍然关闭,短时间内压力升高到 $30 \sim 50 \text{ kg/cm}^2$,温度一般达到 $2000^\circ\text{C} \sim 2500^\circ\text{C}$,在这高压气体的作用下,推动活塞下行,通过连杆使曲轴旋转并对外作功。随着活塞的下行,气缸容积逐渐增大,压力温度也逐渐降低,活塞到达下止点时,作功冲程结束,曲轴由 360° 旋转至 540° 。

四、排气冲程

排气冲程是气缸内的废气被排出的过程。如图 2-4④所示,作功冲程将近终了时,排气门打开,进气门仍关闭,由于气缸内的废气压力比大气压力高,加之活塞的运动也有驱赶作用,因此,随着活塞的上行,废气迅速从排气门排出,当活塞到达上止点时,排气门关闭,排气行程结束。曲轴从 540° 转到 720° 。

排气终了的压力一般为 $1.1 \sim 1.2 \text{ kg/cm}^2$,温度约为 $700^\circ\text{C} \sim 800^\circ\text{C}$ 。

应该指出,排气冲程结束时,燃烧室内的废气是排不尽的,这部分气体叫残余废气,也叫余气,它对下个循环进入的新鲜混合气有冲淡作用。

综上所述,活塞在气缸内连续往复运行四个冲程,曲轴旋转两圈,共转 720° ,完成一个工作循环。下一个工作循环的进气行程与上一个循环的排气行程相连,这样周而复始,一个工作循环接着一个工作循环,使四冲程汽油机不断的运转,将汽油所含的化学能经燃烧转变为热能,而后转化为机械能,并以扭矩的形式对外输出作功。

2.2.3 二冲程汽油机的工作原理

曲轴转一圈,活塞在气缸中往返移动一次,完成进(扫)气、压缩、燃烧膨胀、排气一个工作循环的汽油机称为二冲程汽油机。二冲程汽油机的工作原理见图 2-5 所示。

1. 第一冲程:活塞由下止点运动到上止点,完成进(扫)气和压缩过程。活塞从下止点向上止点运动时,由上一个工作进程进入曲轴箱的可燃混合气,通过扫气口已充满气缸。活塞上行时压缩被密封在气缸内的可燃混合气,同时,由于活塞上升,密闭的曲轴箱空间容积逐渐增大,使曲轴箱内压力下降,被汽化器雾化了的可燃混合气经进气口被吸入曲轴箱,如图 2-5①所示。

在这一冲程的开始阶段,由于活塞还未将扫气口和排气口完全关闭,所以实际上可燃混合气仍在从扫气口进入气缸,气缸内的残余废气仍在从排气口排出。只有当活塞上行到完全关闭

扫气口和排气口时,压缩过程才真正开始。

2. 第二冲程:活塞由上止点运动到下止点,完成燃烧膨胀和排气过程。在上一冲程即将结束,活塞上行至接近上止点时,火花塞跳出火花,点燃被压缩在燃烧室内的高温高压气体,可燃混合气爆发燃烧并迅速膨胀,燃烧室内的温度及压力急剧升高而产生动力,推动活塞向下运动,同时通过连杆将动力传给曲轴,使曲轴作旋转运动,输出功率。由于活塞的下移,使曲轴箱空间容积逐渐变小,压力升高,从而使进气口自动关闭并压缩曲轴箱内的可燃混合气,如图 2-5②所示。

活塞在下行过程中,先打开排气口,使高温高压废气自动排出,气缸内压力迅速下降,活塞继续下行打开扫气口,曲轴箱内被压缩的可燃混合气进入气缸。由于新鲜可燃混合气的进入,气缸内的残余废气进一步被排挤出去,这就是扫气过程,如图 2-5③所示。扫气过程将一直持续到下一个工作循环的第一冲程。

二冲程汽油机的上述两个冲程,周而复始地完成(扫)气、压缩、燃烧膨胀、排气四个工作过程。每循环一次,汽油机作一次功,连续循环,汽油机就连续输出功率。

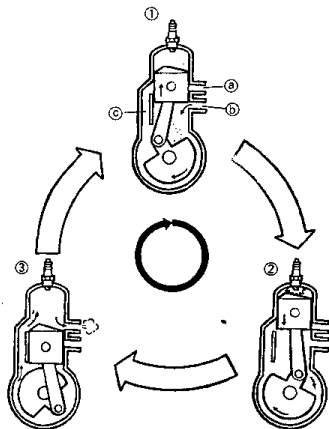


图 2-5 二冲程发动机的工作原理

③排气口 ②进气口 ①换气通道

2.2.3 二冲程与四冲程汽油机的比较

二冲程汽油机完成与四冲程汽油机相同的工作循环,其主要的差别是进气、压缩、作功和排气等功能只需两个活塞行程就能完成。因此,一个二冲程工作循环只需要曲轴转一周。

一、二冲程汽油机的主要优点

二冲程汽油机与四冲程汽油机相比,具有以下优点:

1. 作功能力强

完成一个工作循环,二冲程汽油机曲轴只转一圈,而四冲程汽油机要转两圈。因此,当汽油机工作容积、压缩比和转速相等时,二冲程汽油机的功率从理论上讲应是四冲程汽油机的两倍。但二冲程汽油机难以将废气排净,不得不为安排换气过程而较多地损失一部分气体作功的能力,还有可燃混合气随废气排出等造成一部分功率损失,所以实际上二冲程发动机的功率是四冲程发动机的 1.5~1.6 倍。

2. 运转平稳

二冲程汽油机每两个冲程就作功一次,作功频率较快,比四冲程汽油机运转平稳、均匀。因