

QICHE FADONGJI DIANKONG
XITONG JIANXIU

汽车发动机电控 系统检修

主编 曹伟 邢凤玲



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

汽车发动机电控系统检修

曹 伟 邢凤玲 主 编
陆炳仁 杜 君 陈宝文 副主编



北京邮电大学出版社
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

内 容 提 要

本书介绍了汽车发动机概述,其中包括发动机基本术语、工作原理及传统发动机相关知识,在此基础上讲述了发动机电控系统的基本类型、结构组成及工作原理,并详细讲解了电控发动机燃油供给系统、电控点火系统、怠速控制系统、排放控制系统、进气控制系统、增压控制系统、自诊断系统的结构、工作原理及检测与维修相关知识、检修方法及具体操作步骤,其中运用了大量的维修数据和电路图。

本书内容新颖、资料充实、通俗易懂、图文并茂、查阅方便,可供高职院校师生使用,也可供汽车维修技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控系统检修 / 曹伟,邢凤玲主编. —北京:北京邮电大学出版社,2016. 1

ISBN 978-7-5635-4642-8

I. ①汽… II. ①曹… ②邢… III. ①汽车—发动机—电子系统—控制系统—检修—教材 IV. U472. 43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 319040 号

书 名: 汽车发动机电控系统检修

作 者: 曹 伟 邢凤玲 主编

责任编辑: 满志文

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷:

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 8.75

字 数: 216 千字

版 次: 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-4642-8

定 价: 17.50 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前 言

发动机是将某一种形式的能转换为另一种更有用的能的机器。汽车用发动机是将液体或气体燃料燃烧的化学能转化为热能,再把热能通过膨胀转化为机械能并对外输出动力。作为汽车动力源泉的发动机,它相当于汽车的心脏,为汽车的行走提供动力,对汽车的动力性、经济性、环保性有着很大的影响。因此,近年来,世界各大汽车生产厂商在车用发动机的设计、研发、技术应用等各方面都在进行不断地变革、优化与更新,但是,发动机作为热能转换装置的属性没有发生本质的变化,车用发动机仍然以四冲程往复式内燃机占主导地位,仍然以汽油或柴油为燃料占主导地位,但是对发动机各大机构、各大系统工作状态的监测及控制方式却发生了巨大的变化,主要体现在以下几个方面:

- (1) 发动机进、排气系统。
- (2) 发动机电子控制燃油喷射系统。
- (3) 发动机电子点火系统。

先进的电子控制技术,使得发动机的动力性、经济性及符合排放法规的排放性有了突飞猛进的改善,但电子控制技术的发展,对汽车维修人员也提出了新的更高的要求,作为现代汽车维修人员,不但要具备传统维修技能,同时也要掌握现代诊断知识,必须能够熟练运用现代诊断设备,快速、准确地分析发动机工作状态和判断发动机故障所在。

本教材的编写指导思想是以企业调研为基础,确定若干个教学项目为教学主线,根据项目特点,确定若干工作任务构成每个项目的完整性,再根据每个工作任务的特点,确定若干教学活动为导向,在整个教学过程中,始终坚持“学中做,做中学,工学结合”的宗旨,力求做到既符合学生的认知规律,又符合维修人员的职业成长规律。模拟真实工作场景,将抽象的理论知识融入生产实践,在各种有针对性的实践活动中消化和理解相关理论知识,真正做到理论联系实际。最终,使学生对“汽车发动机电控系统检修”能够形成一套完整的知识体系。我们根据汽车工业的最新发展,查阅并研究了大量的资料和相关文献,在此基础上,结合多年的教学、生产及培训经验,注重突出针对性与实用性。

编写分工:曹伟(1.1、1.2);邢凤玲(1.3、1.4);杜君(1.5、1.6);陈宝文(2.1、2.2);陆炳仁(3.1);周宝纯(3.2);郎蕙君(3.3);杨静(3.4);肇世华(3.5);赵美红(3.6);马广洲(3.7)。本书由曹伟(第一主编);邢凤玲(第二主编)主编;陆炳仁、杜君、陈宝文副主编。

由于作者水平有限,书中难免存在错误,恳请使用本教材的广大师生或汽车维修人员给予批评指正,共同为职业教育事业作出我们应有的贡献!

编 者

目 录

第 1 章 绪论 汽车发动机概述	1
1.1 发动机的发展史	1
1.2 四冲程发动机的应用	2
1.3 内燃机的分类方法及内燃机的各种类型	3
1.4 内燃机的基本术语	7
1.5 内燃机维修常用工具的认知	8
1.6 发动机相关知识.....	12
第 2 章 汽车发动机电控系统简介	14
2.1 发动机电控系统的控制内容.....	14
2.2 发动机电控系统的控制功能.....	14
2.2.1 电控燃油喷射系统(EFI)	14
2.2.2 电控点火系统(ESA).....	15
2.2.3 怠速控制系统(ISC)	24
2.2.4 排放控制系统(EVAP、EGR 等)	25
2.2.5 进气控制系统(可变气门驱动技术等).....	29
2.2.6 巡航控制系统(CCS)	40
2.2.7 故障自诊断系统.....	46
2.2.8 失效保护系统和应急备用系统.....	58
第 3 章 汽车发动机电控系统检修	61
3.1 电子控制燃油喷射系统(EFI)检修	61
3.1.1 电动燃油泵及控制电路的检修.....	61
3.1.2 油压调节器的检修.....	64
3.1.3 喷油器的检测.....	64
3.1.4 燃油供给系统压力的检测.....	67
3.1.5 电子控制燃油喷射系统(EFI)	68

3.2 电控点火系统(ESA)检修	83
3.2.1 点火器的检查	83
3.2.2 丰田车系微机控制分电器电子点火系的检修	84
3.2.3 其他车系基本点火正时的检查与调整	88
3.2.4 无分电器点火系统的检修	88
3.2.5 独立点火系统的检修	89
3.2.6 电控点火系统	89
3.3 怠速控制系统(ISC)检修(以丰田 8A-FE 电喷发动机为例)	99
3.3.1 怠速开关 F60 的检修	99
3.3.2 怠速节气门电位计 G88 和节气门电位计 G69 的检修	99
3.3.3 怠速控制电动机 V60 的检修	100
3.3.4 怠速控制系统	100
3.4 排放控制系统(EVAP、EGR 等)检修	106
3.4.1 汽油蒸汽排放控制系统 EVAP 的检修	106
3.4.2 废气再循环控制系统 EGR 的检修	107
3.4.3 三元催化转换器与空燃比反馈控制系统检修	107
3.4.4 二次空气供给系统 AS 检修	107
3.4.5 发动机排放控制系统相关知识链接	108
3.5 进气控制系统(可变气门驱动技术等)检修	113
3.5.1 谐波进气增压系统的检修	113
3.5.2 节气门位置传感器的检修	114
3.5.3 空气流量计的检修	118
3.5.4 半导体压敏电阻式进气歧管压力传感器的检测	119
3.5.5 进气控制系统	123
3.6 增压控制系统(增压压力控制等)检修	126
3.7 巡航控制系统(CCS)检修	127
3.7.1 巡航控制系统故障自诊断	127
3.7.2 巡航控制系统	129
3.8 自我诊断系统(故障自诊断功能)检修	131

第 1 章 绪论 汽车发动机概述



学习目标

- (1) 知道发动机的发展概况。
- (2) 知道发动机的类型。
- (3) 知道发动机的结构。
- (4) 知道发动机的基本术语。
- (5) 知道发动机的工作原理。

1.1 发动机的发展史

当今世界,汽车技术发展越来越快,而作为整部汽车的动力源——发动机技术先进与否则更是人们评价一部汽车动力性与经济性的重要标准。如今介绍一辆汽车的发动机时:主要包括 VVT-i 及 VTEC 可变配气正时技术、可变进气量及可变进气道技术、双涡轮增压技术、缸内直喷技术、FSI 燃料分层直喷技术、曲轴箱强制通风技术、柴油机高压共轨技术、汽油机电控技术、EGR 废气再循环技术、断缸节油技术等。汽车的污染不可避免,于是新能源技术,包括柴油机的高压共轨、燃料电池、混合动力、纯电动、生物燃料技术也已经有普及的趋向,发动机的发展经历了以下几个阶段。

1. 蒸汽机时代

18 世纪中叶,瓦特发明了蒸汽机,此后人们开始设想把蒸汽机装到车子上载人。法国的居纽(N. J. Cugnot)是第一个将蒸汽机装到车子上的人。1770 年,居纽制作了一辆三轮蒸汽机车。这辆车全长 7.23 m,时速为 3.5 km,是世界上第一辆蒸汽机车。1771 年古诺改进了蒸汽汽车,时速可达 9.5 km,牵引 4~5 t 的货物,如图 1-1 所示。

2. 煤气机时代

1858 年,定居在法国巴黎的里诺发明了煤气发动机,并于 1860 年申请了专利。发动机用煤气



图 1-1 蒸汽汽车

和空气的混合气体取代往复式蒸汽机的蒸汽,使用电池和感应线圈产生电火花,用电火花将混合气点燃爆发。这种发动机有气缸、活塞、连杆、飞轮等。煤气机是内燃机的初级产品,因为煤气发动机的压缩比为零。1867年,德国人奥托(Nicolaus August Otto)受里诺研制煤气发动机的启发,对煤气发动机进行了大量的研究,制作了一台卧式气压煤气发动机,后经过改进,于1878年在法国举办的国际展览会上展出了他制作的样品。由于该发动机工作效率高,引起了参观者极大的兴趣。

3. 现代发动机的产生

在长期的研究过程中,奥托提出了内燃机的四冲程理论,为内燃机的发明奠定了理论基础。德国人奥姆勒和卡尔·本茨根据奥托发动机的原理,各自研制出具有现代意义的汽油发动机,为汽车的发展铺平了道路,如图1-2所示。1892年,德国工程师狄塞尔根据定压热功循环原理,研制出压燃式柴油机,并取得了制造这种发动机的专利权。1886年被视为汽车的诞生日,那辆奔驰一直为人所津津乐道,但是其动力单元却实在“寒酸”:第一辆“三轮奔驰”搭载的卧式单缸二冲程汽油发动机,最高时速16 km,如图1-3所示。这就是第一辆内燃机汽车,那时,勇敢的卡尔·本茨的夫人驾驶这辆奔驰1号上坡还需要儿子推车,当然沿途不停地熄火,转向也不灵,回娘家100 km的路程硬是走了一整天。

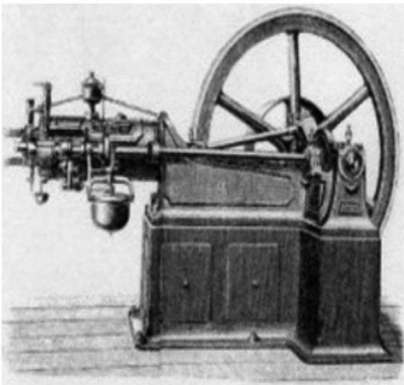


图 1-2 汽油发动机

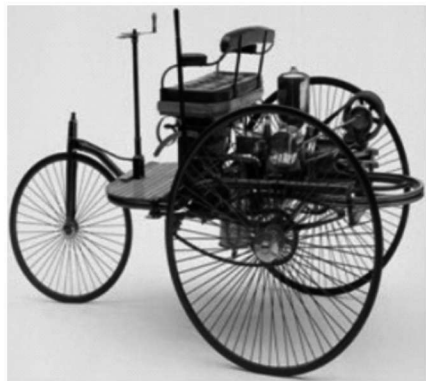


图 1-3 第一辆内燃机汽车

1.2 四冲程发动机的应用



图 1-4 四冲程发动机汽车

四冲程发动机其实早就由德国人奥托研制出来了。但应用到汽车上不得不提戴姆勒,他由于协助奥托研制四冲程发动机的原因而成为了第一个将四冲程发动机装上汽车的人,如图1-4所示。显然,从二冲程到四冲程是个巨大的进步。四冲程发动机的平衡性与燃烧效率都更好。如今的汽车发动机技术已经基本全部用的是四冲程技术。

1.3 内燃机的分类方法及内燃机的各种类型

按照不同的分类方法,内燃机有多种类型。

按照活塞运动方式的不同,内燃机分为往复式活塞式内燃机和三角旋转活塞式内燃机(也称转子式内燃机),如图 1-5 所示。

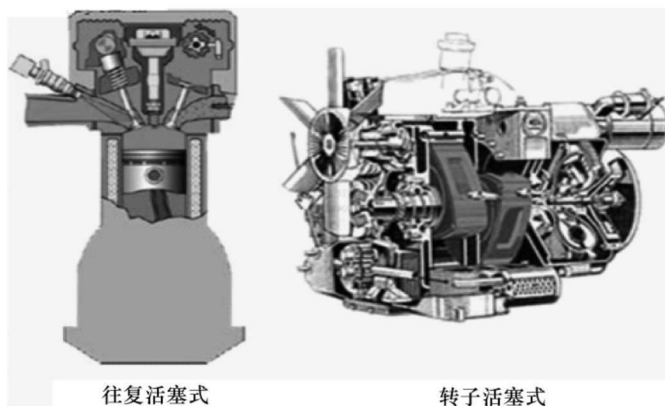


图 1-5 活塞式内燃机

现代汽车广泛采用往复式电喷内燃机作为动力装置,因此,本书主要讨论往复式电喷内燃机,以下不再赘述。

1957年,德国人汪克尔发明了转子活塞发动机,如图 1-6 所示,这是汽油发动机发展的一个重要分支。转子发动机的特点是利用内转子圆外旋轮线和外转子圆内旋轮线相结合的机构,无曲轴连杆和配气机构,可将三角活塞运动直接转换为旋转运动。它的零件数比往复式汽油机少 40%,质量轻、体积小、转速高、功率大。1958年,汪克尔将外转子改制为固定转子成为行星运动,功率为 22.79 kW、转速为 5 500 转/分的新型旋转活塞发动机。该机具有重要的开发价值,因而引起各国的重视。日本东洋公司(马自达公司)买下了转子发动机的样机,并把转子发动机装在汽车上,可以说,转子发动机生在德国,长在日本。如今转子发动机依然只是马自达一家公司在用,不知道马自达这门独门技术何时能全面开花。发动机的工作形式确定后,就是发动机技术的完善了,随着时间的推移,好多发动机的经典设计都已经不能满足人们的需求了。

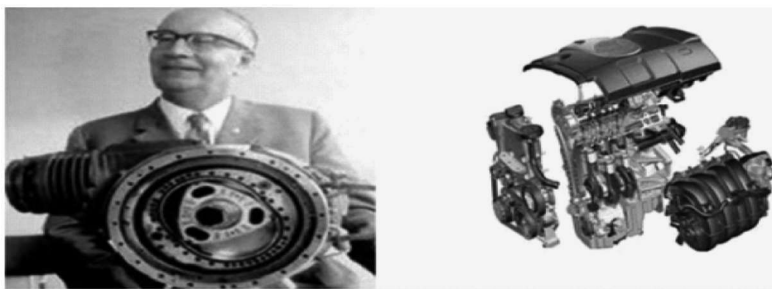


图 1-6 转子活塞发动机

(1) 按照所用燃料的不同,往复式内燃机分为液体燃料内燃机和气体燃料内燃机,其中液体燃料内燃机又分为汽油机和柴油机两种;而气体燃料内燃机又分为压缩天然气内燃机(CNG)和液化石油气内燃机(LPG),如图 1-7、图 1-8 所示。

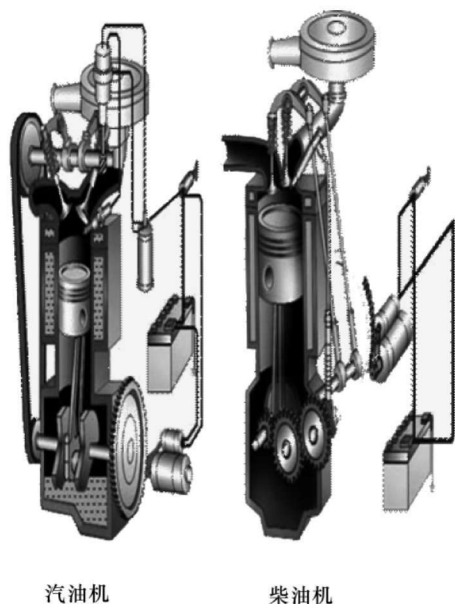


图 1-7 汽油机和柴油机

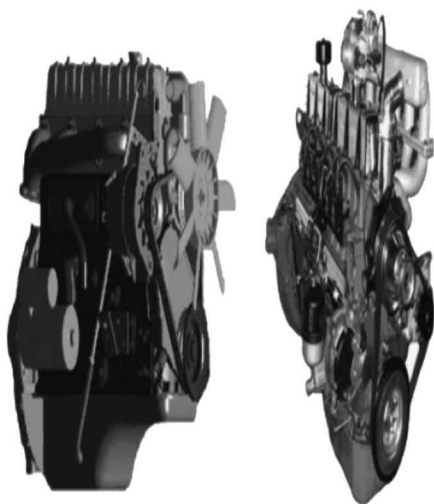


图 1-8 压缩天然气内燃机和液化石油气内燃机

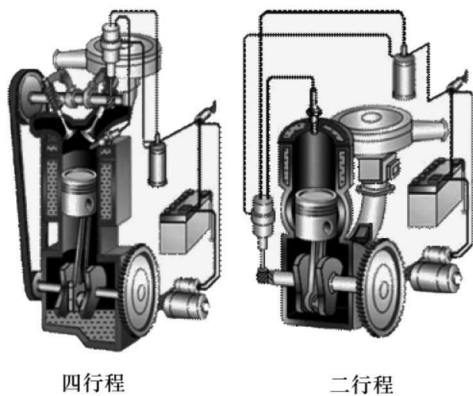


图 1-9 四冲程内燃机和二冲程内燃

(2) 按照每工作循环冲程数的不同,内燃机分为四冲程往复式内燃机和二冲程往复式内燃机,如图 1-9 所示。

由于汽车上广泛采用的往复式内燃机大多以四冲程为主,所以,如果没有特殊说明,本书所提到的往复式内燃机均指四冲程往复式内燃机,以下不再赘述。

(3) 按照冷却方式的不同,内燃机分为水冷式和风冷式两种,如图 1-10 所示。

(4) 按照气门装置的位置不同,内燃机分为侧置气门式和顶置气门式,如图 1-11 所示。

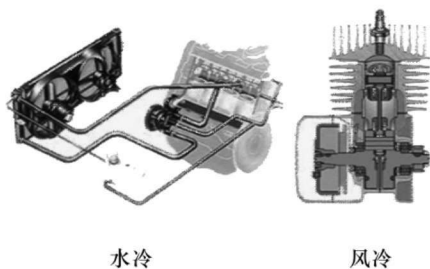


图 1-10 水冷式内燃机和风冷式内燃机

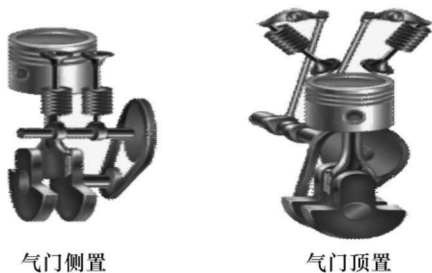
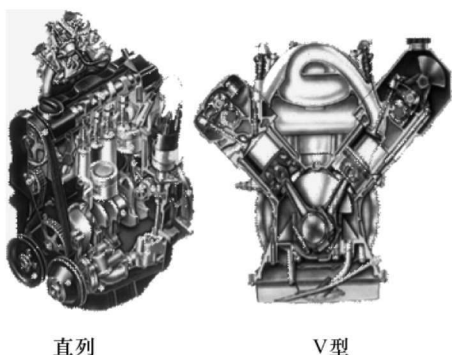


图 1-11 气门侧置式和气门顶置

(5) 按照气缸排列形式的不同,内燃机分为直列、V型、W型和水平对置等,如图 1-12、图 1-13 所示。



直列

V型

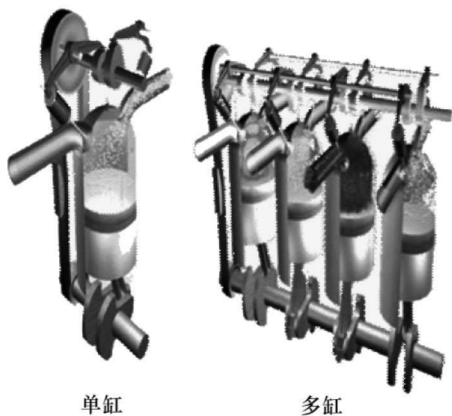
图 1-12 直列和 V 型发动机



图 1-13 W 型发动机

(6) 按照气缸数目的不同,内燃机分为单缸内燃机和多缸内燃机,如图 1-14 所示。

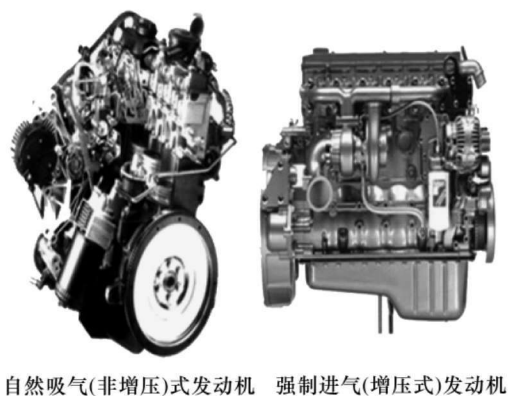
(7) 按照进气方式的不同,内燃机分为自然吸气式内燃机和强制进气式内燃机(增压式内燃机),如图 1-15 所示。



单缸

多缸

图 1-14 单缸和多缸发动机



自然吸气(非增压)式发动机 强制进气(增压式)发动机

图 1-15 非增压和增压发动机

(8) 按照混合气形成方式的不同,内燃机分为化油器式发动机和电喷(电子控制燃油喷射)发动机。

① 化油器式发动机

化油器最早诞生于 1892 年,由美国人杜里埃发明。随着技术的演进,化油器功能更加完备,直到 20 世纪中后期,化油器已经分为五个部分:主供油系统、起动系统、怠速系统、大负荷加浓系统(省油器)和加速系统。这五个部分的作用在于:根据发动机在不同情况下的需要,将汽油气化,并与空气按一定比例混合成可燃混合气,及时适量进入气缸。化油器的优点有:能够将内燃机的油气比控制在理想的水平上,不论气候、温度,永远进行着一成不变的工作,而且化油器的成本低、可靠度高,维修、保养容易。当然,化油器也存在许多弱点:比如,在冷车启动、怠速运转、急加速或低气压环境等,这样固定的供油方式实际上并无法全面满足引擎的运转需求,甚至可能因而产生黑烟、燃烧不完全与马力不足等状况。因此,自

2002年起,我国已经明令禁止销售化油器轿车,此后所有车型都改用电喷发动机。当然,目前在马路上跑的还有化油器式的发动机,随着时间的推移,化油器式发动机将彻底退出历史的舞台。

② 电喷发动机

电喷发动机最早出现于1967年,由德国保时捷公司研制的D型电子喷射装置,随后被用在大众等德系轿车上。这种装置是以进气管里面的压力作参数,但是它与化油器相比,仍然存在结构复杂、成本高、不稳定的缺点。针对这些缺点,波许公司又开发了一种称为L型电子控制汽油喷射装置,它以进气管内的空气流量作参数,可以直接按照进气流量与发动机转速的关系确定进气量,据此喷射出相应的汽油。这种装置由于设计合理、工作可靠,广泛为欧洲和日本等汽车制造公司所采用,并奠定了今天电子控制燃油喷射装置的雏形。

到目前为止,电喷系统的行车电脑会随时侦测引擎温度、进气流量、转速变化、振动状况,并依照实际需求调整供油量与点火时间,因此在动力输出、燃油经济性与排污表现上可以取得相当不错的平衡。同时为了增加发动机进气量,提高燃油效率,发动机从早期的单点喷射演化至多点喷射,气门数量从两个增加至五个。目前最先进的当属搭载VVT可变气门技术的电喷发动机。总体而言,电喷供油系统的最大优点就是燃油供给的控制十分精确,让引擎在任何状态下都能有正确的空燃比,不仅让引擎保持运转顺畅,其废气也能合乎环保法规的规范。然而,电喷供油系统并不是最科学的。由于内燃机构造的先天限制,电喷喷嘴安装在气门旁,只有在气门打开时才能完成油气喷射,因此喷射会受到开合周期的影响,产生延迟,因而影响电脑对喷射时间的控制。不过好在这一问题已经被缸内直喷技术解决了。近两年,当欧美厂商意识到电喷技术的研发已经进入瓶颈期,于是缸内直喷技术成为了各大厂商的主攻方向。目前市场上备受关注的缸内直喷发动机包括:奥迪FSI缸内直喷发动机、凯迪拉克SIDI双模直喷发动机。与电喷发动机相比,缸内直喷发动机的喷油嘴被移到了汽缸内部,因此缸内油气的量不会受气门开合的影响,而是直接由电脑自动决定喷油时机与分量,至于气门则仅掌管空气的进入时程,两者则是在进入到汽缸内才进行混合的动作。由于油、气的混合空间、时间都相当短暂,因此缸内直喷系统必须依靠高压将燃油从喷油嘴压入汽缸,以达到高度雾化的效果,从而更好地进行油气混合。其中混合油气的压缩比越高的发动机,它的动力表现越强大,相应的节能效果越明显。奥迪3.2升FSI缸内直喷发动机的压缩比达到了10.3:1;凯迪拉克3.6升SIDI双模缸内直喷发动机的压缩比达到了11.3:1。此外,缸内直喷系统的燃烧室、活塞也大多具有特殊的导流槽,以供油气在进入燃烧室后能够产生气旋涡流,来提高混合油气的雾化效果与燃烧效率。一般而言,应用了缸内直喷技术的发动机要比同排量的多点喷射发动机的峰值功率提升10%~15%,而峰值扭矩能提升5%~10%。这样的提升,可谓是一种质变,而单靠增加气门数量是难以达到这一效果的。发动机新技术的不断涌现,在发动机的工作方式和喷油方式确定后,发动机的进化之路并没有终止,在发动机技术的完善上一代一代的汽车人在做着不懈的努力。有些完善甚至都没办法记录。很显然现在的发动机运转更加平顺了,抖动也不是那么激烈了。燃油经济性也更好了,马力更足了。而这些都是依赖于新技术的运用。为了改善进气,就有了本田的ECVT、丰田的VVT-I、现代的CVVT、通用的DVVT等可变气门正时技术;为了获得更好的空燃比,就有了大众的TFSI分层喷射技术、

VIS 可变进气道技术、涡轮增压中冷技术等;为了使环境污染最小,在排气管里又增加了氧传感器、三元催化转化器,以及废弃再循环技术。目前,由于环境污染的恶劣影响,对汽车尾气排放的要求也越来越高,落后的发动机技术淘汰已经成了必然,更多充分利用能源的技术也在不停的研发当中。同时由于全球能源危机的巨大影响,更加节能的新能源技术必将在发动机技术的发展上书写重重的一笔。

1.4 内燃机的基本术语

(1) 上止点:活塞上行到达最高点处的位置,即活塞离曲轴回转中心最远处。如图 1-16 所示。

(2) 下止点:活塞下行到达最低点处的位置,即活塞离曲轴回转中心最近处。如图 1-17 所示。

(3) 活塞行程:上、下两止点间的距离(mm)称为活塞行程, $S=2R$ 。如图 1-18 所示。

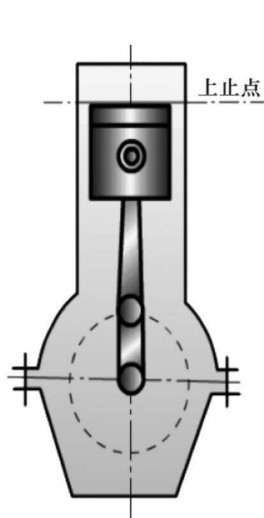


图 1-16 上止点

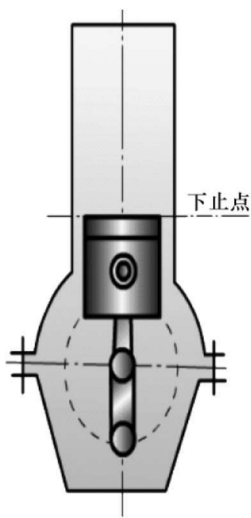


图 1-17 下止点

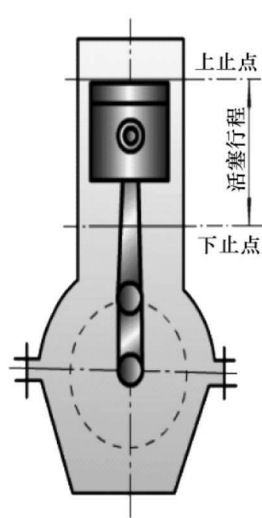


图 1-18 活塞行程

(4) 曲柄半径:连杆与曲轴连接中心至曲轴旋转中心的距离称为曲柄半径。如图 1-19 所示。

(5) 冲程(行程):活塞由一个止点到另一个止点运动一次的过程。

(6) 工作循环:对于往复活塞式发动机,每进行一次能量转换,均要经过进气、压缩、作功、排气四个过程。这种周而复始的连续过程,称为发动机的一个工作循环。

(7) 气缸工作容积:活塞从一个止点运行到另一个止点所让出的空间容积,称作气缸的工作容积,也可以称作气缸排量,用 v_h 表示。如图 1-20 所示。

(8) 发动机排量:多缸发动机工作容积的总和称为发动机排量,

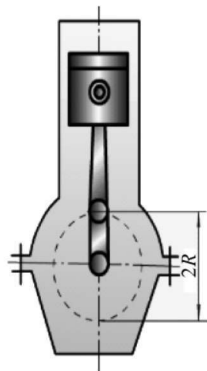


图 1-19 曲柄半径

用 v_l 表示, $v_l = v_h \times i$, 其中 i 为气缸数目。

(9) 燃烧室容积: 活塞在上止点时, 活塞顶上方的空间容积称作燃烧室容积, 用 v_c 表示, 如图 1-21 所示。

(10) 气缸总容积: 活塞在下止点时, 活塞顶上方的空间容积称为气缸总容积, 用 v_a 表示, 如图 1-22 所示。

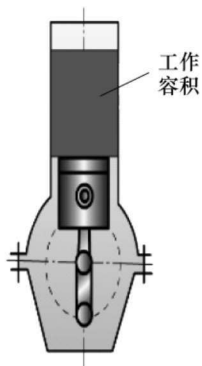


图 1-20 气缸工作容积

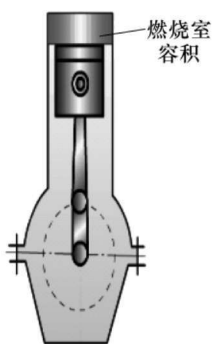


图 1-21 燃烧室容积

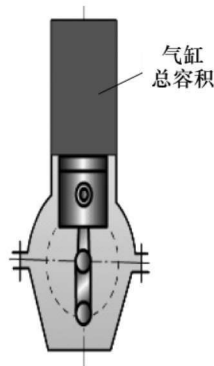


图 1-22 气缸总容积

(11) 压缩比(ϵ): 气缸总容积与燃烧室容积的比值。现代化油器式发动机压缩比为 6 : 9, 轿车有的高达 9 : 11, 上海桑塔纳汽油机的压缩比为 8. $2\epsilon = V_a/V_c$ 。

(12) 长行程发动机: 行程大于缸径的发动机。

(13) 短行程发动机: 行程小于缸径的发动机。

(14) 等行程发动机: 行程和缸径相等的发动机。

1.5 内燃机维修常用工具的认知

(1) 气动棘轮扳手: 在拆卸螺母或螺栓时, 要先将螺栓或螺母用手动工具拧松, 再用气动棘轮扳手将已经拧松的螺栓或螺母完全拆下来, 以免损坏棘轮部分。在安装螺栓或螺母时先使用气动棘轮扳手将螺栓或螺母旋至接合严密, 再用扭力扳手将按要求拧至规定扭矩。如图 1-23 所示。

(2) 气动腻子: 利用压缩空气做动力的腻子, 工作效率高, 切割省时省力, 如图 1-24 所示。



图 1-23 气动棘轮扳手



图 1-24 气动腻子

(3) 风钻:可以用来钻孔、研磨、清洗,而且最大的优点是风钻在钻孔时不会产生火花,所以风钻尤其适合燃油箱的修理,如图 1-25 所示。

(4) 吹尘喷枪:用来对零件进行除尘去污,由于采用压缩空气做动力,吹下来的脏污或杂质容易伤人,所以在使用吹尘喷枪时必须戴好护目镜,如图 1-26 所示。



图 1-25 风钻



图 1-26 吹尘喷枪

(5) 扁錾:用来剔掉拧不下来的螺母螺栓等零件,在使用时应用稍重一些的手锤,以免操作过程中反弹造成危险,如图 1-27 所示。

(6) 横切錾:用于錾沟槽或键槽,使用时应注意金属屑飞溅的方向,以免伤人,如图 1-28 所示。

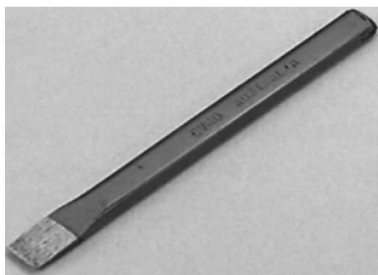


图 1-27 扁錾

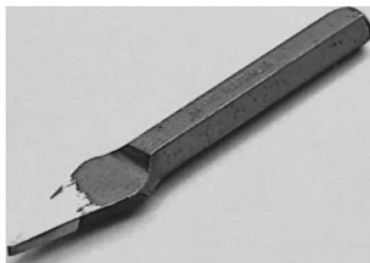


图 1-28 横切錾

(7) 密封垫刮刀:用来铲刮零件间接合面处的密封胶或密封垫,如图 1-29 所示。

(8) 手电钻:用于不能放在钻床上的零件的钻孔工作,上面标有可以使用的最大钻头以及钻头的最大转速。手电钻携带方便,但钻孔精度不高,对于硬金属的加工比较困难,如图 1-30 所示。



图 1-29 密封垫刮刀

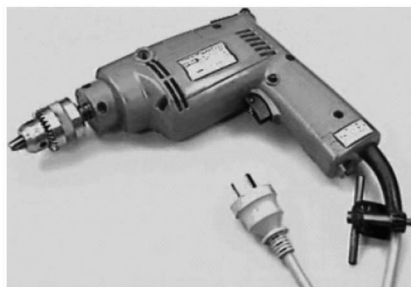


图 1-30 手电钻

(9) 管子扩口器:用于将输油管加工成锥形管口,常用的有单锥形和双锥形两种,单锥形用于加工低压管口,双锥形用于加工高压管口,如图 1-31 所示。

(10) 枢轴可调式钳子:这种钳子的枢轴位置可调,可改变钳口大小,用来夹住不同尺寸珠零件,如图 1-32 所示。



图 1-31 管子扩口器



图 1-32 枢轴可调式钳子

(11) 虎钳:把零件放在钳口之间后旋紧调整螺钉,然后可以腾出一只手来完成其他工作,如图 1-33 所示。

(12) 尖嘴钳:用于空间比较小而其它钳子不容易到达的部位,如图 1-34 所示。

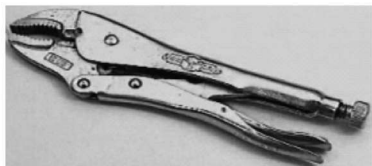


图 1-33 虎钳



图 1-34 尖嘴钳

(13) 扁嘴钳:用于折弯、折断钢丝或薄钢板,如图 1-35 所示。

(14) 卡簧钳:用于拆装卡簧,分为内卡簧钳和外卡簧钳,如图 1-36 所示。



图 1-35 扁嘴钳

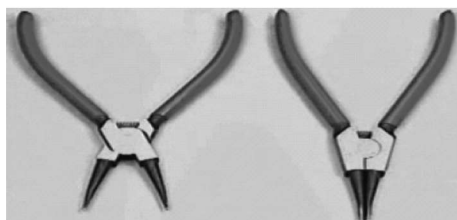


图 1-36 卡簧钳

(15) 外径千分尺、内径千分尺和深度千分尺:分别用于精确测量零件的外部尺寸、内部尺寸和零件孔或槽的深度,如图 1-37 所示。

(16) 伸缩式测量仪:在测量气缸内径时使用伸缩式测量仪,测量后再用外径千分尺测量伸缩仪的长度,就是所测气缸直径,如图 1-38 所示。

(17) 小型套装工具:包括六角套筒、内六花扳手等,如图 1-39 所示。

(18) 滤芯扳手,如图 1-40 所示。



图 1-37 外部千分尺、内部千分尺和深度千分尺

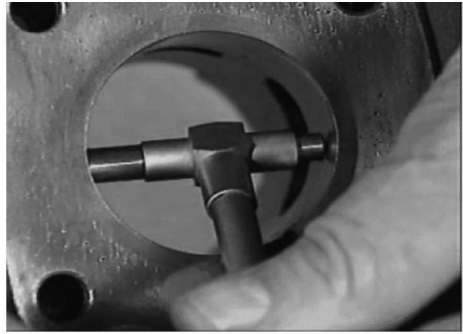


图 1-38 伸缩式测量仪



图 1-39 小型套装工具

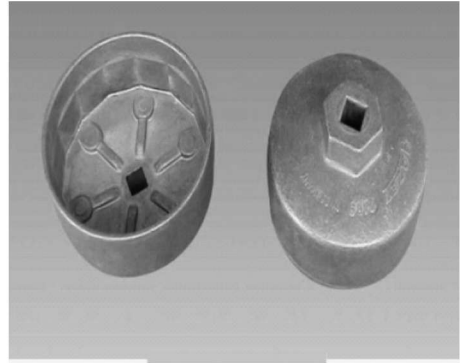


图 1-40 滤芯扳手

(19) 各种常用工具,如图 1-41、图 1-42 所示。



图 1-41 各种常用工具



图 1-42 常用工具

(20) 钳类工具,如图 1-43 所示。

(21) 螺丝刀,如图 1-44 所示。

(22) 小型套装工具,如图 1-45 所示。

(23) 内六花扳手,如图 1-46 所示。