

要 录 容 内

汽车驾驶员 职业技能培训教材

初 级

汽车驾驶员职业技能培训教材编委会 编

人民交通出版社



汽车驾驶员职业技能培训教材

编写委员会

主 任 骆建新

委 员 邓华鸿 黄曰铜 董一民 巴寅亮 蒋惠宝

王振军 阿不都热合曼·赫力里 黄智刚

爱新觉罗·溥新

工作人员 江仁俊 王 青 裴军武 徐 晖 李惠敏

木妮娜 加娜迪 李文新 许志刚

作为一名汽车驾驶员,除了需要掌握驾驶技术方面的常识外,了解本身责任的重要性更为必要!

前 言

为了适应汽车驾驶员职业技能培训的需要,应广大读者和职业技能培训机构的要求,我们组织专家、工程技术人员、教师,在前两版汽车驾驶员培训教材和汽车驾驶员职业技能培训实践的基础上,严格依据汽车驾驶员职业技能标准,重新编写了汽车驾驶员初级、中级、高级职业技能培训教材。

全套教材充分考虑了职业技能培训的特点,做到理论联系实际,各级别间的专业梯度合理、论述清晰、通俗易懂、图文并茂,适应工人的知识水平和文化水平,突出操作技能的培训,便于自学。

本套教材涉及到的相关技术标准均采用了最新颁布的国家标准和部颁标准。在内容方面,充分考虑到了新技术、新结构在汽车上的应用,突出介绍了新技术、新结构的专业理论知识和实际操作内容,并具有一定的前瞻性。

本套教材编写大纲由董一民同志执笔,编委会集体审定,人民交通出版社汽车图书编辑部参与了大纲的审定,并对整套教材的内容和编排进行了指导和审定。爱新觉罗·溥新、董一民、巴寅亮、蒋惠宝、陈春明等同志负责对整套教材进行统稿、文字审阅、内容调整和部分增添内容的编写等工作。

本册教材第一篇第一、二章由董一民同志编写,黄曰铜同志主审;第三、四、五、六章由段明社、曹兴举、杨意品同志编写,黄智刚同志主审;第七章由爱新觉罗·溥新同志编写,黄曰铜同志主审;第二篇第一章由蒋惠宝同志编写,董一民同志主审;第二章由阿不都热合曼·赫力里同志编写,蒋惠宝同志主审;第三章由黄曰铜同志编写,董一民同志主审;第三篇第一章由曹兴举同志编写,陈小兵、梁俊麒同志主审;第二章由龙万春、陈春明同志编写,董一民同志主审;第三章由徐燕斌同志编写,巴寅亮同志主审。

由于时间紧和编者水平所限,本套教材难免出现疏漏和不足,恳请读者批评指正。

汽车驾驶员职业技能培训教材编委会

目 录

第一篇 汽车基本构造	1
第一章 汽车的车型与总体构造	1
第一节 汽车的车型	1
第二节 汽车总体构造	2
第二章 汽车发动机	4
第一节 发动机的基本构造	4
第二节 曲柄连杆机构	5
第三节 配气机构	12
第四节 汽油机燃料供给系	16
第五节 柴油机燃料供给系	21
第六节 冷却系	26
第七节 润滑系	31
第三章 汽车传动系	35
第一节 概述	35
第二节 离合器	35
第三节 变速器	41
第四节 分动器	46
第五节 万向传动装置	47
第六节 驱动桥	50
第四章 汽车行驶系	56
第一节 车架	56
第二节 车桥	57
第三节 车轮与轮胎	60
第四节 悬架	64

第五章 汽车转向系	70
第一节 转向装置	70
第二节 转向传动机构	73
第六章 汽车制动系	76
第一节 车轮制动器	76
第二节 液压制动传动装置	79
第三节 气压制动传动装置	82
第四节 伺服制动装置	88
第五节 驻车制动器	91
第七章 汽车电气设备	94
第一节 电工学基本知识	94
第二节 蓄电池	99
第三节 硅整流交流发电机和调节器	101
第四节 起动机	106
第五节 点火系	110
第六节 照明设备、信号装置及仪表	117
第二篇 汽车使用	123
第一章 安全行车知识	123
第一节 汽车行车安全	123
第二节 驾驶员的交通特性	128
第三节 汽车防火与静电安全	132
第四节 交通管理与控制	134
第二章 复杂道路和特殊环境下的驾驶	139
第一节 简易道路的驾驶	139
第二节 通过桥梁、隧道、涵洞、铁路的驾驶	140
第三节 山地、坡道及险要道路的驾驶	141
第四节 泥泞、翻浆、沙土路与松软道路的驾驶	143
第五节 冰雪道路及雨天、雾天的驾驶	146
第六节 城镇与夜间驾驶	147
第七节 高速公路的驾驶	150
第八节 低温、高温条件下的驾驶	152
第九节 高原地区、沙漠地区的驾驶	154
第十节 特殊环境下的驾驶	155
第三章 汽车维护	158
第一节 汽车维护制度及维护作业范围	158
第二节 汽车走合期的维护	160
第四章 汽车运行材料	162
第一节 汽车燃料	162

第二节 汽车润料	166
第三节 汽车工作液	173
第三篇 操作技能训练与考核	177
第一章 汽车驾驶员操作技能	177
第一节 场地驾驶	177
第二节 道路驾驶	181
第二章 汽车维护操作技能	185
第一节 汽车维护常用工量具的使用	185
第二节 汽车维护操作技能	191
第三章 汽车一般故障的诊断与排除	201
第一节 汽车常用电路的检查与释读	201
第二节 汽油机油电路综合故障的诊断与排除	203
第三节 柴油机燃料供给系常见故障的诊断与排除	207
第四节 汽车运行中故障的应急处理	209
参考文献	215



第一篇 汽车基本构造

第一章 汽车的车型与总体构造



第一节 汽车的车型

按照 GB/T 3730.1—2001《汽车和挂车类型的术语和定义》规定,今后不再对车辆进行分类和分级,而是给出各种车型的具体术语和定义,并给出了相应的示意图。

一、汽车

汽车是由动力驱动,具有四个或四个以上车轮的非轨道承载的车辆。主要用于载运人员和/或货物的车辆,牵引载运人员和/或货物的车辆,以及特殊用途。与电力线相联的车辆(如无轨电车),以及整车整备质量超过 400kg 的三轮车辆亦可作为汽车处理。

1. 乘用车

乘用车主要用于载运乘客及其随身行李和/或临时物品的汽车,包括驾驶员座位在内最多不超过 9 个座位。它也可以牵引一辆挂车。

乘用车分为普通乘用车、活顶乘用车、高级乘用车、小型乘用车、敞篷车、仓背乘用车(以上给出的乘用车也可俗称轿车)、旅行车、多用途乘用车、短头乘用车、越野乘用车、专用乘用车(旅居车、防弹车、救护车、殡仪车等)。普通乘用车如图 1-1-1 所示。

2. 商用车

商用车辆是用以运送人员和货物的汽车,并且可以牵引挂车。乘用车不包括在内。

商用车辆分为客车(小型客车、城市客车、长途客车、旅游客车、铰接客车、无轨电车、越野客车、专用客车等)、半挂牵引车、货车(普通货车、多用途货车、全挂牵引车、越野货车、专业作业车、专用货车等)。长途客车如图 1-1-2 所示。

二、挂车

挂车是需由汽车牵引,才能正常使用的一种无动力的道路车辆,用于载运人员和/或货物以及特殊用途。

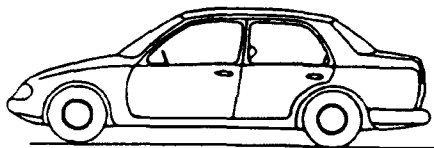


图 1-1-1 普通乘用车示意图

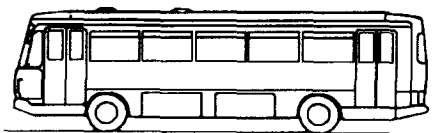


图 1-1-2 长途客车示意图

1. 牵引杆挂车

牵引杆挂车分为客车挂车、牵引杆货车挂车、通用牵引杆挂车、专用牵引杆挂车。牵引杆货车挂车如图 1-1-3 所示。

2. 半挂车

半挂车分为客车半挂车、通用货车半挂车、专用半挂车。通用货车半挂车如图 1-1-4 所示。

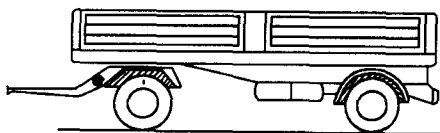


图 1-1-3 牵引杆货车挂车示意图

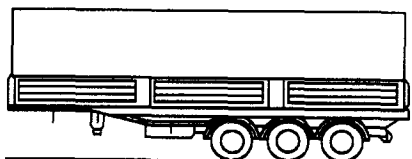


图 1-1-4 通用货车半挂车示意图

3. 中置轴挂车

旅居挂车见图 1-1-5。

三、汽车列车

汽车列车是一辆或多辆挂车的组合。汽车列车分为乘用车列车、客车列车、货车列车、牵引杆挂车列车、绞接列车、双挂列车、双半挂列车、平板列车。双挂列车见图 1-1-6。

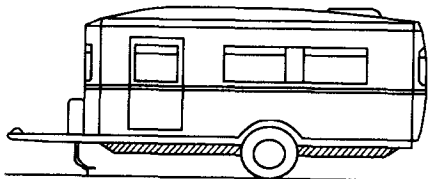


图 1-1-5 旅居挂车示意图



图 1-1-6 双挂列车示意图

第二节 汽车总体构造

汽车一般由发动机、底盘、车身和电气设备四大部分组成。其总体构造如图 1-1-7 和图 1-1-8 所示。

1. 发动机

发动机是汽车的动力装置。在现代汽车上广泛应用的发动机是往复活塞式内燃机。

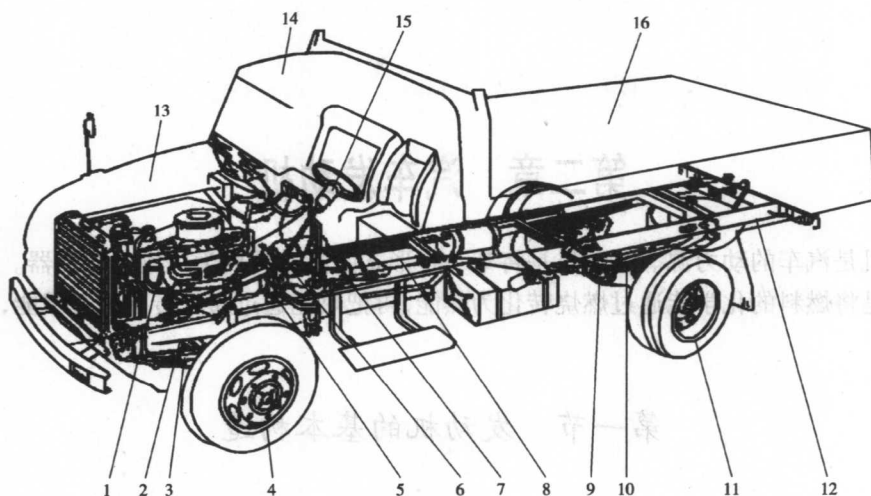


图 1-1-7 货车总体构造

1-发动机;2-前轴;3-前悬架;4-转向车轮;5-离合器;6-变速器;7-驻车制动器;8-传动轴;9-驱动桥;10-后悬架;11-驱动车轮;
12-车架;13-车前板制件;14-驾驶室;15-转向盘;16-车厢

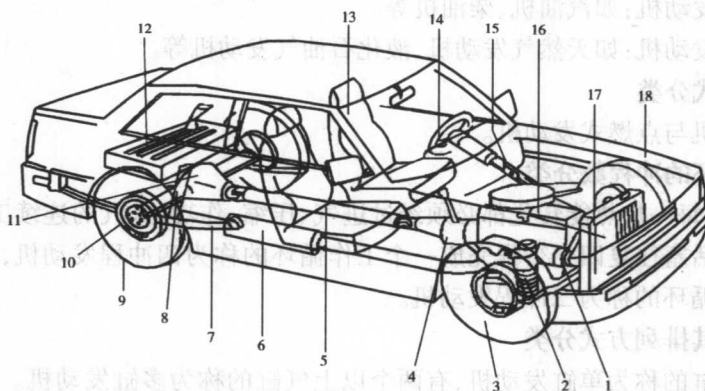


图 1-1-8 轿车总体构造

1-前桥;2-前悬架;3-前车轮;4-变速器;5-传动轴;6-消声器;7-后悬架(钢板弹簧);8-减振器;9-后轮;10-制动器;11-后桥;
12-燃油箱;13-座椅;14-转向盘;15-转向器;16-发动机;17-散热器;18-车身

2. 底盘

底盘是接受发动机的动力,使汽车运动并按驾驶员的操纵而行驶的部件。由传动系、行驶系、转向系、制动系组成。

3. 车身

车身是驾驶员工作及容纳乘客或货物的场所。车身的式样取决于汽车的用途。如:货车的车身主要由驾驶室和货箱组成;客车和轿车的车身一般为一整体,并兼有车架的作用。

4. 电气设备

汽车电气设备是指汽车上的用电设备及供给用电设备的电源。现代汽车上的电子控制装置也属于电气设备范围。

第二章 汽车发动机

发动机是汽车的动力源。发动机是将某一种形式的能量转换为机械能的机器。汽车发动机的作用是将燃料的化学能通过燃烧转化为热能,再把热能通过膨胀转化为机械能,对外输出动力。

第一节 发动机的基本构造

一、往复活塞式发动机的分类

1. 按所用燃料分类

①液体燃料发动机:如汽油机、柴油机等。

②气体燃料发动机:如天然气发动机、液化石油气发动机等。

2. 按发火方式分类

压燃式发动机与点燃式发动机。

3. 按工作循环的冲程数分类

在发动机内,每一次热能转化都必须经过进气、压缩、作功、排气的连续工作过程,称为一个工作循环。凡活塞往复四个行程完成一个工作循环的称为四冲程发动机,活塞往复两个行程完成一个工作循环的称为二冲程发动机。

4. 按缸数及其排列方式分类

仅有一个气缸的称为单缸发动机,有两个以上气缸的称为多缸发动机。多缸发动机以其排列方式又分为直列式、V型式等。

5. 按冷却方式分类

水冷式发动机和风冷式发动机。

6. 按进气方式分类

依靠气缸内的真空度将空气(混合气)吸进气缸的发动机,称为非增压式发动机(或自然吸入式发动机),装有增压器。通过提高进气压力增加充气量的发动机—称为增压式发动机。

7. 按每气缸中的气门数分

每一缸中设有一个进气门和一个排气门的发动机,称为二气门发动机,设有两个进气门和两个排气门的,称为四气门发动机,设有三个进气门和两个排气门的,称为五气门发动机。

二、发动机的总体构造

现代汽车发动机的结构形式很多,即使是同一类型的发动机,其具体构造多种多样,基本构造则大同小异。汽油机由曲柄连杆机构、配气机构以及燃料供给系、冷却系、润滑系和点火

系、起动系组成。柴油机由曲柄连杆机构、配气机构以及燃料供给系、冷却系、润滑系和起动系组成。

第二节 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是往复式活塞式发动机的主要机构。它的功用是将燃气作用在活塞顶上的力转变为曲轴的转矩,并向工作机构输出机械能。

曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组组成。

一、机体组

机体组主要由气缸体、曲轴箱、气缸盖和气缸垫等组成。

1. 气缸体及曲轴箱

气缸体是发动机各机构、系统的安装基础。水冷式发动机的气缸体和曲轴箱常铸成一体。

气缸体上半部有一个或若干个为活塞在其中运动导向的圆柱形空间称为气缸。下半部为支承曲轴的曲轴箱,其腔内为曲轴运动的空间。

气缸体一般用灰铸铁铸成,也有铝合金铸造的气缸体;铝合金缸体必须镶耐磨性好的缸套;为了气缸散热,在气缸体内部制有水套。

气缸体上平面,用以安装气缸盖,下平面安装油底壳,前平面安装正时齿轮盖,后平面安装离合器壳,另外,还有安装其他附件的凸台。

在上曲轴箱有前后壁和中间隔板,其上有主轴承座孔,有的还制有凸轮轴轴承座孔。为了润滑轴承,还在气缸体侧壁上钻有主油道,前后壁和中间隔板上钻有分油道。

2. 气缸盖

气缸盖主要功用是封闭气缸上部,并与气缸和活塞顶部共同构成燃烧室。气缸盖内也有冷却水套,其端面上的冷却水孔与气缸体上的冷却水孔相通,以使用循环水来冷却燃烧室等高温部分。

气缸盖上有进、排气门座及气门导管孔和进、排气通道等。汽油机气缸盖还设有火花塞座孔,柴油机则设有喷油器座孔。

气缸盖形状复杂,一般都采用灰铸铁或合金铸铁铸成,也有少数汽油机气缸盖用铝合金铸造。

在多缸发动机中,只覆盖一个气缸的气缸盖,称为单体气缸盖;能覆盖两三个气缸的,称为块状气缸盖;覆盖全部气缸的气缸盖,称为整体气缸盖。采用整体气缸盖,其气缸中心距和发动机的总长度较短,但刚度较差,在受力后容易变形而影响密封。

发动机的燃烧室是由活塞顶部及气缸盖上相应的凹部空间组成。燃烧室形状对发动机的工作影响很大。汽油机燃烧室的结构应尽可能紧凑,表面积要小,并使混合气在压缩终了时具有一定的涡流运动,以减少热量损失及缩短火焰行程,提高混合气的燃烧速度,保证混合气能及时和充分的燃烧。

风冷式发动机的气缸体和气缸盖外表面铸有许多散热片以散热,如图 1-2-1 所示。一般风冷式发动机的缸体与曲轴箱是分开铸造的。

二、活塞连杆组

活塞连杆组是发动机进行能量传递的主要构件。活塞连杆组主要由活塞、活塞环、活塞销、连杆等机件组成,见图 1-2-2。

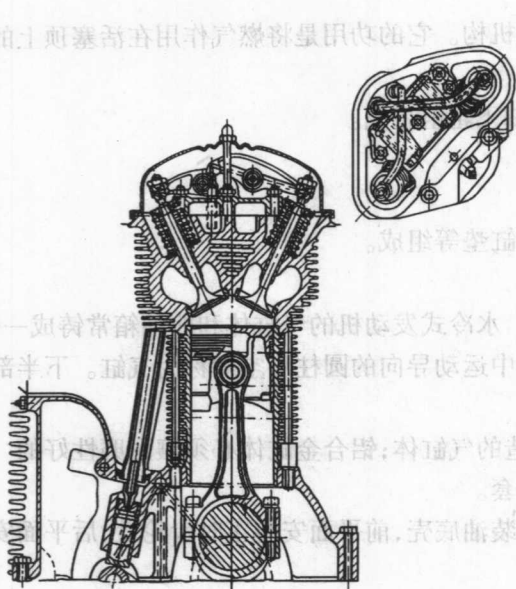


图 1-2-1 风冷发动机的气缸体和气缸盖

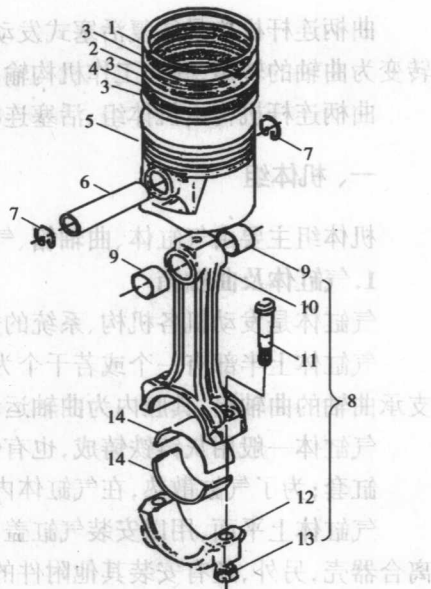


图 1-2-2 东风 EQ6100-1 型汽油机活塞连杆组

1-气环(镀铬);2-气环;3-油环刮片;4-衬环;5-活塞;6-活塞销;7-活塞销锁环;8-连杆;9-连杆衬套;10-连杆;11-连杆螺栓;12-连杆盖;13-连杆螺母;14-连杆轴瓦

1. 活塞

活塞的主要作用是封闭气缸,承受气缸中的气体压力,并将此力通过活塞销传给连杆,推动曲轴旋转。活塞顶部还与气缸盖、气缸壁共同组成燃烧室。

(1) 活塞顶部

活塞顶部的形状与燃烧室形状有关,汽油机活塞顶部多采用平顶;柴油机的活塞顶部常常设有各式各样的凹坑,其形状、位置和大小都必须与柴油机混合气的形成与燃烧要求相适应。

(2) 活塞头部

活塞头部是活塞销座以上的部分。其主要作用有:

- ① 承受气体压力,并传给连杆;
- ② 与活塞环一起实现气缸的密封;
- ③ 将活塞顶部所吸收的热量通过活塞环传给气缸壁。

活塞头部切有活塞环槽,汽油机一般有 2~3 道气环槽,一道油环槽。在油环槽底面上钻有许多径向小孔,使被油环从气缸壁上刮下来的润滑油,经过这些小孔流回油底壳。

(3) 活塞裙部

活塞裙部作用是为活塞在气缸内做往复运动作导向和承受侧压力。

为了使活塞在工作温度下与气缸壁间保持比较均匀的间隙,以免在气缸内卡死或引起局部磨损,必须在冷态下把活塞制成其裙部断面为长轴垂直于活塞销方向的椭圆形,轴线方向为上小下大的近似圆锥形。

(4) 塞环槽

有的活塞在第一道环槽上面,切割一道较环槽窄的隔热槽,把顶部的热量分散一些给二、三道环,以消除第一道环的过热现象。有的活塞在油环槽中或裙部上边缘切一绝热槽,以减少头部热量向裙部传导,从而减小裙部的热膨胀量。为了减小销座附近的热变形量,将销座附近的裙部外表面制成 $0.5 \sim 1.0\text{mm}$ 深的凹陷。

2. 活塞环

活塞环按其作用不同分为气环和油环。

气环的作用是密封气缸,防止燃气漏入曲轴箱,并将活塞头部热量传给气缸壁,再由冷却水带走。油环的作用是将气缸壁上多余的润滑油刮除,并在气缸壁上涂上一层均匀的润滑油膜。活塞环由优质灰铸铁、球墨铸铁或合金铸铁制造。

(1) 气环的密封原理

活塞环有一个切口,在自由状态下,其外圆直径略大于气缸内径,将环装入气缸后,气环就产生一定的弹力 F_1 压紧于缸壁,形成一个密封面。在此条件下,气体不能从环外圆与缸壁之间通过,便绕流到气环的背面,燃气压力对环背的作用力使环更紧地贴在气缸壁上。在作功与压缩行程时,气体压力把活塞环压紧在环槽下侧而形成第二密封面;排气行程时,第二密封面也在环的下侧,而进气行程在环的上侧,见图 1-2-3 所示。

(2) 油环的刮油原理

常见油环的断面形状见图 1-2-4 所示。

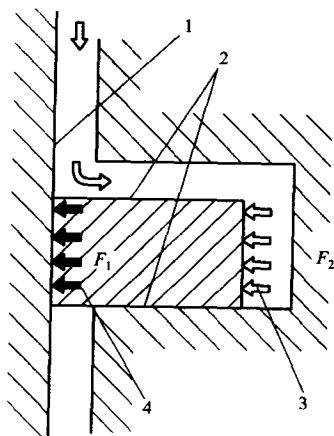


图 1-2-3 活塞环密封原理

1-第一密封面;2-第二密封面;3-背压力
 F_2 ;4-活塞环自身弹力 F_1

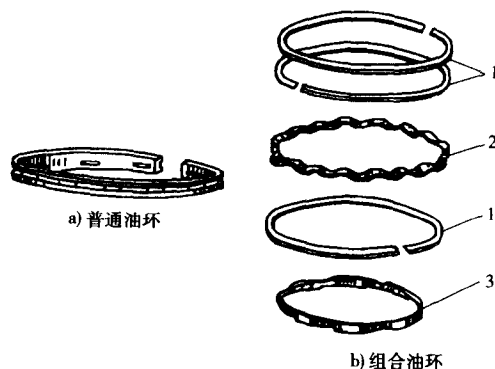


图 1-2-4 油环

1-刮油钢片;2-轴衬环;3-径向衬环

油环的刮油作用如图 1-2-5 所示。油环的端面外缘一般均有倒角,使油环向上运动能形成油膜。由于油环背面没有压力,润滑油可以进入油槽的切槽内,多余的润滑油从槽底小孔或槽

流回油底壳。下唇的外缘并不倒角,这样就有较强的向下的刮油能力。

组合式油环的特点是:环片薄、质量小,对缸壁的比压大,因而刮油能力强。刮油片各自独立,对气缸的适应性好,回油通路大、阻力小。组合式油环在高速发动机上得到较广泛的应用。

3. 活塞销

活塞销的作用是连接活塞和连杆小头,将活塞承受的气体作用力传给连杆。活塞销一般用低碳钢或低碳合金钢制造,表面经渗碳处理,提高表面硬度。活塞销与活塞销座孔和连杆小头衬套的连接方式,有“全浮式”和“半浮式”两种。

全浮式连接的活塞销能在连杆小头衬套孔内和活塞销座孔内转动,使活塞销各部分的磨损比较均匀。为了防止活塞销因轴向窜动而刮伤气缸壁,在活塞销座两端装有卡环,用以轴向定位。

半浮式连接的活塞销与连杆小头固定,使活塞销在活塞销座孔内浮动。活塞销与连杆小头的固定方法有过盈配合和螺栓固式两种。

活塞销座孔的中心线一般位于活塞中心线的平面内,当活塞越过上止点改变运动方向时,由于侧压力瞬时换向,使活塞与缸壁的接触面突然由一侧平移至另一侧(图 1-2-6a)时,产生活塞对缸壁的敲击而发出噪声。因此,有些高速发动机将活塞销座轴线向作功行程中受侧压力较大的一面偏移 $1 \sim 2\text{mm}$ (图 1-2-6b)。使换向冲击力减弱,从而减轻活塞的敲击噪声,改善发动机工作时的平顺性。

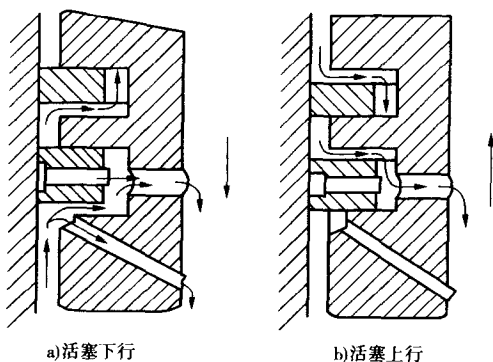


图 1-2-5 油环的刮油作用

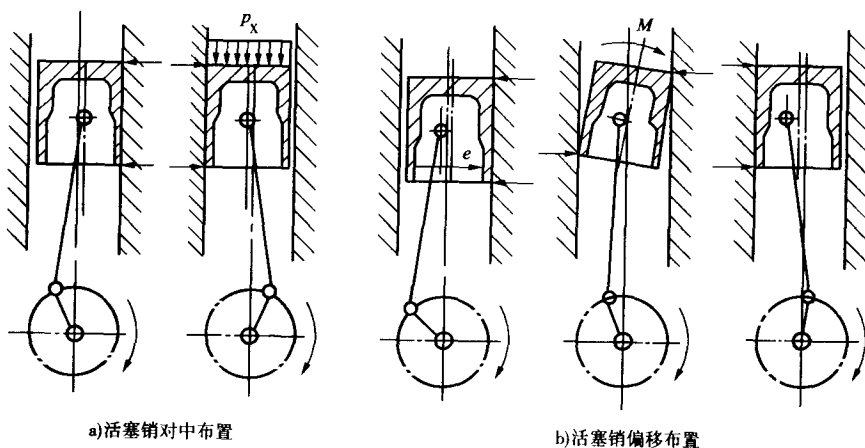


图 1-2-6 活塞销偏置时的工作情况

4. 连杆

连杆的功用,是将活塞承受的力传给曲轴,并将活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动。连杆一般采用中碳钢或中碳合金钢锻造而成,连杆的构造见图 1-2-7。

连杆由连杆小头、杆身和连杆大头(包括连杆盖)三部分组成。小头孔中压入青铜衬套,杆

身通常做成“1”形断面,连杆大头做成剖分式的,被分开部分称为连杆盖,由连杆螺栓将盖与大头紧固。

连杆大头的切口形式分为斜切口和平切口,斜切式的大头剖切面与连杆轴线成 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 夹角,见图 1-2-7a)。平切式剖切面垂直于连杆轴线,见图 1-2-7b)。

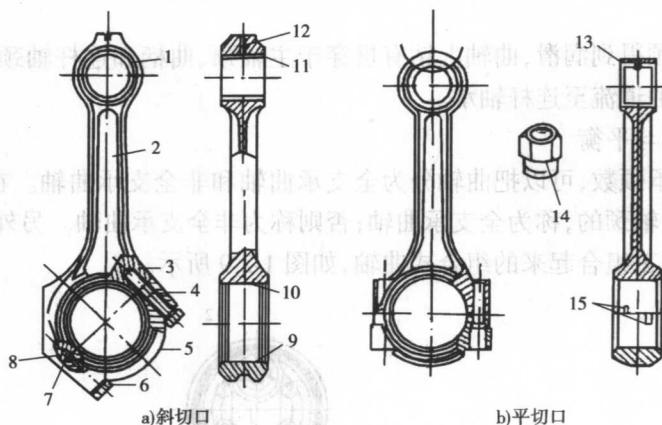


图 1-2-7 连杆的构造

1-连杆小头;2-杆身;3-连杆大头;4-连杆螺栓;5-连杆盖;6-铁丝 7-锯齿;8-定位销;9-连杆下轴瓦;10-连杆上轴瓦;11-连杆衬套;12-集油孔;13-集油槽;14-自锁螺母;15-轴瓦定位槽

在连杆大头孔中安装有连杆轴瓦,它是剖分为两半的滑动轴承。连杆轴瓦的钢背由低碳钢带制成,是轴承基体。在钢背的内圆面上浇铸有减磨合金层。目前常用的轴承合金有巴氏合金、铜铅合金、高锡铝合金。高锡铝合金在汽油机、柴油机上采用较多。

三、曲轴飞轮组

曲轴飞轮组主要由曲轴、飞轮和附件组成。附件的种类和数量取决于发动机的结构和性能要求。典型实例见图 1-2-8。

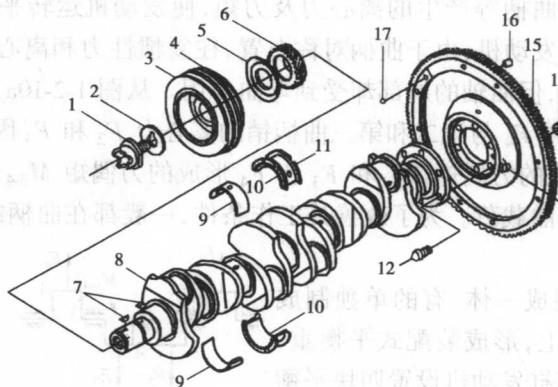


图 1-2-8 东风 6100-1 型发动机曲轴飞轮组分解图

1-起动机爪;2-起动机爪锁紧垫圈;3-扭转减振器;4-带轮;5-挡油片;6-定时齿轮;7-半圆键;8-曲轴;9-主轴承上下轴瓦;10-中间主轴承;11-止推片;12-螺柱;13-润滑脂嘴;14-螺母;15-齿环;16-圆柱销;17-第一、六缸活塞处在上止点时的记号(缸球)

1. 曲轴

曲轴的功用是将连杆传递来的力,转换成环绕其轴线的力矩,从而对外输出转矩并驱动发动机配气机构和其他辅助装置。

曲轴一般用中碳钢或中碳合金钢模锻而成。有些曲轴用高强度的稀土球墨铸铁铸造。

为了使连杆轴颈得到润滑,曲轴上钻有贯穿于主轴颈、曲柄和连杆轴颈的油道孔,使主轴承内的润滑油经此油道流至连杆轴承。

(1) 曲轴的结构与平衡

按照曲轴主轴颈数,可以把曲轴分为全支承曲轴和非全支承曲轴。在相邻的两个曲拐之间,都设有一个主轴颈的,称为全支承曲轴;否则称为非全支承曲轴。另外,一般曲轴都是整体式的,也有分段加工组合起来的组合式曲轴,如图 1-2-9 所示。

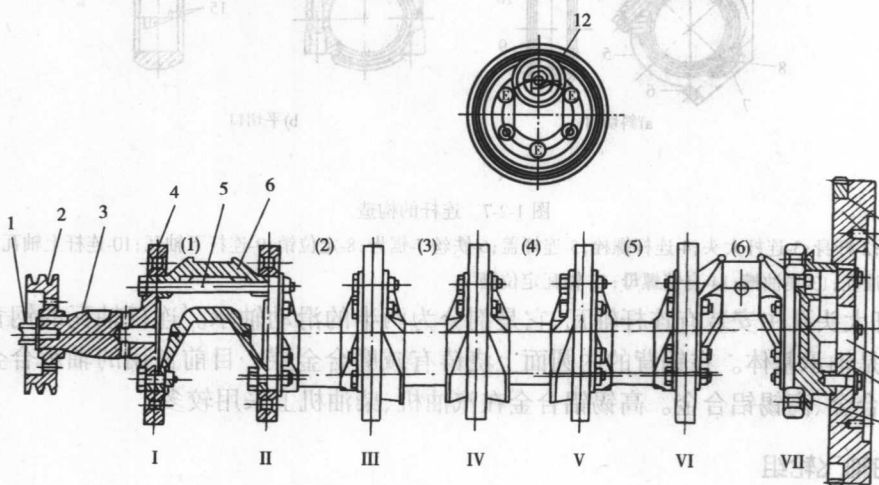


图 1-2-9 组合式曲轴示意图

1-起动爪;2-带盘;3-前端轴;4-滚动轴承;5-连接螺栓;6-曲柄;7-齿圈;8-飞轮;9-后端凸缘;10-锁片;11-挡油圈

为了平衡连杆大端和曲柄等产生的离心力及力矩,使发动机运转平稳,须对曲轴进行平衡。四缸以上的直列多缸发动机,由于曲柄对称布置,往复惯性力和离心力及其产生的力矩,从整体上看都能互相平衡,但曲轴的局部却受到弯曲作用。从图 1-2-10a)中可以看出,第一和第四曲柄销的离心力 F_1 和 F_4 与第二和第三曲柄销的离心力 F_2 和 F_3 因大小相等,方向相反而互相平衡; F_1 和 F_2 形成的力偶矩 M_{1-2} 和 F_3 和 F_4 形成的力偶矩 M_{3-4} 也互相平衡。但两个力偶矩都给曲轴造成了弯曲载荷。为了改善其工作条件,一般都在曲柄的反方向设置平衡重,如图 1-2-10b)所示。

平衡重有的与曲轴制成一体,有的单独制成零件,用螺栓固定于曲柄上,形成装配式平衡重,如图 1-2-11 所示。一般四缸发动机设置四块平衡重;六缸发动机设置 4、6、8 块平衡重;甚至在所有曲柄下均设平衡重。如菲亚特 C40N 型汽车发动机,设置了 8 块平衡重。

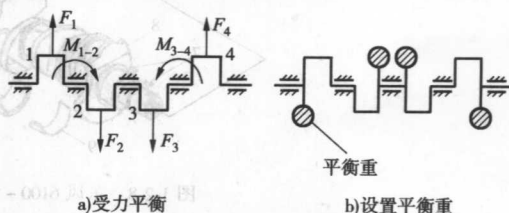


图 1-2-10 曲轴平衡重作用示意图

现代小型高速发动机,采用平衡轴来提高曲轴的平衡度,如图 1-2-12 所示。平衡轴通常是两根断面为半圆的轴。平衡轴与曲轴转动方向相反,以消除曲轴旋转的惯性力。

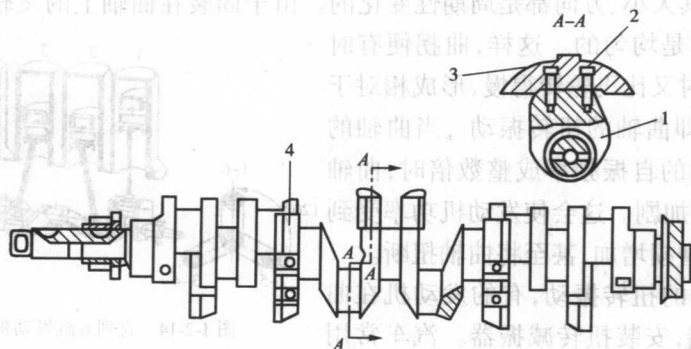


图 1-2-11 菲亚特 40N 型汽车发动机的曲轴

1-曲轴;2-平衡重紧固螺钉;3-平衡重;4-紧固螺钉焊缝

(2) 多缸发动机的曲拐布置和工作循环

曲轴的形状和各曲拐的相对位置(即曲拐的布置),取决于缸数(i)、气缸的排列形式和各缸工作顺序。在发动机完成一个工作循环的曲轴转角内,每个气缸都应作功一次,而且各缸作功的间隙时间以曲轴转角表示,称为发火间隔角,应力求均匀。对缸数 i 的四冲程发动机而言,发火间隔为 $720^\circ/i$ 。即曲轴每转 $720^\circ/i$ 时,就有一缸作功,以保证发动机运转平稳,常用的如:

① 四冲程直列 4 缸发动机的曲轴曲拐对称布置于同一平面内,如图 1-2-13 所示。其发火间隔角为 $720^\circ/4 = 180^\circ$ 。

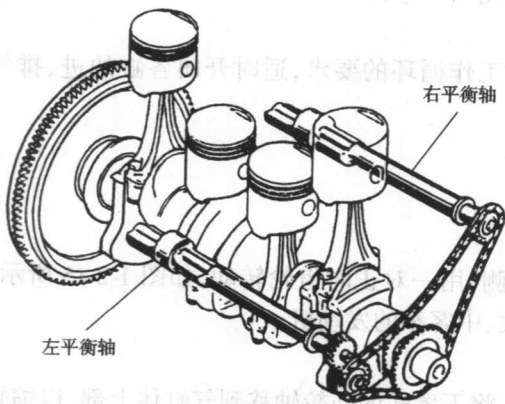


图 1-2-12 平衡轴装置

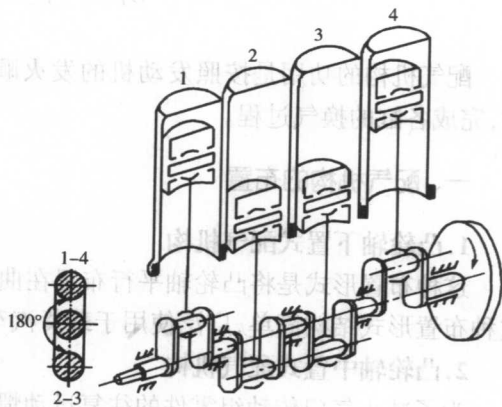


图 1-2-13 直列 4 缸发动机的曲拐布置

这样布置的发火次序有两种:1—2—4—3 和 1—3—4—2 排列法。

② 四冲程直列 6 缸发动机的曲轴曲拐布置如图 1-2-14 所示。这种发动机发火间隔角为 120° 6 个曲拐分别布置在三个平面内,各平面夹角为 120° ,常用的发火次序为 1—5—3—6—2—4。

除上述常见曲轴外,还有一些种类的曲轴。如五气缸的曲轴,它的曲拐均布在 5 个纵向平面内,其具体布置位置视发动机工作顺序而定。