
全国中等职业技术学校汽车类专业

汽车发动机构造与维修 教学参考书

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

简 介

本书根据全国中等职业技术学校汽车类专业教材《汽车发动机构造与维修》编写，供汽车类专业教师的教学参考。

本书由任惠珠编写。

目 录

第一单元 总论	(1)
一、教学重点、难点解析	(1)
二、教学安排建议	(1)
三、补充教学资料	(1)
四、典型教案（本教案适用于 10~12 人的小班理实 一体化教学模式）	(4)
五、汽车相关资料和数据	(9)
六、技能鉴定考试参考试卷	(12)
习题册参考答案	(14)
 第二单元 曲柄连杆机构	(17)
一、教学重点、难点解析	(17)
二、教学安排建议	(17)
三、补充教学资料	(17)
四、典型教案（本教案适用于 10~12 人的小班 一体化教学模式）	(24)
五、汽车相关资料和数据	(27)
六、技能鉴定考试参考试卷	(28)
习题册参考答案	(35)
 第三单元 配气机构	(42)

一、教学重点、难点解析·····	(42)
二、教学安排建议·····	(42)
三、补充教学资料·····	(42)
四、典型教案(本教案适用于10~12人小班理实 一体化教学模式)·····	(50)
五、汽车相关资料和数据·····	(56)
六、技能鉴定考试参考试卷·····	(57)
习题册参考答案·····	(63)
 第四单元 汽油机燃料供给系 ·····	(68)
一、教学重点、难点解析·····	(68)
二、教学安排建议·····	(68)
三、补充教学资料·····	(69)
四、典型教案·····	(81)
五、汽车相关资料和数据·····	(94)
六、技能鉴定考试参考试卷·····	(107)
习题册参考答案·····	(121)
 第五单元 柴油机燃料供给系 ·····	(128)
一、教学重点、难点解析·····	(128)
二、教学安排建议·····	(128)
三、补充教学资料·····	(128)
四、典型教案(本教案适用于10~12人的小班 一体化教学模式)·····	(144)
五、汽车相关资料和数据·····	(148)
六、技能鉴定考试参考试卷·····	(151)
习题册参考答案·····	(164)

第六单元 润滑冷却系	(169)
一、教学重点、难点解析.....	(169)
二、教学安排建议.....	(169)
三、补充教学资料.....	(169)
四、典型教案.....	(175)
五、汽车相关资料和数据.....	(179)
六、技能鉴定考试参考试卷.....	(181)
习题册参考答案.....	(185)
 第七单元 汽车发动机总装及检测	 (192)
一、教学重点、难点解析.....	(192)
二、教学安排建议.....	(192)
三、补充教学资料.....	(192)
四、典型教案（本教案适用于 10~12 人的小班 一体化教学模式）.....	(200)
五、汽车相关资料和数据.....	(208)
六、技能鉴定考试试卷.....	(209)
习题册参考答案.....	(213)



第一单元

总 论

一、教学重点、难点解析

本单元的教学重点是汽车发动机的一般构造、工作原理、常用术语，以及汽车发动机维修常用工具的使用方法、注意事项。

本单元的教学难点是汽车发动机维修常用工具的使用方法、注意事项。

二、教学安排建议

本单元是汽车发动机维修的基础课程。由于汽车发动机的类型较多，讲课时应注意“少而精”的原则。本单元的教学方法建议采用理实一体化教学，建议教学总课时为 28 课时，其中理论教学为 8 课时，实习为 20 课时。在进行实习时，要进行操作安全教育。

三、补充教学资料

1. 爆燃与表面点火现象

(1) 爆燃 爆燃是由于气缸内可燃混合气压力和温度过高，燃烧室内远离点燃中心的某处炽热点在火焰未传到之前点燃混合气而形成的一种异常燃烧现象。发生爆燃时火焰以极高的速度向外传播，形成很强的冲击波，撞击燃烧室内壁和活塞顶面，发出尖锐的金属敲击声强烈的振动，会引起汽车发动机过热、功率下降、油耗增加，严重时会造成活塞断裂、轴瓦破裂、火花塞绝缘体击穿等机件损坏现象。

(2) 表面点火 表面点火与爆燃不同,是另外一种不正常的燃烧现象,又分为早燃和后燃两类。

早燃是在火花塞正常点火之前,燃烧室内壁炽热表面(如排气门头、火花塞电极、积炭处等)提前点火引起的一种异常燃烧现象。表面点火发生时也伴有强烈的敲击声(较沉闷),产生的压力波会加重汽车发动机机件负荷,降低机件使用寿命。

2. 汽车发动机主要性能指标与特性

汽车发动机的主要性能指标有动力性指标(有效扭矩、有效功率、转速等)和经济性指标(燃油消耗率)。

(1) 有效扭矩 汽车发动机通过飞轮对外输出的扭矩称为有效扭矩,用 T_e 表示,单位为 $N \cdot m$ 。有效扭矩与外界施加于汽车发动机曲轴上的阻力矩平衡。

(2) 有效功率 汽车发动机通过飞轮对外输出的功率称为汽车发动机的有效功率。用 P_e 表示,单位为 kW 。它等于有效扭矩与曲轴角速度的乘积。汽车发动机的有效功率可以用台架试验方法测定。用测功器测定有效扭矩和曲轴转速,然后运用以下的公式算出汽车发动机有效功率:

$$P_e = T_e 2\pi n \times 10^{-3} / 60 = T_e n / 9550 \quad (kW) \quad (1-1)$$

式中 T_e ——有效扭矩, $N \cdot m$;

n ——曲轴转速, r/min 。

汽车发动机产品品牌上标明的功率及相应转速称为额定功率和额定转速。

(3) 燃油消耗率 汽车发动机每发出 $1 kW$ 有效功率,在 $1 h$ 内所消耗的燃油质量(以 g 为单位)称为燃油消耗率,用 g_e 表示。

燃油消耗率按下式计算:

$$g_e = G_1 \cdot 10^3 / P_e \quad (g/kW \cdot h) \quad (1-2)$$

式中 G_1 ——汽车发动机每单位时间的耗油量, kg/h , 可由试验

测定;

P_e ——汽车发动机的有效功率, kW。

(4) 汽车发动机的转速特性 汽车发动机的性能是随着许多因素而变化的, 其变化规律称为汽车发动机特性。汽车发动机转速特性是指汽车发动机的功率、扭矩和燃油消耗率三者随曲轴转速变化的规律。这个特性可以通过汽车发动机在试验台上(例如测功器试验台)进行试验而求得。试验时先保持一定的汽车发动机节气门开度, 同时用测功器对汽车发动机曲轴施加一定数值的阻力矩。当汽车发动机运转稳定时, 即阻力矩与汽车发动机发出的有效扭矩相等时, 可用转速表测出此时的稳定转速 n ; 同时在测功器上测出该转速下的汽车发动机有效扭矩 T_e , 根据式 1—1 可算出有效功率 P_e 。另外可测出消耗一定量汽油所经历的时间, 用以换算出汽车发动机每小时油耗量 G_t , 从而按式 1—2 计算出燃油消耗率 g_e 。改变测功器的阻力矩数值, 用相同的方法, 又可以得到对应于另一转速 n 的一组 T_e , P_e , g_e 的数值。如此重复若干次, 即可得到一定节气门开度下的一系列 n , T_e , P_e , g_e 的数值。根据这些数据, 即可画出 T_e , P_e , g_e 随 n 变化的关系曲线, 即相应于这一节气门开度的转速特性曲线。

(5) 总功率特性 如果改变节气门开度, 又可得到另外一组特性曲线。当节气门开度最大时, 所得到的是总功率特性, 也称为汽车发动机外特性。而把在节气门其他开度情况下得到的特性称为部分特性。

汽车发动机外特性代表了汽车发动机所具有的最高动力性能。

(6) 汽车发动机工作状况 简称汽车发动机工况, 一般是用它的功率与曲轴转速来表征, 有时也可用负荷与曲轴转速来表征。

(7) 负荷 汽车发动机在某一转速之下的负荷就是当时汽车发动机发出的功率与同一转速下所可能发出的最大功率之比, 以百分数表示。

四、典型教案（本教案适用于 10~12 人的 小班理实一体化教学模式）

教案首页

单元名称		课题名称	汽车发动机总体构造及专用工具的使用	
授课时数	7	课题序号		
授课日期	第 周	年 月 日至	年 月 日	
授课班级		授课班级人数		
教学目的 和要求	1. 掌握汽车发动机总体构造 2. 掌握汽车发动机维修专用工具的使用方法			
重点与难点	汽车发动机总体构造、汽车发动机维修专用工具的使用方法			
示范内容	汽车发动机维修专用工具的使用方法			
巡回重点	汽车发动机维修专用工具的使用方法			
教学准备	工量具、仪器、教具：顶拔器、火花塞套筒、桑塔纳张紧轮专用扳手、活塞环拆装钳、滤清器扳手、气门弹簧钳			
	机件、原材料：上海桑塔纳 JV 汽车发动机			
执行后摘记				
教学内容、 过程及教 时分配	1. 组织教学			
	2. 复习回顾			
	3. 导入新课 10 min			
	(1) 汽油汽车发动		4. 操作示范 30 min	
	机总体构造与主要功		5. 学生练习及注意事项 205 min	
	能 30 min		6. 结束指导 15 min	
	(2) 柴油机的总体		7. 本课小结 3 min	
	构造 20 min		8. 作业布置 2 min	

续表

授课主要内容	备注
【组织教学】 准备器材等。 【复习提问】 1. 请同学说明汽油机的类型。 2. 请同学解释压缩比、活塞行程等汽车发动机术语。 【导入新课】 由汽车发动机的工作原理及常用术语导入新课。	课前组织 提问
汽车发动机总体构造及专用工具的使用 汽车发动机主要分为汽油机和柴油机，它们的基本工作原理相似，总体构造大体一致。 1. 汽油机总体构造与主要功能 汽油机通常由两大机构、五大系组成。 (1) 曲柄连杆机构 是汽车发动机实现热能转换成机械能的核心机构。主要由机体组（包括气缸体、气缸盖、油底壳）、活塞连杆组（包括活塞、活塞环、活塞销、连杆体、连杆盖、连杆螺栓）、曲轴飞轮组（包括曲轴、飞轮）组成。 (2) 配气机构 使汽车发动机工作循环连续进行，定时开闭进、排气门，向气缸内充入混合气、排出废气。其主要由气门组（包括气门、气门导管、气门弹簧）和气门传动组（包括正时齿轮、凸轮轴、挺柱、推杆、摇臂、摇臂轴）组成。 (3) 燃料供给系 传统化油器式燃料供给系一般由汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、化油器、空气滤清器、进气歧管、排气歧管、排气消声器等组成。其作用是把汽油和空气混合成比例合适的可燃混合气送入气缸，并排出燃烧后生成的废气。电控燃油喷射装置主要由燃油供给系统（包括汽油箱、电动汽油泵、汽油滤清器、汽油压力调节器、喷油	讲授 板书 可以以上海桑塔纳轿车发动机为例

续表

授课主要内容	备注
器、冷起动喷油器、汽油压力缓冲器)、空气供给系统(包括空气滤清器、空气流量计或进气压力传感器、节气门体、怠速空气门或怠速电控阀)、电子控制系统(包括电控单元,各类传感器、执行器)组成。	
(4) 点火系 汽油机靠点火系产生的高压电火花,适时点燃气缸内的可燃混合气。传统点火系主要由蓄电池、发电机、分电器、点火线圈、火花塞和点火开关等组成,利用断电触点的开闭控制1次侧电流的通断。电子点火系利用晶体三极管的导通和截止来控制1次侧电流的通断。	画框图
(5) 冷却系 冷却系一般由水泵、节温器、散热器、风扇、循环水套、分水管等组成。其作用是把机件多余的热量散发出去,以保持汽车发动机正常的工作温度。	
(6) 润滑系 主要作用是将润滑油送到相对运动零件的摩擦表面,减轻机件磨损,另外还有冷却、清洗零件表面及密封、减振和防锈的功能。一般由机油泵、集滤器、限压阀、润滑油道、机油粗滤器、机油细滤器、机油冷却器等组成。	板书
(7) 起动系 作用是起动汽车发动机,包括起动机及其附属装置。	
2. 柴油机的总体构造 柴油机通常由两大机构、四大系统组成。其曲柄连杆机构、配气机构、润滑系、冷却系和起动系与汽油机相似,不同的是柴油机的燃料供给系与汽油机差别较大,且柴油机没有点火系。	可以对比
柴油机燃料供给系主要由柴油箱、柴油滤清器、输油泵、喷油泵、调速器、喷油器、空气滤清器、进气歧管、排气歧管、排气消声器等组成。增压柴油机进气系统还装有废气涡轮增压器。	与汽油机对比

续表

授课主要内容	备注
【操作示范】 老师进行专用工具使用方法示范,使学生熟悉专用工具的结构及使用。 (1) 顶拔器 1) 结构与功用 顶拔器由拉爪、座架、丝杆、手柄等组成。顶拔器一般用于拆卸配合较紧的轴承、齿轮等机件。 2) 使用方法 根据轴端与被拉工件的距离转动顶拔器的丝杆,至丝杆顶端顶住轴端,拉爪钩住工件(轴承或齿轮)的外圈,然后慢慢转动丝杆将工件拉出。 (2) 火花塞套筒 1) 结构与功用 火花塞套筒属薄壁长套筒,是拆装火花塞的专用工具。 2) 使用方法 ①根据火花塞的装配位置和火花塞六角尺寸,应选用不同高度和径向尺寸的火花塞套筒。 ②对正火花塞孔,并与火花塞六角套对接牢靠,用力转动套筒,使火花塞旋入或旋出。 (3) 桑塔纳张紧轮专用扳手 1) 结构与功用 它作为上海桑塔纳汽车发动机传动带松紧度调整专用工具。 2) 使用方法 ①将专用工具上的二只销钉对准张紧轮上的小孔。 ②用梅花扳手松开张紧轮紧固螺母。 ③扳动专用扳手,使传动带预紧度达到要求,固定紧固螺钉。 (4) 活塞环拆装钳 1) 结构与功用	边示 范边 讲解

续表

授课主要内容	备注
活塞环拆装钳是用来拆装活塞环的专用工具。 2) 使用方法 将拆装钳卡入活塞环的端口, 并使其与活塞环贴紧, 然后握住手柄慢慢捏紧, 使活塞环张开, 将活塞环从活塞环槽内取出或装入槽内。 (5) 滤清器扳手 1) 结构与功用 这是一种拆装机油滤清器、柴油滤清器的专用工具, 有直径可调式和直径固定式两种。 2) 使用方法 ①选择尺寸合适的滤清器扳手, 可调式滤清器扳手使用前应根据滤清器的直径调节好尺寸。 ②将扳手套入滤清器, 转动滤清器扳手将滤清器旋紧或旋松。 (6) 气门弹簧钳 1) 结构与功用 气门弹簧钳是拆装气门弹簧的专用工具。有弓形气门弹簧钳、杠杆式气门弹簧钳等多种。 2) 使用方法 ①使用弓形气门弹簧钳时, 先旋出螺杆至凸台顶住气门头, 并使压头贴住气门弹簧座, 再转动螺杆, 带动压头压缩弹簧, 使锁片落在压头凹槽内。 ②使用杠杆式气门弹簧钳时, 将前端孔套到缸盖螺柱上, 旋上螺母定位, 并使槽孔对准气门弹簧座, 然后压下弹簧钳手柄, 将气门弹簧压缩, 用尖嘴钳取出气门锁片。 【学生练习及注意事项】 学生分组进行工具使用方法练习。 注意事项: 注意生产实习安全。 【结束指导】 验收实习所用的工、量具及机件, 清洁场地。	边示范边讲解 老师巡回指导

续表

授课主要内容	备注
【本课小结】 本次课主要讲述了汽车发动机的总体构造,示范并练习了汽车发动机维修的部分专用工具的使用方法,并针对实习中存在的问题进行总结。 【作业布置】 实习报告:说明顶拔器、火花塞套筒、桑塔纳张紧轮专用扳手、活塞环拆装钳、滤清器扳手、气门弹簧钳的使用方法。	

五、汽车相关资料和数据

表 1—1 几种常见车型发动机的结构特征与技术参数

车名	奥迪 200 1.8T	奥迪 200 2.4	奥迪 100	捷达王 GTX
制造商	一汽大众			
布置形式	FF	FF	FF	FF
型号			JW	EA113 20V
气缸排列形式	直列 4 缸汽油机多点电喷涡轮增压	水冷 V 型 6 缸汽油机多点喷射	5 缸直列化油器式	4 缸直列水冷汽油机多点喷射
排量 (mL)	1 781	2 398	1 781	1 595
最大功率 (kW/r/min)	105/5 700	103/5 600	66/5 500	74/5 800
最大扭矩 (N·m/r/min)	200/(1 750~4 600)	202/3 100	145/3 300	150/4 000
缸径×冲程 (mm)	81×86.4	81×77.5	81×86.4	81×77.4
压缩比	8.9:1	10:1	8.5:1	8.5:1
配气机构	20 气门双顶置凸轮轴		单顶置凸轮轴	20 气门双顶置凸轮轴

续表

车名	桑塔纳 LX	桑塔纳 2000GLi	桑塔纳 GSi	别克新世纪
制造商	上海大众			上海通用
布置形式	FF	FF	FF	FF
型号	JV	AFE	AJR	
气缸排列形式	水冷、直列 4 缸汽油机、化油器	水冷直列 4 缸前纵置电控多点喷射	水冷直列 4 缸电控多点喷射	V6 发动机、SFI 顺序多点燃油喷射,电子点火; PCM 动力总成控制模块
排量 (mL)	1 781	1 781	1 781	2 980
最大功率 (kW/r/min)	66/5 200	72/5 200	74/5 200	126/5 200
最大扭矩 (N·m/r/min)	145/3 500	150/3 100	155/3 800	250/4 400
缸径×冲程 (mm)	81×86.4	81×86.4	81×86.4	89×80
压缩比	8.2 : 1	9 : 1	9.3 : 1	
配气机构	单顶置凸轮轴	每缸 2 气门、单顶置凸轮轴		

续表

车名	富康 RG	富康 AL	全顺	TJ7100U
制造商	神龙富康汽车有限公司		江铃汽车	天津汽车厂
布置形式	FF	FF		FF
型号	TU3F2K	TU5JP/K	4JB1	TJ376Q
气缸排列形式	水冷直列 4 缸汽油机、前横置		4 缸直列水冷、直喷式纵置柴油机	3 缸直列汽油机
排量 (mL)	1 360	1 587	2 800	993

续表

车名	富康 RG	富康 AL	全顺	TJ7100U
最大功率 (kW/r/min)	55/5 800	65/5 600	57/3 600	38/5 600
最大扭矩 (N·m/r/min)	114/3 800	135/3 000	172/2 000	75/3 200
缸径×冲程 (mm)	75×77	78.5×82		76×73
压缩比	9.3:1	9.6:1	18.2:1	9.5:1
配气机构	每缸 2 气门、单置凸轮轴			

续表

车名	TJ7130UA	BJ2021	CA1092	EQ1092
制造商	天津汽车厂	北京吉普车公司	一汽	二汽
布置形式	FF	4WD	FR	FR
型号	476Q (HC—C)	CMC1—4	CA6102	EQ6100—I
气缸排列形式	水冷直列 4 缸	水冷直列 4 缸	6 缸直列水冷、汽油机	
排量 (mL)	1 295	2 500	5 560	5 420
最大功率 (kW/r/min)	56/6 500	77/4 000	99/3 000	99/3 000
最大扭矩 (N·m/r/min)	102/3 900	178/2 500	373/(1 200~1 400)	353/1 400
缸径×冲程 (mm)	76×71.4	98.4×81	102×114	100×115
压缩比	9.5:1	8.6:1	7.2:1	6.75:1
配气机构	16 气门、 单置凸轮轴	正时链		

续表

车名	JN1181KB	NJ1061	依维柯 S45.10	JX1030DS
制造商	重庆汽车集团	南京汽车集团公司		江铃汽车
布置形式	FR	FR	FR	FR
型号			8140.27	
气缸排列形式	柴油机、 水冷直列 6 缸	汽油机、 水冷直列 4 缸	4 缸直列涡轮增压 直喷式柴油机	柴油机、水冷 直列 4 缸
排量 (mL)	1 950	2 690	2 499	2 499
最大功率 (kW/r/min)	154.5/2 100	64.7/4 000	75.7/3 800	50/3 600
最大扭矩 (N·m/r/min)	184.5/1 300	186.2/2 500	230/220	152/2 000
缸径×冲程 (mm)	130×150	95×95	93×92	1
压缩比	16:1	7.6:1	18.5:1	18.4:1
配气机构				

六、技能鉴定考试参考试卷

项目 汽车发动机维修工具的使用

1. 试题类别

工具使用。

2. 考核时间

5 min。

3. 考核方法

现场实物操作 (抽考一件工具)。

4. 技术要求

能正确、安全地使用汽车发动机维修工具, 不损坏机件。