

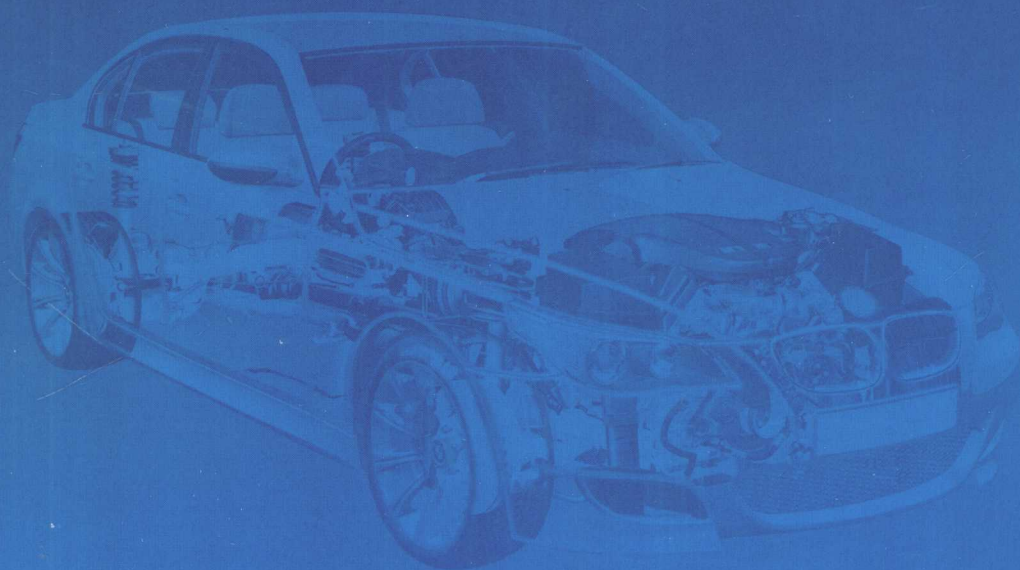
汽车发动机 构造与维修

QICHE

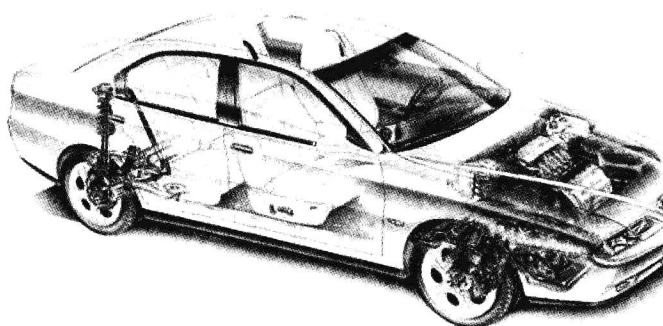
FADONGJI GOUZAO YU WEIXIU

主编◎杨 波 李维娟 张金友

主审◎胡祥卫



汽车发动机构造与维修

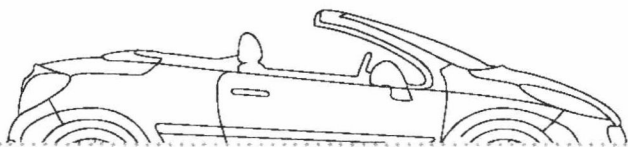


主 编	杨 波	李维娟	张金友
副主编	王世江	迟磊磊	冯吉涛
参 编	赵艳平	祝政杰	王艳超
	唐 锐	邢福荣	孙国亮
	辛玉刚		
主 审	胡祥卫		



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

V464/68



前言

P R E F A C E

汽车发动机构造与维修是汽车运用与维修专业的一门实践性很强的必修专业课。本书实用性强,融入了高等院校汽车运用与维修专业的一体化改革成果,结合了当前汽车维修行业的生产实际,且有较强的针对性。本书较好地贯彻了素质教育的思想,力求体现以人为本的现代理念,从汽车维修行业岗位群的知识与技能要求出发,结合学生创新能力的培养、职业道德方面的要求,提出教学目标并组织教学内容。

本书中的工作页呈现源于典型工作任务中的学习任务,通过体系化的引导问题,指导学生在完整的行动中进行理论实践一体化的学习,在培养专业能力的同时,帮助学生学习工作过程知识,促进关键能力和综合素质的提高,实现工学一体化教学目标。

本书所整理、编辑的学习项目来自于汽车维修企业一线维修案例,学习项目的设置遵循分析与检查、方案制定、方案实施、完工检验、成果展示与交流的形式,引导学生形成工作的逻辑思路,增进学生对汽车维修的感性认知。这些学习项目中所使用的工作页将学习与工作紧密结合,以“学习的内容是工作,通过工作实现学习”为宗旨,促进了学习过程的系统化,使教学内容更贴近企业生产实际。本书的学习突出了工作页对学生实操过程的指导作用,并将工作过程的关键步骤具体标明,以达到只要学生依据工作页便可基本独立完成整个工作过程操作的效果。从初步制订工作计划中大致确定所需的工、用具及维修资料入手,直到整个工作任务的所有操作与分析诊断环节开展,在本书的工作页中皆有体现,其中相关项目完成后实操场地的整理和清洁,逐步按照质量管理的7S管理理念——整理、整顿、清洁、清扫、素养、安全及节约的标准规范执行。学习工作过程中,学生记录、填写的所有内容都应该从工作操作中获取的数据、总结、相关诊断分析思路及其技术方面的评价,也有综合技能的考核。其评价形式多样,全面考查学生的综合能力。课后的评价是让学生总结自己在完成本工作任务之后获得了哪些收获、掌握了哪些技能、有哪些体会及经验教训、是否达到了预先制定的工作目标。这样,可以让学生养成事后总结的习惯,有利于锻炼和提高学生的写作水平和展示能力。

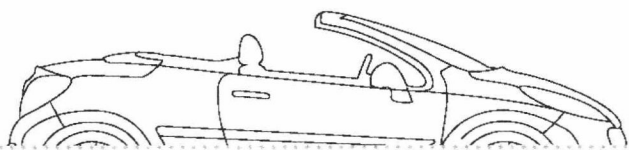
《汽车发动机构造与维修》以项目教学为主线,采用基于工作过程和工作活动为目标的行动导向典型任务学习方法进行设计,整个学习领域由七个学习项目组成。各项目建议学时为项目一4学时,项目二12学时,项目三12学时,项目四16学时,项目五4学时,项目六4学时,项目七8学时,共计60学时。

本书由杨波、李维娟、张金友主编,王世江、迟磊磊、冯吉涛任副主编,赵艳平、祝政

杰、王艳超、唐锐、邢国荣、孙国亮、辛玉刚参加了编写工作。编写分工如下：项目一由李维娟编写，项目二和项目三由杨波、迟磊磊编写，项目四由王世江和祝政杰编写，项目五由张金友、冯吉涛编写，项目六由唐锐、孙国亮编写，项目七由邢福荣、赵艳平编写。同时王艳超和辛玉刚参加了本书的资料搜集、整理和书稿编写等工作。胡祥卫对本书内容进行了整合和审查。杨波对本书内容进行了整合修改与审查。

由于编者能力和水平有限，书中难免存在不妥及错误之处，敬请广大读者提出宝贵意见，在此深表感谢。

编 者



目 录

C O N T E N T S

项目一 发动机总体构造	1
学习单元 发动机总体认识	1
项目二 曲柄连杆机构故障	15
学习单元1 机机组故障的检测与维修	15
学习单元2 活塞连杆组故障的检测与维修	29
学习单元3 曲轴飞轮组故障的检测与维修	46
项目三 配气机构系统故障	59
学习单元1 气门组故障的检测与维修	59
学习单元2 气门传动组故障的检测与维修	79
项目四 柴油机供给系统故障	100
学习单元1 柴油机低压油路故障的检测与维修	100
学习单元2 柴油机高压油泵故障的检测与维修	119
学习单元3 柴油机喷油器故障的检测与维修	139
项目五 冷却系统故障	174
学习单元 冷却系统故障的检测与维修	174
项目六 润滑系统故障	190
学习单元 润滑系统压力低故障的检测与维修	190
项目七 发动机大修	207
学习单元1 发动机的装配与调试	207
学习单元2 发动机大修后的磨合与调试	230

项目一

发动机总体构造

学习单元 发动机总体认识

班级_____ 姓名_____ 学号_____ 工号_____ 日期_____ 测评等级_____

工作任务	认知发动机总体构造及总成拆装	教学模式	任务驱动											
建议学时	4 学时	教学地点	一体化实训室											
任务描述	认知发动机的总体构造,并能进行发动机总成拆装,在车间以桑塔纳轿车为例,根据维修手册,使用专用工具,参考相关资料确定拆装步骤,正确执行发动机总成拆装的过程													
学习目标	1. 能够认知发动机总体构造。 2. 能够根据维修手册和其他资源分析发动机总成拆装的注意事项。 3. 能够描述发动机总成拆装的步骤。 4. 正确执行发动机总成拆装操作规程,树立良好的安全文明操作意识。能够主动获取信息,展示学习成果,对工作过程进行总结与反思,与他人进行有效沟通,团结协作。 5. 能够运用所学知识,为顾客使用发动机提出合理化建议													
学习准备	1. 设备器材:每组配套桑塔纳轿车4辆,量缸表1块,世达工具箱1套,维修手册1份,网络资源。 2. 分七组 小组人员岗位分配表(由组长分配) <table><tr><th rowspan="2">工作岗位</th><th>时段一</th><th>时段二</th></tr><tr><td>____年____月____日 ____时____分至____时____分</td><td>____年____月____日 ____时____分至____时____分</td></tr><tr><td>主修人员(1人)</td><td></td><td></td></tr><tr><td>辅修人员(1人)</td><td></td><td></td></tr></table>			工作岗位	时段一	时段二	____年____月____日 ____时____分至____时____分	____年____月____日 ____时____分至____时____分	主修人员(1人)			辅修人员(1人)		
工作岗位	时段一	时段二												
	____年____月____日 ____时____分至____时____分	____年____月____日 ____时____分至____时____分												
主修人员(1人)														
辅修人员(1人)														

续表

	工作岗位	时段一	时段二
		_____年____月____日 ____时____分至____时____分	_____年____月____日 ____时____分至____时____分
	学习准备		
	工具管理（1人）		
	零件摆放（1人）		
	安全监督（1人）		
	质量检验（1人）		
	7S 监督（2~4人）		

【知识链接】

汽车是由发动机、底盘、车身和电气设备四大部分组成的，其是一个机械系统，通过这四大部分实现汽车安全行驶功能，使人类以车代步。

发动机总体构造。

发动机是汽车的心脏，是一种将其他形式能转换成机械能的动力装置。其中，内燃机是一种将液体或气体燃料与空气混合后输入机器内部燃烧而产生热能，再将热能转换成机械能的装置。图 1-1-1 所示为发动机内部结构。

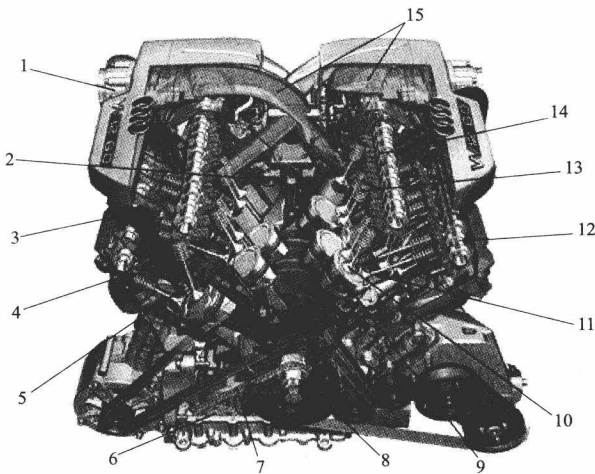


图 1-1-1 发动机内部结构

- 1—节气门；2—气缸体；3—高压点火线；4—气门摇臂；5—火花塞；6—机油泵链轮；
7—机油泵链条；8—曲轴带轮；9—活塞；10—进气门；11—排气门；12—排气凸轮轴；
13—气门弹簧；14—进气凸轮轴；15—进气歧管

汽油机由两大机构和五大系统组成，即由曲柄连杆机构、配气机构及燃料供给系统、润滑系统、冷却系统、点火系统和起动系统组成；柴油机由除点火系统外的以上两大机构和四大系统组成，因柴油机是压燃的，故不需要点火系统。

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是发动机实现工作循环、完成能量转换的主要运动零件。它由机体组、活

塞连杆组和曲轴飞轮组等组成。

在做功行程中,活塞承受燃气压力,在气缸内做直线运动,然后通过连杆转换成曲轴的旋转运动,并从曲轴对外输出动力。而在进气、压缩和排气行程中,飞轮释放能量又把曲轴的旋转运动转化成活塞的直线运动,图 1-1-2 所示为曲柄连杆机构。

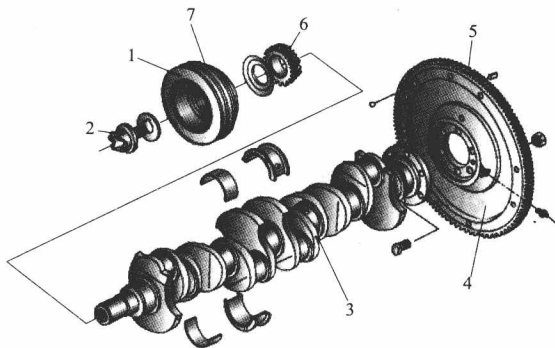


图 1-1-2 曲柄连杆机构

1—扭转减震器; 2—起动爪; 3—曲轴; 4—飞轮; 5—齿圈; 6—正时齿轮; 7—带轮

2. 配气机构

配气机构的功用是根据发动机的工作顺序和工作过程,定时开启与关闭进气门和排气门,使可燃混合气或空气进入气缸,并使废气从气缸内排出,实现换气过程。

配气机构大多采用顶置气门式配气机构,一般由气门组、气门传动组和气门驱动组组成,如图 1-1-3 所示。

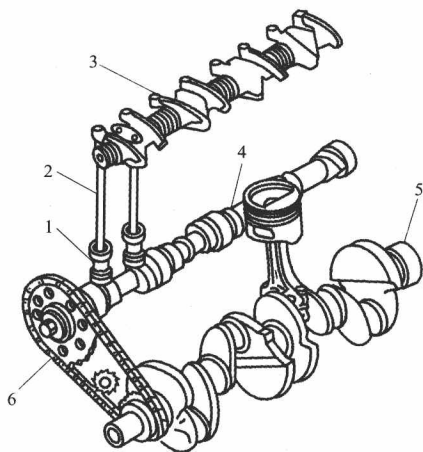


图 1-1-3 配气机构

1—挺柱; 2—推杆; 3—摇臂轴总成; 4—凸轮轴; 5—曲轴; 6—链条

3. 燃料供给系统

汽油机燃料供给系的功用是根据发动机的要求,配制出一定数量和浓度的混合气,供入气缸,并将燃烧后的废气从气缸内排到大气中;柴油机燃料供给系的功用是把柴油和空气分别供入气缸,然后在燃烧室内形成混合气燃烧,最后将燃烧后的废气排出。图 1-1-4 所示为燃料供给系统。

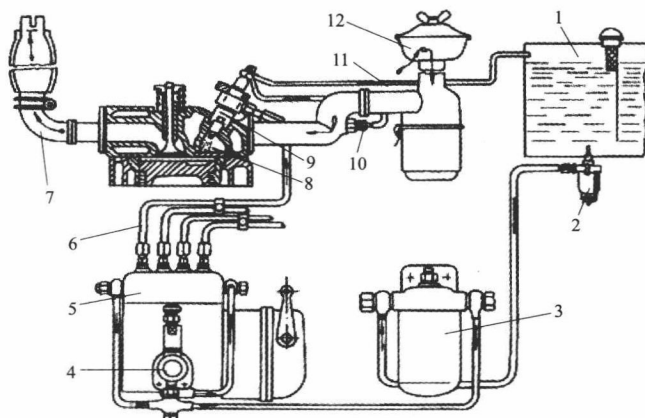


图 1-1-4 燃料供给系统

1—油箱；2—沉淀杯；3—滤清器；4—输油泵；5—喷油泵；6—高压油管；
7—排气管；8—燃烧室；9—喷油器；10—预热塞；11—回油管；12—空气滤清器

4. 润滑系统

润滑系的功用是向做相对运动的零件表面输送定量的清洁润滑油，以实现液体摩擦，减小摩擦阻力及减轻机件的磨损，并对零件表面进行清洗和冷却。润滑系通常由润滑油道、机油泵、机油滤清器和一些阀门等组成，如图 1-1-5 所示。

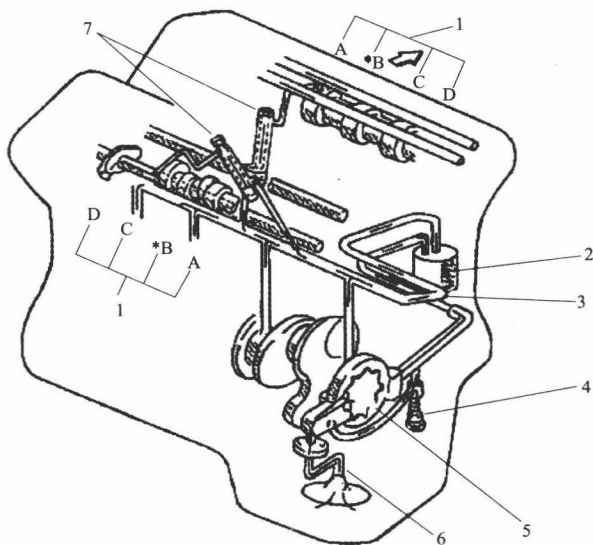


图 1-1-5 润滑系统

1—凸轮轴轴颈；2—滤清器；3—主油道；4—安全阀；5—机油泵；6—粗滤器；7—气缸盖螺栓

5. 冷却系统

冷却系的功用是将受热零件吸收的部分热量及时散发出去，以保证发动机在最适宜的温度状态下工作。水冷发动机的冷却系统通常由储液罐、水泵、风扇、散热器和节温器等组成，如图 1-1-6 所示。

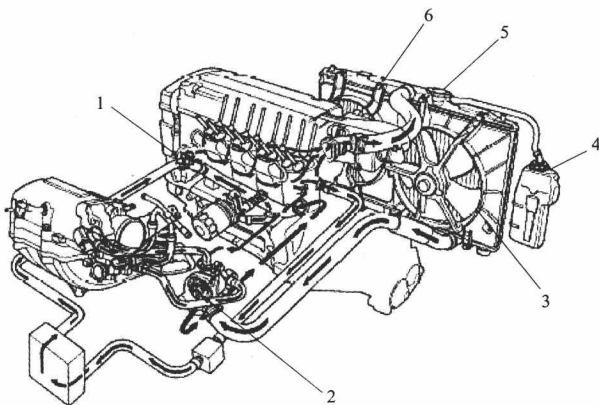


图 1-1-6 冷却系统

- 1—水泵；2—节温器；3—冷却风扇；4—储液罐；
5—散热器盖；6—散热器

6. 点火系统

在汽油机中，气缸内的可燃混合气是靠电火花点燃的，故在汽油机的气缸盖上装有火花塞，且火花塞头部伸入燃烧室内。能够按时在火花塞电极间产生电火花的全部设备称为点火系，点火系通常由蓄电池、起动机、分电器、点火线圈和火花塞等组成，如图 1-1-7 所示。

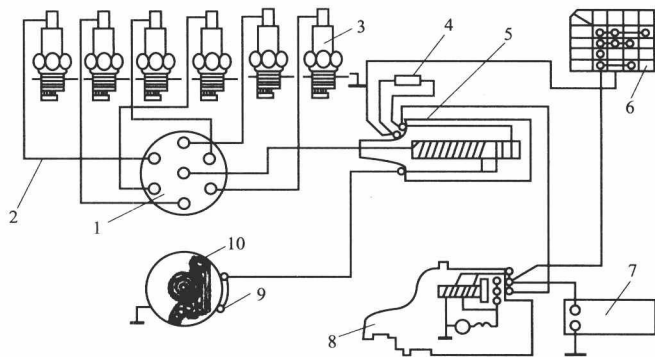


图 1-1-7 点火系统

- 1—分电器；2—高压导线；3—火花塞；4—附加电阻；5—点火线圈；6—点火开关；
7—蓄电池；8—起动机；9—电容器；10—继电器

7. 起动系统

要使发动机由静止状态过渡到工作状态，必须先用外力转动发动机的曲轴，使活塞做往复运动，气缸内的可燃混合气燃烧膨胀做功，推动活塞向下运动使曲轴旋转，发动机才能自行运转，工作循环才能自动进行。因此，曲轴在外力作用下开始转动到发动机开始自动地怠速运转的全过程，称为发动机的起动。完成发动机起动过程所需的装置，称为发动机的起动系，如图 1-1-8 所示。

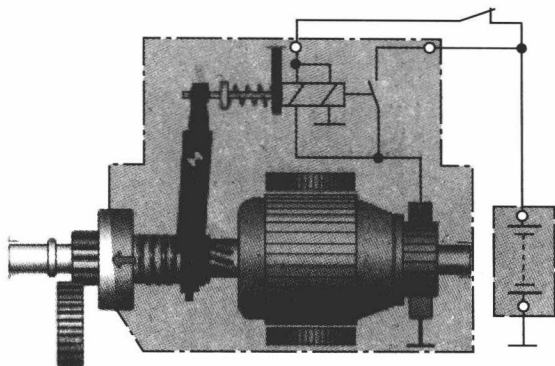


图 1-1-8 起动系统

三、发动机的分类（见表 1-1-1）

表 1-1-1 发动机的分类

分类标准	点火方式	工作循环	凸轮轴位置	冷却方式	气缸排列
第一类	点燃式	二冲程	凸轮轴中置或气门顶置（OHV）	水冷	单列直立式
第二类	压燃式	四冲程	凸轮轴顶置（OHC）	风冷	双列 V 型或对置式

学习任务 1 发动机总成拆装的计划制定

班级_____ 姓名_____ 学号_____ 工号_____ 日期_____ 测评等级_____

一、工作与学习目标

- (1) 能认知发动机总体结构并识别各元器件名称。
- (2) 能正确完成发动机总成的拆装。

二、工作过程及学习记录

- (1) 在表 1-1-2 中填写车辆基本信息。

表 1-1-2 车辆基本信息

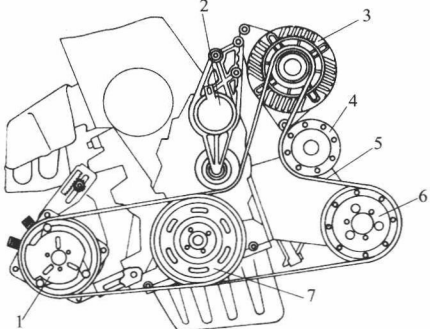
基本信息	车主性别		车主驾龄	
	使用性质		燃料	
	车辆型号		生产厂家	
	出厂时间		购车日期	
	车牌号		车身底盘号	
	发动机型号		车架号	
	行驶里程		行驶路面	

续表

维修、保养记录	最近维修、保养记录：
其他信息	
故障现象	车主描述：

(2) 指出发动机总体构造中各部分名称并填入表 1-1-3 中。

表 1-1-3 发动机总体构造

			
零件号	元件名称	零件号	元件名称
1		5	
2		6	
3		7	
4			

(3) 在表 1-1-4 中填写发动机总成拆卸的方案。

表 1-1-4 发动机总成拆卸的方案

制定拆卸步骤和过程	选用的专用工具

(4) 在表 1-1-5 中填写发动机总成安装的方案。

表 1-1-5 发动机总成安装的方案

制定安装步骤和过程	选用的专用工具

(5) 列举发动机总成拆装过程中的注意事项：

_____。



(6) 列举拆装发动机过程中的常用工具：

_____。

三、工作效果评价

1. 自我评价

(1) 通过本次学习，我学到的知识点/技能点有：_____

不理解的有：_____

(2) 我认为在以下方面还需要深化学习并提升岗位能力：_____

(3) 本次工作和学习过程中，我的表现可得到：

☐ 😎 ☐ 😊 ☐ 😞

2. 互相评价

1) 综合能力测评

(1) 根据故障现象制定故障排除方案，由评价人填写并判断正误，给予评定。

(2) 评价结果全对得 😎，错一项得 😊，错两项或两项以上得 😞。

2) 专业能力测评（见表 1-1-6）

表 1-1-6 任务评价表

项 目	评 价 内 容		评价等级 (学生互评)		
	综合能力测评: (1) 请在对应条目的○内打“√”或“×”,不能确定的条目不填,可以在小组评价时让本组同学讨论并写出结论。 (2) 评价结果全对得 😎, 错一项得 😊, 错两项或两项以上得 😞		😎	😊	😞
综合能力 测评项目 (组内互评)	○按时到场	○工装齐备	○书、本、笔齐全		
	○安全操作	○责任心强	○7S 管理规范		
	○学习积极主动	○合理使用教学资源	○主动帮助他人		
	○接受工作分配	○有效沟通	○高效完成工作任务		
专业能力 测评项目 (组间互评)	零件认识				
	零件作用				
小组评语及建议	他(她)做到了: 他(她)的不足: 给他(她)的建议:		组长签名: 年 月 日		
老师评语及建议			评价等级: 教师签名: 年 月 日		

学习任务2 发动机总成拆装的方案实施

班级_____ 姓名_____ 学号_____ 工号_____ 日期_____ 测评等级_____

一、工作与学习目标

- (1) 能将发动机从车上拆下。
- (2) 能认知发动机,并向车上安装。
- (3) 能够总结思路并相互评价。

我们就是这样排除故障的!



二、工作过程及学习记录



1. 发动机总成拆装的注意事项

- (1) 保持车辆场地整洁，及时清扫场地。
- (2) 使用专用工具，使用完按要求摆放工具。
- (3) 螺栓、螺母按规定力矩分几次拧紧。
- (4) 所有的油封装配前应在摩擦部位涂润滑油。
- (5) 禁止用锤子直接锤击机件，应垫上铜棒后敲击。

2. 发动机总成拆装的操作过程

- (1) 正确按顺序将发动机从轿车上拆下。
 - ①释放燃油供给系压力，记录存储器内容后关闭点火开关，拆卸蓄电池搭铁线。
 - ②排放发动机冷却液、润滑油等工作液，关闭燃油箱开关，拆下油管接头。
 - ③拆卸电气连线、与其他附属件相连的管件和杆件及与发动机修理无关的附属零件。
 - ④拆下发动机 ECU 或拔掉 ECU 线束插头。
 - ⑤拆卸起动机、进排气管等附件。
 - ⑥分离发动机与变速器，拆下发动机支撑及支架螺栓，将发动机缓缓吊出。
- (2) 发动机安装到车上的步骤（应按拆卸的相反顺序予以安装）：
 - ①所有密封圈、衬垫、自锁螺母都应更换，安装时按规定力矩拧紧螺栓。
 - ②在分离轴承与输入轴之间涂少许润滑油，分离轴承的导向套不必润滑。
 - ③确保发动机与变速器同心安装。
 - ④安装后重新注满冷却系和发动机润滑油，检查所有液面高度。

3. 在规定时间内按要求完成拆装任务

4. 总结思路并展示

5. 其他思路展示

三、工作效果评价

1. 自我评价

(1) 通过本次学习，我学到的知识点/技能点有：_____

不理解的有：_____

(2) 我认为在以下方面还需要深化学习并提升岗位能力：_____

(3) 本次工作和学习过程中, 我的表现可得到:

☐ 😎 ☐ 😊 ☐ 😞

2. 互相评价

1) 综合能力测评

(1) 根据故障现象制定故障排除方案, 由评价人填写并判断正误, 给予评定。

(2) 评价结果全对得 😎, 错一项得 😊, 错两项或两项以上得 😞。

2) 专业能力测评 (见表 1-1-7)

表 1-1-7 任务评价表

项 目	评 价 内 容		评价等级 (学生互评)			
		综合能力测评: (1) 请在对应条目的○内打“√”或“×”, 不能确定的条目不填, 可以在小组评价时让本组同学讨论并写出结论。 (2) 评价结果全对得 😎, 错一项得 😊, 错两项或两项以上得 😞		😎	😊	😞
综合能力 测评项目 (组内互评)	○按时到场	○工装齐备	○书、本、笔齐全			
	○安全操作	○责任心强	○7S 管理规范			
	○学习积极主动	○合理使用教学资源	○主动帮助他人			
	○接受工作分配	○有效沟通	○高效完成工作任务			
专业能力 测评项目 (组间互评)	零件认识					
	零件作用					
小组评语及建议	他(她)做到了: 他(她)的不足: 给他(她)的建议:			组长签名: 年 月 日		
老师评语及建议				评价等级: 教师签名: 年 月 日		

【知识拓展】

往复活塞式内燃机工作原理

往复活塞式内燃机所用的燃料主要是汽油或柴油。由于汽油和柴油具有不同的性质，因而其在发动机的工作原理和结构上有差异。

一、四冲程汽油机工作原理

大多数汽油机是将空气与汽油以一定的比例混合成良好的混合气，在吸气冲程被吸人气缸，混合气经压缩点火燃烧而产生热能，高温高压的气体作用于活塞顶部，推动活塞做往复直线运动，通过连杆、曲轴飞轮机构对外输出机械能。四冲程汽油机在进气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程内完成一个工作循环。

1. 进气冲程

活塞在曲轴的带动下由上止点移至下止点，此时进气门开启，排气门关闭，曲轴转动 180° 。在活塞移动过程中，气缸容积逐渐增大，气缸内气体压力减小，形成一定的真空度，空气和汽油的混合气通过进气门被吸人气缸，并在气缸内进一步混合形成可燃混合气。由于进气系统存在阻力，故进气终点气缸内气体压力小于大气压力。进入气缸内的可燃混合气的温度，由于进气管、气缸壁、活塞顶、气门和燃烧室壁等高温零件的加热以及与残余废气的混合而升高到 $340 \sim 400\text{K}$ ^①。

2. 压缩冲程

压缩冲程时，进、排气门同时关闭，活塞从下止点向上止点运动，曲轴转动 180° 。活塞上移时，工作容积逐渐缩小，缸内混合气受压缩后压力和温度不断升高，到达压缩终点时，其压力可达 $800 \sim 2\,000\text{kPa}$ ，温度达 $600 \sim 750\text{K}$ 。

3. 做功冲程

当活塞接近上止点时，由火花塞点燃可燃混合气，混合气燃烧释放出大量的热能，使气缸内气体的压力和温度迅速提高。燃烧最高压力达 $3\,000 \sim 6\,000\text{kPa}$ ，温度达 $2\,200 \sim 2\,800\text{K}$ 。高温高压的燃气推动活塞从上止点向下止点运动，并通过曲柄连杆机构对外输出机械能。随着活塞下移，气缸容积增加，气体压力和温度逐渐下降，当活塞运动到下止点时，做功行程结束。

4. 排气冲程

排气冲程时，排气门开启，进气门仍然关闭，活塞从下止点向上止点运动，曲轴转动 180° 。排气门开启时，燃烧后的废气一方面在气缸内、外压差作用下向缸外排出，另一方面通过活塞的排挤作用向缸外排气。由于排气系统的阻力作用，排气终点的压力稍高于大气压力，排气终点温度为 $900 \sim 1\,100\text{K}$ 。活塞运动到上止点时，燃烧室中仍留有一定容积的废气无法排出，这部分废气叫残余废气。

二、四冲程柴油机工作原理

四冲程柴油机和汽油机一样，每个工作循环也是由进气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程组成。由于柴油机以柴油作燃料，与汽油相比，柴油具有自燃温度低、黏度大不易蒸发的特点，因而柴油机采用压缩终点压燃点火，也叫压燃式点火，其工作过程及系统结构也与汽油机有所不同。

^① $1\text{K} = 272.15^\circ\text{C}$