



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

汽车先进发动机技术研究 实验指导书

任课教师: _____

学生姓名: _____

班 级: _____

学 号: _____

基础实验与创新实践教学中心
机械与动力工程学院
上海交通大学

汽车发动机技术研究实验

一、实验目的

- 1、了解发动机整体结构、工作原理、零部件功能及加工、制造工艺等。
- 2、了解汽车科技前沿技术在发动机上的应用。
- 3、了解发动机速度特性的特点与测试方法，锻炼提升分析解决发动机性能试验常见故障的能力。
- 4、掌握发动机特性曲线特点，结合原理知识，思考降低油耗的改进措施。
- 5、认识并了解专用测试仪器设备与工具的使用方法。

二、实验要求

- 1、实验前先需要预热内燃机，使内燃机的运行达到稳定工况方可进行试验，此时冷却水温度 $\geq 80^{\circ}\text{C}$
- 2、在每次改变转速之后，系统都需要一定的时间达到稳状态一般为三分钟
- 3、实验运行期间，如果有异响，需要紧急停车排查故障；

三、实验工具与设备

- 1、实车测量与试验对象：
 - a) 实验测试车辆
 - b) 各型年度测评Top10新型发动机（拆解与装配用）；
- 2、在线测试与分解专用台架：
 - c) 发动机翻转台；
 - d) 电涡流测功机、油耗仪；
 - e) 分解部件结构展示摆放工作台等；
- 3、信号采集与分析仪器：
 - a) 发动机信号测试分析仪；OBD解码器；
 - b) 起动电机、中冷器、冷却水散热器、K型热电偶、
 - c) 热阻温度传感器、压阻式压力传感器、压电式压力传感器、
 - d) 光电编码器、热线式进气流量计
- 4、专用拆装工具（扳手类、手钳类、拉器、专用工具）若干

四、实验内容

1、汽车发动机虚拟实验

在虚拟实验室中，通过专用3D眼镜观看VR虚拟发动机的动态分解与装配，初步了解掌握发动机的基本结构（例图1）、发动机技术参数与工作原理。认知发动机的整体构成与各零部件的功能。

1) 发动机主要构成

发动机是汽车动力系统最重要和最复杂的总成件，通常布置在中小型车辆的前端（如图1所示），发动机通过燃料燃烧产生对外的驱动力。



图1 发动机在汽车上的常见布置

发动机主要由以下部分构成：

➤ **机体组：** 气缸盖、气缸体、油底壳。



图2 机体组

- **曲柄连杆机构：**活塞、连杆、曲轴（带飞轮）。

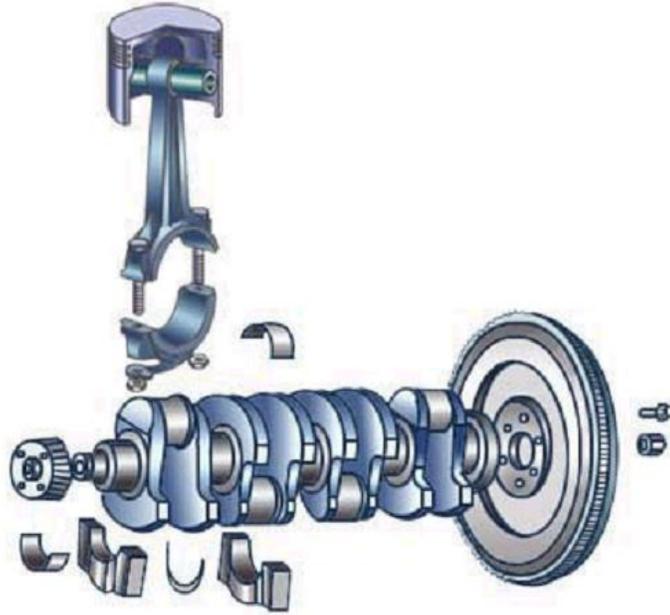


图3 曲柄连杆机构

- **配气机构：**进、排气门、凸轮轴、摇臂等。

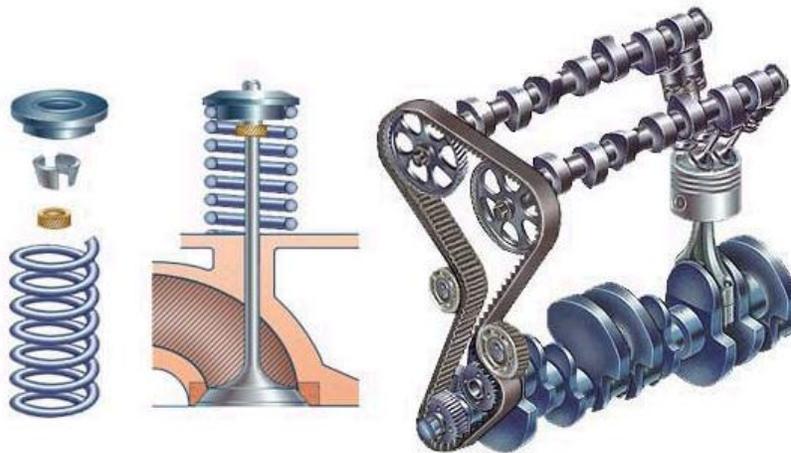


图4 配气机构

- **供给系：**空滤器、汽油泵、汽油滤清器、可燃混合气形成装置等。

现代先进汽车发动机供给系统主要由空气供给、燃料供给和可燃混合气形成装置、电子控制系统等构成，如下图所示。

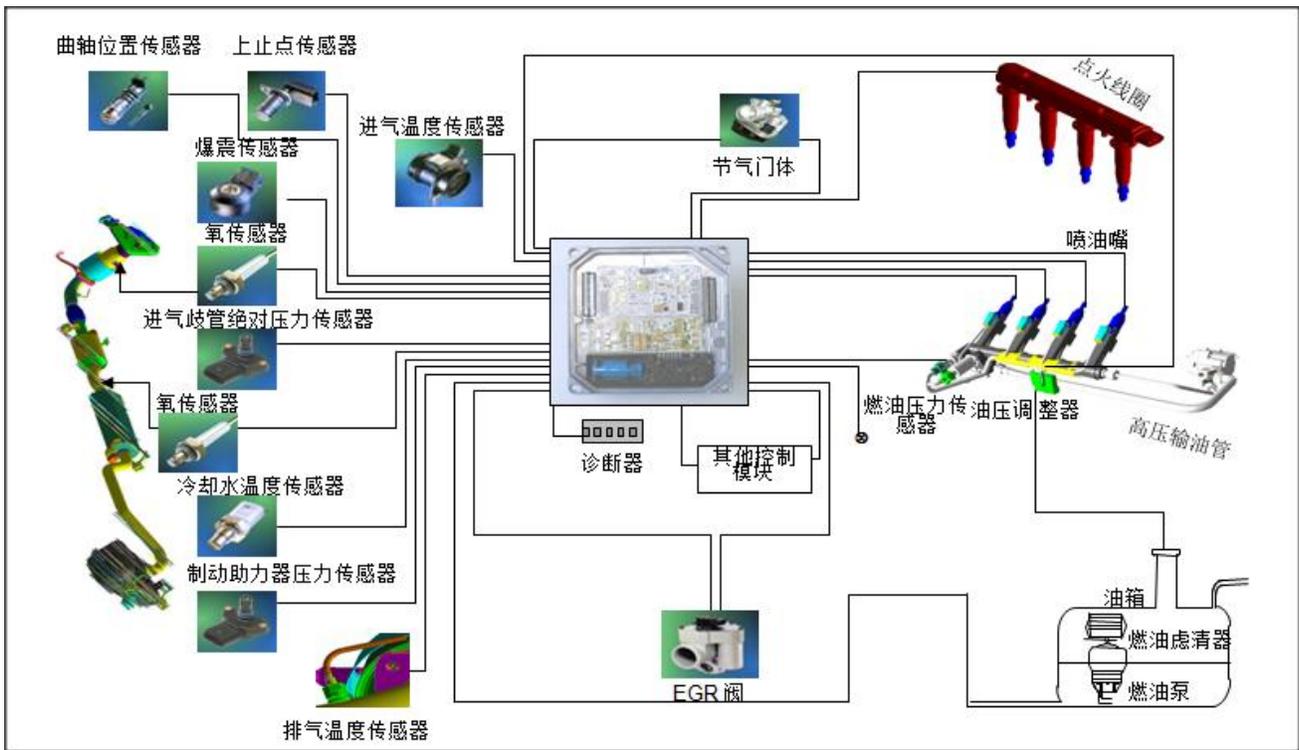


图 5 电子控制供给系统

➤ 点火系：发电机、蓄电池、分电器、火花塞、传感器、电控系统等。

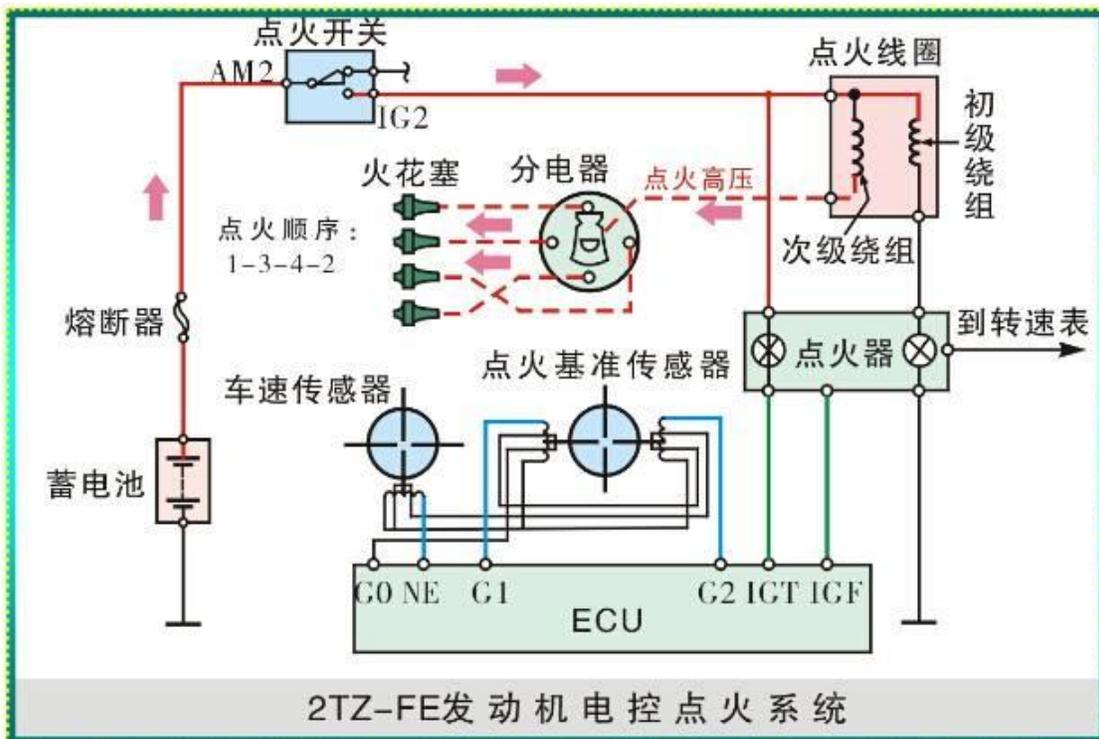
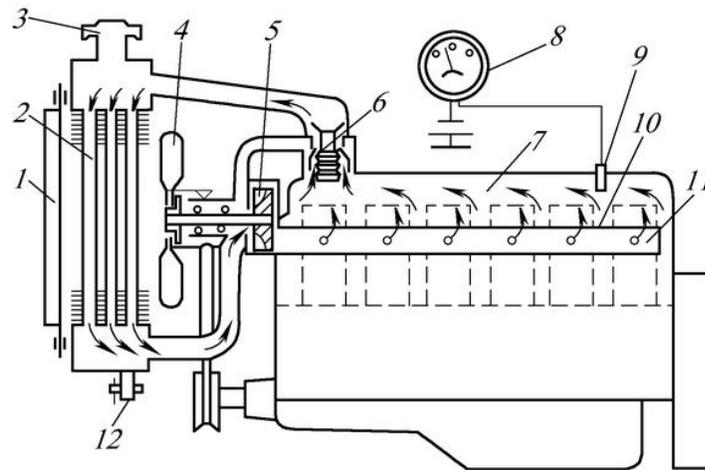


图 6 发动机点火系统

- **冷却系：**水泵、散热器、风扇、节温器、水腔等。



强制循环水冷系统

- 1—百叶窗；2—散热器；3—散热器盖；4—风扇；5—水泵；
- 6—节温器；7—汽缸盖水套；8—水温表；9—水温传感器；
- 10—机体水套；11—分水管；12—放水阀

图7 发动机冷却系统

- **润滑系：**机油泵、机油滤清器、限压阀、机油道等。

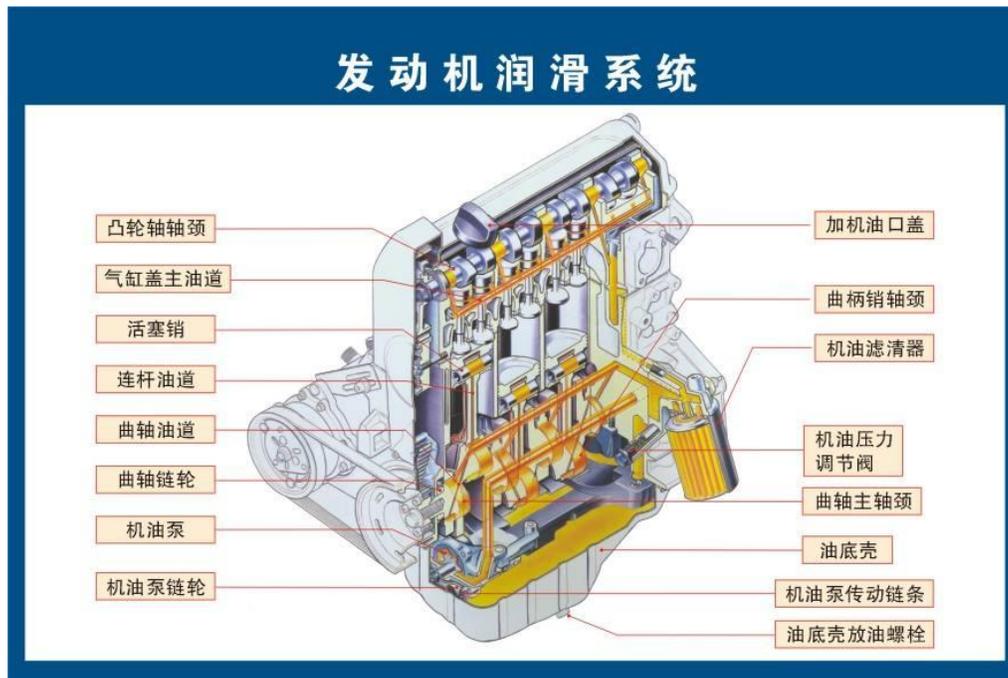


图8 发动机润滑系统

➤ 起动系：起动机等。

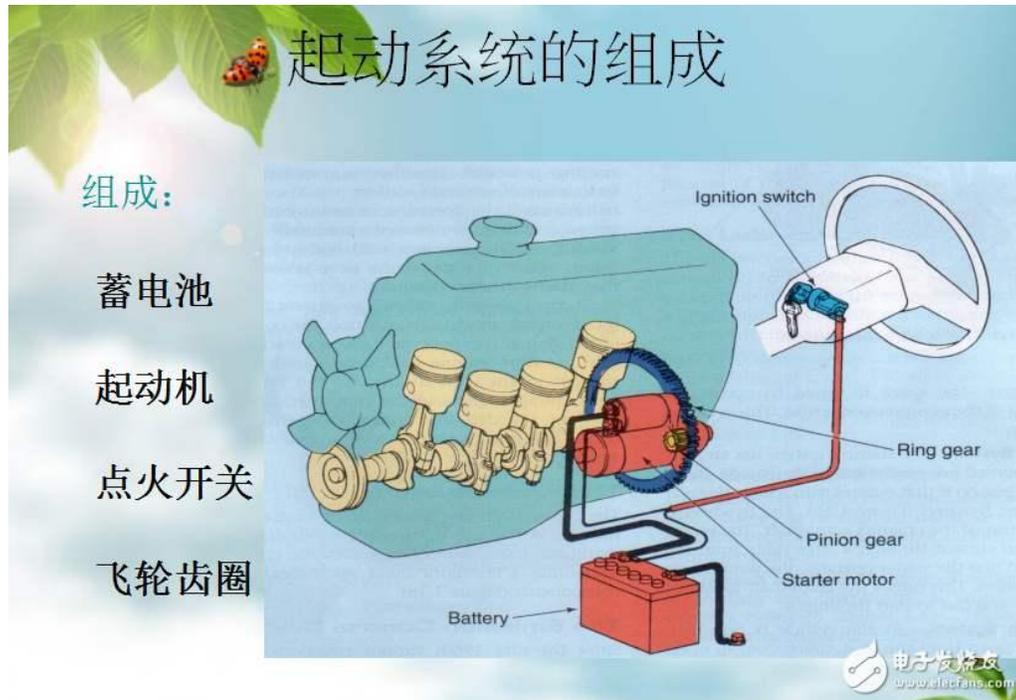


图9 发动机起动系统

2) 发动机主要结构参数和性能指标

发动机的主要结构参数和性能指标如例图10所示：

DHEC发动机技术参数——ACCORD V6

项目	机种	J30A4
类型		水冷、V型6缸、VTEC 24气门、SOHC ⁺
排量 (ml)		2997
供油方式		多点电喷
最大功率(kW/r/min)		177/6250
最大扭矩(N·m/r/min)		288/5000
压缩比		10.0
缸径×冲程(mm)		Ø86×86
缸心距		98
机油量(L)		5.0
冷却液量(L)		7.5
燃油		RON91
排放水平		相当于EUIII
怠速(r/min)		750±50

ACCORD V6机型

SOHC：顶置单凸轮轴

图10 发动机的主要结构参数和性能指标

2、TOP10实体发动机的拆解与分析

在实体发动机实验室中，学生通过对TOP10实体发动机的动手拆解与装配，认知发动机专用工具的使用方法，了解发动机各组成部分的功能，掌握发动机性能的主要测试内容及测试方法，掌握发动机的制造与加工工艺，了解发动机装配的参数指标要求，加深学生在发动机对汽车性能上的影响的认知深度。

3、发动机信号采集与测试

通过发动机信号采集分析仪，利用中心现有的整车车辆，进行发动机输出信号的采集，观察外部环境参数条件的改变对发动机输出的影响，为学生在今后对汽车发动机研究或科研项目上打下坚实的工程实践基础。

五、实验步骤

专业指导教师首先对学生进行安全教育、操作规范、拆解步骤、注意事项及工具、设备仪器介绍。

实验一：汽车发动机虚拟实验

- 1、介绍目前车用先进发动机技术，以及各年度Top10发动机的基本情况与中点选型参数；
- 2、结合数字化装配模型与VR设备，认知车用发动机的整体构成与各零部件的功能；
- 3、讲解演示车用发动机电、气、油、液与机构等系统的基本原理与结构
 - a) 配气机构：正时齿轮、凸轮、气门挺杆、气门摇臂、气门座、气门导管、气门锁片、气门弹簧、气门油封等，掌握进气流量与发动机的动力、经济性和排放特性的直接或间接关系；
 - b) 冷却系统：水箱、水套、节温器、水泵、散热器、风扇、水管等。掌握冷却系统构成及冷却方式：水冷和风冷。冷却液作为冷却介质，通过水循环来吸收热量，利用散热器进行散热；
 - c) 点火系统：蓄电池、启动马达、点火开关、点火线圈、火花塞及线束等 掌握燃烧室的形式、燃烧室容积及使用深度百分尺进行上下止点的测量上止点位置测量与确定；
 - d) 启动系统：直流电机、操纵机构、离合机构等。理解启动转速、启动转矩的概念，通电并测试启动马达的性能

实验二：TOP10实体发动机的拆解与分析

- 1、学生拆卸发动机机体外部附属零部件，了解发电机、压缩机等机器的工作原理和结构。
此处可测试发电机特性、空压机特性及缸头的拧紧扭矩
- 2、重点介绍曲轴连杆机构的基本结构与工作原理，初步掌握机构参数测绘及润滑方式：
 - a) 了解曲轴连杆机构：曲轴、连杆、活塞、活塞环、活塞销、轴瓦等，了解曲柄连杆机构工作原理和构造；重点了解与掌握曲轴位置传感器与凸轮位置传感器。
 - b) 润滑系统：油底壳、集滤器、机油泵、滤清器、限压阀、机油压力传感器、温度表。了解润滑系统的作用：润滑、清洗、冷却、密封、防锈、液压、减震缓冲等；了解润滑方式：压力润滑、飞溅式润滑等；熟悉活塞、活塞环与汽缸壁面、曲轴主轴颈与主轴承、曲柄销与连杆轴承、凸轮轴颈与凸轮轴轴承、配气机构各运动副及传动齿轮副等的润滑冷却方式。
- 3、重点了解曲轴位置传感器与凸轮位置传感器，掌握其工作原理和构造。此处可采集曲轴转动角度及发动机转速信号，学生可绘制曲柄连杆机构简图。

实验三：发动机信号采集与测试

- 1、了解发动机燃油供给系统构成：燃油箱、燃油泵、燃油缓冲器、燃油压力调节器、燃油滤清器、喷油器、节温定时开关和冷起动阀(冷起动喷油器)等部件；
- 2、了解发动机配气机构工作原理：正时齿轮、凸轮、气门挺杆、气门摇臂、气门座、气门导管、气门锁片、气门弹簧、气门油封等，掌握进气流量与发动机的动力、经济性和排放特性的直接或间接关系。
- 3、掌握进气压力、进气流量的测定方法；掌握计算空燃比、充气效率和废气再循环等重要参数的方法。
- 4、掌握燃油压力、燃油消耗量的测量方法，掌握测量燃油消耗量的方法包括容积法、质量法等。在管路中接入燃油压力表进行燃油压力测试；
- 5、掌握燃烧室的形式、燃烧室容积及使用深度百分尺进行上下止点的测量 上止点位置测量与确定；点火提前角与喷油提前角的判定方法。
- 6、试验方法：
 - a) 将油门开到最大位置（100%开度），转速升高到最高转速，稳定三分钟（采用倒计时加速进行演示），采集此工况点实验数据（转速、扭矩、油耗等）

- b) 保持油门开度不变，调整转速至 80%，稳定三分钟，采集此工况点实验数据
- c) 以此类推，从高到低，完成 80%、60%、50%、25%等工况点的数据采集
- d) 为减小采集误差、问题，再由低速到高速，再次采集以上工况数据

六、实验报告

实验报告包括：实验目的，实验内容及简要原理，问题思考与回答，实验心得等。

七、问题回答：

- 1、实验中所观察的汽油机和柴油机的结构特点及二者主要构造差别是什么？

- 2、简述认识实验中所观察的汽车传动系统主要部件的构造特点。