

# 汽车拖拉机学实验、实习 指导

关正军 纪文义 主编

东北农业大学出版

# 前 言

本指导书是按照教学计划和我校目前的设备条件主要供农机类专业使用而编写的，其他专业也可参照使用。

实验是在讲课期间与讲课同时并进的实验课用的。实验主要是为测试拖拉机、汽车或其某些总成的一些主要性能而开设的。通过实验，要求掌握测试所用主要仪器设备的原理和使用方法以及测试的方法。性能本身的理论问题和实际问题在课堂上讲授。

拆装实习主要是为了通过实践掌握《拖拉机汽车构造》课堂上学习的内容而开设的。通过实习，要求搞清各主要部分的构造，即这些部分是由哪些零部件组合起来的；各零部件之间的相对位置关系是怎样的；这些零部件组合起来以后是如何实现其功能的；以及其功能不正常时如何检查和用调整的方法去恢复的。因此拆装也是实验性的，不是生产性的拆装，加上实习所用设备经过多次反复拆装，无法保证正常的技术状态，拆装就不要求规范化。例如，发动机拆装中不要求曲柄连杆机构各部分的配合间隙符合装配规范，只要求零件位置装对即可。同样，拆装中也不要求清洗零件、夹装纸垫和添注润滑油等。

随着交通运输业的发展，汽车与日常生活的关系越来越密切。为了培养适应社会发展需求的复合型人才，进一步提高我校学生参与市场竞争的综合能力，学习汽车拖拉机驾驶就显得越来越重要。驾驶实习主要通过教师指导学生进行汽车、拖拉机场地和道路驾驶训练，初步掌握驾驶技能。

## 实验、实习注意事项：

1、对复杂的和较复杂的仪器、设备必须了解其原理、使用范围和操作方法后才能操作使用，严禁乱扳乱动。开动机器和接通仪器、设备的电源必须经指导教师检查同意后方能进行，以免损坏仪器、设备。

2、使用量程可调节的仪器、设备时，应预计测量值的范围选择量程，如预计困难时，可先用大量程测，再逐渐缩小，不要反过来先用小量程测，不够时再扩大。例如使用拉力表或拉力传感器时，就应这样做。

3、工具要正确使用，不要用夹钳代替扳手、螺丝刀代替凿子、扳手代替手锤。使用扳手时尽量不用、少用活扳手。

4、要注意人身安全，一般情况下不要靠近裸露的机器高速旋转部分；不要让身体的任何部分处在机器运动零件可能到达的位置；不要触摸有高电压的导线或金属部分。使用工具操作时，要注意防止工具滑脱造成损伤。为了确保安全，实验时要穿紧袖紧腰的工作服，女同志要盘卷好发辫或带上帽子。

5、要注意仪器、设备的安全。要遵守操作规程，不要蛮干。

6、拆卸前要仔细观察总成、部件，拟定合适的拆卸步骤。拆卸时要注意零件原来的位置和状态，以便安装时正确返回。

7、拆卸时不要丢失零件，尤其要注意一些小弹簧和球阀，不要蹦掉和滚掉。

8、拆装时尽可能不要弄坏各种垫片和垫圈。（为避免把垫片弄坏，有些该加垫片的地方我们均未加垫片。）

9、有些选配的偶件或零件，拆装时要注意其选配关系。

10、严禁出于好奇心理，任意损坏零件或仪器、设备，如要试验某种设想，应请示指导教师，在教师指导下进行。

11、拆装虽不要求规范化，但应尽可能接近规范要求，如注意零件表面的清洁等。

12、驾驶实习时，在没有指导教师在车上时，同学不允许单独操作和驾驶车辆；地面上的学生一定要远离正在实习的车辆；心态要平稳、出现问题要冷静，在指导教师的指导下，做出合理的处理方法。

# 实验一 发动机调速特性曲线的制取

## 一、实验特点

实验类型：综合                      实验类别：专业基础  
计划学时：4                        每组人数：8~12 人/组

## 二、实验目的要求：

通过试验学会发动机主要特性的制取方法和常用仪器设备的使用；加强对发动机性能参数随工况变化关系的感性认识，深化理论上的理解；认真做好实验结果的处理和对实验结果的评价；锻炼理论联系实际、分析问题、解决问题的能力。

## 三、实验原理：

发动机性能参数随工况变化，试验过程中，通过测功器所加的制动力矩改变发动机的负荷，在对应的负荷下，会有对应的性能参数，把多个的性能参数在坐标上画出来，分析曲线变化规律。

## 四、实验仪器设备：

SL2105B 型柴油机	1 台
CW100—3000/10000 电涡流测功器	1 台
FCMM-2 油耗仪	1 台
DZS—2 数字式转速表	1 块
FER16 型发动机排气分析仪	1 台
温度计	1 个
气压计	1 个
相对湿度计	1 个
板扳手、活扳手、夹钳、螺丝刀	各 2 个

## 五、材料消耗费：

每组所消耗材料（含一次及非一次性材料）的费用。

- 1、油料费（柴油或汽油、机油等）：100 元
- 2、自来水费、电费：20 元
- 3、棉纱、毛巾、肥皂等：10 元

## 六、实验内容步骤：

### 1. 工况选择

试验前将喷油泵供油量和供油提前角调整到最佳工况，试验中不改变该工况。冷却水温、机油温度和压力始终保持在规定的正常范围内。试验中调速器手柄固定在最大或某一部分位置，改变测功器所加的制动力矩（发动机负荷）制取调速特性同时制取速度特性。整个试验点取 10 个，其中 6 个点位于调速工作区，4 个点位于速度特性区，调速特性部分按照标定功率的 10%、25%、50%、75%、95%、98%、100%等选择试验点；速度特性部分按转速间隔 100r/min 选择试验点。

### 2. 操作步骤

- (1) 试验分工 试验前先熟悉各自的分工测量项目，每组 10 人。
- (2) 发动机预热，水温 75°C、机油温度、压力正常，即可开始试验。首先测 2—3 点预备试验，熟悉各项操作，协调配合，以提高试验精度。
- (3) 开始第一点试验。调速器手柄放在最大油门位置，关闭测功器进水阀门，开大测功器出水阀门，使测功器无水，发动机处于最高空转转速。组长发信号，各岗位同时进行测量和记录读数。油耗、转速和测功器读数要同步，油耗测 2—3 次，记录表内。
- (4) 第一点测完后，减小测功器出水阀门开度和打开进水阀门，调节负荷使之稳定在第二点工况后，组长发信号，进行测量并记录。继续第三点、第四点……，按计划测到出现最大扭矩后的末一个点。
- (5) 试验中小组长作  $P=f(n)$ 、 $t=f(n)$  监督曲线，随时记入各点值，检查是否有异常点需要重做或增加试验点。
- (6) 记录员迅速检查记录如无漏记、漏测项目，即可结束试验。将调速器手柄拉向怠速同时，关闭进水阀，全开出水阀，怠速几分钟后停机。
- (7) 检查全部油、水、电开关，仔细整理和清理仪器、设备和工具。

## 七、注意事项：

听从指导教师的指挥，注意安全。各项目人员要密切注意各仪器设备是否安全运行，发现问题及时报告，同时，要密切配合，协调一致，数据要相互对应。

## 八、实验结果：

将试验记录清楚整齐抄于表上，并计算  $M_e$ 、 $N_e$ 、 $G_T$ 、 $g_e$  等数值。

## 发动机台架试验记录

试验地点\_\_\_\_\_试验日期\_\_\_\_\_  
 发动机型号\_\_\_\_\_测功器型号\_\_\_\_\_  
 环境状态：大气压力\_\_\_\_\_室内温度\_\_\_\_\_  
 相对湿度\_\_\_\_\_试验组别\_\_\_\_\_  
 燃油密度\_\_\_\_\_

序号	发动机转速 n r/min	测功器 读数 P kgf	试验油量 所用时间 t s	发动机热状态			排气参数		有效扭矩 Me Kgf·m	有效功率 Ne PS	燃油消耗量 Gt kg/h	燃油消耗率 g <sub>e</sub> kg/psh	备注
				冷却水温 °C	机油温度 °C	机油压力 kgf/cm	温度 °C	压力 Ra					

## 九、实验报告要求：

1、在方格纸上，以适当的比例绘制试验特性曲线。调速特性需要绘制以转速和功率为横坐标 2 种曲线。

2、试验结果分析评价：

## 实验二 轮式拖拉机牵引特性实验

### 一、实验特点

实验类型：综合

实验类别：专业基础

计划学时：4

每组人数：8~12 人/组

### 二、实验目的要求：

通过测定、计算表征被实验拖拉机的牵引性能指标，绘制其牵引特性曲线；通过本次实验，熟练掌握拖拉机牵引特性的测定、计算及曲线绘制的方法和基本技能。

### 三、实验原理：

通过车拉车的方法，前车作为牵引车并作为被测试的车辆，后车作为负荷车，给前车加负荷，使前车产生对应负荷下的油耗、滑转率、牵引力等的变化，从而分析其变化规律。

### 四、实验仪器设备：

#### 1. 实验所用设备

牵引车（约翰迪尔—280）	1 台
负荷车（欧豹—704 型拖拉机）	1 台

#### 2. 测试仪器

方案 1：动力输出轴转数测定仪、秒表、油耗仪、拉力计、五轮仪、皮尺、温度计、气压表等各 1。

方案 2：CTM—2002B 型汽车拖拉机综合测定仪 1 台、温度计、气压表等。

### 五、材料消耗费：

每组所消耗材料（含一次及非一次性材料）的费用。

- 1、油料费（柴油、机油等）：100 元
- 2、棉纱、毛巾、肥皂等：10 元

## 六、实验内容步骤：

### 1. 实验准备

场地准备：实验在沥青路面进行，测量区段不小于 20 m，坡度应小于 0.5%，两端准备区段约 30—40 m。

牵引车及负荷车准备：拖拉机处于完好的技术状态。

仪器准备：测试前后，对仪器设备检查校核，使其技术状态良好。

需要记录的参数：通过时间、耗油量、驱动轮转数、油温油压、水温、大气状态、燃油密度。

### 2. 实验步骤

保证测试过程中被测车（牵引车）“油门”最大，直线行驶。选定欲测的工作挡，因组而别，测试从空载开始，依次加负荷，低负荷、大负荷和超负荷，每个工作挡测 8 个点，按照 3、3、2 分配。

当拖拉机驶入“观测起点线”时，信号员立即发出“开始”信号，所有测试仪器立即开始测量；驶抵终点线时，发出“终止”信号，所有仪器立即停止测量，将读数记入记录表。

## 七、注意事项：

听从指导教师的指挥，注意安全。各项目人员要密切注意各仪器设备是否安全运行，发现问题及时报告，同时，要密切配合，协调一致，数据要相互对应。

## 八、实验结果：

### 1. 参数整理计算

挂钩牵引力  $P_T$ —根据拉力计直接读得(kgf)

平均行驶速度  $V$  (km/h)

$$V=3.6 \cdot S/T \text{ (km/h)}$$

牵引功率  $N_T$  (kw)

$$N_T=P_T \cdot V/360 \text{ (kw)}$$

滑转率  $\delta$  (%)

$$\delta = \frac{n_F - n_K}{n_F} \times 100\%$$

式中： $n_K$ —空行驱动轮转的圈数       $n_F$ —各负荷下驱动轮转的圈数

燃油消耗量  $G_T$  (kg/h)

$$G_T = 3.6 \cdot \Delta V \cdot \gamma / T \quad (\text{kg/h})$$

式中： $\Delta V$ —拖拉机通过实验区燃油消耗量(ml)    1.207 (ml/mm)

$\gamma$ —燃油密度 0.85 (g/ml)

$T$ —通过时间 (s)

燃油消耗率  $g_T$  (g/kw·h)

$$g_T = 1000 G_T / N_T$$

## 2. 实验数据表

### 2.1 原始记录数据表

测试日期\_\_\_\_\_组别\_\_\_\_\_

测试地点\_\_\_\_\_实验区段长度\_\_\_\_\_

区段坡度\_\_\_\_\_拖拉机型号\_\_\_\_\_

测试挡位\_\_\_\_\_负荷车型号\_\_\_\_\_

燃油标号\_\_\_\_\_燃油比重\_\_\_\_\_

大气压力\_\_\_\_\_大气温度\_\_\_\_\_

相对湿度\_\_\_\_\_油温\_\_\_\_\_

序号	牵引力 $P_T$ (N)	通过区 段时间 (s)	驱动轮 转数		燃油消 耗量 $\Delta V$ (mm)	驱动轮 扭矩 (N·m)	发动机仪表读数		
			$n_K$	$n_F$			机油 压力 (kPa)	机油 温度 (°C)	水温 (°C)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

2.2 参数计算值表

序号	牵引力 (N)	平均行驶速度 $V$ (km/h)	牵引功率 $N_T$ (kw)	滑转率 $\delta$ (%)	燃油消耗量 $G_T$ (kg/h)	燃油消耗率 $g_T$ (g/kw · h)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

## 九、实验报告要求：

绘制牵引特性曲线，即  $V=f(P_T)$ ， $N_T=f(P_T)$ ， $G_T=f(P_T)$ ， $\delta=f(P_T)$ ，并进行结果分析。

## 实验三 柴油机燃油喷射性能实验

### 一、实验特点

实验类型：综合

实验类别：专业基础

计划学时：2

每组人数：8~12 人/组

### 二、实验目的要求：

- （一）测取喷油泵速度特性，了解柱塞式喷油泵速度特性曲线的变化机理。
- （二）测取喷油泵（II 号泵总成）调速特性，了解调速特性的重要性及对柴油机性能的影响。
- （三）喷油泵的调试，供油始点的检查，了解喷油泵调试的基本内容。
- （四）观察喷油器喷雾质量与调整喷射压力，了解影响喷油器喷雾质量的各种因素，掌握喷油器喷射压力的调试方法。

### 三、实验原理：

通过喷油泵、喷油器在试验台上的试验，了解喷油泵调试的基本内容，掌握喷油器喷射压力的调试方法。

### 四、实验仪器设备：

1. 喷油泵试验台	2 台
2. 喷油泵	2 台
3. 喷油器试验台	1 个
4. 喷油器	3 个

#### （一）喷油泵实验台简介

对试验台的基本要求：①主轴传动系统要求具有一定输出转矩，无级变速，可正反转，转速精确计量。②能提供清洁的、压力可调节的、油温可调节控制的供油系统。③可靠的喷油量计量测试系统。④可装夹各种类型的喷油泵。

#### 1. 主轴传动系统

主轴传动系统的作用是驱动喷油泵旋转,有机械式传动、液压式传动和电控式传动。

由此也将喷油泵试验台分为：机械式、液压式和电控式三种类型。目前生产的几乎均为电控式喷油泵试验台。

新型电控式喷油泵试验台采用先进的变频调速技术与计算机控制系统替代电磁调速电机与定级传动器组成的主轴传动系统。

变频调速系统由电机轴直接和分度盘连接，通过万向节夹头将动力传递给喷油泵，使试验台的结构更加简单，变频调速还具有调速范围宽（0—4000r/m:n）。性能稳定等优点。

## 2. 供油系统

主要由油箱、滤清器、调压阀、溢流阀、油压表组成。如图 3-1 所示。

油泵将油箱中的实验油吸出，通过可调溢流阀（用于调整系统压力），经油管接到被试喷油泵上。当压力在 0—0.4MPa 范围内，低压溢流阀起作用，油路压力由低压表显示。当系统压力调整超过 0.4MPa 时，油路的压力由高压表显示。

低压油(0—0.4MP)用于试验调整喷油泵的喷油量及检查供油始点；高压油用来检测喷油泵的密封性及用溢流法检测供始点等。

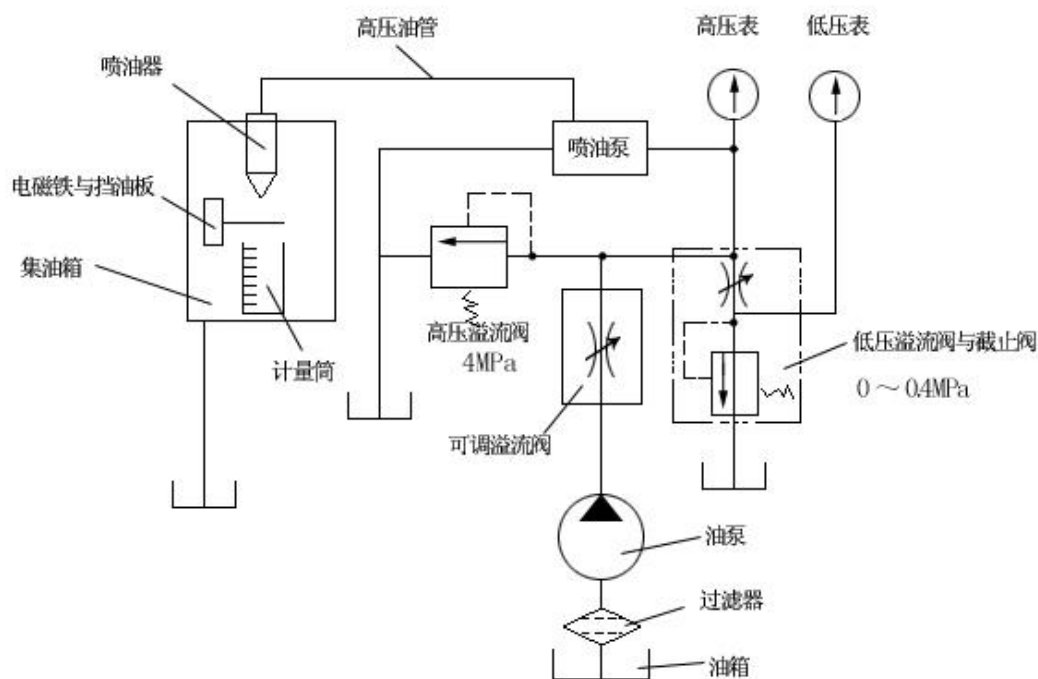


图 3-1 供油系统的油路

## 3. 喷油泵喷油量测试系统

油量测试系统如图 3-2 所示。

喷油泵喷出的油经高压油管传递到标准喷油器，经标准喷油器喷雾由汇流筒流出。在没有计量油量时，汇流筒流出的油通过集油箱体流回油箱。当计量喷油量时，按动计数器开关，电磁铁将断油板拉开，油量开始流入到计量玻璃筒。当达到预定的喷油次数

时电磁铁在自动控制计数器的控制下自动关上，挡油板回位。待 10 秒后读取量筒的油量。该油量为累计喷油量，即若干循环的油量。喷油泵试验台的最少循环数为 100 次。每隔 100 次为一档，共有十档，最多为 1000 次。

(二) 喷油器试验台简介

图 3-3 是 PS—400 型喷油器试验器经我们改进的喷油器试验台。

试验台主要由于手压式柱塞油泵，压力表，集油隔雾筒，支架与台架等组成。

工作原理：油箱的清洁柴油流入手压油泵低压腔经柱塞套进油孔进入柱塞压油腔。当压动手动压油杠杆使柱塞上移密封柱塞套进油口时，柱塞腔内的柴油被加压。经高压油管传递到被测试喷油器端。当压力超过喷油器开启压力时，喷油器开始喷油，在喷油器喷油开始的瞬间观察压力表的变化，读出喷油开始压力值。

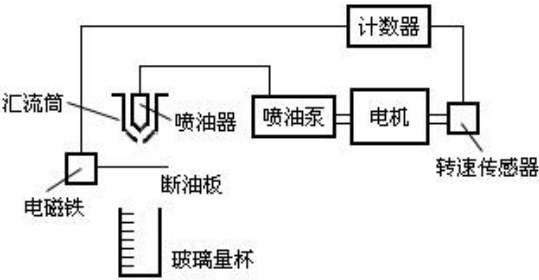


图 3-2 喷油量测试系统

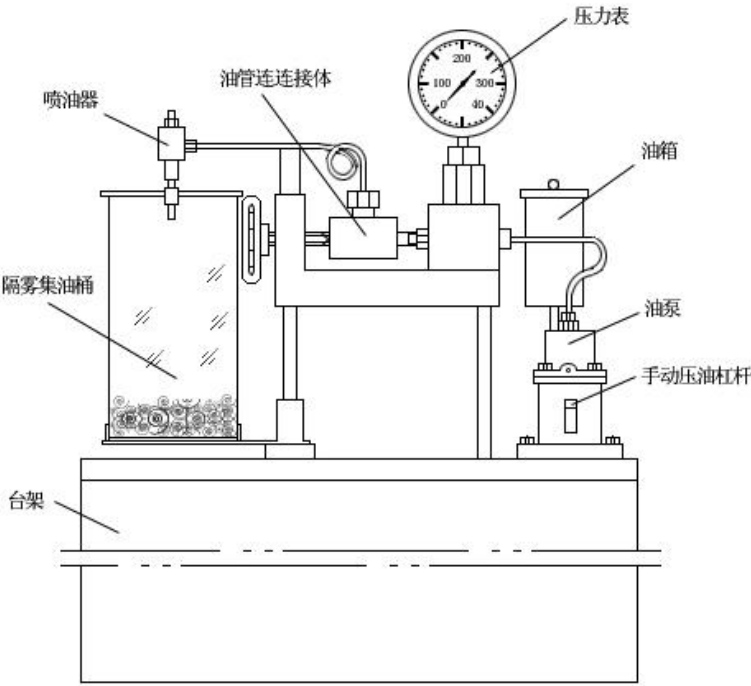


图 3-3 喷油器试验台

五、材料消耗费：

每组所消耗材料（含一次及非一次性材料）的费用。

- 1、油料费（柴油、机油等）：100 元
- 2、电费：20 元
- 3、棉纱、毛巾、肥皂等：10 元

## 六、实验内容步骤：

### （一）喷油泵速度特性的测定

在喷油泵油量调节拉杆位置固定不变时，喷油泵循环喷油量随油泵转速变化的特性，称为喷油泵的速度特性。

柱塞单次循环供油量的测量较难。一般是测量若干次的循环供油量的累加值。如：100 次、200 次……1000 次等的油量。

测试步骤：

1. 将被测喷油泵固定到实验台上，与试验台主轴连接好。
2. 将试验台的进回油管分别接到喷油泵的进回油孔上。
3. 启动试验台，打开试验台供油泵将油压力调节至  $0.1\text{MPa}/\text{cm}^2$  让实验台低转速运行，排除油泵内的空气直至喷油泵出油阀压帽喷油为止，停止实验台转动。
4. 打开实验台的油温加热装置，接上高压油管，使实验台低速运转，检查喷油泵各油管接头处有无渗漏现象，有则排除之。
5. 油温加热到  $40^\circ\text{C}$  时，将供油拉杆固定到某一位置。
6. 从  $100\text{r}/\text{min}$  开始，每增速  $100\text{r}/\text{min}$  测量 200 次的喷油量，直至喷油泵油量开始下降或变化很小时为止。每点测两次。
7. 取各点两次喷油量的平均值来绘制速度特性曲线。

注意每次测量后要倒空量杯 30 秒再进行下次测量。

喷油泵速度特性的测量是在不受调速器控制的情况下测定的，实际是柱塞副的速度特性。

### （二）喷油泵总成的调速特性曲线的测定

喷油泵的调速特性反映了喷油泵总成随转速变化的供油规律，它直接影响柴油机性能。

喷油泵调速特性的测定步骤：

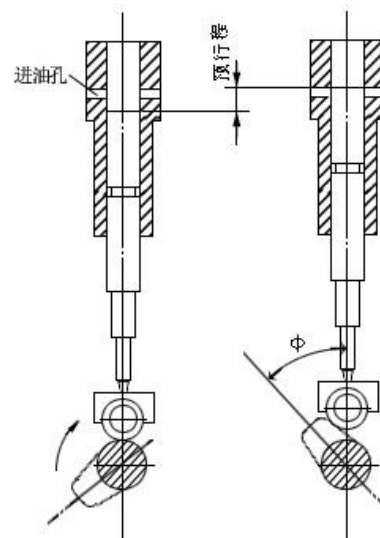
准备工作同上述测定速度特性。不同的是：将喷油泵的油门操纵杆固定到最大供油位置，分别测定 100、250、350、500、600、750、780r/min 七个点，200 次的循环供油量，并测定停供转速（约 820r/min）；每点测定两次取平均值绘制曲线。注意每次测量要倒空量杯 30 秒后再进行下次测量。

### （三）喷油泵及调速器的调整

主要内容：喷油泵供油始点及各缸供油间隔角的检查与调整；各种工况转速下的供油量的调整。

#### 1. 供油始点的表示方法与检测

供油始点是指柱塞顶平面边缘关闭柱塞套进



油孔的点，也称为供油起始点。用供油起始角  $\phi$  或柱塞预行程表示，如图 3-4 所示。

供油起始角适用于对称凸轮，非对称凸轮要用预行程表示。

东方红 75，802 等拖拉机配置的 II 号泵为对称凸轮，用供油起始角表示供油始，标准值为  $45^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ 。

检测供油始点的关键是找准柱塞刚刚开始密闭柱塞套进油口的位置。方法有：测时管法、溢流法和手感阻力法。手感阻力法：用扳杠转动分度盘使凸轮轴转动，当柱塞封密柱塞套进油口时，扳杠手感阻力会明显增大，此时为供油始点。此法简单，方便，在生产实践中经常使用。但操作者要有一定的实验经验。

图 3-4 供油始点的表示方法

测时管法和溢流法较精确。

## 2. II 号泵的调试

调试方法和喷油泵及调速器的结构有关，结构不同调试方法也不同。本实验课是以 II 号泵为调试对象，故仅介绍 II 号泵的调试方法和步骤。

### (1) 供油起始角和各缸供油间隔角的检查。

调试准备工作同前述的喷油泵速度特性测定 1—4 步。

用扳杠转动分度盘带动轮轴旋转使第一缸柱塞上升，当感到扳杠阻力有明显增加时，停止转动，此时将分度盘上的指针扳到某一角度  $\phi_1$ 。例如  $100^{\circ}$  继续转动凸轮轴使柱塞到达上下点附近，然后反转分度盘，使第 1 缸柱塞重新上升，当感到扳杠阻力明显增加时，停止转动。此时读出分度盘指针所指示的角度  $\phi_2$ ，例如  $190^{\circ}$  两次测得的角度值之差的一半就是供油起始角  $\phi$ ，即  $\phi = (\phi_2 - \phi_1) / 2 = (190^{\circ} - 100^{\circ}) / 2 = 45^{\circ}$ 。

各缸供油间隔角的检查：找好第一缸的供油始点，将分度盘指针对准某一角度，然后沿着凸轮轴的工作旋向转动分度盘，按照喷油泵各缸的工作顺序依次测量各缸供油始点。四缸泵两缸之间的供油间隔角应为  $90^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ 。

### (2) 喷油泵与调速器的调试工艺

序号	检查与调整部位	技术要求
1	调节轴位置（起动行程）的检查与调整	拉杆自 100r/min 至调速器高速起作用点的拉杆位置应为 4—4.5mm。
2	高速挡钉（标定转速）的调整	调速器起作用转速为：标定转速+5~15r/min
3	标定油量的检查与调整	在标定转速下测量油量，应符合规定油量要求
4	高速停油及停油转速的检查	标定转速+100r/min，喷油泵应停止供油
5	拉杆挡钉的调整	在停油状态，使挡钉与拉杆接触后退回 1—1.5 圈
6	校正油量或校正行程的检查	拉杆自标定转速降至最大扭矩点转速行程增加 1—1.5mm
7	怠速油量（怠速挡钉）的调整	250r/min 时，油量为 $2m\tau / 100st$
8	停油装置可靠性的检查	扳动停油操纵臂应停油

## （四） 喷油器的检查与调试

1. 喷油器喷油压力的调整：缓慢地压动喷油器试验台压油杠杆，观察喷油器开始喷油时压力表的指示值。如不符合要求可以通过改变调压弹簧预紧力来调整。不同型号的

喷油嘴有不同的喷油压力。孔式喷油嘴 17MPa 以上，轴针式喷油嘴在 12—15MPa。

### 2. 喷雾质量的检查

孔式喷油嘴要求喷射时应有清脆的响声，喷雾分布符合要求，油雾细化度及均匀性要求较高，断油要干净利落。对轴针式喷嘴主要观察喷柱形状及锥角，喷射开启时也要有清脆的响声。

### 3. 密封性的检查

(1) 针阀圆锥面密封性的检查：喷油嘴喷射前后喷孔处不应有渗油或滴油现象，如有此现象说明针阀圆锥密封面密封性不良。

(2) 针阀圆柱导向面密封性检查：将试验台油压升到一定高度，然后加压杠杆保持不动，此时观察压力表示值降低的速度。如果压力值降低得很快同时调压螺钉有回油渗出，说明导向面密封性很差。

(3) 喷油器体下端面与针阀偶件端面的密封性检查：在作上述密封性检查过程中，观察喷油嘴压帽与喷油器体的结合部位是否有油渗出，此处渗油，说明喷油器体与针阀偶件端面的结合面密封不好。

## 七、注意事项：

听从指导教师的指挥，注意安全，要密切注意试验仪器设备是否安全运行，发现问题及时报告，同时，要密切注意指导教师调整部件的部位和方法。

## 八、实验结果：

记录喷油泵在不同转速时的油量，喷油器在不同压力情况下的雾化质量。

## 九、实验报告要求：

- 1.分析喷油泵速度特性规律的成因。
- 2.分析喷油泵调速特性对柴油机性能的影响。
- 3.分析供油起始点的变化对柴油机燃烧性能有哪些影响。
3. 分析喷油器雾化质量不好对柴油机性能有何影响，发动机会出现哪些故障现象。

# 实习一 发动机拆装

## 一、实习内容要求

拆卸与安装 4105 柴油机，测量活塞与气缸，轴与轴承的间隙，调整气门间隙。

本实习安排两天，16 学时安排如下：

(一) 通过对 4105 柴油机的拆卸与安装，掌握发动机的一般构造，了解各零部件所在位置、相互配合关系，熟悉各零部件的构造、作用。

(二) 着重搞清润滑系、冷却系的油、水流动路线及其主要机件的构造、作用。

(三) 了解拆卸与安装发动机的一般程序和技术要求。

(四) 掌握气门间隙的调整方法。

## 二、设备、仪器和工具

DA465Q-1A2 型汽油机	1 台
板扳手	1 套
套筒扳手	1 合
大活扳手	1 个
螺丝刀（大、小）	各 1 个
手锤	1 个
克丝钳	1 个
扭力扳手	1 个
厚薄规	各 1 个
外径千分尺(25-50、50-75、75-100、100-125mm)	1 个
内径百分尺 (50~125 mm)	1 个
活塞环钳子	1 个
活塞环箍	1 个
气门弹簧压板	1 个
气缸套拆装工具	1 组
Φ1mm 金属丝	1m
润滑油	50ml
新、旧棉纱	少量

## 三、实习指导

### （一）发动机拆装的一般原则

1. 发动机是一部结构复杂、制造精度高的机器，拆卸前应弄清发动机各部分构造特点，避免盲目拆卸。

2. 拆卸前应清除机器外部积存的尘土、油垢和其它杂物，避免沾污零件或落入机体内部。

3. 拆卸和安装都要有一定的顺序，按照“由外而内，逐级拆卸”的原则，即先将装

在机体周围各系统的机件，零部件等卸掉；然后拆卸机体内的曲柄连杆机构；不能从机体上一个零件一个零件地往下拆卸，而应是由机器一总成一部件一零件。例如拆卸风扇水泵总成时，一定把它们作为一个整体一起从机体上卸下，绝不能先拆下风扇，再拆下皮带轮……，安装时顺序相反。

4. 有一些件是相互联接的，还有一些件的固定螺母被其它件遮挡，在拆卸时一定要本着“先拆干涉件，后拆被干涉件”的原则，安装顺序则相反。拆卸前要观察判断孰先拆孰后拆，不能手提扳手见螺母、螺钉就拧。例如，安装在机体前面的正时齿轮外壳、后面的飞轮外壳和下面的油底壳等三大壳体，在拆卸时往往是先拆正时齿轮外壳和飞轮外壳，最后拆油底壳，安装时也相反。如果颠倒了拆装的先后顺序，必然损坏接合面间的纸垫。卸不下来就硬行敲打，致使机体变形或损坏，装后易出现密封不严而漏油。

5. 掌握“合适的拆卸程度”。原则是可拆可不拆的尽量不拆，那不拆卸也能看清构造及配合关系或修理中不拆卸也能判定零部件技术状态的就不必拆卸。相同的机件组合件拆卸一、两件便达到目的就不要全部拆开。

6. 拆卸要为正确安装准备。发动机的零部件大部分是有相互配合关系的，运动件间有严格的几何形状和尺寸精度要求，尤其是保养、修理发动机中即使是形状对称件也不能改变其原配合关系。在拆卸时一定要记住配合件的位置、方向和配合的记号，对没记号或记号不清的要打上记号。拆下的零、部件应有次序的分类安放，有些。

## （二）拆装发动机的注意事项

1. 严格遵照三一1 发动机拆装原则、选用合适的工具——有些机件还需使用专用工具拆装各零、部件，尽量避免敲打。必须敲打时也应垫以木块或金属棒（最好是铝、铅等软金属），不能直接用铁锤打击零件表面。

2. 要正确使用工具，轻拿轻放，注意安全。例如，在取下或装上气缸盖时切勿将手伸过气缸盖下端与机体上平面间来提拿。对于重量大的气缸盖可先在机体上平面与气缸盖下垫以木块，分两步取下或装上气缸盖。

3. 注意勿损坏零件的加工面，宜将这类零、部件整齐有序的放在工作台上或以适当位置放在地上。为避免装错和小零件的丢失，在拆看完某个机件或装置后应随即按原样装好。

4. 安装前应将零部件表面的尘垢擦掉，运动件的摩擦面要特别注意以清洁棉纱擦净，涂以少量润滑油。（注：实习中最后一组在安装发动机时向摩擦面间涂油，其它组可不必。）

5. 在安装形状、尺寸相同的零件时切忌“张冠李戴”。例如，将活塞环装入环槽内时要注意环的顺序和环的方向，尤其对非矩形环和多孔镀铬的第一环绝不能装错。再如，轴承盖和轴瓦的安装，不仅相互间不能装错，而且同一轴承内的上下轴瓦也不能装错。

6. 活塞、连杆、活塞销的安装。活塞销与活塞销孔的配合在常温下有微量的过盈，装配时不能用锤子硬行打入，宜将活塞放在 80~100℃ 的油或水中加热，然后将配合面涂少许润滑油，注意对好活塞与连杆的配合方向，迅速、准确地将活塞销推入活塞销孔和连杆衬套中。

活塞销端的锁环在销孔的环槽内应能转动，开口朝向活塞顶。

7. 活塞连杆组由机体上部装入，连杆通过气缸时注意连杆大端易将气缸内壁划碰出伤痕。装入前先将活塞方位对准，避免在气缸内转动活塞；各活塞环的切口互相错开

90°～180°，切口不要对着气缸壁受侧压力最大之处。

活塞及活塞环的位置摆好后，用活塞环箍将活塞环压入环槽内，再用力推或锤柄轻敲活塞顶部，整个活塞便可进入气缸内。

8. 拧紧重要连接件的螺栓时对其操作方法和拧紧力矩是有一定要求的，而不是将任一个螺栓紧到拧不动后再随意紧另一个。

(1) 在紧固 2 个以上的连接螺栓时，当螺母或螺钉拧紧后，以 2 或 3 次交替拧紧。对于由许多螺栓固定的气缸盖，其螺母的拧紧顺序各发动机都有规定。图 1—1 为 4105 柴油机整体式气缸盖的螺母拧紧顺序。基本原则是从中间向四周依次交叉拧紧。

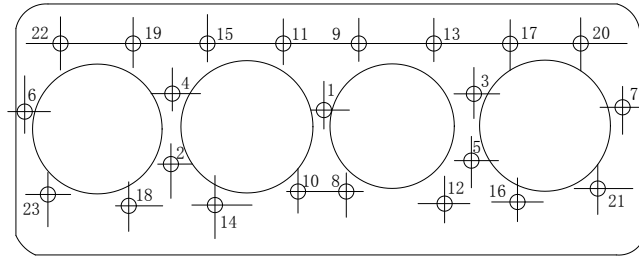


图1-1 4105柴油机整体式缸盖螺母拧紧顺序

对于多支点曲轴主轴承的紧固有一定顺序，先是拧紧中间主轴承螺母，然后再交替紧两端的，例如，四位五支点曲轴的拧紧顺序为 3—2—4—1—5，六缸七支点曲轴为 4—3—5—2—6—1—7。

(2) 曲柄连杆机构的重要连接螺栓的拧紧力矩各发动机都有规定（见表 1-1），必须用扭力扳手按规定力矩拧紧螺母，然后锁好开口销或垫片。（注：拆装用的发动机其轴瓦配合全都搞乱，已非原始装配状态，以能转动曲轴为准，不要求非得拧紧到规定的力矩值。）

表 1—1 主要螺栓拧紧力矩(kgf·m)

发动机型号		气缸盖螺栓	主轴承盖螺栓	连杆盖螺栓	飞轮螺栓
柴油 机	195	20-22	—	10-12	—
	4105	8-9	16-18	10-12	10-12
	4115	17-19	20-22	14-16	7-9
	4125A	22-25	35-40	19-21	12-13
汽油 机	492Q	8-9	12.5-14	7-8	7.5-9
	CA10B	10-12	第 4.7 道 8-10 其余 11-13	8-9	10-2
	CA6102	10-12	第 4.7 道 10-12 其余 14-16	10-12	10-12
	EQ6100-1	17-19	17-19	8-10	12-14

(3) 安装有较多螺钉固定的零部件时，宜先将全部螺钉拧入螺孔中，然后再依次交替拧紧。

9. 在安装主轴承盖和连杆盖时，每紧好一个轴承都要检查紧度是否合适，紧度与轴承间隙有关。当用两手扳动飞轮接盘时，曲轴能转动即为合适。每装完一个缸的活塞连杆组后，还要转动曲轴检查有无卡住现象。曲柄连杆机构装完后一般以 60—100Nm（6—10kgf·m）的力矩能转动曲轴，紧度即为合适。

10. 安装正时齿轮时要注意对准齿轮上的记号。图 1—2 为 4105 型柴油机正时齿轮的安装位置简图。

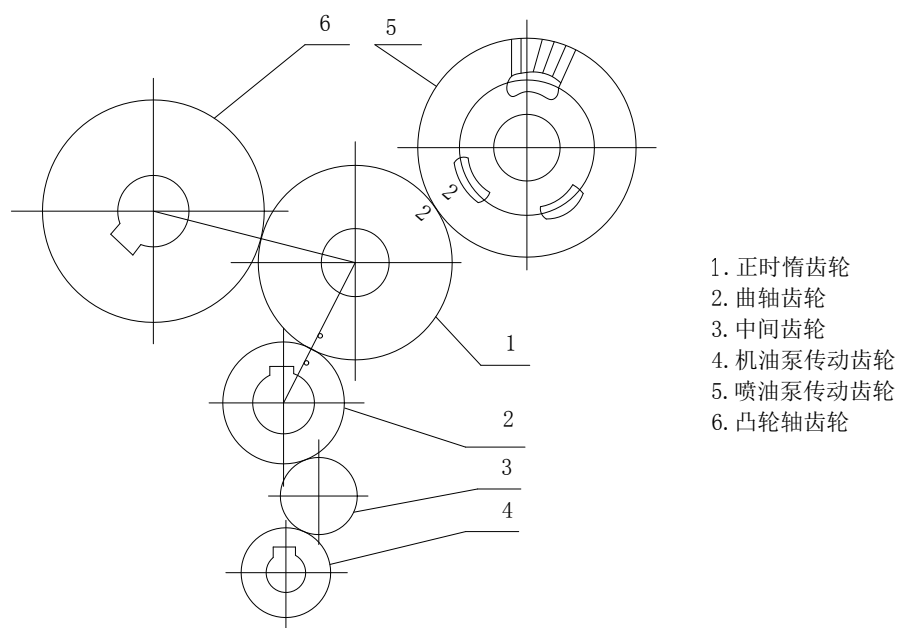


图1-2 正时齿轮安装位置

### (三) 发动机构造观察要点

1. 拆卸前对发动机作仔细的整体观察，识别安装在机体上下、前后、左右的各系统、机构的机件。还有哪些机件被拆去，其位置在何处。

2. 以专用工具由机体上取出并装回一或两个气缸套，由气缸盖上拆下并装上一或两个缸的气门，取下并装上一或两个活塞上的活塞环。掌握拆装方法，观看零部件的构造，搞清它们的正确装配关系。活塞和连杆可不分解开，但要弄清它们的构造特点、燃烧室型式（4105 为复合式燃烧室）等。辨认进排气门、进排气管道，从凸轮轴到气门间有哪些零部件，其构造和相互联接关系，在发动机上的位置。

3. 润滑系是构造观察的重点。一定要动手拆装机件，结合实物弄懂构造、作用，仔细找出润滑油的流动路线，可利用细金属丝查找机体上油道的连通关系。必须具体搞清润滑油从油底壳经过哪些机件、阀门而进到主油道的；润滑油又从主油道经哪些孔道而达到各个摩擦面间的；各摩擦面是属于飞溅润滑还是压力润滑，压力油是连续供给还是间歇供给，怎样判断其间歇时间长短；润滑完了的油怎样回到油底壳去。图 1—3 绘出了 4105 柴油机油底壳到主油道门的油路简图。

4. 冷却系也是构造观察的重点。具体看清机体和气缸盖的水套及其相连的水孔；冷却系有哪些机件及其构造、作用；何谓冷却水的大循环和小循环，大、小循环中冷却水的流通路线，着重弄清节温器的构造、作用。

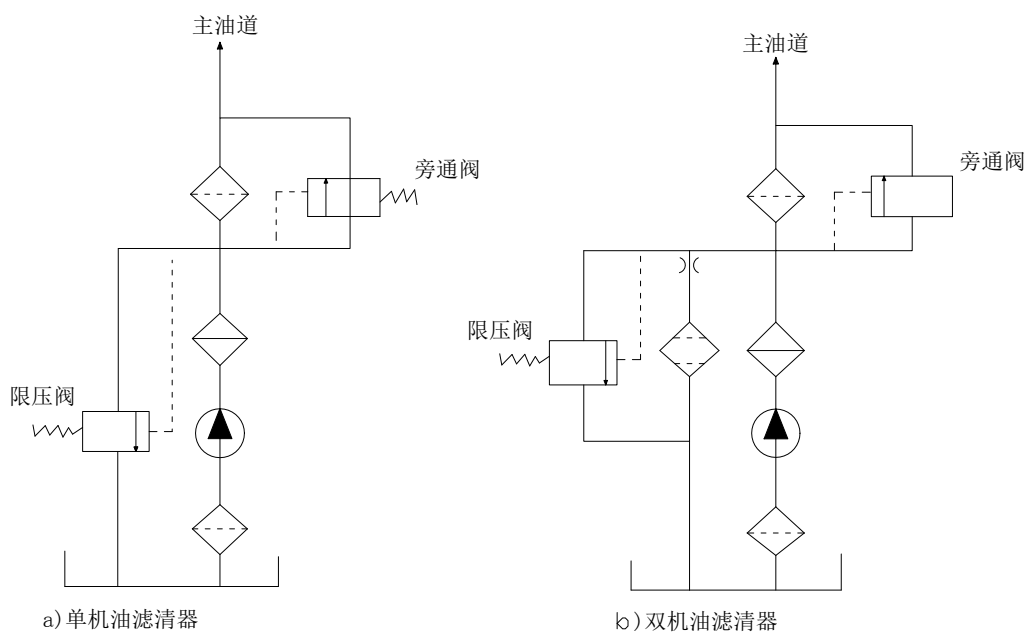


图1-3 4105柴油机润滑系统供油部分简图

#### (四) 气缸间隙和轴承间隙的测量

曲柄连杆机构和配气机构有许多配合间隙，当间隙超过极限后必须重新调整、修配或更换。为加深对某些重要配合间隙的认识和记忆，掌握测量方法，要求用外径百分尺、内径百分尺（量缸表）测量一、两个气缸间隙及一、两个主轴承或连杆轴承间隙。

1. 气缸间隙是指垂直于活塞销孔方向的活塞裙部外径与活塞在上止点时对应于活塞裙部测量位置的气缸内径之差值。

2. 选择轴承的测量部位时要避开分解面和油槽、油孔，具体测量位置如图 1—4。在轴向长度内选测两个位置，每个位置测出互相垂直的两个直径，以平均值计。

常用发动机的主要配合间隙值列于表 1—2，表 1—3 给出这些发动机的主要技术数据。其他发动机的可查看说明书。

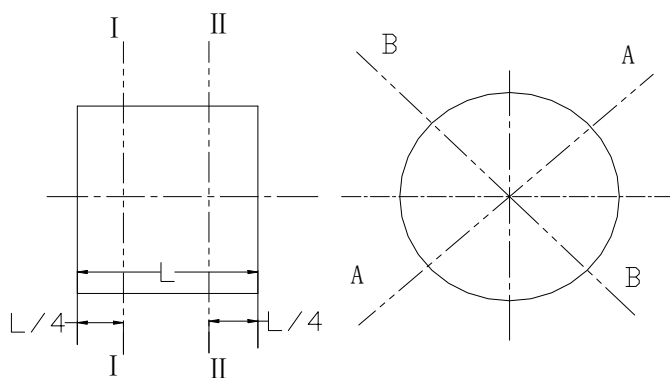


图1-4 轴承内径和轴颈外颈的测量部位

#### (五) 气门间隙的调整方法

气门间隙的测量部位在气门杆端与摇臂大端之间，调整部位是摇臂小端的调整螺钉。气门间隙因调整时发动机的冷热状态不同而有些差异，一般在热状态下的气门间隙比冷状态的小 0.03~0.05mm。大多数发动机的排气门间隙比进气门的大 0.05mm。

表 1—2 曲柄连杆机构主要配合间隙(mm)

发动机型号		气缸间隙	曲轴轴 向间隙	主轴承间隙 (公称直径)	连杆轴承间 隙 (公称直径)	活塞销与活塞销孔 活塞销与连杆衬套
柴 油 机	195	0.19-0.26	0.15-0.25	0.065-0.110 (70)	0.06-0.015 (65)	0.006~0.06 0.01~0.046
	4105	0.170-0.235	0.100-0.257	0.070-0.155 (80)	0.070-0.138 (70)	0~-0.02 0.008~0.028
	4115	0.240-0.280	0.095-0.385	0.104-0.165 (85.25)	0.090-0.151 (75.25)	-0.010~-0.002 0.010~0.034
	4125A	0.250-0.290	0.05-0.50	0.90-0.160 (85)	0.80-0.150 (85)	-0.01~-0.02 0.025~0.055
汽 油 机	492Q	0.012-0.048	0.06-0.25	0.026-0.071 (64)	0.026-0.071 (58)	-0.0025~-0.0075 0.003~0.008
	CA10B	0.06-0.08	0.05-0.25	0.026-0.09 (66)	0.03-0.05 (62)	-0.0025~-0.0075 0.0045~0.0095
	CA6102	0.015-0.035	0.15-0.35	0.046-0.109 (75)	0.036-0.088 (62)	-0.0025~0.0075 0.0045~0.0095
	EQ6100 -1	0.03-0.060	0.07-0.27	0.04-0.11 (75)	0.04-0.098 (62)	-0.0025~0.0025 0.0045~0.0095

表 1—3 常用发动机的主要技术数据

发动机型号		标定(最大) 功率 kW(PS)	标定(最大) 功率时转 速 r/min	燃油消耗 率 g/kw.h (g/PS·h)	气缸 直径 (mm)	活塞 行程 mm	总排 量 L	压 缩 比	工作顺序
柴 油 机	195	8.8(12)	2000	<265(195)	95	115	0.815	19	-
	4105	持续 31.6(39.7) 12 小时 35.8(44) 11 小时 39(48.5)	1500 (2000)	<251(185)	105	120	4.156	17	1-3-4-2
	4115	40.5(55)	1500	<265(195)	115	130	5.4	16.5	1-3-4-2
	4125A	55(75)	1500	<272 (200)	125	152	7.46	16	1-3-4-2
汽 油 机	492Q	55(75)	4000	333(245)	92	92	2.45	0.7	1-2-4-3
	CA10B	70(95)	2800	<346(255)	101.6	114.3	5.56	6.0	1-5-3-6-2-4
	CA6102	99(135)	3000	306(225)	101.6	114.3	5.56	7.4	1-5-3-6-2-4
	EQ6100-1	99(135)	3000	<306(225)	100	115	5.42	7.0	1-5-3-6-2-4

调整气门间隙必须是在气门完全关闭状态下进行，因而对于柴油机一定要使减压机构处于不减压位置。下述调整气门间隙的方法步骤都是着眼于方便、迅速、准确。

1. 检查并使减压机构操纵手柄处于不减压（发动机工作）位置。
2. 打开气门室罩盖。
3. 摇转曲轴，使 I 缸活塞停在压缩终了上止点（或供油、点火）的位置。

（1）4105 柴油机飞轮外缘有曲轴旋转角度 $+30^{\circ}$ 的刻线。将曲轴停在飞轮上 $0^{\circ}$ 刻线与飞轮外壳上的指针对齐位置，此时 I、IV 缸活塞正处于上止点。

（2）确定压缩过程终了的上止点。在汽油机上可将 I 缸火花塞卸掉，堵上纸或棉纱团，也可以手指按火花塞孔，待转动曲轴到压缩过程纸团便被吹出或手指感到空气的压力，当飞轮与飞轮外壳两记号对正即 I 缸的压缩终了上止点。

在柴油机上卸下喷油器很不方便，可通过气门、摇臂或推杆的动作来判断 I 缸是什么工作过程。

4. 按规定的气门间隙值（见表 1—4）检查并调整 I 缸的进、排气门间隙。-----

表 1—4 配气机构主要间隙(mm)和配气相位( $^{\circ}$ CA)

发动机型号		凸轮轴轴向间隙	气门间隙(冷)		配气相位			
					进气门		排气门	
			进气门	排气门	上止点前	下止点后	下止点前	上止点后
柴油机	195	0.20	0.35	0.35	17	43	43	17
	4105	0.10-0.30	0.30	0.35	14.5	45.5	45.5	14.5
	4115	0.25	0.30	0.35	10	46	56	10
	4125A	0.25	0.30	0.35	8	22	46	14
汽油机	492Q	0.10-0.20	0.23	0.28	24	64	58	30
	CA10B	0.08-0.20	0.25	0.25	20	69	67	22
	CA6102	0.20-0.25	0.20-0.25		12	48	42	13
	EQ6100-1	0.20-0.25	0.20-0.25		20	56	38.5	20.5

在厚薄规中选出与规定间隙值相等厚度的规片插于气门杆端与摇臂大端球面间，通过拉动规片检查其松紧度判定间隙的大小。当规片在两端面间滑动时手感过松或过紧即说明间隙是过大或过小。调整方法是先拧松摇臂小端上调整螺钉的锁紧螺母，随后用螺丝刀拧进或拧出调整螺钉使间隙减小或增大。当在间隙中拉动规片来回移动时既不松也不卡死，略有紧度则为合适，然后拧紧锁紧螺母。特别注意拧动锁紧螺母时调整螺钉不能随之转动，否则会使间隙变小，所以必须一手用螺丝刀抵住调整螺钉，一手拧紧锁紧螺母。关键在于持螺丝刀那只手用的反力，如果合适，则调整螺钉既不随锁紧螺母转动也不逆转。调整好后再用规片复查一次，如不合适，应重新调整。

#### 5. 其余气门间隙的调整

（1）调好 I 缸进排气门间隙后，将曲轴沿正常旋转方向摇转并停在 $180^{\circ}$ 、 $360^{\circ}$ 、 $540^{\circ}$ 三个位置上，依工作顺序 1—3—4—2 可相应地按上项（五）—4 方法调整 III 缸、

IV缸、II缸的进、排气门间隙。

(2) 上面(1)中方法调完四个缸气门间隙需摇转曲轴4次,麻烦费时。通常是摇转曲轴两次将所有气门间隙调完,如4105柴油机摇转曲轴对好I缸压缩终了上止点后可调整第1、2、4、5四个气门,然后将曲轴沿正常旋转方向摇转一圈,再调整第3、6、7、8等气门的间隙。

6. 在装有可调式减压机构的柴油机上,应在调完各气门间隙后,摇转曲轴之前将减压机构间隙(气门压缩量)同时调好。

7. 气门间隙全部调好后,可起动发动机,从发动机工作情况和声音判断气门工作是否正常。

8. 将卸掉的机件复位

#### (六) 正确使用工具

在拆装中一定要正确使用工具,注意安全。工具有常用工具如扳手、钳子、手锤等等,专用工具是为完成常用工具难以实现拆装而特制的工具。注意事项如下:

1. 某些机件需由专用工具拆装的则一定使用专用工具,不能随意用常用工具,如用起子撬、锤子撬、钳子夹等。

2. 不乱用工具,“顺手摸到啥就用啥”不行,如前言中提到的禁止以钳子代扳手,以扳手当手锤,以螺丝刀作凿子等。

3. 扳手规格与被拧螺母大小一致,尽量少用活扳手,以免将六角扭圆。

4. 紧固螺母或螺钉时不能随便用加力套管延长扳手,通常扳口在30mm以上的有时采用加力套管。

5. 应稳妥使用工具,注意工具拿持方法,避免工具和手的油污,工具运动轨迹内不能有人身和障碍物,以免发生碰伤事故。

## 四、思考题

1. 曲柄连杆机构和配气机构中有哪些配合件严格要求不许装错其位置和方向?如果装错了会出现什么后果?

2. 曲柄连杆机构和配气机构中有哪些重要配合间隙,各正常(标准)间隙值一般为多少?间隙不正确会对发动机工作有何影响?

3. 活塞销在常温下装配时,要用油浴加热活塞,那么其配合间隙是否是过盈的?工作起来之后呢?为什么?

4. 发动机工作一定时期后,气门与气门座接触面磨损,气门间隙是增大了还是减小了?当检查气门间隙时,一般情况间隙是大了还是小了?

5. 气门间隙过大过小对发动机工作有什么影响?气门完全关闭是何含义?

6. 能否通过摇转两次曲轴,将六缸发动机12个气门的间隙全部调完,怎么调整?

7. 冷却系的大循环、小循环的差别是什么?冷却水是怎么流通的?

8. 拆装的发动机中润滑系油路是怎样连通和分布的?有哪些阀?各起什么作用,怎样连通的?

9. 机油压力过高过低有何害处？产生的原因。
10. 机油和冷却水的温度正常值为多少摄氏度？过高过低有何害处？产生的原因。

## 实习二 供给系的拆装与调整

### 一、实习内容、目的与要求

(一) 通过对实际车辆的整体观察,了解空气供给和燃料供给系统的组成、主要零部件的名称、作用和连接关系,特别是柴油机燃油供给系统的油路的连接和走向。在实习报告中要求给出东方红 75 和宁波 25 拖拉机燃油供给系的油路走向简图。

(二) 通过对内燃机供给系典型零部件的观察和拆装研究,使学生了解其结构特点及工作原理,掌握拆装技术要领,提高实践动手能力。具体目标如下:

1. 了解各种空气滤清器、燃油滤清器的结构、特点和工作原理。了解拆装注意事项,认清它们的技术质量对内燃机使用寿命的影响,加深对内燃机过滤装置维护保养重要性的认识。

2. 了解输油泵的结构特点和工作原理。

3. 了解废气涡轮增压器结构、特点和使用注意事项。

4. 了解喷油泵的类型结构特点和工作原理。

5. 掌握 I、II 号泵的拆装工艺,装配要领。特别要注意柱塞偶件、出油阀偶件的正确安装和油量调节拉杆移动灵活性的检查。

6. 了解喷油器的结构特点,喷油嘴装配要领,了解喷油器喷雾质量及喷油压力的检查方法,能正确调整喷油器喷油开启压力。

7. 了解化油器的构造,熟悉化油器在汽车各种工况下是如何工作的。

(三) 在试验台上对喷油泵进行动态试验。观察喷油泵在各种不同工况状态下,调速器内各种弹簧与推力盘相互作用和位置关系;各种工况下油量调节拉杆的位置和循环供油量,进一步加深对喷油泵工作原理及对柴油机控制调节作用的认识。

(四) 通过对宁波-25 拖拉机供油提前角的检查与调整,了解柴油机供油正时的调整原理和方法,并观察供油正时调整前后的发动机工作声响和排烟变化,使之亲身体会一下柴油机供油正时的正确与否对柴油机燃烧和性能的影响。

### 二、实习所需设备、仪器和工具

1. 实验室内的大小型拖拉机和汽车	若干
2. 宁波-25 拖拉机(供油正时检查调整用)	1 台
3. 喷油泵试验台(动态观察用)	1 台
4. 喷油器试验器	1 台
5. II 号泵总成	2 个
6. 解剖的 II 号泵总成	1 个
7. 各种类型喷油泵(I、IV、A、PW、VE)	各 1 个

8. 各种类型空气滤清器	各 1 个
9. 各种类型燃油滤清器	各 1 个
10. 各种类型喷油器总成	各 1 个
11. 各种类型输油泵	各 1 个
12. 增压器	1 个
13. 化油器	若干
14. 台钳	1 个
15. 常用拆装工具	1 套

### 三、实习指导

#### (一)对车辆的整体观察

##### 1. 对解剖的链轨拖拉机的观察重点

(1) 油箱的内部构造，特别注意出油孔和放油孔的区别，通气孔的作用等。

(2) 通过燃油油路的走向研究，了解油箱、过滤器、输油泵、喷油泵和喷油器的连接相互位置关系，从整体上认识柴油机燃油喷射系统的组成。

(3) 燃油供给系低压油路与高压油路的组成。喷油器安装位置，喷油器回油管的作用等。

(4) 喷油泵凸轮轴与发动机曲轴的传动关系，输油泵的动力来源。

(5) 空气供给系统的组成，注意观察解剖的三级滤清器的构造和过滤空气的途径。

##### 2. 其它车辆的观察重点

(1) 观察不同车辆的燃油供给系统的组成，喷油泵、输油泵、过滤器等零部件的连接关系和油路走向。总结出柴油机燃油供给系有几种油路流程方案。

(2) 汽油机供给系统的组成，特别注意空气滤清器与化油器的位置关系。

#### (二)典型零部件的拆装与结构研究

##### 1. 滤清器的拆装

###### (1) 空气滤清器的拆装

对农用车辆而言，工作环境一般较恶劣，若空气不过滤直接进入气缸，则会导致活塞环与气缸壁的过早磨损。本来正常能使用几千小时的机器，由于滤清器的失效仅能使用了几百小时就会产生烧机油，动力明显下降的现象。也就是说，空气滤清器的滤清效果直接影响到发动机的使用寿命。在车辆使用中对空气滤清器的维护与保养工作显得尤为重要。

对油浴式滤清器，油池内的油面需要保持一定的液面高度，液面过低会影响滤清效果，而过高则会被气流带入气缸内破坏正常的燃烧，严重时会产生飞车故障。油池和滤网要经常清洗。

对纸质滤清器注意滤芯不要受潮，浸湿和破损。为延长纸质滤芯的使用寿命，一般情况下在汽车每行驶 12000km 进行一次维护，即取出滤芯用手轻拍，或用压缩空气从里向外吹去积灰。组装时要注意滤芯两侧的密封胶垫(圈)不能缺少。

## (2) 柴油滤清器的拆装

滤清器的作用是除去燃油中固体杂质和水份，防止燃油装置的机械磨损和锈蚀。柴油滤清器有多种型式，可分为粗滤器和细滤器，目前广泛采用纸质滤清器。纸质滤清器有更换滤芯式和一次性滤清器。一次性滤清器是将滤芯和壳体做成一体，更换非常方便。对更换滤芯式滤清器在更换滤芯时要注意不能把滤芯两端的密封胶圈丢失。如果缺少密封胶圈，滤清器将失去作用，喷油泵的柱塞偶件会过早磨损，使喷油泵的供油能力下降，车辆将出现起动困难，加速缓慢，动力不足等故障现象。

### 2. 输油泵的拆装

着重弄清楚输油泵是怎样完成输油任务及自动调节输油量的。

拆装注意事项：

(1) 进、出油阀和弹簧妥善保管防止丢失，安装时要恢复原有的状态。

(2) 对膜片式输油泵，进、出油阀的安装位置不能装反。

### 3. 涡轮增压器的拆装

主要是了解增压器的基本结构，特点及使用中注意事项。

(1) 结构及特点：

涡轮增压器一般由涡轮、中间支承体和压气机三部分组成。

① 涡轮由涡轮壳、隔热板、涡轮叶轮组成。其作用是将发动机的排气能量传递给压气机，使压气机叶轮能高效地工作。

② 压气机由压气机壳、扩压器及压气机叶轮组成，其主要作用是将新鲜空气压缩进入到发动机气缸中。

③ 中间支承体由中间壳、浮动轴承、止推轴承等组成。其作用是保证涡轮轴的动力可靠高效地传递给压气机。

④ 转子部件，由涡轮叶轮、压气机叶轮、密封套等零件装在一根轴上构成，如图 2-1 所示。由于增压器的转速极高，要求转子有良好动平衡精度。涡轮叶轮是在高温高速下工作，它的材料应具有良好的高温机械性能和抗燃气腐蚀性能。轴在工作时承受弯曲，扭转产生的交变应力，需用韧性好，疲劳强度高的合金钢材料制造。

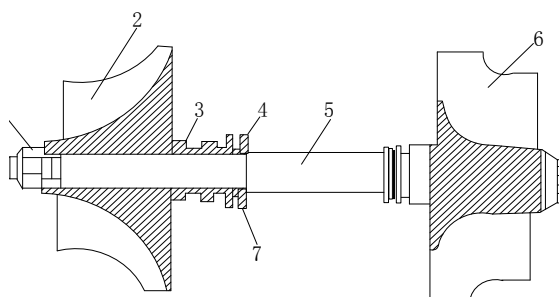


图2-1 涡轮增压器转子

### ⑤ 浮动轴承与推力轴承

转子的动平衡精度和轴承结构是车用小型高速废气涡轮增压器可靠的关键。

径向轴承是涡轮增压器很重要的零部件，由于增压器工作转速高达  $2 \times 10^5 \text{ r/min}$ ，轴颈的线速度可达  $50 \text{ m/s}$  以上。因此，要求轴承不仅有良好的承载能力，还要有良好的散热性能。

现代车用涡轮增压器都采用浮动轴承。浮动轴承就是套在轴上的浮动环，如图 2-2 所示。环与轴以及环与轴承座之间都有间隙，并在间隙中充满具有一定压力的润滑油。当轴转动时，通过润滑油的摩擦力作用带动浮动轴承旋转，从而降低轴与轴承间的相对速度。开始时浮动轴承转速几乎为转子转速的一半，随着转速的增加，浮动轴承转速慢

慢滞后，其转速达到一定值时，浮动轴承转速将保持不变。

推力轴承一般设置在压气机端，承受着涡轮叶轮上的燃气作用力与压气机叶轮上的空气作用力。推力轴承产生的摩擦损失约占涡轮增压器全部摩擦损失的 25%~35%。摩擦不但产生大量热量，而且使增压器的机械效率降低。推力轴承有单独的润滑油路，以保证润滑与冷却。轴向间隙为 0.1~0.2mm。

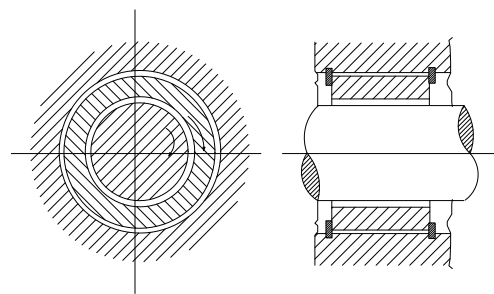


图2-2 浮动轴承原理图

#### ⑥ 轴承的润滑与冷却

轴承在高速下工作，会产生大量的热量，涡轮又是处在高温下工作，也会将热量传给轴承。因此，涡轮端轴承工作条件更为恶劣，需要良好的润滑和冷却。

目前车用增压器轴承的润滑、冷却都采用内燃机润滑系统的机油。不再单独设置润滑系，从内燃机机油滤清器出来的机油分出一路进入涡轮增压器中间体上方的机油进口处，到主油道，然后并联进入两个浮动轴承和推力轴承，流入中间体下部，再回到内燃机油底壳。

⑦ 密封装置：为阻止机油窜入涡轮和压气机的气体流通部位以及高压空气和高温燃气窜入润滑油道内，在中间体内设有既能封油又能封气的密封装置。目前多采用活塞环密封。

活塞环分别装在涡轮和压气机端的密封环槽中，和轴不直接接触。活塞环可用单环或双环。

#### (2) 增压车辆使用注意事项

① 发动机启动后，不允许立即高速运转，需要短时间预热（怠速运转 3~5 分钟），使机油运转畅通，防止涡轮增压器在缺油下高速运转。尤其是在寒冷冬季更要注意这一点。

② 车辆下坡行驶，不允许关闭发动机，以免在高温下轴承缺油冷却而烧毁轴承。

③ 停车前，不允许立即关机，须在怠速下运转 3~5 分钟进行短时间冷却，防止增压器在高温过热情况下，导致轴承咬死，密封环烧坏及轴承壳体变形。

④ 机油滤清器、空气滤清器都要注意正确及时的保养，如果它们失效将直接影响增压器的使用寿命。

#### 4. 喷油泵的种类和泵型

了解实验室现有的各种类型的喷油泵的结构及特点。主要有直列泵和分配泵两大类。

##### (1) 直列泵

① 国产 I、II 号系列泵：其结构特点为上下体分开式，各分泵装在上体内，拨叉式油量调节机构。采用飞球式压力弹簧全程调速器，没有杠杆系统。结构简单、制造、维修拆装方便。其缺点是整体刚度差，不适于强化要求。I 号泵主要用于小型拖拉机和农用汽车上。II 号泵用于中型拖拉机上。

② BQ、IW 泵：这两种泵型是为了满足我国中、小缸径高速柴油机而开发的，是 I 号泵的替代产品。这两种泵结构与 P 型泵相似，泵体采用全封闭式结构，分泵采用各部分零件组成一个整体单元，用倒挂法兰结构方式分别压装在泵体的各分泵座孔内，从而大

大增加了泵体的总体刚性，结构紧凑轻巧，主要用于农用汽车上。

③A 与 AD 泵：AD 泵是 A 型泵的加强泵，它们的结构为整体式，泵体由铝合金铸成，侧面开有调整检视窗口。采用齿圈-齿杆式油量调节机构，各分泵的柱塞及出油阀等均以泵体为基体分别装在泵体内，该泵属于最典型的传统结构。由于它具有调试方便，工作可靠，传动平稳，整体刚度比上下体分开式油泵好等特点，所以至今仍广泛应用于汽车和工程机械中。

④ P 与 PW 泵：这种类型喷油泵基本上脱离了博世传统 A 型泵的结构，采用整体密封式结构，泵体不开侧面窗口，分泵的柱塞付出油阀和压帽等组成一个独立单元，用倒挂的法兰结构方式分别压装在泵体的各分泵座孔中。从而在不增加泵体尺寸的同时，大大提高了泵体的刚度。为增大柱塞直径，提高供油能力，提高供油速率及喷射压力创造了有利条件。更适应于高速强化柴油机以及排放要求。PW 泵是在 P 型泵的基础上考虑拆装方便性改进而成。

#### (2) 分配泵

分配泵的结构与直列泵有很大的区别，直列泵的柱塞数和柴油机的气缸数目相同，油泵凸轮轴旋转一周各缸柱塞分别供油一次。而分配泵的柱塞只有一个或两对以下，油泵凸轮旋转一周，柱塞要泵油多次（泵油次数和气缸数目相等），轮流向各缸供油。图 2-3 是目前广泛使用的两种类型的分配泵原理简图。

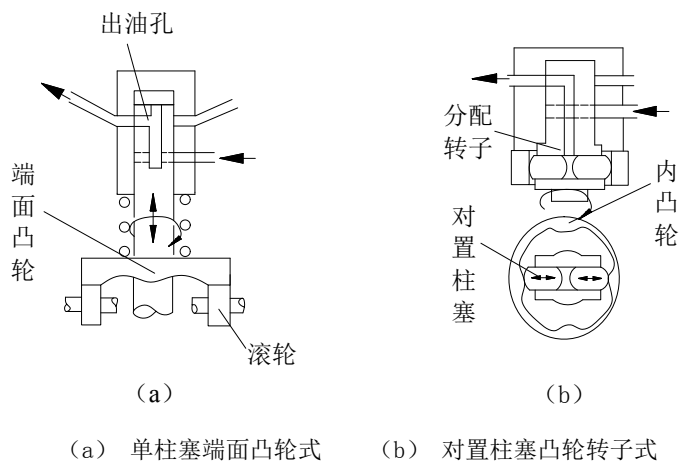


图 2-3 分配泵的结构与种类

##### ① VE 泵(单柱塞式分配泵)

是目前世界上产量最大的分配泵，工作原理如图 2-3(a)所示，与端面凸轮连在一起的柱塞在旋转的同时又作上下往复运动，柱塞偶件同时起泵油和配油的作用，端面凸轮的凸轮数与发动机气缸数相同，凸轮旋转一周，柱塞分别向各缸供油一次。同时，柱塞每一转中其侧面的一个出油孔轮流与柱塞套上的分配孔(出油孔)相通(分配孔的数目同发动机的气缸数目相同)。而每一个分配孔与一个缸的喷油器相连，这样就能向各缸按一定顺序供油。由于该泵体积小，重量轻，容易安装各种附加机构，所以在中小柴油汽车中大量使用。

##### ② 内凸轮式转子分配泵(DPA、DM)

如图 2-3(b)所示。由主动轴驱动的转子内布置了和转子相垂直的一对对置柱塞，

内凸轮固定在分配泵壳体内。由于转子的旋转，对置柱塞受凸轮顶动而进行压油，并由分配转子中心油道至分配孔分配到各缸。对置柱塞吸油过程是通过转子的旋转，在离心力的作用下使柱塞向外移动将油吸进柱塞腔，故该泵没有柱塞回位弹簧。该泵的另一个特点是通过改变通向进油腔的油量来控制油泵的供油量，柱塞只起泵油作用，故柱塞耐磨性好，使用寿命长。

以上两种类型的分配泵均采用液力提前器，故在泵内设有滑片式输油泵，泵内充满柴油，一是起润滑作用，二是起冷却作用。分配泵对柴油及柴油过滤装置有严格要求，过滤器要有除水功能。

#### 5. I、II号泵的拆装

重点掌握柱塞偶件及出油阀偶件的拆装技术要领；柱塞的滑动性及供油调节拉杆移动灵活性的检查。

柱塞偶件和出油阀偶件是喷油泵中最精密的偶件。柱塞偶件的配合间隙仅有 $0.001\sim 0.002\text{mm}$ ，是通过配对研磨加工而成。因此，套筒与柱塞、阀座与阀芯没有互换性。这就要求在拆装过程中注意不得串换。

##### (1) 柱塞偶件及出油阀偶件与泵体的分解

① 打开喷油泵的侧盖板，均匀地旋松喷油泵上下体的固定螺母，稍用力压住上泵体，然后拧下固定螺母。

② 应使泵体平放(侧口朝上)，再将上体缓慢拉出，并防止柱塞掉落碰伤和顺序混乱。

③ 从上泵体取出柱塞，柱塞弹簧和弹簧座，柱塞要按照原有顺序摆好。

④ 将上泵体夹在台钳上，拧下出油阀压帽，依次取出减容体、出油阀弹簧、出油阀偶件。松开各缸柱塞套定位螺钉，自下而上推出柱塞套。将取出的柱塞套随即与原配柱塞组合，以防错乱。

##### (2) 柱塞偶件及出油阀偶件与泵体的装配

① 在装配前要用清洁的柴油清洗精密偶件，并认真检查柱塞偶件相互之间的滑动性。

② 将柱塞套放入上体内使其定位槽对准泵体上的定位螺钉，拧入定位钉进行定位，这时柱塞套不能转动，但能在轴线方向有一定的活动范围。

③ 将上泵体夹在台钳上，装入出油阀、密封垫、出油阀弹簧和减容体，再拧上出油阀压帽。

在拧紧出油阀压帽时，要分两次拧紧即：拧紧→松开→拧紧，最后拧紧力矩有一定的要求(I号泵： $40\sim 50\text{N}\cdot\text{M}$ 、II号泵： $60\sim 70\text{N}\cdot\text{M}$ )。拧紧力矩过松密封性不好，过紧将导致柱塞套变形，使柱塞滑动性变差或转不动。

④ 将各缸柱塞对号入座，分别检查其滑动性，柱塞在柱塞套内转至任何位置时，上下均滑动自如，否则要找出原因并加以解决。

⑤ 再分别抽出柱塞，套入弹簧下座，柱塞弹簧并插入柱塞套内。

⑥ 上下体合拢：摆好柱塞调节臂位置，使之对准拨叉槽，将上泵体水平倾斜缓慢装入下泵体(要注意调节臂不要偏离槽口)，然后将泵体立起，下压上泵体带上紧固螺母，对角线均衡拧紧。

⑦ 检查油量调节拉杆的移动灵活性：上下泵体装好后，要检查拉杆移动的灵活性。转动凸轮轴使某缸柱塞到达上止点附近时，扳动油量调节拉杆，不应有卡阻现象。同样

方法分别检查其它缸柱塞在上止点时拉杆移动灵活性。总之，凸轮轴在任何位置时，供油拉杆都应移动自如，灵活。

#### 6. 喷油器的拆装与调试

喷油器是柴油机燃油喷射系统的终端部件，直接安装在柴油机的气缸盖上。喷油器的技术状态直接影响柴油机的燃烧质量，影响柴油机的动力性、经济性及尾气排放。喷油器中最重要的部件是喷油嘴，又称针阀偶件，是燃油喷射系统三大精密偶件之一。一般可分为孔式喷油嘴和轴针式喷油嘴。孔式用于直喷式柴油机，轴针式用于分隔式燃烧室柴油机。

喷油嘴头部伸入发动机燃烧室，在高温、高压和燃气腐蚀条件下工作。而且本身内部的运动件又受到高速流动燃油的冲击及燃油中微小机械杂质的反复冲刷。因此极易磨损和被腐蚀，是柴油机燃油系中出故障最多的部件之一。

##### (1) 喷油器的拆装

①分解：将喷油器夹在台钳上，卸下调压螺钉护帽，并拧松调压螺钉。然后将喷油器倒夹在台钳上，拧上喷油嘴压帽，取出喷油嘴。再从喷油器体上拧下调压螺钉取出调压弹簧，顶杆等零件。

②装配：先用清洁柴油清洗喷油嘴，检查轴针的滑动性，喷油器体的油道也要冲洗干净。将喷油器体夹持在台钳上，装上喷油嘴和压帽，压帽的拧紧力矩有严格要求(对常用S系列针阀偶件大外圆为 $\Phi 17\text{mm}$ 的拧紧力矩为 $60\sim 80\text{N}\cdot\text{m}$ )。然后再装入顶杆，调压弹簧，调压螺钉等零件。

##### (2) 喷油器的试验与调整

喷油器要用专用试验器调试。喷油器试验器是通过手压杠杆推动柱塞泵产生高压，用以模拟喷油泵的供油状态。油压由压力表指示。

喷油器调试的内容有喷油器开启压力的调整；针阀偶件密封性的检查；喷油雾化质量的检查。

①喷油器喷油压力的调整：缓慢地压动喷油器校验器手柄，观察喷油器开始喷油时压力表的指示值。如不符合要求，可以通过改变调压弹簧预紧力来调整。改变调压弹簧预紧力的方法有调整调压螺钉和更换调整垫片厚度两种方法。不同型号的喷油嘴有不同的喷油压力。孔式喷油嘴开启压力在 $17\text{Mpa}$ 以上，轴针式喷油嘴在 $12\sim 15\text{Mpa}$ 。

##### ②喷雾质量的检查

孔式喷油嘴要求喷射时应有清脆的响声，喷雾分布符合要求，油雾细化度及均匀性要求较高，断油要干净利落。对轴针式喷嘴主要观察喷柱形状及锥角，喷射开启时也要有清脆的响声。

##### ③密封性的检查

针阀圆锥密封面密封性检查：观察喷油嘴喷射前后，喷孔处不应有渗油或滴油现象。如有此现象说明针阀圆锥密封面密封性不良。

针阀圆柱导向面密封性检查：将试验器油压打到一定高度，然后加压手柄保持不动。此时观察压力表示值降低的速度。密封性好的压力值降低的很慢，如压力值降低的很快，同时察看调压螺钉处，如有回油渗出，说明密封性很差。

喷油器体下端面与针阀偶件端面的密封性检查：在作上述密封性检查过程中，观察喷油嘴压帽与喷油器体的接合部位是否有油渗出，此处渗油，说明喷油器与针阀偶件端

面的接合面密封不好。可拆下喷油嘴对喷油器体端面进行研磨修理。

#### 7. 化油器的拆装

化油器的拆装重点是结合化油器在汽车各种工况下的工作过程，弄清主供油系统、省油器、加速泵、各种空气量孔及油气通道的走向及具体结构。了解化油器是如何满足汽油机各种工况要求的。目前生产的小排量汽油机几乎全部采用电喷供油系统，更好的满足了汽油机动力性，经济性和排放要求。我们目前了解化油器的意义和目的不在于化油器本身，而在于通过了解化油器能使我们直观的了解汽油机在各种工况下，混合气及浓度的要求，加深对汽油机的工作原理及特点的认识。

#### （三）喷油泵动态试验与观察

动态实验是在喷油泵试验台上进行的。试验台的主轴为无级变速，可正、反转；设有喷油泵循环供油量计量装置；可装夹各种类型的喷油泵。从喷油泵制造厂家出厂的每台喷油泵都是经过严格的调试。经过修理的喷油泵也必须在试验台上进行调试才能使用。

动态观察研究的对象：解剖的Ⅱ号泵（配 4115 柴油机）

起动工况：观察调速器内部结构，分析起动油量是怎样增加的，油量调节拉杆所处的位置，测定起动油量。

标定工况：观察调速器起作用点，哪些弹簧起作用，起主要作用的是哪根弹簧，并测试标定油量。

部分负荷工况：主要观察调速器起作用转速变化，体会全程调速器的调速作用。

校正工况：观察调速器内部结构分析校正油量是怎样增加的，并测量校正油量。

怠速工况：观察调速器中哪些弹簧起调速作用，在 250r/min 上下升降试验台转速，观察油量调节拉杆的移动变化情况。并测定怠速油量。

上述观察与测试后，比较一下起动油量，标定油量、校正油量、怠速油量的大小，并排序。

#### （四）柴油机供油正时的检查与调整

供油提前角与喷油提前角

燃油被喷入气缸后不是立刻着火燃烧，而是要经过一个滞燃期之后才能着火燃烧。为此，必须将燃油在活塞压缩行程上止点前开始喷入。从喷油器喷油开始到活塞到达上止点时曲轴所转过的角度称为喷油提前角。

由于柴油机喷油提前角的检测较困难，所以常用供油提前角（是指从喷油泵供油开始到活塞压缩到上止点时的曲轴所转过的角）。由于喷油泵供油始点容易观察到，故检查与调整供油提前角较方便。一般柴油机使用说明书中给出的都是供油提前角。供油提前角对柴油机燃烧过程和各项性能指标影响极大。在柴油机维修、使用中是必须检查调整的内容。

供油提前角的调整方法

喷油泵凸轮轴与发动机的曲轴是通过齿轮连接的。齿轮的相互啮合位置是按特殊标迹进行装配，是不允许随便变动的。所以，调整供油提前角的途径：一是调整凸轮轴与油泵驱动齿轮相对位置（即转动喷油泵凸轮油法）；二是调整喷油泵与机体的相互位置（即转动喷油泵法）。采用哪种方法取决于喷油泵凸轮轴与驱动齿轮的连接形式以及喷油泵与机体的连接形式而定。

### 1. 转动凸轮轴法

(1) 油泵驱动齿轮与可调花键盘连接，花键与凸轮轴定位连接。铁牛—55、铁牛—650，东方红 802 拖拉机均采用此形式的连接。拧下紧固花键接盘螺栓，转动花键接盘可调整供油提前角。此结构缺点不能无级调整，每级调整可改变供油提前角  $3^{\circ}$ 。

(2) 油泵驱动齿轮与可调法兰盘连接，法兰盘与凸轮轴定位连接。宁波—25、山泰—25 拖拉机采用此结构。驱动齿轮轮毂上有 3 个弧形孔槽，由 3 个螺栓穿过弧形孔槽与法兰盘紧固为一体。调整时，松开三个紧固螺栓，转动法兰可改变供油提前角。此结构可进行无级调整。

(3) 联轴器连接：驱动齿轮与主动接盘连接，被动接盘与凸轮轴定位连接。上柴 135 系列柴油机，解放系列载重汽车配置的 110 系列柴油机，东风载货汽车配置的 105 系列柴油机均采用此结构。调整时，松开主被动接盘上的二个紧固螺钉，转动被动接盘(被动接盘上有两个对称的弧形孔槽)可改变供油提前角。由于联轴器设置在发动机机体外部，故调整供油时间特别方便。

以上三种结构均采用转动凸轮轴的方法调整供油提前角。调整时应注意：顺着喷油泵凸轮轴工作旋转方向转动凸轮轴增大供油提前角，反之则减小供油提前角。

### 2. 转动喷油泵泵体法

当喷油泵凸轮轴直接与驱动齿轮定位连接时，应采取转动喷油泵泵体的方法改变供油时间。此种结构是在喷油泵体上有一个法兰接盘，法兰接盘有 3 个(或 4 个)弧形槽孔。调整时松开 3 个(或 4 个)紧固螺栓和高压油管压紧螺帽，转动喷油泵泵体，可改变供油提前角。目前，小型拖拉机和农用汽车大部分采用此结构。

供油提前角的检查与调整实践操作：

车型为宁波—25 拖拉机，该车配置 295 柴油机，供油提前角为  $17 \pm 2^{\circ}$ 。

该车喷油泵凸轮轴与驱动齿轮采用可调法兰盘连接，可用转动凸轮轴法进行供油提前角的调整。另外，由于该车喷油泵与机体采用可调法兰盘连接，故又可用转动喷油泵泵体法来调整。

(1) 拆下喷油泵第 1 缸高压油管，然后在出油阀紧座上装上专用的定时观察管，该管内径为  $\Phi 2\text{mm}$ 。

(2) 使发动机处于减压状态，用摇把转动曲轴，同时看观察管，使管内充满柴油时停止转动。将定时管内的柴油用手指弹去少许。

(3) 继续慢慢转动曲轴(使柱塞进行下一个循环供油)，同时观察玻璃管内液面，当液面出现瞬时波动(表明柱塞将进、回油孔关闭，供油开始)，此时应立刻停止转动曲轴，然后察看飞轮上的刻度，飞轮上的对应角度即供油提前角。如供油提前角不在  $17 \pm 2^{\circ}$  范围内，需要进行调整。

(4) 松开喷油泵与机体的连接螺栓螺母

转动喷油泵可进行调整。该泵凸轮轴的工作旋转方向为顺时针旋转(从驱动端看)，如果供油时间偏晚( $<17^{\circ}$ )，则需逆时针方向转动喷油泵。如果供油时间偏早( $>17^{\circ}$ )，则应顺时针转动喷油泵。

如果转动喷油泵法不方便，可以采用转动凸轮轴法。即松开驱动齿轮轮毂上的三个紧固螺钉转动凸轮轴调整供油时间。

(5) 调整完后，重新检查供油时间。若不在允许范围内，则需要重新调整。

在车辆使用中，经常是根据车辆发动机出现的故障现象来判断供油正时是否正常。供油提前角偏早发动机就会出现较大的敲缸声；偏晚发动机会出现声音沉闷，冒烟和发动机温度过高等现象。根据故障现象判断供油时间是偏早还是偏晚，作适当供油正时调整，如果是单纯供油正时问题，故障会消除。

## 四、思考题

1. 在保养柴油滤清器时要特别注意什么？
2. 柱塞式输油泵与膜片式输油泵的动力来源及安装位置有何区别？在柴油机燃油系统中它们分别与哪种类型的喷油泵相匹配？
3. 装配柱塞偶件时要注意些什么？
4. 在装配喷油泵过程中为什么要强调认真检查供油拉杆移动的灵活性？如出现卡滞情况，车辆可能会出现什么故障？
5. 柱塞磨损较严重时，车辆会出现 哪些故障现象？
6. 增压发动机为什么不能长时间的怠速运转？
7. 对增压发动机而言，若空气滤清器或机油滤清器失效，将对增压器产生什么影响？
8. 在化油器中，真空省油器与机械省油器有什么区别
9. 供油提前角和喷油提前角有何区别？供油提前角是否大于喷油提前角？
10. 供油提前角偏大(偏早)柴油机将产生哪些故障现象？供油提前角偏小(偏晚)将产生哪些故障现象？

## 实习三 起动系与起动

### 一、实习内容、要求及时间分配

- (一) 熟悉内燃机的起动条件与起动方式；
- (二) 掌握柴油机用汽油机起动系的构造、工作原理与调整；
- (三) 掌握电起动系中电动机、传动装置及操纵装置的构造、工作原理与调整；
- (四) 熟悉典型柴油机起动系辅助装置的构造和工作原理；
- (五) 掌握典型柴油机的起动方法。

### 二、设备、仪器及工具

机械式操纵机构电起动机	1套
电磁式操纵机构的电动机	2-3套
电起动机摩擦片式离合器	1套
滚柱式单向传动装置	1套
AK-10(或类似型号)单缸两冲程起动汽油机	1套
东方红-75/802起动系系统传动机构	1-2套
热胀式、电磁式火焰预热器、预热塞	各1套
减压装置模型或实物	1-2套
典型柴油机	1-2台
常用工具	1套

### 三、实习指导

#### (一) 预备知识

1. 内燃机起动的实质是什么？
2. 内燃机起动的条件有哪些？
3. 内燃机起动方法有几种？

#### (二) 典型柴油机起动系的构造、工作原理及调整

通过观察及拆装掌握AK-10（或类似型号）起动汽油机及其传动机构的结构、工作原理及调整。

### 1. 起动汽油机的构造及工作原理；

通过观察和拆装，掌握单缸两冲程汽油机的进、排气方式，明确缸壁上三对孔的名称、作用及起作用时间，进而掌握单缸二冲程汽油机的工作原理。

### 2. 起动汽油机在起动过程中可能出现的问题及其解决方法

由于小汽油机是两冲程内燃机，有时在点火系统和化油器均正常的情况下，由于混合气成分不合适，汽油机仍不能正常起动，为此在气缸盖上设有加油阀，曲轴箱底补设有放油螺塞，试分析其作用。

### 3. 小汽油机起动系的传动机构

传动机构包括离合-制动器、变速箱及自动分离机构。

离合器是杠杆加压磨擦片式离合器，通过观察和拆装掌握离合-制动器的结构（重点分析主、从动部件及其与轴的安装关系），在使用过程中若离合器间隙发生变化，应如何调整？

变速箱在离合-制动器和自动分离机构的中间位置，通过观察和拆装掌握其传动路线和变速叉锁定弹簧的结构，并搞清楚为什么这种起动装置的变速器设两个档位？

自动分离机构在传动机构的最后部位。通过观察和拆装主要掌握自动分离机构的结构及工作原理，搞清楚自动分离机构是如何实现自动分离的，重点进行关键部件的受力分析。若自动分离转速不符合规定转速，应如何调整？

4. 柴油机用汽油机起动的起动系统的总体结构及相互安装关系，并搞清楚起动系统在发动机（或车辆）上的安装位置及传动关系，分析起动汽油机输出齿轮分别驱动何零部件。

## （三）电起动机的构造工作原理及调整方法

### 1. 电动机的构造和工作原理

拆开电动机，观察电动机的内部线路，包括励磁绕组、炭刷、整流子的连接以及电枢绕组的线路，复习电动机的工作原理。

### 2. 操纵装置的构造及工作原理

（1）熟悉机械式操纵装置的构造，结合有关辅助资料掌握其工作原理，并结合实际掌握其操作过程。

（2）熟悉电磁式操纵装置的构造，并结合有关资料（教材、挂图等）掌握吸拉线圈、保持线圈的绕向及接线方法。掌握起动机工作过程中吸拉线圈与保持线圈的电流方向及其效果，分析两线圈的作用及分别设置的必要性。

拆装后，不但对电磁式操纵机构的电起动机的结构和原理有了较清楚的了解，而且应能结合给定实物（蓄电池、起动开关、发动机等）正确接线和操作。

### 3. 单向传动装置的构造和工作原理

明确电起动系统中设置单向传动装置的必要，通过观察和拆装掌握滚柱式及摩擦离合器式单向传动装置的构造、在电起动机上安装位置及其工作原理。

### 4. 电起动机的调整部位

为了保证电起动机能正常传动主发动机，小齿轮与飞轮齿圈啮合，这就要求小齿轮

与飞轮圈就先啮合，然后再给起动机通电，对于电磁操纵机构的电起动机小齿轮与飞轮齿圈啮合时能以低压小电流，齿轮啮合后起动机正常转动，起动主发动机。为了满足这些要求，电起动机上设有调整部位。通过观察和拆装，找出这些调整部位，并说明其调整方法及效果。

#### （四）起动的辅助装置

由于柴油发动机压缩比较大，混合气点火条件较高。因此，有些柴油机在起动时需辅助装置。发动机起动辅助装置包括减压机构和预热装置。

柴油机是靠压缩终了时的高温来点燃混合气的。在低气温条件下，为使压缩终了时的温度尽快升高，往往采用预热装置，加热进入气缸的气体。目前采用的预热装置一般有两种，一种是在进气管路中装设火焰预热器，燃烧一部分燃油，靠其热量加热进入气缸的清洁空气，提高进气温度，从而使起动更容易；另一种是用预热塞加热进入气缸的空气。二者都是安装在发动机的进气管内部。

##### 1. 热胀式火焰预热器

主要部件是一阀总成，其外绕有电阻丝，起动时接通电热丝的电路，电热丝加热阀体总成，由于阀壳体与阀芯是用不同材料制成，两者的受热膨胀量不同，使球阀打开，燃油可以流出，与高温电热丝接触即燃烧，产生高温燃气加热周围空气被吸人气缸。

##### 2. 电磁式火焰预热器

起动时，接通电磁线圈和电热丝的电路，电磁线圈通电后将阀门打开，燃油流出，与高温电热丝接触而燃烧，与热胀式火焰预热器原理相同，只是阀芯开启动力不同。

##### 3. 预热塞

实质是一电阻式加热器，起动时，接通电热塞的电路，直接利用电热丝通电后放出的热量来加热进入气缸的空气。

#### （五）起动典型柴油机

有条件情况下，可以选择东方红-75或铁牛-55型拖拉机，按要求起动汽油机，并使柴油机正确起动。不但熟悉汽油起动机的构造、原理、在发动机上的安装位置，而且能结合实际车辆进行具体操作。熟悉操作过程，锻炼动手能力。

起动的具体操作步骤可参阅有关发动机的使用说明书，其基本要点如下：

##### 1. 起动前对发动机的燃油量、润滑油量及冷却水量进行常规检查

##### 2. 将有关操纵手柄置于正确的位置

(1) 柴油机减压手柄置于减压位置，柴油机油门手柄置于最小油门位置；

(2) 起动机传动装置的自动分离机构手柄放在小齿轮与飞轮齿圈啮合位置，变速杆（如有的话）放在低速位置（置于高速位置是否可以？），离合器手柄放在分离位置；

(3) 将拖拉机的主变速杆置于空档位置。

##### 3. 在起动机上作好起动准备

(1) 接通打开汽油箱开关，接通油路，并使化油器浮子室中充满汽油；

(2) 打开化油器进气口盖，微开阻风门，打开节气门。

##### 4. 起动起动机

(1) 将起动绳正确绕在起动飞轮上，用起动绳拉转飞轮，使起动汽油机着火；

(2) 汽油机转动后，立即全开阻风门，关小节气门，预热汽油起动机，预热好后，全开节气门，使汽油机处于额定工况下工作。

#### 5. 带动柴油机

(1) 起动汽油机工作平稳后，把传动机构的离合器手柄扳到“结合”位置，使起动机带动柴油机转动；

(2) 根据起动机运转是否稳定，操作减压手柄逐步使柴油机半减压（如有此位置的话）、不减压，带动柴油机运转。若是用低速转，待运转平稳后，用高速（如有的话）按减压、半减压、不减压的顺序带动柴油机。这项操作可根据发动机的状态和所处的环境灵活运用。

(3) 如在高速情况下，稳定起动汽油机可平稳驱动柴油机转动，这时开大柴油机油门，将减压手柄置于不减压位置，柴油机即可起动。

6. 柴油机起动后，切断起动机的油路或电路，使起动汽油机熄火，然后关好化油器进气口盖和油箱开关，起动结束。

注意事项：

(1) 起动前一定先检查，并将各手柄置于相应的位置；

(2) 拉动起动绳时，要求用力要稍大些，且用力持续均匀，一次快速将起动绳拉出，避免出意外；

(3) 起动汽油机后，不要忙于接合离合器，要观察汽油机运转情况，在接合离合器和低-高速转换时也要注意起动汽油机和柴油的工作情况，灵活判断采取的工作步骤；

(4) 起动结束后，不要忘记收尾工作。

## 四、思考题

1. 发动机起动系的作用，发动机的起动条件。
2. 发动机的起动方式有哪几种？
3. 电起动系统构成，分类。
4. 机械式电起动系统的结构、工作原理及其调整。
5. 电磁式操纵机构电起动机的工作原理（三种工况的电流情况及其效果），长圆孔的作用。起动系电磁开关中的保持线圈有时会烧毁，这样在起动时将会出现什么现象？
6. 滚柱式超越离合器结构及工作原理。
7. 单缸两冲程汽油机的结构、工作原理及其调整。
8. 离合-制动器的结构、工作原理。离合器间隙的调整。
9. 变速器的结构、原理。
10. 自动分离机构的结构、原理，自动分离转速的调整。自动分离转速过高、过低将会出现什么现象？
11. 人力起动系统有几种形式？人力起动系统如何防止动力反传？
12. 起动辅助装置的作用，起动辅助装置有哪些。

## 实习四 汽车电路

### 一、实习内容、要求与时间分配

- (一) 掌握汽车电路的结构与接线规律
- (二) 正确分析汽车电路的方法与要领
- (三) 汽车电路的接线原则与方法
- (四) 了解汽车电路常见故障的排除方法与要领

### 二、设备、仪器和工具

奥迪-100 汽车全车电路示教台	1 台
供配线实习的专用汽车	1 台
12 V 蓄电池	2 个
万能表或 12V 试灯	1 个
电线	若干

### 三、实习指导

学会正确分析汽车基本电路，掌握其内在规律，对于汽车电路设计、判断电路故障与正确进行维修保养是十分重要的。

#### (一) 汽车电路的特点

1. 低压：现代汽车上普遍采用的是 12V，装备大型柴油机的汽车一般采用 24V。
2. 直流：供电形式为直流电。
4. 单线制：由于现代制造技术所制造的汽车绝大部分的机架均采用金属材料，又由于车载电源电压在安全电压范围内，因此，无论电源还是用电设备都是电极一端连接到车体上（称为搭铁），将其作为一公共导线，另一端用导线连接作为控制端，目前一般用负极搭铁。
5. 除电启动机外（有些车辆还包括灯光和电喇叭），其它用电设备均由控制开关控制并经熔断器、电流表与电源火线（正极）相连。

#### (二) 汽车电路的结构

汽车电路按其功能可分成如下几部分，参见图 4-1

- (1) 电源电路。
- (2) 启动电路。

- (3) 点火电路（只用于汽油机）。
- (4) 仪表电路。
- (5) 照明电路。
- (6) 信号电路。
- (7) 其他辅助装置电路。

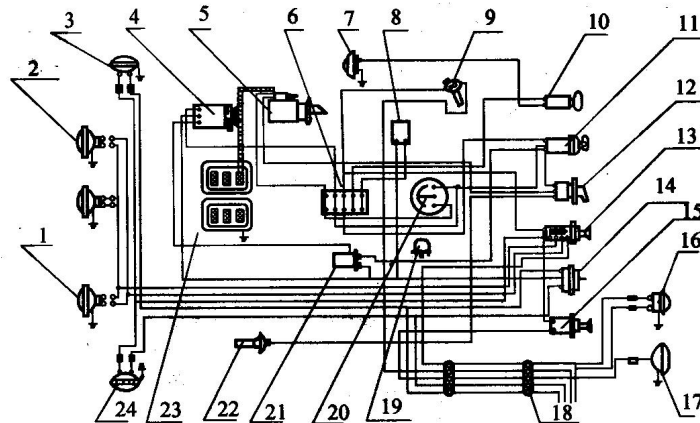


图 4-1 汽车一般电路构成

- 1、2-前照灯 3、24-转向灯 4-发电机 5-启动机 6-保险盒 7-电喇叭  
8-闪光继电器 9-刹车灯开关 10-喇叭开关 11-点火开关 12-预热开关  
13-三档组合灯开关 14-转向灯开关 15-单档灯开关 16-尾灯 17-倒车灯  
18-接线板 19-仪表灯 20-电流表 21-调压器 22-预热器 23-蓄电池

下面以奥迪-100 汽车为例具体说明线路结构。

### 1. 电源电路

汽车上用电设备的电能来自车载发电机与蓄电池。汽车发动机在熄火状态或低速运转时，发电机的端电压低于蓄电池电压，用电设备的电能由蓄电池供给，当发电机中速以上运转时，由于发电机端电压高于蓄电池电压，发电机的输出电流在供给用电设备的同时，剩余部分向蓄电池充电。

为了在发电机转速变化时维持发电机发出的端电压相对稳定，发电机均需要附带调压器。发电机、调压器、蓄电池、电流表的线路连接要注意对号入座。例如调压器上的电枢、搭铁、磁场接线柱必须与发电机的相应接线柱连接。由于电流表可以反映蓄电池的工作状态（充电或放电）与工作强度（电流大小），因此在接线时一定要串连在发电机与蓄电池的电路中，而且用电设备（除电启动机、电喇叭外）的电能均由电流表连接发电机端的接线柱输出，这点是分析汽车电路的基础，也是配线或查线的起止点。

### 2. 启动电路

奥迪-100 采用电磁开关式电启动机，启动动作由点火开关启动档发出。由于启动机的工作电流高达 200~600A，所以启动电机导线采用很粗的专用电线-“电瓶火线”，蓄电池的搭铁线（负极）也用专用的裸线-“电瓶搭铁线”。在接线时一定要保证连接牢固和

接触良好。

### 3. 点火电路（参见图 4-2、4-3）

点火电路由低压电路和高压电路两部分组成，电路的工作状态可以分成两种情况。

#### （1）发动机正常运转时

高压电由点火线圈的中心插孔，经高压线接到分电器盖的中心插孔，由随分电器转子旋转的分火头按照发动机的发火次序依次分配到各缸火花塞，击穿火花塞间隙形成电火花并点燃工作混合气。

#### （2）启动时

用电启动机带动发动机启动时，由于蓄电池急剧放电，内阻压降很大，导致点火线圈初级电流减小、次级电压降低、火花减弱。为了保证启动时的点火性能，利用启动开关的辅助触点，把与初级线圈串联的热变电阻短路，以提高初级电流，获得足够的次级电压。

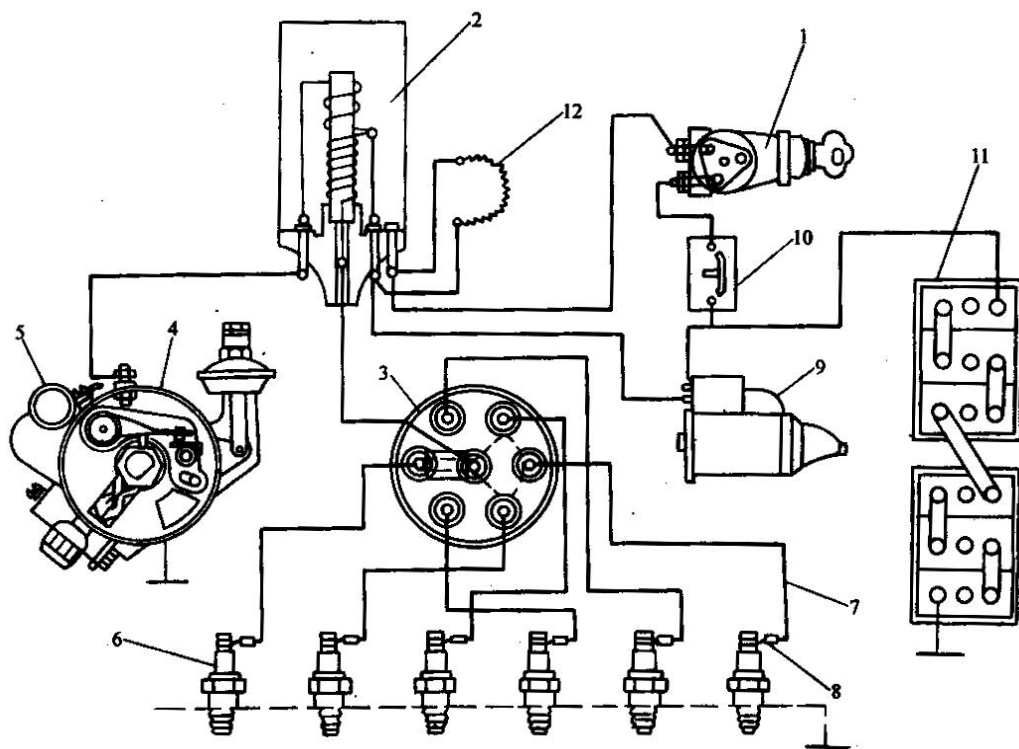


图 4-2 蓄电池点火系

1-点火开关 2-点火线圈 3-配电器 4-断电器 5-电容 6-火花塞  
7-高压线 8-接线柱 9-启动机 10-电源开关 11-蓄电池 12-热变电阻

高压电路要通过 10,000V 以上的高压，为保证绝缘良好，要用专用的高压线连接各部分。

### 4. 仪表电路

仪表为驾驶员监控车辆及各系统工作状态而设，有车速表、发动机转速表、油量表、水温表、油压表等，工作原理详见教材。

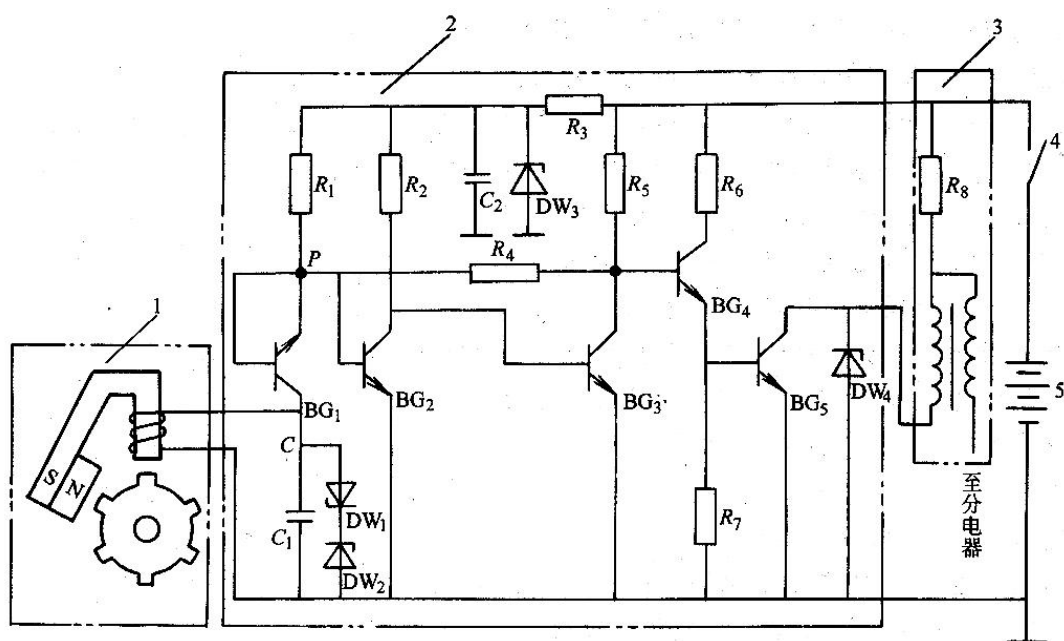


图 4-3 电子点火系

1-信号发生器 2-点火模块 3-点火线圈 4-点火开关 5-电源

## 5. 照明电路

汽车上照明装置的数量由汽车的类型与用途而定。每辆汽车至少应备有 2 个前照灯、2 个尾灯和一套室内照明灯。

掌握照明电路的关键，是要明确其接线原则：

- (1) 尾灯和仪表灯与前照灯并联由同一开关控制。
- (2) 前照灯中近光接功率小的灯丝，远光接功率大的灯丝。
- (3) 室内照明灯设置独立控制开关，行车时不应使用，或设有行车无效控制电路。

## 6. 信号电路

为了保证行车安全，汽车上必须装有信号装置，用以警告行人或其它车辆。该类装置有喇叭、转向指示灯和刹车指示灯。电喇叭由于耗电较大，为保护按钮触点，一般装有喇叭继电器。由于转向信号灯和刹车灯只要行车就需使用，因此它们不受照明总开关的控制，一般经熔断器直通电源。

## 7. 辅助装置电路

为了保证车辆行驶的安全、改善驾驶员的劳动条件或乘坐的舒适性，汽车上往往装置各种不同的辅助装置，如检修用的工作灯插座、收录机、电动刮雨器、电风扇、电暖风等，为了保护电器线路，某些汽车上还装有各种保险装置或自动报警装置。

### (三) 汽车电路的接线和查线方法

接线或查线一般可遵循以下路线：

电源火线→电流表（有些车辆不设电流表而用充电指示灯代替）→保险装置→控制开关→用电设备→搭铁。

接线时按上述路线比较可靠，但在查线时若倒过来就比较方便迅速。

利用上述原则查清供配线实习的专用汽车上的各种电路，并绘出各种电路简图。

#### (四) 汽车电路的故障排除

排除电路故障的过程实质上就是查线的过程。具体方法是使用电压表或试灯、按接线路逐步查找。在具体实施时一定要遵循下列原则：对于任何故障，首先要认真仔细地观察故障现象，然后由近及远，由易到难，从最容易发生问题的地方着手逐步往不容易发生问题的地方检查，直到故障得到排除。

##### 1. 断路

一般是指某一用电设备突然失效，例如前照灯不亮。我们可以把试灯一端搭铁，另一端接线路（从用电设备开始）依次检查各个接点，当接触某一接点试灯亮时，说明故障点在此点之前，如果试灯不亮，就顺次检查下去，直到电源火线电流表的一极。利用电压表检查时，方法一样，但要注意搭铁极性。

##### 2. 短路

汽车电路的短路故障一般分 2 种现象：一种是某用电设备的火线搭铁，这种情况一般是易烧熔断器，在没有保险装置的情况下表现在线路烧焦或着火；另一种现象是混线，如开前照灯时转向指示灯也亮，甚至于喇叭也响。短路故障的查线方法与断路相似，但其难度较大，使用万用表较为方便，能较快测出故障点。

排除电路故障，不仅仅是体力劳动，同时也是紧张的脑力劳动，只有熟悉汽车电器的构造原理，在掌握电路接线规律、查线要领的前提下，通过大量实践，方能达到举一反三，得心应手之目的。

利用查线故障的原则，在供配线实习的专用汽车上找出人为制造的典型故障。

## 四、思考题

1. 简述汽车电路的组成及电路规范。
2. 点火电路中的热变电阻和点火电路中与断电器（或断电模块中控制初线电流通断的晶体管）并联的电容器有何作用？它们是如何起作用的？
3. 在往汽车上接蓄电池时应注意什么？
4. 电路中设置电流表或充电指示灯的作用是什么？
5. 绘出并说明供配线实习的专用汽车上各部分电路的电路图。
6. 为什么用“试灯”检查电路短路故障时难度较大？

## 实习五 车用电源

### 一、实习内容、要求与时间分配

- (一) 熟悉硅整流发电机的构造和工作原理；
- (二) 了解硅整流发电机故障现象及检测方法；
- (三) 掌握调节器的原理、工作过程及种类；
- (四) 通过调节器的检验调整，了解调节器的调整方法与要领；
- (五) 掌握蓄电池的使用、维护及保养；
- (六) 通过电源电路的故障实验，掌握电源电路故障的排除要领。

### 二、设备、仪器和工具

硅整流发电机电源示教装置	1 套
电子示波器	1 台
500 型万用表	1 块
晶体管调压器检验装置	1 台
硅整流发电机	若干
机械振动式、晶体管式调压器	若干
蓄电池	若干
厚薄规	1 个

### 三、实习指导

#### (一) 汽车、拖拉机用发电机的构造和工作原理

以目前被广泛使用的硅整流发电机为主，注意观察其内部线圈、二极管与接线柱之间的接线和磁极与转子线圈的布置。硅整流发电机电器原理图见图 4-1。

#### (二) 硅整流发电机的正常工作与故障现象

硅整流发电机（一般简称为交流发电机）中的主要元件有励磁线圈、电枢线圈和整流二极管。在正常工作情况下，电枢线圈产生三相正弦交流电，经桥式整流电路整流成稍有脉动的直流电，这可在示波器上看到。

线圈和二极管的故障有断路和短路两种情况。各种元件断路和短路以后将使发电机不能正常工作甚至不能工作，其总的表现是发电机能否发电和电压是否正常，这可从电压表上反映出来，也可用示波器显示出来。

各种元器件出现断路或短路故障后发电的波形与正常波形明显不同且各有特点，需注意总结和归纳。

（三）硅整流发电机元件故障的检验方法

硅整流发电机线圈和二极管的断路和短路可用测量电阻值的办法来检查，各线圈和二极管的电阻值可参考表 5-1。

用万用表测量二极管电阻值时，要注意由于各测量档加在二极管两端的电压不同，测量值是不一样的。

表 5-1 硅整流发电机部件电阻参数

检验对象	测量条件和方法	测量结果	表明情况
硅管	在不拆散发电机的情况下，用 500 型万用表的 R×1 档以黑笔触后端盖，红笔触电枢接线柱	$>30\Omega$	正常
		$\sim 10\Omega$	有一硅管击穿失效
		$0\Omega$	有不同极性的硅管击穿
	拆散发电机，用 500 型万用表的 R×1 档，以黑笔触输入端，红笔触输出端	$<10\Omega$	正常
		$>1K\Omega$ (R×1K)	该管断路
		很小	该管击穿
	拆散发电机，用 500 型万用表的 R×1K 档，以黑笔触输出端，红笔触输入端	$>10K\Omega$	正常
		很小	该管击穿
励磁线圈	用 220V 试灯接在转子轴和滑环间	灯发红或亮	线圈有磁铁短路
		灯不红或不亮	正常
	用万用表的 R×1 档测两滑环间电阻	$5\sim 6\Omega$	正常
		$>5\sim 6\Omega$	断路
		$<5\sim 6\Omega$	短路
定子线圈	用 220V 试灯接在三相绕组的任一引出线头和定子铁芯之间	灯发红或亮	线圈有磁铁短路
		灯不红或不亮	正常
	用万用表的 R×1 档测三相绕组引出线头间电阻	$<1\Omega$	正常
		$\infty$	线圈有断路

（四）调节器的工作原理和电路结构

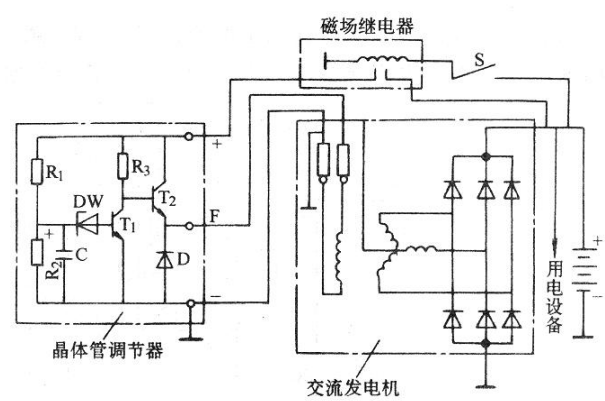


图 5-1 硅整流发电机及其调节器

图 5-1 中晶体管调节器为大多数车辆所采用，实习中应弄懂取样电路、励磁电路、比较电路、灭弧电路等的连接通断情况，并注意内搭铁、外搭铁发电机电源电路的特点。

(五) 调节器的检验与调整

调节器的检验主要是指其是否能工作和工作是否正常，工作不正常时就需要调整。

1. FT111 机械振动调压器

(1) 检查调压器的完好程度：

线圈的连接是否可靠，有无断路、短路，各机械连接处是否牢固，各触点是否光洁，有无烧损电蚀，如不合要求可用细砂布打磨然后除尽磨屑，确保接触良好。

(2) 检查调整气隙

触点闭合时，振动臂与电磁铁上端面间的气隙应在 1.4~1.5mm。气隙大小用厚薄规测量，如不合要求，可松开固定触点臂的螺钉，上下移动固定触点臂来调整。调整时应注意保证触点全面接触，气隙均匀。

(3) 检查调整限额电压值

FT111 调压器的限额电压为 13.8~14.6V。不符合正常规范时，可用尖嘴钳扳动弹簧的下挂钩来调整。

2. JFT 145 调压器

现代电子调压器一般不可调整及维修，检验的目的主要是看其是否能正常工作，集中表现在功率管能否正常导通和截止。检测电压在 12V 以下时，功率管应导通，指示灯应亮；当电源电压在其额定调整电压以上，一般取检测电压大于 15V 时，功率管应截止，指示灯应熄灭。

(六) 蓄电池的维护与保养

普通启动铅酸蓄电池在使用中需定期维护及保养以延长其使用寿命。

1. 检查

(1) 清除蓄电池极桩上氧化物，拆下蓄电池导线，将蓄电池从车上取下。

(2) 清洁蓄电池表面，拧开蓄电池加液孔塞。

(3) 用干净的细木棍疏通加液孔塞上的通气孔。

(4) 取一干净玻璃管竖直从加液孔插入至极板组上，然后用食指堵住玻璃管孔上部将其抽出，观察玻璃管内电解液高度，正常值在 10~15mm 之间。

(5) 充足电的情况下，用比重计测量电解液密度，正常值在 1.28 左右，不同地区和气候气候条件下电解液密度见表 5-2。

表 5-2 不同地区和气候气候条件下电解液密度

气候条件	完全充足电的蓄电池在 15℃ 时的电解液密度（克/毫升）	
	冬季	夏季
冬季温度低于-40℃ 的地区	1. 31	1. 27
冬季温度高于-40℃ 的地区	1. 29	1. 25
冬季温度高于-30℃ 的地区	1. 28	1. 25
冬季温度高于-20℃ 的地区	1. 27	1. 24
冬季温度高于— 0℃ 的地区	1. 24	1. 24

(6) 电解液密度在不同温度下测量需进行修正，如表 5-3。使用中电解液比重每下降 0.01 相当于放电 6%。

表 5-3 电解液密度换算到 15°C 的修正值

测量时电解液温度 (°C)	+45	+30	+15	0	-15	-30	-45
密度计读数修正值	+0.02	+0.01	0	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04

## 2. 补充电解液

(1) 正常使用情况下电解液液面下降时应补充蒸馏水。

(2) 若因电解液溅出而造成液面下降应补充合适比重的电解液。

电解液的配制应使用密度为 1.835 (15°C) 的硫酸和蒸馏水，配比见表 5-4。

表 5-4 电解液配比表

电解液密度 (15°C)	体积之比		重量之比	
	浓硫酸	蒸馏水	浓硫酸	蒸馏水
1.22	1	4.1	1	2.2
1.24	1	3.7	1	2.1
1.26	1	3.2	1	1.9
1.27	1	3.1	1	1.8
1.28	1	2.8	1	1.7
1.29	1	2.7	1	1.6
1.30	1	2.6	1	1.5
1.40	1	1.9	1	1.0

配制应在耐酸的玻璃、陶瓷、硬橡胶或铅质的容器内进行，配制时应先将水加入容器，然后再将硫酸徐徐加入水中，并不断用玻璃或塑料棒搅拌。配制过程中绝对禁止将蒸馏水倒入硫酸中，以免炸溅，造成事故。配制时操作人员应穿戴防护用品以防烧伤。如不慎使硫酸沾到了身上，应立即用 10% 的苏打水溶液洗净，然后用大量的清水冲洗。

待所配溶液冷却至室温附近时，用温度计测量其温度，并记录。

用比重计测量比重，若不合适，则加蒸馏水或硫酸进行调整，直至符合标准。

## 3. 充电

(1) 启动无力时需进行充电，将蓄电池从车上卸下，拧松加液孔塞。充电在专用充电机上进行，首先判断电池正负极，直径较细、银灰色的为负极，另一个为正极。

(2) 将充电机的输出端与蓄电池正负极对应地接在一起，开启充电机电源，将充电电流值调到 10~15 分之一蓄电池容量。如蓄电池容量为 160Ah，则充电电流值为 12-16A。

(3) 充电时间视蓄电池亏电程度而定，一般在 10 小时左右，当电解液剧烈冒出气泡时，表明已充足电。充电时应禁止烟火。

## (七) 电源电路的故障

汽车拖拉机电源电路的故障是多方面的，本实习不能全部包括。本实习主要从电源

电路的基本原理出发，检查和分析发电机发不出电的故障。

发电机发不出电，可能是发电机有故障，也可能是调节器有故障或线路接线有故障，因此首先应确定故障所在。

#### 1. 检查发电机是否发电

拆除发电机全部外接导线，用导线把电枢、磁场接线柱连接起来，使发电机低速运转，用外电源给励磁线圈短时励磁，然后慢慢提高发电机转速，用电压表或试灯测发电机输出电压，如输出电压随转速升高而增高，则发电机是良好的，否则发电机是有故障的。

#### 2. 检查调压器能否接通励磁电路

拆下发电机磁场接线柱与调压器磁场接线柱之间的连接导线，中间串接一试灯，接通点火开关，如试灯亮，说明调压器能接通励磁电路，发不出电的故障不在调压器。

#### 3. 检查导线和导线连接处是否有断、短路。

利用蓄电池为电源，用试灯检查各导线和导线连接处是否有断、短路。

## 四、思考题

1. 为什么硅整流发电机发出的是相位差  $120^\circ$  的三相正弦交流电？
2. 为什么硅整流发电机内部有故障时会发出异常声音？
3. 有万用表检查整流二极管时，阻值为什么会随档位的不同而变化？
4. 说明调节器的基本种类、基本组成及工作原理。
5. 如何区分硅整流发电机及其调节器的搭铁形式。
6. 简述蓄电池的维护与保养。

## 实习六 汽油机点火正时

### 一、实习内容、要求与时间分配

- (一) 深刻理解汽油机点火正时的定义及作用。
- (二) 掌握一般四冲程汽油机点火正时的调整方法、步骤。
- (三) 掌握一般二冲程汽油机点火正时的调整方法、步骤。
- (四) 掌握检查汽油机点火正时正确程度的方法与操作要领。

### 二、设备、仪器和工具

多缸四冲程汽油机	1 台
铁牛-55（或东方红-802）拖拉机	1 台
厚薄规	2 个
螺丝刀	2 把
火花塞扳手	1 个
17~19 扳手	1 个
12V 蓄电池	1 个

### 三、实习指导

将点火装置往发动机上安装时，使电火花产生的时刻与活塞在气缸中的位置相适应的工作称为“点火安装正时”，俗称“对火”。

点火正时的步骤，随汽油机的结构不同而略有差别，但其基本原理是一样的：

#### (一) 确定活塞处于压缩上止点位置

一般四冲程发动机上与曲轴固定连接的飞轮或皮带轮上刻有标记，当转动曲轴使其与机体上的固定标记或指针对正时，发动机的第一缸活塞处于上止点位置。但四冲程内燃机一个循环中有两个上止点，因此要进一步确定第一缸的压缩上止点，为此可拧下第一缸的火花塞，用手指或一小团纸堵严火花塞孔，然后缓慢转动曲轴，当手指感到压力很大或纸团被压缩空气吹出时，便可知活塞已接近压缩上止点，继续缓慢转动曲轴，同时注意观察上述标记，到上止点标记对正时，立即停止转动曲轴，这时第一缸活塞就处于压缩上止点位置。

二冲程发动机一个循环只有一个上止点，所以只要确定活塞处于上止点位置就是其压缩上止点位置。

## （二）连接分电器传动轴和确定分电器盖上第一缸的高压线插孔

分电器传动轴的端头有凸槽，应插入发动机座孔中驱动轴端头的凹槽中。一般凸槽和凹槽都是偏心的，所以只有一个位置能够装入，装人后分火头所指的高压线插孔就是第一缸的高压线插孔。

现将 BJ-492Q 汽油机和铁牛--55 拖拉机启动用单缸二冲程汽油机点火正时的具体操作步骤说明如下。

## （三）BJ-492Q 汽油机点火正时

1. 拧下第一缸火花塞，用摇把缓慢转动曲轴，利用曲轴皮带轮上的圆坑和定时齿轮室盖上的指针确定第一缸活塞处于压缩上止点位置。
2. 取下分电器盖，检查调整触点间隙（0.35~0.45mm）。
3. 把分电器总成装入发动机座孔中，并把辛烷校正器调到零位。
4. 按点火电路接通初级电路。
5. 接通点火开关，按顺时针方向转动分电器壳体，使触点闭合。
6. 按逆时针方向缓慢转动分电器壳体，同时注意观察触点状态，当触点刚一分开时（此时两触点间会出现电火花），立即停止转动，拧紧分电器固定螺钉。
7. 装上配电器转子（分火头）。
8. 装上分电器盖，分火头对准的插孔便是第一缸高压线插孔。
9. 按顺时针方向，依照 1-3-4-2 顺序依次插好各缸高压线及中央高压线。
10. 装上第一缸火花塞，启动汽油机，检验点火正时的正确程度。

## （四）二冲程单缸汽油机点火正时

1. 拧下火花塞，从其座孔中插入螺丝刀，缓慢转动曲轴，确定活塞的上止点位置。
2. 把飞轮倒转一角度，使活塞退回到上止点前 5.8mm 行程位置，这时相当于上止点前 27° 曲轴转角位置。
3. 检查调整磁电机触点间隙 0.25~0.35mm。
4. 按磁电机旋转方向转动其转子，使触点处于刚刚打开的状态。
5. 往发动机上装好磁电机，注意对正凸缘，上好 3 个固定螺钉。
6. 检查这时触点是否仍处于刚刚打开的位置。如果是，则可紧固 3 个固定螺钉，如果尚未打开，则说明点火晚了，可逆旋转方向转动磁电机壳体，使触点处于刚刚打开状态。如果触点已经打开很大，则说明点火过早，可顺旋转方向转动壳体，仍使触点处于刚刚打开的状态，然后紧固磁电机固定螺钉。
7. 装上磁电机侧盖，拧上火花塞，接上高压线。
8. 启动发动机。

## （五）检验点火正时的正确程度

### 1. 二冲程单缸汽油机

点火正时准确时发动机表现为：启动性能好、马力足、运转平稳、温度正常。

如果启动性能不太好、发动机工作无力、运转不稳、温度过高，更甚者在启动或有负荷时出现化油器“回火”或排气管“放炮”现象，说明点火时间偏晚或偏早。为此需将磁电机固定螺钉拧松，然后旋转磁电机壳体加以调整。

## 2. BJ-492Q 汽油机

作为主发动机除要求启动性能好、马力足、运转平稳、温度正常外，还要检查其动力性能，可采用以下步骤：

(1) 启动汽油机，预热至 80~90℃。

(2) 对于装在汽车上的汽油机，可在平路上让汽车挂上直接档，以 30~35km/h 的车速行驶，用突然将油门踩到最大的方法加速汽车，如果汽车加速很快，而且在加速过程中发动机伴有轻微而短暂的爆震声（金属敲击声），说明点火正时基本正确。

如果敲击声大而剧烈，说明点火过早、应适当延迟。

如果在汽车加速时发动机没有爆震声，说明点火太晚，应适当提前。

## 四、思考题

1. 点火提前角的定义及其重要作用是什么？
2. 点火正时的操作一般是在活塞压缩上止点时进行点火正时的，它们的点火提前角是否是零度？为什么？
3. 火花塞电极积炭严重时对电火花会有什么影响，故障表现形式是什么？
4. 在实际工作中，经常见到驾驶员用“打吊火”（把高压线离开火花塞接线柱 8~10mm 让其跳火）的方法来启动发动机或检验火花塞的工作情况，请说出其中道理。
5. 为什么要在发动机工况变化过程中检验点火正时的正确程度？

## 实习七 行走、转向与制动系统

### 一、实习内容与要求

- (一) 熟悉典型汽车和轮式拖拉机行走装置的组成、构造、工作原理与调整。
- (二) 熟悉东方红-802履带式拖拉机行走装置的组成、构造、工作原理与调整。
- (三) 熟悉轮式车辆典型的前轮偏转转向系的组成、构造、工作原理与调整。
- (四) 熟悉典型轮式车辆制动系统的组成、构造、工作原理和调整。
- (五) 熟悉东方红-802履带式拖拉机转向系的组成、构造、工作原理与调整。

### 二、设备、仪器和工具

解放CA-1092型汽车、福田欧豹-704型拖拉机、约翰迪尔280型拖拉机、奔野-25型拖拉机、纽荷兰110-90型拖拉机、约翰迪尔904型拖拉机、东方红-75型拖拉机。

东方红-75解剖模型、解放汽车整车透明模型、ABS制动系统示教板、气压制动系统示教板、手制动系统示教板。

汽车筒式和摆臂式减振器各一个；球面蜗杆滚轮式、螺杆螺母循环球式、全液式转向器各一个；简单式差速器两个；蹄式、盘式和带式制动器各一个；制动总泵与分泵各一个；真空增压器一个；解放汽车制动控制阀与制动气室各一个；东方红-802转向离合器一个。

本实习所用仪器与工具有：前轮定位测量装置；东方红-802拖拉机驱动轮轴承间隙检测专用工具一套；东方红-802拖拉机转向离合器专用拆装工具一套；此外还有活扳手、板扳手、螺丝刀、钳子、手锤、履带扳手、钢板尺、长木尺一套。

### 三、实习指导

#### (一) 轮式车辆的行走装置

##### 1. 观察车架

观察了解汽车、拖拉机车架的结构，对比分析它们的异同与特点。

##### 2. 观察行走装置与车架的连接

汽车的车轮均装在车桥上，再经过悬架与车架连接；轮式拖拉机的前轮装在前桥上，再与车架连接，驱动轮直接装在校架上。观察时，注意车轮与车桥连接的前轮定位，了解其哪些内容是不变的，哪些是可调节的，弄懂其各自的作用与作用原理；注意悬架与车架和车桥是如何连接的，特别注意汽车的减振器与车桥和车架的连接。

### 3. 观察汽车减振器的构造，分析其工作原理

对照实物，结合挂图弄清其构造，注意压缩阀、伸张阀、流通阀、补偿阀的结构。在此基础上，分析其是如何利用液压阻尼起衰减汽车振动作用的。分析时注意其在压缩行程和伸张行程是如何实现不同的阻尼作用的。

### 4. 轮胎的装卸

对照实物结合挂图了解车轮的结构。结构型式不同的轮圈上装卸轮胎的方法是不同的，注意其方法和使用的工具。注意驱动轮安装的方向性。

### 5. 了解轮距的调节方法

通用型的轮式拖拉机为了满足农艺要求，其轮距是可以调节的。

前轮轮距的调节通常是采用有级调节，如通过伸缩前桥或改变轮盘与轮圈固定凸耳的位置或翻转轮盘来实现的，后轮轮距的调节通常是采用无级和有级调节的相互组合。观察典型拖拉机的具体结构。

观察分析获得八种轮距的调节方法，如图7-1所示。

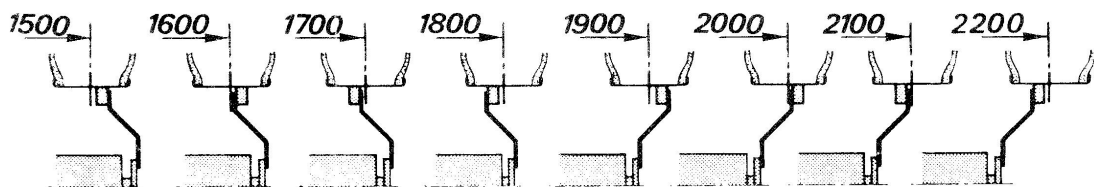


图7-1 纽荷兰110—90DT型拖拉机后轮宽度

## (二) 东方红—802拖拉机行走装置

履带行走装置主要由悬架、支重台车、履带、驱动轮、张紧机构、导向轮、支重轮、台车等构成。

### 1. 拆装履带

注意在何处打开履带最便于拆装，掌握连接履带的方法。

参考挂图拆装驱动轮。拆卸时要注意先后次序和零件的位置，以免安装时错装或遗漏。从轮毂上取下驱动轮时，应利用定位销外端的螺丝扣先把定位销拔出。拆卸时，进行到卸下密封装置止。

参考挂图拆装支重轮，掌握用专用工具拆装支重轮的方法，拆卸时要注意零件的位置及次序。

驱动轮与支重轮拆下后待检查调整完轴承间隙后再装上。

### 2. 观察驱动轮与支重轮密封装置的构造

对照拆开的驱动轮与支重轮，结合挂图，观察密封装置的构造，分析其密封作用和可能造成漏油的部位。

### 3. 观察张紧机构的构造，了解其作用，分析其作用原理

对照挂图和实物熟悉其构造，分析其是如何起张紧履带和缓冲导向轮所受冲击作用的，掌握通过张紧装置调整履带松紧度的方法和道理。

### 4. 各轮轴承间隙的检查与调整

履带行走装置中的驱动轮、支重轮和导向轮的轴承均为锥轴承，其间隙的检查、调整

方法原理基本相同。

检查调整驱动轮轴承间隙，卸下一个驱动轮轴承挡板螺钉，将专用的检查压罩(如图7-2所示)套装在轴承挡板处，将压罩螺钉拧入已卸下的挡板螺钉孔内，拧至使轴承间隙消失，然后，用厚薄规依次通过压罩上的三个缺口测量轴承挡板与轴承内圈之间的间隙值，正常该值为 0.2~0.4mm，若该值不合适，可利用挡板与轴头之间的调整垫片来调整。

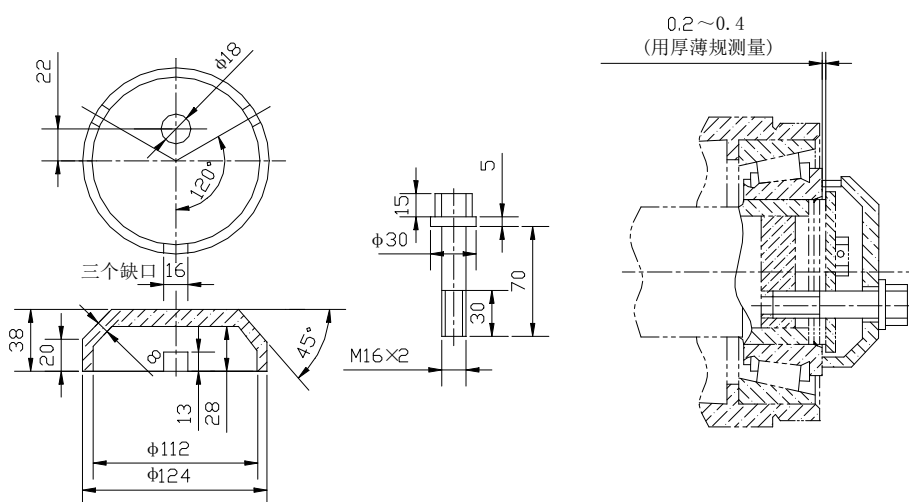


图7-2 驱动轮轴承间隙检查示意

检查调整支重轮的轴承间隙应在支重轮尚未装上时进行。在不用调整垫片的情况下，将密封壳装上并压紧，消除锥轴承的间隙，然后测量密封壳与平衡臂凸缘间的间隙。支重轮的轴向间隙应小于 0.5mm，可适当选择一定厚度的调整垫片装在密封壳与平衡臂凸缘之间来满足这项要求。

导向轮的构造参考挂图。其轴承间隙的调整用拧紧调整螺母使轴承间隙消除，再退回 1/4~1/5 圈的方法来实现。

### (三) 偏转前轮方式的轮式车辆转向系

#### 1. 观察掌握典型转向系统的构成

通过观察解放CA-1092型汽车、福田欧豹-704型拖拉机、铁牛-55型拖拉机、奔野-25型拖拉机等应用偏转前轮转向方式的典型车辆的转向系统，了解其总体组成，要特别留意其传动关系，以及转向梯形机构的布置，对比分析之。

#### 2. 观察了解典型转向器的构造

常用典型的转向器有：球面蜗杆滚轮式、螺杆螺母循环球式、曲柄指销式和全液压式转向器等。参照挂图以及教材图，拆开转向器观察其构造，对于前3种转向器，观察构造时应注意其传动作用的性质和调整机构，并分析其可逆程度和角传动比；对于全液压式转向器，观察构造时要注意方向盘与控制阀阀体之间、计量转子与控制阀阀套之间以及控制阀阀体与阀套之间的机械联系和转向器中的油道，分析控制阀处于中立位置与左、右转向时油流的路线以及随动作用，即操纵程度与转向程度的对应关系。最后分析其当液压油泵失效时，如何实现人力转向。

### 3. 转向器轴承间隙与啮合间隙的调整

转向器的调整包括锥轴承间隙和传动副啮合间隙的调整两部分。

锥轴承间隙的调整是通过改变调整垫片的厚度或拧转调整螺丝等方法来实现的，实习时注意观察它们是如何实现的。

传动副啮合间隙的调整是利用蜗杆与蜗轮(或相当于蜗杆、蜗轮)间的靠近或离开来实现的。例如，球面蜗杆滚轮式转向器，其蜗杆与蜗轮的位置关系如图7-3所示，轴向调整摇臂轴的位置即可改变传动副的啮合间隙。观察实习用转向器的传动副啮合间隙分别用什么样的机构和如何来调整的。

在进行上述两项调整内容时，要注意其先后次序。

### 4. 观察差速器的构造，分析其工作原理

观察了解简单式差速器的构造，分析其运动、传力形式，进而弄懂其运动学特性与动力学特性。

### 5. 观察差速锁的构造

通过对铁牛-55型拖拉机差速锁的观察，了解其构造，弄懂设置其的必要性及其使用场合。

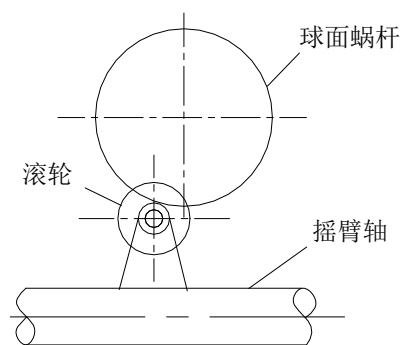


图7-3 球面蜗杆滚轮式转向器啮合间隙的调整原理

## (四) 轮式车辆的制动系统

### 1. 观察车辆制动系统的总体构成

通过对解放CA-1092型汽车、福田欧豹-704型拖拉机、铁牛-55型拖拉机、奔野-250型拖拉机等典型轮式车辆制动系统的观察，了解其组成及其布置型式。

### 2. 观察蹄式、盘式和带式制动器的构造，分析其工作原理。

对照实物，结合挂图学习各种类型制动器的构造，弄懂其工作原理，尤其是对盘式和蹄式制动器要搞清其自行增力作用和自行增力作用是如何实现的。

### 3. 观察典型制动器的制动间隙调整机构

根据典型的盘式和蹄式制动器的总体结构和其摩擦材料元件的受力情况，分析其磨损后制动间隙将如何变化，结合典型实物观察其调整机构，分析了解相应制动器的制动间隙是如何调整恢复的。

### 4. 观察了解气压式制动操纵控制机构的组成、构造和主要总成的工作原理

首先结合挂图与实物观察了解气压制动操纵控制机构的总体构成。然后，着重拆卸、观察、学习制动控制阀的构造、工作原理，弄懂制动自由行程的调整机构与方法，最大制动压力的调整机构与方法以及操纵与制动程度的随动作用原理。

### 5. 学习液压式制动操纵控制机构的组成、构造和主要总成的工作原理

对照挂图，结合汽车的制动系统实物，观察了解其操纵控制机构的总体构成与布置形式。然后，着重观察、拆装学习其制动总泵、分泵(轮缸)和真空增压器的构造和工作原理，在学习总泵时参考挂图，注意贮油室与泵腔之间的两个孔和活塞上六个小孔(单向阀)的作用，分析其随动作用原理。观察轮缸的构造，分析其放气孔的作用。

学习真空增压器时，结合图7-4拆装 BJ-2020S 的真空增压器实物，认识其构造，分

析其工作原理，注意分清其气路与油路，着重弄清其加大制动力是如何实现的。

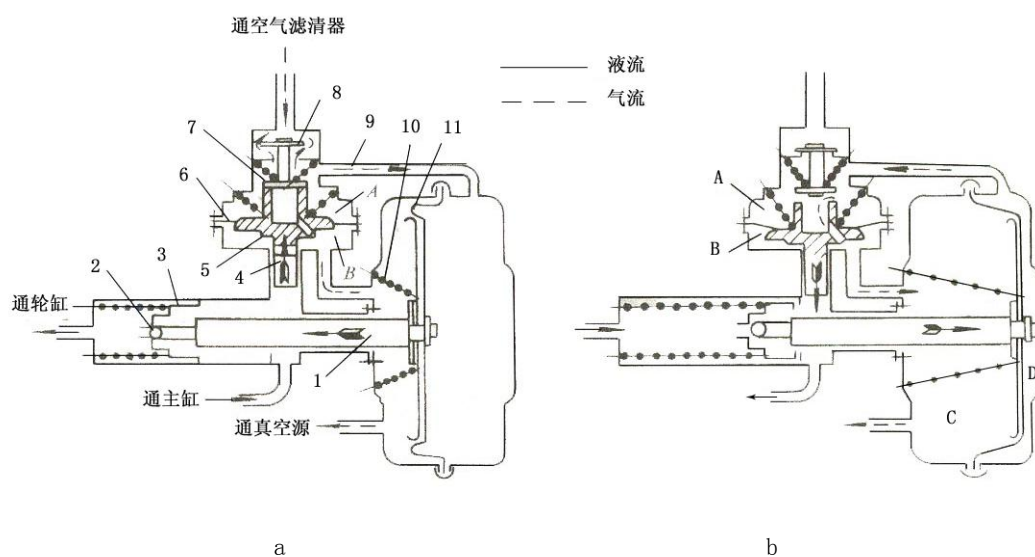


图7-4 真空增压器工作示意图

(a). 踏下制动踏板 (b). 放开制动踏板

1. 推杆 2. 球阀 3. 辅助缸活塞 4. 控制阀活塞 5. 膜片座 6. 控制阀膜片  
7. 真空阀 8. 空气阀 9. 通气管 10. 加力气室膜片回位弹簧 11. 控制阀活塞

#### (五) 东方红—802拖拉机的转向系统

##### 1. 观察学习其转向系统的构成与工作原理

结合东方红—802拖拉机解剖模型观察了解其组成与布置形式，回顾其转向方式，分析其转向离合器和制动器在各种转向工况下所起的作用，进一步明确其操纵机理。

##### 2. 拆装转向离合器

参考挂图或教材图，拆装转向离合器，因其弹簧的预紧力很大，故需利用专用工具进行拆装。用专用工具将弹簧座压下，取出锁瓣，即可取下弹簧。拆卸时要注意防止压下弹簧座而锁瓣不露出现象，组装时要注意防止组装后从动鼓不能从主动件上取下的问题。

##### 3. 转向离合器与制动器的调整

转向离合器的调整体现在操向杆的自由行程上，正常的自由行程应为60~80mm，否则，应调节推杆的长度，如图7-5所示。

制动器的调整体现在制动踏板的自由行程上，其正常值应为 65~85mm。否则，应调节制动带与制动鼓之间的间隙。该间隙要在两处调整：制动带固定端与中间段。固定端的调整是在放松制动器时制动器拐臂后倾15° 的情况下进行的，这时将制动带固定端的拉紧螺母拧紧到底后往回退6~7圈即可，然后将制动踏板踩到底并锁住，将调整螺钉10 拧到底，再退回1~1.5圈，这样就可保证制动带中段的间隙，如图7-5所示。

## 四、思考题

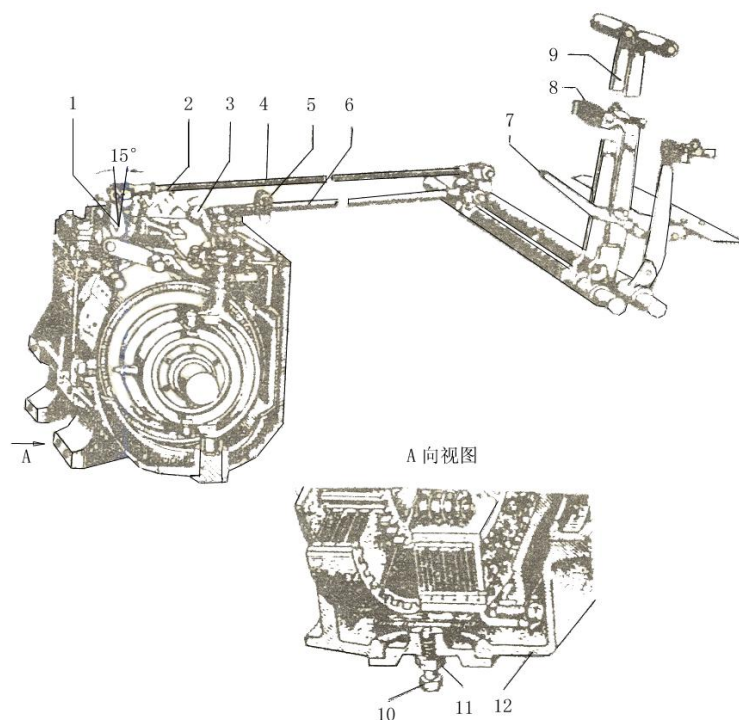


图 7-5 转向离合器与制动器操纵机构的调整

1. 简述车架的分类及各自特点。
2. 简述车辆行走系统的组成。
3. 前轮定位参数有哪几个？各自的作用是什么？
4. 轮胎的分类及表示符号是什么？
5. 简述筒式双作用减振器的工作过程。
6. 轮距调整方法有哪几种？画出有级调节获得 8 种轮距的方法。
7. 东方红—802 驱动轮轴承间隙过大，是增加还是减少垫片？
8. 说明转向方式及转向运动学原理。
9. 轮式车辆转向系统有哪些主要部件组成？
10. 简述转向器的分类及各自特点。
11. 简述简单差速器的工作原理（运动学分析、动力学特性）。
12. 东方红-802 拖拉机下陡坡转向时，仅操纵转向离合器，如果要向左转弯，应切断哪侧离合器？
13. 制动器的分类、特点？举例说明制动器的自行增力情况。
14. 制动的传动机构有几种？
15. 简述液压制动主缸、真空增压器的工作过程。
16. 简述气制动阀的工作过程，以膜片为研究对象的力学平衡方程式？

## 实习八 传动系

### 一、实习内容、要求及时间分配

- (一) 观察典型拖拉机汽车传动系的结构，比较汽车与拖拉机传动系的异同点。
- (二) 观察典型拖拉机汽车的离合器结构，掌握其工作原理， 并进行典型拖拉机汽车离合器的检查与调整。
- (三) 观察和分析各典型万向节与联轴器，掌握其构造及工作原理，熟悉其适用范围。
- (四) 通过对典型拖拉机汽车变速箱的分析研究，掌握各变速箱的结构特点，绘制不同档位的传动线路图，掌握变速箱的操纵装置及典型同步器的结构，了解负载换档变速箱及自动换档变速箱的工作原理。
- (五) 观察典型拖拉机汽车的后桥结构，掌握中央传动及最终传动的分类方法，在典型拖拉机汽车上对中央传动进行简要的调整。

### 二、设备、仪器及实习工具

典型拖拉机汽车	共7台
单作用离合器	2套
双作用离合器	1套
杠杆压紧离合器	1套
典型万向节及联轴器	各1套
典型变速箱	共6套
典型同步器	2套
拆装工具	1套

### 三、实习指导

#### (一) 典型拖拉机汽车的传动系总体布置观察

结合典型拖拉机汽车传动系的观察，了解传动系各部件的安装位置、联接关系及其不同点。

#### (二) 典型离合器的结构学习与实车调整

1. 对照典型离合器的结构挂图与实物，观察分析典型离合器的结构、装配关系，接合、分离的工作过程，进行必要的拆装 。
2. 观察杠杆加压式离合器的构造，分析观察其接合及分离工作过程，摩擦片磨损后应如何调整。

3. 观察带扭转减振器的从动片和膜片弹簧的结构，分析它们的作用原理。

4. 东方红—75 型履带拖拉机主离合器的实车检查与调整。

将变速杆置于空挡位置，卸下发动机左侧罩板和离合器检视口盖板，按下述步骤进行检查调整：

(1) 检查和调整离合器踏板的初始位置

离合器踏板正确的初始位置如图8—1，此时连锁推杆9的后端连锁轴杠杆应紧靠变速箱右侧定位凸起上，离合器踏板2的顶端后棱与转向操纵杆3的前棱间的距离为20—25mm，如不符合，调节连锁推杆9上的调节叉8，改变推杆长度以满足上述要求。

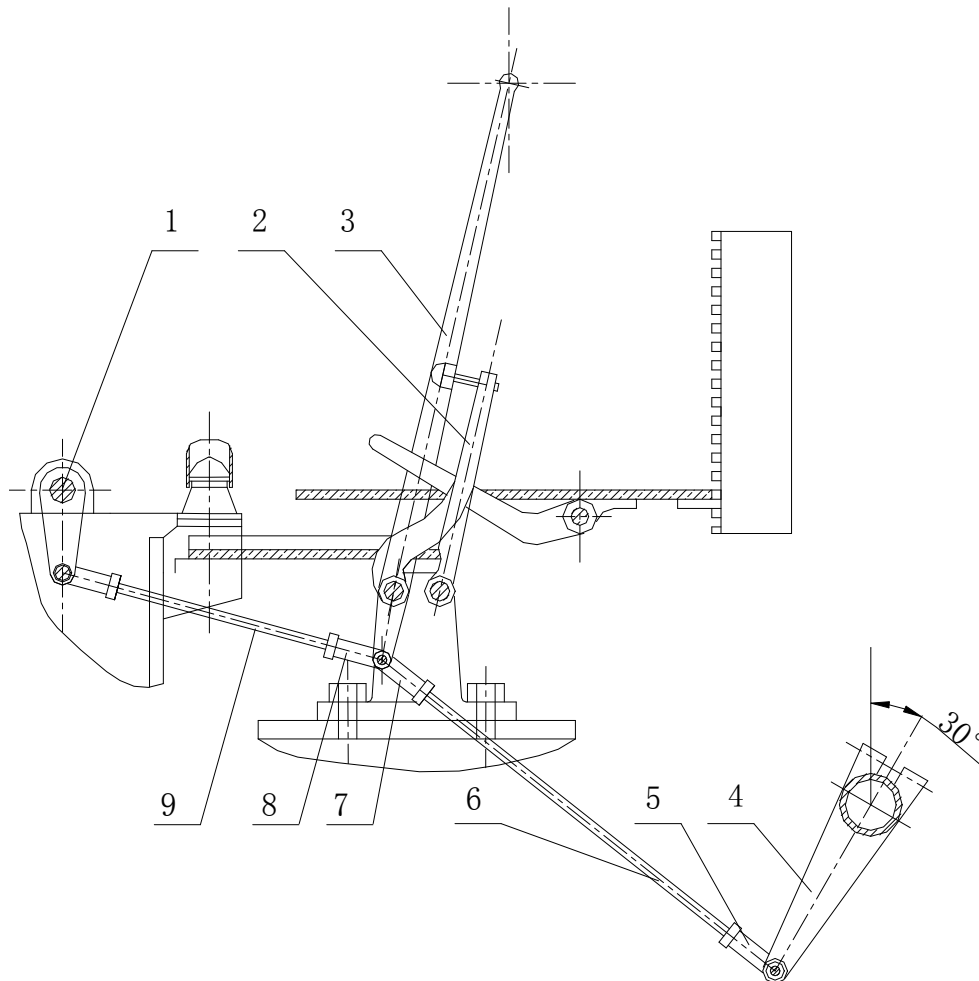


图 8—1 离合器踏板的初始位置

1、连锁轴杠杆 2、离合器踏板 3、操纵杆 4、离合器杠杆  
6、离合器拉杆 5、7、8、调节叉 9、连锁推杆

(2) 分离轴承原始位置的检查与调整

离合器踏板处于初始位置时，离合器分离轴承正确的原始位置是由小制动器的主动盘与制动盘间的自由间隙来确定的，其值应在7—8mm 间( 图8—2)，可用专用塞规或15cm钢板尺检查。如不符合，可拧动离合器拉杆调节叉5或7( 图8—1) 调节之。

### (3) 检查和调整分离杠杆与分离轴承间的间隙

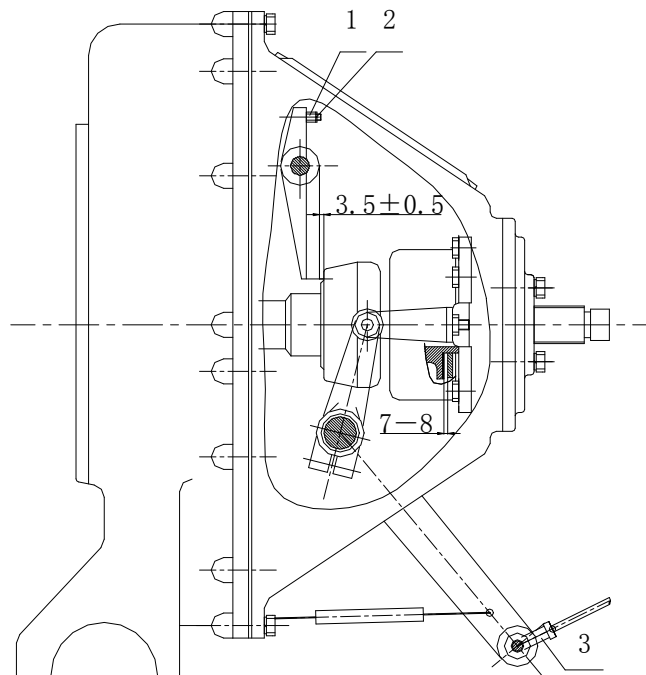


图 8—2 东方红—75 主离合器的调整

1、调整螺母 2、开口销 3、拉杆调节叉

当离合器接合时，此间隙值为 $3.5 \pm 0.5\text{mm}$ ，可用3—4mm 量规检查。相应的踏板自由行程是30—35mm，三个分离杠杆头与分离轴承的间隙相差不应超过 0.5mm。若不符合，拔出调整螺母1上的开口销2，旋出调整螺母间隙增大，反之减小。若分离杠杆跟着转动，可用9mm 薄扳手卡住，待调整合适后，应重新用开口销锁定。

在作上述操作过程中，应千万注意勿使工具、量规等小零件落入离合器壳体中。调整完毕后应将离合器罩盖及发动机侧盖板装好，清点工具清理现场。

### (三) 万向节及联轴节的学习

通过对弹性联轴节，十字万向节，球叉和球笼式等速万向节的实物观察分析，熟悉其构造、工作原理及适用范围（举例说明之）。

### (四) 变速箱的构造观察

1. 对照挂图及实物，观察东方红—75 和铁牛—55 简单式五档变速箱的各档传动经路；分析锁定、互锁与联锁机构的结构与工作原理。

2. 观察东方红—40 拖拉机组成式变速箱的结构，利用挂图研究铁牛—55 十档组成式变速箱的结构，弄清它是如何在保持原五档变速箱工艺性基础上改进而成的。

3. 观察汽车变速箱的构造，分析它与拖拉机变速箱的异同点及锁环式惯性同步器的结构与工作原理。

### (五) 中央传动的构造与调整

1、结构挂图与两台解剖拖拉机实物模型，观察东方红—75、铁牛—55 的中央传动及最终传动结构，受力分析和调整原理。

#### 2、东方红—75拖拉机中央传动的检查和调整

长期使用实践证实，影响中央传动正常使用的因素有二：一是保证齿轮副具有良好的啮合印痕，其次是变速箱输出轴(第二轴)和后桥轴有合适的轴向游动量。为此应作下述 检查与调整：

##### (1) 主动小锥形齿轮至后桥轴中心线距离的检查与调整

东方红—75 型拖拉机的中央传动装置如图8—3。可用撬杠使变速箱输出轴4前端轴承

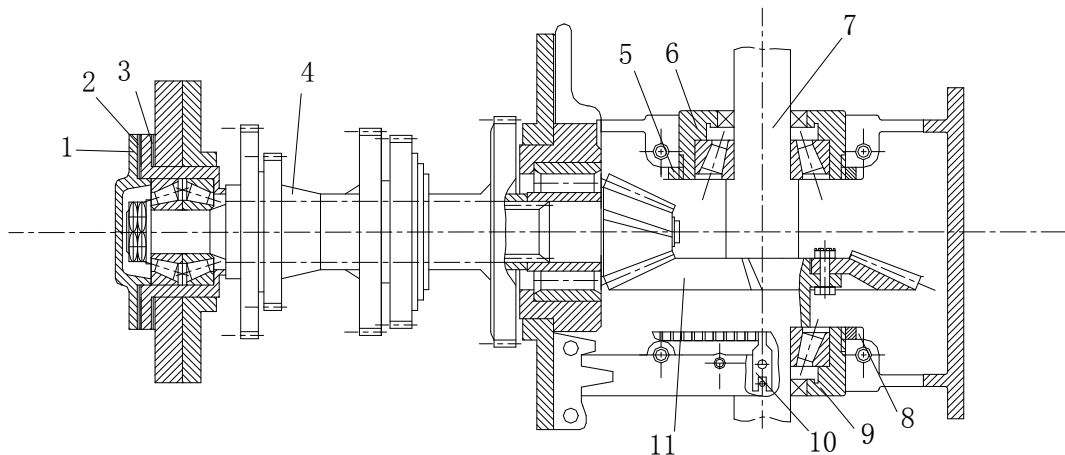


图 8-3 东方红—75 型拖拉机的中央传动装置

- 1、轴承盖 2、3、调整垫片 4、变速箱第二轴 5、8、调整螺母  
6、9、轴承座 7、横轴 10、锁片 11、中央传动大锥齿轮

紧靠轴承盖1，然后用卡尺或卡钳测量主动小锥形齿轮小端面至后桥轴外园表面尺寸“ $A_1$ ”（图8—4），测量后桥轴的外径“ $A$ ”， $A_1 + \frac{A}{2} = 102.5 + 0.3mm$ 。若不符合时，卸下前轴承盖用增减垫片3（老产品）或拧动调整螺母（新产品）的办法予以调整。

##### (2) 变速箱输出轴轴向游动量的检查与调整

重复第(1)项作法，测得“ $A_1$ ”值，再用撬杠卡在小锥形齿轮大端面、将变速箱输出轴向后桥轴方向撬动，用同样方法测得尺寸“ $A_2$ ”， $A_1 - A_2$ 即为小锥形齿轮轴的轴向游动量，其正常值应为 0.15~0.30mm，否则应卸下轴承盖1，按所测得数据大小，用增减垫片2的办法予以调整。

也可将百分表磁性架吸附在后桥壳体上，使百分表触头与变速箱输出轴轴线平行地抵在小锥形齿轮的端面上，用撬杠将变速箱输出轴前后撬动的方法来测量该轴的轴向游动量大小，百分表上反映出来的摆动量，即为变速箱输出轴的游动量大小。

##### (3) 变速箱第二轴后轴承（2712K）径向间隙的检查

该间隙的精确测定，需将轴承从变速箱上拆下方能进行。粗略的测定方法如下：将百分表架固定在后桥壳体上，使百分表触头抵住在小锥形齿轮的工艺台阶上，并垂直于变速

箱输出轴轴线，用撬杠在工艺台阶下缘上下撬动，百分表指针的摆动范围即为该轴承的径向间隙，其值应在 0.30mm 以内，超过 0.50mm 则应报废予以更换。

#### (4) 后桥轴轴向游动量的检查调整

使百分表触头与后桥轴轴线相平行，其抵住在大锥形齿轮11的端面上，依次扳动左、右转向离合器的操向杆(或用撬杠左、右撬动大锥形齿轮)，此时，百分表针摆动量即为轴向游动间隙，此值应在 0.15~0.30mm 范围内，不符合时应予调整。

调整方法：卸下调整螺母锁片10，将隔板紧固螺母拧松1-2圈，用钩形扳手拧出右调整螺母5，再将左调整螺母8拧紧，使后桥轴右移直至锥形齿轮副无齿侧间隙（注意：此时右调整螺母端面与隔板间应有间隙），而后退回10—12个牙。磨损后的锥形齿轮副，其啮合间隙增大，因此退回

的牙数可适当增加，然后拧紧右调整螺母，迫使后桥轴左移，直至左调整螺母端面与隔板相碰，再退回 4-5 个牙，扳动左操向杆，使后桥轴右移至右调整螺母端面与隔板相碰，旋转大锥形齿轮一周，观察有无卡滞现象。并用前述方法复查一下轴向移动量，若不符合要求，可再次拧紧或拧松右调整螺母予以修正。最后上好锁片并拧紧隔板紧固螺母。

#### (5) 锥形齿轮副啮合印痕的检查与调整

检查或调整啮合印痕时，首先要保证前进档工作面的啮合印痕，在此前提下，兼顾倒退档工作面的印痕和齿侧间隙。东方红—75拖拉机的中央传动齿轮为圆弧线锥齿轮，螺旋角25°，工厂提供的标准啮合印痕长度不小于 25mm，距小端10—12mm，位于齿高中部。

印痕的测取方法：将红油漆均匀地涂在2—3个齿的工作面（前进档为凹面）上，转动小锥形齿轮，使从动大锥形齿轮转动，转动时应在后桥轴上略加制动负荷。待从动大锥形齿轮工作面（前进档为凸面）上显现清晰印痕为止。用白纸条将从动大锥齿轮的印痕取下来。与标准印痕相对照，若不符合要求，应按图8-5 所示方法进行调整，当重新调整后检查印痕位置时，应将变速箱输出轴前推，以消除轴承间隙。若移动大锥形齿轮时，当某边的调整螺母松退一定牙数后，另一边的调整螺母要拧紧相应的牙数，以保证已调妥的轴向游动量不变。每调整一次后均应将隔板螺母拧紧，然后才能进行印痕检查（见图8—5）。

#### (6) 锥形齿轮副齿侧间隙的检查

新齿轮副齿侧间隙为 0.2~0.55mm，使用后的齿轮副则随着齿面的磨损，此间隙必然增大，只允许在保证啮合印痕良好的条件下进行调整。当齿侧间隙大于2.5mm，则应予以报废更换新齿轮副。

### (六) 最终传动构造

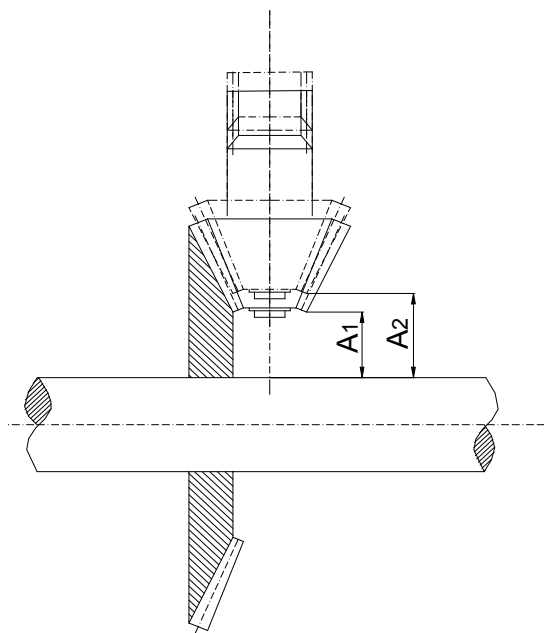


图 8—4 主动小齿轮轴向游动量的尺寸

最终传动的主要目的是减速增扭、减轻传动系的加工件重量、提高地隙。后驱动轮

调整间距	主动齿轮安装距 $H_{主}$ 单项调整		从动齿轮安装距 $H_{从}$ 单项调整		综合调整主、从动齿轮安装距 $H_{主}$ 、 $H_{从}$	
	增加 ( $+H_{主}$ )	减小 ( $-H_{主}$ )	减小 ( $-H_{从}$ )	增加 ( $+H_{从}$ )	$H_{主}$ 增加 $H_{从}$ 相应减小	$H_{主}$ 减小 $H_{从}$ 相应增加
印痕走向	小端顶部	大端根部	小端顶部	大端根部	小端顶部	大端根部
齿侧间隙的变化	增大	减小	减小	增大	基本保持不变	
不正常的啮合印痕位置及其相应的调整措施	调 整 说 明					
	<p>调整措施：以调整主动轮为主，相应的调整从动轮，使齿侧间隙的变化得到补偿；</p> <p>预期效果：可使啮合印痕恢复正常，齿侧间隙基本保持不变。</p>					
	<p>调整措施：以调整主动轮为主，待印痕移过正常啮合位置水平线后，再相应调整从动轮，以补偿齿宽方向的变化，使啮合印痕恢复正常；</p> <p>若印痕在如图左端，调整时，新齿轮副应防止齿侧间隙过小，旧齿轮副应防止齿面根部的“台肩”参与接触；</p> <p>预期结果：可使啮合印痕恢复正常，齿侧间隙略有变化；若齿侧间隙变化过大应着重调好齿高方向的位置。</p>					
	<p>调整措施：以调整从动轮为主，然后调主动轮，使齿高方向的位置变化得以补偿；</p> <p>预期效果：为使齿侧间隙不致变化过多，只能部分地改善啮合印痕位置，使齿高方向保持正常，而齿宽方向也得到改善，圆弧齿靠大端边缘和准摆线齿小端边缘的啮合印痕调整效果不良。</p>					
	这是少见的两种不正常位置，调整安装均无法使之改善。					

注：本表印痕取自从动大锥齿轮凸面

图8-5 啮合印痕的调整方法

的最终传动可划分为两种布置形式及两种啮合方式共四种方案，如图8-6 所示。所谓布置方式划分为两种，即靠近后桥壳的称为内置，靠近驱动轮的称为外置，啮合方式划分为外啮合（圆柱齿轮）及内啮合（行星齿轮）两种。下面分别加以讨论。

1、内置式内啮合，如图8—6a 所示。该方案的特点是传动比较大，最终传动易于润

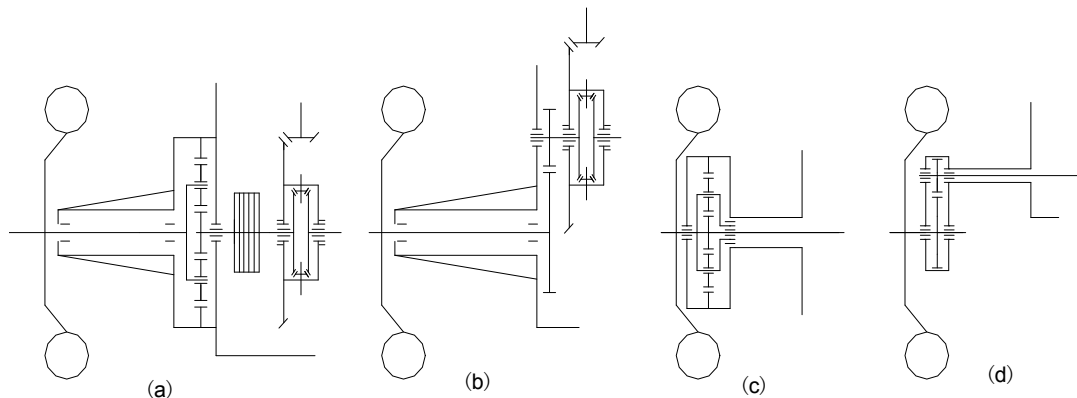


图 8—6 后驱动轮最终传动分类

滑，驱动轮轮距可进行无级调整，但加工精度高，不能提高地隙；适用于后驱动轮直径较大的变型四轮驱动拖拉机。美国 JD4450 型变型四轮驱动拖拉机采用了这种方案。

2、内置式外啮合，如图8—6b 所示。该方案的特点是最终传动易于润滑，加工方便，驱动轮轮距可进行无级调整，但传动比不宜过大，否则后桥壳大，影响地隙；适用于后驱动轮直径较大的变型四轮驱动拖拉机，国产铁牛—654 型变型四轮驱动拖拉机及铁牛—55 型拖拉机采用了这种方案。

3、外置式内啮合，如图8—6c 所示，该方案的特点是最终传动布置在驱动轮轮圈内，有效地利用了这个空间，使后桥壳体积减小，相对地提高了地隙。该方案使最终传动远离后桥壳，需单独润滑，后驱动轮轮距只能进行范围不大的有级调整；适用于中小马力变型四轮驱动拖拉机。原东德ZT323A 型变型四轮驱动拖拉机及东方红—40型拖拉机采用了这种方案。

4、外置式外啮合，如图8—6d 所示。该方案的特点是最终传动布置在驱动轮轮圈内，并且可通过调整大齿轮与小齿轮的相对位置改变地隙及轴距。该方案使最终传动远离后桥壳，需单独润滑，后驱动轮只能进行有级调整；特别适用于功率偏小的变型四轮驱动拖拉机。罗马尼亚UTB-445 型变型四轮驱动拖拉机采用了这种方案。

绝大多数汽车不具有最终传动，个别的大客车及越野汽车上采用外置式外啮合的最终传动形式。

## 四、思考题

1. 绘制典型拖拉机、汽车传动系布置简图，指出其异同点。
2. 弹簧压紧式与杠杆压紧式离合器在使用及调整上各有何不同点。
3. 主离合器型式与动力输出轴类型之间有何关系？

4. 拖拉机与汽车变速箱操纵机构中的锁定机构有何不同，为什么？
5. 说明典型锁环式惯性同步器的构造及工作原理。
6. 说明典型最终传动类型的判别方法。
7. 简述东方红—75 型履带拖拉机中央传动的检查与调整方法。

## 实习九 液压悬挂装置拆装

### 一、实习内容与要求

(一) 观察、熟悉典型分置式液压悬挂装置的总体构成、布置、形式、构造与挂接方式和工作原理。

(二) 观察、熟悉典型半分置式液压悬挂装置的总体构成、布置、形式、构造与挂接方式和工作原理。

(三) 掌握典型液压悬挂装置的构造、布置形式、调节部位和调节方法。

(四) 学习典型分置式液压悬挂装置分配器、液压泵、油缸的构造、工作原理并掌握其拆装技能。

(五) 学习典型半分置式液压悬挂装置提升器总成、调节部分、油泵的构造、工作原理及拆装技能。

(六) 车上学习液压悬挂装置的使用。

### 二、设备、仪器与工具

(一) 东方红-802、泰山-25 液压悬挂装置各一套；

(二) 东方红-75FP<sub>1</sub>-75A 型分配器总成一个；

(三) 东方红-75YG-110 型双作用油缸总成 1 个；

(四) 齿轮式定量泵 3 个（东方红 802 型 2 个，泰山 25 型 1 个）；

(五) 泰山 25 型拖拉机提升器总成一个；

(六) 螺丝刀、锤子、钳子、钢板尺、厚薄规、套、内六角扳手一套。

### 三、实习指导

#### (一) 观察液压悬挂装置的总体构成与布置

根据构成拖拉机液压悬挂装置的液压元件及操纵机构的组成，观察对比分析分置式、半分置式及整体式液压悬挂装置的结构特点与性能特点。

#### (二) 观察悬挂机构的结构

了解其组成及布置形式与应用场合，构成悬挂机构的空间 7 杆机构中，上拉杆与提升杆（臂）的长度是可以调节的，如何调节，其目的何在，了解其与主机及农具间是如何联接的。

### （三）东方红-802 拖拉机液压系统主要总成、部件构造的观察与拆装

东方红-802 拖拉机的液压悬挂装置是属于分置式的，它可以实现农具的提升、中立、压降和浮动四种功能。

#### 1. FP<sub>1</sub>-75A 型分配器的拆装

拆装和观察构造时请参照结构挂图进行。

##### （1）拆装注意事项：

安装回油阀时，应保证回油阀在导套和壳体中均能上、下滑动，转动灵活。安装主阀时，应将阀芯上部打有“定向”记号的一面朝向回油阀方向。

##### （2）结构观察要点：

① 主阀上、中、下三个区段的构成与作用原理；

② 回油阀卸荷原理；

③ 定位与回位机构的控制原理。

#### 2. YG-110 型油缸的拆装

它属于双作用油缸。东方红-802 液压悬挂装置利用在其油缸处设置的定位装置可对农具实现位置控制功能，安装时注意定位挡块与定位阀芯尾端间留有 10~20mm 间隙。

观察结构要点：（1）定位阀的结构、功用及作用原理，（2）缓冲阀的构造与作用原理。

### （四）典型半分置式液压悬挂装置提升器总成的拆装与结构观察

以泰山-25 型拖拉机为例。该车液压悬挂装置采用了液压油路控制节流式液压系统，在操纵机构上分别采用了人工控制机构和自动控制机构，故该装置可以对农具实现阻力控制、位置控制、高度调节等工作方式；此外，它还具有液压输出功能。

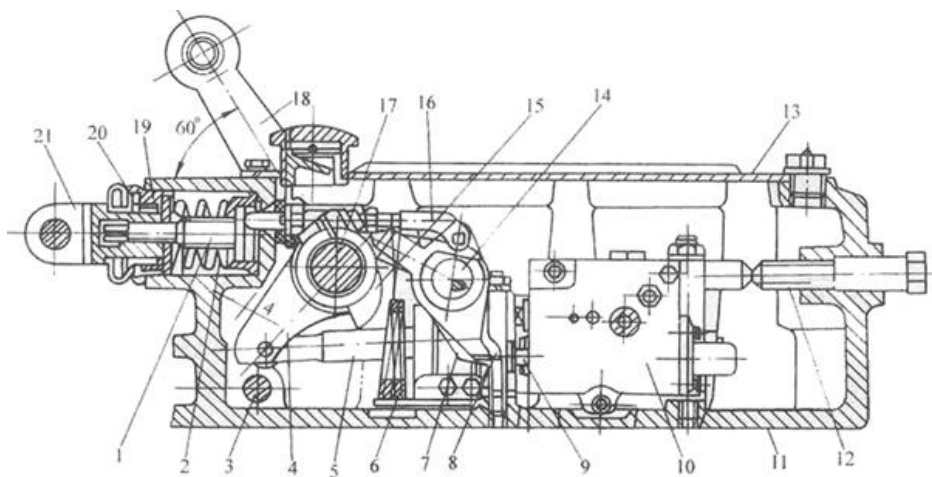


图 9—1 泰山-25 型拖拉机提升器总成

1. 弹簧杆 2. 力调节弹簧 3. 锁紧轴 4. 内提升臂 5. 活塞杆 6. 拉力弹簧 7. 力调节杠杆 8. 位调节杠杆 9. 主控制阀 10. 分配器 11. 提升器壳体 12. 下降阀调节杆 13. 提升器上盖 14. 偏心轮 15. 位调节凸轮 16. 力调节杠杆 17. 提升轴 18. 提升臂 19. 螺母 20. 销子 21. 上拉杆连接头

### 1. 提升器总结构观察

熟悉其总体组成及各机构和部件的结构特点与名称。了解各部件间的配置特点及其协调运动的关系，特别注意各控制部件在操纵轮轴上的装配关系。

### 2. 提升器总成的拆装

参照图 9-1，拆装提升器总成，拆卸时注意顺序，安装时注意阀在阀套内应能灵活转动和移动。

### 3. 熟悉构造及作用原理

结合实物，参照图 9-2、9-3、9-4、9-5、9-6、9-7、9-8，回顾课堂内容掌握其作用原理。着重了解：（1）农具升降的控制机构；（2）自动停止提升机构；（3）力调节控制机构；（4）位调节控制机构；（5）附加机构。

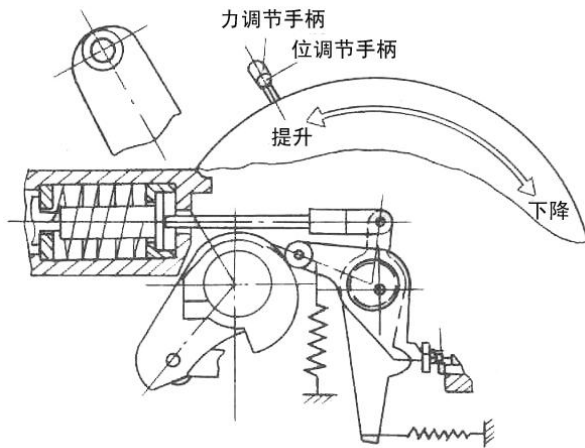
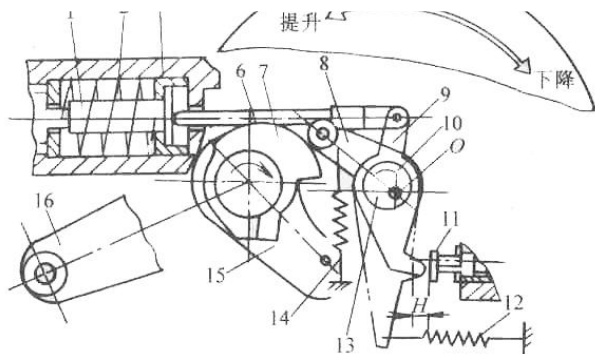


图 9—2 位调节“提升”开始工况

1. 顶杆 2. 力调节弹簧 3. 弹簧座 4. 力调节手柄 5. 位调节手柄 6. 推杆 7. 位调节凸轮 8. 位调节杠杆 9. 力调节杠杆 10. 位调节手柄轴偏心轮 11. 主控制阀 12. 回位弹簧 13. 调节手柄轴偏心轮 14. 位调节杠杆弹簧 15. 内提升臂 16. 外提升臂



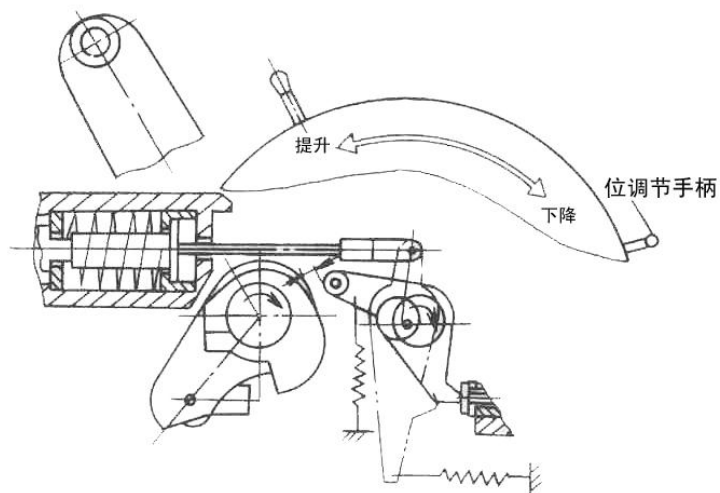


图 9—4 位调节“下降”开始工况

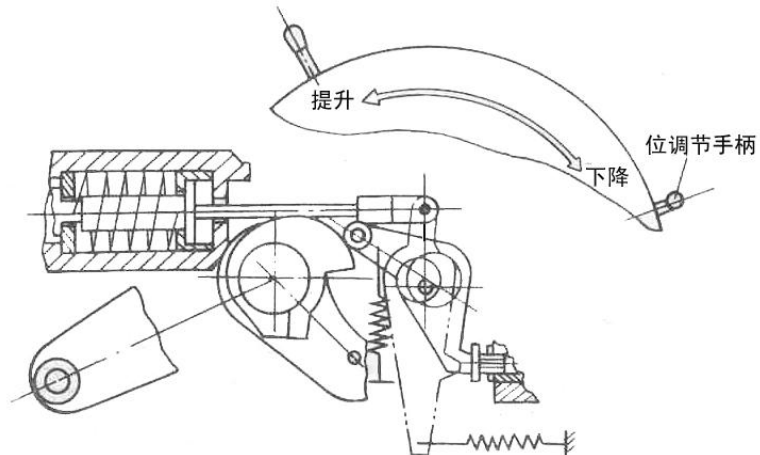


图 9—5 位调节“下降”终了工况

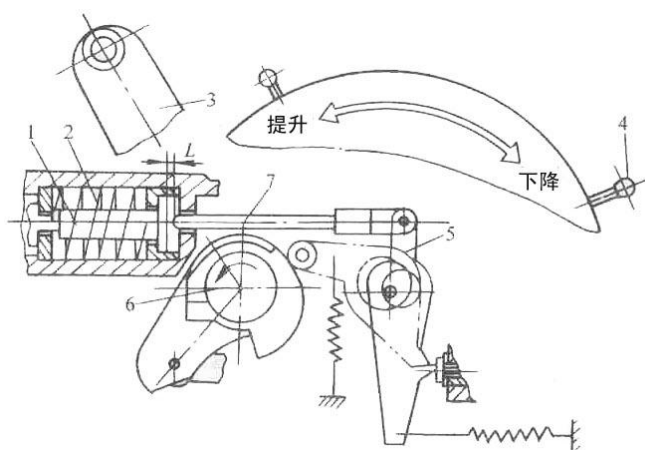


图 9—6 力调节“下降”开始工况

1. 顶杆 2. 力调节弹簧 3. 提升臂 4. 力调节手柄 5. 力调节杠杆 6. 提升轴 7. 推杆

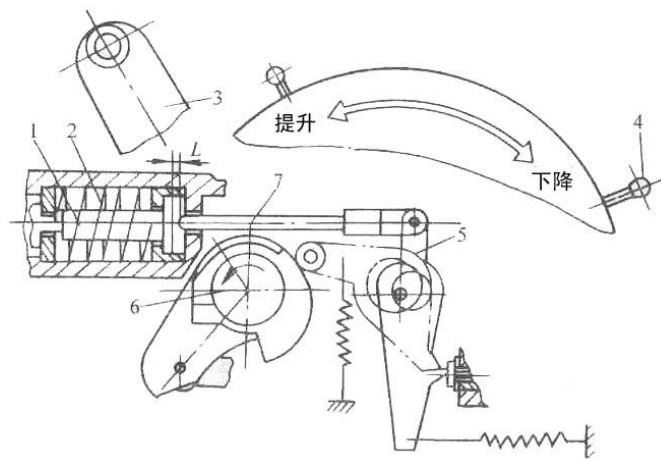


图 9—7 力调节“提升”开始工况

图 9—6 力调节“下降”开始工况

1. 顶杆 2. 力调节弹簧 3. 提升臂 4. 力调节手柄 5. 力调节杠杆 6. 提升轴 7. 推杆

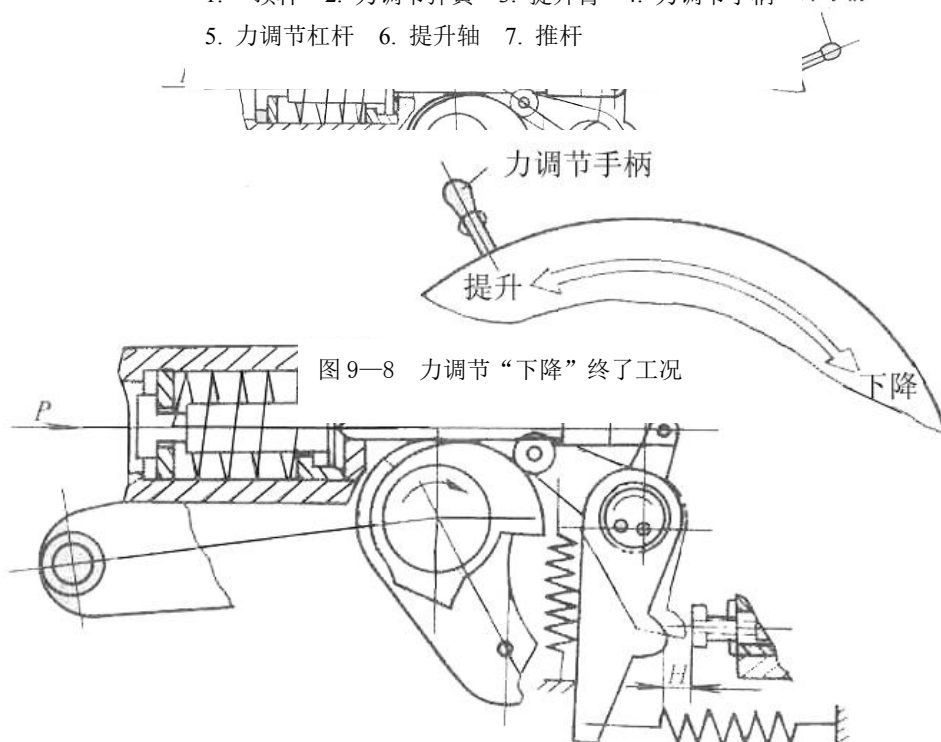


图 9—8 力调节“下降”终了工况

0. 缸内压力在分配阀主阀芯打开取油点时是相同且稳定的：并比较与半位置式液压系统此工况时的区别？

7. FP<sub>1</sub>-75A 型分配器中回油阀是如何开启的?

8. 采用力调节功用方式时, 负荷不同, 挂接上拉杆时, 应如何选择弹簧支座位置?

9. 拖拉机挂接农具时，何时采用二点悬挂？何时采用三点悬挂？
10. 东方红 802 型拖拉机液压系统处于浮动状态的优点有哪些？应配合的调节方式是哪种？
11. 单作用油缸和双作用油缸构造上的区别和联系？

## 实习十 汽车拖拉机驾驶实习

实习类型：教学实习

实习时间：3 小时/每名学生

学分：2

实习方式：校内、分散

### 一、实习目的：

初步掌握驾驶汽车拖拉机的技能。

### 二、实习内容：

#### （一）教师讲解内容

1、注意正确的驾驶姿势：在坐进驾驶席之后，首先应该深深地坐在座椅后部，使腰部和肩部靠在椅背上。先感受一下座椅的前后距离和靠背角度是否合适，然后把手臂伸向前方，自然握住转向盘的两侧。这时，必须使手腕能自由地弯曲，活动自由。腿部要有一定的活动空间，用脚踩离合器踏板、制动踏板或油门时不费力，而且身体不必前倾，此时的位置就基本合适了。如果不合适，可以前后滑动一下座椅的位置，或调整一下椅背倾斜的角。在调整好驾驶坐姿之后，千万记得系好安全带，避免在行驶途中突然想起未系安全带而导致紧张情绪和不安全因素。

2、转向盘的握法和操作：驾驶姿势调整好了之后，接下来就是转向盘的握法和操作了。手握转向盘的位置，以两只手握住转向盘 3 点与 9 点钟方向(即水平两侧)时手肘微弯为最佳，因为这可使手臂有充分的活动区域来迅速操作转向盘。手握转向盘时不要紧握，而是轻轻握住外缘。车速越高，转向盘的转动幅度要越小。

3、原地不着车熟悉挡位：此时先看着换挡杆手柄顶端的挡位示意图将离合器踏板踩到底换挡，注意有无倒挡锁。在对挡位相对熟悉之后，将视线离开换挡杆，使用正常行驶时的换挡方式熟悉挡位。注意：原地换挡时如果挂不上挡，可在一次踩下离合器踏板后，再次踩下离合器踏板换挡，一般会顺利挂入挡位。

4、油离配合：正确的油离配合要结合车速进行调整。起步阶段将挡位置于空挡，着车后踩下离合器踏板，将换挡杆挂入 1 挡，慢慢松开离合器，配合油门，起动汽车。踩离合器踏板时必须踩到底，在缓慢松开离合器踏板过程中感觉车身的抖动和移动趋势，当车辆有轻微抖动并出现移动的趋势后缓慢加油，继续缓慢松离合，直至彻底松开，使车辆平稳起动。

5、找准换挡时机：以 5 挡手动变速器的车辆为例，通常情况下，起步后当车速低于 20 km / h 时应选择 2 挡，当车速为 20~60 km / h 时选择 3 挡，当车速在 60~80 km / h 之间时挂入 4 挡，如果车速超过了 80 km / h 就可以挂入 5 挡了。

6、学会眼观六路：在保证车辆在车道中央行驶且路况不甚复杂的情况下，强迫自己将紧盯前方的目光移出一些，用眼睛的余光分别观察3个后视镜、路面及车辆前方，保持你的中心视野能扫视到广阔的路面状况——前、后、左、右、上和下。

7、倒车：倒车前要通过观察后视镜和转头透过后挡风玻璃观察车后和车左右两侧的情况，根据观察到的情况和汽车的外廓及装载的宽度、高度缓慢倒车。倒车时注意前、后有无来车和行人，发出倒车信号，鸣喇叭，以警告其他车辆和行人。然后，在车身停稳的情况下将换挡杆挂入倒挡。倒车时，要稳踩加速踏板，时速不超过5 km/h，不可忽快忽慢，防止熄火或因倒车过猛而造成危险，同时要实时通过后挡风玻璃和后视镜观察进展情况，并注意修正方向，防止车头和车尾发生刮蹭。

8、正确躲避障碍物：在行车时要随时观察路面的情况，将视线放远，在发现障碍物后提前减速。

9、坡路起步：坡路起步时必须用驻车制动(手刹)配合，这样能防止溜车。一旦油离配合熟练了之后，在一些坡度不是很大的坡道上可以使用熟练的油离配合快速坡起。

10、停车：为了避免紧急制动或制动力度过大，应该在到达停车目的地之前进行预先制动，可以采取“点制动”的方法缓慢降低车速，在踩制动踏板时力量应适中，慢慢地踩下，切不可用力过大使车速降得过快。

#### (二) 技术人员讲解及示范演示内容

技术人员对照车辆讲解各操作部件的功能及操作原则并上车演示驾驶过程。

#### (三) 学生操作内容

学生在实习指导教师的指导下，实际操作车辆进行起车、行车、停车、倒库的练习。

### 三、实习要求：

要服从指导教师的指挥，穿好工作服，严禁穿紧身衣裤和高跟鞋。

### 四、注意事项：

1、参阅前言中注意事项；

2、行车中发生意外情况，应尽量保持冷静，并采取相应的办法避免或减少伤害。坡路发生溜车，应保持清醒，放松油门踏板，迅速踩制动后拉紧驻车制动，稳定后再坡起。车辆在通过积水较深或充满泥水的路面后，会发生打滑，致使车身失控，方向偏离，车身因前后轮受力不均而发生扭摆。这时，应抬起制动踏板，握紧转向盘，并稍加油门控制汽车状态，然后采取松油门减速来使车辆平衡得到完全控制。车辆浸水制动失灵时，应频繁轻踩制动踏板，依靠轻微的制动力减速，同时制动产生的热量会对制动蹄片进行烘烤，以利于恢复制动性能；如情况紧急，应用驻车制动停车。下长坡制动失灵时，应立即使用驻车制动停车。拉动驻车制动不应一步到位，应根据情况分步调整拉力。如驻车制动失灵，则应迅速采用抢挡法换用低挡，并选择障碍物，用外力制止行驶。如果转向时有甩尾趋势，及时减速减挡。

