

# 《机械原理》实验指导书

专业班级: .....

学 号: .....

姓 名: .....

广西大学机械工程基础实验教学中心

2005. 9

## 实验一 机械零件及机构的认知

### 1 实验目的

通过对机构陈列柜的参观学习，了解机械原理课程教学内容，加深同学对常见各类机构的基本类型和用途的理解。

### 2 实验内容

参观机构陈列柜的演示，印证理论教学中对机构的组成、平面连杆机构的类型及应用、齿轮机构、凸轮机构、轮系、间歇运动机构等章节学习，通过对实物运动的了解，进一步加深对常用机构原理的理解。

### 三、试验用的仪器、设备

机构陈列柜（包括机构的组成、平面连杆机构的类型及应用、齿轮机构、凸轮机构、轮系、间歇运动机构等）

## 实验二 机构运动简图测绘

### 一、实验目的

“一切科学的抽象都更深刻，更正确、更完全地反映着自然”绘制机构运动简图的目的在于把实际机构加以科学的抽象。从原理方面表达机构的组成和运动性质，以便进行机构的分析和设计。它是了解、分析现有机械的手段，也是新机械运动方案设计的工具。通过实验就要初步掌握从实际机械测绘为简图的方法，提高科学抽象的能力。

### 二、实验内容

绘制牛刨床、锯床、等机器以及机构模型的机构简图，并计算机构自由度，验证机构具有确定运动的条件。

### 三、测绘原理和方法

#### 1 原理

由于机构的运动只和运动的种类和它们间的相对位置有关，而和机构的结构形状无关，因此可撇开与运动分析无关的因素运用简单线条表示构件，用付的符号表示付的种类，用尺寸标出付的相对位置以此表达机构的运动性质。

#### 2. 方法

(1) 使被测的机构缓慢的运动，从起始构件开始，仔细观察机构各部分间的相对运动，

从而辨清：

- a、机构的构件数目（注意区别构件与另件）
- b、运动付的数目，再根据成付两构件间的接触情况和相对运动性质确定各运动付的种类。
- c、对于机器还应辨清机种构组成，观察时应仔细，在计算机构件数目和运动付数目时，要特别注意那些是复合铰链、虚约束、多自由度。

（2）机构的组成了解清楚后，可以从起始件开始，按照运动的传递顺序用付的代表符号和简单线条徒手画出机构简图的草图。用1、2、3分别标注各构件，用字母A、B、C…分别标注各运动付。

（3）计算机机构的活动度，验证机构具有确定运动的个件。

（4）仔细测量和机构运动有关的尺寸，如回转付中心之间的距离，转动付中心与移动付中心线间的垂直距离等。

（5）任意假定实际长度(米)一个瞬时位置，按比例将草图画成正规的机构运动简图。  
比例尺=  $\frac{\text{实际长度(米)}}{\text{图示长度(毫米)}}$

#### 四、思考题

- 1、机构简图在工程上有何用处？
- 2、正确的机构简图应符合什么条件？画机构简图应注意那些问题？
- 3、计算机机构活动度对测绘机构简图有何帮助？
- 4、画机构简图时为什么可以撇开构件的结构形状，而用构件两回转付中心的连线表示构件？

## 实验三 机构动平衡与运动参数测定

人类对客观世界的认识和改造活动，总是以测试工作为基础的。工程测试技术，就是利用现代测试手段对工程中的各种物理信号，特别是随时间变化的动态物理信号进行检测、试验、分析，并从中提取有用的信号。其测量和分析的结果客观地描述了研究对象的状态、变化和特征，并为进一步改造和控制研究对象提供了可靠的依据。

一台机器或机构的好坏，如何给予评价？一般情况下，我们从其运动特性和其动力特性两个方面给予衡量，而量值则是机构的实际运动参数。怎样获取机构运动参数是本试验要解决的问题。

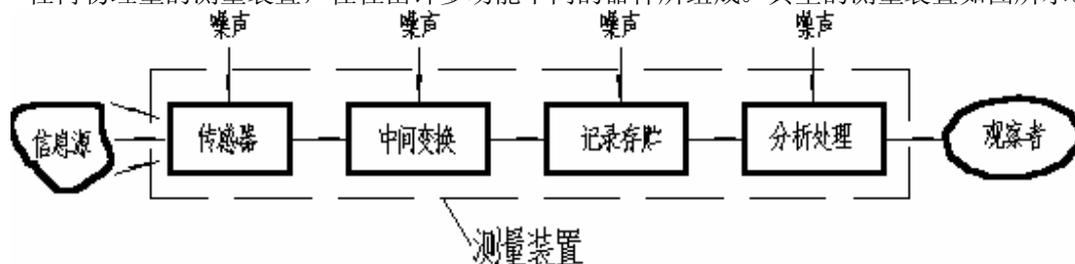
### 一、试验目的：

- 1、了解机构运动参数测试所需的基本硬件的组成；
- 2、掌握测试机构运动参数的一般工作程序；
- 3、了解几种传感器的工作原理；
- 4、了解用于信号采集和分析的专业软件；
- 5、通过机座的振动加速度的测试，了解机构惯性力对机座振动的影响；

### 二、机构运动参数测量基本原理

机构的运动参数，包括位移(角位移)、速度(角速度)、加速度等，都是分析机构运动学及动力学特性必不可少的参数，通过实测得到的这些参数可以用来验证理论设计是否正确或合理，也可以用来检测机构的实际运动情况。

任何物理量的测量装置，往往由许多功能不同的器件所组成。典型的测量装置如图所示。



在测量技术中，首先经传感器将机构运动参数（非电量）转换成便于检测、传输或计算处理的电参量（电阻、电荷、电势等）后，送进中间变换器，中间变换器把这些电参量进一步变成易于测量或显示的电流或电压（通称电信号）等，使电信号成为一些合于需要又便于记录和显示的信号，并最后被计算机记录、分析、显示出来，供测量者使用。

### 三、试验用的仪器、设备

#### 1、曲柄摇杆机构试验系统

- 1) 曲柄摇杆机构；
- 2) 角位移传感器，与之配用的R03—角位移变送器；
- 3) 旋转编码器；
- 4) 压电式加速度计，与之配用的电荷放大器；
- 5) 平衡铁块、平垫、螺栓。

#### 2、直流电源及信号控制箱；

#### 3、计算机及USB总线数据采集器；

#### 4、信号采集分析与机械故障诊断系统。

### 四、机构运动参数的测试步骤

- 1、首先选定被测运动参数即被测信号。本试验系统提供可测试的信号有：曲柄的转速、摇杆的角位移、曲柄或摇杆支承座在水平方向的振动加速度。建议机构惯性力未得到平衡状态时（即没有在平衡盘上锁定平衡铁块）测试曲柄的转速、摇杆的角位移。
- 2、进行运动参数测量装置的连接。在测试装置的联线过程中或插、拔4孔插头前，“直流电源及信号控制箱”的电源必须处于断电状态，否则会造成信号输入电压超过 $\pm 5V$ 而烧毁AD卡。
- 3、接通计算机电源，进入uTek应用程序。
- 4、对拟定的测试信号逐一进行数据采集，将结果存盘（需存盘时请同时按Ctrl+P键），在计算机中的画图程序中调出并打印出来，以备分析之用。
- 5、退出uTek应用程序，关断电源。
- 6、撰写实验报告。

## 五、机构运动参数的测试方法

### 1、曲柄摇杆机构试验台中摇杆角位移的测试

1 参看图1“测试摇杆角位移信号硬件连接示意图”进行测试系统的连接。

提示：试验室已将角位移传感器与摇杆轴固连好，未经指导教师许可，学生不得擅自拆卸。

①注意角位移传感器的7针插头与角位移变送器插座连接的方向性。角位移变送器的输出信号线头与AD33数据采集卡的通道相连；

提示：进行传感器信号线的连接与断开之前，务必切断外接电源后，方进行下一步的操作。

提示：将信号头插入信号座时，以信号头的缺口方向对准信号座上的小销柱后轻轻插入，再行右旋；退出时，先行左旋，再轻轻拔出信号头。

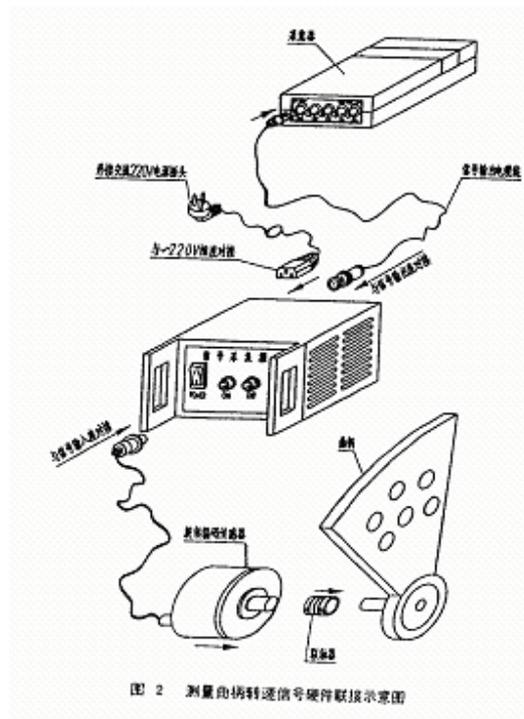
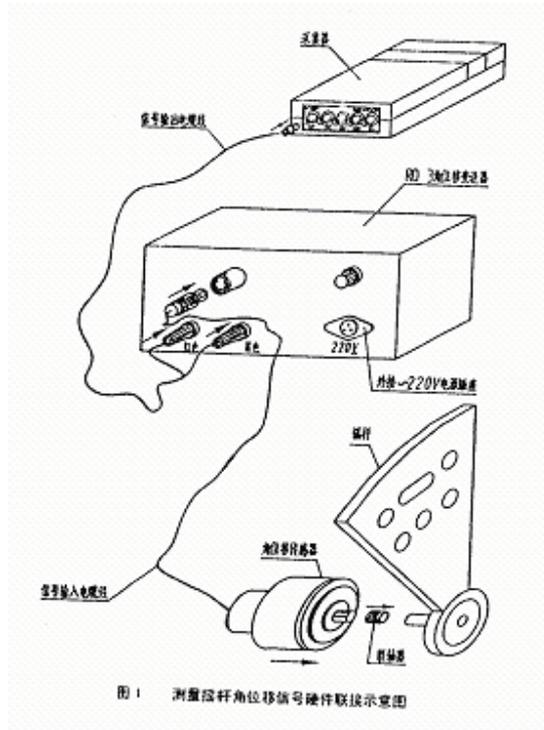
②测试系统连接完毕、并检查无错后，再打开角位移变送器的电源开关。

2) 进入uTek应用程序中的“机械故障诊断教学与实验”下的“曲柄摇杆机构摇杆角位移的测定”的试验项目，进入主菜单窗口后，从左至右逐一打开菜单条，并进行相应的试验工作。（建议采样频率设为1280Hz）

**警示1：**在采集数据之前，即在开动机构运动之前，必须将机构安全罩卡死在桌面上的固定螺栓内、检查有无因机构运动而导致的人生安全问题（如试验者安全、电线、信号线等），在排除安全隐患后，方可运动机构进行数据采集。

**警示2：**为安全起见，请在采集信号数据前再接通机构的电源，信号数据采集完毕，请立即断开机构的电源，再进行下面的实验工作。

3) 根据得到的摇杆角位移数据曲线图，分析摇杆相对时间的运动情况。



## 2、曲柄摇杆机构试验台中曲柄转速的测试

1 参看图2“测试曲柄转速信号硬件连接示意图”进行测试系统的连接。

提示：试验室已将旋转编码器与曲柄轴固连好，未经指导教师许可，学生不得擅自拆卸。

提示：进行传感器信号线的连接与断开之前，务必切断外接电源后，方进行下一步的操作。

①旋转编码器引出线中的4孔插头与直流电源及信号控制箱前面板上的输入CH1或CH2座对接。用连有一小信号头和一大信号头的信号线将AD卡与直流电源及信号控制箱后面板上的信号输出CH1或CH2座相连；

提示：将信号头插入信号座时，以信号头的缺口方向对准信号座上的小销柱后轻轻插入，再行右旋；退出时，先行左旋，再轻轻拔出信号头。

② 测试系统连接完毕后，再按下直流电源及信号控制箱的POWER按钮。

2) 进入uTek应用程序中的“机械故障诊断教学与实验”下的“曲柄机构曲柄转速的测定”的试验项目，进入主菜单窗口后，从左至右逐一打开菜单条，并进行相应的试验工作。（建议采样频率设为12800Hz）

**警示1：**在采集数据之前，即在开动机构运动之前，必须将机构安全罩卡死在桌面上的固定螺栓内、检查有无因机构运动而导致的人生安全问题（如试验者安全、电线、信号线等），在排除安全隐患后，方可运动机构进行数据采集。

**警示2：**为安全起见，请在采集信号数据前再接通机构的电源，信号数据采集完毕，请立即断开机构的电源，再进行下面的实验工作。

3) 根据得到的脉冲信号图，确定一个周期脉冲所需的时间，试用计算的方法求曲柄的转速。

提示：频率与时间周期的关系：

$$f = \frac{1}{T}$$

因为：1转/100脉冲 所以：转速  $= \frac{f}{100} \times 60$  转/分

## 六、机构动平衡的测量方法

### 曲柄摇杆机构试验台中曲柄或摇杆支承座在水平方向的振动加速度测试---机构动平衡试验

机构惯性力对机座的平衡的充要条件是：在机构运动过程中，当且仅当机构总质心静止不动时，平面机构的惯性力才能达到完全平衡。而机构的总质心的位置是难以测定的，因此，通过测量具有弹性支撑的机架（即试验台底板上的转轴支承座）在水平方向振动加速度的大小，定性地了解机构惯性力对机架的平衡情况。

1) 机构惯性力测量基本原理及试验项目

**原理：**由于机构的总惯性力为 $F=Ma$ ，所以可通过实测由机构惯性力引起的机座在水平方向上的振动大小，以判断机构动态特性的优劣。

**试验内容：**①机械惯性力相对机座不平衡时，机架在水平方向上的振动加速度的测定；  
②机构惯性力相对机座部分平衡时，机架在水平方向上的振动加速度的测定。  
并与①情况进行比较；

注意：比较弹性机座振动加速度的大小是相对同一信号测点而言的。

**警示1：**在采集数据之前，即在开动机构运动之前，必须将机构安全罩卡死在桌面上的固定螺栓内、检查有无因机构运动而导致的人生安全问题（如试验者安全、电线、信号线等），在排除安全隐患后，方可运动机构进行数据采集。

**警示2：**为安全起见，请在采集信号数据前再接通机构的电源，信号数据采集完毕，请立即断开机构的电源，再进行下面的实验工作。

**警示3：**平衡铁块的安装方向请参看“平衡铁块的安装方向指示图”。平衡铁块切不可安装反！否

则，当机构运动时，平衡铁块将与其它的活动构件发生碰撞！

2) 参看“测试机架水平方向的振动加速度信号硬件连接示意图”进行测试系统的连接。

注意：设置电荷放大器传感器灵敏度的值应与实际使用的压电加速度计的电荷灵敏度值相等。

提示：进行传感器信号线的连接与断开之前，务必切断外接电源后，方进行下一步的操作。

提示：将信号头插入信号座时，以信号头的缺口方向对准信号座上的小销柱后轻轻插入，再行右旋；退出时，先行左旋，再轻轻拔出信号头。

提示：在挪动压电加速度计时，切勿以压电加速度计或信号输入电缆线为支取点拿取，应以压电加速度计磁性底座为移动支承体。

3) 参看“附图曲柄摇杆机构及其相关参数图”应用“线性独立向量法”和“质量代换法”进行机构惯性力的平衡计算，求出所加的平衡质量和位置。

4) 进入uTek应用程序中的“机械故障诊断教学与实验”下的“机构动平衡实验”试验项目，进入主菜单窗口后，从左至右逐一打开菜单条，并进行相应的试验工作。其中校正因子等于电荷放大器的量程(即信号放大倍数)。注意：校正因子单位为mv/unit，而电荷放大器的量程单位为v/unit。建议采样频率为128Hz或256Hz

**警示1:** 在采集数据之前，即在开动机构运动之前，必须将机构安全罩卡死在桌面上的固定螺栓内、检查有无因机构运动而导致的人生安全问题(如试验者安全、电线、信号线等)，在排除安全隐患后，方可运动机构进行数据采集。

**警示2:** 为安全起见，请在采集信号数据前再接通机构的电源，信号数据采集完毕，请立即断开机构的电源，再进行下面的实验工作。

5) 按试验内容要求，可得到机架在工作频率(工频)下的振动加速度值，由此体会机构惯性力对机架的影响作用。

## 实验报告

1、测试机构运动参数系统的基本硬件组成有哪几大类？

2、试叙述测试机构运动参数的一般工作程序。

3、从你的试验结果中，获取到了哪些信息？你是如何利用所得数据对机构运动特性进行分析的？

## 实验四 渐开线齿廓的展成实验

### 一、实验目的

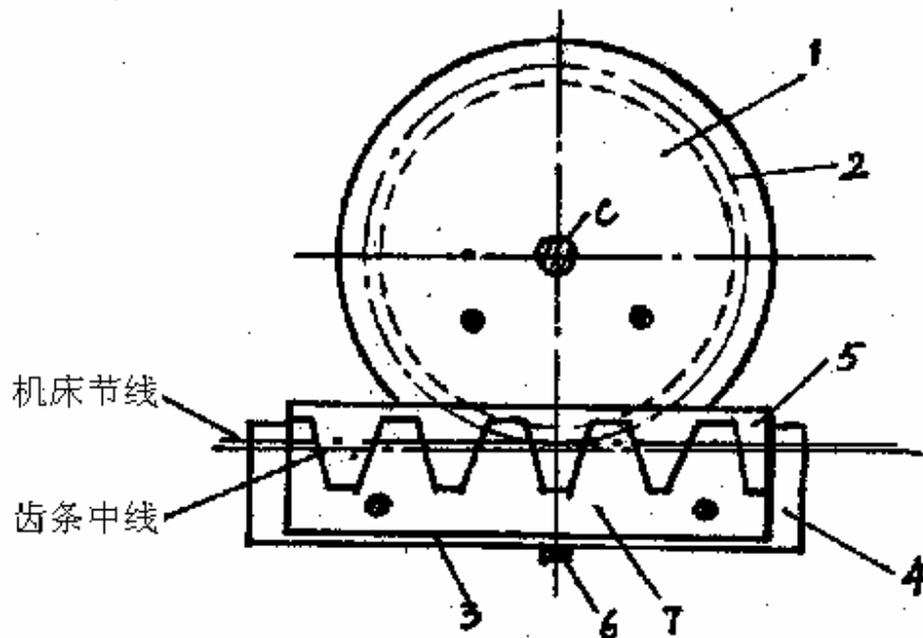
- 1、了解用展成法加工渐开线齿轮的原理
- 2、了解齿轮的根切现象及标准齿轮和变位齿轮的异同。

### 二、自备工具

园规、三角尺、剪刀、计算器、铅笔（2H、削尖）、绘图纸（300×300mm）

### 三、动作原理

- 3 实验设备：渐开线齿廓展成仪，结构如图所示。



2、动作原理：园盘1可绕定轴C转动，盘的园槽内绕有纲线2，钢丝的两端固定在滑板3上。滑板可在机架4的导向槽内沿水平方向左、右动。当推动滑板沿一个方向逐步移动时，则钢丝带动园盘逐步转动，二者的运动关系相当于园槽内钢丝中心线所在园（代表被切齿轮的分度园）与滑板上的直线E（代表机床节线）作纯滚动。若在园盘上装是园形纸片（代表被切齿轮坯）、

在滑板上装上齿条型刀具，则上述滚动关系模拟齿条与齿轮的啮合传动关系。因此若把传动中刀刃的各个位置用铅笔描在纸上，则这些刀刃各个瞬时位置的包络线就形成了被切齿轮的渐开成齿廓。

#### 四、实验内容与步骤

##### 1、展成标准齿轮

(1) 据所用展成仪的参数 $m$ 、 $Z$ 等计算出被切齿轮的分度圆半径 $r$ 齿顶圆半径 $r_a$ ，齿根圆半径 $r_f$ 基圆半径 $r_b$ ，将绘图纸剪成比 $d_a$ 大3毫米的园形纸片，然后将各园画在纸片的半边上，代表被切齿轮的“齿坯”。

(2) 将园形纸片装在园盘上，对准中心后用压板压住。

(3) 旋动螺旋6，使刀架5移动，移至齿条中线刚与“齿坯”的分度园相切。

(4) 将滑板3推到展成仪的一端，然后向另一端逐步移动，每移动一个微小距离，即用铅笔描下各刀刃落在纸片上的投影线，直到形成2~3个轮齿为至。

(5) 取下图形纸片，用标准渐开线齿廓的样板，检验轮齿的渐开线齿有无根切现象，并量出分度园弦齿厚和齿顶园弦齿厚。

##### 2、展成正变位齿轮

(1) 据所用展成仪的参数，计算出不产生根切的最小变位系数 $X_{min}$ ，计算被切齿轮的 $r_a$ 、 $r_f$ ，将各园画在园形纸片的另半边上。

(2) 将齿条刀外移一段距离 $X_{min} \cdot m$ 毫米，此时齿条中线和机床节线分离 $X_{min} \cdot m$ 毫米，而被切齿轮的分度园仍与机床节线相切。

(3) 按上述步骤(4)的同样方法，画出2~3个轮齿。

(4) 步骤同上述(5)。

#### 五、思考题

1、为什么会发生根切现象？根切现象发生在基园之内还是基因之外？怎样避免根切？

2、齿条刀具的齿顶高和齿根高各等于多少？加工所得的齿形曲线是否是全是渐开线？

3、在齿形图上是否观察到齿顶变尖的现象？如何避免变尖？

4、什么称为模数？齿条刀具的模数和压力角如何测定？

# 渐开线齿廓的展成实验报告

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 实验日期：\_\_\_\_\_

## 一、原始数据

### 1、齿条型刀具的基本参数

$$m=25\text{mm} \quad \alpha=20^{\circ}, \quad ha^*=1, \quad c^*=0.25$$

### 2、被切齿轮的基本参数

$$m=25\text{mm} \quad Z=8 \quad \alpha=20^{\circ}, \quad ha^*=1, \quad c^*=0.25$$

## 二、计算数据

项目	计算公式	计算结果	
		标准齿轮	变位齿轮
分度圆半径r	$r = \frac{1}{2} mz$		
最小变位系数X	$X_{\min} = \frac{17 - z}{17}$		
基圆半径rb	$r_b = r \cos 20^{\circ}$		
齿根圆半径ra	$r_a = r + (ha^* + X_{\min})m$		
齿根圆半径rf	$r_f = r - (ha^* + c^* - X_{\min})m$		

## 三、实验结果比较

1. 沿分度圆测量得的弦齿厚：标准齿轮S= \_\_\_\_\_ mm，变位齿轮S'= \_\_\_\_\_ mm。
2. 沿齿顶圆测量得的弦齿厚：标准齿轮Sa= \_\_\_\_\_ mm,变位齿轮Sa'= \_\_\_\_\_ mm。
3. 标准齿轮与变位齿形的异同。
4. 附上齿形图。

# 实验五 机构运动方案创新设计实验

## 一、实验目的及实验应用

- 1、加深学生对机构组成理论的认识，熟悉杆组概念，为机构创新设计奠定良好的基础；
- 2、利用“机构运动方案创新设计实验台”提供的零件，拼接各种不同的平面机构，以培养学生机构运动创新设计意识及综合设计的能力；
- 3、训练学生的工程实践动手能力；
- 4、基于机构组成原理的拼接设计实验；基于创新设计原理的机构拼接设计实验；课程设计、毕业设计中的机构系统方案的拼接实验；课外活动（如机械设计大赛）中的机构方案拼接实验。

## 二、实验设备及工具

### 1 机构运动方案创新设计实验台零件及主要功用

（参看“机构运动方案创新设计实验台零部件清单”）

**旋转电机：**10转/min，旋转电机安装在实验台机架底部，并可沿机架底部的长形槽移动电机。电机上连有~220V、50HZ的电源线及插头，连线上串联电源开关。

### 2、工具

M5、M6、M8内六角扳手、6或8英寸活动扳手、1米卷尺、笔和纸。

## 三、实验原理

任何机构都是由自由度为零的若干杆组，依次联接到原动件（或已经形成的简单的机构）和机架上的方法所组成。

## 四、实验方法与步骤

- 1、掌握实验原理。
- 2、根据上述“二、实验设备及工具”的内容介绍熟悉实验设备的零件组成及零件功用。
- 3、自拟机构运动方案或选择实验指导书中提供的机构运动方案作为拼接实验内容。
- 4、将拟定的机构运动方案根据机构组成原理按杆组进行正确拆分，并用机构运动简图表示。
- 5、拼装机构运动方案，并记录由实验得到的机构运动学尺寸。

## 五、正确拼装运动副及机构运动方案

根据拟定或由实验中获得的机构运动学尺寸，利用机构运动方案创新设计实验台提供的零件按机构运动的传递顺序进行拼接。拼接时，首先要分清机构中各构件所占据的运动平面，其目的是避免各运动构件发生运动干涉。然后，以实验台机架铅垂面为拼接的起始参考面，按预定拼接计划进行拼接。拼接中应注意各构件的运动平面是相互平行的，所拼接机构的延伸运动层面数愈少，机构运动愈平稳，为此，建议机构中各构件的运动层面以交错层的排列方式进行拼接。

机构运动方案创新设计实验台提供的运动副的拼接方法请参见以下介绍。

### 1) 实验台机架

实验台机架中有5根铅垂立柱，它们可沿X方向移动。移动时请用双手扶稳立柱、并尽可能使立柱在移动过程中保持铅垂状态，这样便可以轻松推动立柱。立柱移动到预定的位置后，将立柱上、下两端的螺栓锁紧（安全注意事项：不允许将立柱上、下两端的螺栓卸下，在移动立柱前只需将螺栓拧松即可）。立柱上的滑块可沿Y方向移动。将滑块移动到预定的位置后，用螺

柱将滑块紧定在立柱上。按上述方法即可在X、Y平面内确定活动构件相对机架的联接位置。实验者所面对的机架铅垂面称为拼接起始参考面或操作面。

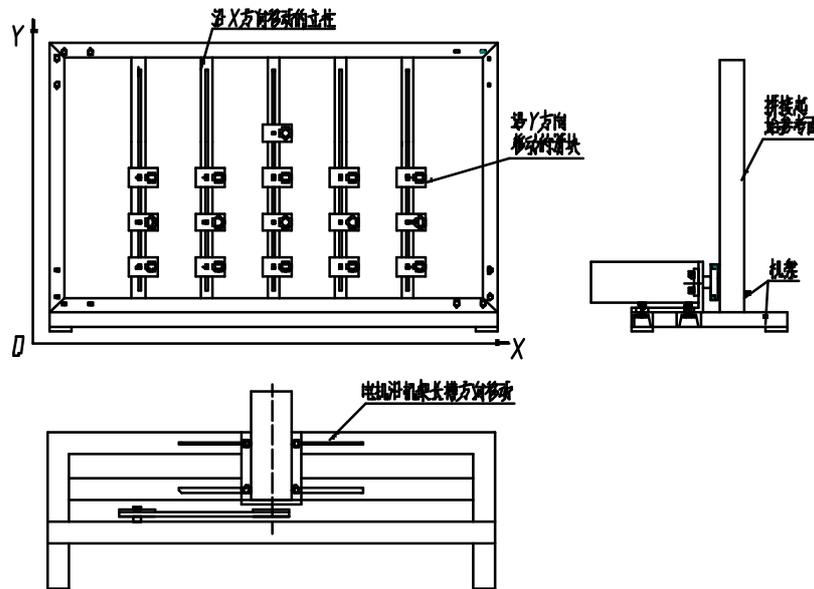


图1 实验台机架图

2) 轴相对机架的拼接 (图示中的编号与“机构运动方案创新设计实验台零部件清单”序号相同)

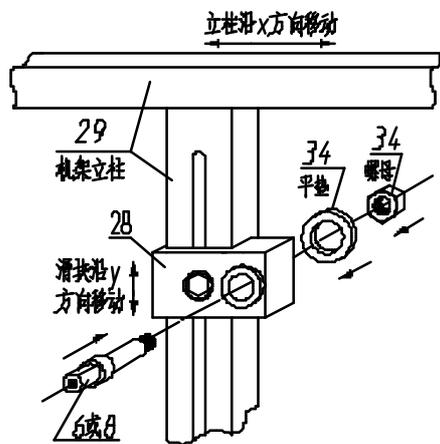


图2 轴相对机架的拼接图

有螺纹端的轴颈可以插入滑块28#上的铜套孔内, 通过平垫片、防脱螺母34#的联接与机架形成转动副或与机架固定。若按图2所示拼接后, 6#或8#轴相对机架固定; 若不使用平垫片34#, 则6#或8#轴相对机架作旋转运动。拼接者可根据需要确定是否使用平垫片34#。扁头轴6#为主动轴、8#为从动轴。该轴主要用于与其它构件形成移动副或转动副、也可将连杆或盘类零件等固定在扁头轴颈上, 使之成为一个构件。

3) 转动副的拼接 (图示中的编号与“机构运动方案创新设计实验台零部件清单”序号相同)

若两连杆间形成转动副，可按图3所示方式拼接。其中，14#件的扁平轴颈可分别插入两连杆11#的圆孔内，再用压紧螺栓16#和带垫片螺栓15#分别与转动副轴14#两端面上的螺孔联接。这样，有一根连杆被压紧螺栓16#固定在14#件的轴颈处，形成一个运动构件，而用带垫片螺栓15#相联接的另一根连杆相对14#构件转动。

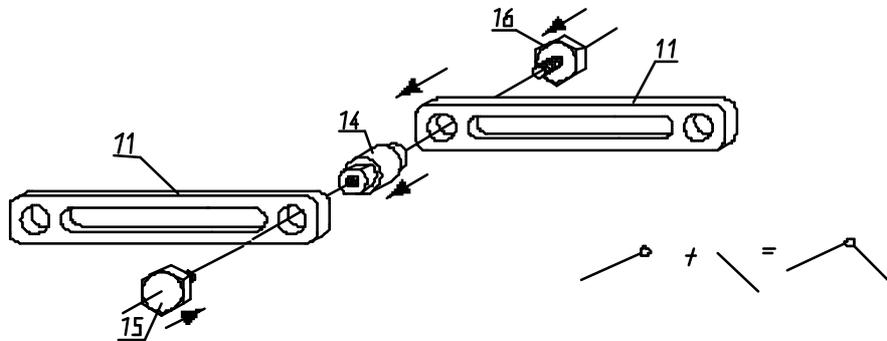


图3 转动副拼接图

提示：实验中可能有跨层面拼接构件的需要，此时用7#件“转动副轴-3”替代14#件。由于7#件的轴颈较长，此时需选用相应的运动构件层面限位套17#对构件的运动层面进行限位。

#### 4) 移动副的拼接

如图4-1所示，转滑副轴24#的圆轴端插入连杆11#的长槽中，通过带垫片的螺栓15#的联接，转滑副轴24#可与连杆11#形成移动副。

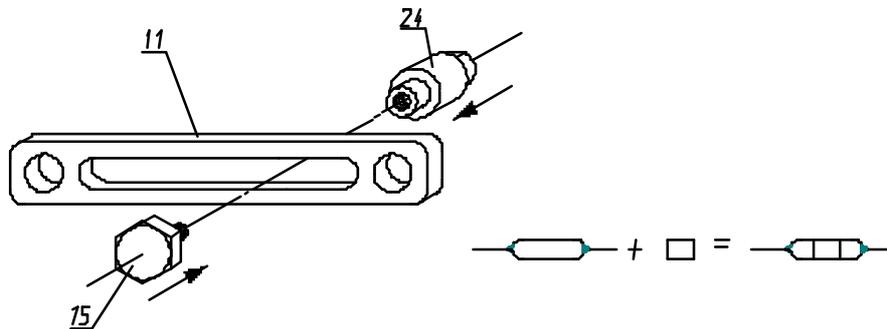


图4-1 移动副的拼接

提示：转滑副轴24#的另一端扁平轴可与其它构件形成转动副。根据拼接的实际需要。

另外一种形成移动副的拼接方式如图4-2所示。选用两根轴（6#或8#），将轴固定在机架上，仍后再将连杆11#的长槽插入两轴的扁平轴颈上，旋入带垫片螺栓15#，则连杆在两轴的支撑下相对机架作往复移动。

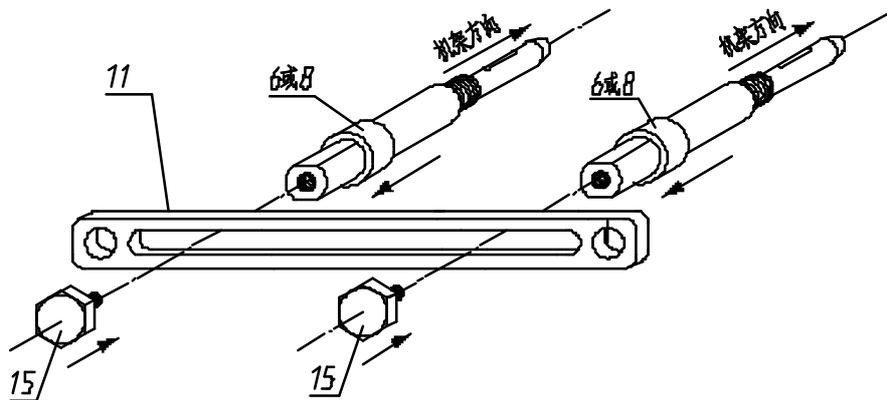


图4-2 移动副的拼接

提示：根据实际拼接的需要，若选用的轴颈较长，此时需选用相应的运动构件层面限位套17#对构件的运动层面进行限位。

5) 转滑副轴与连杆组成转动副和移动副的拼接（图示中的编号与“机构运动方案创新设计实验台零部件清单”序号相同）

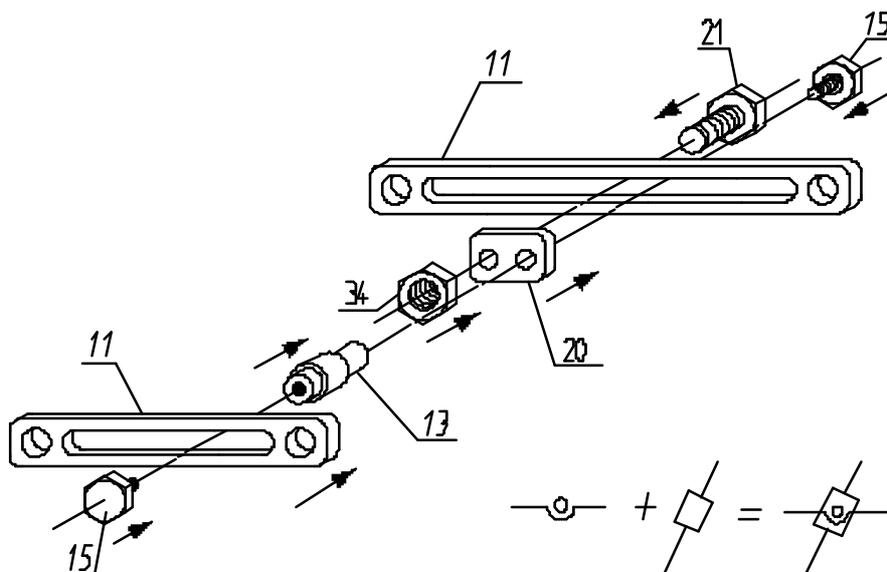


图5 转滑副轴与连杆组成转动副、移动副的拼接

如图5所示的拼接效果是：首先将固定转轴块20#用螺栓、螺母固定在连杆长槽中，在20#、21#的帮助下，转滑副轴13#与连杆11#形成转动副；13#件的另一轴端与另一根连杆在连杆长槽中形成移动副。拼接的具体做法是：首先用螺栓、螺母21#将固定转轴块20#锁定在连杆11#上，再将转动副轴13#的一端穿插20#的圆孔及连杆11#的长槽中，用带垫片的螺栓15#旋入13#的螺孔中，这样13#与11#形成转动副。将13#件另一端轴颈插入另一连杆的长槽中，将15#旋入13#件的螺孔中，这样13#与另一连杆11#形成移动副。

6) 齿轮与轴的拼接（图示中的编号与“机构运动方案创新设计实验台零部件清单”序号相同）

如图6所示，齿轮2#装入轴6#或轴8#时，应紧靠轴（或运动构件层面限位套17#）的根部，以防止造成构件的运动层面距离的累积误差。按图示联接好后，用内六角紧定螺钉将齿轮固定

在轴的上（注意：螺钉应压紧在轴的平面上）。这样，齿轮与轴形成一个构件。

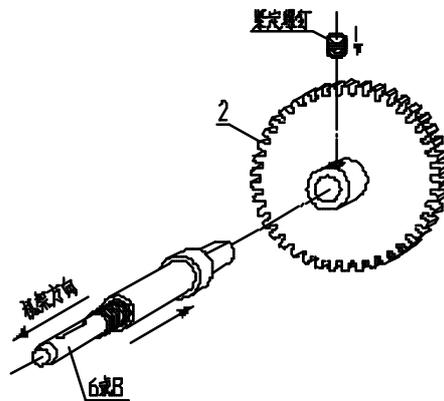


图6 齿轮与轴的拼接图

提示：若不用内六角紧定螺钉将齿轮固定在轴上，欲使齿轮相对轴转动，则选用带垫片螺栓15#旋入轴端面的螺孔内即可。

7) 齿轮与连杆形成转动副的拼接（图示中的编号与“机构运动方案创新设计实验台零部件清单”序号相同）

如图7-1所示拼接，连杆11#与齿轮2#形成转动副。根据所选用盘杆转动轴19#的轴颈长度不同，决定是否需用运动构件层面限位套17#。

若选用轴颈长度L=35mm的盘杆转动轴19#，则可组成双联齿轮，并与连杆形成转动副，参见图7-2所示；若选用L=45mm的盘杆转动轴19#，同样可以组成双联齿轮，与前者不同是要在盘杆转动轴19#上加装一个运动构件层面限位套17#。

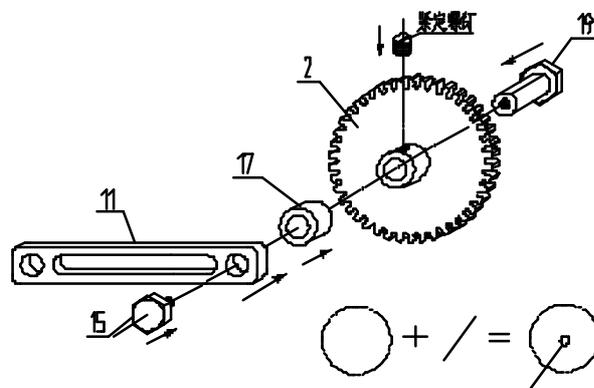


图7-1 齿轮与连杆形成转动副的拼接

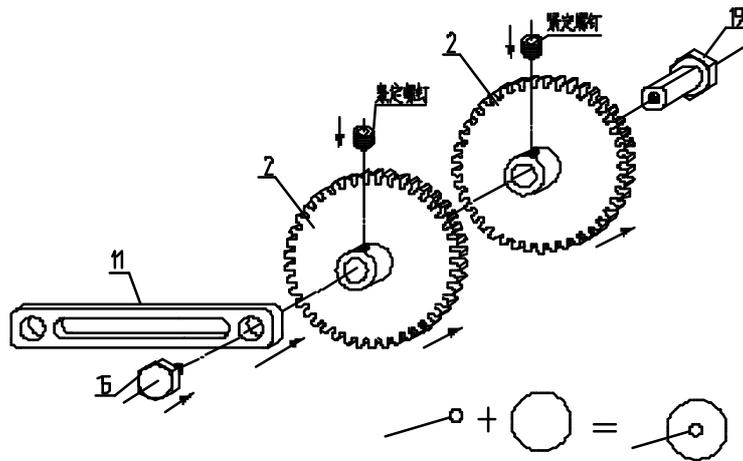


图7-2 齿轮与连杆形成转动副的拼接

8) 齿条护板与齿条、齿条与齿轮的拼接 (图示中的编号与“机构运动方案创新设计实验台零部件清单”序号相同)

如图8所示, 当齿轮相对齿条啮合时, 若不使用齿条导向板, 则齿轮在运动时会脱离齿条。为避免此种情况发生, 在拼接齿轮与齿条啮合运动方案时, 需先选用两根齿条导向板23#和螺栓螺母21#按图示方法进行拼接, 仍后再将齿轮与齿条进行啮合拼接。

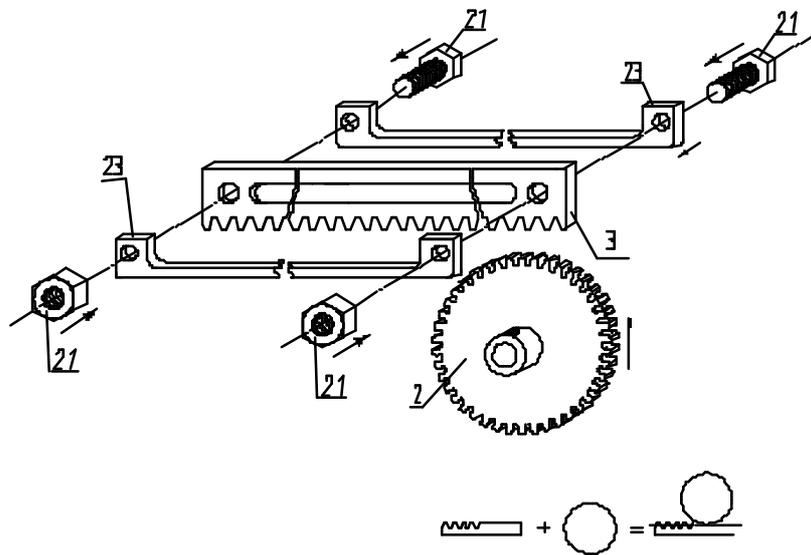


图8 齿轮护板与齿条、齿条与齿轮的拼接

9) 凸轮与轴的拼接 (图示中的编号与“机构运动方案创新设计实验台零部件清单”序号相同)

按图9所示拼接好后, 凸轮1#与轴6或8#形成一个构件。

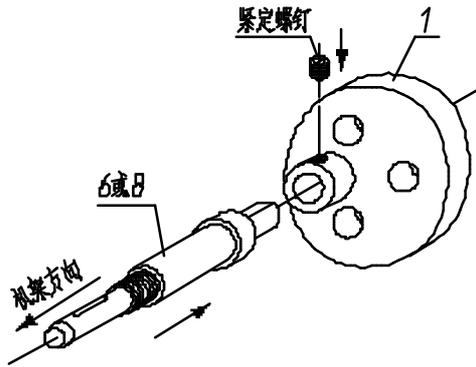


图9 凸轮与轴的拼接

若不用内六角紧定螺钉将凸轮固定在轴的上，而选用带垫片螺栓15#旋入轴端面的螺孔内，则凸轮相对轴转动。

#### 10) 凸轮高副的拼接 (图示中的编号与“机构运动方案创新设计实验台零部件清单”序号相同)

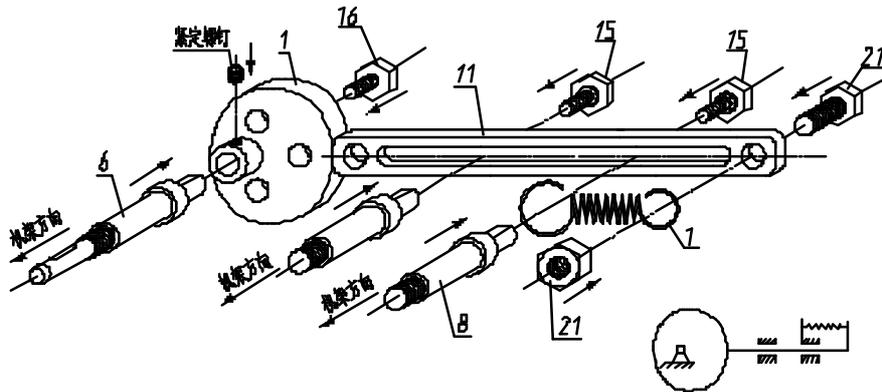


图10 凸轮高副的拼接

首先将轴6#或8#与机架相连。然后分别将凸轮1#、从动件连杆11#拼接到相应的轴上去。用内六角螺钉将凸轮紧定在6#轴上，凸轮1#与6#轴形成一个运动构件；将带垫片螺栓15#旋入8#轴端面的螺孔中，连杆11#相对8#轴作往复移动。高副锁紧弹簧的小耳环用21#件固定在从动杆连杆上，大耳环的安装方式可根据拼接情况自定，必须注意弹簧的大耳环安装好后，弹簧不能随运动构件转动，否则弹簧会被缠绕在转轴上而不能工作。

提示：用于支撑连杆的两轴间的距离应与连杆的移动距离（凸轮的最大升程为30mm）相匹配。欲使凸轮相对轴的安装更牢固，还可在轴端面的内螺孔中加装压紧螺栓15#。

#### 11) 曲柄双连杆部件的使用

曲柄双连杆部件22#是由一个偏心轮和一个活动圆环组合而成。在拼接类似蒸汽机机构运动方案时，需要用到曲柄双连杆部件，否则构件的运动会产生干涉。欲将一根连杆与偏心轮形成同一构件，可将该连杆与偏心轮固定在同一根6#或8#轴上，此时该连杆相当于机构运动简图中的AB杆。

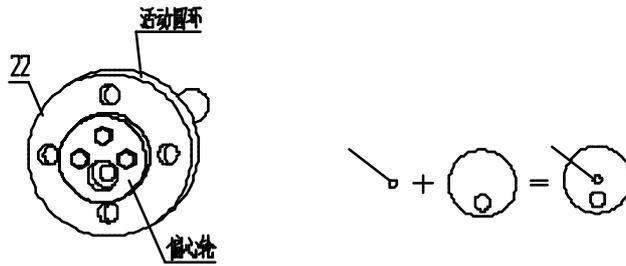


图11 曲柄双连杆部件的使用

12) 滑块导向杆相对机架的拼接 (图示中的编号与“机构运动方案创新设计实验台零部件清单”序号相同)

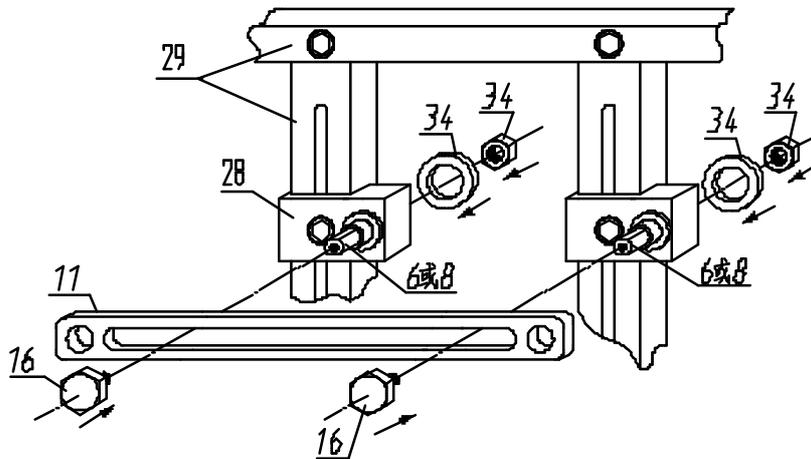


图12 滑块导向杆相对机架的拼接

如图12所示,将两根轴8#分别插入滑块28#的轴孔中,并使两根轴的轴颈平面位于同一条水平面上。用平垫片、防脱螺母34#将轴8#固定在机架29#上,将滑块导向杆11#通过压紧螺栓16#固定在6#或8#轴颈上。这样,滑块导向杆11#与机架29#成为一个构件。

## 六 实验报告

3 绘制实际拼装的机构运动方案简图,并在简图中标识实测所得的机构运动学尺寸。简要说明其结构特点、工作原理和可能使用场合。

二、简要说明机构杆组的拆组过程,并画出所拆机构的杆组简图。

三、根据你所拆分的杆组,按不同的顺序排列杆组,可能组合的机构运动方案有哪些?要求用机构运动简图表示出来,就运动传递情况作方案比较,并简要说明之。

四、利用不同的杆组进行机构拼接,得到了哪一些有创意的机构运动方案?用机构运动简图示意创新机构运动方案。

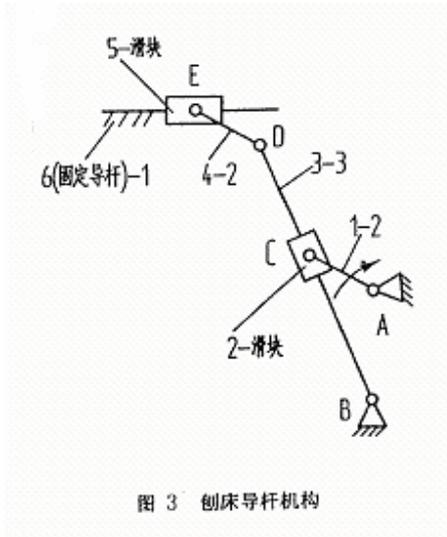


图 3 刨床导杆机构

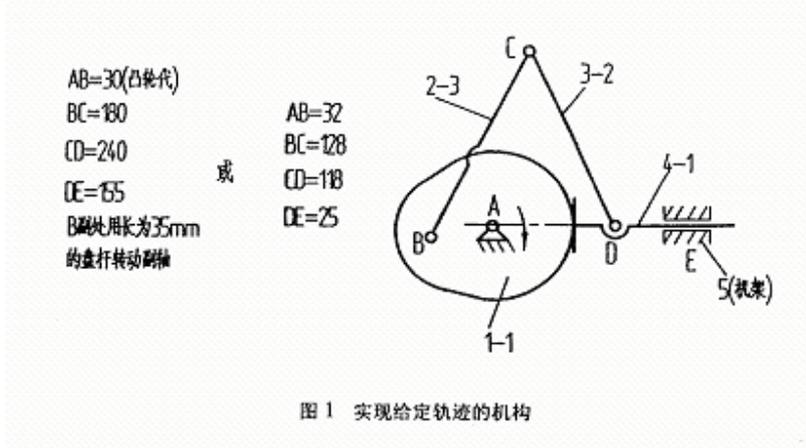


图 1 实现给定轨迹的机构

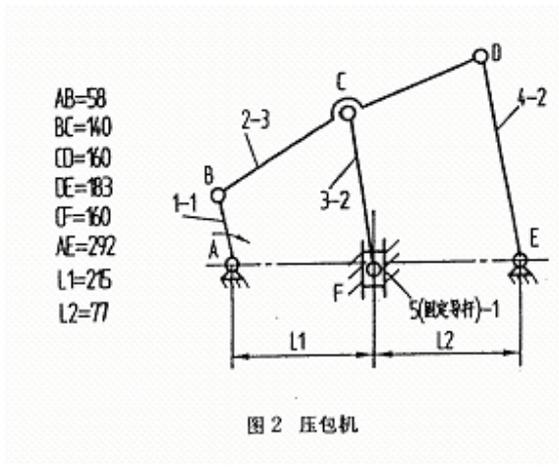
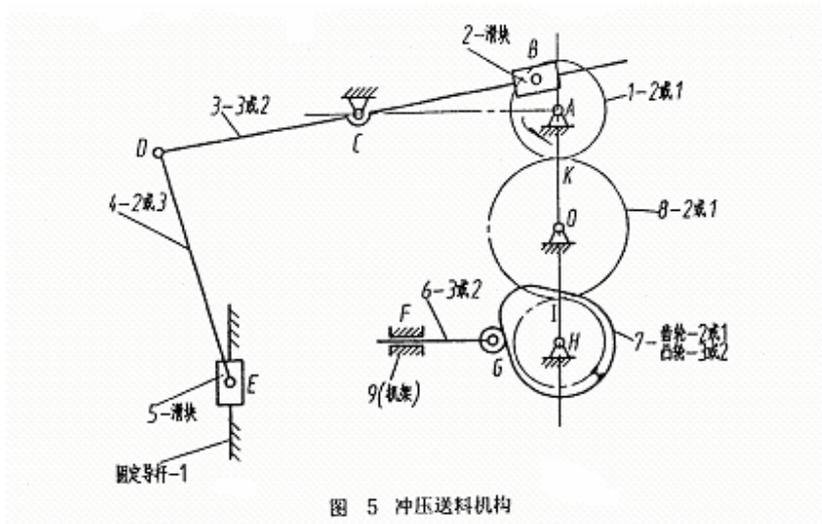
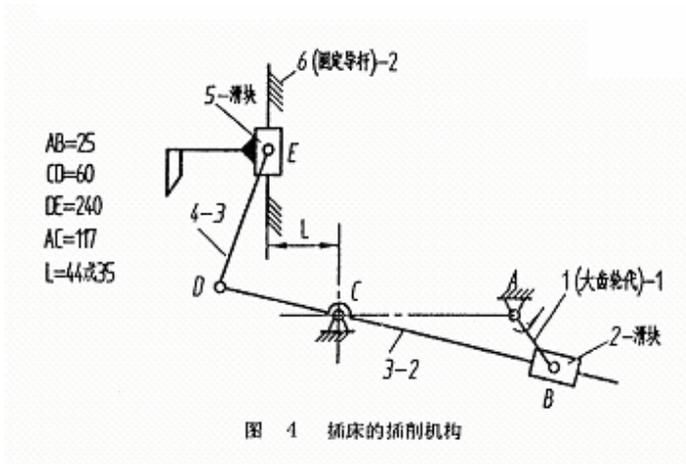
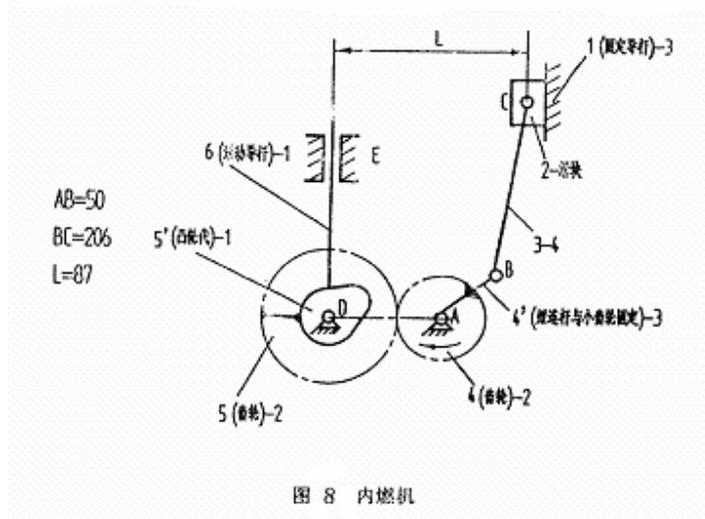
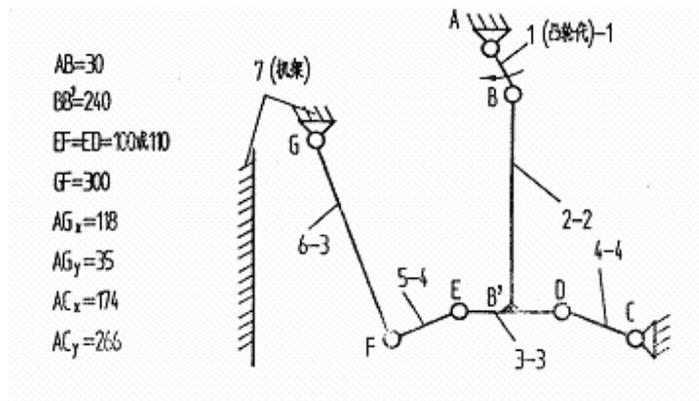
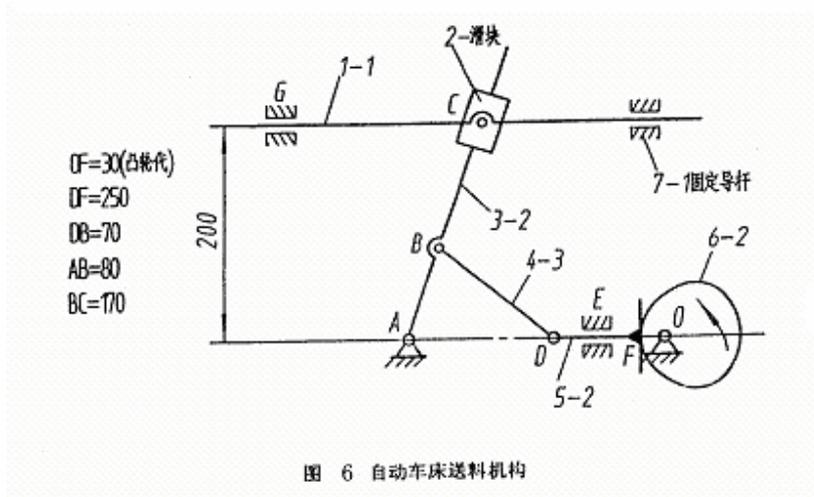


图 2 压包机





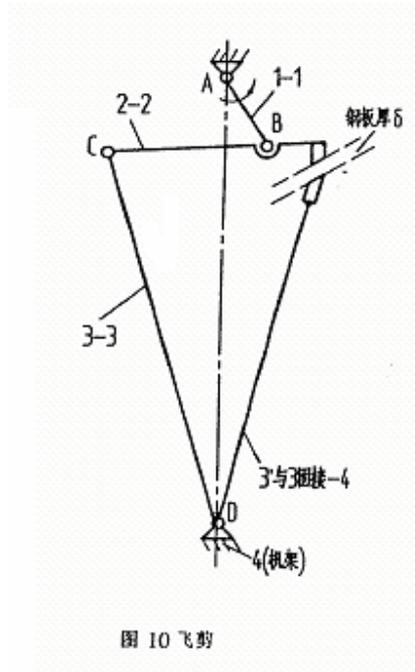


图 10 飞豹

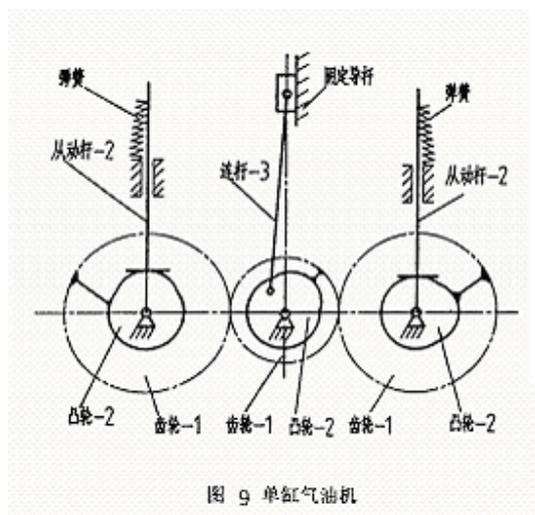
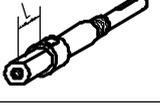
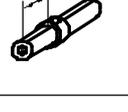
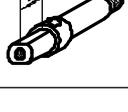
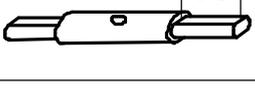
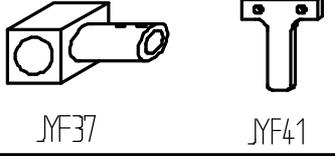
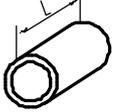
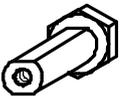


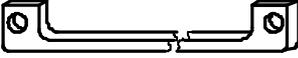
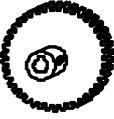
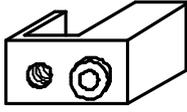
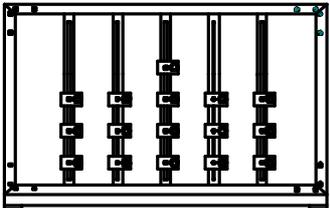
图 9 单缸汽油机

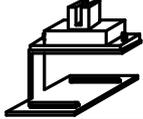
$AB=32$   
 $BC=60$   
 $CD=170$   
 $AD=200$   
 或  
 $AB=35$   
 $BC=170$   
 $CD=155$   
 $AD=220$

## 机构运动方案创新设计实验台零部件清单

序号	名称	图示及图号	规格	数量	使用说明 钢印号
1	凸轮 高副锁紧弹簧	 JYF10 JYF19	推程 30mm 回程 30mm	各4	凸轮推、回程均为正弦加速度运动规律 配有M6内六角平端紧定螺钉四个 1
2	齿轮	 JYF8 JYF7	标准直齿轮 Z=34 Z=42	4 4	配有M6内六角平端紧定螺钉八个 2-1 2-2
3	齿条	 JYF9	标准直齿条	4	3
4	槽轮拨盘	 JYF11-2		1	配有M6内六角平端紧定螺钉一个 4
5	槽轮	 JYF11-1	四槽	1	配有M6内六角平端紧定螺钉一个 5
6	主动轴	 JYF5	5mm 20mm L=35mm 50mm 65mm	4 4 4 4 2	6-1 6-2 6-3 6-4 6-5
7	转动副轴(或滑块)-3	 JYF25	5mm L=15mm 30mm	6 4 3	7-1 7-2 7-3
8	扁头轴	 JYF6-2	5mm 20mm L=35mm 50mm 65mm	16 12 12 10 8	8-1 8-2 8-3 8-4 8-5
9	主动滑块插件	 JYF42	L=30mm 45mm	1 1	与主动滑块座固连,作为输入直线往复运动的主动构件 9-1 9-2
10	主动滑块座 光槽片	 JYF37 JYF41		各1	光槽片已与主动滑块座固连;主动滑块座用M6的螺钉与直线电机齿条固连,配M6内六角平端紧定螺钉二个,配M6X10内六角螺钉四个。 10

序号	名称	图示及图号	规格	数量	使用说明 钢印号 钢号尾数对应于使用层数
11	连杆(或滑块导向杆)	 JYF16	L=50mm L=100mm L=150mm L=200mm L=250mm L=300mm L=350mm	8 8 8 8 8 8 8	11-1 11-2 11-3 11-4 11-5 11-6 11-7
12	压紧连杆用特制垫片	 JYF23	Φ6.5	16	将连杆固定在主动轴或固定轴上使用 12
13	转滑副轴(或滑块)-2	 JYF20	L=5mm L=20mm	各8	与20号件配合,可与连杆在固定位置形成转动副 13-1 13-2
14	转动副轴(或滑块)-1	 JYF12-1		16	两构件形成转动副时用作滑块时用 14
15	带垫片螺栓	 JYF14	M6	48	用于加长转动副轴或固定轴的轴长 15
16	压紧螺栓	 JYF13	M6	48	与转动副轴或固定轴配合 16
17	运动构件层面限位套	 JYF15	5mm 15mm L=30mm 45mm 60mm	35 40 20 20 10	17-1 17-2 17-3 17-4 17-5
18	电机皮带轮 主动轴皮带轮 皮带涨紧轮	 JYF36 JYF45 JYF27		3 3 6	电机皮带轮已安装在旋转电机轴上 18-1 18-2
19	盘杆转动轴	 JYF24	20mm L=35mm 45mm	6 6 4	盘类零件与连杆形成转动副时用 19-1 19-2 19-3
20	固定转轴块	 JYF22		8	与13号件配合 20

序号	名称	图示及图号	规格	数量	使用说明 钢印号 钢号尾数对应于使用层面数
21	螺栓 特制螺母	 JYF21	M10	各10	用于两连杆的联接 固定形成凸轮高副的弹簧 21
22	曲柄双连杆部件	 JYF17	组合件	4	配有M6内六角平端紧定 螺钉四个 22
23	齿条导向板	 JYF18		8	配有固联齿条与齿条导向 板的M10螺栓及特制M10 螺母四套 23
24	转滑副轴	 JYF12-2		16	扁头轴与一构件形成转动 副，圆头轴与另一构件形成 滑动副 24
25	与直线电机齿条 啮合的齿轮用轴	 JYF28		1	配有M14螺母一个， 与26号件配用 25
26	与直线电机齿 条啮合的齿轮	 JYF29	Z=51	1	配有M6内六角平端紧定 螺钉一个 与25号件配用 26
27	安装电机座行 程开关座用内 六角螺栓\平垫	标准件	M8X30 Φ8	各20	与T形螺母配用
28	滑块	 JYF33 JYF34		64	已用M6内六角螺 钉联接在立柱上
29	实验台机架	 JYF31		4	机架内可移动立柱5根
30	立柱垫圈	 JYF44	Φ9	40	已用M8内六角螺钉将 立柱垫圈联接在机架上

序号	名称	图示	规格	数量	使用说明 钢印号 钢号尾数对应于使用层面数
31	锁紧滑块 方螺母	 JYF-46	M6	64	已与滑块相连
32	T形螺母	 JYF-43		20	凸台卡在机架的长槽内， 可轻松用螺栓固定电机座
33	平键		C3X20 C4X30	24 4	主动轴与皮带轮的连接 与直线电机齿条啮合 的齿轮与其轴的连接
34	平垫片 防脱螺母		Φ16 M12X1	20 76	使轴相对机架不转动时用 防止轴从机架上脱出
35	旋转电机座	 JYF-38		3	已与电机相连
36	直线电机座	 JYF-39		1	已与电机相连
37	皮带	标准件	O 型 600mm 1000mm	6 3	
38	光槽行程开关	 JYF-40		2	两光槽开关的安装间距 即为直线电机齿条在单 方向上的位移量。
39	直线电机控制器			1	与光槽行程开关配用可 控制直线电机输出轴的 往复运动行程
40	输出轴为往复直 线运动的电机 旋转电机		10mm/s 10r/min	1 3	配光槽行程开关一对
41	使用说明书			1	内附装箱零部件清单
42	工具	活动搬手 内六角搬手	6寸 8寸 BM-3C 5C 6C	各1 各4	