

高等教育自学考试机械制造及其自动化专业

机械设计基础实验指导书

准考证号_____

姓 名_____

总评成绩_____

指导教师_____

完成日期_____

上 海 大 学

2006年3月

实验一 带传动实验

实验目的

1. 利用计算机的人机交互功能，使学生可在软件界面说明文件的指导下，独立自主地进行实验，培养学生的动手能力；
2. 观察带传动的弹性滑动和打滑现象；
3. 了解带的初拉力、带速等的改变对带传动能力的影响，测绘出带的传动效率和弹性滑动曲线；
4. 掌握转速、扭矩、转速差及效率的测量方法。

二、实验设备和工作原理

1. 实验设备

(1) 结构及工作原理

实验台结构如下图所示：

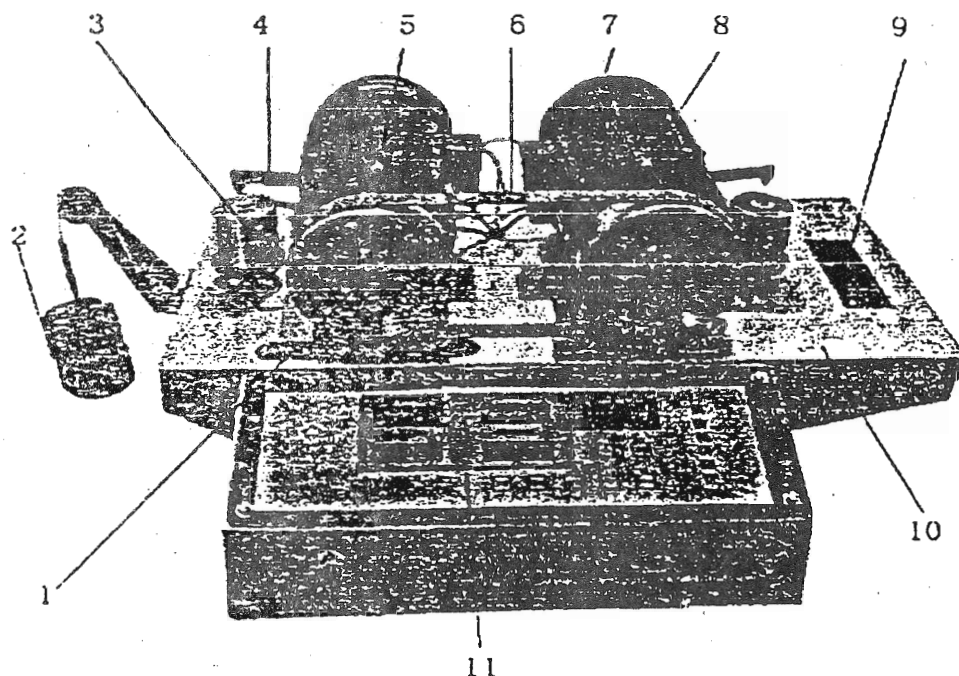


图1 皮带传动实验台主要结构图

- | | | | | |
|----------|-----------|--------|----------|----------|
| 1. 机移动底板 | 2. 砝码 | 3. 传感器 | 4. 弹性油力杆 | 5. 主动电动机 |
| 6. 平皮带 | 7. 光电测速装置 | 8. 发电机 | 9. 电子加载 | 10. 机壳 |
| 11. 操纵面板 | | | | |

该设备采用电机测量控制，直流电机无级调速。皮带轮转速和扭矩加载参数可直接在面板上准确读取，通过 RS-232 接口将所测参数输出到计算机中进行测试分析，也可脱机（不需计算机）运行，人工记录进行测试分析。

该实验台主要由两个直流电机组成，其中一个为主动电机 5；另一个为从动电机 8，作发电机使用，其电枢绕组两端接上灯泡负载 9。主动电机固定在一个以水平方向移动的底板 1 上，与发电机由一根平皮带 6 连接。在与滑动底板相连的砝码架上加上砝码，即可拉紧皮带 6。

电机定子未固定，可转动，其外壳上装有测力杆，支点压在压力传感器上，通过计算即可得到电动机和发电机的转矩。

两电机后端装有光电测速装置和测速转盘，所测转速在面板上各自的数码管上显示。

(2) 电气装置工作原理

皮带传动实验台机板布置:

- 1.开关
- 2.转速调节
- 3.电动机扭矩显示
- 4.发电机扭矩显示
- 5.负载功率显示
- 6.电动机转速显示
- 7.发电机转速显示
- 8.加载装置(实验之前,对照实物,了解这些内容)

该仪器主要由两部分组成:一部分为单电机测量控制部分,主要负责转速、扭矩、发电机负载的测量控制,所测参数送到面板上显示,同时,通过 RS-232 接口将所测参数送到上位机(计算机)进行测试分析。通过面板上的“△”“▽”两个按钮,也可以通过上位机(每按一次,负载改变 10W)对发电机负载进行控制。另一部分由根据脉宽调制(PWM)设计的直流电机调速电源通过面板上的“调速”旋钮调节主电机的转速。通过皮带的作用,同进改变了发电机的转速,使发电机输出不同的功率。发电机端装有 320W 灯泡负载,改变加载量即可改变负载量。

(3) 带传动的滑动系数的效率

$$\text{滑动系数 } \varepsilon = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \times 100\%$$

$$\text{带传动效率 } \eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2 \times n_2}{T_1 \times n_1} \times 100\%$$

随着负载的改变, T_1 、 T_2 、 $\Delta n = n_1 - n_2$ 的值也改变,这样可获得一组 ε 和 η 值,然后可绘出滑动曲线和效率曲线。

三、实验内容

1.皮带传动滑动曲线和效率曲线的测量绘测:该实验装置采用压力传感器和 A/D 采集并转换成主动带轮和从动带轮的驱动力和阻力矩数据,采用角位移传感器和 A/D 采集并转换成主、从动带轮转数。最后输入计算机进行处理,作出滑动曲线和效率曲线。使学生了解带传动的弹性滑动和打滑对传动效率的影响。

2.皮带传动运动模拟:该实验装置配置的计算机软件,在输入实测主、从动轮的转数后,通过数模计算作出带传动运动的模拟,可清楚观察带传动的弹性滑动和打滑现象。

四、实验步骤

1.打开计算机,单击“皮带传动”图标,进入皮带传动的封面。单击左键,进入皮带传动实验说明界面。

2.在皮带传动实验说明界面下方单击“实验”键,进入皮带传动实验分析界面。

3.启动实验台的电动机,缓慢转动调速按钮,使带轮转速达到 1000~1200RPM 之间,待皮带传动平衡后,可进行皮带传动实验。

4.在皮带传动实验分析界面下方单击“运动模拟”键,观察皮带传动的运动和弹性滑动及打滑现象。单击“稳定测试”键,稳定记录时显示的皮带传动的实测结果。单击“实测曲

线”键，显示皮带传动滑动曲线和效率曲线。

5.如果要打印皮带传动滑动曲线和效率曲线，在该界面下方单击“打印”键，打印机自动打印出皮带传动的滑动曲线和效率曲线。

6.如果实验结束，单击“退出”，返回 Windows 界面。

五、操作注意事项

1. 通电前的准备

- a. 面板上调速旋钮逆时针旋到底（转速最低）位置，连接地线。
- b. 加上一定的砝码使皮带张紧。
- c. 断开发电机所有负载。

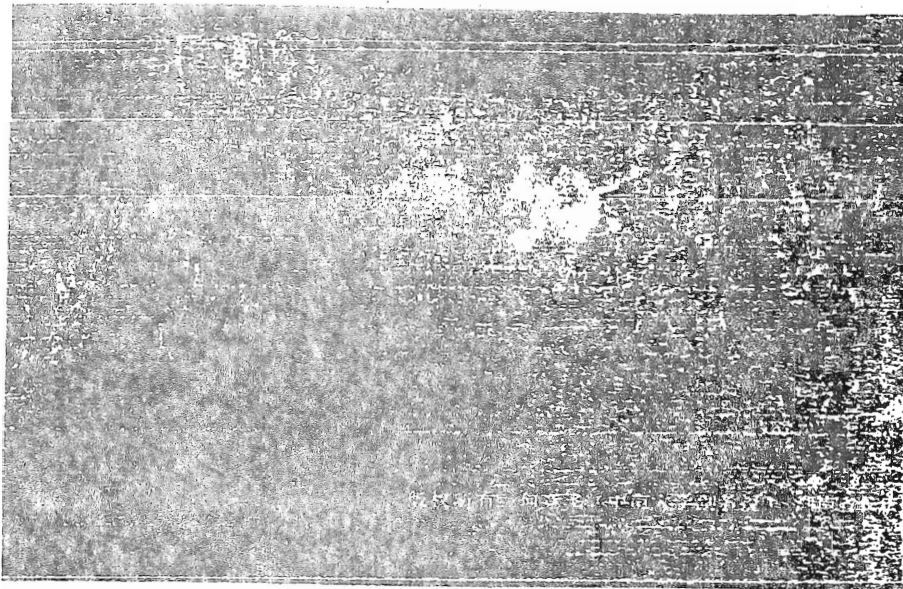
2.通电后，电动机和发电机转速显示的四位数码管亮。

3.调节调速旋钮，使电动机和发电机有一定的转速，测速电路可同时测出它们的转速，调速时必须缓慢转动调速开关。

附件：

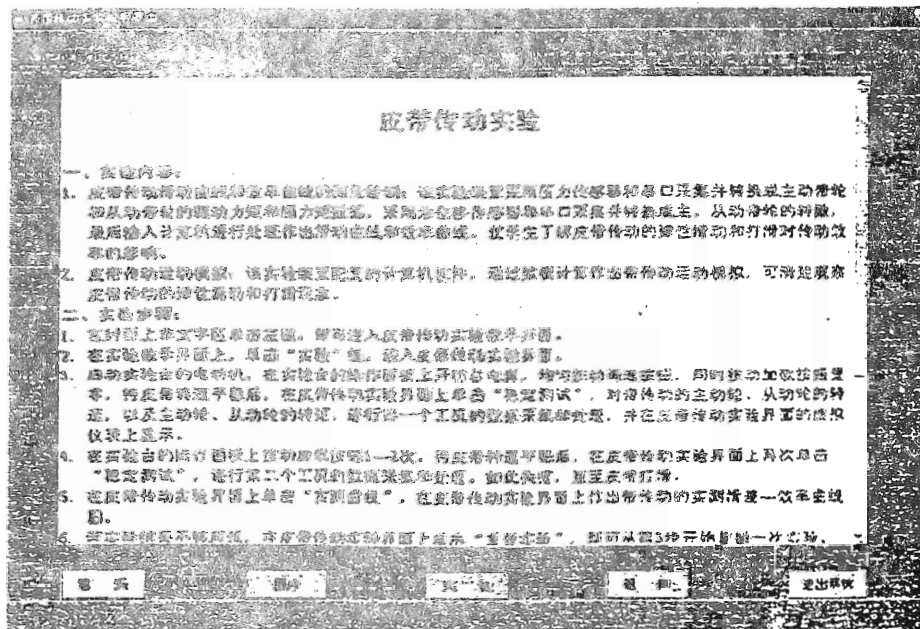
软件界面操作说明

1. 皮带传动实验台软件封面



在封面上非文字区单击左键，即可进入皮带传实验界面

2. 皮带传动实验说明界面



各控制键说明如下：

[实验]：单击此键，进入皮带传动实验分析界面。

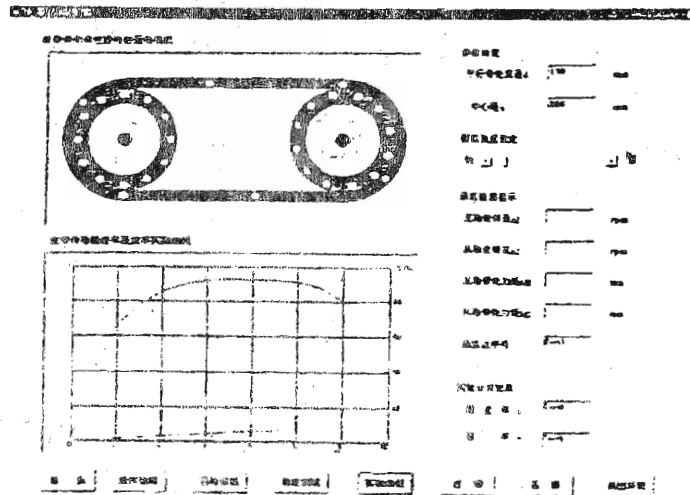
[关闭音乐]：单击此键，音乐关闭，同时 [关闭音乐] 变为 [打开音乐] 打开；反之，单击 [打开音乐]，音乐打开，[打开音乐] 变为 [关闭音乐]

[实验简介]：单击此键，弹出皮带传动实验说明框。

[返回]：单击此键，返回皮带传动实验台软件封面。

[退出]: 单击此键, 结束程序的运行, 返回 Windows 界面。

3. 皮带传动实验分析界面



各控制键说明如下:

[运动模拟]: 单击此键, 可以清楚观察皮带传动的运动和弹性滑动及打滑现象。

[稳定测试]: 单击此键, 稳定记录实时现示的皮带传动的实测结果。

[实测曲线]: 单击此键, 显示皮带传动滑动曲线和效率曲线。

[关闭音乐]: 单击此键, 音乐关闭, 同时 [关闭音乐] 变为 [打开音乐]: 反之单击 [打开音乐], 音乐打开, [打开音乐] 变为 [关闭音乐]。

[操作说明]: 单击此键, 弹出皮带传动实验说明框。

[打印]: 单击此键, 弹出打印对话框, 将皮带传动滑动曲线和效率曲线打印出来或保存为文件。

[返回]: 单击此键, 皮带传动实验说明界面。

[退出系统]: 单击此键, 结束程序的运行, 返回 Windows 界面。

带传动实验报告

班级：_____ 姓名：_____

准考证号：_____ 日期：_____

任课教师：_____

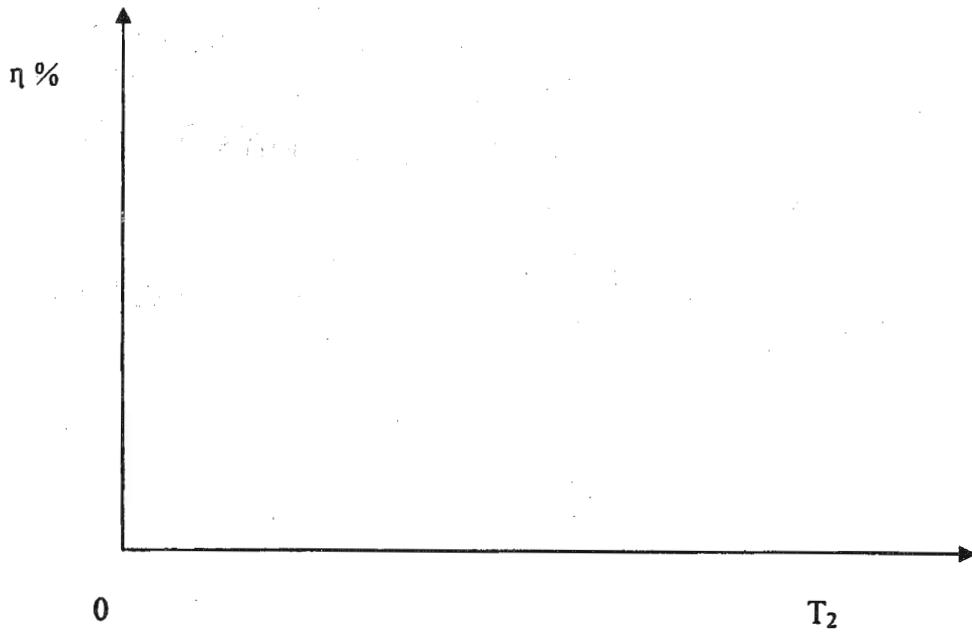
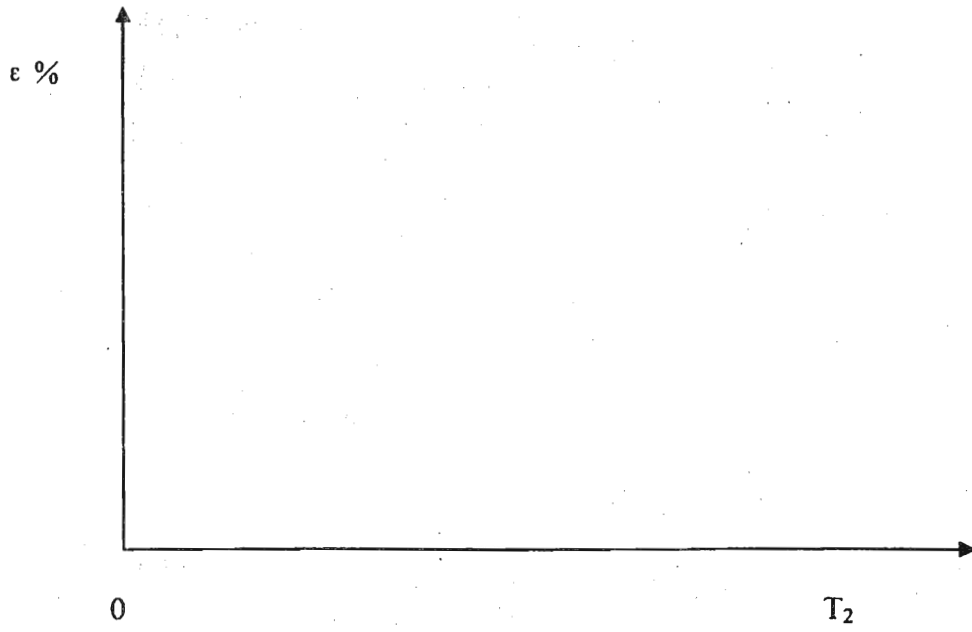
一、 已知条件：

带轮包角 α	带轮直径 $D_1、D_2$ (mm)	中心距 a (mm)	平带截面积 A (mm ²)	初拉力 $2F_0$

二、 实验数据记录表

负载		0	1	2	3	4	5	6	7
转速	n ₁								
	n ₂								
转矩	T ₁								
	T ₂								
滑动系数 ε									
传动效率 η									

三、 绘制弹性滑动曲线和传动效率曲线



四、 结论

实验二 机构运动简图的测绘

一、实验目的

在进行机构的分析和综合时，为了突出表达机构的运动特征、揭开其组成零件的实际结构形状，用简单的线条和规定的符号表示机构各构件的联接方式相对的运动关系，这种示意图称为机构运动简图，见附录 2。本实验的目的是通过对一些机构实特或模型的运动简图测绘掌握下列两方面内容：

- (一) 机构运动简图的测绘方法；
- (二) 机构自由度的计算方法，并与实际情况比较。

二、机构运动简图的测绘示例

图 1 (a) 表示一偏心轮机构，试绘出其机构运动简图，并计算出自由度

(一) 机构简图测绘步骤

1. 认清构件数目

转动手柄，使机构运动，注意观察机构中哪些构件是运动构件，哪些构件是固定构件，并逐一标注构件号码，如：1—机构，2—手柄及偏心轮，3—连杆，4—活塞。

2. 判断各构件间的运动副性质

反复转动手柄，判定构件 2 与构件 1 的相对运动是绕轴 A 转动，故 2 与 1 在 A 点组成转动副，构件 3 与 2 的相对运动是绕偏心轮 2 的圆心 B 点转动，故 3 与 2 组成转动副，转动副的中心在 B 点，构件 4 与 3 绕销 3 相对转动，故 4 与 3 在 C 点组成转动副，构件 4 沿 1 的水平方向 X-X 相对移动，故 4 与 1 组成方位线为 X-X 的移动副。

3. 画出运动副和构件符号

对于只带有转动副的构件，不管其实际形状如何，都只用电荷转动副中心之间的连线来代表，例如 AB 代表构件 2，BC 代表构件 3。

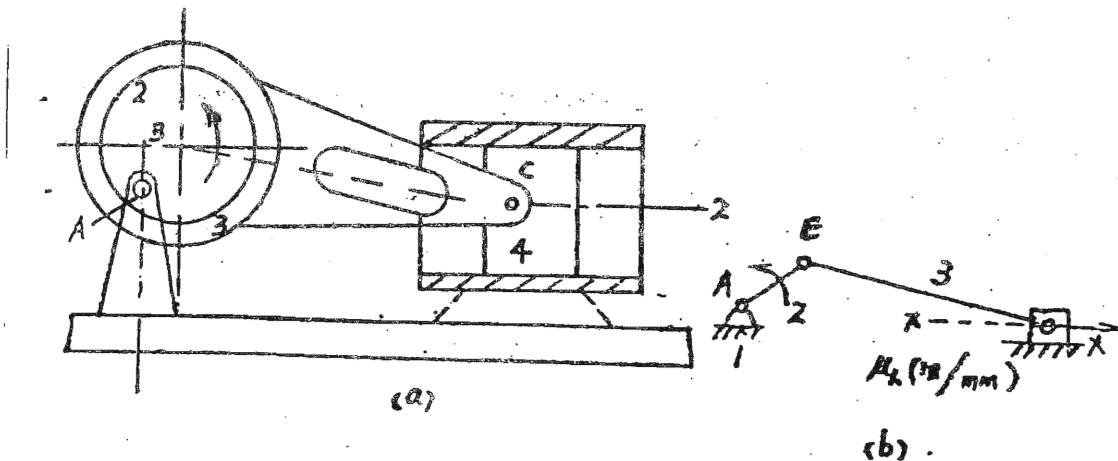


图 1

对于组成移动副的构件，不管其截面形状如何，总用滑块表示，例如滑块 4 代表构件 4，并通过滑块上转动副 C 的中心画出中心线 X—X 代表 4 与 1 相对移动的方向线。

机架打斜线表示，以便与运动构件区别，如构件 1。

原动件上打箭头表示，以便与从动件区别，如构件 2。

4. 画机构示意图

将机构放在合适的位置(不要放在特殊位置上)，使它的每一个构件和运动副都清晰可见，然后大致成比例地画出机构图形，这种图形称为机构示意图。

5. 测量构件尺寸，并按比例绘制机构运动简图

为了搞清楚与运动有关的结构参数，测量 AB 杆和 BC 杆的长度以及滑块 4 移动方向 X—X 至转动副 A 的距离。选择适当的长度比例尺 μ_L (m/mm)

$$\mu_L = \frac{\text{构件的实际长度 (m)}}{\text{简图上所画的构件长度 (mm)}}$$

按比例画出机构运动简图，如图 1 (b) 所示。

有时，只要了解机构运动特征而不需进行定量分析时，可不一定按比例绘制机构运动简图，只需画出机械示意图即可。

(二) 机构自由度计算

1. 计算机构自由度 F

$$\text{自由度公式} \quad F = 3n - 2P_L - P_H$$

n —— 运动构件数；

P_L —— (转动副和移动副) 低副数；

P_H —— 高副数。

在本机构中， $n=3$ (构件 2、3 和 4 是运动构件)， $P_L=4$ (转动副 A、B 和 C 以及移动副 D)， $P_H=0$ ，代入上式得

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1$$

2. 核对计算结果是否正确

根据所算得的自由度 $F=1$ ，给予机构一个原动件——手柄。当手柄转动时，可观察到机构各构件的运动均是确定的，故知计算结果符合实际情况。

三、 实验内容

画出下列机构和模型的机械运动简图

(一) 缝纫机的针头机构；

(二) 牛头刨床机构模型；

(三) 偏心摇杆泵机构；

(四) 偏心导杆机构；

(五) 实验室中陈列的其他机械或模型(本项属附加内容，可视具体情况选做)

《机械原理》试验报告

序号	机构名称	机构运动简图	机构自由度
1			
2			
3			
4			

《机械原理》试验报告

序号	机构名称	机构运动简图	机构自由度
5			
6			
7			
8			

四、 实验报告：

- (一) 绘出缝纫机针头机构的示意图，度计算自由度；
- (二) 绘出牛头刨床机构的示意图（其中齿轮亦按规定符号画出）并计算出自由度；
- (三) 按比例绘制偏心摇杆泵机构的运动简图，度计算自由度；
- (四) 按比例绘制偏心导杆泵机构的运动简图，并计算自由度。

实验报告格式见附录一

附录一：实验报告格式

《机械原理》实验报告

实验一 机构运动简图的测绘

班级：_____ 姓名：_____ 同组者：_____ 日期：_____

审阅：_____ 日期：_____

序号	机构名称	机构运动简图	机构自由度
1		比例尺： 各杆尺寸：	$n =$ $P_L =$ $P_H =$ $F = 3n - 2P_L - P_H$
2		比例尺： 各杆尺寸：	
3		比例尺： 各杆尺寸：	
4		比例尺： 各杆尺寸：	

附录二 常用运动副的代表符号 (参考 GB138-74)

运动副类型	代表符号	运动副类型	代表符号
与固定支座组成移动副		外啮合圆柱齿轮高副	
与固定支座组成转动副		内啮合圆柱齿轮高副	
两运动构件组成移动副		齿轮齿条啮合高副	
两运动构件组成转动副	 在运动平面内	圆锥齿轮啮合高副	
	 在垂直平面内	蜗杆蜗轮啮合高副	
两构件组成螺旋副	 整体螺母 对开螺母	凸轮高副	
两构件组成球面副		曲面高副	