

南京林业大学自编讲义

机械设计基础实验指导书及报告

华洁 王京 伍根生

机械电子工程学院机械基础实验中心

2021 年 5 月

目录

实验 1 机构运动简图测绘	1
一、实验目的.....	1
二、实验内容.....	1
三、注意事项.....	1
四、实验自备工具.....	1
实验 2 渐开线齿廓的范成原理	2
一、实验目的.....	2
二、实验设备和用具.....	2
三、实验原理.....	2
四、实验内容.....	2
五、实验步骤.....	2
六、思考题.....	3
实验 3 带传动性能实验	4
一、实验目的.....	4
二、实验原理简介.....	4
三、实验参数的测量原理.....	6
四、实验曲线的绘制.....	7
五、测试仪器的使用说明.....	8
六、实验操作步骤.....	9
七、注意事项.....	11
八、测量参数的记录.....	14
实验 4 滑动轴承动力润滑实验	15
一、实验目的.....	15
二、实验台结构及原理说明.....	15
三、实验方法与步骤.....	17
四、实验数据处理.....	20
五、注意事项.....	21
六、思考题.....	21
机构运动简图测绘实验报告.....	23
渐开线齿廓的范成原理实验报告.....	25
带传动性能实验报告.....	27
滑动轴承动力润滑实验报告.....	29

实验 1 机构运动简图测绘

一、实验目的

1. 能够把实际的机械用运动简图的形式表示其运动特性。
2. 掌握平面机构自由度的计算。
3. 掌握一些典型四杆机构的命名。

二、实验内容

1. 转动原动件，使机构运动，观察机构运动传递情况及工作原理；
2. 数出活动构件数目，确定运动副的类别及各类运动副数目（移动副、转动副、高副）；
3. 测量各运动副间相对位置尺寸，选定比例，并在草稿纸上画出机构运动简图。画图时应先画出固定铰链中心点及移动副导轨中心线，然后再画其他运动副位置；
4. 计算机构自由度，若有复合铰链、局部自由度和虚约束需指出，判断机构是否具有确定的运动。

三、注意事项

1. 未听取指导教师讲解前不得擅自操作设备。
2. 每次选取一台模型，保持设备整洁。
3. 防夹伤，遇到问题时，停止操作并报告指导教师。

四、实验自备工具

铅笔、橡皮、小刀、尺子、圆规、草稿纸

实验 2 渐开线齿廓的范成原理

一、实验目的

- 1、掌握用范成法加工渐开线齿廓的切齿原理，观察齿廓的渐开线及过渡曲线的形成过程；
- 2、了解渐开线齿轮产生根切现象和齿顶变尖现象的原因及用变位来避免发生根切的方法；
- 3、分析、比较渐开线标准齿轮和变位齿轮齿形的异同点；

二、实验设备和用具

- 1、齿轮范成仪；
- 2、 $\Phi 220\text{mm}$ 圆形绘图纸一张（标记好圆心）；
- 3、HB 铅笔、橡皮、圆规（带延伸杆）、三角尺、剪刀、计算器。

三、实验原理

四、实验内容

本实验要求完成切制 $m=20\text{mm}$ ， $z=8$ 的标准、正变位 ($x_1=0.5$) 和负变位 ($x_2=-0.5$) 渐开线齿廓，三种齿廓每种都须画出两个完整的齿形，比较这三种齿廓。

五、实验步骤

1.按齿坯制作 $m=20\text{mm}$ 、 $z=8$ 、 $\alpha=20^\circ$ 、 $ha^*=1$ 、 $c^*=0.25$ 、 $x_1=0.5$ 、 $x_2=-0.5$ 分别计算标准、正变位、负变位三种渐开线齿廓的分度圆直径 d ，齿顶圆直径 d_a 、齿根圆直径 d_f 、基圆直径 d_b 和标准齿轮的周节 P 、分度圆齿厚 S 、齿间距 e 。将作为齿坯的圆形绘图纸均分为三个扇形区，分别在三个扇形区内画出三种齿廓的上述四个圆 d 、 d_a 、 d_f 、 d_b 。

2. 绘制标准齿轮齿廓

(1) 将轮坯圆纸安装在范成仪上，使标准齿扇形区正对齿条位置，旋紧螺母用压板 1 压紧圆纸；

(2) 调整齿条刀 3 位置, 使其中线与轮坯分度圆相切, 并将齿条刀 3 与滑板 4 固紧;

(3) 将齿条刀推至一边极限位置, 依次移动齿条刀(单向移动, 每次不超过 1mm), 并依次用铅笔描出刀具刃廓各瞬时位置, 要求绘出两个以上完整齿形;

(4) 测量分度圆齿厚 S 、齿间距 e , 并观察根切现象。

3. 绘制正变位齿轮齿廓

(1) 松动压紧螺母, 转动轮坯圆纸, 将正变位扇区正对齿条位置, 并压紧圆纸;

(2) 将齿条刀 3 中线调整到远离齿坯分度圆 $x_1m=0.5 \times 20=10\text{mm}$ 处, 并将齿条刀 3 与滑板 4 固紧;

(3) 绘制出两个以上完整齿形(重复 2(3)步);

(4) 观察此齿形与标准齿形的区别(齿根、齿跟及分度圆 S 、 e)。

4. 绘制负变位齿轮齿廓

(1) 松动压紧螺母, 转动轮坯圆纸, 将负变位扇区正对齿条位置, 并压紧圆纸;

(2) 将齿条刀 3 中线调整到靠近齿坯圆中心, 距分度圆 $[x_2m]=[-0.5 \times 20]=-10\text{mm}$ 处, 并将齿条刀 3 与滑板 4 固紧;

(3) 绘制出两个以上完整齿形(重复 2(3)步);

(4) 观察此齿形与标准、正变位齿形的区别及根切现象。

六、思考题

1. 用范成法加工齿轮时齿廓曲线是如何形成的?

2. 试比较标准齿轮、正变位齿轮和负变位齿轮的齿形有什么不同, 并分析其原因。

3. 产生根切的原因是什么? 如何避免根切现象?

*4. 分度圆相同、模数不同的两标准齿轮齿形异同点是什么?

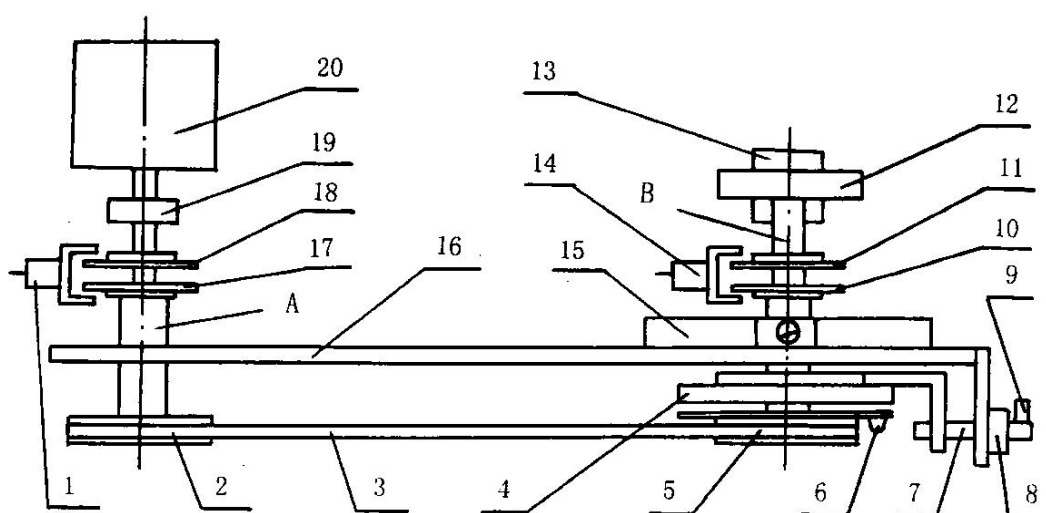
实验3 带传动性能实验

一、实验目的

1. 理解带传动的基本原理，并观察、分析有关带传动的弹性滑动和打滑等重要物理现象；
2. 分析并验证预紧力对带传动工作能力的影响；
3. 理解转速、滑动转速以及转矩的测量原理与方法；
4. 绘制带传动的滑动曲线和传动效率曲线。

二、实验原理简介

如图1所示，两个直径相等的V带带轮，分别安装在皮带传动实验机的固定支座和移动支座上。实验前可通过螺旋调整机构，使移动支座沿滚珠导轨方向左右移动，从而保证安装在主动轮、从动轮上的V带获得所要求的预紧力。



- 1—光电传感器； 2—主动带轮； 3—V带(Z型)； 4—移动支座； 5—从动带轮；
6—闪光灯； 7、8—螺旋调整机构； 9—紧定螺钉； 10、11—信号盘(从动)；
12—加载器； 13—支架； 14—光电传感器； 15—滚珠导轨； 16—固定支座；
17、18—信号盘(主动)；
19—联轴器； 20—微型电动机。

图1 皮带传动实验机的结构简图

电动机通过联轴器和扭力杆(A)驱动主动轮，并通过V带使从动轮、扭力杆(B)一起转动。调节加载器输入电压的大小，就可以改变加载器上的电磁吸力，

从而实现改变 V 带负载的目的。

带传动是依靠 V 带与带轮接触表面间产生的摩擦力来传递运动和动力的。由于工作时 V 带两边的拉力不相等 ($F_1 > F_2$)，这样就使得 V 带在沿带轮接触弧上各个位置，所产生的弹性变形也各不相同，从而使 V 带(弹性元件)在运转过程中，相对于带轮表面必然要产生一定的微量滑动，这就是带传动的弹性滑动现象。其滑动量的大小通常用滑动率 ε %来表示。即：

$$\varepsilon = \frac{v_1 - v_2}{v_1} = \frac{D_1 n_1 - D_2 n_2}{D_1 n_1} \times 100\%$$

当 $D_1 = D_2$ 时，有：

$$\varepsilon = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \times 100\% = \frac{n_0}{n_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中： v_1, v_2 分别为主动轮、从动轮的线速度； D_1, D_2 分别为主动轮、从动轮的基准（计算）直径； n_1, n_2 分别为主动轮、从动轮的转速； n_0 为滑动转速。

显然，实验条件相同且预紧力 F_0 一定时，滑动率 ε 的大小取决于负载的大小， F_1 与 F_2 之间的差值越大，则带传动产生弹性滑动的范围也随之扩大。当 V 带在带轮的整个接触弧上都产生滑动时，这就是带传动的打滑现象。这时，带传动已经不能正常工作，因此，带传动的打滑现象是应该避免的。

带传动的滑动曲线上的临界点(A 或 B)所对应的有效拉力，是带传动在不产生打滑现象时，V 带所能传递的最大有效拉力。通常，我们以临界点为界，将带传动的滑动曲线分为两个区，即弹性滑动区和打滑区(见图 2 所示)。

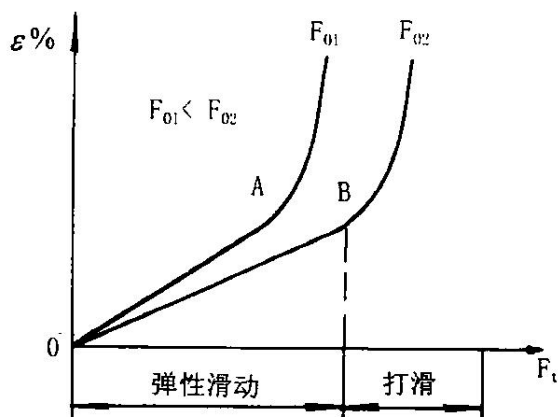


图 2 带传动的滑动曲线图

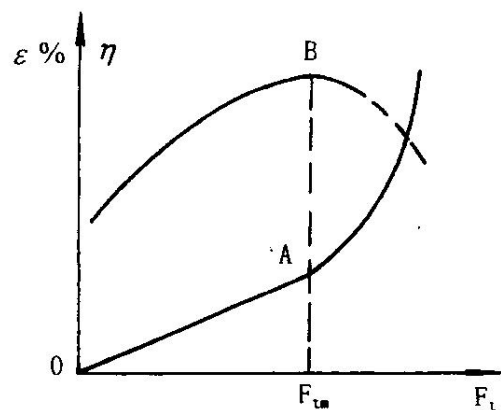


图 3 滑动曲线及效率曲线图

实验证明，在实验条件相同时，不同的预紧力具有不同的滑动曲线。其临界点对应的有效拉力也有所不同。从图 2 可以看出，预紧力增大，其滑动曲线上的临界点所对应的有效拉力 F_t 也随之增加，因此 V 带传递负载的能力也会提高；但预紧力过分增大，势必会对 V 带的疲劳寿命产生不利的影响。

三、实验参数的测量原理

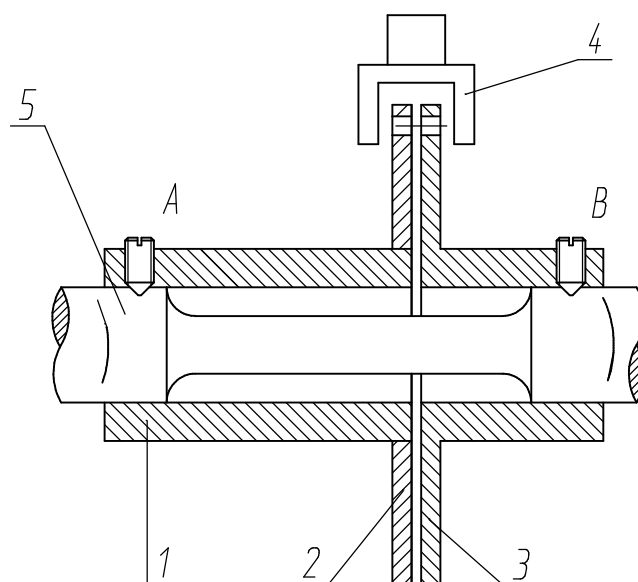
1. 转矩测量

转矩测量方法如图 4 所示。信号盘-1、信号盘-2 均开有弧形通孔，套筒左端固定在扭力杆 A 处，套筒右端与信号盘-1 紧固；信号盘-2 在扭力杆 B 处固定。工作时，随着载荷的增加，扭力杆的扭转角变大，从而使得两个信号盘上的弧形通孔相互重叠的部分增多，也就是通光弧也越长，通过光电传感器和测试仪器进行脉冲的发送、接收与检测，再经过标定量化处理后，即可以测定转矩的大小。

2. 转速(n_1 , n_2)测量

转速的测量也是通过光电传感器和信号盘来进行的，当 2 个信号盘转过一周所需的时间为 T(秒)时，测试仪器可根据公式 (2) 进行计算处理，得到转速：

$$n = \frac{60}{T} \text{ (转/分)} \quad (2)$$



1—套筒；2—信号盘-1；3—信号盘-2；4—光电传感器；5—扭力轴。

图 4 转矩检测原理图

3、滑动转速 n_0 的测量

(1) 闪光测速法

此方法比较直观，便于观察（见图 5）。

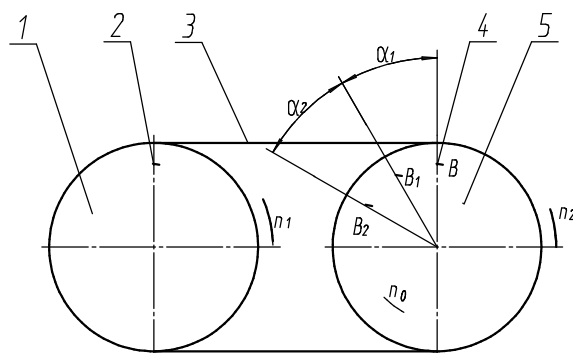


图 5 闪光测速法原理图

从动轮上装有一个闪光灯，当主动轮每转一周时，该闪光灯即闪亮一次。如果带传动没有弹性滑动，即 $n_1 - n_2 = 0$ ($D_1 = D_2$)，可以看到闪光点在某一固定位置(如 B 点)不转动；如果带传动存在弹性滑动，则可以看到闪光点朝着与从动轮旋转方向相反的方向转动，闪光点一分钟内转过的圈数，即为滑动转速 n_0 的数值。

(2) 测试仪器检测

测试仪器根据上述的转速测量方法(见公式(2))，分别测量并计算出 和 的数值，再由公式(3)计算可得 数值，这些数据全部是通过传感器和测试仪器内的计算机软件来完成，并保存在计算机的存储器里。

四、实验曲线的绘制

1. 绘制带传动的滑动曲线

$$n_0 = n_1 - n_2 \quad (3)$$

在主动轮上，以 F_c 代表主动轮转矩，则 F_c 与有效圆周力 F_t 存在以下关系：

$$F_t = \frac{2F_c}{D} \quad (4)$$

$$D = D_1 = D_2 = 92 \text{ mm} ;$$

F_t ——带传动的有效圆周力，单位：N (牛顿)。

在实验数据的处理中，求出不同负载情况下，所对应的 F_t (见公式(4)) 和 $\varepsilon \%$ (见公式(1))，再以 F_t 为横坐标，以 $\varepsilon \%$ 为纵坐标，在坐标纸上作出各 (F_t , $\varepsilon \%$) 的对应点，并把这些点连成一条光滑的滑动曲线。根据其变化趋势，该曲线可分为弹性滑动区和打滑区。从图 2 可以看出，在弹性滑动区内，曲线是近似线性关系，而在打滑区内，则是急剧变化的曲线。两者连接处的切点即为临界点(如图 2 所示)。该点所对应的横坐标，即为带传动在不产生打滑的情况下，所能传递的最大有效圆周力 F_{tm} (即 V 带的最大有效拉力，如图 3 所示)。

2. 绘制带传动的效率曲线

带传动效率的计算公式为：

$$\eta = \frac{n_2 \cdot F_L}{n_1 F_c} = (1 - \varepsilon) \cdot \frac{F_L}{F_c} \quad (5)$$

η ——传动效率；

F_c ——主动带轮转矩，单位：kg · cm；

F_L ——从动带轮转矩，单位：kg · cm；

ε ——滑动率，用 $\varepsilon \%$ 表示；

n_1, n_2, n_0 ——分别为主动轮转速、从动轮转速以及它们的滑动转速，单位：rpm(转/分)。

根据公式(4)和公式(5)分别计算出对应的 F_t 、 η ，然后以 F_t 为横坐标，以 η 为纵坐标，在坐标纸上作出各 (F_t , η) 的对应点，并把这些点连成一条光滑的效率

曲线（如图 3 所示）。注意要排除因外界干扰而出现的异常点。

五、测试仪器的使用说明

1. 数据显示

测试仪器的前面板上，有六位数码显示器分别显示 5 个参数的测量结果，左边的两位数码显示器显示的是参数代码，右边的四位数码显示器显示的是对应参数的实测数值，如主动转速为 n_1XXXX 、从动转速 $n_{11}XXXX$ 、滑动转速为 n_0XXXX ，又如主动轮转矩为 F_CXXXX 、从动轮转矩为 F_LXXXX 等等。

2. 测量单位的指示

测试仪器的前面板上有八个指示灯，每个指示灯都标注有参数的测量单位，如转速的单位为 rpm 转/分，转矩的单位为 $\text{kg} \cdot \text{cm}$ 以及电压的单位为 V 等。测试仪器能够同步显示被测参数的数值和其对应的单位。

3. 按键功能与操作说明

测试仪器的测量功能键共有 9 个，分别标注有“测 n_1 ”、“调测”、“对零”、“测 V”、“实测”、“重显”、“测 n_0 ”、“备用”、“复位”，每个按键都有其特定的组合测显或重显功能，具体说明如下：

“测 n_1 ”键——测显主动轮转速 n_1 的数值。

“调测”键——测显加载电压 E_u 及 n_1 的数值。“调测”键是专门为皮带机对零作准备而设计的操作步骤，只有在这个步骤完成后，皮带机才能开始对零，即按“对零”键。

“对零”键——测显 5 个参数的初始数两遍之后，测试仪器会自动把 2 个转矩参数 F_C 和 F_L 的数值对零。整个对零过程需要 2~3 分钟的时间完成。在对零过程没有完成前，同学们要耐心等待，不要操作测试仪器的任何按键，等整个对零过程完成后，测试仪器的单位指示灯，会自动回到指示灯“V”处，一直亮着但不闪动。测试仪器会自动保存对零数据，对零数据不需要人工记录。

注意：操作“对零”键前，必须先关断皮带机机箱背后面板右边的加载电源开关，再把测试仪器前面板上的，加载电位器（ W_1 ）的旋钮反时针方向转到底（**注意：用力要轻，以免损坏电位器**），使加载电压 $E_u=0$ 伏，在主动轮转速 $n_1=300+10$ 转/分的情况下，按“调测”键，待调测过程完成后，最后才允许操作“对零”键，不能直接按“对零”键来对 2 个转矩 F_C 、 F_L 进行对零。如果加载电压 $E_u \neq 0$ 伏，测试仪器不会执行“对零”键的对零功能。

“测 V”键——测显加载电压 E_u 的数值。

“实测”键——分时测显 n_1 、 n_{11} 、 n_0 、 F_C 、 F_L 5 个参数的数值。

“重显”键——只显示本次“实测”键测量的 5 个参数的数值，但不能显示以前“实测”键测量的 5 个参数的数值。

“测 n_0 ”键——计时测显 n_0 的数值。第一次按此键为开始计时，当闪光点转动一整圈时，立即再按下此键为计时结束，并显示当前的 n_0 数值。如果闪光点不是转一整圈，则按下列公式计算 n_0 的数值， n_0 （**实际值**）= $a^\circ/360^\circ \times n_0$ （**显示值**）， a° 为开始计时到记时结束时闪光点转过的角度。

“备用”键——备用。

“复位”键——能够中止测显过程并为新的测显工作作准备，按“复位”键不会影响实验的测量结果。

注意：每一次按键操作有效后，测试仪器就会执行相应的测量功能，同时被测参数的单位指示灯就会有节奏地、不停地闪动，等到这次按键的全部功能执行完成后，测试仪器的单位指示灯，会自动回到指示灯“V”处，一直亮着但不闪动，这时，才能进行下一步的操作。如果单位指示灯没有回到指示灯“V”处，还在别的单位指示灯上有节奏地、不停地闪动，这说明测试仪器还没有完成相应的测量功能，还要继续执行该测量功能，这时，就不能进行下一步的操作。如果按键后，没有单位指示灯闪动，这说明这次按键操作无效，测试仪器没有执行相应的测量功能，还要继续按键，直到按键有效为止，测试仪器就会自动执行相应的测量功能。

4. 加载电位器

在测试仪器的前面板上，标注有“加载”（即 W_1 处）的电位器为多圈电压调节电位器。顺时针方向转动电位器的旋钮，加载电压 E_u 的数值升高，从动轮的负载增大；反时针方向转动电位器的旋钮，加载电压 E_u 的数值降低，从动轮的负载减小。加载电压 E_u 的调节范围一般在 $0 \sim 30V$ 以内。

5. 测试仪器后面板上电源线、信号线的连接（实验前，指导教师已经连接好了）

(1) 交流电源插座 标有“ $\sim 220V$ ”字符，插座的左边装有熔断器(0.75A)。备有专用的电源线与外接电源插座连接。

(2) 信号插座 用 DB15 信号线的两个插头，分别插入皮带机和测试仪器后面板上的 DB15 插座中，注意插头的梯形方向是否正确。

6. 皮带机后面板上电源线、信号线的连接（实验前，指导教师已经连接好了）

(1) 交流电源插座 标有“ $\sim 220V$ ”字符，插座下方装有熔断器(4.0A)。备有专用的电源线与外接电源插座连接。

(2) 调速电源插座 标有“调速电源”字符，备有专用的四芯插座（缺口朝上），与 1KVA 单相调压器的四芯插头（凸台朝上）连接，并旋紧四芯插头上的锁紧螺母。1KVA 单相调压器的四芯插头有 4 根电线，应按电线上的标记符号，与调压器的接线柱的标记符号一一对应连接（实验前，指导教师已经连接好了）。

(3) 信号插座 用 DB15 信号线的两个插头，分别插入皮带机和测试仪器后面板上的 DB15 插座中，注意插头的梯形方向是否正确。

六、实验操作步骤

1. 全部卸载。实验前，要先将测试仪器前面板上的加载电位器的旋钮，和 1KVA 调压器的调速手轮，反时针方向转到 0V，再分别关断皮带机机箱后面板右边的加载开关，和左边的总电源开关。电动机绝不允许负载启动，否则会因电动机启动电流过大，而烧断熔断器，由于电动机的启动电流比额定工作电流大 6~8 倍，如果调压器的输出电压不是 0V，此时接通皮带机机箱后面板左边的总电源开关，就会因启动电流过大，而烧断熔断器。

表 1 预紧力与加载电压 E_u 的数值参考表

加载次数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
预紧力 $F_o(N)$	预紧格数	加载电压 $E_u(V)$ 的参考值（可以根据实际使用情况重新修订）												

2. **选定预紧力。**实验前,要先顺时针方向转动(从上往下看)紧定螺钉 9(见图 1),松开螺套与拉杆,再顺时针方向转动圆螺母(注意:用右手转动圆螺母的同时,用左手大拇指和中指轻轻振动 Z 型 V 带的上下两边,这样就可以消除滚珠导轨上的滚动摩擦力),使螺套往右边移动,通过螺套内的压缩弹簧,带动拉杆和移动支座沿滚珠导轨方向向右边移动,增大带传动的中心距,V 带和螺套内的压缩弹簧因受力而变形,V 带两边的拉力之和等于压缩弹簧的变形压力。拉杆上的拉杆指针相对于螺套的 0 刻度线,往左边每移动一格,单边 V 带的预紧力 F_0 就增加 3.5N(压簧的刚度为 7N/格),一般选取预紧力 $F_0=1$ 格($F_0 = 3.5\text{N}$)、1.5 格($F_0 = 5.25\text{N}$)或 2 格($F_0 = 7.0\text{N}$)。预紧力 F_0 选定后,反时针方向转动螺套下面的紧定螺钉(从上往下看),把螺套与拉杆锁紧,中途不得随意改变预紧力 F_0 的数值。拉杆指针,即拉杆上的基准线,是距离拉杆右端面有 5mm 的一个圆环。螺套的 0 刻度线,在距离螺套右端面有 5mm 的凸起转折处。

3. **启动。**接通测试仪器后面板上的电源开关,和皮带机机箱背后面板上的总电源开关,它们分别在其背后面板的左边,注意:只有在调压器的输出电压为 0V 时,才能接通皮带机机箱背后的总电源开关。按“测 n_1 ”键后,测试仪器会测显 n_1 的数值,再顺时针方向(从上往下看)转动调压器的调速手轮,调压器的输出电压值从 0V 逐渐增大,皮带机的主动轮立即转动,使 n_1 的数值逐渐上升到 300 ± 10 转/分的范围内。注意:若参数 n_1 的测显结束,则测试仪器的单位指示灯,会自动回到指示灯“V”处,一直亮着但不闪动。如果参数 n_1 的调节还没有到位,则要重复按“测 n_1 ”键,再顺时针方向转动调压器的调速手轮,调压器的输出电压值会逐渐增大,主动轮转速 n_1 的数值也会逐渐升高;或反时针方向转动调压器的调速手轮,调压器的输出电压值会逐渐减小,主动轮转速 n_1 的数值也会逐渐降低。注意:按“测 n_1 ”键和转动调速手轮,这 2 个动作要由 2 个人同时操作,同步进行。等运转平稳后,再进行下面的操作。

4. **对零。**先按“调测”键,测试仪器会测显 E_u 和 n_1 的数值,等这些参数的测显工作完成后,测试仪器的单位指示灯,会自动回到指示灯“V”处,一直亮着但不闪动,再按“对零”键,测试仪器在测显 5 个参数的初始数两遍之后,会自动把 2 个转矩参数 F_c 和 F_L 的数值对零,整个对零过程需要 2~3 分钟的时间完成。在对零过程没有完成前,同学们要耐心等待,不要操作测试仪器的任何按键,等整个对零过程完成后,测试仪器的单位指示灯,会自动回到指示灯“V”处,一直亮着但不闪动。测试仪器会自动保存对零数据,对零数据不需要人工记录。

5. **第一次加载。**先接通皮带机机箱背后面板上右边的加载开关(后面板左边的开关为总电源开关,不能按错)。按“测 V”键后,测试仪器会测显加载电压 E_u 的数值,再顺时针方向转动加载电位器的旋钮(在测试仪器的前面板上),使加载电压 E_u 的数值逐渐增大,并与表 1 中加载电压 E_u 的第一个参考值相近即可,加载电压 E_u 的参考值在测试仪器的机箱上面。注意:若参数 E_u 的测显结束,则测试仪器的单位指示灯,会自动回到指示灯“V”处,一直亮着但不闪动。如果参数 E_u 的调节还没有到位,则要重复按“测 V”键,再顺时针方向转动加载电位器的旋钮,使加载电压 E_u 的数值逐渐增大;或反时针方向转动加载电位器的旋钮,使加载电压 E_u 的数值逐渐减小,重复上述操作,直到加载电压 E_u 的数值,与表 1 中加载电压 E_u 的第一个参考值相近即可。注意:按“测 V”键和转动加载电位器的旋钮,这 2 个动作要由 2 个人同时操作,同步进行。在实验过程中,加载次数不超过 10 次。

6. **第一次升速。**从动轮的负载增加后,电动机的转速 n_1 会下降,按“测 n_1 ”键后,测试仪器会测显主动轮转速 n_1 的数值,再顺时针方向转动调速手轮,使电动机转速 n_1 的数值(也就是主动轮的转速),逐渐上升到 300 ± 10 转/分的范

围内。**注意：**若参数 n_1 的测显结束，则测试仪器的单位指示灯，会自动回到指示灯“V”处，一直亮着但不闪动。如果参数 n_1 的调节还没有到位，则要重复按“测 n_1 ”键，再顺时针方向转动（从上往下看）调压器的调速手轮，调压器的输出电压值会逐渐增大，主动轮转速 n_1 的数值也会逐渐升高；或反时针方向转动（从上往下看）调压器的调速手轮，调压器的输出电压值会逐渐减小，主动轮转速 n_1 的数值也会逐渐降低，重复上述操作，直到参数 n_1 的数值调节到 300 ± 10 转/分的范围内为止。

7. 第一次实测。只有在参数 n_1 的数值调节到 300 ± 10 转/分的范围内时，才能按“实测”键对 5 个参数的数据进行测量。按“实测”键有效后，测试仪器能分时测显 5 个参数的数值（参见 P5（3. 按键功能与操作说明）），在测试仪器显示 5 个参数数值的过程中，学生要把 5 个参数的数据及时记录下来，如果漏掉了参数的数据，可按“重显”键对本次“实测”键所测量的 5 个参数的数据进行重新显示，不需要再按“实测”键重新测量；若发现测量数据有错误，则需要再按“实测”键，重新测量 5 个参数的数据。每一次“加载”、“升速”后都要按“实测”键，测显并人工记录这 5 个参数的数据。

8. 以后按下列步骤顺序循环操作：

(1) 加载。按“测 V”键后，再顺时针方向转动加载电位器的旋钮，使加载电压 E_u 的数值从小到大达到新的参考值（相近即可）（见表 1）。

(2) 升速。按“测 n_1 ”键后，再顺时针方向转动调压器的调速手轮，并使 n_1 的数值上升到 300 ± 10 转/分范围内。

(3) 实测。按“实测”键后，测试仪器会测显 5 个参数的数值，人工记录 5 个参数的数据（若记录跟不上，可按“重显”键对本次“实测”键所测量的 5 个参数的数据进行重新显示）。循环操作“加载”、“升速”与“实测”这三个实验步骤，并记录 8~10 组数据，即所有实验数据的测量、记录工作已经完成。

9. 全部卸载，停机。先逐步卸载，接着缓慢减速，相互交错进行（约 2~3 次），当加载电压 E_u 的数值由高调低到 0V， $n_1 \leq 260$ 转/分时，关断皮带机机箱背后面板右边的**加载开关**，最后再把调压器的调速手轮反时针方向转到 0V，即**全部卸载后才能停机**，关断皮带机机箱背后面板左边的总电源开关，和测试仪器的电源开关。绝不允许皮带机在满载的情况下直接停机，这样操作会烧断皮带机的 2.5A 和 4A 保险管。

10. 实验做完后，必须及时顺时针方向旋松紧定螺钉 9（见图 1）和反时针方向旋松圆螺母，使拉杆指针回到螺套的 0 刻度线处，让 V 带处于完全放松状态。

11. 限位。1. 调压器在 0V 和 250V 刻度处设置了限位装置，调速手轮不能转过此处，否则，该调压器就损坏了；2. 调速手轮只能在 0V~50V 范围内转动调节，不能超出该范围，否则就会损坏调压器，引起人为故障。3. 加载电位器（在测试仪器的前面板上），在 0V 和最大电压值处设置了限位装置，加载电位器的旋钮不能转过此处，否则，该电位器就损坏了。

七、注意事项

1. 皮带机接通电源前，先检查测试仪器和皮带机机箱背后面板上对应的电源线，及信号线插座之间的连接线是否正确（**实验前，指导教师已经连接好了**），加载电位器的旋钮和调速手轮是否反时针方向转到底了（**注意：不要用力太猛而损坏电位器和调压器**），待确认无误后，方可接通测试仪器的电源开关和皮带机的总电源开关。

2. 加载电位器和调压器，在数值最小或最大处都设置了限位装置，旋钮不能转

过此处，否则电位器和调压器就损坏了，必须更换新的电位器和调压器后，皮带传动实验机才能正常工作。

3. 预紧力格数是指拉杆上的基准线（即拉杆指针），相对于螺套的 0 刻度线（0 刻度线在螺套右边的凸起转折处）往左边移动的刻度数。预紧力的 0 点位置是拉杆的基准线与螺套的 0 刻度线对齐处，拉杆指针相对于螺套的 0 刻度线，往左边每增加一格，则预紧力增大 3.5N。

4. 预紧力 F_0 表示单边 V 带的预紧力；即 $F_0 = \frac{7 \times \text{格数}}{2} (N)$ 。

5. 在皮带机机箱的顶盖内部装有散热用的风机，在顶盖上风机的进风口处，不能摆放书本和其他物品，以免堵住风机的进风口，否则，皮带机中的电动机、加载器和调速电路的元器件，将有可能因为散热不畅而出现故障。

6. 要用单个手指按动按键，这样可以保证每次只会按下一个按键，如果用 2 个手指同时按动按键，就有可能同时按下了 2 个按键，这样肯定会造成测试仪器的数据测量错误。**要注意按键要轻，不能用力太猛，以免损坏按键。**

7. 当加载电压 E_u 的调节量过大需要减小，或者，需要降低加载电压 E_u 的数值，减小载荷时，必须先将加载电压 E_u 的数值，下降到预定参考值以下 1~2V，并保持 5~8 秒左右的等待时间，再将加载电压 E_u 上调到位，这样可以减少加载器的磁滞对载荷大小的影响。

8. 带传动在接近完全打滑，或从动轮处于爬行状态时，皮带机承受的负载很大，此时，调节、测量及运行等待的时间不宜太长，以免发生故障。

9. 在实验过程中，**加载次数不超过 10 次**。带传动工作接近临界点，或进入打滑区时，应注意往后每次加载的载荷不宜过大；当 V 带的紧边和松边出现明显的差别，且滑动转速 n_0 达到 10 转/分左右时（在 $n_1=300+10$ 转/分的情况下），实验就可以结束了。

10. 在实验的最后阶段，由于负载很大，若出现皮带轮有时候转动有时候停止时，测试仪器测量的数据误差较大，不能采用该实验数据。实际上，实验过程此时已经全部完成了，要马上操作“全部卸载，停机”的步骤。

11. 每次做完实验后，要马上操作“全部卸载，停机”的步骤，关断皮带机机箱背后的加载开关和总电源开关，以及测试仪器的电源开关。如果不关断皮带机机箱背后的总电源开关，电动机的励磁线圈还在通电，电动机还会发热。相邻两个班组的实验间隔时间应不少于 30 分钟，让皮带传动实验机充分散热，以免发生故障。

12. 皮带机在使用过程中，如果出现如下异常情况，如有烧焦的气味，电动机转速下降很快，或者停止转动，电动机、调压器、加载器发热太大等现象，这说明皮带机出现了故障，应该立即关断皮带机机箱背面板上的，总电源开关和加载开关，以及测试仪器的电源开关，把调速手轮和加载电位器的旋钮反时针方向转到底，卸掉全部载荷。**注意：不要用力太猛而损坏电位器和调压器。**只有把故障全部排除后，皮带传动实验机才能正常工作。

13. 加载电压 E_u 的参考值在测试仪器的机箱上面，每台皮带机的加载电压 E_u 的参考值不完全相同，因此测试仪器的编号要与皮带传动实验机的编号一致才能配套使用，不能混搭使用，否则，在实验过程中，加在从动轮上的负载不是过小，就是过大，这样测量出来的实验数据就不完整。这是由于**每台加载器产生相同的负载，所需要的加载电压值不完全相同**造成的。

14. 加载电压 E_u 的数值，与表 1 中的加载电压 E_u 的参考值相近即可，不一定要完全相同。加载电压 E_u 的参考值，指导教师在学生实验前，可以根据实际使用

情况重新修订。

15. 本皮带传动实验机的电源插座，是按“左零右火”的国际标准接入电源的，如果外接电源插座与此标准不符时，机壳会带电麻手（可用试电笔测出），这时，可将外接电源插座或插头的“火”线与“零”线对调，使外接电源插座符合“左零右火”的国际标准即可解决。

16. 故障的排除：

（1）若皮带机的总电源开关接通，励磁指示灯不亮，则可能是皮带机机箱背后面板上的， $\sim 220V$ 电源插座下面的熔断器 I（4A）烧断了，或者是 1KVA 调压器接线面板上的 4A 熔断器烧断了，需要更换一个新的 4A 熔断器。

更换 1KVA 调压器接线面板上的 4A 熔断器的方法如下：首先要把皮带机的总电源开关，和测试仪器的电源开关都关断，转动调速手轮，使 1KVA 调压器的输出电压值为 0V，然后再把 1KVA 调压器接线面板上的，4A 保险管座的盖子旋下来，取出烧断了的 4A 熔断器，更换一个新的 4A 熔断器，最后再旋紧保险座的盖子。

更换皮带机机箱背后面板上的， $\sim 220V$ 电源插座下面的，熔断器 I（4A）的方法如下：首先要把皮带机的总电源开关，和测试仪器的电源开关都关断，转动调速手轮，使 1KVA 调压器的输出电压为 0V，然后用手握住 $\sim 220V$ 电源线插头的把柄，拔出电源线（注意：不能直接扯拉电源线），再把中号或大号平口起子的平口，插入 $\sim 220V$ 电源插座下面的，保险盒上的一个槽子里，平口起子的 $\Phi 6$ 圆杆（或平口的上部分），与电源插座的上边条接触，并以电源插座的上边条为支点，用手握住平口起子的把手，向皮带传动实验机正面的水平方向用微力一撬，就可以把装有 4A 熔断器的保险盒拔出来，取出烧断了的 4A 熔断器，更换一个新的 4A 熔断器，最后再把该保险盒插入 $\sim 220V$ 电源插座里，用手握住 $\sim 220V$ 电源线插头的把柄，把 $\sim 220V$ 电源线插入电源插座里。注意：1. 不要把保险盒插入 $\sim 220V$ 电源插座的方向搞反了；2. 如果在用平口起子取出保险盒的过程中，不小心把皮带机机箱背后面板左边的，总电源开关接通了，还要记得及时关断这个总电源开关。3. 不要使用小号平口起子取保险盒，因为小号平口起子的平口比较窄，在保险盒上槽子里的受力面小些，容易把保险盒上的槽子撬崩。

（2）若皮带机的总电源开关接通，励磁指示灯亮，而转动调压器的调速手轮时，电动机不转动，则可能是皮带机机箱背后面板上的，保护电动机电枢电路的熔断器 II（2.5A）烧断了，更换熔断器 II（2.5A）的方法如下：首先要把皮带机机箱背后面板上的，总电源开关和测试仪器的电源开关都关断，转动调速手轮，使 1KVA 调压器的输出电压值为 0V，再把 2.5A 保险管座的盖子旋下来，更换一个新的 2.5A 熔断器，最后再旋紧保险座的盖子。

（3）若皮带机的总电源开关接通，励磁指示灯亮，而风机不转动，则可能是风机坏了，需要更换一个新的风机后，皮带传动实验机才能正常工作。

17. 插入或拔出各电源线的插头时，要用手握住电源线插头的把柄，不能直接扯拉电源线。

18. 平时应注意本仪器设备的防尘、防潮与通风。

八、测量参数的记录

表 2 测量参数记录表

加载次数	加载电压	张紧力 $F_{01} =$ N								加载次数	加载电压	张紧力 $F_{02} =$ N							
		实测值					计算值					实测值					计算值		
		n_1	n_2	n_o	Fc	F_L	ε	η	F_t			n_1	n_2	n_o	Fc	F_L	ε	η	F_t
1										1									
2										2									
3										3									
4										4									
5										5									
6										6									
7										7									
8										8									
9										9									
10										10									
11										11									
12										12									
13										13									

注： n_1 ——主动轮转速，单位：rpm（转/分）；
 n_2 ——从动轮转速，单位：rpm（转/分）；
 n_0 ——滑动转速，单位：rpm（转/分）；
 ε ——带传动的滑动率，用 ε %表示；
 η ——带传动的效率；
 F_t ——带的有效拉力（即带轮的有效圆周力），单位：N（牛顿）；
 F_c ——主动轮转矩，单位：kg·cm；
 F_L ——从动轮转矩，单位：kg·cm。

实验4 滑动轴承动力润滑实验

一、实验目的

1. 观察径向滑动轴承动压润滑油膜的形成过程和现象。
2. 测定和绘制径向滑动轴承径向油膜压力曲线，并求轴承的承载能力。
3. 观察载荷和转速改变时，油膜压力的变化情况。
4. 观察径向滑动轴承油膜的轴向压力分布情况。
5. 了解径向滑动轴承的摩擦系数 f 的测量方法和摩擦特性曲线绘制。

二、实验台结构及原理说明

(一) 实验台的主要技术参数

1. 输入电源：单相三线 AC220V \pm 10% 50Hz
2. 工作环境：温度 -10℃ \sim +40℃ 相对湿度 \leq 85% (25℃) 海拔 \leq 4000m
3. 设有电流型漏电保护， $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$ ，动作时间 $\leq 0.1\text{s}$ ，容量 10A
4. 直流电机 1 个：额定功率 355W
5. 数显转速表 1 个：显示滑动主轴的转速
6. 数显载荷表 1 只：显示加载压力值
7. 数显摩擦力表 1 只：显示摩擦力测量值
8. 数显油膜压力表 1 只：通过按键切换，可以分别显示 8 路油膜压力值
7. 实验轴瓦：内径 $d=60\text{mm}$ ，长度 $L=124\text{mm}$
8. 压力传感器 8 个：测量范围 0 \sim 0.6MPa；精度 0.5%；其中 7 个测量滑动轴承油膜的径向油膜压力，1 个测量轴向油膜压力
9. S 型传感器 1 个：量程 50N，用于测量摩擦力大小
10. 光电传感器 1 个：测量滑动主轴转速
11. 称重传感器 1 个：测量范围 0 \sim 2000N

(二) 实验台电源仪表控制部分操作说明

本实验台由电源仪表控制部分和机械部分两部分组成，电源仪表控制部分包括电源总开关（即漏电保护器）、电源指示灯、油膜压力表、转速表、摩擦力表、载荷表和电机调速部分。

1. 实验前先将实验台左后侧的单相电源线插头与实验室内电源接通。
2. 实验台面板左侧的漏电保护器是整个实验台的电源总开关，打开后，红色电源指示灯亮，面板上数显仪表可以正常显示。
3. 实验台面板右边是电机调速部分，控制直流电机的转动，由“调速开关”和“电机调速”电位器组成。按下红色“调速开关”按钮，红色调速开关灯亮，顺时针缓慢旋转“电机调速”旋钮，直流电机转速会慢慢增大，从实验台前面看，

电机通过两根 V 带带动大带轮顺时针转动。

注：

(1) 打开电源总开关前，要确保红色“调速开关”按钮是弹起状态，“电机调速”旋钮调至零。

(2) 关闭电源：先将电机转速调至零，再关闭电源。避免以后的使用者因误操作而使电动机突然启动，损坏传感器，以及发生危险等。

(3) 第一次实验前，需要将箱体內的卫生处理干净，然后再往箱体中加入 68#机械油，转轴静止时，油面刚到达或略低于轴瓦的下边沿为宜。

(三) 实验台的原理及结构特点

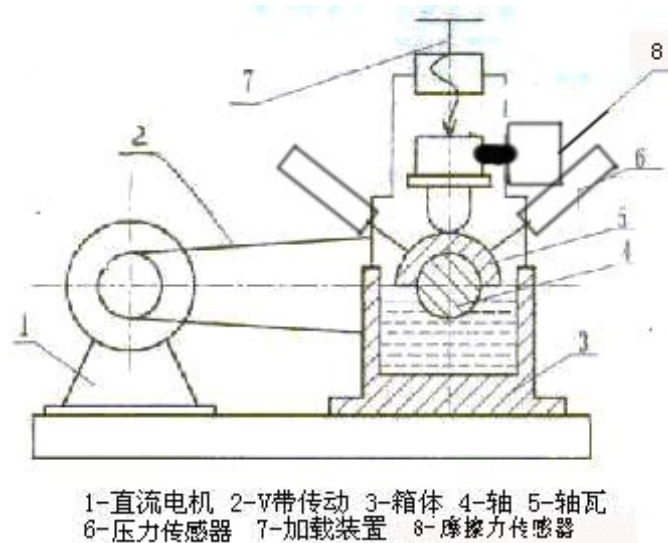


图 1

1. 实验台传动装置（如图 1、2 所示）。

实验台主轴（4）由两个高精度轴承支撑，由直流电机（1）通过三角皮带（2）驱动主轴顺时针方向转动（面对实验台面板）。其速度由操纵面板上的电机调速旋钮（16）控制直流调速电源进行无级调速。主轴转速由装在主轴后部的光电测速传感器采集，最后由操纵面板上的主轴转速显示窗（18）直接读出。本实验台的转速范围 3~500 转/分。

2. 轴与轴瓦间的油膜压力测量装置（如图 1 所示）。

轴（4）的材料为 45#，经表面淬火、磨光，由滚动轴承支撑在箱体（3）上，轴的下半部浸泡在润滑油中，本实验台采用润滑油的牌号为 N68（即旧牌号的 40 号机械油）。该油在 20℃时的动力粘度为 0.34PaS。轴瓦（5）的材料为铸锡铅青铜，牌号为 ZCuSn5Pb5Zn5（即旧牌号 ZQSn6-6-3）。轴瓦前端装有七只测径向油膜压力的压力传感器（6），其油膜压力测量采集点位于轴瓦全长 1/2 截面处。沿轴瓦径向平面上钻有七只小孔，每个小孔沿圆周相隔 20° 对称均匀分布。每个小孔联接一个压力传感器，用来测量该径向平面内相应点的油膜压力，由此可绘制出径向油膜压力曲线。另在轴瓦全长 1/4 处还装有一个压力传感器，这样沿轴瓦的一个轴向剖面上装有两个压力传感器，可观察有限长滑动轴承沿轴向的油膜

压力情况。

3. 外载荷加载装置（如图 1、2 所示）。

油膜的径向压力分布曲线是在一定的载荷和一定的转速下绘制的。当外载荷改变或轴的转速改变时，所测试出的压力值是不同的，绘出的压力分布曲线的形状也是不同的。旋转面板上电机调速旋钮（16）可改变转速。转动加载装置（7）螺杆可改变载荷的大小，所加载荷之值通过载荷传感器数字显示窗（17）直接读出。

4. 摩擦系数 f 与测量装置（如图 1 所示）。

径向滑动轴承的摩擦系数 f 随轴承的特性系数 $\eta n/p$ 值的改变而改变。如图 3 所示（ η —油的动力粘度， n —轴的转速， p —压力； $p=W/Bd$ ， W —轴上的载荷， B —轴瓦的长度， d —轴的直径，本实验台 $B=124\text{mm}$ ， $d=60\text{mm}$ ），在边界摩擦时， f 随 $\eta n/p$ 的增大而变化很小，进入混合摩擦后， $\eta n/p$ 的改变引起 f 的急剧变化，在刚形成液体摩擦时 f 达到最小值，此后，随 $\eta n/p$ 的增大，油膜厚度随之增大，因而 f 亦有所增大。

摩擦系数 f 之值可通过测量轴承的摩擦力矩得到。轴转动时，轴对轴瓦产生周向摩擦力 F ，其摩擦力矩为 $Fd/2$ ，摩擦力矩使轴瓦（5）翻转。为保持轴瓦不翻转，则需要有一个反力矩 LQ 与其相平衡，即 $Fd/2=LQ$ （ L —测力杆的长度， Q —作用在 8 处的力）。其翻转力矩 LQ 可通过测力装置上的传感器（8）测出，由摩擦力传感器数字显示窗（14）直接读出。通过计算可得到摩擦系数 f 之值。

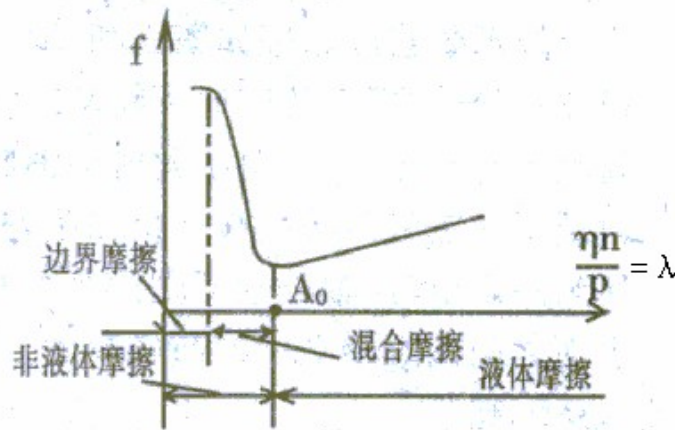


图 3

注：由于很难保证电机在转速很低的情况下仍能平稳运转，所以上图中非液体摩擦部分的曲线不易做出，这属于正常现象。

三、实验方法与步骤

1. 绘制径向油膜压力分布曲线与承载曲线

本实验台设定实验数据、主轴转速：360 转/分，外加载荷 650N。在此预定条件下进行实验，并将实验数据填入下表。

注：按轴瓦各压力传感器排列顺序从左至右即 1~7，8（轴瓦全长 1/4 处压

力传感器)

1	2	3	4	5	6	7	8
压力值	压力值	压力值	压力值	压力值	压力值	压力值	压力值

实验方法与步骤：(如图 1、2 所示)。

(1) 首先推上电源总开关 (9)，电源指示灯 (11) 亮，并预热五分钟以上。

(2) 按下调速开关 (15) 启动电机，缓慢旋转主轴调速旋钮 (16)，主轴缓慢增速。

(3) 此时可慢慢旋转外加载螺杆 (7) 逐渐加载。

(4) 将主轴调速旋钮旋至设定转速 360 转/分，数据由显示窗 (18) 读出 (当示数跳字时取中间值)。

(5) 同时外加载螺杆，旋至设定外载荷 650N 左右，数据由显示窗 (17) 读出 (当示数跳字时取中间值)。

(6) 待各压力传感器数值稳定不变后 (加载后约 5 分钟) 即可通过面板上的按键 (19) 切换 (切换时，可根据显示窗 (12) 判断现在油膜压力显示窗现在显示的是哪个压力传感器的值)，依次从油膜压力显示窗 (13) 将各个压力传感器的值记录在以上表格栏内。

(7) 停机时先卸载，旋转加载螺杆，使之与加载传感器脱离，加载显示窗 (17) 显示零。

(8) 接着旋转主轴调速旋钮使主轴逐渐停止转动，主轴转速显示窗显示零。

(9) 按下电源开关按钮，关断电源。

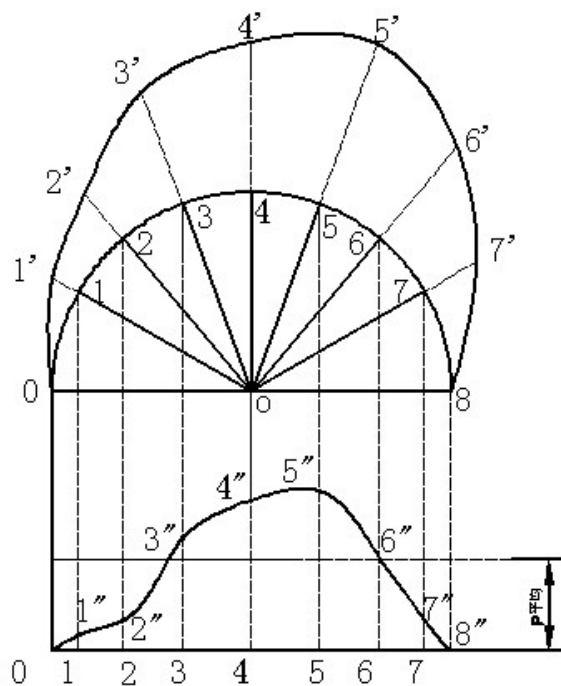


图 4

(10) 根据测出的各压力传感器的压力值 P_i ，按一定比例绘制出油压分布曲线与承载曲线，如图 4 的上图所示。此图的具体画法是：沿着圆周表面从左到右画出角度分别为： 30° 、 50° 、 70° 、 90° 、 110° 、 130° 、 150° 等分别得出油孔点 1、2、3、4、5、6、7 的位置。通过这些点与圆心 O 连线，在各连线的延长线上，将压力传感器测出的压力值 P_i （比例：0.01Mpa=5mm）画出压力线 1-1'、2-2'、3-3' ……7-7'。将 1'、2' ……7' 各点连成光滑曲线，此曲线就是所测轴承的一个径向截面的油膜径向压力分布曲线。

为了确定轴承的承载量，用 $P_i \sin \varphi_i$ ($i=1, 2, \dots, 7$) 求得各点压力值在载荷方向的分量 1-1'、2-2'、3-3' ……7-7'（即 y 轴的投影值）。

角度 φ_i 与 $\sin \varphi_i$ 的数值见下表：

φ_i	30°	50°	70°	90°	110°	130°	150°
$\sin \varphi_i$	0.5000	0.7660	0.9397	1.0000	0.9397	0.7660	0.5000

然后将 $P_i \sin \varphi_i$ 这些平行于 y 轴的分量移到直径 0—8 上。为清楚起见，将直径 0—8 平移到图 4 的下部，在直径 0—8 上先画出轴承表面上的油孔位置的投影点 1—8，然后通过这些点画出上述相应的各点压力在载荷方向的分量，即 1''—7'' 等点，将各点平滑连接起来，所形成的曲线即为在载荷方向的压力分布。

用数格法计算出曲线所围的面积。以 0—8 线为底边作一矩形，使其面积与曲线所围面积相等。其高 $P_{\text{平}}$ 即为轴瓦中间截面处的 Y 向平均压力。

轴承处在液体摩擦工作时，其油膜承载量与外载荷平衡，轴承内油膜的承载量可用下式求出：

$$q = \psi \cdot P_{\text{平}} \cdot d \cdot B = W$$

式中：

q ：轴承内油膜承载量

ψ ：端泄对承载能力影响系数，一般取 0.7

$P_{\text{平}}$ ：径向平均单位压力

B ：轴瓦长度

W ：外载荷

d ：轴的直径

2. 测量绘制摩擦系数 f 与摩擦特征曲线。

本实验台设定：外加载荷 650N。

主轴转速 350、240、180、120、80、30、10、5~3 转/分

转速（转/分）	350	240	180	120	80	30	10	5~3
摩擦力（N）								

实验方法：在保证外加载荷不变的情况下，从较高转速 360 转/分，依次降速测量各设定主轴转速时的摩擦力，并按下表格做出记录。

实验方法与步骤：

(1) 先按下电源开关按钮，预热五分钟以上。

(2) 旋转主轴调速旋钮使主轴转动，使主轴增速到设定值 360 转/分（从显示窗读出）。

(3) 同时旋转加载螺杆，使外加载荷达到 650N（从显示窗读出）。

在进行 (2)、(3) 操作时，需交替进行才能保持转速为 360 转/分。待稳定运转 1~2 分钟后观察摩擦力显示窗 (14) 的值并记录在上表格内。

(4) 旋转主轴调速旋钮，降低主轴转速到设定的第二点 240 转/分，同时旋转加载螺杆，使外加载荷保持在 650N 左右，稳定运转 1~2 分钟后将摩擦力读数，记录于表格内。重复以上步骤，依次记录各设定转速的摩擦力读数。

注：当实验进行到主轴转速约为 20~10 转/分，应为摩擦系数 f 最小值区域；当主轴转速约为 5~3 转/分时，此时轴与轴瓦间处于混合摩擦与边界摩擦区域，这时摩擦力会突然回弹，示数值很大，即摩擦系数 f 急剧变化。

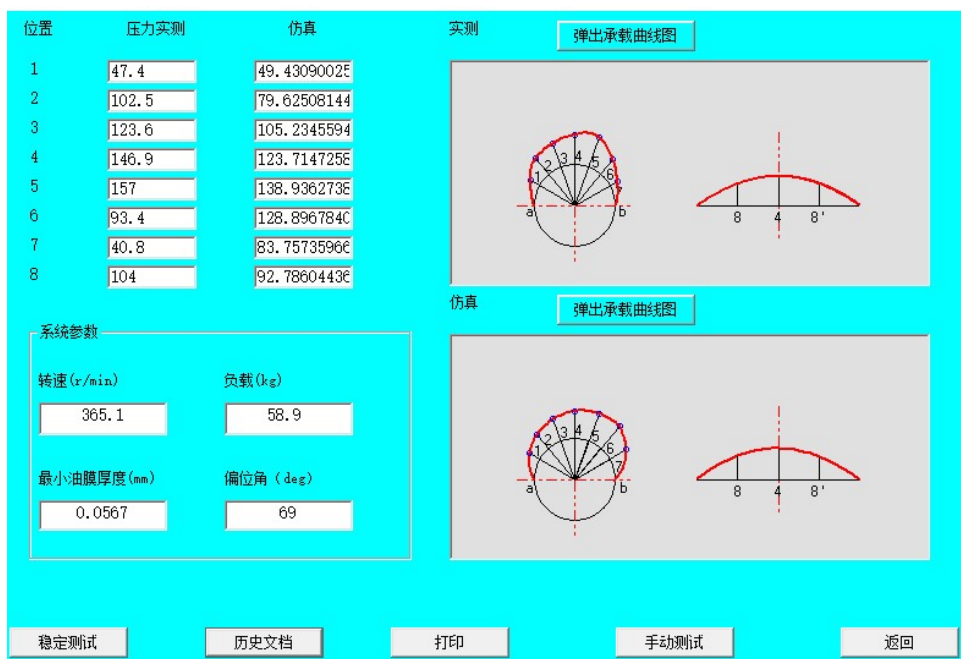
在以上两设定转速（20~10 转/分、5~3 转/分）实验时应缓慢仔细调整才能取得较好的效果。

(5) 停机时应先脱开加载螺杆后将主轴调速旋钮旋至零位，再按下电源开关，断开电源。

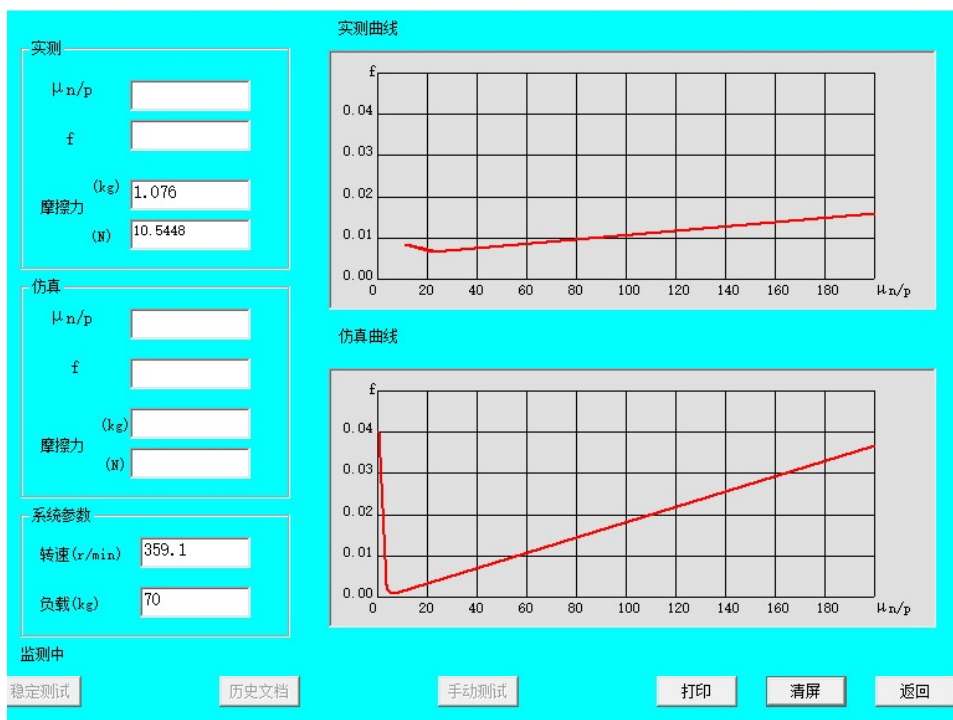
(6) 根据整理记录的各测点转速和摩擦力计算相应的 f 与 $\eta n/p$ 值，按自定的比例尺绘制。

四、实验数据处理

1. 绘制径向油膜压力分布曲线与承载曲线



2. 测量绘制摩擦系数 f 与摩擦特征曲线



五、注意事项

1. 第一次实验前，需要将箱体內的卫生处理干净，然后再往箱体中加入 68# 机械油，转轴静止时，油面刚到达或略低于轴瓦的下边沿为宜。
2. 严禁箱体內没有加入机械油就运转电机，这样易损坏轴瓦。使用过程中严禁金属屑或灰尘等混入油中。
3. 打开电源总开关前，要确保红色“调速开关”按钮是弹起状态，“电机调速”旋钮已经调至零位。
4. 关闭电源时要先将电机转速调至零，再关闭电源。避免以后的使用者因误操作而使电动机突然启动，损坏传感器，以及发生危险等。
5. 实验台要保持清洁，实验铸件平台要经常维护，喷防锈油，防止生锈等。

六、思考题

1. 载荷和转速的变化对油膜压力影响如何？
2. 载荷对最小油膜厚度的影响如何？
3. 试分析摩擦特性曲线上拐点的意义及曲线走向变化的原因？
4. 通过观察平板液体动压演示，说明形成动压润滑的条件？
5. 滑动轴承的油膜压力分布曲线受哪些因素的影响？

机构运动简图测绘实验报告

班 级	学 号	姓 名	实 验 日 期	成 绩

机 构 名 称		比 例 尺	
自由度计算			
机 构 运 动 简 图			

机 构 名 称		比 例 尺	
自由度计算			
机 构 运 动 简 图			

机 构 名 称		比 例 尺	
自由度计算			
机 构 运 动 简 图			

渐开线齿廓的范成原理实验报告

班级	学号	姓名	实 验 日 期	成绩

1.标准齿轮： $m=20\text{mm}$ 、 $z=8$ 、 $\alpha=20^\circ$ 、 $h_a^*=1$ 、 $c^*=0.25$

序号	项目	公式	计算结果
1	分度圆直径 d		
2	齿顶圆直径 d_a		
3	齿根圆直径 d_f		
4	基圆直径 d_b		
5	分度圆齿厚 S		
6	分度圆齿间距 e		

2.变位齿轮： $m=20\text{mm}$ 、 $z=8$ 、 $\alpha=20^\circ$ 、 $h_a^*=1$ 、 $c^*=0.25$ ；

正变位： $x_1=0.5$ 、负变位： $x_2=-0.5$

序号	项目	公式	标准	正变位	负变位
1	分度圆直径 d				
2	齿顶圆直径 d_a				
3	齿根圆直径 d_f				
4	基圆直径 d_b				
5	齿条刀移距 x_m				
6	分度圆齿厚 S				
7	齿顶圆齿厚 S_a				
8	齿根圆齿厚 S_f				

3.思考题:根切发生在基圆内还是基圆外?为什么?

带传动性能实验报告

班级	学号	姓名	实 验 日 期	成绩

一、实验目的

二、实验原理

三、计算过程

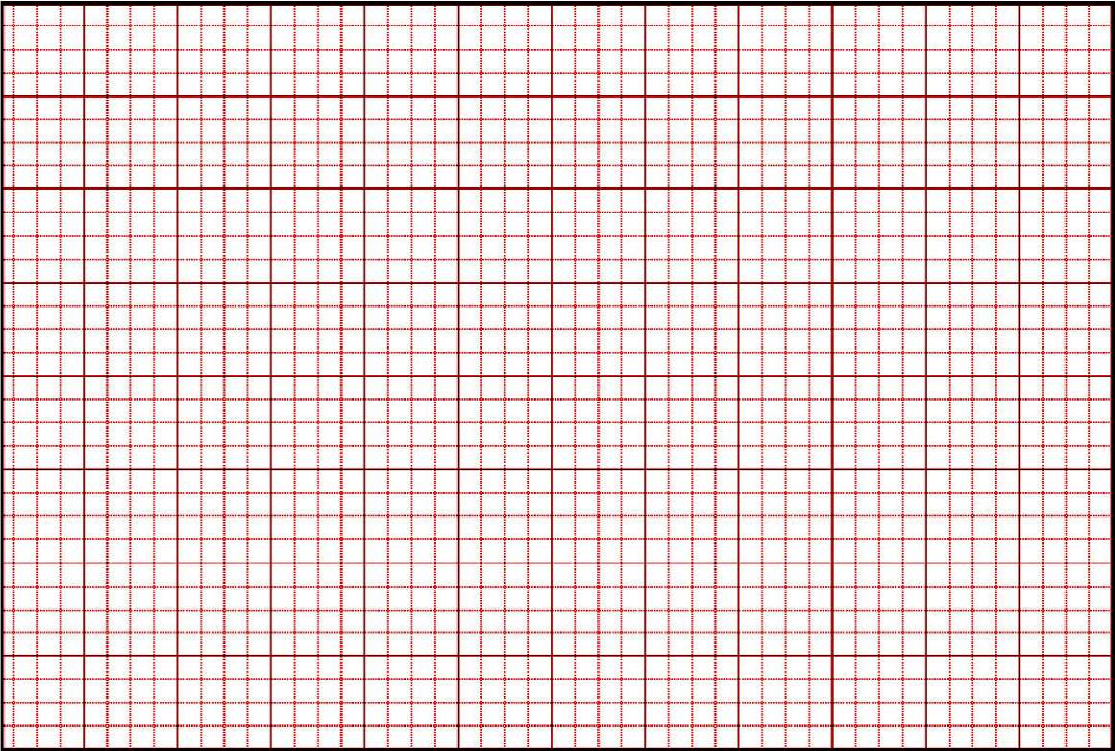
四、思考并回答下列问题

1. 带传动产生弹性滑动和打滑现象的原因是什么？在实验中，你怎样观察到这两种现象的出现？如何判断和区别它们？
2. 当 $d_{d1} \neq d_{d2}$ 时，打滑先发生在哪个带轮上，为什么？

五、数据表格

加载次数	加载电压	张紧力 $F_{01}= \quad \quad \quad \text{N}$							
		实验值					计算值		
		n_1	n_2	n_0	F_c	F_L	ε	η	F_t
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

六、用坐标纸绘制实验曲线



滑动轴承动力润滑实验报告

班级	学号	姓名	实 验 日 期	成绩

一、实验数据

油膜压力分布实验数据记录

表头位置序号	1	2	3	4	5	6	7	8
油压 (Pa)								

二、绘制滑动轴承周向及轴向油膜压力分布曲线

根据油压表 1 至油压表 7 的压力值，描出滑动轴承周向（120° 范围）的油膜分布光滑曲线。

根据油压表 4 及油压表 8 的记录，描出滑动轴承轴向的油膜分布光滑曲线（近似抛物线）。

油膜分布光滑曲线

三、回答下列问题

1. 通过观察平板液体动压演示，说明形成动压润滑的条件？

2. 滑动轴承的油膜压力分布曲线受哪些因素的影响？