

机械设计 机械原理
实验指导书

郑州轻工业学院

一九九〇年九月

前 言

机械设计实验技术是工程试验和测试技术的重要组织部分之一。随着科学技术的飞速发展,机械设计实验技术得到了广泛的应用,它在机械产品的设计、研究和性能改进上的作用日益得到重视。在高等工科院校,机械设计实验是机械原理和机械零件的重要教学环节。通过实验可以验证课堂讲授的理论,加深理解所学知识,巩固概念,使同学们初步掌握机械设计实验技术的基本技能,了解机械量测试的常用方法和仪器。

本实验指导书的初稿是根据1980年5月审定的机械原理和机械零件教学大纲中对实验的要求,结合本院机原机另实验设备和教学之急需,于1986年编写,并于1987年打印成册供学生使用。根据几年来的使用情况和1987年开始试行的《高等工业学校机械基础课程教学基本要求》中对原理及设计实验的要求,以及实验室设备变化情况,于今年夏天对原书进行了改编和修订,重编了《齿轮范成实验》、《带传动实验》和《减速器拆装实验》,对其它实验也进了修改和订正,使之逐步趋于完善和合理,以满足教学需要。

本书适用于工科开设《机械原理》、《机械设计》和《机械设计基础》等课程的专业选用,也可供相应专业的电大、夜大、函大、职大学生选用。根据各专业的要求不同适当选开其中实验。对于不开之实验,有兴趣的同学也可选开参考。

本实验指导书的编写得到了雷守勇副教授、方毅讲师及其它同志的大力支持和帮助。潘洁蒂和王春萱副教授分别对本书的原理部分和设计部分进了审阅。在此一并深表感谢。

本指导书由李安生主编。其中的《正弦机构运动参数测试》由鹿跃丽编写,《接触疲劳实验》由李小江编写。由于编者水平加之时间仓促,不妥之处在所难免,敬请批评指正。

编 者

1990年8月

目 录

实验一	机构运动简图的测绘.....	1
实验二	正弦机构运动参数测试.....	2
实验三	四杆机构运动参数测定.....	6
实验四	盘形凸轮机构从动杆线位移线速度线加速度测定.....	9
实验五	齿轮范成原理实验.....	12
实验六	渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定.....	14
实验七	迴转构件动平衡实验(一).....	16
实验八	迴转构件动平衡实验(二).....	19
实验九	螺栓联接预紧协调实验.....	22
实验十	螺栓组联接实验.....	26
实验十一	带传动实验.....	29
实验十二	接触疲劳实验.....	33
实验十三	齿轮传动综合实验.....	36
实验十四	流体动压轴承实验.....	40
实验十五	减速器拆装实验.....	46

机构运动简图的测绘

一、实验目的:

- 1、掌握从实际机器中测绘其机构运动简图的方法。
- 2、掌握机构自由度的计算及运动链的运动是否确定的判定方法。

二、实验用具:

- 1、牛头刨床；2、油泵模型；3、缝纫机头；4、锯床；5、插齿机教具；
- 6、其它机构模型。

学生自带直尺、铅笔、橡皮、白纸(画草图用)。

三、原理和方法:

1、原理:

由于机构的运动仅与机构中所有的构件数目和构件所组成的运动副的数目、种类、相对位置有关，因此，在机构运动简图中可以撇开构件的复杂外形和运动副的具体构造，而用简略的符号来代替构件和运动副，并按一定的比例尺表示运动副的相对位置，以此说明实际机构的运动特征。

2、测绘方法:

①、测绘时使被测绘的机器或模型缓慢地运动，分清原动件，工作件、活动件、固定件，确定组成机构的构件数目。

②、根据相联接的两构件间的接触情况及相对运动的情况，确定各运动副种类。

③、按规定的符号及构件的联接次序，从原动件开始，画出机构运动简图的草图。(常用运动副符号见教科书)

④、测量与机构运动有关的尺寸，按比例将草图画成正式的运动简图。

四、实验要求:

1、预习教材中机构结构分析一章的有关内容，熟悉绘制机构简图的方法。

2、按指导教师指定的机构在草图上绘制其运动简图。其中至少有一个机构须测量组成该机构的各构件实际尺寸，按比例绘制其机构的运动简图。其它机构可不进行测量，但应凭目测使运动简图与实物大致成比例，并注意各构件的相对位置关系。

3、计算机构的自由度。

4、实验完成后将草稿交指导教师审阅，发现错误，及时修改。

5、根据草稿完成实验报告，简图要用尺和绘图仪器完成。

6、根据日常所见，画出一个机构的运动简图，完成在实验报告上。

正弦机构运动参数测定

一、实验目的:

了解对机械量的电测方法,了解一些传感器的工作原理,增强对“运动参数”和运动线图的感性认识。

下图为一正弦机构,其C点的位移、速度、加速度的数学表达式为:

$$S_c = l(1 - \cos\theta)$$

$$V_c = l\omega \sin\theta$$

$$a_c = l\omega^2 \cos\theta$$

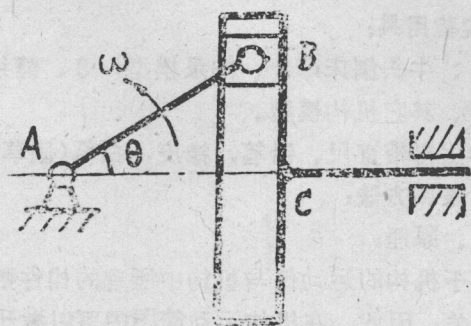
式中: $l = \overline{AB}$ 是曲柄长度

二、实验内容:

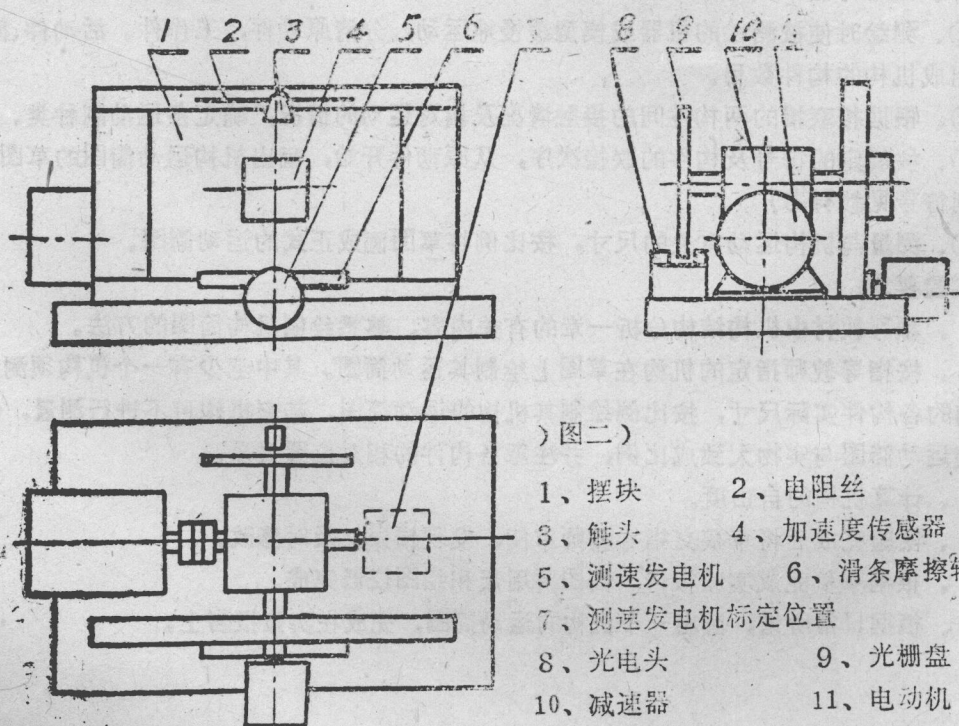
测定正弦机构摆块的线位移、线速度、加速度和曲柄的角位移,用示波器绘出其运动线图。

三、实验的基本原理:

实验台的结构简图如图二



(图一)



(图二)

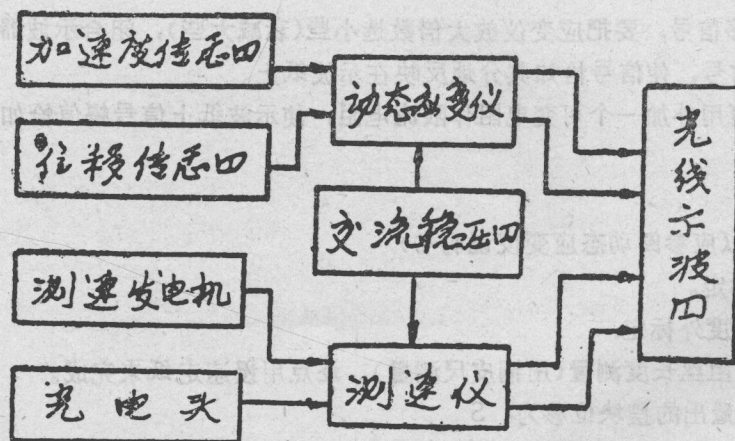
- | | |
|-------------|----------|
| 1、摆块 | 2、电阻丝 |
| 3、触头 | 4、加速度传感器 |
| 5、测速发电机 | 6、滑条摩擦轮 |
| 7、测速发电机标定位置 | |
| 8、光电头 | 9、光栅盘 |
| 10、减速器 | 11、电动机 |

电动机11——^{带动}蜗杆蜗轮减速箱10——^{带动}曲柄转动(未画出)——^{带动}曲柄上的滑块使摆块1作平行往复摆动。

为了测定摆块的线位移、线速度、线加速度和曲柄转角 θ_1 ，安装有：加速度传感器4；速度传感器：滑条、摩擦轮6和测速发电机5；位移传感器：电阻丝2，触头3；角位移传感器：光电头8，光栅盘9。

加速度传感器工作原理：选用应变片式，应变片由基片与覆盖层之间粘贴电阻丝组成，当应变片变形时，电阻丝变形，输出变化的电信号，加速度传感器4安装在摆块中心，当摆块有加速运动时，由于产生的惯性力 $F = -a \cdot m$ ，作用在摆块中心的传感器上，使应变片受外力 F ， F 是与 a 成正比的，而应变片的变形也是与 F 成正比的。所以：应变片的变形就与 a 成正比， a 的变化就由应变片变形而输出变化的电信号。

速度传感器：摆块4下沿装有滑条，滑条与摩擦轮接触，摩擦轮固定在测速发电机轴上，摆块运动时，使摩擦轮转动带动测速发电机、摩擦轮转速越大，发电机发出的电动势也越大，从而反映摆块速度的变化。



位移传感器：摆块移动时，与它固联在一起的触头也移动，使电阻丝的电阻发生变化，从而输出变化的电信号。

角位移传感器：光栅盘与曲柄相联接，在盘的圆周上有反光条和非反光条(槽)若干条，当曲柄旋转时，反光条由明到暗变化一次，光电头中的管就感光一次，并发出一个信号，接入测速仪中的光电

(图三)测试原理框图

脉冲电路中即可计算所转过的角位移。

四、实验准备：

1、接线：

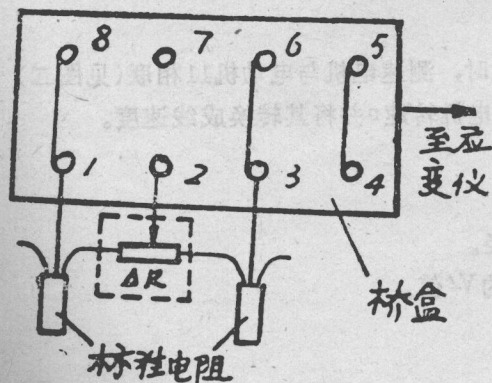
按图三框图布线。

(1)、测量加速度：

加速度传感器有四条引出线，两条颜色相同的是1、3接线柱，另两条颜色相同的是2、4接线柱，分别对应接在应变仪桥盒的1、2、3、4接线柱上。

(2)、测量位移：按图四接线，即接入两个

标准电阻， ΔR 为电阻丝，触头接在接线柱2



(图四)

上。两个标准电阻中的一个一头接接线柱1、另一头接电阻丝一端。另一标准电阻一头接接线柱3。另一头接电阻丝另一端,这两个标准电阻还有一个线头空着。(此标准电阻用 120Ω)

(3)、测量速度:测速仪四条引线分别与测速发电机四个接线柱相联,其中 S_1 、 S_2 代表输出, F_1 、 F_2 表示励磁电流。

(4)、测量角位移:测速仪四条引线分别接聚光灯泡和光敏二极管,采用以上接法,已将四参数信号分别送入动态应变仪和测速仪中。为了用示波器绘出运动线图,还要将动态应变仪和测速仪分别接示波器,此时,示波器的振子开关不能闭合。另外,为了避免电源电压波动的影响,要接入交流稳压器。

2、调试:

步骤:(1)、接主机、应变仪和测速仪电源,闭合稳压器。

(2)、起动光线示波器,调节振子,装上示波纸。(可参阅示波器说明书)

(3)、闭合应变仪电源,把职能开关调至待测状态。(可参阅动态应变仪说明书)

(4)、闭合测速仪电源,调节聚光灯亮度,调节光电头相对位置。

(5)、逐点调试

(a)、对于加速度和位移信号,要把应变仪放大倍数选小些(衰减大些),闭合示波器振子,逐步扩大信号,使信号恰如其分地反映在示波纸上。

(b)、对于速度信号,可用外加一个可变电阻作限流电阻,使示波纸上信号幅值恰如其分。

五、测试:

(1)、动态应变仪调零。(应参阅动态应变仪说明书)

(2)、位移和加速度内标定。

(3)、位移、速度、加速度外标定:

(a)、位移标定:通过电阻丝长度测量(用钢皮尺测量),逐点用慢速走纸来完成。

即 设:测量出的摆块位移为: S

示波纸上光点位移为: S'

则: $\mu_t = \frac{S'}{S}$ 叫位移比例系数,利用 μ_t 就可以使 S' 代表实际的位移量。

(b)、速度标定:把测速电机移至标定座,此时,测速电机与电动机11相联(见图二)用定时式转速表校对,先测电机转速 n 并将其转换成线速度。

$$V = \frac{n d}{60} \pi$$

式中: d 为测速电机轴直径。

则在示波纸上可得对应 n 的 V' 值。

$$\text{取: } \mu_v = \frac{V'}{V}$$

则:利用 μ_v 就可以使 V' 代表实际 V 值。

(c)、加速度标定：把加速度传感器从摆架上卸下来，放在后平台上，左右翻转 90° ，利用重力加速度进行标定，此时，示波纸上光点高度就是 $\pm g$ ($g = 9.81$ 米/秒²)

取 $\mu_a = \frac{a'}{9.81}$ 则, 光点高度就代表了实际加速度值。

(4)、位移、加速度再次内标定。

(5)、开机逐一测试摆块的运动参数：位移 S_c ，速度 V_c ，加速度 a_c 及曲柄转角 θ_1 ，得一系列运动线图。

如果不要求定量分析，只作示意性测量。可省去五中（2）、（3）、（4）等内容。

六、思考题:

1、思考角位移、速度、加速度传感器工作原理？

2、曲柄角位移曲线是什么样的曲线？

四杆机构运动参数测定

一、实验目的

- 1、通过测量一四杆机构从动件的运动规律，学习用实验方法研究简单机械的运动性能，培养分析实验结果的能力。
- 2、了解曲柄摇杆机构的运动特点。
- 3、了解连杆或摇杆的角速度，角加速度的测定原理和方法。

二、实验设备

角速度，角加速度测定仪。

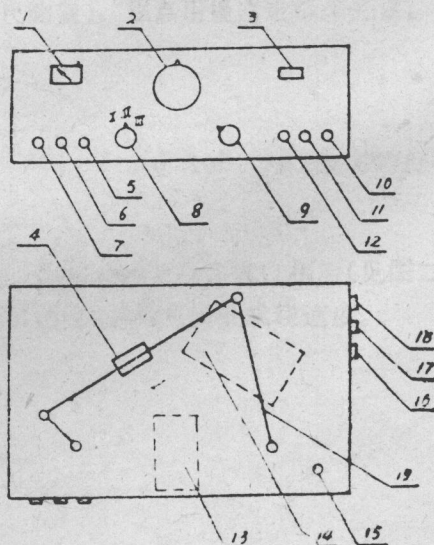
三、设备构造及工作原理

角速度角加速度测定仪是用角速度陀螺仪作为传感器来测量作平面复架运动的构件如（连杆）或绕定轴转动的构件（如摇杆）的角速度的瞬时值，通过微分器后同时测得角加速度的瞬时值的教学仪器。也可用于科研测试。

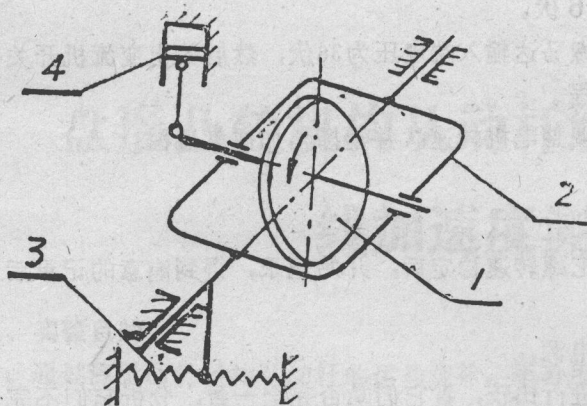
图一为测定仪总体布置图。其中角速度陀螺仪4和曲柄摇杆机构19为核心部分，现分别予以介绍。

曲柄摇杆机构是由电动机通过一级带传动驱动的。起始构件曲柄的转速可以通过手柄2调整调压器13来调节，分为三档，第Ⅰ档为调压器电压在70伏以下。第Ⅱ档为70~90伏。第Ⅲ档为90伏以上。档次由角加速度量程开关8选择，最高电压可调至127伏，相应的转速即为最高转速。不同的电压对应的转速可以用转速仪来核定。起始构件的旋向可以逆时针或顺时针，由旋钮9控制，曲柄摇杆机构的曲柄长度67.50mm，连杆长度为323.45mm，摇杆长度为188.45mm、机架为270mm。

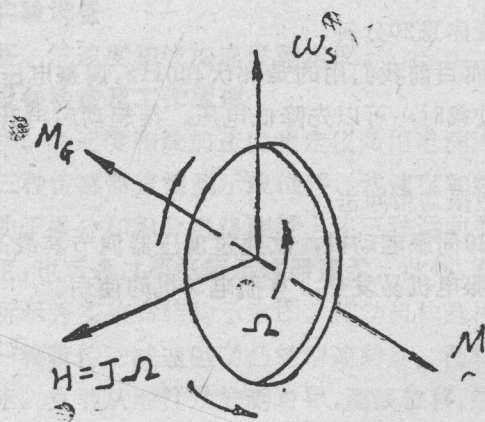
- | | |
|-------------|------------|
| 1、电压表 | 2、调压器手柄 |
| 3、电源指示灯 | 4、角速度陀螺仪 |
| 5、角加速度输出信号端 | 6、公共地线 |
| 7、角速度信号输出端 | 8、角加速度量程选择 |
| 9、倒顺开关 | 10、电源开关 |
| 11、保险丝 | 12、变流机开关 |
| 13、调压器 | 14、变流机 |
| 15、多芯插座 | 16、±6v电源插座 |
| 17、0~30v插座 | 18、220v插座 |
| 19、曲柄摇杆机构 | |



图一



图二



图三

角速度陀螺仪型号为YJ-2,测量角速度范围为 ± 120 度/秒,是一种单自由度的陀螺仪,安装在被测构件的旋转平面内。其结构简图如图二所示,由转子1、内环2和安装在内环上的定位弹簧3及阻尼器4所组成。

根据理论力学中赖柴定理可以得到进动规律,概括起来说陀螺轴进动(ω_s 进动角速度)方向是转子动量矩向量(H)正端沿最短路径转向外力矩向量(M)的正端。见图三。

由陀螺效应可知,陀螺力矩 M_G 的方向是转子动量矩向量(H)正端沿最短路径转向进动角速度向量(ω_s)正端,各向量正端按右手螺旋规则确定;见图三。

外力矩与进动之间以及进动与陀螺力矩之间的关系可概括为:只要转动转子上有外力矩M的作用,就必然有相应的进动角速度;只要转子有进动角速度,就必然作用有相应的陀螺力矩。

$$\overline{M_G} = J \cdot \overline{\Omega} \cdot \overline{\omega_s}$$

其大小

$$M_G = J \cdot \Omega \omega_s \sin(\Omega \omega)$$

陀螺力矩是惯性力矩,它不作用于陀螺本身,而是作用在对陀螺施加外力的支架上。由此可知,当固定在陀螺仪基座上的构件强迫陀螺进动时陀螺力矩就会使内环偏转一个 β 角。根据陀螺力矩公式可知 ω_s 和M成正比。而M和弹簧恢复力矩 M_s 大小相等方向相反。又有 $M_s = K_s \beta$,其中 K_s 为定位弹簧的刚性系数,所以 ω_s 是正比于内环偏转角 β 的。通过滑线电阻将 β 的变化转变成电阻的变化,即可测得相应的电压变化。这电压的变化就是机构构件角速度的变化。

把角速度和角加速度的输出信号和地线分别与XY函数记录仪的Y₁和Y₂相接,选择适当的时标为X,即可同时绘制 $\omega-t$ 和 $\epsilon-t$ 曲线。

四、实验步骤:

1、检查连接线路,分别接通电源。

- 2、调节陀螺信号电源，保持 ± 6 伏。
- 3、调节陀螺转子电源，保持陀螺马达输入端电压为36伏，然后关上变流机开关待用。
- 4、选择函数记录仪各坐标的量程。
- 5、根据预定的起始构件角速度调整电机转速，并选择角加速度量程。
- 6、选择起始构件旋向。
- 7、起动变流机连同角速度陀螺。
- 8、函数记录仪调整到零位、待陀螺转速稳定后，开始记录，得到满意的记录后停止记录。
- 9、关上变流机开关，切断所有电源。
- 10、将试验结果和理论计算曲线进行比较，看它们是否完全一致，分析它们不完全一致的原因。

五、注意事项

- 1、角速度陀螺仪连续工作30分钟，宜休息20分钟。
- 2、陀螺马达电源要求40伏，500Hz，而目前我们用的是36伏400Hz，调整电压时以36伏为准，若因起动电流过大而引起稳压电源过载时，可以先降低电压，待起动后再升高到所需电压。
- 3、陀螺仪表是精密元件，应避免强烈振动和冲击。
- 4、驱动起始构件曲柄的电机是SD—30伺服电动机，欲通过调压器调节其最高转速时，电压表上显示电压不宜超过127伏，否则伺服电机易发热，有损电动机的使用。

盘形凸轮机构从动杆线位移线速度 线加速度测定

一、实验目的

- 1、通过测量凸轮机构从动杆的运动规律，学习用实验研究机械的运动性能的方法。
- 2、了解凸轮机构的运动特点，巩固所学知识。
- 3、了解实验方法，特别是三种传感器的工作原理。

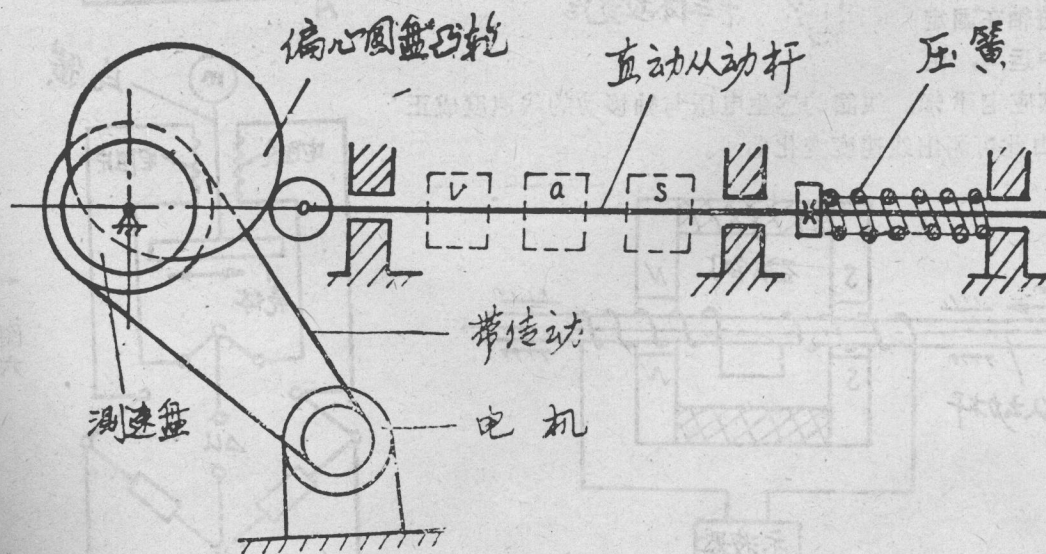
二、实验设备

线位移、线速度和线加速度测定仪。

三、设备构造及工作原理

线位移、线速度和线加速度测定仪是用电测法测量凸轮机构从动构件运动规律的实验设备，它用三种传感器直接测示线位移、线速度和线加速度的变化曲线。还可以只用一种传感器，再藉助于微分和积分电路测得上述三种运动参数的变化曲线。所测得的曲线用光线示波器直接拍摄，也可通过超低频示波器显示。此外，利用测速装置还可随时测得凸轮轴的转速。

图一所示为实验台结构示意图。传动机构选用直动从动杆偏心圆盘凸轮机构，单相交流电机通过一级带传动减速驱动凸轮匀速转动。凸轮轴上所装的黑、白各半的测速盘用于测量该轴的转速。直动从动杆是被测对象，测线位移，线速度和线加速度的三个传感器 s 、 v 和 a 就

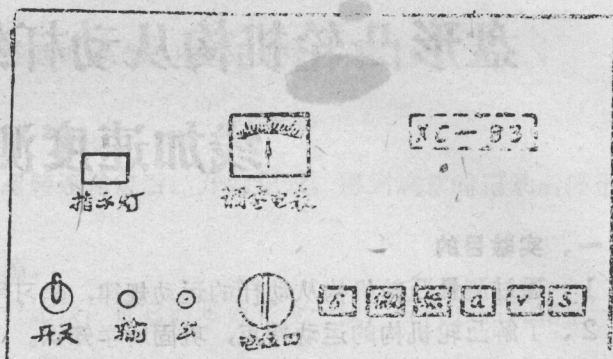


图一 实验台结构示意图

装置在从动杆上。为避免电机的磁场对传感器的干扰,电机置于面板下面,被壳体所屏蔽。

面板布局如图二所示,键[s]、[v]和[a]分别用于测示从动杆的位移曲线,速度曲线和加速度曲线,键[微]和[积]用于接通微分和积分电路。输出接线柱用于输出信号至光线示波器或超低频示波器,开关用于电机驱动传动系统的操纵,调零电位器及电表用于平衡电桥调“零”。

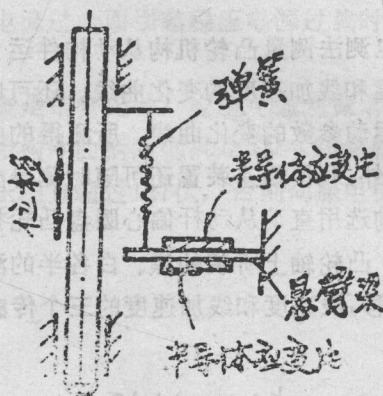
传感器分别采用下述三种类型:位移传感器:悬臂应变式;速度传感器:磁电式;加速度传感器:惯性应变式。现分别予以介绍。



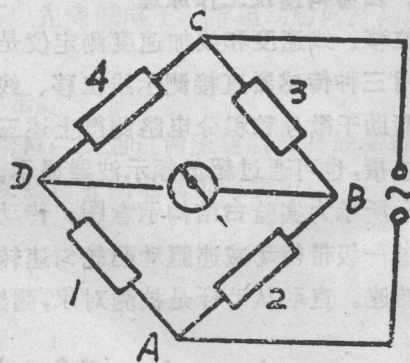
图二 面板示意图

图三所示的线位移传感器是悬臂式,它把线位移的变化量线性地转换为半导体片的电阻变化,再经平衡电桥(图四)变为电压的变化。

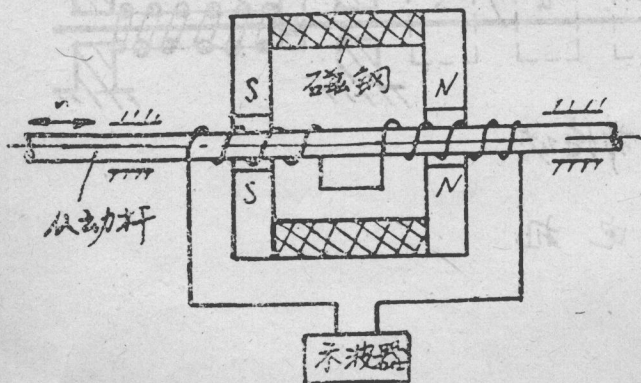
图五所示是磁电式线速度测量传感器简图,从动杆系导磁材料制成,其上两线圈随轴在固定磁场中运动,由电磁感应定律知,线圈的感生电压与轴移动的线速度成正比,由此可测出线速度变化曲线。



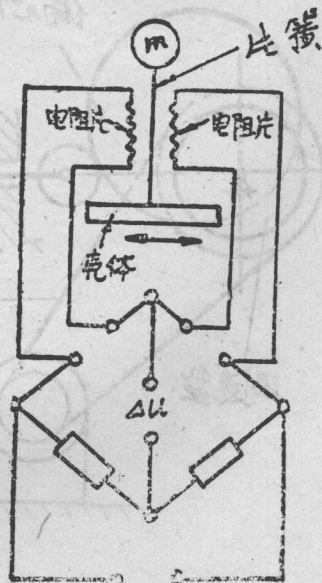
图三



图四 平衡电桥



图五



图六

线加速度测量所用传感器是惯性应变式，如图六所示。它的基本原理是：在一定的条件下，重物M的位移与传感器壳体（与从动杆联）的加速度成正比，通过电阻片（贴于片簧两侧面）平衡电桥把这位移量转换成电压的变化量 ΔU 。

四、实验步骤：

1、打开示波器电源开关，将加热按钮按下锁住，使磁系统恒温装置予热，予热时间在10~30分钟之间。

2、按下起辉按钮并按顺时针旋转锁住，使超高压水银灯点亮。打开光点光栅，通过观察屏观察光点的情况。

3、接通测定仪电源，钮子开关置于“开”，电动机驱动传动系统运行。

4、按下[s]键或同时按下[v]和积键，待运转稳定后，按下并锁住拍摄按钮。此时示波器便可把线位移曲线拍摄下来。停止拍摄后，放开拍摄按钮，准备下次拍摄用。

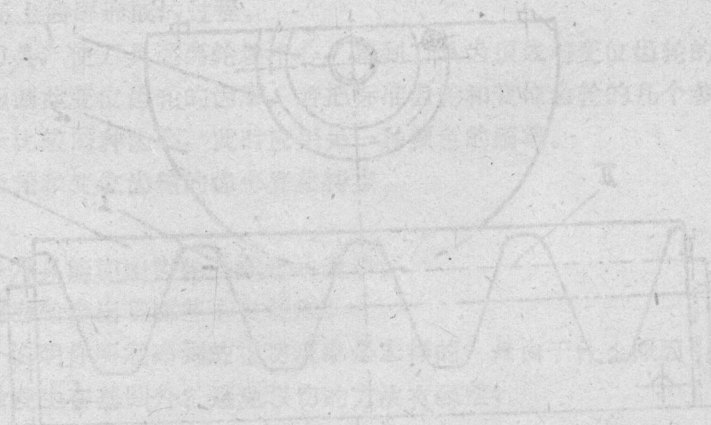
5、按下[v]键，按下并锁住拍摄按钮，此时光线示波器拍摄记录的波形即为线速度变化曲线。

6、按下[a]键或同时按下[v]和微键，通过光线示波器拍摄记录，得到线加速度的变化曲线。

五、思考题

1、影响机械运动参数电测精度的因素有哪些？

2、实测图线与理论计算所得曲线有何差别？分析原因。



齿轮范成原理实验

一、实验目的:

- 1、掌握用范成法加工渐开线齿轮的基本原理, 观察齿廓形成过程
- 2、了解渐开线齿轮的根切现象和用变位修正来避免发生根切的方法。分析、比较标准齿轮和变位齿轮的异同点。

二、设备和工具:

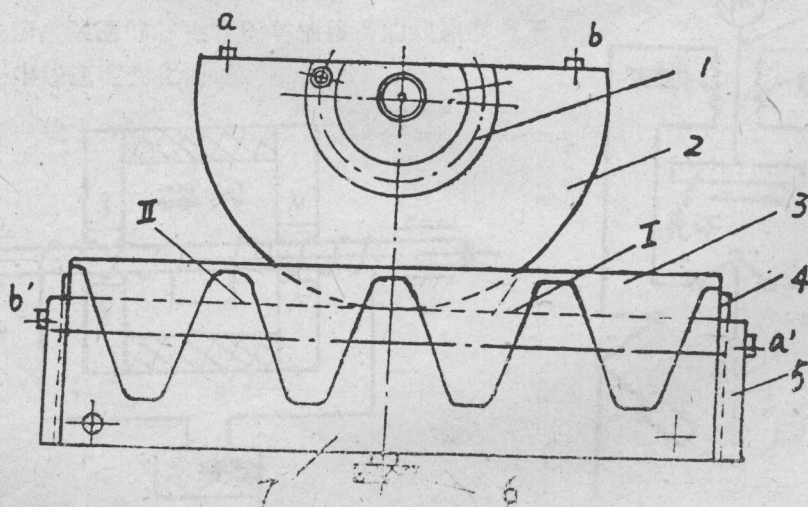
- 1、齿轮范成仪(本实验室有两种型号。原理基本相同, 但构造和使用方法有所不同)
- 2、学员自带圆规、三角尺、绘图纸(直径约 280mm 左右)两种不同颜色的铅笔或元珠笔等。

三、原理和方法:

范成法是利用一对齿轮互相啮合时其共轭齿廓互为包络线的原理来加工轮齿的, 加工时其中一轮为刀具, 另一轮为轮坯, 它们仍保持固定的角速比传动, 完全和一对真正的齿轮互相啮合传动一样, 同时刀具还沿轮坯的轴向作切削运动, 这样制得的齿廓就是刀具刀刃在各个位置的包络线。今若用渐开线作为刀具齿廓, 则其包络线亦必为渐开线。由于在实际加工时, 看不到刀刃在各个位置形成包络线的过程, 故通过齿轮范成仪来实现轮坯与刀具间的传动过程, 用铅笔将刀具刀刃的各个位置画在绘图纸上, 这样我们就可以清楚地观察到齿轮范成的过程。

现在我们以铅制半圆形范成仪为主要介绍内容, 该范成仪是根据齿条形刀具加工齿轮来设计的, 其主要构造如图所示。

半圆盘2绕其固定的轴心传动。在半圆盘的周缘刻有凹槽, 槽内绕有钢丝 I 和 II, 钢丝



绕在凹槽内以后，其中心线所形成的圆应等于被加工齿轮的分度圆。I 和 II 的一端固定在半圆的 a 和 b 处；另一端固定在横拖板 5 上的 a' 和 b' 处。横拖板 5 可在机架 4 上沿水平方向移动，通过钢丝的作用使半圆盘相对于横拖板的运动和被加工齿轮相对于齿条的运动一样（作纯滚动）。在横拖板 5 上装有一带动刀具 7 的纵拖板 3，转动螺旋 6 可使纵拖板 3 相对于横拖板沿垂直方向移动，从而可以调节刀具中线至轮坯中心的距离。1 为压紧绘图纸的压环。

齿条形刀具的参数为：模数 $m = 25$ 毫米；压力角 $\alpha = 20^\circ$ ；齿顶高系数 $h_a^* = 1$ ；径向间隙系数 $c^* = 0.25$ 。

被加工齿轮的分度圆直径 $d = 200$ 毫米， $Z = d/m = 200/25 = 8$

另一种圆盘形的范成仪与上述范成仪在构造上有所不同，主要是：代表轮坯的圆盘和代表走刀的横拖板之间的运动联系是靠一对齿轮和齿条的啮合传递来完成的；没有纵拖板；刀具至轮坯中心的距离调节是靠刀具模型上的两条纵槽和在横拖板上的两个螺钉的松开来完成的；刀具参数中模数不同， $m = 20$ 毫米，其它参数相同。

当被加工齿轮的分度圆直径仍为 200 毫米时， $Z = d/m = 200/20 = 10$

四、实验步骤：

1、根据已知的刀具基本参数 d 、 m 、 h_a^* 、 C^* 和被加工齿轮的分度圆直径，计算出被加工的标准齿轮的基圆、齿根圆及齿顶圆半径。计算最小移距系数 x_{min} 及最小移距，以此最小移距作为变位齿轮的移距数值，计算出该变位齿轮的齿根圆半径和齿顶圆半径。

2、在绘图纸上按上面计算出的数值画得分度圆、基圆、齿根圆、齿顶圆，可画在绘图纸上的同一边，也可把标准齿轮和变位齿轮分开来画，分别画在图纸的两半边。将超出变位齿轮齿顶圆的部分图纸剪去，以所得到的图纸作为被加工齿轮的轮坯。

3、将代表轮坯的图纸放在半圆盘 2 上，对准中心后用压环 1 压住。

4、调节刀具中线，使其与被加工齿轮的分度圆相切，开始“切制”齿廓。此时可先移动横拖板，将刀具推至范成仪的一端，然后向另一端移动，每当移动一个不大的距离时，即在代表轮坯的图纸上用铅笔描下刀具刀刃位置，直到形成 1~2 个完整的轮齿时为止。在这个过程中要注意轮坯上齿廓形成的过程。

5、重新调整刀具，使刀具远离轮坯中心，直到刀具齿顶线与变位齿轮的齿根圆相切为止。用同样的方法切制此变位齿轮的齿廓，若把标准齿轮和变位齿轮的几个参数画在了绘图纸的同一边，为便于比较两种齿廓，此时应用另一种颜色的画笔。

6、比较标准齿轮和变位齿轮的齿形变化特点。

五、思考题：

1、为什么齿条刀具能切出齿轮的渐开线齿廓？

2、变位过大的齿轮会出现哪些不良现象？

3、通过实验，说明你所观察到的根切现象是怎样的？是由于什么原因引起的？根切现象发生在基圆内还是发生在基圆外？避免根切的方法有哪些？

渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定

一、目的:

- 1、掌握应用公法线千分尺和游标卡尺测定渐开线直齿圆柱齿轮基本参数的方法。
- 2、通过测量和计算。巩固有关齿轮各几何参数之间的相互关系。培养学生解决齿轮参数测定这一实际生产问题的动手能力。

二、实验用具:

- 1、齿轮
- 2、公法线千分尺
- 3、游标卡尺
- 4、学生自备计算工具和渐开线函数表

三、实验内容:

每个同学分别测量两个齿轮, 齿数为奇数和偶数的各一个。根据测量结果分别标出齿全高 h , 模数 m , 压力角 α 、变位系数 x 、齿顶高系数 h_a^* 和径向间隙系数 c^* 等。完成实验报告。

四、实验步骤和方法:

- 1、直接数出被测齿轮的齿数。

2、用游标卡尺测量齿顶圆直径 d_a 和齿根圆直径 d_f 。对于偶数齿的齿轮, 可直接用卡尺测量齿顶圆直径和齿根圆直径。如为奇数齿, 则应采用间接测量法测量。首先量出齿轮中心孔直径 D , 再分别量出中心孔壁到任一齿顶的距离 H_1 和中心孔壁到任一齿根的距离 H_2 。每个尺寸都要在均匀分布的三个位置测量三次取其平均值, 然后按下式计算出齿顶圆直径和齿根圆直径:

$$d_a = D + 2 H_1 \quad (1)$$

$$d_f = D + 2 H_2 \quad (2)$$

- 3、计算齿全高:

$$\text{对于偶数齿: } h = \frac{d_a - d_f}{2} \quad (3)$$

$$\text{对于奇数齿: } h = H_1 - H_2 \quad (4)$$

4、用公法线千分尺测量公法线长度, 根据被测齿轮的齿数 Z 查出标准齿轮的跨齿数 n , 测出跨 n 个齿时的公法线长度 L_n 。 L_n 应在均匀分布的三个位置上测量三次, 取其平均值。然后按相同的方法测出跨 $n+1$ 个齿的公法线长度 L_{n+1} , 跨齿数 n 可由下表查出。

Z	12—18	19—27	28—36	37—45	46—54	55—63	64—72	73—81
n	2	3	4	5	6	7	8	9

- 5、计算基节 P_b , 压力角 α 和模数 m 。