

传感器系统实验仪

实验指导书

北京信息科技大学机电工程学院

2012-4-8

目 录

CSY 系列传感器系统综合实验台使用说明	1
实验一 温度传感器——铂热电阻	5
实验二 光电传感器——光电开关（红外发光管与光敏三极管）	6

使用 说 明

CSY 系列传感器系统综合实验台为完全模块式结构,分主机、实验模块和实验桌三部分。根据用户不同的需求分为基本型和增强性两种配置。主机由实验工作平台,传感器综合系统、高稳定交、直流信号源,温控电加热源,旋转源、位移机构、振动机构、仪表显示、电动气压源、数据采集处理和通信系统(RS232 接口)、实验软件等组成。全套 13 个实验模块中均包含一种或一类传感器及实验所需的电路和执行机构(位移装置均由进口精密导轨组成,以确保纯直线性位移),实验时模块可按实验要求灵活组合,仪器性能稳定可靠,方便实用。

传感器包括:(基本型含 24 种传感器,序号 1.1~1.24。增强型含 31 种传感器,序号 1.1~1.31)

1.1 金属箔式应变传感器(箔式应变片 工作片 4 片;温度补偿片 2 片,应变系数:2.06,精度 2%)

1.2 称重传感器(标准商用双孔悬臂梁结构,量程 0~500g,精度 2%)

1.3 MPX 扩散硅压阻式压力传感器(差压式,量程 0~50KP,精度 3%)

1.4 半导体应变传感器(BY350,工作片 2 片,应变系数 120)

1.5 标准 K 分度热电偶,(量程 0~800℃,精度 3%)

1.6 标准 E 分度热电偶,(量程 0~800℃,精度 3%)

1.7 MF 型半导体热敏传感器(负温度系数,25℃时电阻值 10K)

1.8 Pt100 铂热电阻(量程 0~800℃,精度 5%)

1.9 半导体温敏二极管(精度 5%)

1.10 集成温度传感器(电流型,精度 2%)

1.11 光敏电阻传感器(cds 器件,光电阻 $\geq 2M\Omega$.)

1.12 光电转速传感器(近红外发射-接收量程 0~2400 转/分)

1.13 光纤位移传感器(多模光强型,量程 $\geq 2mm$,在其线性工作范围内精度 5%)

1.14 热释电红外传感器(光谱响应 7~15 μm ,光频响应 0.5~10HZ)。

1.15 半导体霍尔传感器(由线性霍尔元件与梯度磁场组成。工作范围:位移 $\pm 2mm$,精度 5%)

1.16 磁电式传感器(动铁与线圈)

1.17 湿敏电阻传感器(高分子材料,工作范围 5~95%RH,)

1.18 湿敏电容传感器(高分子材料,工作范围 5~95%RH)

1.19 MQ3 气敏传感器(酒精气敏感,实验演示用)

1.20 电感式传感器(差动变压器,量程 $\pm 5mm$,精度 5%)

1.21 压电加速度传感器(PZT 压电陶瓷与质量块。工作范围 5~30Hz)

1.22 电涡流传感器(线性工作范围 1mm,精度 3%)

1.23 电容传感器(同轴式差动变面积电容,工作范围 $\pm 3mm$,精度 2%)

1.24 力平衡传感器(综合传感器系统)

1.25 光电池传感器

1.26 光敏二极管传感器

1.27 光敏三极管传感器

1.28 PSD 光电位置传感器(PSD 器件与激光器组件,采用工业上的三角测量法,量程 25mm,精度 0.1%)

1.29 激光光栅传感器(光栅衍射及光栅莫尔条纹,莫尔条纹精密位移记数精度

0.01mm)

1.30 CCD 图象传感器(光敏面尺寸: 1/3 英寸。采用计算机软件与 CCD 传感器配合, 进行高精度物径及高精度光栅莫尔条纹位移自动测试。)

1.31 超声波测距传感器(量程范围 30~600mm, 精度 10mm)

主机配置:

2.1 直流稳压电源:(传感器工作直流激励源与实验模块工作电源)

±2V~±10V 分五档输出, 最大输出电流 1.5A

±15V (±12V)、最大输出电流 1.5A; 激光器电源。

2.2 音频信号源:(传感器工作交流激励源)

0.4KHz-10KHz 输出连续可调, 最大 V_{p-p} 值 20V。

0°、180° 端口反相输出

0°、LV 端口功率输出, 最大输出电流 1.5A

180° 端口电压输出, 最大输出功率 300mw

2.3 低频信号源:(供主机位移平台与双平行悬臂梁振动激励, 实现传感器动态测试)

1Hz~30Hz 输出, 连续可调, 最大输出电流 1.5A, 最大 V_{p-p} 值 20V, 激振 I (双平行悬臂梁)、激振 II (圆形位移平台) 的振动源。

转换钮子开关的作用:(请特别注意) 当倒向 V_0 侧时, 低频信号源正常使用, V_0 端输出低频信号, 倒向 V_i 侧时, 断开低频信号电路, V_0 端无低频信号输出, 停止激振 I、II 的激励。 V_i 作为电流放大器的信号输入端, 输出端仍为 V_0 端。激振不工作时激振选择开关应位于置中位置。

2.4 温控电加热源:(温度传感器加热源)

由 E 分度热电偶控温的 300W 电加热炉, 最高控制炉温 400℃, 实验控温 ≤200℃。交流 220V 插口提供电炉加热电源, 作为温度传感器热源、及热电偶测温、标定和传感器温度效应的温度源等。

2.5 旋转源:(光电、电涡流传感器测转速之用)

低噪声旋转电机, 转速 0-2400 转/分, 连续可调。(特别注意: 电机不工作时钮子开关应置于“关”, 否则直流稳压电源负电源会无输出)。

2.6 气压源:(提供压力传感器气压源)

电动气泵: 气压输出应 ≤40KP, 连续可调, 使用时请注意控制气压。

手动加压气囊: 可加压至满量程 40KP, 通过减压阀调节气压值。

仪表显示部分:

3.1 电压/频率表:

3 1/2 位数字表、电压显示分 0~2V、0~20V 两档;

频率显示分 0~2KHz、0~20KHz 两档, 灵敏度 ≤50mv。

3.2 数字式温度表:(E 分度)

温度显示: 0-800℃ (用其他热电偶测温时应查对相应的热电偶分度表)。

3.3 气压表:

0-40KP (0-300mmHg) 显示。

计算机通信与数据采集:

4.1 通信接口: 标准 RS232 口, 提供实验台与计算机通信接口。

4.2 数据采集卡: 12 位 A/D 转换, 采集卡信号输入端为电压/频率表的“通道 I”和“通道 II”端, 采集卡频率输入端为“转速信号入”口。

实验模块包含:

(基本型含 9 个模块, 序号 5.1-5.9, 增强型含 13 个模块, 序号 5.1-5.13, 每个模块包含一种或一类传感器, 使用方便)

5.1 实验公共电路模块: 提供所有实验中所需的电桥、差动放大器、低通滤波器、电荷放大器、移项器、相敏检波器等公用电路。

5.2 应变式传感器实验模块(包含电阻应变及压力传感器): 金属箔式标准商用称重传感器(带加热及温度补偿)、悬臂梁结构金属箔式、半导体应变、MPX 扩散硅压阻式传感器、放大电路。

5.3 电感式传感器实验模块: 差动变压器、螺管式传感器、高精度位移导轨、放大电路。

5.4 电容式传感器实验模块: 同轴式差动电容组成的双 T 电桥检测电路, 精密位移导轨。

5.5 光电传感器实验模块: 光纤位移传感器与光电耦合器、光敏电阻及信号变换电路, 精密位移导轨、电机旋转装置。

5.6 霍尔传感器实验模块: 霍尔传感器、梯度磁场、变换电路及高精度位移导轨。

5.7 温度传感器实验模块: 提供 7 种温度传感器及变换电路, 可控电加热炉。

5.8 电涡流传感器实验模块: 电涡流探头、变换电路及精密位移导轨。

5.9 湿敏气敏传感器实验模块: 高分子湿敏电阻、湿敏电容、MQ3 气敏传感器及变换电路。

5.10 PSD 光电位置传感器实验模块: PSD 器件及激光器组件、精密位移导轨, 高倍放大器。(增强型单元)

5.11 CCD 图象传感器及光栅测试实验模块: CCD 传感器、光栅莫尔条纹位移传感器及计机测试软件、精密位移导轨。(增强型单元)

5.12 超声波传感器测距实验模块: 超声波发射-接收探头、位移装置及时间-距离变换显示电路, 直接显示探测距离 (cm) 及时间 (μs) (增强型单元)

5.13 光电器件实验模块: 光电器件模板、微安表, 实验选配单元。

主机工作台上装置的传感器有:

磁电式、压电加速度、半导体应变 (2 片)、金属箔式应变 (工作片 4 片, 温度补偿片 2 片)、衍射光栅 (增强型)。

双平行悬臂梁旁的支柱安装有螺旋测微仪, 可带动悬臂梁上下位移。

圆形位移 (振动) 平台旁的支架可安装电感、电容、霍尔、光纤、电涡流等传感器探头, 在平台振动时进行动态实验。

实验台主机与实验模块的连接线采用了高可靠性的防脱落插座及插头。实验连接线均用灯笼状的插头及配套的插座, 接触可靠, 防旋防松脱, 并可在使用日久断线后重新修复 (特别注意: 在本型仪器上请勿同时使用旧型号的可锁紧连接线, 以免损坏新型连

接线及造成插座松动）。

实验操作须知：

1. 使用本仪器前，请先熟悉仪器的基本状况，对各传感器激励信号的大小、信号源、显示仪表、位移及振动机构的工作范围做到心中有数。主机面板上的组子开关都应选择好正确的倒向。

2. 了解测试系统的基本组成：合适的信号激励源→传感器→处理电路（传感器状态调节机构）→仪表显示（数据采集或图象显示）

3. 实验操作时，在用实验连接线接好各系统并确认无误后方可打开电源，各信号源之间严禁用连接线短路，主机与实验模块的直流电源连接线插头与插座连接时尤要注意标志端对准后插入，如开机后发现信号灯、数字表有异常状况，应立即关机，查清原因后再进行实验。

4. 实验连接线插头为灯笼状簧片结构，插入插孔即能保证接触良好，不须旋转锁紧，使用时应避免摇晃。为延长使用寿命，操作时请捏住插头连接叠插。

5. 实验指导中的“注意事项”不可忽略。传感器的激励信号不准随意加大，否则可能会造成传感器永久性的损坏。

6. 本实验仪为教学实验用仪器，而非测量用仪器，各传感器在其工作范围内有一定的线性和精度，但不能保证在整个信号变化范围都是呈线性变化。限于实验条件，有些实验只能做为定性演示（如湿敏、气敏传感器），能完成实验指导书中的实验内容，则整台仪器正常。

7. 本仪器的工作环境温度 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ，需防尘。

实验一 光电传感器—光电开关（红外发光管与光敏三极管）

实验原理：

光敏三极管与半导体三极管结构类似，但通常引出线只有二个，当具有光敏特性的PN结受到光照时，形成光电流，不同材料制成的光敏三极管具有不同的光谱特性，光敏三极管较之光敏二极管能将光电流放大 $(1+h_{FE})$ 倍，因此具有很高的灵敏度。

与光敏管相似，不同材料制成的发光二极管也具有不同的光谱特性，由光谱特性相同的发光二极管与光敏三极管组成对管，安装成如图（1）形式，就形成了光电开关（光耦合器或光断续器）。

实验所需部件：

光电开关、测速电机、示波器、电压/频率表、光纤光电传感器实验模块。

实验步骤：

1、观察光电开关结构：传感器是一个透过型的光断续器，工作波长 $3\mu\text{m}$ 左右，可以用来检测物体的有无，物体运动方向等。

2、连接主机与实验模块电源线及传感器接口，示波器接光电输出端。

3、开启主机电源，用手转动电机叶片分别挡住与离开传感光路，观察输出端信号波形。

开启转速电机，调节转速，观察 V_0 端连续方波信号输出，并用电压/频率表2KHz档测转速，转速=频率表显示值 $\div 2$ 。

4、如欲用数据采集卡中的转速采集功能，须将 V_0 输出端信号送入整形电路以便得到 $5V_{TTL}$ 电平输出的信号，整形电路输出端请接实验仪主机面板上的“转速信号入”端口，与内置的数据采集卡中的频率记数端接定。

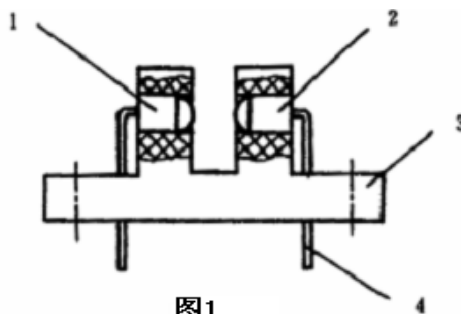


图1

1—近红外发光二极管 2—光敏三极管 3—支架 4—引脚

透过型光断续器的结构

实验二 温度传感器——铂热电阻

实验原理：

pt100 铂热电阻的电阻值在 0°C 时为 100Ω ，测温范围一般为 $-200\sim 650^{\circ}\text{C}$ ，铂热电阻的阻值与温度的关系近似线性，当温度在 $0^{\circ}\text{C}\leq T\leq 650^{\circ}\text{C}$ 时， $R_T=R_0(1+A_T+BT^2)$ 。

式中： R_T ——铂热电阻 $T^{\circ}\text{C}$ 时的电阻值，

R_0 ——铂热电阻在 0°C 时的电阻值，

A ——系数 ($=3.96847\times 10^{-3}1/^{\circ}\text{C}$)，

B ——系数 ($=-5.847\times 10^{-7}1/^{\circ}\text{C}^2$)。

铂热电阻测温时只要将其阻值直接与铂热电阻分度表对照即可知道感受到的温度。本实验介绍了铂热电阻实际应用时的一种测温电路。

实验所需部件：

铂热电阻 (Pt_{100})、加热炉、温控器、温度传感器实验模块、数字电压表、水银温度计或半导体点温计 (自备)。

实验步骤：

1、观察已置于加热炉顶部的铂热电阻，连接主机与实验模块的电源线及传感器与模块处理电路接口，铂热电阻电路输出端 V_0 接电压表，温度计置于热电阻旁感受相同的温度。

2、开启主机电源，调节铂热电阻电路调零旋钮，使输出电压为零，电路增益适中，由于铂电阻通过电流时产生自热其电阻值要发生变化，因此电路有一个稳定过程。

3、开启加热炉，设定加热炉温度为 $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ，观察随炉温上升铂电阻的阻值变化及输出电压变化，(实验时主机温度表上显示的温度值是加热炉的炉内温度，并非是加热炉顶端传感器感受到的温度)。并记录数据填入下表：

$^{\circ}\text{C}$														
$V_0 (\text{mV})$														

做出 $V-T$ 曲线，观察其工作线性范围。

注意事项：

加热器温度一定不能过高，以免损坏传感器的包装。