

# 传感器与检测实验指导书

2018.09

# 目 录

CSY—2000型传感器与检测技术实验台说明书

CSY—3000型传感器与检测技术实验台说明书

实验一 电容式传感器测位移特性实验

实验二 直流激励时线性霍尔传感器测位移特性实验

实验三 电涡流传感器测量位移特性实验

# CSY-2000 型传感器与检测技术实验台

## 说 明 书

### 一、实验台的组成

CSY-2000 型传感器与检测技术实验台由主机箱、传感器、实验电路(实验模板)、转动源、振动源、温度源、数据采集卡及处理软件、实验桌等组成。

- 1、主机箱：提供高稳定的 $\pm 15V$ 、 $\pm 5V$ 、 $+5V$ 、 $\pm 2V \sim \pm 10V$ （步进可调）、 $+2V \sim +24V$ （连续可调）直流稳压电源；音频信号源（音频振荡器） $1KHz \sim 10KHz$ （连续可调）；低频信号源（低频振荡器） $1Hz \sim 30Hz$ （连续可调）；传感器信号调理电路；智能调节仪；计算机通信口；主机箱上装有电压、气压等相关数显表。其中，直流稳压电源、音频振荡器、低频振荡器都具有过载保护功能，在排除接线错误后重新开机恢复正常工作。主机箱右侧面装有供电电源插板及漏电保护开关。
- 2、振动源（动态应变振动梁与振动台）：振动频率  $3Hz \sim 30Hz$  可调（谐振频率  $9Hz \sim 12Hz$  左右）；
- 3、转动源：手动控制  $0$  转/分 $\sim 2400$  转/分、自动控制  $300 \sim 2200$  转/分。
- 4、温度源：常温 $\sim 200^{\circ}C$ 。
- 5、气压源： $0 \sim 20Kpa$ （连续可调）。
- 6、传感器：基本型有箔式应变片( $350\Omega$ )传感器(称重  $200g$ )、扩散硅压力传感器( $20Kpa$ )、差动变压器( $\pm 4mm$ )、电容式位移传感器( $\pm 2.5mm$ )、霍尔式位移传感器( $\pm 1mm$ )、霍尔式转速传感器( $2400$  转/分)、磁电转速传感器( $250$  转/分 $\sim 2400$  转/分)、压电式传感器电涡流传感器( $1mm$ )、光纤位移传感器( $1mm$ )、光电转速传感器( $2400$  转/分)、集成温度(AD590)传感器(室温 $\sim 150^{\circ}C$ )、K 热电偶(室温 $\sim 180^{\circ}C$ )、E 热电偶(室温 $\sim 180^{\circ}C$ )、Pt100 铂电阻(室温 $\sim 180^{\circ}C$ )、Cu50 铜电阻(室温 $\sim 100^{\circ}C$ )、湿敏传感器( $10 \sim 95\%RH$ )、气敏传感器( $50 \sim 2000ppm$ )等。  
增强型：基本型基础上可选配扭矩传感器( $25N \cdot m$ )、超声位移传感器( $200 \sim 1500mm$ )、PSD 位置传感器( $\pm 2mm$ )、CCD 电荷耦合器件、光栅位移传感器( $25mm$ )、红外热释电传感器、指纹传感器(演示)等。
- 7、调理电路(实验模板)：基本型有电桥及调平衡网络、差动放大器、电压放大器、电荷放大器、电容变换器、电涡流变换器、光电变换器、温度变换器、移相器、相敏检波器、

低通滤波器。增强型增加与选配传感器配套的实验模板。

8、数据采集处理软件，另附。

9、实验台：尺寸为 1600×800×750mm，实验台桌上预留了计算机及示波器安放位置。

## 二、电路原理

实验电路原理已印刷在面板上(实验模板上)，实验接线图参见文中的具体实验内容。

## 三、使用方法

1、开机前将电压表显示选择旋钮打到 2V 档；电流表显示选择旋钮打到 200mA 档；步进可调直流稳压电源旋钮打到±2V 档；其余旋钮都打到中间位置。

2、将 AC 220V 电源线插头插入市电插座中，合上电源开关，数显表显示 0000，表示实验台已接通电源。

3、做每个实验前应先阅读实验指南，每个实验均应在断开电源的状态下按实验线路接好连接线（实验中用到可调直流电源时，应在该电源调到实验值后再接到实验线路中），检查无误后方可接通电源。

4、合上调节仪(器)电源开关，设置调节仪(器)参数；调节仪(器)的 PV 窗显示测量值；SV 窗显示设定值(具体内容参见实验)。

5、数据采集卡及处理软件使用方法另附说明。

## 四、仪器维护及故障排除

### 1、维护

(1) 防止硬物撞击、划伤实验台面；防止传感器跌落地面。

(2) 实验完毕要将传感器、配件及连线全部整理放置好。

### 2、故障排除

(1) 开机后数显表都无显示，应查 AC 220V 电源有否接通；主机箱侧面 AC 220V 插座中的保险丝是否烧断。如都正常，则更换主机箱中主机电源。

(2) 转动源不工作，则手动输入+12V 电压，如不工作，更换转动源；如工作正常，应查调节仪设置是否准确；控制输出  $V_o$  有无电压，如无电压，更换主机箱中的转速控制板。

(3) 振动源不工作，检查主机箱面板上的低频振荡器有无输出，如无输出，更换信号板；如有输出，更换振动源的振荡线圈。

(4) 温度源不工作，检查温度源电源开关有否打开；温度源的保险丝是否烧断；调节仪设置是否准确。如都正常，则更换温度源。

## 五、注意事项

- 1、在实验前务必仔细阅读实验指南。
- 2、严禁用酒精、有机溶剂或其它具有腐蚀性溶液擦洗主机箱及面板。
- 3、请勿将主机箱的电源、信号源输出端与地（ $\perp$ ）短接，因短接时间长易造成电路故障。
- 4、请勿将主机箱的 $\pm 5V$ 源引入实验电路时接错。
- 5、在更换接线时，应断开电源，只有在确保接线无误后方可接通电源。
- 6、实验完毕后，请将传感器及附件放回原处。
- 7、如果实验台长期未通电使用，在实验前先通电十分钟预热，再检查按一次漏电保护按钮是否有效。
- 8、实验接线时，要握住手柄插拔实验线，不能拉扯实验线。

# CSY-3000 型传感器与检测技术实验台

## 说 明 书

CSY3000 型传感器与检测技术实验台是本公司为适应不同类别、不同层次的专业需要，在 2000 系列传感器与检测技术实验台的基础上，增加了一些光电传感器而最新推出的模块化的新产品。

CSY-3000 型传感器与检测技术实验台，主要用于各大专院校、中专及职业技术学院开设的“自动检测技术”“传感器原理与技术”“工业自动化控制”“非电量电测技术”等课程的教学实验。它是采用最新推出的模块化结构的产品。实验台上采用的大部分传感器虽然是教学传感器（透明结构便于教学），但其结构与线路是工业应用的基础。希望通过实验帮助广大学生加强对书本知识的理解，并在实验的进行过程中通过信号的拾取、转换、分析、掌握作为一个科技工作者应具有的基本的操作技能与动手能力。

### 一、实验台的组成

CSY-3000 型传感器与检测技术实验台由主机箱、温度源、转动源、振动源、传感器、相应的实验模板、数据采集卡及处理软件、实验桌等组成。

- 1、主机箱：提供高稳定的 $\pm 15V$ 、 $\pm 5V$ 、 $+5V$ 、 $\pm 2V \sim \pm 10V$ （步进可调）、 $+2V \sim +24V$ （连续可调）直流稳压电源；直流恒流源  $0.6mA \sim 20mA$  可调；音频信号源（音频振荡器） $1KHz \sim 10KHz$ （连续可调）；低频信号源（低频振荡器） $1Hz \sim 30Hz$ （连续可调）；气压源  $0 \sim 20KPa$ （可调）；智能调节仪（器）；计算机通信口；主控箱面板上装有电压、电流、频率转速、气压、光照度数显表；漏电保护开关等。其中，直流稳压电源、音频振荡器、低频振荡器都具有过载切断保护功能，在排除接线错误后重新开机一下才能恢复正常工作。
- 2、振动源：振动台振动频率  $1Hz \sim 30Hz$  可调（谐振频率  $9Hz$  左右）。
- 3、转动源：手动控制  $0 \sim 2400$  转 / 分；自动控制  $300 \sim 2200$  转 / 分。
- 4、温度源：常温  $\sim 200^{\circ}C$ 。
- 5、气压源  $0 \sim 20KPa$ （可调）；
- 6、传感器：基本型有电阻应变式传感器、扩散硅压力传感器、差动变压器、电容式位移传感器、霍尔式位移传感器、霍尔式转速传感器、磁电转速传感器、压电式传感器、电涡流传感器、光纤传感器、光电转速传感器（光电断续器）、集成温度传感器、K 型

热电偶、E型热电偶、Pt100 铂电阻、Cu50 铜电阻、湿敏传感器、气敏传感器、光照度探头、纯白高亮发光二极管、红外发光二极管、光敏电阻、光敏二极管、光敏三极管、硅光电池、反射式光电开关共二十六个（其中二个发光源）。

增强型：基本型基础上可选配扭矩传感器、超声位移传感器、PSD 位置传感器、CCD 电荷耦合器件、光栅位移传感器、红外热释电传感器、红外夜视传感器、指纹传感器、色敏传感器。

7、调理电路(实验模板)：基本型有应变式、压力、差动变压器、电容式、霍尔式、压电式、电涡流、光纤位移、温度、移相 / 相敏检波 / 低通滤波共十块模板。增强型还增加与选配传感器配套的实验模板。

8、数据采集卡及处理软件，另附。

9、实验台：尺寸为 1600×800×750mm，实验台桌上预留了计算机及示波器安放位置。

## 二、 电路原理

实验模板电路原理已印刷在面板上(实验模板上)，实验接线图参见下文中的具体实验内容。

## 三、 使用方法

1、开机前将电压表显示选择旋钮打到 2V 档；电流表显示选择旋钮打到 200mA 档；步进可调直流稳压电源旋钮打到±2V 档；其余旋钮都打到中间位置。

2、将 AC220V 电源线插头插入市电插座中，合上电源开关，数显表显示 0000，表示实验台已接通电源。

3、做每个实验前应先阅读实验指南，每个实验均应在断开电源的状态下按实验线路接好连接线（实验中用到可调直流电源时，应在该电源调到实验值后再接到实验线路中），检查无误后方可接通电源。

4、合上调节仪(器)电源开关，在参数及状态设置好的情况下，调节仪的 PV 显示测量值；SV 显示给定值。

5、合上气源开关，气泵有声响，说明气泵工作正常。

6、数据采集卡及处理软件使用方法另附说明。

## 四、 仪器维护及故障排除

### 1、 维护

(1) 防止硬物撞击、划伤实验台面；防止传感器及实验模板跌落地面损坏。

(2) 实验完毕要将传感器、配件、实验模板及连线全部整理好。

## 2、故障排除

(1) 开机后数显表都无显示，应查 AC220V 电源有否接通；主控箱侧面 AC220V 插座中的保险丝是否烧断。如都正常，则更换主控箱中主机电源。

(2) 转动源不工作，则手动输入 +12V (0—24V 可调) 电压，如不工作，更换转动源；如工作正常，应查调节仪设置是否准确；控制输出  $V_o$  有无电压 (将可调 24V 电源调节到电机相应的工作电压情况下)，如无电压，更换主控箱中的转速控制板。否则更换智能调节仪。

(3) 振动源不工作，检查主控箱面板上的低频振荡器有无输出 (调节较大幅度后调节频率)，如无输出，更换信号板；如有输出，更换振动源的振荡线圈。

(4) 温度源不工作，检查温度源电源开关有否打开；温度源的保险丝是否烧断；调节仪设置是否准确。如都正常，则更换温度源。

## 五、注意事项

- 1、在实验前务必仔细阅读实验指南。
- 2、严禁用酒精、有机溶剂或其它具有腐蚀性溶液擦洗主控箱的面板和实验模板面板。
- 3、严禁将主控箱的电源、信号源输出端与地 ( $\perp$ ) 短接，因短接时间长易造成电路故障。
- 4、严禁将主控箱的  $\pm 5V$  源引入实验模板时接错。
- 5、在更换接线时，应断开电源，只有在确保接线无误后方可接通电源。
- 6、实验完毕后，请将传感器及实验模板放回原处。
- 7、如果实验台长期未通电使用，在实验前先通电十分钟预热，再检查按一次漏电保护按钮是否有效。



## 实验一 电容式传感器的位移实验

一、实验目的：了解电容式传感器结构及其特点。

二、基本原理：利用电容  $C = \epsilon A / d$  和其它结构的关系式通过相应的结构和测量电路可以选择  $\epsilon$ 、 $A$ 、 $d$  中三个参数中，保持二个参数不变，而只改变其中一个参数，则可以有测谷物干燥度 ( $\epsilon$  变)、测位移 ( $d$  变) 和测量液位 ( $A$  变) 等多种电容传感器。本实验采用的传感器为圆筒式变面积差动结构的电容式位移传感器，如下图所示：它是有二个圆筒和一个圆柱组成的。设圆筒的半径为  $R$ ；圆柱的半径为  $r$ ；圆柱的长为  $x$ ，则电容量为  $C = \epsilon 2\pi x / \ln(R / r)$ 。图中  $C_1$ 、 $C_2$  是差动连接，当图中的圆柱产生  $\Delta X$  位移时，电容量的变化量为  $\Delta C = C_1 - C_2 = \epsilon 2\pi 2\Delta X / \ln(R / r)$ ，式中  $\epsilon 2\pi$ 、 $\ln(R / r)$  为常数，说明  $\Delta C$  与  $\Delta X$  位移成正比，配上配套测量电路就能测量位移。

三、需用器件与单元：主机箱、电容传感器、电容传感器实验模板、测微头。

四、实验步骤：

1、测微头的使用和安装参阅实验九。按图 1 将电容传感器装于电容传感器实验模板上并按图示意接线(实验模板的输出  $V_{o1}$  接主机箱电压表的  $V_{in}$ )。

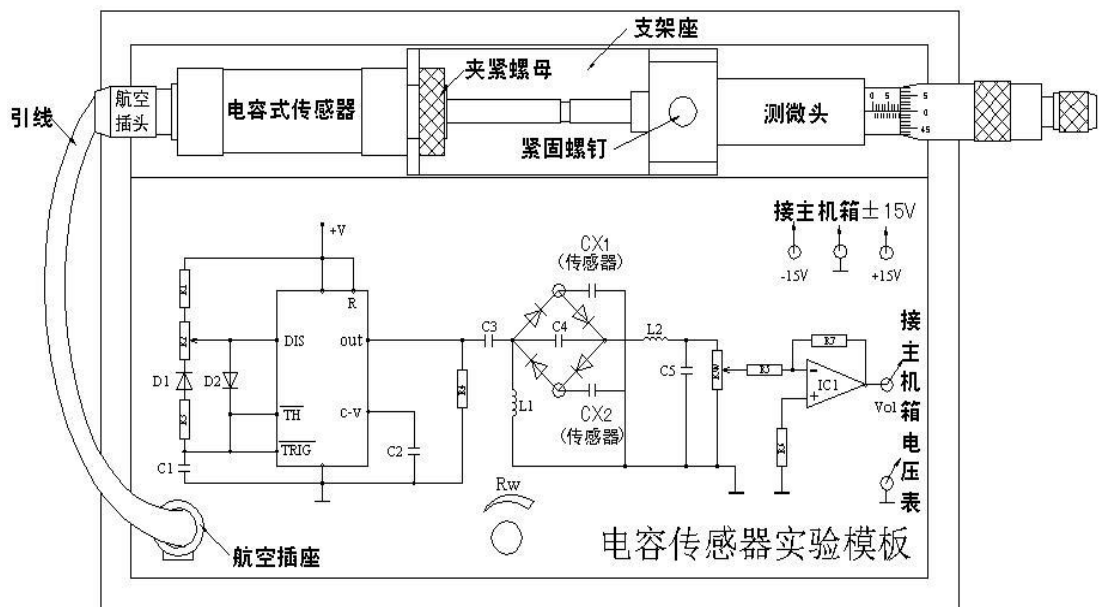


图 1 电容传感器位移实验安装、接线图

2、将实验模板上的  $R_w$  调节到中间位置(方法：逆时针转到底再顺时针转 3 圈)。

3、将主机箱上的电压表量程(显示选择)开关打到 2V 档，合上主机箱电源开关，旋转



## 实验二 直流激励时线性霍尔式传感器位移特性实验

一、实验目的：了解霍尔式传感器原理与应用。

二、基本原理：根据霍尔效应，霍尔电势  $U_H = K_H IB$ ，当霍尔元件处在梯度磁场中的不同位置时，它的电势会发生变化，利用这一性质可以进行位移测量。

三、需用器件与单元：主机箱、霍尔传感器实验模板、霍尔传感器、测微头。

四、实验步骤：

- 1、霍尔传感器和测微头的安装、使用参阅实验九。按图 2 示意图接线(实验模板的输出 Vo1 接主机箱电压表的 Vin)，将主机箱上的电压表量程(显示选择)开关打到 2V档。
- 2、检查接线无误后，开启电源，调节测微头使霍尔片处在两磁钢的中间位置，再调节 RW1 使数显表指示为零。

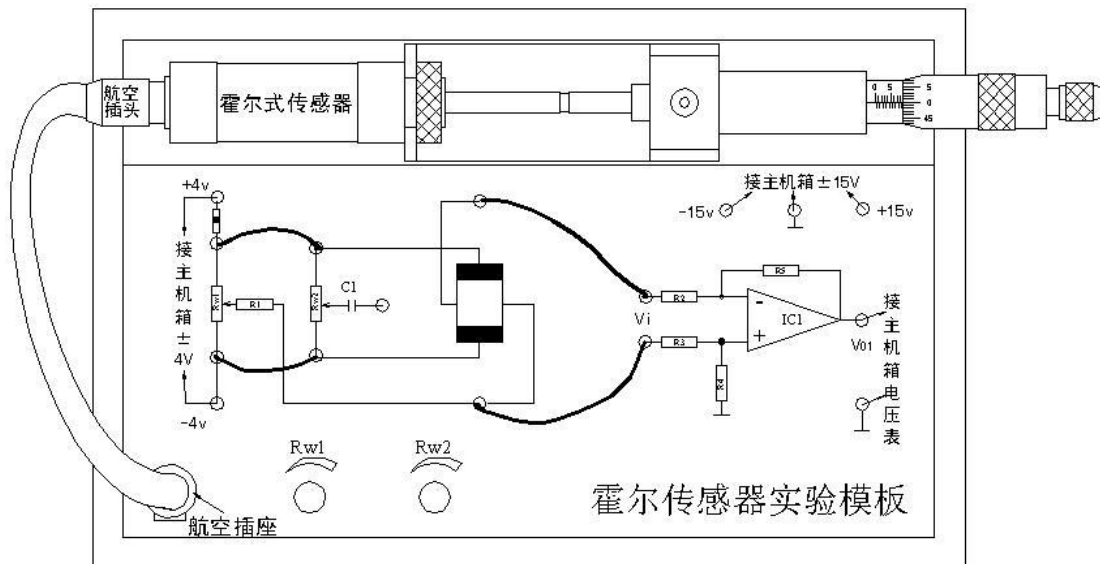


图 1 霍尔传感器(直流激励)位移实验接线示意图

- 3、以某个方向调节测微头 2mm 位移，记录电压表读数作为实验起始点；再反方向调节测微头每增加 0.2mm 记下一个读数(建议做 4mm 位移)，将读数填入表 1。

表 1 霍尔传感器(直流激励)位移实验数据

X (mm)									
V(mV)									

作出  $V-X$  曲线，计算不同测量范围 (1mm、2mm、3mm、4mm) 时的灵敏度和非线性

性误差。实验完毕，关闭电源。

### **五、思考题：**

本实验中霍尔元件位移的线性度实际上反映的是什么量的变化？

### 实验三 电涡流传感器位移实验

一、实验目的：了解电涡流传感器测量位移的工作原理和特性。

二、基本原理：通过交变电流的线圈产生交变磁场，当金属体处在交变磁场时，根据电磁感应原理，金属体内产生电流，该电流在金属体内自行闭合，并呈旋涡状，故称为涡流。涡流的大小与金属导体的电阻率、导磁率、厚度、线圈激磁电流频率及线圈与金属体表面的距离  $x$  等参数有关。电涡流的产生必然要消耗一部分磁场能量，从而改变激磁线圈阻抗，涡流传感器就是基于这种涡流效应制成的。电涡流工作在非接触状态(线圈与金属体表面不接触)，当线圈与金属体表面的距离  $x$  以外的所有参数一定时可以进行位移测量。

三、需用器件与单元：主机箱、电涡流传感器实验模板、电涡流传感器、测微头、被测体(铁圆片)。

四、实验步骤：

1、观察传感器结构，这是一个平绕线圈。根据图 3 安装测微头、被测体、电涡流传感器并接线。

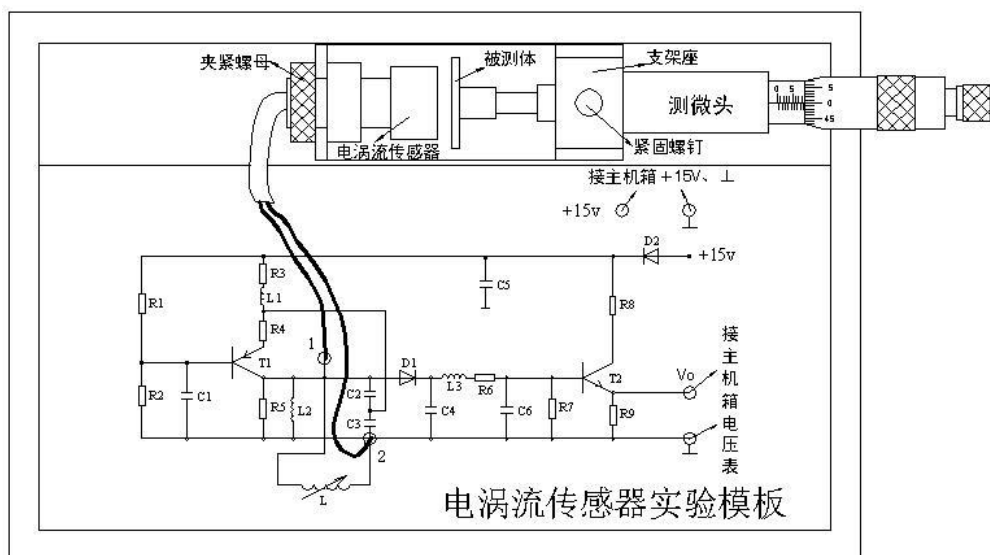


图 3 电涡流传感器安装、接线示意图

2、调节测微头使被测体与传感器端部接触，将电压表显示选择开关切换到 20V 档，检查接线无误后开启主机箱电源开关，记下电压表读数，然后每隔 0.1mm 读一个数，直到输出几乎不变为止。将数据列入表 3。

表 3 电涡流传感器位移 X 与输出电压数据

X (mm)										
V(mV)										

3、根据表 3 数据，画出  $V-X$  曲线，根据曲线找出线性区域及进行正、负位移测量时的最佳工作点(即曲线线性段的中点)，试计算测量范围为 1mm 与 3 mm 时的灵敏度和线性度（可以用端基法或其它拟合直线）。实验完毕，关闭电源。

### 五、思考题：

- 1、电涡流传感器的量程与哪些因素有关，如果需要测量 $\pm 5\text{mm}$  的量程应如何设计传感器？
- 2、用电涡流传感器进行非接触位移测量时，如何根据量程使用选用传感器。