

《传感器与检测技术》实验指导讲义

实验一 预备实验

一、实验目的

熟悉实验要求，熟悉实验系统和主控台。学习、掌握虚拟示波器的使用。

二、实验课要求与注意事项

1、实验课同上理论课一样是上课，必须遵守上课的各项规定，不允许做与上课无关事。必须做好预习。

2、实验各组必须独立完成实验，不允许大声讲话，不允许各处走动，不允许与其他组商量。

3、必须单独做好测量原始数据的记录，并交任课教师签字后有效，每人一份。实验报告必须附有任课教师签字的原始数据的记录，否则实验报告无效。

4、自学《深圳大学学生实验守则》和《深圳大学仪器设备损坏、丢失赔偿办法》。

5、必须爱护使用的仪器设备。**接线时必须关闭主控台的电源！**特别注意主控台电源与实验模块电源的正、负、地要连接一致，不可接错，开启电源前要认真检查。若操作错误，导致设备的损坏将按学校的规定赔偿。

6、实验结束后，关闭主控台的电源，整理好连接线放在实验台上。

三、实验系统简介

SET9000 型系列传感器与检测（控制）技术实验台由主控台、测控对象、传感器/实验模板、数据采集卡及处理软件、实验桌等六部分组成。

☆（1）**主控台**：提供高稳定的 $\pm 15V$ 、 $+5V$ 、 $\pm 2V \sim \pm 10V$ （可调）、 $+2V \sim +24V$ （可调）四种直流稳压电源； $0.4KHz \sim 10KHz$ 可调音频信号源； $1Hz \sim 30Hz$ 可调低频信号源；面板上装有数显电压、频率、转速、压力表和精度温度控制仪表； $0 \sim 20kpa$ 可调气压源；计算机数据采集卡；浮球流量计；电源故障报警/复位系统；漏电保护装置。SET9000 型还增加了数据采集控制器及测控系统接口。

（2）**测控对象**：振动源 $1Hz \sim 30Hz$ （可调）；转动源 $0 \sim 2400$ 转/分（可调）；温度源 $< 200^{\circ}C$ （可调）。SET9000 型的上述三种对象均带手动/自动调节功能。

（3）**传感器/实验模块配置**：

★ **基础型（17种）**：

1. 电阻应变式传感器；2. 扩散硅压力传感器；3. 差动变压器；4. 电容式传感器；5. 霍尔式位移传感器；6. 霍尔式转速传感器；7. 磁电转速传感器；8. 压电式传感器；9. 电涡流位移

传感器；10. 光纤位移传感器；11. 光电转速传感器；12. 集成温度传感器；13. K 型热电偶；14. E 型热电偶；15. Pt100 铂电阻；16. 湿敏传感器；17. 气敏传感器。

★ 增强型（27 种可选配）：

1. 热释电远红外传感器；2. 光敏电阻；3. 光敏二极管；4. 光敏三极管；5. 硅光电池；6. 光电耦合器件；7. 红外辐射温度传感器；8. 光纤温度传感器（传导型）；9. 光纤压力传感器（传导型）；10. 光栅位移传感器（原理型）；11. 光栅位移传感器（测量型）；12. 光电编码器传感器（原理型）；13. 光电编码器传感器（测量型）；14. 超声测距感器；15. 扭矩传感器；16. PSD 位置传感器；17. CCD 图像测量传感器（带红外夜视功能）；18. T 型热电偶；19. J 型热电偶；20. 半导体热敏电阻；21. 微波传感器；22. 指纹传感器（带控制输出）；23. 指纹传感器（带图像输出）；24. 表面无损探伤传感器模块；25. 颜色识别传感器；26. 通用输入 zigbee 无线传感器网络模块；27. 环境监测实验模块。

（4）数据采集卡及处理软件：

① 传感器特性实验专用数据采集卡及实验软件：采用 12 位 A/D 转换、采样速度 100000 点/秒，采样方式可分为：单步采样、连续采样、定时采样；具有控制输出端口；处理软件具有良好的计算机显示界面，可以进行实验项目的选择与编辑；数据采集；特性曲线的分析、比较；实验报告（文件）存取、打印等功能。

② 传感器实验及虚拟仪器专用数据采集卡及软件：（另附）

③ 传感器测控专用控数据采集卡及测控软件：（见 Pa:95）

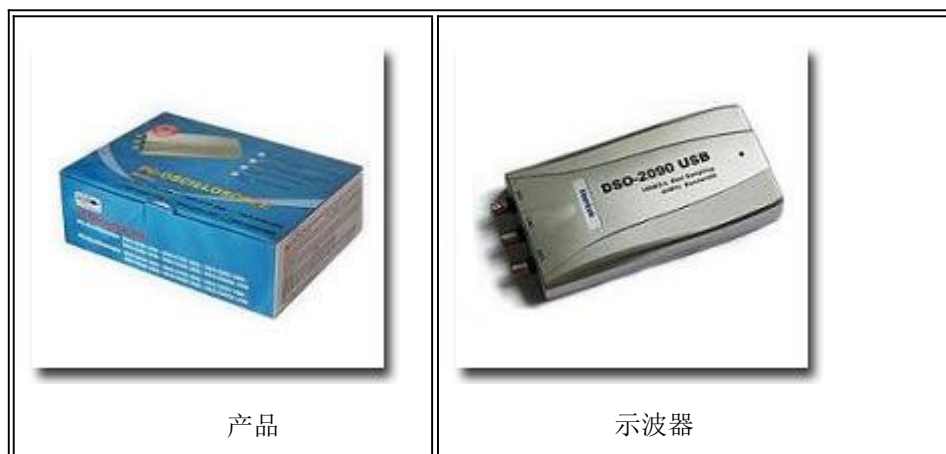
（5）实验桌尺寸：1600(长)×800(宽)×780(高)(mm)，实验桌留有计算机、示波器安放位置及实验模块存储柜。

☆ 重点了解主控台的功能。

四、学习虚拟示波器的使用

1、Hantek DSO-2090 简介

基本配件：

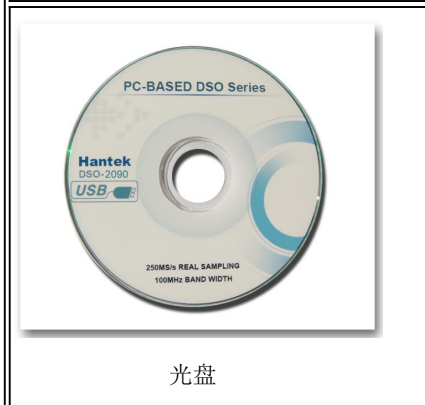




探头



USB 数据线

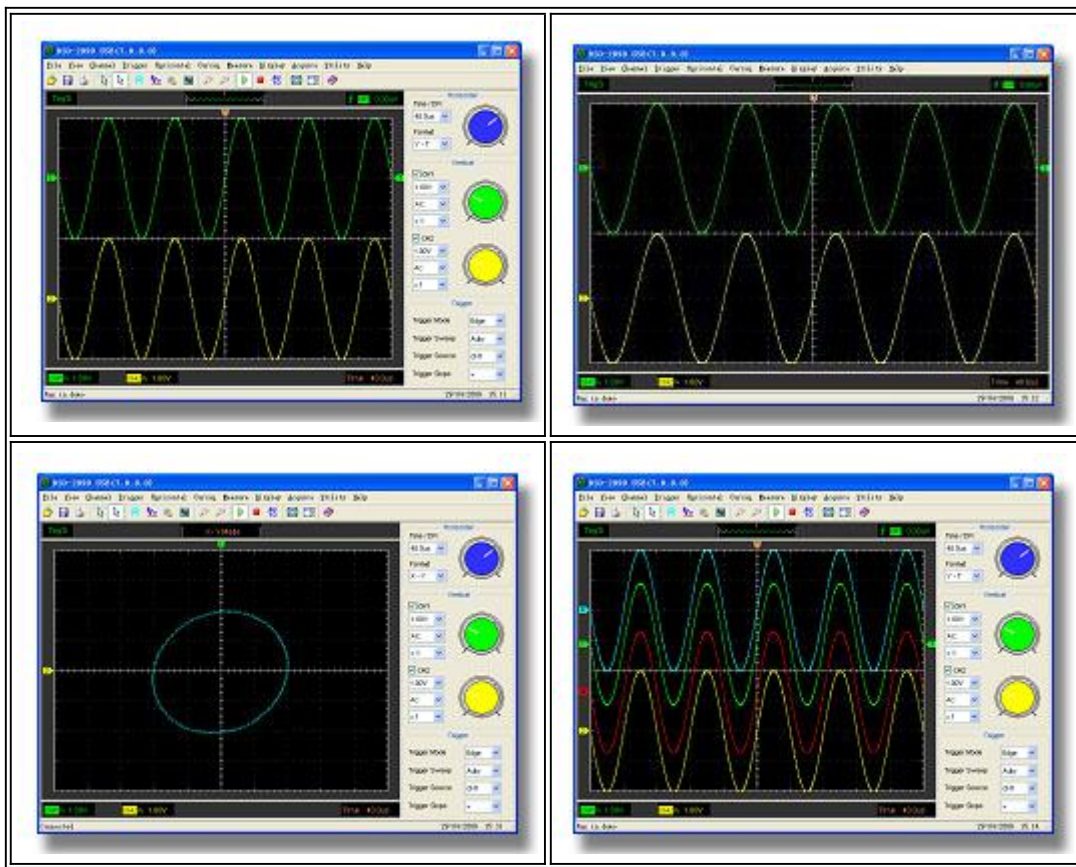


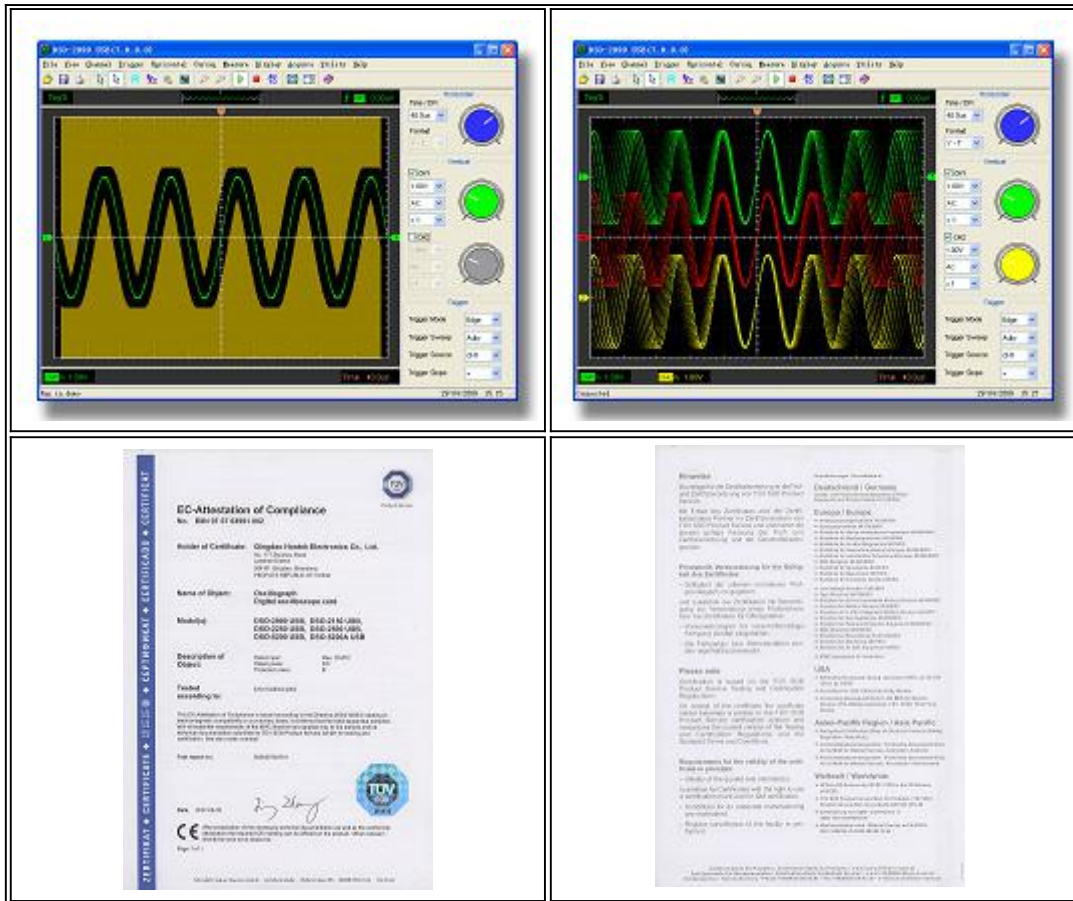
光盘



说明书

其它图片:





特点

- 流线型设计,体积小巧, USB2.0 接口,免电源,与台式示波器类似界面,易于上手.
- 更适合于笔记本电脑, 生产线维修调整, 便于出差使用.
- 小的尺寸(mm):190(L)x100(W)x35(H),便于携带.
- .高刷新率, 高采样率,100MS/s 实时采样.
- 软件支持: Windows7,Windows Me, Windows NT, Windows 2000, Windows XP ,VISTA
- 20 余种自动测量功能, PASS/FAIL Check 功能,适于工程应用.
- 波形平均,余辉,亮度调节,反向,加,减,乘,除,X-Y 显示
- 波形数据可以按时间和电压输出到 EXCEL,BMP,JPG。
- FFT 频谱分析
- 一台电脑可同时连多台示波器,轻松扩展通道数.
- 二次开发库提供,Labview\VB\VC\Delphi\C++Builder 开发示例提供

技术指标

通道	2 通道
带宽	40MHz
单次带宽	DC to 40MHz
最大实时取样率	100MS/s
存储深度	10K-32KB/CH
垂直分辨率	8Bit
阻抗	1M Ω 25pF
耦合	AC/DC/GND
电压量程	10mV-5V, 9Steps
垂直精度	$\pm 3\%$
时基量程	4ns-1h, 38 Steps
垂直位置可调	有
输入保护	Diode 嵌位
X-Y	有
自动设置	有 (30Hz to 40MHz)
外触发输入	有
水平方式	自动, 标准, 单次
触发斜率	+/-
触发电平可调	有
触发类型	模拟
触发源	CH1, CH2, EXT
预触发	0-100% 选择
取样率选择	有
辉线显示	点/线, 波形平均, 余辉, 亮度调节.

网络	开/关
垂直模式	CH1, CH2, Dual, ADD
光标测量	有
算法	快速富氏变换,反向,加,减,乘,除.
光标显示	频率,电压
数据点	10K-32K 每通道
配套	S/W CD, probes, manual, USB cord

应用程序:

软件支持: Windows7, Windows Me, Windows NT, Windows 2000, Windows XP ,
VISTA

二次开发:

提供常用开发平台下的 DEMO 源代码(VC、CVI、VB、LABVIEW)和开发技术支持。

2、Hantek DSO-2090 使用

通过测量 Hantek DSO-2090 自带标准信号,学习水平、垂直、触发调节等各种功能的使用。

(1)、手动测出输入信号的幅度、周期和频率。

要求:记录示波器测试信号的设置条件;记录测量输入信号幅度和周期的原始数据与波形图。

输入信号:①示波器自带标准信号;②主控台音频震荡信号;③主控台低频震荡信号。

(2)、练习信号的加、减、乘、除运算。记录相应的有关数据与结果。

(3)、练习 X—Y 输入方式的显示。记录相应的有关数据与结果。

(4)、总结正确测试输入信号的步骤。

五、思考题

请自己通过资讯了解虚拟示波器与模拟示波器的不同,了解虚拟示波器的使用应注意的问题。

实验二 金属箔式应变片全桥性能实验与应用

一、实验目的

理解全桥测量电路的优点,学习应变片直流全桥的电路标定及应用。了解温度对应变片测试系统的影响。

二、基本原理

全桥测量电路中,将受力状态相同的两片应变片接入电桥对边,不同的接入邻边,应变片初始阻值是 $R_1=R_2=R_3=R_4$, 当其变化值 $\Delta R_1=\Delta R_2=\Delta R_3=\Delta R_4$ 时,桥路输出电压 $U_0=KU\varepsilon$, 比半桥灵敏度提高了一倍,非线性误差进一步得到改善。

电阻应变片的温度影响,主要来自两个方面:①敏感栅丝电阻温度系数②敏感丝的线膨胀系数与弹性体的线膨胀系数不一致。因此当温度变化时,在被测体受力状态及大小不变时,输出电压会有一些的变化。

基本原理的详细解释见教科书第二章第一节(§2.1)。

三、需用器件和单元

应变式传感器实验模板、应变式传感器、砝码(每只约20g)、数显表、±15V电源、±4V电源、万用表,数显表单元、加热器(已贴在应变片底部)

四、实验步骤

1、根据图(1-1),应变式传感器已装于应变传感器模板上。传感器中各应变片已接入模板左上方的R1、R2、R3、R4标志端。加热丝也接于模板上,可用万用表进行测量判别, $R_1=R_2=R_3=R_4=350\Omega$, 加热丝阻值约为50Ω左右。

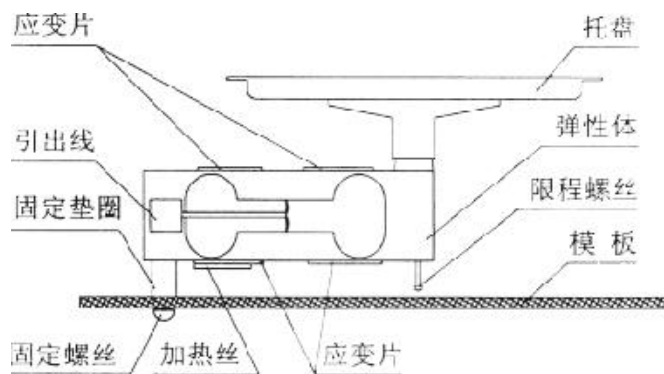


图1-1 应变式传感器安装示意图

2、实验模板差动放大器调零,方法为:①接入模板电源±15V(从主控箱引入),注意电源的正负,检查无误后,合上主控箱电源开关,将实验模板增益调节电位器 R_{w3} 顺时针调节到大致中间位置,②将差放的正、负输入端与地短接,输出端与主控箱面板上数显电压表输入端 V_i 相连,调节实验模板上调零电位器 R_{w4} ,使数显表显示为零(数显表的切换开关打到2V档),完毕关闭主控箱电源。

3、根据图1-4接线,将R1、R2、R3、R4应变片接成全桥,注意受力状态不要接错。

金属箔式应变片全桥温度影响观察：

- (1) 保持上述实验结果。
- (2) 将 200g 砝码加于砝码盘上，在数显表上读取某一数值 U_{01} 。
- (3) 将主控箱上+5V 直流稳压电源接于实验模板的加热器插孔，数分钟后待数显电压表显示基本稳定后，记下读数 U_{0t} ， $U_{0t}-U_{01}$ 即为温度变化对全桥测量的影响。计算这一温度变化产生的相对误差。

五、思考题

- 1、全桥测量中，当两组对边(R_1 、 R_3)电阻值相同时，即 $R_1 = R_3$, $R_2 = R_4$, 而 $R_1 \neq R_2$ 时，是否可以组成全桥：(1)可以,(2)不可以。为什么？
- 2、金属箔式应变片温度影响有哪些消除方法？
- 3、实验中的电子秤定标方法前提条件是什么？

实验三 电容式传感器的位移实验与应用

一、实验目的

理解电容式传感器的结构及其特点。掌握电容式传感器的测量原理与方法。

二、基本原理

利用平板电容 $C=\epsilon A/d$ 的关系,在 ϵ 、 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,就可使电容的容量(C)发生变化,通过相应的测量电路,将电容的变化量转换成相应的电压量,则可以制成多种电容传感器,如:①变 ϵ 的湿度电容传感器。②变 d 的电容式压力传感器。③变 A 的电容式位移传感器。本实验采用第③种电容传感器,是一种圆筒形差动变面积式电容传感器。

利用电容式传感器动态响应好,灵敏度高等特点,可进行动态位移测量。

基本原理的详细解释见教科书第三章第三节(§3.3)。

三、需用器件与单元

电容传感器、电容传感器实验模板、测微头、数显单元、直流稳压电源,低通滤波模板、双线示波器,振动测量控制仪(9000型)。

四、实验步骤

1、按图 3-1 将电容传感器装于电容传感器实验模板上。注意观察电容传感器的类型。

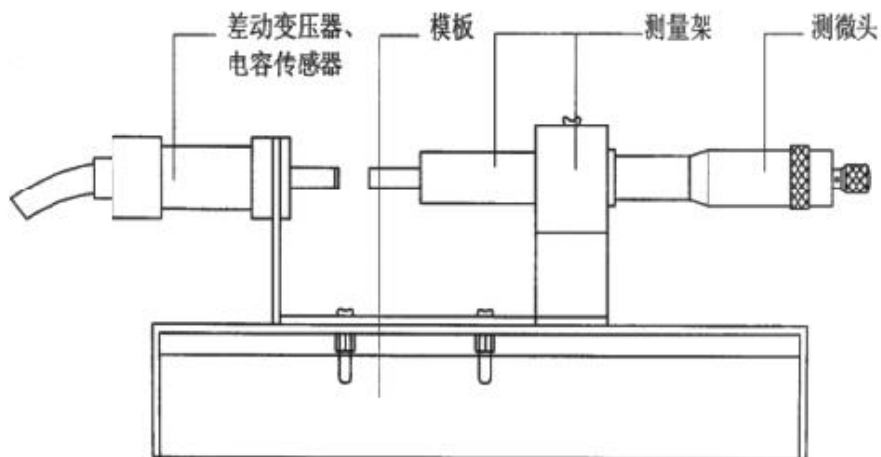


图3-1 差动变压器电容传感器安装示意图

2、将电容传感器连线插入电容传感器实验模板,实验线路见图 4-1。

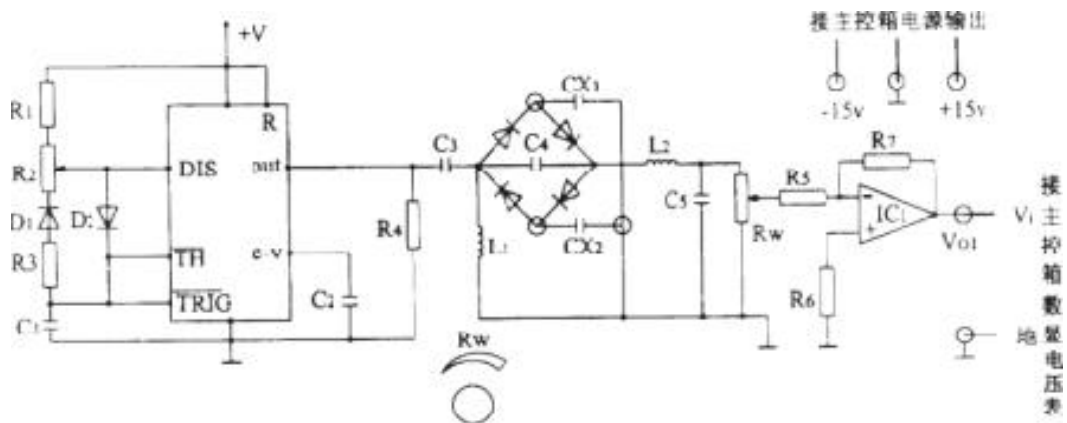


图4-1 电容传感器位移实验接线图

3、将电容传感器实验模板的输出端 V_{01} 与数显电压表 V_i 相接，电压表量程置 2V 档， R_w 调节到中间位置。

4、接入 $\pm 15V$ 电源，将测微头旋至 10mm 处，活动杆与传感器相吸合，调整测微头的左右位置，使电压表指示最小，并将测量支架顶部的螺钉拧紧，旋动测微头，每间隔 0.2mm 记下输出电压值(V)，填入表 4-1。将测微头回到 10mm 处，反向旋动测微头，重复实验过程。

表 4-1 电容式传感器位移与输出电压的关系

X(mm)					←	10	→			
V(mV)						最小				

5、测量结束后关闭主控台的电源。

6、根据表 4-1 数据计算电容传感器的灵敏度 k 和非线性误差 γ_L 。

电容式传感器测量振动应用

1、按图 3-5 安装传感器，并按图 4-1 接线。再将实验模板输出端 V_{01} 接低通滤波器输入端、低通滤波器输出端 V 。接示波器一个通道（示波器 X 轴为 20ms/div、Y 轴示输出大小而变）。

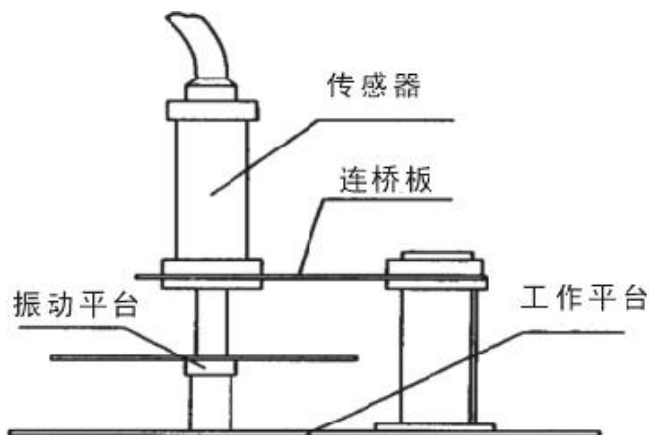


图3-5 差动变压器振动测量安装图

☆ 耐心、仔细地调节传感器与振动平台的连接（调节连桥板的前后、左右和上下），使传感器的活动杆受到阻力最小，活动自如。

2、接通振动测量控制仪（9000 型）的电源，将振动测量控制仪（9000 型）设定在手动模式。幅度旋钮置最小。

3、将±15V 电源接到实验模板和低通滤波器上，调节传感器连接支架高度，使 V_{01} 输出在零点附近。调节振动测量控制仪的频率与幅度旋钮使振动台振动幅度适中，振动频率选 12Hz 左右，注意观察示波器上显示的波形。

4、保持低频振荡器振动频率，幅度旋钮不变，从示波器上测出波形的周期和频率，并给出振动的频率。

五、思考题

- 1、为了进一步提高电容传器的灵敏度，本实验用的传感器可作何改进？
- 2、非线性误差 γ_L 主要来源何处？

实验四 直流激励非接触式霍尔位移传感器单/双向特性实验与应用

一、实验目的

学习霍尔式位移传感器原理与应用。学习霍尔转速传感器的应用。

二、基本原理

根据霍尔效应，霍尔电势 $U_H=K_HIB$ ，保持 K 、 I 不变，若霍尔元件在梯度磁场 B 中运动，且 B 是线性均匀变化的，则霍尔电势 U_H 也将线性均匀变化，这样就可以进行位移测量。

根据霍尔效应表达式： $U_H=K_HIB$ ，当 K 、 I 不变时，在转速圆盘上装上 N 只磁性体，并在磁钢上方安装一霍尔元件。圆盘每转一周经过霍尔元件表面的磁场 B 从无到有就变化 N 次，霍尔电势也相应变化 N 次，此电势通过放大、整形和计数电路就可以测量被测旋转体的转速。

基本原理的详细解释见教科书第五章第二节（§5.2）。

三、需用器件与单元

霍尔传感器实验模板、线性霍尔位移传感器、直流电，±源±4V、15V、测微头、数显单元。霍尔转速传感器、转速测量控制仪（9000型），双线示波器。

四、实验步骤

1、将霍尔传感器按图 5-1 安装。霍尔传感器与实验模板的连接按图 5-2 进行。①、③为电源±4V，②、④为输出，R1 与④之间联线可暂时不接。在测微杆顶端吸上被测圆形磁钢，注意极性。

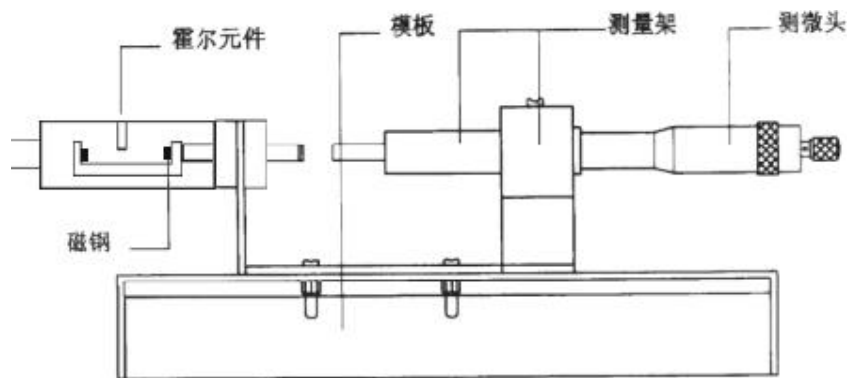


图5-1 霍尔传感器安装示意图

2、接入±15V电源，开启电源，将测微头移至圆形磁钢顶住霍尔传感器，即数显表电压指示最大，拧紧测量架顶部的固定螺钉。

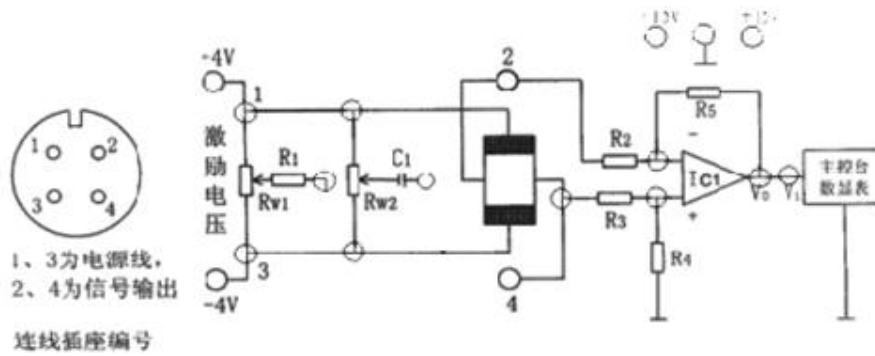


图5-2 霍尔式位移传感器 直流激励实验接线图

3、旋转测微头，使圆形磁钢离开霍尔传感器，每转动 0.2mm 或 0.5mm 记下电压表读数，并将读数填入表 5-1：直到电压表读数基本不变。

表 5-1：霍尔式位移传感器位移量与输出电压的关系：

X(mm)			←←	10	→→				
V(mV)				0					

作出 V-X 曲线，计算不同线性范围时的灵敏度 S 和非线性误差 δ 。以上是霍尔式位移传感器单向特性实验

4、根据 V-X 曲线，找出线性段中点。

5、将测微头旋转之线性段中点，接入 R1 与④之间的连线，调节 R_{W1} 使数显电压表指示为零（数显表置 2V 档）。

6、10mm 旋转测微头，每转动 0.2mm 或 0.5mm 记下数字电压表读数，并将读数填入表 5-1，直到进入非线性段，将测微头回到线性段中点处，反向旋转测微头，重复实验过程，填入表 5-1。作出 V-X 曲线。以上是霍尔式位移传感器双向特性实验。

7、比较一下两条 V-X 曲线的特点。

霍尔转速传感器测速实验

1、根据图 5-4，将霍尔转速传感器（NJK-5002C）装于转动源的传感器调节支架上，探头对准转盘内的磁钢，使探头距磁钢约 2mm。注意观察磁钢数量。

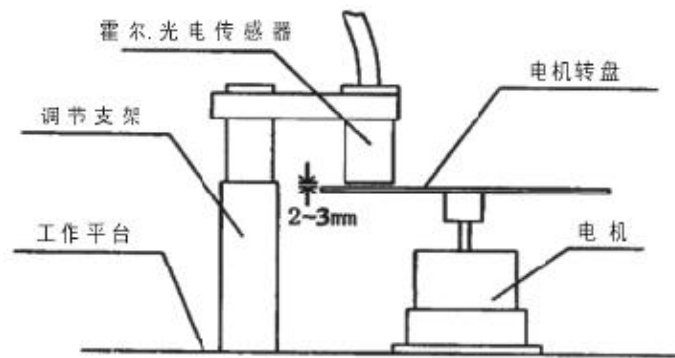


图5-4 霍尔、光电转速传感器安装示意图

- 2、将主控箱上的+5V 直流电源加于霍尔转速传感器的电源输入端，红（+）、黑（-），不要接错。
- 3、将霍尔转速传感器输出端（绿线）插入数显单元 f_i 端，转速/频率表置转速档。
- 4、调节电机转速电位器使转速变化，观察数显表指示的变化。当数显单元显示 2000 转/分时，请用示波器测量该转速是多少。（注意：用示波器测得的波形下降沿会水平移动时，可用多次平均减少移动。）

五、思考题

- 1、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？
- 2、利用霍尔元件测转速，在测量上是否有限制？
- 3、本实验装置上用了十二只磁钢，能否只用一只磁钢？

实验五 光纤传感器的位移特性实验与应用

一、实验目的

理解光纤位移传感器的工作原理和性能。了解光纤位移传感器动态特性。

二、基本原理

本实验采用的是导光型多模光纤，它由两束光纤组成半圆分布的 Y 型传感探头，一束光纤端部与光源相接用来传递发射光，另一束端部与光电转换器相接用来传递接收光，两光纤束混合后的端部是工作端亦即探头，当它与被测体相距 X 时，由光源发出的光通过一束光纤射出后，经被测体反射由另一束光纤接收，通过光电转换器转换成电压，该电压的大小与间距 X 有关，因此可用于测量位移。

利用光纤位移传感器的位移特性，配以合适的测量电路即可测量振动。

基本原理的详细解释见教科书第四章第四节（§ 4.4）。

三、需用器件与单元

光纤传感器、光纤传感器实验模板、数显单元、测微头、直流电源±15V、铁测片。振动测量控制仪（9000 型）、数显频率/转速表，双线示波器。

四、实验步骤

1、根据图 9-1 安装光纤位移传感器，二束光纤分别插入实验板上光电变换座内。其内部装有发光管 D 及光电转换管 T。

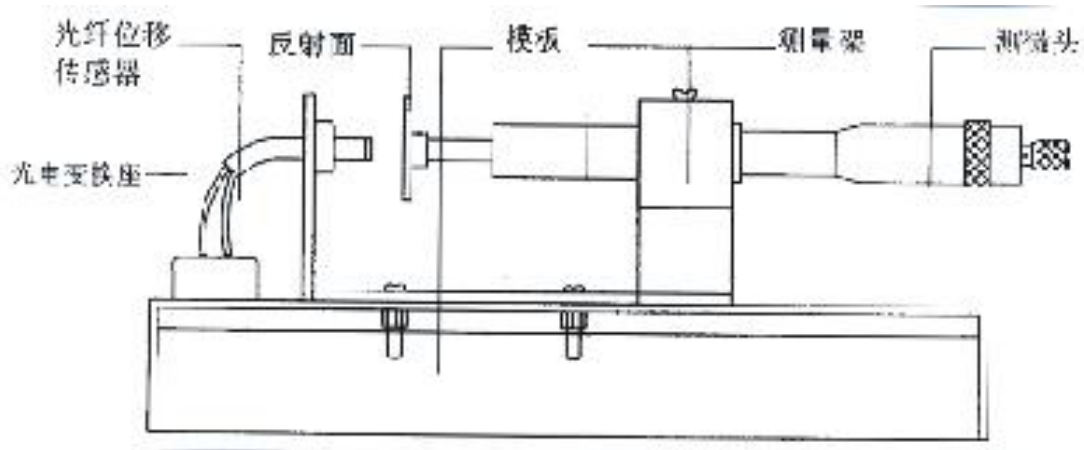


图9-1 光纤传感器安装示意图

2、将光纤实验模板输出端 V_{01} 与数显单元相连，见图 9-2。

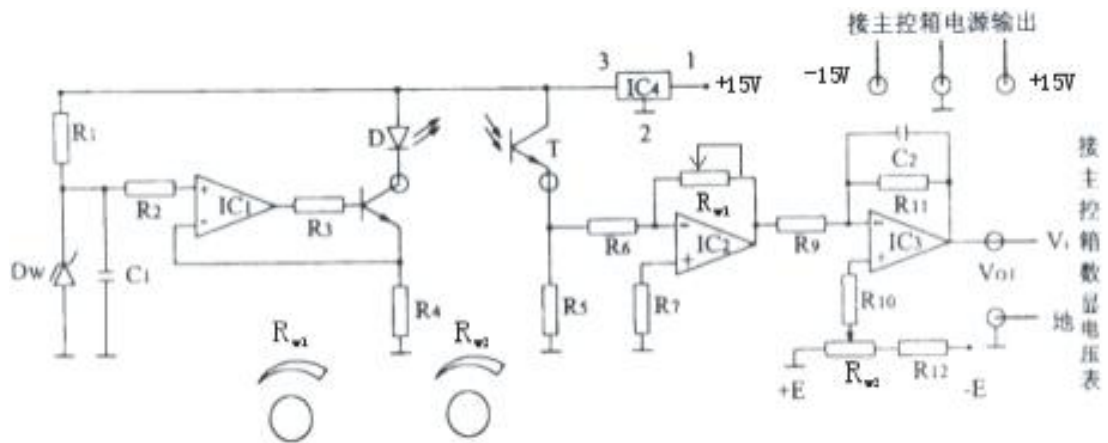


图9-2 光纤传感器位移实验接线图

3、在测微头顶端装上铁质圆片，作为反射面，调节测微头使探头与反射面轻微接触，数显表置 20V 档。

4、实验模板接入±15V 电源，合上主控箱电源开关，调节 R_{w2} 使数显表显示为零。

5、旋转测微头,使被测体离开探头,每隔 0.1mm 读出数显表显示值,将其填入 9-1。

注：电压变化范围从 0→最大→最小必须记录完整。

表 9-1：光纤位移传感器输出电压与位移数据

X(mm)										
V(V)										

6、根据表 9-1 数据，作出光纤位移传感器的位移特性图，并加以分析、计算出前坡和后坡的灵敏度及两坡段的非线性误差。

光纤传感器测量振动

1、光纤传感器安装见图 3-5，光纤探头对准振动台的反射面。

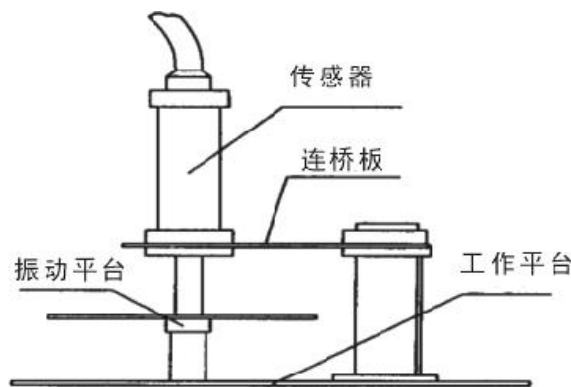


图3-5 差动变压器振动测量安装图

☆ 耐心、仔细地调节传感器与振动平台的连接（调节连桥板的前后、左右和上下），使传感器的活动杆受到阻力最小，活动自如。

2、根据前一部分实验的结果，找出前坡或后坡的线性段中点，通过调节安装支架高度将光纤探头与振动台台面的距离调整在线性段中点（大致目测）。

3、测量用图 9-2 光纤传感器实验模板，其中中 V_{01} 接到示波器的一个输入通道。

4、振动测量控制仪（9000 型）设为手动方式，将频率选择在 12HZ 左右，逐步增大输出幅度，注意不能使振动台面碰到传感器，观察示波器的信号波形。

5、保持振动幅度和振动频率不变，用示波器测量振动频率。并记录波形的幅度。

五、思考题

1、光纤位移传感器测量位移时，对被测体的表面有什么要求？

2、若让你依据已做的实验估计振动梁的振动幅度，你会如何做？

实验六 拓展性实验

一、实验目的

通过三组不同的类型传感器的应用实验，了解更多的传感器类型与应用，丰富传感器的知识，拓展传感器的思路与想象。

二、基本原理

1、气敏传感器是由微型 AL_2O_3 陶瓷管和 SnO_2 敏感层、测量电极和加热器构成。在正常情况下， SnO_2 敏感层在一定的加热温度下具有一定的表面电阻值($10M\Omega$ 左右)，当遇有一定含量的酒精成份气体时，其表面电阻可迅速下降，通过检测回路可将这变化的电阻值转成电信号输出。

2、超声波测距传感器由发射探头、接收探头或收/发一体化探头及相应的测量电路组成。超声波是一种听觉值以外的振动，其频率 $>20KHz$ ，它的方向性好，穿透能力强，易于获得较集中的声能，超声波在介质中以三种形式传播：横波、纵波、表面波，用于测量距离时采用纵波。本实验的超声波发射探头的发射频率为 $40KHz$ ，在空气中波速为 $V=344m/s$ 。当发射探头发射的超声波在空气中传播时碰到介面就会产生反射波，它被接收探头接收，若发、收波的时间差为 Δt ，根据 $S=V \Delta t$ ，这一关系就能得到探头与反射介面的距离。

3、指纹识别的原理

(一)、指纹识别概念

指纹识别是生物识别的一种。具有所有生物识别的共性，即基于人体生物特征的唯一性。不过其所分析的对象是指纹特征。在所有用于个体辨识的人体生物特征中，指纹特征是最早被发现和应用的，所以指纹识别的历史较之其它识别技术要悠久的多。从 20 世纪 70 年代，出现自动化的指纹识别系统到现在，经过 30 多年的发展，目前的指纹识别技术已经逐渐深入到人们的生活和工作中，并被接受和喜欢。

(二)、指纹识别的原理和过程

指纹识别技术的原理和其它生物识别技术的原理相似。它是利用人体的指纹特征对个体身份进行区分和鉴定。在所有的生物识别技术中指纹识别技术是目前最为成熟，也被应用最广的生物识别技术。这主要因为指纹采用的过程对人们来讲非常简单，指纹识别的准确率高的原因。在所有的生物识别技术中，其理论准确率仅次于虹膜识别技术，为百万分之一。

严格来讲，指纹识别的原理包括指纹采集原理、指纹特征提取原理和指纹特征匹配原理三大部分。指纹采集原理主要是根据指纹的几何特性或生理特性，通过各种传感技术把指纹表现出来，形成数字化表示的指纹图案。

由于指纹的嵴和峪的几何特征不同，主要表现为嵴是突起的，峪是凹下的，所以在接触到光线时，其反射光的强度也就不同。在接触到平面时，其在平面上形成的压力也就不同。另一方面，由于指纹的嵴和峪的生理特征不同，主要表现为，嵴和峪的温度不同，其导电性也不同，

其对波长的反馈也就不同。通过这些几何的、生理的特性的不同，把人的指纹采集到计算机系统中形成指纹图像。

指纹特征分析的原理是对指纹图案的整体特征和细节特征进行提取、鉴别的原理。其分析的对象包括纹形特征和特征点的分布、类型，以及一组或多组特征点之间的平面几何关系。特征点的平面几何关系表现为某两个特征点之间的距离等，或者某三个或更多特征点之间组成的多边形的几何特性。不论是特征点的单体特征，还是特征点的组合特征，都是指纹特征的组成部分。把这些指纹特征用数字模板的形式表示出来，就实现了一个指纹特征分析的过程。

指纹特征值匹配原理是对指纹图案的整体特征和细节特征按模式识别的原理进行比对匹配。匹配是在已注册的指纹和当前待验证的指纹之间进行的。匹配运算不是对两个指纹图像进行比较，而是对已形成数字模板的指纹特征值进行匹配。指纹特征值匹配从整体特征和局部特征两个方面进行。整体特征的匹配包括对指纹纹形的分类和判断，指脊密度的判断等。局部匹配包括每个细节点的类型匹配、坐标匹配、质量匹配、方向匹配等，甚至还包括由一组特征值之间形成的拓扑关系的匹配。

匹配的时候并不需要把当前指纹图像中的所有的特征值进行匹配。实际上根据科学证明，只需要匹配 8 个或以上的特征点就可以区分出两个手指来。另一方面匹配过程是多维匹配的过程。即要对整体特征进行匹配，又要对特征点进行匹配。对特征点进行匹配时，还需要对它分不同的维度进行比对。最后需把所有的特征点的匹配结果综合起来，根据事先定义的判定模式和判定标准，判定是否达到预设的阈值。综合判定的过程，可以看作是对各个匹配点的相似度进行类似加权求和的过程。对指纹进行判定就像一个人去识别另一个人，会从身高、胖瘦、脸形、发型、着装风格等各个方面做出综合判别。

指纹识别的过程，包括两个子过程 4 个阶段点。两个子过程是指纹注册过程和指纹识别过程。指纹注册过程包括四个阶段，分别是指纹采集、指纹图像处理、指纹特征值提取及建立指纹模板库。指纹识别的过程也经过四个阶段，分别是指纹采集、指纹图像处理、指纹特征值提取和指纹特征值匹配。指纹图像处理在两个子过程中是相同的。但指纹采集和指纹特征值提取，虽然名称相同，但内部算法流程是有区分的。在指纹注册过程中的指纹采集，其采集次数要多。并且其特征值提取环节的算法也多一些对特征点的归纳处理步骤。

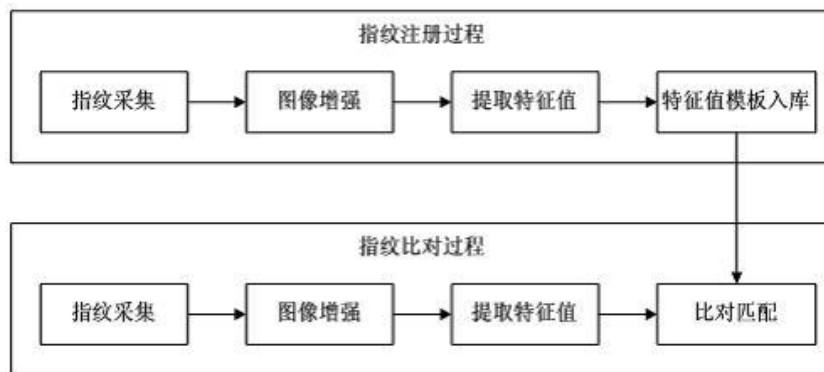


图 20 指纹识别的过程

上图是指纹识别的过程模型。图 21 展示了指纹注册的过程。指纹注册就是把指纹特征值模板信息存储到系统数据库的过程。

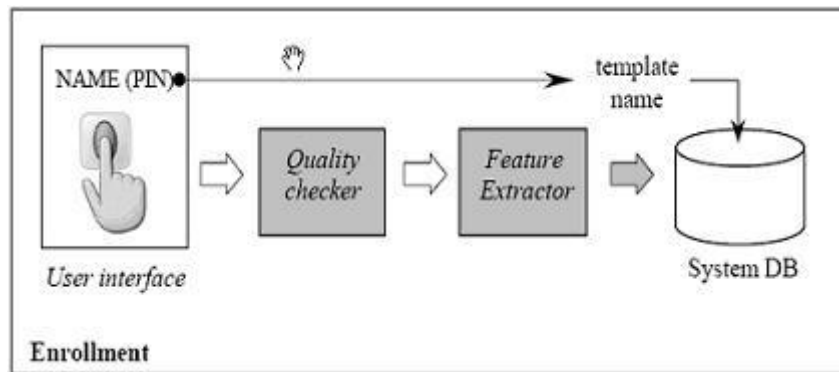


图 21 指纹注册过程

图 22 是指纹验证的过程。指纹验证是当前待检指纹与其声称身份的指纹进行一对一匹配的过程，俗称 1:1 比对。

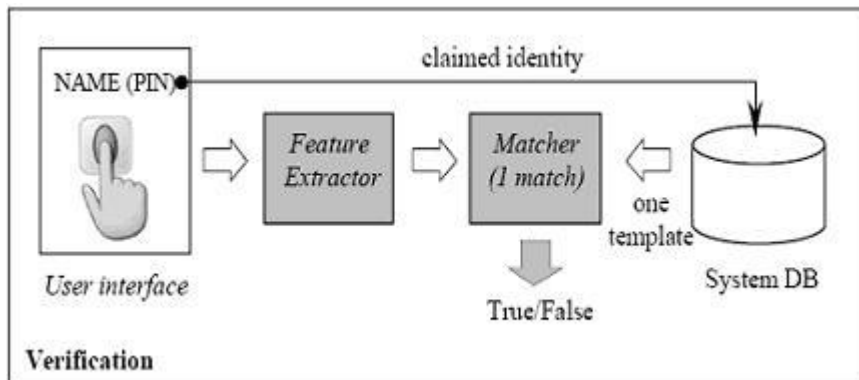


图 22 指纹验证 (1:1)

图 23 是指纹识别的过程。一般所说的指纹识别对整个指纹识别技术的一个笼统的称谓。而这里的指纹识别是指从包含多枚指纹的指纹库中识别出这枚指纹在不在指纹库，或者是指纹库中的哪一枚。俗称 1:N 比对。

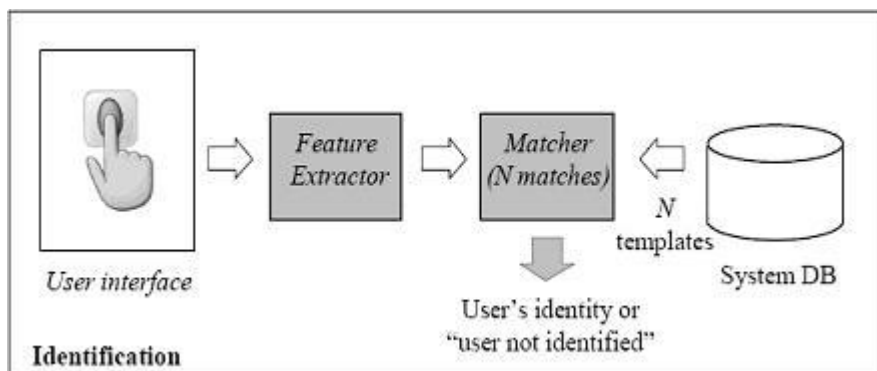


图 23 指纹识别 (1:N)

三、需用器件与单元

- 1、气敏传感器、酒精棉球、相应的电阻处理模块、直流稳压电源 $\pm 10V$ 输出档。
- 2、超声波传感器实验模块， $\pm 15V$ 电源。



- 3、指纹识别模块。

四、实验步骤

(一) 气敏传感器实验

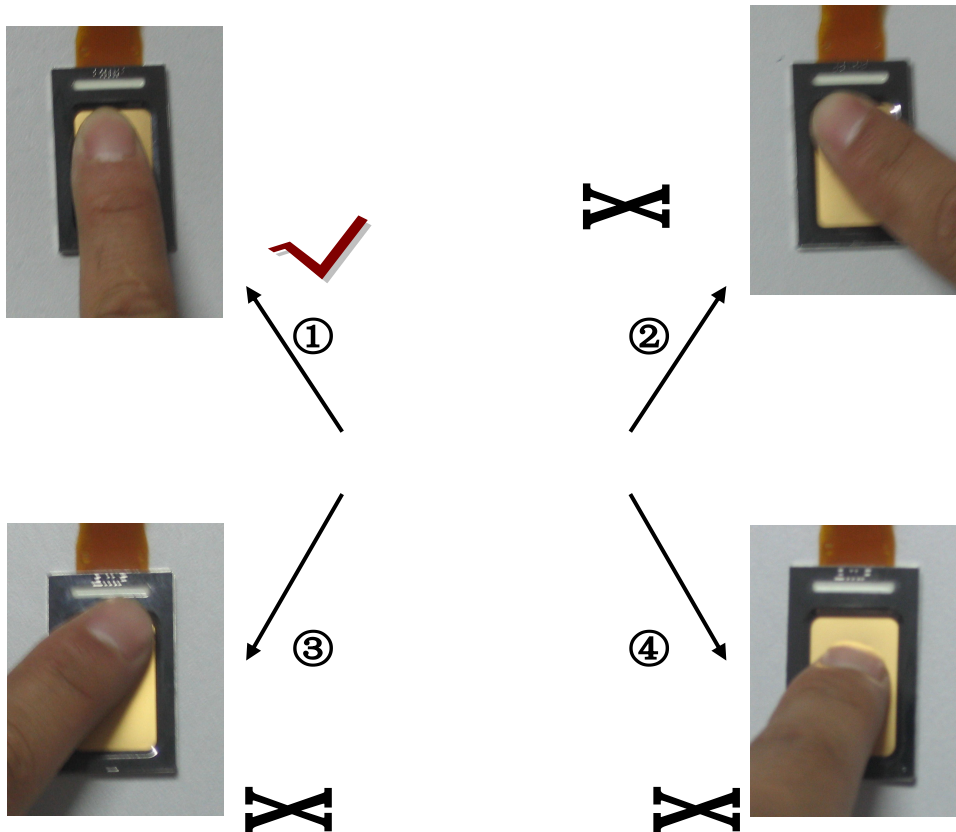
- 1、将 $\pm 10V$ 电源接入“气敏传感器模块”。
- 2、准备好酒精棉球。
- 3、打开电源开关，给气敏传感器预热数分钟，(按正常的工作标准应为 10 分钟)若时间较短可能会产生较大的测试误差。
- 4、将酒精棉球逐步靠近传感器，观察红色 LED 指示灯的点亮情况，移开酒精棉球，观察指示灯的熄灭情况。
- 5、将变换电路的电压输出端接至电压表，重复上述④步，观察电压表指示的变化情况。

(二) 超声波测距

- 1、将主控箱上的 $\pm 15V$ 电源接入超声实验模块。
- 2、距超声波探头 30cm 处放置反射挡板(可用白纸)，合上电源。调节挡板正对探头，按发射按钮，得到测量结果。**特别注意：不可将激光定位器发出的光对准人脸和眼睛。**
- 3、平行移动反射板，观察测量结果的变化。

(三) 指纹传感器认知实验

指纹正确使用方法



①正确方法	手指与采集窗的接触面积应尽量大一点，手指尽量平按在采集窗的正中间。
②④错误方法	手指偏离采集窗的正中间。
③错误方法	手指没有平放在采集窗表面。

操作：

模块面板上配有指纹采集器和集成在采集器内的数据处理芯片，一个双色LED“OK”指示灯，一个“注册”和一个“删除”按钮及继电器输出触电（常开）。

1、注册——指纹录入：

- (1)、长按“注册”按钮直到“OK”指示灯呈绿色并且闪烁。
- (2) 将需要录入的手指放到指纹采集窗口并充分按压——让你的手指与传感器窗口接触。
- (3) 当听到模块内部的蜂鸣器“嘀”声后，移开手指。
- (4) 再一次将同一手指放到指纹采集窗口并充分按压，直到蜂鸣器“嘀”声并且“OK”指示灯呈绿色常亮状态。指纹录入完毕。这是“二次确认”的录入过程。

2、指纹对比：

将要对比指纹的手指按照正确方法放在指纹采集窗中，如对比成功，蜂鸣 1 次，OK 指示灯绿色闪亮、同时输出继电器触点导通，可驱动工作设备运行，5 秒钟后恢复常态。如对比失败，红色 (ER) 指示灯闪亮，蜂鸣 3 次。

3、指纹删除：

长按“删除”按钮，观察“OK”指示灯从绿———红闪———绿，蜂鸣器响起，表示录入的指纹已全部删除。

4、设备自检：

在没有存储指纹的情况下，按“对比”按键或“删除”按键，绿色 (OK) 指示灯闪亮 1 次，蜂鸣 1 次，输出继电器动作，表示控制模块工作正常。如将继电器的动作接入电控锁即成了指纹锁。