

2019--2020 学年 第二 学期

实验报告书

课程名称 专业选修综合实验

学院名称 智能装备学院

专业班级 电科 17-2

学 号 201723010237

姓 名 张厚今

山东科技大学

实验名称	实验三 人体传感器实验		
姓 名	张厚今	组别	
同组实验者			
指导教师	徐文正	实验日期	2020.05.27
指导教师评语	<p>指导教师签名: _____</p> <p>_____年____月____日</p>		
实验成绩			

山东科技大学实验报告书

实验三 人体传感器实验

一、实验目的

掌握人体传感器实验的静态特性计算方法，学会查找传感器的静态特性，以及绘制速度传感器的电路图、PCB 图和使用等方法。

二、实验要求

根据要求举例计算出人体传感器的静态特性，绘制人体传感器的电路图、PCB 图和使用步骤。

三、实验步骤

3.1 人体传感器简介

人体传感器是指人体红外感应模块，也叫热释电红外传感器。热释电红外传感器是一种能检测人或动物发射的红外线而输出电信号的传感器。它目前正在被广泛应用到各种自动化控制装置中。除了在我们熟知的楼道自动开关、防盗报警上得到应用外，在更多的领域应用前景看好。比如：在房间无人时会自动停机的空调机、饮水机；电视机能判断无人观看或观众已经睡觉后自动关机的机构；开启监视器或自动门铃上的应用；结合摄影机或数码照相机自动记录人的活动等等。

3.2 人体传感器原理

人体红外传感器使用热释电原理进行物体检测。热释电效应同压电效应类似，是指由于温度的变化而引起晶体表面荷电变化的现象。热释电传感器是对温度敏感的传感器。它由陶瓷氧化物或压电晶体元件组成，在元件两个表面做成电极，在传感器监测范围内温度有 ΔT 的变化时，热释电效应会在两个电极上会产生电荷 ΔQ ，即在两电极之间产生一个微弱的电压 ΔV 。由于它的输出阻抗极高，所以在传感器中需要有一个场效应管进行阻抗变换。

热释电效应所产生的电荷 Q 会被空气中的离子所结合而消失，即当环境温度稳定不变时， $\Delta T = 0$ ，则传感器无输出。当人体进入检测区，因人体温度与环境温度有差别，产生温度变化，则有 ΔT 输出；如果人体进入检测区后不动，则温度没有变化，传感器也没有输出了。所以这种传感器可以检测人体或者动物的运动状态。由实验证明，传感器不加光学透镜（也称菲涅尔透镜），其检测距离小于2m，而加上光学透镜后，其检测距离最大可超过7m。

山东科技大学实验报告书

3.3 应用场景

以一个交易量不错的 ATM 网点来说，按每个网点每天 200 笔交易量为例从上面的数据可以看出，通过移动侦测作为录像触发的方式，无效录像文件比例是非常巨大的，调看所需录像非常之不方便，相反的通过人体活动监测器触发录像方式，几乎就杜绝了无效录像文件的产生，对于日后的调看录像，取证都是非常的方便。

ATM 专用人体接近传感器 YTMW8631 和人体活动监测器 YT-EWS，一种用于检测人体接近的控制器件，可准确探知附近人物的靠近，是目前作为报警和状态检测的最佳选择。传感部分对附件人物移动有很高的检测灵敏度，又对周围环境的声音信号抑制，具有很强的抗干扰能力。可广泛应用于 ATM、保险等场合的防盗装置中，安装方便，可水平或垂直安装。对人体感应的灵敏度是连续可调的，这使得人体接近传感器可以适应于很多不同的场合。

人体红外热释电传感器广泛应用于金融工商、自助银行、ATM 监控人体接近报警等场景中。内部采用微电路芯片作程控处理，具有较高探测灵敏度和触发可靠性，探测与控制两部分合二为一，守候功耗低，开关信号输出，直接触发报警录像，使用简便。

3.4 人体传感器选型

本次实验以“为单片机选择合适的热释电传感器进行人体检测”的场景为例，选择具体的红外热释电传感器型号。在单片机中常用的人体红外传感器为 HC-SR501，是一种典型的人体传感器。本次实验就以该传感器为例，以 51 系列单片机作为开发板，进行人体活动检测。HC-SR501 传感器外观如下图 3.1 所示。



图 3.1 HC-SR501 传感器外观

山东科技大学实验报告书

3.5 HC-SR501 参数

3.5.1 模块参数

HC-SR501 模块的具体参数如下表所示。

参数	说明
工作电压	DC5V 至 20V
静态功耗	65 微安
电平输出	高 3.3V, 低 0V
延时时间	可调(0.3 秒~18 秒)
封锁时间	0.2 秒
触发方式	L 不可重复, H 可重复, 默认值为 H(跳帽选择)
工作温度	-15~+70 度
感应范围	小于 120 度锥角, 7 米以内

3.5.2 模块特性

1、这种传感器探头是以探测人体辐射为目标的。所以热释电元件对波长为 10UM 左右的红外辐射必须非常敏感。

2、为了仅仅对人体的红外辐射敏感，在它的辐射照面通常覆盖有特殊的菲尼尔滤光片，使环境的干扰受到明显的控制作用。

3、被动红外探头，其传感器包含两个互相串联或并联的热释电元。而且制成的两个电极化方向正好相反，环境背景辐射对两个热释元件几乎具有相同的作用，使其产生释电效应相互抵消，于是探测器无信号输出。

4、一旦人侵入探测区域内，人体红外辐射通过部分镜面聚焦，并被热释电元接收，但是两片热释电元接收到的热量不同，热释电也不同，不能抵消，经信号处理而报警。

5、菲尼尔滤光片根据性能要求不同，具有不同的焦距（感应距离），从而产生不同的监控视场，视场越多，控制越严密。

3.5.3 触发方式

L 不可重复，H 可重复。可跳线选择，默认为 H。如下图 3.2 所示。

(1) 不可重复触发方式：即感应输出高电平后，延时时间一结束，输出将自动从高电平变为低电平。

山东科技大学实验报告书

(2) 重复触发方式：即感应输出高电平后，在延时时间段内，如果有人体在其感应范围内活动，其输出将一直保持高电平，直到人离开后才延时将高电平变为低电平。感应模块检测到人体的每一次活动后会自动顺延一个延时时间段，并且以最后一次活动的时间为延时时间的起始点。

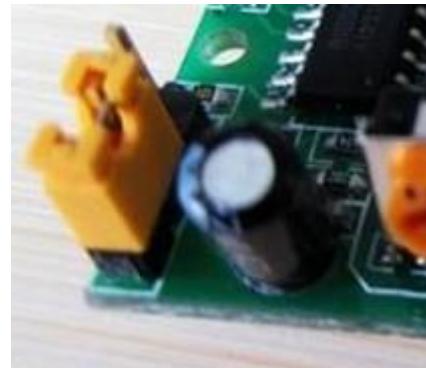


图 3.2 跳线帽选择

3.5.4 可调封锁时间及检测距离调节

(1) 调节检测距离：传感器的检测范围如下图 3.3 所示。可以通过调节电位器改变传感器的检测范围，如下图 3.4 所示。

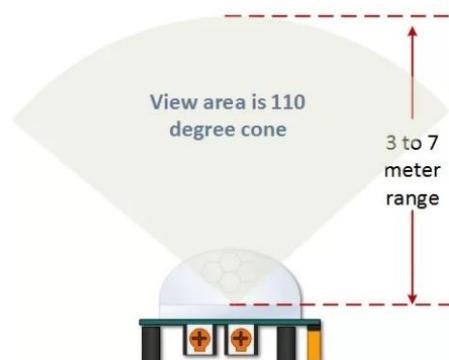


图 3.3 传感器检测范围



图 3.4 电位器调节

调节距离电位器顺时针旋转，感应距离增大（约 7 米），反之，感应距离减小（约 3 米）。调节延时电位器顺时针旋转，感应延时加长（约 300S），反之，感应延时减短（约 0.5S）。

山东科技大学实验报告书

(2) 封锁时间：感应模块在每一次感应输出后(高电平变为低电平)，可以紧跟着设置一个封锁时间，在此时间段内感应器不接收任何感应信号。此功能可以实现(感应输出时间和封锁时间)两者的间隔工作，可应用于间隔探测产品；同时此功能可有效抑制负载切换过程中产生的各种干扰。(默认封锁时间 2.5S)。

3.5.5 光敏控制

模块预留有位置，可设置光敏控制。白天或光线强时，传感器不会自动感应。光敏控制为可选功能，出厂时未安装光敏电阻。光敏传感器位置如下图 3.5 所示。



图 3.5 光敏传感器

3.5.6 模块优缺点

- (1) 优点：本身不发任何辐射，器件功耗很小，隐蔽性好。价格低廉。
- (2) 缺点：容易受各种热源、光源干扰；被动红外穿透力差，人体的红外辐射容易被遮挡，不易被探头接收；易受射频辐射的干扰；环境温度和人体温度接近时，探测和灵敏度明显下降，有时造成短时失灵。

3.5.7 安装方式

红外线热释电人体传感器只能安装在室内，其误报率与安装的位置和方式有极大的关系，正确的安装应满足下列条件：

1. 红外线热释电传感器应离地面 2.0-2.2 米。
2. 红外线热释电传感器远离空调，冰箱，火炉等空气温度变化敏感的地方。
3. 红外线热释电传感器探测范围内不得隔屏家具、大型盆景或其他隔离物。
4. 红外线热释电传感器不要直对窗口，否则窗外的热气流扰动和人员走动会引起误报，有条件的最好把窗帘拉上。红外线热释电传感器也不要安装在有强气流活动的地方。

红外线热释电传感器对人体的敏感程度还和人的运动方向关系很大。热释电

山东科技大学实验报告书

红外传感器对于径向移动反应最不敏感，而对于横切方向（即与半径垂直的方向）移动则最为敏感。在现场选择合适的安装位置是避免红外探头误报、求得最佳检测灵敏度极为重要的一环。

四、实验结果

4.1 绘制原理图

首先可以在 HC-SR501 传感器的芯片手册中找到该款传感器的内部电路图，如下图 4.1 所示。

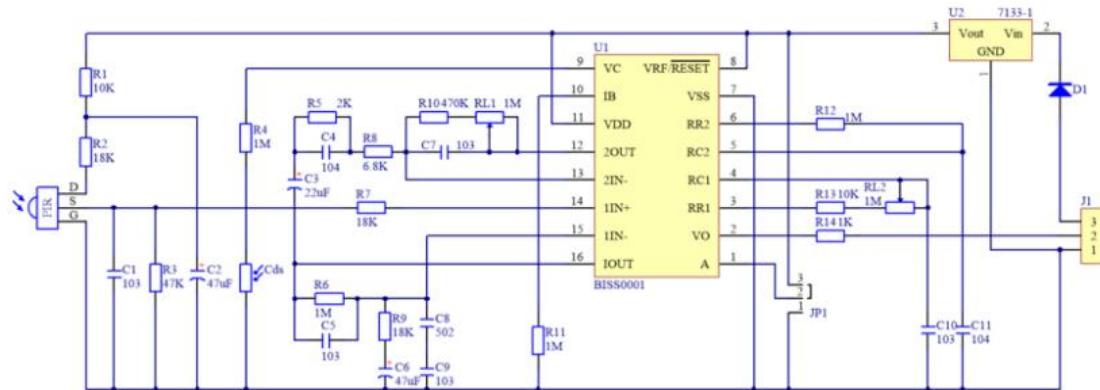


图 4.1 内部电路图

该原理图是 HC-SR501 传感器内部的控制电路，我们在设计的时候直接使用厂家封装好的传感器套件就可以，不用顾及内部构造。如果使用厂家封装的模块，则不需要再绘制这样的内部电路，只需绘制 51 单片机的最小系统，并将 HC-SR501 传感器的接口预留出来即可。但是为了完成实验要求，需要绘制一个简易的传感器控制电路，在封装电路的基础上添加按钮、灯光控制等模块。

接下来在 Altium Designer 软件中绘制原理图，首先绘制传感器模块的原理图。根据内部原理图的电路接口，在封装电路的基础上添加按钮、灯光控制等模块。可以通过添加按钮实现对传感器模块的功能控制，切换传感器功能。通过添加 LED 灯光模块，可以更方便地观察传感器的检测结果。当检测到有人经过时，传感器模块的 LDE 可以发出灯光提示。具体的实验电路如下图 4.2 所示。

山东科技大学实验报告书

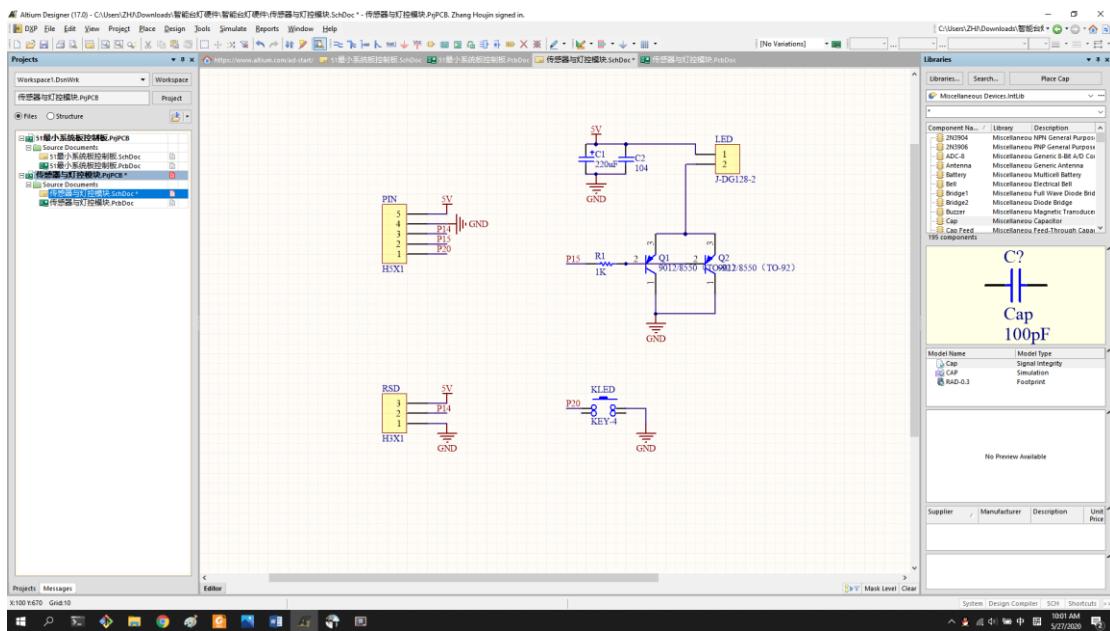


图 4.2 传感器扩展模块

传感器的扩展模块原理图绘制好之后，需要绘制 51 单片机的最小系统。

51 单片机最小原理图在之前的实验中已经绘制过了，所以我这里直接使用了上次实验的原理图。如下图 4.2 所示。

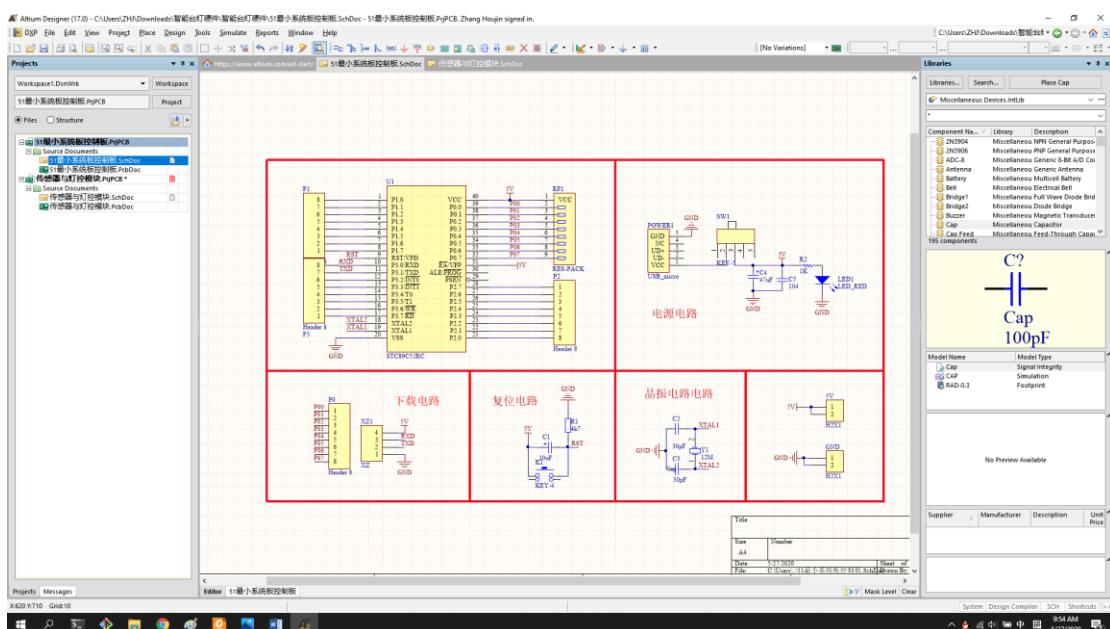


图 4.2.51 单片机原理图

4.2 绘制 PCB 电路图

首先绘制传感器扩展模块的 PCB 图，因为该模块比较简单，绘制起来也比较方便。该模块主要是在传感器封装电路的基础上，添加了按钮控制、LED 以及

山东科技大学实验报告书

一些外围电路。为了方便 51 单片机连接，还在扩展板上预留了信号线的接口。
具体绘制的 PCB 如下图 4.3 所示。

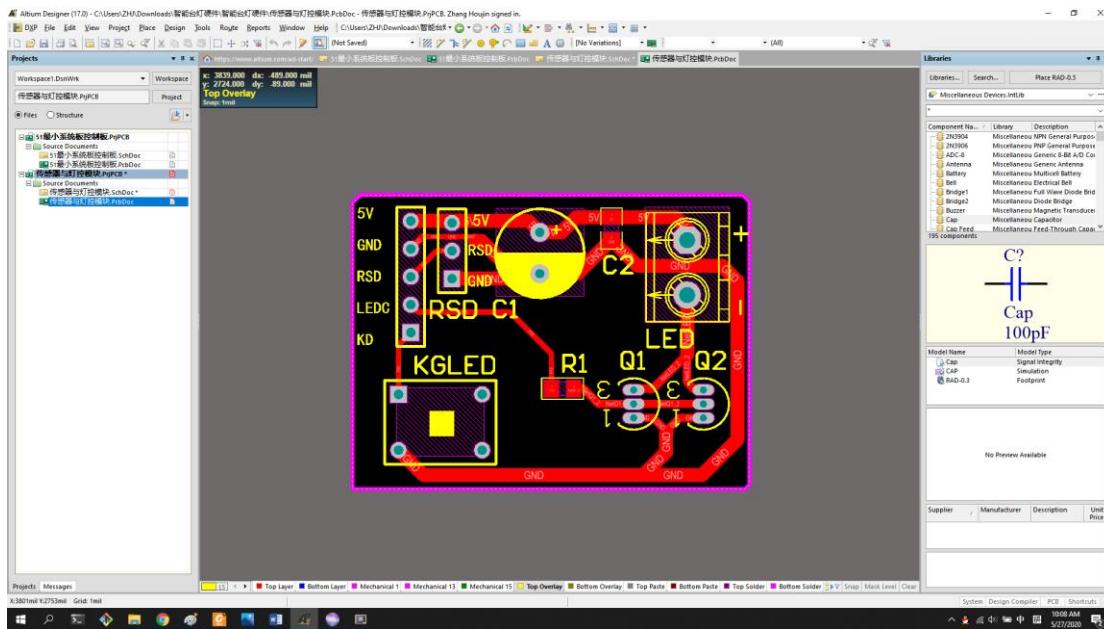


图 4.3 传感器 PCB

接下来绘制 51 单片机的最小系统。在上次实验的原理图基础上稍作修改，即可获得本次实验需要的 51 单片机最小系统 PCB 图。最小系统包括 51 单片机主控板、下载电路、开关、电源以及一些外围设备等等。同时为了以后方便使用，还将单片机的所有引脚引出。绘制完成的 51 单片机最小系统如下图 4.4 所示。

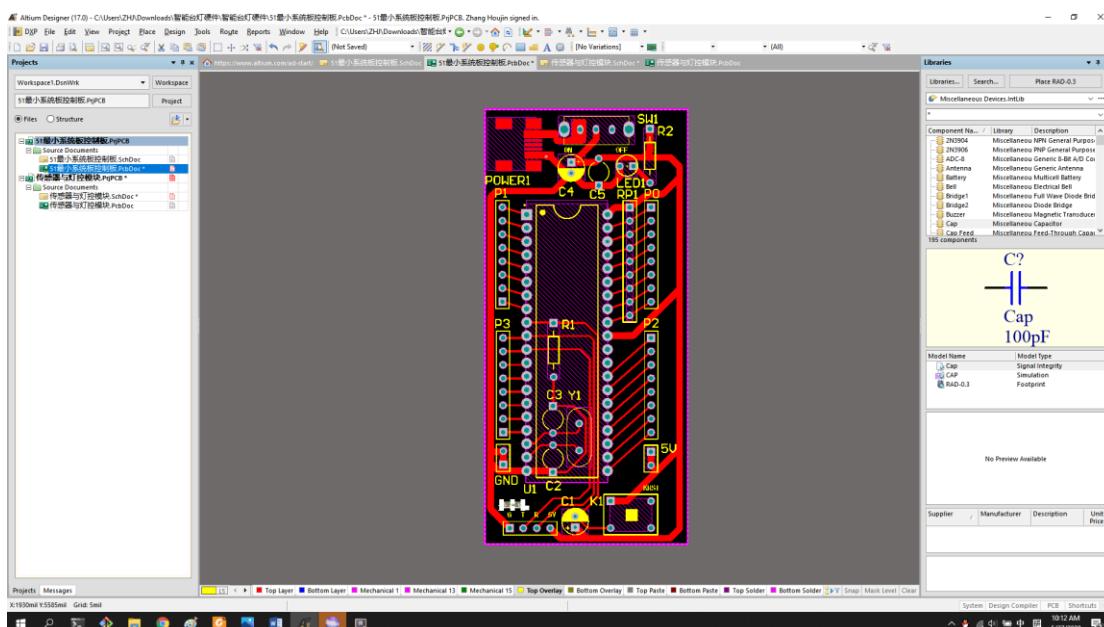


图 4.4 单片机最小系统

山东科技大学实验报告书

4.3 实验数据

由于本次实验 PCB 打板时间来不及，打出板来之后有可能也会出问题。所以本次实验无法获取具体的实验测试数据，不再对具体数据进行分析。只描述一下传感器静态特性，如下所示：

4.3.1 线性度

指传感器输出量与输入量之间的实际关系曲线偏离拟合直线的程度。

4.3.2 灵敏度

灵敏度是传感器静态特性的一个重要指标。其定义为输出量的增量 ΔY 与引起该增量的相应输入量增量 ΔX 之比。它表示单位输入量的变化所引起传感器输出量的变化，显然灵敏度 S 值越大，表示传感器越灵敏。

4.3.3 迟滞

传感器在输入量由小到大(正行程)及输入量由大到小(反行程)变化期间，其输入输出特性曲线不重合的现象称为迟滞。也就是说，对于同一大小的输入信号，传感器的正反行程输出信号大小不相等，这个差值称为迟滞差值。

4.3.4 重复性

重复性是指传感器在输入量按同一方向作全量程连续多次变化时，所得特性曲线不一致的程度。

4.3.5 漂移

传感器的漂移是指在输入量不变的情况下，传感器输出量随着时间变化，此现象称为漂移。产生漂移的原因有两个方面：一是传感器自身结构参数；二是周围环境(如温度、湿度等)。最常见的漂移是温度漂移，即周围环境温度变化而引起输出量的变化，温度漂移主要表现为温度零点漂移和温度灵敏度漂移。温度漂移通常用传感器工作环境温度偏离标准环境温度(一般为 20℃)时的输出值的变化量与温度变化量之比。

4.3.6 测量范围

测量范围是指传感器所能测量到的最小输入量与最大输入量之间的范围。

4.3.7 量程

传感器测量范围的上限值与下限值的代数差，称为量程。

山东科技大学实验报告书

4.3.8 精度

传感器的精度是指测量结果的可靠程度，是测量中各类误差的综合反映，测量误差越小，传感器的精度越高。

传感器的精度用其量程范围内的最大基本误差与满量程输出之比的百分数表示，其基本误差是传感器在规定的正常工作条件下所具有的测量误差，由系统误差和随机误差两部分组成。工程技术中为简化传感器精度的表示方法，引用了精度等级的概念。精度等级以一系列标准百分比数值分档表示，代表传感器测量的最大允许误差。如果传感器的工作条件偏离正常工作条件，还会带来附加误差，温度附加误差就是最主要的附加误差。

4.3.9 分辨率和阈值

传感器能检测到输入量最小变化量的能力称为分辨力。对于某些传感器，如电位器式传感器，当输入量连续变化时，输出量只做阶梯变化，则分辨力就是输出量的每个“阶梯”所代表的输入量的大小。对于数字式仪表，分辨力就是仪表指示值的最后一位数字所代表的值。当被测量的变化量小于分辨力时，数字式仪表的最后一位数不变，仍指示原值。当分辨力用满量程输出的百分数表示时则称为分辨率。

阈值是指能使传感器的输出端产生可测变化量的最小被测输入量值，即零点附近的分辨力。有的传感器在零位附近有严重的非线性，形成所谓“死区”(dead band)，则将死区的大小作为阈值；更多情况下，阈值主要取决于传感器噪声的大小，因而有的传感器只给出噪声电平。

4.3.10 稳定性

稳定性表示传感器在一个较长的时间内保持其性能参数的能力。理想的情况是不论什么时候，传感器的特性参数都不随时间变化。但实际上，随着时间的推移，大多数传感器的特性会发生改变。这是因为敏感元件或构成传感器的部件，其特性会随时间发生变化，从而影响了传感器的稳定性。

五、收获与心得

本次实验首先讨论了人体传感器的分类，主要研究了人体红外传感器的原理、应用和具体的实验场景。之后以“为单片机选取人体传感器进行人体检测”场景为例，对人体传感器进行了选型。综合了人体检测范围、测量精度、检测方式、

山东科技大学实验报告书

价格等因素，最终选择了 HC-SR501 红外热释电传感器作为本次实验场景下的人体检测传感器。

接下来对 HC-SR501 人体传感器的性能特征进行详细探讨。通过查阅手册资料的方式找到了该传感器的部分性能指标，包括传感器的外观及封装、原理图、应用电路图等等。与实际需求相比较，符合本次实验的传感器要求。最后简要描述了 HC-SR501 在 51 单片机中的使用方法。通过绘制原理图、搭建电路等方式，实现了“为单片机选取人体传感器进行人体检测”的实验目标。

通过本次实验，掌握了人体传感器的选择方法，研究了人体传感器的种类、精度等静态性能，通过查阅资料了解了热释电传感器的动态性能、使用方法等，掌握了热释电传感器的性能分析步骤。