

湖南科技大学计算机科学与工程学院

传感器原理 实验报告

题 目：光电测速实验
 光照度测量实验
 气体传感器实验

专 业：物联网工程

年 级：2015级

班 级：物联网一班

学 号：1505040117

姓 名：李东

实验二 光电测速实验

一 实验目的

- 掌握用光电开关测量直流电机转速的基本原理；
- 掌握用光电开关传感器测量直流电机转速的测量方法
- 掌握设计电路检测信号频率的方法

二 实验设备

DC12V/1A线性电源或适配器、示波器、万用表、光电开关电机测速实验板。

三 实验原理

一) 基本理论

通过对位移传感器的原理的学习，应已经掌握了一些常用传感器的原理的一些规律，即需要测量的物理量会导致那些电量的变化，这些电量的变化与需要测量的物理量的变化的规律如何。根据这些规律，建议同学思考转速传感器可有哪些类型，并进行分析和比较。

磁电式转速传感器：

磁电式转速传感器采用磁电感应原理实现测速，当齿轮旋转时，通过传感器线圈的磁力线发生变化，在传感器线圈中产生周期性的电压，通过对该电压处理计数，就能测出齿轮的转速，如图2-1所示。该传感器输出信号强，抗干扰性能好，不需要供电，安装使用方便，可在烟雾、油气、水气等恶劣环境中使用。

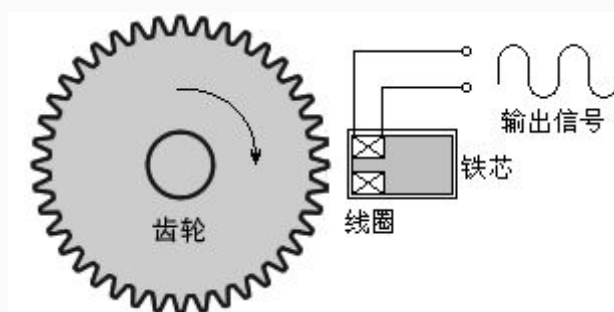


图2-1

电容式转速传感器： $C=\epsilon S/4\pi kd$

电容式转速传感器是利用转动物体导致电容的变化进行转速测量，电容式转速传感器有面积变化型和介质变化型两种。图2-2中的左图为面积变化型的原理，图中电容式转速传感器由两块固定金属板和与转动轴相连的可动金属板构成。可动金属板处于电容量最大的位置，当转动轴旋转 180° 时则处于电容量最小的位置。电容量的周期变化速率即为转速。可通过直流激励、交流激励和用可变电容构成振荡器的振荡槽路等方式得到转速的测量信号。

介质变化型是在电容器的两个固定电极板之间嵌入一块高介电常数的可动板而构成的。可动介质板与转动轴相连，随着转动轴的旋转，电容器板间的介电常数发生周期性变化而引起电容量的周期性变化，其速率等于转动轴的转速，图2-2右图中的齿轮为动电极，

当齿轮转动时，某个齿面与电容定极距离最近时电容值最大，齿轮转动时即可产生一个变化的电压值供测量。

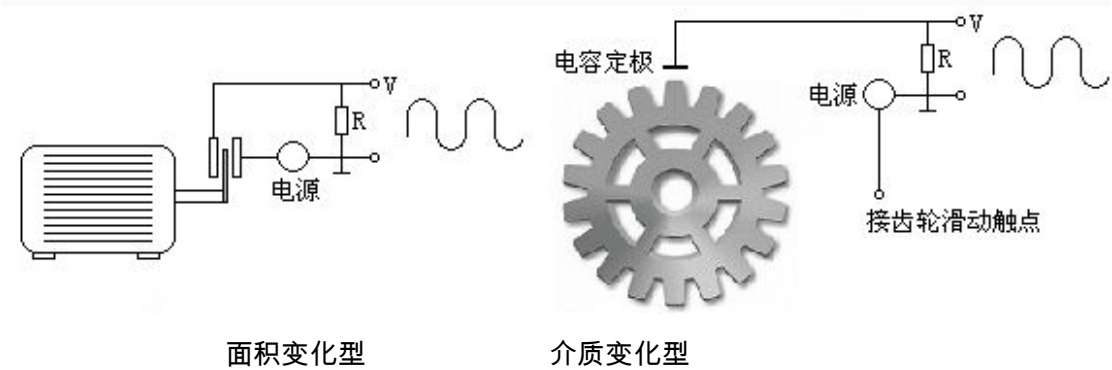


图2-2

光电式转速传感器：

光电式转速传感器分为投射式和反射式两类。投射式光电转速传感器的测量盘上有间隔相同的缝隙或孔洞。测量盘随被测物体转动，每转过一条缝隙，从光源投射到光敏元件上的光线产生一次明暗变化,光敏元件即输出电流脉冲信号。反射式光电传感器在被测转轴上设有反射物体，由光源发出的光线通过透镜和半透膜入射到被测转轴上。转轴转动时，反射物体对投射光点的反射率发生变化。反射率变大时，反射光线经透镜投射到光敏元件上即发出一个脉冲信号；反射率变小时，光敏元件无信号。在一定时间内对信号计数便可测出转轴的转速值，如图2-3所示。

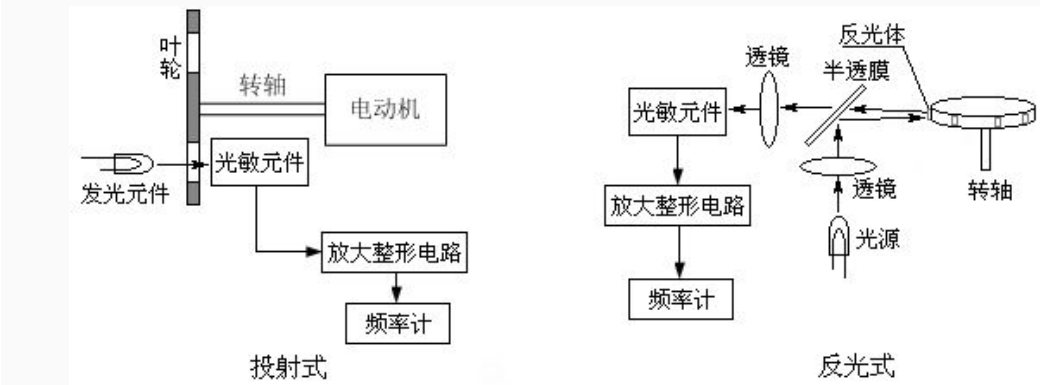


图2-3

可能学生目前对半透膜尚不了解，可将其原理简化为图2-4所示。

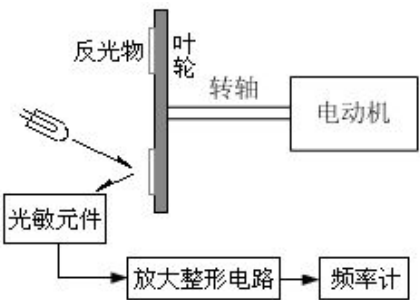
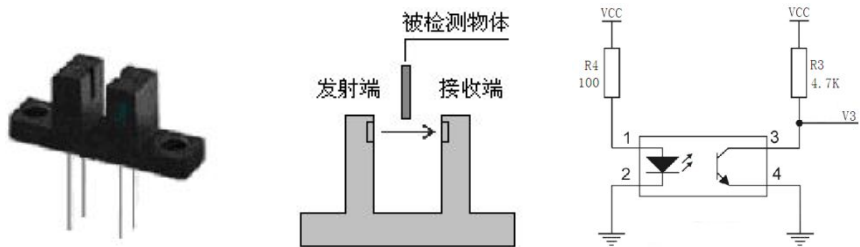


图2-3

本实验为光电式传感器实验，选用一款光电开关，因光电开关中既有发光元件，也有光接收元件，在发光元件和光接收元件之间设置一个随电机转动的转盘，转盘上刻有8个透光孔，当转盘转动时转盘上的不透光部分与透光孔会交替出现，从而由光接收元件产生一个电脉冲。发光元件一般为发光二极管，而光电接收元件可以是光敏电阻、光敏二极管、光敏三极管或光晶闸硅等。

光电开关广泛应用于工业控制、自动化生产线及安全装置中，作为光控制和光探测装置。光电开关在自动控制系统中用作物体检测、产品计数、料位测量，尺寸控制、安全报警等。

光电开关传感器由发射器和接收器组成，两者在电气结构上相互分离。图1是一种透射式的光电开关，发光元件与接收元件的光轴是重合的。当不透光的物体放置在它们中间时，会阻断光路，使接收元件接收不到来自发光元件的光，光电三极管不产生光电流，三极管断开。当不透光的物体离开它们中间时，接收器接收到来自发光元件的光，光电三极管产生光电流，三极管导通。



光电开关实物图及原理 光电开关检测电路

图2-4 光电管的原理

光电式数字转速表原理如图2-4右图所示：当电机轴转动时，透光与不透光交替出现，光敏元件间断的接受光信号，输出脉冲，再经过放大整形电路，输出整齐的方波信号，由数字频率计或单片机即可检测出电机的转速。

本实验用不透光的材料制作一个转轮安装在电机轴上，转轮上有8个通孔，电机带动转轮转动。当转轮转到无孔位置时，光束被遮挡，光电开关输出高电平。当转轮转到有孔的位置时，光线穿过，光电开关输出低电平。利用高低电平形成的脉冲即可测量电机转过的圈数。

转速测量公式为：

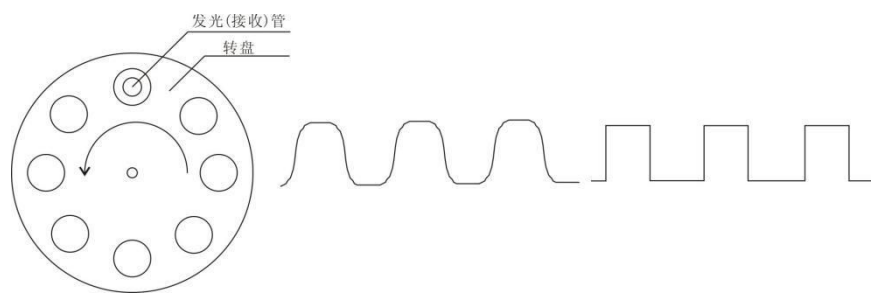
$$\text{转速} = \frac{\text{脉冲个数}}{\text{叶轮开孔个数}} \times \frac{1}{\text{时间}} \quad (1)$$

公式中，时间单位：分钟；转速单位：转/分。

由公式（1）看出转速测量精度与叶轮上的开孔个数有关。开孔个数越多，转速测量精度越高。但孔的数量并不可以随意增加，当孔的数量很多且电机转速很高时，会出现信号的周期过短而无法测量。本实验在转盘上制作的透光孔为8个。

由图2-3接收器的输出波形看出，光电三极管输出的是一个不规则的方波，因此，需要对输出波形进行整形。电机测速电路由光电开关及与门组成。与门将不规整的高低电平波

形整理成规整的波形。见图3所示。



转盘与光电传感器 接收器的输出波形 经处理后的波形

图2-5 光电管输出波形

二) 实验原理

为在实验中改变电机转速，传感器电路板上增加了电机调速电路，此电路通过改变直流电机的工作电压而改变电机的转速，电机的最大转速大约为7000转/分钟，实验箱光电开关直流电机测速电路原理如图2-6所示：

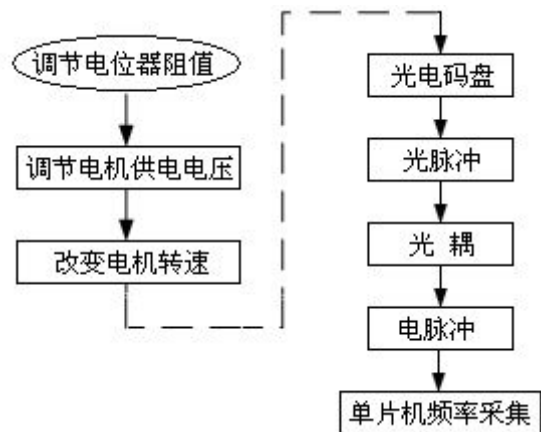


图2-6 光电开关直流电机测速电路原理框图

光电开关直流电机测速电路由直流电机驱动电路及直流电机测速电路两部分组成。电路构成如图2-7所示。

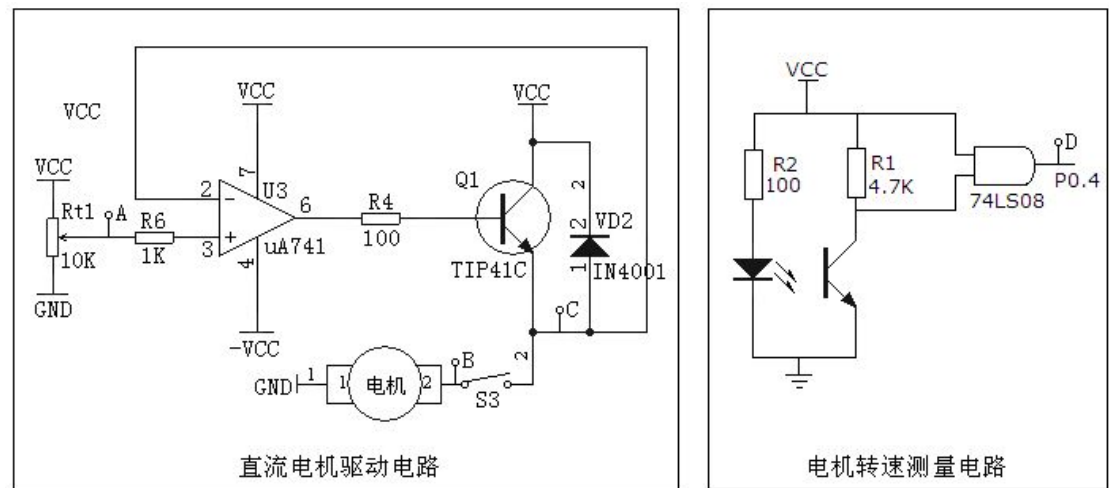


图2-7 实验箱光电开关测速板电路

直流电机驱动、调节电路由分压电路、电压跟随器、功率三极管组成。

直流电机驱动、调节电路由驱动电路和调节电路两部分组成，功率三极管为直流电机提供驱动电机的电流，驱动电机转动。改变分压电路中可变电阻 R_{t1} 的大小，即改变了功率管的输出电流大小，从而改变直流电机的转速。电机是感性设备，在启动及停止时，会产生反电动势，因此在驱动电路中设计一个由运放构成的电压跟随器，置于分压电路与功率管之间，起阻抗匹配及隔离缓冲作用。驱动电路中的二极管接在功率管集电极与射极之间，为反电动势提供通路，起到保护三极管的作用。

四 实验内容

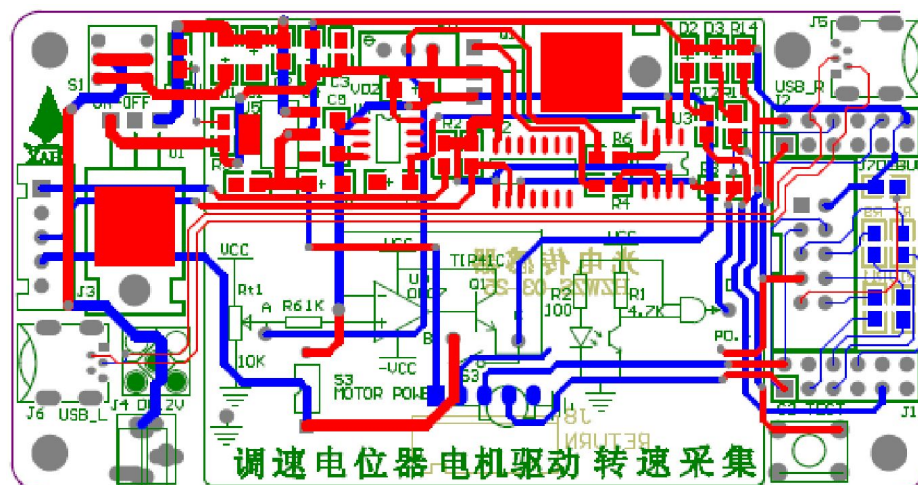


图2-8 电机测速实验板

板上A点—调速电位器的输出；B点—电机绕组电压，C点—ADC采样输入，D—检测信号端。

RT1—电机调速电位器。

实验步骤：

- 1、检查传感器电源和实验板外观完好无损，接通电源。
- 2、调节电位器电压值，测量B点电压、D点频率，由下式计算对应转速，填入表2-1。

$$\text{转速} = \frac{\text{脉冲个数}}{\text{叶轮开孔个数}} \times \frac{1}{\text{时间}}$$

可调电位器电压 (V)	电机转速 (转/分)	B点电压 (V)	D点频率 (Hz)
0	0	0	0
0.5V	580.8	0.497	77.46
1	1376.4	1.03	183.5
2	2808.6	2.01	375.4
3	4310.4	3.001	574.7
4	5206.8	3.651	694.3
5	5316.9	3.673	697.4

表2-1(本实验采用8孔叶轮)

- 3、画出电位器电压与转速的曲线图；以及C点频率与转速的曲线图，并比较根据图形分析

实验结果。

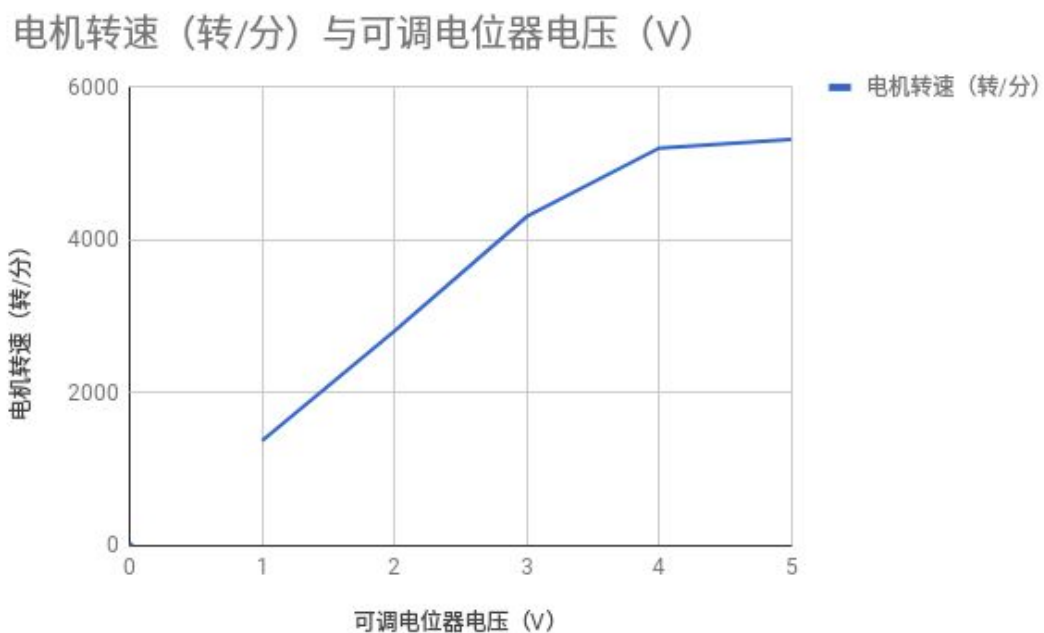


图2-9 C点电压与转速的关系

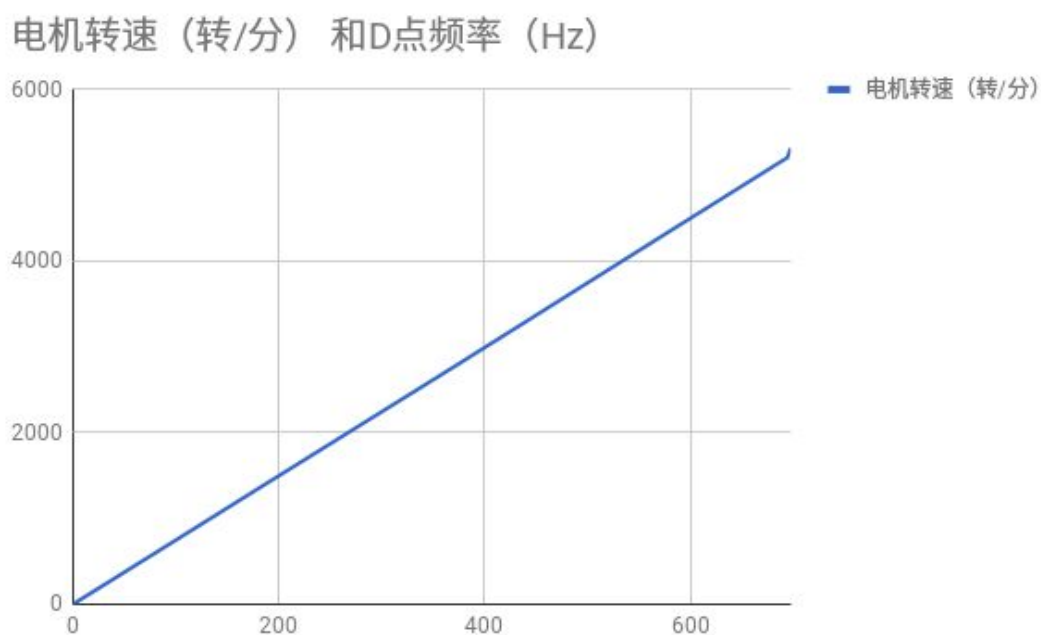


图2-10 D点频率与转速的关系

五 思考

- 1、常用的转速传感器的原理有几种，与常用位移传感器的种类与原理进行比较，思考

：一般传感器的测量原理有哪些规律？常见的传感器如何将其它物理量变为电量信号？

（1）光电式转速传感器

对转速的测量，主要是通过将光线的发射与被测物体的转动相关联，再以光敏元件对光线的进行感应来完成的。光电式转速传感器从工作方式角度划分，分为透射式光电转速传感器和反射式光电转速传感器两种。

1) 投射式光电转速传感器

投射式光电转速传感器设有读数盘和测量盘，两者之间存在间隔相同的缝隙。投射式光电转速传感器在测量物体转速时，测量盘会随着被测物体转动，光线则随测量盘转动不断经过各条缝隙，并透过缝隙投射到光敏元件上。投射式光电转速传感器的光敏元件在接收光线并感知其明暗变化后，即输出电流脉冲信号。投射式光电转速传感器的脉冲信号，通过在规定时间内计数和计算，就可以获得被测量对象的转速状态。

2) 反射式光电转速传感器

通过在被测量转轴上设定反射记号而后获得光线反射信号来完成物体转速测量的。反射式光电转速传感器的光源会对被测转轴发出光线，光线透过透镜和半透膜入射到被测转轴上，而当被测转轴转动时，反射记号对光线的反射率就会发生变化。反射式光电转速传感器内装有光敏元件，当转轴转动反射率增大时，反射光线会通过透镜投射到光敏元件上，反射式光电转速传感器即可发出一个脉冲信号，而当反射光线随转轴转动到另一位置时，反射率变小光线变弱，光敏元件无法感应即不会发出脉冲信号。

（2）电容式转速传感器

它属于电容式传感器，有面积变化型和介质变化型两种

1) 面积变化型

电容式转速传感器由两块固定金属板和与转动轴相连的可动金属板构成。可动金属板处于电容量最大的位置，当转动轴旋转 180° 时则处于电容量最小的位置。电容量的周期变化速率即为转速。可通过直流激励、交流激励和用可变电容构成振荡器的振荡槽路等方式得到转速的测量信号。

2) 介质变化型

介质变化型是在电容器的两个固定电极板之间嵌入一块高介电常数的可动板而构成的。可动介质板与转动轴相连，随着转动轴的旋转，电容器板间的介电常数发生周期性变化而引起电容量的周期性变化，其速率等于转动轴的转速。齿轮外沿面作为电容器的动极板，当电容器定极板与齿顶相对时，电容量最大，而与齿隙相对时，电容量最小。因此，电容量的变化频率应与齿轮的转频成正比。

（3）变磁阻式转速传感器

它属于变磁阻式传感器。变磁阻式传感器的三种基本类型：电感式传感器、变压器式传感器和电涡流式传感器都可制成转速传感器。电感式转速传感器应用较广，它利用磁通变化而产生感应电势，其电势大小取决于磁通变化的速率。这类传感器按结构不同又分为开磁路式和闭磁路式两种。

（4）霍尔转速传感器

霍尔转速传感器的主要工作原理是霍尔效应，也就是当转动的金属部件通过霍尔传感器的磁场时会引起电势的变化，通过对电势的测量就可以得到被测量对象的转速值。霍尔转速传感器的主要组成部分是传感头和齿圈，而传感头又是由霍尔元件、永磁体和电子电路组成的。

2、 为何可调电压在4V和5V时，B点电压和D点频率恒定不变？

当可调电压在4V时，已经达到本实验转速传感器的最大值

3、 本实验转速传感器的理论测量精度为多少？

0~7402.5r/min

4、 由本实验可知，只要在单位时间内测量出传感器产生的脉冲的周期或脉冲数即可计算出转速，这两种方式有什么区别？

用单位时间内测得的物体旋转角度来计算速度,例如在单位时间内累计转速传感器发出的个脉冲,即为该单位时间内的速度。这种以测量频率来实现测速的方法称为测频法,即M法在给定的角位移距离内过测量转过这一角位移的时间来实现测速称为测周法,即T法。例如转过给定的角位移 $\Delta\theta$ 传感器便发出一个电脉冲周期，以晶振产生的标准脉冲来度量这一周期时间，经换算便可得转速。

以上两种方法的优缺点是M法一般用于高速测量，转速过低时，测量误差较大，同时检测装置对转速的分辨能力也较差，而T法则一般用于低速测量，速度越低，测量精度越高，在高速时误差较大。

5、 列举光电开关的其它用途。

物位检测、液位控制、产品计数、宽度判别、速度检测、定长剪切、孔洞识别、信号延时、自动门传感、色标检出、冲床和剪切机以及安全防护。

实验三 光照度测量实验

一 实验目的

了解光照强度的基本知识；

了解常用光敏元器件；

掌握光照度传感器原理；

掌握光照度的测量方法。

二 实验设备

DC12V/1A线性电源或适配器、示波器、万用表、光照度传感器实验板。

三 实验原理

一) 基本理论

光照度：投射在单位面积上的光通量，符号 E_v ，单位勒克斯(Lx)。

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{dA}$$

式中， dA --接收到 $d\Phi_v$ 光通量的微面积元。

内光电效应：光照射于某一物体上，使其导电能力发生变化的现象，称光电导效应。

光照特性：当光电元件上加上一一定电压时，光电流*I*与光电元件上光照度*E*之间的对应关系。一般表示为： **$I = f(E)$**

环境	照度 (单位lux)
黑夜	0.001—0.02
月夜	0.02—0.3
阴天室内	5—50
阴天室外	50—500
室内	100—1000
夏季中午太阳光下的照度	10*6次方

表5-1 环境与照度大致对应关系

光电传感器原理：根据爱因斯坦的光子假说：光是一粒一粒运动着的粒子流，这些光粒子称为光子。每一个光子具有一定的能量。不同频率的光子具有不同的能量。光的频率越高，其光子能量就越大。光线照射在某些物体上，使电子从这些物体表面逸出现象称光电发射。逸出来的电子称为光电子。根据这些效应可制成不同的光电转换器件(也称光敏组件)。

光敏组件的分类：目前常用的光敏组件有光敏电阻，光敏二极管，光敏三极管，光电二极管，光敏传感器等。

光敏电阻：光敏电阻又称为光导管，常用的制作材料为硫化镉，另外还有硒、硫化铝、硫化铅和硫化铋等材料。其特性是在特定波长光的照射下，其阻值会减小。

光敏二极管：光电二极管是一个具有光敏特色的PN结，是一个半导体器件，具有单向导电性，工作时应加反向电压，无光线照射时为截止，当有光线照射时，方向电流会随着光线强度的增大而增大。

光敏三极管：光敏三极管和普通三极管相似，也有电流放大作用，只是它的集电极电流不只是受基极电路和电流控制，同时也受光辐射的控制。通常基极不引出，但一些光敏三极管的基极有引出，用于温度补偿和附加控制等作用。

二) 实验原理

本实验选用**Po188**作为光照度测量传感器组件，。

光照度传感器 **Po188**是一个半导体光电集成传感器，典型入射波长为 $\lambda_p=520\text{nm}$ ，内置双敏感元接收器，内置微信号**CMOS**放大器、高精度电压源和修正电路，输出电流大，灵敏度高，电流随光照度呈线性变化。

参数名称	符 号	测试条件 $V_{cc}=5V, R=1K, T_a=25^{\circ}C$	最小值	典型值	最大值	单位
典型入射波长	λ_p	-	-	520	-	nm
静态电流	I_o	$E_v=0\text{Lux}$	0	0.03	4	μA
普通环氧树脂封装样品光电流	I_i	$E_v=5\text{Lux}$		58		μA
		$E_v=10\text{Lux}$		113		
		$E_v=100\text{Lux}$		758		
		$E_v=200\text{Lux}$		1318		
		$E_v=500\text{Lux}$		2620		
		$E_v=1000\text{Lux}$		4060		
响应时间	T_r	-	-	2	-	μS

	Tf	-	-	2	-	μS
--	----	---	---	---	---	---------------

表5-2 Po188的典型参数

光照度传感器 Po188的光照特性曲线如图5-1所示，由图5-1可看出，Po188的输出电流与光照度成正比，基本为线性关系，尤其当光照度为300 -1000 Lux之间的线性度较好，该敏感元件的测量范围为0-1000Lux，主要用于室内光照度测量。

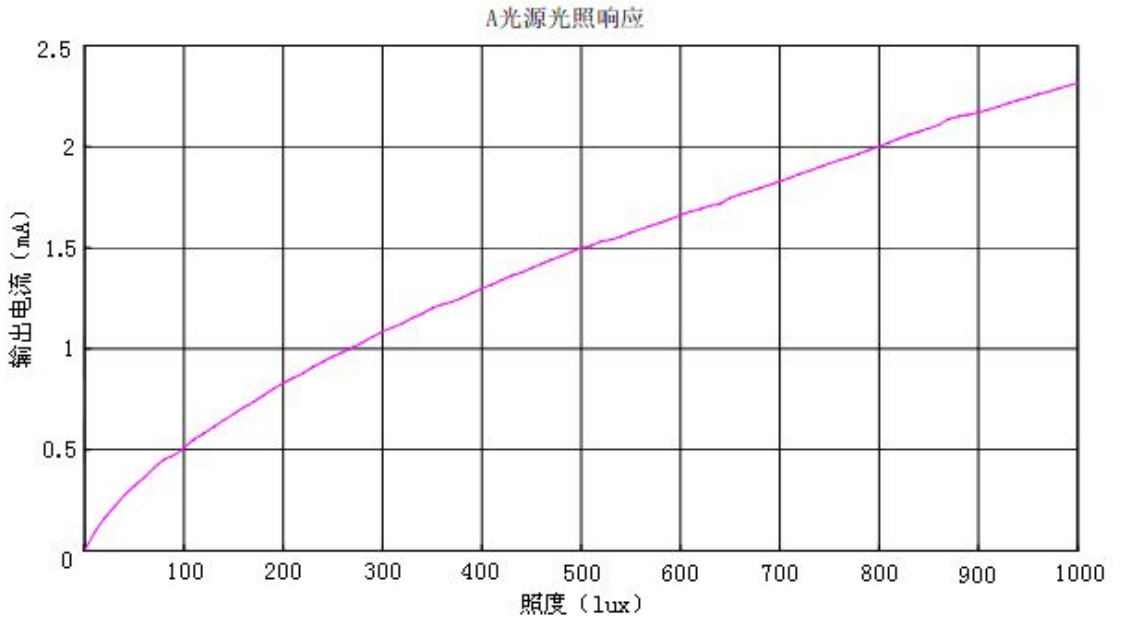


图5-1 Po188的光照特性曲线

为了能将光照度转化成与其有一定关系的电信号，本实验对光信号进行了一系列的信号转化，原理框图如图5-2。由图5-2可看出，Po188的输出信号为电流，而调理电路需要将电流转换成电压，请同学考虑其原因。



图5-2 光强度实验框图

实验箱内光照度传感器调理电路如图5-3：

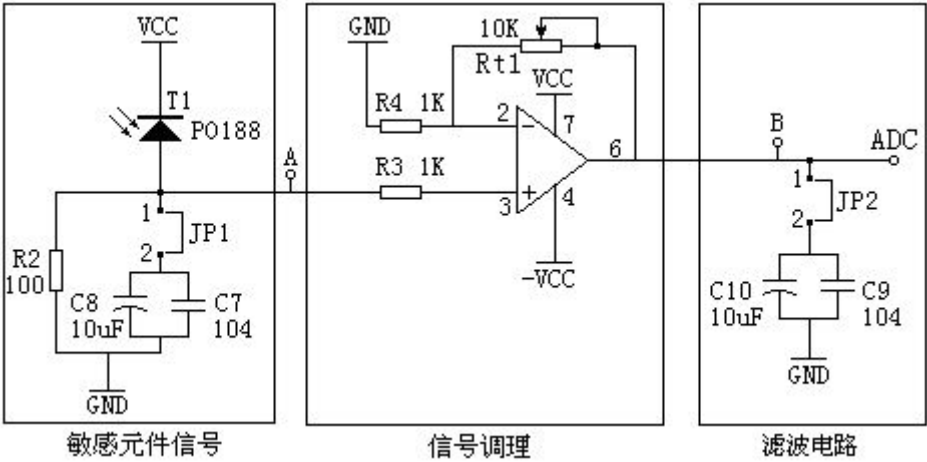


图5-3 光照度传感器实验板电路

如何将随光照度变化的电流信号转换成随光照度变化的电压信号？

I/V电流变换电路如图5-4所示。图中中 R2为光敏传感器的采样电阻，作用是将光敏传感器的电流信号转换成电压信号。电容C7、C8：组成旁路滤波电路,起到前端滤波作用。采样电阻R2即不能太大，也不能过小。太小势必运放增益要很大，不利于抗干扰；负载电阻过大，单片机输入电压易超范围。最好选择电位器作为负载电阻以调节运放输入的大小。

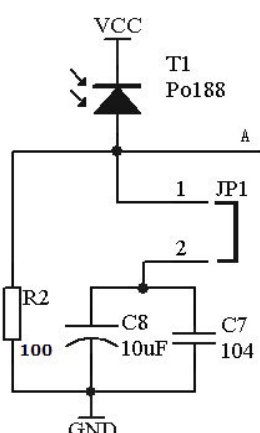


图5-4 电流变换电路

信号调理电路：选用OP07运放构成同相比例放大器，对光照度信号进行放大，图5-5所示。

信号调理的目的：A/D转换器对输入电压范围有严格的要求，把信号输出范围换算到A/D转换器的量程范围内。

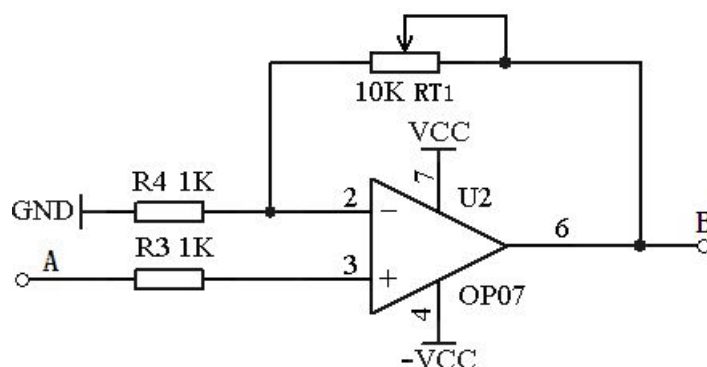


图5-5 同相比例放大电路

放大倍数计算如下。改变可调电位器RT1阻值，可调节放大倍数。

$$A_u = 1 + \frac{RT1}{R_4} = 1 + \frac{RT1}{1K}$$

滤波电路如下。旁路电容：滤掉沿电源线路耦合而来的高频信号。根据经验选取电容值，取得过小高频滤波效果不好，取大了浪费。图中C1=0.1μF C2=0.1μF为电源去耦电容，布线时紧靠运放OP07的正电源端和负电源端，图5-6所示。

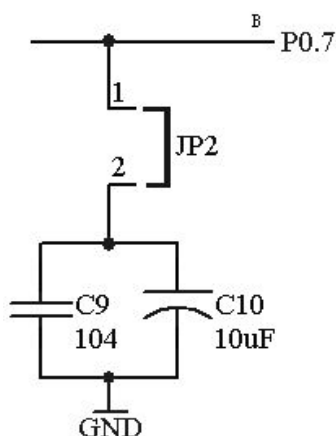


图5-6

四 实验内容：

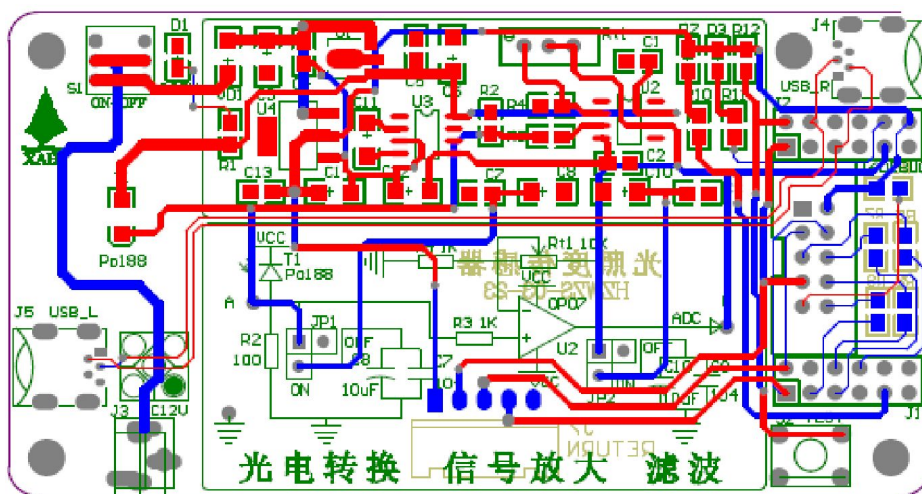


图5-7 光照度传感器实验板

板上A点——传感器输出；B点——调理后的信号（单片机输入），Rt1——增益调节电阻。

实验步骤：

观察传感器板硬件连接是否正确完好，检查无误后，打开电源。

1、调零点

将A点对地短接，用示波器测B点电压。

2、确定运放放大倍数：

在室内环境下，调节Rt1,使VA点电压为406mv。确定Rt1的位置。（VBmax=3.3v(CC2530 输入电压)；VAmx = $100\Omega (R_2) \times 4.060\text{mA} (E_v=1000\text{Lux}) = 406\text{mv}$)

$$\text{放大倍数} = \frac{U_B}{U_A}$$

3、无光环境测试：(用手遮住光线)

用示波器测A、B点电压。

4、室内自然环境测试：

用示波器测A、B点电压。

移动手电筒与光源的距离，用示波器测A、B点电压，并计算传感器电流（测量3次，取平均值填入）。。

查光照特性曲得出光照度，填入表5-3；

光 源	VB电压	VA电压	计算传感器 电流 (mA)	光照度 (Lux) (查光照特性曲 线)
A点对地短接	0.406	0.038	0.38	80
用手遮住传感器	0.013	0.001	0.01	0
室内环境	0.399	0.037	0.37	79
手电筒离传感器位置1	0.767	0.072	0.72	185
手电筒离传感器位置2	0.895	0.083	0.83	200
手电筒离传感器位置3	1.248	0.115	1.15	280
手电筒离传感器位置4	1.537	0.142	1.42	480
手电筒离传感器位置5	2.096	0.193	1.93	770
手电筒离传感器位置4	1.537	0.141	1.41	475
手电筒离传感器位置3	1.248	0.125	1.25	310
手电筒离传感器位置2	0.895	0.082	0.82	195
手电筒离传感器位置1	0.767	0.72	7.2	185

表5-3 光照度相对定量测量参数

注：表中手电筒是从远到近，再从近到远。手电筒照射光照度传感器的距离不可太近或在阳光下照晒，手电筒距离一般应大于10cm，，否则会损坏传感器。

观察：

(1) ● 无前端滤波电路光照度信号波形

未连接跳线JP1，打开示波器，鳄鱼夹连接接地点，测试A点信号波形。

● 有前端滤波电路光照度信号波形

连接跳线JP1，打开示波器，鳄鱼夹连接接地点，测试A点信号波形。

(2) 室内环境，使用示波器测量B点信号。

● 无前端滤波电路光照度信号波形

连接跳线JP2，打开示波器，鳄鱼夹连接接地点，测试B点信号波形。

● 有前端滤波电路光照度信号波形

连接跳线JP2，打开示波器，鳄鱼夹连接接地点，测试B点信号波形。

五 思考

1、 常用的光敏元件有哪些？各有什么特点？

半导体光敏元件按光电效应的不同而分为光导型和光生伏打型(见光电式传感器)。光导型即光敏电阻，是一种半导体均质结构。光生伏打型包括光电二极管、光电三极管、光电池、光电场效应管和光控可控硅等，它们属于半导体结构型器件。半导体光敏元件的主要参数和特性有灵敏度、探测率、光照率、光照特性、伏安特性、光谱特性、时间和频率响应特性以及温度特性等，它们主要由材料、结构和工艺决定。半导体光敏元件广泛应用于精密测量、光通信、计算技术、摄像、夜视、遥感、制导、机器人、质量检查、安全报警以及其他测量和控制装置中。例如:光敏电阻、光敏二极管、光敏三极管。

2、 本实验的调理电路是将电流转换为电压，为什么转换？如何转换？

因为将电压转换为电流，电流随光照度呈线性变化，可以更加直观地对照光照特性曲线，通过电流变换电路。

3、 本实验中如果没有信号调理电路，信号采样的输出超出了A/D转换器的量程，可能会产生那些后果？

损坏A/D转换器

4、 举例说出光照度传感器的三个应用场合？

农业大棚、城市照明、室内灯光

实验六 气体传感器实验

一 实验目的

了解常用气体传感器原理

掌握常用气体传感器MQ-4的原理和应用

二 实验设备

气体传感器实验板一块，示波器一台，数字万用表一个，螺丝刀一把。

三 实验原理

一) 基本理论

气体传感器是将气体（多数是空气）中特定的其它气体检测出来，并将其转换为电信号的器件，以便提供有关待检测气体的存在及浓度大小的信息。

常用气体传感器的原理及种类：

半导体式气体传感器：气体传感器是利用某金属氧化物半导体材料在一定温度下电导率随着环境气体成份的变化而变化的原理制造的。如酒精气体传感器就是利用二氧化锡在高温下遇到酒精气体时电阻会急剧减小的原理制备的。半导体式气体传感器可以有效地用于甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、酒精、甲醛、一氧化碳、二氧化碳、乙烯、乙炔、氯乙烯、苯乙烯、丙烯酸等很多气体地检。目前市面60%传感器属于此类型。

二) 实验原理

MQ-4气体传感器原理：MQ-4是一款常用的半导体气体传感器，所使用的气敏材料是在清洁空气中电导率较低的二氧化锡(SnO_2)。当传感器所处环境中存在可燃气体时，传感器的电导率随空气中可燃气体浓度的增加而增大。

MQ-4气体传感器对甲烷的灵敏度高，对丙烷、丁烷也有较好的灵敏度。这种传感器可检测多种可燃性气体，特别是天然气。

MQ-4气敏组件由微型 Al_2O_3 陶瓷管、 SnO_2 敏感层，测量电极和加热器构成的敏感组件固定在塑料或不锈钢制成的腔体内加热器为气敏组件提供了必要的工作条件。封装好的气敏组件有6个针状管脚其中4个用于信号输出，2个用于提供加热电流。

MQ-4气敏组件的灵敏度特性曲线如图8-1所示。

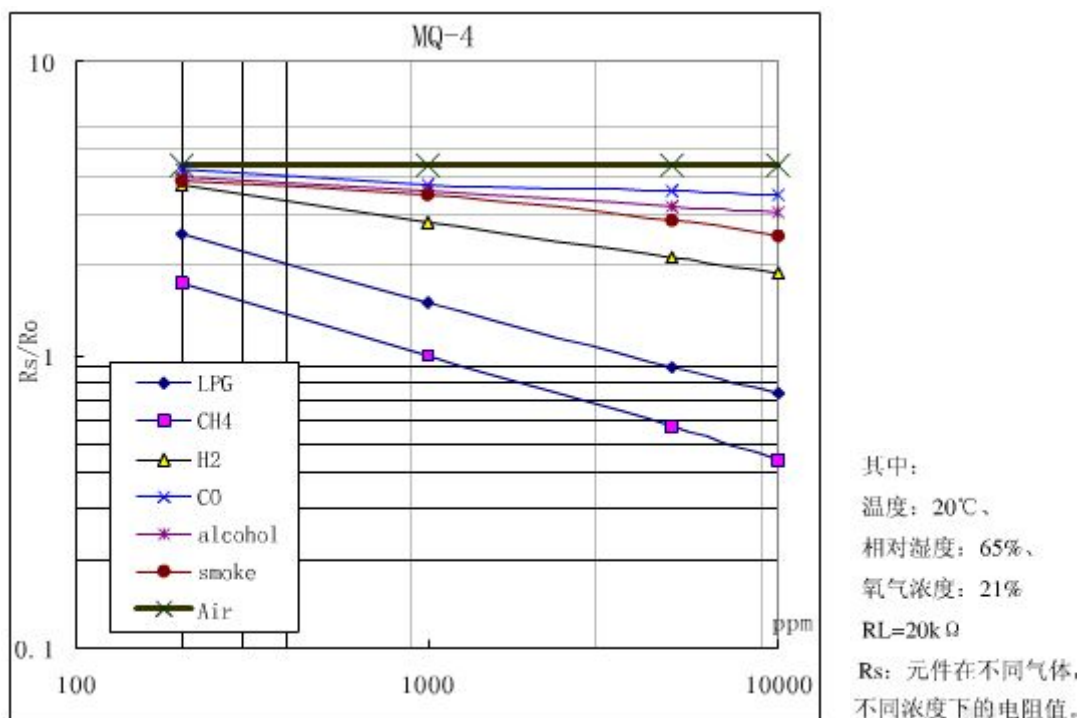


图8-1 MQ-4型气敏组件的灵敏度特性

ppm：表示气体浓度，或溶液浓度。

MQ-4型气敏组件对不同种类，不同浓度的气体有不同的电阻值。因此，在使用此类型气敏组件时，灵敏度的调整是很重要的。

传感器测量电路如图8-2所示，T1MQ-4型气敏组件由加热元件1-4、电极2、3组成，当加热元件加热电极间的气体时，测量气体成分时电极间的电导率随空气中可燃气体浓度的增加而增大，电极3通过 R_{t1} 和 R_1 接地， R_{t1} 动点的电压随被测气体的浓度而增加。

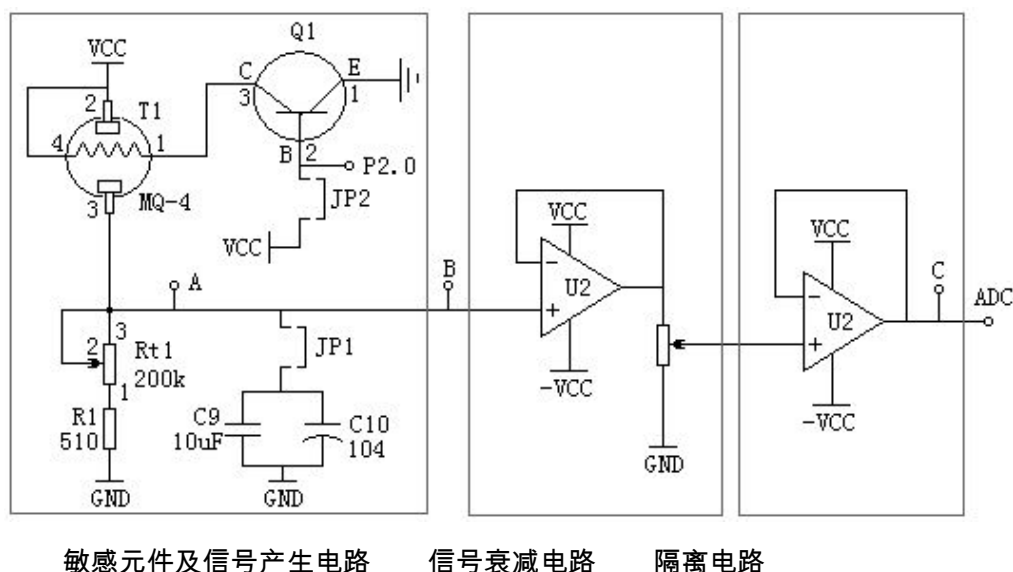


图8-2 气体测试电路

灵敏度特性表：

符号	参数名称	技术参数	备注
Rs	敏感体表面电阻	10 KΩ —60 KΩ (5000ppmCH4)	适用范围： 300—10000ppm 甲烷，天然气
a (1000ppm/5000p pmCH4)	浓度斜率	≤0.6	
标准工作条件	温度：20℃±2℃ Vc:5.0V±0.1V 相对湿度：65%±5% Vh:5.0V±0.1V		
预热时间	不少于 24 小时		

表8-1

灵敏度调试：

MQ-4型气敏组件对不同种类，不同浓度的气体有不同的电阻值，因此，灵敏度的调整非常重要。

灵敏度调试方法：

以空气中甲烷浓度值为5000ppm时作为基准，若不在该范围内则说明甲烷传感器的灵敏度不够高需要进行调节。调节 R_{t1} 使显示的瓦斯浓度值尽可能与实际相符合。此项工作在出厂前已完成。

由于MQ-4传感器长期通电会发热，发烫，甚至损坏传感器，因此，本电路设计为可控加热，控制方法1是使用跳线帽JP2选择是否接通，控制方法2是通过无线单片机控制。使用跳线帽控制接通时将跳线帽需竖插（对应ON），断开时跳线帽应横插（对应OFF），使用单片机控制加热时，应将跳线帽处于断路状态，由三极管Q1驱动，三极管基极可接至CC2530P2.0引脚，当此引脚为高电平时开始加热，开始测试就气体浓度。（由于电路板尺寸限制，控制用三极管未画出）。

隔离衰减电路：

隔离衰减部分电路如图8-3所示：

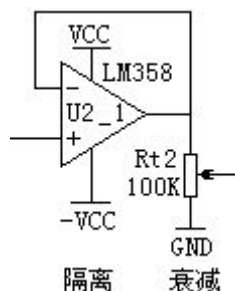


图8-3 隔离衰减电路

电压跟随器具有输入阻抗高、输出阻抗低的特点，可以极端一点去理解，当输入阻抗很高时，就相当于对前级电路开路；当输出阻抗很低时，对后级电路相当于一个恒压源，即输出电压不受后级电路阻抗影响。一个对前级电路相当于开路，输出电压又不受后级阻

因输入电压的电压范最大到**5V**，而单片机**AD**输入最大为**3.3V**，所以需要信号衰减，这里通过电位器**Rt2**进行信号衰减。

隔离电路如图8-4所示：

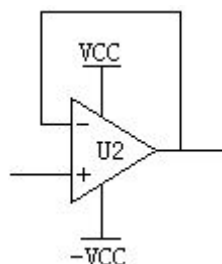


图5-3中输出电阻需要和单片的管脚隔离，否则，单片机AD输入口的电压会受到电位器Rt2和单片机的内部电阻的串联影响而导致输入电压偏低。

Rt1——灵敏度校准调节电阻，**Rt2**——差动放大倍数调节电阻，**Rt3**——AD620放大倍数调节电阻。

短接块JP1分别接ON和OFF方向，测试B点波形图，接向OFF表明此信号未接滤波电容接入ON方向连接两个滤波电容。

用万用表或者示波器测量差动输入同相输入端B点电压值

用万用表或者示波器测量差动输入反响输入端C点电压值

A (V)	B (V)	C (V)	各敏感气体浓度 (查灵敏度特性图)
3.4	3.4	1.12	8.2
3.6	3.6	1.22	8.2
4.3	4.3	1.28	8.0
4.5	4.5	1.53	7.8

表8-

五 思考

1、 气体传感器的种类都有哪些？

半导气体传感器：电导型和非电导型，电导型中又分为表面型和容积控制型

固体电解质气体传感器

接触燃烧式气体传感器

电化学气体传感器

光学气体传感器

2、 气体传感器的原理大致有几种？

(1) 半导体气体传感器是采用金属氧化物或金属半导体氧化物材料做成的元件，与气体相互作用时产生表面吸附或反应，引起以载流子运动为特征的电导率或伏安特性或表面电位变化。这些都是由材料的半导体性质决定的。

(2) 电化学型气体传感器可分为原电池式、可控电位电解式、电量式和离子电极式四种类型。原电池式气体传感器通过检测电流来检测气体的体积分数，市售的检测缺氧的仪器几乎都配有这种传感器，近年来，又开发了检测酸性气体和毒性气体的原电池式传感器。可控电位电解式传感器是通过测量电解时流过的电流来检测气体的体积分数，和原电池式不同的是，需要由外界施加特定电压，除了能检测CO，NO，NO₂，O₂，SO₂等气体外，还能检测血液中的氧体积分数。电量式气体传感器是通过被测气体与电解质反应产生的电流来检测气体的体积分数。离子电极式气体传感器出现得较早，通过测量离子极化电流来检测气体的体积分数。电化学式气体传感器主要的优点是检测气体的灵敏度高、选择性好。

(3) 固体电解质气体传感器是一种以离子导体为电解质的化学电池。20世纪70年代开始，固体电解质气体传感器由于电导率高、灵敏度和选择性好，获得了迅速的发展，现在几乎应用于环保、节能、矿业、汽车工业等各个领域，其产量大、应用广，仅次于金属氧化物半导体气体传感器。

(4) 接触燃烧式气体传感器可分为直接接触燃烧式和催化接触燃烧式，其工作原理是气敏材料(如Pt电热丝等)在通电状态下，可燃性气体氧化燃烧或者在催化剂作用下氧化燃烧，电热丝由于燃烧而生温，从而使其电阻值发生变化。这种传感器对不燃烧气体不敏感，例如在铅丝上涂敷活性催化剂Rh和Pd等制成的传感器，具有广谱特性，即能检测各种可燃

气体。

(5) 光学式气体传感器包括红外吸收型、光谱吸收型、荧光型、光纤化学材料型等，主要以红外吸收型气体分析仪为主，由于不同气体的红外吸收峰不同，通过测量和分析红外吸收峰来检测气体。目前的最新动向是研制开发了流体切换式、流程直接测定式和傅里叶变换式在线红外分析仪。该传感器具有高抗振能力和抗污染能力，与计算机相结合，能连续测试分析气体，具有自动校正、自动运行的功能。光学式气体传感器还包括化学发光式、光纤荧光式和光纤波导式，其主要优点是灵敏度高、可靠性好。

(6) 该类传感器是通过测量高分子气敏材料的电阻来测量气体的体积分数，目前的材料主要有欧菁聚合物、LB膜、聚吡咯等。其主要优点是制作工艺简单、成本低廉。但这种气体传感器要通过电聚合过程来激活，这既耗费时间，又会引起各批次产品之间的性能差异。

3、为什么多数气体传感器都需要进行加热方可测量

气体的采样方式主要是通过简单扩散法，或是将气体吸入检测器。

4、设计气体传感器时应注意电源电路的设计，为什么？

(1) 避免损坏电源电路。

(2) 保证测量的精度。