

doi: 10.7690/bgzdh.2014.02.019

基于 GP2Y0A02 的位置测量的设计

李建新

(武汉软件工程职业学院光电子与通信工程系, 武汉 430205)

摘要: 针对三角测量中非线性校正影响测量精度的问题, 设计了基于 GP2Y0A02 模块的单片机位置光学测试系统。应用激光三角测量法测量 GP2Y0A02 电压值, 采用多元线性回归建立电压与距离的拟合曲线, 利用曲线拟合方法克服传感器的非线性, 并进行测试。测试结果表明: 对于非线性位置测量, 采用该方法能得到满意的测量精度。

关键词: 激光三角测量; 位置传感器; 非线性校正; 曲线拟合

中图分类号: TP206 **文献标志码:** A

Design of Position Detector Based on GP2Y0A02

Li Jianxin

(Department of Opto-Electronic & Communication Engineering, Wuhan Vocational College of Software & Engineering, Wuhan 430205, China)

Abstract: Aiming at the problem of measurement precision affected by nonlinear correction in triangulation measurement, the optical detecting system with using GP2Y0A02 unit based on microcomputer is designed. Use the principle of laser triangulation measurement to measure GP2Y0A02 voltage, use multi linear regression to establish fitting curve of voltage and distance, use curve fitting method to overcome sensor non-linear. The test results show that adopt appropriate data treatment to get satisfied measurement accuracy for nonlinear position measurement.

Keywords: laser triangulation measurement; position sensor; nonlinear correction; curve fitting

0 引言

位置测量广泛应用于工业液位、料位、生产线料坯传送定位, 行吊 XY 定位, 大型工件装配定位; 超大物体几何计量, 光散射试验, 超声波特性试验, 军事枪械校正, 靶距自动控制, 船舶安全靠距, 集装箱定位等领域中。非接触式位置检测系统中广泛应用激光三角测量法, 在中/低精度、高速场合其光电传感器常用采用 PSD^[1]。而三角测量法存在着物像非线性位置关系, 非线性校正对于测量精度影响

大, 需要采用适当数据处理以提高测量精度。笔者不直接采用三角测量方法, 而是通过测量传感器模块 GP2Y0A02 实现距离的激光三角测量, 以简化信号测量和信号调理, 提高测量范围。

1 位置测量电路

位置测量电路组成如图 1 所示。

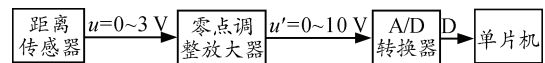


图 1 位置测量电路组成框图

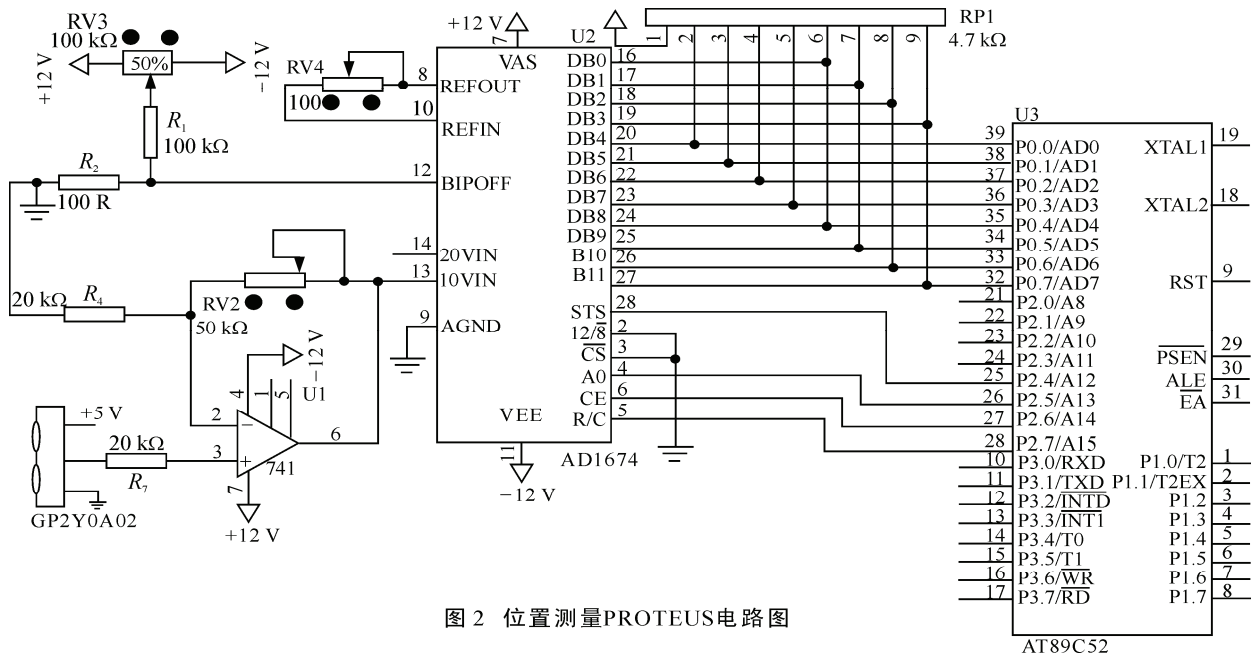


图 2 位置测量PROTEUS电路图

收稿日期: 2013-09-18; 修回日期: 2013-10-30

作者简介: 李建新(1954—), 男, 湖南人, 硕士, 教授, 从事光电检测研究。

距离测量传感器采用夏普一款距离测量传感器模块 GP2Y0A02，距离测量范围：200~1 500 mm，输出信号：0~3 V。调整放大器将 GP2Y0A02 输出信号从 0~3 V 放大至 A/D 转换器输入范围 0~10 V。实现电路如图 2。

1) 距离测量传感器模块 GP2Y0A02。

如图 3 所示，GP2Y0A02 由 PSD 和 IRED 以及信号处理电路 3 部分组成^[2]。

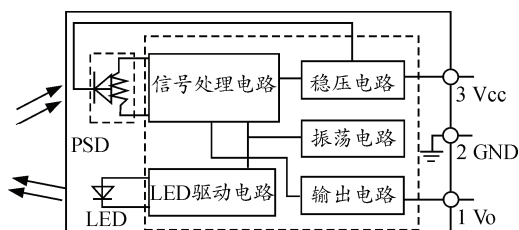


图 3 距离测量传感器 GP2Y0A02 内部结构

GP2Y0A02 采用了三角测量方法，被测物体的材质、环境温度以及测量时间都不会影响传感器的测量精度^[2]。传感器输出电压值对应探测的距离，通过测量电压值就可以得出所探测物体的距离。制造商给出了如图 4 所示的 GP2Y0A02 测距 L 与输出电压 u 的特性关系^[3]。

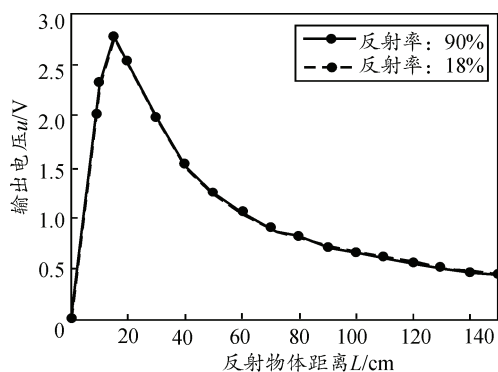


图 4 测距 L 与输出电压 u 的特性曲线

2) A/D 转换器 AD1674。

由 GP2Y0A02 测量范围和系统测量精度要求 0.1mm，可知 A/D 转换最小分辨率： $1500 \text{ mm}/2^N < 0.1 \text{ mm}$ ， N 为 A/D 转换器位数且 $N \geq 11$ ，同时考虑其他误差，取 $N=12$ 。为了确保足够的测量精度，采用 12 位 A/D 转换器 AD1674。

AD1674 是美国 AD 公司推出的一种完整的 12 位并行模/数转换单片集成电路。该芯片内部自带采样保持器 (SHA)、10 V 基准电压源、时钟源以及可和微处理器总线直接接口的暂存/三态输出缓冲器。位置测量的 PROTEUS 电路如图 2 所示，AD1674

使用单极性输入，输入模拟电压范围 0~10 V，输出转换数字量 0~4 095。AD1674 的模拟量输入端的输入阻抗比较低，所以需要阻抗变换电路以提高输入阻抗。如图 5，同相放大器将 GP2Y0A02 输出的 0~3 V 放大至 A/D 转换器输入范围 0~10 V，同时也实现输入阻抗变换^[4]。

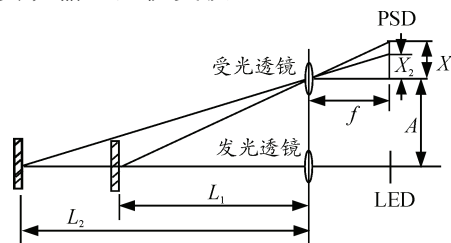


图 5 三角测量的原理图^[5]

2 距离测量算法

GP2Y0A02 采用了三角测量方法，图 5 给出三角测距原理。

$$\begin{cases} X_1 = \frac{Af}{L_1}, X_2 = \frac{Af}{L_2} \\ \Delta X = Af(\frac{1}{L_1} - \frac{1}{L_2}) \end{cases} \quad [2]$$

物距 L 与像在 PSD 上位置 X 关系非线性，根据图 3 可知，测距 $L(\text{mm})$ 与输出电压 $u(\text{V})$ 之间特性 $L = f(u)$ 非线性，测量程序应当实现非线性校正。由实验测得 GP2Y0A02 的 $L = f(u)$ 一组数据如下：

- $(L,u) = \{(200,2.543), (250,2.283), (300,2.035),$
- $(350,1.82), (400,1.61), (450,1.417), (500,1.25),$
- $(550,1.12), (600,1.016), (650,0.937), (700,0.874),$
- $(750,0.819), (800,0.773), (850,0.732), (900,0.696),$
- $(950,0.663), (1000,0.634), (1050,0.606),$
- $(1100,0.58), (1150,0.56), (1200,0.54),$
- $(1250,0.52), (1300,0.50), (1350,0.48),$
- $(1400,0.46), (1450,0.44), (1500,0.42)\}$ 。

$\hat{L} = g(u)$ ，使用最小二乘法，得出距离 L 测量多元线性回归方程^[6]。对上述测得的数据组利用 Matlab 反复进行曲线拟合，曲线分二段 (200~1 100 mm、1 100~1 500 mm)。拟合结果六次拟合曲线满足精度要求，如图 6 所示，与图 4 给定的 GP2Y0A02 测距 L 与输出电压 u 的特性曲线吻合。六次拟合函数^[6]如式 (1)，关系标准差 4.518。

$$\hat{L} = g(u) = a_0 + a_1u + a_2u^2 + a_3u^3 + a_4u^4 + a_5u^5 + a_6u^6 \quad (1)$$

其中 $[a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6] = [3849, -8699, 9458, -5386, 1600, -221, 9.17]$

根据图 4，AD1674 输入与输出转换关系：

$$u' = (1 + \frac{R_f}{R_1})u = \frac{10}{3}u = \frac{10}{4095}D \quad (2)$$

u' 、 D 分别为 A/D 转换器 AD1674 输入电压与转换输出数字量， u 为 GP2Y0A02 输出电压。

$$u = \frac{1}{1365}D \quad (3)$$

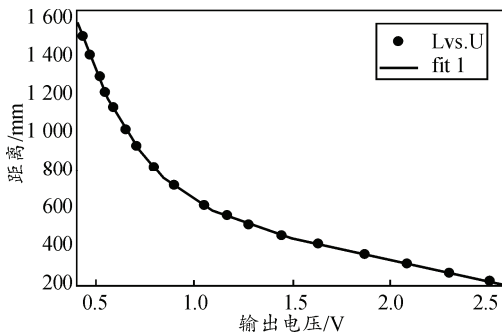


图 6 GP2Y0A02 输出电压 u 与距离 L 拟合曲线测量算法描述如图 7。

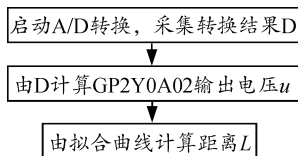


图 7 测量算法

A/D 转换时， D 以低八位 DL 、高八位 DH 二次分别读入，低、高八位为单字节补码表示的定点数，拼接为 $D=256*DH+DL$ 双字节补码表示的定点数。运算时， D 转换为浮点数以防止数据丢失。以下为 Keil C51 实现测量算法的片段。

```

float L,u,v;
float a[7]
={ 3849,-8699,9458,-5386,1600,-221,9.17};
uchar DH,DL;
uint D;
float L;
:
D=(256*DH+DL);
D=D>>4;
v=(float)D/1365.3;
if(v>0.58)
{
u=1;
L=a[0];
for(i=1;i<7;i++)
{
u*=v;

```

```

L=L+a[i]*u;
}
}
else
L=-2500*v+2550;
D=(uint)L;

```

3 测试与误差

如表 1 所示， L 与 \hat{L} 分别为的直接距离测量值和位置测量电路测量经拟合曲线计算值^[7]。

表 1 L 与 \hat{L} 值的对比

L	\hat{L}	L	\hat{L}
200	207	900	902
300	303	1 000	1 000
400	401	1 100	1 101
500	501	1 200	1 201
600	601	1 300	1 301
700	701	1 400	1 401
800	792	1 500	1 501

由表 1 可知，最大拟合误差发生在 $L=200$ mm 附近，故最大相对百分拟合误差^[6]：

$$\frac{\Delta L_{\max}}{L_{\max} - L_{\min}} \times 100\% = \frac{7}{1500 - 200} \times 100\% = 0.53\%$$

在测量其他距离时，测量误差较小。

4 结束语

笔者通过测量传感器模块 GP2Y0A02 实现距离的激光三角测量^[8]，既简化了信号测量和信号调理，又提高了测量范围。为解决三角测量非线性校正问题，利用 Matlab 的功能反复实验，找到满足测量精度要求数据处理结果，简化了设计复杂性。

参考文献：

- [1] 赵斌, 侯金龙. 基于 PSD 激光三角测量的非线性校正电路[J]. 传感器技术, 2005, 24(6): 9-11.
- [2] 彭军. 光电器件基础与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 159-164.
- [3] SHARP. GP2Y0A02 Long Measuring Sensor 使用说明书[S].
- [4] 李科杰. 新编传感器技术手册[S]. 北京: 国防工业出版社, 2002: 196-201.
- [5] 王占强, 徐伟弘, 汪开源. 一维 PSD 信号调理电路及其应用[J]. 仪表技术与传感器, 1997, 24(12): 26-28.
- [6] 钱鹏, 沈为群, 刘旺开. 基于拟合曲线的非标高温传感器在采集系统中的应用[J]. 兵工自动化, 2011, 30(3): 83-85.
- [7] 李菊香, 曹斌, 国伟, 等. 用于脉冲电流测量的电流传感器设计[J]. 四川兵工学报, 2013, 34(9): 141.
- [8] 高爱华, 沈雁华, 张伟. 散射测量中的相关检测算法[J]. 兵工自动化, 2012, 31(12): 88-92.