

# 基于 HCTL-2032 的位移测量仪的设计

殷庆纵<sup>1</sup>, 王新辉<sup>2</sup>

(1. 苏州工业职业技术学院 电子工程系, 江苏 苏州 215104;

2. 苏州印像镭射有限公司, 江苏 苏州 215004)

**摘要:**介绍了一种采用正交解码计数电路 HCTL-2032 的位移测量仪的设计, 其中的 2 个光栅传感器输出的信号通过硬件电路分别进行辨向和计数, 再使用单片机对计数信号进行处理, 能可靠对 X-Y 工作台在坐标 X 和坐标 Y 方向上的位移分别进行测量, 该仪器的分辨率为  $0.5\mu\text{m}$ , 精度可优于  $\pm 1\mu\text{m}$ , 具有工作可靠、结构简单、易于调试和扩展等特点。

**关键词:** HCTL-2032; 单片机; 光栅传感器; 正交解码

中图分类号: TP216

文献标识码: B

## Design of displacement measurement instrument based on HCTL-2032

YIN Qing Zong<sup>1</sup>, WANG Xin Hui<sup>2</sup>

(1. Department of Electronic Engineering, Suzhou Institute of Industrial Technology, Suzhou 215004, China;

2. Suzhou Yinxiang Leishe Co., Ltd, Suzhou 215004, China)

**Abstract:** This article introduced a displacement measuring instrument's design used quadrature decoder / counter HCTL-2032. Outputs of 2 diffraction grating sensors carries on separately through the hardware circuit for the use of distinguishes and counting. Single-chip microcontroller treats with the counting signal, in order to get reliable X and coordinate Y in the direction displacement carries on the survey separately to the X-Y work table in the coordinate. This instrument's resolution for  $0.5\mu\text{m}$ , the precision may surpass  $\pm 1\mu\text{m}$ . In addition, the displacement measuring instrument has advantages of reliable operation, simple structure, easy to debug and expansion.

**Key words:** HCTL-2032; single-chip microcontroller; grating sensor; quadrature decode

X-Y 工作台的位移测量仪被广泛应用在光学精密测量机器和高精度的数控机床床上, 位移检测的精度和稳定性对控制系统起着关键作用。使用光栅尺作为位置测量系统的传感元件, 利用光栅尺输出信号为数字量, 不受温度、时间的影响, 抗干扰能力强, 能够动态而精确地测量直线位移。本文介绍了基于 HCTL-2032 的位移测量仪以单片机为核心, 以光栅尺为传感元件, 结构简单, 工作可靠, 制作成本低, 能够动态而高精度地测量直线位移, 实现了精确定位测量。

### 1 仪器结构与原理

利用正交解码脉冲计数处理电路 HCTL-2032 与单片机 STC89C52RC 为核心器件的位移测量仪硬件框图如图 1 所示。

#### 1.1 光栅传感器

将光源、2 块长光栅 (动尺和定尺)、光电检测器件组合在一起构成的光栅传感器通常称为光栅尺。光栅尺输出的是电信号, 动尺移动一个栅距, 输出的电信号便变化一个周期, 它是通过对信号变化周期的测量来测出动尺与定

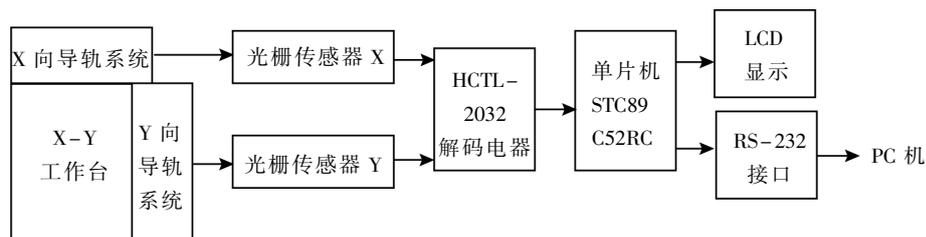


图 1 位移测量仪的结构框图

## 应用奇葩

Example of Application

尺的相对位移。通常使用的光栅尺输出信号为方波信号。输出方波信号的光栅尺有 A 相、B 相和 Z 相 3 个电信号，A 相与 B 相信号周期相同，均为  $W$ ，相位差  $90^\circ$ 。Z 相信号可以作为校准信号以消除累积误差。图 2 给出了动尺移动时，A、B 信号的变化情况。正相运动时 A 相超前 B 相  $90^\circ$ ，反相运动时 B 相超前 A 相  $90^\circ$ ，根据 A、B 相超前与滞后，可确定正、反相运动。本文采用的是奥地利生产的 MS60 光栅尺，栅距  $W$  为  $0.5\mu\text{m}$ 。

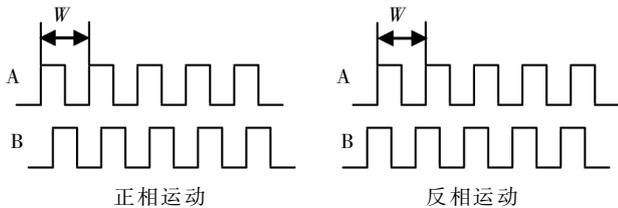


图 2 光栅尺输出信号

## 1.2 正交解码脉冲计数处理电路 HCTL-2032

HCTL-2032 是 Avago 公司生产的 CMOS 专用集成电路，集噪声滤波、正交解码、可逆计数、总线接口于一体，可大大改善测量系统的性能<sup>[4]</sup>。HCTL-2032 可接收两路 (X 轴、Y 轴) 正交编码脉冲，并且增加了接收基准信号，时钟频率达 33 MHz，不仅使电路设计简单，而且提高了测量精度和处理数据的速度。

## 1.2.1 引脚功能说明

HCTL-2032 采用 32 引脚封装，引脚功能说明如表 1 所示。

## 1.2.2 功能描述

HCTL-2032 内部包括数字滤波器、正交解码逻辑、32 位可逆计数器、总线接口，内部逻辑结构框图如图 3 所示。

HCTL-2032 的输入部分包括施密特触发器与数字延迟滤波器，用于抑制混入正交信号的噪声。正交信号通过施密特触发器后，必须保持 3 个上升沿才能通过数字滤波器，小于 1 V 的低电平噪声被滤除，高电平、持续时间短的噪声脉冲通过数字滤波器时也被滤除。

HCTL-2032 提供了  $1\times$ 、 $2\times$ 、 $4\times$  三种可选解码方式，解码方式的选择由 EN1、EN2 的组合值控制，正交输入相邻跳变沿之间二者的电平状态有 4 种： $10$ 、 $11$ 、 $01$ 、 $00$ 。当选择  $4\times$  模式时，在一个周期内正交解码器在时钟上升沿采样 4 种状态进行计数，同理，当选择  $2\times$  和  $1\times$  模式时，在一个周期内正交解码

器在时钟上升沿分别采样 2 种、1 种状态进行计数。每监测到一次状态变化，在 CNTDEC 引脚输出一个宽度为半个时钟周期的正脉冲。同时给出状态转移方向信号， $U/D=1$ ，表明 A 相超前 B 相，反之 B 相超前 A 相。正交解码采集的脉冲输入 32 位可逆计数器，在时钟的上升沿计数，计数值送入 32 位锁存器。由于输出数据线只有 8 位，因此 32 位的数据需要通过改变控制线 SEL1、SEL2、 $\overline{OE}$  的值分 4 次依次读出。

## 1.3 控制与显示电路

用 STC89C52RC 单片机作为核心控制器件，该单片机与 8051 兼容，具有“6 时钟/机器周期”和“12 时钟/机器周期”功能，可在 ISP 编程时反复设置，当采用“6 时钟/机器周期”时，速度比普通 8051 快 2 倍。工作频率 0~80 MHz，片内 8 KB Flash 程序存储器，擦写次数 10 万次以上，片内 512 B RAM 数据存储，3 个硬件 16 位定时器，1 个全双工异步串行口。

显示部分采用  $128\times 64$  点阵液晶显示器，可以显示  $4\times 8$  个 ( $16\times 16$  点阵) 汉字，也可完成图形显示。

## 1.4 光栅尺接口电路

HCTL-2032 与光栅尺的接口电路如图 4 所示。图中 A1 采用高速光电隔离器 6N136，其传输信号频率达到 3

表 1 HCTL-2032 的引脚及功能

引脚号	引脚名称	引脚功能描述	引脚号	引脚名称	引脚功能描述
1	VDD	电源	17	CHIX	X 轴校准脉冲输入端
2	EN1	计数模式选择端	18	VSS	地
3	EN2	计数模式选择端	19	CHIY	Y 轴校准脉冲输入端
4	D0	数据端	20	D6	数据端
5	CLK	时钟输入端	21	D5	数据端
6	SEL1	输出数据字节选择端	22	D4	数据端
7	OEN	三态缓冲器控制端	23	TEST	测试端
8	U/DX	X 轴计数状态转向信号	24	CNTCASY	Y 轴计数器溢出信号端
9	U/DY	Y 轴计数状态转向信号	25	CNTCASX	X 轴计数器溢出信号端
10	D7	数据端	26	SEL2	输出数据字节选择端
11	RSTNX	X 轴锁存器复位端	27	CNTDECX	X 轴计数器状态改变信号端
12	RSTNY	Y 轴锁存器复位端	28	CNTDECY	Y 轴计数器状态改变信号端
13	CHBY	Y 轴 B 相脉冲输入端	29	D3	数据端
14	CHBX	X 轴 B 相脉冲输入端	30	D2	数据端
15	CHAX	X 轴 A 相脉冲输入端	31	D1	数据端
16	CHAY	Y 轴 A 相脉冲输入端	32	X/Y	X 轴与 Y 轴选择端

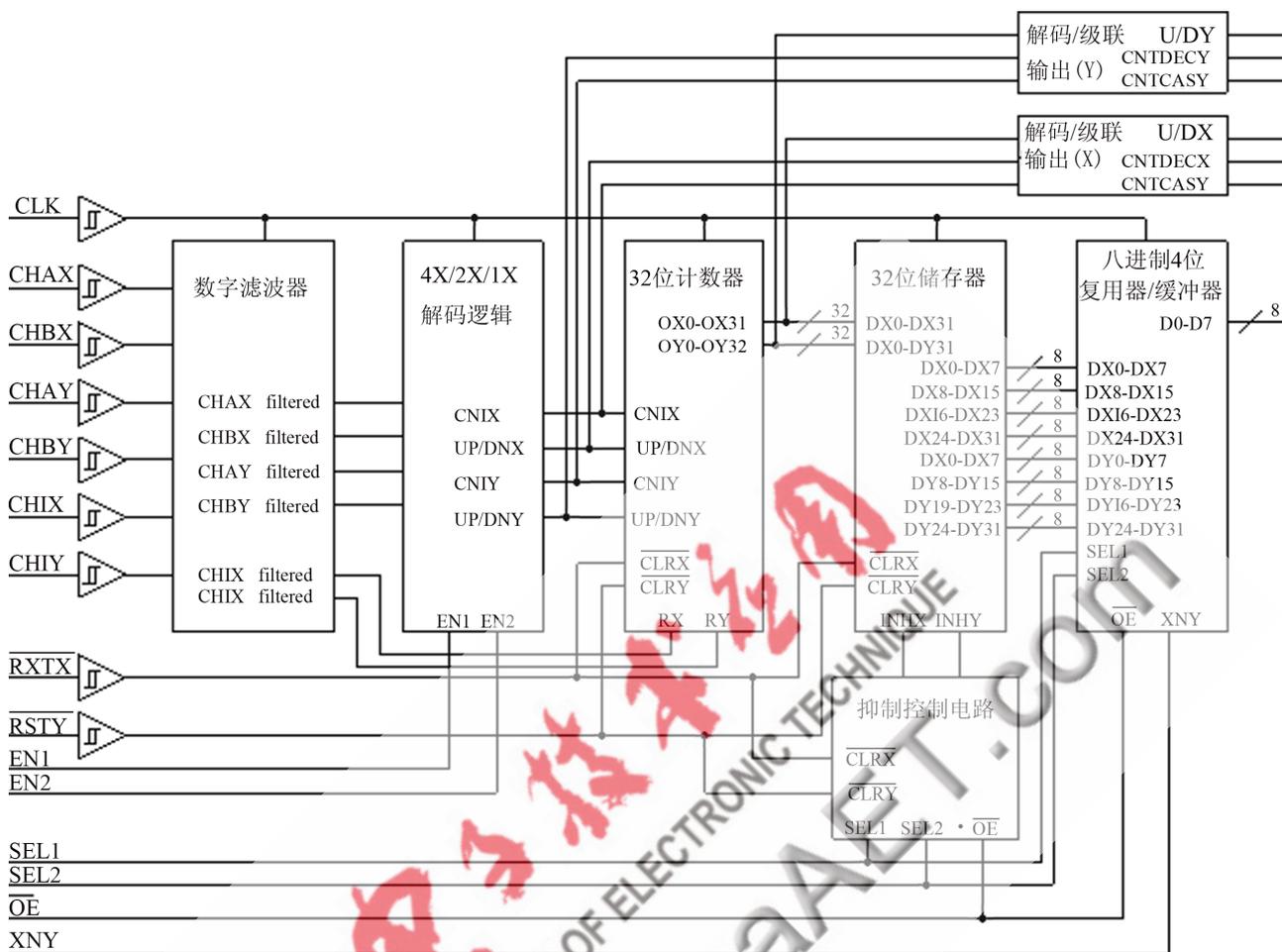


图3 HCTL-2032 简化逻辑框图

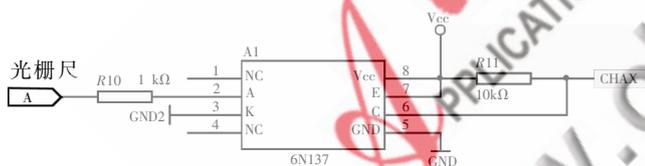


图4 光栅尺接口电路

MHz 以上,能有效隔离 X-Y 工作台所产生的干扰信号进入位移测量仪。图中只给出 X 轴 A 相接口电路,其余三相接口电路类同。

### 1.5 仪器工作原理

位移测量仪原理图如图 5 所示。图中 U4A、U4B、U4C 构成 8MHz 的有源振荡电路,为 HTCL-2032 提供时钟信号,由于时钟信号频率要大于 8 倍光栅尺输出的正弦脉冲频率,因此可记录的最大光栅尺输出信号频率为 1 MHz,使用的光栅尺为 2000 线/mm,计算光栅尺的最大不漏数运动速度为  $0.5\mu\text{m} \times 1\text{MHz} = 0.5\text{m/s}$ 。要提高不漏数运动速度,可提高时钟信号频率直达 33 MHz。

由光栅尺输出的 X 轴 A、B 相正弦脉冲由 HCTL-2032 的 CHAX (15 脚) 与 CHBX (14 脚) 输入, Y 轴 A、B 相正弦脉冲由 CHAY (16 脚) 与 CHBY (13 脚) 输入,经

HCTL-2032 的内部施密特电路整形,数字滤波器滤波,正交解码电路解码,32 位二进制可逆计数器计数,32 位锁存器锁存数据,由 D0~D7 输出。经单片机 P0 口输入单片机,单片机内部程序完成计算、显示及控制等功能。被测量的 X 轴与 Y 轴位移数据由单片机的 P1 口输出到 128×64 点阵液晶显示器显示。

采用 MAX232 串口通信芯片,实现单片机与计算机之间的通信。单片机为下位机,计算机为上位机,下位机向上位机传送的数据主要有 X 轴与 Y 轴位移信息<sup>[2-3]</sup>。

### 2 软件设计

软件系统设计在 Keil  $\mu$ Vision3 软件下通过 C 语言与汇编语言混合编写,主程序采用 C 语言,子程序采用汇编语言,系统软件设计流程为:单片机初始化、LCD 初始化,记录 X 轴与 Y 轴位移脉冲信号,分字节读取 HCTL-2032 数据,计算 X 轴与 Y 轴位移距离,显示 X 轴与 Y 轴位移位置,单片机与计算机之间的通信<sup>[4-5]</sup>。系统软件设计流程图如图 6 所示。

基于正交解码脉冲计数处理电路 HCTL-2032 的位移测量仪,硬件电路简单,程序编程简单和运算速度快,抗干扰能力强,能可靠对 X-Y 工作台在坐标 X 和坐标 Y 方

《微型机与应用》2009 年第 20 期

应用奇葩 Example of Application

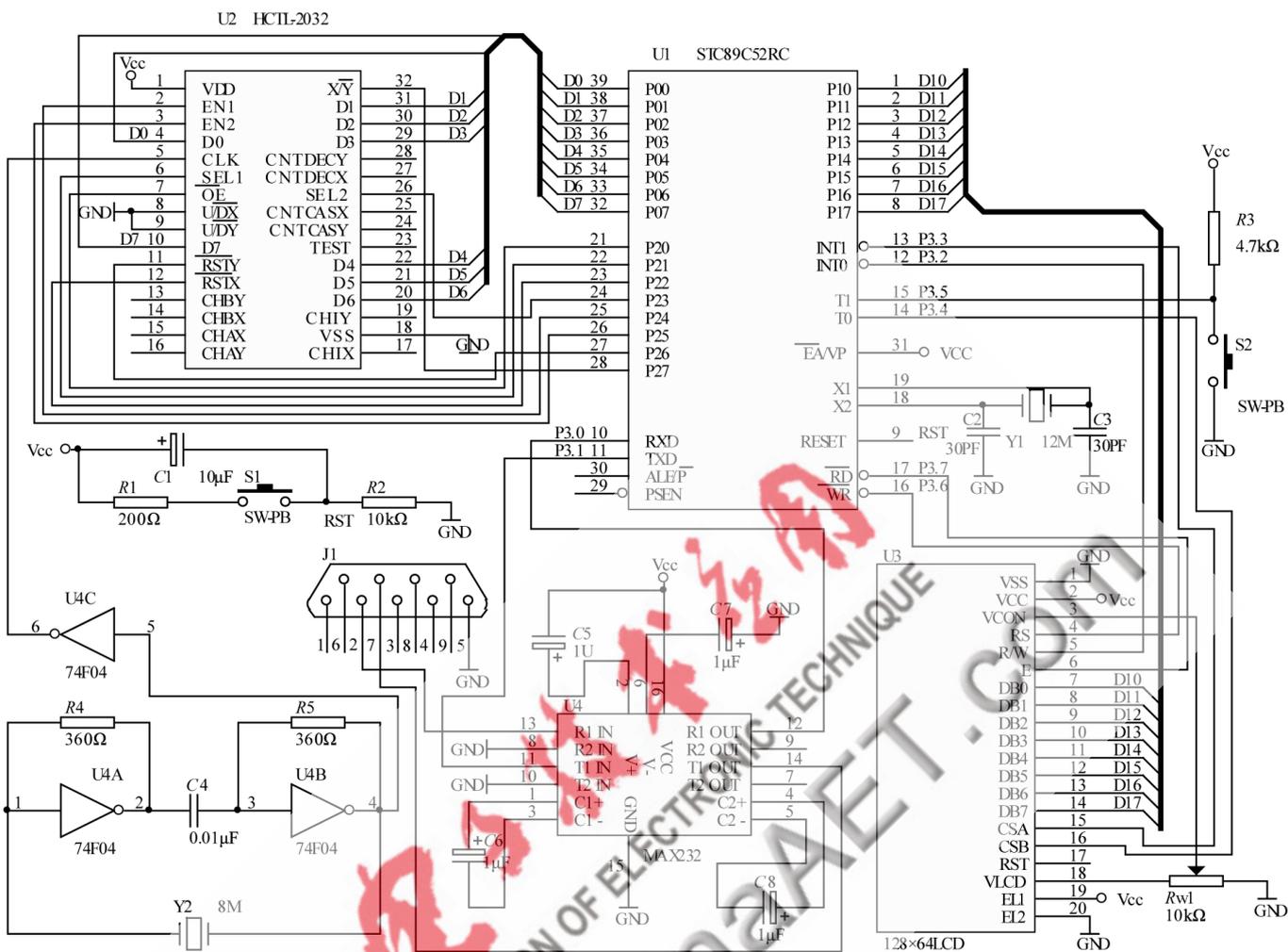


图5 位移测量仪原理图

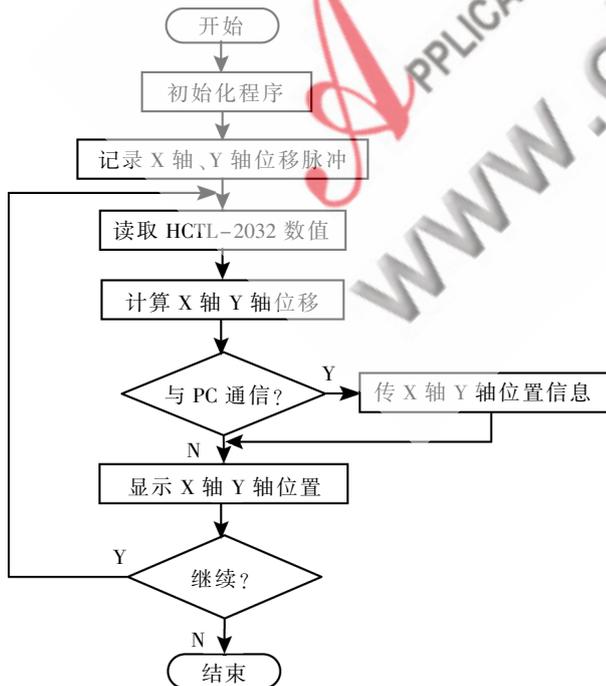


图6 软件设计流程图

向上的位移分别进行测量。测量范围由光栅传感器的长度、分辨率及 HCTL-2032 正交解码器内部 32 位可逆计数器决定，测量分辨率 0.5 $\mu$ m，精度可优于 $\pm 1\mu$ m。该位移测量系统已成功应用在激光辐射点阵制板系统中。该仪器通过扩展可作为直线运动闭环控制的测量部分。

参考文献

- [1] HCTL-2032 数据手册.http://cn.alldatasheet.com.2008.
- [2] 江晓军,黄惠杰,王向朝.基于光栅传感器的位移测量仪的研制[J].电子测量技术,2008,31(7):147-150.
- [3] 但永平,杨雷.基于 FPGA 的光栅尺信号智能接口模块[J].国外电子元器件,2004(12):4-6.
- [4] 梁海峰,严一心.基于光栅传感器位移测量的软、硬件设计[J].现代电子技术,2003,23(5):88-89.
- [5] 徐禄勇,李尚柏.基于 MCU+CPLD 的新型光栅数显系统设计[J].国外电子元器件,2008(5):8-10.

(收稿日期:2009-03-24)