

## 时栅传感器在数控系统中的应用

王彦刚<sup>1</sup>, 彭东林<sup>2</sup>, 石永福<sup>1</sup>, 吴崇咸<sup>1</sup>

(1. 重庆大学机械传动国家重点实验室, 重庆 400044; 2. 重庆工学院电子信息与自动化学院, 重庆 400050)

摘要: 在分析时栅传感器的输出信号特点和数控系统的测量接口的基础上, 给出了时栅传感器与数控系统的接口电路设计方案。

关键词: 时栅; 传感器; 数控系统; 接口电路

中图分类号: TP273

文献标识码: B

文章编号: 1009-0134(2005)09-0051-03

### The application of time-grating displacement sensor in numerical control systems

WANG Yan-gang<sup>1</sup>, PENG Dong-lin<sup>2</sup>, SHI Yong-fu<sup>1</sup>, WU Chong-xian<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

2. Dept. of Electronic Engineering, Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China)

Abstract: Basing on the characteristics of the Time-grating Sensors' signal and the measure interface of the Numerical Control Systems are analyzed, the design solution of interface circuit between the Time-grating Sensor signal and the Numerical Control Systems is given.

Key words: time-grating; sensor; numerical control systems; interface circuit

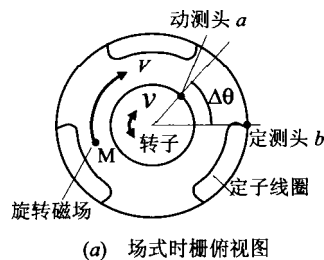
## 0 引言

数控系统和机床的测量系统是现代数控机床的关键部件, 尤其是机床的测量系统, 它是保证机床高精度的前提条件。由于光栅测量系统的高精度和高分辨率, 其在数控机床上的使用占据了主导地位。但由于高精度光栅系统价格昂贵, 使得高精度数控系统的生产成本一直居高不下。近来, 我们采用一种新型的智能位移传感器——时栅传感器, 通过将其信号转化为数控系统的标准测量接口信号, 实现了用时栅位移传感器代替数控系统中的光栅传感器。由于时栅传感器的性价比远远高于光栅传感器(与同等精度的光栅位移传感器相比, 其价格约为光栅的1/10), 从而显著降低了数控系统的成本。

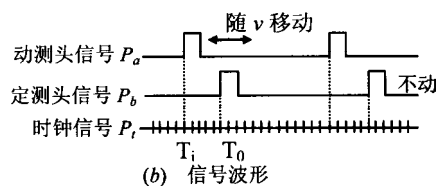
## 1 时栅传感器工作原理及其信号输出

时栅传感器是按照时空坐标转换思想<sup>[1]</sup>：“建立相对匀速运动双坐标系, 则一个坐标系上的位置之差(位移)表现为另一个坐标系统上观察到的时间之差”而研制的一种新型位移传感器。它摆脱了以往位移传感器采用高精密机械加工和装配来保证精度的传统思路, 而是采用测量时间的方法, 用微型计算机技术来实现测量的高精度。最近, 中国测试技术研究院参照 JJG900 “光电轴角编码器检定规

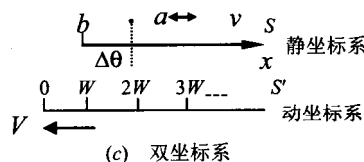
程”检定时栅传感器精度为 $\pm 0.8$ 。时栅的基本工作原理是通过测量动坐标系上的观察点每次到动测头和定测头时的时间差, 来测量位移量(为时间差与匀速 $V$ 之积)。其原理图如图1所示<sup>[2]</sup>。



(a) 场式时栅俯视图



(b) 信号波形



(c) 双坐标系

图1 时栅原理图

收稿日期: 2005-04-17

基金项目: 国家自然科学基金资助(50075091); 重庆市科委科技公关项目

作者简介: 王彦刚(1976 - ), 男, 河北人, 硕士研究生, 研究方向为计算机辅助测量理论及技术, 主要从事测控系统和智能传感器的研究。

表1 西门子 802C 测量接口引脚定义

引脚	信号	型号	引脚	信号	型号
1	n.c.		9	M	VO
2	n.c.		10	Z	1
3	n.c.		11	Z_N	1
4	P5 MS	VO	12	B_N	1
5	n.c.		13	B	1
6	P5 MS	VO	14	A_N	1
7	M	VO	15	A	1
8	n.c.				

时栅设计输出信号为3路信号。分别为方向信号D、增量信号P和零位脉冲信号Z。3信号为标准的TTL电平信号，其体波行如图2所示。增量信号为离散的脉冲信号，即传感器每80微秒（时栅旋转磁场周期）输出一组方波信号；方向信号为电平信号，正转时为高电平，反转时为低电平；零位信号为脉冲信号，传感器每转360度输出一个脉冲信号。

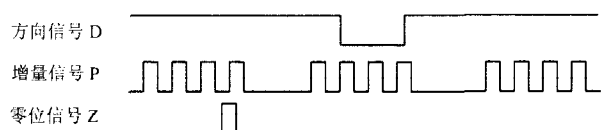


图2 时栅传感器输出信号

## 2 时栅传感器与数控系统的接口设计

### 2.1 数控系统中测量系统接口定义

在现有的数控系统中，如德国的HEIDENHAIN数控系统、西门子数控系统以及国产的华中数控系统等等，其测量系统接口基本上都是针对光栅测量信号的12芯、15芯和17芯接口。但是其最主要的测量信号只用到了6路信号。例如西门子的SINUMERIK 802C Base line 控制系统，有4组15芯D型插座测量系统接口。

其各引脚定义为如表1。

其中用以测量信号传输的引脚为第10、11、12、13、14、15六个引脚。分别定义为A相信号（15引脚）、A相取反信号（14引脚）、B相信号（13引脚）、B相取反信号（12引脚）、零脉冲取反信号（11引脚）、零脉冲信号（10引脚）。信号格式为5V方波差分TTL信号，A相信号与B相信号相位差

为 $90^\circ \pm 30^\circ$ ，用来辨向和计数。

### 2.2 数控系统中的测量系统内部计数原理

数控系统的测量工作是利用其内部的脉冲鉴相电路和可逆计数器来实现的。其工作原理是：当机械转角为正向转动时，A相信号超前B相信号 $90^\circ$ ，经鉴相电路鉴别后使内部可逆计数器正向计数；当机械转角为反向转动时，A相信号滞后B相信号 $90^\circ$ ，经鉴相电路鉴别后使内部可逆计数器负向计数。这种计数工作的前提条件是两路连续相关（相位差为 $90^\circ$ ）的脉冲信号同时输入测量系统。而时栅的测量信号为一组离散的脉冲信号，一路用于辨别方向的电平信号。这不同于数控系统定义的测量输入信号，所以就要制做转换接口将时栅信号的两路信号转换为数控系统可接收的两路相位相关的脉冲信号。

### 2.3 时栅信号转换接口设计

在设计时栅信号转换接口电路时，考虑到测量系统的实时性，采用了全硬件接口电路。电路原理图如图3所示。

接口电路中74LS74型D触发器电路为二分频电路。将其反相输出端 $\overline{Q}$ 接到其D输入端，当输入信号的每一个下降沿到来时，触发器都将翻转一次，于是在输出端得到的信号频率只有原信号的一半，这样就得到一个对CLK端输入的信号进行二分频的电路；接口电路的其余部分为简单的逻辑电路。

如图3所示，将时栅传感器的方向信号和增量

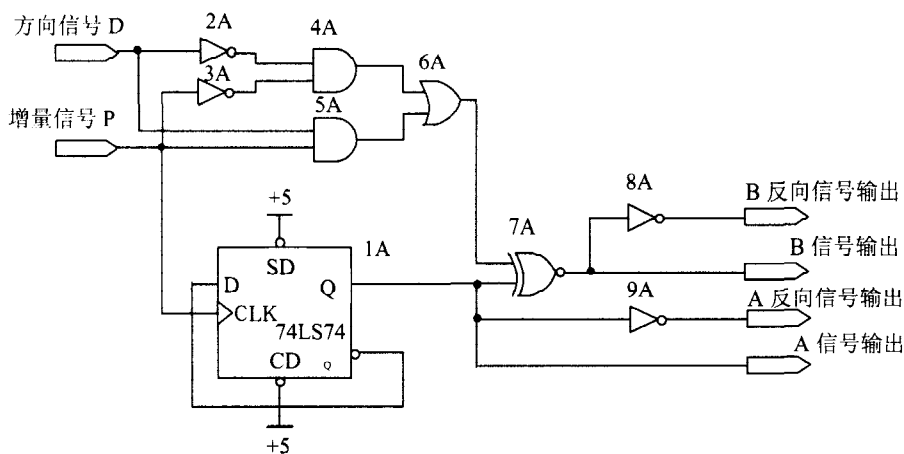


图3 时栅传感器转换接口电路原理图

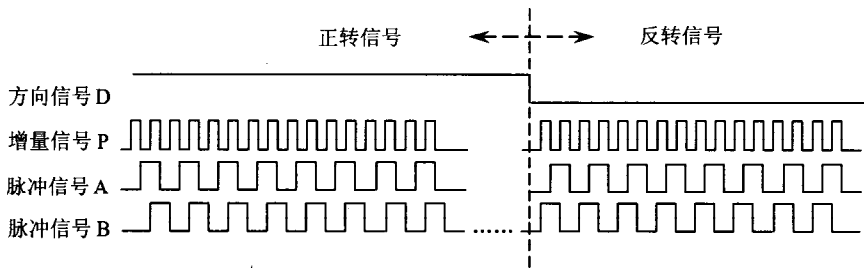


图4 时栅传感器转换接口电路输出信号分析

信号接入转换接口电路后,当方向信号D为高电平时(正转),与门4A关闭,与门5A打开,增量信号P通过与门5A和或门6A,与增量信号P的二分频电路异或取反后生成比增量信号P的二分频信号(A相信号)滞后90度的同频信号(B相信号),如图4正转信号所示;当方向信号D为低电平时(反转),与门5A关闭,与门4A打开,增量信号P取反后通过与门4A和或门6A,与增量信号P的二分频电路(A相信号)异或取反后生成比增量信号P二分频信号超前90度的同频信号(B相信号),如图4反转信号所示。

从接口输出信号分析可以看出,采用全硬件设计的时栅信号转换电路能够将时栅输出信号转换成数控系统中定义的测量输入信号,再根据数控系统中定义的接口标准为5V方波差分信号,将转换接口输出信号设计为差分输出,与数控系统的测量接口进行匹配,即可实现用性价比高的时栅传感器替换光栅传感器。

## 2.4 在西门子数控系统中的应用

为了验证这种转换接口的实用性,我们在西门子的SINUMERIK 802C Base line 控制系统中进行了试用。将时栅信号接入转换接口,转换接口输出的15芯接口线直接接入到西门子的测量接口。实验中时栅传感器经转换接口输出的信号为2048线光栅编码器的等效信号。开机后,根据时栅传感器的测量精度设定西门子数控系统的测量系统输入精度,即在西门子的轴数据中,将MD31024 设置为2048。

实验表明在保证精度的情况下,完全可以用时栅传感器代替光栅传感器。并且由于时栅传感器为智能传感器,在传感器不变的情况下,可以通过调整其输出精度来改变测量精度。这在很大程度上给数控系统根据生产需要更换不同测量精度提供了快捷性。

## 3 结束语

在高精度的数控系统中,测量部件决定了其精度的高低。由于现在的数控系统都是基于光栅等传统的位移传感器而设计的测量接口,这就给新型的高精度智能位移传感器的使用设置了门槛,限制了基于新理论研发的传感器的使用。而时栅传感器就是这样一种新型的具有更高性价比的智能位移传感器。由于其输出接口与传统的光栅接口不同,而现在的数控系统不可能为其设计一种新型的测量接口,只能通过将时栅传感器的输出接口转换为与光栅系统相同的信号形式,才能够更便捷方便的应用于现在的数控系统中。本文设计的信号转换接口,电路设计简单,价格低廉,实时性好,使得时栅传感器应用于生产成为可能。通过我们在西门子802C数控系统中的试用,证明了这种方法的可行性。同时,也成为一种实现数控系统低成本的途径。

### 参考文献:

- [1] 彭东林,刘成康,等.时空坐标转换理论与时栅位移传感器研究[J].仪器仪表学报,2000(4).
- [2] 彭东林,张兴红,等.场式时栅位移传感器研究[J].仪器仪表学报,2003(3).
- [3] 陈志军,梁岚珍,等.光电编码器在控制系统中的应用[J].自动化仪表,2003(6).
- [4] 孙传友,孙晓斌,等.测控系统原理与设计[M].北京航空航天大学出版社,2002.
- [5] SIEMENS.SINUMERIK 802C base line安装调试技术手册[M].2003.

【上接第5页】

- 管理科学 2004(7).
- [7] 洪军,陈森发.价值网中主体动态博弈分析[J].管理工程学报,2004,18(4).
  - [8] PAUL A, FISHWICK P A L. Qualitative simulation modeling and analysis[M]. Springer-verlag, 1991.
  - [9] 白方周,鲍忠贵,丁尉.定性仿真——一种新的智能仿真

- 技术[J].测控技术,1996,15(1).
- [10] 朱六璋,陈宗海.复杂系统的定性建模和定性控制综述[J].信息与控制,2001,30(3).
  - [11] 张德.组织行为学[M].北京:高等教育出版社,2002.
  - [12] 胡斌,夏功成.集成因果推理和QSIM的人群行为定性模拟[J].工业工程与管理,2004(3).