

绝对式智能多圈编码器

贝治发 丁林辉

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春130022)

摘要 介绍了一种新研制的绝对式智能多圈编码器, 它能对一周(360°)进行2000等份编码, 记忆4096转, 即使在掉电的情况下主轴继续转动, 而角度和圈数信息仍然不会丢失。它内部利用MCS8098单片机来实现码制转换、分辨率当量选择、零点和量程设置等多种功能, 用户可自行操作。其内设有多种输出方式, 它的输出信号能进行远距离传输, 可以直接与计算机接口联接或直接用来推动显示单元。

关键词 编码器; 智能多圈编码器; 码制转换; 单片机

1 前言

光电轴角编码器是一种采用光电方法将轴的机械转角转换成数字信号输出的精密传感器。自今已发展形成了增量式编码器和绝对式编码器两大系列。增量式编码器没有固定的起始零点, 易受电平波动的干扰, 掉电后信号完全丢失, 即使设计了掉电保护, 但掉电后主轴继续惯性转动或人为转动了主轴也使保护的数据毫无意义, 于是在许多场合下需用绝对式编码器, 绝对式编码器输出的信号是角度的单值函数, 掉电后只需重新采数即可, 可是对于掉电后主轴转过多圈的情况仍然存在增量式编码器相同的问题, 而且丢失的将是360°的整数倍, 为此使研制绝对式多圈编码器成为必然。

本文介绍的绝对式智能多圈编码器克服了单圈绝对式编码器的弱点, 能记忆4096转信息, 掉电后主轴继续转过圈数不超过4096圈, 上电后重新采数即可得到主轴的准确位置, 而且为了满足用户千差万别的需求, 本编码器设计为智能型, 内设多种码制输出, 多种输出方式, 分辨率当量及量程由用户自选并自行设置, 输出信号具有远距离传输能力, 且编码器形成模块组装方式, 生产方便, 具有广泛的应用前景。

2 编码器的组成系统及工作原理

如图1所示, 编码器主要由光机系统和信号处理系统两大部分组成, 光机系统实现对角度的量化和对圈数的记忆, 输出角度和圈数的单值编码信号; 信号处理系统完成对光机系统输出的信号进行译码、校正、码制转换等多种逻辑处理, 实现编码器的多种智能功能。

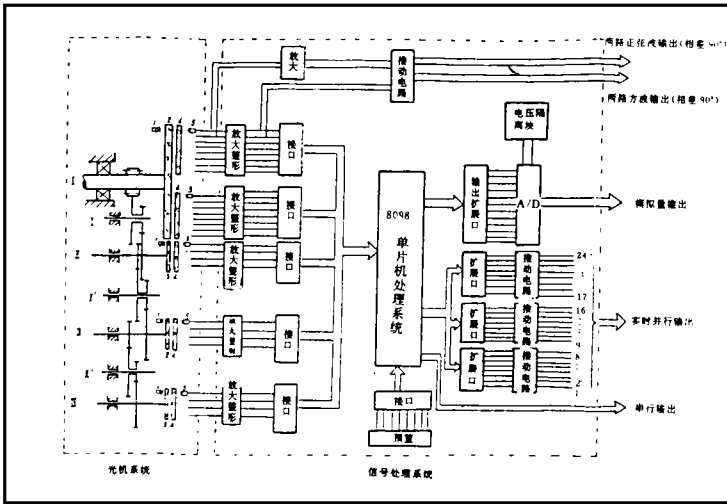


图1 智能多圈编码器组成系统原理框图

机械系统主要由法兰盘、机座、主轴、轴承、轴系、壳体等组成。光学系统由光源1,角度码盘2,圈数码盘3,狭缝4,光电接收元件等组成,光学系统将角度位移转换为电信号,完成原始信号的产生和提取。

信号处理系统包括电源电路,整形电路,预置电路,MCS8098单片机处理系统,输入输出接口电路,D/A转换模块以及输出推动电路(电路总图参见论文附录三)。

绝对式多圈编码器既要

一圈(360°)进行量化,又要完成对圈数的记忆。对一圈的量化是通过在主轴 I 上安装一块中心角度码盘来实现的,如图1所示,中心角度码盘随主轴 I 一起转动,码盘上刻划有二——十进制反射码码图,将360°进行2000等份量化并绝对排码,每条码道对应一光电读数头,码

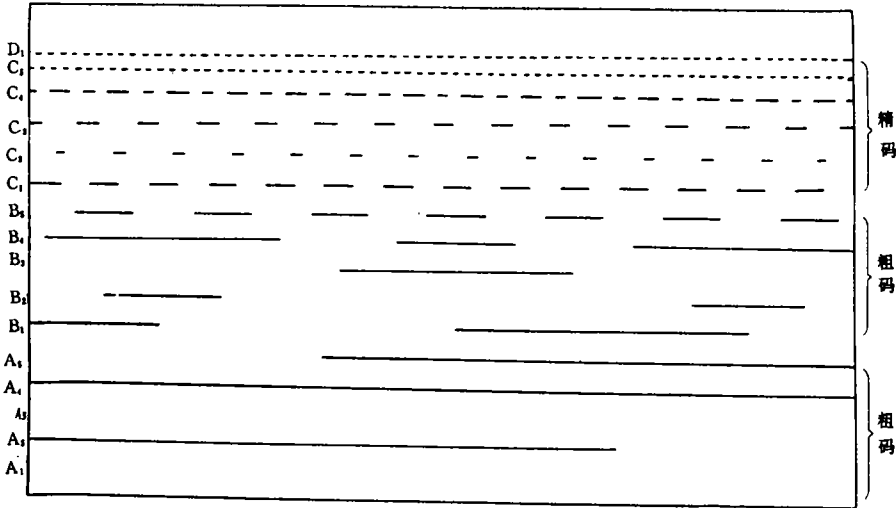


图2 角度码盘码图

盘转动时各条码道中的明暗条纹便转换为高低电平输出,再通过整形、译码、校正,便获得了主轴 I 的绝对角度位置(一周内);对圈数的记忆是采用减速器的原理,如图1所示,主轴 I 的角度位移以16:1的传动比传递到附轴 II,附轴 II 又以16:1的传动比传递到附轴 III,再以同样传动比传递到附轴 IV,在附轴 II、III、IV上各安装有相同的圈数码盘,这样角度码盘与三块圈数码盘之间的角位移关系为:

$$\alpha_1 : \alpha_2 : \alpha_3 : \alpha_4 = 4096 : 256 : 16 : 1 \tag{1}$$

上式表明,角度码盘 I 从零点转过4096圈,圈数码盘 IV 正好转过一圈,回到原来起始位置,三块圈数码盘上各刻有四条自然二进制码道,各记忆十六圈的信息,三块圈数码盘相组合,便完成了对圈数的记忆,最大记忆圈数为4096圈。这样角度码盘与圈数码盘相组合便实现了对360°的量化和对4096圈的记忆编码,失电后圈数码盘跟随角度码盘转动,上电后只需对它们进

行一次采数处理即可得到主轴的准确位置。

基于设计参数中分辨率为 $10'48''(2000p/r)$,中心角度码盘采用二—十进制反射码排码,它既具有格雷码的特点,又便于实现码道分组和精码对粗码的校正,它每一循环周期为20个码值,实现 $2000p/r$ 排码,精码道组需循环100次,还需两组粗码道,每组码为5条码道,角度码盘码图如图2所示,C组为精码组,A组、B组为粗码组,D码道与 C_5 码道周期相同,相差 $(1/4)T_c$ 周期,为进一步提高分辨率所备用。三块圈数码盘的码图是相同的,直接采用自然二进制码图,进行16分编码需四条码道,采用双读数头U形读数和选码方式来实现圈数的准确进位。

为了便于角度码盘码图刻划,采用了粗精码相组合,用精码对粗码进行校正来扩大粗码刻划公差,观察二—十进制反射码特点,把B组粗码起始零点相对于C组精码起始零点移位 $(1/4)T_{c1}$ 周期,A组相对B组的绝对零点移位 $(1/4)T_{B1}$ 周期,如图3所示:

这样便可得到一种单线校正方式,不需另刻校正码道,如图4所示, X_B 为B组码的偶校验逻辑, $X_B = \overline{B_1 \oplus B_2 \oplus B_3 \oplus B_4 \oplus B_5}$,B组5条码道各端点误差反应在 X_B 的各端点误差上,单线校正逻辑表如表1所示,只有减1没有加1,校正逻辑比常用校正逻辑简单了一倍。B组对A组的校正也相同,只是B₁码道是经校正之后的。这样B组码道的公差为 $\pm 1/4T_{c1}$ ($\pm 0.9^\circ$),A组的公差为 $\pm 1/4T_{B1}$ ($\pm 9^\circ$),刻划加工十分方便。

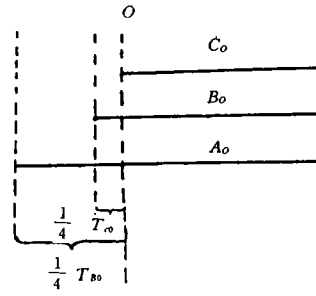


图3 三组码位置对应图

表1 校正逻辑表

周期	0~1/4T _c		1/4T _c ~1/2T _c		1/2T _c ~3/4T _c		3/4T _c ~T _c	
C ₁	1	1	1	1	0	0	0	0
X _B	0	1	1	0	1	0	0	1
校正	正确不校	减1	减1	正确不校	正确不校	减1	减1	正确不校

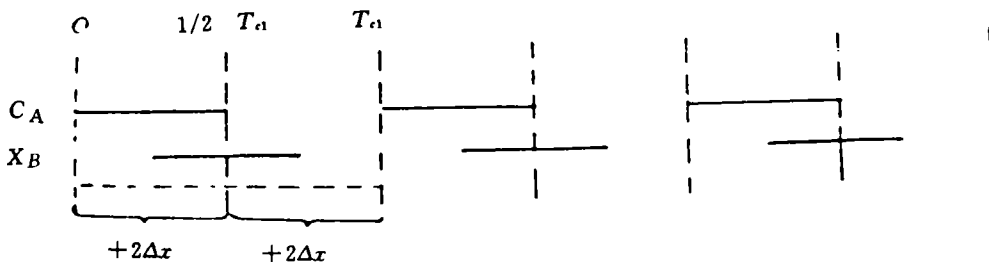


图4 移位校正图

圈数码盘的选码原理如图5所示, A_1 为角度码盘中经校正后的码道,当 A_1 为0状态时选乙读数头的读数; A_1 为1状态时选甲读数头的读数。再用 I_1 对圈数码盘Ⅲ进行选码,用 II_1 对圈数码盘Ⅳ进行选码,三块圈数码相结合便得到了12位圈数码,实现了对圈数的准确读数。

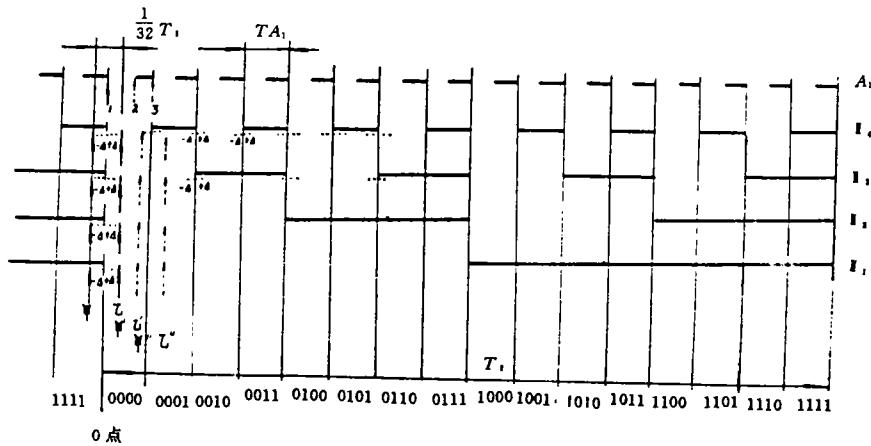


图5 圈数码盘选码原理图

编码器智能功能的实现和多种输出方式是通过 MCS8098 单片机系统来实现的,在图1中经光机系统采集到的原始信号送入后续信号处理系统,完成各种逻辑处理并根据用户设置完成相应功能和进行相应方式输出。

3 数字记号处理

经编码器光机系统转换得到16位角度信号,24位圈数信号,这些信号还不能直接利用,还需经过一系列处理,从16位角度信号中取出前15位,分为 A、B、C 三组,各组译码、校正后得到四位 BCD 码,继续转换为自然二进制码(S'),24位圈数信号经选码处理得到12位自然二进制码(S''),若用户选择的分辨率当量为 N p/r, (N ≤ 2000)则,此时主轴的绝对角度位置为:

$$S = [S' \times N / 2000] + S'' \times N \quad (2)$$

上面的译码、校正,选码及运算都是依靠以 MCS8098 单片机为核心的数字信号处理系统来完成。

由于用户的需求千差万别,要求的增量方向不同,选用量程各异,编码器的绝对零点很难与设备的绝对零点重合,需设置相对零点,要求的码制不尽相同,输出方式各有不同,这些功能的实现不能依靠刻划相应的码盘或设计相应的硬件电路,而是依靠8098单片机系统来完成的,在单片机系统的 EPROM 中固化有许多段程序,用户可通过编码器的预置窗口把要求的功能设置进去,这些设置存放于内部的 E²PROM 中,单片机便根据用户的设置运行相应的程序段来满足不同的用户,完成智能功能,当用户要改变功能时,重新设置即可。

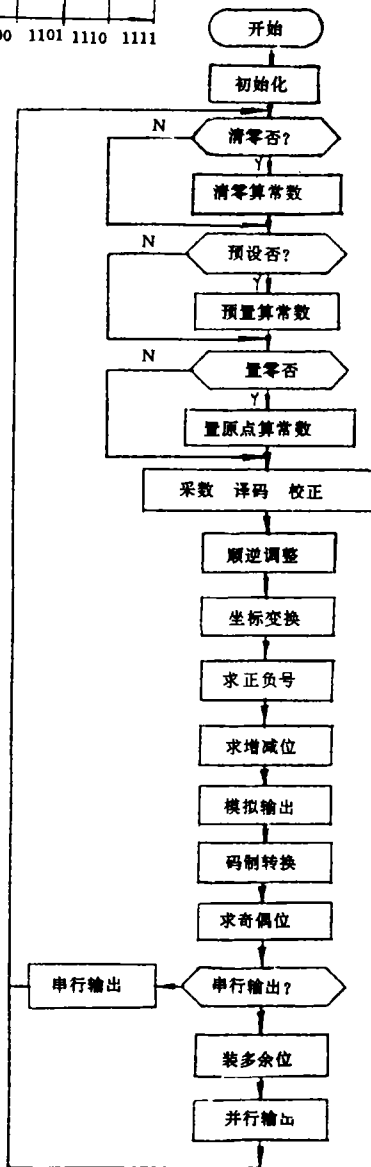


图6 主程序流程图

主程序流程图如图6所示。图6中, 顺逆调整是经过下式运算:

当用户设定逆时针为增量方向: $S=S$

当用户设定顺时针为增量方向: $S=4096 \times N - S$

等号右边的 S 为(2)式中的 S , N 为用户设定的分辨率当量, 等号左边的 S 为输出的绝对角度位移值。

4 编码器的预设操作

用户的各种要求(分辨率选择、量程选择, 增量方向确定、输出码制方式选择等)都是通过设置编码器的预设窗来实现的, 设置时根据详细说明书进行设置。

5 结束语

本编码器考虑了用户常用的各种功能, 融光、机、电、算于一体, 分辨率当量及量程达到无级可选, 级限转速达120转/分, 抗冲击、抗振性能强, 设置方便, 运用前景广阔。

参 考 文 献

- [1] 欧阳天鹤, 数字电子技术基础. 北京: 科学出版社, 1989
- [2] 刘复华, 8098单片机应用系统设计. 北京: 清华大学出版社, 1993
- [3] S. V. Soanes, A New Serial Digital Decoder. *Electronic Engng.*, 1956, 28 (340)
- [4] 吉季斯著, 陈里涛译, 电子数字计算装置的信息转换器. 北京: 科学出版社, 1966
- [5] 熊经武, 万秋华, 二十三位绝对式光电轴角编码器. *光学机械*, 1990, (2): 52-65
- [6] 王国明主编, 光学计量仪器设计. 北京: 机械工业出版社, 1982
- [7] U. S. Patent : 2,986,726, Analog to Digital Encoder. 1961
- [8] U. S. 4, 225, 931, InterPolation Apparatus for Digital Electronic Position Measuring Instrument. 1980

A Intelligent Multi-turn Absolute Angle Encoder

Bei Zhifa, Ding Linhui

(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

A Intelligent Multi-turn Absolute Angle Encoder which was recently developed is introduced. The device could produce 2000 groups code at most for one circular angle (360°) and remember 4096 revolutions. If its shaft is turned during power cutting off, the information of angle and revolution could not be lost yet. A MCS8098 Single-chip Microcomputer inside the encoder is used for exchanging code systems, selecting dimension of resolution, setting zero-point and measurement scope and so on. These functions could be set and operated by customers. The output signal from the device can be sent to long distance and connected with a interface of computer or display unit.

Key words: Encoder, Intelligent multi-turn encoder, Exchange code systems, single-chip microcomputer