

单道绝对式光电轴角编码器

郁有文

(南京师范大学控制科学与工程系, 210042, 南京)

[摘要] 介绍了一种新型的单道绝对式光电轴角编码器及其特点. 在编码器的码盘设计上采用了一种全新的绝对编码技术(文中称为简码), 利用这种编码技术制作的码盘图形简单, 制作方便, 精度高. 这种编码器的出现将对绝对式编码器的应用途径产生重要影响.

[关键词] 绝对式编码器, 编码技术, 光电接收元件

[中图分类号] TN919.3⁺, [文献标识码] B, [文章编号] 1672- 1292- (2003) 01- 0034- 04

0 引言

光电轴角编码器是用来测量轴旋转角度的传感器. 光电轴角编码器有增量式和绝对式两大类, 绝对式光电轴角编码器具有固定零点, 输出代码是轴角的单值函数, 可靠性高, 抗干扰性能强, 掉电后再启动无须重新标定, 并且能显示运动物体的绝对位置及没有累积误差等特点, 在国防、科研及工业自动化等领域应用越来越广泛.

近年来在编码器的研究和应用方面, 不断有所创新和发展. 军事、航天、科技等部门要求编码器精度高、轻便、小型、抗干扰及抗震性好. 目前国内外在研制高精度、高分辨率、小型化的绝对式编码器方面取得了一定的进展. 但在码盘的码道结构上, 其本质而言没有突破. 本文介绍一种新型的单圈绝对式编码器, 采用全新的编码方式, 文中称为简码, 码盘只需刻划一圈码道, 极大地缩小了码盘体积, 给刻划工艺的提

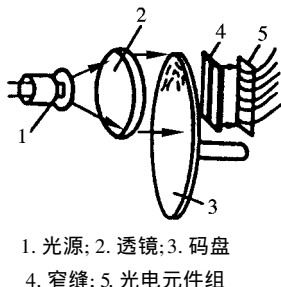
1 绝对式光电轴角编码器及其编码方式

绝对式光电轴角编码器主要由安装在旋转轴上的编码圆盘(码盘)、狭缝以及安装在圆盘两边的光源和光敏接收元件等组成, 基本结构如图1. 码盘一般由光学玻璃制成, 其上刻有许多同心码道, 每位码道上都有按一定规律排列的透光和不透光部分, 即亮区和暗区. 光源将光投射在码盘上时, 当旋转轴带动码盘转动时, 通过亮区的光线经狭缝后, 由光敏元件所接收, 把码盘上按照一定码制刻划的角度信息转换为电信号, 根据需

要把电信号经电路处理或给计算机处理, 得到所需要的角度量.

编码器的核心部件是码盘, 码盘按一定码制方式刻制, 其常用的编码方式有二进制码和循环格雷码. 二进制码是有权码, 这种码制的主要

缺点是当某一较高位数码改变时, 所有比它低的各位数码均同时改变, 造成输出的粗误差. 所以在绝对式编码器中一般都采用格雷码. 格雷码是无权码, 其码盘具有轴对称性. 格雷码从某个位置转到相邻两个位置时, 编码器 n 位中只有一位发生变化, 因此只要适当控制各条码道的制作误差和安装误差, 读数器可以避免产生粗误差. 但格雷码随着显示精度越高, 即位数越多, 构成码盘的码道数也越多, 若 n 位



1. 光源; 2. 透镜; 3. 码盘
4. 窄缝; 5. 光电元件组

图1 绝对式光电编码器工作原理

则就要有 n 条码道, 条码数越多, 码盘的刻划难度也越大. 图 2 是一个九位格雷码码盘. 该类编码器的光电接收元件是径向直线分布, 由于受到光敏接收元件尺寸的影响, 因此分辨率越高, 相应码盘尺寸也越大. 所以格雷码编码的绝对式编码器码盘的尺寸和分辨率两者是矛盾的, 不能满足精度高、轻便、小型等要求.

日本由于机器人的迅速发展, 编码器向小型化、智能化的方向发展, 日本光机事业部今井、基胜提出了 M 系列绝对码, 并开发了 M 系列新型绝对式编码器, 如图 3 所示. 这种码的特点是码盘采用 1 条码道, 用检测器来检测绝对位置. M 系列绝对码与二进制码一样, 也会产生粗误差. 为了克服粗误差, 在脉冲圆盘上平行地制作与 M 系列码相同脉冲数的增量图形(如图 4 所示), 再把绝对值部分的检出器的间隔变成 $1/2$ 节距. M 系列绝对码编码器虽然提出了码盘上刻制 1 条码道, 但从编码器整体结构没有简化, 所以该种码道的设计没有跳出原有编码的思路.

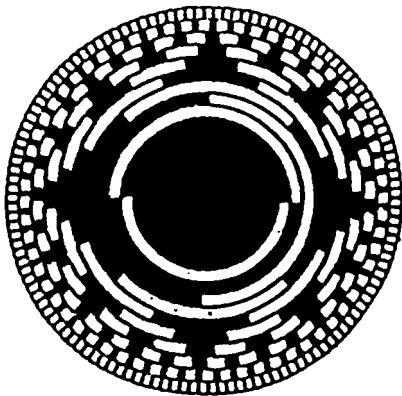


图 2 九位格雷码码盘

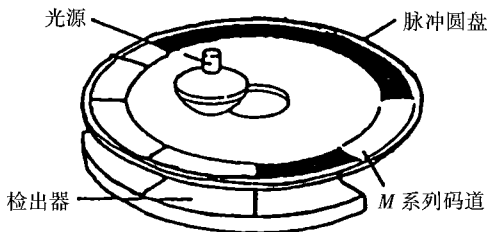


图 3 M 系列模型图

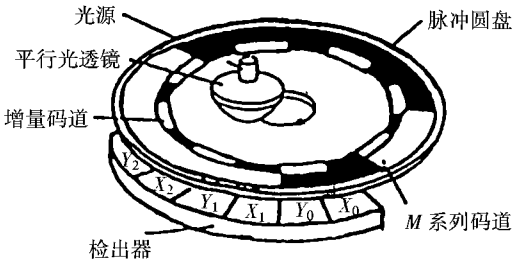


图 4 具有增量图形的 M 系列模型图

单道绝对式编码器简码的设计思路是在格雷码和 M 系列绝对码的基础上, 利用数理统计的方法研制了一种全新的码制——简码, 由简码制作的码盘结构如图 5 所示. 图 6 是简码绝对式编码器结构示意图及与其相配的狭缝盘. 来自光源的 9 路光束平行射到码盘上, 通过码盘进行编码, 再经 9 个狭缝, 分别被狭缝盘后的 9 个光电元件所接收, 光电元件输出的数据直接是角度的数字代码, 下面是光电元件读出的部分数据.

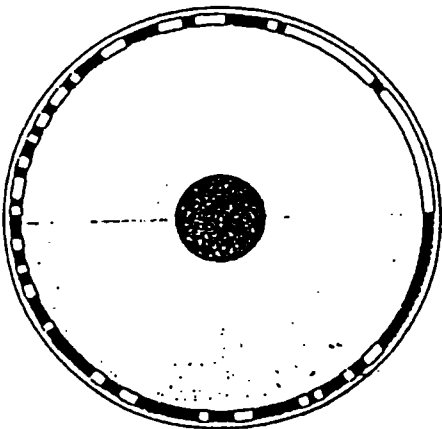


图 5 九位简码绝对码码盘

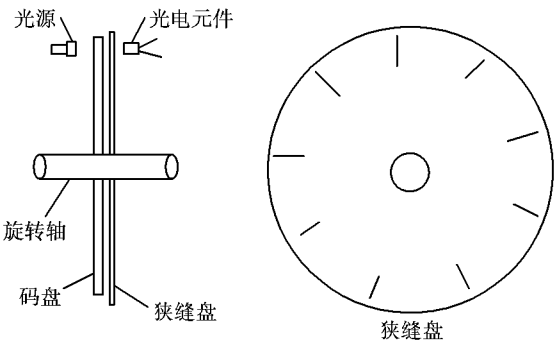


图 6 简码绝对式编码器结构示意图

九位简码绝对式编码器部分读出数据:

A_8	1	1	1	1	1	1		0	0	0	0	0	1
A_7	1	1	1	1	1	1	.....	1	1	1	1	1	1
A_6	0	0	0	0	1	1		0	0	0	0	0	0
A_5	0	0	0	1	1	1		0	0	0	0	0	0
A_4	0	0	1	1	1	1	.....	0	1	1	1	0	0
A_3	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
A_2	0	1	1	1	1	0		1	1	0	0	0	0
A_1	0	0	0	0	0	0	.....	0	0	0	0	0	0
A_0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	0	0	0

此单道绝对式编码器具有格雷码没有粗误差和 M 系列单道码道的特点, 整体结构及电路可简化.

图 7 是简码读出电路原理图. 图中两片 EPROM 以表格的形式存放角度信息, 经光电转换后的输出信号作为地址码访问 EPROM 时, EPROM 存放的表格内容被取出, 送入显示器以显示被测角度. 由于光电信号输出直接是数字代码, 故也可直接给计算机进行数据处理, 实现数码转换或进行角度反馈控制等.

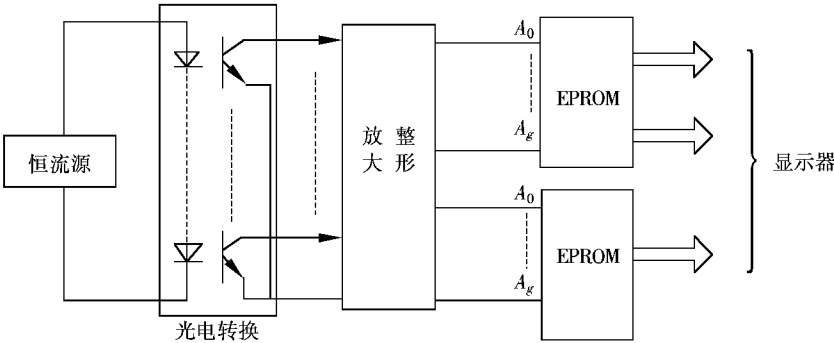


图 7 简码读出电路原理图

2 简码编码的绝对式光电编码器的特点

- (1) 对任意精度要求的编码器, 其码道数只需一条, 码盘图形简单, 如图 5 所示.
- (2) 单道码盘的数据读出是利用在圆周方向均匀分布的 n 个光电接收元件, 节省了编码器内部的空间, 有利于编码器的小型化.
- (3) 简码与格雷码一样也是无权码. 从九位简码绝对式编码器部分读出数据表中看出, 简码从任意数变到相邻数时, 仅有一位编码发生变化, 如果产生误差的话, 只可能有一个码道出现读数误差, 产生的误差最多等于最低位的一个比特. 所以简码也没有粗误差.
- (4) 反映同样精度码盘的黑白素, 简码码盘只有循环码码盘的 $1/n$, 如图 5 中九位简码码盘的黑白素有 25 对, 而同样九位的循环码码盘的黑白素有 225 对, 如图 2 所示. 故简码码盘更显简洁, 便于加工.
- (5) 码盘的材料格雷码码盘一般都是采用玻璃码盘, 玻璃码盘抗震、抗冲击能力差, 而且容易结露, 影响光电发射和接收, 不适合在恶劣环境下使用. 简码码盘还有一个显著优点可以采用金属码盘, 克服了玻璃码盘的缺点, 特别适合在恶劣环境下使用. 金属码盘在线切割机上加工, 线切割机采用编程的方法加工, 具有很高的加工精度, 用一般的线切割机其加工精度就可以达到 $1\text{ }\mu\text{m}$, 完全可以满足金属码盘的加工精度.

3 结论

按上述原理和结构研制的简码单道绝对式编码器已用于上海宝钢铸坯长度测试仪上,并在 90 °高温、振动下长期正常工作. 该编码器还在其他恶劣环境下(如舰艇)使用,性能稳定,寿命长.

[参考文献]

- [1] 郁有文, 常健. 传感器原理及工程应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.
- [2] 刘丰文. 25 位绝对式编码器[J]. 光电工程, 2000, 27(6): 66~ 68.
- [3] 董莉莉. 光电编码器的发展动态[J]. 光学精密工程, 2000, 8(2): 198~ 202.

Single Channel Absolute Photoelectric Shaft Encoder

Yu Youwen

(Department of Control Science and Engineering, Nanjing Normal University, 210042, Nanjing, PRC)

Abstract: This paper puts forward a new kind of single channel absolute photoelectric shaft encoder. The design for the code salver of the encoder uses new encoding technology, which makes it easy to produce and figure simpler. The research on single channel absolute encoder will have great effect on the application of single channel absolute photoelectric shaft encoder.

Key words: absolute encoder, encoding technology, photoelectric detector

[责任编辑: 刘健]

(上接第 29 页)

Mechanical Characteristics of Fiber-filled Resin Used in Stereolithography

Yang Jiquan¹, Hbu Liya²

(1. Department of Control Science and Engineering, Nanjing Normal University, 210042, Nanjing, PRC)

(2. School of Mechanical Engineering, Nanjing University of Science and Technology, 210094, Nanjing, PRC)

Abstract: Fiber filled resin can improve the mechanical characteristics of the parts manufactured by adopting stereolithography process. The effects of short fiber filled into resin have been researched. The effects of fiber distributing orientation and its length on elastic modulus of solidified resin are discussed. The experimentss show that the elastic modulus of fiber filled solidified resin is much higher than pure solidified resin, and the shrinkage of the former is less than the latter. The experiment results have been applied to stereolithography apparatus.

Key words: stereolithography, fiber filled resin, mechanical characteristics, glass fiber, photo polymer

[责任编辑: 刘健]