

对通讯型增量编码器的研究

俞庆丰 王力 陈权

浙江锐鹰传感器技术有限公司

DOI: 10.12238/ems.v5i3.6266

[摘要] 目前脉冲型增量编码器需要六根信号线才能实现信号完整输出除此之外还有线数多、成本增加、故障概率成倍增加,编码器分辨率受到制约和无法保存参数,没有通信功能不能发指令,保存参数等问题,所以设计了一种通讯型增量编码器来解决这些问题。

[关键词] 编码器组件; 增量编码器; 通讯

Research on Communication Type Incremental Encoder

Yu Qingfeng, Wang Li, Chen Quan

Zhejiang Ruiying Sensor Technology Co., Ltd

[Abstract] Currently, pulse type incremental encoders require six signal wires to achieve complete signal output. In addition, there are also many wires, increasing costs and doubling the probability of faults. The encoder resolution is limited and cannot save parameters. Without communication function, instructions cannot be issued, and parameters cannot be saved. Therefore, a communication type incremental encoder has been designed to solve these problems.

[Keywords] encoder component incremental encoder communication

前言

增量式编码器是将位移转换成周期性的电信号,再把这个电信号转变成计数脉冲,用脉冲的个数表示位移的大小。编码器是把角位移或直线位移转换成电信号的一种装置。前者称为码盘,后者称码尺。按照读出方式编码器可以分为接触式和非接触式两种。接触式采用电刷输出,以电刷接触导电区或绝缘区来表示代码的状态是“1”还是“0”;非接触式的接受敏感元件是光敏元件或磁敏元件,采用光敏元件时以透光区和不透光区来表示代码的状态是“1”还是“0”

可输出多路脉冲信号的增量编码器公开了“置有脉冲分配电路,脉冲分配电路包括电源电路、脉冲隔离电路、脉冲输出电路,其中,脉冲隔离电路包括光电耦合器 PS0,脉冲输出电路包括 n 组脉冲输出单元, $n \geq 2$, n 为整数,其中,第 i 组脉冲输出单元包括一个光电耦合器 PSni, $n \geq i \geq 1$, i 为整数;光电耦合器 PS0、PSni 的型号为 M601;光电耦合器 PS0 的阳极端子与输入脉冲信号的阳极连接,光电耦合器 PS0 的阴极端子与输入脉冲信号的负极连接,光电耦合器 PS0 的 VCC 端子与一稳定电压连接,光电耦合器 PS0 的 VCC

端子与电阻 R0 的一端连接,电阻 R0 的另一端与光电耦合器 PSn1 的阳极端子连接,光电耦合器 PSn1 的阴极端子与光电耦合器 PSn2 的阳极端子连接,……,光电耦合器 PSn-1 的阴极端子与光电耦合器 PSnn 的阳极端子连接,光电耦合器 PSnn 的阴极端子与光电耦合器 PS0 的 Vo 端子连接,光电耦合器 PS0 的 GND 端子接地;光电耦合器 PSni 的 VCC 端子与直流电源 Vi 连接,光电耦合器 PSni 的 Vo 端子为第 i 组输出脉冲信号的阳极端子,光电耦合器 PSni 的 GND 端子为第 i 组输出脉冲信号的阴极端子,电阻 Rni 的一端与光电耦合器 PSni 的 VCC 端子连接,另一端与光电耦合器 PSni 的 Vo 端子连接”。在伺服控制系统中,伺服电机通过与其同轴安装的编码器获取电机位置或者速度,从而实现对电机的平稳控制。目前应用最普遍的产品是增量型 2500 线编码器。

这种产品的原理是:通过输出 AB 正交脉冲来反馈位置增量,伺服控制器通过对正交脉冲进行计数,从而获得位置信息。由于输出的是脉冲增量,编码器还需输出一个 Z 信号,当驱动器捕获到 Z 信号后,才能够知道当前的绝对位置。另外,为了上电之后,伺服控制器能够获取电机的大概电角度,

编码器还应具备输出 UVW 三相脉冲的功能, UVW 的周期数与电机的极对数相同。因此, 为了使伺服电机能够正常运行, 用于伺服电机控制的增量编码器, 应当具备输出 ABZUVW 这 6 种脉冲信号。由于伺服系统电磁环境复杂, 对于脉冲信号, 一般采用差分输出的方式。因此增量编码器为了有效输出信号, 需要 12 根信号线来实现。然而, 由于 UVW 信号只有伺服上电之后才会向编码器获取, 待该信息获取完毕后, 伺服驱动器在此大概位置下, 通过 AB 正交脉冲计数, 就能够控制电机, 当 Z 信号被锁存后, 伺服驱动器能获取准确电机位置, 因此出现了一种省线式编码器产品, 该产品将 UVW 与 ABZ 的信号线进行分时复用, 从而减少了一半的线数。尽管如此, 省线式编码器还是需要 6 根信号线才能实现信号完整输出。

脉冲型增量编码器的缺陷

1. 线数多, 非省线式和省线式分别需要 12 根和 6 根信号线。2. 由于缺陷 1, 会导致成本增加。3. 由于缺陷 1, 会导致故障概率成倍增加 (与 2 根线相比)。4. 编码器分辨率受到制约。编码器分辨率和伺服系统性能高度相关, 电机转速与正交脉冲频率成正比。由于硬件带宽越高, 对高频干扰的抑制能力越弱。伺服电机的转速通常会达到 6000rpm, 因此脉冲型编码器无法做到很高分辨率, 目前市场上通讯型增量编码器 常为 2500 线, 偶有 5000 线。5. 无法保存参数 (没有通信功能, 自然不能发指令保存参数)。

各类型编码器的介绍

(1) 增量式编码器 (增量编码器)。增量式光电编码器是通过光电信号, 将轴的机械转角转换成数字信号输出。它的工作特点是每次编码器转动一个预设的角度, 就会产生一个脉冲信号输出。这样通过对脉冲信号数量的统计来计算旋转的角度, 所以说编码器输出的位置数据是一个相对的数据。

(2) 绝对式编码器 (绝对编码器)。增量式编码器在工控中每次操作就需要先找到参考点, 每一次开机都需要找零。绝对编码器是通过光电信号扫描分度盘上的二进制码刻度盘, 用来准确定位物体的绝对位置值。然后将扫描到的结果转换成电信号以脉冲的形式输送出来, 得到绝对的位移量。(3) 混合式旋转编码器 (综合以上两种编码器)。混合式旋转编码器通过用光信号扫描分度盘, 对光信号的通断数量的检测、统计来计算旋转角度, 可以同时输出相对旋转角度编码和绝对旋转编码两种形式的编码。

增量式编码器结构材料及特点

增量型编码器由一个中心有轴的光电码盘, 其上有环形通、暗的刻线, 有光电发射和接收器件读取, 获得四组正弦波信号组合成 A、B、C、D, 每个正弦波相差 90 度相位差 (相对于一个周波为 360 度), 将 C、D 信号反向, 叠加在 A、B

两相上, 可增强稳定信号; 另每转输出一个 Z 相脉冲以代表零位参考位。由于 A、B 两相相差 90 度, 可通过比较 A 相在前还是 B 相在前, 以判别编码器的正转和反转, 通过零位脉冲, 可获得编码器的零位参考位。有些公司编码器码盘的材料有玻璃、金属、塑料, 玻璃码盘是在玻璃上沉积很薄的刻线, 其热稳定性好, 精度高, 金属码盘直接以通和不通刻线, 不易碎, 但由于金属有一定的厚度, 精度就有限制, 其热稳定性就要比玻璃的差一个数量级, 塑料码盘是经济型的, 其成本低, 但精度、热稳定性、寿命均要差一些。分辨率一编码器以每旋转 360 度提供多少的通或暗刻线称为分辨率, 也称解析分度, 或直接称多少线, 一般在每转分度 5~10000 线。

增量式编码器转轴旋转时, 有相应的脉冲输出, 其旋转方向的判别和脉冲数量的增减借助后部的判向电路和计数器来实现。其计数起点任意设定, 可实现多圈无限累加和测量。还可以把每转发出一个脉冲的 Z 信号, 作为参考机械零位。编码器轴转一圈会输出固定的脉冲, 脉冲数由编码器光栅的线数决定。需要提高分辨率时, 可利用 90 度相位差的 A、B 两路信号对原脉冲数进行倍频, 或者更换高分辨率编码器。

增量编码器的应用

一、用于工业生产。在了解增量式编码器的工作原理的时候, 我们可以发现其能够将光信号转换成数字脉冲信号在现代工业生产中的使用范围非常广泛, 它通常由各种传感器信号组合而成, 在增量式编码器开始工作之后, 编码器可以和马达一起转动, 之后经过发光二极管, 最后输出许多的脉冲信号, 增量式编码器还具有一个特点, 那就是能够根据与之相连的电机的转动方向不断进行光敏信号的输出, 由此便可以为下一阶段工作提供很大的便利。

二、检测元件。增量式编码器可以用来检测与之连接在一起的电机的转角位置, 并且可以将转角位置换算成直线运行距离等, 并且能够通过计算单位时间内的脉冲数来计算出电机的工作转速, 在我们生活和生产中, 很多人都是用增量式编码器来检测电机的转动速度, 这也让人们减少了统计电机转速的工作量, 使得统计转速的工作变得简单起来, 当然, 电机的直线运行距离等的统计工作也得到了很好的解决, 由此可见增量式编码器在现代的工作中还是非常实用的, 因此我们说检测元件也是增量式编码器的作用中不可忽视的一点。

通讯型增量编码器的组成

该通讯型增量编码器包括: 一编码器, 编码器包括一编码器电路板; 一微处理器, 微处理器设置于编码器电路板, 微处理器实时采集且累计编码器的至少一正交脉冲信号; 一伺服驱动器, 微处理器通过预置的通信协议与伺服驱动器进

行数据交互, 通信协议包括供数据交互的至少一命令字。

通讯型增量编码器的改进

微处理器采集 UVWZ 的电平信息, 微处理器通过上述通信协议与伺服驱动器进行数据交互。命令字包括 通讯命令字, 由伺服驱动器通过通信协议发出一通信命令字, 使得编码器响应该通信命令字并且根据该通信命令字约定的协议格式进行回复。编码器选择性地存储有至少一参数 (换言之, 编码器具备存储参数的功能, 但是不一定存储参数, 参数也不一定是电机参数, 电机参数作为参数的下位概念仅作为参数的一部分, 可以由用户自定义), 由伺服驱动器通过通信协议使得参数被存入编码器。编码器选择性地存储有至少一个参数, 伺服驱动器在上电后通过通信协议读取编码器的参数。命令字实施为 1 位起始位、8 位数据位和 1 位停止位。命令字还具体实施为获取产品信息命令字、获取增量位置命令字、获取绝对位置命令字、获取零点偏移量命令字、设置零点偏移量命令字、写存储区命令字和读存储区命令字中的一种或者多种命令字。获取产品信息命令字具体实施为 23h, 获取增量位置命令字具体实施为 31h, 获取绝对位置命令字具体实施为 3Ah, 获取全部位置命令字具体实施为 3Fh, 获取零点偏移量命令字具体实施为 45h, 设置零点偏移量命令字具体实施为 4Ch, 写存储区命令字具体实施为 51h, 读存储区命令字具体实施为 5Eh。

接口类型		RS485
只读地址范围		1,000,000 bps
通信字节	起始位	1 位 (0)
	数据位	8 位
	数据顺序	LSB First
	停止位	1 位 (1)
	校验位	无

	名称	描述	说明
	CMD	Command	命令字
DAT	ID	Identity	0x10E*
	IPOS	Incremental position	增量位置信息
	APOS	Absolute position	绝对位置信息
	IOFF	Index offset position	零点偏移位置信息
	MAD	Memory address	存储地址字
	MDT	Memory data	存储数据字
SSUM	Status & Checksum	状态及校验和	

通讯型增量编码器的优势

该通讯型增量编码器, 引入了命令字技术, 有助于节省成本、提高可靠性、增强编码器的线数 (分辨率)。该通讯型增量编码器, 详细公开了命令字的相关规格, 同时将命令字应用于通信协议。同时可以解决“如何将 ABZUVW6 种脉冲信号通过编码器自身计数并以数字通信的形式发送给伺服驱动器”的技术问题。该通讯型增量编码器中可以存储参数 (包括但不限于电机参数, 例如产品 ID 等), 使得驱动器在上电后能够根据通信协议直接读取数据, 大幅提升了易用性。通信协议优选采用 485 通信协议, 只需要 2 根信号线就可以实现数据交互。还可通过通信方式使得驱动器能够将参数存入通讯型增量编码器, 从而实现驱动器对所控制的电机的智能识别。

结语

现在增量编码器主要应用于数控机床及机械附件、机器人、自动装配机、自动生产线、电梯、纺织机械、缝制机械、包装机械 (定长)、印刷机械 (同步)、木工机械、塑料机械 (定数)、橡塑机械、制图仪、测角仪、疗养器 雷达等, 但是还存在一些关于线数、没有通信功能等技术问题, 所以设计了一种通讯型增量编码器来克服这些问题, 助推国内增量编码器的发展。

[参考文献]

[1] 高精度增量式光电编码器信号处理系统[J]. 汪雨冰; 王睿; 于永江; 杨罕. 吉林大学学报 (信息科学版), 2018 (04)

[2] 智能型故障指示器的研究进展与展望[J]. 秦九渠; 贺蕊莹; 贾占岭; 周栋; 王志伟; 郑凯凯; 万飞; 李玉林., 2022 (10)

[3] 基于霍尔效应的电磁式角度编码器的技术研究. 娄敏; 李强; 彭雪峰; 汪瑞., 2023

[4] 基于 Arduino 单片机的增量式编码器模拟装置设计. 赖永林; 方建文; 胡仁涛; 李冰., 2021

[5] 伺服系统复合自适应控制研究综述. 朱其新; 王嘉祺; 谢广明., 2021

[6] 基于非直连结构的编码器组件结构优化设计[J]. 刘赫; 钟城堡; 陈飞龙; 杨文德., 2021 (11)