

光电编码器在工业自动化系统中的应用

罗丹

河北圣昊光电科技有限公司 河北石家庄

【摘要】光电编码器是现代科学技术发展的新型产物,其属于精密性较强的传感器,常应用于航空航天、工业控制以及自动化检测等多个领域。特别是伴随我国智能工业发展的速度越来越快,工业自动化系统得到了广泛应用,而光电编码器便是其中非常重要的组成部分,市场需求量逐渐增加,随之而来的便是工业领域对光电编码器准确性以及效率提出的高要求,为了满足日益多元化的工业制造需求,光电编码器应用的技术也在不断优化与创新。而本文将研究的重点放在了增量式、绝对值两种编码器层面,在阐述了其应用原理以及信号输出基础之上,进一步明确增量式编码器与绝对值编码器应用的优势及特点,同时分析了光电编码器在工业自动化系统中应用的趋势。

【关键词】增量式编码器;绝对值编码器;工业自动化系统

【收稿日期】2023 年 8 月 14 日 **【出刊日期】**2023 年 9 月 26 日 **【DOI】**10.12208/j.jcea.20230025

Application of photoelectric encoder in industrial automation system

Dan Luo

Hebei Shenghao Photoelectric Technology Co., LTD., Shijiazhuang, Hebei

【Abstract】Photoelectric encoder is a new product of the development of modern science and technology, which belongs to the sensor with strong precision, often used in aerospace, industrial control and automatic detection and other fields. Especially with the development of intelligent industry in our country more and more fast, industrial automation system has been widely used, and photoelectric encoder is a very important part, market demand is gradually increasing, followed by the industrial requirements of photoelectric encoder accuracy and efficiency, in order to meet the demand of increasingly diversified industrial manufacturing, photoelectric encoder application technology is constantly optimization and innovation. In this paper, the research focuses on the level of incremental and absolute encoder, on the basis of its application principle and signal output, the paper further clarifies the advantages and characteristics of incremental encoder and absolute encoder, and analyzes the application trend of photoelectric encoder in industrial automation system.

【Keywords】Incremental encoder; Absolute value encoder; Industrial automation system

引言

在现代化工业发展过程中,对于精密度要求逐渐提高,无形之中也对光电编码器的应用提出更高的要求^[1]。目前增量型及绝对值两种编码器在工业自动化系统中的应用范围较广,主要是由于操作简单、价格合理、体积较小、精度较高,因此成为了工业制造中的核心器件,不仅可以大幅度的降低测量时的误差率,而且操作准确性更高。基于此,本文通过对增量型编码器、绝对值编码器应用原理、信

号输出等内容进行分析,指出光电编码器在工业自动化系统中应用的价值,并在此基础上进一步阐释了应用的趋势,旨在为工业自动化系统中光电编码器技术的高效应用提供有价值的建议,仅供参考与借鉴。

1 增量型编码器在工业自动化系统中的应用

1.1 应用原理

此类型的编码器主要用于转速测量,单路脉冲、双路输出是重要的功能,其中单路脉冲指的是编码

器在输出的时候仅有一组脉冲，只可以对转速进行测量，很难判断旋转方向；双路输出中旋转编码器可同时将两组脉冲输出，并且发生 90° 相位差，借助两组脉冲作用，编码器便可将实际转速准确测出，进而快速找到旋转方向^[2]。增量型编码器中光电码盘是圆形的，且处于中心轴位置，表面刻线为环形，亮、暗分明，光电发射器、接收器在光电码盘两侧，信号由光电接收器快速读取，具体应用原理见图 1 所示。

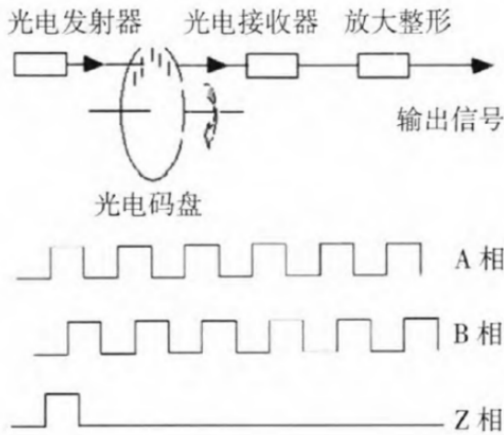


图 1 增量型编码器应用原理

通过放大与整形之后，进而找到了正弦波信号 A 与 B，两组正弦波存在 90° 相位差。也正是由于出现了 90° 相位差，便能够分析 A 相、B 相两组正弦波哪一相发生在前面，由此来评估编码器处于正向转动，或者是反向转动。当编码器每次旋转一周以后便会出现一个 Z 相脉冲，以此作为零位信号，借助零位脉冲这一信息便可准确获取编码器零位参考位。当前常用的码盘主要材质有玻璃、金属、塑料，编码器分辨率指的便是编码器每一次旋转 360° 时出现了几次亮刻线、暗刻线，通常情况下分辨率保持在 $5 \sim 10000$ 间。

1.2 信号输出类型

此类型的编码器在信号输出时主要以正弦波（电压或者电流）、方波（HTL、rTL）、开集级电路（PNP、NPN）为主，长线差分驱动由 TTL 方波带动，其中 A 对应的是 A-；B 对应的是 B-；Z 对应的是 Z-。HTL 方波也可以称之为推拉式、推挽式输出。TTL 信号输出编码器内，若使用的是有对称负信号输出连接方法，信号传输距离高达 150m；若使用的是对称负信号输出 HTL 编码器，信号传输距离

则可以扩大到 2 倍，高达 300m。

1.3 实际应用与特点

工业生产环节，增量型编码器应用范围比较广，例如在生产连铸板坯时，将有增量编码器安装于扇形段辊道电机上，在辊道电机动力的带动下，钢坯会慢慢向前移动，辊道电机转动的时候会同步带动编码器，借助编码器便可以获取钢坯转速。精炼炉喂丝机系统内计算喂丝长度时也使用的是增量型编码器。在对增量型编码器应用原理充分了解的基础上，便可以发现其可以将光信号转换为数字脉冲信号，在现代工业生产中应用范围广，一般情况下由各种传感器组成，在增量型编码器工作时编码器可以与马达一起转动，然后经过发光二极管，最后输出很多脉冲信号，此类型的编码器还具有另一个特点，那便是可以结合与之相连的电机转动方向不断进行光敏信号输出，以便于为下一阶段工作提供更多便利。除此之外，增量型编码器也可以用于检测与其连接在一起的电机转角位置，并能够将转角位置换算为直线运行距离等，可以通过计算单位时间内的脉冲数来计算出电机工作转速，用于检测电机转动速度，不仅减少了电机转速统计工作量，而且很好的解决了电机直线运行距离等统计问题^[3]。增量型编码器优点是分辨能力较强，测量范围大，适应大多数情况；缺点是断电以后容易丢失位置信号，技术专用，兼容性差；主要用于测量速度。

2 绝对值编码器在工业自动化系统中的应用

2.1 应用原理

此类型的编码器主要用来明确具体位置，在不同机械部位输出二进制编码，此编码是唯一的，无需设置参考值，无需进行连续性计数，即使在电源被切断的情况下相关信息也不会丢失，具有较高的精确度以及抗干扰性^[4]。在绝对值编码器码盘中也设置了相应的光暗通道刻线，每道刻线依次排序，分别为 2 线、4 线、8 线、16 线等，编码器任意位置均能够快速读取刻线光暗数值，进而获取唯一二进制编码，也就是格雷码。此类型编码器主要划分为旋转单圈、多圈两种形式，其中单圈绝对值编码器转动中便可以将光电码盘光暗刻线准确测量出来，进而获得位置格雷码，编码过程中若某两相邻代码仅出现了一位不同的二进制数，那么此编码便是格雷码，但是如果旋转时的角度大于 360° ，这时候格

雷码便会归于原点，绝对值编码器格雷码和实际位置不相符，进而违背了相对应原则，因此此编码器的应用对于转动角度有着较高要求，不得超出 360° ，具体见图 2 所示。

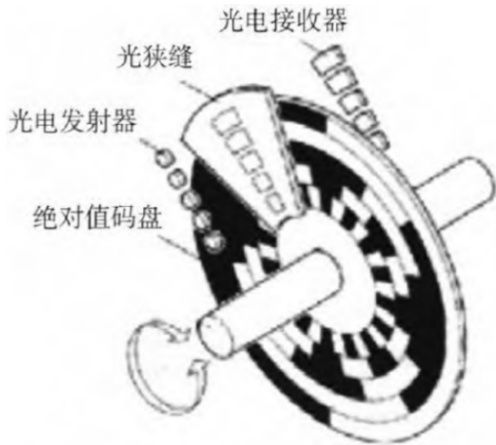


图 2 单圈绝对值编码器应用原理

而多圈绝对值编码器应用原理借助的是钟表齿轮机械，中心光电码盘旋转的时候会借助齿轮将另一组、多组光电码盘带动起来，转动的光电码盘主要用于记录编码器旋转圈数，基于单圈格雷码实现圈数编码的不断增加，无形之中将绝对值编码器测量范围扩大。由于多圈绝对值编码器测量范围变大，在具体应用环节常常出现空余量程较大情况，使得编码器安装过程更加简单，不需要再次找到零点，中间某一位置均可以看作是零点，具体见图 3 所示。



图 3 多圈绝对值编码器应用原理

2.2 信号输出

此类型的编码器在信号输出的时候主要采用串行、并行、总线型、变送一体四种形式。其中串行输出主要以协议为主，时间安排较为有序，按照先后顺序将数据快速输出，此协议为通读规约。连接时

采用的物理方法主要包含 RS232、Rs485、RS422 (TTL) 等等，串行输出时接线较少，可实现较远距离的传输，提高了编码器可靠性，通常情况下串行输出多应用于高位数绝对值编码器中。

并行输出时接口中存在多个高、低电平的输出，表示格雷码中的 0 与 1，通常情况下少数绝对值编码器直接使用此方法将编码输出，可与 PLC、上位机 I/O 接口直接相连，可以实现即时有效的输出，连接方法简单易操作，但此类型的编码器在应用时也需要注意以下问题：一是格雷码是必须要使用的，若采用纯二进制编码，极易导致刷新数据过程中出现多位变化，短期之内读取的数值会成为乱码；二是通常情况下绝对值编码位数很多，需要使用多芯电缆，并且要确保接口具备较好的连接性，如果出现个别接口连接不良现象，会造成此接口电位呈现“0”的状态，错码较多，工作难度加大，编码器故障点也会随之增多；三是传输距离受限，仅仅局限于短距离，同时抗干扰性很弱，特别是在一些复杂的环境中，信号极易被屏蔽。

现场总线型输出会将多个编码器串联在一起，各用一对信号线，在将地址设定好以后，借助通讯方式实现信号的传输，信号接收时使用的设备仅需要一个接口，便能够将多个编码器信号读出。此类型的编码器多采用 RS485 物理方法，目前在信号编排方法运用中并没有统一的标准，一般情况下常用的是 CAN、PROFIBUS—DP、Interbus、DeviceNet 等，除了具备较长传输距离优势以外，还能够实现多个编码器集中化管理，线缆、接口成本大幅度降低。

变送一体型输出应用过程中会在编码器中直接将信号转化成 $4\sim 20\text{mA}$ 、14 位并行、RS485 数字等形式，进而实现快速输出的目的。

2.3 实际应用与特点

在工业自动化系统应用绝对值编码器的环节还是比较多的，例如在炼钢时转炉氧枪编码器便使用的是绝对值编码器，多安装于氧枪电机减速机上，电机启动时会带动减速机快速转动，编码器也会随之转动，转动过程中编码器会将不同二进制编码输出，以编码为依据进而获取氧枪位置。绝对值编码器多用于角度的控制、定位以及测长，优点是精度高、结构简单、掉电不影响编码数据的获取，最大

24 位编码, 分辨率较高, 不需要找任何参考点, 抗干扰性、可靠性高, 定位功能较好; 缺点是投入的成本高。

3 光电编码器在工业自动化系统中的应用趋势

目前在工业自动化系统中, 光电编码器的选型除了要考虑到不同应用场合对分辨率要求不同以外, 还需要结合实际情况选取合适的分辨率, 绝对型、增量型编码器的应用需要结合系统设计的要求来选择, 综合考量需求保证传感器的工作环境, 安装时要保证位置准确且可靠; 正确选择接口、信号电缆等; 积极维护与维修, 避免物理损坏与污染, 定期清洁和校准^[5]。

虽然光电编码器数字化程度越来越高, 体积越来越小, 精度及性价比越来越高, 测量范围越来越广, 抗干扰性越来越强, 安装方便快捷, 调试过程较为简单, 并且可以直接和处理电路相连, 但是随着工业自动化水平越来越高, 对于光电编码器要求也在不断提升, 这就需要加快编码器研究的步伐, 特别是在分辨率方面, 这也是编码器性能检测的重要指标, 先进技术的引进与应用也将成为光电编码器未来发展一大趋势, 对于精度的高要求推动了其逐渐向着纳米级迈进。因此编码器精度的提升已迫在眉睫, 这也将是影响测量质量的重要因素。但是在追求高精度的过程中也应该考虑到价格, 如果站在测量成本视角下, 光电编码器细分技术应用前景也是非常不错的, 主要考虑到的是高精度、高频响、高分辨力要求下, 编码器可能会在体积、质量、成本方面有不同程度增加, 无形之中会影响到其普及的速度, 所以随着工业自动化、数字化水平的提高, 未来光电编码器会朝着小型化、数字化、智能化方向发展, 同时应用范围也会不断拓展与延伸。但是高性能、高可靠性依然是技术难点, 这就需要从材料、制造工艺、精度控制、信号处理等方面进行技术攻关, 此外, 如何提高编码器在高温、高压、高速、高强度等恶劣环境下耐久性、稳定性同样也是未来发展面

临的较大挑战。

4 结束语

在工业自动化系统运行过程中, 光电编码器发挥了非常重要的作用, 具备了较强精准性控制功能, 通过运用光电编码器不仅可以很好的改善设备整体运行性能, 提高重复定位精准度, 而且成本较低、精度较高, 所以在现代化工业生产中得到了广泛应用。但是因为光电编码器多处于繁杂的运行环境下, 极易受到外界影响, 进而造成较大的损坏, 因此在具体应用时要增强对编码器关键技术的了解, 在突发事件发生时能够积极采取有效措施, 确保其运行的稳定性, 与此同时随着工业自动化系统快速发展, 智能化、信息化已经成为必然趋势, 光电编码器在未来应用中要不断提高分辨率, 逐渐向着纳米级别迈进, 推进工业发展进入新阶段。

参考文献

- [1] 王真旭, 万在红, 熊文华, 等. 基于光电编码器的位移测量系统[J]. 机电工程技术, 2022, 51(1): 76-79.
- [2] 刘家放, 王涛, 王玥. 传感器技术在工业自动控制系统中的应用[J]. 自动化应用, 2018(5): 147-148.
- [3] 白雪. 在编码器技术革新道路上不断探索[J]. 现代制造, 2021(18): 18.
- [4] 张冬冬, 王春平, 付强. 基于自编码器的红外与可见光图像融合算法[J]. 陆军工程大学学报, 2023, 2(2): 85-92.
- [5] 杨雪, 梁煜, 张为, 等. 应用于反射式编码器的光电集成芯片设计[J]. 光学精密工程, 2023, 31(8): 1136-1149.

版权声明: ©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS