



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111366177 A

(43)申请公布日 2020.07.03

(21)申请号 201811590310.8

(22)申请日 2018.12.25

(71)申请人 北京精雕科技集团有限公司
地址 102308 北京市门头沟区石龙工业区
永安路10号

(72)发明人 仲婷婷 石忠东

(51)Int.Cl.
G01D 5/347(2006.01)

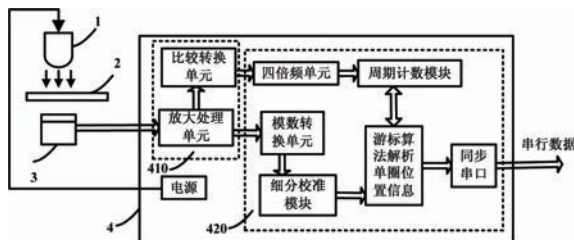
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置及方法,在不增加编码器物理刻线数目的情况下,解决了实际应用中小体积编码器的位置信息读取问题,分辨率高,并且满足上电可立即获得初始绝对位置的需求。该装置包括发光元件,光栅码盘,光电传感芯片和电信号处理装置,光电传感芯片接收来自发光元件且穿过光栅码盘和狭缝的光线,并将接收到的光信号转换为三通道差分正余弦电压信号,经过电信号处理装置的放大调整、量化校准和细分运算处理,获得当前位置对应的三通道电信号的相位角。利用该发明一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取方法,根据相位角和其差值,拼接出唯一的单圈绝对位置值,并以串行数据格式送出。



1. 一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置,包括发光元件,光栅码盘,光电传感芯片,电信号处理装置,光电传感芯片安装于电信号处理装置上,其特征在于,

所述光栅码盘上有三圈码道,分别为主码道M,游标码道N,段码道S,三圈码道刻线数分别是 $n, n-1, n-m$,蕴含一定的相位关系;

所述光电传感芯片,将接收的光信号转换为正余弦电信号;

所述电信号处理装置,对正余弦电信号进行处理,通过基于游标原理的单圈绝对位置信息读取方法解析得到单圈绝对位置信息,并将位置信息以同步串行数据格式输出。

2. 根据权利要求1所述的一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置,其特征在于,所述光栅码盘的主码道M/游标码道N/段码道S刻线数根据码盘尺寸、刻线工艺和系统目标等要求而定,可以为以下数组中的一组:16/15/12,32/31/28,64/63/56,128/127/120,256/255/240,512/511/496,1024/1023/992,2048/2047/2016,4096/4095/4032。

3. 根据权利要求1所述的一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置,其特征在于,所述光电传感芯片,在半径方向上有三组图案窗口,与光栅码盘的三圈码道刻线相对应,当光栅码盘转动时,光电传感芯片接收来自发光元件且穿过光栅码盘和狭缝的光线,并将接收到的光信号转换为三通道差分正余弦电压信号。

4. 根据权利要求1所述的一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置,其特征在于,所述电信号处理装置,包含模拟信号处理模块和单芯片处理器模块;模拟信号处理模块对光电传感芯片输出的三通道差分正余弦信号进行滤波放大和调整整形处理,单芯片处理器模块对放大调整后的单端正余弦信号采样量化,并进行信号幅值一致性、中心电平和相位差补偿校准处理,通过基于游标原理的单圈绝对位置信息读取方法解析出单圈绝对位置信息,并将位置信息以同步串行数据格式送出。

5. 根据权利要求1所述的一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置,其特征在于,单芯片处理器模块为DSP处理器或者ARM处理器。

6. 一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取方法,其特征在于,其实现方法如下:

任一编码器单圈绝对位置角度 θ ,由三通道正余弦信号相位角度表示:

$$\theta = (\varphi_M - \varphi_N)k_{MN} + (\varphi_M - \varphi_S)k_{MS} + \varphi_M$$

其中, $\varphi_M, \varphi_N, \varphi_S$ 分别为主码道、游标码道、段码道在当前单信号周期内对应的相位角; k_{MN} 和 k_{MS} 分别为主码道M和游标码道N以及主码道M与段码道S相对于零点转过的整信号周期数的不同组合。

7. 根据权利要求6所述的一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取方法,其特征在于,主码道M和游标码道N的信号周期数相差1, k_{MN} 可能的组合情况有两种: $k_{MN} = k_N$ 和 $k_{MN} = k_N + 1$,M和N的相位差 $\varphi_M - \varphi_N$ 在整个编码器周期内是唯一确定的。

8. 根据权利要求6所述的一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取方法,其特征在于,主码道M和段码道S的信号周期数相差m, k_{MS} 可能的组合情况有 $k_{MS} = k_S, k_{MS} = k_S + 1, \dots, k_{MS} = k_S + m$,M和S的相位差 $\varphi_M - \varphi_S$ 在整个编码器内是呈周期性变化的,周期为m。

一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及游标绝对式光电编码器,更具体地说,它涉及一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置及方法。

背景技术

[0002] 光电编码器是将机械角位移(角度或长度)转换成电信号的传感器,广泛应用于数控机床、机器人等工业领域中以获取位置和速度信息。

[0003] 光电编码器有增量式和绝对式两种。增量式编码器结构简单,可以提供相对位置量,但是需要提供零点进行基准定位,即上电先执行寻找参考点Z信号的操作后,才可以建立绝对位置坐标。相对于增量式编码器,绝对式编码器的位置是唯一确定的,无需记忆和寻找参考点操作,在初始上电时,即可提供绝对位置信息。

[0004] 绝对式编码器按可分辨的圈数分为单圈绝对编码器和多圈绝对编码器。单圈绝对编码器在一圈 360° 范围内的位置信息具有唯一性。多圈绝对编码器,在单圈编码的基础上再增加圈数的编码,在测量范围内位置信息均具有唯一性。传统绝对式编码器采用二进制码或格雷码的编码方式,若想提高其分辨率,需增加光栅码盘的物理刻线数,又因受限于刻蚀工艺的限制,物理刻线数的增加,势必要增加光栅码盘的尺寸。但是在一些应用中,需要编码器满足体积小,位置信息分辨率高且上电可立即获得初始绝对位置的需求。传统的编码器难以满足上述需求,在这些应用中难以胜任编码任务。

发明内容

[0005] 本发明克服了现有技术的不足,设计了一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置,并提出了一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取方法。在不增加编码器的物理刻线数目的情况下,上电即可读取游标绝对式光电编码器单圈绝对位置,分辨率高。

[0006] 所述的一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置,包括发光元件,光栅码盘,光电传感芯片,电信号处理装置。光栅码盘上有三圈码道,分别为主码道,游标码道,段码道,三圈码道分别有 $2N$, $N-1$, $N-2$ 条刻线,蕴含一定的相位关系。安装于电信号处理装置上的光电传感芯片,在半径方向上有三组图案,与光栅码盘的三圈码道的刻线相对应,接收来自发光元件且穿过光栅码盘和狭缝的光线,并转换为电信号,根据码盘转动位置输出不同相位的正余弦信号,送至电信号处理装置。电信号处理装置包含模拟信号处理模块和单芯片处理器模块。模拟信号处理模块对光电传感芯片输出的三路差分正余弦信号进行滤波放大和调整整形处理,得到三路单端正余弦电压信号。主码道单端正余弦电压信号分为两路,一路经比较器变为方波,由单芯片处理模块的四倍频单元对其进行四倍频计数;另一路与游标码道和段码道单端正余弦电压信号一起由单芯片处理模块的模数转换单元进行模数转换,量化得到与当前位置对应的电压信号数值 $U \sin \varphi$ 和 $U \cos \varphi$ 。细分校准模块对正弦和余弦电压信号量化值的幅值一致性、中心电平和相位差补偿校准后,经反正切函数

$\varphi = \arctan \frac{U \sin \varphi}{U \cos \varphi}$, 细分查表计算出主码道、游标码道和段码道的相位角 φ_1 、 φ_2 、 φ_3 , 根据相位角和其差值, 拼接出唯一的单圈绝对位置值, 并以串行数据格式送出。

[0007] 由于采用了上述技术方案, 本发明提出的一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置及方法具有这样的有益效果, 即在不增加编码器光栅码盘的物理刻线数目的情况下, 上电即可读取游标绝对式光电编码器的高分辨率位置信息, 解决了实际应用中小体积编码器的高分辨率位置信息读取问题, 实现了编码器的小型化应用。

附图说明

[0008] 图1是本发明的一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置结构示意图。

[0009] 图2是本发明的一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置电路结构示意图。

[0010] 图3是本发明的游标绝对式编码器整圈旋转输出的主码道M正余弦信号和相位角示意图。

[0011] 图4是本发明的游标绝对式编码器整圈旋转输出的主码道N正余弦信号和相位角示意图。

[0012] 图5是本发明的游标绝对式编码器整圈旋转输出的段码道S正余弦信号和相位角示意图。

[0013] 图6是本发明实施例中主码道M与游标码道N相位角细分值差示意图。

[0014] 图7是本发明实施例中主码道M与段码道S相位角细分值差示意图。

[0015] 图8是本发明实施例中游标算法解析高分辨率单圈绝对位置信息示意图。

[0016] 图9是本发明所述的一种基于游标算法的单圈绝对高分辨率位置信息获取方法示意图。

具体实施方式

[0017] 结合图1-图2, 一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取装置, 包括发光元件1, 光栅码盘2, 光电传感芯片3, 电信号处理装置4。光栅码盘2上有三圈码道, 分别为主码道, 游标码道, 段码道, 三圈码道分别有 $2n$, $n-1$, $n-1$ 条刻线, 蕴含一定的相位关系。安装于电信号处理装置4上的光电传感芯片3, 在半径方向上有三组图案, 与光栅码盘2的三圈码道的刻线相对应, 接收来自发光元件1且穿过光栅码盘和狭缝的光线, 并转换为电信号, 根据码盘转动位置输出不同相位的正余弦信号, 送至电信号处理装置4。电信号处理装置4包含模拟信号处理模块410和单芯片处理器模块420。模拟信号处理模块410中的运算放大器411对光电传感芯片3输出的三路差分正余弦信号进行滤波放大和调整整形处理, 得到三路单端正余弦电压信号。主码道单端正余弦电压信号分为两路, 一路经比较器412变为方波, 由单芯片处理模块420的四倍频单元对其进行四倍频计数; 另一路与游标码道和段码道单端正余弦电压信号一起由单芯片处理模块420的模数转换单元进行模数转换, 量化得到与当前位置对应的电压信号数值 $U \sin \varphi$ 和 $U \cos \varphi$ 。细分校准模块对正弦和余弦电压信号量化值的幅值一致性、中心电平和相位差补偿校准后, 经反正切函数 $\varphi = \arctan \frac{U \sin \varphi}{U \cos \varphi}$, 细分查表计算出主

码道、游标码道和段码道的相位角 φ_M 、 φ_N 、 φ_S ，根据相位角和其差值，拼接出唯一的单圈绝对位置值，并以串行数据格式送出。

[0018] 一种游标绝对式光电编码器单圈绝对位置读取方法如下所述：

光栅码盘的主码道M/游标码道N/段码道S刻线数可以为以下数组中的一组：16/15/12，32/31/28，64/63/56，128/127/120，256/255/240，512/511/496，1024/1023/992，2048/2047/2016，4096/4095/4032。

[0019] 光栅码盘的主码道M上有 n 条刻线，游标码道N上有 $n-1$ 条刻线，段码道S上有 $n-m$ 条刻线，在系统中每条刻线对应一个周期的正余弦信号。编码器任一位置角度 θ 对应主码道M，游标码道N，段码道S不同的信号周期数 k 以及相位角 φ ，如公式(1)所示：

$$\theta = \frac{2\pi}{n} \cdot (k_M + \frac{\varphi_M}{2\pi}) = \frac{2\pi}{n-1} \cdot (k_N + \frac{\varphi_N}{2\pi}) = \frac{2\pi}{n-m} \cdot (k_S + \frac{\varphi_S}{2\pi}) \quad (1)$$

公式(1)中， θ 表示当前位置相对零点转过的角度，零点即主码道、游标码道、段码道信号相位对齐点； k_M 、 k_N 、 k_S 表示主码道、游标码道、段码道在当前位置相对零点转过的整信号周期数； φ_M 、 φ_N 、 φ_S 表示主码道、游标码道、段码道在当前单信号周期内对应的相位角。

[0020] 则计算主码道与游标码道的相位角差、主码道和段码道的相位角差(范围为 $0 \sim 2\pi$)，与当前位置角度的关系如公式(2)和公式(3)所示：

$$\varphi_M - \varphi_N = (\theta - 2\pi \frac{k_M}{n})n - (\theta - 2\pi \frac{k_N}{n-1}) \cdot (n-1) = \theta - 2\pi k_M + 2\pi k_N \quad (2)$$

$$\varphi_M - \varphi_S = (\theta - 2\pi \frac{k_M}{n})n - (\theta - 2\pi \frac{k_S}{n-m}) \cdot (n-m) = m \cdot \theta - 2\pi k_M + 2\pi k_S \quad (3)$$

计算得到当前位置角度与相位角差关系，如公式(4)和公式(5)所示：

$$\theta = \varphi_M - \varphi_N + 2\pi(k_M - k_N) \quad (4)$$

$$m \cdot \theta = \varphi_M - \varphi_S + 2\pi(k_M - k_S) \quad (5)$$

主码道M和游标码道N的信号周期数相差1，M和N的相位差在整个编码器内是唯一确定的；主码道M和段码道S的信号周期数相差 m ，M和S的相位差在整个编码器内是呈周期性变化的，周期为 m 。

[0021] 任一角度 θ ，对应的三通道正余弦信号相位角度 φ 的组合是唯一的。游标算法是在细分计算出主码道M、游标码道N、段码道S对应的三通道正余弦信号的相位角度基础上，整合拼接出唯一的单圈绝对位置值。主码道信号相位细分值决定了一个正余弦信号周期内的位置，主码道信号与游标码道和段码道信号相位细分值差用来决定当前主码道正余弦信号相对零点的位移周期数。换言之，主码道信号相位细分值对应一个正余弦信号周期内的精码，主码道和段码道信号相位的细分值差对应次精码，用来索引周期性区间内的主码道正余弦信号，主码道和游标码道信号相位的细分值差对应粗码，用来索引确定周期区间，精码，次精码和粗码拼接成当前的单圈绝对位置信息，如公式(6)所示：

$$\theta = (\varphi_M - \varphi_N)k_M + (\varphi_M - \varphi_S)k_{MS} + \varphi_M \quad (6)$$

公式(6)中， k_{MN} 可能的组合情况有两种： $k_M = k_N$ 和 $k_M = k_N + 1$ ，M和N的相位差 $\varphi_M - \varphi_N$ 在整个编码器周期内是唯一确定的；主码道M和段码道S的信号周期数相差 m ， k_{MS} 可能的组合情况有 $k_M = k_S$ ， $k_M = k_S + 1$ ， \dots ， $k_M = k_S + m$ ，M和S的相位差 $\varphi_M - \varphi_S$ 在整个编码器内是呈周期性变化的，周期为 m 。

[0022] 结合图1-图9，以光栅码盘2的三码道刻线数为32/31/28说明具体实施方式，其他

刻线数实施方式类同。编码器转动完整一圈时,主码道、游标码道和段码道对应的光电传感芯片3输出的正余弦信号为32周期,31周期和28周期。

[0023] 编码器初始上电,发光元件1发出的光线通过光栅码盘2三码道的缝隙照射到光电传感芯片3上,光电传感芯片3将光信号转化为电信号,即三通道差分正余弦电压信号。电信号处理装置4的模拟信号处理模块410将三通道差分正余弦电压信号放大调整为单端正余弦电压信号。

[0024] 主码道单端正余弦电压信号分为两路,一路经比较器412变为方波,由单芯片处理模块420的四倍频单元对其进行四倍频计数;另一路与游标码道和段码道单端正余弦电压信号一起由单芯片处理模块420的模数转换单元进行模数转换,量化得到与当前位置对应的电压信号数值 $U \sin \varphi$ 和 $U \cos \varphi$ 。对正弦和余弦电压信号量化值的幅值一致性、中心电平和相位差补偿校准后,经反正切函数 $\varphi = \arctan \frac{U \sin \varphi}{U \cos \varphi}$,细分查表计算出主码道、游标码道和段码道的相位角 φ_M 、 φ_S 、 φ_S (16384细分)。

[0025] 主码道信号的相位角细分值 φ_M 对应一个正余弦信号周期内的精码,主码道和段码道信号的相位角细分值差 $\varphi_M - \varphi_S$ 对应次精码,用来索引周期性区间内的主码道正余弦信号,主码道和游标码道信号的相位角细分值差 $\varphi_M - \varphi_S$ 对应粗码,用来索引确定周期性的区间,精码、次精码和粗码拼接成当前的单圈绝对位置信息 $\theta = (\varphi_M - \varphi_S)k_{MS} + (\varphi_M - \varphi_S)k_{MS} + \varphi_M$ 。最后数据通过同步串口以串行数据格式送出。

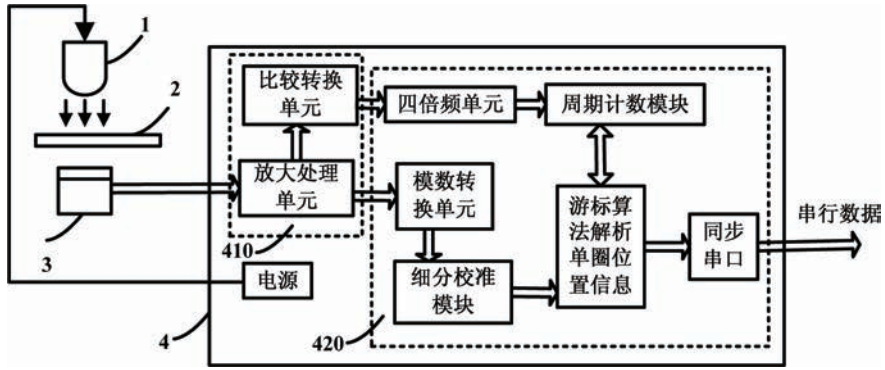


图1

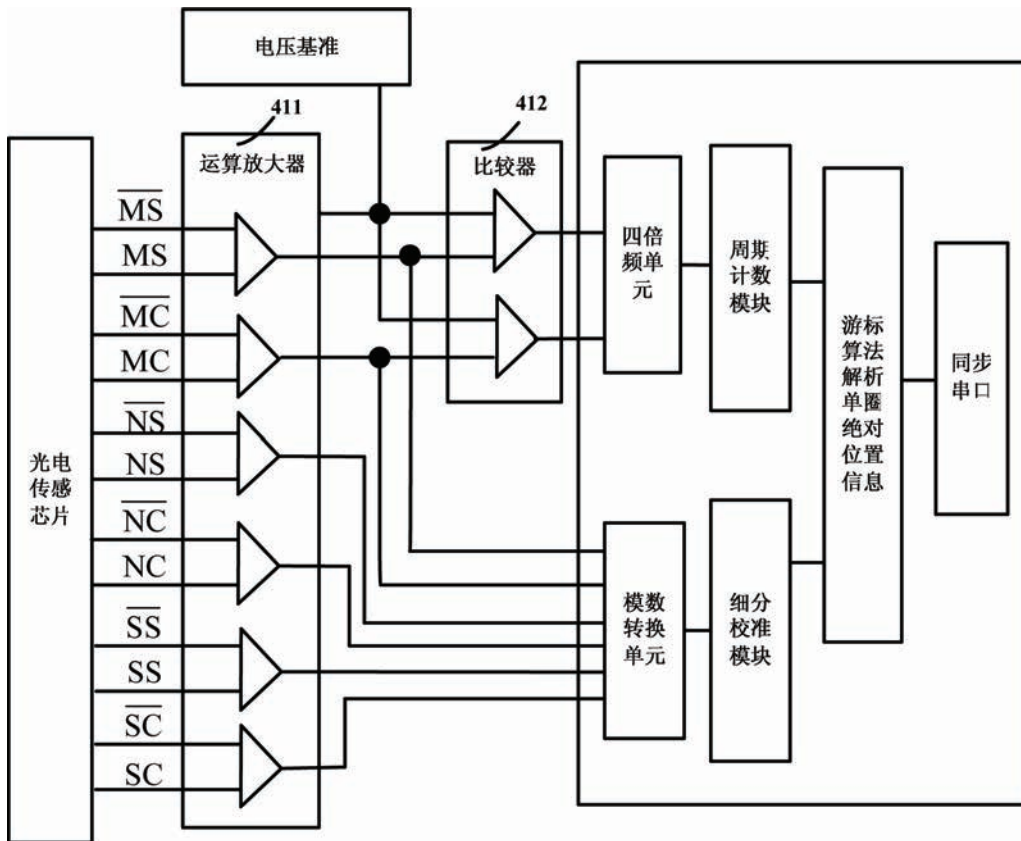


图2

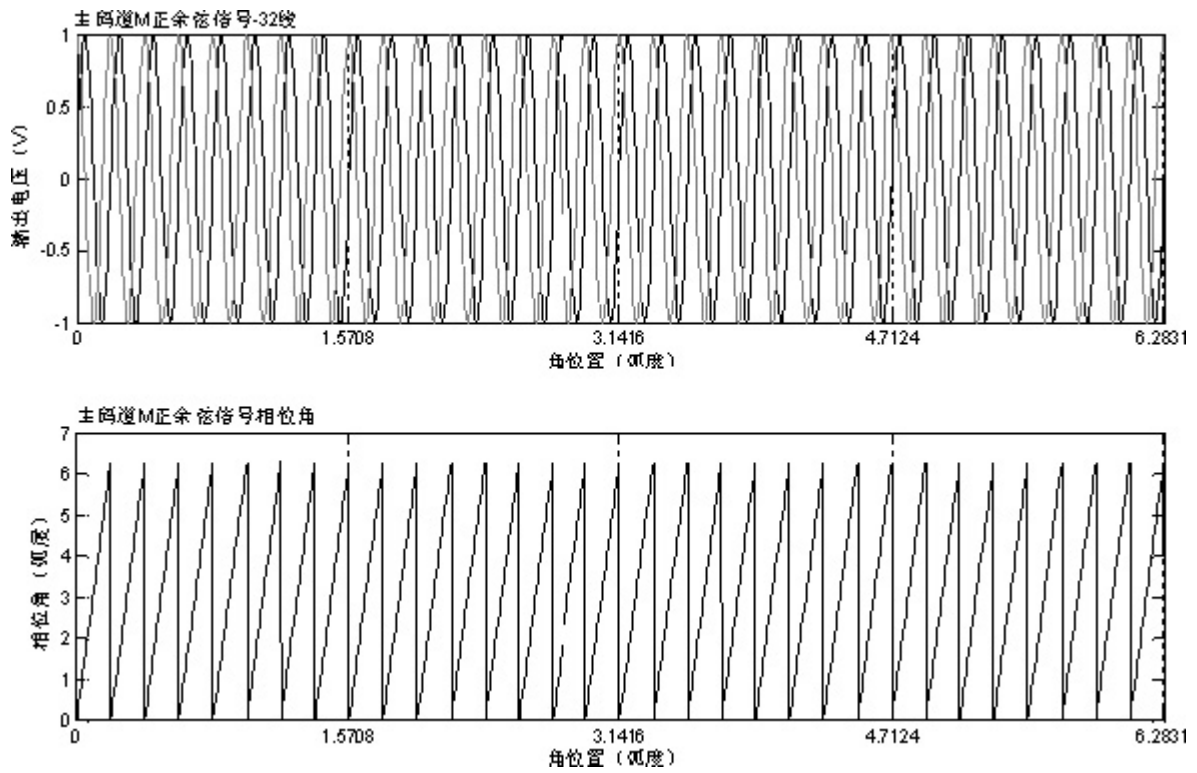


图3

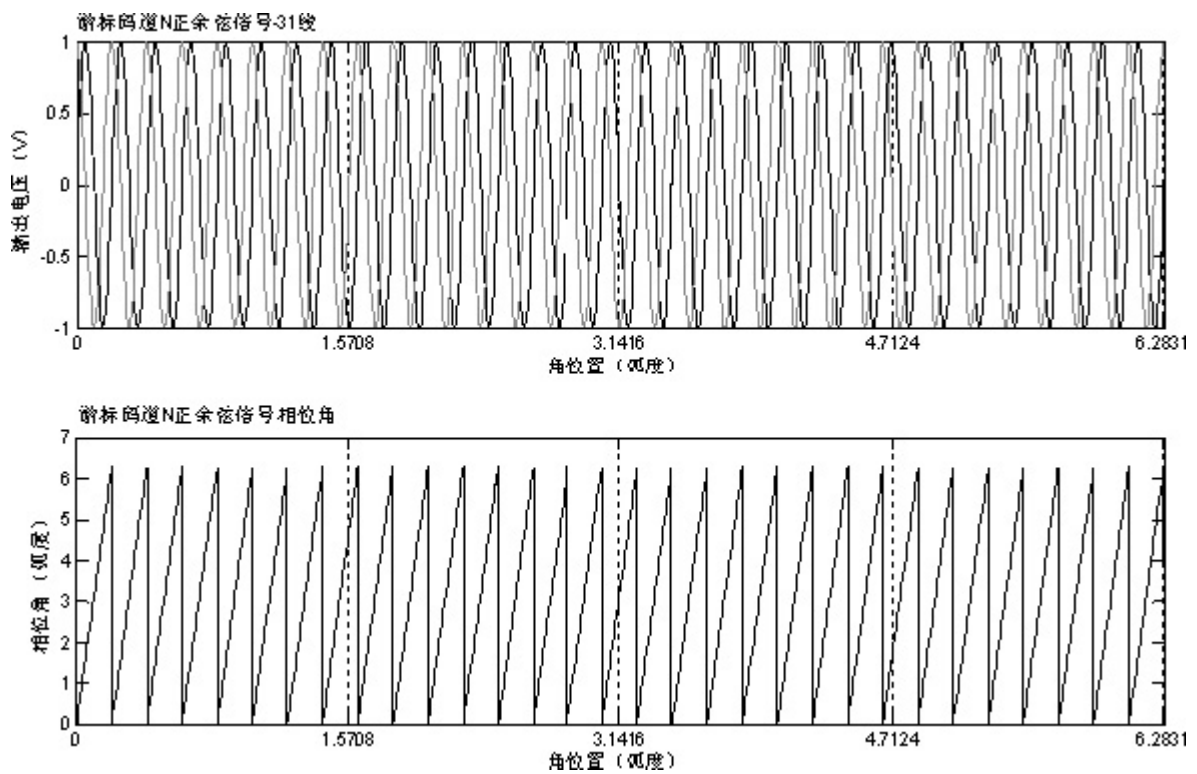


图4

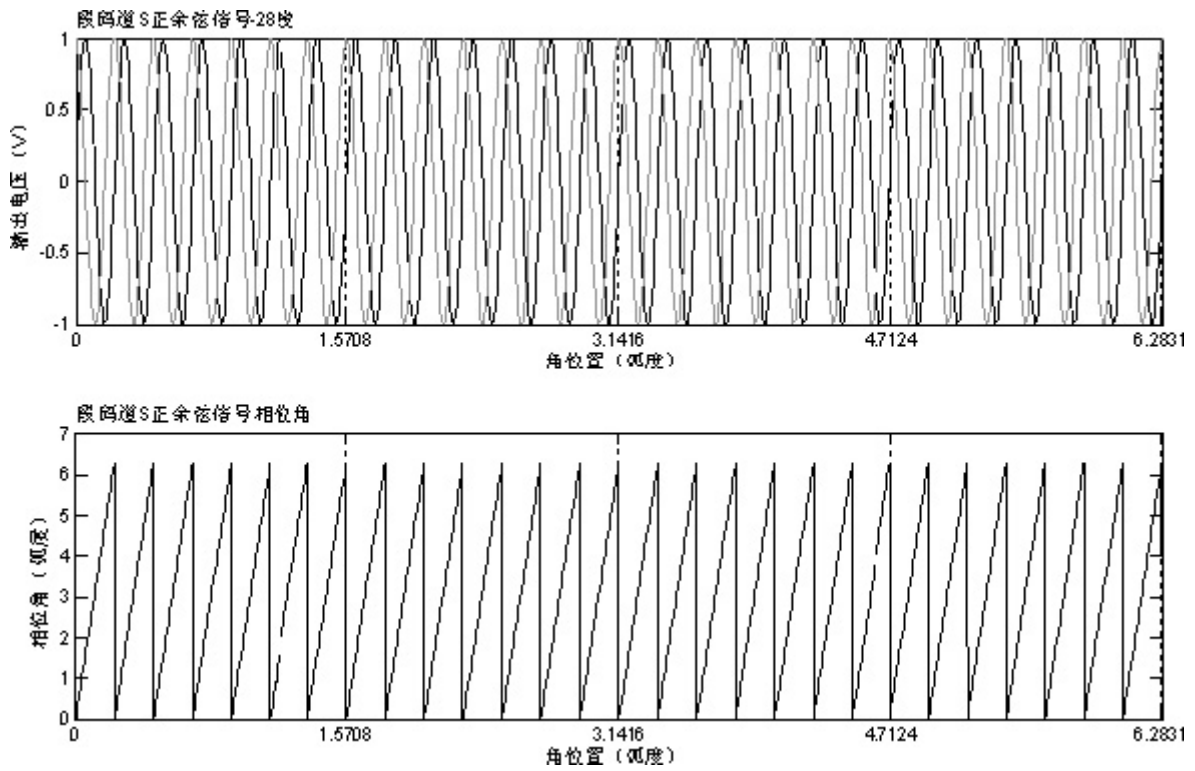


图5

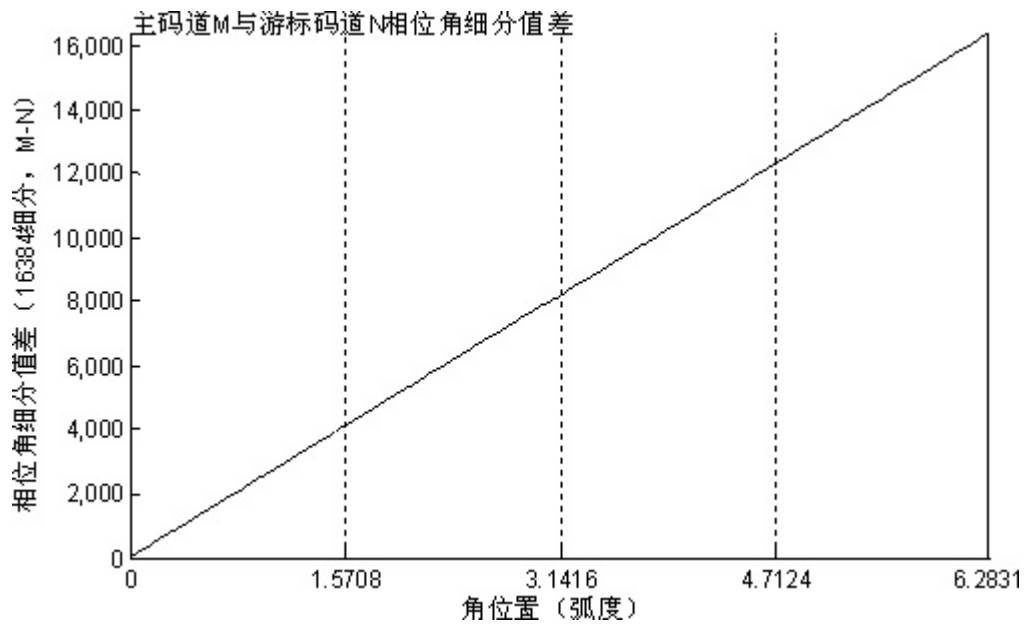


图6

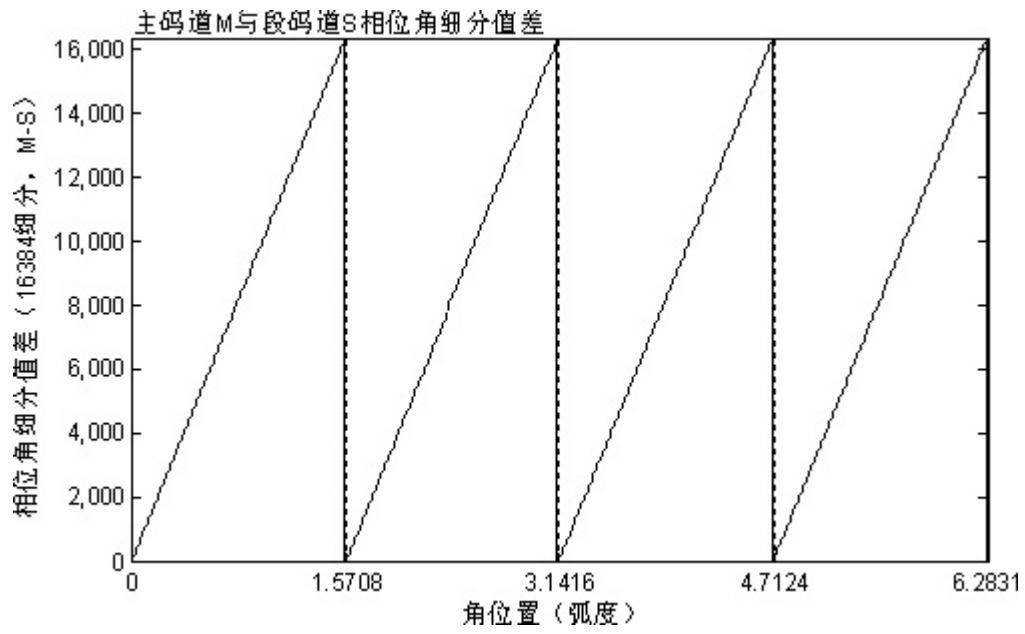


图7

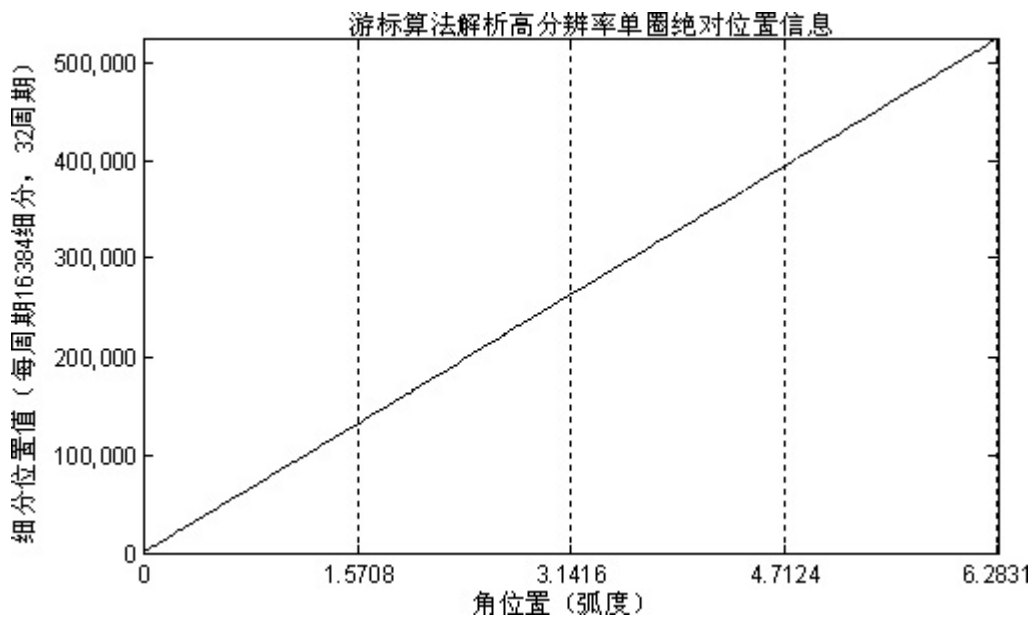


图8

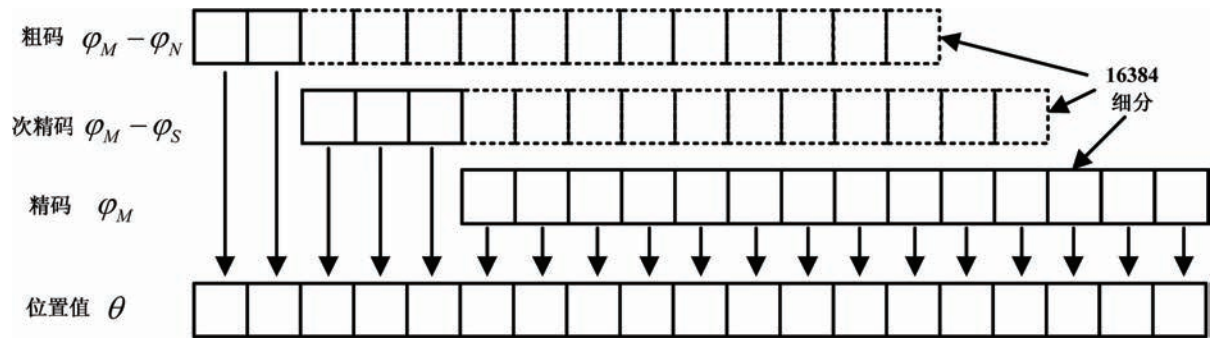


图9