



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110365264 A

(43)申请公布日 2019. 10. 22

(21)申请号 201811156695.7

(22)申请日 2018.09.30

(71)申请人 上海北昂医药科技股份有限公司  
地址 200093 上海市杨浦区周家嘴路3805号4017室

(72)发明人 余贤涛

(74)专利代理机构 北京国昊天诚知识产权代理有限公司 11315

代理人 李有财

(51) Int. Cl.

H02P 8/12(2006.01)

H02P 8/14(2006.01)

H02P 8/22(2006.01)

H02P 8/06(2006.01)

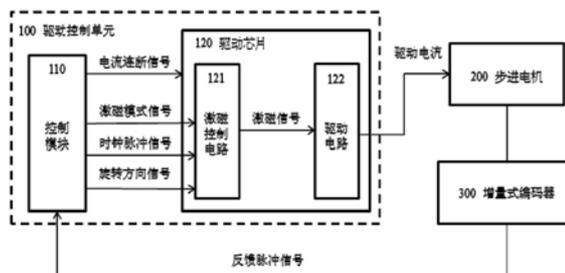
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

具高速响应的步进电机驱动装置

(57)摘要

本发明是一种具高速响应的步进电机驱动装置,包括多对激磁线圈绕组、驱动控制单元及增量式编码器;激磁线圈绕组具有与直流电源连接的各自一端且设置于步进电机中;驱动控制单元的控制模块用以提供一时钟脉冲信号;驱动控制单元的驱动芯片包含激磁控制电路和驱动电路,激磁控制电路接收时钟脉冲信号并响应于时钟脉冲信号的每个脉冲来更新和输出一激磁信号,驱动电路接收激磁信号并向步进电机供应驱动电流;增量式编码器根据步进电机所转动一个步距角而同步反馈至少一个脉冲信号。增量式编码器根据自身转动的角位移转换为脉冲个数并转换成脉冲信号反馈给控制模块,控制模块根据反馈的脉冲信号触发更新以提供驱动步进电机下次转动的时钟脉冲信号。



1. 一种具高速响应的步进电机驱动装置,用以驱动一步进电机,其特征在于,所述具高速响应的步进电机驱动装置包括:

多对激磁线圈绕组,具有与直流电源连接的各自一端且设置于所述步进电机中;

驱动控制单元,包含:

控制模块,用以提供一时钟脉冲信号;以及

驱动芯片,包含激磁控制电路和驱动电路,所述激磁控制电路用以接收所述时钟脉冲信号并响应于所述时钟脉冲信号的每个脉冲来更新和输出一激磁信号,所述驱动电路用以接收所述激磁信号并向所述步进电机供应驱动电流以驱动所述步进电机转动,而所述驱动电流和接收的所述激磁信号相对应;以及

增量式编码器,连接所述步进电机和所述控制模块,所述增量式编码器用以根据所述步进电机所转动一个步距角而同步反馈至少一个脉冲信号给所述控制模块;

其中,所述步进电机带动所述增量式编码器转动,所述增量式编码器根据自身转动的角位移转换为脉冲个数并进行转换成所述脉冲信号,并将转换后的所述脉冲信号反馈给所述控制模块,所述控制模块根据所述增量式编码器所反馈的所述脉冲信号作为触发更新以提供驱动所述步进电机下一次转动的所述时钟脉冲信号。

2. 根据权利要求1所述的具高速响应的步进电机驱动装置,其特征在于,所述控制模块为单片机(CPU)、微控制器(MCU)、或是基于ARM芯片的控制器。

3. 根据权利要求1所述的具高速响应的步进电机驱动装置,其特征在于,所述控制模块还包含提供:

一电流连断信号,用以控制所述驱动芯片向所述步进电机供应或者停止供应所述驱动电流;

一激磁模式信号,用以提供所述激磁控制电路指示所述步进电机的激磁相模式;以及

一旋转方向信号,所述控制模块根据所述驱动芯片的所述激磁控制电路响应于所述时钟脉冲信号的每个脉冲更新所述激磁信号的激磁方向以决定所述步进电机正转(CW)或者反转(CCW)。

4. 根据权利要求1所述的具高速响应的步进电机驱动装置,其特征在于,所述控制模块还包含根据由所述驱动芯片停止向所述驱动芯片供应所述驱动电流之时的激磁相,储存为一暂时激磁相,以及根据所述驱动芯片的所述激磁控制电路响应于所述时钟脉冲信号的每个脉冲更新所述激磁信号数量。

5. 根据权利要求1所述的具高速响应的步进电机驱动装置,其特征在于,所述步进电机每完成转动一圈需要的脉冲数小于或等于所述增量式编码器线数 $l$ 与转动比 $n$ 的乘积时,所述步进电机每转动一圈所需要的脉冲数小于或等于所述增量式编码器反馈给所述控制模块的脉冲信号数量。

6. 根据权利要求1所述的具高速响应的步进电机驱动装置,其特征在于,所述控制模块根据自所述增量式编码器接收所反馈的所述脉冲信号触发更新,生成第一个脉冲信号给所述驱动芯片以驱动所述步进电机转动一个步距角,而与所述步进电机同步转动的所述增量式编码器转动相应角度并向所述控制模块反馈 $n$ 个所述脉冲信号时,所述控制模块内部计数器的计数加1,当累加到 $n$ 时,所述控制模块向所述驱动芯片发出一个时钟脉冲信号,直到将脉冲数 $n$ 发完。

7. 根据权利要求1所述的具高速响应的步进电机驱动装置,其特征在于,所述驱动芯片采用Allegro Microsystems的型号A4982的驱动芯片。

8. 根据权利要求1所述的具高速响应的步进电机驱动装置,其特征在于,所述增量式编码器采用US Digital的型号EMI-1-720-I的增量式编码器。

9. 根据权利要求1所述的具高速响应的步进电机驱动装置,其特征在于,所述步进电机为二相四线式步进电机,所述多对激磁线圈绕组分别构成所述步进电机的激磁A相侧、激磁B相侧。

10. 根据权利要求9所述的具高速响应的步进电机驱动装置,其特征在于,所述步进电机用以作为流量调节阀的阀门的开度控制。

## 具高速响应的步进电机驱动装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种步进电机驱动电源技术领域,特别指一种以增量式编码器相互组合用以计算步进电机的步距角移位,并能够控制步进电机的正反转,能够调整驱动电流满足不同的负载使用驱动电路配置。

### 背景技术

[0002] 步进电机是将电脉冲信号转变为角位移或线位移的开环控制元步进电机件。在非超载的情况下,电机的转速、停止的位置只取决于脉冲信号的频率和脉冲数,而不受负载变化的影响,当步进驱动器接收到一个脉冲信号,它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度,称为步距角,它的旋转是以固定的角度一步一步运行的。可以通过控制脉冲个数来控制角位移量,从而达到准确定位的目的;同时可以通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度,从而达到调速的目的。

[0003] 但是,当控制器发出的脉冲频率过高时,受步进电机工作特性影响,将出现丢步现象,严重影响控制精度。急需一种新的控制方法能够满足步进电机极速运动状态下,保证所要发的指令脉冲数等于步进电机所转动的步距角数,达到电机的极速运行并保证精度,提高工业生产的控制效率和产品的精度。

[0004] 有鉴于此,本发明设计人有鉴于现有技术中所产生的缺失,经过悉心试验与研究,设计一种以增量式编码器相组合步进电机驱动电路,能够控制步进电机的正反转,能够调整驱动电流满足不同的负载使之能用于不同的产品中并一本锲而不舍的精神,终构思出本发明以克服上述问题。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于:提供一种具高速响应的步进电机驱动装置,内置了励磁时序电路的电机控制芯片,并以增量式编码器组合了一套角位移软件算法,从而达到高精度,抗干扰强的控制角位移作为精准控制角位移的目的,步进电机通过从外部输入时钟脉冲来驱动电机,编码器嵌入在步进电机轴上,从而使得编码器和电机为一体从而达到绑定电机运转,实现本发明解决现有技术中存在的上述技术问题。

[0006] 为达成本发明的目的,本发明提供的技术方案如下:

[0007] 一种具高速响应的步进电机驱动装置,包括:多对激磁线圈绕组、驱动控制单元以及增量式编码器;

[0008] 多对激磁线圈绕组具有与直流电源连接的各自一端且设置于步进电机中;

[0009] 驱动控制单元包含控制模块和驱动芯片;控制模块用以提供一时钟脉冲信号;驱动芯片包含激磁控制电路和驱动电路,激磁控制电路用以接收时钟脉冲信号并响应于时钟脉冲信号的每个脉冲来更新和输出一激磁信号,驱动电路用以接收激磁信号并向步进电机供应驱动电流以驱动步进电机转动,而驱动电流和接收的激磁信号相对应;

[0010] 增量式编码器连接步进电机和控制模块,增量式编码器用以根据步进电机所转动

一个步距角而同步反馈至少一个脉冲信号给控制模块；

[0011] 其中,步进电机带动增量式编码器转动,增量式编码器根据自身转动的角位移转换为脉冲个数并进行转换成脉冲信号,并将转换后的脉冲信号反馈给控制模块,控制模块根据增量式编码器所反馈的脉冲信号作为触发更新以提供驱动步进电机下一次转动的时钟脉冲信号。

[0012] 在一种可能的设计中,控制模块为单片机(CPU)、微控制器(MCU)、基于ARM芯片的控制器中的任一种。

[0013] 在一种可能的设计中,控制模块还包含提供:

[0014] 一电流连断信号,用以控制驱动芯片向步进电机供应或者停止供应驱动电流;

[0015] 一激磁模式信号,用以提供激磁控制电路指示步进电机的激磁相模式;以及

[0016] 一旋转方向信号,控制模块根据驱动芯片的激磁控制电路响应于时钟脉冲信号的每个脉冲更新激磁信号的激磁方向以决定步进电机正转(CW)或者反转(CCW)。

[0017] 在一种可能的设计中,控制模块还包含根据由驱动芯片停止向驱动芯片供应驱动电流之时的激磁相,储存为一暂时激磁相,以及根据驱动芯片的激磁控制电路响应于时钟脉冲信号的每个脉冲更新激磁信号数量。

[0018] 在一种可能的设计中,步进电机每完成转动一圈需要的脉冲数小于或等于增量式编码器线数 $l$ 与转动比 $n$ 的乘积时,步进电机每转动一圈所需要的脉冲数小于或等于增量式编码器反馈给控制模块的脉冲信号数量。

[0019] 在一种可能的设计中,控制模块根据自增量式编码器接收所反馈的脉冲信号触发更新,生成第一个脉冲信号给驱动芯片以驱动步进电机转动一个步距角,而与步进电机同步转动的增量式编码器转动相应角度并向控制模块反馈 $n$ 个脉冲信号时,控制模块内部计数器的计数加1,当累加到 $n$ 时,控制模块向驱动芯片发出一个时钟脉冲信号,直到将脉冲数 $n$ 发完。

[0020] 在一种可能的设计中,驱动芯片采用Allegro Microsystems的型号A4982的驱动芯片。

[0021] 在一种可能的设计中,增量式编码器采用US Digital的型号EMI-1-720-I的增量式编码器。

[0022] 在一种可能的设计中,步进电机为二相四线式步进电机,多对激磁线圈绕组分别构成步进电机的激磁A相侧、激磁B相侧。

[0023] 在一种可能的设计中,步进电机用以作为流量调节阀的阀门的开度控制。

[0024] 在一种可能的设计中,步进电机采用总电流控制驱动,作为流量调节阀的阀门的开度控制的步进电机根据需要驱动的步进电机相电流1.4-1.5倍,作为驱动芯片能够提供最少所需输出电流的选择判断。

## 附图说明

[0025] 图1是本发明一实施例的步进电机驱动装置的整体结构方块图。

[0026] 图2是本发明一实施例的驱动芯片具体结构图。

[0027] 图3是本发明一实施例的时序示意图。

[0028] 图4是本发明图3的具体测试时序图。

[0029] 附图标记说明:100-驱动控制单元;110-控制模块;120-驱动芯片;121-激磁控制电路;122-驱动电路;200-步进电机;210-激磁线圈绕组;300-增量式编码器。

### 具体实施方式

[0030] 有关本发明的详细说明及技术内容,配合图式说明如下,然而所附图式仅提供参考与说明用,并非用来对本发明加以限制。以下结合附图对本发明的各种实施例进行详细描述,但本发明并不仅仅限于这些实施例。本发明涵盖任何在本发明的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。为了使公众对本发明有彻底的了解,在以下本发明优选实施例中详细说明了具体的细节,而对本领域技术人员来说没有这些细节的描述也可以完全理解本发明。

[0031] 请参阅图1所示,其绘制本发明一实施例的步进电机驱动装置的整体结构图。步进电机驱动装置的整体结构包括驱动控制单元100、步进电机200以及增量式编码器300。多对激磁线圈绕组210具有与直流电源连接的各自一端且设置于步进电机200中,驱动控制单元100包含控制模块110和驱动芯片120,而增量式编码器300连接步进电机200和控制模块110。

[0032] 在具体实施例中,步进电机为二相四线式步进电机,多对激磁线圈绕组210分别构成步进电机的激磁A相侧、激磁B相侧。

[0033] 在具体实施例中,控制模块110为单片机(CPU)、微控制器(MCU)、基于ARM芯片的控制器中的任一种;举例说明:控制模块110可包括CPU、ROM、RAM、EEPROM、计数器等部件的控制电路,所有这些部件都通过总线互连且具有用于和驱动芯片120等交换以下各种信号的时序生成电路(图未示)。控制模块110中的时序生成电路用以提供一电流连断信号、一激磁模式信号、一旋转方向信号、一时钟脉冲信号。例如将断开信号发送至开关(图未示)以接通和断开。

[0034] 在具体实施例中,时序生成电路还向激磁控制电路121发送信号,包括指示步进电机200激磁模式的激磁模式信号、指示步进电机200围绕其旋转轴应旋转的方向(即顺时针(CW)或逆时针(CCW))的旋转方向信号、以及指示切换激磁相的时钟脉冲信号。驱动时序生成电路由逻辑电路构成,用于在接收来自CPU的驱动开始信号之后在硬件中自动生成用于步进电机200的时钟信号、激磁模式信号和旋转方向信号。虽然未示出,但是驱动时序生成电路从CPU1接收指示命令,其指示:适于执行驱动操作的励磁模式;适于执行驱动操作的旋转方向(顺时针(CW)或逆时针(CCW));和时钟脉冲间隔,该时钟脉冲间隔大于或等于步进电机200能够操作的预定最小脉冲间隔的,因此适于执行驱动操作。驱动时序生成电路生成指定由接收的命令指示的励磁模式的励磁模式信号、指定由接收的命令指示的旋转方向的旋转方向信号和由接收的命令指示的脉冲间隔的时钟脉冲信号。

[0035] 在具体实施例中,驱动芯片120包含激磁控制电路121和驱动电路122,驱动芯片120内的激磁控制电路121被构造成逻辑电路,逻辑电路基于激磁模式信号和旋转方向信号对于从时序生成电路输入的时钟脉冲信号的每个脉冲更新激磁相。激磁控制电路121用以接收时钟脉冲信号并响应于时钟脉冲信号的每个脉冲来更新和输出一激磁信号;驱动电路用以接收激磁信号并向步进电机供应驱动电流以驱动步进电机转动,而驱动电流和接收的激磁信号相对应。

[0036] 增量式编码器300连接步进电机200和控制模块110,增量式编码器300用以根据步进电机200所转动一个步距角而同步反馈至少一个脉冲信号给控制模块110。步进电机200带动增量式编码器300转动,增量式编码器300根据自身转动的角位移转换为脉冲个数并进行转换成脉冲信号,并将转换后的脉冲信号反馈给控制模块110,控制模块110根据增量式编码器300所反馈的脉冲信号作为触发更新以提供驱动步进电机下一次转动的时钟脉冲信号。

[0037] 在具体实施例中,增量式编码器300内部有两对光电耦合器,输出相位差为 $90^\circ$ 的两组脉冲序列正转和反转时两路脉冲的超前、滞后关系刚好相反。在B相脉冲的上升沿,正转和反转时A相脉冲的电平高低刚好相反,因此控制模块110可以很容易地识别出转轴旋转的方向。当需要增加测量的精度时,可以采用4倍频方式,即分别在A、B相波形的上升沿和下降沿计数,分辨率可以提高4倍,但是被测信号的最高频率相应降低。

[0038] 补充说明,由于步进电机的自身特性,决定了其在高速运动状态下会出现丢失脉冲现象,有时甚至出现频率过高使得电机出现堵死现象。本发明将增量式编码器300和步进电机200通过机械结构相连,并保证步进电机200和增量式编码器300同步转动。当步进电机200转动一个步距角,增量式编码器300应的跟随同步会反馈一个或多个信号给控制模块11,控制器以此反馈信号作为触发信号,控制驱动步进电机200转动下一个步距角。以增量式编码器反馈信号作为步进驱动器发脉冲的信号形成闭环控制。由于增量式编码器反馈信号速度快,所以步进电机200转动一个步距角之后,几乎同时将收到若干个反馈信号从而驱动下一个步距角。

[0039] 步进电机200每完成转动一圈需要的脉冲数 $p$ 小于或等于增量式编码器300线数 $l$ 与转动比 $n$ 的乘积时,步进电机200每转动一圈所需要的脉冲数小于或等于增量式编码器300反馈给控制模块110的脉冲信号数量。

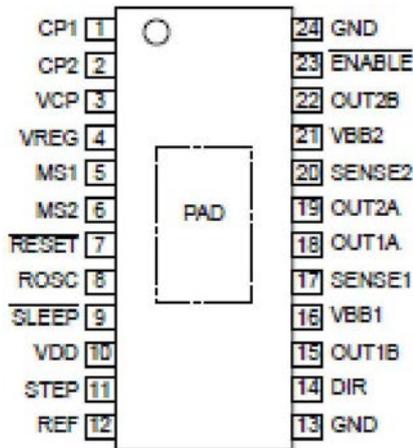
[0040] 在具体实施例中,控制模块110根据自增量式编码器300接收所反馈的脉冲信号触发更新,生成第一个脉冲信号 $p_1$ 给驱动芯片120以驱动步进电机200转动一个步距角,而与步进电机200同步转动的增量式编码器300转动相应角度并向控制模块反馈 $n$ 个脉冲信号时,控制模块内部计数器的计数加1,当累加到 $n$ 时,控制模块110向驱动芯片发出一个时钟脉冲信号,直到将脉冲数 $n$ 发送完成。

[0041] 补充说明,反馈 $n$ 个脉冲信号与增量式编码器300的线数、转动比和步进电机200有关。增量式编码器300的线数越大,步进电机200与增量式编码器300的转动比越高,意味着电机每转动一个步距角,编码器的反馈信号数量 $n$ 越多。

[0042] 请参阅图2所示,其绘制本发明一实施例的驱动芯片具体结构图。根据本发明步进电机驱动装置所驱动的步进电机200主要用以作为流量调节阀的阀门的开度控制。在具体实施例中,驱动芯片120采用Allegro Microsystems的型号A4982的驱动芯片;增量式编码器300采用US Digital的型号EMI-1-720-I的增量式编码器。

[0043] 在具体实施例中,驱动芯片120采用Allegro Microsystems的型号A4982LP Package的驱动芯片,如下图所示之驱动芯片以及各引脚与功能对应表:

[0044]



CP1	Charge pump capacitor terminal
CP2	Charge pump capacitor terminal
DIR	Logic input
$\overline{\text{ENABLE}}$	Logic input
GND	Ground <sup>2</sup>
MS1	Logic input
MS2	Logic input
OUT1A	DMOS Full Bridge 1 Output A
OUT1B	DMOS Full Bridge 1 Output B
OUT2A	DMOS Full Bridge 2 Output A
OUT2B	DMOS Full Bridge 2 Output B
REF	$G_m$ reference voltage input
$\overline{\text{RESET}}$	Logic input
ROSC	Timing set
SENSE1	Sense resistor terminal for Bridge 1
SENSE2	Sense resistor terminal for Bridge 2
$\overline{\text{SLEEP}}$	Logic input
STEP	Logic input
VBB1	Load supply
VBB2	Load supply
VCP	Reservoir capacitor terminal
VDD	Logic supply
VREG	Regulator decoupling terminal
PAD	Exposed pad for enhanced thermal dissipation*

[0045]

[0046] 請配合參考图3以及图4所示的时序图，步进电机驱动装置采用Allegro Microsystems的型号A4982的驱动芯片以及采用US Digital的型号EMI-1-720-I的增量式编码器。控制模块110根据所要发的指令脉冲数、频率向驱动芯片120发出第一个脉冲信号；为了有助于了解本案，反馈脉冲信号的个数 $n=1$ ，频率是1000HZ；由控制模块110根据频率

的要求发出一个相应脉宽的脉冲p1给驱动芯片120,驱动芯片120驱动步进电机200转动一个步距角,并通过机械传动,使得增量式编码器300转动一定角度,经过 $\Delta t$ 后,增量式编码器300反馈回控制模块110一个脉冲信号,控制模块110收到反馈信号后立即向驱动芯片120发出第二个脉冲信号p2,以此类推。补充说明, $\Delta t$ :控制模块110前一次发出的脉冲结束与增量式编码器300反馈回控制模块110的脉冲信号的时间间隔。

[0047] 在具体实施例中,步进电机200采用总电流控制驱动,作为流量调节阀的阀门的开度控制的步进电机根据需要驱动的步进电机相电流1.4-1.5倍,作为驱动芯片120能够提供最少所需输出电流的选择判断。

[0048] 举例说明:步进电机相电流是1.2A,需要选择的电机驱动芯片最少驱动电流则需要是1.68A-1.8A电流之间,而选择以因为Allegro Microsystems的型号A4982的驱动芯片的最大电流能达到35V and  $\pm 2A$ ,以满足作为流量调节阀的阀门的开度控制操作需求。

[0049] 综上所述,本发明本发明的在于提出一种步进电机驱动装置,步进电机控制芯片内置了励磁时序电路,因此可以通过从输入时钟脉冲来驱动电机,并将增量式编码器和步进电机通过机械结构相连,并保证步进电机和增量式编码器同步转动从而确保高速响应达到精准控制角位移的目的。作为流量调节阀的阀门的开度控制采用Allegro Microsystems的型号A4982的驱动芯片以及采用US Digital的型号EMI-1-720-I的增量式编码器主要优点在于:

- [0050] 1.支持主电源电压35V和 $\pm 2A$ ;
- [0051] 2.支持逻辑控制电源电压3.3V到5.5V;
- [0052] 3.低电流的休眠模式( $<10\mu A$ );
- [0053] 4.支持使Enable/Disable切换功能;
- [0054] 5.支持步进电机正(CW)/反转(CCW)切换功能;
- [0055] 6.符合无烟无火规定;

[0056] 上述说明示出并描述了本发明的若干优选实施方式,但如前所述,应当理解本发明并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施方式的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述发明构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本发明的精神和范围,则都应在本发明所附权利要求的保护范围内。

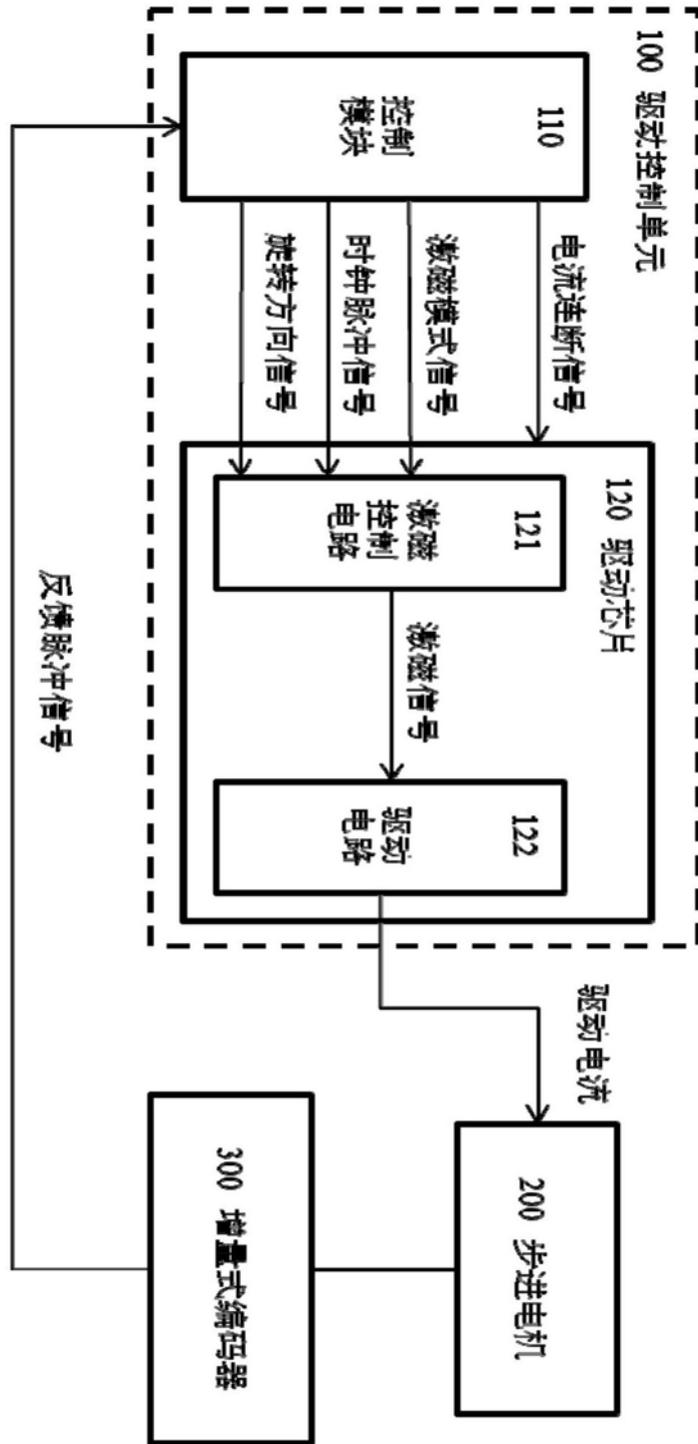


图1

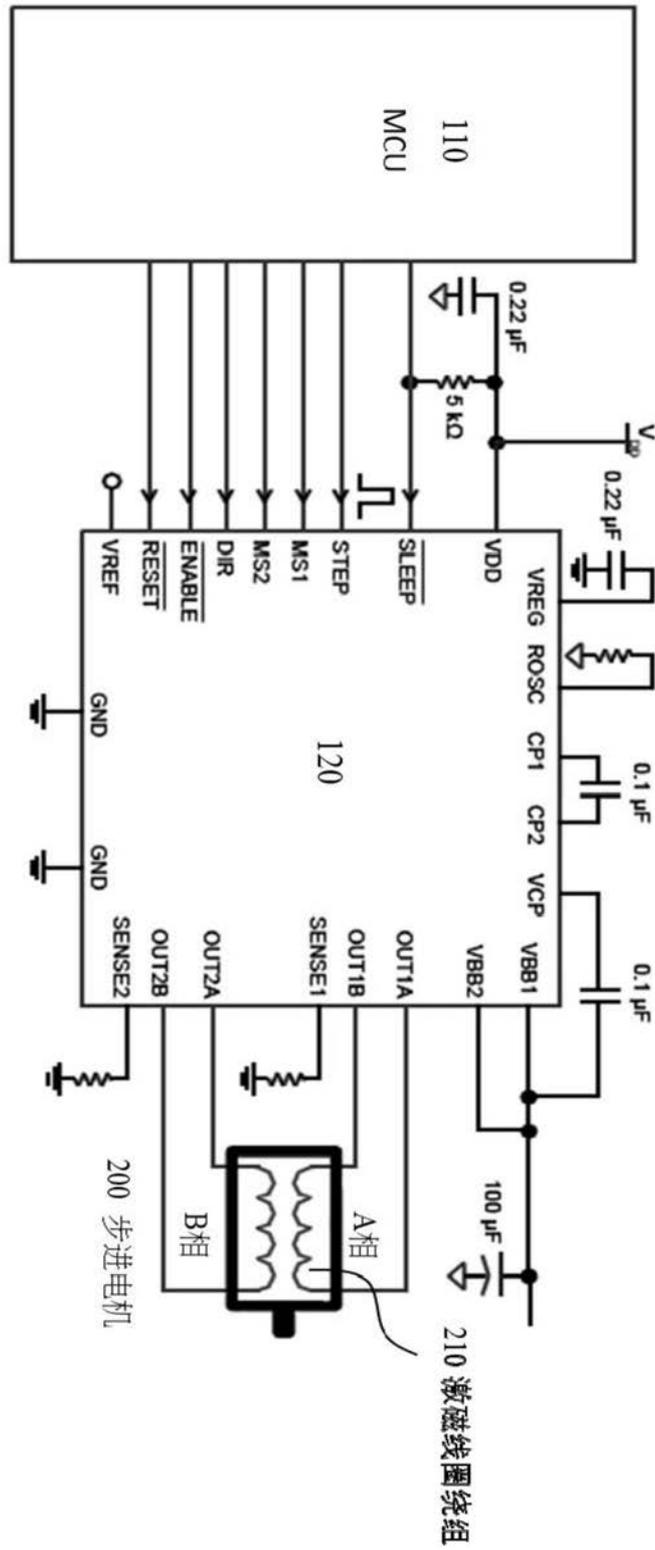


图2

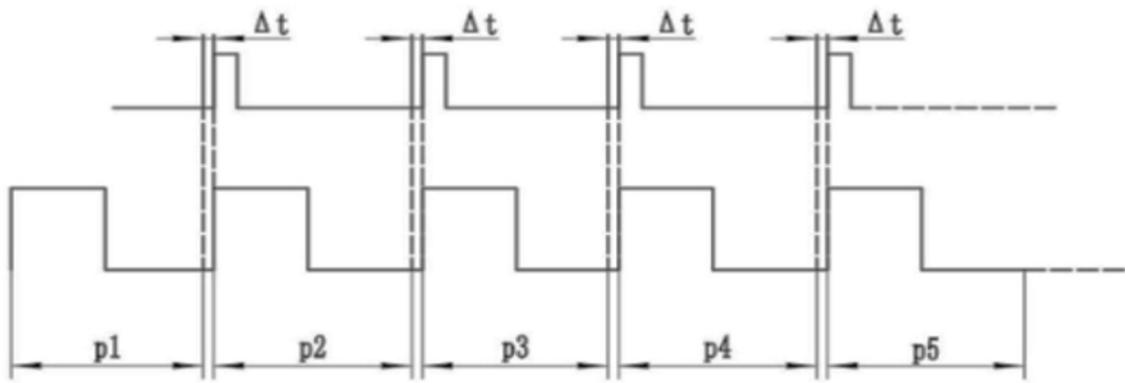


图3

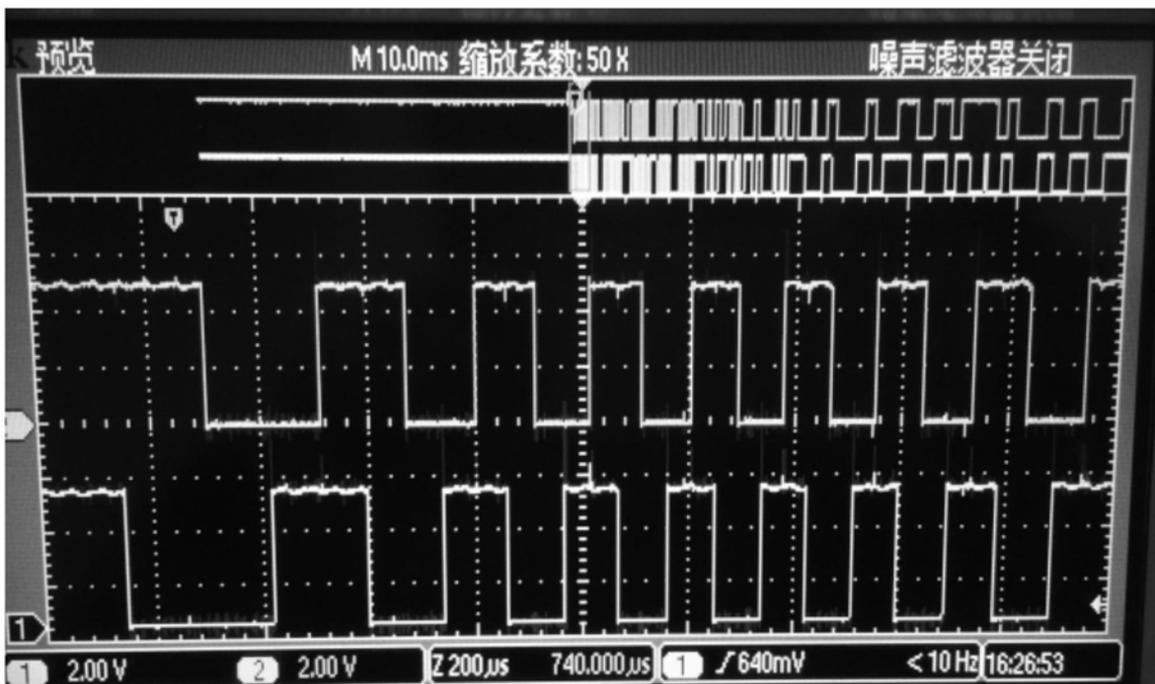


图4