



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101860296 A

(43) 申请公布日 2010. 10. 13

(21) 申请号 201010163731. X

(22) 申请日 2010. 04. 29

(71) 申请人 北京航天控制仪器研究所
地址 100854 北京市 142 信箱 403 分箱

(72) 发明人 王胜利 胡吉昌 周宏新
赵郭有为 杨明

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心
11009

代理人 臧春喜

(51) Int. Cl.

H02P 6/08 (2006. 01)

H02P 6/16 (2006. 01)

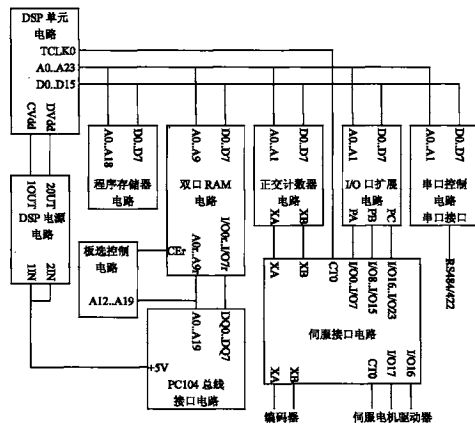
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种基于浮点 DSP 的伺服运动控制装置

(57) 摘要

一种基于浮点 DSP 的伺服运动控制装置, 由 DSP 单元电路、电源电路、程序存储电路、双口 RAM 电路、PC104 总线接口电路、板选控制电路、正交计数器电路、I/O 口扩展电路、伺服接口电路、串口控制电路组成。本发明利用建立在浮点 DSP 上的软件可实现对光电编码器为反馈的交流伺服电机的高精度运动控制, 包括角位置、角速率以及角振动等运动方式, 可作为 PC104 总线下的扩展板使用, 也可作为独立的运动控制器使用。该装置控制实时性强, 扩展灵活, 控制系统的控制精度高, 可应用于惯导测试设备领域的转台系统、伺服平台以及机器人等要求精确角运动控制的领域。



1. 一种基于浮点 DSP 的伺服运动控制装置,其特征在于:包括 DSP 单元电路、DSP 电源电路、程序存储器电路、双口 RAM 电路、PC104 总线接口电路、板选控制电路、正交计数器电路、I/O 口扩展电路、伺服接口电路和串口控制电路;

DSP 电源电路为 DSP 单元电路提供 3.3V 和 1.8V 两路电源,为 PC104 总线接口电路提供 5V 电源;

DSP 单元电路,通过地址总线和数据总线与程序存储器电路、双口 RAM 电路、正交计数器电路、I/O 口扩展电路、串口控制电路相连接,DSP 单元电路读取双口 RAM 电路中的运动控制指令,并根据运动控制指令将运动控制指令的执行结果通过 PC104 总线接口电路或串口控制电路发送回上位机,DSP 单元电路接收正交计数器电路生成的步进脉冲控制量,DSP 单元电路根据步进脉冲控制量产生脉冲控制信号,脉冲控制信号由 DSP 单元电路的计数器端口发送至伺服接口电路;

程序存储器电路,用于存储 DSP 单元电路的控制程序,工作时 DSP 单元电路按照固定的时序从程序存储器电路中读取控制程序指令并执行相应的操作;

双口 RAM 电路,与 PC104 总线相连用于接收上位机发出的运动控制指令,DSP 单元电路读取写入双口 RAM 电路的运动控制指令,并根据运动控制指令执行相应的操作,DSP 单元电路将运动控制指令的执行结果写入双口 RAM 电路,上位机通过 PC104 总线接口电路将运动控制指令的执行结果进行读取,双口 RAM 电路的读写使能由板选控制电路进行控制;

PC104 总线接口电路,分别与双口 RAM 电路和上位机相连,用于将上位机发出的运动控制指令写入双口 RAM 电路,并由上位机通过 PC104 总线接口电路读取双口 RAM 中存储的运动控制指令执行结果;

板选控制电路,通过产生不同的地址编码控制双口 RAM 电路的读写使能;

正交计数器电路,用于对编码器反馈的两路正交信号进行计数产生对伺服电机的步进脉冲控制量,通过数据总线将步进脉冲控制量送至 DSP 单元电路;

I/O 口扩展电路,与 DSP 单元电路相连用于扩展 DSP 单元电路的 I/O 接口;

伺服接口电路,与 DSP 单元电路的计数器端相连用于将 DSP 单元电路产生的脉冲控制信号传送至伺服电机驱动器,与 I/O 口扩展电路相连用于扩展 DSP 单元电路的 I/O 接口,与伺服电机驱动器相连用于对伺服电机进行控制,与编码器用于接收编码器产生的反馈脉冲信号,与正交计数器电路相连用于正交计数器电路对编码器产生的反馈脉冲信号进行计数;

串口控制电路,用于将串口设置为 RS-485 或 RS-422 方式。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于浮点 DSP 的伺服运动控制装置,其特征在于:所述 DSP 芯片采用 TI 公司 TMS320VC33 浮点数字信号处理器。

3. 根据权利要求 1 所述的一种基于浮点 DSP 的伺服运动控制装置,其特征在于:所述程序存储器电路采用 AM29F040 芯片。

4. 根据权利要求 1 所述的一种基于浮点 DSP 的伺服运动控制装置,其特征在于:所述正交计数器电路采用 LS7266 芯片。

5. 根据权利要求 1 所述的一种基于浮点 DSP 的伺服运动控制装置,其特征在于:所述双口 RAM 电路采用 IDT7130 芯片。

6. 根据权利要求 1 所述的一种基于浮点 DSP 的伺服运动控制装置,其特征在于:所述

板选控制电路由 54LS688 芯片和跳线器组成, 将 54LS688 芯片的 P 组 8 位输入口连接至 PC104 总线电路地址总线的 A12 ~ A19 端, Q 组 8 位输入口连接至 8 位跳线器, 将其输出信号 P = Q 连接至双口 RAM 电路。

一种基于浮点 DSP 的伺服运动控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于浮点 DSP 的伺服运动控制装置,主要用于惯性器件测试使用的转台系统角运动控制领域,以实现角位置、角速率、角振动等各种运动形式的控制。

背景技术

[0002] 伺服电机的输入输出包括对电机的位置反馈信息的获取和控制量的输出。目前电机的反馈类型主要集中为正交脉冲量反馈的编码器方式,而对电机的伺服控制中一般采用针对电机控制专用的定点 DSP 芯片作为控制器的 CPU,这类 DSP 的外设相当丰富,包括了数字编码器的接口和 PWM 接口,也有一些 A/D、D/A 接口,对于一般的场合的电机控制应用较为方便。但是对于高精度和要求进行负载运算的电机控制系统,若使用基于定点 DSP 作为 CPU 单元,在进行浮点规律的运算时很不方便,且容易造成运算数据的定长截止,从而产生误差。

发明内容

[0003] 本发明的技术解决问题是:克服现有技术的不足之处,提供一种基于浮点 DSP 的伺服电机控制装置,用于实现对伺服电机或步进电机的高精度运动控制。

[0004] 本发明的技术解决方案是:一种基于浮点 DSP 的伺服运动控制装置,包括 DSP 单元电路、DSP 电源电路、程序存储器电路、双口 RAM 电路、PC104 总线接口电路、板选控制电路、正交计数器电路、I/O 口扩展电路、伺服接口电路和串口控制电路;

[0005] DSP 电源电路为 DSP 单元电路提供 3.3V 和 1.8V 两路电源,为 PC104 总线接口电路提供 5V 电源;

[0006] DSP 单元电路,通过地址总线和数据总线与程序存储器电路、双口 RAM 电路、正交计数器电路、I/O 口扩展电路、串口控制电路相连接,DSP 单元电路读取双口 RAM 电路中的运动控制指令,并根据运动控制指令将运动控制指令的执行结果通过 PC104 总线接口电路或串口控制电路发送回上位机,DSP 单元电路接收正交计数器电路生成的步进脉冲控制量,DSP 单元电路根据步进脉冲控制量产生脉冲控制信号,脉冲控制信号由 DSP 单元电路的计数器端口发送至伺服接口电路;

[0007] 程序存储器电路,用于存储 DSP 单元电路的控制程序,工作时 DSP 单元电路按照固定的时序从程序存储器电路中读取控制程序指令并执行相应的操作;

[0008] 双口 RAM 电路,与 PC104 总线相连用于接收上位机发出的运动控制指令,DSP 单元电路读取写入双口 RAM 电路的运动控制指令,并根据运动控制指令执行相应的操作,DSP 单元电路将运动控制指令的执行结果写入双口 RAM 电路,上位机通过 PC104 总线接口电路将运动控制指令的执行结果进行读取,双口 RAM 电路的读写使能由板选控制电路进行控制;

[0009] PC104 总线接口电路,分别与双口 RAM 电路和上位机相连,用于将上位机发出的运动控制指令写入双口 RAM 电路,并由上位机通过 PC104 总线接口电路读取双口 RAM 中存储的运动控制指令执行结果;

- [0010] 板选控制电路,通过产生不同的地址编码控制双口 RAM 电路的读写使能;
- [0011] 正交计数器电路,用于对编码器反馈的两路正交信号进行计数产生对伺服电机的步进脉冲控制量,通过数据总线将步进脉冲控制量送至 DSP 单元电路;
- [0012] I/O 口扩展电路,与 DSP 单元电路相连用于扩展 DSP 单元电路的 I/O 接口;
- [0013] 伺服接口电路,与 DSP 单元电路的计数器端相连用于将 DSP 单元电路产生的脉冲控制信号传送至伺服电机驱动器,与 I/O 口扩展电路相连用于扩展 DSP 单元电路的 I/O 接口,与伺服电机驱动器相连用于对伺服电机进行控制,与编码器用于接收编码器产生的反馈脉冲信号,与正交计数器电路相连用于正交计数器电路对编码器产生的反馈脉冲信号进行计数;
- [0014] 串口控制电路,用于将串口设置为 RS-485 或 RS-422 方式。
- [0015] 所述 DSP 芯片采用 TI 公司 TMS320VC33 浮点数字信号处理器。
- [0016] 所述程序存储器电路采用 AM29F040 芯片。
- [0017] 所述正交计数器电路采用 LS7266 芯片。
- [0018] 所述双口 RAM 电路采用 IDT7130 芯片。
- [0019] 所述板选控制电路由 54LS688 芯片和跳线器组成,将 54LS688 芯片的 P 组 8 位输入连接至 PC104 总线电路地址总线的 A12 ~ A19 端,Q 组 8 位输入连接至 8 位跳线器,将其输出信号 P = Q 连接至双口 RAM 电路。
- [0020] 本发明与现有技术相比的优点是:采用本发明运动控制程序存储在程序存储器中,上电后 CPU 按照固定的时序自动从程序存储器中调用程序并执行,并按程序对其它部分电路进行操作,利用建立在浮点 DSP 上的软件可实现对光电编码器为反馈的交流伺服电机的高精度运动控制,包括角位置、角速率以及角振动等运动方式。可作为 PC104 总线下的扩展板使用,也可作为独立的运动控制器使用。通过将浮点 DSP 作为运动控制器的 CPU 单元,可执行硬件浮点乘法和除法运算,运算速率比定点的 DSP 大为提高。该装置控制实时性强,扩展灵活,控制系统的控制精度高,可应用于惯导测试设备领域的转台系统、伺服平台以及机器人等要求精确角运动控制的领域。

附图说明

- [0021] 图 1 是本发明的电路原理框图。
- [0022] 图 2 是本发明的软件流程图。

具体实施方式

- [0023] 如图 1 所示,本发明由 DSP 单元电路、DSP 电源电路、程序存储电路、双口 RAM 电路、PC104 总线接口电路、板选控制电路、正交计数器电路、I/O 口扩展电路、伺服接口电路、串口控制电路组成。
- [0024] DSP 电源电路为 DSP 单元电路提供 3.3V 和 1.8V 两路电源,为 PC104 总线接口电路提供 5V 电源;
- [0025] DSP 单元电路,通过地址总线 and 数据总线与程序存储器电路、双口 RAM 电路、正交计数器电路、I/O 口扩展电路、串口控制电路相连接进行信息交换,DSP 单元电路产生的脉冲信号通过计数器端经伺服接口电路传送至伺服电机驱动器;DSP 单元是整个装置的核心

心,所有对硬件的选通、读写、控制,都要通过 DSP 单元来实现。DSP 单元电路对其它电路的操作,都是通过地址总线、数据总线、和控制总线完成的。TCLK0 即为 DSP 芯片中的“计数器 0”,用于产生伺服电机驱动器需要的脉冲信号,伺服接口电路作为 DSP 单元电路中 TCLK0 端与伺服电机驱动器直接的接口。

[0026] 程序存储器电路,用于存储 DSP 单元电路的控制程序,本发明工作时 DSP 单元电路按照固定的时序从程序存储器电路中读取控制程序指令并执行相应的操作;

[0027] 双口 RAM 电路,与 PC104 总线相连用于接收上位机发出的运动控制指令并将其从写入内存, DSP 单元电路读取写入内存的运动控制指令,并根据运动控制指令执行相应的操作, DSP 单元电路将运动控制执行结果写入双口 RAM,上位机再通过 PC104 总线接口电路将该信息进行读取,双口 RAM 电路的读写使能由板选控制电路进行控制;DSP 和上位机通过双口 RAM 交换的信息主要是两类:一类是上位机将某个轴的指令信息(工作方式、位置、转速等)写入双口 RAM, DSP 单元电路再从双口 RAM 中读取;第二类是 DSP 将本轴的实际信息(实际位置、实际转速等)写入双口 RAM,上位机再从双口 RAM 中读取,已知道该轴的实际信息。由于上位机可能需要同时控制多个轴,而这些轴的控制(即本装置)都是连接在一个 PC104 总线上的,那么上位机怎么分别对某个轴操作呢?这就需要每个双口 RAM 事先定义一个地址,上位机在发送指令的时候,都要先指明地址(即该指令是发给谁的),当某个双口 RAM 发现指令的地址和自己一致时,就知道是给自己的,否则就不予理睬。上位机读取轴状态也是同样的道理,根据地址,就知道它读的是哪个轴的状态。

[0028] PC104 总线接口电路,分别与双口 RAM 电路和上位机相连,用于将上位机发出的运动控制指令写入双口 RAM 电路,并由上位机读取双口 RAM 中存储的运动控制执行结果;PC104 总线接口电路是本装置与上位机的接口,它的物理实质就是 104 根插针,这是一种国际标准的 PC104 总线,把自己的电路板做成这样的形式,就可以和其它具有 PC104 总线接口的设备互联进行数据传输。插针上的数据总线和地址总线与双口 RAM 的输出端相连,电源口和电源电路相连。

[0029] 板选控制电路,通过产生不同的地址编码控制双口 RAM 电路的读写使能;片选电路由硬件组成,通过 8 位拨盘可确定本块板的地址,上位机的发送的地址与本板相同时,板选电路输出一个低电平,选通双口 RAM 的 CE_r 信号,后面的数据就能进入本板的双口 RAM;当地址不一致时输出高电平,不选通双口 RAM,后面的数据就不能进入本板的双口 RAM。

[0030] 正交计数器电路,用于对编码器反馈的两路正交信号进行计数,并通过数据总线将计数结果送至 DSP 单元电路;

[0031] I/O 口扩展电路,与 DSP 单元电路相连用于扩展 DSP 单元电路的 I/O 接口,运动控制系统中,经常要用到许多的 I/O 口,用于读入/输出一些开关量,如输出驱动器使能信号,读入驱动器错误指示信号等。读入/输出这些信号都要通过 DSP 来执行,而 DSP 本身的 I/O 口又十分有限,因此使用 I/O 口扩展电路,可以增加 I/O 口(通过 8255 可将 8 个为口扩展为 24 个)。

[0032] 伺服接口电路,与 DSP 单元电路的计数器端相连用于将 DSP 单元电路产生的脉冲信号传送至伺服电机驱动器,与 I/O 口扩展电路相连用于将 DSP 单元电路产生的控制信号输出至伺服电机驱动器,与伺服电机驱动器相连用于对伺服电机进行控制,与编码器用于接收编码器产生的反馈脉冲信号,与正交计数器电路相连用于正交计数器电路对编码器产

生的反馈脉冲信号进行计数;编码器产生的反馈信号为两路正交的脉冲信号,其频率值对应于电机的实际转速值,该信号也通过伺服接口电路引入本装置,由正交计数电路对其计数,便可知实际的转速值。伺服接口电路不直接连至电机,而是连至伺服电机驱动器,伺服电机驱动器不仅是电机的功率输出器件,本身中也有一些电路。

[0033] 串口控制电路,用于将串口设置为 RS-485 或 RS-422 方式。串口的作用与双口 RAM 电路是一样的,只不过双口 RAM 电路的数据交换速度要高的多。

[0034] DSP 单元电路按照程序不断执行上述伺服控制周期,可达 0.2ms 的伺服更新周期,从而实现了电机轴的高精度伺服控制。此外,DSP 单元还可根据上位机指令,通过扩展 I/O 口写入或读取有关的开关量,如电机使能信号、轴角零位信号等。若作为 PC104 总线下的扩展板使用,本装置可通过 PC104 总线多套并联,并根据板选控制电路将每块板设置为不同的地址,可实现同时对最多 256 个电机的控制。若作为完整独立的运动控制器使用时,可通过串口发送向本装置发送指令。

[0035] DSP 单元电路包括 DSP 芯片及晶振电路、复位电路、总线缓冲器等外围电路。DSP 芯片采用 TI 公司 TMS320VC33 浮点数字信号处理器,它通过 24 位的地址总线、32 位的数据总线和相应的控制总线控制装置的其它部分电路。

[0036] DSP 电源电路由 DSP 双电压源电路 TPS76D318 构成,能提供 DSP 单元工作所需的 3.3V 和 1.8V 两路电源。

[0037] 程序存储器电路由 AM29F040 芯片构成,它具有 512K 的 8 位 Flash 存储器,可将 DSP 的控制程序下载到其中,并可反复多次擦写。将 AM29F040 芯片的 19 位地址总线接到 DSP 单元地址总线的低 19 位,将其 8 位数据总线接到 DSP 单元数据总线的低 8 位。

[0038] 双口 RAM 电路由 IDT7130 芯片构成,其 L 口地址总线接 DSP 单元地址总线的低 10 位,数据总线接 DSP 单元数据总线的低 8 位;R 口的地址总线接 PC104 总线的地址总线的低 10 位,数据总线接 DSP 单元数据总线的低 8 位;双口 RAM 电路从 PC104 总线接收上位机发出的运动控制指令,并将其从 R 口写入内存,DSP 单元电路从 L 口读取指令,并根据程序执行相应的操作;同时,DSP 将轴的状态信息通过 L 写入双口 RAM,上位机再将该信息从 R 口读取。

[0039] PC104 总线接口电路由标准 0.1 英寸 PC104 总线插针构成,并将 +5V 电源引入 DSP 电源电路的 1IN、2IN 输入端,作为 DSP 双电源的输入。

[0040] 板选控制电路由 54LS688 芯片和跳线器组成,将其 P 组 8 位输入口连接至 PC104 总线地址总线的 A12 ~ A19 端,Q 组 8 位输入口连接至 8 位跳线器,将其输出信号 P = Q 连接至双口 RAM 电路 4 的 CEr 端。通过对跳线器的设置可设定本块板卡的地址编码,当在 PC104 总线上有多个相同的运动控制板卡控制多个轴时,可将各板卡设置成不同的地址编码。当 PC104 的上位机对某个轴发出控制指令前,必须先发出该轴对应板卡的地址编码信号,当该地址编码与对应板卡的地址跳线器预设的地址相同时,通过该板的 P = Q 信号开通双口 RAM 电路的 CEr 端,对应轴的板卡才能收到相应的运动控制指令。

[0041] 正交计数器电路由 LS7266 芯片构成,其 8 位数据总线接到 DSP 单元数据总线的低 8 位,2 位地址总线接到 DSP 单元数据总线的低 2 位。XA、XB 信号接伺服接口电路 9 的 XA、XB 信号,可对编码器反馈的两路正交信号进行计数,并通过数据总线送 DSP 单元。

[0042] I/O 口扩展电路由 8255 芯片构成,其 8 位数据总线接到 DSP 单元数据总线的低 8

位,2 位地址总线接到 DSP 单元数据总线的低 2 位。8 位 PA 口、PB 口、PC 口分别接伺服接口电路 9 的 I/00 ~ I/023 端;通过对 8255 芯片写控制字的方式,将伺服接口电路 9 的 24 个 I/O 端口任意设置为输出或输入方式,在默认情况下,本装置 I/00 ~ I/07 为设置为输入方式,I/08 ~ I/023 为输出方式。

[0043] 伺服接口电路由单排 40 脚标准插针构成,其一端接编码器反馈信号和用户 I/O 口,另一端接正交计数器电路 7 和 I/O 口扩展电路 8,可将编码器反馈信号和用户 I/O 信号引入系统;CT0 端接 DSP 单元 1 的 TCLK0 端,作为伺服电机驱动器的脉冲控制信号输出端,使用 I/016(由 8255 的 PC0 输出)作为伺服电机驱动器的方向控制信号,使用 I/017(由 8255 的 PC1 输出)作为伺服电机驱动器的使能控制信号。

[0044] 串口控制电路由 16C550 芯片光耦 6N137 芯片和串口驱动芯片 MAX485 芯片构成。16C550 芯片的 8 位数据总线接到 DSP 单元数据总线的低 8 位,2 位地址总线接到 DSP 单元数据总线的低 2 位,并可通过对 MAX485 的输出进行跳线的方式将串口设置为 RS-485 或 RS-422 方式。

[0045] 如图 2 所示,上位机的运动控制指令通过 PC104 总线或串口发送给 DSP 单元电路,DSP 单元电路根据运动控制指令的类型(角位置、角速率或角振动)执行相应的控制子程序。在每种子程序中,CPU(DSP 单元电路吗)以 5kHz 的速率通过正交计数器采集一次当前轴角的位置信息(编码器反馈信号),然后与指令值比较,根据控制算法计算出对伺服电机的步进脉冲控制量,并将其转换为计数值,写入到正交计数器的 TCLK0 中。计数器 TCLK0 按照计数值对晶振电路输出的基准脉冲信号进行计数,计算值满后改变输出电平,从而输出所要求频率的方波信号。此方波信号通过伺服接口电路发送给伺服电机驱动器,驱动电机按相应速率转动。同时,DSP 单元还不断将当前的轴位置、速率等信息通过 PC104 总线或串口发送回上位机。至此完成一个伺服控制周期。

[0046] 当作为 PC104 总线下的扩展板使用时,可通过 PC104 总线接口电路直接与上位机 PC104 计算机相连,上位机通过 PC104 总线对本装置写入电机运动指令并读取电机状态参数;当作为完整独立的运动控制器使用时,可通过串口控制电路直接与上位机 PC104 计算机相连,上位机通过 RS-485 或 RS-422 串口对本装置写入电机运动指令并读取电机状态参数。

[0047] 本发明未详细描述内容为本领域技术人员公知技术。

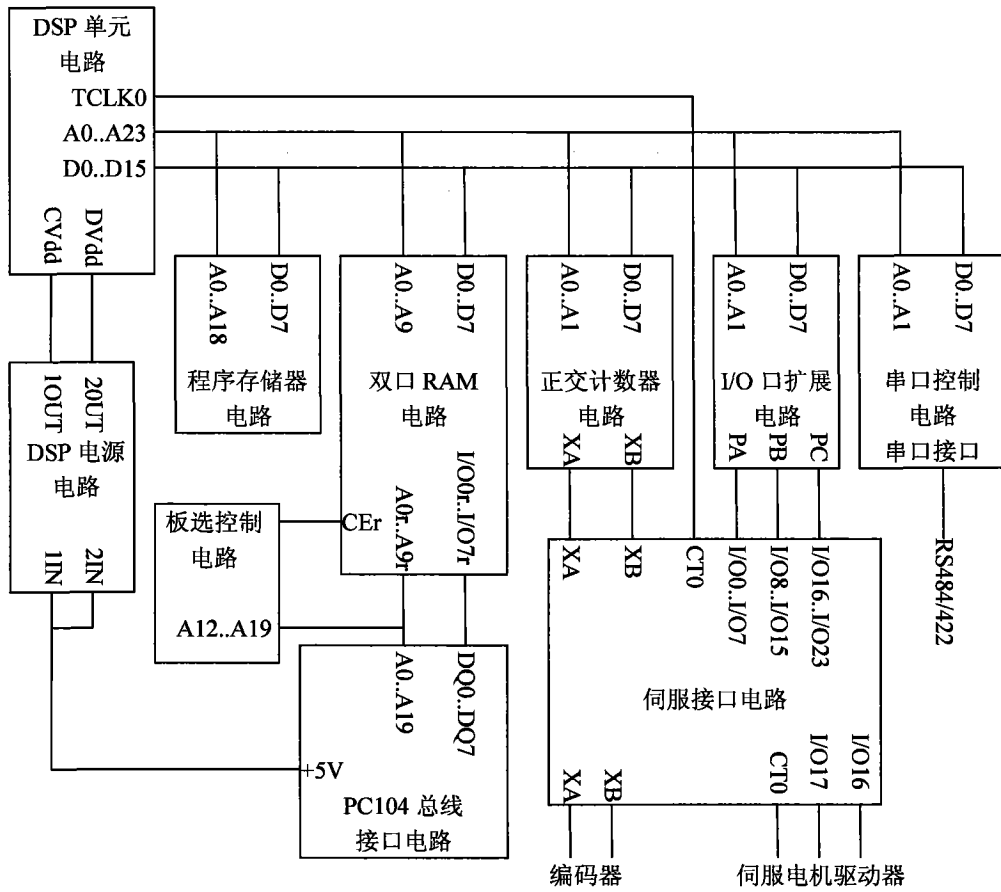


图 1

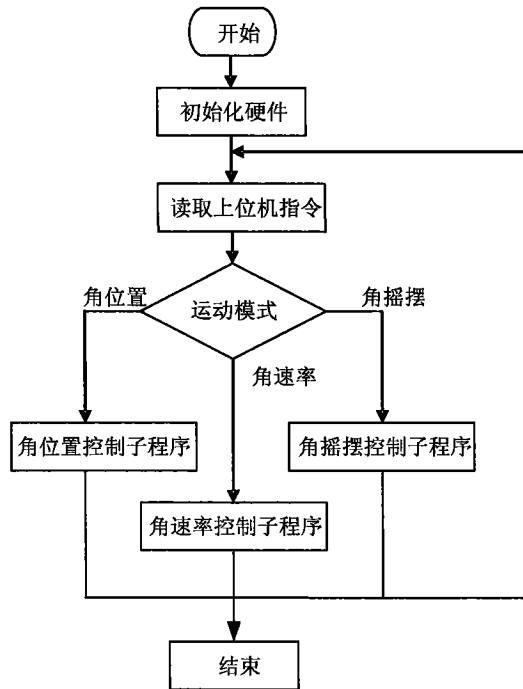


图 2