



1. 一种快速同步扫描控制装置,其特征在于:包括单片机控制模块(1)、通信模块(2)、轴向扫描模块(3)、通道选择模块(4);其中,

单片机控制模块(1)通过通信模块(2)与计算机(6)进行交互,接收快速同步扫描控制装置运行参数并反馈装置运行状态给计算机(6);

单片机控制模块(1)通过轴向扫描模块(3)向信号采集设备(9)的轴向运动设备(7)发出指令,使其到达上述运行参数指定的位置;

单片机控制模块(1)通过通道选择模块(4)向信号采集设备(9)的激光波长选择设备(8)发出指令,使其选择激光参数;

单片机控制模块(1)接收信号采集设备(9)发出的同步信号。

2. 根据权利要求1所述的快速同步扫描装置,其特征在于所述的通信模块接口是标准通信接口。

3. 根据权利要求1所述的快速同步扫描装置,其特征在于所述的轴向扫描模块(3)包括具有模拟电压输出控制接口和数模转换器(12),所述数模转换器(12)将单片机控制模块(1)输出的扫描位置数字信号转换为模拟电压信号,通过所述模拟电压输出控制接口输出,以控制轴向运动设备(7)定位。

4. 根据权利要求1所述的快速同步扫描装置,其特征在于所述的通道选择模块(4)对指定的一路或多路通道输出TTL电平信号或模拟电压信号。

5. 根据权利要求1所述的快速同步扫描装置,其特征在于所述的激光波长选择设备(8)为声光可调谐器或声光调制器。

6. 根据权利要求1所述的快速同步扫描装置,其特征在于所述的同步信号为TTL信号。

7. 根据权利要求1所述的快速同步扫描装置,其特征在于所述的信号采集设备为任意能够发出用于指示同步的TTL信号的设备。

## 一种快速同步扫描控制装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种快速同步扫描控制装置,该装置能够实现 CCD 成像与激光快速波长切换及轴向快速扫描的同步。该装置可应用于显微成像或光谱分析领域。

### 背景技术

[0002] 在显微成像或光谱分析领域,需要快速切换激光波长去激发样品,同时需要进行 X、Y、Z 轴的三维扫描。比如在激光共聚焦显微系统或全内反射显微成像系统中,经常会在细胞内转入多种荧光蛋白,这就需要不同波长的激光去激发细胞内的荧光蛋白使其发射荧光,同时还要对细胞进行 Z 轴扫描,以获取细胞内各个层面的信息。因此激光切换的速度越快,Z 轴扫描的速度越快,就能够获得越高的采样频率及越高频率的细胞信息,这对生命科学的研究是很有价值的。

[0003] 在实际应用中,实现激光波长切换和 Z 轴扫描同步采样的方式主要分为两种,一种是软件同步控制,另一种是硬件同步控制。软件同步控制方式是在应用程序中通过对程序执行流程进行安排,以达到波长切换和 Z 轴扫描与采样的同步控制,这种方式的优点是实现简单和控制方便,仅通过修改程序代码就能够实现不同的控制方式,但是它的缺点是激光切换的速度受到操作系统对事件和进程的响应时间、应用程序与操作系统的交互时间及应用程序与底层硬件的通信时间等多方面不可控因素的影响,因此波长切换和 Z 轴扫描的速度不能达到很高,而且严格同步也很困难,如果用 100ms 的时间曝光采样,平均采样速率一般约为 200ms/ 帧。另一种硬件同步控制方式与软件控制方式相比,能够获得更高速度,例如,目前市面上的扫描装置用 100ms 的时间曝光采样,采用硬件同步控制,平均采样速率一般约为 150ms/ 帧。在实际使用中,不断提高采样频率以获得更高频率的细胞信息具有非常重要的意义。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种快速同步扫描控制装置,以提高现有技术中激光采样频率。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供的快速同步扫描控制装置,包括单片机控制模块 1、通信模块 2、轴向扫描模块 3、通道选择模块 4;其中,

[0006] 单片机控制模块 1 通过通信模块 2 与计算机 6 进行交互,接收扫描控制装置运行参数并反馈装置运行状态给计算机 6;

[0007] 单片机控制模块 1 通过轴向扫描模块 3 向信号采集设备 9 的轴向运动设备 7 发出指令,使其到达上述运行参数指定的位置;

[0008] 单片机控制模块 1 通过通道选择模块 4 向信号采集设备 9 的激光波长选择设备 8 发出指令,使其选择激光参数;

[0009] 单片机控制模块 1 接收信号采集设备 9 发出的同步信号。

[0010] 所述通信模块接口是标准通信接口,如:RS232 或 USB 通信接口。

[0011] 所述的轴向扫描模块 3 包括具有模拟电压输出控制接口和数模转换器 12, 所述数模转换器 12 将单片机控制模块 1 输出的扫描位置数字信号转换为模拟电压信号, 通过所述模拟电压输出控制接口输出, 以控制轴向运动设备 7 定位。

[0012] 所述的通道选择模块 4 对指定的一路或多路通道输出 TTL 电平信号或模拟电压信号。

[0013] 所述的激光波长选择设备 8 为声光可调谐器 (Acousto-Optic Tunable Filter, AOTF) 或声光调制器 (Acousto-Optical Modulator, AOM)。

[0014] 所述的同步信号为 TTL 信号。

[0015] 所述的信号采集设备为任意能够发出用于指示同步的 TTL 信号的设备。

[0016] 本发明提供的快速同步扫描控制装置可以在现有信号采样设备的基础上, 采用单片机为核心, 形成扫描控制系统, 其采样速率几乎能达到接近极限的激光波长切换速度和轴向扫描速度。如果用 100ms 的时间曝光采样, 平均采样速率达到 101.74ms/ 帧。

#### 附图说明

[0017] 图 1 是本发明的扫描控制装置结构框图。

[0018] 图 2 是单片机控制模块的结构框图。

[0019] 图 3 是通信模块的结构框图。

[0020] 图 4 是轴向扫描模块的结构框图。

[0021] 图 5 是通道选择模块的结构框图。

[0022] 图 6 是单片机主程序执行流程图。

[0023] 图 7 是单片机串口中断程序执行流程图。

[0024] 图 8 是单片机外部中断程序执行流程图。

[0025] 图中主要组件符号:

[0026] 1- 单片机控制模块, 2- 通信模块, 3- 轴向扫描模块, 4- 通道选择模块, 5- 同步信号, 6- 计算机, 7- 轴向运动设备, 8- 激光波长选择设备, 9- 信号采集设备。

#### 具体实施方式

[0027] 以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。

[0028] 如图 1 所示, 是本发明的扫描控制装置结构框图。其中, 以单片机控制模块 1 为核心, 其通过通信模块 2 与计算机 6 交互信息, 根据计算机 2 发送来的运行参数和指令控制信号采集设备 9 的各个部件。单片机控制模块 1 通过轴向扫描模块 3 与信号采集设备 9 的轴向运动设备 7 相连, 并控制该轴向运动设备 7 按照计算机发送的运行参数移动到指定的扫描位置; 通过通道选择模块 4 与激光波长选择设备 8 相连, 控制该激光波长选择设备 8 按照运行参数选择扫描的激光波长或强度等参数。单片机控制模块 1 同时还接收来自信号采集设备 9 的同步信号 5。

[0029] 如图 2 所示, 为本实施例的单片机控制模块 1 的结构图。该模块以单片机 10 作为控制核心, 单片机控制模块 1 通过通信模块 2 将单片机 10 和计算机 6 相连, 主要用于计算机 6 与单片机 10 的通信协议转换, 实现单片机与计算机之间的双向数据通信交互。单片机 10 与轴向扫描模块 3 之间进行数模转换数据和数模转换控制信号的交互; 与通道选择模块

8 进行通道选择信号的交互 ; 同时从信号采集设备 9 接收同步 TTL (Transistor-Transistor Logic) 信号。

[0030] 如图 3 所示, 为通信模块 2 的结构图。该模块的核心是通信接口 11, 该接口可以是 RS232, 也可以是 USB 或其他标准的通信接口, 负责完成计算机端和单片机端之间的通信。

[0031] 如图 4 所示, 为本发明轴向扫描模块 3 的结构图。轴向扫描模块 3 与单片机控制模块 1 和轴向运动设备 7 相连, 主要用于接收单片机控制模块 1 的控制信号和数据, 在控制信号的控制下, 轴向扫描模块 3 将数据转换成轴向运动设备 7 的控制信号, 传送给轴向运动设备 7, 完成对其的控制, 实现轴向位置的精确定位。该模块以模数转换器 12 为核心, 单片机控制模块 1 发送的数据通过锁存寄存器 14 给模数转换器 12, 单片机控制模块 1 发送的控制信号经扫描缓冲 13 后控制数模转换器 12 工作。单片机控制模块 1 控制模数转换器 12 根据传送过来的数据转化并输出相应的模拟电压信号, 控制轴向运动设备 7 的移动位置。在这里, 采用 E-662 Physik Instrumente, Germany 作为轴向运动设备 7。该设备有两种控制方式, 一种是串口发送命令控制, 另一种是通过输出 0 ~ 10V 的电压进行控制。软件控制一般采用串口方式, 这种方式的速度比直接输出电压方式慢, 因此在实施例 1 中采用轴向扫描模块 3 输出 0 ~ 10V 的电压去控制轴向运动设备 7。

[0032] 本发明的通道选择模块 4 的结构图, 如图 5 所示。通道选择模块 4 与单片机控制模块 1 和激光波长选择设备 8 相连, 主要用于接收单片机的通道编码, 并将其转换成对激光波长选择设备 8 的控制。激光波长选择设备 8 可用于同时选通或切换不同波长的激光。单片机控制模块 1 发出的通道编码信号经解码缓冲 15 后进入解码器 16。通道编码信号经解码器 16 解码后产生通道选择信号, 通道选择信号控制多路开关 17 选通相应的通道, 在运行参数指定的通道输出光强控制信号。而输出光强控制信号的强度由多路光强控制信号来控制。多路光强控制信号可以选择一路或多路 TTL 光强控制信号或模拟光强控制信号, 由 TTL 或模拟选择信号控制多路开关 18 来选择。在本实施例中所采用的激光波长选择设备 8 为 AOTF 或 AOM, 这里以 AOTFOPTO-ELECTRONIC, France 生产的 AOTF 为例进行说明。该设备有两种控制方式, 一种是通过串口发送命令控制, 另一种是通过输出 TTL 电平或模拟电压进行控制, 软件控制一般采用串口方式, 这种方式的速度比直接输出电平或模拟电压方式慢, 因此本实施例 1 中采用了通道选择模块 4 输出 TTL 电平去控制激光波长选择设备 8 或采用控制模拟电压输出去控制激光波长选择设备 8。

[0033] 本实施例中所采用的同步信号 5 为 TTL 信号, 信号采集设备 9 可以为任意能够发出用于指示同步的 TTL 信号的设备, 将 TTL 信号输入单片机控制模块 1 中, 用于协调控制轴向运动设备的运动和激光波长及运行参数的选择。

[0034] 本发明实现扫描控制的过程如下 :

[0035] 本发明以单片机控制模块 1 为核心, 该模块与通信模块 2、轴向扫描模块 3 和通道选择模块 4 相连, 完成对这些模块输入输出的控制, 同时接收来自采集设备 9 的同步信号, 完成各个模块和设备的同步控制。

[0036] 首先由计算机 6 将应用程序中轴向位置或通道选择的设置和读取等操作指令, 以通信命令的方式发送给单片机控制模块 1, 该模块内的程序接收到指令后, 对指令进行解析, 将扫描参数存储在单片机 10 内, 并通过轴向控制模块 3 或通道选择模块 4 对相应的设备进行设置。当单片机控制模块 1 将扫描起始位置、终止位置、扫描步长、通道号等参数设

置好后,并且收到计算机6发送过来的启动命令后,单片机控制模块1即可控制轴向运动设备7和激光波长选择设备8按照预先设定的扫描方式进行扫描。在启动采集后,采集设备9发送过来的同步信号的下跳沿会触发单片机控制模块1的外部中断程序,在该外部中断处理程序中,单片机控制模块1同步地进行轴向步进或波长选择,控制激光波长切换和轴向扫描。由于该同步操作在外部中断程序中进行,因此延时很短,几乎可以达到极限的轴向扫描和波长切换速度。

[0037] 单片机控制模块1内的程序流程图如图6所示。当扫描控制系统启动后,单片机控制模块1会等待计算机6发送过来的串口命令,当计算机6将串口命令发送过来时,单片机控制模块1会执行串口中断程序,将命令字符存储在单片机的RAM(Random Access Memory)中,直到遇到命令结束标志字符,表示数据接收完成,进入解码命令的步骤,否则回到接收串口命令的步骤,继续接收串口命令。命令接收完成后,单片机就对命令进行解析,并判断命令的类型,若该命令为参数命令,则将解析数据,并分别将其存储到相应的扫描起始位置、终止位置、步长、通道号等变量中;若该命令为启动命令,则设置启动标志并启动扫描控制装置运行。

[0038] 单片机是通过外部中断信号产生外部中断,在中断程序中对轴向运动设备7和激光波长选择设备8进行控制。因此采集数据时,采集设备9发出的TTL同步信号会触发单片机的外部中断,此时若设置了启动标志,单片机就会控制轴向运动设备7和激光波长选择设备8同步工作。单片机一直处于循环待机状态等待外部信号,若是计算机发送过来串口命令,则进入串口中断程序,对命令进行解析;若是外部中断信号,则进入外部中断程序,对轴向运动设备7和激光波长选择设备8进行同步控制,而是否开始采集数据则由计算机进行控制。

[0039] 当系统开始采集数据时,信号采集设备9发出的TTL同步信号会触发单片机控制模块1的外部中断程序。此时,单片机控制模块1就按照预先设定的方式进行相应波长切换和轴向扫描。在接收完参数命令时,单片机就解析出了扫描起始位置、终止位置、步长、通道号等数据,并将这些参数保存在RAM中。在数据采集开始时,单片机先从RAM中读出扫描起始位置作为当前位置,并将该值通过单片机的I/O端口输出给轴向控制模块3,轴向控制模块3中的模数转换器输出模拟电压控制轴向运动设备7,轴向运动设备7将根据模拟电压的大小转换成相应的位置进行定位。在以后的每一次外部中断中,当前位置值都会累加一次步长,同时将该值输出给轴向控制模块3来控制轴向运动设备7的位置。当当前位置累加到终止位置时,则又将当前位置设置为起始位置,重复以上步骤。对激光波长选择设备8的控制则是通过单片机的I/O输出给通道切换模块4来完成,如单片机的I/O与每个通道进行对应,若单片机的I/O输出高电平,则相应的通道打开,对应于该通道的激光就能通过;相反,若单片机的I/O输出低电平,则相应的通道关闭,对应于该通道的激光关闭。在实际应用中,一般常用两种工作模式,一种称为“位置优先”,意思是轴向控制模块3控制轴向运动设备7从起始位置到终止位置循环一次,通道切换模块4控制激光波长选择设备8切换一次激光波长;另一种称为“通道优先”,意思是通道切换模块4控制激光波长选择设备8将所有激光波长切换一轮(就是指每个通道都打关闭一轮),轴向控制模块3控制轴向运动设备7增加一个步长,如此循环。

[0040] 上述过程中,单片机控制模块1的程序开启了两个中断程序,一个是串口中断程

序,一个是外部中断程序。如图 7 所示,为串口中断程序的流程图。在进入串口中断程序后,首先判断该命令是否为有效字符,就是将命令的第一个字符与预先定义的字符进行比较,若该字符与其中一个预定义的字符相同,则为有效字符,否则为无效字符。如果是有效字符,就表示后面发送过来的是有效的命令字符,单片机需要将后面的接收到的命令字符存储在一个数组中,同时结束该串口中断程序,返回主程序,等待接收下一个命令字符;如果不是有效字符,则不进行存储,直接结束该串口中断程序,返回主程序,使单片机处于循环待机状态。

[0041] 外部中断过程的流程图如图 8 所示,首先判断是否启动扫描,就是看是否设置了启动命令,如果没有就直接结束外部中断程序,返回主程序,使单片机处于循环待机状态;如果启动扫描,则继续判断是否需要切换波长,如果需要切换波长,则输出信号给通道切换模块 4 控制激光波长选择设备 8 进行激光波长切换;然后再继续判断是否进行轴向扫描,如果需要进行轴向扫描,则将当前位置累加一个步长,并输出信号给轴向扫描模块 3 控制轴向运动设备进行定位。当该过程完成后,外部中断程序结束,返回主程序,使单片机处于循环待机状态,等待下一次中断。如此循环,直到采集过程结束,采集设备 9 不再发出同步信号,单片机也就不会再执行外部中断程序去控制轴向运动设备 7 和激光波长选择设备 8,此时单片机又回到循环待机状态,等待下一次采集的开始。

[0042] 本发明提供的快速同步扫描控制装置可以在现有信号采样设备的基础上,采用单片机为核心,形成扫描控制系统,其采样速率几乎能达到接近极限的激光波长切换速度和轴向扫描速度。如果用 100ms 的时间曝光采样,平均采样速率达到 101.74ms/帧。

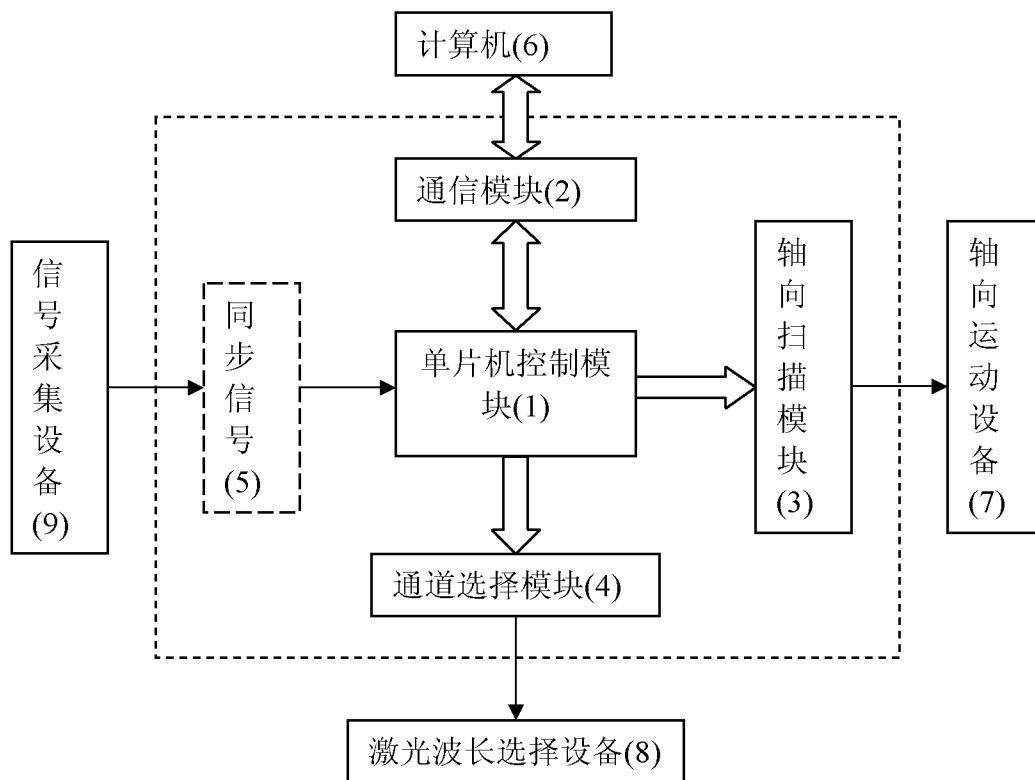


图 1

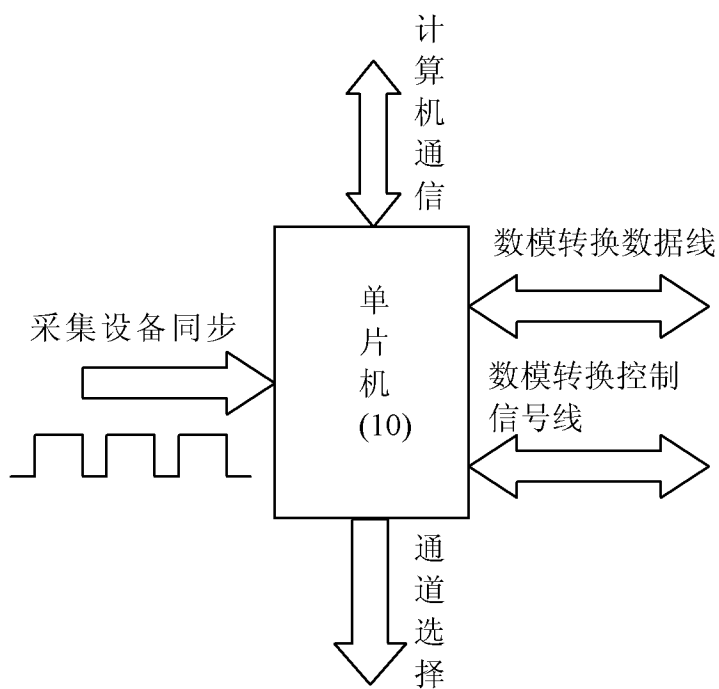


图 2



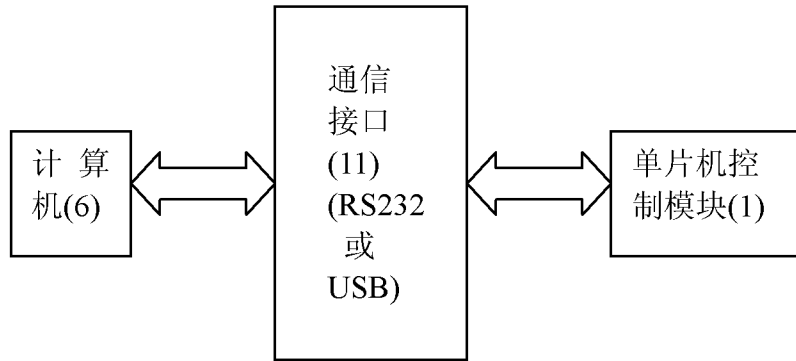


图 3

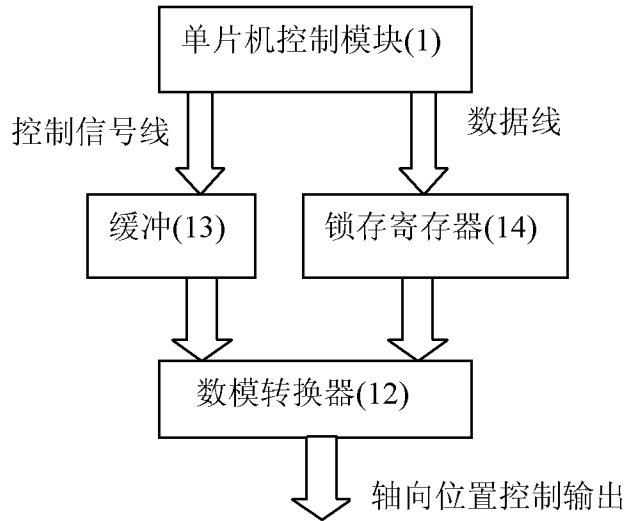


图 4

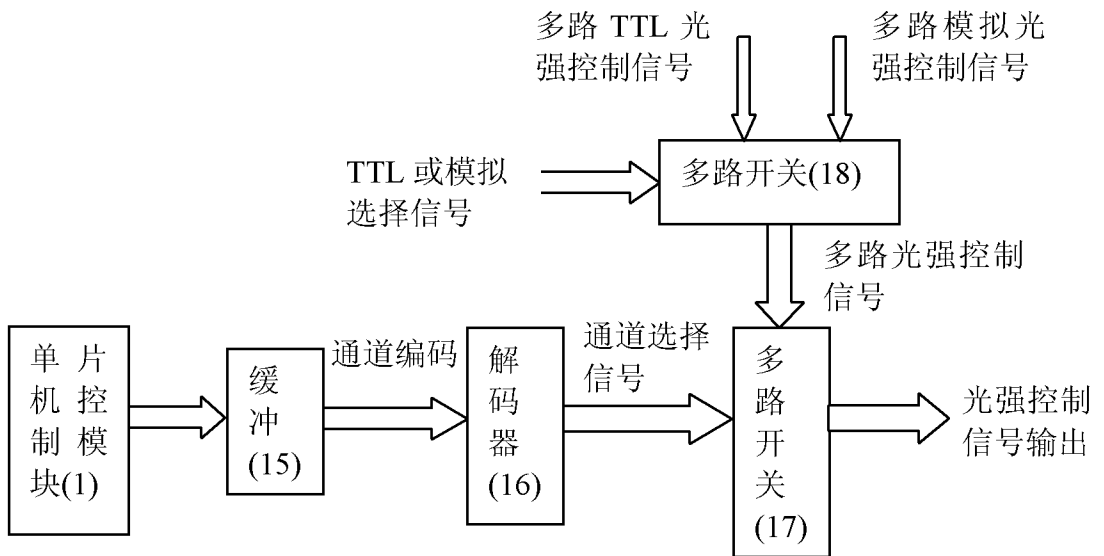


图 5

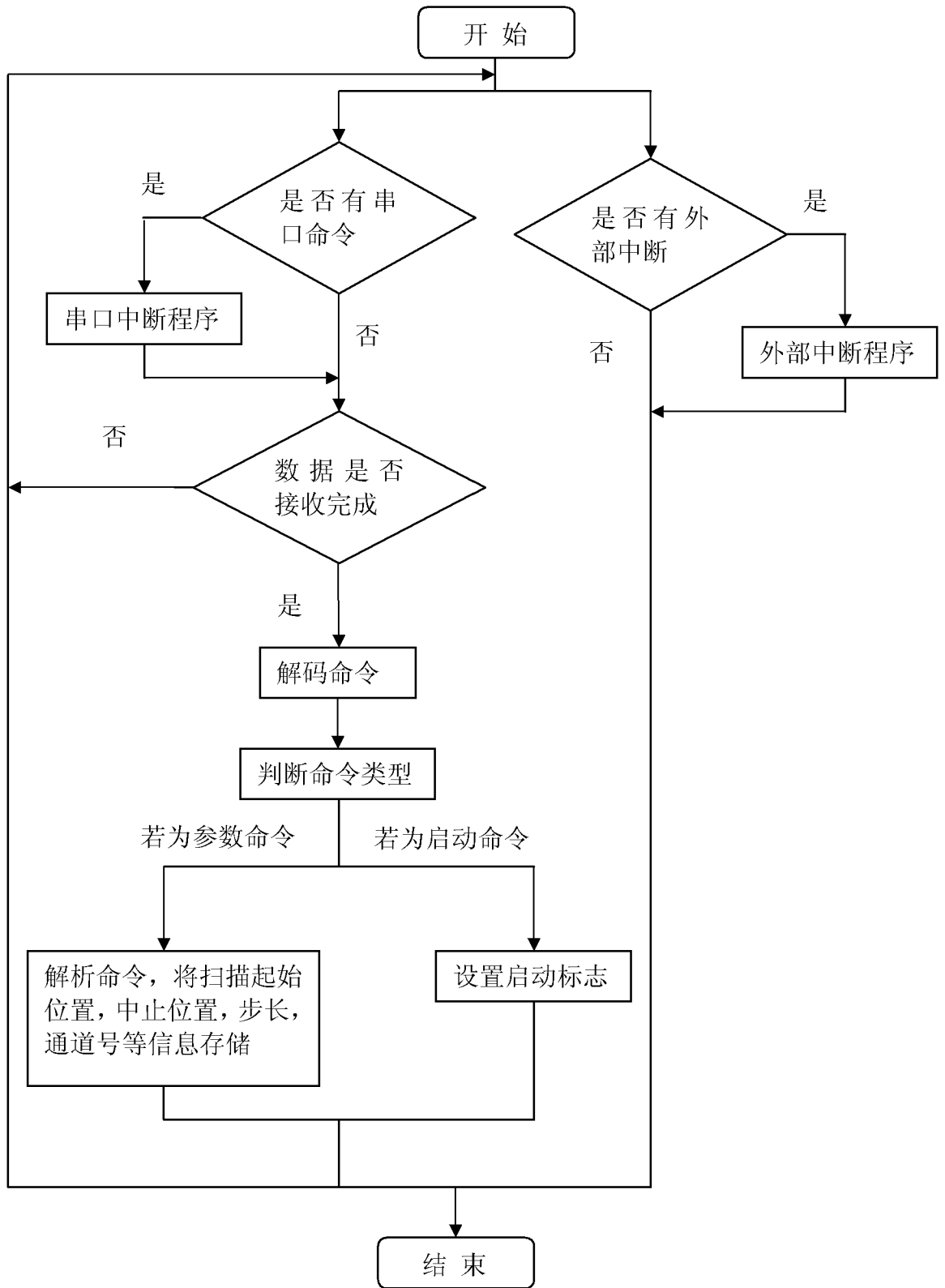


图 6

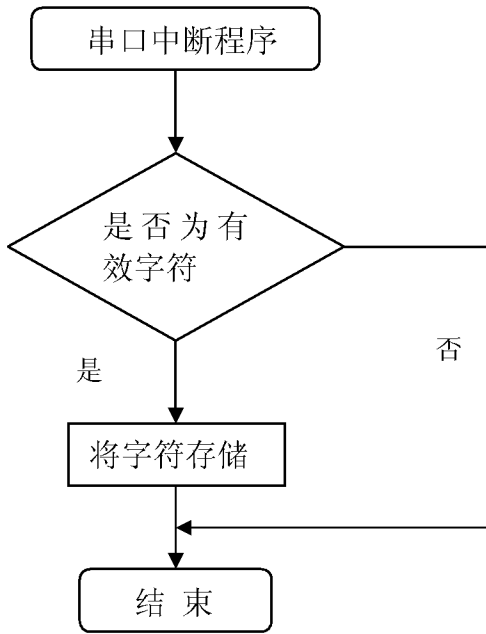


图 7

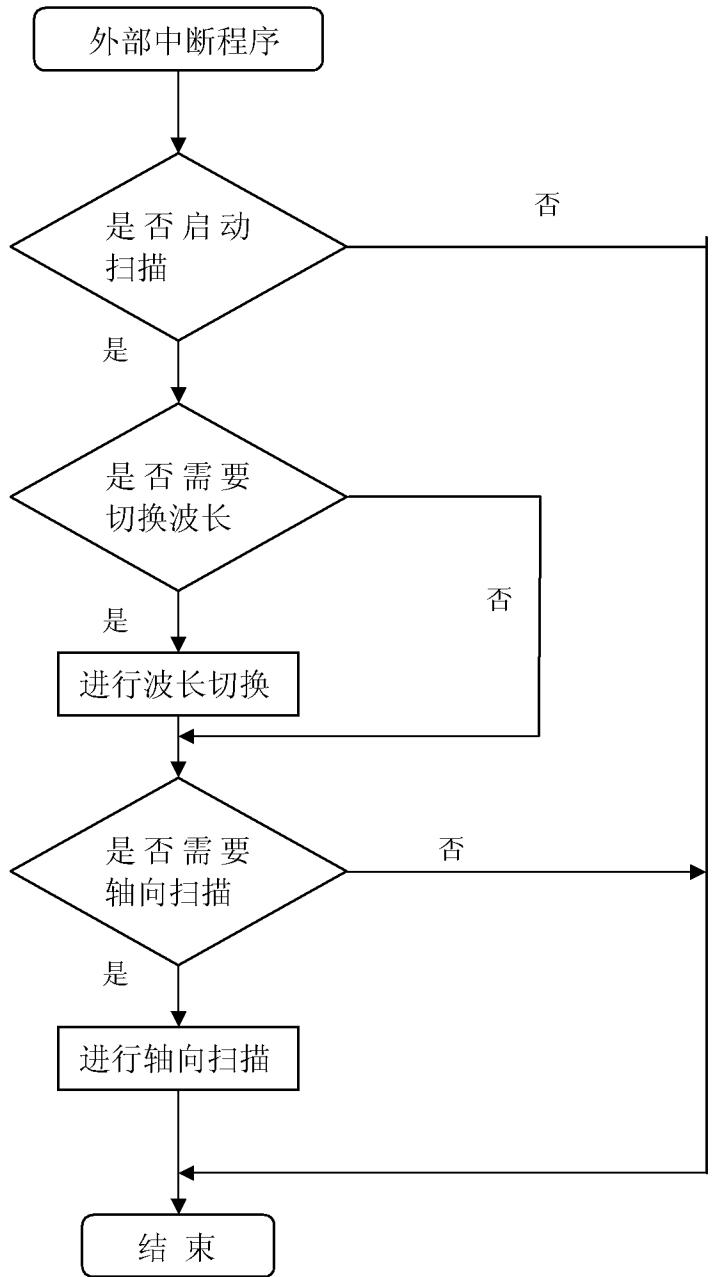


图 8