

ARM开放项目——多功能可调数字时钟

张浩宇 522031910129

一、 项目简介

本项目预期实现一个多功能可调数字时钟，具有以下基本功能：

1. 时钟功能：在数码管显示时间，并可以调整时间；
2. 闹钟功能：可以设定闹钟，到时间后会响铃；
3. 秒表功能：可以计时，并在数码管显示计时时间。

二、 功能设计

该时钟具有四种模式：普通模式、时间设置模式、闹钟设置模式和秒表模式。按键USR_SW1和USR_SW2为交互按键，按下按键以进行各种操作，且按下时伴有蜂鸣器音，LED_M0 LED_M3为状态指示灯。如图1。

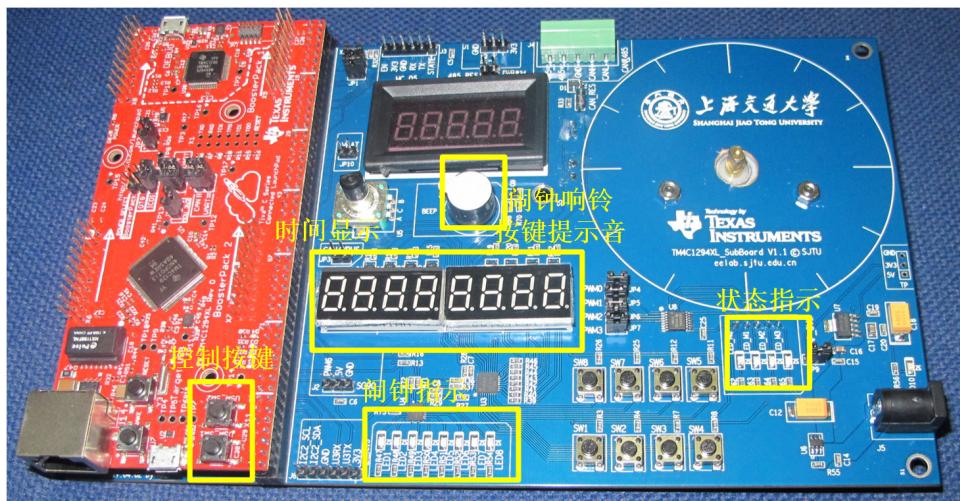


图 1: 功能设计

1. 普通模式

开机后处于普通模式，LED_M0亮起指示当前为普通模式，此时数码管以“HH-MM-SS”形式显示当前时间。

2. 时间设置模式

在普通模式下短按USR_SW1进入时间设置模式，LED_M1亮起指示当前为时间设置模式，此时可以调节时间。在时间设置模式下，短按USR_SW1切换调节项，当前调节项会闪烁以指示，初始为时，按下后切换到分，再按下切换到秒，此时再按将退出，回到普通模式；短按USR_SW2使当前调节项数值+1。

3. 闹钟设置模式

在普通模式下短按USR_SW2进入闹钟设置模式，LED_M2亮起指示当前为闹钟设置模式。此时可用与时间设置相同的方式设置闹钟时间，但闹钟仅可以设置时和分，数码管显示当前设置闹钟时间，调节项为分时再按USR_SW1将退出，回到普通模式，将此时设置的时间作为闹钟时间，且led1亮起，指示当前闹钟已经设置。

当时间到达闹钟设置时间时，蜂鸣器将响起，同时LED1闪烁。结束后LED1不再亮起，指示当前闹钟已无闹钟。在响铃时时钟能正常继续计时。

4. 秒表模式

在普通模式下长按USR_SW1进入秒表模式，LED_M3亮起指示当前为秒表模式，此时数码管时间显示为0，再短按USR_SW1开始计时，数码管上显示“分-秒-毫秒”。在计时开始时，短按USR_SW1暂停计时，并通过UART发送当前计时时间，短按USR_SW2会发送按下时的计时时间，实现计次功能，且计时保持进行；当计时暂停时，长按USR_SW2将计时清零，长按USR_SW1将退出，回到普通模式。

5. UART命令控制

除了按键，还可通过UART串口发送命令的方式进行控制，此方式不受当前模式的影响。

1. 发送“SETXX:XX:XX”：直接设置为当前时间；
2. 发送“INCXX:XX:XX”：在当前时间上增加时间；
3. 发送“ALARMXX:XX:XX”：直接设置为当前闹钟时间；
4. 发送“GETTIME”：返回当前时间。

三、 功能实现

系统框图如图2所示。系统由GPIO按键和UART串口通信来进行人机交互，通过I2C扩展IO来驱动数码管和蜂鸣器，并通过GPIO和I2C上的一系列LED来指示系统状态。

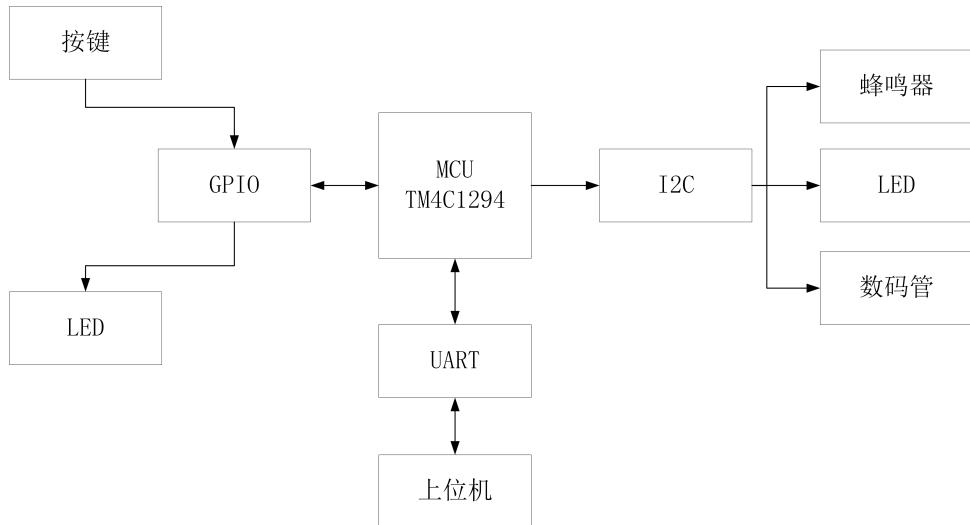


图 2: 系统框图

1. 计时与显示

在程序中定义了时钟结构体类型,包含时分秒三个字段, 用于存储时间。

基本的计时通过Systick来实现, 设定1ms的Systick中断周期, 当中断计数到1000时, 即1s, 使标志位有效, 在主循环中对时间进行更新。如图3(a)。

时钟的显示通过I2C驱动数码管来实现, 通过I2C发送数据到数码管, 数码管显示当前时间。为了数码管不同位显示不同内容, 需通过快速切换位选和段选来, 可通过SysTick中断来实现。

2. UART控制

在UART接收中断中, 对接收的命令进行处理, 根据命令进行相应的操作。如图3(b)。

3. 模式切换

模式切换通过按键实现, 在Systick中断中定时扫描按键状态, 进行消抖等处理, 根据按键状态进行模式切换。如图4, 5。

4. 主循环处理

在主循环中, 如图6, 根据计时标志, 更新当前时间; 判断闹钟是否到达, 若到达则响铃; 根据当前模式, 根据当前状态, 进行相关操作。

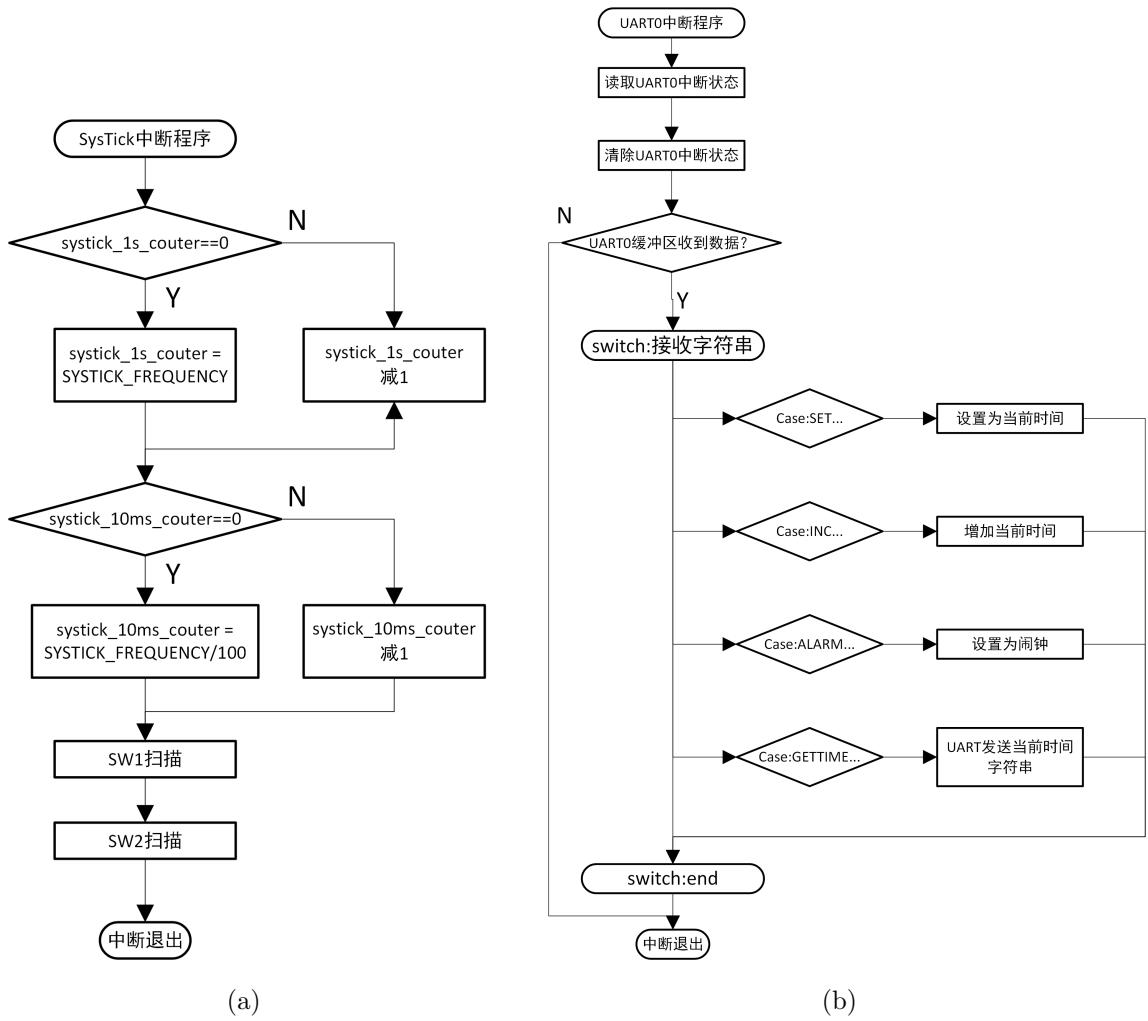


图 3: (a)Systick流程图：进行计数以提供时钟和秒表的计时，并定时进行按键的扫描.
(b)uart流程图：对接收的命令进行处理，根据命令进行相应的操作.

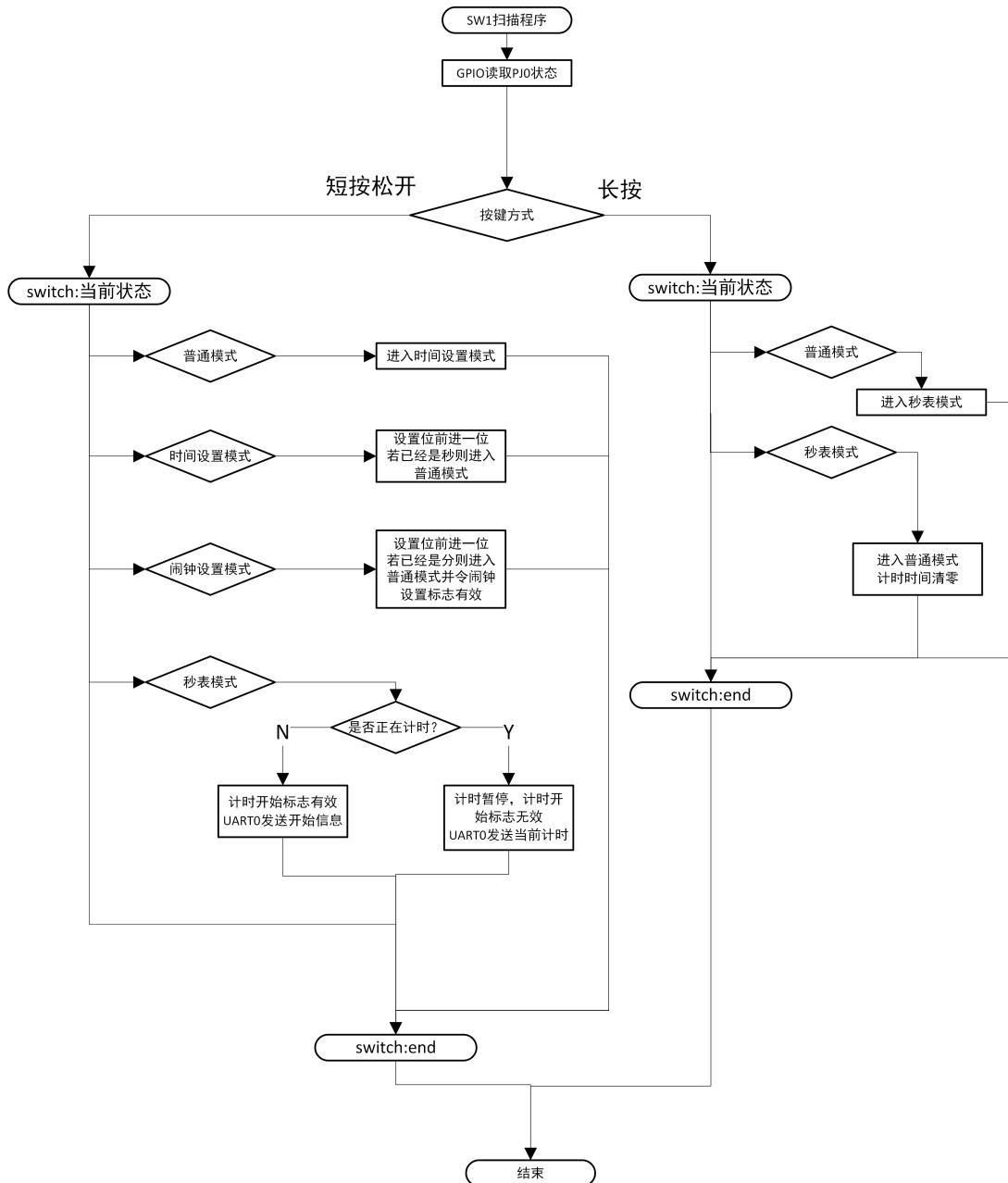


图 4: SW1扫描流程图: 根据按键行为确定模式, 和相关操作.

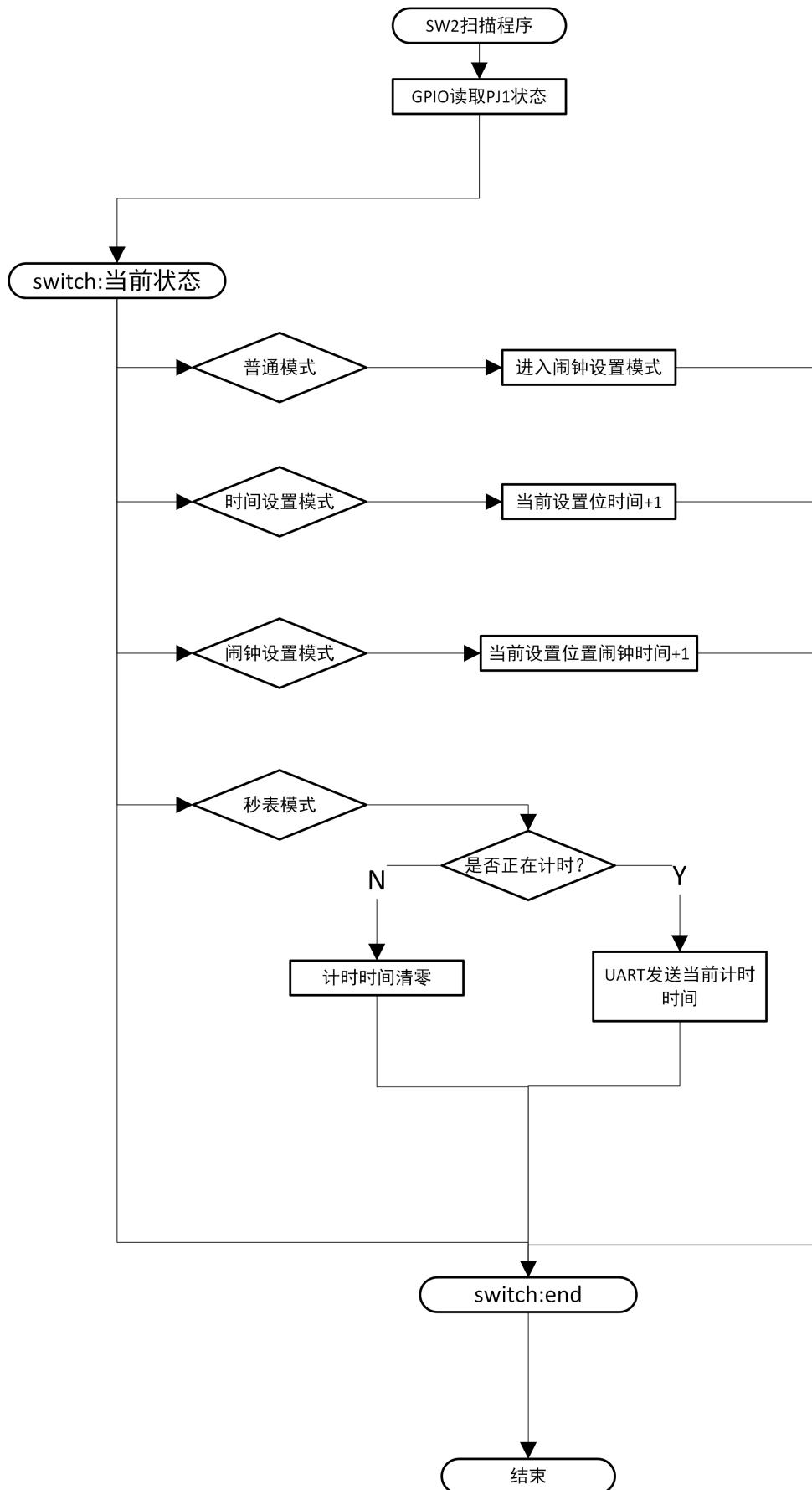


图 5: SW2扫描流程图: 根据按键行为确定模式, 和相关操作.

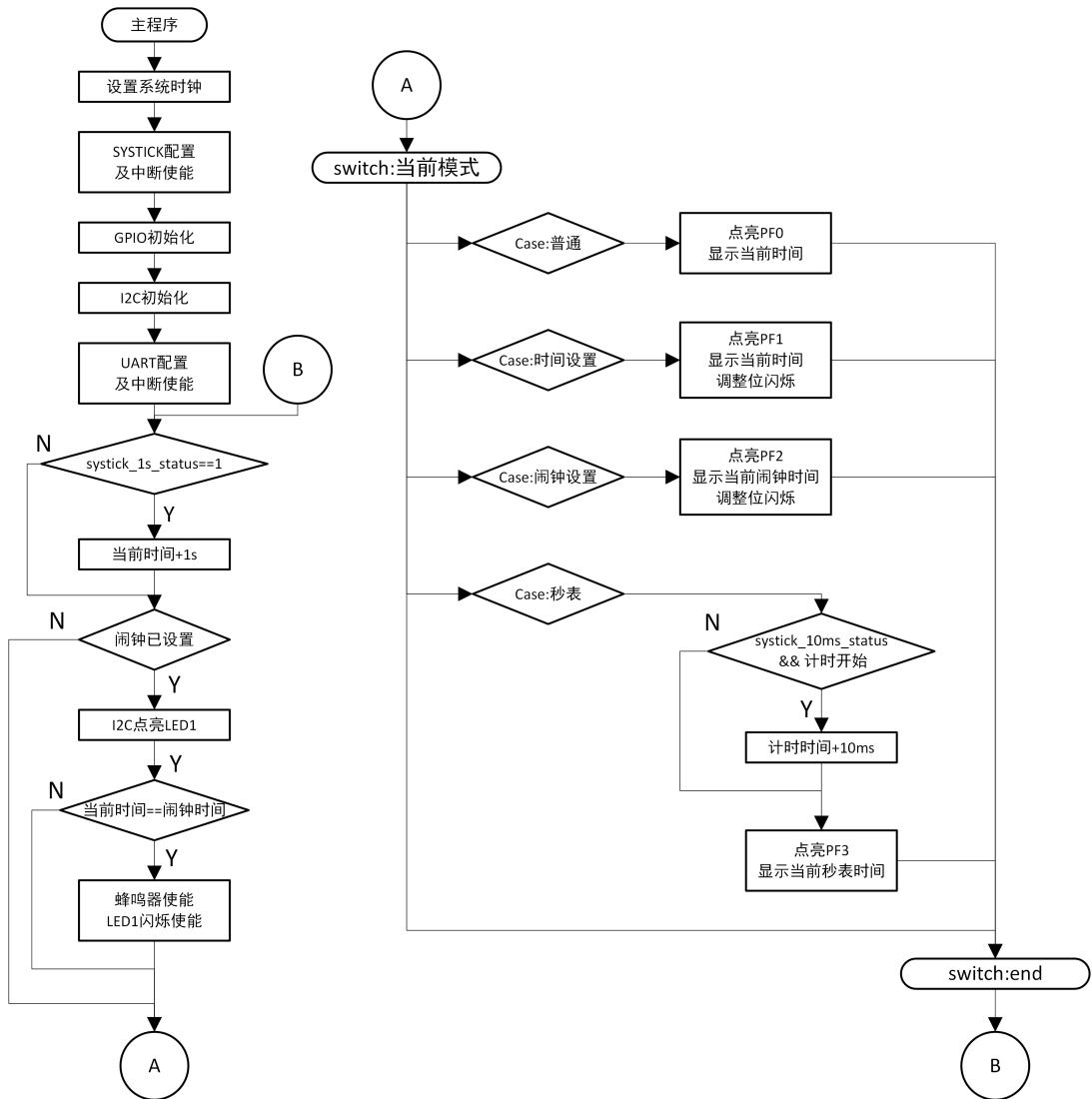


图 6: 主循环程序流程图.

四、 结果与展望

项目能够正常运行，实现设计的基本功能，但仍有改进的空间：

1. 时钟显示：数码管显示效果不够好，有残影，可进一步优化扫描延时参数；
2. 模式切换：GPIO按键较少，可考虑采用I2C扩展的按键，通过I2C中断控制，可以丰富功能并方便操作；
3. 闹钟功能：目前只能设置一次闹钟，可考虑增加多次闹钟设置功能；
4. 丰富效果：可以利用板上的步进电机资源，以步进电机作为秒针显示当前秒数，增强显示效果。