

软硬件全开源，航芯方案分享 | 热敏打印机方案

随着电子信息化、自动化程度提高，条码识别技术的发展，热敏打印机的应用范围也在不断扩大，已从传统的办公和家庭传真文档，快速向商业零售、工业制造业、交通运输业、物流、金融、彩票、医疗、教育等新兴专业应用领域拓展。

本文将为大家介绍基于上海航芯 ACM32F403 的热敏打印机设计方案。

打印原理

热敏打印机的原理是，在介质基底上(通常是纸)覆上一层热敏材料，将热敏材料加热一段时间后变成深色(一般是黑色，也有蓝色)。这种化学反应是在一定的温度下进行的。高温会加速这种化学反应。当温度低于 60°C 时，热敏材料需要经过相当长，甚至长达几年的时间才能变成深色；而当温度为 200°C 时，这种反应会在几微秒内完成。

热敏打印机有选择地在热敏纸的确定位置上加热，由此就产生了相应的图形。加热是由与热敏材料相接触的打印头上的一个小电子加热器提供的。加热器排成方点或条的形式由打印机进行逻辑控制，当被驱动时，就在热敏纸上产生一个与加热元素相应的图形。控制加热元素的同一逻辑电路，同时也控制着进纸，因而能在整个标签或纸张上印出图形。

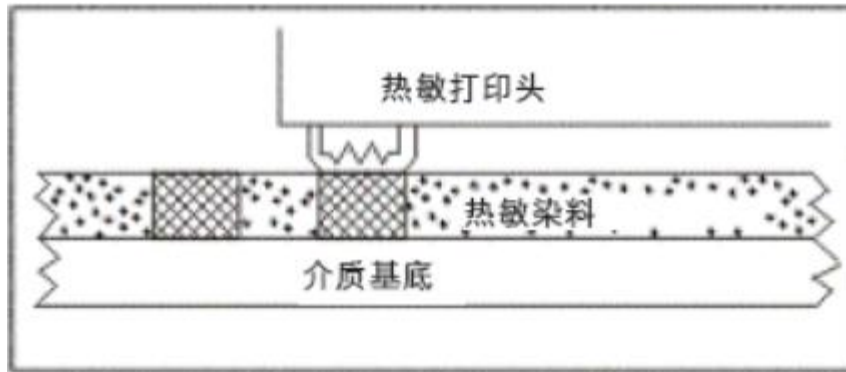


图 1. 热敏打印机的原理

使用芯片

本文描述的热敏打印机方案，是基于上海航芯 ACM32F403 系列的 MCU 进行设计。

ACM32F403 芯片采用高性能内核，支持 Cortex-M33 和 Cortex-M4F 指令集。芯片内核支持一整套 DSP 指令用于数字信号处理，支持单精度 FPU 处理浮点数据，同时还支持 Memory Protection Unit (MPU) 用于提升应用的安全性。

ACM32F403 系列芯片最高工作频率可达 180MHz，内嵌数学硬件加速，内置最大 512KB 的 eFlash 和最大 192KB SRAM。芯片集成了一个 12 位多通道 2M sps 高精度 ADC、一个 12 位 2 通道的 DAC、多达 3 路运放、2 路比较器，集成了 1 个高级定时器，6 个通用 16 位定时器，1 个通用 32 位定时器，2 个基本 16 位定时器，1 个系统看门狗，1 个独立看门狗，一个低功耗的实时钟 (RTC)，内置多路 UART、LPUART、SPI、I2C、I2S、CAN、全速 USB 等丰富的通讯外设，内建 AES、CRC、TRNG 等算法模块。

方案特点

- 支持蓝牙、USB、UART 等多种通讯接口的打印方式
- 支持无任务时自动进入断电模式，续航时间更长
- 支持打印高温、缺纸和低电量报警
- SPI FLASH 存放字库，支持在线更新字库，可调整字体、大小、粗细等
- 支持 MCU 和 BLE 芯片固件在线升级

设计方案

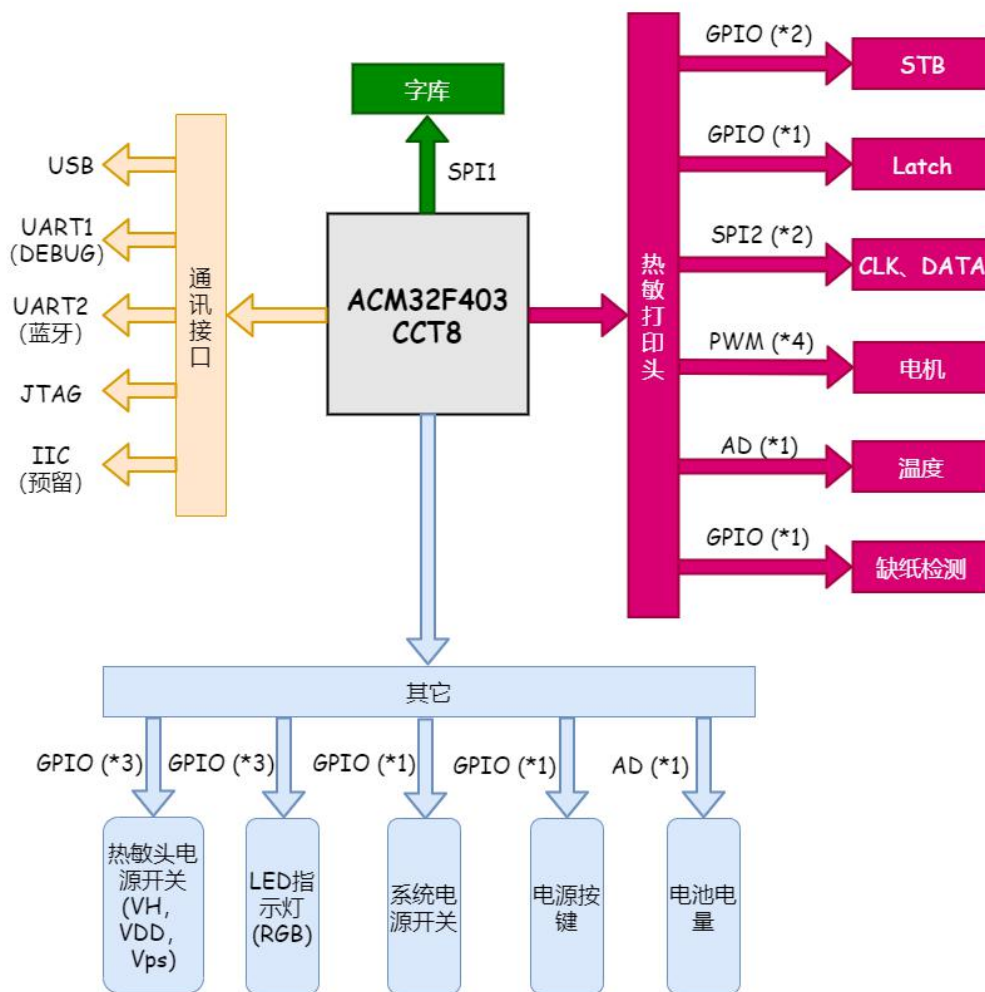


图 2. 基于 ACM32F403 热敏打印机设计方案框图

功能介绍

1.1 多接口打印流程

本方案可以通过 UART、USB 和蓝牙接口接收数据，并通过 ACM32F403 芯片的 Timer，GPIO，ADC、SPI 等模块进行热敏打印机头的打印工作。

具体流程如下：

- 1) 通过 UART、USB 和蓝牙接口接收数据，数据需要通过 GBK 码的方式发送，并存储到芯片内部；
- 2) 将每个字的 GBK 码，通过 SPI 接口查询到 SPI FLASH 上字库中对应的数据，并传输到打印 buffer 中；
- 3) 芯片通过 Timer 来控制步进电机运行的速度和打印机头加热的时间，通过 GPIO 来控制加热使能和控制步进电机的前进和后退，ADC 来检测打印机温度，最终完成打印工作。

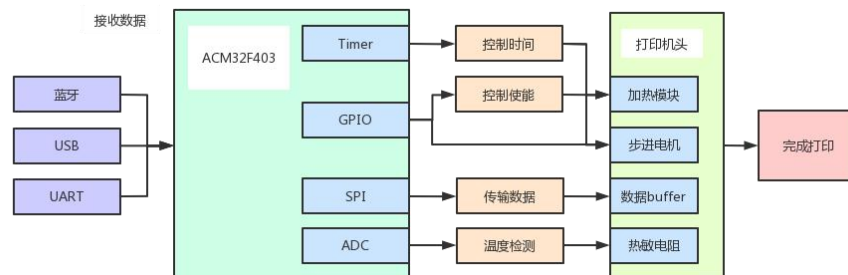


图 3. 多接口打印流程

1.2 字库更新流程

本方案内部 firmware 实现了一个 UART 接收数据，SPI 下载数据的系统，采用类似 7816 T=1 的数据格式进行传输，将字库的 BIN 文件下载到 SPI FLASH 中，以实现字库的下载和更新。因为片外 SPI FLASH 大小的原因，默认只支持 24*24 大小的字体打印，如果更换字体，需要重新下载字库文件。



图 4. 字库下载流程

本方案支持字库的更新，可以调节打印字体的字体、大小，粗细等参数。字库更新后需要修改 firmware 代码，以实现不同字体的打印。



图 5. 字体设置参数

1.3 字库调用流程

本方案中的 SPI FLASH 中能存放字体大小为 16*16 或 24*24 的字库，并且有完整的配套 firmware 代码。

具体字库调用流程如下：

- 1) 从 UART、USB 或 BLE 接口接收需要打印文字的 GBK 码；
- 2) 根据 GBK 码计算出该文字在字库中的内码；
- 3) 通过 SPI 接口读取字库中内码的数据，数据长度根据字体大小来定；
- 4) 将读出的数据传输到打印机头，完成打印。

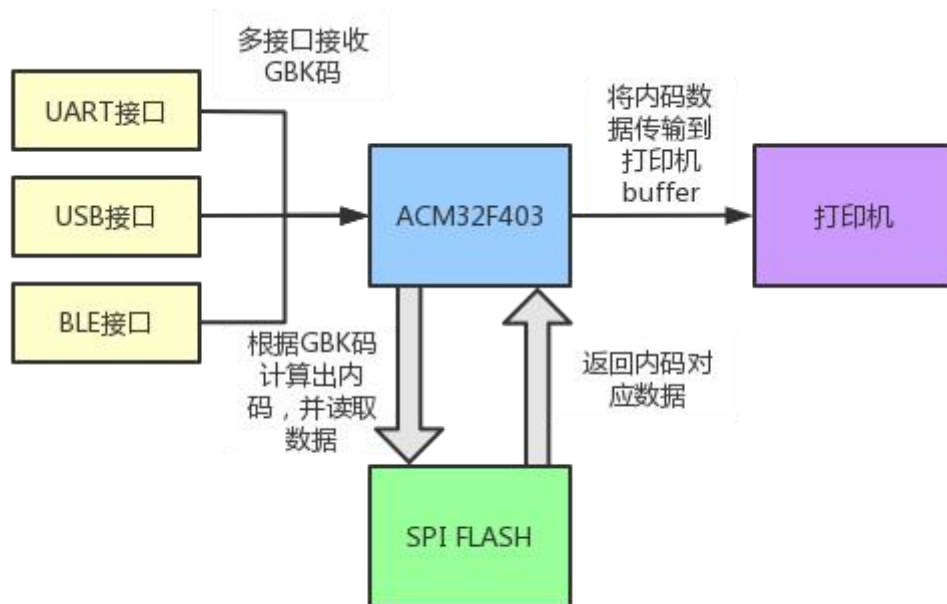


图 6. 字库调用流程

1.4 数据打印流程

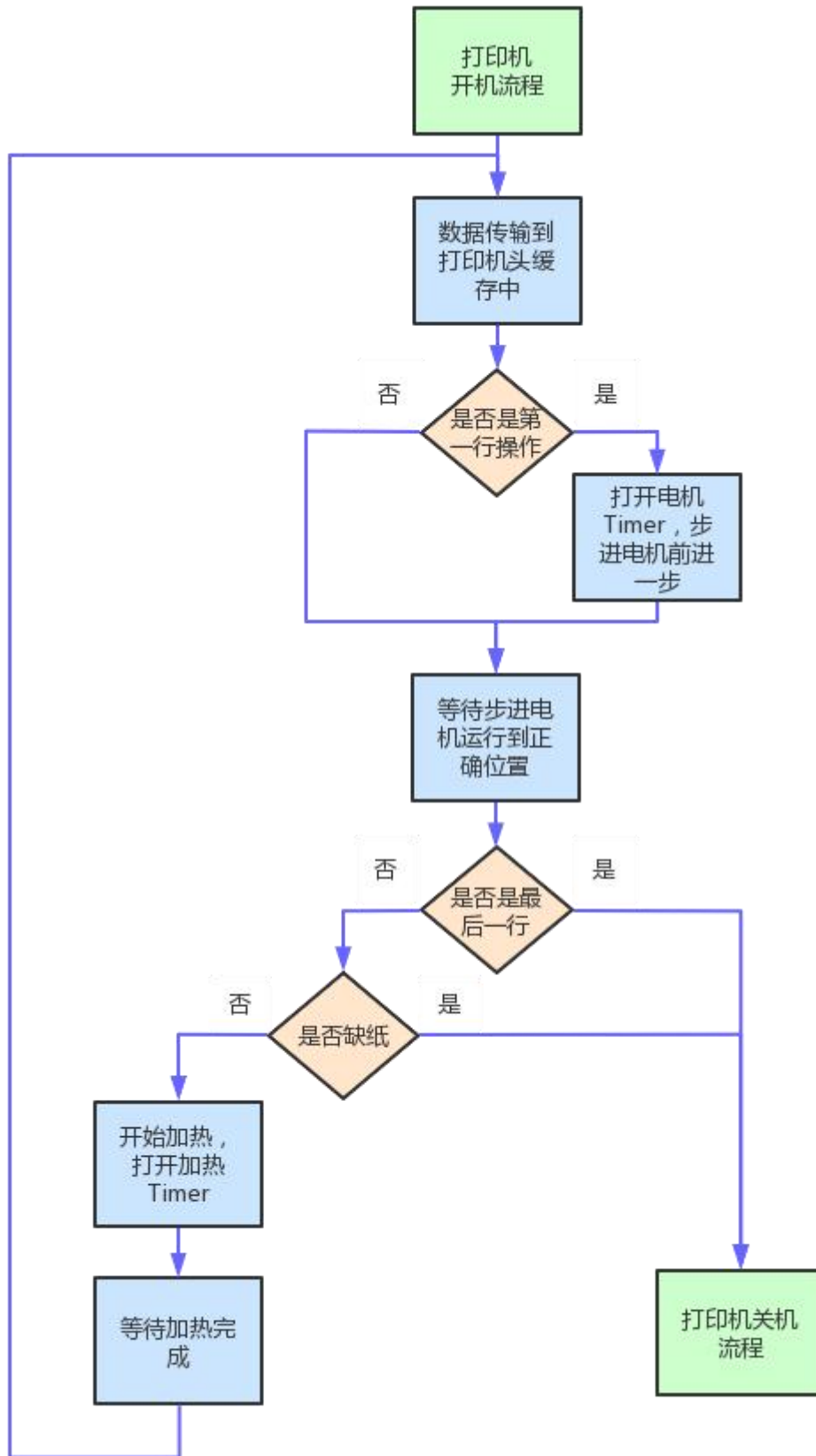


图 7. 数据打印软件流程

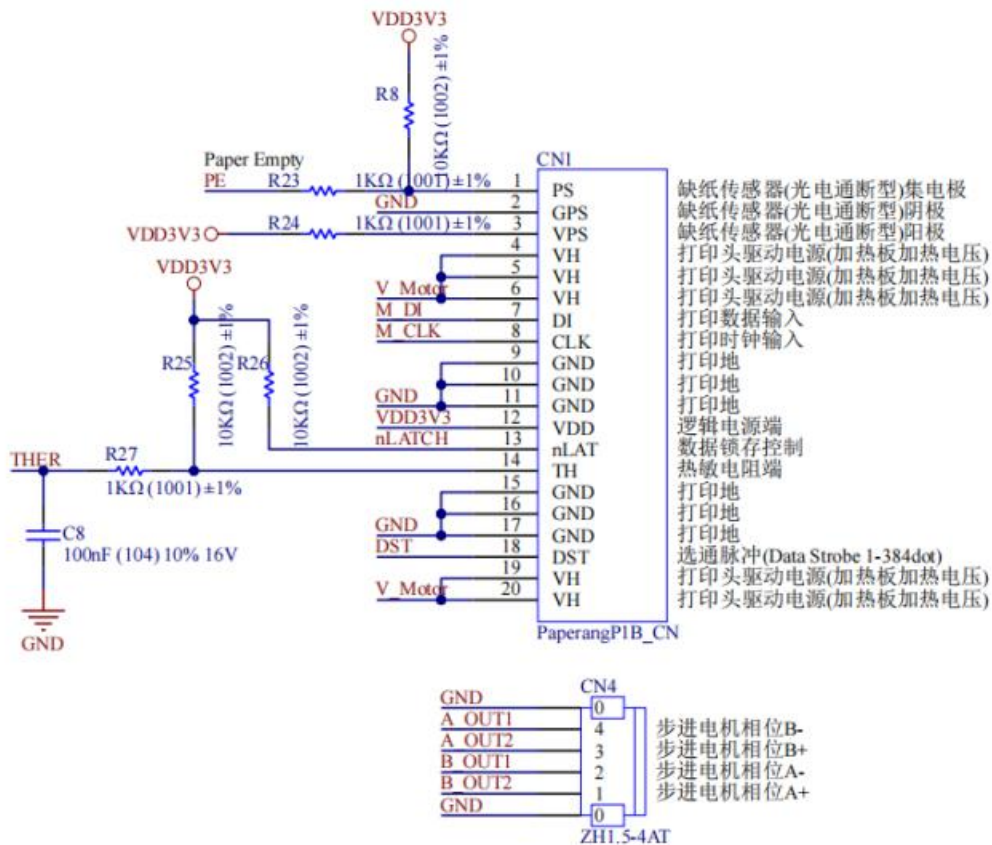


图 8. 打印机芯和步进电机原理图

数据打印流程：

- 1) 打印机开机流程；
- 2) 将打印数据通过 SPI 接口传输到打印机缓存；
- 3) 判断是否是第一行，如果是打开电机 Timer，并前进一步；
- 4) 判断是否是最后一行或者是否缺纸，如果是进入打印机关机流程；
- 5) 开始加热，打开加热 Timer，并等待加热完成；
- 6) 循环 2) ~5)，直到打印完毕。

打印机开机流程：

- 1) 将打印机 DST (选通脉冲) 信号设为低电平；
- 2) 将打印机 LATCH (数据锁存) 信号设为高电平；
- 3) 打开热敏头逻辑电源；
- 4) 打开热敏头加热电源；

打印机关机流程：

- 1) 停止加热 Timer；
- 2) 关闭热敏头加热电源；
- 3) 将打印机 DST (选通脉冲) 信号设为低电平；
- 4) 将打印机 LATCH (数据锁存) 信号设为高电平；
- 5) 关闭热敏头逻辑电源。

1.5 电源控制系统介绍

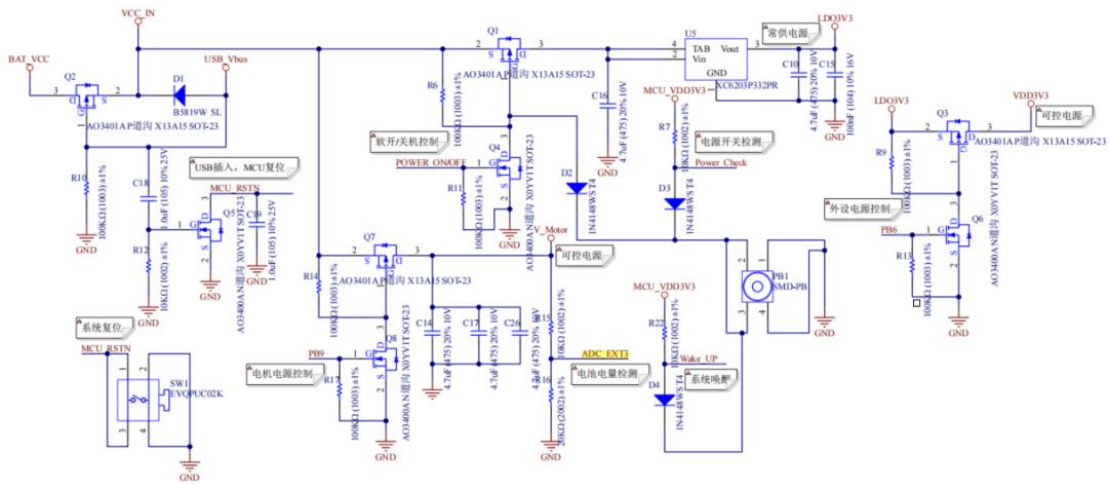


图 9. 电源控制系统介绍

- 1) 供电：系统采用单节锂电池 4.2V 或者 USB 5V 供电；
- 2) 异常：当 MCU 内部程序跑飞/死机时，首先可以按下 SW1 复位 MCU，再不行可以按住正常开/关机键，再插入 USB 线使 MCU 复位；
- 3) 开机：系统未通电时，按住开/关机键，此时 MCU 上电，MCU 开始从 eFlash 启动，初始化成功后将 POWER_ON/OFF 信号置高，双色灯中的绿灯点亮(InitPass_常亮、内部锂电池充电满_常亮)，若初始化失败或检测到异常/错误(比如电池电量低，外设初始化失败、通信不正常等)，将双色灯中的红灯点亮(Err1_常亮、Err2_1s 闪、Err3_快闪)；
- 4) 关机：系统通电时，按住开/关机键，Power_Check 引脚会检测到一个下降沿，并且接着会有持续的低电平，松开按键后，再将电源控制信号拉低；
- 5) 正常关机的顺序是：先灭灯，然后断电机驱动电源和外设电源，再断 MCU 电源；

6) PB1 为开/关机按键与系统唤醒键，SW1 为系统唤醒按键与复位键，通常情况，用户按一下是要唤醒系统，长按是正常开关机；

7) 没有打印任务时，需要关闭电机电源和外设电源，来节省锂电池电量；所以系统经过定时进入待机前，MCU 关闭电机驱动电源/外设电源后，进入待机。

资源分享

Gitee 资源：

https://gitee.com/acm32-mcu/thermal_printer

ACM32F303 对比 STM32F103 差异说明：

<https://aijishu.com/a/1060000000295866>

STM32F103 标准外设库 SPL 移植说明(ACM32F403)：

<https://aijishu.com/a/1060000000306636>

航芯 MCU 软件 HAL 库使用说明及 STM32 API 差异说明：

<https://aijishu.com/a/1060000000296281>

了解更多航芯产品&方案：www.aisinochip.com