

STM32单片机结构和最小系统

- 1 ARM嵌入式系统概述
- 2 STM32单片机结构和最小系统
- 3 基于标准外设库的C语言程序设计基础
- 4 STM32通用输入输出GPIO
- 5 STM32外部中断
- 6 STM32通用定时器
- 7 STM32通用同步/异步收发器USART
- 8 直接存储器存取DMA
- 9 STM32的模数转换器ADC
- 10 STM32的集成电路总线I2C
- 11 STM32的串行外设接口SPI

● 2.1 STM32F103微控制器外部结构

STM32系列命名规则、LQFP64（64引脚贴片）封装的STM32F103芯片

● 2.2 STM32F103总线和存储器结构

总线结构、存储结构、位带

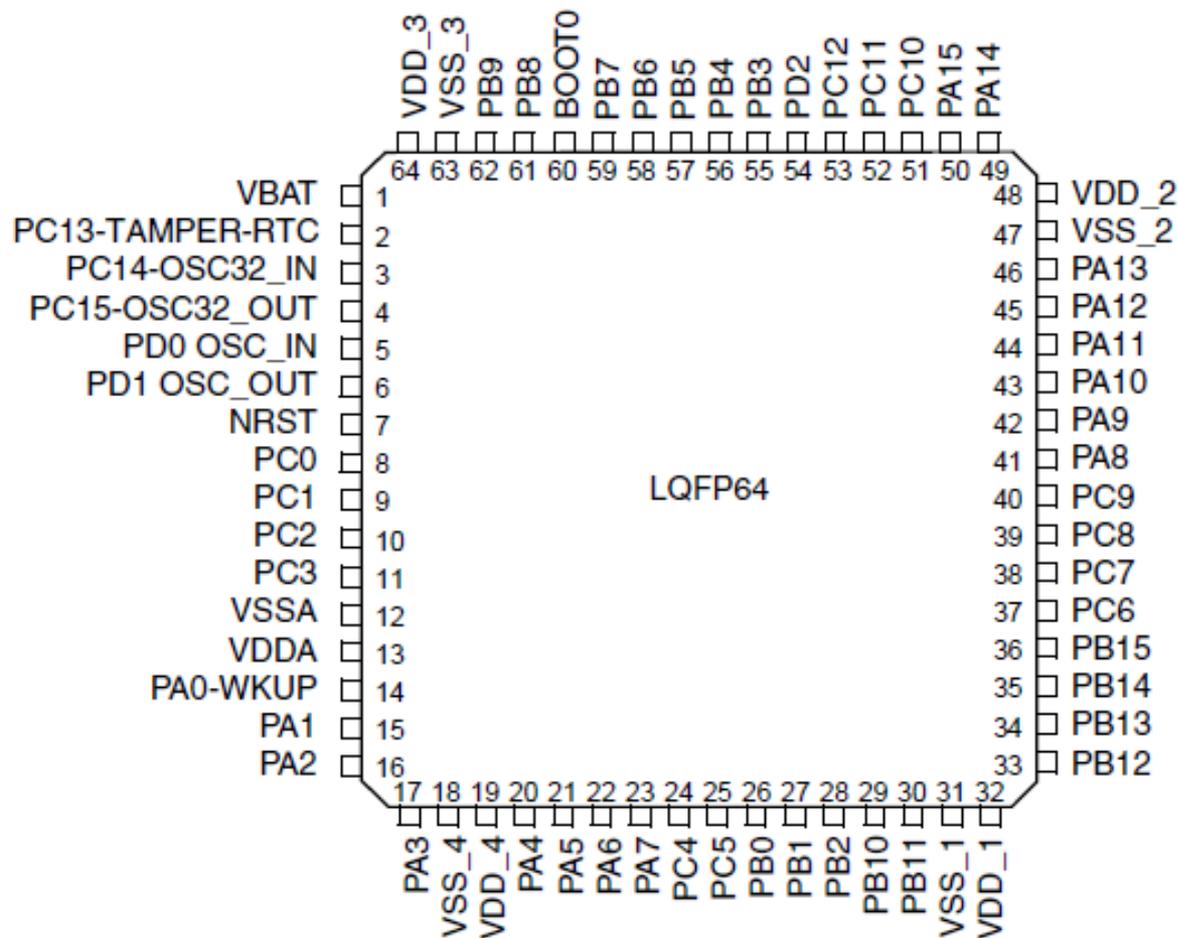
● 2.3 时钟电路、复位电路、启动配置

● 2.4 最小系统设计

2.1 STM32F103微控制器外部结构

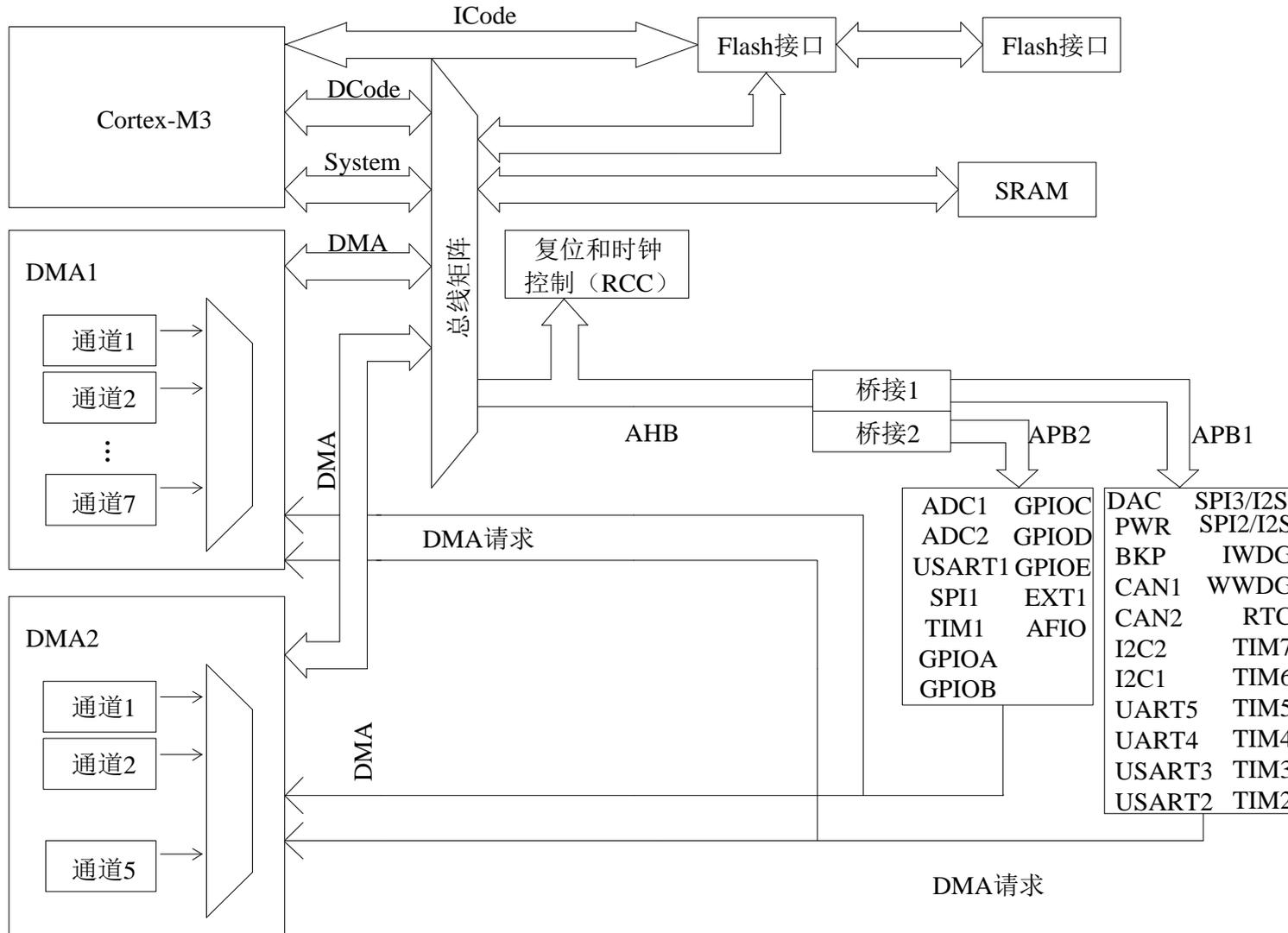
1. 芯片系列：STM32代表ST品牌Cortex-Mx系列内核（ARM）的32位MCU。
2. 芯片类型：F——通用快闪，L——低电压（1.65~3.6V），W——无线系统芯片。
3. 芯片子系列：103——ARM Cortex-M3内核，增强型；050——ARM Cortex-M0内核；101——ARM Cortex-M3内核，基本型；102——ARM Cortex-M3内核，USB基本型；105——ARM Cortex-M3内核，USB互联网型；107——ARM Cortex-M3内核，USB互联网型、以太网型；215/217——ARM Cortex-M3内核，加密模块；405/407——ARM Cortex-M4内核，不加密模块等。
4. 引脚数目：R——64PIN，F——20PIN，G——28PIN；K——32PIN，T——36PIN，H——40PIN，C——48PIN，U——63PIN，O——90PIN，V——100PIN，Q——132PIN，Z——144PIN，I——176PIN。
5. Flash容量：B——128KB Flash（中容量），4——16KB Flash（小容量），6——32KB Flash（小容量），8——64KB Flash（中容量），C——256KB Flash（大容量），D——384KB Flash（大容量），E——512KB Flash（大容量），F——768KB Flash（大容量），G——1MKB Flash（大容量）。
6. 封装信息：T——LQFP，H——BGA，U——VFQFPN，Y——WLCSP。
7. 工作温度范围：6——-40℃~85℃（工业级），7——-40℃~105℃（工业级）。
8. 可选项：此部分可以没有，可以用于标示内部固件版本号。

2.1 STM32F103微控制器外部结构



- 电源: $VDD_x(x=1,2,3,4)$ 、 $VSS_x(x=1,2,3,4)$: 2.0-3.6; 2.4-3.6
VBAT: 1.8-3.6
VDDA, VSSA: ADC 专用
- 复位: NRST, 低电平
- 时钟控制:
OSC_IN, OSC_OUT: 4-16MHz
OSC32_IN, OSC32_OUT: 32.768kHz
- 启动配置: BOOT0, BOOT1
配置启动模式
- 输入输出: $PAx(x=0,1,2,\dots,15)$ 、 $PBx(x=0,1,2,\dots,15)$ 、 $PCx(x=0,1,2,\dots,15)$ 、PD2。可作为通用输入输出, 还可经过配置实现特定的第二功能, 如 ADC、USART、I2C、SPI 等。

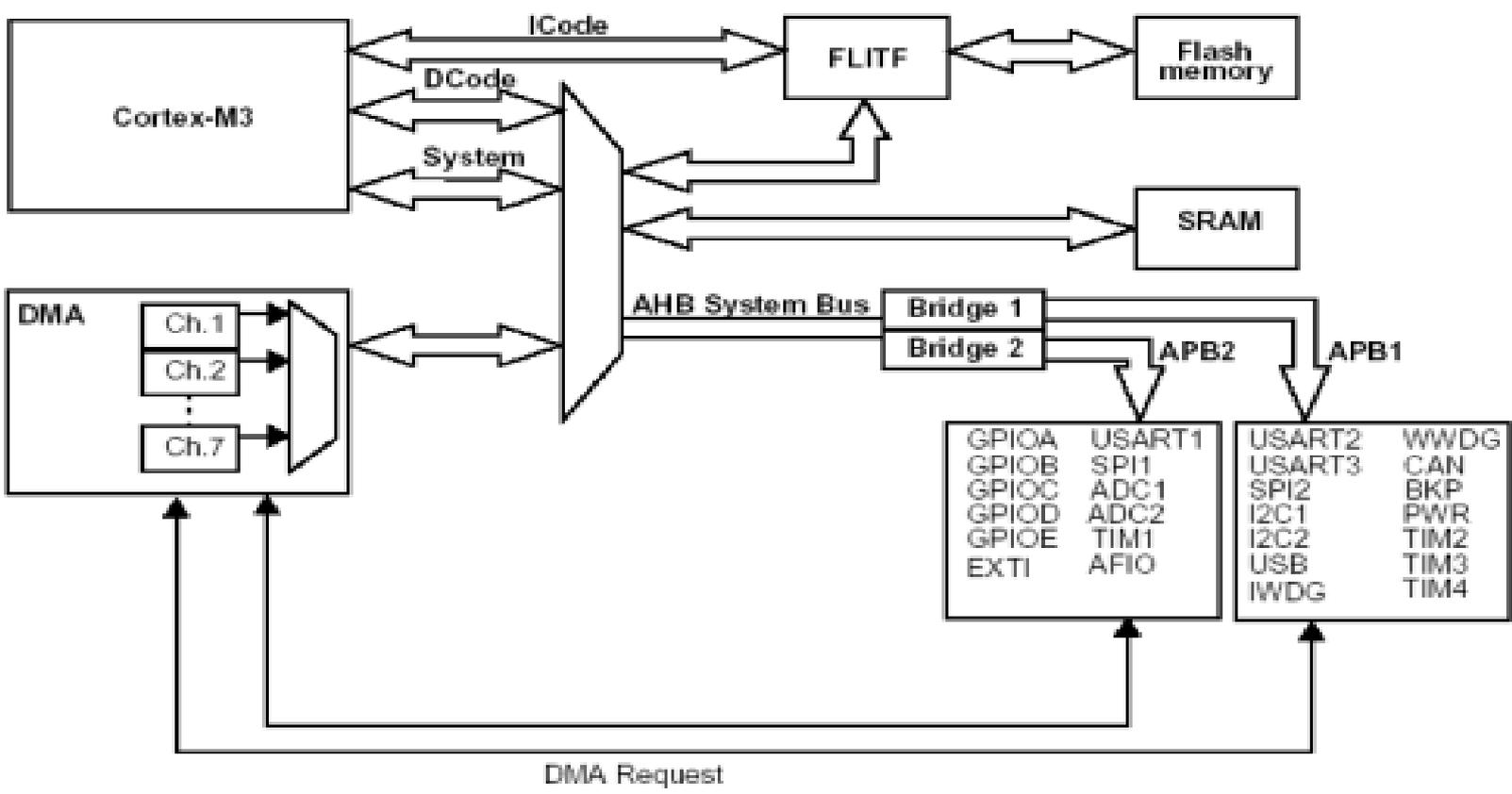
2.2 STM32F103总线 and 存储器结构



2.2.1 系统总线构架

- 四个主动单元：Cortex-M3 内核的 ICode 总线（I-bus）、DCode 总线（D-bus）、System 总线（S-bus）和通用 DMA（GP-DMA）。
- 三个被动单元：内部SRAM、内部Flash 存储器、AHB 到 APB 的桥（AHB2APBx，连接所有的 APB 设备）。

STM32F10x 处理器总线结构



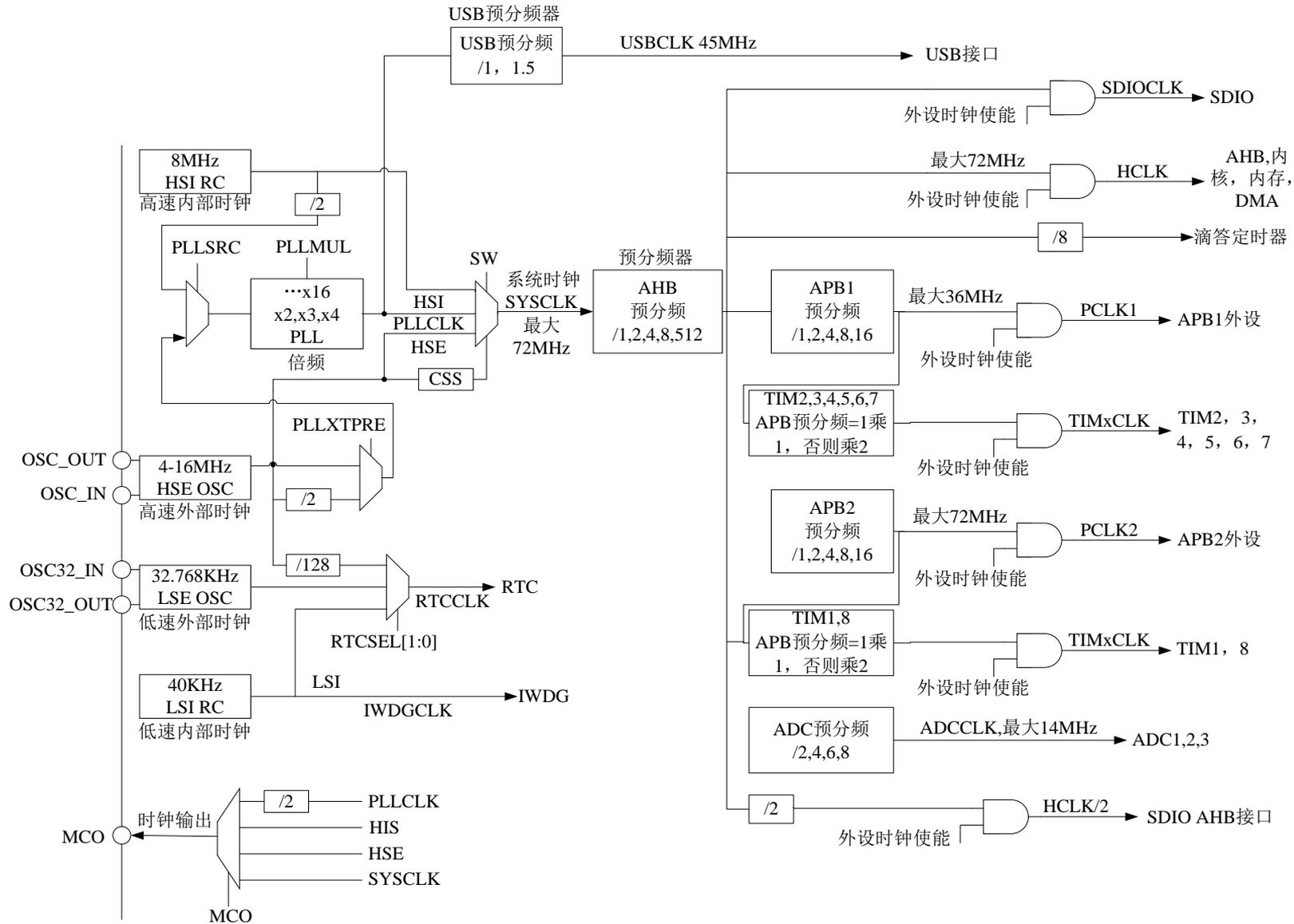
总线结构中各单元的功能

- ICode 总线：将 Flash 存储器指令接口与 Cortex-M3 内核的指令总线相连接，用于指令预取；
- DCode 总线：将 Flash 存储器的数据接口与 Cortex-M3 内核的 DCode 总线相连接，用于常量加载和调试访问；
- System 总线：将 Cortex-M3 内核的 System 总线（外设总线）连接到总线矩阵；

总线结构中各单元的功能

- DMA 总线：将DMA 的 AHB 主控接口与总线矩阵相连；
- 总线矩阵：用于连接三个主动单元部件和三个被动单元,负责协调和仲裁Cortex-M3 内核和DMA 对 SRAM 的访问，仲裁采用轮换算法。
- AHB/APB 桥：两个 AHB/APB 桥在 AHB 和 2 个 APB 总线之间提供完全同步连接。

2.3 时钟电路、复位电路、启动配置



2.3.1 时钟控制

在STM32中有5个时钟源，分别为HSI、HSE、LSE、LSI、PLL

1. HSI: 高速内部时钟信号8MHz

通过8MHz的内部RC振荡器产生，并且可被直接用做系统时钟，或者经过2分频后作为PLL的输入。

2. HSE: 高速外部时钟信号4-25MHz

可以通过外部直接提供时钟，从OSC_IN输入，或使用外部陶瓷/晶体谐振器。HSI比HSE有更快的启动时间，但频率精确度没有外部晶体振荡器高。

3. LSE: 低速外部时钟信号32.768KHZ

振荡器是一个32.768KHz的低速外部晶体/陶瓷振荡器，它为RTC或其它功能提供低功耗且精确的时钟源。

4. LSI: 低速内部时钟信号30-60KHz

LSIRC担当一个低功耗时钟源的角色，它可以在停机和待机模式下保持运行，为独立看门狗和自动唤醒单元提供时钟。

5. PLL: 锁相环倍频输出

用来倍频HSI或者HSE，时钟输入源可选择为HSI/2、HSE或者HSE/2，倍频可选择为2~16倍，但是其输出频率最大不得超过72MHz。

2.3.2 复位

STM32F10x支持电源复位、系统复位、和备份区域复位三种复位形式。

2.3.3 启动配置

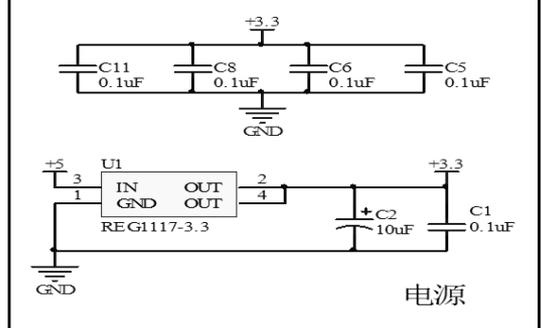
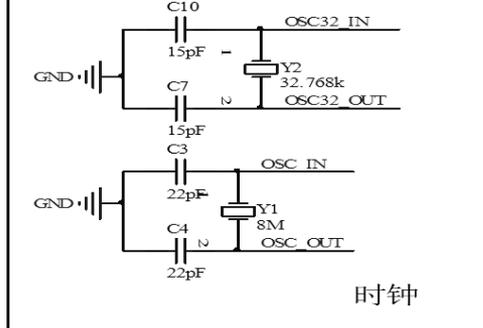
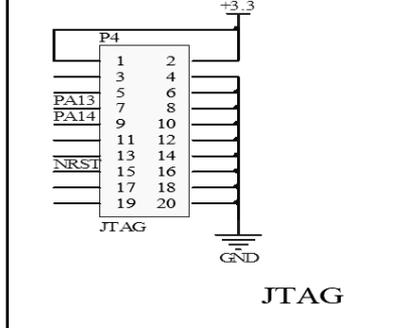
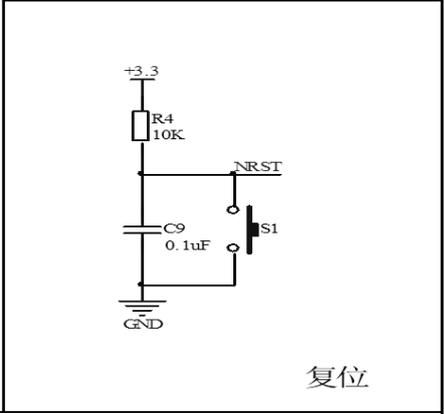
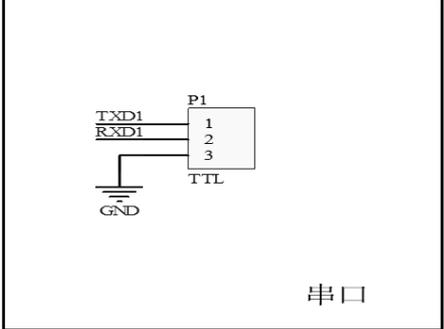
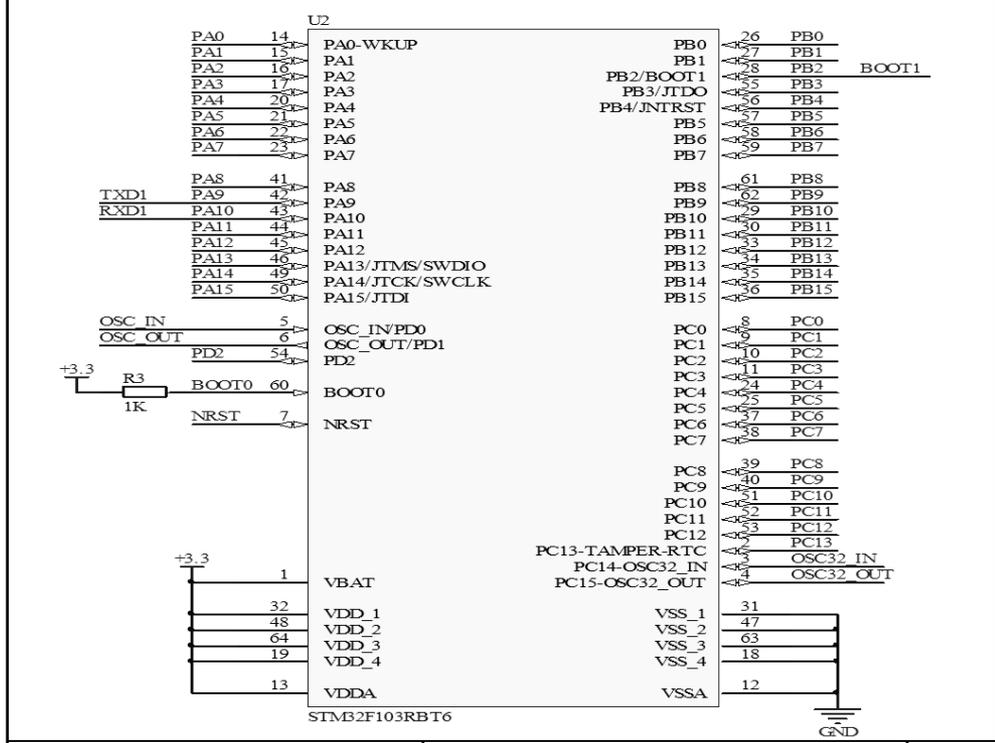
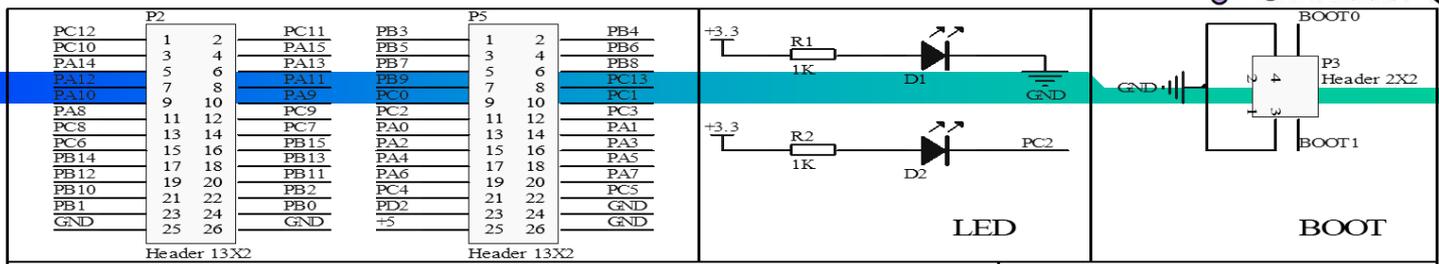
STM32F103x因为固定的存储器映像，代码区始终从地址0x00000000开始，通过ICode和DCode总线访问。启动之后，CPU从地址0x00000000获取堆栈顶的地址，并从启动存储器的0x00000004指示的地址开始执行代码。而数据区(SARM)始终从地址0x20000000开始，通过系统总线访问。

STM32F103x的CPU始终从ICode总线获取复位向量，即启动仅适合于从代码区开始。而常用的程序代码存放在Flash中，因此最典型的是从Flash启动。

STM32F103微控制器实现了一个特殊的机制，系统可以不仅仅从Flash存储器启动，还可以从系统存储器或内置SRAM启动。

2.4 最小系统设计

典型的最小系统由微控制器芯片、供电电路、时钟电路、复位电路、启动配置电路和程序下载电路构成



2.4 最小系统设计

- **1. 电源：**STM32F103系列微控制器的工作电压在+2.0V~+3.6V之间。由于常用电源为5V，必须采用转换电路把5V电压转换为2~3.6之间。电源转换芯片REG1117-3.3是一款正电压输出的低压降三端线性稳压电路，输入5V电压，输出固定的3.3V电压
- **2. 时钟：**时钟通常由晶体振荡器（简称晶振）产生，图2-9中时钟部分提供了两个时钟源，Y1是32.768kHz晶振，为RTC提供时钟。Y2是8MHz晶振，为整个系统提供时钟。
- **3. 复位：**采用按键和保护电阻电容构成复位电路，按下按键将触发系统复位，具体电路如图2-9中复位部分所示。

- 4. 启动模式：启动模式由BOOT0和BOOT1选择，为了便于设置，BOOT0接电平，并且和BOOT1通过2X2插针相连，通过跳线可以配置三种不同启动模式。

- ▶ 5. 下载：JTAG是一种国际标准测试协议，主要用于芯片内部测试。现在多数的高级器件都支持JTAG协议，如ARM、DSP、FPGA器件等。采用4线的JTAG下载方式，有效节省IO口。

■ 6. IO口: 所有IO通过插针引出, 方便扩展。大部分IO具有第二功能

端口A	第二功能
PA0	WKUP, USART2_CTS, ADC12_IN0, TIM2_CH1_ETR
PA1	USART2_RTS, ADC12_IN1, TIM2_CH2
PA2	USART2_TX, ADC12_IN2, TIM2_CH3
PA3	USART2_RX, ADC12_IN3, TIM2_CH4
PA4	SPI1_NSS, USART2_CK, ADC12_IN4
PA5	SPI1_SCK, ADC12_IN5
PA6	SPI1_MISO, ADC12_IN6, TIM3_CH1
PA7	SPI1_MOSI, ADC12_IN7, TIM3_CH2
PA8	USART1_CK,TIM1_CH1,MCO
PA9	USART1_TX,TIM1_CH2
PA10	USART1_RX,TIM1_CH3
PA11	USART1_CTS', CANRX,USBDM,TIM1_CH4
PA12	USART1_RTS,CANTX,USBDP,TIM1_ETR

端口B	第二功能
PB0	ADC12_IN8,TIM3_CH3
PB1	ADC12_IN9,TIM3_CH4
PB5	I2C1_SMBAL
PB6	I2C1_SCL,TIM4_CH1
PB7	I2C1_SDA,TIM4_CH2
PB8	TIM4_CH3
PB9	TIM4_CH4
PB10	I2C2_SCL,USART3_TX
PB11	I2C2_SDA,USART3_RX
PB12	SPI2_NSS,I2C2_SMBAL,USART3_CK
PB13	SPI2_SCK,USART3_CTS
PB14	SPI2_MISO,USART3_RTS
PB15	SPI2_MOSI

● 1.1 嵌入式系统简介

嵌入式系统定义及特征、发展、应用

● 1.2 ARM处理器

ARM处理器分类、ARM-Cortex处理器、ARM-Cortex-M3处理器

● 1.3 STM32F10x系列微控制器

STM32微控制器分类、内部结构、优点、开发工具

知识回顾

Knowledge

Review



祝您成功!

