



## 概述

- 内核
  - 32-bit Cortex-M0
  - 最高主频 32MHz
  - 单周期乘法器 (32bit\*32bit=32bit)
  - 串行调试接口 SWD
  - 支持单线烧录 SWE
- 存储
  - 256 Kbyte 的 FLASH
  - 16 Kbyte 的 SRAM
- 电源及系统复位
  - 工作电压范围为 2.4V~5.5V
  - 集成上电复位、软件复位、看门狗复位、低电压复位
  - 集成 32 档低压检测电路
- 时钟
  - 可外接 4~32MHz 晶振
  - 内置 8/16/24/32MHz 高频时钟
  - 内置 32KHz 低频时钟, 可供看门狗使用
- 低功耗 (常温下)
  - 典型运行功耗 325uA/MHz
  - 低速模式 <500uA (CPU 工作在 32KHz)
  - sleep 模式 <260uA (32KRC 振荡器工作; CPU 时钟屏蔽; SRAM 保持)
- 12bit SAR-ADC
  - 10 个输入通道
  - 支持单端或差分采样
  - 2Msps 采样速率
  - 单次转换或连续转换
- DMA
  - 8 个可配置请求通道
  - 4 个请求优先级权限设置
  - 支持外设 SPI、UART、ADC、CRC、TIMER
- 高级定时器
  - 16bit 自动重载计数器
  - 4 个独立通道可用于输入捕捉、输出比较、PWM、单脉冲输出
  - 6 路 (或 3 对) 可编程死区插入的互补 PWM 输出, 用于电机驱动
  - 支持与其他定时器级联
  - 支持刹车信号
- 通用定时器
  - 4 个独立 16 bit 自动重载计数器
  - 输入捕捉、输出比较、PWM (边缘或中心对齐模式)、单脉冲输出
  - 支持与其他定时器级联
- 低功耗定时器
  - 32 bit 递增计数器
  - 时钟源多样性可选
  - 支持比较/捕捉寄存器、连续/单触发模式、PWM 输出
- 2 路基本定时器, 带蜂鸣器驱动输出
- 通信接口
  - 4 路独立 UART 模块
  - 1 路 SPI 模块
- 内置 6 COM x 6 SEG LED 驱动
  - 1/1~1/12 占空比电压驱动方式
  - 支持共阴/共阳模式切换
  - 支持闪烁模式
- 内置 CRC 计算单元
  - 支持任意多项式



- 支持 8bit/16bit/32bit 数据单元
- 内置 27 路电容式触控
  - 支持单通道扫描和多通道扫描
  - 支持中值滤波和 IIR 滤波
  - 支持 DMA
- 8 个 IO 口支持强驱动（全温度下最小值为 120mA@VDD=5V）
- 128 bit 芯片唯一标识码
- 封装：LQFP44

PRELIMINARY



## 目录

概述.....	1
目录.....	2
产品说明.....	6
资源列表.....	7
管脚分配.....	8
管脚分配图.....	8
MR86F002 管脚分配图(LQFP44).....	8
管脚定义列表.....	9
数字功能复用列表.....	12
管脚描述.....	14
系统框图.....	16
外设资源.....	17
存储架构.....	17
SRAM.....	19
Flash.....	19
CRC.....	20
概述.....	20
中断系统.....	21
概述.....	21
外部中断 EXT1.....	23



概述 .....	23
电源管理 .....	24
电压检测(VD)与低压复位 .....	24
时钟管理 .....	25
概述 .....	25
时钟树 .....	26
复位管理 .....	27
概述 .....	27
看门狗 IWDT .....	28
概述 .....	28
DMA .....	28
概述 .....	28
高级定时器 .....	29
概述 .....	29
通用定时器 .....	30
概述 .....	30
低功耗定时器 .....	31
概述 .....	31
基本定时器 .....	32
概述 .....	32
UART .....	33
概述 .....	33



SPI.....	34
概述.....	34
GPIO.....	35
概述.....	35
LED 驱动.....	36
概述.....	36
ADC.....	37
概述.....	37
TOUCH.....	38
概述.....	38
调试接口.....	39
概述.....	39
128 bit 芯片唯一标识码.....	40
概述.....	40
极限参数.....	41
电气参数（除非特指，典型值在 25°C下获取）.....	42
工作电压及电流.....	42
IO 特性.....	44
上电复位及电压检测.....	45
时钟特性.....	48
ADC 特性.....	49
FLASH 特性.....	51



ESD/latchup 特性.....	52
封装图纸.....	53
LQFP44 封装信息 .....	53
典型应用图.....	54
修改记录.....	55
免责声明.....	56

PRELIMINARY

产品说明

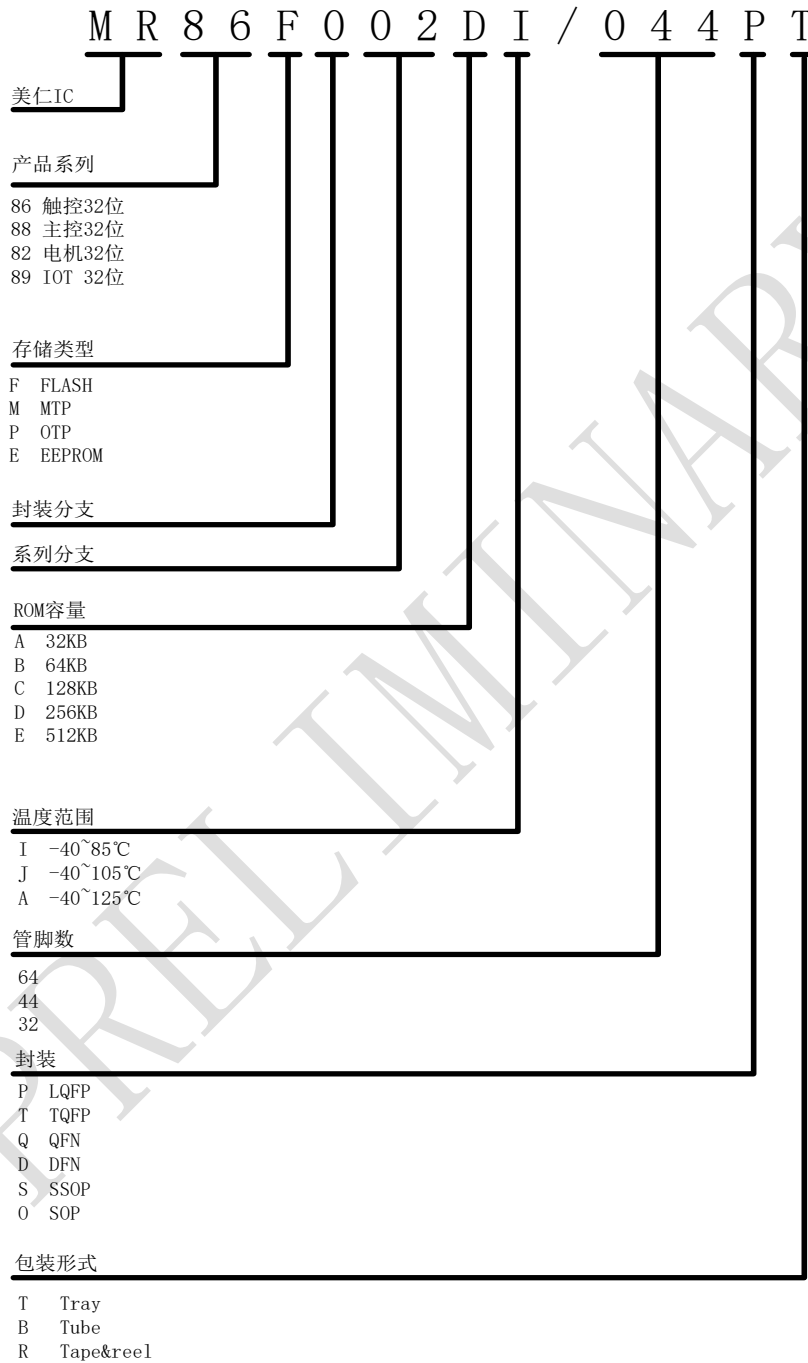


图 1 命名规则

资源列表

表格 1 资源列表

外设	LQFP44
Flash	256/128 Kbytes
SRAM	16 Kbytes
高级定时器	1
通用定时器	4
低功耗定时器	1
UART	4
SPI	1
蜂鸣器	2
GPIO	41
ADC 通道数	10
LED 驱动	6COM x 6 SEG
Touch 触摸按键	27
外部中断	16
DMA 通道	8
CPU 主频	32MHz
工作电压	2.4~5.5V



管脚分配

管脚分配图

MR86F002 管脚分配图(LQFP44)

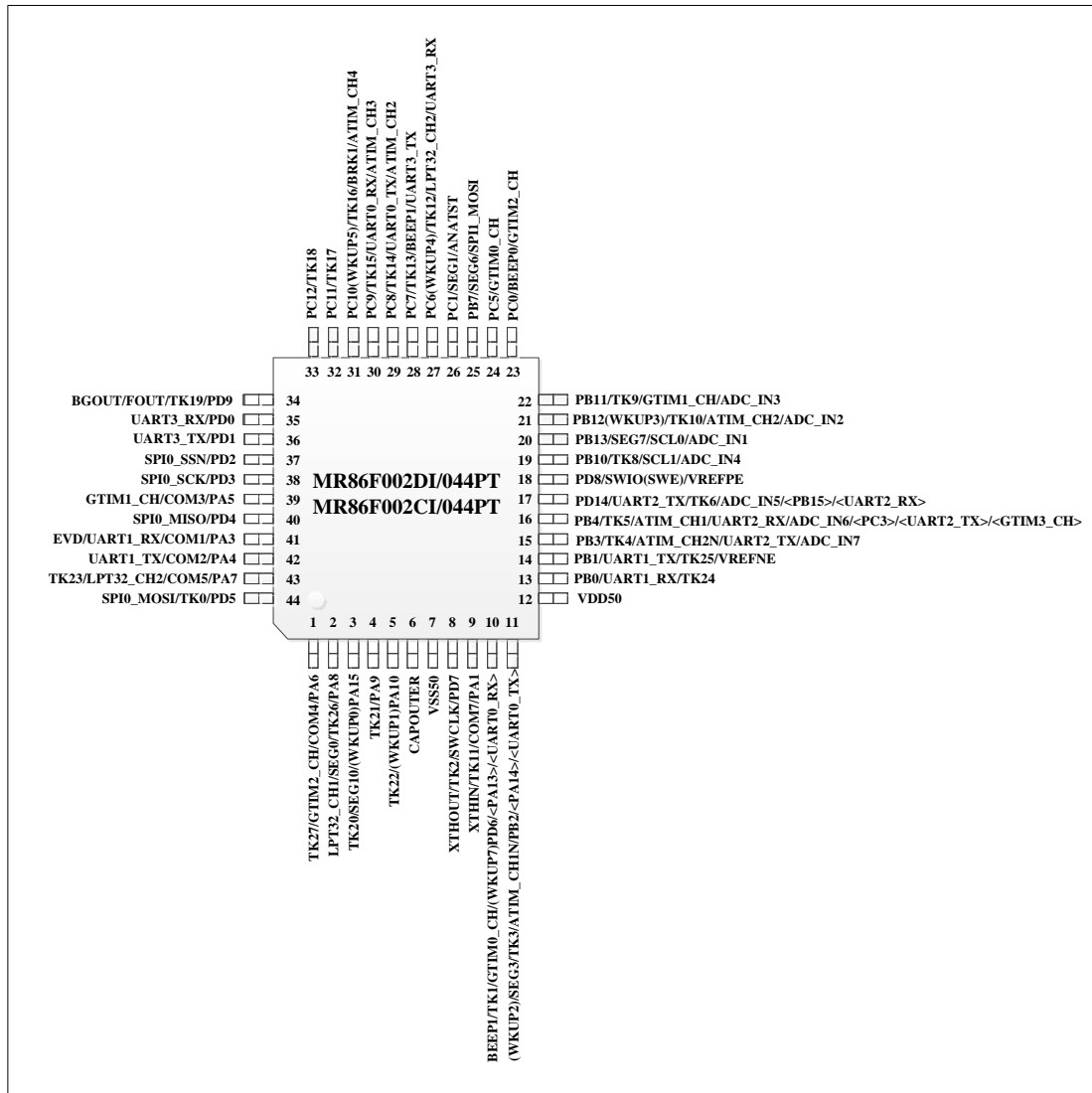


图 2 MR86F002 管脚分配图 (LQFP44)

## 管脚定义列表

表格 2 芯片管脚定义

LQFP44	管脚名	管脚类型	默认功能 <sup>(1)</sup>	复用功能
1	PA6	I/O	PA6	GTIM2_CH/COM4/TK27
2	PA8	I/O	PA8	LPT32_CH1/SEG0/TK26
3	PA15	I/O	PA15	SEG10/TK20
4	PA9	I/O	PA9	TK21
5	PA10	I/O	PA10	TK22
6	CAPOUTER	O	CAPOUTER	
7	VSS50	P	VSS0	
8	PD7	I/O	SWCLK	PD7/TK2/XTHOUT
9	PA1	I/O	PA0	COM7/XTHIN/TK11
10	PD6	I/O	PD6	BEEP1/GTIM0_CH/TK1
10 <sup>(5)</sup>	PA13	I/O	PA13	UART0_RX
11	PB2	I/O	PB2	SEG3/ATIM_CH1N/TK3
11 <sup>(5)</sup>	PA14	I/O	PA14	UART0_TX
12	VDD50	P <sup>(3)</sup>	VDD50	
13	PB0	I/O	PB0	UART1_RX/TK24
14	PB1	I/O	PB1	UART1_TX/TK25/VREFNE
15	PB3	I/O	PB3	ATIM_CH2N/UART2_TX/TK4/ADC_IN7
16	PB4	I/O	PB4	ATIM_CH1/UART2_RX/TK5/ADC_IN6
16 <sup>(5)</sup>	PC3	I/O	PC3	UART2_TX/GTIM3_CH
17	PD14	I/O	PD14	UART2_TX/TK6/ADC_IN5
17 <sup>(5)</sup>	PB15	I/O	PB15	UART2_RX
18	PD8	I/O	SWIO (SWE)	PD8/VREFPE
19	PB10	I/O	PB10	SCL1/TK8/ADC_IN4
20	PB13	I/O	PB13	SEG7/SCL0/ADC_IN1
21	PB12	I/O	PB12	ATIM_CH2/TK10/ADC_IN2

LQFP44	管脚名	管脚类型	默认功能 <sup>(1)</sup>	复用功能
22	PB11	I/O	PB11	GTIM1_CH/TK9/ADC_IN3
23	PC0	I/O	PC0	BEEP0/GTIM2_CH
24	PC5	I/O	PC5	GTIM0_CH
25	PB7	I/O	PB7	SEG6/SPI1_MOSI
26	PC1	I/O	PC1	SEG1
27	PC6	I/O	PC6	LPT32_CH2/UART3_RX/TK12
28	PC7	I/O	PC7	BEEP1/UART3_TX/TK13
29	PC8	I/O	PC8	UART0_TX/ATIM_CH2/TK14
30	PC9	I/O	PC9	UART0_RX/ATIM_CH3/TK15
31	PC10	I/O	PC10	BRK1/ATIM_CH4/TK16
32	PC11	I/O	PC11	TK17
33	PC12	I/O	PC12	TK18
34	PD9	I/O	PD9	TK19
35	PD0	I/O	PD0	UART3_RX
36	PD1	I/O	PD1	UART3_TX
37	PD2	I/O	PD2	SPI0_SSN
38	PD3	I/O	PD3	SPI0_SCK
39	PA5	I/O	PA5	GTIM1_CH/COM3
40	PD4	I/O <sup>(2)</sup>	PD4	SPI0_MISO
41	PA3	I/O	PA3	EVD/UART1_RX/COM1
42	PA4	I/O	PA4	UART1_TX/COM2
43	PA7	I/O	PA7	LPT32_CH2/COM5/TK23
44	PD5	I/O	PD5	SPI0_MOSI/TK0

备注：

1、默认功能是指芯片上电后未经过软件配置的功能定义。

2、I：输入脚；O：输出脚

3、P: 芯片电源脚

4、除电源脚外，所有管脚都可以用作 IO，所有 IO 都支持外部中断功能。

5、pin10, pin11, pin16, pin17 为 double bonding 管脚

- 管脚 PD6 和 PA13 两个管脚 bonding 在一起，当使用 PD6 的功能时，需要把 PA13 设置为高阻状态；当使用 PA13 的功能时，需要把 PD6 设置为高阻状态。
- 管脚 PB2 和 PA14 两个管脚 bonding 在一起，当使用 PB6 的功能时，需要把 PA14 设置为高阻状态；当使用 PA14 的功能时，需要把 PB2 设置为高阻状态。
- 管脚 PB4 和 PC3 两个管脚 bonding 在一起，当使用 PB4 的功能时，需要把 PC3 设置为高阻状态；当使用 PC3 的功能时，需要把 PB4 设置为高阻状态。
- 管脚 PD14 和 PB15 两个管脚 bonding 在一起，当使用 PD14 的功能时，需要把 PB15 设置为高阻状态；当使用 PB15 的功能时，需要把 PD14 设置为高阻状态。

## 数字功能复用列表

表格 3 数字功能复用配置表

管脚	复用功能 0	复用功能 1
PA3	COM1	UART1_RX
PA4	COM2	UART1_TX
PA5	COM3	GTIM1_CH
PA6	COM4	GTIM2_CH
PA7	COM5	LPT32_CH2
PA8	SEG0	LPT32_CH1
PA14	UART0_TX	
PB1	UART1_TX	
PB2	SEG3	ATIM_CH1N
PB3	ATIM_CH2N	UART2_TX
PB4	ATIM_CH1	UART2_RX
PB7	SEG6	SPI1_MOSI
PB13	SEG7	SCL0
PC0	BEEP0	GTIM2_CH
PC3	UART2_TX	GTIM3_CH
PC6	UART3_RX	LPT32_CH2
PC7	UART3_TX	BEEP1
PC8	UART0_TX	ATIM_CH2
PC9	UART0_RX	ATIM_CH3
PC10	BRK1	ATIM_CH4
PD1	UART3_TX	
PD6	BEEP1	GTIM0_CH



注：对于表格 3 中未提到的数字复用功能管脚，在使用时复用功能时，只需要把模式寄存器设置为复用功能即可，不需要再设置复用 0 或 1。

PRELIMINARY

## 管脚描述

表格 4 管脚描述

管脚名称	管脚类型	描述
PA0~PA15	I/O	输入或输出口
PB0~PB15	I/O	输入或输出口
PC0~PC15	I/O	输入或输出口
PD0~PD15	I/O	输入或输出口
SPIx_SSN	I/O	SPI 接口, 片选脚
SPIx_SCK	I/O	SPI 接口, 时钟脚
SPIx_MISO	I/O	SPI 接口, 作为主机时为数据输入脚, 从机时为数据输出脚
SPIx_MOSI	I/O	SPI 接口, 作为主机时为数据输出脚, 从机时为数据输入脚
SEG0~SEG15	O	LED 显示段驱动脚
COM0~COM11	O	LED 显示公共端驱动脚
WKUPx	I	异步唤醒系统管脚
BEEPx	O	蜂鸣器 x 输出
GTIMx_CH	I/O	通用定时器 GTIMx 的输入输出脚
UARTx_RX	I	UARTx 的数据接收脚
UARTx_TX	O	UARTx 的数据发送脚
XTHOUT	A <sup>(1)</sup>	外接高频晶振输出脚
XTHIN	A	外接高频晶振输入脚
SCLx	I/O	I2C 接口, 时钟输入或输出脚
SDAx	I/O	I2C 接口, 数据输入或输出脚
ATIM_CHxN	O	高级定时器通道 x 输出脚
ATIM_CHx	I/O	高级定时器通道 x 输入或输出脚
ATIM_ETR	I	高级定时器触发输入
LPT32_ETR	I	LPTIMER 触发输入
LPT32_CHx	I/O	LPTIMER 输入输出通道 2
SWCLK	I	调试口时钟信号

SWIO(SWE)	I/O	调试口数据信号
BRKx	I	刹车信号输入通道 x
ADC_INx	A	ADC 输入通道 x
VREFNE	A	ADC 参考电压输入负端
VREFPE	A	ADC 参考电压输入正端
EVD	A	外部电压检测
TK	A	Touch 通道输入

备注:

1、A: 模拟通道

PRELIMINARY



系统框图

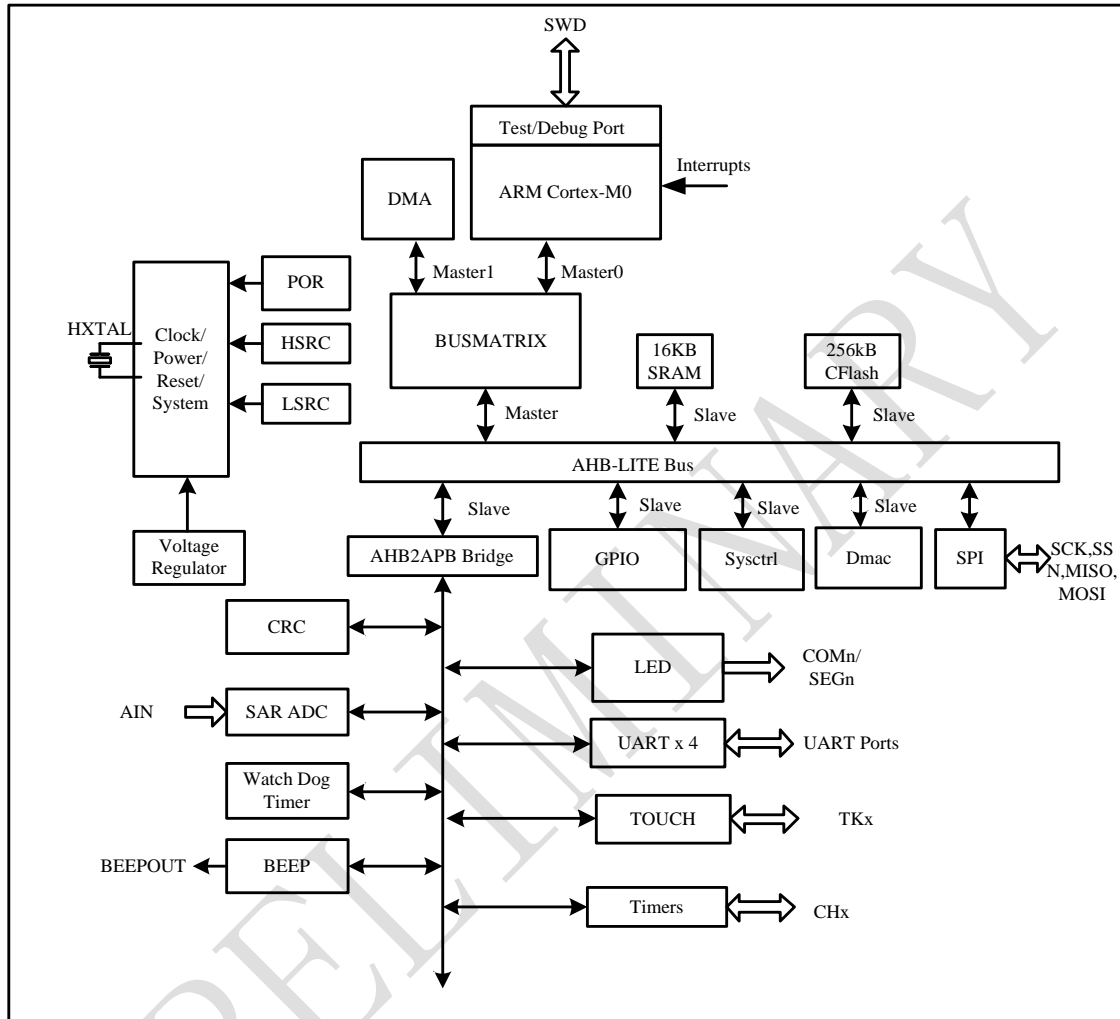


图 3 系统框图

## 外设资源

### 存储架构

本芯片的存储系统是基于 ARM Cortex-M0 处理器的存储架构定义的。内置 256 Kbytes Flash 和 16 Kbytes SRAM，采用 Little endian 编码形式，对于没有地址对齐的访问会导致 HardFault 异常中断。

表格 5 外设模块地址映射表

地址	外设
0x0000 0000 ~ 0x0003 FFFF	256 KB Flash 空间
0x0004 0000 ~ 0x1FFF EFFF	预留
0x1FFF F000 ~ 0x1FFF FFFF	预留
0x2000 0000 ~ 0x2000 3FFF	16 KB SRAM 空间
0x4000 0000 ~ 0x4000 FFFF	APB 总线外设
0x4001 0000 ~ 0x4001 5FFF	AHB 总线外设
0x4001 6000 ~ 0xDFFF FFFF	预留
0xE000 0000 ~ 0xE00F FFFF	内核地址空间
0xE010 0000 ~ 0xFFFF FFFF	预留

表格 6 APB 总线外设地址映射表

地址	外设
0x4000 0000 ~ 0x4000 0FFF	CRC
0x4000 1000 ~ 0x4000 1FFF	GTIM0
0x4000 2000 ~ 0x4000 2FFF	GTIM1
0x4000 3000 ~ 0x4000 3FFF	GTIM2
0x4000 4000 ~ 0x4000 4FFF	GTIM3
0x4000 5000 ~ 0x4000 5FFF	ATIM
0x4000 6000 ~ 0x4000 6FFF	IWDT

地址	外设
0x4000 7000 ~ 0x4000 7FFF	预留
0x4000 8000 ~ 0x4000 8FFF	ADC
0x4000 9000 ~ 0x4000 9FFF	UARTx
0x4000 A000 ~ 0x4000 AFFF	TOUCH
0x4000 B000 ~ 0x4000 BFFF	LED 驱动
0x4000 C000~ 0x4000 CFFF	预留
0x4000 D000 ~ 0x4000 DFFF	预留
0x4000 E000 ~ 0x4000 EFFF	LPTIM
0x4000 F000 ~ 0x4000 FFFF	BEEPER

表格 7 AHB 总线外设地址映射表

地址	外设
0x4001 0000 ~ 0x4001 0FFF	SYSCTRL
0x4001 1000 ~ 0x4001 1FFF	DMAC
0x4001 2000 ~ 0x4001 2FFF	SPIx
0x4001 3000~ 0x4001 3FFF	GPIO
0x4001 4000 ~ 0x4001 4FFF	FLSCTRL
0x4001 5000~ 0x4001 5FFF	预留

## SRAM

SRAM 地址空间范围是 0x2000\_0000~0x2000\_3FFF，软件可以对 SRAM 进行字节、半字、字访问，CPU 和 DMA 都可以以最大系统频率对 SRAM 实现无等待的单周期读写。CPU 也可以从 SRAM 取指执行程序，因此在对程序效率要求高的场合，可以将部分代码导入 SRAM 中，实现最高频率下无等待的执行。

## FLASH

本芯片内置 256Kbytes Flash，地址空间范围是 0x0000\_0000~0x0003\_FFFF，系统通过 AHB 总线读取，可配置访问等待周期。支持 ICP、IAP 功能。

对于 flash 内容的保护，本芯片设计了两种保护方式：SWD 接口读保护和代码分块保护。SWD 接口读保护开启后，不能再通过 SWD 接口读取 flash 内容，SWD 接口只允许进行全片擦除动作。代码分块保护是指 CPU 只能对指定的 Flash 区域进行取指操作，不能进行读写数据操作，代码分块保护以 8Kbytes 为一个区块。

## CRC

### 概述

CRC 计算单元可以用来计算产生一个 8 位、16 位或 32 位的 CRC 值，可编程 CRC 的初值和多项式。其输入数据可以设定为按字节反转或者按半字反转或者按字执行反转或者不反转（默认值），输出结果也可以设置为位反转或者不反转（默认值）输出。

CRC 计算单元支持 DMA，在程序运行中可以实现不占用 CPU 的资源。

PRELIMINARY

## 中断系统

### 概述

芯片基于 ARM Cortex-M0 的嵌套向量中断控制器 NVIC，有 32 个可屏蔽中断和 1 个不可屏蔽中断（NMI），4 级优先级可配。对于除复位外的异步处理，CPU 会在异常触发后继续执行当前指令，在当前指令执行完成后再进入异常处理程序。这里说的异常是指任何打断程序顺序执行的事件，即中断事件。

表格 8 是从《Cortex-M0 Devices Generic User Guide (ARM DUI 0497A)》的 "Table 2-11 Properties of the different exception types" 改编而来。

表格 8 中断向量表

事件编号	中断号	中断源	优先级	入口地址	描述
0	-16	-	-	0x0000 0000	堆栈初始指针值
1	-15	Reset	-3	0x0000 0004	复位 PC 值
2	14	NMI	-2	0x0000 0008	不可屏蔽中断
3	-13	HardFault	-1	0x0000 000C	访问非法地址等原因导致的故障
4~10	-12~-6	预留	-	-	
11	-5	SVCALL	可配	0x0000 002C	通过指令调用系统服务
12~13	-4~-3	预留	-	-	
14	-2	PendSV	可配	0x0000 0038	可挂起的系统服务
15	-1	SysTick	可配	0x0000 003C	系统滴答定时器
16	0	预留	-	0x0000 0040	
17	1	VD	可配	0x0000 0044	电源电压检测中断
18	2	LFDET	可配	0x0000 0048	外置晶振停振检测中断
19	3	Flash	可配	0x0000 004C	Flash 中断
20	4	UART0	可配	0x0000 0050	UART0 中断
21	5	UART1	可配	0x0000 0054	UART1 中断
22	6	UART2	可配	0x0000 0058	UART2 中断
23	7	UART3	可配	0x0000 005C	UART3 中断

事件编号	中断号	中断源	优先级	入口地址	描述
24	8	ADC	可配	0x0000 0060	ADC 中断
25	9	I2C0	可配	0x0000 0064	I2C0 中断
26	10	SPI0	可配	0x0000 0068	SPI0 中断
27	11	SPI1	可配	0x0000 006C	SPI1 中断
28	12	GTIM0	可配	0x0000 0070	GTIM0 中断
29	13	GTIM1	可配	0x0000 0074	GTIM1 中断
30	14	GTIM2	可配	0x0000 0078	GTIM2 中断
31	15	GTIM3	可配	0x0000 007C	GTIM3 中断
32	16	ATIM	可配	0x0000 0080	高级定时器 ATIM 中断
33	17	LPTIM	可配	0x0000 0084	低功耗定时器 LPTIM 中断
34	18	LED	可配	0x0000 0088	LED 驱动中断
35	19	TOUCH	可配	0x0000 008C	Touch 中断
36	20	DMA	可配	0x0000 0090	DMA 中断
37	21	预留	可配	0x0000 0094	-
38	22	预留	可配	0x0000 0098	-
39	23	WKUP	可配	0x0000 009C	外部唤醒中断
40	24	EXTI	可配	0x0000 00A0	外部中断
41	25	I2C1	可配	0x0000 00A4	I2C1 中断
42	26	BSTIM0	可配	0x0000 00A8	基本定时器 0 中断
43	27	BSTIM1	可配	0x0000 00AC	基本定时器 1 中断
44	28	预留	可配	0x0000 00B0	-
45	29	预留	可配	0x0000 00B4	-
46	30	预留	可配	0x0000 00B8	-
47	31	预留	可配	0x0000 00BC	-

## 外部中断 EXTI

### 概述

芯片 GPIO 共分为四组，且都具有外部中断功能，但同时最多产生 16 个外部中断信号。外部中断信号支持输入数字滤波功能，数字滤波可以由寄存器配置使能或禁止，默认关闭。外部中断触发源可配置为上升沿、下降沿或者双边沿触发。

PRELIMINARY



## 电源管理

### 电压检测(VD)与低压复位

芯片内部设计了一个电压检测模块，比较电压点有两种：内置 31 档电压点和外置 EVD 管脚。当待检测电压低于检测点，可通过寄存器配置成是产生中断或产生系统复位。电压检测模块工作时钟源是 LSRC。

PRELIMINARY

## 时钟管理

### 概述

芯片内共有三个独立时钟源，三个时钟源均可作为系统时钟：

- ◆ 外接 4~32MHz 晶振时钟
- ◆ 内置 8/16/24/32MHz 振荡时钟（HSRC），误差在 $\pm 1\%$ @(-10~50°C)， $\pm 2\%$ @(-40~85°C) 以内
- ◆ 内置 32KHz 振荡时钟（LSRC），供看门狗以及上电控制逻辑使用

PRELIMINARY

时钟树

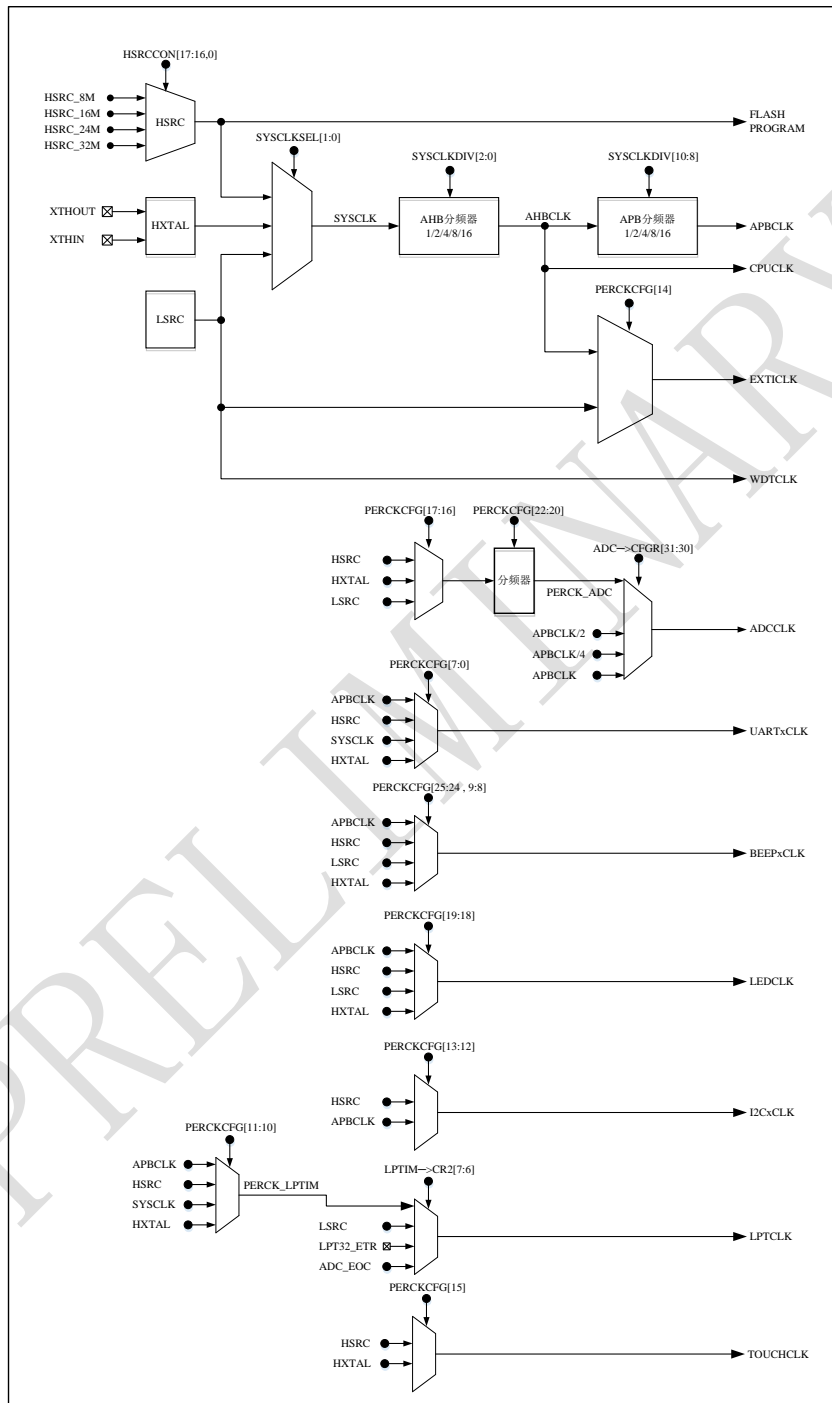


图 4 时钟树

## 复位管理

### 概述

芯片内部集成了 6 路复位源，系统复位后，可通过寄存器读出复位源标志，以此来判断是哪个复位源引起的复位。复位源有：上电复位 POR、看门狗复位、软件复位、低电压复位 VD、LOCKUP 复位、SYSRESETREQ 复位。

PRELIMINARY

## 看门狗 IWDT

### 概述

芯片内置独立看门狗模块,其时钟源来自内部低频 RC 振荡器,看门狗启动后,不能再关闭,只有低功耗(sleep)模式下可选择是否关闭。当看门狗打开后,只有上电复位(POR)才能复位看门狗模块,其他复位源复位后,看门狗还是维持之前的状态。

## DMA

### 概述

DMA 控制器有 8 个通道,每个通道专门用来管理来自于一个或多个外设对存储器访问的请求。还有一个仲裁器来协调各个通道请求的优先权。

主要特性:

- ◆ 8 个独立可配置的通道请求
- ◆ 每个通道都直接连接硬件 DMA 请求,每个通道最多可选择 8 个外设。这些功能通过软件来配置
- ◆ 多个请求间的优先级可以通过软件编程设置(共有四级:很高、高、中等和低),优先权设置相等时由硬件决定(请求 0 优先于请求 1,依此类推)
- ◆ 支持传输宽度(字节、半字、全字)。源和目标地址必须按数据传输宽度对齐。
- ◆ 支持循环模式和单次模式
- ◆ 数据传输数目可编程
- ◆ 支持全程中断和半程中断

## 高级定时器

### 概述

高级定时器由一个 16bit 自动重载计数器和一个 16bit 的可编程预分频器组成。高级定时器适合多种用途, 包含输出比较、输入信号脉冲捕获、脉宽调制、带死区插入的互补脉宽调制输出, 刹车控制等。

其主要特性:

- ◆ 16bit 向上、向下、向上/向下自动装载计数器
- ◆ 16bit 可编程 (可实时修改) 预分频器, 分频系数 1~65535
- ◆ 多达 4 个独立通道
  - 输入捕捉
  - 输出比较
  - PWM
  - 单脉冲输出
- ◆ 可编程死区的互补输出
- ◆ 使用外部信号控制和其他定时器级联
- ◆ 内置重复计数器, 可实现定时器多个循环后更新状态
- ◆ 刹车输入信号可以将定时器输出置于复位状态或者一个已知的状态
- ◆ 以下事件发生时产生中断/DMA 请求
  - 计数器上/下溢出, 计数器初始化 (软件或触发)
  - 触发事件 (计数器启动、停止、初始化或者由内部/外部触发计数)
  - 输入捕捉
  - 输出比较
  - 刹车信号输入
- ◆ 支持增量正交编码器和霍尔传感器
- ◆ 触发输入作为外部时钟



## 通用定时器

### 概述

- ◆ 16bit 向上、向下、双向计数自动重载计数器
- ◆ 16bit 可编程预分频器，支持实时调整计数时钟分频
- ◆ 灵活的计数时钟源选择
- ◆ 通道可用于输入捕捉、输出比较、PWM（边缘或中心对齐模式）、单脉冲输出
- ◆ 支持与其他定时器级联

PRELIMINARY

## 低功耗定时器

### 概述

LPTIM 是一个 32 位定时器，可从降低功耗的最终发展中受益。由于 LPTIM 的时钟源具有多样性，因此 LPTIM 能够在所有电源模式下保持运行状态。即使没有内部时钟源，LPTIM 也能运行，鉴于这一点，可将其用作“脉冲计数器”，这种脉冲计数器在某些应用中十分有用。此外，LPTIM 还能将系统从低功耗模式唤醒，因此非常适合实现“超时功能”，在这种功能模式下系统功耗极低。

LPTIM 引入了一个灵活的时钟方案，该方案能够提供所需的功能和性能，同时还能最大程度地降低功耗。

其主要特性：

- ◆ 32 位递增计数器
- ◆ 3 位预分频器，可采用 8 种分频系数
- ◆ 可选工作时钟：LSRC，APBCLK 等
- ◆ LPTIM 输入的外部时钟源，可在使用脉冲计数器应用场景中使用
- ◆ 32 位 ARR 自动重载寄存器
- ◆ 32 位比较/捕捉寄存器
- ◆ 连续/单触发模式
- ◆ PWM 输出





## 基本定时器

### 概述

基本定时器包含一个 16bit 自动重载计数器及一个可编程预分频器。

其主要特性：

- ◆ 16bit 向上计数自动重载计数器
- ◆ 16bit 可编程预分频器，支持实时调整计数时钟分频
- ◆ 计数器溢出时产生中断
- ◆ 支持比较中断和 PWM 输出
- ◆ 支持蜂鸣器驱动

PRELIMINARY

## UART

### 概述

UART 串行通信模块特点如下:

- ◆ 全双工异步通信
- ◆ 4 路独立通道
- ◆ 可配置的波特率发生器
- ◆ 多个中断标志, 包括数据接收, 数据发送, 传输结束标志等
- ◆ 可编程数据长度, 支持 7、8、9 位
- ◆ 可编程的停止位, 支持 1 个或 2 个停止位
- ◆ 支持 DMA 传输功能
- ◆ 错误标志提示

PRELIMINARY

## SPI

### 概述

串行外部设备接口（SPI）是一种高速串行通信接口，允许 MCU 与外围设备（包括其它 MCU）进行全双工，同步串行通讯。

其特点：

- ◆ 全双工 3 或 4 线串行同步传输
- ◆ 主从机操作
- ◆ 8 种可编程时钟频率
- ◆ 极性相位可编程的串行时钟
- ◆ 写入冲突标准
- ◆ 可选择 LSB 或 MSB 传输
- ◆ 支持 DMA

PRELIMINARY

## GPIO

### 概述

I/O 端口的主要功能特性：

- ◆ 所有 GPIO 数字输入有施密特特性
- ◆ 所有 GPIO 可配置为上拉输入、下拉输入、浮空输入、开漏输出、推挽输出
- ◆ 所有 GPIO 都具有外部中断功能

PRELIMINARY

## LED 驱动

### 概述

LED 驱动器包含一个控制器，需要发送的数据按一定规律存储在显示数据寄存器中，当配置好相应的控制寄存器后，控制器会按照特定的时序显示期望的字符。

#### 主要特点：

最大可支持 8 个 COM 输出和 16 个 SEG 输出，本芯片（44pin 封装）可输出 6 个 COM 和 6 个 SEG

1/1~1/12 占空比电压驱动方式

支持共阴/共阳模式

支持调光 LED 模式，SEG 从 0/256~256/256 共 256 种占空比可调

## ADC

### 概述

本芯片内置 12bit SAR-ADC，其主要特点为：

- ◆ 输入信号幅度 0~VREF（ADC 参考电压）
- ◆ 最高采样率 2Msps
- ◆ 10 个输入通道
- ◆ 8 个可以配置为单端或差分模式
- ◆ 可配置的采样保持时间
- ◆ 支持单次转换和连续转换
- ◆ 支持 DMA
- ◆ 支持过采样硬件平均

PRELIMINARY

## TOUCH

### 概述

本芯片内置 27 路电容式触控，其主要特点为：

- ◆ 工作电压 2.4~5.5V
- ◆ 支持单通道扫描和多通道扫描
- ◆ 支持中值滤波和 IIR 滤波
- ◆ 支持 DMA

PRELIMINARY

## 调试接口

### 概述

本芯片集成了串行调试接口(SWD)和单线仿真接口(SWE)。

SWD 是标准的 ARM CoreSight 调试接口，串行调试接口(SW-DP)为 AHP-AP 模块提供 2 针(时钟+数据)接口。

表格 9 调试管脚分配

SW-DP	SW 端口描述	类型	分配引脚
SWIO	串行数据输入输出口	I/O	PD8
SWCLK	串行时钟口	I	PD7
SWE	单线仿真口	I/O	PD8



## 128 BIT 芯片唯一标识码

### 概述

每一颗芯片在出厂时都会写入一个 128bit 的唯一编码（一次性写入，不能更改），用户可以通过应用程序直接读取，方便在后续方案做到追溯。

PRELIMINARY

## 极限参数

表格 10 极限参数表

参数	符号	值	单位
电源电压	VDD	-0.3~6.0	V
输入电压	V <sub>in</sub>	-0.3~VDD+0.3	V
总灌电流	$\Sigma I_{OL}$	200	mA
总拉电流	$\Sigma I_{OH}$	-100	mA
储存温度	T <sub>STG</sub>	-40~+125	°C
结温	T <sub>J</sub>	+150	°C
工作温度	T <sub>OPR</sub>	-40~+85	°C

## 电气参数（除非特指，典型值在 25°C 下获取）

## 工作电压及电流

表格 11 工作电压

符号	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VDD	工作电压		2.4		5.5	V
VREFPE/VREFNE	ADC 参考电压		2.4		5.5	V

表格 12 工作电流（打开所有外设，全速运行）

符号	说明	时钟源	主频(MHz)	工作电压(V)	最小值	典型值	最大值	单位
I <sub>RUN</sub>	工作电流@ (-40~85°C)	内置 RC HSRC	8	5.0		2.57		mA
				3.3		2.56		mA
			16	5.0		4.67		mA
				3.3		4.65		mA
			24	5.0		6.68		mA
				3.3		6.64		mA
		32	5.0		7.82		mA	
			3.3		7.78		mA	
		外接晶 振	8	5.0		3.8		mA
				3.3		3.11		mA
			16	5.0		5.85		mA
				3.3		5.15		mA
			24	5.0		8.12		mA
				3.3		7.3		mA
			32	5.0		9.02		mA
				3.3		8.2		mA
		内置 RC	0.032	5.0		0.46		mA



符号	说明	时钟源	主频(MHz)	工作电压(V)	最小值	典型值	最大值	单位
		LSRC		3.3		0.45		mA

PRELIMINARY

## IO 特性

表格 13 IO 特性

符号	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
典型值是在环境温度为 25°C 下测得						
V <sub>IH</sub>	高电平输入电压	VDD=5.0V	3.5			V
		VDD=3.3V	2			V
V <sub>IL</sub>	低电平输入电压	VDD=5.0V			1.5	V
		VDD=3.3V			0.8	V
V <sub>OH</sub>	输出高电平	PD8: VDD=5.0V, I <sub>SOURCE</sub> =1.5mA	4.2			V
		其他 IO: VDD=5.0V, I <sub>SOURCE</sub> =21mA	4.2			V
V <sub>OL</sub>	输出低电平	PD8: VDD=5.0V, I <sub>SINK</sub> =1.5mA			0.5	V
		其他 IO: VDD=5.0V, I <sub>SINK</sub> =16mA			0.5	V
V <sub>OL</sub> 大电流 IO	DREN=0	VDD=5.0V, ODEN=1 I <sub>SINK</sub> =122mA		1.5		V
V <sub>OL</sub> 大电流 IO	DREN=1	VDD=5.0V, ODEN=1 I <sub>SINK</sub> =22mA		1.5		V
R <sub>IPU</sub>	内置上拉电阻	VDD=5V	20		100	kΩ
		VDD=3.3V				
R <sub>IPD</sub>	内置下拉电阻	VDD=5V	20		100	kΩ
		VDD=3.3V				
I <sub>IH</sub>	输入高漏电流	VDD=5V, IO 浮空输入			1	uA
		VDD=3.3V, IO 浮空输入				
I <sub>IL</sub>	输入低漏电流	VDD=5V, IO 浮空输入	-1			uA
		VDD=3.3V, IO 浮空输入				

## 上电复位及电压检测

表格 14 电压检测档位表

符号	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V <sub>PVD</sub>	可编程电压检测	下降沿		1.8		V
				1.9		V
				2.0		V
				2.1		V
				2.2		V
				2.3		V
				2.4		V
				2.5		V
				2.6		V
				2.7		V
				2.8		V
				2.9		V
				3.0		V
				3.1		V
				3.2		V
				3.3		V
				3.4		V
				3.5		V
				3.6		V
				3.7		V
	3.8		V			
	3.9		V			
	4.0		V			
	4.1		V			
	4.2		V			

符号	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
V <sub>PVD</sub>	可编程电压检测			4.3		V	
				4.4		V	
				4.5		V	
				4.6		V	
		下降沿		4.7		V	
				4.8		V	
			上升沿	-	-	-	-
					1.9		V
					2.0		V
					2.1		V
					2.2		V
					2.3		V
					2.4		V
					2.5		V
					2.6		V
					2.7		V
					2.8		V
					2.9		V
					3.0		V
					3.1		V
	3.2		V				
	3.3		V				
	3.4		V				
	3.5		V				
	3.6		V				
	3.7		V				
	3.8		V				
	3.9		V				

符号	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
				4.0		V
				4.1		V
				4.2		V
				4.3		V
				4.4		V
				4.5		V
				4.6		V
				4.7		V
$V_{PVD}$	可编程电压检测	上升沿		4.8		V
$V_{PVDHYST}$	PVD 迟滞电压	-		100		mV
$V_{POR}$	上电掉电复位电压	上升沿		2.4		V
		下降沿		2.3		V
$V_{PORHYST}$	上电复位迟滞电压	-		100		mV
$t_{PORD}$	上电复位延长时间	-		1		ms



## 时钟特性

表格 15 内部 RC 时钟特性

符号	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
所有数据是在 VDD=5.0V (±20%) 取得						
$f_{HSRC}$	内部高频 RC 振荡频率	-10~50°C	7.92	8	8.08	MHz
		-40~85°C	7.92	8	8.08	
		-10~50°C	15.84	16	16.16	
		-40~85°C	15.84	16	16.16	
		-10~50°C	23.76	24	24.24	
		-40~85°C	23.76	24	24.24	
		-10~50°C	31.68	32	32.32	
		-40~85°C	31.68	32	32.32	
$f_{LSRC}$	内部低频 RC 振荡频率	-10~50°C		32		KHz
		-40~85°C		32		KHz
$t_{HSRCSTR}$	内部高频 RC 起振时间	-		150		us
$T_{LSRCSTR}$	内部低频 RC 起振时间	-		1000		us

## ADC 特性

表格 16 ADC 特性

符号	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
典型值是在 25°C 下取得						
NR	分辨率		-	12	-	Bit
V <sub>DD</sub>	工作电压范围	-	2.4		5.5	V
I <sub>ADC</sub>	工作电流			0.55		mA
V <sub>REF</sub>	参考电压		2.4		V <sub>DD</sub>	V
V <sub>ADIN</sub>	模拟通道输入电压		0		V <sub>REF</sub>	V
C <sub>ADIN</sub>	采样保持电容			15		pF
R <sub>ADIN</sub>	模拟通道输入阻抗			1		MΩ
f <sub>CONV</sub>	转换速率				2	MSPS
DNL	微分非线性误差			2.5		LSB
INL	积分非线性误差			3		LSB
E <sub>OF</sub>	失调误差			2		LSB
E <sub>GAIN</sub>	增益误差			4		LSB
ENOB	有效位数	2Msps@ V <sub>REF+</sub> =V <sub>DD</sub> =5.0V V <sub>REF-</sub> =V <sub>SS</sub> =0V				
		200Ksps@ V <sub>REF+</sub> =V <sub>DD</sub> =5.0V V <sub>REF-</sub> =V <sub>SS</sub> =0V				
		2Msps@ V <sub>REF+</sub> =V <sub>REFPE</sub> =5.0V V <sub>REF-</sub> =V <sub>REFNE</sub> =0V				
		200Ksps@ V <sub>REF+</sub> =V <sub>REFPE</sub> =5.0V V <sub>REF-</sub> =V <sub>REFNE</sub> =0V				
		2Msps@ V <sub>REF+</sub> =V <sub>DD</sub> =5.0V				

符号	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
		$V_{REF-} = V_{REFNE} = 0V$				
		200Ksps@ $V_{REF+} = V_{DD} = 5.0V$ $V_{REF-} = V_{REFNE} = 0V$				
		2Msps@ $V_{REF+} = V_{REFPE} = 5.0V$ $V_{REF-} = V_{SS} = 0V$				
		200Ksps@ $V_{REF+} = V_{REFPE} = 5.0V$ $V_{REF-} = V_{SS} = 0V$				

PRELIMINARY

## FLASH 特性

表格 17 FLASH 特性

符号	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
	擦写次数	-40~85°C	20000			次
		25°C	100000			次
T <sub>RETENTION</sub>	数据保存时间	25°C		30		年
		85°C		20		年
T <sub>SE</sub>	扇区擦写时间	-40~85°C		5		ms
T <sub>WP</sub>	每个 WORD 烧写时间	-40~85°C		60		us
T <sub>BP</sub>	每个 Byte 烧写时间	-40~85°C		40		us
V <sub>P</sub>	擦写时的工作电压	-		VDD		V



## ESD/LATCHUP 特性

表格 18 ESD/LATCHUP 特性

符号	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{ESDHBM}$	ESD @ Human Body Mode			5		KV
$I_{LATCHUP}$	Latchup Current			200		mA

PRELIMINARY

封装图纸

LQFP44 封装信息

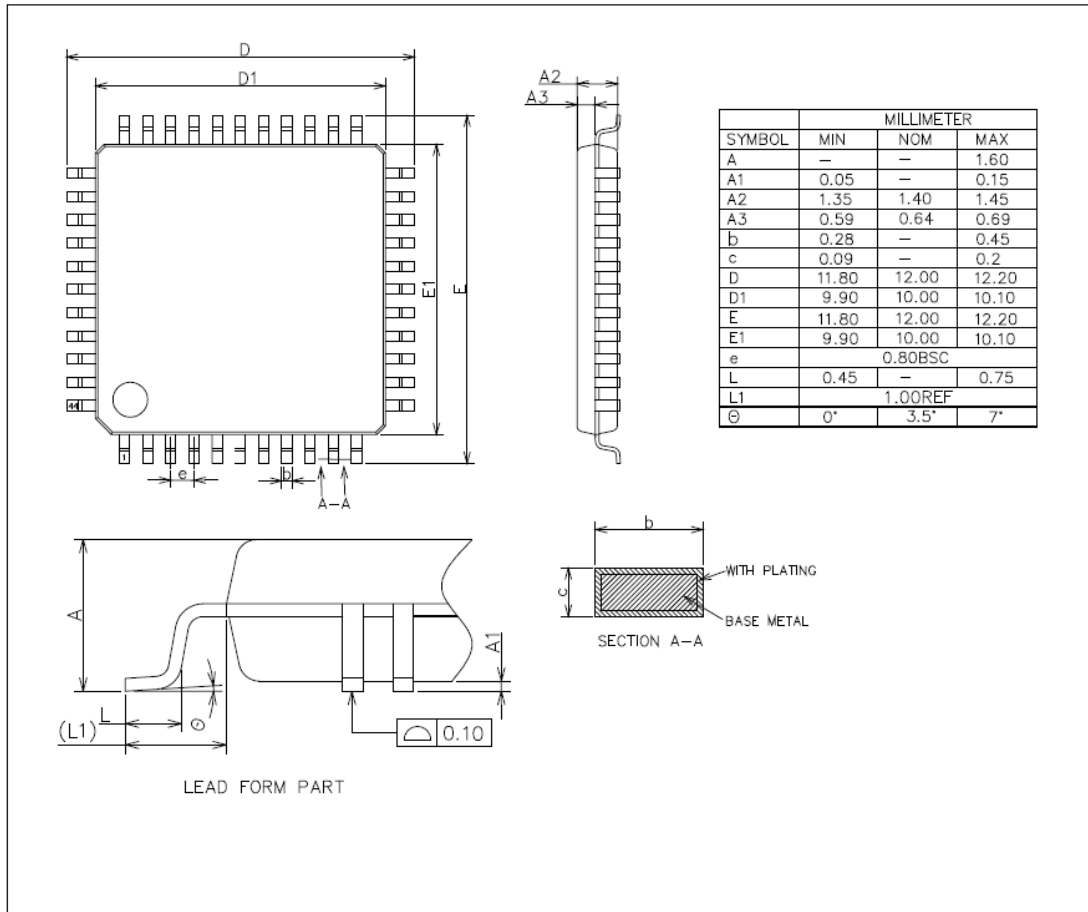
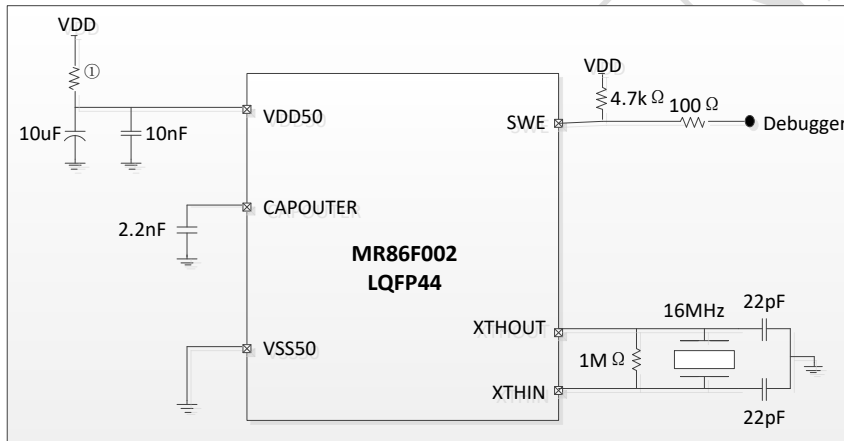
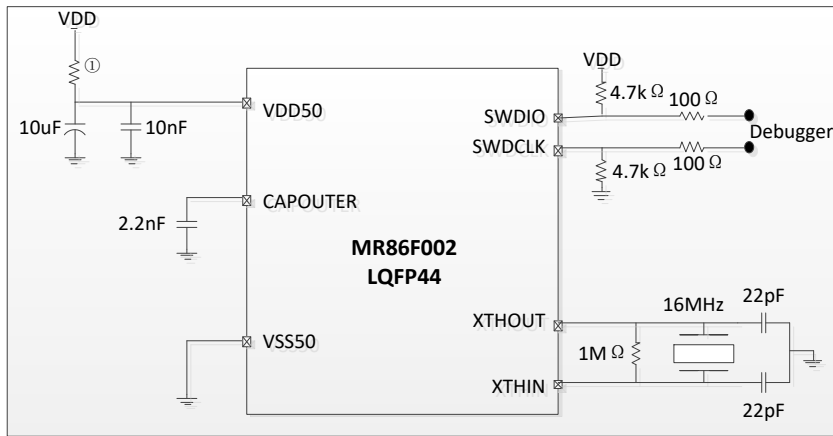


图 5 LQFP44 封装图

典型应用图



① 此器件为电阻或者电感。当为电阻时，数值为 1~5 欧姆；当为电感时，数值为 10uH~500uH。

图 6 典型应用图

## 修改记录

日期	版本	内容
2020.11.25	1.1.0	外发初始化版本
2022.2.20	1.1.1	1: 修改概述的电源和系统复位描述和内核的单线烧录 SWE 描述 2: 修改概述的低功耗电流描述, 低功耗定时器时钟源描述, 通讯接口的 spi 描述添加, 删除 I2C 字体 3: 产品说明图修改, 修改管脚分配图和管脚定义的 SWIO (SWE) 描述 4: 修改系统框图的 SPI 接口信号描述, sram 和 flash 描述删除冗余描述 5: 外设资源模块的框图删除, 删除冗余的不好理解的描述 6: 电器参数 POR 阈值修改, IO 特性的 VOH 等指标修改, 删除上下的速率描述 7: ESD/LATCHUP 删除多余指标 8: 添加了免责声明
2022.3.29	1.1.2	1: 修改概述的常温下功耗, 更新 sleep 功耗 2: 更正电气参数中上电复位及电压检测 VPOR 下降沿电压值 3: 补充电气参数中时钟特性 24/32MHz 下温漂性能
2022.4.2	1.1.3	1: 修改管脚定义列表里 ADC_IN 的位置
2022.4.15	1.1.4	1: 修改 flash 编程时间 typ 值 2: 修改内部 RC 起振时间 typ 值
2022.5.1	1.1.4	1: 修改时钟树框图
2022.9.3	1.1.5	1: 修改典型应用图
2022.10.9	1.1.6	1: 添加 CI 型号



## 免责声明

- 1、此文档中的信息可以在不通知用户时进行修改及更新
- 2、上海美仁半导体有限公司将竭尽最大的努力保证本公司产品的高质量与高稳定性。尽管如此，由于一般半导体器件的电气敏感性及易受到外部物理伤害等固有特点，本公司产品有可能在这些情况下出现故障或失效。当使用本公司产品时，使用者有责任遵从安全规则来设计一个安全及稳定的系统环境。在用户使用该产品时，请遵从本公司最新说明书上规定的操作步骤来使用该产品。
- 3、在此文档中的上海美仁半导体有限公司的产品是为一般电气应用（电脑、个人工具、办公工具、测量工具、工业机械器件、家用电器等）所设计的。本公司该产品不能及禁止应用在一些需要极高稳定性及质量的特殊设备上，以免导致人员伤亡等意外发生。产品不能应用范围包括原子能控制设备、飞机及航空器件、运输设备、交通信号设备、燃烧控制设备、医药设备以及所有安全性设备等等。使用者在以上列举的非产品应用范围内使用时造成的损失与伤害，本公司概不负责。

PRELIMINARY