# 零死角玩转STM32—M4系列





淘宝: fire-stm32.taobao.com

论坛: www.firebbs.cn



扫描进入淘宝店铺

# 主讲内容



01 STM32长啥样

02 芯片里面有什么

03 存储器映射

04 寄存器映射

参考资料:《零死角玩转STM32》 "什么是寄存器" 章节

### 什么是寄存器



# 什么是寄存器

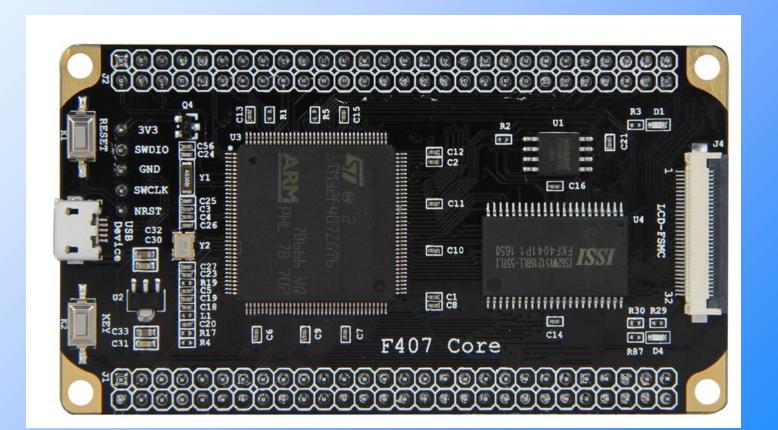
- 1、什么是储存器映射?
- 2、什么是寄存器映射?

### STM32长啥样



#### STM32F407ZGT6芯片实物图

- 1、学会看丝印
- 2、懂得如何辨别正方向



# STM32长啥样



```
8
                                                 V<sub>DD</sub> OPDR_OY PE1 
                                                   108 🗖 V<sub>DD</sub>
       PE2 🗖 1
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             107 D V<sub>SS</sub>
       PE3
                                   2
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            106 V<sub>CAP_2</sub>
105 PA 13
      PE4
                                    3
      PE5
                                    4
      PE6 □
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               104 PA 12
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              103 PA 11
  VBAT 🗖
                                    6
PC13 🗖
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              102 PA 10
 PC14 🗖
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              101 PA9
                                   8
 PC15 ☐ 9
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               100 PA8
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   99 PC9
       PF0 ☐ 10
      PF1 4 11
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    98 PC8
      PF2 12
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   97 PC7
        PF3 13
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   96 PC6
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   95 V<sub>DD</sub>
94 V<sub>SS</sub>
93 PG8
        PF4
                                    14
      PF5 V<sub>SS</sub> C
V<sub>DD</sub> C
PF6 C
                                    15
                                    16
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   92 🗖 PG7
                                    17
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   91 PG6
                                    18
                                                                                                                                                                                                                    LQFP144
        PF7 19
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   90 🗖 PG5
        PF8 20
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    89
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 □ PG4
        PF9 21
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   88 🗖 PG3
   PF10 ☐ 22
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               □ PG2
     PH0 23
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   86 PD15
     PH1 24
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   85 PD14
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  84 V<sub>DD</sub>
83 V<sub>SS</sub>
NRST ☐ 25
      PC0 🗆
                                    26
      PC1 27
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   82 PD13
81 PD12
      PC2 ☐ 28
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  80 PD11
79 PD10
      PC3 🗆
                                   29
      V<sub>DD</sub>
                                    30
   V<sub>SSA</sub> □
                                    31
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 □PD9
V<sub>REF+</sub> 32
V<sub>DDA</sub> 33
PA 0 34
PA 1 35
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 □PD8
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    77
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  □PB15
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                □PB14
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 □PB13
      PA2 ☐ 36
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   73 PB12
                                                  PA3

VSS

PA45

PA45

PA56

PA66

PA71

PB11

PB11

PB12

VSS

VDD

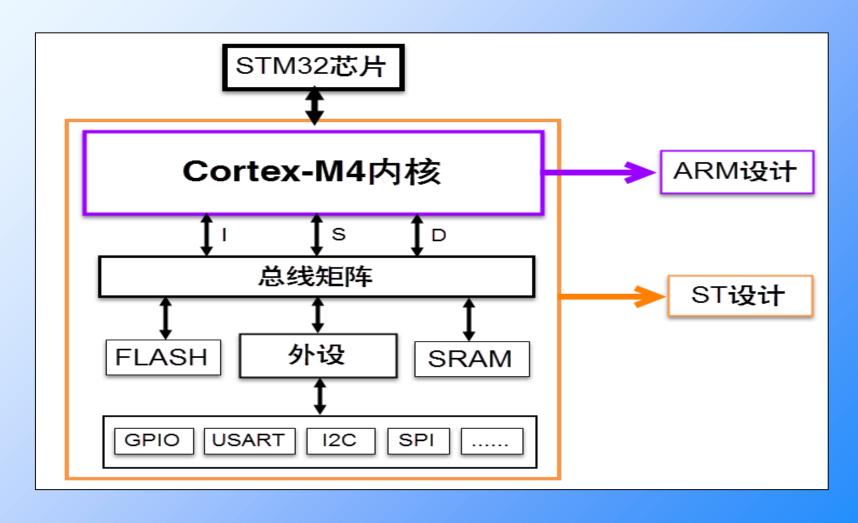
PG10

PG10
```

# STM32内部有什么



#### STM32芯片架构简图



### 存储器映射



#### 什么叫存储器映射?

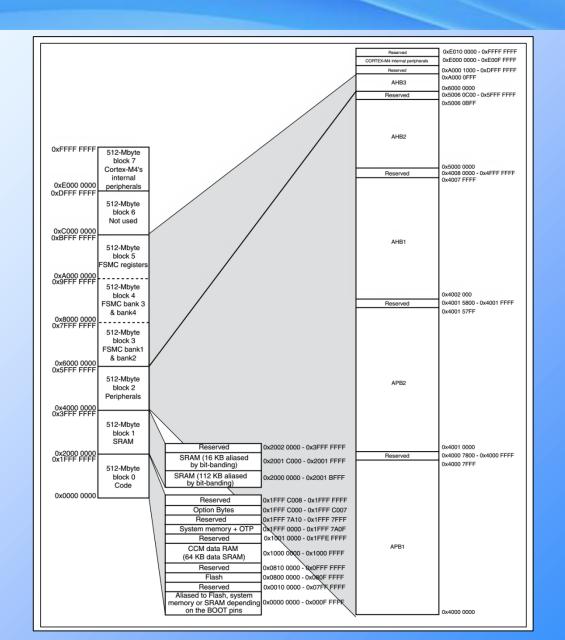
存储器本身不具有地址信息,它的地址是由芯片厂商或用户分配,给存储器分配地址的过程就称为存储器映射。

#### 表格 6-1 存储器功能分类。

序号。	用途。	地址范围。	þ
Block 0	Code &	0x0000 0000 ~ 0x1FFF FFFF(512MB)	¢
Block 1	SRAM ₽	0x2000 0000 ~ 0x3FFF FFFF(512MB)	ته
Block 2	片上外设。	0x4000 0000 ~ 0x5FFF FFFF(512MB)	٦
Block 3	FSMC 的 bank1 ~ bank2。	0x6000 0000 ~ 0x7FFF FFFF(512MB)	٦
Block 4	FSMC 的 bank3 ~ bank4。	0x8000 0000 ~ 0x9FFF FFFF(512MB)	ته
Block 5	FSMC 寄存器。	0xA000 0000 ~ 0xCFFF FFFF(512MB)	۰
Block 6	没有使用。	0xD000 0000 ~ 0xDFFF FFFF(512MB)	ته
Block 7 4	Cortex-M4 内部外设。	0xE000 0000 ~ 0xFFFF FFFF(512MB)	ته [

# 存储器映射图





### 寄存器映射



#### 让GPIOF端口的16个引脚输出高电平,要怎么实现?

#### 代码 6-1 通过绝对地址访问内存单元↓

```
1 // GPIOF 端口全部输出 高电平↓
```

2 \*(unsigned int\*)(0x4002 1414) = 0xFFFF;

- 1、0X40021414 是GPIOF输出数据寄存器ODR的地址,如何找到?
- 2、(unsigned int\*)的作用是什么?
- 2、学会使用C语言的 \* 号

### 寄存器映射



#### 代码 6-2 通过寄存器别名方式访问内存单元↓

```
1 // GPIOF 端口全部输出 高电平↓
```

2 #define GPIOF BASE 0x40021400↔

3 #define GPIOF\_ODR (unsigned int\*)(GPIOF\_BASE+0x14) +

4 \*GPIOF ODR = 0xFF; ₽

为了方便操作,我们干脆把指针操作"\*"也定义到寄存器别名里面,具体见代码

6-3。 ↵

#### 代码 6-3 通过寄存器别名访问内存单元 ₽

```
1 // GPIOF 端口全部输出 高电平↓
```

2 #define GPIOF BASE 0x40021400↔

3 #define GPIOF\_ODR \* (unsigned int\*) (GPIOF\_BASE+0x14) +

4 GPIOF\_ODR = 0xFF; ↓

### 什么是寄存器



#### 什么是寄存器?

给有特定功能的内存单元取一个别名,这个别名就是我们经常说的寄存器,这个给已经分配好地址的有特定功能的内存单元取别名的过程就叫寄存器映射。

#### 什么叫存储器映射?

给存储器分配地址的过程叫存储器映射,再分配一个地址叫重映射。



# C语言对寄存器的封装



# 总线基地址

#### 1. 总线基地址。

表格 6-5 总线基地址↓

总线名称。	总线基地址。	相对外设基地址的偏移。	÷
APB1 ₽	0x4000 0000 e	0x0 &	4
APB2 ₽	0x4001 0000 e	0x0001 0000 d	4
AHB1 &	0x4002 0000 e	0x0002 0000 d	4
AHB2 &	0x5000 0000 e	0x1000 0000 d	4
AHB3 &	0x6000 0000 e	已不属于片上外设。	÷



# GPIO基地址

#### 表格 6-6 外设 GPIO 基地址 4

外设名称。	外设基地址。	相对 AHB1 总线的地址偏移。
GPIOA. <sup>□</sup>	0x4002 0000	0x0 4
GPIOB 4	0x4002 0400 e	0x0000 0400 a
GPIOC &	0x4002 0800 e	0x0000 0800 P
GPIOD ₽	0x4002 0C00	0x0000 0C00 $_{\circ}$
GPIOE 4	0x4002 1000 $_{\circ}$	0x0000 1000 d
GPIOF &	0x4002 1400 e	0x0000 1400 $\varphi$
GPIOG ₽	0x4002 1800 $\varphi$	0x0000 1800 d
GPIOH. <sup>□</sup>	0x4002 1C00 <sub>4</sub>	0x0000 1C00 $\varphi$



# GPIOF端口的寄存器列表

#### 表格 6-7 GPIOF 端口的 寄存器地址列表 ₽

寄存器名称。	寄存器地址。	相对 GPIOF 基址的偏移。
GPIOF_MODER .	0x4002 1400 ₽	0x00 ₽
GPIOF_OTYPER -	0x4002 1404 ₽	0x04 ₽
GPIOF_OSPEEDR ₽	0x4002 1408₽	0x08 ₽
GPIOF_PUPDR ₽	0x4002 140C ₽	0x0C 4
GPIOF_IDR .	0x4002 1410 ₽	0x10 ₽
GPIOF_ODR	0x4002 1414	0x14 ₽
GPIOF_BSRR.₽	0x4002 1418₽	0x18 ₽
GPIOF_LCKR₽	0x4002 141C ₽	0x1C ₽
GPIOF_AFRL ₽	0x4002 1420₽	0x20 ₽
GPIOF_AFRH₽	0x4002 1424 e	0x24 ₽



#### 总线和外设基址宏定义

#### 代码 6-4 总线和外设基址宏定义 4

```
1 /* 外设基地址 */↓
2 #define PERIPH BASE ((unsigned int)0x40000000)
 4 /* 总线基地址 */↓
 5 #define APB1PERIPH BASE
                                PERIPH BASE ₽
 6 #define APB2PERIPH BASE
                                (PERIPH BASE + 0x00010000) ₽
7 #define AHB1PERIPH BASE
                                (PERIPH BASE + 0x00020000) ₽
8 #define AHB2PERIPH BASE
                                (PERIPH BASE + 0x10000000) ₽
10 /* GPIO 外设基地址 */↓
11 #define GPIOA BASE
                                (AHB1PERIPH BASE + 0x0000) ₽
12 #define GPIOB BASE
                                (AHB1PERIPH BASE + 0x0400) ₽
13 #define GPIOC BASE
                                (AHB1PERIPH BASE + 0x0800) ₽
14 #define GPIOD BASE
                                (AHB1PERIPH BASE + 0x0C00) ₽
15 #define GPIOE BASE
                                (AHB1PERIPH BASE + 0x1000) ₽
16 #define GPIOF BASE
                                (AHB1PERIPH BASE + 0x1400) ₽
17 #define GPIOG BASE
                                (AHB1PERIPH BASE + 0x1800) ₽
18 #define GPIOH BASE
                                (AHB1PERIPH BASE + 0x1C00) ₽
20 /* 寄存器基地址,以 GPIOF 为例 */↓
21 #define GPIOF MODER
                                  (GPIOF BASE+0x00) ₽
22 #define GPIOF OTYPER
                              (GPIOF BASE+0x04) ₽
23 #define GPIOF_OSPEEDR
                                (GPIOF BASE+0x08) ₽
24 #define GPIOF PUPDR
                                (GPIOF BASE+0x0C) ₽
                               (GPIOF BASE+0x10) ₽
25 #define GPIOF IDR
                                (GPIOF BASE+0x14) ₽
26 #define GPIOF ODR
27 #define GPIOF BSRR
                                  (GPIOF BASE+0x18) ₽
28 #define GPIOF LCKR
                                  (GPIOF BASE+0x1C) ₽
                                  (GPIOF BASE+0x20) ₽
29 #define GPIOF AFRL
30 #define GPIOF AFRH
                                  (GPIOF BASE+0x24) ₽
```



#### 让PH10输出低/高电平,要怎么实现?

```
#define PERIPH_BASE ((unsigned int)0x40000000)
#define AHB1PERIPH_BASE (PERIPH_BASE + 0x00020000)
#define GPIOH_BASE (AHB1PERIPH_BASE + 0x1C00)
#define GPIOH_ODR *(unsignedint*)(GPIOH_BASE+0x14)

// PH10输出输出低电平
GPIOH_ODR &= ~(1<<10);

// PH10输出输出高电平
GPIOH_ODR |= (1<<10);
```



#### 使用结构体封装寄存器列表?

#### 代码 6-6 使用结构体对 GPIO 寄存器组的封装 4

```
int uint32_t; /*无符号 32 位变量*/↓
1 typedef unsigned
2 typedef unsigned short int uint16 t; /*无符号16 位变量*/↓
4 /* GPIO 寄存器列表 */↓
5 typedef struct { ₽
  uint32_t MODER; /*GPIO 模式寄存器
                                            地址偏移: 0x00
                                                           */↓
7 uint32 t OTYPER; /*GPIO 输出类型寄存器
                                            地址偏移: 0x04
                                                           */↓
    uint32 t OSPEEDR; /*GPIO 输出速度寄存器
                                           地址偏移: 0x08
                                                           */↓
                     /*GPIO上拉/下拉寄存器
     uint32 t PUPDR;
                                            地址偏移: 0x0C
                                                           */<sub>4</sub>
    uint32 t IDR; /*GPIO 输入数据寄存器
                                           地址偏移: 0x10
                                                           */↓
10
   uint32 t ODR; /*GPIO 输出数据寄存器
                                            地址偏移: 0x14
                                                           */↓
11
  uint16 t BSRRL; /*GPIO 置位/复位寄存器低 16 位部分 地址偏移: 0x18
                                                           */↓
12
                     /*GPIO 置位/复位寄存器高 16 位部分 地址偏移: 0x1A
     uint16 t BSRRH;
                                                            */↓
13
    uint32 t LCKR; /*GPIO 配置锁定寄存器
                                            地址偏移: 0x1C
                                                           */+
14
     uint32 t AFR[2]; /*GPIO 复用功能配置寄存器 地址偏移: 0x20-0x24 */↓
15
16 } GPIO TypeDef; 4
```



#### 使用结构体指针访问寄存器



#### 定义GPIO端口基地址指针

```
/*使用GPIO TypeDef把地址强制转换成指针*/
#define GPIOA
                            ((GPIO TypeDef *) GPIOA BASE)
#define GPIOB
                            ((GPIO TypeDef *) GPIOB BASE)
#define GPIOC
                            ((GPIO TypeDef *) GPIOC BASE)
#define GPIOD
                            ((GPIO TypeDef *) GPIOD BASE)
#define GPIOE
                            ((GPIO TypeDef *) GPIOE BASE)
#define GPIOF
                            ((GPIO TypeDef *) GPIOF BASE)
#define GPIOG
                            ((GPIO TypeDef *) GPIOG BASE)
#define GPIOH
                            ((GPIO TypeDef *) GPIOH BASE)
```

```
GPIOA->ODR = 0xff;
GPIOB->ODR = 0xff;
```



这里我们仅是以GPIO这个外设为例,给大家讲解了C语言对寄存器的封装。以此类推,其他外设也同样可以用这种方法来封装。

好消息是,这部分工作都由固件库帮我们完成了,这 里我们只是分析了下这个封装的过程,让大家知其然, 也只其所以然。

# 零死角玩转STM32—M4系列





论坛: www.firebbs.cn

淘宝: fire-stm32.taobao.com



扫描进入淘宝店铺