



# LPC1100 系列微控制器

---

## 第十五章 16 位计数器/定时器

用户手册 Rev1.00

**广州周立功单片机发展有限公司**

地址：广州市天河北路 689 号光大银行大厦 12 楼 F4

网址：<http://www.zlgmcu.com>

## 销售与服务网络（一）

### 广州周立功单片机发展有限公司

地址：广州市天河北路 689 号光大银行大厦 12 楼 F4

邮编：510630

电话：(020)38730916 38730917 38730972 38730976 38730977

传真：(020)38730925

网址：[www.zlgmcu.com](http://www.zlgmcu.com)



### 广州专卖店

地址：广州市天河区新赛格电子城 203-204 室

电话：(020)87578634 87569917

传真：(020)87578842

### 南京周立功

地址：南京市珠江路 280 号珠江大厦 1501 室

电话：(025) 68123901 68123902

传真：(025) 68123900

### 北京周立功

地址：北京市海淀区知春路 113 号银网中心 A 座  
1207-1208 室（中发电子市场斜对面）

电话：(010)62536178 62536179 82628073

传真：(010)82614433

### 重庆周立功

地址：重庆市石桥铺科园一路二号大西洋国际大厦  
（赛格电子市场）1611 室

电话：(023)68796438 68796439

传真：(023)68796439

### 杭州周立功

地址：杭州市天目山路 217 号江南电子大厦 502 室

电话：(0571)89719480 89719481 89719482

89719483 89719484 89719485

传真：(0571)89719494

### 成都周立功

地址：成都市一环路南二段 1 号数码科技大厦 403 室

电话：(028)85439836 85437446

传真：(028)85437896

### 深圳周立功

地址：深圳市深南中路 2070 号电子科技大厦 C 座 4 楼 D 室

电话：(0755)83781788（5 线）

传真：(0755)83793285

### 武汉周立功

地址：武汉市洪山区广埠屯珞瑜路 158 号 12128 室  
（华中电脑数码市场）

电话：(027)87168497 87168297 87168397

传真：(027)87163755

### 上海周立功

地址：上海市北京东路 668 号科技京城东座 7E 室

电话：(021)53083452 53083453 53083496

传真：(021)53083491

### 西安办事处

地址：西安市长安北路 54 号太平洋大厦 1201 室

电话：(029)87881296 83063000 87881295

传真：(029)87880865

## 销售与服务网络（二）

### 广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼

邮编：510660

传真：(020)38601859

网址：[www.embedtools.com](http://www.embedtools.com) （嵌入式系统事业部）

[www.embedcontrol.com](http://www.embedcontrol.com) （工控网络事业部）

[www.ecardsys.com](http://www.ecardsys.com) （楼宇自动化事业部）



#### 技术支持：

##### CAN-bus:

电话：(020)22644381 22644382 22644253

邮箱：[can.support@embedcontrol.com](mailto:can.support@embedcontrol.com)

##### MiniARM:

电话：(020)28872684 28267813

邮箱：[miniarm.support@embedtools.com](mailto:miniarm.support@embedtools.com)

#### 无线通讯：

电话：(020) 22644386

邮箱：[wireless@embedcontrol.com](mailto:wireless@embedcontrol.com)

#### 编程器：

电话：(020)22644371

邮箱：[programmer@embedtools.com](mailto:programmer@embedtools.com)

#### ARM 嵌入式系统：

电话：(020) 22644383 22644384

邮箱：[NXPARM@zlgmcu.com](mailto:NXPARM@zlgmcu.com)

#### 销售：

电话：(020)22644249 22644399 22644372 22644261 28872524

28872342 28872349 28872569 28872573 38601786

#### 维修：

电话：(020)22644245

#### iCAN 及数据采集：

电话：(020)28872344 22644373

邮箱：[ican@embedcontrol.com](mailto:ican@embedcontrol.com)

#### 以太网：

电话：(020)22644380 22644385

邮箱：[ethernet.support@embedcontrol.com](mailto:ethernet.support@embedcontrol.com)

#### 串行通讯：

电话：(020)28267800 22644385

邮箱：[serial@embedcontrol.com](mailto:serial@embedcontrol.com)

#### 分析仪器：

电话：(020)22644375

邮箱：[tools@embedtools.com](mailto:tools@embedtools.com)

#### 楼宇自动化：

电话：(020)22644376 22644389 28267806

邮箱：[mjs.support@ecardsys.com](mailto:mjs.support@ecardsys.com)

[mifare.support@zlgmcu.com](mailto:mifare.support@zlgmcu.com)

## 目 录

第 15 章 16 位计数器/定时器 (CT16B0/1)	2
15.1 本章导读	2
15.2 特性	2
15.3 应用	2
15.4 描述	2
15.5 管脚描述	2
15.6 时钟和功率控制	3
15.7 寄存器描述	3
15.7.1 中断寄存器 (TMR16B0IR 和 TMR16B1IR)	5
15.7.2 定时器控制寄存器 (TMR16B0TCR 和 TMR16B1TCR)	5
15.7.3 定时器计数器 (TMR16B0TC 和 TMR16B1TC)	6
15.7.4 预分频寄存器 (TMR16B0PR 和 TMR16B1PR)	6
15.7.5 预分频计数器寄存器 (TMR16B0PC 和 TMR16B1PC)	6
15.7.6 匹配控制寄存器 (TMR16B0MCR 和 TMR16B1MCR)	6
15.7.7 匹配寄存器 (TMR16B0MR0/1/2/3 和 TMR16B1MR0/1/2/3)	7
15.7.8 捕获控制寄存器 (TMR16B0CCR 和 TMR16B1CCR)	7
15.7.9 捕获寄存器 (CT16B0CR0 和 CT16B1CR0)	7
15.7.10 外部匹配寄存器 (TMR16B0EMR 和 TMR16B1EMR)	7
15.7.11 计数控制寄存器 (TMR16B0CTCR 和 TMR16B1CTCR)	9
15.7.12 控制 PWM 寄存器 (TMR16B0PWMC 和 TMR16B1PWMC)	9
15.7.13 单边沿控制的 PWM 输出规则	10
15.8 定时器操作示例	11
15.9 结构	11

## 第15章 16 位计数器/定时器 (CT16B0/1)

### 15.1 本章导读

所有 LPC111x 系列 ARM 器件的 16 位定时器块都相同。

### 15.2 特性

- 两个带有可编程 16 位预分频器的 16 位计数器/定时器；
- 计数器/定时器操作；
- 一个 16 位捕获通道，可在输入信号跳变时捕捉定时器的瞬时值。也可选择捕获事件产生中断；
- 4 个 16 位匹配寄存器允许执行以下操作：
  - 匹配时继续工作，匹配时可选择产生中断
  - 匹配时停止定时器运行，可选择产生中断
  - 匹配时复位定时器，可选择产生中断；
- 有多达 3 个 (CT16B0) 或 2 个 (CT16B1) 与匹配寄存器相对应的外部输出，这些输出具有以下功能：
  - 匹配时输出低电平
  - 匹配时输出高电平
  - 匹配时翻转电平
  - 匹配时不执行任何操作；
- 对于各定时器，最多 4 个匹配寄存器可配置为 PWM，允许使用最多 3 个匹配输出作为单独边沿控制的 PWM 输出。

### 15.3 应用

- 用于计算内部事件的时间间隔计时器；
- 通过捕获输入的脉冲宽度解调器；
- 自由运行的定时器；
- 通过匹配输出的脉冲宽度调制器。

### 15.4 描述

计数器/定时器主要用来计算外设时钟 (PCLK) 或外部供电时钟的周期，并且可根据 4 个匹配寄存器的值在指定时间处产生中断或执行其它操作。每个计数器/定时器都包含 1 个捕获输入，用来在输入信号跳变时捕捉定时器的瞬时值，同时也可以选择产生中断。

在 PWM 模式下，CT16B0 上的三个匹配寄存器和 CT16B1 上的两个匹配寄存器可向匹配输出管脚提供单边沿控制的 PWM 输出。建议使用不用于输出的匹配寄存器来控制 PWM 周期长度。

注：16 位计数器/定时器 0 (CT16B0) 和 16 位计数器/定时器 1 (CT16B1) 除外设基址不同外，其它功能相似。

### 15.5 管脚描述

表 15.1 对各计数器/定时器的相关管脚进行了总结。

表 15.1 计数器/定时器管脚描述

管脚	类型	描述
CT16B0_CAP0 CT16B1_CAP0	输入	捕获信号： 当捕获管脚上出现跳变时，可以将计数器/定时器中的值载入捕获寄存器中，也可以选择产生一个中断 计数器/定时器块可选择捕获信号作为时钟源来代替 PCLK。详情请参见“计数控制寄存器”小节
CT16B0_MAT[2:0] CT16B1_MAT[1:0]	输出	CT16B0/1 的外部匹配输出： 当 CT16B0/1（MR3:0）匹配寄存器的值与定时器计数器（TC）相等时，相应的输出可以翻转电平、变低、变高或不执行任何操作。外部匹配寄存器（EMR）和 PWM 控制寄存器（PWMCON）控制该输出的功能

## 15.6 时钟和功率控制

输入到 16 位定时器的外设时钟（PCLK）由系统时钟提供，为了节能，可通过 AHCLKCTRL 寄存器中的位 7 和位 8 将这些时钟禁能。

## 15.7 寄存器描述

16 位计数器/定时器 0 包含的寄存器如表 15.2 所示，16 位计数器/定时器 1 包含的寄存器如表 15.3 所示。详细描述如下。

表 15.2 16 位计数器/定时器 0 CT16B0 的寄存器映射（基址 0x4000 C000）

名称	访问	地址偏移量	描述	复位值 <sup>[1]</sup>
TMR16B0IR	R/W	0x000	中断寄存器（IR）。可向 IR 写入相应值来清除中断。可以通过读 IR 来识别 5 个中断源中哪个中断源正在被挂起	0
TMR16B0TCR	R/W	0x004	定时器控制寄存器（TCR）。TCR 用于控制定时器计数器功能。定时器计数器可通过 TCR 来禁能或复位	0
TMR16B0TC	R/W	0x008	定时器计数器（TC）。16 位 TC 每隔 PR+1 个 PCLK 周期递增一次。通过 TCR 控制 TC	0
TMR16B0PR	R/W	0x00C	预分频寄存器（PR）。当预分频计数器与该值相等时，下个时钟 TC 加 1，PC 清零	0
TMR16B0PC	R/W	0x010	预分频计数器（PC）。16 位 PC 是一个计数器，它会增加到与 PR 中存放的值相等。当达到 PR 的值时，PC 清零。可通过总线接口来观察和控制 PC	0
TMR16B0MCR	R/W	0x014	匹配控制寄存器（MCR）。MCR 用于控制在匹配出现时是否产生中断及出现匹配时 TC 是否复位	0
TMR16B0MR0	R/W	0x018	匹配寄存器 0（MR0）。MR0 可通过 MCR 使能，当 MR0 与 TC 匹配时复位 TC，停止 TC 和 PC，和/或产生中断	0

续上表

名称	访问	地址偏移量	描述	复位值 <sup>[1]</sup>
TMR16B0MR1	R/W	0x01C	匹配寄存器 1 (MR1)。见 MR0 描述	0
TMR16B0MR2	R/W	0x020	匹配寄存器 2 (MR2)。见 MR0 描述	0
TMR16B0MR3	R/W	0x024	匹配寄存器 3 (MR3)。见 MR0 描述	0
TMR16B0CCR	R/W	0x028	捕获控制寄存器 (CCR)。CCR 控制捕获时捕获输入边沿的方式, 以及在捕获时是否产生中断	0
TMR16B0CR0	RO	0x02C	捕获寄存器 0 (CR0)。当 CT16B0_CAP0 输入上产生捕获事件时, CR0 载入 TC 值	0
TMR16B0EMR	R/W	0x03C	外部匹配寄存器 (EMR)。EMR 控制匹配功能及外部匹配管脚 CT16B0_MAT[2:0]	0
-	-	0x040-0x06C	保留	-
TMR16B0CTCR	R/W	0x070	计数控制寄存器 (CTCR)。CTCR 选择在定时器模式还是在计数器模式下工作, 在计数器模式下选择计数的信号和边沿	0
TMR16B0PWC	R/W	0x074	PWM 控制寄存器 (PWMCON)。PWMCON 使能 PWM 模式, 用于外部匹配管脚 CT16B0_MAT[2:0]	0

[1] 复位值只反映了使用位的值。不包括保留位的内容。

表 15.3 16 位计数器/定时器 1 CT16B1 的寄存器映射 (基址 0x4001 0000)

名称	访问	地址	描述	复位值 <sup>[1]</sup>
TMR16B1IR	R/W	0x000	中断寄存器 (IR)。可向 IR 写入相应值来清除中断。可以通过读 IR 来识别 5 个中断源中哪个中断源正在被挂起	0
TMR16B1TCR	R/W	0x004	定时器控制寄存器 (TCR)。TCR 用于控制定时器计数器功能。定时器计数器可通过 TCR 来禁能或复位	0
TMR16B1TC	R/W	0x008	定时器计数器 (TC)。16 位 TC 每隔 PR+1 个 PCLK 周期递增一次。通过 TCR 控制 TC	0
TMR16B1PR	R/W	0x00C	预分频寄存器 (PR)。当预分频计数器与该值相等时, 下个时钟 TC 加 1, PC 清零	0
TMR16B1PC	R/W	0x010	预分频计数器 (PC)。16 位 PC 是一个计数器, 它会增加到与 PR 中存放的值相等。当达到 PR 的值时, PC 清零。可通过总线接口来观察和控制 PC	0
TMR16B1MCR	R/W	0x014	匹配控制寄存器 (MCR)。MCR 用于控制在匹配出现时是否产生中断及出现匹配时 TC 是否复位	0
TMR16B1MR0	R/W	0x018	匹配寄存器 0 (MR0)。MR0 可通过 MCR 使能, 当 MR0 和 TC 匹配时复位 TC, 停止 TC 和 PC, 和/或产生中断	0
TMR16B1MR1	R/W	0x01C	匹配寄存器 1 (MR1)。见 MR0 描述	0
TMR16B1MR2	R/W	0x020	匹配寄存器 2 (MR2)。见 MR0 描述	0

续上表

名称	访问	地址	描述	复位值 <sup>[1]</sup>
TMR16B1MR3	R/W	0x024	匹配寄存器 3 (MR3)。见 MR0 描述	0
TMR16B1CCR	R/W	0x028	捕获控制寄存器 (CCR)。CCR 控制捕获时捕获输入边沿的方式, 以及在捕获时是否产生中断	0
TMR16B1CR0	RO	0x02C	捕获寄存器 0 (CR0)。当 CT16B0/1_CAP0 输入上产生捕获事件时, CR0 载入 TC 值	0
TMR16B1EMR	R/W	0x03C	外部匹配寄存器 (EMR)。EMR 控制匹配功能及外部匹配管脚 CT16B1_MAT[1:0]	0
-	-	0x040-0x06C	保留	0
TMR16B1CTCR	R/W	0x070	计数控制寄存器 (CTCR)。CTCR 选择在定时器模式还是在计数器模式下工作, 在计数器模式下选择计数的信号和边沿	0
TMR16B1PWC	R/W	0x074	PWM 控制寄存器 (PWMCON)。PWMCON 使能 PWM 模式, 用于外部匹配管脚 CT16B1_MAT[1:0]	0

[1] 复位值只反映使用位中保存的数据。不包括保留位的内容。

### 15.7.1 中断寄存器 (TMR16B0IR 和 TMR16B1IR)

中断寄存器包含 4 个用于匹配中断的位及 1 个用于捕获中断的位。如果有中断产生, IR 中的相应位为高电平。否则, 该位为低电平。向对应的 IR 位写 1 会使中断复位。写 0 无效。

表 15.4 中断寄存器位描述

位	符号	描述	复位值
0	MR0 中断	匹配通道 0 的中断标志	0
1	MR1 中断	匹配通道 1 的中断标志	0
2	MR2 中断	匹配通道 2 的中断标志	0
3	MR3 中断	匹配通道 3 的中断标志	0
4	CR0 中断	捕获通道 0 事件的中断标志	0
31:5	-	保留	-

### 15.7.2 定时器控制寄存器 (TMR16B0TCR 和 TMR16B1TCR)

定时器控制寄存器 (TCR) 用于控制计数器/定时器的操作。

表 15.5 定时器控制寄存器位描述

位	符号	描述	复位值
0	计数器使能	为 1 时, 定时器/计数器和分频计数器使能计数。为 0 时, 计数器禁能	0
1	计数器复位	为 1 时, 定时器计数器和预分频计数器在 PCLK 的下一个上升沿同步复位。计数器在 TCR[1]恢复为 0 之前保持复位状态	0
31:2	-	保留, 用户软件不应向保留位写 1。从保留位读出的值未定义	NA



### 15.7.3 定时器计数器（TMR16B0TC 和 TMR16B1TC）

当预分频器计数器达到计数上限时，16 位定时器计数器加 1。如果 TC 在到达计数器上限之前没有复位，它将一直计数到 0xFFFF FFFF 然后翻转到 0xE000 0000。该事件不会产生中断，如果需要，可使用匹配寄存器检测溢出。

### 15.7.4 预分频寄存器（TMR16B0PR 和 TMR16B1PR）

16 位预分频寄存器指定了预分频计数器的最大计数值。

### 15.7.5 预分频计数器寄存器（TMR16B0PC 和 TMR16B1PC）

16 位预分频计数器用某个常量来控制 PCLK 的分频，再使其输入到定时器计数器。这样就可以控制定时器精度和定时器溢出前所能达到的最大值之间的关系。预分频计数器在每个 PCLK 周期加 1。当它达到预分频寄存器中存储的值时，定时器计数器加 1，预分频计数器将在下一个 PCLK 复位。这就使当 PR=0 时，TC 每个 PCLK 加 1，PR=1 时，TC 每 2 个 PCLK 加 1，依次类推。

### 15.7.6 匹配控制寄存器（TMR16B0MCR 和 TMR16B1MCR）

匹配控制寄存器用于控制当其中一个匹配寄存器的值与定时器计数器的值匹配时应执行的操作。匹配控制寄存器各位的功能如表 15.6 所示。

表 15.6 匹配控制寄存器位描述

位	符号	值	描述	复位值
0	MR0I	1	MR0 上的中断：当 MR0 与 TC 值匹配时产生中断	0
		0	中断禁能	
1	MR0R	1	MR0 上的复位：MR0 与 TC 值匹配将使 TC 复位	0
		0	该特性禁能	
2	MR0S	1	MR0 上的停止：MR0 与 TC 匹配时将使 TC 和 PC 停止，TCR[0]置 0	0
		0	该特性禁能	
3	MR1I	1	MR1 上的中断：MR1 与 TC 中的值匹配时产生中断	0
		0	该中断禁能	
4	MR1R	1	MR1 上的复位：MR1 与 TC 匹配时使 TC 复位	0
		0	该特性禁能	
5	MR1S	1	MR1 上的停止：MR1 与 TC 匹配时将使 TC 和 PC 停止，TCR[0]置 0	0
		0	该特性禁能	
6	MR2I	1	MR2 上的中断：MR2 与 TC 中的值匹配时产生中断	0
		0	该中断禁能	
7	MR2R	1	MR2 上的复位：MR2 与 TC 匹配时将使 TC 复位	0
		0	该特性禁能	
8	MR2S	1	MR2 上的停止：MR2 与 TC 匹配时将使 TC 和 PC 停止，TCR[0]置 0	0
		0	该特性禁能	
9	MR3I	1	MR3 上的中断：MR3 与 TC 中的值匹配时产生中断	0
		0	该中断禁能	

续上表

位	符号	值	描述	复位值
10	MR3R	1	MR3 上的复位: MR3 与 TC 匹配时将使 TC 复位	0
		0	该特性禁能	
11	MR3S	1	MR3 上的停止: MR3 与 TC 匹配时将使 TC 和 PC 停止, TCR[0]置 0	0
		0	该特性禁能	
31:12	-		保留, 用户软件不应向保留位写 1。从保留位读出的值未定义	NA

### 15.7.7 匹配寄存器 (TMR16B0MR0/1/2/3 和 TMR16B1MR0/1/2/3)

匹配寄存器值会不断地与定时器计数器值进行比较。当两个值相等时, 自动触发相应操作。这些操作包括产生中断, 复位定时器/计数器或停止定时器。所有操作均由 MCR 寄存器中的设置控制。

### 15.7.8 捕获控制寄存器 (TMR16B0CCR 和 TMR16B1CCR)

捕获控制寄存器用于控制当捕获事件发生时, 是否将定时器计数器中的值装入 4 个捕获寄存器中的一个, 以及捕获事件是否产生中断。同时将上升沿位和下降沿位置位是有效配置, 会使两个边沿都产生捕获事件。在下面描述中, “n” 表示定时器编号, 0 或 1。

表 15.7 捕获控制寄存器位描述

位	符号	值	描述	复位值
0	CAP0RE	1	CT16Bn_CAP0 上升沿捕获: CT16Bn_CAP0 上 “0” 到 “1” 的跳变将使 TC 的内容装入 CR0	0
		0	该特性禁能	
1	CAP0FE	1	CT16Bn_CAP0 的下降沿捕获: CT16Bn_CAP0 上 “1” 到 “0” 的跳变将使 TC 的内容装入 CR0	0
		0	该特性禁能	
2	CAP0I	1	CT16Bn_CAP0 事件中断: CT16Bn_CAP0 事件所导致的 CR0 装载将产生一个中断	0
		0	该特性禁能	
31:3	-		保留, 用户软件不应向保留位写 1。从保留位读出的值未定义	NA

### 15.7.9 捕获寄存器 (CT16B0CR0 和 CT16B1CR0)

各捕获寄存器与器件管脚相关联, 当管脚发生特定的事件时, 可将定时器计数器的值装入该捕获寄存器。捕获控制寄存器中的设置决定是否使能捕获功能, 及在相关管脚的上升沿、下降沿或上升沿和下降沿时是否产生捕获事件。

### 15.7.10 外部匹配寄存器 (TMR16B0EMR 和 TMR16B1EMR)

外部匹配寄存器控制外部匹配管脚 CAP16B0\_MAT[2:0]和 CT16B1\_MAT[1:0]和外部匹配通道, 并提供它们的状态。

如果 PWMCON 寄存器(见“控制 PWM 寄存器(TMR16B0PWMC 和 TMR16B1PWMC)”)小节)中的匹配输出被配置为 PWM 输出, 则外部匹配寄存器的功能由 PWM 规则决定(见本章“单边沿控制的 PWM 输出规则”小节)。

表 15.8 外部匹配寄存器位描述

位	符号	描述	复位值
0	EM0	外部匹配 0。该位反映输出 CT16B0_MAT0/CT16B1_MAT0 的状态，不管该输出是否连接到此管脚。当 TC 和 MR0 匹配时，定时器的输出可以翻转电平，变为低电平，变为高电平或不执行任何动作。位 EMR[5:4]控制该输出的功能。如果选用了 IOCOM 寄存器的匹配功能（0=低电平，1=高电平），该位就会被驱动到 CT16B0_MAT0/CT16B1_MAT0 管脚上	0
1	EM1	外部匹配 1。该位反映输出 CT16B0_MAT1/CT16B1_MAT1 的状态，不管该输出是否连接到此管脚。当 TC 和 MR1 匹配时，定时器的输出可以翻转电平，变为低电平，变为高电平或不执行任何动作。位 EMR[7:6]控制该输出的功能。如果选用了 IOCOM 寄存器的匹配功能（0=低电平，1=高电平），该位就会被驱动到 CT16B0_MAT1/CT16B1_MAT1 管脚上	0
2	EM2	外部匹配 2。该位反映输出 CT16B0_MAT2 的状态，不管该输出是否连接到此管脚。当 TC 和 MR2 匹配时，定时器的输出可以翻转电平，变为低电平，变为高电平或不执行任何动作。位 EMR[9:8]控制该输出的功能。需要注意的是，对于计数器/定时器 0，该匹配通道不作为输出使用。如果选用了 IOCOM 寄存器的匹配功能（0=低电平，1=高电平），该位就会被驱动到 CT16B1_MAT2 管脚上	0
3	EM3	外部匹配 3。该位反映输出匹配通道 3 的状态。当 TC 和 MR3 匹配时，定时器的输出可以翻转电平，变为低电平，变为高电平或不执行任何动作。位 EMR[11:10]控制该输出的功能。对于任何一个 16 位定时器，输出管脚不与该通道连接	0
5:4	EMC0	外部匹配控制 0。决定外部匹配 0 的功能。这些位的编码如表 15.9 所示	00
7:6	EMC1	外部匹配控制 1。决定外部匹配 1 的功能。这些位的编码如表 15.9 所示	00
9:8	EMC2	外部匹配控制 2。决定外部匹配 2 的功能。这些位的编码如表 15.9 所示	00
11:10	EMC3	外部匹配控制 3。决定外部匹配 3 的功能。这些位的编码如表 15.9 所示	00
31:12	-	保留，用户软件向保留位写 1。从保留位读出的值未定义	NA

表 15.9 外部匹配控制

EMR[11:10]、EMR[9:8] EMR[7:6]或 EMR[5:4]	功能
00	不执行任何操作
01	将对应的外部匹配位/输出设置为 0（如果连接到芯片管脚，则 CT16Bn_MATm 脚输出低电平）
10	将对应的外部匹配位/输出设置为 1（如果连接到芯片管脚，则 CT16Bn_MATm 管脚输出高电平）
11	使对应的外部匹配位/输出翻转

### 15.7.11 计数控制寄存器（TMR16B0CTCR 和 TMR16B1CTCR）

计数控制寄存器（CTCR）用于在定时器模式和计数器模式之间进行选择，且在处于计数器模式时选择进行计数的管脚和边沿。

当选用计数器模式为工作模式时，在 PCLK 时钟的每个上升沿对 CAP 输入（由 CTCR 位 3:2 选择）进行采样。在对这个 CAP 输入的连续两次采样值进行比较之后，可以识别出下面其中一种事件：上升沿、下降沿、上升/下降沿或所选 CAP 输入的电平不变。如果识别出的事件与 CTCR 寄存器中位 1:0 选择的一个事件相对应，定时器计数器寄存器的值将增加 1。

要有效地处理计数器的外部源时钟会有一些限制，因为需使用 PCLK 时钟的 2 个连续的上升沿才能确定 CAP 选择的输入上的一个边沿，CAP 输入的频率不能超过 PCLK 时钟的一半。因此，在这种情况下，相同 CAP 输入上的高/低电平持续时间不应少于  $1/(2 \times \text{PCLK})$ 。

表 15.10 计数控制寄存器位描述

位	符号	值	描述	复位值
1:0	计数器/定时器模式	00	该字段选择定时器的预分频计数器（PC）在哪个 PCLK 边沿递增，或清零 PC 及使定时器计数器（TC）递增 定时器模式：每个 PCLK 上升沿	00
		01	计数器模式：TC 在位 3:2 选择的 CAP 输入的上升沿时递增	
		10	计数器模式：TC 在位 3:2 选择的 CAP 输入的下降沿时递增	
		11	计数器模式：TC 在位 3:2 选择的 CAP 输入的两个边沿递增	
3:2	计数输入选择	00	在计数器模式下(当该寄存器中位 1:0 不为 00 时)，这两位选择哪个 CAP 管脚被采样用于计时： CT16Bn_CAP0	00
		01	保留	
		10	保留 注：如果在 TnCTCR 中选择计数器模式，则捕获控制寄存器（TnCCR）中的位 2:0 必须编程为 000	
		11	保留	
31:4	-	-	保留，用户软件不应向保留位写 1。从保留位读出的值未定义	NA

### 15.7.12 控制 PWM 寄存器（TMR16B0PWMC 和 TMR16B1PWMC）

PWM 控制寄存器用于将匹配输出配置为 PWM 输出。每个匹配输出均可分别设置，以决定匹配输出是作为 PWM 输出还是作为功能受外部匹配寄存器（EMR）控制的匹配输出。

对于定时器 0，CT16B0\_MAT[2:0]输出可选择 3 个单边沿控制的 PWM 输出。而对于定时器 1，CT16B1\_MAT[1:0]输出可选择 2 个单边沿控制的 PWM 输出。一个附加的匹配寄存器决定 PWM 的周期长度。当任何其它匹配寄存器出现匹配时，PWM 输出置为高电平。用于设置 PWM 周期长度的匹配寄存器负责将定时器复位。当定时器复位到 0 时，所有当前配置为 PWM 输出的高电平匹配输出清零。

表 15.11 PWM 控制寄存器位描述

位	符号	描述	复位值
0	PWM 使能	为 1 时, CT16Bn_MAT0 的 PWM 模式使能 为 0 时, CT16Bn_MAT0 受 EM0 控制	0
1	PWM 使能	为 1 时, CT16Bn_MAT1 的 PWM 模式使能 为 0 时, CT16Bn_MAT1 受 EM1 控制	0
2	PWM 使能	为 1 时, 匹配通道 2 或管脚 CT16B0_MAT2 的 PWM 模式使能 为 0 时, CT16B0_MAT2 受 EM2 控制	0
3	PWM 使能	为 1 时, 匹配通道 3 的 PWM 模式使能 为 0 时, 匹配通道 3 受 EM3 控制 注: 建议使用匹配通道 3 设置 PWM 周期, 因为匹配不是管脚输出通道	0
4:32	-	保留, 用户软件不应向保留位写 1。从保留位读出的值未定义	NA

### 15.7.13 单边沿控制的 PWM 输出规则

- (1) 所有单边沿控制的 PWM 输出在 PWM 周期开始时都变为低电平(定时器置为 0), 除非它们的匹配值等于 0。
- (2) 每个 PWM 输出在达到其匹配值时都将变为高电平。如果没有发生匹配(即匹配值大于 PWM 周期长度), 则 PWM 输出将继续保持低电平。
- (3) 如果将大于 PWM 周期长度的匹配值写入到匹配寄存器, 且 PWM 信号已经为高电平, 则在下一个 PWM 周期开始时 PWM 信号将被清零。
- (4) 如果匹配寄存器中包含与定时器复位值(PWM 周期长度)相同的值, 则在定时器达到匹配值后的下一个时钟节拍时 PWM 输出将复位到低电平。因此, PWM 输出总是包含一个时钟节拍宽度的正脉冲, 周期由 PWM 周期长度决定(即定时器重载入值)。
- (5) 如果匹配寄存器置 0, 则 PWM 输出将在定时器第一次返回 0 时变为高电平, 并继续保持高电平。

注: 当选择匹配输出作为 PWM 输出使用时, 除匹配寄存器设置 PWM 周期长度外, 匹配控制寄存器 MCR 中的定时器复位(MRnR)和定时器停止(MRnS)位必须置为 0。对于该寄存器, 当定时器值与相应的匹配寄存器值匹配时, 将 MRnR 位置 1 以使能定时器复位。

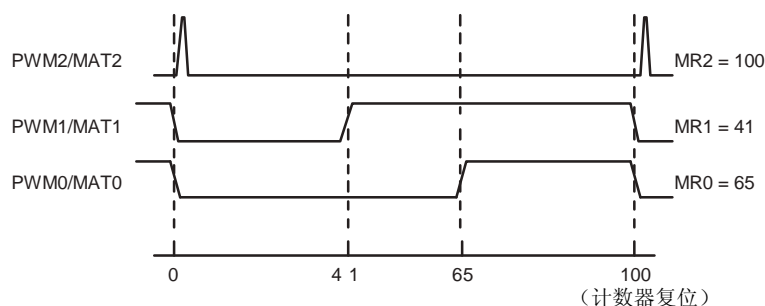


图 15.1 采样 PWM 波形, 其中 PWM 周期长度为 100 (MR3 选择),

MAT3:0 被 PWCON 寄存器使能为 PWM 输出

## 15.8 定时器操作示例

如图 15.2 所示，定时器配置为在匹配时复位计数并产生中断。预分频值为 2，匹配寄存器值为 6。在发生匹配的定时器周期结束时，定时器计数复位。这样就使匹配值具有完整长度的周期。在定时器到达匹配值后的下一个时钟产生指示匹配发生的中断。

如图 15.3 所示，定时器配置为在匹配时停止计数并产生中断。预分频器再次置为 2，匹配寄存器置为 6。在定时器达到匹配值的下一个时钟，TCR 中的定时器使能位清零，中断指示匹配发生。

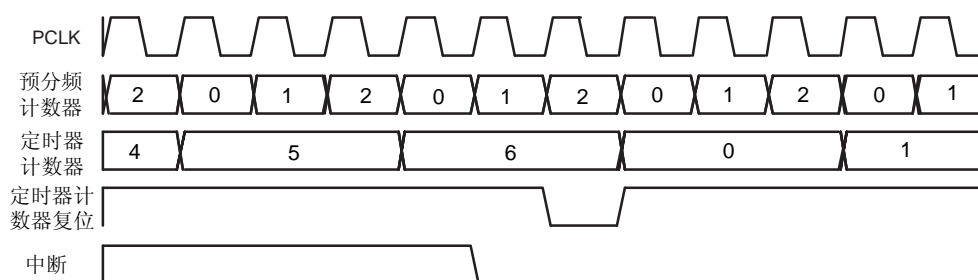


图 15.2 定时器周期设置为 PR=2，MRx=6，匹配时使能中断和复位

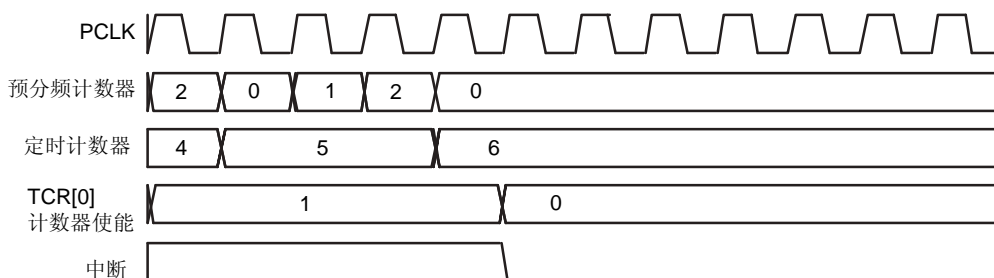


图 15.3 定时器周期设置为 PR=2，MRx=6，匹配时使能中断和停止

## 15.9 结构

计数器/定时器 0 和计数器/定时器 1 的结构图如图 15.4 所示。

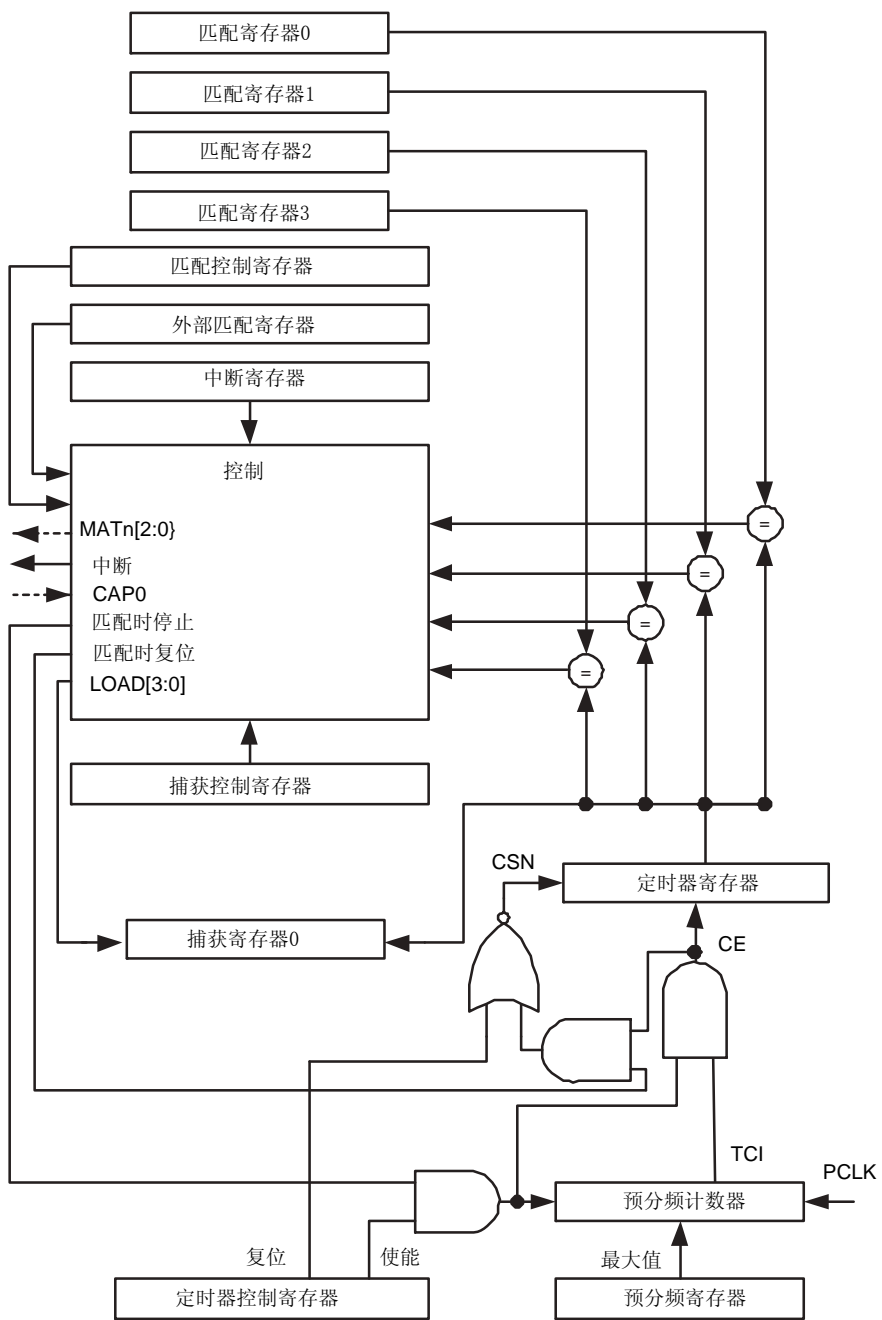


图 15.4 16 位计数器/定时器结构图