
5 位数模转换器

简介

作者: Srinivasa KR, Microchip Technology Inc.

数模转换器 (Digital-to-Analog Converter, DAC) 将数字信号转换为模拟信号。8 位 PIC[®] 单片机中的 DAC 模块提供了灵活的输入源选择, 可将输出连接到其他外设, 例如模拟比较器 (Analog Comparator, AC) 和模数转换器 (Analog-to-Digital Converter, ADC) 以及可配置的寄存器组。

因此该 DAC 模块具有很强的适用性, 可用于多种应用, 例如:

- 信号生成
- 参考电压生成
- 将编码器的数字输出转换为模拟信号等

本技术简介深入介绍了 5 位 DAC 外设。除了介绍模块的工作原理外, 本文档还基于模块的要求和性能参数说明了 DAC 的配置。此外还讨论了使用 MPLAB[®] 代码配置器 (MPLAB Code Configurator, MCC) 时可实现的 DAC 模块功能配置、代码示例和代码生成。

目录

简介.....	1
1. 相关器件.....	3
2. 概述.....	4
3. DAC 工作原理.....	5
4. 可实现的配置.....	7
4.1. DAC 输出作为参考电压.....	7
4.2. 使用 ADC 读取 DAC 输出.....	10
4.3. DAC 输出作为模拟比较器输入.....	13
5. 掉电模式下的 DAC.....	17
6. 结论.....	18
Microchip 网站.....	19
产品变更通知服务.....	19
客户支持.....	19
Microchip 器件代码保护功能.....	19
法律声明.....	19
商标.....	20
质量管理体系.....	20
全球销售及服务网点.....	21

1. 相关器件

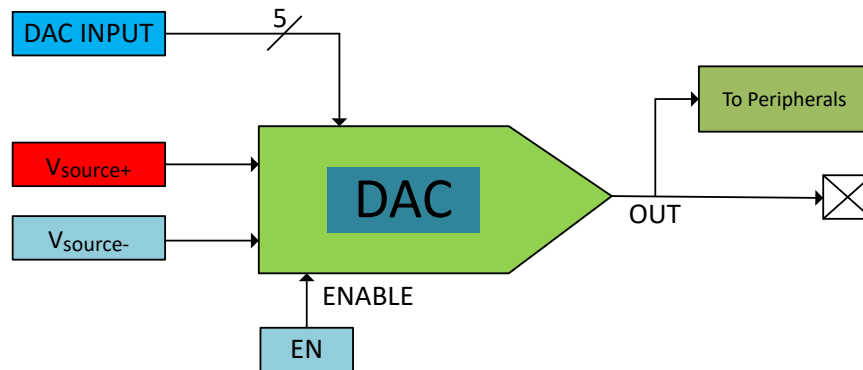
以下 8 位 PIC 单片机系列提供了功能相同的 5 位 DAC。

- PIC18-Q10
- PIC18-K83
- PIC18-K42
- PIC18-K40
- PIC16F18346
- PIC16F18446
- PIC16F15386
- PIC16F18877

2. 概述

DAC 提供了一个可变参考电压，它与输入源成比例，具有 32 个可选输出电压。

图 2-1. DAC 框图



5 位 DAC 具有如下特性：

- 灵活的输入源（正负）
- 选择 DAC 输出作为以下内部外设的参考：
 - DACxOUT1 引脚
 - DACxOUT2 引脚
 - 比较器正输入
 - ADC 输入通道

它具有灵活的输入参考电压（正输入源（Vsource+）和负输入源（Vsource-）），可实现从负（-）到正（+）的多种参考电压配置。

DAC 的正输入源可以连接到以下三个源：

- FVR 缓冲器
- 外部 VREF+ 引脚
- VDD 供电电压

固定参考电压（Fixed Voltage Reference, FVR）是一个内部模块，可提供稳定的参考电压；表 4-5 列出了这些电压，它们都被限制在 VDD 电压以下。当用户希望从外部源提供输入时，可以使用外部 VREF+ 引脚。

单片机的 VDD 电源电压也可用作 DAC 正输入源的电压源。DAC 的负输入源（Vsource-）可以连接到以下两个源：

- 外部 VREF- 引脚
- VSS

外部 VREF- 引脚是负参考电压引脚，当用户希望从外部电压源提供输入时，可以使用此引脚。（见器件特定数据手册中的“电气特性”）。

VSS 电源电压引脚是工作电源接地（GND）引脚，可用作 DAC 的负输入源。DAC 的输出可作为参考电压连接到其他外设。其中包括：

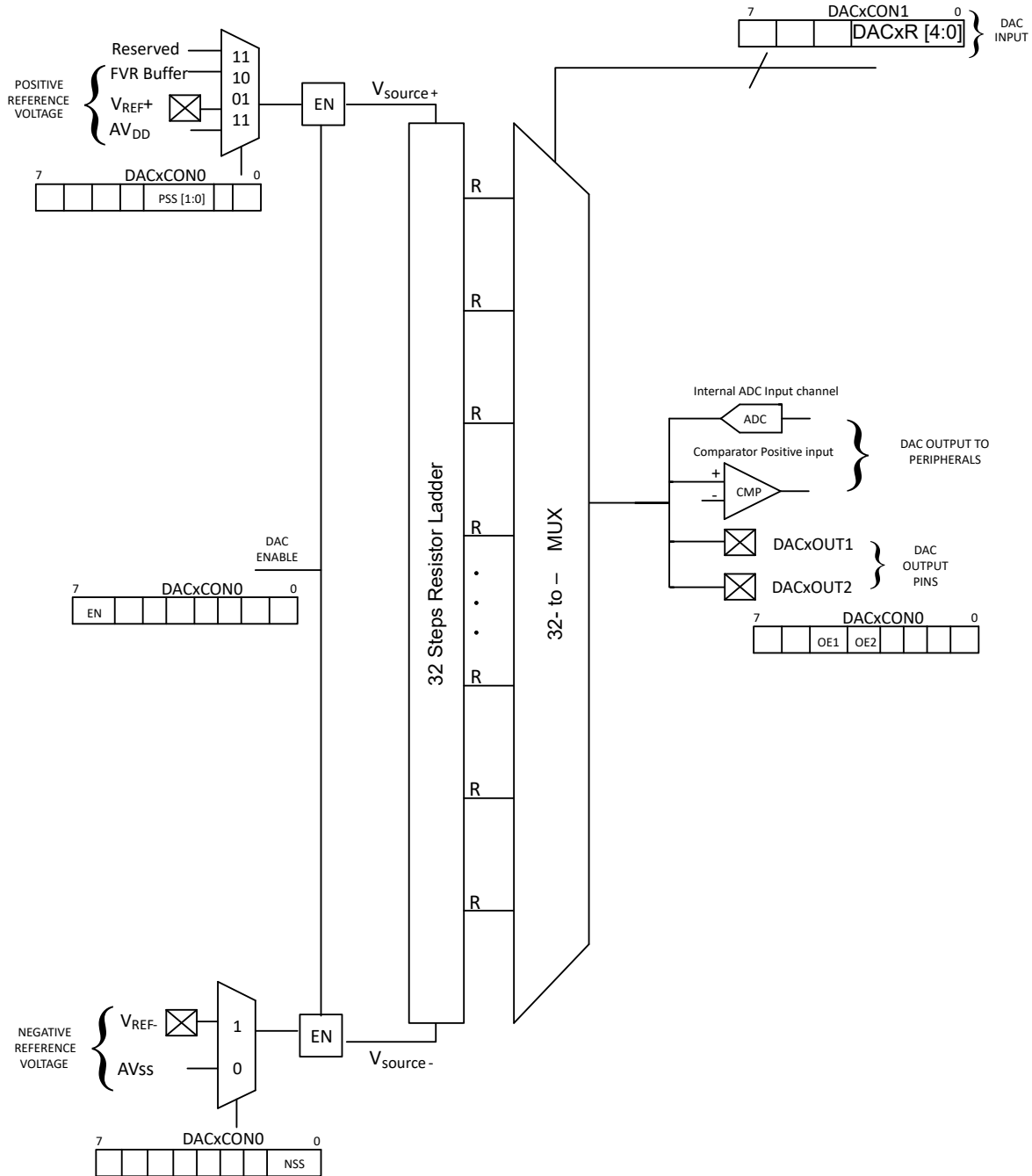
- 比较器的同相输入
- ADC 输入通道
- 单片机引脚：DACxOUT1 和 DACxOUT2

上述特性使得该 DAC 具备很强的适用性，可用于多种应用。

3.

下图给出了 5 位 DAC 模块的详细架构。将 EN 位置 1 可使能 DAC。

图 3-1. 5 位 DAC 的详细架构



DAC 有 32 种电压，可使用 DAC1CON1 寄存器的 DAC1R [4:0] 位进行设置。DAC 输出电压来自参数 V_{REF+} 、 V_{REF-} 、5 位 DAC 输入和 32 个电压值。

DAC 模块的内部结构由一个 32 选 1 多路开关和一个 32 阶梯形电阻网络组成。梯形电阻网络是连接到多路开关的一系列相同电阻，如上图所示。梯形电阻网络的一端连接到正输入源（Vsource+），另一端连接到负输入源（Vsource-）。通过这种架构，可将 Vsource+ 到 Vsource- 分为 32 个相等的步阶。DAC 输出值来自梯形电阻网络，如

果任一输入源的电压波动，都将导致 DAC 输出值波动。通过将相应的控制寄存器位置 1，可以将 DAC 输出电压连接到 DACxOUTn 引脚和其他外设。当 DACxOUTn 引脚被配置为 DAC 参考电压输出时，读取该引脚将始终返回 0。

DAC 输出可由以下公式确定：

$$DACx_output = \left[\left(V_{REF+} - V_{REF-} \right) \times \frac{DACR[4:0]}{2^5} \right] + V_{REF-}$$

例如，参数配置和 DAC 输入：

- $V_{REF+} = 5V$
- $V_{REF-} = 0V$
- $DACR[4:0] = 31$ （最大值）
- $2^5 = 32$
- $DACx_output = [(5 - 0) \times 31 / 32] + 0 = 4.843V$

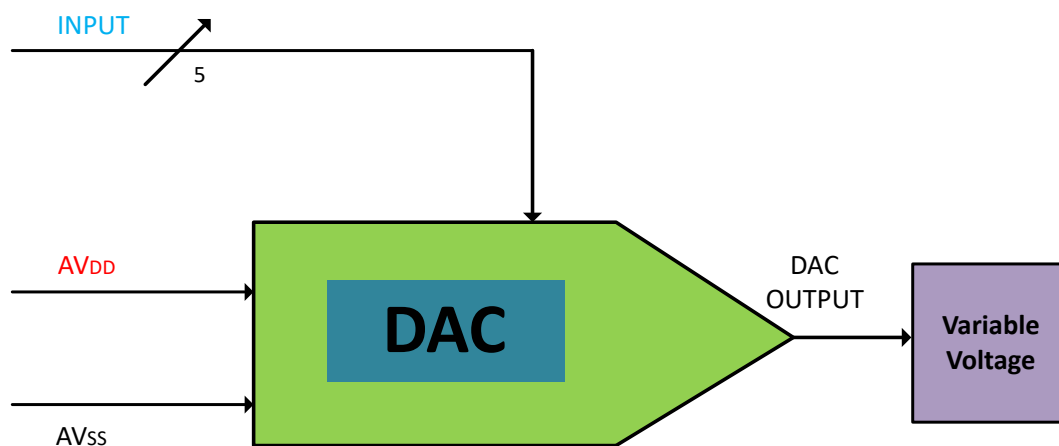
因此，5 位 DAC 可以提供 4.843V 的最大输出电压。

4. 可实现的配置

4.1 DAC 输出作为参考电压

以下配置可用于需要从外部引脚访问 DAC 输出的应用。

图 4-1. 使用内部参考电压配置时 DACxOUT1/2 引脚上的 DAC 输出



在此配置中，DAC 的正、负参考电压分别配置为单片机的 AV_{DD} 和 AV_{SS} 。对于需要将可变模拟电压作为 DAC 输出的功能而言，必须采用这种配置。

表 4-1. DAC1CON0.PSS[1:0] DAC 正电压源选择位

值	说明
11	保留
10	FVR 缓冲器
01	FVR+（外部正参考电压）
00	AV_{DD} （单片机 V_{CC} ）

表 4-2. DAC1CON0.NSS DAC 负电压源选择位

值	说明
1	V_{REF-} （外部负参考电压）
0	AV_{SS} （单片机 GND）

表 4-3. DAC1CON0.OE1 DAC 电压输出使能位

值	说明
1	DAC 电压从 DAC1OUT1 引脚输出
0	DAC 电压从 DAC1OUT1 引脚断开

DAC 正参考输入源配置为单片机的 AV_{DD} ，负输入源配置为 AV_{SS} ，DAC 的输出连接到单片机引脚（GPIO 引脚）。DAC1OUT1 引脚必须配置为输出和模拟引脚。

表 4-4. 引脚分配表

	28 引脚 SPDIP、 SOIC 和 SSOP	28 引脚(V)QFN	A/D	参考	比较器
RA0	2	27	ANA0		C1IN0- C2IN0-
RA1	3	28	ANA1		C1IN1- C2IN1-
RA2	4	1	ANA2	DAC1OUT1 VREF- (DAC) VREF- (ADC)	C1IN0+ C2IN0+
RA3	5	2	ANA3	VREF+ (DAC) VREF+ (ADC)	C1IN1+
RA4	6	3	ANA4		

MCC 是可以无缝生成代码的图形编程环境。图形界面易于使用，可帮助生成所需的代码，并轻松插入到项目中。[图 4-2](#) 说明了如何将 MCC 用于 DAC 配置。

图 4-2. MCC 配置——使用内部参考电压时 DACxOUT1 引脚上的 DAC 输出

DAC1 (5 bit)

Easy Setup Registers

Hardware Settings

☒ Enable DAC

Positive Reference VDD

Negative Reference VSS

☒ Enable output on DACOUT1

☐ Enable output on DACOUT2

Enable Output on DACOUT

Software Settings

Vdd 5

Vref+ 4

Vref- 0

Required ref: 1

DAC out value: 4.844 calculated from DACR

图 4-3. MCC 配置中的引脚管理器

Pin Module

Easy Setup Registers

Selected Package : UQFN40

Pin Name ^	Module	Function	Custom Na...	Start High	Analog	Output	WPU	OD	IOC
RA2	DAC1	DAC1OUT1		☐	☒	☒	☐	☐	none
RC2	Pin Module	GPIO	IO_RC2	☐	☐	☐	☒	☐	pos...
RE0	Pin Module	GPIO	LED	☐	☐	☒	☐	☐	none
RE2	Pin Module	GPIO	IO_RE2	☐	☐	☐	☒	☐	none

MCC 为 DAC 初始化生成以下代码：

```
void DAC1_Initialize(void)
{
    // 使能 DAC1EN; NSS VSS; PSS VDD; 使能 OE1; 禁止 OE2;
    DAC1CON0 = 0xA0;
    // DAC1R 31;
    DAC1CON1 = 0x1F; // 默认输入值
}
```

可通过 DACxCON1 寄存器设置 DAC 输出值。以下 MCC 生成的 API/函数具有相同的作用。

```
void DAC1_SetOutput (uint8_t inputData)
{
    DAC1CON1 = inputData;
}
```

初始化此配置后，可以将 DAC 输出连接到 DAC1CON1（即 RA2 引脚）。此 DAC 配置可用作参考电压发生器和波形/信号发生器。[MPLAB Xpress 代码示例](#)中列出了一些示例。

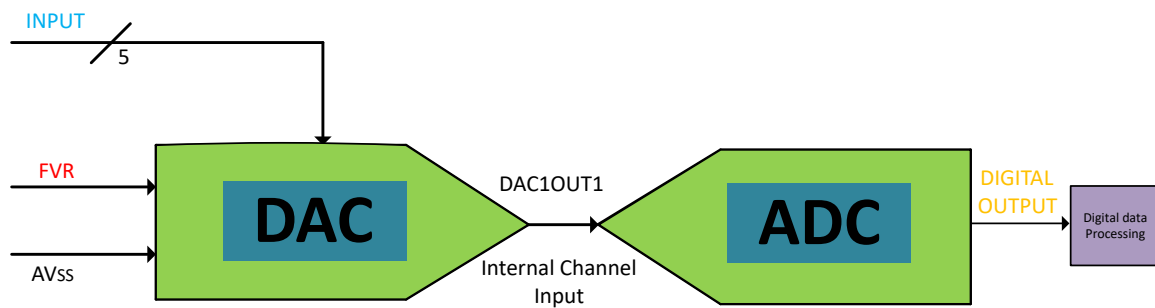
4.2 使用 ADC 读取 DAC 输出

此特定配置对校准等应用很有用，它涉及以下两个外设：

- DAC，用于为 ADC 通道提供模拟电压
- ADC，用于应用功能

用户可以将 DAC 输出配置为 ADC 的输入，将 DAC 正参考输入配置为 FVR 缓冲器，将负参考输入配置为单片机 GND（即 AV_{SS} ），以及将连接到 ADC 的 DAC 输出配置为输入通道。可以通过配置 ADC 输入选择寄存器将 DAC 输出配置为 ADC 的模拟输入通道。

图 4-4. DAC 输出作为 ADC 输入的配置



必须根据要求配置 DAC1CON0 电阻。[图 4-5](#) 给出了使用 MCC 进行 DAC 配置时生成的代码。

图 4-5. 使用 ADC 读取 DAC 输出的 DAC 配置

DAC1 (5 bit)

Easy Setup Registers

Hardware Settings

☒ Enable DAC

Positive Reference: FVR_buf2

Negative Reference: VSS

☐ Enable output on DACOUT1

☐ Enable output on DACOUT2

Enable Output on DACOUT

Software Settings

Vdd: 5

Vref+: 4

Vref-: 0

Required ref: 1

DAC out value: 0

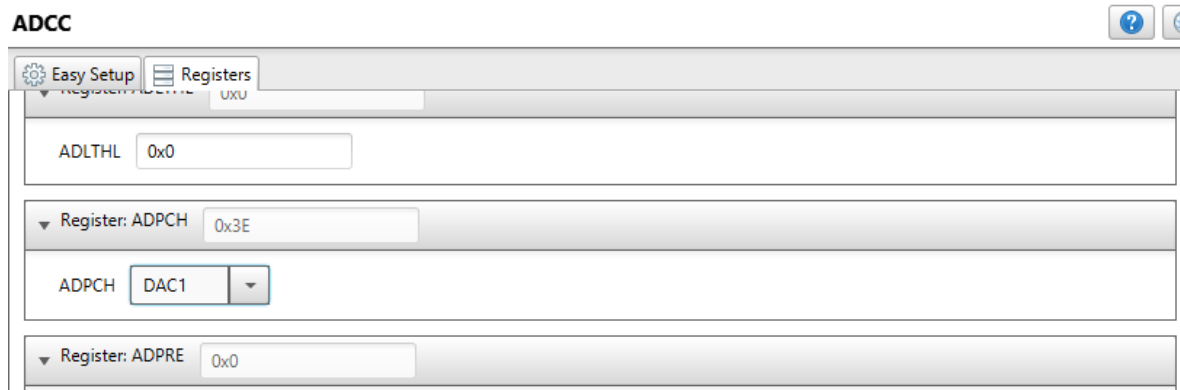
```
}    FVRCON = 0x82;
```

表 4-5. FVR 的固定输出电压

FVRCON.CDAFVR 值	缓冲器电压
0b11	4.096V
0b10	2.048V
0b01	1.024V
0b00	缓冲器关闭

用于将 DAC 输出配置为 ADC 输入通道的 ADPCH 寄存器值为 0b111110。图 4-8 给出了将 DAC 输出设置为 ADC 通道输入的 ADC 模块配置。

图 4-8. 选择 DAC 作为 ADC 输入的 MCC 配置



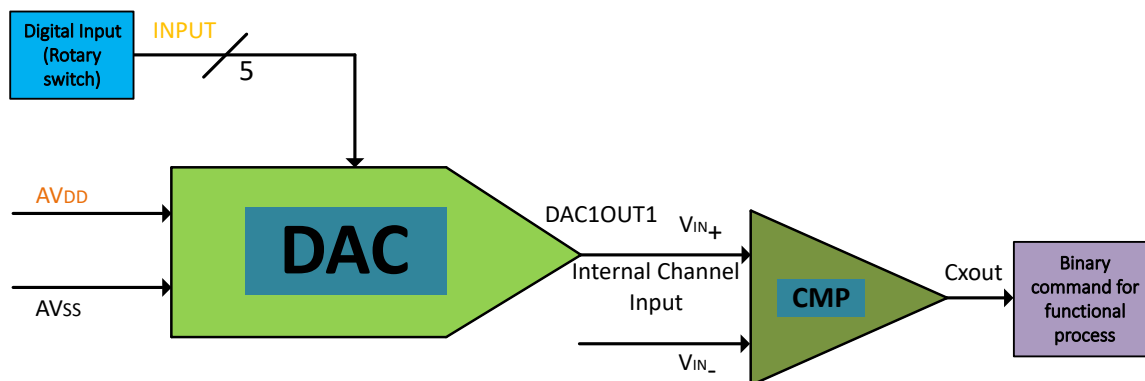
将生成以下代码：

```
// 代码
ADPCH = 0x3E; // ADPCH DAC1;
```

4.3 DAC 输出作为模拟比较器输入

此配置涉及 AC 和 DAC 外设，8 位 PIC 单片机可以灵活地将 DAC 输出在内部连接到 AC 的同相输入。

图 4-9. DAC 输出作为模拟比较器输入的配置



必须使用比较器寄存器 **CMxPCH** 来选择 DAC 输出作为同相通道。可以通过将 **CxPOL** 位置 1 来使比较器输出的极性反相。清零 **CxPOL** 位得到的是同相输出。**CxPOL** 位属于寄存器 **CMxCON0**，比较器的输出在下表中列出：

表 4-6. 比较器输出

输入条件	CxPOL	CxOUT
$V_{IN+} > V_{IN-}$	0	0
$V_{IN+} < V_{IN-}$	0	1
$V_{IN+} > V_{IN-}$	1	1
$V_{IN+} < V_{IN-}$	1	0

图 4-10 和图 4-11 说明了如何使用 MCC 来为此特定配置生成代码。

图 4-10. 使用 MCC 的 DAC 输出配置

DAC1 (5 bit)

Easy Setup Registers

Hardware Settings

☒ Enable DAC

Positive Reference: FVR_buf2

Negative Reference: VSS

☐ Enable output on DACOUT1

☐ Enable output on DACOUT2

Enable Output on DACOUT: ☒

Software Settings

Vdd: 5

Vref+: 4

Vref-: 0

Required ref: 1

DAC out value: 0

图 4-11. 使用 MCC 将 DAC 输出配置为模拟比较器输入的 CMP1 配置

CMP1

Easy Setup Registers

Hardware Settings

☒ Enable Comparator

Positive Input: DACOUT

☐ Enable Synchronous Mode

Negative Input: Vss

☐ Enable Comparator Hysteresis

Output Polarity: ☐ inverted ☒ not inverted

Software Settings

☒ Enable Comparator Interrupt

Interrupt Flag Set On: ☒ Rising Edge ☐ Falling Edge

MCC 为 DAC 配置生成以下代码:

```
void DAC1_Initialize(void)
{
    // 使能 DAC1EN; NSS VSS; PSS VREF+; 禁止 OE1; 禁止 OE2;
    DAC1CON0 = 0x84;
    // DAC1R 8;
    DAC1CON1 = 0x08;
}
```

MCC 为比较器配置生成以下代码：

```
void CMP1_Initialize(void)
{
    PIE2bits.C1IE = 0; // 禁止 C1HYS; 使能 C1EN; C1POL 不翻转; C1SYNC 异步;
    CM1CON0 = 0x80;
    CM1CON1 = 0x02; // C1INTN no_intFlag; C1INTP intFlag_pos
    CM1NCH = 0x07; // NCH Vss;
    CM1PCH = 0x05; // PCH DACOUT;
    PIR2bits.C1IF = 0; // 允许中断前清除 IF 标志。
    PIE2bits.C1IE = 1; // 允许 CMP1 中断。
}
```

5. 掉电模式下的 DAC

在 PIC 单片机的节能工作模式（休眠、空闲和打盹）下使用 DAC 时，电流消耗会发生变化。

如果因中断或窗口看门狗定时器（Windowed Watchdog Timer, WWDT）超时将器件从休眠模式唤醒，DACxCON0 寄存器的内容将不受影响。



提示：

1. 为了将休眠模式下的电流消耗降至最低，必须在控制器进入掉电模式之前通过 FVR 禁止参考电压。
2. 有关节能工作模式、DAC、FVR 和相应寄存器的更多详细信息，请参见特定器件的数据手册。

6. 结论

8 位 PIC 单片机的 DAC 模块提供了灵活的输入源选择，可将 DAC 输出连接到其他外设，例如模拟比较器和 ADC 以及可配置的寄存器组。本技术简介介绍了 DAC 模块及其各种功能配置，还说明了如何使用 MCC 生成 DAC 外设配置代码。有关代码示例，请访问 [MPLAB Xpress 代码示例](#)。

Microchip 网站

Microchip 网站 (www.microchip.com/) 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。我们的网站提供以下内容:

- **产品支持**——数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持**——常见问题解答 (FAQ)、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 设计伙伴计划成员名单
- **Microchip 业务**——产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

产品变更通知服务

Microchip 的产品变更通知服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时, 收到电子邮件通知。

欲注册, 请访问 www.microchip.com/pcn, 然后按照注册说明进行操作。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助:

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师 (ESE)
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或 ESE 寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过 www.microchip.com/support 获得网上技术支持。

Microchip 器件代码保护功能

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点:

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术规范。
- Microchip 确信: 在正常使用的情况下, Microchip 系列产品非常安全。
- 目前, 仍存在着用恶意、甚至是非法的方法来试图破坏代码保护功能的行为。我们确信, 所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这种试图破坏代码保护功能的行为极可能侵犯 Microchip 的知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案 (Digital Millennium Copyright Act)》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下, 能访问您的软件或其他受版权保护的成果, 您有权依据该法案提起诉讼, 从而制止这种行为。

法律声明

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分, 因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中提供的信息仅仅是为方便您使用 Microchip 产品或使用这些产品来进行设计。本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。

Microchip “按原样”提供这些信息。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对非侵权性、适销性和特定用途的适用性的暗示担保，或针对其使用情况、质量或性能的担保。

在任何情况下，对于因这些信息或使用这些信息而产生的任何间接的、特殊的、惩罚性的、偶然的或间接的损失、损害或任何类型的开销，Microchip 概不承担任何责任，即使 Microchip 已被告知可能发生损害或损害可以预见。在法律允许的最大范围内，对于因这些信息或使用这些信息而产生的所有索赔，Microchip 在任何情况下所承担的全部责任均不超出您为获得这些信息向 Microchip 直接支付的金额（如有）。如果将 Microchip 器件用于生命维持和/或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切损害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任。除非另外声明，在 Microchip 知识产权保护下，不得暗中以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Adaptec、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi 徽标、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PacTime、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的注册商标。

AgileSwitch、APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、WinPath 和 ZL 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SMART-I.S.、storClad、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect 和 ZENA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Incorporated 在美国的服务标记。

Adaptec 徽标、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology 和 Symmcom 均为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 为 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2021, Microchip Technology Incorporated 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-7345-9

质量管理体系

有关 Microchip 的质量管理体系的信息，请访问 www.microchip.com/quality。

全球销售及服务中心

美洲	亚太地区	亚太地区	欧洲
公司总部 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 电话: 480-792-7200 传真: 480-792-7277 技术支持: www.microchip.com/support 网址: www.microchip.com 亚特兰大 德卢斯, 佐治亚州 电话: 678-957-9614 传真: 678-957-1455 奥斯汀, 德克萨斯州 电话: 512-257-3370 波士顿 韦斯特伯鲁, 马萨诸塞州 电话: 774-760-0087 传真: 774-760-0088 芝加哥 艾塔斯卡, 伊利诺伊州 电话: 630-285-0071 传真: 630-285-0075 达拉斯 阿迪森, 德克萨斯州 电话: 972-818-7423 传真: 972-818-2924 底特律 诺维, 密歇根州 电话: 248-848-4000 休斯顿, 德克萨斯州 电话: 281-894-5983 印第安纳波利斯 诺布尔斯维尔, 印第安纳州 电话: 317-773-8323 传真: 317-773-5453 电话: 317-536-2380 洛杉矶 米慎维荷, 加利福尼亚州 电话: 949-462-9523 传真: 949-462-9608 电话: 951-273-7800 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 919-844-7510 纽约, 纽约州 电话: 631-435-6000 圣何塞, 加利福尼亚州 电话: 408-735-9110 电话: 408-436-4270 加拿大 - 多伦多 电话: 905-695-1980 传真: 905-695-2078	澳大利亚 - 悉尼 电话: 61-2-9868-6733 中国 - 北京 电话: 86-10-8569-7000 中国 - 成都 电话: 86-28-8665-5511 中国 - 重庆 电话: 86-23-8980-9588 中国 - 东莞 电话: 86-769-8702-9880 中国 - 广州 电话: 86-20-8755-8029 中国 - 杭州 电话: 86-571-8792-8115 中国 - 香港特别行政区 电话: 852-2943-5100 中国 - 南京 电话: 86-25-8473-2460 中国 - 青岛 电话: 86-532-8502-7355 中国 - 上海 电话: 86-21-3326-8000 中国 - 沈阳 电话: 86-24-2334-2829 中国 - 深圳 电话: 86-755-8864-2200 中国 - 苏州 电话: 86-186-6233-1526 中国 - 武汉 电话: 86-27-5980-5300 中国 - 西安 电话: 86-29-8833-7252 中国 - 厦门 电话: 86-592-2388138 中国 - 珠海 电话: 86-756-3210040	印度 - 班加罗尔 电话: 91-80-3090-4444 印度 - 新德里 电话: 91-11-4160-8631 印度 - 浦那 电话: 91-20-4121-0141 日本 - 大阪 电话: 81-6-6152-7160 日本 - 东京 电话: 81-3-6880-3770 韩国 - 大邱 电话: 82-53-744-4301 韩国 - 首尔 电话: 82-2-554-7200 马来西亚 - 吉隆坡 电话: 60-3-7651-7906 马来西亚 - 槟榔屿 电话: 60-4-227-8870 菲律宾 - 马尼拉 电话: 63-2-634-9065 新加坡 电话: 65-6334-8870 台湾地区 - 新竹 电话: 886-3-577-8366 台湾地区 - 高雄 电话: 886-7-213-7830 台湾地区 - 台北 电话: 886-2-2508-8600 泰国 - 曼谷 电话: 66-2-694-1351 越南 - 胡志明市 电话: 84-28-5448-2100	奥地利 - 韦尔斯 电话: 43-7242-2244-39 传真: 43-7242-2244-393 丹麦 - 哥本哈根 电话: 45-4485-5910 传真: 45-4485-2829 芬兰 - 埃斯波 电话: 358-9-4520-820 法国 - 巴黎 电话: 33-1-69-53-63-20 传真: 33-1-69-30-90-79 德国 - 加兴 电话: 49-8931-9700 德国 - 哈恩 电话: 49-2129-3766400 德国 - 海布隆 电话: 49-7131-72400 德国 - 卡尔斯鲁厄 电话: 49-721-625370 德国 - 慕尼黑 电话: 49-89-627-144-0 传真: 49-89-627-144-44 德国 - 罗森海姆 电话: 49-8031-354-560 以色列 - 若那那市 电话: 972-9-744-7705 意大利 - 米兰 电话: 39-0331-742611 传真: 39-0331-466781 意大利 - 帕多瓦 电话: 39-049-7625286 荷兰 - 德卢内市 电话: 31-416-690399 传真: 31-416-690340 挪威 - 特隆赫姆 电话: 47-72884388 波兰 - 华沙 电话: 48-22-3325737 罗马尼亚 - 布加勒斯特 电话: 40-21-407-87-50 西班牙 - 马德里 电话: 34-91-708-08-90 传真: 34-91-708-08-91 瑞典 - 哥德堡 电话: 46-31-704-60-40 瑞典 - 斯德哥尔摩 电话: 46-8-5090-4654 英国 - 沃金厄姆 电话: 44-118-921-5800 传真: 44-118-921-5820