
PIC24FJ256GA/GB110 到 PIC24FJ1024GA/GB610 的移植和性能增强指南

简介

与 PIC24FJ256GA/GB110 器件系列相比，PIC24FJ1024GA/GB610 器件系列包含许多新功能及改变。

在进行了本文档中所述的适当更改后，可将为 PIC24FJ256GA/GB110 系列器件开发的代码移植到 PIC24FJ1024GA/GB610 系列器件。与 PIC24FJ256GA/GB110 系列器件相比，PIC24FJ1024GA/GB610 系列器件有许多改进和新功能，例如：

- 双分区闪存编程，CPU 不会因非活动分区擦除 / 编程操作而停顿
- 在某些器件上，闪存已从 256 KB (PIC24FJ256GA/GB110 系列器件) 扩充到 1024 KB (PIC24FJ1024GA/GB610 系列器件)
- 针对双分区工作模式的全新安全功能
- RAM 已从 16 KB (PIC24FJ256GA/GB110 系列器件) 扩充到 32 KB (PIC24FJ1024GA/GB610 系列器件)
- 全新 8 通道直接存储器访问 (Direct Memory Access, DMA) 控制器
- 全新低功耗数控振荡器 (Digitally Controlled Oscillator, DCO)，具有较短的起振时间
- 通过使用主动时钟调节来提高 FRC 精度
- 全新保持休眠模式，典型电流低于 1 μ A
- 全新捕捉 / 比较 / PWM / 定时器 (MCCP/SCCP) 异步模块，能够以高于 CPU 时钟的时钟频率工作
- 改进型串行外设接口 (Serial Peripheral Interface, SPI) 模块，支持 I²S 接口，工作频率最高达 16 MHz
- 增强型 I²C 模块，用于支持 PMBus™ 通信
- 增强型实时时钟和日历 (Real-Time Clock and Calendar, RTCC) 模块，具有时间戳防篡改功能
- 改进型 32 位循环冗余校验 (Cyclic Redundancy Check, CRC) 模块
- 全新可配置逻辑单元 (Configurable Logic Cell, CLC) 模块
- 改进型 12 位模数转换器 (Analog-to-Digital Converter, ADC)
- 全新 5 位比较器参考电压 (CVREF)
- 改进型高/低电压检测 (High/Low-Voltage Detect, HLVD) 模块
- 通用异步收发器 (UART) 模块的数量从 4 个增加到 6 个

本移植和性能增强指南讨论了一些与 PIC24FJ1024GA/GB610 系列器件相关的性能增强、改变以及应用移植的注意事项。以下是移植的主要注意事项：

- 引脚排列的细微差异
- 一些外设添加/移动到外设引脚选择 (Peripheral Pin Select, PPS) 映射中
- 内部稳压器不能禁止 (ENVREG 信号被移除，相应引脚必须保持未连接状态)
- 新的程序空间可视性 (Program Space Visibility, PSV) 访问方法
- 增大了闪存程序存储器和 RAM 的大小
- 增大了运行时自编程 (Run-Time Self-Programming, RTSP) 页和行大小，同时改变了方法，并且改变了擦除/编程时间
- 更改了中断向量表 (Interrupt Vector Table, IVT) 和备用中断向量表 (Alternate Interrupt Vector Table, AIVT)
- 改变了中断寄存器
- I/O 端口模拟/数字选择和电平变化通知控制寄存器发生了改变
- 更新了器件配置寄存器
- 新增外设：
 - DMA
 - MCCP/SCCP
 - CLC
- 包含的增强型外设：
 - SPI
 - I²C
 - RTCC
 - CRC
 - ADC
 - 比较器参考电压
 - HLVD

本文档的每个部分会介绍 PIC24FJ1024GA/GB610 器件系列的一个外设或主要功能。

有关新模块或改进型模块的更多信息，请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》(DS30010074C_CN)。

本文档涵盖的主题包括:

闪存程序存储器	2
DMA控制器	4
振荡器配置	4
低功耗	5
I/O 端口	5
捕捉/比较/PWM/定时器模块 (MCCP和SCCP)	8
串行外设接口 (SPI)	10
I ² C	10
带时间戳的实时时钟和日历 (RTCC)	11
循环冗余校验 (CRC) 发生器	12
可配置逻辑单元 (CLC)	12
模数转换器 (ADC)	12
比较器参考电压	12
高/低电压检测 (HLVD)	12
术语表	13

闪存程序存储器

PIC24FJ1024GA/GB610 器件上的闪存程序存储器模块具有多项增强功能和新功能。本部分详细介绍了高级改进功能，具体包括以下主题：

- 程序空间可视性 (PSV) 访问
- 存储器构成
- 寄存器
- 电气特性
- 器件唯一标识符 (Unique Device Identifier, UDID)
- 运行时自编程
- CodeGuard™ 安全性

PSV 访问

在PIC24FJ1024GA/GB610器件中，用来访问存储在程序存储器中常量的PSV机制有所不同。PSV机制访问可使用新的DSRPAG寄存器而不是PSVPAG寄存器来生成读地址。PIC24FJ1024GA/GB610器件上已移除了PSV位和PSVPAG寄存器。

存储器构成

PIC24FJ1024GA/GB610器件包含最大1024 KB的闪存程序存储器，而PIC24FJ256GA/GB110器件包含最大256 KB的闪存。

对于PIC24FJ1024GA/GB610系列，备用中断向量表(AIVT)的位置取决于器件的安全设置。PIC24FJ1024GA/GB610系列器件实现了FSEC和FSBLIM寄存器定义的中等安全功能。PIC24FJ1024GA/GB610系列的整个用户代码存储区可以分为引导段(Boot Segment, BS)和通用段(General Segment, GS)。段的大小由BSLIM<12:0>配置位确定。AIVT从BS最后一页的起始处开始。

PIC24FJ1024GA/GB610系列器件支持一个单分区模式和两个双分区模式。在双分区模式下，器件的存储器被均匀分为两个物理分区，分别称作分区1和分区2。其中的每个分区都包含自己的程序存储器和配置字。在程序执行期间，仅执行其中一个分区的代码；该分区为活动分区。另一个分区(即非活动分区)不使用，但可以对其编程，对其执行运行时自编程(RTSP)操作时不会使CPU停顿。有关闪存程序存储器的更多信息，请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610系列数据手册》(DS30010074C_CN)中的“存储器构成”一章。

寄存器

PIC24FJ1024GA/GB610器件新增了一个NVMSIDL位(NVMCON<12>)，该位可用于在器件处于空闲模式时中止主闪存程序存储器的操作。在PIC24FJ1024GA/GB610器件中，已删除PIC24FJ256GA/GB110器件中的ERASE位(NVMCON<6>)。

电气特性

PIC24FJ1024GA/GB610器件中的闪存程序存储器擦除和编程时间与PIC24FJ256GA/GB110器件不同。有关程序存储器的规范，请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610系列数据手册》中的“电气特性”一章。

唯一器件ID

所有PIC24FJ1024GA/GB610系列器件在最终制造期间都单独编码了唯一ID(UDID)。UDID不能通过批量擦除命令或任何其他用户可访问的方式擦除。有关更多详细信息，请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610系列数据手册》中的“唯一器件标识符(UDID)”一章。

CodeGuard™ 安全性

代码保护功能由配置寄存器FSEC和FBSLIM控制。FSEC寄存器控制每个段的代码保护级别和写保护。BS和GS的大小取决于BSLIM<12:0>位的设置。BSLIM<12:0>位用于定义BS的页数，其中每页包含1024个指令字。最小的BS大小是一页。配置数据（称为配置段（Configuration Segment, CS））中增加了额外的安全性。有关更多信息，请参见《PIC24FJ1024GA/GB610/PIC24FJ256GA/GB110系列数据手册》中的“编程校验和代码保护”一章。

运行时自编程（RTSP）

对于PIC24FJ1024GA/GB610系列，闪存行和擦除块的大小与PIC24FJ256GA/GB110系列的大小不同。程序存储器数据一次可以进行128条指令（384字节）的行写入以及1024条指令（3072字节）的块擦除。表1列出了PIC24FJ256GA/GB110和PIC24FJ1024GA/GB610器件之间在运行时自编程（RTSP）方面的变化。

表1: PIC24FJ256GA/GB110和PIC24FJ1024GA/GB610器件之间的RTSP变化

参数	PIC24FJ256GA/GB110	PIC24FJ1024GA/GB610
最小程序存储器字编程大小	一个字——1条指令或3个字节	偶数/奇数对字——2条指令或6个字节
NVMOP<3:0>位 (NVMCON<3:0>) 设置	<p>如果ERASE = 1: 1111 = 存储器批量擦除操作 1101 = 擦除通用段 0011 = 无操作 0010 = 存储器页擦除操作 0001 = 无操作 0000 = 擦除单个配置寄存器字节</p> <p>如果ERASE = 0: 1111 = 无操作 1101 = 无操作 0011 = 存储器字编程操作 0010 = 无操作 0001 = 存储器行编程操作 0000 = 编程单个配置寄存器字节</p>	1111 = 保留 ... 0101 = 保留 0100 = 非活动分区存储器擦除操作 0011 = 存储器页擦除操作 0010 = 存储器行编程操作 0001 = 存储器双字编程操作 0000 = 保留
用于RTSP的程序存储器锁存器的位置	与要编程的程序存储单元具有相同的地址	专用写锁存器，位于配置存储空间中从0xFA0000到0xFA0100之间的地址
指定要通过RTSP操作写入程序存储器行/字或配置寄存器的方法	最近一次表写指令的目标地址定义要写入的行或字	NVMADR/NVMADRU寄存器指定要编程的闪存单元

DMA 控制器

PIC24FJ1024GA/GB610 系列器件有一个直接存储器访问 (DMA) 控制器。该模块与 CPU 配合, 允许在数据存储器 and 外设之间传送数据, 而无需 CPU 干预。这可以提高数据吞吐量并降低执行时间开销。8 个可独立编程的通道使 DMA 控制器可几乎同时处理多个外设, 每个通道的外设执行不同的操作。支持多种类型的数据传送操作。有关 DMA 控制器的更多信息, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》(DS30010074C_CN) 中的“直接存储器访问控制器 (DMA)”一章。

振荡器配置

本部分涵盖以下主题:

- 锁相环 (Phase-Locked Loop, PLL) 模块
- 数控振荡器 (DCO)
- 系统时钟分频器
- 参考时钟输出模块 (REFO)
- 快速 RC 振荡器 (FRC)

PLL 模块

除了在 USB 操作中使用的 96 MHz PLL 之外, PIC24FJ1024GA/GB610 系列器件还具有非 USB 操作 PLL, 允许更宽范围的输入频率。没有时钟预分频器时, 倍频比可以选为 4x、6x 或 8x。有关更多信息, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》中的“PLL 振荡器模式和 USB 操作”一章。

数控振荡器 (DCO)

PIC24FJ1024GA/GB610 系列器件具有 DCO。DCO 是 FRC 的低功耗替代。它可以产生更广泛的工作频率, 如果需要准确的频率, 可以对其进行微调以校正工艺差异。但是, DCO 并非设计为用于 USB 应用, 不能满足 USB 时序限制要求。DCO 由 DCOCN 和 DCOTUN 寄存器控制。有关更多信息, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》中的“振荡器配置”一章。

系统时钟分频器

对于 PIC24FJ256GA/GB110 系列器件, 只能对 FRC 时钟进行分频。分频比由 RCDIV<2:0> 位 (CLKDIV<10:8>) 指定。对于 PIC24FJ1024GA/GB610 系列器件, 可以选择任何时钟源进行分频。时钟源由 RCDIV<2:0> 位 (CLKDIV<10:8>) 选择, 分频比在特殊的 OSCDIV 和 OSCFDIV 寄存器中选择。有关更多信息, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》中的“振荡器配置”一章。

参考时钟输出模块 (REFO)

PIC24FJ1024GA/GB610 器件上的 REFO 模块具有多项增强功能和新功能。它支持多种时钟源, 并提供了更为灵活的时钟分频系数。该参考时钟输出由 REFOCONL、REFOCONH 和 REFOTRIML 寄存器控制。将 ROEN 位 (REFOCONL<15>) 置 1 可在 REFO 引脚上提供时钟信号。RODIV<14:0> 位 (REFOCONH<14:0>) 用于使能选择不同的时钟分频比选项。ROTRIM<0:8> 位 (REFOTRIML<7:15>) 允许用户将 RODIV<14:0> 位值加上小数值。ROSEL<3:0> 位 (REFOCONL<3:0>) 确定哪个时钟源用于参考时钟输出。有关更多信息, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》中的“参考时钟输出”一章。

FRC 主动时钟调节

PIC24FJ1024GA/GB610 系列器件包含一个自动机制, 可在运行时校准 FRC。该系统基于已知精度的时钟源, 使用主动时钟调节来使 FRC 保持在其 8 MHz 标称频率的极窄幅度范围内。这可以使频率精度完全符合“USB 2.0 规范”对于全速 USB 设备的要求。OSCTUN 寄存器中添加了几个新位来控制时钟调节功能。有关更多信息, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》中的“FRC 主动时钟调节”一章。

低功耗

本部分简要介绍了PIC24FJ1024GA/GB610器件中的全新低功耗特性。有关更多详细信息，请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610系列数据手册》中的“节能特性”一章。

休眠模式

PIC24FJ1024GA/GB610 器件具有新的保持休眠模式。休眠模式下的行为由RCON寄存器的RETEN和VREGS位控制，可提供四种不同的休眠模式（在表2中汇总）。

表2: 低功耗休眠模式

RETEN	VREGS	模式	相对功耗
0	0	休眠	几 μ A
0	1	快速唤醒	100 μ A
1	0	保持休眠	小于 1 μ A
1	1	快速保持	几 μ A

有关典型和最大休眠电流的信息，请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610系列数据手册》中的“电气特性”一章。

低功耗欠压复位

PIC24FJ1024GA/GB610 器件具有低功耗BOR，可在主BOR禁止时使用。该行为由DNVPEN配置位（FPOR<3>）控制。

有关更多信息，请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610系列数据手册》。

I/O 端口

本部分简要介绍了PIC24FJ1024GA/GB610 I/O 模块中的新特性。有关更多详细信息，请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610系列数据手册》中的“I/O 端口”一章。

PIC24FJ256GA/GB110 器件与PIC24FJ1024GA/GB610 器件之间的主要I/O区别包括：

- 模拟输入/输出控制（ADxPCFG与ANSELx）
- 5V 耐压引脚
- 电平变化中断（Interrupt-on-Change, IOC）/输入电平变化通知（Change Notification, CN）

配置模拟端口引脚

要在PIC24FJ256GA/GB110 器件中选择引脚用于模拟功能，必须将ADxPCFG 寄存器中的相应位清零。将ADxPCFG寄存器中的相应位置1可将对应端口引脚配置为数字引脚。而在PIC24FJ1024GA/GB610器件中，用户则通过将给定端口的ANSx位（例如ANSB<0>）置1将相应引脚选为模拟输入或输出，通过将ANSx位清零将端口引脚配置为数字引脚。表3中对此进行了总结。

表3: ADxPCFG与ANSx

SFR	数字	模拟（默认）
ADxPCFG	1	0
ANSx	0	1

从表4开始的一组表格总结了就每个端口而言PIC24FJ256GA/GB110和PIC24FJ1024GA/GB610 器件的主要差异。

5V 耐压

可用的5V 耐压引脚发生了一些变化。PIC24FJ256GA/GB110器件上的某些引脚在PIC24FJ1024GA/GB610器件上不再具有5V 耐压特性，反之亦然。这些变化包含在从表4开始的端口总结表中。

电平变化中断（输入电平变化通知）

PIC24FJ1024GA/GB610 器件具有电平变化中断（IOC）功能，用于替代PIC24FJ256GA/GB110 器件的输入电平变化通知功能。在PIC24FJ1024GA/GB610器件上，IOC 寄存器按端口组织。新的IOC 功能还可控制边沿选择（上升沿、下降沿或两种边沿）。表11总结了寄存器的变化。

有关更多信息，请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610系列数据手册》中的“电平变化中断（IOC）”一章。

表4: PORTA 汇总

器件	RA15	RA14	RA10	RA9	RA7	RA6	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0
PIC24FJXXXGB610 (ANSx)			X	X	X	X						
PIC24FJXXXGB110 (ADxPCFG)												
PIC24FJXXXGB610 (5V)	X	X					X	X	X	X	X	X
PIC24FJXXXGB110 (5V)	X	X			X		X	X	X	X	X	X

表5: PORTB 汇总

器件	RB15	RB14	RB13	RB12	RB11	RB10	RB9	RB8	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
PIC24FJXXXGB610 (ANSx)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PIC24FJXXXGB110 (ADxPCFG)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PIC24FJXXXGB610 (5V)																
PIC24FJXXXGB110 (5V)																

表6: PORTC 汇总

器件	RC14	RC13	RC4	RC3	RC2	RC1
PIC24FJXXXGB610 (ANSx)	X	X	X			
PIC24FJXXXGB110 (ADxPCFG)						
PIC24FJXXXGB610 (5V)				X	X	X
PIC24FJXXXGB110 (5V)			X	X	X	X

表7: PORTD 汇总

器件	RD15	RD14	RD13	RD12	RD11	RD10	RD9	RD8	RD7	RD6	RD5	RD4	RD3	RD2	RD1	RD0
PIC24FJXXXGB610 (ANSx)									X	X						
PIC24FJXXXGB110 (ADxPCFG)																
PIC24FJXXXGB610 (5V)	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
PIC24FJXXXGB110 (5V)	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X

表8: PORTE 汇总

器件	RE9	RE8	RE7	RE6	RE5	RE4	RE3	RE2	RE1	RE0
PIC24FJXXXGB610 (ANSx)	X					X				
PIC24FJXXXGB110 (ADxPCFG)										
PIC24FJXXXGB610 (5V)		X	X	X	X		X	X	X	X
PIC24FJXXXGB110 (5V)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

表9: PORTF 汇总

器件	RF13	RF12	RF8	RF7	RF5	RF4	RF3	RF2	RF1	RF0
PIC24FJXXXGB610 (ANSx)										
PIC24FJXXXGB110 (ADxPCFG)										
PIC24FJXXXGB610 (5V)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PIC24FJXXXGB110 (5V)	X	X	X		X	X	X	X	X	

表 10: PORTG 汇总

器件	RG15	RG14	RG13	RG12	RG9	RG8	RG7	RG6	RG1	RG0
PIC24FJXXXGB610 (ANSx)					X	X	X	X		
PIC24FJXXXGB110 (ADxPCFG)										
PIC24FJXXXGB610 (5V)	X	X	X	X					X	X
PIC24FJXXXGB110 (5V)	X	X	X	X					X	X

表 11: 电平变化中断寄存器

功能	PIC24FJ256GA/GB110	PIC24FJ1024GA/GB610
上拉	CNPUx ⁽¹⁾	IOCPUy ⁽²⁾
下拉	CNPDx ⁽¹⁾	IOCPDy ⁽²⁾
使能	CNENx ⁽¹⁾	—
使能正边沿	—	IOCPy ⁽²⁾
使能负边沿	—	IOCNy ⁽²⁾
标志	—	IOCFy ⁽²⁾

注 1: x 指电平变化通知寄存器的编号 (例如, CNPD1)。

2: y 指代表相应端口的字母 (例如, IOCPUA)。

捕捉/比较/PWM/定时器模块（MCCP和SCCP）

本部分简要介绍了PIC24FJ1024GA/GB610系列器件中的全新MCCP/SCCP模块。PIC24FJ1024GA/GB610系列器件不仅具有TMR、OC和IC模块，而且还包括几个通用捕捉/比较/PWM/定时器模块，它们可提供早期PIC24F器件的三种不同外设的功能。这些模块可在以下三种主要模式之一下运行：

- 通用定时器（TMR）
- 输出比较/PWM（OC）
- 输入捕捉（IC）

该模块以两种不同的形式提供，区别在于模块可生成的PWM输出的数量。单输出模块（SCCP）只提供一个PWM输出。多输出模块（MCCP）可根据特定器件的引脚数量提供最多六个输出和丰富的电源控制功能。这两种模块的所有其他功能都是相同的。

PIC24FJ1024GA/GB610器件具有1个MCCP模块和3个SCCP模块。[表12](#)给出了PIC24FJ256GA/GB110系列和PIC24FJ1024GA/GB610系列器件上可用的定时器、输入捕捉和输出比较外设的最大数量。

表12: PIC24FJ256GA/GB110和PIC24FJ1024GA/GB610系列的外设的最大数量

外设	PIC24FJ256GA/ GB110	PIC24FJ1024GA/ GB610
输入捕捉	9	6 (IC) + 4 (MCCP/SCCP)
输出比较	9	6 (OC) + 4 (MCCP/SCCP)
16位定时器	5	5 (TMR) + 8 (MCCP/SCCP)

通用定时器

MCCP/SCCP可用作一个32位通用定时器或两个16位定时器。两个16位定时器都可以产生中断，一个定时器还可为其他外设提供触发信号。

将T32位置1会将MCCP/SCCP模块配置为单个32位定时器。表13给出了定时器模式下早期TMR模块与全新MCCP/SCCP模块之间的特性比较。

表13: 定时器模式下专用TMR模块与MCCP/SCCP的比较

特性	TMR 模块	MCCP/SCCP 模块
每个模块的16位定时器数	1	2
每个模块的32位定时器数	需要2个模块	1
至其他模块的触发信号	定时器计满返回时触发	可配置为不在定时器计满返回时触发
时钟同步	仅限同步 (Timer1除外)	异步或同步
时钟源和最大时钟频率	仅限CPU时钟; 频率受CPU时钟限制	如果模块由REFO提供时钟, 则可以是任何时钟源且频率不受CPU时钟限制

输出比较 (PWM)

MCCP/SCCP提供有全新功能, 例如32位操作和多种输出模式。表14给出了PWM模式下早期OC模块与全新MCCP/SCCP模块之间的特性比较。

表14: PWM模式下专用OC模块与MCCP/SCCP模块的比较

特性	OC 模块	MCCP/SCCP 模块
PWM输出数	1	SCCP为1个, MCCP最多为6个
电机控制与开关应用	不支持	支持 (DC、BLDC电机、半桥和全桥开关)
输出模式	单输出模式	单输出模式、有刷直流电机输出模式 (正向和反向)、半桥输出模式、推挽输出模式和输出扫描模式
死区控制	不支持	支持
32位操作的模块数	需要2个模块	1
时钟源和最大时钟频率	仅限CPU时钟; 频率受CPU时钟限制	如果模块由REFO提供时钟, 则可以是任何时钟源且频率不受CPU时钟限制

输入捕捉

MCCP/SCCP模块也可以用作16位或32位模式下的输入捕捉模块。它与早期的专用外设不同, 后者在32位操作中需要两个IC模块。在输入捕捉模式下, MCCP/

SCCP模块可以是异步的, 如果与REFO模块一起使用, 则可以通过任何时钟源工作。

有关更多信息, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610系列数据手册》中的“捕捉/比较/PWM/定时器 (MCCP和SCCP)”一章。

串行外设接口 (SPI)

PIC24FJ1024GA/GB610 器件上的串行外设接口 (Serial Peripheral Interface, SPI) 模块与 PIC24FJ256GA/GB110 器件上的 SPI 模块存在显著差异。具体变化涉及特殊功能寄存器 (Special Function Register, SFR)、SPI 时钟生成、数据宽度、增强型缓冲模式操作、中断

和音频协议支持等几个方面。有关更多信息, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》中的“串行外设接口 (SPI)”一章。

表 15 列出了 PIC24FJ256GA/GB110 和 PIC24FJ1024GA/GB610 器件之间 SPI 模块特性的主要变化。

表 15: SPI 外设比较

参数	PIC24FJ256GA/GB110	PIC24FJ1024GA/GB610
数据宽度	固定为 8 位或 16 位	可变宽度 (2 到 32 位)
增强型缓冲模式数据 FIFO 深度	固定为 8 字 (每个字 8 位或 16 位)	16 字数据 (每个字最多 8 位), 8 字数据 (每个字最多 16 位), 4 字数据 (每个字最多 32 位)
主控模式波特率发生器设置	主主控模式: PPRE<1:0> (SPIxCON1<1:0>); 辅助主控模式: SPRE<2:0> (SPIxCON<4:2>)	SPIxBRGL 寄存器
音频协议接口模式	不支持	支持
时钟源	外设时钟	外设时钟或 REFO 模块时钟
中断	一个通用中断	通用, TX 完成和 RX 完成中断

I²C

PIC24FJ1024GA/GB610 器件上的 I²C 模块具有可选择的数据保持时间, 可改善 SMBus 和 PMBus™ 支持。此外, 还可以添加中断来指示启动/停止条件。有关更多信息,

请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》中的“I²C”一章。

表 16 总结了 PIC24FJ1024GA/GB610 器件在 I²C 寄存器方面的改变。

表 16: PIC24FJ1024GA/GB610 I²C 模块的 SFR 差异

SFR	与 PIC24FJ64GA004 的差异
I2CxCONL	I2CxCON 寄存器在 PIC24FJ1024GA/GB610 器件中重命名为 I2CxCONL, IPMIEN 位重命名为 STRICT。
I2CxCONH	PIC24FJ256GA/GB110 器件上不存在 I2CxCONH 寄存器。在 PIC24FJ1024GA/GB610 器件中, 该寄存器包含以下位: PCIE、SCIE、BOEN、SDAHT、SBCDE、AHEN 和 DHEN。这些位用于允许/禁止停止/启动条件中断、选择数据保持时间并控制地址/数据保持功能。
I2CxSTAT	I2CxSTAT 寄存器中添加了 ACKTIM 状态位。

带时间戳的实时时钟和日历 (RTCC)

本部分简要介绍了PIC24FJ1024GA/GB610实时时钟和日历 (RTCC) 模块中的新特性。有关更多详细信息, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610系列数据手册》中的“带时间戳的实时时钟和日历”一章。

RTCC的几个主要特性基本未变:

- 时间戳
- 改进了校准选项
- 更改了SFR

时间戳寄存器

时间戳寄存器记录外部触发事件的时间和日期。在休眠模式下, 时间戳寄存器可通过RTCC模块更新。

校准

PIC24FJ1024GA/GB610 RTCC 外设提供了更宽的时钟控制范围, 从而允许使用以下时钟源:

- 32.768 kHz 晶振
- 31 kHz 低功耗RC振荡器 (LPRC)
- 外部50 Hz或60 Hz电源线频率

粗粒度分频由DIV<15:0>位 (RTCCON2H<15:0>) 控制, 细粒度分频由FDIV<4:0>位 (RTCCON2L<15:11>) 控制。

寄存器

RTCC寄存器已经过修改和扩展以适应新功能。[表17](#)给出了控制寄存器方面的差异。[表18](#)给出了PIC24FJ256GA/GB110 SFR中存储的时间数据与PIC24FJ1024GA/GB610器件中的SFR的对齐方式。[表18](#)仅给出了当前时间的寄存器变化, 但是相同的对齐方式变化也适用于闹钟和时间戳寄存器。

表17: RTCC控制

功能	PIC24FJ256GA/GB110	PIC24FJ1024GA/GB610
RTCC配置	RCFGCAL	RTCCON1L
闹钟配置	ALCFGRPT	RTCCON1H
校准	RCFGCAL	RTCCON2L
电源控制时钟源	—	RTCCON3L
状态	RCFGCAL	RTCSTATL

表18: RTCC日期/时间SFR

数据	PIC24FJ256GA/GB110 SFR位	PIC24FJ1024GA/GB610 SFR位
年	YEAR<7:0>	DATEH<15:8>
月	MTHDY<12:8>	DATEH<4:0>
日	MTHDY<5:0>	DATEL<13:8>
星期几	WKDYHR<10:8>	DATEL<2:0>
小时	WKDYHR<5:0>	TIMEH<13:8>
分钟	MINSEC<14:8>	TIMEH<6:0>
秒	MINSEC<6:0>	TIMEL<14:8>

循环冗余校验 (CRC) 发生器

PIC24FJ1024GA/GB610 系列器件的 32 位循环冗余校验 (CRC) 模块是 PIC24FJ256GA/GB110 系列器件提供的 16 位模块的增强版。该模块具有不同的 SFR 接口、提供可编程的移位方向 (小尾数法或大尾数法) 并支持最长 32 位的 CRC 多项式。有关更多信息, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》中的“**32 位可编程循环冗余校验 (CRC) 发生器**”一章。

可配置逻辑单元 (CLC)

可配置逻辑单元 (CLC) 是一个新模块。该模块允许应用将信号组合指定为逻辑功能的输入, 并使用逻辑输出来控制其他外设或 I/O 引脚。另外, CLC 模块不受软件执行限制并支持大量的输出设计, 这为嵌入式设计提供了更大的灵活性与更多的可能性。

选定的逻辑功能具有 4 个输入门。这 4 个输入门使用 4 个数据源选择多路开关从最多 32 个信号的信号池中选择输入信号。有关 CLC 外设的完整概述, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》中的“**可配置逻辑单元 (CLC)**”一章。

模数转换器 (ADC)

PIC24FJ1024GA/GB610 系列器件的 12 位模数转换器模块是 PIC24FJ256GA/GB110 系列器件提供的 10 位模块的增强版。该模块是一个逐次逼近寄存器 (Successive Approximation Register, SAR) 转换器, 分辨率提高到 12 位。它与其他模拟模块 (如 CTMU) 的集成更为紧密, 并且还包含一个独特的阈值检测功能, 允许模块本身根据转换结果做出简单的决策。有关更多信息, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》中的“**带阈值检测功能的 12 位 A/D 转换器**”一章。

下面列出了 PIC24FJ1024GA/GB610 器件的增强功能和新功能:

- 可选的 10 位或 12 位 (默认) 转换分辨率
- 模拟输入通道的数量增加到 28 (4 个内部通道和 24 个外部通道)
- 自动阈值扫描和比较操作, 用于对转换结果进行预求值
- 休眠模式下增加 M CCP、SCCP 和 Timer1 等触发源
- CTMU 模块控制选项

比较器参考电压

PIC24FJ1024GA/GB610 比较器参考电压模块具有更高的分辨率, 可以产生 32 种电压。该模块能够以相等的步长在轨到轨范围内改变电压。PIC24FJ1024GA/GB610 参考电压用作 5 位 DAC。它与输出电压范围有限的 PIC24FJ256GA/GB110 参考电压模块有所不同。在 PIC24FJ256GA/GB110 的参考电压模块中, 只能设置 16 种电压。该模块的 SFR 接口发生了变化。有关更多信息, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》中的“**比较器参考电压**”一章。

高/低电压检测 (HLVD)

PIC24FJ256GA/GB110 器件具有低电压检测 (LVD) 模块, 当 V_{DD} 过低而无法支持 CPU 全速运行时, 该模块会将中断标志置 1。PIC24FJ1024GA/GB610 器件扩展了此功能, 还可实现高电压检测。必须使用 PIC24FJ1024GA/GB610 器件中的 HLVDCON 寄存器使能高/低电压检测 (HLVD)。有关更多详细信息, 请参见《PIC24FJ1024GA610/GB610 系列数据手册》中的“**高/低电压检测 (HLVD)**”一章。

术语表

AIVT Alternative Interrupt Vector Table.....	2	LVD Low-Voltage Detect.....	12
BOR Brown-out Reset.....	5	MCCP Multiple Outputs Capture/Compare/PWM/Timer Module.....	8, 9
BS Boot Segment.....	2	PLL Phase-Locked Loop.....	4
CLC Configurable Logic Cell.....	12	PSV Program Space Visibility.....	2
CN Input Change Notification.....	5	REFO Reference Clock Output Module.....	4, 10
CRC Cyclic Redundancy Check.....	12	RTCC Real-Time Clock and Calendar.....	11
CS Configuration Segment.....	3	RTSP Run-Time Self-Programming.....	2, 3
CTMU Charge Time Measurement Unit.....	12	SAR Successive Approximation Register.....	12
DCO Digitally Controlled Oscillator.....	4	SCCP Single Output Capture/Compare/PWM/Timer Module.....	8, 9
FRC Fast RC Oscillator.....	4	SFR Special Function Register.....	10, 12
GS General Segment.....	2	SPI Serial Peripheral Interface.....	10
HLVD High/Low-Voltage Detect.....	12	UDID Unique Device Identifier.....	2
I²C Inter-Integrated Circuit.....	10		
IOC Interrupt-on-Change.....	5		
LPRC Low-Power RC Oscillator.....	11		

附录 A: 版本历史

版本 A (2017年3月)

这是本文档的初始版本。

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指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下，Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，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。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- 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。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。

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 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，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。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伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。除非另外声明，在 Microchip 知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。Microchip 的 PIC[®] MCU 与 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®] 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器 and 模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外，Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949 ==

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BeaconThings、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KEELOQ、KEELOQ 徽标、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、RightTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge 和 Quiet-Wire 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、chipKIT、chipKIT 徽标、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PureSilicon、QMatrix、RightTouch 徽标、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

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

Silicon Storage Technology 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。

© 2017, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-1737-8

全球销售及服务中心

美洲

公司总部 **Corporate Office**
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:
<http://www.microchip.com/support>

网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453
Tel: 1-317-536-2380

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608
Tel: 1-951-273-7800

罗利 Raleigh, NC
Tel: 1-919-844-7510

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110
Tel: 1-408-436-4270

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-695-1980
Fax: 1-905-695-2078

亚太地区

亚太总部 **Asia Pacific Office**
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2943-5100

Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 广州
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115
Fax: 86-571-8792-8116

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000
Fax: 86-21-3326-8021

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

亚太地区

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-3019-1500

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark - Copenhagen
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

芬兰 Finland - Espoo
Tel: 358-9-4520-820

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

法国 France - Saint Cloud
Tel: 33-1-30-60-70-00

德国 Germany - Garching
Tel: 49-8931-9700
德国 Germany - Haan
Tel: 49-2129-3766400

德国 Germany - Heilbronn
Tel: 49-7131-67-3636

德国 Germany - Karlsruhe
Tel: 49-721-625370

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

德国 Germany - Rosenheim
Tel: 49-8031-354-560

以色列 Israel - Ra'anana
Tel: 972-9-744-7705

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

意大利 Italy - Padova
Tel: 39-049-7625286

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

挪威 Norway - Trondheim
Tel: 47-7289-7561

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

罗马尼亚 Romania - Bucharest
Tel: 40-21-407-87-50

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 Sweden - Gothenberg
Tel: 46-31-704-60-40

瑞典 Sweden - Stockholm
Tel: 46-8-5090-4654

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820