MCP19214/5闪存编程规范

本文档包含以下器件的编程规范：

- MCP19214
- MCP19215

1.0 编程MCP19214和MCP19215器件

MCP19214/5器件使用串行方法进行编程。串行模式将允许这些器件在用户系统中进行编程。这些编程规范适用于上述所有器件的全部封装形式。

1.1 硬件要求

此系列器件需要一个V_{IN}电源（见表6-1）。用于偏置所有内部模拟和数字电路的V_{DD}在内部生成并稳压到5V。

1.2 编程/校验模式

此系列器件的编程/校验模式允许编程用户程序存储器、用户ID存储单元、校准字和配置字。

图1-1： 引脚图——28引脚QFN（MCP19214）

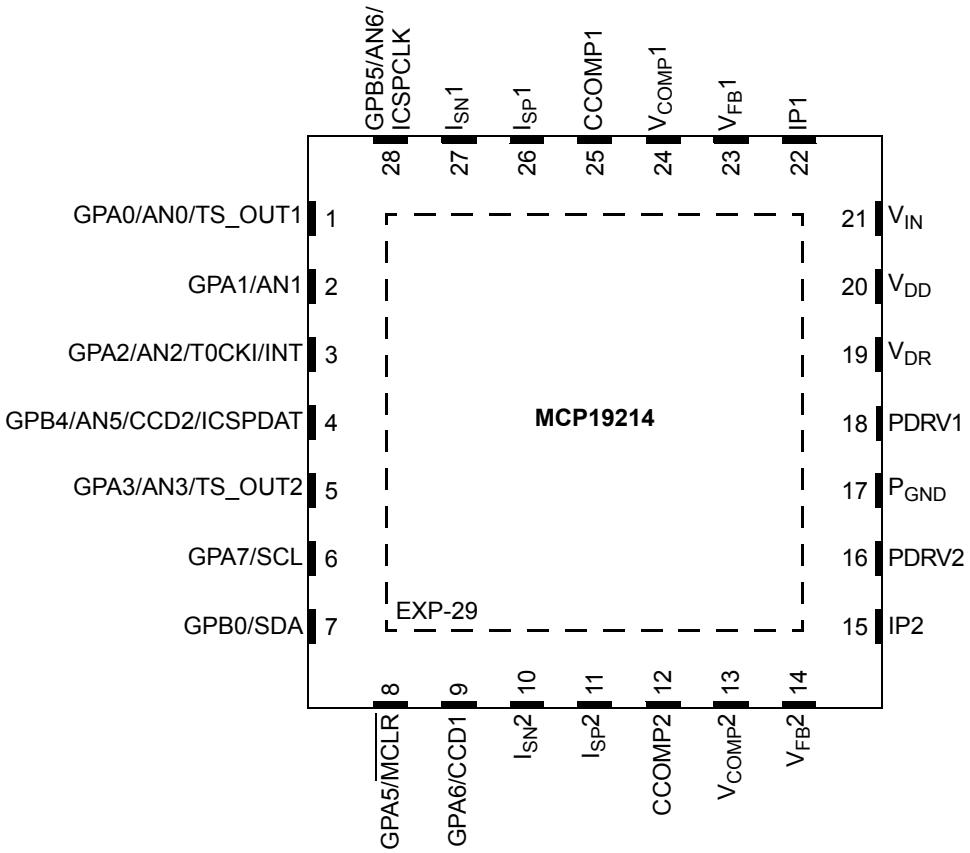


表1-1： 编程/校验模式下的引脚说明：MCP19214

引脚名称	编程期间		
	功能	引脚类型	引脚说明
GPB5	ICSPCLK	I	时钟输入——施密特触发器输入
GPB4	ICSPDAT	I/O	数据输入/输出——施密特触发器输入
$\overline{MCLR}$	编程/校验模式	P(1)	编程模式选择
V_{IN}	V_{IN}	P	器件电源输入
V_{DD}	V_{DD}	P	电源输出
EP	V_{SS}	P	地

图注： I = 输入，O = 输出，P = 电源

注 1： 在 MCP19214 中，编程高电压在内部生成。要激活编程 / 校验模式，需要对 $\overline{MCLR}$ 输入施加电压 V_{IHH} 和电流 I_{IHH}（见表6-1）。

© 2018 Microchip Technology Inc.

图1-2： 引脚图——32引脚QFN（MCP19215）

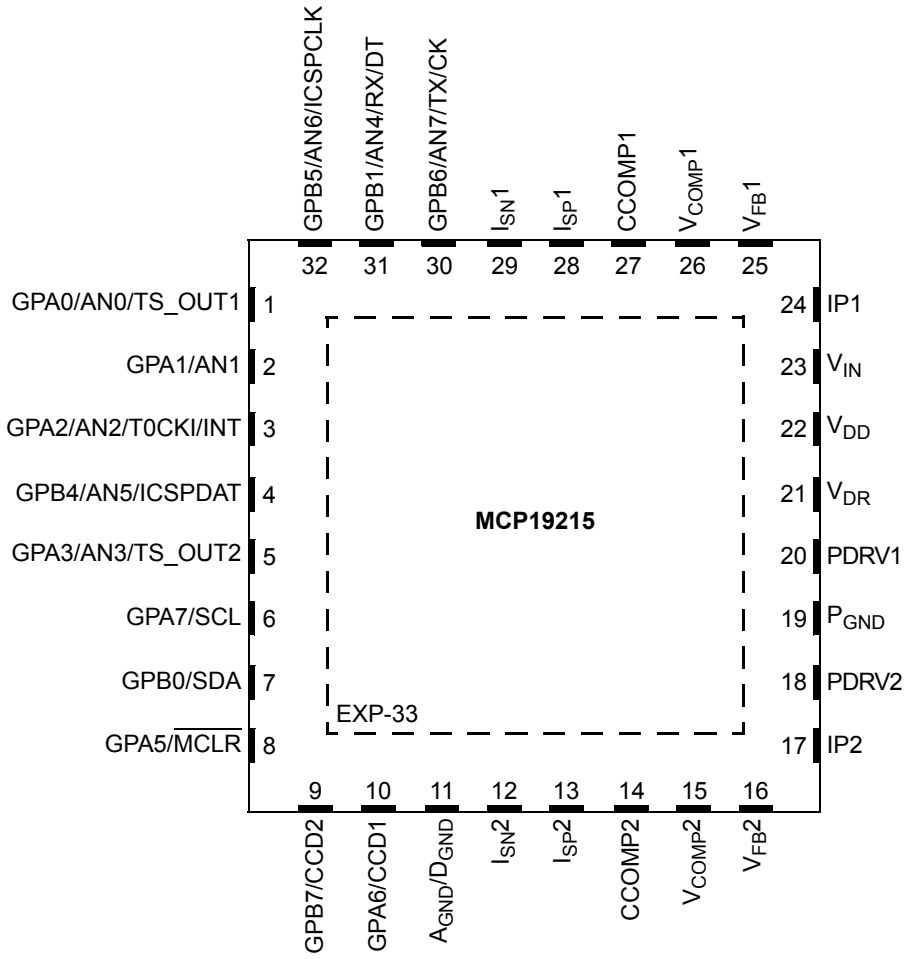


表1-2： 编程/校验模式下的引脚说明：MCP19215

引脚名称	编程期间		
	功能	引脚类型	引脚说明
GPB5	ICSPCLK	I	时钟输入——施密特触发器输入
GPB4	ICSPDAT	I/O	数据输入/输出——施密特触发器输入
$\overline{MCLR}$	编程/校验模式	P(1)	编程模式选择
V_{IN}	V_{IN}	P	器件电源输入
V_{DD}	V_{DD}	P	电源输出
EP	V_{SS}	P	地

图注： I = 输入，O = 输出，P = 电源

注 1： 在 MCP19215 中，编程高电压在内部生成。要激活编程 / 校验模式，需要对 $\overline{MCLR}$ 输入施加电压 V_{IHH} 和电流 I_{IHH}（见表6-1）。

注：

© 2018 Microchip Technology Inc.

2.0 存储器说明

2.1 程序存储器映射

用户存储空间范围为0x0000至0x1FFF。在编程/校验模式下，程序存储空间范围为0x0000至0x3FFF，前半部分（0x0000-0x1FFF）为用户程序存储器，后半部分（0x2000-0x3FFF）为配置存储器。程序计数器（Program Counter，PC）将从0x0000递增至0x1FFF，然后返回到0x0000。如果PC位于0x2000和0x3FFF之间，它将返回到0x2000（而不是0x0000）。在配置存储器中，PC的最高位保持为“1”，因此始终指向配置存储器。指向用户程序存储器的惟一方法是复位器件并重新进入编程/校验模式，如**第3.0节“编程/校验模式”**所述。

对于本文档中涵盖的所有器件，配置存储空间0x2000至0x208F均以物理方式实现。但是，仅存储单元0x2000至0x2003、0x2007以及0x2080到0x208C可用。其他存储单元保留。程序存储器映射如图2-1所示。

2.2 用户ID存储单元

用户可以将标识信息（用户ID）存储在四个指定的存储单元。用户ID存储单元映射在0x2000至0x2003。建议用户仅使用每个用户ID存储单元的最低7位（Least Significant bit，LSb）。即使在使能代码保护后，用户ID存储单元也会正常读取。建议将ID存储单元写作“xx xxxx xbbb bbbb”，其中“bbb bbbb”为用户ID信息。

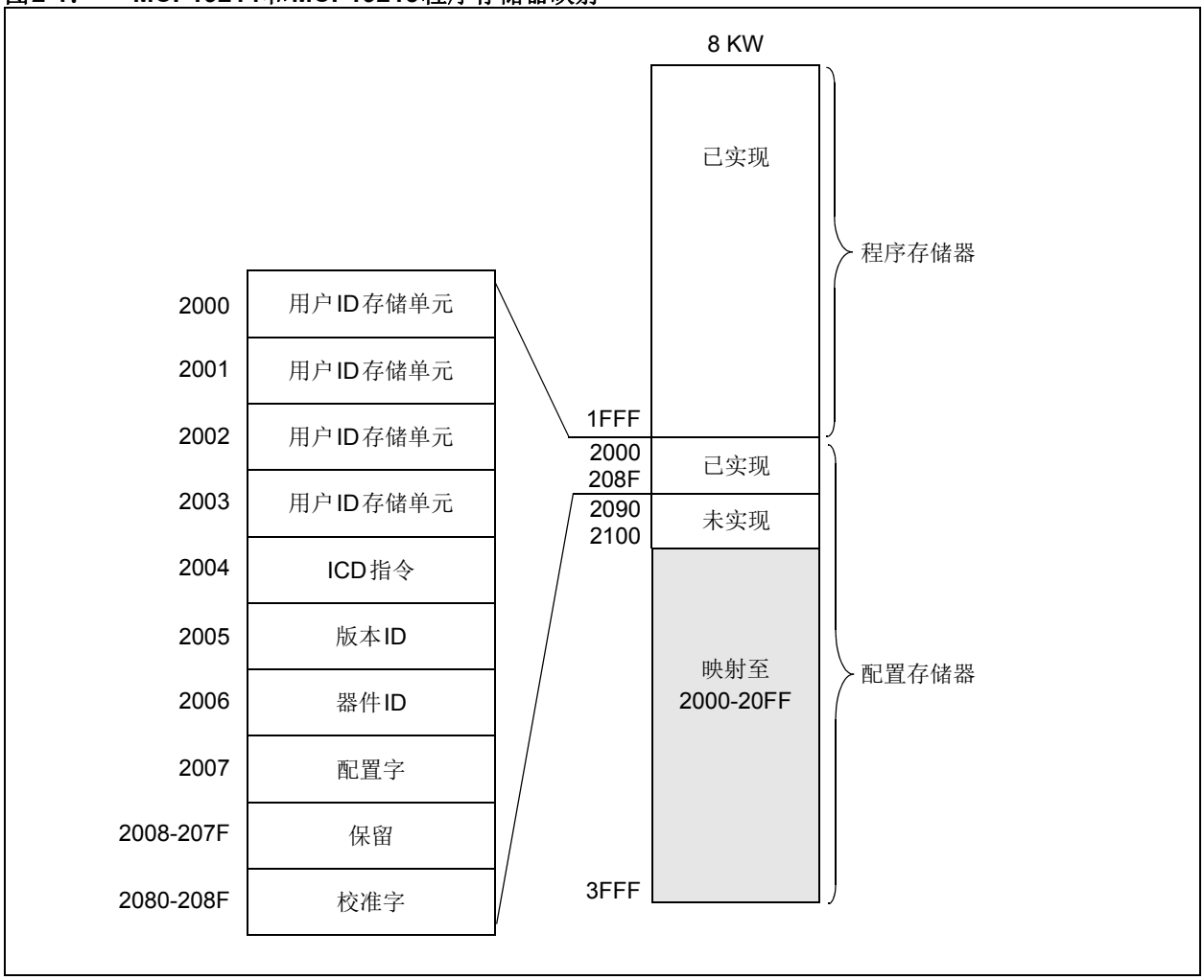
这14个位均可进行编程，但只有最低7位可被MPLAB®集成开发环境（Integrated Development Environment，IDE）读取并显示。

2.3 校准字

本文档涵盖的所有器件都包含校准字，以便在最终测试中存储各种模拟外设（如INTOSC模块）的微调值。这些值存储在校准字0x2080、0x2081、0x2082、0x2083、0x2084和0x2085。更多信息，请参见相应的器件数据手册。

除非执行特定步骤，否则校准字并不一定要参与擦除操作。因此，可以在不影响校准字的情况下擦除器件。这样可简化擦除过程，因为这些值不需要在擦除器件后进行读取和恢复。

图2-1： MCP19214和MCP19215程序存储器映射



© 2018 Microchip Technology Inc.

3.0 编程/校验模式

可通过两种方法进入编程/校验模式。第一种方法“TEST_EN-first”所采取的进入方式是使ICSPDAT和ICSPCLK保持低电平，同时将$\overline{MCLR}$引脚从V_{IL}升至V_{IHH}（高电压），然后应用V_{DD}和数据。无论选择何种配置字，都可使用该方法，并且在选择内部$\overline{MCLR}$选项（MCLRE = 0）时**只能**使用该方法。“TEST_EN-first”进入方式可防止器件在进入编程/校验模式之前执行代码。请参见图3-1中的时序图。

第二种方法“V_{DD}-first”所采取的进入方式是应用V_{DD}，使ICSPDAT和ICSPCLK保持低电平，然后使$\overline{MCLR}$引脚从V_{IL}升至V_{IHH}（高电压），最后应用数据。无论选择何种配置字，都可使用该方法，但在选择内部$\overline{MCLR}$选项（MCLRE = 0）时**除外**。在编程已施加V_{DD}的器件时，该方法十分有用，因为无需断开V_{DD}即可进入编程/校验模式。请参见图3-2中的时序图。

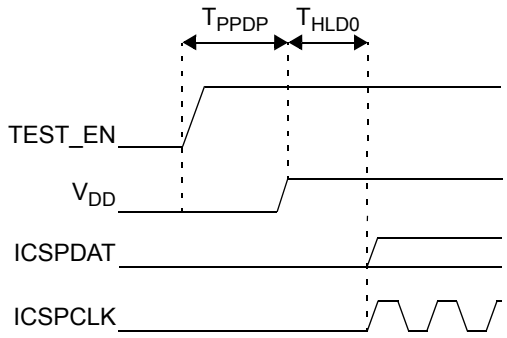
在进入编程/校验模式后，即可以串行方式访问和编程程序存储器和配置存储器。在该模式下，ICSPDAT和ICSPCLK均为施密特触发器输入。

在使器件进入编程/校验模式的过程中，所有其他逻辑都将被置于复位状态（$\overline{MCLR}$引脚最初为V_{IL}）。因此，所有I/O均处于复位状态（高阻抗输入），并且PC将清零。

为防止配置了内部$\overline{MCLR}$的器件在退出编程/校验模式后执行，V_{DD}需要在TEST_EN之前断开。请参见图3-3中的时序图。

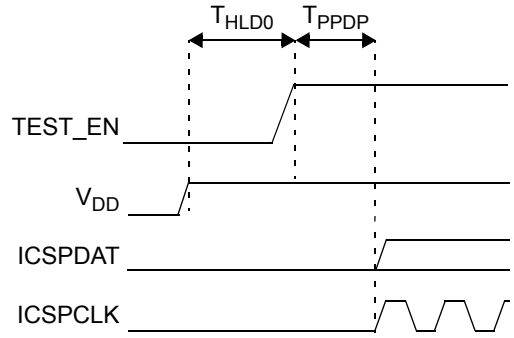
MCP19214/5器件的V_{DD}是通过向V_{IN}引脚施加电压在内部生成的。有关V_{IN}的合理范围的信息，请参见表6-1。要移除V_{DD}，必须移除V_{IN}。

图3-1： TEST_EN-first编程/校验模式进入方式



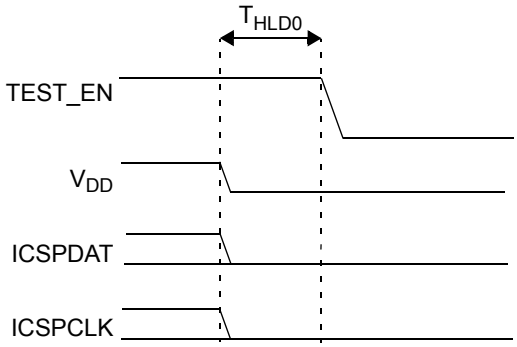
注： 无论选择何种配置字，该进入方式均有效。

图3-2： V_{DD}-first编程/校验模式进入方式



注： 该进入方式在不选择$\overline{MCLR}$时有效。

图3-3： 编程/校验模式退出方式



3.1 编程/擦除算法

MCP19214/5程序存储器可通过两种方法写入。最快的方法一次写入8个字。但是，也支持写入1个字。8字算法仅用于对程序存储器进行编程。1字算法可以对任何可用的存储单元（即程序存储器、配置存储器和校准存储器）进行写操作。

在写入阵列后，PC可能会复位并回读以校验写操作。无法在写操作后立即校验，因为PC只能递增，不能递减。

器件复位会将PC清零并将地址设置为“0”。`Increment Address`命令将使PC递增。`Load Configuration`命令会将PC设置为0x2000。表3-1列出了可用的命令。

3.1.1 8字编程

MCP19214/5程序存储器可使用4字算法一次写入4个字。配置存储器（地址 > 0x2000）和非对齐（地址除以8的余数不等于0）起始地址必须使用1字编程算法。

该算法对程序存储器中的8个连续地址执行写操作。这8个地址必须指向一个地址除以8的余数为0、1、2、3、4、5、6和7的8字块。例如，编程地址4至7可以一起编程。如果对地址2至9进行编程，将会产生意外的结果。

一次为程序存储器编程8个字的步骤如下：

1. 使用`Load Data For Program Memory`命令将一个字加载到当前程序存储器地址上。该存储单元的地址除以8的余数必须等于0。
2. 发出`Increment Address`命令，指向块中的下一个地址。
3. 使用`Load Data For Program Memory`命令将一个字加载到当前程序存储器地址上。
4. 将步骤2和步骤3重复7次，将全部8个字加载到连续地址上。
5. 发出外部计时的`Begin Programming`命令。
6. 等待$T_{PROG}1$。
7. 发出`End Programming`命令。
8. 等待T_{DIS}。
9. 发出`Increment Address`命令，指向下一个地址块的起始处。
10. 根据需要重复步骤1至步骤9，写入所需的程序存储器范围。

更多信息，请参见图3-13。

3.1.2 擦除算法

MCP19214/5器件将根据PC和$\overline{CP}$擦除不同的存储单元。以下步骤可用于擦除上述存储单元。要擦除程序存储器和配置字（0x2007），必须执行以下步骤。请注意，校准字（0x2080至0x208F）和用户ID（0x2000至0x2003）**将不会**被擦除。

1. 执行`Bulk Erase Program Memory`命令。
2. 等待T_{ERA}完成擦除。

要擦除用户ID（0x2000至0x2003）、配置字（0x2007）和程序存储器，请使用以下步骤。请注意，校准字（0x2080至0x208F）**将不会**被擦除。

1. 使用虚拟数据执行`Load Configuration`命令，使PC指向0x2000。
2. 执行`Bulk Erase Program Memory`命令。
3. 等待T_{ERA}完成擦除。

3.1.3 串行编程/校验操作

ICSPCLK引脚用作时钟输入，ICSPDAT引脚用于输入命令位以及在串行操作时用于数据输入/输出。ICSPCLK需要循环6次才能输入一个指令。每个命令位在时钟的下降沿锁存，并先输入命令的LSb。ICSPDAT引脚的数据输入相对于时钟下降沿的建立和保持时间必须达到最小值（见表6-1）。与数据有关的命令（`Read`和`Load`）与数据之间的延迟规定为必须达到1 μs的最小延迟。在这段延时之后，时钟引脚循环16次，第一个周期是一个启动位，最后一个周期是一个停止位。

在读取操作期间，LSb将在第二个周期的上升沿发送到ICSPDAT引脚。在装入操作期间，LSb将在第二个周期的下降沿锁存。连续命令之间的延迟规定为也必须达到1 μs的最小值。但`End Programming`命令除外，该命令需要100 μs（T_{DIS}）。

所有命令和数据字都先发送LSb。数据在ICSPCLK的上升沿发送，并在ICSPCLK的下降沿锁存。为了解码命令和反转数据引脚配置，命令和数据字之间需要至少1 μs（$T_{DLY}1$）的时间间隔。

表3-1列出了可用的命令。

© 2018 Microchip Technology Inc.

表3-1： MCP19214/5的命令映射

命令	映射（MSb ... LSb）						数据
Load Configuration	x	x	0	0	0	0	0，数据（14位），0
Load Data for Program Memory	x	x	0	0	1	0	0，数据（14位），0
Read Data from Program Memory	x	x	0	1	0	0	0，数据（14位），0
Increment Address	x	x	0	1	1	0	
Begin Programming	x	1	1	0	0	0	外部计时
End Programming	x	0	1	0	1	0	
Bulk Erase Program Memory	x	x	1	0	0	1	内部计时
Row Erase Program Memory	x	1	0	0	0	1	内部计时

3.1.3.1 Load Configuration

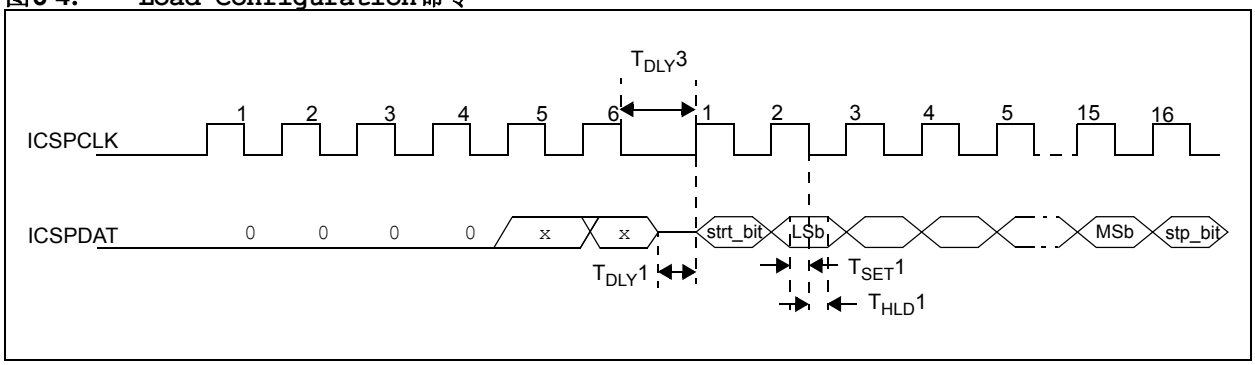
Load Configuration命令用于访问配置字（0x2007）、用户ID（0x2000至0x2003）和校准字（0x2080至0x208F）。该命令将PC设置为地址0x2000，并将一个数据字加载到数据锁存器。

要访问配置存储器，请发送Load Configuration命令。配置寄存器中的各个字可通过发送Increment Address命令并使用Load或Read Data for Program Memory命令来访问。

在输入6位命令后，ICSPCLK引脚会针对启动位、14位数据以及停止位再循环16次（见图3-4）。

在进入配置存储器后，返回到程序存储器的惟一方法是通过使$\overline{MCLR}$保持低电平（V_{IL}）退出编程/校验模式。

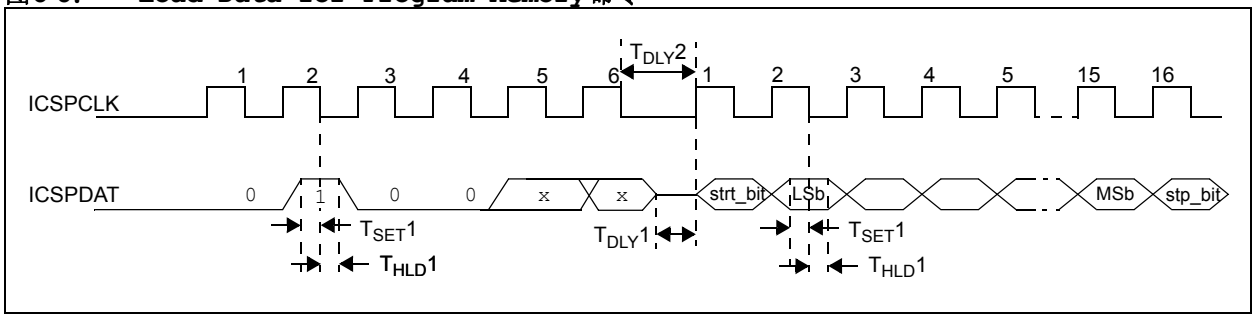
图3-4： Load Configuration命令



3.1.3.2 Load Data for Program Memory

在接收到Load Data for Program Memory命令后，芯片将在应用16次循环时装入14位“数据字”，如第3.1.3.1节“Load Configuration”中所述。图3-5给出了该命令的时序图。

图3-5： Load Data for Program Memory命令



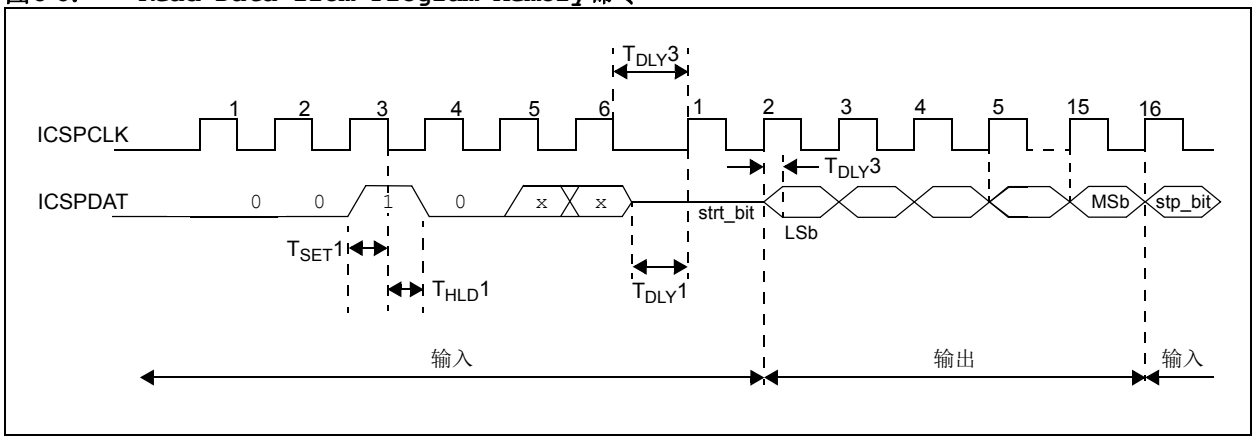
3.1.3.3 Read Data From Program Memory

在接收到Read Data from Program Memory命令后，芯片将在时钟输入的第二个上升沿开始从当前访问的程序存储器（用户程序存储器或配置存储器）发送数据位。数据引脚将在第二个时钟上升沿进入输出模式，并将在第16个上升沿后回到输入模式（高阻抗）。

如果程序存储器受代码保护（$\overline{CP}$ = 0），则数据读为0。

图3-6给出了该命令的时序图。

图3-6： Read Data from Program Memory命令

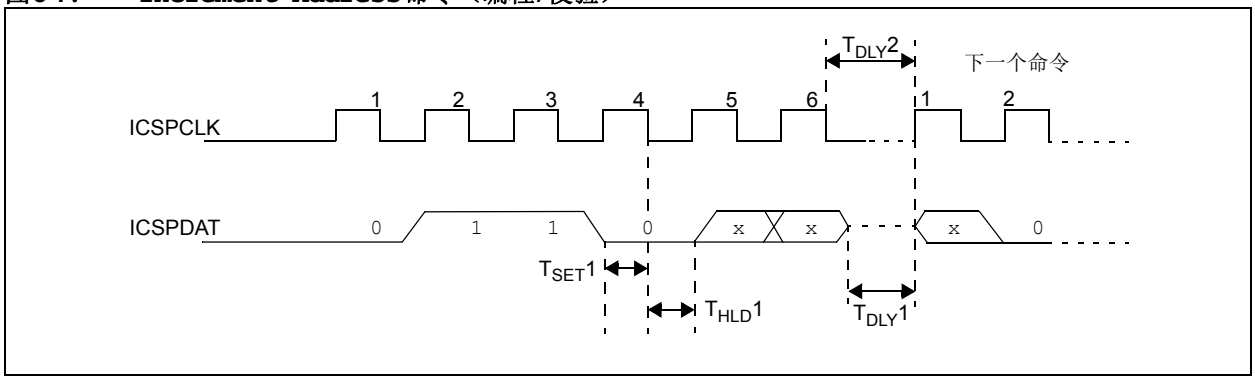


© 2018 Microchip Technology Inc.

3.1.3.4 Increment Address

在接收到Increment Address命令时，PC将递增。图3-7给出了该命令的时序图。在程序存储器中，如果递增至超过0x07FF，程序计数器将计满返回到“0”。在测试存储器中，如果递增至超过203Fh，程序计数器将返回到2000h。地址计数器无法递减。要复位该计数器，用户应退出并重新进入编程/校验模式。

图3-7： Increment Address命令（编程/校验）

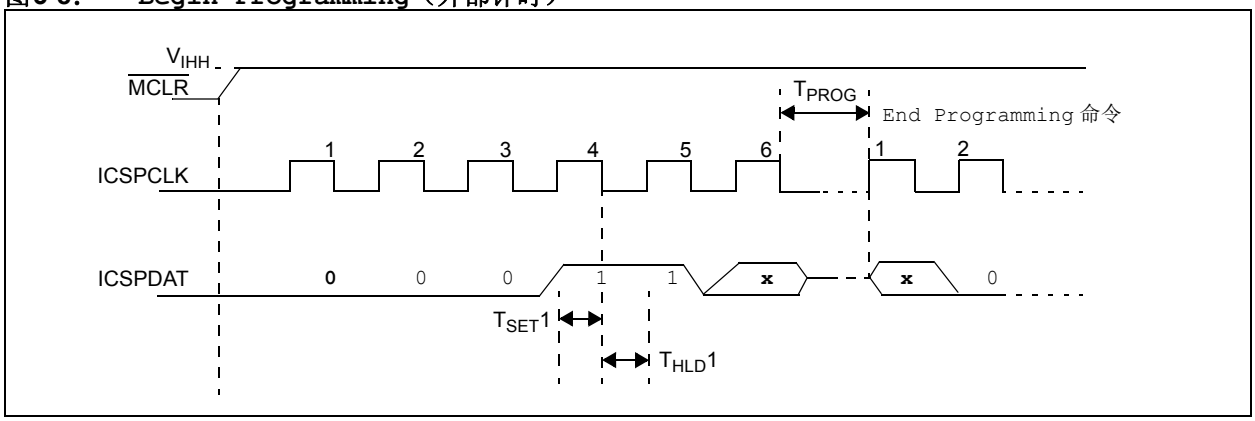


3.1.3.5 Begin Programming（外部计时）

Load命令必须在每条Begin Programming命令之前发出。在接收和解码该命令后，将开始编程相应的存储器（程序存储器、配置存储器或校准存储器）。编程需要（T_{PROG}）时间，并通过End Programming命令终止。图3-8给出了该命令的时序图。

已寻址的存储单元不会在编程前擦除。

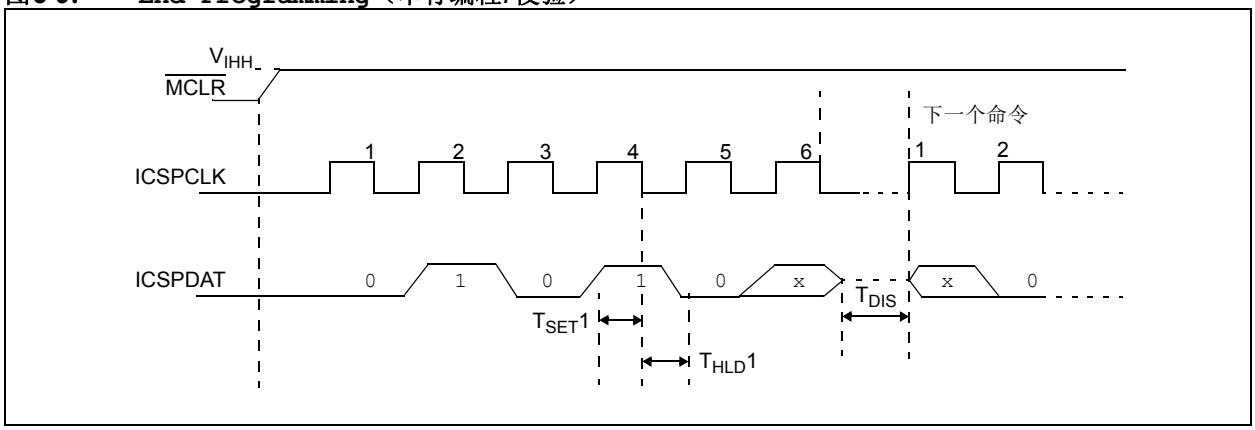
图3-8： Begin Programming（外部计时）



3.1.3.6 End Programming

在执行该命令后，写入过程将停止。图3-9给出了该命令的时序图。

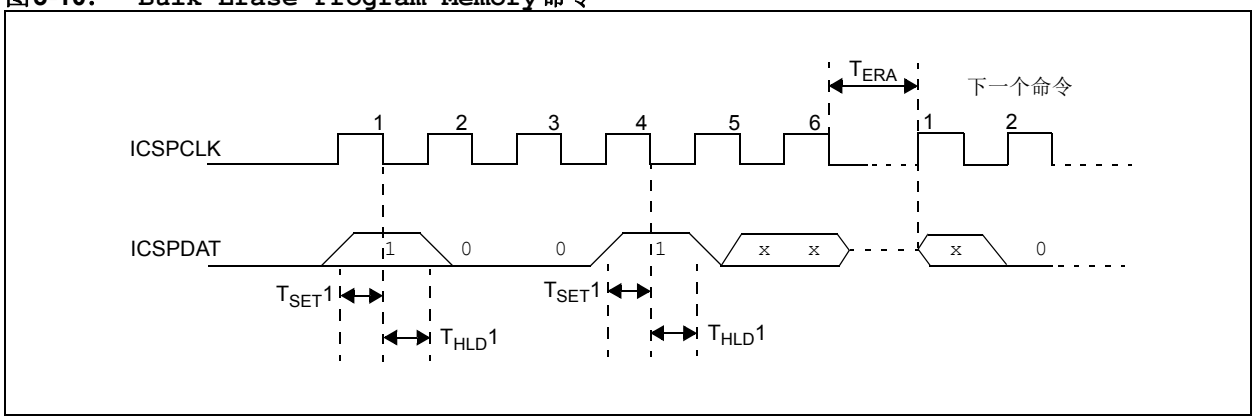
图3-9： End Programming（串行编程/校验）



3.1.3.7 Bulk Erase Program Memory

在执行该命令后，将擦除整个程序存储器和配置字（0x2007）。还可擦除用户ID和校准存储器，具体取决于PC的值。有关擦除步骤，请参见**第3.1.2节“擦除算法”**。图3-10给出了该命令的时序图。

图3-10： Bulk Erase Program Memory命令



© 2018 Microchip Technology Inc.

3.1.3.8 Row Erase Program Memory

该命令将擦除PC<11:4>指向的程序存储器的16字行。如果程序存储器阵列受保护（$\overline{CP}$ = 0），或者PC指向配置存储器（> 0x2000），该命令将被忽略。

要执行Row Erase Program Memory命令，必须执行以下步骤：

1. 执行Row Erase Program Memory命令。
2. 等待T_{ERA}完成行擦除操作。

图3-11： Row Erase Program Memory命令

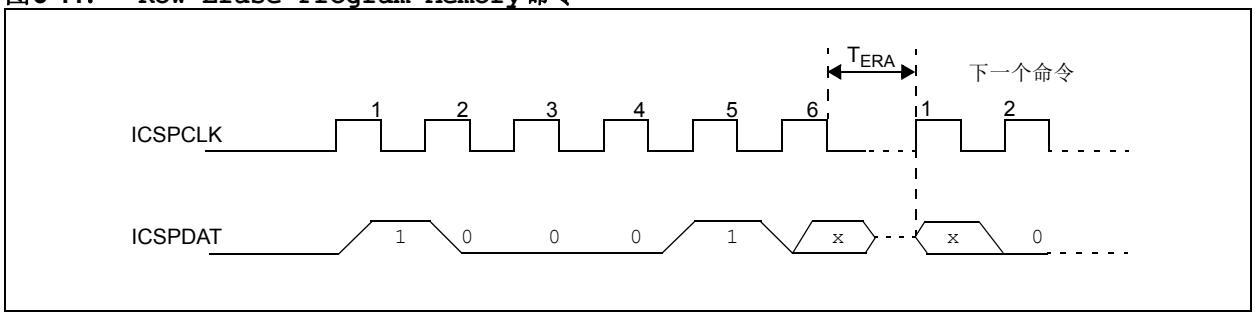
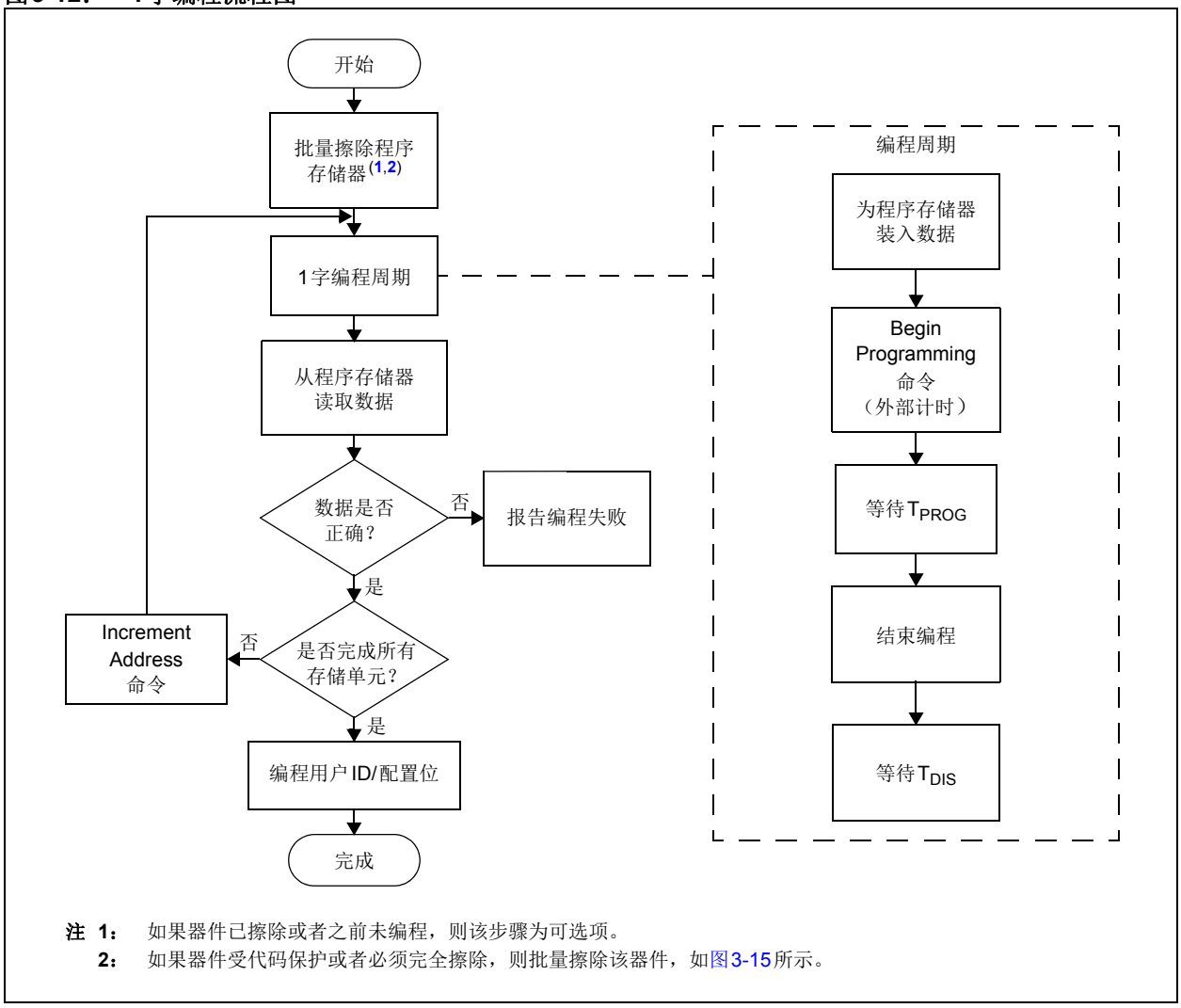
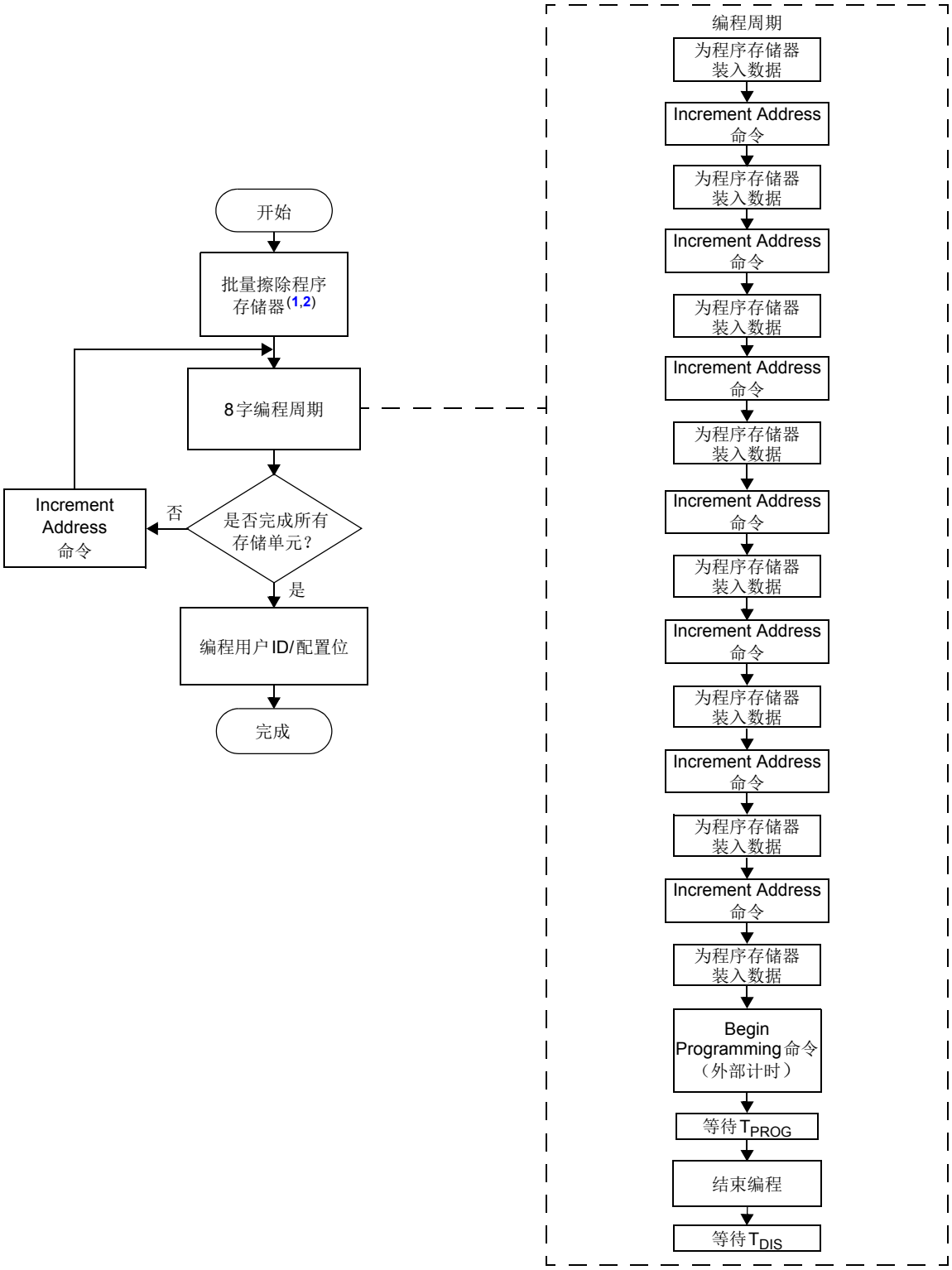


图3-12： 1字编程流程图



注 1： 如果器件已擦除或者之前未编程，则该步骤为可选项。
2： 如果器件受代码保护或者必须完全擦除，则批量擦除该器件，如图3-15所示。

图3-13： 8字编程流程图



注 1： 如果器件已擦除或者之前未编程，则该步骤为可选项。
2： 如果器件受代码保护或者必须完全擦除，则批量擦除该器件，如图3-15所示。

© 2018 Microchip Technology Inc.

图3-14： 程序流程图——配置存储器

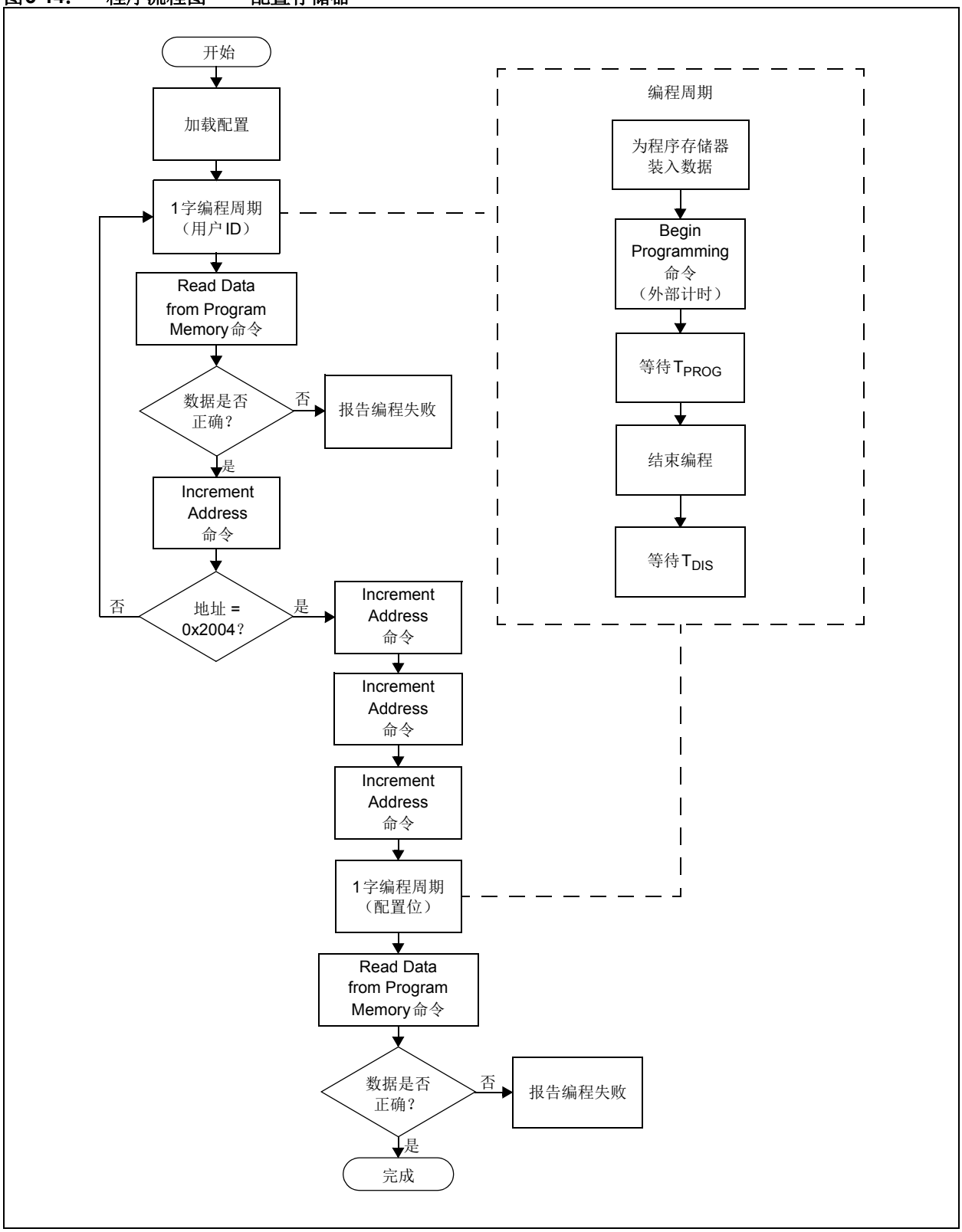
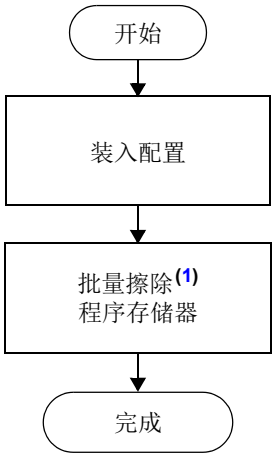


图3-15： 程序流程图——擦除闪存器件



注 1： 有关批量擦除步骤的更多信息，请参见第3.1.3.7节“Bulk Erase Program Memory”。

© 2018 Microchip Technology Inc.

4.0 配置字

MCP19214/5器件有多个配置位。可以通过对这些位进行编程（读为“0”）或使其保持不变（读为“1”）来选择不同的器件配置。

寄存器4-1： CONFIG：配置字（地址：2007h）

R/P-1	U-1	R/P-1	R/P-1	U-1	R/P-1
$\overline{\text{DBGEN}}$	—	WRT1	WRT0	—	BOREN
bit 13					bit 8

U-1	R/P-1	R/P-1	R/P-1	R/P-1	U-1	U-1	U-1
—	$\overline{\text{CP}}$	MCLRE	$\overline{\text{PWRTE}}$[1]	WDTE	—	—	—
bit 7							bit 0

图注：	x = 未知	P = 可编程位
R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位，读为0
-n = POR时的值	1 = 置1	0 = 清零

bit 13 **$\overline{\text{DBGEN}}$**：ICD调试位
1 = 禁止ICD调试模式
0 = 使能ICD调试模式

bit 12 **未实现**：读为1

bit 11-10 **WRT<1:0>**：闪存程序存储器自写使能位
11 = 写保护关闭
10 = 000h至3FFh受写保护，400h至FFFh可以由PMCON1控制进行修改
01 = 000h至7FFh受写保护，800h至FFFh可以由PMCON1控制进行修改
01 = 000h至FFFh受写保护，整个程序存储器受写保护

bit 9 **未实现**：读为1

bit 8 **BOREN**：欠压复位使能位
1 = BOR在休眠期间禁止，在工作期间使能
0 = 禁止BOR

bit 7 **未实现**：读为1

bit 6 **$\overline{\text{CP}}$**：代码保护位
1 = 程序存储器不受代码保护
0 = 程序存储器受外部读写保护

bit 5 **MCLRE**：$\overline{\text{MCLR}}$引脚功能选择位
1 = $\overline{\text{MCLR}}$引脚是$\overline{\text{MCLR}}$功能引脚，使能内部弱上拉
0 = $\overline{\text{MCLR}}$引脚是备用功能引脚，内部禁止$\overline{\text{MCLR}}$功能

bit 4 **$\overline{\text{PWRTE}}$**：上电延时定时器使能位[1]
1 = 禁止PWRT
0 = 使能PWRT

bit 3 **WDTE**：看门狗定时器使能位
1 = 使能WDT
0 = 禁止WDT

bit 2-0 **未实现**：读为1

注 1： 该位保留，不受用户控制。

4.1 器件ID字

MCP19214/5的器件ID字将装入2006h。器件ID字是14位字，与版本ID字分开存储。该存储单元不可擦除。

表4-1： 器件ID值

器件	器件ID值
MCP19214	11 0000 0000 1000
MCP19215	11 0000 0000 1001

4.2 版本ID字

MCP19214/5的版本ID字将装入2005h。该存储单元不可擦除。

表4-2： 版本ID值

器件	版本ID值
MCP19214	----
MCP19215	----

© 2018 Microchip Technology Inc.

5.0 代码保护

对于MCP19214/5而言，$\overline{CP}$位编程为“0”后，所有程序存储单元均读为“0”。用户ID存储单元和配置字以不受保护的方式读取。禁止对整个程序存储器进一步编程。

无论$\overline{CP}$位的状态如何，均可编程用户ID存储单元和配置字。

5.1 禁止代码保护

建议使用图3-15所示的步骤禁止器件的代码保护。该步骤将擦除程序存储器、配置字（0x2007）和用户ID存储单元（0x2000至0x2003）。配置字（0x2080至0x2083）**将不会**擦除。

5.2 在十六进制文件中嵌入配置字和用户ID信息

为了进行代码移植，编程人员需要在加载十六进制文件时从中读取配置字和用户ID存储单元。如果十六进制文件中不存在配置字信息，则会发出简单的警告消息。同样，保存十六进制文件时，必须包含配置字和用户ID信息。可以提供不包含该信息的选项。

Microchip Technology Inc.坚信该功能对维护最终用户的利益而言十分重要。

5.3 校验和计算

校验和可通过两种不同的方法计算，具体取决于$\overline{CP}$配置位的设置。

5.3.1 禁止程序代码保护

在禁止程序代码保护的情况下，校验和的计算方式是读取程序存储单元的内容并将地址0x0000h到最大用户可寻址存储单元的程序存储器数据相加。任何超过16位的进位都将被忽略。另外，配置字的相关位也会加到校验和中。所有未实现的配置位均掩码为0。

例5-1： 禁止程序代码保护（$\overline{CP}$ = 1）时校验和的计算方式（MCP19214和MCP19215空白器件）

存储器地址000h-1FFFh的总和		E000h(1)
配置字		3FFFh(2)
配置字掩码		2D78h(3)
校验和	= E000h + (3FFFh and 2D78h)(4)	
	= E000h + 2D78h	
	= D78h	

注 1： 该值的获得方式是取程序存储单元的总数（0x000h至0x0FFFh，即0x2000h），然后乘以空白存储器值0x3FFF，得到乘积为7FF E000h。然后截短为16位，从而得到最终值E000h。

2： 该值的获得方式是将配置字的所有位设置为1，然后将其转换为十六进制值，从而得到值3FFFh。

3： 该值的获得方式是将配置字的所有已使用位设置为1，然后将其转换为十六进制值，从而得到值2D78h。

4： 该值的获得方式是将配置字值与配置字掩码值进行“逻辑与”运算，将结果与存储器地址的总和相加：(3FFFh and 2D78h) + E000h = 10D78h。然后截短为16位，从而得到最终值D78h。

5.3.2 使能程序代码保护

在使能程序代码保护的情况下，校验和通过以下方式计算：使用每个用户ID的最低有效半字节创建一个16位值，用户ID存储单元2000h的掩码值为最高有效半字节，随后将用户ID的总和与配置字（所有未实现配置字均掩码为0）相加。

例5-2： 使能程序代码保护（$\overline{CP}$ = 0）时校验和的计算方式（MCP19214和MCP19215空白器件）

配置字	3FBFh[1]
配置字掩码	2D38h[2]
用户ID（2000h）	0006h[3]
用户ID（2001h）	0007h[3]
用户ID（2002h）	0001h[3]
用户ID（2003h）	0002h[3]

用户ID的总和 = (0006h and 000Fh) << 12 + (0007h and 000Fh) << 8 + (0001h and 000Fh) << 4 + (0002h and 000Fh)[4]
= 6000h + 0700h + 0010h + 0002h
= 6712h

校验和 = (3FBFh and 2D38h) + 用户ID的总和[5]
= 2D38h + 6712h
= 944Ah

注 1： 该值的获得方式是将配置字的所有位设置为1，但代码保护位设置为0（即使能），然后将其转换为十六进制值，从而得到值3FBFh。

2： 该值的获得方式是将配置字的所有已使用位设置为1，但代码保护位设置为0（即使能），然后将其转换为十六进制值，从而得到值2D38h。

3： 在本例中，这些值是随机选取的；可以是任何16位值。

4： 要计算用户ID的总和，应取第一个用户ID存储单元的16位值（0006h），并将该地址与（000Fh）进行“逻辑与”运算，从而掩码MSB。该计算结果为值0006h，然后左移12位，得出值6000h。对第二个用户ID存储单元的16位值（0007h）执行相同的过程，但左移8位。接着，对第三个用户ID存储单元（0001h）执行相同的过程，但左移4位。对第四个用户ID存储单元执行相同的过程后，不进行移位。最后，将全部4个用户ID值相加，得出用户ID的最终总和为6712h。

5： 该值的获得方式是将配置字值与配置字掩码值进行“逻辑与”运算，然后将结果与用户ID的总和相加：(3FFFh and 2D78h) + (6712h) = 944Ah。

© 2018 Microchip Technology Inc.

6.0 编程/校验模式下的电气特性

表6-1： 编程/校验模式下的交流/直流特性时序要求

交流/直流特性		标准工作条件（除非另外声明） 工作温度 -40°C ≤ T_A ≤ +85°C 工作电压 4.5V ≤ V_{DD} ≤ 5.5V				
符号	特性	最小值	典型值	最大值	单位	条件/备注
通用						
V_{IN}	对程序和数据存储器执行读/写操作时的V_{IN}电压	4.5	—	42	V	
	对程序和数据存储器执行批量擦除操作时的V_{IN}电压	4.5	—	42	V	
V_{IHH}	进入编程/校验模式时$\overline{MCLR}$上的高电压	V_{DD} + 3.5	—	13	V	V_{DD}内部稳压至5V
I_{IHH}	编程时的$\overline{MCLR}$电流	—	300	1000	μA	
T_{VHHR}	进入编程/校验模式时的$\overline{MCLR}$上升时间（V_{SS}至V_{HH}）	—	—	1.0	μs	
T_{PPDP}	TEST_EN 变化后的保持时间	5	—	—	μs	
$V_{IH}1$	（ICSPCLK和ICSPDAT）输入高电平	0.8 V_{DD}	—	—	V	施密特触发器输入
$V_{IL}1$	（ICSPCLK和ICSPDAT）输入低电平	0.2 V_{DD}	—	—	V	施密特触发器输入
$T_{SET}0$	$\overline{MCLR}$↑前的ICSPCLK和ICSPDAT建立时间（编程/校验模式下的选择模式建立时间）	100	—	—	ns	
$T_{HLD}0$	VDD变化后的保持时间	5	—	—	μs	
串行编程/校验						
$T_{SET}1$	时钟↓前的数据输入建立时间	100	—	—	ns	
$T_{HLD}1$	时钟↓后的数据输入保持时间	100	—	—	ns	
$T_{DLY}1$	数据输入未驱动到下一个时钟输入的时间（命令/数据或命令/命令间所需的延时）	1.0	—	—	μs	
$T_{DLY}2$	下一个命令或数据的时钟↓到时钟↑之间的延时	1.0	—	—	μs	
$T_{DLY}3$	时钟↓到数据输出有效的时间（在`Read Data`命令期间）	—	—	80	ns	
T_{ERA}	擦除周期时间	—	5	6	ms	
T_{PROG}	编程周期时间	3	—	—	ms	+10°C ≤ T_A ≤ +40°C
T_{DIS}	从编程到比较的延时（HV放电时间）	100	—	—	μs	

附录A： 版本历史

版本A（2016年12月）

- 本文档的初始版本。

© 2018 Microchip Technology Inc.

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。

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，不得暗中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、非易失性存储器和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。

© 2018, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN：978-1-5224-2556-4

全球销售及服务网点

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

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588

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

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200

中国 - 苏州
Tel: 86-186-6233-1526

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-577-8366

亚太地区

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

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

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

印度 India - Pune
Tel: 91-20-4121-0141

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-7651-7906

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

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

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870

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

越南 Vietnam - Ho Chi Minh
Tel: 84-28-5448-2100

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

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

© 2018 Microchip Technology Inc.