

CAN I/O 扩展器系列

特性

- 实现了 CAN V2.0B
 - 可编程位的最大速率达 1 Mb/s
 - 一个可编程屏蔽寄存器
 - 两个可编程过滤器
 - 三个自动发送缓冲区
 - 两个报文接收缓冲区
 - 无需同步或配置报文
- 硬件特性
 - 用于用户配置的非易失性存储器
 - 上电时自动载入用户配置
 - 可单独选择为输入或输出的八个通用 IO 线
 - 可为每个输入单独选择引脚状态变化时发送
 - 带可编程转换时钟和 VREF 源（仅 MCP2505X 器件）的四路 10 位模拟输入通道
 - 报文预定功能
 - 带可独立编程频率的两路 10 位 PWM 输出
 - 可以通过 CAN 总线报文修改器件配置
 - 默认配置存储器的在线串行编程（In-Circuit Serial Programming™, ICSP™）
 - 可选的 1 线 CAN 总线操作
- 低功耗 CMOS 技术
 - 工作在 2.7V 到 5.5V 条件下
 - 10 mA 的有功工作电流，典型值
 - 30 μA 的待机电流（CAN 休眠模式）
- 14 引脚 PDIP（300 mil）和 SOIC（150 mil）封装
- 工作温度范围：
 - 工业级（I）：-40°C 到 +85°C
 - 扩展级（E）：-40°C 到 +125°C

说明

MCP2502X/5X 器件可作为控制器局域网（Controller Area Network, CAN）系统的 I/O 扩展器使用，它支持 CAN V2.0B active，总线速率最大可达 1 Mb/s。MCP2502X/5X 允许在不使用单片机的情况下实现单 CAN 节点。

除了以下区别外，MCP2502X/5X 器件的特性都相同：

器件	A/D	1 线数字 CAN 总线
MCP25020	无	无
MCP25025	无	有
MCP25050	有	无
MCP25055	有	有

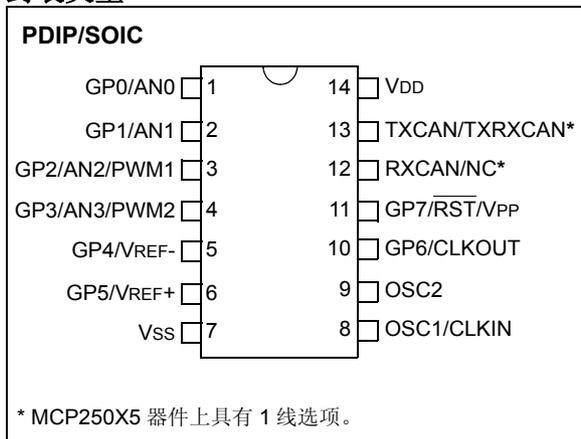
MCP2502X/5X 器件具有多个外设，包括数字 I/O、四通道 10 位 A/D（MCP2505X）和能够在引脚状态发生变化时自动发送报文的 PWM 输出。这包括超过预设门限值的模拟输入。

提供了一个屏蔽寄存器和两个接收过滤器，使得在设计系统时与器件响应标识符相关的部分具有最大限度的灵活性。器件也可配置为在任何时候发生多个错误条件中的一个或多个时，自动发送唯一报文。

可在非易失性存储器中对器件进行预编程，这样器件在上电时可默认为特定的配置。

MCP2502X/5X

封装类型



门限值检测——指 MCP2502X/5X 在达到预定义的模拟门限值时自动发送报文的功能。

术语定义

本文中使用的术语如下：

I/O 扩展器——参见本文所述的集成电路（integrated circuit, IC）器件（MCP2502X/5X）。

输入报文——该术语用来指 MCP2502X/5X 接收的、可导致修改内部寄存器的报文。一旦执行了寄存器修改，MCP2502X/5X 将发送命令应答报文，以表示该命令已接收并处理完毕。

命令应答报文——该术语用来指 MCP2502X/5X 在接收和处理输入报文之后自动发送的报文。

信息请求报文——该术语用来指 MCP2502X/5X 接收的远程请求报文，并在随后生成输出报文（数据帧）作为响应。

输出报文——该术语用来指 MCP2502X/5X 发送的报文，用以响应信息请求报文。

上线报文——该术语用来指 MCP2502X/5X 在完成上电 / 自配置序列后以固定的时间间隔（如果使能）发送的报文。

自配置——该术语用来描述将 EPROM 存储器阵列中的内容转移到 SRAM 存储器阵列的过程。

上线——该术语用来描述 MCP2502X/5X 已完全配置好并做好了在总线上发送或接收的准备。这是 MCP2502X/5X 可在总线上进行发送的唯一状态。

边沿检测——指 MCP2502X/5X 在其任意数字输入引脚上出现预定义边沿时自动发送报文的功能。

1.0 器件概述

本文档包含有关 MCP2502X/5X 系列的 CAN I/O 扩展器的具体信息。本文档不对 CAN 协议进行深入的讨论。有关 CAN 协议的其他信息，请参见 Robert Bosch GmbH 定义的 CAN 规范。

图 1-1 显示了 MCP2502X/5X 框图，表 1-1 显示了 MCP2502X/5X 的引脚排列说明。

接下来的章节将详细讨论图 1-1 中列出的模块。

图 1-1: MCP2502X/5X 框图

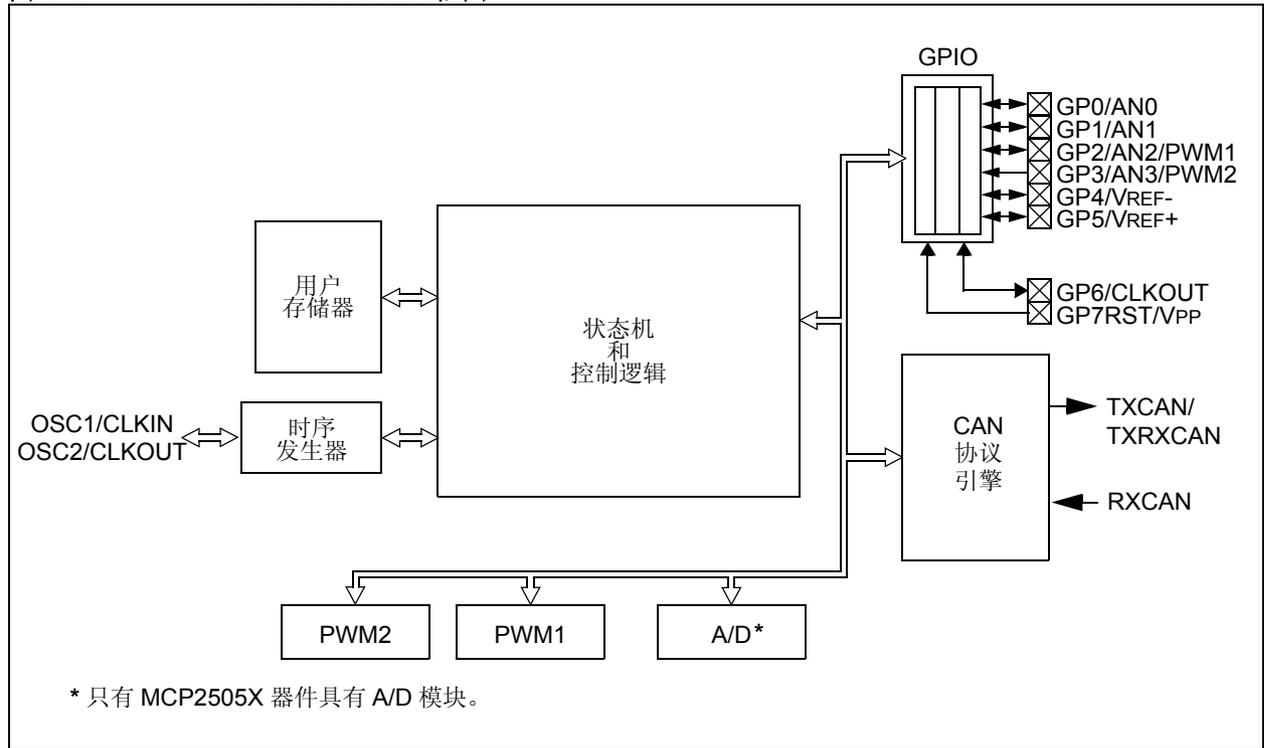


表 1-1: 引脚排列说明

引脚名称	引脚编号	标准功能	备用功能	编程模式功能
GP0/AN0 *	1	双向 I/O 引脚和 TTL 输入缓冲器	模拟输入通道	无
GP1/AN1 *	2	双向 I/O 引脚和 TTL 输入缓冲器	模拟输入通道	无
GP2/AN2/PWM2 *	3	双向 I/O 引脚和 TTL 输入缓冲器	模拟输入 /PWM 输出	无
GP3/AN3/PWM3 *	4	双向 I/O 引脚和 TTL 输入缓冲器	模拟输入 /PWM 输出	无
GP4/VREF-	5	双向 I/O 引脚和 TTL 输入缓冲器	外部 VREF-	数据
GP5/VREF+	6	双向 I/O 引脚和 TTL 输入缓冲器	外部 VREF 输入	时钟
VSS	7	接地端	无	接地端
OSC1/CLKIN	8	外部振荡器输入	外部时钟输入	无
OSC2	9	外部振荡器输出	无	无
GP6/CLKOUT	10	双向 I/O 引脚和 TTL 输入缓冲器	CLKOUT 输出	无
GP7/RST/VPP	11	输入引脚和 TTL 输入缓冲器	外部复位输入	Vpp
RXCAN	12	CAN 数据接收输入	1 线时不连接	无
TXCAN/ TXRXCAN	13	CAN 数据发送输出	1 线操作时为 CAN TX 和 RX (MCP250X5)	无
VDD	14	电源	无	电源

* 只有 MCP2505X 器件具有 A/D 模块。

MCP2502X/5X

注:

2.0 CAN 模块

CAN 模块是一个可在原始数字数据和 CAN 报文包之间进行转换的协议控制器。CAN 模块的主要功能块如图 2-1 所示，它由以下部分组成：

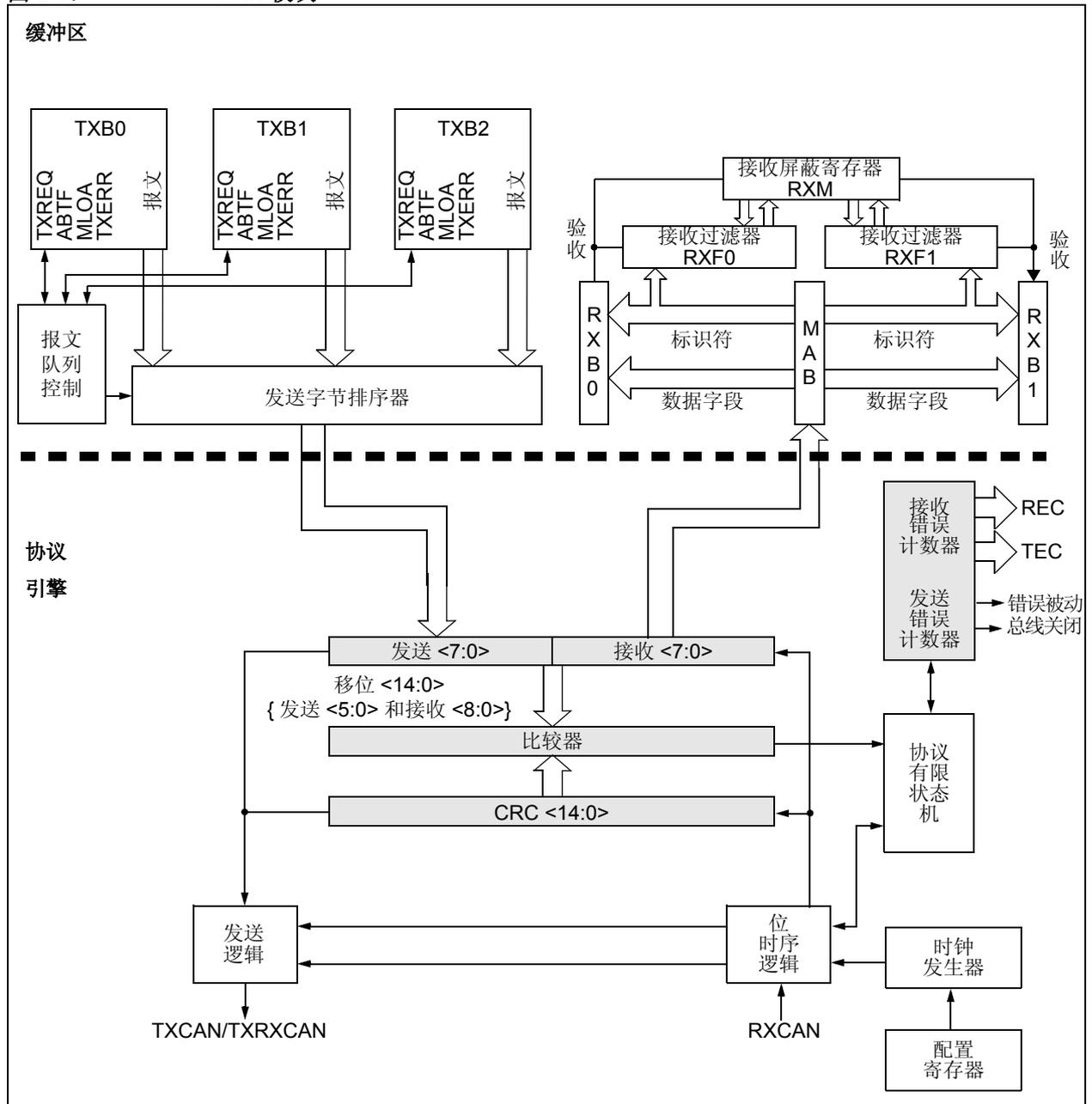
- CAN 协议引擎
- 缓冲区、屏蔽寄存器和过滤器

该模块的功能包括：

- 实现了 CAN 协议
- 具有两个独立接收缓冲区的双缓冲接收器

- 一个完全接收屏蔽寄存器（标准型和扩展型）
- 两个完全接收过滤器（标准型和扩展型）
- 每个接收缓冲区都有一个过滤器
- 用于发送预定义报文类型的三个已设置优先级的发送缓冲区
- 总线上有活动时自动唤醒功能
- 用于发送和接收错误状态的错误管理逻辑
- 低功耗休眠模式

图 2-1: CAN 模块



MCP2502X/5X

2.1 CAN 协议有限状态机

引擎的核心是有限状态机（Finite State Machine, FSM）。该状态机对报文进行逐位测序，在发送或接收各种帧类型的字段时改变状态。FSM 是一个测序器，它控制 TX/RX 移位寄存器、CRC 寄存器和总线之间的连续数据流。它还控制错误管理逻辑（Error Management Logic, EML）以及 TX/RX 移位寄存器和缓冲区之间的并行数据流。FSM 确保了将根据 CAN 协议来执行接收、仲裁、发送和错误信令的处理。FSM 还处理总线上的报文自动重发功能。

2.2 循环冗余校验（CRC）

循环冗余校验寄存器生成循环冗余校验（Cyclic Redundancy Check, CRC）码，在发送了控制字段（不带数字字节的报文）或数据字段之后发送循环冗余校验码，可用来校验输入报文的 CRC 字段。

2.3 错误管理逻辑

错误管理逻辑负责 CAN 器件的故障界定。它的两个计数器（接收错误计数器（Receive Error Counter, REC）和发送错误计数器（Transmit Error Counter, TEV））可通过位流处理器的命令进行递增计数或递减计数。根据错误计数器的值，可设置 MCP2502X/5X 的状态为错误主动状态、错误被动状态或总线关闭状态。

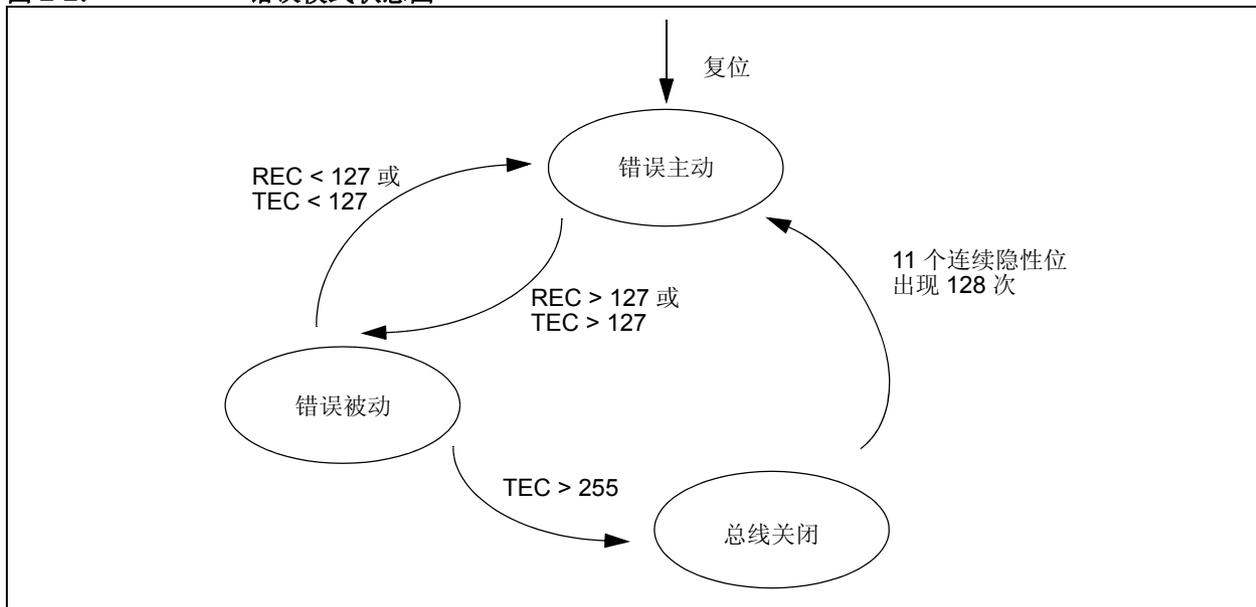
错误主动：两个错误计数器的值都低于 128 的错误被动下限值。

错误被动：至少有一个错误计数器（TEC 或 REC）的值大于等于 128。

总线关闭：发送错误计数器（TEC）的值大于等于 256 的总线关闭上限值。器件保持此状态直到接收到总线关闭恢复序列。总线关闭恢复序列由 128 组 11 个连续隐性位组成。

注： MCP2502X/5X 在进入总线关闭状态后，如果总线保持 128 x 11 位空闲，那么将自动返回到错误主动状态。OPTREG2.ERRE 必须置 1，以强制 MCP2502X/5X 在总线恢复期间进入监听模式，而不是正常模式。可以通过读“读 CAN 错误”报文来读 EFLG 寄存器，从而确定 MCP2502X/5X 的当前错误模式（总线关闭模式除外）。

图 2-2: 错误模式状态图



寄存器 2-1: TEC——发送错误计数器

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
TEC7	TEC6	TEC5	TEC4	TEC3	TEC2	TEC1	TEC0
bit 7				bit 0			

bit 7-0 **TEC7:TEC0:** 发送错误计数器位

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

寄存器 2-2: REC——接收错误计数器

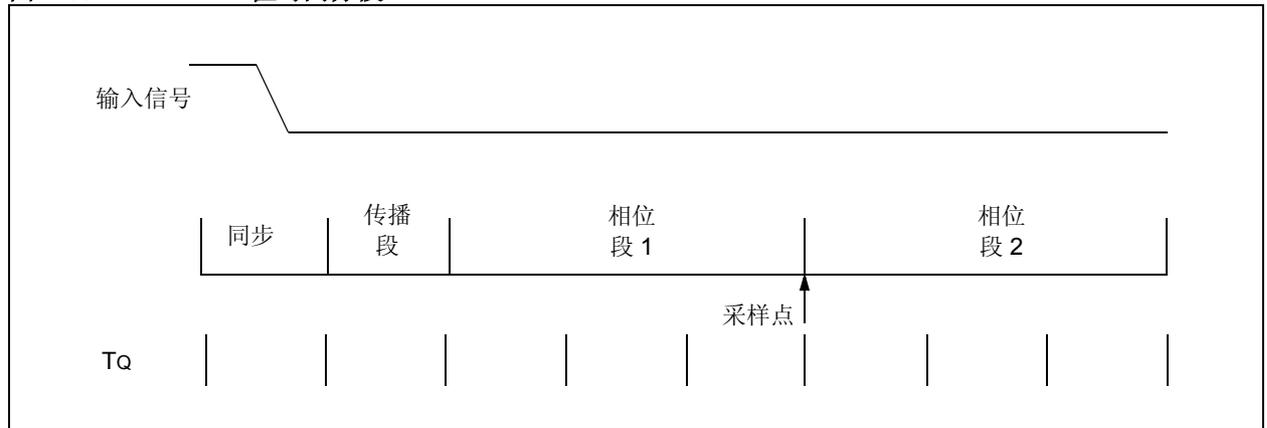
R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
REC7	REC6	REC5	REC4	REC3	REC2	REC1	REC0
bit 7				bit 0			

bit 7-0 **REC7:REC0:** 接收错误计数器位

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

图 2-3: 位时间分段



2.4 位时序逻辑

位时序逻辑 (Bit Timing Logic, BTL) 根据 CAN 协议监视总线输入并处理与总线相关的位时序。如果 CAN 控制器本身不发送显性位 (重新同步), 则 BTL 会在总线上起始帧中出现隐性位到显性位的转换 (硬同步) 或任何后续帧中出现隐性位到显性位的转换时同步。BTL 还提供可编程的时间段, 以补偿传播延时和相移, 以及定义采样点在位时间中的位置。这些可编程段由称为时间份额 (Tq) 的整数单元组成。通过对每个时间段内的 Tq 长度和 Tq 数进行编程来计算标称位时间, 这会在以下部分进行讨论。

2.4.1 时间份额 (Tq)

时间份额是由振荡器周期产生的固定时间单元。有一个可编程波特率预分频器 (baud rate prescaler, BRP) (其整数预分频值范围为 1 到 64) 和一个固定二分频的波特率预分频器, 均可用于生成时钟信号。

MCP2502X/5X

基本 T_Q 定义为两倍振荡器周期。公式中添加了 BRP 之后结果为：

$$T_Q = 2 * T_{OSC} * (BRP + 1)$$

其中 BRP = 用 CNF1.BRP<5:0> 表示的二进制值

根据定义，标称位时间可编程为最少 8 个 T_Q ，最多 25 个 T_Q 。同样，最小标称位时间为 1 μ s 对应于 1 Mb/s。

2.4.2 时间段

时间段组成了标称位时间。标称位时间可认为是划分成几个独立的互不重叠的时间段。这些段如图 2-3 所示。

- 同步段 (SyncSeg)
- 传播段 (PropSeg)
- 相位缓冲段 1 (PS1)
- 相位缓冲段 2 (PS2)

$$\text{标称位时间} = T_Q * (\text{Sync_Seg} + \text{PropSeg} + \text{Phase_Seg1} + \text{Phase_Seg2})$$

对段进行编程的规则

对时间段进行编程时，需要遵守几个规则：

- PropSeg + PS1 \geq PS2
- PS2 > 同步跳转宽度
- PS2 \geq 信息处理时间

2.4.2.1 同步段

这部分位时间用于同步总线上的各种 CAN 节点。预期输入信号的边沿将出现在同步段期间。持续时间固定为 1 个 T_Q 。

2.4.2.2 传播段

这部分位时间用作补偿网络内的物理延时。包括总线上的信号广播延时和节点的内部延时。延时计算的是从发送器到接收器的往返时间（是总线上信号广播时间的两倍）、输入比较器延时和输出驱动器延时。通过设置 CNF2 寄存器的 PRSEG2:PRSEG0 位，可将传播段长度编程为 1 T_Q 到 8 T_Q 。

2.4.2.3 相位缓冲段

相位缓冲段用于优化标称位时间内接收位采样点的位置。采样点可设置在 PS1 和 PS2 之间。通过重新同步过程可自动延长或缩短这些段。因此，相位缓冲段中值的变化反映 DPLL 功能。

相位段 1 (PS1)：PS1 的末尾决定了一个位时间内的采样点。PS1 的持续时间可编程为从 1 T_Q 到 8 T_Q 。

相位段 2 (PS2)：PS2 提供发送下一个待发送数据之前的延时，也可编程其持续时间为 1 T_Q 到 8 T_Q 。但是，出于 IPT 要求的考虑，相位段 2 的实际最小长度为 2 T_Q 。也可定义为等于 PS1 和信息处理时间 (information processing time, IPT) 两者中的较大者。

2.4.3 采样点

采样点是读总线电平并确定接收位的值的时间点。采样点可设置在 PS1 的末尾。如果需要的话，可指定在采样点对总线进行多次采样。确定接收位的值为三次采样所得值中出现次数最多的那个值。有两种采样形式：三次采样在采样点进行，两次采样在采样点之前进行，且每次采样的时间相隔 $T_Q/2$ 。

2.4.4 信息处理时间

信息处理时间 (IPT) 是从采样点开始，保留用作计算随后的位电平的时间段。CAN 规范定义了信息处理时间必须小于等于 2 个 T_Q 。MCP2502X/5X 定义该时间为 2 个 T_Q 。因此，PS2 的长度必须至少有 2 T_Q 。

2.4.5 同步跳转宽度

为了补偿系统内节点间的相移和振荡器容差，每个 CAN 控制器必须能够与输入信号的相关信号沿同步。当检测到发送数据中从隐性到显性的沿时，逻辑会将该沿的位置与预期时间 (SyncSeg) 进行比较。如有必要，电路随后将使用编程的同步跳转宽度 (Synchronization Jump Width, SJW) 调整 PS1 和 PS2 的值。为了在报文期间重新同步才执行此调整，并非是仅出现在报文起始帧 (SOF) 的硬同步。

重新同步可能使 PS1 延长或 PS2 缩短。相位缓冲段延长或缩短的上限由 SJW 给出。SJW 可编程为 1 T_Q 到 4 T_Q。SJW 的值加到 PS1 上（或者从 PS2 中减去），取决于与接收器同步段相关的沿的相位误差。该相位误差定义如下：

- 如果沿在同步段内， $e = 0$
 - 无需重新同步。
- 如果沿在采样点之前， $e > 0$
 - PS1 将延长 SJW 指定的时间。
- 如果沿在前一个位的采样点之后，当前位的同步段之前，则 $e < 0$ 。
 - PS2 将缩短 SJW 指定的时间。

2.4.6 配置寄存器

配置寄存器模块中有三个寄存器与控制 CAN 总线接口的位时序的 CAN 位时序逻辑相关。

2.4.6.1 CNF1

BRP<5:0> 位控制波特率预分频器。这些位设置与 OSC1 输入频率相关的 T_Q 长度，T_Q 的最小长度为 2 个 T_{osc}（当 BRP<5:0> 设置为 000000 时）。SJW<1:0> 位选择用作同步跳转宽度的 T_Q 数。

2.4.6.2 CNF2

PRSEG<2:0>位设置传播段（以 T_Q 数表示）。PS1<2:0> 位设置相位段 1（以 T_Q 数表示）。SAM 位控制对 RXCAN 引脚进行采样的次数。将该位设置为 1 表示对总线采样三次。两次在采样点之前，采样时间间隔为 T_Q/2，一次在正常采样点（PS1 的末尾）。总线值由至少两次采样时的读取值确定。如果 SAM 位设置为 0，仅在采样点对 RXCAN 引脚采样一次。BTLMODE 位控制确定 PS2 长度的方式。如果该位设置为 1，由 CNF3 的 PS2<2:0> 位确定 PS2 的长度。如果 BTLMODE 位设置为 0，PS2 的长度取 PS1 和信息处理时间（对于 MCP2502X/5X 固定为 2 T_Q）两者中的较大者。

2.4.6.3 CNF3

如果 CNF2 的 BTLMODE 位设置为 1，表示 PS2 长度的 T_Q 数由 PS2<2:0> 位设置。如果 BTLMODE 位设置为 0，与 PS2<2:0> 位没有影响。

此外，唤醒滤波器（CNF3 的 WAKFIL）在 CNF3 寄存器中实现。该滤波器是低通滤波器，用于防止 MCP2502X/5X 由于 CAN 总线上的短时脉冲的干扰而导致误唤醒。

寄存器 2-3: CNF1——CAN 配置寄存器 1

| R/W-0 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SJW1 | SJW0 | BRP5 | BRP4 | BRP3 | BRP2 | BRP1 | BRP0 | |
| bit 7 | | | | | | | | bit 0 |

bit 7-6 **SJW1:SJW0:** 同步跳转宽度位

- 11 = 长度 = 4 x T_Q
- 10 = 长度 = 3 x T_Q
- 01 = 长度 = 2 x T_Q
- 00 = 长度 = 1 x T_Q

bit 5-0 **BRP5:BRP0:** 波特率预分频比位

- 111111 = T_Q = 2 x 64 x 1/F_{osc}
-
-
- 000000 = T_Q = 2 x 1 x 1/F_{osc}

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位，读为 0
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

MCP2502X/5X

寄存器 2-4: CNF2——CAN 配置寄存器 2

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	
BTLMODE	SAM	PHSEG12	PHSEG11	PHSEG10	PRSEG2	PRSEG1	PRSEG0	
bit 7								bit 0

- bit 7 **BTL MODE:** PHSEG2 的长度确定位
 1 = 由 CNF3 的 bits 2:0 确定相位缓冲段 2 的长度
 0 = 相位缓冲段 2 的长度取相位缓冲段 1 和 IPT (2 Tq) 两者中的较大值
- bit 6 **SAM:** CAN 总线采样位
 1 = 在采样点对总线采样三次
 0 = 在采样点对总线采样一次
- bit 5-3 **PHSEG12:PHSEG10:** 相位缓冲段 1 位
 111 = 长度 = 8 x Tq
 -
 -
 -
 000 = 长度 = 1 x Tq
- bit 2-0 **PRSEG2:PRSEG0:** 传播时间段位
 111 = 长度 = 8 x Tq
 -
 -
 -
 000 = 长度 = 1 x Tq

图注:			
R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0	
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零	x = 未知

寄存器 2-5: CNF3——CAN 配置寄存器 3

U-0	R/W-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	
—	WAKFIL	—	—	—	PHSEG22	PHSEG21	PHSEG20	
bit 7								bit 0

- bit 7 **未实现:** 读为 0
- bit 6 **WAKFIL:** 唤醒滤波器位
 1 = 使能唤醒滤波器
 0 = 禁止唤醒滤波器
- bit 5-3 **未实现:** 读为 0
- bit 2-0 **PHSEG22:PHSEG20:** 相位缓冲段 2 位
 111 = 长度 = 8 x Tq
 -
 -
 -
 001 = 长度 = 2 x Tq
 000 = 无效

图注:			
R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0	
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零	x = 未知

2.5 缓冲区、屏蔽寄存器和过滤器

这部分 CAN 模块支持 CAN 报文的发送、接收和接收。

三个发送缓冲区用于缓存三个发送报文 ID，这会在本节后续部分进行讨论。两个接收缓冲区存储 CAN 报文的仲裁字段、控制字段和数据字段。

一个屏蔽寄存器定义了需要应用到任一过滤器的位。屏蔽寄存器的作用可看作是定义了过滤器的“无关”位。

两个过滤器中的每一个都定义了和所有输入报文进行比较的位模式。所有未被屏蔽寄存器定义为“无关”位的过滤器位将应用给报文。

2.5.1 发送报文 ID

MCP2502X/5X 器件包含三个独立的发送报文 ID：TXID0、TXID1 和 TXID2。可对各种输出报文中每一个报文的数据长度码，以及直接从器件外设寄存器输入的待发送数据进行预定义。

2.5.1.1 发送报文 ID0 (TXID0)

TXID0 包含发送上线报文 (On Bus message) 要用的标识符。如果被使能 (STCON.STEN = 1)，则上线报文将以预定的时间间隔进行发送。根据报文选择位 (STCON.STMS = 1)，CAN 报文将发送 GPIO 和 A/D 数据。

器件从休眠模式下唤醒时不会自动发送报文 ID0。

2.5.1.2 发送报文 ID1 (TXID1)

TXID1 包含 MCP2502X/5X 发送命令应答报文、接收溢出报文和 / 或错误条件报文时使用的标识符。所有类型的报文都使用相同的标识符。

OPTREG2 寄存器的 CAEN 位选择执行命令应答操作还是接收溢出操作。这些报文类型都有一个值为 0 的 DLC，且不包含任何数据。错误条件报文可在任何时间出现，它具有一个值为 3 的 DLC，并包含 EFLG、TEC 和 REC 数据值。

注： 不管预定的发送使能状态如何，上电后将立即发送零数据长度的上线报文。

命令应答： 在 MCP2502X/5X 接收了输入报文并处理了指令 (且 OPTREG2.CAEN = 1) 后，TXID1 将发送命令应答报文。该报文用作节点请求修改 MCP2502X/5X 的握手。该报文不含数据。

接收溢出： 如果存在接收溢出条件 (且 OPTREG2.CAEN = 0)，TXID1 将发送接收溢出报文。这仅在器件尚未处理完前一个有效报文，又在同一接收缓冲区接收到有效报文时才发生。该报文不含数据。

错误条件： 如果 TEC 或 REC 计数器达到错误警报上限值 (> 95) 或错误被动限制值 (> 127)，发送错误条件报文。该报文包含 TXID1 标识符以及 TEC、REC 和 EFLG 计数值。

在硬件中实现滞后，可防止由于一位或两位的错误计数值发生变化导致的报文重复发送。一旦发送了错误警报 (TEC 或 REC > 95) 的报文，报文将不会再次触发，直到错误计数值 ≤ 79 并且返回到 > 95 (滞后值 = 17 次计数) 为止。类似地，在 TEC 或 REC > 127 时发送错误被动报文，并且不会再次发送，直到错误计数器 ≤ 111 并且返回到 > 127 (滞后值 = 17 次计数) 为止。

2.5.1.3 发送报文 ID2 (TXID2)

发送 ID2 包含发送自动转换初始化报文时所使用的标识符，包括数字输入信号边沿检测和 / 或超过门限值的模拟输入。当器件由于数字输入状态改变条件 (即配置为状态改变时发送的输入引脚上发生了状态改变) 导致从休眠模式下唤醒时，也将发送该报文。

2.6 接收缓冲区

MCP2505X 包含两个接收缓冲区，每个都自带过滤器。还有一个报文组装缓冲区 (Message Assembly Buffer, MAB) 充当第三个接收缓冲区 (见图 2-1)。

两个接收缓冲区与 MAB 帮助结合使用，确保了处理接收的报文的同时可最大限度地减少由于发送到 MCP2502X/5X 的目标报文使总线负载达到最大而造成的接收缓冲区溢出。

注： MCP2502X/5X 使用了接收缓冲区实现命令报文，不能外部访问该接收缓冲区。

MCP2502X/5X

2.7 接收屏蔽寄存器

接收屏蔽寄存器用于定义 CAN ID 中与可编程过滤器进行比较的位。屏蔽寄存器内的每个位与 CAN ID 中的位相对应，从而与接收过滤器中的位相对应。屏蔽寄存器中任何位设置为 1 都将导致对应的 CAN ID 位与其相关的过滤器位进行比较。屏蔽寄存器中所有设置为 0 的位都是无需比较的位，可有效地设置对应的 CAN ID 位为“无关位”。

2.7.1 屏蔽和标准 / 扩展 ID

为了确保信息请求和输入报文正常工作，需要忽略某些屏蔽位（如屏蔽寄存器的配置所示），说明如下：

带标准 ID 的报文——标准标识符的三位最低有效位（RXMSIDL.SID2:SID0）为屏蔽寄存器的“无关位”，被有效地设置为 0。

带扩展 ID 的报文——标准标识符的三位最低有效位（RXMSIDL.SID2:SID0）是可配置的，但扩展标识符的三位最低有效位（RXMEID0.EID2:EID0）始终为“无关位”，被有效地设置为 0。

注： 屏蔽寄存器（RXMSIDL）中的 EXIDE 位可用于屏蔽相应的接收缓冲寄存器（RXBnSIDL）的 IDE 位。

2.8 接收过滤器

为 MCP2502X/5X 定义了两个独立的接收过滤器：RXF0 和 RXF1。RXF0 用于信息请求报文，而 RXF1 用于输入报文（见表 4-2 和表 4-3）。过滤器中的每一位都和 CAN ID 中的位相对应。为了接收报文，CAN ID 中的每一位（当相应的屏蔽位置 1 时）必须和对应的过滤器位相匹配。忽略未满足屏蔽 / 过滤条件的报文。

寄存器 2-6: TXIDNSIDH——发送标识符 N 标准标识符高字节

| R/W-x |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SID10 | SID9 | SID8 | SID7 | SID6 | SID5 | SID4 | SID3 |

bit 7 bit 0

bit 7-0 **SID10:SID3:** 标准标识符位

图注：

R = 可读位

W = 可写位

U = 未实现位，读为 0

-n = 上电复位时的值

1 = 置 1

0 = 清零

x = 未知

寄存器 2-7: TXIDNSIDL——发送标识符 N 标准标识符低字节

R/W-x	R/W-x	R/W-x	U-0	R/W-x	U-0	R/W-x	R/W-x
SID2	SID1	SID0	—	EXIDE	—	EID17	EID16
bit 7						bit 0	

- bit 7-5 **SID2:SID0:** 标准标识符位
- bit 4 **未实现:** 读为 0
- bit 3 **EXIDE:** 扩展标识符使能位
1 = 报文将发送扩展标识符
0 = 报文将发送标准标识符
- bit 2 **未实现:** 读为 0
- bit 1-0 **EID17:EID16:** 扩展标识符位

图注:			
R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0	
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零	x = 未知

寄存器 2-8: TXIDNEID8——发送标识符 N 扩展标识符高字节

R/W-x							
EID15	EID14	EID13	EID12	EID11	EID10	EID9	EID8
bit 7						bit 0	

- bit 7-0 **EID15:EID8:** 扩展标识符位

图注:			
R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0	
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零	x = 未知

寄存器 2-9: TXIDNEID0——发送标识符 N 扩展标识符低字节

R/W-x							
EID7	EID6	EID5	EID4	EID3	EID2	EID1	EID0
bit 7						bit 0	

- bit 7-0 **EID7:EID0:** 扩展标识符位

图注:			
R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0	
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零	x = 未知

MCP2502X/5X

寄存器 2-10: RXMSIDH——接收过滤器屏蔽标准标识符高字节

| R/W-x |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SID10 | SID9 | SID8 | SID7 | SID6 | SID5 | SID4 | SID3* |
| bit 7 | | | | bit 0 | | | |

bit 7-0 **SID10:SID3:** 标准标识符位

* 如果 OPTREG2.MTYPE = 1, SID3 将强制为零。

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

寄存器 2-11: RXMSIDL——接收过滤器屏蔽标准标识符低字节

R/W-x	R/W-x	R/W-x	U-0	R/W-x	U-0	R/W-x	R/W-x
SID2	SID1	SID0	—	EXIDE	—	EID17	EID16
bit 7				bit 0			

bit 7-5 **SID2:SID0:** 标准标识符位

标准报文, 位值 = b000
 扩展报文, 位值 = SID2:SID0

bit 4 **未实现:** 读为 0

bit 3 **EXIDE:** 扩展标识符使能位

1 = 过滤器应用到 RXFnSIDL.EXIDE (过滤器应用到标准或扩展报文帧, 取决于过滤器位)
 0 = 过滤器不应用到 RXFnSIDL.EXIDE (过滤器同时应用到标准和扩展报文帧)

bit 2 **未实现:** 读为 0

bit 1-0 **EID17:EID16:** 扩展标识符位

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

寄存器 2-12: RXMEID8——接收过滤器屏蔽扩展标识符中间字节

| R/W-x |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EID15 | EID14 | EID13 | EID12 | EID11 | EID10 | EID9 | EID8 |
| bit 7 | | | | bit 0 | | | |

bit 7-0 **EID15:EID8:** 扩展标识符位

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

寄存器 2-13: RXMEID0——接收过滤器屏蔽扩展标识符低字节

| R/W-x |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EID7 | EID6 | EID5 | EID4 | EID3 | EID2 | EID1 | EID0 |
| bit 7 | | | | bit 0 | | | |

bit 7-3 **EID7:EID3:** 扩展标识符位
 bit 2-0 **EID2:EID0:** 扩展标识符位 (始终读为 0)

图注:
 R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

寄存器 2-14: RXFNSIDH——接收过滤器 N 标准标识符高字节

| R/W-x |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SID10 | SID9 | SID8 | SID7 | SID6 | SID5 | SID4 | SID3* |
| bit 7 | | | | bit 0 | | | |

bit 7-0 **SID10:SID3:** 标准标识符位
 * 如果 OPTREG2.MTYPE = 1, 则 SID3 = X

图注:
 R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

寄存器 2-15: RXFNSIDL——接收过滤器 N 标准标识符低字节

R/W-x	R/W-x	R/W-x	U-0	R/W-x	U-0	R/W-x	R/W-x
SID2	SID1	SID0	—	EXIDE	—	EID17	EID16
bit 7				bit 0			

bit 7-5 **SID2:SID0:** 标准标识符位
 1 = 当 EXIDE = 1 时, SID2:SID0 = b'xxx'
 0 = 当 EXIDE = 0 时, SID2:SID0 = 按配置设定

bit 4 **未实现:** 读为 0

bit 3 **EXIDE:** 扩展标识符使能位
 1 = 过滤器应用给扩展标识符
 0 = 过滤器应用给标准标识符

bit 2 **未实现:** 读为 0

bit 1-0 **EID17:EID16:** 扩展标识符位

图注:
 R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

MCP2502X/5X

寄存器 2-16: **RXFNEID8**——接收过滤器 N 扩展标识符中间字节

| R/W-x |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EID15 | EID14 | EID13 | EID12 | EID11 | EID10 | EID9 | EID8 |

bit 7 bit 0

bit 7-0 **EID15:EID8**: 扩展标识符位

图注:			
R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0	
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零	x = 未知

寄存器 2-17: **RXFNEID0**——接收过滤器 N 扩展标识符低字节

| R/W-x |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EID7 | EID6 | EID5 | EID4 | EID3 | EID2 | EID1 | EID0 |

bit 7 bit 0

bit 7-0 **EID7:EID0**: 扩展标识符位 (始终 = b'xxx')

图注:			
R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0	
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零	x = 未知

寄存器 2-18:

EFLG——错误标志寄存器

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
ESCF	RBO	TXBO	TXEP	RXEP	TXWAR	RXWAR	EWARN
bit 7							bit 0

- bit 7 **ESCF:** 错误状态变化 (用于发送错误状态报文)
 1 = 发生错误状态变化
 0 = 未发生错误状态变化
- bit 6 **RBO:** 接收缓冲区溢出
 1 = 发生溢出
 0 = 无溢出
- bit 5 **TXBO:** 发送器进入总线关闭错误状态位
 1 = TEC 达到 256
 0 = 表示总线恢复序列成功完成
- bit 4 **TXEP:** 发送器进入错误被动状态位
 1 = TEC 大于等于 128
 0 = TEC 小于 128
- bit 3 **RXEP:** 接收器进入错误被动状态位
 1 = REC 大于等于 128
 0 = REC 小于 128
- bit 2 **TXWAR:** 发送器进入错误警告状态位
 1 = TEC 大于等于 96
 0 = TEC 小于 96
- bit 1 **RXWAR:** 接收器进入错误警告状态位
 1 = REC 大于等于 96
 0 = REC 小于 96
- bit 0 **EWARN:** 接收错误计数器或发送错误计数器已达到或超过 96 个错误
 1 = TEC 或 REC 大于等于 96 (TXWAR 或 RXWAR= 1)
 0 = REC 和 TEC 都小于 96

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

MCP2502X/5X

注：

3.0 用户寄存器

3.1 说明

MCP2502X/5X 允许用户对 CAN 模块的相关寄存器进行预编程并将器件的配置信息写入非易失性 EPROM 存储器中。这样一来，器件上电后将初始化为默认状态。用户寄存器的内容在上电过程中被转移到 SRAM 中，一旦器件与总线建立了连接，许多寄存器都能够通过 CAN 总线进行访问。此外，还有 16 个用户自定义寄存器可以用来储存与器件有关的信息（例如：序列号和节点标识符等等）。表 3-1 汇总了这些寄存器。

注 1: 转移到 RAM 时，寄存器地址将偏移 1Ch。使用“Write Register”或“Read Register”命令访问单个寄存器时需要使用偏移地址。同样，可参见表 3-2 以了解用户 EPROM 中未包含的可访问寄存器的信息。

2: 不要寻址用户存储器映射以外的地址单元，否则可能出现意料之外的结果。

表 3-1: 用户存储器映射

地址	名称	说明	地址	名称	说明
00h	IOINTEN	为变化发送功能使能输入	1Bh	RXF0EID0	接收过滤器 0 和扩展 ID 低字节
01h	IOINTPO	定义 A/D 变化时发送输入的 I/O 极性，或大于 / 小于运算符	1Ch	RXF1SIDH	接收过滤器 1 和标准 ID 高字节
02h	GPLAT	通用 I/O (GPIO) 寄存器	1Dh	RXF1SIDL	接收过滤器 1、标准 ID 低字节、扩展 ID USB 和扩展 ID 使能
03h	0xFF	保留	1Eh	RXF1EID8	接收过滤器 1 和扩展 ID 高字节
04h	OPTREG1	配置选项，包括 GPIO 上拉使能、时钟输出使能和预分频器	1Fh	RXF1EID0	接收过滤器 1 和扩展 ID 低字节
05h	T1CON	PWM1 定时器控制寄存器，包含使能位、时钟预分频比和 DC 低字节	20h	TXID0SIDH	发送缓冲区 0 和标准 ID 高字节
06h	T2CON	PWM2 定时器控制寄存器，包含使能位、时钟预分频比和 DC 的低字节	21h	TXID0SIDL	发送缓冲区 0、标准 ID 低字节、扩展 ID USB 和扩展 ID 使能
07h	PR1	PWM1 周期寄存器	22h	TXID0EID8	发送缓冲区 0 和扩展 ID 高字节
08h	PR2	PWM2 周期寄存器	23h	TXID0EID0	发送缓冲区 0 和扩展 ID 低字节
09h	PWM1DCH	PWM1 占空比 (DC) 高字节	24h	TXID1SIDH	发送缓冲区 1 和标准 ID 高字节
0Ah	PWM2DCH	PWM2 占空比 (DC) 高字节	25h	TXID1SIDL	发送缓冲区 1、标准 ID 低字节、扩展 ID USB 和扩展 ID 使能
0Bh	CNF1 ³	CAN 模块寄存器配置同步跳转宽度和波特率预分频比	26h	TXID1EID8	发送缓冲区 1 和扩展 ID 高字节
0Ch	CNF2 ³	CAN 模块寄存器配置广播段和相位段 1 以及确定采样点的数量	27h	TXID1EID0	发送缓冲区 1 和扩展 ID 低字节
0Dh	CNF3 ³	CAN 模块寄存器配置相位缓冲段 2 和休眠模式	28h	TXID2SIDH	发送缓冲区 2 和标准 ID 高字节

注 1: GPDDR 被映射到 SRAM 中的 1Fh 且地址不偏移 1Ch。
2: 用户存储区 (35h–44h) 在上电时不转移到 RAM 中而且只能通过“Read User Mem”命令进行访问。
3: 不能修改初始编程值。
4: 在 MCP2502X 器件上未实现且读为 0x00 (ADCON1 = 0x0F 除外)。

MCP2502X/5X

表 3-1: 用户存储器映射 (续)

地址	名称	说明	地址	名称	说明
0Eh	ADCON0 ⁴	A/D 控制寄存器, 包含使能位、转换速率位和通道选择位	29h	TXID2SIDL	发送缓冲区 2、标准 ID 低字节、扩展 ID USB 和扩展 ID 使能
0Fh	ADCON1 ⁴	A/D 控制寄存器, 包含参考电压源位, 转换速率位和 A/D 输入使能位	2Ah	TXID2EID8	发送缓冲区 2 和扩展 ID 高字节
10h	STCON	预定发送控制寄存器	2Bh	TXID2EID0	发送缓冲区 2 和扩展 ID 低字节
11h	OPTREG2	配置选项, 包括休眠模式、RTR 报文和错误恢复使能	2Ch	ADCMP3H ⁴	模拟通道 3 比较值高字节
12h	—	保留	2Dh	ADCMP3L ⁴	模拟通道 3 比较值低字节
13h	—	保留	2Eh	ADCMP2H ⁴	模拟通道 2 比较值高字节
14h	RXMSIDH	接收过滤器屏蔽和标准 ID 高字节	2Fh	ADCMP2L ⁴	模拟通道 2 比较值低字节
15h	RXMSIDL	接收过滤器屏蔽、标准 ID 低字节和扩展 ID USB	30h	ADCMP1H ⁴	模拟通道 1 比较值高字节
16h	RXMEID8	接收过滤器屏蔽和标准 ID 高字节	31h	ADCMP1L ⁴	模拟通道 1 比较值低字节
17h	RXMEID0	接收过滤器屏蔽和扩展 ID 低字节	32h	ADCMP0H ⁴	模拟通道 0 比较值高字节
18h	RXF0SIDH	接收过滤器 0 和标准 ID 高字节	33h	ADCMP0L ⁴	模拟通道 0 比较值低字节
19h	RXF0SIDL	接收过滤器 0、标准 ID 低字节、扩展 ID USB 和扩展 ID 使能	34h	GPDDR ¹	通用 I/O 数据方向寄存器
1Ah	RXF0EID8	接收过滤器 0 和扩展 ID 高字节	35-44h	USER[0:F] ²	用户定义字节 (0-15)

- 注 1: GPDDR 被映射到 SRAM 中的 1Fh 且地址不偏移 1Ch。
 2: 用户存储区 (35h-44h) 在上电时不转移到 RAM 中而且只能通过 “Read User Mem” 命令进行访问。
 3: 不能修改初始编程值。
 4: 在 MCP2502X 器件上未实现且读为 0x00 (ADCON1 = 0x0F 除外)。

表 3-2: EPROM 映射未包含的可访问 RAM 寄存器

地址*	名称	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	POR 时的值	RST 时的值
1Fh**	GPDDR	—	DDR6	DDR4	DDR4	DDR3	DDR2	DDR1	DDR0	-111 1111	-111 1111
18h	EFLG	ESCF	RBO	TXEP	TXEP	RXEP	TXWAR	RXWAR	EWARN	0000 0000	0000 0000
19h	TEC	发送错误计数器								0000 0000	0000 0000
1Ah	REC	接收错误计数器								0000 0000	0000 0000
50h	ADRES3H	AN3.9	AN3.8	AN3.6	AN3.6	AN3.5	AN3.4	AN3.3	AN3.2	xxxx xxxx	uuuu uuuu
51h	ADRES3L	AN3.1	AN3.0	—	—	—	—	—	—	xx-- ----	uu-- ----
52h	ADRES2H	AN2.9	AN2.8	AN2.6	AN2.6	AN2.5	AN2.4	AN2.3	AN2.2	xxxx xxxx	uuuu uuuu
53h	ADRES2L	AN2.1	AN2.0	—	—	—	—	—	—	xx-- ----	uu-- ----
54h	ADRES1H	AN1.9	AN1.8	AN1.6	AN1.6	AN1.5	AN1.4	AN1.3	AN1.2	xxxx xxxx	uuuu uuuu
55h	ADRES1L	AN1.1	AN1.0	—	—	—	—	—	—	xx-- ----	uu-- ----
56h	ADRES0H	AN0.9	AN0.8	AN0.6	AN0.6	AN0.5	AN0.4	AN0.3	AN0.2	xxxx xxxx	uuuu uuuu
57h	ADRES0L	AN0.1	AN0.0	—	—	—	—	—	—	xx-- ----	uu-- ----

- * 这些地址在使用 “Write Register” 或 “Read Register” 命令时使用
 ** GPDDR 寄存器不会像其他 EPROM 寄存器一样在转移到 RAM 时产生偏移

4.0 器件工作原理

4.1 上电序列

以下章节将描述正常上电和正常工作期间的 MCP2502X/5X 事件 / 操作。

4.1.1 上电复位

MCP2502X/5X 在上电复位 (power-on reset, POR) 时执行一系列事件, 以载入编程配置并确保总线上不会出现错误。在此期间, 要防止器件在 TXCAN 引脚上产生低电平。TXCAN 引脚从上电起必须保持高电平直到器件与总线建立连接。

上电时的工作模式

MCP2502X/5X 初始上电为配置模式。在此模式下, 要防止 MCP2502X/5X 通过 CAN 接口发送或接收报文。在此模式下禁用 ADC 和 PWM 外设。

自配置

一旦 MCP2502X/5X 不处于复位状态, 将执行自配置操作。这可以通过将 EPROM 阵列的内容传送到 SRAM 阵列中的相应单元来实现。此外, 将写入 SRAM 的数据的校验和与预编程值进行比较, 以测试数据的有效性。

与总线建立连接

一旦成功完成自配置过程, MCP2502X/5X 将切换到监听模式。它将一直保持在监听模式, 直到检测到无错 CAN 报文。这样做可确保器件工作在正确的系统总线速率下。

一旦器件检测到无错报文, 它会在切换到正常模式之前等待 CAN 总线空闲。这可防止器件在另一个节点的发送过程中连接到总线并防止产生错误帧。

此外, MCP2505X 在完成自配置以后可以直接进入正常模式 (无需先进入监听模式)。这可由用户通过控制位 (OPTREG2.PUNRM) 进行配置。

一旦 MCP2502X/5X 进入正常模式, 它就做好了通过 CAN 接口发送 / 接收报文的准备。此时, ADC 和 PWM 外设是可以工作的, 如果使能的话。

预定发送

一旦 MCP2502X/5X 与总线建立连接, 不管是否使能, 它都将发送一次上线报文。该报文通知网络 MCP2502X/5X 上线。上线报文将以 STCON 寄存器 (寄存器 4-1) 确定的频率进行重复 (如果使能了 STCON.STEN)。

报文也可以通过设置 STCON.STMS = 1 配置为发送“读 A/D 寄存器”数据字节以及 TXID2 中预定义的标识符。

注: 上电后发送的第一个上线报文将不会发送“读 A/D 寄存器”数据字节, 这与 STCON.STMS 的值无关。

注: 如果 MCP2502X/5X 进入休眠模式, 将终止预定发送直到器件再次唤醒。这意味着休眠模式的优先级高于预定发送。

4.2 报文功能

MCP2502X/5X 使用了全局屏蔽寄存器 (RXMASK)、两个过滤器 (RXF0 和 RXF1) 和两个接收缓冲区 (RB0 和 RB1), 以确定是否应该对接收报文进行处理。MCP2502X/5X 可以执行 16 种基于接收报文的功能 (见表 4-1)。这些功能允许器件不仅可通过信息请求 / 输入 / 输出操作进行访问, 如有必要, 还可通过 CAN 总线进行重新配置。

4.3 报文类型

有三种类型的报文用于实现表 4-1 的功能。

1. 信息请求报文 (Information Request Messages, IRM) ——MCP2502X/5X 接收的报文。
2. 输出报文——MCP2502X/5X 发送的, 以响应 IRM 的报文。
3. 输入报文——MCP2502X/5X 接收的, 用于修改寄存器的报文。

注: 信息请求报文 (IRM) 和输入报文都是到 MCP2502X/5X 的输入报文。其中, IRM 被接收到接收缓冲区 0 中, 而输入报文被接收到接收缓冲区 1 中。在配置接收过滤器时必须将此考虑在内。

MCP2502X/5X

4.3.1 信息请求报文

信息请求报文 (IRM) 是 MCP2502X/5X 接收到接收缓冲区 0 (匹配过滤器 0) 中, 然后通过发送包含请求数据的报文 (输出报文) 进行响应的报文。

通过配置 OPTREG2 寄存器中的 MTYPE 位, 可以实现 IRM 为远程传输请求 (Remote Transfer Request, RTR) 或数据帧报文。

表 4-1: 报文功能

名称	说明
读 A/D 寄存器	发送一个包含模拟和 I/O 寄存器的当前状态 (包括配置) 的单个报文
读控制寄存器	发送多个未包含在其他报文中的控制寄存器内容
读配置寄存器	发送多个配置寄存器的内容
读 CAN 错误状态	发送错误标志寄存器和错误计数器的值
读 PWM 配置	发送与 PWM 模块相关的寄存器
读用户寄存器 1	发送用户存储器中字节 0 至 7 的值
读用户寄存器 2	发送用户存储器中字节 8 至 15 的值
读寄存器 *	发送一个包含被寻址的用户存储器寄存器中值的单个报文
写寄存器	使用屏蔽寄存器写一个值到被寻址的寄存器
写 TX 报文 ID0 (TXID0)	向指定的值写入标识符
写 TX 报文 ID1 (TXID1)	向指定的值写入标识符
写 TX 报文 ID2 (TXID2)	向指定的值写入标识符
写 I/O 配置寄存器	向三个 IOCON 寄存器写入指定值
写 RX 屏蔽寄存器	将接收屏蔽寄存器改为指定值
写 RX 过滤器 0	将指定过滤器改为指定值
写 RX 过滤器 1	将指定过滤器改为指定值

* 仅在使用扩展报文格式时, 读寄存器命令可用。而使用标准报文格式时, 该命令不可用。

4.3.1.1 RTR 报文类型

当选择了 RTR 报文类型 (OPTREG2.MTYPE), 若系统中的节点需要 MCP2502X/5X 中的信息, 则该节点必须在总线上发送一个远程帧。该远程帧的标识符必须通过 MCP2502X/5X 的屏蔽 / 过滤器过程 (使用 RXF0) 进行接收。RTR 报文类型 (远程帧) 是默认配置 (MTYPE 位 = 0)。

信息请求 RTR 报文必须不仅符合 RXMASK/RXF0 条件, 还必须将 CAN ID 的 RTR 位置 1 (因为该过滤寄存器不包含显性 RTR 位)。如果报文通过了屏蔽 / 过滤过程, 但 RTR 位为 0, 则忽略该报文。

一旦 MCP2502X/5X 接收了一个远程帧, 它将基于接收远程帧的三个最低有效位 (对于标准报文为 RXB0SIDL.SID2:SID0, 而对于扩展报文为 RXB0EID0.EID2:EID0) 来确定将要执行的功能。

此外, 必须发送预定义数据长度码 (Data Length Code, DLC) 来表示 MCP2502X/5X 必须在其输出报文中返回的数据字节数 (见表 4-2 和表 4-3)。

4.3.1.2 数据帧报文类型

当选择了非 RTR (或数据帧) 报文类型, 若系统中的节点需要 MCP2502X/5X 中的信息, 节点将以数据帧的形式发送信息请求。该请求的标识符必须通过 MCP2502X/5X 的屏蔽 / 过滤过程 (使用 RXF0) 进行接收。

数据帧格式的信息请求报文必须不仅符合 RXMASK/RXF0 条件, 还必须将 CAN ID 的 RTR 位清零 (因为过滤寄存器不包含显性 RTR 位)。如果报文通过了屏蔽 / 过滤过程, 且 RTR 位为 1, 则忽略该报文。

一旦 MCP2502X/5X 接收了一个数据帧信息请求, 它将基于接收数据帧的三个最低有效位 (对于标准报文为 RXB0SIDL.SID2:SID0, 而对于扩展报文为 RXB0EID0.EID2:EID0) 来确定将要执行的功能。此外, 必须将接收的报文 ID 的 Bit 3 置 1。

此外, 数据长度码 (DLC) 必须设置为零。更多信息, 请参见表 4-2 和表 4-3。

不管采用哪种报文格式, 除了“读寄存器”报文以外, 所有报文都可以使用标准标识符或扩展标识符。“读寄存器”报文有一个额外要求: 它必须使用扩展标识符。这将在表 4-1 和表 4-3 中进行更为详细地讨论, 以给出更多信息。

4.3.2 输出报文

为响应信息请求报文而发送的数据帧定义为输出报文。

如果数据帧是为了响应远程帧，它将具有和远程帧相同的标识符（标准或扩展标识符），且包含由远程帧的 DLC 指定的同样多的数据字节数（根据 CAN 2.0B 规范）。

注： 如果输入远程帧的 DLC 与表 4-2 和表 4-3 中汇总的报文定义不同，则结果输出报文仍以接收的错误 DLC 数为准（以保持与 Bosch CAN 规范相符）。如果错误 DLC 数少于规定的字节数，输出报文会将 DLC 指定的数量的数据字节级联起来。如果错误 DLC 数大于规定的字节数，MCP2502X/5X 将扩展数据字节数，这使得数据字段中所有附加字节的值为原数据中最后一个定义的数据字节的值。

如果输出报文是为了响应数据帧，则标识符（标准或扩展标识符）的三个最低有效位以及七个最高有效位（对于标准标识符）或 25 个最高有效位（对于扩展标识符）必须与接收的报文相同。输出报文的标准或扩展标识符的 Bit 3 与接收的信息请求报文不同：对于 IRM，该值等于 1，而对于结果输出报文，该值等于 0。

输出报文包含请求的数据（在数据字段中）。**示例：** 信息请求报文“读 CAN”错误是一个由 MCP2502X/5X 接收的、DLC 值为 3 的远程发送请求。作为响应的输出报文将返回包含与接收报文相同标识符（标准或扩展标识符）的数据帧。与之一起的数据字节将包含预定义 GPIO 寄存器和相关控制 / 状态寄存器的值，如表 4-2 和 4-3 所示。

4.3.3 输入报文

输入报文被接收到接收缓冲区 1 中，用于更改预定义寄存器组的值。还存在一种输入报文用于更改单个寄存器的内容。输入报文的主要目的是在正在运行的 CAN 系统中重新配置 MCP2502X/5X 参数（如果需要），因而在系统实现中是可选的。这些报文采用具有可通过 MCP2502X/5X 的屏蔽 / 过滤过程（使用 RXF1）的标识符的标准（或扩展）数据帧（根据 CAN 2.0B 规范）格式。通过了屏蔽和过滤以后，标准标识符的低 3 位（RXF1SIDL.SID2:SID0）将指示写入哪个寄存器。寄存器的值包含在表 4-2 定义的数据字节寄存器中。

注： 如果使用了一个以上的控制节点，为了避免同时发送时 DLC 或数据字节内可能发生的报文冲突，必须设置 MCP2502X/5X，使之可以接收带不同标识符的输入报文。

注 1： 理论上，可以使用多个控制节点发送 IRM，因为该报文是预定义常量，不会出现破坏性冲突。
注 2： 输入报文的数据字节数必须与表 4-2 和表 4-3 中定义的 DLC 数匹配。如果用户指定并发送了 DLC 数少于需要的数据字节数的输入报文，则 MCP25020 仍将对受到破坏的数据进行操作，尽管它事实上没有接收到正确的字节而且会发生未知的结果。

4.4 动态报文处理

该设计可以确保在变化的总线负载情况下和不同的发送 / 接收组合的情况下正确处理报文的发送和接收。

4.4.1 报文接受 / 拒绝

符合 Mask/RXFn 条件的报文在接收后要与输入报文或 IRM（由接收报文的过滤器确定）的要求进行比较。如果报文满足任一对应的输入或信息请求报文的要求，则可执行相应的报文功能。

4.4.2 接收多个报文

MCP2502X/5X 一次只接收和处理一个报文。MCP2502X/5X 在下一个报文完全接收之前应当有充足的时间处理第一个接收报文，在处理完第一个报文之前接收的第二个报文将会丢失。

但是，如果报文丢失，MCP2502X/5X 也有能力通知网络。可以配置 TXID1 在发生接收溢出（OPTREG2.CAEN = 0）时发送报文。

MCP2502X/5X

4.4.3 发送报文优先级

所有发送报文（包括 TXIDn 和全部“输出”报文）都有优先级。

发送报文的优先级如下：

1. 输出报文的优先级最高。个别输出报文类型的优先级由确定报文类型的三个位确定，最低的值具有最高的优先级（如，“读 A/D 寄存器”命令的优先级高于“读控制寄存器”命令）。
2. TXID2（发送自动转换报文）具有第二优先级。
3. TXID1（命令应答）具有第三优先级。
4. TXID0（上线报文）的优先级最低。

在两个或两个以上的报文等待发送的事件中，就需要区分发送报文的优先级且优先级最高的报文类型最先发送。不对当前正在发送的报文划分优先级。

表 4-2: 命令报文 (标准标识符)

信息请求报文 (到 MCP2502X/5X)																										
	标准 ID											数据字节														
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	RTR	ID	DLC												
读 A/D 寄存器	x	x	x	x	x	x	x	*	0	0	0	1*	0	1	0	0	0	8*	n/a							
读控制寄存器	x	x	x	x	x	x	x	*	0	0	1	1*	0	0	1	1	1	7*	n/a							
读配置寄存器	x	x	x	x	x	x	x	*	0	1	0	1*	0	0	1	0	1	5*	n/a							
读 CAN 错误	x	x	x	x	x	x	x	*	0	1	1	1*	0	0	0	1	1	3*	n/a							
读 PWM 配置	x	x	x	x	x	x	x	*	1	0	0	1*	0	0	1	1	0	6*	n/a							
读用户存储器 (bank 1)	x	x	x	x	x	x	x	*	1	0	1	1*	0	1	0	0	0	8*	n/a							
读用户存储器 (bank 2)	x	x	x	x	x	x	x	*	1	1	0	1*	0	1	0	0	0	8*	n/a							

输出报文 (自 MCP2502X/5X)																										
	标准 ID											数据字节														
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	RTR	ID	DLC												
读 A/D 寄存器	x	x	x	x	x	x	x	*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8	IOINTFL	GPIO	AN0H	AN1H	AN10L	AN2H	AN3H	AN32L
读控制寄存器	x	x	x	x	x	x	x	*	0	0	1	0	0	0	1	1	1	7	ADCON0	ADCON1	OPTREG	OPTREG	STCON	IOINTEN	IOINTPO	n/a
读配置寄存器	x	x	x	x	x	x	x	*	0	1	0	0	0	0	1	0	1	5	DDR	GPIO	CNF1	CNF2	CNF3	n/a	n/a	n/a
读 CAN 错误	x	x	x	x	x	x	x	*	0	1	1	0	0	0	0	1	1	3	EFLG	TEC	REC	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
读 PWM 配置	x	x	x	x	x	x	x	*	1	0	0	0	0	0	1	1	0	6	PR1	PR2	T1CON	T2CON	PWM1DC	PWM2DC	n/a	n/a
读用户存储器 (bank 1)	x	x	x	x	x	x	x	*	1	0	1	0	0	1	0	0	0	8	USERID0	USERID1	USERID2	USERID3	USERID4	USERID5	USERID6	USERID7
读用户存储器 (bank 2)	x	x	x	x	x	x	x	*	1	1	0	0	0	1	0	0	0	8	USERID8	USERID9	USERID1	USERID1	USERID1	USERID1	USERID1	USERID1

输入报文** (到 MCP2502X/5X)																										
	标准 ID											数据字节														
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	RTR	ID	DLC												
写寄存器	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	地址	屏蔽	值	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
写 TX 报文 ID 0	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4	TX0SIDH	TX0SIDL	TX0EID8	TX0EID0	n/a	n/a	n/a	n/a
写 TX 报文 ID 1	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4	TX1SIDH	TX1SIDL	TX1EID8	TX1EID0	n/a	n/a	n/a	n/a
写 TX 报文 ID 2	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	1	0	0	0	1	0	0	4	TX2SIDH	TX2SIDL	TX2EID8	TX2EID0	n/a	n/a	n/a	n/a
写 I/O 配置	x	x	x	x	x	x	x	x	1	0	0	0	0	0	1	0	1	5	IOINTEN	IOINTPO	DDR	OPTREG	ADCON1	n/a	n/a	n/a
写 RX 屏蔽寄存器	x	x	x	x	x	x	x	x	1	0	1	0	0	0	1	0	0	4	RXMSIDH	RXMSIDL	RXMEID8	RXMEID0	n/a	n/a	n/a	n/a
写 RX 过滤器 0	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	0	0	0	0	1	0	0	4	RXF0SID	RXF0SID	RXF0EID	RXF0EID	n/a	n/a	n/a	n/a
写 RX 过滤器 1	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	1	0	0	0	1	0	0	4	RXF1SID	RXF1SID	RXF1EID	RXF1EID	n/a	n/a	n/a	n/a

* 如果信息请求报文 (IRM) 使用非 RTR 报文, 则 RTR 位 = 0, DLC 位域 = 0, 且 IRM ID 的 bit 3 = 1。此外, 输出报文 ID 的 bit 3 = 0。

如果 IRM 使用 RTR 报文, 则 RTR 位 = 1, DLC 位域 = 相应输出报文中的字节数, 且 IRM ID 的 bit 3 = x (任意值), 此外, 输出报文的 bit 3 = x (任意值)。

** 用户定义的 IRM ID 必须与输入报文 ID 不同, 以避免相应的输出报文和输入报文之间发生报文竞争。

表 4-3: 命令报文 (扩展标识符)

信息请求报文 (到 MCP2502X/5X)																																											
	标准 ID											扩展 ID				数据字节																											
	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	RTR	DLC	17	16	RXBEID8 (8位)	RXBEID0 (8位)																	
读 A/D 寄存器	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	1	0	0	0	8*	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *000	n/a											
读控制寄存器	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	0	1	1	1	7*	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *001	n/a											
读配置寄存器	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	0	1	0	1	5*	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *010	n/a											
读 CAN 错误	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	0	0	1	1	3*	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *011	n/a											
读 PWM 配置	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	0	1	1	0	6*	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *100	n/a											
读用户存储器 (bank 1)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	1	0	0	0	8*	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *101	n/a											
读用户存储器 (bank 2)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	1	0	0	0	8*	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *110	n/a											
读寄存器	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	0	0	0	0	1*	x	x	地址	xxxx *111	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	

输出报文 (自 MCP2502X/5X)																																											
	标准 ID											扩展 ID				数据字节																											
	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	RTR	DLC	17	16	RXBEID8 (8位)	RXBEID0 (8位)																	
读 A/D 寄存器	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	1	0	0	0	8	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *000	IOINTFL	GPIO	AN0H	AN1H	AN10L	AN2H	AN3H	AN32L				
读控制寄存器	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	1	1	1	7	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *001	ADCON0	ADCON1	OPTREG	OPTREG	STCON	IOINTEN	IOINTPO	n/a				
读配置寄存器	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	1	0	1	5	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *010	DDR	GPIO	CNF1	CNF2	CNF3	n/a	n/a	n/a	n/a			
读 CAN 错误	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	0	1	1	3	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *011	EFLG	TEC	REC	n/a								
读 PWM 配置	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	1	1	0	6	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *100	PR1	PR2	T1CON	T2CON	PWM1D	PWM2D	n/a	n/a				
读用户存储器 (bank1)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	1	0	0	0	8	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *101	USERID0	USERID1	USERID2	USERID3	USERID4	USERID5	USERID6	USERID7				
读用户存储器 (bank 2)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	1	0	0	0	8	x	x	xxxx	xxxx	xxxx *110	USERID8	USERID9	USERID1									
读寄存器	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	0	0	0	1	x	x	地址	xxxx *111	值	n/a											

输入报文 (到 MCP2502X/5X)																																															
	标准 ID											扩展 ID				数据字节																															
	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	RTR	DLC	17	16	RXBEID8 (8位)	RXBEID0 (8位)																					
写寄存器	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	0	1	1	3	x	x	xxxx	xxxx	xxxx x000	地址	屏蔽	值	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		
写 TX 报文 ID 0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	1	0	0	4	x	x	xxxx	xxxx	xxxx x001	TX0SIDH	TX0SIDL	TX0EID8	TX0EID0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
写 TX 报文 ID 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	1	0	0	4	x	x	xxxx	xxxx	xxxx x010	TX1SIDH	TX1SIDL	TX1EID8	TX1EID0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
写 TX 报文 ID 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	1	0	0	4	x	x	xxxx	xxxx	xxxx x011	TX2SIDH	TX2SIDL	TX2EID8	TX2EID0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
写 I/O 配置	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	1	0	1	5	x	x	xxxx	xxxx	xxxx x100	IOINTEN	IOINTPO	DDR	OPTREG	ADCON1	n/a										
写 RX 屏蔽寄存器	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	1	0	0	4	x	x	xxxx	xxxx	xxxx x101	RXM-SID	RXMSIDL	RXMEID8	RXMEID0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
写 RX 过滤器 0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	1	0	0	4	x	x	xxxx	xxxx	xxxx x110	RXF0SID	RXF0SID	RXF0EID	RXF0EID	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
写 RX 过滤器 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	1	0	0	4	x	x	xxxx	xxxx	xxxx x111	RXF1SID	RXF1SID	RXF1EID	RXF1EID	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	

* 如果信息请求报文 (IRM) 使用非 RTR 报文, 则 RTR 位 = 0, DLC 位域 = 0, 且 IRM ID 的 bit 3 = 1。此外, 输出报文 ID 的 bit 3 = 0。

如果 IRM 使用 RTR 报文, 则 RTR 位 = 1, DLC 位域 = 相应输出报文中的字节数, 且 IRM ID 的 bit 3 = x (任意值), 此外, 输出报文的 bit 3 = x (任意值)。

** 用户定义的 IRM ID 必须与输入报文 ID 不同, 以避免相应的输出报文和输入报文之间发生报文竞争。

4.5 自动发送

MCP2502X/5X 可以自动发送四种不同的报文类型来指示以下情况：

- 检测到数字输入 (TXID2) 上的边沿。
- 模拟输入 (TXID2) 上的门限值超出。
- 错误条件 (读错误输出报文)。
- 预定发送 (TXID0)。

缓冲区有一个隐含的发送优先级，其中缓冲区 2 的优先级最高，缓冲区 0 的优先级最低。因此，可以为发送请求多个报文缓冲区，且按照优先级顺序进行发送。

4.5.1 数字输入边沿检测

可以对每个配置为数字输入的 GPIO 引脚进行单独配置，使其在出现规定的边沿时自动发送报文，如 GPIO 模块章节所述。发送此报文时，MCP2502X/5X 使用 TXID2。将 DLC 值设置为二，则发送读 A/D 寄存器 (IOINTFL 和 GPIO) 的头两个字节。

4.5.2 模拟输入门限值检测

可以对每个配置为模拟输入的 GPIO 引脚单独配置，使其在门限值超出时自动发送报文，如模数转换器模块章节所述。发送此报文时，MCP2502X/5X 发送 TXID2。将 DLC 值设置为八，则发送读 A/D 寄存器的八个字节。

注： 如果没有数字输入使能为状态变化时发送，则忽略和报文 (数据字节 2) 一起发送的 GPIO 寄存器，因为它不包含对模拟输入门限值检测功能有用的信息。

4.5.2.1 滞后功能

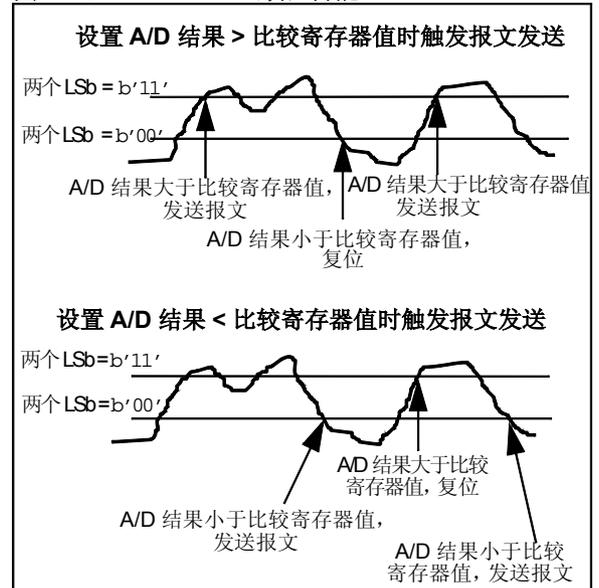
该功能是自动的，可确保比较沿 (即，LSb 翻转的边沿) 上的模拟值不会由于连续发送 A/D 报文而导致填满 CAN 总线。

滞后功能使用了比较寄存器的两个最低有效位。这两个位是强制实现的，且用户不可对其进行配置。根据比较的极性，这两个位可强制为 b'00' 或 b'11'。如果配置了 A/D 结果 > 比较寄存器，当 A/D 值大于等于 b'n nnn n nnn 11' 时，则自动发送，当 A/D 值小于等于 b'n nnn n nnn 00' 时，则复位。如果比较极性设置为 A/D 结果 < 比较寄存器，则情况相反。

滞后示例：

- 用户可将 10 位比较寄存器 (ADCMP0H) 的高八位置 1。但比较寄存器的低二位不能由用户进行配置，而是根据比较门限值的极性 (即，通过 IOINTPO 寄存器，根据比较门限值是大于还是小于比较值来触发报文发送) 强制为 b'11' 或 b'00'。
- 用户可设置比较门限值 (IOINTPO) 的极性。在此示例中，可设置门限值，使其在 A/D 结果 > 比较寄存器值时触发报文发送。此时，最低两位强制为 b'11'。
- 当 A/D 转换结果大于比较寄存器值 (b'n nnn n nnn 11') 时，将自动发送一次。
- 为了再次自动发送，A/D 值必须首先降至小于比较寄存器值 b'n nnn n nnn 00'，然后再升至大于比较寄存器值 b'n nnn n nnn 11'。

图 4-1: 滞后功能



4.5.3 错误条件

可配置 MCP2502X/5X 在任何时候发生以下一种或多种错误条件时自动发送报文：

- 接收器进入错误警告状态
- 接收器进入错误被动状态
- 发送器进入错误警报状态
- 发送器进入错误被动状态
- 接收缓冲区溢出

MCP2502X/5X

如果使能了错误条件报文 (OPTREG2.TXONE = 1)，若发生上述任一条件，则 MCP2502X/5X 发送 TXID1 标识符以及输出报文“读 CAN 错误状态”数据字段 (三个数据字节)。

4.5.4 预定发送

MCP2502X/5X 有能力执行预定的发送 (上线报文)，如果使能的话。

预定发送控制寄存器 (STCON) 使能并配置预定报文的发生。将 STCON 寄存器的 STEN 位置 1 可使能预定报文。STBF1:STBF0 和 STM3:STM0 位允许在最小 256 μ s 至最大 16.8 秒的时间内 (使用 16 MHz Fosc) 进行预定发送，所使用的公式为：

预定发送
= STBF1:STBF0(STM3:STM0)

报文类型——设置为预定发送的报文由全零数据字节的 TXID0 或包含“读 A/D 寄存器”报文的 8 个数据字节的 TXID0 组成，具体取决于 STCON 寄存器的 STMS 位。

注： 实际的预定发送间隔由于控制模块的内部事件查询不同而稍有变化。

寄存器 4-1: STCON——预定发送控制寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	
STEN	STMS	STBF1	STBF0	STM3	STM2	STM1	STM0	
bit 7								bit 0

- bit 7 **STEN:** 预定发送使能位
1 = 使能
0 = 禁止
- bit 6 **STMS:** 预定发送报文选择
1 = 发送带“读 A/D 寄存器”数据 (DLC = 8) 的“发送 ID 0” (TXID0)
0 = 发送不带数据 (DLC = 0) 的“发送 ID 0” (TXID0)
- bit 5-4 **STBF1:STBF0:** 基本发送频率位
00 = 4096 T_{osc}
01 = 16 · (4096 T_{osc})
10 = 256 · (4096 T_{osc})
11 = 4096 · (4096 T_{osc})
(如，对于 16 MHz Fosc, STBF1:STBF0 => 00 => 256 μ s)
- bit 3-0 **STM3:STM0:** 预定发送倍频器位
0000 = 1
0001 = 2
-
-
1110 = 15
1111 = 16

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位，读为 0
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

表 4-4: CAN 模块的相关寄存器

地址	名称	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	上电复位时的值	RST 时的值
0Bh	CNF1	SJW1	SJW0	BRP5	BRP4	BRP3	BRP2	BRP1	BRP0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
0Ch	CNF2	BTLM-ODE	SAM	PHSEG12	PHSEG11	PHSEG10	PRSEG2	PRSEG1	PRSEG0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
0Dh	CNF3	—	WAKF	—	—	—	PHSEG22	PHSEG21	PHSEG20	-x-- xxxx	-u-- uuuu
10h	STCON	STEM	STMS	STBF1	STBF0	STM3	STM2	STM1	STM0	0xxx xxxx	0uuu uuuu
11h	OPTREG2	CAEN	ERRE	TXONE	SLPEN	MTYPE	PDEFEN	PUSLP	PUNRM	0000 0000	uuuu uuuu
14h	RXMSIDH	SID10	SID9	SID8	SID7	SID6	SID5	SID4	SID3	xxxx xxxx	uuuu uuuu
15h	RXMSIDL	SID2	SID1	SID0	—	—	—	EID17	EID16	xxx- --xx	uuu- --uu
16h	RXMEID8	EID15	EID14	EID13	EID12	EID11	EID10	EID9	EID8	xxxx xxxx	uuuu uuuu
17h	RXMEID0	EID7	EID6	EID5	EID4	EID3	EID2	EID1	EID0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
18h	RXF0SIDH	SID10	SID9	SID8	SID7	SID6	SID5	SID4	SID3	xxxx xxxx	uuuu uuuu
19h	RXF0SIDL	SID2	SID1	SID0	—	—	—	EID17	EID16	xxx- --xx	uuu- --uu
1Ah	RXF0EID8	EID15	EID14	EID13	EID12	EID11	EID10	EID9	EID8	xxxx xxxx	uuuu uuuu
1Bh	RXF0EID0	EID7	EID6	EID5	EID4	EID3	EID2	EID1	EID0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
1Ch	RXF1SIDH	SID10	SID9	SID8	SID7	SID6	SID5	SID4	SID3	xxxx xxxx	uuuu uuuu
1Dh	RXF1SIDL	SID2	SID1	SID0	—	—	—	EID17	EID16	xxx- --xx	uuu- --uu
1Eh	RXF1EID8	EID15	EID14	EID13	EID12	EID11	EID10	EID9	EID8	xxxx xxxx	uuuu uuuu
1Fh	RXF1EID0	EID7	EID6	EID5	EID4	EID3	EID2	EID1	EID0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
20h	TXB0SIDH	SID10	SID9	SID8	SID7	SID6	SID5	SID4	SID3	xxxx xxxx	uuuu uuuu
21h	TXB0SIDL	SID2	SID1	SID0	—	EXIDE	—	EID17	EID16	xxx- x-xx	uuu- u-uu
22h	TXB0EID8	EID15	EID14	EID13	EID12	EID11	EID10	EID9	EID8	xxxx xxxx	uuuu uuuu
23h	TXB0EID0	EID7	EID6	EID5	EID4	EID3	EID2	EID1	EID0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
24h	TXB1SIDH	SID10	SID9	SID8	SID7	SID6	SID5	SID4	SID3	xxxx xxxx	uuuu uuuu
25h	TXB1SIDL	SID2	SID1	SID0	—	EXIDE	—	EID17	EID16	xxx- x-xx	uuu- u-uu
26h	TXB1EID8	EID15	EID14	EID13	EID12	EID11	EID10	EID9	EID8	xxxx xxxx	uuuu uuuu
27h	TXB1EID0	EID7	EID6	EID5	EID4	EID3	EID2	EID1	EID0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
28h	TXB2SIDH	SID10	SID9	SID8	SID7	SID6	SID5	SID4	SID3	xxxx xxxx	uuuu uuuu
29h	TXB2SIDL	SID2	SID1	SID0	—	EXIDE	—	EID17	EID16	xxx- x-xx	uuu- u-uu
2Ah	TXB2EID8	EID15	EID14	EID13	EID12	EID11	EID10	EID9	EID8	xxxx xxxx	uuuu uuuu
2Bh	TXB2EID0	EID7	EID6	EID5	EID4	EID3	EID2	EID1	EID0	xxxx xxxx	uuuu uuuu

MCP2502X/5X

注:

5.0 GPIO 模块

5.1 说明

MCP2502X/5X 有八个通用输入 / 输出引脚（GP0 至 GP7），统称为 GPIO 引脚。除了 GP7 引脚仅用作输入引脚外，所有 GPIO 端口引脚都具有 TTL 输入电平或全 CMOS 输出驱动器。通过 GPDDR 寄存器可将 GP6:GP0 引脚单独配置为输入或输出引脚。

注： GPDDR 寄存器控制 GPIO 引脚的方向，甚至在它们用作模拟输入引脚时也是如此。当这些引脚用作模拟输入引脚时，用户必须确保 GPDDR 寄存器中相应位保持置 1（输入）。

每个 GPIO 引脚都具有一个内部弱上拉电阻。单个控制位（OPTREG.GPPU）可启动 / 关闭所有上拉电路。当端口引脚配置为输出时，其弱上拉电路会自动切断。上电复位时禁止上拉电路。

所有引脚均可与其他功能复用，包括在最多四个 GPIO 引脚上进行的模数转换功能、在最多两个引脚上进行的模拟 VREF 输入功能、在最多两个引脚上进行的 PWM 输出功能、时钟输出功能和外部复位功能。通过将各种控制寄存器的控制位清零或置 1 来选择每个引脚的操作。表 5-1 汇总了 GPIO 引脚功能。

表 5-1: GPIO 功能

名称	位数	功能
GP0/AN0	bit0	I/O 或模拟输入
GP1/AN1	bit1	I/O 或模拟输入
GP2/AN2/PWM2	bit2	I/O、模拟输入或 PWM 输出
GP3/AN3/PWM3	bit3	I/O、模拟输入或 PWM 输出
GP4/VREF-	bit4	I/O 或模拟参考电压
GP5/VREF+	bit5	I/O 或模拟参考电压
GP6/CLKOUT	bit6	I/O 或时钟输出
GP7/nRST/VPP	bit7	输入、外部复位输入或编程电压输入

5.2 数字输入边沿检测

所有 GPIO 引脚都具有在任何数字输入引脚上出现正确极性边沿时自动发送报文的数字输入边沿检测功能。仅当引脚配置为输入引脚且通过控制寄存器 IOINTPO 使能了该功能时，执行此操作。

注： 请参见第 7.4 节“**A/D 门限值检测**”，以了解有关 A/D 通道的信息。

有三个与此功能相关的控制寄存器。每个 GPIO 的使能引脚都位于 IOINTEN 寄存器内。当某位置 1 时，使能相应的 GPIO 引脚在发生指定的极性边沿时产生一个变化时发送报文（TXID2）。

配置为数字输入的 GPIO 引脚上的数字输入边沿检测功能是边沿触发的。如果 IOINTPO 寄存器的相应位置 1，则上升沿触发发送。如果该位清零，则下降沿触发发送。当使能的 GPIO 引脚上出现有效边沿时，启动 CAN 报文 TXID2。

如果在器件进入休眠模式之前，IOINTEN 寄存器的相应中断允许位已经置 1，那么任何给定 GPIO 引脚（配置为数字输入）的边沿检测功能能够将处理器从休眠模式下唤醒。如果以这种方式从休眠模式下唤醒，器件将立即启动发送报文（TXID2）。

MCP2502X/5X

寄存器 5-1: GPDDR——数据方向寄存器

U-0	R/W-1						
—	DDR6	DDR5	DDR4	DDR3	DDR2	DDR1	DDR0
bit 7							bit 0

bit 7 未实现: 读为 0

bit 6-0 **DDR6:DDR0:** 数据方向寄存器 * 位

1 = 相应 GPIO 引脚配置为输入引脚

0 = 相应 GPIO 引脚配置为输出引脚

* 如果使能了相应的模拟通道 (见 ADCON1), 则该位必须置 1

图注:

R = 可读位

W = 可写位

U = 未实现位, 读为 0

- n = 上电复位时的值

1 = 置 1

0 = 清零

x = 未知

寄存器 5-2: GPLAT——GPIO 输出寄存器

U-0	R/W-0						
—	GP6	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0
bit 7							bit 0

bit 7 未实现: 读为 0

bit 6-0 **GP6:GP0:** GPIO 位

1 = 相应 GPIO 引脚输出锁存值为 1

0 = 相应 GPIO 引脚输出锁存值为 0

图注:

R = 可读位

W = 可写位

U = 未实现位, 读为 0

- n = 上电复位时的值

1 = 置 1

0 = 清零

x = 未知

寄存器 5-3: IOINTEN 寄存器

| R/W-0 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| GP7TXC | GP6TXC | GP5TXC | GP4TXC | GP3TXC | GP2TXC | GP1TXC | GP0TXC |
| bit 7 | | | | | | | bit 0 |

bit 7-0 **GP7TXC:GP0TXC:** 变化时发送使能位

1 = 使能相应 GPIO/AN 通道的变化时发送 / 比较功能

0 = 禁止相应 GPIO/AN 通道的变化时发送 / 比较功能

图注:

R = 可读位

W = 可写位

U = 未实现位, 读为 0

- n = 上电复位时的值

1 = 置 1

0 = 清零

x = 未知

寄存器 5-4:

IOINTPO 寄存器

R/W-0								
GP7POL	GP6POL	GP5POL	GP4POL	GP3POL	GP2POL	GP1POL	GP0POL	
bit 7								bit 0

bit 7-0

GP7POL:GP0POL: 变化时发送极性位

- 1 = 数字输入: 当相应 GPIO 输入引脚信号从低到高变换时产生一个发送报文
模拟输入: 当 A/D 转换结果大于比较值时产生一个发送报文
- 0 = 数字输入: 当相应 GPIO 输入引脚信号从高到低变换时产生一个发送报文
模拟输入: 当 A/D 转换结果小于比较值时产生一个发送报文

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0
- n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

寄存器 5-5:

IOINTFL 寄存器

R-0								
GP7TXF	GP6TXF	GP5TXF	GP4TXF	GP3TXF	GP2TXF	GP1TXF	GP0TXF	
bit 7								bit 0

bit 7-0

GP7TXF:GP0TXF: 变化时发送极性位

- 1 = 数字输入: 数字输入引脚上出现有效边沿
模拟输入: A/D 转换结果超出比较门限值
- 0 = 数字输入: 数字输入引脚上未出现有效边沿
模拟输入: A/D 转换结果未超出比较门限值

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0
- n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

MCP2502X/5X

寄存器 5-6:

OPTREG1 寄存器

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
GPPU	CLKEN	CLKPS1	CLKPS0	—	CMREQ	AQT1	AQT0
bit 7							bit 0

bit 7 **GPPU:** 弱上拉电路使能位

- 1 = 禁止弱上拉电路
- 0 = 使能弱上拉电路 (GP7:GP0)

bit 6 **CLKEN:**

- 1 = 禁止时钟输出功能
- 0 = 使能时钟输出功能

bit 5-4 **CLKPS1:CLKPS0:** CLKOUT 预分频比位

- 00 = Fosc/1
- 01 = Fosc/2
- 10 = Fosc/4
- 11 = Fosc/8

bit 3 **保留:**

bit 2 **CMREQ:** 请求操作模式 (允许通过 CAN 总线改变模式)

- 1 = 请求监听模式
- 0 = 请求正常模式 *

* CMREQ 必须清零, 这是默认状态, 可避免器件在第一个“输入”报文时就进入监听模式。

bit 1-0 **AQT1:AQT0:** 模拟采集时间位

- 00 = 64Tosc
 - 01 = 2•(64Tosc)
 - 10 = 4•(64Tosc)
 - 11 = 8•(64Tosc)
- (如, 对于 25 MHz Fosc, AQT1:AQT0 => 00 => 2.56 μs)

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0
- n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

寄存器 5-7: OPTREG2 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
CAEN	ERREN	TXONEN	SLPEN	MTYPE	PDEFEN	PUSLP	PUNRM
bit 7						bit 0	

- bit 7 **CAEN:** 命令应答使能位
 1 = 使能命令应答报文 (TXID1)
 0 = 使能接收溢出报文 (TXID1)
- bit 6 **ERREN:** 错误恢复使能位
 1 = MCP2502X/5X 从总线关闭模式恢复为监听模式
 0 = MCP2502X/5X 从总线关闭模式恢复为正常模式
- bit 5 **TXONEN:** 满足错误条件时发送位 (REC 或 TEC)
 1 = 使能, 如果错误计数器值够大时发送报文
 0 = 禁止, 不论错误计数器值多大都不发送报文
- bit 4 **SLPEN:** 低功耗休眠模式使能 / 禁止
 1 = 如果总线至少空闲 1408 位时间则器件进入休眠模式
 0 = 禁止休眠模式
- bit 3 **MTYPE:** 确认信息请求报文是否使用 RTR
 1 = IRM 不使用 RTR (数据帧)
 0 = IRM 使用 RTR (远程帧)
- bit 2 **PDEFEN:** 在 CAN 总线通信丢失时使能 PWM 输出返回到上电复位时的默认值
 1 = 使能 PWM 输出默认值
 0 = 禁止 PWM 输出默认值
- bit 1 **PUSLP:** 当器件在执行上电序列期间处于监听模式时, 允许其进入休眠模式
 1 = 当器件在执行上电序列期间处于监听模式时, 使能休眠模式
 0 = 当器件在执行上电序列期间处于监听模式时, 禁止休眠模式
- bit 0 **PUNRM:** 在执行上电序列期间, 完成自配置后进入正常模式
 1 = 在执行上电序列期间, 完成自配置后进入正常模式
 0 = 在执行上电序列期间, 完成自配置后使能监听模式, 并在切换到正常模式之前等待一个无错报文

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 - n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

表 5-2: GPIO 模块的相关寄存器汇总

地址	名称	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	上电复位时的值	RST 时的值
Bank 0											
34h	GPDDR	—	DDR6	DDR5	DDR4	DDR3	DDR2	DDR1	DDR0	-111 1111	-111 1111
00h	IOINTEN	GP7TXC	GP6TXC	GP5TXC	GP4TXC	GP3TXC	GP2TXC	GP1TXC	GP0TXC	0000 0000	0000 0000
01h	IOINTPO	GP7POL	GP6POL	GP5POL	GP4POL	GP3POL	GP2POL	GP1POL	GP0POL	0000 0000	0000 0000
04h	OPTREG1	GPPU	CLKEN	CLKPS1	CLKPS0	—	CMREQ	AQT1	AQT0	0000 ----	0000 ----

图注: x = 未知, U = 不变, - = 未实现, 读为 0。模块未使用阴影单元。

MCP2502X/5X

注:

6.0 PWM 模块

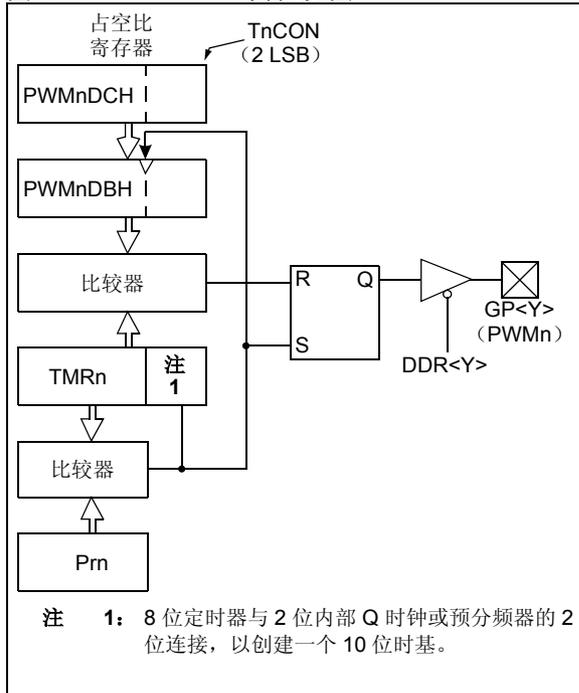
6.1 说明

MCP2502X/5X 系列器件内有两个脉宽调制 (Pulse Width Modulation, PWM) 模块 (PWM1 和 PWM2)，这两个模块分别在 GP2 和 GP3 引脚上产生最高 10 位分辨率的输出信号。每个输出信号可单独使能，并分别具有用于控制 PWM 输出波形的相应的定时器、占空比和周期寄存器。

每个 PWM 模块都包含一组主 / 从占空比寄存器，以提供最高 10 位分辨率的 PWM 输出。图 6-1 所示为 PWM 模块的简化框图。PWM 输出包含一个时基 (周期) 和一段输出保持为高电平的时间 (占空比)，如图 6-2 所示。PWM 频率为周期的倒数 (1 / 周期)。

在上电时，禁止 PWM 输出直到自配置序列执行完毕 (即，所有的 SRAM 寄存器都已载入相应的默认值)，以防止 PWM 输出上出现无效信号。

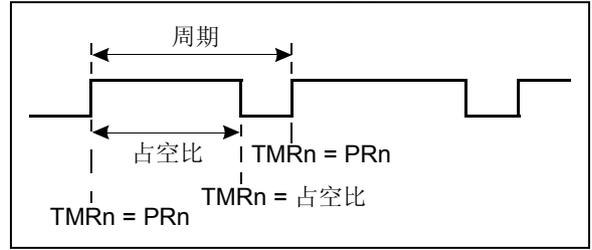
图 6-1: 简化框图



如果 CAN 总线通信丢失且通过 OPTREG2.PDEFEN 使能，那么 PWM 输出可强制为上电复位条件下的默认输出。系统设计人员必须执行握手协议，这样在执行四个连续的预定发送之前，MCP2505X 的其中一个接收缓冲区将接收到一个有效报文。如果未接收到有效报文，则 GP2 和 GP3 引脚上的 PWM 输出将自动重新配置为默

认条件下的输出。这包括 PWM 模块本身被禁止以及 GPIO 被强制为低、高或三态。

图 6-2: PWM 输出



6.2 PWM 定时器模块

有两个 8 位定时器可支持两个 PWM 输出。两个定时器仅有一个预分频器。定时器是可读写的，任何器件复位或定时器关闭时均可将其清零。

通过寄存器 TnCON<5:4> 中的控制位 TnCKPS[1:0] (其中 n 对应于相应的定时器) 可选择输入时钟 (Fosc/4) 的预分频比为 1:1、1:4 或 1:16。

每个定时器模块有一个 8 位的周期寄存器 PRn。PRn 寄存器是可读写的。定时器模块从 00h 递增计数直到该值与 PRn 匹配，并在匹配后的下一个递增周期复位为 00h。器件复位时，PRn 寄存器置 1。

通过将控制位 TMRnON (TnCON<7>) 清零可关闭定时器。

6.2.1 定时器模块预分频器

写 TnCON 或 TMRn 寄存器或者任何形式的器件复位 (RST 复位或上电复位) 都将清零预分频计数器。

6.3 PWM 模块

每个 PWM 模块都包含一组主 / 从占空比寄存器，以提供最高 10 位分辨率的 PWM 输出。图 6-2 所示为 PWM 模块的简化框图。

6.3.1 PWM 周期

通过写 PRn 寄存器可设定 PWM 周期。使用以下公式可计算 PWM 周期:

$$\text{PWM 周期} = [(PR_n) + 1] * 4T_{OSC} * (\text{TMRn 预分频值})$$

$$\text{PWM 频率} = 1 / (\text{PWM 周期})$$

当 TMRn 等于 PRn 时，在下一周期中将发生以下两个事件:

- TMRn 清零
- PWM 占空比从 PWMnDCH 锁存到 PWMnDBH

MCP2502X/5X

6.3.2 PWM 占空比

通过写 PWMnDCH 和 TnCON 寄存器可设定 PWM 占空比。可实现最高 10 位的分辨率。其中，PWMnDCH 包含高八位，而 TnCON 包含低二位。对于 PWM 模块 1，用 PWM1DCH:T1CON<1:0> 表示此 10 位值；而对于 PWM 模块 2，则用 PWM2DCH:T2CON<1:0> 表示。

以下公式可用于计算 PWM 占空比：

$$PWMDC = (PWMnDC) * T_{OSC} * TMRn \text{ (预分频值)}$$

可以在任何时候写 PWMnDCH，但是直到 PRn 与 TMRn 发生匹配（即，周期结束）后，占空比值才被锁存到 PWMnDBH。

PWMnDBH 寄存器和一个 2 位内部锁存器用于为 PWM 占空比提供双重缓冲。这种双重缓冲结构非常重要，可以避免在 PWM 操作中产生毛刺。

当 PWMnDBH 和 2 位锁存器的值与 TMRn 和内部 2 位 Q 时钟或 TMRn 预分频器的 2 位匹配时，PWM 输出引脚清零。

在给定 PWM 频率的情况下，最大 PWM 分辨率（位）等于：

$$\log((F_{OSC}) / (F_{PWM})) / (\log(2) \text{ 位})$$

注： 如果 PWM 占空比值大于 PWM 周期（PWM 占空比 = 100%），则 PWM 输出引脚将不被清零。

为了达到更高的分辨率，必须降低 PWM 频率。而为了达到更高的 PWM 频率，就必须降低分辨率。表 6-1 列出了 Fosc = 20 MHz 时的 PWM 和分辨率示例。还列出了 TMRn 预分频比和 PRn 值。

表 6-1: 20 MHz 时的 PWM 频率和分辨率

PWM 频率	1.22 kHz	4.88 kHz	19.53 kHz	78.12 kHz	156.30 kHz	208.30 kHz
定时器预分频值（1、4 和 16）	16	4	1	1	1	1
PRn 值	0xFF	0xFF	0xFF	0x3F	0x1F	0x17
最大分辨率（位）	10	10	10	8	7	5.5

寄存器 6-1: PWM1 占空比寄存器 MSB (PWM1DCH)

R/W-x							
DC1B9	DC1B8	DC1B7	DC1B6	DC1B5	DC1B4	DC1B3	DC1B2
bit 7			bit 0				

bit 7-0 **DC1B9:DC1B2:** PWM0 占空比的高位

图注：

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位，读为 0
 - n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

寄存器 6-2: PWM2 占空比寄存器 MSB (PWM2DCH)

R/W-x							
DC2B9	DC2B8	DC2B7	DC2B6	DC2B5	DC2B4	DC2B3	DC2B2
bit 7			bit 0				

bit 7-0 **DC2B9:DC2B2:** PWM2 占空比的高位

图注：

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位，读为 0
 - n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

寄存器 6-3:

T1CON: TIMER1 控制寄存器

R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	U-0	U-0	R/W-x	R/W-x
TMR1ON	—	T1CKPS1	T1CKPS0	—	—	DC1B1	DC1B0
bit 7							bit 0

- bit 7 **TMR1ON:** Timer1 启动位
1 = 使能 Timer1
0 = 禁止 Timer1
- bit 6 **未实现:** 读为 0
- bit 5-4 **T1CKPS1:T1CKPS0:** Timer1 时钟预分频值选择位
00 = 预分频值为 1
01 = 预分频值为 4
1x = 预分频值为 16
- bit 3-2 **未实现:** 读为 0
- bit 1-0 **DC1B1:DC1B0:** PWM1 占空比的低位

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0
- n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

寄存器 6-4:

T2CON: TIMER2 控制寄存器

R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	U-0	U-0	R/W-x	R/W-x
TMR2ON	—	T2CKPS1	T2CKPS0	—	—	DC2B1	DC2B0
bit 7							bit 0

- bit 7 **TMR2ON:** Timer2 启动位
1 = 使能 Timer2
0 = 禁止 Timer2
- bit 6 **未实现:** 读为 0
- bit 5-4 **T2CKPS1:T2CKPS0:** Timer2 时钟预分频值选择位
00 = 预分频值为 1
01 = 预分频值为 4
1x = 预分频值为 16
- bit 3-2 **未实现:** 读为 0
- bit 1-0 **DC2B1:DC2B0:** PWM2 占空比的低位

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0
- n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

MCP2502X/5X

寄存器 6-5:

PR1: 周期寄存器

R/W-x							
PR1B7	PR1B6	PR1B5	PR1B4	PR1B3	PR1B2	PR1B1	PR1B0
bit 7							bit 0

bit 7-0 **PR1B7:PR1B0:** PWM1 周期寄存器位

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 - n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

寄存器 6-6:

PR2: 周期寄存器

R/W-x							
PR2B7	PR2B6	PR2B5	PR2B4	PR2B3	PR2B2	PR2B1	PR2B0
bit 7							bit 0

bit 7-0 **PR2B7:PR2B0:** PWM2 周期寄存器位

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 - n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

表 6-2: PWM 模块的相关寄存器

地址	名称	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	上电复位时的值	RST 时的值
34h	GPDDR	—	DDR6	DDR5	DDR4	DDR3	DDR2	DDR1	DDR0	-111 1111	-111 1111
05h	T1CON	TMR1ON	—	T1CKPS1	T1CKPS0	—	—	DC1B1	DC1B0	0-00 --xx	0-00 --uu
06h	T2CON	TMR2ON	—	T2CKPS1	T2CKPS0	—	—	DC2B1	DC2B0	0-00 --xx	0-00 --uu
07h	PR1	Timer1 模块的周期寄存器								1111 1111	1111 1111
08h	PR2	Timer2 模块的周期寄存器								1111 1111	1111 1111
09h	PWM1DCH	DC1B9	DC1B8	DC1B7	DC1B6	DC1B5	DC1B4	DC1B3	DC1B2	xxxx xxxx	uuuu uuuu
0Ah	PWM2DCH	DC2B9	DC2B8	DC2B7	DC2B6	DC2B5	DC2B4	DC2B3	DC2B2	xxxx xxxx	uuuu uuuu

图注: x = 未知, U = 不变, - = 未实现, 读为 0。模块未使用阴影单元。

7.0 模数转换器 (A/D) 模块

7.1 说明

模数 (A/D) 转换器模块是四通道 10 位逐次逼近型 A/D 转换器。模数转换器允许将模拟输入信号转换为相应的 10 位数字信号。四通道在 GP[3:0] 引脚上复用。通过 ADCON0 寄存器可启动/关闭模数转换器, 通过 ADCON1 控制寄存器可单独使能每个通道。用户可选择 VREF+ 和 VREF- 为内部或外部电压源。每个通道可设置为两种转换模式之一:

1. 自动转换
2. 应请求转换

7.2 A/D 模块寄存器

A/D 模块本身带有多个寄存器。这些寄存器是:

- A/D 控制寄存器 0 (ADCON0)
- A/D 控制寄存器 1 (ADCON1)
- 变化时发送寄存器 (IOINTEN)
- 比较和极性寄存器 (ADCMPnL)
- A/D 结果寄存器 (ADRESnL 和 ADRESnH)

ADCON0 寄存器控制 A/D 模块的运行, 包括自动转换速率和使能位。ADCON1 寄存器使能端口引脚 GP3:GP0 上的 A/D 转换功能和 A/D 转换速率, 并选择参考电压源。IOINTEN 寄存器的 4 个最低有效位使能/禁止变化时发送功能。ADCMPnL.ADPOL 位设置变化时发送功能的极性 (高于或低于门限值)。

用户可以通过 CAN 总线, 在“读 A/D 寄存器”输出报文的数据字段内看到 A/D 转换结果。该报文可通过另一个 CAN 节点直接请求, 或者如上所述的那样自动发送 (TXIDO)。

此外, 可使用第 4.3.1 节“信息请求报文”中所述和表 3-2 所示的“读寄存器”命令, 通过寻址相应的 A/D 结果寄存器 (ADRESnL 和 ADRESnH) 来读取单个通道的转换结果。

注: GPDDR 寄存器控制 GPIO 引脚的方向, 甚至在它们用作模拟输入引脚时也是如此。在用作模拟输入引脚时, 用户必须确保 GPDDR 寄存器中的位保持置 1 (输入)。

7.3 A/D 转换模式

有两种转换模式, 可为每个已经使能的模拟通道单独选择一种模式。它们是自动转换模式和应请求转换模式。

7.3.1 自动转换模式

如果选择自动转换模式 (STCON), 可依次对每个设置为模拟输入模式且配置为自动转换模式的通道执行 A/D 转换。转换从 AN0 通道开始, 接下来是 AN1 通道, 依次类推。一旦转换完毕, 可将转换后的值存储在通道相应的模拟通道寄存器中。

自动转换的速率由定时器和预分频器确定。确定转换速率的公式为:

$$(T_{OSC})(1024) (\text{预分频比})$$

20 MHz 振荡器输入信号的典型转换速率如表 7-1 所示。

表 7-1: 20 MHz 时给定预分频比的自动转换速度

TOPS[2:0]	预分频比	自动转换速率
000	1:1	51 μ s
001	1:8	410 μ s
010	1:32	2 ms
011	1:128	7 ms
100	1:512	26 ms
101	1:1024	52 ms
110	1:2048	105 ms
111	1:4096	210 ms

如果 IOINTEN 寄存器的 GPnTXC 位中的某位置 1 且配置为模拟输入, 那么将启动该定时器。

在器件复位 (RST 复位或上电复位) 时, 预分频比计数器清零。

MCP2502X/5X

7.3.2 应请求转换模式

如果选择应请求转换模式，器件仅在接收“读 A/D 寄存器”或“读寄存器”接收报文（IRM）之后执行 A/D 转换。如果是“读 A/D 寄存器”命令，那么所有配置为模拟输入通道的 GPIO 引脚将在发送数据帧之前完成 A/D 转换。如果发出了“读寄存器”接收报文（仅扩展报文格式），在模拟通道的最高有效字节被请求时执行 A/D 转换，并发送最高有效字节的转换结果。会在接下来读最低有效字节时发送在请求 MSB 时锁存的值（建议“读 A/D 寄存器”接收报文命令用于获取报文中的完整模拟通道值）。

7.4 A/D 门限值检测

一旦完成 A/D 自动转换，可将 A/D 通道的转换结果与存储在相关 A/D 通道比较器寄存器中的值进行比较。

如果模拟通道结果寄存器（即，模拟通道 0 的 AN0L 和 AN10H 寄存器）的值低于或高于 A/D 比较器寄存器（由相应的极性位指定）的值，将发送一条变化时发送报文（TXID2）。所有模拟通道的门限值检测功能都是可位选择的。

如果 A/D 通道配置为变化时发送模式，MCP2505 将发送一条带相应数据的发送报文。可能不止一个 A/D 通道具备状态变化条件。但是，由于发送报文中提供了所有模拟通道的数据，所以这不会成为问题。

寄存器 7-1: A/D 模块结果寄存器的高字节（ADRESNH）

R-x	R-x	R-x	R-x	R-x	R-x	R-x	R-x
AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2
bit 7							bit 0

bit 7-0 **AD9:AD2:** A/D 结果的最高有效位

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位，读为 0
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

寄存器 7-2: A/D 模块结果寄存器的低字节（ADRESNL）

R-x	R-x	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
AD1	AD0	—	—	—	—	—	—
bit 7							bit 0

bit 7-6 **AD1:AD0:** A/D 结果的最低有效位

bit 5-0 **未实现:** 读为 0

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位，读为 0
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

寄存器 7-3: A/D 模块比较寄存器的高字节 (ADCMPnH)

R/W-x								
ANnCMP9	ANnCMP8	ANnCMP7	ANnCMP6	ANnCMP5	ANnCMP4	ANnCMP3	ANnCMP2	
bit 7								bit 0

bit 7-0 **ANnCMP9:ANnCMP2:** A/D 比较的最高有效位

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现, 读为 0
 -n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

寄存器 7-4: A/D 模块比较寄存器的低字节 (ADCMPnL)

R/W-x	R/W-x	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	
ANnCMP1	ANnCMP0	—	—	—	—	—	—	
bit 7								bit 0

bit 7-6 **ANnCMP1:ANnCMP0:** A/D 比较的最低有效位

bit 5-0 未实现: 读为 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

寄存器 7-5: ADCON0 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-x	U-0	U-x	U-x	
ADON	T0PS2	T0PS1	T0PS0	—	—	—	—	
bit 7								bit 0

bit 7 **ADON:** A/D 启动位

1 = A/D 转换模块正在工作
 0 = A/D 转换模块关闭且不消耗工作电流

bit 6-4 **T0PS2:T0PS0:** Timer0 预分频比选择位 (用于自动转换)

000 = 1:1 预分频比
 001 = 1:8 预分频比
 010 = 1:32 预分频比
 011 = 1:128 预分频比
 100 = 1:512 预分频比
 101 = 1:1024 预分频比
 110 = 1:2048 预分频比
 111 = 1:4096 预分频比
 公式: (Tosc)(1024) (预分频比)

bit 3 保留

bit 2 未实现: 读为 0

bit 1-0 保留

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

MCP2502X/5X

寄存器 7-6:

ADCON1 寄存器

R/W-0								
ADCS1	ADCS0	VCFG1	VCFG0	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	
bit 7								bit 0

bit 7-6 **ADCS1:ADCS0:** A/D 转换选择位

00 = Fosc/2
 01 = Fosc/8
 10 = Fosc/32
 11 = 保留

bit 5-4 **VCFG1:VCFG0:** 参考电压配置位

VCFG1:VCFG0	A/D VREF+	A/D VREF-
00	VDD	VSS
01	外部电压 VREF+	VSS
10	VDD	外部电压 VREF-
11	外部电压 VREF+	外部电压 VREF-

bit 3-0 **PCFG3:PCFG0:** A/D 端口配置控制位 *

1 = 相应 GPIO 引脚配置为数字 I/O 引脚
 0 = 相应 GPIO 引脚配置为 A/D 输入引脚

* 必须将每个使能的模拟通道的相应数据方向位 (GPDDR 寄存器) 置 1。

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

7.5 读 A/D 寄存器输出报文

当 MCP2502X/5X 使用 OM 响应“读 A/D 寄存器”IRM 时，该模拟值包含在寄存器 7-7、寄存器 7-8 和寄存器 7-9 中。

寄存器 7-7: A/D OM 结果寄存器 (ANnH)

R-x							
ANnR9	ANnR8	ANnR7	ANnR6	ANnR5	ANnR4	ANnR3	ANnR2
bit 7							bit 0

bit 7-0 **ANnR9:ANnR2**: 通道 n bit 9 至 bit 2 的结果

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零
		x = 未知

寄存器 7-8: A/D OM 结果寄存器 (AN32L)

R-x	R-x	U-x	U-x	R-x	R-x	U-x	U-x
AN3R.1	AN3R.0	—	—	AN2R.1	AN2R.0	—	—
bit 7							bit 0

bit 7-6 **AN3R.1:AN3R.0**: A/D 通道 3 bit 1 至 bit 0 的结果

bit 5-4 未实现: 读为 0

bit 3-2 **AN2R.1:AN2R.0**: A/D 通道 2 bit 1 至 bit 0 的结果

bit 1-0 未实现: 读为 0

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零
		x = 未知

MCP2502X/5X

寄存器 7-9: A/D OM 结果寄存器 (AN10L)

R-x	R-x	U-x	U-x	R-x	R-x	U-x	U-x
AN1R.1	AN1R.0	—	—	AN0R.1	AN0R.0	—	—
bit 7						bit 0	

- bit 7-6 **AN1R.1:AN1R.0:** A/D 通道 1 bit 1 至 bit 0 的结果
- bit 5-4 未实现: 读为 0
- bit 3-2 **AN0R.1:AN0R.0:** A/D 通道 0 bit 1 至 bit 0 的结果
- bit 1-0 未实现: 读为 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = 上电复位时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

表 7-2: A/D 模块的相关寄存器

地址	名称	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	上电复位时的值	RST 时的值
1Eh	GPPIN	GP7	GP6	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0	0000 0000	0000 0000
34h	GPDDR *	—	DDR6	DDR5	DDR4	DDR3	DDR2	DDR1	DDR0	-111 1111	-111 1111
00h	IOINTEN	GP7TXC	GP6TXC	GP5TXC	GP4TXC	GP3TXC	GP2TXC	GP1TXC	GP0TXC	0000 0000	0000 0000
01h	IOINTPO	GP7POL	GP6POL	GP5POL	GP4POL	GP3POL	GP2POL	GP1POL	GP0POL	0000 0000	0000 0000
0Eh	ADCON0	ADON	T0PS2	T0PS1	T0PS0	GO/DONE	—	CHS1	CHS0	0000 0-00	0000 0-00
0Fh	ADCON1	ADCS1	ADCS0	VCFG1	VCFG0	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	0000 0000	0000 0000
2Ch	ADCMP3	AN3CM	AN3CMP.	AN3CMP.	AN3CMP.	AN3CMP.5	AN3CMP.4	AN3CMP.	AN3CMP2	xxxx xxxx	uuuu uuuu
2Dh	ADCMP3	AN3CM	AN3CMP.	—	—	保留			ADPOL	xx-- ----	uu-- ----
2Eh	ADCMP2	AN2CM	AN2CMP.	AN2CMP.	AN2CMP.	AN2CMP.5	AN2CMP.4	AN2CMP.	AN2CMP2	xxxx xxxx	uuuu uuuu
2Fh	ADCMP2	AN2CM	AN2CMP.	—	—	保留			ADPOL	xx-- ----	uu-- ----
30h	ADCMP1	AN1CM	AN1CMP.	AN1CMP.	AN1CMP.	AN1CMP.5	AN1CMP.4	AN1CMP.	AN1CMP2	xxxx xxxx	uuuu uuuu
31h	ADCMP1	AN1CM	AN1CMP.	—	—	保留			ADPOL	xx-- ----	uu-- ----
32h	ADCMP0	AN0CM	AN0CMP.	AN0CMP.	AN0CMP.	AN0CMP.5	AN0CMP.4	AN0CMP.	AN0CMP2	xxxx xxxx	uuuu uuuu
33h	ADCMP0	AN0CM	AN0CMP.	—	—	保留			—	xx-- ----	uu-- ----
10h	STCON	STEM	STMS	STBF1	STBF0	STM3	STM2	STM1	STM0	0xxx xxxx	0uuu uuuu

* GPDDR 寄存器控制 GPIO 引脚的方向, 甚至在它们用作模拟输入引脚时也是如此。在它们用作模拟输入引脚时, 用户必须确保 GPDDR 寄存器中的位保持 **置 1** (输入)。

8.0 MCP2502X/5X 的特殊功能

8.1 说明

MCP2502X/5X 中有许多特殊电路可用来满足实时应用的需要。这些功能旨在最大限度地提高系统可靠性，通过减少外部元件的使用来降低成本，并提供节能操作模式。这些功能是：

- 振荡器选择
- 复位
 - 上电复位 (Power-on Reset, POR)
 - 上电延时定时器 (Power-up Timer, PWRT)
 - 振荡器起振定时器 (Oscillator Start-up Timer, OST)
- 休眠模式
- 在线串行编程

提供了多个振荡器选项，以使器件能够适合于应用。XT 和 HS 模式允许器件支持宽范围的晶振频率，而 LP 晶振模式能够节省功耗。

两个定时器提供必要的上电延时。一个是振荡器起振定时器 (OST)，确保在晶体振荡器达到稳定前，器件始终处于复位状态。另一个是上电延时定时器 (PWRT)，仅在上电时提供一个 72 ms (标称值) 的固定延时，用来在电源稳定之前使器件保持在复位状态。有了这两个片内定时器，大部分应用不再需要外部复位电路。

休眠模式用来提供一个低电流的掉电模式。用户可通过外部复位、变化时发送或 CAN 总线活动将器件从休眠模式下唤醒。

可以使用一组配置位来选择不同的功能。

图 8-1: 晶振 / 陶瓷谐振器的工作原理

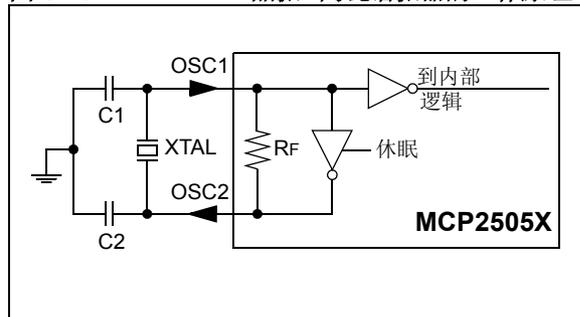
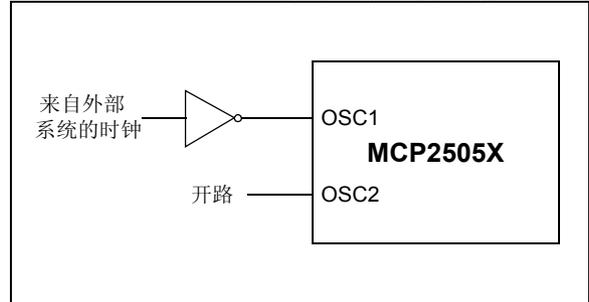


图 8-2: 外部时钟输入的工作原理



8.2 配置位

可以通过对配置位编程 (读为 0) 或不编程 (读为 1) 来选择不同的器件配置。这些配置位被映射到程序存储器单元 2007h 中。配置寄存器实际上超出了程序存储空间，属于特殊测试 / 配置存储空间 (2000h-3FFFh)，这部分空间仅在编程时访问。

8.3 振荡器配置

可以选择四种不同的振荡器模式。用户可对 CONFIG 寄存器中的两个配置位 (F_{Osc1}:F_{Osc0}) 进行编程来选择这些模式中的一种模式：

- LP = 低功耗晶振
- XT = 晶振 / 谐振器
- HS = 高速晶振谐振器

在所有模式中，晶振或陶瓷谐振器连接到 OSC1/CLKIN 和 OSC2/CLKOUT 引脚以产生振荡 (图 8-1)。振荡器设计要求使用平行切割的晶体。器件也可以使用外部时钟源来驱动 OSC1/CLKIN 引脚 (图 8-2)。

如果未对 CONFIG 寄存器编程，器件将默认使用 HS 模式。

MCP2502X/5X

寄存器 8-1: 配置寄存器

U-0	U-0	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x				
—	—	R	R	R	R				
bit 13								bit 8	
		R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W	R/W	R/W
		R	R	R	R	R	RSTEN	FOSC1	FOSC0
		bit 7						bit 0	

- bit 13-11 **未实现:** 读为 0
- bit 10-3 **保留:** 不要尝试修改
- bit 2 **RSTEN:** 使能 GP7 引脚上的 RST 输入
1 = 使能 $\overline{\text{RST}}$ 输入
0 = 禁止 RST 输入
- bit 1-0 **Fosc1:Fosc0:** 振荡器选择位
11 = HS 振荡器
10 = 保留, 用于测试 (EC 振荡器)
01 = XT 振荡器
00 = LP 振荡器

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0
-n = 上电复位时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

8.4 复位

MCP2502X/5X 分两种复位方式:

- 上电复位 (POR)
- 外部 RST 复位

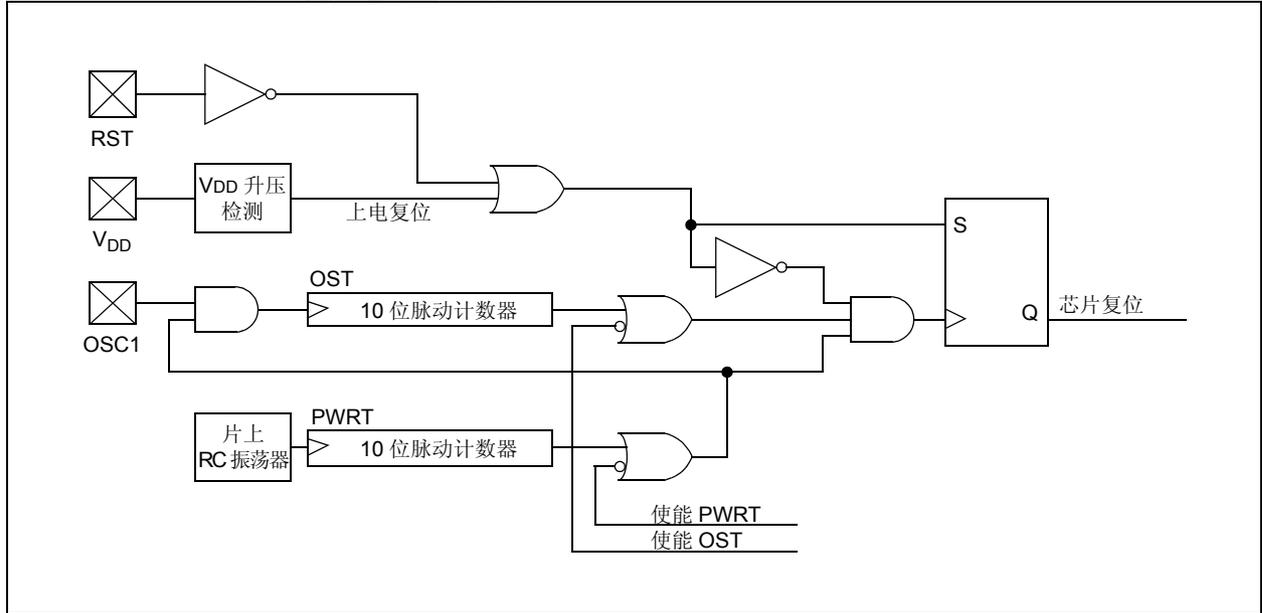
某些寄存器不受任何复位的影响。在上电复位时这些寄存器的状态未知, 而在其他复位下状态不变。大部分其他寄存器在执行上电复位 (POR)、 $\overline{\text{RST}}$ 复位以及休眠模式下的 $\overline{\text{RST}}$ 复位时复位为默认状态。它们不受从休眠模式下唤醒的影响, 因为这被视为恢复正常工作。图 8-3 所示为片上复位电路的简化框图。MCP2502X/5X 在 $\overline{\text{RST}}$ 复位路径上装有 $\overline{\text{RST}}$ 噪声滤波器。该滤波器可以检测并滤掉小脉冲信号。

8.4.1 上电复位

当检测到 V_{DD} 的上升沿时 (在 1.5V 到 2.1V 的范围内), 片上会产生一个上电复位脉冲信号。如果选择 GP7 引脚上的 $\overline{\text{RST}}$ 输入, $\overline{\text{RST}}$ 引脚可通过一个与之串联的电阻连接到 V_{DD} , 这样省去了上电复位电路上经常需要使用的 RC 组件。本文档的 **第 9.0 节 “电气特性”** 中指定了 V_{DD} 的最大上升时间。

当器件开始正常工作 (退出复位状态) 时, 必须满足器件的工作参数 (电压、频率和温度等) 要求, 以确保器件正常工作。其他信息, 请参见 AN607, “Power-up Troubleshooting”, (DS00607)。

图 8-3: 片上复位电路的简化框图



8.4.2 上电延时定时器

上电延时定时器 (PWRT) 仅在上电时提供一个 72 ms 的固定标称延时。上电延迟定时器依靠内部 RC 振荡器工作, 只要 PWRT 有效, 器件就保持在复位状态。PWRT 的延时允许 V_{DD} 上升至一个适当电平。由于 V_{DD} 、环境温度和制造工艺的影响, 不同器件的上电延时也会有所不同。更多信息, 请参见第 9.2 节“DC 特性”。

8.5 振荡器起振定时器

在 PWRT 延时结束后, 振荡器起振定时器 (OST) 将提供一个 512 个振荡周期 (T_{osc}) 的延时。这可以确保晶体振荡器已经启动并且稳定下来, 且所用时间少于从休眠模式下唤醒后在 CAN 总线上完成最小标准数据帧或远程发送报文所用的时间 (704 个振荡周期或 $44 T_Q$)。仅在上电复位或从休眠模式下唤醒时, OST 延时定时器才开始工作。

8.6 掉电模式 (休眠模式)

通过 OPTREG2 寄存器中 SLPEN 位可使能掉电模式 (或休眠模式)。掉电模式使能时, 在正常模式下, 一旦 CAN 总线空闲至少 1408 位时间, MCP2502X/5X 将进入休眠模式。

此外, 如器件工作在上电后立即进入监听模式的条件下, 还可以配置器件在 CAN 总线上没有活动时进入休眠模式。随后发生的 CAN 总线活动可将器件从休眠模式下唤醒, 且进入正常工作模式之前的下一个报文将被确认为有效报文。可通过 OPTREG2 寄存器的 PUSLP 位使能此功能。

在休眠模式下, I/O 端口保持执行 SLEEP 指令之前的状态 (驱动为高电平、低电平或高阻抗)。

器件在休眠模式下将无法执行以下操作:

- A/D 模块数据转换
- 自动转换模式
- 自动传递报文
- PWM 模块和输出
- 时钟输出

8.6.1 从休眠模式下唤醒

MCP2502X/5X 可通过以下事件之一将器件从休眠模式中唤醒:

- \overline{RST} 引脚上的外部复位输入
- 检测到 GPIO 引脚上的信号沿而导致的变化时发送
- 检测到 CAN 总线上的活动

要通过 GPIO 变化时发送来唤醒器件, 必须将相应的中断允许位置 1 (允许中断)。器件唤醒与 GIE 位的状态无关。

如果器件从休眠模式下唤醒是由 CAN 总线上的活动导致的, 那么 MCP2502X/5X 将不会接收或应答导致器件唤醒的报文。

MCP2502X/5X

8.7 在线串行编程

MCP2502X/5X 可在最终应用的电路中进行串行编程。这只需使用五根线就可完成，其中时钟和数据线各 1 根，另外三根为电源线、接地线和编程电压线。这允许用户使用未编程器件生产电路板，而仅在产品交付前才对器件进行编程，从而可以将最新版本的固件（或者定制固件）烧写到器件中。

通过保持 GP4 和 GP5 引脚为低电平的同时将 GP7（VPP）引脚电平从 VIL 升高至 VIH，可使器件进入编程 / 校验模式（更多信息，请参见 MCP2502X/5X 编程规范，“MCP250XX In-Circuit Serial Programming™ (ICSP)”，DS20072）。此时 GP4 为编程数据引脚而 GP5 为编程时钟引脚。在此模式下，GP4 和 GP5 均为施密特触发输入。表 8-1 中汇总了信号定义。

表 8-1: 在线串行编程引脚的功能

引脚名称	引脚编号	编程模式功能
VSS	7	接地
GP4	5	数据
GP5	6	时钟
GP7	11	VPP
VDD	14	电源

9.0 电气特性

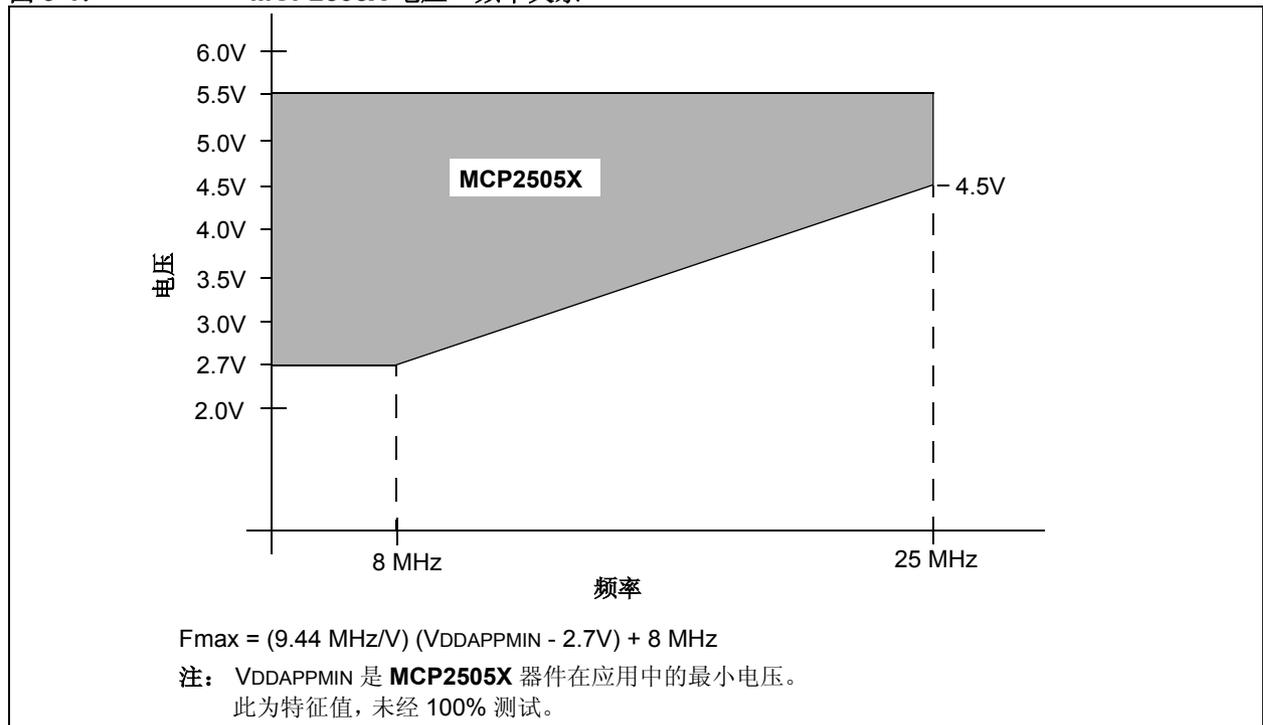
9.1 绝对最大值 †

环境温度.....	-55°C 至 +125°C
存储温度.....	-65°C 至 +150°C
任一引脚相对于 V _{SS} 的电压 (除 V _{DD} 和 $\overline{\text{RST}}$ 以外).....	-0.3V 至 (V _{DD} + 0.6V)
V _{DD}	0V 至 7.0V
$\overline{\text{RST}}$ 引脚相对于 V _{SS} 的电压.....	0V 至 14V
总功耗 (注 1).....	1.0 W
V _{SS} 引脚上的最大输出拉电流.....	300 mA
V _{DD} 引脚上的最大输入灌电流.....	250 mA
输入钳位电流 I _{IK} (V _i < 0 或 V _i > V _{DD}).....	±20 mA
输出钳位电流 I _{OK} (V _O < 0 或 V _O > V _{DD}).....	±20 mA
任一 I/O 引脚的最大灌电流.....	25 mA
任一输入引脚的最大拉电流.....	25 mA
GPIO 端口的最大灌电流.....	200 mA
GPIO 端口的最大拉电流.....	200 mA
引脚的焊接温度 (10 秒).....	+300°C
所有引脚的 ESD 保护.....	≥ 3.5 kV

注 1: 功耗按如下公式计算: $P_{dis} = V_{DD} \times \{I_{DD} - \sum I_{OH}\} + \sum \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OL} \times I_{OL})$

†注: 如果器件的工作条件超过“绝对最大值”, 就可能会对器件造成永久性损坏。上述值仅为运行条件极大值, 我们不建议器件在该规范规定的范围以外运行。器件长时间工作在最大额定值条件下, 其稳定性会受到影响。

图 9-1: MCP2505X 电压-频率关系



MCP2502X/5X

9.2 DC 特性

DC 特性			工业级 (I): T _{AMB} = -40°C 至 +85°C V _{CC} = 2.7V 至 5.5V 扩展级 (E): T _{AMB} = -40°C 至 +125°C V _{CC} = 4.5V 至 5.5V			
参数编号	符号	特性	最小值	最大值	单位	测试条件
	V _{DD}	供电电压	2.7 4.5	5.5 5.5	V V	XT 和 LP 振荡器配置 HS 振荡器配置 (注 2)
	SVDD	确保内部上电复位信号的 V _{DD} 上升率	0.05	—	V/ms	(注 3)
	V _{IH}	高电平输入电压 GPIO 引脚	2	V _{DD} +0.3	V	
	V _{IH}	RXCAN (施密特触发器) OSC1	.7 V _{DD} .85 V _{DD}	V _{DD} V _{DD}	V V	
	V _{IL}	低电平输入电压 RXCAN (施密特触发器)	V _{SS}	0.2 V _{DD}	V	
	V _{IL}	GPIO 引脚 OSC1	-0.3 V _{SS}	0.5V 0.2 V _{DD}	V V	
	V _{OL}	低电平输出电压 TXCAN GPIO 引脚	—	0.6	V	I _{OL} = 8.5 mA 和 V _{DD} = 4.5V
	V _{OH}	高电平输出电压 TXCAN GPIO 引脚	V _{DD} - 0.7	—	V	I _{OH} = -3.0 mA 和 V _{DD} = 4.5V、 工业级温度
	I _{LI}	输入泄漏电流 除 OSC1 和 GP7 以外的所有 IO 引脚	-1	+1	μA	
		OSC1 和 GP7 引脚	-5	+5	μA	
	C _{INT}	内部电容 (除 GP7 以外的所有输入和输出)	—	7	pF	T _{AMB} = 25°C、f _c = 1.0 MHz 和 V _{DD} = 5.0V (注 3)
		GP7	—	15	pF	
	I _{DD}	工作电流	—	20	mA	XT 振荡器 V _{DD} = 5.5V ; F _{osc} = 25 MHz
	I _{DD} S	待机电流 (CAN 休眠模式)	—	30	μA	输入端连接到 V _{DD} 或 V _{SS}

注 1: 这是休眠模式下在不丢失 RAM 数据的前提下, V_{DD} 的下限值。

注 2: 参见图 9-1。

注 3: 定期对此参数进行取样, 但未经 100% 测试。

9.3 AC 特性

AC 特性			工业级 (I): T _{AMB} = -40°C 至 +85°C V _{CC} = 2.7V 至 5.5V 扩展级 (E): T _{AMB} = -40°C 至 +125°C V _{CC} = 4.5V 至 5.5V			
参数编号	符号	特性	最小值	最大值	单位	测试条件
	Fos	CLKIN 频率	DC	4	MHz	XT 振荡器模式
			DC	25	MHz	HS 振荡器模式 (注 3)
			DC	200	kHz	LP 振荡器模式
	Fos	振荡器频率	0.1	4	MHz	XT 振荡器模式
			4	25	MHz	HS 振荡器模式 (注 3)
			5	200	kHz	LP 振荡器模式
1	Tosc	CLKIN 周期	250	—	ns	XT 振荡器模式
			40	—	ns	HS 振荡器模式
			5	—	μs	LP 振荡器模式
		振荡器周期	0.25	10	μs	XT 振荡器模式
			40	250	ns	HS 振荡器模式
			5	—	μs	LP 振荡器模式
3	TosL TosH	CLKIN 高电平或低电平时间	100	—	ns	XT 振荡器模式
			15	—	ns	HS 振荡器模式
			2.5	—	μs	LP 振荡器模式
4	Tosr	CLKIN 上升或下降时间	—	25	ns	XT 振荡器模式 (注 1)
			—	50	ns	HS 振荡器模式 (注 1)
			—	15	ns	LP 振荡器模式 (注 1)
10	T _D CLKOUT	CLKOUT 传播延时	—	60	ns	V _{DD} = 4.5 V (注 2)
12	TCKR	CLKOUT 上升时间	—	100	ns	注 2
13	TCKR	CLKOUT 下降时间	—	200	ns	注 2
20	TioR	端口输出上升时间	—	40	ns	注 1
21	TioF	端口输出下降时间	—	40	ns	注 1
30	TMCL	RST 脉冲低电平时间	2	—	μs	V _{DD} = 5V
32	TOST	振荡器起振定时器延时	512	—	Tosc	Tosc = OSC1 周期
33	TPWRT	上电延时定时器延迟时间	28	132	ms	V _{DD} = 5V
34	TioZ	I/O 引脚从 RST 低电平转换为高阻态的时间	—	2.1	μs	注 1
	TPWMR	PWM 输出上升时间	—	25	ns	注 1
	TPWMF	PWM 输出下降时间	—	25	ns	注 1
	TAD	A/D 时钟周期	1.6	—	μs	VREFΔ ≥ 2.5V
			3.0	—	μs	VREF 满幅
	TCNV	转换时间 (不包括采集时间)	—	13	TAD	

- 注 1: 定期对此参数进行取样, 但未经 100% 测试。
 注 2: 测量是在 CLKOUT 输出配置为 4 x Tosc 的条件下进行的。
 注 3: 参见图 9-1。

MCP2502X/5X

图 9-2: I/O 时序

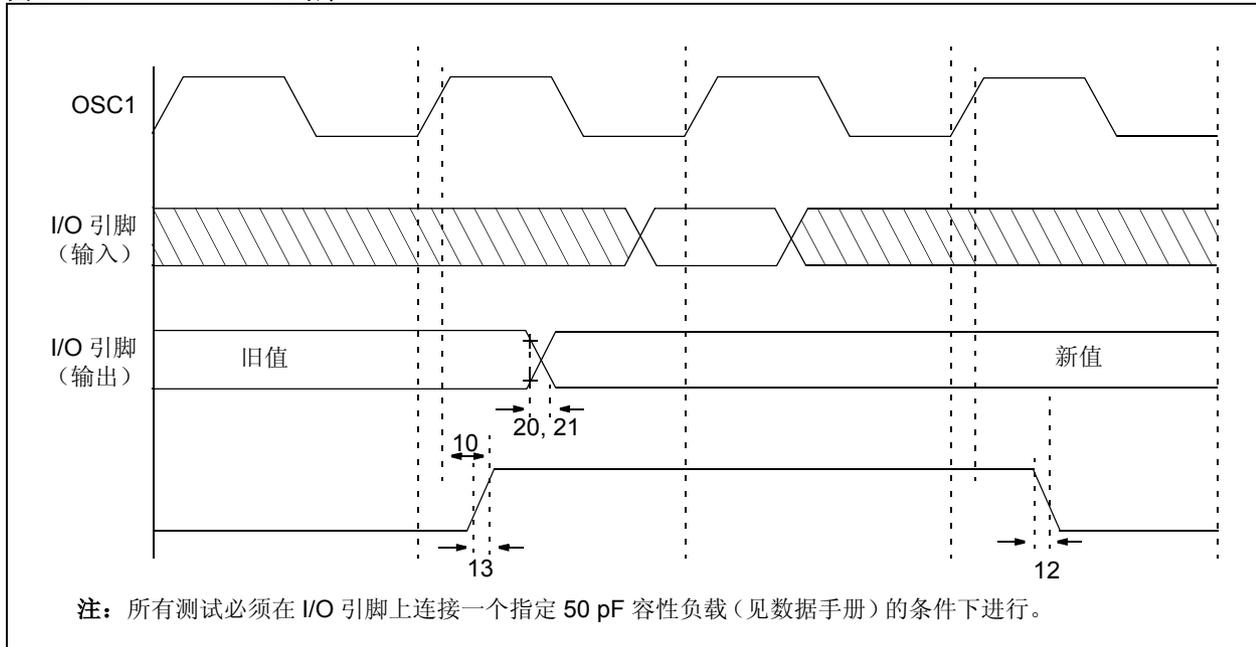
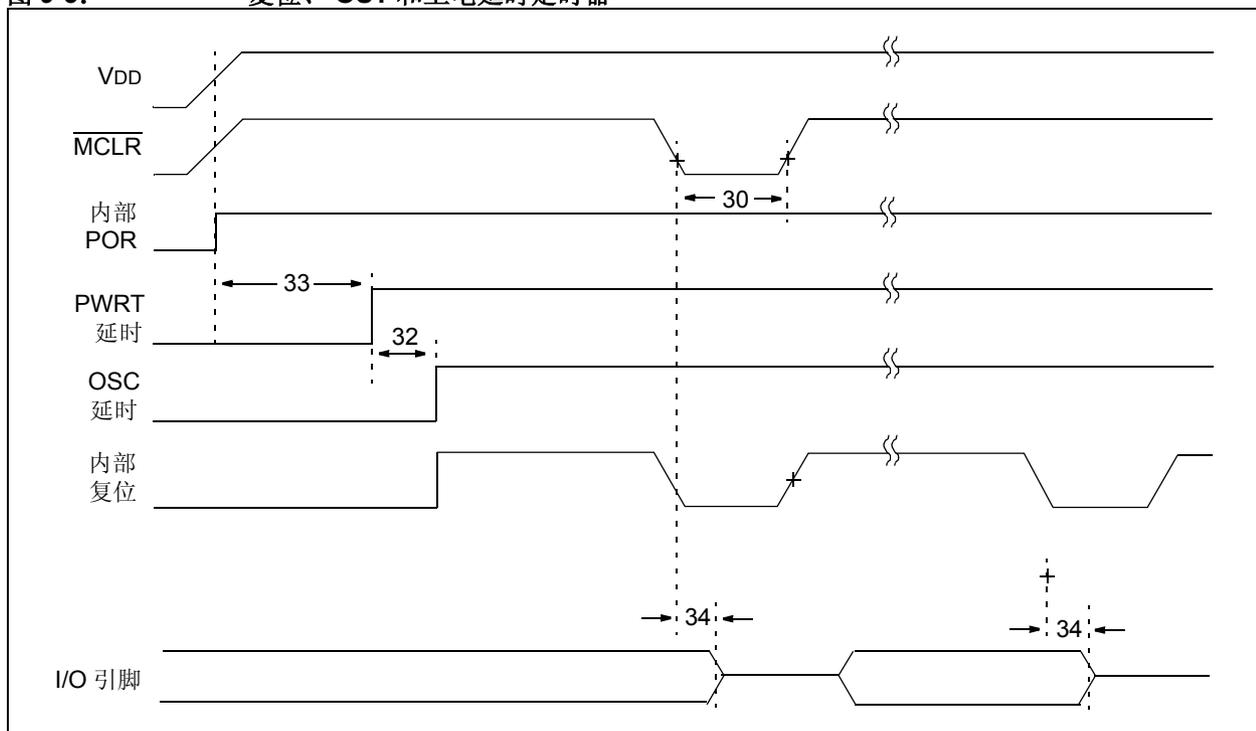


图 9-3: 复位、OST 和上电延时定时器



9.4 A/D 转换器特性

AD 转换器特性			工业级 (I): T _{AMB} = -40°C 至 +85°C V _{CC} = 2.7V 至 5.5V 汽车级 (E): T _{AMB} = -40°C 至 +125°C V _{CC} = 4.5V 至 5.5V			
参数编号	符号	特性	最小值	最大值	单位	测试条件
	NR	A/D 分辨率	—	10 位		V _{REF} = V _{DD} = 5.12V, V _{SS} ≤ 输入电压 ≤ V _{REF}
	NINT	A/D 积分误差	—	小于 ±1 LSB		V _{REF+} = V _{DD} = 5.12V, V _{SS-} = V _{SS} = 0V (工业级温度)
	NDIF	A/D 微分误差	—	小于 ±1 LSB		V _{REF+} = V _{DD} = 5.12V, V _{SS-} = V _{SS} = 0V (工业级温度)
	NG	A/D 增益误差	—	小于 ±1 LSB		V _{REF+} = V _{DD} = 5.12V, V _{SS-} = V _{SS} = 0V
	NOFF	A/D 失调误差	—	小于 ±2 LSB		V _{REF+} = V _{DD} = 5.12V, V _{SS-} = V _{SS} = 0V
		单调性	—	—		V _{SS} ≤ 输入电压 ≤ V _{REF}
	VREF	参考电压	4.096	V _{DD} +0.3	V	确保 10 位分辨率的绝对最小值
	VREF+	参考电压高电平	VREF-	V _{DD} +0.3	V	A/D 的最小精度为 1 mV。
	VREF-	参考电压低电平	V _{SS} -0.3	VREF+	V	A/D 的最小精度为 1 mV。
	VAIN	模拟输入电压	VREF-	VREF+	V	
	ZAIN	模拟信号源的推荐阻抗	—	2.5	kΩ	注
	IREF	VREF 输入电流	—	10	μA	
	NHYS	模拟变化时发送滞后	—	2 LSB		由设计指定 (见第 4.5.2.1 节 “滞后功能”)

注: 仅供设计参考

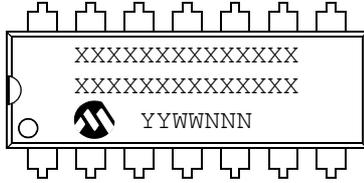
MCP2502X/5X

注:

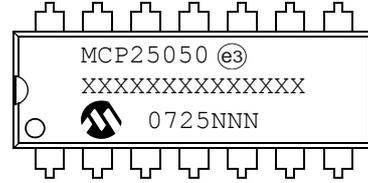
10.0 封装信息

10.1 封装标识信息

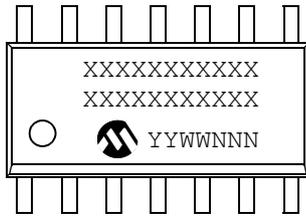
14 引脚 PDIP (300 mil)



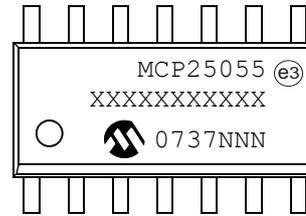
示例:



14 引脚 SOIC (208 mil)



示例:



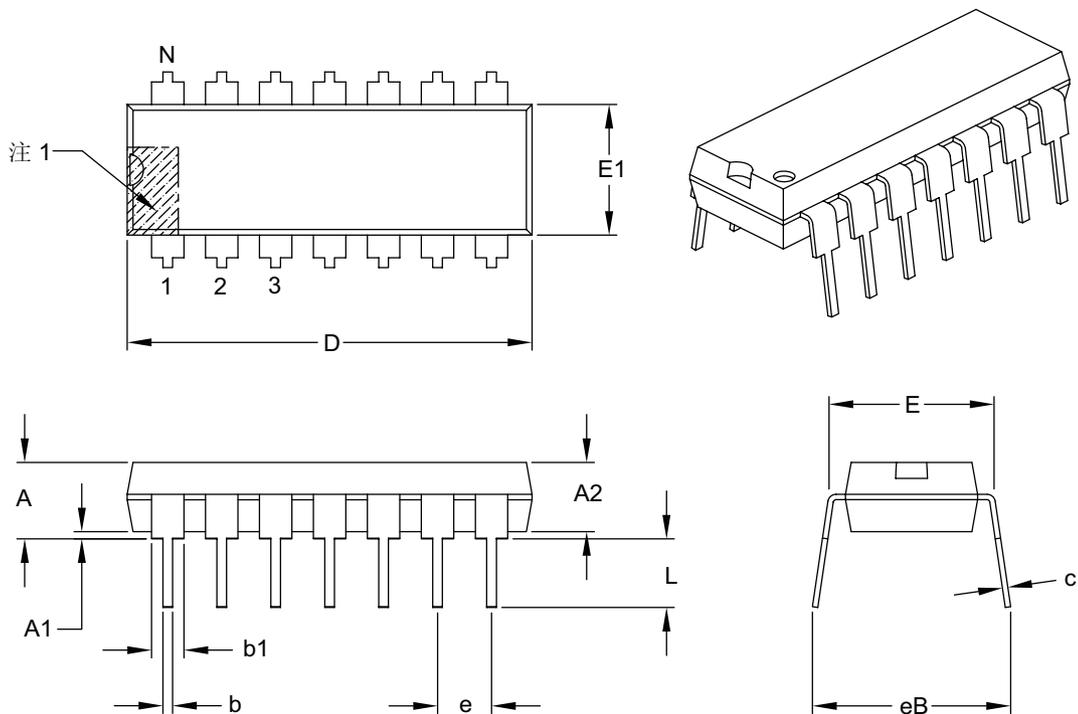
图注: XX...X 客户信息
 Y 年份代码 (公历年的最后一位数字)
 YY 年份代码 (公历年的最后两位数字)
 WW 星期代码 (一月一日的星期代码为“01”)
 NNN 以字母数字排序的追踪代码
 (e3) 雾锡 (Matte Tin, Sn) 的 JEDEC 无铅标志
 * 表示无铅封装。JEDEC 无铅标志 (e3) 标示于此种封装的外包装上。

注: Microchip 元器件编号如果无法在同一行内完整标注, 将换行标出, 因此会限制表示客户信息的字符数。

MCP2502X/5X

14 引脚塑封双列直插式封装 (P) —— 主体 300 mil [PDIP]

注 最新封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



	单位	英寸		
		尺寸范围		
		最小	正常	最大
引脚数	N	14		
引脚间距	e	.100 BSC		
塑模上部到定位面距离	A	-	-	.210
塑模封装厚度	A2	.115	.130	.195
塑模底部到定位面距离	A1	.015	-	-
肩到肩宽度	E	.290	.310	.325
塑模封装宽度	E1	.240	.250	.280
总长度	D	.735	.750	.775
引脚尖到定位面距离	L	.115	.130	.150
引脚厚度	c	.008	.010	.015
引脚上部宽度	b1	.045	.060	.070
引脚下部宽度	b	.014	.018	.022
两列引脚最大间距 §	eB	-	-	.430

注:

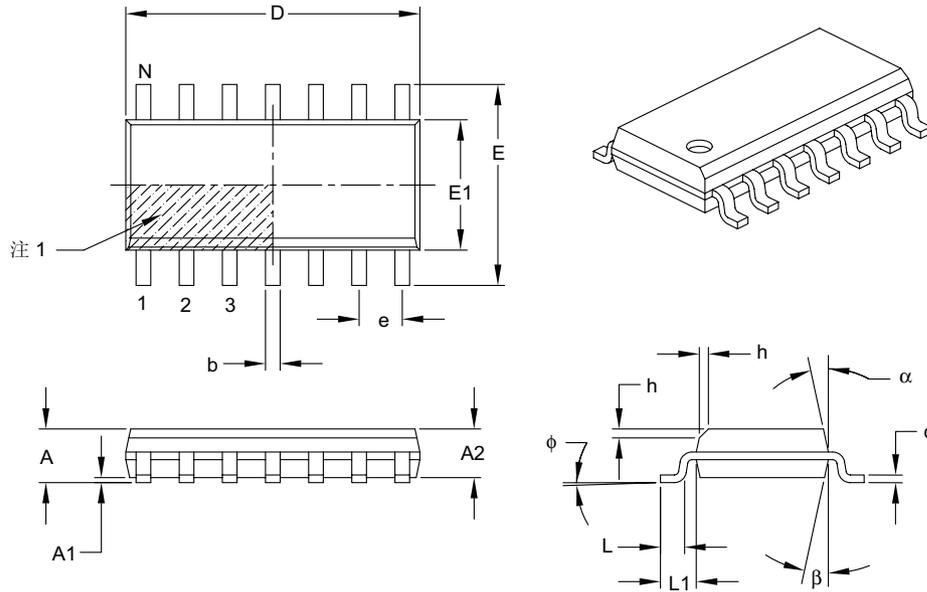
1. 引脚1定位特性可能有变化, 但一定位于阴影区域内。
2. § 重要特性。
3. 尺寸D和E1不包括塑模毛边和突起。塑模每侧的毛边和突起不得超过0.010英寸。
4. 尺寸和公差遵循 ASME Y14.5M。

BSC: 基本尺寸。理论精确值, 不包括公差。

Microchip Technology 图号 C04-005B

14 引脚窄条塑封小外形封装 (SL) —— 主体 3.90 mm [SOIC]

注 最新封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Mirochip 封装规范。



尺寸范围	单位	毫米		
		最小	正常	最大
引脚数	N	14		
引脚间距	e	1.27 BSC		
总高度	A	-	-	1.75
塑模封装厚度	A2	1.25	-	-
悬空间隙 §	A1	0.10	-	0.25
总宽度	E	6.00 BSC		
塑模封装宽度	E1	3.90 BSC		
总长度	D	8.65 BSC		
塑模斜边投影距离 (可选)	h	0.25	-	0.50
底脚长度	L	0.40	-	1.27
引脚投影长度	L1	1.04 REF		
底脚倾角	φ	0°	-	8°
引脚厚度	c	0.17	-	0.25
引脚宽度	b	0.31	-	0.51
塑模顶部倾角	α	5°	-	15°
塑模底部倾角	β	5°	-	15°

注:

1. 引脚1定位特性可能有变化, 但一定位于阴影区域内。
2. § 重要特性。
3. 尺寸D和E1不包括塑模毛边和突起。塑模每侧的毛边和突起不得超过0.15 mm。
4. 尺寸和公差遵循 ASME Y14.5M。

BSC: 基本尺寸。理论精确值, 不包括公差。

REF: 参考尺寸。仅供参考, 通常不包括公差。

Microchip Technology 图号 C04-065B

MCP2502X/5X

注：

产品标识体系

欲订货或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或销售办事处联系。

部件编号	X	/XX
器件	温度范围	封装
器件:	MCP25020: CAN I/O 扩展器 MCP25020T: CAN I/O 扩展器 (卷带式) MCP25025: CAN I/O 扩展器 MCP25025T: CAN I/O 扩展器 (卷带式) MCP25050: 混合信号 CAN I/O 扩展器 MCP25050T: 混合信号 CAN I/O 扩展器 (卷带式) MCP25055: 混合信号 CAN I/O 扩展器 MCP25055T: 混合信号 CAN I/O 扩展器 (卷带式)	
温度范围:	I = -40°C 到 +85°C E = -40°C 到 +125°C (不适用于 MCP25025 或 MCP25055 器件)	
封装:	P = 14 引脚塑封 DIP 封装 (主体 300 mil) SL = 14 引脚塑封 SOIC 封装 (主体 150 mil)	

示例:

- a) MCP25020-I/P: 工业级温度和 PDIP 封装。
- b) MCP25025-I/SL: 工业级温度和 SOIC 封装。
- c) MCP25050T-E/SL: 卷带式封装、扩展级温度和 SOIC 封装。
- d) MCP25055-I/SL: 工业级温度和 SOIC 封装。

MCP2502X/5X

注：

附录 A: 版本历史

版本 D (2007 年 1 月)

此版本包括了对封装图的更新。

注：

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 safest 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。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、Accuron、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PRO MATE、rfPIC 和 SmartShunt 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAl、SmartSensor 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、PICkit、PICDEM、PICDEM.net、PICtail、PIC³² 徽标、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、UNI/O、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

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

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2008, Microchip Technology Inc. 版权所有。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==

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-16949:2002 认证。公司在 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方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。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。

 深圳市粤原点科技有限公司 (丽智电子

:www.LZmcu.com)

(Microchip Authorized Design Partner)指定授权

总部地址：深圳市福田区福虹路世贸广场C座1103室

Add：Room 1103,Block C,World Trade Plaza,

Fuhong Road,Futian District Shen Zhen City

电话(tel)：86-755-83666320,83685176,83666321,83666325

传真(fax)：86-755-83666329,83681854

Web: Http://www.origin-gd.com or

Http://www.LZmcu.com

E-mail：01@LZmcu.com

联系人：马先生,王小姐

公司在线咨询：QQ:46885145

MSN:MSN:action_tech@hotmail.com

7x24小时在线产品咨询: 13509674380 13798484366