



Amrit Das, Afraj Shaikh

## 摘要

I<sup>2</sup>C 协议是低成本微控制器系统中板载控制器与外设通信的首选通信协议之一。本应用说明介绍了 MCx83xx 系列支持的所有 I<sup>2</sup>C 功能。此外，应用说明还介绍了如何对主器件进行编程，以根据需求使用这些 I<sup>2</sup>C 功能。

## 内容

1 简介.....	2
2 MCx83xx 系列的 I <sup>2</sup> C 相关详细信息.....	2
2.1 TARGET_ID.....	2
2.2 CRC_EN.....	3
2.3 MEM_SEC、MEM_PAGE 和 MEM_ADDR.....	4
3 MCx83xx 系列支持的 I <sup>2</sup> C 辅助器件特性.....	4
3.1 时钟延展.....	4
4 主器件读取和写入预期流程.....	4
4.1 读取序列.....	4
4.2 写入序列.....	6
5 总结.....	7
6 参考资料.....	7

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 简介

I<sup>2</sup>C 包括两条通信线路，一条是主器件发送时钟信号的串行时钟线 (SCL)，另一条是主器件用于读取数据 (从辅助器件地址) 或写入数据 (到辅助器件地址) 的串行数据线 (SDA)。由于高效率、易实施特性，MCx83xx 全系器件均采用了 I<sup>2</sup>C。

本文包含有关 MCx83xx 系列的 I<sup>2</sup>C 的详细信息，具体如下所示：

- MCF8315A
- MCF8315C
- MCF8315C-Q1
- MCF8316A
- MCF8316C
- MCF8316C-Q1
- MCF8315D
- MCF8316D
- MCF8329A
- MCT8316A
- MCT8315A
- MCT8329A

## 2 MCx83xx 系列的 I<sup>2</sup>C 相关详细信息

MCx83xx 系列器件在 I<sup>2</sup>C 通信中遵循的数据字格式如 [表 2-1](#) 所示。

**表 2-1. I<sup>2</sup>C 数据字格式**

TARGET_ID	R/W	CONTROL_WORD	DATA	CRC-8
A6-A0	W0	CW23 - CW0	D15/D31/D63 - D0	C7-C0

**表 2-2. I<sup>2</sup>C 控制字格式**

OP_R/W	CRC_EN	DLEN	MEM_SEC	MEM_PAGE	MEM_ADDR
CW23	CW22	CW21-CW20	CW19-CW16	CW15-CW12	CW11-CW0

[表 2-1](#) 显示该格式包含 7 位目标地址 (TARGET\_ID)、后跟 1 位读写位 (R/W 位)。该数据包后面是我们发送的 24 位控制字，以及 (16/32/64 位) 数据和 8 位 CRC (如果在 CONTROL\_WORD 中设置了 CRC\_EN)。数据长度可在 CONTROL\_WORD 中配置。

有关所有字段的详细说明，请参阅 MCx83xx 器件数据表中的“EEPROM 访问和 I<sup>2</sup>C 接口”部分。本节提供了有关这些字段使用的一些关键注意事项。

### 2.1 TARGET\_ID

TARGET\_ID 是一个 7 位值、表示 MCx83xx 器件的目标地址。TARGET\_ID 默认值为 0x01。MCx83xx 系列仅支持 7 位寻址模式。

1. **Target\_ID 配置**：磁场定向控制 (FOC) 器件：可通过设置 “I<sup>2</sup>C\_TARGET\_ADDR” 在 DEVICE\_CONFIG1 寄存器中配置 TARGET\_ID。梯形控制器件 (MCT83xx)：可通过设置 “I<sup>2</sup>C\_TARGET\_ADDR” 在 PIN\_CONFIG2 寄存器中配置 TARGET\_ID。

#### 备注

TARGET\_ID 更改在运行时不会生效，器件会继续与上电时 EEPROM 烧录的地址进行通信。更改 TARGET\_ID 后，需要使用更新的 TARGET\_ID 对 EEPROM 进行编程，并且需要对器件进行下电上电。

2. **TARGET\_ID 检测**：如果主器件无法与默认或预编程的 TARGET\_ID 通信，则可以执行搜索来查找 TARGET\_ID。[图 2-1](#) 说明了 TARGET\_ID 检测步骤。

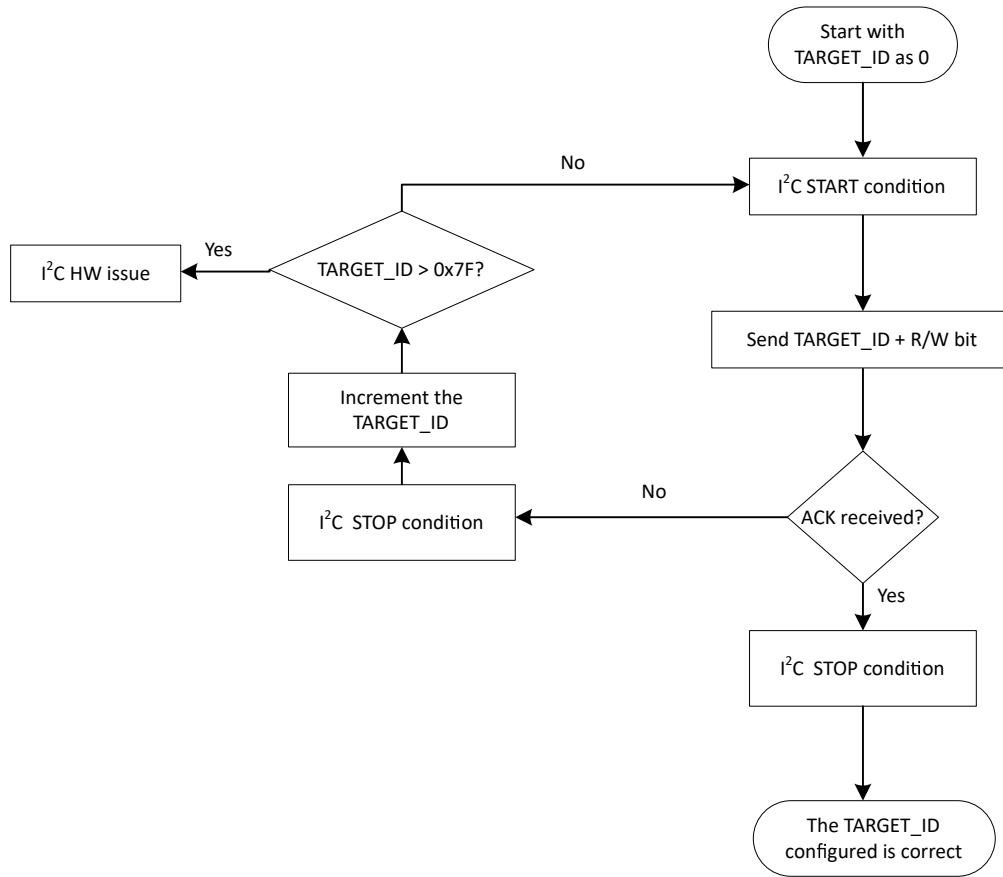


图 2-1. TARGET\_ID 检测流程图

未找到地址可能的原因如下：

1. SCL、SDA 连接不正确。
  - a. 确保 SCL/SDA 引脚的信号已路由到器件，并且所有连接都已完成（包括这两个引脚所需的上拉电阻器）。
  - b. 确保没有其他通信或其他外设使用相同的引脚。SCL/SDA 引脚必须永久配置用于 I<sup>2</sup>C 通信。
2. MCx83xx 未上电。
3. 确保 SCL 和 SDA 线路上没有过大的电容性负载。可在通信期间通过示波器监控 SCL 和 SDA 线路来验证。

## 2.2 CRC\_EN

如果 CRC\_EN = 1，则启用循环冗余校验 (CRC)，否则禁用 CRC。

### 1. 在写入操作中

，主器件应发送根据数据计算的 CRC 字节，MCx83xx 应使用 CRC 字节来校验所接收数据的正确性。CRC 计算中包含的数据如下所示：

- a. 目标 ID + 写入位。
- b. 控制字 - 3 字节
- c. 数据字节 - 2/4/8 字节

### 2. 在读取操作中

，MCx83xx 在数据字节末尾附加 CRC 字节。主器件需要计算 CRC，通过将计算出的 CRC 与接收到的 CRC 字节进行比较来校验 MCx83xx 发送的数据的正确性。CRC 计算中包含的数据如下所示：

- a. 目标 ID + 写入位
- b. 控制字 - 3 字节
- c. 目标 ID + 读取位

## d. 数据字节 - 2/4/8 字节

---

**备注**

EEPROM 奇偶校验不影响 I<sup>2</sup>C CRC 计算。I<sup>2</sup>C CRC 严格根据上面指定的字节进行计算。

---

### 2.2.1 CRC 计算细节

在计算主器件端的 CRC 时，需要注意以下细节：

1. 8 位 CCITT 多项式用于 CRC 计算，如方程式 1 所示

$$(x^8 + x^2 + x + 1) \tag{1}$$

2. CRC 值初始化为 0xFF。
3. CRC 计算从目标 ID + 写入位字节开始，直到数据字节结束。
4. 在一个字节内，从输入字节的 MSB 位开始逐位计算 CRC。
5. 验证 CRC 计算正确性的示例
  - a. 对于 0x12 的输入字节，CRC 字节从初始值 0xFF 变为 0x8D。

### 2.3 MEM\_SEC、MEM\_PAGE 和 MEM\_ADDR

对于用户可访问状态和控制寄存器，MEM\_SEC = 0x0 且 MEM\_PAGE = 0x0。要读取的寄存器地址是 MEM\_ADDR。例如，若要读取 0x80 位置数据，需要将 MEM\_ADDR 设置为 0x080。

## 3 MCx83xx 系列支持的 I<sup>2</sup>C 辅助器件特性

### 3.1 时钟延展

I<sup>2</sup>C 协议中的时钟扩展允许辅助器件拉低 SCL 线路，以减缓主器件的通信，以便管理数据、存储接收到的数据或准备传输另一个数据字节。

---

**备注**

除 MCF8316A 和 MCT8316A 外，所有器件都支持时钟扩展。在支持时钟延展的器件中，时钟低电平超时配置为 4.66ms。

---

## 4 主器件读取和写入预期流程

### 4.1 读取序列

在收到主器件读取命令后，首先将主器件的 TARGET\_ID 和 R/W 位配置为写入。将主器件配置为 Tx 模式。准备要发送到辅助器件的控制字。生成 I<sup>2</sup>C START 条件并发送控制字，同时将 TARGET\_ID 和 R/W 位设置为 0。如果收到 NACK，重试发送数据几次（建议重试 5 次）。如果仍收到 NACK，则生成 STOP 条件。

---

**备注**

确保每个数据字节间保持至少 100us 延时，以保证通信的可靠性

---

写入完成后、将主器件配置为 Rx 模式。接收到所有数据字节和 CRC 数据包（如果在控制字中启用）之后，发送 I<sup>2</sup>C STOP 条件以完成事务。

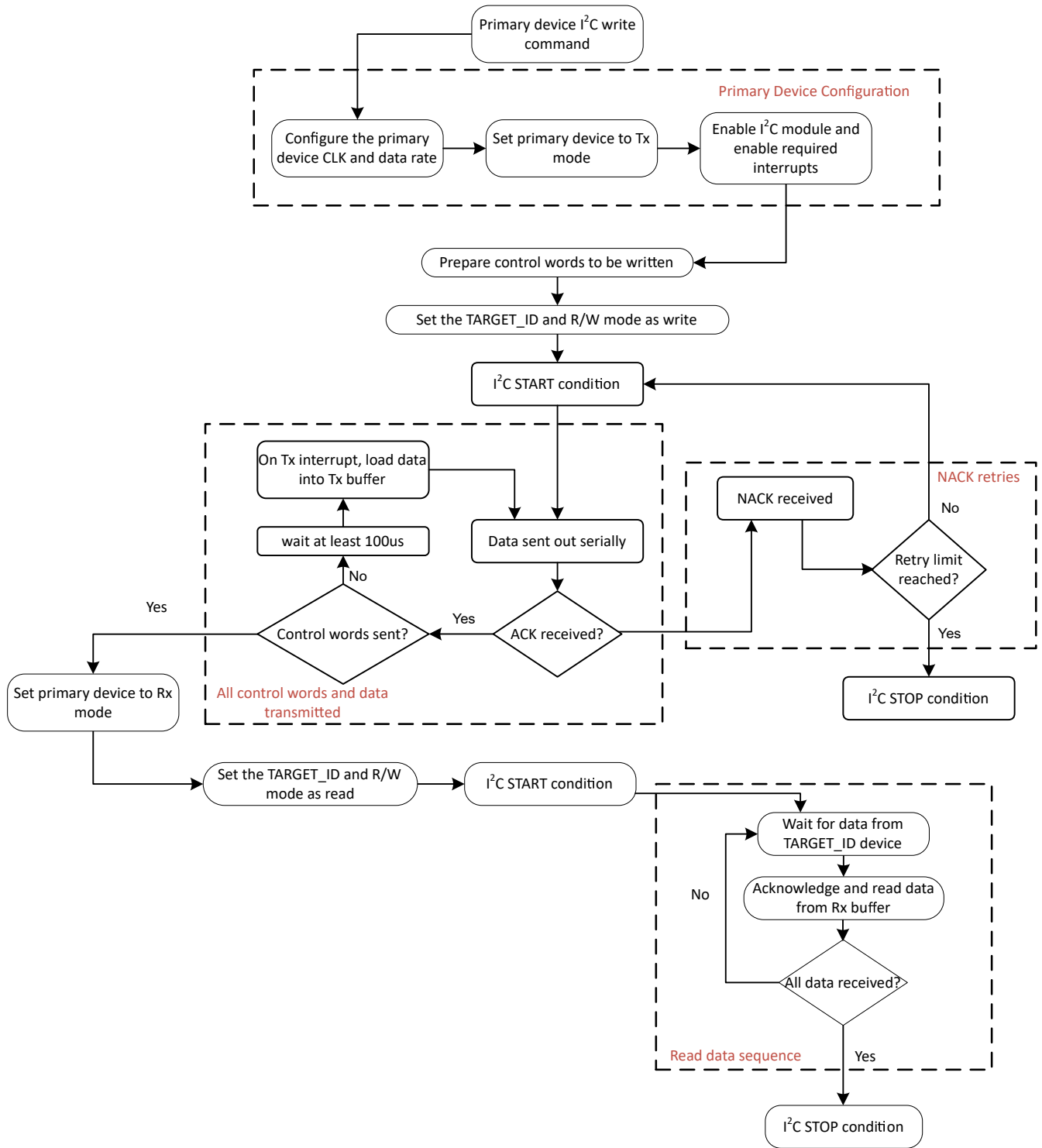


图 4-1. 主器件 I2C 读取预期

## 4.2 写入序列

接收到主器件写入命令后，将主器件设置为 Tx 模式。准备待传输数据（若启用 CRC 功能需附加校验位）。在生成 START 条件之前，设置 TARGET\_ID 并将 R/W 位设置为 1b。依次发送控制字和数据字节，直到发送完所有字节并生成停止条件。如果收到 NACK，重试发送数据几次（建议重试 5 次）。如果仍收到 NACK，则生成 STOP 条件。

### 备注

确保每个数据字节间保持至少 100us 延时，以保证通信的可靠性。

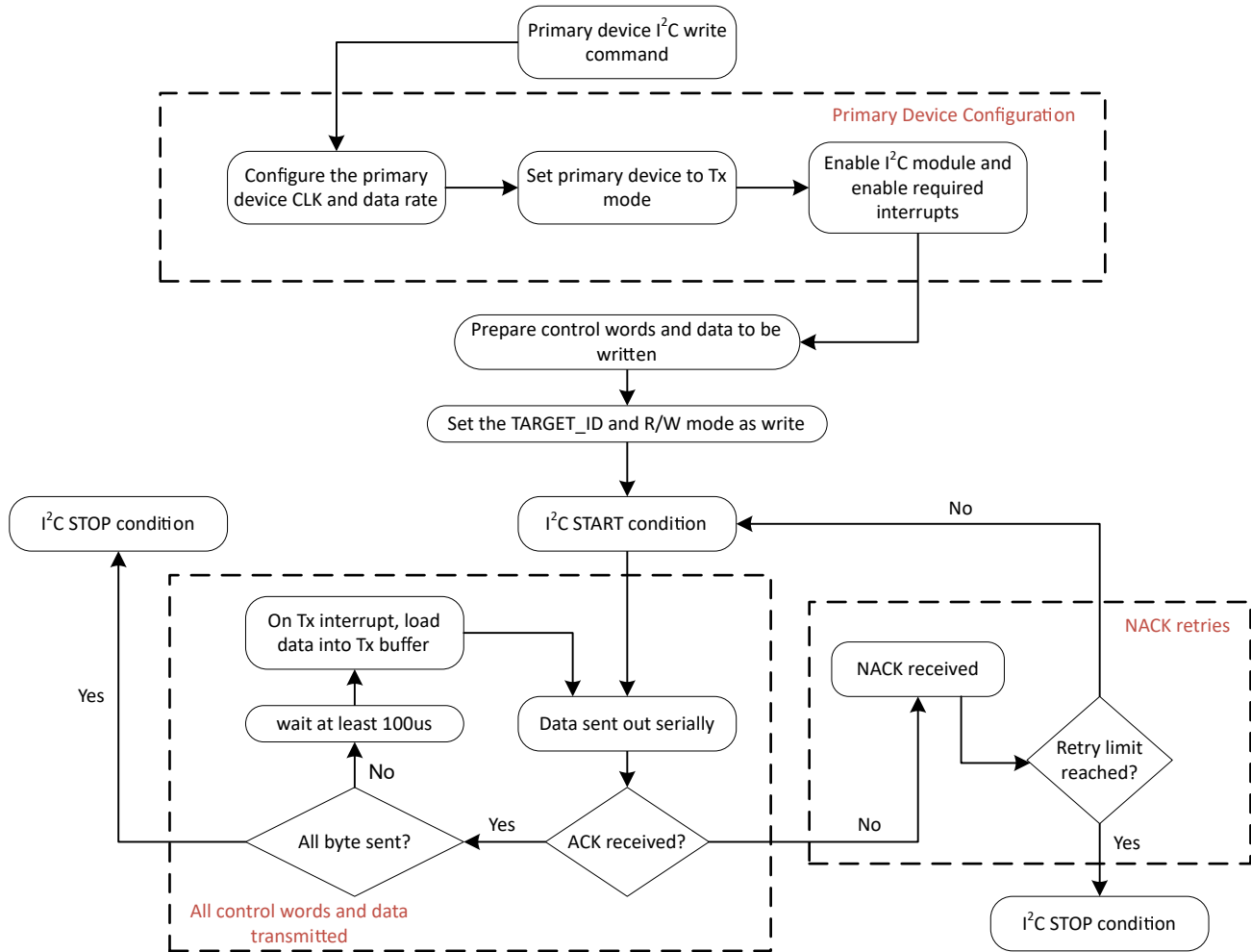


图 4-2. 主器件 I<sup>2</sup>C 写入预期

## 5 总结

与 MCx83xx 器件进行可靠的 I<sup>2</sup>C 通信对于读取系统状态和为各种应用实现所需的控制至关重要。本应用手册提供了查找目标器件地址的详细步骤、调试故障步骤以及实现读取或写入事务的步骤，以帮助与 MCx83xx 建立可靠、快速的 I<sup>2</sup>C 通信。

## 6 参考资料

- 德州仪器 (TI), [MCF8316C-Q1 无传感器磁场定向控制 \(FOC\) 集成式 FET BLDC 驱动器](#)数据表。
- 德州仪器 (TI), [MCF8316D 无传感器磁场定向控制 \(FOC\) 集成式 FET BLDC 驱动器](#)数据表。

## 重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司