



摘要

TPS65214 电源管理集成电路 (PMIC) 包含一个可配置的非易失性存储器 (NVM) 空间。本编程人员指南详细介绍了定义 PMIC 默认配置的分步说明以及如何对一次性可编程 (OTP) 存储器进行编程。

内容

1 简介.....	3
2 NVM 编程的硬件要求.....	3
3 典型 NVM 流程.....	4
4 编程指令.....	8
4.1 连接到 I2C 地址.....	10
5 寄存器配置.....	10
5.1 配置使能设置.....	10
5.2 配置降压转换器.....	11
5.3 配置 LDO.....	13
5.4 配置序列.....	13
5.5 配置 GPIO.....	15
5.6 配置多功能引脚.....	16
5.7 配置 EN/PB/VSENSE 引脚.....	18
5.8 更改 I2C 地址.....	19
5.9 配置屏蔽设置.....	19
5.10 导出 NVM 配置文件.....	20
5.11 将 NVM 配置文件加载到 PMIC.....	20
6 NVM 编程.....	21
7 非 NVM 寄存器.....	22
8 TPS6521405 默认设置.....	22
A 参考资料.....	23

插图清单

图 1-1. 供应选项.....	3
图 2-1. NVM 编程的硬件设置.....	4
图 3-1. 插槽式 EVM.....	5
图 3-2. 原型示例.....	6
图 3-3. TPS65214-GUI.....	6
图 4-1. NVM 编程步骤.....	9
图 4-2. 设置 GUI 中的 I2C 地址.....	10
图 5-1. 使用 TPS65214-GUI 的使能设置.....	11
图 5-2. TPS65214-GUI 中的降压设置.....	12
图 5-3. 使用 TPS65214-GUI 的 LDO 设置.....	13
图 5-4. GPIO 配置.....	16
图 5-5. 使用 TPS65214-GUI 的多功能配置.....	17
图 5-6. 使用 TPS65214-GUI 的 EN/PB/VSENSE 配置.....	18
图 5-7. I2C_ADDRESS_REG.....	19
图 5-8. TPS65214-GUI 中的屏蔽设置.....	19
图 5-9. 使用 TPS65214-GUI 导出 NVM 设置.....	20
图 5-10. 加载 NVM 配置文件.....	21
图 6-1. 使用 TPS65214-GUI 进行 NVM 编程.....	22

表格清单

表 2-1. NVM 编程的最低硬件要求.....	3
表 5-1. 用于使能设置的 NVM 寄存器.....	11
表 5-2. 用于 Buck1 配置的 NVM 寄存器.....	12
表 5-3. 用于 Buck2 配置的 NVM 寄存器.....	12
表 5-4. 用于 Buck3 配置的 NVM 寄存器.....	12
表 5-5. 用于 LDO1 设置的 NVM 寄存器.....	13
表 5-6. 用于 LDO2 设置的 NVM 寄存器.....	13
表 5-7. 上电序列 - 时隙分配.....	14
表 5-8. 上电序列 - 时隙持续时间.....	14
表 5-9. 下电序列 - 时隙分配.....	15
表 5-10. 下电序列 - 时隙持续时间.....	15
表 5-11. 用于 GPIO 使能设置的 NVM 寄存器.....	16
表 5-12. 用于 GPIO 配置的 NVM 寄存器.....	16
表 5-13. 用于 VSEL 的 NVM 寄存器.....	17
表 5-14. 用于 MODE/STBY 的 NVM 寄存器.....	17
表 5-15. 用于 GPO/nWAKEUP 的 NVM 寄存器.....	18
表 5-16. 用于 EN/PB/SENSE 的 NVM 寄存器.....	18
表 5-17. I2C_ADDRESS_REG.....	19
表 5-18. 寄存器 0x1E 上的屏蔽设置.....	20
表 5-19. 寄存器 0x1E 上的屏蔽设置.....	20
表 5-20. 寄存器 0x1E 上的屏蔽设置.....	20
表 6-1. 用以将寄存器设置保存到 NVM 中的 I2C 写入.....	22
表 8-1. TPS6521405VAFR NVM 寄存器未配置为 0h.....	22
表 8-2. TPS6521405VAFR 的非 NVM 寄存器未配置为 0h.....	22

商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

向 NVM 空间进行写入的配置流程，旨在用于生产线或原型板。TPS65214 器件使用一次性可编程 (OTP) 存储器。对器件执行一次编程后，无法再次对其重新编程。不能对制造过程中预先配置并编程的 NVM 进行重新编程。

TPS6521405VAFR 属于 TPS65214 系列，是专为支持定制 NVM 配置而创建的可订购器件型号。-05 型号出厂时配备空白 NVM，寄存器预设为 00h，便于进行重新编程。

图 1-1 介绍了针对预配置 NVM 和基于容量的定制 NVM 的供应选项。设计资源不仅可用于预配置的 NVM 和大容量 NVM，还可用于小容量定制 NVM。这些资源包括应用手册、用户指南、技术参考手册以及可立即加载到 PMIC NVM 中的 NVM 配置文件。访问 ti.com 上的 TPS65214 产品页面或使用我们的 PMIC TI E2E™ 论坛，查看可用资源。

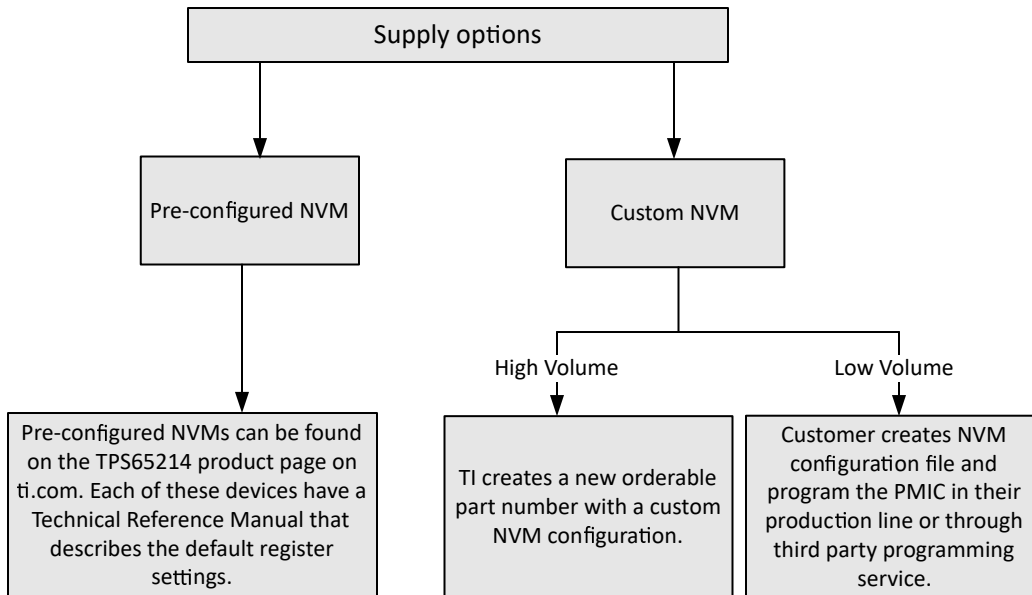


图 1-1. 供应选项

2 NVM 编程的硬件要求

PMIC 有两个存储器空间：寄存器映射空间和 NVM 空间。对 NVM 重新编程的方法是：首先通过串行接口 (I2C) 写入寄存器映射，然后将寄存器设置保存到 NVM 中。由于配置过程涉及向寄存器映射（该映射控制稳压器和数字引脚）进行写入操作，因此该接口不得依赖于 PMIC 资源。

在重新对 NVM 进行编程时，必须使用外部 3.3V 电源为 I2C 引脚的上拉电阻供电，而不是使用其中一个 PMIC 电源器件。在编程步骤期间，还需要外部 8V 电源向 MODE/STBY 引脚施加适当的电压。TPS65214EVM-SKT 板上采用了外部 LDO 和升压转换器，以满足这些要求。表 2-1 和图 2-1 显示了在 PMIC 和编程器件之间进行硬件设置的最低硬件要求。

备注

在初始化状态下重新对 NVM 进行编程时，不需要其他外部元件，如电感器、电容器等。但是，在活动状态下运行 PMIC 并验证 NVM 设置需要这些元件。

表 2-1. NVM 编程的最低硬件要求

器件引脚	所需的连接
VSYS	VSYS 电压必须为 3.3V 或更高，并且不得超过规格中建议的最大电压。
	VSYS 必须具有至少 2.2uF 的电容器。
VDD1P8	VDD1P8 必须具有 2.2uF 的电容器

表 2-1. NVM 编程的最低硬件要求 (续)

器件引脚	所需的连接
I2C 引脚	I2C 引脚上的上拉电阻 (SDA/SCL) 必须由外部 3.3V 电源供电。
	PMIC 的 I2C 引脚必须由外部 I2C 器件驱动, 该器件可以与 PMIC 通信并写入寄存器。
EN/PB/VSENSE	EN/PB/VSENSE 引脚必须通过上拉电阻连接到 VSYS。
MODE/STBY	MODE/STBY 引脚必须能够瞬时连接到 8V 电源以进行 NVM 编程。
AGND	AGND (引脚编号 15) 必须通过过孔连接到 PCB 接地层。使 AGND 引脚与 VIA 之间的布线较短。
散热焊盘	封装散热焊盘必须通过至少九个过孔连接到 PCB 接地层。

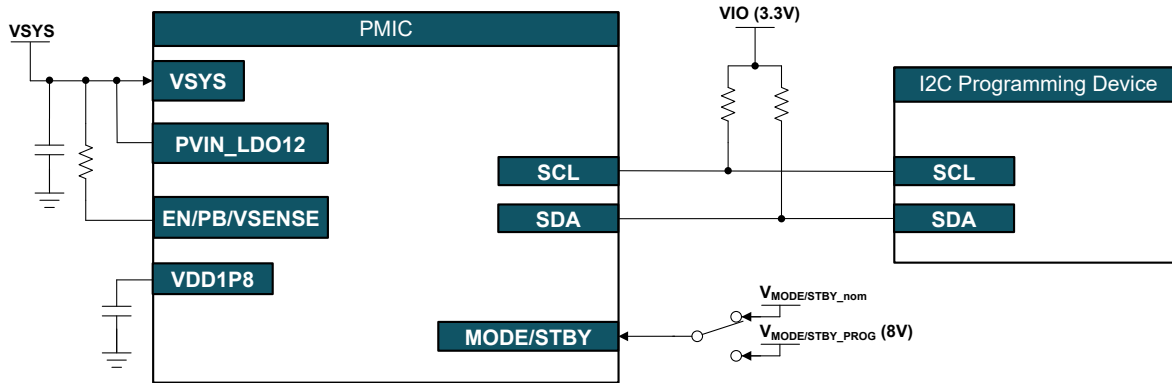


图 2-1. NVM 编程的硬件设置

3 典型 NVM 流程

本节介绍了典型的 NVM 定义流程，其中包括以下步骤：系统要求、硬件设置、NVM 编程和测试/验证。

1. 系统要求

确定系统要求并构建配电网 (PDN)。电压/电流、上电/下电序列、低功耗模式和负载瞬态是处理器、SoC 和外设的典型要求。

2. 硬件设置

可使用 PMIC 插槽式 EVM 或客户原型板 (电路内编程) 对 TPS65214 执行编程

- **插槽式 EVM**：插座板支持 5V USB 输入或外部电源输入。TPS65214EVM-SKT 板集成了一个分立式 3.3V LDO，当 PMIC 电源轨在初始化状态下关闭时，可以为 I2C 上拉电阻供电，并集成了一个板载 8V 升压转换器以应用 $V_{MODE/STBY_PROG}$ 。插座板需要外部 USB2ANY 连接才能进行 I2C 通信。

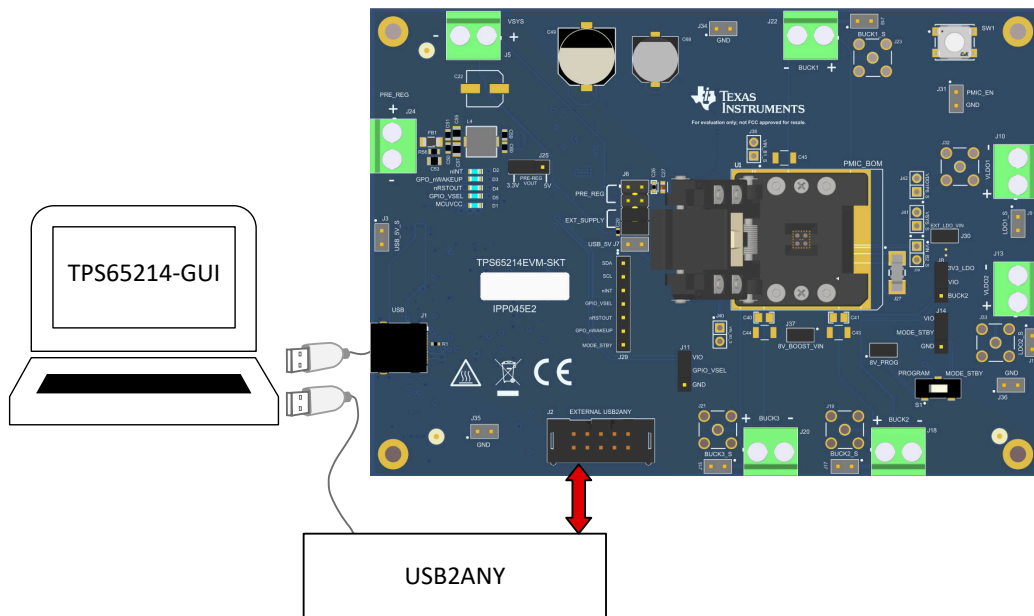


图 3-1. 插槽式 EVM

备注

使用插槽式 EVM 时，请确保 IC 以正确的方向插入插座，且引脚 1 点位于右下角。

- **USB2ANY 适配器**：USB2ANY (可在 TI.com 上获取) 可用于与 PMIC 通信并对 NVM 设置重新编程。
- **原型板**：默认情况下，用户可编程的 TPS6521405 NVM 附带的所有电源资源均处于非活动状态，并且 EN/PB/VSSENSE 引脚配置为“Push-Button”，FSD 处于禁用状态 (PU_ON_FSD = 0x0)。如果此引脚上拉至 VSYS，当有效电源连接到 VSYS 时，PMIC 会保持关闭状态 (初始化状态)。此配置允许在执行上电序列之前重新对 NVM 进行编程。图 3-2 展示了客户需要在原型板中包含哪些内容来重新对 PMIC NVM 进行编程。所需的元件包括 GND、SCL、SDA 上的三个测试点以及两个 1x3 单排接头连接器。其中一个接头连接器必须支持上拉电源在外部 3.3V 电源轨与正常应用中为 I2C 引脚供电的 PMIC 电源轨之间进行切换。必须增加一个接头连接器，以便在正常的 MODE/STBY 运行模式与用于 NVM 编程步骤的外部 8V 电源之间进行切换。

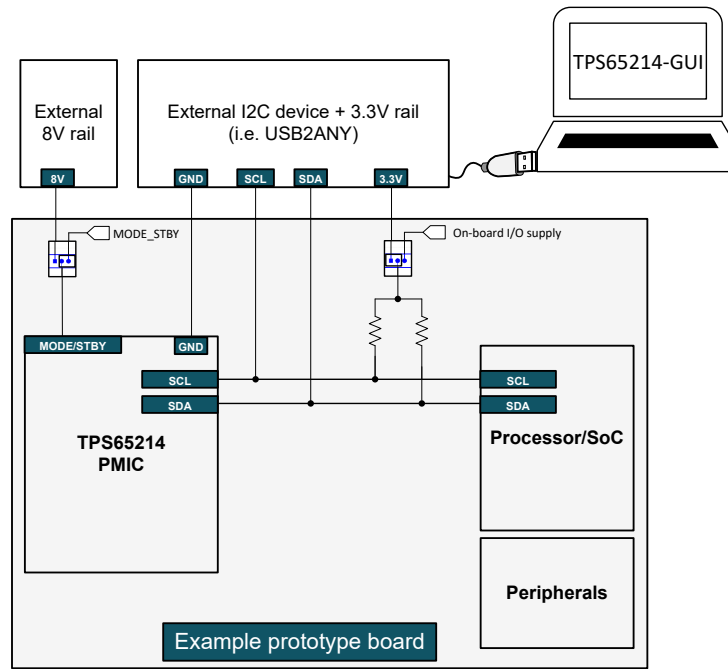


图 3-2. 原型示例

备注

有关推荐的外部元件（如电感器、输出电容等），请参阅器件数据表中的“规格”和“详细设计过程”部分。

3. NVM 编程

按照 节 4 和 节 5 中的编程说明更改寄存器设置。TPS65214-GUI 可与插座式 EVM（或原型板加外部 USB2ANY）配合使用。或者，客户可以使用他们首选的 I2C 调试器工具，在不使用 TPS65214-GUI 的情况下写入每个 NVM 寄存器。在寄存器中配置所需的设置后，请按照 节 6 中的步骤将相关设置保存到 NVM 存储器中。重新对 NVM 进行编程后，执行下电上电以确认新的寄存器设置已正确写入。

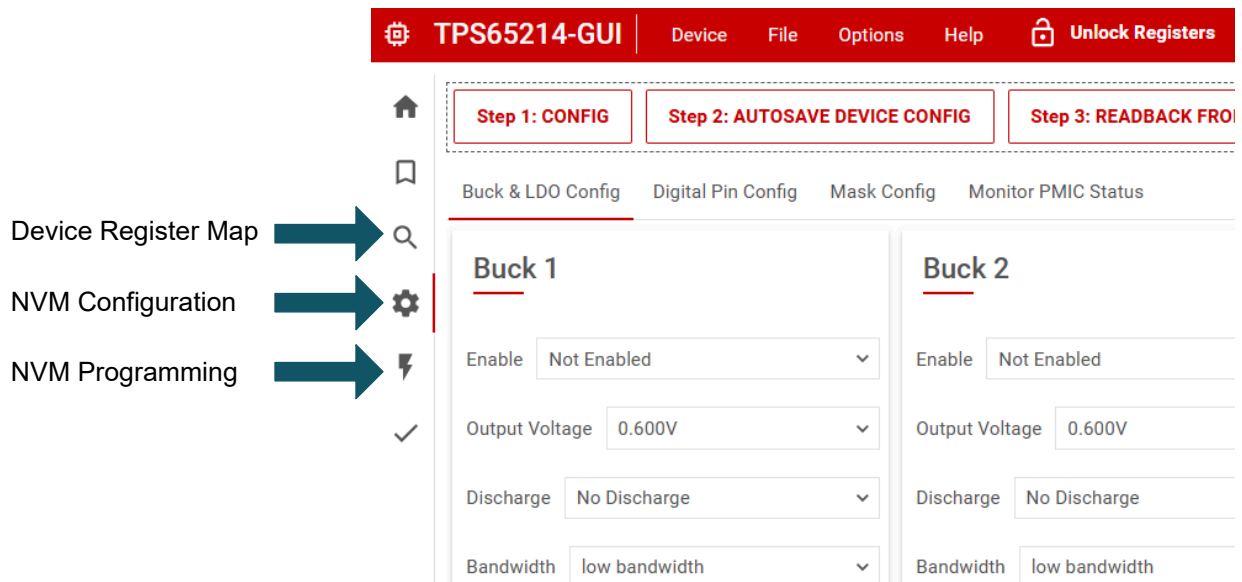


图 3-3. TPS65214-GUI

4. NVM 测试

测试 NVM 设置以确认预期的 PMIC 行为。下面的列表显示了建议的最低测试。这些测试可以在插座式 EVM 或自定义原型板上执行。如果使用插座式 EVM 对 PMIC 重新编程，则可以将器件焊接到客户原型板上，以测试和验证系统级功能。或者，可以将器件焊接到 [TPS65214EVM](#) 上，通过更换电路板上的原始 IC 来测试定制 NVM 配置。

- 测量所有输出电压
- 为上电序列收集示波器波形 (包括 GPIO [若已启用] 和 nRSTOUT)
- 为下电序列收集示波器波形 (包括 GPIO [若已启用] 和 nRSTOUT)
- 测试 EN/PB/VSENSE 引脚功能和极性以触发 ON 和 OFF 请求。
- 测试每个多功能引脚 (GPIO/VSEL、MODE/STBY) 的配置和极性。将这些引脚拉至高电平或低电平，并根据配置的引脚功能验证 PMIC 行为是否发生变化。

备注

该插槽式 EVM 可用于重新编程和基本测试 (例如：测量输出电压以及收集上电序列波形等)，但不得用于测试负载瞬态和效率等特定性能参数，因为插座弹簧针和布局放置会引入不代表应用设计的更高寄生效应。

4 编程指令

本节介绍了对 PMIC NVM 进行编程所需的步骤。编程过程主要包括两个步骤：更改寄存器设置和将新值保存到 NVM 存储器中。在初始化状态下对 NVM 进行编程，在这种状态下，为 VSYS 供电，但所有 PMIC 输出和监视器都关闭。

图 4-1 展示了对器件重新编程的步骤。请注意，TPS6521505 PMIC 的器件地址默认初始设置为 0x48。确保在 GUI 中设置了正确的器件地址，以正确地与 PMIC 通信。

第一条命令包含将器件发送到初始化状态的 I2C OFF 请求。仅当器件未处于初始化状态时才需要此命令。第二个 I2C 命令用于在初始化状态下启用内部振荡器进行 I2C 通信，并禁用电源轨放电。第三步需要更新寄存器设置，以符合预期的应用需求。更新寄存器设置后，可以通过将 0x0A 写入寄存器地址 0x34 而将新值保存到 NVM 中。最后一步“验证”是可选的，包含一条将寄存器设置与 NVM 内容进行比较的 I2C 命令。

备注

仅当 PMIC 未处于初始化状态时，才需要第一个 I2C 命令 (I2C OFF 请求)。默认情况下，用户可编程的 OPN TPS6521405 的 EN/PB/VSENSE 引脚配置为“Push-Button”，且 FSD 功能处于禁用状态。当配置为 PB 时，该器件会在引脚被拉低时检测到 ON 请求。如果该引脚上拉至 VSYS，则在为 VSYS 供电后，PMIC 保持初始化状态。

为了验证在初始化状态下是否支持 I2C 通信，建议读取地址 0x01 上的 NVM ID 寄存器。回读操作与器件型号中“TPS65214”后面的两位数字匹配。例如，当使用 TPS6521405 时，寄存器 0x01 读取 05。

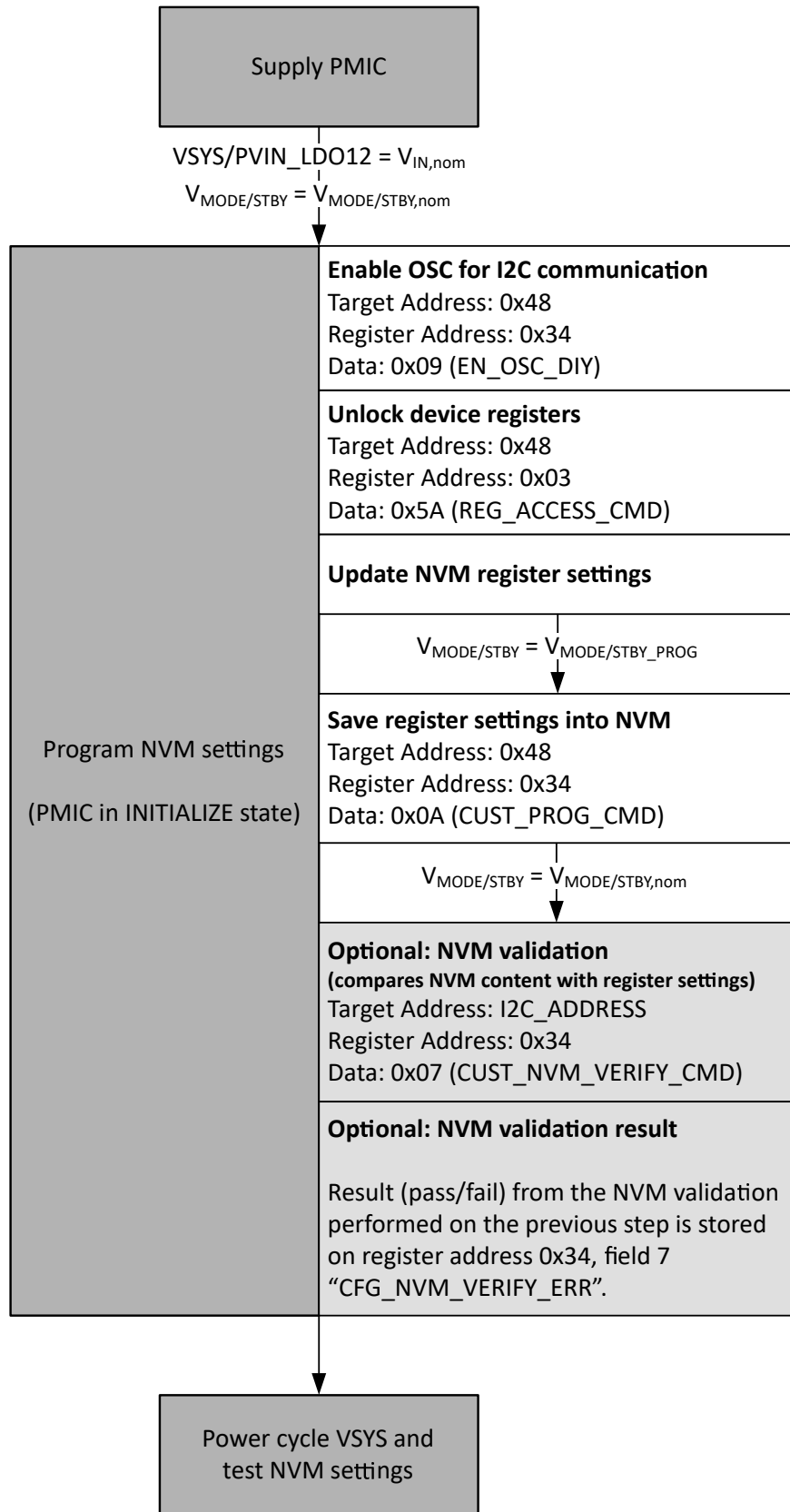


图 4-1. NVM 编程步骤

4.1 连接到 I2C 地址

确保在 GUI 或相应的 I2C 工具中设置了正确的器件地址，以正确地与 PMIC 通信。TPS6521405 PMIC 的器件地址初始设置为 0x48。其他 TPS65214x 器件（例如 TPS6521401）的地址通常设置为 0x30。

在 TPS65214-GUI 中，转至顶部栏中的“器件”选项卡（如 图 4-2 所示），并选中 I2C 地址字段。该字段的默认设置为 0x30。输入目标地址“0x48”并按 Enter 键。请检查地址是否已得到确认，以及 GUI 左下角是否显示该设备已连接。



图 4-2. 设置 GUI 中的 I2C 地址

5 寄存器配置

本节介绍了如何配置 PMIC 寄存器中的特定设置。

TPS65214-GUI 将所有可配置选项集中在单个选项卡中以简化配置过程。此外，可以通过寄存器映射选项卡逐个设置寄存器值；或者在使用指定 GUI 之外的独立 I2C 接口工具时，向相应的寄存器写入数据来进行设置。

5.1 配置使能设置

PMIC 具有活动和待机状态，可以在这两个状态下启用或禁用电源轨。当配置为 STBY 时，可以通过 MODE/STBY 引脚触发状态变化。

- 图 5-1 显示了使用 TPS65214-GUI 的配置选项卡时要更改的设置。
- 表 5-1 显示了引用寄存器映射时要写入的寄存器字段。

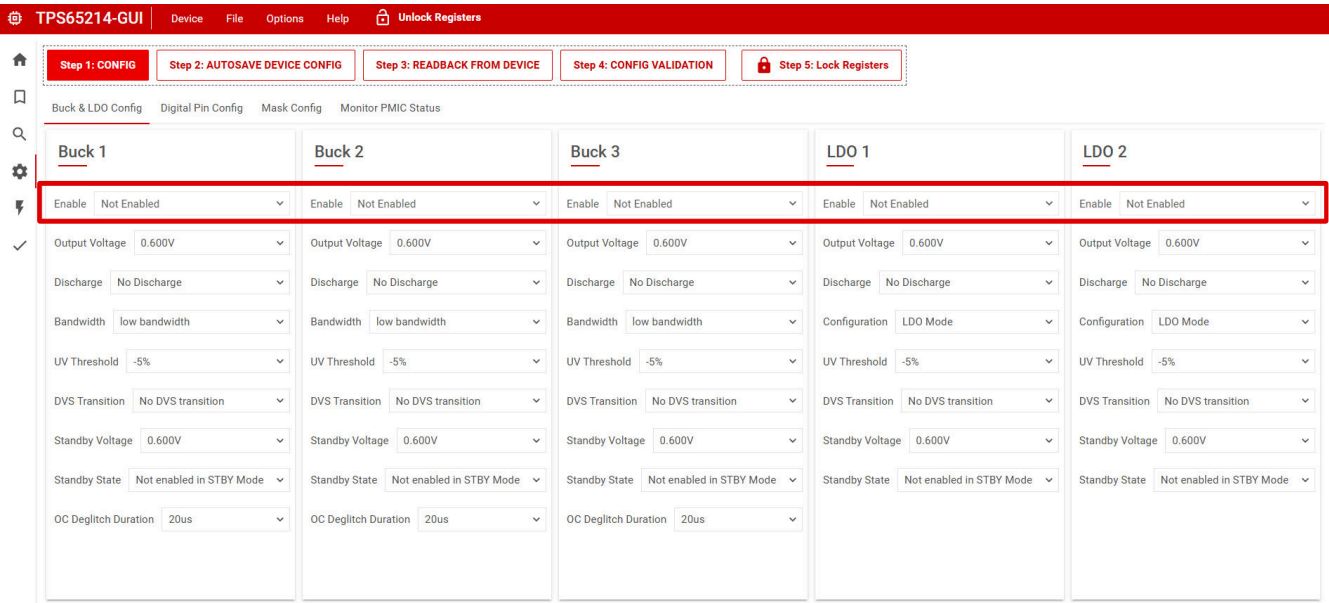


图 5-1. 使用 TPS65214-GUI 的使能设置

表 5-1. 用于使能设置的 NVM 寄存器

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
在活动状态下启用电源轨	0x02	5	LDO1_EN	0h = 禁用 1h = 启用
		4	LDO2_EN	0h = 禁用 1h = 启用
		2	BUCK3_EN	0h = 禁用 1h = 启用
		1	BUCK2_EN	0h = 禁用 1h = 启用
		0	BUCK1_EN	0h = 禁用 1h = 启用
在待机状态下启用电源轨	0x21	5	LDO1_STBY_EN	0h = 禁用 1h = 启用
		4	LDO2_STBY_EN	0h = 禁用 1h = 启用
		2	BUCK3_STBY_EN	0h = 禁用 1h = 启用
		1	BUCK2_STBY_EN	0h = 禁用 1h = 启用
		0	BUCK1_STBY_EN	0h = 禁用 1h = 启用

5.2 配置降压转换器

可以为降压转换器设定多项设置，其中包括输出电压、欠压 (UV) 监控和带宽等。

- 图 5-2 显示了使用 TPS65214-GUI 的配置选项卡时要更改的设置。
- 表 5-2、表 5-3 和 表 5-4 显示了引用寄存器映射时要写入的寄存器字段。

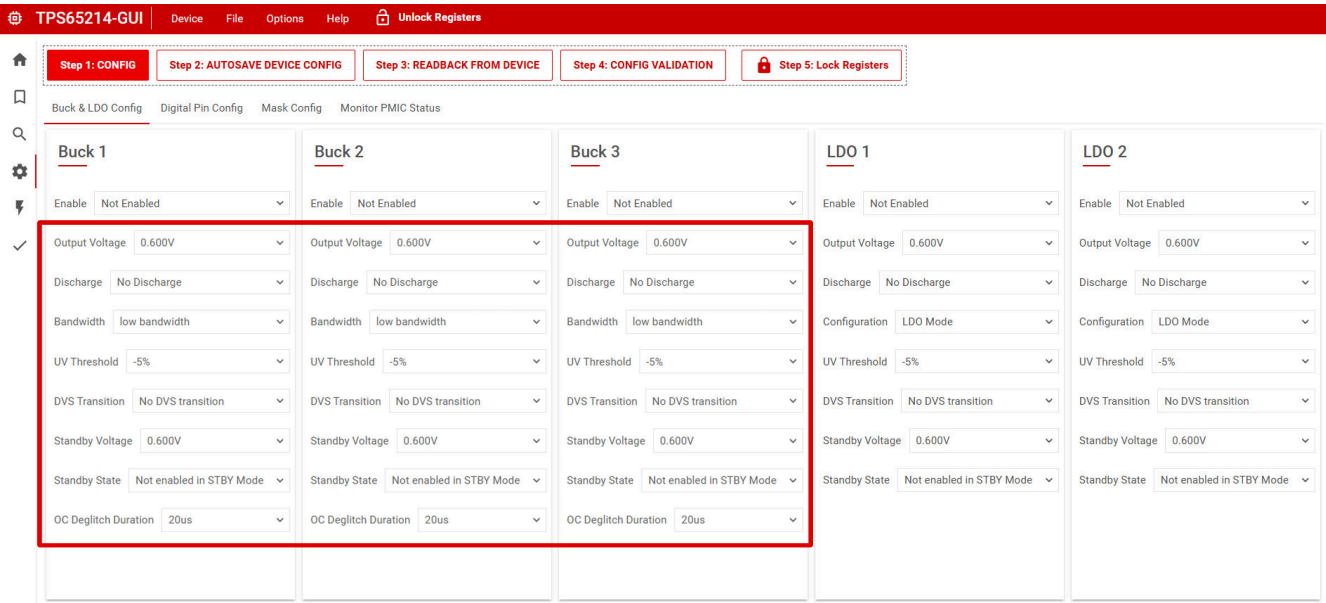


图 5-2. TPS65214-GUI 中的降压设置

表 5-2. 用于 Buck1 配置的 NVM 寄存器

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
带宽	0x0A	7	B1_BW_SEL	0h = 低带宽 1h = 高带宽
UV 监视		6	B1_UV_THR_SEL	0h = -5% UV 检测电平 1h = -10% UV 检测电平
输出电压		5-0	B1_VSET	请参阅数据表上的寄存器映射

表 5-3. 用于 Buck2 配置的 NVM 寄存器

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
带宽	0x09	7	B2_BW_SEL	0h = 低带宽 1h = 高带宽
UV 监视		6	B2_UV_THR_SEL	0h = -5% UV 检测电平 1h = -10% UV 检测电平
输出电压		5-0	B2_VSET	请参阅数据表上的寄存器映射

表 5-4. 用于 Buck3 配置的 NVM 寄存器

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
带宽	0x08	7	B3_BW_SEL	0h = 低带宽 1h = 高带宽
UV 监视		6	B3_UV_THR_SEL	0h = -5% UV 检测电平 1h = -10% UV 检测电平
输出电压		5-0	B3_VSET	请参阅数据表上的寄存器映射

5.3 配置 LDO

可以为 LDO 稳压器设定多项设置，其中包括输出电压、欠压 (UV) 监控等。

- 图 5-3 显示了使用 TPS65214-GUI 的配置选项卡时要更改的设置。
- 表 5-5 和 表 5-6 显示了引用寄存器映射时要写入的寄存器字段。

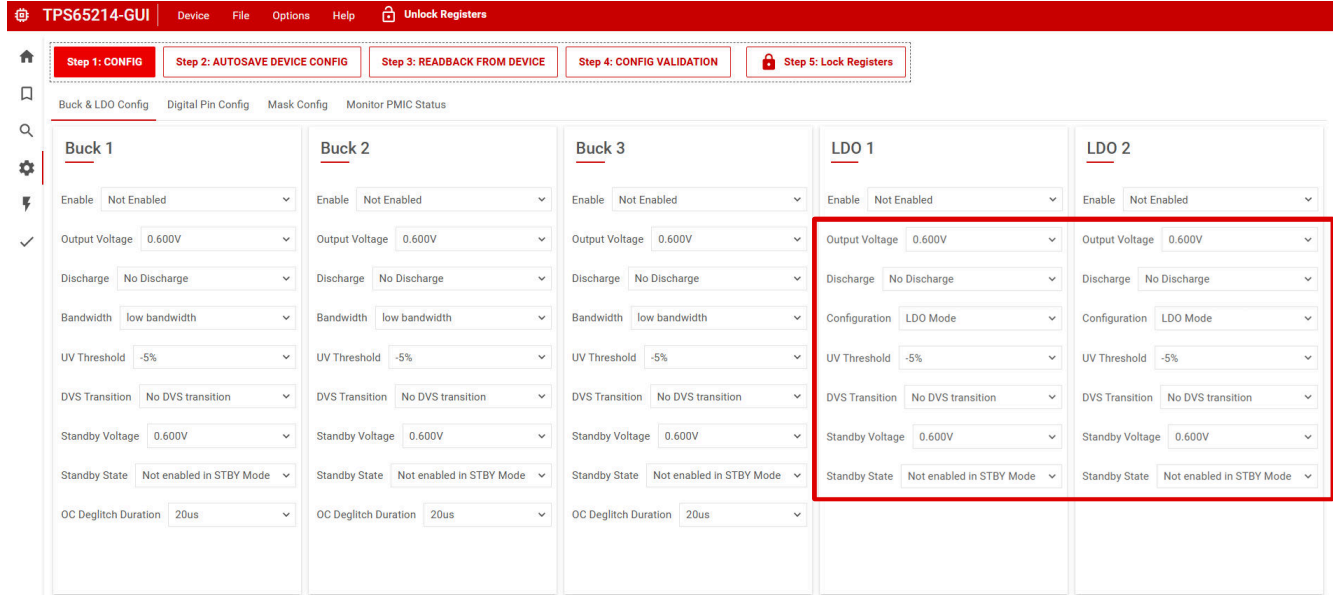


图 5-3. 使用 TPS65214-GUI 的 LDO 设置

表 5-5. 用于 LDO1 设置的 NVM 寄存器

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
配置	0x05	6	LDO1_LSW_CONFIG	0h = LDO1 未配置为负载开关 1h = LDO1 配置为负载开关
输出电压		5-0	LDO1_VSET	请参阅数据表上的寄存器映射
UV 监视	0x1E	5	LDO1_UV_THR	0h = -5% UV 1h = -10% UV

表 5-6. 用于 LDO2 设置的 NVM 寄存器

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
配置	0x06	7	LDO2_LSW_CONFIG	0h = LDO1 未配置为负载开关 1h = LDO1 配置为负载开关
输出电压		5-0	LDO2_VSET	请参阅数据表上的寄存器映射
UV 监测	0x1E	4	LDO2_UV_THR	0h = -5% UV 1h = -10% UV

5.4 配置序列

配置 PMIC 序列的过程包括以下两个步骤：

1. 上电/下电时隙分配：时隙分配定义了电源轨的开启或关闭顺序。每个 PMIC 电源轨必须分配一个时隙。有 16 个可用时隙 (0-15)。可将多个电源轨 (包括 GPIO) 分配到同一时隙，以便同时启用它们。

2. 上电/下电时隙持续时间：时隙持续时间是指从一个时隙开始到下一时隙开始所隔的时间。例如，如果 Buck1 被分配至持续时间为 3ms 的 slot0，Buck2 被分配至时隙 1，则 Buck2 在 Buck1 后 3ms 开启。

备注

时隙持续时间不能决定电源轨斜升所需的时间。时隙持续时间仅指定 PMIC 在启用（或禁用）分配给下一个时隙的电源轨之前等待的时间。

- 表 5-7、表 5-8、表 5-9 和 表 5-10 显示了引用寄存器映射时要写入的寄存器字段。

表 5-7. 上电序列 - 时隙分配

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
上电顺序 时隙分配	0x11	7-4	BUCK1_SEQUENCE_ON_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x10	7-4	BUCK2_SEQUENCE_ON_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0xF	7-4	BUCK3_SEQUENCE_ON_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0xE	7-4	LDO1_SEQUENCE_ON_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0xD	7-4	LDO2_SEQUENCE_ON_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0xC	7-4	LDO3_SEQUENCE_ON_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0xB	7-4	LDO4_SEQUENCE_ON_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x15	7-4	GPO1_SEQUENCE_ON_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x14	7-4	GPO2_SEQUENCE_ON_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x13	7-4	GPIO_SEQUENCE_ON_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x12	7-4	nRST_SEQUENCE_ON_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射

表 5-8. 上电序列 - 时隙持续时间

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
上电顺序 时隙持续时间	0x16	7-6	POWER_UP_SLOT_0_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		5-4	POWER_UP_SLOT_1_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		3-2	POWER_UP_SLOT_2_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		1-0	POWER_UP_SLOT_3_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x17	7-6	POWER_UP_SLOT_4_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		5-4	POWER_UP_SLOT_5_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		3-2	POWER_UP_SLOT_6_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		1-0	POWER_UP_SLOT_7_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x18	7-6	POWER_UP_SLOT_8_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		5-4	POWER_UP_SLOT_9_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		3-2	POWER_UP_SLOT_10_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		1-0	POWER_UP_SLOT_11_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x19	7-6	POWER_UP_SLOT_12_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		5-4	POWER_UP_SLOT_13_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		3-2	POWER_UP_SLOT_14_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		1-0	POWER_UP_SLOT_15_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射

表 5-9. 下电序列 - 时隙分配

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
断电序列 时隙分配	0x11	7-4	BUCK1_SEQUENCE_OFF_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x10	7-4	BUCK2_SEQUENCE_OFF_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0xF	7-4	BUCK3_SEQUENCE_OFF_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0xE	7-4	LDO1_SEQUENCE_OFF_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0xD	7-4	LDO2_SEQUENCE_OFF_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0xC	7-4	LDO3_SEQUENCE_OFF_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0xB	7-4	LDO4_SEQUENCE_OFF_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x15	7-4	GPO1_SEQUENCE_OFF_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x14	7-4	GPO2_SEQUENCE_OFF_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x13	7-4	GPIO_SEQUENCE_OFF_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射
0x12	7-4	nRST_SEQUENCE_OFF_SLOT	请参阅数据表上的寄存器映射	

表 5-10. 下电序列 - 时隙持续时间

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
断电序列 时隙持续时间	0x1A	7-6	POWER_DOWN_SLOT_0_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		5-4	POWER_DOWN_SLOT_1_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		3-2	POWER_DOWN_SLOT_2_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		1-0	POWER_DOWN_SLOT_3_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x1B	7-6	POWER_DOWN_SLOT_4_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		5-4	POWER_DOWN_SLOT_5_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		3-2	POWER_DOWN_SLOT_6_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		1-0	POWER_DOWN_SLOT_7_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x1C	7-6	POWER_DOWN_SLOT_8_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		5-4	POWER_DOWN_SLOT_9_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		3-2	POWER_DOWN_SLOT_10_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		1-0	POWER_DOWN_SLOT_11_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
	0x1D	7-6	POWER_DOWN_SLOT_12_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		5-4	POWER_DOWN_SLOT_13_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
		3-2	POWER_DOWN_SLOT_14_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射
1-0		POWER_DOWN_SLOT_15_DURATION	请参阅数据表上的寄存器映射	

5.5 配置 GPIO

GPIO 可用于启用外部分立式元件。GPIO 还可用于多 PMIC 配置，以同步两个 TPS65214 器件之间的上电和断电序列。

- 图 5-4 显示了使用 TPS65214-GUI 的配置选项卡时要更改的设置。
- 表 5-11、表 5-12 显示了引用寄存器映射时要写入的寄存器字段。

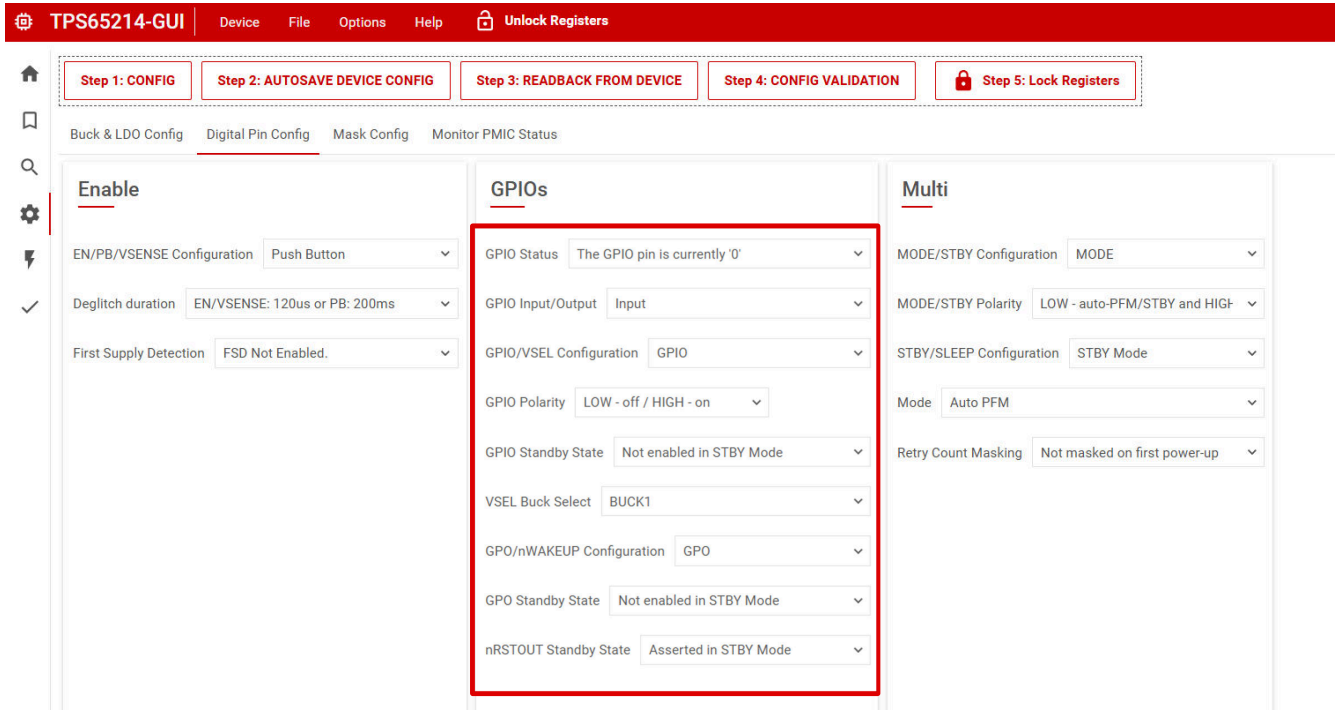


图 5-4. GPIO 配置

表 5-11. 用于 GPIO 使能设置的 NVM 寄存器

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
活动状态下的使能设置	0x1E	2	GPIO_EN	0h = 禁用。输出状态为低电平。 1h = 启用。输出状态为高阻态。
		0	GPO_EN	0h = 禁用。输出状态为低电平。 1h = 启用。输出状态为高阻态。
待机状态下的使能设置	0x22	2	GPIO_STBY_EN	0h = 禁用。输出状态为低电平。 1h = 启用。输出状态为高阻态。
		0	GPO_STBY_EN	0h = 禁用。输出状态为低电平。 1h = 启用。输出状态为高阻态。

表 5-12. 用于 GPIO 配置的 NVM 寄存器

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
GPIO/VSEL 配置	0x1E	1	GPIO_CONFIG	0h = 配置为输入 1h = 配置为输出
	0x1F	3	GPIO_VSEL_CONFIG	0h = 配置为 GPIO 1h = 配置为 VSEL

5.6 配置多功能引脚

TPS65214 PMIC 有两个可配置多功能引脚。MODE/STBY 可以配置为 MODE，用于选择开关；也可以配置为 STBY，用于触发向待机状态的转换。当配置为 VSEL 模式时，GPIO/VSEL 引脚可用于设置 BUCK1 或 BUCK3 的输出电压。有关引脚极性信息，请参阅数据表。

- 图 5-5 显示了使用 TPS65214-GUI 的配置选项卡时要更改的设置
- 图 5-5 显示了引用寄存器映射时要写入的寄存器字段。

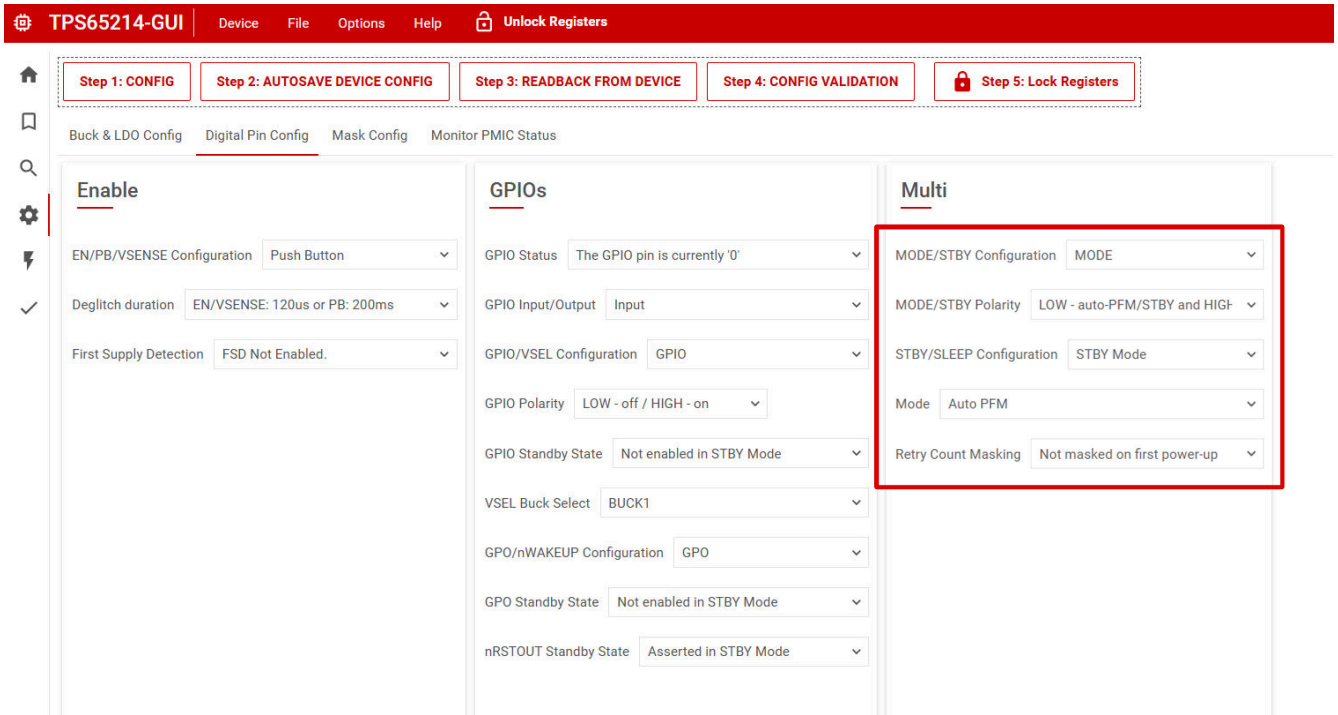


图 5-5. 使用 TPS65214-GUI 的多功能配置

表 5-13. 用于 VSEL 的 NVM 寄存器

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
引脚功能	0x1F	3	GPIO_VSEL_CONFIG	0h = 配置为 GPIO 1h = 配置为 VSEL
		2	VSEL_RAIL	0h = BUCK1 1h = BUCK3
引脚极性		1	VSEL_SD_POLARITY	0h = <ul style="list-style-type: none"> 低电平：1.8V 高电平：LDOx_VOUT 寄存器 1h = <ul style="list-style-type: none"> 高电平：1.8V 低电平：LDOx_VOUT 寄存器

表 5-14. 用于 MODE/STBY 的 NVM 寄存器

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
引脚功能	0x20	1-0	MODE_STBY_CONFIG	0h = MODE 1h = STBY 2h = MODE 和 STBY 3h = MODE
引脚极性	0x1F	4	MODE_STBY_POLARITY	请参阅数据表上的寄存器映射

表 5-15. 用于 GPO/nWAKEUP 的 NVM 寄存器

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
引脚功能	0x20	2	MODE_RESET_CONFIG	0h = MODE 1h = RESET
RESET 配置		6	WARM_COLD_RESET_CONFIG	0h = COLD RESET 1h = WARM RESET
引脚极性	0x1F	5	MODE_RESET_POLARITY	请参阅数据表上的寄存器映射

5.7 配置 EN/PB/VSENSE 引脚

PMIC 的使能引脚可配置为“Enable”、“Push-Button”或“VSENSE”。除此功能外，还可以配置抗尖峰脉冲。此外，该引脚还具有首次电源检测 (FSD) 选项，从而在首次上电期间忽略 EN/PB/VSENSE 引脚的状态。

- 图 5-6 显示了使用 TPS65214-GUI 的配置选项卡时要更改的设置。
- 表 5-16 显示了引用寄存器映射时要写入的寄存器字段。

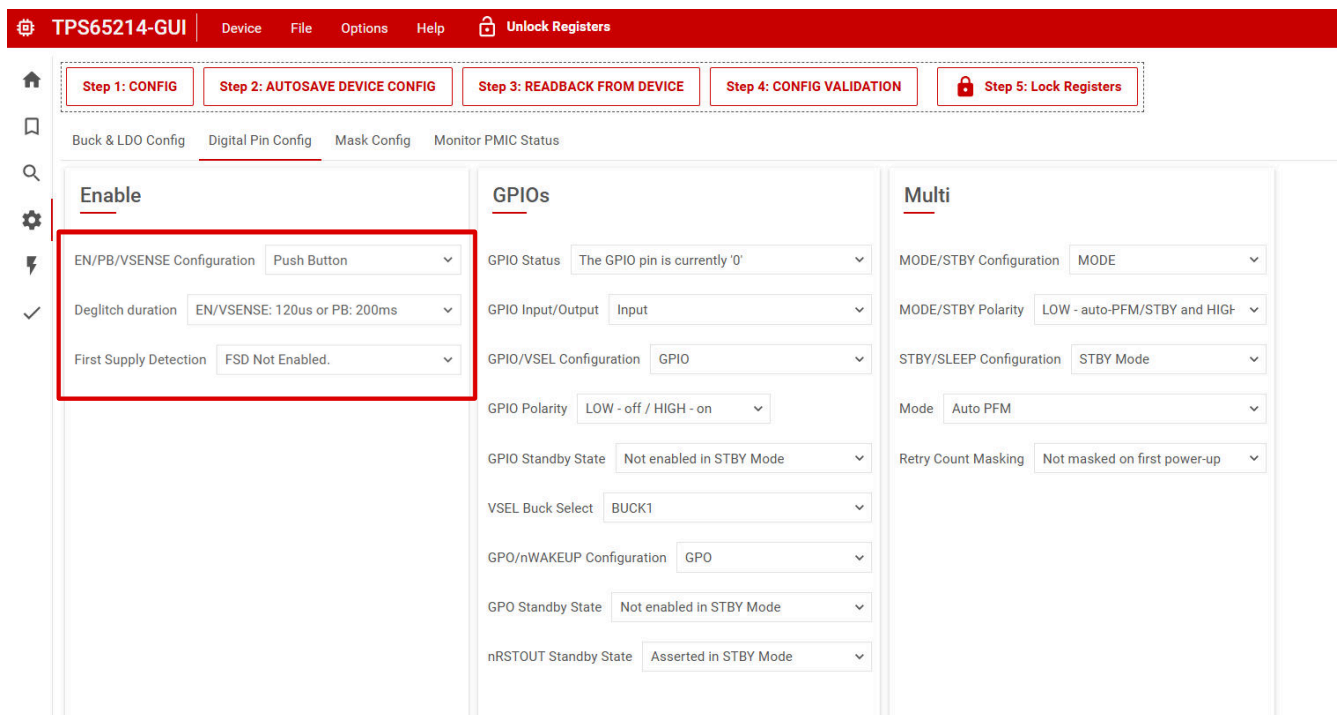


图 5-6. 使用 TPS65214-GUI 的 EN/PB/VSENSE 配置

表 5-16. 用于 EN/PB/VSENSE 的 NVM 寄存器

	寄存器地址	位		设置
		位编号	字段名称	
首次电源检测	0x20	7	PU_ON_FSD	0h = FSD 已禁用 1h = FSD 已启用
引脚配置		5-4	EN_PB_VSENSE_CONFIG	0h = 启用 1h = 按钮 2h = VSENSE 3h = 启用
抗尖峰脉冲时间		3	EN_PB_VSENSE_DEGL	请参阅数据表上的寄存器映射

5.8 更改 I2C 地址

TPS6521405 的默认 I2C 地址配置为 0x30。如果需要，可以在 `I2C_ADDRESS_REG` 寄存器 0x26 处更改此配置，并将默认地址 0x30 更改为图 5-7 所示地址。一旦更改了寄存器，必须通过将 0x0A 写入寄存器 0x34 来将新值保存到 NVM 中。

备注

在多 PMIC 配置中使用多个 TPS65214 器件时，每个器件必须具有唯一的 I2C 地址。第 2 个、第 3 个和其他 PMIC 的 I2C 地址必须从默认值 0x30 更改为新值。

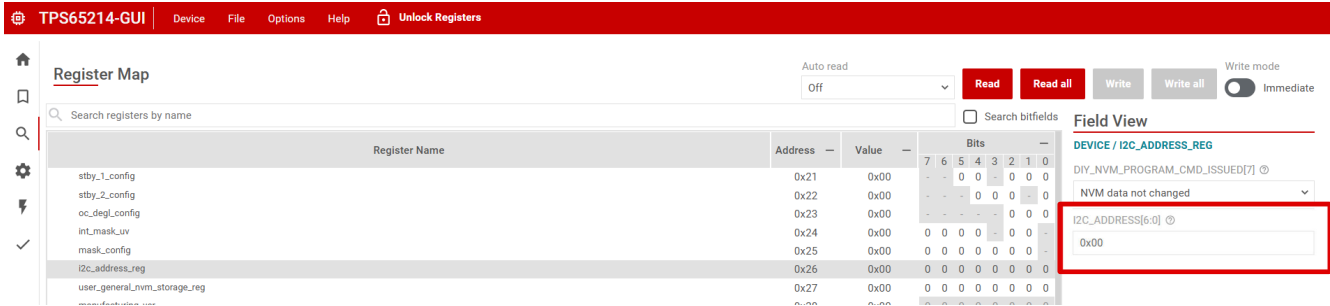


图 5-7. I2C_ADDRESS_REG

表 5-17. I2C_ADDRESS_REG

寄存器地址	位	
	位编号	字段名称
0x26	6-0	I2C_ADDRESS

5.9 配置屏蔽设置

有多种中断设置可被屏蔽，从而绕过特定 PMIC 监控功能或修改 PMIC 在检测到中断时的反应方式。可以屏蔽的中断包括欠压监测、温度监测等。图 5-8 显示了 GUI 配置选项卡中的屏蔽设置。

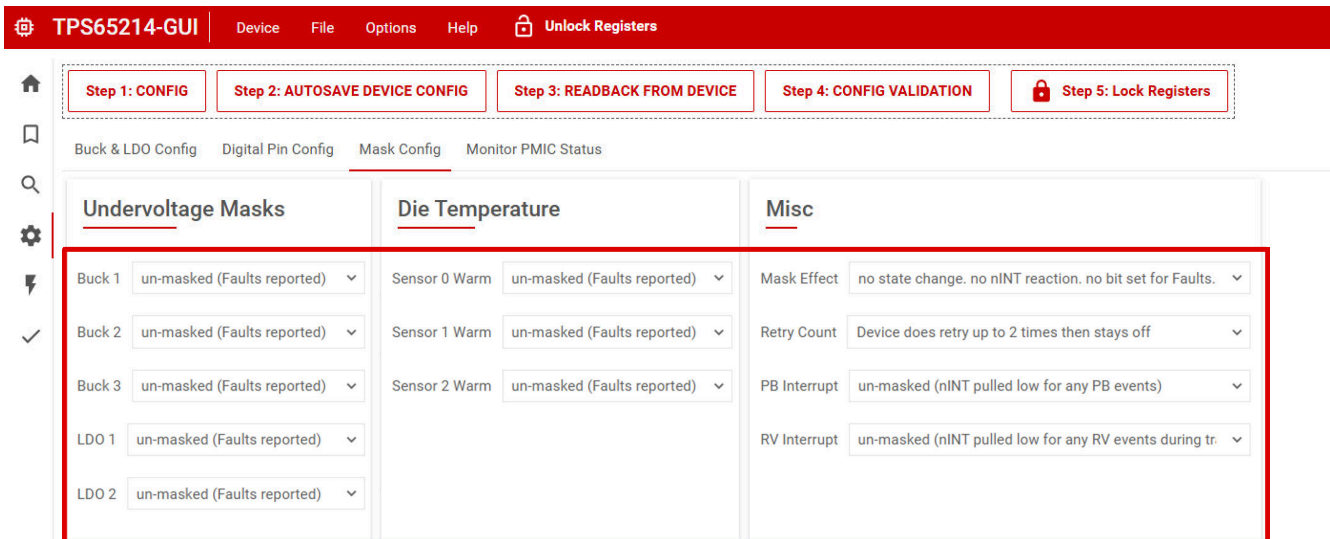


图 5-8. TPS65214-GUI 中的屏蔽设置

表 5-18. 寄存器 0x1E 上的屏蔽设置

寄存器地址	位	
	位编号	字段名称
0x1E	7	BYPASS_RV_FOR_RAIL_ENABLE

表 5-19. 寄存器 0x1E 上的屏蔽设置

寄存器地址	位	
	位编号	字段名称
0x24	7	MASK_RETRY_COUNT
	6	B3_UV_MASK
	5	B2_UV_MASK
	4	B1_UV_MASK
	2	LDO1_UV_MASK
	1	LDO2_UV_MASK

表 5-20. 寄存器 0x1E 上的屏蔽设置

寄存器地址	位	
	位编号	字段名称
0x25	7	MASK_INT_FOR_PB
	6-5	MASK_EFFECT
	4	MASK_INT_FOR_RV
	3	SENSOR_0_WARM_MASK
	2	SENSOR_1_WARM_MASK
	1	SENSOR_2_WARM_MASK

5.10 导出 NVM 配置文件

若要保存寄存器配置，可以将 NVM 设置导出为单个文件。TPS65214-GUI 目前支持三种文件类型：.csv、.json 和 .txt 文件格式。图 5-9 展示了如何使用“文件”选项卡导出 NVM 设置。使用“保存寄存器映射”之前，必须在“保存文件类型”中选择文件格式。

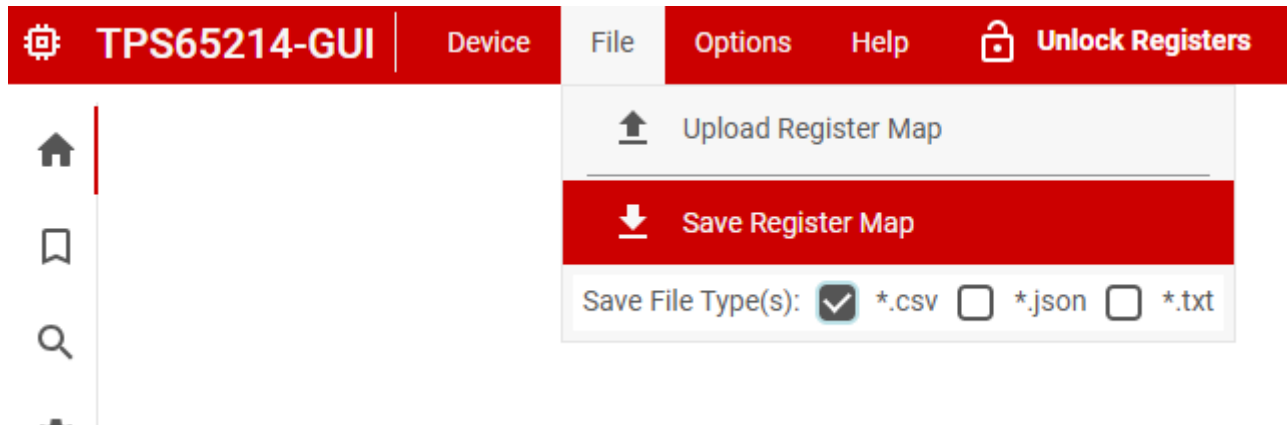


图 5-9. 使用 TPS65214-GUI 导出 NVM 设置

5.11 将 NVM 配置文件加载到 PMIC

图 5-10 中所所示的图描述了将预配置的 NVM 文件 (.CSV 或 .JSON 扩展名) 加载到 PMIC NVM 中的过程。客户既可以重复使用预先配置的文件，在生产线上对 PMIC 进行重新编程，也可以委托第三方编程服务机构进行处理。

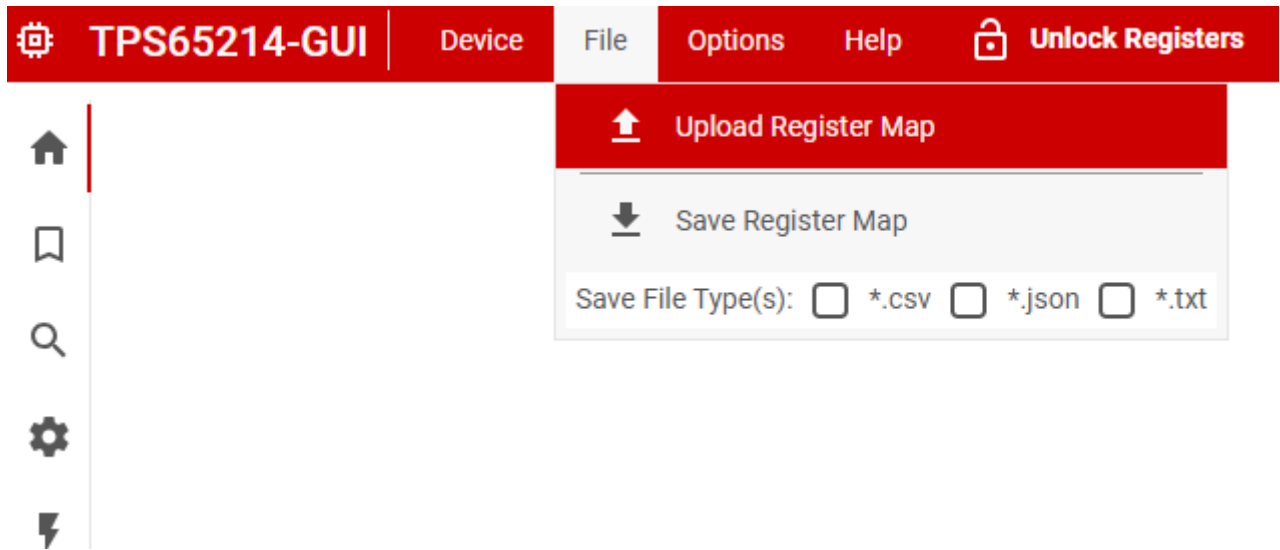


图 5-10. 加载 NVM 配置文件

6 NVM 编程

在寄存器映射完全更新并配置为所需设置后，通过向 MODE/STBY 引脚施加 8V 电压并将 0x0A 写入地址 0x34，可以将新值保存到 NVM 中。

只有当 MODE/STBY 引脚的电压等于或高于 $V_{\text{MODE/STBY_PROG}}$ 时，才能成功更改 NVM 中的值。TPS65214EVM-SKT 具有板载升压转换器，可通过开关和跳线将其短接至 MODE/STBY，因此简化了这一过程。

此外，I2C 引脚必须上拉至外部 3.3V 电源。

备注

向寄存器地址 0x34 写入 0x0A (CUST_PROG_CMD) 可将当前的寄存器设置写入器件 NVM，使其成为新的上电默认设置。NVM 重新编程完成后，DIY_NVM_PROGRAM_CMD_ISSUED 位会被置位，器件将忽略后续的 CUST_PROG_CMD 命令，以防止意外更改 NVM。

备注

客户可编程寄存器对应于地址 0x2 至 0x27。只有寄存器映射的复位列中标有 (X) 的位才具有 NVM 可编程默认设置。所有其他位均保持寄存器映射中所列的出厂设置。此外，NVM 编程是单向的：任何可配置位只能从“0”写入为“1”。

图 6-1 显示了在使用 TPS65214-GUI 的编程选项卡时，将寄存器设置保存到 NVM 的按钮。表 6-1 展示了查阅寄存器映射表时

待写入的寄存器字段。

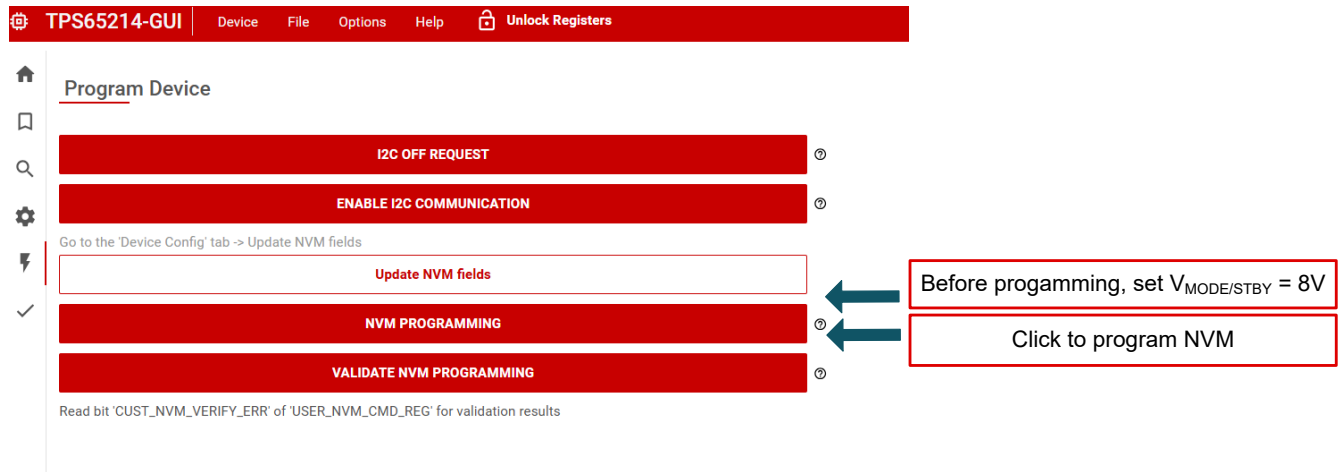


图 6-1. 使用 TPS65214-GUI 进行 NVM 编程

表 6-1. 用以将寄存器设置保存到 NVM 中的 I2C 写入

寄存器地址	位		数据
	位编号	字段名称	
0x34	3-0	USER_NVM_CMD	0x0A

7 非 NVM 寄存器

PMIC 寄存器映射包含 NVM 和非 NVM 位。寄存器地址 0x00 至 0x27 包含由 EEPROM 备份的 NVM 位。这些寄存器设置可通过 I2C 进行更改，并且可按照此编程指南中所述对默认值重新编程。每个 NVM 位的复位值在数据表寄存器映射中标记为“X”，因为这些位值可以重新进行编程，并且对于每个可订购器件型号都是唯一的。

非 NVM 位位于寄存器地址 0x28 至 0x37 中。这些寄存器设置可由 I2C 更改，但默认值无法重新进行编程。下电上电后以及每次 PMIC 进入初始化状态时，非 NVM 位的寄存器设置都会恢复为其默认值。可以在数据表寄存器映射中的“复位”列下找到非 NVM 位的默认值。

对于空白的用户可编程的 TPS6521405VAFR 器件，除下文 节 8 节中列出的字段外，其余字段的默认值均设为 0h。

8 TPS6521405 默认设置

用户可编程 TPS6521405VAFR 型号默认禁用所有降压稳压器、LDO 和 GPIO，并将相应的输出电压寄存器设置为最低值。除下表所列字段外，所有寄存器设置均配置为 0h。

表 8-1. TPS6521405VAFR NVM 寄存器未配置为 0h

寄存器地址	字段名称	值	说明
0x00	TI_DEV_ID	0x44	TPS6521405 标识符
0x01	NVM_ID	0x05	TPS6521405 标识符
0x26	I2C_ADDRESS_REG	0x30	重新编程时的 I2C 地址默认设置为 0x30

表 8-2. TPS6521405VAFR 的非 NVM 寄存器未配置为 0h

寄存器地址	字段名称	值	说明
0x28	MANUFACTURING_VER	X	器件修订版本。 0x01 = 版本 1， 0x02 = 版本 2， ...

表 8-2. TPS6521405VAFR 的非 NVM 寄存器未配置为 0h (续)

寄存器地址	字段名称	值	说明
0x2A	DISCHARGE_CONFIG	0x37	启用放电

A 参考资料

1. 德州仪器 (TI), [TPS6521405 数据表](#)
2. 德州仪器 (TI), [TPS65214EVM-SKT 用户指南](#)

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、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月