



## 摘要

本文介绍了运行 TPS65400 PMIC 所需的信息，并提供了包括原理图、布局、硬件设置和物料清单在内的支持文档。

## 内容

1 背景.....	2
2 TPS65400 EVM 原理图.....	3
3 电路板布局布线.....	4
4 工作台测试设置条件.....	7
4.1 接头说明和跳线放置.....	7
4.2 硬件要求.....	8
4.3 硬件设置.....	8
4.4 软件安装.....	9
4.5 软件操作.....	10
5 加电过程.....	14
6 断电过程.....	15
7 物料清单.....	16
8 修订历史记录.....	19

## 插图清单

图 2-1. TPS65400 EVM 原理图.....	3
图 3-1. 元件放置 (俯视图).....	4
图 3-2. 电路板布局布线 (俯视图).....	5
图 3-3. 电路板布局布线 (第二层).....	5
图 3-4. 电路板布局布线 (第三层).....	6
图 3-5. 电路板布局布线 (底层).....	6
图 4-1. 接头说明和跳线放置.....	7
图 4-2. USB 接口适配器快速连接图.....	9
图 4-3. 通过 EVM GUI 连接到 TPS65400 EVM.....	10
图 4-4. 转至主设置面板.....	10
图 4-5. 全局命令.....	11
图 4-6. 状态和主设置面板.....	11
图 4-7. 相移面板.....	12
图 4-8. 电源序列面板.....	12
图 4-9. Vref 上升和下降面板.....	13

## 表格清单

表 1-1. 性能汇总.....	2
表 4-1. 输入/输出连接.....	8
表 4-2. 跳线.....	8
表 7-1. 物料清单.....	16

## 商标

Microsoft®, Windows®, and Internet Explorer® are registered trademarks of Microsoft Corporation.

VeriSign® is a registered trademark of VeriSign, Incorporated.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 背景

TPS65400 是一款集成式电源管理单元 (PMU)，针对需要小尺寸和高功率转换效率的应用进行了优化，从而使空间受限的小型设备无需冷却装置即可在高工作环境温度下运行。TPS65400 可借助优化的稳压器组合从中间配电总线进行单级转换，从而在系统级别实现高功效。

TPS65400 包含 4 个具有集成 FET 的大电流降压开关稳压器 ( SW1、SW2、SW3 和 SW4 )。这些开关电源专门用于为大电流数字电路 ( 例如处理器、现场可编程门阵列 (FPGA)、专用集成电路 (ASIC)、存储器和数字输入/输出 (I/O) ) 供电。SW1 和 SW2 支持 4A 电流，而 SW3 和 SW4 支持 2A 电流。每个稳压器的开关频率可单独调节，最高可调节至 2.2MHz。

每个开关均具有可编程的限流功能，因此可为无需最大电流能力的特定应用配置优化电感器额定值。TPS65400 可通过 4.5V 至 18V 之间的单输入电压轨供电，因此适用于使用 5V 或 12V 中间配电总线运行的应用。可以使用单独的使能引脚或通过 I<sup>2</sup>C 总线将时序编程到板载 EEPROM 中来满足时序要求。输出电压可通过外部电阻网络进行设置，VREF 的可编程范围介于 0.6V 到 1.87V 之间 ( 以 10mV 为单位增量 )。所有控制和状态信息均可通过兼容 PMBus 的 I<sup>2</sup>C 总线进行访问。

TPS65400 极具灵活性，可通过 I<sup>2</sup>C 总线提供全方位的监视和控制，同时还能够为不使用 I<sup>2</sup>C 的系统提供电压以及基于外部元件实现的可编程性。有许多可能的选项可用于设置转换器，而表 1-1 汇总了该 EVM 的性能规格。

该评估模块用于访问 TPS65400 的功能。可对此模块进行部分修改，以测试降压转换器在不同输入和输出电压条件下的性能。如需这方面的建议，请联系 TI Field 应用团队。

有许多可能的选项可用于设置转换器，而表 1-1 汇总了该 EVM 的性能规格。

表 1-1. 性能汇总

测试条件	性能
VIN = 4.5V 至 18V fsw = 500kHz ( 25°C 环境温度 )	Buck1, 1.8V, 最高 4A
	Buck2, 3.3V, 最高 4A
	Buck3, 1.2V, 最高 2A
	Buck4, 2.5V, 最高 2A

## 2 TPS65400 EVM 原理图

图 2-1 展示了 TPS65400 EVM 原理图。

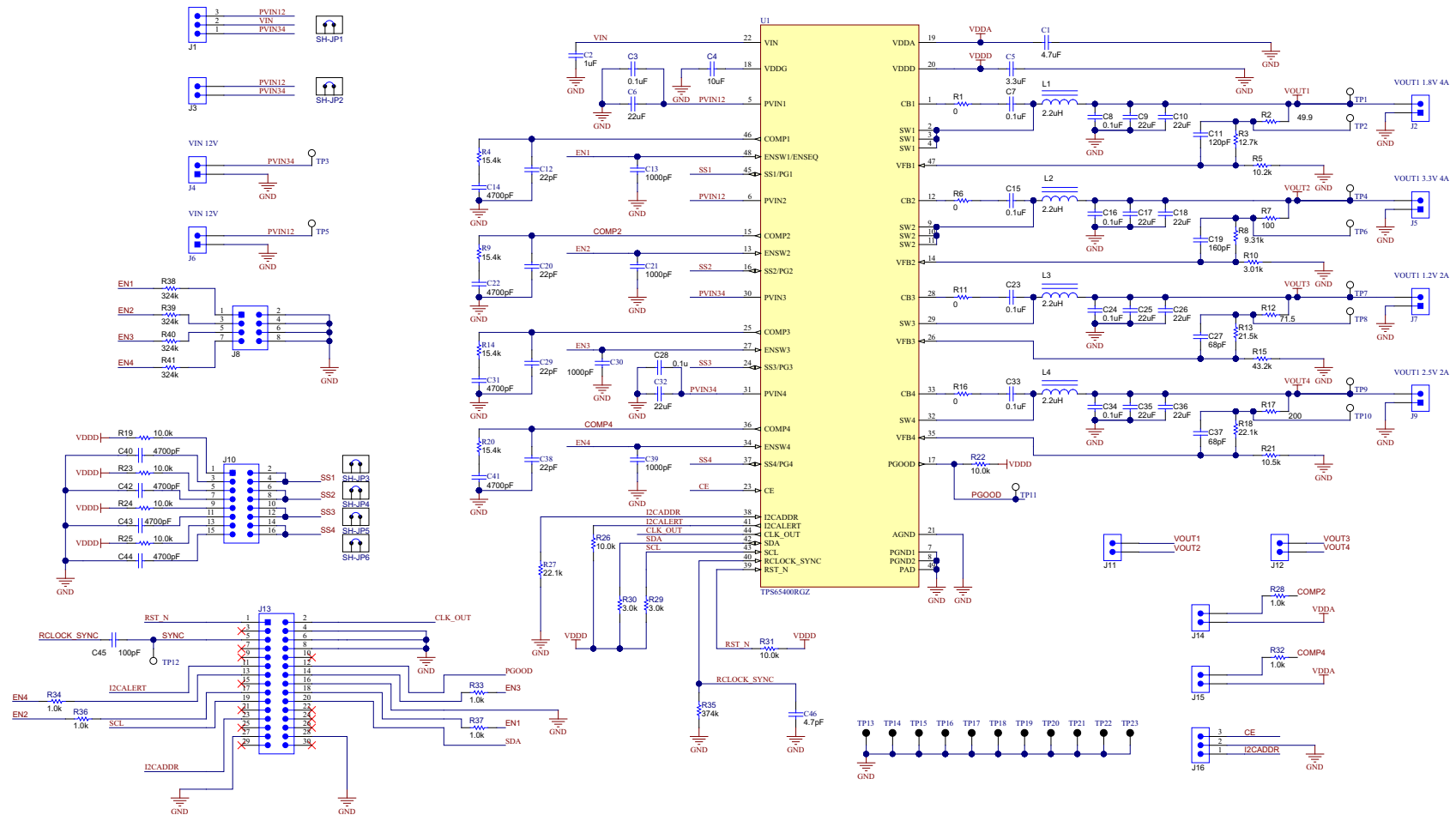


图 2-1. TPS65400 EVM 原理图

### 3 电路板布局布线

图 3-1 至图 3-5 展示了印刷电路板 (PCB) 布局。

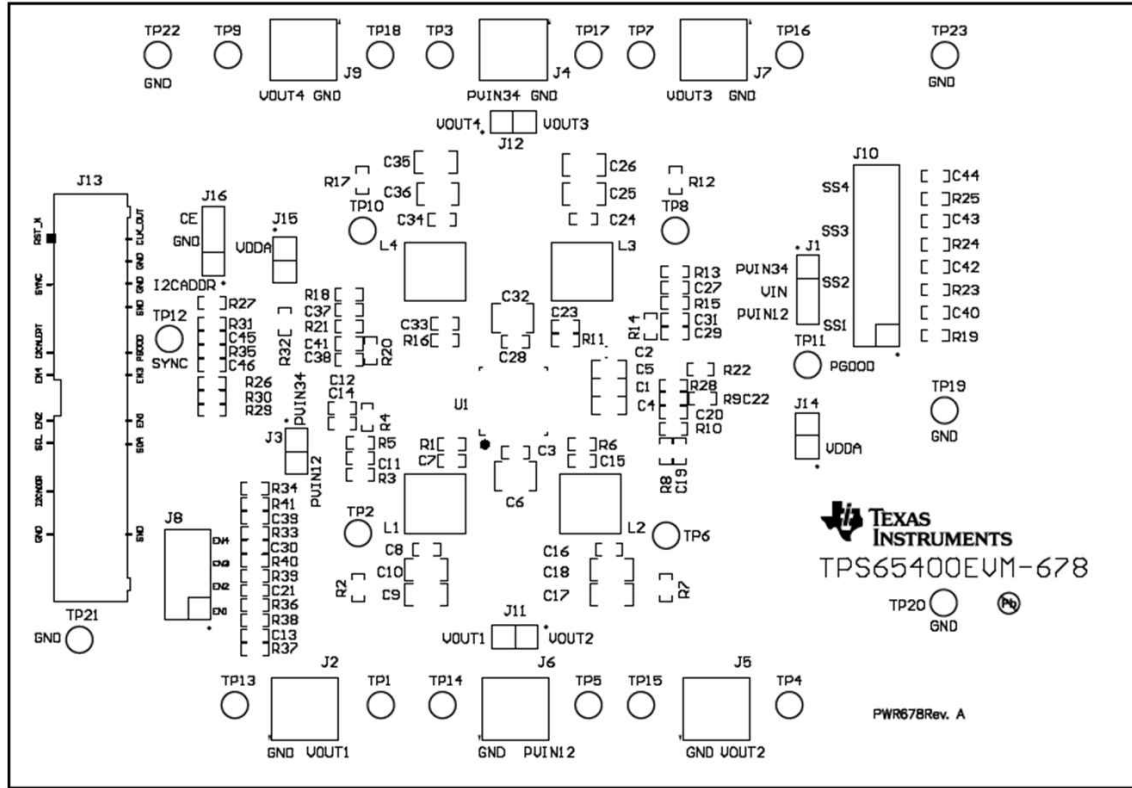


图 3-1. 元件放置 (俯视图)

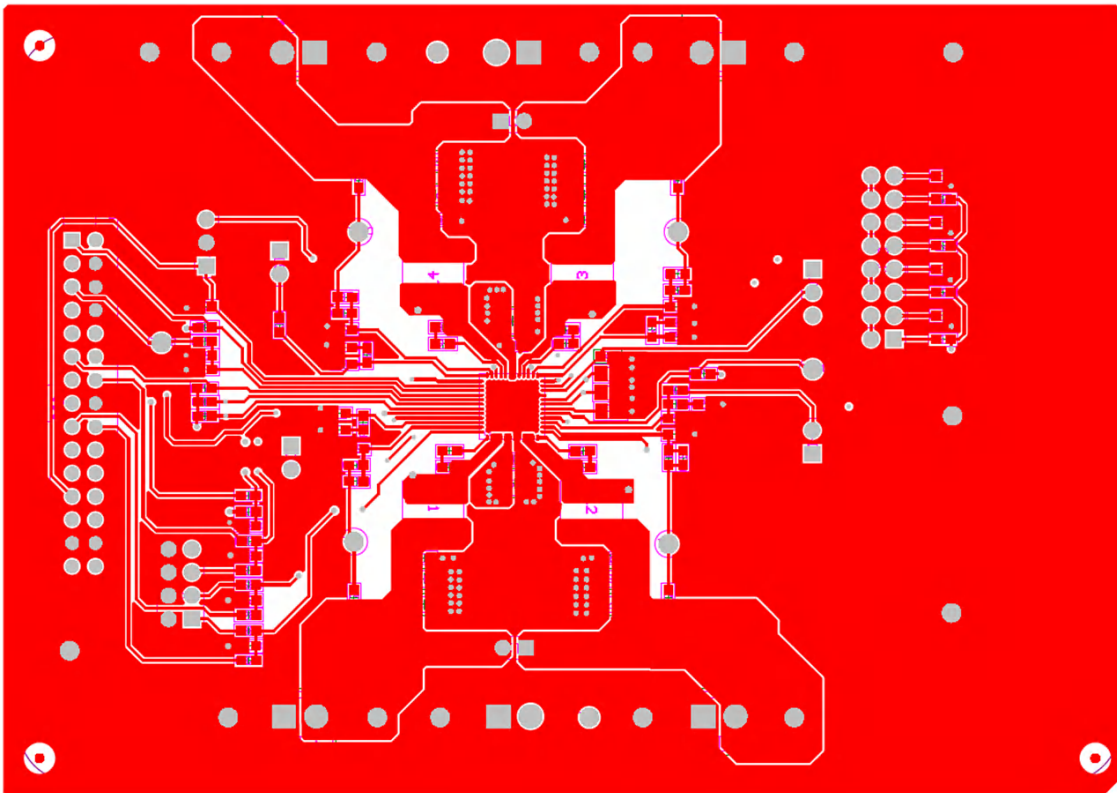


图 3-2. 电路板布局布线 (俯视图)

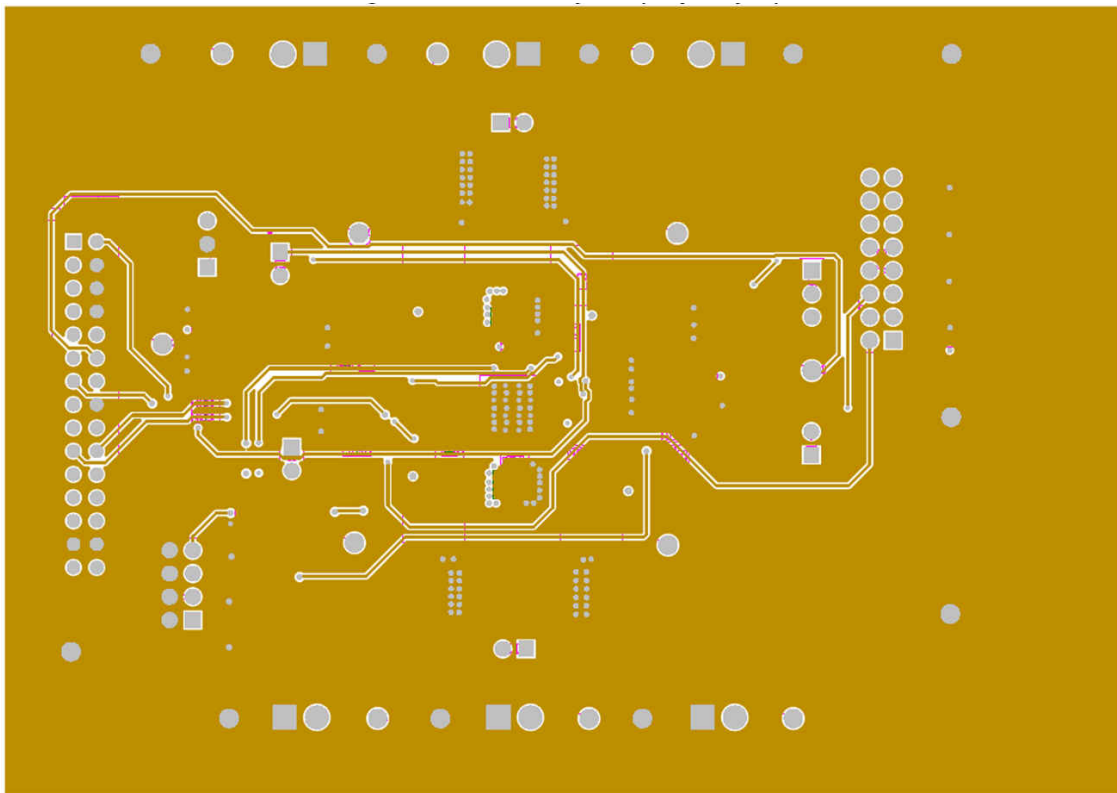


图 3-3. 电路板布局布线 (第二层)

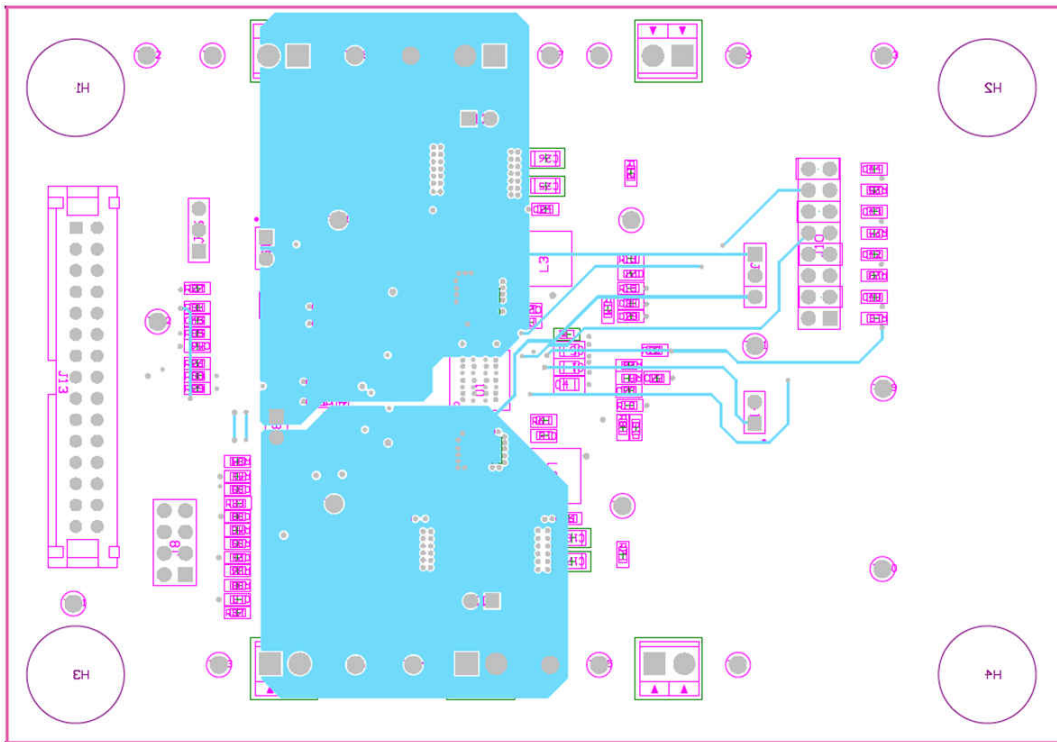


图 3-4. 电路板布局布线 ( 第三层 )

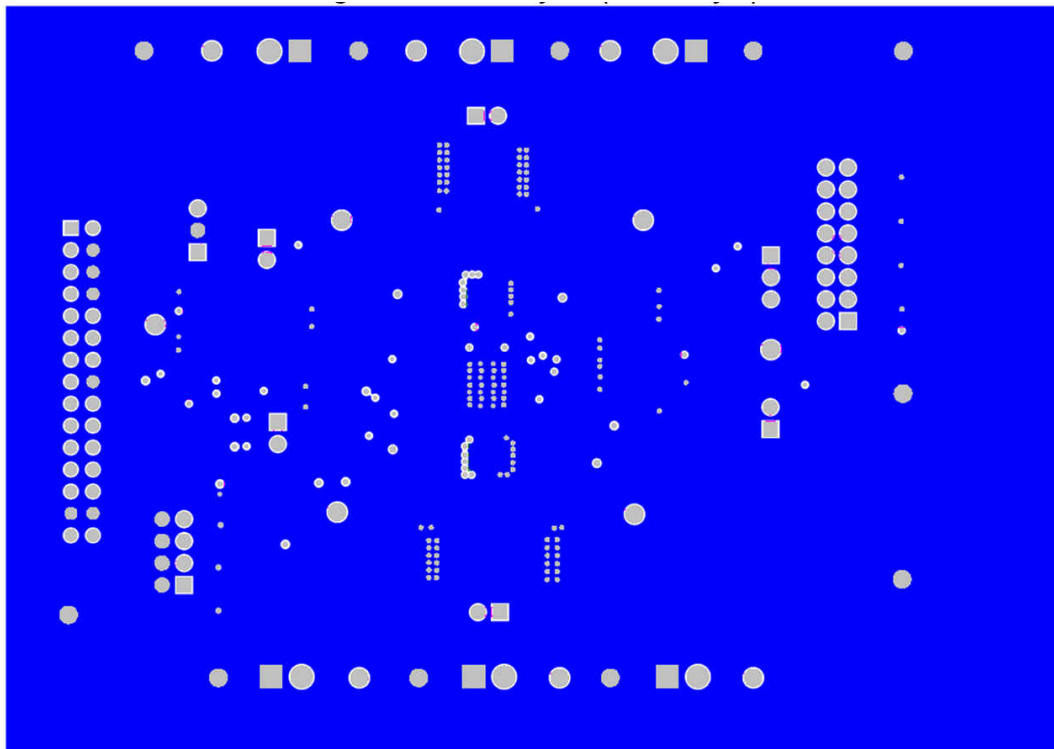


图 3-5. 电路板布局布线 ( 底层 )

## 4 工作台测试设置条件

### 4.1 接头说明和跳线放置

图 4-1 展示了接头说明和 EVM 上的跳线放置。

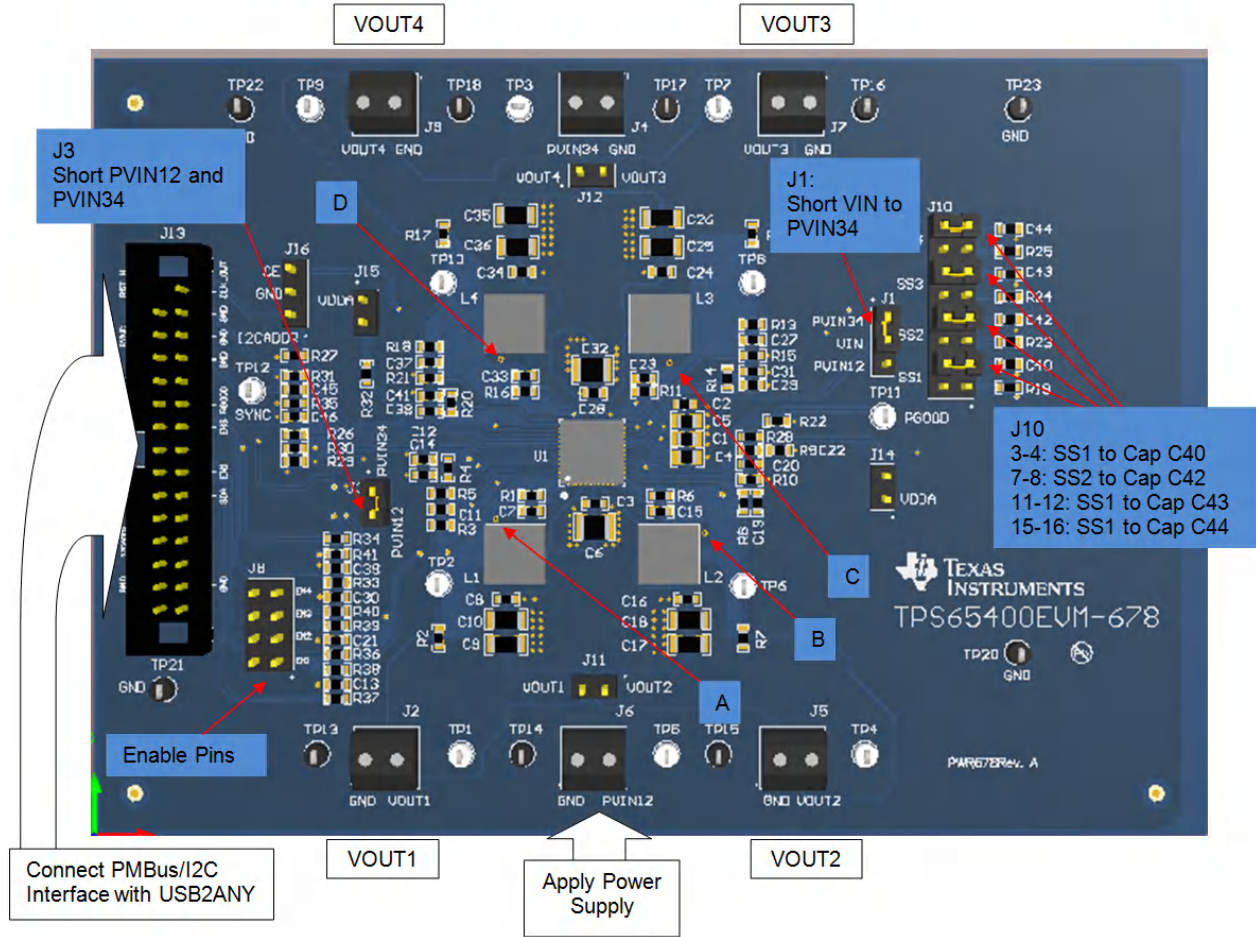


图 4-1. 接头说明和跳线放置

测试点：

1. VOUT1 的 LX
2. VOUT2 的 LX
3. VOUT3 的 LX
4. VOUT4 的 LX

VOUT1、VOUT2、VOUT3、VOUT4

**表 4-1. 输入/输出连接**

编号	功能	说明
J2	Buck1 连接器	Buck1 的输出
J5	Buck2 连接器	Buck2 的输出
J7	Buck3 连接器	Buck3 的输出
J9	Buck4 连接器	Buck4 的输出
J6	Buck1/2/3/4 VIN 连接器	将电源连接到此连接器
J13	PMBus/I <sup>2</sup> C 接口连接器	通过 PMBus/I <sup>2</sup> C 接口进行通信

**表 4-2. 跳线**

编号	功能	说明
JP1-PVIN34-Vin-PVIN12	VIN 短接至 PVIN34	Vin 连接到 PVIN34
JP3-PVIN12-PVIN34	PVIN12 与 PVIN34 短接	PVIN34 连接至 PVIN12
JP10-3-4	将电容器连接到 SS1	将 SS1 连接至 C40
JP10-7-8	将电容器连接到 SS2	将 SS2 连接至 C42
JP10-11-12	将电容器连接到 SS3	将 SS3 连接至 C43
JP10-15-16	将电容器连接到 SS4	将 SS4 连接至 C44

## 4.2 硬件要求

此 EVM 需要能够在 6A 下提供 4.5V 至 18V 的外部电源。

该 EVM 套件包括 USB2ANY 接口盒，当其安装在 PC 上并连接到 EVM 时，可支持通过 GUI 界面与 EVM 进行通信。最低 PC 要求如下：

- Microsoft® Windows® 2000、Windows XP 或 Windows 7 操作系统
- USB 端口
- 至少 30MB 空闲硬盘空间 (推荐 100MB)
- 至少 256MB 的 RAM

## 4.3 硬件设置

将电源连接到 J6 并打开电源后，EVM 会将输出电压调节到表 1-1 中列出的值。为了减少负载瞬态事件期间可能发生的感应压降，可能需要额外的输入电容。

要通过运行 TPS65400 控制器软件和 USB2ANY 接口盒的 PC 发送数字控制信号来更改输出电压，请执行以下步骤：

1. 使用 USB 电缆将 USB2ANY 的 USB 端口连接到 PC，并使用提供的 30 针带状电缆将另一端连接到 TPS65400 的 J13 (图 4-2)。带状电缆上的连接器键控可防止安装错误。
2. 将电源连接到 J6 上并打开电源。
3. 按照节 4.4 中的说明运行软件。



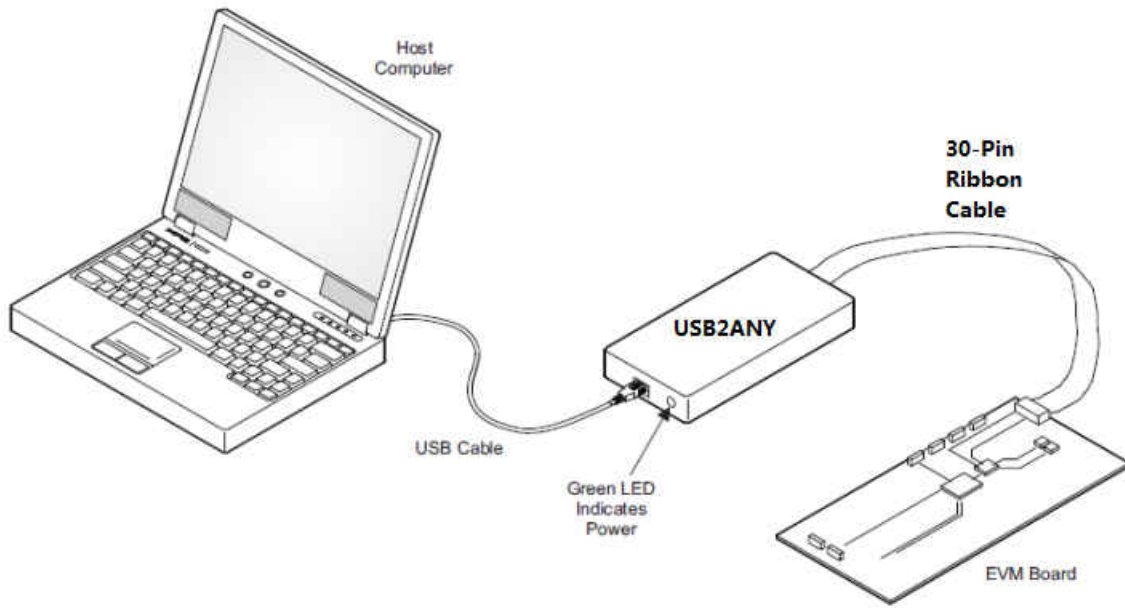


图 4-2. USB 接口适配器快速连接图

#### 4.4 软件安装

如果从 TI 网站安装，请转到以下 URL：[www.ti.com.cn](http://www.ti.com.cn)

---

#### 备注

建议使用 Microsoft® Internet Explorer® 浏览器查看此安装页面，使用其他浏览器可能无法正常浏览。

点击安装按钮；PC 应该发出安全警告，询问您是否要安装此应用程序。选择 *Install* 以继续。如果 PC 上当前安装了预发行版或 Beta 版本，请先卸载此版本的软件，然后再安装最终版本。

该软件会尝试安装 Microsoft® .NET Framework 2.0（如果尚未安装）。该软件需要此框架才能运行。

要在安装后运行该软件，请转至

Start → All programs → Texas Instruments → PI-Commander-0.8.4-672M → PI-Commander-PMU。

启动时，该软件会首先检查 USB2ANY 适配器盒的固件版本。如果安装的固件版本不正确，该软件会在互联网（如果已连接）上自动搜索更新。如果有新的更新可用，该软件会通知用户有更新，然后下载和安装该软件。请注意，固件更新后，必须在安装过程中按照说明断开并重新连接适配器与 PC 之间的 USB 电缆。主机 PC 软件还会在互联网（如果已连接）上自动搜索更新。如果有新的更新可用，该软件会通知用户有更新，然后下载和安装更新。在将来使用该软件时，如果网络上有新版本可用，它可能会提示您安装新版本。

---

#### 备注

VeriSign® Code Signing 用于防止任何恶意代码更改此应用程序。如果二进制文件在将来的任何时候经过了修改，该代码将不再尝试运行。

---

## 4.5 软件操作

本节提供了 EVM 软件的说明。

提供的软件用于与 TPS65400 EVM 进行通信。点击主机上的该图标以启动该软件。该软件会显示用于连接 EVM 板的主控制面板。

1. 点击 *Rescan Slave*
2. 点击 *LM26430-00F1 6a*
3. 点击对话框上的 *No* 按钮

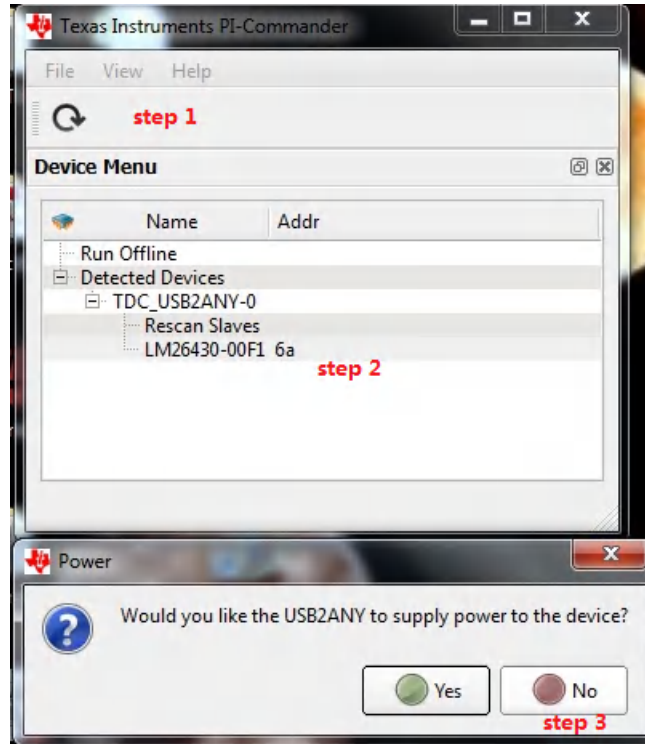


图 4-3. 通过 EVM GUI 连接到 TPS65400 EVM

4. 点击 *PMBus Register Page*

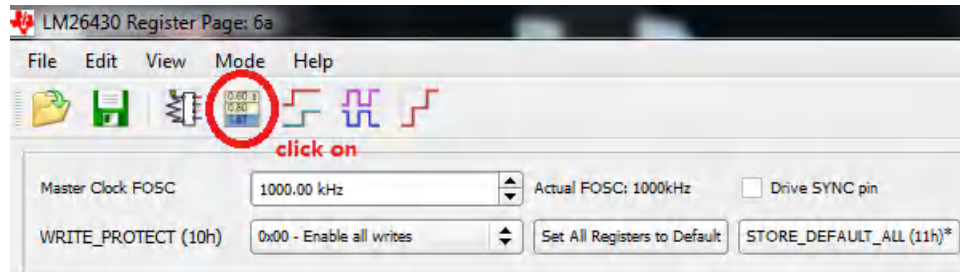


图 4-4. 转至主设置面板

然后，将显示详细设置面板，如图 4-5 所示。

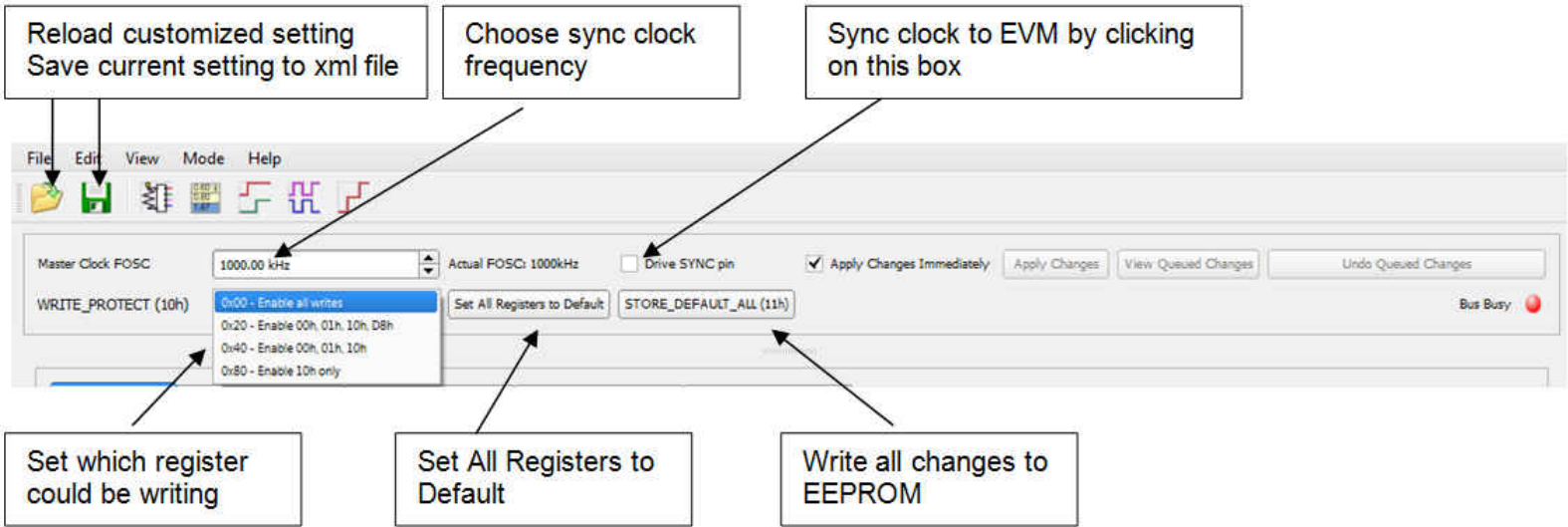


图 4-5. 全局命令

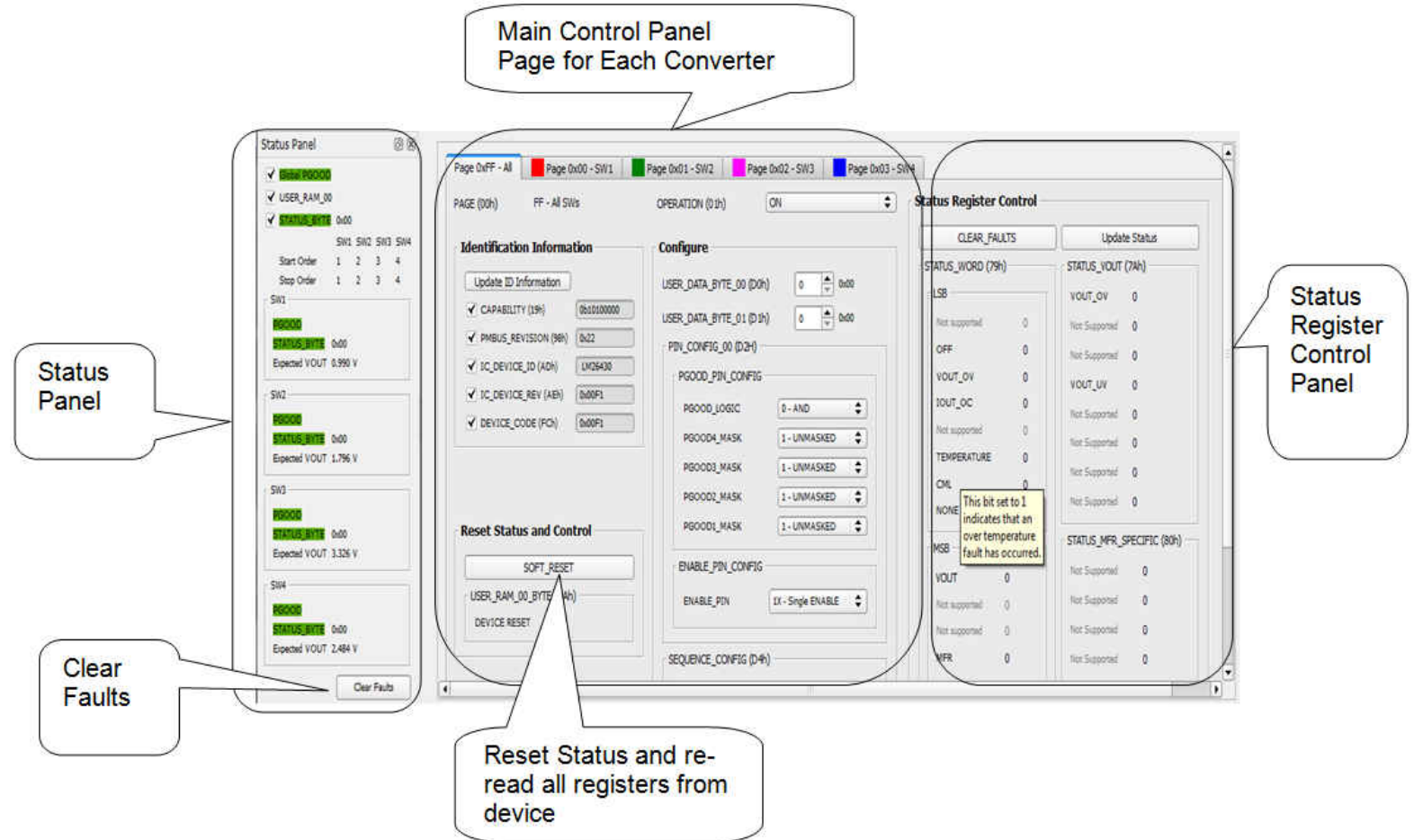


图 4-6. 状态和主设置面板

图 4-4 至图 4-9 显示了控制 GUI 界面。使用此 GUI 对 Vout 电压、相移和电源序列进行编程。数据表中提供了每个选项的详细信息。参考数据表并为您的应用选择正确的选项 (<http://www.ti.com.cn/products/cn/tps65400>)。

一个选项是 *Apply Changes Immediately* ; 如果选中此复选框, 任何更改都将立即发送到 EVM。必须点击 *STORE\_DEFAULT\_ALL* 才将所有设置写入 EEPROM。通过点击 *Page 0xFF - ALL* 上的 *SOFT\_RESET*, 可以从 EVM 读回 EEPROM 值。

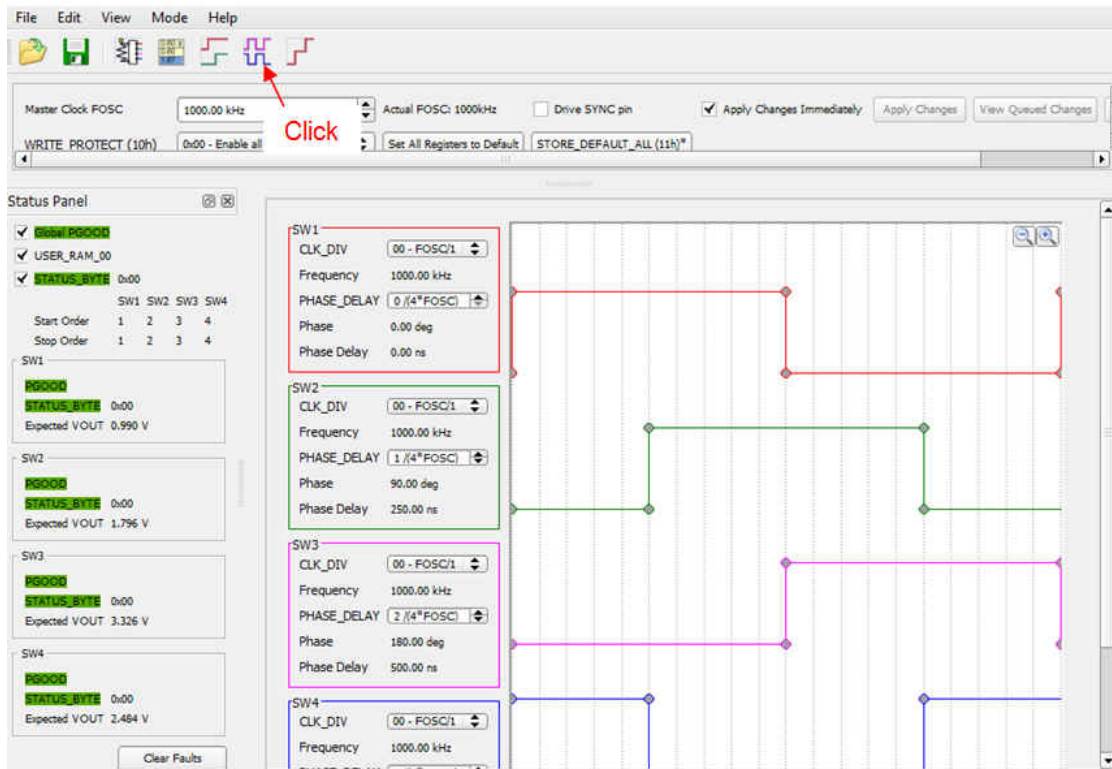


图 4-7. 相移面板

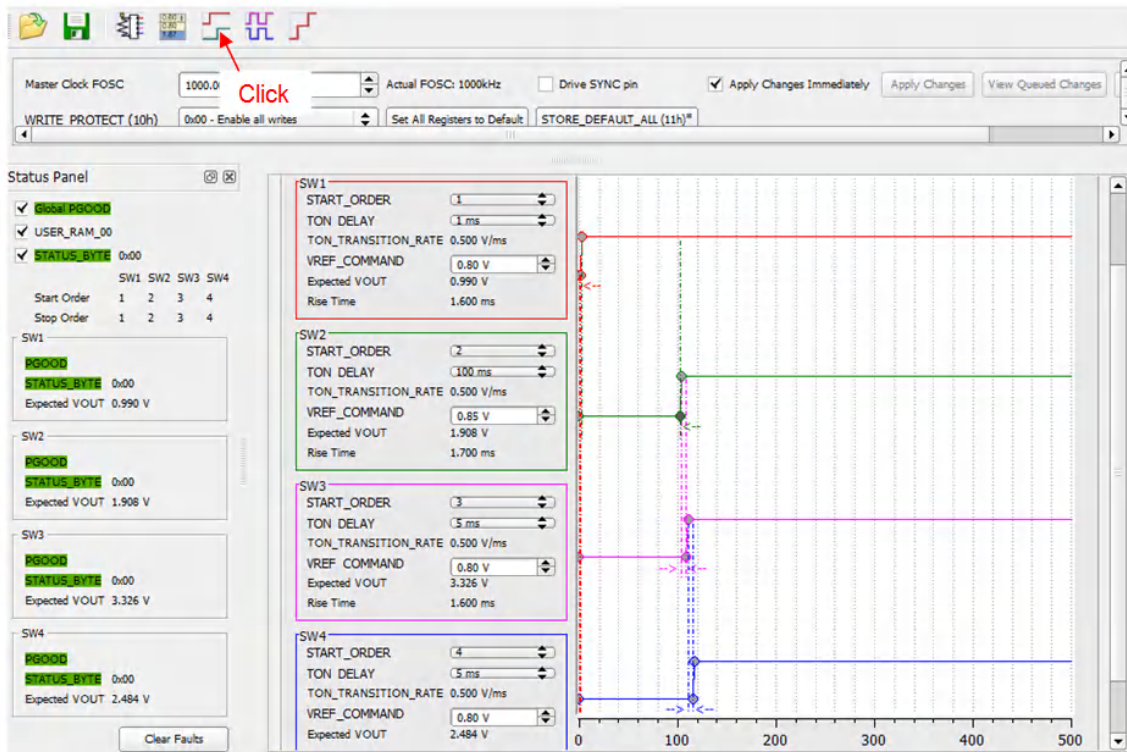


图 4-8. 电源序列面板

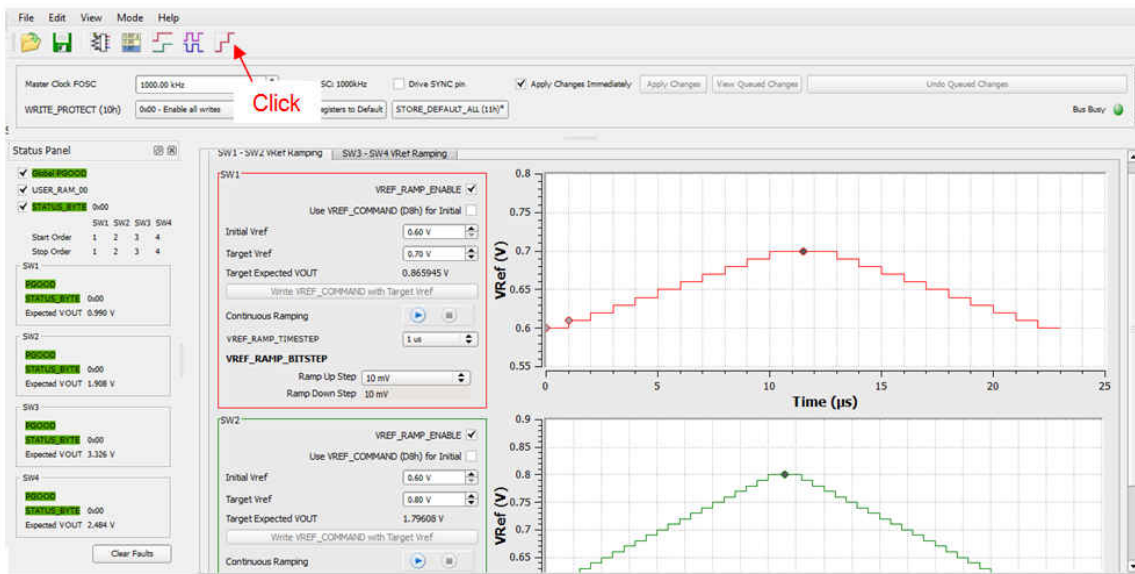


图 4-9. Vref 上升和下降面板

## 5 加电过程

1. 将 USB2ANY 适配器连接到 EVM 板上的 J13，并将另一个端口从 USB2ANY 连接到主机上的 USB 端口
2. 对 J6 施加 12V 电压
3. 在计算机上打开 GUI

## 6 断电过程

1. 在计算机上关闭 GUI
2. 移除或关断 J6 上的 12V 电源
3. 移除 USB2ANY

## 7 物料清单

表 7-1 列出了此 EVM 的物料清单 (BOM)。

表 7-1. 物料清单

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
PCB1	1		印刷电路板		PWR678	不限
C1	1	4.7μF	电容器, 陶瓷, 4.7μF, 10V, ±10%, X7R, 0805	805	LMK212B7475KG-T	Taiyo Yuden ( 太阳诱电 )
C2	1	1μF	电容器, 陶瓷, 1μF, 25V, ±10%, X7R, 0603_950	0603_950	C0603C105K3RACTU	Kemet
C3	1	0.1μF	电容器, 陶瓷, 0.1μF, 25V, ±10%, X5R, 0603	603	06033D104KAT2A	AVX
C4	1	10μF	电容器, 陶瓷, 10μF, 10V, ±10%, X5R, 0805	805	C0805C106K8PACTU	Kemet ( 基美 )
C5	1	3.3μF	电容器, 陶瓷, 3.3μF, 10V, ±10%, X7R, 0805	805	GRM21BR71A335KA99L	MuRata
C6、C32	2	22μF	电容器, 陶瓷, 22μF, 25V, ±20%, X5R, 1210	1210	12103D226MAT2A	AVX
C7、C8、C15、C16、C23、C24、C33、C34	8	0.1μF	电容器, 陶瓷, 0.1μF, 25V, ±10%, X7R, 0603	603	GRM188R71E104KA01D	Murata ( 村田 )
C9、C10、C17、C18、C25、C26、C35、C36	8	22μF	电容器, 陶瓷, 22μF, 10V, ±10%, X7R, 1206	1206	GRM31CR71A226KE15L	Murata ( 村田 )
C11	1	120pF	电容器, 陶瓷, 120pF, 50V, ±5%, C0G/NP0, 0603	603	06035A121JAT2A	AVX
C12、C20、C29、C38	4	22pF	电容器, 陶瓷, 22pF, 50V, ±5%, C0G/NP0, 0603	603	06035A220JAT2A	AVX
C13、C21、C30、C39	4	1000pF	电容器, 陶瓷, 1000pF, 50V, ±10%, C0G/NP0, 0603	603	06035A102KAT2A	AVX
C14、C22、C31、C41	4	4700pF	电容器, 陶瓷, 4700pF, 50V, ±10%, X5R, 0603	603	GRM188R61H472KA01D	MuRata
C19	1	160pF	电容器, 陶瓷, 160pF, 50V, ±5%, C0G/NP0, 0603	603	GRM1885C1H161JA01D	MuRata
C27、C37	2	68pF	电容器, 陶瓷, 68pF, 50V, ±5%, C0G/NP0, 0603	603	06035A680JAT2A	AVX
C28	1	0.1μF	电容器, 陶瓷, 0.1μF, 50V, ±10%, X7R, 0603	603	06035C104KAT2A	AVX
C40、C42、C43、C44	4	4700pF	电容器, 陶瓷, 4700pF, 100V, ±10%, X7R, 0603	603	06031C472KAT2A	AVX
C45	1	100pF	电容器, 陶瓷, 100pF, 25V, ±10%, X7R, 0603	603	06033C101KAT2A	AVX
C46	1	4.7pF	电容, 陶瓷, 4.7pF, 50V, ±5%, C0G/NP0, 0603	603	06035A4R7CAT2A	AVX
H1、H2、H3、H4	4		Bumpon, 半球形, 0.44 X 0.20, 透明	透明 Bumpon	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1、J16	2		插头, TH, 100mil, 3x1, 镀金, 位于隔离器上方 230mil	TSW-103-07-G-S	TSW-103-07-G-S	Samtec, Inc. ( 深特公司 )
J2、J4、J5、J6、J7、J9	6		端子块, 6A, 3.5mm 间距, 2-Pos, TH	7.0x8.2x6.5mm	ED555/2DS	On-Shore Technology
J3、J11、J12、J14、J15	5		接头, TH, 100mil, 2x1, 镀金, 在隔离器以上 230mil	TSW-102-07-G-S	TSW-102-07-G-S	深特公司
J8	1		接头, 100mil, 4x2, 金, TH	4x2 接头	TSW-104-07-G-D	Samtec ( 申泰 )
J10	1		接头, 100mil, 8x2, 金, TH	8x2 接头	TSW-108-07-G-D	Samtec ( 申泰 )
J13	1		连接器, 15x2, 3A 300V STRT DIP, TH	连接器, 15x2, 间距 2.54mm, TH	XG4C-3031	Omron Electronic Components ( 欧姆龙电子元件 )
L1, L2, L3, L4	4	2.2μH	电感器, 屏蔽, 复合, 2.2μH, 12.7A, 0.012Ω, SMD	IND_6.4x3.1x6.6	XAL6030-222MEB	Coilcraft ( 线艺 )



表 7-1. 物料清单 (continued)

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R1、R6、R11、R16	4	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale (威世达勒)
R2	1	49.9	电阻, 49.9, 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW060349R9FKEA	Vishay-Dale
R3	1	12.7k	电阻, 12.7k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW060312K7FKEA	Vishay-Dale
R4、R9、R14、R20	4	15.4k	电阻, 15.4k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW060315K4FKEA	Vishay-Dale (威世达勒)
R5	1	10.2k	电阻, 10.2k, 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW060310K2FKEA	Vishay-Dale (威世达勒)
R7	1	100	电阻, 100, 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW0603100RFKEA	Vishay-Dale
R8	1	9.31k	电阻, 9.31k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW06039K31FKEA	Vishay-Dale (威世达勒)
R10	1	3.01k	电阻, 3.01k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW06033K01FKEA	Vishay-Dale (威世达勒)
R12	1	71.5	电阻, 71.5 $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW060371R5FKEA	Vishay-Dale
R13	1	21.5k	电阻, 21.5k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW060321K5FKEA	Vishay-Dale (威世达勒)
R15	1	43.2k	电阻, 43.2k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW060343K2FKEA	Vishay-Dale (威世达勒)
R17	1	200	电阻, 200, 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW0603200RFKEA	Vishay-Dale (威世达勒)
R18、R27	2	22.1k	电阻, 22.1k, 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW060322K1FKEA	Vishay-Dale
R19、R22、R23、R24、R25、R26、R31	7	10.0k	电阻, 10.0k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW060310K0FKEA	Vishay-Dale (威世达勒)
R21	1	10.5k	电阻, 10.5k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW060310K5FKEA	Vishay-Dale
R28、R32、R33、R34、R36、R37	6	1.0k $\Omega$	电阻, 1.0k $\Omega$ , 5%, 0.1W, 0603	603	CRCW06031K00JNEA	Vishay-Dale (威世达勒)
R29、R30	2	3.0k	电阻, 3.0k $\Omega$ , 5%, 0.1W, 0603	603	CRCW06033K00JNEA	Vishay-Dale (威世达勒)
R35	1	374k	电阻, 374k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW0603374KFKEA	Vishay-Dale
R38、R39、R40、R41	4	324k	电阻, 324k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW0603324KFKEA	Vishay-Dale
SH-JP1、SH-JP2、SH-JP3、SH-JP4、SH-JP5、SH-JP6	6	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	969102-0000-DA	3M
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP6、TP7、TP8、TP9、TP10、TP11、TP12	12	白色	测试点, 微型, 白色, TH	白色微型测试点	5002	Keystone
TP13、TP14、TP15、TP16、TP17、TP18、TP19、TP20、TP21、TP22、TP23	11	黑色	测试点, 微型, 黑色, TH	黑色微型测试点	5001	Keystone (启斯东)

表 7-1. 物料清单 (continued)

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
U1	1		具有 PMBus/I2C 和集成时序功能的 4.5V 至 18V 输入灵活电源管理单元，RGZ0048G	RGZ0048G	TPS65400RGZ 或 LM26430RGZ	德州仪器 (TI)
FID1、FID2、FID3	0		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	基准	不适用	不适用

## 8 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

<b>Changes from Revision * (October 2014) to Revision A (May 2021)</b>	<b>Page</b>
• 更新了用户指南的标题.....	<a href="#">2</a>
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式。.....	<a href="#">2</a>

## 重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。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 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.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。

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司

## 重要声明和免责声明

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。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

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司