



Cody Watkins

摘要

德州仪器 (TI) 的 F280025C controlCARD (TMDSCNCD280025C) 为了解和试验 F28002x 器件提供了一种好的方法。F28002x 器件是 TI 的 C2000™ 微控制器 (MCU) 系列成员。此 120 引脚 controlCARD 旨在提供滤波良好、可在大多数环境中工作的稳健设计。本文档介绍了 F280025C controlCARD 的硬件详细信息，并说明了电路板上跳线和连接器的功能与位置。

内容

1 引言	2
2 硬件快速设置指南	3
3 勘误	4
3.1 警告、注意和勘误.....	4
3.2 有关特定 controlCARD 版本的警告.....	4
4 熟悉 controlCARD	5
4.1 F280025C controlCARD 特性.....	5
4.2 假定的运行条件.....	5
4.3 使用 controlCARD.....	5
4.4 实验软件.....	6
5 注意事项	7
5.1 XDS100v2 仿真器和 SCI (UART) 连接.....	7
5.2 计时方法.....	7
5.3 模数转换器 (ADC) 评估.....	7
6 硬件参考	8
7 修订历史记录	11

插图清单

图 1-1. F280025C controlCARD.....	2
图 5-1. SMA 母连接器.....	7
图 6-1. controlCARD 的主要元件 - 正面.....	8
图 6-2. controlCARD 的主要元件 - 背面.....	9

表格清单

表 4-1. 仿真器开关选择.....	5
表 6-1. 硬件连接.....	9
表 6-2. S4, 引导模式选择表.....	11

商标

C2000™ and Code Composer Studio™ are trademarks of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

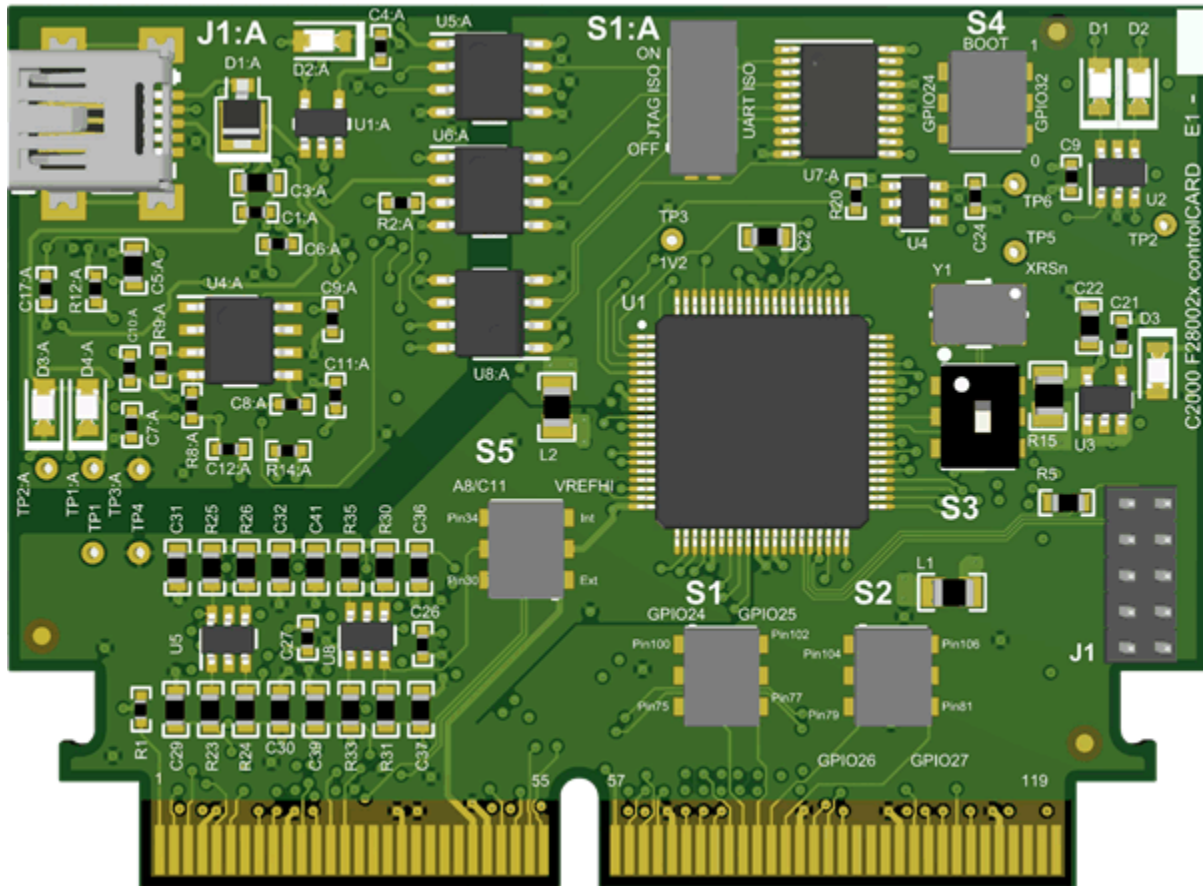


图 1-1. F280025C controlCARD

每个 controlCARD 都附带 Hardware Developer' s Kit (硬件开发套件) ，这是评估和开发 C2000 器件所需的一整套文件。这些文件包括：

- 原理图 - 在 Altium 中设计
- 物料清单 (BOM)
- 布局 PCB 文件 - 在 Altium 中设计
- 光绘文件

可在 C2000Ware 中的以下位置找到 controlCARD 的 Hardware Developer' s Kit (硬件开发套件) ：

- <install_directory>\c2000\C2000Ware_x_xx_xx_xx\boards\controlCARDs\TMDSCNCD280025C\Revx

备注

此套件旨在探索 F28002x 微控制器的功能。可将 controlCARD 视为不错的参考设计，但不能作为完整的客户设计。客户系统的设计人员需完全遵守安全性、EMI/EMC 和其他规定。

2 硬件快速设置指南

WARNING

在高压环境中使用 controlCARD 时，用户有责任在对电路板通电或进行仿真之前，确认已阅读和理解电压和隔离要求。通电后，不得触碰 controlCARD 或与 controlCARD 相连的元件。此外，应去除电容器 C26:A，以尽量减少漏电流穿过 controlCARD 隔离栅的可能性。

1. 连接嵌入式仿真器并通电。
 - a. 将 USB-B mini 连接器连接至 J1:A
2. 为 F280025C 隔离器件供电。
 - a. 将 TMDSCNCD280025C controlCARD 插入 [TMDSHSECDOCK](#) 或其他兼容的集线站。
 - b. 将 USB-B mini 连接器连接至 [TMDSHSECDOCK](#) 的 J17。
 - c. 将 S1 转至“USB-ON”位置。controlCARD 的 D3 应亮起。
3. 有关硬件配置的详细说明，请参阅 [节 4.3](#)。

3 勘误

截至 2020 年 3 月 20 日的 controlCARD 最新版本：PCB 版本 - A，装配版本 - 无

3.1 警告、注意和勘误

- F280025C 实验套件随附一根 USB 电缆，由 USB 供电。但在极端情况下，电路板/controlCARD 可能需要超过 5V @ 500mA (USB 3.0 - 900mA) 的功率，而计算机的 USB 端口无法提供。如果集线站添加了其他电路，更有可能发生这种情况。在这种情况下，建议使用 5V 外部电源 (2.5mm 内径 x 5.5mm 外径) 并将其插入 J1。兼容电源包括：
 - Phihong PSAC05R-050(P)-R-C2 + Phihong RPBAG

3.2 有关特定 controlCARD 版本的警告

MCU072E1

- 1.2V 和 3.3V 监测引脚 (分别为 HSEC 引脚 118 和 119) 未实现

MCU072A

- 无

4 熟悉 controlCARD

4.1 F280025C controlCARD 特性

- **F280025C 微控制器** - 高性能 C2000 微控制器位于 controlCARD 上。
- **120 引脚 HSEC8 边缘卡接口** - 可兼容 C2000 的所有 180 引脚 controlCARD 类应用套件和 controlCARD。利用 TMSADAP180TO100 适配器卡 (单独销售) 与 100 引脚 controlCARD 实现兼容。
- **内置隔离 JTAG 仿真** - 通过 XDS100v2 仿真器提供的接口轻松连接 Code Composer Studio™, 不需要使用额外的硬件。只需切换开关即可使用外部 JTAG 仿真器。
- **连接** - controlCARD 包含的连接器的支持用户使用 F280025C MCU 对隔离式通用异步接收器/发送器 (UART)/SCI 进行试验。
- **关键信号分接头** - 大多数 GPIO、模数转换器 (ADC) 及其它关键信号都连接到硬件连接器金手指。
- **可靠的电源滤波** : 由一个 5V 输入电源为卡上的 3.3V LDO 供电。所有 MCU 输入随后通过器件附近的 LC 滤波器去耦合。
- **ADC 钳位** - ADC 输入由保护二极管进行钳制。
- **抗混叠滤波器** - 可以在 ADC 输入引脚上轻松添加噪声滤波器 (小型 RC 滤波器) 。

4.2 假定的运行条件

假定这个套件在标准室内条件下运行。假定在标准环境温度 and 压力 (SATP) 及适度至低湿度下运行。

4.3 使用 controlCARD

为了使 controlCARD 运行, 必须对 controlCARD 的 MCU 供电。最常用的方法是通过随附的基板利用 HSEC 连接器输入 5V。例如, 如果使用 TMSHSECDOCK 集线站基板, 应将 5V 直流输入集线站的 J1 或 J17。然后需要将 S1 切换到适当位置。

可能需要进行其他硬件设置, 具体取决于 controlCARD 的使用方式 (请参阅表 4-1) 。

WARNING

在高压环境中使用 controlCARD 时, 用户有责任在对电路板通电或进行仿真之前, 确认已阅读和理解电压和隔离要求。通电后, 不得触碰 controlCARD 或与 controlCARD 相连的元件。此外, 应去除电容器 C26:A, 以尽量减少漏电流穿过 controlCARD 隔离栅的可能性。

表 4-1. 仿真器开关选择

	使用 CCS 和卡上 XDS100v2 仿真器进行调试	使用 CCS 和外部仿真器通过基板进行调试	单独 (从闪存或其他引导模式进行引导)
S1:A	位置 1 : 开 (上)	位置 1 : 关 (下)	位置 1 : 关 (下)
J1:A	用 mini USB 电缆连接 J1:A 和您的计算机。 在 CCS 中, 使用此目标配置 : TMS320F280025C 器件与 XDS100v2 仿真器。	---	---
S4	位置 1 : 上 - 逻辑 1 位置 2 : 下 - 逻辑 0 将 C2000 器件置于等待模式可减少出现连接问题的风险。	位置 1 : 下 - 逻辑 1 位置 2 : 上 - 逻辑 0 将 C2000 器件置于等待模式可减少出现连接问题的风险。	根据需要设置 S4
基板的 JTAG 连接器 (集线站上的 J2)	---	连接外部仿真器。	---

Code Composer Studio 是一个集成开发环境 (IDE), 用于为 C2000 系列 MCU 调试和开发软件。可通过以下链接下载 : <https://www.ti.com.cn/tool/cn/ccstudio>。

以下 PDF 文档作为 C2000Ware 的一部分提供, 介绍每个 F280025C MCU 的引脚将出现在 controlCARD 连接器/集线站上的位置 :

- **TMDSCNCD280025C_120cCARD_map** - 介绍每个 MCU 引脚将连接 HSEC controlCARD 连接器或 120/180 引脚 controlCARD 集线站的位置。
- **TMDSCNCD280025C_100DIM_map** - 介绍每个 MCU 引脚将连接 DIM100 controlCARD 连接器或 DIM100 集线站的位置。假定使用 TMD SADAP180TO100 适配器卡。

有关 controlCARD 集线站的更多信息，可在以下位置找到：

- <install directory>\c2000\C2000Ware_x_xx_xx_xx\boards\controlCARDs\TMDSCNCD280025C\Rx_x

4.4 实验软件

建议使用 [Code Composer Studio \(CCS\) 集成开发环境 \(IDE\)](#) 为 C2000 系列 MCU 开发和调试软件。CCS 可免费下载及与 controlCARD 配合使用。CCS 介绍视频可在 training.ti.com 观看。

[C2000Ware](#) 包含一整套与 F280025C controlCARD 配合使用的示例软件。

此软件包包含许多示例工程，支持用户对 ADC、PWM 和其他 C2000 外设进行试验。

C2000Ware 附带的寄存器级和驱动器级编程支持文件：

- 寄存器头文件位于：`\\ti\c2000\C2000Ware_XXXX\device_support\F28002x\examples`
- Driverlib 编程示例位于：`\\ti\c2000\C2000Ware_XXXX\driverlib\F28002x\examples`

如果用户对 C2000 的 F28002x 系列器件和 CCS 并不熟悉，TI 的 [C2000 Academy](#) 提供了一些易于理解的培训模块和动手实验室练习，帮助用户快速入门。

5 注意事项

5.1 XDS100v2 仿真器和 SCI (UART) 连接

F280025C controlCARD 提供 controlCARD 上的仿真和 USB 转 UART 适配器功能。这样可方便地调试和演示 F280025C MCU。

请注意，FTDI 芯片、其支持电路和关联的隔离元件均置于 Macro A (controlCARD 的左侧部分) 中。这些元件在其参考指示符中均包含附加的“:A” (即 R2:A 为 Macro A 中的电阻器 2) (请参阅图 6-2)。

如果可使用外部仿真器或如果器件将从闪存/外设引导，S1:A 上的开关配置可决定板上的仿真器是否工作 (请参阅表 4-1)。

5.2 计时方法

需使用此 controlCARD 来支持 TI 的各种基板。一些设计将 GPIO18 和 GPIO19 用于 SPIA，而其他设计需要这些 GPIO 用作精准时钟输入源。为了适应这两类系统，在设计中添加了一个开关 (S3)。此方法不应用于最终设计，因为它会增加 EMI 发射并降低稳健性。由系统设计人员针对给定系统选择实现计时电路的最佳方式。

5.3 模数转换器 (ADC) 评估

使用 F280025C 片上 ADC 时，应遵循一些有用的指导原则，以实现数据表中列出的性能指标。对于以下交流参数尤其如此：SNR、THD 和 SINAD。此外，ADC 结果的 SNR 和直流输入下的 ADC 代码范围之间显示出直接关联；在这种情况下，这些提示也将改善直流输入的极差和标准差。最后，虽然介绍的主题与 controlCARD 相关，但其也适用于使用 F280025C MCU 的其他实现。

板载电阻器和电容器：默认情况下，ADC 引脚的所有直列式电阻器都是简单的 $0\ \Omega$ 分流电阻器，且所有连接至接地平面的电容器均未组装。虽然此电路可用于为 ADC 输入提供某一电压，电阻器 (R) 和电容器 (C) 都有可能需要根据电压源的特性组装。参考 TMS320F28002x 实时微控制器数据表中的 ADC 输入模型，ADC 输入有自己的 RC 网络，由内部采样保持电容器、开关电阻和寄生电容组成。我们可以通过改变直列式电阻和并联电容来优化输入电路，从而实现趋稳时间和/或对输入信号滤波。最后，通常建议使用 $\pm 0\text{PPM}/^\circ\text{C}$ (NP0/C0G) 电容器，因为与其他类型的电容器相比，它们针对各种温度和输入频率有更好的稳定性。

电压源和驱动电路：虽然片上 ADC 为 12 位架构 (将模拟信号转换为数字域有 4096 个不同的输出代码)，但转换精度仅与向 ADC 提供的输入的精度相同。定义电压源分辨率以实现 ADC 所有规格的典型经验法则是，电压源精度比转换器的精度高 1 位。在这种情况下即表示，理想情况下模拟输入应精确到 13 位。

通常，电压源或稳压器并未设计得非常精确，而是在特定容差内可适应大范围电流负载，因此要展示较高位 ADC (例如 F280025C 上的 ADC) 的性能并不理想。此外，这也未考虑多次使用有问题的电源提供主电压为 MCU 本身供电的情况，这也会在信号中引入噪声和其他干扰。

除了输入信号的质量，在对输入进行采样时，还要考虑为 ADC 提供的负载这一方面。理想情况下，ADC 的输入阻抗为零，以便在发生采样事件时不影响内部 R/C 网络。但在许多应用中，ADC 采样的电压是从一系列电阻器网络中得出的，通常值很大，以降低系统的运行电流消耗。从 ADC 采样网络隔离源阻抗的解决方案是在信号路径中放置运算放大器。这样不仅可以降低信号的阻抗与 ADC 隔离，还可屏蔽源本身，使其不受采样网络可能对系统造成的任何影响。

用于评估的推荐源：TI 的精密信号注入器 (PSI) EVM 用于验证 F280025C controlCARD 上的 ADC 性能。此 EVM 使用 16 位 DAC 作为信号源，支持单端和差分端输出，然后利用后置放大器滤波通过高精度运算放大器传递。此 EVM 通过来自主机 PC 的标准 USB 连接进行供电和控制，包括一个 GUI 来控制其输出。输出通过单或双 SMA 型连接器路由；强烈建议在 controlCARD 集线站上放置另一 SMA 母连接器 (图 5-1)，以在通过 SMA 接收信号时实现最佳的抗噪性能。本地 RC 网络使用 $30\ \Omega$ 电阻器和 300pF 电容器。使用此设置所观察到的 ADC 参数与数据表中的数字一致。



图 5-1. SMA 母连接器

6 硬件参考

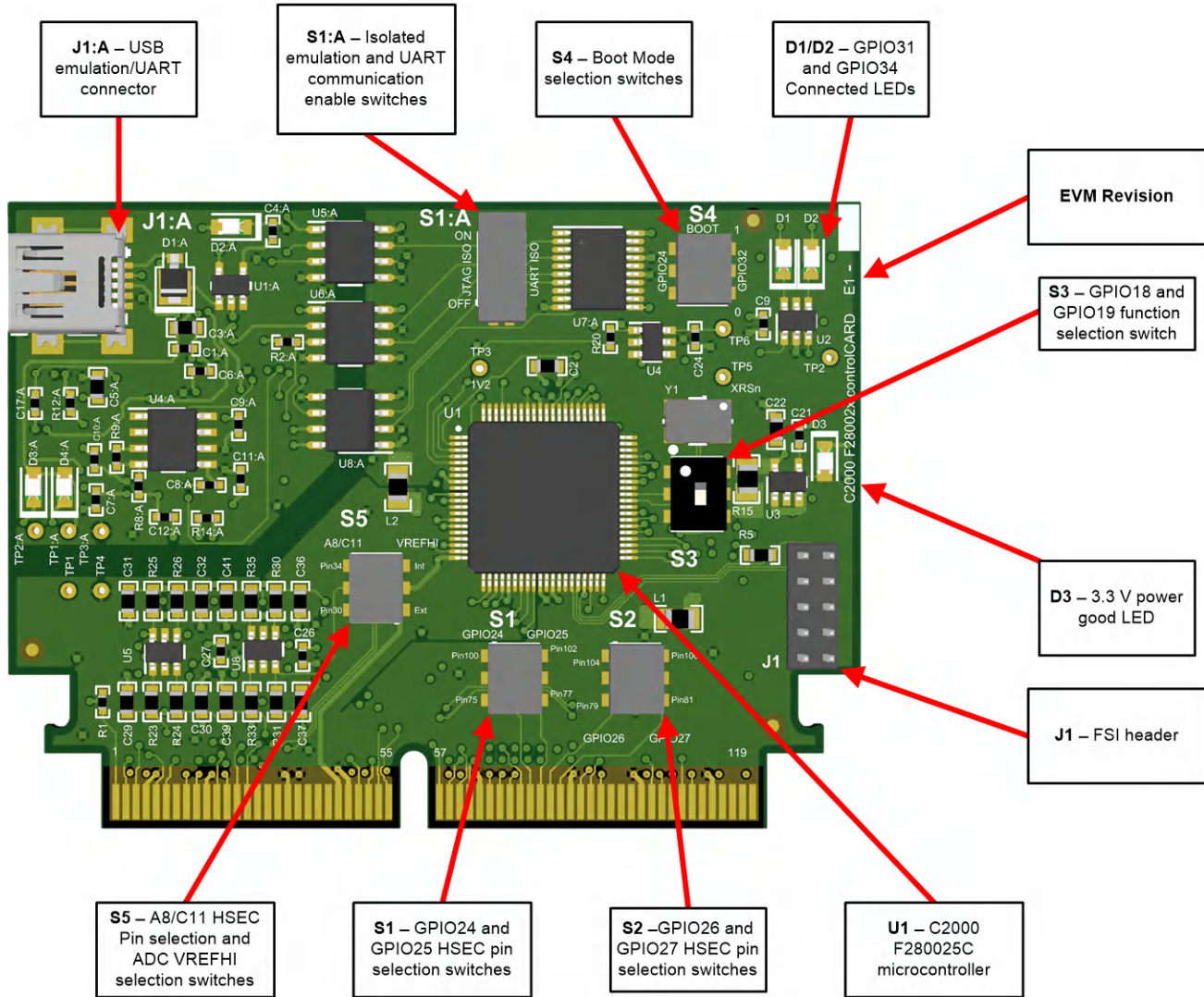


图 6-1. controlCARD 的主要元件 - 正面

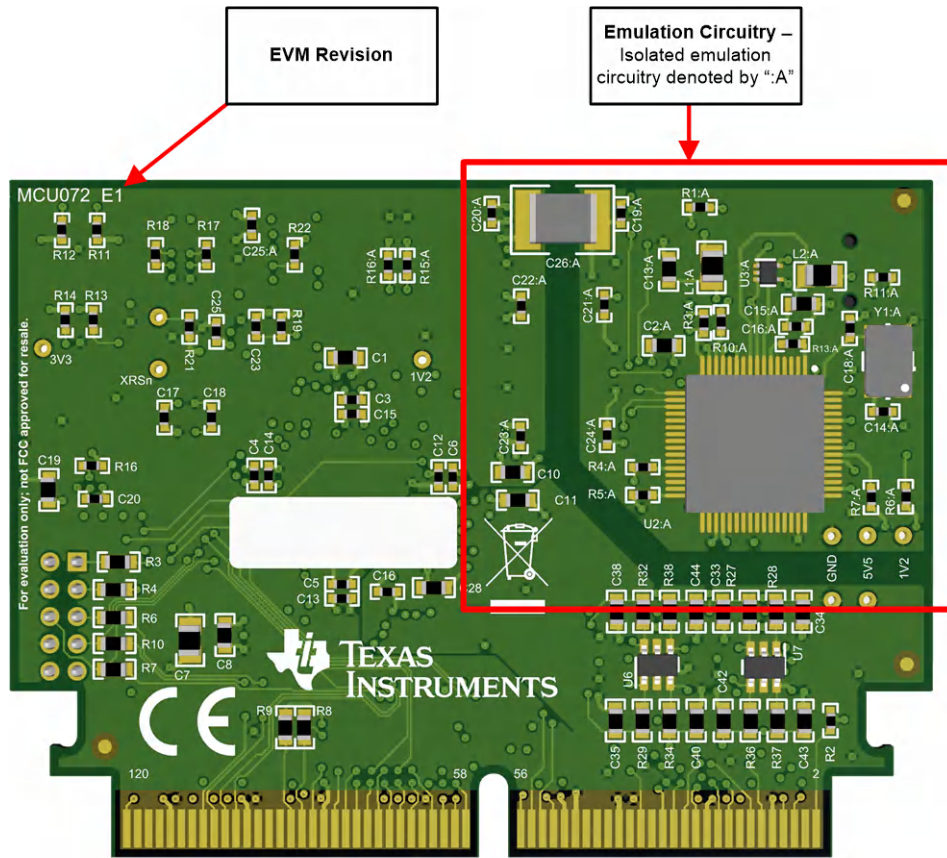


图 6-2. controlCARD 的主要元件 - 背面

WARNING

在高压环境中使用 controlCARD 时，用户有责任在对电路板通电或进行仿真之前，确认已阅读和理解电压和隔离要求。通电后，不得触碰 controlCARD 或与 controlCARD 相连的元件。此外，应去除电容器 C26:A，以尽量减少漏电流穿过 controlCARD 隔离栅的可能性。

表 6-1. 硬件连接

连接器	
J1:A	仿真/UART 连接器 - USB mini A 连接器用于通过 FTDI 逻辑提供 XDS100v2 仿真和 USB 转 UART (SCI) 通信。S1:A 确定 MCU 启用哪些连接。
J1	FSI 接头 - 在之前的设计中更新。此接头现在可键控，包含 2 根数据线，功率为 3.3V。
LED	
D2:A	当 ISO JTAG 逻辑通电时亮起 (绿色)
D3:A	JTAG/UART RX 切换指示灯 (蓝色)
D4:A	JTAG/UART TX 切换指示灯 (蓝色)
D1	由 GPIO - 31 的负逻辑控制 (红色)
D2	由 GPIO - 34 的负逻辑控制 (红色)
D3	当 controlCARD 通电时亮起 (绿色)
电阻器和电容器	
R23-R38	ADC RC 输入滤波器电阻器：可用于在 ADC 输入上创建 RC 滤波器的系列电阻器。
C29-C44	ADC RC 输入滤波电容器：可选电容器，默认情况下未组装，用于 ADC 输入的 RC 滤波器。

开关	
S1:A	隔离式仿真和 UART 通信使能开关：
	S1:A 位置 1 - JTAG 使能： <ul style="list-style-type: none"> 开 - XDS100v2 仿真逻辑和 MCU 之间的所有信号均会连接。通过卡上的 XDS100v2 仿真器对 MCU 进行调试或编程时此设置有效。 关 - XDS100v2 仿真逻辑不会连接到 MCU。此器件将从闪存引导、直接从外设引导或使用外部 JTAG 仿真器时此设置有效。
	S1:A 位置 2 - ISO UART 通信使能： <ul style="list-style-type: none"> 开 - C2000 MCU 的 GPIO-28 (和 180 引脚 controlCARD 连接器的引脚 76) 将耦合到 FTDI 的 USB 转串行适配器。这可实现通过 FTDI 芯片与计算机进行 UART 通信。但在这个位置，GPIO-28 将被 FTDI 芯片强制为高电平。连接器引脚 76 的功能将受限。 关 - C2000 MCU 不会连接到 FTDI USB 转串行适配器。180 引脚 controlCARD 连接器的引脚 76 将直接连接到 GPIO-28。
S1	QEP 和 SPIB 选择开关： 此开关支持将 GPIO24 和 GPIO25 路由到 HSEC 连接器上的两个位置之一。
S2	QEP 和 SPIB 选择开关： 此开关支持将 GPIO26 和 GPIO27 路由到 HSEC 连接器上的两个位置之一。
S3	SPIA 或外部晶体选择开关： 此开关支持使用 SPIA 或外部晶体。需要此方法支持 TI 基板的整个范围，但不建议在生产系统中使用。如需了解全部详情，请参阅节 5.2。
S4	引导模式开关： 控制 F280025C 器件的引导选项，请参阅表 6-2。如需完整说明，请参阅器件特定数据表。
S5	模拟配置开关：
	S4 位置 1 (左侧开关) - ADC 通道 A8/C11 HSEC 引脚选择 <ul style="list-style-type: none"> 向上位置 - 通道 A8/C11 通向 HSEC 引脚 34 向下位置 - 通道 A8/C11 通向 HSEC 引脚 30
	位置 2 (右侧开关) - ADC 电压基准选择。 <ul style="list-style-type: none"> 向上位置 - 内部电压基准 向下位置 - 外部电压基准 请注意，需要进行其他软件配置来启用 ADC 的内部或外部电压基准。

测试点	
TP1:A	仿真器 5.0V 输入：此电源域与其他 5.0V 域隔离。
TP2:A	仿真器 3.3V 输入：此电源域与其他 3.3V 域隔离。
TP3:A	仿真器接地
TP1	HSEC 5.0V 输入：为 3.3V 稳压器提供 5.0V 输入，以生成未滤波的 3.3V 功率。
TP2	未滤波 3.3V：向 F280025C 器件供电。
TP3	MCU 1.2V：F280025C 器件的 VDD “内核电源”。请注意，此 controlCARD 已设计为使用内部稳压器。
TP4	器件接地
TP5	F280025C 器件的 XRSn：从 3.3V 电压监控器连接到欠压输出。
TP6	过压输出：从 3.3V 电压监控器连接到过压输出。

备注

在 controlCARD 的正面，测试点由其 TPx 编号指示。

在 controlCARD 的背面，测试点由其信号指示。

表 6-2. S4，引导模式选择表

模式	开关位置 1 (左侧开关, GPIO-24)	开关位置 2 (右侧开关, GPIO-32)	引导自
00	0 (下)	0 (下)	并行 I/O
01	1 (上)	0 (下)	SCI/等待引导
02	0 (下)	1 (上)	CAN
03	1 (上)	1 (上)	闪存/USB

7 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

Changes from Revision A (March 2020) to Revision B (June 2022)	Page
• 将文档标题从 <i>F280025 controlCARD 信息指南</i> 更改为了 <i>TMS320F280025C controlCARD 信息指南</i>	1
• 通篇：将“F280025 controlCARD”更改为了“F280025C controlCARD”	1
• 通篇：将“F280025 MCU”和“F28002x MCU”更改为了“F280025C MCU”。将“F280025 微控制器”更改为了“F280025C 微控制器”	1
• 节 1 (引言)：更新了此部分。	2
• 节 2 (硬件快速设置指南)：添加了在高压环境中使用 controlCARD 的警告。更新了此部分。	3
• 节 3.1 (警告、注意和勘误)：将“F280025 实验套件”更改为了“F280025C 实验套件”	4
• 节 4.3 (使用 controlCARD)：添加了在高压环境中使用 controlCARD 的警告。更新了此部分。	5
• 节 4.4 (实验软件)：更新了此部分。	6
• 节 5.3 (模数转换器 (ADC) 评估)：更新了此部分。	7
• 节 6 (硬件参考)：添加了在高压环境中使用 controlCARD 的警告。	8

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