

# EVM User's Guide: MCF8329EVM

## MCF8329 评估模块



### 说明

MCF8329EVM 可供用户评估 MCF8329 电机驱动器的性能。EVM 包括一个板载 FTDI 芯片，用于将 USB 通信从 Micro-USB 连接器转换为 UART。板载

MSP430FR2355 微控制器 (MCU) 将 UART 通信转换为控制信号或 SPI 格式的数据，然后发送到 MCF8329 器件。提供的多个可供用户选择的跳线、电阻、连接器和测试点可协助评估 MCF8329 IC 的许多特性并实现可配置的器件特定设置。

### 开始使用

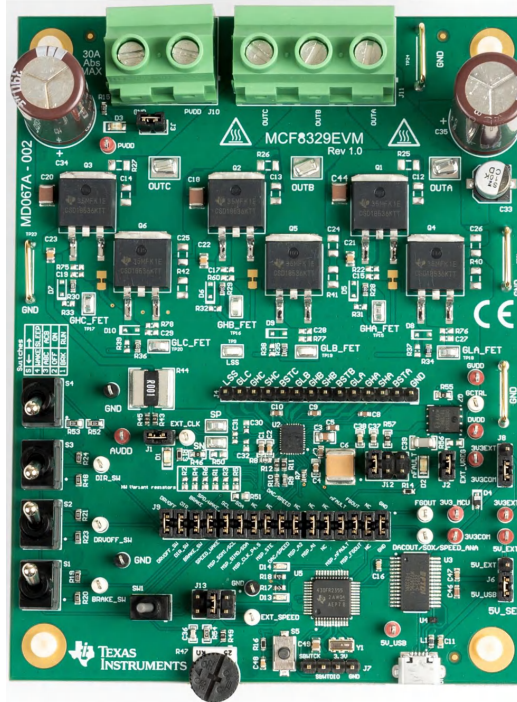
1. 从 TI.com 上的 [MCF8329EVM 工具页面](#) 下载最新设计文件
2. 从 TI.com 上的 [Motor Studio 工具页面](#) 下载最新版本的 Motor Studio GUI 和固件。

### 特性

- 用于简化 MCx 调优过程和性能评估的 GUI 软件
- MCU 到 MCx 分流跳线接头通过可拆卸分流器来断开进入电机驱动器 IC 的主信号与 MCU 的连接
  - 如果用户想要通过外部 MCU 控制 MCF8329 IC，或使用 EVM MCU 控制外部 MCF8329 IC，则可以拆下分流器

### 应用

- 无线真空吸尘器
- 无线园艺工具
- CPAP 呼吸机
- 通风设备
- 服务器风扇



MCF8329EVM (顶视图)

## 1 评估模块概述

### 1.1 引言

本文档随 MCF8329 客户评估模块 (EVM) 提供，作为 MCF8329 数据表的补充。本用户指南详细介绍了硬件设置说明、GUI 安装和使用说明。

#### 小心

表面高温

EVM 可能会用 FIRE 三角符号标记高表面温度。驱动高电流时，避免触摸标记的高温表面，以防止潜在的灼伤损害。

### 1.2 套件内容

表 1-1 列出了 EVM 套件的内容。如果缺少任何元件，请与离您最近的德州仪器 (TI) 产品信息中心联系。TI 强烈建议用户查看 TI 网站 <https://www.ti.com>，以验证是否使用了相关软件的最新版本。

表 1-1. 套件内容

条目	数量
MCF8329EVM	1
USB-A 公型转 USB B Micro 公型电缆	1

### 1.3 规格

MCF8329EVM 可支持高达 60V 的电压和高达 30A 的电流。为防止损坏 IC 和 EVM，请确认未超出这些电压和电流规格。

### 1.4 器件信息

MCF8329 是一款具有无代码无传感器场定向控制 (FOC) 的 4.5V 至 60V 三相无刷直流栅极驱动器 IC，适用于电机驱动应用。此器件具有三个半桥栅极驱动器，每个驱动器都能够驱动高侧和低侧 N 沟道功率 MOSFET。该器件使用内部电荷泵生成合适的栅极驱动电压，使用自举电路增强高侧 MOSFET。具有涓流电荷泵，支持 100% 占空比。此栅极驱动架构支持高达 1A 的栅极驱动峰值拉电流和 2A 的栅极驱动峰值灌电流。

内部无传感器 FOC 算法可通过非易失性 EEPROM 中的寄存器设置实现高度可配置，范围从电机启动行为到闭环运行，可支持器件在配置完毕后独立运行。可使用支持单个外部电流采样电阻的集成电流检测放大器来检测电机电流。该器件可通过 PWM 输入、模拟电压、可变频率方波或 I2C 命令接收速度命令。MCF8329 集成了多种保护特性，可出现故障事件时保护该器件、电机和系统。

## 2 硬件

### 2.1 快速入门指南

MCF8329EVM 需要一个建议工作电压范围为 4.5V 至 60V 的电源。若要设置 EVM 并为其供电，请按照以下顺序操作：

1. 将电机相位连接到连接器 J11 上的 A、B 和 C。
2. 请勿打开电源。将电机电源连接到连接器 J10 上的 PVDD 和 GND。
3. 选择 J6 至 5V\_USB 和 J8 至 3V3COM 以通过 USB 电源为 MSP430 供电。
4. 将 Micro-USB 线缆连接到计算机中。
5. 将电位计按顺时针旋转，使电机上电后速度为零。
6. 将开关 S1 切换至顶部位置可配置 BRAKE = RUN，将 S2 切换至顶部位置可配置 DRVOFF = ON，将 S3 切换至底部位置可配置 DIR = ABC，并将 S4 切换至底部位置可配置 WAKE。
7. 将开关 SW1 向左切换，可将 SPEED/WAKE 引脚配置为 SPEED 模式，并将 DACOUT/SOx/SPEED\_ANA 引脚配置为 DACOUT 模式。请注意，将开关 SW1 向右切换可将 SPEED/WAKE 引脚配置为 WAKE 模式，并将 DACOUT/SOx/SPEED\_ANA 引脚配置为 SPEED\_ANA 模式。当 SW1 向右切换时，开关 S4 可用于将器件置于 SLEEP 或 WAKE 模式，电位计 R47 可用于向 DACOUT/SOx/SPEED\_ANA 引脚施加模拟电压。
8. 将 J12 设置为最左侧位置（靠近 C6），可将 AVDD 应用于 VREG。
9. 将 J13 设置为中间位置，可将电位器 R47 的模拟电压施加到 SPEED/WAKE 引脚。
10. 打开电机电源。
11. 使用电位器 R47 来控制电机的速度，使用开关来禁用电机驱动器、改变方向或对电机施加制动。或者，使用 GUI（如节 3 所示）来监控电机的实时速度，将 MCF8329 置于低功耗睡眠模式，并读取 LED 的状态。

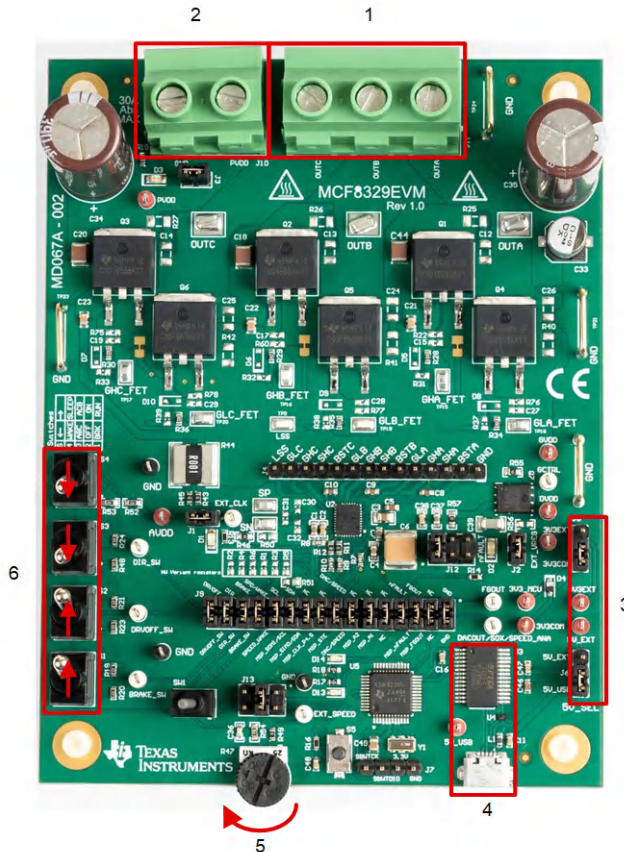


图 2-1. 快速入门指南参考

## 2.2 硬件设置

运行电机所需的硬件包含 MCF8329EVM、Micro-USB 电缆和具有 4.5V 至 60V 直流输出的电源。按照以下步骤启动 MCF8329EVM：

1. 将直流电源连接到接头 J10。连接到 PVDD 和 GND。
2. 应用用户可配置的跳线设置。有关更多信息，请参阅节 2.7。
3. 将固件刷入 MCU，如节 3.4 中所述。启动 Motor Studio 并断开 4 引脚 JTAG 连接。
4. 打开电源，为 MCF8329EVM 上电。
5. 将 Micro-USB 电缆连接到 MCF8329EVM 和计算机。

如果将 MCF8329EVM 与外部微控制器一起使用，则从跳线桥 J9 上移除所有分流跳线。将外部跳线从外部 MCU 连接到跳桥的右侧。

## 2.3 硬件连接概述

图 2-2 显示了 MCF8329EVM 的主要块。MCF8329EVM 的设计输入电压为 4.5V 至 60V，最大电流为 30A。MCF8329EVM 包含具有六个外部 N 沟道功率 MOSFET 的功率级（器件型号：CSD18536KTTT）和无源器件。MCF8329EVM 还具有一个 1mΩ 的电流检测分流电阻和一个由 GCTRL 控制的用于生成 VREG 的外部 N 沟道 MOSFET。MCF8329EVM 具有板载 FTDI 芯片和 MSP430，用于与 GUI 连接。

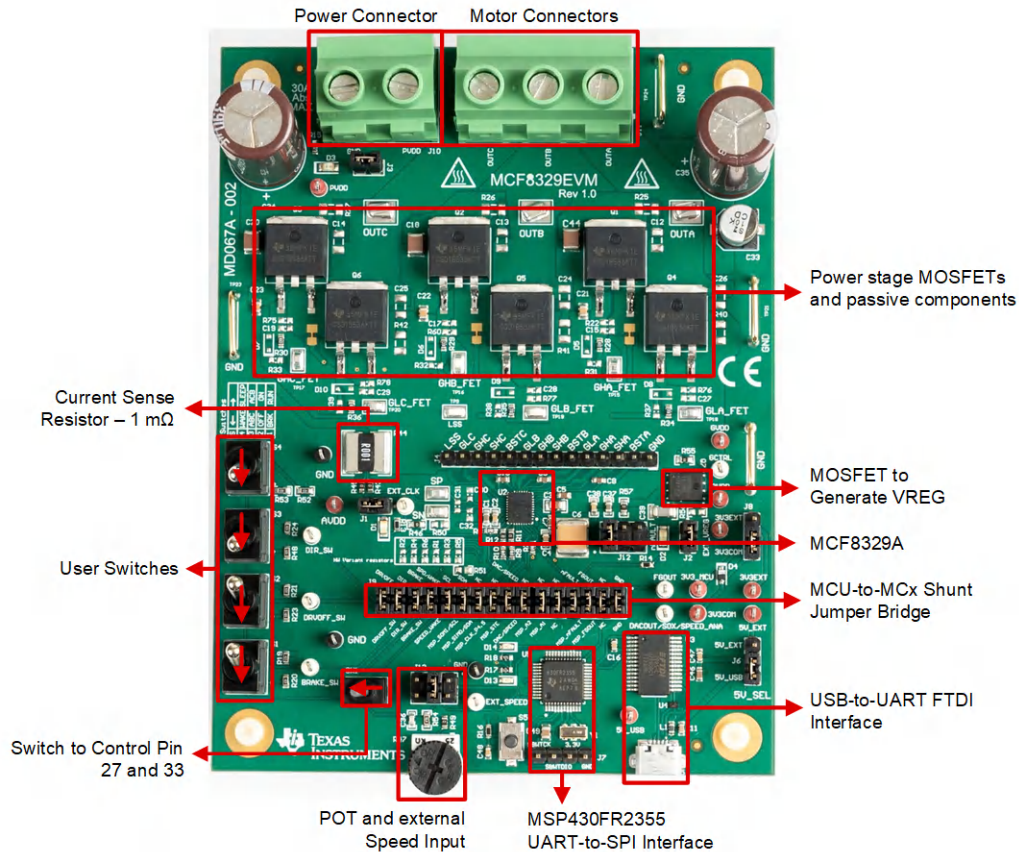


图 2-2. MCF8329EVM 主要硬件模块



## 2.4 连接详细信息

图 2-3 概述了 MCF8329EVM 必须进行哪些连接才能使三相无传感器无刷直流电机旋转。

将 4.5V 至 60V 电源连接到连接器 J10 上的 PVDD 和 GND 端子。

将 BLDC 电机的三相连接到螺钉端子连接器 J11 的 A、B 和 C 端子。

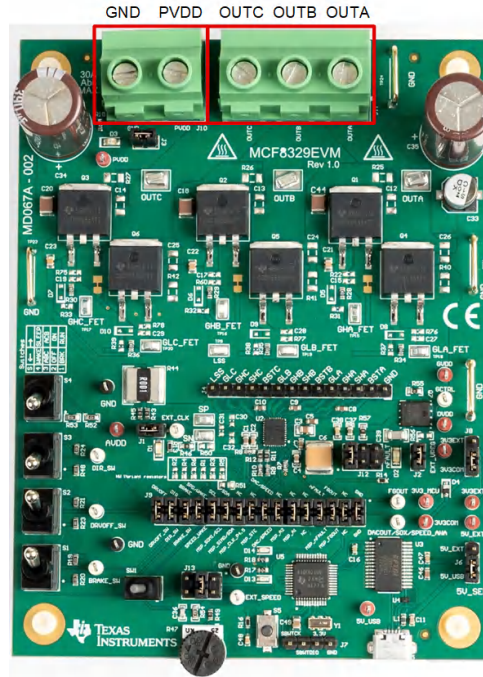


图 2-3. 从电机到 MCF8329EVM 的连接

图 2-4 显示了 Micro-USB 电缆插入 MCF8329EVM 中以提供评估模块和 GUI 之间的通信。USB 数据和 USB 的 5V 电源由 FTDI 芯片转换为 UART 数据和 3.3V 电源，用于为 MSP430FR2355 微控制器供电。USB 电源在 5V 电压下电流被限制在 500mA，FTDI 芯片在 3.3V 电压下电流被限制在 30mA。如果用户希望为这些电源轨提供更多电流，可以使用 5V\_SEL 跳线 J6 和 3V3\_SEL 跳线 J8 连接外部电源轨。

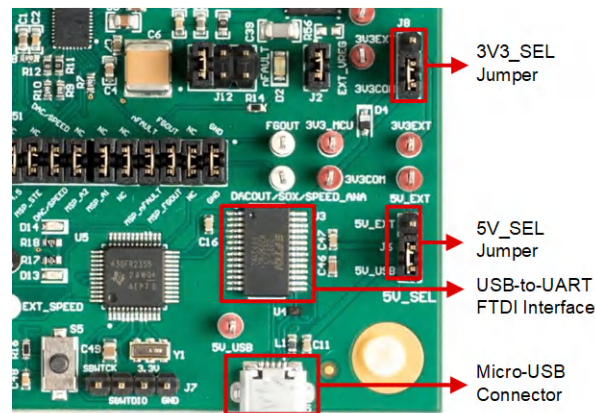


图 2-4. Micro-USB 连接器和 USB 转 UART 接口

## 2.5 MSP430FR2355 微控制器

MCF8329EVM 包括 MSP430FR2355 低功耗 MCU (如图 2-5 所示)，以便通过 I2C 与 MCF8329 IC 通信。

要对 MSP430FR2355 进行编程，必须将外部 MSP430 FET 编程器连接到 Spy-Bi-Wire (SBW) 接口连接器 J7。许多 MSP430 LaunchPad™ 提供板载 eZ-FET 调试探针，可通过跳线连接到 MCF8329EVM，从而将固件刷入板载 MSP430FR2355 微控制器中。

用户可以随时使用复位 (RST) 按钮重启 MCU 程序。两个低电平有效 LED (D13 和 D14) 也可用于调试目的。

32 引脚分流跳线桥 J9 连接微控制器和 MCF8329 IC 之间的所有信号。可以根据需要插入或移除这些跳线，将微控制器与栅极驱动器隔离。这可用于微控制器信号调试或将 MCF8329EVM 作为带有外部微控制器的独立栅极驱动器使用。

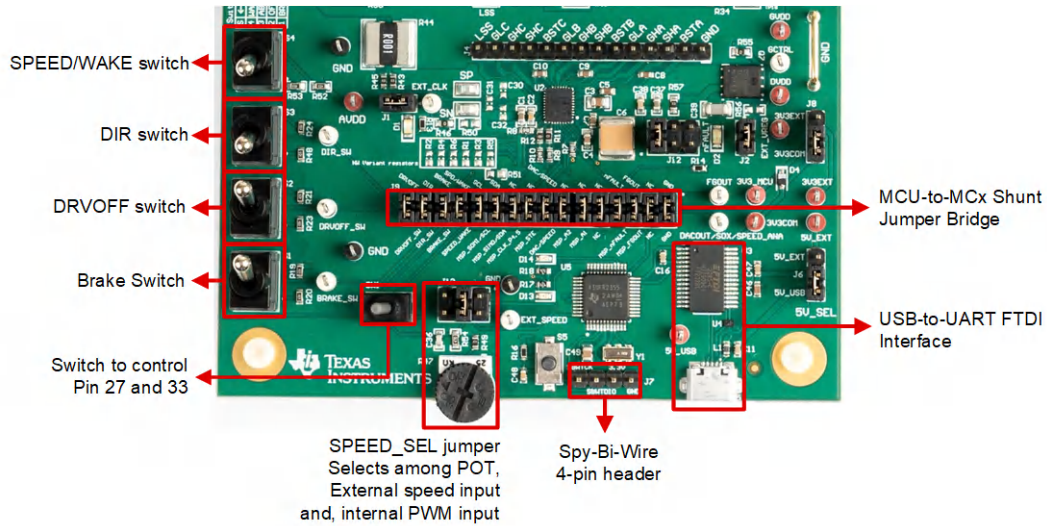


图 2-5. MCF8329EVM 上的 MSP430FR2355 MCU

## 2.6 LED 指示灯

MCF8329EVM 具有 5 个状态 LED，可指示电源的状态和评估模块的功能。默认情况下，PVDD LED 和 AVDD LED 会在电路板通电且程序已刷入微控制器时亮起。表 2-1 显示 LED 说明，上电过程中点亮的 LED 以粗体显示，图 2-6 显示 LED 的位置。

表 2-1. MCF8329EVM LED 说明 (上电后默认状态以粗体显示)

标识符	名称	颜色	说明
D1	3.3V	绿色	接通 AVDD 时亮起
D2	nFAULT	红色	当 MCF8329 发生故障时亮起
D3	PVDD	绿色	在 PVDD 上施加电压时亮起
D13	MSP_LED1	红色	用于 UART 或调试
D14	MSP_LED2	红色	用于 UART 或调试

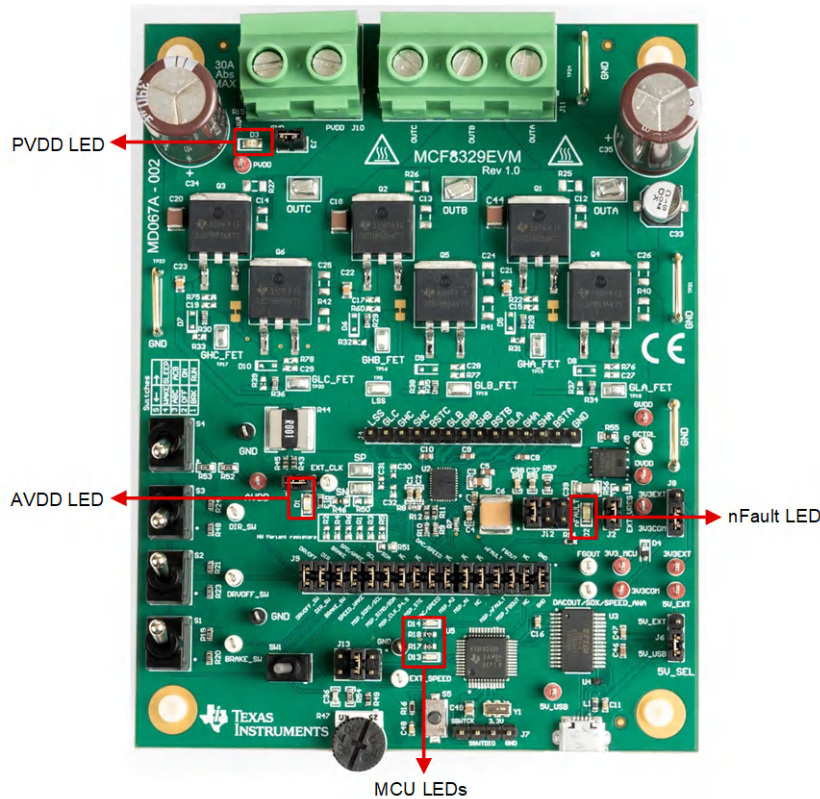


图 2-6. MCF8329EVM LED 位置

## 2.7 用户可配置设置

MCF8329EVM 整个评估板上包含各种用户可选的跳线、开关和电阻，用于配置设置。表 2-2 总结了所有这些可配置的设置。

**表 2-2. MCF8329EVM 上用户可选设置的说明 (默认情况以粗体表示)**

标识符	设置名称	说明	层	位置	功能
J8	3V3_SEL	为 MCU 电源选择 3.3V 电源	顶层	J8 = 3V3EXT	外部
				J8 = 3V3COM	来自 FTDI (30mA)
J6	5V_SEL	为 FTDI 电源选择 5V 电源	顶层	J6 = 5V_EXT	外部
				J6 = 5V_USB	来自 USB 电源 (500mA)
J13	SPEED_SEL	选择 SPEED 输入源	顶层	J13 = EXT	外部 EXT_SPEED 测试点
				J13 = POT	来自电位计 R47
				J13 = INT_PWM	来自内部 PWM。通过旋转 POT R47 可改变 PWM 占空比
J9	MSP 到 MCx 分流跳桥	插入跳线时，将来自 MVU 和用户开关的信号连接到 MCF8329	顶层	DRVOFF_SW	DRVOFF
				DIR_SW	DIR
				BRAKE_SW	BRAKE
				SPEED_WAK	SPEED/WAKE
				MSP_POCI/SCL	SCL
				MSP_PICO/SDA	SDA
				MSP_CLK	NC
				MSP_STE	NC
				DAC/SPEED	DAC/SPEED
				MSP_A2	NC
				MSP_A1	GCTRL
				NC	NC
				MSP_nFAULT	nFAULT
				MSP_FGOUT	FGOUT
J12	VREG_SEL	选择 VREG 电源	顶层	左侧位置	VREG 由 AVDD 供电
				中间位置	VREG 由外部供电
				右侧位置	VREG 由 MOSFET Q7 供电
J1	AVDD LED	将 AVDD LED 连接到 3.3V 上拉电阻	顶层	连接	接通 AVDD 时，D1 亮起
J2	nFAULT LED	将 nFAULT LED 连接至 3.3V 上拉电阻	顶层	连接	当 nFAULT 被拉至低电平时，D2 亮起
J3	PVDD LED	将 PVDD LED 连接至 3.3V 上拉电阻	顶层	连接	向 PVDD 施加电压时，D3 亮起
S1	制动	打开所有低侧 MOSFET	顶层	底层	启用制动
				顶层	禁用制动
S2	DRVOFF	禁用栅极驱动器	顶层	底层	MCF8329 已禁用
				顶层	MCF8329 已禁用
S3	DIR	控制电机旋转方向	顶层	底层	ABC
				顶层	ACB
S4	SPEED/WAKE	将 SPEED/WAKE 引脚拉至 AVDD 和 GND	最优	底层	SPEED/WAKE 引脚被拉至 AVDD
				顶层	SPEED/WAKE 引脚被拉至 GND



表 2-2. MCF8329EVM 上用户可选设置的说明 (默认情况以粗体表示) (续)

标识符	设置名称	说明	层	位置	功能
SW1	不适用	将 SPEED/WAKE 引脚配置为 SPEED 模式并配置 DACOUT/SOx/SPEED_ANA 引脚	顶层	左侧	将 SPEED/WAKE 引脚配置为 SPEED 模式, 并将 DCAOUT/SOx/SPEED_ANA 引脚配置为 DACOUT 模式
				右侧	将 SPEED/WAKE 引脚配置为 WAKE 模式, 并将 DACOUT/SOx/SPEED_ANA 引脚配置为 SPEED_ANA 模式

## 3 软件

### 3.1 固件和 GUI 应用

MCF8329EVM 提供 USB 转 UART 接口，作为主机 PC 和 MCF8329 器件之间的通信网桥，并通过使用 MSP430FR2355 微控制器，配置各种器件设置和读取故障诊断信息。

Motor Studio GUI 支持 MCF8329EVM，可使用该 GUI 通过此通信接口配置 MCF8329。Motor Studio GUI 提供引导式调优说明和用于实时变量监控的虚拟示波器等，简化了 MCF8329 的调优过程。可在 TI.com 上下载最新版本的 [Motor Studio GUI](#)。

默认情况下，板载 MSP430 微控制器已包含与 Motor Studio GUI 进行通信所需的固件。如有固件更新，或 GUI 未连接到 EVM，则用户必须按照节 3.4 中概述的步骤，将固件代码刷入 MSP430。

要将固件代码刷入 MSP430，需要一个集成开发环境 (IDE) 和一个 eZ-FET 调试探针。以下示例使用 [Code Composer Studio™ \(CCS\)](#) IDE 和 [MSP-EXP430FR2355 LaunchPad™ 开发套件](#) 来提供 eZ-FET 调试探针。

### 3.2 下载并运行 Motor Studio

1. 连接 MCF8329EVM，如节 2.2 所述。
2. 下载最新版本的 [Motor Studio GUI](#)。
3. 安装 Motor Studio GUI 后，运行 Motor Studio GUI 应用程序。
4. 点击窗口右下角 *Hardware Setup* 下的红色 *Setup Now* 按钮。
5. 设置 MCF8329EVM 的硬件设置后，点击 *Quick Spin* 选项开始配置器件。

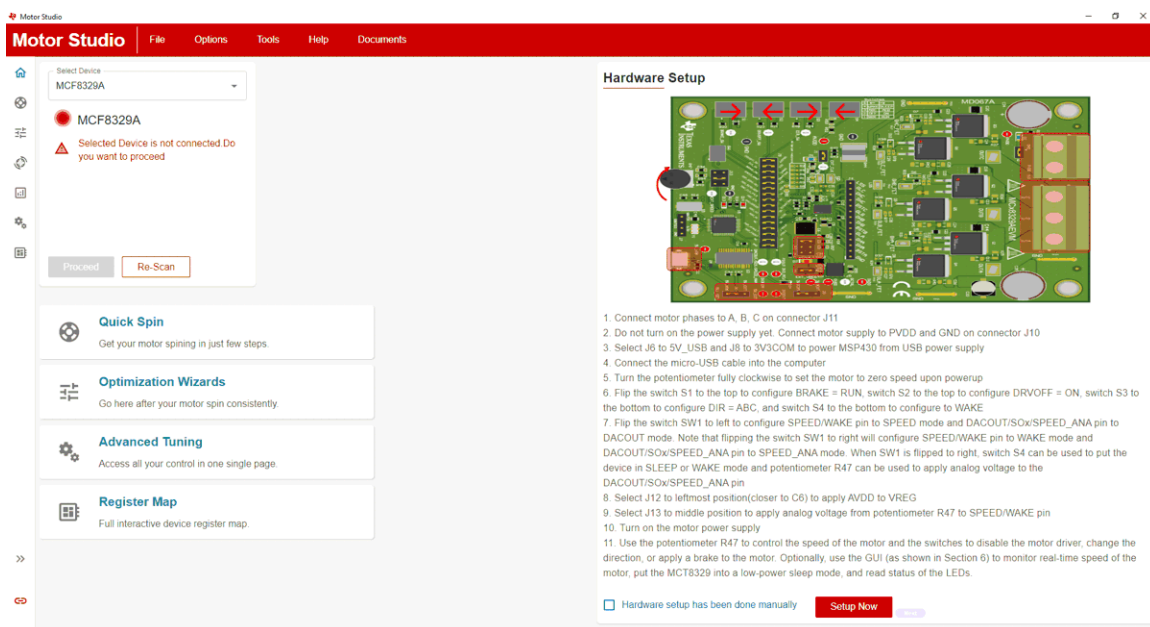


图 3-1. Motor Studio GUI MCF8329A 主页

### 3.3 下载 Code Composer Studio 并导入 GUI 固件

1. 下载 [Motor Studio 固件](#) 并解压到计算机上的某个位置。
2. 下载最新版本的 [Code Composer Studio](#)，在目录 C:\ti 中设置一个文件夹。
  - a. 接受所有协议和默认安装说明，然后选择 *Next* 继续完成菜单操作。
  - b. 在 *Selected Components* 窗口中，确保选中 *MSP430 Low-Power MCUs*，安装 *MSP430 LaunchPad 评估套件* 所需的包。
3. 安装后，运行 *CCS* 并选择一个文件夹或默认文件夹作为工作区来存储任何新项目。可以根据用户的偏好更改位置和命名规则。点击“OK”按钮以接受。
4. 在 *CCS* 中，点击“Project”选项卡并选择 *Import CCS Projects*。点击 *Browse*。
5. 通过解压 *Motor Studio 固件*，选择在步骤 1 中创建的文件夹。
6. 将该工程导入您的工作区，如图 3-2 所示

```

1/* --COPYRIGHT--.BSD
2 * Copyright (c) 2018, Texas Instruments Incorporated
3 * All rights reserved.
4 *
5 * Redistribution and use in source and binary forms, with or without
6 * modification, are permitted provided that the following conditions
7 * are met:
8 *
9 *   Redistributions of source code must retain the above copyright
10 *   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
11 *
12 *   Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
13 *   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
14 *   documentation and/or other materials provided with the distribution.
15 *
16 *   Neither the name of Texas Instruments Incorporated nor the names of
17 *   its contributors may be used to endorse or promote products derived
18 *   from this software without specific prior written permission.
19 *
20 * THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS "AS IS"
21 * AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO,
22 * THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR
23 * PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT OWNER OR
24 * CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL,
25 * EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO,
26 * PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS;
27 * OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY,
28 * WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR
29 * OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE,
30 * EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.
31 * --/COPYRIGHT--*/
32//*****
33//
34// MSP430FR2355 firmware for compatibility with Motor Studio
35//
36// E. Chen
37// Texas Instruments Inc.
38// May 2018
39//*****
40
41#include <driverlib.h>
42#include <stdint.h>
43#include <stdbool.h>
44#include <stdio.h>
45#include <stdlib.h>
46#include <string.h>
47#include <jsmn.h>
48
49/* Constants */
50#define MAX_STR_LEN      256
51#define INTER_BYTE_DELAY 2000 // at least 100 us
52#define I2C_TIMEOUT      65535
53

```

图 3-2. Code Composer Studio 中的 MSP430FR2355 接口固件代码

### 3.4 使用 eZ-FET 对板载 MSP430FR2355 进行编程

MSP430FR2355 LaunchPad 上的 eZ-FET 调试探针使用 Spy-Bi-Wire JTAG 接口对 MCF8329EVM 上的 MSP430FR2355 MCU 进行编程。有关包含板载 eZ-FET 调试探针的 MSP430 LaunchPad，请参阅 [MSP430 LaunchPad 开发套件](#)。

1. 从 MSP430 LaunchPad 上移除 GND、3V3、SBWTDIO 和 SBWTCK 跳线。
2. 将 GND、3V3、SBWTDIO 和 SBWTCK 信号 LaunchPad eZ-FET 侧的顶部引脚连接到 MCF8329EVM 的 J7 上的相应引脚，如表 3-1 和图 3-3 所示。
3. 将 Micro-USB 电缆连接到 MSP430 LaunchPad 和 PC。
4. 点击“Build Project”图标或按 CTRL + B，确保成功构建工程。如有需要，从控制台接受所有更新
5. 点击“Debug Project”（调试项目）以设置调试会话，然后按“Play”（播放）按钮运行代码。
6. 停止调试会话，关闭 Code Composer Studio，断开 Spy-Bi-Wire 跳线，并从 MSP430 LaunchPad 上拔下 Micro-USB 电缆。

表 3-1. 对 MSP430FR2355 进行编程所需的 Spy-Bi-Wire 接口

MSP430 LaunchPad (eZ-FET 调试探针侧) (J101)	MCF8329EVM 4 引脚 Spy-Bi-Wire 接头 (J7)
GND	GND
3V3	3V3
SBWTDIO	SBWTDIO
SBWTCK	SBWTCK

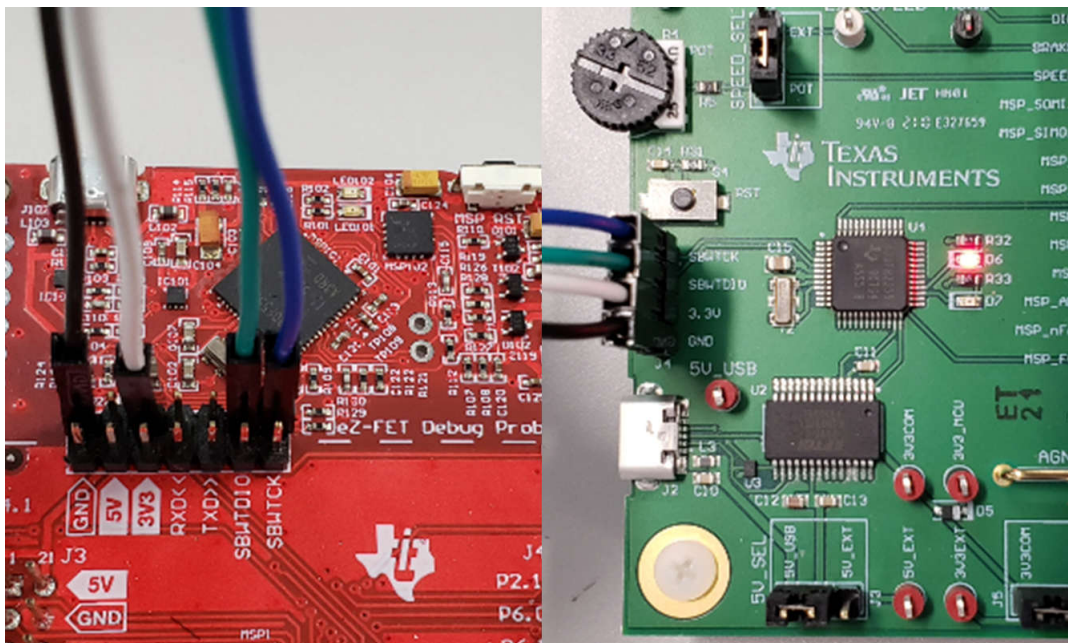


图 3-3. MSP430 LaunchPad eZ-FET 调试探针连接到 MSP430FR2355



## 4 硬件设计文件

### 4.1 原理图

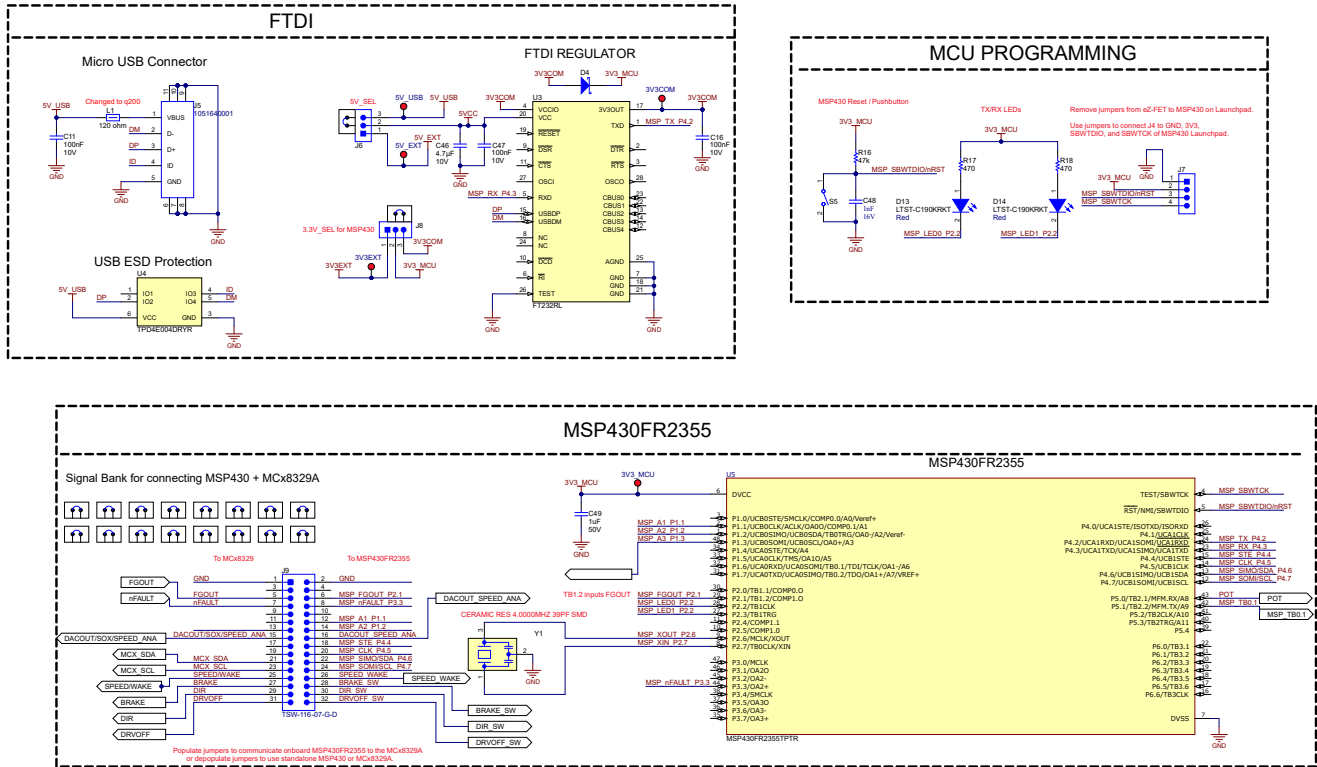


图 4-1. 接口

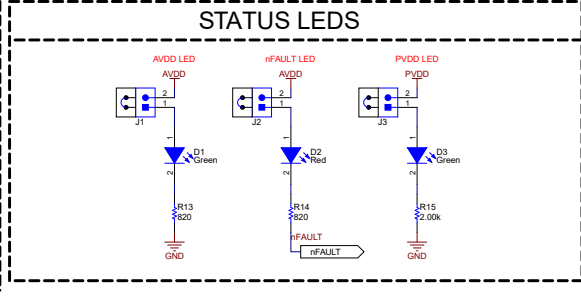
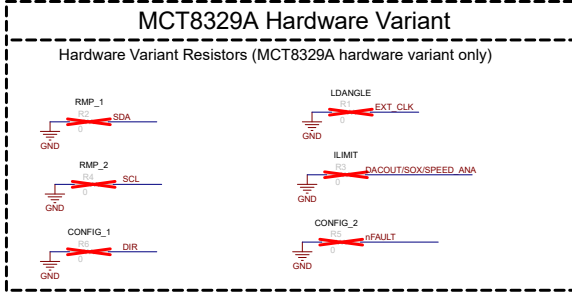
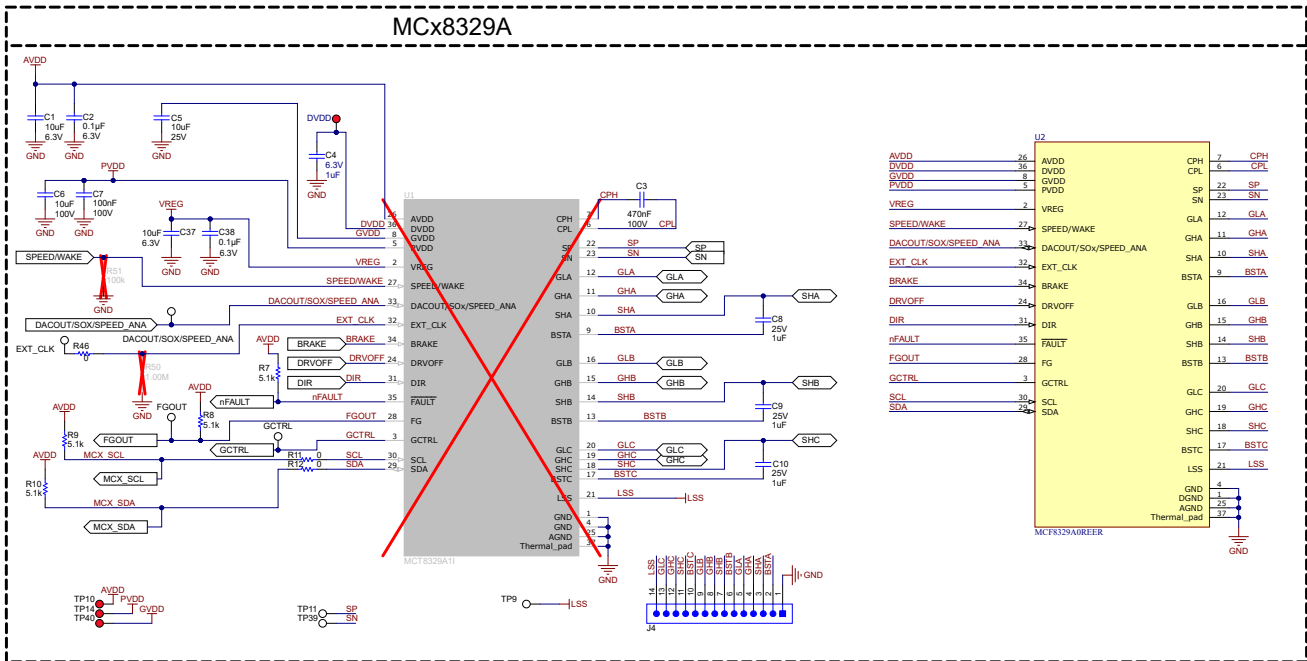


图 4-2. 驱动器

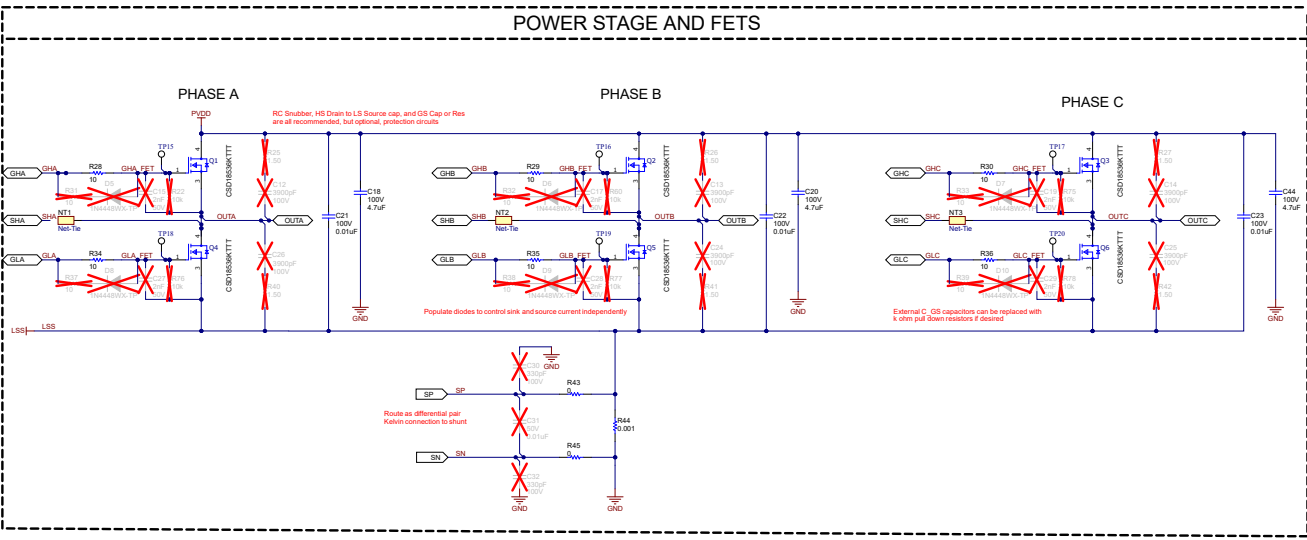


图 4-3. MOSFET 和功率级

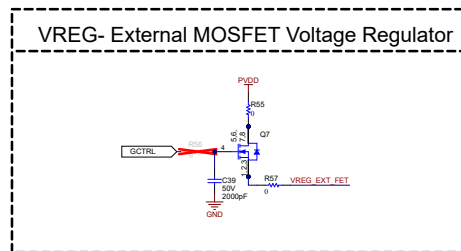
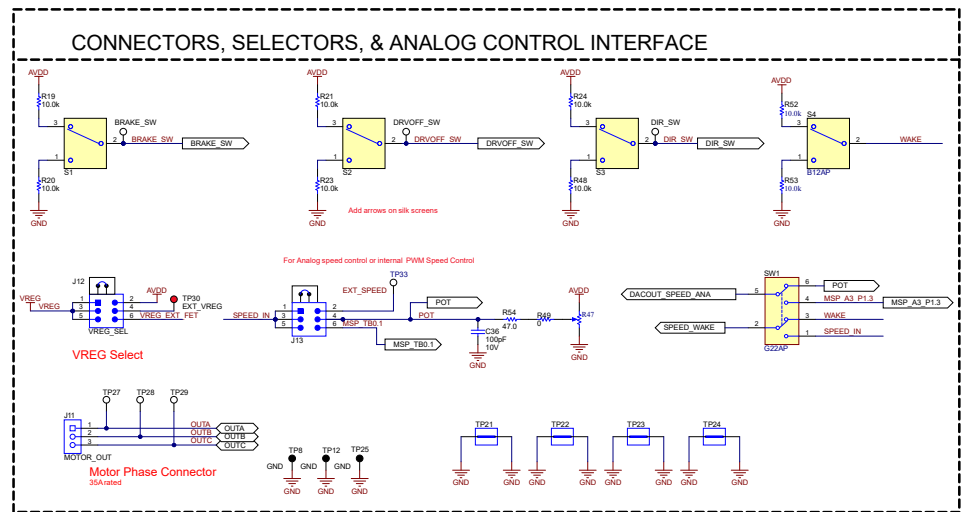
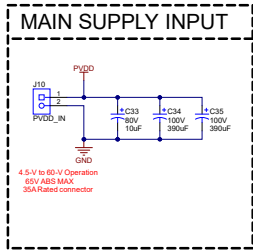


图 4-4. 电源和连接器

## 4.2 PCB 布局

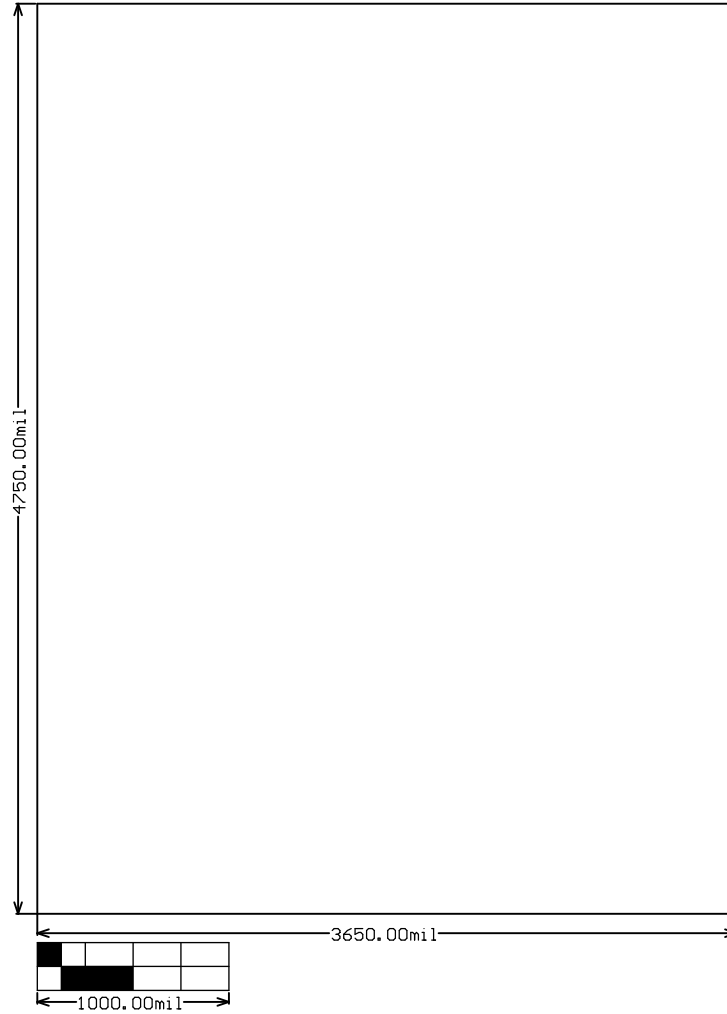


图 4-5. EVM 电路板尺寸



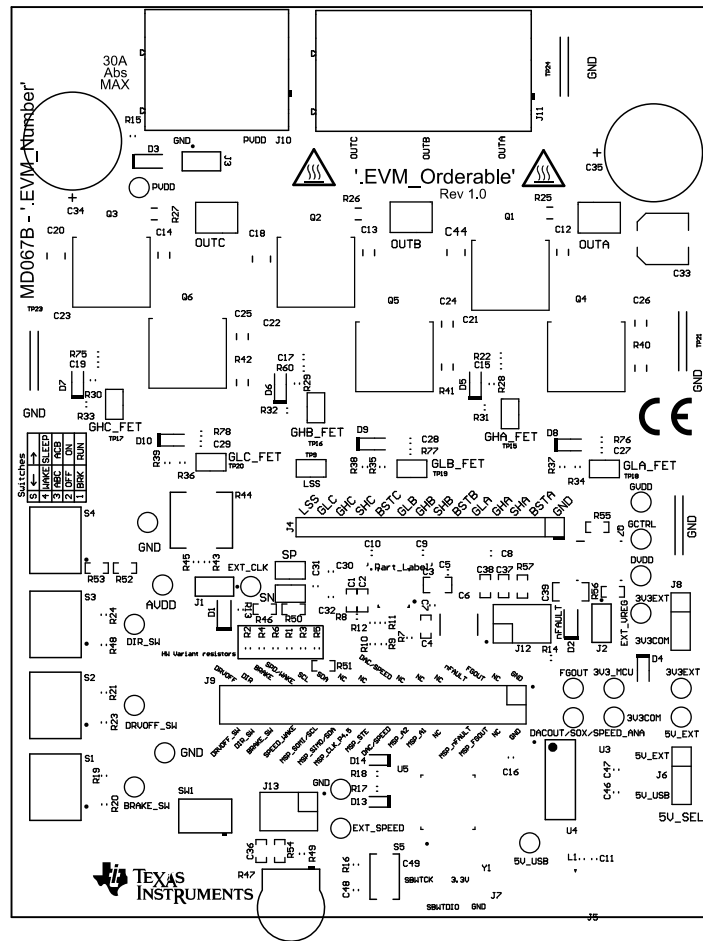


图 4-6. EVM 顶部覆盖层

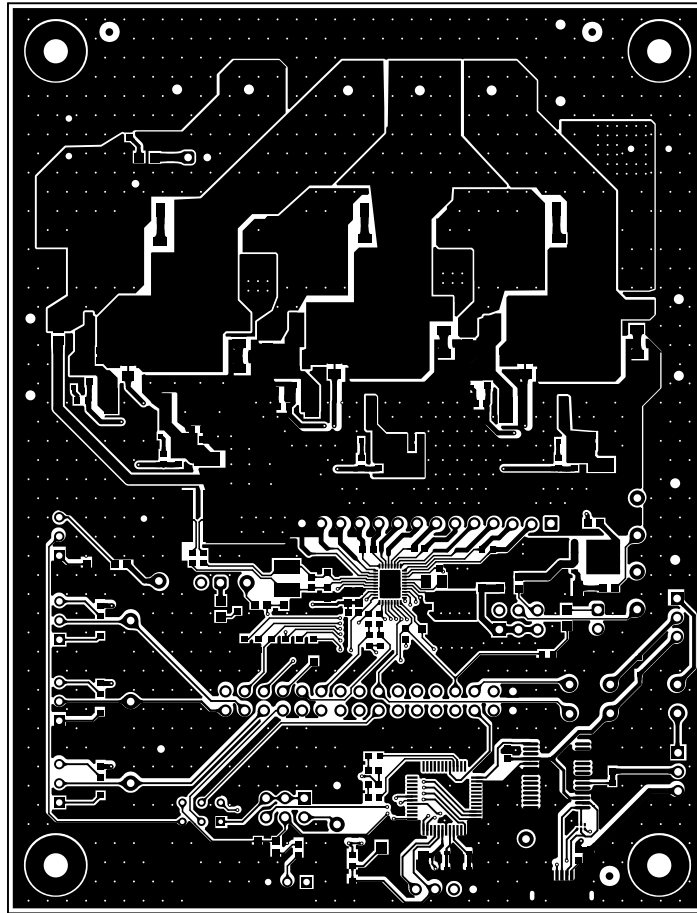


图 4-7. EVM 顶层

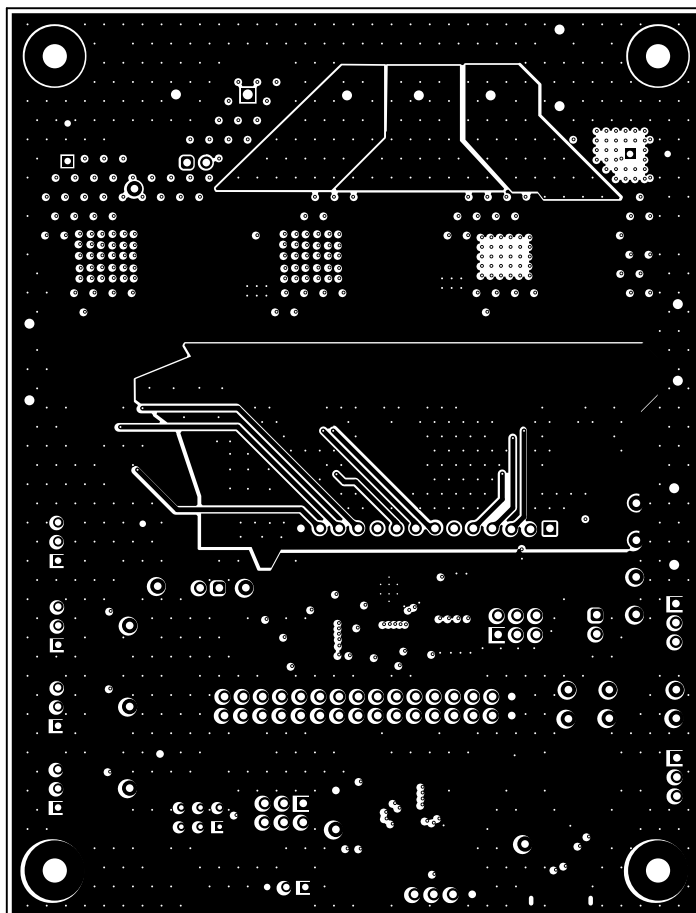


图 4-8. EVM 信号层 1

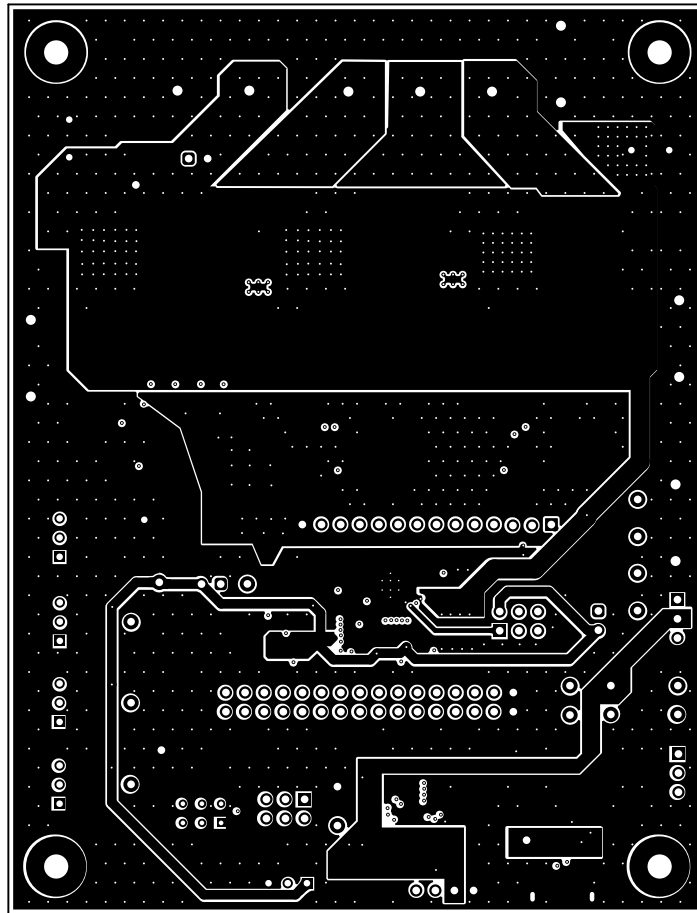


图 4-9. EVM 信号层 2



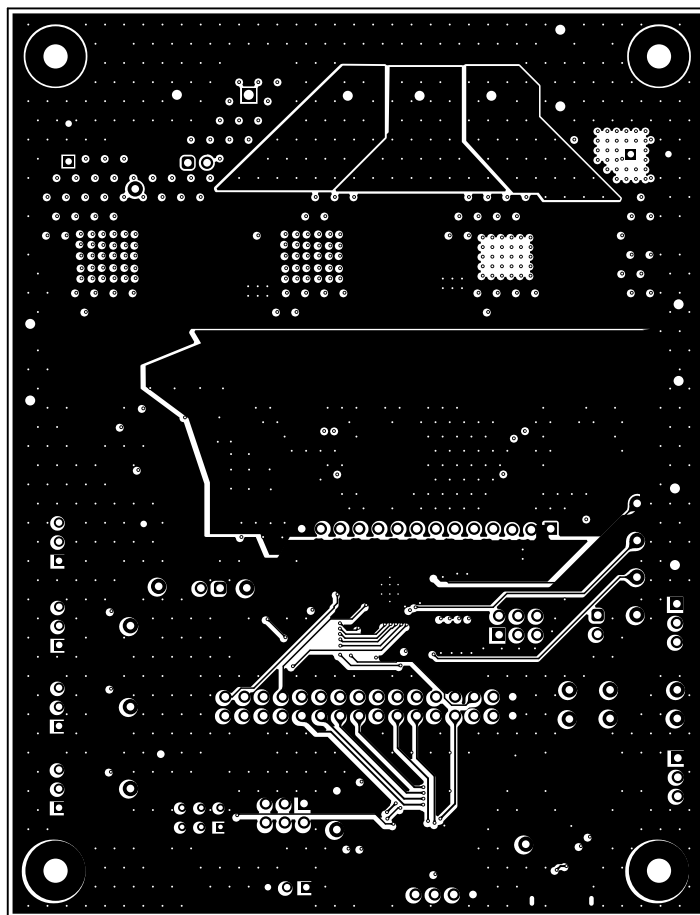


图 4-10. EVM 底层

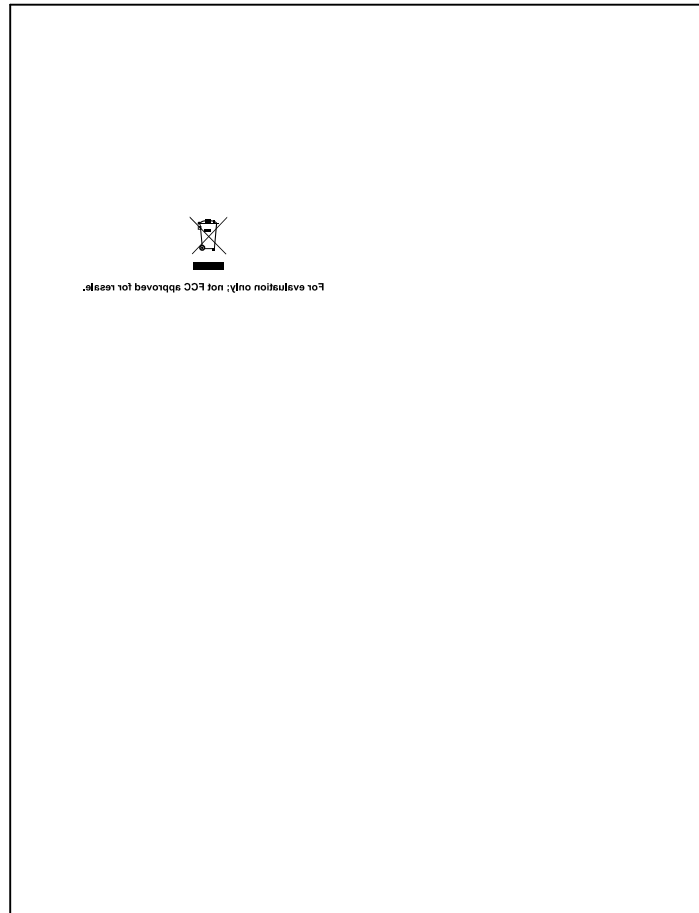


图 4-11. EVM 底部覆盖层

### 4.3 物料清单 (BOM)

表 4-1. 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C1、C37	2	10 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 6.3V, +/-20%, X5R, 0603	603	C0603C106M9PACTU	Kemet
C2、C38	2	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 6.3V, +/-10%, X5R, 0603	603	C0603C104K9PAC7867	Kemet
C3	1	0.47 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.47 $\mu$ F, 100V, +/-10%, X7R, 0805	805	GRM21BR72A474KA73L	MuRata
C4	1	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 6.3V, +/-10%, X5R, 0603	603	GRM188R60J105KA01D	MuRata
C5	1	10 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 25V, +/-20%, X5R, 0603	603	C1608X5R1E106M080AC	TDK
C6	1	10 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 100V, +/-20%, X7R, 2220	2220	22201C106MAT2A	AVX
C7	1	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 100V, +/-10%, X7R, 0603	603	GRM188R72A104KA35J	MuRata (村田)
C8、C9、C10	3	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 25V, +/-10%, X5R, 0603	603	C1608X5R1E105K080AC	TDK
C11、C16、C47	3	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 10V, +/-10%, X7R, 0603	603	0603ZC104KAT2A	AVX
C18、C20、C44	3	4.7 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 4.7 $\mu$ F, 100V, +/-10%, X7S, 1210	1210	GRM32DC72A475KE01L	MuRata (村田)
C21, C22, C23	3	0.01 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.01 $\mu$ F, 100V, +/-5%, X7R, 0805	805	08051C103JAT2A	AVX
C33	1	10 $\mu$ F	电容, 铝制, 10 $\mu$ F, 80V, +/-20%, 2.4 $\Omega$ , SMD	F80	EMZA800ADA100MF80G	Chemi-Con
C34、C35	2	390 $\mu$ F	电容, 铝制, 390 $\mu$ F, 100V, +/-20%, 0.026 $\Omega$ , TH	直径 12.5mm x 长 35mm	EKYB101ELL391MK35S	Chemi-Con
C36	1	100pF	电容器, 陶瓷, 100pF, 10V, +/-10%, X7R, 0603	603	0603ZC101KAT2A	AVX
C39	1	2000pF	电容, 陶瓷, 2000pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 1206	1206	12065A202JAT2A	AVX
C46	1	4.7 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 4.7 $\mu$ F, 10V, +/-20%, X7R, 0603	603	GRM188Z71A475ME15D	MuRata
C48	1	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 16V, +/-10%, X7R, 0603	603	8.85012E+11	Würth Elektronik

**表 4-1. 物料清单 (续)**

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C49	1	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, 0805	805	8.85012E+11	Würth Elektronik
D1、D3	2	绿色	LED, 绿色, SMD	LED_0805	LTST-C170KGKT	Lite-On
D2	1	红色	LED, 红色, SMD	红色 0805 LED	LTST-C170KRKT	Lite-On
D4	1	40V	二极管, 肖特基, 40V, 0.75A, AEC-Q101, SOD-323	SOD-323	BAT165E6327HTSA1	Infineon Technologies
D13、D14	2	红色	LED, 红色, SMD	红色 LED, 1.6mm x 0.8mm x 0.8mm	LTST-C190KRKT	Lite-On
H1、H2、H3、H4	4		六角螺柱, 1"L #4-40, 尼龙	螺柱	1902E	Keystone
H5、H6、H7、H8	4		机械螺钉, 圆头, #4-40 x 1/4, 尼龙, 飞利浦盘形头	螺钉	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
J1, J2, J3	3		接头, 100mil, 2x1, 镀金, TH	2x1 接头	TSW-102-07-G-S	Samtec
J4	1		接头, 100mil, 14x1, 金, TH	14x1 接头	TSW-114-07-G-S	Samtec
J5	1		插座, USB 2.0, Micro B, 5 个位置, R/A, SMT	插座, USB 2.0, Micro B, 5 个位置, 0.65mm 间距, R/A, SMT	1051640001	Molex
J6、J8	2		接头, 100mil, 3x1, 镀金, TH	PBC03SAAN	PBC03SAAN	Sullins Connector Solutions
J7	1		接头, 100mil, 4x1, 金, TH	4x1 接头	TSW-104-07-G-S	Samtec
J9	1		接头, 100mil, 16x2, 金, TH	16x2 接头	TSW-116-07-G-D	Samtec
J10	1		端子块, 9.52mm, 2x1, R/A, TH	端子块, 2x1, 9.52mm 间距	1902547	Phoenix Contact
J11	1		终端块, 9.52mm, 3x1, R/A, TH	端子块, 3x1、9.52mm 间距	1904150	Phoenix Contact
J12、J13	2		接头, 100mil, 3x2, 金, TH	3x2 接头	TSW-103-07-G-D	Samtec
L1	1		电感器, 铁氧体磁珠, 铁氧体, 3A, 120 $\Omega$ , AEC-Q200 1 级, SMD	603	BLM18SG121TZ1D	MuRata
Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6	6		MOSFET 60V N 沟道 NexFET 功率 MOSFET, 单 D2PAK, 1.6m $\Omega$ 3-DDPAK/TO-263, -55 至 175	DDPAK	CSD18536KTTT	德州仪器 (TI)
Q7 :	1	60V	MOSFET, N 沟道, 60V, 50A, DQJ0008A (VSONP-8)	DQJ0008A	CSD18534Q5A	德州仪器 (TI)

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R7、R8、R9、R10	4	5.1k	电阻, 5.1k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW06035K10JNEA	Vishay-Dale
R11、R12、R43、R45、R46、R49、R55、R57	8	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	ERJ-3GEY0R00V	Panasonic
R13、R14	2	820	电阻, 820, 5%, 0.1W, 0603	603	RC0603JR-07820RL	Yageo
R15	1	2.00k	电阻, 2.00k, 0.1%, 0.1W, 0603	603	RG1608P-202-B-T5	Susumu Co Ltd
R16	1	47k	电阻, 47k, 5%, 0.1W, 0603	603	RC0603JR-0747KL	国巨 (Yageo)
R17、R18	2	470	电阻, 470, 5%, 0.1W, 0603	603	RC0603JR-07470RL	Yageo
R19、R20、R21、R23、R24、R48、R52、R53	8	10.0k	电阻, 10.0k, 0.05%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	ERA-3ARW103V	Panasonic
R28、R29、R30、R34、R35、R36	6	10	电阻, 10, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW060310R0JNEA	Vishay-Dale
R44	1	0.001	电阻, 0.001, 1%, 4W, RES_2725	RES_2725	CSS2725FT1L00	Stackpole Electronics Inc
R47	1	25k $\Omega$	微调电位计, 25k $\Omega$ , 0.5W, TH	9.53mm x 8.89mm	3352T-1-253LF	Bourns
R54	1	47 $\Omega$	电阻, 47.0, 0.1%, 0.1W, 0603	603	RT0603BRD0747RL	Yageo America
S1, S2, S3, S4	4		开关, 切换, SPDT 0.4VA 28V	6.8mm x 23.1mm x 8.8mm	B12AP	NKK 交换机
S5	1		开关, 触控式, SPST, 12V, SMD	SMD, 6mm x 3.9mm	4.34121E+11	Wurth Elektronik
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5、SH-J6、SH-J7、SH-J8、SH-J10、SH-J11、SH-J12、SH-J13、SH-J14、SH-J15、SH-J16、SH-J17、SH-J18、SH-J19、SH-J20、SH-J21、SH-J22、SH-J23、SH-J24	23	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
SW1	1		开关, DPDT, 开-开, 0.4VA, 28V, TH	DPDT 开关, 4.5mm x 7mm	G22AP	NKK 交换机

**表 4-1. 物料清单 (续)**

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
TP1、TP10、TP14、TP30、TP40、TP41、TP42、TP43、TP44、TP45	10		测试点, 微型, 红色, TH	红色微型测试点	5000	Keystone
TP2、TP3、TP4、TP5、TP26、TP31、TP32、TP33	8		测试点, 微型, 白色, TH	白色微型测试点	5002	Keystone
TP8、TP12、TP25	3		测试点, 微型, 黑色, TH	黑色微型测试点	5001	Keystone
TP9、TP11、TP15、TP16、TP17、TP18、TP19、TP20、TP39	9		测试点, 微型, SMT	Testpoint_Keystone_Minature	5015	Keystone
TP21、TP22、TP23、TP24	4		1 mm 非绝缘短路插头, 10.16mm 间距, TH	短路插头, 10.16mm 间距, TH	D3082-05	Harwin
TP27、TP28、TP29	3		测试点, 紧凑型, SMT	Testpoint_Keystone_Compact	5016	Keystone
U2	1		无传感器场定向控制 (FOC) 三相 BLDC 栅极驱动器	WQFN36	MCF8329A0REER	德州仪器 (TI)
U3	1		USB 转串行 UART, SSOP28	SSOP28	FT232RL	FTDI
U4	1		适用于高速数据接口的 4 通道 ESD 保护阵列, DRY0006A (USON-6)	DRY0006A	TPD4E004DRYR	德州仪器 (TI)
U5	1		CPU16 MSP430™ FRAM 微控制器 IC 16 位 24MHz 32KB (32K x 8) FRAM 48-LQFP (7x7)	LQFP48	MSP430FR2355TPTR	德州仪器 (TI)
Y1	1		谐振器, 4MHz, 39pF, AEC-Q200 1 级, SMD	4.5x1.2x2mm	CSTCR4M00G55B-R0	MuRata



## 5 其他信息

### 5.1 商标

LaunchPad™, Code Composer Studio™, MSP-EXP430FR2355 LaunchPad™, and MSP430™ are trademarks of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司