

EVM User's Guide: TCAN4572EVM

TCAN4572 评估模块用户指南



说明

TCAN4572EVM 采用具有集成收发器的 TCAN4572-Q1 汽车级 CAN FD 控制器。该 EVM 提供的微控制器可通过 SPI 访问 CAN FD 或 CAN FD Light 应用，而无需集成的 CAN FD 控制器或额外通道。

特性

- 支持传统 CAN、CAN FD 和 CAN FD Light 应用
- SPI
- 晶体振荡器 (40MHz)
- 业界通用 DB-9 连接器
- TVS 二极管焊盘 (未组装)
- 具有断开接头的 CAN 总线终端
- 状态 LED

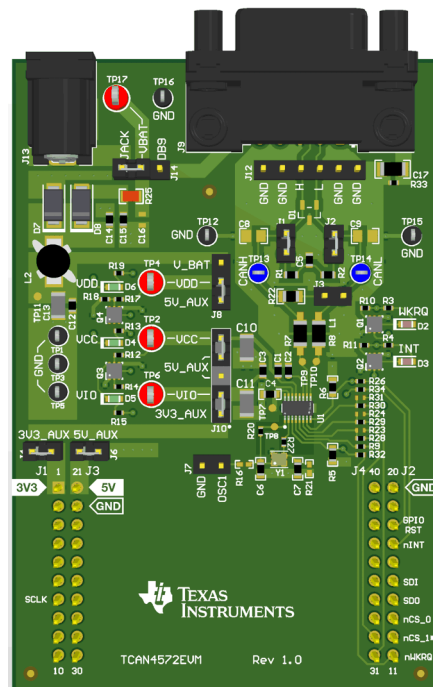


图 1-1. TCAN4572 EVM

1 评估模块概述

1.1 简介

本用户指南介绍了 TCAN4572 EVM，该 EVM 旨在帮助设计人员使用 TCAN4572-Q1 CAN FD 物理层收发器器件评估器件性能、支持快速开发以及分析 CAN FD 或 CAN FD Light 系统，同时说明电路板硬件详细信息以及跳线与连接器的功能和位置。该 EVM 还可以用作 CAN FD Light Commander 节点。

1.2 套件内容

1. TCAN4572 EVM

1.3 规格

利用 TCAN4572 EVM，用户能够评估具有集成式收发器器件的 TI TCAN4572 汽车级 CAN FD 控制器。任何具有 3.3V 或 5V I/O 电压的 MCU 或 SPI 控制器都可以通过标准接口接头连接到该 EVM。

表 1-1. EVM 规格

参数	规格
VDD 电源电压	5V 或 VBAT (可通过跳线选择)
VCC 电源电压	5V
VIO 电源电压	3.3V 或 5V (可通过跳线选择)
CAN 总线连接器	DB9 (J9)，螺纹接线端子 (J12)
主机接口	SPI (通过双 20 引脚插座 J5/J11)
可订购器件型号	TCAN4572EVM

1.4 器件信息

此 EVM 提供了灵活的器件引脚和 CAN 总线配置。此 EVM 具有极性保护和 EMC 滤波电源电压，使得 EVM 能够使用 12V 或 24V 电池运行。对所有需进行评估探测的主要点都提供了测试点，例如 GND、VDD、VCC、VIO、VSUP、OSC1、OSC2、CANH、CANL 和其他逻辑引脚。此 EVM 支持针对 CAN 总线配置的很多选项。该 EVM 允许通过使用跳线来实现两种终端方案，可在分割终端配置或使用单个 120 Ω 电阻器之间进行选择。如果需要，可以使用共模扼流圈、TVS 二极管提供 ESD 保护，并使用电容器提供进一步的 EMC 保护或信号调节。包含一个 DSUB9 连接器，以便在更大的系统中评估和使用 CAN 总线。提供一个晶体振荡器，作为 OSC1 和 OSC2 引脚的外部振荡器源。

2 硬件

2.1 电源要求

TCAN4572EVM 支持多种电源配置。

2.1.1 VBAT/VSUP

该 EVM 需要提供外部电池的电源电压，通常为 12V 或 24V。CAN 收发器常见于汽车应用，可在汽车电池对应的宽建议电源电压范围内工作。该电源电压由收发器的 VDD 引脚使用。TCAN4572-Q1 在 4.5V 至 36V 的电压范围内工作，绝对最大电压为 42V，电压必须在器件限制范围内才能正常运行。

该电路板使用 30V 齐纳二极管来防止电源电压过高，并在该电源电压配套使用反向阻断肖特基二极管及其他 EMC 滤波元件（常见于系统应用）。电路板将输入的原始电压称为 VBAT（对应系统电池电压），而经过电源滤波器后的电压称为 VSUP（提供给器件 VDD 引脚的实际电压）。通过单线束同时提供电源电压和总线通信是常见的做法。该电源电压可通过 DB9 连接器 J9 的引脚 9 提供，也可以通过直流桶形插孔 J13 从独立电源提供。接头 J14 允许在中心引脚和所选电压源之间放置一个分流器。

2.1.2 VDD

VDD 是 TCAN4572-Q1 的器件电源电压。可以使用跳线 J8（VDD 选择）将 VDD 设置为 5V（从 5V_AUX）或直接连接到 VSUP。

表 2-1. VDD 选择

J8 位置	VDD 源
引脚 1-2	VDD = VSUP（电池电源轨）
引脚 2-3	VDD = 5V_AUX

2.1.3 VCC

VCC 是 5V CAN 收发器电源电压。VCC 由 5V_AUX 供电。

2.1.4 VIO

VIO 设置 I/O 引脚的逻辑电平。可以使用跳线 J10（V_CAN/IO 选择）将 VIO 设置为 3.3V 或 5V：

表 2-2. VIO 选择

J10 位置	VIO/VCC 源
引脚 1-2	CAN_VIO = 3V3_AUX
引脚 2-3	CAN_VIO = 5V_AUX

2.2 晶体振荡器

TCAN4572-Q1 需要晶体振荡器或单端时钟来运行数字内核。默认情况下会安装 40MHz 晶体振荡器并将其连接到 OSC1 和 OSC2 引脚，并且只要存在 VIO 3.3V 电源就可以使用该振荡器。2Mbps 或更高的 CAN FD 数据速率需要 40MHz 的时钟频率，以生成足够小的时间量，从而对 CAN 位进行精确的数据采样。对于数据速率小于 2Mbps 的较慢应用，如果需要，可以将晶体替换为 20MHz 版本，但仍建议使用 40MHz 晶体。要使用收发器的内部时钟源，可以通过 0Ω 电阻器 R16 和 R21 (DNI) 旁路晶体振荡器。有关时钟检测的更多信息，请参阅 TCAN4572-Q1 数据表。

2.3 CAN

TCAN4572 EVM 组装了一个可通过跳线在 CANH 和 CANL 之间选择的 $120\ \Omega$ 电阻器，以及包括分体式电容器的 $120\ \Omega$ 分体式终端（两个串联的 $60\ \Omega$ 电阻器）。使用仅分裂终端时，EVM 用作总线的端接端。对于计算总线总负载的电气测量，并联使用分裂终端和 $120\ \Omega$ 电阻器，为参数测量提供标准 $60\ \Omega$ 负载。

表 2-3. CAN 总线终端配置

终端配置	终端跳线			分割终端电阻器		分裂终端电容器
	J1	J2	J3	R1	R2	C5
跳线						
无终端	开路	开路	开路	不可用	不可用	不可用
$120\ \Omega$ 标准终端	开路	开路	短路			
$60\ \Omega$ 负载	短路	短路	短路			
分裂终端（共模稳定）	短路	短路	开路	$60\ \Omega$	$60\ \Omega$	4.7nF

EVM 还具有适合各种保护方案的封装，以提高对极端系统级 EMC 要求的稳健性。

表 2-4. CAN 保护和滤波配置

配置	封装参考	用例	组装和说明
串联电阻器或共模扼流圈 (CMC)	R7/R8	将 CAN 收发器连接到 CAN 总线	R7 和 R8 阻值为 $0\ \Omega$ （默认设置）
		串联电阻保护	必要时可以组装 MELF 电阻器，以适应恶劣的 EMC 环境。
	L1 (DNI)	CMC（总线滤波器）	可以组装 CMC 以过滤噪声（应对恶劣的 EMC 环境）。移除 R7 和 R8 并组装 L1。
总线滤波电容器瞬态保护	C8/C9 (DNI)	总线滤波器	可以组装滤波电容器应对恶劣的 EMC 环境。
	D1(DNI)	瞬态和 ESD 保护	可以组装 TVS 二极管，以增加对系统级瞬态和 ESD 的额外保护

2.4 SPI

SPI 通信使用标准 SPI。具体而言，数字接口引脚为 nCS (芯片选择未激活)、SDI (从器件数据输入)、SDO (从器件数据输出) 和 SCLK (SPI 时钟)。每个 SPI 事务都是一个 32 位字，其中包含一个命令字节，后跟两个地址字节和长度字节。针对事务在 SDO 引脚上移出的数据始终从全局状态寄存器 (一个字节) 开始。此寄存器提供有关器件状态的高级状态信息。接下来，作为对命令字节的“响应”的两个数据字节被移出。写入命令期间移出的数据字节是要写入新数据并更新寄存器之前的寄存器内容。读取命令期间移出的数据字节是寄存器的当前内容，并且寄存器不会更新。SDI 上的 SPI 输入数据会在 SCLK 的从低到高边沿上采样。SDO 上的 SPI 输出数据会在 SCLK 从高到低的边沿上改变。

2.4.1 nCS

此输入引脚用于选择负责 SPI 事务的器件。该引脚为低电平有效，因此当 nCS 为高电平时，器件的 SDO 引脚为高阻抗，从而允许与其他器件共享 SPI 总线。当 nCS 为低电平时，SDO 驱动器会激活，通信可以启动。nCS 引脚必须在 SPI 事务期间保持低电平。该器件的一项特殊功能允许 SDO 引脚在 nCS 的下降沿立即显示全局故障标志。EVM 上有两个引脚可用于定义为 SPI_CS 的 SPI 芯片选择。默认情况下，通过将接头引脚 13 连接到 TCAN4572-Q1 nCS 引脚来支持这两个引脚。如果该引脚存在冲突，则可以通过移除 0 Ω 电阻器 (R30) 并将电阻器安装在 R31 上，来使用另一个支持的芯片选择引脚。这些引脚在板对板接头引脚 12 和 13 旁边的 nCS_0 和 nCS_1 上进行标记。

备注

芯片选择信号必须在数据事务结束后转换回高电平，并且不能无限期地保持低电平 (SPI 总线只有一个器件时常见的做法)。这主要有两个原因：

1. 对于每次 SPI 事务，从芯片选择高电平到低电平转换之后的第一个时钟周期开始，全局状态寄存器 (字节) 始终在 SDO 引脚上移出。
2. 器件会计算 SDI 引脚上接收到的位数 (必须是 32 位的倍数)：从事务开始时芯片选择转换为低电平，到事务完成时恢复为高电平。如果位数并非 32 位的倍数，则传输的最后一个字将被忽略，并设置 SPIERR 标志。

2.4.2 SCLK

该输入引脚用于输入 SPI 的时钟，以同步输入和输出串行数据位流。SPI 数据输入会在 SCLK 的上升沿进行采样，而 SPI 数据输出会在 SCLK 的下降沿改变。板对板接头的引脚 7 用于 SPI SCLK，其定义为 SPI_CLK。

在测试模式下，该引脚用作 EN 引脚输入以测试 CAN 收发器，并以 EN_INT 为基准。当该引脚为高电平时，器件处于正常模式。当该引脚为低电平时，器件处于待机模式。有关测试模式的更多信息，请参阅 TCAN4572-Q1 数据表

2.4.3 SDI

此输入引脚用于将数据移位到器件。通过 nCS 上的低电平使能 SPI 后，SDI 就会在 SCLK 的每个上升沿对输入移位数据进行采样。数据会移入 32 位移位寄存器。如果命令代码是写入，仅在 SCLK 完成 32 位移位且 nCS 具有一个上升沿以取消选择器件后，新数据才会写入寻址的寄存器。如果在一次 SPI 事务 (nCS 为低电平) 期间移入器件的数据并非恰好是 32 位的倍数，则会忽略传输的最后一个字，并设置 SPIERR 标志。板对板接头的引脚 15 用于 SPI SDI，其定义为 SPI_MOSI。

在测试模式下，该引脚用作 TXD 输入引脚以测试 CAN 收发器，并以 TXD_INT_PHY 为基准。

备注

由于每次 SPI 事务都需要 32 位的倍数，因此必须将器件连接在一起，将 SPI 作为总线并行运行 (使用 nCS 控制器件)，而不是作为移位寄存器的菊花链。

2.4.4 SDO

该引脚处于高阻抗状态，直到通过 nCS 使能 SPI 输出。一旦通过 nCS 上的低电平启用 SPI，如果使用 SPI 时钟，SDO 会立即被驱动为高电平或低电平，以显示全局故障标志状态，它也是要移出的第一个位（位 32）。SCLK 开始后，在时钟的第一个低电平至高电平边沿，SDO 会保留全局故障标志，即移位的位 31。在 SCLK 的第一个下降沿，数据移出操作将继续在 SCLK 的每个下降沿进行，直到所有 32 个位都移出移位寄存器。板对板接头的引脚 14 用于 SPI SDO，其定义为 SPI_MISO。

在测试模式下，该引脚用作 RXD 输出引脚以测试 CAN 收发器，并以 RXD_INT_PHY 为基准。

2.5 中断 (nINT)

nINT 是一个专用的开漏全局中断输出引脚。该引脚需要一个连接到 VIO 的外部上拉电阻器才能正常运行。引脚被拉至低电平时，通过该引脚反映所有中断请求。

接头的引脚 17 会连接到 nINT 引脚。此外，由于 nINT 是中断状态引脚，因此还在该引脚上添加了一个 LED，作为向用户提供该引脚状态的视觉指示器，其通过晶体管进行缓冲，以防止器件引脚上的负载过大。但是，由于 nINT 是负逻辑指示器，因此信号先通过附加晶体管进行反相；这样当 nINT 引脚为低电平（表示发生了器件中断）时，LED 便会亮起。板对板接头的引脚 17 用于 nINT，其定义为 GPIO_INT。

2.6 唤醒请求 (nWKRQ)

默认情况下，该引脚为开漏唤醒请求引脚，用于响应总线唤醒 (WUP) 请求和上电 (PWRON)。nWKRQ 引脚默认为根据唤醒事件使能唤醒（与 INH 输出类似）。在此配置中，输出被拉至低电平并锁存，以用作稳压器的使能端。nWKRQ 引脚可通过设置 `16'h0800[8] = 1` 配置为中断引脚，用于将输出拉至低电平的唤醒中断。唤醒中断标志被清除后，该标志会释放输出，使其恢复高电平。在该配置中，如果发生唤醒事件，则 nWKRQ 引脚会从高电平切换到低电平。该引脚是一个开漏输出，需要使用外部上拉电阻器连接到 VIO 电源轨。某些外部稳压器或电源管理芯片可能需要一个数字逻辑引脚来执行唤醒请求，此时可以使用该引脚。该引脚上还添加了一个 LED，作为向用户提供该引脚状态的视觉指示器，其通过晶体管进行缓冲，以防止器件引脚上的负载过大。

板对板接头的引脚 11 用于 nWKRQ，其定义为 GPIO_WKRQ。

2.7 复位 (RST)

RST 引脚是器件复位引脚。此引脚具有一个弱内部上拉电阻器，以确保正常运行。如果与 TCAN4572-Q1 的通信停止，RST 引脚可以发出高电平脉冲然后恢复为低电平，持续时长超过 `tPULSE_WIDTH`，以对器件执行上电复位。这会将器件复位为默认设置并使器件进入待机模式。如果器件处于正常或待机模式，则 INH 和 nWKRQ 引脚保持活动（导通）状态且不会切换。如果器件处于睡眠模式并且复位已切换，则器件进入待机模式，此时 INH 和 nWKRQ 导通。发生复位后，在读取或写入 TCAN4572-Q1 之前，必须使用 $\geq 700\mu\text{s}$ 的等待时间。

板对板接头的引脚 18 用于 RST，其定义为 GPIO_RESET。

2.8 状态 LED

EVM 上的每个直流电源轨都添加了一个 LED，这些 LED 通过晶体管进行缓冲，并由 5V 公用电源轨供电，以免给各个电源轨的电流负载增加超过一个 $10\text{k}\Omega$ 上拉电阻器所需的电流。要对 VIO 和 VCCOUT 电源轨进行更精确的电流测量，请移除这些电阻器。此外，为了应对 VDD 的大电压范围，在控制 VDD LED (D6) 的 FET 栅极上使用大分压器。

由于一些 LED 有用的信号（例如 nINT 和 nWKRQ）使用负逻辑，因此添加了第二个晶体管使这些信号反相，使 LED 在 IO 引脚电压处于低电平有效状态时亮起。连接到 LED 电路 TCAN4572 侧的所有上拉电阻器都偏置到 VIO 电源轨，以适应 MCU 所需的 I/O 电压。

表 2-5. LED 指示灯

LED	颜色	指示	控制
D4	绿色	VCC 电源正常	VCC 电源轨有效
D5	绿色	VIO 电源正常	VIO 电源轨有效
D6	绿色	VDD 电源正常	VDD 电源轨有效

表 2-5. LED 指示灯 (续)

LED	颜色	指示	控制
D2	红色	WKRQ 置为有效	CAN_WKRQ 为低电平
D3	红色	INT 置为有效	CAN_INT 为低电平

2.9 设置

以下各节介绍快速评估步骤。

2.9.1 跳线配置

在为 EVM 供电之前，请验证以下默认跳线设置：

表 2-6. 默认跳线配置

跳线	默认位置	功能
J8	引脚 2-3	VDD = 5V_AUX
J10	(引脚 1-2, 4-5)	VCC = 5V_AUX, VIO = 3V3_AUX
J1、J2	已安装	分裂终端已使能
J4、J6	已安装	启用 3V3_AUX 和 5V_AUX

2.9.2 连接到主机 MCU/SPI 工具

1. 使用板对板接头 J5 和 J11 将 TCAN4572EVM 连接到 LaunchPad 或兼容的主机 MCU 板。
2. 验证主机 MCU 是否在相应的电源轨 (3V3_AUX, 5V0_AUX) 上提供 3.3V 或 5V 电压。
3. 或者，移除分流器，然后使用适当的台式电源连接 J4 (3.3V) 和 J6 (5V) 接头。
4. 验证 SPI 引脚是否正确连接

2.9.3 CAN 总线连接

1. 将 CAN 总线网络连接到 J9 (DB9, CANL 和 CANH 分别为引脚 2 和 7) 或 J12 (螺纹接线端子)。
2. 提供适当的总线终端。安装了 J1 和 J2 分流器时，板载分体式终端 (R1/R2/C5) 默认处于活动状态。如果 TCAN4572EVM 是唯一使用的 CAN 节点，请在 J3 上放置分流器以使能 120 Ω 标准终端。

2.9.4 SPI 通信

上电后：

1. 主机 MCU 通过 J5/J11 上路由的信号，经由 SPI 与 TCAN4572-Q1 通信。
2. 通过相应地设置跳线 J10，将 SPI 配置为适当的逻辑电压 (3.3V 或 5V)。
3. 主机 MCU 必须通过 SPI 配置 TCAN4572-Q1 寄存器，然后才能开始 CAN FD 通信。有关寄存器映射详细信息，请参阅 TCAN4572-Q1 数据表。

2.10 跳线信息

连接	类型	说明
J1	2 引脚跳线	CANH 分裂终端，必须与 J2 结合使用
J2	2 引脚跳线	CANL 分裂终端，必须与 J1 结合使用
J3	2 引脚跳线	CAN 标准终端
J4	2 引脚跳线	来自主机的 3.3V 辅助电源
J5	20 引脚插头	主要主机 MCU 接口 (与 LaunchPad 兼容)
J6	2 引脚跳线	来自主机的 5V 辅助电源
J7	2 引脚跳线	OSC2 单端输入 (GND OSC1)

连接	类型	说明
J8	3 引脚跳线	VDD 电源选择 (5V_AUX 或 VSUP)
J9	DB9 连接器	CAN 总线接口
J10	5 引脚跳线	VCC/VIO 电源选择 (5V_AUX 或 3V3_AUX)
J11	20 引脚插头	辅助主机 MCU 接口 (与 LaunchPad 兼容)
J12	6 引脚插头	CAN 总线访问终端
J13	直流桶形插孔	2.1mm 电源插孔 - VBAT 输入
J14	3 引脚跳线	VBAT 选择 (DB9 或电源插孔)
测试点	红色	电压电源
	黑色	GND
	蓝色	CANH/CANL

3 硬件设计文件

3.1 原理图

图 3-1 是 EVM 的原理图。

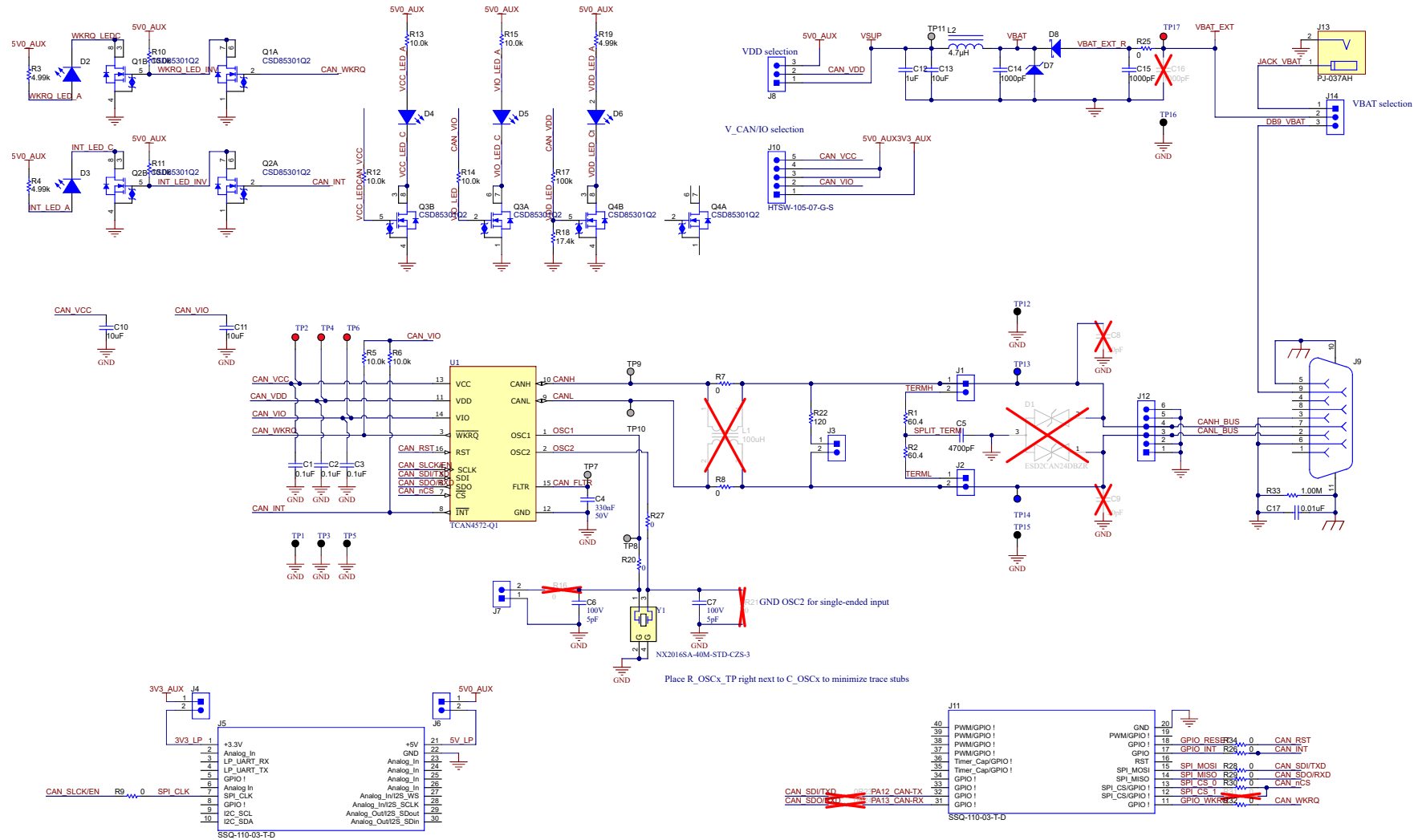


图 3-1. EVM 原理图

3.2 电路板布局

EVM 顶视图和 EVM 底视图显示 EVM 的顶视图和底视图。

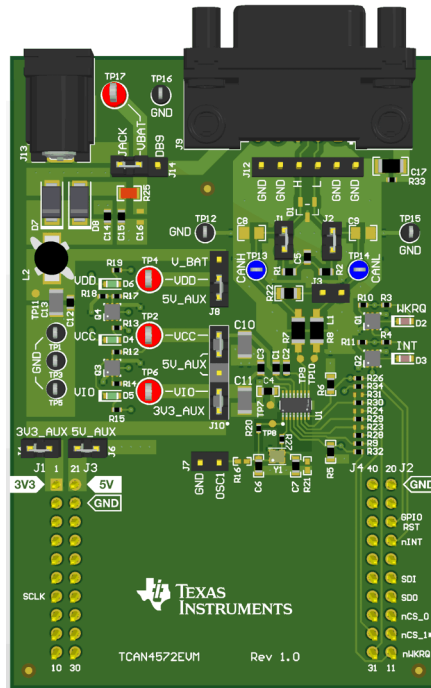


图 3-2. EVM 顶视图

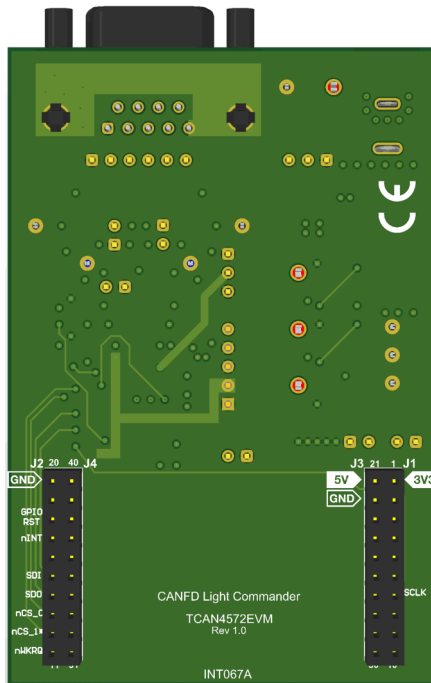


图 3-3. EVM 底视图

3.3 物料清单

表 3-1. 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
!PCB1	1	—	印刷电路板	—	INT067	不限
C1、C2、C3	3	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级	0603	CGA3E2X7R1H104K080AA	TDK
C4	1	0.33uF	电容, 陶瓷, 0.33uF, 50V, +/-10%, X7R	0603	C1608X7R1H334K080AC	TDK
C5	1	4700pF	电容, 陶瓷, 4700pF, 100V, +/-10%, X7R	0603	06031C472KAT2A	AVX
C6、C7	2	5pF	电容, 陶瓷, 5pF, 100V, +/-5%, C0G/NP0	0603	GRM1885C2A5R0CA01D	MuRata
C10、C11、C13	3	10uF	电容, 陶瓷, 10uF, 50V, +/-10%, X7R	1206	CL31B106KBHNNNE	Samsung
C12	1	1uF	电容, 陶瓷, 1uF, 50V, +/-10%, X7R	0603	UMK107AB7105KA-T	Taiyo Yuden
C14、C15	2	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 100V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级	0603	CGA3E2X7R2A102K080AA	TDK
C17	1	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01uF, 100V, +/- 5%, X7R	1206	12061C103JAT2A	AVX
D2、D3	2	红色	LED, 红色, SMD	LED_0603	150060RS75000	Würth Elektronik
D4、D5、D6	3	绿色	LED, 绿色, SMD	LED_0603	150060GS75000	Würth Elektronik
D7	1	30V	二极管, 齐纳, 30V, 3W	SMA	3SMAJ5936B-TP	Micro Commercial Components
D8	1	40V	二极管, 肖特基, 40V, 1A	SMA	MBRA140T3G	ON Semiconductor
J1、J2、J3、J4、J6、J7	6	—	接头, 100mil, 2x1, 金, TH	2x1 接头	TSW-102-07G-S	Samtec
J5	1	—	插座, 2.54mm, 10x2, 锡, TH	10x2 插座	SSQ-110-03T-D	Samtec

表 3-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
J8、J14	2	—	接头, 100mil, 3x1, 金, TH	3x1 接头	TSW-103-07G-S	Samtec
J9	1	—	D-Sub, 2.74mm, 9 针, R/A, TH	D-Sub, 2.74mm, 9 针, R/A, TH	5747840-5	TE Connectivity
J10	1	—	接头, 100mil, 5x1, 金, TH	接头, 100mil, 5x1, TH	HTSW-105-07G-S	Samtec
J11	1	—	插座, 2.54mm, 10x2, 锡, TH	10x2 插座	SSQ-110-03T-D	Samtec
J12	1	—	接头, 100mil, 6x1, 金, TH	6x1 接头	TSW-106-07G-S	Samtec
J13	1	—	电源插孔, 2mm, R/A, TH	电源插孔, R/A, TH	PJ-037AH	CUI Inc.
L2	1	4.7 μ H	电感器, 绕制, 铁氧体, 4.7 μ H, 1.65A, 0.08 Ω , AEC-Q200 0 级	6x6mm	B82462A4472M000	TDK
Q1、Q2、Q3、Q4	4	20V	MOSFET, 2 通道, N 沟道, 20V, 6.7A	DQK0006B	CSD85301Q2	德州仪器 (TI)
R1、R2	2	60.4 Ω	电阻, 60.4, 1%, 0.1W	0603	RC0603FR-0760R4L	Yageo
R3、R4、R19	3	4.99k Ω	电阻, 4.99k, 1%, 0.063W	0402	RC0402FR-074K99L	Yageo America
R5、R6	2	10.0k Ω	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级	0603	RMCF0603FT10K0	Stackpole Electronics Inc
R7、R8	2	0 Ω	电阻, 0, 5%, 0.25W, AEC-Q200 0 级	1206	ERJ-8GEY0R00V	Panasonic
R9、R26、R28、R29、R30、R32、R34	7	0 Ω	电阻, 0, 5%, 0.063W	0402	RC0402JR-070RL	Yageo America
R10、R11、R12、R13、R14、R15	6	10.0k Ω	电阻, 10.0k, 1%, 0.063W	0402	RC0402FR-0710KL	Yageo America
R17	1	100k Ω	电阻, 100k, 1%, 0.063W	0402	RC1005F104CS	Samsung Electro-Mechanics

表 3-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R18	1	17.4k Ω	电阻, 17.4k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级	0402	CRCW040217K4FKED	Vishay-Dale
R20、R27	2	0 Ω	电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级	0402	RK73Z1ETTP	KOA Speer
R22	1	120 Ω	电阻, 120, 1%, 0.4W	0805	ESR10EZPF1200	Rohm
R25	1	0 Ω	电阻, 0, 1%, 0.5W	0805	5106	Keystone
R33	1	1.00M Ω	电阻, 1.00M, 1%, 0.1W	0402	ERJ-2RKF1004X	Panasonic
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5、SH-J6、SH-J7、SH-J8	8	—	分流器, 2.54mm, 金, 黑色	分流器, 2.54mm, 黑色	60900213421	Würth Elektronik
TP1、TP3、TP5、TP12、TP15、TP16	6	—	测试点, 微型, 黑色, TH	黑色微型测试点	5001	Keystone
TP2、TP4、TP6、TP17	4	—	测试点, 多用途, 红色, TH	红色通用测试点	5010	Keystone
TP13、TP14	2	—	测试点, 微型, 蓝色, TH	蓝色微型测试点	5117	Keystone
U1	1	—	具有集成收发器的汽车级 CAN FD 控制器	SOT23-16	TCAN4572-Q1	德州仪器 (TI)
Y1	1	—	晶体, 40MHz, 10ppm, 8pF, AEC-Q200 0 级	2.0x0.45x1.6mm	NX2016SA-40M-STD-CZS-3	NDK
C8、C9	0	20pF	电容, 陶瓷, 20pF, 100V, +/-5%, C0G/NP0	0805	08051A200JAT2A	AVX
C16	0	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 100V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级	0603	CGA3E2X7R2A102K080AA	TDK
D1	0	—	用于车载网络的 24V、双通道 ESD 保护二极管	SOT-23-3	ESD2CAN24DBZR	德州仪器 (TI)
L1	0	100 μ H	电感器, 铁氧体, 100 μ H, 0.15A, 2 Ω	SMD, 4 引线, 主体 4.7x3.7mm	ACT45B-101-2P-TL003	TDK
R16、R21	0	0 Ω	电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级	0402	RK73Z1ETTP	KOA Speer

表 3-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R23、R24、R31	0	0Ω	电阻, 0, 5%, 0.063W	0402	RC0402JR-070RL	Yageo America

4 其他信息

4.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

STANDARD TERMS FOR EVALUATION MODULES

1. *Delivery:* TI delivers TI evaluation boards, kits, or modules, including any accompanying demonstration software, components, and/or documentation which may be provided together or separately (collectively, an "EVM" or "EVMs") to the User ("User") in accordance with the terms set forth herein. User's acceptance of the EVM is expressly subject to the following terms.
 - 1.1 EVMs are intended solely for product or software developers for use in a research and development setting to facilitate feasibility evaluation, experimentation, or scientific analysis of TI semiconductors products. EVMs have no direct function and are not finished products. EVMs shall not be directly or indirectly assembled as a part or subassembly in any finished product. For clarification, any software or software tools provided with the EVM ("Software") shall not be subject to the terms and conditions set forth herein but rather shall be subject to the applicable terms that accompany such Software
 - 1.2 EVMs are not intended for consumer or household use. EVMs may not be sold, sublicensed, leased, rented, loaned, assigned, or otherwise distributed for commercial purposes by Users, in whole or in part, or used in any finished product or production system.
2. *Limited Warranty and Related Remedies/Disclaimers:*
 - 2.1 These terms do not apply to Software. The warranty, if any, for Software is covered in the applicable Software License Agreement.
 - 2.2 TI warrants that the TI EVM will conform to TI's published specifications for ninety (90) days after the date TI delivers such EVM to User. Notwithstanding the foregoing, TI shall not be liable for a nonconforming EVM if (a) the nonconformity was caused by neglect, misuse or mistreatment by an entity other than TI, including improper installation or testing, or for any EVMs that have been altered or modified in any way by an entity other than TI, (b) the nonconformity resulted from User's design, specifications or instructions for such EVMs or improper system design, or (c) User has not paid on time. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary. TI does not test all parameters of each EVM. User's claims against TI under this Section 2 are void if User fails to notify TI of any apparent defects in the EVMs within ten (10) business days after delivery, or of any hidden defects with ten (10) business days after the defect has been detected.
 - 2.3 TI's sole liability shall be at its option to repair or replace EVMs that fail to conform to the warranty set forth above, or credit User's account for such EVM. TI's liability under this warranty shall be limited to EVMs that are returned during the warranty period to the address designated by TI and that are determined by TI not to conform to such warranty. If TI elects to repair or replace such EVM, TI shall have a reasonable time to repair such EVM or provide replacements. Repaired EVMs shall be warranted for the remainder of the original warranty period. Replaced EVMs shall be warranted for a new full ninety (90) day warranty period.

WARNING

Evaluation Kits are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems.

User shall operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines and any applicable legal or environmental requirements as well as reasonable and customary safeguards. Failure to set up and/or operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines may result in personal injury or death or property damage. Proper set up entails following TI's instructions for electrical ratings of interface circuits such as input, output and electrical loads.

NOTE:

EXPOSURE TO ELECTROSTATIC DISCHARGE (ESD) MAY CAUSE DEGRADATION OR FAILURE OF THE EVALUATION KIT; TI RECOMMENDS STORAGE OF THE EVALUATION KIT IN A PROTECTIVE ESD BAG.

3 Regulatory Notices:

3.1 United States

3.1.1 Notice applicable to EVMs not FCC-Approved:

FCC NOTICE: This kit is designed to allow product developers to evaluate electronic components, circuitry, or software associated with the kit to determine whether to incorporate such items in a finished product and software developers to write software applications for use with the end product. This kit is not a finished product and when assembled may not be resold or otherwise marketed unless all required FCC equipment authorizations are first obtained. Operation is subject to the condition that this product not cause harmful interference to licensed radio stations and that this product accept harmful interference. Unless the assembled kit is designed to operate under part 15, part 18 or part 95 of this chapter, the operator of the kit must operate under the authority of an FCC license holder or must secure an experimental authorization under part 5 of this chapter.

3.1.2 For EVMs annotated as FCC – FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION Part 15 Compliant:

CAUTION

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

FCC Interference Statement for Class A EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.

FCC Interference Statement for Class B EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.

3.2 Canada

3.2.1 For EVMs issued with an Industry Canada Certificate of Conformance to RSS-210 or RSS-247

Concerning EVMs Including Radio Transmitters:

This device complies with Industry Canada license-exempt RSSs. Operation is subject to the following two conditions:

(1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

Concernant les EVMs avec appareils radio:

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes: (1) l'appareil ne doit pas produire de brouillage, et (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

Concerning EVMs Including Detachable Antennas:

Under Industry Canada regulations, this radio transmitter may only operate using an antenna of a type and maximum (or lesser) gain approved for the transmitter by Industry Canada. To reduce potential radio interference to other users, the antenna type and its gain should be so chosen that the equivalent isotropically radiated power (e.i.r.p.) is not more than that necessary for successful communication. This radio transmitter has been approved by Industry Canada to operate with the antenna types listed in the user guide with the maximum permissible gain and required antenna impedance for each antenna type indicated. Antenna types not included in this list, having a gain greater than the maximum gain indicated for that type, are strictly prohibited for use with this device.

Concernant les EVMs avec antennes détachables

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante. Le présent émetteur radio a été approuvé par Industrie Canada pour fonctionner avec les types d'antenne énumérés dans le manuel d'usage et ayant un gain admissible maximal et l'impédance requise pour chaque type d'antenne. Les types d'antenne non inclus dans cette liste, ou dont le gain est supérieur au gain maximal indiqué, sont strictement interdits pour l'exploitation de l'émetteur.

3.3 Japan

3.3.1 *Notice for EVMs delivered in Japan:* Please see http://www.tij.co.jp/lstds/ti_ja/general/eStore/notice_01.page 日本国内に輸入される評価用キット、ボードについては、次のところをご覧ください。

<https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-delivered-in-japan.html>

3.3.2 *Notice for Users of EVMs Considered "Radio Frequency Products" in Japan:* EVMs entering Japan may not be certified by TI as conforming to Technical Regulations of Radio Law of Japan.

If User uses EVMs in Japan, not certified to Technical Regulations of Radio Law of Japan, User is required to follow the instructions set forth by Radio Law of Japan, which includes, but is not limited to, the instructions below with respect to EVMs (which for the avoidance of doubt are stated strictly for convenience and should be verified by User):

1. Use EVMs in a shielded room or any other test facility as defined in the notification #173 issued by Ministry of Internal Affairs and Communications on March 28, 2006, based on Sub-section 1.1 of Article 6 of the Ministry's Rule for Enforcement of Radio Law of Japan,
2. Use EVMs only after User obtains the license of Test Radio Station as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs, or
3. Use of EVMs only after User obtains the Technical Regulations Conformity Certification as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs. Also, do not transfer EVMs, unless User gives the same notice above to the transferee. Please note that if User does not follow the instructions above, User will be subject to penalties of Radio Law of Japan.

【無線電波を送信する製品の開発キットをお使いになる際の注意事項】 開発キットの中には技術基準適合証明を受けていないものがあります。技術適合証明を受けていないものご使用に際しては、電波法遵守のため、以下のいずれかの措置を取っていただく必要がありますのでご注意ください。

1. 電波法施行規則第6条第1項第1号に基づく平成18年3月28日総務省告示第173号で定められた電波暗室等の試験設備でご使用いただく。
2. 実験局の免許を取得後ご使用いただく。
3. 技術基準適合証明を取得後ご使用いただく。

なお、本製品は、上記の「ご使用にあたっての注意」を譲渡先、移転先に通知しない限り、譲渡、移転できないものとします。

上記を遵守頂けない場合は、電波法の罰則が適用される可能性があることをご留意ください。日本テキサス・イ

ンスツルメンツ株式会社

東京都新宿区西新宿 6 丁目 2 4 番 1 号

西新宿三井ビル

3.3.3 *Notice for EVMs for Power Line Communication:* Please see http://www.tij.co.jp/lstds/ti_ja/general/eStore/notice_02.page

電力線搬送波通信についての開発キットをお使いになる際の注意事項については、次のところをご覧ください。 <https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-for-power-line-communication.html>

3.4 European Union

3.4.1 *For EVMs subject to EU Directive 2014/30/EU (Electromagnetic Compatibility Directive):*

This is a class A product intended for use in environments other than domestic environments that are connected to a low-voltage power-supply network that supplies buildings used for domestic purposes. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

-
- 4 *EVM Use Restrictions and Warnings:*
 - 4.1 EVMS ARE NOT FOR USE IN FUNCTIONAL SAFETY AND/OR SAFETY CRITICAL EVALUATIONS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO EVALUATIONS OF LIFE SUPPORT APPLICATIONS.
 - 4.2 User must read and apply the user guide and other available documentation provided by TI regarding the EVM prior to handling or using the EVM, including without limitation any warning or restriction notices. The notices contain important safety information related to, for example, temperatures and voltages.
 - 4.3 *Safety-Related Warnings and Restrictions:*
 - 4.3.1 User shall operate the EVM within TI's recommended specifications and environmental considerations stated in the user guide, other available documentation provided by TI, and any other applicable requirements and employ reasonable and customary safeguards. Exceeding the specified performance ratings and specifications (including but not limited to input and output voltage, current, power, and environmental ranges) for the EVM may cause personal injury or death, or property damage. If there are questions concerning performance ratings and specifications, User should contact a TI field representative prior to connecting interface electronics including input power and intended loads. Any loads applied outside of the specified output range may also result in unintended and/or inaccurate operation and/or possible permanent damage to the EVM and/or interface electronics. Please consult the EVM user guide prior to connecting any load to the EVM output. If there is uncertainty as to the load specification, please contact a TI field representative. During normal operation, even with the inputs and outputs kept within the specified allowable ranges, some circuit components may have elevated case temperatures. These components include but are not limited to linear regulators, switching transistors, pass transistors, current sense resistors, and heat sinks, which can be identified using the information in the associated documentation. When working with the EVM, please be aware that the EVM may become very warm.
 - 4.3.2 EVMs are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems. User assumes all responsibility and liability for proper and safe handling and use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees. User assumes all responsibility and liability to ensure that any interfaces (electronic and/or mechanical) between the EVM and any human body are designed with suitable isolation and means to safely limit accessible leakage currents to minimize the risk of electrical shock hazard. User assumes all responsibility and liability for any improper or unsafe handling or use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees.
 - 4.4 User assumes all responsibility and liability to determine whether the EVM is subject to any applicable international, federal, state, or local laws and regulations related to User's handling and use of the EVM and, if applicable, User assumes all responsibility and liability for compliance in all respects with such laws and regulations. User assumes all responsibility and liability for proper disposal and recycling of the EVM consistent with all applicable international, federal, state, and local requirements.
 5. *Accuracy of Information:* To the extent TI provides information on the availability and function of EVMs, TI attempts to be as accurate as possible. However, TI does not warrant the accuracy of EVM descriptions, EVM availability or other information on its websites as accurate, complete, reliable, current, or error-free.
 6. *Disclaimers:*
 - 6.1 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, EVMS AND ANY MATERIALS PROVIDED WITH THE EVM (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, REFERENCE DESIGNS AND THE DESIGN OF THE EVM ITSELF) ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." TI DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING SUCH ITEMS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY EPIDEMIC FAILURE WARRANTY OR IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF ANY THIRD PARTY PATENTS, COPYRIGHTS, TRADE SECRETS OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.
 - 6.2 EXCEPT FOR THE LIMITED RIGHT TO USE THE EVM SET FORTH HEREIN, NOTHING IN THESE TERMS SHALL BE CONSTRUED AS GRANTING OR CONFERRING ANY RIGHTS BY LICENSE, PATENT, OR ANY OTHER INDUSTRIAL OR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT OF TI, ITS SUPPLIERS/LICENSORS OR ANY OTHER THIRD PARTY, TO USE THE EVM IN ANY FINISHED END-USER OR READY-TO-USE FINAL PRODUCT, OR FOR ANY INVENTION, DISCOVERY OR IMPROVEMENT, REGARDLESS OF WHEN MADE, CONCEIVED OR ACQUIRED.
 7. *USER'S INDEMNITY OBLIGATIONS AND REPRESENTATIONS.* USER WILL DEFEND, INDEMNIFY AND HOLD TI, ITS LICENSORS AND THEIR REPRESENTATIVES HARMLESS FROM AND AGAINST ANY AND ALL CLAIMS, DAMAGES, LOSSES, EXPENSES, COSTS AND LIABILITIES (COLLECTIVELY, "CLAIMS") ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH ANY HANDLING OR USE OF THE EVM THAT IS NOT IN ACCORDANCE WITH THESE TERMS. THIS OBLIGATION SHALL APPLY WHETHER CLAIMS ARISE UNDER STATUTE, REGULATION, OR THE LAW OF TORT, CONTRACT OR ANY OTHER LEGAL THEORY, AND EVEN IF THE EVM FAILS TO PERFORM AS DESCRIBED OR EXPECTED.

8. *Limitations on Damages and Liability:*

8.1 *General Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, COLLATERAL, INDIRECT, PUNITIVE, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL, OR EXEMPLARY DAMAGES IN CONNECTION WITH OR ARISING OUT OF THESE TERMS OR THE USE OF THE EVMS , REGARDLESS OF WHETHER TI HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. EXCLUDED DAMAGES INCLUDE, BUT ARE NOT LIMITED TO, COST OF REMOVAL OR REINSTALLATION, ANCILLARY COSTS TO THE PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES, RETESTING, OUTSIDE COMPUTER TIME, LABOR COSTS, LOSS OF GOODWILL, LOSS OF PROFITS, LOSS OF SAVINGS, LOSS OF USE, LOSS OF DATA, OR BUSINESS INTERRUPTION. NO CLAIM, SUIT OR ACTION SHALL BE BROUGHT AGAINST TI MORE THAN TWELVE (12) MONTHS AFTER THE EVENT THAT GAVE RISE TO THE CAUSE OF ACTION HAS OCCURRED.

8.2 *Specific Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI'S AGGREGATE LIABILITY FROM ANY USE OF AN EVM PROVIDED HEREUNDER, INCLUDING FROM ANY WARRANTY, INDEMNITY OR OTHER OBLIGATION ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THESE TERMS, , EXCEED THE TOTAL AMOUNT PAID TO TI BY USER FOR THE PARTICULAR EVM(S) AT ISSUE DURING THE PRIOR TWELVE (12) MONTHS WITH RESPECT TO WHICH LOSSES OR DAMAGES ARE CLAIMED. THE EXISTENCE OF MORE THAN ONE CLAIM SHALL NOT ENLARGE OR EXTEND THIS LIMIT.

9. *Return Policy.* Except as otherwise provided, TI does not offer any refunds, returns, or exchanges. Furthermore, no return of EVM(s) will be accepted if the package has been opened and no return of the EVM(s) will be accepted if they are damaged or otherwise not in a resalable condition. If User feels it has been incorrectly charged for the EVM(s) it ordered or that delivery violates the applicable order, User should contact TI. All refunds will be made in full within thirty (30) working days from the return of the components(s), excluding any postage or packaging costs.

10. *Governing Law:* These terms and conditions shall be governed by and interpreted in accordance with the laws of the State of Texas, without reference to conflict-of-laws principles. User agrees that non-exclusive jurisdiction for any dispute arising out of or relating to these terms and conditions lies within courts located in the State of Texas and consents to venue in Dallas County, Texas. Notwithstanding the foregoing, any judgment may be enforced in any United States or foreign court, and TI may seek injunctive relief in any United States or foreign court.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated

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