

## EVM User's Guide: SK-AM69

## AM69 处理器入门套件评估模块

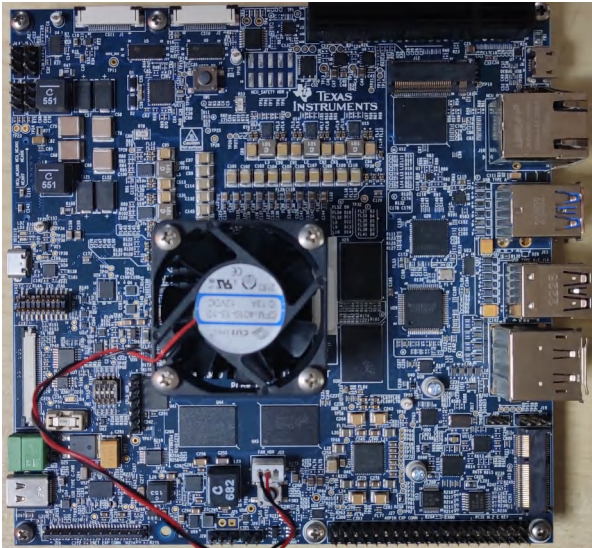


## 说明

SK-AM69 入门套件评估模块 (EVM) 基于 AM69x AI 视觉处理器，该处理器包括一个支持高达 1440MP/s 的图像信号处理器 (ISP)、32 万亿次运算/秒 (TOPS) 的 AI 加速器、八个 64 位 Arm® Cortex® A72 微处理器和 H.264/H.265 视频编码/解码。SK-AM69x 很适合机器视觉、交通监控、零售自动化和工厂自动化。

## 开始使用

1. 在 [SK-AM69](#) 上订购 EVM。
2. 下载 [EVM 设计文件](#)。
3. 下载 [软件](#)。
4. 阅读本用户指南。



此设计采用了 HDMI® 技术。

## 特性

- 性能：AM69 处理器能够以低功耗实现 32TOPS 深度学习性能以及硬件加速边缘 AI
- 摄像头接口：三个 CSI-2 端口，与 Raspberry Pi 兼容，或一个高速 40 引脚 Samtec® 摄像头连接器，最多可连接十二个摄像头（需要多摄像头集线器）
- 连接：三个 SuperSpeed® USB Type A 端口、一个 SuperSpeed USB Type C™ 端口、一个以太网端口、一个 M.2 key E 连接器和一个 M.2 key M 连接器、四个 CAN-FD 接口、通过一个 USB 桥接器连接的四个 UART 端子
- 内存：四个 DRAM，LPDDR4-4266，32GB 总内存，支持内联 ECC
- 显示：高达 4K 分辨率的 DisplayPort，具有 MST 支持和 1080 HDMI

## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

该入门套件 (SK) 包括两个 RPI 22 引脚 CSI 连接器和两个 MIPI CSI-2 40 引脚扩展连接器，最多可连接 12 个摄像头，因此该套件适合各种嵌入式视觉和边缘 AI 应用。我们的 ISP 可以通过使用 HDR 编码来支持摄像头，从而处理视频流中的不同光照条件。我们的深度学习加速器能够以低延迟和高帧速率实现分类和物体检测。

Processor SDK AM69A 软件开发套件 (SDK) 支持 Linux 应用程序开发。利用片上仿真逻辑，可以使用标准开发工具 (例如 Code Composer Studio™ (CCS)) 进行仿真和调试。

### 1.2 套件内容

SK-AM69 处理器入门套件包括：

- AM69 入门套件 EVM
- Micro-SD 卡
- 用于串行终端和日志记录的 USB 电缆 (Type-A 至 Micro-B)
- 包含启动链接和支持信息的纸卡

EVM 由 Type-C 电源供电，但套件不包含该电源。有关 EVM 所推荐电源类型的更多信息，请参阅表 2-1。

EVM 的可订购器件型号为：SK-AM69。

### 1.3 规格

- 处理器
  - 德州仪器 (TI) AM69 超集器件
- 优化的电源管理设计
  - 动态电压调节
  - 多个时钟和电源域
- 存储器
  - 4 个 8GByte LPDDR4 DRAM (2133MHz)
  - 512Mb 非易失性闪存, Octal - SPI NOR
  - 32GB eMMC, 兼容 5.1 版
  - 多媒体卡 (MMC)/安全数字卡 (Micro SD) 卡笼, UHS - I
- USB
  - USB3.1 (Gen1) 集线器转 3x Type A (主机)
  - USB3.1 (Gen1) Type C (DFP 模式)
  - USB2.0 Micro B (适用于四路 UART 转 USB 收发器)
- 显示
  - VESA 显示端口 (v1.4), 支持 4K UHD 且支持 MST
  - 通过 HDMI Type A 的 DVI (v1.0), 支持 1080p
- 有线网络
  - 千兆位以太网 (RJ45 连接器)
  - 4x CAN-FD 接头 (1x3)
- 摄像头接口
  - 2 个 22 引脚柔性电缆接口 (CSI-4L)
  - 2 个 40 引脚高速连接器 (双 CSI-4L、I2C、通用输入/输出 (GPIO) 等)
- 扩展/附加组件
  - M.2 Key M 接口 (PCIe/Gen3x 2 通道)
  - M.2 Key E 接口 (PCIe/Gen3x 1 通道)
  - 标准 x8 PCIe 接口 (Gen3x 4 通道)
  - 60 引脚 ENET 扩展接头 SGMII 接口
  - 40 引脚接头 (2x20) (内部集成电路 (I2C)、串行外设接口 (SPI)、通用异步接收器/发送器 (UART)、IC 间音频 (I2S)、GPIO、脉宽调制器 (PWM) 等)
  - 风扇接头 (12V)

- 用户控制/指示
  - 按钮 ( 复位、电源/用户定义 )
  - LED ( 电源、用户定义、串行端口 )
  - 用户配置 ( 引导模式 )
  - 具有可选外部支持 ( 20 引脚接头 ) 的板载仿真器支持 (XDS110)
- 符合 REACH 和 RoHS 标准
- 符合 EMI/EMC 辐射标准

## 1.4 器件信息

功能：定义信息

处理器，SoC：[AM69A](#)

电源管理，SoC：[TPS6594133A](#)

电源稳压器，SoC：[TPS62873-Q1](#)

CAN-FD 总线收发器：[TCAN1462V-Q1](#)

仿真器 (XDS110)：[TM4C1294NCPDT](#)

以太网 PHY (1Gb)：[DP83867E](#)

电源监视：[INA226-Q1](#)

功率调节器：[LM5143-Q1](#)

功率调节器：[LM61460-Q1](#)

USB 集线器控制器：[TUSB8041-Q1](#)

USB 电源控制器：[TPS25750](#)

USB Type-C 控制器：[TUSB321](#)

## 2 硬件

### 2.1 用户接口

图 2-1 和图 2-2 标识了 AM69 处理器 SK 上的主要用户接口 ( 顶视图和底视图 ) 。

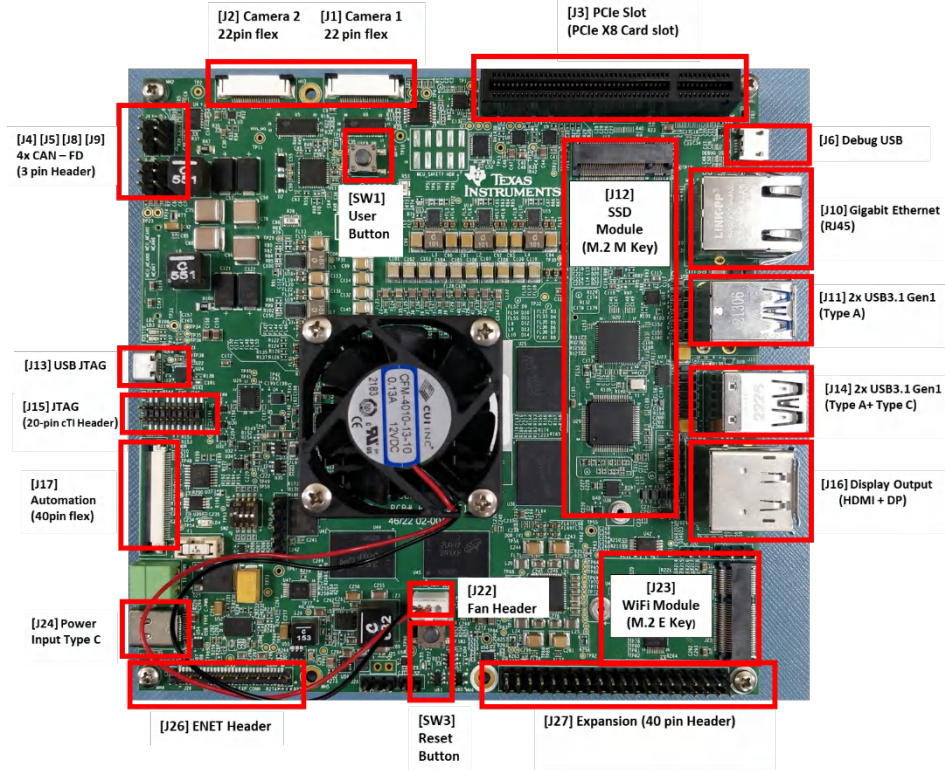


图 2-1. 用户接口 ( 顶部 )

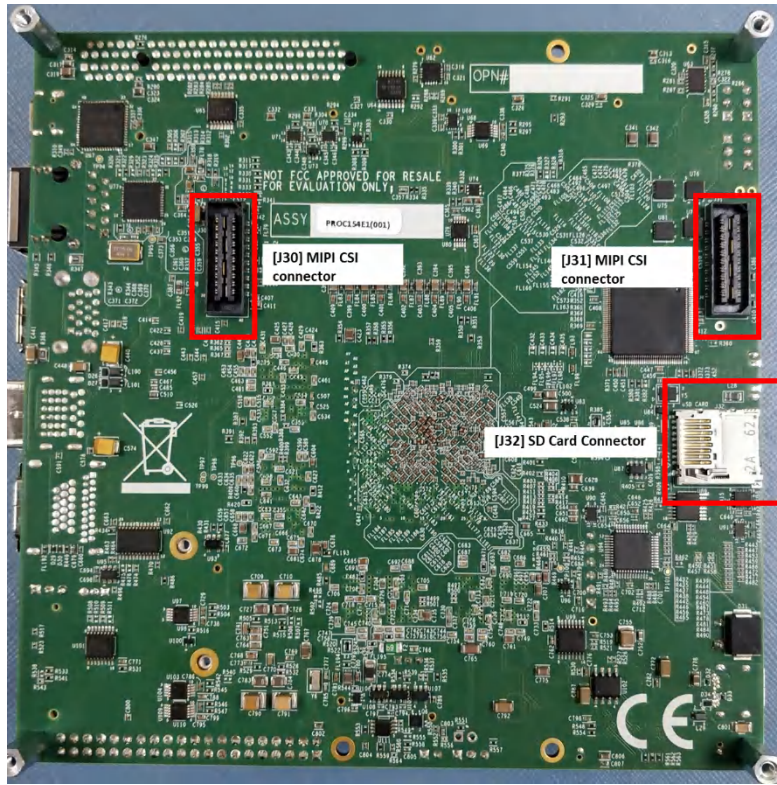


图 2-2. 用户接口 (底部)

### 2.1.1 电源输入

此 SK 不包括电源，必须单独购买。

外部电源或电源配件要求：

- 标称输出电压：5-20VDC
- 最大输出电流：5000mA
- 效率等级 V

#### 备注

TI 建议使用符合适用地区安全标准 ( 如 UL、CSA、VDE、CCC 和 PSE 等 ) 的外部电源或电源配件。

#### 2.1.1.1 具有状态 LED [LD4] 的电源输入连接器 [J24]

专用的电源输入连接器是 USB Type C 连接器 [J24]，支持 Power Delivery 3.0。输入可接受宽输入电压范围 ( 5V 至 20V )。SK 所需的确切功率在很大程度上取决于应用和连接的外设。表 2-1 中列出了推荐使用的电源。这些电源是 20V 类型 C 电源，能够提供高达 100W 的功率 ( 5A 时为 20VDC )。所需的最低电源为 60W 电源 ( 3A 时为 20VDC )。但是，60W 电源可能会限制处理器的处理能力以及外设数量。USB 和 PCIe 外设可能需要大功率，因此建议使用更高功率的电源。

市场上有许多 USB Type C 电源制造商和型号，不可能对每种组合都测试 SK。

表 2-1 列出了已测试过 SK 的一些推荐电源。

表 2-1. 建议的外部电源

制造商	器件型号	说明	订购信息
Dell	450-AJWU	Dell USB-C 90W 交流适配器	<a href="#">链接</a>
Asus	AC100-00(A20-100P1A)	ROG 100W USB-C 适配器	<a href="#">链接</a>
GlobTek, Inc.	TR9CZ3000USBCG2R6BF2	交流/直流台式机适配器 5V-20V 60W	1939-1794-ND [Digikey 器件型号]

表 2-1. 建议的外部电源 (续)

制造商	器件型号	说明	订购信息
Qualtek	QADC-65-20-08CB	交流/直流台式机适配器 20V 65W	Q1251-ND [Digikey 器件型号]

### 2.1.1.2 功率预算注意事项

SK 所需的确切功率在很大程度上取决于应用、板载外设的使用以及附加器件的功率需求。表 2-2 显示了设计的电源分配。(同样,输入电源必须能够提供应用所需的功率)。

表 2-2. 电源分配

功能	电源	说明
处理器内核	高达 50W	处理器、存储器
板载外设	高达 3W	SD 卡、以太网、逻辑器件等
USB 端口	高达 19W	USB 集线器 Type A 端口 (5V 时为 2.8A) Type C 端口 (5V 时为 1.5A)
摄像头端口	高达 2W	摄像头端口 (3.3V 时为 0.5A)
扩展接口	高达 40W	M.2 Type E (3.3V 时为 1A) M.2 Type M (3.3V 时为 3A) PCIe 卡插槽 (12V 时为 2A, 3.3V 时为 3A) 40p 扩展 (3.3V 时为 2A, 5V 时为 1.5A)
显示器	高达 3W	HDMI 收发器 HDMI 面板 (5V 时为 55mA) DP 面板 (3.3V 时为 0.5A)

### 2.1.2 用户输入

EVM 支持多种机制供用户配置、控制和向系统提供输入。

#### 2.1.2.1 板配置设置 [SW2]

DIP 开关 [SW2] 用于配置 SK 上可用的不同选项,包括处理器引导模式。

表 2-3. 处理器引导模式设置 [SW2 开关 1-3]

处理器引导源	SW2.1	SW2.2	SW2.3
MicroSD 卡 [J32]	关断	关断	关断
非易失性闪存 (xSPI)	关断	关断	导通
eMMC	关断	导通	导通
保留	关断	导通	导通
UART (用于刷写)	导通	关断	导通
无引导 (JTAG/仿真器)	导通	关断	关断
以太网 [J10]	关断	导通	关断

#### 2.1.2.2 复位按钮 [SW3]

按下 [SW3] 后,SK 会发出上电(冷)复位,并保持在复位状态,直到松开该按钮。

如果按住按钮超过五秒,系统将断电。可通过按下用户按钮 [SW1] 或通过对电路板进行下电上电来重新启动系统。

#### 2.1.2.3 带用户 LED 指示 [LD5] 的用户按钮 [SW1]

按钮 [SW1] 可用于多种不同的功能。

功能 1: 系统从关断状态唤醒发生软件启动的断电后(使用 WKUP\_GPIO0\_69),按下按钮 [SW1] 会重新启用并引导 SK。

功能 2：电源管理使能。按钮 [SW1] 与电源管理 IC (nPWON/ENABLE) 相连，用于 SOC 电源使能

功能 3：用户定义的输入/中断。按钮 [SW1] 与处理器 (WKUP\_GPIO0\_82) 相连，并可针对各种用户输入和中断需求进行编程。

红色 LED [LD5] 可作用户指示灯，并通过处理器 (WKUP\_GPIO0\_55) 进行控制。

### 2.1.3 标准接口

EVM 提供业界通用的接口和连接器来连接各种外设。由于这些都是标准接口，因此本文档中不提供具体的引脚信息。

#### 备注

所有 IO 电缆的最大长度要求小于三米。

#### 2.1.3.1 具有状态 LED [LD1] 的 UART 转 USB 接口 [J6]

处理器的四个 UART 端口与 UART 转 USB 收发器相连。当 EVM 的 USB Micro-B 连接器 (J6) 使用提供的 USB 电缆 (Type-A 转 Micro-B) 连接到主机 PC 时，计算机可以建立可用于任何终端仿真应用的虚拟 Com 端口。收发器 (CP2108B02-GM) 的虚拟 Com 端口驱动程序可从[此处](#)获得。

安装后，主机 PC 会创建四个虚拟 Com 端口。根据其他可用的主机 PC 资源，虚拟 COM 端口不能位于 COM1-4 处。但是，这些端口将保持相同的数字顺序。

表 2-4. UART 到 COM 端口映射

AM69 UART	主机 PC COM 端口
WKUP_UART0	COM 1
MCU_UART0	COM 2
UART8	COM 3
UART2	COM 4

该电路由总线电源供电，因此当移除 EVM 电源后，COM 连接不会断开。LED [LD1] 用于指示与主机 PC 的有效 COM 连接。

#### 2.1.3.2 具有集成式状态 LED 的千兆位以太网接口 [J10]

通过 RJ45 电缆接口 [J10] 在基板上支持有线以太网网络，并且该网络符合 IEEE 802.3 10BASETe、100BASE-TX 和 1000BASE-T 规范。连接器包括用于链路和活动的状态指示器。

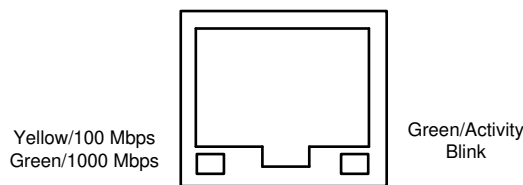


图 2-3. RJ45 LED 指示器 [J10]

以太网供电 (PoE) 不受支持。

#### 2.1.3.3 具有可选外部接口 [J15] 的板载 JTAG/仿真器 [J13]

该 EVM 支持用于加载和调试软件的集成 XDS110 仿真器。该 EVM 上的 USB Micro-B 连接器 [J13] 使用提供的 USB 电缆 (Type-A 转 Micro-B) 连接到主机 PC。计算机可以使用德州仪器 (TI) 的 Code Composer Studio (CCS) 与处理器建立连接，并在各个处理器内核上下载和调试软件。该电路由总线电源供电。LED [LD12] [LD3] 用于指示与主机 PC 或处理器的有效连接。

(可选) 可使用专用仿真连接器 [J15] 连接外部 JTAG 仿真或调试器。该连接器符合德州仪器 (TI) 的 20 引脚 CTI 接头标准 (2x20, 1.27mm 间距)，并与其模块 (XDS110、XDS200、XDS560v2) 和第三方模块兼容。

表 2-5. 扩展接头引脚定义 [J15]

引脚编号	引脚名称	说明	方向
1	TMS	测试模式选择	输入
2	TRSTn	测试复位	输入
3	TDI	测试数据输入	输入
4	TDIS	目标断开连接	输出
5	Vref	目标电压检测, 3.3V	输出
6	<无引脚>	无引脚/键	
7	TDO	测试数据输出	输出
8	GND	接地	
9	RTCK	测试时钟返回	输出
10	GND	接地	
11	TCK	测试时钟	输入
12	GND	接地	
13	EMU0	仿真引脚 0	双向
14	EMU1	仿真引脚 1	双向
15	RESETz	目标复位	输入
16	GND	接地	
17		开路	
18		开路	
19		开路	
20	GND	接地	

#### 备注

在“方向”列中，要输出到 JTAG 模块，而输入来自 JTAG 模块。双向信号可以配置为输入或输出。

#### 2.1.3.4 USB3.1 Gen1 接口 [J11] [J14]

该 EVM 支持三个 USB3.1 Gen1 Type A 端口 [J11][J14]，它们在主机模式下运行。这些端口的组合 VBUS 输出限制为 2.8A。

还支持一个 USB3.1 Gen1 Type C 接口 [J14]，它可以用作 DFP。此端口的 VBUS 输出限制为 1.5A。无法通过此端口为 EVM 供电。

#### 2.1.3.5 堆叠式 DisplayPort 和 HDMI Type A [J16]

EVM 通过标准 DP 电缆接口 [J16] 支持 DisplayPort 面板。该接口支持 4K UHD (3840x2160) 分辨率，包括用于支持多个面板的 MST (多流传输)。通过 HDMI 连接器 [J13] 支持第二个显示接口，并支持高达 1080p (1920x1080) 的分辨率。接口为 DVI，因此不支持集成音频。DisplayPort 和 HDMI 接口都可以同时使用。

#### 2.1.3.6 PCIe 卡模块的 PCIe 连接器 [J3]

该 EVM 支持 PCIe 卡插槽，以支持全尺寸 PCIe 卡。该插槽最多接受 8 通道卡，但仅支持 4 通道。该扩展接口用于多种外设，并支持以下接口：PCIe (4x) 和 I2C。

#### 2.1.3.7 SSD 模块的 M.2 Key M 连接器 [J12]

EVM 支持用于扩展模块的 Mini-PCIe M.2、Key M 插槽 (2280) [J12]。该扩展接口主要用于固态硬盘 (SSD)，并支持以下接口：PCIe (2x) 和 I2C。

#### 2.1.3.8 Wi-Fi 网络模块的 M.2 Key E 连接器 [J23]

EVM 支持用于扩展模块的 Mini-PCIe M.2、Key E 插槽 (2230) [J23]。该扩展接口主要用于 BT/Wi-Fi 模块，并支持以下接口：PCI Express (PCIe) (1 个) 和内部集成电路 (I2C)。

**备注**

此接口的一个可选附加无线网络模块示例是 Intel M.2 Type E Wi-Fi/9260NGW。

**2.1.3.9 MicroSD 卡笼 [J32]**

EVM 支持 micro-SD 卡笼。它支持 UHS-1 类存储卡，包括 SDHC 和 SXDC。该连接器是推推式连接器，推动即可将卡插入，再次推动即可移除卡。

MicroSD 卡包含在 EVM 中。

**2.1.4 扩展接口**

EVM 支持具有非标准/自定义引脚的扩展接口。介绍了其中每个接口，并提供了特定的引脚信息。

**2.1.4.1 带 [J22] 风扇接头的散热器 [ACC]**

该散热器支持在环境温度下对安装在处理器上的器件进行冷却。如果您的环境或用例要求进行额外的冷却，可以为散热器增加风扇。

风扇连接器是 3 引脚接头 ( TE CONNECTIVITY ， 器件型号 440054-3 ) 。

**表 2-6. 风扇接头引脚定义 [J22]**

引脚编号	引脚名称	说明	方向
1	<open>	未连接	不适用
2	12V	主 12V 电源	输出
3	GND	接地	

### 2.1.4.2 CAN-FD 连接器 [J4] [J5] [J8] [J9]

EVM 支持四 (4x) 个 CAN 总线接口。

**表 2-7. CAN-FD 接口分配**

连接器参考号	处理器资源
J4	MCU_CAN1
J5	CAN6
J8	MCU_CAN0
J6	CAN7

每个控制器局域网 (CAN) 总线接口都支持 3 引脚、2.54mm 间距接头。该接口符合 ISO 11898-2 和 ISO 11898-5 物理标准，支持 CAN 并将 CAN-FD 性能优化至高达 8Mbps。每个都包括 CAN 总线终点端接。如果将 SK 用于具有两个以上节点的网络，则需要调整终端。

**表 2-8. CAN-FD 接头引脚定义 [J4][J5][J8][J9]**

引脚编号	引脚名称	说明	方向
1	CAN-H	高级 CAN 总线	双向
2	GND	接地	
3	CAN-L	低级 CAN 总线	双向

### 2.1.4.3 扩展接头 [J27]

该 EVM 包含一个 40 引脚 (2x20, 2.54mm 间距) 扩展接口 [J27]。扩展连接器支持多种接口，包括：I2C、串行外设接口 (SPI)、带音频时钟的 I2S、UART、脉宽调制器 (PWM) 和 GPIO。接口上的所有信号均为 3.3V 电平。

**表 2-9. 扩展接头引脚定义 [J27]**

引脚编号	引脚名称	说明 (AM69 引脚 #)	方向
1	电源	电源, 3.3V	输出
2	电源	电源, 5.0V	输出
3	I2C_SDA	MCU I2C 总线 0, 数据 (G34)	双向
4	电源	电源, 5.0V	输出
5	I2C_SCL	MCU I2C 总线 0, 时钟 (M35)	双向
6	GND	接地	
7	GP_CLK/GPIO	REFCLK0/WKUP_GPIO0_66 (N34)	双向
8	UART_TXD	UART#5 发送 (AG36)	输出
9	GND	接地	
10	UART_RXD	UART#5 接收 (AJ33)	输入
11	GPIO	GPIO0_42 (AF34)	双向
12	I2S_SCLK	McASP#1 ACLKX (AC34)	双向
13	GPIO	GPIO0#36 (AC35)	双向
14	GND	接地	
15	GPIO	WKUP_GPIO0_49 (M33)	双向
16	GPIO	GPIO0#3 (AF33)	双向
17	电源	电源, 3.3V	输出
18	GPIO	AUDIO_EXT_REFCLK0(AJ34)	双向
19	SPI_PICO	MCU SPI#1 数据 0 (J34)	双向
20	GND	接地	
21	SPI_POCI	MCU SPI#1 数据 1 (J35)	双向
22	GPIO	WKUP_GPIO0_67 (M34)	双向
23	SPI_SCLK	MCU SPI#1 时钟 (H38)	双向

表 2-9. 扩展接头引脚定义 [J27] (续)

引脚编号	引脚名称	说明 ( AM69 引脚 # )	方向
24	SPI_CS0	MCU SPI #1 片选 0 (J36)	双向
25	GND	接地	
26	SPI_CS1	MCU SPI #1 片选 2 (K37)	双向
27	ID_SDA	WKUP I2C #0 数据 (N35)	双向
28	ID_SCL	WKUP I2C #0 时钟 (N33)	双向
29	GPIO	WKUP_GPIO0_56 (M37)	双向
30	GND	接地	
31	GPIO	WKUP_GPIO0_57(M36)	双向
32	PWM0	PWM3_A (AE35)	输出
33	PWM1	PWM0_A (AM37)	输出
34	GND	接地	
35	I2S_FS	McASP #1 AFSX (AD33)	双向
36	GPIO	GPIO0_41 (AJ36)	双向
37	GPIO	GPIO0_27 (AJ37)	双向
38	I2S_DIN	McASP #1 AXR0 (AD38)	双向
39	GND	接地	
40	I2S_DOUT	McASP #1 AXR4 (AL34)	双向

#### 2.1.4.4 摄像头接口, 22 引脚柔性连接器 [J1] [J2]

EVM 支持两 (2) 个 22 引脚柔性 ( 0.5mm 间距 ) 连接器 [J1][J2], 用于与摄像头模块连接。每个摄像头接口为摄像头提供 MIPI CSI-2 接口 ( 4 通道 )、时钟/控制信号和电源 (3.3V)。

为了能同时使用具有相同地址的摄像头模块, 使用 I2C 多路复用器来选择每个摄像头。时钟/控制信号的电压电平可在 1.8V/3.3V 之间选择。

表 2-10. 摄像头 0 柔性引脚定义 [J1]

引脚编号	引脚名称	说明	方向
1	GND	接地	输出
2	CSI0_D0_N	CSI 端口 0 数据通道 0	输入
3	CSI0_D0_P	CSI 端口 0 数据通道 0	输入
4	GND	接地	
5	CSI0_D1_N	CSI 端口 0 数据通道 1	输入
6	CSI0_D1_P	CSI 端口 0 数据通道 1	输入
7	GND	接地	
8	CSI0_CLK_N	CSIPort 0 CLK	输入
9	CSI0_CLK_P	CSIPort 0 CLK	输入
10	GND	接地	
11	CSI0_D2_N	CSI 端口 0 数据通道 2	输入
12	CSI0_D2_P	CSI 端口 0 数据通道 2	输入
13	GND	接地	
14	CSI0_D3_N	CSI 端口 0 数据通道 3	输入
15	CSI0_D3_P	CSI 端口 0 数据通道 3	输入
16	GND	接地	
17	CAM0_PWDN	Pwr-Dwn ( IO 扩展器 )	输出
18	CAM0_AUX	AUX (WKUP_GPIO0_88)	双向
19	GND	接地	
20	I2C_SCL	I2C 时钟 #1, 多路复用器 0	输出

表 2-10. 摄像头 0 柔性引脚定义 [J1] (续)

引脚编号	引脚名称	说明	方向
21	I2C_SDA	I2C 数据 # 1, 多路复用器 0	双向
22	电源	电源, 3.3V	输出

表 2-11. 摄像头 1 柔性引脚定义 [J29]

引脚编号	引脚名称	说明	方向
1	GND	接地	输出
2	CSI1_D0_N	CSI 端口 1 数据通道 0	输入
3	CSI1_D0_P	CSI 端口 1 数据通道 0	输入
4	GND	接地	
5	CSI1_D1_N	CSI 端口 1 数据通道 1	输入
6	CSI1_D1_P	CSI 端口 1 数据通道 1	输入
7	GND	接地	
8	CSI1_CLK_N	CSIPort 1 CLK	输入
9	CSI1_CLK_P	CSIPort 1 CLK	输入
10	GND	接地	
11	CSI1_D2_N	CSI 端口 1 数据通道 2	输入
12	CSI1_D2_P	CSI 端口 1 数据通道 2	输入
13	GND	接地	
14	CSI1_D3_N	CSI 端口 1 数据通道 3	输入
15	CSI1_D3_P	CSI 端口 1 数据通道 3	输入
16	GND	接地	
17	CAM1_PWDN	Pwr-Dwn ( IO 扩展器 )	输出
18	CAM1_AUX	AUX (WKUP_GPIO0_70)	双向
19	GND	接地	
20	I2C_SCL	I2C 时钟 #1, 多路复用器 1	输出
21	I2C_SDA	I2C 数据 # 1, 多路复用器 1	双向
22	电源	电源, 3.3V	输出

#### 2.1.4.5 40 引脚高速摄像头接口 [J31] [J30]

该 EVM 包含一个 40 引脚 ( 2x20, 2.54mm 间距 ) 高速摄像头接口 [J31][J30]。每个扩展连接器 [J31][J30] 支持两个 CSI-2 ( 每个 4 通道 )、电源和控制信号 ( I2C、GPIO 等 )。所有控制信号均可配置为 3.3V 或 1.8V 电压电平。

表 2-12. 摄像头 IO 电压控制

I2C IO 扩展器 (P0)	摄像头 IO 电平
低电平或 “0”	1.8V ( 默认值 )
高电平或 “1”	3.3V

表 2-13. 40 引脚高速摄像头扩展引脚定义 [J31]

引脚编号	引脚名称	说明 ( 处理器引脚编号 )	方向
1	电源		输出
2	I2C_SCL	I2C 总线 #1, 时钟 (AE34)	双向
3	电源		输出
4	I2C_SDA	I2C 总线 #1, 数据 (AL33)	双向
5	CSI0_CLK_P	CSI 端口 0 时钟	输入
6	GPIO/PWMA	WKUP_GPIO0_32(C31)	双向
7	CSI0_CLK_N	CSI 端口 0 时钟	输入

表 2-13. 40 引脚高速摄像头扩展引脚定义 [J31] (续)

引脚编号	引脚名称	说明 (处理器引脚编号)	方向
8	GPIO/PWMB	WKUP_GPIO0_36 (G31)	双向
9	CSI0_D0_P	CSI 端口 0 数据通道 0	输入
10	REFCLK	MCU CLKOUT0(M38)	双向
11	CSI0_D0_N	CSI 端口 0 数据通道 0	输入
12	GND	接地	
13	CSI0_D1_P	CSI 端口 0 数据通道 1	输入
14	RESETz	来自 IO 扩展器	输出
15	CSI0_D1_N	CSI 端口 0 数据通道 1	输入
16	GND	接地	
17	CSI0_D2_P	CSI 端口 0 数据通道 2	输入
18	GPIO	WKUP_GPIO0_37 (F33)	双向
19	CSI0_D2_N	CSI 端口 0 数据通道 2	输入
20	GPIO	WKUP_GPIO0_38 (G32)	双向
21	CSI0_D3_P	CSI 端口 0 数据通道 3	输入
22	GPIO	WKUP_GPIO0_35 (D31)	双向
23	CSI0_D3_N	CSI 端口 0 数据通道 3	输入
24	GND	接地	
25	CSI1_CLK_P	CSI 端口 1 时钟	输入
26	CSI1_D3_P	CSI 端口 1 数据通道 3	输入
27	CSI1_CLK_N	CSI 端口 1 时钟	输入
28	CSI1_D3_N	CSI 端口 1 数据通道 3	输入
29	CSI1_D0_P	CSI 端口 1 数据通道 0	输入
30	电源	电源, 3.3V	输出
31	CSI1_D0_N	CSI 端口 1 数据通道 0	输入
32	电源	电源, 3.3V	输出
33	CSI1_D1_P	CSI 端口 1 数据通道 1	输入
34	电源	电源, 3.3V	输出
35	CSI1_D1_N	CSI 端口 1 数据通道 1	输入
36	电源	电源, 3.3V	输出
37	CSI1_D2_P	CSI 端口 1 数据通道 2	输入
38	电源	电源, IO 电平 (1.8 或 3.3V)	输出
39	CSI1_D2_N	CSI 端口 1 数据通道 2	输入
40	电源	电源, IO 电平 (1.8 或 3.3V)	输出

表 2-14. 40 引脚高速摄像头扩展引脚定义 [J30]

引脚编号	引脚名称	说明 (处理器引脚编号)	方向
1	电源		输出
2	I2C_SCL	I2C 总线 #1, 时钟 (AE34)	双向
3	电源		输出
4	I2C_SDA	I2C 总线 #1, 数据 (B34)	双向
5	CSI2_CLK_P	CSI 端口 0 时钟	输入
6	GPIO/PWMA	WKUP_GPIO0_29(C31)	双向
7	CSI2_CLK_N	CSI 端口 0 时钟	输入
8	GPIO/PWMB	WKUP_GPIO0_31 (F32)	双向
9	CSI2_D0_P	CSI 端口 0 数据通道 0	输入

表 2-14. 40 引脚高速摄像头扩展引脚定义 [J30] (续)

引脚编号	引脚名称	说明 (处理器引脚编号)	方向
10	REFCLK	MCU CLKOUT0(M38)	双向
11	CSI2_D0_N	CSI 端口 0 数据通道 0	输入
12	GND	接地	
13	CSI2_D1_P	CSI 端口 0 数据通道 1	输入
14	RESETz	来自 IO 扩展器	输出
15	CSI2_D1_N	CSI 端口 0 数据通道 1	输入
16	GND	接地	
17	CSI2_D2_P	CSI 端口 0 数据通道 2	输入
18	GPIO	WKUP_GPIO0_33 (F31)	双向
19	CSI2_D2_N	CSI 端口 0 数据通道 2	输入
20	GPIO	WKUP_GPIO0_34 (E35)	双向
21	CSI2_D3_P	CSI 端口 0 数据通道 3	输入
22	GPIO	WKUP_GPIO0_39 (G33)	双向
23	CSI2_D3_N	CSI 端口 0 数据通道 3	输入
24	GND	接地	
25	<open>		不适用
26	<open>		不适用
27	<open>		不适用
28	<open>		不适用
29	<open>		不适用
30	电源	电源, 3.3V	输出
31	<open>		不适用
32	电源	电源, 3.3V	输出
33	<open>		不适用
34	电源	电源, 3.3V	输出
35	<open>		不适用
36	电源	电源, 3.3V	输出
37	<open>		不适用
38	电源	电源, IO 电平 (1.8 或 3.3V)	输出
39	<open>		不适用
40	电源	电源, IO 电平 (1.8 或 3.3V)	输出

#### 2.1.4.6 自动化和控制连接器 [J17]

EVM 支持自动控制系统的接口, 包括开/关、复位和启动模式设置等功能。

表 2-15. 测试自动化接口引脚定义 [J25]

引脚	引脚名称	说明 (处理器引脚编号)	方向
1	电源	电源, 3.3V	输出
2	电源	电源, 3.3V	输出
3	电源	电源, 3.3V	输出
4-6	<开路>		不适用
7	GND	接地	
8-15	<开路>		不适用
16	GND	接地	
17-24	<开路>		不适用
25	GND	接地	

表 2-15. 测试自动化接口引脚定义 [J25] (续)

引脚	引脚名称	说明 (处理器引脚编号)	方向
26	POWERDOWNz	SK 断电	输入
27	PORz	SK 上电/冷复位	输入
28	RESETz	SK 热复位	输入
29	<开路>		不适用
30	INT1z	MCU_ADC1_AIN0 (Y38)	输入
31	INT2z	MCU_ADC1_AIN1 (Y34)	双向
32	BOOTMODE_CNTL#	不适用	不适用
33	BOOTMODE_RSTz	引导模式缓冲器复位	输入
34	GND	接地	
35	<开路>		不适用
36	I2C_SCL	I2C 总线 #0, 时钟 (AN36)	双向
37	BOOTMODE_SCL	引导模式缓冲器 I2C 时钟	输入
38	I2C_SDA	I2C 总线 #0, 数据 (AP37)	双向
39	BOOTMODE_SDA	引导模式缓冲器 I2C 数据	双向
40-42	GND	接地	

### 3 硬件设计文件

硬件设计文件被整合到一个软件包中，可从 [ti.com](https://www.ti.com) 下载。软件包文件可以包含多个 EVM 板版本（目录）。PROCxyzEwq\_RP 的命名约定如下，其中：

- PROC：表示 TI 的处理器产品。
- xyz：此评估板的唯一 ID（此设计的示例为“154”）。
- E：E 表示预量产，空白表示量产。
- wq：表示版本（w - 主要，空/q - 次要）。
- \_RP：发布封装的符号。

示例（最早到最新版本）：

PRO154E1A：预量产，版本“1A”

PROC154E2：预量产，版本“2”。

PROC154A：量产，版本“A”。

请参阅原理图历史记录/更改日志，了解各个版本的完整更改列表。

#### 3.1 原理图

原理图以设计格式（Cadence Allegro、\*\_SCH.DSN）和可搜索 PDF（\*\_SCH.PDF）提供。两者都包含在设计包中，可从 [ti.com](https://www.ti.com) 下载。

#### 3.2 PCB 布局

PCB 设计和制造信息以多种不同的文件格式提供。下面列出了设计包中包含的 PCB 文件，可从 [ti.com](https://www.ti.com) 下载。

**表 3-1. PCB 设计和制造文件**

文件类型	说明
设计文件 (*_BRD.ZIP)	Allegro PCB 设计文件/zip
设计文件 (*_ODBGRB.ZIP)	设计文件已导出至 ODB++/Zip
设计文件提取 (ALG)	导入到其他设计工具中
制造图纸 (*_FAB.PDF)	可视格式的制造信息
制造文件 (_274XGBR.ZIP)	光绘数据，RS-274/ZIP
制造文件 (*_STL.ZIP)	光绘数据，STL/Zip
制造文件 (*_BRD.IPC)	IPC-D 465 Gerber 数据补充
图层绘图 (*_LAYERS.PDF)	每个 PCB 层的可视图像
堆叠 (*_STACKUP.PDF)	由 PCB 制造商提供的 PCB 堆叠

#### 3.3 物料清单 (BOM)


物料清单 (BOM) 以电子表格的格式（Microsoft Excel、\*\_BOM.XLSX）提供，包含在设计包中，可从 [ti.com](https://www.ti.com) 下载。

## 4 合规信息

### 4.1 合规性和认证

处理器和散热器上的温度会升高。在环境温度较高时要尤其小心！

尽管处理器或散热器不会带来灼伤危险，但由于散热器区域的热量增加，因此在处理 **SK** 时必须要小心。

	Caution	Caution Hot surface. Contact may cause burns. Do not touch!
---	---------	---

### 4.2 静电放电 (ESD) 合格性

安装在产品上的元件对静电放电 (ESD) 很敏感。建议在 ESD 受控环境中使用此产品。这可能包括温度和/或湿度受控环境，以限制 ESD 的积累。与产品连接时，还建议采用 ESD 保护措施，例如腕带和 ESD 垫。

该产品用于类似实验室条件下的基本电磁环境，应用标准符合 ENC IEC 61326-1:2021。

## 5 其他信息

### 5.1 已知硬件或软件问题

### 5.2 商标

USB Type C™ is a trademark of USB Implementers Forum.

Code Composer Studio™ is a trademark of Texas Instruments.

Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries) in the US and/or elsewhere.

Samtec® is a registered trademark of Samtec Inc.

SuperSpeed® is a registered trademark of USB Implementers Forum.

所有商标均为其各自所有者的财产。

术语 HDMI、HDMI 高清多媒体接口、HDMI 商业外观和 HDMI 标识是 HDMI Licensing Administrator, Inc. 的商标或注册商标。

## 6 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 A (March 2024) to Revision B (December 2025)</b>	<b>Page</b>
• 添加了 HDMI 商标信息。 .....	1
• 向节 2.1.3 添加了注释。 .....	7
• 对节 2.1.3.4 进行了更新。 .....	8
• 更新了硬件设计文件 部分。 .....	16
• 添加了新的节 4.2 .....	17

## 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](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](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