

*User's Guide*

# 使用 AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1 和 AM625SIP 处理器系列的定制电路板设计硬件设计注意事项

**摘要**

定制电路板设计硬件设计注意事项用户指南概述了建议定制电路板设计人员在使用 AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1 和 AM625SIP 处理器系列设计定制电路板时遵循的设计注意事项。本用户指南可用作定制电路板设计不同阶段的指南（由定制电路板设计人员提供）。

此外，还提供了以下项的链接（[TI.com](#) 产品页面）：处理器产品页面、处理器相关配套资料、E2E 上发布的与处理器和处理器外设相关的常见问题解答，以及定制电路板设计期间常用的参考文档。定制电路板设计人员可在定制电路板设计过程中参考这些链接，以更大限度地减少设计错误、优化设计工作、减少电路板制造迭代并优化项目时间安排。

**内容**

<b>1 简介</b>	<b>3</b>
1.1 开始定制电路板设计之前的准备工作	3
1.2 处理器特定 SDK	3
1.3 外设电路实现 — 处理器系列间的兼容性	4
1.4 选择所需的处理器 OPN ( 可订购器件型号 )	4
1.5 技术文档	5
1.6 定制电路板设计文档	7
1.7 定制电路板设计期间的处理器和处理器外设设计相关问题	7
<b>2 定制电路板设计方框图</b>	<b>8</b>
2.1 开发定制电路板设计方框图	8
2.2 配置引导模式	8
2.3 配置处理器引脚功能 ( PinMux 配置 )	10
<b>3 电源</b>	<b>10</b>
3.1 电源架构	10
3.2 处理器电源轨 ( 工作电压 )	11
3.3 电源滤波	14
3.4 电源去耦和大容量电容	14
3.5 电源时序	15
3.6 电源诊断 ( 使用处理器支持的外部输入电压监控器 )	16
3.7 电源诊断 ( 使用外部监控电路 ( 器件 ) 进行监控 )	16
3.8 定制电路板电流要求估算和电源尺寸确定	16
<b>4 处理器时钟 ( 输入和输出 )</b>	<b>17</b>
4.1 处理器时钟 ( 外部晶体或外部振荡器 )	17
4.2 处理器时钟输出	18
4.3 时钟树工具	18
<b>5 JTAG ( 联合测试行动组 )</b>	<b>19</b>
5.1 JTAG/仿真	19
<b>6 配置 ( 处理器 ) 和初始化 ( 处理器和器件 )</b>	<b>21</b>
6.1 处理器复位	21
6.2 处理器引导模式配置输入的锁存	21
6.3 附加器件的复位	22
6.4 看门狗计时器	22
<b>7 处理器 — 外设连接</b>	<b>23</b>

7.1 支持的处理器内核和 MCU 内核.....	23
7.2 跨域选择外设.....	23
7.3 存储器控制器 (DDRSS).....	23
7.4 媒体和数据存储接口 (MMC0、MMC1、MMC2、OSPI0/QSPI0 和 GPMC0) .....	25
7.5 以太网接口.....	26
7.6 可编程实时单元子系统 (PRUSS).....	27
7.7 通用串行总线 (USB) 子系统.....	27
7.8 通用连接外设.....	28
7.9 显示子系统 (DSS).....	31
7.10 CSI-Rx (摄像头串行接口) .....	31
7.11 实时时钟 (RTC) 模块.....	32
7.12 不使用时处理器电源引脚、IO 和外设的连接.....	32
7.13 SK 特定电路实现 (重复使用) .....	33
<b>8 处理器 IO (LVCMOS 或 SDIO 或开漏、失效防护型 IO 缓冲器) 的接口连接及仿真.....</b>	<b>34</b>
8.1 IBIS 模型.....	34
8.2 IBIS-AMI 模型.....	34
<b>9 处理器电流消耗和散热分析.....</b>	<b>34</b>
9.1 功耗估算.....	35
9.2 不同电源轨的最大电流额定值.....	35
9.3 支持的电源模式.....	35
9.4 热设计指南.....	35
<b>10 原理图：采集、录入和审阅.....</b>	<b>37</b>
10.1 定制电路板设计无源元件和值选择.....	37
10.2 自定义电路板设计电子计算机辅助设计 (ECAD) 工具注意事项.....	37
10.3 定制电路板设计原理图捕获.....	37
10.4 定制电路板设计原理图审阅.....	38
<b>11 布局规划、布局、布线指南、电路板层和仿真.....</b>	<b>39</b>
11.1 PCB 设计迂回布线.....	39
11.2 DDR 设计和布局指南.....	39
11.3 高速差分信号布线指南.....	40
11.4 处理器特定 SK 板布局.....	40
11.5 定制电路板层数和多层堆叠.....	40
11.6 DDR-MARGIN-FW.....	40
11.7 运行电路板仿真时应遵循的步骤参考.....	41
11.8 适用于处理器的软件开发培训 (Academy).....	41
<b>12 定制电路板组装和测试.....</b>	<b>41</b>
12.1 定制电路板启动提示和调试指南.....	41
<b>13 处理器 (器件) 处理和组装.....</b>	<b>41</b>
13.1 处理器 (器件) 焊接建议.....	41
<b>14 参考文献.....</b>	<b>42</b>
14.1 AM625SIP.....	42
14.2 AM625/AM623.....	42
14.3 AM620-Q1/AM625-Q1.....	42
14.4 AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1.....	42
14.5 所有 AM62x 系列处理器通用.....	42
<b>15 术语.....</b>	<b>43</b>
<b>16 修订历史记录.....</b>	<b>44</b>

**商标**

Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries) in the US and/or elsewhere.  
所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 简介

定制电路板设计人员使用上述任何一种处理器进行设计时，可将使用 **AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1 和 AM625SIP** 处理器系列的定制电路板设计硬件设计注意事项作为起点。用户指南概述了在不同定制电路板设计阶段的设计流程，并重点介绍了建议解决的重要设计要求。请注意，用户指南不包含完成定制电路板设计所需全部信息。许多情况下，本文档参考了器件特定配套资料和其他各文档以获取特定信息。

本用户指南分为一系列章节。用户指南首先介绍了在定制电路板设计规划阶段必须做出的决策，然后介绍了处理器和附加器件的选型及电气和散热要求。建议在每一部分讨论的建议得到解决后再进行下一部分。

---

### 备注

本用户指南适用于 ALW (对于 AM625 和 AM623 处理器 GPN)、AMC (对于 AM620-Q1 和 AM625-Q1 处理器 GPN) 和 AMK (对于 AM625SIP 处理器 GPN) 封装。

本用户指南可用于 ALW Q1 处理器封装。本用户指南并不涵盖定制电路板设计的所有方面或阶段。

---

---

### 备注

该处理器系列能够满足安全要求。

用户指南的重点是非安全应用。

---

## 1.1 开始定制电路板设计之前的准备工作

该处理器系列包含大量支持多种功能（存储器、通信）和处理功能的外设（并非所有外设和处理功能都会在所有定制电路板设计中用到）。因此，使用同一处理器的不同定制电路板设计的功能和性能要求可能存在很大差异，具体取决于最终应用。定制电路板设计人员应在选择处理器和确定板级实现要求之前先了解相关要求。可通过在定制电路板设计中增加额外电路来增强功能，并确保其在终端应用工作环境中正常运行。如需了解关于选择处理器 OPN 的信息及确定以下关键要求，请参阅器件特定数据表、器件勘误表、TRM、定制电路板设计硬件设计注意事项、原理图设计指南和原理图审阅检查清单以及 SK 配套资料（最新版，建议经常访问 [TI.com](http://TI.com)，查看配套资料的更新）：

- 处理器的预期运行条件、目标引导模式、存储类型和接口
- 所选处理器中每个内核的处理（性能）要求
- 外部或集成 LPDDR4 存储器
- 外部 DDR 存储器类型（DDR4 或 LPDDR4）、位宽、速率、容量
- 使用的处理器外设（连接到附加器件）

在定制电路板设计过程中，请参阅以下常见问题解答，以了解有关 EVM 和 SK 所用关键器件（元件）的信息并以此作为起点：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62Ax/AM62Px/AM62D-Q1/AM62L/AM64x 设计建议/定制电路板硬件设计 - 入门套件/EVM 型号（版本）和关键器件（元件）列表](#)

## 1.2 处理器特定 SDK

如果项目旨在设计新的电路板或平台，建议使用软件开发工具的最新版本/修订版。

请参阅以下链接来下载所需的 SDK 版本：

[PROCESSOR-SDK-AM62x](#)

1. **MCU-PLUS-SDK-AM62x**：适用于 AM62x 的 MCU+ SDK – RTOS、No-RTOS
2. **PROCESSOR-SDK-LINUX-AM62x**：Processor SDK Linux for AM62x

请参阅 **AM62x 软件构建表**（AM62x 处理器系列支持功能的构建表）。

如果使用较旧的版本/修订，建议使用版本说明验证兼容性或联系 TI（通过 E2E）。

## 1.3 外设电路实现 — 处理器系列间的兼容性

在定制电路板设计期间，在实现外设接口、存储器接口和 IO 接口所需的功能（电路）时，建议根据处理器特定数据表和产品页面上的其他可用配套资料查看并遵循特定于处理器的建议，包括 ROC、电源时序控制、IO 级兼容性。与传统处理器或 MCU（TI AM335x、AM437x 或其他 TI 处理器或其他供应商支持的处理器）相比，接口连接要求和电路实现可能与电路实现不相似（或兼容）。示例外设接口包括 SD 卡接口，其中包括对高速 UHS-I、USB 接口和 IO 接口实现的支持，包括复位（热或冷）输入或外部 IO 接口（用于转换率、IO 电平兼容性、失效防护运行）。

## 1.4 选择所需的处理器 OPN（可订购器件型号）

选择所需的处理器 OPN 是定制电路板设计过程中的一个重要阶段。如要简要了解处理器系列架构以及根据所需功能和特性、封装（ALW、采用 Q1 封装的 ALW（AM625、AM623）、AMC（AM620-Q1、AM625-Q1）、AMK（AM625SIP））和速度等级选择可用于定制电路板中的所需处理器 OPN，请参阅器件特定数据表的功能方框图、器件比较、器件命名规则、器件速度等级和封装信息部分。

请参阅器件特定数据表器件比较一章的器件及文档支持部分，选择所需的处理器 OPN。

请参阅以下常见问题解答来读取器件 ID：

[\[常见问题解答\] AM625/AM623 定制电路板硬件设计 - 读取 DEVICE\\_ID 和唯一 SOC \(CPU\) ID](#)

建议在原理图中使用所选 OPN 更新处理器的 OPN 型号。

当需要集成存储器（LPDDR4）时，建议选择 AM625SIP 处理器。

有关 AM62x 处理器系列的可用封装列表，请参阅以下常见问题解答：

[\[常见问题解答\] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP/AM62A/AM62D-Q1/AM62P/AM62L 定制电路板硬件设计 - 可用器件封装](#)

### 1.4.1 处理器对安全引导和功能安全的支持

AM62x 器件通过内置硬件安全模块（HSM）支持安全引导来实现 IP 保护，并为便携式和功耗敏感型应用提供高级电源管理支持。当选择包含功能安全代码 F 的可订购器件型号时，功能安全支持可用。

建议参考器件特定数据表的器件命名约定一节选择支持安全引导和/或功能安全的器件。

下面总结了定制电路板上使用的处理器类型：

#### HS-FS

高安全性 - 现场安全型：这是客户烧录器件中的密钥之前的 SoC/板状态，即 HS 器件从 TI 出厂的状态。在这种状态下，器件会保护 ROM 代码、TI 密钥和某些安全外设。在这种状态下，器件引导时不会强制进行身份验证，但 DMSC 处于锁定状态。

#### HS-SE

高安全性 - 强制安全型：这是客户成功烧录密钥并设置“客户密钥使能”后的 SoC/板状态。HS-SE 器件中使能了所有安全功能。器件内的所有机密均受到全面保护，且所有安全目标均已完全落地执行。器件还会强制执行安全引导。

有关安全引导支持的信息，请参阅以下常见问题解答和以下 SDK 链接：

[AM625：用户如何确认 HS-FS 和 HS-SE](#)

#### 安全性

有关功能安全的相关信息和配套资料，建议联系当地 TI 销售人员或启动 E2E 以获取客户支持。

请参阅以下与功能安全相关的常见问题解答：

[AM623：请帮助提供 AM623 的安全功能文档](#)

[\[常见问题解答\] AM623：AM62x、AM644x 功能安全认证文档](#)

## PROCESSOR-SDK-AM62X : 申请功能安全文档

有关支持功能安全的处理器的信息，请访问以下链接：

### 功能安全

#### 1.4.2 AM625SIP 处理器数据表注释

AM625SIP - 具有集成 LPDDR4 SDRAM 的 AM6254 Sitara 处理器数据表参考 AM62x Sitara 处理器数据表。使用 AM625SIP 处理器时，建议综合参考两个 ( AM62x 和 AM625SIP ) 数据表。

#### 1.4.3 AM625 和 AM625SIP 定制电路板设计兼容性

AM625SIP 处理器提供 AMK 封装。该封装及其 BGA 引脚排布与 AM6254 处理器的 ALW 封装类似。AM625SIP AMK 封装采用与 AM6254 ALW 封装相同的焊球布局。AM625SIP AMK 封装的许多焊球具有类似的信号分配 ( 与 AM6254 ALW 封装相同 ) 。

AM625SIP 焊球分配例外情况列在器件特定数据表 ( AM625SIP - 具有集成 LPDDR4 SDRAM 的 AM6254 Sitara 处理器 ) 的引脚属性和信号说明部分。

不建议也不允许将 AM625SIP 用作现有 AM625 电路板上的直接替代产品。如要使用 AM625SIP ，需进行设计更改。

## 1.5 技术文档

TI.com 上的处理器特定产品页面提供了许多与所选处理器 ( 系列 ) 相关的文档。建议定制电路板设计人员在开始定制电路板设计之前，阅读相关配套资料 ( 列于以下常见问题解答 ) 。

以下常见问题解答汇总了在开始进行定制电路板设计时可以参考的配套资料。

[[常见问题解答](#)] AM625 定制电路板硬件设计 - 入门配套资料

[[常见问题解答](#)] AM623 定制电路板硬件设计 - 入门配套资料

[[常见问题解答](#)] AM620-Q1/AM625-Q1 定制电路板硬件设计 - 入门配套资料

[[常见问题解答](#)] AM625SIP 定制电路板硬件设计 - 入门配套资料

#### 1.5.1 更新了 SK 原理图 ( 添加了设计、审阅和 CAD 注解 )

在定制电路板设计过程中，作为设计流程的一部分，定制电路板设计人员可重复使用 SK 设计并进行必要修改。设计人员也可重复使用通用电路实现方案，包括处理器、存储器和通信接口。由于 SK 设计应纳入其他功能，因此定制电路板设计人员往往会根据定制电路板相关要求优化 SK 原理图设计。在对 SK 原理图进行优化时，会在定制电路板设计中引入误差，这类误差可能会影响定制电路板的功能、性能或可靠性。进行优化时，定制电路板设计人员可能对 SK 实现方案存有疑问。在审查客户设计的电路板时，我们发现多种定制电路板设计存在常见的设计和优化错误。根据客户反馈、客户和内部人员意见，以及数据表中的引脚连接建议，我们在 SK 原理图的各部分附近添加了全面的设计要点 (D-Note)、审核提示 (R-Note) 和 CAD 注解 (CAD-Note) ，供定制电路板设计人员查看并遵循实施，以便大幅减少错误。

我们还纳入了设计下载资料所包含的其他文件，以帮助确保在定制电路板设计评估阶段优化所选处理器的评估时间。该 SK 设计包含支持全功能配置的处理器。

SK-AM62B : <https://www.ti.com/lit/zip/spr481>

SK-AM62B-P1 : <https://www.ti.com/lit/zip/spar001>

SK-AM62-LP : <https://www.ti.com/lit/zip/spr471>

SK-AM62-SIP : <https://www.ti.com/lit/zip/spr482>

如需了解与 Altium 工具搭配使用的 ASCII (.alg) 文件可用性的相关信息，请参阅以下常见问题解答：

[[常见问题解答](#)] AM625/AM623/AM620-Q1/AM64x/AM62Ax/AM62Px/AM62D-Q1-与 Altium 工具搭配使用的 .alg (ASCII) 文件

以下产品概述文档中列出了可用的可下载设计文档：

[SK-AM62B 设计包文件夹和文件列表](#)

[SK-AM62B-P1 设计包内容概述](#)

[SK-AM62-LP 设计包内容概述](#)

[SK-AM62-SIP 设计包文件夹和文件列表](#)

以下常见问题解答包含 PDF 原理图 ( 添加了 D-Note、R-Note 和 CAD 注解 ) 以及与入门套件相关的其他信息：

[常见问题解答] AM625/AM623 定制电路板硬件设计 - 关于重复使用 SK-AM62B 原理图的设计和审查说明

[常见问题解答] AM625/AM623 定制电路板硬件设计 - 关于重复使用 SK-AM62B-P1 原理图的设计和审查说明

[常见问题解答] AM620-Q1/AM625-Q1 定制电路板硬件设计 - 关于重复使用 SK-AM62-LP 原理图的设计和审查说明

[常见问题解答] AM625SIP - 定制电路板硬件设计 - 关于重复使用 SK-AM62-SIP 原理图的设计和审查说明

### 1.5.2 TI.com 上的配套资料和处理器产品页面

产品页面载有最新更新的配套资料，包括数据表、TRM、器件勘误表、硬件设计注意事项用户指南、原理图设计指南和原理图审阅检查清单。

正在编辑中 ( 正在编辑或审阅 ) 的其他配套资料会不断新增 ( 更新 ) 到产品页面，现有配套资料也会持续更新。建议定期查阅 TI.com 上的配套资料，以获取更新版本或新增的配套资料。

### 1.5.3 原理图设计指南和原理图审阅检查清单 — 特定处理器系列用户指南

本用户指南适用于 AM62x 处理器系列，涵盖了 AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1 和 AM625SIP 处理器 (GPN)。每个处理器 GPN 可以有多个 OPN。本指南包含原理图设计指南与原理图审查检查清单，可供定制电路板设计过程使用。特定处理器系列用户指南提供以处理器为中心的指南和检查清单，方便定制电路板设计人员在针对特定处理器系列设计电路板时使用。本用户指南内容精简，针对所选处理器及处理器系列 ( 本文特指 AM62x )，具备较好的易用性。

[《AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1 以及 AM625SIP 处理器系列原理图设计指南与原理图审阅检查清单》](#)

### 1.5.4 硬件设计注意事项用户指南的更新

相对于 TI.com 上发布的当前修订版，硬件设计注意事项用户指南可能存在更改 ( 基于客户反馈、经验积累、错误修正或改进 )，这些更改将在文档的下次修订中更新。

以下常见问题解答列出了修订版用户指南发布于 TI.com 之前，客户电路板设计人员在进行定制电路板设计期间需要注意和遵循的更改：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM62A/AM62P/AM62D-Q1/AM64x/AM243x 定制电路板硬件设计 - “硬件设计注意事项和原理图设计指南的更新” 配套资料

### 1.5.5 用于支持定制电路板设计的处理器和外设相关常见问题解答

根据与多位定制电路板设计人员的互动交流、来自大量定制电路板设计人员的提问以及从这些提问中获得的经验，我们整理了一系列常见问题解答 ( 关于 ( 详细说明和添加的示例说明 ) 处理器运行、处理器连接、处理器外设和接口、处理器评估 SK、定制电路板设计审阅期间观察到的常见错误、数据表和引脚属性，以及常见 E2E 提问 )，以便在定制电路板设计过程中为设计人员提供支持。请参阅下面的常见问题解答列表。客户可在定制电路板设计期间使用该列表以及其他可用设计配套资料 ( 包括定制电路板设计硬件设计注意事项以及原理图设计指南和原理图审阅检查清单 )：

常见问题解答主列表提供了 Sitara 处理器系列所有可用常见问题解答的列表：

[常见问题解答] 定制电路板硬件设计-所有 Sitara 处理器 ( AM62x、AM62Ax、AM62D-Q1、AM62Px、AM62L、AM64x、AM243x、AM335x ) 系列的主要 ( 完整 ) 常见问题解答列表

为便于定制电路板设计人员针对特定处理器系列进行设计，下面列出了不同处理器系列的常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 定制电路板硬件设计 - 与处理器配套资料、功能、外设、接口和入门套件相关的常见问题解答](#)

请参阅下面的常见问题解答，其中列出了所有可用的常见问题解答，包括 Sitara 处理器系列的软件相关常见问题解答：

[常见问题解答] [AM6x : 有关 AM62x、AM62Ax、AM62D-Q1、AM62Px、AM62L、AM64x、AM24x、AM3x、AM4x Sitara 器件的最新常见问题解答](#)

---

#### 备注

常见问题解答会经常更新。建议定期查看感兴趣的常见问题解答以获取最新信息。

---

## 1.6 定制电路板设计文档

建议定期更新定制电路板设计文档，以纳入定制电路板要求的更新以及定制电路板不同设计阶段的设计更改（在测试或审阅时观察到）。更新后的信息可作为审阅（外部或内部）支持所需文档包（设计文档）的基准。

## 1.7 定制电路板设计期间的处理器和处理器外设设计相关问题

在定制电路板设计过程中，对于与处理器和处理器外设相关的问题，建议发起 E2E 提问以寻求器件专家的支持。建议在 E2E 提问中输入与特定设计章节、外设或主题相关的查询内容，以便大幅缩短问题分配和回复延迟。

## 2 定制电路板设计方框图

建议绘制详细方框图，说明所有主要（必需）功能模块和接口（连接到外部附加器件（外设）），以设计功能齐全的定制电路板。

### 2.1 开发定制电路板设计方框图

建议确定并查看所有相关的终端设备用例要求（特性）、功能，并包括所有关键元件（功能块）、处理器正常运行所需的相关器件（例如：PMIC），并包含连接到处理器的附加器件的详细信息（作为方框图的一部分）。建议为每个功能或接口绘制单独的块，使用指示方向的箭头连接块，标记块并清楚地指示用于连接处理器和附加器件的接口和处理器 IO。建议尽可能考虑根据已实现的功能对这些块进行分组。建议在开始设计之前先查看，完善方框图并确定其基准。

在准备详细方框图时，可使用以下资源（用作支持文档）：

- [入门套件 SK-AM62B-P1](#)（带 PMIC 的 AM625/AM623 入门套件 EVM）、[入门套件 SK-AM62-LP](#)（适用于低功耗 Sitara 处理器的 AM620-Q1/AM625-Q1 入门套件）、[入门套件 SK-AM62-SIP](#)（适用于 Sitara 处理器的 AM62x 系统级封装（AM625SIP）入门套件）和任何其他可用的 SK。
- 下面列出的链接指向 TI.com 上处理器特定产品页面，包括功能方框图、数据表、TRM、用户指南、器件勘误表、应用手册、定制电路板设计的硬件设计注意事项、原理图设计指南和原理图审阅检查清单以及其他相关文档。设计和开发部分提供指向可用 SK（入门套件设计文件）、设计工具、仿真模型和软件的链接。支持和培训相关信息中提供指向常用查看或搜索的 E2E 主题和 E2E 常见问题解答的链接。

TI.com 上的处理器产品页面链接如下所列：

#### AM62x [ALW]

- [AM625](#)
- [AM623](#)

#### AM62x [AMC]

- [AM620-Q1](#)
- [AM625-Q1](#)

#### AM62x [AMK]

- [AM625SIP](#)

### 2.2 配置引导模式

建议说明配置的引导模式和方框图中提供的引导模式配置，包括主引导和备用引导。

有关支持的引导模式配置，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM64x/AM243x/AM62Ax/AM62Px/AM62D-Q1/AM62L — 支持的引导模式配置](#)

该处理器系列支持多个支持引导模式的外设接口。有关可用的引导模式配置和支持的外设，请参阅器件特定 TRM。该处理器系列支持主引导模式和可选备用引导模式配置。如果主引导（源）模式失败，则 ROM 将切换到备份引导模式。

要在引导期间（由 ROM 代码）使用的引导模式配置由直接连接到处理器引导模式输入（或通过外部缓冲器）的引导模式配置（上拉或下拉）电阻器设置。当处理器脱离冷复位状态时，BOOTMODE[15:0] 引脚配置（电平）被锁存到器件状态寄存器 CTRLMMR\_MAIN\_DEVSTAT[15:0] 中，在 MCU\_PORz 输入取消置位后进行采样（PORz\_OUT 输出的上升沿（MCU\_PORz 输入的缓冲输出））。在释放（取消置位）MCU\_PORz 输入之前，建议引导模式配置输入保持稳定。

可使用分立式（并联拉电阻）电阻器配置处理器引导模式，以实现以下引导配置（功能）：

**PLL 配置（配置）：BOOTMODE [02:00]** — PLL 配置引脚用于向 ROM 代码指示系统时钟（PLL 参考时钟选择）频率（MCU\_OSC0\_XI/XO），以进行 PLL 配置

### 备注

有关支持的晶体频率，请参阅处理器特定数据表。配置引导模式以匹配支持的晶体或时钟频率。错误的时钟频率配置会影响处理器性能，包括电路板的复位。

**主引导模式：BOOTMODE [06:03]** – 引导模式引脚用于配置所需的主引导模式，即要从中引导的外设/存储器

**主引导模式配置：BOOTMODE [09:07]** — 此引导模式配置引脚支持可选配置，并与主引导模式选择引脚配合使用

**备用引导模式：BOOTMODE [12:10]** – 这些引导模式引脚用于配置所需的备用引导模式，即主引导出现故障时要从中引导的外设/存储器

**备用引导模式配置：BOOTMODE [13]** — 此引导模式引脚提供额外的配置选项（可选 — 取决于所选的备用引导模式引脚）

**保留：BOOTMODE [15:14]** — 保留的引脚（建议不要将保留引脚保持为未连接状态）

### 备注

不建议或不允许将 BOOTMODE [15:00] 引脚保持在未连接状态。

### 配置引导模式时的主要注意事项：

- 建议在定制电路板开发期间始终包含配置引导模式的选项，例如 USB 引导 (USB0、DFU)、UART 引导 (UART0) 或无引导/器件引导模式（使用 JTAG）
- 引导模式引脚支持可在锁存引导模式配置输入后配置的备用功能。该建议在定制电路板设计期间选择上拉或下拉电阻器时考虑实现的备用功能。如果引导模式输入由外部输入驱动以支持测试自动化或远程配置，则只要处理器复位（由 PORz\_OUT 输出引脚指示）以允许处理器正确引导，就需要引导模式输入返回到所需的引导配置值（电平）。
- 某些引导模式引脚功能被保留。标记为保留或未使用的引导模式引脚都不建议或不允许悬空（浮空）。建议使用外部电阻将输入拉高或拉低。有关连接被保留的引导模式引脚的信息，请参阅器件特定 TRM 初始化一章中的引导模式引脚映射部分。

有关所支持引导模式的信息，请参阅器件特定 TRM 的初始化一节和器件特定硅勘误表。

### 备注

定制电路板设计人员负责提供设置所需引导模式配置（使用上拉或下拉电阻，或可选地使用跳线/开关（在不受控制的 ESD 环境中设置时提供外部 ESD 保护））的配置。建议为所有具有配置功能的引导模式输入引脚提供上拉和下拉电阻器配置，以提高设计灵活性。不建议或不允许将多个引导模式引脚相互短接，使任何引导模式输入引脚处于未连接状态，或者将引导模式输入直接连接至电源或接地。

### 备注

建议通过  $0\Omega$  串联电阻器将处理器引导模式输入引脚（配置为备用功能）连接到备用功能。在测试期间，可以使用串联电阻器隔离复用功能。

有关实现引导模式的信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM64x/AM243x/AM62A/AM62P/AM62D-Q1/AM62L — 使用隔离缓冲器的引导模式实现

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM64x/AM243x/AM62A/AM62P/AM62D-Q1/AM62L — 无隔离缓冲器的引导模式实现

## 2.3 配置处理器引脚功能 ( PinMux 配置 )

该处理器系列支持多种外设、接口（存储器接口、同步接口、异步接口）和 GPIO。为了优化处理器尺寸、引脚数和封装，同时保持尽可能多的功能，许多处理器焊盘（引脚）提供复用（最多八个）信号功能的配置。可能无法配置或使用所有外设实例（在特定定制电路板上）。

TI 提供 [SysConfig-PinMux 工具](#)，可供定制电路板设计人员用于配置所需的功能（外设、接口和 IO）。

### 备注

建议保存使用 [SysConfig-PinMux 工具](#)生成的 PinMux 配置以及其他设计文档。

## 3 电源

### 备注

在定制电路板设计周期中，建议遵循 [AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列原理图设计指南和原理图审阅检查清单](#) 用户指南以及 [定制电路板设计硬件设计注意事项用户指南](#)。

选择处理器 OPN 并更新方框图以包含处理器器件型号后，定制电路板设计的下一个阶段是电源架构设计。

### 3.1 电源架构

下面列出了可考虑使用的电源架构：

#### 3.1.1 集成式电源架构

集成式电源架构可基于 [TPS65219](#) 或类似产品等 [多通道 IC \(PMIC\)](#)。

有关可用 OPN 和建议连接的输出电压配置的应用手册和信息，请参阅以下链接：

[使用 TPS65219 PMIC 为 AM62x 供电](#)

[使用 TPS65219 PMIC 为 AM625SIP 供电](#)

请参阅 TPS65219 OPN 特定技术参考手册（例如：[TPS6521901 技术参考手册](#)），了解有关 NVM（输出电压和 IO）配置的信息。

在断电期间，建议 MCU\_PORz 输入在电源开始斜降之前达到有效的逻辑低电平。基于 PMIC 的电源架构旨在（预期）监控（确保）所有电源轨是否已关闭并衰减到 300mV 以下，然后在任何处理器电源轨降至建议运行条件下定义的最小值以下时启动新的上电序列。

此外，请参阅以下应用手册：

[使用 TPS65219 PMIC 为 AM62 处理器供电相对于分立式电源设计的优势](#)

使用非 TI PMIC 时，建议定制电路板设计人员查看相关的处理器配套资料，包括器件特定数据表和最大额定电流应用手册，并遵循相关要求。建议查看器件特定数据表的建议运行条件、电源压摆率要求、MCU\_PORz 输入 L->H 延迟（保持时间）（用于振荡器启动和稳定）要求、上电时序和断电时序部分，并确认所选的基于 PMIC 的电源架构符合上述要求和残余电压 (RV) 检查。

建议在上电期间将 MCU\_PORz 输入（必需）保持为低电平（有效），直到所有处理器电源斜升并有效（稳定）加最短延迟 9.5ms（器件特定数据表中称为 9500000ns），以便内部振荡器启动并稳定（使用外部晶体加内部振荡器时，请参阅器件特定数据表）或 MCU\_PORz 输入保持低电平（有效），直到所有处理器电源上升并有效，而且外部振荡器时钟输出稳定（当使用外部 LVCMOS 数字时钟源（振荡器）时），加上最小延迟 1.2 μs（在数据手册中称为 1200ns）（请参阅器件特定数据手册）。

请参阅以下常见问题解答：

[[常见问题解答](#)] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP 设计建议/定制电路板硬件设计 – 关于 PMIC TPS65219 的常见问题](#)

### 3.1.2 分立式电源架构

AM62x 电源架构可以基于分立式[直流/直流转换器](#)和[LDO](#)。

有关分立式电源架构实现的更多信息，请参阅[适用于 AM62x 的分立式电源解决方案](#)应用手册。

当实现定制 (TI 或非 TI) 分立式电源架构时，请在所有电源斜升后注意电源尺寸、电源时序、电源转换率和 **MCU\_PORz** 输入 L->H 延迟 (保持时间) (用于振荡器启动和稳定) 要求，并根据器件特定数据表验证这些要求。

在断电期间，建议 **MCU\_PORz** 输入在电源开始斜降之前达到有效的逻辑低电平。分立式电源架构预计设计为能够在电源轨降至建议运行条件中定义的最小值以下时，在启动新的上电序列之前关闭所有电源轨并监控电源轨衰减到 300mV 以下。

建议在上电期间将 **MCU\_PORz** 输入 (必需) 保持为低电平 (有效)，直到所有处理器电源斜升并有效 (稳定) 加最短延迟 9.5ms (器件特定数据表中称为 9500000ns)，以便内部振荡器启动并稳定 (使用外部晶体加内部振荡器时，请参阅器件特定数据表) 或 **MCU\_PORz** 输入保持低电平 (有效)，直到所有处理器电源上升并有效，并且外部振荡器时钟输出稳定 (当使用外部 LVCMS 数字时钟源 (振荡器) 时)，加上最小延迟 1.2 μs (在数据手册中称为 1200ns) (请参阅器件特定数据手册)。

请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62A/AM62D-Q1/AM62P/AM62L/AM64x/AM243x 设计建议/定制电路板硬件设计 — 与分立式电源架构相关的疑问](#)

## 3.2 处理器电源轨 (工作电压)

有关处理器电源轨和建议运行条件 (ROC) 的完整列表，请参阅器件特定数据表中规格一章的建议运行条件部分。

有关处理器 ROC 的更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62A/AM62D-Q1/AM62P/AM62L/AM64x/AM243x 设计建议/定制电路板硬件设计 - SOC ROC 建议运行条件](#)

该处理器系列在处理器冷复位输入 (**MCU\_PORz**) 释放后，不支持对处理器内核电源、外设内核电源和外设模拟电源进行动态电压调节 (切换)。IO 组的部分 IO 电源支持动态电压切换。有关支持动态电压切换的 IO 组 IO 电源，请参阅器件特定数据表中的 **IO 组 IO 电源说明**。

有关动态电压调节 (DVS) 和动态频率调节 (DFS) 的更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62Ax/AM62Px/AM62D-Q1/AM62L/AM64x/AM243x 设计建议/定制电路板硬件设计 - SOC 内核 \(VDD\\_CORE\) 电源、外设内核电源和模拟电源的动态电压调节](#)

### 备注

建议确认连接到处理器电源轨的电源处于器件特定数据表的建议运行条件范围内。

### 3.2.1 支持的低功耗模式

有关支持的低功耗模式，请参阅器件特定数据表。有关低功耗模式和功能的其他说明，请参阅器件特定 TRM。**PMIC\_LPM\_EN0** 为双功能 PMIC 控制输出，为低功耗模式 (低电平有效) 或 PMIC 使能 (高电平有效) 提供 PMIC 控制。**PMIC\_LPM\_EN0** 引脚需要通过一个外部上拉电阻连接到 **VDDSHV\_CANUART** 电源。引脚状态在复位期间为 HiZ，这使上拉电阻在常开 **VDDSHV\_CANUART** 电源斜升后立即开启 PMIC。器件从复位状态释放 (**MCU\_PORz** 输入的上升沿) 后，该引脚会被驱动为高电平。该引脚会保持高电平，直到器件被置入部分 IO (从 CANUART 唤醒) 模式并被告知进入深度睡眠模式，此时该引脚会被驱动为低电平以关闭 PMIC。当部分 IO 逻辑 (CANUART IO) 检测到外部唤醒事件时，该引脚会再次被驱动为高电平。

### 3.2.1.1 部分 IO 支持 CAN/GPIO/UART 唤醒

首次为处理器加电时，将禁用部分 IO 电路。禁用部分 IO 电路后，MCU\_PORz 输入信号会传播到这些电路。在软件使能部分 IO 功能（电路）并将处理器配置为监测唤醒输入后，MCU\_PORz 输入信号会被阻断，无法传入这些电路。这一机制很有必要，因为当 MCU\_PORz 输入信号启动与其他处理器电源导轨相关的断电序列时，PMIC 会将其置为有效。

### 3.2.2 内核电源

建议使用同一电源为处理器内核电源 VDD\_CORE 和外设内核电源 VDDA\_CORE\_CSIRX0、VDDA\_CORE\_USB 和 VDDA\_DDR\_PLL0（仅适用于 AMC 封装）供电，这些电源可在 0.75V 或 0.85V 电压下工作（建议运行条件（ROC）表中定义的指定标称工作电压）。当内核电源在 0.75V 电压下工作时，建议在 0.85V 电源之前斜升 0.75V 电源。

对于包含铁氧体滤波器的电源轨，建议在铁氧体的负载侧使用大容量电容器（连接至处理器引脚）。

VDDR\_CORE 的额定工作电压为 0.85V。当 VDD\_CORE 在 0.85V 电压下工作时，建议同时斜升 VDD\_CORE 和 VDDR\_CORE（由同一电源供电）。

VDD\_CANUART 可在 0.75V 或 0.85V 电压下工作，正常运行期间与 VDD\_CORE 没有电压相关性。只有在加电和断电排序期间才存在电压相关性。

当使用部分 IO（低功耗）模式时，建议将 VDD\_CANUART 连接至常开型电源。不使用部分 IO（低功耗）模式时，建议将 VDD\_CANUART 与 VDD\_CORE 连接到同一电源。

更多信息，请参阅器件特定数据表中规格一章的建议运行条件部分。

### 备注

如需了解关于内核工作电压选型的信息，请参阅器件特定数据表的工作性能点部分。

### 3.2.3 外设电源

该处理器系列支持 USB 专用外设电源引脚（USB0 和 USB1 通用）、CSIRX0、PLL 和 OLDIO。标称电压为 1.8V。建议为 USB 提供额外的 3.3V 模拟电源。

更多信息，请参阅器件特定数据表中规格一章的建议运行条件部分。

### 3.2.4 DDR PHY 和 SDRAM 电源

#### 3.2.4.1 AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1

对于 VDDS\_DDR（DDR PHY IO 电源）和 VDDS\_DDR\_C（DDR 时钟 IO 电源），根据使用的存储器，建议使用 1.1V 电源（连接到“LPDDR4 存储器 - 附加器件”时）或 1.2V 电源（连接到“DDR4 存储器 - 附加器件”时）。

更多信息，请参阅器件特定数据表中规格一章的建议运行条件部分。

#### 3.2.4.2 AM625SIP

VDDS\_MEM\_1P1（LPDDR4 SDRAM IO 电源（为 LPDDR4 SDRAM VDD2 和 VDDQ 电源轨供电））建议由与 VDDS\_DDR（DDR PHY IO 电源）相同的电源供电。

建议将 VDDS\_MEM\_1P1 和 VDDS\_DDR 电源轨连接至 1.1V (LPDDR4)。

建议将 VDDS\_MEM\_1P8（LPDDR4 SDRAM 内核电源（为 LPDDR4 SDRAM VDD1 电源轨供电））连接至 1.8V。

更多信息，请参阅器件特定数据表（AM625SIP - 具有集成 LPDDR4 SDRAM 的 AM6254 Sitara 处理器）规格一章中的建议运行条件部分。

### 3.2.5 IO 组 (处理器) 电源的双电压 IO 电源

该处理器系列支持 9 (九) 组 IO 组双电压 IO 电源 (VDDSHVx [x = 0-6]、VDDSHV\_MCU 和 VDDSHV\_CANUART)。每组均连接 (对应) 至一组固定的 IO。IO 组的每组 IO 电源均可独立连接至固定的 (VDDSHV4、VDDSHV5、VDDSHV6 支持动态电源切换) 3.3V 或 1.8V 电源。IO 组的 IO 电源定义了整组 (一组固定) IO 的通用工作电压。

大多数处理器 IO 都没有失效防护功能。有关可用的失效防护 IO 的信息,请参阅器件特定数据表。建议将附加器件的 IO 电源连接至接入 IO 组相应处理器双电压 IO 电源 (VDDSHVx) 的同一电源,以确保定制电路板设计不会向未供电的任何处理器 IO 施加电位。若在 IO 电源不可用时向没有失效防护功能的 IO 施加输入,可能会影响处理器功能、性能和可靠性。

有关更多信息,请参阅以下常见问题解答:

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP : 定制电路板硬件设计 - SOC (处理器) 和附加器件 (失效防护) 之间的电源时序

支持的 IO 组 IO 电源如下:

- VDDSHV0 - 主复位和通用接口 IO 组 (固定电源) 的双电压 IO 电源
- VDDSHV1 - OSPI0 IO 组 (固定电源) 的双电压 IO 电源
- VDDSHV2 - RGMII1、RGMII2 IO 组 (固定电源) 的双电压 IO 电源
- VDDSHV3 - GPMC0 IO 组 (固定电源) 的双电压 IO 电源
- VDDSHV4 - MMC0 IO 组 (固定电源或动态电源切换) 的双电压 IO 电源
- VDDSHV5 - MMC1 IO 组 (固定电源或动态电源切换) 的双电压 IO 电源
- VDDSHV6 - MMC2 IO 组 (固定电源或动态电源切换) 的双电压 IO 电源
- VDDSHV\_MCU - WKUP\_MCU IO 组 (固定电源) 的双电压 IO 电源
- VDDSHV\_CANUART - CANUART IO 组 (固定电源) 的双电压 IO 电源

#### 备注

对于上述标为动态的 IO 组 IO 电源,可以施加 1.8V 或 3.3V 动态切换电源。对于上述标为固定的 IO 组 IO 电源,可以施加 1.8V 或 3.3V 固定电源。IO 组的 2 组 IO 电源之间不存在 IO 电源电压电平相关性。

#### 备注

当实现部分 IO (低功耗) 模式时,建议将 VDDSHV\_CANUART 连接至常开型电源。不使用部分 IO (低功耗) 模式时,建议将 VDDSHV\_CANUART 连接至任意有效的 IO 电源 (1.8V 或 3.3V)。

### 3.2.6 动态电压切换双电压电源

以 MMC0、MMC1、MMC2 信号组为基准的 IO 组的 VDDSHV4、VDDSHV5 和 VDDSHV6 IO 电源旨在支持上电、下电或不依赖于其他处理器电源轨的动态电源电压变化 (切换)。动态电压切换功能可支持 UHS-I SD 卡。

使用基于 TPS65219 PMIC 的电源架构时,PMIC 集成 LDO,后者支持由处理器 IO 控制的动态电压切换。

采用分立式电源架构时,建议使用能够在 3.3V 和 1.8V 之间动态切换 (由处理器 IO 控制) 的外部 LDO。

### 3.2.7 VPP (eFuse ROM 编程) 电源

建议实现单独的 LDO 来为 VPP 供电,以根据器件特定数据表进行满足电流要求的电子保险丝编程。VPP 电源可以来自单独的板载 LDO 电源或时序由处理器 IO 控制的外部电源。

在处理器上电、断电和正常运行期间,VPP 电源引脚可以保持悬空(HiZ)或接地(可以将电阻器与 TP 连接以隔离接地和连接电源)。

建议在对 eFuse ROM (OTP) 进行编程时注意以下硬件要求:

- 建议仅在处理器上电序列完成后并对 eFuse 进行编程时才施加 VPP 电源。

- 建议使用具有较高输入电压 ( 2.5V 或 3.3V ) 和使能输入 ( 控制 ) 的固定输出 LDO。建议由处理器 GPIO 控制使能输入以对 VPP 电源计时。
- VPP 电源预计会出现高负载电流瞬态。建议在处理器 VPP 引脚附近使用本地大容量电容器来支持电流瞬变。
- 选择具有快速放电功能的 LDO 或使用外部放电电阻器。
- 在 eFuse 编程期间指定的最大电流为 400mA。
- 如果使用外部电源，则建议在处理器电源斜坡且稳定后施加该电源。
- 使用外部电源时，建议在处理器 VPP 引脚附近添加板载大容量电容器、去耦电容器和放电电阻器。添加一个测试点以连接外部电源，并提供连接其中一个处理器 GPIO 以控制外部电源时序的配置。
- 建议在不对 eFuse 进行编程时禁用 VPP 电源 ( 保持悬空 (HiZ) 或接地 ) 。
- 当使用可调 LDO 时，请考虑添加一个外部齐纳二极管，用于在 LDO 输出端提供过压保护。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP : 定制电路板硬件设计 — 有关 VPP eFuse 编程电源选择和应用的问题

更多信息，请参阅器件特定数据表中规格一章的一次性可编程 (OTP) 电子保险丝的 VPP 规格部分。

### 3.2.8 IO 组 ( 处理器 ) IO 电源的内部 LDO

该处理器系列支持 9 ( 九 ) 个内部 LDO ( CAP\_VDDSn [n = 0-6]、CAP\_VDDS\_MCU 和 CAP\_VDDS\_CANUART )，每个 LDO 输出连接到一个单独的焊球 ( 引脚 )，用于连接外部电容器。有关推荐电容值、电压、封装和连接的信息，请参阅器件特定数据表中信号说明一节的电源小节。

电容器额定电压和封装选择遵循相关 SK 设计。若选择不遵循 SK 或数据表建议的电容器 ( 值、额定电压 )，可能会影响 LDO 输出稳定性和处理器性能。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM62A/AM62D-Q1/AM62P/AM64x/AM243x 设计建议/定制电路板硬件设计 - 与 CAP\_VDDSw CAP\_VDDS 相关的问题

## 3.3 电源滤波

该处理器系列支持多个模拟电源引脚，这些引脚可为 VDDA\_MCU、VDDA\_PLLx [x=0-2]、VDDA\_1P8\_CSIRX0、VDDA\_1P8\_OLDIO 和 VDDA\_1P8\_USB 等敏感模拟外设供电。如需了解如何为电源轨实现滤波器、去耦和大容量电容器，请参阅器件特定入门套件原理图。

对于包含铁氧体滤波器的电源轨，建议在铁氧体的负载侧使用大容量电容器 ( 连接到处理器引脚 )。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP 定制电路板硬件设计 — 针对 SoC 电源轨的铁氧体 ( 电源滤波器 ) 建议

## 3.4 电源去耦和大容量电容

有关优化和放置去耦电容器和大容量电容器的信息，请参阅 [Sitara 处理器配电网络：实现与分析](#) 应用手册。

### 备注

SK 或 EVM 上的去耦电容器编号和类型仅作为客户指南。真正的合格或不合格标准是 PDN 应用手册中发布的目标阻抗。如果发现 SK 或 EVM 与 PDN 应用手册在关于电容数量建议和值之间存在差异，则建议考虑 PDN 应用手册中的建议。

### 3.4.1 AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1

为了将处理器 ( 和附加器件 ) 电源与电路板噪声去耦，建议使用去耦电容器和大容量电容器。有关如何为电源轨实现滤波、去耦和大容量电容器，请参阅 [入门套件 SK-AM62B-P1](#)、[入门套件 SK-AM62-LP](#) 和其他 SK 原理图。

### 3.4.2 AM625SIP

为了将处理器（和附加器件）电源与电路板噪声去耦，建议使用去耦电容器和大容量电容器。

由于集成 LPDDR4 SDRAM，还需要将其他大容量电容器和去耦电容器连接到一些重新分配的处理器引脚。有关如何为电源轨实现滤波、去耦和大容量电容器，请参阅[入门套件 SK-AM62-SIP 原理图](#)。

### 3.4.3 PDN 目标阻抗说明

为特定电源 (VDD\_CORE) 提供了 PDN 目标阻抗值。不提供其他（所有）电源轨的 PDN 目标阻抗值，因为目标阻抗计算需要考虑电源轨上的最大电流，并且取决于用例。

有关 PDN 目标阻抗电源和数值的更新内容，请参阅以下常见问题解答：

[\[常见问题解答\] AM625 定制电路板硬件设计 - 入门配套资料](#)

查找 PDN 目标阻抗值 (VDD\_CORE)。

对于 VDDS\_DDR 电源轨，不建议使用目标阻抗作为验收标准。请参阅 [AM62x、AM62Lx DDR 电路板设计和布局布线指南](#)，其中概述了需执行的电源感知 SI/PI 仿真的所有细节。VDDS\_DDR 的最终验收标准应以电源感知仿真中的眼图检查结果为准。

## 3.5 电源时序

器件特定数据表中提供了推荐电源时序（上电和下电）的详细图表。当实现分立式电源架构时，建议将所有相关处理器电源都设计为支持使用基于 PMIC 的电源或使用板载逻辑来实现受控电源斜坡（电源压摆率）和电源时序。

如需了解更多信息，请参阅器件特定数据表的电源要求、电源压摆率要求和电源时序部分。

根据客户反馈和内部分析更新了时序图。建议在器件特定数据表更新版可用时查看电源时序图。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP：定制电路板硬件设计 - 上电和下电的处理器电源时序要求

### 3.6 电源诊断（使用处理器支持的外部输入电压监控器）

处理器支持的外部电源输入监控器可用于早期检测电源故障或进行电源诊断。

该处理器系列支持以下电压监视器：

- 对于电压监控引脚 VMON\_VSYS，无论软件实现如何，建议始终配置外部电阻（分压器）以早期检测（指示）电源故障。建议连接 5V 或更高电压的电压以使检测生效。如需通过外部电阻分压器连接板载电压（主电源电压，如 5V 或 12V 或 24V），请参阅器件特定数据表的系统电源监测设计指南部分。建议在连接到 VMON\_VSYS 输入的电阻器输出端（跨接）实施噪声滤波器（电容器），因为 VMON\_VSYS 具有极小的迟滞和对瞬态的高带宽响应。
- 建议将需要直接监控的 1.8V 电源连接到 VMON\_1P8\_SOC（无需任何滤波电容器）引脚。有关允许的电源电压范围，请参阅器件特定数据表的建议运行条件部分。不使用电压监视器时，请按照引脚连接要求连接 VMON\_1P8\_SOC 输入。
- 建议将需要直接监控的 3.3V 电源连接到 VMON\_3P3\_SOC（无需任何滤波电容器）引脚。有关允许的电源电压范围，请参阅器件特定数据表的建议运行条件部分。当不使用电压监视器或 3.3V IO 电源不可用时，请按照引脚连接要求连接 VMON\_3P3\_SOC 输入。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px/AM64x/AM243x (ALV) 设计建议/定制电路板硬件设计 — POK VMON 电压监控器

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px/AM64x/AM243x (ALV、ALX) 设计建议/定制电路板硬件设计 — 电源正常 (POK) 监控的模块电压和连接建议

### 3.7 电源诊断（使用外部监控电路（器件）进行监控）

为了增强定制电路板性能并根据应用要求，建议为所有板载处理器和外设电源轨从电源轨汲取的电压和电流提供外部监控电路（器件）配置。

有关详细信息，请参见[入门套件 SK-AM62B-P1](#)、[入门套件 SK-AM62-LP](#) 和[入门套件 SK-AM62-SIP](#) 原理图。

电源架构和用于生成电源轨（基于电源架构）的所需器件完成后，建议更新方框图以包含电源架构（在电源轨名称中包含电源轨电压值）和连接。建议生成电源序列（上电和断电）图并使用器件特定数据表验证该序列。

### 3.8 定制电路板电流要求估算和电源尺寸确定

器件特定数据表中未提供每个电源轨的（最大和最小）电流要求。电流要求在很大程度上取决于应用，建议使用 TI 提供的工具和文档针对特定用例进行评估。

建议在确定电源尺寸时考虑最大电流额定值（在[最大电流额定值应用手册](#)中提供）。

功耗估算工具（PET）和[最大电流额定值应用手册](#)有两个不同的用途。PET 用于估算特定用例/应用的工作功耗。[最大电流额定值应用手册](#)可用于在设计定制电源解决方案时确定电源规格。

## 4 处理器时钟 ( 输入和输出 )

### 备注

在定制电路板设计周期中，建议遵循 [AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列原理图设计指南和原理图审阅检查清单](#) 用户指南以及 [定制电路板设计硬件设计注意事项](#) 用户指南。

定制电路板设计的下一个阶段是为处理器和附加器件实现时钟架构。可以使用连接了外部晶体的内部振荡器或生成 LVC MOS 兼容时钟输出的外部振荡器来生成处理器时钟。使用外部振荡器作为时钟源时，请遵循器件特定数据表中的连接建议。以下部分描述了可用的处理器时钟源和要求。

### 4.1 处理器时钟 ( 外部晶体或外部振荡器 )

器件特定数据表中规格一章的时钟规格部分显示了处理器时钟源和建议的连接方式。

直接连接到 XI 和 XO 引脚的 25MHz 外部晶体通过 MCU\_OSC0\_XI/MCU\_OSC0\_XO 连接到内部高频振荡器，是处理器内部操作的主时钟输入源。连接到 MCU\_OSC0\_XI 的基于外部振荡器的 LVC MOS 数字时钟源可被视为替代时钟选项。使用外部振荡器时，请注意器件特定数据表中 XO 的连接要求。

当使用晶体生成处理器时钟时，建议遵循器件特定数据表来选择负载电容。

器件特定数据表提供了冷复位输入释放之前时钟启动和稳定的建议延迟时间。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP 定制电路板硬件设计 — 有关晶体 \(MCU\\_OSC0\) 启动时间的问题](#)

[常见问题解答] [AM6422：如何在时钟丢失检测后切换回外部时钟的常见问题解答](#)

这是通用常见问题解答，也可用于 AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1 和 AM625SIP 处理器系列。

AM62x 处理器系列当前不支持扩频时钟 (SSC) ( 时钟源 ( 输入 )、内部时钟、PLL )。

有关 SSC 支持的信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP：在 PRUSS 上启用扩频内核时钟](#)

建议使用 32.768kHz 晶体作为低频振荡器 (WKUP\_LFOSC0) 的时钟源。低频振荡器 (WKUP\_LFOSC0) 用例有限，可作为可选配置。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP：LFOSC 在处理器中的使用](#)

#### 4.1.1 未使用时的 WKUP\_LFOSC0 连接

有关未使用 WKUP\_LFOSC0 的建议连接的信息，请参阅器件特定数据表规格一章的未使用 WKUP\_LFOSC0 部分。

#### 4.1.2 MCU\_OSC0 和 WKUP\_LFOSC0 晶体选型

为 MCU\_OSC0 或 WKUP\_LFOSC0 选择晶体时，建议根据最坏工作环境和定制电路板或终端设备的预期寿命考虑温度和老化特性。验证所用的晶体负载和晶体负载电容值（包括增加 PCB 电容（对于 MCU\_OSC0））是否与器件特定数据表建议值相匹配。建议选择允许选择一个标准电容值的晶体负载。值不匹配可能会引入时钟频率 PPM 误差。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP/AM62A7/AM62A3/AM62A1-Q1/AM62D-Q1/AM62P/AM62P-Q1/AM62L 定制电路板硬件设计 - 有关晶体选型和时钟规格的问题](#)

更多信息，请参阅器件特定数据表的 [MCU\\_OSC0 晶体电路要求](#) 和 [WKUP\\_LFOSC0 晶体电气特性表](#)。

建议根据器件特定数据表将 MCU\_OSC0 晶体直接连接至处理器。

建议根据需要向晶体制造商确认晶体选型。

#### 4.1.3 LVC MOS 兼容数字时钟输入源

MCU\_OSC0\_XI 和 WKUP\_LFOSC0\_XI 时钟输入可源自外部 1.8V LVC MOS 方波数字时钟源。有关更多信息，请参阅器件特定数据表规格一章中的时序和开关特性、时钟规格、输入时钟/振荡器、MCU\_OSC0 LVC MOS 数字时钟源部分。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP/AM62A7/AM62A3/AM62A1-Q1/AM62D-Q1/AM62P/AM62P-Q1/AM62L 定制电路板硬件设计-有关 MCU\_OSC0 (WKUP\_OSC) 或 WKUP\_LFOSC0 (LFOSC0) 的 LVC MOS 数字时钟源的疑问

---

#### 备注

当 LVC MOS 数字时钟连接至 XI 输入时，按照器件特定数据表中的建议连接 MCU\_OSC0\_XO 和 WKUP\_LFOSC0\_XO 引脚。

---

---

#### 备注

有关更多信息，请参阅器件特定数据表 MCU\_OSC0 LVC MOS 数字时钟源部分提供的说明。

---

---

#### 备注

器件特定数据表中包含 25MHz 晶体选型规格。当前数据表未定义 MCU\_OSC0 LVC MOS 数字时钟源要求。这些要求可添加到下一版数据表中。目前请参阅 AM62Dx 或 AM62Px 数据表的 MCU\_OSC0 LVC MOS 数字时钟源部分。AM62x 的要求与之相同。

---

## 4.2 处理器时钟输出

名为 CLKOUT0 和 WKUP\_CLKOUT0 的处理器 IO (引脚) 可配置为时钟输出。时钟输出可以用作附加器件 (外部外设 - 例如 : EPHY ) 的时钟源。

WKUP\_CLKOUT0 是复位后可用作默认配置的高频振荡器 (HFOSC0) 的缓冲输出。

当 CLKOUT0 和 WKUP\_CLKOUT0 用于为多个附加器件供电时，建议对其进行缓冲。

没有在任何时钟输出上定义抖动曲线，因为许多定制电路板特定变量会影响抖动。定制电路板设计人员应在最终产品预期的所有工作条件下测量特定定制电路板实施的时钟输出抖动。

有关更多信息，请参阅器件特定数据表和 TRM。

#### 4.2.1 观察时钟输出

该处理器提供输出主域观察时钟和/或 MCU 域观察时钟的功能 (具体取决于处理器系列)。OBSCLK0 (在两个引脚上可用) 和 MCU\_OBSCLK0 为仅供测试与调试用途的观察时钟输出。观察时钟可用于选择多个不同时钟之一作为输出。观察时钟不应该用作任何外部器件的时钟源。如器件特定数据表所述，OBSCLK0 与 MCU\_OBSCLK0 信号仅用于测试与调试目的。

## 4.3 时钟树工具

时钟树工具 (CTT) 可用于可视化呈现处理器时钟树。作为一种交互式可视化工具，CTT 为用户提供器件时钟树架构的全局视图，并且可用于确定寄存器设置以获取特定配置。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP/AM62L/AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px/AM64x/AM243x (ALV、ALX) 定制电路板硬件设计 - 时钟树工具

## 5 JTAG ( 联合测试行动组 )

### 备注

在定制电路板设计周期中，建议遵循 [AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列原理图设计指南和原理图审阅检查清单](#) 用户指南以及 [定制电路板设计硬件设计注意事项用户指南](#)。

该处理器系列支持各种扩展开发系统 (XDS) JTAG 控制器，除了 JTAG 支持之外，还提供各种调试功能。

请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP/AM62L/AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px/ AM64x/ AM243x \(ALV、ALX\) 定制电路板硬件设计 — JTAG](#)

尽管 JTAG 被认为是电路板正常运行的可选项，但建议在定制电路板设计中包含 JTAG 连接。建议根据引脚连接要求添加建议的上拉电阻配置，并在使用 JTAG 接口时添加外部 ESD 保护。

### 5.1 JTAG/仿真

适用于 JTAG/仿真的相关文档：

- [仿真和跟踪头技术参考手册](#)
- [XDS 目标连接指南](#)
- [边界扫描测试规范 \(IEEE-1149.1\)](#)
- [交流耦合网络测试规范 \(IEEE-1149.6\)](#)

#### 5.1.1 JTAG/仿真的配置

IEEE 标准 1149.1-1990、IEEE 标准测试访问端口和边界扫描架构 (JTAG) 接口可用于边界扫描和仿真。边界扫描的实现同时符合 IEEE-1149.1 和 1149.6 标准。无论处理器配置如何，均可使用边界扫描。

JTAG 端口作为一个仿真接口，可在不同模式下使用：

- 标准仿真：需要五个标准 JTAG 信号。
- HS-RTDX 仿真：需要五个标准 JTAG 信号以及 EMU0 和/或 EMU1。在此模式下，EMU0 和/或 EMU1 是双向的。
- 跟踪端口：跟踪端口支持对某些内部数据进行实时转储。该端口使用 EMUx 引脚输出跟踪数据。

有关支持的 JTAG 时钟速率，请参阅器件特定 TRM。

处理器 JTAG 接口信号可用于执行边界扫描测试。可从处理器特定产品页面的以下部分下载需要用于边界扫描测试的 BSDL 文件：

##### 5.1.1.1 BSDL 文件

- [AM625 BSDL \( ALW 封装 \)](#)
- [AM623 BSDL \( ALW 封装 \)](#)
- [AM620-Q1 BSDL \( AMC 封装 \)](#)
- [AM625-Q1 BSDL \( AMC 封装 \)](#)
- [AM625SIP BSDL \( AMK 封装 \)](#)

#### 5.1.2 JTAG/仿真的实现

JTAG 和仿真信号以 IO 组的同一 IO 电源为基准。TDI、TDO、TCK、TMS、TRSTn、EMU0 和 EMU1 信号以 VDDSHV\_MCU ( 双电压 IO ) 电源轨 ( IO 组 MCU 的 IO 电源 ) 为基准。VDDSHV\_MCU 可连接至 1.8V 或 3.3V。

建议使用 TI 推荐、定义和支持的 20 针连接器，而不是 10 针 ARM 连接器。10 针 JTAG 连接器不包括 TRSTn 信号或 EMU0、EMU1 信号。

有关如何实施 JTAG 接口，请参阅 [仿真和跟踪接头技术参考手册](#)。

### 5.1.3 JTAG 接口信号的连接建议

有关 JTAG 接口信号的连接建议，请参阅器件特定数据表中端子配置和功能一章的引脚连接要求部分。

#### 备注

建议始终为处理器 JTAG 信号提供测试点 (TP) 配置，以便能够连接到外部 JTAG ( JTAG 接口不属于定制电路板设计的一部分时 ) 接口信号或调试器。建议根据处理器特定数据表中引脚连接要求部分的说明，在靠近处理器 JTAG 信号的位置添加推荐的上拉电阻。建议在使用 JTAG 接口时为外部 ESD 保护预留位置并安装 ESD 保护元件。

### 5.1.4 调试引导模式和边界扫描合规性

有关支持的调试功能，请参阅器件特定 TRM 的片上调试一章。

请参阅片上调试一章的以下部分：

- JTAG 接口、JTAG 接口信号
- 跟踪端口接口、跟踪端口信号
- 调试引导模式和边界扫描合规性

仿真控制输入 EMU0 和 EMU1 用于配置调试引导模式行为。仿真控制输入 EMU0 和 EMU1 可用于启用边界扫描测试功能。

#### 调试引导模式

当 MCU\_PORz 输入取消置位时，会对仿真控制输入 EMU0 和 EMU1 进行采样，解码值将决定器件特定 TRM 片上调试一章调试引导模式表中详述的调试引导模式行为。

#### 边界扫描合规性

当 TRSTn 取消置位时，会对仿真控制输入 EMU0 和 EMU1 进行采样，解码值将决定器件特定 TRM 片上调试一章边界扫描合规性表中详述的调试引导模式行为。

调试或边界扫描功能完全不依赖于引导模式配置。

## 6 配置 (处理器) 和初始化 (处理器和器件)

### 备注

在定制电路板设计周期中，建议遵循 [AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列原理图设计指南和原理图审阅检查清单](#) 用户指南以及 [定制电路板设计硬件设计注意事项](#) 用户指南。

建议仅在所有推荐的处理器电源斜坡上升加上时钟（晶体加上内部振荡器或外部振荡器）启动和稳定所需的推荐延迟（复位保持时间）之后（请参阅特定器件数据表），才撤销（释放）处理器冷复位输入（用于 MCU、MAIN 域（MCU\_PORz））以启动处理器引导过程。

### 6.1 处理器复位

该处理器系列支持 3 (三) 个外部复位输入（引脚），包括 MCU 域和主域冷复位输入 (MCU\_PORz)、MCU 域和主域热复位请求输入 (MCU\_RESETz) 和主域热复位请求输入 (RESET\_REQz)。请注意与 MCU\_RESETz 输入和 MCU\_RESETSTATz 输出相关的器件勘误表。

如需连接热复位输入，请按照器件特定数据表中 [引脚连接要求](#) 部分的说明操作。

请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP：MCU\\_PORz 输入压摆率](#)

器件特定数据表和器件特定 TRM 中介绍了支持的处理器复位信号（复位输入、复位状态输出）。

该处理器系列提供 x3 (三个) 复位状态输出（引脚），包括主域 POR（冷复位）状态 (PORz\_OUT) 输出、MCU 域热复位状态 (MCU\_RESETSTATz) 输出和主域热复位状态 (RESETSTATz) 输出。建议在处理器复位状态输出引脚附近使用下拉电阻，以便在电源斜升期间将所连接器件保持在复位状态。请注意与 MCU\_RESETz 输入和 MCU\_RESETSTATz 输出相关的器件勘误表。

处理器复位状态输出的使用取决于电路板架构和最终应用。不使用时的复位状态输出可保持未连接状态。建议配置一个测试点用于测试或未来增强。建议使用可选的下拉电阻。

MCU\_PORz 输入可耐受 3.3V 电压且是失效防护输入类型 IO。尽管可以施加 3.3V 输入，但输入阈值遵循 1.8V IO 电平并以 VDDS\_OSC0 为基准。

请遵循器件特定数据表上电时序图中的 MCU\_PORz 输入时序建议。

通过处理器内部寄存器和仿真可提供其他复位选项。

### 备注

MCU\_RESETz 输入和 MCU\_RESETSTATz 输出有特定的用例建议。请参阅公告文章 [i2407-RESET](#)。  
如果勘误表的 MCU\_RESETz 被置位为低电平，MCU\_RESETSTATz 不可靠。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px/AM64x/AM243x \(ALV、ALX\) 设计建议/定制电路板硬件设计 - 处理器复位输入、复位状态输出和连接建议](#)

### 6.2 处理器引导模式配置输入的锁存

有关可用处理器引导选项的信息，请参阅上文节 [2.2](#)。

处理器引导模式配置输入在 PORz\_OUT 输出的上升沿被锁存。锁存引导模式输入（引脚）上的状态（电平）后，引导模式输入引脚即可被配置用于复用功能（多路复用）。PORz\_OUT 输出指示引导模式配置的锁存。PORz\_OUT 输出还可选择性用于锁存附加器件的引脚配置 (strap)。

## 6.3 附加器件的复位

建议使用“与运算”逻辑（使用2输入或3输入与门实现）在适用时复位附加器件（板载媒体和数据存储器件以及其他外设），因为“与运算”逻辑可以涵盖所有处理器外部复位输入条件。任意处理器通用输入/输出(GPIO)引脚（选择具有GPIO多路复用功能的AM62x处理器引脚，该功能默认处于关闭状态）均连接到其中一个与门输入端，并预留 $0\Omega$ 电阻以便在测试或调试时隔离GPIO输出与“与运算”逻辑。MAIN和MCU域POR（冷复位）状态输出(PORz\_OUT)或MAIN域热复位状态输出(RESETSTATz)可以作为另一个输入连接到与门。确保连接到与逻辑输入的处理器IO电源和上拉电源均来自同一电源。复位期间处理器IO缓冲器关闭。建议在“与运算”逻辑和门输入端附近添加一个上拉电阻（输入连接到处理器GPIO、RESETSTATz输出在处理器引脚附近具有下拉电阻，并由处理器复位逻辑驱动为高电平），以防止与门输入悬空并在上电期间启用由处理器IO控制的复位逻辑（例如：eMMC闪存或OSPI闪存在RESETSTATz输出变为高电平时即退出复位）。

确保遵循器件建议拉动附加器件复位输入。

建议使用“与运算”（以处理器复位状态和处理器IO作为输入）逻辑来复位附加器件，因为“与运算”逻辑提供了在所有处理器复位条件（包括本地复位）下复位附加器件的灵活性。

如果直接使用处理器MAIN域热复位状态输出(RESETSTATz)来复位所连接器件（不使用“与运算”逻辑），建议将RESETSTATz的IO电压电平与所连接器件匹配。建议使用电平转换器来匹配IO电平。如果选择了电阻分压器的理想阻抗值，则也可以使用电阻分压器。如果过高，eMMC复位输入的上升/下降时间可能会很慢，从而引入过大延迟。如果过低，则会导致处理器在正常运行期间提供过多的稳态电流。这种实现方式降低了附加器件的复位选项灵活性。

对于SD卡接口，为了支持UHS-I SD卡，建议提供一个由软件启用（控制）的电源开关（负载开关）来为SD卡提供电源(VDD)。一个固定的3.3V电源（处理器IO电源）连接作为电源开关的电源输入。

使用电源开关可以对配置为UHS-I速度的SD卡进行下电上电（因为复位电源开关是复位SD卡的唯一方法）到默认速度。

有关为SD卡电源实现附加器件复位和电源开关使能复位逻辑的更多信息，请参阅[入门套件SK-AM62B-P1](#)、[入门套件SK-AM62-LP](#)、[入门套件SK-AM62-SIP](#)和其他SK原理图。

## 6.4 看门狗计时器

看门狗计时器的使用根据应用而定。可以考虑使用外部看门狗或内部看门狗。在连接到处理器复位输入之前，看门狗输出可与其他复位源结合使用。如果按钮连接到处理器冷复位输入或热复位输入，建议考虑使用复位监控器，该监控器能够对开关去抖并使低电平复位信号保持足够长的时间以满足MCU\_PORz、MCU\_RESETz或RESET\_REQz脉冲宽度、有效（低电平）时间（最小1200ns）要求。

## 7 处理器 — 外设连接

### 备注

在定制电路板设计周期中，建议遵循 [AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列原理图设计指南和原理图审阅检查清单](#) 用户指南以及 [定制电路板设计硬件设计注意事项用户指南](#)。

处理器外设连接一节介绍了支持的处理器外设，旨在与器件特定数据表、TRM 和相关应用手册中提供的内容一起使用。可使用的文档类型包括：

- 数据表：引脚图、引脚功能说明、引脚属性、处理器工作模式（多路复用器模式）、复位期间和之后的配置、电气特性、交流时序
- TRM：处理器功能说明和内核及外设支持的功能、编程指南、有关寄存器和支持配置的信息
- 应用手册：特定功能或外设的说明，以及常见问题的说明

### 备注

此外，可以利用或使用常见问题解答和相关的 E2E 主题（新创建或之前已回答）。

### 7.1 支持的处理器内核和 MCU 内核

有关支持的处理器内核，建议参阅器件特定数据表的特性一节。在选择 Arm Cortex-A53 微处理器子系统内核时，可以参阅器件特定数据表的器件比较一节。

器件特定数据表的工作性能点 OPP 一节可作为定义所需器件等级和器件工作性能点时的参考。

有关更多详细信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM64x/ AM243x \(ALV\)/AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px 设计建议/定制电路板硬件设计 — 处理器内核、PLL、VDD\\_CORE、VDDR\\_CORE、VPP 和其他内核电源的信息](#)

### 7.2 跨域选择外设

处理器架构包括多个域，每个域包括特定的处理内核和外设：

- MAIN 域
- 微控制器 (MCU) 域
- 唤醒 (WKUP) 域

对于大多数用例，任一内核均可以访问任何域中的外设。无论来自哪个域，所有外设均映射到存储器，且 Arm® Cortex®-A53 内核可检测到并访问 MCU 域中的大多数外设。类似地，MCU 可以访问主域中的大多数外设。

### 7.3 存储器控制器 (DRSS)

#### 7.3.1 AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1

该处理器系列支持 1 个 DRSS 实例。DRSS 接口支持 DDR4 或 LPDDR4。DDR4 或 LPDDR4 存储器的选择取决于应用或客户，因为每种存储器类型的延迟和突发长度存在差异。

如需更多信息，请参阅以下应用手册：

#### [Sitara AM62x 基准测试](#)

有关 JEDEC 合规性的信息，请参阅器件特定数据表的 DDR 电气特性部分。请参阅器件特定数据表的以下注意事项：

### 备注

DRSS 接口与符合 JESD79-4B 标准的 DDR4 器件和符合 JESD209-4B 标准的 LPDDR4 器件兼容。

有关数据总线宽度、内联 ECC 支持、速度和最大可寻址范围选择，请参阅器件特定数据表特性一章的存储器子系统、*DDR* 子系统部分。

DDR4 接口允许的存储器配置为 1x 16 位或 2x 8 位。

一个 (1x) 8 位存储器配置不允许或不是有效配置。

使用 LPDDR4 存储器时，由于提供了 16 位配置支持，同一存储器器件根据应用要求可与 AM64x、AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1 和 AM62A7/AM62A7-Q1/AM62A3/AM62A3-Q1/AM62A1-Q1、AM62D-Q1 和 AM62P/AM62P-Q1 和 AM62Lx 处理器搭配使用。

如需连接未使用的 DDRSS 信号，请参阅器件特定数据表的引脚连接要求一节。

有关 DDR4 或 LPDDR4 存储器接口的更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px/AM64x/AM243x \(ALV\)](#) 定制电路板硬件设计的设计建议/常见错误 — DDRSS : DDR4/LPDDR4 存储器接口

有关更多信息，请参阅器件特定 TRM 中存储器控制器一章的 *DDR* 子系统 (DDRSS) 部分。

### 7.3.1.1 处理器 *DDR* 子系统和器件寄存器配置

DDRSS 控制器和 DDRSS PHY 有大量参数需要配置。为便于配置，提供了一个在线工具 ([SysConfig 工具](#))，用于生成驱动程序所需的输出文件。从软件工具下拉菜单中选择 *DDR* 子系统注册器配置，并选择处理器。此 SysConfig 工具将电路板信息、*DDR* 器件特定数据表中的时序参数和 IO 参数作为输入，然后输出驱动程序用于对 *DDR* 控制器和 *DDR* PHY 进行编程的头文件。然后，驱动程序会启动完整的训练序列。

该 SDK 包含适用于 SK 上安装的存储器 (*DDR4* 或 *LPDDR4*) 器件的配置文件。若需为不同存储器 (*DDR4* 或 *LPDDR4*) 器件创建新配置，则必须使用 *DDR* 寄存器配置工具生成新的配置文件。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM62A7/AM62A3/AM62A1-Q1/AM62D-Q1](#) 定制电路板硬件设计 – 处理器 *DDR* 子系统和器件寄存器配置

这是通用常见问题解答，也可用于 AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列。

### 7.3.1.2 DDRSS 的校准电阻器连接

请遵循器件特定数据表中的 *DDR0\_CAL0* ( IO 焊盘校准电阻 ) 连接建议 ( 包括值和容差 )。

### 7.3.1.3 DDRSS 信号引脚 ( 封装 ) 延迟信息

DDRSS 信号的引脚延迟相关说明已载于 TI.com 上 *AM62x、AM62Lx DDR 电路板设计和布局布线指南 (SPRAD06C - 2022 年 3 月 - 2025 年 3 月修订)* 应用手册的其他信息：封装延迟部分。

本附录中提供的封装延迟是从处理器芯片焊盘到处理器封装引脚测量的。

请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM624SIP](#) : AM6254 LPDDR4 长度/延迟匹配

### 7.3.1.4 附加存储器器件 ZQ 和 Reset\_N ( 存储器器件复位 ) 连接

按照 SK 原理图将推荐的电阻器 ( ZQ ( 阻抗校准 ) 和 Reset\_N ( 附加存储器复位输入 ) ) 连接到存储器器件，包括推荐值和容差。

### 7.3.2 AM625SIP

LPDDR4 SDRAM (512MB) 位于 AM625SIP 内部 ( 集成 )。有关速度和内联 ECC 支持，请参阅器件特定数据表 (*AM625SIP - 具有集成 LPDDR4 SDRAM 的 AM6254 Sitara 处理器*) 特性一章中的存储器子系统、*DDR* 子系统 (DDRSS) 部分以及应用、实施和布局一章中的集成 *LPDDR4 SDRAM* 信息部分。

### 7.3.2.1 AMK 封装上重新分配的 DDRSS 引脚

采用 ALW 封装且连接到外部存储器 ( DDR4 或 LPDDR4 ) 的 AM6254 DDRSS 信号直接连接到 AM625SIP 处理器系列中的集成 LPDDR4 SDRAM , 并且与这些信号关联的引脚被重新分配到不同的电源或信号功能。

请参阅器件特定数据表 ( *AM625SIP - 具有集成 LPDDR4 SDRAM 的 AM6254 Sitara 处理器* ) 的引脚属性和信号说明部分。

### 7.3.2.2 DDRSS 和存储器器件校准电阻器连接

请遵循器件特定数据表中的 DDR0\_CAL0 ( IO 焊盘校准电阻 ) 连接建议 ( 包括值和容差 ) 。按照 SK 原理图将推荐的电阻 ( ZQ 和复位 ) 输入连接到存储器器件 ( 包括值 ) 。

### 7.3.2.3 LPDDR4 ( 内部 ) 存储器的校准电阻器连接

按照器件特定数据表 ( *AM625SIP - 具有集成 LPDDR4 SDRAM 的 AM6254 Sitara 处理器* ) 中的 DDR\_ZQ ( LPDDR4 SDRAM 校准基准电阻器 ) 连接建议 ( 包括值和容差 ) 操作。

## 7.4 媒体和数据存储接口 ( MMC0、MMC1、MMC2、OSPI0/QSPI0 和 GPMC0 )

该处理器系列支持 x3 ( 三个 ) 多媒体卡 / 安全数字卡 ( MMC/SD/SDIO ) ( 8b ( 4b ) + 4b + 4b ) 实例。

MMC0 支持 8 位 eMMC ( 嵌入式多媒体卡 ) 接口。如需了解支持的速度 , 请参阅器件特定数据表的 *MMC0 - eMMC/SD/SDIO 接口* 部分 ; 如需了解实现方式 , 请参阅 SK 。 MMC0 信号也可用作 IO 或其他支持的多路复用功能或用于板载 SDIO 接口。不建议将 SD 卡连接至 MMC0 端口。 MMC0 是 eMMC 接口的推荐接口。必须在处理器外部实现符合 JEDEC 标准的 eMMC 接口所需的拉电阻。建议为靠近存储器时钟输入的时钟输入使用外部下拉电阻。

必须在处理器外部实现符合 JEDEC 标准的 eMMC 接口所需的拉电阻。建议为靠近存储器时钟输入引脚的时钟输入使用外部下拉电阻。

有关 eMMC 存储器接口的更多信息 , 请参阅以下常见问题解答 :

[[常见问题解答\] AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM64x/ AM243x \(ALV\)/AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px 定制电路板硬件设计的设计建议/常见错误 — eMMC 存储器接口](#)]

有关所支持速度的信息 , 请参阅以下常见问题解答 :

[[常见问题解答\] AM623 : eMMC0 能否支持 DDR50 模式](#)]

如需了解 MMC0 端口支持的接口 , 请参阅以下常见问题解答 :

[[常见问题解答\] AM62A3 : 是否有办法实现 2 个 eMMC 接口 ?](#)]

有关 eMMC 上拉 / 下拉的信息 , 请参阅以下常见问题解答 :

[[常见问题解答\] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP : 未通过 ROM 启用 eMMC0\\_DAT0 上拉](#)]

有关 eMMC 在没有传输时暂停时钟功能的信息 , 请参阅以下常见问题解答 :

[[常见问题解答\] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP : 读写操作完成后 , eMMC 时钟是否保持 ?](#)]

请参阅器件勘误表 , 了解 eMMC 相关勘误信息。

MMC1/MMC2 支持 4 位 SD 卡接口 , 包括对 UHS-I SD 卡的支持。建议使用 MMC1 来实现 SD 卡接口 , 因为 MMC1 支持 SD 卡引导模式 , MMC1 CLK 、 CMD 和 DAT[3:0] 信号功能已通过 SDIO 缓冲器实现 , 并由 VDDSHV5 供电 ( 以 VDDSHV5 为基准 ) 。 VDDSHV5 可在 1.8V 或 3.3V ( 动态切换 ) 下运行。 MMC1\_SDCD 和 SDWP 信号功能通过 LVCMOS 缓冲器实现 , 并由 VDDSHV0 ( 可在固定 3.3V 或 1.8V 下运行 ) 供电 ( 以 VDDSHV0 为基准 ) 。当 SD 卡的 IO 工作电压更改以支持 UHS-I SD 卡时 , 不建议更改主机的 MMC1\_SDCD 和 MMC1\_SDWP 输入的逻辑状态。必须在处理器外部实现符合 SD 卡规范的 SD 卡接口所需的拉电阻。建议为靠近存储器时钟输入引脚的时钟输入使用外部下拉电阻。

MMC1/MMC2 支持 4 位嵌入式 SDIO 接口。建议使用 MMC2 来实现嵌入式 SDIO 接口。 MMC2 CLK 、 CMD 和 DAT[3:0] 信号功能已通过 SDIO 缓冲器实现 , 并由 VDDSHV6 供电 ( 以 VDDSHV6 为基准 ) 。 VDDSHV6 可在

1.8V 或 3.3V ( 动态切换 ) 下运行。MMC2 SDCD 和 SDWP 信号功能通过 LVCMOS 缓冲器实现，并由 VDDSHV6 (VDDSHV0) ( 可在固定 3.3V 或 1.8V 下运行 ) 供电 ( 以 VDDSHV6 (VDDSHV0) 为基准 ) 。有关支持的引脚分配，请参阅器件特定数据表的信号说明一节。MMC2 引脚分配与 MMC1 相比是不同的，因为 MMC2 预期将与类似于 Wi-Fi 或蓝牙收发器的板载固定工作电压 SDIO 器件一起使用。如需了解支持的速度，请参阅器件特定数据表的 **MMC1/MMC2 - SD/SDIO 接口** 部分；如需了解实现方式，请参阅 SK。必须在处理器外部实现 SDIO 接口的拉电阻 ( 根据需要，验证所连接器件的建议，包括支持的拉电阻 )。建议为靠近存储器时钟输入引脚的时钟输入使用外部下拉电阻 ( 根据需要，验证所连接器件的建议，包括支持的拉电阻 )。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM64x/ AM243x (ALV)/AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px 定制电路板硬件设计的设计建议/常见错误 - SD 卡接口

[常见问题解答] AM62A7/AM62A3/AM62A1-Q1/AM62D-Q1：为什么 MMC1 由 VDDSHV0 和 VDDSHV5 这两个不同的电压电源供电？

[常见问题解答] AM62A7-Q1：如果未使用 SD 卡，如何连接引脚网络 VDDSHV4、VDDSHV5 和 VDDSHV6

这是通用常见问题解答，也可用于 AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列。

对于 MMC1/MMC2、UHS-I SDR50、UHS-I SDR104 接收模式，需进行数据训练，以便将数据捕获集中于数据有效窗口的中心。时序要求不固定为特定值。下表提供了 MMC1/2 时序模式所需的 DLL 软件配置设置：

器件特定数据表中所有时序模式的 **MMC1/MMC2 DLL 延迟映射**。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP : UHS-I SDR104 接收模式时序

该处理器系列支持一个 (x1) 可配置为 OSPI0 或 QSPI0 接口的八路串行外设接口 (OSPI0) 实例。建议按照 SK 原理图所述的实现方案将 OSPI0 接口连接到存储器器件 ( OSPI 或 QSPI )、为 OSPI0\_CLK 添加串联电阻 ( 用于控制可能的反射 )、为 OSPI0\_CLK 添加下拉电阻、为数据和 CS 信号添加上拉电阻，以及实现所连接存储器器件复位逻辑。OSPI0 支持连接到单个 (x1) 附加器件。

当需要支持引导功能时，请参阅器件特定 TRM，将支持的 CS ( 芯片选择 ) 连接到附加存储器件。

OSPI0 支持两种数据捕获模式：PHY 模式和 Tap 模式。若要更好地了解支持的模式，请参阅器件特定数据表规格一章的 **时序和开关特性** 一节中的 OSPI、OSPI0 子部分。

有关 OSPI 或 QSPI 存储器接口的更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM62A/AM62D-Q1/AM62P 定制电路板硬件设计的设计建议/常见错误 — OSPI/QSPI 存储器接口

[常见问题解答] Sitara/Jacinto 器件的 OSPI 常见问题解答

该处理器系列支持 1 个通用存储器控制器 (GPMC) 接口实例，此接口可使用 8 位或 16 位 NAND 闪存接口信号连接到 NAND 闪存，或使用器件特定数据表和器件比较表中列出的所支持并行存储器接口 ( 同步或异步 ) 选项连接到 NOR 闪存。

复位期间和复位后，处理器 IO 缓冲器关闭。建议为任何可能悬空的处理器 IO ( 存储器接口信号 ) 使用并联拉电阻 ( 以防止所连接的器件输入在主机驱动之前悬空 )。

有关更多信息，请参阅器件特定 TRM 中外设一章的 **存储器接口** 部分。

## 7.5 以太网接口

该处理器系列支持 1 个 CPSW3G 以太网交换机实例 ( 带 2 个外部端口 )，并支持 2 ( 两 ) 个具有独立 MAC ID 的独立以太网接口 ( 使用 CPSW3G0 外设实现 )。CPSW3G0 允许为 2 个外部接口端口使用混合 RGMII/RMII 接口拓扑。每个 MAC 接口均支持 RGMII 或 RMII 接口。

在使用以太网端口和配置 MDIO 接口（用于引导和正常运行）之前，请参阅公告文章 *i2329 MDIO : AM62x 处理器器件版本 1.0 的 MDIO 接口损坏 (CPSW 和 PRU-ICSS)*。

有关以太网接口的更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM6442、AM6441、AM6422、AM6421、AM6412、AM6411 和 AM2434、AM2432、AM2431 \(ALV、ALX\) 定制电路板硬件设计 – 以太网](#)

这是通用常见问题解答，也可用于 AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列。

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62Ax/AM62Px/AM62D-Q1/AM62L/AM64x/AM243x 设计建议/定制电路板硬件设计 – 与 RGMII 接口和 RGMII TI EPHY 相关的疑问](#)

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62Ax/AM62Px/AM62D-Q1/AM62L/AM64x/AM243x 设计建议/定制电路板硬件设计 – 与 RMII 接口和 RMII TI EPHY 相关的疑问](#)

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP : 以太网 PHY RGMII 同步时钟](#)

### 7.5.1 通用平台 3 端口千兆位以太网交换机 (CPSW3G0)

CPSW3G0 可以配置为 3 端口交换机（连接到 2 个外部以太网端口（端口 1 和 2））或具有各自 MAC 地址的双独立 MAC 接口。

CPSW3G0 支持每个外部以太网接口端口的 RGMII (10/100/1000) 或 RMII (10/100) 接口。

有关 RMII 接口实现方法，请参阅器件特定 TRM 的 *CPSW0 RMII 接口* 部分。

为 RMII 接口配置的 CPSW3G0 支持将处理器连接至配置为控制器（主）或器件（从）的以太网 PHY (EPHY)。

为 RMII 接口配置的 CPSW3G0 与 EPHY 连接，配置为外部 50MHz（连接到缓冲外部振荡器或处理器时钟输出 CLKOUT0）时钟输入（其中一个缓冲时钟输出连接到处理器 MAC），或配置为连接至处理器 MAC 时钟输入并具备 EPHY 50MHz 时钟输出的 25Mhz 晶体或时钟输入。

CPSW3G0 端口之一是内部 CPPI（通信端口编程接口）主机端口。CPPI 是一个流接口，用于从 DMA 向 CPSW3G0 外设提供数据，反之亦然。

默认为发送数据 (TDn) 启用 RGMII\_ID。RGMII\_ID 未经计时、测试或表征。处理器 MAC 不会为接收数据 (RDn) 路径实现内部延迟。

复位期间和复位后，处理器 IO 缓冲器关闭。建议为任何可能悬空的处理器 IO（以太网接口信号）使用并联拉电阻（以防止所连接的器件输入在主机驱动之前悬空）。

有关 CPSW3G0 以太网接口的更多信息，请参阅器件特定 TRM 中外设一章的高速串行接口部分。

### 7.6 可编程实时单元子系统 (PRUSS)

该处理器系列提供 2 个 PRU 子系统。PRUSS 支持通用异步接收器/发送器 (UART0)、增强型捕获模块 (ECAP0) 和工业以太网外设 (IEP0) 模块。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [什么是 PRU 内核？为何 PRU GPIO 信号与常规 GPIO 不同？](#)

有关详细信息，请参阅器件特定 TRM 处理器和加速器一章中的可编程实时单元子系统 (PRUSS) 部分。

### 7.7 通用串行总线 (USB) 子系统

该处理器系列支持 2（两）个 USB 2.0 接口端口实例。这些 USB 接口（USB0、USB1 端口）可以配置为主机、器件或双角色器件 (DRD)。使用任何处理器 GPIO 都可以实现（支持）USBn\_ID（识别）功能。

请按照器件特定数据表中 *USB (USB VBUS 检测分压器/钳位电路) VBUS 设计指南* 一节的说明，对外部 USB VBUS 电压（USB 接口连接器附近的电源）进行分压处理并连接至 USBn\_VBUS [n = 0, 1] 引脚。

当 USB 接口配置为器件模式时，建议连接经分压处理的 VBUS ( VBUS 电源输入，包括电压调节电阻分压器/钳位器 ) 输入。当 USB 接口配置为主机模式时，连接经分压处理的 VBUS ( VBUS 电源输入，包括电压调节电阻分压器/钳位器 ) 是可选的。

不建议也不允许连接 3.3V 或等效于经分压处理的 VBUS 输入的永久板载电源。USB VBUS 输入必须采用可切换设计。失效防护输入条件仅在电源通过建议的 VBUS 分压器和稳压二极管连接时才有效。

当 USB 接口配置为 VBUS 输出电压控制主机时，建议使用带 OC ( 过流 ) 输出指示的 USB 电源开关。USBn\_DRVVBUS [n = 0, 1] ( 复位期间和复位后内部下拉使能 ) 用于控制电源开关。建议将 OC 输出连接至处理器 IO ( 输入 )，以检测 VBUS 过载。

有关 USB 连接和 On-The-Go 特性支持的信息，请参阅器件特定 TRM。

当同时不使用 USB0 和 USB1 接口时，请参阅器件特定数据表的引脚连接要求一节来连接电源引脚。

当不使用 USB0 或 USB1 接口时，请参阅器件特定数据表的引脚连接要求一节来连接接口信号和电源引脚。

建议在早期电路板开发阶段始终预留 USB0 DFU 引导功能，用于电路板启动和调试。

有关 USB2.0 接口更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP : 定制电路板硬件设计 - USB2.0 接口](#)

有关更多信息，请参阅器件特定 TRM 中外设一章的高速串行接口部分。

## 7.8 通用连接外设

该处理器系列支持多个通用连接外设和实例。该处理器系列支持以下外设：

以下外设 ( UART、MCAN、MCSPI、MCASP、I2C ) 实现了 IOSET。确保在定制电路板设计中使用正确的 IOSET。时序闭合基于 IOSET。

### 多通道串行外设接口 (MCSPI) :

该处理器系列支持 5 ( 五 ) 个 ( 3 个主域、2 个 MCU 域 ) MCSPI 实例。MCSPI 模块是多通道发送/接收同步串行总线，可以在控制器模式或外设模式下运行。在控制器模式下，处理器 SPI 接口向附加器件提供时钟信号。在外设模式下，附加器件需要为处理器提供 SPI 时钟源。

建议为 MCSPI 时钟输出信号使用串联一个  $22\Omega$  电阻器 ( 作为起点 )。建议将该电阻放置在靠近处理器时钟输出引脚的位置 ( 用于重定时 )。建议在所连接器件时钟输入引脚附近使用下拉电阻器 ( $10k\Omega$ )。

对于靠近所连接器件的芯片选择 (CS) 引脚，建议使用上拉电阻器 ( $10k\Omega$ )。

MCSPI 外设不支持引导。OSPI0 接口支持 SPI 引导。

对于 MCSPI 接口，SPIx\_D0 和 SPIx\_D1 为数据线路。数据线支持将信号编程为发送数据 ( 发送、输出 ) 或接收数据 ( 接收、输入 )。

复位期间和复位后，处理器 IO 缓冲器关闭。建议为任何可能悬空的处理器 IO ( MCSPI 接口信号 ) 使用并联拉电阻 ( 以防止所连接的器件输入在主机驱动之前悬空 )。

建议将 SPI 接口连接到 1 ( 单 ) 个存储器器件。连接到多个存储器器件时，建议遵循高速设计实践并执行仿真，以确保当单个时钟源连接到多个连接 SPI 的器件时，布局不会产生非单调时钟转换。

请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [SK-AM64B : MCSPI 集成指南](#)

[常见问题解答] [AM6412 : AM64x SPI D0 和 D1 - MISO/MOSI](#)

这是通用常见问题解答，也可用于 AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列。

### 内部集成电路 (I2C) :

请参阅以下内容节 [7.8.1](#)。

### 通用异步接收器/发送器 (UART) :

该处理器系列支持 9 (九) 个 (7 个主域、1 个 MCU 域、1 个 WKUP 域) UART 接口实例。支持的 UART 功能包括数据传输 (TXD、RXD)、调制解调器控制功能 (CTS、RTS) 和扩展调制解调器控制信号 (DCD、RI、DTR、DSR — 由主域 UART1 支持)。

有关每个 UART 实例支持的功能，请参阅器件特定数据表的信号说明一节。

有关支持的数据速率 (可编程波特率)，请参阅器件特定数据表的时序和开关特性部分。

当外部 UART 接口信号直接连接到处理器 UART 接口信号时，验证 IO 电平兼容性和失效防护运行。建议为外部 ESD 保护提供配置。

建议为早期电路板构建配置 UART 引导 (UART0)，以便进行电路板启动和调试。

复位期间和复位后，处理器 IO 缓冲器关闭。建议为任何可能悬空的处理器 IO (UART 接口信号) 使用并联拉电阻 (以防止所连接的器件输入在主机驱动之前悬空)。

### 通用输入/输出 (GPIO) :

该处理器系列支持 GPIO 模块的 GPIO0、GPIO1 和 MCU\_GPIO1 实例。处理器 GPIO 包括 LVCMSO 和 SDIO 缓冲器类型，是推挽式输出。一些特定的 IO 支持开漏输出型 IO 缓冲器接口。当配置为 I (输入) 时，LVCMSO IO 具有输入压摆要求，而 O (输出) 具有电容器负载建议。建议通过连接的负载电容器进行仿真，以确保输出符合器件特定数据表电气特性的 ROC 范围内。

复位期间和复位后，处理器 IO 缓冲器关闭。建议为任何有布线连接到处理器焊盘的处理器 IO 使用并联拉电阻 (以防止所连接的器件输入在主机驱动之前悬空)。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62A/AM62P/AM62D-Q1/AM62L/AM64x/AM243x 设计建议/定制电路板硬件设计 — 与 GPIO 相关的疑问](#)

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px/AM64x/AM243x 定制电路板硬件设计的设计建议/常见错误 — LVCMSO 输入磁滞相关的疑问](#)

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM64x/AM243x \(ALV\)/AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px 设计建议/定制电路板硬件设计 — PADCONFIG 位和 PADCONFIG 寄存器默认值汇总信息](#)

### 备注

**PADCONFIG 寄存器位配置 — ST\_EN :** 如果 PADCONFIG 寄存器被软件修改，建议保持 ST\_EN 位使能。器件特定数据表的每个电气特性表中定义的最小输入转换率参数与长期可靠性相关联。这些参数不受 ST\_EN 位的影响。通过滤除不超过磁滞的噪声脉冲，输入缓冲器中实现的施密特触发功能只会更改输入缓冲器的输出结果。当系统向其输入施加慢于器件特定数据表中定义的转换率时，施密特触发功能不会改变输入缓冲器的工作方式。

### 音频外设 - 多通道音频串行端口 (MCASP) :

该处理器系列支持 3 (三) 个 (3 个主域) 音频外设实例 - 多通道音频串行端口 (MCASP)。3 个 MCASP 支持多达 4/6/16 个串行数据引脚 (串行器) 并具有独立的 TX 和 RX 时钟。MCASP 支持时分多路复用 (TDM)、内部 IC 声音 (I2S) 和类似格式。建议为 MCASP 时钟输出使用  $22\Omega$  串联电阻器 (作为起点)。建议将该电阻放置在靠近处理器时钟输出引脚的位置 (用于重定时)。建议在附加器件时钟输入引脚附近使用下拉电阻。

复位期间和复位后，处理器 IO 缓冲器关闭。建议为任何可能悬空的处理器 IO (MCASP 接口信号) 使用并联拉电阻 (以防止所连接的器件输入在主机驱动之前悬空)。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62A/AM62P/AM62D-Q1/AM62L 设计建议/定制电路板硬件设计 — 与 MCASP 相关的疑问](#)

**工业和控制接口：**

该处理器系列支持多种工业和控制接口实例（请参阅器件特定数据表的器件比较表）。

1. 模块化控制器局域网 (MCAN)，具有完整 CAN-FD 支持
2. 增强型脉宽调制器 (EPWM)
3. 增强型正交编码器脉冲 (EQEP)
4. 增强型捕获 (ECAP)

**模块化控制器局域网 (MCAN)，具有完整 CAN-FD 支持：**

该处理器系列支持 3 (三) 个 (1 个 MAIN 域、2 个 MCU 域) 具有完整 CAN-FD 支持的模块化控制器区域网 (MCAN) 实例。

MCAN 模块支持传统 CAN 和 CAN FD (具有灵活数据速率的 CAN) 规范。

复位期间和复位后，处理器 IO 缓冲器关闭。建议为任何可能悬空的处理器 IO (MCAN 接口信号) 使用并联拉电阻 (以防止所连接的器件输入在主机驱动之前悬空)。

可以使用 *SysConfig-PinMux* 工具配置所需的接口。

有关支持的外设的更多信息，请参阅器件特定 TRM 的外设章节。

**7.8.1 内部集成电路 (I2C) 接口**

该处理器系列支持 6 (六) 个 (2 (两) 个符合 I2C 规范的失效防护开漏输出类型 IO 缓冲器和 4 (四) 个基于 LVC MOS 缓冲器类型 IO 的模拟开漏输出类型 IO) I2C 接口。支持的 I2C 接口包括 4 个主域、1 个 MCU 域 (符合 I2C 标准的开漏输出型 IO 缓冲器) 和 1 个 WKUP 域 (符合 I2C 标准的开漏输出型 IO 缓冲器) I2C 接口。

**备注**

对于具有开漏输出型 IO 缓冲器 (MCU\_I2C0 和 WKUP\_I2C0) 的 I2C 接口，无论使用何种 IO 配置，都建议添加上拉电阻。即使不使用 I2C 接口 (外设)，也建议添加外部上拉电阻。请参阅器件特定数据表的引脚连接要求一节。

当开漏输出型 IO 缓冲器 I2C 接口被拉至 3.3V 电源时，其输入需满足指定的压摆率要求。建议使用 RC (延迟) 来限制转换率，将 C 放置在靠近处理器引脚的位置。有关 RC 实现，请参阅 AM64x EVM 原理图并参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62A/AM62P/AM62D-Q1/AM62L 定制电路板硬件设计过程中的设计建议/常见错误-SK 原理图设计更新说明](#)

当配置为仿真开漏输出型 IO 缓冲器 I2C 接口 (I2C0、I2C1、I2C2、I2C3) 时，建议为 LVC MOS IO 添加外部上拉电阻。有关可用仿真开漏输出型 IO 缓冲器 I2C 实例，请参阅器件特定数据表。

SK 中的上拉电阻值可作为初始参考值。上拉电阻值取决于 I2C 接口实现方式和 I2C 总线负载情况。建议测量 I2C 波形并根据需要减小 (调整) 上拉电阻值。

**备注**

进行定制电路板设计期间，请查阅器件特定数据表中时序和开关特性 - I2C 一节的例外情况小节。请注意模拟 I2C 接口的例外情况。建议为靠近处理器的 I2C 接口信号添加串联电阻器来控制下降时间。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP 定制电路板硬件设计 - I2C 接口](#)

[常见问题解答] [AM62A7/AM62A7-Q1/AM62A3/AM62A3-Q1/AM62A1-Q1 和 AM62D-Q1 : MCU\\_I2C0 和 WKUP\\_I2C0 的内部拉电阻配置寄存器](#)

这是通用常见问题解答，也可用于 AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列。

有关更多信息，请参阅器件特定 TRM 外设一章中的内部集成电路 (*I<sub>2</sub>C*) 接口一节。

## 7.9 显示子系统 (DSS)

处理器的显示输出可使用开放式 LVDS 显示接口发送器 (OLDDITX) 和显示并行接口 (DPI - 直接通过处理器 IO 驱动) 连接到外部显示器。

### 7.9.1 AM625/AM623/AM620-Q1/AM625SIP

#### OLDIO ( 开放式 LVDS 显示接口 ) :

该处理器系列支持 4 (四) 个数据通道和 1 (单) 个时钟通道、2 (双) 链路 LVDS OLDI 显示接口。OLDIO 接口可配置为双通道 OLDI-SL 单链路或单通道 OLDI-DL 双链路显示模式。

当 OLDIO 显示接口配置为双链路显示模式时，存在“奇数/偶数”像素分配要求。A0、A1、A2、A3 对应奇数像素，A4、A5、A6、A7 对应偶数像素。

配置为双通道单链路显示模式时，OLDIO 接口仅支持 (可以被配置) 镜像 (由于内部硬件支持/配置为重复) 模式。

有关 OLDIO 接口配置为 OLDI-DL 和 OLDI-SL 时支持的分辨率，请参阅以下常见问题解答。

如需连接未使用的 OLDIO 信号，请参阅器件特定数据表的引脚连接要求一节。

有关 OLDIO 的更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP/AM62P/AM62P-Q1 定制电路板硬件设计 - OLDI \( 开放式 LVDS 显示接口 \) 功能](#)

#### DPI ( 显示并行接口 ) :

该处理器系列支持每像素 24 位、RGB/YUV422 模式、LVCMOS 输出、DPI ( 并行 ) 显示接口。

DPI 当前不支持 SSC。请发起 E2E 主题查询或查看处理器特定产品页面上的可用配套资料，以了解 DPI 对 SSC 支持的最新状态。

复位期间和复位后，处理器 IO 缓冲器关闭。建议为任何可能悬空的处理器 IO ( DPI 接口信号 ) 使用并联拉电阻 ( 以防止所连接的器件输入在主机驱动之前悬空 )。

有关 DPI 的更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP 定制电路板硬件设计 - 显示并行接口 \(DPI\) 24 位 RGB - 显示接口](#)

有关更多信息，请参阅器件特定 TRM 中外设一章的显示子系统 (DSS) 和外设部分。

### 7.9.2 AM620-Q1

不支持显示接口 ( OLDI 和 DPI )。

## 7.10 CSI-Rx ( 摄像头串行接口 )

该处理器系列支持单路摄像头串行接口 ( CSI-RX、CSI-2、CSIRX0 )，使用 D-PHY ( DPHY、DPHY\_RX ) 时支持 4 通道，并符合 MIPI CSI-2 v1.3 标准和 MIPI D-PHY 1.2 标准 (CSIRX0)。支持多达 4 通道 ( 单通道/双通道/3 通道/4 通道 ) 数据通道与 D-PHY (DPHY\_RX) 连接。有关支持的最高数据速率，请参阅器件特定数据表特性一章中的多媒体、摄像头串行接口 (CSI-Rx) ( 使用 DPHY 时支持 4 通道 ) 一节。

DPHY\_RX (CSI-RX) 支持 1 个 (单) 时钟通道，所有数据通道的时钟频率均相同。帧速率由帧起始和帧结束信令决定，并允许每通道以不同的帧速率处理输入源。

如需连接未使用 (完整或部分) 的 CSIRX0 信号，请参阅器件特定数据表的引脚连接要求一节。

有关 CSIRX0 的更多信息，请参阅以下常见问题解答：

## [常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625SIP/AM625-Q1/AM62Ax/AM62Px 定制电路板硬件设计 – CSI-2 功能

常见问题解答包含允许的数据通道和时钟通道交换相关信息。

有关更多信息，请参阅器件特定 TRM 中外设一章的摄像头子系统部分。

### 7.11 实时时钟 (RTC) 模块

该处理器系列支持 1 个实时 (RTC) 模块实例，可轻松跟踪时间和日期，并生成实时警报。

有关更多信息，请参阅器件特定 TRM 的外设一章中的实时时钟一节。

该处理器系列不支持 RTC 模块使用单独的电源以在热复位或冷复位期间保持时间（计时器）值。时间（计时器）值可在处理器生成的软件复位或外部冷/热复位期间复位。

WKUP\_LFOSCO 可用于根据时钟精度要求支持 RTC 模块功能。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

## [常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM62Ax/AM62Px/AM62D-Q1 设计建议/定制电路板硬件设计 – 与实时时钟 (RTC) 相关的疑问

### 7.12 不使用时处理器电源引脚、IO 和外设的连接

除非器件特定数据表引脚连接要求一节另有说明，否则所有处理器电源引脚都应采用（连接）器件特定数据表建议运行条件一节中指定的电源电压。

建议阅读引脚连接要求开头和结尾处的注释。

该处理器系列包含两种引脚（封装焊球）：具有特定连接要求的引脚，以及建议保持未连接状态的引脚。

有关未使用处理器外设和 IO 连接的更多信息，请参阅以下常见问题解答：

## [常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM62A/AM62D-Q1/AM62P 定制电路板硬件设计过程中的设计建议/常见错误 – 不使用时的 SOC 外设和 IO 连接

#### 7.12.1 AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1

有关连接特定未使用处理器外设（USB0、USB1、DDRSS0、CSIRX0 和 OLDIO）和 IO 的信息，请参阅器件特定数据表中端子配置和功能一章的引脚连接要求部分。

#### 7.12.2 AM625SIP

对于 AM625SIP 处理器，DDRSS0 在内部连接到 LPDDR4 SDRAM 器件。DDRSS 焊盘已分配备用外部连接。有关如何连接重新分配的 (DDRSS0) 焊盘，请参阅器件特定数据表（AM625SIP – 具有集成 LPDDR4 SDRAM 的 AM6254 Sitara 处理器）引脚属性和信号说明部分中的在 AMK 封装上重新分配的 DDRSS0 引脚表。

有关连接未使用处理器外设（USB0、USB1、CSIRX0 和 OLDIO）和 IO 的信息，请参阅器件特定数据表（AM62x Sitara 处理器）端子配置和功能一章的引脚连接要求部分。

#### 7.12.3 外部中断 (EXTINTn)

EXTINTn 是一种开漏输出类型失效防护 IO 缓冲器。当连接 PCB 布线并且外部输入未被主动驱动时，建议连接外部上拉电阻器。漏极开路输出类型 IO 缓冲器在上拉至 3.3V 时具有指定的转换率要求。建议使用 RC（延迟）来限制转换率，将 C 放置在靠近处理器引脚的位置。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

## [常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP/AM62L/AM62A7/AM62A3/AM62A1-Q1/AM62D-Q1/AM62P/AM62P-Q1 定制电路板硬件设计 – EXTINTn 引脚上拉连接

### 7.12.4 RSVD 预留引脚 (信号)

名为 RSVD 的引脚被预留。建议按照器件特定数据表中的建议，将 RSVD 引脚保持未连接状态（无测试点 (TP)）。

建议将 RSVD 引脚保持未连接状态（建议不要连接任何 PCB 布线或测试点）。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP：定制电路板硬件设计 — RSVD 引脚的连接建议

### 7.13 SK 特定电路实现 (重复使用)

如果重复使用了下面列出的某些 SK 实现：

- DPI 转 HDMI
- 音频编解码器
- FT4232 UART 转 USB 桥接器
- XDS110 调试程序
- CPSW3G RGMII 或 RMII – EPHY
- M.2 接口 – SDIO
- 电流监控器件
- USB Type-C PD 控制器和电源

建议遵循以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM64x/ AM243x (ALV)/AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px 设计建议/定制电路板硬件设计 — 在定制电路板设计上重复使用下面列出的 SK 特定实现的指南

## 8 处理器 IO (LVC MOS 或 SDIO 或开漏、失效防护型 IO 缓冲器) 的接口连接及仿真

### 备注

在定制电路板设计周期中，建议遵循 [AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列原理图设计指南和原理图审阅检查清单](#) 用户指南以及 [定制电路板设计硬件设计注意事项用户指南](#)。

在开始原理图捕获之前，定制电路板设计中的一个重要考虑因素是分析处理器和附加器件之间的兼容性（电气特性、IO 级别、失效防护运行）。

- 器件特定（处理器）数据表包括有关时序和电气特性的信息。
- 对于高速接口，建议使用 IBIS 模型运行仿真。

有关更多信息，请参阅 [KeyStone II 器件硬件设计指南](#) 中的通用端接详细信息部分。

有关驱动强度配置支持的信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62A/AM62P/AM62D-Q1/AM62L/AM64x/AM243x 设计建议/定制电路板硬件设计 — SDIO 和 LVC MOS 的 I/O 驱动强度配置](#)

IBIS 和 IBIS-AMI 模型可从处理器特定产品页面的以下部分下载：

### 8.1 IBIS 模型

- [AM625 IBIS 模型 \(ALW 封装\)](#)
- [AM623 IBIS 模型 \(ALW 封装\)](#)
- [AM620-Q1 IBIS 模型 \(AMC 封装\)](#)
- [AM625-Q1 IBIS 模型 \(AMC 封装\)](#)
- [AM625SIP IBIS 模型 \(AMK 封装\)](#)

### 备注

针对每种封装提供了单独的 IBIS 模型。

如需了解 ALW Q1 处理器封装的 IBIS 模型的提供情况，请访问 [TI.com](#)。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62A/AM62P/AM62D-Q1/AM62L/AM64x/AM243x 设计建议/定制电路板硬件设计 — 与 IBIS 模型相关的疑问模型](#)

### 8.2 IBIS-AMI 模型

- [AM625 IBIS-AMI 模型 \(ALW 封装\)](#)
- [AM623 IBIS-AMI 模型 \(ALW 封装\)](#)
- [AM620-Q1 IBIS-AMI 模型 \(AMC 封装\)](#)
- [AM625-Q1 IBIS-AMI 模型 \(AMC 封装\)](#)
- [AM625SIP IBIS-AMI 模型 \(AMK 封装\)](#)

### 备注

建议双击.exe 文件安装 IBIS-AMI 模型。安装 IBIS-AMI 模型是使用 IBIS-AMI 模型时唯一支持的选项。

如需了解 ALW Q1 处理器封装的 IBIS-AMI 模型的提供情况，请访问 [TI.com](#)。

## 9 处理器电流消耗和散热分析

定制电路板电流要求取决于所选处理器、使用的外设、实现的终端设备功能、应用环境、工作温度要求以及温度/工作电压变化。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM623：适用于散热垫的封装 ALW 接触压力规格](#)

## 9.1 功耗估算

要根据用例估算处理器电流（功耗），请使用以下工具：

- [AM625 功耗估算工具](#)
- [AM623 功耗估算工具](#)
- [AM620-Q1 功耗估算工具](#)
- [AM625-Q1 功耗估算工具](#)
- [AM625SIP 功耗估算工具](#)

## 9.2 不同电源轨的最大电流额定值

有关处理器电源组在电源端子处的最大电流额定值信息，请参阅 [AM62x 最大电流额定值](#) 应用手册。该应用手册介绍了 ALW 和 AMC 两种封装类型。建议遵循 [最大电流额定值](#) 应用手册来确定电源尺寸。

### 备注

功耗估算工具 (PET) 和 [最大电流额定值](#) 应用手册有两个不同的用途。PET 用于估算特定用例/应用的工作功耗。[最大电流额定值](#) 应用手册可用于在设计定制电源架构时确定电源规格。

## 9.3 支持的电源模式

如需了解支持的电源模式（包括部分 IO、DeepSleep），请参阅器件特定 TRM 器件配置一章中电源部分下的电源模式子部分。

有关更多信息，请参阅以下应用手册：

[借助 AM62x 处理器实现低功耗嵌入式系统](#)

[AM62x 功耗](#)

## 9.4 热设计指南

[DSP 和 Arm 应用处理器热设计指南](#) 应用手册为使用 Sitara 系列处理器的定制电路板设计提供了如何实现散热选项的指导。本应用手册提供了有关常见术语和方法的背景信息。仅针对遵循应用手册中所含热设计指南的电路板设计提供了可能需要的任何后续设计支持。

可从处理器特定产品页面的以下部分下载散热模型：

### 9.4.1 热量模型

- [AM625 热量模型 \(ALW 封装\)](#)
- [AM623 热量模型 \(ALW 封装\)](#)
- [AM620-Q1 热量模型 \(AMC 封装\)](#)
- [AM625-Q1 热量模型 \(AMC 封装\)](#)
- [AM625SIP 热量模型 \(AMK 封装\)](#)

### 备注

如需了解 ALW Q1 处理器封装的热模型的提供情况，请访问 [TI.com](#)。

### 9.4.2 电压热管理模块 (VTM)

独立的温度传感器位于处理器上指定的热点。器件特定数据表提供了 VTM 精度，器件特定 TRM 提供了有关温度传感器位置的信息。

请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px/AM62L/AM64x/AM243x (ALV, ALX) 定制电路板硬件设计 — 电压热管理器 (VTM)

## 10 原理图：采集、录入和审阅

现可开始进行定制电路板设计过程中的原理图设计、采集和录入工作。

以下常见问题解答汇总了在定制电路板原理图设计和审阅期间可参考的主要配套资料：

[常见问题解答] AM64x、AM243x ( ALV、ALX )、AM62x、AM62Ax、AM62Px、AM62D-Q1、AM62L 定制电路板硬件设计 - 原理图设计和原理图审阅期间用于参考的配套资料

有关元件选择、原理图采集和审阅的指南，请参阅以下部分：

### 10.1 定制电路板设计无源元件和值选择

选择无源元件时，建议遵循器件特定数据表（如适用）中的参数要求，包括容差和额定电压等值。建议遵循降额指南（通用标准或无源元件特定企业规范（例如：电阻功率和电容额定电压））的说明。

#### 备注

SK 中提供的元件值、封装尺寸和额定电压可作为定制电路板设计人员设计时的有效切入点。

在定制电路板设计过程中，建议定制电路板设计人员验证 TI 推荐的值、容差、封装尺寸和额定电压是否适合实施特定的定制电路板设计（终端设备），并进行必要的更新。

### 10.2 自定义电路板设计电子计算机辅助设计 (ECAD) 工具注意事项

Orcad 是用于 SK 原理图的电子计算机辅助设计 (ECAD) 工具。

Allegro 是用于 SK 布局的 ECAD 工具。

有关用于 SK 设计的 ECAD 工具的信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM62L/AM625-Q1/AM62A7/AM62A3/AM62A1/AM62P-Q1/AM62D-Q1 定制电路板硬件设计 - 处理器评估模块或入门套件信息（包括电路板设计 CAD 工具版本）

提供 .alg 文件用于将 Allegro 设计文件转换为 Altium 格式。如需转换后的 Altium 设计文件，建议检查相关 SK 或处理器产品页面以了解是否有可用文件或发起 E2E 提问。

### 10.3 定制电路板设计原理图捕获

完成原理图设计后，定制电路板设计的下一个阶段是原理图捕获。在原理图采集阶段，可以全新设计定制电路板原理图，也可以再次以 SK 原理图设计为基准进行更新。

如需了解更多信息，请参阅 ALW 封装的 [入门套件 SK-AM62B-P1](#) 原理图、AMC 封装的 [入门套件 SK-AM62-LP](#) 原理图，以及 AMK 封装的 [入门套件 SK-AM62-SIP](#) 原理图。

#### 备注

在定制电路板设计周期中，建议遵循 [AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列原理图设计指南和原理图审阅检查清单](#) 用户指南以及 [定制电路板设计硬件设计注意事项用户指南](#)。

此外，还可参阅以下常见问题解答，其中包含 AM62x 处理器系列的原理图审阅检查清单：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM62Ax/AM62Px/AM62D-Q1/AM62L/AM64x/AM243x (ALV)/AM335x 设计建议/定制电路板硬件设计 - 原理图审阅检查清单

以下常见问题解答汇总了重复使用 SK 原理图设计文件进行定制电路板设计时的注意事项：

[常见问题解答] AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP 定制电路板硬件设计 - 重复使用 TI SK (EVM) 设计文件。

### 备注

若重复使用 SK 设计（原理图），请确保所需功能实现（涉及多页电路）的完整性、检查因设计更改或优化而导致的网络名称变更并进行相应更新。在实现之前，请查看并遵循靠近电路的原理图页面上添加的注释（设计、审阅和 CAD）。

当重复使用 SK 设计（原理图）时，可以复位所有元件的 DNI 设置。请确保重新配置 DNI（安装 DNI 可能会影响功能）。请审阅靠近电路实现的原理图页面上添加的 DNI 注释。

## 10.4 定制电路板设计原理图审阅

完成原理图采集后，建议根据 [AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列原理图设计指南和原理图审阅检查清单](#) 进行自我审查。

以下常见问题解答列出了对定制电路板原理图设计进行自检时可以遵循的配套资料和步骤：

[常见问题解答] [AM625 / AM623 / AM620-Q1 / AM625-Q1 / AM625SIP 设计建议/定制电路板硬件设计 – 定制电路板原理图自检](#)

此外，还可参阅以下常见问题解答，其中包含 AM62x 处理器系列的原理图审阅检查清单：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62Ax/AM62Px/AM62D-Q1/AM62L/AM64x/AM243x \(ALV\)/AM335x 设计建议/定制电路板硬件设计 – 原理图审阅检查清单](#)

请参阅以下常见问题解答，了解与原理图更新过程中观察到的一些常见错误相关的信息：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62Ax/AM62Px/AM62D-Q1/AM62L 定制电路板硬件设计过程中的设计建议/常见错误-SK 原理图设计更新说明](#)

有关连接已使用/未使用处理器引脚和外设的信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM62x、AM62Ax、AM62D-Q1、AM62L、AM62Px、AM64x、AM243x 定制电路板硬件设计 – 如何处理已使用/未使用的引脚/外设以及添加上拉或下拉电阻？（例如 GPIO、SERDES、USB、CSI、MMC \(eMMC、SD 卡\)、CSI、OLDI、DSI、CAP\\_VDDRx……）](#)

建议在内部计划一次正式的原理图审阅，以参考原理图设计指南和原理图检查清单来审阅定制电路板原理图。建议审阅定制电路板设计实现情况，了解可能的设计错误、元件值变化、连接错误、网络连接缺失以及其他（未遵循的）设计建议。

如果需要向 TI 提交原理图审查申请，建议遵循以下常见问题解答：

[常见问题解答] [Sitara MPU 硬件应用支持 – 原理图审查申请](#)

这是通用常见问题解答，也可用于 AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP 处理器系列。

在审阅过程中，建议确认定制电路板原理图设计是否遵循了器件特定数据表的引脚连接要求一节中的建议。

## 11 布局规划、布局、布线指南、电路板层和仿真

规划、完成原理图捕获和审阅（自行、团队和外部审阅（由附加器件元件供应商审阅））并进行必要的更新后，建议为定制电路板设计执行元件布局分析（布局布线），以确定理想的元件布局方案、处理器与各种 IC（附加器件）之间的互连距离、电路板尺寸和外形。

定制电路板设计的下一阶段是电路板布局布线（放置元件、确定最终外形尺寸和电路板布局布线）。

有关电路板布局布线的相关建议，请参阅以下部分。

### 11.1 PCB 设计迂回布线

以下应用手册介绍了定制电路板布局布线期间可参考的处理器推荐 PCB 迂回布线。

- [AM62 PCB 设计迂回布线](#)
- [AM62x \(AMC\) PCB 设计迂回布线](#)
- [AM62x SiP PCB 设计迂回布线](#)

请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [PROCESSOR-SDK-AM62X](#)：针对 EMMC、RMII、OLDI 接口的布局布线指南：最大布线长度、长度匹配容差、阻抗要求、布线间距要求

### 11.2 DDR 设计和布局指南

#### 11.2.1 AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1

请参阅 [AM62x、AM62Lx DDR 电路板设计和布局布线指南](#)。参考指南可简化 DDR4 或 LPDDR4 电路板布局布线。布局布线指南和要求已归纳为一套布局（放置与布线）建议，可帮助定制电路板设计人员实现理想的定制电路板设计，以确保运行处理器所支持的存储器连接拓扑所需的功能。任何可能需要的后续设计支持仅针对遵循 [AM62x、AM62Lx DDR 电路板设计和布局布线指南](#) 的电路板设计提供。

有关 DDRSS（DDR4 或 LPDDR4）信号布线的建议布线阻抗，请参阅 [AM62x、AM62Lx DDR 电路板设计和布局布线指南](#)。

请参阅 [AM62x、AM62Lx DDR 电路板设计和布局布线指南](#)，了解支持的 DDR4 数据速率、器件位宽、器件数、通道宽度、通道数、芯片、列数等信息。

对于传播延迟，DDR4 或 LPDDR4 需要考虑的延迟是与电路板上布线相关的延迟。根据需要，可参考 [可增补 AM62x、AM62Lx DDR 电路板设计和布局布线指南 的封装延迟部分](#)。

[AM62x、AM62Lx DDR 电路板设计和布局布线指南](#) 包含位交换操作指南。

建议在定制电路板原理图设计和电路板布局阶段执行信号完整性 (SI) 仿真。

---

#### 备注

不支持 DDR2 和 DDR3 接口。

---

#### 11.2.2 AM625SIP

按照器件特定数据表（[AM625SIP - 具有集成 LPDDR4 SDRAM 的 AM6254 Sitara 处理器](#)）中的建议进行操作，以连接建议的电源和接地以及 DDR\_ZQ（LPDDR4 SDRAM 校准基准电阻）。

按照器件特定数据表（[AM62x Sitara 处理器](#)）中的建议连接建议的 DDR0\_CAL0（IO 焊盘校准电阻器）。

按照 [AM62x、AM62Lx DDR 电路板设计和布局指南](#) 和 SK 原理图连接 LPDDR4 复位电阻（DDR0\_RESET0\_n）。

---

#### 备注

不支持外部存储器 (DDR) 接口。

---

## 11.3 高速差分信号布线指南

[高速接口布局布线指南](#)应用手册提供了如何为高速差分信号布线的指南。这些指南包括 PCB 层堆叠、PCB 材料选择指导以及布线偏移、长度和间距限制。针对遵循高速接口布局布线指南的定制电路板设计提供可能所需的任何后续设计支持。

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM64x/AM243x \(ALV\)](#) / [AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px](#) 电路板布局 — 通用高速布局指南文档链接

### 备注

在定制电路板设计过程中，考虑使用[入门套件 SK-AM62B-P1](#) 和 [入门套件 SK-AM62-LP](#) SK 布局作为参考（根据 ALW 和 AMC 封装要求）。

## 11.4 处理器特定 SK 板布局

进行定制电路板布局时可将处理器特定 SK 板布局用作参考，也可以重复使用 SK 板布局并且可进行必要修改。已针对 SK 板上的所有高速接口执行所需仿真。对于外设，建议遵循通用电路板布局布线指南。

以下常见问题解答提供了一些可用的 TI 高速指南的链接，可在布局布线阶段作为参考：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM64x/AM243x \(ALV\)](#) / [AM62Ax/AM62D-Q1/AM62Px](#) 电路板布局 — 通用高速布局指南文档链接

## 11.5 定制电路板层数和多层堆叠

### 11.5.1 AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1

确定层数时需考虑的一个重要因素是实现高速 DDR4 或 LPDDR4 存储器接口所需的层数。遵循推荐的布局指南通常需要使用入门套件（TI 推荐）中采用的层数或 [AM62 PCB 设计迂回布线](#) / [AM62x \(AMC\) PCB 设计迂回布线](#) 应用手册中建议的层数。可以考虑根据定制电路板设计功能优化层数。

有关实现 DDR4 或 LPDDR4 存储器接口的进一步指导和建议，请参阅 [AM62x、AM62Lx DDR 电路板设计和布局布线指南](#)。

[AM62 PCB 设计迂回布线](#) 应用手册可用作定制电路板布局布线期间的参考指南。使用 TI 过孔通道阵列 (VCA) 技术（针对 ALW 封装）可支持进一步的层优化。

### 11.5.2 AM625SiP

集成 LPDDR4 可优化仿真、设计和布局工作。集成 LPDDR4 可灵活地优化层数。

[AM62x SiP PCB 设计迂回布线](#) 应用手册可在定制电路板布局时用作指南，其中讨论了定制电路板设计的 4 层迂回。使用 TI 过孔通道阵列 (VCA) 技术（针对 AMK 封装）可支持进一步的层优化。

### 11.5.3 仿真建议

对于与 SK 布局相关的任何布局更改或优化，建议进行仿真。

## 11.6 DDR-MARGIN-FW

利用 DDR 裕度固件和支持脚本，可在板上可视化呈现和测量 DDR 接口的系统裕度。这些工具支持对关键数据信号进行无探头测量，以便了解定制电路板设计是否遵循接口的建议设计指南。

[DDR-MARGIN-FW – 用于测量系统 DDR 裕度的固件和脚本](#)

有关更多信息，请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [PROCESSOR-SDK-AM62X](#)：有关 [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SiP DDR 裕度测试工具的问题](#)

## 11.7 运行电路板仿真时应遵循的步骤参考

如需简要了解 LPDDR4 存储器接口的电路板提取、仿真和分析方法，请参阅 [AM62x、AM62Lx DDR 电路板设计和布局布线指南](#) 的 LPDDR4 电路板设计仿真一章。

请参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1/AM625SIP/AM62A7/AM62A3/AM62A1-Q1/AM62D-Q1/AM62L/AM62P/AM62P-Q1/AM64x/AM243x 定制电路板硬件设计 - IO 缓冲器的 S 参数和 IBIS 模型](#)

[常见问题解答] [将 DDR IBIS 模型用于 AM64x、AM243x \(ALV\)、AM62x、AM62L、AM62Ax、AM62D-Q1、AM62Px](#)

## 11.8 适用于处理器的软件开发培训 (Academy)

Academy (适用于 TI AM62x 和 AM64x 的在线易用型培训模块) 是供开发人员了解 Sitara 处理器平台的优质资源。

[AM62x Academy](#)

查找旨在简化和加速定制 AM62x 开发的 AM62x Academy。

## 12 定制电路板组装和测试

定制电路板设计的下一个阶段是电路板组装和启动、功能测试、软件集成测试和性能测试。

建议在向定制电路板供电前确认设计中标记为 DNP 或 DNI 的元件未装配。

建议在处理器 IO 电源斜升前不要将任何外部输入连接到处理器 IO (大多数处理器 IO 都不具备失效防护功能；有关可用的失效防护 IO，请参阅器件特定数据表)。

建议在外部输入直接连接到处理器输入时验证 IO 电平兼容性。建议在电路板或接口板上预留外接 ESD 保护电路的安装位 (根据需要)。

建议确保在处理器 IO 电源斜升之前，所有处理器 IO 上拉电阻器都没有以可用电源为基准的电源轨。

### 12.1 定制电路板启动提示和调试指南

请在电路板启动期间参阅以下常见问题解答：

[常见问题解答] [AM625/AM623/AM620-Q1/AM62L/AM62A/AM62D-Q1/AM62P/AM64x/AM243x 定制电路板硬件设计电路优化过程中的设计建议/常见错误](#)

[常见问题解答] [Sitara 器件 \(AM64x、AM243x、AM62x、AM62L、AM62Ax、AM62D-Q1、AM62Px\) 的电路板启动提示](#)

## 13 处理器 (器件) 处理和组装

湿敏等级 (MSL) 额定值/回流焊峰值额定值取决于封装尺寸 (厚度和体积)。

建议查看器件厚度信息、焊球间距、引脚镀层/焊球材料以及要遵循的建议 MSL 等级/回流焊峰值温度。

有关更多信息，请参阅以下链接：

[AM625 订购和质量](#)

[AM623 订购和质量](#)

[AM620-Q1 订购和质量](#)

[AM625-Q1 订购和质量](#)

[AM625SIP 订购和质量](#)

### 13.1 处理器 (器件) 焊接建议

请注意 TI.com 上针对所选处理器的 MSL 等级/回流焊峰值建议。

### 13.1.1 其他参考内容

有关湿敏等级的信息，请参阅以下内容：

[MSL 等级和回流曲线](#)

[湿敏等级搜索](#)。

## 14 参考文献

### 14.1 AM625SIP

- 德州仪器 (TI) : [AM625SIP - 具有集成 LPDDR4 SDRAM 的 AM6254 Sitara 处理器](#)
- 德州仪器 (TI) : [入门套件 SK-AM62-SIP](#)
- 德州仪器 (TI) : [AM62x SiP PCB 设计迂回布线](#)
- 德州仪器 (TI) : [AM625SIP 处理器如何通过集成 LPDDR4 加快开发](#)
- 德州仪器 (TI) : [使用 TPS65219 PMIC 为 AM625SIP 供电](#)
- 德州仪器 (TI) : [SK-AM62-SIP 设计包文件夹和文件列表](#)

### 14.2 AM625/AM623

- 德州仪器 (TI) : [入门套件 SK-AM62B-P1](#)
- 德州仪器 (TI) : [AM62 PCB 设计迂回布线](#)
- 德州仪器 (TI) : [SK-AM62B-P1 设计包内容概述 \(修订版 A\)](#)
- 德州仪器 (TI) : [SK-AM62B 设计包文件夹和文件列表](#)

### 14.3 AM620-Q1/AM625-Q1

- 德州仪器 (TI) : [入门套件 SK-AM62-LP](#)
- 德州仪器 (TI) : [AM62x \(AMC\) PCB 设计迂回布线](#)
- 德州仪器 (TI) : [SK-AM62-LP 设计包内容概述](#)

### 14.4 AM625/AM623/AM620-Q1/AM625-Q1

- 德州仪器 (TI) : [AM62x、AM62Lx DDR 电路板设计和布局布线指南](#)

### 14.5 所有 AM62x 系列处理器通用

- 德州仪器 (TI) : [AM62x Sitara 处理器数据表](#)
- 德州仪器 (TI) : [AM62x 器件勘误表](#)
- 德州仪器 (TI) : [AM62x Sitara 处理器技术参考手册](#)
- 德州仪器 (TI) : [《AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1 以及 AM625SIP 处理器系列原理图设计指南与原理图审阅检查清单》](#)
- 德州仪器 (TI) : [AM625、AM623、AM620-Q1、AM625-Q1、AM625SIP、AM62A3、AM62A7、AM62A7-Q1、AM62A1-Q1、AM62D-Q1、AM62P-Q1 原理图、设计指南及审阅检查清单](#)
- 德州仪器 (TI) : [Sitara AM62x 基准测试](#)
- 德州仪器 (TI) : [AM62x 功耗](#)
- 德州仪器 (TI) : [AM62x 最大电流额定值](#)
- 德州仪器 (TI) : [AM62x 功耗估算工具](#)
- 德州仪器 (TI) : [使用 TPS65219 PMIC 为 AM62x 供电](#)
- 德州仪器 (TI) : [AM62x 的分立式电源解决方案](#)
- 德州仪器 (TI) : [借助 AM62x 处理器实现低功耗嵌入式系统](#)
- 德州仪器 (TI) : [Sitara 处理器配电网络：实施与分析](#)
- 德州仪器 (TI) : [DSP 和 Arm 应用处理器热设计指南](#)
- 德州仪器 (TI) : [PRU-ICSS 特性比较](#)
- 德州仪器 (TI) : [高速接口布局布线指南](#)
- 德州仪器 (TI) : [高速布局布线指南](#)
- 德州仪器 (TI) : [Jacinto7 AM6x、TDA4x 和 DRA8x 高速接口设计指南](#)
- 德州仪器 (TI) : [通用硬件设计/BGA PCB 设计/BGA 去耦](#)

- 德州仪器 (TI) : [仿真和跟踪头技术参考手册](#)
- 德州仪器 (TI) : [XDS 目标连接指南](#)
- 德州仪器 (TI) : [MSL 等级和回流曲线](#)
- 德州仪器 (TI) : [湿敏等级搜索](#)
- 德州仪器 (TI) : [TIDA-01413 - ADAS 8 通道传感器融合集线器参考设计](#)
- 德州仪器 (TI) : [Jacinto 7 DDRSS 寄存器配置工具](#)
- 德州仪器 (TI) : [KeyStone II 器件硬件设计指南](#)
- 德州仪器 (TI) : [KeyStone 器件时钟设计指南](#)
- 德州仪器 (TI) : [使用 IBIS 模型进行时序分析](#)
- 德州仪器 (TI) : [显示接口 : Sitara MPU 可视化设计综合指南](#)

## 15 术语

<b>BSDL</b>	边界扫描描述语言
<b>CAN-FD</b>	控制器局域网灵活数据速率
<b>CPPI</b>	通信端口编程接口
<b>CPSW3G</b>	通用平台 3 端口千兆位以太网交换机
<b>CSIRX</b>	摄像头流媒体接口接收器
<b>DPI</b>	显示并行接口
<b>DRD</b>	双角色设备
<b>E2E</b>	工程师对工程师
<b>ECAD</b>	电子计算机辅助设计
<b>ECAP</b>	增强型捕捉
<b>ECC</b>	错误校正码
<b>eMMC</b>	嵌入式多媒体卡
<b>EMU</b>	仿真控制
<b>EPWM</b>	增强型脉宽调制器
<b>EQEP</b>	增强型正交编码器脉冲
<b>GEMAC</b>	千兆位以太网介质访问控制器
<b>GPIO</b>	通用输入/输出
<b>GPMC</b>	通用存储器控制器
<b>HS-RTDX</b>	高速实时数据交换
<b>I2C</b>	内部集成电路
<b>IBIS</b>	输入/输出缓冲器信息规范
<b>IEP</b>	工业以太网外设
<b>JTAG</b>	联合测试行动组
<b>LDO</b>	低压降
<b>LVC MOS</b>	低压互补金属氧化物半导体
<b>LVDS</b>	低电压差分信号
<b>MCAN</b>	模块化控制器局域网
<b>MCASP</b>	多通道音频串行端口
<b>MCU</b>	微控制器单元
<b>MMC</b>	多媒体卡
<b>MSL</b>	湿敏等级
<b>NVM</b>	非易失性存储器

<b>OLDI</b>	开放式 LVDS 显示接口
<b>OSPI</b>	八线串行外设接口
<b>OTP</b>	一次性可编程
<b>PCB</b>	印刷电路板
<b>PDN</b>	配电网络
<b>PMIC</b>	电源管理集成电路
<b>POR</b>	上电复位
<b>PRUSS</b>	可编程实时单元子系统
<b>QSPI</b>	四线串行外设接口
<b>RGMII</b>	简化千兆位媒体独立接口
<b>RMII</b>	简化媒体独立接口
<b>SD</b>	安全数字
<b>SDIO</b>	安全数字输入输出
<b>SDK</b>	软件开发套件
<b>SPI</b>	串行外设接口
<b>TCK</b>	测试时钟输入
<b>TDI</b>	测试数据输入
<b>TDO</b>	测试数据输出
<b>TMS</b>	测试模式选择输入
<b>TRM</b>	技术参考手册
<b>TRSTn</b>	测试复位
<b>UART</b>	通用异步收发器
<b>USB</b>	通用串行总线
<b>VCA</b>	过孔通道阵列
<b>WKUP</b>	唤醒
<b>XDS</b>	扩展开发系统

## 16 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 D (June 2025) to Revision E (October 2025)</b>	<b>Page</b>
• (简介) : 添加了 ALW Q1 信息.....	3
• 添加了“处理器特定 SDK”一节.....	3
• (选择所需的处理器 OPN (可订购器件型号)) : 添加了读取 DEVICE_ID 和唯一 SOC (CPU) 常见问题解答以及 ALW Q1 相关信息.....	4
• 添加了“处理器对安全引导和功能安全的支持”一节.....	4
• 添加了“原理图设计指南和原理图审阅检查清单—特定处理器系列用户指南”一节.....	6
• (电源) : 添加的注释.....	10
• (集成式电源架构) : 添加了更多信息.....	10
• (分立式电源架构) : 添加了更多信息.....	11
• 添加了“部分 IO 支持 CAN/GPIO/UART 唤醒”.....	12
• (定制电路板电流要求估算和电源规格确定) : 添加了有关 PET 的信息.....	16
• (处理器时钟 (输入和输出)) : 添加的注释.....	17
• (处理器时钟 (外部晶体或外部振荡器)) : 添加了如何在时钟丢失检测后切换回外部时钟的常见问题解答.....	17
• (JTAG (联合测试行动组)) : 添加的注释.....	19

• (配置(处理器)和初始化(处理器和器件)) : 添加的注释.....	21
• (看门狗计时器) : 添加了更多信息.....	22
• (处理器—外设连接) : 添加的注释.....	23
• 添加了“支持的处理器内核和MCU内核”一节.....	23
• (媒体和数据存储接口(MMC0、MMC1、MMC2、OSPI0/QSPI0和GPMC0)) : 添加了更多信息.....	25
• (通用连接外设) : 添加了更多信息.....	28
• 添加了“实时时钟(RTC)模块”一节.....	32
• 添加了“SK特定电路实现(重复使用)”一节.....	33
• (处理器IO(LVCMOS或SDIO或开漏、失效防护型IO缓冲器)的接口连接及仿真) : 添加的注释.....	34
• (不同电源轨的最大电流额定值) : 添加的注释.....	35
• (热模型) : 更新了“注释”.....	35
• (定制电路板设计原理图捕获) : 添加的注释.....	37
• (定制电路板设计原理图审阅) : 添加了Sitara MPU硬件应用支持—原理图审查申请常见问题解答.....	38
• (处理器特定SK板布局) : 增加了FAQ.....	40
• 添加了“适用于处理器的软件开发培训(Academy)”一节.....	41

## 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出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 © 2025 , 德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期 : 2025 年 10 月