

Product Overview

TI 航天级温度传感器产品选型指南



Meredith McKean

TI 航天级器件具有不同级别的辐射耐受性，支持近地轨道、中地球轨道和对地静止轨道任务。不同的任务可能有不同的辐射要求，具体取决于与地球的距离和任务持续时间。本产品概述介绍了德州仪器 (TI) 可以提供的航天温度设计、对可用选项重要性的见解以及有关在选择客户需要集成到其系统中的航天器件时如何作出正确决策的指导。[TI.com](http://ti.com) 提供符合增强型航天塑料 (SEP)、耐辐射 (SP) QMLP 和耐辐射 QMLV 标准的温度传感器。TI 的多样化产品系列提供了不同的尺寸选择、塑料与陶瓷材料选择，以及不同的耐辐射选项供客户选择。客户在选择航天器件之前需要考虑系统在太空中的位置、了解系统需要满足的辐射要求、愿意支出的成本、愿意使用的尺寸和表面积以及相关的风险。

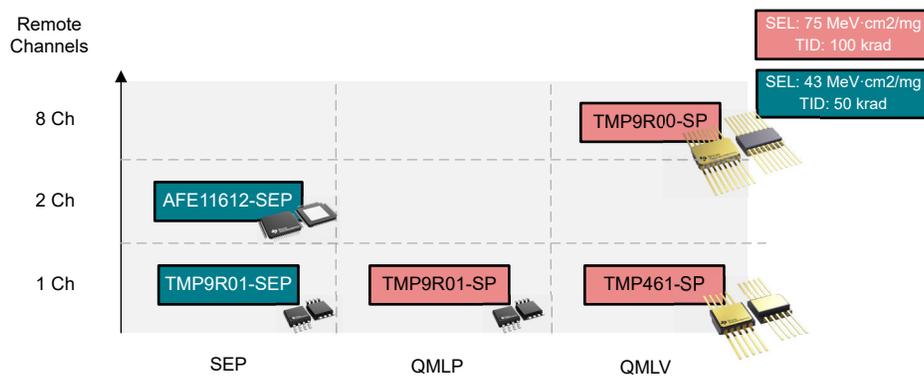


图 1. 航天温度产品系列

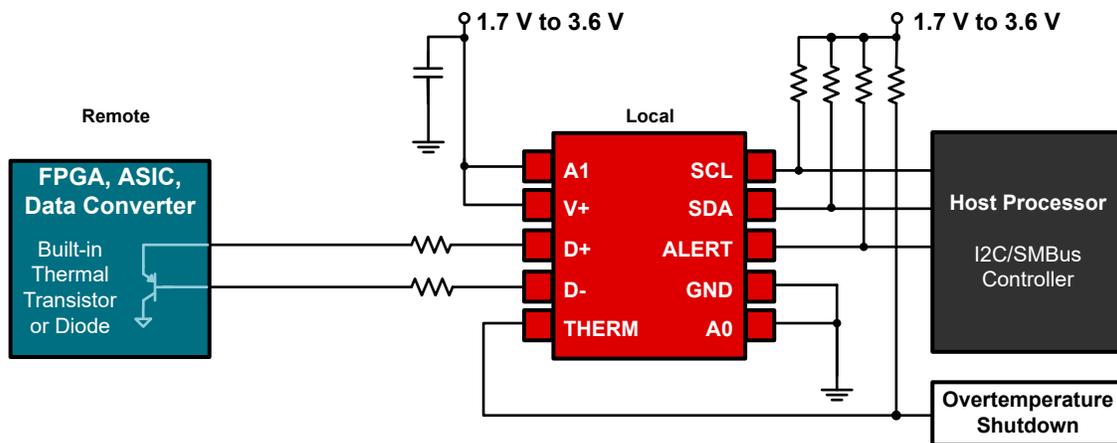


图 2. TMP9R01-SEP-SP 应用

航天温度传感器比较

为了帮助您作出明智的决策，下表提供了 TI 所使用的温度设计的详细比较。尺寸会影响您可以在设计中选择的选项。以下照片对我们的 SP 器件和 SEP 器件的尺寸进行了比较。我们所有航天器件的工作温度范围均为 -55°C 至 125°C 。

表 1. SP 和 SEP 器件规格比较

器件	军用规格	合格等级	TID 特性 (krad)	TID RLAT (krad)	SEL (MeV·cm ² /mg)	通道数量	本地最大精度	远程最大精度	电源电压	关断 I _q (典型值)	封装	尺寸 (mm)	接口	支持的位温度范围
TMP9R00-SP	5962-20214	QMLV-RHA	100	100	75	1 个本地 8 个远程	1.5C	2C	1.7 至 2V	300 μA	CFP (16)	10.16mm X 7.10mm X 2.13mm	I2C、SMBus、2 线	-256 到 255.9375 C
TMP461-SP	5962-17218	QMLV-RHA	100	100	76	1 个本地 1 个远程	2C	1.5C	1.7 至 3.6V	350 μA	CFP (10)	7.02mm X 6.86mm X 2.62mm	I2C、SMBus、2 线	-64 到 191C
TMP9R01-SEP	V62/24615	耐辐射	50	30	43	1 个本地 1 个远程	2C	1.5C	1.7 至 3.6V	350 μA	VSSOP (10)	3mm X 3mm X 0.4mm	I2C、SMBus、2 线	-64 到 191C
TMP9R01-SP	5962-17218	QMLP-RHA	100	100	75	1 个本地 1 个远程	2C	1.5C	1.7 至 3.6V	350 μA	VSSOP (10)	3mm X 3mm X 0.4mm	I2C、SMBus、2 线	-64 到 191C
AFE11612-SEP	V62/22614	耐辐射	50	20	43	1 个本地 2 个远程	4.5C	6C	2.7 至 5.5V	1.6mA	HTQFP (64)	10mm X 10mm X 1.2mm	I2C、SPI	-256 到 255.875C

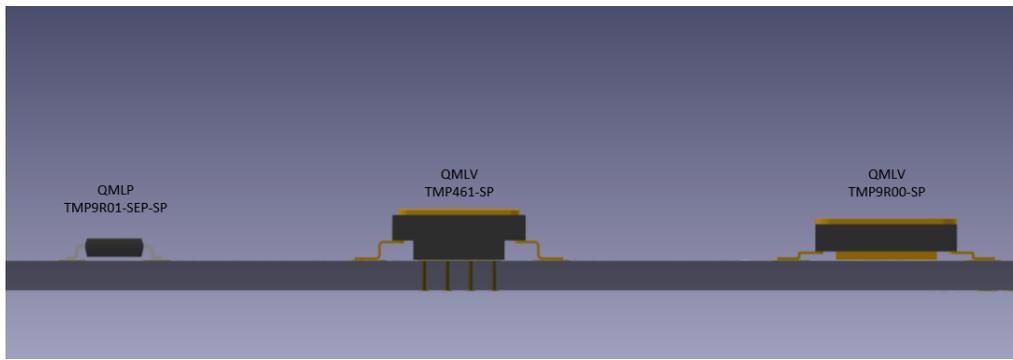


图 3. 高度比较



图 4. 尺寸比较

可订购器件型号 (OPN) 选择

SMD 与军用器件型号及相关的制造商器件型号之间常常会产生混淆。了解命名约定可以提高整体效率，并降低收到错误物品的风险。我们航天客户的其中一项关键要求是满足军用标准 DLA 要求 MIL-PRF-38535 和 MIL-STD-883。我们的航天 IC OPN 遵循并符合这些军用标准。国防物流局 (DLA) 是美国国防部 (DoD) 下属的一个机构，负责监督所有主要用于军事应用的电子产品。为 TI 符合 QML 标准的所有航天产品提供了标准微电路图 (SMD) 和军用器件型号。下表提供了航天 OPN 命名约定的一些基本信息。有关命名约定的更多信息，请参阅 [DLA 标准微电路图 \(SMD\) 和 JAN 器件型号入门应用手册](#)。

表 2. OPN 说明

术语	说明	示例
工程模型 (EM)	在同一 GPN 下，可以订购以 /EM 或 MPR 结尾的产品。仅在 25°C 下进行了测试，并且没有经过完整的航天处理（如烧机测试）。 TI 工程评估单元与 MIL-PRF-38535 QML V 类处理 (修订版 A)	TMP461HKU/EM TMP9R00HKT/EM
飞行器件 - QMLV	航天级认证。DLA 规范 (MIL-PRF-38535)/流程，所有航天器件都必须使用。特定于密封器件（陶瓷封装），并包括额外的测试，例如晶圆批次验收（包括寿命测试和晶圆批次的 SEM）、严格的封装前目视检查、X 射线和 PIND。关键环节中的流程	5962-1721801VXC
飞行器件 - QMLV-RHA	耐辐射保障。器件的抗辐射能力 (TID) 是通过对每个晶圆或晶圆批次进行测试来设计的。完全符合航天要求、可按原价下单购买的产品。从 5962Yxxxxx 开始。“Y”表示耐辐射水平。 R = 100krad ; L = 50krad ; F = 300krad	5962R1721801VXC 5962R2021401VXC

系统的位置

系统距离地球表面越远，暴露于辐射的可能性越大。有三个明确划定的区域，包括近地轨道 (LEO)、中地球轨道 (MEO) 和对地静止轨道 (GEO)。其中 LEO 的高度为 100km 至 2000km，MEO 的高度为 5000km 至 10000km，GEO 的高度为 35800km。有关太空辐射环境的更多信息，请参阅 [电子产品辐射手册](#)（第 4 页）。如果系统处于 LEO 轨道，则通常会偏好使用 SEP 产品。如果系统位于 GEO/MEO 轨道，则通常会偏好使用 SP 产品。

辐射要求和风险

TI 温度传感器航天产品分为两个等级：用于 LEO 应用的航天 EP (SEP) 和用于 GEO/MEO 应用的航天级 (SP)。TI 的 [航天产品](#) 页面中列出了所有 TI 传感器航天产品分类和要求。选择航天产品时的关键差异在于封装、键合线、辐射水平和释气测试。为航天鉴定执行的两项主要测试是单粒子效应 (SEE) 和电离辐射总剂量效应 (TID)。SEE 测试辐射冲击的单个粒子对器件的影响。TID 测试长时间暴露在辐射下对器件的影响。GEO/MEO 航天任务要求 SEE 水平大于 60MeV。LEO 任务通常只需要小于 43MeV。TID 是执行任务期间随着时间推移累积的带电粒子的辐射总量。大多数 LEO 任务最多需要耐受 30krad，而深太空任务可能需要耐受高达 300krad。对于 RHA 器件，对每个组装批次的器件样本进行 TID 测试。SEE 和 TID 结果结合起来提供的信息可用于预测器件在太空中的表现。TI 遵循 MIL-STD-883 测试方法 1019 进行辐射测试。请参阅 TI 的 [器件等级](#) 页面。

表 3. SEP 和 SP

产品	说明
耐辐射 (-SEP)	具有成本效益的塑料小尺寸设计，具有以下特性： <ul style="list-style-type: none"> 辐射 SEE 和 TID 报告 同一晶圆制造场所 同一封装测试厂 金键合线，NiPdAu 铅涂层 晶圆批次可追溯性 延长的产品生命周期 延长了产品变更通知周期 供应商项目图 (VID) 示例：V62/21610 军用级温度范围 (-55°C 至 125°C) 由于采用塑料封装，所以会发生释气。提供了释气数据。符合 NASA ASTM E595 释气规格要求

表 3. SEP 和 SP (续)

产品	说明
耐辐射保障 (-SP)	这是 SEP 产品的一项技术进步，可以确保具有更强的辐射性能。遵循 MIL-PRF-38535 QMLP ：密封在塑料包装中。会发生释气。提供了释气数据。 QMLV ：陶瓷封装是密封的，没有释气。较大的热质量和表面积空间。

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

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、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。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。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司