参考文献

Application Brief

适用于车载信息娱乐系统的 BAW 时钟设计

Juan Rodriguez

BAW 谐振器技术

体声波 (BAW) 谐振器技术是一种微谐振器技术，能够将高精度和超低抖动时钟直接集成到包含其他电路的封装中。在 CDC6C-Q1（BAW 震荡器）、LMK3H0102-Q1（差分时钟发生器）和 LMK3C0105-Q1（LVCMOS 时钟发生器）中，BAW 集成了一个并置的精密温度传感器、一个超低抖动低功耗输出分频器，以及一个由多个低噪声 LDO 组成的小型电源复位时钟管理系统。这些集成式 BAW 时钟发生器无需外部晶体，同时通过单个器件满足 PCIe 和基准时钟的需求。

图 1 展示了 BAW 谐振器技术的结构。该结构包括一层夹在金属膜和其他层之间的压电式薄膜，用于限制机械能。BAW 利用这种压电式传导技术产生振动。

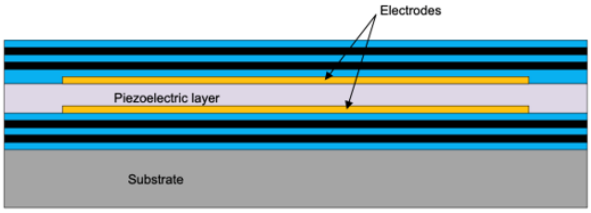

图 1. 体声波谐振器的基本结构

车载信息娱乐系统中的 BAW

消费者的驾驶体验对车载信息娱乐系统提出了要求，因为个人电子设备与先进驾驶辅助系统 (ADAS) 的集成，其功能反馈需要多个配备时钟源的元件。汽车行业正在进入一个新时代，在这个新时代，车载信息娱乐 (IVI) 与 ADAS 无缝连接，总 PCB 尺寸和元件成本极为重要。当前一代和下一代 IVI 架构遵循相同的时钟拓扑，需要数据传输和处理。

TI 是率先提供基于 BAW 的时钟器件的制造商之一，这些器件配有振荡器和时钟发生器，支持软件定义车辆中任何基于处理的架构。设计人员可通过减少复杂 IVI 平台中的时钟数量来简化系统。图 2 显示了如何使用这些器件为不同的单个元件生成频率。

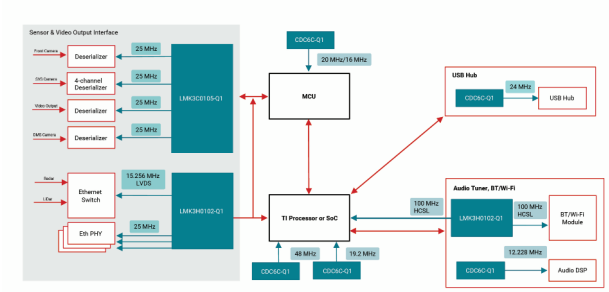

图 2. IVI 时钟方框图

LMK3H0102-Q1 和 LMK3C0105-Q1 符合 TI 功能安全要求，根据 ISO 26262 标准，时基故障 (FIT) 率为 9。在布线长度最长可达 300mm 的条件下，这些器件在所有频段中都通过了国际无线电干扰特别委员会 (CISPR) 25 标准的 5 类合规性测试，并可通过扩频时钟 (SSC) 保持稳定的时钟频率和更低的电磁辐射。CDC6C-Q1 的压摆率控制功能可以控制设计中的电磁辐射，同时受益于比石英钟更高的可靠性，在 ISO26262 标准下，FIT 率低至 3。BAW 时钟可用于支持各种接收器，与石英钟技术相比，故障风险更低，只需极少的元件和更低的 BOM 成本即可优化 IVI 平台。

English Document: SNAA442
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

BAW 架构优势

TI 的 BAW 振荡器和时钟发生器具有许多优势，其中包括：

- **频率灵活性**：许多石英振荡器 (XO) 通过机械参数控制，一旦截止，就无法修改这些参数。BAW 振荡器能够通过一次性可编程 (OTP) 存储器使用单个 IC 支持宽范围频率，从而减轻电源限制。
- **温度稳定性**：未经补偿的 XO 温度响应类似于具有较大 ppm 变化的抛物线曲线。图 3 展示了 BAW 在任何温度下均可保持 ±10ppm 的温度稳定性。

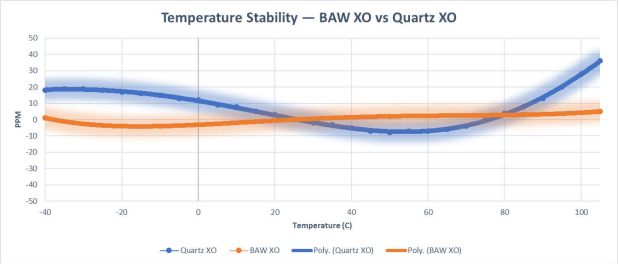

图 3. BAW 振荡器与石英温度稳定性比较

- **振动灵敏度**：XO 通常无法通过 MIL-STD，可能高达 +10ppb/g。图 4 展示了 BAW 振荡器以 1ppb/g 的典型性能通过 MIL_STD_883F 方法 2002 条件 A。TI BAW 振荡器的振动和机械冲击性能详细说明了 TI BAW 振荡器的性能。

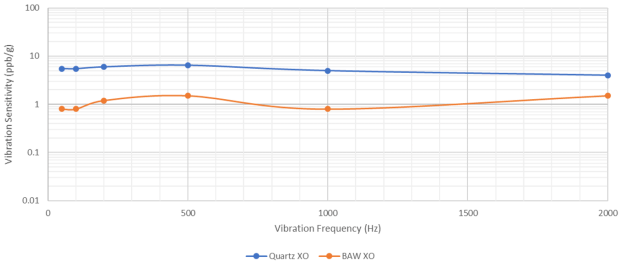

图 4. BAW 振荡器与石英振动灵敏度比较

- **机械冲击**：基于石英的时钟通无法常通过 MIL-STD，并且可能会在 2,000g 时发生故障。BAW 振荡器通过了 MIL_STD_883F 方法 2007 条件 B，变化小于 0.5ppm（高达 1,500g）。
- **EMI 性能**：基于石英的时钟通常没有制造商提供的 CISPR-25 数据。
  - CDC6C-Q1 具有多个高达 4ns 的压摆率控制选项。使用慢速模式 2 选项，CDC6C-Q1 通过了 CISPR25 5 类标准测试。
  - LMK3H0102-Q1 和 LMK3C0105-Q1 整合了展频时钟，可提高系统和器件级别的 EMI 性能。这两款器件都在各种布线长度上符合 CISPR25 5 类标准。
- **小尺寸 PCB**：TI 的 BAW 振荡器系列支持 1.8V 至 3.3V 电源电压，采用标准 4 引脚 DLE (3.2mm × 2.5mm)、DLF (2.5mm × 2mm)、DLX (2mm x 1.6mm) 和 DLY (1.6mm x 1.2mm) 可润湿侧翼封装，可节省紧凑型电路板设计的空间。图 5 展示了 BAW 振荡器布局，并与多种封装尺寸的典型晶体布局进行了比较。晶体最多需要四个外部元件来调整谐振频率并保持主动振荡。有源振荡器（如 CDC6C 或 LMK6C）只需一个电容器即可进行电源滤波，从而简化了 BOM 并显著减少了所需的布局面积。此外，PCB 布线的寄生电容不会影响有源振荡器的频率精度，因此与晶体相比，有源振荡器可以布置到距离接收器要远得多的位置。LMK3H0102-Q1 和 LMK3C0105-Q1 均采用具有可润湿侧翼的 3x3 封装。由于这两个器件都可用于代替五个单通道时钟，因此 TI 根据 图 5 将 PCB 空间的尺寸缩小了 30%。

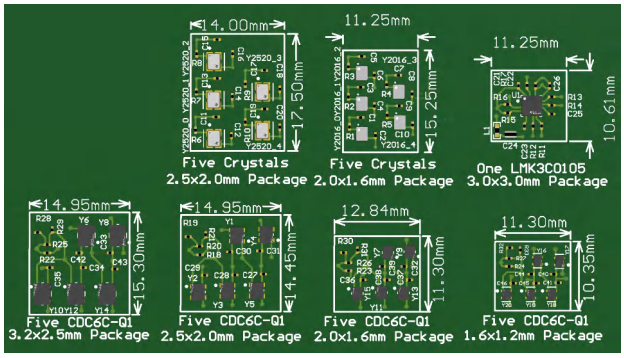

图 5. 五晶振、五个 CDC6C-Q1 和 LMK3C0105-Q1 封装比较

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

Copyright © 2026 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 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月