

Technical Article

超越石英钟：BAW 时钟如何重新定义 ADAS 和 IVI



Juan Rodriguez

在向更加自主的分区架构发展的过程中，为实现软件驱动的决定，需要精确的定时和可靠的时钟电路。从高级驾驶辅助系统 (ADAS) 到车载信息娱乐系统 (IVI) 和高速数据网络，汽车制造商纷纷实施外设组件快速互连 (PCIe) 6.0 规范、千兆位以太网及串行器和解串器 (SerDes)，以提高安全性并增强驾驶体验。体声波 (BAW) 时钟是车载互联系统的核心，像心脏跳动一样按照精确的定时节奏运作，让车辆的各个子系统实现同步（请参阅图 1）。

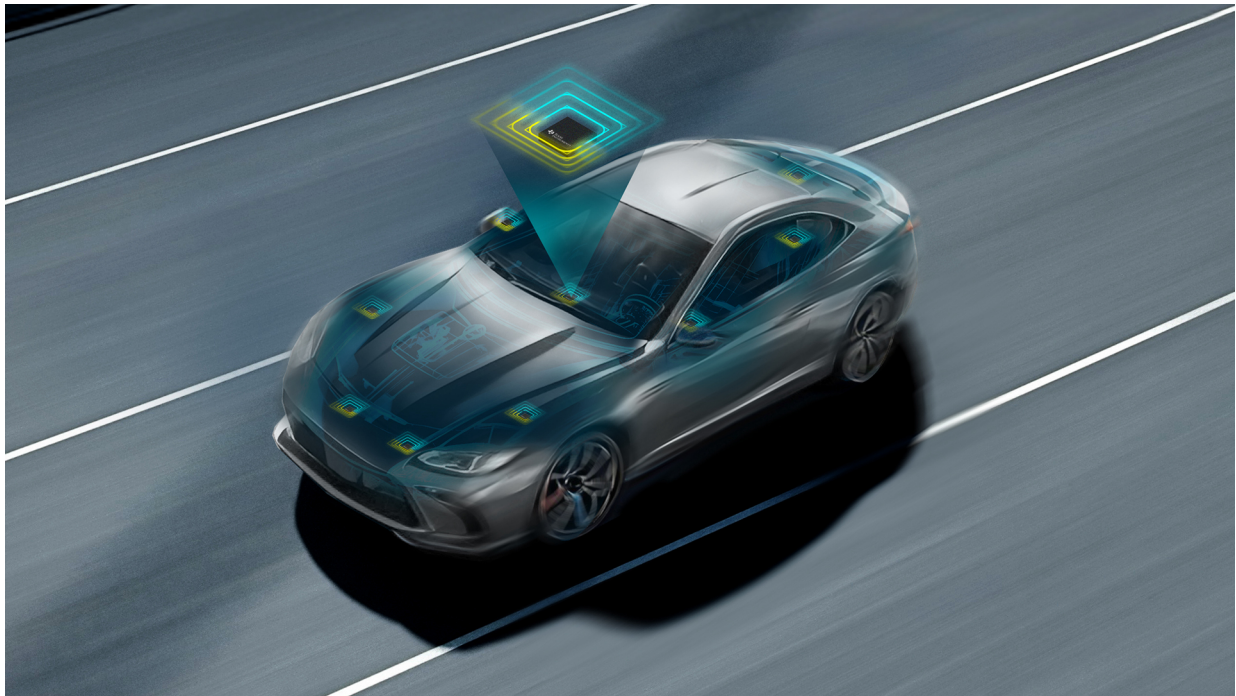


图 1. BAW 时钟支持 ADAS 和 IVI 功能

随着 ADAS 和 IVI 被用于支持自动驾驶，越来越多的微控制器和应用处理器需要搭载人工智能、FPDLink™ 串行器/解串器、以太网物理层、用于实现传感和显示功能的激光雷达和雷达传感器。

传统石英钟与 BAW 时钟的比较

BAW 是一种谐振器技术，它使用压电式传导来生成千兆赫频率和高 Q 值谐振，可以直接集成到包含其他集成电路的标准塑料封装中。石英钟很难满足长期可靠性、抗振动和定时要求，而 BAW 时钟可提供超低抖动和增强的可靠性和性能，从而实现更安全的运行、更纯净的数据通信和更快的处理速度。

BAW 时钟能够在 10 年内保持 $\pm 25\text{ppm}$ 的稳定性，可在整个系统寿命期间提供高精度，从而降低因频率漂移导致传感器精度受到影响的风险。BAW 时钟具有 1ppb/g 的抗振动和抗冲击能力，已通过 2007 年版和 2002 年版军用标准 F 方法的验证，可提高在严苛汽车环境中的适应能力。

此外，小于 3ms 的启动时间可缩短实时视觉分析和响应时间，从而支持 ADAS 功能，具有更大的距离检测范围，而且支持传感器融合和更快的处理速度，而石英钟的启动时间通常为小于 6ms 。

最后，分区架构增加了时钟树的复杂性，与石英钟相比，BAW 时钟可以节省高达 55% 的布板空间，有助于设计人员满足功能安全要求，而且在地缘政治层面，BAW 时钟具有稳定的供应链。

BAW 时钟：汽车应用的更优 FIT 选择

TI 的汽车 BAW 技术具有 TI 的功能安全功能，可帮助设计人员满足汽车安全完整性等级 (ASIL) D 标准，与石英钟相比，具有更低的时基故障 (FIT) 率，可在 ADAS、IVI 和雷达及激光雷达系统中提供长期可靠性。

时基故障率衡量的是每十亿小时运行时间内的预期故障，而更低的系统整体时基故障率有助于更轻松地完成 ASIL 认证。在国际电工委员会 TR 62380 和国际标准化组织 ISO 26262 标准中，CDC6C-Q1 振荡器的时基故障率低至 3。根据美国电子器件工程联合委员会 JESD85 标准，这款 BAW 振荡器的可靠性是石英钟的 100 倍，时基故障率为 0.3 (石英钟的时基故障率为 30)，从而降低了发生意外故障的概率并改善了长期功能性。

TI 的 BAW 时钟不仅时基故障率低，而且具有适应恶劣条件的能力和精确的时钟功能，为车辆的各个子系统提供了更可靠且更高效的解决方案。

在以下终端设备示例中，将重点介绍 BAW 技术如何提高性能、简化设计和提高功能安全性。

前置摄像头：提升多种架构的安全性

在 ADAS 中，前置摄像头支持基于颜色的物体识别，例如检测行人、限速标志，并且能够借助高分辨率图像为车道保持辅助及泊车操作提供反馈信息。前置摄像头必须满足 ISO 26262 下的 ASIL B 至 ASIL D 要求。

从时钟的角度来看，现有的和下一代的前置摄像头架构都遵循类似的结构，如 图 2 和 图 3 所示。

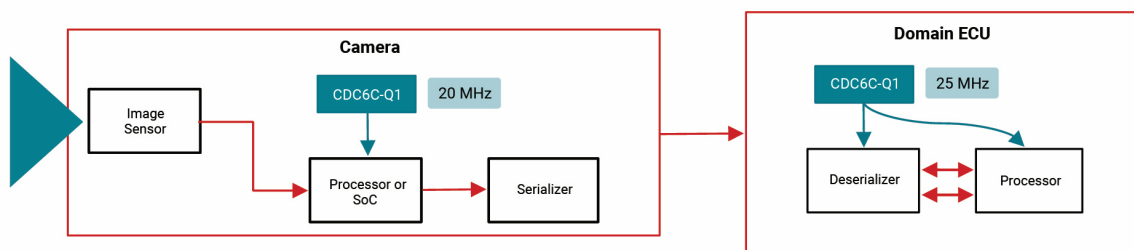


图 2. 现有的前置摄像头架构包含一个支持片上系统 (SoC) 的 CDC6C-Q1 振荡器和位于电子控制单元 (ECU) 中的两个时钟

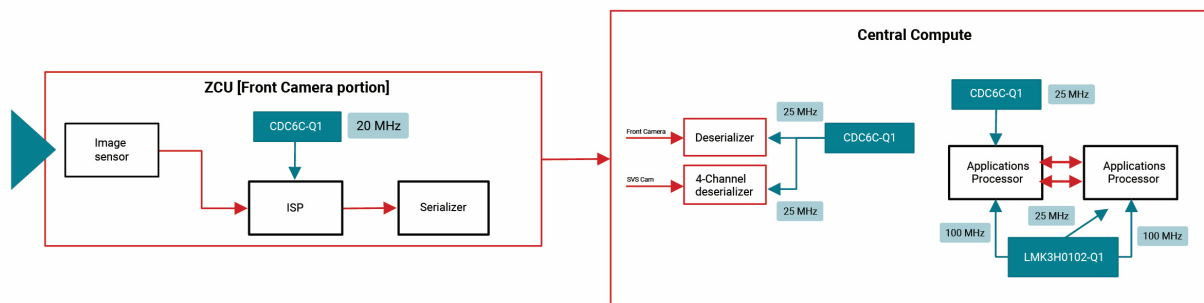


图 3. 下一代架构采用 CDC6C-Q1 振荡器，支持处理功能和解串器

在环视摄像头中，中央计算区域由 ECU 和解串器组成。与石英钟不同，CDC6C-Q1 可驱动两个解串器，从而减少元件数量、电路板空间和总物料清单成本。

IVI : 简化时钟架构

TI 振荡器、时钟发生器和时钟缓冲器支持软件定义车辆中任何基于处理技术的架构。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。凭借 LMK3H0102-Q1 时钟发生器（具有低功耗高速电流转向逻辑输出）中的集成 BAW 谐振器和 LMK3C0105-Q1 低电压互补金属氧化物半导体时钟发生器，无需外部时钟也能正常工作，并能根据各个元件所需的频率，由分数输出分频器生成输出信号，如 图 4 所示。

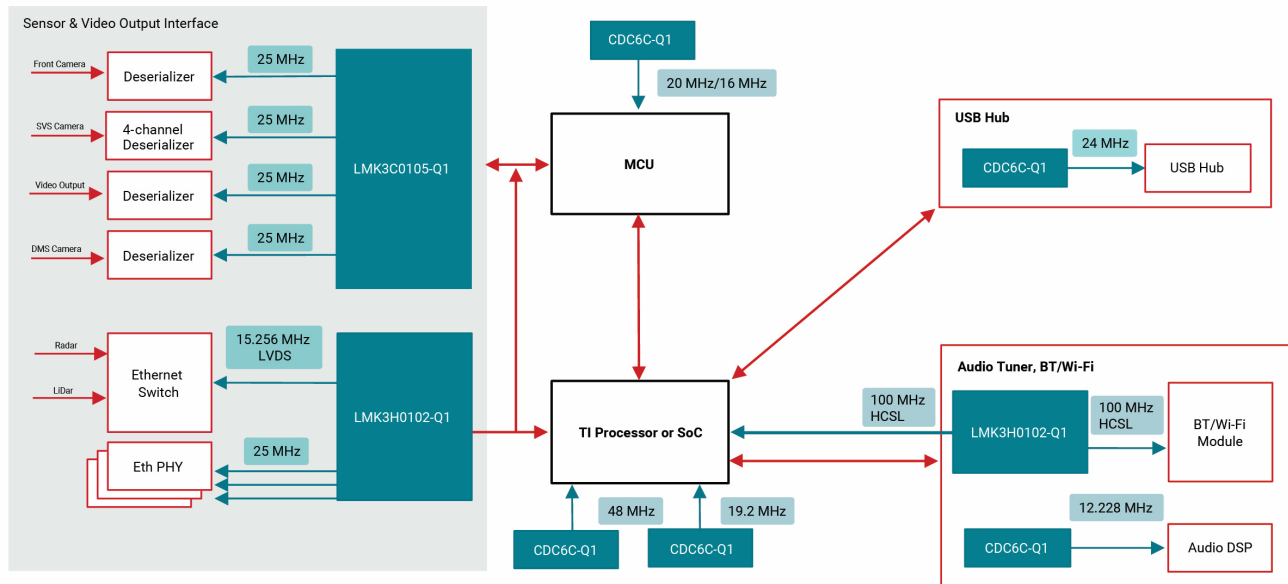


图 4. IVI 时钟拓扑

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，并可通过扩频时钟选项，保持稳定的时钟频率和更低的电磁辐射。CDC6C-Q1 具有转换率控制选项，可以控制器件级别的电磁辐射，同时受益于比石英钟更高的可靠性，在 ISO26262 标准下，时基故障率低至 3。BAW 时钟可用于支持各种元件，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。

HPC : ADAS 域控制器

现代车辆不断发展，力求以更小的延迟传输更多的数据。通过服务器、存储和输入/输出外设，有助于实现由支持 PCIe 5.0 规范和更严格 6.0 规范的高性能处理器和 SoC 的高速数据传输。为了增强高级自动驾驶，ADAS SoC 的复杂性不断增加，因此汽车行业的数据传输很可能会接近数据中心级别。

SoC 制造商和原始设备制造商都在开发各自的处理器，以达到 PCIe 5.0 和 6.0 规范的速度标准。LMK3H0102-Q1 支持 PCIe 6.0 规范所要求的 100fs，通用时钟抖动为 34.5fs。

TI 的功能安全型 BAW 时钟面向融合了 ADAS 和 IVI 域的嵌入式处理高性能计算 (HPC) 系统，其中来自摄像头、雷达和激光雷达系统的传感器输入数据可帮助保护驾驶员和乘客。图 5 所示为 HPC 拓扑。

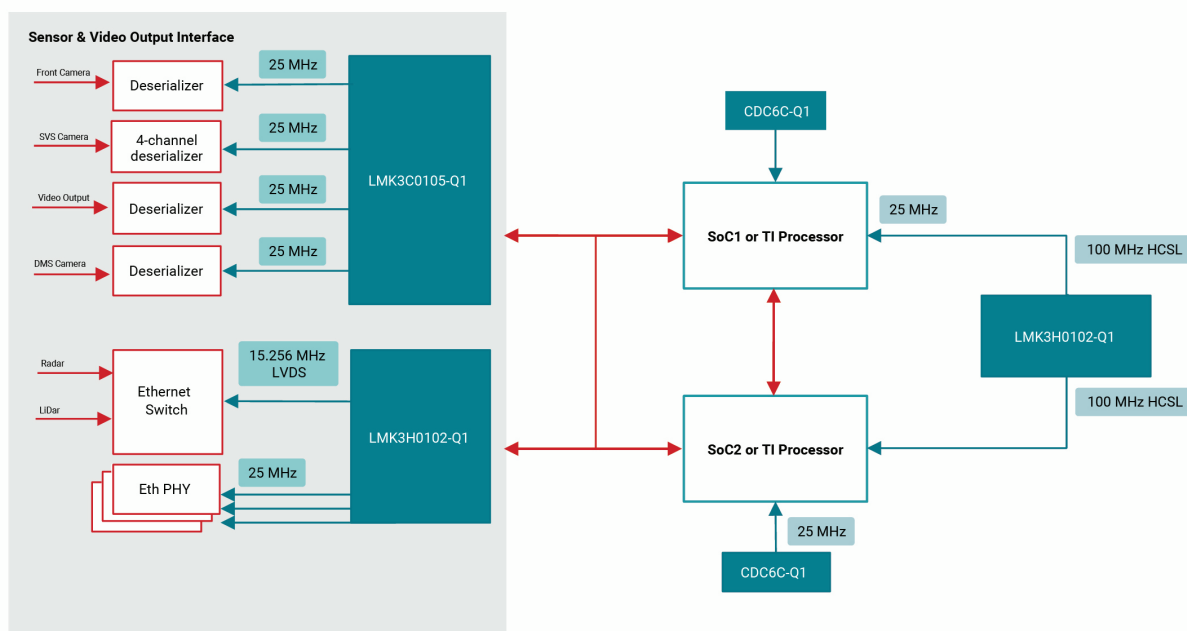


图 5. HPC 时钟拓扑

结语

为了打造更加安全的未来驾驶体验，ADAS 功能日益普及，由此也催生了对精确时钟解决方案的需求，这类解决方案可确保时钟在整个车辆生命周期内持续稳定运行。汽车制造商将继续从基于石英钟的解决方案转向 BAW 时钟，为实现更安全、更智能和更具弹性的车辆架构铺平道路。

其他资源

- 订购 [CDC6CEVM](#) 和 [LMH3H0102EVM](#) 评估模块之一。
- 使用[时钟树架构](#)在线工具，立即开始 BAW 时钟设计。

商标

所有商标均为其各自所有者所有。

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