

# S32G2 LLCE标准固件产品简介

## 目录

1. 软件产品概述 .....	1
2. 软件内容 .....	3
2.1. LLCE标准 .....	3
2.2. LLCE固件的高级架构 .....	4
3. 支持的目标 .....	8
4. 质量、符合的标准和测试方法 .....	8
5. 文档信息 .....	10

## 1. 软件产品概述

**恩智浦低延迟通信引擎 (LLCE)** 控制传统的汽车通信接口，如CAN、LIN和FlexRay™等。LLCE将主CPU从所有接口级任务中解放出来，同时验证和认证帧以确保安全，并利用内置硬件安全模块 (HSE) 处理帧的加密/解密过程。

它提供开发软件的平台，用于定制通信接口的处理和与主CPU的握手。

LLCE旨在提供：

- 通信接口低延迟处理
- 将主CPU从所有接口级任务中解放出来
- 将安全相关的任务数据直接传输至HSE/从HSE中传输出来

LLCE处理的通信接口如下：

- 16个CAN接口，支持CAN2.0和CAN FD（灵活的数据速率）（5 Mbps）
- 4个LIN接口，每个接口的速率能达到20 Kbps
- 1个FlexRay接口（20 Mbps）

恩智浦低延迟通信引擎运行控制硬件通信接口的多核应用程序，被称为“固件”，其架构如图1所示。

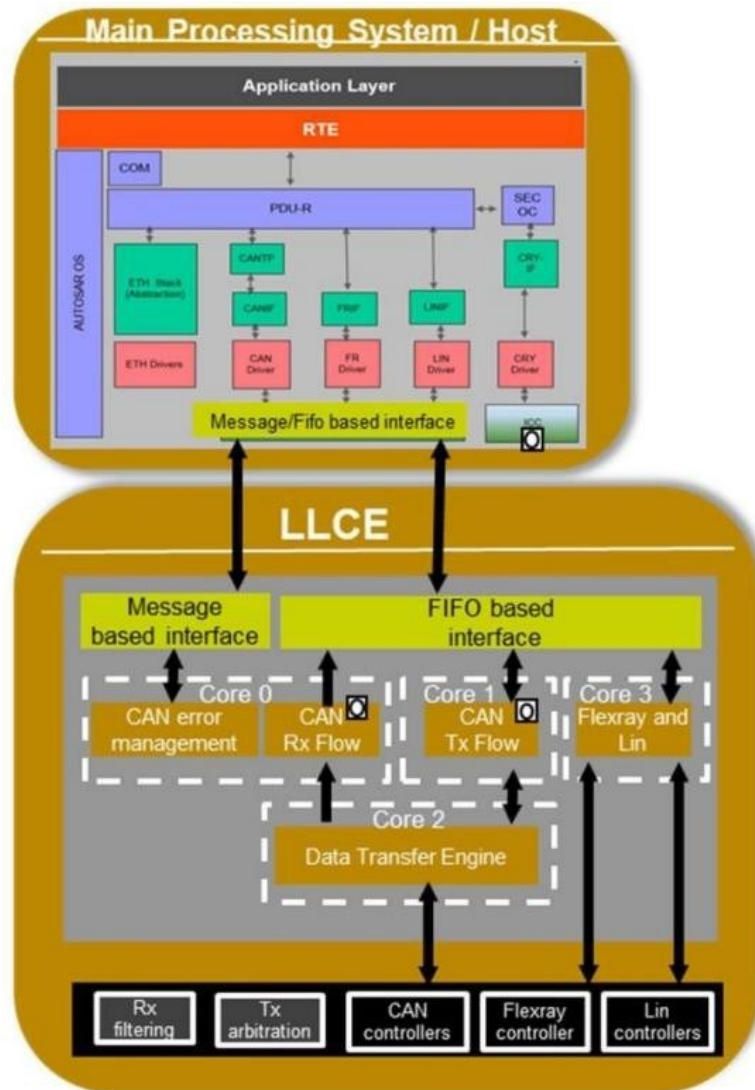


图1. LLCE架构图

## 2. 软件内容

恩智浦解决方案是完全可编程的引擎，其固件支持：

- 将主机CPU从通信接口相关任务中解放出来
  - 减少了主机内核的中断负载
  - 高级软件过滤
- 向主机核开放的灵活的控制和数据接口
- 消息过滤和优先级排序的硬件加速

固件服务通过恩智浦提供的AUTOSAR MCAL驱动程序集成到AUTOSAR®通信栈中：

- CAN\_LLCE
- LIN\_LLCE
- FR\_LLCE

LLCE的AUTOSAR驱动程序与标准通信模块（来自恩智浦的MCAL软件包）的CAN/LIN/FR驱动程序并行运行。

恩智浦LLCE固件可以支持恩智浦或客户创建的高级扩展功能。

- 使用HSE服务进行CAN帧验证
- CAN到CAN路由
- CAN到以太网和以太网到CAN路由

### 2.1. 标准

LLCE是由运行在每个LLCE核上的二进制映像构成。支持16个CAN和4个LIN通信控制器，这是主机端AUTOSAR 4.4驱动程序所期望的。

- 接收帧和传输帧的时间戳
- 最多支持1024个过滤器和2000个消息缓冲区

### 2.1.1. 版本包内容

- 支持（二进制）发布
  - CAN、LIN、FlexRay的AUTOSAR驱动程序
  - 4个核（DTE、PPE\_RX、PPE\_TX、FRPE）的固件二进制文件
  - LLCE固件用户指南
  - LLCE主机接口头文件+数据结构
  - 示例应用程序（CAN、LIN）
  - 快速入门指南
  - 发布说明
- 优质软件包——交付给客户的RTM版（准正式版）

## 2.2. LLCE固件的高级架构

### 2.2.1. 主机接口

与主机核的对接通过LLCE主机接口完成，它由通过共享内存、硬件FIFO和Core2Core硬件通信模块交换的消息组成。

- 主机端应用程序通过每种类型的总线（CAN、LIN和FlexRay）使用3个不同/独立的接口与LLCE固件交互
- 每个总线的主机接口由独立的硬件（HW）元件组成。
- 服务于每个总线行为的所有源文件都被编译在一起，执行分布在多个内部核之间

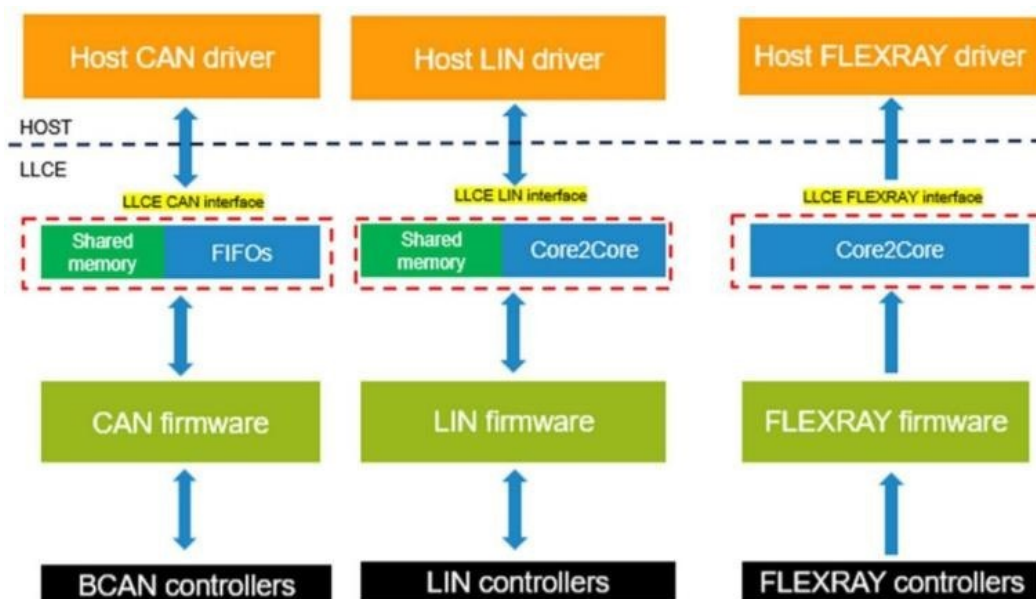


图2. LLCE与主机对接

## 2.2.2. CAN协议

LLCE CAN通信固件的上层架构如图3所示。

- LLCE CAN固件是分布式的，运行在所有4个内部核上
- 主机应用程序和CAN固件之间的交互是通过使用多个自定义接口完成的，这些接口由不同的共享内存区域和硬件FIFO组成
- 硬件FIFO也被用作LLCE内部的核间通信机制
- 数据传输引擎（DTE）核完全在轮询模式下运行，以便从所有BCAN获取所有帧

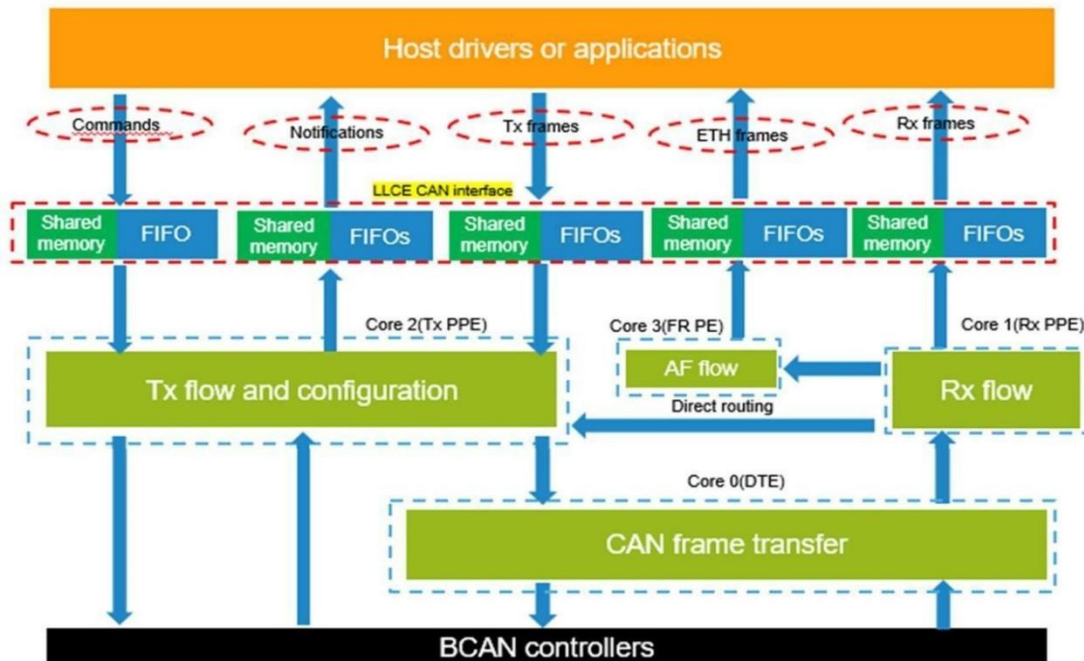


图3. CAN的LLCE固件架构

### 2.2.3. LIN协议

LLCE LIN通信固件的上层架构如图4所示。

- LLCE LIN固件完全运行在接收PPE核上
- LIN固件在LIN总线上表现得像一个主机
- LIN固件仅通过响应主机命令做出反应
- 主机驱动程序将命令参数写入共享内存，并通过在Core2Core模块内增加一个标记通知LIN固件

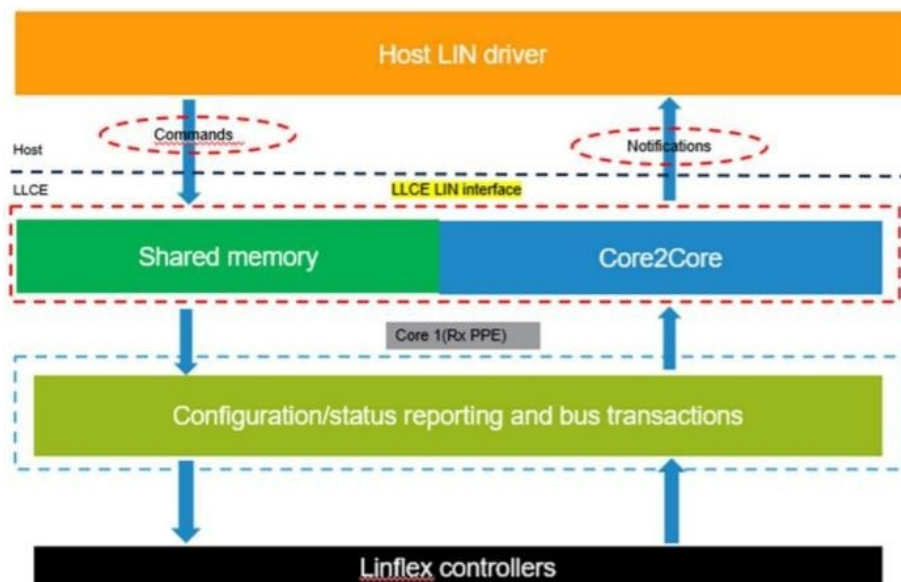


图4. LIN的LLCE固件架构

## 2.2.4. FlexRay协议

LLCE FlexRay通信固件的上层架构如图5所示。

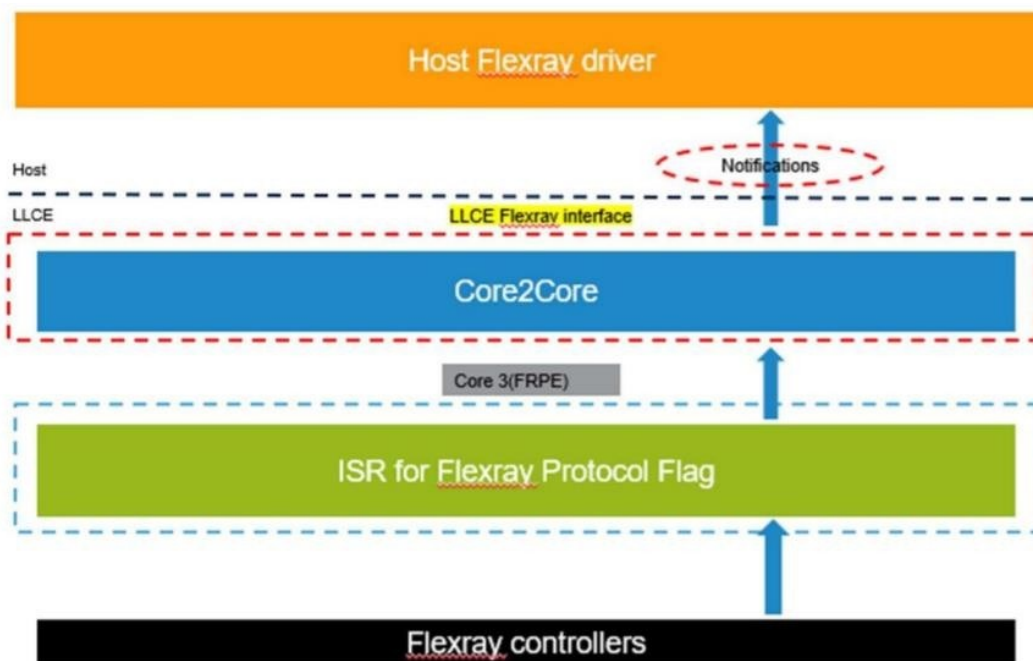


图5. FlexRay的LLCE固件架构

### 3. 支持的目标

本文档中描述的软件适用于恩智浦半导体S32G2设备。

### 4. 质量、符合的标准和测试方法

LLCE固件产品是根据恩智浦软件开发流程开发的，符合汽车SPICE、IATF16949和ISO 9001标准。

LLCE固件软件（SW）版本从Beta版开始，附带至少包含以下可交付成果的软件质量包：

- 需求规范和可追溯性矩阵（功能-设计-代码-测试）；
- 测试规范；
- 测试报告；
- 静态分析报告（MISRA）；
- 代码覆盖率报告。

软件测试方法在LLCE固件测试策略文件中记录，包含以下信息，可按客户要求与客户共享。

- 测试范围和目标；
- 测试级别：单元测试、单元集成测试；
- 测试类型：功能测试、非功能测试、回归测试、鲁棒性测试、性能测试、一致性测试（MISRA 2012）；
- 测试技术：白盒、黑盒测试；
- 测试用例的组织和优先级；
- 测试可交付成果（测试报告、测试规范、代码覆盖率报告、可跟踪矩阵、静态分析报告）。





## 5. 文档信息

表1. 测试样本修订记录

版本号	日期	实质性变更
1	2021年10月	初版发布



**How to Reach Us:**

**Home Page:**  
[nxp.com](http://nxp.com)

**Web Support:**  
[nxp.com/support](http://nxp.com/support)

Information in this document is provided solely to enable system and software implementers to use NXP products. There are no express or implied copyright licenses granted hereunder to design or fabricate any integrated circuits based on the information in this document. NXP reserves the right to make changes without further notice to any products herein.

NXP makes no warranty, representation, or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does NXP assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters that may be provided in NXP data sheets and/or specifications can and do vary in different applications, and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "typicals," must be validated for each customer application by customer's technical experts. NXP does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. NXP sells products pursuant to standard terms and conditions of sale, which can be found at the following address: [nxp.com/SalesTermsandConditions](http://nxp.com/SalesTermsandConditions).

NXP, the NXP logo, NXP SECURE CONNECTIONS FOR A SMARTER WORLD, COOLFLUX, EMBRACE, GREENCHIP, HITAG, I2C BUS, ICODE, JCOP, LIFE VIBES, MIFARE, MIFARE CLASSIC, MIFARE DESFire, MIFARE PLUS, MIFARE FLEX, MANTIS, MIFARE ULTRALIGHT, MIFARE4MOBILE, MIGLO, NTAG, ROADLINK, SMARTLX, SMARTMX, STARPLUG, TOPFET, TRENCHMOS, UCODE, Freescale, the Freescale logo, AltiVec, C 5, CodeTEST, CodeWarrior, ColdFire, ColdFire+, C Ware, the Energy Efficient Solutions logo, Kinetis, Layerscape, MagniV, mobileGT, PEG, PowerQUICC, Processor Expert, QoriQ, QoriQ Converge, Ready Play, SafeAssure, the SafeAssure logo, StarCore, Symphony, VortiQa, Vybrid, Airfast, BeeKit, BeeStack, CoreNet, Flexis, MXC, Platform in a Package, QUICC Engine, SMARTMOS, Tower, TurboLink, and UMEMS are trademarks of NXP B.V. All other product or service names are the property of their respective owners. ARM, AMBA, ARM Powered, Artisan, Cortex, Jazelle, Keil, SecurCore, Thumb, TrustZone, and  $\mu$ Vision are registered trademarks of ARM Limited (or its subsidiaries) in the EU and/or elsewhere. ARM7, ARM9, ARM11, big.LITTLE, CoreLink, CoreSight, DesignStart, Mali, mbed, NEON, POP, Sensinode, Socrates, ULINK and Versatile are trademarks of ARM Limited (or its subsidiaries) in the EU and/or elsewhere. All rights reserved. Oracle and Java are registered trademarks of Oracle and/or its affiliates. The Power Architecture and Power.org word marks and the Power and Power.org logos and related marks are trademarks and service marks licensed by Power.org.

© 2021 NXP B.V.

Document Number: 1.5  
Rev. 1.5  
01/2022