



# 星闪技术在智能网联汽车领域应用 白皮书

2021年10月



## 指导专家

邬贺铨 中国工程院院士

李 骏 中国工程院院士

## 参编单位：（排名不分先后，按拼音排序）

翱捷科技股份有限公司、北京新能源汽车股份有限公司、北京中科晶上科技股份有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、长城汽车股份有限公司、鼎桥通信技术有限公司、广州汽车集团股份有限公司、国汽（北京）智能网联汽车研究院有限公司、华为技术有限公司、OPPO 广东移动通信有限公司、上海欧菲智能车联科技有限公司、夏芯微电子（上海）有限公司、郑州信大捷安信息技术股份有限公司、中国第一汽车集团、中汽研软件测评（天津）有限公司、紫光展锐科技有限公司

## 执笔人：（排名不分先后，按拼音排序）

窦汝鹏	郭瑞文	李明超	李 乔	李维成	刘宏骏
刘为华	吕 颖	马 腾	马晓菲	秦孔建	孙志勇
万建超	王海川	王 键	肖金富	杨 波	杨常青
杨丰林	张博源	张鲁楠	赵 猛	甄 斌	甄 理
周晓萌	庄建新				

## 版权声明

本白皮书版权属于星闪联盟和中国智能网联汽车产业创新联盟，并受法律保护。转载、摘编本白皮书文字或者观点的应注明来源：“星闪技术在智能网联汽车领域应用白皮书”，以其他方式使用本白皮书应取得版权方书面同意。违反上述声明者，星闪联盟和中国智能网联汽车产业创新联盟将追究其相关法律责任。

## 前 言

汽车智能化、网联化呈现加速发展的趋势，新的车载应用场景和业务需求不断涌现。通信技术作为构筑智能信息交换与共享的基础技术，在智能网联汽车产业发展中承担着重要任务。一方面，通信技术的发展为车载应用场景的实际落地提供了有力支撑；另一方面，新的车载应用场景和需求的诞生，也推动着通信技术不断向前演进和发展。

对于车内通信来说，在成本控制、汽车轻量化以及灵活部署等方面的诉求驱动下，部分基于车内有线通信的车载应用展现出无线化趋势。而车载应用的无线化也对传统无线短距通信技术在低时延、高可靠、精同步、高并发、高信息安全和低功耗等方面提出更加严苛的需求。因此，亟需能够满足业务需求和发展趋势的无线短距通信技术。基于上述产业发展需要，星闪技术作为全栈原创的新一代无线短距通信技术应运而生，并且凭借其所能提供的卓越传输性能获得了产业广泛关注。星闪技术的标准化及产业化正在快速推进。

本白皮书由星闪联盟和中国智能网联汽车产业创新联盟联合发起，充分发挥两个联盟在智能网联汽车与无线通信领域的行业影响力，组织来自汽车、通信、终端、芯片、信息安全、科研等领域的多家单位共同参与编写，旨在对星闪技术在智能网联汽车领域的应用给出深入分析，指导并推动星闪技术在汽车领域的规模商用。

本白皮书从星闪技术诞生的背景、星闪技术标准体系和关键技术、星闪技术的典型车载应用场景、产业发展现状及趋势等方面进行分析，为星闪技术在智能网联汽车领域的应用提供重要参考。

# 目录

1. 引言.....	1
2. 车内通信现状.....	2
2.1. 传统车内通信技术介绍 .....	2
2.2. 产业无线化趋势及痛点 .....	3
3. 星闪技术介绍.....	4
3.1. 概述 .....	4
3.2. 标准体系及关键技术 .....	5
4. 星闪在智能网联汽车领域的典型应用场景.....	8
4.1. 车载主动降噪 .....	8
4.2. 无钥匙进入 .....	9
4.3. 车载免提通话 .....	11
4.4. 车机互联 .....	13
4.5. 无线电池管理系统 .....	15
4.6. 营运车辆全景环视 .....	17
4.7. 无线氛围灯 .....	18
5. 产业发展.....	20
5.1. 星闪技术发展现状与趋势 .....	20
5.2. 应用场景商用时间表 .....	21
6. 总结与展望.....	22

# 星闪技术在智能网联汽车领域应用白皮书

## 1. 引言

智能网联汽车是指搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，融合现代通信与网络、人工智能等技术，实现车与X（车、路、人、云等）智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，可实现“安全、高效、舒适、节能”行驶，并最终可实现代替人来操作的新一代汽车。

在以人工智能、无线通信技术等领域为代表的科技革命与产业变革的推动下，汽车作为新技术应用的最佳载体之一，正在加速智能化、网联化进程。从全球来看，智能网联汽车已成为汽车产业发展的战略必争之地，世界主要汽车生产国高度重视智能网联汽车发展，不断强化技术战略布局，积极提供良好的发展环境。我国智能网联汽车产业政策日趋完善、技术快速演进，产业化布局不断加速。

随着智能网联汽车的不断发展，车载领域的新应用场景和业务需求不断出现。通信技术作为构筑智能信息交换、共享的基础技术，在产业发展中承担着重要任务。而新应用场景以及新需求的产生，也对通信技术提出了新的要求和挑战，特别是针对车内通信技术。随着产业发展的深入，对于车辆生产的成本控制、灵活部署、降低重量等诉求推动着车内通信从有线通信向无线通信的演进。同时，为了追求极致的性能体验，新兴应用场景在传输速率、可靠性、时延、安全等方面的严苛需求也对无线通信技术提出了更高的要求。

作为全栈原创的新一代无线短距通信技术，星闪无线通信技术（以下简称“星闪技术”）的诞生顺应了车内通信无线化的发展趋势。星闪技术主要由星闪联盟制定，针对包括汽车领域在内的关键应用场景及其需求，定义了从星闪接入层到基础应用层的端到端标准体系。作为核心的空口接入层技术，星闪技术提供了SLB（SparkLink Basic，星闪基础接入技术）和SLE（Sparklink Low Energy，星闪低功耗接入技术）两种无线通信接口。两种接口技术面向不同的应用场景，其中SLB采用超短帧、多点同步、双向认证加密、跨层调度优化等多项技术，具备低时延、高可靠、高同步精度、支持多并发和高信息安全的技术特点；SLE采用Polar信道编码提升传输可靠性，减少重传节省功耗，同时支持最大4MHz传输带宽、最大8PSK调制，支持1对多可靠组播，支持4KHz短时延交互等特性。星闪技术凭借突出的传输性能满足了新兴车载应用的通信需求。

## 2. 车内通信现状

### 2.1. 传统车内通信技术介绍

传统车内通信技术可以分为有线和无线两大类，其中有线通信技术主要包括 CAN、LIN、FlexRay、车载以太、MOST 等，无线通信技术主要包括蓝牙、WiFi 和 UWB 等，各类技术的概述及特点如下：

CAN，为控制器局域网（Controller Area Network），在 80 年代初为解决汽车中众多的控制与测试仪器之间的数据交换而开发的一种串行数据通信协议，CAN 总线不仅能简化车辆各电子控制单元的设计和安装，还减轻布线的重量并降低对空间的要求。

LIN，为局部连接网络（Local Interconnect Network），最初由 LIN 联盟提出，是一种低成本、串行通信网络，通信接口为 UART。LIN 分主节点和从节点，通过单线连接。作为 CAN 通信的补充，LIN 主要应用于通信带宽要求比较低的车身控制方面，如车窗、座椅等。

FlexRay，最初由 FlexRay 联盟提出，具有确定性、容错性、高速特点，主要应用在对误差容限和时间确定性要求极高的线控领域，如线控驱动、转向、制动等，但其成本和设施复杂度较高。

车载以太网，是一种用以太网连接车内电子单元的新型局域网技术，与传统以太网使用 4 对非屏蔽双绞线电缆不同，车载以太网在单对非屏蔽双绞线上可实现 100Mbit/s 以上的传输速率。

MOST，为多媒体定向系统传输（Media Oriented Systems Transport），作为车辆一种多媒体应用通信技术，主要应用于车载多媒体和影音娱乐系统。

蓝牙（Bluetooth），作为无线短距技术可用于车内通信，由蓝牙 SIG 制定并发布。车载蓝牙系统以蓝牙技术为基础，主要功能是在车辆行驶过程中通过无线短距通信与用户手机相连，实现免提通话及部分车机交互功能。

WiFi 是基于 IEEE802.11 标准的无线短距通信技术，由 WiFi 联盟所持有。车载 WiFi 目前的主要功能是面向座舱内的驾乘人员提供无线接入服务，用于信息娱乐、移动办公等。

UWB，为超宽带无线通信技术（Ultra Wide Band），具有安全精密定位的特点，可应用于车辆无钥匙进入等场景的定位辅助。

## 2.2. 产业无线化趋势及痛点

近年来，人们对汽车有了更多智能化、网联化的需求，车载功能朝着类似于 PC/Phone 等信息化智能设备的方向发展，其功能日益复杂多样化，也推动着车内通信技术的不断演变。在当前汽车的电子电气架构不断演进下，自动驾驶功能、座舱交互功能等不断丰富，高性能要求的控制器在增加，分布式 ECU 逐渐向集中式域控制器演进，传统车体内有线通信技术存在诸多痛点：

1. 控制器数量的增加致使线束使用加长，引起线束成本的大幅增加，单车线束长度约 3-5km，重量超过 30kg，从而提高了整备质量，导致汽车能耗和碳排放的增长；

2. 线束的组装一直是智能汽车产业自动化升级过程中的瓶颈。目前线束安装强依赖于人工，线束安装的成本占人工成本约 50%，并且基于线束的车载设备部署难以实现零部件的灵活升级，加大了后期的维护和升级成本；

3. 线束连接导致车内连接点数量显著增加。据估计中等豪华车平均连接点超过 4000 个，并且由于人工安装接插件，也不可避免地引入了可靠性风险。同时，当前线束基本工作在低频段，易受车载设备电磁干扰等影响，一定场景下有接插件失效风险。

因此，为了有效满足车辆在制造生产过程中的成本控制、灵活部署、降低重量等方面的诉求，以无线通信替代部分有线通信完成数据传输和控制功能成为产业界发展重点。当前，电池管理系统、车载信息娱乐、全景环视、胎压监测等车载应用率先出现了末端连接的无线化需求，在提高生产和装配效率的同时，可大大降低线束接插件失效的风险，同时带来了整车总布置的便利。

与此同时，为了追求极致的驾乘体验，在智能网联汽车发展浪潮中催生的大量新兴应用，其对无线通信也提出了新的挑战。例如车载主动降噪业务为了实现车内静谧效果，采用主动构造反向噪声来抵消车辆行驶中的发动机噪声、路噪和风噪，该技术要求噪音源麦克风到处理器再到头枕扬声器的端到端时延小于 100 微秒，并且要求多传感器实现精准同步。此外，车内电子设备数量多，电磁环境复杂，对于无线短距通信系统的抗干扰能力也提出了更高的要求。因此，产业无线化的趋势下，如何满足业务在低时延、高可靠、精同步、高并发、高信息安全和低功耗等方面的需求成为亟待解决的问题。

综上，在成本控制、汽车轻量化以及灵活部署等方面的诉求驱动下部分有线功能展现出无线化趋势，且车载应用功能无线化对现有无线短距通信技术在低时延、高可靠、精同步、高并发、高信息安全和低功耗等方面提出严苛需求。然而，现有主流无线短距通信技术，如蓝牙的速率和时延等劣势、WiFi 的异步和系统效率等问题、UWB 的成本和组网等短板导致其无法提供在智能网联汽车场景下低时延、高可靠、高安全和确定性服务质量的要求。行业和社会亟需更加匹配业务需求和发展趋势的无线短距通信技术，星闪技术在此需求背景下应运而生。

### 3. 星闪技术介绍

#### 3.1. 概述

星闪技术作为新一代无线短距通信技术，标准化工作主要在星闪联盟进行。星闪标准体系主要由星闪接入层规范、基础服务层规范、基础应用层规范及其配套的支撑性规范构成。为了满足产业发展需求，星闪联盟识别包含智能网联汽车领域在内的应用场景及需求，并启动 Release 1.0 系列标准的制定，计划于 2021 年底前完成系列标准发布。

表 1 星闪端到端标准体系

序号	标准名称	分类
1	星闪无线通信系统 架构	架构
2	YD/T 无线短距通信 车载空口技术要求和测试方法	星闪接入层
3	星闪无线通信系统 接入层 低功耗技术要求	
4	星闪无线通信系统 基础服务层 多域协调与管理	基础服务层
5	星闪无线通信系统 基础服务层 传输与控制	
6	星闪无线通信系统 基础服务层 设备与服务发现	
7	星闪无线通信系统 基础服务层 QoS 架构与管理	
8	星闪无线通信系统 基础服务层 5G 蜂窝网络融合技术	安全
9	星闪无线通信系统 网络安全 通用要求	

10	星闪无线通信系统 测试规范 接入层设备要求和一致性测试	测试
11	星闪无线通信系统 测试规范 接入层设备安全要求和一致性测试	
12	星闪设备媒体接入层标识分配机制	地址分配
13	QC/T 车载专用无线短距传输系统技术要求和试验方法	车载应用及系统要求
14	JT/T 营运车辆全景环视系统技术要求和试验方法	

## 3.2. 标准体系及关键技术

### 3.2.1 星闪技术系统架构概述

星闪 Release 1.0 的系统架构如下图所示：

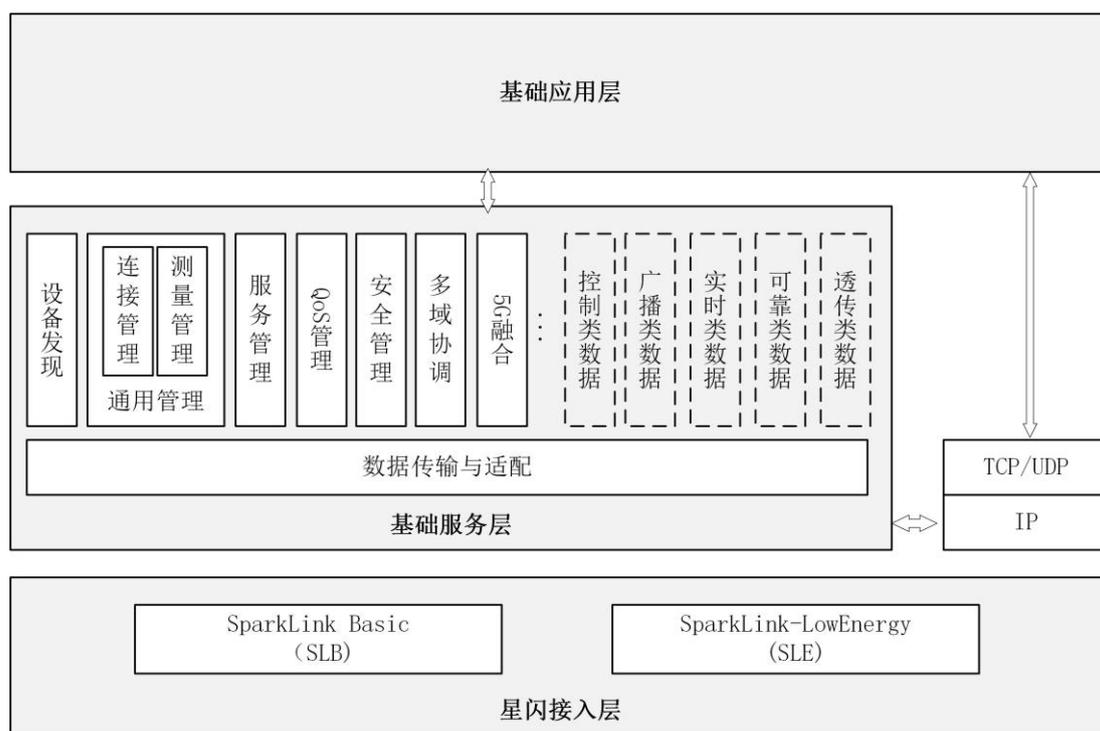


图 1 星闪技术 Release1.0 系统架构示意图

星闪技术标准框架由星闪接入层、基础服务层和基础应用层构成。

### 3.2.2 星闪接入层

星闪接入层为上层数据提供无线通信传输。为了满足不同场景的需求，目前，星闪接入层可以提供两种无线短距通信接口（SLB 和 SLE）。

SLB (SparkLink Basic, 星闪基础接入技术) 的技术内容由中国通信标准化协会 (CCSA) 制定的行标《无线短距通信 车载空口技术要求和测试方法》规定。SLB 使用正交多载波 (OFDM) 波形, 支持极低时延无线帧, 空口单向数据传输时延小于 20.833us (业界最低时延), 单载波支持 20MHz 带宽, 最大支持 16 载波共 320MHz 带宽, 最高速率支持编码速率 0.92 的信道编码、1024QAM 调制和 8 流多路并行传输, 最深覆盖支持编码速率 1/8 的信道编码和 QPSK 调制。SLB 支持数据链路层数据透传模式, 极大减小系统开销, 提升系统多节点接入容量。SLB 支持优化的接入资源配置, 支持多用户低时延接入系统。SLB 的相关标准化工作已经完成, 性能指标评估结果参见表 2。SLB 主要用于承载以车载主动降噪、全景环视、车载娱乐为代表的业务场景, 其显著特征是低时延、高可靠、精同步和高并发等。

表 2: SLB 性能评估结果

项目	性能指标
峰值速率	G 链路峰值大于 900Mbps (单载波 20MHz 带宽) T 链路峰值大于 450Mbps (单载波 20MHz 带宽)
时延	20us
可靠性	正确率大于 99.999%
同步精度	<1us (定时精度 ±30ns)
多用户能力	支持 4096 用户接入 支持 1 毫秒内 80 用户数据并发
抗干扰能力	Polar 数据信道编码 最小工作信噪比 -5dB (相比传统短距实现覆盖增益 +3dB) 邻频干扰抑制比大于 70dB
安全性	高 (双向认证, 算法协调保障)

SLE (Sparklink Low Energy, 星闪低功耗接入技术) 的技术内容在星闪联盟进行标准化, 可提供低成本、低功耗的空口接入。SLE 使用单载波传输, 带宽支持 1MHz、2MHz 和 4MHz, 调制方式支持 GFSK、BPSK、QPSK 和 8PSK。相比现有低功耗无线短距技术, SLE 在相同深覆盖条件下可稳定支持 128kbps 音频传输, 支持更高速率 (峰值 12Mbps), 支持无损音频传输, 支持可靠组播传输, 支持数百量级节点接入。SLE 的标准化工作将于 2021 年底完成, 性能指标分析见表 3。

SLE 主要用于承载包括胎压监测、无钥匙进入、无线电池管理系统在内的具备低功耗要求的业务场景。

表 3 SLE 性能指标

项目	性能指标
峰值速率	支持 4.6Mbps 高保真无损音频 支持 12Mbps 数据传输
时延	支持 250 微秒完成一次交互
多用户能力	支持 256 用户接入
网络覆盖及拓扑	最小 SINR: -3dB; 支持一对一单播及一对多组播;
安全性	高 (双向认证, 算法协调保障)

SLB 和 SLE 两种技术面向不同的无线短距通信应用场景, 互相补充并且将根据业务需求进行持续演进。

### 3.2.3 基础服务层

基础服务层通过定义不同的功能单元可为上层车载应用功能提供模块化服务。从控制面角度, 可以提供通用类短距服务和扩展服务。其中在 Release 1.0 中可以支持的通用短距服务包括设备与服务发现、连接管理、QoS 管理、测量管理、安全管理等核心功能; 扩展服务目前包括多域协调和 5G 融合等。用户面目前支持实时流、数据透传、数据广播、可靠传输等。整体架构基于底层接入技术特性及上层业务需求进行适配设计以及跨层优化, 构建相比传统无线短距技术的独特竞争力。

### 3.2.4 基础应用层

基础应用层用于实现各类应用功能, 服务于包括智能网联汽车领域在内等不同场景。

## 4. 星闪在智能网联汽车领域的典型应用场景

### 4.1. 车载主动降噪

#### 4.1.1 场景描述

随着智能网联汽车的发展以及技术的迭代进步，消费者对于驾乘体验的要求也在不断提升。通过车载主动降噪功能可以为驾驶员和乘客提供更加安全、舒适的座舱体验。从原理上看，车载主动降噪是通过车内扬声器发射反相声学信号来中和发动机噪声、路噪、风噪等噪声，实现车内全局或区域静场，达到消除或降低车内噪声的目的。

具体的，部署于车内的多个车载麦克风负责采集车内噪声并传输至 ANC（Active Noise Cancellation，主动噪声抑制）控制器单元生成反相噪声，然后反相噪声被发送至多个车载扬声器并分别播放出来，在头枕处形成噪声抵消声场，从而在座舱内实现主动降噪的效果。同时，头枕处的误差麦克风检测降噪效果并向 ANC 控制器反馈，以使降噪系统进行自适应的算法调整。

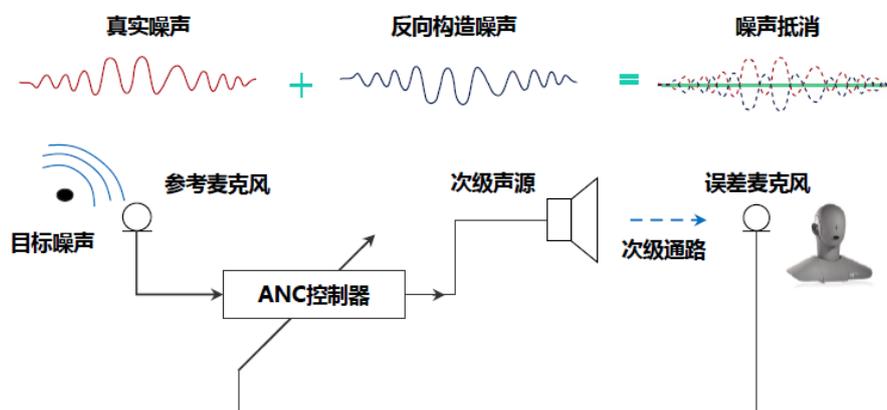


图 2 主动降噪原理示意图

#### 4.1.2 需求分析

为了实现车内良好的静谧效果，车载主动降噪系统存在以下业务需求：

- 应支持至少 48kHz 音频采样，量化比特应不低于 16 比特，宜为 24 比特；
- 端到端（麦克风到扬声器）时延应小于 100us；

- 单向（麦克风到控制器，控制器到扬声器）时延应小于 48KHz 采样周期（20.833us）；
- 传输可靠性应大于 99.999%；
- 每路车载麦克风/扬声器的传输速率应大于等于 768kbps；
- 应支持至少 12 路麦克风和 13 路扬声器上电时快速接入工作。

### 4.1.3 通信方式

ANC 控制器作为中心节点，需要支持：

- ANC 控制器与多个参考麦克风以及误差麦克风的通信；
- ANC 控制器与多个扬声器的通信。

### 4.1.4 产业分析

随着汽车动力由燃油向新能源的演进，打造安静的座舱环境变的越来越重要。电动化、网联化、智能化、共享化的“新四化”发展趋势也使得汽车座舱不再是一个独立的驾乘空间，越来越多的需求和元素进入座舱，推动着座舱智能化的发展。极致的智能座舱体验也对路噪、风噪等背景噪声的隔离提出了更高的要求。主动降噪技术在汽车座舱的应用也被视为继耳机后，面向消费者的又一重要场景。

现有采用有线连接的车载主动降噪系统，容易受线束走向以及布置的约束，其在重量和成本上都存在劣势。考虑到系统涉及多麦克风、多扬声器、ANC 控制器以及其他车内感知设备的连接，从降本减重以及灵活部署等维度看，无线传输方案存在明显优势。结合表 2 评估结果，星闪技术可以提供 20us 的时延传输保障，并且传输速率、可靠性以及多并发接入等方面可全面满足车载主动降噪业务需求。

## 4.2. 无钥匙进入

### 4.2.1 场景描述

现在汽车上大部分都配有 PEPS 系统，即无钥匙进入，一键启动系统，通过确定钥匙的位置来实现车辆的智能解、闭锁或动力系统启动。



图 3 无钥匙进入应用示意图

#### 4.2.2 需求分析

对于无钥匙进入应用，具有如下业务需求：

- 距离测量：车辆测量钥匙或手机的距离（左前、右前、中、左后、右后距离），精度到厘米级别；
- 位置感知：有效识别车内、车外区域位置；
- 车辆钥匙功能：迎宾、自动解锁、自动闭锁（离开），车内防盗上电（自动，可根据应用需要设定功能）；
- 防中继攻击：无线通讯信息不可截取和伪造攻击；
- 轨迹绘制：实现移动轨迹绘制，根据特定的轨迹，自动实现车辆的一些便捷操作。

#### 4.2.3 通信方式

无钥匙进入系统涉及多个模块交互，主要的通信交互包括：

- 无钥匙进入系统控制模块与钥匙或手机等设备进行通信；
- 无钥匙进入系统控制模块与外部门把手模块、后备箱模块通信；
- 外部门把手模块与钥匙或手机等设备进行通信；

- 无钥匙进入系统控制模块与发动机舱辅助控制盒进行通信。

#### 4.2.4 产业分析

无钥匙进入目前主要有两种实现方式：

1) 低频 LF/射频 RF 实现方案：目前市面上的成熟方案，使用 LF（125kHz 或 134kHz）/RF（315MHz 或 433MHz）技术实现一定范围内的车辆解闭锁或启动；

2) 低功耗蓝牙 BLE 方案：使用 BLE 技术，用支持 BLE 的智能终端（如手机），去解闭锁或启动既定范围内的车辆。

此外，基于 UWB 的方案也在业界研究和实践。

LF 方案无法与手机等智能终端互联，无法满足智能网联汽车的产业融合发展趋势，而蓝牙方案目前无法全面应对车载复杂工况以及定位精度需求，例如在智能设备放入口袋后常会导致功能无法正常工作。此外，这些技术也不时有“中继攻击”案例发生，安全性方面有待加强。

星闪技术的诞生可以很好的解决上述问题，提升无钥匙进入系统的业务体验。为了构建更好的生态，还需要考虑：

- 1) 与智能手机的融合是产业发展的趋势，因此多方共同搭建一个系统的生态链至关重要；
- 2) 为了实现精准的定位，车载安装的用于联合定位的无线短距通信节点数也会增加，产业落地需要在节点数量与定位精度之间做好权衡；
- 3) 不论车载应用，还是便携式智能终端，切实满足低功耗需求也是产业落地的关键。

### 4.3. 车载免提通话

#### 4.3.1 场景描述

车载免提通话系统不同于其他家用免提通话设备，其往往处于复杂的噪声环境之中。车辆行驶时噪声的来源多种多样，其特性也因实际环境的不同而变化，特别是随着汽车行驶速度的增加，动力系统噪声、胎噪和风噪逐步加强并造成舱内的噪声抬升（如图 4 所示），让车内人员的语音交流和沟通变得非常困难。先进的车载免提通话系统则通过车内部署的麦克风来采集驾乘人员的语音信号，

然后转化为电信号再经过处理通过车载扬声器播放出来,让车内的驾乘人员不需费力就可以实现轻松的语音沟通。

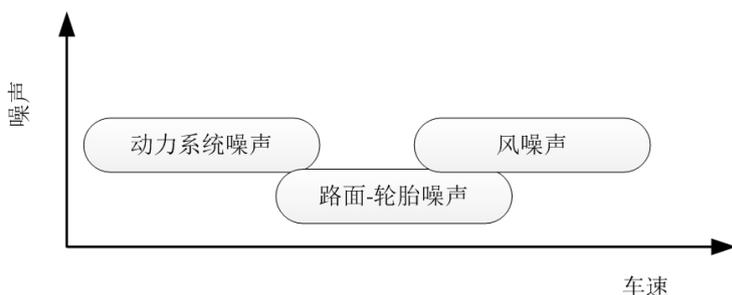


图 4 噪声来源

### 4.3.2 需求分析

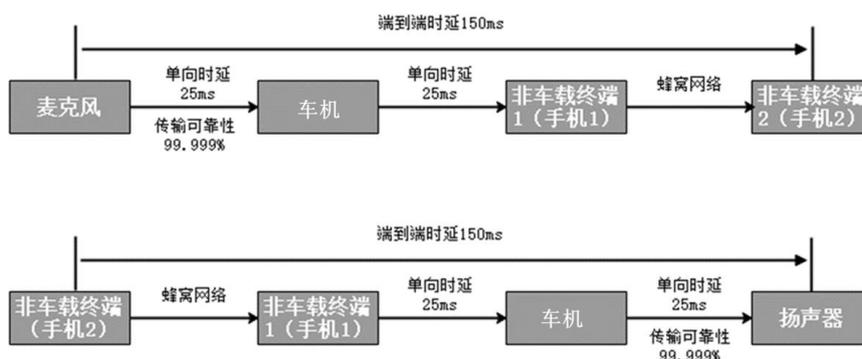


图 5 车载免提通话数据流向

为了实现良好的通话效果,车载免提通话系统存在以下业务需求:

- 端到端(麦克风到手机2或手机2到扬声器)时延应小于150ms;
- 单向(麦克风/扬声器到车机,车机到手机1)时延小于25ms;
- 车载设备间传输可靠性(块成功率)应不低于99.999%;
- 单路通话传输速率应不小于5.9kbps,单路通话传输速率最大可为128kbps;
- 应至少支持4路麦克风、4路扬声器同时工作,应至少支持连接1个智能终端设备。麦克风安装位置应便于接收车内各个座位乘客发出的语音;扬声器安装位置应便于向车内各个座位乘客播放语音。

### 4.3.3 通信方式

车载通话分为发送方向(即驾乘人员向远端发送语音信号)和接收方向(即驾乘人员从远端接收语音信号)。

发送方向：

- 车载终端通过麦克风接收驾驶员发出语音；
- 车载终端通过无线短距通信将语音信号发送至手机；
- 手机通过蜂窝网络将语音信号发送至基站。

接收方向：

- 基站通过蜂窝网络将语音信号发送至手机；
- 手机通过短距离无线通信将语音信号发送至车载终端；
- 车载终端通过扬声器向驾驶员播放语音。

#### 4.3.4 产业分析

车载系统向着智能化、网联化发展，无线通信技术在汽车中的应用越来越多，免提通话系统逐渐成为汽车的基本配置。星闪技术的应用有助于车载免提通话系统的通话质量的全面提升。

### 4.4. 车机互联

#### 4.4.1 场景描述

随着汽车新四化的进展以及 5G、物联网等技术的出现，车上内容、服务和体验数字化、网络化、开放化成为趋势，车用操作系统的封闭性的现状正在逐步被打破。在此背景下，苹果 CarPlay、谷歌 Android Auto、百度 Carlife、华为 HiCar 等车机互联产品应运而生，使得智能终端（手机）和汽车（车机）的连接越来越紧密。车机互联通过有线或无线的方式将手机的内容投射到车机屏幕上，让车机更具灵活性和延展性，主要是导航类、音频类、投屏交互类等应用场景。



图 6 车机互联应用示意图

例如，导航类业务是将手机的实时导航画面包括语音实时的传输到车内控制模块，再由车内控制模块分别传输给车载屏幕和扬声器，图像通过车载屏幕显示出来，语音通过车载扬声器进行播放。音频类业务是将存储在手机内的音源文件传输给车机，再由车机传输给车载音频播放器进行音频播放，同时可以对车载音频播放反向控制，如暂停、快进等。在车机和手机都存有音源文件的情况下，手机和车机之间也可以传输收藏记录、播放历史和播放进度信息。

#### 4.4.2 需求分析

为了实现无线连接以及音视频的实时传输等要求，车机互联存在以下业务需求：

- 音频播放类端到端时延应小于 40ms，单向时延应小于 15ms；
- 应至少支持 4 路扬声器同时工作；
- 传输音频业务速率应不小于 320kbps，宜为 1.4Mbps，可为 18Mbps；
- 投屏类业务传输的端到端时延应小于 20ms，单向时延小于 2ms；
- 应至少支持 2 路投屏，宜支持 4 路投屏；
- 应至少支持 2 个设备分别投屏；
- 传输 1080p 视频，传输速率不小于 10Mbps；传输 720p 视频，传输速率不小于 5Mbps；
- 车载设备间单路传输可靠性（块成功率）应不低于 99.999%。

### 4.4.3 通信方式

车机互联作为车联网的一个应用场景，需要支持：

- 移动终端与车载底层系统的通信；
- 移动终端与车内控制模块的通信；
- 移动终端与车内大屏及分屏的通信。

### 4.4.4 产业分析

随着信息技术的不断发展，未来汽车将不再作为一个单独的个体，通过车载信息娱乐系统与万物实现互联是大势所趋。智能手机作为信息科技的使用终端，与汽车实现互联也是发展的必然。从长远角度看，智能网联汽车与移动终端信息交互的解决方案，给驾乘人员更多的选择空间，不仅会变革日常车内的活动，还推动嵌入式车载设备的发展，对智能网联汽车产业的进步具有积极意义。基于星闪技术的通信能力，车机交互在速率、连接数、可靠性以及时延等方面都将获得高性能的无线短距传输通道，使能业务的极致体验。

## 4.5. 无线电池管理系统

### 4.5.1 场景描述

动力电池是新能源汽车的核心零部件，直接影响新能源汽车的续航里程、整车寿命、安全性等关键性能。动力电池在新能源汽车整车成本中占比达到 40~50% 左右，是新能源汽车成本占比最大的部分。电池管理系统（Battery Management System, BMS）是管理和监控动力电池的重要部件，主要功能包括物理参数实时监测、电池状态 SOC、SOH、SOP 等核心参数估计，完成电池充放电管理、在线诊断与预警、均衡管理、热管理，实现电池系统的高可靠、长寿命的使用。

### 4.5.2 需求分析

车用 BMS 存在以下业务需求：

- 应支持对于电芯级别的信息监测，包括至少支持 96 节电池单体，宜支持 200 节以上电池单体的快速接入工作和多维传感器信息采集上报；

- 电压、电流采样频率 20Hz，温度采样频率 1Hz；
- 电压监测精度 $\pm 1\%FS$ ，总电流监测精度 $\pm 2\%FS$ ，温度监测精度 $\pm 2^{\sim}3^{\circ}C$ ；
- 通信速率应至少大于 3.8Mbps，考虑节点密度以及上报周期等因素，宜支持 10Mbps 以上通信速率；
- 传输可靠性应大于 99.999%。

#### 4.5.3 通信方式

电池管理系统 BMS 需要支持：

- BMS 主控与多个从控的通信；
- BMS 主控与整车的通信；
- BMS 主控与车载充电机的通信。

#### 4.5.4 产业分析

目前业内常用的 BMS 通信主要有两种方式：

1) CAN 通信方案：CAN 通信的技术、产业和标准法规体系都很成熟，稳定性强，可靠性高，缺点是整体占用的空间较大，线束较长，接线器多，功耗大，成本高；

2) 菊花链通信方案：菊花链分布式 BMS，线束较少，但 EMC 难度较大，可扩展性较差。

现有有线连接容易受线束走向以及布置的约束，其在 PACK 装配效率、占用空间、重量、信号连接数量等方面都存在劣势。考虑到 BMS 除了采集电芯电压、模组温度和系统电流这些信号外，未来会涉及电芯内部传感信号和更多电芯外部传感信号，如气体、气压、压力、烟感等，从可靠性及灵活性等维度看，无线传输方案存在明显优势。



图 7 无线电池管理系统

与传统的有线 BMS 信号传输方式相比，基于星闪技术的无线 BMS 可以减少系统内采样和通信线束，简化系统结构，提升电池包能量密度；大幅度提高电芯管理的可靠性、精度，提升电池安全性能；解决线束和接插件长时间使用的可靠性问题，减少售后维护；且主从板之间无高压风险，可扩展性强，功耗低，是未来电池管理系统的发展方向。

## 4.6. 营运车辆全景环视

### 4.6.1 场景描述

对于大型客车或者货车等营运车辆，车身周围存在较大范围的盲区，常在车辆起步或者泊车时发生碾压盲区内的行人或非机动车辆的事故。在城区人口密集地段，这类事故风险尤为严重。当前传统的广角后视镜无法实现对车身周围盲区的全覆盖。使用全景环视系统成为解决此类安全问题的有效途径。全景环视系统可将车身周围摄像头拍摄的图像实时传递到中控平台并对多个摄像头的数据进行拼接，形成车身周围 360 度环视图像，从而实现对盲区的全覆盖。

### 4.6.2 需求分析

营运车辆的车辆长度长、结构复杂，转弯、并线时存在车身结构变化大的特征。为了实现良好的视频拼接效果，摄像头需要部署于车辆上沿（见图 8），这些特殊位置需要灵活的部署方案支撑，且能够适应车辆长度及车身结构的变化，此外部署方案要充分考虑降低成本。



图 8 营运车辆全景环视的典型部署位置

### 4.6.3 通信方式

需要支持中控平台与车身周围的各摄像头进行通信。

### 4.6.4 产业分析

营运车辆对于全景环视系统存在强烈的无线化诉求，具体表现在：传统客车使用空调管道部署有线进行连接，容易漏水；货车结构复杂，布线空间有限，采用有线部署的话存在着随运行时间增加可靠性降低的风险；甩挂车缺乏统一的视频接口标准用于牵引车和挂车，不同厂商之间无法适配。

基于星闪技术可以很好的解决有线部署可靠性低，安装部署复杂，有线视频接口不统一的问题，并起到降低线束成本的作用，切实提升营运车辆的全景环视性功能，保障营运安全。

## 4.7. 无线氛围灯

### 4.7.1 场景描述

车载氛围灯安装在车辆内部，用于烘托座舱内部环境氛围的内饰灯，通常会出现在门板、车顶、杯架、中控、迎宾踏板、后备箱等处。随着智能座舱和自动驾驶的发展，座舱内环境空间的氛围营造更为重要，通过极致氛围灯的使用，可以给人带来温馨、舒适、科技、奢华等等不同体验。随着技术的发展，氛围灯的展现形式也更为个性化和多样化。其将不再仅仅局限在单色、多色、呼吸律动、音乐律动等形式，而是向更加人性化、智能化演进。例如，可以通过 APP、语音、

手势等控制氛围灯，或者根据乘客不同的情绪来自动调整氛围灯。此外，也可通过氛围灯来显示车辆的状态，如车辆故障信息。

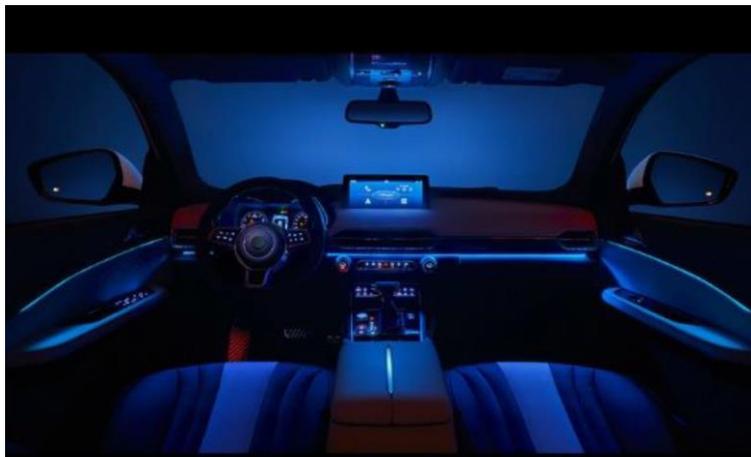


图 9 氛围灯的气氛营造

#### 4.7.2 需求分析

为了营造极致的氛围，车载氛围灯存在如下诉求：

- 并发设备数：20~70；
- 速率大于 2Mbps，可支持音乐律动及用户快速升级；
- 传输时延小于 50ms；
- 可实现灵活部署，分布就近取电，数据传输与电源传输分离；

#### 4.7.3 通信方式

通信主要涉及氛围灯控制器及导光条，其中氛围灯控制器和导光条应能支持单播、组播和广播通信。

#### 4.7.4 产业分析

随着氛围灯对于个性化和智能化的演进，为了营造更好的氛围，对于氛围灯的节点数要求以及传输速率的要求都将增加。基于星闪技术的无线氛围灯相比传统基于 LIN 线的有线氛围灯具备如下优势：

- 节约线束成本且能够实现分布式的就近取电；

- 易于部署，可实现数据传输与供电解耦，简化布线设计；
- 提供更强传输能力，能够支持 256 路数据，速率大于 5Mbps，时延小于 0.5ms；
- 能够实现灯控算法的集中化控制，无需多个子网级联；
- 更强的通信能力便于提供 OTA 个性化升级，打造新的商业模式。

## 5. 产业发展

### 5.1. 星闪技术发展现状与趋势

作为新一代无线短距通信技术，星闪技术顺应了智能网联汽车车内通信无线化的趋势，并且凭借所能提供的低时延、高可靠、高精度同步、多并发、高信息安全、低功耗等特性满足了新兴车载应用场景对于无线通信的严苛要求。在此技术优势基础上，星闪技术的产业化进程在快速推进中。

#### 5.1.1 样机及芯片

2021 年 4 月，星闪联盟在业界首次展示出基于星闪技术的原型样机系统，展现了包括星闪超短时延测试系统、星闪主动降噪原型系统、星闪 5.1 无损环绕声场原型系统和星闪低时延高清投屏原型系统，凭借突出的通信性能获得了产业的广泛关注。其中由中国汽车技术研究中心有限公司、北汽和华为公司联合开发和演示的星闪主动降噪原型系统在业界首次验证了无线主动降噪的技术可行性。结果显示，星闪技术空口传输时延可达到 20us，业务端到端时延迟小于 100us，相比其他技术的 40ms 的时延降低两个数量级。现场实时声场测量仪表显示，星闪主动降噪系统能够将低频噪声平均降低 5dB，达到和同条件下有线主动降噪系统相当的降噪效果。

此外，针对营运车全景环视系统，利用星闪系统微秒量级的高精度同步和超低的传输延迟（低于对比技术 100ms），鹰驾、华为等联合开展了基于星闪无线通信系统的样机验证，全面解决了有线部署方案所面临的布线困难、可靠性降低、接口不统一等一系列问题。

根据星闪联盟的整体规划，2022 年将完成星闪芯片发布。目前，中科晶上表示 2022 年将发布基于 DX502c DSP 平台的星闪芯片。极芯通讯技术有限公司也将于同年发布南迦巴瓦（UC6010）星闪 SoC 芯片。此外，还有其他几家芯片公司正在积极规划星闪芯片。

### 5.1.2 测试认证体系

为了切实推动星闪技术产业落地，保证使用星闪技术设计的产品的一致性和互通性，星闪联盟目前正致力于测试认证体系的构建。具体包括产品测试认证、技术和商标授权，测试认证实验室授权，测试认证仪表/系统开发、验证和授权，测试计划制定，测试方案试验验证，以及认证产品监督等。

根据当前规划，整体星闪测试认证体系将于 2021 年下半年完成制定并发布，2022 年可颁发首个星闪认证证书。

### 5.1.3 测试仪表

测试仪表是推动星闪技术的重要环节，对于测试认证体系的落地起着关键作用。

2021 年 5 月，星河亮点推出“积薪”平台 SP9500-SLT，是一款面向星闪短距测试的无线综测仪，可支持星闪短距芯片、模块和终端的射频、协议及性能测试。根据计划，“积薪”平台将在 2022 年上半年全面具备星闪协议一致性测试能力和射频一致性测试能力。

此外，大唐联仪计划在 2021 年第四季度提供支持星闪新短距的综测仪 CTP3515 平台，满足非信令测试的物理层功率类、调制类指标测量。计划 2022 年第二季度支持信令测试，满足低时延，大带宽，高可靠应用场景；第三季度将启动支持星闪标准定义的协议一致性和射频一致性测试用例开发。该平台支持 5G NR，满足 5G 和星闪新短距融合的测试场景。

## 5.2. 应用场景商用时间表

结合第 4 章的应用场景分析以及 5.1 节介绍的星闪技术产业现状及趋势，图 10 给出了星闪技术典型应用场景的商用时间表预测。



图 10 星闪车载应用商用节奏预测

注 1：图 10 中的框图为落地时间窗口预测，各企业根据产品规划及开发节奏不同，在具体窗口内的落地时间可能存在差异。

注 2：针对车载免提通话及车机互联，通信交互涉及车内多个零部件之间以及移动终端（如手机）与车载零部件的之间。在商用落地过程中，不同企业可能会根据产品规划选择其中部分通信链路或全部通信链路实现基于星闪技术的无线化。

## 6. 总结与展望

随着智能网联汽车的不断发展，新兴的应用场景不断涌现，车辆生产在成本控制、灵活部署、降低重量等方面的诉求也不断加强，这些因素都推动着车内通信从有线向无线演进。相应的业务需求对传统无线短距通信技术在传输速率、可靠性、时延、连接数、同步精度、安全等方面提出了严峻挑战。在此背景下，星闪技术的诞生顺应了产业趋势并且满足了新兴场景的业务需求。

本白皮书对星闪技术在智能网联汽车领域的应用做了全面梳理和分析。星闪技术的标准框架由星闪接入层、基础服务层和基础应用层三层构成。其中，星闪接入层支持两种接入技术 SLB 和 SLE。SLB 主要用于承载以车载主动降噪、全景环视、车载娱乐为代表的具有低时延、高可靠、精同步和高并发等需求的业务场景；SLE 主要用于承载包括胎压监测、无钥匙进入、无线电池管理系统在内的具备低功耗要求的业务场景。两种技术面向不同的无线短距应用场景，互相补充并

且将根据车载业务需求进行持续演进。凭借技术的先进性，星闪受到了业界的广泛关注，样机验证、商用芯片开发、测试认证体系构建以及测试仪表发布等方面取得了显著的进展，产业化加速趋势明显。按照当前规划和进展，2022 年商用星闪芯片将陆续发布，同年星闪联盟计划完成首个星闪认证证书的颁发。

作为新一代无线短距通信技术，星闪技术的推广和普及需要产业界各方的协同合作。为了加速星闪技术在智能网联汽车领域的应用和普及，建议从如下几方面开展工作：

1. 进一步强化基础创新技术研发，对星闪技术进行进一步功能和性能增强，从当前的信息传输逐步扩展到感知、定位和多技术融合组网，联合产业合作伙伴开展技术验证工作，扩展星闪技术的应用范围。
2. 结合车载应用的端到端业务需求，进一步增强和扩展应用服务层的标准内容，实现跨厂商跨应用的互联互通和无缝对接，繁荣智能网联汽车产业生态，覆盖多样化的车载应用业务需求。
3. 加速产业链配套落地工作，从主机厂应用部署的角度拉通芯片、模组、仪表、解决方案、应用测试等各个环节，打通产业链优势资源并进行协同合作，尽快整合产业链资源形成商业落地产品。

随着星闪技术的不断发展，其必将为智能网联汽车带来更加极致的传输体验，为新兴车载应用场景的商用提供坚实的无线通信保障。

## 星闪联盟介绍

星闪联盟成立于 2020 年 9 月 22 日，由行业机构、高校和科研院所、芯片、整车和零部件、手机和终端、家电、通信、仪器仪表和 IT 等各领域 136 家单位组成。联盟致力于全球化，目标是推动新一代无线短距通信技术 SparkLink 的创新和产业生态，承载智能汽车、智能家居、智能终端和智能制造等快速发展的新场景应用并满足极致性能需求。联盟主要在标准制定、测试认证、发展策略、生态构建、应用示范、技术交流、对外合作等方面开展工作，已经成为全球推动新一代无线短距通信产业发展的重要平台。

## 中国智能网联汽车产业创新联盟介绍

为进一步推动我国智能网联汽车产业和技术发展，中国汽车工程学会、中国汽车工业协会在工信部的支持下，于 2017 年 6 月 12 日组建成立“中国智能网联汽车产业创新联盟”，工信部作为联盟指导单位。联盟是由国内企业、高校、研究机构、行业组织等自愿组成的联合体，包括汽车、信息通信、交通等领域。联盟按照约定的工作机制，在政策和战略研究、关键共性技术研发、标准法规、测试示范、产业化推广、学术交流与国际合作、人才培养等方面开展工作，已经成为国内推动智能网联汽车产业发展的重要平台。



中国智能网联汽车产业创新联盟



官网: <http://www.caicv.org.cn>

Email: [guoli@china-icv.cn](mailto:guoli@china-icv.cn)



星闪联盟



官网: <http://www.sparklink.org.cn>

Email: [info@sparklink.org.cn](mailto:info@sparklink.org.cn)

