车联网发展、法律法规和测试研究

国家无线电监测中心检测中心

彭潇

目录

CONTENTS

01 自动驾驶和新四化

02 车联网体系架构

03 车辆无线电设备技术要求

04 LTE-V2X至5G-V2X演进

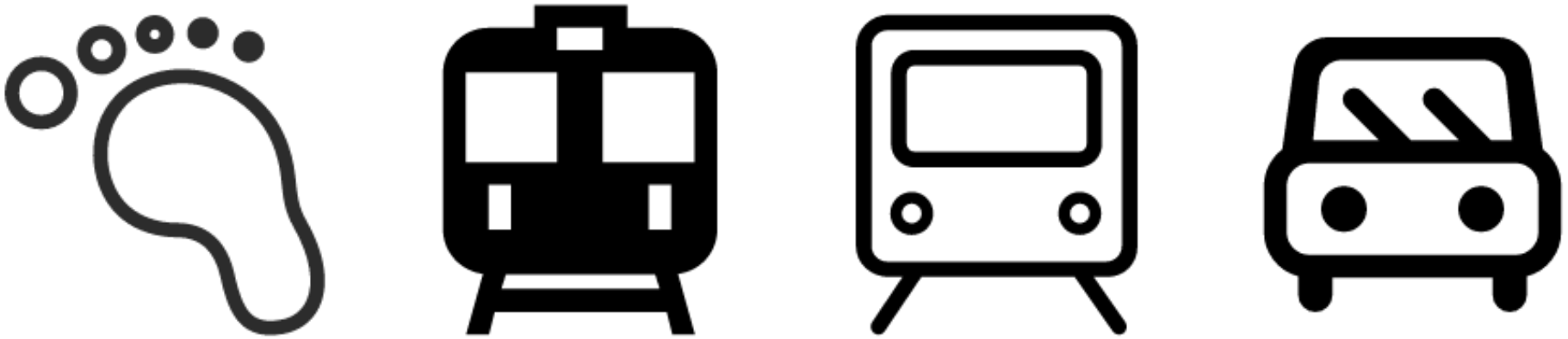
05 LTE-V2X测试和频谱征求意见稿

06 总结

01

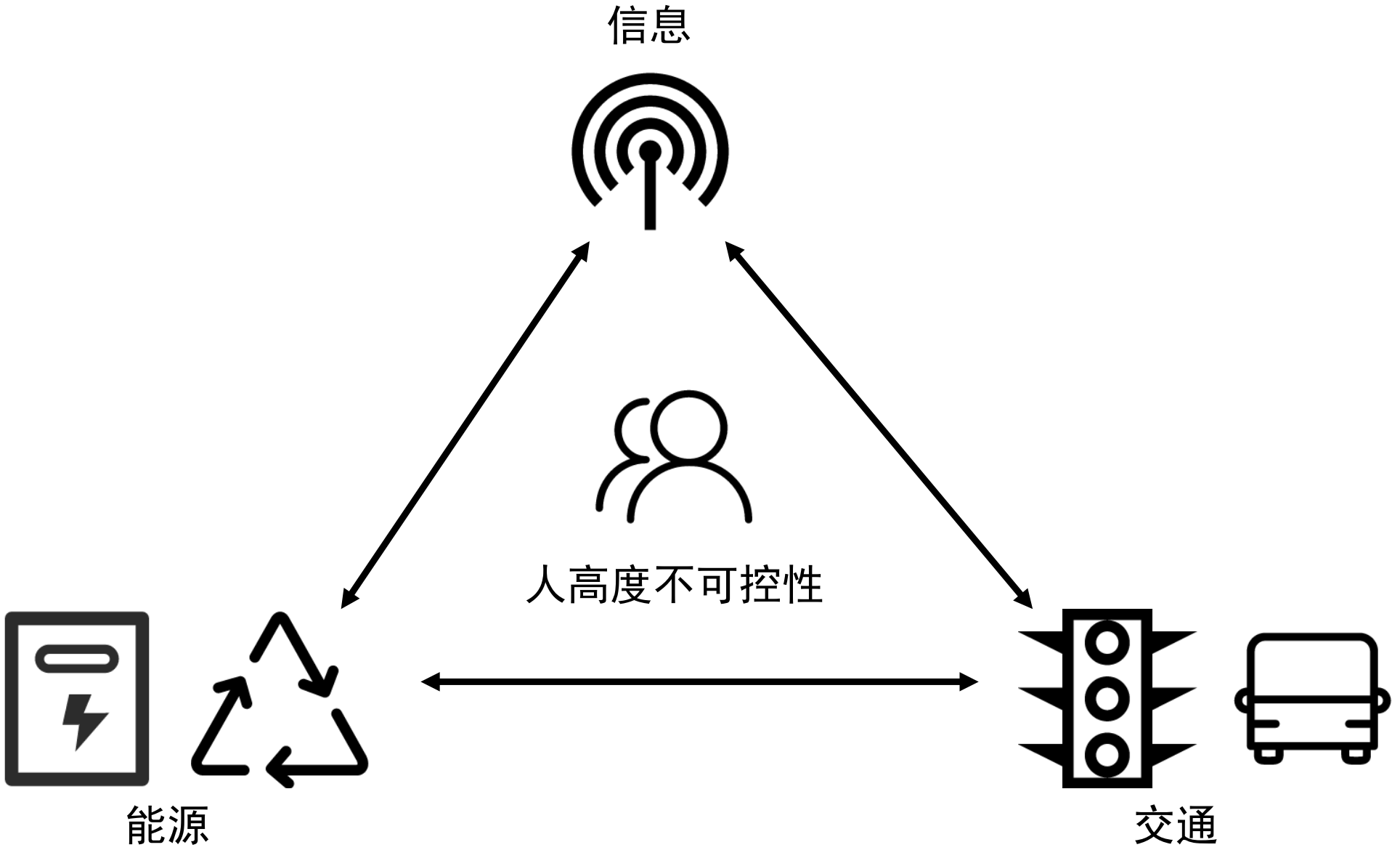
自动驾驶和新四化

步行时代　火车时代　电车时代　汽车时代

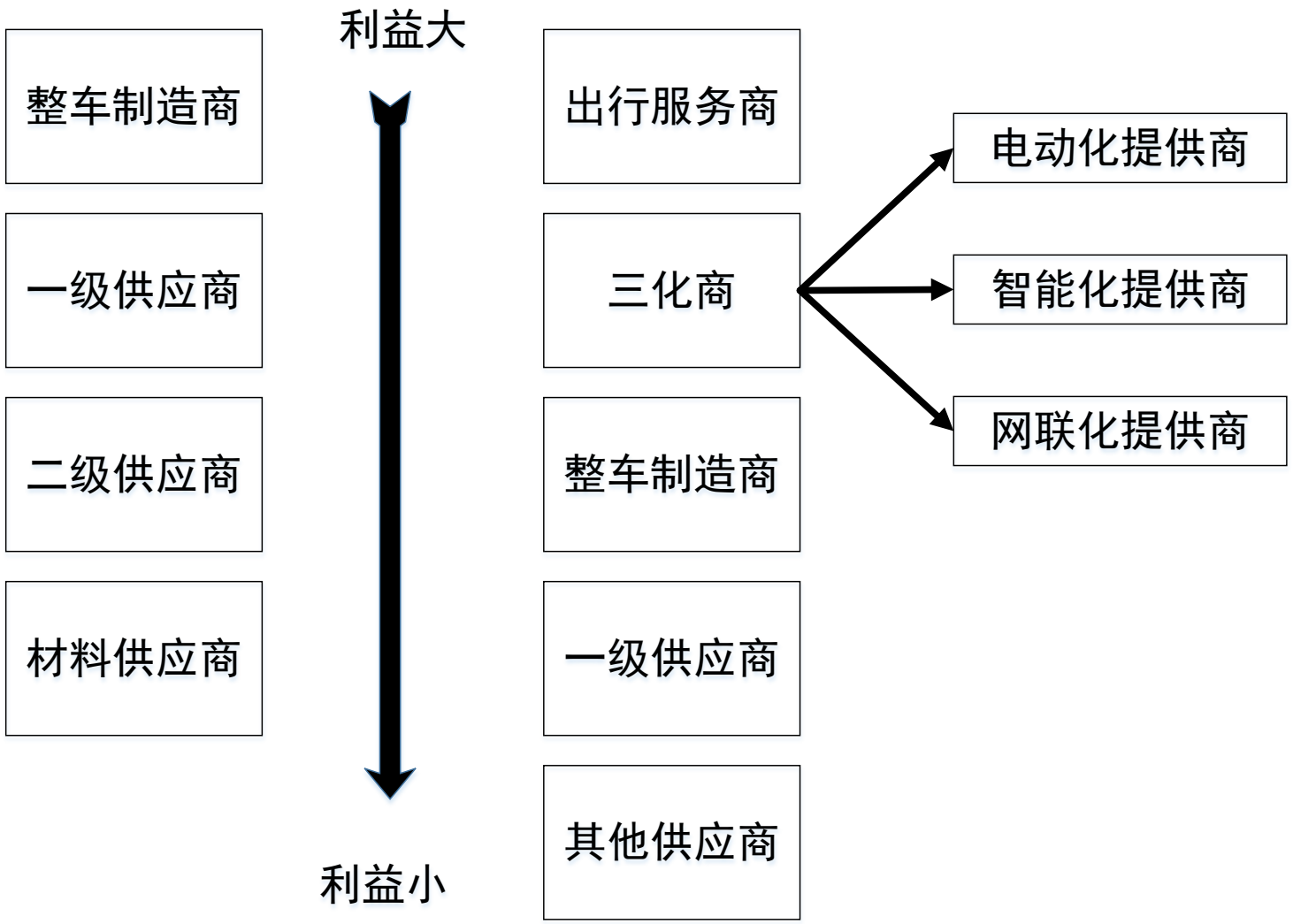


时间，城市化进程

一、城市发展历程和交通技术矛盾瓶颈

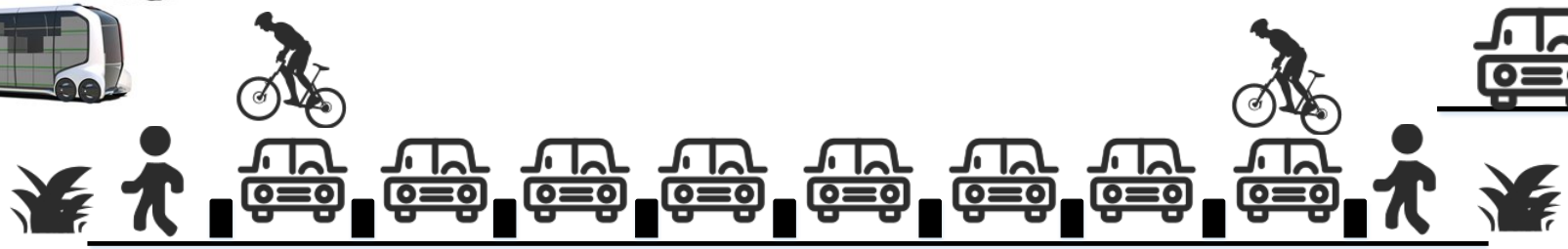


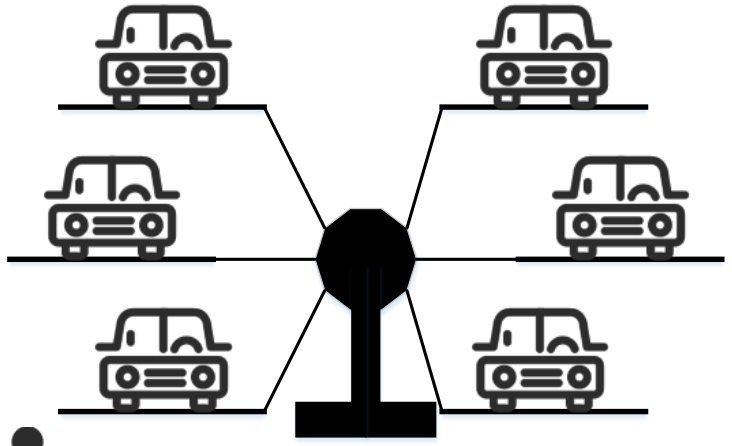
一、重构利益链


利益大
整车制造商
一级供应商
二级供应商
材料供应商
利益小
出行服务商
三化商
整车制造商
一级供应商
其他供应商
电动化提供商
智能化提供商
网联化提供商

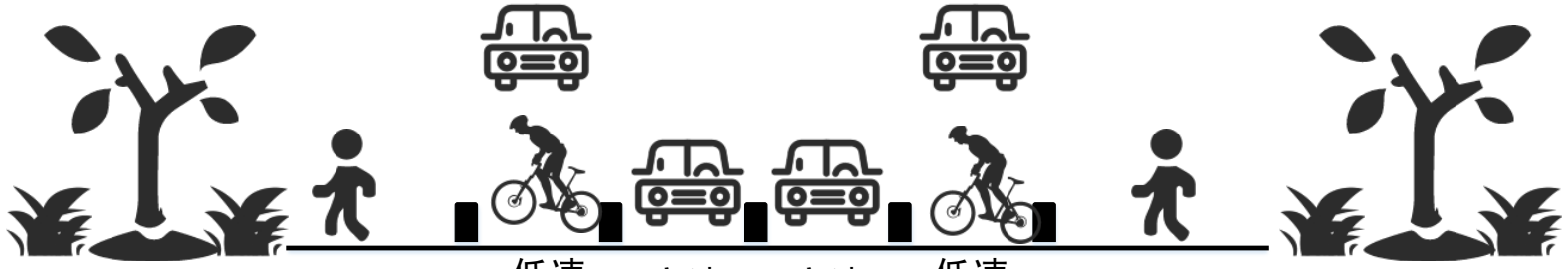
一、自动驾驶影响







有人驾驶汽车的道路

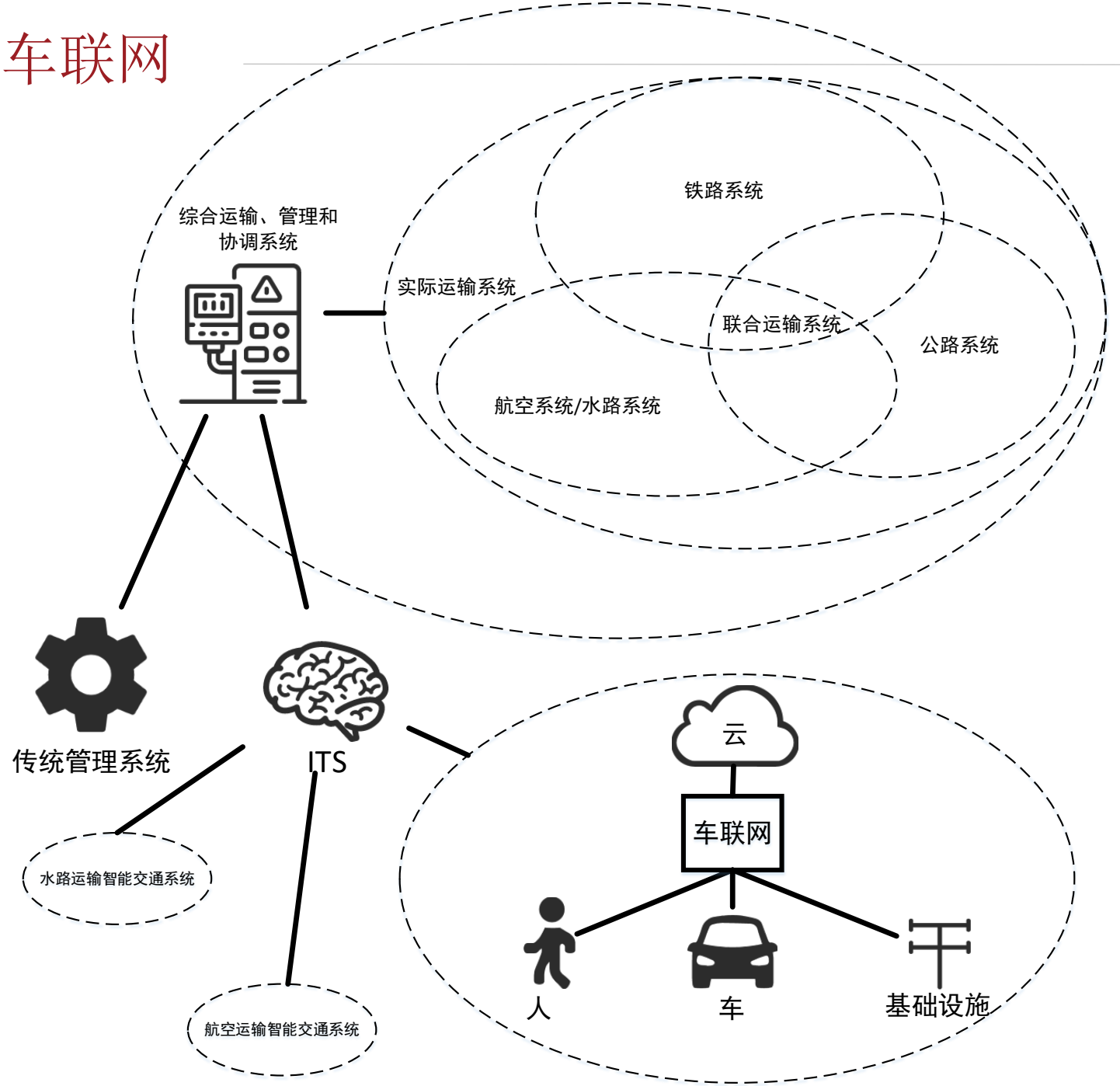


自动驾驶汽车的道路

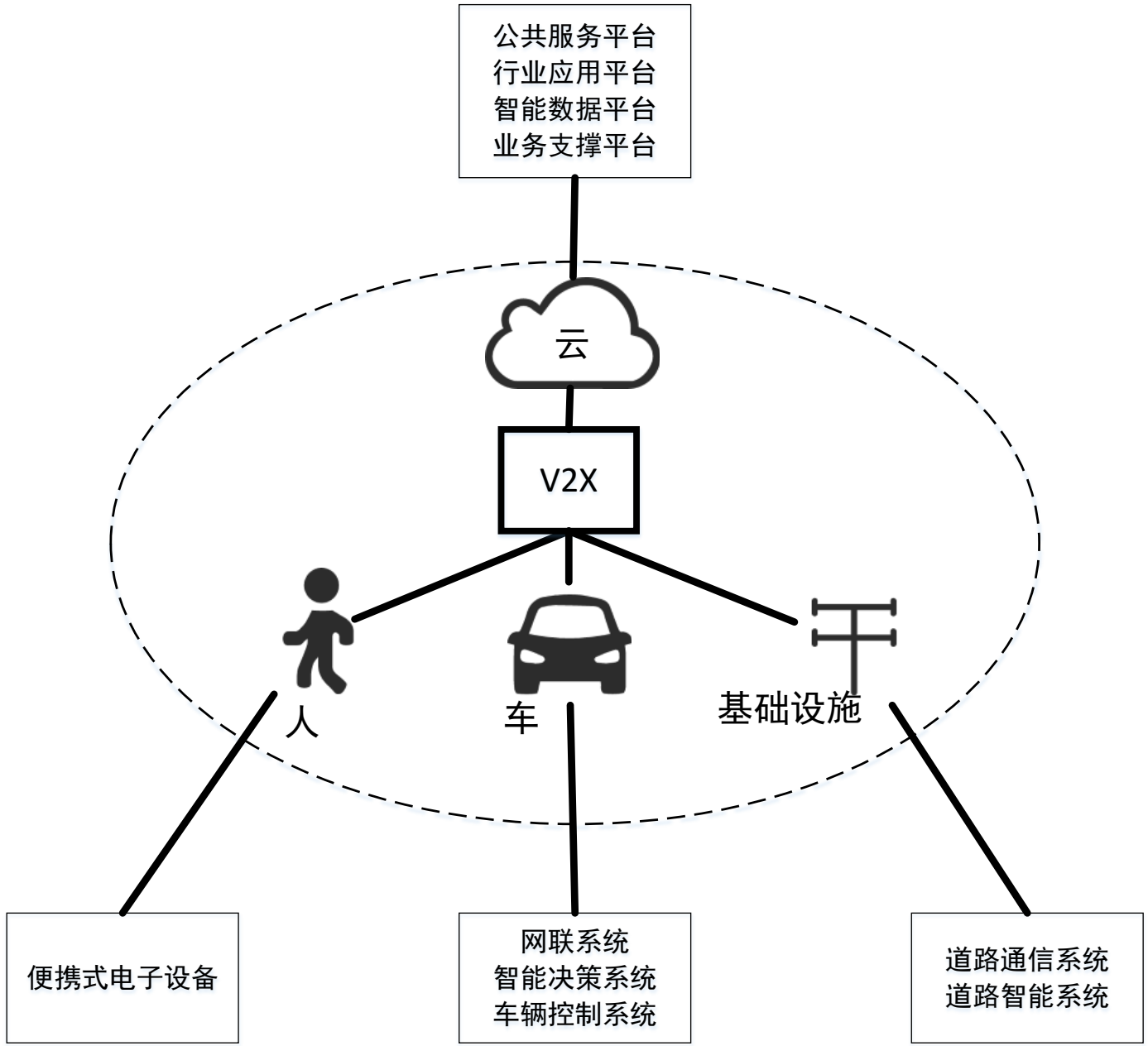
02

车联网体系架构

二、网联化——车联网


综合运输、管理和
协调系统
实际运输系统
铁路系统
联合运输系统
公路系统
航空系统/水路系统
传统管理系统
ITS
水路运输智能交通系统
航空运输智能交通系统
云
车联网
人
车
基础设施

二、网联化——车联网

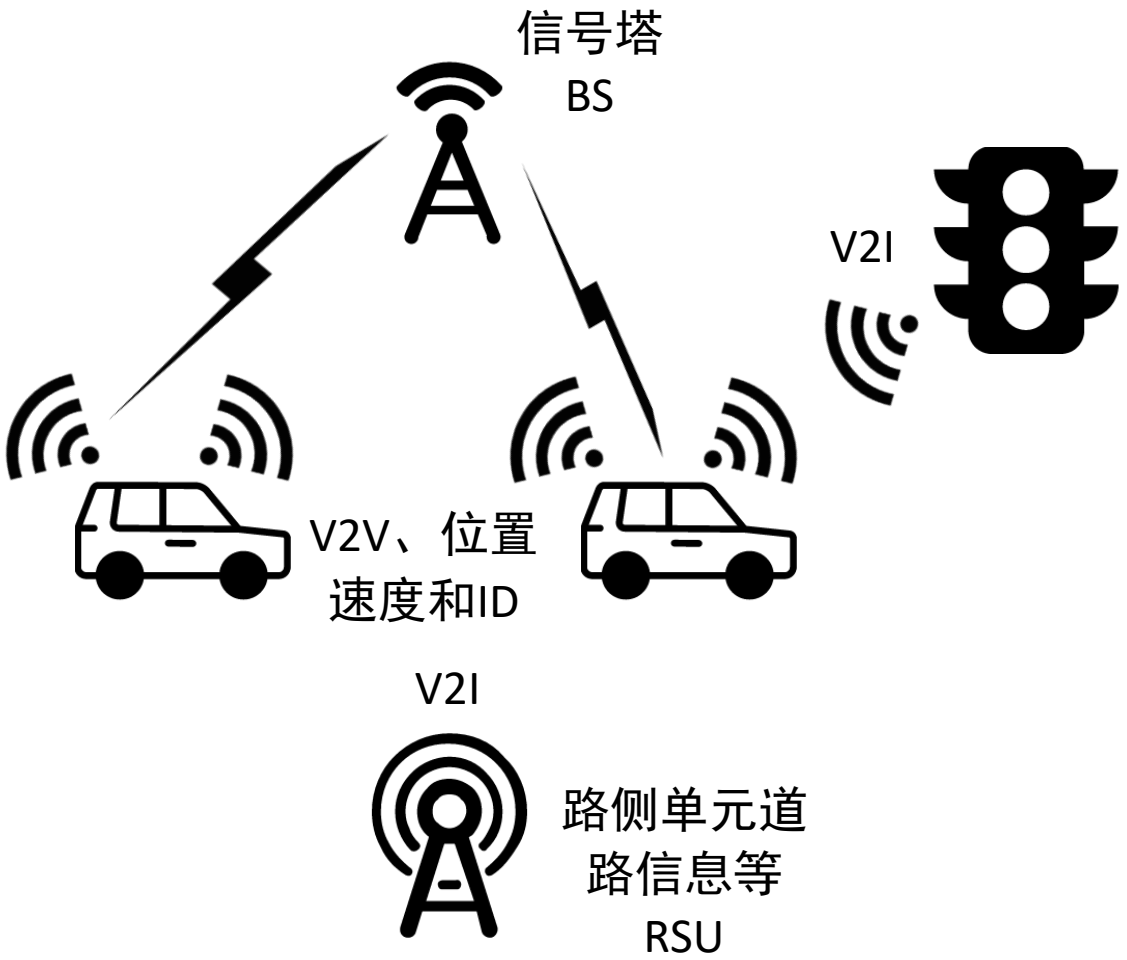

公共服务平台
行业应用平台
智能数据平台
业务支撑平台
云
V2X
人
车
基础设施
便携式电子设备
网联系统
智能决策系统
车辆控制系统
道路通信系统
道路智能系统

车内通信设备



1 车载蓝牙、WiFi、定位导航；
2 测距雷达
3 胎压监测系统
4 毫米波雷达
5 防碰撞系统
6 车载无线电台
7 无钥匙进入系统
8 侧向碰撞预警系统
9 倒车雷达
10 电子不停车收费系统

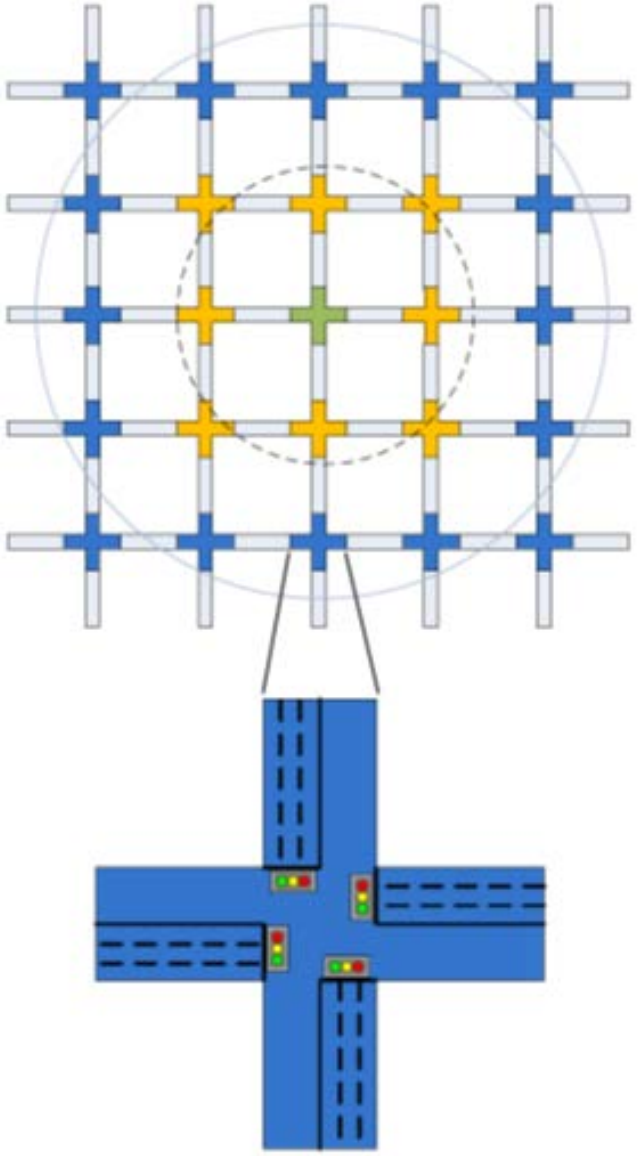
车外通信设备

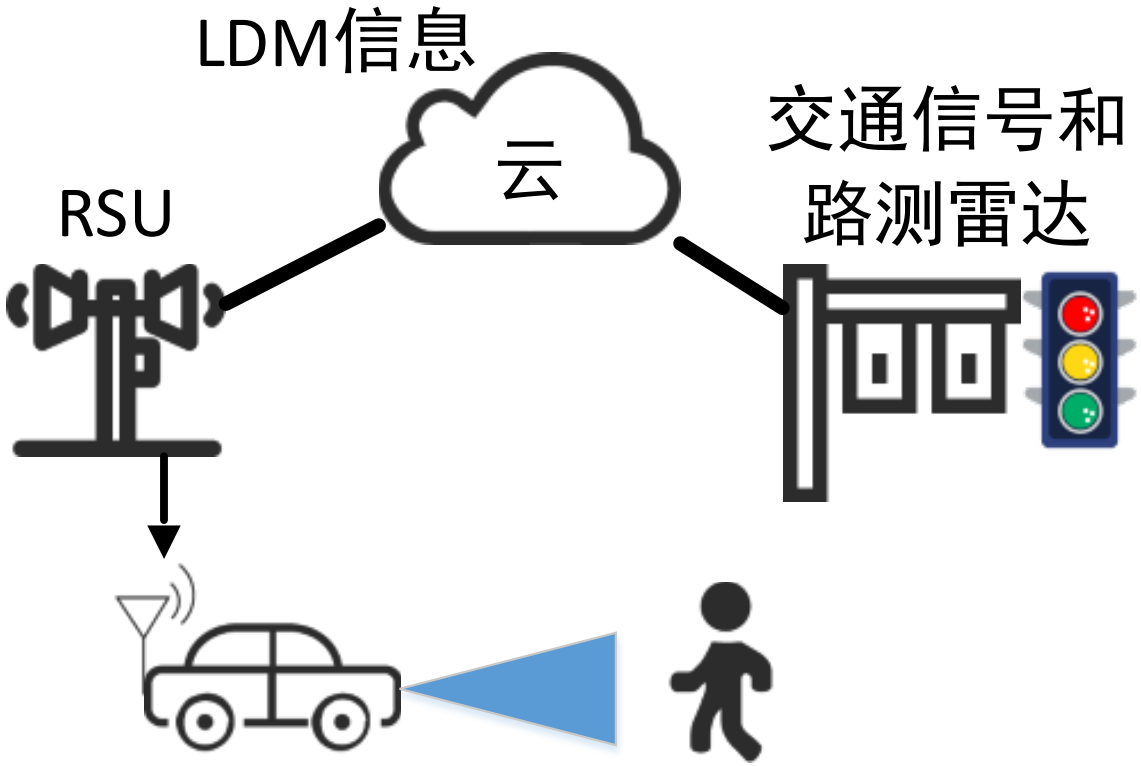


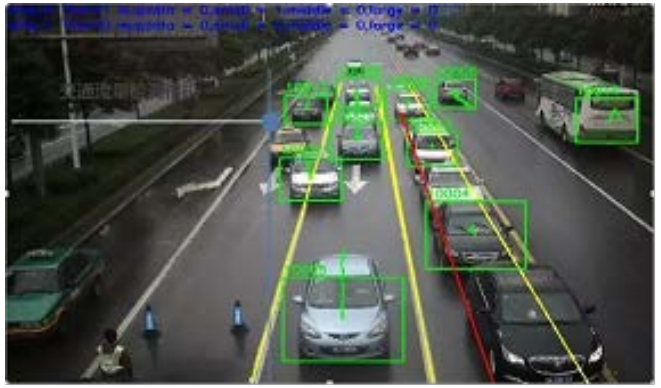
二、车联网各类设备用频

通信方式	设备类型	频段	调制方式	功率
主动式	汽车防盗钥匙	314MHz-316MHz \433.92MHz	ASK/FSK	10mW
	电子启动钥匙	125kHz，135kHz	ASK、FSK	69dbμA/m
	汽车防盗系统	409.75-409.8625MHz	FSK	500mW
	车载MP3无线传声器	87-108 MHz	FM	100mW
	数字对讲车载台	137-140MHz/146-149.9MHz/ 150.05-167MHz/403-406MHz/ 406.1-406.5MHz/ 409.5-409.75MHz/ 409.9875-423.5MHz	FSK	25W
	数字集群车载台	351-358MHz 372-379MHz 806-821MHz	π/4 DQPSK	10W
	车载蓝牙电话	2.4-2.4835GHz	GFSK	100mW
	LTE-V2X技术	5905-5925MHz（征求意见稿）	QPSK	23dBm/26dBm
	毫米波测距雷达	77-81GHz（试验频段）	FMCW	待定
	车载3G数据终端	1880-1920MHz 2010-2025MHz 2320-2370MHz 1920-1980 MHz	QPSK/16QAM	300mW
被动式	车辆测距雷达	76-77GHz	FMCW	400mW
	车载防撞雷达	24.00-24.25GHz	FMCW	20mW
	24GHz车载雷达	24.25-26.65GHz	FMCW	25mW
只接收	GPS导航	1575.42±10MHz	BPSK	
	北斗导航	2491.75MHz	QPSK	
能量转换	EV无线充电	20-200kHz	PM	Kw level

二、车联网-路端



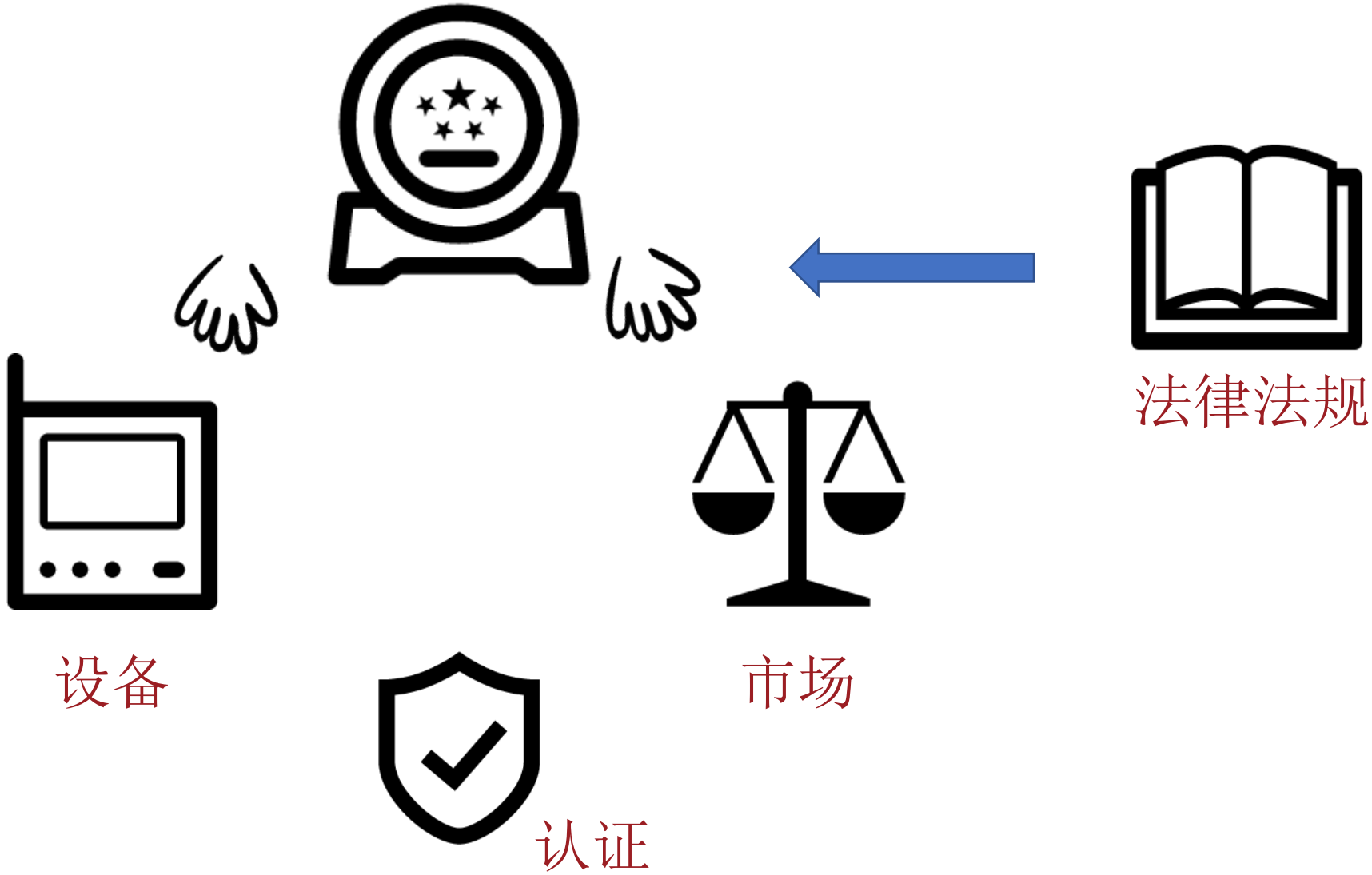




03

车辆无线电设备技术要求

三、熟悉车联网设备法律法规的重要性



三、熟悉车联网设备法律法规的重要性

世界主要国家都有着必要的法律依据

- 明确无线电管理的执法主体。
- 执法有着充足的依据。
- 确保了无线电频谱资源集中统一管理。
- 增强人们对于无线电频谱使用的社会意识。

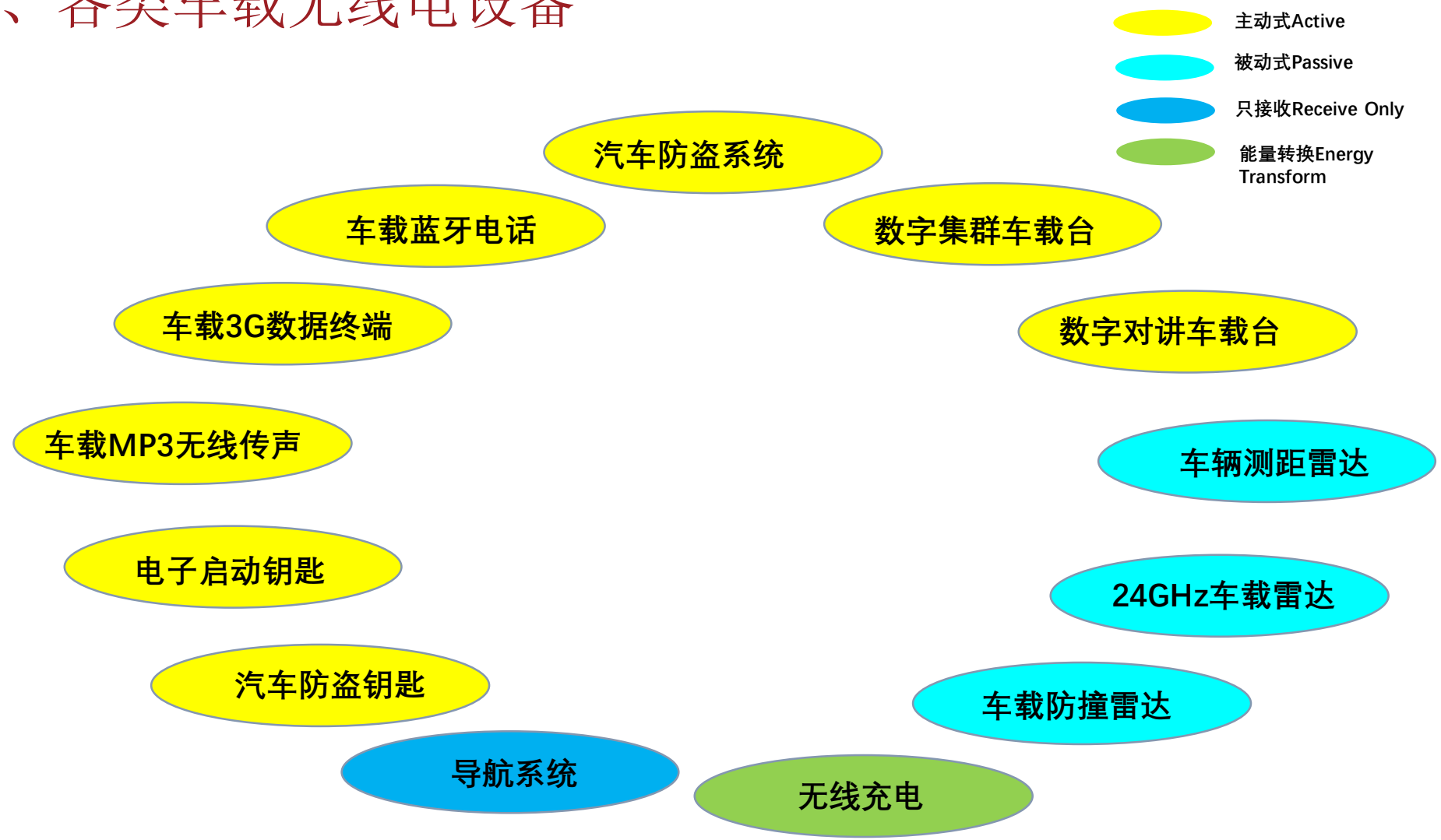
确保无线电设备管理领域有着稳定安全的发展前景

- 明确无线电管理机构有无线电监督检查的权利、程序和行为规范。
- 确保完善的法律法规对无线电设备的管理职能。

对厂商的作用

- 有助于汽车厂家了解相关法律、规定以及技术标准。
- 做到在车辆中引入合格的无线电设备，采用相关技术时符合我国相关规定。

三、各类车载无线电设备


主动式Active
被动式Passive
只接收Receive Only
能量转换Energy Transform
汽车防盗系统
车载蓝牙电话
数字集群车载台
车载3G数据终端
数字对讲车载台
车载MP3无线传声
车辆测距雷达
电子启动钥匙
24GHz车载雷达
汽车防盗钥匙
车载防撞雷达
导航系统
无线充电

三、相关法律法规文件

法规及管理规定

序号	文件名称	文件编号
1	《中华人民共和国无线电管理条例》	中华人民共和国国务院 中华人民共和国中央军事委员会令 第672号
2	《中华人民共和国频率划分规定》	工业和信息化部令第26号
3	《进口无线电发射设备的管理规定》	
4	《生产无线电发射设备的管理规定》	
5	《研制无线电发射设备的管理规定》	
6	《中华人民共和国无线电管制规定》	
7	《无线电台执照管理规定》	
8	《无线电设备检测服务指南》	

技术要求

序号	文件名称	文件编号
1	《关于60GHz 频段微功率（短距离）无线电技术应用有关问题的通知》	信无函[2006]82 号
2	《关于增加800MHz频段微功率（短距离）无线电应用工作频率的通知》	信无函〔2008〕44号
3	《关于增加400MHz频段微功率（短距离）无线电应用工作频率的通知》	信无函[2007]90号
4	《关于无线汽车防盗报警设备使用频率的通知》	信无函 [2006]61 号
5	《关于手机附带无线传声器相关事宜的通知》	工信无涵[2009]137号
6	《工业和信息化部发布24GHz频段短距离车载雷达设备使用频率规划》	工信部无〔2012〕548号
7	《移动通信调频无线电话机通用技术条件》	GB/T15844.1-1995
8	《基于GSM技术的数字集群系统总体技术要求》	YDC 030-2004
9	《毫米波调频广播技术规范》	GB/T 4311-2000
10	《工业和信息化部关于150MHz/400MHz频段专用对讲机频率规划和使用管理有关事宜的通知》	工信部无【2009】666号
11	《数字集群移动通信系统体制》	SJ/T 11228-2000
12	《关于350-390MHz频段数字集群通信设备技术指标的通知》	信无函[2004]54号
13	《移动通信调频无线电话发射机测量方法》	GB 12192-90
14	《移动通信调频无线电话接收机测量方法》	GB 12193-90
15	《900/1800MHzTDMA数字蜂窝移动通信网移动台设备技术指标及测试方法》	YD/T884-1996
16	《微功率（短距离）无线电设备的技术要求》	信部无[2005]423号
17	《关于调整2.4GHz频段发射功率限值及有关问题的通知》	信部无[2002]353号
18	《关于使用5.8GHz频段频率事宜的通知》	信部无[2002]277号
29	《800MHz／900 MHz频段射频识别(RFID)技术应用规定(试行)》	信部无[2007]205号
20	《超宽带（UWB）技术频率使用规定》	工信部无[2008]354号

三、车载雷达



- 超声波防撞雷达
- 红外防撞雷达
- 激光防撞雷达
- 微波防撞雷达

毫米波雷达

主要功能

- 按照安装位置的不同和需要防护避让的目标不同可以分为前向雷达、倒车雷达、侧向雷达。
- 车载雷达的用途决定了它必须具有测速、测距以及测角的功能。

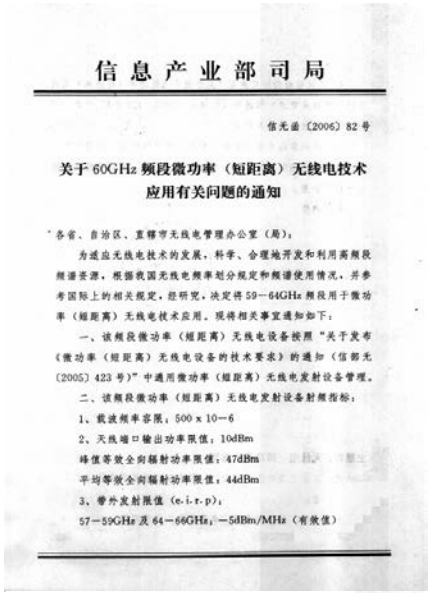
使用频段

- 起初采用的频段包括10 GHz, 16 GHz, 24 GHz, 36 GHz, 50 GHz,使用的频段越来越高。
- 日本一直使用59.5 GHz 的波段, 欧美国家多使用77 GHz和94GHz。
- FMCW(FrequencyModulated Continuous Wave) 技术渐渐成为主流技术。
- 24GHz雷达尺寸较大，主要用于集装箱货车和长途客运车， 60GHz 、 77GHz 、 和94GHz的雷达尺寸相对较小，主要用于轿车。
- 我国在汽车雷达领域的测试标准和技术要求还有待完善。

毫米波雷达

- 毫米波雷达应用最为广泛，毫米波的波长介于1-10mm。
- 其分辨率高、频带宽、天线副瓣低，有利于实现成像或准成像。
- 毫米波具有“大气窗口”频段，在该频段衰减很小，非常适合于车间距离测定雷达和车间通信。
- 而且穿透烟尘和尘埃的能力也优于红外和光学系统。
- 多普勒频移大，在使用多普勒频移测速的系统中，速度分辨率高。

三、车载60GHz雷达



信息产业部司局

信无函〔2006〕82号

关于60GHz频段微功率（短距离）无线电技术应用有关问题的通知

各省、自治区、直辖市无线电管理办公室（局）：

为适应无线电技术的发展，科学、合理地开发和利用高频段频谱资源，根据我国无线电频率划分规定和频谱使用情况，并参考国际上的相关规定，经研究，决定将59—64GHz频段用于微功率（短距离）无线电技术应用。现将相关事宜通知如下：

一、该频段微功率（短距离）无线电设备按照“关于发布《微功率（短距离）无线电设备的技术要求》的通知（信部无〔2005〕423号）”中通用微功率（短距离）无线电发射设备管理。

二、该频段微功率（短距离）无线电发射设备射频指标：

1、载波频率容限：500 x 10—6

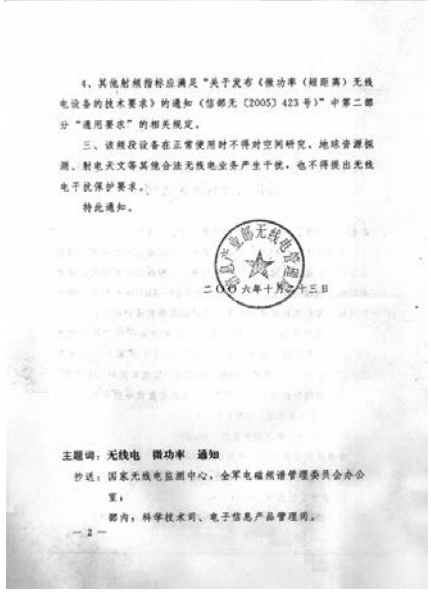
2、天线端口输出功率限值：10dBm

峰值等效全向辐射功率限值：47dBm

平均等效全向辐射功率限值：44dBm

3、带外发射限值（e.i.r.p）：

57—59GHz及64—66GHz：—5dBm/MHz（有效值）



4、其他射频指标应满足“关于发布《微功率（短距离）无线电设备的技术要求》的通知（信部无〔2005〕423号）”中第二部分“通用要求”的相关规定。

三、该频段设备在正常使用时不得对空间研究、地球资源探测、射电天文等其他合法无线电业务产生干扰，也不得提出无线电干扰保护要求。

特此通知。

二〇〇六年十月二十三日

主题词：无线电 微功率 通知

抄送：国家无线电监测中心，全军电磁频谱管理委员会办公室，

部内：科学技术司、电子信息产品管理司。

—2—

关于60GHz频段微功率（短距离）无线电技术应用有关问题的通知

信无函[2006]82号

① 载波频率容限：500×10^{-6}

② 天线端口输出功率限值：10dBm

峰值等效全向辐射功率限值：47dBm

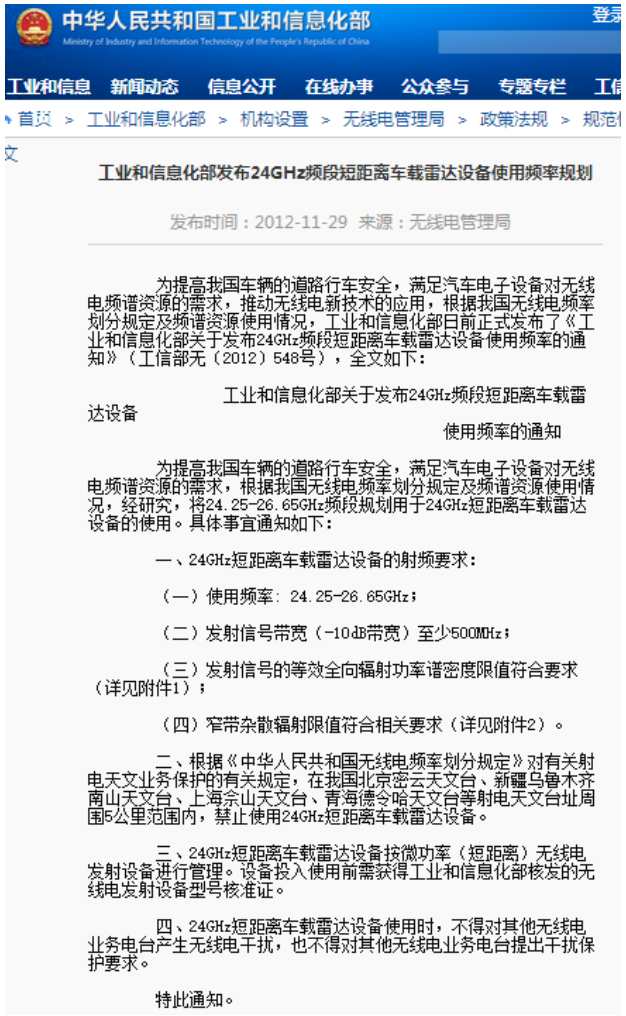
平均等效全向辐射功率限值：44dBm

③ 带外发射限值（e.i.r.p）：

57-59GHz及64-66GHz： -5dBm/MHz（有效值）

④ 其他射频指标应满足“关于发布《微功率（短距离）无线电设备的技术要求》的通知（信部无［2005］423号）”中第二部分“通用要求”的相关规定。

三、车载24GHz雷达


中华人民共和国工业和信息化部

Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China

工业和信息 新闻动态 信息公开 在线办事 公众参与 专题专栏

首页 > 工业和信息化部 > 机构设置 > 无线电管理局 > 政策法规 > 规范

工业和信息化部发布24GHz频段短距离车载雷达设备使用频率规划

发布时间：2012-11-29 来源：无线电管理局

为提高我国车辆的道路行车安全，满足汽车电子设备对无线电频谱资源的需求，推动无线电新技术的应用，根据我国无线电频率划分规定及频谱资源使用情况，工业和信息化部日前正式发布了《工业和信息化部关于发布24GHz频段短距离车载雷达设备使用频率的通知》（工信部无〔2012〕548号），全文如下：

工业和信息化部关于发布24GHz频段短距离车载雷达设备使用频率的通知

为提高我国车辆的道路行车安全，满足汽车电子设备对无线电频谱资源的需求，根据我国无线电频率划分规定及频谱资源使用情况，经研究，将24.25-26.65GHz频段规划用于24GHz短距离车载雷达设备的使用。具体事宜通知如下：

一、24GHz短距离车载雷达设备的射频要求：

（一）使用频率：24.25-26.65GHz；

（二）发射信号带宽（-10dB带宽）至少500MHz；

（三）发射信号的等效全向辐射功率谱密度限值符合要求（详见附件1）；

（四）窄带杂散辐射限值符合相关要求（详见附件2）。

二、根据《中华人民共和国无线电频率划分规定》对有关射电天文业务保护的有关规定，在我国北京密云天文台、新疆乌鲁木齐南山天文台、上海佘山天文台、青海德令哈天文台等射电天文台址周围5公里范围内，禁止使用24GHz短距离车载雷达设备。

三、24GHz短距离车载雷达设备按微功率（短距离）无线电发射设备进行管理。设备投入使用前需获得工业和信息化部核发的无线电发射设备型号核准证。

四、24GHz短距离车载雷达设备使用时，不得对其他无线电业务电台产生无线电干扰，也不得对其他无线电业务电台提出干扰保护要求。

特此通知。

工业和信息化部发布24GHz频段短距离车载雷达设备使用频率规划

工信部无〔2012〕548号

①使用频率: 24.25-26.65GHz;

②发射信号带宽（-10dB带宽）至少500MHz;

③ 发射信号的等效全向辐射功率谱密度限值符合要求:

频率范围f(GHz)	等效全向辐射功率谱密度限值(dBm/MHz)
23.6<f<24	-74
24.25<f<25.65	-41.3
25.65<f<26.65	-41.3-20×(f-25.65GHz)/1GHz

④ 窄带杂散辐射限值符合相关要求:

发射机状态	48.5-72.5MHz 76-108 MHz 167-223 MHz 470-798 MHz (测试带宽100 kHz)	30 MHz-1 GHz 内的其他频段 (测试带宽100 kHz)	1-40 GHz (测试带宽1M Hz)
工作	-54 dBm	-36 dBm	-30 dBm
待机	-57 dBm	-57 dBm	-47 dBm

三、车载76-77GHz测距雷达

关于发布《微功率（短距离）无线电设备的技术要求》的通知

（信部无［2005］423号）

微功率（短距离）无线电设备的技术要求

信部无[2005]423号

各省、自治区、直辖市无线电管理机构，全军无委办公室：

为促进各种无线电业务协调、健康的发展，进一步加强对微功率（短距离）无线电设备的管理，现发布重新修订的《微功率（短距离）无线电设备的技术要求》，自2005年10月1日起施行。

凡与本《微功率（短距离）无线电设备的技术要求》不相一致的其他技术标准、技术规范和技术要求等同时废止。

特此通知。

二〇〇五年九月五日

一、具体技术指标

(一) 通用微功率（短距离）无线电发射设备

A类设备

1. 使用频率为：9kHz-190kHz

磁场强度发射限值

9kHz-50kHz	72dBμA/m(10米处)(准峰值)
50kHz-190kHz	72dBμA/m(10 米处)(每倍频程下降3dB)(准峰值)

B类设备

1. 使用频率：1.7-2.1MHz，2.2-3.0MHz，
3.1-4.1MHz，4.2-5.6MHz，
5.7-6.2MHz，7.3-8.3MHz，
8.4-9.9MHz

2. 所发射的磁场强度在距设备10米处不大于9dBμA/m(准峰值)。

3. 频率容限：100×10^{-6}

4. 6dB带宽不大于200kHz

① 使用频率为：76-77GHz
②峰值等效全向辐射功率限值：55dBm
③杂散辐射发射测量频率范围：

工作频率范围	杂散辐射测量频率范围	
	下限	上限
9kHz～100MHz	9kHz	1GHz
100MHz～600MHz	30MHz	10次谐波
600MHz～2.5GHz	30MHz	12.75GHz
2.5～13GHz	30MHz	26GHz
13GHz以上	30MHz	2次谐波

杂散辐射发射限值(杂散辐射与带外辐射的分界点为载波频率±2.5倍的信道带宽)；

三、车载76-77GHz测距雷达

发射机以最大功率发射状态限值：

频率范围	测试带宽	限值	检波方式
9kHz～150kHz	200Hz(6dB)	27dBμA/m(10米处)(每倍频程/下降3dB)	准峰值
150kHz～10MHz	9kHz(6dB)		准峰值
10MHz～30MHz	9kHz(6dB)	-3.5dBμA/m(10米处)	准峰值
30MHz～1GHz	100kHz(3dB)	-36dBm	有效值
1GHz～40GHz	1MHz(3dB)	-30dBm	有效值
>40GHz	1MHz(3dB)	-20dBm	有效值

发射机待机或空闲状态限值：

频率范围	测试带宽	限值	检波方式
9kHz～150kHz	200Hz(6dB)	6dBμA/m(10米处)(每倍频程下降3dB)	准峰值
150kHz～10MHz	9kHz(6dB)		
10MHz～30MHz	9kHz(6dB)	-24.5dBμA/m(10米处)	准峰值
30MHz～1GHz	100kHz(3dB)	-47dBm	有效值
>1GHz	1MHz(3dB)		

三、车载蓝牙设备

主要应用

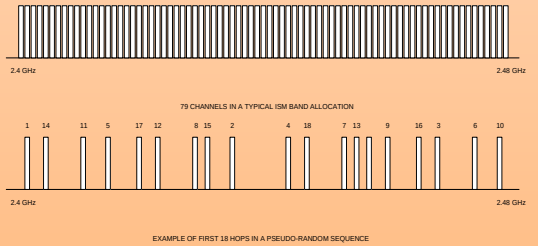
- 低功耗，小体积，低价位等特点使其在汽车工业中具有很强的竞争力。
- 目前蓝牙的应用主要表现在把便携电子产品，比如PDA、蜂窝电话通车载网络设备连接起来。
- 蓝牙未来的应用更趋向于同车车载设备集成在一起，通过蓝牙来连接车辆上的多个系统，比如电源管理系统，制动系统，减震系统和后座娱乐系统等，从而减轻车辆重量和车内布线的复杂度，实现汽车的智能化。

工作频段

- 蓝牙设备工作在全球开放的2.4GHz ISM(即工业、科学、医学)频段。
- 蓝牙的数据速率为1Mb/s,其中有效数据速率为723.2Kbps。通信距离可达10米至100米的范围。

技术体制

- ISM 频带是对所有无线电系统都开放的频带，因此使用其中的某个频段可能会遇到不可预测的干扰。蓝牙收发信机一般都采用FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum,跳频扩谱)技术。
- FHSS 是把频带分成若干个跳频信道(Hop Channel),在2.4GHz ISM频带上以1600跳/秒的速率进行跳频。
- 依据各国的具体情况，2.45GHz为中心频率,最多可以得到79个1MHz带宽的信道。



二、车载蓝牙设备

关于调整 2.4GHz 频段发射功率限值及有关问题的通知

信部无[2002]353 号

各省、自治区、直辖市无线电管理机构，各相关单位：

为适应无线通信技术的发展，为科研、生产单位研发新技术、新产品提供研究频段及便利条件，满足无线电通信业务的需要，根据我国无线电频率划分规定及频谱使用情况，并参照国际上通用的技术标准，决定调整 2.4GHz 频段无线电发射设备的部分技术参数,现将有关事项通知如下:

一、自发文之日起，调整 2.4-2.4835GHz 频段无线电发射设备的主要技术指标如下:

(一)等效全向辐射功率(EIRP):
天线增益<10dBi 时：≤100mW 或≤20dBm;
天线增益≥10dBi 时：≤500mW 或≤27dBm.

(二) 最大功率谱密度:
1. 直接序列扩频或其它工作方式:
天线增益<10dBi 时：≤10 dBm/MHz(EIRP);
天线增益≥10dBi 时：≤17 dBm/MHz(EIRP).
2. 跳频工作方式:
天线增益<10dBi 时：≤20 dBm/MHz(EIRP);
天线增益≥10dBi 时：≤27 dBm/MHz(EIRP).

(三) 载频容限:20 ppm

(四)带外发射功率(在 2.4-2.4835GHz 频段以外):
≤-80 dBm/Hz(EIRP).

(五) 杂散发射(辐射)功率(对应载波 2.5 倍信道带宽以外):
≤-36 dBm/100kHz(30-1000MHz);
≤-30 dBm/1 MHz(其他 1-12.75GHz).

二、2.4GHz 频段作为无线局域网、无线接入系统、蓝牙技术设备、点对点或点对多点扩频通信系统等各类无线电台站的共用频段。

符合技术要求的各类无线电通信设备在 2.4-2.4835GHz 频段内与无线电定位业务及工业、科学和医疗等非无线通信设备共用频率，均为主要业务。

《关于调整2.4GHz频段发射功率限值及有关问题的通知》

信部无[2002]353号

	测试项目	技术指标
1	等效全向辐射功率(e.i.r.p.)	天线增益<10dBi时：≤100mW或≤20dBm; 天线增益≥10dBi时：≤500mW或≤27dBm。
2	最大功率谱密度	✧ 直接序列扩频或其它工作方式: 天线增益<10dBi时：≤10dBm/MHz(EIRP); 天线增益≥10dBi时：≤17dBm/MHz(EIRP)。 ✧ 跳频工作方式: 天线增益<10dBi时：≤20dBm/100kHz(EIRP); 天线增益≥10dBi时：≤27dBm/100kHz(EIRP)。
3	频率范围	fL≥2.4GHz，fH≤2.4835GHz
4	载频容限	≤20×10-6
5	杂散发射	30MHz～1GHz ≤-36dBm/100kHz 1GHz～12.75GHz ≤-30dBm/MHz 3.4GHz～3.53GHz ≤-40dBm/MHz 5.725GHz～5.85GHz ≤-40dBm/MHz 2.4GHz～2.4835GHz ≤-33dBm/100kHz
6	占用带宽	小于等于信道间隔

三、车载WIFI设备

车载Wi-Fi的应用主要源于智能交通（ITS）的发展，智能交通系统是指将先进的信息技术、通信技术、传感技术、控制技术以及计算机技术等有效地集成运用于整个交通运输管理体系，而建立起的一种在大范围内、全方位发挥作用的，实时、准确、高效的综合的运输和管理系统。

主要应用

车载Wi-Fi在智能交通中的应用主要体现在车辆通信网络方面，包括车辆内部各部件、车辆与车辆之间、车辆与路边基站之间的无线通信网络等：

- 车域网(VAN)：通过使用传感器、电子标签等，在移动车辆内部各部件之间构建无线局域网，并通过车载网关接入周边的无线广域网。
- 车辆自组网(VANET)：移动自组织网络(MANET)在交通道路上的应用被称之为车辆自组网，它为高速运动的车辆之间及运行在高速公路上的车辆提供了一种可能的高速率无线通信接入方式。

技术体制

DSRC是国际上专门开发适用于车辆通信的技术，1992年由美国材料与试验协会(ASTM)最早提出：

- 2010年7月正式颁布的IEEE 802.11p是IEEE 802.11协议在车辆领域的推广与扩充，主要规定了DSRC协议的媒体访问控制层(MAC)和物理层(PHY)标准。工作频率为5.850～5.925 GHz
- IEEE 1609标准则是以802.11p通信协议为基础的高层标准，是IEEE针对无线通信技术应用于车辆环境时所定义出的通信系统架构以及一系列标准化的服务和接口。

三、车载WIFI设备

关于调整 2.4GHz 频段发射功率限值及有关问题的通知

信部无[2002]353 号

各省、自治区、直辖市无线电管理机构，各相关单位：

为适应无线通信技术的发展，为科研、生产单位研发新技术、新产品提供研究频段及便利条件，满足无线电通信业务的需要，根据我国无线电频率划分规定及频谱使用情况，并参照国际上通用的技术标准，决定调整 2.4GHz 频段无线电发射设备的部分技术参数，现将有关事项通知如下：

一、自发文之日起，调整 2.4-2.4835GHz 频段无线电发射设备的主要技术指标如下：

(一)等效全向辐射功率(EIRP)：
天线增益<10dBi 时：≤100mW 或≤20dBm；
天线增益≥10dBi 时：≤500mW 或≤27dBm.

(二) 最大功率谱密度：
1. 直接序列扩频或其它工作方式：
天线增益<10dBi 时：≤10 dBm/MHz(EIRP)；
天线增益≥10dBi 时：≤17 dBm/MHz(EIRP).
2. 跳频工作方式：
天线增益<10dBi 时：≤20 dBm/MHz(EIRP)；
天线增益≥10dBi 时：≤27 dBm/MHz(EIRP).

(三) 载频容限：20 ppm

(四)带外发射功率(在 2.4-2.4835GHz 频段以外)：
≤-80 dBm/Hz(EIRP).

(五) 杂散发射(辐射)功率(对应载波 2.5 倍信道带宽以外)：
≤-36 dBm/100kHz(30-1000MHz)；
≤-30 dBm/1 MHz(其他 1-12.75GHz).

二、2.4GHz 频段作为无线局域网、无线接入系统、蓝牙技术设备、点对点或点对多点扩频通信系统等各类无线电台站的共用频段。

符合技术要求的各类无线电通信设备在 2.4-2.4835GHz 频段内与无线电定位业务及工业、科学和医疗等非无线通信设备共用频率，均为主要业务。

《关于调整2.4GHz频段发射功率限值及有关问题的通知》

信部无[2002]353号

	测试项目	技术指标
1	等效全向辐射功率(e.i.r.p.)	天线增益<10dBi时：≤100mW或≤20dBm； 天线增益≥10dBi时：≤500mW或≤27dBm。
2	最大功率谱密度	✧ 直接序列扩频或其它工作方式： 天线增益<10dBi时：≤10dBm/MHz(EIRP)； 天线增益≥10dBi时：≤17dBm/MHz(EIRP)。 ✧ 跳频工作方式： 天线增益<10dBi时：≤20dBm/100kHz(EIRP)； 天线增益≥10dBi时：≤27dBm/100kHz(EIRP)。
3	频率范围	fL≥2.4GHz，fH≤2.4835GHz
4	载频容限	≤20×10-6
5	杂散发射	30MHz～1GHz ≤-36dBm/100kHz 1GHz～12.75GHz ≤-30dBm/MHz 3.4GHz～3.53GHz ≤-40dBm/MHz 5.725GHz～5.85GHz ≤-40dBm/MHz 2.4GHz～2.4835GHz ≤-33dBm/100kHz
6	占用带宽	小于等于信道间隔

三、车载蜂窝网络-TBOX

GSM移动台及终端设备

核准频率范围：

Tx：885MHz～915MHz / 1710MHz～1785MHz

Rx：930MHz～960MHz / 1805MHz～1880MHz

依据标准：

1. YD 1214-2006《900/1800MHz TDMA数字蜂窝移动通信网通用分组无线业务（GPRS）设备技术要求：移动台》
2. YD 1215-2006《900/1800MHz TDMA数字蜂窝移动通信网通用分组无线业务（GPRS）设备测试方法：移动台》
3. GB/T 22450.1-2008 《900/1800MHz TDMA 数字蜂窝移动通信系统电磁兼容性限值和测量方法 第1部分：移动台及其辅助设备》

CDMA移动台及终端设备

核准频率范围：

Tx：824MHz～849MHz

Rx：869MHz～894MHz

依据标准：

1. 1) YD/T 1558-2013 《800MHz/2GHz cdma2000数字蜂窝移动通信网设备技术要求 移动台（含机卡一体）》
2. 2) YD/T 1576.1-2013 《800MHz/2GHz cdma2000数字蜂窝移动通信网设备测试方法 移动台（含机卡一体） 第1部分：基本无线指标、功能和性能》
3. GB19484.1-2013 《800MHz/2GHz cdma2000数字蜂窝移动通信系统的电磁兼容性要求和测量方法 第1部分：用户设备及其辅助设备》

三、车载蜂窝网络-TBOX

WCDMA移动台及终端设备

核准频率范围：

Tx：1920MHz～1980MHz/909MHz～915MHz

Rx：2110MHz～2170MHz/954MHz～960MHz

依据标准：

1. YD/T 1547-2009《2GHz WCDMA数字蜂窝移动通信网 终端设备技术要求（第三阶段）》
2. YD/T 1548.1-2009《2GHz WCDMA数字蜂窝移动通信网 终端设备测试方法（第三阶段）第1部分：基本功能、业务和性能》
3. 工信部无函[2014]449号《工业和信息化部关于中国联通进一步扩大900MHz频段WCDMA网络覆盖技术试验的批复》
4. YD/T 1595.1-2012《2GHz WCDMA数字蜂窝移动通信系统电磁兼容性要求和测量方法 第1部分：用户设备及其辅助设备》
5. YD/T 1483-2006《无线电设备杂散发射技术要求和测量方法》

cdma2000移动台及终端设备

核准频率范围：

Tx：824MHz～849MHz

Rx：869MHz～894MHz

依据标准：

1. YD/T 1558-2013《800MHz/2GHz cdma2000数字蜂窝移动通信网设备技术要求 移动台（含机卡一体）》
2. YD/T 1576.1-2013《800MHz/2GHz cdma2000数字蜂窝移动通信网设备测试方法 移动台（含机卡一体） 第1部分：基本无线指标、功能和性能》
3. YD/T 1562-2013《800MHz/2GHz cdma2000数字蜂窝移动通信网设备技术要求 高速分组数据（HRPD） （第一阶段）接入终端（AT）》
4. YD/T 1567-2013《800MHz/2GHz cdma2000数字蜂窝移动通信网设备测试方法 高速分组数据（HRPD） （第一阶段）接入终端（AT）》
5. YD/T 1679-2013《800MHz/2GHz cdma2000数字蜂窝移动通信网设备技术要求 高速分组数据（HRPD） （第二阶段）接入终端（AT）》
6. YD/T 1680-2013《800MHz/2GHz cdma2000数字蜂窝移动通信网设备测试方法 高速分组数据（HRPD） （第二阶段）接入终端（AT）》
7. GB19484.1-2013《800MHz/2GHz cdma2000数字蜂窝移动通信系统的电磁兼容性要求和测量方法 第1部分：用户设备及其辅助设备》
8. YD/T 1483-2006《无线电设备杂散发射技术要求和测量方法》

三、车载蜂窝网络-TBOX

TD-SCDMA移动台及终端设备

核准频率范围：
1880MHz～1920MHz / 2010MHz～2025MHz

依据标准：
1. 信部无[2002]479号《关于第三代公众移动通信系统频率规划问题的通知》
2. 信无函[2007]22号 {关于发布《2GHz频段TD-SCDMA数字蜂窝移动通信网设备射频技术要求(试行)》的通知}
3. YD/T 1367-2008 《2GHz TD-SCDMA数字蜂窝移动通信网终端设备技术要求》
4. YD/T 1368.1-2008 《2GHz TD-SCDMA数字蜂窝移动通信网终端设备测试方法 第一部分：基本功能、业务和性能测试》
5. YD/T 1592.1-2012 《2GHz TD-SCDMA数字蜂窝移动通信系统电磁兼容性要求和测量方法 第1部分：用户设备及其辅助设备》

TD-LTE移动台及终端设备

核准频率范围：
2570MHz～2620MHz
1880MHz～1920MHz
2300MHz～2400MHz
2500MHz～2690MHz

依据标准：
1. 工信部无[2012]436号《工业和信息化部关于国际移动通信系统（IMT）频率规划事宜的通知》
2. 工信部无函[2013]517号 《工业和信息化部关于分配中国移动通信集团公司 LTE 第四代数字蜂窝移动通信系统(TD-LTE)频率资源的批复》
3. 工信部无函[2013]518号 《工业和信息化部关于分配中国电信集团公司 LTE 第四代数字蜂窝移动通信系统(TD-LTE)频率资源的批复》
4. 工信部无函[2013]519号 《工业和信息化部关于分配中国联合网络通信集团公司 LTE 第四代数字蜂窝移动通信系统(TD-LTE)频率资源的批复》
5. YD/T 2575-2013 《TD-LTE数字蜂窝移动通信网 终端设备技术要求（第一阶段）》
6. YD/T 2576.2-2013 《TD-LTE数字蜂窝移动通信网 终端设备测试方法（第一阶段）第2部分：无线射频性能测试》
7. YDT 2583.14-2013 《蜂窝式移动通信设备电磁兼容性要求和测量方法 第14部分：LTE用户设备及其辅助设备》

三、车载蜂窝网络-TBOX

LTE FDD移动台及终端设备

核准频率范围：
1920MHz～1935MHz
1750MHz～1765MHz
1765MHz～1780MHz

依据标准：
1. 工信部无[2012]436号 《工业和信息化部关于国际移动通信系统（IMT）频率规划事宜的通知》
2. 工信部无函[2015]135号 《工业和信息化部关于中国联合网络通信集团有限公司LTE/第四代数字蜂窝移动通信混合组网中LTE FDD系统使用频率的批复》
3. 工信部无函[2015]136号 《工业和信息化部关于中国电信集团公司LTE/第四代数字蜂窝移动通信混合组网中LTE FDD系统使用频率的批复》
4. 工信部无函[2015]300号 《工业和信息化部关于同意中国电信集团公司在部分城市继续使用2100MHz频段开展LTE混合组网试验的批复》
5. YDT 2583.14-2013 《蜂窝式移动通信设备电磁兼容性要求和测量方法 第14部分：LTE用户设备及其辅助设备》

三、汽车无线钥匙

RKE（Remote Keyless Entry,远程无钥匙进入）系统在钥匙包(或钥匙)中集成了RF发射器，发射器发送数据短脉冲到汽车中的接收器，接收器译码并通过接收器控制的制动器使车门开/关。

使用频率

- 在美国和日本用315MHz，欧洲用433.92MHz(ISM频段)，欧洲同时开放了868 MHz频率来适应RKE系统的增长需求。

美国相关规定

•美国的相关文本是CFR(联邦规范码)，Titel47,Part15,这包括260~470MH频段(Section15.231)和902~928MHz频段(Section15.249)。Section15.231规定器件传输命令或控制信号、ID码和紧急情况期间的无线电控制信号，但不包括视频和音频、玩具控制信号或连续数据。

中国相关规定



中国针对汽车RKE的要求主要体现在：

- 《关于无线汽车防盗报警设备使用频率的通知》、
- 《关于增加800MHz频段微功率（短距离）无线电应用工作频率的通知》、
- 《关于增加400MHz频段微功率（短距离）无线电应用工作频率的通知》
- 关于发布《微功率（短距离）无线电设备的技术要求》的通知，信部无［2005］423号）

这些文件规定了使用相关频段的汽车RKE系统需要满足的相关技术指标。

三、汽车无线钥匙

关于发布《微功率（短距离）无线电设备的技术要求》的通知

（信部无［2005］423号）

①使用频率： 314 - 316MHz，430-432MHz，433.00-434.79MHz，②发射功率限值：10mW(e.r.p)

③占用带宽：不大于400kHz

④频率容限：100×10-6

⑤杂散辐射发射测量频率范围：

工作频率范围	杂散辐射测量频率范围	
	下限	上限
9kHz～100MHz	9kHz	1GHz
100MHz～600MHz	30MHz	10次谐波
600MHz～2.5GHz	30MHz	12.75GHz
2.5～13GHz	30MHz	26GHz
13GHz以上	30MHz	2次谐波

杂散辐射发射限值(杂散辐射与带外辐射的分界点为载波频率±2.5倍的信道带宽)；

三、汽车无线钥匙

关于无线汽车防盗报警设备使用频率的通知

信无函 [2006]61 号

各省、自治区、直辖市无线电管理办公室（局）：

随着家庭轿车的普及，人们对无线汽车防盗报警设备提出了迫切需求。为满足此类无线电设备发展对频率资源的需要，提高频谱利用率，根据我国无线电频率划分规定及频率资源使用情况，现决定将409.7500MHz、409.7625MHz、409.7750MHz、409.7875 MHz、409.8000MHz、409.8125MHz、409.8250MHz、409.8375MHz、409.8500MHz 和 409.8625 MHz 等 10 个公众对讲机频率同时规划为无线汽车防盗报警设备的使用频率。

一、无线汽车防盗报警设备的技术参数如下：

（一）调制方式：F2D；

（二）有效发射功率：≤0.5 W（e.r.p）；

（三）发射频率容限：≤5×10⁻6；

（四）发射机杂散辐射：≤50μW；

（五）每次发射时间不超过 15 秒。

二、上述频率的具体管理办法按照信息产业部《微功率（短距离）无线电设备管理暂行规定》执行。

三、使用无线汽车防盗系统还须遵守国家其它有关法律、法规。

特此通知。

二〇〇六年七月二十六日

信无函〔2008〕44 号

关于增加 800MHz 频段微功率（短距离）无线电应用工作频率的通知

各省、自治区、直辖市无线电管理办公室（局）：

为促进微功率（短距离）无线电技术的发展，满足社会需求，根据我国频率划分和使用情况，经研究，为微功率（短距离）无线电应用增加 868-868.6 MHz 工作频率。具体事宜通知如下：

一、该频段微功率（短距离）无线电设备的射频要求：

1. 发射功率限值：5mW(e.r.p)；

2. 发射信号的占空比限值：1%；

3. 载波频率容限：100×10^{-6}。

二、该频段无线电设备归类为“关于发布《微功率（短距离）无线电设备的技术要求》的通知（信部无〔2005〕423 号）”中的“各类民用设备的无线电控制装置”。

二〇〇八年五月十二日

三、车载无线电台

车载无线电台主要应用于公安、民航、运输、水利、铁路、制造、建筑、服务等行业，用于团体成员间的联络和指挥调度，以提高沟通效率和提高处理突发事件的快速反应能力。



在汽车领域的应用

- 车载业余电台
- 模拟集群通信设备
- 车载数字对讲设备
- 数字集群车载台

三、车载无线电台

对于车载无线电台，根据电台不同类型以及采用的技术体制，测试指标主要参考以下标准及规范：

- 模拟集群通信设备测试指标，参照标准GB/T15844.1-1995《移动通信调频无线电话机通用技术条件》；
- 车载数字对讲设备测试指标，参照工信部无【2009】666号《工业和信息化部关于150MHz/400MHz频段专用对讲机频率规划和使用管理有关事宜的通知》；
- 数字集群车载台（TETRA）测试指标，参照标准SJ/T 11228-2000《数字集群移动通信系统体制》，以及信无函[2004]54号《关于350-390MHz频段数字集群通信设备技术指标的通知》；
- 数字集群车载台（GT800）测试指标，参照标准YDC 030-2004《基于GSM技术的数字集群系统总体技术要求》。

三、车载fm发射系统

- FM发射器类似微型广播电台，能将Discman、MD、MP3（包括苹果iPod）等各种便携式音、视频播放器中的音频信号转换成高保真的无线FM调频立体声信号发射出去，收音机作为接收，就能享受立体声音乐。
- 在汽车领域的应用主要是影音娱乐的车载FM发射器，扩展语言播放器（MP3、CD Player等）的应用功能和应用环境。
- FM发射系统运用的是模拟调频的技术，与调频广播相若，以调频方式进行音频信号传输的，因此常与调频收音机配套使用。
- 系统体制可参照GB/T 4311-2000《米波调频广播技术规范》。



关于发布《微功率（短距离）无线电设备的技术要求》的通知（信部无［2005］423号）

①使用频率及发射功率：

87-108 MHz，发射功率限值：3mW(e.r.p)

75.4-76.0MHz，84-87MHz，发射功率限值：10mW(e.r.p)

189.9-223.0MHz ，发射功率限值：10mW(e.r.p)

470-510MHz，630-787MHz， 发射功率限值：50mW(e.r.p)

②占用带宽：不大于200kHz

③频率容限：100×10^{-6}

④杂散辐射发射测量频率范围：

工作频率范围	杂散辐射测量频率范围	
	下限	上限
9kHz～100MHz	9kHz	1GHz
100MHz～600MHz	30MHz	10次谐波
600MHz～2.5GHz	30MHz	12.75GHz
2.5～13GHz	30MHz	26GHz
13GHz以上	30MHz	2次谐波

04

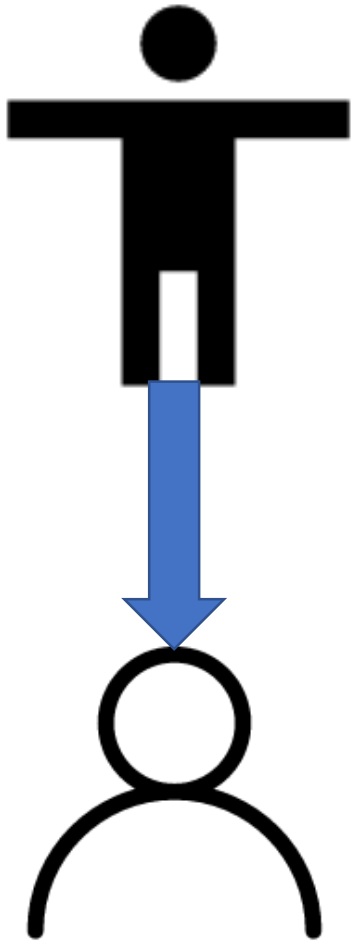
LTE-V2X至5G-V2X演进

四、3种技术

IIP/DSRC

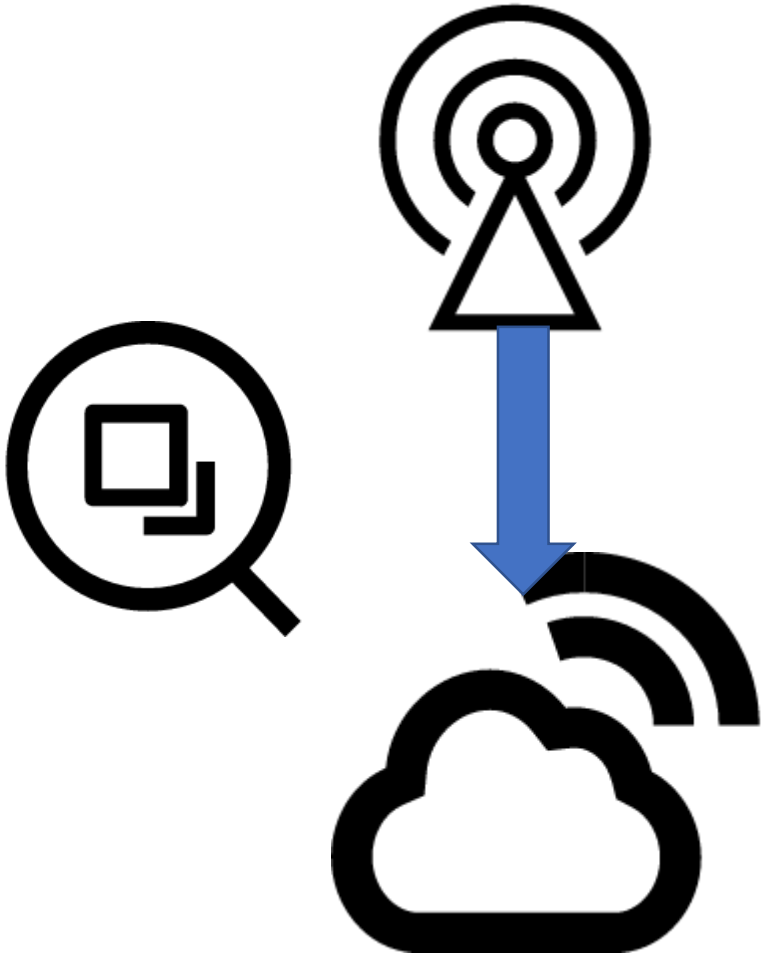


LTE-V2X



5G-V2X

2G



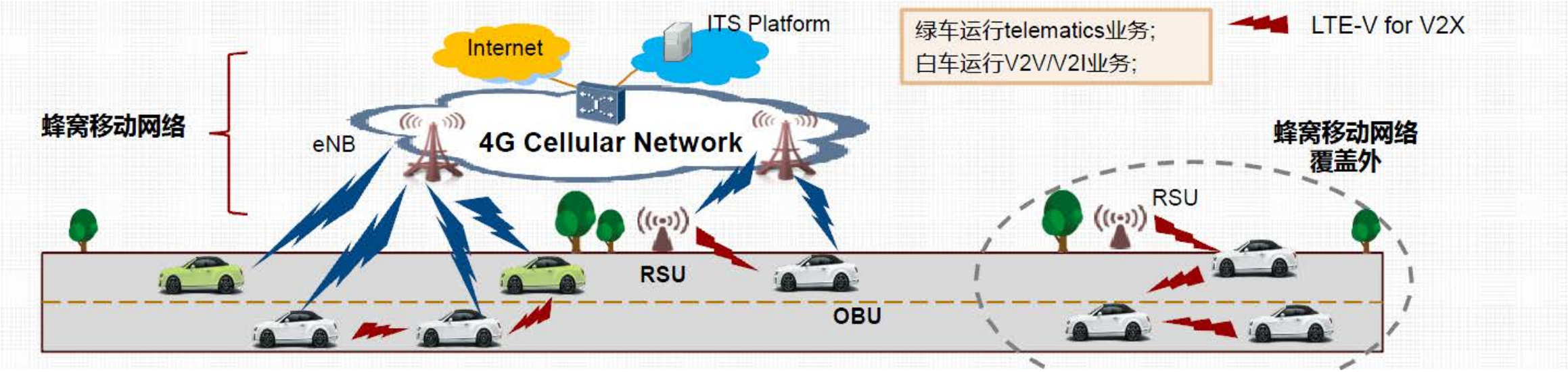
4G

四、3GPP车联网技术演进

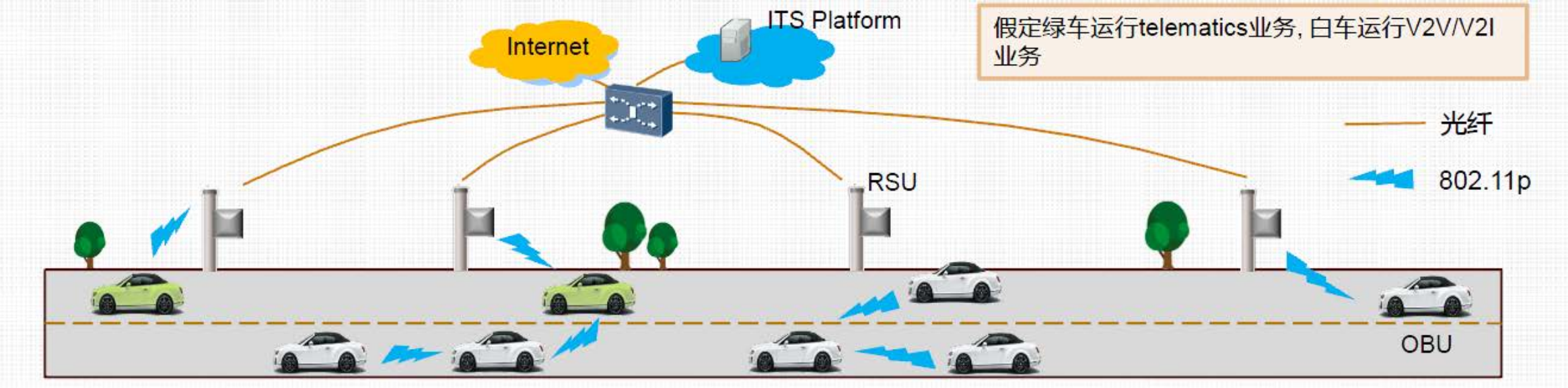
D2D->LTE-V2X->5G-V2X

需求	D2D直联通信技术	LTE-V2X（R14、R15）	5G-V2X（R16）
网络依赖	无	是	是
通信方式	仅广播	仅广播	广播、单播和多播
支持高速	无	支持	支持
支持高密度	无	支持	支持
吞吐量	无	需要高吞吐量	更高吞吐量
时延	无	需要低时延	更低时延
可靠性	无	需要高可靠性	更高可靠性
定位信息	无	分享定位信息	大范围共享定位信息

四、两种车联网通信技术——LTE-V2X



四、两种车联网通信技术——DSRC



四、LTE-V2X和DSRC比较

传输时间

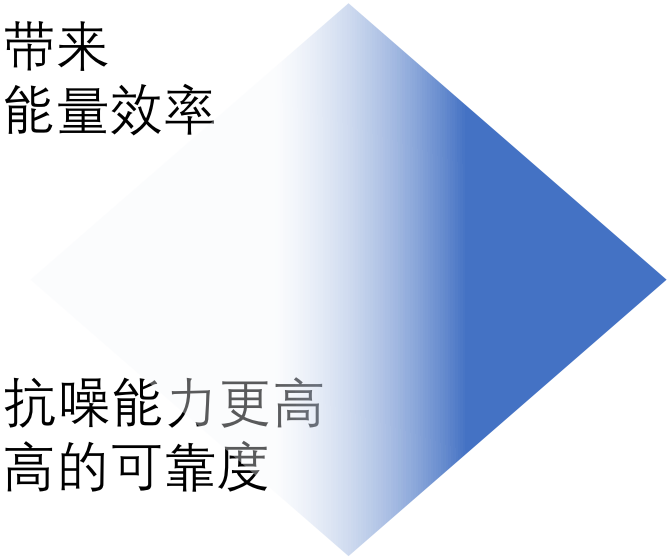
更长的传输时间带来
单位比特更高的能量效率

波形

SC-FDM比OFDM有
更高的传输效率

信道编码

TURBO码比卷积码抗噪能力更高
重传机制带来更高的可靠度



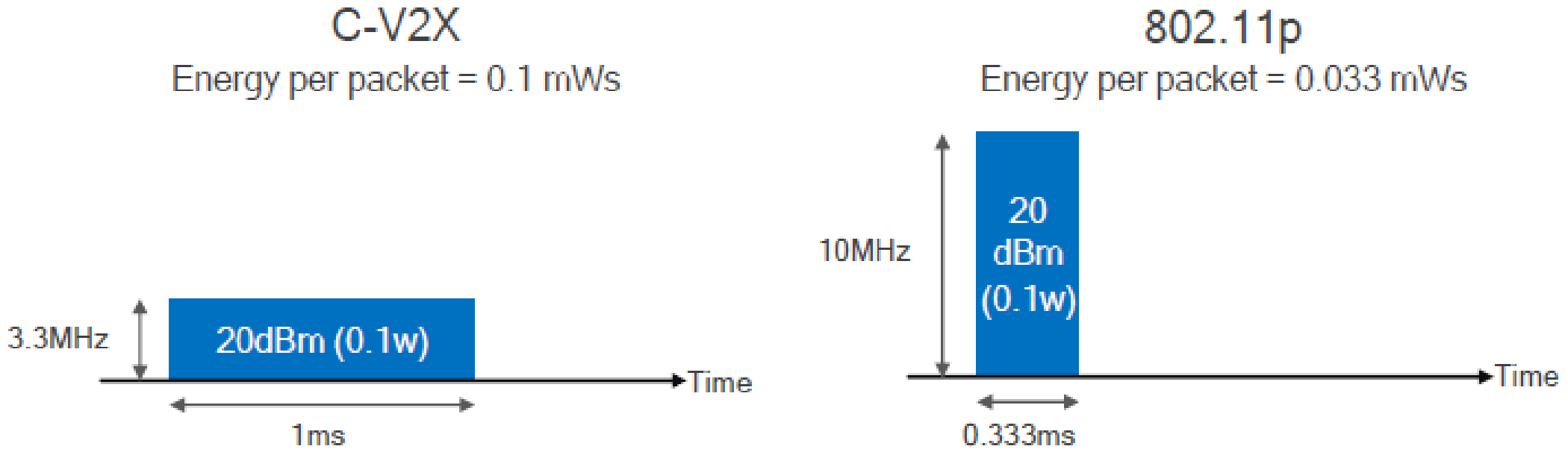
~2X

覆盖范围

四、LTE-V2X和DSRC比较

更长的传输时间

1 带来更高的链路增益
2 C-V2X是FDM机制，11P是TDM机制

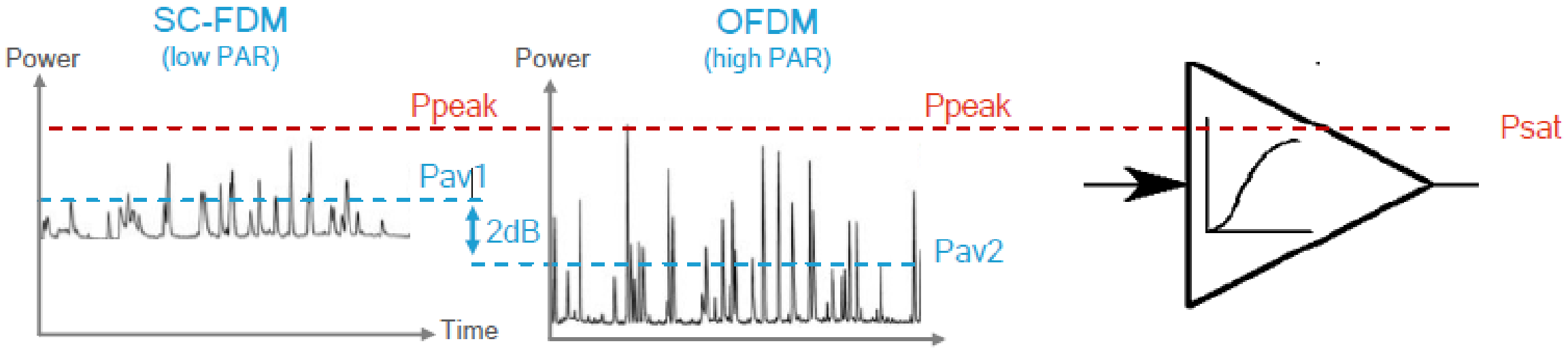


例子：4.8dB的增益

SC-FDM VS OFDM

1 同样的功放，TURBO带来2dB的传输增益

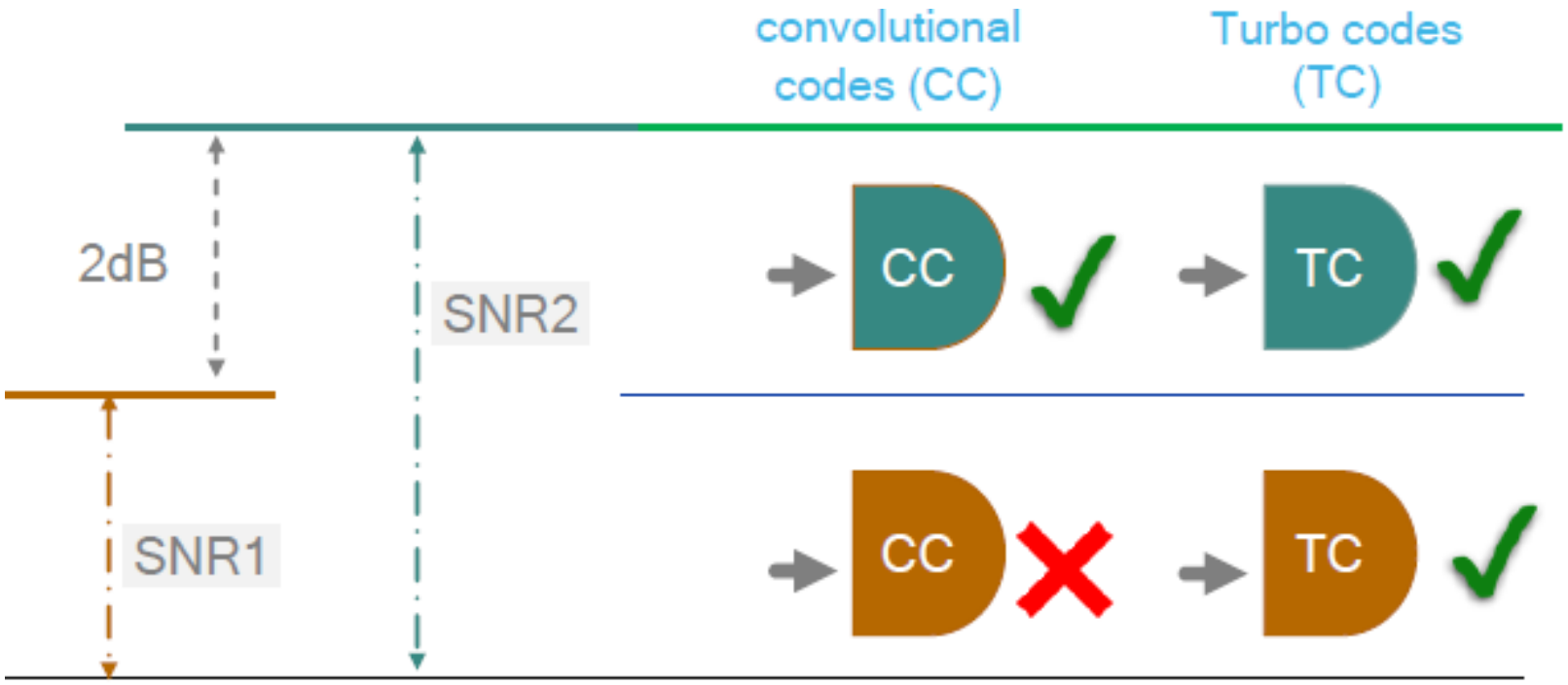
2 SC-FDM峰均比更低，功放更接近饱和区



例子：2dB的增益

TURBO VS CC

1 TURBO的传输性能比CC高2dB
2 1%BER情况下，TC所需的SNR比CC所需的SNR低2dB

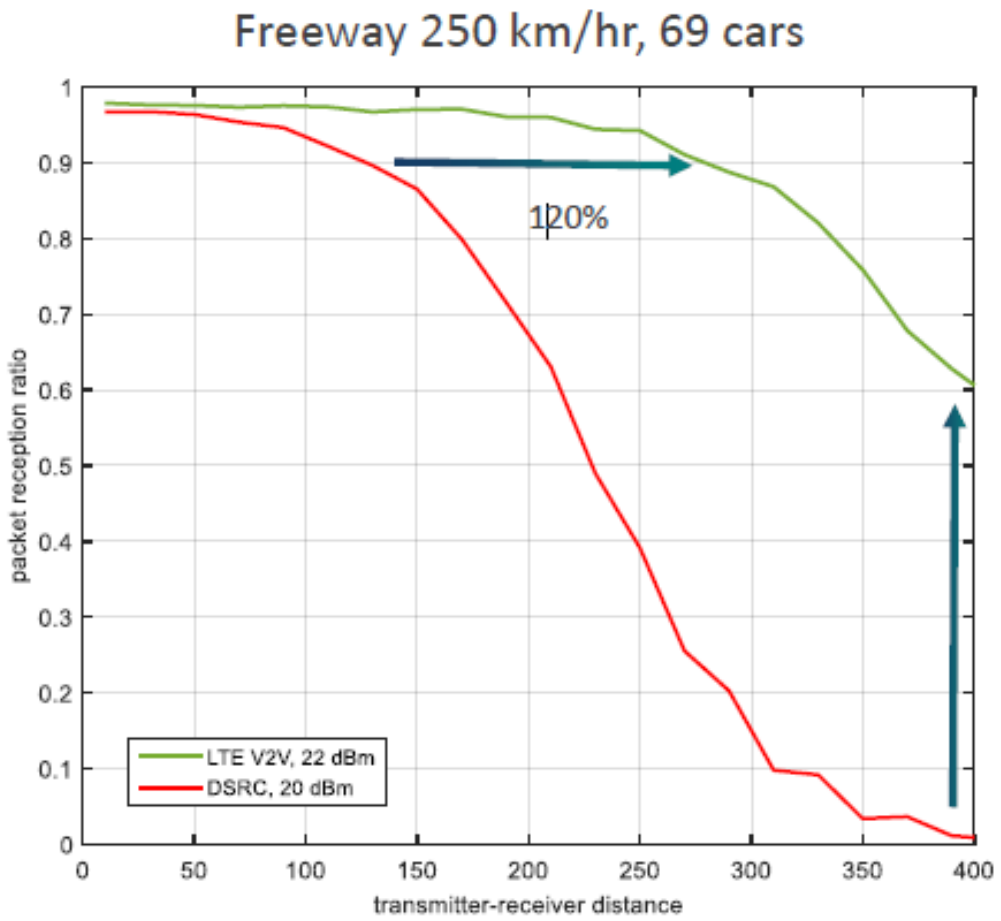


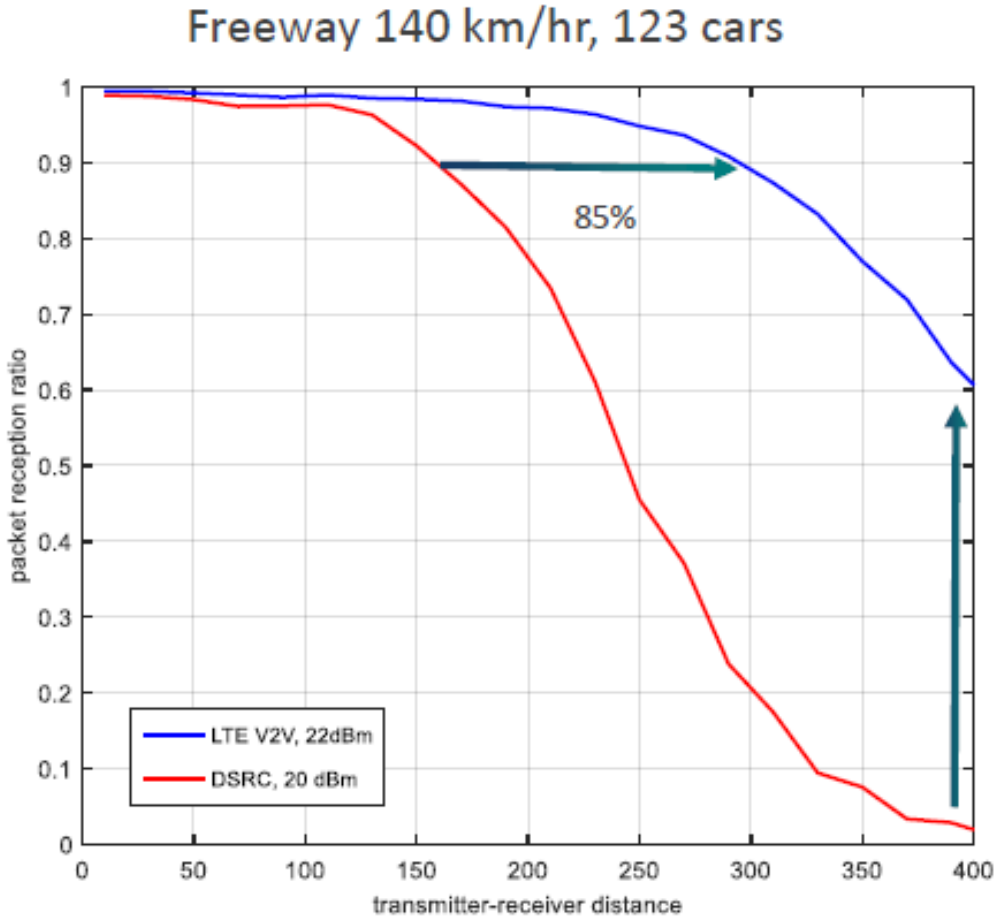
例子：2dB的增益

四、LTE-V2X和DSRC比较

仿真比较

1 高速公路，双向6车道，2km长，250km/h,140km/h,70km/h
2 LOS,V2V





空口比较

空口设计	DSRC	LTE-V2X C-V2X(R14,R15)	5G-V2X C-V2X(R16)
同步	非	是	是
带宽	10/20	R14-10/20 R15-10/20/N×20	10/20/40/60/80…
多址	TDM	TDM&FDM	TDM&FDM
信道编码	CC	TURBO	LDPC
重传	非	是	是
波形	OFDM	SC-FDM	OFDMA或其他选择
调度算法	CSMA/CA	半主动	更多选择
MIMO	非	单发双收	8发8收或其他
调制阶数	64QAM	64QAM	256QAM

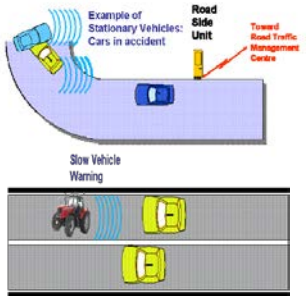
四、DSRC, LTE-V2X,5G-V2X

性能比较

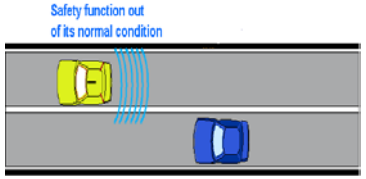
性能	DSRC	LTE-V2X C-V2X(R14,R15)	5G-V2X C-V2X(R16)
低延时	√	√	√
标准情况	完结	2017年3月R14 2018年R15	2019年
支持网络	受限（仅AP）	直联、蜂窝	直联，蜂窝
5.9GHz	是	是	是
V2V/V2P/V2I安全	IEEE WAVE/ETSI ITS security service	支持	支持
V2N安全	否	是	是
邻频共存	和3GPP技术邻频可共存	和11P邻频可共存	和11P邻频可共存
演进路线	无	R14,R15	R16

四、LTE-V2X适用场景

18种安全类场景



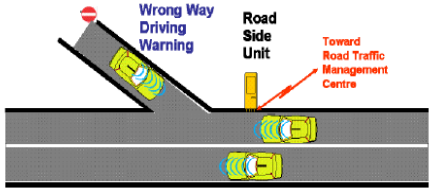
前方静止/慢速车辆警告



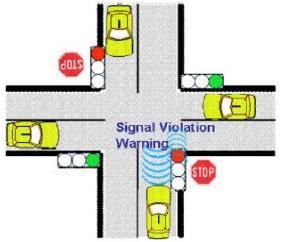
异常车辆提示



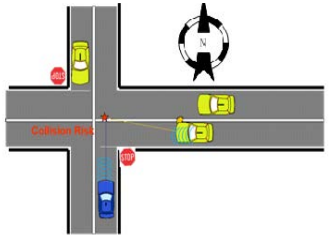
摩托车接近提示



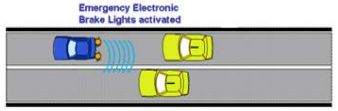
逆向行驶报警



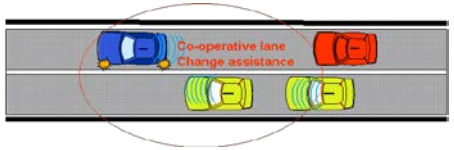
信号灯违章告警指示



交叉口防撞提示



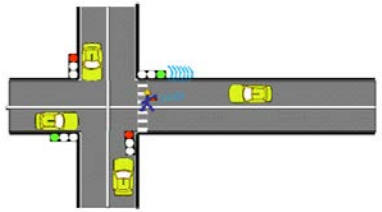
紧急电子刹车灯



换道决策提示



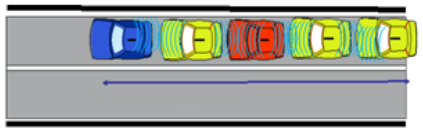
逆向超车提示



非机动车横穿预警



道路施工告警提示



车队协作式自动巡航

四、LTE-V2X适用场景

V2X非安全效率类应用场景

1 智能匝道控制
2 智能交通流控制
3 绿波带协同
4 车载信号灯
5 路桥隧不停车收费
6 停车场自动收费
7 增强型路径诱导
8 GPS校正
9 交通拥堵避免
10 路桥隧限行信息

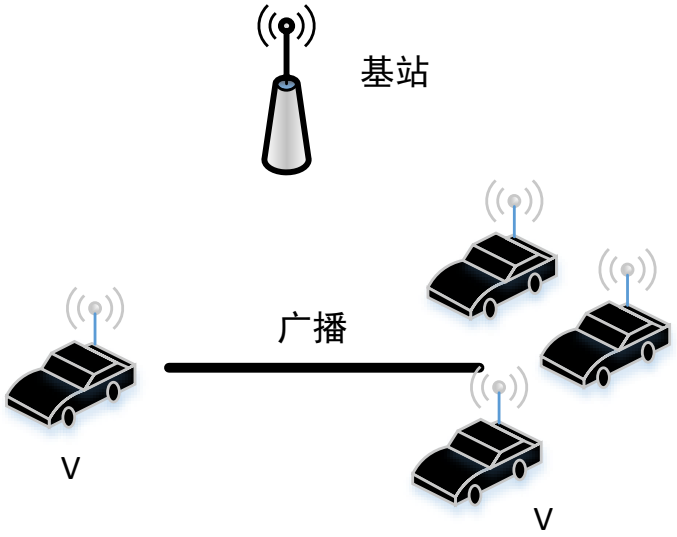
V2X非安全娱乐类应用场景

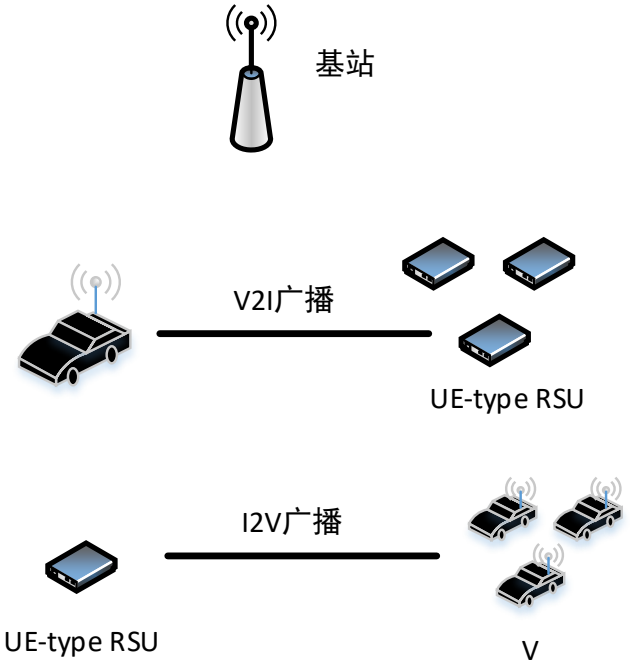
1 兴趣点通知
2 地图下载与更新
3 在线音视频

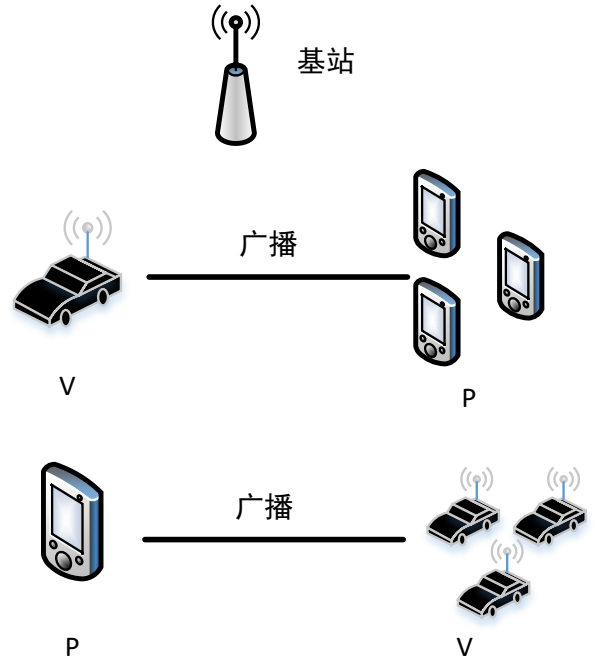
四、LTE-V2X适用场景分类

场景类别	所需信息	场景种类
城区V2X安全类场景	1 车辆坐标信息 2 车辆速度信息 3 车辆身份信息	1 前方静止/慢速车辆警告 2 异常车辆提示 3 摩托车接近提示 4 逆向行驶报警 5 交叉口防撞提示 6 换道决策提示 7 逆向超车提示 8 非机动车横穿预警
高速V2X安全类场景	1 车辆坐标信息 2 车辆速度信息 3 车辆身份信息	1 前方静止/慢速车辆警告 2 异常车辆提示 3逆向行驶报警 4换道决策提示
V2X安全类演进业务场景	1 车辆坐标信息 2 车辆速度信息 3 车辆身份信息 4 周围环境感知信息 5 地图信息等	1 车队协作式自动巡航 2 道路施工告警提示 3 超速告警 4 车载诊断与维护 5 弯道限速告警 6 SOS服务 7道路危险状况提示

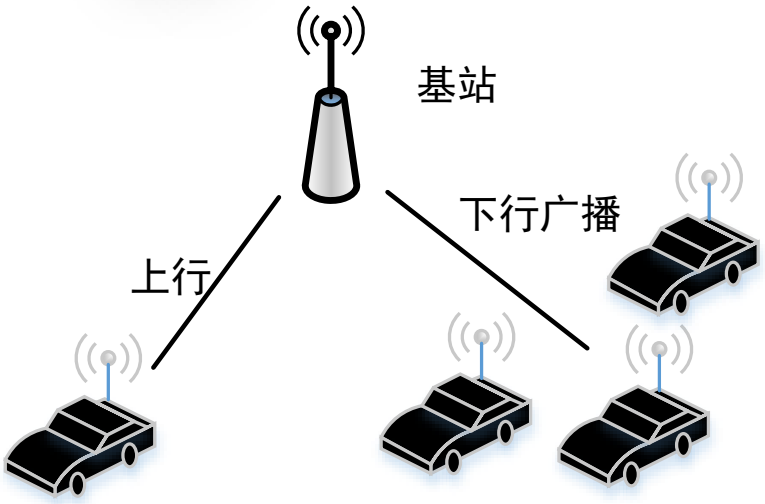
四、LTE-V2X直联模式

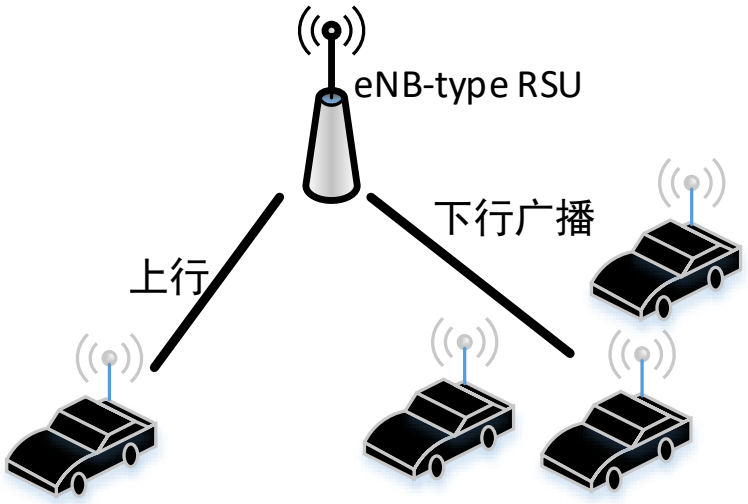


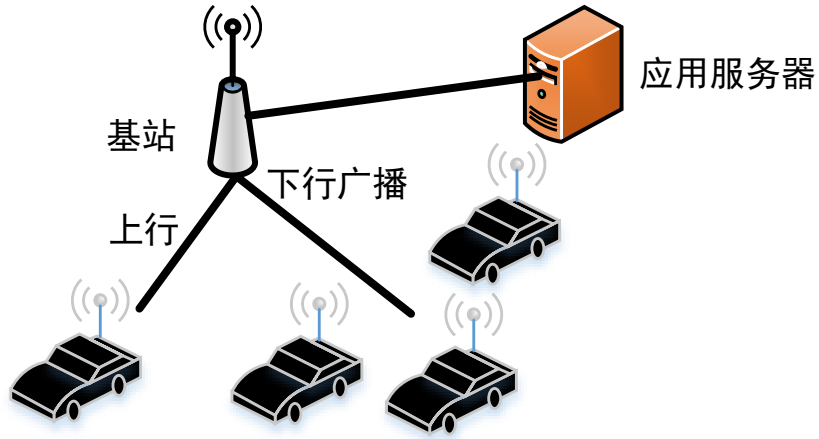


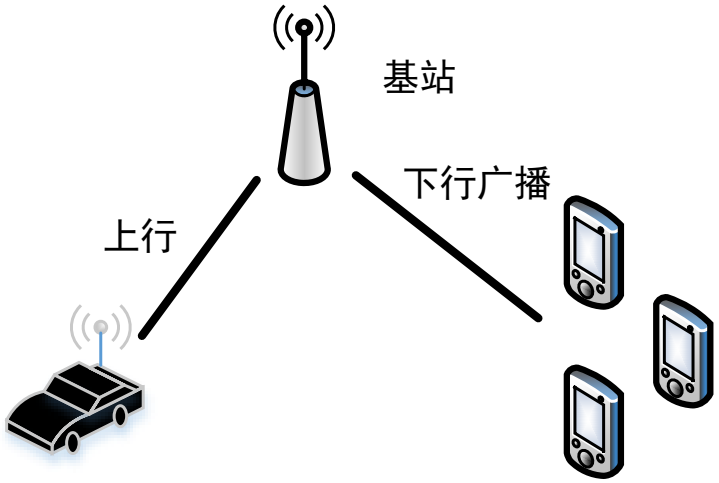


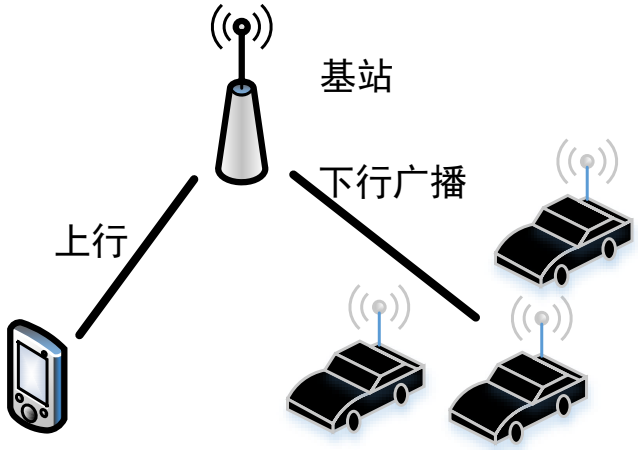
四、LTE-V2X网联模式



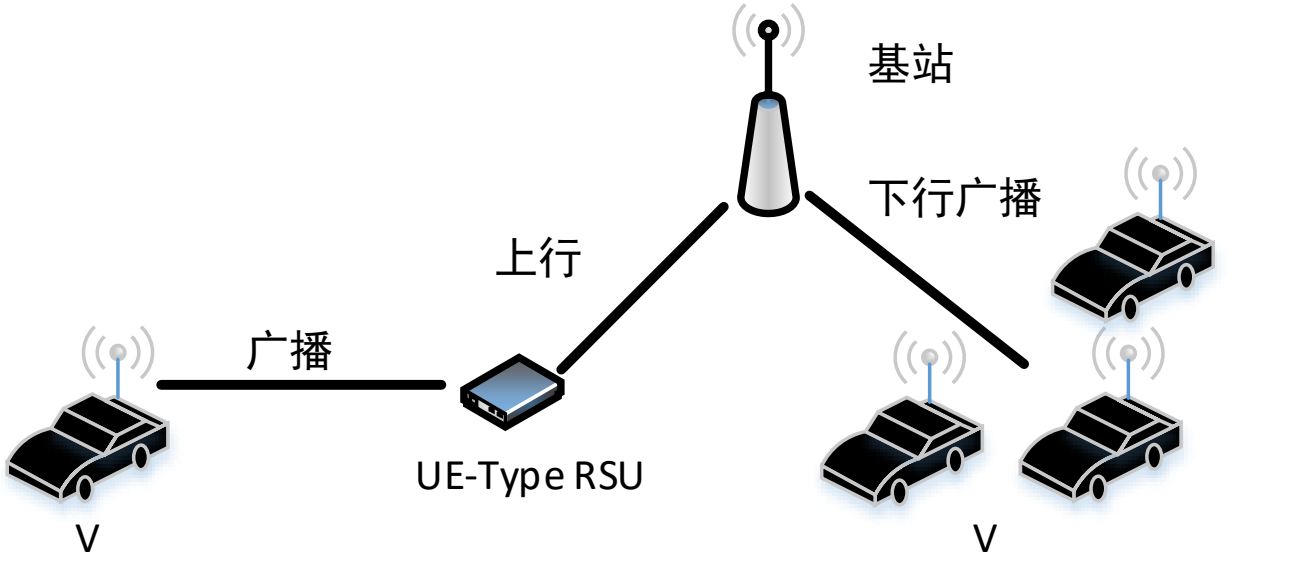


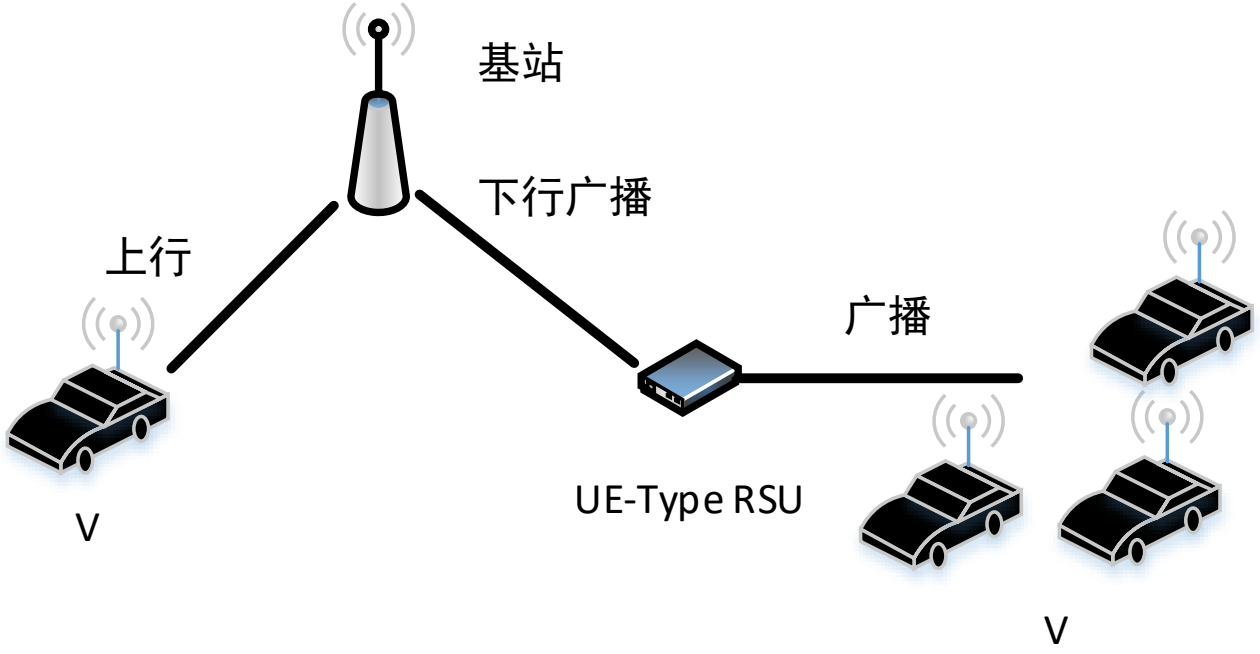






四、LTE-V2X网联+直联模式





四、5G-V2X



车队巡航



高级自动驾驶



传感器共享



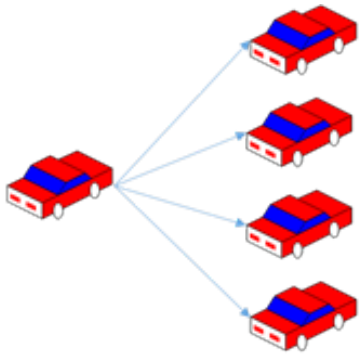
远程驾驶

3GPP TS 22.886 SA—4个领域22个场景

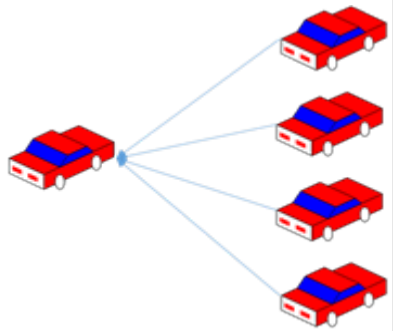
1 所有V2X场景的需求
2 车队巡航
3 高级自动驾驶
4 传感器共享
5 远程驾驶

5G-V2X支持L1-L5自动驾驶网联化需求

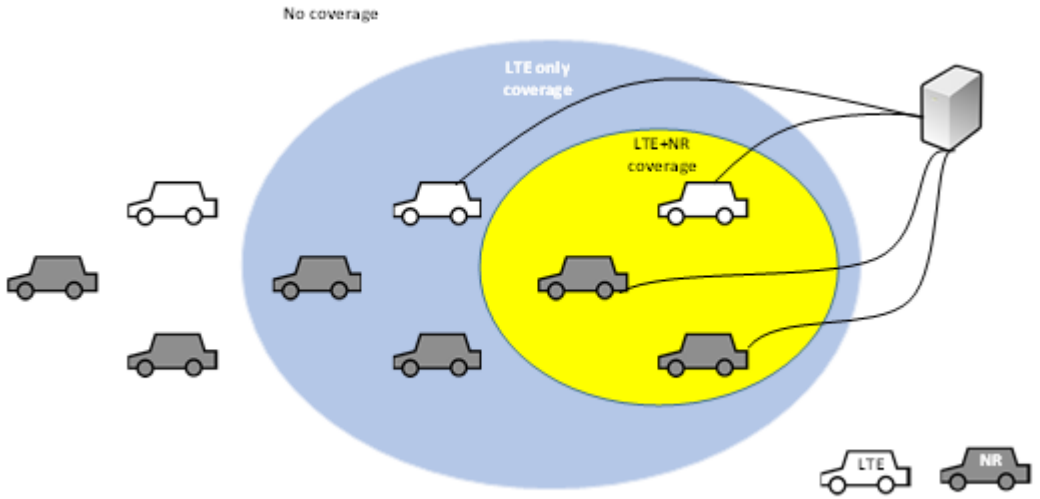
四、5G-V2X



广播、组播



单播



支持不同类型网络覆盖

5G-V2X特点

1 根据场景需求自适应控制通信可靠性和覆盖范围

2 支持广播、组播和单播

3 支持有效的资源分配和高密度场景下的有效连接

4 支持亚米级高精度定位<0.1m

5 支持不同的3GPP网络技术，支持不同的覆盖范围和网络类型混杂

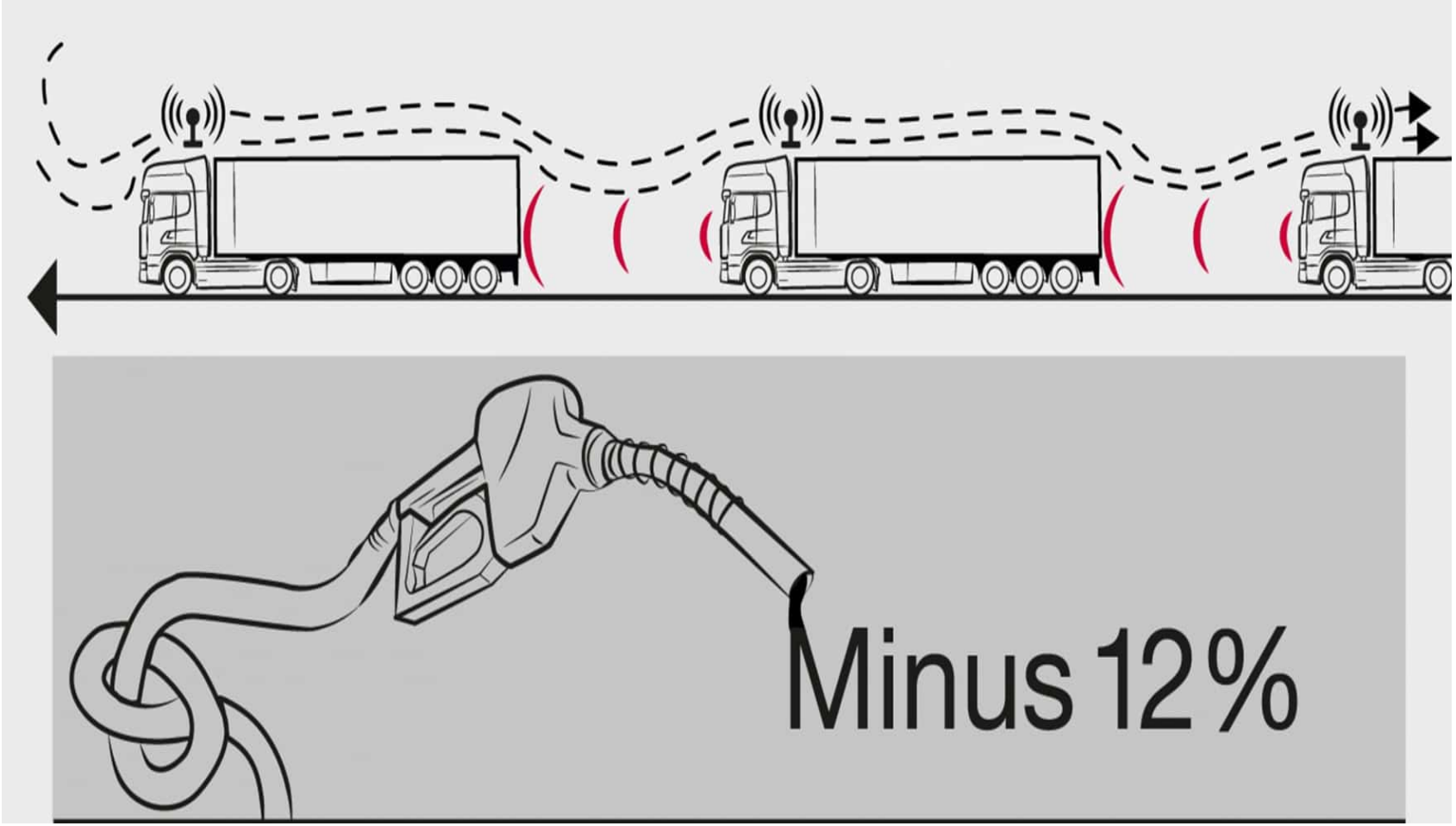
四、5g V2X车队巡航

车队巡航：一列火车

假设100kmph的情况下，分为紧跟随和松跟随两种情况，分别需要满足不同的通信需求

松跟随：车辆间距2m
1 通信频率：40Hz
2 延时：25ms
3 数据包大小：300-400bytes

紧跟随：车辆间距1m
1 通信频率：100Hz
2 延时：10ms
3 数据包大小：50-1200bytes



四、5g-V2X车队巡航

支持车队巡航所需的信息

1 辅助建立车队的信息
2 包含各车辆出现、速度、ID、方向等内容的信息
3 车辆和RSU之间的交互信息，注，车队中仅需要有一辆车和RSU信息交换
4 车队行进轨迹信息

功能	内容
加入/离开车队	预组队信息
	预成为车队头车信息
	预跟车信息
	离队信息
声明和警告	车队的状态信息 车队的存在信息
车队内通信	何时选择哪条路径
	何时刹车或者加速



四、5g-V2X车队巡航

性能需求

场景描述		数据包大小	数据发送频率	最大延迟	包到达率	数据速率(Mbps)	通信范围(meters)
场景	等级						
组内车辆间信息交换	最低级自动驾驶	300-400	30	25	90		
	低级自动驾驶	6500	50	20			350
	最高级自动驾驶	50-1200	30	10	99.99		80
	高级自动驾驶			20		65	180
车队和单车之间的告知信息，车队和RSU之间的告知信息	N/A	50-1200	2	500			
组内车辆和RSU信息共享	低级自动驾驶	6000	50	20			350
	高级自动驾驶			20		50	180

四、5g V2X高级自动驾驶

高吞吐量的5G-V2X可支持L1-L5级自动驾驶需求
两个假设：
1 假设车辆间距大于2倍车速
2 不同等级的自动驾驶需要的数据速率不同
两种情况：
1 协作感知，同一区域内的车辆共享信息
2 协作控制，车辆间通过V2X信息共享计划行驶的路线

级别	数据速率	延时(ms)	可靠性 (%)	通信范围	车辆密度
受限自动驾驶	5Mbps	低	高	sec * (maximum relative speed [m/s])	高
完全自动驾驶	64Mbps	低	高	sec * (maximum relative speed [m/s])	高

四、5g V2X高级自动驾驶

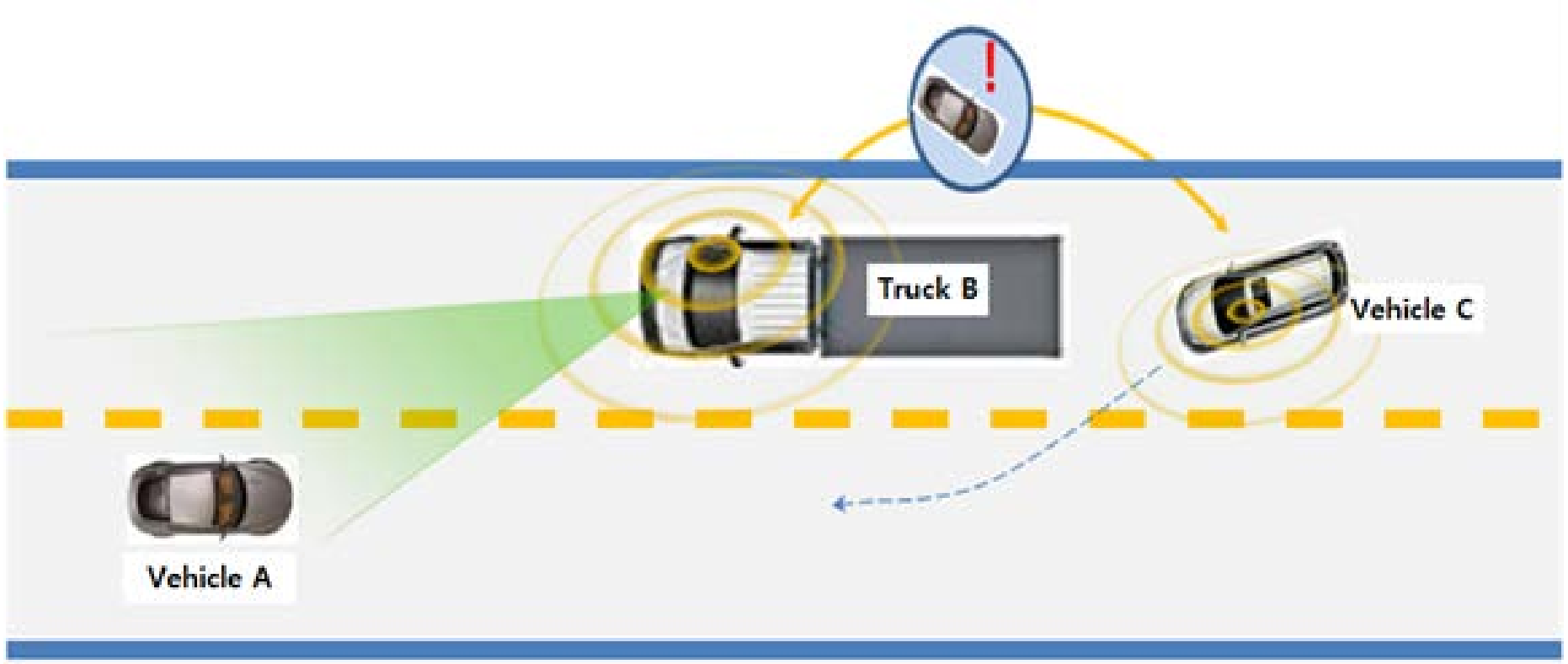
性能需求

通信场景描述		数据包	数据发送频率	最大延迟	包到达率	数据速率(Mbps)	通信范围(米)
场景	自动驾驶级别						
协作防碰撞		2000	100	10	99.99	10	
车辆间信息共享	低级别自动驾驶	6500	10	100			700
	高级别自动驾驶			100		53	360
车辆和RSU之间的信息共享	低级别自动驾驶	6000	10	100			700
	高级别自动驾驶			100		50	360
车辆间紧急情况车辆行驶方向对齐		2000		3	99.999	30	500
十字路口RSU和UE之间的安全信息共享		UL: 450	UL: 50			UL: 0. 25 DL: 50	
车辆间的协作换道信息交换	低级别自动驾驶	300-400		25	90		
	高级别自动驾驶	12000		10	99.99		
V2N之间的视频信息共享						UL: 10	

四、5g-V2X传感器共享

同一区域车辆间共享实时信息，例如一辆车能够通过多辆车获得更多的路况图像信息

- 信息可以是图片或者实时图像信息流（CPE，联合感知环境）；
- 这些信息一般而言，是为了更好的感知周围环境或者用于图像辅助驾驶（VAD）



四、5g V2X传感器共享

CPE需要两步实现:

✓第一步: 确认哪些车辆不支持V2X

✓KPI: 1600bytes的包大小，100ms的延迟，99%的可靠性;

✓第二步: 实现全景视图信息,例如. 获得本车传感器无法直接探测的交通环境信息;

✓ KPI: 1600bytes的包大小，3ms的延迟，99.999%的可靠性;

实现VAD的两部分:

✓为司机提供视觉信息: 时延50ms, 速率 10Mbps, 可靠性90%;

✓为机器视觉系统提供信息:时延10ms, 速率100-700Mbps, 可靠性99.99%;

四、5g-V2X传感器共享

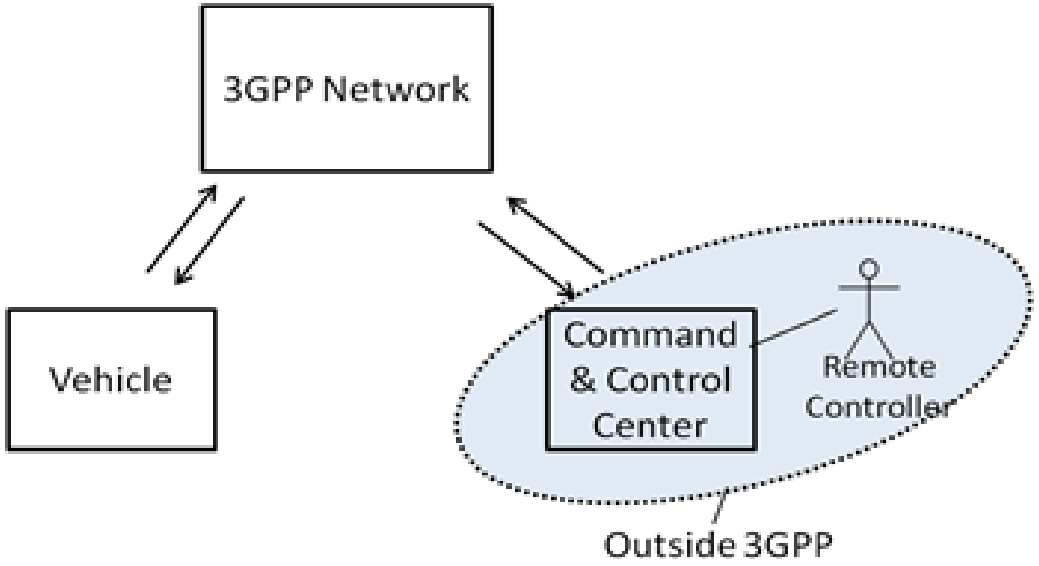
性能需求

场景描述		数据包大小	数据发送频率	最大延迟	包到达率	数据速率(Mbps)	通信范围(米)
场景	自动驾驶等级						
传感器信息共享	低级自动驾驶	1600	10	100	99		1000
	高级自动驾驶			3	99.999	50	200
				10	99.99	25	500
				50	99	10	1000
视频图像信息共享	低级自动驾驶			50	90	10	100
	高级自动驾驶			10	99.99	700	200
				10	99.99	90	400

四、5g V2X远程驾驶

远程驾驶：由云端或者远端司机驾驶车辆

- ✓ 和L5级自动驾驶车辆相比，远程驾驶的车辆需要更少的传感器，可作为自动驾驶的备用解决方案
- ✓ 远程协助驾驶汽车也可看做是一种远程驾驶，区别在于：前者汽车本身是一种自动驾驶汽车，无需关心车辆安全；后者则需要实时操控车辆，避免安全事故。



性能需求
仅支持UU口

通信场景描述	延时(ms)	可靠性 (%)	数据速率 (Mbps)
云端或远端与车辆的信息交互	5	99.999	UL: 25 DL: 1

05

LTE-V2X测试和频谱征求意见稿

五、LTE-V2X测试-测试分类

01 射频一致性测试

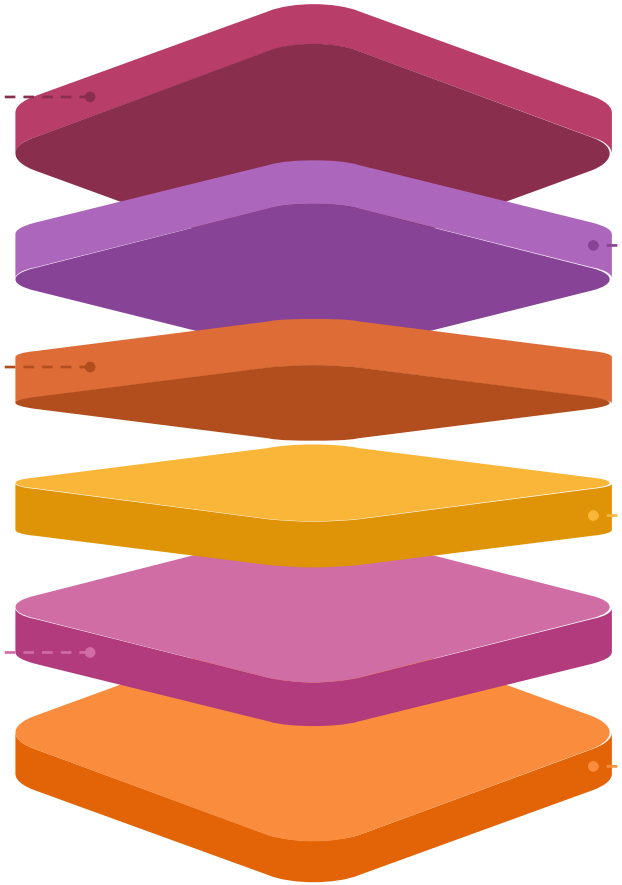
02 互联互通测试

03 通信性能测试

04 传导测试

05 抗干扰测试

06 辐射测试



五、频谱验证过程

理论研究、数值计算和仿真

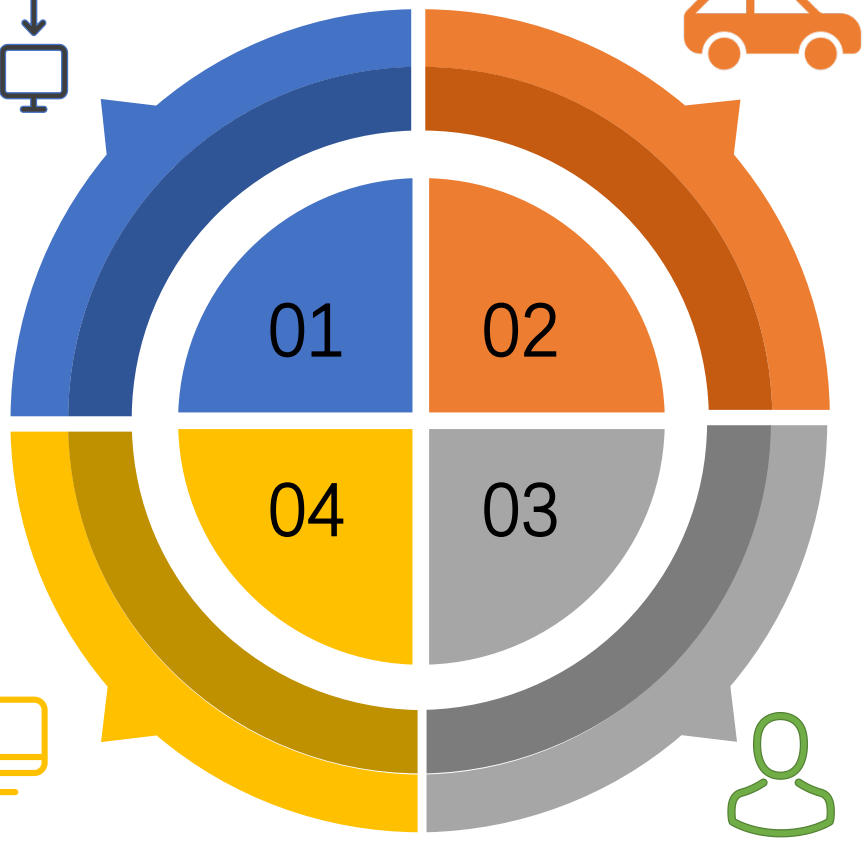
2016年

《车联网应用和频率和需求研究》

1 5850MHz-5925MHz；

2 V2V+V2I，20MHz频谱；

3 FSS及FS系统保持一定的安全隔离



实验室和外场测试

2017年

《LTE-V2X频率和兼容性验证项目》

1 5905MHz-5925MHz可用性；

2 同频邻频先用系统之间的安全隔离；

小规模应用和大规模推广

政策文件

2018年6月

车联网（智能网联汽车）直连通信使用5905-5925MHz频段的管理规定

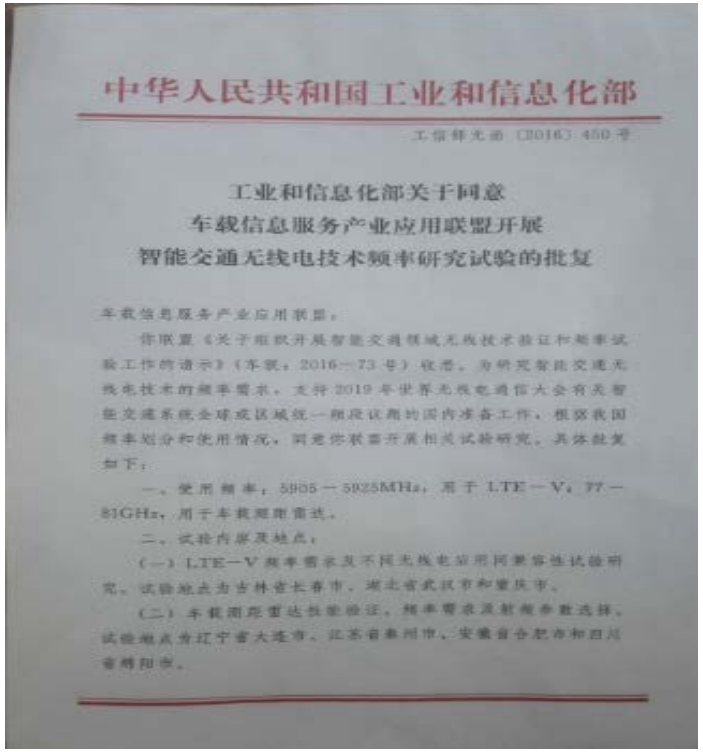
五、2017年测试政策支持



长春
外场测试

武汉
外场测试

重庆
外场测试



中华人民共和国工业和信息化部

工信部无函〔2016〕450号

工业和信息化部关于同意
车载信息服务产业应用联盟开展
智能交通无线电技术频率研究试验的批复

车载信息服务产业应用联盟：

你联盟《关于组织开展智能交通领域无线技术验证和频率试验工作的请示》（车联：2016—73号）收悉。为研究智能交通无线电技术的频率需求，支持2019年世界无线电通信大会有关智能交通系统全球或区域统一频段议题的国内准备工作，根据我国频率划分和使用情况，同意你联盟开展相关试验研究。具体批复如下：

一、使用频率：5905—5925MHz，其于LTE—V；77—81GHz，用于车载雷达。

二、试验内容及地点：

（一）LTE—V频率需求及不同无线电应用间兼容性试验研究。试验地点为吉林省长春市、湖北省武汉市和重庆市。

（二）车载雷达性能验证。频率需求及射频参数选择。试验地点为辽宁省大连市、江苏省泰州市、安徽省合肥市和四川省绵阳市。

信无函2016[450]号文：委托TIAA在长春、武汉和重庆三地，外场测试验证LTE-V2X在5905MHz-5925MHz的频率可用性和抗干扰性。



目标频段环境测试

北京市内5800MHz-5950MHz频谱环境

5850MHz-5925MHz
频谱干净、无同频信号
符合预期

5800MHz-5850MHz
部分十字路口有**瞬时窄带信号**

5925MHz-5950MHz
频谱干净，无信号

5905MHz-5925MHz
450号文规定的目标频段频谱环境干净

五、2017年LTE-V2X测试

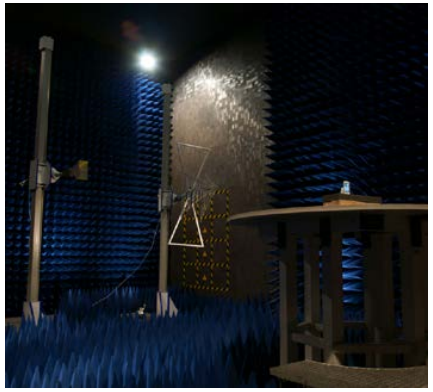
测试场景选择

实验室：SRTC、信通西院
外场城区：中国汽车工程研究院
外城高速：重庆车辆检测技术研究院



北京
实验室射频和性能测试

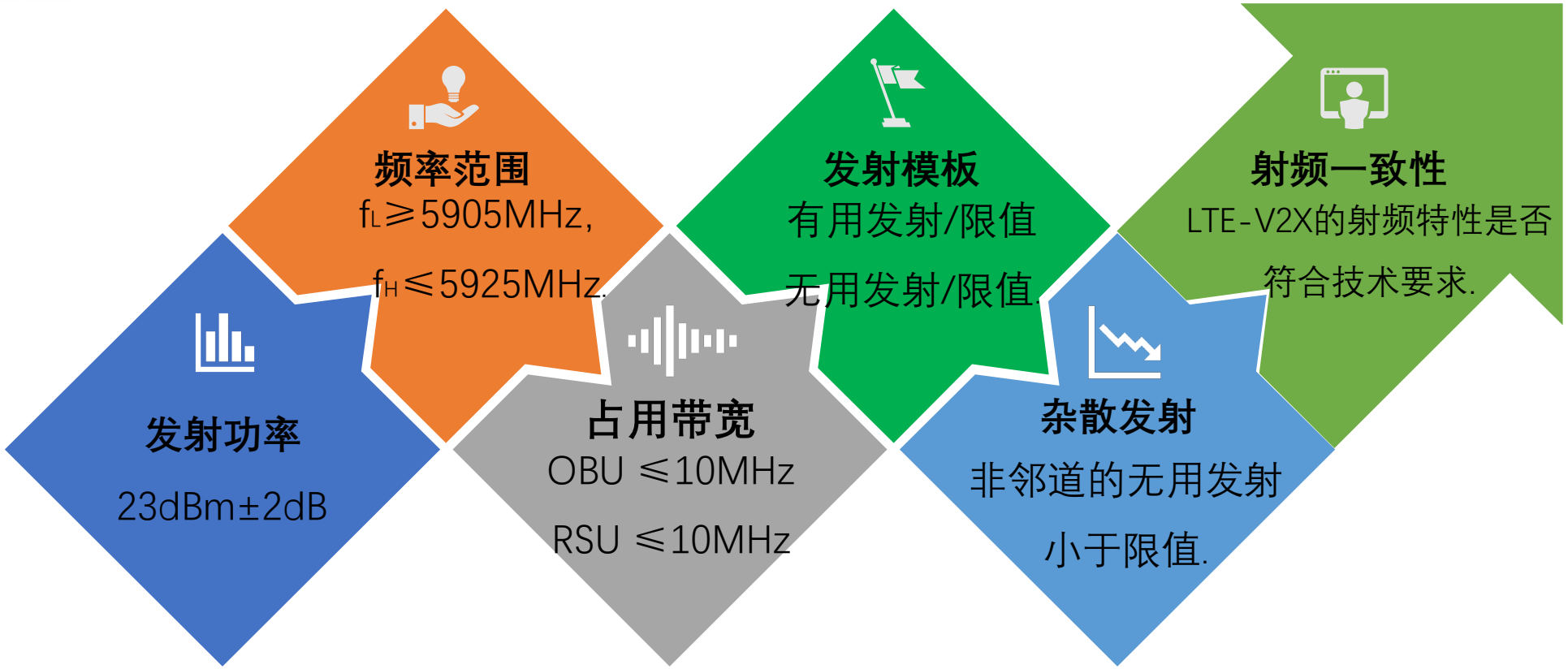
重庆
实验室抗干扰测试
外场测试





五、LTE-V2X测试——射频测试，技术要求



技术要求引自

3GPP TS 36.101

五、LTE-V2X测试——射频测试，测试方法

测试方法

1 规范 第1部分：射频要求。

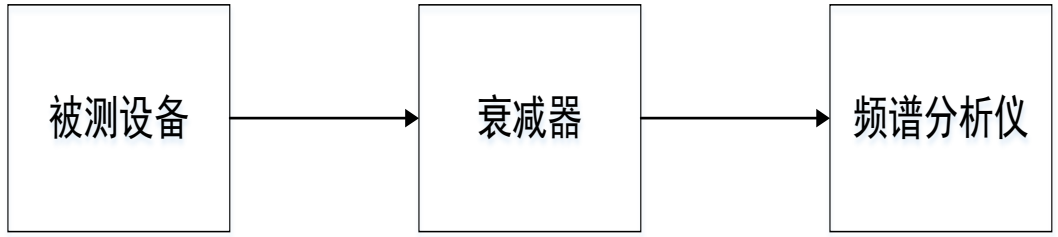
2 规范 第2部分：射频测试方法。



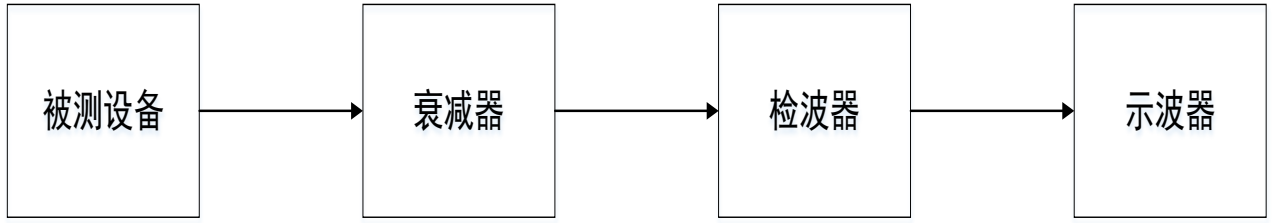


测试结果

4家厂商的LTE-V2X系统OBU终端和RSU终端符合射频一致性。



射频测试配置



占空比测试配置



实验室系统性能测试

01 **高速场景**

WinnerB1+ LOS模型，EVA120

02 **城区LOS场景**

WINNER B1+ MANHATTAN传播模型，EVA70

03 **城区NLOS场景**

WINNER B1+ NLOS传播模型，EVA70

04 **覆盖范围**

城区50m，高速320m

05 **时延、丢包率**

丢包率≤ 10%，时延≤ 100ms

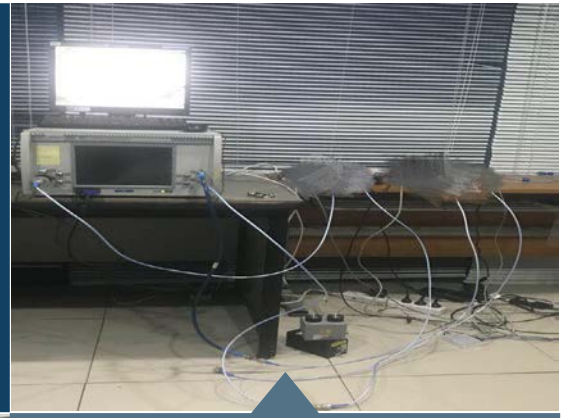
技术要求和参数：3GPP TS 36.101，3GPP TR 36.885，3GPP TR 22.885

四、LTE-V2X测试——通信性能

测试方法

1 规范 第3部分：性能要求。

2 规范 第4部分：性能测试方法。

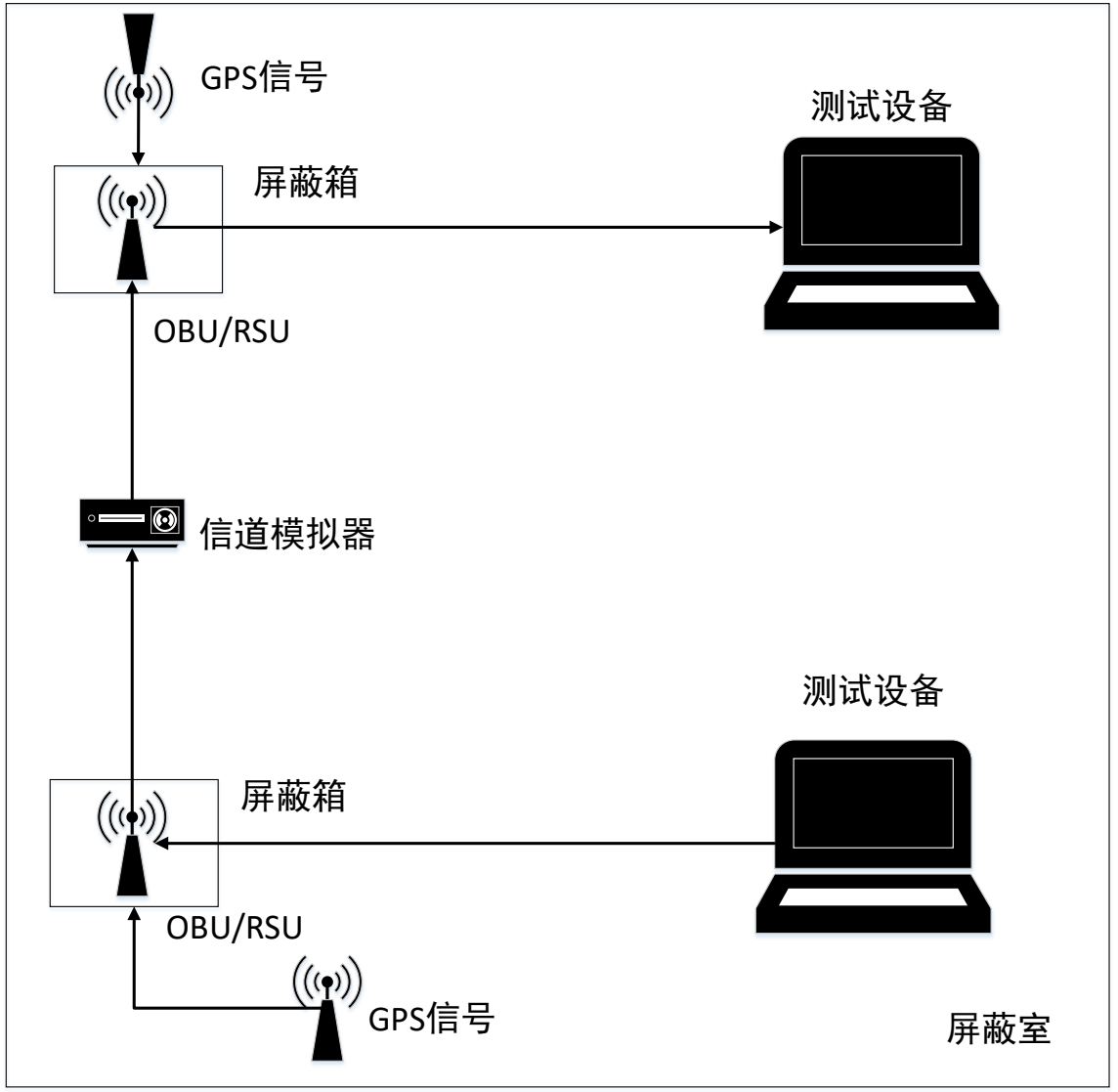




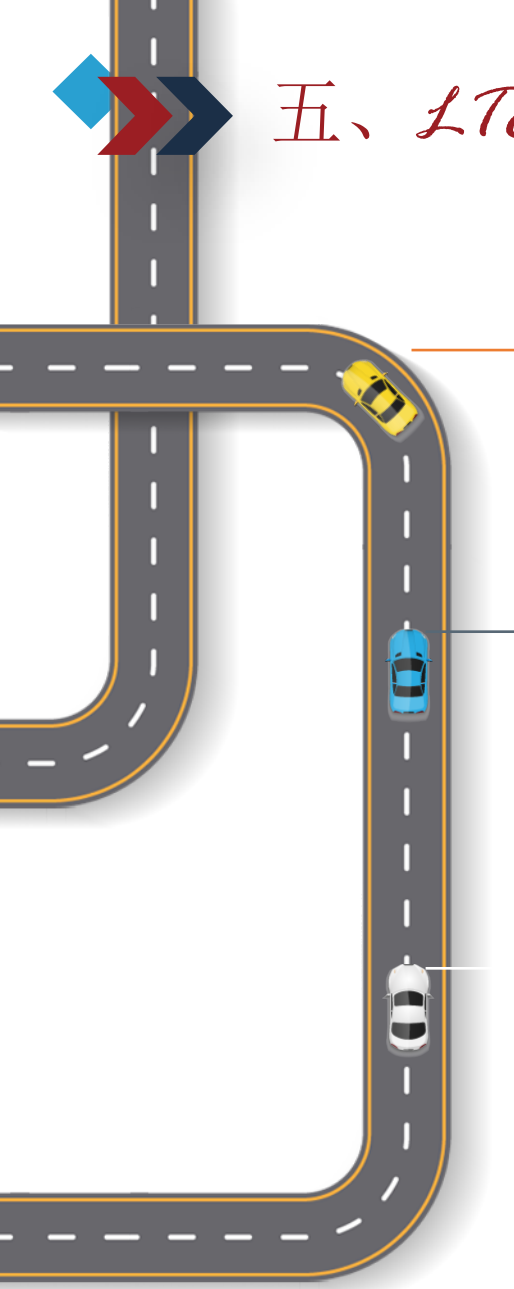
测试结果

1 时延稳定在10ms量级

2 覆盖范围和丢包率符合技术要求



五、LTE-V2X测试——外场性能测试



测试场景

中汽研城区LOS
中汽研城区NLOS交叉口，中汽研城区NLOS弯道
重庆车检院高速LOS
重庆车检院高速NLOS弯道

测试目标

覆盖范围：城区LOS/NLOS交叉口/弯道 50m/50kmph；高速直道320m/120kmph；高速弯道150m/80kmph
丢包率： ≤10%
时延：≤100ms

测试方法

静态测试方法
动态测试方法
测试规范 第3部分：性能要求
测试规范 第4部分：性能测试方法

五、LTE-V2X测试——城区场景



红色框：LOS直道和NLOS交叉口

蓝色框：NLOS弯道

五、LTE-V2X测试——城区场景俯瞰



LOS 直道



NLOS 交叉口



NLOS 弯道

五、LTE-V2X测试——测试装置配置



OBU安装

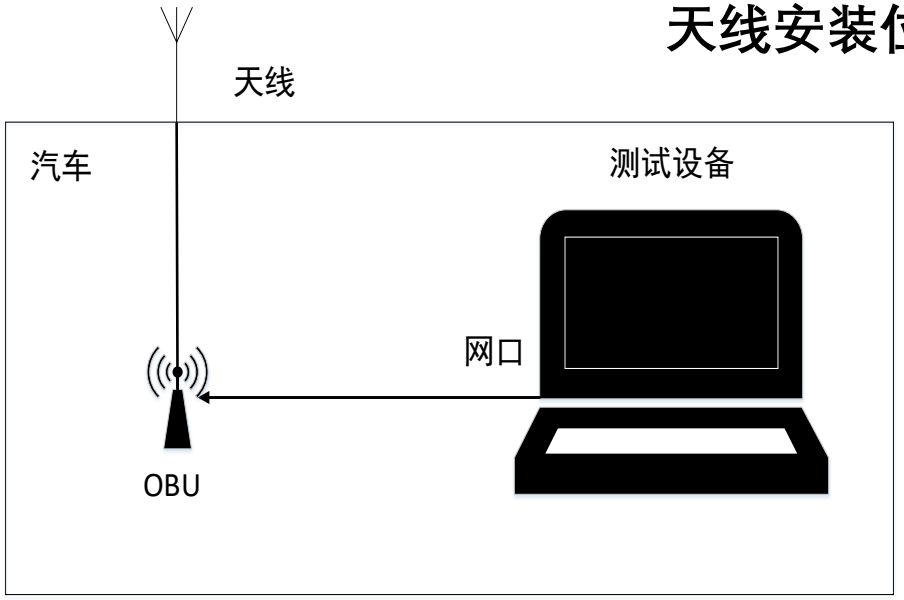
天线位于车外

OBU位于车内

测试设备位于车内

网口连接

天线安装位置一致性





RSU安装

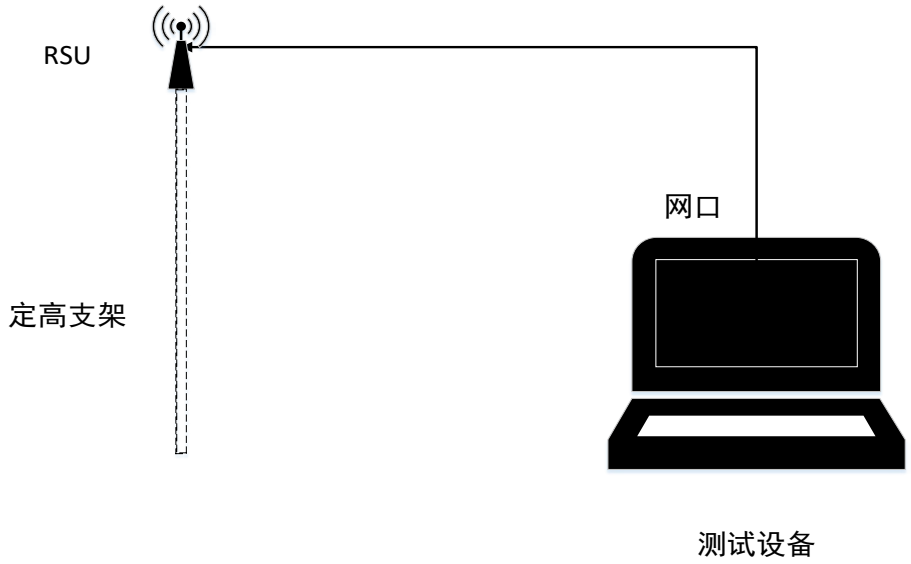
RSU安装于交通灯或台架上

测试设备位于车内

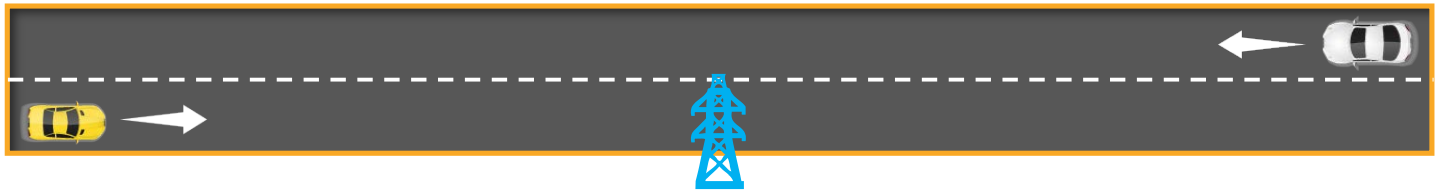
网口连接

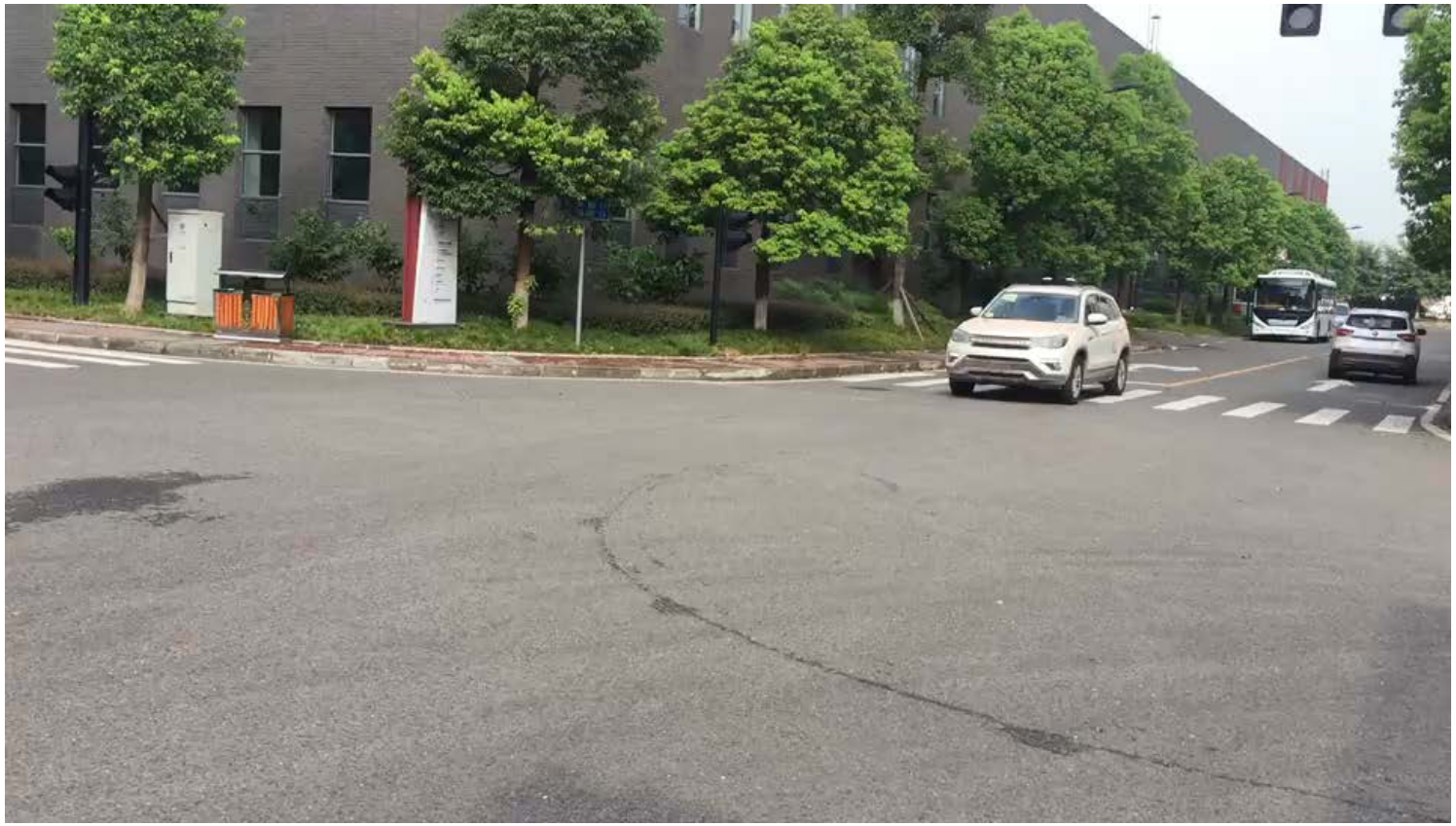
城区RSU安装高度6m

高速RSU安装高度4.5m



五、LTE-V2X测试——城区LOS



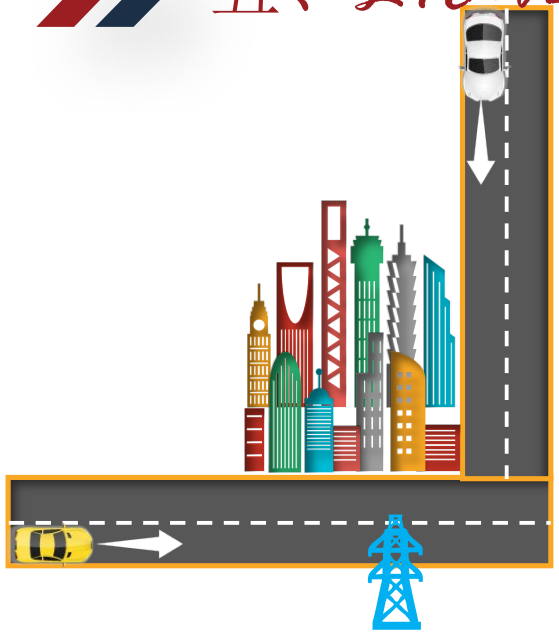


城区LOS场景

V2V/V2I系统性能符合技术要求

覆盖范围>300m

五、LTE-V2X测试——城区NLOS交叉口





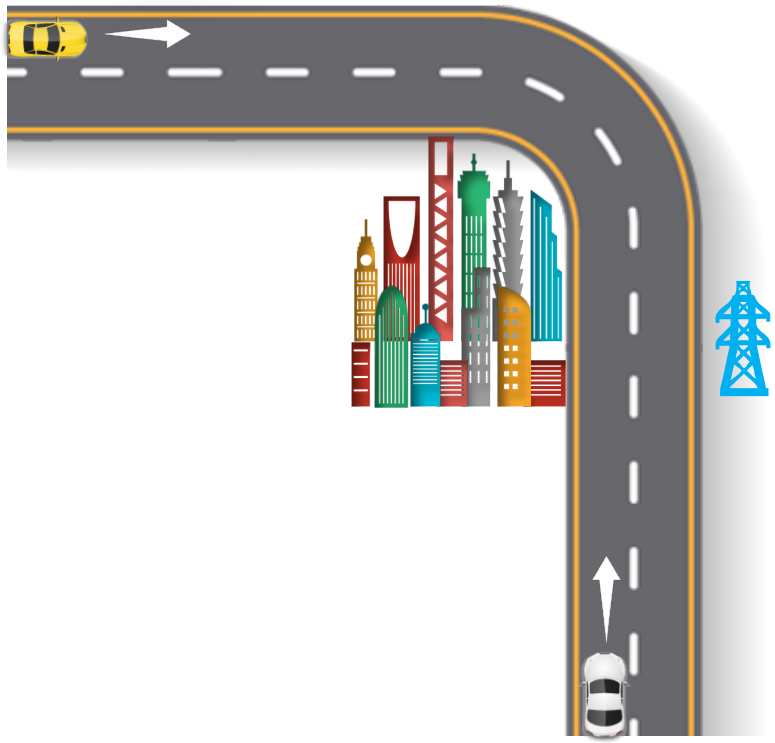


城区NLOS交叉场景

V2V/V2I系统性能符合技术要求

覆盖范围>70m

五、LTE-V2X测试——城区NLOS弯道





城区NLOS弯道

V2V/V2I系统性能符合技术要求,覆盖范围>100m

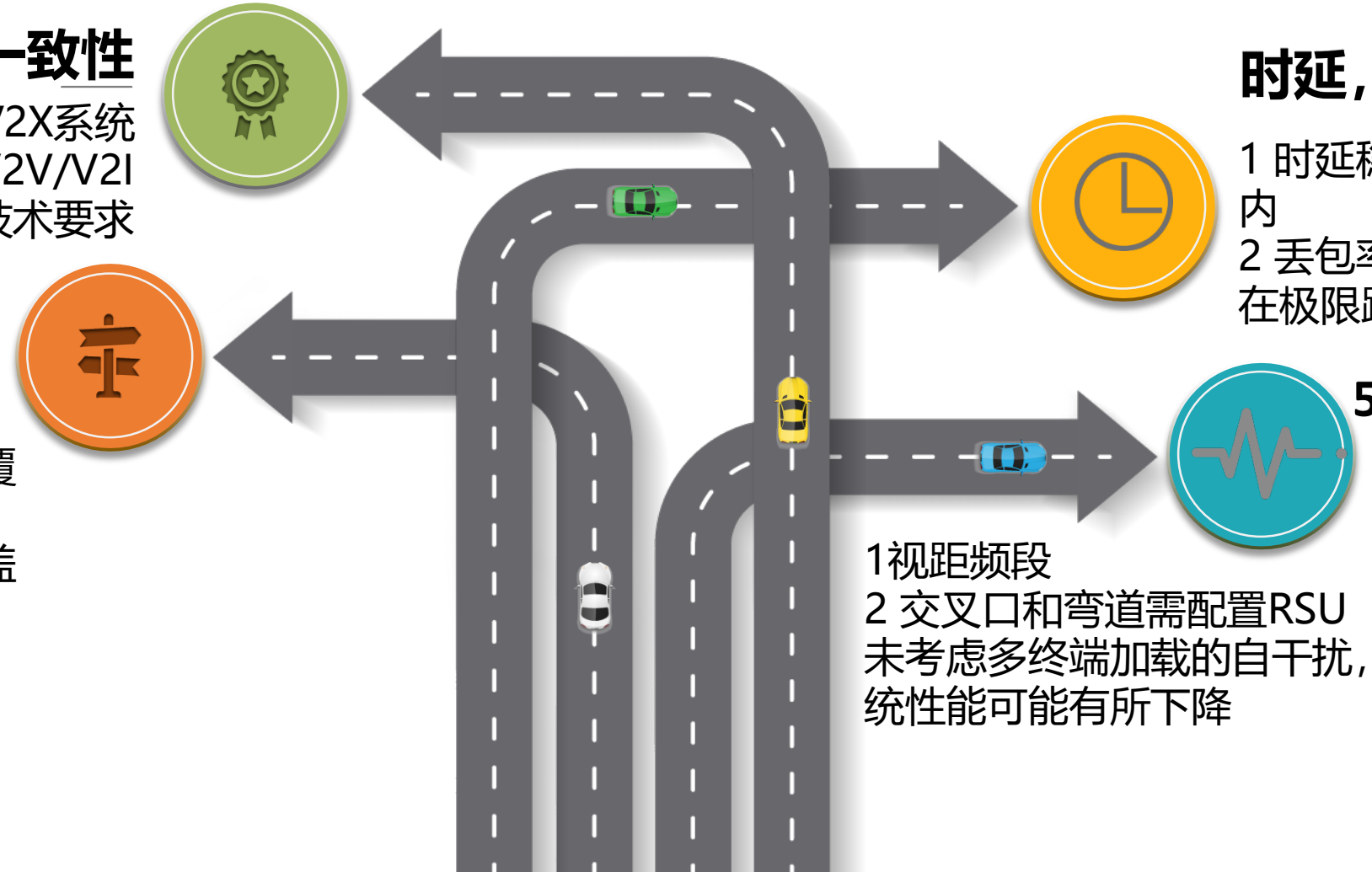
五、LTE-V2X测试——城区测试结果

性能一致性

4家厂商LTE-V2X系统
V2V/V2I
通信性能符合技术要求

覆盖范围

1 城区LOS覆盖距离>300m
2 城区NLOS交叉口覆盖距离约为80m
3 城区NLOS弯道覆盖距离>100m



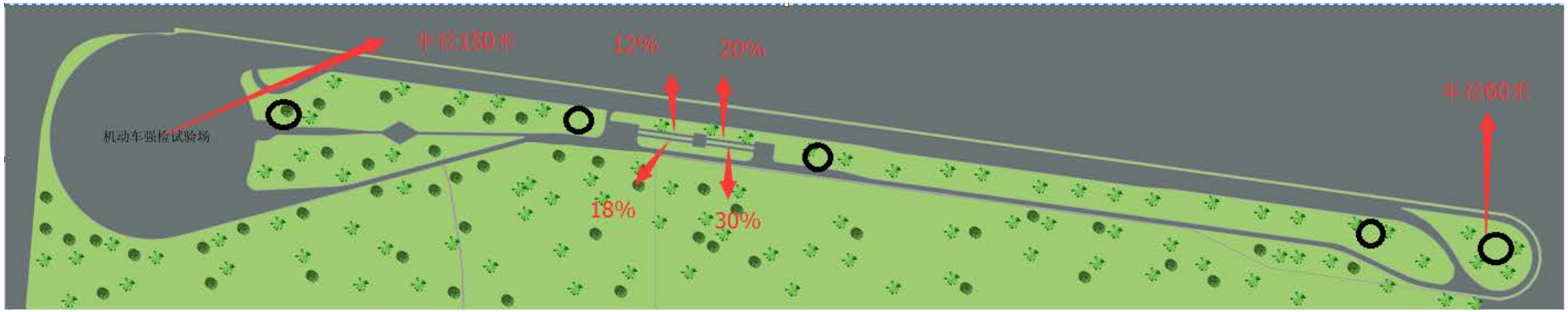
时延，丢包率

1 时延稳定在20ms以内
2 丢包率≤ 10%，并在极限距离外极速上升

5.9GHz

1视距频段
2 交叉口和弯道需配置RSU
未考虑多终端加载的自干扰，实际网络中系统性能可能有所下降

五、LTE-V2X测试——高速场景



2.3km LOS 直道， 支持200kmph
1km NLOS 弯道， 支持100kmph



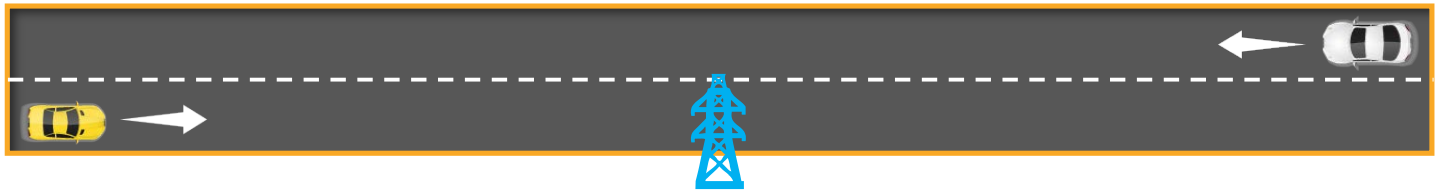








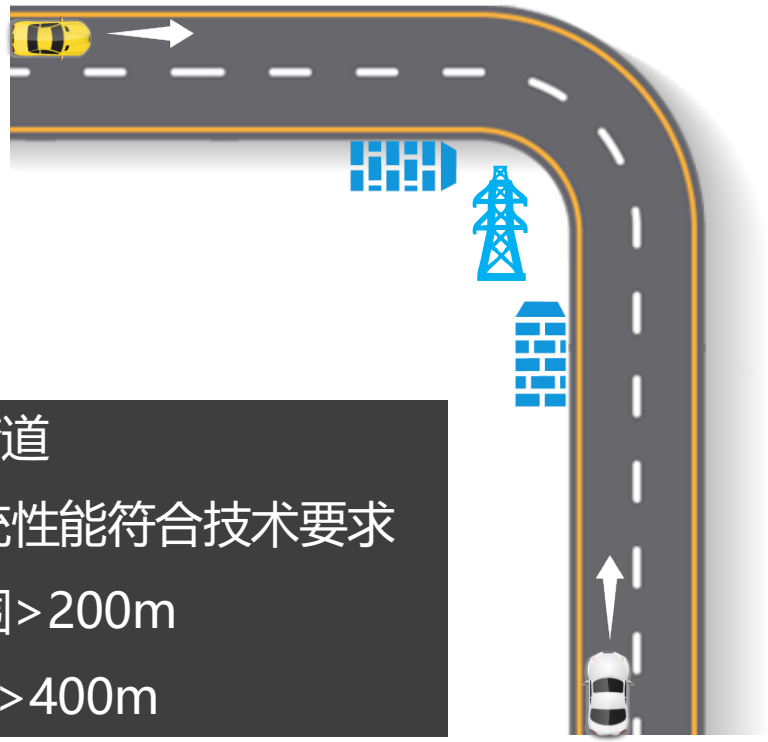
五、LTE-V2X测试——高速场景测试



高速LOS直道

V2V/V2I系统性能符合技术要求

V2V/V2I覆盖范围>800m



高速NLOS弯道

V2V/V2I系统性能符合技术要求

V2V覆盖范围>200m

V2I覆盖范围>400m

五、LTE-V2X测试——高速场景性能测试结论

一致性

四家厂商LTE-V2X系统在高速场景的通信性能符合技术要求.



覆盖范围

高速LOS直道，V2V>800m，V2I>800m

高速NLOS弯道. V2V>200m，V2I>400m

5.9GHz

视距频段

弯道处应设RSU

未考虑多终端加载的自干扰，实际网络中系统性能可能有所下降

时延和丢包率

时延稳定在20ms以内

丢包率≤10%，并在极限距离外极速上升

五、LTE-V2X测试——抗干扰测试

FS

5925MHz-6425MHz

8/16/28MHz

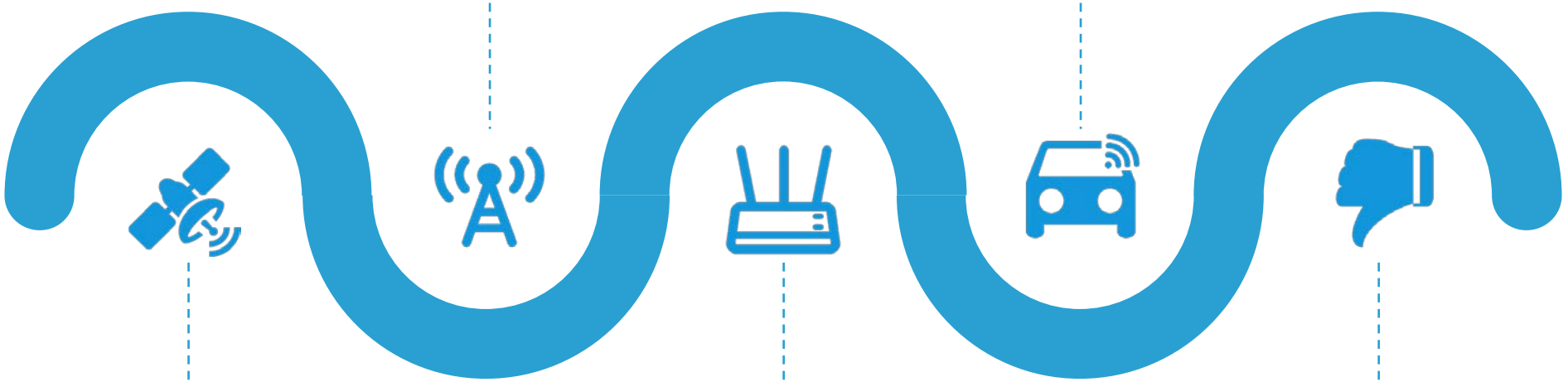
26dBm.

LTE-V2X

5905MHz-5925MHz

10MHz

23dBm.



FSS上行

5850MHz-6425MHz

2/4/8MHz

40dBm.

WLAN

5725MHz-5850MHz

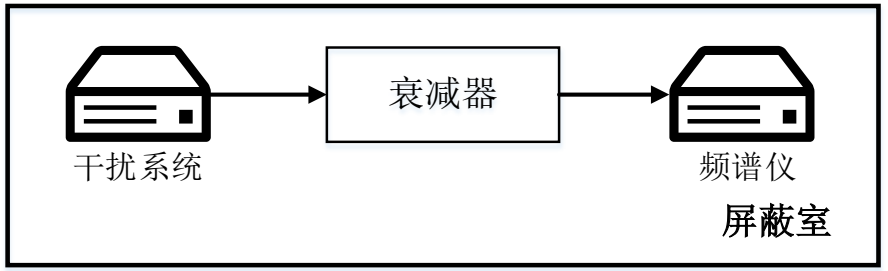
20MHz

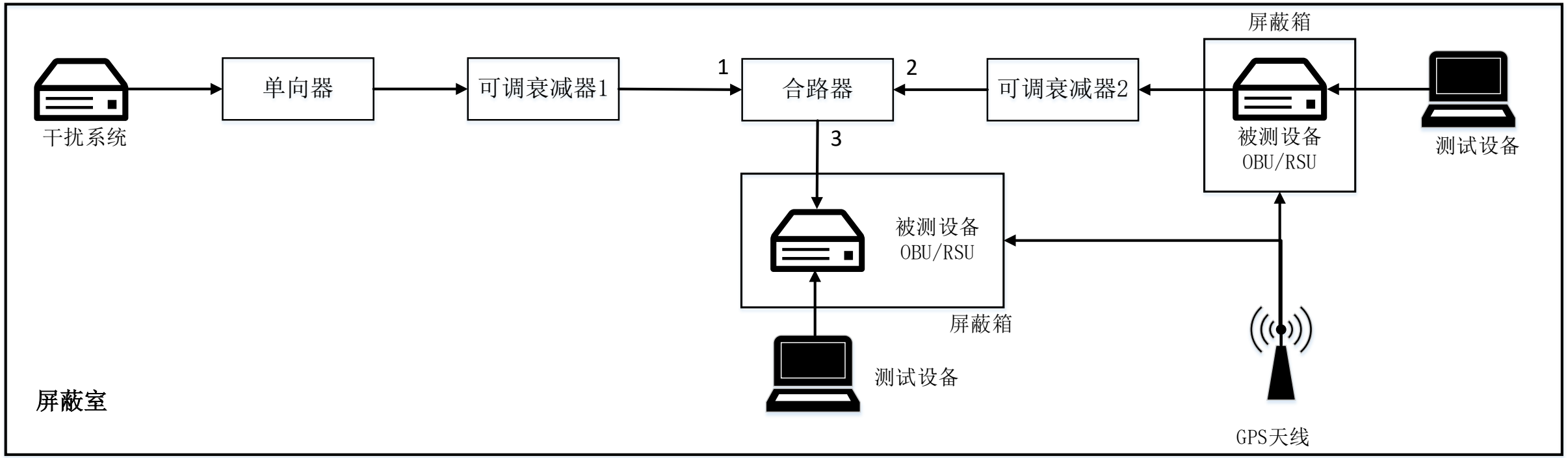
20dBm.

最差信道组合

只测试干扰最大的信道组合.

五、LTE-V2X测试——抗干扰测试，配置





测试方法

基于长期演进技术（LTE）的车联网终端 射频和性能规范 第5部分：抗干扰要求

基于长期演进技术（LTE）的车联网终端 射频和性能规范 第6部分：抗干扰测试方法

五、LTE-V2X测试——抗干扰测试结论



阻塞测试结果

阻塞测试结果符合技术要求

和FSS的阻塞隔离为**81dB**

和FS的阻塞隔离为**99.7dB**

和WLAN的阻塞隔离为**53dB**



极限安全隔离测试结果

和FSS的安全隔离为**128dB**

和FS的安全隔离为**158dB**

和WLAN的安全隔离为**47dB**



需要注意

仅考虑最恶劣情况

未考虑FSS/FS的天线倾角

未考虑地形损耗

未采用提升3dB的干扰测试



干扰测试结论

和FSS/FS之间应保证合适的**安全隔离距离**，或采用其他干扰**隔离措施**

LTE-V2X和WLAN之间**可以共存**

五、LTE-V2X测试——测试结论



LTE-V2X符合技术要求射频性能.

1 LTE-V2X系统性能符合技术要求

2 LTE-V2X系统部署在5905MHz-5925MHz具有可行性

1 LTE-V2X和FSS应保证一定的安全隔离

2 LTE-V2X和FS应保证一定的安全隔离

3 LTE-V2X和WLAN可以实现共存

1 5.9GHz属于视距频段

2 应在城区交叉口、城区弯道和高速弯道部署RSU.

仍缺少

1 多终端网络加载测试

2 小规模应用验证.

06

总结

六、总结

展望

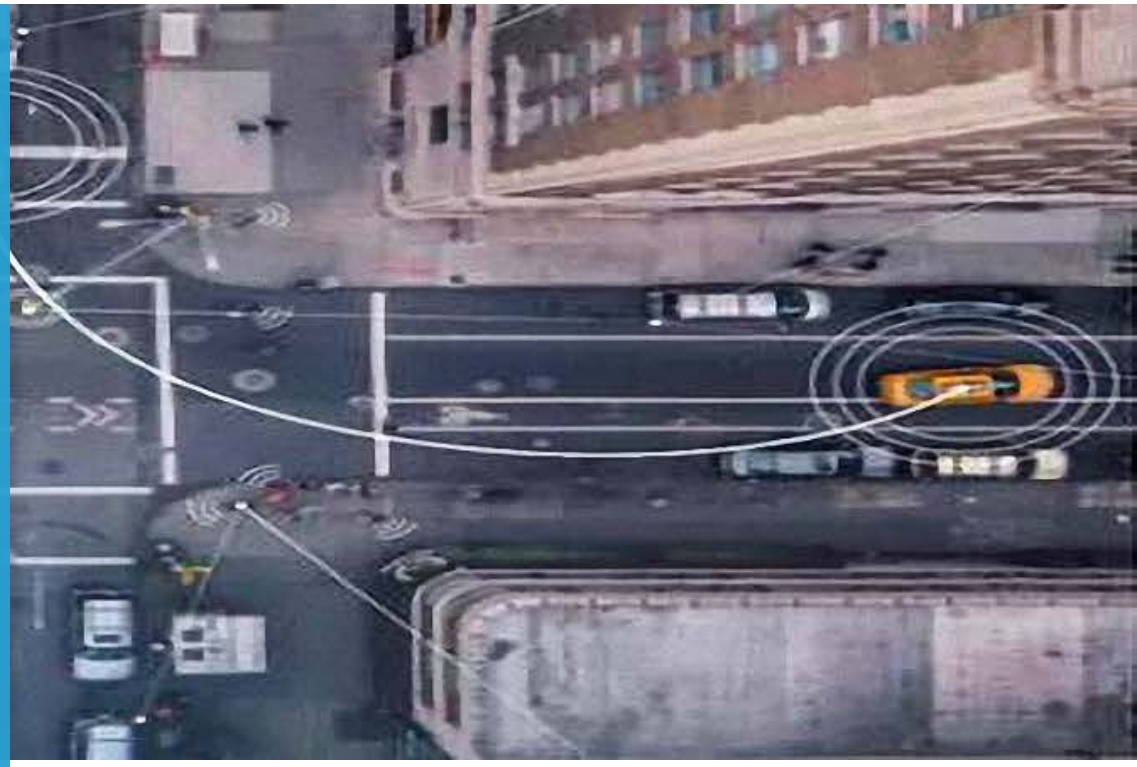
1 LTE-V2X和车载雷达兼容性测试仍在继续

2 技术指标仍需细化和测试验证

3 车联网基础设施建设、运营模式、监管模式需要进一步研究

4 考虑自干扰情况，规模组网的LTE-V2X通信性能测试验证欠缺

5 5G-V2X的应用场景、目标频段、频谱需求和干扰共存研究



感谢各位的聆听