

企业信息 严格保密

HMI工艺测试技术开发及应用

单位：中国一汽工程与生产物流部

2022年2月22日

一	汽车HMI智能化发展背景及现状
二	汽车HMI智能化的机遇与挑战
三	工艺端HMI测试技术的开发与应用
四	未来发展展望

一、汽车HMI智能化发展背景及现状

■ 汽车座舱智能化成为整车智能化发展的核心构成

- ◆ 汽车已从20世纪60年代的机械式产品发展成为当前具有智能化功能产品。
- ◆ 2021年，以电动化、智能化为代表的汽车产业百年变革持续深化，智能化承接电动化成为产业变革“风暴点”。
- ◆ 汽车座舱也逐渐由电子化向智能化发展，成为整车智能化发展过程中的核心构成。



2021年关于汽车革命的第二场战役——“智能化战役”已经打响

随着汽车产业的智能化变革，汽车电子电气架构也将发生变化，在此过程中，座舱域是机会最大的发展方向之一，也是与互联网软件服务、算法交集最多的产品。

座舱智能化发展

- 随着人机交互与座舱感知技术突破，软硬件聚合，车辆感知更加精细；
- 汽车为用户提供场景化服务，座舱可为驾乘人员提供半自主决策，之后将逐渐提供完全自主决策，实现人机共驾。

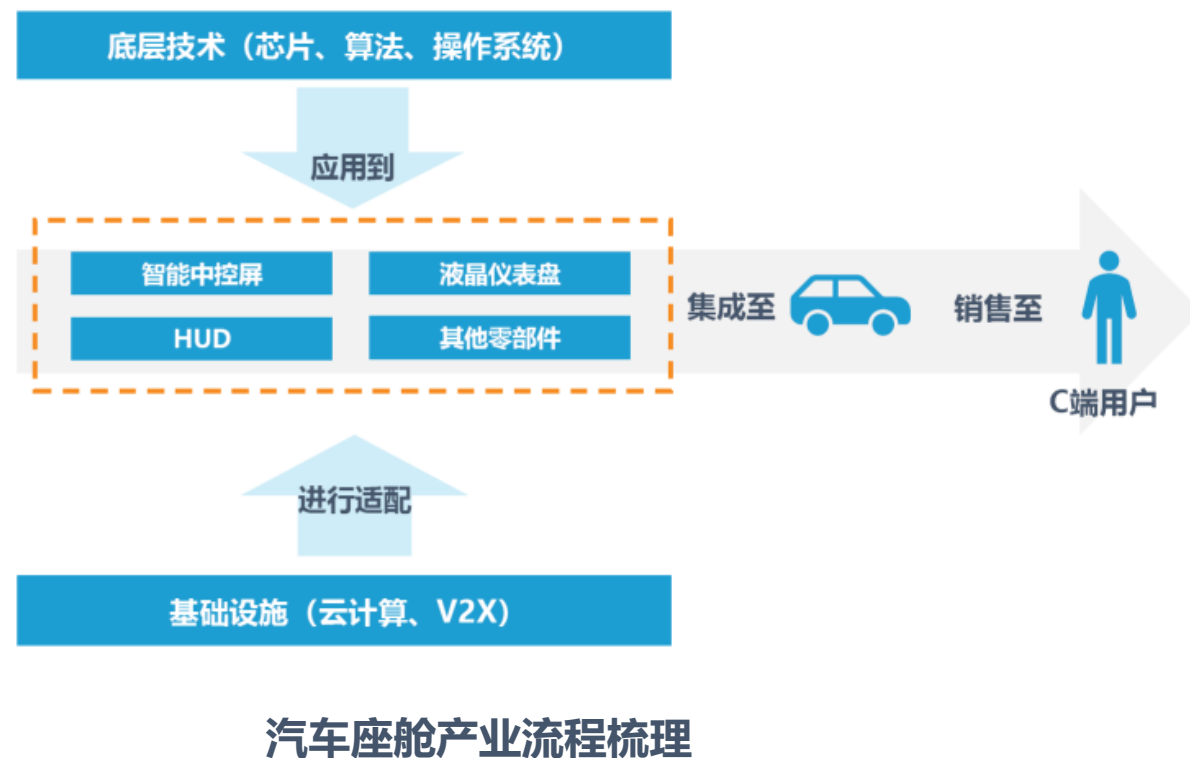
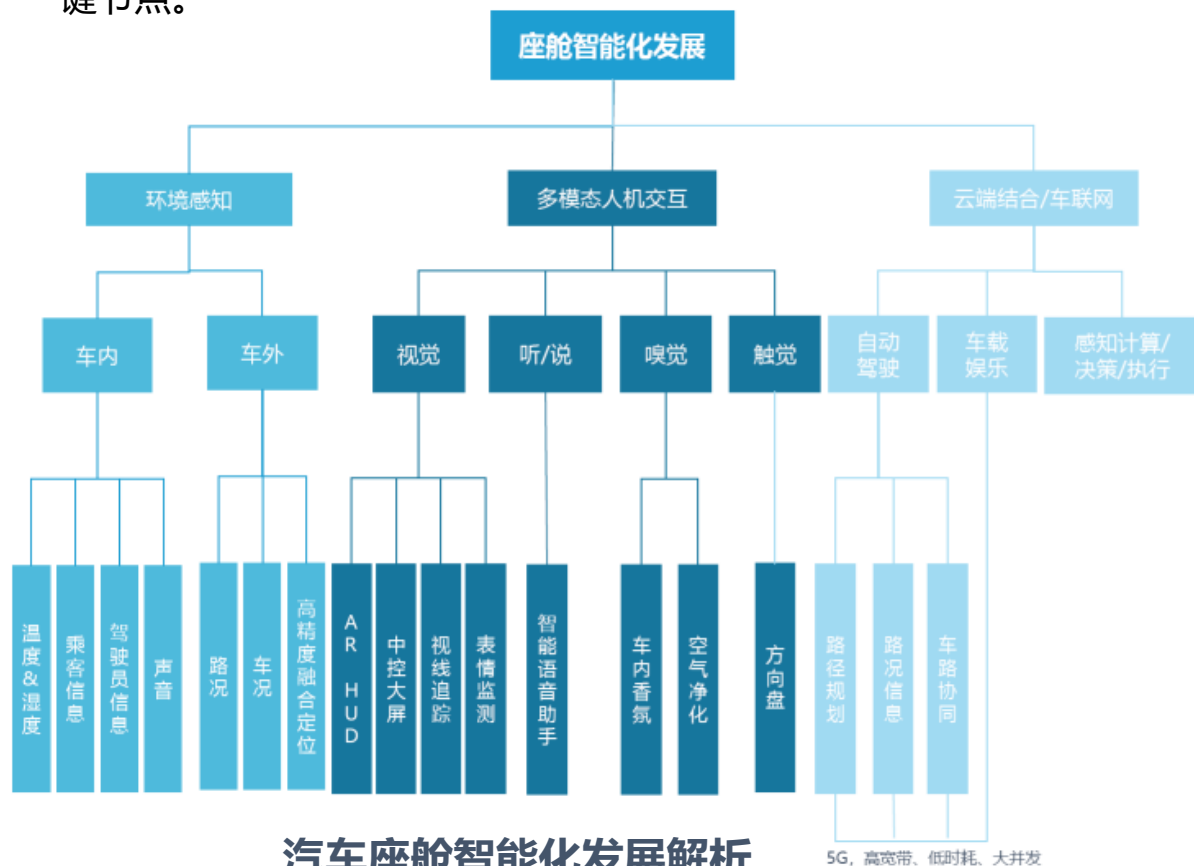
“移动空间”

- 交通出行场景与汽车使用场景更加多元化和富有生活化，基于车辆位置与状态信息，融合信息、娱乐、生活服务、车家互联等功能，为座舱内用户提供更加便捷的体验。

一、汽车HMI智能化发展背景及现状

■ 汽车座舱的智能化发展由车载环境感知、多模态人机交互、云端结合/车联网共同实现

- ◆ 汽车座舱的智能化发展由三部分推动，分别为车内/外环境感知，视觉、听觉等多模态人机交互方案以及统筹感知计算的车联网。
- ◆ 汽车座舱智能化发展过程中，软硬件底层技术根据产品的不同需求应用到各个智能化零部件中，不同智能化零部件在座舱内集成形成一套完整解决方案；同时，基础设施参与整个流程，通过将数据上传到云端进行处理和计算，使资源进行最有效的适配，最后通过整车的形式销售至C端用户。
- ◆ 汽车座舱智能化发展是通过配备智能化和网联化的车载产品来实现与人、路、车的智能交互，是人车关系从工具向伙伴演进的重要纽带和关键节点。



一、汽车HMI智能化发展背景及现状

■ “智能座舱”需同时搭载中控彩屏、智能语音系统以及OTA

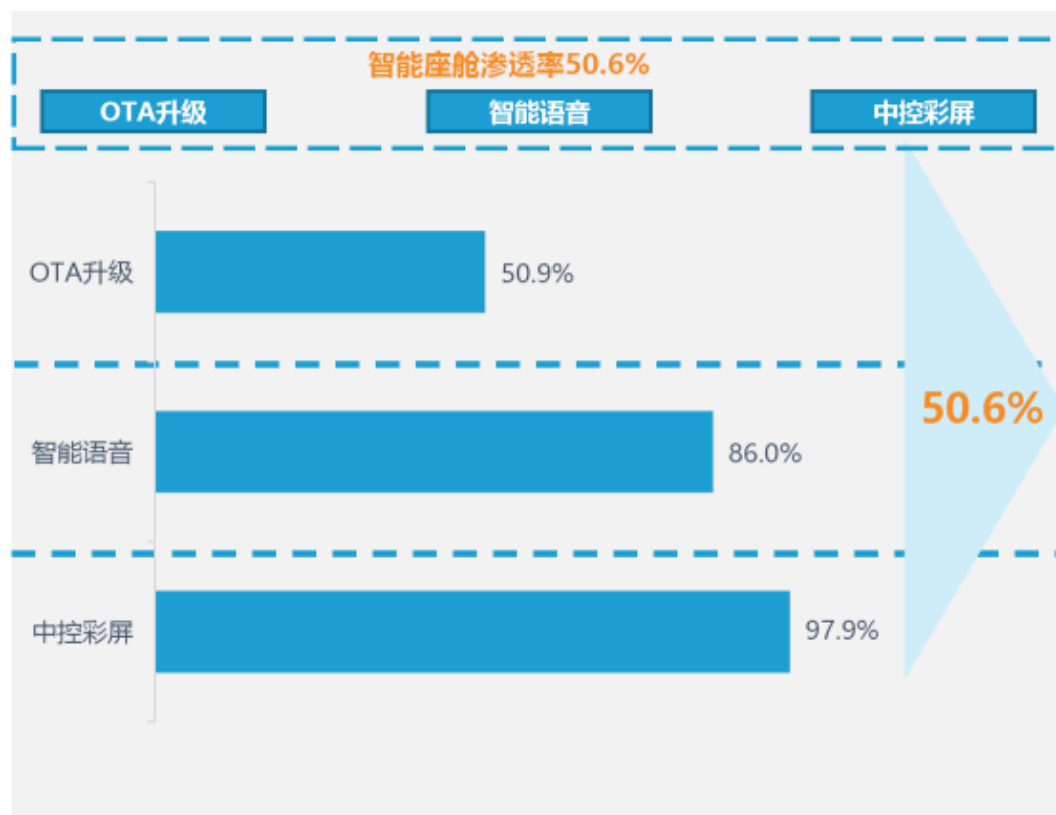
- ◆ 当前中国智能座舱发展处于中前期阶段，市面上智能化功能正在不断涌现。“智能座舱”是对于座舱智能化发展程度的一种判定，当汽车座舱智能化发展到达一个既定标准时，便可以将其称之为智能座舱。
- ◆ 依照亿欧智库的数据资料，车型同时具备中控台彩色大屏、OTA升级以及智能语音识别系统三个条件方可判定为该车型配置智能座舱。



一、汽车HMI智能化发展背景及现状

■ 2021中国市场乘用车智能座舱渗透率已过50%

- ◆ 截止2021年10月份中国乘用车智能座舱渗透率为50.6%，其中中控彩屏、智能语音系统、OTA的渗透率分别为：97.9%、86%以及50.9%。
- ◆ 2021年中国新发布乘用车当中，中控彩屏已经成为标配；而在座舱内人机交互方式当中，语音交互已然成为最具代表性的交互方式。是否搭载OTA功能成为是否符合智能座舱的重要衡量标准。



2021中国新发布乘用车“智能座舱”配置渗透率

造车新势力	自主品牌	外资合资品牌
 蔚来ES8	 长城欧拉好猫	 福特Mustang Mach-E
 理想ONE	 比亚迪唐新能源	 奥迪A5
 小鹏P7	 吉利星越L	 上汽大众 ID.4 X
 威马EX6	 长安CS95	 奔驰GLA200

智能座舱车型列举

一、汽车HMI智能化发展背景及现状

■ 红旗智能座舱发展现状：

指标名称	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年
智能座舱	座舱2.0: Linux虚拟化+智能交互		座舱3.0: 安卓虚拟化+自然情感交互			座舱4.0: 域控制+立体情感交互



高效率

随着座舱系统高速发展，座舱功能不断丰富，座舱系统UI设计也日趋复杂
功能检测涉及上千条功能



多屏可扩展

E115为16.2寸三联屏设计，未来系统交互设计替代传统独立仪表、车机成为座舱系统主流



手机互联

座舱系统与手机移动终端多维连接交互（如蓝牙连接、数据线连接、远程无线网络连接）



E115座舱系统

智能语音控制



智能语音控制成为汽车智能化程度的重要体现，提供了人机交互的平台，提升了用户使用体验感受

流畅的用户体验



座舱系统作为人机交互终端，终端应用的流畅度及动作响应时间等性能指标直接影响了用户的使用体验

车载网络交互



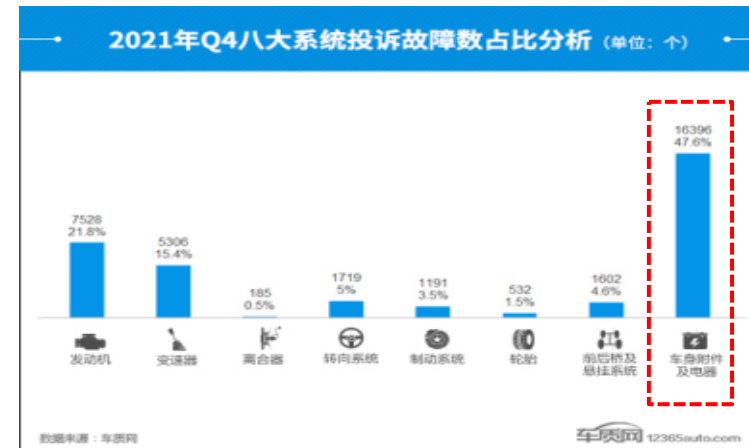
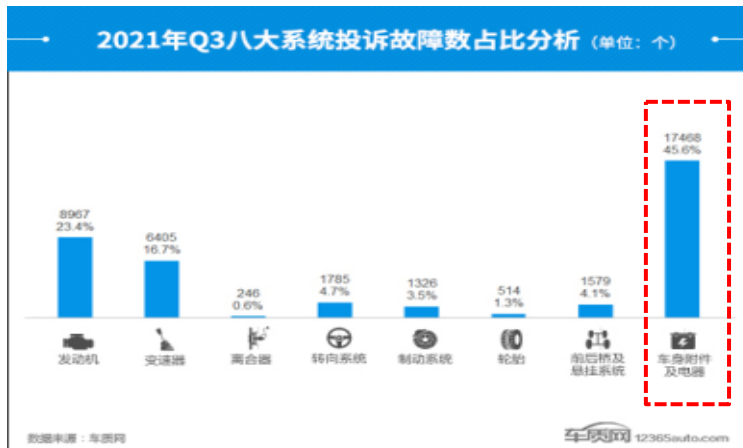
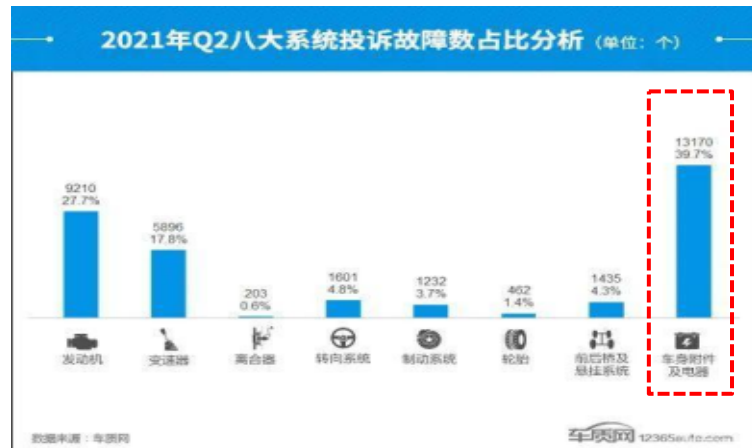
座舱系统作为驾乘人员与汽车的连接终端，通过总线网络（如CAN总线网络）建立整车数据交互

一	汽车HMI智能化发展背景及现状
二	汽车HMI智能化的机遇与挑战
三	工艺端HMI测试技术的开发与应用
四	未来发展展望

二、汽车HMI智能化的机遇与挑战

■ 智能座舱的应用直接影响用户体验，售后抱怨率高居不下且呈上升趋势

- ◆ 随着智能座舱的不断发展，功能越来越多，消费者对座舱电器功能的敏感度越来越强，售后问题也随着增多，已成为影响整车品质的一个关键因素，根据车质网数据，**2021年影音系统故障抱怨总量7187次，抱怨率高居榜首，车载互联故障1139次，抱怨率进入TOP15。**



2021年Q2质量问题投诉故障点TOP20 (单位: 宗)

排名	故障点	投诉量	占比	排名变化
1	影音系统故障	1427	4.37%	—
2	变速箱异响	1369	4.2%	新上榜
3	变速箱异响	1278	3.92%	↓
4	变速箱异响	1251	3.83%	—
5	发动机油耗高	1196	3.67%	新上榜
6	发动机异响	1138	3.49%	↓
7	发动机故障灯亮	858	2.63%	↓
8	车身生锈	847	2.6%	↓
9	转向系统异响	668	2.05%	↓
10	发动机启停系统故障	663	2.03%	新上榜
11	发动机抖动	615	1.89%	↓
12	发动机异响	588	1.8%	↓
13	车载互联故障	581	1.78%	↓
14	变速箱故障灯亮	553	1.7%	↓
15	变速箱无法加速	520	1.59%	↓

2021年Q3质量问题投诉故障点TOP20 (单位: 宗)

排名	故障点	投诉量	占比	排名变化
1	影音系统故障	2674	7.30%	—
2	变速箱异响	1786	4.88%	↓
3	变速箱异响	1160	3.17%	—
4	车身生锈	1145	3.13%	↓
5	发动机异响	999	2.73%	↓
6	发动机排气故障	959	2.62%	↓
7	发动机油耗高	955	2.61%	↓
8	发动机故障灯亮	890	2.43%	↓
9	部件开裂	843	2.30%	↓
10	仪表盘开裂	784	2.14%	↓
11	转向异响	740	2.02%	↓
12	空调问题	670	1.83%	↓
13	发动机抖动	622	1.70%	↓
14	车身生锈	603	1.65%	新上榜
15	车载互联故障	530	1.45%	新上榜

2021年Q4质量问题投诉故障点TOP20 (单位: 宗)

排名	故障点	投诉量	占比	排名变化
1	影音系统故障	3086	9.08%	—
2	变速箱异响	1390	4.09%	—
3	仪表盘开裂	1100	3.24%	↓
4	变速箱异响	1058	3.11%	↓
5	车身生锈	1018	3.00%	↓
6	发动机异响	931	2.74%	↓
7	发动机故障灯亮	752	2.21%	↓
8	发动机排气故障	739	2.18%	↓
9	转向异响	685	2.02%	↓
10	油耗高	679	2.00%	↓
11	电瓶故障	654	1.92%	新上榜
12	部件开裂	640	1.88%	↓
13	发动机抖动	605	1.78%	—
14	车载互联故障	561	1.65%	↓
15	变速箱	535	1.57%	新上榜

画面卡滞/响应慢

黑屏/死机

触摸失效

显示缺陷

屏幕坏点/花屏

二、汽车HMI智能化的机遇与挑战

■ 智能座舱的频繁的售后抱怨引发深思

智能座舱系统功能测试体系



痛点问题1：当前HMI测试集中在研发端，主要针对产品开发的成熟度及投产的认可测试，HMI在出厂前检测只针对单件检测，缺少系统级检测

痛点问题2：工艺端，试生产阶段缺少来件质量认证过程，产线缺少系统级测试工具。

二、汽车HMI智能化的机遇与挑战

■ 工艺端HMI测试的场景

◆ 座舱电器软件变更系统性功能测试

量产阶段产品软件版本变更系统性测试，避免由于产品变更导致的批量问题发生

◆ 售后问题复现

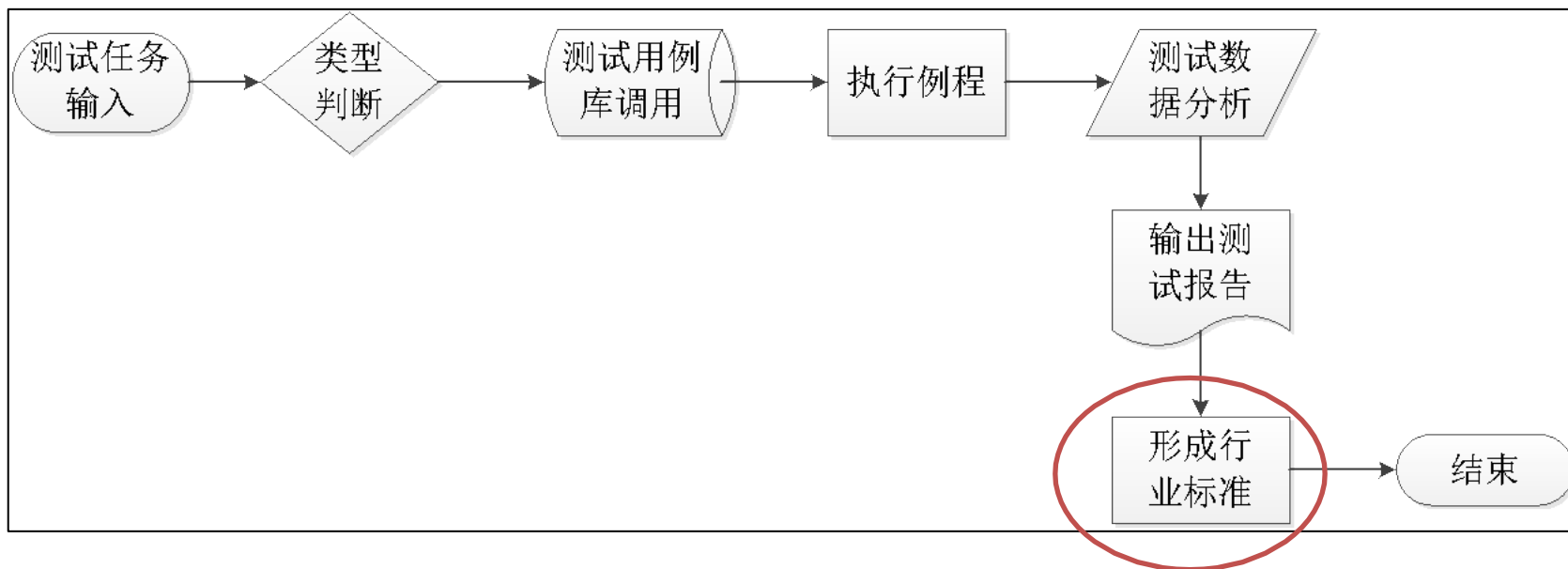
针对客户抱怨较大的售后问题复现解析

◆ 试装过程问题确认

操作卡滞等问题确认

◆ 指导产线人工检查

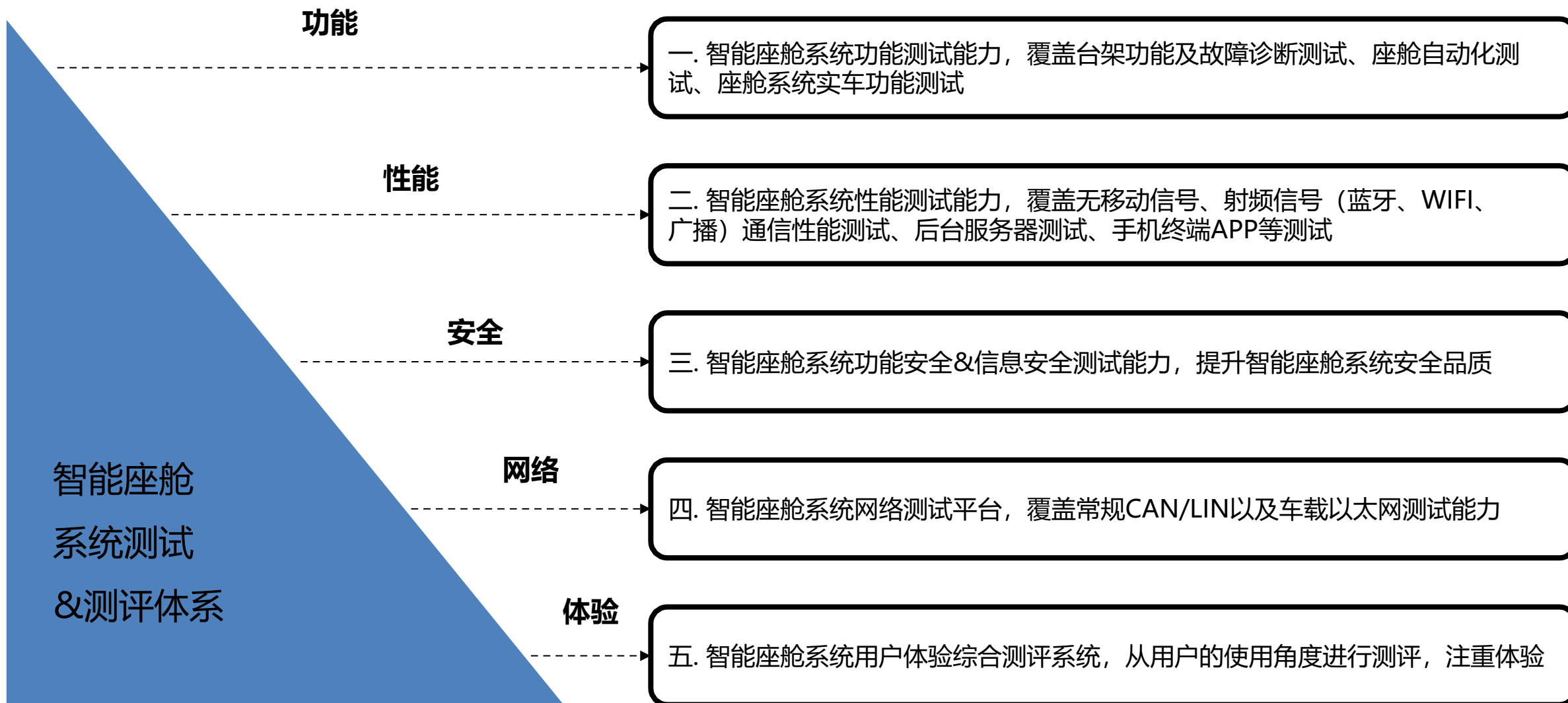
系统挖掘问题缺陷，指导人工有针对性的进行功能检查



系统功能测试流程

一	汽车HMI智能化发展背景及现状
二	汽车HMI智能化的机遇与挑战
三	工艺端HMI测试技术的开发与应用
四	未来发展展望

三、工艺端HMI测试技术的开发



三、工艺端HMI测试技术的开发

■ 为提升产品质量，红旗已率先开展了工艺端的智能座舱测试技术开发

基本功能测试

基于触摸屏、外部按键操作，对车载系统软件基本功能实现自动化测试。



语音交互测试

集成人工嘴模拟语音指令，图像验证及总线验证，音频比对分析验证音频播放是否正确。



总线模拟测试

模拟CAN/LIN总线输入、输出测试，如车身状态反馈、空调系统控制等



响应时间测试

设定触屏行程，识别触笔按下抬起瞬间，图像自动识别结束点，计算过程响应时间。

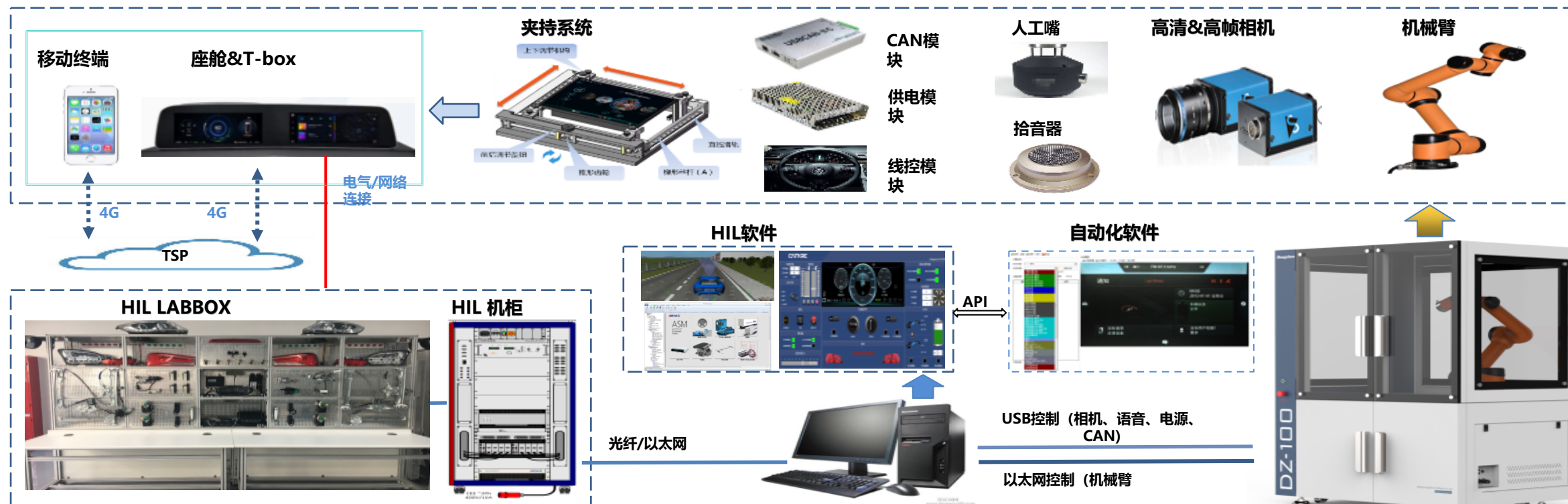


流畅度测试

集成工业相机采集测试过程，图像逐帧提取标识元素，以此判断连续场景卡顿区间。

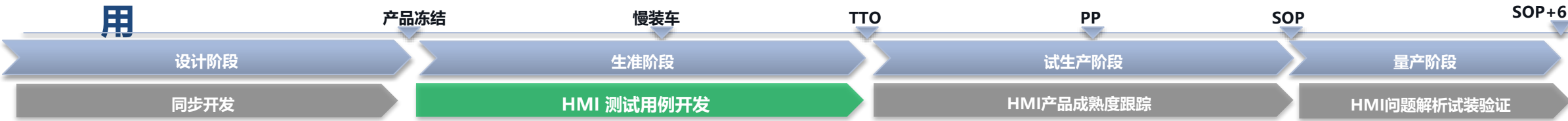


座舱自动化测试系统整体框架

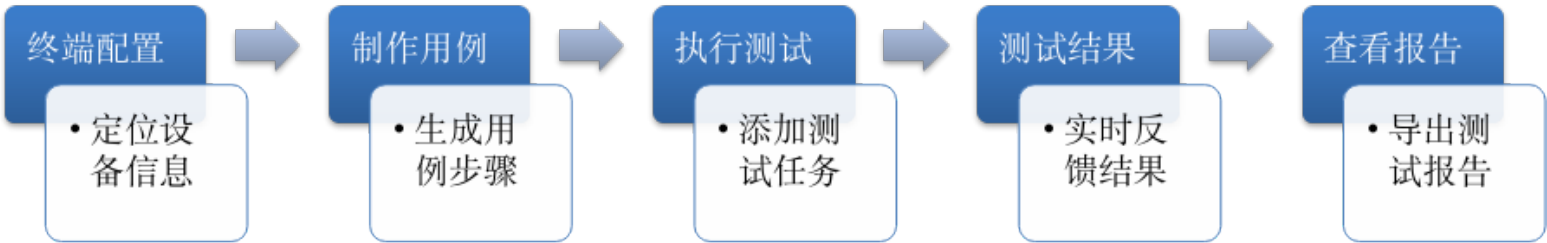


三、工艺端HMI测试技术的应用

■ 搭载红旗E111、C100车型首次应用

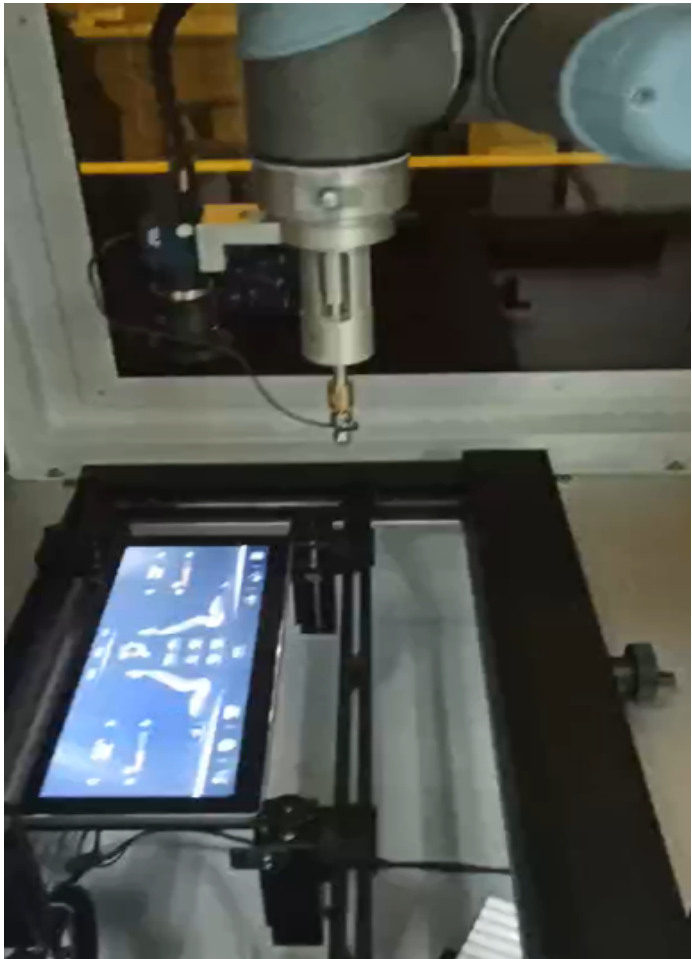


智能座舱自动化测试流程



- ✓ 当前工艺端在输入条件不完全的情况下，已完成E111车型测试用例开发156项，C100车型测试用例161项
- ✓ 可实现基础功能及响应时间及流畅度性能测试，不仅效率提升，同时弥补了人工无法检测性能的缺失

功能模块	测试工时 (人工)	测试工时 (自动化)	效率提高	结果
UI切换	16小时	2小时	8倍	效率提升
导航	8小时	1小时	8倍	效率提升
语音交互	16小时	8小时	2倍	效率提升
响应时间	不支持	4小时	N/A	弥补测试缺失
流畅度	不支持	4小时	N/A	弥补测试缺失



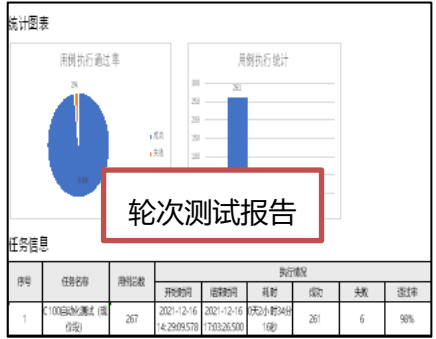
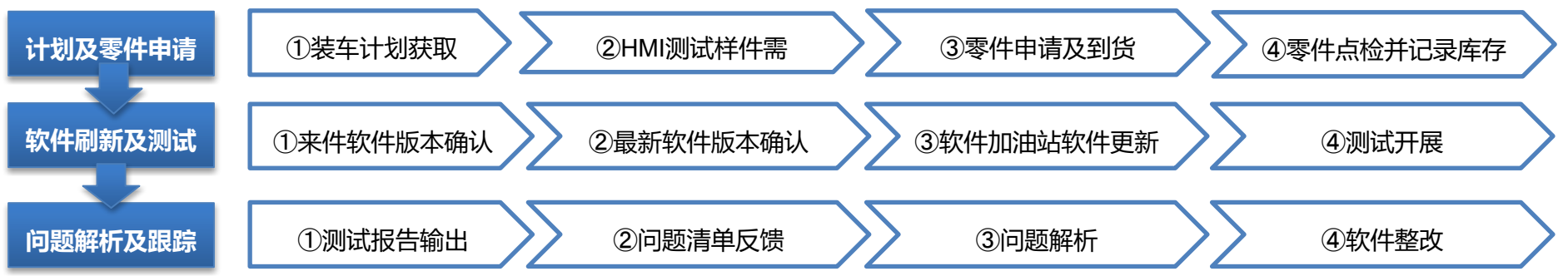
三、工艺端HMI测试技术的应用



HMI软件测试在项目中的应用



试生产阶段HMI测试工作流程



量产后HMI试装评价工作流程



工程与生产物流部 电器分析实验室线前试装评价通知单

总装工艺部 工厂 繁荣工厂

日期 2021年2月18日 产品 EQM5

名称 EQM5 射频收发器软件变更试装 (变更单R20224)

一、试装背景：射频收发器会触发不接收高频信号故障。

二、变更方案：修改软件逻辑，避免射频收发器不接收高频信号的故障。

详细零件清单：

零件名称	变更点	验证内容	验证结果
3778110-BA01 射频收发器总成	软件升级至3778110-BA01-4版本	设备：001 电器功能：高频接收	验证结果：无发现异常，可以线上试装。

试装结论：无发现异常，可以线上试装。

线前试装评价报告

王海彬 刘敬 李和 郭成伟

三、工艺端HMI测试技术的应用

■ HMI测试技术应用成果

- ✓ C100车型已完成4轮次测试，共计发现问题32项并推进软件更改，其中**用户体验类建议性问题5项**，**软件bug27项**。
- ✓ E111车型已接受相关变更7项，共计开展线前试装10量份，发现问题2次，有效拦截线上试装开展避免了资源浪费。

例1【用户体验类问题】车辆设置，中控屏显示设置设置为白天和自动，设置成功符号不是橙色显示，而是显示经典模式样式



例2【软件BUG】车辆设置系统界面，选择USB文件资源，点击某一视频进行播放，车机应用黑屏卡死



一	汽车HMI智能化发展背景及现状
二	汽车HMI智能化的机遇与挑战
三	工艺端HMI测试技术的开发与应用
四	未来发展展望

四、未来发展展望

■ 当前红旗已经开展了工艺端HMI系统的部分功能及性能测试，未来仍需要探索测试的深度及广度

■ 座舱系统性能测试分布



(一) 智能互联性能

- ❑ 蜂窝移动信号性能测试-基站仿真 (3G/4G/5G)
- ❑ 蓝牙通信性能测试-蓝牙射频仿真
- ❑ WIFI通信测试-WIFI射频仿真
- ❑ 导航性能测试-GNSS信号仿真

(二) 智享娱乐性能

- ❑ 收音机AM/FM性能测试-AM/FM信号仿真
- ❑ 音频功率放大器性能-音频信号分析
- ❑ 视频性能测试-视频信号分析
- ❑ 车载语音通信性能-语音仿真及信号分析

(三) 座舱综合性能

- ❑ 触屏性能测试-触屏性能参数测试
- ❑ 综合响应时间性能-动作响应时间类
- ❑ 滑屏流畅度性能测试-流畅度分析
- ❑ 功耗、发热性能测试

四、未来发展展望



■ 当前红旗已经开展了工艺端HMI系统的部分功能及性能测试，未来仍需要探索测试的深度及广度

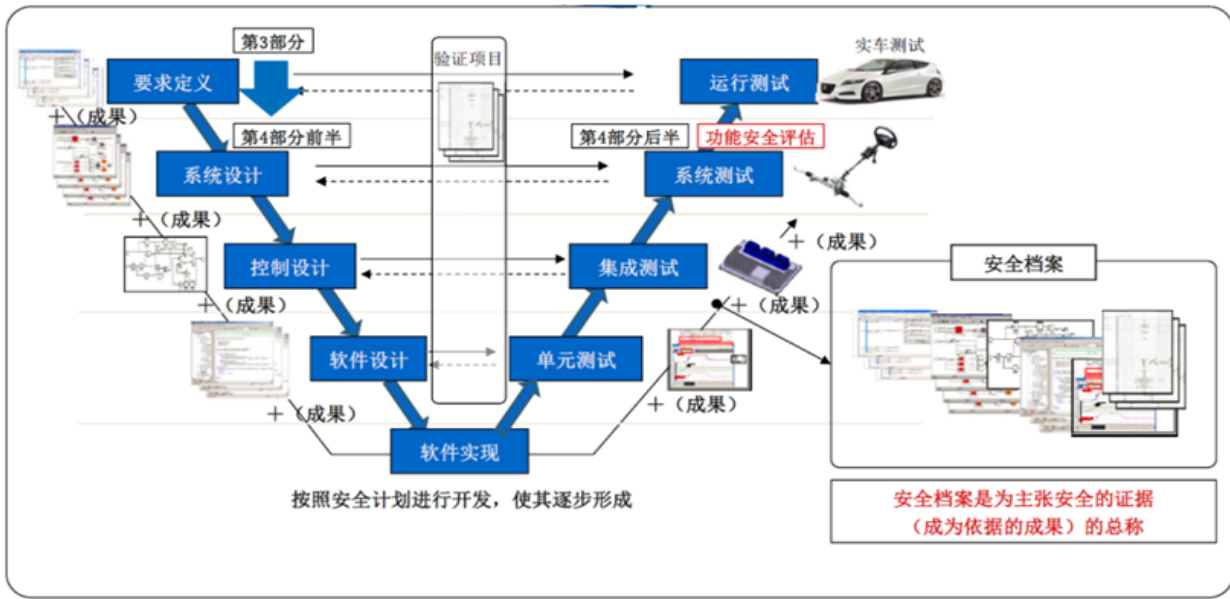
■ 座舱系统功能安全测试

■ 功能安全测试的三个环节 (ISO 26262-4)

- 软件-硬件层功能安全测试;
- 系统集成概功能安全测试;
- 整车层功能安全集成测试;

■ 每一环节需要满足的测试内容 (ISO 26262-4)

- 功能安全要求的正确执行测试验证
- 安全机制的正确功能性能,准确性和时序的测试验证
- 内外部接口实现的一致性和正确性的测试验证
- 安全机制失效覆盖率的有效性测试验证
- 鲁棒性水平测试验证



方法		ASIL			
		A	B	C	D
1	需求分析	++	++	++	++
2	外部和内部接口分析	+	++	++	++
3	软硬件集成对等关系的生成和分析	+	+	++	++
4	边界值分析	+	+	++	++
5	基于知识或经验的错误猜测法	+	+	++	++
6	功能的相关性分析	+	+	++	++
7	相关失效的共有限制条件、序列及来源分析	+	+	++	++
8	环境条件和操作用例分析	+	++	++	++
9	现场经验分析	+	++	++	++

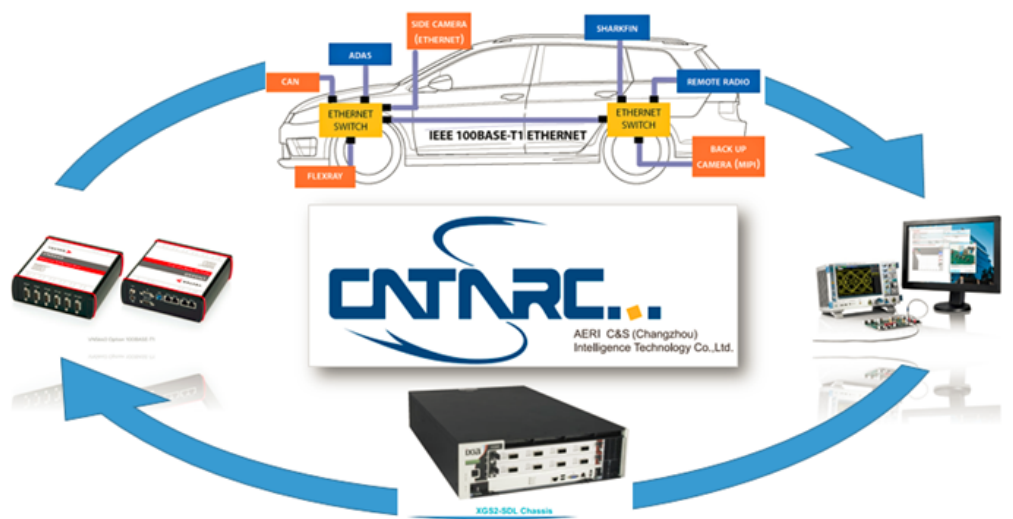
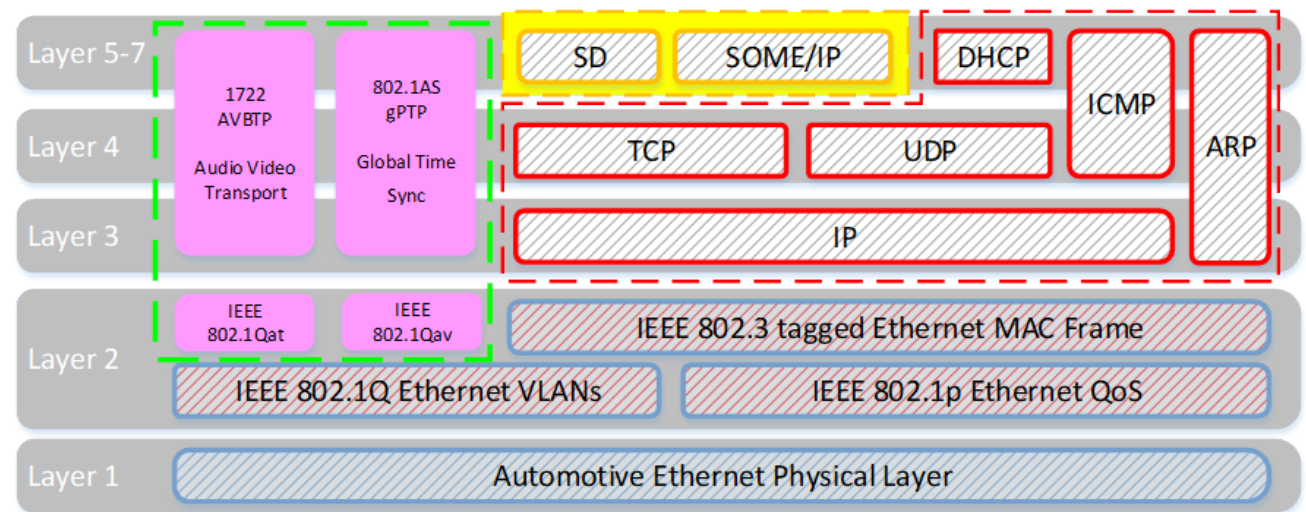
四、未来发展展望



- 当前红旗已经开展了工艺端HMI系统的部分功能及性能测试，未来仍需要探索测试的深度及广度
 - 车载以太网专业测试

提供全协议的车载以太网测试服务

● 100BASE-T1 TC8 PMA	● TCP/IP协议一致性测试	● DoIP协议一致性测试	● 系统集成测试
● 100BASE-T1 TC8 IOP	● SOME/IP协议一致性测试	● 基于IP的Bootloader测试	● 实车测试
● 1000BASE-T1 PMA&IOP	● Avnu协议一致性测试	● 通信线束测试	
	● Switch性能和功能测试		



四、未来发展展望

- 随着测试成熟度的提升，将推动形成工艺端测评体系的建立
- 座舱系统测试-测评演化对比



测试

测试阶段	测试主要针对开发阶段的测试实施
关注重点	关注座舱系统的本身功能逻辑的软硬件实现
测试目标	保证座舱系统产品质量
测试对象	座舱零部件模块、座舱系统
测试手段	仿真台架、自动化测试设备、实车
结果呈现形式	测试记录清单、测试问题清单
测试反馈组织	座舱软硬件开发团队

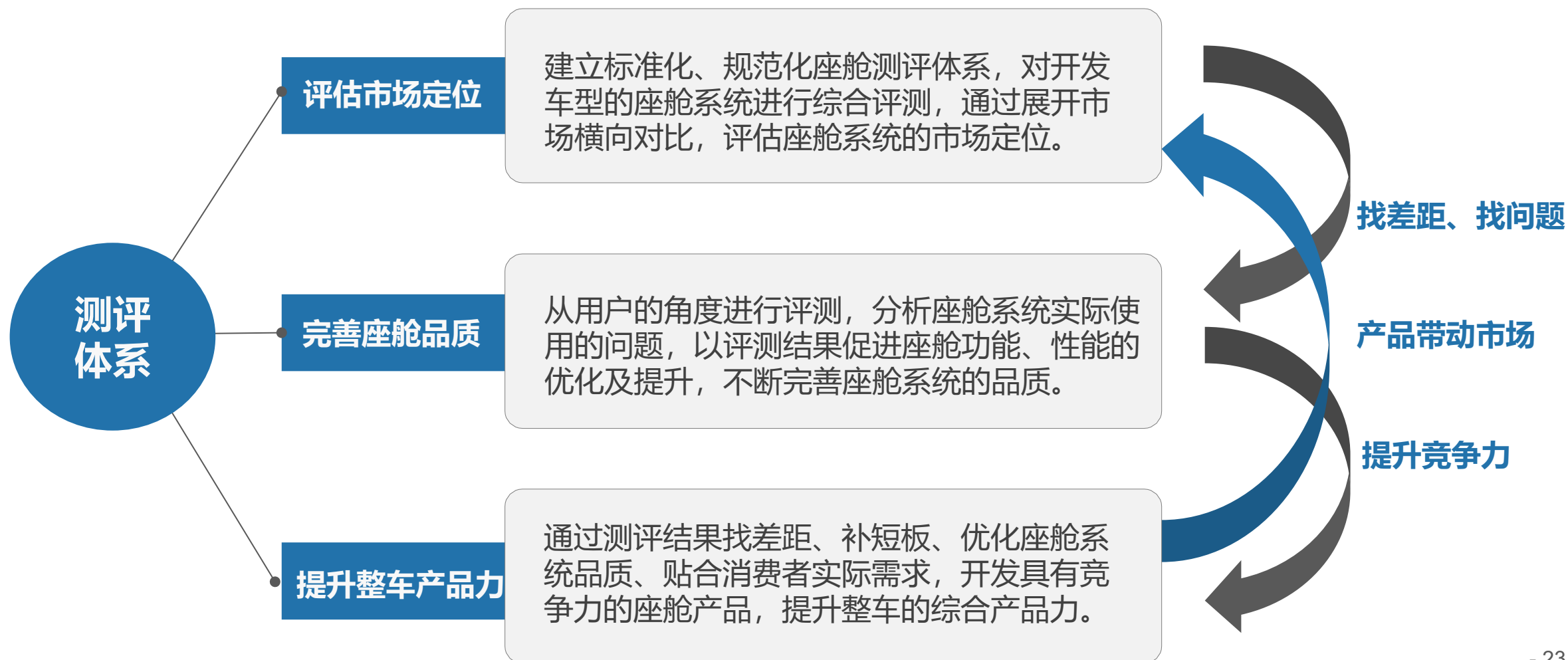


测评

测试阶段	针对于市场投放阶段的用户体验测评
关注重点	关注于座舱系统上市的实际用户使用体验
测试目标	提升座舱系统用户体验品质
测试对象	座舱系统
测试手段	实车、自动化测试设备
结果呈现形式	测评分析报告
测试反馈组织	座舱系统设计部门

四、未来发展展望

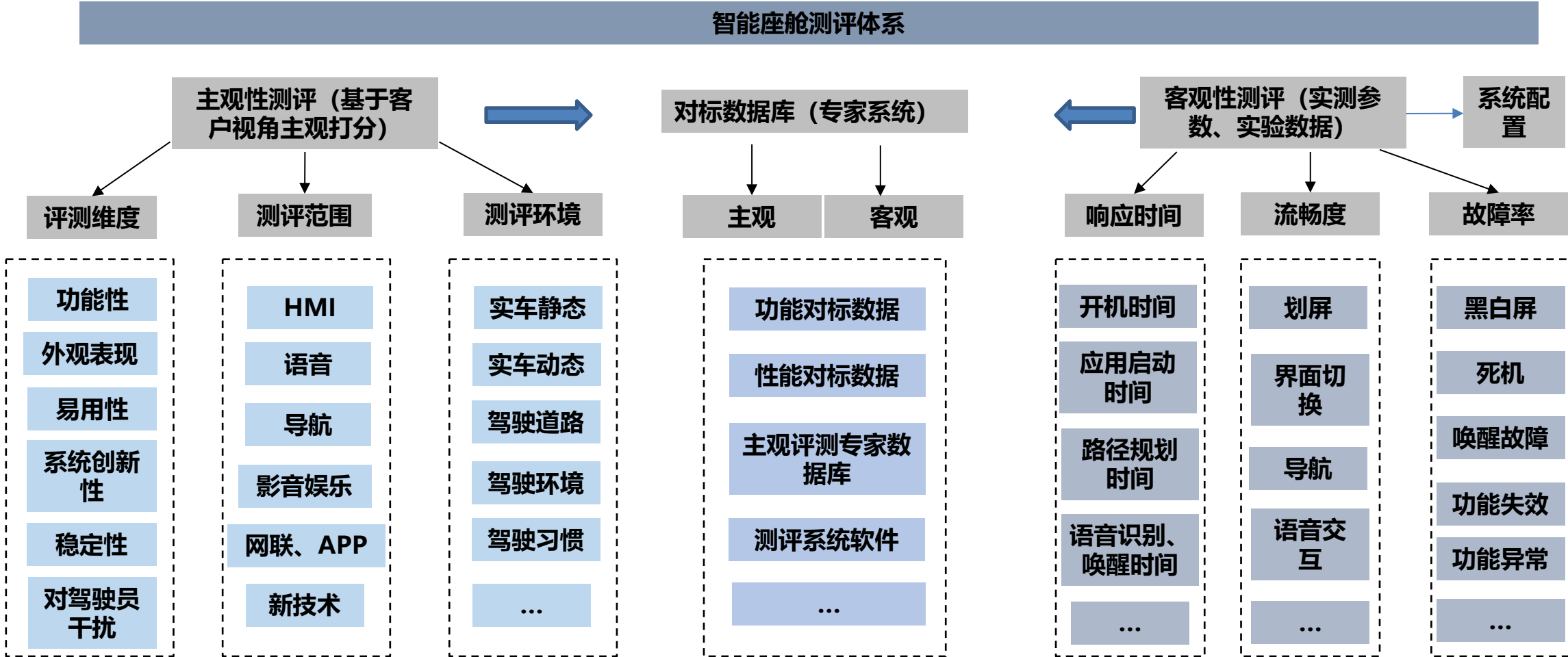
- 随着测试成熟度的提升，将推动形成工艺端测评体系的建立
- 座舱系统测评体系意义



四、未来发展展望

■ 随着测试成熟度的提升，将推动形成工艺端测评体系的建立

□ 智能座舱测评体系整体架构



中国一汽 创领未来

禁止未经审核，扩大知悉范围