

汽车芯片检测认证体系 技术白皮书 (2024)

中国软件评测中心
(工业和信息化部软件与集成电路促进中心)

中国电子科技集团有限公司产业部

2024 年 6 月

版权声明

本研究报告由中国软件评测中心（工业和信息化部软件与集成电路促进中心）、中国电子科技集团有限公司产业部共同编制。未经许可，转载、摘编或引用本研究报告内容和观点应注明“来源：《汽车芯片检测认证体系技术白皮书》”，并书面告知中国软件评测中心（工业和信息化部软件与集成电路促进中心）、中国电子科技集团有限公司产业部。

本研究报告版权属于中国软件评测中心（工业和信息化部软件与集成电路促进中心）、中国电子科技集团有限公司产业部，并受法律保护，凡侵犯版权等知识产权的，将依法追究其法律责任。

目录

一、引言	4
二、汽车芯片产业发展现状	5
（一）汽车芯片概念	5
（二）汽车芯片分类及发展趋势	7
（三）汽车芯片产业发展现状	8
三、汽车芯片检测认证体系发展现状	10
（一）芯片检测认证基本概念	10
（二）汽车芯片检测认证分类及发展趋势	11
1. 设计验证	12
2. 晶圆测试	12
3. 成品测试	13
4. 可靠性与系统级测试	13
5. 产品认证	13
6. 过程认证	13
（三）汽车芯片检测认证体系发展现状	13
四、汽车芯片检测认证体系技术分析	15
（一）设计验证	15
（1）设计验证的相关标准	16
（2）主要技术关键点	16
（3）所用主要检测设备和工具	16
（4）检测服务机构	17

（二） 晶圆测试	17
（1） 晶圆测试的相关标准	17
（2） 主要技术关键点	17
（3） 所用主要检测设备和工具	18
（4） 检测服务机构	18
（三） 成品测试	19
（1） 成品测试的相关标准	19
（2） 主要技术关键点	19
（3） 所用主要检测设备和工具	19
（4） 检测机构	20
（四） 可靠性测试与系统级测试	20
（1） 可靠性测试相关标准	20
（2） 主要技术关键点	20
（3） 所用主要检测设备和工具	21
（4） 检测机构	21
（五） 产品认证	21
（1） 产品认证相关标准	21
（2） 主要技术关键点	22
（3） 所用主要检测认证设备和工具	22
（4） 检测服务机构	23
（六） 过程认证	23
（1） 相关标准	23

(2) 主要技术关键点	23
(3) 所用主要检测认证设备和工具	23
(4) 检测服务机构	24
五、汽车芯片检测认证体系存在问题	24
(一) 目前国内汽车芯片检测认证环节可信度不足问题 突出，仍需加强检测认证体系化建设。	24
(二) 现有检测认证体系对国内未来汽车行业发展趋势 开展的预研相对不足	24
(三) 现有检测认证体系不能满足汽车行业国产芯片和 整车快速发展需求	25
六、对策与建议	25
1. 基于汽车芯片未来应用场景，对现有车规级通用标 准进行拓展，提前布局汽车芯片新一轮标准制定工作	25
2. 提升我国汽车芯片检测认证机构公信力，形成典型 汽车芯片推广应用机制，加快我国汽车芯片产品上车应用	26
3. 扩展现有核心检测认证机构能力，鼓励形成“一站 式”服务能力，能够实现根据芯片企业需求开展定制化认证	26

一、引言

汽车产业是国民经济的支柱产业之一，随着汽车日益向多领域技术融合形态发展演化，以**电动化、智能化、网联化、共享化**为趋势的“新四化”赋能已是汽车产业转型升级的必由之路，而汽车芯片在其中扮演着“核心中枢”的角色。一辆传统燃油汽车上所用的芯片数量约为 500~600 个，大约包含 40 多个类型；而新能源汽车上所使用的芯片数量约为 1000 到 1200 个，有的车型甚至达到 2000 多个。未来汽车产业将成为芯片产业发展新的主要驱动力。

和消费电子产业所需芯片不同，汽车上所应用的芯片需通过严格的检测认证体系来确保符合**车规级要求**。所谓**车规级要求**包括了可靠性、功能安全、质量一致性等不同方面，其最终目标是确保应用在整车上的芯片尽可能达到“零缺陷”的质量水平。

随着汽车上芯片应用类型和数量的增多，对检测认证需求和工作量就越来越多。目前完成单颗汽车芯片各类检测认证完整周期要在一年以上。与此同时，越来越多的芯片厂商参与到汽车芯片研发中来，迫切需要与汽车芯片市场发展相适应的检测认证体系，来促进汽车芯片产业发展。

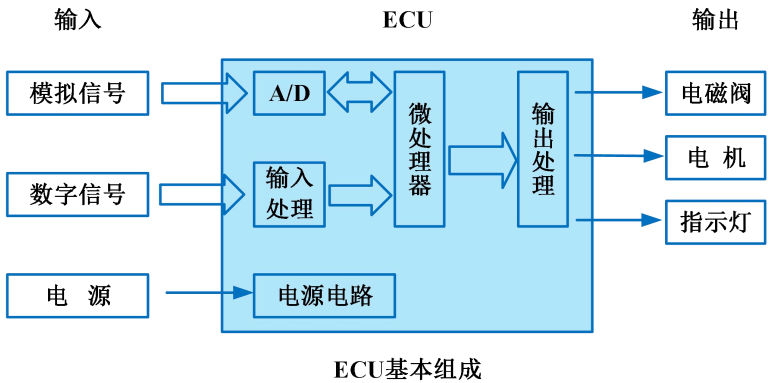
本白皮书对汽车芯片的概念与市场以及汽车芯片涉及的检测认证产业环节进行了深入技术分析，旨在梳理出现有汽车芯片检测认证体系中的关键节点、关键技术和发展汽车芯片检测认证体系面临的短板，精准施策，提升核心竞争力，增强产业能力和水平，促进汽车芯片产业高质量发展。

二、汽车芯片产业发展现状

(一) 汽车芯片概念

在本报告中，汽车芯片是指用于汽车电子控制装置和车载汽车电子控制装置的半导体产品，广义上是指用在汽车上的集成电路和半导体分立器件。随着汽车电控制信号逐渐增多，信号需统一传回 ECU（Electronic Control Unit，电子控制单元，又称行车电脑）中，再由 ECU 做出统一的决策。目前汽车发动机、变速箱、底盘等设备中均包含 ECU 模块。此外整车上还有 VCU（Vehicle Control Unit）、HCU（Hybrid Control Unit）等。这些单元均包含有不同类型的汽车芯片。例如汽车 ECU 中包含微控制器（MCU）、存储器（RAM、ROM）等芯片。

图 1 汽车 ECU 单元中的组成芯片



由于汽车芯片特殊的工作场景、工作环境和功能需求，汽车芯片在可靠性、安全性、一致性方面的要求要远高于消费类芯片和大部分工业类芯片（表 1）。

表 1 汽车芯片和其他类型芯片的指标对比要求

指标要求	消费级芯片	工业级芯片	汽车芯片
制程工艺	最先进为 3nm	依据使用环境而定	最先进为 14nm 多数为 90nm

指标要求	消费级芯片	工业级芯片	汽车芯片
设计寿命	3 年	5~10 年	15 年
故障率	千分之三	百万分之一	十亿分之一
环境温度	-20~60℃	-10~70℃	-40~175℃
环境湿度	低	依据使用环境而定	RH 0~85%
质量一致性	低	低	高
其他要求	/	依据使用环境而定	适应高振动、多粉尘、电磁干扰等环境

汽车芯片的这些具体要求都来源于汽车行业对可靠性、工作温度范围、芯片稳定性以及质量一致性等方面的极高要求，具体需求如下：

- **可靠性 (Reliability):** 一般汽车设计寿命都要求 15 年 20 万公里左右，远大于消费电子产品寿命要求。由于半导体是汽车厂商故障排列中的首要问题，因此车厂对故障率基本要求是个位数的 PPM（百万分之一）量级，大部分车厂要求到 PPB（十亿分之一）量级。

- **宽工作温度范围 (Wide operating temperature range):** 汽车对芯片和元器件的工作温度要求比较宽，根据不同应用位置等有不同的需求。比如发动机舱要求 -40℃~150℃；车身控制要求 -40℃~125℃。而常规消费类芯片和元器件只需要达到 0℃~70℃。

- **恶劣环境下稳定工作能力 (Excellent resistance to harsh environments):** 汽车在行进过程中会遭遇更多的振动和冲击，车规级半导体必须满足在高低温交变、震动风击、防水防晒、高速移动等各类变化中持续保证稳定工作。另外汽车对器件的抗干扰性能要求极高，芯片在干扰或意外故障发生情况下既不能处于不可控状态，也不能干扰车内别的设备（功能安全概念）。

- **质量一致性 (Quality consistency):** 汽车芯片在实现大规模量产的时候还要保证极高的一致性，需要严格良品率控制以及完整的产

品质量过程管理体系，实现对汽车芯片制造、封装等各环节的追溯。

从上述要求出发，汽车行业逐步形成了一套针对汽车芯片的检测认证要求，具体在本白皮书第四部分展开说明。

（二）汽车芯片分类及发展趋势

汽车芯片按照应用领域和功能需求可以分为计算类芯片、控制类芯片、存储类芯片等 10 大类，各类汽车芯片发展趋势等总结见表 2。

表 2 汽车芯片分类

序号	汽车芯片分类	产品	技术指标	发展趋势
1	计算类芯片	FPGA、ADAS SoC 等	FPGA 逻辑门数、SoC 处理性能、SoC 工艺节点	“智能化”、“网联化”要求芯片算力持续提升
2	控制类芯片	MCU	MCU 工作频率、安全等级、eFLASH 工艺水平	“电动化”MCU 需求进一步增加，但长期需求下降
3	存储类芯片	Flash、DRAM	工作频率、单片容量、工艺水平	单车存储容量将达到“TB 级”
4	电源类芯片	LDO、DCDC、SBC、PMIC 等	LDO 噪声、DC/DC 转换器输入电压、电源芯片用 BCD 工艺	高信噪比、高稳定性、高精度、低功耗
5	驱动类芯片	LED 驱动、桥驱动、高低边驱动芯片、显示驱动芯片等	LCD 驱动电流、电子开关静态耐压、驱动芯片用 BCD 工艺	高驱动效率
6	模拟类芯片	运算放大器、比较器、AD/DA 转换器、模拟感知芯片	模数转换器、高速运算放大器、模拟芯片用 RFCMOS 工艺	高信噪比、高稳定性、高精度和低功耗
7	传感类芯片	磁传感器、光电传感器、图像传感器、压力传感器、温度传感器、激光雷达传感器、毫米波雷达传感器	激光雷达芯片功率、温度传感器温度、工艺水平	低成本的激光雷达
8	功率类芯片	IGBT、MOSFET、二极管、BJT	SiC MOSFET、Si IGBT、Si FRED 工艺平台	高可靠性、高稳定性
9	通信类芯片	射频芯片、蓝牙芯片、WiFi 芯片、基带芯片、	射频芯片工作频率、以太网车载网络数据传	“网联化”要求支持多种通信

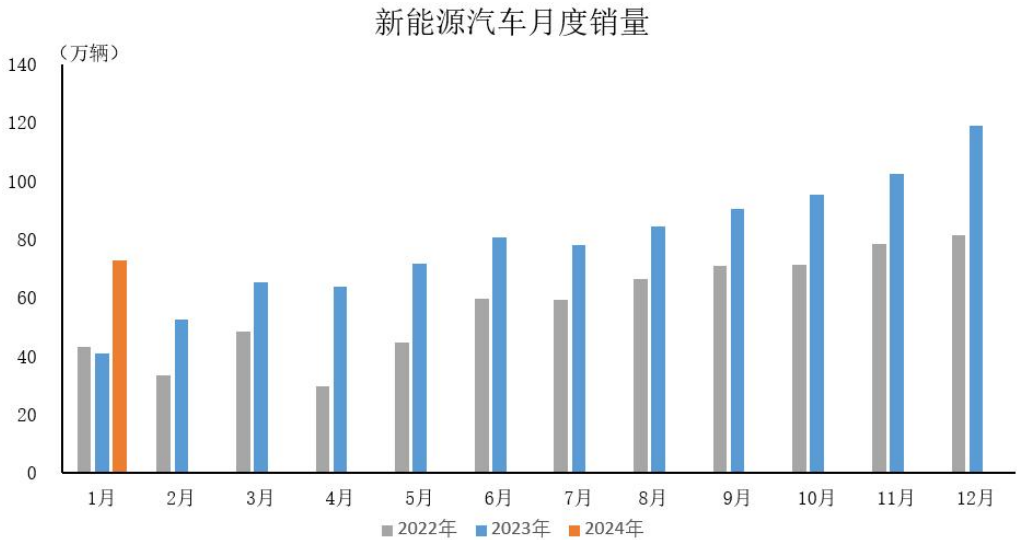
序号	汽车芯片分类	产品	技术指标	发展趋势
		CAN 芯片、LIN 芯片、网关芯片	输速率、通信芯片用 SiGeBiCMOS 工艺	方式
10	信息安全类芯片	T-Box 安全芯片、V2X 安全芯片、eSIM 安全芯片和 ESAM 安全芯片	安全性、加解密速率之单核验签速率、工艺节点	独立的安全控制器模块

数据来源：公开资料整理

（三）汽车芯片产业发展现状

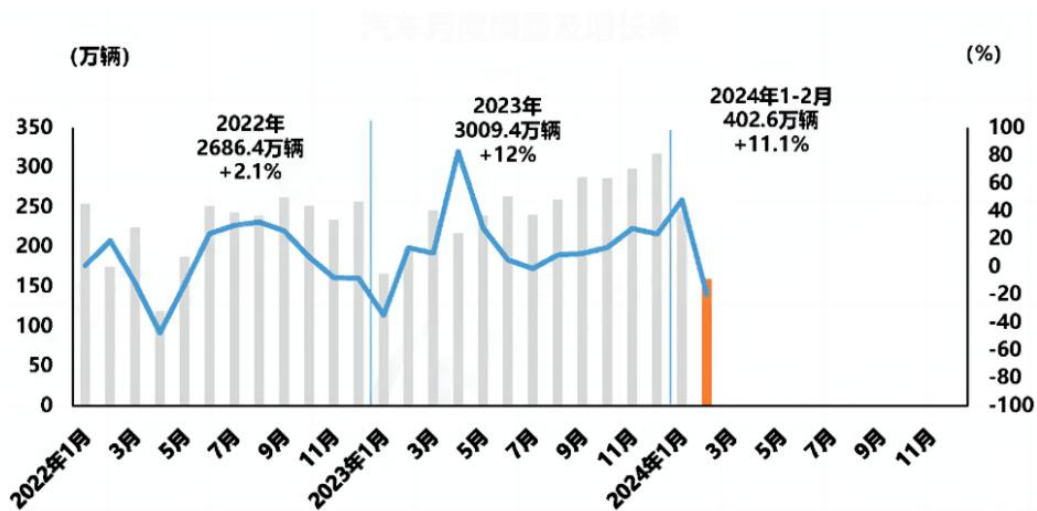
据中国汽车工业协会发布的数据显示，2023 年中国汽车出口 491 万辆，首次超越日本，位居全球第一。

图 2：新能源汽车月度销量（单位：万辆）



数据来源：中国汽车工业协会

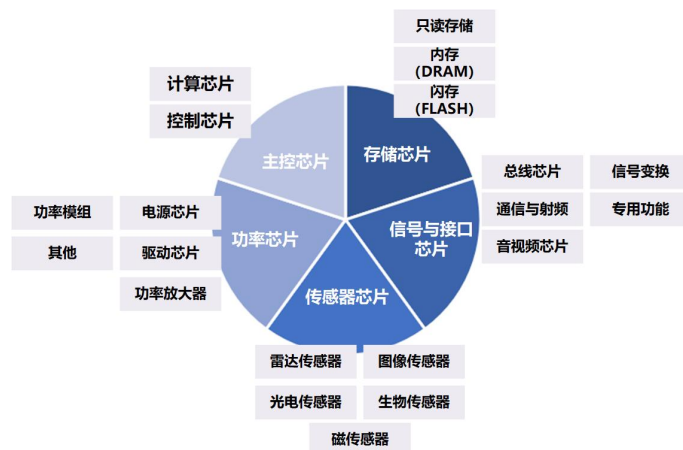
图 3：汽车月度销量（万辆）及增长率



数据来源：中国汽车工业协会

从全球市场份额来看，国外厂商在汽车芯片领域占据领先地位，2023 年，排名前 10 的汽车芯片厂商占据了约 70% 的市场，且大都分布在美国、欧洲和日本。根据 TechInsights 的数据，2023 年全球汽车半导体市场收入为 692 亿美元，相比 2022 年的 594 亿美元同比增长 16.5%。排名前十的厂商分别为英飞凌、恩智浦、意法半导体、德州仪器、瑞萨电子、安森美、博世、亚德诺、美光、高通，其中前五共占据了一半以上的市场份额。

图 4 主要汽车芯片类型



数据来源：公开资料整理

在工艺制程方面，汽车芯片目前多采用 90nm 的成熟工艺，但由于“缺芯”的影响，一些厂商将转向 65/55nm，甚至直接到 40nm。据麦肯锡分析，汽车芯片在很长一段时间内仍以采用 90nm/65nm/55nm 为主。只有全工艺流程（包括相应设计、制造、封测等环节）通过检测认证后，汽车芯片的主流工艺制程才会从 90nm 转向 40nm 以下工艺。

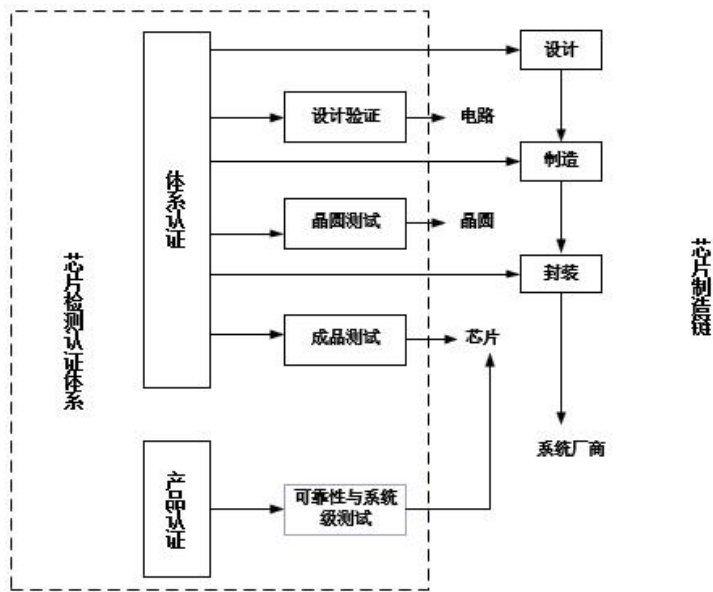
三、汽车芯片检测认证体系发展现状

（一）芯片检测认证基本概念

检测指的是用规定的方法验证或测试某类产品所要求的技术性能指标，检测结果可适用于各种行业的相关质量评定。而**认证**是指由认证机构证明产品、服务、管理体系符合相关技术规范的要求或者标准的合格评定活动。认证包括**体系认证**和**产品认证**两大类。

与芯片产业链对应的芯片检测认证体系可以划分为设计验证环节、晶圆测试环节、成品测试环节以及可靠性与系统测试环节这四个检测环节，以及过程认证和产品认证两个认证体系。

图 5：芯片检测认证体系概念

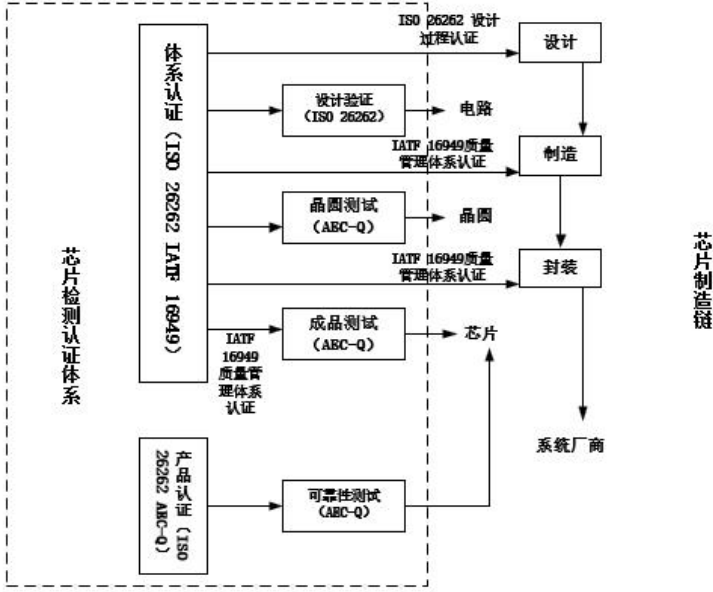


数据来源：公开资料整理

（二）汽车芯片检测认证分类及发展趋势

和消费级芯片相比，汽车芯片在所有环节上都有更严格检测要求以及独立的认证体系，具体如图 6 所示。

图 6：汽车芯片检测认证体系



数据来源：公开资料整理

不同类型芯片检测认证的区别对比见表 3。

表 3 消费、工业和汽车芯片检测认证体系对比

检测认证环节	消费芯片	工业芯片	汽车芯片
设计验证	一般性要求	部分工业应用重点考虑相应可靠性要求	重点考虑功能安全、高可靠性和“零缺陷”设计要求
晶圆测试	一般性要求	增加宽温测试	增加宽温测试、需通过 IATF 体系认证
成品测试	一般性要求	增加宽温测试	增加宽温测试、需通过 IATF 体系认证
可靠性和系统级测试	一般性要求或无要求	部分工业应用	需完成 AEC-Q 系列可靠性测试
过程认证	ISO 9000 质量管理体系认证	ISO 9000 质量管理体系认证	设计过程需考虑 ISO 26262 认证 其他制造、封测环节均需完成 IATF 16949 认证
产品认证	无	无	ISO 26262 功能安全认证 AEC-Q 产品可靠性认证

数据来源：公开资料整理

根据上表，汽车芯片检测认证各环节分类说明如下：

1. 设计验证

设计验证是采用相应的验证语言、验证工具及验证方法，在芯片生产之前验证芯片设计是否符合芯片定义的需求规格，是否已经完全释放了风险，发现并更正了所有的缺陷。

2. 晶圆测试

晶圆测试在整个芯片制造过程中位于晶圆制造和封装之间，目的是确保整片（Wafer）中的每一个 Die 都能基本满足器件的特征或者设计规格书，通常包括电压、电流、时序和功能的验证。晶圆测试主要通过探针（Probe），与晶圆上 Die 上的接点（Pad）接触完成检

测工作，其中晶圆测试采用量产测试方式，即针对每一片晶圆都进行测试来筛选出合格的晶粒。

3. 成品测试

成品测试是指芯片完成封装后，对芯片产品进行功能和电参数性能测试，保证出厂的每颗芯片的功能和性能指标能够达到设计规范要求。成品测试主要通过分选机和测试机配合完成对芯片产品的检测工作，和晶圆测试一样，采用量产测试方式，对每一颗封装后的芯片产品都需要进行检测，以筛选出不合格产品。

4. 可靠性与系统级测试

可靠性测试就是为了评估产品在规定的寿命期间内，在预期的使用、运输或储存等所有环境下，保持功能可靠性而进行的活动。其测试方法采用抽样测试，主要使用高低温、温度循环箱等设备进行测试。

5. 产品认证

产品认证指的是由有权威的第三方检测机构证实产品或服务符合其制定的标准或者其他技术规范的活动。目前在芯片产品中，并没有各类强制性认证，主要还是针对芯片市场客户需求，逐步形成了一些特殊行业性的产品认证。

6. 过程认证

过程认证是针对制造或产生产品或服务的过程是否满足制定的相应标准或者其他规范性文件规定，并要求提供证明的一种方式。目前主要针对过程的认证包括芯片设计流程认证和质量管理过程认证。

（三）汽车芯片检测认证体系发展现状

目前汽车芯片检测认证的标准以国外组织制定的标准为主，其中

功能安全标准主要由 ISO 标准组织主导,产品可靠性标准主要由 AEC 标准组织主导,质量管理体系标准主要由 IATF 标准组织主导。此外在标准的发展过程中,整车厂作为下游应用客户,对于标准具有较大的影响力。目前相关标准采用翻译引用方法来建立标准体系,主要标准组织是汽标委等。

针对特定芯片产品类型,国内采用消化吸收再创新的方式,制定面向特定芯片类型专用标准,例如面向纯电动乘用车控制芯片和通讯芯片的 T/CSAE223-230 系列团标。整体来看,国内汽车芯片标准制定还处在起步阶段,主要以引进和参考国外成熟标准体系为主。

国内汽车芯片检测认证机构主要包括中国软件评测中心、中国电科、电子五所、电子四院、国创中心、广电计量、苏试宜特等。国内相关检测认证能力主要集中在晶圆、成品和可靠性测试方面,在功能安全认证和体系认证上国外汽车芯片检测机构主要包括 SGS、BureauVeritas 以及 DEKRA 等。

在检测能力方面,国内已有多家检测机构能够完成 AEC-Q 系列标准的检测;在认证能力方面,国内机构仍对 ISO 26262 的认证培训能力较弱。在检测周期方面,汽车芯片的检测认证周期有 5 年的应用验证周期。也正是因为汽车芯片的检测认证周期较长,因此愿意涉足该领域的国内企业甚少,国外公司也都在该领域深耕三十余年才呈现出如此多的汽车芯片产品。

表 4 现有汽车芯片检测认证周期总结

分类	芯片研发环节	涉及到的检测认证	认证周期	是否强制	国内是否有检测机构
认证	IP 核/设计服务	ISO 26262 过程认证	9 个月到 1 年	否	无
	芯片设计	ISO 26262 过程认证	9 个月到 1 年	否	无
	芯片制造	ISO 26262 过程认证	9 个月到 1 年	否	无
		IATF 16949 认证	1 年	否，但整车厂有统一要求	有
	封装测试	IATF 16949 认证	1 年	否，但整车厂有统一要求	有
检测	可靠性/电磁兼容测试	AECQ/电磁兼容检测	3 到 4 个月	否，但是芯片选型重要参考依据	多个实验室具备 AEC-Q 检测能力
	功能安全测试	ISO 26262 产品认证	2 年	否，但对于关键应用（发动机控制、安全气囊等）是选型重要参考依据	无
	信息安全认证（安全芯片适用）	EAL 认证	4+级以上 3 个到 6 个月	否	有（中国网络安全审查技术与认证中心）
应用测试	Tier1 选型评估	整车、道路等应用测试	1 年	-	-

数据来源：公开资料整理

四、汽车芯片检测认证体系技术分析

检测认证体系技术分析主要分为标准分析、关键技术点分析、检测设备和工具分析、主要检测服务机构分析四个步骤。

（一）设计验证

(1) 设计验证的相关标准

汽车芯片在设计阶段需要完成对功能安全属性的检测与认证工作，主要遵循的标准为 ISO 制定的汽车电子系统的“功能安全”国际标准——ISO 26262。

对于汽车芯片厂商而言，需要设计符合 ISO 26262 标准要求的芯片产品，那么就需要在设计阶段完成至少两项工作：第一确保其设计过程接受第三方机构监管，确保符合 ISO 26262 标准（认证过程）；第二就是要设计出符合相应功能安全等级要求的芯片产品。

(2) 主要技术关键点

设计验证阶段主要需要对汽车芯片的功能安全特性进行测试。例如驱动和控制高清液晶面板的芯片组，其越来越多地应用于汽车仪表盘、导航和后视镜等模组中。车用这类芯片组通常要增加对设想的故障模式的相互检测功能，通过随时确认并反馈液晶的输入信号，来检测面板故障。

那么相应的在设计验证环节，就需要对汽车芯片的功能安全设计进行完整的检测，确保设计环节交付的电路图和版图符合整体针对汽车应有的设计规划。

(3) 所用主要检测设备和工具

目前主要的国外 EDA 厂商都推出了针对性的 EDA 工具套件，可以输出相应的功能安全设计和对应检测评估报告，确保整个设计过程符合 ISO 26262 的标准要求。

（4）检测服务机构

芯片功能安全的设计验证工作主要由芯片设计公司完成，不需要第三方检测机构参与。为了能完成符合汽车行业要求的芯片功能安全设计和验证工作，设计厂商需要借助 EDA 工具厂商的工具套件和相应支持服务。目前此类工具套件和支持服务主要以国外 EDA 工具供应商为主。在体系认证和产品认证方面，代表性的服务企业主要为 TUV 和 SGS 等国外认证机构。

（二）晶圆测试

（1）晶圆测试的相关标准

目前针对控制芯片、存储芯片、计算芯片、信息安全芯片、驱动芯片、通信芯片、功率芯片、电源芯片、模拟芯片以及传感器等 10 大类产品目前还没有统一测试指标要求。汽车芯片晶圆测试建议遵循 AEC-Q001/AEC-Q002 等相关规范。

（2）主要技术关键点

晶圆测试的难点是如何在最短的时间内挑出坏的 Die，有时也需要对坏的 Die 进行修补。此外晶圆测试中存在测试覆盖率与测试成本问题，一些大规模芯片对晶圆测试中的 ATE 设备资源配置要求高、测试指令多、测试时间长，这些都导致了晶圆测试成本的增大。汽车芯片需求规模大，低成本、高效率的晶圆测试方法是降低车规芯片整体成本的一项关键技术。

(3) 所用主要检测设备和工具

表 5 汽车芯片晶圆测试设备列表

芯片类型	测试设备	国外厂商	国内厂商
数字类芯片	探针测试机	美国-泰瑞达（第一梯队） 日本-爱德万（第一梯队） 美国-科休（第二梯队）	华峰测控 佛山联动 上海御渡
模拟/混合类芯片		美国-泰瑞达 日本-爱德万	华峰测控 长川科技 上海御渡 佛山联动
存储类芯片		美国-泰瑞达 日本-爱德万	悦芯科技 上海御渡
数字类芯片 模拟/混合类芯片 存储类芯片	探针测试台	1. Tokyo Electron 2. Tokyo Precision 3. FormFactor 4. MPI 5. Micronics Japan 6. Electroglas 7. Wentworth Laboratories 8. Sidea Semiconductor Equipment 9. Hprobe	矽电股份 易捷测试 煜芯科技
数字类芯片 模拟/混合类芯片 存储类芯片	探针测试卡	1. Form Factor 2. TechnoProbe 3. Micronics Japan 4. JEM 5. MPI Corporation 6. Korea Instrument 7. TES 8. Nidec SV TCL 9. Chunghwa PrecisionTestOKX 10. Will Technology	强一半导体 道格特 矽利康

数据来源：公开资料整理

(4) 检测服务机构

晶圆测试一般由封测厂或者专业的集成电路测试服务公司完成测试，国内晶圆测试企业有利扬芯片、上海华岭、伟测科技、中微腾

芯等，此外由于晶圆测试投入成本高，因此涉足晶圆检测的第三方检测机构较少。

（三）成品测试

（1）成品测试的相关标准

关于汽车芯片的成品测试，与晶圆测试一样，并无按照产品分类的统一测试标准要求，汽车芯片晶圆测试建议遵循 AEC-Q001、AEC-Q002 等相关规范。

（2）主要技术关键点

在 AEC-Q001、AEC-Q002 不对芯片可靠性产生影响以及低成本、高效率的测试方法方面成品测试与晶圆测试需求是一致的。此外成品测试应在最短的时间内保证出厂的 Unit 能够完成全部的功能。

（3）所用主要检测设备和工具

表 6 汽车芯片成品测试设备列表

芯片类型	测试设备	国外厂商	国内厂商
数字类芯片	探针测试机	美国-泰瑞达（第一梯队） 日本-爱德万（第一梯队） 美国-科休（第二梯队）	华峰测控 佛山联动 上海御渡
模拟/混合类芯片		美国-泰瑞达 日本-爱德万	华峰测控 长川科技 上海御渡 佛山联动
存储类芯片		美国-泰瑞达 日本-爱德万	悦芯科技 上海御渡
数字类芯片 模拟/混合类芯片 存储类芯片	探针测试台	1. Tokyo Electron 2. Tokyo Precision 3. FormFactor 4. MPI	矽电股份 易捷测试 煜芯科技

芯片类型	测试设备	国外厂商	国内厂商
		5. Micronics Japan 6. Electroglas 7. Wentworth Laboratories 8. Sidea Semiconductor Equipment 9. Hprobe	
数字类芯片 模拟/混合类芯片 存储类芯片	分选机 (Handler)	1. Brooks Automation 2. RORZE Corporation 3. DAIHEN Corporation 4. Hirata Corporation 5. Yaskawa	三和技研 新松机器人

数据来源：公开资料整理

（4）检测机构

成品测试一般由封测厂或者专业的集成电路测试服务公司完成测试，目前国内长电、通富以及华天等都具备从事汽车芯片成品测试的服务能力。

（四）可靠性测试与系统级测试

（1）可靠性测试相关标准

AEC-Q 系列标准包括了 AEC-Q100（001~012）(集成电路 IC)、AEC-Q101(离散组件)、AEC-Q102(离散光电 LED)、AEC-Q104(多芯片组件)、AEC-Q200(被动组件)。其中 AEC-Q100 是 AEC 的第一个标准，是目前行业内最为广泛应用的集成电路可靠性认证规范。

（2）主要技术关键点

汽车芯片测试与其它民用领域芯片测试相比，汽车芯片测试有测试项目复杂多样、测试涉及产业链条长、测试周期长、测试成本高的

特点。

为了促进汽车芯片测试认证的发展，在确保测试覆盖率以及测试有效性的前提下，如何缩短汽车芯片可靠性测试时间、降低汽车芯片可靠性测试成本是汽车芯片发展中的关键点。

（3）所用主要检测设备和工具

汽车电子元器件与芯片的可靠性要求更高，需在更为苛刻的环境下保持正常运行。构建一套完善的 AEC-Q100 测试环境，需有回流焊设备、超声扫描显微镜、高温高湿试验箱、HAST 试验箱、快速温变试验箱、可编程直流电源、老炼试验箱、键合拉力测试仪、集成电路 ATE 测试设备、静电放电试验台、TEM 小室、EMI 接收机、预放、激励信号源、击试验台、振动试验台、扭矩测试仪、键合拉力测试仪等 30 余套设备。

（4）检测机构

具备汽车芯片可靠性测试的第三方权威检测机构主要有中国软件评测中心（工业和信息化部软件与集成电路促进中心）、中国电子技术标准化研究院、工业和信息化部电子第五研究所等。

（五）产品认证

（1）产品认证相关标准

ISO 26262 是针对汽车电子的功能安全标准，ISO 26262 为汽车芯片安全提供了一个生命周期（管理、开发、生产、经营、服务、报

废)理念,并在这些生命周期阶段中提供必要的支持。该标准涵盖功能性安全方面的整体开发过程(包括需求规划、设计、实施、集成、验证、确认和配置)。

ISO 26262 标准根据安全风险程度对系统或系统某组成部分确定划分由 A 到 D 的安全需求等级,其中 D 级为最高等级,需要最苛刻的安全需求。伴随着 ASIL 等级的增加,针对系统硬件和软件开发流程的要求也随之增强。对系统供应商而言,除了需要满足现有的高质量要求外还必须满足这些因为安全等级增加而提出的更高的要求。

(2) 主要技术关键点

汽车芯片设计 SoC 化发展逐渐成型,汽车电子 SOC 芯片接口 IP 的一个关键问题就是开发周期过长,首先是可靠性的区别。车规根据等级不同,环境温度的容限差别非常大,在使用寿命和失效率方面差别也很明显。除此之外,汽车电子的设计使用寿命至少是 10 年,一般会以 15 年以上,失效率在使用寿命期基本上是在 1ppm,也就是百万分之一以下。

(3) 所用主要检测认证设备和工具

功能安全认证和可靠性认证均基于设计验证和可靠性测试环节的结果来进行,所以认证主要还是依赖于对应的检测设备和工具,以及根据检测数据形成的相应报告来完成最终的认证过程。

(4) 检测服务机构

AEC-Q 检测机构主要包括中国软件评测中心（工业和信息化部软件与集成电路促进中心）、中国电科集团、电子五所、广电计量、苏试宜特等。但国内机构对芯片功能安全等级认证的能力相对较弱。

(六) 过程认证

(1) 相关标准

相比于消费类半导体，汽车芯片需要在更加严苛的工作环境，下保持稳定运行，其标准也高于工业级和民用芯片。在全球范围内，车规级芯片在设计、生产、可靠性认证等阶段有相对应的参考标准，包括设计阶段的 ISO26262、生产制造阶段的 TS16949、AEC-Q、可靠性认证阶段的 AEC-Q 等。

(2) 主要技术关键点

要进入车辆领域，打入车电大厂供应链，必须取得两张门票，第一张是由北美汽车产业所推的 AEC-Q100(IC)、101(离散元件)、200(被动零件)可靠度标准；第二张门票，则要符合零失效的供应链品质管理标准 ISO/TS 16949 规范。

(3) 所用主要检测认证设备和工具

针对质量管理体系的 16949 认证主要依靠第三方现场监督评审，所以在设备和工具上没有特殊要求，能够辅助完成相关评审工作即可。

针对功能安全流程的 26262 认证也是对设计流程中相关文档和

证明文件进行评审，目前国外 EDA 工具厂商提供相应支持工具。

（4）检测服务机构

IATF16949 检测认证机构主要包括九鼎国联等；目前国内 ISO26262 的检测认证能力有待提高。

五、汽车芯片检测认证体系存在问题

（一）目前国内汽车芯片检测认证环节可信度不足问题突出，仍需加强检测认证体系化建设。

以 AEC-Q 检测认证为例，不同实验室在实际测试过程中，由于对 AEC-Q 系列标准的理解不统一，在检测项数，检测数量、报告形式和过程记录等方面，所出具报告差异很大。这就导致多数 Tier1 企业对于现有国内出具的 AEC-Q 系列第三方测试报告并不认可，而只是采信部分数据。而在质量管理认证和功能安全认证方面也存在一定程度上这类问题。

（二）现有检测认证体系对国内未来汽车行业发展趋势开展的预研相对不足

一是在实际工况下，我国部分地区最低温可达到 -40°C 以下，而对某些特定芯片类型及应用车型，高温 150°C 也已远超芯片实际可达到的温度，路面平整度也对芯片抗冲击、振动能力提出了新的要求，但国内在可靠性检测认证方面缺乏对此类需求的预研工作。二是“新四化”趋势下对芯片安全性，电磁兼容性等方面都有更高要求，国内在相应的信息安全、电磁兼容以及性能指标等测试方法缺乏深入研究，

目前只有部分团标涉及到控制、通信等芯片类型。

(三)现有检测认证体系不能满足汽车行业国产芯片和整车快速发展需求

现有芯片上车时间周期过长，导致中小芯片难以承受时间成本。一款全新设计的汽车芯片在制造和封测环节都有符合认证要求的供应商情况下，也会因为功能安全、可靠性、信息安全等环节认证要求，平均用去 1 年半到 2 年时间。如果新的 IDM 企业，加上制造和封测环节通过认证的时间，整个评测认证时间成本会更高。

六、对策与建议

1. 基于汽车芯片未来应用场景，对现有车规级通用标准进行拓展，提前布局汽车芯片新一轮标准制定工作

一是开展我国通用汽车芯片标准制定。目前 ISO 26262、IATF 16949、AEC-Q100 等车规级芯片通用标准基于国际大型车企成熟经验制定，市场认可度高，我国应开展相关标准的研究和补充，发展本土化标准与规范。二是积极参与新四化时代汽车芯片新一轮标准的制定。深入研究未来智能化、网联化、电动化趋势下汽车芯片检测认证和标准新需求，推进自动驾驶芯片、域控制器芯片、智能传感器芯片、高速存储芯片、安全芯片等不同类型的汽车芯片的专项标准的研究。三是建立我国下一代汽车电子架构生态。未来是软件定义汽车时代，汽车将向手机类智能终端模式发展，应加快形成芯片和上层工具链、软件的适配标准，建立 OS+芯片生态联盟。

2. 提升我国汽车芯片检测认证机构公信力，形成典型汽车芯片推广应用机制，加快我国汽车芯片产品上车应用

一是以部委下属单位、央国企等机构的汽车芯片检测认证实验室为试点，对接汽车芯片、Tier1、OEM 等行业龙头企业，共同开展汽车芯片检测标准、测试规范、过程管理、体系管理等研究，实现第三方检测机构能力与行业需求精准对接。二是建立典型芯片产品应用推广机制。加强政府主管部门对我国优秀芯片产品的扶持力度，解决整车厂和 Tier1 企业的后顾之忧，提升整车厂和 Tier1 企业使用国内汽车芯片企业优秀产品的积极性。三是推动检验检测认证机构业务从单一性向多元化发展。应整合优势检验检测认证机构资源，促进产业规模化、集团化、品牌化发展，同时开放思路，探索综合服务模式。同时主动参与认证认可有关国际标准和规则制定，加入双多边国际互认体系，畅通国产汽车芯片“走出去”道路。

3. 扩展现有核心检测认证机构能力，鼓励形成“一站式”服务能力，能够实现根据芯片企业需求开展定制化认证。

参考国外大型检测认证机构，例如德国莱茵等，能够同时提供功能安全、质量过程管理和可靠性等方面检测认证，且具备较强专业性，能够支持芯片企业快速形成符合汽车行业要求的质量能力。建议出台相应政策支持国内汽车芯片检测认证机构建设，一方面“补缺”，在现有功能安全、质量体系等方面，继续形成专业团队，另一方面“创新”，即以专项形式支持国内产业链上下游协同开展对新能源和智能汽车相关芯片的检测认证标准和方法的攻关，形成一批高质量的标准和检

测认证规范。

中国软件评测中心（工业和信息化部软件与集成电路促进中心）

地址：北京市昌平区定泗路 11 号赛迪产业园

邮编：100048

业务咨询热线：010-88559993/88559994

邮箱：service@cstc.org.cn

网址：www.cstc.org.cn



中国电子科技集团有限公司

地址：北京市海淀区万寿路 27 号

邮编：100846

业务咨询热线：010-68207379

邮箱：cetc@cetc.com.cn

网址：www.cetc.com.cn

