

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。

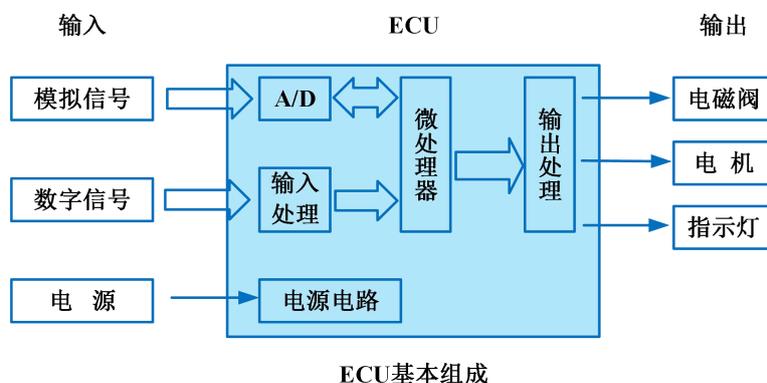
本白皮书对汽车芯片的概念与市场以及汽车芯片涉及的检测认证产业环节进行了深入技术分析，旨在梳理出现有汽车芯片检测认证体系中的关键节点、关键技术和发展汽车芯片检测认证体系面临的短板，精准施策，提升核心竞争力，增强产业能力和水平，促进汽车芯片产业高质量发展。

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 (集成电路促进中心)



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替、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

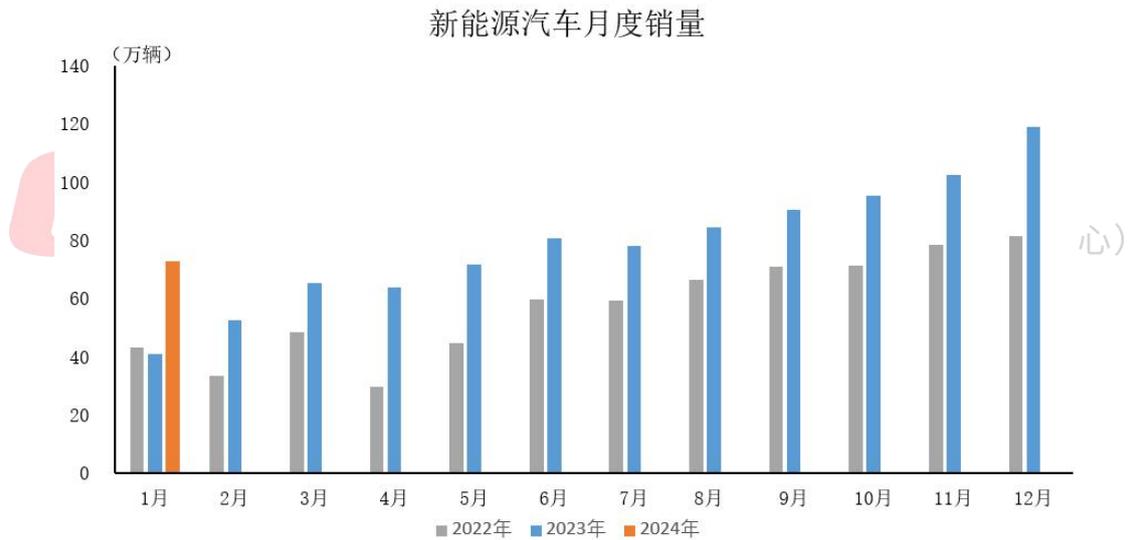
序号	汽车芯片分类	产品	技术指标	发展趋势
		CAN 芯片、LIN 芯片、网关芯片	输速率、通信芯片用 SiGeBiCMOS 工艺	方式
10	信息安全类芯片	T-Box 安全芯片、V2X 安全芯片、eSIM 安全芯片和 ESAM 安全芯片	安全性、加解密速率之单核验证速率、工艺节点	独立的安全控制器模块

数据来源：公开资料整理

（三）汽车芯片产业发展现状

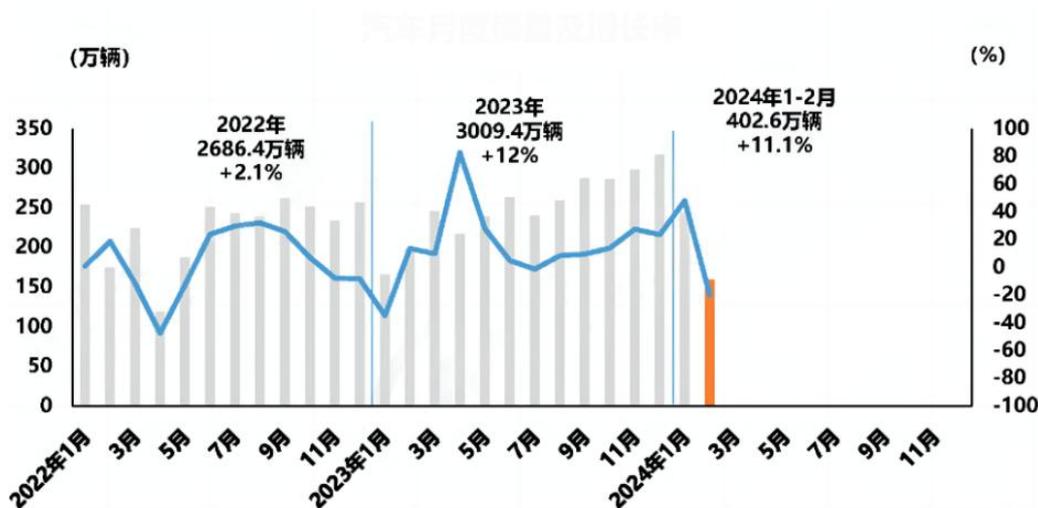
据中国汽车工业协会发布的数据显示，2023 年中国汽车出口 491 万辆，首次超越日本，位居全球第一。

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。

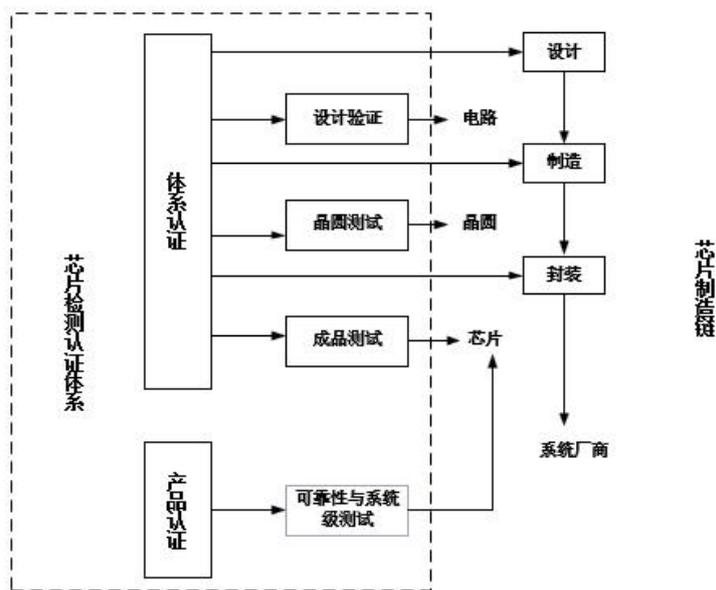
三、汽车芯片检测认证体系发展现状

（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中的强制性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

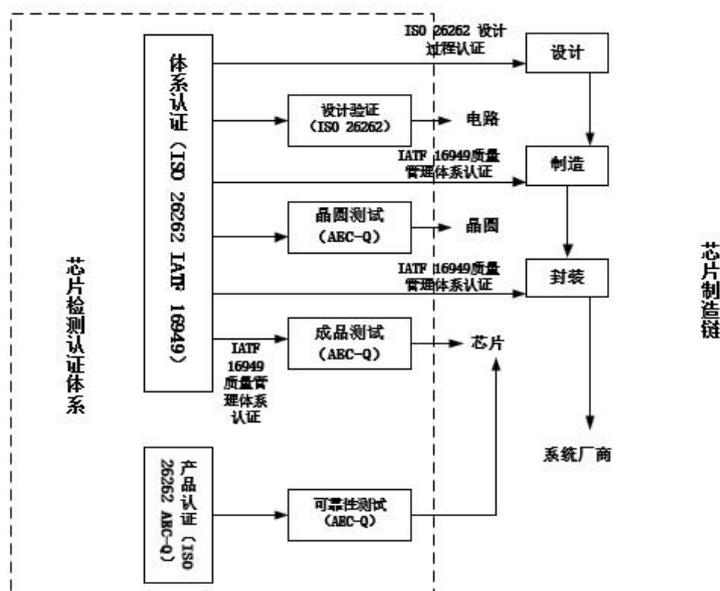


数据来源: 公开资料整理

(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

CSSTC 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)

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

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/756121021235010154>