

《车规级 AI 芯片电性参数测试方法》 团体标准（征求意见稿）编制说明

1 项目背景

随着汽车电动化、智能化、网联化的快速发展，高级别自动驾驶和智能座舱功能对车载计算芯片提出了越来越高的要求。车规级人工智能芯片（AI芯片）作为智能驾驶和智能座舱系统的核心计算单元，承担着环境感知、路径规划、行为决策、人机交互等关键任务，其性能和可靠性直接关系到行车安全与用户体验。

当前，全球车规级AI芯片市场正处于高速增长阶段。根据市场研究机构数据，2023年全球车规级AI芯片市场规模约为45亿美元，预计2030年将超过200亿美元，年复合增长率超过25%。中国作为全球最大的新能源汽车市场，对车规级AI芯片的需求尤为旺盛，本土芯片设计企业纷纷布局该赛道，国产车规级AI芯片已开始进入量产上车阶段。

车规级AI芯片相较于消费级芯片，在可靠性、稳定性和一致性方面提出了更为严苛的要求。芯片需在-40℃至150℃的宽温度范围内稳定工作，设计寿命通常要求达到15年以上，缺陷率要求低于1 PPM（百万分之一）。电性参数测试作为芯片质量管控的基础环节，通过在晶圆测试（CP）和成品测试（FT）阶段对芯片的开短路、漏电流、驱动能力、功耗等参数进行全面筛选，直接关系到最终装车芯片的良率和长期可靠性。

然而，目前国内尚无专门针对车规级AI芯片电性参数测试的团体标准或行业标准。现有测试多参照通用消费级芯片标准或AEC-Q100等国际基础规范执行，缺乏对车规级AI芯片在高温（150℃）、低温（-50℃）等严苛环境下电性参数测试的系统性方法规范，导致行业内测试方法各异，测试结果可比性差，不利于整体质量水平的提升。

在此背景下，杭州朗迅科技股份有限公司联合省内外集成电路上下游企业、科研院所，共同编制《车规级AI芯片电性参数测试方法》团体标准，旨在为车规级AI芯片的电性参数测试提供统一的技术依据，推动产业高质量发展。

2 项目来源

本项目根据浙江省半导体行业协会浙半协〔2026〕X号文件《浙江省半导体行业协会关于〈车规级 AI 芯片电性参数测试方法〉团体标准立项的通知》，由杭州朗迅科技股份有限公司、浙江大学、杭州知存智能科技有限公司、浙江机电职业技术大学、杭州芯云半导体集团有限公司、浙江科技大学、杭州万向职业技术学院、杭州芯云海半导体有限公司、芯云半导体（诸暨）有限公司、杭州芯光半导体有限公司等主导起草，项目周期为 8 个月。

3 标准制定工作概况

3.1 标准制定相关单位及人员

3.1.1 本标准起草单位：杭州朗迅科技股份有限公司、浙江大学、杭州知存智能科技有限公司、浙江机电职业技术大学、杭州芯云半导体集团有限公司、浙江科技大学、杭州万向职业技术学院、杭州芯云海半导体有限公司、芯云半导体（诸暨）有限公司、杭州芯光半导体有限公司等。

3.1.2 本标准起草人为：徐振、丁勇、丁盛峰、卓婧、孙旭光、李其朋、李志凯、李汝勇等。

3.2 主要工作过程

3.2.1 前期准备工作

- ◆ 标准提案：在4月底召开的理事长会议上，决定编制车规级AI芯片电性参数测试方法的协会团体标准，为争取浙江省地方标准奠定基础。
- ◆ 召开启动、研讨会：5月开始，以线上线下结合的方式召开第一次研讨会，标准起草单位的相关负责同志参加此次会议，初步确定标准名称、标准框架、起草单位，表明本标准编制工作正式启动。
- ◆ 标准立项：7月份协会下达了标准立项文件。
- ◆ 组建工作组：组建了协会和主要企业相关负责人参加的标准编写工作组，明确了编制任务，拟定了编制工作计划。

3.2.2 标准草案研制

- ◆ 收集整理了AEC-Q100《Failure Mechanism Based Stress Test Qualification for Integrated Circuits》、JESD22-A108《Temperature, Bias, and Operating Life》、GB/T 17574《半导体器件 集成电路 第2部分：数字集成电路》、GB/T 4587《半导体器件 分立器件和集成电路 第1部分：总则》等国内外相关标准，以及T/CSAE 260-2022《智能网联汽车 视觉感知计算芯片技术要求和测试方法》等行业内已有的相关团体标准，为编制本标准提供了重要依据和参考。
- ◆ 向省内集成电路设计、封测企业了解车规级 AI 芯片电性参数测试的现状及需求，收集了各类芯片在开短路测试、输入漏电流测试、输出驱动能力测试、通信协议测试、DFT 测试及功耗测试等方面的实际测试数据。。
- ◆ 咨询行业研究专家：向浙江大学、浙江科技大学专家进行咨询，就有关问题进行了交流、请教，取得了一些有益的意见。
- ◆ 编写标准草案及其编制说明：根据标准编制原则，经反复研

究，确定了标准主要内容，编制了标准草案及其编制说明。

3.2.3 标准研讨会

2026年5月8日，召开了标准启动会暨研讨会。会上，编制组向与会专家作了标准的编制说明，汇报了标准编制的进展。与会专家和代表对标准的测试范围和方法细节行了研讨，提出了具体的修改意见，并提出四大问题：

- ◆ 进一步明确本标准的适用范围，确认是否涵盖晶圆测试（CP）阶段，还是仅针对成品测试（FT）阶段。
- ◆ 三温测试条件（高温150℃、低温-50℃、常温25℃）的具体保温时间及温度允差范围是否需要进一步细化。
- ◆ 各测试项目的合格判据是否应基于芯片规格书作灵活规定，还是给出统一的参考门限值。
- ◆ 通信协议测试中涉及的具体协议类型（如NVLink、HiLink、PCIe、以太网等）是否需要逐一系列出测试方法。。

会后，标准工作组与相关芯片设计企业及封测企业进行了深入沟通，取得了更加详细的测试数据和技术细节，结合专家和代表的意见对标准草案进行了修改完善，最终形成标准征求意见稿及其编制说明。

3.2.4 征求意见

7月20日开始，向X个相关单位和个人发送电子版标准征求意见稿进行征求意见。同时在省半导体行业协会官网上广泛征求意见。近一个月内共回收到X家单位和个人回复，其中X条显示无意见，X条反馈意见，经标准工作组经逐条分析研究，对该条意见部分采纳（详见标准征求意见汇总表）。标准工作组对标准文本和编制说明再次进行修改完善，形成了标准送审稿。

3.2.5 专家评审

8月X日，省半导体行业协会组织专家在杭州召开标准评审会。

标准工作组介绍了标准编制说明；专家组对标准送审稿及编制说明进行质询、讨论。专家组一致同意通过该标准的评审，并形成了《浙江省半导体行业协会团体标准〈车规级 AI 芯片电性参数测试方法〉评审意见》。

3.2.6 标准报批

标准工作组按照专家评审意见，对标准送审稿及其编制说明进行了修改，形成了标准报批稿及其编制说明，报浙江省半导体行业协会批准发布。

4 标准编制原则、主要内容确定依据

4.1 编制原则

4.1.1 协调性原则

本标准作为车规级AI芯片电性参数测试的指导性标准，其内容符合国家现行的方针、政策、法律、法规，同时与行业发展技术水平相协调，以促进行业技术升级。

4.1.2 适用性原则

技术要求指标的确定，充分考虑科学性、先进性和适用性，满足芯片设计厂商、封测厂商及第三方检测机构的实际使用需求，确保标准具有可操作性。

4.1.3 规范性原则

本标准在编制过程中严格按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》规定的基本原则和要求进行编写。

4.2 主要内容确定依据

标准主要内容包括车规级AI芯片电性参数测试方法的范围、规范性引用文件、术语和定义、总体要求、测试方案、参数测试项目等。

4.2.1 范围

本标准规定了车规级 AI 芯片电性参数测试的测试环境、测试设备、测试项目及测试方法。适用范围确定为芯片设计厂商、封测厂商及第三方检测机构对智能驾驶计算芯片、智能座舱计算芯片等车规级 AI 芯片在 FT（成品测试）阶段的电性参数筛选与验。

4.2.2 规范性引用文件

- ◆ AEC-Q100 《Failure Mechanism Based Stress Test Qualification for Integrated Circuits》
- ◆ JESD22-A108 《Temperature, Bias, and Operating Life》
- ◆ GB/T 17574 《半导体器件 集成电路 第2部分：数字集成电路》
- ◆ GB/T 4587 《半导体器件 分立器件和集成电路 第1部分：总则》

4.2.3 术语和定义

为了便于使用者对标准的理解和使用，对车规级 AI 芯片、晶圆测试（CP）、成品测试（FT）、开短路测试、输入漏电流、输出驱动能力、三温测试等关键术语进行了定义。同时给出了 DFT、AI、ATE、LB 等缩略语的定义。

4.2.4 总体要求的确定

总体要求规定了测试环境条件、测试设备要求和注意事项。

- ◆ 环境要求：依据 GB/T 17574 等相关标准，规定了标准环境条件（温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 20%~70%）和三温测试条件（高温 $150^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、低温 $-50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、常温 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ）。三温测试条件的确定参照了 AEC-Q100 对车规芯片 Grade 1 等级（ $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ ）及 Grade 2 等级（ $-40^{\circ}\text{C} \sim 105^{\circ}\text{C}$ ）的温度范围要求，并结合典型车规级 AI 芯片的实际工作温度范围

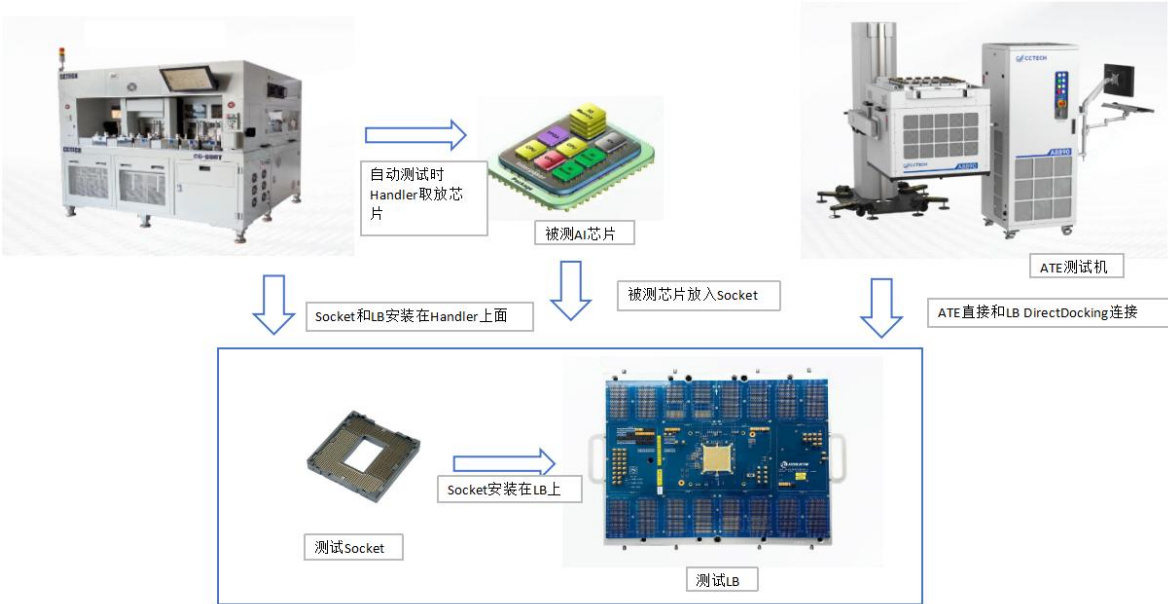
进行了适当扩展（高温至 150℃、低温至-50℃），以确保测试的充分性和严苛性。

- ◆ 测试设备要求：规定了 ATE 测试仪机的精度要求（电压测量精度±0.1%、电流测量精度±1nA）、通道数量、速率要求，以及分选机的温度控制精度、接触电阻要求和设备校准要求。ATE 测试仪精度指标的确定参考了 Chroma 3380P、ADVAN 93K、Teradyne UltraFLEX 等主流 ATE 设备的典型性能参数。
- ◆ 电参数符号：参照 GB/T 17574 和行业惯例，对标准中使用的电参数文字符号进行了统一规定，形成表 1 “电参数文字符号”。

4.2.5 测试方案的确定

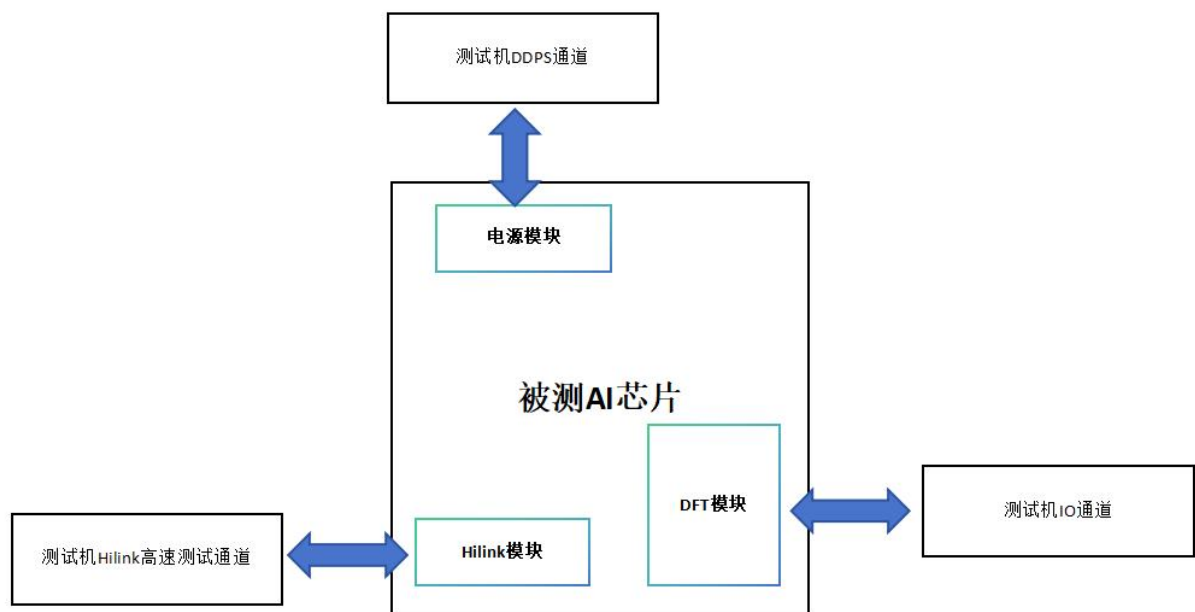
测试方案包括测试环境搭建和具体测试项目两大部分。

测试环境示意图：给出了测试环境示意图及其说明，明确了 ATE 测试仪机、Handler（自动分选机）、Load Board（负载板）、Test Socket（测试插座）等设备的连接关系及自动化测试流程。



PCB 信号连接示意图：给出了 PCB 信号连接示意图及其说明，明确了电源连接采用开尔文连接形式通过测试仪 DPS 通道连接、测试仪 I/O

通道支持直流与交流测试、高速测试通道（Hlink）配置芯片参数、DFT 专用通道加载测试向量等关键信号连接要求。



4.2.6 测试项目及方法的确定

标准规定了 6 类电性参数测试项目，每类测试项目均按“测试目的一测试程序—结果判定”的结构进行规范：

- ◆ 开短路测试（OS Test）：利用芯片内部 ESD 保护二极管的单向导电特性，通过施加 $\pm 100\ \mu\text{A}$ 强制电流测量引脚电压，判断是否存在开路或短路缺陷。OS_VSS 门限范围为 $-0.8\text{V}\sim 0.2\text{V}$ ，OS_VDD 门限范围为 $0.2\text{V}\sim 0.8\text{V}$ 。该测试方法及门限值为行业通用做法，参考了 AEC-Q100 对引脚连通性的测试理念。
- ◆ 输入漏电流测试（IIH/IIL）：通过施加逻辑高电平或低电平电压，测量流入或流出引脚的漏电流。IIH 和 IIL 的限值一般为 $\pm 1\ \mu\text{A}$ ，具体值遵从芯片规格书。该测试方法参考了 JESD22 系列标准和行业通用测试实践。
- ◆ 输出驱动能力测试（VOH/VOL）：通过设置输出引脚为高电平或低电平状态，测量输出电压是否满足接口电平要求。VOH

应大于规格书规定的最小值（如 $V_{DD}-0.4V$ ）， V_{OL} 应小于规格书规定的最大值（如 $0.4V$ ）。

- ◆ 通信协议测试：通过 ATE 测试机模拟通信呼叫信号，验证芯片的通信接口（如 NVLink、HiLink、PCIe、以太网等）的协议功能是否正常，包括通信握手测试和数据通信测试。
- ◆ DFT 可测性设计测试：通过测试机加载 DFT 测试向量，利用芯片内部集成的扫描链、BIST 等 DFT 电路，验证芯片内部逻辑单元和存储单元的物理功能完整性。
- ◆ 功耗测试：配置芯片分别进入静态模式（待机）和动态模式（工作），测量电源管脚电流，验证功耗是否符合设计规格。

上述 6 类测试项目均为车规级 AI 芯片成品测试阶段的核心电性参数测试项，其测试方法和判定准则的确定，综合参考了 AEC-Q100、JESD22 系列等国际标准，并结合了国内主流车规级 AI 芯片设计企业和封测企业的实际量产测试经验。

5 标准先进性体现

当前查阅到的国内相关标准，如 GB/T 17574《半导体器件 集成电路 第2部分：数字集成电路》、GB/T 4587《半导体器件 分立器件和集成电路 第1部分：总则》等，只对集成电路的基本电性参数测试做了通用性规定，未涉及车规级 AI 芯片特有的应用场景、三温测试要求和测试方法。AEC-Q100 虽作为车规芯片可靠性测试的基础标准，但其侧重于环境应力试验和寿命试验，对芯片量产阶段的电性参数测试方法缺乏详细规定。

本标准针对车规级 AI 芯片这一细分领域，首次系统性地规定了开短路测试、输入漏电流测试、输出驱动能力测试、通信协议测试、DFT 测试、功耗测试等 6 类电性参数测试项目在三温条件（高温 $150^{\circ}C$ 、低

温-50℃、常温25℃)下的具体测试方法和判定准则,使该类芯片在测试中能得到全面且量化的测量结果,确保了测试的先进性和准确性。

6 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

6.1 目前未查阅到国内同类车规级AI芯片电性参数测试的专项标准。

6.2 本标准与相关法律、法规、规章、强制性标准无冲突。

6.3 本标准规范性引用了以下标准:

- ◆ AEC-Q100 《Failure Mechanism Based Stress Test Qualification for Integrated Circuits》
- ◆ JESD22-A108 《Temperature, Bias, and Operating Life》
- ◆ GB/T 17574 《半导体器件 集成电路 第2部分:数字集成电路》
- ◆ GB/T 4587 《半导体器件 分立器件和集成电路 第1部分:总则》

7 社会效益

车规级AI芯片作为智能驾驶和智能座舱的核心部件,其质量和可靠性直接关系到行车安全和用户体验。通过本标准的制定和实施:一是为车规级AI芯片在测试验证阶段提供了统一的技术依据,填补了国内在该领域的标准空白;二是通过对该类芯片电性参数测试流程与方法的明确规定,为相关芯片的工程验证及量产测试活动的开展提供了有力的支撑;三是提升了国产车规级AI芯片在量产端的质量一致性,降低产品失效率,整体提高了该类芯片的商业竞争力,有助于推动国产车规级AI芯片在国内外市场的应用推广。综上所述,本标准的制定在经济性、技术先进性和商业竞争力等维度都有其重要性和必要性,可以实现较好的社会经济效果。

8 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

9 废止现行相关标准的建议

无。

10 提出标准强制实施或推荐实施的建议和理由

本标准 of 浙江省半导体行业协会团体标准，为推荐性标准，建议在协会会员中推广使用。经协会同意，也可供其他企业使用。

11 贯彻标准的要求和措施建议

标准文本在浙江省半导体协会官方网站上全文公布，供社会免费查阅。协会适时组织开展标准的宣贯工作。

12 其他应予说明的事项

无。

《车规级 AI 芯片电性参数测试方法》

标准编制工作组

2026 年 8 月 X 日