

基于 ISO 26262 的汽车芯片认证流程解读

一、引言

随着汽车智能化、电动化的快速发展，汽车芯片作为汽车电子系统的核心部件，其重要性日益凸显。汽车芯片不仅关系到车辆的性能和效率，更直接关乎行车安全。然而，汽车芯片的可靠性、安全性要求极高，必须通过一系列严格的车规认证才能应用于汽车制造。ISO 26262 标准是汽车功能安全领域的权威标准，它为汽车芯片的设计、开发和认证提供了全面的指导。本文将详细介绍基于 ISO 26262 标准的汽车芯片认证流程，并以国科安芯的 AS32A601 芯片和 ASM1042 芯片为例，展示国产汽车芯片在功能安全认证方面的实践。

二、ISO 26262 标准概述

ISO 26262 标准是由国际标准化组织 (ISO) 制定的，专门针对汽车电子、电气系统的功能安全标准。该标准旨在降低汽车电子系统故障导致的风险，确保汽车的安全运行。它涵盖了汽车电子系统的整个生命周期，包括概念设计、开发、生产、测试、维护和报废等阶段。该标准的制定是为了应对汽车行业日益复杂的电子系统带来的安全挑战，尤其是在自动驾驶和智能网联汽车快速发展的背景下，其重要性愈发突出。

ISO 26262 标准分为多个部分，其中与汽车芯片认证密切相关的主要包括以下几个方面：

- 功能安全管理：要求芯片企业在整个开发过程中建立完善的功能安全管理体系，确保安全目标的实现。这包括制定功能安全计划、进行安全评估、实施安全措施等。
- 产品开发：包括芯片的设计、验证和确认等环节，要求从设计阶段开始就考虑功能安全要求。例如，在芯片架构设计中，需要考虑冗余设计、错误检测与纠正机制等。
- 生产与运行：对芯片的生产过程和运行环境提出要求，确保生产的一致性和稳定性。这包括生产设备的校准、原材料的质量控制、生产过程中的质量监控等。
- 支持流程：如配置管理、变更管理等，以确保芯片在整个生命周期内的可追溯性和可控性。这有助于在出现问题时能够快速定位并采取措施。

三、汽车芯片认证流程

(一) 设计阶段

1. 功能安全概念设计

确定安全目标：根据汽车应用场景和功能要求，确定芯片需要满足的功能安全目标。例如，对于自动驾驶相关的芯片，需要考虑在传感器失效、通信中断等情况下安全策略。

风险评估：对芯片可能存在的风险进行评估，确定风险等级，并制定相应的缓解措施。这包括对硬件和软件潜在故障模式的分析。

安全架构设计：设计芯片的功能安全架构，包括硬件安全机制（如冗余设计、错误检测与纠正）和软件安全机制（如安全操作系统、安全通信协议）。

2. 遵守国际标准

在设计阶段，芯片企业需要严格遵守 ISO 26262 标准。这意味着从芯片的架构设计、电路设计到接口设计等各个方面，都需要考虑功能安全要求。同时，还需要参考其他相关标准，如 AEC-Q100（汽车电子委员会制定的芯片可靠性标准），以确保芯片在可靠性、耐久性等方面也符合汽车级要求。

(二) 开发阶段

1. 硬件开发

电路设计与仿真：根据功能安全概念设计，进行详细的电路设计，并通过仿真工具验证电路的功能和安全性。仿真过程中需要考虑各种故障模式（如短路、开路、电源波动等）对芯片功能的影响。

芯片制造工艺选择：选择适合汽车芯片制造的工艺技术，如高可靠性封装技术。不同的工艺技术对芯片的性能、可靠性和成本都有重要影响。

硬件安全验证：对芯片的硬件安全机制进行验证，如冗余设计的有效性、错误检测与纠正功能的准确性。

2. 软件开发

安全操作系统开发：开发符合功能安全要求的操作系统，确保软件的可靠性和安全性。操作系统需要支持多任务调度、内存管理、设备驱动等功能，同时还要具备安全特性，如访问控制、数据加密等。

应用软件开发：开发汽车应用相关的软件，如自动驾驶算法、车身控制软

件等。在软件开发过程中，需要采用安全的编程语言和开发工具，并进行严格的代码审查和测试。

软件安全验证：对软件的安全性进行验证，包括功能测试、性能测试、安全测试等。安全测试需要模拟各种攻击场景，验证软件的抗攻击能力。

(三) 生产阶段

1. 生产过程控制

建立质量管理体系：按照 IATF 16949（汽车质量管理体系标准）的要求，建立完善的质量管理体系。这包括对生产过程的监控、质量检验、供应商管理等环节。

生产过程一致性控制：确保生产过程的一致性，避免因生产过程中的变异导致芯片性能和安全性的下降。例如，对生产设备进行定期维护和校准，对原材料进行严格检验。

生产过程中的功能安全监测：在生产过程中，对芯片的功能安全特性进行监测，确保每一片芯片都符合功能安全要求。

2. 产品一致性检验

批次一致性检验：对生产的芯片批次进行一致性检验，确保不同批次的芯片在性能和安全性方面没有显著差异。检验内容包括电性参数测试、可靠性测试等。

长期稳定性检验：对芯片的长期稳定性进行检验，确保芯片在长期使用过程中能够保持稳定的功能和性能。这通常需要进行加速寿命测试。

(四) 测试阶段

1. 功能测试

基本功能验证：验证芯片的基本功能是否符合设计要求。例如，对于一款用于发动机控制的芯片，需要验证其是否能够准确地控制燃油喷射、点火时间等功能。

边界条件测试：测试芯片在边界条件下的功能表现，如温度极限、电压极限、频率极限等。这有助于发现芯片在极端条件下的潜在问题。

功能安全测试：根据 ISO 26262 标准，对芯片的功能安全特性进行测试。

例如，验证芯片在出现故障时是否能够按照设计的安全策略进行响应，如进入安全模式、发出警报等。

2. 可靠性测试

高温测试：模拟汽车在高温环境下的运行情况，测试芯片在高温下的性能和可靠性。通常需要在高温环境下对芯片进行长时间的运行测试。

低温测试：测试芯片在低温环境下的性能和可靠性。低温测试可以发现芯片在低温条件下可能出现的启动问题、性能下降等问题。

温度循环测试：模拟汽车在不同温度环境之间频繁切换的情况，测试芯片的抗温度变化能力。温度循环测试可以发现芯片在温度变化过程中可能出现的热应力问题。

湿度测试：测试芯片在高湿度环境下的性能和可靠性。湿度测试可以发现芯片在潮湿环境下可能出现的腐蚀、短路等问题。

机械振动测试：模拟汽车在行驶过程中可能遇到的振动情况，测试芯片的抗振动能力。机械振动测试可以发现芯片在振动环境下可能出现的松动、断裂等问题。

3. 电磁兼容性测试

电磁干扰测试：测试芯片在工作过程中是否会对周围的电子设备产生电磁干扰。电磁干扰测试可以发现芯片在高频信号、大电流等情况下可能产生的干扰问题。

电磁抗扰度测试：测试芯片在受到外部电磁干扰时的抗干扰能力。电磁抗扰度测试可以发现芯片在电磁干扰环境下可能出现的功能异常、性能下降等问题。

4. 寿命测试

加速寿命测试：通过加速试验的方法，模拟芯片在长期使用过程中的老化情况，预测芯片的使用寿命。加速寿命测试通常需要在高温、高湿度等条件下进行。

现场可靠性测试：将芯片安装到实际的汽车系统中，在实际的使用环境中进行长期的可靠性测试。现场可靠性测试可以发现芯片在实际使用过程中可能出现的问题，如与汽车系统的兼容性问题、长期运行的稳定性问题等。

（五）认证阶段

1. 认证申请

准备认证材料：芯片企业需要准备详细的认证材料，包括芯片的设计文档、开发文档、测试报告等。这些材料需要能够证明芯片符合 ISO 26262 标准的要求。

选择认证机构：选择具有资质的认证机构进行认证申请。认证机构需要具备 ISO 26262 标准的认证资质，并且具有丰富的汽车芯片认证经验。

提交认证申请：向认证机构提交认证申请，并按照认证机构的要求提供认证材料。

2. 认证审核

文件审核：认证机构对芯片企业提交的认证材料进行审核。审核内容包括芯片的设计是否符合功能安全要求、开发过程是否符合标准规定、测试报告是否完整等。

现场审核：认证机构对芯片企业的生产现场进行审核。审核内容包括生产过程是否符合质量管理体系要求、生产过程中的功能安全监测是否有效等。

产品抽样测试：认证机构对芯片产品进行抽样测试，验证芯片的性能和安全性是否符合标准要求。抽样测试的内容包括功能测试、可靠性测试、电磁兼容性测试等。

3. 认证结果

认证通过：如果芯片企业通过了认证审核，认证机构将颁发认证证书。认证证书是芯片产品符合 ISO 26262 标准的证明，也是芯片进入汽车市场的关键凭证。

认证不通过：如果芯片企业未通过认证审核，认证机构将指出存在的问题，并要求芯片企业进行整改。芯片企业需要根据认证机构的要求进行整改，并重新提交认证申请。

四、国产汽车芯片的 ISO 26262 认证案例

(一) AS32A601 芯片

AS32A601 是厦门国科安芯科技有限公司研制的一款基于 32 位 RISC-V 指令集的 MCU 产品。该芯片具有丰富的 Flash 容量、支持 ASIL-B 等级的功能安全 ISO 26262，同时具有高安全、低失效、多 IO、低成本等特点。

1. 功能安全设计

内核设计：AS32A601 采用自研 E7 内核，带有 FPU 与 L1Cache，支持零等待访问嵌入式 Flash 与外部内存。内核设计考虑了功能安全要求，例如通过动态分支预测和哈弗架构缓存提高系统的可靠性和实时性。

安全机制：芯片设计了多种硬件安全机制，如冗余设计、错误检测与纠正 (ECC) 等。例如，512KiB 内部 SRAM 和 16KiB ICache 及 16KiB DCache 均支持 ECC，以防止数据损坏。

功能安全架构：AS32A601 设计了完善的功能安全架构，包括硬件安全机制和软件安全机制。例如，硬件安全机制包括冗余设计和错误检测与纠正，软件安全机制包括安全操作系统和安全通信协议。

2. 开发与测试

开发过程：在开发过程中，国科安芯严格遵守 ISO 26262 标准，建立了完善的功能安全管理体。开发团队进行了详细的风险评估，并制定了相应的缓解措施。

测试验证：AS32A601 通过了多项严格的测试，包括功能测试、可靠性测试、电磁兼容性测试等。例如，在功能安全测试中，验证了芯片在出现故障时能够按照设计的安全策略进行响应，如进入安全模式、发出警报等。

3. 认证结果

AS32A601 芯片通过了 ISO 26262 标准的认证，获得了认证证书。这标志着该芯片在功能安全方面达到了国际标准，具备进入汽车市场的资格。

(二) ASM1042 芯片

ASM1042 是厦门国科安芯科技有限公司推出的一款符合 ISO 26262 标准的 CAN 收发器芯片。该芯片通过了 AEC-Q100 Grade1 认证，支持 5Mbps 的数据速率，并具备多种保护特性，如 IEC ESD 保护、总线故障保护等。

1. 功能安全设计

物理层标准：ASM1042 符合 ISO 11898-2:2016 和 ISO 11898-5:2007 物

理层标准，支持高达 2Mbps 的 CAN FD 网络和 5Mbps 的数据速率。

保护特性：芯片设计了多种保护特性，如 IEC ESD 保护高达 $\pm 15\text{kV}$ 、总线故障保护 ($\pm 58\text{V}$ 非 H 型号和 $\pm 70\text{V}$ H 型号)、VCC 和 VIO 电源终端的欠压保护等。

功能安全文档：ASM1042 提供了完整的功能安全文档，帮助进行功能安全系统设计。

2. 开发与测试

开发过程：在开发过程中，国科安芯严格遵守 ISO 26262 标准，建立了完善的功能安全管理体系。开发团队进行了详细的风险评估，并制定了相应的缓解措施。

测试验证：ASM1042 通过了多项严格的测试，包括功能测试、可靠性测试、电磁兼容性测试等。例如，在功能安全测试中，验证了芯片在出现故障时能够按照设计的安全策略进行响应，如进入安全模式、发出警报等。

3. 认证结果

ASM1042 芯片通过了 ISO 26262 标准的认证，获得了认证证书。这标志着该芯片在功能安全方面达到了国际标准，具备进入汽车市场的资格。

五、汽车芯片认证的挑战与应对策略

(一) 技术挑战

1. 功能安全设计难度大

汽车芯片的功能安全设计需要考虑多种复杂的故障模式和安全策略，这对芯片设计人员的技术水平和经验提出了很高的要求。

应对策略：芯片企业需要加强功能安全设计技术的研发，培养专业的功能安全设计团队。同时，可以与高校、科研机构合作，开展功能安全设计相关的研究项目。

2. 可靠性测试要求高

汽车芯片需要在各种恶劣环境下长期稳定运行，可靠性测试的难度和复杂度都非常高。

应对策略：芯片企业需要建立完善的可靠性测试实验室，配备先进的测试设备。同时，可以与专业的测试机构合作，共同开展可靠性测试工作。

3. 电磁兼容性问题复杂

汽车内部的电磁环境非常复杂，汽车芯片需要具备良好的电磁兼容性，以确保在复杂的电磁环境下正常工作。

应对策略：芯片企业需要加强电磁兼容性设计和测试技术的研究，开发具有优良电磁兼容性的芯片产品。同时，可以与汽车制造商合作，共同开展电磁兼容性测试工作。

（二）市场挑战

1. 市场竞争激烈

汽车芯片市场已经被国际巨头占据，国内芯片企业面临着激烈的市场竞争。

应对策略：国内芯片企业需要不断提升自身的技术水平和产品质量，提高产品的性价比。同时，可以加强与汽车制造商的合作，共同开展汽车芯片的研发和应用工作。

2. 客户信任度低

由于国内汽车芯片市场起步较晚，客户对国产汽车芯片的信任度较低，这给国产汽车芯片的市场推广带来了困难。

应对策略：国内芯片企业需要加强品牌建设和市场推广工作，提高客户对国产汽车芯片的认知度和信任度。同时，可以通过提供优质的售后服务和技术支持，增强客户的使用信心。

3. 认证成本高

汽车芯片的认证成本较高，包括认证申请费、测试费、审核费等，这对芯片企业来说是一笔不小的开支。

应对策略：芯片企业可以通过优化认证流程、提高认证效率来降低认证成本。同时，可以争取政府的支持和补贴，减轻企业的认证负担。

六、结论

汽车芯片认证是实现汽车芯片自主可控的关键环节。通过深入理解和实施 ISO 26262 标准，国内芯片企业可以提高汽车芯片的功能安全性和可靠性，满足汽车市场对芯片的严格要求。虽然汽车芯片认证面临着技术、市场等方面的风险，但通过技术

创新、市场拓展和产业生态构建等措施，国内芯片企业有望在汽车芯片领域取得更大的突破，为我国汽车产业的高质量发展提供有力支撑。