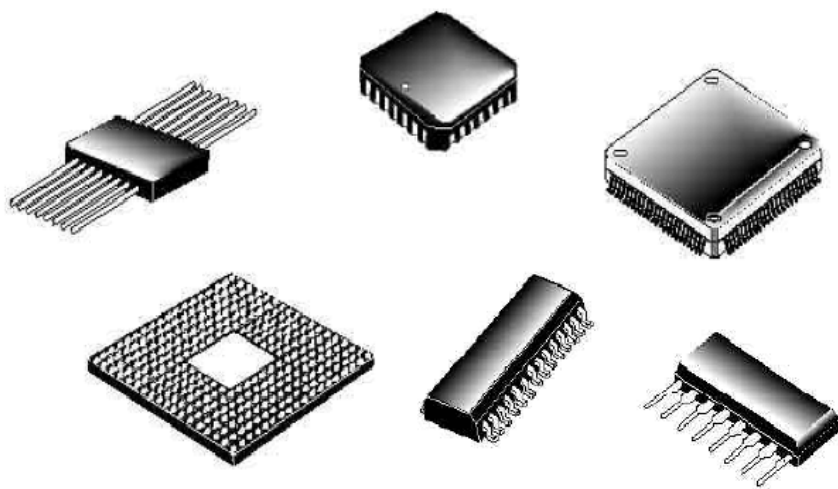


# 基于集成电路应力测试认证的失效机理



AEC - Q100 - REV-G  
May 14, 2007

**Automotive Electronics Council**  
Component Technical Committee

## 内容列表

### AEC-Q100 基于集成电路应力测试认证的失效机理

附录 1: 认证家族的定义

附录 2: Q100 设计、架构及认证的证明

附录 3: 邦线测试的塑封开启

附录 4: 认证计划和结果的最低要求

附录 5: 决定电磁兼容测试的零件设计标准

附录 6: 决定软误差测试的零件设计标准

## 附件

AEC-Q100-001 邦线切应力测试

AEC-Q100-002 人体模式静电放电测试

AEC-Q100-003 机械模式静电放电测试

AEC-Q100-004 集成电路闩锁效应测试

AEC-Q100-005 可写可擦除的永久性记忆的耐久性、数据保持及工作寿命的测试

AEC-Q100-006 热电效应引起的寄生闸极漏电流测试

AEC-Q100-007 故障仿真和测试等级

AEC-Q100-008 早期寿命失效率 (ELFR)

AEC-Q100-009 电分配的评估

AEC-Q100-010 锡球剪切测试

AEC-Q100-011 带电器件模式的静电放电测试

AEC-Q100-012 12V 系统灵敏功率设备的短路可靠性描述

### 感谢

任何涉及到复杂技术的文件都来自于各个方面的经验和技能，为此汽车电子委员会由衷承认并感谢以下对该版文件有重要贡献的人：

#### 固定会员：

Mark A. Kelly	Delphi Corporation
Jean Clarac	Siemens VDO
Brian Jendro	Siemens VDO
Hadi Mehrooz	Siemens VDO
Robert V. Knoell	Visteon Corporation

#### 准会员：

Tim Haifley	Altera
Daniel Vanderstraeten	AMI Semiconductor
Earl Fischer	Autoliv
Mike Klucher	Cirrus Logic
Xin Miao Zhao	Cirrus Logic
John Timms	Continental Automotive Systems
Roy Ozark	Continental Automotive Systems
Nick Lycoudes	Freescale
Kenton Van Klompenberg	Gentex
Werner Kanert	Infineon Technologies
Elfriede Geyer	Infineon Technologies
John Bertaux	International Rectifier
Gary Fisher	Johnson Controls
Tom Lawler	Lattice Semiconductor
Sohail Malik	Lattice Semiconductor
Scott Daniels	Maxim
Tom Tobin	Maxim
Mike Buzinski	Microchip
Rob Horton	Microchip
Annette Nettles	NEC Electronics
Masamichi Murase	NEC Electronics
Zhongning Liang	NXP Semiconductors
Mark Gabrielle	ON Semiconductor
Ken Berry	Renesas Technology
Bruce Townsend	Spansion
Adam Fogle	Spansion
Brian Mielewski	STMicroelectronics
James Williams	Texas Instruments
Diana Siddall	Texas Instruments
Anca Voicu	Xilinx

**Automotive Electronics Council**  
Component Technical Committee

---

特邀会员:

David Locker	AMRDEC
Jeff Jarvis	AMRDEC

其他支持者:

Lewis Venters	Cirrus Logic
Peter Kowalczyk	Delphi Corporation
Joe Wurts	Maxim
Don Pecko	Xilinx

### 注意事项

AEC 文件中的材料都是经过了 AEC 技术委员会所准备、评估和批准的。

AEC 文件是为了服务于汽车电子工业，无论其标准是用在国内还是国际上，都可排除器件制造商和采购商之间各方面的不一致性，推动产品的提高和可交换性，还能帮助采购商在最小的时间耽搁内选择和获得来自那些非 AEC 成员的合适的产品。

AEC 文件并不关注其采纳的内容是否涉及到专利、文章、材料或工艺。AEC 没有认为对专利拥有者承担责任，也没有认为要对任何采用 AEC 文件者承担义务。汽车电子系统制造商的观点主要是 AEC 文件里的信息能为产品的说明和应用提供一种很完美的方法。如果没有在本文件见到所陈述的要求，就不能声称与本文件具有一致性。

与 AEC 文件相关内容的疑问、评论和建议请登陆链接 AEC 技术委员会网站：  
<http://www.aecouncil.com>

本文件由汽车电子委员会出版。

尽管 AEC 拥有版权，但本文件可以免费下载。由于该下载方式，个人须同意不会对该文件索价和转售。

Delphi, Siemens VDO, and Visteon Corporation 享有著作权。本文件可以根据著作权注意事项进行再次出版印刷。不经过 AEC 元器件技术委员会批准，本文件禁止任何更改。

## 基于封装集成电路应力测试认证的失效机理

下列下划线部分标示了与上版文件的增加内容和区别，几个图表也作了相应修正，但这几处的更改并没有加下划线强调。

### 1. 范围

本文件包括了一系列应力测试失效机理、最低应力测试认证要求的定义及集成电路认证的参考测试条件。这些测试能够模拟跌落半导体器件和封装失效，目的是能够相对于一般条件加速跌落失效。这组测试应该是有区别的使用，每个认证方案应检查以下：

- a、任何潜在新的和独特的失效机理
- b、任何应用中无显现但测试或条件可能会导致失效的情况
- c、任何相反地会降低加速失效的极端条件和应用

使用本文件并不是要解除 IC 供应商对自己内部认证项目的责任性，其中的使用者被定义为所有按照规格书使用其认证器件的客户，客户有责任去证实确认所有的认证数据与本文件相一致。供应商对由其规格书里所陈述的器件温度等级的使用是非常值得提倡的。

#### 1.1 目的

此规格的目的是要确定一种器件在应用中能够通过应力测试以及被认为能够提供某种级别的品质和可靠性。

#### 1.2 参考文件

目前参考文件的修订将随认证计划协议的日期而受到影响，后续认证计划将会自动采用这些参考文件的更新修订版。

##### 1.2.1 汽车级

- AEC-Q001 零件平均测试指导原则
- AEC-Q002 统计式良品率分析的指导原则
- AEC-Q003 芯片产品的电性表现特性化的指导原则
- AEC-Q004 零缺陷指导原则
- SAE J1752/3 集成电路辐射测量程序

**Automotive Electronics Council**  
Component Technical Committee

---

### 1.2.2 军用级

MIL-STD-883 微电子测试方式和程序

### 1.2.3 工业级

JEDEC JESD-22	封装器件可靠性测试方法
EIA/JESD78	集成电路门锁效应测试
UL-STD-94	器件和器具中塑料材质零件的易燃性测试
<u>IPC/JEDEC</u>	
J-STD-020	塑性材料集成电路表面贴封器件的湿度/回流焊敏感性分类等级
<u>JESD89</u>	<u>a 粒子和宇宙射线引起的半导体器件软误差的测量和报告</u>
<u>JESD89-1</u>	<u>系统软误差率的测试方法</u>
<u>JESD89-2</u>	<u>a 源加速的软误差率的测试方法</u>
<u>JESD89-3</u>	<u>光线加速的软误差率的测试方法</u>

## 1.3 定义

### 1.3.1 AEC Q100 认证

如果成功完成根据本文件各要点需要的测试结果，那么将允许供应商声称他们的零件通过了 AEC Q100 认证。供应商可以与客户协商，可以在样品尺寸和条件的认证上比文件要求的要放宽些，但是只有完成要求实现的时候才能认为零件通过了 AEC Q100 认证。

### 1.3.2 应用承认

承认被定义为客户同意在他们的应用中使用某零件，但客户承认的方式已经超出了本文件的范围。

### 1.3.3 零件工作温度等级的定义

零件工作温度等级定义如下：

- 0 等级：环境工作温度范围-40°C-150°C
- 1 等级：环境工作温度范围-40°C-125°C
- 2 等级：环境工作温度范围-40°C-105°C
- 3 等级：环境工作温度范围-40°C-85°C
- 4 等级：环境工作温度范围 0°C-70°C

## 2、 通用要求

### 2.1 目标

该规范的目标是建立一个标准，以描述基于一套最低认证要求的集成电路工作温度等级。

#### 2.1.1 零缺陷

认证和本文件的其他方面都是为了达到零缺陷的目标，需要完成零缺陷项目的基本内容都可以在 AEC-Q004 零缺陷指导原则里查到。

### 2.2 优先要求

当该标准中的要求与其他文件相冲突时，可采用以下优先顺序：

- a、采购订单
- b、个别器件规格
- c、本文件标准
- d、本文件的 1.2 节中的参考文件
- e、供应商的数据规格

### 2.3 满足认证和重新认证要求的通用数据的使用

#### 2.3.1 通用数据的定义

使用通用数据来简化认证过程非常值得提倡，通用数据可以提供给使用者用于其它测试需求。需要考虑到的是，通用数据必须基于一系列特殊要求，这些要求与表 3 和附录 1 所示的器件和制造工艺的所有特性相关联的。如果通用数据包含任何失效，这个数据就不能作为通用数据，除非供应商已经证明和针对客户接受的失效条件进行了纠正措施。

附录 1 定义了标准，通过它各个成员可以组成这个认证家族，为的是所有家族成员的数据对于质疑的器件认证都能是均等的和普遍接受的。对于应力测试，如果论证在技术上是很合理的，那么两个或更多的认证家族将会组合起来进行（例如数据上的支持）。



表 1 零件认证和重新认证的批次要求

零件信息	批次认证要求
新设备，未使用通用数据	表 2 要求的批次和样品的尺寸
某认证家族的零件需要经过认证的，将要认证的零件不能过复杂，能符合附录 1 中认证家族的定义	仅要求 4.2 节中定义的器件特殊测试，批次和样品的测试要求须根据表 2 中要求的测试
具有可以用通用数据的新零件	参考附录 4 决定表 2 中要求的相应测试，批次和样品尺寸须根据表 2 中要求的测试
零件加工工艺改变	参考表 3 决定需要表 2 中何种测试，批次和样品尺寸须根据表 2 中要求的测试
零件环境测试要达到所有测试的温度极端点，但是电终端测试的温度要低于等级要求温度	至少一批次的电终端测试（完全为认证测试）必须达到或超过器件等级要求的温度极点
多个地点的认证和重新认证	参考附录 1 中第 3 节
多个认证家族的认证和重新认证	参考附录 1 中第 3 节

适当关注下这些认证家族的指导原则，就能够积累起适用于该家族其他器件的信息。这些信息能够用来证实一个器件家族的通用可靠性并使特殊器件认证测试项目的需要减少到最低，这需要通过以下途径可以实现：认证和监测认证家族中最复杂的器件（例如大内存、模数转换器、大尺寸芯片），对后来加入此认证家族不太复杂的器件应用这些信息数据。通用数据的来源应该是供应商经鉴定过的测试实验室，它包括内部供应商认证，基本结构或标准的电路描述和测试，使用者特殊认证，以及供应商过程监控。提交的通用数据必须达到或超过表 2 中列出的测试条件。终端测试温度必须达到最差的温度极端，至少一个批次的的数据用来认证工作器件的温度等级。未做到以上并且如果未使用或接受现有的通用数据，将会导致供应商 1 个或 3 个批次的认证器件上的应力测试受到怀疑。使用者有最终权接受通用数据来代替测试数据。



## 2.4 测试样品

### 2.4.1 批次要求

测试样品应该由认证家族中有代表性的器件构成，由于缺少通用数据就需要有多批次的测试，表 2 中列出的测试样品必须是由非连续晶圆批次中近似均等的数量组成，并在非连续成型批次中装配。即样品在生产厂里必须是分散的，或者装配加工线至少有一个非认证批次。

### 2.4.2 生产要求

所有认证器件都应在制造场所加工处理，有助于量产时零件的传输。其他电测试场所可以在其电性质证实有效后用于电测量。

### 2.4.3 测试样品的再利用

已经用来做非破坏性认证测试的器件可以用来做其他认证测试，而做过破坏性认证测试的器件则除了工程分析外不能再使用。

### 2.4.4 样品尺寸要求

用于认证测试的样品尺寸与（或）提交的通用数据必须与表 2 中指定的最小样品尺寸和接受标准相一致。

如果供应商选择使用通用数据来认证，则特殊的测试条件和结果必须记录并对使用者有可用性（更合适的格式可见附录 4）。现有可用的通用数据应首先满足这些要求和表 2 中 2.3 节的每个测试要求。如果通用数据不能满足这些要求，就要进行器件特殊认证测试。

### 2.4.5 预前应力测试和应力测试后要求

表 2 中的附加要求栏为每个测试指定了终端测试温度（室温、高温和低温）。温度特殊值必须设有最差情况，即每个测试中用至少一个批次的通用数据和器件特殊数据来设置温度等级极端。例如，如果某供应商设计一种设备，有意设置在工作温度等级 3 环境（-40°C到+80°C），那么终端测试温度极端仅需将其作为限定。针对更高工作温度等级环境（等级 1 的 -40°C到+125°C）应用中的认证，要测试至少一个批次能用到附加终端测试温度极端的器件。

## 2.5 应力测试失效后的定义

测试失效定义为设备不符合测试的器件规范和标准规范，或是供应商的数据表，其重要性依次定义在 2.2 节中。任何由于环境测试导致的外部物理破坏的器件也要被认为是失效的器件。如果失效的原因被厂商和使用者认为是非正确运转、静电放电或一些其他与测试条件不相关的原因，失效就算不上，但作为数据提交的一部份上报。

## 3、 认证和重新认证

### 3.1 新器件认证

新器件认证的应力测试要求流程如图 2 所示，表 2 中描述了相关的测试条件。对于每个认证，无论是待认证器件的应力测试结果还是可接受的通用数据，供应商都必须有这些所有的数据。复审也应由同类家族的器件构成，以确保在这个家族中没有存在普遍的失效机理。无论何时认为通用数据的可用性，都要得到供应商的论证和使用者的核准。

对于每个器件认证，供应商必须提供以下：

- 设计、建造和认证的证书（见附录 2）
- 应力测试认证数据（见表 2 和附录 4）
- 用经过 Q100-007 认证（当适用于器件类型时）的软件故障等级水平的指示数据，可以利用并能达到客户的要求。

#### 3.1.1 当前认证家族中新器件的认证

如果通过供应商论证和使用者的同意，目前认证家族中的新的或重新设计的产品（晶圆修改版）可以用一个晶圆批次进行认证。

#### 3.2 器件改变后的重新认证

当供应商对产品或（和）制程作出了改变，从而影响了（或潜在影响）器件的外形、安装、功能、质量和（或）可靠性时（见表 3 的指导原则），该器件就需要重新认证。

### 3.2.1 制程改变须知

供应商将会满足客户对产品/制程改变的要求。

### 3.2.2 需要重新认证的改变

根据附录 1 描述的, 产品任何最小的改变, 都要用表 3 来决定重新认证的测试计划, 需要进行表 2 中列出的可适用的测试。表 3 应该作为一种指导, 用以决定哪种测试可以用来作为特殊零件改变的认证, 或者对于那些测试, 是否相当于通用数据来提交。

### 3.2.3 通过重新认证的标准

所有重新认证都应分析根本原因, 根据需要确定纠正的和预防性的行动。如果最低程度的适当的遏止方式得到了使用者的论证和承认, 器件和(或)认证家族可以暂被承认为“认证状态”, 一直到有适当纠正的和预防性的行动为止。

### 3.2.4 使用者承认

一种改变不会影响器件的工作温度等级, 但是会影响其应用时的性能。对于一些使用者的特别应用将需要其对制程改变有单独的授权许可, 而许可方式则超出了本文件的范围。

## 4. 认证测试

### 4.1 通用测试

测试流程如图 2 所示, 测试细则如表 2 所列。并不是所有测试都适用于一切器件, 例如某些测试只适用于陶瓷封装器件, 其他测试只适用于非易失性存储器器件, 等等。表 2 的注释栏中指定了适用于特殊器件类型的测试。表 2 的“附加要求”栏中也提供了重点测试要求, 取代了参考测试方法的那些要求。任何使用者要求的及未列入本文件的特别认证测试和条件, 需要供应商和使用者进行协商。

### 4.2 器件特殊测试

对于所有密塑封的待认证特殊器件, 必须进行以下测试。通用数据不允许用在这些器件上。如果已经存在的器件特殊数据则是可以接受的。

- 1、 静电放电---所有产品
- 2、 闩锁效应---所有产品
- 3、 电分配---供应商必须证明，超过了工作温度等级、电压和频率范围，器件能够满足其规格说明的参数限制。数据必须取自至少三个批次，或矩阵式（或斜式）制程批次，都必须提供足够的样品进行有效的统计，详见 Q100-009。强烈推荐使用 AEC-Q001 的零件平均测试指导原则来建立终测限度。
- 4、 其他测试---使用者可以要求其他测试，取代那些来自他与特殊供应商经验的通用数据。

#### 4.3 磨损可靠性测试

与磨损失效机理相关的新技术和材料无论何时被认证，以下列出的失效机理测试都必须是可应用的。数据、测试方法、计算和内部标准在每种新器件的认证上不需要论证和执行，但应满足使用者的要求。

- 电迁移
- 经时绝缘击穿（TDD 薄栅氧化层测试）---针对所有 MOS 技术
- 热载流子注入效应---针对 1 微米以下所有 MOS 技术
- 负偏压温度不稳定性
- 应力迁移

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/168113040023006075>