



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 7289—2017/IEC 61709:2011  
代替 GB/T 7289—1987

---

## 电学元器件 可靠性 失效率的基准 条件和失效率转换的应力模型

Electric components—Reliability—Reference conditions for failure rates  
and stress models for conversion

(IEC 61709:2011, IDT)

2017-11-01 发布

2018-05-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义和符号 .....	2
3.1 术语和定义 .....	2
3.2 符号 .....	3
4 内容及条件 .....	5
4.1 失效模式 .....	5
4.2 工作剖面考虑 .....	5
4.3 贮存条件 .....	5
4.4 环境条件 .....	6
5 通用基准条件和应力模型 .....	7
5.1 推荐的通用基准条件 .....	7
5.2 通用应力模型 .....	8
5.2.1 概述 .....	8
5.2.2 电压应力系数 $\pi_U$ .....	8
5.2.3 电流应力系数 $\pi_I$ .....	9
5.2.4 温度应力系数 $\pi_T$ .....	9
5.2.5 环境应用系数 $\pi_E$ .....	10
5.2.6 其他影响系数 .....	10
6 详细的基准条件及应力模型 .....	11
6.1 半导体集成电路 .....	11
6.1.1 基准条件 .....	11
6.1.2 应力系数 .....	13
6.2 半导体分立器件 .....	16
6.2.1 基准条件 .....	16
6.2.2 应力系数 .....	17
6.3 光电器件 .....	20
6.3.1 基准条件 .....	20
6.3.2 应力系数 .....	21
6.4 电容器 .....	24
6.4.1 基准条件 .....	24
6.4.2 应力系数 .....	25
6.5 电阻器和电阻网络 .....	27
6.5.1 基准条件 .....	27
6.5.2 应力系数 .....	28

6.6 电感、变压器和线圈 .....	29
6.6.1 基准条件 .....	29
6.6.2 应力系数 .....	29
6.7 微波元器件 .....	30
6.7.1 基准条件 .....	30
6.7.2 应力系数 .....	30
6.8 其他无源元器件 .....	30
6.8.1 基准条件 .....	30
6.8.2 应力系数 .....	31
6.9 电气连接 .....	31
6.9.1 基准条件 .....	31
6.9.2 应力系数 .....	32
6.10 连接器和插座 .....	32
6.10.1 基准条件 .....	32
6.10.2 应力系数 .....	32
6.11 继电器 .....	32
6.11.1 基准条件 .....	32
6.11.2 应力系数 .....	33
6.12 开关和按钮 .....	35
6.12.1 基准条件 .....	35
6.12.2 应力系数 .....	35
6.13 信号和指示灯 .....	36
6.13.1 基准条件 .....	36
6.13.2 应力系数 .....	36
附录 A (规范性附录) 元器件失效模式 .....	38
附录 B (资料性附录) 失效率预计 .....	40
附录 C (资料性附录) 失效率数据库设计的考虑 .....	48
附录 D (资料性附录) 失效率数据的潜在来源以及方法的选择 .....	50
附录 E (资料性附录) 元器件分类综述 .....	55
附录 F (资料性附录) 范例 .....	66
参考文献 .....	68

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 7289—1987《可靠性、维修性与有效性预计报告编写指南》。本标准与 GB/T 7289—1987 相比主要变化有：

- 标准名称变更为《电学元器件 可靠性 失效率的基准条件和失效率转换的应力模型》；
- 提供了依据基准失效率数据对设备中的电子元器件进行可靠性预计的具体方法。

本标准使用翻译法等同采用 IEC 61709:2011《电学元器件 可靠性 失效率的基准条件和失效率转换的应力模型》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 2900.13—2008 国际电工术语 第 191 部分：可信性与服务质量 (IEC 60050-191:1990)；
- GB/T 5080.6—1996 设备可靠性试验 恒定失效率假设的有效性检验 (IEC 60605-6:1989)；
- GB/T 4798.3—2007 电工电子产品应用环境条件 第 3 部分：有气候防护场所固定使用 (IEC 60721-3-3:2002)；
- GB/T 4798.4—2007 电工电子产品应用环境条件 第 4 部分：无气候防护场所固定使用 (IEC 60721-3-4:1995)；
- GB/T 4798.5—2007 电工电子产品应用环境条件 第 5 部分：地面车辆使用 (IEC 60721-3-5:1997)；
- GB/T 4798.7—2007 电工电子产品应用环境条件 第 7 部分：携带和非固定使用 (IEC 60721-3-7:2002)。

本标准做了下列编辑性修改：

- 修改了原文的错误，将 6.11.2.1 中“各应力因子值见 6.11.2.3 和 6.11.2.4。”改为“各应力因子值见 6.11.2.2、6.11.2.3 和 6.11.2.4。”。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本标准由全国电工电子产品可靠性与维修性标准化技术委员会 (SAC/TC 24) 归口。

本标准起草单位：工业和信息化部电子第五研究所。

本标准主要起草人：莫郁薇、周军连、聂国健、翟芳、任艳。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 7289—1987。

# 电学元器件 可靠性 失效率的基准 条件和失效率转换的应力模型

## 1 范围

本标准规定了如何利用失效率数据进行电子设备中的电子元器件可靠性预计。

基准条件是在大量应用中所观测到的元器件应力典型值。基准条件之所以有用,是因为它可通过采用考虑真实工作条件的应力模型,计算出任何条件下的失效率。在早期设计阶段,基准条件下的失效率允许用于实际的可靠性预计。

本标准描述的应力模型是通用模型,可在需要时作为基准条件下失效率数据转换为真实工作条件下失效率的基础,这简化了预计方法,失效率数据的转换只允许在元器件规定的功能使用限制范围内进行。

本标准还就如何构建元器件失效率数据库,以提供可用于本标准应力模型的失效率提供了指南。指定失效率数据的基准条件是为了使不同来源的数据可以在同一基准上进行比较。如果失效率数据依照本标准给出,则不需要附加特定条件的信息。

本标准不提供元器件的基本失效率,而是提供模型把通过其他方式获得的失效率由一种工作条件转换到另一工作条件下的失效率。

本标准描述的预计方法都假定元器件是在使用寿命期内使用的。本标准方法有通用性,但明确适用于第 6 章和附录 E.2 中给出的元器件类型。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

IEC 60050-191 国际电工术语 第 191 部分:可信性与服务质量(International electrotechnical vocabulary—Part 191: Dependability and quality of service)

IEC 60605-6 设备可靠性试验 第 6 部分:恒定失效率和恒定失效密度假设的有效性试验(Equipment reliability testing—Part 6: Tests for the validity and estimation of the constant failure rate and constant failure intensity)

IEC 60721-3-3 电工电子产品应用环境分类 第 3 部分:有气候防护场所固定使用(Classification of environmental conditions—Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities—Section 3: Stationary use at weather protected locations)

IEC 60721-3-4 电工电子产品应用环境分类 第 4 部分:无气候防护场所固定使用(Classification of environmental conditions—Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities—Section 4: Stationary use at nonweatherprotected locations)

IEC 60721-3-5 电工电子产品应用环境分类 第 5 部分:地面车辆使用(Classification of environmental conditions—Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities—Section 4: Ground vehicle installations)

IEC 60721-3-7 电工电子产品应用环境分类 第 7 部分:携带和非固定使用(Classification of environmental conditions—Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severi-