



中华人民共和国国家标准

GB/T 24986.1—2010

家用和类似用途电器可靠性评价方法 第1部分：通用要求

Evaluation methods for reliability on household and
similar electrical appliances—Part 1: General requirements

2010-08-09 发布

2010-12-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 可靠性评价的意义和目的	4
5 可靠性评价的参数和指标	5
6 分布假设	5
7 可靠性评价的方法	5
8 试验	6
9 故障的判据和统计	7
10 数据处理	7
附录 A (规范性附录) 指数分布 MTBF 的计算公式	9
参考文献	10

前 言

GB/T 24986《家用和类似用途电器可靠性评价方法》分为若干部分：

第1部分：通用要求；

第2部分：电冰箱(电冰柜)的特殊要求；

第3部分：洗衣机的特殊要求；

.....

本部分是 GB/T 24986 的第1部分。

本部分的附录 A 为规范性附录。

本部分由中国轻工业联合会提出。

本部分由全国家用电器标准化技术委员会(SAC/TC 46)归口。

本标准参与起草单位：中国家用电器研究院、海尔集团公司、美的集团有限公司、广东万和新电气有限公司、广州威凯认证检测有限公司、广东志高空调有限公司、海信科龙电器股份有限公司、广州松下空调器有限公司、博西华电器(江苏)有限公司、江苏白雪电器股份有限公司、九阳股份有限公司、中国赛宝实验室、青岛市产品质量监督检验所。

本标准主要起草人：马德军、杨玉斋、王军、刘国荣、黄逊青、王海军、郑崇开、李儵、冯利峰、刘兆祥、吴雄华、高益宏、宋新洲、吕全彬、杨林、吴如军。

本部分为首次发布。

引 言

目前,可靠性技术已经在许多领域得到广泛应用,比如军事领域、航空航天领域、医疗行业及汽车行业等。可靠性技术的应用,在提高产品质量、更好地满足消费者需求等方面取得了很大成效。

中国已经成为全球家电的生产、消费和出口大国。可靠性作为衡量产品质量的重要特性之一,在产品的设计、生产等阶段也逐步得到应用。家用电器可靠性评价方法国家标准的出台,对于提高产品质量、更好地保障消费者利益具有重要意义。

依据家用电器产品的特点,GB/T 24986 的本部分规定了家用和类似用途电器可靠性评价方法的通用要求;GB/T 24986 规定的可靠性评价方法可用于家用和类似用途电器的设计和开发过程中对其输出进行验证,以及在生产过程中对产品的特性进行监控和检验。

家用和类似用途电器可靠性评价方法

第1部分:通用要求

1 范围

GB/T 24986 的本部分规定了家用和类似用途电器(以下简称电器)可靠性评价方法的通用要求。

本部分适用于在电器的设计和开发过程中对其输出进行验证,以及在生产过程中对电器的特性进行监控和检测,本部分由电器生产企业或其他相应检验机构实施。

本部分规定了可靠性评价方法的通用要求,在对具体电器进行评价时,评价方法需要结合具体电器特点进行实施。而且,评价方法不限于本部分规定的内容,建议生产企业和相关方根据实际情况采用本部分,并以本部分以外的其他方法予以补充、完善可靠性评价措施。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 24986 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 2900.13—2008 电工术语 可信性与服务质量(IEC 60050(191):1990、Amend. 1:1999 and Amend. 2:2002,IDT)

JB/T 7518 机电产品可靠性评价导则

3 术语和定义

GB/T 2900.13—2008、JB/T 7518 确立的以及下列术语和定义适用于 GB/T 24986 的本部分。

3.1

家用和类似用途电器 household and similar electrical appliance

在家庭、寓所及类似用途(例如:商店、轻工业和农场等)场合,由非专业人员使用的电子和电器装置。

3.2

故障 fault

电器不能执行规定功能的状态。

3.3

致命故障 critical fault

可能导致人员伤亡、重要物件损坏或其他不可容忍后果的故障。

3.4

关联故障 relevant fault

在解释试验结果或计算可靠性特征量时必须计入的故障。

3.5

非关联故障 non-relevant fault

在解释试验结果或计算可靠性特征量时不应计入的故障。

3.6

间歇故障 intermittent fault

电器未经任何修复性维修而在有限的持续时间内自行恢复执行规定功能的故障。

这种故障往往是反复出现的。

3.7

早期故障 early life fault

电器在其寿命的早期,因设计、制造、装配的缺陷等原因引起的故障,其故障率随着寿命单位数的增加而降低。

3.8

偶然故障 accident fault

电器在寿命周期中由偶然因素引起的故障,其故障率不随寿命单位数的增加而变化。

3.9

耗损故障 wearout fault

电器在其寿命周期中因疲劳、磨损、松动、腐蚀、老化等原因引起的故障,其故障率随寿命单位数的增加而增加。

3.10

从属故障 dependent fault

由另外一个产品故障引起的故障。

3.11

可靠性分析 reliability analysis

运用可靠性分析方法对电器及其零部件的可靠性指标,如故障率、MTBF、可靠度等进行定性或定量描述。

3.12

可靠性评价 reliability evaluation

对电器可靠性进行分析、预计和验证,以确定电器可靠性要求是否得到满足。

3.13

故障模式与影响分析 fault modes and effects analysis; FMEA

研究电器的每个组成部分可能存在的故障模式并确定各个故障模式对电器其他组成部分和电器要求功能的影响的一种定性的可靠性分析方法。

3.14

故障模式与影响与危害度分析 fault modes and effects and criticality analysis; FMECA

同时考虑故障发生概率与故障危害度等级的故障模式与影响分析。

3.15

故障树分析 fault tree analysis; FTA

以故障树的形式进行分析的方法。它用于确定哪些组成部分的故障模式或外界事件或它们的组合可能导致电器的一种已给定的故障模式。

3.16

平均无故障工作时间 mean operating time between faults; MTBF

θ

相邻两次故障之间的平均工作时间。它仅适用于可修复的产品。

3.17

平均首次故障前工作时间 mean time to first fault; MTTF

首次故障前工作时间的期望。

3.18

MTBF 的验证区间 demonstrated MTBF interval

θ_L, θ_U

在试验条件下,真实 MTBF 的可能范围。即在规定的置信度下对 MTBF 的区间估计。 θ_U 称为置

信上限; θ_L 称为置信下限。

3.19

MTBF 试验上限值 upper test MTBF

θ_0

可接收的 MTBF 值。当电器的平均无故障工作时间的真值接近 θ_0 时, 试验方案以高概率接收电器。

3.20

MTBF 试验下限值 lower test MTBF

θ_1

不可接收的 MTBF 值。当电器的平均无故障工作时间的真值接近 θ_1 时, 试验方案以高概率拒收电器。

3.21

鉴别比 discrimination ratio

D_m

验证 MTBF 统计试验方案的参数之一, 它说明 θ_0 和 θ_1 差别的大小, $D_m = \theta_0 / \theta_1$ 。

3.22

购买方风险 consumer's risk

β

电器 MTBF 的真值等于 MTBF 试验下限值 θ_1 时, 电器被接收的概率。

3.23

生产方风险 producer's risk

α

电器 MTBF 的真值等于 MTBF 试验上限值 θ_0 时, 电器被拒收的概率。

3.24

可靠度 reliability

$R(t)$

电器在规定的条件下和规定的时间区间内完成规定功能的概率。

3.25

累积故障概率 accumulated fault rate

$F(t)$

电器在规定的条件下和规定的时间内, 丧失规定功能的概率称为累积故障概率。

3.26

故障概率密度 fault probability density

$f(t)$

电器在 t 时刻的单位时间内发生故障的概率, 说明电器在各个时刻发生故障的可能性。

3.27

故障率 fault rate

$\lambda(t)$

在时刻 t 尚未发生故障的电器在单位时间内发生故障的概率, 用来描述在各个时刻仍在正常工作的电器发生故障的可能性。

3.28

可靠寿命 reliable life

电器在规定的条件下, 给定的可靠度所对应的电器工作时间。

3.29

使用寿命 **useful life**

电器在规定的条件下,从规定时刻开始,到失效密度变到不可接受或电器的故障被认为不可修理时为止的时间区间。

3.30

基本可靠性 **basic reliability**

电器在规定的条件下,无故障的持续时间或概率。

3.31

任务可靠性(度) **task reliability**

电器在规定的任务剖面中完成规定功能的能力(概率)。

3.32

耐久性 **endurance test**

产品在规定的使用与维修条件下,直到极限状态前完成规定功能的能力。

产品的极限状态可以由使用寿命的终止、经济和技术上已不适宜等来表征。

3.33

点估计 **dot estimate**

用一个统计量的单一值去估计一个未知参数的数值。

3.34

概念和定义阶段 **concept and definition phase**

电器寿命周期中确定产品需求和(通常)规定产品规范的阶段。

3.35

设计和开发阶段 **design and development phase**

电器寿命周期中形成电器硬件和/或软件以及编制硬件的详细制造规范、软件的编写规范和其他电器文件(如使用 and 维修说明书)的阶段。

3.36

制造阶段 **manufacturing phase**

在电器寿命周期中生产电器、配置软件和装配电器的阶段。

3.37

运行和维修阶段 **operation and maintenance phase**

在电器寿命周期中使用电器并进行维修和保障的阶段。

4 可靠性评价的意义和目的

4.1 可靠性评价的意义

可靠性是家用电器产品最重要的质量特性之一,可靠性管理体系通常是在参考 GB/T 19001 质量管理体系的框架内建立的子体系,可靠性管理体系的策划,可参照 GB/T 19000.4 和 GB/T 6992.2、IEC 60300 等标准的要求。对电器实施可靠性评价是可靠性管理工作的主要内容,其意义在于保证电器可靠性满足消费者预期要求,从而促进家用电器生产企业实现预期经营目标。

4.2 可靠性评价的目的

可靠性评价的目的在于确定规定的可靠性要求是否得到满足,在电器产品实现的各个主要阶段,可靠性评价目的分别体现为:

- a) 在概念和定义阶段可以对收集的同类电器的可靠性数据进行评价和分析,在此基础上确定出最优的电器可靠性设计方案;
- b) 在设计和开发阶段进行可靠性增长试验时,根据试验数据对所出现的故障进行分析和改进,

使电器可靠性得到逐步增长；

- c) 在定型和生产时,可以根据可靠性鉴定或验收试验数据进行评价,评价是否符合要求；
- d) 在运行和维修阶段,可以根据收集的现场数据进行评价,为开展新电器的可靠性设计和改进原电器设计提供有益的参考。

5 可靠性评价的参数和指标

家用和类似用途电器的可靠性评价分为定性分析和定量评价。

5.1 定性分析

主要对家用和类似用途电器本身设计和开发过程中所采取的设计、分析、试验结果是否满足规定可靠性要求作出定性评价。

5.2 定量评价

定量评价主要是综合利用各种相关信息,据此扩大、补充样本量,作出是否满足规定可靠性要求的具有一定量化指标的评价。

5.3 可靠性评价参数的选定

- a) 基本可靠性反映了电器对维修人力费用和后勤保障资源的需求,确定基本可靠性指标时应统计电器的所有寿命单位和所有的故障,常见的基本可靠性参数为平均无故障工作时间。
- b) 确定任务可靠性指标时仅考虑在任务期间那些影响任务完成的故障,常见的任务可靠性参数有任务可靠度。
- c) 对于要求控制故障次数的电器选用故障率,平均无故障工作时间,可靠度参数。
- d) 对于具有耗损故障的电器可以用可靠寿命、使用寿命对其寿命特征进行描述。

5.4 可靠性评价指标的确定

可靠性评价指标是可靠性参数要求的量值。

要根据用户的调查和数据的积累,根据以下因素权衡：

- a) 用户需求；
- b) 现有电器的水平；
- c) 在技术、经济实施方面的可行性。

6 分布假设

6.1 对于尚无充分数据验证和确定故障分布特性的电器,采用以下假设：

- a) 由较多的零部件组成,具有多种故障模式的整机设备、复杂部件以及由电子元器件为主构成的整机电器的故障间隔时间,采用指数分布假设；
- b) 由少数零部件组成,以某种或少数几种故障模式为主的机械零部件可采用威布尔分布假设。

6.2 若有充分数据,可进行验证后再确定。

7 可靠性评价的方法

可靠性评价方法即可靠性评价手段或途径,主要是定性分析与定量评价相结合。

可靠性评价通常可采用 FMEA、FTA、同类电器可靠性水平对比分析、可靠性试验数据分析等方法,评价电器的可靠性水平。

7.1 定性分析

定性分析的目的如下：

- a) 说明电器的继承性情况,电器的设计和工艺是否尽可能采用成熟技术,评价电器的继承性对于可靠性的贡献；
- b) 说明电器是否按照使用任务剖面进行了环境适应性设计(抗振动、冲击设计；热设计和低温防

- 护设计;防潮、防盐雾设计;电磁兼容设计等),并评价设计效果以及对电器固有可靠性的影响;
- c) 说明电器是否进行了最不利情况分析,分析电器各组成单元或基本因素的特性参数变化范围设计的合理性,评价电器处在不利条件下的稳定性;
 - d) 电器在设计和开发过程中是否同步开展 FMEA 或 FMECA,分析通过 FMEA 找到的故障模式有无遗漏,对于故障模式采取的针对性纠正或预防措施是否有效,根据 FMEA 或 FMECA 结果,评价电器可靠性是否满足要求;
 - e) 说明电器设计和开发过程中可靠性管理情况,是否建立可靠性管理体系;是否认真制定、实施、监督可靠性工作计划;是否切实进行电器各相应步骤的可靠性设计评审,并对评审中的遗留问题进行评审。

7.2 定量评价

定量评价主要包括专家评分法、相似产品法、元器件计数法、图估法和统计分析法。

专家评分法、相似产品法、元器件计数法主要在产品阶段用来进行可靠性预计。

7.2.1 统计分析法

统计方法能够为数学分析的不确定性提供度量,通常用正态分布、威布尔分布、指数分布进行计算。

7.2.2 专家评分法

专家评分法是依靠有经验的技术人员,按照几种因素进行评分。评分考虑的因素可按电器的特点而定,常用的四种评分因素为:复杂度、技术发展水平、工作时间、环境条件。按评分结果,由已知的某单元故障率根据评分系数算出其余单元的故障率。

7.2.3 相似产品法

相似产品法是利用有关相似电器所得到的特定经验的预计方法。估计可靠性的最快方法是将正在设计和开发过程的电器与一个相似电器进行比较,而后者的可靠性已经用某种方法确定,并且经过了评价。相似电器之间的比较主要包括以下方面:

- a) 电器的结构和性能比较;
- b) 设计的相似性;
- c) 制造的相似性。

7.2.4 元器件计数法

元器件计数法是在初步设计阶段所使用的预计方法,在这个阶段,每种通用元件的数量已经基本确定,在以后的设计和开发、制造阶段,整个设计的复杂程度预期不会有明显的变化。元器件计数法认定元器件的寿命是指数分布的。

元器件计数法所希望的信息有:

- a) 通用的元器件种类;
- b) 元器件数量;
- c) 元器件质量等级;
- d) 电器的工作环境。

7.2.5 图估法

图估法是利用专门的概率标图纸,在概率纸上被研究的累积分布函数能描成直线,最终确定分布的参数。概率绘图时采用累计百分比的平均和中位秩。平均秩适用于对称分布,如正态分布,中位秩适用于不对称分布,如威布尔分布。

8 试验

8.1 电器产品可靠性试验安排

在对电器产品进行可靠性试验安排时应考虑:

- a) 能够为评价和改进电器可靠性提供信息的所有试验,尽可能利用这些试验的可用信息或与这

些试验结合进行,如性能试验等,以充分利用资源,减少重复费用,提高试验效率,并保证不会漏掉在单独试验中经常忽略的缺陷;

- b) 电器的可靠性试验可与电器的耐久性试验结合进行,环境应力和工作应力的种类和量值应模拟预期使用的环境条件和工作条件。

8.2 电器产品可靠性试验条件

确定可靠性试验条件时应注意:

- a) 设计和开发过程中确定可靠性的试验条件时,应考虑能暴露电器中存在的设计、材料和工艺等方面的缺陷;
- b) 进行可靠性鉴定、验收试验和可靠性增长试验时,首先要考虑试验的真实性,模拟电器的实际使用环境,使电器经受在使用中经历的应力类型、水平和持续时间。选用的应力既能充分暴露实际使用中出现的故障,又不会诱发出实际使用中不会出现的故障。

9 故障的判据和统计

9.1 故障的判据

试验故障判据根据所评价的可靠性参数不同而不同,对于基本可靠性参数,凡是关联故障都应记入,对于任务可靠性参数,只记入导致任务失败的关联故障。

9.1.1 关联故障

以下故障应记为关联故障:

- a) 设计缺陷或制造工艺缺陷造成的故障;
- b) 元器件缺陷造成的故障;
- c) 耗损件在寿命期发生的故障;
- d) 原因不明的故障。

9.1.2 非关联故障

以下故障应记为非关联故障:

- a) 试验过程中,由于安装不当造成的故障;
- b) 超过设计要求的过应力造成的故障。

9.2 故障的统计

按照下列原则对关联故障进行统计:

- a) 同一部件或电器的间歇故障只计为一次故障;
- b) 当可证实多个故障模式是由同一故障引起的时候,整个事件计为一次故障;
- c) 在有多个零件或单元同时发生故障的情况下,当不能证明是一个故障引起了另一些故障时,每个元器件的故障均计为一次独立故障;
- d) 已经报告过的故障由于未能真正修复而又再次出现的,应和原来报告过的故障合计为一次故障;
- e) 由于独立故障引起的从属故障不计入故障次数;
- f) 已确认为非关联故障不计入故障次数。

10 数据处理

10.1 点估计

以了解电器的可靠性水平和相对增长为目的的评价,可采用点估计分析方法。

一个点估计值是单个数值,用于表示一个统计参数的未知真值。

故障率的点估计见式(1):

$$\hat{\lambda} = r/T \quad \dots\dots\dots (1)$$

平均无故障工作时间见式(2):

$$\hat{\theta} = T/r \quad \dots\dots\dots (2)$$

其中:

$\hat{\lambda}$ ——故障率的点估计;

$\hat{\theta}$ ——平均寿命的点估计;

T ——累计相关试验时间;

r ——试验中累积故障数。

10.2 区间估计

置信限规定了在估计值周围的置信区间,这个区间以确定的置信水平包含着被估计参数的真值。指数分布的区间估计计算见附录 A。

附 录 A
(规范性附录)
指数分布 MTBF 的计算公式

A.1 定数截尾试验样本

A.1.1 双侧置信区间

对于置信度 $1-\alpha$, 平均无故障工作时间(MTBF)的双侧置信区间的计算见式(A.1)和式(A.2)。

$$\theta_L = \frac{2T}{\chi^2_{1-\alpha/2}(2r)} \quad \dots\dots\dots(\text{A.1})$$

$$\theta_U = \frac{2T}{\chi^2_{\alpha/2}(2r)} \quad \dots\dots\dots(\text{A.2})$$

A.1.2 单侧置信下限

单侧置信下限的计算见式(A.3):

$$\theta_L = \frac{2T}{\chi^2_{1-\alpha}(2r)} \quad \dots\dots\dots(\text{A.3})$$

A.2 定时截尾试验样本

A.2.1 双侧置信区间

对于置信度 $1-\alpha$, 平均无故障工作时间(MTBF)的双侧置信区间的计算见式(A.4)和式(A.5)。

$$\theta_L = \frac{2T}{\chi^2_{1-\alpha/2}(2r+2)} \quad \dots\dots\dots(\text{A.4})$$

$$\theta_U = \frac{2T}{\chi^2_{\alpha/2}(2r)} \quad \dots\dots\dots(\text{A.5})$$

A.2.2 单侧置信下限

单侧置信下限的计算见式(A.6)

$$\theta_L = \frac{2T}{\chi^2_{1-\alpha}(2r+2)} \quad \dots\dots\dots(\text{A.6})$$

其中:

θ_L ——MTBF 的置信下限;

θ_U ——MTBF 的置信上限;

α ——生产方风险;

$1-\alpha$ ——推荐的置信度;

T ——累计相关试验时间;

r ——试验中累积故障数。

注: 上述公式中 χ^2 的分布数值表见 GB/T 4086.2《统计分布数值表 χ^2 分布》。

参 考 文 献

- [1] GB/T 19001 质量管理体系 要求(GB/T 19001—2008, ISO 9001:2008, IDT)
 - [2] GB/T 19000 质量管理体系 基础和术语(GB/T 19000—2008, ISO 9000:2005, IDT)
 - [3] GB/T 6992.2 可信性管理 第2部分:可信性大纲要素和工作项目(GB/T 6992.2—1997, IEC 60300-2:1995, IDT)
 - [4] GB/T 5080.4 设备可靠性试验 可靠性测定试验的点估计和区间估计方法(指数分布)(GB/T 5080.4—1985, neq IEC 60605-4:1978)
 - [5] GB/T 21097.1 家用和类似用途电器的安全使用年限和再生利用通则(GB/T 21097.1—2007)
 - [6] GJB 450A 装备可靠性工作通用要求
 - [7] IEC 60300-3-1 可信性管理 第3-1部分:可信性分析技术:方法指南
 - [8] IEC 60300-3-2 可信性管理 第3-2部分:现场可信性数据的收集
 - [9] IEC 60300-3-3 可信性管理 第3-3部分:寿命周期费用
 - [10] IEC 60300-3-4 可信性管理 第3-4部分:制定可信性要求规范的指南
 - [11] IEC 60300-3-5 可信性管理 第3-5部分:可靠性试验条件和统计试验原则
 - [12] 龚庆祥,赵宇,顾长鸿,等.型号可靠性工程手册.北京:国防工业出版社,2007
 - [13] 《可靠性设计大全》编撰委员会.可靠性设计大全.北京:中国标准出版社,2006
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
家用和类似用途电器可靠性评价方法
第 1 部分:通用要求
GB/T 24986.1—2010

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn
电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 21 千字
2010 年 9 月第一版 2010 年 9 月第一次印刷

书号: 155066 • 1-40332 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 24986.1—2010