

关于可靠性

[1] 可靠性

1. 狭义的可靠性

可靠性是指“可相信且可依赖的性质”。简单地说就是“商品在使用期间不出故障的工作性质”=“不出故障的性质”。

2. 广义的可靠性

狭义与广义的分类从以下几点开始。商品的存在寿命有限。也就是说，不知何时就会损坏。有故障时，或者扔掉或者修好了再用。前者为一次性商品，后者为可修理品。

一次性商品的可靠性是“狭义的可靠性”

可修理品的可靠性是“广义的可靠性”

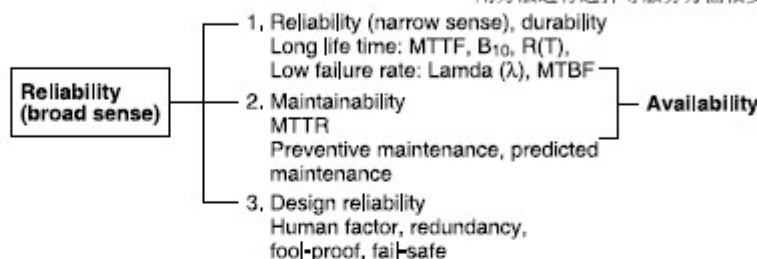
广义的可靠性考虑修好再用时，除“无故障的性质”这一狭义可靠性以外还要考虑“有故障时易修复”，即保全性。

可靠性（狭义）+保全性=广义的可靠性

最近变得开始重视在此基础上的设计可靠性了。概括来说可靠性本来是耐久性=无故障、故障少的意思，随着可靠性的扩展，易修理也就是保全性开始受到重视。尤其是人工-机械的可靠性受到重视设计可靠性应该也有所提高。

3. 固有可靠性和使用可靠性

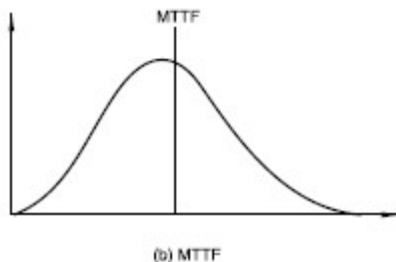
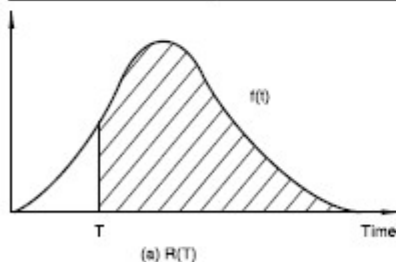
可靠性已经进入到供应商的观念之中。这叫做“固有可靠性”，“狭义的可靠性”为其中心。另外，从用户的立场来说可靠性叫做“使用可靠性”。包含保全性的“广义的可靠性”成为焦点。在继电器等里面，使用可靠性在考虑使用方法进行选择等服务方面很受重视。



[2] 可靠性的尺度

可靠性的尺度有很多种，以下是经常使用的尺度。

尺度	表示例
可靠度R(T)	99.9%
MTBF	100小时
MTTF	100小时
故障率λ	20Fit、1%/小时
安全寿命B ₁₀	50小时



1. 可靠度

表现为“可靠度(%)”。现在把10个电灯泡连续开100小时，100小时以后如果这10个电灯都还亮着那么可靠度为10/10=100%。

如果只有3个亮着那么可靠度为3/10=30%。在JIS Z8115的定义中，

系・机器・部件等	・ ・ 部件、单元、产品、系统全部为对象
在规定的条件下	・ ・ 环境、使用条件
打算期间	・ ・ 使用期间、规定时间
贯彻规定的功能	・ ・ 无故障工作
确定率	・ ・ 可确定性

2. MTBF

Mean Time Between Failures的简略语。

被翻译成“平均故障间隔”。

“一边修理一边使用的系、机器、部件等的相邻的故障之间的工作时间平均值”。

MTBF的对象被“一边修理一边使用”所限定。

如果知道了MTBF就可以知道那个产品“能够多少小时无故障使用”、“在多少小时使用后如果修理的话还能使用”等。

另外，MTBF表示的是到出故障为止的寿命，所以MTBF经常用于代替寿命。

平均故障率是以下定义。

平均故障率=总故障数/总工作时间

一般称故障率时是指“瞬间故障率”。是“到某一时刻为止连续不断工作的系、机器、部件等在单位时间内发生故障的比例”的意思。

作为故障率的单位经常使用%/小时。故障率小的部件等作为单位

Fit (Failure Unit) = 10^{-9} /时间

被使用。

在继电器里由于用时间很难表现,所以经常使用%/次数。

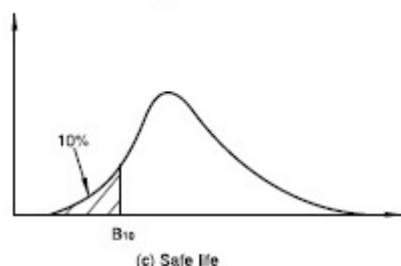
5. 安全寿命

可靠度的反面

$1-R(B) = t\%$

值B。

一般经常用B ($1-R(B) = 10\%$)。根据情况不同也会从MTTF变为实际的值。



[3] 故障

1.故障 (failure)

所谓可靠性高就是故障少的意思。

这个故障一般是指“东西坏了不能用了”。但是，根据情况的不同功能降低、状态不好也应该认为是故障。也就是说“失去了系、机器、部件等的规定功能”。

2.故障特性・浴盆形 (bath tub) 曲线图

把某个商品从被生产、使用期间到被废弃为止的故障率的推移做成图形如下图。那个形状叫做故障率曲线图。以制造完了为时间轴的“0”点在纵轴上表示故障率。

(I) 初期故障时间

在(I)的高故障率被称为初期故障期间，这个期间的故障被称为初期故障。潜在的设计失误、工程的缺陷等各种弱点都在使用初期显现。对于这种缺陷必要尽早找出，使其能稳定工作。这个过程叫做调试 (debugging)，要进行磨合和甄别等。

(II) 偶发故障期间

过了初期故障，下面会有很长一段时间是故障率的安定期间(II)。故障率差不多一定的意思是指故障是随机(时间性的)发生，这个期

3.MTTF

Mean Time To Failure的简略语。

翻译成“到出故障为止的平均时间”。

是“系、机械、部件等从没有进行过修理直到出故障为止的工作时间的平均值”。

MTTF的对象是“不修理商品”=“一次性商品”。

部件・材料等成为主对象、继电器也包含其中。

4.故障率

被称为Failure Rate，是“故障发生比例”的意思。故障率有“平均故障率”和“瞬间故障率”2种。

间叫做偶发故障期间，故障叫做偶发故障。在这个期间的故障率当然谁都希望是“0”，但是实际上是不太可能的，只能尽量努力达到“0”。

(III) 磨损故障期间

过了偶发故障期间之后就是故障率逐渐变高的期间(III)。这是由于磨损、疲劳等引起的寿命将尽。这个期间叫做磨损故障期间，故障叫做磨损故障。对于这种故障，由于可以事先预料得到，所以可以通过预先告知来进行替换。是继电器的话，可以通过实际成绩或者在实际机器上的性能确认，在某种程度上进行预测。另外，如果只在偶发故障期间打算使用继电器的话这个期间的长度叫做寿命。

3.威伯尔解析

把故障的类型分类，分析寿命特性时，以威伯尔分布为主体，常用威伯尔解析。

威伯尔分布曲线是

$$f(x) = \frac{m}{\alpha} (x - \gamma)^{m-1} e^{-\frac{(x-\gamma)^m}{\alpha}}$$

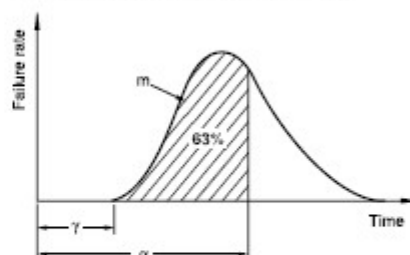
看上去虽然很复杂，其实只有变数 m 、 α 、 γ 这3个交织在一起。

m :形状参数

α :尺度参数

γ :位置参数

把威伯尔分布应用于实际的故障分布的形状上，只要推算出上面的3个变数就行了。



代替麻烦的计算式，使用威伯尔概率纸。威伯尔概率纸的特征有以下几点。

- (1) 威伯尔分布与寿命的实际分布是最近似的。
- (2) 威伯尔概率纸使用起来很简单。
- (3) 即使各种类型故障混在一起也可以在图上识别。

与前述故障率曲线图的关系如下所示。形状参数 m 的值表示了故障为哪种故障。

- (1) $m < 1$ 的情况:故障的类型为初期故障型。
- (2) $m = 1$ 的情况:故障的类型为偶发故障型。
- (3) $m > 1$ 的情况:故障的类型为磨损故障型。

