



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 34987—2017/IEC 61649:2008

---

## 威 布 尔 分 析

Weibull analysis

(IEC 61649:2008, 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
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义、缩略语和符号 .....	1
3.1 术语和定义 .....	1
3.2 缩略语 .....	2
3.3 符号 .....	3
4 应用范围 .....	3
5 威布尔分布 .....	4
5.1 双参数威布尔分布 .....	4
5.2 三参数威布尔分布 .....	5
6 数据 .....	5
6.1 数据类型 .....	5
6.2 首次失效时间 .....	5
6.3 材料特性与威布尔分布 .....	5
6.4 样本量 .....	5
6.5 删失数据和搁置数据 .....	6
7 绘图法和拟合优度 .....	6
7.1 概述 .....	6
7.2 如何绘出威布尔概率图 .....	6
7.3 风险函数图 .....	9
8 威布尔概率绘图的解释 .....	10
8.1 浴盆曲线 .....	10
8.2 可能被掩盖的未知失效模式 .....	11
8.3 小样本 .....	12
8.4 离群点 .....	13
8.5 非线性散点图的解释 .....	13
9 计算法和拟合优度 .....	16
9.1 导言 .....	16
9.2 假设和条件 .....	16
9.3 局限性与准确性 .....	16
9.4 数据的输入与输出 .....	16
9.5 拟合优度检验 .....	17
9.6 极大似然估计法——参数 $\eta$ 和 $\beta$ 的点估计 .....	17
9.7 平均失效时间的点估计 .....	17

9.8	失效分位数(10%)的点估计	18
9.9	$t$ 时刻可靠度函数的点估计( $t \leq T$ )	18
9.10	软件程序	18
10	置信区间	18
10.1	$\beta$ 的区间估计	18
10.2	$\eta$ 的区间估计	19
10.3	中位秩回归贝塔二项置信区间	19
10.4	费希尔矩阵置信区间	19
10.5	$B_{10}$ 的置信下限	20
10.6	可靠度 $R$ 的置信下限	20
11	中位秩回归方法和极大似然估计法的比较	20
11.1	图示法	20
11.2	百分寿命估计(B或L分位数)	20
11.3	小样本	20
11.4	形状参数 $\beta$	21
11.5	置信区间	21
11.6	单个失效	21
11.7	数学严谨性	21
11.8	结果表达	21
12	威布尔贝叶斯方法	21
12.1	描述	21
12.2	方法	21
12.3	无失效信息的威布尔贝叶斯方法	22
12.4	带失效信息的威布尔贝叶斯分布	22
12.5	威布尔贝叶斯方法案例	22
13	突发死亡法	23
14	其他分布	25
附录 A (资料性附录)	案例研究	26
附录 B (资料性附录)	算例	28
附录 C (资料性附录)	中位秩	30
附录 D (规范性附录)	统计表	37
附录 E (资料性附录)	电子数据表	39
附录 F (资料性附录)	威布尔概率纸(示例)	46
附录 G (资料性附录)	多种失效模式的混合	47
附录 H (资料性附录)	三参数威布尔实例	49
附录 I (资料性附录)	构造威布尔概率纸	51
附录 J (资料性附录)	技术背景和参考文献	53
参考文献		56

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用 IEC 61649:2008《威布尔分析》。

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 4889—2008 数据的统计处理和解释 正态分布均值和方差的估计与检验(ISO 2854:1976, MOD)

——GB/T 21711—2008 基础机电继电器 第 2 部分：可靠性(IEC 61810-2;2008, IDT)

本标准与 IEC 61649:2008 相比,做了下列编辑性修改：

——IEC 61649:2008 对式(9)的解释有误,更正为：“ $t_i$  是失效时间, $F(t_i)$ 是中位秩”。

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、芜湖赛宝信息产业技术研究院有限公司、北京大学、中国工程物理研究院电子工程研究所、中兴通讯公司、电子科技大学、总参谋部第六十研究所、中航工业综合技术研究所。

本标准主要起草人：沈峥嵘、侯卫国、李东风、高军、胡斌、尤荣贤、陈光宇、唐军军、武月琴、朱军华。

## 引 言

威布尔分布用于失效率递增、递减或保持恒定的数据模型的建立。它适合应用于多种数据,包括失效时间、失效循环、失效里程、机械应力等连续型随机变量。利用本标准提供的方法,即使对于删失数据,也可对寿命分布进行建模。

附录部分给出了利用电子制表软件开展威布尔分析的方法,指明了如何独立地分析不同的失效模式并识别薄弱环节,如何利用三参数威布尔分布得到样本位置参数的信息。

# 威 布 尔 分 析

## 1 范围

本标准提供了利用连续变量(失效时间、失效里程或机械应力等)分析威布尔数据的方法。

本标准适用于随机样本在试验条件或工作条件下得到的有效失效数据(如失效时间、失效里程或机械应力等),其目的是估计总体的可靠性水平。

本标准适用于独立同分布数据。独立同分布需要检验或假定成立(见 GB/T 5080.1)。

本标准采用数值法与图估法进行数据点绘制、拟合优度检验、估计二参数或三参数威布尔分布并绘制置信限;本标准给出利用威布尔概率图来解释样品的风险函数,失效模式,劣质总体样本和首次失效时间或最短持续时间等信息的方法。

## 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。

GB/T 2900.13—2008 电工术语 可信性与服务质量[IEC 60050(191):1990,IDT]

GB/T 3358.1—2009 统计学词汇及符号 第1部分:一般统计术语与用于概率的术语(ISO 3534-1:2006,IDT)

GB/T 5080.1—2012 试验条件和统计检验原理(IEC 60300-3-5:2001,IDT)

ISO 2854:1976 数据的统计处理和解释 正态分布均值和方差的估计与检验 (Statistical interpretation of data—Techniques estimations and tests relating to means and variances)

IEC 61810-2 基础机电继电器 第2部分:可靠性(Electromechanical elementary relays—Part 2: Reliability)

## 3 术语、定义、缩略语和符号

### 3.1 术语和定义

GB/T 2900.13—2008 和 GB/T 3358.1—2009 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

##### 删失 censoring

在规定的试验时间或规定的失效数后终止试验。

注:如果一个试验在其终止后还存在未失效样品,我们称它为“删失试验”,从试验中得到的试验时间数据被称为“删失数据”。

#### 3.1.2

##### 搁置样品 suspended item

在没有出现关联失效之前试验即被终止的样品。

注1:终止的时候样品可能未失效,或者是样本出现了与被调查的失效模式不同的其他失效。

注2:“早期搁置”是指在第一个关联失效前被搁置的样品。“晚期搁置”是指最后一个关联失效后搁置的样品。