



中华人民共和国国家标准

GB/T 37981—2019/IEC 61078:2006

可信性分析技术 可靠性框图法和布尔代数法

*Analysis techniques for dependability—
Reliability block diagram and boolean methods*

(IEC 61078:2006, IDT)

2019-08-30 发布

2020-03-01 实施

国家市场监督管理总局 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 术语和定义	1
4 符号和缩略语	1
5 假设和限制	2
5.1 事件的独立性	2
5.2 次序事件	2
5.3 失效时间分布	3
6 确定系统成功/失效定义	3
6.1 一般考虑	3
6.2 详细考虑	3
6.2.1 系统运行	3
6.2.2 环境条件	3
6.2.3 工作周期	3
7 基本模型	4
7.1 开发模型	4
7.2 评价模型	6
7.2.1 串联模型	6
7.2.2 并联模型	6
7.2.3 n 中取 m 模型(相同产品)	6
7.2.4 备用冗余模型	7
8 更复杂的模型	8
8.1 一般程序	8
8.1.1 背景	8
8.1.2 使用全概率理论	8
8.1.3 布尔真值表的使用	9
8.2 共用模块模型	12
8.3 n 中取 m 模型(不相同产品)	13
8.4 简化方法	14
9 用于可用度计算的扩展可靠性框图法	15
附录 A (资料性附录) 公式汇总	16
附录 B (资料性附录) 布尔不相交方法	18
B.1 引言	18

B.2	符号	18
B.3	原则-布尔变量和概率变量	19
B.4	不相交布尔表达式方法	19
B.4.1	背景	19
B.4.2	不相交原理	19
B.4.3	不相交过程	19
B.5	注释	20
B.6	应用不相交程序示例	20
	参考文献	22
图 1	串联可靠性框图	4
图 2	复制的(或并行的)串联可靠性框图	4
图 3	串联复制的(或并行的)可靠性框图	4
图 4	混合的冗余可靠性框图	4
图 5	另一类型的混合冗余可靠性框图	5
图 6	2/3 冗余	5
图 7	2/4 冗余	5
图 8	不容易表示成模块串联/并联的框图	5
图 9	模块的并联设置	6
图 10	备用冗余	7
图 11	图 8 中当产品 A 不工作时的框图	8
图 12	图 8 中当产品 A 正常工作时的框图	9
图 13	1/3 并联设置	9
图 14	使用箭头帮助定义系统成功的可靠性框图	12
图 15	图 14 中使用共用模块的另一种框图	12
图 16	2/5 不相同产品的系统	14
图 17	简化前的模块分组图解	14
图 18	简化的可靠性框图	15
表 1	图 13 示例的真值表应用	10
表 2	图 8 示例的真值表应用	10
表 3	图 14 和图 15 示例的真值表应用	13
表 A.1	基本结构的系统可靠度公式汇总	16

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 61078:2006《可信性分析技术 可靠性框图法和布尔代数法》。

本标准做了以下编辑性修改：

——为了使图与说明文字保持一致，修改了附录 A 表 A.1 中部分基本配置图中字符的格式；

——为了保持全文公式的一致性，添加了部分公式省略的乘积符号“·”；

——附录 A 的表 A.1 中，补充了由 n 个模块构成的部分基本配置示意图中缺少的省略号。

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：于敏、杨春晖、纪春阳、刘梦玥。

引 言

可信性分析时可使用不同的方法,可靠性框图(RBD)是其中的一种方法。当应用一种或综合应用几种方法评价给定系统或组件的可靠性和可用性时,分析者可优先使用 RBD 方法,同时,也要考虑从每一种方法中可获得的结果、分析所需的数据、分析的复杂性和本标准中的其他因素。

RBD 方法是关于系统可靠性的图形表示,它可表示系统的成功运行(后文将用“系统成功”)所需(功能)组件的逻辑关系。

可信性分析技术

可靠性框图法和布尔代数法

1 范围

本标准描述了系统可信性分析建模以及利用模型计算可靠性和可用性量度的过程。

可靠性框图(RBD)建模技术主要用于不考虑修理、不考虑失效发生顺序的系统,对于需要考虑失效顺序或有修理的系统,其他的建模技术(如:马尔可夫方法)会更适合。

需要说明的是,本标准虽然经常使用“修理”一词,但“恢复”一词同样是可适用的。还需说明的是,“产品”和“模块”在本标准中也广泛应用,并在大多数情况下可互换。

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)

IEC 61025 故障树分析(FTA) [Fault tree analysis (FTA)]

ISO 3534-1:1993 统计 词汇和符号 第1部分:概率和基本统计术语(Statistical—Vocabulary and symbols—Part 1:Probability and general statistical terms)

3 术语和定义

GB/T 2900.13—2008 和 ISO 3534-1:1993 界定的术语和定义适用于本文件。

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

符号/缩略语	含 义
A, B, C, \dots	在布尔表达式中,这些符号表明产品 A、B、C 等处于可用状态
$\bar{A}, \bar{B}, \bar{C}, \dots$	在布尔表达式中,这些符号表明产品 A、B、C 等处于不可用状态
F_s	系统失效概率
$f_A(t)$	模块 A 的概率密度函数。术语“模块”用于表示一个或更多组件的集合
$\Pr(SS X \text{ failed})$	假定产品 X 不工作时的系统成功的条件概率
$R, R(t), R_s(t)$	可靠度:产品在给定的条件下和给定的时间区间(0, t)内能完成要求的功能的概率
R_A, R_B, \dots	模块 A、模块 B 等的可靠度
R_s	系统可靠度
R_{sw}	检测和转换装置的可靠度
SF	系统失效(在布尔表达式中使用)