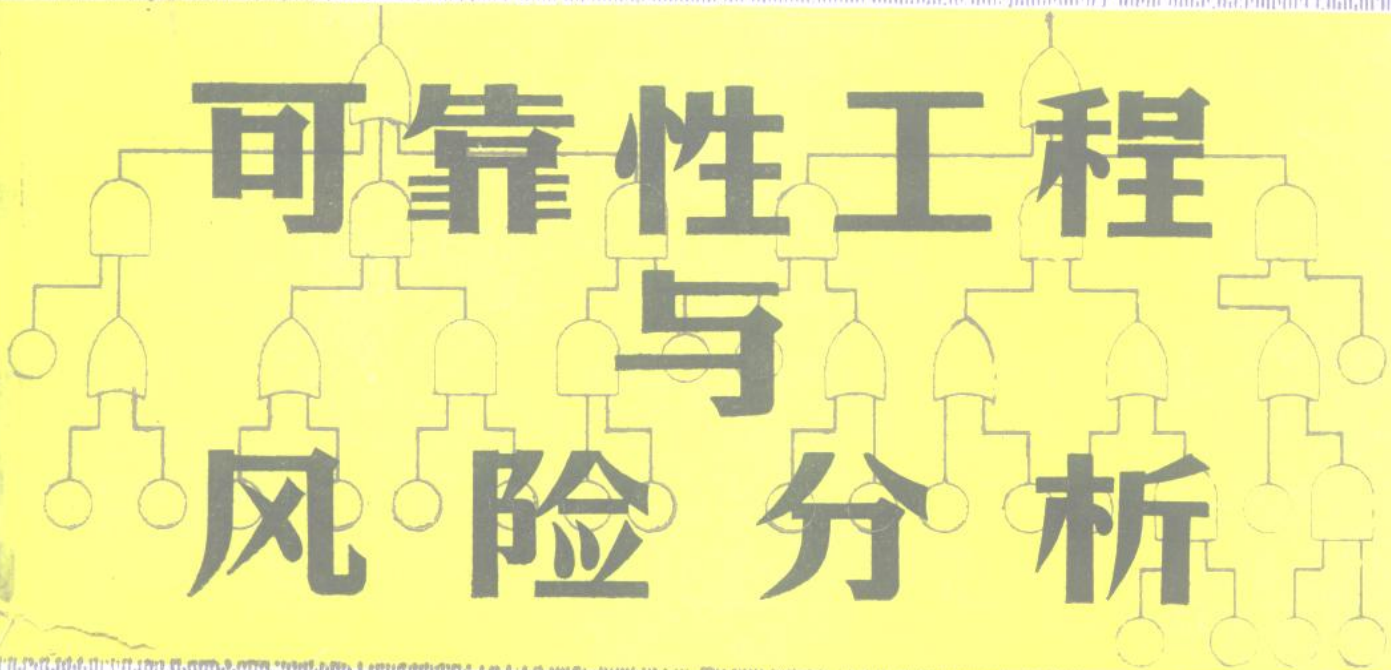




可靠性工程 与 风险分析

〔美〕E.J.亨利 等著

吕应中 等译



原子能出版社

可靠性工程与风险分析

[美] E. J. 亨利 等著

吕应中

黄祥瑞 高金钟
胡昌寿 周正伐 译

原子能出版社

内 容 简 介

本书是根据美国近年来可靠性工程学科的发展需要而编著的。书中内容大部分取材于作者在各种系统可靠性与安全分析技术培训的讲稿。

全书共十三章,以故障树分析法为核心,系统地阐述了系统可靠性的分析方法。内容安排由浅入深,概念叙述得清楚透彻。对一些重要的应用公式均采用实例加以示范说明。各章除引用较多例题之外,还在章尾附有习题供读者演算,以便掌握、巩固基本概念。

本书被认为是当今国际上有数的几本阐述可靠性工程与风险分析的好书之一。

本书可供核工业、宇航工业、电子、仪表、化学、机械、能源、交通等各行各业从事系统可靠性设计与安全分析的技术人员参考,对从事管理科学方面的技术人员也有一定参考价值。它也是一本很好的教学参考书,可供有关专业的大学生及研究生阅读。

Reliability Engineering
and

Risk Assessment

[美] Ernest J. Henley

[日] Hiromitsu Kumamoto

Prentice-Hall, Inc. 1981

可靠性工程与风险分析

[美] E. J. 亨利 等著

吕应中

黄祥瑞 高金钟

胡昌寿 周正伐 译

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

原子能出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本787×1092 1/16·印张 26.5·字数 677 千字

1988 年 2 月北京第一版·1988 年 2 月北京第一次印刷

印数 1—2200

统一书号: 15175·847 定价: 7.05元

ISBN 7-5022-0082-7/T·6

译 者 的 话

随着现代科学技术的迅速发展，可靠性工程理论与应用技术日益受到广泛的重视，现代化企业的工程设计与生产管理问题无一不与可靠性有关。

系统的可靠性、安全性与风险性是近代可靠性工程中研究的重要课题。本书在国际书评中被认为是这方面有数的几本系统地阐述该问题的好书之一；书中概念清楚，深入浅出，许多实例都是近来工程中的研究成果。本书特别着重讲述可靠性工程中的故障树分析理论及应用，最适于供从事工程实际的工程师参考，同时也是高等学校高年级学生及研究生攻读可靠性工程学科的较好的参考书。

翻译过程中对原书中不符合我国习惯的写法及笔误均作了适当的修订补正。

参加本书翻译的有：吕应中教授（第一、四、六、十一章）和黄祥瑞副教授（第七、八、九章），高金钟副教授（第十、十二、十三章）胡昌寿高级工程师（第二章），周正伐高级工程师（第三、五章）。

全书由黄祥瑞和高金钟同志初校，最后由吕应中教授总校定稿。但由于可靠性工程是一门崭新学科，涉及知识面广，限于我们的水平与经验，在译文中不妥和错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

译者谨识
一九八六年于北京

目 录

序言	1
可靠性和风险研究的计算机程序	4
符号说明	8
历史的回顾	11
参考文献	13
第一章 风险分析	
1.1 可靠性、风险和安全性	16
1.2 风险的定义与量度	16
1.3 公众风险	17
1.4 法默曲线	19
1.5 公众态度与社会风险管理	20
1.6 风险立法	23
1.7 风险研究方法——第I阶段：初步危险分析(PHA)系统的定义	23
1.8 风险研究方法——第II阶段：确定事故链、事件树与故障树	27
1.9 风险研究方法——第III阶段：后果分析	30
1.10 其它风险分析方法：失效模式与效应分析(FMEA)	31
1.11 其它风险分析方法：致命度分析	34
1.12 其它风险分析方法：危险性和可运行性研究	36
1.13 其它风险分析方法：原因-后果分析	36
1.14 为减少风险投资的最优分配	37
1.15 各种方法的总结与比较	38
第二章 故障树建造与决策表	
2.1 引言	42
2.2 故障树和决策表	43
2.3 故障树结构单元	45
2.3.1 门符号	45
2.3.2 事件符号	48
2.4 确定顶事件	51
2.4.1 部件相互关系与系统拓扑结构	51
2.4.2 部件失效特性	52
2.4.3 系统的说明书	53
2.4.4 初步正推法分析的例子	54
2.5 故障树建造程序	55
2.5.1 启发性的指导原则	58
2.5.2 由或门和与门带来的条件	62
2.6 利用决策表建造故障树	67

2.7 含有复合控制环的系统故障树建造	72
2.7.1 信号流图	72
2.7.2 级联液位控制系统信号流图	73
2.7.3 构造基本失效模型	75
2.7.4 梅森法则	76
2.7.5 定义顶事件	77
2.7.6 控制环断开失效的几种情况	77
2.7.7 以源变量表示液位 L	78
2.7.8 源变量离散化	78
2.7.9 识别造成系统故障的各个基本失效事件	79
2.7.10 附注	81

第三章 系统状况的定性分析

3.1 割集	85
3.2 路集	85
3.3 最小割集和最小路集	85
3.4 求最小割集(不含互斥的基本事件)	86
3.5 求最小路集(不含互斥的基本事件)	88
3.6 求最小割集(含互斥的基本事件)	89
3.7 求最小路集(含互斥的基本事件)	91
3.8 共同模式失效分析	92
3.8.1 共同模式割集	92
3.8.2 共同原因和基本事件	93
3.8.3 求共同模式割集	95
3.9 决策表的简化:素蕴涵	96
3.10 对带有控制回路系统的决策表方法	108
3.10.1 系统描述	108
3.10.2 系统定义和初步考虑	110
3.10.3 关键转移表	110

第四章 基本事件的定量表述

4.1 条件概率与无条件概率	117
4.1.1 条件概率的定义	118
4.1.2 链法则	119
4.1.3 条件概率的另一种表述方式	120
4.1.4 事件的独立性	121
4.1.5 桥梁法则	121
4.2 具有两种状态部件的概率参数	122
4.2.1 修复-到-失效过程	123
4.2.2 完全(修复-失效-修复)过程	128
4.2.3 修复-到-失效过程的概率参数	130
4.2.4 失效-到-修复过程的概率参数	134
4.2.5 完全过程的概率参数	136

4.3 各种概率参数之间的基本关系	139
4.3.1 修复-到-失效过程的关系式	140
4.3.2 失效-到-修复过程的关系式	142
4.3.3 完全过程内的关系式	143
4.4 常数失效率与修复率模型分析	148
4.4.1 具有常数失效率的修复-到-失效过程	149
4.4.2 具有常数修复率的失效-到-修复过程	150
4.4.3 完全过程的拉氏变换分析	151
4.4.4 失效率与修复率为常数的完全过程的马尔科夫分析法	154
4.5 修复-到-失效及失效-到-修复过程内诸参数的统计分布	155
4.6 具有随时间变化的失效率与修复率的完全过程的分析	156
4.7 分布函数参数的确定	157
4.7.1 修复-到-失效过程内参数的确定	157
4.7.2 失效-到-修复过程内诸参数的确定	165
4.8 具有多种失效模式部件的定量表述	167
4.9 环境影响的定量表述	170
4.10 人员错误的定量表述	171
第五章 可靠性参数的置信限	
5.1 引言	181
5.2 经典的置信限	181
5.2.1 一般原理	181
5.2.2 寿命试验型	184
5.2.3 平均无故障时间的置信下限和上限	184
5.2.4 二项分布情况下的置信限	186
5.3 贝叶斯方法的可靠度和置信限	188
5.3.1 基本概念	188
5.3.2 连续变量的贝叶斯定理	189
5.3.3 置信限	191
第六章 数据基础	
6.1 数据库	196
6.2 发生频率数据	196
6.3 可靠性数据库	199
6.4 后果数据库	203
6.5 数据的校验	204
6.6 失效数据图表	204
第七章 系统状况的定量分析	
7.1 引言	214
7.2 包含独立基本事件的简单系统的可用度和不可用度	216
7.2.1 独立的基本事件	216
7.2.2 一个与门的系统	216
7.2.3 一个或门的系统	216

7.2.4	n 取 m 表决门的系统	217
7.2.5	按照可靠性框图计算可用度	221
7.3	用真值表计算可用度和不可用度	223
7.3.1	含一个与门的系统	223
7.3.2	一个或门的故障树	223
7.4	用结构函数计算可用度和不可用度	227
7.4.1	结构函数	227
7.4.2	系统的结构函数表示	228
7.4.3	用结构函数计算不可用度	229
7.5	用最小割或最小路计算不可用度	231
7.5.1	用最小割表示式计算不可用度	231
7.5.2	用最小路表示式计算不可用度	232
7.5.3	用部分主元分解法计算不可用度	233
7.5.4	用容斥原理计算不可用度	234
7.6	系统不可用度的下限和上限	235
7.6.1	用容斥原理计算下限和上限	235
7.6.2	Esary 和 Proshan 下限和上限	236
7.6.3	用部分最小割集和路集计算下限和上限	237
7.7	用动态树理论 (KITT) 进行系统定量计算	238
7.7.1	KITT 概述	238
7.7.2	最小割集参数	241
7.7.3	系统不可用度 $Q_s(t)$	245
7.7.4	系统参数 $w_i(t)$	247
7.7.5	用 KITT 法计算的其它系统参数	254
7.7.6	短割算法	254
7.7.7	禁门	257
7.7.8	有关定量计算方法 的注意事项	258
第八章 非独立基本事件系统的定量计算		
8.1	引言	265
8.2	包含备用冗余的系统定量计算	265
8.2.1	备用冗余的马尔科夫模型	267
8.2.2	备用冗余参数 $Q_s(t)$	269
8.2.3	冗余参数 $Q_s(t)$ 的定态值	276
8.2.4	系统参数 $w_i(t)$	278
8.3	受共同原因失效支配的系统定量计算	280
8.3.1	共同原因定量计算	280
8.3.2	系统不可用度 $Q_s(t)$	281
8.3.3	系统参数 $w_i(t)$	286
第九章 系统可靠度的定量计算		
9.1	单部件系统	289
9.2	两部件串联系统	290
9.3	n 部件串联系统	291

9.4 并联系统	291
9.4.1 两部件并联系统	291
9.4.2 多于两部件的并联系统	293
9.5 三取二系统	293
9.6 系统不可靠度的上限与下限	294
9.7 系统不可靠度上限的手算法	297
第十章 重要度	
10.1 引言	302
10.2 BIRNBAUM 结构重要度, $\Delta g_i(t)$	303
10.3 致命性重要度 $I_i^{CR}(t)$	305
10.4 FUSSELL-VESELY 部件重要度 $I_i^{FV}(t)$	307
10.5 改善函数 I_i^{UF}	309
10.6 BARLOW-PROSCHAN 重要度 I_i^{BP}	310
10.7 序贯贡献重要度 I_i^{SC}	311
10.8 重要度的时间特性	312
10.8.1 Fussell-Vesely 割集重要度 I_i^{FV}	312
10.8.2 Barlow-Proschan 割集重要度 I_i^{BP}	313
10.9 可修复系统	314
第十一章 储罐、保护系统、冷备用和表决系统	
11.1 储罐	316
11.1.1 引言	316
11.1.2 在线充满储罐: 时间滞后	318
11.1.3 “空储罐”的无条件失效强度 $w_{TE}(t)$	318
11.1.4 由储罐提供液体的不可用度	319
11.1.5 其它参数	320
11.1.6 例 2 内所作的近似	323
11.1.7 在线排空储罐	324
11.1.8 其它储罐策略	324
11.2 保护系统的危险分析	325
11.2.1 引言	325
11.2.2 变量的定义	327
11.2.3 假设	327
11.2.4 $W(0, T)$ 的某些性质	329
11.3 热备用与冷备用, 表决系统	331
11.3.1 热备用	331
11.3.2 冷备用	331
11.3.3 表决系统的失效期望数	332
第十二章 系统定量计算的蒙特卡洛方法	
12.1 引言	336
12.2 均匀随机数发生器	336
12.3 几种分布的随机数发生器	337

12.3.1 正态分布	337
12.3.2 指数分布	338
12.3.3 二点分布随机变量	338
12.4 直接模拟法	338
12.5 故障树误差传播的蒙特卡洛模拟	346
12.5.1 引言	346
12.5.2 SAMPLE程序	347
12.6 用限制抽样蒙特卡洛法估计系统不可用度	349
12.6.1 引言	349
12.6.2 问题的说明	351
12.6.3 直接蒙特卡洛法	351
12.6.4 限制抽样蒙特卡洛法	352
12.6.5 建造 (ψ_L, Q_L, i) 和 (ψ_U, Q_U, i)	354
12.6.6 子样 $s_1, \dots, s_N$ 的产生	355
12.7 用匕首抽样蒙特卡洛法估计系统不可用度	357
12.7.1 引言	357
12.7.2 匕首抽样	358
12.7.3 基于匕首抽样的估计量	358
12.7.4 子样矢量 ψ 的计算	359
12.8 用状态转移蒙特卡洛法估计系统不可靠度	360
12.8.1 引言	360
12.8.2 直接蒙特卡洛法	360
12.8.3 状态转移蒙特卡洛法	363
12.8.4 用状态转移蒙特卡洛法计算不可用度	365

第十三章 实例研究和应用——几个已发表的实例

例1 利用因-果图法进行风险评价	370
例2 冗余性研究	373
例3 化学反应器安全系统分析	376
例4 利用短割算法对系统进行权衡分析 (J. B. Fussell)	385
例5 压力罐破裂	389
例6 常数失效率模型的正确性	397
例7 备件清单计算	399
例8 白河页岩炼油厂可用度研究	400
英汉名词对照	404

序 言

近十年来,可能除了环境科学和计算机技术之外,没有其他应用科学分支象安全性、风险和可靠性分析那样急剧地发展和扩大。六十年代初期,安全分析只是建立在经验的基础上,风险分析这个术语基本上还没有人听说过,而可靠性这个词只是在航宇和武器工业界的一些部门里才用到。1966年以前,在世界上最大的制造业——化学工业方面的文献中,还看不到有关可靠性方面的文章,直到1970年以前,这方面的文献也寥寥可数。

自1970年以来,伴随着产品责任制,环境约束,政府部门(特别是在欧洲)大规模干预工厂的设计、建造和运转程序等各种情况所提出的问题,产生了一门崭新的技术。由于这门技术的文献繁难,并且其中所用的某些数学方法又是许多工程师所不熟悉的,这就使得它的传播普及缓慢而困难。由于这门新技术应用的范围广泛,并且它是从广阔基础上诞生的,这就导致其文献和名词术语的庞杂性,这些特点无论对于初学者和热心的作者说来,都是一种障碍。

本书的初稿是美国化学工程师学会为从事实际工作的工程师所举办的为期两天的多期进修班所用的一组讲稿。自1974年以来,这个班已举办过十六次。我们感谢许多学员为本讲稿提供了材料和观点。1975年,SLOAN基金会提供了一小笔补助金,使作者能写出更多的材料,其中包括第七、十一、十三等章的初稿,这部份初稿是1976年在Hiromitsu Hoshino先生的帮助下于英国剑桥计算机辅助设计中心写成的。这份材料首次在计算机辅助设计中心和联合王国原子能管理局的全国系统可靠性中心联合举办的一个短期训练班内使用。

第四、六、十三章的很大一部份是在1978年由NATO(北大西洋公约组织)于意大利Sogesta举办,并由Giuseppi Volta指导的一次两星期的“安全性与可靠性分析的 综合与分析方法高级学习班推动下写成的。Leonardo Caldarolla, Bob Taylor, Eric Green 和 Jerry Fussell等都在那次高级学习班指导委员会工作,他们都提出了许多见解,有助于这份材料的最后定稿。同时, Bob Taylor, Jerry Fussell还有Gary Powers 实际上都曾在某一段时间里是间接的或实际上的作者合作者。回顾1975年到1979年,似乎出现了那么多新事物,并且许多事物有那么大的变化,以致我们不得不舍去的材料比我们所采用的还多。

这本书设想为两类读者服务:从事实际工作的工程师和大学高年级生或研究生。本书在介绍了这门学科的简要历史以后,在第一章里介绍各种风险研究的方法论,例如初步危险性分析,失效模式和效应分析,事件树等。第二章和第三章讲建造故障树和决策表的方法,及在这些方法中如何用割集、路集以及考虑共同原因失效,和素蕴涵(广义最小割集)*所进行的定性分析。

第四章开始讨论定量方法,说明如何从失效数据获得部件失效特性。初次阅读时,可能觉得这一章似乎不必要地过份复杂化了。因为在其中对条件失效、无条件失效和修理参数做了充分补充。然而,为了理解动态树论,清楚地理解这些参数之间的相互关系是必要的。动态树论尽管有不完全之处,却是当前唯一得到广泛使用的一种获得系统失效参数的方法。

* Prime implicant 素蕴涵或译作广义最小割集。——译者注

第五章介绍失效数据的误差范围和置信限。在第四章和第五章里面，我们假定读者在大学里学过一些统计学。一般地说，我们并不认为高级统计学是安全工程师所需要的重要工具，因为实际上很少有机会获得充分的失效数据值得应用复杂的统计方法去处理（当然我们承认统计学是质量控制工程的生命线，但是我们把它看作是另外一门学科）。

第六章的内容是从实际工作的工程师们都会欢迎的，失效数据和数据库的一次全面述评。

第七章推导了动态树论，这也许是最难写的一章。虽然这个理论还不很完善，但是它能正确地计算出割集和系统的失效期望次数（ENF）我们深信ENF是唯一最有用的系统参数，它比可靠度有用得多。附带说一下，在以后的几章中，我们把动态树论和精确的马尔可夫计算结果加以比较，并说明这个理论中所用的近似不是完全受限制的。

第八章推导马尔可夫方法。第九章说明如何使用马尔可夫理论来计算系统可靠性，这是不能从动态树论得到的。在这里，如同在本书别的部份一样，我们强调上、下限定理，简化法和工程近似等。

第十章和第十一章讲的是较为不带普遍性的内容，包括：重要度参数，保护系统，冷储备、贮罐等。蒙特卡罗方法是第十二章的主题，这是一切分析模拟方法中适应性最强的方法。我们希望读者将对新发展的匕首抽样，状态转移等方法感兴趣。最后一章是一些“实例研究”，每个实例说明一种有用的方法或者是一种有用的研究结果。

为了使本书具有独立性，我们将有些人可能不熟悉的各种专门数学方法列为各章的附录。编写这本书的时候，编制了许多计算机程序。这些程序和作者所注意到的其他现成的程序名称都列在“致谢”一节的后面，并加上说明。对于各章末的习题另编有解答手册。

致 谢

除了作者以外，为本书尽力最多的是Jerry Fussell。在本书的五年编写过程中，他是一位“无名合作者”，许多部份都包含有Jerry的见解。另一个无名支持者是“全国科学基金会”。我们两人都曾在某一段时间获得ENG-75-16713AOI补助金的支持。

正如序言中所说：Hiromitsu Hoshino写了第七章和第十一章的初稿。第七、十、十一章的大部份计算是由Hiro于1976年在英国剑桥“计算机辅助设计中心”做的。我们感谢“中心”人员慷慨的耐心。第十二章的大部份计算机程序是Kazuo Tanaka编写的。

感谢Richard Barlow阅读了一次原始的手稿，并且帮助我们掌握本书的正确方向。Chuck Donaghey也是本书的一位早期撰稿人。但他所写的关于马尔可夫和蒙特卡罗方法的几章最后在书中没有用上，不过他为我们奠定了“万无一失的基础”，这就使我们有信心把全书写完。我们同样感谢Bob Taylor和Jans Rasmussen，虽然他们为本书撰写的材料最后没有用上，但是我们确实自觉或不自觉地采用了他们的见解。

Leonardo Caldarolla, Eric Green, Gieuseppe Volta, Sergio Garriba, Gary Powers, George Apostolakis, Jack Lynn, Annick Carnino, Mitch Locks, 和 Ralph Evans, 等人在本书撰写的五年中至少看过一部份手稿，对于他们给本书的支持，我们在此表示深切感谢。

我们很高兴地向Prentice-Hall出版社的优秀工作人员表示感谢：Lori Opre做了杰出的

编辑工作，而Hank Kennedy使本书的出版得以实现。

假如本书可以作为奉献，那就应当献给Koichi Inoue教授，他的友谊和科学见解对两位作者都是极大的鼓舞。

Ernest J. Henley

得克萨斯 休斯敦

Hiromitsu Kumamoto

日本 京都

可靠性和风险研究的计算机程序

以下十一个计算机程序可用适当的价格从本书的任一作者处得到（只有打印的形式）：

程序标题：KITT-IT

摘要：利用动态树理论计算系统的顶事件参数， Q_i ， W_i ， Λ_i （扩充的 KITT 程序可处理储罐和备用冗余）。

适用计算机：Honeywell 66/60

最小内存：50K字

语言：FORTRAN

源程序语句数：1361

外围设备：批处理器

用户手册：24页

本书引用处：第十三章例 8

程序标题：PATH-CUT

摘要：利用分类法将最小路集转换为最小割集及相反转换。

适用计算机：FACOM M-190（相当于IBM3033）

最小内存：45K字

语言：FORTRAN

源程序语句数：250

外围设备：人机对话或批处理器

用户手册：15页

本书引用处：第三章第 6 节

程序标题：PROTECT

摘要：以一个工厂的故障树和一个保护系统的故障树为基础，产生正常跳闸，虚假跳闸，和破坏危险次数的期望值的时间分布。

适用计算机：FACOM M-190（相当于IBM3033）

最小内存：25K字

语言：FORTRAN

源程序语句数：340

外围设备：人机对话或批处理器

用户手册：75页

本书引用处：第十一章第 2 节

程序标题：PITE

摘要：利用库恩的合取理论简化决策表。

适用计算机：Honeywell 66/60

最小内存：60K字

语言：FORTRAN

源程序语句数: 940

外围设备: 批处理器

用户手册: 200页

本书引用处: 第三章第 9、10 节

程序标题: PRIME

摘要: 利用分类法产生非相干故障树的素蕴涵。

适用计算机: FACOM M-190 (相当于IBM3033)

最小内存: 60K字

语言: FORTRAN

源程序语句数: 980

外围设备: 人机对话或批处理器

用户手册: 40页

本书引用处: 第三章第 6 节

程序标题: MARKOV

摘要: 计算马尔科夫转移图状态概率的时间分布。状态转移矩阵用于线性微分方程的数值积分。

适用计算机: FACOM M-190 (相当于IBM3033)

最小内存: 40K字

源程序语句数: 310

外围设备: 人机对话或批处理器

用户手册: 15页

本书引用处: 第八章附录 1

程序标题: NLB (New Lawler & Bell)

摘要: 利用劳勒和贝尔的整数规划法的冗余最优化。

适用计算机: FACOM M-190 (相当于IBM3033)

语言: FORTRAN

源程序语句数: 320

外围设备: 批处理器

用户手册: 15页

本书引用处: 第十一章第 3 节

程序标题: HEUR

摘要: 利用启发法的在费用、重量等约束下的可靠性最优化。

适用计算机: FACOM M-190 (相当于IBM3033)

语言: FORTRAN

最小内存: 20K字

源程序语句数: 310

外围设备: 人机对话或批处理器

用户手册: 20页

本书引用处: 第十一章第 3 节

程序标题: SCHE

摘要: 将可靠性框图转换为故障树

适用计算机: Honeywell 66/60

语言: FORTRAN

最小内存: 60K字

源程序语句数: 970

外围设备: 批处理器

用户手册: 40页

本书引用处: 第二章

程序标题: CONVERSION

摘要: 给定最小路集, 通过顶事件的和表达式的乘积的展开式求得最小割集。

适用计算机: FACOM M-190 (相当于IBM3033)

最小内存: 60K字

语言: FORTRAN

源程序语句数: 220

外围设备: 人机对话或批处理器

用户手册: 20页

本书引用处: 第三章

程序标题: FAMULS (Fault Tree for Multi-Loop Systems)

摘要: 给定工厂的信号流程图表示, 产生具有多控制回路的系统的割集。

适用计算机: FACOM M-190 (相当于IBM3033)

最小内存: 40K字

语言: FORTRAN

源程序语句数: 620

外围设备: 人机对话或批处理器

用户手册: 40页

本书引用处: 第二章第7节

以下八个计算机程序可以卡片组形式由下处得到: JBF Associates, 10700 Dutchtown Drive, Knoxville, Tennessee 37922。

***程序标题: MOCUS**

摘要: 获得具有与/或及禁门逻辑的故障树的最小割集或路集。

适用计算机: IBM 360, 370, CDC7600

最小内存: 228K (IBM)

源程序语句数: 1800

外围设备: 批处理器

* 这些程序的原文本也可由阿贡国家实验所, 程序中心, Argonne, Illinois, 60439得到。

***程序标题: PREP**

摘要: 用联合寻迹法求与/或及禁门逻辑故障树的割集与路集。

适用计算机: IBM 360, 370, CDC 7600

最小内存: 336K (IBM)

源程序语句数: 1200

程序标题: BACFIRE

摘要: 用共同性搜索方法帮助共同原因失效分析。

适用计算机: IBM 360, 370, CDC 7600

最小内存: 128K (IBM)

源程序语句数: 800

***程序标题: KITT-1**

摘要: 给定割集和部件的失效及修复率, 运用动态树理论计算顶事件参数 (Q_s , W_s , Λ_s)。

适用计算机: IBM 360, 370, CDC 7600

最小内存: 372K (IBM)

源程序语句数: 1800

***程序标题: KITT-2**

摘要: KITT-1的更改本, 允许输入随时间变化的失效率及修复率。

适用计算机: IBM 360, 370, CDC 7600

最小内存: 448K (IBM)

源程序语句数: 1700

***程序标题: SAMPLE**

摘要: 给定部件失效率及修复率的置信限, 利用蒙特卡洛技术获得顶事件概率的置信限。

适用计算机: IBM 360, 370, CDC 7600

最小内存: 94K (IBM)

源程序语句数: 400

程序标题: SUPERPOCUS

摘要: 简化的KITT, 利用边界定理近似地求顶事件概率。还计算 Fussell—Vesely 重要度。

适用计算机: IBM 360, 370, CDC 7600

最小内存: 430K (IBM)

源程序语句数: 600

程序标题: TREDA

摘要: 利用CALCOMP绘图仪绘制报告-质量故障树。

适用计算机: IBM 360, 370, CDC 7600

最小内存: 300K (IBM)

源程序语句数: 3700

另外两个本书提到的IMPORTANCE和F-TAP程序可由H·拉姆伯特博士处得到: Dr. Howard Lambert, TERA Corporation, 2150 Shattuck Ave., Berkeley, CA 94704.

† 原始程序出现在WASH-1400中。要求一个随机数发生器。