

机械 可靠性 工程

王超 王金等 编著

JIXIE
KEKAOXING
GONGCHENG

冶金工业出版社

TB1143

11111

机械可靠性工程

王超 王金等 编著

冶金工业出版社

(京)新登字036号

内 容 简 介

本书系统地、由浅入深地介绍了机械可靠性工程。全书侧重于实际应用，而不作严格的理论推证。

全书共有五篇：第一篇可靠性的基础知识；第二篇可靠性试验和数据分析；第三篇系统可靠性；第四篇概率法机械设计；第五篇可靠性维修和管理。

本书适于从事机械产品设计、制造、试验、使用、维修及管理的技术干部与各级领导干部阅读。可作为技术干部进行可靠性工程培训的教材，也可供高等院校教师、研究生及本科生学习参考。

D232-6822

机械可靠性工程

王超 主 金等 编著

冶金工业出版社 出版发行

(北京北河沿大街游艺馆北里39号)

新华书店总店科技发行所经销

河北香河县第二印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张34 3/4 字数823千字

1992年6月第一版 1992年6月第一次印刷

印数 00,001~3,300册

ISBN 7-5024-0948-3

TP·10 定价26.00元

前 言

可靠性是一门新兴学科。它包括可靠性数学、可靠性物理（失效物理）及可靠性工程。机械可靠性工程是可靠性工程的一个重要方面。

随着科学技术的发展，可靠性工程越来越为世界各国所重视。产品的可靠性是一项重要的质量指标。产品可靠性水平的高低，关系到产品的竞争能力，只有高可靠性的产品，才能在国内、外市场的激烈竞争中取胜。因此，产品可靠性好坏关系到一个企业的信誉与兴衰。

原国家机械工业委员会已下达了《关于加强机电产品可靠性工作的通知》，制定了机械工业《七五期间机电产品可靠性工作规划》，这标志着我国机电产品可靠性工作进入了有组织、有领导、有计划的发展阶段，必将大大地推动可靠性工程技术发展及产品可靠性水平的提高。

可靠性工程贯穿于产品设计、制造、试验、贮存、运输、使用、维修、管理及教育等各个领域，因此，对各级领导干部、高等院校师生及从事产品设计、制造、试验、检验、使用、维修及管理的各方面技术人员，都必须了解和掌握可靠性工程知识。为了适应机械产品可靠性工程技术迅速发展的需要和广大科技工作者掌握可靠性工程的要求，我们在总结多年进行可靠性教育及科研的基础上，针对机械可靠性工程的特点，编著了《机械可靠性工程》一书。本书可作为工程技术人员进行可靠性工程培训或自学用教材，也可供高等院校教师、研究生、本科生及各级领导干部学习参考。本书分篇设置是考虑不同专业人员根据自己工作需要便于选学。

参加本书编写工作的有李桂华，王晓东，孙志礼，王金，王超，金振江，喻子建等。由王超、王金作主编工作。

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者不吝指正。

编著者

1990年11月

目 录

第一篇 可靠性的基础知识

1	绪论	1
1.1	可靠性是一门新兴学科	1
1.2	可靠性学科发展的历史简介	1
1.3	研究可靠性的目的和意义	4
1.4	可靠性学科研究的内容	5
2	可靠性的概率基础	6
2.1	随机事件及其关系	6
2.1.1	随机事件	6
2.1.2	事件间的关系	6
2.2	概率	8
2.2.1	什么叫概率	8
2.2.2	随机试验和随机事件的概率	10
2.3	概率的运算	10
2.3.1	概率的加法定理	10
2.3.2	概率的乘法定理	11
2.3.3	概率的互补定理	12
2.3.4	全概公式和逆概公式(贝叶斯公式)	13
	思考题与习题	16
3	可靠性中常用的分布	17
3.1	随机变量	77
3.1.1	随机变量及其特点	17
3.1.2	随机变量的分类	17
3.2	随机变量的概率分布	17
3.2.1	离散型随机变量的概率分布	17
3.2.2	连续型随机变量的概率分布	19
3.3	分布的集中趋势和分散性	19
3.3.1	集中趋势的尺度	19
3.3.2	分散性的尺度	21
3.4	可靠性中常用的分布	22
3.4.1	二项分布	22
3.4.2	泊松分布	25
3.4.3	正态分布	28
3.4.4	对数正态分布	29
3.4.5	威布尔分布	31
3.4.6	指数分布	32

3.4.7	伽玛分布	34
	思考题与习题	34
4	数理统计基础	35
4.1	基本术语	35
4.1.1	总体和个体	35
4.1.2	抽样和样本(子样)	35
4.1.3	统计量	37
4.2	抽样分布	38
4.2.1	样本均值 $\bar{X}$ 服从正态分布	38
4.2.2	χ^2 分布	39
4.2.3	t 分布	40
4.2.4	F 分布	43
4.3	参数估计	45
4.3.1	点估计	45
4.3.2	区间估计	49
4.4	假设检验	56
4.4.1	假设检验的基本概念	56
4.4.2	假设检验的步骤	57
4.4.3	假设检验的两类错误	59
4.4.4	参数的假设检验	59
	思考题与习题	71
5	可靠性特征量	72
5.1	可靠性的概念	72
5.2	可靠性特征量	73
5.2.1	可靠度	73
5.2.2	累积失效概率	75
5.2.3	失效率	75
5.2.4	平均寿命和平均无故障工作时间	76
5.2.5	可靠寿命	77
5.2.6	可靠性特征量间的关系	78
5.3	维修性特征量	80
5.3.1	维修度	80
5.3.2	修复率	80
5.3.3	平均修复时间	81
5.3.4	维修性特征量间的关系	81
5.4	有效性特征量	82
5.4.1	瞬时有效度	82
5.4.2	平均有效度	82
5.4.3	极限有效度(稳态有效度)	82
5.4.4	有效度的观测值	82
5.4.5	几种有效度计算公式	83
5.5	失效率曲线和失效规律	84

5.5.1 典型的失效率曲线	84
5.5.2 机械产品常见的失效率曲线	85
思考题与习题	86

第二篇 可靠性试验和数据分析

6 可靠性试验	89
6.1 可靠性试验的目的及分类	89
6.1.1 可靠性试验的目的	89
6.1.2 可靠性试验的分类	90
6.2 可靠性试验计划	91
6.2.1 制定计划前的准备	91
6.2.2 可靠性试验的管理	92
6.2.3 可靠性试验计划的制定	92
6.3 加速寿命试验	92
6.4 机械产品可靠性试验实例	93
思考题与习题	97
7 图分析法	98
7.1 累积分布函数值的估计	98
7.2 正态概率纸分析法	102
7.2.1 正态概率纸的构成	102
7.2.2 正态概率纸的用法	104
7.2.3 正态概率纸的其它用法	107
7.3 对数正态概率纸分析法	109
7.4 指数概率纸分析法	112
7.4.1 指数概率纸的构成	112
7.4.2 指数概率纸的用法	112
7.5 威布尔概率纸分析法	113
7.5.1 威布尔概率纸的构成	113
7.5.2 威布尔概率纸的用法	114
7.5.3 分组最小值寿命试验的图分析法	122
7.6 截尾试验概率纸分析法	124
7.7 中止寿命试验概率纸分析法	126
思考题与习题	130
8 数值分析法	132
8.1 回归分析法	132
8.1.1 一元线性回归模型	132
8.1.2 用最小二乘法进行参数估计	133
8.1.3 线性相关性检验	133
8.1.4 几种常用分布的变换关系	134
8.1.5 概率分布的回归分析法	135
8.2 指数分布	137

8.2.1	指数分布参数的点估计	137
8.2.2	指数分布参数的区间估计	138
8.2.3	指数分布可靠度的估计	139
8.3	线性估计法	142
8.3.1	最佳线性无偏估计法	143
8.3.2	最佳线性不变估计法	144
8.3.3	简单线性无偏估计法	145
8.4	正态分布	145
8.4.1	截尾寿命试验的参数估计	145
8.4.2	可靠寿命和可靠度的估计	148
8.5	对数正态分布	151
8.6	威布尔分布	156
8.6.1	两参数威布尔分布参数的极大似然估计	156
8.6.2	威布尔分布参数的矩法估计	158
8.6.3	威布尔分布参数的BLUE、BLIE和GLUE	160
8.6.4	威布尔分布可靠度和可靠寿命的估计	177
8.7	非参数法	181
8.7.1	可靠度的非参数估计	182
8.7.2	可靠寿命的非参数估计	184
8.8	分布类型的检验	185
8.8.1	χ^2 检验法	185
8.8.2	d 检验法	187
8.8.3	正态分布的拟合性检验	189
8.8.4	指数分布的拟合性检验	191
8.8.5	威布尔分布拟合性检验	194
	思考题与习题	196
9	可靠性抽样试验	199
9.1	概述	199
9.1.1	抽样试验的基本概念及分类	199
9.1.2	两类错误及其风险	199
9.1.3	接收概率与抽样特性曲线	200
9.2	计数抽样试验	201
9.2.1	一次计数抽样试验的框图	201
9.2.2	抽样特性函数的计算	201
9.2.3	一次计数抽样方案的分类与制订	202
9.3	指数分布下的失效率 and 平均寿命抽样试验	206
9.3.1	失效率抽样试验	206
9.3.2	平均寿命抽样试验	209
9.4	序贯抽样试验	212
9.4.1	计数序贯抽样试验	212
9.4.2	计量序贯抽样试验	214
	思考题与习题	218

10	蒙特卡洛法及其应用	219
10.1	概述	219
10.1.1	蒙特卡洛法的基本思想和步骤	220
10.1.2	蒙特卡洛法的收敛性、误差及特点	220
10.2	伪随机数的产生	221
10.2.1	随机数表法	223
10.2.2	伪随机数法	223
10.3	伪随机数的检验	224
10.3.1	参数检验 (矩检验)	224
10.3.2	均匀性检验 (频率检验)	225
10.3.3	独立性检验	225
10.4	任意分布的随机变量抽样	225
10.5	蒙特卡洛法的应用——随机变量函数的分布	227
10.6	信赖方法 (Fiducial approach)	229
	思考题与习题	231
11	可靠性中的贝叶斯方法	232
11.1	贝叶斯定理及贝叶斯估计	232
11.1.1	贝叶斯定理	232
11.1.2	贝叶斯估计	234
11.2	常用的先验分布	235
11.2.1	贝塔先验分布	235
11.2.2	伽玛先验分布	238
11.3	离散化的贝叶斯估计	240
11.4	实用的贝叶斯可靠性验证方法	243
	思考题与习题	246

第三篇 系统可靠性

12	可靠性设计	247
12.1	概述	247
12.1.1	什么是可靠性设计	247
12.1.2	可靠性设计的目的	248
12.2	可靠性设计工作内容和程序	248
12.2.1	可靠性设计工作内容	248
12.2.2	可靠性设计工作程序	250
12.3	可靠性设计主要原则	251
12.3.1	收集可靠性数据, 确定可靠性指标	251
12.3.2	明确产品的使用条件及工作环境	251
12.3.3	系统设计	251
12.3.4	采用标准件, 选用外购件	252
12.3.5	方案简化, 结构简单	252

12.3.6	耐环境设计	252
12.3.7	维修性设计	252
12.3.8	人一机工程设计	253
12.3.9	安全性设计	254
12.3.10	概率法机械设计	255
12.3.11	可靠性增长	255
12.3.12	经济性分析	255
12.4	贝叶斯原理在可靠性设计中应用	256
	思考题与习题	258
13	不可修复系统可靠性	259
13.1	系统的组成及功能逻辑框图	259
13.1.1	系统的组成	259
13.1.2	系统可靠性功能逻辑框图	259
13.1.3	系统类型	261
13.2	串联系统	262
13.3	并联系统	263
13.4	混联系统	266
13.4.1	一般混联系统	266
13.4.2	串-并联系统	267
13.4.3	并-串联系统	267
13.5	表决系统	268
13.6	旁联系统	270
13.6.1	贮备单元完全可靠的旁联系统	271
13.6.2	贮备单元不完全可靠的旁联系统	275
	思考题与习题	277
14	可修复系统可靠性	279
14.1	随机过程的基本知识	279
14.1.1	随机过程的基本概念	279
14.1.2	马尔柯夫过程	280
14.1.3	连续型马尔柯夫过程	290
14.2	可修复系统的有效度	291
14.2.1	单一设备的情况	291
14.2.2	串联系统的有效度	293
14.2.3	并联系统的有效度	295
14.2.4	r/n 表决系统的有效度	297
14.2.5	旁联系统的有效度	298
	思考题与习题	301
15	可靠性预测和可靠性分配	302
15.1	可靠性预测	302
15.1.1	可靠性预测的目的	302
15.1.2	可靠性预测的方法	302

15.1.3	可靠性预测的过程	305
15.2	可靠性分配	305
15.2.1	可靠性分配的目的和原则	305
15.2.2	可靠性分配方法	306
	思考题与习题	315
16	失效模式及影响分析	317
16.1	概述	317
16.2	失效模式及影响分析中的一些基本概念	317
16.2.1	失效的定义	318
16.2.2	失效的分类	318
16.2.3	失效等级的划分	318
16.2.4	失效的判据	320
16.3	失效模式	321
16.3.1	故障模式的分类	321
16.3.2	失效模式比率	322
16.4	失效机理	323
16.5	失效分析的过程及常用的分析方法	325
16.5.1	失效分析的过程	325
16.5.2	常用的失效分析方法	326
16.6	失效模式影响及致命性分析	328
16.6.1	失效模式影响及致命性分析 (FMECA) 的基本概念	329
16.6.2	FMEA及FMECA的任务及目的	329
16.6.3	FMEA及FMECA的分析过程	329
16.6.4	对FMEA及FMECA的评价	336
	思考题与习题	336
17	故障树分析	338
17.1	概述	338
17.1.1	故障树分析法	338
17.1.2	故障树分析的特点	339
17.1.3	故障树的应用	339
17.2	故障树的建立	339
17.2.1	故障树中所使用的符号	339
17.2.2	故障事件的定义及分类	341
17.2.3	选择好顶事件	342
17.2.4	建树时应注意的事项	342
17.3	故障树分析	344
17.3.1	割集与路集的基本概念	344
17.3.2	故障树的定性分析	345
17.3.3	故障树的定量分析	348
	思考题与习题	350

第四篇 概率法机械设计

18	概率法设计的概念和应力-强度模型的可靠度	353
18.1	概率法设计的概念	353
18.1.1	概率法设计的特点	353
18.1.2	应力-强度模型和可靠性指标	354
18.1.3	采用概率法设计的说明	355
18.2	解析法求可靠度	355
18.2.1	可靠度的一般表达式	355
18.2.2	应力强度都是指数分布的可靠度	356
18.2.3	应力强度都是正态分布的可靠度	357
18.2.4	应力强度都是对数正态分布的可靠度	359
18.2.5	几种应力-强度模型求可靠度的公式	361
18.3	数值积分法求可靠度	361
18.4	图解法求可靠度	364
18.5	蒙特卡洛模拟法求可靠度	367
	思考题与习题	367
19	设计变量数据和近似处理	369
19.1	应力和强度的随机性	369
19.2	统计数据的来源和处理	370
19.3	参考数据	371
19.4	随机变量函数的均值和标准差的近似算法	378
19.4.1	泰勒展开法	378
19.4.2	变异系数法	379
19.4.3	基本函数法	379
	思考题与习题	385
20	静强度的概率法设计	386
20.1	应力强度都是正态分布的设计计算	386
20.1.1	用联系方程的直接算法	386
20.1.2	用安全系数的简化算法	388
20.2	应力强度都是对数正态分布的设计计算	392
20.3	安全系数近似服从正态分布的设计计算	393
20.4	分布类型不明时可靠度的下限	395
20.5	几种安全系数对应可靠度的比较	398
20.6	蒙特卡洛法验算可靠度	398
20.7	可靠度的置信下限	399
	思考题与习题	401
21	疲劳强度的概率法设计	403
21.1	变应力的类型	403
21.2	随机应力的统计处理	404

21.2.1	峰值法	404
21.2.2	泄水法 (全循环法)	408
21.2.3	雨流法	410
21.3	疲劳强度试验和统计处理	411
21.3.1	单点试验法	411
21.3.2	成组试验法	411
21.3.3	升降试验法	414
21.4	零件的疲劳强度	418
21.4.1	单独修正法	418
21.4.2	综合修正法	428
21.4.3	近似修正法	434
21.4.4	$N=10^3$ 时疲劳强度的修正	434
21.4.5	$N_0 \leq N \leq N_\infty$ 时疲劳强度的修正	435
21.5	疲劳强度线图	435
21.5.1	$P-S-N$ 线图	435
21.5.2	$3S-S-N$ 线图	443
21.5.3	$3S-\sigma_m-\sigma_a$ 线图	445
21.6	受稳定变应力的疲劳强度计算	448
21.6.1	按 $P-S-N$ 线图的疲劳强度计算	448
21.6.2	按 $3S-S-N$ 线图的疲劳强度计算	449
21.6.3	按 $3S-\sigma_m-\sigma_a$ 线图的疲劳强度计算	452
21.6.4	按等效应力计算	456
21.6.5	受复合应力的计算法	459
21.7	受不稳定变应力的疲劳强度计算	461
21.7.1	受规律性不稳定变应力的疲劳强度计算	461
21.7.2	受随机性不稳定变应力的疲劳强度计算	465
21.7.3	几种典型应力-时间历程分布的 J_m	467
21.8	疲劳寿命的可靠性预测	469
21.8.1	应力为确定量时的可靠寿命	469
21.8.2	应力为随机变量时的可靠寿命	470
21.8.3	泰勒展开近似法预测可靠寿命	471
	思考题与习题	473
22	其它失效形式和零件的概率法计算	474
22.1	断裂韧性的概率法计算	474
22.1.1	静载抗断裂的可靠度	474
22.1.2	变载抗断裂的可靠度	477
22.1.3	变载抗断裂的可靠寿命	479
22.2	刚度的概率法计算	481
22.3	磨损的概率法计算	484
22.3.1	磨损和磨损寿命曲线	484
22.3.2	磨损寿命和可靠度	487
22.4	腐蚀的概率法计算	488

22.5	滚动轴承的可靠性	489
22.6	齿轮强度的概率法计算	494
22.6.1	齿面接触强度计算	494
22.6.2	轮齿弯曲强度计算	497
22.6.3	齿轮的简化概率法设计和可靠度的模拟验算	499
22.6.4	齿轮的可靠度指标	499
	思考题与习题	500

第五篇 可靠性维修和管理

23	可靠性维修	501
23.1	维修概述	501
23.1.1	维修的基本概念	501
23.1.2	维修的三个基本要素	501
23.1.3	可靠性维修思想的形成	501
23.2	机械的可维修性及其特征量	503
23.3	时间分类和维修时间的分布	503
23.3.1	时间分类	503
23.3.2	维修时间的分布	504
23.4	维修性的测定与预测	505
23.4.1	维修性的测定	505
23.4.2	维修时间的估计	506
23.4.3	维修度预测概要	507
23.5	维修方针和维修间隔期的确定	509
23.5.1	维修方针	509
23.5.2	最佳维修间隔期的确定	509
24	可靠性管理	515
24.1	概述	515
24.1.1	可靠性管理及其特点	515
24.1.2	可靠性管理的内容	516
24.1.3	可靠性管理的目的及意义	517
24.2	设计阶段的可靠性管理	517
24.2.1	设计阶段可靠性管理内容	517
24.2.2	设计评审	518
24.3	制造阶段的可靠性管理	520
24.3.1	制造工艺的可靠性管理	520
24.3.2	生产操作的严格管理	521
24.3.3	工具、量具、卡具及测试仪器的可靠性管理	521
24.3.4	工作环境的严格控制	521
24.3.5	外购件、外协件的管理	521
24.4	维修的可靠性管理	521
24.4.1	维修策略	521

24.4.2	维修方法	521
24.4.3	维修组织	522
24.4.4	维修保证	522
24.4.5	维修信息	522
24.5	可靠性管理的组织、配员	522
24.5.1	企业可靠性管理组织	522
24.5.2	可靠性配员	523
24.6	可靠性数据的管理	524
24.6.1	数据收集的目的、范围及途径	524
24.6.2	数据收集的内容	524
24.6.3	国外公共可靠性数据中心简介	525
24.6.4	我国可靠性数据收集中心概况	526
24.7	可靠性计划、教育与培训	527
24.7.1	可靠性计划	527
24.7.2	可靠性教育与培训	527
	思考题与习题	528
附表1	二项分布表	529
附表2	正态分布数值表	530
附表3	χ^2 分布的分位数表	531
附表4	t 分布的分位数表	532
附表5	F 分布的分位数表	533
附表6	Γ 函数表	538
参考文献		538

第一篇 可靠性的基础知识

1 绪 论

1.1 可靠性是一门新兴学科

为了解可靠性这一新兴学科，首先要明确什么是可靠性？狭义可靠性是指产品在规定条件下和规定时间内完成规定功能的能力。广义可靠性是指产品在其寿命期内完成规定的功能，它包含狭义可靠性和维修性。这里所说的产品是指作为单独研究和分别试验的对象，它可以是元件、零件、部件、设备或系统等。产品完成功能能力的大小是以概率来表示的。

产品不能完成规定功能称为失效（或故障），产品何时出现失效与很多因素有关，因此产品出现失效时间是一个随机现象，所以研究可靠性就要研究随机现象及其规律。它是以概率论、数理统计、随机过程等为数学基础，以失效物理为物理学基础。产品可靠性是其重要的质量指标。而可靠性水平大小与时间有关，因此，可靠性是具有时间性的质量指标。研究可靠性与系统工程、环境工程、价值工程、工程心理学、质量控制技术、维修技术、生产管理与使用管理技术及计算机技术等密切相关，因此，可靠性是应用众多科技的新兴边缘学科。

这一新兴学科应用领域很广，如军工、航天、航空、电子、机械等，可以说遍布整个工业领域。

机械可靠性工程是可靠性学科的一个重要方面。它是以保证和不断提高机械产品可靠性为宗旨，贯穿于产品设计、研制、试验、使用、维护、管理等各工程技术环节。因此，不论领导干部，还是从事产品设计、试验、制造、使用、维修及管理工作的技术干部，都应对这一新的学科有所了解，才能把可靠性理论与技术与本单位研制、使用及维修的产品联系起来，推动产品可靠性水平的不断提高。

1.2 可靠性学科发展的历史简介

长期以来人们就广泛采用“可靠性”这一概念来定性的评价产品质量，这种靠人们的经验评定某一产品可靠、比较可靠、不可靠，没有一个量的标准来衡量。人们提出可靠性的定量指标至今大约有50多年历史。这一段历史可分为三个发展阶段：

初期发展阶段。这阶段大约是在本世纪30~40年代，这一时期，经历了两次世界大战，特别是第二次世界大战中，当时飞机已成为重要的运输工具和武器，但当时飞机、舰艇等武器装备中的电子设备经常发生故障，使装备失去了应有的战斗能力，贻误战机。比如美国运往远东的机载电子设备60%在运输中失效；海军舰艇上电子设备70%因“意外”事故而失效，人们才注意到并开始研究这些“意外”事故发生的规律，这就是可靠性问题的提出。

1939年,英国航空委员会出版的《适航性统计学注释》一书中,首次提出飞机故障率不应超过0.00001次/h,相当于一小时内飞机的可靠度 $R_s=0.99999$,这可以认为是最早的飞机安全性和可靠性定量指标。

第二次世界大战末期,德国火箭专家R.卢瑟(Lussen)首先把V-Ⅱ火箭诱导装置作为串联系统,利用概率乘法,求出其可靠度为75%,这是第一次定量地计算一个复杂系统的可靠度问题。

1942年,美国麻省理工学院一个研究室,开始对真空管的可靠性进行了深入的调查研究工作。上述几个例子表明在20世纪30~40年代,已开始了可靠性的研究工作。

可靠性工程技术发展形成阶段。这一阶段大约是在50~60年代,这一个时期,世界上不少发达的国家都注意到产品可靠性问题,并对可靠性问题进行了深入的研究,大体上确定了可靠性研究的理论基础及研究方向。

1952年,美国军事部门、工业部门和有关学术部门联合成立了“电子设备可靠性咨询组”—AGREE(Advisory Group on Reliability of Electronic Equipment)。AGREE对电子产品的设计,制造、试验、储存、运输及使用等各个方面作了全面的可靠性调查研究,并于1957年提出了《电子设备可靠性报告》。该报告首次比较完整地阐述了可靠性的理论与研究方向,从此,可靠性工程研究的方向才大体被确定下来。1957年在执行阿波罗(Appolo)计划时,AGREE开始研究可维修性及设备可靠验收问题。

1958年,美国国防部成立导弹可靠性特设委员会(ACGMR),同年发表了“导弹可靠性监控大纲”。

1959年,美国国防部颁发了《电子设备可靠性保证大纲》—MIL-R-25717C,这就是美国军用MIL标准的初始,以后又颁布了一系列MIL标准。

1968年,美国联邦航空局制定了MGS-I文件,是以可靠性为中心的维修大纲。

1954年,美国召开了第一届可靠性与质量管理学术会议。1962年,召开了第一届可靠性与维修性学术会议。

60年代后期,美国约40%的大学设置了可靠性工程课程。

日本研究可靠性技术较晚,1958年,日本科技联盟(JUSE)成立了可靠性研究委员会,1960年JUSE召开了第一次可靠性学术会议。1971年召开了第一届可靠性与维修性学术会议,以后每年举行一次,至今已开过15届。日本可靠性工作虽然开展较晚,但日本主要是注重民用产品可靠性研究,强调实用,这就大大地促进了日本的机电产品可靠性水平的提高。

苏联从1950年起,开始注意到可靠性问题,技术科学博士,A.C.普罗尼柯夫(ПРОНИКОВ)教授从研究金属切削机床入手,研究机器可靠性问题,并发表了大量论著。50年代末,苏联因产品不可靠造成了巨大经济损失,据1958年统计,工业产品的废品造成的损失为国民经济总收入的四分之一,这引起了政府及有关部门的重视。所以,从60年代初开始,苏联从技术上,组织上采取措施,提高产品的可靠性,促进了可靠性工程技术的发展。比如对工程师、科学家进行可靠性技术教育;建立可靠性试验室;建立总工程师领导下的可靠性组织机构;召开各种可靠性学术会议;出版各种有关可靠性方面的书籍等等。苏联研究可靠性技术,既重视理论研究,又重视实用的可靠性工程的研究。

除上述几个发达国家外,还有英国、法国、意大利及东欧一些国家等,也相继从50年