

可靠性·维修性·保障性丛书

1

可靠性·维修性·保障性总论

主编 杨为民 副主编 阮镰 俞沼 屠庆慈

KEKAOXING WEIXIUXING BAOZHANGXING
CONGSHU

国防工业出版社



383150

可靠性·维修性·保障性

总 论

主 编

杨为民



(按姓氏笔划排序)

么子臣 孔繁柯 甘茂治 刘亢虎
张 泉 殷鹤龄 曾天翔

国防工业出版社

· 北京 ·

(京)新登字 106 号

图书在版编目(CIP)数据

可靠性·维修性·保障性总论/杨为民主编. —北京:
国防工业出版社, 1995. 5

(可靠性·维修性·保障性丛书)

ISBN 7-118-01424-9

I. 可… II. 杨… III. ①武器装备-可靠性-可维修性-
保障②工程技术-可靠性-可维修性-保障 IV. ①E92②TB1
14. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 95 第 02413 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 13% 346 千字

1995 年 5 月第 1 版 1995 年 5 月北京第 1 次印刷

印数: 1—6 000 册 定价: 20.30 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

认真研究先进理论，
密切联系工程实际，
大力推进可靠性系统
工程的发展。

祝《可靠性、维修性、
保障性丛书》出版

丁谓 题

一九四四年十月十四日。

《可排性、维修性、保障性丛书》的出版,对我国可排性系统工程的发展,必将起到巨大的推动作用。

感谢编者的创造性劳动。我们可以为有自己的工程应用价值极高的这部巨著而自豪

许光
一九九〇年八月廿五日

發展可靠性技術
提高裝備質量水平

懷國棟

94.9.30

序 言

树立当代质量观,不断提高产品质量,已成为国民经济和国防科技发展中引人注目的关键问题。可靠性、维修性、保障性是产品效能的决定因素,亦为产品质量的重要内涵。产品不但要性能优越,而且要寿命长、故障少、易维修、易保障,从而使其具有较高的效能及较低的寿命周期费用,以达到获取最佳效费比的目的。

可靠性、维修性技术是与国民经济及国防科技密切相关的、亟待发展的新兴学科分支,世界各发达国家均对此予以高度重视,通过可靠性、维修性技术的开发和应用,已在民用产品与武器装备的研制中获取了巨大效益。进入 90 年代以来,欧美各国在可靠性、维修性、保障性的综合化发展方面又取得了新进展,产生了诸如“并行工程”和“可信性技术”的新概念、新方法;因而更进一步地提高了产品质量、缩短了研制周期并节省了成本。与此相比,我国的可靠性、维修性工程起步较晚,无论从发展需求而言或与国外水平相比,均有明显差距。为尽快扭转这一落后局面,必须首先加强对可靠性、维修性工作的管理,大力发展可靠性、维修性技术。同时,必须重视专业人才培养,提高可靠性、维修性设计与管理人員的素质。这对于促进可靠性系统工程的深入发展,更有效地提高装备质量,具有重要的现实意义。为适应这一需求,国防科学技术工业委员会组织了国内这一领域中的知名专家和学者撰写了这套《可靠性·维修性·保障性丛书》,准备分批出版,第一批共六册,今后将陆续出版其它各册。

这套《丛书》系统地引进、吸收了发达国家先进的管理思想和相关技术,并在认真总结我国已取得的成果和经验的基础上,从技

术和管理两方面深入浅出地阐明了有关专业的基本理论、技术及其应用和可靠性系统工程管理等问题,具有系统性和实用性,从而有助于人们全面、系统地了解 and 掌握该项技术的主要内涵。《丛书》中所阐述的可靠性、维修性工程的理论和方法对现代工程系统、武器装备系统和一般民用产品均具有普遍的适用性。

《可靠性·维修性·保障性丛书》是一套理论与工程实践并重的著作,它不仅可作为从事现代化工程系统研制的工程技术人员和管理人员指导工作的参考书;而且也为有关工程专业的大学本科和研究生提供了系列化的参考书。我们相信,这套丛书的出版,将对我国可靠性系统工程的全面、深入发展起到重要的推动和促进作用。

《可靠性·维修性·保障性丛书》

编辑委员会

一九九四年十一月

前 言

本书是《可靠性·维修性·保障性丛书》的第一册。本册阐述了国内外可靠性、维修性、保障性(R&M&S)工程发展的历史背景和现况,并从武器装备作战效能和寿命周期费用的高度论述了R&M&S在装备研制中的重要作用与地位;以及我国R&M&S工程的发展方向 and 对策。

本书用系统工程思想对R&M&S工程的技术与管理进行了综合的论述,阐明了R&M&S工程的内涵、相互关系及其综合化的发展趋势。书中系统地引入、吸收了发达国家先进的相关技术和管理方法,并在认真总结我国已取得的成果和工程经验的基础上,为读者提供了R&M&S工程的规范化方法和途径。

本书共分八章,其框架结构如图1所示。

第1章绪论,阐述国内、外R&M&S工程的发展历程,及其在装备研制中的重要作用与地位。

第2、3、4章分别论述可靠性、维修性和综合保障工程的理论与工程实践。

第5章在论述了当前国内外R&M&S工程的综合化发展趋势之后,提出了可靠性系统工程的新概念和武器装备系统综合的实施要素与方法。

可靠性系统工程既是一个技术过程,又是一个管理过程,在装备研制全过程中,必须同时推进这两个过程。因此,本书的第6、7、8章将阐述与R&M&S管理有关的内容。

第6章着重论述可靠性系统工程的管理过程,即R&M&S的综合管理。

第 7、第 8 章从两个不同的侧面,即 R&M&S 信息管理与标准化,补充了第 6 章的内涵,从而为武器装备研制中开展 R&M&S 工作提供了一个完整的管理框架。

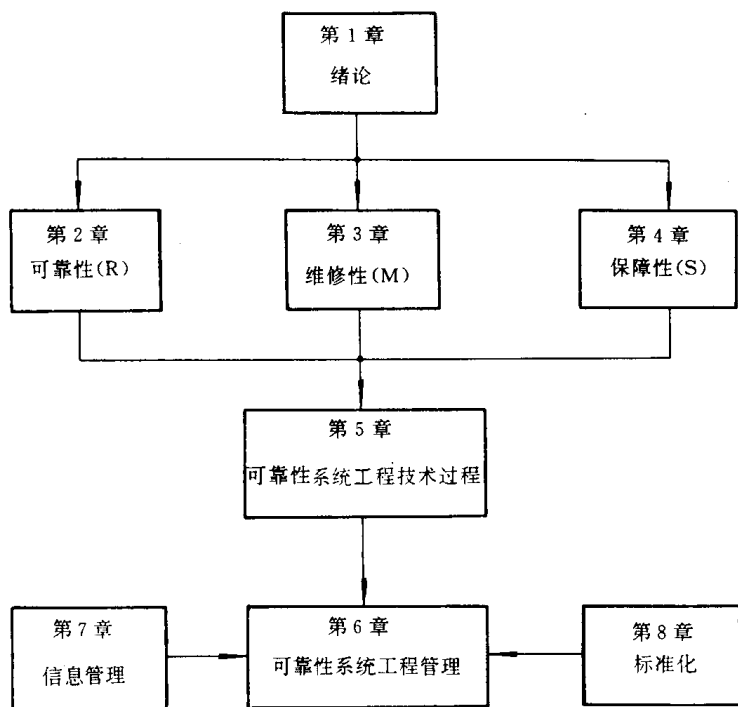


图 1 本书框架示意图

参加本册撰写工作的有:曾天翔、殷鹤龄、么子臣、张泉(第 1 章),屠庆慈(第 2 章),甘茂治(第 3 章),孔繁柯(第 4 章),阮镰(第 5 章),杨为民(第 6 章),刘亢虎(第 7 章),俞沼(第 8 章);全书由杨为民同志主编。

本册编写组
一九九四年八月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 可靠性、维修性及综合保障工程的发展	(1)
1.1.1 可靠性工程的发展	(1)
1.1.2 维修性及测试性工程的发展	(5)
1.1.3 综合保障工程及其他技术的发展	(8)
1.1.4 我国可靠性、维修性及综合保障工程的发展	(11)
1.2 可靠性、维修性及保障性的作用及地位	(13)
1.2.1 可靠性、维修性及保障性的作用	(13)
1.2.2 可靠性、维修性及保障性在现代装备研制中的重要地位	(16)
1.3 可靠性、维修性及保障性的度量	(19)
1.3.1 可用性的定义和度量	(20)
1.3.2 常用可用性参数的定量计算	(21)
1.3.3 战备完好性的定义与度量	(22)
1.4 装备费用—效能分析	(24)
1.4.1 装备效能	(25)
1.4.2 寿命周期费用	(27)
1.4.3 费用—效能权衡分析	(31)
1.5 迎接挑战,推进可靠性、维修性及综合保障工程的更大发展	(38)
1.5.1 迎接挑战	(38)
1.5.2 发展策略	(39)
参考文献	(42)
第 2 章 可靠性工程	(43)

2.1	前言	(43)
2.2	可靠性要求	(44)
2.2.1	定性要求	(45)
2.2.2	定量要求	(47)
2.3	系统可靠性设计与分析	(52)
2.3.1	可靠性模型的建立与分析	(53)
2.3.2	可靠性预计与分配	(58)
2.3.3	故障模式影响及危害性分析	(62)
2.3.4	故障树分析	(67)
2.3.5	可靠性设计准则	(71)
2.3.6	其他可靠性设计分析方法	(75)
2.3.7	储存可靠性与不工作状态可靠性	(76)
2.4	电子元器件的正确选择与使用	(77)
2.4.1	电子元器件的质量等级	(77)
2.4.2	电子元器件的正确选择与控制	(81)
2.4.3	元器件的正确使用问题	(84)
2.5	可靠性试验技术	(86)
2.5.1	可靠性试验的目的及类型	(86)
2.5.2	环境应力筛选	(88)
2.5.3	可靠性增长及增长试验	(93)
2.5.4	可靠性鉴定与验收试验	(99)
2.5.5	外场可靠性试验技术	(105)
2.6	生产和使用中的可靠性	(107)
2.6.1	生产中的可靠性保证	(107)
2.6.2	使用阶段的可靠性	(110)
	参考文献	(111)
第3章	维修性工程	(112)
3.1	前言	(112)
3.1.1	维修性的基本概念	(112)
3.1.2	维修性工程的内涵	(113)
3.1.3	维修性工作的重要意义	(113)
3.2	维修性要求	(115)
3.2.1	定性要求	(115)

3.2.2	定量要求	(117)
3.2.3	维修性要求的确定	(118)
3.3	维修性设计与分析	(121)
3.3.1	维修性模型的建立	(121)
3.3.2	维修性分配	(123)
3.3.3	维修性预计	(126)
3.3.4	维修性分析	(130)
3.3.5	制定维修性设计准则	(134)
3.4	维修性试验与评定	(136)
3.4.1	目的与作用	(136)
3.4.2	试验与评定的时机与区分	(136)
3.4.3	一般程序	(138)
3.4.4	组织管理	(141)
3.5	测试性设计与验证	(142)
3.5.1	概述	(142)
3.5.2	测试性要求	(144)
3.5.3	测试方案	(146)
3.5.4	测试性的分配与预计	(148)
3.5.5	固有测试性设计	(148)
3.5.6	测试点的选择与配置	(149)
3.5.7	测试性验证	(151)
3.5.8	测试性设计与验证的若干关键问题	(152)
3.6	生产与使用阶段的维修性工作	(153)
3.6.1	生产阶段的维修性工作	(153)
3.6.2	使用阶段的维修性工作	(155)
	参考文献	(157)
第4章	综合保障工程	(158)
4.1	前言	(158)
4.2	综合保障工程的基本概念	(160)
4.2.1	综合保障工程的内涵	(160)
4.2.2	综合保障工程研究的对象和范围	(162)
4.2.3	综合保障工程的组成要素	(163)
4.2.4	装备的保障性能	(166)

4.3	装备保障性分析	(170)
4.3.1	装备系统——装备与其保障系统的有机组合	(170)
4.3.2	保障性分析是综合考虑装备及其保障资源的分析 方法	(171)
4.3.3	保障性分析的基本过程	(173)
4.3.4	保障性分析中的接口	(183)
4.4	保障性分析应用的分析技术	(193)
4.4.1	故障模式影响和危害性分析	(194)
4.4.2	以可靠性为中心的维修分析	(194)
4.4.3	维修级别分析	(202)
4.4.4	使用与维修工作分析	(208)
4.4.5	生存性分析	(208)
4.5	研制保障资源和建立保障系统	(210)
4.5.1	备件和器材供应	(211)
4.5.2	保障设备	(213)
4.5.3	保障人员及其训练	(216)
4.5.4	技术资料	(219)
4.5.5	保障系统的建立	(222)
4.6	综合保障的试验与评定	(222)
4.6.1	保障性评估的目的和分类	(223)
4.6.2	研制试验和评价中的综合保障工作评定	(224)
4.6.3	使用试验和评价中的综合保障工作评定	(225)
4.6.4	部署后的保障性评估	(225)
4.6.5	保障性评估的规划与管理	(226)
4.7	综合保障的规划	(228)
4.7.1	综合保障总计划	(228)
4.7.2	综合保障工作计划	(231)
4.7.3	部署计划	(231)
	参考文献	(233)
第5章	可靠性系统工程	(234)
5.1	可靠性系统工程的理论与实践	(234)
5.1.1	系统工程在现代装备研制中的地位	(234)
5.1.2	可靠性、维修性、保障性的综合化发展趋势	(241)

5.1.3 可靠性系统工程的概念与实施要素	(246)
5.2 可靠性、维修性、保障性综合	(255)
5.2.1 可靠性、维修性、保障性专业综合是工程专业综合 的核心	(255)
5.2.2 可靠性、维修性、保障性综合的模型	(259)
5.3 系统综合	(265)
5.3.1 系统综合的实施要素	(265)
5.3.2 综合要求的形成	(266)
5.3.3 综合研制过程	(275)
5.3.4 综合产品研制组织	(290)
5.3.5 综合的计算机辅助工程环境	(292)
参考文献	(293)
第6章 可靠性、维修性、保障性管理	(294)
6.1 管理纲要	(294)
6.1.1 全寿命管理	(294)
6.1.2 管理的职能和方法	(297)
6.1.3 大纲与计划	(300)
6.2 型号的矩阵管理	(306)
6.2.1 矩阵管理结构	(306)
6.2.2 矩阵管理中的工程技术管理	(308)
6.2.3 矩阵管理中的监督与控制	(310)
6.3 可靠性系统工程管理	(316)
6.3.1 可靠性系统工程与传统工程的综合管理	(316)
6.3.2 可靠性、维修性、保障性综合管理	(318)
6.3.3 综合保障管理的特点	(322)
6.3.4 实例	(324)
参考文献	(326)
第7章 可靠性、维修性、保障性信息系统	(328)
7.1 前言	(328)
7.1.1 信息	(328)
7.1.2 物流与信息流	(329)
7.1.3 信息与管理	(330)

7.2 可靠性、维修性、保障性信息	(331)
7.2.1 可靠性、维修性、保障性信息是质量信息的重要组成部分	(331)
7.2.2 可靠性、维修性、保障性信息的重要性	(331)
7.2.3 可靠性信息的特征	(332)
7.3 可靠性信息系统及其管理	(333)
7.3.1 可靠性信息系统	(333)
7.3.2 可靠性信息系统的管理	(334)
7.3.3 国外可靠性信息系统的现况与发展趋势	(335)
7.3.4 我国可靠性信息系统的现况与主要经验	(340)
7.4 信息需求分析	(343)
7.4.1 信息需求分析的作用	(343)
7.4.2 可靠性信息的分类	(343)
7.4.3 信息需求分析的程序	(345)
7.5 信息工作流程	(346)
7.5.1 信息的收集	(346)
7.5.2 信息的加工处理	(352)
7.5.3 信息的储存	(357)
7.5.4 信息的反馈和交换	(359)
7.6 利用信息资源,发挥信息的作用	(361)
7.6.1 信息的闭环控制	(361)
7.6.2 信息的综合分析	(363)
7.6.3 信息的共享	(366)
7.6.4 信息系统与故障报告、分析和纠正措施系统	(366)
参考文献	(368)
第8章 可靠性、维修性、综合保障工程与管理的标准化	(369)
8.1 概述	(369)
8.1.1 标准化的基本概念	(369)
8.1.2 军用标准的分类和应用	(370)
8.1.3 标准化与可靠性、维修性、综合保障工程与管理的关系	(372)
8.2 国外有关可靠性、维修性、综合保障标准的概况	(373)
8.2.1 美国有关标准的概况	(373)

8.2.2 IEC 有关标准的概况	(374)
8.2.3 其他国家有关标准的概况	(374)
8.3 可靠性、维修性、综合保障国家军用标准	(375)
8.3.1 可靠性、维修性标准对推动我国可靠性、维修性工作 的作用	(375)
8.3.2 可靠性、维修性、综合保障国家军用标准体系	(376)
8.3.3 重要的国家军用可靠性、维修性、综合保障标准简介	(379)
8.4 可靠性、维修性、综合保障标准的制定、贯彻与 实施	(382)
8.4.1 标准的制定	(382)
8.4.2 标准的贯彻与实施	(384)
8.4.3 标准的选用与剪裁	(386)
8.5 综合标准化与可靠性、维修性、综合保障通用标 准的关系	(387)
8.5.1 综合标准化简述	(387)
8.5.2 综合标准化与可靠性、维修性和综合保障现行军用标 准的关系	(389)
附表 8-1 美国有关军用标准分类与主要项目名称	(390)
附表 8-2 IEC 现行有关标准项目名称	(393)
附表 8-3 IEC 一些正在修订和编制项目的进展情况	(395)
附表 8-4 原苏联国家可靠性标准分组情况	(396)
附表 8-5 原苏联部分国家可靠性标准项目	(398)
附表 8-6 我国 R&M&S 国家军用标准项目	(400)
附表 8-7 R&M&S 标准宣贯教材系列	(402)
参考文献	(403)
常用的可靠性、维修性符号	(404)
缩略语	(405)