

装备保障性 系统工程

System Supportability System Engineering

宋太亮 著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

本书得到总装备部“1153”人才工程专项经费资助

装备保障性系统工程

System Supportability System Engineering

宋太亮 著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书从装备联合作战需求出发,系统全面地论述了装备保障性系统工程的工作内容。主要包括装备保障性系统工程的基本概念,装备作战使用任务需求和保障性目标,保障性要求确定,装备保障性设计,保障方案制定和保障系统建立,装备生产、部署及使用中的保障性工作,保障性试验与评价,装备经济可承受性和寿命周期费用,软件保障和软件保障性、保障性信息管理和应用,保障性系统工程管理与应用等内容。

本书可供装备管理机关和论证、研制、生产、部署使用部门和单位的管理与工程技术人员阅读和参考,也可作为高等院校相关专业研究生、本科生的教学用书和参考资料。本书提出的观点、技术、思想和方法对民用产品的研制、生产和售后技术服务也有较好的指导、借鉴和参考作用。

图书在版编目(CIP)数据

装备保障性系统工程/宋太亮著. —北京:国防工业出版社,
2008. 11

ISBN 978-7-118-05996-0

I. 装... II. 宋... III. 武器装备—工程保障 IV. E144

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 156720 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 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 20 字数 350 千字

2008 年 11 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 42.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

序 1

保障力也是战斗力。历史上的战争是这样,现代战争更是如此。国内外普遍认为,随着高新技术特别是信息技术的广泛应用,武器装备的整体性和复杂性空前提高,装备保障问题日益突出。过去,装备保障基本上是装备研制结束,甚至交付部队后才引起重视,造成保障建设难以及时到位,部队装备难以尽快形成战斗力。现实需要和发展趋势警示我们,必须从装备体系建设的全局出发,自装备立项就要把保障性问题作为设计过程中一个不可分割的组成部分统筹考虑。

江泽民同志曾经明确指出:“越是先进的装备,对保障的依赖性越大,这是个客观规律。”如何在装备研制中,既要满足战术技术指标要求,又要体现保障性要求,科学规划装备保障所需资源,是一项非常必要而又相当困难的任务。目前,新型装备研制时间紧、任务急,保证战术技术指标要求高、难度大,保障性问题因素多、范围广,更增加了工作的难度。装备保障性系统工程是解决这一难题的最佳途径。

装备保障是门科学,科学的本质在创新。装备保障性系统工程,是解决装备设计与保障系统设计同步建设,确保装备交付后尽快形成作战能力和保障能力的新兴的综合性学科。装备保障性系统工程,综合运用系统工程的原理、技术和方法,统筹解决装备设计和保障资源设计之间的矛盾和问题,在装备研制时一方面提出与保障有关的设计特性参与设计;另一方面要求规划装备使用与维修所需的全部成套保障资源。这两个方面的有机结合,最终以合理的寿命周期费用,实现装备作战任务需求和作战使用要求。

1998年4月,中央军委决策成立总装备部,对武器装备实施全系统全寿命管理,从体制上加强了全军武器装备建设的集中统一领导,同时为强化和改进装备保障工作提供了难得契机和重要保证。装备保障建设是武器装备体系建设的重要组成部分,对决定战争胜负具有至关重要的作用。近十年

来,军委和总装领导一直高度重视装备保障建设,多次强调提出,要成系统成建制装备部队,尽快形成作战能力和保障能力。面对新形势、新任务、新要求,深入贯彻落实科学发展观,在装备建设领域大力推行装备保障性系统工程,对实现装备建设和装备保障建设同步协调发展、武器装备建设的资源合理配置、装备体系结构优化升级、促进部队装备尤其是新装备“两成两力”建设等方面,将发挥无可替代的重要作用,大大提高装备建设的整体效益和军事效益。

实践出真知。本书作者长期从事装备质量管理和可靠性、维修性、保障性工作的技术研究和工程实践,该书是其对保障性工作学习与实践的认识、理解、探讨和总结,着重从作战任务需求、保障性要求论证、保障性设计、保障系统建立、保障性试验与评价、保障性管理等方面,系统介绍了保障性系统工程的理论、技术与方法,并揭示了装备保障工作的特点规律,是一部从系统工程层面研究保障性问题的新作。

可以相信,本书的出版对于进一步推动装备保障性系统工程理论与方法的研究和应用,更好发挥在装备保障同步建设中的作用,培养新型保障性系统工程人才,都有着十分重要的意义。

石世印

2008年9月

序 2

随着武器装备的功能日益复杂,装备的使用与维修保障问题也越来越突出。在装备研制中,装备设计的不适应保障要求、保障资源不能与装备配套提供部队,成为装备迅速形成作战能力的主要矛盾,也使装备寿命周期费用显著增加,20世纪80年代国外就提出了保障性的要求,并在项目采办中逐步实施。

装备保障性表述了装备执行任务的能力,是型号研制中的一项主要要求。为保证此项能力的实现,在装备研制时一方面提出与保障有关的设计特性参与设计,另一方面要求规划装备使用与维修所需的全部成套保障资源,这两个方面结合,最终满足装备平时战备完好性和战时利用率等执行任务能力的要求。有关保障的设计特性包括很多方面,最主要的是可靠性、维修性、测试性、人素工程和保障资源对设计的影响等。装备的战备完好性和作战持续性是装备执行任务能力的重要指标,近年来从作战保障的实践中又提出了保障机动部署性、联合作战共用性、保障 C⁴I 以及保障规模约束等更高的要求。这些要求是保障性目标要求,也是装备执行任务能力的总要求。目标和能力需要在装备论证、研制、生产和使用各阶段通过可靠性、维修性、综合保障等专业工程“统筹规划、共同协作”才能完成。保障性系统工程就是用系统工程的观点和方法从立项论证起系统分析确定任务能力和保障性目标要求,研制中通过各项专业工程活动互相协调、反复权衡来达到确定的目标,并在部署装备时交付成套保障资源,以实现规定的任务能力。

本书对保障性系统工程的内涵、保障性目标要求的确定、制定保障方案和保障系统等做了较详细的阐述,提出了明确的观点。保障性是国外引进的技术,名词术语和技术过程可能理解不一致,需要在认真实践中求得统一。我军拥有大量可贵的装备使用维修保障经验,如何与之结合是极其重要的课

题,书中有若干实例力图说明相关问题。

作者长期从事保障性研究,紧密跟踪国外先进技术,组织和参加了多项有关综合保障和保障性标准的制定与宣贯,以及若干型号研制过程中综合保障方面的论证与研究。这本书是他对保障性工作学习与实践的认识、理解和总结,也是首次以系统工程的观点来研究保障性问题的专著。相信会对读者有所帮助,或引起深入的讨论。

保障性系统工程是工程技术,贵在工程实践。我军型号研制中这方面的工作已经起步,但发展不平衡,技术手段不完善,全寿命管理体制还未健全,作为一项系统工程尚待全面有序地展开。因此,希望专业人员联系实际,勇于创新,深入探索,更需要有力的政策和法规予以支持,以便获得实用的有价值的成果。



2008年8月

前 言

装备可靠性工程、维修性工程和综合保障工程在我国引进和发展已有二十余年了。在型号论证、研制及试验中都有不同程度的应用,并取得了一些有价值的成果,但在各类装备中应用的深度和广度还不够平衡。随着高新技术在武器装备中的广泛应用,装备复杂程度在不断提高,装备保障问题更加突出,为了解决装备的保障问题,需要从系统层次上,运用系统工程的理论、技术和方法,统筹协调解决各种问题和矛盾,解决这些问题的工程学科就是装备保障性系统工程。

全书从作战任务需求出发,运用装备保障性系统工程的理论、方法和技术,提出了解决装备保障问题的工程方法,对装备保障性系统工程进行了系统全面的阐述。

全书共分 11 章。

第 1 章简述了装备保障性系统工程产生的背景,保障性系统工程的定义、内涵、目标和工作内容,以及与相关专业工程的统筹与协调。

第 2 章从作战任务需求出发,介绍了联合作战的特点,联合作战对装备保障的新需求,提出了基于满足装备作战任务需求的使用方案和保障性目标。

第 3、4、5、6 章分别论述了保障性要求的确定方法,装备保障性设计,保障方案制定和保障系统建立,以及装备生产、部署和使用中的保障性工作,涉及装备寿命周期阶段保障性系统工程的主要工作内容。

第 7 章论述了装备保障性试验与评价的分类和作用,保障性试验与评价的内容,保障性目标评估,以及保障性试验与评价的管理。

第 8 章介绍了装备经济可承受性和寿命周期费用的概念,提出了提高装备经济可承受性技术和方法,阐述了系统效能分析、寿命周期费用分析和费

用—效能分析技术。

第9章介绍了软件保障和保障性的定义和内容,阐述了制定软件保障方案、确定保障资源需求的技术和方法。

第10章阐述了保障性信息的作用、范围、管理和应用,介绍了构建保障性信息系统的设想和方法。

第11章介绍了保障性管理的特点,保障性管理规划、组织机构、评审、接口管理、风险管理等内容,以及非研制产品保障性管理等内容。

关于保障性系统工程涉及的可靠性工程、维修性工程,系统工程涉及的常用工具,如预测技术、仿真技术、试验技术、网络技术、评价和决策技术、排队论、对策论、图论、技术经济分析等,以及涉及的专门分析技术,如故障模式、影响及危害性分析(FMECA)、以可靠性为中心的维修分析(RCMA)、修理级别分析(LORA)等,由于目前这方面已有大量的出版物,本书不再赘述。

本书是为推动装备建设同步开展保障性系统工程,实现装备建设与保障系统建设的统筹协调、同步发展,保证装备部署后尽快形成保障能力而编写的。希望本书能够给读者带来一些新的启迪和帮助,也希望更多的专家和学者参与进来,多交流,多实践,通过不断创新和共同努力,使装备保障性系统工程在型号项目中取得更大成功,为装备质量建设做出更大的贡献。

总装备部科技委石世印委员为本书写了序言,他对本书给予了很高的厚望,在此对他的鼓励和帮助表示衷心地感谢。我的导师孔繁柯教授对全书提出了许多具体修改意见和建议,亲自修改部分章节,并为本书写了序言,在此对他多年来给予我的细心培养和教诲,表示衷心地感谢。在本书编写过程中还得到了各级领导的关心和支持,张康宝、俞沼、孙书鸿等老专家提出了宝贵意见,参加综合保障培训的学员和《装备保障性工程》的热心读者提出了很好的建议,同时也引用了专家的部分资料,在此一并向他们表示衷心感谢。

装备保障性系统工程是一门新兴学科,有许多问题还需要进一步实践和深入研究,加之作者知识和经验的局限性,书中缺点和错误在所难免,诚望读者提出宝贵意见和建议。

作者

2008年8月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 保障和保障性	1
1.1.1 装备及装备体系的基本概念	2
1.1.2 保障的定义和内涵	4
1.1.3 保障性的定义和特点	5
1.2 装备保障性系统工程的提出	7
1.2.1 可靠性工程的产生与发展	7
1.2.2 维修性工程的产生与发展	9
1.2.3 综合保障工程的产生与发展	10
1.3 装备保障性系统工程	12
1.3.1 保障性系统工程的定义及内涵	12
1.3.2 保障性系统工程的主要工作内容	13
1.3.3 保障性系统工程中的统筹协调	20
1.3.4 保障性建模与仿真	24
第2章 装备作战使用任务需求与保障性目标	28
2.1 联合作战及其特点	28
2.2 联合作战对装备保障建设的新要求	31
2.2.1 美军用联合作战方案指导装备建设的主要做法	34
2.2.2 联合作战任务下美军信息化装备建设的重点和方向	39
2.3 装备作战使用任务需求和顶层要求文件	40
2.4 装备作战使命任务与使用方案	44
2.4.1 作战使命任务	44
2.4.2 装备使用方案	44
2.5 装备保障性目标	46

2.5.1	保障性目标的定义和内涵	46
2.5.2	保障性目标的内容及确定	48
2.5.3	保障性目标示例	53
第3章	制定保障性要求	57
3.1	装备保障性技术规范	58
3.1.1	A类保障性技术规范	59
3.1.2	B类保障性技术规范	60
3.1.3	C类保障性技术规范	62
3.1.4	保障性技术规范关系举例	64
3.2	装备立项综合论证和研制总要求论证中的保障性要求	68
3.2.1	装备立项综合论证中的保障性要求	69
3.2.2	装备研制总要求论证中的保障性要求	69
3.2.3	装备工程研制阶段的保障性要求	70
3.3	保障性要求确定过程和方法	73
3.3.1	必要的准备和条件	73
3.3.2	装备使用研究	75
3.3.3	比较分析	76
3.3.4	标准化要求	78
3.3.5	改进保障性的技术途径	80
3.3.6	制定保障性目标应采用系统分析的方法	80
3.4	制定保障性要求过程中应注意的若干问题	81
3.4.1	关于软件保障性要求确定问题	81
3.4.2	关于产品层次和保障性参数之间的相互关系	82
3.4.3	关于保障性定性要求	83
3.4.4	保障性参数的选择和应当注意的问题	84
3.4.5	建模与仿真技术的应用	84
第4章	装备保障性设计	86
4.1	可靠性设计	87
4.1.1	可靠性工作项目	88
4.1.2	可靠性设计准则	88

4.1.3	可靠性模型的建立	90
4.1.4	可靠性分配与预计	95
4.1.5	机械产品的可靠性设计	99
4.1.6	可靠性工程与综合保障工程的接口与协调	102
4.2	维修性设计	103
4.2.1	维修性工作项目	104
4.2.2	维修性设计准则	105
4.2.3	维修性建模	107
4.2.4	维修性分配	110
4.2.5	维修性预计	113
4.2.6	维修性工程与综合保障工程的接口与协调	116
4.3	测试性设计	117
4.3.1	测试性设计的目标和内容	118
4.3.2	诊断方案与测试性要求	119
4.3.3	测试性设计方法	121
4.3.4	测试性评价	125
4.3.5	测试性初步设计与分析	125
4.3.6	测试性详细设计与分析	126
4.4	其它保障特性的设计	127
4.4.1	人力和人员综合设计	128
4.4.2	标准化和互用性设计	129
4.4.3	环境、安全性和职业健康设计	130
4.4.4	生存性设计	131
4.4.5	抢修性设计	132
4.4.6	运输性设计	133
4.4.7	自保障特性设计	134
第5章	保障方案制定和保障系统建立	136
5.1	保障方案及其制定	136
5.1.1	保障方案的定义及内涵	136
5.1.2	保障方案的作用	138

5.1.3	保障方案中的保障要素方案	139
5.1.4	保障方案、使用方案和设计方案的协调	141
5.1.5	保障方案制定过程	143
5.1.6	保障工作规划制定	150
5.2	保障资源需求的确定、研制和提供	156
5.3	装备保障系统建立	158
5.3.1	装备研制期间的保障系统建立	158
5.3.2	装备部署和初始使用期间的保障系统完善	159
5.3.3	保障系统建立应注意的问题	160
第6章	装备生产、部署和使用中的保障性工作	161
6.1	装备生产阶段的保障性工作	161
6.1.1	制定生产阶段保障性工作计划	162
6.1.2	制定和实施生产阶段保障性试验与评价计划	162
6.1.3	参与质量控制活动	163
6.1.4	实施保障性评审	163
6.2	由研制向生产转移的保障性问题	164
6.2.1	转移工作的要求及准则	164
6.2.2	转移工作的管理	164
6.2.3	转移过程的影响因素与相应的措施	165
6.2.4	设计更改控制	167
6.2.5	转移过程中的风险管理	168
6.3	装备系统部署中的保障性工作	170
6.3.1	装备系统部署的目的与任务	170
6.3.2	装备系统部署的规划与实施	171
6.3.3	部署工作的管理	173
6.4	装备使用中的保障性工作	175
6.4.1	制定使用阶段保障性工作计划	176
6.4.2	保障系统的运行	176
6.4.3	保障性数据收集和整理	177
6.4.4	保障性水平监测	181

6.4.5	保障资源的调整和优化	182
6.4.6	装备保障性改进	182
6.4.7	保障性工作经验总结	184
6.4.8	装备停产后的保障考虑	184
第7章	保障性试验与评价	186
7.1	保障性试验与评价的分类和作用	186
7.1.1	试验与评价的分类	187
7.1.2	试验与评价在寿命周期各阶段的作用	191
7.2	保障性设计特性要求的试验与评价	191
7.2.1	试验与评价的类型与目的	191
7.2.2	研制试验与评价方法	191
7.2.3	保障性演示验证	193
7.3	保障资源的试验与评价	194
7.3.1	试验与评价的目的	194
7.3.2	试验与评价的类型	194
7.3.3	保障资源试验与评价的内容	195
7.3.4	保障资源的综合评价	196
7.4	保障性目标评估	196
7.4.1	保障性目标评估内容	197
7.4.2	保障性目标评估方法	198
7.5	保障性试验与评价的原则与管理	199
7.5.1	保障性试验与评价的原则	199
7.5.2	保障性试验与评价的管理	199
第8章	装备经济可承受性和寿命周期费用	203
8.1	装备的经济可承受性	205
8.1.1	装备经济可承受性的概念和内涵	205
8.1.2	影响经济可承受性的因素	208
8.1.3	经济可承受性分析技术和方法	209
8.1.4	提高装备经济可承受性的措施	213
8.2	装备系统效能分析	216

8.2.1	效能的概念与分类	216
8.2.2	效能的度量	217
8.2.3	装备系统的效能模型	218
8.2.4	装备系统效能分析	219
8.3	寿命周期费用分析	220
8.3.1	寿命周期费用的基本概念	220
8.3.2	寿命周期费用分析的目的与应用	221
8.3.3	寿命周期费用分析的程序与要求	222
8.4	费用-效能分析	223
8.4.1	费用-效能分析程序	224
8.4.2	费用-效能分析在装备寿命周期各阶段的应用	226
第9章	软件保障和软件保障性	227
9.1	软件保障和软件保障性的重要性	227
9.2	软件保障和软件保障性的定义与内涵	230
9.2.1	软件保障和软件保障性的定义	230
9.2.2	软件保障性的内涵	231
9.2.3	软件与硬件在保障方面的异同点	232
9.3	软件保障方案和软件保障资源	234
9.3.1	制订软件保障方案	234
9.3.2	确定软件保障资源	235
9.4	软件保障性要求的实现	238
9.4.1	实现软件保障性的主要工作内容	238
9.4.2	确定软件保障性要求	239
9.4.3	软件保障性分析、设计与评估	243
9.4.4	软件保障系统的建立与运行	248
第10章	保障性信息管理及其应用	251
10.1	保障性信息	251
10.1.1	信息的概念	251
10.1.2	保障性信息的分类与内容	252
10.1.3	保障性信息的应用	253

10.2 保障性信息系统	254
10.2.1 保障性信息系统设计构想	255
10.2.2 保障性信息系统的建立	255
10.3 保障性信息管理及其应用	256
10.3.1 保障性信息需求分析	256
10.3.2 保障性信息处理流程	257
10.3.3 保障性分析汇总报告	262
10.3.4 保障性分析记录	264
10.3.5 保障性信息的管理	266
10.4 国内外保障性信息标准简介	267
10.4.1 GJB 3837《装备保障性分析记录》	267
10.4.2 MIL - PRF - 49506《后勤管理信息》	268
10.4.3 MIL - HDBK - 59B《持续采办和寿命周期 保障实施指南》	269
第 11 章 保障性系统工程管理	270
11.1 保障性系统工程管理的意义和特点	270
11.1.1 保障性管理的意义	270
11.1.2 保障性管理的特点	271
11.2 保障性管理规划	271
11.2.1 保障性管理总计划	272
11.2.2 保障性实施计划	275
11.3 保障性管理组织机构及职责	277
11.3.1 军方的保障性管理组织机构及职责	277
11.3.2 承制方的保障性管理组织机构及职责	278
11.3.3 保障性联合管理组及职责	279
11.4 保障性评审	282
11.4.1 保障性评审的类型	283
11.4.2 保障性评审应注意的问题	283
11.5 保障性系统工程经费保障	285
11.5.1 保障性系统工程经费的支出	285

11.5.2 保障性系统工程经费的来源	286
11.5.3 保障性系统工程经费的保证	286
11.6 保障性系统工程接口及接口管理	287
11.6.1 保障性系统工程接口	288
11.6.2 保障性系统工程接口管理	289
11.7 保障性风险管理	290
11.7.1 风险管理准则	290
11.7.2 风险管理的程序与方法	291
11.7.3 风险识别程序和放行准则	293
11.7.4 风险管理职责	293
11.8 非研制产品的保障性管理	294
11.8.1 采购非研制产品的保障考虑	295
11.8.2 对确定非研制产品所需保障的考虑	296
11.8.3 对引进装备保障问题的考虑	298
参考文献	300
后记	303