

 ZHUANGBEI  
ZONGHEBAOZHANGGONGCHENG  
LILUN YU FANGFA

---


# 装备综合保障工程 理论与方法

徐廷学/编著



兵器工业出版社

责任编辑 周宜今 林利红

封面设计  李军工作室  
www.bjhty.com



ISBN 978-7-80248-341-5



9 787802 483415 >

定价：48.00 元

# 装备综合保障工程 理论与方法

徐廷学 编著

兵器工业出版社

## 内 容 简 介

本书是一部系统、全面地阐述装备综合保障工程理论与方法的专著，它总结、吸收了国内外装备综合保障工程理论研究的最新成果和工程实践经验，深入研究了装备综合保障工程理论与方法，提出了实施装备综合保障的有效措施。全书共分10章，主要内容涉及装备综合保障工程的基本概念及相关的专业工程基础、装备保障性分析、装备保障性要求及其确定、装备保障规划与设计及保障系统建设、装备部署保障、保障性试验与评价、装备综合保障建模与仿真、装备综合保障管理、实施装备综合保障的有效措施等。

本书主要作为高等院校教师、研究生、本科生的教学用书和参考资料；也可供军事部门和国防工业部门从事装备论证、设计、研制、生产、订购、监造、使用与维修保障的工程技术人员及管理人员阅读和参考。本书提出的观点、思想和方法对民用产品的研制、生产和服务也具有一定的指导、借鉴和参考作用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

装备综合保障工程理论与方法/徐廷学编著. —北京:  
兵器工业出版社, 2009. 5

ISBN 978 - 7 - 80248 - 341 - 5

I. 装… II. 徐… III. 武器装备 - 后勤保障 - 研究  
IV. E144

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 059557 号

出版发行: 兵器工业出版社

发行电话: 010 - 68962596, 68962591

邮 编: 100089

社 址: 北京市海淀区车道沟10号

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市北中印刷厂

版 次: 2009年5月第1版第1次印刷

责任编辑: 周宜今 林利红

封面设计: 李尘工作室

责任校对: 郭 芳

责任印制: 赵春云

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 17.25

字 数: 439千字

定 价: 48.00元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)



# 前 言

装备系统保障性是从用户使用角度出发提出的与保障有关质量特性的综合度量，目前已成为装备形成作战能力和降低寿命周期费用的关键因素。装备综合保障工程就是研究提高装备系统保障性的系统工程，它是继可靠性工程和维修性工程之后，运用系统思想解决现代装备保障问题的一门正在发展的新兴学科，是装备发展的必然趋势，也是近年来装备保障性研究和应用的必然结果。

本书从作战任务需求出发，运用装备系统工程的理论、方法和技术，提出了解决装备保障问题的工程方法。同时，本书结合我国装备发展建设的工程实践经验，积极地吸收国内外装备综合保障工程理论研究的最新成果，深入研究了装备综合保障工程理论与方法体系。在此基础上，系统、全面地阐述了装备综合保障工程理论与方法，提出了全面推行装备综合保障工程的有效措施。

全书共分10章。第1章至第9章构成装备综合保障工程完整的理论与方法体系，第10章是根据作者长期从事装备质量管理和可靠性、维修性、保障性技术研究和工程实践，对有效实施装备综合保障工程提出的几点措施。

第1章 装备综合保障工程总论，主要介绍了装备保障的基本概念及分类，分析了装备保障问题的重要性，阐述了装备综合保障工程的形成、定义、任务、研究对象、研究内容、作用、特点、组成要素，以及寿命周期各阶段装备综合保障的工作要点，装备综合保障工程与可靠性工程、维修性工程等相关专业工程的关系，探讨了装备综合保障工程理论的发展等。

第2章 装备综合保障工程理论基础，主要介绍了可靠性、维修性、测试性、可用性、战备完好性、装备系统效能和装备系统工程等方面的内容。

第3章 装备保障性分析，阐述了装备保障性分析的概念、目标、要求、任务、方法以及相关保障性分析技术，包括故障模式、影响及危害性分析(FMECA)，以可靠性为中心的维修分析(RCMA)，维修级别分析(LORA)，使用与维修任务分析(OAMTA)，生存性分析(SA)，费用—效能分析(CEA)等内容。

第4章 装备保障性要求及其确定，阐述了装备保障性要求的内容及其确定的原则、依据、程序和方法等。

第5章 装备保障规划、设计及保障系统建设，阐述了装备的规划保障、保障性设计特性的设计、保障资源的规划与设计，以及装备保障系统的建立、运行与完善、优化与改进等。

第6章 装备部署保障，主要介绍了装备部署保障的概念、目标与任务，论述了装备部署初期的内涵，阐述了装备部署保障的规划与实施过程等。

第7章 保障性试验与评价，阐述了保障性试验与评价的含义、保障性试验与评价的规

划、保障性设计特性试验与评价、保障系统及其资源试验与评价及保障性综合特性试验与评价等。

第8章 装备综合保障建模与仿真，论述了装备综合保障建模与仿真的概念，主要阐述了装备综合保障建模与仿真理论及应用，介绍了国内外装备综合保障建模与仿真的发展情况。

第9章 装备综合保障管理，主要阐述了装备综合保障的规划与控制、机构设置、风险管理、信息管理及经费管理等方面的内容。

第10章 实施装备综合保障的有效措施，在上述内容基础上，研究提出了严格遵循实施装备综合保障的原则、全面推进装备综合保障工作、适时进行实施装备综合保障的监督检查等三项有效措施。

本书是为推动装备建设中同步开展综合保障工程，促使装备与其保障系统同步、协调建设而编著的。本书所阐述的内容主要作为高等院校教师、研究生、本科生的教学用书和参考资料，也可供军事部门和国防工业部门从事装备论证、设计、研制、生产、订购、监造、使用与维修保障的工程技术人员及管理人员阅读和参考。

在本书编著过程中，张瑾、甄伟、余仁波、魏勇、顾钧元、王鲁彬、郭磊、孙臣良、田征、毛旭东、吴宇华、杨继坤、石文华、陈卓参加了部分编写工作，付出了辛勤的劳动。李本威教授对该书进行了主审，提出了非常宝贵的修改意见和建议，本书编著还得到了吴京慧、徐泽龙的热情支持和无私帮助，在此深表谢意。另外，本书参考了国内外有关文献资料，在此对作者一并表示感谢。

装备综合保障工程是一门新兴学科，诸多问题尚需进一步实践和深入研究，由于编著者水平所限，书中难免有不妥或疏漏之处，恳请读者批评指正，并提出宝贵的意见和建议。

编著者

2009年1月于海军航空工程学院

# 目 录

<b>第 1 章 装备综合保障工程总论</b> .....	1
1.1 装备保障与装备综合保障工程的形成 .....	1
1.1.1 装备保障的基本概念及分类 .....	1
1.1.2 装备保障的重要性 .....	4
1.1.3 装备综合保障工程的形成 .....	4
1.2 装备系统保障性的内涵 .....	5
1.2.1 装备系统的组成 .....	5
1.2.2 装备系统保障性的定义 .....	6
1.2.3 保障性与可靠性、维修性的关系 .....	8
1.2.4 保障资源 .....	9
1.2.5 保障系统 .....	9
1.3 装备综合保障工程的内涵 .....	9
1.3.1 装备综合保障工程的定义 .....	10
1.3.2 装备综合保障工程的目标与任务 .....	11
1.3.3 装备综合保障工程的研究对象与研究内容 .....	11
1.3.4 装备综合保障工程的作用与特点 .....	13
1.3.5 装备综合保障工程的组成要素 .....	16
1.3.6 寿命周期各阶段装备综合保障工程的工作要点 .....	18
1.4 装备综合保障工程与可靠性工程、维修性工程等专业工程的关系 .....	19
1.5 装备综合保障工程与保障性的关系 .....	20
1.6 装备综合保障工程与技术保障的关系 .....	21
1.7 装备综合保障工程理论的发展 .....	21
<b>第 2 章 装备综合保障工程理论基础</b> .....	24
2.1 可靠性 .....	24
2.1.1 可靠性和故障的概念 .....	24
2.1.2 可靠性的区分 .....	25
2.1.3 可靠度函数和故障分布函数 .....	26
2.1.4 故障密度函数 .....	27
2.1.5 故障率 .....	28
2.1.6 平均寿命及可靠寿命 .....	33
2.1.7 可靠性的主要参数 .....	35
2.1.8 系统可靠性 .....	36

2.1.9 软件可靠性	38
2.2 维修性	42
2.2.1 维修性的定义	42
2.2.2 固有维修性与使用维修性	43
2.2.3 维修度函数	43
2.2.4 维修性参数	44
2.3 测试性	45
2.3.1 测试的概念	45
2.3.2 测试系统的组成	46
2.3.3 测试性的概念	46
2.3.4 测试性参数	47
2.4 可用性与战备完好性	49
2.4.1 可用性	49
2.4.2 战备完好性	54
2.5 装备系统效能	55
2.5.1 效能的概念	55
2.5.2 系统效能的概念	56
2.5.3 系统效能的评估模型	56
2.5.4 导弹武器系统效能评估模型	58
2.6 装备系统工程	60
2.6.1 装备系统的概念	60
2.6.2 装备系统的任务和目标	61
2.6.3 装备系统工程方法与工作内容	61
<b>第3章 装备保障性分析</b>	<b>65</b>
3.1 装备保障性分析的概念	65
3.2 装备保障性分析的目标与要求	66
3.2.1 装备保障性分析的目标	66
3.2.2 对装备保障性分析的要求	66
3.3 装备保障性分析的任务	67
3.4 装备保障性分析方法	67
3.4.1 装备保障性分析的一般步骤	67
3.4.2 装备保障性分析的工作项目	68
3.4.3 装备保障性分析的过程	71
3.5 装备保障性分析记录	72
3.5.1 装备保障性分析记录的内涵	73
3.5.2 装备保障性分析记录的范围	73
3.5.3 装备保障性分析记录的用途	74
3.5.4 GJB3837 主要内容介绍	74
3.6 装备保障性分析技术	76



3.6.1	故障模式、影响及危害性分析 (FMECA)	76
3.6.2	以可靠性为中心的维修分析 (RCMA)	85
3.6.3	维修级别分析 (LORA)	96
3.6.4	使用与维修工作任务分析 (OAMTA)	100
3.6.5	生存性分析 (SA)	103
3.6.6	费用—效能分析 (CEA)	105
<b>第4章</b>	<b>装备保障性要求及其确定</b>	<b>112</b>
4.1	装备保障性要求	112
4.1.1	装备保障性要求的有关概念	112
4.1.2	装备保障性定性要求	114
4.1.3	装备保障性定量要求	117
4.2	装备保障性要求的确定	120
4.2.1	确定保障性要求的一般原则	120
4.2.2	确定保障性要求的依据	122
4.2.3	使用要求向合同要求的转换	122
4.2.4	确定保障性要求的分析方法	124
4.2.5	确定保障性要求的程序与方法	126
<b>第5章</b>	<b>装备保障规划、设计及保障系统建设</b>	<b>134</b>
5.1	规划保障	134
5.1.1	与规划保障有关的几个概念	134
5.1.2	规划保障的分析过程	138
5.1.3	保障方案的确定与优化	140
5.2	保障性设计特性的设计	145
5.3	保障资源的规划与设计	145
5.3.1	确定保障资源需求	146
5.3.2	人力和人员规划	148
5.3.3	供应保障的规划	151
5.3.4	保障设备的规划与设计	159
5.3.5	技术资料的规划与编制	161
5.3.6	训练和训练保障的规划与设计	163
5.3.7	计算机资源保障的规划与管理	166
5.3.8	保障设施的规划与设计	170
5.3.9	包装、装卸、储存和运输的规划与设计	174
5.4	装备保障系统建设	178
5.4.1	装备保障系统的建立	179
5.4.2	装备保障系统的运行与完善	180
5.4.3	装备保障系统的优化与改进	184
<b>第6章</b>	<b>装备部署保障</b>	<b>185</b>
6.1	装备部署保障的概念	185

6.2	装备部署保障的目标与任务 .....	185
6.3	装备部署初期 .....	186
6.3.1	装备部署初期的含义 .....	186
6.3.2	部署初期工作的重要性 .....	186
6.3.3	部署初期的部队试用试验 .....	186
6.4	装备部署保障的规划与实施 .....	187
6.4.1	装备部署保障计划的制定与实施 .....	187
6.4.2	装备部署保障的实施 .....	189
6.4.3	部署过程中的保障性试验与评价 .....	189
6.4.4	部署管理 .....	190
<b>第7章</b>	<b>保障性试验与评价</b> .....	<b>192</b>
7.1	保障性试验与评价概述 .....	192
7.1.1	保障性试验与评价的含义 .....	192
7.1.2	保障性试验与评价的目的 .....	192
7.1.3	保障性试验与评价的特点 .....	193
7.1.4	保障性试验与评价的类型 .....	194
7.2	保障性试验与评价的规划 .....	196
7.2.1	制定保障性试验与评价计划 .....	196
7.2.2	确定保障性试验条件 .....	197
7.3	保障性设计特性试验与评价 .....	198
7.3.1	可靠性试验与评价 .....	198
7.3.2	维修性试验与评定 .....	205
7.4	保障系统及其资源试验与评价 .....	208
7.4.1	保障系统及其资源试验与评价的原则 .....	208
7.4.2	保障系统及其资源试验与评价的程序 .....	208
7.4.3	保障系统及其资源试验与评价的内容 .....	209
7.4.4	保障系统及其资源试验与评价的具体项目 .....	209
7.5	保障性综合特性试验与评价 .....	212
7.5.1	保障性综合特性试验与评价的方式 .....	212
7.5.2	使用可用度的试验与评价 .....	213
<b>第8章</b>	<b>装备综合保障建模与仿真</b> .....	<b>215</b>
8.1	建模与仿真概述 .....	215
8.1.1	系统建模 .....	215
8.1.2	系统仿真 .....	216
8.1.3	建模与仿真的作用及意义 .....	219
8.2	装备综合保障建模与仿真理论及应用 .....	219
8.2.1	离散事件系统建模的概念 .....	220
8.2.2	离散事件系统仿真方法 .....	221
8.2.3	装备综合保障建模与仿真基本原理及应用 .....	223

8.3 国内外装备综合保障建模与仿真的发展 .....	230
8.3.1 国外建模与仿真技术发展情况 .....	230
8.3.2 国外典型综合保障仿真模型举例 .....	231
8.3.3 我军装备综合保障建模与仿真的发展 .....	236
<b>第9章 装备综合保障管理</b> .....	<b>237</b>
9.1 装备综合保障管理的作用与职能 .....	237
9.1.1 装备综合保障管理的作用 .....	237
9.1.2 装备综合保障管理的职能 .....	237
9.2 装备综合保障管理机构及职责 .....	238
9.2.1 订购方综合保障管理机构及职责 .....	238
9.2.2 承制方综合保障管理机构及职责 .....	239
9.2.3 综合保障联合管理组及职责 .....	240
9.3 装备综合保障专业人员配备 .....	240
9.3.1 综合保障规划与管理人員 .....	240
9.3.2 系统分析与保障性分析人員 .....	241
9.3.3 保障资源设计或采购人員 .....	241
9.3.4 早期部署期间的装备保障及技术服务人員 .....	241
9.4 装备综合保障规划与控制 .....	241
9.4.1 装备综合保障规划 .....	241
9.4.2 装备综合保障控制 .....	244
9.5 装备综合保障风险管理 .....	247
9.5.1 风险和风险管理的含义 .....	247
9.5.2 综合保障风险管理的目的与要求 .....	248
9.5.3 综合保障风险管理的程序与方法 .....	248
9.6 装备综合保障信息管理 .....	251
9.6.1 装备综合保障信息管理的作用 .....	251
9.6.2 装备综合信息收集的内容和重点 .....	251
9.6.3 装备综合保障信息管理的方法 .....	252
9.7 装备综合保障经费管理 .....	252
9.7.1 推行装备寿命周期费用可承受策略 .....	253
9.7.2 落实装备综合保障工作所需费用 .....	254
9.7.3 实施费用控制的奖励政策 .....	255
<b>第10章 实施装备综合保障的有效措施</b> .....	<b>256</b>
10.1 严格遵循实施装备综合保障的原则 .....	256
10.2 全面推进装备综合保障工作 .....	256
10.3 适时进行实施装备综合保障的监督检查 .....	259
<b>参考文献</b> .....	<b>264</b>

# 第1章 装备综合保障工程总论

装备是军队战斗力的重要组成部分，而装备的保障是保持、恢复乃至提高战斗力的重要因素。尤其是随着现代科学技术的飞速发展，装备迅速地走向电子化、数字化、智能化、综合化，大型复杂精良的装备不断地涌现，使得在高技术条件下装备作战效能的发挥更加依赖于装备的保障性与技术保障能力，因此，装备综合保障工程的理论与技术得以迅速发展。

装备综合保障工程这门新兴综合性学科的建立，是科学技术和装备的发展以及适应装备研制、使用与维修保障及管理需要的必然结果。同时，装备综合保障工程的发展与可靠性工程、维修性工程的发展是密不可分的。装备综合保障工程的理论与方法，对促进我国装备得到及时、有效而经济的保障具有重大作用，了解和掌握装备综合保障工程的基本观点和工作方法，对于装备论证、管理、设计、生产、使用与保障人员及装备发展决策部门都是十分必要的。

本章从总体上阐述装备保障的概念与综合保障工程的形成，介绍装备系统的组成与特点并引入保障性的概念，以此为基础，阐述装备综合保障工程的内涵、与其他学科的关系及其发展趋势。

## 1.1 装备保障与装备综合保障工程的形成

### 1.1.1 装备保障的基本概念及分类

保障是指军队为遂行各种任务而采取的各项保证性措施与进行的相应活动的统称。

装备在执行作战任务中所需的保障工作是多种多样的，并与军兵种的组成、装备特点、作战样式和任务要求及所处的环境条件有关。它通常区分为作战保障、装备保障和后勤生活保障。

良好的装备应具有能随时并持续执行其作战任务的能力。要使装备能在平时的战备训练和战时执行作战任务中保持其设计的功能并持续地发挥其作战效能，就必须由它的保障系统提供有效的保障。

装备的保障是指为使装备处于战备完好状态并能持续完成作战任务而采取的各项保证性措施与进行的相应活动的统称，它与装备本身的设计、研制和生产有密切关系，通常将其分为使用保障与维修保障两大类。

#### 1.1.1.1 装备的使用保障

装备的使用保障是指为保证装备能正确地操作使用，以便充分发挥其作战性能所进行的一系列技术和管理活动，通常包括使用前的准备，如检查与测试、补充弹药、加注燃料、充

电与充气、挂弹；使用后的保养、校正；再次发射准备、运输、安全防护，以及转移阵地时的撤收与展开等。

在装备的研制过程中对使用保障的考虑主要包括：

- (1) 所设计的装备要便于操作，降低人员和人力需求。
- (2) 能迅速有效地供应能源，如装备所需的油料和特种液应尽量通用化、系列化，以减少供应的品种和数量，燃油加注应迅速有效，充电、充气要及时方便，并具有与装备使用要求相匹配的储存、运输、检测、加注、充电和充气设备等。
- (3) 及时规划和编制完善适用的使用保障技术资料。
- (4) 保证装备正常使用所需的检测设备及工具要便于操作、携带和运送。
- (5) 具有与装备使用要求相匹配的装卸、运输设备。
- (6) 具有良好的弹药加挂和补充能力。
- (7) 装备能合理和方便地储存，并配备与装备使用要求相匹配的封存器材和防护涂料，提供有效封存期的维修检测要求及必要的检测设备。
- (8) 及时规划装备适用的场站、仓库和码头设施等。

#### 1.1.1.2 装备的维修保障

装备的维修保障是指为了保持和恢复装备完好的技术状态所应进行的全部技术和管理活动，通常包括预防性维修（也叫计划维修）、修复性维修（也叫非计划维修）、改进性维修与战场抢修等。

##### 1. 装备研制时应考虑的维修保障问题

在装备研制过程中对维修保障的考虑主要包括：

- (1) 尽量减少由于装备越来越复杂而对维修保障的依赖程度。
- (2) 通过设计减少维修频数和维修工作量。
- (3) 改善检测和诊断手段，达到简易、准确和高效，并尽量采用通用与简易的工具和设备。
- (4) 及时提供有效的维修技术资料，以便统一维修要求和便于维修人员操作。
- (5) 降低维修人员数量和技能水平要求，缩短训练周期且维修人员易于更替补充。
- (6) 战场抢修所需配套的工具和设备要便于使用、携带和运输，或便于随同战斗部队转移，并应考虑应急抢修措施。
- (7) 维修备件配备定额和供应方案力求标准化，减少供应品种和数量。
- (8) 尽量利用现有的各维修级别的维修设施及设备，使新增加的设备 and 设施应与各维修级别的技术能力相对应，并使其获得充分利用。

##### 2. 装备使用中进行的维修活动

装备使用中的维修可分为修复性维修、预防性维修、改进性维修和战场抢修。对于装备不同的技术状态，应进行不同类型的维修，装备的重要程度和复杂程度不同、维修条件不同，也对选择维修类型有明显的影响。维修流程如图 1-1 所示。

(1) 修复性维修。修复性维修（Corrective Maintenance）是故障发生后对装备所进行的维修活动，其目的是排除已出现的故障，恢复装备到规定状态，所以也叫排除故障或故障维修。修复性维修通常包括：故障定位、故障隔离，分解、更换零部件，再组装、调校及检测，以及修复损坏件等活动。因故障而引起的停机，会招致过大的损失和事故，因此应尽量

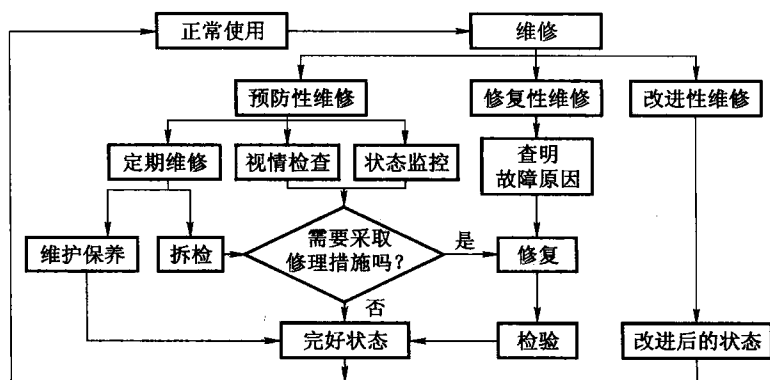


图 1-1 维修流程图

依靠平时的检查和维修以使装备保持最佳状态，防止故障的发生。

(2) 预防性维修。预防性维修 (Preventive Maintenance) 是在故障发生前预先对装备所进行的维修活动，其目的是消除可能的故障隐患，保持装备处于规定状态。它包括：调整、润滑与保养、定期检查 and 定期更换等。对于其故障后果危及安全、任务成功或导致较大经济损失的装备或装备部分，预防性维修有明显的效果。装备失效或出现故障是有规律可循的，通过“以可靠性为中心的维修” (Reliability Centered Maintenance, RCM) 分析和逻辑决断的方法制定预防性维修大纲，可以使预防性维修的安排更加科学、经济和更加有计划性。因此，预防性维修也叫计划维修。

装备预防性维修有不同的维修方式，在实践中可分为维护（保养）和修理两类，传统的维修制度规定，保养包括日常保养、等级保养、换季保养和特殊条件下的保养等，修理则按修理的深度、广度不同大多分为大修、中修、小修；从维修组织管理的角度又可分为计划修理、非计划的临时修理和日常检修等。

维修理论与事实都证明，许多故障是可以通过预防性维修得以避免的，若进行了恰当的预防性维修，使可能发生的故障得到了预防，装备的可靠性水平就能得到提高。修复性维修和预防性维修相比，前者是事后的、被动的，为提高维修效益而改进维修工作的余地很有限；预防性维修则是主动的、可计划的，可以改进的余地相当大，因而，维修制度改革主要应针对预防性维修进行，维修效益主要取决于预防性维修。预防性维修的内容、时机、周期结构等，可以有多种不同的组合，科学的组合要靠维修大纲、规程和制度来规定。

(3) 改进性维修。改进性维修是一种提高装备性能的维修活动。通常是针对装备设计、制造上的缺陷，在使用、实施中通过试验、鉴定，结合装备维修进行某些改进。

(4) 战场抢修。战场抢修 (Battlefield Damage Assessment and Repair, BDAR) 是装备在战斗中遭受损伤或发生故障，在评估损伤的基础上，采用快速诊断与应急修复技术所进行的修理活动，其目的是尽快修复战斗损伤部位或排除故障使装备恢复到所要求的状态。这个要求的状态是指根据实际需要与可能恢复装备全部功能或部分必要的作战功能，如装备恢复到能完成基本作战任务的功能。战场抢修实质上是修复性维修，因此，有时将其归入修复性维修。

### 1.1.2 装备保障的重要性

装备保障是保持、恢复乃至提高军队战斗能力的重要手段。在现代条件下，尤其是在高技术条件下的局部战争中更是如此。在第四次中东战争中，以色列在 10 天中修复坦克 2000 辆次；英阿马岛之战中，英军损坏军舰 12 艘，战中修复 11 艘，都是依靠维修保障来保持和恢复军队战斗力；几次海湾战争中，美军和英军都是通过维修保障使飞机、舰船、导弹等装备达到了很高的完好率。事实证明，在高技术条件下的局部战争中，战争的准备和进程大大加快，保持军队战斗力将更加依赖于装备“战斗力再生”，将更加依赖于维修保障。

第二次世界大战以来，科学技术日新月异，各国装备日益向电子化、数字化、精良化和智能化发展，装备已成为集机、电、液、电子、信息等技术于一体的复杂装备，其作战效能的发挥依赖于装备的保障性和保障能力的提高。如果在研制阶段对保障问题解决得不好，必然带来以下严重的后果：

(1) 导致寿命周期费用的急剧增长。随着装备的技术复杂程度的增大，采购费用大幅度上升，更严重的是装备使用与保障费用急剧地增长。据不完全统计，装备使用与保障费用有的已占到寿命周期费用（Life Cycle Cost, LCC）的 70% ~ 80%，甚至更高。在装备的寿命周期中，若其保障解决得不好，将会使装备的寿命周期费用大大增加，以至于不可承受，从而严重制约战斗力的形成和保持。

(2) 导致装备战备完好性的下降。装备技术复杂化之后，如果在装备的研制全过程中，对可靠性、维修性与保障性的设计注意不够，必然出现故障率高，维修频繁，等待保障与保障所需时间长，使得能工作时间缩短，不能工作时间增长，直接影响装备的战备完好性，这将使装备无法充分发挥其作战效能。

(3) 导致装备战斗力形成的严重滞后。如果在装备研制时，没有全面、系统地考虑其保障问题和规划配套的保障系统，将会导致装备保障方面存在着自身保障性差，保障设备配备不同步、不配套，测试设备不通用，使用操作不简便，备件缺乏，资料不完整，训练困难，以及部队维修频繁等现象，致使装备不能及时形成和持续保持战斗力。

由此可见，科学技术的飞速发展使装备的作战性能有了很大提高，但是其技术复杂程度的增大，使得装备保障成为制约装备作战效能发挥和装备发展的突出问题。因此，各国军事部门都设法从工程方法和装备采办上去解决装备保障问题。经过国内外成功的实践，推行装备综合保障工程是解决装备保障问题的一种有效途径。

### 1.1.3 装备综合保障工程的形成

第二次世界大战以后，由于作战需求的牵引以及科学技术的推动，装备的发展日新月异，一大批技术先进、结构复杂的军用飞机、导弹、坦克和军舰相继研制出来。技术性能和复杂程度的提高不仅导致装备研制费用的大幅度上升，而且造成装备的使用与保障费用急剧增长。据有关资料统计，20 世纪 70 年代以后，美军装备使用与保障费用已占寿命周期费用的 60%，有的甚至达到 70% ~ 80%。同时，这些技术性能先进的装备在投入部队使用后，难以很快形成战斗力，无法发挥其应有的作战效能。主要表现在故障率高、备件需求量大、使用和维修保障困难、战备完好率低。

除此之外，装备保障在战争中的作用和地位日益突出。随着装备越来越先进、越来越复

杂及作战使用要求的提高,其所依赖的保障系统也日益庞大、复杂。而当时的实际情况是,在装备的研制过程中,只考虑装备本身的作战性能,没有很好地综合考虑装备的保障要求,往往是在装备设计定型以后甚至等到装备交付使用后才考虑各种保障问题,致使装备在保障方面存在先天不足。

事实证明,装备部署部队使用后,要能尽快形成战斗力,除了装备战斗性能、质量及人员指挥水平外,还必须具备两个条件:一是装备自身便于保障(即便于使用保障和维修保障);二是部署后能及时得到经济有效的保障(即能及时获得保障资源并建立经济有效的保障系统)。但长期以来未能解决好这两个问题,致使装备投入使用后,迟迟不能形成战斗力。

上述事实迫使美军开始转变装备的发展策略,致力于解决如何在装备研制过程中把装备与保障系统及其各类保障资源综合起来考虑的问题,于是,美军从20世纪60年代中期率先提出“综合后勤保障(Integrated Logistics Support, ILS)”的概念并逐步进行深入研究,国防部和三军先后颁布了一系列文件和军用标准,在重大项目研究和采办活动中以文件或标准为依据开展综合后勤保障工作,取得了大幅度提高战备完好性和大幅度降低保障费用的明显效果。

我国于1988年开始引入综合后勤保障,由于我军传统的“后勤”概念与外军的“后勤”概念有明显差异,为避免产生不必要的误解,将综合后勤保障改称为“综合保障”。我国在消化吸收和借鉴国外的经验与技术的基础上,结合我军的实际情况,先后颁布了一些国家军用标准,如GJB1371—1992《装备保障性分析》、GJB3837—1999《装备保障性分析记录》、GJB3872—1999《装备综合保障通用要求》、GJB4180—2001《海军导弹装备综合保障要求》等,出版了《综合保障工程》、《保障性工程》、《装备保障性工程》、《航空装备综合保障》、《装备保障性工程与管理》、《装备综合保障工程》、《装备保障性系统工程》等专著,召开了多次研讨会,在一些型号中陆续开展了这方面的工作,取得了一定的成效,为在我国普及和推广装备综合保障工程工作奠定了基础。

装备综合保障工程是随着人们对保障性问题重要性认识的增强以及装备复杂程度的提高而提出的一门综合性应用学科,是装备系统工程、可靠性工程、维修性工程、人机工程以及与保障有关的其他工程综合发展的必然结果。

## 1.2 装备系统保障性的内涵

装备系统性能是指为使装备系统在整个工作时间内均能高效率地执行其指定任务,应具有的作战性能和保障性能。装备系统保障性能包括作战所必需的与保障有关的设计特性和保障资源特性。这就是说,装备系统不仅要具备作战的性能,还要在设计上具备可保障的性能和能得到所需保障资源的特性。因此,装备系统应具备一种新的属性——保障性。

保障性是装备系统的属性,因此,保障性定义应在明确装备系统概念的基础上给出。

### 1.2.1 装备系统的组成

系统是指由两个以上要素组成的,相互联系、相互依存、具有特定功能和共同目的的综合体。系统有层次性,大系统由小的分系统有机结合而成,而它本身又是更大系统的分系



统。一套装备是一个系统，但研制、生产装备的目的在于使用，其价值是在使用中体现的，而使用又离不开保障，因而在分析评价装备、研究装备发展时，应着眼于使用功能的发挥并使之得到可靠的保障，这就必须把它放在更大的系统中去考察，要树立全系统观念，把有关装备大系统的全部内在和外在的因素作为整个系统来研究，即把装备及其保障系统一起作为装备全系统，应用系统工程的方法和手段加以处理，求得总体目标的优化。

以往把装备维修完全看做是维修人员的事，保障系统是在装备部署后根据已有经验着手建立的，维修规划缺乏装备研制提供的依据，这样就难以做到与主装备的良好匹配。维修受到装备本身可靠性维修性水平和现有条件等许多因素的制约而处于被动状态，对于装备设计、生产的缺陷，后天的维修保障难以弥补。保障系统的形成需要很长的过程，有的到装备退役也未必能完善起来。此外，现场使用与维修过程中的有关信息难以反馈到装备研制中去，影响装备研制中可靠性维修性工作的有效性；反过来，装备研制也难以以为装备使用与维修提供更多更有价值的信息。为从根本上改变装备保障的这种被动局面，必须树立装备系统观念，强调装备全系统管理。按照系统特性和系统的定义，装备本身及其保障系统构成的整体称做装备系统。

通常意义上，装备系统的构成示意图如图 1-2 所示。

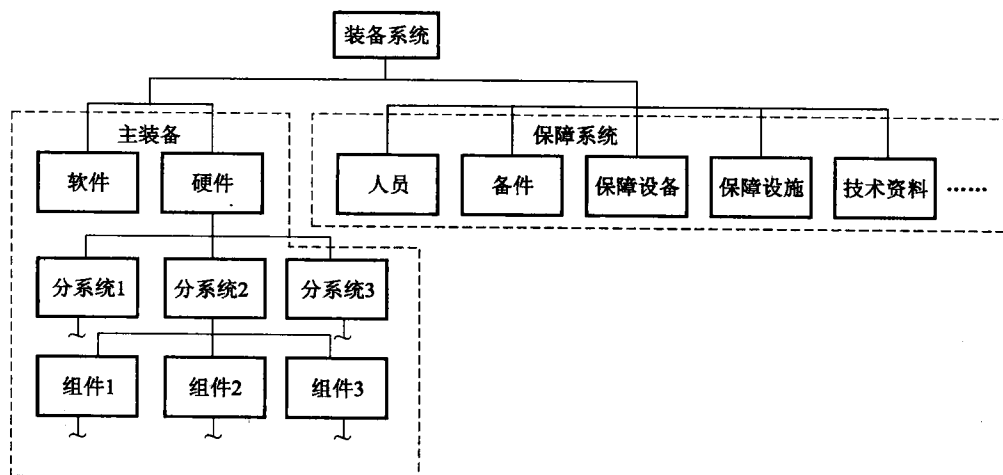


图 1-2 装备系统的构成示意图

为加深对装备系统的理解，下面例举导弹武器系统。导弹武器系统是由导弹、火控系统和保障系统所组成的一个大型复杂系统。该系统是由战斗、运载、发射、控制、制导、指挥管理、使用与维修保障等若干组成部分构成的综合体，其目的是有效地杀伤或击毁目标并有效地保存自己。导弹武器系统的组成阶层图如图 1-3 所示。

### 1.2.2 装备系统保障性的定义

保障性 (Supportability) 是描述装备系统可保障和受保障程度的一种设计特性。它是继可靠性、维修性之后，在 20 世纪 80 年代以来才被人们普遍认识、研究与定义的。GJB451A 给出的保障性定义是：“装备的设计特性和计划的保障资源满足平时战备完好性和战时利用要求的能力。”