

JUNYONG RUANJIAN  
BAOZHANG

# 军用软件保障



张威 李明亮 马振宇 等著

非外借



国防工业出版社  
National Defense Industry Press

# 军用软件保障

张威 李明亮 马振宇 等著

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书系统地介绍了军用软件保障的基本概念、基本理论和常用方法,总结了实施军用软件保障的各个环节及关键技术,以期促进我军软件保障能力的提升。全书共分10章,分别阐述了软件保障的概念、软件保障性分析、软件保障方案、软件保障资源、软件保障性评估、软件保障费用估算、软件日常维护方法、软件缺陷分析与预测以及常用软件测试类型与测试方法,并给出了部分实例分析。

本书适合于从事军用软件保障、软件工程、软件测试的工程技术人员阅读,可作为相关专业的本科生和研究生教材,也可供从事软件开发的工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

军用软件保障/张威等著. —北京:国防工业出版社,2017.2

ISBN 978-7-118-11147-7

I. ①军… II. ①张… III. ①军用计算机—软件工程  
IV. ①E919

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第000905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)

三河市众誉天成印务有限公司印刷

新华书店经售

\*

开本 710×1000 1/16 印张 9 $\frac{3}{4}$  字数 185千字

2017年2月第1版第1次印刷 印数1—2000册 定价58.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

# 前 言

我军信息化建设近年来取得长足进展,而且发展速度正在日益加快,各类军事信息系统和软件密集型装备大量装备部队,有效地提高了装备的信息化水平和战斗力。与此同时,软件的作用越来越突出,功能越来越强,应用范围日趋广泛,同时也越来越复杂,出现的问题也越来越多,导致软件保障不及时,保障费用持续增长,严重制约了军事信息系统和软件密集型装备战斗力的发挥。目前,许多军用软件使用单位在软件出现问题时,都是联系研制单位进行保障,这种方式一方面严重滞后;另一方面也不适用于战时保障。因此本书旨在探讨军用软件保障的一般规律,研究与之相关的理论与方法,以期提高软件的保障能力和战备完好性水平。

全书共分10章。第1章介绍了软件保障的发展现状、基本概念、原则与保障机构。第2章介绍了软件保障性分析的概念、任务与特点、影响软件保障性的因素、软件生命周期各阶段的保障性分析以及常用的软件保障性分析技术。第3章探讨了软件保障方案的内容、制定流程及优化方法。第4章阐述了软件保障资源的确定与评估方法。第5章给出了软件保障性评估模型、基于静态分析的软件可维护性评估方法以及软件保障生命周期评估方法。第6章建立了部署后软件保障模型,并给出了软件运行保障费用估算方法和软件维护保障费用估算方法。第7章讨论了软件日常维护方法,包括人员培训、安装、卸载与恢复以及软件运行问题处理。该章虽然简单,但旨在强调软件日常维护的重要性,因为软件不会用坏,也不能实时更改,即使存在问题也要有能力保证其正常运行。第8章、第9章对软件缺陷进行了分析,提出了一种软件缺陷密度预测方法,并给出了实例分析。第10章介绍了常用软件测试类型与测试方法,软件测试是提高软件质量和软件保障性的关键技术之一,内容非常丰富,本章只介绍了部分测试类型的要求与测试方法,仅供读者参考。

、 本书以张威、李明亮和马振宇为主撰写,参与撰写和编辑工作的还有卢庆龄、万琳、毕学军、石志强、何新华、金丽亚、刘娟、肖庆、杨朝红、赵萌等,全书由张威教授统稿。在本书的撰写过程中,得到上级领导、机关和专家学者的大力支持与帮助,在此表示衷心的感谢!

限于作者的水平,书中错误和不当之处在所难免,恳请该领域的专家和读者不吝赐教,以便于我们不断提高和完善。

张威

2016年11月于北京

# 目 录

第1章 绪论 .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 软件保障的发展与现状 .....	2
1.2.1 美军软件保障的发展与现状 .....	2
1.2.2 台军软件保障的发展与现状 .....	4
1.2.3 我军软件保障的发展与现状 .....	4
1.3 软件保障的基本概念 .....	5
1.3.1 软件保障的定义 .....	5
1.3.2 软件保障的相关概念 .....	6
1.4 软件保障的原则 .....	10
1.5 软件保障机构 .....	11
第2章 软件保障性分析 .....	12
2.1 软件保障性的定义 .....	12
2.2 软件保障性分析的概念 .....	12
2.3 软件保障性分析的任务与特点 .....	13
2.4 影响软件保障性的因素 .....	15
2.5 软件生命周期各阶段的保障性分析 .....	16
2.6 软件保障性分析技术 .....	17
2.6.1 软件测试技术 .....	17
2.6.2 软件失效模式、影响及危害性分析 .....	18
2.6.3 软件成本估算技术 .....	18
2.6.4 软件缺陷预测技术 .....	18
第3章 软件保障方案 .....	20
3.1 软件保障方案内容 .....	20
3.2 软件保障方案制定流程 .....	21
3.3 软件保障方案优化 .....	23
3.3.1 权衡分析流程 .....	23
3.3.2 实例分析 .....	28

<b>第 4 章</b>	<b>软件保障资源</b>	31
4.1	软件保障资源概述	31
4.2	确定软件保障资源	33
4.3	基于 AHP - FCE 的软件保障资源评估	37
4.3.1	基于 AHP 的评估指标体系构建	37
4.3.2	基于 FCE 的评估模型	40
4.3.3	软件保障资源评估实例分析	42
<b>第 5 章</b>	<b>软件保障性评估</b>	46
5.1	软件保障性评估模型	46
5.2	基于静态分析的软件可维护性评估	47
5.2.1	评估指标体系构建	47
5.2.2	评估模型	49
5.2.3	软件可维护性评估实例分析	50
5.3	软件保障生命周期评估	52
5.3.1	软件项目管理评估	52
5.3.2	软件配置管理评估	55
<b>第 6 章</b>	<b>软件保障费用估算</b>	58
6.1	部署后软件保障模型	58
6.2	基于 WBS 的软件运行保障费用估算	59
6.3	基于 COCOMO II 的软件维护保障费用估算	61
6.3.1	COCOMO II 模型介绍	61
6.3.2	COCOMO II 的简化改进	61
6.3.3	实例分析	65
<b>第 7 章</b>	<b>软件日常维护方法</b>	66
7.1	人员培训	66
7.2	安装、卸载与恢复	67
7.3	数据备份与恢复	69
7.4	软件运行问题处理	70
7.4.1	软件运行失效原因分析	70
7.4.2	软件运行问题处理关键技术	72
7.4.3	软件运行失效的处置	73
<b>第 8 章</b>	<b>软件缺陷分析与预测</b>	74
8.1	软件缺陷概述	74
8.2	软件缺陷的种类	75
8.3	软件缺陷数目估计	78

8.4	基于支持向量回归的软件缺陷密度预测模型	83
8.4.1	机器学习概述	83
8.4.2	预测模型	84
8.4.3	模型参数优化方法	86
8.4.4	模型评价指标	89
<b>第9章</b>	<b>软件缺陷密度预测实例</b>	<b>91</b>
9.1	数据采集	91
9.1.1	度量元数据采集	91
9.1.2	软件测试过程数据及缺陷数据采集	93
9.2	基于度量元的软件缺陷密度预测	95
9.2.1	预测过程	95
9.2.2	预测算法的实现	96
9.2.3	实验环境与数据	97
9.2.4	实验结果误差分析	101
9.2.5	实验结果相关性分析	104
9.3	基于测试过程数据的软件缺陷密度预测	108
9.3.1	预测过程	108
9.3.2	预测算法实现	109
9.3.3	实验环境与数据	110
9.3.4	实验结果误差分析	115
9.3.5	实验结果相关性分析	119
<b>第10章</b>	<b>常用软件测试类型与测试方法</b>	<b>123</b>
10.1	文档审查	123
10.1.1	文档审查的一般要求	123
10.1.2	常用文档的审查要求	124
10.2	代码审查	127
10.2.1	代码审查的一般要求	128
10.2.2	代码的规范性审查	128
10.3	功能测试	129
10.3.1	等价类划分法	129
10.3.2	边界值分析法	130
10.3.3	错误推测法	130
10.4	性能测试	130
10.4.1	计算的精确性	131
10.4.2	响应时间	131



10.4.3	运行程序占用资源情况 .....	131
10.5	接口测试 .....	132
10.5.1	子系统间的接口测试 .....	132
10.5.2	外部接口测试 .....	132
10.5.3	Web 接口测试 .....	132
10.6	人机交互界面测试 .....	133
10.6.1	人机交互界面测试的一般要求 .....	133
10.6.2	人机交互界面元素测试 .....	134
10.7	边界测试 .....	141
10.7.1	边界值分析 .....	141
10.7.2	常见的边界值 .....	141
10.8	安装性测试 .....	142
10.8.1	安装测试 .....	142
10.8.2	卸载测试 .....	143
10.9	静态分析 .....	143
10.9.1	静态结构分析 .....	143
10.9.2	静态质量度量 .....	144
参考文献	.....	145

# 第1章 绪 论

## 1.1 概 述

随着信息技术的迅速发展和在军事领域的广泛应用,传统的机械化战争模式正在发生深刻的变化,信息化战争已成为一种新的战争形态。为适应新军事变革的时代要求,打赢信息化战争,近年来,我军信息化建设速度日益加快,各类军事信息系统和软件密集型装备大量装备部队,表明软件在信息化战争中的地位和作用日益突出。现在军用软件的规模越来越大,功能越来越强,应用范围日趋广泛,同时也越来越复杂,出现的问题也越来越多。如何保证军用软件持续、有效地运行,是目前面临的主要问题之一。

军用软件能否安全、稳定地运行直接影响着军事信息系统和软件密集型装备作战效能的发挥。特别是在战场环境下,如果软件系统出现故障,会给信息化装备的战斗力的带来严重后果,甚至造成不可挽回的损失。根据美国国防部和美国国家航空航天局(NASA)统计,当今武器系统中的软件可靠性比硬件系统低一个数量级,一般情况下,软件故障占系统故障的60%~70%<sup>[1,2]</sup>。导致武器装备系统中软件故障频发的重要原因是,针对军用软件的保障研究与发展严重滞后于武器装备整体的发展。软件不同于硬件,在使用过程中没有磨损、没有消耗,但软件的运行环境及需求会经常变化,软件自身也有缺陷残留,这都需要对软件进行持续的保障。实际上,任何软件系统,无论它采用何种开发工具及开发方式,软件保障(Software Support)(一般情况下,软件保障概念只用于军事领域,因此,本书中的软件保障即指军用软件保障。)都是不可缺少的过程。软件保障不仅是信息化装备形成战斗力的关键所在,更对装备部署后战备完好性的保持起着重要作用。在软件漫长的使用过程中,需要消耗大量的人力和资源进行保障,如果软件的保障性差,那么会带来更大的费用负担。据统计,在典型软件系统生命周期费用的分配中,软件保障约占软件生命周期总费用的67%,而且这个比例将会越来越大<sup>[3-5]</sup>。

如何在软件列装后有效开展各项软件保障活动,已经成为当前装备保障中一个新的重要课题。加强对软件装备列装后保障活动的探索研究,不仅能为我军软件保障工作提供科学依据,而且对促进列装软件装备战斗力的形成和保持,也具有重要意义。

目前,国内关于软件保障的描述不够统一,范围也不尽相同,有些文献称为软件保障,有些文献称为软件密集型装备保障,还有将软件保障纳入传统的装备保障中。为避免混淆,本书中涉及软件保障对象为军用软件系统,包括各类军事信息系统和软件密集型装备中的软件部分,也就是非嵌入式软件和嵌入式软件,不包括硬件装备的保障,硬件装备在软件保障活动中和计算机一样只作为软件运行环境的一部分。

## 1.2 软件保障的发展与现状

软件是现代信息化装备的灵魂,武器装备中的软件及其保障能力的高低已日益成为衡量武器系统最重要的性能指标之一,软件保障问题也已经成为装备保障的重点和难点。

### 1.2.1 美军软件保障的发展与现状

美军从 20 世纪 80 年代开始大规模研究军用软件保障问题。1984 年,美国空军运行测试与评估中心(AFOTEC)的 W. C. Mueller 在国际电子电气工程师协会(IEEE)软件维护年会上首次发表了以软件保障性为题的文章,此后在 1985 年、1987 年、1988 年三年中,该中心陆续有软件保障的相关文章在学术会议上发表,可以说该中心是软件保障研究的开拓机构<sup>[6]</sup>。

20 世纪 90 年代,美国陆续将软件保障的研究成果编入各种相关的标准和手册中。1990 年,美国国防部发布了 MIL - HDBK - 347《任务关键计算机资源保障手册》,对软件保障活动、保障需求等进行了详细描述;1991 年,美国国防部颁布的 DoD 5000. 1《国防采办》,定义了软件可靠性、维修性、安全性、生存性等概念;1996 年,美国国防部条例 DoD 5000. 2 - R《重大防务采办项目和重大自动化信息系统强制性程序》中对软件保障的内容进一步加以明确,包括设计、维护、管理等。

经过长期的理论研究和实践应用,美国空军运行测试与评估中心于 1994 年发布了 AFOTEC PAM 99 - 102 系列文档,包括:

- 《软件运行测试与评估管理指南》;
- 《软件生命周期评估指南》;
- 《软件可维护性评估指南》;
- 《软件可用性评估指南》;
- 《软件保障资源评估指南》;
- 《软件成熟度评估指南》;
- 《软件可靠性评估指南》;

《软件使用性评估指南》。

在上述文档中,美军详细描述了软件保障性评估中包含的所有内容,提出了软件保障性相应的评估策略以及评估方法。

美国空军是使用带有可选项的结构化问卷来评估软件保障过程,其方案是从管理的角度来评估软件的保障性,包括软件采购、开发和使用保障活动,之后与软件产品可维护性及保障资源进行综合,针对各种可能在一定程度上影响软件保障性的因素和特性设计问题,为其赋值,最后评估得分。如在《软件可维护性评估指南》(AFOTEC PAM 99 - 102 Volume 3)中,共设计了 172 个问题,如图 1-1 所示。

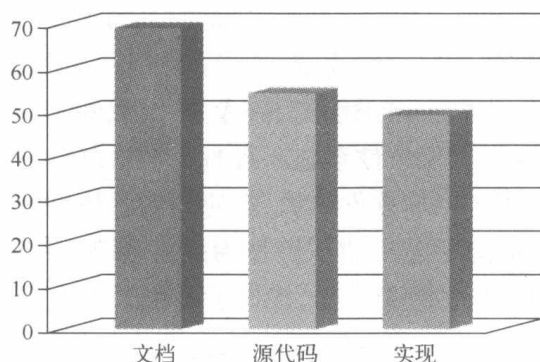


图 1-1 美军软件可维护性评估问题

设计的问题用来确认在软件产品中是否有相应的属性,图 1-2 描述了美军软件可维护性评估属性。

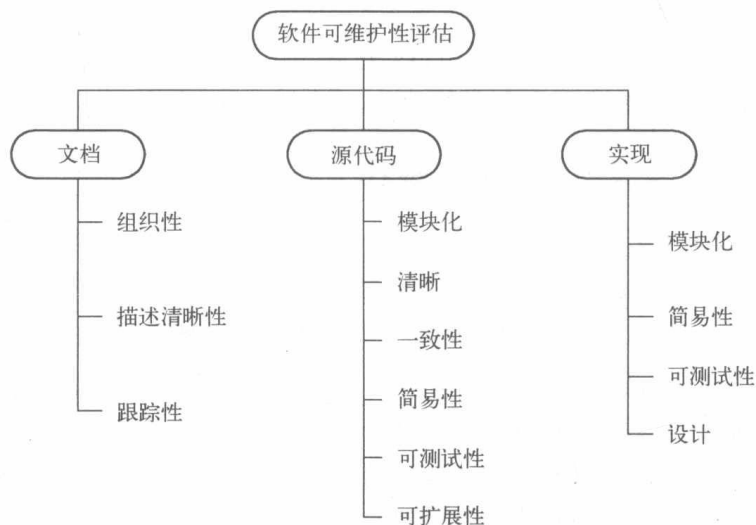


图 1-2 美军软件可维护性评估属性

通过分析可以看出,美军的 99-102 系列文档是一部比较全面的评价方案,但是按照该文档进行评估,需要大量资源作为支撑,评估过程涉及人员众多,包括需要访谈的人员以及实施评估的人员,评估问题数量多、耗费时间长,而且需要一个相应的权力机构来组织实施。我军现阶段无法为软件的保障性评估提供如此大量的资源,也没有一个相应的权力机构来负责软件保障性评估,因此该方法并不适合于我军目前的软件保障工作。

### 1.2.2 台军软件保障的发展与现状

台军在软件保障方面的研究开始于 20 世纪 90 年代,1996 年,我国台湾“国防部”以美军的 MIL-STD-498 标准为基础配合当时的台军武器系统研制政策规定,再以台军军用软件采购法规等为指导,发布了《台军软件发展规范(草案)》,对软件采购、维护进行了阐述<sup>[7]</sup>。在草案中,台军定义软件保障为一系列工作项目总和,包括为了确保软件系统运行时,能够按照要求持续地工作,并且符合其角色要求所进行的一套软件维护、对使用者的协助及其他相关工作。文献[8]采用该定义,将武器系统软件保障作为武器系统软件后勤保障,结合台军当时的软件开发与整体后勤规范<sup>[9,10]</sup>,探讨了可供台军及研发单位参考运用的软件保障方向,并曾在进一步的内部研究中,将这个初步想法落实,提出了相对应的武器系统软件保障模式。2002 年、2004 年这两年,台军对软件发展规范草案进行了大规模的修改,提出了将软件保障生命周期分为 8 个过程:文档管理、组织管理、质量保证、审查、确认、联合审查、复核及问题解决。2007 年,台湾中山科学院系统维护中心发布了《专案计划软件后勤保障作业规定》,正式将软件保障视为整体后勤保障的一部分。

台军紧紧跟在美军的研究之后,以美军的现有研究理论为基础,结合台军自己的实际情况,提出了适合台军的保障方法、保障模式等。

### 1.2.3 我军软件保障的发展与现状

我军于 1998 年引入装备综合保障概念,并将其定义为作战保障、技术保障及后勤保障等诸多保障的综合。按照装备全系统的观点,软件保障作为装备保障中的重要组成部分,必须对软件全部有关可靠性、维修性和保障性(Reliability Maintainability Supportability, RMS)参数进行确定,提高软件 RMS,其所产生的综合效应实质上就是提高部队的战斗力。

国内单独针对装备软件保障的研究已经开展了十余年,GJB 1267—91《军用软件维护》和 GJB/Z 102—1997《软件可靠性和安全性设计准则》等相应的标准也已出台。

军械工程学院的甘茂治教授、朱小东教授<sup>[11-16]</sup>很早就开展了军用软件保

障性的定义、保障要素、保障性分析等研究,给出了软件保障概念的定义,分析了军用软件保障若干关键技术问题,对我军软件保障现状提出了众多建设性的意见。卢兴华教授<sup>[17]</sup>分析了软件保障费用的基本构成和一般表达式,构建了基于类比估算的软件新功能保障费用估算模型。

装甲兵工程学院的杜家兴博士在分析软件保障与硬件保障区别的基础上,对软件保障过程进行了 Petri 网建模分析,研究了军用软件保障的关键过程,然后以美军的软件保障评价体系结构为基础,提出了以问卷调查为主要方式的软件保障性评估方法<sup>[18]</sup>。

我军在军用软件保障研究方面已经取得了一定的成就,但由于起步较晚,与国外相比还有一定差距,主要体现在:

(1) 在软件保障性分析方面,国内现阶段对软件保障性分析的具体内容研究不足,大部分是对软件保障的概念、模型及影响因素进行研究,针对保障方案的制定流程与权衡方法,保障费用的估算方法等研究较少。

(2) 在软件保障性评估方面,对于具体评估方法的研究较少。有些文献采用的是对调查数据进行简单的线性加权得出保障性的定量评估结果,方法过于简单,无法降低问卷调查过程中专家的主观性和不确定性影响。

## 1.3 软件保障的基本概念

### 1.3.1 软件保障的定义

软件保障的概念最早由美国提出,不同的部门对软件保障的定义也有所不同,主要的有:

(1) 美国汽车工程师协会(SAE)软件标准中对软件保障的定义:为保证使用的软件系统或部件满足它的初始要求和对这些要求的后续改进所必需的一系列活动,包括在软件整个使用生命周期中提供保障的全部过程、资源和基础设施<sup>[19]</sup>。

(2) 美国空军对软件保障的定义:为确保部署后的软件(或系统)在生产 and 部署期内持续地维持其初始作战职能及后续职能所展开的修改及改进的一切活动<sup>[20,21]</sup>。

(3) 美军《防御系统软件开发标准(DOD - STD - 2167)》对软件保障的定义:确保运行和部署的软件持续充分完成其任务的所有活动的总和<sup>[22]</sup>。

我国在一系列国家军用标准中对软件保障也给出了明确的定义,主要包括:

(1) (GJB/Z 115—1998)《武器系统软件开发指南》<sup>[23]</sup>中将软件保障定义

为,软件保障是指承制方要保障软件正常运行多长时间,软件运行一段时间后是否希望进行更改,由谁来进行这些更改等。剪裁时需要考虑的因素有:

- ① 谁负责软件保障;
- ② 软件开发承制方是否提供培训;
- ③ 软件开发承制方是否计划进行责任转移;
- ④ 其他。

(2) (GJB 451A—2005)《可靠性维修性保障性术语》<sup>[24]</sup>中将软件保障定义为,为保证投入使用的软件能持续完全地保障产品执行任务所进行的全部活动。

(3) (GJB 2786A—2009)《军用软件开发通用要求》<sup>[25]</sup>中将软件保障定义为,为确保软件安装后能继续按既定要求运行而且在系统的运行中能起既定作用而发生的一系列活动。软件保障包括软件维护、用户支持和有关的活动。

从上述定义可以看出,软件保障的核心是保证软件持续有效运行所进行的一系列活动。要实施软件保障,关键是要解决两个问题:

(1) 谁负责软件保障。在软件部署之前就需要确定软件保障的主体,是开发商还是专门的保障机构?

(2) 如何进行软件保障。软件不同于硬件,硬件出现问题必须及时地进行维修才能恢复运行,而软件出现问题只影响局部功能的运行,其他大部分功能能够正常运行的,因此软件保障不是实时展开的,要根据问题的严重程度及数量进行综合考虑。

根据美军(MIL-HDBK-347)《软件保障手册》<sup>[26]</sup>,软件保障分为部署前软件保障(Pre-deployment Software Support)和部署后软件保障(Post-deployment Software Support, PDSS)。部署后软件保障是软件保障主体,主要是因为软件投入使用之后,常常需要增强软件功能,或者为适应环境而更改软件,需要对软件进行再设计,这种工作量占据了软件保障工作的绝大部分。

### 1.3.2 软件保障的相关概念

#### 1. 部署前软件保障

美军(MIL-HDBK-347)《软件保障手册》<sup>[26]</sup>将部署前软件保障定义为,软件部署和运行之前发生的软件保障活动。

部署前软件保障活动主要包括:

- (1) 部署后软件保障规划;
- (2) 确定部署后软件保障采办需求;
- (3) 确保软件保障性;
- (4) 确认软件质量;

(5) 制定和实施交付计划。

部署前软件保障是那些发生在软件部署和初始投入现场使用之前的软件保障活动,该阶段的主要任务包括:

(1) 确定软件保障方案。软件保障方案应在软件开发的早期确定。软件保障方案是对软件保障的总体初步构想,主要规定软件保障的范围(完全保障、纠错性保障、有限纠错性保障、有限软件配置管理等)、评估和确定软件保障主体(软件开发人员或专门的软件保障机构等)、剪裁软件交付后的保障过程、估算软件保障生命周期费用等。

(2) 制定软件保障计划。确定了软件保障方案后则应着手制定软件保障计划。对于军用软件,软件保障计划是其计算机资源全寿命管理规划的一部分。制定软件保障计划考虑的主要因素包括保障的目的和目标、保障主体的职责和任务分工、可用的保障资源、保障环境和保障方式、保障活动的时间和地点等。

(3) 确定软件保障资源。软件保障资源主要指保障所需的人力资源。保障人力资源是影响保障费用的主要因素,保障人员数量的确定有许多模型,其中包括参数模型、经验模型以及目前广泛使用的是构造性成本模型(COCOMO)。

(4) 确定软件保障环境。软件保障环境包括软件保障的硬件环境与软件环境。软件工程中所能采用的计算机辅助软件工程环境工具箱一般应列入软件保障环境中,可以采用综合保障工程中的综合保障分析(LSA)方法来确定。

## 2. 移交保障

作为软件过程的重要阶段,软件移交阶段的重要目标是让保障机构获得必要的资源、资料、知识,以成功实施经过审核的移交后软件保障,实现软件按型号装备部队。在软件移交阶段,与软件保障有关的工作包括:

(1) 保障机构要认真核查、验收各种软件资料、文档、代码,确认软件已经满足部队需要。

(2) 完成保障人力资源的准备,如果需要,尽快实现软件开发人员从软件开发者到保障人员的转变。

(3) 测试和验证软件产品的可运行性、系统兼容性和环境适应性。

(4) 编制文档制品,包括软件用户手册、培训手册、支持文档和操作手册等。

(5) 培训软件用户和操作人员,保证软件使用人员明白如何使用软件系统以及如何寻求帮助。

## 3. 部署后软件保障

美军(MIL-HDBK-347)《软件保障手册》将部署后软件保障(PDSS)定义为,交付过程的初始部署和运行保障阶段以及全套产品使用期间发生的软件保障活动。



从该定义可以看出,部署后的软件保障包括交付过程中的保障和交付后使用期间的保障。

部署后软件保障过程可以划分为初始分析阶段、软件(配置项)开发阶段、系统集成和测试阶段、产品后勤阶段以及保障实施和维护阶段。

软件在部署装备部队并投入使用后,会由于某种原因(如软件本身缺陷、使用环境改变、任务要求变更等)需要更改或升级。软件保障机构在软件部署后的保障任务主要是实现软件的更改或升级,保证调整后的软件尽快恢复或提高作战能力,迅速返送战场。

美军将 PDSS 分为四个阶段:初始分析、软件(配置项)开发、系统集成和测试以及产品后勤,如图 1-3 所示。

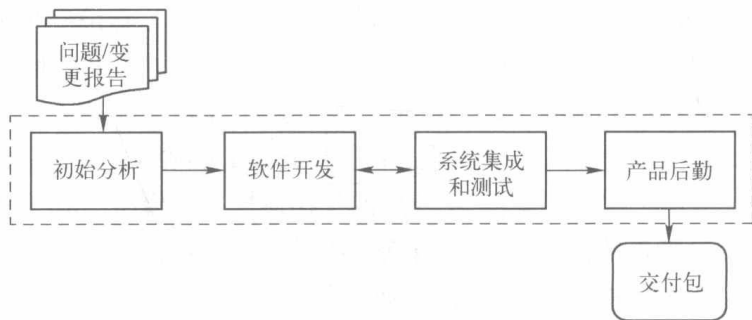


图 1-3 美军 PDSS 过程

(1) 初始分析。其目标是实现变更决策。对问题/变更报告的分析要从管理、技术和保障影响等方面进行,涉及变更的分类、影响、费用、风险等,最终决定是否进行变更。

(2) 软件(配置项)开发。该阶段根据初始分析阶段确定的问题变更报告,对软件进行纠错和增强。本阶段的输出为新的软件测试版本和更新后的文档。

(3) 系统集成和测试。该阶段是 PDSS 的重要阶段,测试通过才能够予以发布,否则不能发布。

(4) 产品后勤。该阶段是 PDSS 的最后一个阶段,其主要活动包括产品推广应用、安装、用户培训。

美军的 PDSS 将问题/变更报告作为输入,将变更后的交付包作为输出,基本上是按照软件工程的原则对软件进行再工程的过程。但该过程模型对问题/变更报告的产生、日常的维护没有进行详细的阐述,而这些环节对软件保障的实施和软件战斗力的发挥具有非常重要的影响。因此,我们结合我军软件开发和运行维护的现状,将 PDSS 分为部署运用、日常维护、问题/变更分析、软件开发、系统集成和测试五个阶段,如图 1-4 所示。