

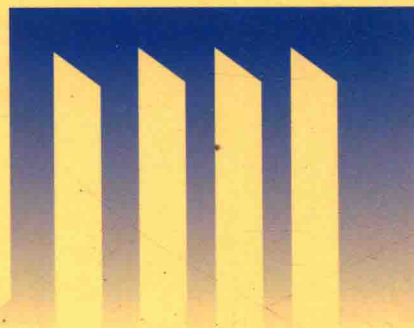


军队“2110工程”建设项目 信息安全技术

军用软件工程

JUNYONG RUANJIAN GONGCHENG

韦群 龚波 任昊利 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

军队“2110工程”建设项目 信息安全技

军用软件工程

韦群 龚波 任昊利 编著

国防工业出版社

北京·北京·北京

内 容 简 介

本书在对军用软件及其相关概念进行介绍的基础上,针对软件生存周期的各个阶段,详细阐述了军用软件开发的方法、原理及相关技术。本书主要介绍了结构化开发方法和面向对象开发方法,强调了软件体系结构在军用软件开发中的作用,通过对软件测试、软件质量保证以及军用软件开发标准等内容的介绍,以确保军用软件的质量。

本书主要用做军用软件开发课程的教材,适用于计算机科学与技术专业本科生或研究生、各类继续教育人员,亦可作为高等院校计算机科学与技术专业或其他相关专业的教学参考书,或作为从事软件开发的科技人员的参考书、培训教材等。

图书在版编目(CIP)数据

军用软件工程 / 韦群, 龚波, 任昊利编著. —北京:
国防工业出版社, 2010. 6
军队“2110 工程”建设项目. 信息安全技术
ISBN 978 - 7 - 118 - 06763 - 7

I. ①军... II. ①韦... ②龚... ③任... 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(2010)第 088146 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)
北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
新华书店经售

*

开本 710 × 960 1/16 印张 18 1/4 字数 320 千字
2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 39.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422
发行传真:(010)68411535

发行邮购:(010)68414474
发行业务:(010)68472764

装备指挥技术学院“2110 工程”教材(著作)

编审委员会

主任 曲 炜

副主任 封伟书 张 炜 冯书兴 潘 清

委员 (按姓氏笔画排序)

于小红 王 宇 白海威 由凤宇

李希民 宋华文 张宝玲 陈庆华

陈向宁 陈新华 郑绍钰 赵伟峰

赵继广 耿艳栋 贾 鑫 桑爱群

阎 慧 谢文秀 蔡远文 熊龙飞

内容简介

装备指挥技术学院信息安全技术教材(著作)

编委会

主 编 潘 清

副主编 阎 慧 王 宇

编 委 王明俊 韦 群 周 辉 胡欣杰

赵立军

序

计算机技术、通信技术、网络技术的发展,给军队指挥自动化系统、综合电子信息系统的建设与发展带来了深刻的影响。未来以电子战、网络战和作战保密等为主要作战样式的信息化战争,离不开信息技术的支撑。武器装备的信息化、网络化加快了信息技术在装备的研制、试验、采购、指挥、管理、保障和使用全过程中的渗透与应用。因此,在军队深入开展军事信息技术学科的建设,加强军事人才信息化素质与能力的培养,是继往开来的一件大事,也是对军事装备学、作战指挥学等学科建设的有力支持。

为了总结梳理装备指挥技术学院军事信息技术学科的建设成果,提升学科建设水平和装备人才培养质量,在军队“2110工程”专项经费支持下,在装备指挥技术学院“2110工程”教材(著作)编审委员会统一组织指导下,军事信息技术学科领域的专家学者编著了一批适应装备人才培养需求,对我军装备信息化和装备信息安全工作具有主要指导作用的系列丛书。

编辑这套丛书是我院军事信息技术学科建设的重要内容,也是体现军事信息技术学科建设水平的重要标志。通过系统、全面地梳理,将军队开展信息化建设的实践经验进一步理论化、科学化,形成具有军事装备特色的军事信息技术知识体系。

本套丛书定位准确、内容创新、结构合理、针对性强,一方面总结了
我院军事信息技术学科建设和装备信息化人才培养的理论研究与
实践探索的重要成果和宝贵经验;另一方面紧紧围绕我军武器装备信
息化建设的需要,以装备全寿命管理的信息化和装备信息保障为主要
内容,着重基本概念、原理的论述和技术方法的应用,其编著出版对于
推进军事信息技术学科的建设,提高装备人才的培养质量,加快装备
信息化建设和军事斗争准备具有十分重要的现实意义和深远的历史
意义。

装备指挥技术学院
信息安全技术教材(著作)编委会
2009年12月

前 言

信息技术在军事领域的广泛应用,使计算机软件成为军事系统中的重要组成部分。各类军事系统(如武器装备系统和自动化指挥系统等)对软件的依赖性越来越强,软件的规模越来越大,复杂性越来越高,因此,军用软件的质量成为确保军事和武器系统质量的关键。

软件工程是一门迅速发展的新兴学科,现已成为计算机科学的一个重要分支,软件工程利用工程学的原理和方法来组织和管理软件生产,以保证软件产品的质量、提高软件生产率。军用软件是应用于军事领域的一类软件,属于软件的范畴。针对军用软件的特点,采用软件工程的理论、原理和方法,是提高军用软件质量和开发效率的根本手段。

本书系统地介绍了与军用软件相关的软件工程的有关概念、原理、方法、技术、标准和相关管理技术。全书共8章,以软件生存周期为主线,对软件工程有关的分析、设计、验证、维护和管理等方面内容做了详尽阐述,突出结构化技术、面向对象技术和构件技术在软件开发过程中的运用,强调软件产品质量和软件过程质量的分析与保证,重视软件工程标准化对软件工程的影响。全书从方法学角度出发,内容紧凑,每章之后都配有练习题,讲述力求理论联系实际,并通过与实例相结合,深入浅出,循序渐进。本书第1~4、6章由韦群编写,第5、7章由龚波编写,第8章由任昊利编写。全书由韦群统稿,李艺和王林旭审阅。由于作者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者

2010年2月10日

目 录

| | |
|------------------------------|----|
| 第 1 章 军用软件工程概述 | 1 |
| 1.1 软件的概念及特点 | 1 |
| 1.2 军用软件的分类和作用 | 2 |
| 1.3 软件工程及军用软件工程 | 4 |
| 1.4 软件生存期和软件工程过程 | 5 |
| 1.4.1 软件生存期和软件工程过程 | 5 |
| 1.4.2 典型的软件过程模型 | 8 |
| 复习要点 | 22 |
| 练习题 | 22 |
| 第 2 章 军用软件需求分析 | 23 |
| 2.1 概述 | 23 |
| 2.2 需求分析的内容 | 24 |
| 2.2.1 需求获取 | 25 |
| 2.2.2 需求分析 | 28 |
| 2.2.3 需求规格说明 | 30 |
| 2.2.4 验证 | 32 |
| 2.3 需求分析的结构化技术 | 33 |
| 2.3.1 概述 | 33 |
| 2.3.2 数据建模 | 34 |
| 2.3.3 结构化分析方法 | 36 |
| 2.3.4 其他具有结构化思想的需求分析方法 | 46 |
| 2.4 快速原型方法 | 49 |
| 2.4.1 概述 | 49 |
| 2.4.2 快速原型方法 | 50 |
| 2.4.3 快速原型的实现途径 | 52 |
| 2.4.4 原型方法的技术与工具 | 54 |
| 复习要点 | 54 |

| | |
|-------------------------|-----------|
| 练习题 | 54 |
| 第3章 软件体系结构 | 56 |
| 3.1 研究软件体系结构的意义 | 56 |
| 3.2 软件体系结构定义及发展 | 57 |
| 3.2.1 软件体系结构定义 | 57 |
| 3.2.2 软件体系结构的发展 | 59 |
| 3.2.3 软件体系结构的研究重点 | 60 |
| 3.3 常见的体系结构风格 | 61 |
| 3.3.1 管道和过滤器风格 | 61 |
| 3.3.2 数据抽象和面向对象风格 | 63 |
| 3.3.3 基于事件的风格(隐式调用) | 64 |
| 3.3.4 分层系统风格 | 65 |
| 3.3.5 仓库风格和黑板系统 | 66 |
| 3.3.6 解释器风格 | 67 |
| 3.3.7 客户—服务器风格 | 67 |
| 3.3.8 特定领域的软件体系结构 | 69 |
| 3.4 软件体系结构分析方法 | 70 |
| 3.4.1 软件体系结构设计和分析的好处 | 70 |
| 3.4.2 软件体系结构分析与评价方法 | 71 |
| 3.5 实例 | 73 |
| 复习要点 | 77 |
| 练习题 | 77 |
| 第4章 军用软件开发 | 78 |
| 4.1 概述 | 78 |
| 4.2 结构化设计方法 | 79 |
| 4.2.1 结构化设计思想 | 80 |
| 4.2.2 结构化设计相关的概念及质量评价标准 | 83 |
| 4.2.3 软件体系结构设计 | 88 |
| 4.2.4 结构化设计实例 | 93 |
| 4.3 面向对象开发方法 | 95 |
| 4.3.1 概述 | 95 |
| 4.3.2 面向对象的软件开发模型 | 97 |
| 4.3.3 面向对象的基本概念 | 101 |
| 4.3.4 面向对象分析 | 104 |

| | | |
|--------------|-----------------------|------------|
| 4.3.5 | 面向对象设计 | 106 |
| 4.4 | 统一建模语言 | 109 |
| 4.4.1 | 概述 | 109 |
| 4.4.2 | UML 内容 | 111 |
| 4.4.3 | UML 应用 | 116 |
| 4.5 | 面向对象开发中的设计模式 | 119 |
| 4.5.1 | 概述 | 119 |
| 4.5.2 | 设计模式 | 122 |
| 4.6 | 设计模式在机场信息系统软件体系结构中的应用 | 127 |
| 4.6.1 | 观察者设计模式 | 128 |
| 4.6.2 | 简单代码 | 129 |
| | 复习要点 | 132 |
| | 练习题 | 133 |
| 第 5 章 | 军用软件测试 | 135 |
| 5.1 | 引言 | 135 |
| 5.1.1 | 什么是软件测试 | 135 |
| 5.1.2 | 软件测试的目的和原则 | 136 |
| 5.1.3 | 广义的软件测试概念 | 137 |
| 5.1.4 | 程序错误分类 | 138 |
| 5.1.5 | 软件测试的费用 | 142 |
| 5.1.6 | 软件测试的意义 | 142 |
| 5.2 | 软件测试过程 | 143 |
| 5.2.1 | 单元测试 | 143 |
| 5.2.2 | 集成测试 | 145 |
| 5.2.3 | 确认测试 | 146 |
| 5.2.4 | 系统测试 | 148 |
| 5.3 | 测试方法 | 148 |
| 5.4 | 测试用例设计 | 150 |
| 5.4.1 | 什么是测试用例 | 150 |
| 5.4.2 | 测试用例设计生成的基本准则 | 151 |
| 5.4.3 | 黑盒测试用例设计方法 | 151 |
| 5.4.4 | 白盒测试用例设计方法 | 159 |
| 5.4.5 | 控制结构测试的变种 | 163 |
| 5.5 | 静态测试 | 166 |

| | | |
|------------|----------------|------------|
| 5.5.1 | 源程序静态分析 | 166 |
| 5.5.2 | 人工测试 | 167 |
| 5.6 | 调试 | 169 |
| 5.6.1 | 调试的步骤 | 169 |
| 5.6.2 | 常见调试方法 | 170 |
| 5.6.3 | 调试原则 | 172 |
| 5.7 | 面向对象测试 | 173 |
| 5.7.1 | 面向对象测试概述 | 173 |
| 5.7.2 | 面向对象测试模型 | 174 |
| 5.7.3 | 面向对象分析的测试 | 175 |
| 5.7.4 | 面向对象设计的测试 | 177 |
| 5.7.5 | 面向对象编程的测试 | 179 |
| 5.7.6 | 面向对象的单元测试 | 180 |
| 5.7.7 | 面向对象的集成测试 | 182 |
| 5.7.8 | 面向对象的系统测试 | 183 |
| 5.8 | 测试工具 | 184 |
| 5.9 | 软件测试技术的发展 | 185 |
| | 复习要点 | 187 |
| | 练习题 | 187 |
| 第6章 | 军用软件维护 | 188 |
| 6.1 | 软件维护的概念 | 188 |
| 6.1.1 | 软件维护的定义 | 188 |
| 6.1.2 | 软件维护的类型 | 189 |
| 6.1.3 | 软件维护的策略 | 190 |
| 6.1.4 | 软件维护工作量 | 190 |
| 6.2 | 软件维护的组织和过程 | 191 |
| 6.2.1 | 软件维护的组织 | 191 |
| 6.2.2 | 软件维护的过程 | 192 |
| 6.3 | 程序修改的步骤和修改的副作用 | 194 |
| 6.3.1 | 程序修改的步骤 | 194 |
| 6.3.2 | 修改程序的副作用 | 195 |
| 6.4 | 软件可维护性 | 196 |
| 6.4.1 | 软件可维护性的定义 | 196 |
| 6.4.2 | 提高可维护性的方法 | 197 |

| | | |
|------------|----------------------|------------|
| 6.5 | 软件再工程 | 200 |
| | 复习要点 | 204 |
| | 练习题 | 204 |
| 第7章 | 军用软件质量 | 205 |
| 7.1 | 软件质量概述 | 205 |
| 7.1.1 | 软件质量带来的问题 | 205 |
| 7.1.2 | 软件质量的问题根源 | 206 |
| 7.1.3 | 军用软件质量管理现状 | 208 |
| 7.2 | 软件质量概念 | 209 |
| 7.2.1 | 软件质量常见概念 | 209 |
| 7.2.2 | 软件产品质量和过程质量 | 210 |
| 7.3 | 软件质量模型 | 212 |
| 7.3.1 | Boehm 软件质量模型 | 212 |
| 7.3.2 | McCall 质量模型 | 214 |
| 7.3.3 | ISO 软件质量评价模型 | 217 |
| 7.3.4 | 全面软件质量模型 | 220 |
| 7.4 | 软件质量保证技术 | 220 |
| 7.4.1 | 软件技术评审 | 220 |
| 7.4.2 | 软件测试 | 225 |
| 7.4.3 | GJB 9001A—2001 | 225 |
| 7.4.4 | CMM 能力成熟度模型 | 226 |
| 7.4.5 | ISO 9000 族标准 | 228 |
| 7.4.6 | Bootstrap | 229 |
| 7.4.7 | SPICE | 230 |
| 7.5 | 软件质量保证 | 232 |
| 7.5.1 | 质量保证的概念 | 232 |
| 7.5.2 | 软件质量保证活动 | 232 |
| 7.5.3 | 质量保证的实施 | 233 |
| 7.6 | 软件配置管理 | 235 |
| 7.6.1 | 软件配置管理概念 | 236 |
| 7.6.2 | 软件配置管理过程 | 237 |
| | 复习要点 | 240 |
| | 练习题 | 240 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 第 8 章 军用软件工程及其标准 | 241 |
| 8.1 概述 | 241 |
| 8.1.1 软件工程标准化的作用及意义 | 241 |
| 8.1.2 软件工程标准分类 | 242 |
| 8.1.3 军用软件工程标准化现状 | 245 |
| 8.2 军用软件项目管理(GJB 2786) | 248 |
| 8.2.1 软件生存周期概念 | 249 |
| 8.2.2 软件生存周期模型选择原则 | 249 |
| 8.2.3 围绕软件开发工作的活动 | 251 |
| 8.2.4 GJB 2786—1996 的实施 | 251 |
| 8.2.5 文档编制 | 252 |
| 8.3 军用软件设计 | 254 |
| 8.3.1 软件设计基础 | 255 |
| 8.3.2 软件设计关键问题 | 256 |
| 8.3.3 软件结构与体系结构 | 258 |
| 8.3.4 软件设计质量的分析与评价 | 259 |
| 8.3.5 软件设计符号 | 260 |
| 8.3.6 软件设计策略与方法 | 261 |
| 8.4 军用软件编程要求 | 262 |
| 8.4.1 军用软件编程的一般准则 | 262 |
| 8.4.2 军用软件编程的特殊要求 | 265 |
| 8.5 军用软件维护 | 266 |
| 8.5.1 软件维护组织 | 267 |
| 8.5.2 软件维护过程 | 267 |
| 8.6 军用软件验收 | 270 |
| 8.6.1 软件验收申请 | 270 |
| 8.6.2 被验收方应交的材料 | 271 |
| 8.6.3 软件验收计划 | 271 |
| 8.6.4 验收组织 | 271 |
| 8.6.5 软件验收测试和验收审查 | 272 |
| 8.7 军用软件标准的实施程序 | 272 |
| 复习要点 | 275 |
| 练习题 | 275 |
| 参考文献 | 276 |

第 1 章 军用软件工程概述

随着我军现代化建设的不断深入和我军军事战略任务的调整,武器装备体系化、复杂化和高技术化趋势的日益显著,武器装备的研制、开发及保障任务日益增多,大量的电子装备、信息装备已经在军事领域中得以广泛应用;在国防应用中还常常需要自主开发软件进行战术的模拟、仿真、指挥及调度,以及武器装备的检修与维护。各类军用软件的使用越来越广泛,结构越来越复杂,软件已经成为我军装备和军队信息化的重要组成部分,在国防中发挥了日益重要的作用,军用软件已不再是硬件的附属物,已经成为与硬件并列的、独立的技术状态管理项目,是现代武器装备的灵魂。

1.1 软件的概念及特点

软件是一台计算设备的思维中枢,世界上出现了第一台计算机之后,就有了程序的概念,经过几十年的发展,人们对软件有了深刻的认识,软件产业成为了投资回报率最高的产业之一。计算机硬件和软件构成一个计算机应用系统,软件是与硬件相互依存的另一部分。软件是指与操作一个计算机有关的计算机程序、使程序能够正确运行的数据结构以及描述程序研制过程和方法的文档。

软件是无形的,是逻辑部件,相对于传统的工业产品,软件有其独特的特性,主要表现在以下方面:

(1) 软件是一种逻辑实体,具有抽象性。软件可以被记录在纸上、内存、磁盘和光盘等各类存储介质上,但看不到软件本身的形态,必须通过分析、思考、判断才能了解它的功能、性能等特性。

(2) 软件没有明显的制造过程。跟建造硬件产品不同,软件是通过智力活动,把知识和技术转化成信息的一种产品。软件产品研制开发成功后,通过大量复制进行批量生产,软件质量控制是在软件开发过程中进行的。

(3) 软件在使用过程中,没有磨损、老化的问题。软件在生存周期后期也不会存在硬件产品因为磨损而老化的问题,但会为了适应硬件、环境以及需求的变化而要进行修改。这些修改又不可避免地会引入错误,导致软件失效率升高,从而使得软件退化。当修改的成本变得难以接受时,软件就被抛弃。软件的实际

故障率曲线如图 1-1 所示。

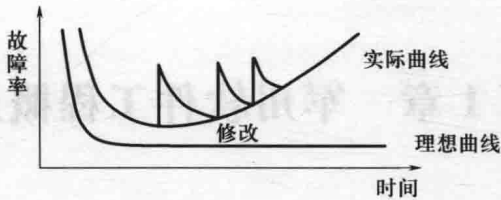


图 1-1 软件的实际故障率曲线

(4) 软件对硬件和环境有着不同程度的依赖性。软件的开发和运行常受到计算机系统的限制,这导致了软件移植的问题,这是衡量软件质量的因素之一。

(5) 软件的开发至今尚未完全摆脱手工作坊式的开发方式,生产效率低。目前,还不能像设计和建造楼房、汽车那样开发软件。软件开发远没有建筑工程、机械工程那样成熟,那样真正的工程化。尽管对软件复用技术、自动生成技术、软件开发工具或软件开发环境等软件技术新的开发方法进行了大量的研究,但采用的比率低。

(6) 软件是复杂的,而且以后会更加复杂。软件是人类有史以来生产的复杂度最高的工业产品,涉及人类社会的各行各业、方方面面,软件开发常常涉及其他领域的专业知识,这对软件工程师提出了很高的要求。

(7) 软件的成本相当昂贵。软件开发需要投入大量、高强度的脑力劳动,成本非常高,风险也大。现在软件的开销已大大超过了硬件的开销。

1.2 军用软件的分类和作用

以信息化为核心的军事思想、军事理论、军队体制、武器装备乃至作战样式等方面的军事变革成为了军队信息化建设中的主要研究内容。军队信息化的主要途径包括对现有主战武器装备进行信息技术改造、研制新型信息化主战武器装备、发展先进的军用综合信息系统、研制电子战信息战武器、发展新概念武器等。军用软件通常是指用于上述军事目的的一类软件,其定义比较广,按照不同的目的,可以有多种分类方法。

一般军用软件可以分为两大类:一类是武器系统软件;另一类是非武器系统软件。武器系统软件包括:为武器系统专门设计或专用的嵌入式软件(武器系统不可缺少的组成部分);指挥、控制和通信软件;对武器系统及其完成军事任务进行保障的其他武器系统软件,如战斗管理软件、后勤保障软件、演习分析软件、训练软件等。非武器系统软件(称为自动化信息系统软件)主要是指执行与

武器系统无关的系统使用和保障功能的软件,如科学计算、人员管理、资源控制、设备维修、仿真、人工智能等软件。

按照军用软件的属性和应用可以分为嵌入式武器装备软件和军用综合信息系统软件两大类。嵌入式武器装备软件包括武器平台嵌入式软件和武器系统嵌入式软件。军用综合信息系统软件包括预警探测、情报侦察等信息获取软件,通信导航软件,指挥控制软件,后勤保障软件和军队信息管理软件等。

在信息化战争中,各种高新技术武器装备和信息系统得到越来越广泛的应用。这些装备和系统通常具有软件密集性,其作战效能的发挥直接依赖于软件质量。军用软件一旦出现故障或缺陷,轻则造成巨大经济损失,重则导致人员伤亡。如军工试验,由于软件的错误,导致整个试验失败;又如一些航空航天项目,一次失误将可能造成数百亿元的直接经济损失,在战争中造成的后果更是不可估量。

军用软件的特点表现在以下几方面:

- (1) 规模大且结构复杂,运行状态多;
- (2) 嵌入式软件多,实时性要求强,有多进程并发功能要求;
- (3) 要适应各种恶劣军事应用环境,对可靠性、可维护性和安全性要求高;
- (4) 军方要求变化多且用户界面要求高;
- (5) 使用和维护阶段时间长。

随着计算机技术及信息技术突飞猛进的发展,武器系统(尤其是它的控制系统)中越来越多地采用了计算机软件,武器装备系统对计算机软件质量的依赖性越来越大,软件在武器装备系统中的地位逐渐由硬件的配套产品上升为独立的产品,其作用体现在以下几个方面:

(1) 软件是新技术武器的灵魂和中枢。现代高新技术特别是计算机软件技术在新技术武器中得到了广泛应用,是整个军事系统的控制中枢和威力倍增器。

(2) 软件极大地提高了武器装备的性能。软件是实现主战装备信息化的手段,成为提高主战装备作战性能的一种高效费比的方法。一方面在研制新一代武器装备时大量采用软件技术,另一方面利用软件技术改造在役的作战平台。由于武器装备大量采用软件技术,作战效能获得了质的飞跃。

(3) 软件是信息化武器装备体系发展的关键。信息技术的进步和作战需求的变化,促进了各类信息化武器装备的发展,通过软件控制使得各种传感器、指挥中心、武器系统集成成为一个整体,各种作战信息按照作战要求有序流动,从而提高了武器装备体系的整体作战效能,软件成为了信息化武器装备体系发展的关键。

(4) 软件是信息化战争的焦点。现代高新技术战争将以信息战为主要形态