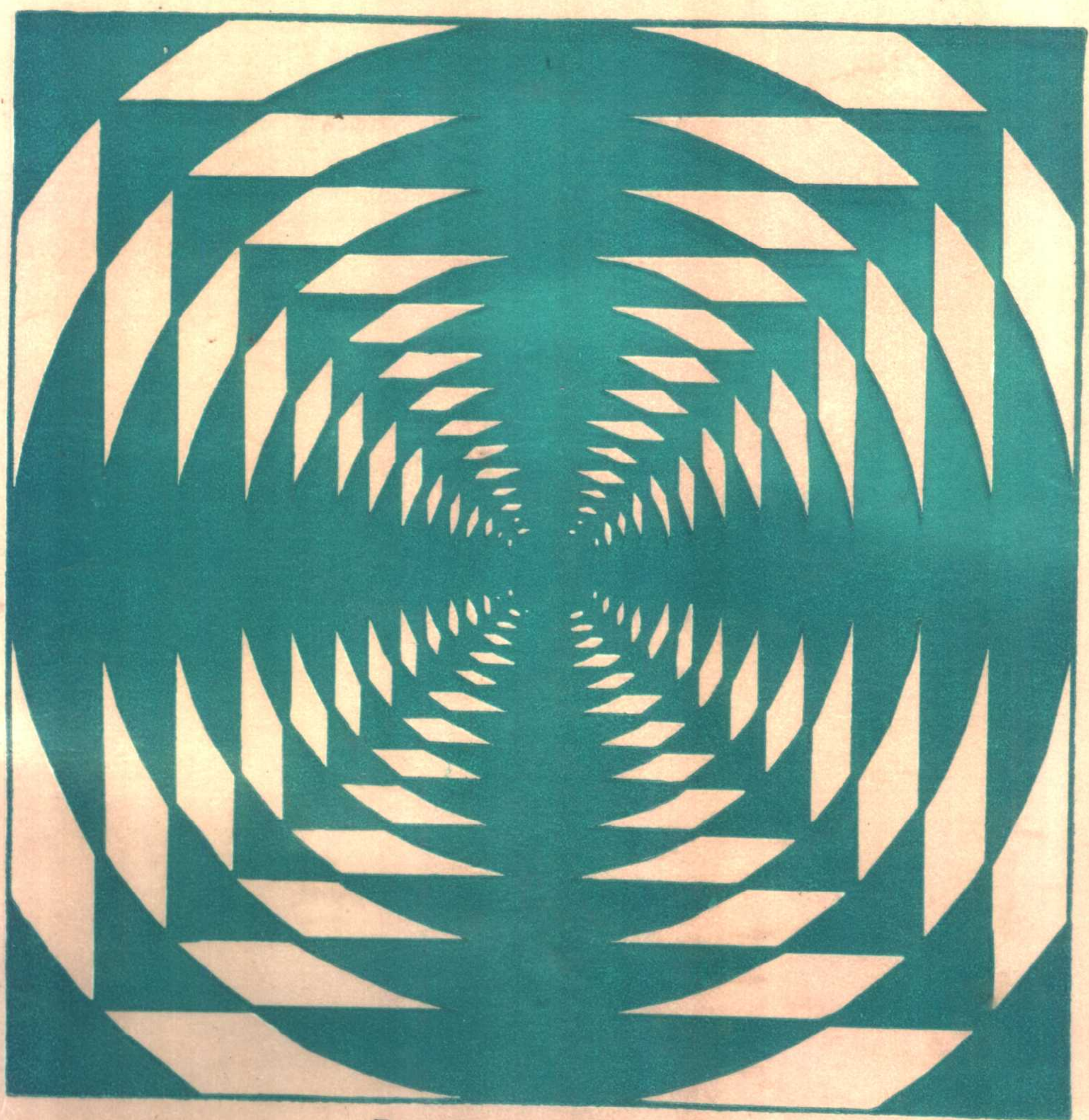


通用加固型计算机

刘 恩 德 主 编



宇航出版社

通用加固型计算机

刘恩德 主编

宇航出版社

(京)新登字 181 号

内 容 简 介

本书介绍了通用加固型微型计算机和加固型小型计算机的体系结构、硬件组成、系统组成、系统软件、接口、电源、外部设备、加固设计、可靠性设计、计算机防信息泄漏(Tempest)技术,内容全面,理论和实践紧密结合。

本书可供从事计算机研制和应用,特别是从事加固计算机研制和应用的科技人员阅读,也可作为大专院校有关专业师生的参考用书。

通用加固型计算机

主 编 刘恩德

责任编辑:廖寿琪 高丹平

*

宇航出版社出版发行

北京和平里滨河路4号

(邮政编码 100013)

各地新华书店经销

宇航出版社激光照排室排版

北京隆昌印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:28.375 字数:707 千字

1994年3月第1版第1次印刷 印数:1—3000册

ISBN 7-80034-541-6/TP·032 定价:28.50元

通用加固型计算机 编辑委员会

刘纪原	白拜尔	梁思礼	陈怀瑾
曾庆来	张宏显	张梓昌	朱正
周在钧	汪成为	杨荫溥	程西荫
廖道文	杨寄萍	王志英	

主 编 刘恩德

编 著

李教材	于伦政	王家洲	仇慧珍
陈继东	林国宁	房其敏	胡天籟
耿秉坤			

责任编辑 廖寿琪 高丹平

序 言

加固型计算机是在技术成熟的商用计算机基础之上,采用加固技术设计制造的计算机,它能在较恶劣的环境下可靠地工作。由于它的研制成本低,生产周期短,80年代以来发展十分迅速。

随着军事科学、兵器技术和计算机技术的发展,武器系统越来越多地采用加固型计算机。这对提高武器系统的精度、突防能力、抗干扰能力、生存能力和可靠性等,都具有明显的效果。与此同时,加固型计算机在航天、航空、航海、石油、化工、冶金、地矿及其他恶劣工作环境等领域,应用也越来越广泛。

近年来,我国的加固型计算机技术有了长足的进步。依靠我们自己的力量,学习和借鉴外国的先进技术和经验,开展计算机加固技术的研究,取得了重要成果,生产出多种适合现代国防和国民经济建设需要的加固型计算机系统。

许多长期从事加固型计算机研制工作的科技人员,及时总结了设计、制造、应用等方面的经验,系统地编著了这本既有理论阐述又有实际例证的加固型计算机专业方面的书籍。希望本书的出版能对国防系统及国民经济各部门从事加固型计算机设计、研制、生产、应用、教学的人员有所裨益,能对我国计算机加固技术水平的提高和四个现代化事业的发展做出积极的贡献。

刘纪原

75.11.10

前 言

由于军事和其它领域的需要,能在较恶劣环境下正常工作的加固型计算机,应用日益广泛。为了总结经验,加强交流,不断提高通用加固型计算机的水平,我们编著了《通用加固型计算机》这本书。

全书由总论和五篇组成。总论概述了加固计算机的地位和作用,军用加固型计算机的分类;第一篇讨论了通用加固型微机系统的特点、接口、电源、加固技术和可靠性技术;第二篇介绍了通用加固小型计算机系列的体系结构、硬件组成、诊断测试及结构设计;第三篇分析了M4-S8操作系统的功能、任务管理、文件系统、系统剖析方法和汉化技术;第四篇论述了加固型外部设备的主要技术和性能、基本工作原理和加固技术;第五篇在国内首次概要地介绍了防信息泄漏(Tempest)型计算机的基本概念、设计技术和测量方法。

本书是由多年从事加固型计算机设计、研制、生产、应用的科技工作者集体编著而成,主要是总结“七五”期间的工作和经验,力求内容全面具体,理论与实践并重,适于工程技术人员阅读。虽然书中提到的机型有的已显陈旧,但其涉及的加固技术可用到新的型号中去。

本书主要部分仅限于讨论地面车载和舰载用通用加固型计算机及其技术,有关弹载和星载加固型计算机技术另有专著。

由于撰写人员的技术水平和工作经验有限,加之时间仓促,书中难免存在不少错误,敬请同行和读者提出宝贵意见。

目 录

总 论

刘恩德

0.1 计算机在航天系统中的地位和作用	(1)
0.2 航天系统对计算机的要求与分类	(3)
0.3 军用加固型计算机	(6)
0.4 军用加固型计算机环境标准	(8)
0.5 加固计算机的广泛应用	(10)
参考文献	(12)

第一篇 通用加固微型计算机

第一章 概论

程西荫

1.1 通用加固微型计算机的发展过程与分类	(13)
1.2 通用加固微计算机在航天领域中的地位与特点	(14)
1.3 通用加固微机在航天、国防和国民经济领域中有广阔的应用天地	(17)
1.4 通用加固微机的发展展望	(17)
参考文献	(18)

第二章 通用微型计算机系统

段茂贤 于伦政 邵兴芳

2.1 LS-83 八位微机基本系统	(19)
2.2 LS-84 十六位高档微机系统	(36)

第三章 通用加固微型计算机系统

段茂贤 张 野 赵润琴
郑先德 王竹平 黄建新

3.1 LS-83 八位加固微机系统	(57)
3.2 LS-86 十六位加固微机系统	(61)
3.3 LS-286 十六位高档加固微机系统	(76)
3.4 Ada 语言和 Ada 程序设计环境	(92)
参考文献	(100)

第四章 通用加固微机的输入输出接口和电源

陈继东 许西荣
何鸿生 张贵芳

4.1 I/O 接口的功能及基本结构	(103)
4.2 数字 I/O 并行接口	(105)
4.3 数字 I/O 串行接口	(112)

4.4 模拟 I/O 接口	(117)
4.5 I/O 设备的控制方式	(129)
4.6 电源	(132)
参考文献	(141)

第五章 微计算机加固的基础技术

尚玉琨 韩景春
薛凤林 李万青

5.1 热设计技术	(142)
5.2 车载加固机印制件固有频率的设计	(151)
5.3 环境防护与处理技术	(157)
5.4 电磁兼容(EMC)设计技术	(165)
5.5 多层印制板的设计与制作技术	(187)
参考文献	(193)

第六章 可靠性

耿秉坤

6.1 可靠性设计与技术	(194)
6.2 可靠性试验	(206)
参考文献	(211)

第二篇 通用加固小型计算机系列

第七章 S-8 通用加固型小型计算机

于士齐 文新蓉
王家洲 靳书辰

7.1 概述	(212)
7.2 S-8 系列机	(212)
7.3 控制面板及操作	(215)
7.4 S-8 小型计算机诊断和测试功能	(221)
7.5 电源	(223)

第八章 S-8 小型计算机系统结构

王家洲 汪维宏 孟庆方
荣本韦 张继泰 高恩华

8.1 大总线	(231)
8.2 中央处理器(CPU)	(234)
8.3 存储器系统	(254)
8.4 外设控制器	(270)
8.5 通用接口	(285)

第九章 S-8 小型计算机机械结构设计

张俊英

9.1 概述	(302)
9.2 S-8/10 及 S-8/20 小型计算机机械结构	(302)
9.3 S-8/10A 加固计算机机械结构简介	(304)
9.4 抗振动抗冲击的设计	(306)
9.5 机柜的热设计	(309)
9.6 加固机的例行试验	(311)

第三篇 M4-S8 操作系统

第十章 系统概述

李教材 房其敏

- 10.1 M4-S8 操作系统的研制及其形成 (313)
- 10.2 系统功能和系统结构 (317)
- 10.3 系统界面 (322)
- 10.4 系统特点 (326)

第十一章 任务及其执行环境

杜荣华 唐寿玲 房其敏

- 11.1 任务和任务组 (330)
- 11.2 陷阱和异常事件处理 (336)
- 11.3 时钟管理 (342)
- 11.4 内存管理 (347)
- 11.5 消息设施 (354)

第十二章 文件系统和设备驱动程序

王燕萍 谭惠豪

- 12.1 文件的层次结构和类型 (357)
- 12.2 文件系统的管理功能 (363)
- 12.3 文件的保护和并发控制 (365)
- 12.4 连续空间文件和碎片收集 (367)
- 12.5 设备驱动程序 (368)

第十三章 系统配置、剪裁和系统恢复功能

房其敏

- 13.1 系统剪裁和配置 (370)
- 13.2 系统生成和系统启动文件 (376)
- 13.3 系统恢复功能 (378)

第十四章 系统汉化的实现

周舜华

- 14.1 终端选型 (382)
- 14.2 汉字内码的选择 (383)
- 14.3 对通道控制程序(CCP)的修改 (383)
- 14.4 汉字信息库的建立 (384)
- 14.5 命令和文件名的汉化 (384)
- 14.6 语言的汉化 (385)
- 参考文献 (386)

第四篇 通用加固型外设

第十五章 加固型磁记录设备

仇慧珍 张志华

- 15.1 概述 (387)
- 15.2 加固型硬盘机 (388)
- 15.3 加固型软盘机 (392)
- 15.4 加固型磁带机 (395)
- 参考文献 (398)

第十六章 加固型等离子显示器

舒诒庆

- 16.1 等离子显示器的应用前景 (399)

16.2	等离子显示板的工作原理	(402)
16.3	等离子显示器的加固技术	(407)
第十七章 加固型点阵式打印机		程家治
17.1	基本技术指标	(409)
17.2	基本工作原理	(410)
17.3	点阵式打印机的加固设计	(411)
17.4	加固型打印机的可靠性试验与评估	(413)
第十八章 加固型 CRT 显示器		马丕龙 屠德富 陈明金
18.1	主要技术性能指标	(419)
18.2	基本工作原理	(420)
18.3	PC-8853JG 及 PC-84 键盘的加固技术	(421)
18.4	加固型 CRT 显示器的可靠性试验与评估	(424)

第五篇 防信息泄漏计算机

第十九章 计算机的信息泄漏		杨继深
19.1	EMI/EMC 和 TEMPEST	(429)
19.2	计算机的信息泄漏	(430)
	参考文献	(431)
第二十章 TEMPEST 计算机设计方法、设计技术和测量		杨继深
20.1	TEMPEST 计算机设计方法	(432)
20.2	TEMPEST 设计技术	(434)
20.3	TEMPEST 测量	(442)
	参考文献	(443)

0.1 计算机在航天系统中的地位和作用

航天系统包括导弹武器系统和航天飞行器系统(卫星、航天飞机、空间站等),都是异常复杂的系统,是现代科学技术的高度集成。而计算机在航天系统中占有非常重要的地位,计算机技术是导弹系统和航天飞行器系统发展的最关键的技术之一。

美国为了保持在航空航天领域的优势,美国航空航天工业协会(AIA)在1987年制定了一项“90年代关键技术”计划,该计划中提出了8项关键技术,而其中5项与计算机有关。1989年3月美国国防部向美国国会提交的“关键技术”报告中,列举了经过精心选择的22项当今世界上备受关注的先进军用技术,在这22项关键技术中有10项技术与计算机密切相关。美国国防部1991财政年度的关键技术计划中,把上一年度22项关键技术进行了调整,提出了20项关键技术,而其中9项与计算机有关。这两个年度报告中提出的软件生产率、并行计算机结构、机器智能/机器人、仿真与建模、数据合成、计算机流体动力学、信号处理等项关键技术,就是计算机技术的子领域。在报告中还提到战略导弹和航天飞行器都要用到这些关键技术。上述事实说明,计算机在航空航天以及其他国防领域中占有多么重要的地位。

随着航天技术和计算机技术的发展,航天系统对计算机的依赖性越来越大。

0.1.1 计算机在导弹武器系统中的作用

一、导弹弹上电子设备

目前大多数导弹都采用复合制导方式,如自主寻的制导、遥控寻的制导、惯性遥控寻的制导、惯性加地形或地图匹配制导、主动寻的——被动制导、惯性制导加星光制导等,制导系统的关键之一就是计算机系统,计算机要担负弹上信息的交换与处理,要完成导航计算、自动驾驶仪参数的计算和控制、制导控制指令的计算与控制、寻的制导计算、引战配合计算等任务。当前正在迅速发展的精确制导能够在复杂的战场环境下有效地探测、识别和跟踪目标,命中率非常

高,圆概率误差趋近于零,直接碰撞目标的杀伤概率大于 50%。而精确制导的关键技术是计算机技术,它要求计算机有非常高的处理能力(达每秒上亿次甚至数十亿次),要求有多机并行和分布处理能力。

弹上的其他电子设备如惯性测量组合、导引头、指令接收机、引信以及遥测设备,为了简化设计、缩小体积和质量、提高性能价格比,也在各个设备之中嵌入了微控制器、微处理器或信号处理器。

二、导弹发射控制系统

用于导弹发射前的快速检测和发射过程的控制,其核心也是计算机。

三、导弹单元测试及综合测试故障诊断系统

一般采用通用的计算机系统加专用的接口电路和测试应用软件。随着人工智能专家系统技术的应用,测试诊断效率越来越高,越来越便于操作,对使用人员技术素质的要求也相应降低。

四、指挥控制系统

由于现代战争的突发性增大,武器的速度、射程、精度与威力大大增加,争取时间和提高指挥效能已成为克敌制胜的重要条件,这对导弹部队的作战尤为重要。自动化指挥控制系统,是由计算机网络把指挥和武器系统的各部分统一综合成一个有机的整体,它自动地进行信息的收集、传递、处理、显示、判断、决策、存储和记录,实现武器作战过程的高度自动化。指挥控制系统是导弹武器系统效能的巨大倍增器。

五、遥测地面系统

遥测参数的实时录取和快速处理也是靠计算机进行的。

六、雷达信息处理

随着导弹武器系统的发展,要求雷达反应速度快,跟踪精度高,搜索空域大,对付多目标,分辨真假目标,对雷达参数能自适应管理,从而对计算机有相当高的要求,既要有高速信号处理器,又要有快速的计算机。

0.1.2 计算机在卫星中的作用

计算机也是卫星的重要组成部分,侦察卫星、资源卫星、广播通信卫星、气象卫星等各种卫星上都要有计算机承担控制和数据处理任务,而且对计算机的速度、容量、字长要求越来越高,对可靠性和抗辐照还有特殊的要求,不少卫星要在空间正常工作几年甚至十几年。今后要发展航天飞机、天地往返系统或空间站,计算机更是它们的关键技术。美国仅用于研制航天飞机的无错软件就花费了 5 亿美元。

0.1.3 从海湾战争看计算机的作用

海湾战争中,计算机在导弹和卫星系统中的作用表现得非常充分。例如,“爱国者”防空导弹、“战斧”巡航导弹、“斯拉姆”空对地导弹以及美国的军用侦察卫星、导弹预警卫星、导航卫星

等各种卫星的性能在很大程度上取决于计算机技术。

一、海湾战争中大显身手的“爱国者”导弹,之所以能相当准确地拦截“飞毛腿”导弹,与计算机关系甚大。“爱国者”导弹系统的3项重大改进(爱国者反导弹能力 PAC I. I. II),其中两项是通过计算机实现的。第一项改进是修改制导雷达和导弹的软件,首先使雷达的视角达到从稍小于 45° 到接近 90° ,同一部雷达可以对目标搜索、探测、跟踪和分类。新的反战术导弹软件对原来的反飞机软件的战场管理功能(如目标的分类、判断是否威胁、安排间距等)都进行了修改,并增加了专门的战术导弹跟踪算法软件。通过这些软件的修改而未修改硬件就使“爱国者”导弹能够对付战术弹道导弹。“爱国者”导弹系统的另一改进(PAC II),是增加了一个战场快速轻型数据链路终端,它使得“爱国者”导弹能直接由 AWACS(机载警戒与控制系统)或其他侦察平台接收来袭导弹的预警信息,这要比它自己的雷达探测到来袭导弹的时间早3分钟。该数据链路终端采用美国 KMS 先进产品公司的加固型微型计算机 CP-1932/UYK。该计算机处理由各种数据链路来的数据,在彩色显示屏上显示以地图为背景的目标轨迹。而目标的速度向量、高度和其他信息以字符形式显示出来。

二、“战斧”巡航导弹,导弹上装有美国 ROLM 公司制造的 AN/UYK-19(V)计算机。计算机中存储有导弹预计飞行路线选定地区的地形图像,当导弹飞抵选定地区上空时,计算机实时处理由传感器获得的地形图像,并和存储的该地区的地形图像进行匹配,以便在飞行途中不断校正航道,因此能够准确地击中伊拉克指挥中心等重要军事目标。

三、卫星图像侦察也离不开计算机。星上计算机对摄取的图像进行数字化处理;通过计算机对图像进行数字传送;通过计算机对图像进行几何校正和判读分析;计算机对图像作深入的光谱分析能判别真假目标和浅层地下目标;前线指挥部的计算机系统利用图像判读中心提供的资料制定作战计划,向精确制导武器系统(如“战斧”巡航导弹)装订数据。

四、随着航天技术和计算机技术的发展,导弹系统和卫星系统对计算机系统的依赖将会更大。美国航空航天技术周刊的一个高级编辑组,在总结海湾战争对军事空间技术的启示和预测今后军事空间技术的重点发展项目时,多处涉及计算机。其中包括:

- ①提高图像处理和图像分析的速度,加快情报的传递;
- ②采用神经网络计算机支持系统,提高侦察能力;
- ③研制大吞吐量巨型机/并行处理器,处理速度每秒执行400亿次运算;
- ④研制星载计算机所需的模块化的关键构件,建立抗辐照、通用、甚高速集成电路(VH-SIC)制造基地。

0.2 航天系统对计算机的要求与分类

0.2.1 航天系统对计算机的要求

航天系统所用的计算机是整个系统的重要组成部分,它和一般的民用计算机以至普通的军用计算机相比有不少特殊的要求。

一、强实时性

以防空导弹指挥控制系统为例,整个防空导弹系统对其中的指挥控制系统的要求是:反应时间短;对付高速机动目标的大规模密集空袭;在战术上能实现点和区域防御;实现多个火力单元、多种武器配系的协同作战;有效的大范围战场管理等。这就要求指挥控制系统的计算机有非常强的实时响应能力。

二、高可靠性

导弹、卫星以及其他航天器是价格非常昂贵的大系统,它的可靠性在经济、军事、政治、人民生命财产安全上都有重大意义。计算机是整个武器系统的控制核心,对它的高可靠性要求是显而易见的。像资源卫星、通信卫星更是长寿命系统,要一年、几年甚至十几年正常可靠的工作。

为了实现计算机的高可靠,必须采用多种途径。首先要采用排错技术,对所用的元器件进行精心地测试、老化、筛选,对生产过程进行严格的质量控制,使计算机在运行时少出故障。但光有排错技术还不够,还必须采用容错技术,出了局部故障,计算机仍正常运行,以便完成所承担的任务。星载计算机大部分都是容错计算机系统。对地面计算机也有很高的可靠性要求。

三、高安全性

这是近年来提出的要求。长期以来计算机设计目标追求的主要是提高信息处理功能和降低成本,对军用计算机还有抗恶劣环境。而对于安全问题重视不够,留下许多不安全因素。硬件的不安全因素主要集中在计算机发出杂散(电的、磁的、声的)辐射,这些辐射被敌人截取就可能把有用信息复现出来造成泄密或窃密。补救办法是加强屏蔽或进行防信息泄漏(Tempest)加固和改装。目前国外军用加固计算机大多数是 Tempest 型的。软件中操作系统、网络、数据库等都有不安全因素存在,有被敌人攻破的弱点。1988 年末到 1990 年初世界上计算机病毒广泛蔓延,例如 1988 年 11 月美国发生的莫里斯病毒事件,侵袭了联在美国军用计算机网络上的几千台计算机,直接经济损失近 1 亿美元。由于中国引进了计算机及其软件,再加上管理上存在问题,计算机病毒在中国流行的也很猖獗,至少有 10% 的微型计算机遭到病毒的危害。因此航天系统的计算机必须是防信息泄漏(Tempest)型的,能防御非授权人侵入,抵御计算机病毒。

四、抗恶劣环境

弹载和星载计算机都要随导弹和卫星经过火箭发射,运行在空间,对它们的抗振动、防冲击、耐高低温、耐低气压、挡辐射、耐辐照方面的要求非常高。地面计算机大部分是车载或舰载的,也需抗恶劣环境。由于中国地域辽阔,地理条件非常复杂,因此在温度、湿度、振动、冲击、盐雾、粉尘、霉菌、电磁兼容等适应性方面都有比较高的要求。

五、高可维性

弹载和星载计算机是不可维修系统,而地面计算机系统是可维修系统,一定要有很好的维修性。故障检测和定位迅速,可在短时间内查找到出故障的模块,平均修复时间(MTTR)小于 30 分钟。故障显示明了,机箱易于拆卸,模块的置换力求简便。

六、友好的人机界面

随着武器系统的发展,提出友好的人机界面的要求也越来越高。使用、操作一定要简单、实用、方便,如用触摸屏输入代替键盘输入;在可靠的前提下逐步实现智能化,如语音的输入和输出。

七、嵌入式计算机

计算机系统是整个武器系统的组成部分,对硬件、软件和输入/输出接口均有特殊要求。硬件除性能、可靠性须满足要求外,还必须在体积、功耗、质量、形状等方面满足总体要求。输入/输出接口众多,既有数字量,又有模拟量,还有开关量。编制可靠的、有效的作战软件更是非常繁重、非常复杂的任务。在海湾战争中美国“爱国者”防空导弹,用来反飞机的软件已超过 100 万行代码,修改后能反导弹。据美国国防部 1975 年统计,每年花费在武器系统中的嵌入式计算机费用为 20 亿美元,其中 70% 用于软件。美国三军 1986 年到 1995 年计算机应用与开发投资预算额总计为 550 亿美元,其中软件为 440 亿美元,占 80%。

0.2.2 航天系统计算机分类

根据计算机载体的不同,一般将航天系统配套计算机分为弹载、箭载、星载、车载和舰载等几类。

一、弹载计算机

弹载计算机是导弹弹上飞行控制系统的核心装置。导弹起飞后,弹载计算机根据测量信号和预定的数学模型执行制导和控制任务。弹载计算机能从制导装置中获得精确的数据,能以复杂、完善的方式处理数据,向控制系统提供更精确的空间位置和时间,从而增加对弹道和姿态的修正次数,提高导弹的命中精度。弹载计算机还要有控制一二级导弹分离、安全自毁等功能。弹载计算机对提高导弹的命中精度、突防能力、可靠性有重要作用。

随着制导方式的发展,在体系结构上和速度上对弹载计算机都提出了更高的要求,地形匹配、景象匹配制导要求弹载计算机是多机分布式系统,精确制导要求弹载计算机的运算速度达每秒数亿次。

二、箭载计算机

箭载计算机是运载火箭上的计算机,它基本上是多输入、多输出的专用计算机,其特点和基本要求与弹载计算机类似,总的性能还要低一些。

三、星载计算机

星载计算机的主要任务和应用范围是:① 卫星的姿态定向控制和变轨飞行时轨道控制;② 遥控命令的指令译码与分配,注入新的操作命令或计算程序;③ 检查、监视卫星中各部分的工作数据、工作状态和自动故障诊断及其自动修复;④ 对大量的科学数据或图像参数进行数据压缩以降低存储容量,提高遥测传输效率,节省发射功率。

早期星载计算机系统多采用集中式单机,为了提高系统的可靠性,逐渐采用双机或多机冗余结构,如中国几次发射成功的返回式卫星采用双机冗余结构,以防发生灾难性故障。近年来,出现了分布式计算机系统,例如欧洲的“伽利略”卫星,用 22 台微型计算机组成一个系统。

四、车载计算机

车载计算机是安装在机动车上与导弹武器系统或卫星系统配套的地面计算机。车载计算机用途比较广泛,可用于导弹指挥控制系统、导弹监测发控系统、导弹指挥仪控制系统、雷达数据处理与控制系统、导弹地面设备随动发射系统、遥测地面站系统、卫星地面站等系统。计算机的规模相差也比较大,大的可以是超级小型机、超级微型机,小的可能是单板机或单片机。车载计算机根据武器系统的要求,性能各异。例如,在地空导弹武器系统中,车载计算机的主要任务

是实时接收雷达搜索、截获、跟踪目标所获得的空情信息,进行目标识别,计算导弹发射情况,进行导弹发射的控制与引导,显示战斗态势,为指挥员进行辅助指挥决策,判断战斗效果等。再例如,车载导弹射击指挥仪计算机,主要任务是根据目标探测器实时提供的目标坐标,计算目标运动参数,修正对射击有影响的诸因素,按设定的弹道计算出准确击中目标的射击诸元,并将它们传给武器发射控制装置,操纵导弹武器自动跟踪射击目标。

五、舰载计算机

用于舰载的飞航导弹、舰空导弹等导弹武器系统中。其性能要求与车载计算机相近,但由于舰上的环境与陆上的环境差别很大,在抗恶劣环境条件时有许多特殊要求。能防止湿热、盐雾、霉菌的严重侵蚀;具有抗震、抗摇摆性能;由于舰上空间位置狭小、各种电子设备集中,计算机必须要有良好的电磁兼容性。

0.3 军用加固型计算机

军用加固型计算机指的是用于军事目的能在恶劣环境中正常工作的计算机。军用加固型计算机有不同的分类方法。美国生产的军用加固型计算机,水平高,数量多。目前世界上普遍都采用美国目前的分类方法。根据美国军用标准(MIL)和军用加固型计算机的生产情况,主要分为军用型(Militarized),加固型(Ruggedized)和防信息泄漏型(Tempest)三种类型。

0.3.1 军用型计算机

军用型计算机也称之为军用规范(Military Specification 简称为 Mil-Spec)计算机或 M 型计算机或全加固型计算机。它是从计算机的体系结构和环境因素考虑开始,严格按照一系列的军用标准设计和制造的,并且要得到指定机构的检验。在多数情况下,这种计算机一直是由国防合同承包商而不是由传统的计算机制造商开发的。军用型计算机造价十分昂贵,是商用计算机造价的 5~10 倍。

这类计算机适用于最恶劣的军事环境,可以在地面、海上、空中及空间各种军事环境中使用。设计的基本目标是满足下列主要军用规范:

地面	MIL-E-4158
海上	MIL-E-16400
航空	MIL-E-5400
空间	Deep Space

环境试验应满足: MIL-STD-810C/D

军用型计算机加固设计的基本途径是提供一个刚度足够的密封机箱。安装在密封机箱内的计算机,既能在很宽的温度范围内工作,又不允许冷却气流直接流经计算机内部的元件的表面,防止潮气、灰尘对计算机器件的侵蚀,避免电磁干扰等环境因素的影响,同时要能承受极端严酷的振动和冲击。

美国 CDC 公司的模块超高速集成电路(VHSIC)处理器(MVP)和 444RR 空间处理器, IBM 公司的军用型 PC/AT 和军用型大型主机系统/MIL-370, Raytheon(雷锡恩)公司的 810、830、860 军用型小型机和超级小型机, TITAN/SESCO(抗恶劣环境)公司的 SECS186/040、286/020、多总线 I 386 以及 SECS1750A, Loral Rolm 公司的 HAWK/32 超级小型机和 Orion3000RISC 计算机, 优利公司的 AN/UYK-43 和 AN/UYK-44EP 小型机都是军用计算机的典型机型。

英国、法国、德国、瑞典、挪威、以色列等国家也都研制、开发了自己的军用型计算机系列。

0.3.2 加固型计算机

70 年代以前美国的军用计算机全都采用军用型计算机。随着军用计算机需求量的日益增大, 美国军方用于计算机的经费越来越多。由于政治和经济等多方面的原因, 美国国会一直在裁减军费开支, 这就造成很大的矛盾。在这种形势下加固计算机应运而生。

1981 年, Codar 技术公司研制出了工业界第一台加固计算机, 它把 DEC 公司的计算机进行加固, 交付海军使用。1982 年 10 月, 加固数字系统(Rugged)公司生产了 84 台加固的 DEC PDP-11 计算机, 作为陆空军联合敌情分析比较装置(ENSCE)的接口和控制模块。从此, 加固计算机迅猛发展起来。

加固计算机实质上是一种重新安装在新外壳之中的标准商用计算机。它通常选择经过实践考验、技术成熟的商用计算机的某些型号进行加固, 以适应军事上的需要。这一方面使得先进的商用计算机技术更快地向军事上转移, 保证了软硬件技术的兼容性, 使得军事用户有很好的开发环境, 很快地掌握计算机, 减少培训时间。另一方面, 在生产加固计算机时, 计算机体系结构方面的问题留给了原来的商用计算机厂商, 例如 DEC 公司和 SUN 公司。使得搞加固的厂商把它们的注意力集中到结构设计、环境适应技术和生产技术。设计工作主要集中在冲击和振动的隔离、冷却技术、内部电源系统、机壳设计和材料选择等方面。因此缩短了研制周期, 降低了设计、生产的成本。目前, 在美国, 加固计算机的价格是商用计算机的 2~3 倍, 这比全加固的军用型计算机低得多。

由于加固计算机成本和研制周期方面的优势, 加固计算机市场迅速扩大, 成为美国计算机工业中发展最快的领域之一。根据美国《防卫科学》杂志发表的军用型和加固型计算机年度目录统计, 1987 年只有 17 家公司生产加固计算机, 到 1990 年增加到 36 家公司生产加固计算机。相反, 军用型计算机厂商这几年一直是十二三家。而且加固的机型品种繁多, 有加固 PC/AT, PC80386/80486, PS/2; 有加固的各档工作站, 如 SUN3, SUN4, HP330/370, 有板级总线产品, 如 VME 总线 68020/68030, Intel 多总线 80386; 还出现了 RISC 体系结构的加固计算机, 主要是加固 MIPS 公司和 SUN 公司的产品。

美国国会、联邦勤务总署、国防部都希望三军尽可能采用加固计算机这种非开发产品(Non Developmental Items—NDI)代替军用型计算机, 以便降低成本, 加快研制、装备周期。美国陆军已开始行动, 陆军电子司令部(CECOM)一位官员说, 将来陆军购买的硬件几乎全是 NDI 产品, 而这些计算机的软件将由陆军根据具体的战场应用来开发。

中国军用计算机的发展实际上走的也是在商用计算机基础上进行加固的道路, 中国计算