

TJ02
03

3 2 5 8 8 4 0 3

计算机辅助自动武器设计

靳天佑 高乃同 编著
魏传礼 周 叮

4K37/24



北京理工大学出版社

出版说明

遵照国务院国发[1978]23号文件精神,中国兵器工业总公司承担全国高等学校兵工类专业教材的规划、编审、出版的组织工作。自1983年兵总教材编审室成立以来,在广大教师的积极支持和努力下;在国防工业出版社、兵器工业出版社和北京理工大学出版社的积极配合下,已完成两轮兵工类专业教材的规划、编审、出版任务。共出版教材211种。这批教材出版对解决兵工专业教材有无问题、稳定教学秩序、促进教学改革、提高教学质量都起到了积极作用。

为了使兵工类专业教材更好地适应社会主义现代化建设需要,特别是国防现代化培养人才的需要,反映国防科技的先进水平,达到打好基础、精选内容、逐步更新、利于提高教学质量的要求,我们以提高教材质量为主线,完善编审制度、建立质量标准、明确岗位责任,建立了由主审人审查、责任编委复审和教编室审定等5个文件。并根据兵工类专业的特点,成立了十个专业教学指导委员会,以更好地编制兵工类专业教材建设规划,加强对教材的评审和研究工作。

为贯彻国家教委提出的“抓好重点教材,全面提高质量,适当发展品种,力争系统配套,完善管理制度,加强组织领导”的“八五”教材建设方针。兵总教材编审室在总结前两轮教材编审出版工作的基础上,于1991年制订了1991~1995年兵工类专业教材编写出版规划。共列入教材220种。这些教材都是从学校使用两遍以上、实践证明是比较好的讲义中遴选的,专业教学指导委员会从兵工专业教材建设的整体考虑对编写大纲进行了审查,认为符合兵工专业培养人才要求,符合国家出版方针。这批教材的出版必将为兵工专业教材的系列配套,为教学质量的提高、培养国防现代化人才,为促进兵工类专业科学技术的发展,都将起到积极的作用。

本教材由张如洲主审,经中国兵器工业总公司《火炮自动武器》专业教学指导委员会复查,兵总教材编审室审定。

限于水平和经验,这批教材的编审出版难免有缺点和不足之处,希望使用本教材的单位和广大读者批评指正。

中国兵器工业总公司教材编审室

1994年6月

序

经过四年多的努力,我国新的一套为自动武器设计与制造专业编著的系列教材陆续出版问世。这是一套具有中国特色的高等院校教学用书,它反映了新中国自建国以来在自动武器教学、生产和科研各方面的经验和成就。

我国高等教育中的自动武器专业,初建于50年代中期,配合我国自动武器生产、使用等部门的发展,为不同的工作岗位培养人才。在专业课程教学的初期曾引进当时苏联同类型高校的专业教材和教学参考书。教师参考这些书籍的译本,写出讲稿进行讲授。

1958年,全国展开了群众性的科研热潮,高等学校中自动武器专业的师生们,根据使用部门的需要赶赴各地的军工厂进行枪械产品的设计实践。他们在下厂前先到有关部队进行调查,了解部队对准备设计的枪种的性能要求和使用情况。下厂后与工厂的工人、技术人员相结合开始了新产品的设计计算与绘图,并参加了样品枪的试制。到60年代初,几种新设计的枪械经过改进被定型投产并交部队使用。同一时期,一部分教师回到学校总结经验精心编写我国自己的专业教材,于是一套中国的自动武器专业课程的教材陆续出版了,其中有:《自动武器构造及概论》、《自动武器设计原理》、《自动武器气体动力学》、《自动武器架座设计》、《自动武器制造工艺学》和《射击武器实验技术》等六种。

为适应国防现代化的需要,70年代我国轻武器行业中16个单位(学校、研究所和工厂)的科技人员组成的编写组在南京编写了一部由国防工业出版社出版的《步兵自动武器及弹药设计手册》。全书内容是按照武器和弹药的一般设计程序编排的:上册由弹道设计到弹头、弹壳设计;中册从武器总体到各机构和装置的设计;下册为分析计算和武器参数的测试以及性能鉴定试验的方法。另一方面,华东工学院自动武器专业的一部分教师结合教学需要从事教材修订工作。当时编写出版的教材有:《枪械构造》、《枪械设计原理》和《枪械制造工艺》等。这些教材的特点是:内容全面、深入浅出和实践性强。在国家恢复高考制度以后,教学经验丰富的教师们又编写出版了若干种有关自动武器专业的教学参考书。

80年代以来我国高等教育进入研究生的培养工作,自动武器学科的硕士和博士研究生对该学科中若干具有重大理论和实践意义的问题,在导师的指导下,进行深入的理论分析和实验研究后,在他们的学位论文中,提出了有一定学术水平和重要参考价值的新见解或创造性成果。与此同时,自动武器专业的许多教师承担国家下达的科研项目,对自动武器设计和生产中出现的关键技术问题进行研究,提出了研制新型自动武器所必须的新技术措施和某些新的设计计算方法,也是硕果累累。所有这一些都进一步发展了自动武器设计理论。

从50年代到80年代经过30多年的教学与科研,各有关院校的自动武器专业为国家已培养出千名以上的科技人才。这些专家们大部分已在各自的工作岗位作出了贡献,成为各单位的骨干力量,许多人担任工厂、研究所等的领导职务。当前我国常规武器已从仿制转变为自行设计,在自动武器方面,已经有了自行设计的自动步枪、冲锋枪、班用枪族、重机枪和高射机枪等一系列产品。研制人员也取得了极为丰富的设计经验。

1987年,兵工教材编审室提出:在兵工行业工作多年的教授、专家是国家的宝贵财富,必

须千方百计地把这笔财富挖掘出来。有效的办法是组织老教师,让他们将 30 多年所积累的专业学识和丰富的教学经验并进一步结合自动武器发展的前景,写出新的教材或专著,传给后代。这一建议得到了上级领导的支持和兵工院校教师们的热烈响应。经研究确定以华东工学院和太原机械学院的老教师为主体,编写一套自动武器系列教材,并成立了相应的编写组织。1988 年,火炮与自动武器专业教学指导委员会召开了会议,就自动武器专业大学本科的培养目标和基本规格以及系列教材的编写问题进行了认真的讨论。1989 年,自动武器系列教材编写领导小组召开了会议,会上确定了自动武器系列教材的课程、教学时数和编写计划。这套系列教材由下列九本书组成,它们是:《自动武器构造》、《自动武器结构设计》、《计算机辅助自动武器设计》、《枪弹设计》、《枪弹药筒制造工艺学》、《武器实验学》、《自动武器架座设计》、《自动武器气体动力学》和《自动武器动力学》。同年,经火炮与自动武器专业教学指导委员会审查推荐,由兵工教材编审室聘请了各门教材的主编和编著者,编著工作随即全面展开。

自动武器专业系列教材,九本书构成一个整体,适于配套使用,而每本教材又有其独立性。它不仅是今后自动武器专业的基本教材,并且可以供从事自动武器研制和生产的科技人员参考。在该系列教材编写大纲讨论会上,编著者们都表示要把系列教材编写得比现有教材在启发性、先进性和适用性方面都大大提高一步,要真正编出特色、编出新意、编出水平。

现在自动武器专业系列教材之一:《计算机辅助自动武器设计》出版了,我谨向编著者们表示祝贺。

于道文

1994 年 12 月

前 言

计算机辅助设计(CAD),是工程设计人员借助于计算机系统,进行工程设计的一种综合性高技术,是随着计算机系统及其外部设备,以及软件技术的发展,而于近三十年来兴起的一门新学科领域,基本内容由科学分析计算、工程数据管理及图形绘制等三大部分组成,涉及现代设计理论、计算方法及计算机应用等多方面的知识。

CAD的出现,在工程设计领域中引起了根本性的变革,可使工程设计人员在设计过程中,通过与计算机的紧密合作,充分发挥人和计算机各自的特长,显著提高设计质量,加速设计进程,缩短新产品研制周期。为此,发展CAD技术,推广CAD应用,具有重大的现实意义与深远意义。

当前,我国自动武器制造工业,正经历着由大量生产向批量生产转变的过程,即从连续生产同一产品改变为生产不同批量、不同品种的产品,以适应国内外武器装备迅速变化的需要。这个转变,要求及时准确地交流各种信息,不断地提供各种满足新战术技术要求的设计方案。显然,传统的手工设计方式已不能适应这一形势,将CAD应用于自动武器设计中,已是大势所趋,因而具有更加特殊的意义。

本书就是在以上思想指导下,根据我国高等院校枪炮专业教学指导委员会于1988年通过的《计算机辅助自动武器设计》课程教材编写大纲编写的,为自动武器专业系列教材之一。主要目的在于介绍CAD的基础知识、新近研究进展及自动武器CAD应用成果,以期增进自动武器专业学生对现代设计方法的了解,掌握计算机辅助自动武器设计的基本原理与方法。

本书内容,除紧密围绕CAD的三大组成部分,及其在自动武器设计中的应用外,并注意教材的系统性与完整性,较全面地介绍了计算机系统硬件、机械优化设计方法,以及结构分析数值解法等基础知识,以期使学生了解计算机及其外部设备的基本性能与选用原则,熟悉现代设计计算方法的发展由来与应用条件。另外,增加了有关软件工程知识介绍,以期使学生能在跟踪软件技术发展的基础上,提高对软件的认识,以及从事软件开发的技能。

本书共分六篇,计二十章。第一篇为导论,计二章,主要介绍CAD系统的基本概念,基本组成,发展现状与趋势,以及常用的系统硬件;第二篇为CAD软件开发技术,计三章,主要介绍软件基本概念,软件工程概念与方法,以及软件开发过程中各阶段的内容与方法;第三篇为CAD程序设计基础,计三章,主要介绍CAD程序设计模型的基本类型,基本要求与建立方法,机械优化设计的基本概念与优化方法,结构分析数值解法中的有限差分法,有限单元法,以及边界元法;第四篇为CAD数据管理技术,计四章,主要介绍CAD数据管理的作用,数据结构的类型与特征,文件系统与数据库系统的工作特征,基本组成与应用方法,以及dBASE数据库系统的建立、使用与应用程序编制;第五篇为CAD图形绘制技术,计三章,主要介绍计算机绘图原理与方法,图形变换原理与方法,以及AutoCAD绘图软件的基本功能与使用方法;第六篇为CAD应用,计五章,主要介绍自动武器CAD应用的典型实例,包括弹道与枪弹结构设计,枪械主要零部件设计,自动机机构传动与运动分析计算,以及枪械尺寸链分析计算等。在这六篇中,第一篇与第二篇属CAD基本知识,第三篇、第四篇与第五篇为本书的主干内容,第六

篇及分散在各篇中的专业实例,反映了近年来我国自动武器CAD应用的研究成果。

本书主要适合于自动武器专业本科高年级与研究生学习阶段使用,也可用作一般机械类专业本科生与研究生的教材或参考书,并可供从事自动武器与一般机械类专业设计、研究工作的工程技术人员参考。作为教材使用时,在学习前,学生应具有算法语言、计算方法、应用力学、机械制图、机械设计及自动武器设计等方面的基础知识。在教学过程中,教师宜结合第一篇的内容,安排CAD应用与系统硬件的参观与实习,或观看相关的录像;结合第二篇、第三篇的内容安排程序编写与作业练习;结合第四篇的内容安排dBASE III的操作与作业练习;结合第五篇的内容,安排AutoCAD的操作与作业练习。

本书由靳天佑任主编,由靳天佑、高乃同、魏传礼、周叮为主分工编著。其中,靳天佑撰写的部分为:第一章、第二章、第十一章中的§11.1、§11.4、第十六章、第十八章中的§18.1、§18.3、§18.5;高乃同撰写的部分为:第三章、第四章、第五章、第九章、第十章、第十七章;魏传礼撰写的部分为:第六章、第七章、第十八章中的§18.2、第十九章中的§19.2、第二十章;周叮撰写的部分为:第八章、第十一章的§11.2、§11.3、§11.5、第十二章、第十四章。另外,参加本书编著的还有,甘高才、孙镇和、刘恩元、张越,以及乔宝华、赵晖、李士才。其中,甘高才撰写的部分为:第十九章中的§19.1;孙镇和撰写的部分为:第十五章;刘恩元撰写的部分为:第十三章;张越撰写的部分为:第十八章中的§18.4、§18.6;乔宝华、赵晖、李士才参与的部分为:第十八章插图中的计算机绘图。

本书由北京理工大学张如洲教授任主审,兵器工业总公司兵器工业教材编审室夏咸松任责任编辑。他们的辛勤劳动,为本书的编著与出版提供了有力的保证,在此谨向他们表示衷心的感谢。

本书在编著过程中,曾得到南京理工大学有关专家与同仁的大力支持;参与讨论与咨询,提供信息、资料与科研成果,协助誊写与描绘插图。没有他们的直接与间接的积极配合,本书的编著与出版是难以完成的,在此谨向他们表示衷心的感谢。

本书的编著与出版,对于自动武器专业尚属首次,限于编著者的水平,谬误与不妥之处在所难免,热诚欢迎读者批评指正,并在此表示衷心的感谢。

靳天佑

1993年9月

目 录

第一篇 导 论

第一章 概 述	(3)
§ 1.1 引言	(3)
§ 1.2 CAD系统的组成	(5)
§ 1.3 CAD系统的作业过程	(9)
§ 1.4 CAD系统的发展	(10)
第二章 CAD系统硬件	(15)
§ 2.1 概述	(15)
§ 2.2 主机	(17)
§ 2.3 外存贮器	(19)
§ 2.4 输入设备	(23)
§ 2.5 输出设备	(25)
§ 2.6 显示器	(29)
参考文献	(33)

第二篇 CAD软件开发技术

第三章 软件工程	(37)
§ 3.1 概述	(37)
§ 3.2 软件生存周期	(38)
§ 3.3 软件质量评价	(40)
§ 3.4 软件工程规范	(41)
第四章 软件设计	(44)
§ 4.1 概述	(44)
§ 4.2 软件结构设计	(45)
§ 4.3 软件详细设计	(50)
§ 4.4 软件编码	(53)
第五章 软件测试与维护	(56)
§ 5.1 概述	(56)
§ 5.2 软件测试方法	(57)
§ 5.3 软件测试过程	(61)
§ 5.4 软件维护技术与管理	(64)
参考文献	(65)

第三篇 CAD 程序设计基础

第六章 CAD 程序设计模型	(69)
§ 6.1 概述	(69)
§ 6.2 模型建立的要求与方法	(75)
§ 6.3 模型建立的实例	(79)
§ 6.4 模型的求解	(89)
第七章 机械优化设计	(90)
§ 7.1 概述	(90)
§ 7.2 一维搜索方法	(100)
§ 7.3 无约束优化方法	(105)
§ 7.4 约束优化方法	(117)
第八章 结构分析数值解法	(130)
§ 8.1 概述	(130)
§ 8.2 有限差分法	(130)
§ 8.3 有限单元法	(136)
§ 8.4 边界元法	(150)
参考文献	(158)

第四篇 CAD 数据管理技术

第九章 数据结构	(163)
§ 9.1 概述	(163)
§ 9.2 线性表	(164)
§ 9.3 链表	(167)
§ 9.4 树	(171)
§ 9.5 图	(176)
§ 9.6 查找	(178)
§ 9.7 排序	(181)
第十章 文件系统	(187)
§ 10.1 概述	(187)
§ 10.2 文件的逻辑结构	(188)
§ 10.3 文件的物理结构	(190)
§ 10.4 文件管理与存取	(192)
第十一章 数据库系统	(197)
§ 11.1 概述	(197)
§ 11.2 数据的描述	(199)
§ 11.3 数据库系统的体系结构	(204)
§ 11.4 数据库系统的活动周期	(207)
§ 11.5 工程数据库	(208)
第十二章 dBASE 数据库系统	(213)

§ 12.1 概述	(213)
§ 12.2 dBASE III 数据库的建立	(215)
§ 12.3 dBASE III 数据库的操作	(221)
§ 12.4 dBASE III 数据库的应用程序	(226)
参考文献	(232)

第五篇 CAD 图形绘制技术

第十三章 图形绘制方法	(237)
§ 13.1 概述	(237)
§ 13.2 基本图形绘制	(240)
§ 13.3 剖面线绘制	(245)
§ 13.4 尺寸标注与加工符号绘制	(248)
§ 13.5 曲线与曲面绘制	(252)
第十四章 图形变换原理	(262)
§ 14.1 概述	(262)
§ 14.2 二维图形变换	(265)
§ 14.3 三维图形变换	(275)
§ 14.4 三维形体平行投影	(281)
第十五章 AutoCAD 绘图软件	(287)
§ 15.1 概述	(287)
§ 15.2 图形的绘制	(292)
§ 15.3 图形的编辑	(300)
§ 15.4 尺寸标注与剖面线绘制	(307)
§ 15.5 图形的输出	(311)
§ 15.6 图形数据交换文件	(312)
§ 15.7 AutoLISP 语言	(319)
参考文献	(322)

第六篇 CAD 应用

第十六章 概述	(327)
§ 16.1 自动武器 CAD 应用研究	(327)
§ 16.2 自动武器 CAD 应用的主要技术问题	(328)
§ 16.3 自动武器 CAD 应用软件的基本组成	(329)
第十七章 弹道与枪弹设计	(333)
§ 17.1 概述	(333)
§ 17.2 外弹道计算	(333)
§ 17.3 内弹道计算	(337)
§ 17.4 普通弹弹头设计	(341)
第十八章 枪械主要零部件设计	(345)
§ 18.1 枪管设计	(345)

§ 18.2	导气装置设计	(350)
§ 18.3	闭锁机构设计	(360)
§ 18.4	弹匣设计	(368)
§ 18.5	弹链输弹机构设计	(376)
§ 18.6	复进簧设计	(379)
第十九章	枪械自动机传动与运动计算	(387)
§ 19.1	枪械自动机传动参数计算	(387)
§ 19.2	枪械自动机运动计算	(395)
第二十章	枪械尺寸链计算	(406)
§ 20.1	概述	(406)
§ 20.2	尺寸链方程及其解法	(409)
§ 20.3	组成环传递系数的数值解法	(410)
§ 20.4	尺寸链计算方法	(414)
§ 20.5	协调计算方法	(420)
§ 20.6	尺寸链计算程序的编制	(422)
参考文献	(423)

第一篇 导论

第一章 概述

§ 1.1 引言

电子计算机的出现,不仅极大的增强了人类脑力的功能,而且广泛渗透和影响到人类社会的各个领域,产生了一系列的巨大变革。工程设计中的计算机辅助设计,就是其中主要的巨大变革之一。

计算机辅助设计,简称 CAD(Computer-Aided Design),顾名思义,就是以人为主导,在计算机辅助下进行的工程设计。广义地说,任何工程设计,只要使用了计算机,就应属于计算机辅助设计的范畴。不过随着 CAD 术语的出现,计算机辅助设计的涵义已有了特定的内容,并发生过多次变化。在相当一段时期内,CAD 几乎是结构有限元分析的同义语。后来,重点转移到计算机绘图方面,CAD 又泛指计算机绘图。迄今为止,虽然对 CAD 尚没有一个公认的定义,但 1973 年国际信息处理联合会(IFIP)在关于 CAD 原理工作会议上对 CAD 的论述已被人们所广泛接受。这一论述指出:

“CAD 是将人和机器混编在解题专业组中的一种技术,从而将人和机器的最好特性紧密地结合起来,因此这个专业组的工作较他们中任何单独一个的工作都要好。”

由此可知,CAD 的主要特征是,在工程设计的整个过程中,人和计算机都紧密地结合在一起,从而可充分发挥人和计算机各自的特性。

其中,人和计算机的特性如表 1.1 所示,由表可知,在大多数情况下,二者是相互补充的,在某些方面,人远胜于计算机,而在另一方面,计算机又远超过了人,因此,双方特性的结合至关重要,并反映在设计过程中的以下几个方面:

表 1.1 人和计算机的特性

序号	特性	人	计算机
1	逻辑推理	靠经验和直觉判断,工作量小	靠系统化和规格化分析,工作量大
2	智力水平	能快速、顺序地学习,但智力不可靠	几乎无学习能力,但智力可靠
3	信息输入	靠视觉或听觉一次大量输入	靠顺序的格式化输入
4	信息输出	靠语言、文字或手势慢速顺序输出	靠快速、顺序的格式化输出
5	信息组织	不规则的和直觉的,工作量小	规则的和细致的,工作量大
6	信息存贮	量小且随时间而变	量大而与时间无关
7	工作耐受力	对频繁工作的耐受力差	对频繁工作的耐受力特好
8	错误信息耐受力	能靠直觉纠正错误信息,但在工作中易于产生错误	对错误信息完全无耐受力,但在工作中极少产生错误
9	分析能力	直觉分析能力强,数值分析能力差	无直觉分析能力,数值分析能力特强

一、设计构思

在设计构思过程中,运用设计经验和推理判断,具有极其重要的作用。由于人善于用经验、想象和直观判断进行思考和推理,因而设计构思必须在设计人员的主导下进行。也就是说,CAD 系统应允许设计人员在设计进行过程中,随时进行干预,并能引导计算机向有利于设计进行的方向发展。同时,可充分利用计算机存贮信息量大和输出信息快速的特点,将设计人员的经验存贮于计算机中,为所有设计人员所共享。

二、信息处理

设计过程,实质上是一个信息处理的过程。在人和计算机结合的条件下进行设计时,人和计算机之间按照设计要求即形成一个绘图与计算的信息流(图 1.1),这个信息流中大量信息的存贮与处理,特别是图形信息的存贮与处理,依据人和计算机的不同特性,显然应在人的干预下,由计算机完成。

三、修改设计

在设计过程中,经常需要改正设计中的错误,或由于某些原因需要更改设计,甚至重新设计,为此在设计进行过程中必须能修改设计,以纠正错误、改进设计。计算机具有检查系统错误的能力,但不能自动纠正错误,而人则可以靠直觉方式检查错误,并及时加以纠正。因而修改设计是在人的监控下,由人和计算机共同完成。

四、分析计算

计算机适于进行数值分析计算,而人却感到枯燥、费事,因而设计中的数值分析计算,应由计算机完成,以使人从烦琐、重复的工作中解脱出来,能在计算机得出的计算结果的基础上,集中精力,利用直觉分析,及时作出设计决策。

由以上所述可知,在 CAD 系统中,人和计算机的作用具有明显的分界线。计算机具有以下三个主要作用:

- (1) 扩大人的记忆能力;
- (2) 增强人的分析和逻辑推理能力;
- (3) 将人从烦琐、重复的劳动中解脱出来。

人具有以下三个主要作用:

- (1) 控制设计过程中的信息流动;
- (2) 发挥创造性、智能和经验;
- (3) 组织设计信息。

这样,CAD 的作用即可归结为:根据设计要求,由设计人员和计算机组成的 CAD 系统,完成设计工作,得出设计结果。其中设计结果随设计对象而异,对于自动武器,即为机械工程图纸和技术文件组成的加工制造信息。由此可明显地提高工程设计效率与设计质量,缩短工程设计周期,降低设计费用,并促进设计自动化与标准化。这也正是近三十年来,CAD 得到迅速发展

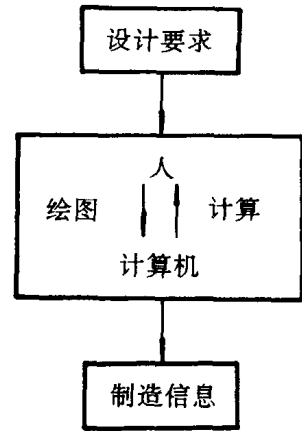


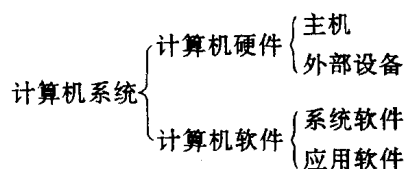
图 1.1 应用 CAD 的设计过程

的原因。目前,世界各国对 CAD 进行了大量的研究与开发,在航空、电子、土木、机械、化工等领域取得了突破性进展。机械设计中,CAD 已在机床、刀具及各种工艺装置设计中进入了实用阶段。

当前我国自动武器制造工业,正经历着由大量生产向批量生产转变的过程,即从连续生产同一产品改变为生产不同批量、不同品种的产品,以适应国内外武器装备迅速变化的需要。这个转变,要求及时准确地交流各种信息,不断地提供各种满足新战术技术要求的设计方案。显然,传统的手工设计方式已不能适应这一形势,将 CAD 应用于自动武器设计中,已是大势所趋。本课程的目的即在于,系统地介绍 CAD 的有关知识及其在自动武器设计中的实际应用,以期为学生今后从事自动武器 CAD 工作奠定基础,并促进计算机辅助自动武器设计技术的发展。其中,有关 CAD 的基础知识内容及其在自动武器中的实际应用方法,对于其他专业,特别是机械工程专业,同样适用。

§ 1.2 CAD 系统的组成

CAD 系统的组成,与计算机系统相同,包含硬件与软件两部份。



一、硬件部分(hardware)

硬件部分是指计算机系统实体,即主机及其外部设备(peripheral devices)。这些实体由电子器件、电子线路及机电装置等组成,是计算机系统的物质基础。其中,主机是计算机的神经中枢,用于协调和控制计算机系统各部分的工作,并执行数据的算术和逻辑运算。外部设备是相对于主机而言的,用于完成数据的输入、输出、存贮及数据通信等,实现与外界的直接联系。根据计算机硬件中主机配置的不同,CAD 系统的硬件可分为以下两种结构:

1. 单一结构(simple configuration)

这种结构含有一个主机,基本功能是确定的,使用方便可靠,但缺乏灵活性。根据主机性能的不同,单一结构又可分为以下几种类型:

(1) 大型计算机集中型系统 又称直联型系统。这类主机一般为大型通用计算机,可与近程或远程用户终端(user terminal)直接相联(图 1.2),主机通用性强,数据处理能力高,具有丰富的软件资源,可完成复杂的大型 CAD 任务。70 年代,在大型企业中应用较多。其缺点是,多用户通过分时系统(time-sharing system)分享主机,使主机负荷随用户的多少而变化,终端响应速度不稳定,当多用户同时使用时,系统响应时间增长;另外,大型计算机一次性

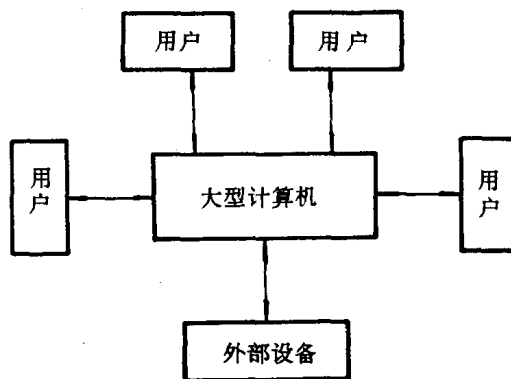


图 1.2 大型计算机集中系统

投资较大,不适于中、小型企业使用,且性能价格比相对较低。

(2) 大型计算机分散型系统 这是大型计算机直联型系统的一种改进类型,主要特点是在大型计算机与各用户终端之间增加一个小型计算机或微型计算机(图 1.3)以提高每个用户处理信息的能力(如图形变换、分析计算等),从而减小大型计算机的负荷,提高用户终端的响应速度,使系统的性能获得提高,但一次性投资更大。

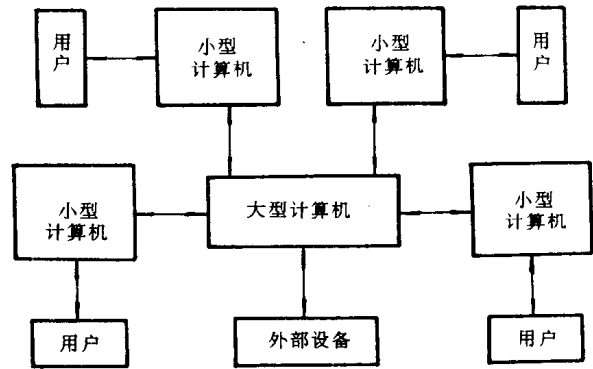


图 1.3 大型计算机分散型系统

(3) 小型计算机独立型系统 这是随着小型计算机的出现而发展成的一种系统,

配置方法与大型计算机集中系统相同,其特点是以小型计算机为主机,配有完整的专用软件,用户只需启动该系统,即可通过终端完成某一专门的 CAD 任务,故称为成套系统(turnkey system)。这种系统的性能高低主要取决于所配置的软件水平,其缺点是通用性差,应用范围较为局限。

(4) 微型计算机系统 这类系统是在 80 年代出现的,由于其价格低廉,配置简便,功能较齐全,因而较适合于中小企业使用。配置方式与一般微型计算机相似,但具有完成 CAD 任务所需的外部设备。其缺点是处理信息容量小、速度低,只能完成简单的小型 CAD 任务,应用范围更为局限。但这一缺点正随着微型计算机性能的提高而得到改进。当前,由 32 位超级微型计算机组成的 CAD 系统,一般称为工程工作站(EWS, Engineering Work Station),简称工作站。这类系统可供单用户或多用户使用,具有很强的信息处理能力和优越的性能价格比,且正向标准化和开放型方向发展,即由公认的优秀硬件与软件组成,具有良好的可扩充性,一次性投资小,经济效益高,可以预料,这类系统将成为中小型 CAD 系统发展的主流。

2. 网络结构(network configuration)

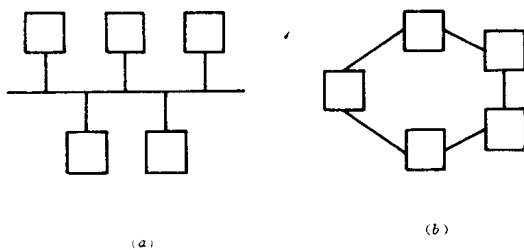


图 1.4 局域网络联接方式
(a)总线式 (b)环式

这种结构含有多个主机,由通信系统联接在一起,形成一个计算机网络,使多个用户共享网内各主机的资源,并进行信息交换,以增强单个主机的信息处理能力。其中局域网(local area network),简称 LAN,已较为成熟,其特点是,在相距 1~2km 地理范围内,由同一单位或地区的数台至数百台不同的主机及其外部设备,按一定的方式联接起来。常用的联接方式如图 1.4 所示,有总线式与环式两种(图中矩形方

框表示计算机主机及其外部设备,其他直线表示网络连线)。目前,网络结构正向全国乃至全世界范围的广域网(wide area network),简称 WAN 发展,与 LAN 相比,WAN 须通过远程通信组织(如电信局、电话公司等)联接,受到的限制较多。

二、软件部分(software)

软件部分是指用户使用计算机所需的各种计算机程序,是计算机系统的上层建筑。它通过

一系列计算机指令,控制硬件顺序地完成一定的动作与任务。一般分为系统软件与应用软件两大类。

1. 系统软件(system software)

系统软件的作用在于管理和控制硬件各部分的运行,充分发挥硬件各部分的功能,并为用户提供各种方便的服务,一般由计算机专业人员在研制硬件系统的同时进行研制,由计算机制造厂或供应单位随同计算机一起提供,为面向所有的计算机用户服务。对于计算机用户,主要应了解系统软件的功能及其使用方法,而无需进行专门的深入研究。

系统软件的内容,按功能主要包括语言处理程序与操作系统。

(1) 语言处理程序 语言处理程序的作用在于,将程序设计语言编写的源程序转换为计算机能直接执行的目标程序。程序设计语言,即编写计算机程序所用的语言,包括机器语言、汇编语言及高级语言。其中,机器语言用二进制数码表示程序指令,所编程序能为计算机所直接执行,但编写过程烦琐而复杂,易于出错又难于查找,费时费力,且指令系统随计算机类型而异,程序亦须随之改变,一般计算机已极少使用。汇编语言又称符号语言,用简单而形象的助记符号取代机器语言,较机器语言直观,也较易于记忆,但所编程序不能为计算机所直接执行,且与机器语言相同,仍属于面向计算机的语言(computer-oriented language),程序形式随计算机类型而异,不便于一般计算机用户使用。高级语言是面向问题的语言(problem-oriented language),所编程序与所求解的问题形式非常接近,符合人们的思维逻辑,而与计算机内部逻辑结构无关,可方便地描述解题方法与计算过程,因而为一般用户所广泛使用,但它与汇编语言程序一样,也不能为计算机所直接执行,为此汇编语言程序与高级语言程序均需通过语言处理程序,将程序语言转换为计算机直接执行的机器语言或中间代码。其中,汇编语言处理程序,称为汇编程序(assembly),高级语言处理程序有编译程序与解释程序两种。编译程序(compiler)在处理高级语言编写的源程序时,首先进行词法分析与检查,语法、语义分析与检查,以及变量存贮空间分配等;然后确定运算、操作程序,产生相应的计算机指令,形成与源程序等价的目标程序,并进行优化处理,使目标程序执行时间短,占用存贮空间小,执行效率高;最后,将各程序块及所需子程序联接为一体,装入内存,准备执行。执行时,源程序与编译程序不再参与。解释程序(interpreter)在处理高级语言编写的源程序时,前几步与编译程序相同,但不产生目标程序,而是在执行时,边产生目标指令边执行,源程序与解释程序均须参与。在程序设计语言中,FORTRAN 与 PASCAL 等语言的处理,即采用编译程序,BASIC 语言的处理,既可用解释程序也可用编译程序。

(2) 操作系统 操作系统的作用在于,有效控制与管理计算机系统资源(包含硬件与软件),合理组织计算机工作流程,以及方便用户计算机操作,是用户使用计算机的接口,用于提高计算机的工作效率,保证各组成部分的工作协调,使用户无需深入了解计算机的内部细节,即可按照操作系统的指令,使计算机正常运行。

操作系统的组成,根据管理功能,可分为五个程序部分:CPU 管理(即主机内中央处理器的管理,参见第二章 § 2.1),存贮管理,输入输出管理,文件管理及作业管理。其中 CPU 管理部分的作用在于合理分配 CPU 的工作时间,依次处理用户输入的程序,完成各有关的作业;存贮管理部分的作用在于合理分配存贮器的存贮空间,依次存贮用户输入的程序和 CPU 的处理结果,并保护存贮安全,互不干扰;输入输出管理部分的作用在于统一调度与驱动外部设备,协调主机与外部设备之间的工作联系与信息传递;文件管理部分的作用在于访问、存取及