

机械制造中的计算机辅助设计 (修订本)

高等学校教材

机械制造中的 计算机辅助设计

(修订本)

上海交通大学 俞长高 编
蒋锡藩

GAO DENG XUE
XIAO JIAO CAI

机械工业出版社

TH12

4:2

出版社

高等学校教材

机械制造中的计算机辅助设计

(修订本)

上海交通大学 俞长高 编
蒋锡藩



机械工业出版社

本书根据 80 年代 CAD 技术的新发展, 全面修订了 1982 年版的内容, 综合了计算机辅助设计系统的最新型式、CAD 系统的硬件与软件的组成, 对 CAD 作业中的建模、分析、优化、仿真等基本概念和处理方法以及数据结构与数据库、交互图形技术、几何设计和 CAD 在机械制造中的典型应用均有系统介绍, 对新近迅速发展的专家系统、智能化 CAD、CAD/CAM 一体化以及 CIMS 的发展方向也有适当介绍。全书文字简洁, 结构严谨, 是经全国高等工科院校机械制造专业审定、推荐的教材。

机械制造中的计算机辅助设计

(修 订 本)

上海交通大学 俞长高 编
蒋锡藩

责任编辑: 孙祥根 版式设计: 冉晓华
封面设计: 田淑文 责任校对: 陈 松

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $15 \frac{1}{2}$ · 字数 381 千字

1982 年 2 月沈阳第一版

1988 年 11 月北京第二版·1988 年 11 月北京第七次印刷

印数 28,001—33,700 · 定价: 3.10 元

ISBN 7-111-00852-9/TP·58(课)

前 言

本书是根据高等学校1986~1990年工科类教材编审出版规划、按高等工科院校机械制造类专业本科生的教学要求而组织编写的。编者根据自己多年的教学实践、各校对本教材第一版多年使用的反馈信息和80年代CAD技术的最新发展,全面修订了1982年版的内容,在体系和内容上进行了重大的更新、补充和增删。

本课程的参考学时为45~60学时,要求先修课程为“线性代数”、“程序设计基础”。本书主要内容为计算机辅助设计引论、CAD系统的最新型式、硬件与软件的组成、对CAD作业中的建模、分析、优化、仿真等基本概念和处理方法以及数据结构和数据库、计算机图形学技术、几何设计和CAD在机械制造中的新应用均有系统的介绍,对新近迅速发展的专家系统、智能化CAD、CAD/CAM一体化以及CIMS的发展方向也均作了适当介绍。本书是全国高等工科院校机械制造类专业的推荐教材。

CAD技术是一项高技术,它既是高知识的密集,又是高技术的密集,并且越来越与人工智能或知识工程结合起来,从处理数据逐渐向处理知识方向发展。因此本书涉及到计算机系统、数据结构与数据库、计算机图形学、仿真、优化、几何建模、人工智能等多种学科领域的最新成就,力求反映CAD学科的当前水平,缩短与现代技术发展的差距。但由于编者水平有限,难免有不少错误和不足之处,热忱欢迎读者不吝批评指正。

本书第一、四、五章与附录Ⅱ由俞长高编写,第二、三章与附录Ⅰ由蒋锡藩编写,第六章由俞长高与武汉水运工程学院陈定方编写,大连工学院机械工程系冯辛安教授任主审。全书在完稿后由主审主持了审稿会,出席会议参加审稿的有武汉水运工程学院陈定方、华东工学院张友良、中国纺织大学秦鹏飞、上海交通大学钟廷修和机械委教材编辑室孙祥根。与会代表结合本人长期从事CAD教学和科研的经验和学术积累,为本书的修订提供了宝贵的意见和有力的支持,在此一并致以谢意。

编者

1988年3月

目 录

第一章 计算机辅助设计引论	1	§ 4-2 窗口与裁剪	127
§ 1-1 计算机辅助设计的作业过程	2	§ 4-3 三维图形变换	126
§ 1-2 计算机辅助设计系统的型式	6	§ 4-4 消隐处理	137
§ 1-3 计算机辅助设计系统的硬件	15	§ 4-5 Auto CAD作图软件包及使用介绍	144
§ 1-4 计算机辅助设计系统的软件	24	思考题	154
§ 1-5 CAD技术的产生、现状及前景	31	第五章 几何设计	155
思考题	37	§ 5-1 自由曲线	155
第二章 CAD中的基本分析和处理方法	38	§ 5-2 曲面	167
§ 2-1 计算机辅助分析概述	38	§ 5-3 几何造型	178
§ 2-2 设计数据的程序化处理	45	思考题	186
§ 2-3 有限元分析	57	第六章 CAD技术在机械制造中	
§ 2-4 优化设计方法	68	的应用	187
§ 2-5 仿真方法	79	§ 6-1 CAD在我国机械制造中的应用	187
思考题	84	§ 6-2 机械制造中CAD的应用实例	192
第三章 数据结构与数据库	85	附录	203
§ 3-1 概述	85	附录 I dBASE III 函数表及命令集	203
§ 3-2 数据结构	87	一、符号的约定	203
§ 3-3 文件组织	94	二、dBASE III 函数表	203
§ 3-4 数据库体系结构	96	三、dBASE III 命令集	204
§ 3-5 数据库管理系统	101	附录 II Auto CAD常用命令集	207
§ 3-6 数据库系统的建立和使用	102	一、实用命令	207
§ 3-7 微型机数据库系统实例及 dBASE		二、实体绘图命令	210
使用介绍	105	三、编辑和查询命令	222
§ 3-8 工程数据库与分布式数据库		四、显示控制命令	230
系统简介	111	五、图块的定义和调用命令	234
思考题	114	六、特殊功能命令	236
第四章 计算机图形学基础	115	参考文献	243
§ 4-1 二维图形变换	115		

第一章 计算机辅助设计引论

机械设计是机械工程中的一项基本技术,是各种机械设备或装置从社会需要到具体制成的过程中必不可少的重要环节。设计的完善与否对所设计的机械的性能、使用价值和制造成本都有决定性的影响,进而也影响到使用机械的其他各个部门的工作质量和效果。因此,如何提高机械设计的质量和技术水平是机械工程中的一个重要问题。

机械设计一般要经过调查研究(资料检索)、拟订方案(方案构思)、计算分析(论证方案)、绘图和编制文件(方案表达)等一系列的反复过程。对其中每一部分的工作,设计人员都要付出巨大的复杂劳动。因此,在主要是人工的资料检索、手工计算和绘图的传统设计中,往往需要较多的人力和较长的设计周期。有时为了节省人力和缩短设计周期,对于一些费时的分析计算,常常只能采用精度较差的近似计算、作图法或类比定值等的粗糙方法来进行,影响了设计的质量。随着社会生产和科学技术的飞速发展,对机械产品以及机械设计的要求越来越高,如传统的经验设计需代之以理论设计,静态分析需代之以动态分析,近似设计需代之以精确设计等,设计工作量也随之大为增加。另一方面,商品生产的发展和竞争多变的市场需求都迫使工厂从大批量生产向多品种、中小批量生产类型转化,机械产品的更新换代周期日益缩短,相应地要求采用自动化技术以缩短设计周期,提高设计工效。这样,传统的手工设计方法越来越显得适应不了这种发展着的需要。

随着计算机技术的不断发展和应用领域的日益扩大深入,使用铅笔、圆规、图纸、绘图板和计算尺等的传统设计方式已在进行重大的改革。这是因为计算机不仅具有快速、准确的运算功能,而且机器的存贮功能使它获得了“记忆能力”,机器的逻辑判断功能又使它获得了“思维能力”,新出现的高性能的图形工作站为人们与计算机进行对话提供了良好的条件,设计人员能在显示屏上对计算或设计的结果进行实时修改和具体的结构设计;精密的自动绘图机又可把设计结果直接以图纸的形式输出等。这样,计算机已不只是一种单纯的高效率计算工具,而是越来越成为人们进行创造性设计活动的得力助手。因此进入60年代以来,逐渐形成了一门新兴学科——计算机辅助设计(Computer-Aided Design),或简称CAD。70年代以后,由于硬件、软件技术的进一步发展,又使这门新兴学科日趋完善化。

CAD的出现引起了人们的极大注意,许多国家和地区对它进行了大量的研究试验。二十多年来发展较快,目前已在电子、造船、航空、机械、化工、土建和运输等部门中得到应用。在机械制造中,也已在机床、工具和其它工艺装备的设计中如组合机床的主轴箱设计、机床基础件、主轴、轴承、齿轮、凸轮等零部件的设计以及液压系统和电气控制等设备的设计中进入实用阶段。

本章主要介绍有关计算机辅助设计的作业过程、CAD系统的型式及其硬件、软件等知识以及CAD的产生、现状及前景。通过学习,希望能对这一门新兴学科的基本内容及其发展趋势有一个概略的了解和认识。

§ 1-1 计算机辅助设计的作业过程

一、传统的机械设计过程

先让我们通过一个具体的设计例子来简单地回顾一下机械设计的大致过程及其存在的问题。

凸轮机构是机械中一种常见的机构。它通常被用来转换下列形式的运动：将一个构件的转动变为另一构件的连续或间歇的往复移动或摆动，或者将一个构件的移动转变为另一构件的移动。图1-1就是把绕O点的转动转变为沿OA方向作往复运动的凸轮机构。

凸轮与滚子从动杆相对运动时，滚子中心将描绘出曲线4，称为凸轮的理论曲线。它与凸轮的实际廓线3之间保持着大小等于滚子半径 r 的距离，如图1-1所示。凸轮设计的主要内容是确定凸轮的实际廓线。设计方法一般是将理论曲线向内移动一个滚子半径的距离，即以滚子的半径为半径，以理论曲线上的各点为中心作一连串的圆，然后作这些圆的包络线，即得凸轮廓线。凸轮廓线一经决定后，从动杆的运动规律也就随之决定，不同的从动杆运动规律就要求凸轮具有不同形状的廓线。因此在设计凸轮机构时，首先应根据它在机械中所执行的任务，确定合适的从动杆的运动规律，然后再按照这个运动规律设计出相应的凸轮廓线。

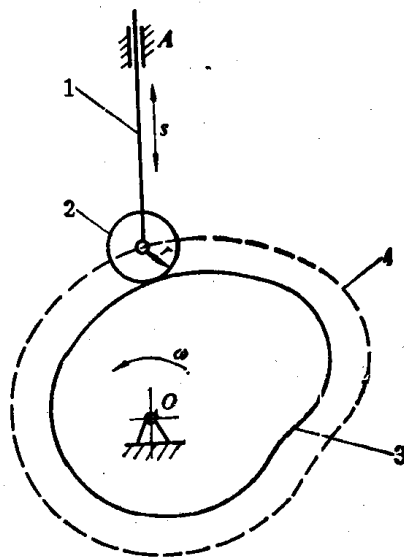


图1-1 具有滚子从动杆的凸轮机构

1—从动杆 2—滚子 3—凸轮

具体设计时，一般按如下的步骤进行：

第一步 拟定设计模型。即根据凸轮机构在机械中所要执行的任务，拟定凸轮机构的形式和从动杆的运动规律。初步选择凸轮机构的基本参数，如基圆半径 r_0 和滚子半径 r 等。把一个具体的设计任务通过调查研究和方案构思，拟定一个初步的设计方案，这称为拟定“设计模型”。因此“设计模型”综合了为完成具体设计任务所要确定的初步内容。在这些内容中有的如凸轮机构的形式和机构的基本参数等是可以通过调查研究结合设计经验来初步确定的；有的如从动杆的运动规律和最终希望确定的凸轮廓线则要通过建立一定的数学模型来表达，而数学模型又往往要进行解析后才能得出结果。所以在建立设计模型的阶段，也常常伴随着建立数学模型的要求。

第二步 解析数学模型。设我们已经选定了如图1-1所示的凸轮机构的形式，凸轮机构的基圆半径为 r_0 和滚子半径为 r ，凸轮升程角 δ_0 ，从动杆要求有正弦加速度的运动规律即

$$a = C_1 \sin \omega_1 t$$

式中 $\omega_1 = \frac{2\pi}{\delta_0} \omega$;

ω ——凸轮机构旋转的角速度；

C_1 ——加速度运动规律的幅值。

解析的目的就是要通过从动杆的运动规律 $a = C_1 \sin \omega_1 t$ 求出对应于凸轮升程角 δ_0 的位移方程式 $s = f(t)$ 。从动杆的速度 v 和位移 s 的方程为:

$$v = \int a dt = \int \frac{C_1}{\omega_1} \sin \omega_1 t d(\omega_1 t) = -\frac{C_1}{\omega_1} \cos \omega_1 t + C_2 \quad (1-1)$$

$$s = \int v dt = -\frac{C_1}{\omega_1^2} \sin \omega_1 t + C_2 t + C_3 \quad (1-2)$$

式中 C_2 、 C_3 ——积分常数, 这些常数可由初始条件得到。当 $t = 0$ 时, $v = 0$, $s = 0$, 于是 $C_2 = \frac{C_1}{\omega_1}$, $C_3 = 0$ 。

把这些常数代入式 (1-1), (1-2) 并化简, 得

$$s = \frac{C_1}{\omega_1^2} (\omega_1 t - \sin \omega_1 t) \quad (1-3)$$

$$v = \frac{C_1}{\omega_1} (1 - \cos \omega_1 t) \quad (1-4)$$

式 (1-3) 就是所求的从动杆的位移规律 $s = f(t)$ 。把式 (1-3)、(1-4) 和已知的正弦加速度运动规律 $a = C_1 \sin \omega_1 t$ 表达成线图形式如图1-2所示。

知道了从动杆的位移规律 s , 就可以求出它的以凸轮回转中心为极点的凸轮廓线的极坐标方程组

$$\theta = \omega t$$

$$R = r_0 + s \quad (1-5)$$

式中 R ——凸轮相应于各转角 θ 时的向径值。

式 (1-5) 就是凸轮理论曲线的数学模型。据此可以作出凸轮的理论曲线。进而在其上通过作图法, 向内求出相应于该从动杆滚子的包络线, 就可得到凸轮的实际廓线。

在传统的设计中, 一般是按式 (1-3) ~ (1-5) 用计算尺逐点解出不同 t 时的位移量 s 和相应于凸轮转角 θ 下的向径 R , 然后在图纸上用作图法连结这有限个 s 值的离散点, 得到凸轮的理论曲线, 进而作出凸轮廓线。用这样一种人工计算、逐点

作图的方法所连成的曲线, 作为凸轮廓线的依据, 常常产生两个严重的问题: 一是化费的时间长, 二是精度差, 往往不能很好地实现预期的运动要求, 如果从动杆的运动规律比较复杂, 则这个矛盾就更加突出。

第三步 审查研究。即通过绘图来审查研究凸轮的廓形在任何位置是否发生“变尖”和“失真”; 在已知基圆半径 r_0 和滚子半径 r 的条件下, 各点的压力角 α 是否小于允许值 $[\alpha]$

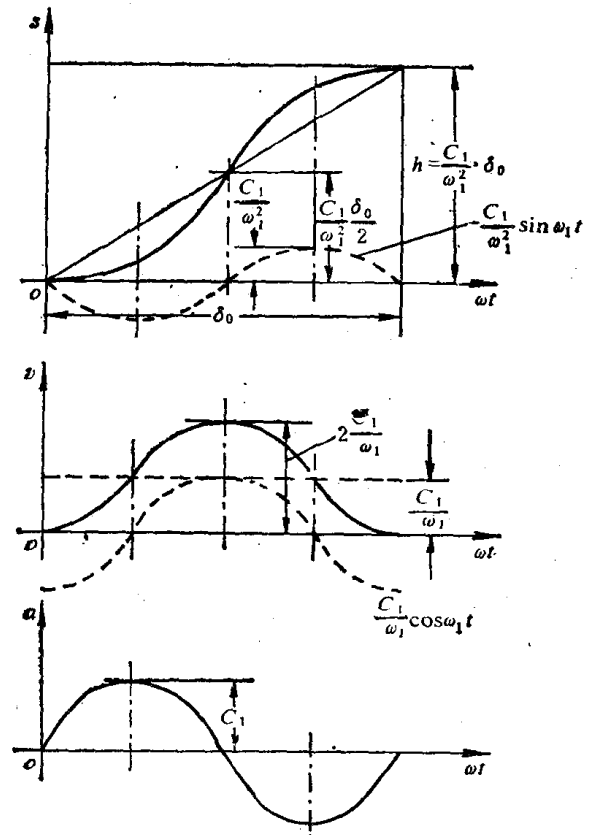


图1-2 从动杆的运动规律线图

等。如果不符合,或者说明原定的凸轮参数 r_0 和 r 选得不够合理应予修正,或者说明前面建立的数学模型误差太大,应该修改模型,重复进行解析、审查研究等不断优化工作,直到符合工程要求为止。

第四步 进行结构设计。包括确定凸轮机构各个零件的材料、尺寸并绘制机构零件图和部装图等。进而检查所设计的凸轮机构的界限尺寸是否符合整机的总体设计,是否满足相连部分的结构要求等。如不符合要求,则要继续修改设计,甚至改变原有设计方案重新设计,直到全部符合要求,达到最佳设计结果为止。

第五步 编制技术文件。

设计到此告一段落,以后再根据产品试制和销售情况不断进行修改完善。

由此可见,设计过程是一个对设计方案不断进行分析、作出判定、逐步优化的作业过程。在此过程中需进行大量的分析计算和绘图等繁复的劳动,所以传统的机械设计过程可以说是一个低效的过程。

二、计算机辅助设计的过程

凸轮机构的设计流程,也概括了一般机械产品设计的流程,因此我们可以把一般设计工作的全过程简要地用图1-3的流程图表示。

图中表明,设计的目标亦即产品的设计要求一经决定,就可以依据经验、实验数据以及有关产品的规格、标准等拟定初步的设计模型。然后通过解析,并将结果加以审查研究,判断是否满足设计要求。如果不满足,则要修正先前的设计模型,并重复同样的解析和研究工作。这样不断修改、逐步优化,直到比较理想地满足了设计目标为止。

模型经过多次修改、解析、审查比较、逐步优化并最终确定后,就可以进行结构设计,提出产品图纸,进而编制技术文件作为设计的最终结果。然后提交产品试制、进行试验和性能考核,如认为仍不满足,则需对模型作进一步的改进,进而修改图纸和技术文件等。

上述设计工作的流程图表明,设计工作是一个多次重复的作业过程。传统的设计过程是全部由设计者本身来完成该作业流程中所有各个环节的工作。然而正如前已指出的,随着产品设计要求的日益提高,所建立的数学模型亦日趋复杂,因而解析模型的工作亦即评价模型的工作越来越艰巨,如果仍用人工来进行,则常常需花较多的时间,有时甚至花上相当长的时间也无法完成,

如果能用计算机来做,则所需的时间就很短;另一方面,审查研究和判定模型的解析结果以

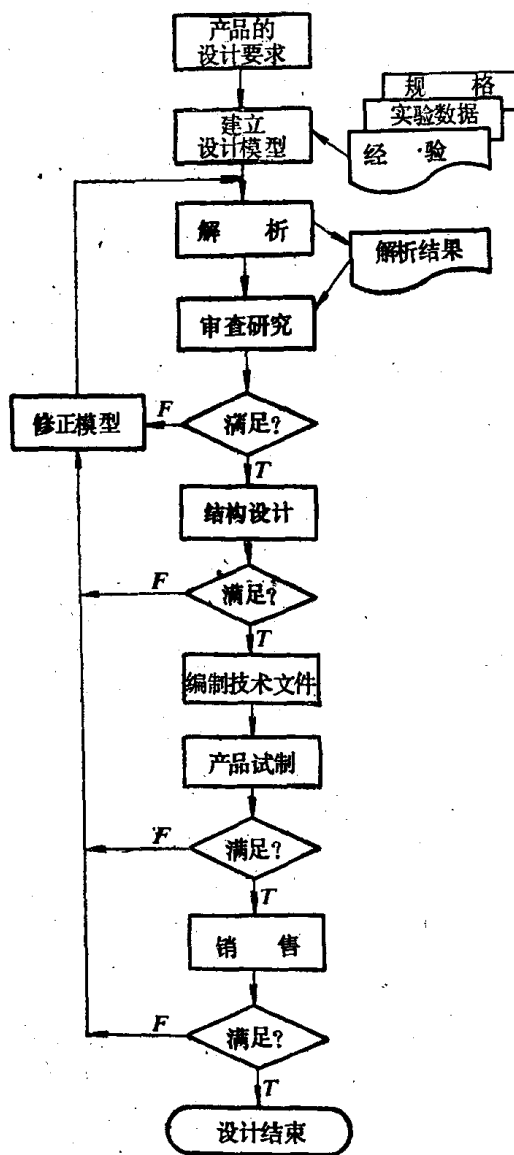


图1-3 设计工作的流程图

及修改模型等工作一般需要丰富的经验或直觉知识,由设计者来做会比计算机做显得更有效,因此就发展成一种人与计算机各尽所长、紧密合作,导致在尽可能短的时间内得到尽可能好的设计方案。这样一种人机结合的交互式的作业过程构成了计算机辅助设计的作业过程。一般曾将计算机辅助设计的概念狭义地表达成如下的示意图(图1-4)。然而,进入80年代以来,随着CAD软硬件技术的飞速发展,其应用领域急剧扩大,现代CAD的概念已远远超出狭义的设计领域,设计已不仅是设计者或多或少凭直觉创造新信息的过程,而且还包含分析、结果描述、仿真和优化,这些都是设计过程必不可少的组成部分。重复此过程,就能完成一项可行的、并且是人们所希望的最优设计。因此,计算机辅助设计的含义可以表述如下:计算机辅助设计是在CAD系统硬件、软件的支撑下,研究对象描述、系统分析、产品设计、仿真、优化和图形处理等的理论和工程方法,是涉及整个设计过程的一门学科。

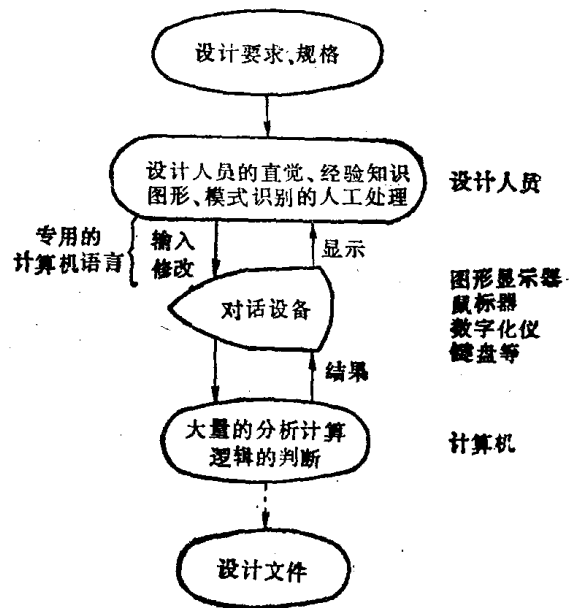


图1-4 CAD概念的示意图

这一作业过程由于有计算机参与,因而使得设计工作的面貌大为改观,设计的质量和作业的效率也大大提高。这是因为:

(1) 计算机辅助设计可把人们的经验、智慧和创造力与计算机高速运算的功能更有效地结合起来,有利于发挥人和机器各自的特长。如设计中对模型的分析计算和绘图等繁复的工作可由计算机来完成,而经验判断和探索性的假设则可由人来进行。

(2) 机械设计最后大多要反映在几何设计上。由于CAD过程中能用图形终端直接作图形的输入和输出,因而结果直观清晰,人们对设计结果能迅速方便地作出判断,设计中的错误也能及时发觉。在凸轮的廓线设计时,可把设计出的实际廓形显示在屏幕上,如有廓线变尖或失真等情况就可方便地作出判断,进而可实时修改滚子半径或基圆半径,重行设计。再如在机械的结构设计时往往要通过画装配图来检查各部件和零件在空间的布置是否合理,有否相互干涉或空间有否充分利用等问题。这些都可通过图形显示器来迅速作出判断,以便及时地作出处理。

(3) 结构设计往往是费时而工效较低的作业,而在CAD的作业过程中就可以大大提高工效。例如在某项设计装配图的作业中需设计选用紧固件(如六角螺钉)时,设计人员可通过操作命令由显示器显示出多种型式的紧固件以供选用。设计者根据经验选定某种型式,然后通过操作命令再显示出被选定的紧固件的规格表,供选定合适的规格之用。同时可由设计者指点把它装在部件的某个位置上,然后由显示器把画有此零件的装配图显示出来。设计人员认可后再用类似方法设计出其它零件或组件,全部完成后通往绘图机输出所设计的装配图或其它信息。

这样就把传统的设计过程代之以人机结合的高效的设计过程,因而CAD成为现代设计工作的一个重要的发展方向。

§ 1-2 计算机辅助设计系统的型式

要进行 CAD 作业, 必须提供一个基本的支持环境, 这就是计算机辅助设计系统。系统的不同配置和构成方式导致出现 CAD 系统的各种型式。因此, 在进入 CAD 作业之前, 应很好地了解系统的配置和构成方式。

自从计算机辅助设计在各个设计领域应用以来, 已经有多种 CAD 系统在卓有成效地工作着。进入 80 年代以来, 随着微电子技术的迅猛发展, 机器进一步小型化、微型化, 品种日益增多, 功能越来越强, CAD 系统的构成型式也日新月异。这些系统功能各异, 各具特色, 可适用于多层次的需要, 也是计算机技术和通信技术在一定发展阶段上的产物。就系统的配置和终端与主机间的构成方式来观察, CAD 系统主要有以下几种型式:

一、大型机直联型 (集中型) 系统

这类系统以大型通用机为主机, 终端直接与主机联接或者通过远程分时终端与通用机相连, 同时还接有磁带机、磁盘机等大容量存贮器。由于主机通用性强, 计算能力大, 通常连接几十个设计终端, 并可利用大型数据库。因此除担负 CAD 的分析计算、图形处理等作业外, 还可兼作其它诸如科学管理、数据处理等各种应用处理之用 (图 1-5)。这样一种所有终端都集中与主机直接联接的构成方式称大型机直联型 (或集中型) 系统。

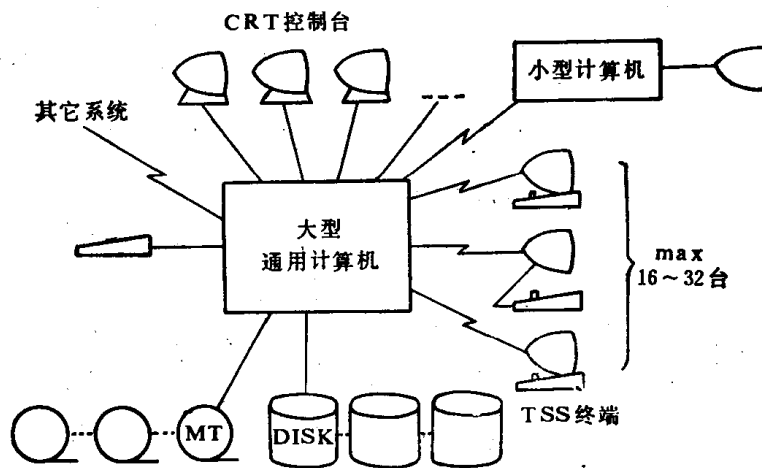


图 1-5 大型机直联型系统

这类系统在 70 年代曾相当流行, 其优点是系统本身的通用性强, 终端侧的设备都比较简单, 主要用于复杂、大型的 CAD 作业。缺点是多用户分享主机, 所以主机负载随终端用户的多寡变化, 终端响应不稳定。当很多用户同时使用终端时, 系统的响应性变差, 不适于面向中、小单位; 性能价格比不高。

二、功能分散性 (智能终端型) 系统

随着微型机的大量发展, 一种功能分散型的 CAD 系统开始出现, 这是大型机直联型的一种改进型式。主要是为了减轻大型通用机的负荷, 使负载“分散”在几个 CPU 上。在具体构成时, 在终端和通用主机之间再设置低一级的小型机或微机 (专用的处理器), 例如在通用主机外, 设置负责图形处理的微机 (GPU)、负责分析计算的微机 (APU) 以及负责从矢量到视频图象转换的微机 (VGU)。上下两级计算机之间或直接连接或远程连接, 并使终端与下级计算机相连 (图 1-6)。由于终端设备上直接采用了微处理机或微型计算机 (简称为微机) 控制, 因而使终端具有较强的信息处理能力, 故这类终端又称智能终端 (Intelligent terminal)。

在这类系统中, 大容量的分析计算、各种工程设计业务的应用、数据库的控制和管理由

通用主机承担，有关通讯控制、图形和非图形数据的处理可由低一级小型机（或微机）承担，使上、下两级 CPU 的负荷大致平衡。这样一来，主机负担减轻，系统既有较大的通用性、较强的运算能力，又因终端侧具有基本的应用处理能力，而使系统具有较高的处理速度和工作效率。

三、独立型 (turnkey) 系统

所谓“独立”者就是系统不依赖于大型通用机，仅用小型机或高性能微机直接与终端（或工作站）挂接，独立承担任务。系统配以应用软件、专用硬件与使用环境紧密相连。这时，决定 CAD 水平高低的主要是所配置的应用软件的水平，而“turnkey”软件是指一些经过反复考验、完全成熟的、专用于某种 CAD 的、性能价格比好的软件。因此当所进行的应用处理与内部所配有的应用软件、专用硬件吻合时，系统显示出较高的效率和有高度的响应性。这是国外70年代发展得比较成熟的一种商品化 CAD 系统（图1-7）。

缺点是这类系统针对性强，带有某些专用性质，应用范围有局限性。

四、微机/PC 机型系统

微机/PC 机 CAD 系统 1983 年才问世，由于价格低廉，配置简便，功效显著，对中小企业应用 CAD/CAM 技术非常适宜，于是迅速普及，为微机/PC 机 CAD 系统提供了一个庞大的市场。

它通常是一类单用户的微机基本系统（如 IBM PC/XT, AT、国产长城系列机等），带有软盘驱动器和打印机，并配有数字化仪和绘图机等，一般有 2 D 图形软件（即 2 D 的缩

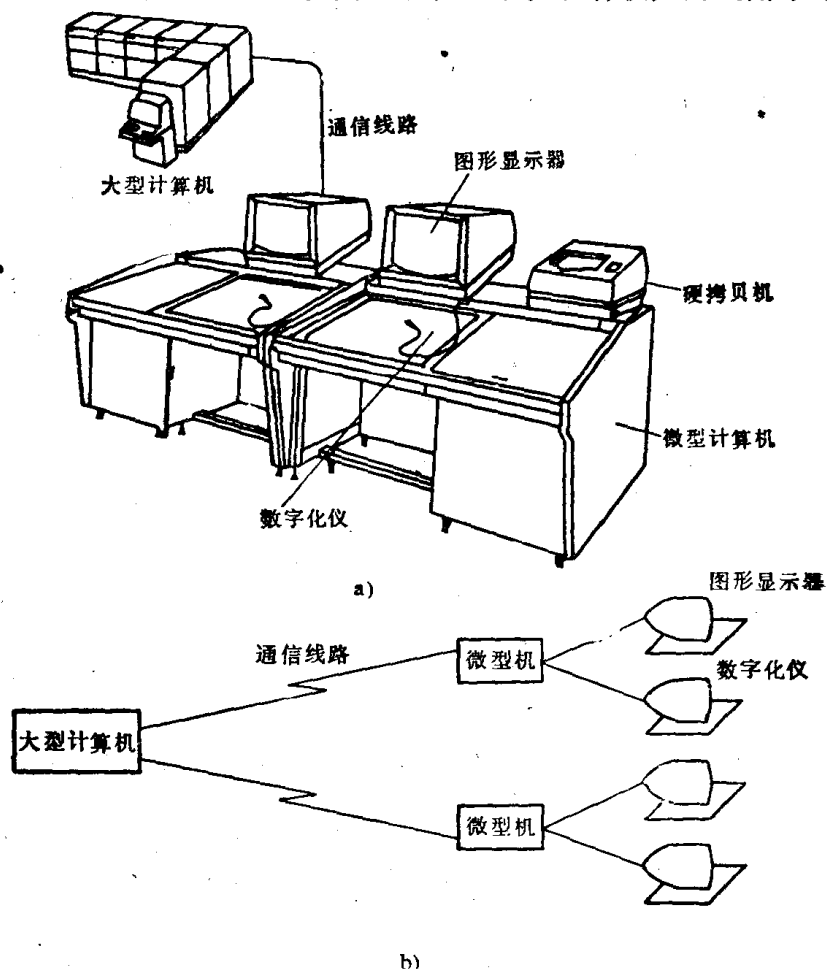


图1-6 功能分散型CAD系统

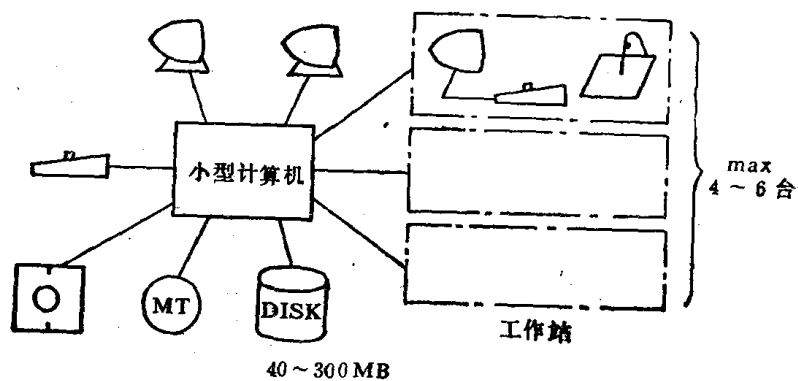


图1-7 独立型CAD系统

放、平移、旋转以及开窗功能等)支持,能使用高级语言,并具备某些应用软件和一些商品化软件的个人机版本,也有一些公司已开发了三维线框图交互设计软件和有限元分析软件,三维实体造型软件也已推出。因而可以用于诸如工程分析、零件设计、产品设计和进行科学管理、实验数据采集等多种业务(图1-8)。

系统的主要特点是响应快、价格低、配置方便、性能不断提高,对于小型产品的设计、分析具有一定的通用性。通常可以通过屏幕菜单方式直接生成用户所需的图形,也可以通过鼠标器或数字化仪在屏面上“画”设计图,同时各专业用户还可按需要方便地进行功能扩充。缺点是处理速度低。

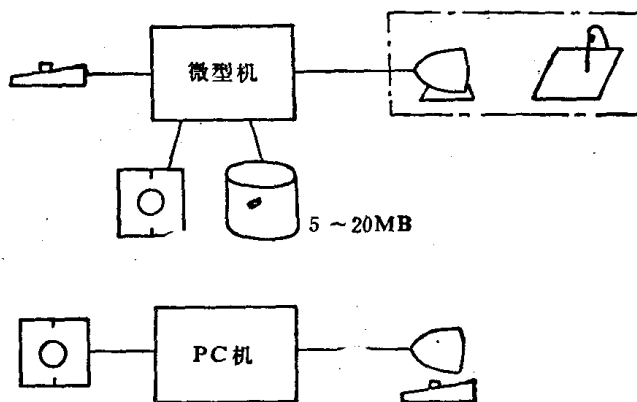


图1-8 微机/PC机CAD系统

五、工作站系统

工作站CAD系统(如Sun、Apollo、HP、DEC、IBM和Silicon Graphics等)通常由超级微机、图形显示器、数字化仪、键盘等构成(图1-9a)。一般具有与超级小型机相匹敌的处理速度。

随着32位超级微机的出现,一台单机的功能几乎可覆盖小型机与中型机,于是计算机市场出现了两种新的趋势。

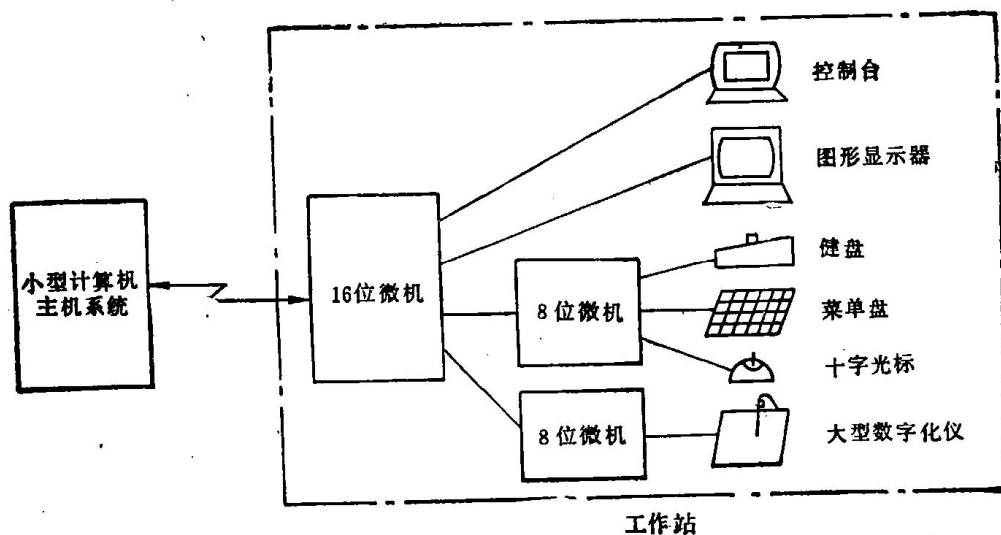
一是出现了由32位超级微机组成的工作站系统。它具有高质量的硬件和软件支撑,特别是有很强的图形设备支撑保证了这种系统的性能和效率。在这样的系统上能执行3D实体造型和有限元分析计算等软件,并可方便地用鼠标器来作各种菜单选择,因而具备很多新的特征。

图1-9b是我国1985年引进的、专门针对机械行业CAD/CAM开发的HP9050型32位机的工作站系统,内存3MB,带有双屏幕彩色图形终端,分辨率为 1280×1024 ,配有菜单显示器、数字化仪、磁盘、磁带、绘图机、硬拷贝机等,采用UNIX操作系统,并具有3D实体造型的功能。

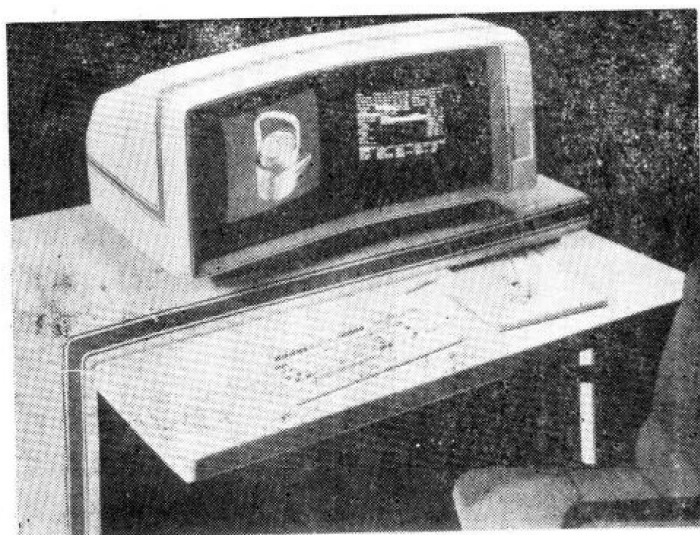
二是多CPU并行处理机将覆盖大型机。所谓“并行处理”(Parallel Processing)是指利用两台或两台以上独立的处理机,同步执行两个或两个以上的程序/指令,系统内的处理机能自行将成批待处理的任務进行分类,送至各处理机进行处理。于是,系统的功能大大增加,过去只能在大型机上运行的若干著名软件CADAM、CATIA,已经或正在向超级微型机上移植。由这样的超级微机建立起来的CAD/CAM系统,其功能将接近大型机系统。

1986年7月在东京CAD展览会上,展出的工作站系统已经具有三维曲线、体素拼合、线框模型、机构动态分析、隐象处理等一系列三维功能的软件,还可以通过集成接口和前后置处理与多种工程分析程序联接,再加上计算机辅助工艺规程设计(CAPP)和计算机辅助制造(CAM)技术,就可集成为CAD/CAM系统。这些功能现在均能在32位超级微机的系统上实现。

建立这样的工作站系统,由于具有良好的可扩充性,可减少集中投资,见效快,经济效



a)



b)

图1-9 工作站CAD系统

a) 工作站系统的构成 b) GST公司的工作站系统

益高，因而深得中小企业重视。可以预料，不久将成为中小企业发展 CAD 的主流。

六、网络型工作站分布式系统

由于个人工作站资源有限，常常需要访问主机的各种资源（计算、存贮及其它外部设备）。其次，个人工作站又常常处于闭置状态，可以为其它用户所访问，以提高利用率。这两方面的原因就促使个人工作站向联网的方向发展，导致网络型工作站分布式系统的出现。

目前比较成熟的是一种称为局域网(Local Area Network——简写成 LAN) 的分布式 CAD 系统。LAN 的研究始于 70 年代初期，当时的一些大学和研究单位为了增加系统的计算能力，以及想使分散用户通过连网共享网上的设备资源，因而对计算机的系统结构进行了探讨。

1. 局域网的定义及功能

所谓“局域网”就是计算机技术与通讯技术相结合的一种计算机网络，即在某个中等规

模的地理区域内（例如一座办公楼、一个学校）把分散的十余台、数十台乃至上百台机种各异的计算机、大容量存贮装置、外围设备以及通信装置等通过互连通信协议连接起来，既能彼此通信，又能共享资源、协同执行任务，这样一种计算机网络的CAD系统称为LAN CAD系统。其特征是

（1）网络所涉及的地理范围有限，通常由数百米至数公里（一般在2 km左右，有的采用有源连接器可达5~10 km）；

（2）网络内各节点容易实现互连及扩充。所谓“互连通信协议”是一种网络协议，因为挂接到网上的计算机或设备可能出自不同的厂家，型号也不尽相同，它们在软硬件上的差异给网内各站实现彼此通信带来一定困难，这就需要有一系列有关信息传递的控制、管理、转换的手段和方法，为使各种型号的机器能遵守彼此公认的一些规则，需要通过“网络协议”来协调彼此的工作；

（3）通常不具有中央节点或中央处理机，从而给用户提供了良好的分散处理及计算环境；

（4）通信介质经常采用双绞线、同轴电缆或光缆。双绞线价格低廉，适用于传输率较低的应用场合；同轴电缆传输率较高，并可作为同时传递图象、语音以及数据信息的传输介质；光缆是较理想的传输介质，目前因价格较贵，尚未达到实用阶段，但它因具有抗电磁波干扰强、频带宽、损耗低、保密性强以及重量轻等特点而有极好的应用前途。

图 1-10 表示局域网上挂接设备的示意图。

LAN 的基本功能有两个

- 通讯功能 网上各工作节点（或站点）间可以传递文件、数据等信息；
- 共享资源功能 为了弥补本站资源的不足而去享受别处的资源，如文件库、数据库、大容量存贮装置以及打印机/绘图机等外围设备。

这样联网后的系统将使用户获得具有相当于中、大型机的数据处理能力，而投资却大大减少。近年来，由于VLSI和微机技术的迅速发展，各种微型机局域网大量出现，并使局域网成为一种系列产品，用户如欲建立局域网，只要选择合适的局域网产品即可，就象购置一台计算机一样方便。

2. 局域网的拓扑结构

局域网的拓扑结构与普通的计算机网络大体相同，主要有星式、树状式、环式、总线式和网眼式等五种结构（图 1-11）。目前所生产的局域网产品大都采用公共总线式结构，一部分采用环式结构，少数采用星式结构。

公共总线式系统 把处理设备（计算机或外围设备）通过公用数据通道连接起来便形成总线式系统结构（图 1-12）。通常总线可以由双绞线、同轴电缆组成，挂接在总线上的处理设备按照一定的规则对总线进行访问，从而达到各处理设备之间彼此交换信息的目的。

这类系统结构的主要优点是结构简单，价廉可靠，扩展性强，处理设备的挂线或摘除比较方便。另外，系统的初始建立成本以及修改费用也比较低，适于信息流量较小的微型机局域网。

它的主要缺点是如果总线出现故障，则整个系统就会发生瘫痪，当然可采用冗余措施来进行补救；如果某个处理设备发生故障，则不会对整个系统造成严重威胁，系统仍可降级使用，继续工作。

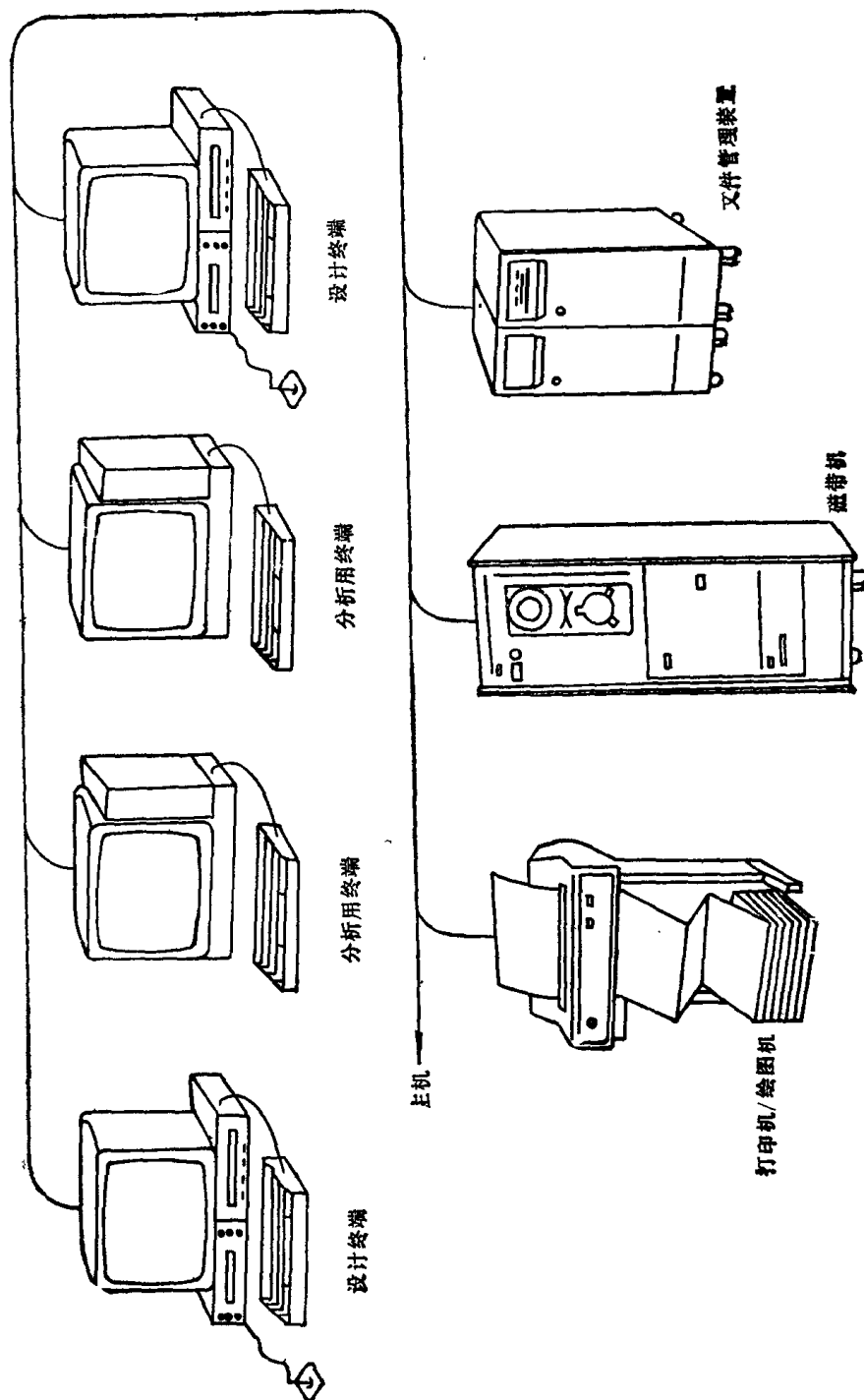


图1-10 局域网示意图

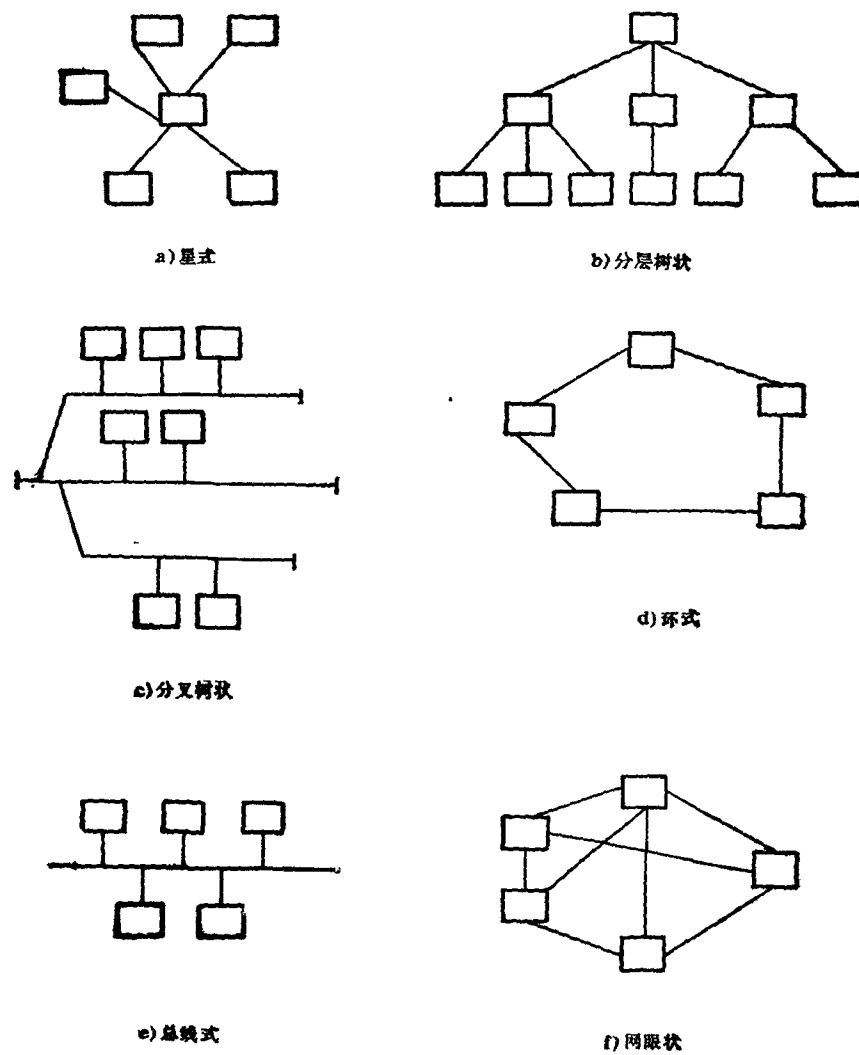


图1-11 局域网的拓扑结构

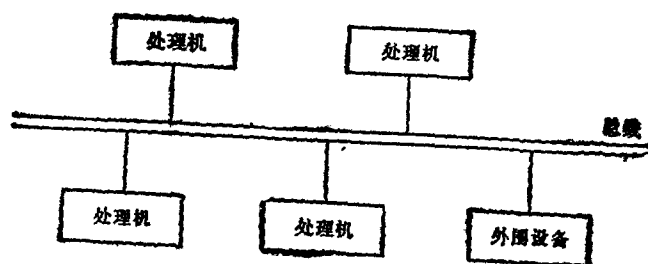


图1-12 公共总线式系统