

现代设计方法概论

潘兆庆 周 济 主编

绪 论

设计是人类改造自然的基本活动之一，设计是复杂的思维过程，设计过程蕴含着创新和发明的机会。设计的目的是将预定的目标，经过一系列规划与分析决策，产生一定的信息（文字、数据、图形），形成设计，并通过制造，使设计成为产品，造福于人类。当今我国正在进行宏伟的社会主义现代化建设，更需要激发每一个劳动者的创造热情，使他们能在社会实践中改革、开拓和创新。当前，设计领域正面临“传统设计”向“现代设计”过渡，要求广大设计人员适应这一过渡，尽量缩短过渡过程，通过推行现代设计，尽快提高机电产品的性能、质量和可靠性，推出大批构思新颖的新产品，提高机电产品在国际市场上的竞争能力。

一、现代设计的概念

1. 设计

设计这一词有两种解释，其一是：发展的程序、细节、趋向以及达到某种特定新境界的过程。另一种解释是：指在一个过程中，将指定的任务转化为满足该任务要求的技术系统（或技术过程）的一种活动。

2. 工业设计

1964年在比利时布鲁格斯国际工业设计教育讨论会上对工业设计的定义为：“工业设计是一种创造性行为，它的目的在于决定产品的正式品质。所谓正式品质，除了产品外形和表面特点外，更重要的是决定产品结构和功能的关系，以获得一种使生产者和消费者都满意的整体。”

3. 设计过程：是指从明确设计任务到编制技术文件所进行的整个设计工作的流程。整个设计过程分为四个主要阶段：明确设计任务要求、原理方案设计、技术设计、施工设计。

4. 现代设计

现代设计是过去设计活动的延伸和发展。是随着设计实践经

验的积累，由个别到一般、由具体到抽象、由感性到理性，逐步归纳、演绎；丰富、发展起来的。由于电子计算机的发明，设计方法学和创造方法学的迅速发展，以及科学技术的进步，使人们在掌握事物的客观规律，掌握人的思维规律的同时，运用有关科学、技术原理进行复杂的、甚至在这以前认为不可能的计算。这就使机电产品的设计工作发生了质的变化。国际上，大约在本世纪60年代末期，在机电产品的设计领域中相继出现了一系列新兴学科，主要有设计方法学、优化设计、价值工程、计算机辅助设计（CAD）、可靠性设计、工业艺术造型设计、模块化设计、反求工程、有限元等；还有一系列的分支，如相似性设计、系统化设计、人机工程学、模态设计、动态设计、疲劳设计、三次设计等，其发展方兴未艾。其中不少技术已日趋成熟，并已得到广泛的应用。

80年代前，我国对国际上设计领域的巨大变化了解甚少，因此对这些新发展的学科是生疏的，为了强调对设计领域的革新，我们把国际上新崛起的新兴学科称为“现代设计”，而把我国过去常用的设计称为“传统设计”。

5. “现代设计”与“传统设计”的区别

“现代设计”与“传统设计”的区别大体上可以归纳为以下八个方面：

(1) “现代设计”是将“传统设计”中的经验、类比法设计提高到逻辑的、理性的、系统的新设计方法。这种设计方法有两种体系：一种是联邦德国提倡的设计方法学，它以“功能—原理—结构”框架为模型，是从抽象到具体的思维方法，通过框架的横向变异及纵向组合，运用计算机构造“设计目录”，从而获得多种设计方案，再通过优化，选出最佳方案；另一种是美国提倡的创造性设计方法学，它是在知识、手段和方法不充分的条件下，运用创造技法充分发挥想象，进行辩证思维，形成新的构思或设计。

(2) “现代设计”是在静态分析的基础上，考虑载荷谱、

负载率等随机参量，进行动态多变量的最优化。

(3) “传统设计”认为载荷和应力是集成的，只考虑设计中的安全系数。但是，往往在不少情况下，加大安全系数并不一定能提高产品的可靠性。“现代设计”从概率论和统计学方法出发，针对载荷和应力的离散性，运用简化、降额设计、冗余设计、热设计、漂移设计等方法进行可靠性设计。

(4) 现代优化设计即是在产品设计时，在各种限制条件下（诸如技术、性能、经济指标、制造工艺、使用条件等），运用最优化方法，通过计算机迭代计算，寻求最佳的设计参数值。而“传统设计”仅是通过设计—评定—再设计等一系列设计过程，从多种设计方案中选取其中较为满意的方案，虽然这也是一种优化过程，但是这是凭借设计人员的知识、经验和判断力进行的，因此仅是“自然优化”。这种“自然优化”无论在设计的时间、优化的精度等方面与最优化设计方法都是不能比拟的。

(5) “现代设计”是运用电子计算机及其语言，首先将设计产品建立数学模型，然后将变量初值输入计算机，即可自动进行计算机辅助设计（包括绘图）。与“传统设计”相比，大大地提高了设计的准确性、稳定性和设计效率，并且修改设计十分方便。

(6) “现代设计”是从系统论的观点入手，从人的生理特征和心理特征两个方面考虑人（操作者）机（单机或系统）、环境三者之间的相互协调关系，并把舒适性放在首位。通过功能分析、功率分配、界面设计、系统综合等方法，使人机之间的功能相互协调，从而发挥产品的最大潜力或提高系统的有效性。而“传统设计”是凭借经验或自发状态来考虑人、机、环境间的关系。由于“传统设计”思想的局限性，没有从系统出发，合理分配人机的功能，因此难以达到三者之间的协调关系，而往往是通过训练来适应机器设计对操作的要求。

(7) “现代设计”运用系统的观点和定型化方法来研究设计过程，它的基本特征是重视系统的综合及对性能的定量描

述,将设计要求和目的经过各阶段的设计,逐步将设计方案趋向最优化。并对系统的性能作出定量分析,这种分析能力是在计算机出现及计算技术发展后才迅速发展起来的,因此才使设计综合、决策最优化成为可能,这在“传统设计”中是难以做到的。

(8) “现代设计”强调产品内在质量的实用性、外观质量的美观性、时代性、艺术性,使产品造型具有一定的艺术感染力,对操作者有新颖、心情舒畅、愉快、兴奋等精神功能,满足操作者的审美要求。“现代设计”对造型已形成较为完整的美容法则(即比例尺与尺度、对称与均衡、稳定与轻巧、节奏与韵律、统一与变化等),并可灵活运用色彩设计、视错觉、新材料、新结构、新工艺(加工工艺和装饰工艺)等以增强产品的美感。而“传统设计”往往强调产品的性能等物质功能,忽略精神功能,即使有所考虑,也是支离零星的。

二、设计是创造性的劳动

1.创造性的定义

创造性是具有创造新价值或新设想的能力(创造力),及奠定这种能力基础的人格特性(创造性人格)。它是促进经济与社会发展的一个必不可少的要素。它可以产生新产品、新方法和服务方式,为社会、文化带来有价值的“质”的变革。

2.创造是在传统文化的基础上积累过去的经验而发展的

创造是利用人类的一切先进文化,吸取新的知识,突破原有的思维定势(即旧观念、旧传统),形成新的思维定势(即新概念、新观点、新设想)。设计是在继承的基础上进行创新的,而大多数是对旧产品进行程度不同的革新。

3.创造性活动的大众性

创造性活动,具有广泛的群众性,每个设计师都有可能进行创造性设计。创造力是人脑机能的发挥,因此人人均具有完成某种创新的能力,这种能力称为“潜创造力”。而设计师通过创造性活动将这种潜创造能力发挥出来,做到有所发明、有所创新,就成为“显创造力”。具有创造力的设计师并不意味着他们的智

面很高，而是他们对创造的基础—知识掌握得较多，自觉或不自觉地运用了不同的创造技法。思维活动符合创造过程的机理，即发散性思维（包括多向思维、侧向思维等）和收敛性思维相互交换信息。

4. 创造设计的特点

创造性活动有两个显著的特点，即创造过程的探索性和成果的独创性。创造性设计一般具有以下三个主要特点：

（1）设计过程的探索性，这种探索性对机电产品来说其表现形式有两种。一种是“模仿—革新”的模式，也就是“创造力的模仿”；另一种形式是从小革新到创新。

（2）新颖性和独创性，即要求设计师的设计成果前所未有。

（3）创造成果具有新价值，即创造不能仅停留在创意上，而要将新的构思成为新产品，有利于社会，被社会所承认。

5. 提高设计师创新能力的措施

（1）创造的基础是知识，知识是一种潜在力，只有它被导入固定目标和组成行动计划，才能变成力量。

知识可以分为两类，一类是普通知识；另一类是专门化知识。专门化知识是创新的必要因素，成功的设计往往是专门化知识加上想象力的结果。普通知识对于开阔人们创意的思路、激发创造动机、扩展联想的范围和内容、运用联想律（Laws of Association）等方面有着不可忽视的作用，因此普通知识对于创意的育成、创造动机的启蒙有着重要的作用。而许多设计师往往重视专门化知识的丰富，而不注意普通知识的吸取，因此设计人员如要提高自己的创造能力就应注意改变这种状态。

（2）沟通

沟通是思维收集的必备条件。人们通过沟通，接受别人的思想，激发创造动机，经过分析、综合形成创造力。

对机电产品设计师来说，特别要注意和同行业及用户间的沟通，尤其是与用户沟通，因为用户在长期使用产品的过程中，积

累了丰富的经验，有很大的创新潜力。

(3) 激发创新的热情

客观上，对设计人员要开拓创新的外界条件，应积极给予支持，鼓励他们的创新活动；主观上，要求设计人员培养自己的创造性人格。

(4) 努力掌握创造技法

创造技法目前仍在迅速发展。常用的有头脑风暴法、联想法、缺点列举法、归谬法、检核表法、异域移法、综摄法等。

三、开展现代设计工作存在的困难和有利条件

1. 开展现代设计工作的困难

(1) 随着现代科技、社会的发展，用户对机电产品的要求越来越高。主要表现为：要求产品品种规格多样化，个性化；要求产品具有高水平、高性能、高质量；要求运用新技术；要求具有高的人和环境的适应性；要求产品更新换代快、生产周期短。就此大大增加了设计工作的困难。

(2) 现代设计技术要求人员要具备数学、计算机及语言、系统工程、优化技术、材料学等多学科、多方面的知识。但现有广大设计人员由于知识面窄、知识老化，难以胜任现代化的工作。

(3) 现代设计工作要以试验研究工作为依托，充分运用设计技术和计算机技术进行计算、数据处理、制图、制订文件等作业。但不少企业缺乏试验研究手段和计算机，使现代设计工作难以开展。

2. 开展现代设计的有利条件

(1) 80年代国内已发展了一系列综合性的新学科，如系统工程、决策理论、计算机技术、数据库、有限元等；

(2) 我国有一支掌握现代设计方法的队伍，近几年来通过出国进修，国内有计划地培养等方式，培养了一批具有较高水平的掌握现代设计方法的科技人员；

(3) 计算机技术的发展及普遍应用，促进了现代设计方法

的发展;

(4) 生产专业化, 零部件标准化程度提高, 有利于在产品设计中采用新技术;

四、推行“现代设计”的方法与步骤

1. 培训

“现代设计”涉及的新兴学科较多, 而这些学科绝大多数设计人员都不熟悉或不了解, 因此培训的工作量很大。当前, 我国采用的培训方法有:

(1) 普及型的培训 要按照统一的培训大纲和教材, 对企业主管设计的技术领导以及广大设计骨干人员进行轮训, 让他们对“现代设计”涉及的主要学科有一般性的了解。一般对企业领导要进行2~3天的培训, 对骨干人员进行10~15天的培训。

(2) 实用型的培训 针对企业的需要, 对“现代设计”的不同学科进行专门的实用式的培训, 培训要结合企业的产品设计任务, 边培训, 边设计。一般优化设计、设计方法学培训约需一个月; CAD及工业艺术造型设计培训约需三个月。

(3) 提高型培训 由高等学校与企业联合, 对有培养前途的设计骨干进行“硕士”水平的培训, 除基础课程由有关学校授课外, 学员要带着本企业的设计任务作为研究课题。通过培训, 促进骨干设计人员的知识更新, 使他们了解新的设计原理、方法, 增强自行设计能力, 为国家造就一批掌握“现代设计”方法、有创新设计能力的人才。

2. 将企业运用“现代设计”的课题任务纳入国家指令性计划, 并进行考核, 有利于推动我国“现代设计”工作的进展。具体作法如下:

(1) 企业对已纳入“机电工业产品现代设计项目”的产品, 可以按先易后难的原则逐步运用现代设计方法, 初始阶段不要求全求齐, 可视各部门的具体情况, 在不同的行业内开展, 一旦取得成效后, 再逐步推广。

(2) 对不同的行业, 不同的产品, 要分别制订“产品现代设

计项目”的考核验收条例，并按此认真验收。

(3) 对已完成的项目要认真组织专家验收。

3. 普遍开展重点产品的设计评审工作

“设计评审”最早用于美国军用及宇航产品领域中，被称为“设计审查”。其要点是对系统设计或部分设计的内容进行审查，并根据审查或实验、试产的实践情况更改设计。美、目的设计评审有相当一部分偏重于产品或系统的可靠性。

设计评审是对产品设计的技术先进性、经济性、可行性、可靠性进行认真评审，通过评审发现问题，由设计师负责解决。因此好的设计就是找出问题，然后创造一种有效的、经济的和协调的解决方法。设计师的能力在于发现解决问题的方法和力量。在设计的全过程中，往往要经过多次评审。这样才能确保设计质量、提高设计水平。

4. 将运用“现代设计方法”设计出来的产品经过试验、试用确有显著效果的，应积极向用户推荐，使用户领会到运用“现代设计方法”对提高产品性能和质量的威力。

五、推行“现代设计”应注意的问题

1. 试验研究工作是设计的基础

产品设计是在试验研究取得成果的基础上进行的，在产品的设计、制造过程中还要进行一系列的试验研究工作，诸如结构研究、零部件功能研究、控制研究、工艺研究、材料研究、外购件试验、模拟试验等。设计师的创新构想往往要通过试验研究才能得以实施。未经过试验研究的新构想，应用于设计中，常会给产品带来许多初始故障，甚至意想不到的问题。我国许多用户不愿采用新产品，就是担心新产品在研制过程中，没有经过充分的试验研究，而把用户作为试验场，影响用户正常投产或不能正常运行。

2. 设计应尽量避免冗余功能

产品设计首先要满足功能要求，但是冗余的功能，过多的保护系统都是不必要的，因冗余功能会增加产品或系统的复杂程

度，并增加成本。

储备大的设计并不是先进设计。例如设计年产5000吨的化肥成套设备，应该是全负荷开动后年产量为5000吨。而我们过去的设计中，设备层层留有储备，零部件安全系数大，电动机容量裕度大，关键设备备用多，设计年产量留有很大的裕量，实际上设计能力是10000吨，因此5000吨的化肥成套设备可以轻而易举地“改造”成10000吨的化肥成套设备。而从美国进口的年产30万吨化肥成套设备，基本上无潜力可挖，只有当全负荷运行时，才能接近或达到额定标称产量。

因此，避免储备的设计才有可能成为先进设计，储备大的设计必然使工程造价提高，产品或系统成本增加。

3. 应不断进行设计手册、规范的更新

设计手册和规范是设计的依据，无论是“传统设计”，还是“现代设计”都离不开设计手册和规范，因此各行业和企业特别要注意设计手册和规范的更新。更新工作应从以下几方面着手：

(1) 不断将试验研究成果纳入设计手册和规范；

(2) 将引进技术和经过消化吸收创新的技术纳入设计手册和规范；

(3) 根据国内外同类产品的革新成果以及国际标准或国外先进标准修改设计手册和规范。

4. 重视各种数据的积累工作

产品设计要在产品使用中考验，用户在使用产品中必定会发现不少问题，包括各种失效，这些问题和失效数据对改进设计是十分重要的，设计人员应该重视这些数据的反馈工作。此外用户在长期使用中还会有不少改进、改革和实践的经验，这些本身包含着创新的因素，对改进产品设计是大有助益的。因此和用户紧密地配合，对数据进行正确记录、及时反馈和进行必要的处理，这些都将作为产品试验研究和改进设计的依据。

5. 重视设计方法学的研究

设计方法学是指在研究设计的基础上，以系统的观点探讨设

计任务，获得最优解决的方法和理论，它还研究各阶段具体工作步骤的工作技巧。

6. 积极吸收用户参与新产品的开发设计

据英国对94家经营得很好的机电公司调查统计，用户参与新产品开发设计的占96%。凡企业设计部门与用户结合开发的新产品，其技术水平高、性能好、质量高，具有强大的市场竞争力。

第1章 计算机辅助设计

1.1 CAD综述

1.1.1 现代设计方法与CAD

长期以来,人们普遍采用的常规设计方法,是以实践经验为基础,运用力学和数学而形成的经验公式、图表、手册等作为设计的依据,是一种半理论、半经验的设计方法。随着现代科学技术的发展,对产品性能、可靠性、效益等方面的要求越来越严格,要使产品满足这些要求,关键取决于设计。传统的常规设计方法显然不能满足需要,为此研究和采用新的设计方法和技术,是增强产品市场竞争能力的根本措施。

现代设计方法和技术是以设计产品为目标的一个总的知识群体的统称,其种类繁多、内容广泛。如系统工程、设计方法学、工程优化设计、有限元法、可靠性设计、工业艺术造型设计、计算机仿真、专家系统、反求工程等都属于现代设计方法的范畴。在运用它们进行工程设计时,一般都以计算机作为分析、计算、综合、决策的工具。计算机具有运算快、准确、存贮量大和逻辑判断功能等特点。人们利用这些特点,与图形处理、数据库技术以及各种现代设计方法等相结合,以人机交互的方式进行设计,这就是当今的一门新兴学科——计算机辅助设计,简称CAD (Computer Aided Design)。CAD是将人和计算机各自特点组合起来,在设计领域发挥最佳能力的一门技术。一般来说,属于创造性的构思活动(如设计方案的构思、工作原理拟定等)主要由人承担,人们将设计原则、要求和方法通过程序、指令及输入参数等方式告诉计算机。计算机在进行繁琐重复性计算分析和检索

信息的工作中，具有人无法比拟的高效、准确的能力。在计算机工作进程中，设计者往往需要运用自己的知识和经验，用人机对话的方式对计算机的工作进行干预，对设计作出必要的提示和修改，使得设计更加完善。

机械制造的过程从计算机科学的角度来看，是由原材料变成产品的“物质流”，以及对“物质流”进行设计、计划和控制的信息流”。两者有机结合的过程。该过程如图 1-1 所示。

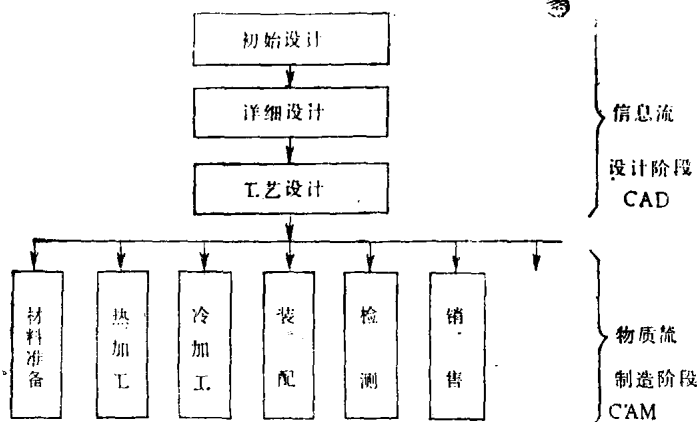


图1-1 机械制造的过程

在计算机、数控技术和加工中心等发展的基础上，使机械制造的过程由产品设计到制造能够实现全盘自动化。其包含：设计自动化，即 CAD；制造自动化，即计算机辅助制造，简称 CAM (Computer Aided Manufacture)；以及管理自动化，即计算机辅助管理，简称 CAM (Computer Aided Management)。而 CAD/CAM/CAM 三位一体的系统，是当今最高水平的计算机集成生产系统 CIMS (Computer Integrated Manufacture System)。它是以计算机辅助设计为核心的工程信息处理系统，与计算机辅助制造为中心的加工、检测、装配自动化工艺系统和经营管理信息系统所组成的综合体。连接 CAD 与 CAM 的关键是计算机辅助工艺规程设计 CAPP (Computer Aided Pocessing Planning)，它是在成组技术基础上，用计算机来编制合理的零件加工工艺过程，从而把产品的设

计信息转化为制造信息，是连接CAD和CAM的纽带。CIMS的发展，将更好地满足现代社会对产品的多品种、中小批量和高性能的需求。

1.1.2 CAD的发展和应用

计算机作为计算工具在CAD方面的应用，始于50年代的末期。当时，美国麻省理工学院将计算机显示图形的处理技术用于数控机床中数控纸带的自动图象传输装置中。60年代该学院首次提出了“计算机辅助设计”的设想，使设计者对产品设计由概念设计到生产设计都可以根据需要对计算机所显示的图形随意地修改、追加和删除，并能大大缩短设计时间。20多年以来，随着计算机制造技术和计算机应用技术的发展，使这个设想正逐一实现，并形成CAD这门新兴的学科。直至70年代，由于CAD应用的复杂化，数据处理量的庞杂，只能依赖于大、中型计算机，为此CAD的发展仅限于在有条件购买少量昂贵设备的大型企业中。80年代初，计算机集成技术突飞猛进，使得计算机朝着巨型机和小型化两个方面发展，特别是高性能低价格的微机大量普及，以及功能更强的外围设备如大型图形显示器、电子彩色绘图仪、激光打印机等的问世，有力地推动CAD/CAM技术向实用阶段迈进。目前CAD/CAM技术正朝着人工智能和知识工程化发展，从处理数据逐渐转向处理知识。CAD/CAM一旦形成生产力，它所发挥的威力将是十分强大的。

在技术先进的国家中，如美国、日本等国家，CAD技术已经广泛地应用到飞机、汽车、船舶、模具、印刷电路板、集成电路、管道布置、容器曲面、钣金、建筑等领域中，其中用于机械产品设计的比例最大。由于机械产品门类多、品种繁杂、设计量大，所以对CAD/CAM技术的需求也最大。近几年来，全世界CAD系统平均销售额以每年30~40%递增，从1980年的9亿美元增加到1986年的58亿美元，预计1990年将超过100亿美元，其中50~60%用于机械工业。我国机械工业从60年代开始将计算机用于生产过程控制，70年代末和80年代初，在CAD/CAM方面有了较

大的进展。例如研制开发了飞机总体设计、气动力分析、结构设计与分析、数控加工编程等计算机程序；完成船体CAD系统，包括数学放样、结构展开、外板展开、钢板排料、数控切割、管系布置等功能模块。特别是“七五”期间，机械工业方面安排了许多CAD的重点科研项目，如重型基础件、工程装载机、拖拉机、汽轮机等CAD应用系统。这些科研项目的完成，将对机械工业CAD技术的推广和应用是一个极大的促进。

1.1.3 CAD系统的组成

1.1.3.1 CAD硬件的组成

典型的CAD硬件的组成如图1-2所示。CAD硬件配置的示意图如图1-3。

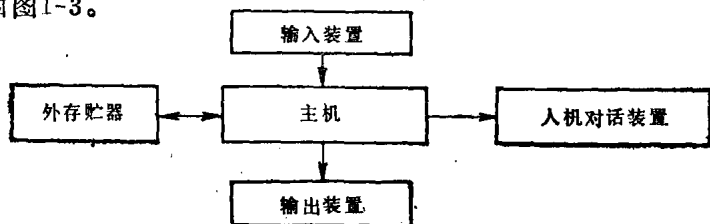


图1-2 典型的CAD硬件的组成

主机——包括中央处理器和主存储器（简称内存），根据CAD规模，可分为大、中型机，小型机，超级微机和微机。

输入装置——键盘是最基本的输入设备，此外，还有鼠标和图形数值化输入板等。前者主要用来输入字符信息，后者主要用来实现图形输入。

输出装置——主要有打印机、绘图机、拷贝机等。

外存贮器——用来存放大量暂时不用而等待调用的程序或数据，一般使用磁带机和磁盘机。微机通常不配磁带机，磁盘机装在主机壳内。

会话装置——设计者与计算机会话的媒介装置是字符或图形显示器，目前还出现了声音输入装置，用对话输入指令便可输出信息。

CAD系统除按专业领域分类外，通常是以主机配置方式作为

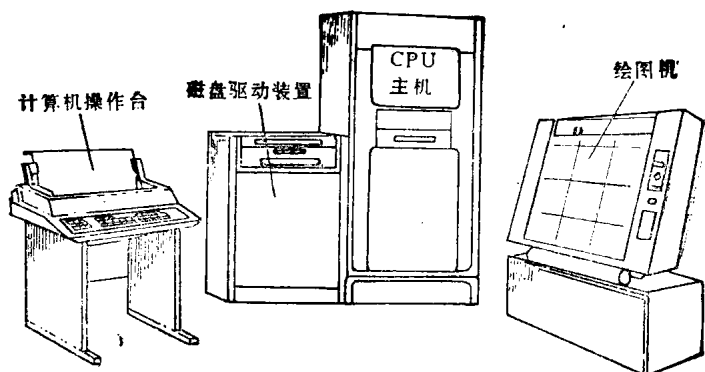
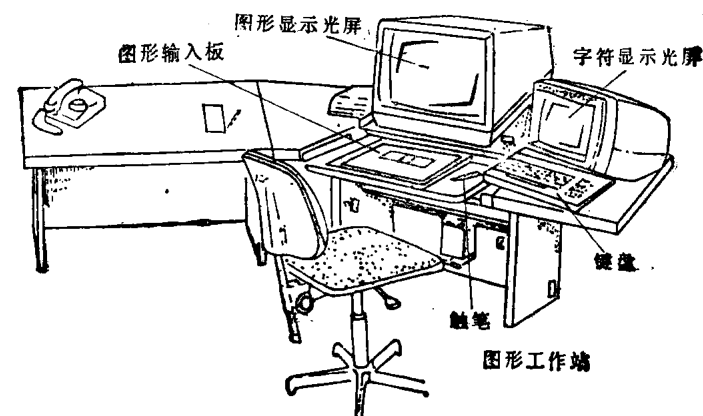


图1-3 CAD硬件配置的示意图

分类标志，有主卫式、工作站和微机（PC）式三类系统。主卫式系统由一台大、中型或小型机和多台终端及其他外围设备构成，价格昂贵，多为大单位和部门使用。工作站是一种可以独立使用的单用户CAD系统，主机为32位超级微机，配有高性能的图形终端和磁盘存储器，并具有多种图形处理功能，工作站之间可以联网，能共享各种资源。它性能价格比最佳，代表了CAD系统发展的一种趋势。微机（PC）系统是一种单用户系统，与工作站相比，计算和图形处理能力较差，扩充能力也有限，但价格较低，性能适中，特别是国内在微机CAD软件的移植或开发上做了大量有成效的工作，故它是目前我国普及应用CAD技术的较好装置。

1.1.3.2 CAD软件的组成

作为CAD系统不仅是简单的绘图系统，或简单的计算系统，它应具有承担辅助设计产品的能力。一个完备的CAD系统，应由科学计算、图形系统和数据库三方面组成，图1-4表示CAD系统软件的层次关系。

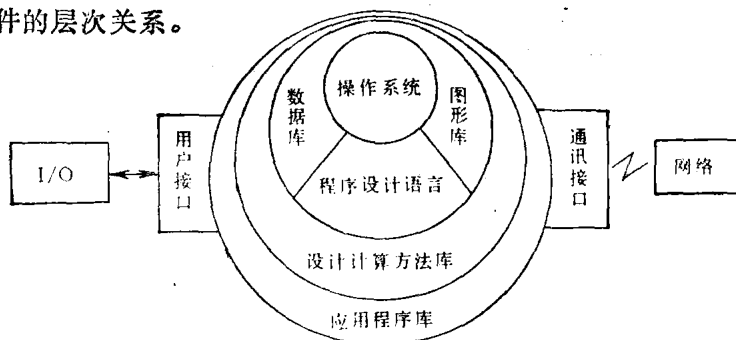


图1-4 CAD系统软件的层次关系

操作系统——控制和协调诸用户在各个应用程序中对硬件的使用，如对系统资源的管理、对输入输出设备的控制等。

程序设计语言——FORTRAN、PASCAL、BASIC、C等各种高级语言和汇编语言等，以及它们的编译系统。

图形系统——包含几何造型（如含点、线、面、体素造型等）、绘制机械零部件图和装配图，绘制各种函数曲线、数据表格等能力，还具有在显示器上显示和编辑图形（如图形的平移、旋转、对称、删除、修改、缩放等）的能力，以及分析或模拟等。

数据库——是一个通用性的、综合性的以及减少数据重复存储的数据集合，是设计和绘图的信息库。按照设计的信息流，进行存储、检索、比较、组合、修改等多种处理。

设计计算方法库——包括通用数学库、统计数学库以及在机械设计中占有很大比例的常规设计，特别是优化设计、有限元分析、可靠性设计、动态分析等现代设计方法。

开发工具——一般指提供给用户作二次开发用的各种软件工具，如数据输入工具、图形接口软件、汉字处理系统等。