

实用计算机辅助 二维绘图与三维造型

实用计算机辅助
二维绘图与三维造型

香

997

69

士

田捷 袁国平 编著
文四立 常红星

电子工业出版社

实用计算机辅助 二维绘图与三维造型

田捷 袁国平
文四立 常红星 编著

电子工业出版社

9510039

(京)新登字 055 号

内 容 提 要

本书详细描述计算机辅助二维绘图与三维造型的理论、算法及其实现方法,并给出了相应的C语言程序。它将帮助读者从理论和实践两方面掌握参数化设计、CAD的用户界面设计、二维和三维几何变换、工程标注、体素拼合运算、消隐算法及三维数据场可视化等基本方法与实现技巧。

本书配有软件同时出版发行。

本书适合计算机辅助设计与计算机应用的科技工作者和大专院校有关专业师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

实用计算机辅助二维绘图与三维造型 田捷等编著

北京:电子工业出版社,1994. 11

ISBN7-5053-2565-5

I. 实…

I. 田…

Ⅱ. 计算机图形学

Ⅳ. TP391.4

电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱(100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京天利电子出版技术公司排版

人民卫生出版社印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:16.875 字数:400 千字

1994 年 11 月第一版 1994 年 11 月第一次印刷

印数:6 000 册 定价:20.00 元

0130120

前 言

随着商品经济的发展,产品的竞争越来越激烈,多品种短周期成为竞争的主要手段。过去那种手工设计计算,手工作图的传统设计方式,成为缩短产品开发周期的严重障碍,工程设计人员迫切需要采用先进的设计技术,特别是计算机技术,把自己从繁琐的工作中解脱出来。计算机辅助设计(CAD)技术,正是把工程设计人员的设计经验和先进的计算技术结合起来,以替代传统设计方式的有效手段。

采用CAD技术有三大显著的优点:

第一,把传统的设计计算程序化,减轻工程设计人员的计算强度和重复性的工作,提高设计的正确率;

第二,用计算机来表示产品的模型,使物理模型可视化、数字化,设计人员可以在设计过程中观察到设计的对象,并作必要的修改;特别是对系列化的产品设计,只需在原有的设计基础上作少量的修改,就可成为新的产品设计方案;

第三,可以直接利用产品的计算机模型,完成工艺规程,控制数控机床加工。

CAD是计算机应用较早的领域,计算机辅助设计推动了几乎一切领域的设计革命。CAD技术及应用水平已成为衡量一个国家工业生产技术现代化水平的重要标志。据美国国家工程科学院对人类25年(1964~1989年)的工程成就进行评比的结果,CAD/CAM的技术开发和应用在十大成就中位居第六。

采用CAD带来的经济效益是十分明显的。处在基本建设前沿的工程设计部门已决定在其设计工作中全部采用CAD技术。我国目前的CAD技术与应用水平还很落后,CAD系统仍主要依赖进口。如何在吸收和借鉴国外先进CAD技术的同时,设计和开发适合我国工业部门需要的计算机辅助设计二维绘图和三维造型系统,是我们工程技术人员和软件开发工作者的责任。我们也正是为适应我国CAD技术普及、发展、提高的需要,本着理论与实践相结合的原则和突出实用性编写了本书。

本书描述了计算机辅助二维绘图与三维立体造型的基本概念、主要方法和实现例程,希望从理论与实践两个方面帮助读者了解、掌握和应用本书介绍的知识。

为了便于读者设计、开发计算机辅助二维绘图与三维立体造型系统,含有本书全部源程序及主要方法的完整C语言软件同时由电子工业出版社出版发行,感兴趣的读者可直接与电子工业出版社联系。

由于作者水平所限,本书有错误和不妥之处,恳请读者不吝赐教。

作 者

1994年6月于北京

目 录

第一章 二维 CAD 平台的建立	(1)
§ 1.1 CAD 软件的发展前景	(1)
§ 1.2 开发 CAD 支撑系统的必要性	(1)
§ 1.3 用户对二维 CAD 系统的要求	(2)
§ 1.4 二维 CAD 平台的建立	(5)
§ 1.5 利用二维 CAD 平台开发专用系统	(9)
第二章 二维 CAD 系统中的基本算法与功能	(11)
§ 2.1 基本算法	(11)
§ 2.2 图形支持及用户界面	(23)
§ 2.3 二维 CAD 系统的基本功能	(45)
第三章 二维参数化设计及其应用	(65)
§ 3.1 局部修改和局部参数化	(65)
§ 3.2 参量化图符设计	(70)
§ 3.3 图符库的创建和管理	(73)
§ 3.4 标准件库的创建	(76)
§ 3.5 工程数据的管理	(81)
第四章 三维立体造型平台的建立	(85)
§ 4.1 三维立体造型的基本概念	(85)
§ 4.2 三维立体造型系统	(85)
§ 4.3 立体造型系统的用户界面	(89)
第五章 几何模型	(101)
§ 5.1 分解模型	(101)
§ 5.2 结构模型	(105)
§ 5.3 边界模型	(116)
§ 5.4 混合模型	(124)
第六章 数据结构与欧拉算子	(126)
§ 6.1 基于半边结构的数据结构	(126)
§ 6.2 欧拉算子的定义	(136)
§ 6.3 欧拉算子的实现	(140)

第七章 基本造型算法	(158)
§ 7.1 体素生成与贴合算法	(158)
§ 7.2 几何算法	(168)
§ 7.3 切割算法	(179)
§ 7.4 拼合算法	(197)
第八章 三维数据场可视化研究	(222)
§ 8.1 数据场可视化研究简介	(222)
§ 8.2 体数据的剖面显示方法	(228)
§ 8.3 整体显示的光学原理	(229)
§ 8.4 三维数据场的整体显示方法	(234)
§ 8.5 曲面重建方法研究	(243)
参考文献	(262)

第一章 二维 CAD 平台的建立

§ 1.1 CAD 软件的发展前景

软件产业已是当今世界产值巨大、发展最为迅速的新兴产业,1990年CAD/CAM世界市场销售额达到114亿美元,年增长率为15—20%。据美国国家工程科学院对人类25年(1964~1989年)的工程成就进行评比的结果,CAD/CAM的技术开发和应用在十大成就中位居第六。93年主要发达国家的软件产值将超过2000亿美元,且年增长速度保持在25%~30%。相比之下,我国的软件产业严格来说尚未形成,目前,我国使用的系统软件及支撑软件95%以上是国外产品。应用软件产品化、商品化的程度也很低。尽管我国发展软件有许多有利条件,也确实开发了许多优秀的软件,但软件产业始终步履艰难,发展迟缓。造成这种局面有着诸多原因。其中重要的原因有两方面:

第一,我国软件产业没有走面向市场的发展之路,许多研究开发工作是从技术角度确定的,而没有从市场出发。

第二,没有形成发展产业的完整的运行体系。大多数工作都在出成果后就终止了,缺乏产品化、商品化的开发机制,更没有营销服务机制,也没有规范化的质量保证体系。当前我国的改革开放正在进一步深化,国民经济的发展速度远远超过西方国家。对计算机软件的需求也在迅速增长,可以预见在不远的将来,中国也将成为软件消费大国。国外著名的软件公司都在进军中国市场。我国软件产业既面临严重的挑战,也具有极大的机遇。为此,我们必须提高生存意识,坚持以市场为导向,以产品开发为龙头尽快推动中国软件产业的发展。

CAD是计算机应用较早的领域,计算机辅助设计推动了几乎一切领域的设计革命。CAD技术及应用水平已成为衡量一个国家工业生产现代化水平的重要标志。

采用CAD带来的经济效益是十分明显的。处在基本建设前沿的工程设计部门已决定在其设计工作中全部采用CAD技术。工程设计部门多、专业广,仅中国石化总公司下属就有大小设计院、所100多个,包括设备、配管、总图等几十个专业,要使主要设计院和主要专业都能使用CAD需要开发几百个CAD系统,因而我们可以断定CAD在我国的应用是非常广泛的。

§ 1.2 开发CAD支撑系统的必要性

随着商品经济的发展,产品的竞争越来越激烈,多品种短周期成为竞争的主要手段。过去那种手工设计计算,手工作图的传统设计方式,成为缩短产品开发周期的严重障碍,工程设计人员迫切需要采用先进的设计技术,特别是计算机技术,把自己从繁琐的工作中解脱出来。计算机辅助设计(CAD)技术,正是把工程设计人员的设计经验和先进的计算技术结合起来,以替代传统设计方式的有效手段。

采用CAD技术有三大最显著的优点:

第一,把传统的设计计算程序化,减轻了工程设计人员的计算强度和重复性的工作,提高

了设计的正确率；

第二，用计算机来表示产品的模型，使物理模型可视化、数字化，设计人员可以在设计过程中观察到设计的对象，并作必要的修改；特别是对系列化的产品设计，只需在原有的设计基础上作少量的修改，就可成为新的产品设计方案；

第三，可以直接利用产品的计算机模型，完成工艺规程，控制数控机床加工。

在大力发展我国经济的今天，采用计算机辅助设计，正是提高工业化水平的重要手段。

近几年来，国内不少大型企业、设计院，引进了大量的 CAD 软件，象 UG-2, I-DEAS, CADAM, EUCLID, CATIA 等大型软件，花费了大量的外汇，仍然是远远不能满足国内的需求。显然，完全靠引进的方式来满足国内对 CAD 软件的需求，是不现实的。因此，国家在“七五”、“八五”期间投入了大量的资金，用于开发国产化的 CAD 软件。这些经费基本上都被投入到各个行业，用于开发各自的 CAD 应用系统，尽管取得了很大的成绩，但至今仍然没有形成一个好的商品化的 CAD 开发平台。

开发商品化 CAD 支撑系统有两个好处：

首先，少重复性工作，使有限的资金和人力用于软件的产品化，实用化；

其次，缩短基于 CAD 开发平台的应用软件开发的周期。

因此，CAD 支撑系统的开发和商品化工作，是目前 CAD 系统开发的首要任务。

二维 CAD 平台是 CAD 支撑系统的基础。要普及 CAD 技术，也必须从计算机辅助工程绘图开始。国外的一些系统如 AutoCAD 已经在我国有了较大的普及，但工程设计人员使用一段时间后，感到国外软件并不完全适合国内的绘图习惯，许多方面不符合国家标准。这样国外软件的应用就受到了限制，而以国外软件为基础通过二次开发完成的专用 CAD 系统的产权也存在问题，因而开发一个符合中国工程设计习惯，符合国家标准，拥有自主知识产权的设计绘图系统势在必行。

§ 1.3 用户对二维 CAD 系统的要求

二维工程图的设计和绘制，是目前 CAD 应用最广泛的领域。随着 CAD 的发展和广泛应用，过去那种简单的“绘图”已不再能满足工程设计人员越来越高的要求。下面结合近年来 CAD 系统的开发、应用情况及用户反馈的信息，对二维工程设计 CAD 系统的功能需求作较为详细的分析。

一、方便灵活的图形设计手段

CAD 具有广泛应用前景和使用价值的最主要原因，就是能够改善工程设计人员的工作环境，减轻工作强度，提高设计效率。对二维工程设计 CAD 系统来说，其交互界面的友好，操作的方便灵活性，是用户理所当然的要求。

图形设计的方便灵活表现在以下几个方面。

1、交互手段友好、方便

二维工程图设计 CAD 作为一种交互设计手段，首先要保证界面的友好，使设计人员能够在—个心情愉快、舒畅的环境中进行设计工作。甚至连界面的背景颜色，不同的使用人员都会提出自己的看法。

另外,汉字输入是否方便,也是设计人员较为关心的一个问题。AutoCAD 早期版本采用退出图形界面,输入完汉字再重新进入的方式,大多数设计人员都认为这样很繁琐、不太方便。

2. 图形生成、编辑手段完善

AutoCAD 有一些功能的实现方法,为用户提供了很大的灵活性,如剖面填充图案的自定义、线型自定义等,在开发 CAD 系统时,都可以借鉴。对于点、直线、圆、圆弧等基本图形元素的定义方法和交互方式,目前的二维绘图系统,都采用了相似的处理方式,得到了用户的认同。大多数的系统,如 AutoCAD(11.0 或更早的版本),只能处理边界线首尾相连的区域的剖面(我们称之为相连剖面),对边界线是相交的区域的剖面填充(我们称之为相交剖面),则必须先要把边界线在相交处打断,使边界线变成首尾相连的情况,然后才能进行剖面填充。在实际的机械零件图或装配图中,需要填充剖面的区域的边界线,绝大多数不是首尾相接的情况,如果每次填充这些区域的剖面,都需要用户先对边界线作打断处理,将是一个不小的工作量。显然从减轻工程设计人员的工作量,提高设计效率的角度讲,需要对这种处理方式作一些改进。

AutoCAD 中的图形编辑功能,其完善和方便程度,已得到用户的认可,但对一些特殊功能的需求,AutoCAD 还无法解决。比如从设计图中如何方便地生局部放大图等。当然,你可以再重新画局部放大图,不过这样又耗费了你的时间和精力,在开发 CAD 系统时应考虑这类功能的需求。如可通过实现围栏删除、围栏移动、围栏旋转、围栏镜像、围栏缩放等功能,允许用户对矩形区域、圆形区域或多边形区域内的局部图形,做删除、移动、旋转、镜像、缩放等操作,利用围栏缩放实现绘制上面提到的局部放大图。

在用计算机进行设计时,经常需要把标准件图、零部件图从图库中调出,放入总图中,形成装配图。由于视图方向的因素,总图中原有的图形会被改变,比如被遮挡的部分需要被删除。因此 CAD 系统应提供二维消隐功能,以便处理图形的遮挡关系。

随着 CAD 应用的深入,用户的要求也越来越高,例如怎样方便地根据两个视图生成第三个视图,这些作为更进一步的图形辅助设计手段,已经成为二维工程设计 CAD 系统需要解决的新问题。

二、完善的标注手段

二维工程设计 CAD 的大部分用户,来自机械设计专业,机械专业对工程标注(尺寸及尺寸公差标注、形状公差和位置公差标注、表面粗糙度标注、基准符号和基准目标标注、焊接符号标注等)的要求较高,因此提供完善的工程标注手段,是保证二维工程设计 CAD 系统得以推广应用的重要因素。国内安装 AutoCAD 软件的数量不少,但真正的不加再开发地直接用在实际设计工作中的却很少。大多数 AutoCAD 用户认为 AutoCAD 的工程标注功能不够齐全。早期的 AutoCAD 版本,只能标注上下偏差相等的尺寸及其公差(如 $\varphi 50 \pm 0.1$),并且尺寸的标注形式也有限,如对带有斜角的标注、连续标注、坐标法标注等实现起来就较为困难。另外 AutoCAD 没有基准符号、基准目标、表面粗糙度、焊接符号、形位公差等的标注,用户在进行这些标注时,只能预先建成“块”,绘图时再把这些“块”插入到指定位置,指引线、公差值和符号,都需要用户重新输入调整,使用起来极不方便。因此在开发新的 CAD 系统时,应充分考虑机械类专业的要求,对尺寸标注的各种形式进行归类,实现对尺寸引出线、尺寸线、尺寸及公差值的相对位置之间关系的控制,以满足各种标注要求。另外,还应把基准符号、基准目标、表面粗糙度、形位公差的标注,作为独立的功能来实现。

三、参数化(包括局部参数化)设计

当一张图中的某个尺寸修改后,整个图形能否随之变化?只改变几个规格尺寸是否能马上产生出新的设计方案图?这是计算机应用到设计工作中后,设计工程师一直关心的问题,也是他们梦寐以求的希望。过去由于技术上和 CAD 应用水平的原因,CAD 应用人员并没有苛求参数化设计这种技术水平较为高深的功能。随着 CAD 应用的普及和 CAD 软件功能的不断完善,过去的希望已经成为 CAD 应用人员越来越迫切的要求。目前在工作站上运行的象 Pro/Engineering、I—DEAS 等软件,已经具有较为实用的参数化设计功能,而对图形元素很多、关系更复杂的二维工程图来说,参数化设计仍然是一个令人望而生畏的难题。参数化设计的实用化,还有待 CAD 软件开发人员去解决。

基于此,CAD 软件开发人员,为了尽力满足工程设计人员的要求,首先从较为典型的图形如轴类零件的图形着手,有针对性地实现参数化设计的实用化。AutoCAD 并不具备参数化设计的能力,但为了满足用户对参数化设计的需求,一些软件开发公司(研究所),利用 AutoLISP 语言,开发出了参数化设计模块,从一定程度上为用户提供了方便,但其处理图形的复杂程度和可靠性有待进一步提高。

四、提供完善的标准件库及其创建工具

随着工业化程度的提高,设计中对标准件的选用也越来越多。标准件图的绘制实际上是一种重复的劳动,因此,设计工程师希望在 CAD 系统中贮存大量的标准件,并能根据选用的规格,生成标准件图,这是一种自然而然的要求,也是 CAD 系统走向实用化的重要环节。

国内众多的二维绘图系统在标准件的设计和标准件库的建立方面都作了不少的工作。目前的系统建立标准件库的方法有两种:一是编程方式,二是交互绘图方式。

编程方式建库又分两种,第一种是利用 CAD 系统提供的命令语言,编写每种标准件的定义程序,把规格尺寸当作变量来处理,这样,随着规格尺寸的不同,将产生不同形状,大小的标准件图。第二种方法是采用高级语言来定义标准件,这种建库方法常见于早期的绘图系统中,目前已不多见。编程建库方法的优点是可靠,可扩充性好。缺点也是明显的,即对用户的计算机编程水平要求较高。实际上这个缺点也是致命的,因为用户一般都不愿花费精力去编程建库。

相比较而言,交互式建库的方法则有明显的优越性。交互式建标准件库就是用交互式绘图方法来定义标准件的图形,同时建立标准件的数据库,以及标准件的图形与数据之间的联系。不过,这种建库方法对系统的功能要求较高,因为标准件的图形定义,应该是参数化的,系统必须具备可靠的参数化设计功能。正因为如此,采用交互式绘图建库的二维工程设计 CAD 系统还很少。

五、图形属性之外的物理属性描述及其管理

在工程设计 CAD 系统开发和应用的早期阶段,无论是开发人员还是用户,比较重视的是图形的设计。实际上,图形的绘制在设计工程师的工作中,只是一小部分,有相当一部分工作是集中在图形之外的物理描述及其管理上。例如,一张机械设备的总图中,各部分图形代表的是什么零件,它们的规格、材料、技术条件是什么,等等,这些描述即是图形的物理属性描述。这些物理描述,在明细表、零件清单、外购件清单、标准件清单等工艺清单表格中,占据着十分重要

的地位。

六、提供功能扩充和二次开发手段

目前的二维工程设计 CAD 系统,从某种意义上讲只是“绘图”工具,是计算机辅助设计的支撑系统,对于 CAD 应用水平较高的用户,仅仅“绘图”还是不够的,他们希望把自己的专业设计计算和设计出图结合起来,实现真正的计算机辅助设计。因此,作为支撑软件的二维工程设计 CAD 系统,必须提供功能扩充手段和二次开发手段,以便在此基础上开发出适合某个专业使用的专用 CAD 系统。

随着 CAD 应用的深入和技术水平的提高,CAD 系统的功能将会向着更全面、更方便、更灵活的方向发展。总之,尽一切努力满足设计工程师对二维工程设计 CAD 系统的功能需求,是二维工程设计 CAD 软件开发前提和最终目的。

§ 1.4 二维 CAD 平台的建立

多少年来,CAD 最普及的应用,是二维图形的计算机辅助绘制,特别是 AutoCAD 早期版本的广泛推广,使得 CAD 的用户形成了这样根深蒂固的观念:CAD 就是计算机绘图,尽管许多 CAD 专家多次为之正名。

事实上,二维 CAD 系统的开发商早期的工作,有意无意地造成了用户的这种误解,因为他们的工作,无论是系统的总体框架结构,还是系统的功能,都集中在一点:图形绘制手段和方法。而用户使用 CAD 系统所得到的结果也只有一个:图形。当然,这也是由于过去的技术水平所决定的。

随着用户对 CAD 系统需求的增加,以及 CAD 专家开发经验的积累,对二维 CAD 系统有了更全面、更进一步的认识:

首先,二维 CAD 系统应是一个辅助设计工具,而不仅仅是辅助绘图工具。从这个意义上讲,过去的通用二维 CAD 系统只是 CAD 系统的图形工具和图形支撑平台。

其次,工程设计是一个复杂的过程管理,与之相应的 CAD 系统,必须具备对工程设计全过程实施过程管理的手段和方法,允许用户对设计过程中产生的数据进行查询等操作。

还有,二维 CAD 系统的设计结果,不仅仅用于输出设计图,还应当为 CAM、CAPP 提供产品零件的几何定义。

要满足所有用户及其专业对辅助设计的要求,就不能象一个通用绘图系统那么简单,从某种意义上讲,几乎是不可能的。作为软件开发者来说,提供一个强有力的 CAD 开发平台则更为现实。

建立一个二维 CAD 开发平台,一般应完成以下三方面工作,即开发图形支持函数库、开发图符库创建工具和开发交互绘图系统。

一、图形支持函数库

图形支持函数库是用户开发专用系统的基础,只有提供功能齐全、方便的函数库,用户才能方便地进行本专业领域的系统开发。

图形函数库一般包括三部分功能:

包括基本图形函数库、界面开发函数库和图形设计函数库。

基本图形函数和界面开发函数将在第三章作较多的介绍,在此不再叙述,下面对图形设计函数库的功能要求作一简单介绍。

1、基本绘图函数

基本绘图函数应包括绘制基本图素、绘制剖面线及建立图组的功能。这里要注意的是:每个绘图函数必须返回所定义实体的地址,如画线函数:

```
ADDRESS Line2P(x1, y1, x2, y2)
```

其返回值为所画直线在数据结构中的地址,在以后操作中,如需对该直线处理,必须通过此地址来检索。例如,要作图 1.1 所示区域的剖面线,可用下段程序实现:

```
DrawHatch()  
{  
    ADDRESS bound[10], e_add;  
                                     //定义外边界  
    BlockL(-100., -100., 100., 100., bound);  
    bound[4] = NULL;  
                                     //定义内边界  
    bound[5] = Line2P(-50., -100., -50., 100.);  
    bound[6] = Line2P(50., -100., 50., 100.);  
    bound[7] = bound[0];  
    bound[8] = bound[2];  
    bound[9] = NULL;  
    e_add = CreateHatchX(10., 45., 1, bound, 10);  
                                     // 其中:10. 为剖面间距, 45. 为剖面线斜角  
                                     // 1 表示画单向剖面,bound 为剖面边界地址  
                                     // 10 为边界数组大小  
}
```

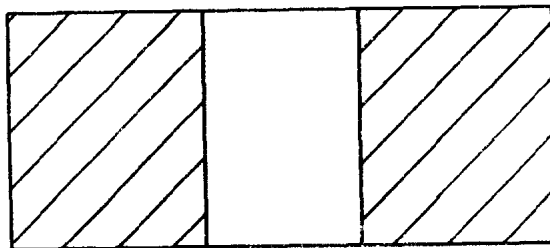


图 1.1

在此记录了每个图素的地址,定义剖面线时,将这些地址作为剖面边界的输入值。

但是,如果不需对这些图素操作,我们可以忽略其返回值。

有时需要对一组实体作统一操作,我们可以将这些实体定义为一个图组,以免记录每个实体的地址,下面是一建组的程序实例:

```
MakeGroup()
```

```

ADDRESS e-add;

e-add = BeginGroup();
    Line2P(-100., -100., 100., -100.);
    Line2P(100., -100., 100., 100.);
    CircleCR(0., 0., 50.);
EndGroup();
}

```

2. 图形编辑修改函数

有了绘制函数来绘制图形后,还必须有函数来编辑或修改已有图形,如在 CAD 系统中可提供以下函数:

```

ADDRESS MakeFillet(ADDRESS e1-add, ADDRESS e2-add, FLOAT radius,
    FLOAT pnt1[2], FLOAT pnt2[2]);
    //作两实体的过渡圆角
ADDRESS MakeChamfer(ADDRESS e1-add, ADDRESS e2-add,
    FLOAT edge, FLOAT angle, FLOAT pnt1[2], FLOAT pnt2[2]);
    //作两实体的倒角
WORD TrimOneEntities(ADDRESS *e1-add, ADDRESS e2-add,
    FLOAT pnt1[2], FLOAT pnt2[2], WORD layer1, WORD layer2);
    //修剪单个实体
WORD TrimTwoEntities(ADDRESS *e1-add, ADDRESS *e2-add, FLOAT pnt1[2], ADDRESS pnt2
    [2], WORD layer1, WORD layer2);
    //修剪两个实体
WORD ExtendEntities(ADDRESS *e1-add, ADDRESS *e2-add, FLOAT pnt1[2], FLOAT pnt2[2],
    WORD layer1, WORD layer2);
    //延长实体
WORD DevidedEntity(ADDRESS e-add, WORD n);
    //等分实体
WORD PolyDelete(FLOAT board-pnt[], WORD n);
    //删除指定区域内的实体
WORD RemoveHiddenLine(ADDRESS hidden-b, ADDRESS hiding-b, ADDRESS new-b);
    //将两组合实体进行消隐处理

```

值得一提的是消隐函数,在二次开发过程中,当需要生成装配图时,往往需要将一些子图进行拼装,这时我们可以利用消隐函数来将拼装后的多余线清除。

3. 尺寸及工程符号标注功能

当图纸生成后,可利用尺寸标注函数来标注图形的尺寸线,主要的函数应有:

(1) 两点间距离标注

```

ADDRESS PointDimD(FLOAT x1, FLOAT y1, FLOAT x2, FLOAT y2, FLOAT dist);
ADDRESS PointDimX(FLOAT x1, FLOAT y1, FLOAT x2, FLOAT y2, FLOAT x, FLOAT y);

```

ADDRESS PointDimY(FLOAT x1, FLOAT y1, FLOAT x2, FLOAT y2, FLOAT x, FLOAT y);

(2) 直线长度标注

ADDRESS LineDimD(ADDRESS e-add, FLOAT dist);

ADDRESS LineDimX(ADDRESS e-add, FLOAT x, FLOAT y);

ADDRESS LineDimY(ADDRESS e-add, FLOAT x, FLOAT y);

(3) 圆、圆弧标注

ADDRESS RadiusDim(ADDRESS e-add, FLOAT x, FLOAT y);

ADDRESS DiameterDim(ADDRESS e-add, FLOAT x, FLOAT y);

ADDRESS CircularDim(ADDRESS e-add, FLOAT x, FLOAT y);

ADDRESS ArcLengthDim(ADDRESS e-add, FLOAT x, FLOAT y);

(4) 角度标注

ADDRESS LinesAngleDim(ADDRESS l-add1, ADDRESS l-add2, FLOAT posi[2]);

ADDRESS Pnt3AngleDim(FLOAT xc, FLOAT yc, FLOAT xs, FLOAT ys,
FLOAT xe, FLOAT ye, FLOAT xp, FLOAT yp);

(5) 两线距离、点线距离标注

ADDRESS LinesDistDim(ADDRESS e1-add, ADDRESS e2-add, FLOAT x, FLOAT y);

ADDRESS PntLinDistDim(ADDRESS e-add, FLOAT x0, FLOAT y0, FLOAT x, FLOAT y);

另外,还应提供形位公差符号、基准符号、粗糙度等符号标注函数,如:

WORD DefShapePosi(WORD xwname, BYTE xw-value[], BYTE base[][10],

WORD bn, FLOAT x0, FLOAT y0,

FLOAT x1, FLOAT x2, FLOAT y2, FLOAT angle);

ADDRESS DefBase(FLOAT angle1, BYTE *name, FLOAT x, FLOAT y, FLOAT angle2);

ADDRESS DefRoughDegree(FLOAT x, FLOAT y, UBYTE lc, FLOAT angle,

BYTE *A2, BYTE *A1, BYTE *B, BYTE *C);

4. 图形符号调用函数

调用已有图形符号或标准件来生成图纸,是开发专用系统时常用的方法,所以在二次开发函数库中必须提供这类函数。

(1) 打开图库函数

WORD OpenParamLibrary(BYTE *l-name);

WORD OpenFixedLibrary(BYTE *l-name);

WORD OpenStandardLibrary(BYTE *lib-name, BYTE *data-name);

(2) 取图符及标准件函数

ADDRESS GetFixedSymbol(WORD sy-no, WORD handle, FLOAT x, FLOAT y,
FLOAT sx, FLOAT sy, FLOAT angle);

ADDRESS GetParamSymbol(WORD sy-no, WORD handle, FLOAT x, FLOAT y,
FLOAT sx, FLOAT sy, FLOAT angle, FLOAT pvalue[]);

ADDRESS GetStandardPart(BYTE *std-name, FLOAT size[2],
WORD draw-nb, FLOAT handle-no,
FLOAT posi[2], FLOAT angle);

5. 文件处理函数

当图纸生成完毕后,应可将已生成的图形存盘,在需要时,再从盘中调出。

WORD SaveFile(BYTE * fname);

WORD LoadFile(BYTE * fname, BYTE manner);

完整的图形设计函数库还应包括显示处理函数、查询函数、计算函数、属性设置函数等等,在此不再一一细述。

二、图符库创建工具

在开发专用系统时,如果所有图形都通过基本绘图函数来绘制,开发工作就会变得十分繁琐,而事实上,大量复杂图形是由简单图形符号组成的。有时,专用系统只需对已有图形进行检索,这时我们可以将这些图形或符号建成图形符号,存入库中。所以,作为二维 CAD 平台必须提供图库创建工具。图形符号应可以是固定的或参量化的。

三、交互绘图系统

交互绘图系统可以作为专用系统的输入,如输入零件的初始形状,工件尺寸等,也可作为专用系统输出结果的编辑器,因为通过专用系统生成的图形一般很难保证其完整性和准确性,这时可以将图形调入交互绘图系统,进行编辑修改。

§ 1.5 利用二维 CAD 平台开发专用系统

利用二维 CAD 开发平台,用户可以开发适用于自己领域的专用系统。由于专用系统的用途各不相同,其利用二维 CAD 平台的方式也有所不同,根据专用系统的适用领域,软件开发中需采用不同的方法。总结专用系统的开发,大致可将专用系统分为三类:

1、工程管理型专用系统

许多的工程设计实际上是一个复杂的过程管理和数据管理。作为这类专用系统必须能够完整地管理工程人员的整个设计过程以及在设计过程中产生的数据,并且在设计过程中,还应能根据设计数据进行一些计算或校核,以保证设计的合理性;而当设计完成后,又应该能够根据用户的要求将某些数据进行管理、检索。由于这类系统的数据量往往较大,而且由于不同的用户有不同的设计数据或设计标准,要想使这类系统适合于不同的用户,就必须使系统依赖的设计数据或设计标准对用户完全公开,以使用户随时修改或添加,开发这类系统时我们可以采用以下措施:

- A. 利用数据库管理用户的原始设计数据和设计过程中产生的数据;
- B. 利用图形库创建工具创建用户所需的图形;
- C. 建立数据结构统一处理图形数据及工程信息数据。

例如,在二维 CAD 平台上开发铝门窗 CAD 系统时,首先应利用 DBASE 为用户建立型材库、附件库、玻璃库;由于不同的门窗设计单位采用的型材、附件、玻璃都不尽相同,所以这些库对用户应是开放的,用户可随时修改、添加。然后利用图库创建工具创建结点图库、剖面图库和工艺图库,再建立图库和窗型的相互关系。利用二维 CAD 开发平台,我们再设计好系统的界面并建立一套项目管理的数据结构。当用户使用该系统时,用户首先可以创建自己的工程项目,然后可以选择该项目所需的窗型、型材、玻璃等,最后系统应根据用户的设计参数,为用户统计出所用的材料、附件、玻璃等,系统还应可对用户所设计的工程项目进行管理。

这类专用系统较为简单,它实际上只是利用数据库来管理工程数据,利用二维 CAD 平台来管理工程设计中的图形数据。

2、计算出图型专用系统

早期的 CAD 系统相当一部分只完成工程设计中的计算工作,绘图工作是与计算部分相脱离的。有了 CAD 开发平台后,我们可以用计算后的设计参数数据生成相应的图形。完成计算到出图的全过程。

例如,常用机械零件的设计过程就是一个计算出图的过程。在开发常用机械零件设计系统时,首先应开发出不同零件的设计计算程序,然后再利用计算结果,调用二维 CAD 开发平台的函数,生成相应的图形。

对于比较简单的零件图,计算后直接出图的办法是可行的。但对比较复杂的装配图,简单的计算出图并不能满足要求。事实上装配图是由零件图构成的,我们可以通过计算出图的办法绘制出各个零件图,然后再调用开发平台中的子图拼装函数将几个零件进行拼装。在此,我们还可以利用图库创建工具,将常用图形建成固定图符或参量图符,在出图时调入这些图符,再进行消隐等处理即可。

3、设计型专用系统

工程设计往往是一个十分复杂的问题,既要求自动绘制产品的图形,又要能对产品进行计算分析,还要能生成产品的各种数据表格,所以对产品的描述应采用完整的信息模型,既要有产品的图形信息,又要有其物理属性,还要包含一些文本描述。有了产品的完整描述,才能保证产品设计过程的合理性。在产品的设计过程中,应能根据要求随时修改产品的形状、位置。应能根据设计要求选择产品的结构、定位方式等。因此,在开发设计型专用系统时,我们可以采用以下措施:

- A. 采用参数化的图形定义产品的形状和位置;
- B. 利用物理属性描述产品的特征,包括产品的名称、功能、标准等;
- C. 建立产品各部件之间的关系,如定位关系,匹配方式等。

例如,在二维 CAD 平台上开发冷冲模设计系统时,根据冷冲模的模具结构和零件基本上是二维半的几何模型(二维图形的简单拉伸和旋转)之特点,可将零件分成多个外环和内环来表示。每个外环和内环都由参量图符来描述,再给每个环以高度,这样实际上就形成了零件的三维描述。通过计算得出各零件的尺寸后,系统可自动根据参数修改图形,而零件的不同视图或剖面可通过其描述自动生成。对每个零件,我们利用平台提供的物理属性功能,描述出每个零件的名称、功能、材料等,对有安装要求的零件,我们利用特征描述将孔分为销钉孔、螺纹孔、台阶孔等,并描述其安装要求。有了产品的完整描述,我们就能很容易地实现产品的设计过程,并且很容易输出产品的设计结果,包括图形和数据。

事实上,专用系统往往是上述三类系统的组合,我们在开发时,关键是要充分利用平台的各种功能。

第二章 二维 CAD 系统中的基本算法与功能

§ 2.1 基本算法

二维 CAD 系统中的算法很多,本节主要介绍几个常用的算法。

一、基本变换算法

为修改图形的位置,或者对图形作适当的显示处理,都需要对构成图形的几何元素进行各种变换。一般来说,基本变换包括:图形的平移、旋转和变比例等变换。例如,我们如需将图形上原来的坐标点 P 变换为新的坐标 P' 时,用矩阵式 T 来表示某种变换,则这一变换可以写为:

$$P' = P \cdot T$$

任何复杂的变换,都可以由上述基本变换序列组成。为使若干个依次作用的变换 T 组合在一起,从而形成一个变换 T ,使其具有与原来若干个变换依次作用时相等同的效果,各个变换必须使用统一的表达式。这种组合(或级联)后的变换便可表示为:

$$T = T_1 \cdot T_2 \cdot T_3 \cdots$$

利用上式即可表达任何复杂的变换,式中各项均是简单的基本变换。显然,在一定条件下它们的序列是不能随意加以改变的,否则将会产生不同的变换效果。

1、平移变换

在二维平面内,某一坐标点 $P(X, Y)$ 沿坐标轴 X 及轴 Y 分别平移距离 T_x 及 T_y ,则新的坐标点 $P'(X', Y')$ 可以写为:

$$X' = X + T_x$$

$$Y' = Y + T_y$$

$$\text{或: } [X' Y' 1] = [X Y 1] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ T_x & T_y & 1 \end{bmatrix}$$

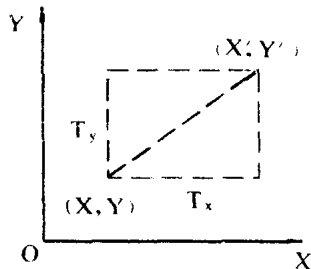


图 2.1

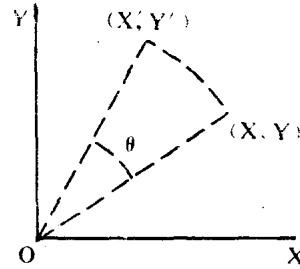


图 2.2

2、旋转变换

某一点 $P(X, Y)$ 在二维平面内绕坐标原点逆时针方向旋转 θ 角,则新的坐标点 $P'(X', Y')$