

建筑 结构

CAD

■ 钱若军 刘惠义 王人鹏 编著

同济大学出版社



土
木
工
程
系
列
书

土木工程系列丛书

建筑结构CAD

钱若军 刘惠义 王人鹏 编著

同济大学出版社

内 容 提 要

本书介绍了建筑结构 CAD 的开发和应用基础。全书分三个部分,共十章。第一部分介绍了建筑结构 CAD 系统的功能、界面设计的初步、建筑结构的表示和造型。第二部分讨论了建筑结构 CAD 的应用基础,简单介绍了几何图形的显示技术、几何造型、曲线曲面的表示以及三维实体模型 CAD 系统。第三部分主要讨论结构 CAD 系统的分析设计功能以及施工图档的组织。

本书可作为大专院校建筑结构 CAD 课程的教材,也可供建筑结构设计和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构 CAD/钱若军,刘惠义,王人鹏编著. —上海:
同济大学出版社, 2002.9

ISBN 7-5608-2474-9

I. 建... II. ①钱...②刘...③王... III. 建
筑结构-计算机辅助设计-高等学校-教材 IV. TU311.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 051294 号

建筑结构 CAD

钱若军 刘惠义 王人鹏 编著

责任编辑 易颖琦 周克荣 责任校对 徐 栩 封面设计 晓 陆

出 版 社 同济大学出版社
发 行

(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 苏州望电印刷厂印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 14.25

字 数 365 000

印 数 1—4 000

版 次 2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5608-2474-9/TU·461

定 价 21.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

前 言

顾名思义,建筑结构计算机辅助设计(CAD)系统是为建筑结构设计工程师提供的一种辅助设计工具,借助这一工具进行建筑结构分析和设计。显然,CAD 系统只是一种工具,它不能代替工程师,然而一个好的 CAD 系统可以帮助工程师进行分析和设计。自从 CAD 的概念提出以来,一方面,CAD 系统有了极大的发展;另一方面,由于建筑结构的发展,使得传统的结构设计方法已无法胜任对这些复杂结构的分析和设计,因此,必须借助 CAD 系统。

作为计算机技术主要的应用之一,专业的 CAD 系统很多,尽管这些系统的功能各异,但是,作为一种计算机应用系统和建筑结构的设计系统,它们都有基本的共同之处。本书主要介绍 CAD 系统的基本特点、基本系统框架,讨论了开发建筑结构 CAD 系统的初步基础和方法。通过对 CAD 系统基本构架和开发方法的了解,可以比较深入地掌握 CAD 系统的运用技巧,使得使用者容易掌握各种不同的结构 CAD 系统。本书分别强调了 CAD 系统中的界面和分析计算核心,系统中的分析和设计才是使用者借助 CAD 系统这一工具所欲达到的目的,因此,这部分核心是最重要的,而系统的界面中所提供的功能是一种工具和手段,它为设计者提供了很多方便,使他们能够开阔视野,综观全局,了解过程。

全书分三个部分,共十章。第一部分介绍了建筑结构 CAD 系统的功能、界面设计的初步、建筑结构的表示和造型。第二部分讨论了建筑结构 CAD 的应用基础,简单介绍了几何图形的显示技术、几何造型、曲线曲面的表示以及三维实体模型 CAD 系统。第三部分主要讨论了结构 CAD 系统的分析、设计功能以及施工图档的组织。

本书可作为大专院校建筑结构 CAD 课程的教材,也可供建筑结构设计人员参考。

钱若军 刘惠义 王人鹏

2002 年 5 月

目 录

前言

第一章 建筑结构 CAD 系统的功能	(1)
1.1 建筑结构设计的任务	(1)
1.2 建筑结构 CAD 系统的基本组成	(1)
1.3 建筑结构 CAD 系统的基本功能	(2)
1.4 建筑结构 CAD 的结构分析设计功能	(3)
1.5 建筑结构 CAD 的类型	(4)
1.6 建筑结构 CAD 的开发环境、开发方法	(4)
1.7 建筑结构 CAD 系统框架	(5)
1.8 建筑结构 CAD 系统的开放性、扩展性、可维护性、可干预性	(5)
第二章 结构工程 CAD 集成系统及界面设计	(7)
2.1 概述	(7)
2.2 Windows 的集成开发环境	(8)
2.2.1 动态数据交换 (DDE)	(8)
2.2.2 应用程序接口 (API)	(9)
2.2.3 对象链接与嵌入 (OLE)	(10)
2.2.4 基于 Windows 的应用程序开发工具	(13)
2.3 Access 数据库引擎	(13)
2.3.1 数据库概念综述	(13)
2.3.2 用 Access 建立数据库	(14)
2.3.3 结合 Visual Basic 使用 Access 数据库	(15)
2.4 Excel	(18)
2.4.1 Excel 对象与集合简介	(18)
2.4.2 运用 Visual Basic 引用 Excel 对象的例子	(20)
2.5 Word	(20)
第三章 结构 CAD 界面设计	(22)
3.1 界面系统的图形支持	(22)
3.2 界面的设计方法	(23)
3.2.1 图形用户界面的主要元素	(23)
3.2.2 界面设计的主要方法	(24)

3.2.3	用户界面设计的若干方面	(26)
3.2.4	面向结构工程软件的界面设计特点	(27)
3.3	结构工程 CAD 界面系统的功能	(28)
3.3.1	造型功能	(28)
3.3.2	数据处理功能	(28)
3.3.3	界面的图形功能	(29)
3.3.4	图档编制与管理功能	(29)
3.3.5	总体调度功能	(29)
3.3.6	智能化功能	(29)
3.4	结构 CAD 界面的设计和开发	(29)
3.4.1	结构工程 CAD 界面的菜单系统设计	(30)
3.4.2	结构 CAD 界面系统的流程控制	(32)
3.4.3	数据输入及数据过滤	(33)
3.4.4	联机帮助的编制	(34)
3.4.5	结构工程 CAD 界面设计的检测与评价	(34)

第四章 结构的表示和造型

4.1	概述	(36)
4.2	结构拓扑和几何的一般规律及其抽象	(37)
4.2.1	结构拓扑的一般规律	(37)
4.2.2	结构的网络化	(37)
4.2.3	整型名义坐标系	(38)
4.3	结构在整型名义坐标系中的描述方法	(40)
4.3.1	指示矩阵算法的基本概念	(40)
4.3.2	结点指示矩阵	(41)
4.3.3	单元指示矩阵	(41)
4.4	指示矩阵的运算规则	(43)
4.4.1	指示矩阵的赋值运算	(43)
4.4.2	指示矩阵的算术运算	(45)
4.5	计算机分析时数据前处理方法	(47)
4.5.1	单元结点编号	(47)
4.5.2	单元信息生成算法	(48)
4.5.3	结点坐标的形成	(49)
4.6	结点及杆件的“装、拆”算法	(50)
4.7	荷载向量的生成	(51)
4.8	形式代数	(51)
4.8.1	形式的基本概念	(52)
4.8.2	形式函数	(54)
4.8.3	坐标变换	(62)

4.8.4 结论	(64)
第五章 几何图形显示技术	(65)
5.1 概述	(65)
5.2 三维几何模型的建立	(66)
5.2.1 几何模型	(66)
5.2.2 几何模型的建立	(66)
5.2.3 描述立体的数据结构	(67)
5.3 三维几何变换	(69)
5.3.1 齐次坐标	(69)
5.3.2 平移变换	(70)
5.3.3 比例变换	(70)
5.3.4 整体比例变换	(70)
5.3.5 错切变换	(71)
5.3.6 绕坐标轴旋转变换	(71)
5.4 投影	(72)
5.4.1 正投影与三视图	(72)
5.4.2 轴测投影	(74)
5.4.3 透视投影	(78)
5.5 三维形体的裁剪和剖切	(81)
5.5.1 三维裁剪	(81)
5.5.2 直角剖切	(83)
5.5.3 任意角剖切	(86)
5.5.4 选择保留主部或副部	(87)
5.6 隐藏线的消除	(88)
5.6.1 消隐的基本方法	(88)
5.6.2 消隐的预处理方法	(88)
5.6.3 隐藏线的最后判别	(93)
5.6.4 单凸多面体的隐藏线消除	(95)
5.6.5 凹多面体的隐藏线消除	(95)
第六章 几何造型	(96)
6.1 概述	(96)
6.2 体素构造表示	(96)
6.2.1 半空间的概念	(97)
6.2.2 判别函数及其特性	(99)
6.3 边界描述法	(102)
6.3.1 Sweep 运算	(104)
6.3.2 欧拉运算	(105)

6.3.3 集合运算	(106)
6.3.4 局部运算	(111)
第七章 曲线曲面的表示	(114)
7.1 曲线的表示	(114)
7.1.1 Bezier 曲线	(114)
7.1.2 B 样条曲线	(119)
7.2 曲面的表示	(126)
7.2.1 不规则曲面的表达	(126)
7.2.2 Coons 曲面块	(126)
7.2.3 Bezier 曲面块	(136)
7.2.4 B 样条曲面块	(139)
7.2.5 曲面块程序设计	(141)
7.3 曲面块的拼接	(144)
7.3.1 Bezier 曲线的拼接	(144)
7.3.2 Bezier 曲面块的拼接	(145)
第八章 三维实体模型 CAD 系统	(149)
8.1 Solid Edge	(149)
8.1.1 Solid Edge 建模环境	(149)
8.1.2 Solid Edge: Assembly	(151)
8.1.3 Solid Edge: Draft	(153)
8.1.4 Solid Edge 工具窗口	(154)
8.2 Imagineer Technical 系统入门及其初步应用	(157)
8.2.1 概述	(157)
8.2.2 Imagineer Technical 系统特征	(157)
8.2.3 Imagineer Technical 系统常用图标工具	(159)
8.2.4 Imagineer Technical 系统常用工具条	(163)
8.2.5 绘制基本图形单元的基本方法	(165)
第九章 结构 CAD 系统的分析和设计功能	(169)
9.1 建筑结构设计过程	(169)
9.2 建筑结构 CAD 系统框架	(170)
9.2.1 前处理	(170)
9.2.2 分析和设计	(171)
9.2.3 后处理	(171)
9.2.4 结构设计和系统界面	(171)
9.3 分析和设计系统结构	(172)
9.3.1 系统框架	(172)

9.3.2	前处理子系统	(172)
9.3.3	形态分析	(176)
9.3.4	结构扫描、单元属性初始化.....	(176)
9.3.5	线性分析和设计	(176)
9.3.6	非线性分析	(176)
9.4	建筑结构分析的单元库	(178)
9.5	构件截面特性库	(180)
9.6	荷载库	(189)
9.7	算法	(196)
9.8	效应组合	(196)
9.9	钢结构节点分析、设计.....	(198)
第十章	施工图	(205)
10.1	分析结果.....	(205)
10.2	与图形系统接口的设计.....	(205)
10.3	施工图的绘制.....	(206)
10.4	节点加工图的绘制.....	(206)
10.5	构件加工图的绘制.....	(206)
10.6	文档编制.....	(206)
参考文献		(216)

第一章 建筑结构 CAD 系统的功能

1.1 建筑结构设计任务

在计算机技术相当发展之前,建筑结构设计任务是限于一个很狭窄的范围。建筑结构设计仅是结构内力分析以及截面校核的过程。只有在计算机技术高度发展后,才开始研究现代化设计方法。经过一个阶段的发展,计算机技术集中体现于智能型的 CAD 系统。毫无疑问,CAD 系统只是一个工具,它的功能首先是辅助工程师们进行创造性的构思,其次才是施工图的绘制。因此,采用这个现代化工具的结构设计便包含了更多、更广、更深的内容。

建筑结构设计任务应包括:对选定建筑物选择结构方案,确定结构类型;对选定的结构进行在各种荷载工况、边界条件、施工方法等情况下的内力、变形、及稳定分析;根据最不利荷载或作用效应进行结构构件的截面及节点构造设计;根据构件内力、结构变形及截面选择的结果重新修正结构,进行重分析和重设计;对分析和设计作出判断和评估;绘制施工图及编制文档。完成这个设计任务,需要查询各种资料,分析比较各种资料和计算结果;进行大量的复杂的力学分析;按照设计规范进行结构构件和节点的设计,编制大量的图档。此外,还应考虑到现代建筑结构的复杂性、荷载和作用的复杂性及制造加工安装的要求。因此,建筑结构设计已不是一种简单意义上的结构计算和截面校核,它需要大量的分析、综合工作;需要组织特定的算法以描述整个完备的分析设计过程;需要考虑到加工制造的条件和要求;需要引入一些非传统的土建结构的方法和部件,如结构控制和控制器等。所以,现代的建筑结构设计是一项带有创造性的工作,需要运用各种知识和技术才能完成。对于这么一项复杂的工作,最得力的工具莫过于 CAD 系统了。

1.2 建筑结构 CAD 系统的基本组成

建筑结构 CAD 系统作为一个软件系统,其系统结构的设计主要是根据系统的功能要求、集成环境、或支撑系统的支撑功能以及系统设计人员的逻辑设计。在前提条件相同的情况下,系统设计的风格、细节的考虑、友好性和严密性在相当程度上与设计者的逻辑设计有关。所以,功能相仿的系统,但其风格迥异。当然,在满足功能的前提下,系统的友好性强、活泼、纠错能力强等总是令人喜欢的。但是,不能为之而舍弃基本的组成。

系统的基本组成可分成若干个不同的功能部分。每个功能部分可由一些模块组成。一般建筑结构 CAD 系统可分为前处理、结构分析与设计、后处理三个部分。

1. 前处理

前处理是对结构分析和设计进行的所有准备工作。前处理包括:结构设计所需的基本数据、参数的输入并形成相关的数据文件;结构拓扑和几何的描述并形成相关的数据文件;荷载和作用的输入并形成相关的数据文件;边界条件的描述和数据文件的生成。在前处理

中,主要是结构造型及结构拓扑和几何的描述。对此,国内外学者都进行过研究。其中,由英国瑟蕾大学空间结构研究中心诺逊提出的形式代数及我国提出的指示矩阵法都是通过建模将结构用一基函数和这些函数的变换来表示。采用造型函数来构造的几何更适合于计算机方法。

2. 结构分析与设计

结构分析与设计是建筑结构 CAD 系统的核心部分。建筑结构的设计主要是由系统的分析及设计功能来完成。结构分析包括根据所描述的结构拓扑和几何生成结构刚度矩阵;根据边界条件修改结构的刚度矩阵;解有限元基本方程求得结构节点位移;根据节点位移可求得各个单元内力;根据各种荷载工况可计算得各工况下的最不利截面;杆件截面的选择;设计判断及校核;根据设计判断及校核结果进行重分析和重设计。

3. 后处理

后处理的目的是对结构分析和设计的结果进行图档处理。后处理包括杆件和节点的设计;节点详图和施工图的绘制;加工详图的绘制;施工文档的编制等。

从建筑结构 CAD 系统的任务和系统组成看,建筑结构 CAD 系统中以下几个部分显然是很重要的。

- (1) 结构的造型系统。它包括结构节点布置、结构拓扑布置及结构几何的生成。
- (2) 结构的导荷系统。它包括结构节点和杆件跨中荷载的输入以及荷载向量的生成。
- (3) 在荷载作用下结构效应组合。它包括杆件最不利截面的确定和校核。
- (4) 杆件和节点的连接计算和设计以及详图绘制。
- (5) 施工图绘制。

上述各部分可以借助于系统的辅助功能来实现。

1.3 建筑结构 CAD 系统的基本功能

建筑结构 CAD 系统的基本功能包括两个部分。一个部分是建筑结构的设计功能,另一个部分是为进行设计由计算机系统提供的辅助功能。显然,前者是主要的,后者也是很重要的。

CAD 系统的设计功能包括:

1. 结构类型体系的选择,建筑结构的造型及修改;
2. 建筑结构分析单元和计算简图的确定、结构分析模型的确定;
3. 结构分析和重分析;
4. 结构设计和重设计;
5. 分析和设计结果的评估及修改;
6. 结构节点设计、结构节点详图及施工图的绘制;
7. 数据、资料、施工图档的汇编。

CAD 系统的辅助功能包括:

1. 人机交互功能

人机交互功能包括:结构分析、设计的数据准备和数据文件的生成;作业运行的控制和干预。

2. 图形功能

图形功能指图形生成,图形编辑,图形数据的交换、调用及图形显示等。此外,图形存储也极为重要。

3. 数据处理功能

数据处理功能主要是数据信息的存储、交换、调用以及显示等。

CAD 系统中的辅助功能体现了 CAD 系统与早期的软件之间的区别。有了这些辅助功能才能准确、方便、迅速地完成任务分析和设计功能。借助这些辅助功能才能准确地进行大型复杂结构的分析和设计。辅助功能的实现主要借助于前面介绍的各种支撑系统。

综上所述,一个比较完善的建筑结构 CAD 系统是由软件设计制造的数值计算和数据处理程序包、图形信息交换(输入,输出)和处理的交互式图形显示程序包、存储和管理设计制造信息的工程数据库等三大部分构成的。建筑结构 CAD 系统的主要系统功能包括:

1. 曲面造型(Surface-Modeling)功能;
2. 实体造型(Solid-Modeling)功能;
3. 二、三维图形的转换功能;
4. 三维几何模型的显示处理功能;
5. 有限元的分析功能;
6. 优化设计功能;
7. 信息处理和信息管理功能。

1.4 建筑结构 CAD 的结构分析设计功能

建筑结构 CAD 系统中的分析功能是主要的功能,也是建筑结构设计中的最主要的环节。通过选择合理的数学、力学模型,选择符合设计条件且最能反映出结构性能而又比较简单的计算模型,计算分析结构的构件内力及内力的分布规律;计算分析结构的变形;估计并修正可能出现的分析计算误差等是建筑结构分析的主要任务。结构分析的重要性是不容置疑的。

在计算技术未发展之前,结构的分析计算是依靠工程师的手工计算。分析人员按照其对结构性能的了解,将所分析的结构作出简化,确定简化分析模型,然后应用经典的力学原理和结构理论进行分析计算。随着建筑结构的发展,经典的力学方法已经不能正确地分析复杂结构,因此,借助于先进的计算技术是必然的。20 世纪 60 年代后,当有限单元法日趋成熟和完善后,这种非常适合现代计算技术的方法一举替代了经典的方法。现在,在工程设计领域内,几乎不再采用经典的方法进行分析了。

一个不应忽视的事实是,现代计算技术的发展极为迅猛。因此,每隔短短的几年,计算技术总有一个新的发展,令人有一种日新月异的感觉。但不管其发展如何。萌芽于 20 世纪四五十年代,成熟于 20 世纪六七十年代的有限单元法至今仍是结构分析的主要方法。因此,在建筑结构 CAD 系统中有限元法分析系统成为应用部分的核心。

结构设计同样是 CAD 系统中的重要部分。由于传统的设计方法是根据建筑设计和有关的结构设计规范,借助工程师的设计经验以及相类似的结构设计假定结构的拓扑和几何。在对这个已定拓扑和几何的结构进行分析后,设计的意义仅是对结构的构件进行截面的强度校核以及结构的变形控制。诚然,构件截面的选择是重要的,是结构设计的直接目标,但

当采用 CAD 系统后,结构的拓扑和几何才有可能通过设计来确定,而结构的构件截面的强度校核以及结构的变形控制仍是结构设计的直接目的,毫无疑问,对于一个复杂的结构,结构的拓扑和几何的设计较构件截面的选择更加重要。

1.5 建筑结构 CAD 的类型

建筑结构 CAD 软件系统大致可以分为如下几类:

1. 面向问题的专用 CAD 系统

面向问题的专用 CAD 系统是任务和功能非常明确的系统。它针对某种结构或结构系统。如连续梁、平面框架、平面桁架等常用工程结构的 CAD 系统;又如网架、网壳、悬索等常用的空间结构 CAD 系统;还有如框剪体系、筒体、框筒等高层建筑结构 CAD 系统。这种系统一般比较简单,功能也单一。但往往有较高的计算效率。其缺点是使用范围太窄,随着结构的发展而显出其功能贫乏的缺点。随着建筑结构的工业化、商品化,一些附带有经营、管理功能的 CAD 系统也已经开发。如网架、钢结构轻型门式刚架的 CAD 系统。此外,这些系统与 CAM 也有很好的结合。

2. 大型建筑结构 CAD 系统

大型建筑结构 CAD 系统是某些有相同或相类似结构性状结构的 CAD 系统。如框架结构 CAD 系统,它具有全面完整的框架结构及其基础等结构系统的分析设计功能;又如高层建筑结构 CAD 系统,它具有分析设计各类高层建筑结构的功能。

3. 集成体系的 CAD 系统

由于现代建筑结构往往也很难以一种单一的结构类型来描述,当然也很难用单一的数学、力学模型来分析。因此,实际的建筑结构就是一种集成体系。它是由杆、梁、柱、板等结构单元组成,但又不是简单的桁架或框架。集成体系的 CAD 系统是比较完善的系统,但它需要很强的造型功能及其他计算机辅助功能。

4. 基于大型 FEM 程序包的 CAD 系统

基于大型 FEM 程序包的 CAD 系统主要在国外有较大的发展。这是基于以下两个原因。首先是在计算技术发展的早期,经过数十年的积累,国外已逐步形成商业化的大型 FEM 软件包,这类软件包已广泛用于国防及工业界。其次,国外的结构工程师主要从事创造性的构思和方案设计,而计算分析就借助于这类强大的软件包。所以,对于一些著名的软件包,如 NASTRAN、ANSYS、COSMOS 等都设计了接口,而著名的教学软件 SAP 也经过开发后进一步开发成为 CAD 系统。

比较国外对 CAD 系统的技术要求来看,国内的用户比较希望面向用户的系统,希望系统能对特定的结构提供较为简便的造型和分析设计功能,并且能一次性输出施工图和加工图。而国外的工程师希望系统提供工具和平台,提供造型机制,使所提供的这些工具体现工程师的创造性。CAD 作为一种技术平台,似乎应该兼有二者功能。

1.6 建筑结构 CAD 的开发环境、开发方法

早期的结构 CAD,基本上基于 DOS 环境,利用 DOS 的编程工具,如 FORTRAN 77,

Turbo C等编译器进行程序编制,利用 AutoCAD 等工具进行绘图。在这种环境配置下,数据的交换主要通过数据文件的方式进行,程序的各个部分之间的接口也是通过数据文件的方式实现。这样造成了接口的脆弱和不安全,程序运行的不稳定。随着工作站、小型机的发展以及操作系统 XWindow 的出现,使得在工作站上进行软件开发可利用的资源更多。在这种开发环境中,系统提供了开放的各种编程工具可以直接访问的图形函数库,可进行进程共享,为结构 CAD 的开发提供了更多的可利用资源。在微机上,由于 Windows 的发展,为结构 CAD 提供了一个微机上的集成化的开发环境,通过 Windows 提供的技术: API, DDE,OLE,可以把基于 Windows 的应用程序开发工具,如 Visual Basic, Visual C, Access, Excel, Power Fortran Station, Solid Edge, AutoCAD for Windows 等,集成在结构 CAD 系统中。在 Windows 环境中,数据可以通过内存共享,也可以通过连接的方式或数据文件的形式进行共享。通过 Windows 的集成环境,结构 CAD 系统中的各个子系统间的接口更加严密、更加安全。对于结构 CAD, Windows 的集成环境是一个理想的开发环境。

结构 CAD 的开发方法与开发的环境密切相关。随开发环境的不同,有不同的开发方法。在工作站及小型机上,则可以用进程共享的方法进行开发。在微机的 DOS 环境下,由于 DOS 是适于单用户的操作系统,各种工具之间的数据交换通过数据文件进行,结构 CAD 的开发只能根据这种方法通过数据文件交换数据的方式进行。在 Windows 环境下,通过 Windows 提供的技术集成各种开发工具,开发的主要工作在于接口的开发与维护。开发方法的优劣的衡量标准是所开发的结构 CAD 软件的可维护性、可扩展性、开放性等。

1.7 建筑结构 CAD 系统框架

建筑结构 CAD 系统具有很明确的应用功能,系统的开发也需要一定的支撑环境。可以认为一个好的集成化的环境可以开发出一个好的集成化的应用系统。但是不管什么样的 CAD 系统,它的构成背景及框架基本上是相类似的。图 1.7.1 显示了一般的建筑结构 CAD 系统框架。

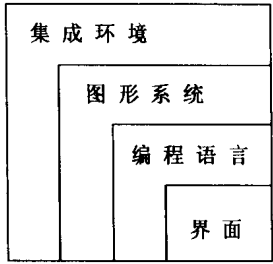


图 1.7.1 CAD 系统框架

1.8 建筑结构 CAD 系统的开放性、扩展性、可维护性、可干预性

一个功能完善的建筑结构 CAD 系统总是在一个功能完善并符合计算机工业标准的支撑系统所提供的环境中开发的,这使得一个应用系统能方便地使用支撑系统中的各种资源。通常这些支撑系统可提供大部分资源,以支持应用系统的辅助功能。此外,在一个符合工业标准的支撑系统的支持下,应用系统的兼容性得到技术保证,升版、升级也易于操作。当然,这里不仅是一个开发技术问题,也是一个开发策略问题。

计算机应用系统必然是一个开放系统,它具有性能良好的软接口以使得系统自身的函数能被其他应用系统调用,也能调用其他系统的函数。它具有部分开放的模块以便用于根据具体情况参与对系统功能的局部修改和充实。由于应用的需要总是不断扩大,应用要求的增长总是高于系统开发的速度。所以,一个开放的系统是十分重要的。反之,封闭的系统最终导致的结果是封闭自己。

可扩充性也是一个应用系统的开发标准之一。系统功能的扩充主要是软件开发人员更确切地说应是系统设计人员的不断追求。但是,如果一个开放标准的系统,功能也可以由用户自己来进行局部的扩充。当然,前者是整体的扩充,是根据支撑系统的升级、升版的新的功能所进行的扩充,而用户利用应用系统的开放性所作的功能扩充只能是局部的,因为用户一般是无法了解系统结构的核心模块的。系统的可扩充性不仅反映在应用系统是否有扩充功能,而且,更重要的体现在系统功能扩充的技术性。因此,应用系统的框架设计以及支撑系统的支撑方式在一开始对应用系统的设计时就得深思熟虑。

系统的可维护性也是极为重要的。应用系统的正常运用是由系统设计和开发以及系统的维护所保证的。任何一个系统,无论是支撑系统还是应用系统,都不可避免地存在错误。如果这个错误未被检测到,则就存在于系统之中;此外,在应用系统的运行过程中,可能因某些文件的损坏,导致系统不能正常运行。因此,系统的维护是一项日常性的技术工作。

应用系统的可干预性对于一个系统来说是极为重要的。一个优秀的 CAD 系统应该有可干预的功能,使得用户的设计经验得以体现。况且,在实际工程的设计中,工程师的经验是极为重要的。系统的可干预性反映在工程师对结构的分析、计算经验的表达、设计经验的表达以及对设计的评定和判断上。

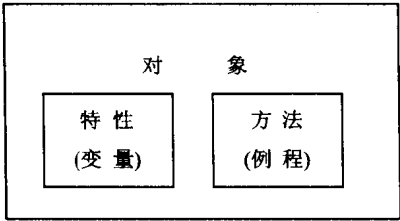
第二章 结构工程 CAD 集成系统及界面设计

2.1 概述

自从第一台计算机问世以来,计算技术(计算机硬件和软件)迅速发展逐渐成熟。其软件的数量也以惊人的速度增长,软件数量的迅速增长,对于计算机萌芽时期的程序员来说是不可想像的。

计算技术发展的初期,程序员们对于某一特定题目解决方案的所有代码都必须亲力亲为。而后,随着结构化程序设计思想的出现,有着广泛代表性可重复使用的特定功能被设计成固定的模块。这一时期以 Fortran 语言为代表的科学计算程序得到最充分的发展,用 Fortran 语言编写的函数库,在科学计算领域占据了统治地位。随着计算技术的不断发展,它不再被局限于科学计算领域,而是遍及到现实世界的所有方面。传统的结构化程序设计方法已不再适应各个方面的需要。例如,对于事务处理一类的问题,结构式的程序设计已无能为力。结构式或过程型程序设计包括两个基本的隔离部分:例程和变量。例程管理所有的交互,做所有处理和操纵数据,数据存储在各类变量中,并能在例程之间交换。变量有基本定义(例如整型和字符串),但是,把特定例程引向特定的变量,在很大程度上是程序设计人员的责任。例如,为了在程序中使用某一变量,程序员必须专门把它发送给一个例程,它才能发挥作用,也就是说数据(变量)与例程函数不被捆绑在一起,这对于维护是困难的,这还使得对变量和代码的变动变得不确定。

为了解决以上的矛盾,计算机科学领域提出了对象程序设计的思想,对象程序设计试图把变量和使用并处理这些变量的一些例程捆绑在一起,以解决以上的问题(图 2.1.1)。这就使得直接处理、影响或显示这些数据变量的例程以统一的程序设计结构存储在一起。这些例程称为方法,数据变量称为特性。



因此,对象就变成了自包含元件,它包含数据和处理这些数据的例程。把这两部分保存在一起,对象就变成便携式。为了使用对象,程序设计人员只需知道基本方法和特性。

图 2.1.1 面向对象的程序结构

由于对象程序设计的发展,程序设计技术逐渐发展成为集成化的程序设计技术,集成化程序设计技术的兴起,首先得益于称为对象链接与嵌入(OLE, Object Linked and Embedded)技术的发展与日趋成熟,OLE 技术是迈向完全面向对象的操作系统的第一步。

过去,操作系统上的大多数数据都是作为一些内存块处理的,而操作系统上的应用程序也就仅仅处理由它定义产生的数据。通过在系统中使用对象技术,应用程序可与其他应用程序交换对象,处理和使用其他应用程序定义产生的对象。

OLE 技术应用的一个典型例子是可将一个电子表格对象嵌入一个字处理器中。而在

过去,为了将一个这样的对象输入或置入一个字处理器中,要求这个字处理器识别表格的文件格式或剪贴板格式。一旦将该电子表格输给字处理器,字处理器将不能再访问该电子表格(除非字处理器可以以适当的格式输出)。通过这些格式转变过程,被输入的数据经常丧失它的原来格式。OLE 技术可使应用程序把一个对象插入一个文档中,只要该对象符合 OLE 对象格式,字处理程序不必知道被插入对象的类型。

到此,集成程序设计的概念很清楚了,所谓集成就是各种对象及其方法和属性,按照一定的协议集合在一起,以解决一定问题的方案。也就是说,集成可以理解为对象的集合,这些对象分布在各个应用程序,支持共同的标准而统一在一个容器里,其中提供对象的应用程序称为服务器程序,接受对象的应用程序称为容器程序。

在这种集成式开发环境(IDE, Integrity of Developing Environment)下,程序设计人员可以把不同的应用程序提供的对象集合在自己的应用程序里,程序编制的过程也就是组织对象的过程。这也可称为集成程序设计,通过对各种对象的合理组织完成预定的方案。这种程序设计方案,已经完全改变了世界,从 DOS 到 Windows 3. X, Unix, Windows95/NT, 最终在 Windows95/NT 上,集成化的程序开发方法得到了完全的支持。因为,Windows95/NT 提供了可集成的开发环境。Windows 环境的 API、动态数据交换(DDE, Dynamic Data Exchange)和对象连接与嵌入(OLE)是最有力的核心工具,而应用程序开发工具,如 Visual Basic,是前端工具,辅助工具为 Ms Access, Excel, Word, AutoCAD, Solid Edge 等。

2.2 Windows 的集成开发环境

在 Windows 环境下开发应用程序,相对于 DOS 环境可利用的工具更多,图形化的界面更友好,内存控制能力更强。但与此同时,Windows 开发环境的复杂性与优越性并存。

Windows 由应用程序接口(API, Application Program Interface)、动态数据交换技术(DDE)、对象连接与嵌入技术(OLE)组成了集成开发环境的基本支撑。程序员在这些工具与技术的支持下,可以分享 Windows 提供的绝大部分资源,以及支持 DDE 及 OLE 协议的所有 Windows 应用程序。

2.2.1 动态数据交换(DDE)

动态数据交换(DDE)是 Microsoft Windows 应用程序之间的一种通信与交换数据的方式,这种连接所起的作用相当于所连接的应用程序之间的数据交换通道。应用程序之间所交换的数据既可以是将一个应用程序中的信息拷贝到另一个应用程序中,也可以是给其他应用程序传递进行处理的命令或击键指令。

在结构 CAD 系统中,要处理大量复杂的数据,应用了 DDE 技术可以把大量的数据存放在 Microsoft Excel 电子表格中,在应用程序与 Excel 电子表格之间创建 DDE 连接,对数据进行集中处理。

在 DDE 会话中,创建连接的应用程序称为“目标”应用程序。响应这个连接的应用程序称为“源”应用程序,任何支持 DDE 的应用程序都既可以作为一个源也可以被当作一个目标。而且,一个应用程序可以同时作为其他几个应用程序的一个源和一个目标。

两个应用程序之间的 DDE 会话需要有一个应用程序名称、主题以及项目。其中“应用