



高等学校土木工程专业“十二五”系列规划教材·应用型

土木工程 CAD

● 主编 王星捷 主审 郅恩田



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

高等学校土木工程专业“十二五”系列规划教材·应用型

土木工程 CAD

主 编 王星捷
副主编 左欢欢 池跃龙 袁自峰
主 审 郝恩田



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

土木工程 CAD/王星捷主编. —武汉:武汉大学出版社, 2013. 8
高等学校土木工程专业“十二五”系列规划教材·应用型
ISBN 978-7-307-09974-6

I. 土… II. 王… III. 土木工程—建筑制图—计算机制图—AutoCAD 软件—高等学校—教材 IV. TU204-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 193390 号

责任编辑:邓 瑶 责任校对:余 梦 装帧设计:吴 极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:武汉鑫泰和印务有限责任公司

开本:850×1168 1/16 印张:15.25 字数:420 千字

版次:2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-09974-6 定价:30.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

高等学校土木工程专业“十二五”系列规划教材·应用型

编审委员会

顾问 王世庆 刘 华 杨家仕 戴运良

主任委员 康志华 张志国

副主任委员 罗特军 李平诗 张来仪 何志伟 邹 皓 杨乃忠

王君来 周家纪 袁自峰

委员(按姓氏笔画排名)

王若志 王星捷 王晓明 王涯茜 白立华 刘 琛

李 然 李忠定 李章政 吴浙文 张士彩 尚晓峰

郝献华 胡益平 段 旻 韩俊强 蒲小琼 蔡 巍

魏泳涛

总责任编辑 曲生伟

秘 书 长 王 睿

特别提示

教学实践表明,有效地利用数字化教学资源,对于学生学习能力以及问题意识的培养乃至怀疑精神的塑造具有重要意义。

通过对数字化教学资源的选取与利用,学生的学习从以教师主讲的单向指导的模式而成为一次建设性、发现性的学习,从被动学习而成为主动学习,由教师传播知识而到学生自己重新创造知识。这无疑是锻炼和提高学生的信息素养的大好机会,也是检验其学习能力、学习收获的最佳方式和途径之一。

本系列教材在相关编写人员的配合下,将逐步配备基本数字教学资源,其主要内容包括:

课程教学指导文件

- (1)课程教学大纲;
- (2)课程理论与实践教学时数;
- (3)课程教学日历:授课内容、授课时间、作业布置;
- (4)课程教学讲义、PowerPoint 电子教案。

课程教学延伸学习资源

- (1)课程教学参考案例集:计算例题、设计例题、工程实例等;
- (2)课程教学参考图片集:原理图、外观图、设计图等;
- (3)课程教学试题库:思考题、练习题、模拟试卷及参考解答;
- (4)课程实践教学(实习、实验、试验)指导文件;
- (5)课程设计(大作业)教学指导文件,以及典型设计范例;
- (6)专业培养方向毕业设计教学指导文件,以及典型设计范例;
- (7)相关参考文献:产业政策、技术标准、专利文献、学术论文、研究报告等。

基本数字教学资源网站链接:<http://www.stmpress.cn>

前 言

本书是土木工程领域计算机辅助设计的教材。编者总结了多年的教学经验,紧密结合建筑、结构、道路施工设计规范及制图标准,根据三本院校学生的特点和教学要求,将专业知识与实际应用实例结合,以 AutoCAD 2008 版本为教学软件,循序渐进地对土木工程 CAD 技术进行系统介绍。本教材共 13 章,主要内容为绪论、AutoCAD 2008 简述、软件基础知识的介绍和具体命令的使用、建筑工程图绘制、结构施工图绘制、道路施工图绘制。

本教材由成都理工大学工程技术学院王星捷担任主编;重庆大学城市科技学院左欢欢、成都理工大学工程技术学院池跃龙、中国矿业大学银川学院袁自峰担任副主编;中国矿业大学银川学院杨春晓,成都理工大学工程技术学院张亭、王海军、王建华、段华琼、黄孝斌,重庆大学城市科技学院郭秦、李巧担任参编。

具体编写分工如下:

成都理工大学工程技术学院,王星捷(前言、第 11 章);
成都理工大学工程技术学院,张亭(第 1 章);
成都理工大学工程技术学院,池跃龙(第 2 章、第 13 章);
成都理工大学工程技术学院,王海军(第 3 章);
成都理工大学工程技术学院,段华琼(第 4 章);
成都理工大学工程技术学院,王建华(第 5 章);
重庆大学城市科技学院,左欢欢(第 6 章、第 12 章);
中国矿业大学银川学院,杨春晓(第 7 章);
成都理工大学工程技术学院,黄孝斌(第 8 章);
重庆大学城市科技学院,郭秦(第 9 章);
重庆大学城市科技学院,李巧(第 10 章)。

全书由王星捷、池跃龙统稿。武汉科技大学城市建设学院鄢恩田担任本书主审,并对本书的编写提出许多宝贵的意见,特致谢意。

本教材语言简练、内容完整、实用性强、实例丰富、特点明显,可作为本科土木工程相关专业教材,同时对从事土木工程计算机辅助设计的人员有较高的实用价值。

由于编者水平有限,书中难免存在遗漏或不足之处,恳请专家和广大读者多提宝贵意见,编者不胜感谢。

编 者

2013 年 7 月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 CAD 的概念与历史	(1)
1.2 CAD 在土木工程领域的应用	(3)
1.3 土木工程常用 CAD 软件简介	(4)
本章小结	(8)
习题与思考题	(8)
2 AutoCAD 2008 简述	(9)
2.1 AutoCAD 的基本功能	(9)
2.2 AutoCAD 2008 的运行	(10)
2.3 图形文件管理及操作	(15)
2.4 AutoCAD 基本操作	(20)
2.5 设置绘图环境	(21)
本章小结	(23)
习题与思考题	(24)
3 绘制基本二维图形	(25)
3.1 绘制直线	(25)
3.2 绘制矩形和正多边形	(28)
3.3 绘制圆	(30)
3.4 绘制圆弧	(31)
本章小结	(33)
习题与思考题	(33)
4 精确绘图工具	(35)
4.1 使用坐标系	(35)
4.2 使用栅格捕捉和正交	(37)
4.3 使用对象捕捉	(41)
本章小结	(44)
习题与思考题	(45)
5 编辑基本二维图形	(47)
5.1 选择对象	(47)
5.2 复制类命令	(48)
5.3 改变位置类命令	(55)
5.4 改变几何特性类命令	(57)
本章小结	(66)
习题与思考题	(66)

6 图层的设置和管理	(68)
6.1 图层设置.....	(68)
6.2 设置图层属性.....	(70)
6.3 设置和保存图层状态.....	(72)
本章小结	(73)
习题与思考题	(73)
7 复杂二维图形的绘制与编辑	(74)
7.1 绘制与编辑多线.....	(74)
7.2 绘制与编辑多段线.....	(79)
7.3 图像的填充与编辑.....	(83)
7.4 面域与布尔运算.....	(89)
7.5 块.....	(92)
本章小结.....	(104)
习题与思考题.....	(104)
8 文字和表格	(106)
8.1 文字样式的设置	(106)
8.2 单行文字	(109)
8.3 多行文字	(112)
8.4 文字修改	(115)
8.5 表格应用	(116)
8.6 编辑表格	(120)
本章小结.....	(123)
习题与思考题.....	(123)
9 工程标注	(124)
9.1 工程标注基本概念	(124)
9.2 尺寸标注	(124)
9.3 坐标标注	(135)
9.4 特殊的尺寸标注	(136)
9.5 文字标注	(142)
9.6 工程符号类标注	(143)
9.7 标注编辑	(144)
本章小结.....	(145)
习题与思考题.....	(145)
10 样板图绘制	(148)
10.1 设置绘图环境.....	(148)
10.2 绘制图框和标题栏.....	(152)
10.3 保存样板图.....	(156)
10.4 调用样板图.....	(156)
本章小结.....	(157)
习题与思考题.....	(157)

11 建筑工程图绘制	(158)
11.1 我国建筑设计制图标准简介.....	(158)
11.2 建筑施工图的组成与主要内容.....	(162)
11.3 建筑平面图的绘制.....	(163)
11.4 建筑立面图的绘制.....	(168)
11.5 建筑剖面图的绘制.....	(171)
11.6 天正建筑软件的使用.....	(177)
本章小结.....	(187)
习题与思考题.....	(187)
12 结构施工图的绘制	(191)
12.1 结构设计说明.....	(191)
12.2 结构平面图的绘制.....	(193)
12.3 绘制构件详图.....	(196)
12.4 楼梯结构详图.....	(203)
知识归纳.....	(205)
习题与思考题.....	(205)
13 道路施工图绘制	(207)
13.1 道路施工图的制图标准.....	(207)
13.2 道路施工图的组成与主要内容.....	(207)
13.3 地形图的绘制.....	(207)
13.4 道路平面图的绘制.....	(214)
13.5 道路纵断面图的绘制.....	(220)
13.6 道路横断面图的绘制.....	(227)
本章小结.....	(231)
习题与思考题.....	(231)
参考文献	(231)

1 绪 论

【内容提要】

本章的主要内容包括 CAD 的基本概念与发展简史以及 CAD 技术在土木工程中的应用情况。

【能力要求】

通过本章的学习,学生应理解 CAD 技术的含义,并了解在土木工程领域常用的 CAD 软件,包括 AutoCAD、天正建筑、PKPM 等。

1.1 CAD 的概念与历史

1.1.1 CAD 的概念

人类在表达思想、传递信息时,最初采用图形,后来逐渐演化发展为具有抽象意义的文字。这是人类在信息交流上的一次伟大革命。在信息交流中,图形表达方式比文字表达方式具有更多优点。一幅图纸能容纳下许多信息,表达内容直观,一目了然,往往可以反映用语言、文字也难以表达的信息。

工程图是工程师的语言。绘图是工程设计乃至整个工程建设中的一个重要环节。然而,图纸的绘制是一项极其烦琐的工作,不但要求正确、精确,而且随着环境、需求等外部条件的变化,设计方案也会随之变化。一张工程图的绘制通常是在历经数遍修改完善后才完成的。

早期,工程师采用手工绘图。他们用草图表达设计思想,手法不一,后来逐渐规范化,形成了一整套规则,具有一定的制图标准,从而使工程制图标准化。但由于项目的多样性、多变性,手工绘图周期长、效率低、重复劳动多,阻碍了建设的发展。于是,人们想方设法地提高劳动效率,将工程技术人员从烦琐重复的体力劳动中解放出来,集中精力从事开创性的工作。例如,工程师们为了减少工程制图中的许多烦琐重复的劳动,编制了大量的标准图集,提供给不同的工程以备套用。

工程师们梦想着何时能甩开图板,实现自动化画图,将自己的设计思想用一种简洁、美观、标准的方式表达出来,便于修改,易于重复利用,从而提高劳动效率。

随着计算机的迅猛发展以及工程界的迫切需要,计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)应运而生。

计算机辅助设计是利用计算机系统辅助完成工程设计领域中的各项工作,包括工程或产品设计中采用计算机技术辅助分析、计算和绘图的全过程,运用计算机系统辅助完成一项设计的建立、修改、分析或优化的过程。它集成了计算机、图形学、数据库技术、数值分析等技术。随着软硬件技术的不断发展及工程方法的更新换代,CAD 技术也日趋完善,已经广泛应用于电子、轻工、纺织、服装、医疗、国防及工程设计等国民经济的各个领域,发挥了极大的技术经济效益。

在工程和产品设计中,计算机可以帮助设计人员担负计算、信息存储和制图等各项工作。在设计中通常要用计算机对不同方案进行大量的计算、分析和比较,以决定最优方案。各种设计信息,

不论是数字的、文字的或图形的,都能存放在计算机的内存或外存里,并能快速地检索。设计人员通常用草图开始设计,将草图变为工作图的繁重工作可以交给计算机完成;由计算机自动产生的设计结果,可以快速作出图形显示出来,使设计人员及时对设计作出判断和修改;利用计算机可以进行与图形的编辑、放大、缩小、平移和旋转等有关的图形数据加工工作。CAD 能够减轻设计人员的劳动,缩短设计周期并提高设计质量。

1.1.2 CAD 的发展史

20 世纪 60 年代,“电脑”(Computer)一词出现时,设计它的最初目的是要用来对付科学家们最头痛的庞大数学运算和资料储存。换言之,其实在那个时代,电脑是设计给专业的科学家使用的,普通人是难以窥知电脑全貌的。因此,我们可以推断,CAD 一定也是在那个时代最需要被用在电脑上的,因为科学家或专业工程师们非常需要将运算后的结果转化成图形或直接在电脑上设计或绘制工程图。因此,CAD 的观念最早就是由电脑上转移下来的。

而对于 CAD 的发展来说,20 世纪 50 年代中期开始的程序化设计(如 FORTRAN,现在通称的高阶电脑程序语言)的诞生,使软件设计师得以利用程序语言来设计更好用的软件,这应该也是 CAD 的源头。例如,AutoCAD 就是用 C 语言编写的。我们也可以在 AutoCAD 中使用如 AutoLISP、Visual LISP、Visual Basic Application (VBA)或是 AutoC (ARX)等语言来补充 AutoCAD 的功能。这些都是由于高阶语言的发展和进化而产生的。

20 世纪 50 年代末期,美国 MIT 林肯实验室研制出的空中防御系统标志着交互式图形技术的诞生。有人认为它是最早的 CAD。

1962 年,I E 萨瑟兰德在其博士论文《SKETCHPAD:一个人机通信的图形系统》中首次提出交互式图形学、分层存储符号的数据结构等新思想。这些基本理论和技术至今仍是现代图形技术的基础。也有人把这称为 CAD 真正出现的标志。SKETCHPAD 的突出特性是它允许设计者用图形方式和计算机交互。这个设计就是将一阴极射线管接到一台电脑上,再利用一手持的光笔来输入资料,使电脑透过在光笔上的感应物来感应出屏幕上的位置,并获取其坐标值以将之存于内存内,如图 1-1 所示。实际上,这就是图形化用户界面的原型,而这种界面是现代 CAD 不可或缺的特性。



图 1-1 全世界的第一支光笔

当交互式图形学的观念被提出且发表后,在美国,像通用汽车公司、波音航空公司等大公司就

开始自行开发自用的交互式图形学系统。因为在当时,只有这样的公司才付得起开发所需的昂贵电脑设备费用和人力费。20 世纪 70 年代,由于小型电脑费用下降,交互式图形学系统才开始在美国的工业界广泛使用。那时候,比较有名的交互式图形学软硬件系统是数据公司 (Digital) 的一套名为 Turnkey 的系统,如图 1-2 所示。

第二次世界大战后,CAD 的系统也就在战后高科技军事技术的转移下,进入了建设所需的铁路、造船、航空等机械重工业。比较有名的就是 IBM 公司在此期间开发出来的应用于大型主机电脑系统上的 CAD/CAM 整合软件。因为它出现得很早,系统又完整,所以被冠以“CAD/CAM 之母”的美名。

20 世纪 80 年代,由于 PC 机的普及,参数化技术和特征造型技术的发展,CAD 技术又产生了一次飞跃,在此期间出现了专门从事 CAD 系统开发的公司。当时 VersaCAD 是专业的 CAD 制作公司,所开发的 CAD 软件功能强大,但由于其价格昂贵,故不能普遍应用。1982 年,美国 Autodesk 公司展示了全球第一个基于 PC 的 CAD 软件——AutoCAD。与此同时,很多人提出基于特征、全数相关、尺寸驱动设计修改的参数化设计方案。1985 年,美国成立了 PTC 公司,研制了参数化设计软件。Pro/Engineer 率先提出并实现了尺寸驱动零件设计修改的设计思想。20 世纪 90 年代中期,SolidWorks 公司发布的 SolidWorks 软件;Latergraph 发布的 SolidEdge 软件,成为微机系统的参数化特征造型的后起之秀。

20 世纪 90 年代至今,计算机软硬件技术的急剧变化,尤其是计算能力的大幅度提高,对 CAD 技术产生了巨大的影响,基于特征和基于历史的三维参数化设计系统的快速推出,全关联的并行设计软件得到空前发展,提供了对复杂产品全生命周期的解决方案,包括制造企业所用的三维 CAD、CAM、PDM、CAE 和数字化制造等模块。

1.2 CAD 在土木工程领域的应用

CAD 技术被美国的工程学院评为当代十项最杰出的工程技术之一,但在其诞生之初,主要应用于汽车工业,随后随着计算机软硬件的发展及普及,CAD 技术不仅进入计算机、工艺美术设计领域,而且还应用于工程设计领域,显示出了无与伦比的威力。20 世纪 90 年代初,土木工程师们开始逐步摒弃了以前的“图板制图”法,大量使用 CAD 系统,如在市面流行的 PKPM 工程设计软件,以及天正工程绘图软件,无不是以 CAD 为载体和平台的。它们的问世提高了出图的质量,使工程设计进入了一个崭新的技术时代。

我国在土木工程中使用 CAD 技术开始于 20 世纪 80 年代,在开始阶段,主要依靠外国引进的通用或专用图形软件包在屏幕上做交互式图形设计,与结构计算与分析没有结合,参与者主要是长期与计算机打交道的专业人员。到 20 世纪 80 年代末期,由于较高性能的廉价计算机的普及,土木工程 CAD 才有了真正的发展和较广泛的应用,这在很大程度上推动了 CAD 技术在我国土木工程上的应用和发展。目前,CAD 技术已参与到土木工程的规划、设计、施工等各个阶段,CAD 技术的

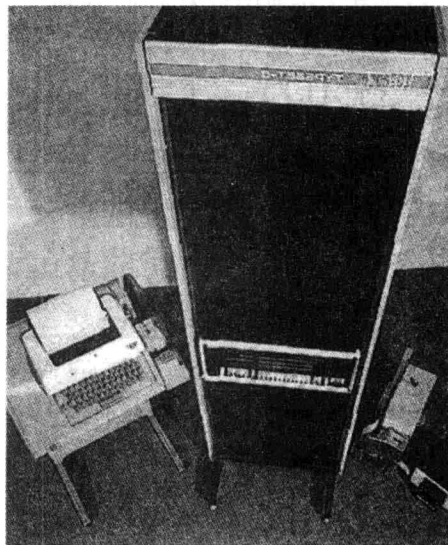


图 1-2 Digital 的 Turnkey 系统电脑

不仅提高了企业的技术水平,还成为同其他企业进行竞争的重要手段。CAD 技术的应用范围如图 1-3 所示。

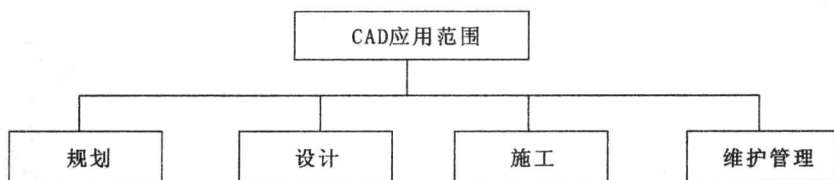


图 1-3 CAD 技术的应用范围

(1)应用于规划中。

在一个工程中,项目的前期规划是非常重要的,要考虑的因素有很多,包括社会经济、自然条件和环境因素等。任何一项规划都关乎项目的成败。应用于这一阶段的 CAD 系统包括三类,其一是规划信息的查询与存储系统,例如地理信息系统、城市政策信息系统,该系统主要采用数据库系统形式;其二是信息分析系统,例如城市规划信息分析系统;其三是规划辅助表现及制作系统,例如景观表现系统。

(2)应用于设计中。

一个完整的土木建筑设计过程包括选定结构形式、假定形状尺寸、结构模型化、结构分析与验算、绘制图面、材料计算等过程。因为结构设计是 CAD 技术在土木建筑工程中最早应用的,所以有关设计 CAD 系统的发展比较成熟。如在对桥梁的结构设计中,首先利用 CAD 软件对桥梁结构进行实体建模,然后分析桥梁截面情况和受力情况,按照实际情况对桥梁的受力和变形进行了准确的估算,为工程质量提供了保障。

(3)应用于施工中。

土木建筑工程的施工过程包括投标报价,施工调查,施工组织设计,人员、器材和资金调配,具体施工及项目工程管理和验收等。而 CAD 技术在每一个环节中都得到了广泛的应用。我国已采用了投标报价与合同管理、工程项目管理、网络计划等系统。现在国外已经开发出建筑物和构筑物的集成施工系统,CAD 技术的应用有效地提高了企业的技术实力和管理水平。

(4)应用于维护管理中。

为解决建筑物的老化与功能下降问题,对建筑物必须进行定期的维护与管理,主要是定期检查、维护与加固。在维护管理中最早应用 CAD 技术的是煤气、上下水管线图的计算机管理,主要是管线的位置和管线埋设条件。由于采用了维护管理系统,较大地降低了管路的分析与检查的工作难度。随着 CAD 技术的发展,近年来又出现了以数据库为中心的道路设施维护管理的 CAD 系统。该系统不仅可以保存定期检查结果信息,还可以辅助完成维修和加固规划设计。

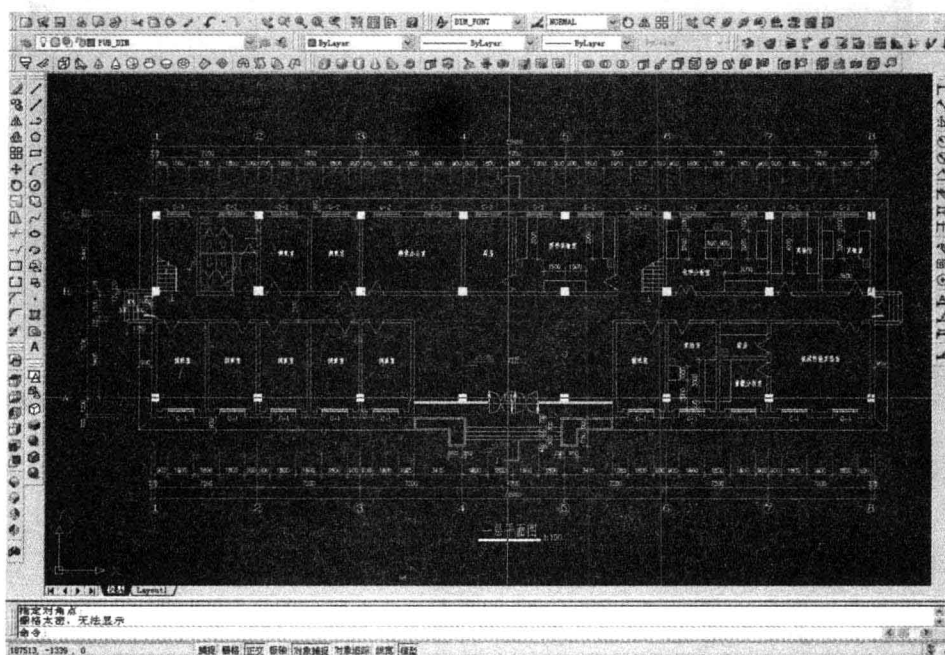
1.3 土木工程常用 CAD 软件简介

1.3.1 AutoCAD —— 全球应用最广的通用 CAD 软件

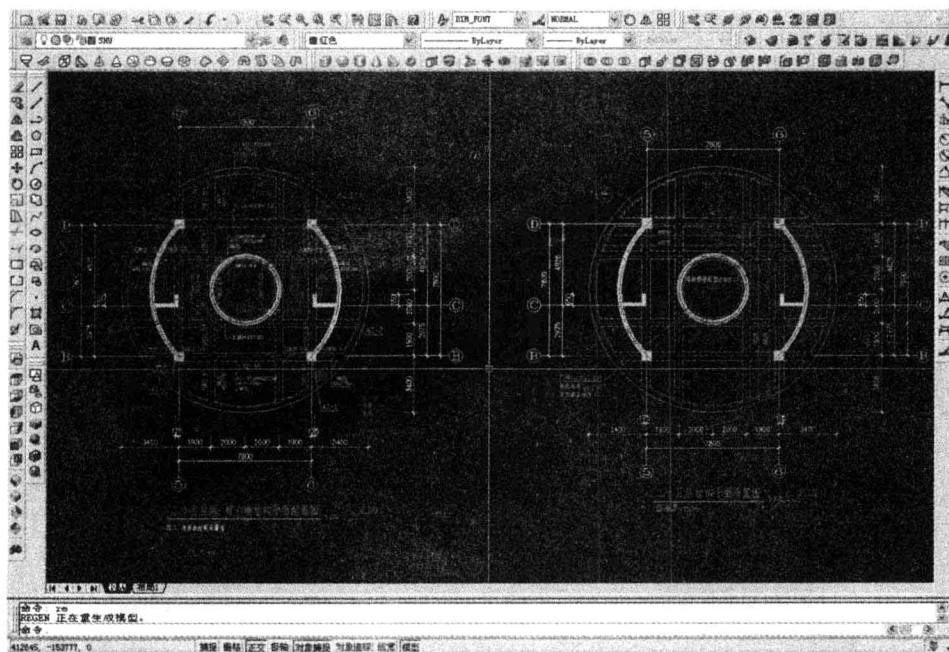
AutoCAD 是美国 Autodesk 公司推出的计算机辅助设计软件与绘图软件。在众多的计算机绘图软件中,AutoCAD 是最具代表性的一个,具有功能强,适用面广,易学实用和便于二次开发等特点,真正将工程设计人员从手工设计绘图的低效率,烦琐和重复劳动中解放出来,在全世界范围得到广泛的应用。AutoCAD 提供了丰富的作图功能,操作方便,作图准确。它具有强大的图形编

辑功能,能让用户对图形进行编辑,如放缩、移动、复制、对称、旋转等。它可以通过(利用)人机对话,方便地绘出图形。它还有许多辅助绘图功能,使绘图工作变得简单易行。事实上,AutoCAD已经广泛应用于机械、建筑、电子、运输、城市规划等工程设计之中。

AutoCAD 作为绘图软件已广泛地应用到土木工程中,更多的专业人员把它作为自己的绘图工具使用,在建筑设计、施工、监理等各环节中,都需要广泛地运用 AutoCAD。图 1-4 是几个利用 AutoCAD 绘制工程图的实例。



(a)



(b)

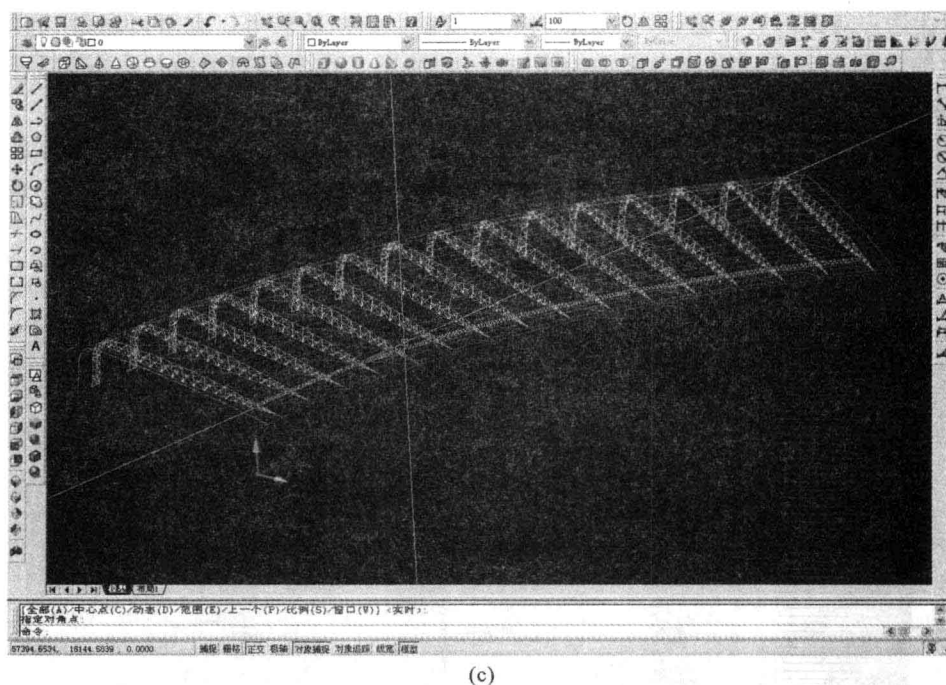


图 1-4 AutoCAD 绘图实例

(a) 建筑平面图; (b) 结构施工图; (c) 三维钢结构模型图

1.3.2 天正建筑——基于 AutoCAD 平台的全中文建筑设计软件

天正建筑是天正公司利用 AutoCAD 图形平台开发的最新一代建筑软件。它以先进的建筑对象概念服务于建筑施工图设计,成为建筑 CAD 的首选软件。

天正建筑的功能定位就是应用专业对象技术,在三维模型与平面图同步完成的技术基础上,进一步满足建筑施工图需要反复修改的要求,从而实现高效化、智能化、可视化的建筑设计工作。因此,可以说应用天正建筑软件,在进行建筑设计时,比单纯使用 AutoCAD 要高效得多(图 1-5)。

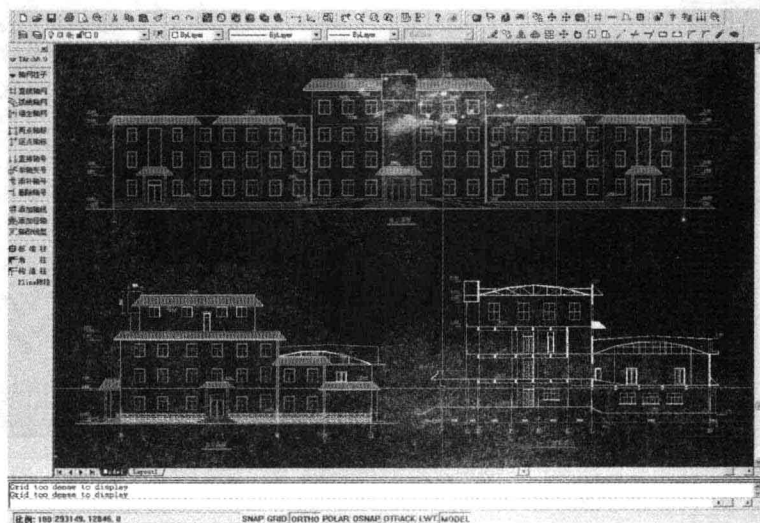


图 1-5 天正建筑用户界面

1.3.3 PKPM 系列——国内占有率最高的建筑工程 CAD 集成系统

PKPM 系列结构设计绘图软件,是一套由中国建筑科学研究院建筑结构研究所研制开发,采用 FORTRAN 语言编写,以 AutoCAD 作为绘图支持的软件。这个系列包含的主要软件有:钢筋混凝土框、排架及连续梁结构计算与绘图软件;PMCAD 结构平面设计及软件;TAT SATWE 高层建筑结构三维分析计算程序;EF 弹性地基梁筏板基础结构 CAD;JLQ 剪力墙结构计算机辅助设计;STS 钢结构辅助设计。

这套软件既可接力运行,亦可独立操作,使用相当方便,稍具 CAD 基础知识及有一定的结构知识和经验的人员均可使用。它具有较强的交互功能 and 绘图功能,以及适应性很好的前后处理功能,可以实现从结构分析到施工图绘制的全过程(图 1-6)。

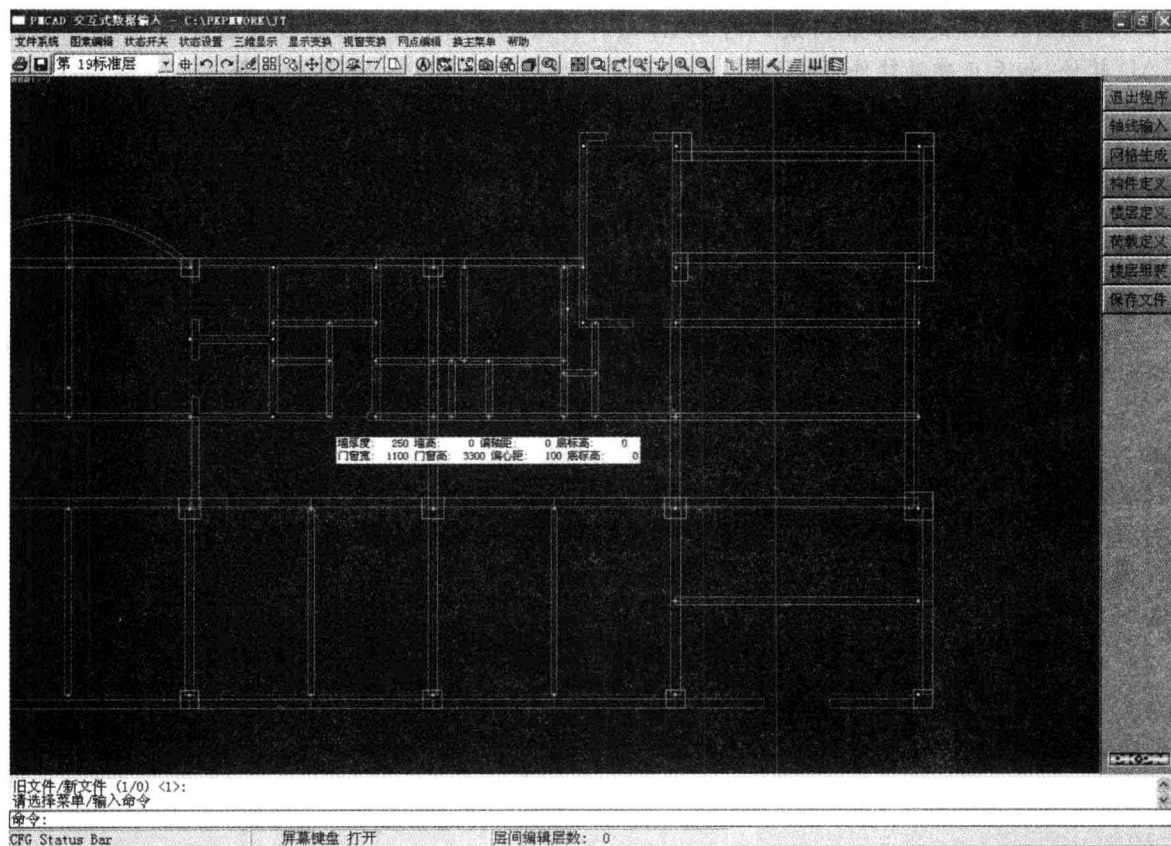


图 1-6 PKPM 用户界面

除上述几款软件外,土木工程领域还有许多优秀的 CAD 软件,如同济大学独立研发的钢结构设计软件——3D3S,可用于钢框架、门式刚架、自立塔架、钢屋架及吊车梁等各种钢结构的设计;美国计算机与结构公司(CSI)开发研制的基于有限元法的结构分析软件——SAP2000,在今天的市场上已经被证实是最具集成化、高效率和实用性的通用结构软件;韩国浦项集团成立的 CAD/CAE 研发机构开发的有限元分析软件——MIDAS/Civil,可适用于桥梁结构、地下结构、工业建筑、飞机场、大坝、港口等结构的分析与设计,同时可以做非线性边界分析、水化热分析、材料非线性分析、静力弹塑性分析、动力弹塑性分析。

本章小结

(1)本章的主要内容包括 CAD 的基本概念与发展简史,CAD 技术在土木工程中的应用情况以及土木工程领域常用的 CAD 软件。

(2)计算机辅助设计(简称 CAD)是指利用计算机软件和相关硬件设备帮助设计人员完成设计工作的一种技术和方法。它起源于 20 世纪 50—60 年代,在 20 世纪 80—90 年代随着计算机技术的飞速进步而蓬勃发展,在进入 21 世纪后完善成熟。目前,CAD 技术已经广泛地应用于建筑、土木、机械、电子、纺织等各行各业。

(3)CAD 技术在 20 世纪 80 年代开始应用在土木工程领域中,目前在土木工程的规划、设计、施工等各个阶段都有重要的应用价值。

(4)AutoCAD 是全球应用最广的 CAD 软件。除此之外,在土木工程领域还有一些专业的 CAD 软件,如天正建筑软件、PKPM 系列结构设计绘图软件、3D3S、SAP2000 等。

习题与思考题

- 1-1 什么是计算机辅助设计?其主要应用领域有哪些?
- 1-2 CAD 技术是何时起源的?其发展经历了哪几个阶段?
- 1-3 在土木工程领域,目前有哪些常用的 CAD 软件?各软件的主要功能和特点分别是什么?
- 1-4 结合自身所学专业,试归纳你在毕业前应掌握哪几种 CAD 软件,并分别达到何种应用水平。