



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21世纪交通版高等学校教材

土木工程计算机绘图基础

Basis of Civil Engineering Computer Graphics

(第二版)

袁 果 尚宇平 主 编
陈锦昌 谢步瀛 主 审



人民交通出版社
China Communications Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21 世纪交通版高等学校教材

土木工程计算机绘图基础

(第二版)

袁 果 尚守平 主编

陈锦昌 谢步瀛 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材、21 世纪交通版高等学校教材。本书以最新的国家技术制图标准和建筑制图标准以及课程教学大纲为指导性文件,结合大量土木工程绘图实例,系统地介绍了国际通用绘图软件 AutoCAD 的功能及其在土木工程绘图中的应用方法和技巧。全书共 4 篇 18 章,主要包括:土木工程计算机绘图概论,计算机绘图系统的硬件和软件,图形变换及程序设计,AutoCAD 概述,二维图形绘制,二维图形修改,辅助绘图方法,图案填充、面域、文字与表格,块及外部参照,土木工程图形的尺寸标注,正投影图和轴测图的绘制,建筑施工图的绘制,土木工程图的绘制,图样输出,三维绘图和实体造型,房屋的三维模型设计,三维图形渲染及 AutoLISP 开发环境等内容。

本书可作为高等院校土木工程及相关专业计算机绘图、计算机图形学、计算机辅助设计等课程的教材,也可作为继续教育同类专业的教材及广大工程技术人员、计算机爱好者的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程计算机绘图基础/袁果,尚守平主编. —2 版.
—北京:人民交通出版社,2011.1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材 21 世纪交通版高等学校教材

ISBN 978-7-114-08876-6

I. ①土… II. ①袁… ②尚… III. ①土木工程-建筑制图:计算机制图-高等学校-教材 IV. ①TU204-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 016279 号

书 名: 土木工程计算机绘图基础 (第二版)

著 作 者: 袁 果 尚守平

责任编辑: 沈鸿雁 郑蕉林

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 24.75

字 数: 611 千

版 次: 2001 年 1 月 第 1 版 2011 年 2 月 第 2 版

印 次: 2011 年 2 月 第 2 版 第 1 次印刷 累计第 5 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-08876-6

印 数: 0001—2000 册

定 价: 45.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



总 序

当今世界,科学技术突飞猛进,全球经济一体化趋势进一步加强,科技对于经济增长的作用日益显著,教育在国家经济与社会发展中所处的地位日益重要。进入新世纪,面对国际国内经济与社会发展所出现的新特点,我国的高等教育迎来了良好的发展机遇,同时也面临着巨大的挑战,高等教育的发展处在一个前所未有的重要时期。其一,加入 WTO,中国经济已融入到世界经济的发展进程之中,国家间的竞争更趋激烈,竞争的焦点已更多地体现在高素质人才的竞争上,因此,高等教育所面临的是全球化条件下的综合竞争。其二,我国正处在由计划经济向社会主义市场经济过渡的重要历史时期,这一时期,我国经济结构调整将进一步深化,对外开放将进一步扩大,改革与实践必将提出许多过去不曾遇到的新问题,高等教育面临加速改革以适应国民经济进一步发展的需要。面对这样的形势与要求,党中央国务院提出扩大高等教育规模,着力提高高等教育的水平与质量。这是为中华民族自立于世界民族之林而采取的极其重大的战略步骤,同时,也是为国家未来的发展提供基础性的保证。

为适应高等教育改革与发展的需要,早在 1998 年 7 月,教育部就对高等学校本科专业目录进行了第四次全面修订。在新的专业目录中,土木工程专业扩大了涵盖面,原先的公路与城市道路工程,桥梁工程,隧道与地下工程等专业均纳入土木工程专业。本科专业目录的调整是为满足培养“宽口径”复合型人才的要求,对原有相关专业本科教学产生了积极的影响。这一调整是着眼于培养 21 世纪社会主义现代化建设人才的需要而进行的,面对新的变化,要求我们对人才的培养规格、培养模式、课程体系和内容都应作出适时调整,以适应要求。

根据形势的变化与高等教育所提出的新的要求,同时,也考虑到近些年来公路交通大发展所引发的需求,人民交通出版社通过对“八五”、“九五”期间的路桥及交通工程专业高校教材体系的分析,提出了组织编写一套 21 世纪的具有鲜明交通特色的高等学校教材的设想。这一设想,得到了原路桥教学指导委员会几乎所有成员学校的广泛响应与支持。2000 年 6 月,由人民交通出版社发起组织全国面向交通办学的 12 所高校的专家学者组成 21 世纪交通版高等学校教材(公路类)编审委员会,并召开第一次会议,会议决定着手组织编写土木工程专业具有交通特色的道路专业方向、桥梁专业方向以及交通工程专业教材。会议经过充分研讨,确定了包括基本知识技能培养层次、知识技能拓宽与提高层次以及教学辅助层次在内的约 130 种教材,范围涵盖本科与研究生用教材。会后,人民交通出版社开始了细致的教材编写组织工作,经过自由申报及专家推荐的方式,近 20 所高校的百余名教授承担约 130 种教材的主编工作。2001 年 6 月,教材编委会召开第二次会议,全面审定了各门教材主编院校提交的教学大纲,之后,编写工作全面展开。

21 世纪交通版高等学校教材编写工作是在本科专业目录调整及交通大发展的背景下展开的。教材编写的基本思路是:(1)顺应高等教育改革的形势,专业基础课教学内容实现与土木工程专业打通,同时保留原专业的主干课程,既顺应向土木工程专业过渡的需要,又保持服务公路交通的特色,适应宽口径复合型人才的需要。(2)注重学生基本素质、基本能力的

培养,为学生知识、能力、素质的综合协调发展创造条件。基于这样的考虑,将教材区分为二个主层次与一个辅助层次,即基本知识技能培养层次与知识技能拓宽与提高层次,辅助层次为教学参考用书。工作的着力点放在基本知识技能培养层次教材的编写上。(3)目前,中国的经济发展存在地区间的不平衡,各高校之间的发展也不平衡,因此,教材的编写要充分考虑各校人才培养规格及教学需求多样性的要求,尽可能为各校教学的开展提供一个多层次、系统而全面的教材供给平台。(4)教材的编写在总结“八五”、“九五”工作经验的基础上,注意体现原创性内容,把握好技术发展与教学需要的关系,努力体现教育面向现代化、面向世界、面向未来的要求,着力提高学生的创新思维能力,使所编教材达到先进性与实用性兼备。(5)配合现代化教学手段的发展,积极配套相应的教学辅件,便利教学。

教材建设是教学改革的重要环节之一,全面做好教材建设工作,是提高教学质量的重要保证。本套教材是由人民交通出版社组织,由原全国高等学校路桥与交通工程教学指导委员会成员学校相互协作编写的一套具有交通出版社品牌的教材,教材力求反映交通科技发展的先进水平,力求符合高等教育的基本规律。各门教材的主编均通过自由申报与专家推荐相结合的方式确定,他们都是各校相关学科的骨干,在长期的教学与科研实践中积累了丰富的经验。由他们担纲主编,能够充分体现教材的先进性与实用性。本套教材预计在二年内完全出齐,随后,将根据情况的变化而适时更新。相信这批教材的出版,对于土木工程框架下道路工程、桥梁工程专业方向与交通工程专业教材的建设将起到有力的促进作用,同时,也使各校在教材选用方面具有更大的空间。需要指出的是,该批教材中研究生教材占有较大比例,研究生教材多具有较高的理论水平,因此,该套教材不仅对在校学生,同时对于在职学习人员及工程技术人员也具有很好的参考价值。

21世纪初叶,是我国社会经济发展的重要时期,同时也是我国公路交通从紧张和制约状况实现全面改善的关键时期,公路基础设施的建设仍是今后一项重要而艰巨的任务,希望通过各相关院校及所有参编人员的共同努力,尽快使全套 21 世纪交通版高等学校教材(公路类)尽早面世,为我国交通事业的发展做出贡献。

21 世纪交通版
高等学校教材(公路类)编审委员会
人民交通出版社
2001 年 12 月

前 言

随着计算机技术的发展和应用的普及,计算机绘图技术已成为一种实用技术,广泛应用于土木、建筑、机械、电子、服装、船舶等工程领域,并交叉渗透到各个应用学科,极大地提高了工程技术人员的工作效率。

本教材根据创新型、复合型人才培养目标以及课程的基本要求,针对国内大多数工科院校计算机绘图教学的实际情况,结合作者多年的教学和工程实践经验编写而成。本书以工程实际为出发点,全面、深入地讲述了使用 AutoCAD 的各种功能实现工程设计的方法,特别是在土木、建筑等工程领域的二维和三维图形绘制的实际运用。本教材主要有以下特点。

1. 遵循国标,科学规范

教材贯彻最新的技术制图标准、建筑制图标准和道路制图标准,介绍运用 AutoCAD 软件进行土木工程设计和绘图的方法。

2. 内容翔实,循序渐进

全书由计算机绘图基础理论、AutoCAD 绘制工程图、三维模型设计及渲染、计算机绘图高级开发技术四个部分组成,由浅入深讲述计算机绘图技术在土木建筑工程中的应用,适合各种层次的读者使用。

3. 注重理论与实践相结合

教材选用近年交付使用的工程图纸作为实例,从工程实际出发,将 AutoCAD 的基本技巧和工程实际结合起来,详细讲述了操作步骤和特殊技巧,使读者在了解 AutoCAD 基本概念的基础上,逐步掌握 AutoCAD 进行建筑、结构、给水排水、道路、桥梁施工图和三维建筑模型绘制的方法和技巧。

4. 通俗易懂,可操作性强

教材结构层次分明,条理清楚,先二维绘图后三维建模,先绘图理论后高级开发技术,反映了内容的内在联系及本课程的特有思维方式。在内容编排上难点分散,深入浅出,每章都附有上机实验和思考题,利于学生的学习和掌握。

本书由袁果、尚守平任主编。第一、二章由尚守平编写,第三、六、八、十二、十四、十五章由袁果编写,第四、七、十一、十三章由陈美华编写,第五章由王英姿编写,第九、十八章由杨洪波编写,第十章由聂旭英编写,第十六、十七章由邹丹编写。华南理工大学陈锦昌教授、同济大学谢步瀛教授对本书进行了认真细致的审阅和订正,在此表示万分感谢。

本书编写过程中参阅了有关文献,在此对这些文献的作者表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,时间仓促,不足之处恳请广大读者批评指正。

编 者
2010年9月

目 录

第一篇 计算机绘图基础理论

第一章 土木工程计算机绘图概论	3
第一节 概述	3
第二节 计算机绘图的历史与发展	4
第三节 计算机绘图的基本方法	4
第四节 计算机绘图在土木工程中的应用	6
思考题	7
第二章 计算机绘图系统的硬件和软件	8
第一节 计算机绘图的硬件	8
第二节 计算机绘图系统的软件	12
第三节 计算机绘图系统的形式	15
思考题	16
第三章 图形变换及程序设计	17
第一节 二维图形变换	17
第二节 三维图形变换	23
第三节 投影变换	26
思考题	35

第二篇 AutoCAD 绘制工程图

第四章 AutoCAD 概述	39
第一节 AutoCAD 的主要功能	39
第二节 AutoCAD 的安装	41
第三节 AutoCAD 系统配置	42
第四节 AutoCAD 的用户界面	43
第五节 图形文件管理	47
第六节 图形的显示控制	50
第七节 AutoCAD 命令和数据的输入	52
思考题	55
第五章 二维图形绘制	56
第一节 绘制线性对象	56
第二节 绘制规则曲线对象	63
第三节 绘制点及点的样式设置	69

第四节 绘制不规则曲线对象	71
第五节 上机实验	73
思考题	74
第六章 二维图形修改	76
第一节 对象的选择	76
第二节 对象和命令的删除与恢复	79
第三节 对象的移动、旋转、复制和缩放	82
第四节 对象的部分修改和生成	89
第五节 特定对象的修改	95
第六节 综合编辑	99
第七节 上机实验	102
思考题	103
第七章 辅助绘图方法	105
第一节 设置图形界限和图形单位	105
第二节 图层及其管理	107
第三节 绘图辅助工具	116
第四节 设置对象捕捉	118
第五节 设置自动追踪	122
第六节 使用快捷方式	125
第七节 上机实验	126
思考题	127
第八章 图案填充、面域、文字与表格	129
第一节 图案填充	129
第二节 面域造型	133
第三节 设置文字样式	135
第四节 创建与编辑文字	136
第五节 设置表格样式	138
第六节 创建与编辑表格	139
第七节 上机实验	141
思考题	142
第九章 块及外部参照	143
第一节 创建与插入块	143
第二节 创建与编辑块属性	147
第三节 创建与编辑动态块	151
第四节 外部参照的使用	154
第五节 上机实验	155
思考题	156
第十章 土木工程图形的尺寸标注	157
第一节 尺寸样式的设置	157
第二节 尺寸标注	163

第三节	尺寸标注的编辑	172
第四节	上机实验	174
	思考题	175
第十一章	正投影图和轴测图的绘制	176
第一节	平面图形的绘制	176
第二节	三面投影图的绘制	182
第三节	轴测图的绘制	187
第四节	上机实验	193
	思考题	197
第十二章	建筑施工图的绘制	198
第一节	绘图环境设置	198
第二节	建筑总平面图的绘制	201
第三节	建筑平面图的绘制	205
第四节	建筑立面图的绘制	213
第五节	建筑剖面图的绘制	218
第六节	上机实验	223
	思考题	232
第十三章	土木工程图的绘制	233
第一节	结构施工图的绘制	233
第二节	道路、桥梁工程图的绘制	241
第三节	给排水及暖通管道系统图的绘制	250
第四节	上机实验	254
	思考题	258
第十四章	图样输出	259
第一节	工作空间	259
第二节	创建布局及页面设置	260
第三节	使用浮动视口	265
第四节	打印图样	268
	思考题	270

第三篇 三维模型设计及渲染

第十五章	三维绘图和实体造型	273
第一节	三维模型及视图观测点	273
第二节	定义用户坐标系	275
第三节	绘制三维点和线	278
第四节	绘制三维网格	279
第五节	三维实体造型	285
第六节	编辑三维对象	290
第七节	三维模型的显示形式	301
第八节	上机实验	303

思考题	304
第十六章 房屋的三维模型设计	305
第一节 模型设计的准备工作	305
第二节 墙体和窗洞、门洞模型的建立	306
第三节 窗户、门和阳台模型的建立	311
第四节 屋顶模型的建立	322
第五节 房屋细部模型的建立	326
第六节 完整房屋模型的建立	332
第七节 上机实验	333
思考题	334
第十七章 三维图形渲染	335
第一节 材质与贴图	335
第二节 光源	344
第三节 渲染	349
第四节 上机实验	355
思考题	355

第四篇 计算机绘图高级开发技术

第十八章 AutoLISP 开发环境	359
第一节 AutoLISP 开发环境的引入	359
第二节 AutoLISP 的基本函数	361
第三节 AutoLISP 的输入、输出函数	367
第四节 AutoLISP 编程基础	371
第五节 AutoLISP 编程实例	378
第六节 上机实验	380
思考题	381
参考文献	382

第一篇 计算机绘图基础理论

第一章 土木工程计算机绘图概论

计算机绘图是计算机辅助设计(CAD)的重要内容之一,是土木工程技术人员必须掌握的基本技能。计算机绘图技术还广泛运用于电子、机械、航空、航海、轻工、产品设计、广告影视制作等领域。

第一节 概 述

计算机绘图技术的出现到现在不过短短 50 年的历史,但随着计算机硬件和软件技术的飞速发展,它本身及它所影响的计算机辅助设计领域产生了迅猛的变化。这体现在从 20 世纪 60 年代简单的人机交互式绘图技术发展到了如今大规模集成化的 CAD 系统。计算机图形技术和 CAD 对土木工程领域传统的人工计算、手工绘图的设计方式产生了深刻的变革和影响。

计算机绘图技术除了在 CAD 领域应用最为活跃和广泛外,还在其他领域得到了广泛应用。这是因为现代的“绘图”一词其含义已不再是传统意义上的“在纸上画图”,已扩展为在显示屏上显示图形、在打印机上打印图形、人机交互式绘图或用程序自动生成图形文件等。除了在二维空间绘图外,甚至还可在三维空间“绘图”,例如控制刀具按既定程序切削出三维型体。

计算机绘图典型的应用领域如下。

(1)办公自动化系统中的图形图表制作。

(2)管理工作中的图形,如工作规划图、生产进度图、统计图(扇形图、直方图)、分布图等。直观明了的图形能使管理人员或决策人员对所涉及的事物一目了然。

(3)勘测图形,如气象卫星云图、矿物分布图、人口密度分布图、航测地形图、水文资料图、环境污染监测图等。

(4)数值信息图形可视化,如应力场分布、电场分布、应变分布、温度场分布等,常用“彩云图”通过颜色的深浅反映场中不同位置量值的大小,将数值可视化。

(5)商业广告及影视动画制作,甚至包括数字摄影中画面配景、编辑等后期制作的应用。

(6)过程控制中的图像辅助功能以及三维型体的全自动加工切削。

(7)计算机辅助教学和仿真模拟。例如,我们可以在屏幕上模拟一根钢筋混凝土梁从加载到开裂直至破坏的全过程,而无须学生亲临试验室去做试验。学生可以在计算机上自由地设置梁的尺寸、配筋的多少和加荷的大小。

(8)计算机辅助设计中的图形生成和图形输出。主要可分为交互式绘图和非交互式绘图。前者通过人机对话,输入绘图的基本信息生成图形,例如工程师通过人机交互输入建筑平面图,然后由计算机程序自动生成剖面图和立面图;后者主要是对于那些量大面广、又具有规律性和重复性的图形,程序根据少量的控制参数,自动生成图形。例如钢筋混凝土连续梁的结构施工图,就可以仅根据少量原始信息,由程序进行力学计算、自动配筋构造设计直至自动生成全部施工图。

第二节 计算机绘图的历史与发展

计算机绘图技术的发展是与计算机及其外围设备的发展密切相关的。早期的图形显示器是基于阴极射线管的示波器而产生的。如美国 MIT 于 1950 年研制的旋风 1 号计算机,就配置了这种用示波器改造的图形显示器,而笔式绘图仪是在 x - y 函数记录仪的基础上发展而成的,较早的有美国 CALCOMP 公司于 1958 年研制的滚筒式绘图仪和 GERBER 公司研制的平板式绘图仪。在硬件设备的基础上,计算机绘图的软件技术也得到长足的发展。1962 年,Ivan E. Sutherland 首次提出了交互式计算机绘图的概念,并发表了博士论文“Sketchpad:一个人机通信的图形系统”。

1963 年,Doug Engelbart 在斯坦福研究所制造出了第一个木制鼠标器,他的思想极大地影响了以后交互式绘图技术的发展。20 世纪 70 年代初,Xerox 公司发明了第一个数字化鼠标器,并在 1975 年宣布了鼠标器的规范。

1983 年,Microsoft 公司生产出了鼠标器的新一代产品——总线型鼠标器,它连接在一块装有 Intel 8255 芯片的插件板上。1984 年,Microsoft 设计出了串行口鼠标器,它不需要独立的电源,CMOS 处理器可以从 RS-232 口中获得足够的动力。在随后的三年中,Microsoft 公司陆续推出了第二代、第三代鼠标器,分辨率大大提高,可以连接在串行口上或 PS/II 机器的接口上。今天的鼠标器不但有机械式的,还有光电式的,它的重要性已不亚于键盘。

20 世纪 70 年代中期出现的光栅扫描图形显示器,可以更高的频率对屏幕图形刷新,分辨率不断得以提高,使得计算机交互式绘图技术得以更快的发展。

同时,高速高精度的绘图仪也相继问世,平板式、滚筒式、笔式、喷墨式、单色和彩色绘图仪相继出现,性能不断提高,价格不断下降。

第三节 计算机绘图的基本方法

计算机绘图并不是计算机自己绘图,而是通过人类控制的计算机辅助绘图。比如说,人与计算机之间以交互式问答的方式绘图;人编程序来控制计算机绘图或人为设置参数通过某通用程序来绘图等。

从绘图的介质媒体来区分,可以把计算机绘图分成如下几类。

1. 计算机驱动绘图机在纸上绘图——笔式或喷墨式绘图机

这种绘图方式是矢量式绘图,由 x 增量和 y 增量确定的矢量控制笔的移动。 x 和 y 是由绘图机在纵横两个方向的最小坐标寻址(步长)组成。

以往的绘图机,纸是固定在平板上的,笔是靠大、小车的移动而运动定位。近年来,普遍采用的是滚筒式绘图机,纸在滚筒上滚动,笔是靠小车在另一个方向移动而运动的。

由于绘图机在两个方向的精度都比较高,故一般可在 x 、 y 两个方向反复移动纸或笔绘图,而不会影响图素的位置和尺寸。

近年来,笔式绘图机已逐渐被喷墨式绘图机替代。喷墨式绘图机没有笔,由喷头喷出墨点组成图形,它不仅消除了纸和笔的机械摩擦而导致划纸的可能性,而且图形线条的质量非常好,绘图速度快。喷墨绘图实际上是将计算机输出的信息先在绘图机的内存(虚拟屏幕)上绘图,所形成的点阵映像最后被逐行扫描输出到纸上。因此,喷墨绘图机的纸是一个方向前进,

而不倒退的。

2. 计算机驱动打印机在纸上打印图形——点阵式打印绘图

打印机通常用于打印字符文档,但也可以被用于打印图形。只要在打印机换码序列中输入点阵位映像模式指令,打印机即进入图形位映像工作状态。过去的打印机主要有9针和24针两种。9针打印机一行打印9个点的高度,24针打印机一行打印24个点的高度。

打印机打印图形与喷墨式绘图机类似,纸是只前进,不倒退。因此必须先在一个虚拟屏幕上绘图,实际上是记录点阵位映像,最后将虚拟屏幕上的点阵位映像逐行输出打印出来。不同的只是通常打印机的内存较小,往往需要利用计算机的内存作为虚拟屏幕。

近年来喷墨打印机已逐渐代替机械式打印机,在打印机上绘图的质量已经很好。一些小的图纸往往可以在喷墨打印机上直接输出。

3. 在显示器屏幕上绘图或显示图形——点阵式显示绘图

在计算机屏幕上绘图实际上也是点阵式绘图,图形线条由一个一个的点阵像素组成,只不过由于软件的控制,使得用户在绘图的时候,形式上是用矢量的方式输入。

在屏幕上绘图,从土木工程的角度看,通常是生成工程图纸的一个前过程或准备过程。在屏幕上绘图是通过鼠标器交互式作图或用程序控制显示已形成的图形,待确认可以后,再向绘图机或打印机输出。

由于目前有的显示器分辨率不太高,所以在屏幕上显示的图形线条往往不及绘图机输出的清晰光滑,加上屏幕尺寸比图纸尺寸小得多,因此往往还要将图形局部放大显示,才能看清其内容。

从绘图的方式来区分,可将计算机绘图分成如下几类。

1. 交互式绘图

在某个交互式绘图软件的环境中,采用人机交互问答的方式绘图,一般是用鼠标器作为图形输入设备,将图形元素(点、线、圆、弧)一个一个地绘制在屏幕上。实际上是计算机程序记录输入图形元素的信息,并同时实时地显示在屏幕上。所不同的是计算机绘图可以利用许多计算机的特有功能辅助绘图,如擦除、延伸、截断、镜像、复制、阵列、分层、尺寸自动标注等,这些实际上是交互式绘图的辅助子程序。这种绘图方式灵活方便,通用性好,但效率相对较低,要靠人来将图素逐个输入而组成图形。组成的图形最后可通过绘图机或打印机输出到图纸上。

2. 非交互式绘图

对于某些量大面广,具有一定规律性的图形,编制专用程序,在少量参数的控制下,自动生成图形,实际上是生成一个图形文件,并同时在屏幕上显示图形。

这种绘图方式主要依靠程序绘图,效率高,但适用面专而窄。

3. 半交互式绘图

半交互式绘图是处于交互式与非交互式绘图之间的一种计算机绘图方式,需要用户输入较多的控制参数,然后由计算机程序生成图形。这种方式绘出的图形一般能较好地符合工程师的要求,因为工程师的具体意图已体现在输入的大量参数中,而且由于是用程序生成图形,故效率仍比交互式绘图高。

不论是哪种绘图方式,从图形学的方法来看,无非是用控制点在空间(三维空间或二维空间)的位置来确定图形的大小、角度、位置和形状等。计算机图形学的基本方法是通过齐次坐标变换对组成图形的点进行比例变换、平移变换、旋转变换、错切变换、对称变换和投射变换

等,通过变换矩阵实现图形的缩放、平移、旋转、拉伸,以及生成各种视图(包括轴测图和透视图)。

高级的绘图方法,还涉及裁剪消隐、曲线拟合、阴影、渲染和材质表现、光照效果等。

这些绘图方法,不仅需要用到许多数学方法,还需要很大的计算内存和高速计算机显示硬件的支持。

第四节 计算机绘图在土木工程中的应用

计算机绘图在土木工程中的应用非常广泛,主要有以下几方面。

1. 在计算机辅助设计(CAD)中的应用

计算机绘图在 CAD 系统中除了用于工程施工图的绘制之外,还用于各种图形可视化文档。如结构设计中的荷载简图、内力图、变形图、振型图等;也用于 CAD 软件运行中各个环节,如图形交互式输入及可视化输出。建筑方案设计中各种三维图形及渲染图的绘制和输出。

目前国内流行的土木工程 CAD 软件主要如下。

1) 建筑设计软件

天正 TARCH、House,德克赛诺 ARCH-T,中国建研院的 APM、ABD,匈牙利 GRAHPISOFT 公司的 ARCHICAD 等。

2) 结构 CAD 软件

中国建研院的 PK、PM、TBSA、TAT、SATWE、TBSA-F、TBFL、LT、PLATE、BOX、EF、JCCAD、ZJ 等。

湖南大学的 HBCAD、FBCAD、BSAD、BENTCAD、FDCAD、NDCAD、SBSIA、BRCAD、BGCAD、SLABCAD 等。

清华大学的 TUS,北京市建筑设计院的 BICAD,德克赛诺的 AUTO-FLOOR、AUTO-LINK 等。

3) 给排水 CAD 软件

WPM、PLUMBING、鸿业给排水软件 GPS、天正给排水 TWT、浩辰给排水 IGP、理正给排水软件等。

4) 暖通 CAD 软件

HPM、CPM、HAVC、SPRING、[美] AEDOT、[欧] COMBINE、天正暖通 THVAC、鸿业暖通 ACS、浩辰暖通 INT 等。

5) 电气 CAD 软件

TELEC、ELECTRIC、EPM、EES、INTER-DQ、SEE Electrical、理正电气 CAD、IDq、CCES、Eplan 电气设计软件、Engineering Base、天正电气 CAD 等。

2. 在土木工程管理中的应用

在工程监理、概算、预算、质量与进度控制领域,计算机绘图被广泛用于绘制工程进度形象图、资金控制图及统筹网络图等方面。

3. 在工程计算机分析可视化中的应用

(1) 力学有限元分析方面:单元网格划分的图像显示;应力彩云图;应变彩云图;变形图。

(2) 温度场方面:如大体积混凝土蓄热及冷却过程的三维温度场用温度彩云图的可视化显示。

(3)建筑室内采暖通风温度场分布彩云图。

(4)流体力学分析结果的图形化显示:如流速图、气流分布图和水流分布图、空气动力效应等。用于高层建筑的风荷载体型系数分析、风振效应分析、给水排水设备效应分析等方面。

4. 在工程振动分析和抗震设计中的可视化运用

如频谱分析,振型曲线图,等震线图,结构在罕遇地震作用下的变形时程关系图等。

总之,计算机绘图是一门应用非常广泛的技术,在土木工程的各个领域都占有很重要的地位,因此,它是一门很重要的技术基础课,同学们应认真学习,努力掌握计算机绘图的基本原理和应用技巧,为今后的工作和学习打下扎实的基础。

思 考 题

1. 计算机绘图是什么时候出现的?
2. 计算机绘图的基本方法有哪些?
3. 计算机绘图在土木工程中有哪些应用?