

高等学校计算机专业教材精选·图形图像与多媒体技术

计算机图形学基础教程 (Visual C++版)

孔令德 编著

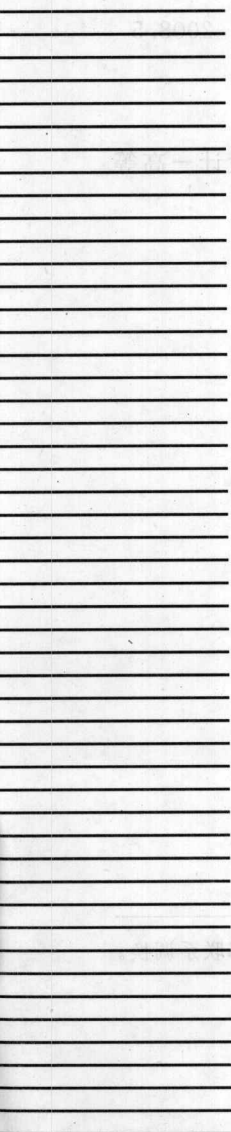


清华大学出版社

高等学校计算机专业教材精选·图形图像与多媒体技术

计算机图形学基础教程 (Visual C++版)

孔令德 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书采用面向对象语言 Visual C++ 6.0 的 MFC 编程环境作为开发平台,系统讲解“基本图形的扫描转换”、“二维变换和裁剪”、“三维变换和投影”、“自由曲线和曲面”、“分形几何”、“动态消隐”和“真实感图形”的实现原理和算法。

本书原理讲解透彻、知识点覆盖全面,从基于光栅扫描显示器的扫描转换开始,讲解了反走样技术、三维坐标变换、透视投影变换、Z-Buffer 消隐算法、带有材质和纹理的光照模型原理等内容。通过本书的学习,读者可以制作出具有光照和纹理的动态消隐的三维旋转立体,从而实现对图形的交互式设计。

本书配套的《计算机图形学实践教程(Visual C++ 版)》(ISBN 978-7-302-17148-5)给出了和本书章节相对应的源程序实现。另外,本书配套资源可以从清华大学出版社网站(<http://www.tup.com.cn>)下载。

本书不仅可以作为大学本科生教材和实训教材,还可供计算机图形学爱好者的自学使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机图形学基础教程: Visual C++ 版/孔令德编著. —北京:清华大学出版社, 2008.5

(高等学校计算机专业教材精选·图形图像与多媒体技术)

ISBN 978-7-302-17082-2

I. 计… II. 孔… III. ①计算机图形学—高等学校—教材 ②C语言—程序设计—高等学校—教材 IV. TP391.41 TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 021492 号

责任编辑:汪汉友

责任校对:李建庄

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:15.25 彩 插:2 字 数:373 千字

版 次:2008 年 5 月第 1 版

印 次:2008 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:25.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。

联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:028991-01

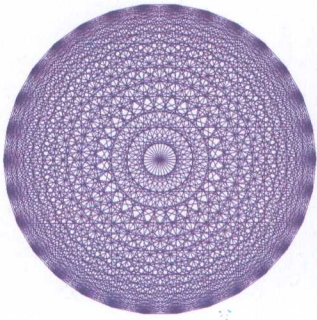


图1 金刚石图案

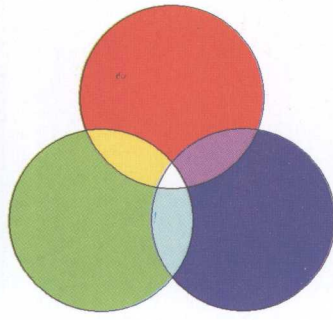


图2 RGB三原色

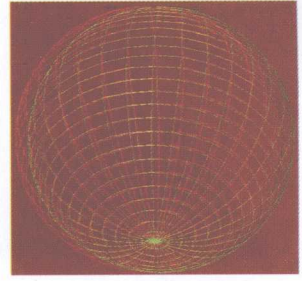


图3 佩戴红绿眼镜观察的红绿球



图4 立体双图

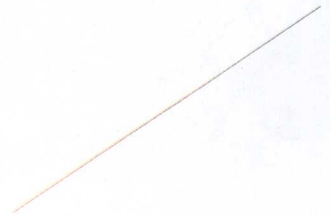


图5 颜色渐变直线

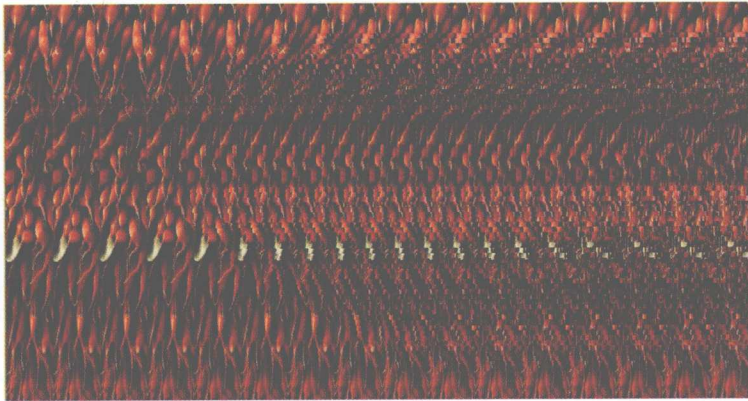
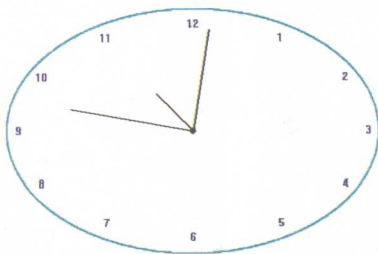
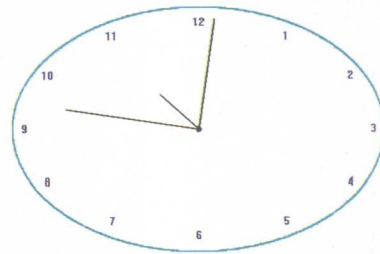


图6 “爱心”三维立体画



(a) 走样指针



(b) 反走样指针

图7 时钟

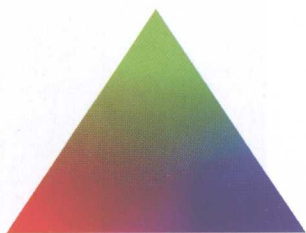


图 8 颜色渐变三角形

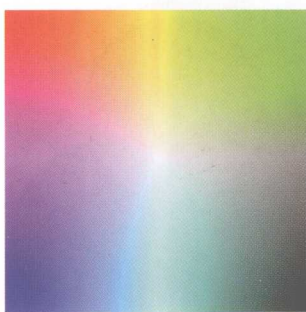


图 9 颜色渐变四边形

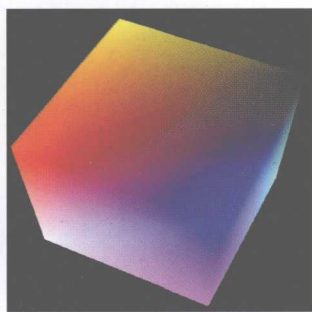


图 10 颜色渐变的立方体

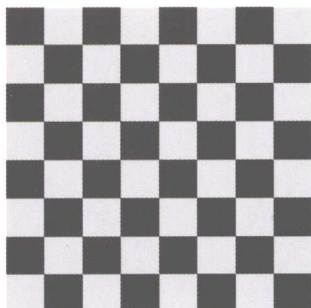


图 11 国际象棋棋盘纹理

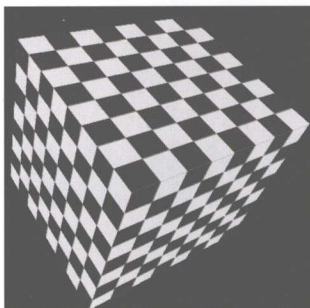


图 12 立方体国际象棋棋盘纹理映射

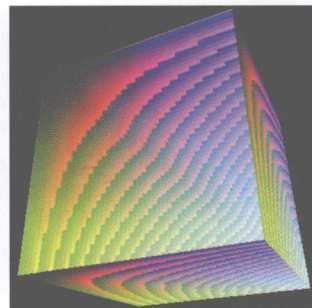


图 13 立方体木纹纹理映射

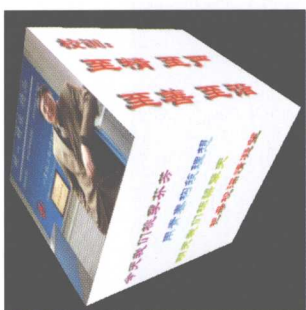


图 14 立方体贴图

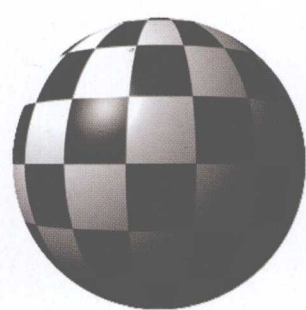
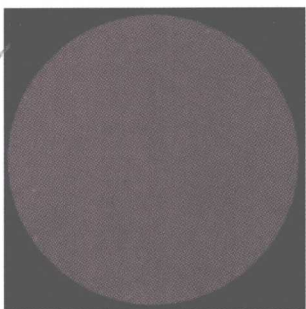


图 15 球国际象棋棋盘纹理映射



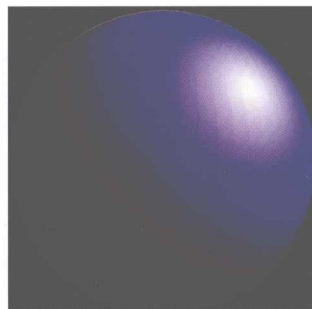
图 16 球的贴图



(a) 环境光

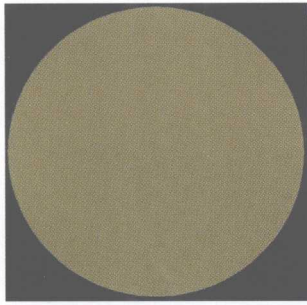


(b) 漫反射光

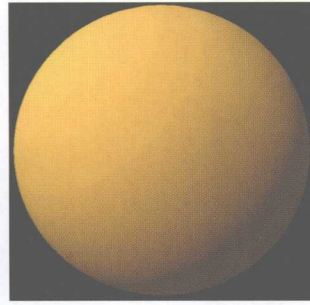


(c) 镜面反射光球,光源位于右上方

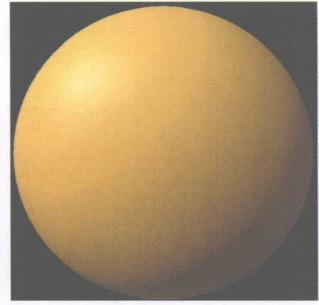
图 17 材质为“星球”的球



(a) 环境光

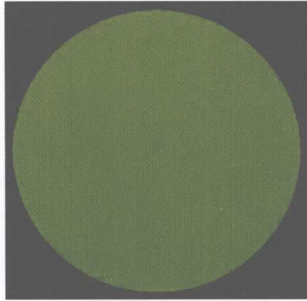


(b) 漫反射光

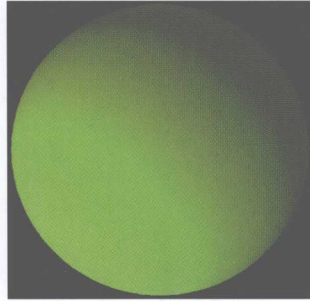


(c) 镜面反射光球,光源位于左上方

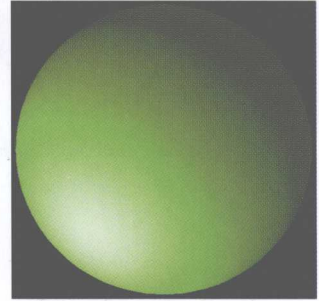
图 18 材质为“金”的球



(a) 环境光



(b) 漫反射光



(c) 镜面反射光球,光源位于左下方

图 19 材质为“绿宝石”的球

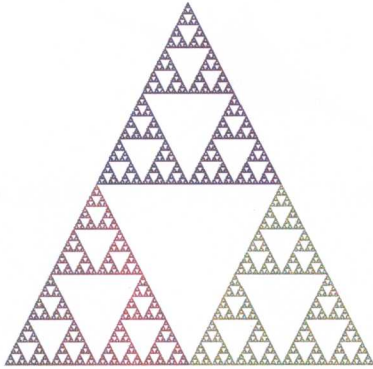


图 20 迭代次数为 1000000 的混沌游戏效果图

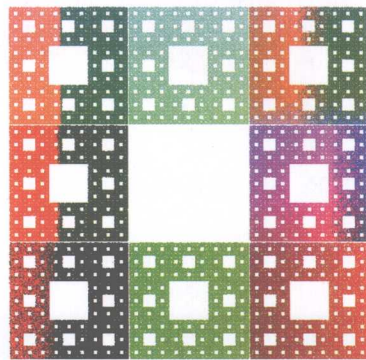


图 21 IFS 模型生成的 Sierpinski 地毯

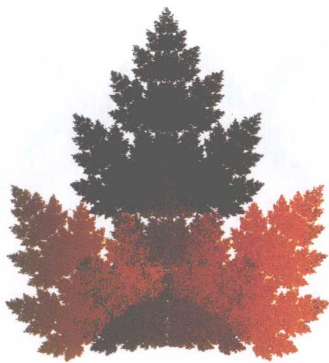


图 22 枫叶拼接的分形效果图



图 23 蕨类植物叶的分形效果图

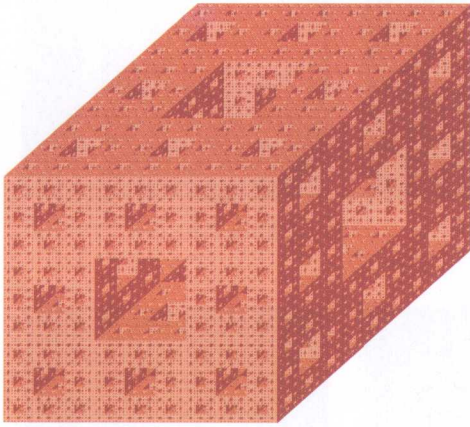


图 24 Sierpinski 海绵

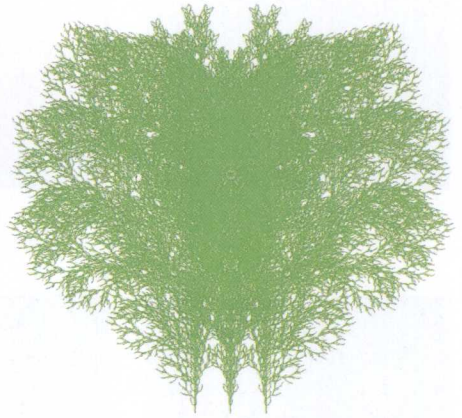


图 25 单规则 L 系统随机分形树林

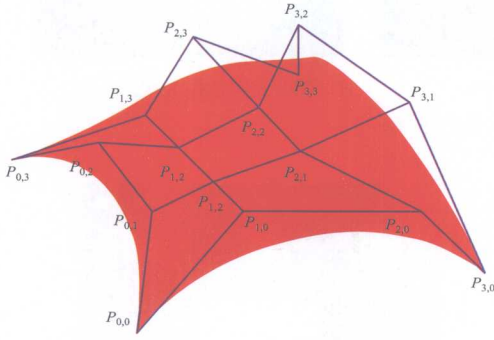


图 26 双三次 Bezier 曲面

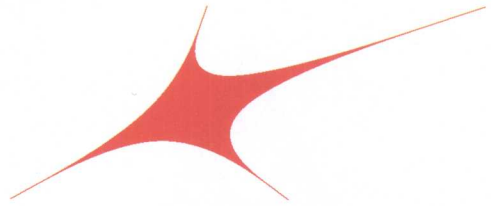


图 27 包含重点的双三次 B 样条曲面

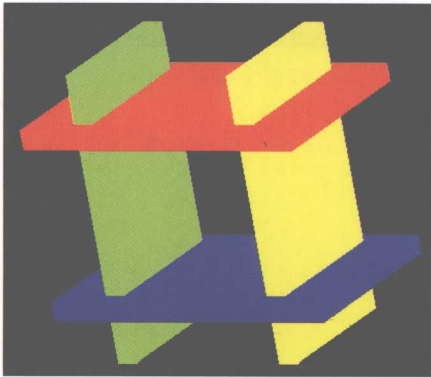


图 28 Z-Buffer 算法绘制的交叉面

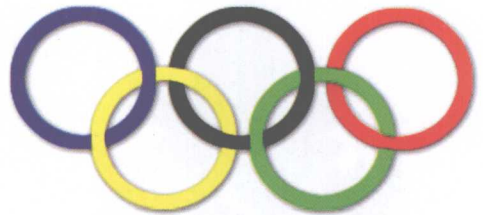


图 29 Z-Buffer 算法绘制的奥运五环

出版说明

我国高等学校计算机教育近年来迅猛发展,应用所学计算机知识解决实际问题,已经成为当代大学生的必备能力。

时代的进步与社会的发展对高等学校计算机教育的质量提出了更高、更新的要求。现在,很多高等学校都在积极探索符合自身特点的教学模式,涌现出一大批非常优秀的精品课程。

为了适应社会的需求,满足计算机教育的发展需要,清华大学出版社在进行了大量调查研究的基础上,组织编写了《高等学校计算机专业教材精选》。本套教材从全国各高校的优秀计算机教材中精挑细选了一批很有代表性且特色鲜明的计算机精品教材,把作者们对各自所授计算机课程的独特理解和先进经验推荐给全国师生。

本系列教材特点如下。

(1) 编写目的明确。本套教材主要面向广大高校的计算机专业学生,使学生通过本套教材,学习计算机科学与技术方面的基本理论和基本知识,接受应用计算机解决实际问题的基本训练。

(2) 注重编写理念。本套教材作者群为各校相应课程的主讲,有一定经验积累,且编写思路清晰,有独特的教学思路和指导思想,其教学经验要求具有推广价值。本套教材中不乏各类精品课配套教材,并力图努力把不同学校的教学特点反映到每本教材中。

(3) 理论知识与实践相结合。本套教材贯彻从实践中来到实践中去的原则,书中的许多必须掌握的理论都将结合实例来讲,同时注重培养学生分析、解决问题的能力,满足社会用人要求。

(4) 易教易用,合理适当。本套教材编写时注意结合教学实际的课时数,把握教材的篇幅。同时,对一些知识点按教育部教学指导委员会的最新精神进行合理取舍与难易控制。

(5) 注重教材的立体化配套。大多数教材都将配套教师用课件、习题及其解答,学生上机实验指导、教学网站等辅助教学资源,方便教学。

随着本套教材陆续出版,相信能够得到广大读者的认可和支持,为我国计算机教材建设及计算机教学水平的提高,为计算机教育事业的发展做出应有的贡献。

清华大学出版社

前 言

计算机图形学(computer graphics, CG)是研究如何利用计算机算法来生成、处理和显示图形的一门学科,主要的算法原理包括基于光栅扫描显示器的基本图形的扫描转换原理;基于齐次坐标的二维、三维变换矩阵的几何变换原理;基于几何造型的自由曲线、曲面的生成原理;基于分形几何学的分数维造型原理;基于像空间和物空间的三维实体动态消隐原理;基于颜色模型、光照模型和纹理映射技术的真实感图形显示原理。

本书有以下特色。

(1) 编程环境的先进性。本书采用 Visual C++ 6.0 编程环境进行算法讲解。目前市面上的计算机图形学教材大多采用 Turbo C 语言作为编程环境,但面向过程语言 Turbo C 开发的程序是基于 DOS 界面的,图形操作基本不具备交互性,而且只能显示 16 种颜色。本书选用 Microsoft 公司的面向对象语言 Visual C++ 6.0 的 MFC 框架作为编程环境。

(2) 所有原理算法的案例化。计算机图形学算法复杂、原理众多。作为省级精品课程“C++ 程序设计”和院级精品课程“计算机图形学”的第一负责人,笔者在十多年的计算机图形学教学实践中,使用 Visual C++ 6.0 的 MFC 框架自主开发了所有原理的算法实现程序,做到了本书所讲解到的每个原理在配套的实践教程中都有相应的算法实现案例。

(3) 编写内容的系统化。本书配有实践教程。本书分为 10 章,实践教程包含和本书对应的 43 个案例。两本书的内容均由同一作者独立编写,保证了编写体系的一致性。

本书各章节主要内容如下。

第 1 章 导论。介绍了计算机图形学的应用领域,以及图形显示设备的发展历程。

第 2 章 Visual C++ 6.0 绘图基础。介绍面向对象程序设计基础、MFC 上机操作步骤,以及 Visual C++ 6.0 的基本绘图函数。

第 3 章 基本图形的扫描转换。讲解直线、圆和椭圆的像素级扫描转换原理,以及直线的反走样技术。

第 4 章 多边形填充。讲解了实面积图形的概念,有效边表填充原理和算法,边缘填充原理和算法,以及区域填充原理和算法。

第 5 章 二维变换和裁剪。讲解齐次坐标,平移、比例、旋转、反射和错切的二维基本几何变换矩阵,Cohen-Sutherland 直线裁剪原理和算法,中点分割直线裁剪原理和算法,以及梁友栋—Barsky 直线裁剪原理和算法。

第 6 章 三维变换和投影。讲解平移、比例、旋转、反射和错切的三维基本几何变换矩阵,三视图、斜等侧图以及透视投影的变换矩阵。

第 7 章 自由曲线和曲面。讲解样条曲线、Bezier 曲线曲面和 B 样条曲线曲面的生成原理和算法。

第 8 章 分形几何。讲解分形曲线的递归模型、植物的 L 系统模型,以及 IFS 迭代函数系统的原理和算法。

第 9 章 动态消隐。讲解动态凸多面体和曲面体的隐线原理和算法,动态 Z-Buffer 的

隐面原理和算法,以及画家算法的隐面原理和算法。

第 10 章 真实感图形。讲解 RGB 模型、Gouraud 明暗处理、光照模型,以及纹理映射技术的实现原理和算法。

实践教程的案例设置和与本书的对应关系见附录 A。

经过历时 3 年的编写,本书终于要和读者见面了,其间的艰辛一言难尽。由于要用算法实现本书讲到的所有原理,程序调试花费了很长时间。幸喜在博创研究所的工作人员的协助下,使用 Visual C++ 的 MFC 框架完成了本书的所有原理,本书也得以完稿。

在此,感谢我院刘宇君、樊孝仁、郭芸俊和杨慧炯等教师的大力支持。

感谢在博创研究所先后工作的人员廖小谊、彭贺亮、刘鹏、申明达、杨晓亮、傅立群和杨铭等在程序调试方面作出的贡献。

本书及其配套实践教程适合作为计算机科学与技术专业的教材。欢迎访问笔者负责的 C++ 精品课程网址:<http://210.31.100.100/c++jpkc/default.asp> 和“计算机图形学”精品课程网址:<http://www.tit.edu.cn/jsjtxx/welcome.html>。

希望本书的出版对从事交互式图形图像处理的读者有所帮助,同时也请计算机图形图像处理方面的专家提出宝贵的意见。E-mail:klingde@163.com。

孔令德

2008 年 4 月

目 录

第 1 章 导论	1
1.1 计算机图形学的应用领域	1
1.1.1 计算机辅助设计.....	1
1.1.2 计算机艺术.....	1
1.1.3 虚拟现实.....	3
1.1.4 计算机辅助教学.....	3
1.2 计算机图形学的概念	4
1.3 计算机图形学的相关学科	5
1.4 计算机图形学的确立和发展	5
1.5 图形显示器的发展及其工作原理	7
1.5.1 阴极射线管.....	7
1.5.2 随机扫描显示器.....	8
1.5.3 直视储存管显示器.....	8
1.5.4 光栅扫描显示器.....	9
1.5.5 液晶显示器	13
1.5.6 等离子显示器	15
1.5.7 三维显示器	15
1.6 图形软件标准的形成.....	18
1.7 计算机图形学的最新技术.....	18
1.7.1 交互技术	18
1.7.2 造型技术	18
1.7.3 真实感图形显示技术	19
1.8 小结.....	19
习题 1	19
第 2 章 Visual C++ 6.0 绘图基础	21
2.1 面向对象程序设计基础.....	21
2.1.1 类和对象	21
2.1.2 构造函数和析构函数	22
2.1.3 对象的动态建立和释放	24
2.1.4 继承与派生	25
2.2 MFC 上机操作步骤	28

2.3	基本绘图函数	31
2.3.1	CDC 类结构和 GDI 对象	32
2.3.2	映射模式	33
2.3.3	CDC 类的主要绘图成员函数	34
2.3.4	设备上下文的调用和释放	50
2.3.5	VC++ 绘制图形的几种方法	51
2.4	小结	52
	习题 2	52
第 3 章	基本图形的扫描转换	55
3.1	直线的扫描转换	55
3.1.1	算法原理	56
3.1.2	构造中点偏差判别式	56
3.1.3	递推公式	57
3.2	圆的扫描转换	57
3.2.1	算法原理	58
3.2.2	构造中点偏差判别式	59
3.2.3	递推公式	60
3.3	椭圆的扫描转换	60
3.3.1	算法原理	61
3.3.2	构造上半部分 I 中点偏差判别式	62
3.3.3	上半部分 I 的递推公式	62
3.3.4	构造下半部分 II 中点偏差判别式	64
3.3.5	下半部分 II 的递推公式	64
3.4	反走样技术	66
3.5	直线距离加权反走样算法	67
3.5.1	算法原理	67
3.5.2	构造距离判别式	69
3.5.3	计算机化	69
3.6	小结	69
	习题 3	69
第 4 章	多边形填充	72
4.1	实面积图形的概念	72
4.1.1	多边形的定义	73
4.1.2	多边形的表示	73
4.1.3	多边形的填充	74
4.1.4	区域填充	74
4.2	有效边表填充算法	75

801	4.2.1	填充原理	75
801	4.2.2	边界像素的处理原则	75
801	4.2.3	有效边和有效边表	76
801	4.2.4	边表	79
801	4.3	边缘填充算法	80
801	4.3.1	填充原理	80
801	4.3.2	填充过程	80
801	4.4	区域填充算法	82
801	4.4.1	填充原理	82
	4.4.2	四邻接点和八邻接点	82
801	4.4.3	四连通域和八连通域	83
801	4.4.4	四邻接点填充算法和八邻接点填充算法	84
801	4.5	小结	85
801		习题 4	85
	第 5 章	二维变换和裁剪	89
801	5.1	图形几何变换基础	89
811	5.1.1	规范化齐次坐标	89
111	5.1.2	矩阵相乘	89
811	5.1.3	二维变换矩阵	90
811	5.1.4	二维几何变换	90
811	5.2	二维图形基本几何变换矩阵	91
811	5.2.1	平移变换矩阵	91
118	5.2.2	比例变换矩阵	91
831	5.2.3	旋转变换矩阵	92
831	5.2.4	反射变换矩阵	93
181	5.2.5	错切变换矩阵	94
831	5.3	二维复合变换	95
181	5.3.1	复合变换原理	95
831	5.3.2	相对于任一参考点的二维几何变换	95
151	5.3.3	相对于任意方向的二维几何变换	96
821	5.4	二维图形裁剪	98
	5.4.1	图形学中常用的坐标系	98
081	5.4.2	窗口和视区及窗视变换	99
121	5.4.3	窗视变换矩阵	100
081	5.5	Cohen-Sutherland 直线裁剪算法	101
081	5.5.1	编码原理	101
181	5.5.2	裁剪步骤	102
181	5.5.3	交点计算公式	102

5.6	中点分割直线裁剪算法	103
5.6.1	中点分割直线裁剪算法原理	103
5.6.2	中点计算公式	103
5.7	梁友栋—Barsky 直线裁剪算法	103
5.7.1	梁友栋算法原理	103
5.7.2	算法分析	104
5.7.3	算法的几何意义	104
5.8	小结	106
	习题 5	106
第 6 章 三维变换和投影 108		
6.1	三维几何变换	108
6.1.1	三维变换矩阵	108
6.1.2	三维几何变换	108
6.2	三维基本几何变换矩阵	109
6.2.1	平移变换	109
6.2.2	比例变换	109
6.2.3	旋转变换	110
6.2.4	反射变换	111
6.2.5	错切变换	112
6.3	三维复合变换	113
6.4	投影变换	115
6.4.1	三视图	115
6.4.2	斜等侧图	118
6.5	透视变换	120
6.5.1	透视变换坐标系	120
6.5.2	坐标系变换	121
6.5.3	用户坐标系到观察坐标系的变换	122
6.5.4	观察坐标系到屏幕坐标系的变换	124
6.5.5	透视投影分类	125
6.6	小结	127
	习题 6	128
第 7 章 自由曲线和曲面 130		
7.1	基本概念	130
7.1.1	样条曲线曲面	130
7.1.2	曲线曲面的表示形式	130
7.1.3	拟合和逼近	131
7.1.4	连续性条件	131

7.2	三次参数样条曲线	132
7.2.1	参数样条曲线定义	132
7.2.2	系数求解	133
7.2.3	边界条件	133
7.3	Hermite 样条曲线	135
7.4	Bezier 曲线	137
7.4.1	Bezier 曲线的定义	137
7.4.2	Bezier 曲线的性质	139
7.4.3	Bezier 曲线的可分割性	139
7.5	Bezier 曲面	141
7.5.1	Bezier 曲面的定义	141
7.5.2	双三次 Bezier 曲面的定义	141
7.6	B 样条曲线	142
7.6.1	B 样条曲线的定义	143
7.6.2	二次 B 样条曲线	143
7.6.3	三次 B 样条曲线	144
7.6.4	B 样条曲线的性质	146
7.6.5	构造特殊的三次 B 样条曲线的技巧	148
7.7	B 样条曲面	149
7.7.1	B 样条曲面的定义	149
7.7.2	双三次 B 样条曲面的定义	149
7.7.3	双三次 B 样条曲面的连续性	150
7.8	小结	152
	习题 7	152
第 8 章 分形几何		156
8.1	分形和分维	156
8.1.1	分形的诞生	156
8.1.2	分形的基本特征	157
8.1.3	分形的定义	158
8.1.4	分形维数的定义	158
8.2	递归模型	160
8.2.1	Cantor 集	160
8.2.2	Koch 曲线	161
8.2.3	Peano-Hilbert 曲线	162
8.2.4	Sierpinski 垫片、地毯和海绵	164
8.2.5	C 字曲线	168
8.2.6	Caley 树	168
8.3	L 系统模型	169

8.3.1	L 系统文法	169
8.3.2	Koch 曲线	170
8.3.3	分形草	171
8.3.4	Peano-Hilbert 曲线	171
8.3.5	分形灌木丛	173
8.4	IFS 迭代函数系统模型	174
8.4.1	仿射变换	174
8.4.2	IFS	175
8.4.3	Koch 曲线	178
8.4.4	Sierpinski 垫片	180
8.4.5	枫叶生成	182
8.5	小结	183
	习题 8	183
第 9 章 动态消隐		187
9.1	图形的数据结构	187
9.1.1	图形的几何信息和拓扑信息	187
9.1.2	基本图形的数据结构	187
9.1.3	立体表示模型	188
9.2	消隐算法分类	190
9.3	隐线算法	190
9.3.1	凸多面体消隐算法	190
9.3.2	曲面体消隐算法	192
9.4	隐面算法	194
9.4.1	Z-Buffer 算法	194
9.4.2	画家算法	197
9.5	小结	198
	习题 9	198
第 10 章 真实感图形		201
10.1	颜色模型	201
10.1.1	基本概念	201
10.1.2	RGB 颜色模型	202
10.1.3	Gouraud 颜色渐变	203
10.2	材质模型和光照模型	205
10.2.1	物体的材质	205
10.2.2	环境光模型	206
10.2.3	漫反射光模型	206
10.2.4	镜面反射光模型	207

10.2.5	光强的衰减	208
10.3	纹理映射	209
10.3.1	纹理定义	209
10.3.2	纹理映射	210
10.4	OpenGL 简介	210
10.4.1	案例效果	210
10.4.2	TestView.h 文件	210
10.4.3	TestView.cpp 文件	213
10.4.4	程序说明	220
10.5	小结	222
习题 10		222
附录 A 配套实践教程的案例设置及与本书的对应关系		225
参考文献		227