



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

虚拟现实建模与编程

(SketchUp+OSG 开发技术)

Virtual Reality Modeling and Programming
(SketchUp+OSG Development Technology)

■ 强彦 主编

■ 陈俊杰 石争浩 副主编

— 虚拟现实快速入门

— 建模编程循序渐进

— 开源平台精选案例



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

013071228



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材
21世纪高等教育计算机规划教材

TP391.41
4726

COMPUTER

虚拟现实建模与编程 (SketchUp+OSG 开发技术)

Virtual Reality Modeling and Programming
(SketchUp+OSG Development Technology)

■ 强彦 主编
■ 陈俊杰 石争浩 副主编



北航

C1680126

人民邮电出版社
北京

TP391.41
4726

855170810

图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实建模与编程：SketchUp+OSG开发技术 / 强彦主编. — 北京：人民邮电出版社，2013.9
21世纪高等教育计算机规划教材
ISBN 978-7-115-32743-7

I. ①虚… II. ①强… III. ①计算机辅助设计—三维动画软件—高等学校—教材 IV. ①TP391.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第183124号

内 容 提 要

虚拟现实建模与编程是一种实践性要求非常强的技术，作为虚拟现实建模与编程全面而系统的实践教材，本书由浅入深、循序渐进地介绍了 SketchUp 建模与 OSG 建模的基本概念、主要知识点，以及简单应用和综合应用。全书内容主要包括 SketchUp 的基础操作和 OSG 技术两大部分，其中 SketchUp 部分主要介绍了 SketchUp 的发展史、优势、安装与删除、图形的绘制与编辑、图层运用及管理、材质与贴图等等；OSG 部分包括 OSG 环境配置、基本工具使用以及高级特效等内容。

本书既可作为相关课程的辅助教材，也可以作为相关课程的课程设计、大型试验以及实训/培训的主教材，还可供广大虚拟现实建模与编程爱好者参考。

-
- ◆ 主 编 强 彦
 - 副 主 编 陈俊杰 石争浩
 - 责任编辑 邹文波
 - 责任印制 彭志环 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本：787×1092 1/16
印张：10 2013年9月第1版
字数：262千字 2013年9月北京第1次印刷

定价：42.00 元

读者服务热线：(010)67170985 印装质量热线：(010)67129223
反盗版热线：(010)67171154

前言

虚拟现实技术 (Virtual Reality, VR) 是 20 世纪末才兴起的一门崭新的综合性信息技术。它实时的三维空间表现能力、自然的人机交互式操作环境, 以及给人带来的身临其境的感受, 从根本上改变了人与计算机之间枯燥、生硬和被动的交互现状, 为人机交互技术开创了新的研究领域。

Google SketchUp 是一套直接面向设计方案创作过程的设计工具, 其创作过程不仅能够充分表达设计师的思想, 而且完全满足与客户即时交流的需要, 它使得设计师可以直接在计算机上进行十分直观的构思, 是三维建筑设计方案创作的优秀工具。

本书在体系结构的确定和内容的选择上, 坚持了定位明确、由浅入深、循序渐进、点面结合的方针, 书写上力求简单明白, 通俗易懂, 所以本书的可读性、实用性和先进性俱佳, 既适合教学, 又适合自学。本书分为 10 章, 每章由知识要点、典型例题、典型习题和上机实验 4 个模块组成, 同时各章节都提供了典型例题, 以提高读者对于 Google SketchUp 软件的应用能力和技巧。

全书内容分两大部分, 其中第 1~第 4 章为 SketchUp 基本操作, 第 5~第 10 章为 OSG 技术。

第 1 章 SketchUp 简介: 主要介绍 SketchUp 的发展史、特点、安装与删除等, 并对软件主界面进行了简要说明。

第 2 章 图形的绘制与编辑: 主要介绍 SketchUp 中绘制与编辑图形的方法, 如直线工具、缩放与选装等。

第 3 章 图层运用及管理: 主要介绍图层的知识, 包括图层的建立、显隐以及图层属性的修改等内容。

第 4 章 材质与贴图: 主要介绍 SketchUp 的材质功能的应用, 包括材质的提取、填充、坐标调整及特殊形体的贴图等。

第 5 章 OSG 的编译: 主要介绍 OSG 的编译准备, 如安装、设置环境变量等, 以及 OSG 的编译。

第 6 章 OSG 基本工具使用: 主要介绍 OSG 各种基本工具的使用方法。

第 7 章 OSG 入门: 主要介绍 OSG 的载入模型、模型的旋转与缩放等初级内容的实现方法。

第 8 章 OSG 进阶功能介绍: 主要介绍如 text 类、渐变文字、物体的插值运动等 OSG 进阶功能的实现。

第 9 章 OSG 高级应用: 主要介绍如雨效、雪效、雾效等 OSG 高级应用的实现。

第 10 章 OSG 综合运用: 主要介绍在实际事件中综合 OSG 所有功能实现具体问题的方法。

本书由太原理工大学和西安理工大学教师共同编写, 强彦担任主编, 陈俊

杰、石争浩担任副主编。其中第 1 章由太原理工大学杨崇艳编写,第 2 章由太原理工大学王小波编写,第 3 章由太原理工大学闫宏印编写,第 4 章由太原理工大学路景贵编写,第 5 章由太原理工大学成树岗编写,第 6 章、第 7 章由太原理工大学李钢编写,第 8 章由太原理工大学张辉编写,第 9 章由太原理工大学强彦编写,第 10 章由太原理工大学赵涓涓编写。全书由西安理工大学石争浩整理、统稿并校正,并由太原理工大学陈俊杰审阅。前期参与资料收集与整理的有王玉莹、辛双江、冒建平、常超、李箐、郭欢、李少锋、刘宇翔、曹若琛、纪国毕等同学,在此向他们表示感谢。

本书既可以作为相关课程的辅助教材,也可作为相关课程的课程设计、大型试验以及实训、培训的主教材,还可供广大虚拟现实建模与编程爱好者参考。

由于编者水平有限,书中难免有不当和欠妥之处,敬请各位专家和读者不吝批评指正。

编者
2013 年 7 月

目录

第 1 章 SketchUp 简介 1

1.1 SketchUp 的诞生和发展.....	1
1.2 SketchUp 的优势.....	2
1.2.1 丰富的 SketchUp 组件资源.....	2
1.2.2 SketchUp 可创建多种格式的 三维模型.....	3
1.3 SketchUp 的特点.....	3
1.4 SketchUp 的安装与卸载.....	4
1.4.1 SketchUp 的安装要求.....	4
1.4.2 SketchUp 的安装.....	4
1.4.3 SketchUp 的卸载.....	8
1.5 SketchUp 的操作界面.....	10
1.5.1 标题栏.....	12
1.5.2 菜单栏.....	12
1.5.3 工具栏.....	13
1.5.4 绘图区.....	13
1.5.5 状态栏.....	13
1.5.6 “度量”工具栏.....	13
1.5.7 部分绘图工具.....	13
习 题.....	14

第 2 章 图形的绘制与编辑 15

2.1 选择与删除图形.....	15
2.1.1 选择图形.....	15
2.1.2 删除图形.....	16
2.2 基本绘图工具介绍.....	16
2.2.1 直线工具的使用.....	16
2.2.2 矩形工具的使用.....	19
2.2.3 圆形工具的使用.....	20
2.2.4 多边形工具的使用.....	20
2.2.5 圆弧工具的使用.....	21
2.2.6 徒手画工具的使用.....	22
2.3 基本编辑方法.....	23
2.3.1 组与组件.....	23
2.3.2 物体的移动.....	25

2.3.3 物体的旋转.....	27
2.3.4 物体的复制.....	28
2.3.5 物体的缩放.....	30
2.3.6 面的推拉.....	31
2.3.7 图形的偏移.....	33
2.3.8 图形的路径跟随.....	33
2.3.9 用相交方法创建复杂模型.....	34
2.3.10 柔化边线.....	36
2.3.11 匹配照片.....	36
2.4 模型的测量与标注.....	45
2.4.1 测量距离.....	45
2.4.2 测量角度.....	46
2.4.3 标注尺寸.....	47
2.4.4 标注文字.....	49
2.4.5 3D 文字.....	49
习 题.....	50

第 3 章 图层运用及管理 51

3.1 图层管理器.....	51
3.2 图层工具栏.....	53
习 题.....	53

第 4 章 材质与贴图 54

4.1 默认材质.....	54
4.2 材质编辑器.....	54
4.3 贴图文件的使用.....	57
4.4 贴图的技巧.....	62
4.4.1 转角贴图.....	62
4.4.2 圆柱体无缝贴图.....	62
4.4.3 球面贴图.....	64
4.5 实战演练.....	65
习 题.....	70

第 5 章 OSG 的编译 71

5.1 准备安装资料包程序（到 OSG 官方网站都可以下载）.....	71
--	----

5.2 编译准备 (可选) 71

5.3 用 CMake 生成 Project & Solution files ... 72

5.4 在 Visual Studio 2008 中编译生成
二进制文件 72

5.5 设置环境变量 73

5.6 数据集配置测试 73

5.7 设置 VS2008 73

5.8 新建 OSG 项目测试 73

习 题 74

第 6 章 OSG 基本工具使用 75

6.1 OSGViewer 75

6.2 OSGVersion 库版本检测 75

6.3 OSGArchive 数据归档器 76

6.4 支持压缩的文件格式 77

6.5 OSGConv 格式转换与压缩 77

习 题 78

第 7 章 OSG 入门 79

7.1 载入模型 79

7.2 模型的平移旋转和缩放 80

7.3 绘制几何体 81

7.4 简单的纹理贴图 83

习 题 86

第 8 章 OSG 进阶功能介绍 87

8.1 Text 类 87

8.2 HUD 显示文字 90

8.3 Text3D 类 92

8.4 渐变文字 94

8.5 Billboard 97

8.6 物体回调实现的运动 99

8.7 物体的插值运动 102

习 题 103

第 9 章 OSG 高级应用 104

9.1 雨效 104

9.2 雪效 105

9.3 雾效 107

9.4 喷泉模型 110

习 题 113

第 10 章 OSG 综合运用 114

10.1 添加事件响应 114

10.2 单击与选择图形 118

10.3 模型的高亮显示 121

10.4 键盘控制物体 123

10.5 物体的路径运动 125

10.6 飞机的绕环运动 128

10.7 物体的光照和实时阴影 130

10.8 漫游控制器 135

10.9 Win32 API + OSG 146

习 题 152

参考文献 154

第 1 章

SketchUp 简介

在本章，我们将对 SketchUp 的背景知识做简要阐述，包括 SketchUp 的诞生与发展、SketchUp 设计工具的优势等。另外，我们还会详细讲解 SketchUp 的安装与卸载方法，以及简单的界面操作等内容。

1.1 SketchUp 的诞生和发展

Google SketchUp 是一套直接面向设计方案创作过程的设计工具，其创作过程不仅能够充分表达设计师的思想，而且完全满足与客户即时交流的需要，它使得设计师可以直接在计算机上进行十分直观的构思，是三维建筑设计方案创作的优秀工具。

SketchUp 中有多种不同的二维和三维输出接口，如渲染。这个模型由 SketchUp 创建并在 Kerkythea 中渲染。

SketchUp 是一个比较受欢迎并且易于使用的 3D 设计软件，官方网站将它形象地比作电子设计中的“铅笔”。它的主要特点就是使用简便，人人都可以快速上手。并且用户可以将使用 SketchUp 创建的 3D 模型直接输出至 Google Earth 里。

SketchUp 最初由位于科罗拉多州博尔德市的成立于 1999 年的 Last Software 所设计，作为通用目的的三维内容创建工具。2000 年，在首次商业销售展上，它获得了社区选择奖。随后它发现了一个关于建筑以及楼房设计产业的市场，并且迅速地发布了针对这种专业性工作需要的修订版。它早期成功最关键的优点就是用户可以快速地学习掌握，相比于其他商业可获得的三维工具有较短的学习期。

SketchUp 真正走入中国的版本应该是 SketchUp 3.0，而在之后的 SketchUp 5 版本中，添加了可以让用户去挤压或者扩展的功能，以及物件周围的指针具有“follow”特性。

2006 年 3 月 14 日，Google 被他们为 Google Earth 所开发的插件所吸引，收购了 Last Software 公司。

2007 年 1 月 9 日，SketchUp 6 正式发行，并拥有了一系列的新特性，包括一个处于 beta 版本的 Google SketchUp LayOut。LayOut 包含了一系列二维矢量工具，以及一个页面布局工具，可以让用户轻松创建演示而无需跳转到第三方的演示程序。

2007 年 2 月 9 日，Google 公司发布了一个维护更新，修正了一系列的程序漏洞，但不包含任何新特性。

2008 年 5 月 29 日，SketchUp 6.4 正式发行。

2008 年 11 月 17 日，SketchUp 7 正式发行，包含了一些更加易于使用的改进，添加了 3D

Warehouse 搜索和浏览器组件, 新的 LayOut 2中增加了矢量渲染、改进了文字处理等功能。

本书相关内容, 按照 SketchUp 8.0版本编写。

1.2 SketchUp 的优势

SketchUp 是一款面向设计师, 注重设计创作过程的软件, 其操作简便、及时显现等优点使它灵性十足, 给设计师提供了一个在灵感和现实之间自由转换的空间, 让设计师在设计过程中享受方案创作的乐趣。SketchUp 的种种优点使其很快风靡全球, 国外很多建筑工程企业和大学几乎都使用 SketchUp 来进行创作, 国内相关行业近年来也开始迅速流行, 受惠人员不仅包括建筑和规划设计人员, 还包含装潢设计师和户型设计师、机械产品设计师等。

据 TechCrunch 报道, Google 宣布已将其 SketchUp 3D 建模平台出售给 Trimble Navigation, 2013年 SketchUp 正式成为 Trimble 家族的一员。

SketchUp 模型是全球最受欢迎的3D 模型之一, 2011年就构建了3000万个模型。SketchUp 模型在 Google 经过多次更新并呈指数增长, 不过考虑到 Google 目前涉足领域太多, 从广告到社交网络, 一个不漏。而 Trimble 是一家专注于一种用于定位、建筑、海上导航等设备的位置与定位技术研发的公司, 从这个角度看, 也许 SketchUp 更适合它。但不可否认的是, Google 确实将 SketchUp 的技术带给了许多人, 如木工艺术家、电影制作人、游戏开发商、工程师, 让更多人知道了 SketchUp 有这么一种技术。

在 AEC 软体应用程式领域中, 特别是针对设计历程的探索 (design exploration process), SketchUp 已经居于领导的地位, 世界各地的许多公司与学校都使用此工具进行设计创作。从业余设计、居家环境的改善, 到设计大型且复杂的住宅区、商业区、工业区和都会区等, 皆可用此工具进行, 并获得立体化的视觉效果。

很多时候, 喜欢手绘素描的设计者, 在使用过 CAD 工具之后常会觉得麻烦而令人泄气。此时, 他们将会爱上 SketchUp 的独特性与绘图方法。在此环境中, 使用者不需要学习种类繁多、功能复杂的指令集, 因为 SketchUp 有一套精简而强健的工具集和一套智慧 (推定) 导引系统 (“inference” guidance system)。如此便大大简化了3D 绘图的过程, 让使用者专注于设计上。因此, SketchUp 有非常好的设计环境, 不需要在教育训练与资源上做巨大的投资, 就能够动态、有创造性地探索3D 模型 (form) 或材料 (material)、灯光 (light) 的界面。

1.2.1 丰富的 SketchUp 组件资源

Google SketchUp 软件与3DMax 等三维制作软件相同, 有着丰富的模型资源, 在设计中可以直接调用、插入、复制来进行编辑任务。

Google 公司还建立了庞大的3D 模型库, 集合了来自全球各个国家的模型资源, 形成了一个很庞大的分享平台, 不过遗憾的是, 在搜索中要尽量使用英文单词输入关键字, 才能快捷地找到自己需要的模型, 这一点还是给国内的广大用户带来了许多不便。现在设计师们已经将 SketchUp 及其组件资源广泛应用于室内、室外、建筑等多个领域中。比如, 可以用 SketchUp 创建一个室内的床头柜, 效果如图1.1所示。



图 1.1 Google SketchUp 创建床头柜

1.2.2 SketchUp 可创建多种格式的三维模型

2006年4月27日, Google 发布 Google SketchUp, 一个允许自由下载的 SketchUp 版本。虽然免费版本并不如 SketchUp Pro 强大, 但它可上传模型至 Google Earth 和 Google 3D Warehouse (SketchUp 创建的模型仓库)。

免费版可以输出许多3D格式, 包含 Google Earth 格式.kmz, 专业版本额外还支持.3ds、.dae、.dwg、.dxf、.fbx、.obj、.xsi 和.wrl 等文件格式, 并且包含布局工具 LayOut。Google SketchUp 能够将模型“截图”保存为.bmp、.png、.jpg、.tif 等文件格式, 专业版本更可支持.pdf、.eps、.epx、.dwg 和.dxf 等格式。

1.3 SketchUp 的特点

SketchUp 是一个极受欢迎并且易于使用的3D 设计软件, 官方网站将它比喻作电子设计中的“铅笔”, 主要的卖点就是使用简便, 人人都可以快速上手。

SketchUp 的主要特点如下。

(1) 独特简洁的界面, 可以让设计师短期内掌握。

图1.2展示了 SketchUp 简洁的初始界面, 选项清晰直观, 方便用户理解和操作。

(2) 适用范围广阔, 可以应用在建筑、规划、园林、景观、室内以及工业设计等领域。

SketchUp 工具栏如图1.3所示。

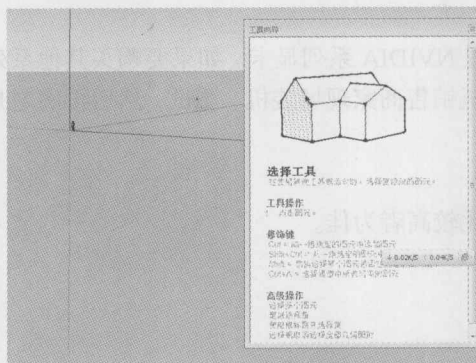


图 1.2 SketchUp 初始界面



图 1.3 SketchUp 工具栏

(3) 方便的推拉功能, 设计师通过一个图形就可以方便地生成3D 几何体, 无需进行复杂的三维建模。

(4) 快速生成任何位置的剖面, 使设计者清楚地了解建筑的内部结构, 可以随意生成二维剖面图并快速导入 AutoCAD 进行处理。

(5) 与 AutoCAD、Revit、3dmax、PIRANESI 等软件结合使用, 快速导入和导出 DWG、DXF、JPG、3DS 格式文件, 实现方案构思、效果图与施工图绘制的完美结合, 同时提供与 AutoCAD 和 ARCHICAD 等设计工具交互的插件。

(6) 自带大量门、窗、柱、家具等组件库和建筑肌理边线需要的材质库。

(7) 轻松制作方案演示视频动画, 全方位表达设计师的创作思路。

(8) 具有草稿、线稿、透视、渲染等不同显示模式。

(9) 准确定位阴影和日照,设计师可以根据建筑物所在地区和时间实时进行阴影和日照分析。

(10) 简便地进行空间尺寸和文字的标注,并且标注部分始终面向设计者。

SketchUp 荣获了 AEC system 2000 Fell Show “最优秀新产品奖”(Best New Product award)。在 SketchUp 中建立三维模型就像我们使用铅笔在图纸上作图一般,SketchUp 本身能自动识别这些线条,加以自动捕捉。它的建模流程简单明了,就是画线成面,而后挤压成型,这也是建筑建模最常用的方法。SketchUp 绝对是一款适合于设计师使用的软件,因为它的操作不会成为你的障碍,你可以专注于设计本身了。SketchUp 能够让你自由地创建3D模型,同时还可以将自己的制作成果发布到 Google Earth 上,与其他人共享,或者是提交到 Google's 3D Warehouse。当然你也能从 Google's 3D Warehouse 那儿得到想要的素材,以此作为创作的基础。

1.4 SketchUp 的安装与卸载

下面分别介绍 SketchUp 软件的安装要求及安装与卸载过程。

1.4.1 SketchUp 的安装要求

1. 操作系统

操作系统为 Windows (2000/XP/Vista/7) 或 Mac。Windows 系统还必须安装 IE 6.0 以上版本,否则无法安装 3ds max 7.0 的主程序。

2. 显卡

SketchUp 运行环境对显卡有一定的要求,推荐配置 NVIDIA 系列显卡。如果要购买其他系列的显卡,可以把 SketchUp 制作的大文件带去,请计算机销售商家现场装机、测试,然后再决定是否购买。

3. CPU

CPU 应选择双核以上,参考个人经济能力,主频比较高者为佳。

4. 内存

建议配置超过 2GB 的内存。

5. 笔记本

在选择合适 SketchUp 运行的笔记本时也可以参考台式机的配置建议,并使用 SketchUp 现场测试较大模型的运行情况。

1.4.2 SketchUp 的安装

在安装开始之前,需要下载 SketchUp 安装文件。下载文件后,请按照下列步骤安装 SketchUp。

Windows 使用具有管理员权限的用户账户登录到计算机。双击下载好的 EXE 安装文件。

安装步骤如下。

(1) 在 Windows Vista 或者 Windows 7 环境下,以右键单击并选择以管理员身份运行,出现如图 1.4 所示界面。

(2) 在“欢迎”对话框中单击“下一步”按钮。欢迎窗口如图 1.5 所示。

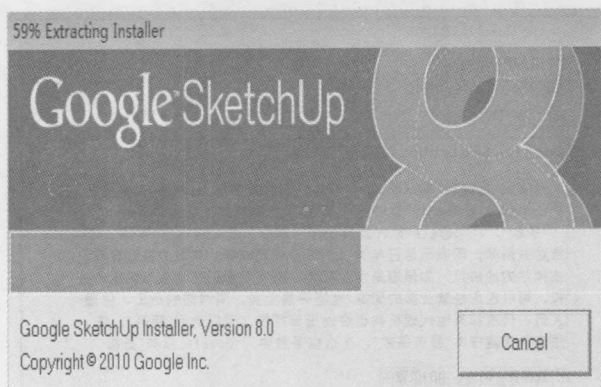


图 1.4 安装界面——准备窗口

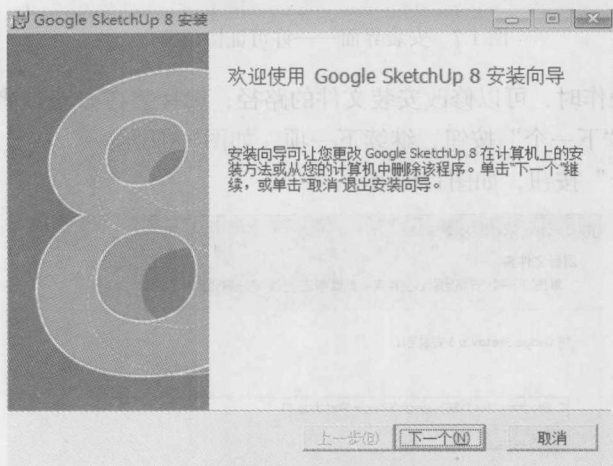


图 1.5 安装界面——欢迎窗口

(3) 如图1.6所示，系统可能会询问您是否现在安装 .NET Framework。SketchUp Pro 需要安装此软件。如果您同意协议条款，请单击“最终用户许可协议”中的“我接受许可协议中的条款”选项，如图1.7所示。

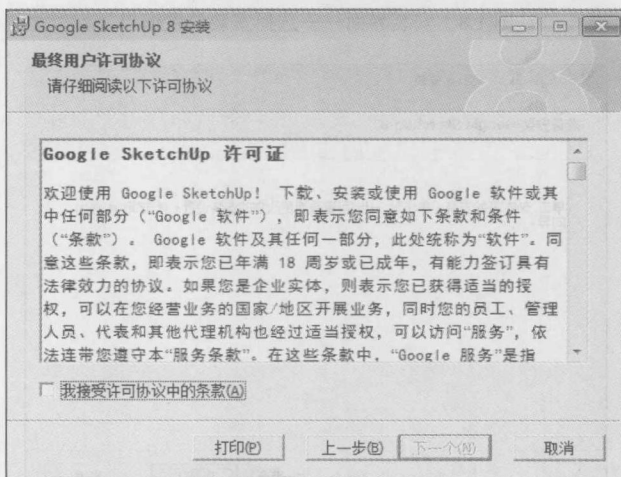


图 1.6 安装界面——许可证协议窗口 1

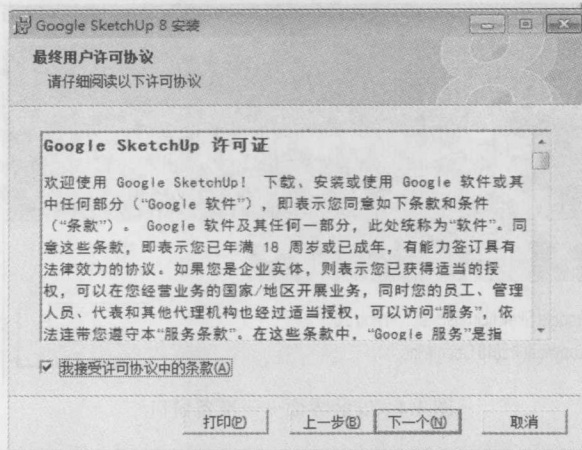


图 1.7 安装界面——许可证协议窗口 2

(4) 执行下一步操作时，可以修改安装文件的路径，选择装在 C 盘或者其他盘区。这里选择装在 C 盘，然后单击“下一个”按钮，继续下一项，如图1.8所示。

(5) 单击“下一个”按钮，如图1.9所示。

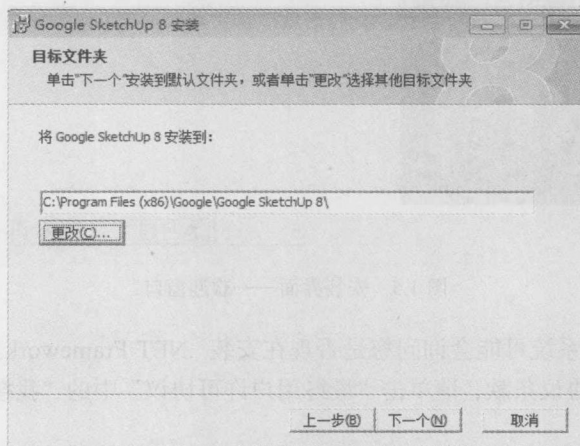


图 1.8 安装界面——选择安装位置窗口

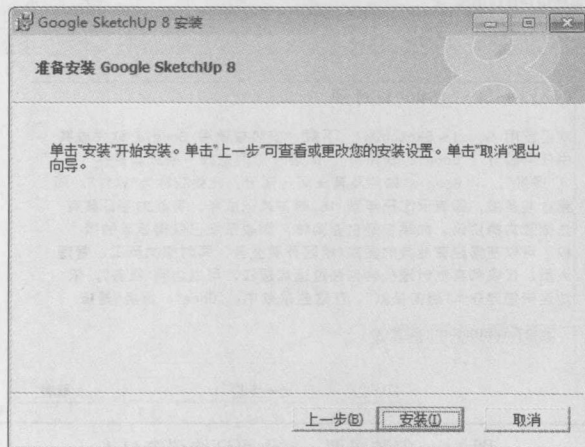


图 1.9 安装界面——安装确认窗口

(6) 如果您对安装设置满意, 请单击“安装”按钮。

安装过程如图 1.10、图 1.11、图 1.12 所示。最后根据提示单击完成按钮。

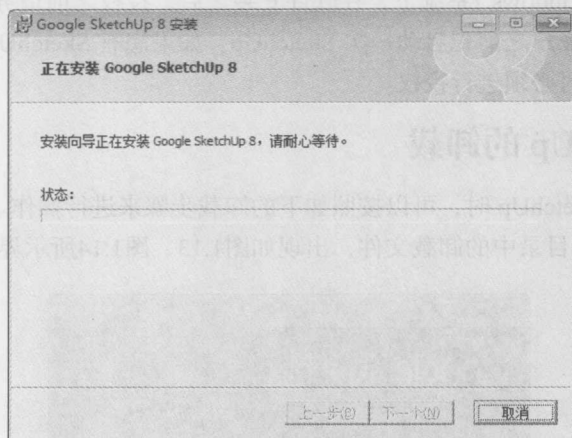


图 1.10 安装界面——安装窗口 1

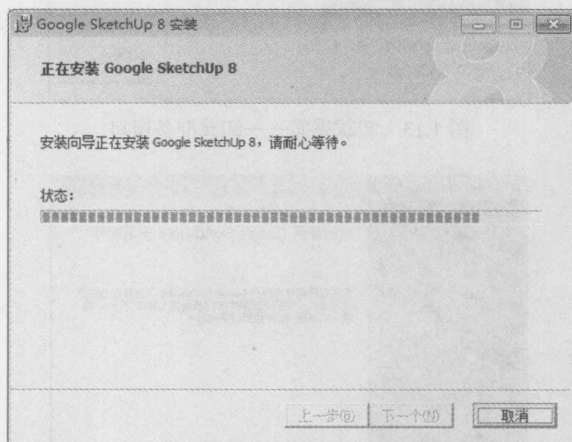


图 1.11 安装界面——安装窗口 2

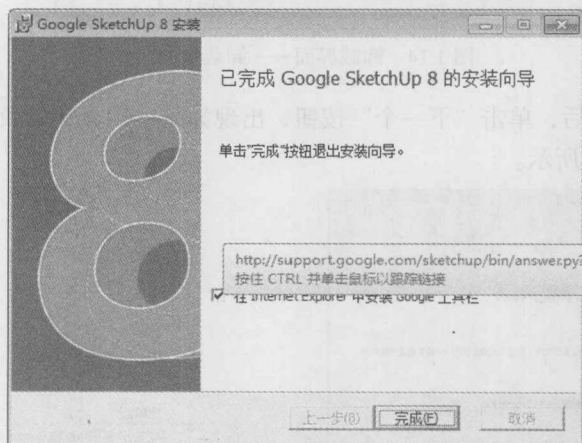


图 1.62 安装界面——安装完成窗口

如果系统提示您在安装 .NET Framework 后重新启动, 请按照提示操作。要继续安装 SketchUp, 请在计算机重新启动后双击 SketchUp 安装文件。

在 Windows Vista/Windows 7 系统下, 在软件安装之后、授权之前请务必关闭 SketchUp Pro。

(7) 在注销管理员账户之前先启动一次 SketchUp。如果您有 SketchUp Pro 许可证, 请注意, 您在登录到管理员账户时必须进行授权。

1.4.3 SketchUp 的卸载

当用户需要卸载 SketchUp 时, 可以按照如下的卸载步骤来进行操作。

(1) 打开 SketchUp 目录中的卸载文件, 出现如图 1.13、图 1.14 所示界面。

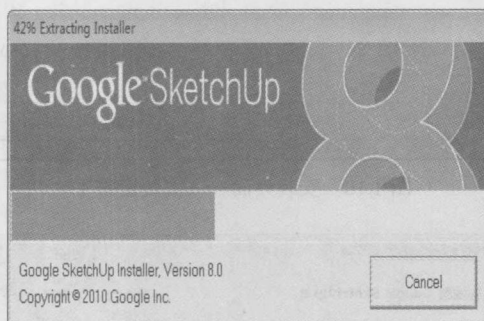


图 1.13 卸载界面——卸载准备窗口

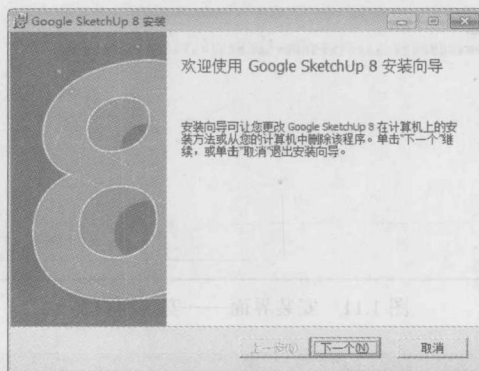


图 1.14 卸载界面——卸载欢迎窗口

(2) 等待文件打开后, 单击“下一个”按钮, 出现如图 1.15 所示界面。

卸载选项如图 1.16 所示。

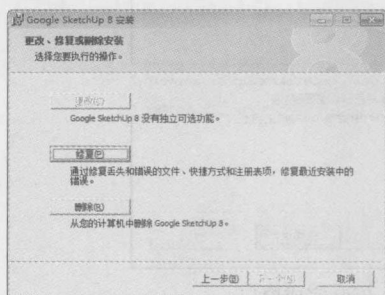


图 1.15 卸载界面——操作选择窗口



图 1.16 卸载界面——卸载选项

按照要求进行，单击“删除”按钮并等待直到完成卸载，如图 1.17、图 1.18、图 1.19 所示。

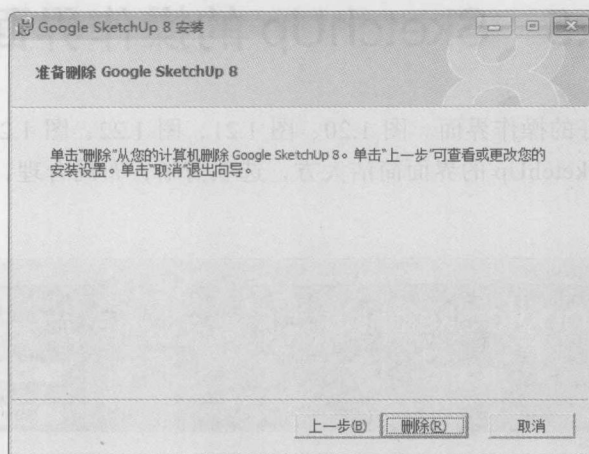


图 1.17 卸载界面——准备删除窗口

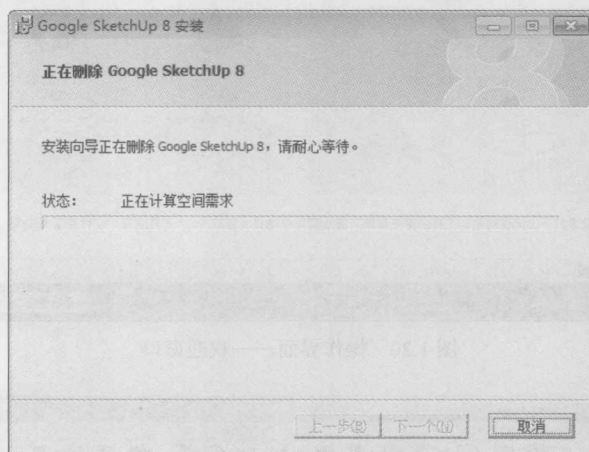


图 1.18 卸载界面——正在卸载窗口

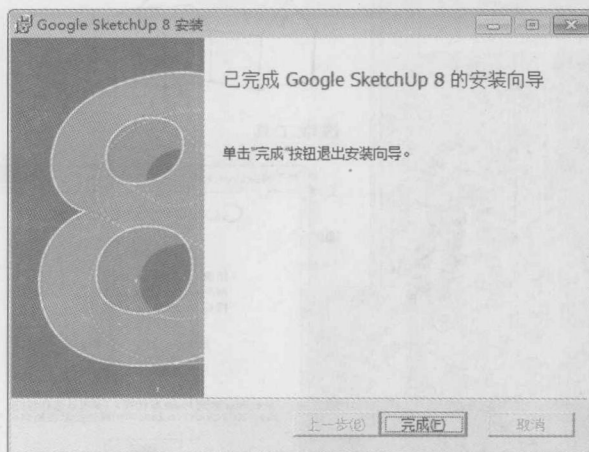


图 1.19 卸载界面——完成卸载窗口

1.5 SketchUp 的操作界面

SketchUp 拥有友好的操作界面。图 1.20、图 1.21、图 1.22、图 1.23 所示为 SketchUp 的操作界面，不难看出 SketchUp 的界面简洁大方，选项清晰，布局合理，十分方便用户的操作和使用。

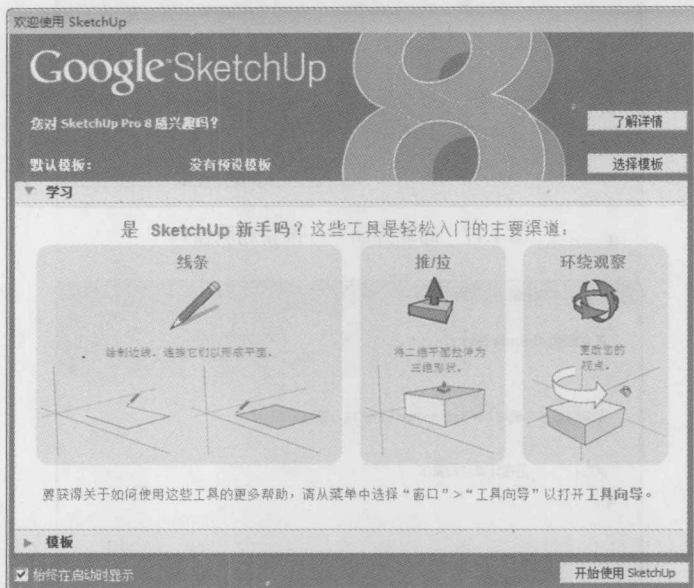


图 1.20 操作界面——欢迎窗口

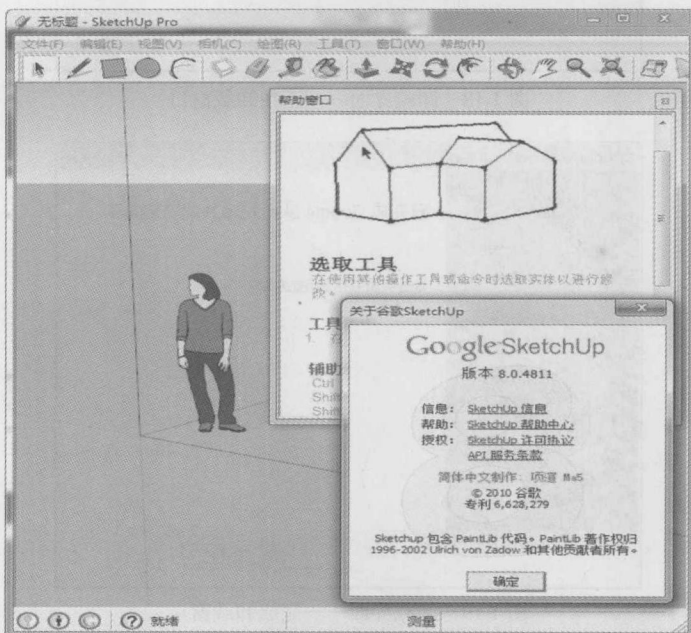


图 1.21 操作界面——初始窗口