

现代创意设计
第1版



十二五高等院校
艺术设计规划教材

DESIGN

游戏 GAME DESIGN



三维游戏

角色设计

陈力 张颖 / 编著
李若梅 / 主审



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



三维游戏 角色设计

陈力 张颖 / 编著
李若梅 / 主审

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

三维游戏角色设计 / 陈力, 张颖编著. — 北京 :
人民邮电出版社, 2014. 8
现代创意新思维十二五高等院校艺术设计规划教材
ISBN 978-7-115-34917-0

I. ①三… II. ①陈… ②张… III. ①三维动画软件
— 高等学校—教材 IV. ①TP391.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第041931号

内 容 提 要

本书是一本以实例制作为主的三维游戏角色制作教材, 以快速提高实际操作能力为目的, 帮助读者提高三维游戏角色制作技能与水平, 为日后的游戏制作事业奠定扎实的基础。

本书内容分为概述、道具案例基础、角色案例基础和高级案例讲解。在概述部分主要讲解游戏产业和游戏平台的发展, 同时讲解了游戏公司的组成架构和游戏制作流程与游戏美术的制作要求; 道具案例基础部分通过武器的制作实例讲解了道具的制作思路与方法; 角色案例基础讲解从模型制作到贴图制作, 从主要软件到辐射插件, 对游戏角色制作技法进行了全面讲解; 高级案例部分通过对游戏角色模型制作、UV 展开、贴图绘制等内容的讲解, 系统地对之前的知识进行了实践和总结。

本书可作为高等院校动漫、游戏等专业的教学用书, 同时适用于业余自学或培训机构使用。

◆ 编 著 陈 力 张 颖

主 审 李若梅

责任编辑 王 威

责任印制 杨林杰

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京天宇星印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 12.5

2014 年 8 月第 1 版

字数: 320 千字

2014 年 8 月北京第 1 次印刷

定价: 58.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

前言 PREFACE

角色设计和场景设计是游戏美工里最重要的两个部分。三维游戏角色设计师也是游戏行业中的一个重要岗位。很多学校也将三维游戏的角色设计设置为游戏设计专业中的一门重要课程。

而在游戏美术制作和三维动画领域, 3ds Max可以算是最为重要的工具之一。它集成了模型、材质、动画、渲染、特效等多个部分。从建立各种游戏场景、角色、道具模型到建立复杂和真实的游戏动画、特效, 形成了一套完整的工作流程, 是非常全面和出色的3维游戏美术制作工具。3ds Max三维角色模型制作部分在游戏和动漫中经常被使用, 与Photoshop、BodyPaint等软件相配合, 完成整个角色的三维制作。目前, 3ds Max三维角色制作课程作为各大院校的数字媒体和艺术专业的核心课程, 正在被广泛推广和学习。

3ds Max软件的各个功能模块分工较为明确, 具有清晰和规范的流程制作结构, 而多边形建模模块是最常用的生物模型制作模块。在制作模型时还可以配合SILO软件加快建模速度。为了使初步接触3D角色建模的学生能够更快、更容易地理解这个部分, 本书设置了多个章节来阐述3ds Max中最为常用和最为重要的多边形建模内容。除此之外, 本书还详细讲解了3ds Max UV展开方法, 辅以unfold 3D软件的使用方法, 教会读者如何快速展开UV。

本书对角色贴图的制作进行了详细讲解, 作者将贴图制作大致分为两类: 贴图的

Photoshop修改、Photoshop结合Body-Paint 3D进行贴图绘制。最后一章结合实际案例对角色模型制作、角色UV展开、角色贴图绘制几项内容进行了演示讲解。

本书整体架构安排上, 从行业介绍入手, 结合多个案例, 对游戏角色设计制作的流程、思路和技术难点进行了详细的解析。

在编写形式上采用“知识点详解——基本操作流程举例——案例训练”的模式。其中在需要重点讲解的章节部分, 配以完整的案例, 同时对案例进行了详细的解释并配以录像光盘, 以保证能够更为有效地学会该知识点并能够灵活运用。

本书适合游戏角色三维制作部分的初学者阅读和学习, 并可以作为角色模型制作模块知识点的速查手册使用。在实际教学当中发现, 游戏角色制作模块中各项知识的含义理解起来并不困难, 然而在实际运用中, 却很难灵活使用。所以, 应该通过大量的练习, 让学生多分析多动手, 把大部分课时用于制作实际特效效果上, 以便达到灵活运用之目的。

本书由陈力、张颖执笔编写, 参与本书编写的还有黄震宇、田哲。此外, 参与教材筹备、研讨等工作的还有李平、徐铭, 向他们表示衷心的感谢。

由于角色制作内容复杂, 作者水平有限, 书中难免存在疏漏和不足之处, 恳请各位专家和读者指教。

陈力

2014年春

目录

第1章 游戏行业设计概述	001
1.1 游戏平台发展史	002
1.2 中国游戏产业发展史	004
1.3 游戏开发平台——游戏引擎	008
1.4 游戏公司的岗位构架与分工	013

第2章 游戏角色制作要求	015
2.1 游戏角色原画要求	016
2.2 游戏角色模型要求	017
2.3 游戏角色模型比例要求	018

第3章 游戏武器制作流程	021
3.1 游戏武器制作概述	022
3.2 游戏武器模型制作	023
3.2.1 上部戟刃制作	023
3.2.2 侧部戟刃制作	031
3.2.3 中部结构制作	034
3.2.4 战戟手柄制作	036
3.2.5 底部装饰制作	037
3.3 游戏武器UV拆分	038
3.3.1 武器UV拆分	038
3.3.2 武器UV整理	040
3.4 游戏武器贴图制作	041
3.5 游戏武器贴图材质赋予	045

第4章 游戏角色基础人体制作	046
4.1 角色人体结构	047
4.2 基础人体创建	047

4.2.1 参考图创建	047
4.2.2 人体胯部模型创建.....	052
4.2.3 人体腿部模型创建.....	057
4.2.4 人体上半身模型创建.....	060
4.2.5 人体头部模型创建.....	063
4.2.6 人体胳膊模型创建.....	069
4.3 模型细节创建.....	074
4.3.1 模型细节简单修改.....	074
4.3.2 模型细节高级修改.....	079

第5章 游戏角色制作

5.1 SILO介绍.....	092
5.2 游戏角色制作.....	093
5.2.1 游戏角色下半身创建.....	093
5.2.2 游戏角色上半身创建.....	097
5.2.3 游戏角色头部创建.....	103
5.3 游戏角色UV拆分	111
5.3.1 游戏角色UV整理.....	111
5.3.2 游戏角色上半身UV拆分	113
5.3.3 游戏角色下半身UV拆分	119
5.4 整体UV调节	121
5.5 Unfold 3D UV展开.....	123

第6章 游戏角色贴图基础

6.1 游戏贴图简介.....	126
6.2 Body Paint 讲解	127
6.3 Body Paint 软件设置.....	127
6.4 Body Paint 简单绘画.....	129



第7章 游戏角色贴图制作 133

- 7.1 贴图绘制 134
 - 7.1.1 金属贴图 134
 - 7.1.2 布料贴图 135
- 7.2 透明贴图 136
- 7.3 高光贴图 137
- 7.4 法线贴图 138
- 7.5 PS后期修图 139

第8章 网游角色的制作实例 141

- 8.1 角色模型制作 142
 - 8.1.1 人体基本型的创建 142
 - 8.1.2 创建角色头部模型 146
 - 8.1.3 创建角色衣服模型 153
 - 8.1.4 创建裤子模型 158
 - 8.1.5 创建手部模型 163
 - 8.1.6 创建头部模型 168
- 8.2 模型UVW贴图展开 170
- 8.3 贴图绘制 174
 - 8.3.1 绘制前的准备 174
 - 8.3.2 整体铺色 176
 - 8.3.3 体积塑造 176
 - 8.3.4 深入刻画 181

附录1 游戏道具设定稿 188

附录2 游戏角色设定稿 190

附录3 常用快捷键 192

第1章

游戏行业设计概述



本章主要讲解了游戏机与游戏发展史，以及在游戏平台上运行游戏所要使用的游戏引擎。随着人们对图像画质的要求越来越高，3D游戏引擎也越来越复杂，相信以后3D游戏引擎会逐步成为一个独立的产业，更大程度地促进社会的发展、提高人们的生活水平。同时，本章还介绍了在制作游戏时各部门的职务及其工作流程，希望通过这些内容可以使读者对于游戏行业有更多的了解。

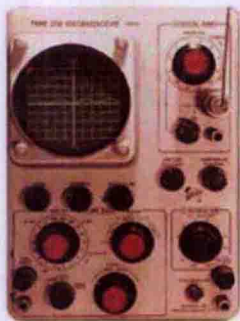


1.1

游戏平台发展史

游戏和游戏机诞生于20世纪60年代。随着计算机技术的诞生和发展，世界游戏也开始出现萌芽，一些物理学家以及来自各行业的专业人士在工作中发明了最早的游戏，他们可以被称为现代视频游戏的鼻祖，从此，电子游戏这一名词正式写入人类历史。

世界上首个计算机游戏于1958年在一个听起来不太可能的地方诞生——美国布鲁克海文国家核实验室。威利·海金博塞姆（Willy Higinbotham）是这个位于纽约长岛的美国能源部布鲁克海文（Brook haven）国家实验室的员工，为了打消周围农场主们对这个核实验室的担心，他要筹划一次巡回演说，他琢磨着要弄个什么东西来博得他们的好感。于是，



▲ 图1-1 世界第一款视频形式游戏《双人网球》

他和同事用计算机在圆形的示波器上制作出一个非常简陋的网球模拟程序，并把它命名为《双人网球》（Tennis for 2），其实那只不过是一个白色圆点在一条白线两边跳来跳去。农场的人们对这个新鲜玩意惊讶不已，但威利和同事回到实验室后就把机器拆了，如图1-1所示。

1983年7月15日，任天堂在日本发布了“家庭电脑”（Famicom，简称FC）如图1-2所示。FC全球总销售量达6000万台，此时已经垫定了任天堂在家用电玩硬体领域的王者地位。

20世纪80年代开始，家用电玩可以说是真正流行起来了，而在这个时期，大型营业性游戏机（街机）也得到前所未有的繁荣发展，80年代末期出现了最经典的掌上游戏机GameBoy，进入90年代后游戏机更是进入飞跃发展阶段。

1994年12月3日，SONY推出了自己的32位家用游戏机PLAY STATION，简称PS。PS在发售之初就以其出色的画面吸引了众多第三方软件厂商的注意，而且SONY在对待第三方厂商的态度上与任天堂截然不同。SONY对第三方软件厂商提出了非常优惠的政策，在优秀机能的保证下，再加上优惠政策，大批第三方软件厂商加入了SONY的阵营，在PS发售时已经有100余家第三方软件厂商加入了SONY阵营。



▲ 图1-2 Famicom简称FC

2000年3月4日, SONY开始正式发售其新一代的家用游戏机PlayStation 2, 简称PS2。PS2采用的处理器是128位的EE, 运行频率为295MHz; 另有一显示核心GS, 运行频率是147MHz, 多边形处理能力达到了7500万次/秒, 是PS的200倍。内置32MB内存和4MB显存, 另配有4倍速的DVD-ROM光盘驱动器。售价39800日元。PS虽然拥有一些简单的网络功能, 如上网、收发E-mail和网络游戏等, 但PS2的设计核心依然是3D单机游戏, 如图1-3所示。



▲ 图1-3 SONY一代、二代PS主机

2001年11月15日, Microsoft在纽约和旧金山举办了盛大的XBOX午夜首卖活动, 世界首富Bill Gates亲临纽约时代广场, 并在零点一分亲自将第一部XBOX递给热心的玩家, 并与其一同体验了XBOX的独特魅力。

XBOX这台通用PC拥有着强悍无比的硬件组合: 采用的处理器是Intel P3 733MHz, 采用的显示核心是NVIDIA的特制绘图芯片, 运行频率是233MHz, 多边形处理能力达到了前所未有的1.165亿次/秒, 这比PS2的7500万次/秒要强大50%, 并且内置一个8GB的硬盘和64MB的内存, 软件载体是5倍速DVD-ROM, 并配备有10/100Mbit/s以太网接口。

2005年11月22日, 微软推出了XBox360游戏机, 这台“潘多拉的魔盒”实在充满了诱惑。次世代战争的帷幕已由XBox360率先掀起。XBOX360拥有众多欧美玩家用户, 在欧美地区占到了天时地利的优势。在提前发售的一年之中, 占有了大量的欧美游戏市场, 如图1-4所示。



▲ 图1-4 Microsoft XBOX360 主机



2006年12月,日本任天堂公司推出了用来接替NGC的新时代游戏机WII。出乎很多人意料的是,WII虽然机能表现与同代的PS3以及早一年发售的Xbox 360有一定差距,但还是在全球范围内热销,如图1-5所示。



▲ 图1-5 任天堂 WII

从“红白机”到现在的次世代游戏机,20多年的时间里,游戏机发生了重大的变革。其中,游戏机处理器从单纯的只能处理一些简单的文本程序和小型的学习程序,发展到现在拥有媲美电脑的运算能力。现在的次世代游戏机机配上高性能的处理器,已经不再是单纯的游戏机了,它逐渐集合、游戏、影音、网络于一身,不断朝着多元化发展。

1.2

中国游戏产业发展史

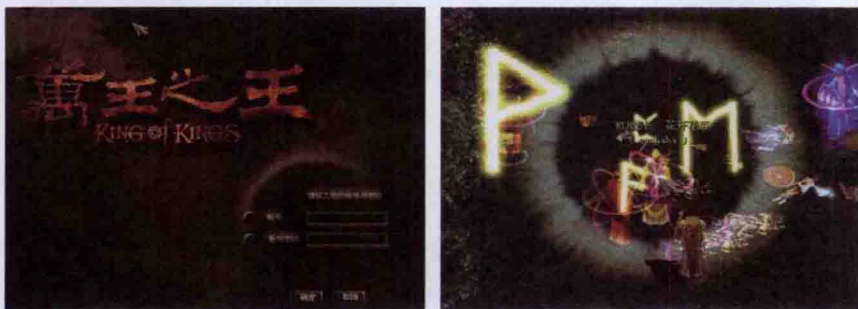
1991年大字成立了一个建造游戏世界的工作室“狂徒工作室”,并制作出了一款影响了整整一代人的游戏——《仙剑奇侠传》。

《仙剑奇侠传》最早的版本是1995年7月10日发行的DOS版,当时先是在中国台湾地区发行了光碟版和磁片版,之后才在大陆地区发行了光碟版。虽然也许现在再次运行DOS回顾最初版本的仙剑,会觉得看到的画面简直是惨不忍睹,可当年它在我们的眼里却是神一般的存在。简简单单的一段爱情故事,通过游戏却能演绎得让人肝肠寸断,每一段新的经历,每一次新的邂逅,每一个新的场景,每一个新的仙术都让我们深陷其中不能自拔。仙剑的音乐也让很多玩家领略到了一种新的魅力,彩依飞舞,蝶恋纷飞,俗套的故事,俗套的结局,却有着让人流泪的感动。人力再强终究是敌不过“宿命”的力量,整个《仙剑奇侠传》讲述的就是一个“宿命”的传说。其后,大字又推出了多个版本的《仙剑奇侠传》以适应各种平台。2001年7月21日,《新仙剑奇侠传》深情灵儿版、挚爱月如版发行,这个版本中的画质得到了极大的提升,全新的2D回合画面就算放到现在来看也是极为舒服的,如图1-6所示。



▲ 图1-6 《仙剑奇侠传一》

2000年可以称为中国网络游戏的“元年”。因为这一年，由华彩软件代理的《万王之王》（见图1-7）在中国大陆正式上线运营，并取得了成功；同时智冠的《网络三国》和华义代理的《石器时代》也相继加入中国大陆网络游戏市场；联众游戏平台也是在2000年正式开始收费。这标志着网络游戏已经成功地构建起了自己最早的商业模式，开始在中国大陆地区市场上攻城略地。



▲ 图1-7 《万王之王》

单机游戏，在网络游戏以及盗版的冲击下气息越来越微弱，此后除了一些代理公司依靠引进国外著名作品而使单机游戏出现过短暂的回光返照外，中国大陆地区游戏市场在很短的时间内就完成了网络化的过程。

2000年—2003年，中国网络游戏市场是一个代理为主，运营为王的时期，而国内原创网络游戏，当时还远远没有形成气候。这一时期，依靠代理运营网络游戏成长起来一批以盛大为代表的大型游戏上市公司，在依靠代理运营网游积累了大量资金后，多数转向自我研发方向。成为了日后中国原创网络游戏领域举足轻重的角色；以金山、目标软件为代表的在单机时代成长起来的原创游戏公司这时则及时地转向网络游戏开发，从而成功地过渡到了网络游戏时代，成为中国原创网络游戏制作的另外一支力量；网易和《大话西游》代表着日后中国网络游戏研发的第三支力量。互联网公司及来自其他领域的资本在看到网络游戏的巨大市场后依靠雄厚的资金力量吸引人才甚至直接收编游戏研发团队，从而能够在较短时间内推出成熟的产品。



2001年5月,“联众世界”经过3年多的迅速成长,以同时在线17万人、注册用户约1800万的规模,成为当时世界用户数量第一的在线游戏网站。与联众同属中国上市公司海虹控股的亚联游戏,通过《千年》等网络游戏运营,也在中国游戏市场占有了一定份额。

2001年末,上海盛大代理的韩国网络游戏《传奇》正式上市,2002年盛大宣布《传奇》最高同时在线人数突破50万,成为全球用户数量第一的网络游戏,如图1-8所示。

2002年初,亚洲第一款3D网络游戏、台湾昱泉国际制作的《笑傲江湖网络版》正式在中国大陆地区运营。同期,台湾地区的网络游戏股王——游戏橘子正式成立北京公司。至此,台湾地区七家上市游戏公司聚齐大陆。

2002年,继网易推出《大话西游》与《精灵》之后,新浪与Ncsoft成立合资公司经营《天堂》,搜狐也宣布运营网络游戏《骑士 Online》。国内三大门户网站全面进军网络游戏市场。

2003年12月面市的《梦幻西游》是一款由中国网易公司自行开发并营运的网络游戏。游戏以著名的章回小说《西游记》故事为背景,透过Q版的人物,试图营造出浪漫的网络游戏风格。《梦幻西游》拥有注册用户超过2.5亿,一共开设收费服务器达472组,最高同时在线人数达271万,是当时中国大陆同时在线人数最高的网络游戏。此外,还有由网易携手上海漫唐堂文化传播有限公司倾力打造的漫画版,如图1-9所示。



▲ 图1-8 《传奇世界》



▲ 图1-9 《梦幻西游》

2010年,获得《魔兽世界》(见图1-10)运营权的网易公司,在营收方面进一步加快步伐;而腾讯则借助自己庞大的客户群体,使其发展规模远超其他网络游戏运营企业,成为了当仁不让的冠军。



▲ 图1-10 《魔兽世界》

当人们认为单机游戏产业已经接近寸草不生的时候，2010年的《古剑奇谭》（见图1-11）成为了国产单机游戏行业中的一匹黑马。尽管它并非尽善尽美，但它的成功仍然证明了单机游戏在中国玩家群体中依然有着广泛的群众基础。



▲ 图1-11 《古剑奇谭》

2011年5月，由南京军区有关部门与无锡巨人网络科技有限公司历时2年携手开发的军事游戏《光荣使命》（见图1-12）研发完成。被行业专家称为“军事游戏的一个突破，游戏产业的一个创举”。这些优秀作品的不断涌现预示着在未来的几年内中国游戏产业将会蓬勃发展。



▲ 图1-12 《光荣使命》

自20世纪90年代中期以来，游戏玩家成为了游戏内容的第四方开发者，使得更多开放源代码模型的游戏设计开发和工程出现了。玩家创建用户修改的游戏（MOD），在某些情况下与原游戏一样流行，甚至比原游戏更受欢迎。这方面的一个典型例子是游戏《反恐精英》，开始



只是电子游戏《半条命》的一个模组，而最终成为了一个非常成功的发行游戏。虽然这种“修改者共享”可能只能使特定的游戏用户数量增加1%左右，但数量的增加将提供更多的修改游戏机会（如发放源代码），并且会伴随国际玩家群体的上升而增加。据推测，到2015年将存在多达800000名的在线游戏公共开发者。这将有效地为游戏产业价值链增加一个新的组成部分，并且如果能够继续走向成熟，它将融入整个行业。

1.3

游戏开发平台——游戏引擎

游戏引擎是指一些已经编写好的可编辑电脑游戏系统或者一些交互式实时图像应用程序的核心组件。这些系统为游戏设计者提供编写游戏所需的各种工具，其目的在于让游戏设计者能更简单、快速地做出游戏程式而不用由零开始。大部分游戏引擎都支持多种操作平台，如Linux、Mac OS X、Microsoft Windows等。游戏引擎包含以下系统：渲染引擎（即“渲染器”，含二维图像引擎和三维图像引擎）、物理引擎、碰撞检测系统、音效、脚本引擎、电脑动画、人工智能、网络引擎以及场景管理。

游戏引擎就是一个可以让你在现代的硬件上创造游戏的一种技术。不管是你需要为最新的个人电脑，还是为类似SONY和Microsoft的家用游戏机创作互动产品，游戏引擎都会帮你处理光影和场景数据的渲染，控制游戏环境中物体间的物理互动，并确保动画可以在AI逻辑的控制下圆滑地无缝地混合起来。同时可以根据镜头上的动作和气氛选择播放音乐，并且在场景中的物体碰撞互动时，实时地混合音效和视觉特效。游戏引擎还负责控制从硬盘到内存所需的数据流量，并且提供必要的网络编码以更好地支持多人在线游戏。

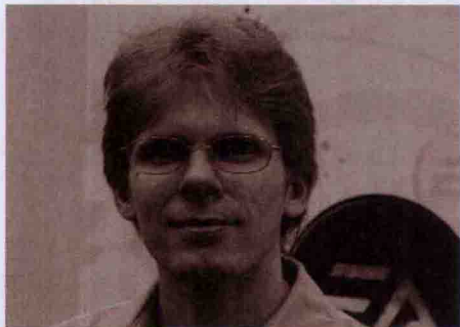
我们可以把游戏的引擎比作赛车的引擎，引擎是赛车的核心，决定着赛车的性能和稳定性，赛车的速度、操纵感这些直接与车手相关的指标都是建立在引擎的基础上的。游戏也是如此，玩家所体验到的剧情、关卡、美工、音乐、操作等内容都是由游戏的引擎直接控制的，它扮演着发动机的角色，把游戏中的所有元素捆绑在一起，在后台指挥它们同时、有序地工作。简单地说，引擎就是“用于控制所有游戏功能的主程序，从计算碰撞、物理系统和物体的相对位置，到接受玩家的输入，以及按照正确的音量输出声音等。”

无论是2D游戏还是3D游戏，无论是角色扮演游戏、即时策略游戏、冒险解谜游戏或是动作射击游戏，哪怕是一个只有1兆的小游戏，都有这样一段起控制作用的代码。经过不断的进化，如今的游戏引擎已经发展为一套由多个子系统共同构成的复杂系统，从建模、动画到光

影、粒子特效，从物理系统、碰撞检测到文件管理、网络特性，以及专业的编辑工具和插件，几乎涵盖了开发过程中的所有重要环节。

1992年，3D Realms公司/Apogee公司发布了一款只有2兆多的小游戏——《德军司令部》（Wolfenstein 3D），稍有资历的玩家可能都还记得初接触它时的兴奋心情，用“革命”这一极富煽动色彩的词语也无法形容出它在整个电脑游戏发展史上占据的重要地位。这部游戏开创了第一人称射击游戏的先河，更重要的是，它在x轴和y轴的基础上增加了一根z轴，在由宽度和高度构成的平面上增加了一个向前向后的纵深空间，可想而知这根z轴带来的变化对那些看惯了2D游戏的玩家造成的冲击有多大，如下图所示。

Wolfenstein 3D引擎的作者是鼎鼎有名的约翰·卡马克（见图1-13），这位id Software公司的首席程序师正是凭借这款Wolfenstein 3D引擎在游戏圈里站稳了脚跟。



▲ 图1-13 3D引擎之父——约翰·卡马克

游戏引擎的出现也在另一方面促进着游戏的开发。随着显卡性能越来越强，游戏的画质越来越高，游戏开发周期也越来越长，通常都会达到3~5年，而自行开发游戏引擎的话时间还会更长，所以大多数游戏公司还是选择购买现成的游戏引擎，简化游戏的开发过程。显卡是游戏的物理基础，所有游戏效果都需要有一款性能足够的显卡才能实现。在显卡之上是各种图形API，目前主流的是DirectX和OpenGL，我们所说的DX10、DX9就是这种规范，而游戏引擎则是建立在这种API基础之上，控制着游戏中的各个组件以实现不同的效果。图1-14所示为英伟达GTX680游戏显卡。



▲ 图1-14 英伟达 GTX 680 游戏显卡



引擎的另一个重要功能是提供物理系统，这可以使物体的运动遵循固定的规律。例如，当角色跳起的时候，系统内定的重力值将决定他能跳多高以及他下落的速度有多快，另外，子弹的飞行轨迹、车辆的颠簸方式也都是由物理系统决定的。

碰撞探测是物理系统的核心部分，它可以探测游戏中各物体的物理边缘。当两个3D物体撞在一起的时候，这种技术可以防止它们相互穿过，这就确保了当你的角色撞在墙上的时候，不会穿墙而过，也不会把墙撞倒，因为碰撞探测会根据你和墙之间的特性确定两者的位置和相互的作用关系，如图1-15所示。



◀ 图1-15 引擎物理碰撞效果

渲染无疑是引擎最重要的功能之一，当3D模型制作完毕之后，美工会按照不同的面将材质贴图赋予模型，这相当于为骨骼蒙上皮肤，最后再通过渲染引擎把模型、动画、光影和特效等所有效果实时计算出来并展示在屏幕上。渲染引擎在引擎的所有部件当中是最复杂的，它的强大与否直接决定着最终的输出质量，如图1-16所示。



◀ 图1-16 游戏引擎及时渲染效果

引擎还有一个重要的职责就是负责玩家与电脑之间的沟通，处理来自键盘、鼠标、摇杆和其它外设的信号。如果游戏支持联网特性的话，网络代码也会被集成在引擎中，用于管理客户端与服务器之间的通信。

引擎相当于游戏的框架，框架打好后，关卡设计师、建模师、动画师只要往里填充内容就可以了。因此，在3D游戏的开发过程中，引擎的制作往往会占用非常多的时间。于是出于节约