

高等院校“十三五”规划教材·动画、数字媒体类

THE DESIGN OF 3D VIRTUAL  
EXHIBITION HALL BASED  
ON GAME ENGINES

# 基于游戏引擎的 三维虚拟展厅设计

胡起云 | 编著



南京大学出版社

责任编辑：王元峰

刁晓静

责任校对：王秉华

装帧设计：陈 春



课件申请

ISBN 978-7-305-21570-4



9 787305 215704 >

定价:58.00元

本教材为2018年江南大学卓越课程（ZYKC201813）建设项目阶段性成果

高等院校“十三五”规划教材·动画、数字媒体类

THE DESIGN OF 3D VIRTUAL  
EXHIBITION HALL BASED  
ON GAME ENGINES

# 基于游戏引擎的 三维虚拟展厅设计

胡起云 | 编著  
张晓婷 张明朋 | 参编



南京大学出版社

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

基于游戏引擎的三维虚拟展厅设计 / 胡起云编著

. -- 南京 : 南京大学出版社, 2019.8

ISBN 978-7-305-21570-4

I . ①基… II . ①胡… III . ①计算机应用 - 陈列设计  
IV . ① J525.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 ( 2019 ) 第 013645 号

出版发行 南京大学出版社  
社 址 南京市汉口路22号 邮 编 210093  
出 版 人 金鑫荣

书 名 基于游戏引擎的三维虚拟展厅设计  
编 著 胡起云  
责任编辑 王元峰 刁晓静 编辑热线 025-83592123

照 排 南京新华丰制版有限公司  
印 刷 南京凯德印刷有限公司  
开 本 880×1092 1/16 印张 8.25 字数 230 千  
版 次 2019年8月第1版 2019年8月第1次印刷  
ISBN 978-7-305-21570-4  
定 价 58.00元

网址: <http://www.njupco.com>  
官方微博: <http://weibo.com/njupco>  
微信服务号: njuyuexue  
销售咨询热线: ( 025 ) 83594756

---

\* 版权所有, 侵权必究

\* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购图书销售部门联系调换

# 高等院校“十三五”规划教材·动画、数字媒体类

## 编审委员会

**学术顾问** 朱明健（教育部动画、数字媒体专业教学指导委员会副主任委员，中国数字艺术设计专家委员会副主任委员，中国美术家协会动漫艺术委员会委员，武汉理工大学动画与公共艺术研究院院长，二级教授、博士生导师）

**主任** 殷俊（中国动画学会理事，中国高校影视学会微电影分委员会理事，江苏省高校动画、数字媒体艺术专业教学指导委员会秘书长，无锡古运河文化创意中心主任，江南大学数字媒体学院，教授，硕士生导师）

**副主任**（排名不分先后）

邱秉常（青岛大学新闻与传播学院院长，教授，硕士生导师）

黄秋儒（江南大学数字媒体学院，副教授，硕士生导师）

**编委会成员**（按姓氏首字母排序）

曹洋（南京师范大学美术学院）

陈晨（江南大学数字媒体学院）

陈辞（南京财经大学艺术设计学院）

高宝宝（南京理工大学设计艺术与传媒学院）

郭梅（南京高等职业技术学校计算机管理系）

韩涛（江苏大学艺术学院）

胡起云（江南大学数字媒体学院）

梁洁梅（南京信息工程大学传媒与艺术学院）

刘庆立（江苏大学艺术学院）

卢凯风（中国传媒大学南广学院动画与数字艺术学院）

骆玮（南京林业大学艺术设计学院）

马晓翔（南京艺术学院传媒学院）

沈艾雯（南京信息工程大学滨江学院传媒与艺术学院）

申福宏（南京高等职业技术学校计算机管理系）

束铭（南京邮电大学传媒与艺术学院）

宋晓利（江南大学数字媒体学院）

王丰（江南大学数字媒体学院）

王付刚（澳门科技大学人文艺术学院）

王玲（扬州大学新闻与传媒学院）

王岩岩（南京信息工程大学传媒与艺术学院）

杨杰（安徽工业大学艺术与设计学院）

张宁（南京林业大学艺术设计学院）

赵燕（江南大学数字媒体学院）

郑曦（南通大学艺术学院）

朱长永（南通理工学院计算机与信息工程学院）

朱贵杰（扬州大学新闻与传媒学院）

朱莉（江南大学数字媒体学院）

## 前言

本书成书之契机颇为偶然。某天，笔者与一中学老同学闲聊。老同学多年来经营着自己的电子科技公司，主要进行电子元器件与通讯模块的开发与制造，一直以来都发展得很不错，也积累了很多产品。因此他萌生了创建展厅，将公司产品陈列其中的想法。然而，高昂的展厅设计、装修费用让他望而却步。老同学知道笔者从事的专业方向主要是数字三维领域，便咨询是否有可能将展厅做成三维虚拟的方式。应该说，三维虚拟展厅并不算一个全新的视觉呈现形式，不过以往的同类作品主要分为两类，一类是三维巡游动画，画面相对精致写实，但观者没有主观视角；另一类是实时互动的，观者可以随意控制自己的视角和想看的内容，但画面受技术的制约，一般都不达不到理想的写实度。近几年一些出色的游戏引擎发展非常迅猛，如果将其在实时渲染方面的强劲功能发挥出来，应该能够制作出非常写实美观的实时互动型虚拟展厅。因此笔者答应老同学尝试一下，这就有了本书的中实际项目来源，后续正文中也将大量引用上述项目中的实例进行阐述。

三维虚拟展厅是一种以计算机图形学中实时渲染技术为主，其他数字媒体技术，如音频、网络为辅，构建拟真型展示空间的设计手段。相对于传统的展示厅来说，虚拟展厅具有很多优势。比如，没有场地限制；方便的展品管理；展示手法无限制，可结合进各种互动方式；展厅设计方案的更新迭代费用更为低廉等等。就这些优点来看便可预见，虚拟展厅必将成为一种相当重要的展示设计方向。而近年来，计算机图形学的快速发展，已经为虚拟展厅铺平了技术道路。

就虚拟展厅的最终诉求来说，必然的，它要求最终作品具有完全流畅的全方位交互功能，并且要有极致的写实性实时三维渲染能力。而这两点重要指标，正好与三维游戏引擎所追求的目标高度一致。一直以来，各大主流游戏引擎不断地提升自身画面渲染的逼真度与构建交互逻辑的便捷度，以吸引游戏开发者来使用。这种业界竞争，使得游戏引擎日臻完善，并且引领着显卡GPU的高速发展。利用目前的游戏引擎和显卡已经完全可以创建出写实度极高的虚拟展厅作品，也就是说在技术层面上，软件和硬件环境都已非常成熟。

基于开篇所述的课题，笔者通过具体实践，摸索了一套行之有效的虚拟展厅设计制作流程。本书目的是将该流程阐述明了，与读者探讨交流。由于笔者时间有限，在课题摸索制作过程中并未将虚拟现实技术融入项目中，这也是一大遗憾，后续项目完善阶段，将在这方面投入更大的精力进行研发。另外，笔者自身知识与经验也有限，书中难免会有不够严谨或错漏之处，还望各位读者和专家多多指正。

目 录	
第一章 三维虚拟展厅概述	001
第一节 虚拟展示设计的发展	002
第二节 虚拟展厅设计的发展	002
第三节 虚拟展厅的特点	005
第二章 总体流程与相关软件的基本介绍	007
第一节 总体流程简介	008
第二节 相关软件简介	011
第三章 虚拟展厅设计中技术层面的特点	017
第一节 模块化设计	018
第二节 PBR材质系统	021
第四章 三维模型及动画的创建与导入流程	027
第一节 虚拟展厅流程中三维建模的基本要点	028
第二节 高低模创建流程	029
第三节 模型的光滑组设置与UV分配	035
第四节 在DCC软件中对模型指定基本材质	038
第五节 将模型导入UE4	039
第六节 在DCC软件中创建动画并导入UE4	041
第五章 创建材质纹理	044
第一节 了解UE4及其材质系统	045
第二节 了解Substance Painter的功能及特点	054
第三节 材质贴图基本流程	059
第四节 特殊材质的创建	067

<b>第六章</b>	<b>虚拟展厅空间视觉的构建</b>	<b>072</b>
第一节	空间尺度的建立	073
第二节	构建正式虚拟展厅空间	075
第三节	了解UE4基本光照原理	077
第四节	为虚拟展厅布光	084
第五节	构建灯光Lightmass	091
<b>第七章</b>	<b>游戏引擎中的交互与多媒体整合</b>	<b>098</b>
第一节	UE4中音频素材的处理	099
第二节	了解蓝图	101
第三节	UE4中视频素材的处理	105
第四节	基本交互控制的创建	108
<b>第八章</b>	<b>虚拟展厅的打包发布</b>	<b>111</b>
第一节	配置编译环境	112
第二节	插件的编译问题	112
第三节	编译参数设置	113
<b>第九章</b>	<b>新技术展望与虚拟展厅设计的未来</b>	<b>117</b>
第一节	游戏引擎在设计可视化领域的工作流程改进	118
第二节	高性能VR便携设备的普及	120
第三节	RTX实时光线追踪技术的成熟	121

# 【第一章

## 三维虚拟展厅概述

### 教学目标

建立对三维虚拟展厅的整体了解

### 教学方法

案例分析讲解

## 第一节 虚拟展示设计的发展

在深入探讨三维虚拟展厅前，首先要说一下虚拟展示设计，因为前者是后者的一个分支。虚拟展示设计这一概念始于20世纪末21世纪初，由于虚拟视觉数据（如三维模型、三维静帧、材质纹理等）与艺术设计中的视觉表现（如设计草图、设计效果图、实物模型等）之间存在着表达内容上的契合度，所以就产生了将两者进行结合后，服务于设计展示的虚拟展示设计。

这其中，用以生成虚拟视觉数据的核心技术——计算机图形学在世纪之交开始进入突飞猛进的发展时期，成为了虚拟展示设计这一新形式的催化剂。



图 1-1-1 宝马汽车公司传统的油泥模型设计阶段

这种全新的视觉表现形式一出现，就开始渗透到设计相关的各个行业中。从平面到三维，从方案前期迭代到最终设计方案的展示，虚拟展示设计都深度参与其中。比如原先的工业设计，在深入方案阶段，往往需要制作多版实物模型，时间、精力、资金的成本都非常高，如图 1-1-1 所示。有了虚拟展示设计，不仅加快了方案迭代速度，还大量节省了资金、场地等方面的成本，虚拟的数字

最终方案一旦定稿后，就可以直接进行三维打印，制作最终版工业用三维模型，此版模型确认后，又可以将它直接输出到工程软件，进行加工生产。类似的流程在其他设计领域中也

被广泛应用。

除却在设计领域中设计方案阶段的可视化与最终成品阶段的无纸化生产应用，虚拟展示设计还被大量运用于另一个特殊领域——博物馆、展示馆等展陈空间。在这一领域中，虚拟展示设计能够极佳地解决实际空间需求问题。相对于传统展陈空间的构建与布置来说，成本的节约是巨大的。而这一领域中的应用就催生了一个全新的设计领域——虚拟展厅设计。

## 第二节 虚拟展厅设计的发展

如前文所述，虚拟展厅设计是虚拟展示设计的一个分支，它更注重展陈空间的数字化构建。

早期阶段，虚拟展厅一般是以空间巡游动画的方式为主，这种表现形式下，观者是没有

主观视角的，所有视角和镜头路径都像拍摄电影一样事先设定好，只不过这个过程通常不是由导演来控制，而是由设计师来定，只有一些特别重要的巡游动画才会寻求专业导演的介入和指导。既然没有主观视角，并且虚拟展厅最终的呈现方式实际上是一段三维动画影片，那么也就不可能在其中加入任何的互动元素。虚拟展厅设计之所以存在这样的技术瓶颈，主要因素就是三维即时渲染技术的发展还不完善。三维即时渲染是利用显卡 GPU 进行的，它能够完全实时地对三维场景进行渲染，并且可以跟观者进行实时交互。三维视频游戏的核心技术基石就是即时渲染技术。这一技术的早期阶段，所能支持的三维模型面数及贴图分辨率都是极为有限的，因此就使得最终呈现的画面相对比较粗糙、写意，很难达到高度拟真性，也就难以适应虚拟展厅的实际需求。在这种情况下，虚拟展厅设计就只能借助传统的以电脑 CPU 为核心的非实时渲染来达到高精度的视觉需求，因此也就只能生成不含主观视角的序列帧或视频，如此一来，想要在展厅中加入交互性是绝无可能的。

当前，随着即时渲染技术的进一步成熟，以及游戏引擎易用性的极大提高，全互动、实时的虚拟展厅设计已成为可能。首先，显卡 GPU 的运算能力逐年飞速提升，目前高端的显卡实时渲染千万级别面数的三维模型都不成问题了；再者，标准的 PBR 材质流程系统大面积普及，使得艺术家们可以非常方便地创建写实度极高的材质和贴图，进一步提



图 1-2-1 利用虚拟设计手段创建的奥迪概念车三维模型



图 1-2-2 利用 CPU 离线渲染进行的建筑设计效果图制作，无法进行实时 360 度交互

渲染能力的进一步提升，结合了一体式 VR、AR 技术的虚拟展厅有望从 PC 终端转移到移动端，那样虚拟展厅在空间上的限制将进一步地被打破，必将给用户带来更加具有沉浸式的体验，同时也更加具有商业应用价值。试想，包里放着一台类似于手机体积大小的 VR 设备，就能把一个或多个全 VR 的展厅置于其中，到哪儿都可以向他人展示公司产品或个人作品，那会有多美妙？

高了实时渲染的逼真度；其次，游戏引擎市场的激烈竞争，促使引擎开发者不断完善功能，使得游戏引擎的易用性变得越来越高，用户甚至可以一行编程代码都不写就创建一个互动性极为丰富的游戏或应用程序。

以上所述，涉及仅是桌面系统中的 GPU 发展带来的革新，而本书也将主要围绕 PC 端的虚拟展厅设计来展开。而另一方面，移动端的 GPU 渲染也在不断创新，目前很多移动端的实时渲染能力已经相当强悍，只是还达不到高逼真度的要求。不久的将来，随着移动端实时渲染能力的进一步提升，结合了一体式 VR、AR 技术的虚拟展厅有望从 PC 终端转移到移动端，那样虚拟展厅在空间上的限制将进一步地被打破，必将给用户带来更加具有沉浸式的体验，同时也更加具有商业应用价值。试想，包里放着一台类似于手机体积大小的 VR 设备，就能把一个或多个全 VR 的展厅置于其中，到哪儿都可以向他人展示公司产品或个人作品，那会有多美妙？



图 1-2-3 单支水笔模型面数达到 870 万,三支模型同时在 GTX 970 显卡上顺利进行实时渲染,并且能够进行实时交互

### 第三节 虚拟展厅的特点

这里所说的特点,都是相对于传统展厅而言的,主要有以下几个:

第一,虚拟展厅没有场地限制。传统展厅在构建前,首先存在一个选址和规划场地的问题,通常来讲这个首要条件就会涉及一笔相当不菲的资金开销,而这必然会成为一些私营企业或个人艺术家展示自己产品与作品的障碍。虚拟展厅则完全规避了这方面的问题,只需要一台具有较高 GPU 渲染性能的终端设备即可,目前可能以桌面终端为主,未来则可能以虚拟现实一体机为主。

第二,虚拟展厅在设计方案层面,设计风格不受制造工艺的限制。对于传统展厅设计来说,设计师必须要时刻考虑材料选用、加工工艺、空间可行性等各方面的因素,有些创意非常出彩,但制作工艺达不到,或所设计的空间根本不符合物理原理,无法构建出来。而这些限制,在虚拟展厅的世界里完全不值一提,设计师可以使用任意表面材料,构建任意空间,营造任意设计风格。

第三,虚拟展厅在扩展性和维护方面都极为便利。传统展厅一旦落成,基本就没有了扩展的可能性,如果要增加展品,那必然会涉及规模不等的重新设计和施工,甚至是扩建,会耗费相当多的时间和资金。而虚拟展厅是完全数字化的程序,上述所有变动,都可以藉由不涉及程序框架的数字化视觉艺术修改而完成,将大大节约所动用的人力和物力消耗。

第四，虚拟展厅具有可无限拓展的交互性。传统展厅，除却对展品的静态陈列，如果想要加入其他声光电等多类媒体，并与观者产生互动效果，往往需要大费周章，除了设计师的精心创意之外，还需要包括工程师、程序员、施工员在内的各类人员的通力配合才能做到。而如今，借助游戏引擎强大的互动程序构建能力，设计师本人就可以用它来创造各种强大而美妙的互动效果，而这些互动能够大大增加观者的参与感与沉浸感。

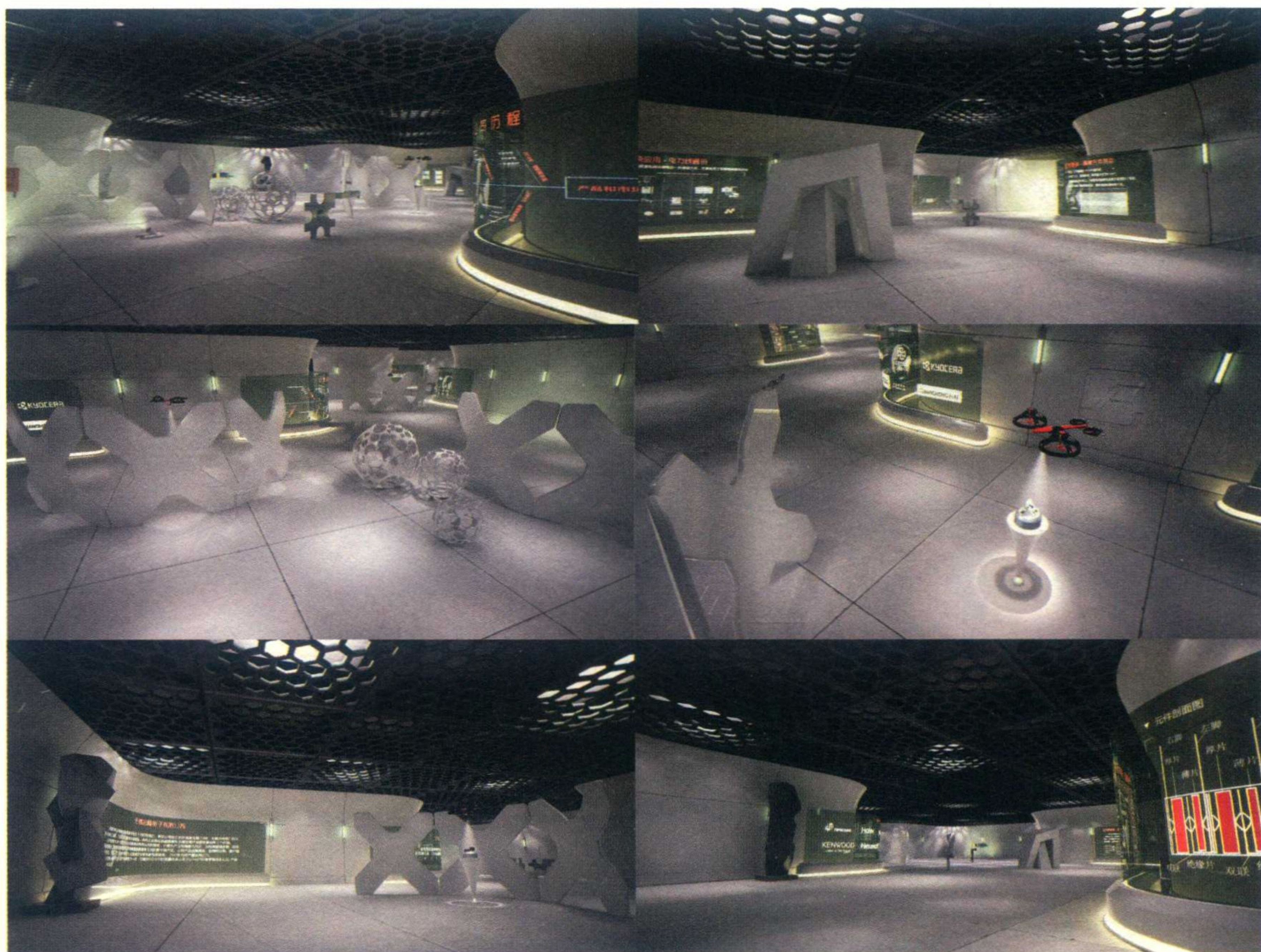


图 1-3-1 利用 GPU 实时渲染的虚拟展厅，观者可与之实时互动

# 第二章

## 总体流程与相关软件的基本介绍

### 教学目标

掌握虚拟展厅设计的基本流程，了解流程中使用到的主要软件

### 教学方法

教师进行案例演示讲解

## 第一节 总体流程简介

虚拟展厅设计的总体流程主要包括五个环节:方案设计、视觉资产的制作、展厅视觉构建、多媒体与互动元素的整合、程序编译打包。

方案设计是任何设计工作的第一阶段。对于虚拟展厅设计来说,最为重点的是对展示空间的设计规划。结合游戏引擎的技术特性来说,虚拟展厅设计在空间的风格上总体是不受限的,即可以是在整体上呈现出有机的形制,亦可是采用模块化拼接组合的形制。前者在视觉



图 2-1-1 虚拟展厅设计与制作流程图

上更为整体，并具有更强的主题化形象，但后期扩展性相对弱一些；后者在空间变化层次上略逊于前者，却更能够发挥游戏引擎的 GPU 渲染能力，后期扩展性更强。

方案确定之后，就要进入视觉资产的制作阶段。所谓视觉资产，主要是指展厅的空间结构模型、展陈物的模型，以及这些模型的材质与纹理。在此阶段，三维建模主要通过一些影视娱乐业常用的商用三维软件来制作，因为虚拟展厅设计通常只需要做到视觉上的精准，而并不需要工业级别的精确。材质与纹理的制作，主要通过支持 PBR 材质系统的相关软件来实现，部分特殊类型的材质，使用游戏引擎本身的材质系统去实现。此阶段还包括一些动画的制作，以便实现场景中部分展陈物或设施的动态效果。

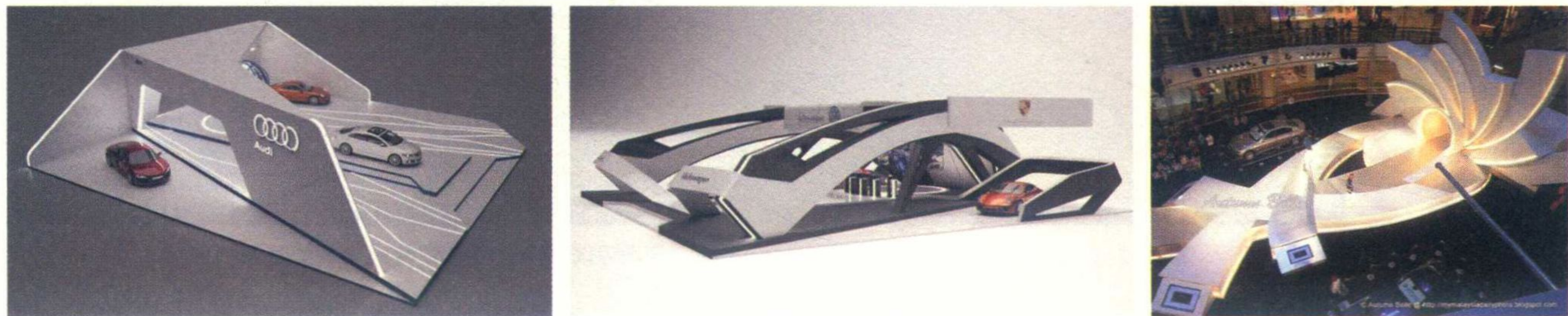


图 2-1-2 此类展厅空间设计在虚拟展厅制作中应采用整体建模，其个性主题鲜明，但后期扩展性弱，适合用于短期展会



图 2-1-3 此图为 ArtStation 网站艺术家 Tom Carterd 的游戏场景设计，从中可以看到用以构建空间的模型都是模块化的，通过不同的组合就可以得到各种复杂的空间变化，这既能保证视觉上的变化，又节省了模型数据量，能够更高效地发挥游戏引擎的效能。用这种方式构建虚拟展厅，适合用于博物馆、产品陈列馆等案例，便于维护和扩展

当视觉资产基本完成后，就可以进行展厅总体视觉的构建，主要包括展厅空间搭建和灯光设置两部分。如果设计方案中，展厅风格采用整体的有机形体，那么空间搭建这一步骤在视觉资产创建时基本就同步完成了；反之，如果展厅空间采用模块化拼接，那么视觉资产阶段仅完成空间单元结构件的制作，到这一步才具体地构建展厅空间。展厅空间构建完成，就可将各种展陈物置入空间中，并进行灯光设置。到这一步，虚拟展厅的初步效果就已经能够呈现出来了。本阶段主要是通过游戏引擎来实现。

虚拟展厅的初步视觉效果呈现后，就要使用游戏引擎对多媒体与互动元素进行整合，提高展厅的沉浸感和交互功能。这个阶段主要包括动画制作、音频处理、特效制作、互动元素整合、UI 制作等环节。这些工作大多需要借助游戏引擎的编程功能实现。