

学号	姓名	论文规范性 (10)	问题分析与调研 (30)	方案创新性 (20)	实验结果分析与讨论 (40)	结课论文总成绩 (100)
21301017	唐博文	9	26	18	35	88

北京交通大学

## 计算机图形学课程论文

### 基于 Blender 的 3 维物体动画的设计与实现

### Design and implementation of 3D object animation based on Blender

学 院： 软件学院

专 业： 软件工程

学生姓名： 唐博文

学 号： 21301017

指导教师： 吴雨婷

北京交通大学

2024 年 6 月

# 摘要

## 摘要:

随着三维技术在影视、游戏和虚拟现实等领域的广泛应用，三维建模和动画制作技术已经成为一项十分重要的技能。前两次实验分别集中于二维和三维物体的建模与变换，并没有涉及动画部分的内容。所以本次实验我在三维物体动画制作方面进行了一些研究。我在 **Blender** 中建立了一个复杂的三维场景，并为场景中的主要物体添加了多种动画。通过应用关键帧动画等技术，我成功实现了自然流畅的动画效果。实验结果表明 **Blender** 功能完善而且易于使用，可以有效满足较复杂的三维动画制作需求。

**关键词：**Blender；三维物体建模；三维物体动画制作

# 目 录

摘要.....	I
目 录.....	II
1 引言 .....	3
1.1 研究背景及意义 .....	3
1.2 国内外研究现状 .....	3
1.3 论文内容 .....	4
1.4 论文结构安排 .....	4
1.5 本章小结 .....	4
2 实验相关工作介绍 .....	4
2.1 硬件配置 .....	4
2.2 软件配置 .....	5
2.3 本章小结 .....	5
3 实验方法描述 .....	5
3.1 关键帧动画技术 .....	5
3.2 本章小结 .....	5
4 实验设置 .....	6
4.1 创建模型 .....	6
4.2 模型渲染 .....	8
4.3 动画制作 .....	11
4.4 本章小结 .....	14
5 实验结果与分析 .....	14
5.1 实验结果 .....	14
5.2 结果分析 .....	14
5.3 本章小结 .....	14
6 结论 .....	14
参考文献 .....	15

# 1 引言

本章首先阐述了研究三维物体建模和动画制作技术的背景及意义，接着分析了国内外相关技术的研究现状，最后介绍了本文的主要内容以及组织结构。

## 1.1 研究背景及意义

随着计算机图形学的发展和处理能力的飞速进步，三维物体建模和动画制作技术也不断地创新和发展。从早期的简单图形到现在复杂、逼真的三维物体和动画，技术的进步也极大地提升了三维物体和动画的视觉效果。而且现代三维建模和动画制作软件层出不穷，如 Blender、Maya 和 3ds Max 等，它们功能强大而且具有用户友好性，降低了技术门槛，吸引了更多人参与到三维创作中。

近年来，三维物体建模和动画制作技术的应用领域也越来越广泛。在建筑、工业设计中，三维物体建模帮助设计师和工程师更好地构思、展示和测试设计方案，使用虚拟原型可以降低成本和风险，促进创新和设计优化；在电影、游戏和广告中，三维建模和动画能够创造出真实、生动的视觉效果，可以更好地吸引观众，增强情感共鸣；在虚拟现实和增强现实应用中，三维模型和动画是关键要素，它们可以创建高度互动和沉浸的虚拟环境，广泛应用于培训、模拟等领域。所以研究三维物体建模和动画制作技术具有重要意义，可以满足社会许多领域的需求，推动相关产业发展，也为未来科技和社会的进步奠定了基础。

## 1.2 国内外研究现状

国外的三维建模和动画技术发展迅速，已经应用于影视、游戏、虚拟现实等多个领域，尤其是游戏行业的应用。如 Epic Games 的 Unreal Engine 5，采用了 Nanite（虚拟微多边形几何体）技术和 Lumen（一套全动态全局光照解决方案）技术，极大地提升了游戏的画面质量和互动体验<sup>[1]</sup>；还有即将上线《GTA6》的采用的是 RAGE 9 引擎，Rockstar 公司的两款大作《GTA5》和《荒野大镖客 2》就是采用的 RAGE 引擎，它的能力主要体现在：世界地图流缓冲技术、复杂人工智能管理、天气特效、快速网络代码与众多游戏方式，提升了画面质量<sup>[2]</sup>；国外的许多大学和研究机构在三维建模和动画制作领域也有深入的研究，SIGGRAPH（Special Interest Group on Computer GRAPHics and Interactive Techniques）是计算机图形学领域的顶级会议，汇集了全球顶尖的研究成果和最新技术动态，推动了三维建模和动画技术的发展。

国内的许多高校和研究机构在积极开展三维建模和动画技术的研究。例如，北京大学、清华大学等高校在计算机图形学领域有着较强的研究实力，发表了许多高水平的论文；国内学术会议如中国计算机图形学大会（CGI）和中国虚拟现实与可视化学术会议

（ChinaVR）等，为学术界和工业界提供了交流和展示最新研究成果的平台；近期热度很高的国产大作《黑神话：悟空》也将采用虚幻 5 引擎开发，以提高游戏画面的质量。

### 1.3 论文内容

本论文主要内容是使用 **Blender** 工具建立一个复杂的 3D 场景，并为场景中的主要物体添加了多种动画。

### 1.4 论文结构安排

本文首先阐述了研究三维物体建模和动画制作技术的背景及意义以及国内外相关研究的现状，之后详细介绍了实验的相关工作介绍、实验方法描述、实验设置、实验结果与分析、结论。其主要组织架构如下：

第一章：引言。该章节首先介绍了研究三维物体建模和动画制作技术的背景及意义，接着分析了国内外相关技术的研究现状，最后介绍了本文的主要内容以及组织结构。

第二章：实验相关工作介绍。该章节主要对实验进行之前的相关准备工作进行了介绍。

第三章：实验方法描述。该章节主要对三维物体建模和动画制作的方法进行简要的描述。

第四章：实验设置。该章节主要对三维物体建模和动画制作的实验过程进行描述。

第五章：实验结果与分析。该章节主要对三维物体建模和动画制作的实验结果进行分析。

第六章：结论。该章节主要阐述了本次实验的实验结果。

### 1.5 本章小结

本章首先介绍了研究三维物体建模和动画制作技术的背景及意义，接着分析了国内外相关技术的研究现状，然后简要地说明了论文的主要内容，最后对论文的组织架构进行了阐述。

## 2 实验相关工作介绍

本章主要对实验进行之前的相关准备工作进行了介绍。

### 2.1 硬件配置

实验计算机的处理器配置：11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-11800H @ 2.30GHz, 2304 Mhz, 8 个内核, 16 个逻辑处理器。

实验计算机的显卡配置：NVIDIA GeForce RTX 3060 Laptop GPU。

实验计算机的内存配置：总的物理内存：15.7GB，总的虚拟内存：49.7GB。

## 2.2 软件配置

实验计算机的操作系统：Microsoft Windows 10 专业版。

实验软件的版本：Blender 3.6。

## 2.3 本章小结

本章主要对实验进行之前的相关准备工作进行了介绍。

# 3 实验方法描述

本章主要对三维物体建模和动画制作的方法进行简要的描述。主要运用的实验方法就是关键帧动画技术。

## 3.1 关键帧动画技术

关键帧动画是一种传统且广泛使用的动画技术，通过设置动画中关键时刻的帧（也就是关键帧），然后由计算机生成两关键帧之间的过渡帧（也叫补间帧），从而创建平滑的动画效果。这种技术既可以应用于二维动画，也可以应用于三维动画。

关键帧动画技术的工作原理如下：

（1）定义关键帧：首先在时间线上设置动画的关键帧，这些关键帧定义了动画在特定时间点的关键状态。例如，若要为一个角色创建行走动画，关键帧就可能定义了角色每一步的起始和结束状态。

（2）补间计算：计算机使用插值算法计算关键帧之间的中间帧。这些中间帧称为补间帧，它们负责在关键帧之间生成平滑的过渡。插值算法可以是线性的，也可以是非线性的。

（3）调整与优化：设计师可以通过调整关键帧的位置、旋转、缩放等属性，以及修改插值曲线，来微调动画效果，以确保动画流畅且符合预期。

关键帧动画技术的优点如下：

（1）精确控制：关键帧动画允许设计师对动画的关键时刻进行精确控制，以确保动画的准确性。

（2）工作效率高：定义关键帧而不是每一帧，可以大大提高动画制作的效率。

（3）易于调整：设计师可以随时调整关键帧的参数，从而快速修改动画效果。

## 3.2 本章小结

本章主要对三维物体建模和动画制作的方法进行简要的描述，并介绍了主要运用的实验方法：关键帧动画技术。

## 4 实验设置

本章主要对三维物体建模和动画制作的实验过程进行描述。

### 4.1 创建模型

首先需要创建一个复杂的三维场景，这个三维场景由一个个小物体组成，物体的建模顺序如下：

(1) 首先建立底部的平台。

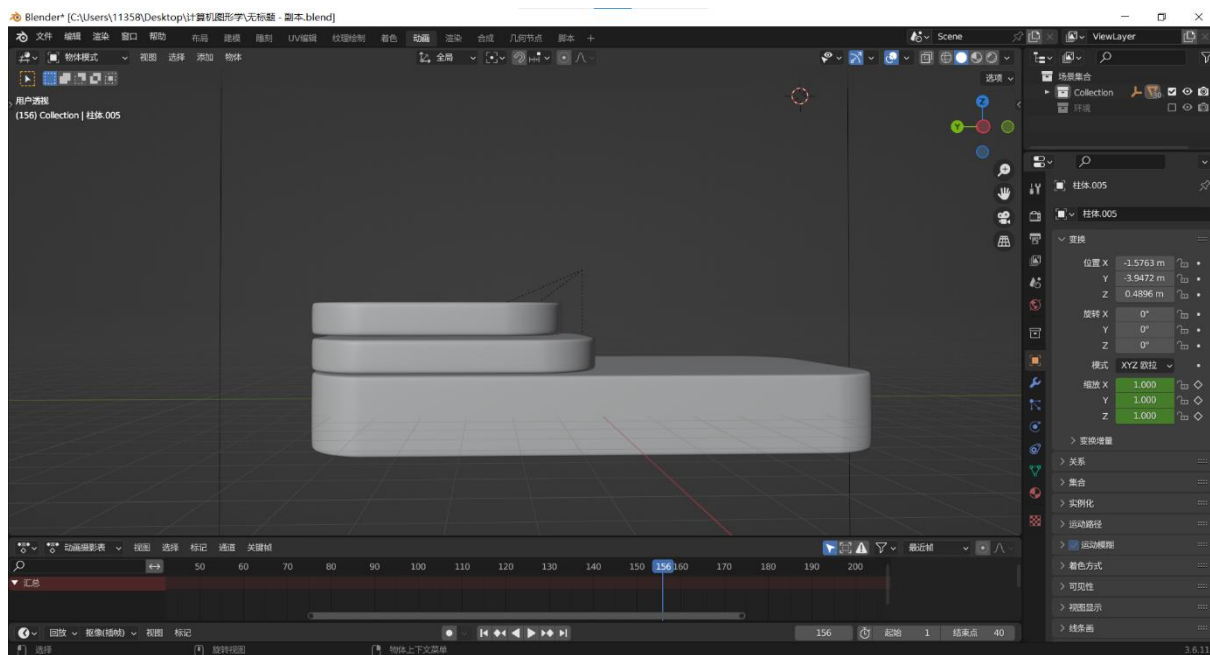


图 1 底部平台

(2) 然后建立平台上左侧的其他物体，如小树、牌匾等。

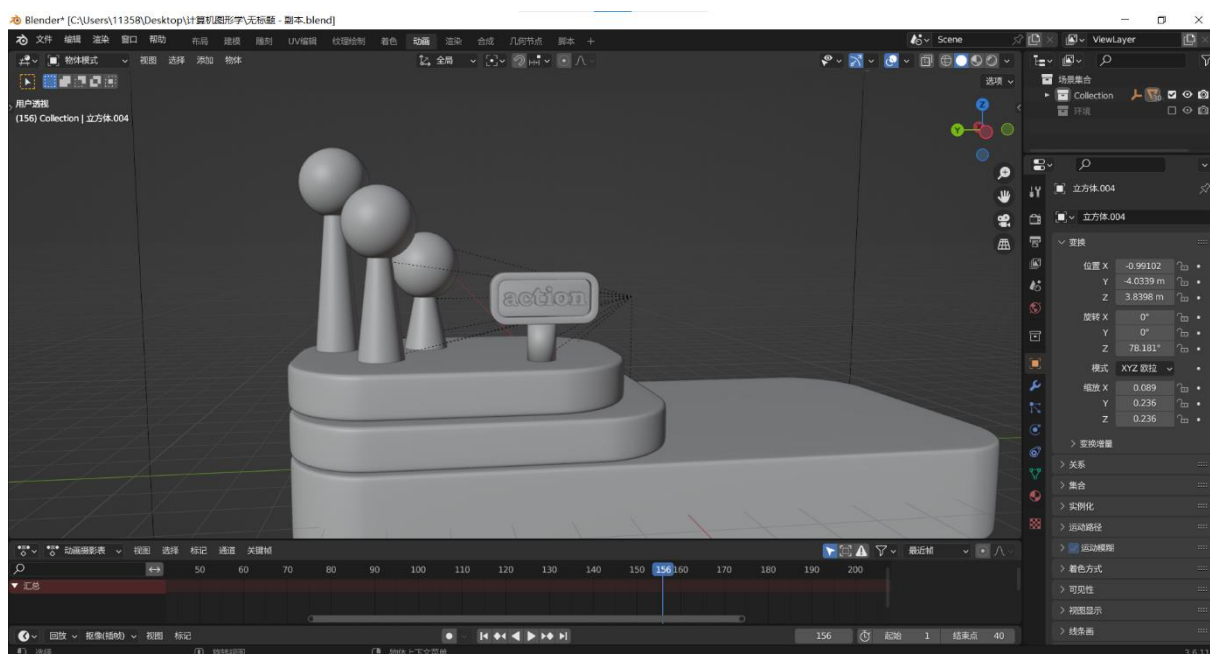


图2 平台上左侧的其他物体

(3) 然后再建立平台上右侧的其他物体，如小球、阶梯、火箭和火箭发射台等。

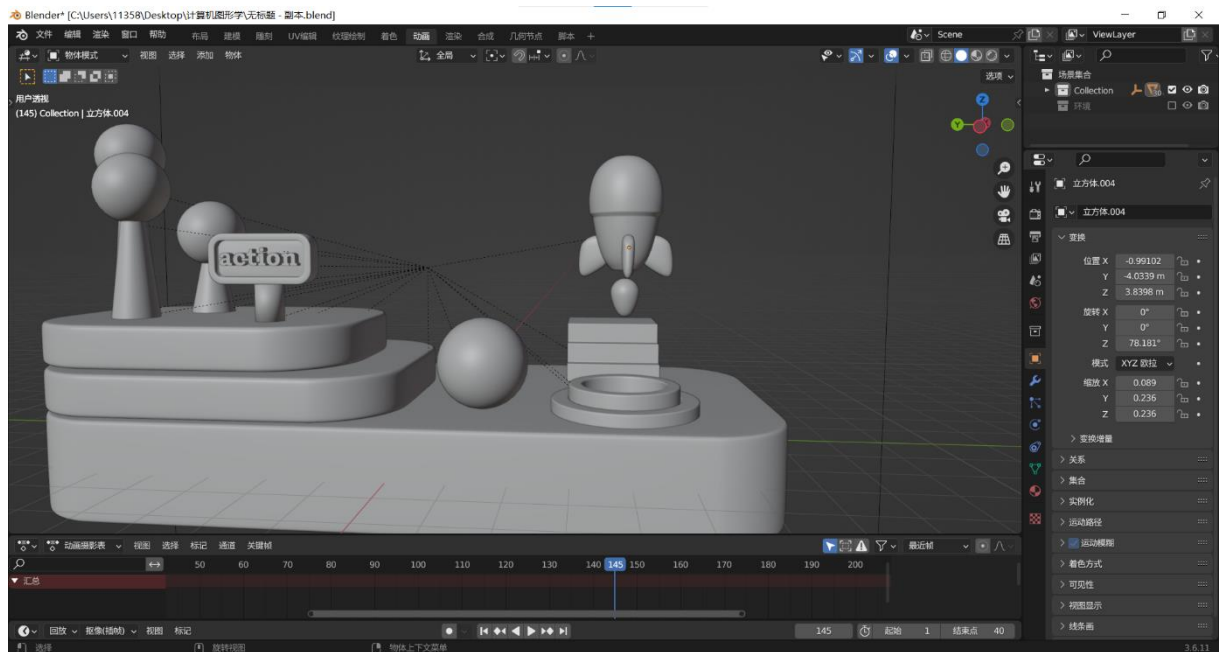


图3 平台上右侧的其他物体

(4) 最后建立平台后方的其他物体，如牌匾，进度条等。

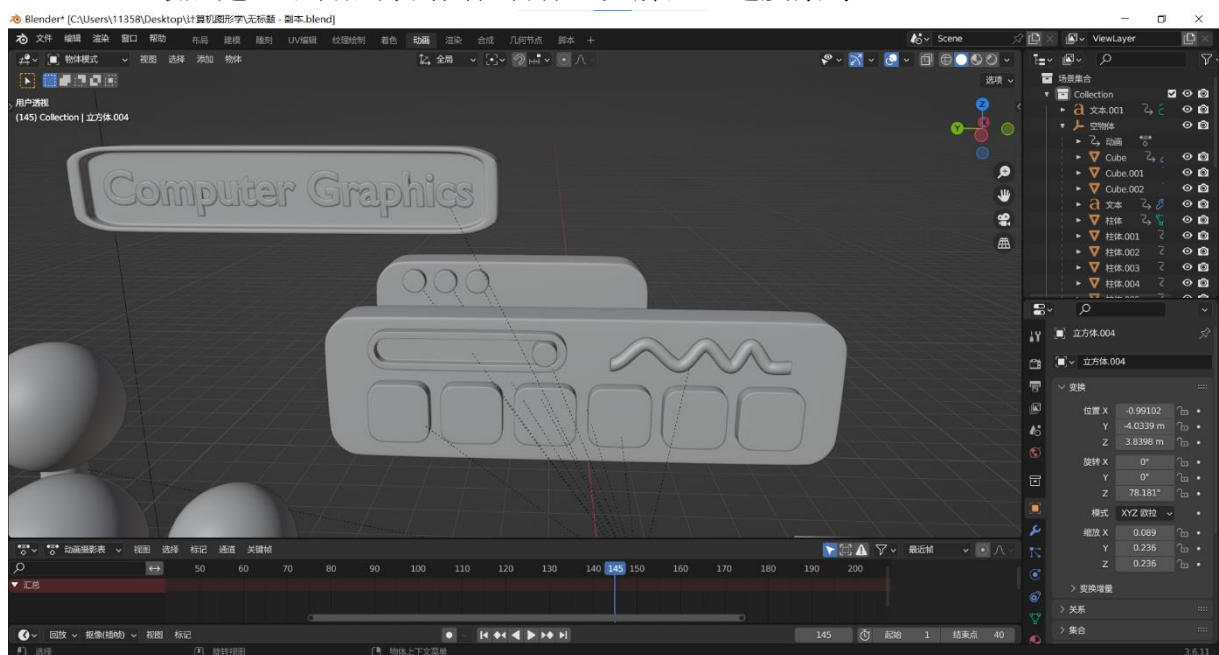


图4 平台后方的其他物体

(5) 最终建模结果如图5所示。



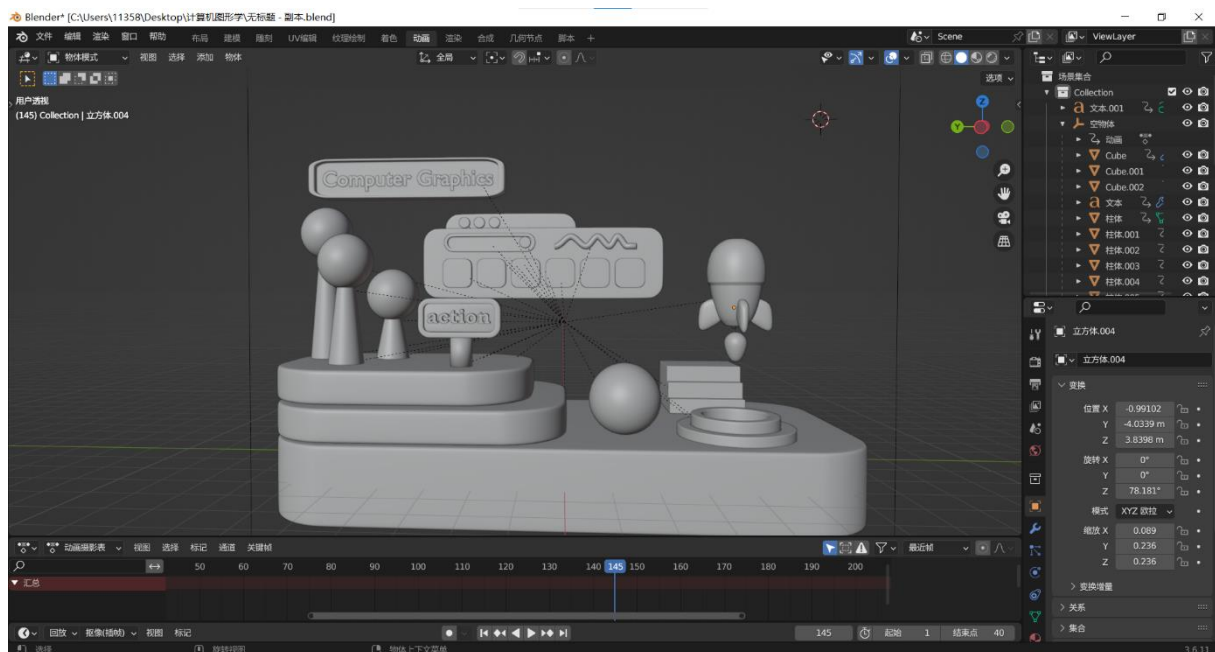


图 5 最终建模结果图

至此，场景建模部分已完成。

## 4.2 模型渲染

接下来就是要添加摄像机和不同光源，以及给不同的物体添加不同的材质。

(1) 首先创建一个平面，经过挤出平面，添加倒角等操作，将其当作场景的背景。

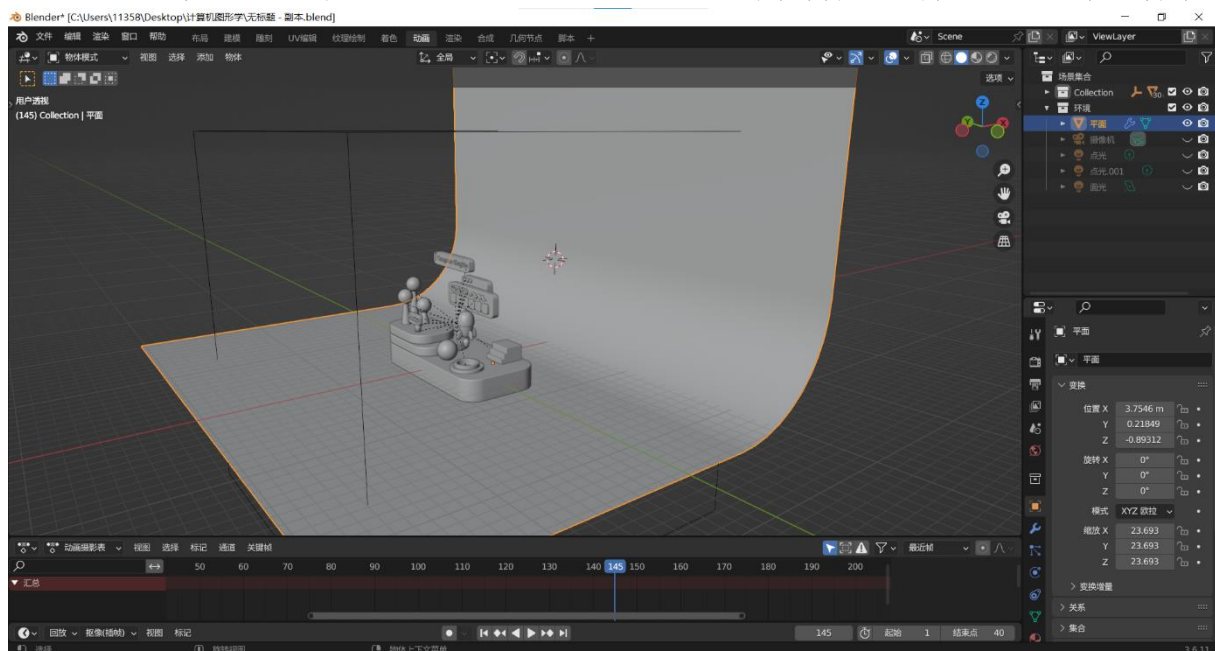


图 6 场景背景图

(2) 然后添加摄像机，并确定摄像机的视角。

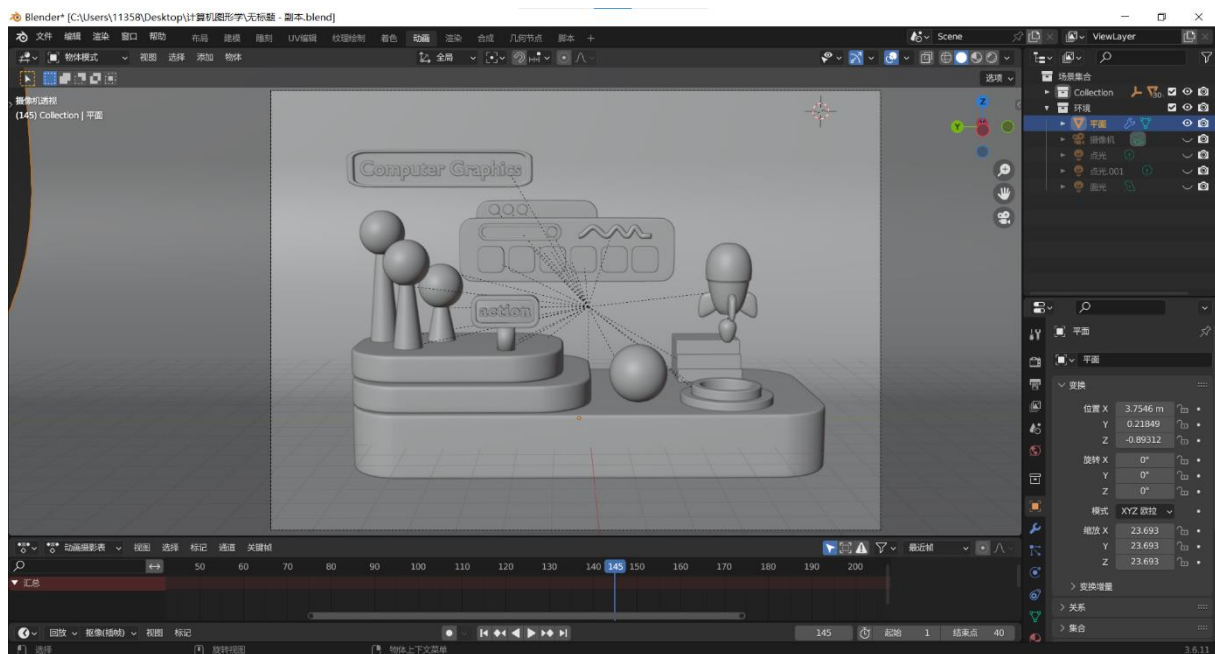


图 7 摄像机视角下的场景

(3) 然后添加主光源和辅助点光源。

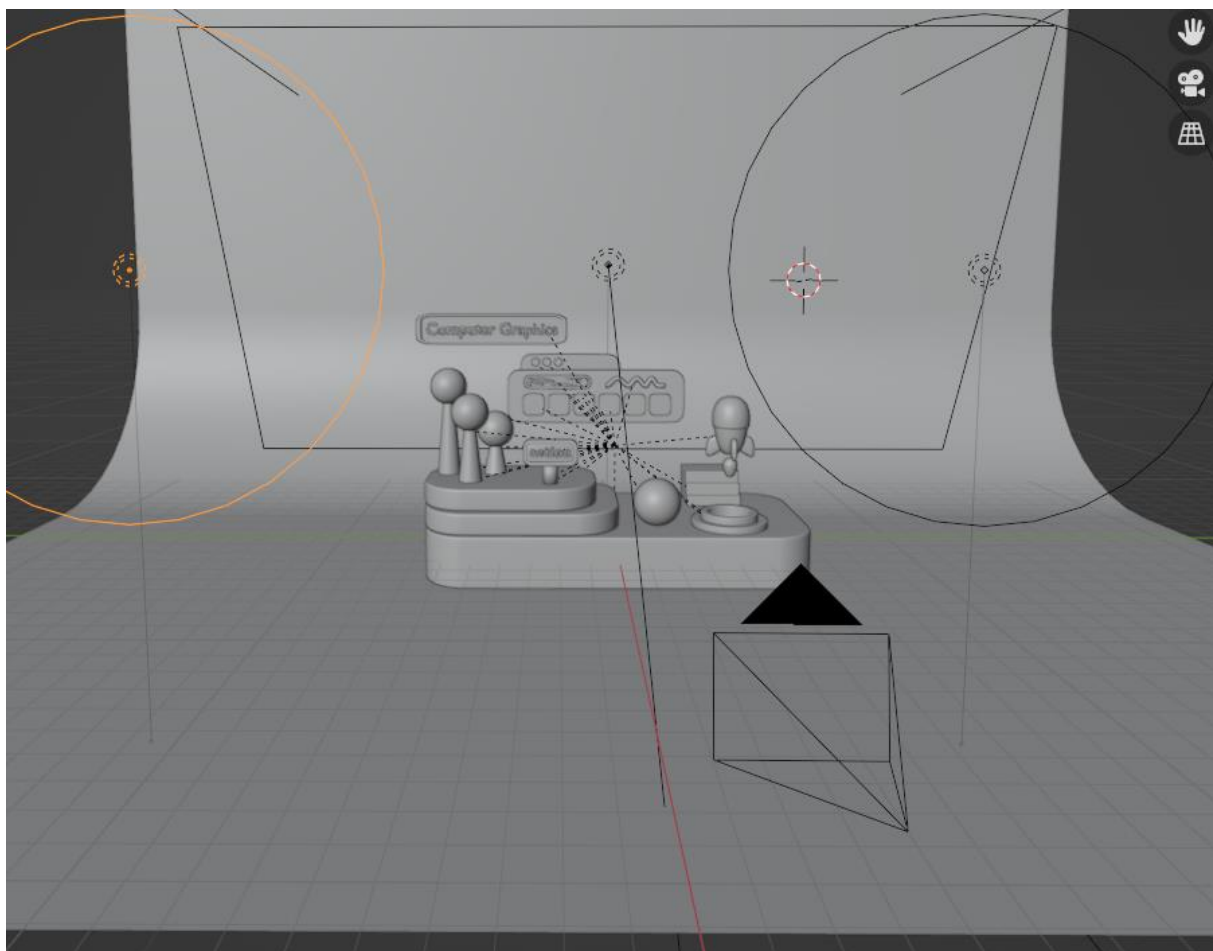


图 8 主光源和辅助光源

(4) 然后就可以给场景中的各种物体添加材质了，首先给下方的平面和三个平台分别添加材质。

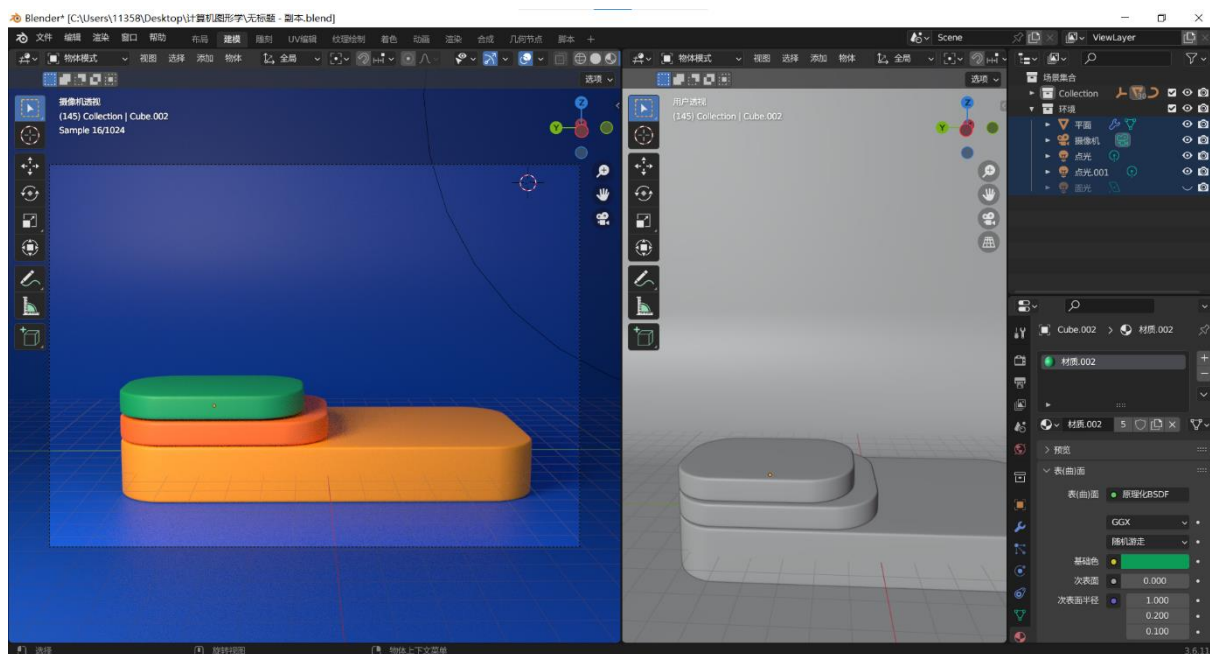


图 9 添加材质后的平台和平面

(5) 然后给平台上左侧的物体添加材质，由于想给一些物体添加相同的材质，我们可以直接将不同物体的材质关联，就可以添加相同的材质。

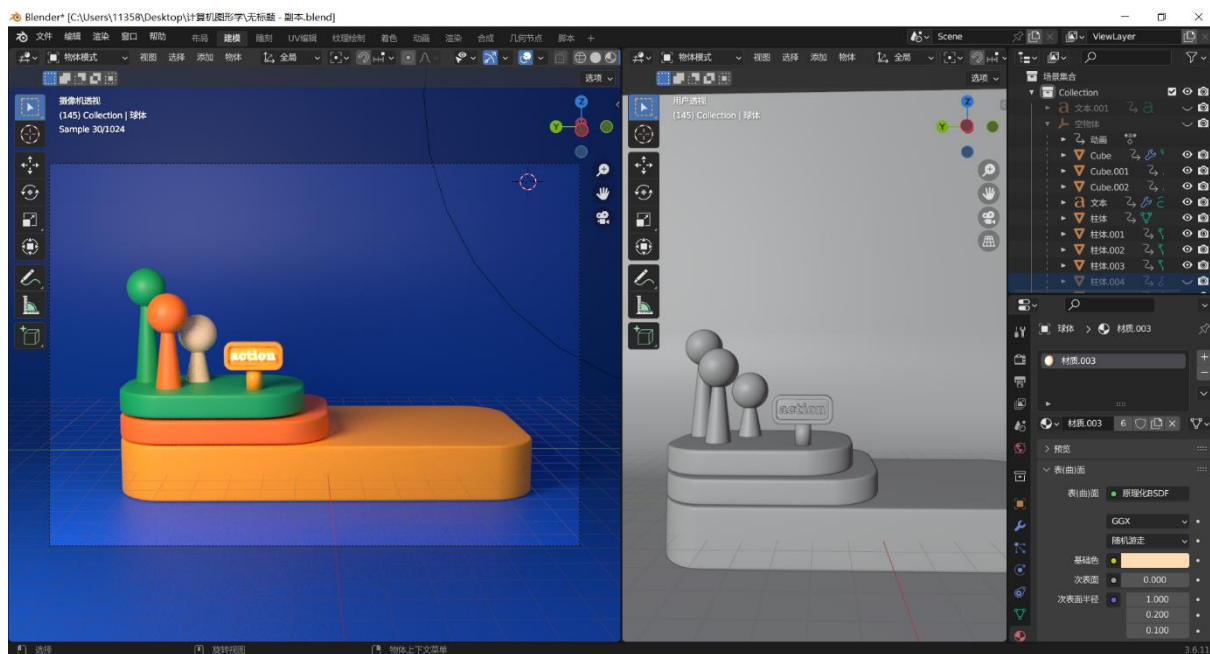


图 10 添加材质后的平台左侧部分

(6) 然后给平台上左侧的物体添加材质。

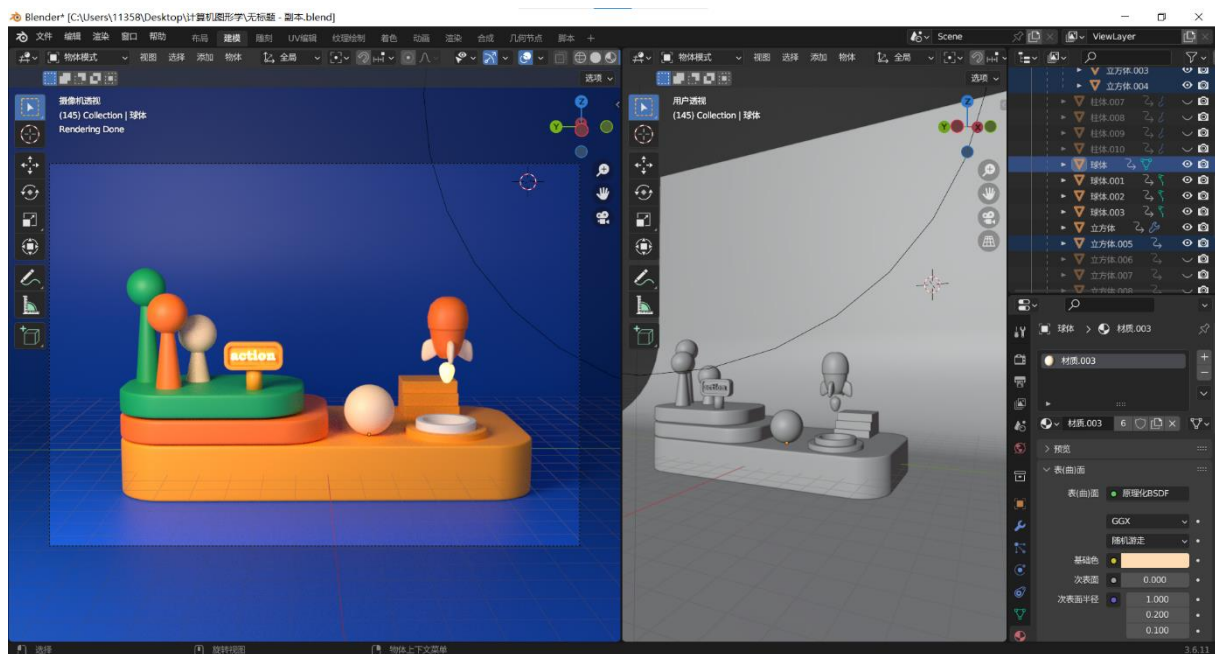


图 11 添加材质后的平台右侧部分

(7) 最后给平台后侧的部分添加材质，并在场景后侧添加一个面光源，可以将物体的轮廓显示得更清晰，最终场景渲染效果如图 12 所示。

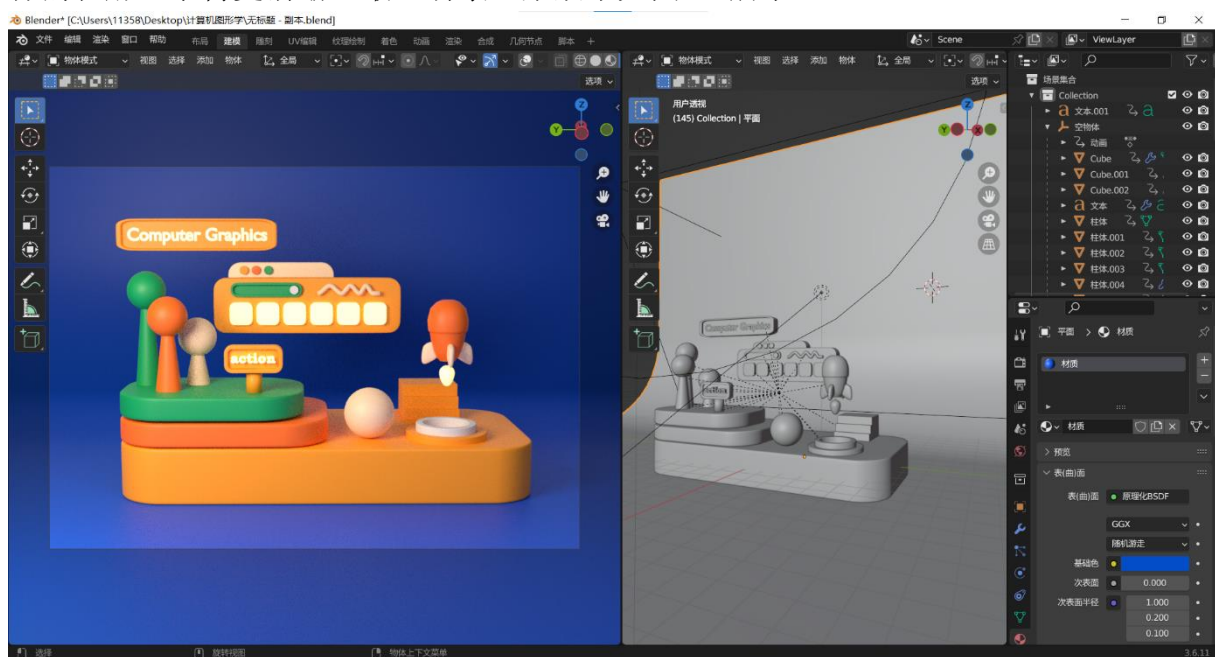


图 12 添加材质和面光源后的场景

至此，场景模型的渲染工作也已经全部完成。

### 4.3 动画制作

接下来就可以利用关键帧技术给以上模型添加动画效果了。

(1) 首先给最底部的平台记录关键帧，将 1 帧时最底部平台的缩放参数都调为 0，



并选取 20 帧时记录关键帧，将此时最底部平台的缩放参数都调为 1。这样从 1 到 20 帧这个过程中就会出现最底部平台从无到有的动画效果。

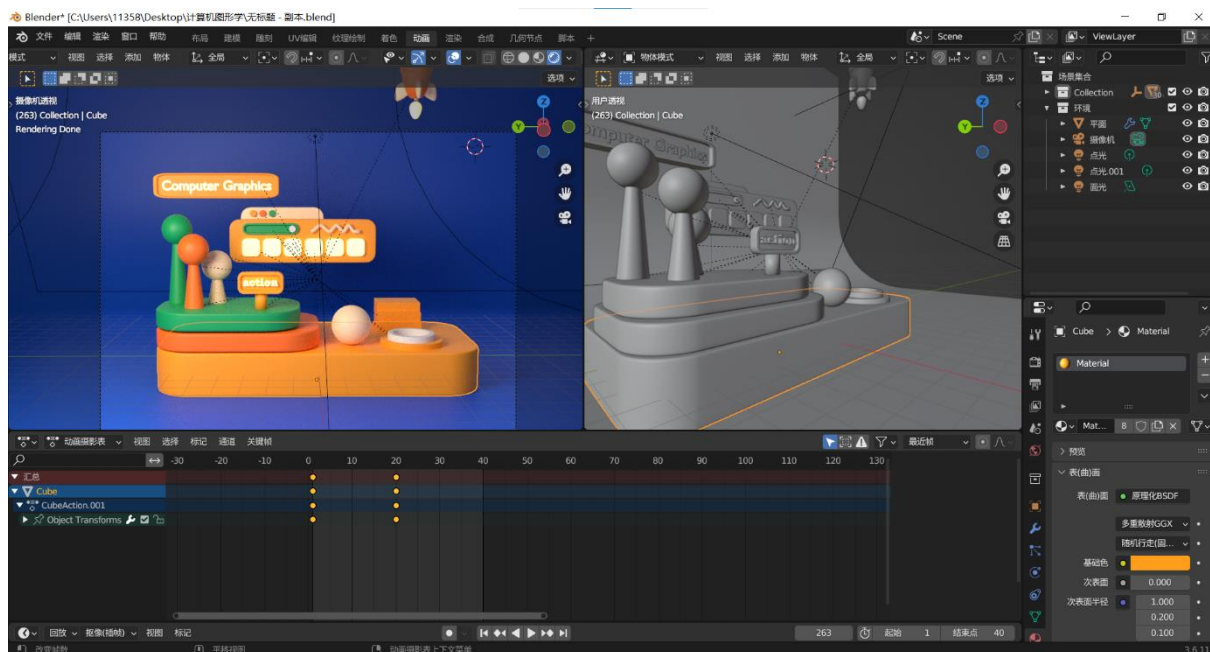


图 13 给底部平台添加两个关键帧

(2) 然后选中中间的平台和上面的平台，最后选中最底部的平台，选择关联动画数据就可以为中间的平台和上面的平台添加同样的动画。但我们不希望三个平台的动画完全一样，所以我们要先将三个平台的动画独立开，然后再给两个平台的关键帧相对后移，这样会使动画的层次感更丰富，过渡也更自然。

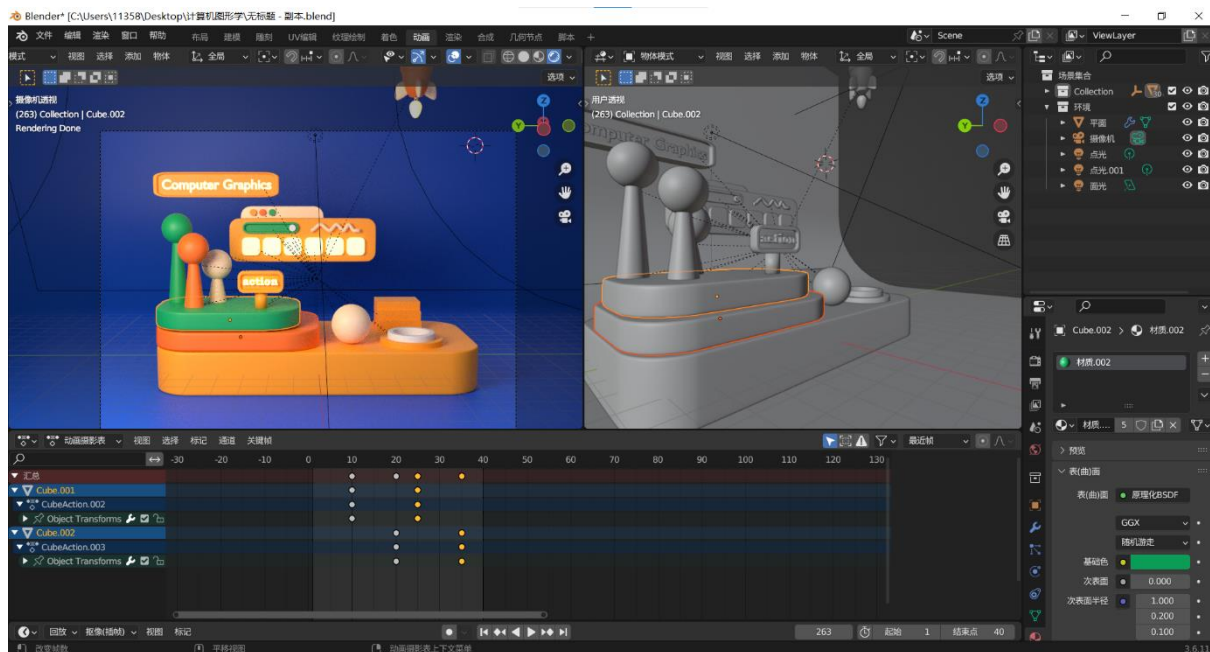


图 14 给中间平台和顶部平台添加关键帧

(3) 后续的动画都要根据物体的出现顺序来对应地调整关键帧的位置和动画的时长，添加动画的方式都较为类似，只不过是有的需要记录缩放变换，有的需要建立平移

变换或者旋转变换，最终场景中物体动画全部建立后的结果如图 15 所示。

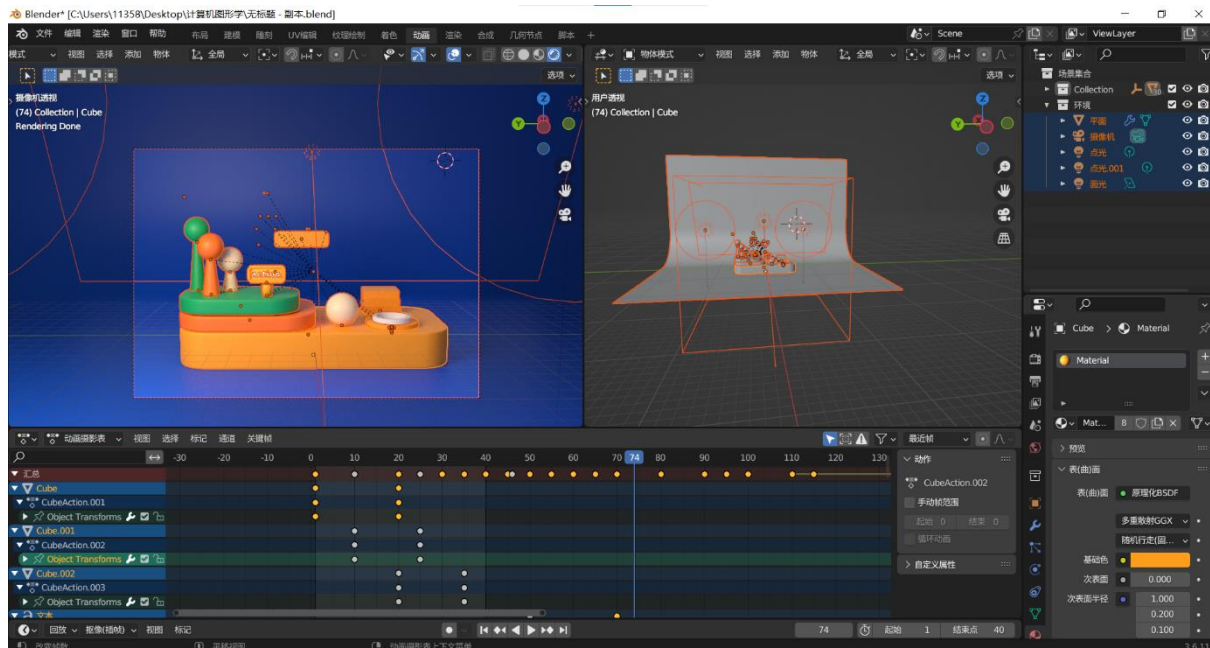


图 15 动画关键帧建立最终结果

(4) 最后还需要添加一个场景的整体变换，让整个场景旋转出现。方法是先将中心点改变到世界中心，建立一个空立方体，将其放大使其可以包含整个场景，然后将场景中的所有模型关联到这个空立方体，让这个空立方体作为场景中所有模型的父级，再给空立方体记录两个旋转的关键帧，这样就可以实现整个场景旋转变换出现而且不影响各个模型单独的变换。

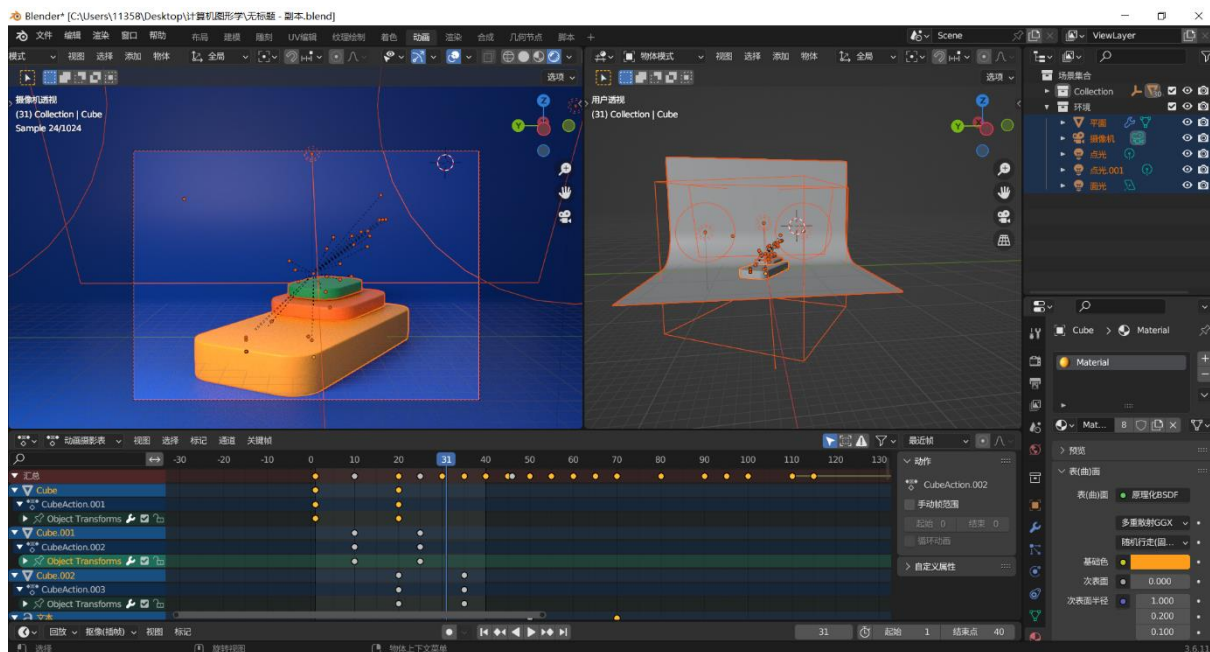


图 16 场景旋转动画效果

至此，三维物体的建模如动画制作实验已全部完成。

## 4.4 本章小结

本章主要描述了对三维物体建模和动画制作的实验过程，并重点描述了动画制作过程的一些细节。

## 5 实验结果与分析

本章主要对三维物体建模和动画制作的实验结果进行分析。

### 5.1 实验结果

本次实验成功建立了一个复杂的三维场景，并为场景中的主要物体都添加了动画效果，但是动画渲染和导出的速度较慢。

### 5.2 结果分析

通过本次实验，我进一步掌握了使用 **Blender** 进行场景建模和模型变换的技能，同时也掌握了通过关键帧技术给模型添加动画效果的新技能，也对材质和光照对出片效果的影响有了进一步的了解。比如不仅需要主光源和辅助光源，这次我在实验过程中还新添加了一个在场景背后的面光源，叫做轮廓光，可以起到分离主体和背景的作用，使主体的轮廓更加清晰。

### 5.3 本章小结

本章主要阐述了三维物体建模和动画制作的实验结果并对实验结果和本次实验的收获进行了总结。

## 6 结论

本章主要介绍本次实验的结论。实验结论是：**Blender** 是一款功能强大的工具，可以满足我们对三维场景建模和动画制作的需求，美中不足的地方是即便使用了 **GPU**，渲染动画的速度还是比较慢。

## 参考文献

- [1] 王江东.虚幻引擎五对动画与游戏技术的革新研究.《艺术科技》.2021.21.57-59
- [2] Robinson, Andy.Red Dead Redemption 2 PC's DLSS update is out, with a '45%' 4K performance boost.Video Games Chronicle.2021.