

工程动画技术赋能水利工程项目展示研究

任天行

武汉纺织大学南湖校区传媒学院，湖北武汉，430000；

摘要：该文研究了工程动画技术在水利工程项目展示中的应用，强调了其在信息集成、可视化和专业制作流程方面的优势。通过Blender软件，结合BIM技术和PBR材质渲染，精确复原水利工程地形地貌，提升了动画的真实感。以南水北调中线工程为例，展示了工程动画在脚本撰写、模型构建、材质赋予、灯光构建、动画设置、渲染与后期合成等环节的具体应用。文章指出，工程动画不仅提高了水利项目的展示效果，还为项目展示接收各方提供更科学、准确的动画资料，展望了工程动画未来与AR、VR等技术结合的潜力。

关键词：工程动画；水利工程；展示研究

DOI：10.69979/3041-0673.25.01.052

引言

在当今社会经济快速发展的宏观背景下，工程建设行业蓬勃兴起，各类工程项目如雨后春笋般涌现，在国家基础设施建设、城市化进程以及工业转型升级等方面发挥着关键支撑作用。然而，工程项目的复杂性与专业性使得其展示面临诸多挑战，传统展示方式难以满足社会各界对项目深入理解与精准把握的需求。随着信息技术的迅猛发展，工程动画作为一种创新的展示手段应运而生，通常来说工程动画是指用三维动画软件来实现工程设计者的方案与意图，使工程实体成为一个动态变化过程。^[1]Blender软件以其强大的三维建模和渲染功能，提供了全面的三维动画创作工具，包括建模、动画、渲染、材质编辑、粒子系统等。其强大的功能、灵活的操作、丰富的插件资源以及活跃的社区支持，使得Blender在影视特效、游戏开发、工业设计等领域得到了广泛的应用。利用Blender制作水利工程动画的优势在于，作为一款免费的开源软件，它可以从社区获取大量与工程相关的建筑模型、材质，以及与动画制作相关的插件，其强大的cycles渲染功能也能比市面上其他工程动画相关制作软件更快速与便捷。

1 工程动画在水利项目展示中的特点

1.1 信息集成能力强

水利水电工程是一项复杂的系统工程，而简单的文字、图表或数学模型并不能准确地表达仿真其精度和可信度。^[3]工程动画可以通过多种不同的动画展示方式来进行分层展示，它能够将水利工程从宏观的整体布局到微观的局部细节进行拆分展示，比如先展示整个水利枢

纽的地理位置和周边环境，然后逐步拆解大坝、水电站、船闸等各个主要建筑结构，深入到其内部的机械装置、水流通道等细节部分，并通过动画重组将各个部分在水利工程运行过程中的协同工作原理展示出来。这种方式使原本孤立的信息片段得以有机结合，形成一个完整的信息体系，让观众能够全面、系统地理解水利项目的全貌以及各个组成部分之间的相互关系，大大提高了信息的集成度与传达效率。

1.2 可视化程度高

在后期特效制作软件的支持下，工程动画除了能够通过传统动画的展示方式展示工程相关信息，还能够利用三维跟踪技术在动态表达中巧妙结合具体工程数据，为水利项目展示创造极为简明易懂的可视化环境。在展示水利工程施工过程时，通过三维跟踪技术可以精确地标识出施工机械的运动轨迹、施工材料的堆放位置与搬运路径等，或在动画中实时显示相应的施工进度数据、材料用量数据等。让观众即使没有深厚的水利专业知识背景，也能够轻松看懂动画所介绍的工程数据内容。无论是专业的水利工程师还是普通公众，都能通过工程动画深入了解水利项目的各种特性和运行机制，极大地增强了水利项目展示的沟通效果和信息传播范围。

1.3 制作流程专业度强

工程动画主要用于展示工程项目的方案、施工过程和施工效果，强调的是项目的精确性和真实性。相比与普通动画在制作过程中，工程专家的反馈和修改是一个重要的环节，在审核中可能因为某一施工流程以及一些工科常识性的错误而进行反复修改。图1是工程动

画制作流程图。

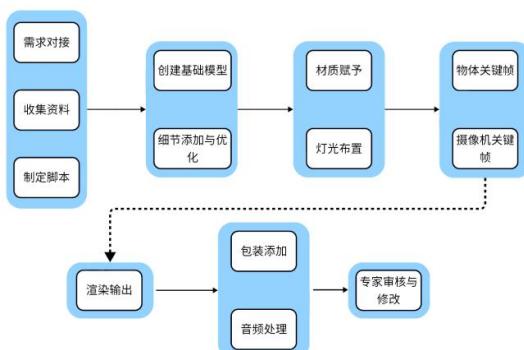


图 1 工程动画制作流程图 (作者自绘)

2 南水北调水利工程项目中的实际应用

2.1 脚本撰写

动画脚本的撰写需要紧密围绕工程实际情况，巧妙融入人文、生活等元素，运用合理的镜头语言，才能让最终制作出的工程动画全面且生动地展示水利工程的多方面内容。以本文实证作品南水北调中线工程为例。南水北调中线工程，起于湖北丹江口，一路向北延伸至北京、天津。其整体的动画脚本设计便以“一路向北”的穿梭镜头语言作为主要思路。通过这样的镜头语言，能让观者的视角跟随水流一同开启北上之旅，直观且连贯地感受到整个工程的宏大与连贯。在具体内容展示方面，着重选取了南水北调中线工程的 9 个关键点位进行呈现。

2.2 模型构建

在工程动画的模型构建环节，Blender 软件展现出了独特优势，借助 BIM 开源建筑数据来进行大坝的建模工作。BIM (Building Information Modeling) 即建筑信息模型，其所涵盖的丰富数据能够为大坝模型搭建提供精准的尺寸、结构等关键信息，使得构建出的大坝模型符合实际工程要求。对于大坝周边山体地形的样貌还原，Blender GIS 插件发挥着重要作用。通过该插件，可以导入地理信息数据，结合 shp 中国河流数据，进而完美精确的还原周边山体地形地貌特征特征。让整个水利工程场景在虚拟环境中得以真实重现。

2.3 材质赋予

南水北调中线工程工程动画采用 PBR(Physically Based Rendering) 流程。PBR 材质以其真实感、一致性和灵活性等优点能够提供更高质量、更逼真的视觉效果，使得实景三维模型能够更好地模拟现实世界。^[4]为了最大程度地还原水利工程中坝体与周边建筑的真实样貌，

该动画以中国南水北调官网中的全景图作为参考依据。通过分析全景图中坝体部分，提取出诸如混凝土材质的粗糙度、金属部件的光泽度等关键物理属性信息，然后将这些信息应用到我们所构建的工程模型中。对于周边地貌环境，使用 Blender GIS 中的映射功能，将卫星图按照一定比例直接投射到周边的地形模型上，以这种方式能够最大还原关键点位周边的环境，确保了工程动画的数据精确性与严谨性。

2.4 灯光构建

在灯光布置方面采用两点布光法结合 HDRI 贴图来满足基础的照明需求并塑造场景的光影效果。HDRI 可以理解成是一种后缀为 hdr 图片格式，该图片可作为模拟三维场景的用途并包含了所模拟的三维场景的亮度信息。^[5]两点布光法的好处在于针对南水北调中线工程工程动画都是较大的三维场景，涉及计算机硬件的限制，不得不在制作时充分考虑渲染时间，通过一个平行光照亮整个场景并投射出真实阴影，然后在需要重点展示的场景局部进行灯光的布置来突出展现。这样能够最大程度的在不破坏动画展示效果的同时节省电脑性能。HDRI 贴图的使用，还可以通过贴图的形式模拟大气与天空中云层的效果，既节省计算机性能又能够赋予动画场景真实感。



图 2 陶岔渠首三维场景效果 (作者自绘)

2.5 动画设置

工程动画涉及建筑生长动画，在南水北调中线工程工程动画中，针对沙河渡槽与滹沱河两个点位制作了生长动画，以此突出沙河渡槽路上悬河的壮美场景以及滹沱河因为南水北调工程所带来的环境变化。在制作前期，针对这两个场景的建筑模型，需要做的相对详细些，比如地基、混凝土支柱、承重墙等。需要按一定的施工顺序依次设置动画。在镜头设置方面，针对前期脚本中所想要表达的设计理念，对摄像机进行动画设计时要充分考虑上一个镜头的结束帧与当前镜头的首帧的镜头构成。比如陶岔渠首工程的最后一帧为中景 45° 俯视，接下一个沙河渡槽镜头同样要找到合适的起始位置进行

同样角度的摄像机设置，才能够做到相似形转场的视觉效果，给观众以流畅的观感来观看整个工程以至于不会产生两个点位之间的割裂感。

2.6 渲染与后期合成

在完成水利工程项目动画的基本制作后，需要根据项目设置渲染合适分辨率的流媒体文件，以便后续展示与传播。渲染完成后，将文件导入后期处理软件 AE (AdobeAfterEffects) 中进行三维跟踪处理，在适当的区域增加工程展示相关的数据信息。在 AE 中，利用 BlenderAE 桥接插件 AEscriptsBlenderAe 可以轻松做到将 Blender 工程中的摄像机与物体三维信息导入到 AE 中，再使用空物体绑定数据的形式完美做到三维跟踪，采用这种方式比起传统的 AE 三维跟踪不仅速度要快，精确度上也能够做到保证。比如，在介绍南水北调工程给滹沱河周边带来的变化这一镜头中，为了让观众知道这条河是滹沱河，通过 AE 后期添加标识的方式既保留了三维镜头的画面美感，又通过文本的方式向观众指明了这条河为滹沱河。比起传统的在视频画面中通过字幕条的方式来标注清楚的多，也让画面更具趣味性。

声音在视频语言中也至关重要，因为它能增强情感表达、提供关键信息，并且增强观众的沉浸感和参与度。后期声音的添加同样在 AE 中进行，在合适的区域增加水流声、无人机的嗡嗡声、鸟叫声等，都能够带动观众情绪让观众在观看工程动画时更具沉浸感。



图 3 滹沱河三维跟踪加字（作者自绘）

3 结语

工程动画凭借其直观性、信息集成性以及能结合具体数据进行动态表达等优势，在水利项目展示方面发挥着极为重要的作用，能够有效弥补传统展示方式的不足，为项目展示接收各方提供更科学、准确的动画资料，极大地提升了水利项目展示的沟通效果和信息传播范围。随着科技的不断发展，工程动画在水利项目展示中的应用有望与更多前沿技术相结合，进一步拓展其功能和价值。在未来工程动画可能与增强现实 (AR)、虚拟现实 (VR) 技术相融合，让观看者能够身临其境地感受水利工程的建设与运行场景，增强体验感和沉浸感；亦或者借助交互技术实现更加智能化的展示效果，使水利项目展示从单向的信息传递转变为双向的互动交流。

参考文献

- [1] 潘金彪. 工程动画场景中三维模型检索技术的研究 [D]. 江苏大学, 2010.
 - [2] 赵大龙, 王丽欣. 基于 Blender 制作地貌晕渲图的研究与实践 [J]. 测绘与空间地理信息, 2024, 47(07): 180-182+186.
 - [3] 苗倩. 基于 BIM 技术的水利水电工程施工可视化仿真研究 [D]. 天津大学, 2011.
 - [4] 张文腾. 铁路工程实景三维模型 PBR 材质研究与应用 [J]. 铁道勘察, 2024, 50(05): 65-72.
 - [5] 沈天行, 陈财生, 王爱英. HDRI 图像在照明辅助计算中的应用 [J]. 灯与照明, 2004, (04): 28-29+36.
- 作者简介：任天行（2001—），男，汉族，湖北宜昌当阳人，艺术设计专业硕士在读，研究方向：动画理论与设计研究。