

# 基于实时渲染引擎（UE5）的水利工程宣传视频 workflow 革新与实践——以“北方某水利工程”多尺度场景构建与 Sequencer 叙事表达为例

汪桢企 陈凯 张露 王凡

中水北方勘测设计研究有限责任公司，天津，300202；

**摘要：**传统水利工程宣传及汇报视频制作一直依靠“建模、离线渲染、后期合成”这种线性 workflow，普遍存在着制作周期过长、修改成本较高以及宏观地理环境的真实感不够等问题。本文给出了一套基于虚幻引擎 5（UE5）的实时可视化 workflow<sup>[1]</sup>，目的是改变水利工程视频制作的方式。研究着重探讨了：（1）把 Cesium for UE 插件集成起来，借助 TMS/WMTS 协议把真实 GIS 数据融合进去，为北方某个水利工程构建精确的动态宏观背景；（2）使用 Nanite 虚拟几何体和 Lumen 全局光照技术，并且结合 Quixel Megascans 高精度资产，在北方某个工程里把微观场景高保真地再现出来；（3）以 Sequencer 定序器作为核心，达成“所见即所得”的动画创作以及实时输出效果，替代传统的离线渲染农场流程；（4）和 After Effects 协同合作，完成多通道合成以及工程数据可视化的强化处理。实际操作表明，这套 workflow 把渲染等待的时间从按周算缩短到了按小时算，极大地提高了水利工程可视化汇报的反应速度以及艺术呈现效果。

**关键词：**虚幻引擎（UE5）；水利工程可视化；实时渲染；Cesium；Sequencer；workflow 优化；数字孪生

DOI: 10.69979/3060-8767.26.05.086

## 引言

### 传统 workflow 的局限与技术范式转移

随着智慧水利相关建设工作的不断推进，水利工程汇报对于视觉呈现方面的精确度以及实效性方面的要求变得越来越高。传统的制作流程把 3ds Max/Maya 建模以及 V-Ray/Arnold 离线渲染当作核心环节，当处理像“北方某水利工程”这类既有广阔的流域宏观背景又有复杂水工结构微观细节的项目的时候，会面临较为突出的挑战。其一，离线渲染每一帧所花费的时间过长，这使得创作迭代受到限制，很难满足紧急汇报的需求；其二，传统依靠手工搭建起来的场景往往缺少真实的地理信息作为支撑，这在一定程度上削弱了汇报的权威性。虚幻引擎 5（UE5）实时渲染技术已经逐渐走向成熟，它为解决上述提到的这些痛点给出了具有系统性的技术路径。

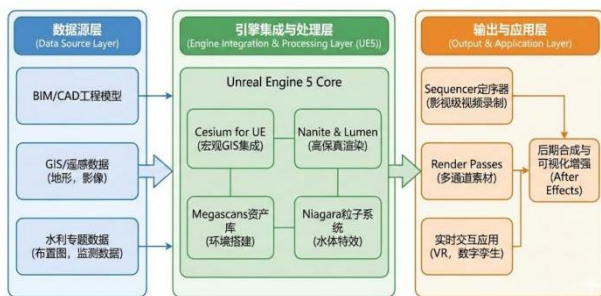


图 1

## 1 宏观叙事构建：基于北方某水利工程的 GIS 数据融合

在水利工程的宣传视频里，构建宏观场景的作用不只是简单地交代工程所处的地理背景，其关键还在于建立起所谓的‘空间方位感’以及‘流域全局观’。就北方某水利工程项目而言，该项目有着尺度颇为宏大的特点，而且跨越的地形情况也较为复杂。在此情形下，相关的工作流程果断放弃了以往传统的手工建模的那种模式，转而彻底朝着基于真实地理信息数据也就是 GIS 的数字化构建方式去转变。

### 1.1 多源地理信息数据的标准化处理

对于北方某一水利工程所处区域的异构数据而言，首先要做的是完成数据的标准化转换工作，只有这样才能够契合 UE5 在实时渲染方面的需求。

地形以及影像数据的标准化操作方面，借助专业的 GIS 工具，针对北方某一工程区域的数字高程模型（DEM）和亚米级高分辨率正射影像（DOM）展开多尺度融合处理工作<sup>[2]</sup>。运用金字塔瓦片切割技术，把它们转变成契合 TMS（Tile Map Service）协议要求的标准瓦片数据集。这样的处理流程能够保证在 UE5 当中，依据镜头距离的远近情况来实现数据的流式加载，从而有效地对宏观视野与微观细节的渲染性能加以平衡<sup>[3]</sup>。

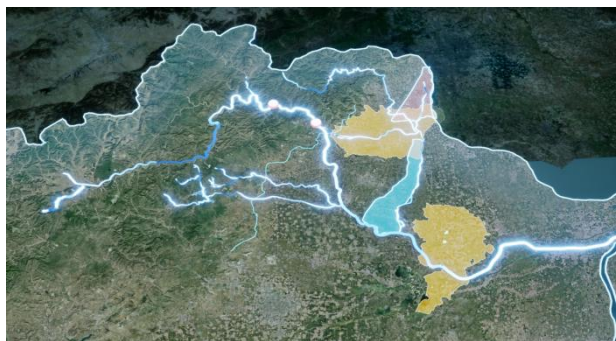


图 2

工程矢量数据的语义化提取具体指的是这样的操作：把 CAD 设计图纸里面的那些大坝轴线、引水隧洞路径以及库区淹没红线等矢量信息，转化成带有空间坐标信息的 Shapefile 或者 GeoJSON 格式的数据。这些所得到的数据可不只是在视觉方面能够起到参考的作用，它们还是后续在三维空间里开展动态标注以及信息映射工作的基础所在。

### 1.2 基于 Cesium for UE 的实时集成与场景锚定

利用 Cesium for Unreal 插件当作桥梁，把上述那些数据在 UE5 这个环境当中实现高精度的集成操作。

全球尺度的流式调度，借助对插件地图服务地址加以配置这一方式，把北方某一水利工程所涉及的局部高清场景融入到全球尺度的地理环境当中。如此一来，便赋予了叙事镜头相当大的自由度，能够支撑镜头从太空尺度开始，顺畅地向下滑探直至北方某一工程的坝址位置，并且地形细节会随着与镜头之间的距离变化而自动在多个细节层次（即 LOD）之间进行切换，彻底消除了以往传统模型在切换之时那种突兀的跳变感觉。

实景和模型能够实现精准锚定，是借助插件所具备的地理坐标映射机制，如此一来，所有的 GIS 瓦片在加载之后都能够和工程 BIM 模型自动完成对齐操作<sup>[4]</sup>。这种极为精准的物理嵌入方式，使得北方某一工程中的建筑物，像是溢洪道以及电站厂房等，可以仿佛“生长”在真实的地形纹理之上，有效规避了传统依靠手工放置而可能出现的透视不准确或者给人带来地貌剥离的那种感觉。

### 1.3 宏观环境下的数字化呈现与叙事增强

动态矢量覆盖层的应用情况：在 UE5 材质系统的有力支撑之下，北方某一工程原本静止不动的淹没范围以及施工红线，已然不再是以静态贴图的形式呈现出来的，而是转变成了有着发光扩散特性，或者呈现出半透明流动状态，又或者是带有动态脉冲效果的视觉图层。这样一种动态的呈现形式，能够更为直观且形象地将北方这一工程给周边生态以及移民安置区所带来的空间方面的影响展示出来。

利用地理坐标展开科学的光影模拟工作，具体是将 Cesium Sun-Sky 系统加以集成，依照北方某一工程实际所处的经纬度情况来设定数字环境光。凭借对该特定日期以及特定时刻太阳高度角的模拟操作，视频便能够真切地再现北方某大坝在晨曦时分或者黄昏时刻的光影变化状况。这样的基于地理实际情况而开展的光影模拟举措，一方面强化了画面所具有的艺术表现力，另一方面也为工程方案针对日照方面的分析给予了相应的参考依据。

## 2 中微观场景搭建：北方某工程结构的精细化复现

在呈现北方某工程大坝主体部分以及厂房、泄洪建筑物的具体细节之际，要兼顾高视觉精度方面的考量，同时也要顾及实时渲染性能方面的需求。

### 2.1 Nanite 与模块化资产构建

对于北方某工程那些较为复杂的闸门、发电机组等具有标准化特点的结构，运用了模块化的建模思路来开展相关工作。凭借着 UE5 所具备的 Nanite 虚拟几何体技术，即便模型的面数达到了数亿之多，其依然能够在引擎当中顺畅地运行起来，如此一来便切实保障了大坝结构所具有的金属质感以及混凝土本身的力量感能够得以极为完美地呈现。与此通过充分利用 Quixel Megascans 资产库，迅速地让北方某工程周边的边坡、岩石还有植被环境变得丰富了起来，进而成功构建出了堪比照片级别的环境细节呈现效果。

### 2.2 高真实感水体模拟

水利工程的关键之处就在于水体的呈现情况。就北方某一工程库区而言，其在静止状态下的湖面以及处于泄洪时期的动态流体，借助 Water 系统与 Niagara 粒子系统共同开展相关作业<sup>[5]</sup>。Niagara 系统能够实时生成颇具张力的泄洪喷溅效果以及雾化特效，并且该系统的参数调整还拥有即时反馈的特点，这使得动态视觉的创作效率得到了大幅度的提升<sup>[6]</sup>。



图 3

## 3 核心 workflow 革新：Sequencer 实时驱动

Sequencer 定序器是本职工作取代传统离线渲染的

关键。

### 3.1 “所见即所得”的敏捷创作

在集成化的流程里面，像摄像机路径、Lumen 光照参数以及后期处理体积也就是 Post Process Volume 等等这些项目，全部都是在 Sequencer 所设定的那个统一的时间轴之下进行编排操作的。就拿北方某一工程宣传片当中的景深调试这件事来作为例子来讲的话，创作者能够直接在编辑视口那里去调整对焦平面，并且还能够即时地预览到调整之后的效果，如此一来便彻底和离线渲染流程里那些反复测试并且还要不断等待的那些冗余环节说再见了。

### 3.2 工业级视听质量输出

借助 Lumen 实时全局光照系统，对北方某工程厂房内部以及隧洞里的明暗过渡情况展开动态模拟，其中呈现出细腻的变化。在输出环节，Sequencer 能够导出带有深度、法线等相关信息的 Render Passes 通道素材，这为后续进一步增强画面的电影感留足了调整的空间。

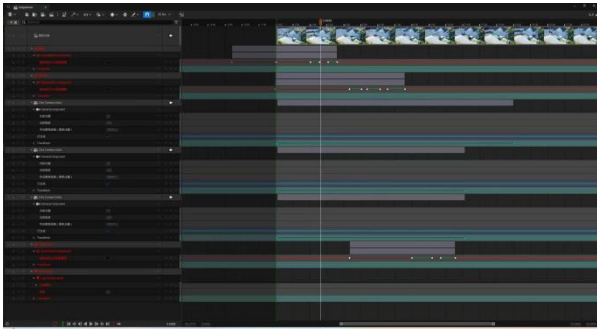


图 4

## 4 后期合成与数据可视化增强

实时渲染 workflow 使得后期工作的重心发生了转变，从原本的“底层渲染”逐渐转向了“信息标注与视觉增强”，在北方某一项工程的视频后期处理阶段，借助 After Effects 针对 UE5 所输出的序列展开二次加工操作，借助深度通道来强化空间的纵深效果，并且叠加动态箭头、高亮轮廓以及动画曲线，以此将复杂的库容数据、流量参数等较为抽象的信息变得更为直观，达成了“三维基底 + 二维动态图解”的复合呈现方式，使得汇报的专业程度得到了明显提升。

## 5 结论

本文对以 UE5 作为核心的水利工程视频全链路 workflow 展开了论证。在实际运用当中，该流程于北方某一水利工程的宣传制作环节中有着极为出色的表现，其不单单打造出了堪比电影级别的视觉效果，而且还把制作周期从原本的数月大幅缩减到了数日而已。这样的效率方面的提升让技术团队得以迅速应对多方案比选以及临时汇报等各类需求，进而使得可视化技术实实在在地成为水利工程规划论证以及面向公众的宣传工作的精准助力工具。

### 参考文献

- [1] 陈冰清, 陈杰文. 基于 UE5 的水利工程可视化平台设计与实现[J]. 人民珠江, 2024(04).
- [2] 郭俊良. 探讨水利水电工程移民安置数字孪生数据采集与运用[J]. 水利技术监督, 2026(2): 48-51.
- [3] 何成威, 朱乔利, 谈政, 刘亦超. 基于 Cesium 的水利工程三维可视化平台开发研究[J]. 中国农村水利水电, 2024(01): 213-218.
- [4] 来亦姝, 王浩, 廖卫红, 等. 洪水演进融合三维动态可视化关键技术与应用[J]. 天津大学学报(自然科学与工程技术版), 2024, 57(12): 1229-1238.
- [5] 鲁瀚友, 赵文刚, 蒋婕好, 王在艾, 刘晓群, 李志威. 基于 UE5 的虎渡河水流数字仿真技术研究及应用[J]. 长江科学院院报, 2024, 41(8): 157-163.
- [6] 万元武, 彭雪辉, 杨德玮. 基于 Cesium 的溃坝洪水分析系统设计与应用[J]. 大坝与安全, 2025.

作者简介：汪校企合作，1996年5月，女，汉族，本科，甘肃山丹，助理工程师，水利工程信息化与可视化技术应用。

陈凯，1991年5月，男，汉族，本科，辽宁沈阳，工程师，水利工程信息化与可视化技术应用。

张露，1996年2月，女，汉族，本科，江苏徐州，助理工程师，水利水电工程勘测设计。

王凡，1997年6月，女，汉族，硕士，天津蓟县，工程师，水利水电工程勘测设计。