

选煤厂三维可视化项目中的3D模型轻量化处理研究

王 森

中煤科工集团北京华宇工程有限公司 北京 100120

摘要：随着数字化技术的不断发展和应用，选煤厂三维可视化技术在煤炭行业中发挥越来越重要的作用，成为数字化煤炭行业的一项关键技术。随着计算机图形学和三维建模技术的不断发展，越来越多大体量的3D模型被应用到三维可视化项目中。以选煤厂三维可视化设计为例，由于选煤厂厂区面积较大且机械设备较多，为了更加真实的还原选煤厂的原貌，需要制作大量的3D模型。随着模型复杂性和细节的增加，以及行业内对高质量的表现效果要求越来越高，模型文件也越来越大，给计算机处理和渲染带来了很大的负担。为了解决这一问题，需要对3D模型文件进行不同程度的轻量化处理来提高模型在交互展示平台上的运行性能和展示效果。

关键字：选煤厂；三维可视化；3D模型；轻量化

1 概述

在选煤厂三维可视化项目中，许多单个3D模型制作出来后，要对这些模型进行整合展示和交互，而这些大体量的模型则需要放置于Unity3D、Cesium、Three.js、Unreal等平台上。由于运行画面每一帧都是靠显卡和CPU实时计算出来的，而这些3D模型的复杂程度和大小直接影响了展示效果以及交互性能和可用性。如果项目中三维模型过于复杂或者面数太多将会导致降低运行速度、降低渲染性能、增加加载时间、占用过多存储空间等问题。因此在模型制作过程中或在模型应用到平台前，需要对3D模型进行轻量化处理，从而可以有效地减少以上问题的产生。

2 3D模型的主要创建方式

在计算机图形学中，3D模型是在专用软件中为某个表面或物体创建的数字形象。三维空间中的一系列点，由各种几何体连接（如三角形、线、弧面等），以此来代表一个物理实体。有些情况下，3D模型可以体现物体的大小、形状和纹理等。而构建这种形象的过程即为3D建模。

3D建模的方法有很多，在选煤厂三维可视化项目中主要运用到了两类技术：一类是在3D建模软件如Bentley、Revit、3dsMax、Blender、Maya、C4D等软件中构建模型，另一类是通过三维扫描设备制作成数字模型，通过扫描，获得物体表面每个采样点的三维空间坐标，输出包含物体表面每个采样点的三维空间坐标和色彩的数字模型文件。在具体项目设计中要根据建模对象的不同而选用合适的建模方式。如在选煤厂三维可视化设计中，厂区外部地形和煤仓、房屋、栈桥等建筑采用的倾斜摄影技术建模，室内的机械设备采用3D软件结合

图纸、图片和扫描文件的方式建模。

3 轻量化处理的方法

在选煤厂三维可视化设计中的每一个3D模型都主要有三部分组成：模型结构本身、模型的材质、模型的贴图。这三部分中每一个都会影响最终3D模型文件的大小，具体轻量化处理方法主要用到了以下几种。

3.1 3D模型网格简化

网格简化是最常见的3D模型轻量化处理方法。由于模型文件是三维实体模型经过三角化处理之后得到的数据文件，它将实体表面离散化为大量的三角形面片，依靠这些三角面来逼近理想的三维实体模型。模型精度不同，三角形网格的划分也各不相同。精度越高，三角面网格的划分越细密，三角形面片形成的三维实体就越趋近于理想实体的形状。网格简化是通过减少网格中的三角面，顶点，线和数据量，用最少、最合适的点、线、面去表现并重构一个和原模型类似的同一体，达到减小三维模型文件大小的目的，即在对原始模型保留完整的轮廓的同时减掉多余的点、线、面。采用网格简化的方法来轻量化处理3D模型不仅操作简单而且效果明显。但如果对模型的处理程度不合适可能会影响模型的结构细节和表现精度。因此要根据项目设计的最终表现要求结合计算机的性能，合理的把握模型网格的简化程度，不可盲目的简化。一般一些看不到的面可以直接删除，一些不影响模型结构的分段线也要删除。在不易观察到的地方可以多做一些简化处理，在主要表现结构的地方少做一些简化处理。

3.2 优化模型材质

精简模型材质是一种通过减少场景中模型材质数量和复杂度来减小模型文件大小的方法。在实践中，可以

使用材质共用、贴图集成和减少材质属性等技术来精简模型材质。当多个相同材质纹理的模型加载到同一个场景，可以合并材质相同的模型，要共用材质球从而避免重复材质球的产生。这样在减少使用材质球数量的同时减少了模型对象个数。另外一些比较影响渲染性能的材质属性尽量少用或不用，如玻璃材质以及其它有半透明折射属性的材质，在渲染时十分消耗计算机性能。

3.3 贴图纹理应用与压缩

一些复杂的模型结构可以用贴图纹理来做，如一些模型复杂的表面纹理结构如果都用模型来表现，面数会十分庞大，这时候可以用法线贴图或者Alpha透明贴图表现如图1、图2所示，模型在不增加结构面数的情况下就能达到高细分面数模型才能达到的视觉效果，大大减少了模型所需的面数。

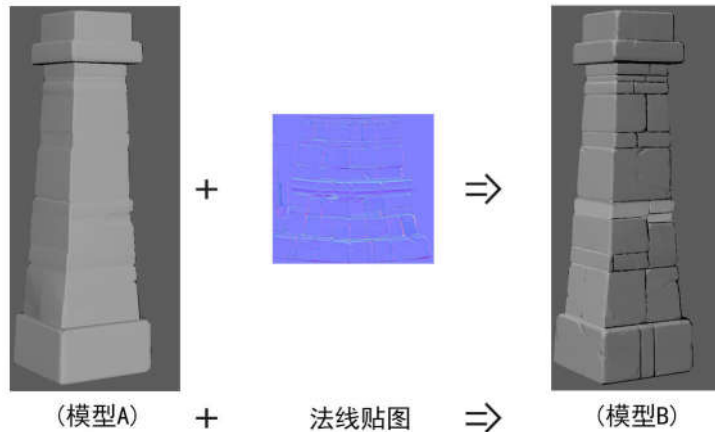


图1 同一个模型增加法线贴图后的效果

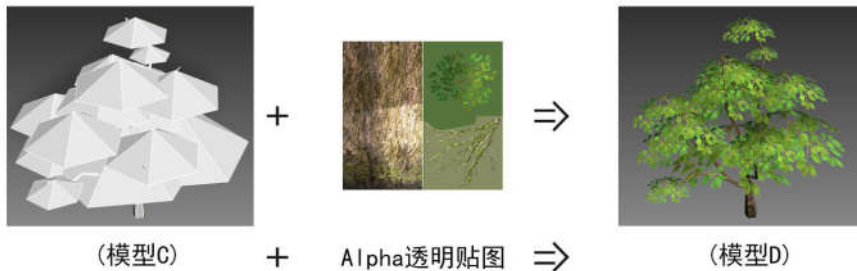


图2 同一个模型增加Alpha透明贴图后的效果

贴图纹理压缩也是模型轻量化处理的主要方法之一。它通过减少贴图纹理图像的分辨率、色深和压缩算法来减小模型文件大小。这种技术可以在不影响模型质量的情况下减小纹理贴图文件的大小，从而减少模型文件大小和处理负荷。在实践中，可以使用JPEG、PNG和DDS等算法来进行处理来减小文件大小，还可以用一些图片压缩软件工具来对贴图文件进行再次的压缩处理，经过压缩后的图片文件，单从视觉效果来看是几乎看不出变化的，但文件大小可能节省一半甚至更多。一些大面积连续性的模型贴图，如选煤厂的水泥地面、室内地板、草地等可以采用较小尺寸的无缝连续贴图来制作，这样可以避免使用过大尺寸的贴图。

3.4 模型分级加载

模型分级加载技术是一种通过在不同情况下，显示不同级别模型细节来减小模型文件大小的技术。在实践

中，可以使用多细节层次LOD (Level of Detail) 技术来实现，LOD技术是当前可视化仿真领域中处理图形显示实时性方面十分重要的技术之一。LOD技术是模型在不影响画面视觉效果的情况下，对同一物体建立多个不同精度的几何模型。根据物体与视点的距离来选择显示不同细节层次的模型，即在远处使用较低细节级别的模型来代替高细节级别模型，从而减小模型文件大小和提高性能，加快系统图形处理和渲染的速度。保证在视点靠近物体时对物体进行精细展示，在远离物体时对物体进行粗略展示，在总量上控制多边形的数量，避免出现由于显示的物体增多而使处理多边形的数量过度增加的情况，把多边形个数控制在系统的处理能力之内，这样就可以保证在不降低用户观察效果的情况下，大大减少计算机的渲染负载。

在选煤厂三维可视化项目中树木的3D模型制作就用

到了这一技术，在摄像机距离树较远时显示的是一个较粗略的3D模型，此时能看到的是树的大致轮廓和颜色，摄像机再近些显示的是一个较精细的3D模型，此时能看到树较大的枝叶结构，如果再近一些时加载的是一个更精细的3D模型，此时甚至能看清树的每一片叶子。

此外根据可视化项目设计所应用的平台不同，所需的3D模型的格式也是不相同的，同样的3D模型导出不同的文件格式文件大小也是不相同的。例如同一个3D模型导出fbx格式文件要大于glb和glb的格式。

4 结语

随着计算机硬件和软件的不断更新迭代，各项技术不断发展进步，大体量多细节的3D模型被应用到选煤厂三维可视化项目中的同时，3D模型的轻量化处理技术和运行性能效果也在不断的发展和提高，这就需要在具体项目实践中在模型轻量化处理和精细效果表现间，取得合理的动态平衡。

参考文献

- [1] 李梅,姜展,姜龙飞,等.三维可视化技术在智慧矿山领域的研究进展[J].煤炭科学技术, 2021,49(2):153-162.
- [2] 刘燕.基于图形图像的建模技术研究[J].数字技术与应用, 2010, 24(08): (134-135).
- [3] 杨兆东.三维虚拟景观技术的发展及其应用探索[M].科技信息, 2004.1.5.
- [4] 程鹏根.三维空间数据建模及算法[M].国防工业出版社.2009.7.15.
- [5] 贺雁鹏, 黄庆享, 曹健.可视化矿山的发展现状及关键技术[J].煤炭科学技术, 2019, 47(4): 32-37.
- [6] 王彬.数字矿山之三维可视化技术[J].煤矿现代化.2010.
- [7] 吴斐.数字矿山中三维空间数据模型及其应用研究[D].北京:中国科学院, 2006.