

# 基于3DS Max的水库大坝三维建模与混凝土 施工过程模拟研究

鄢煜川<sup>1</sup>, 胡星<sup>2</sup>

(1.江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330029; 2.江西省水利规划设计研究院, 江西 南昌 330029)

**摘要:** 本文以某拱坝水利工程中的混凝土施工过程为研究对象, 运用3DS Max建立拱坝坝体、施工机械以及施工场景的三维模型, 并结合施工组织设计的进度对混凝土施工过程进行模拟, 制作出相应的动画, 为施工方案、施工工艺及流程提供一种直观生动的展现方式。

**关键词:** 三维建模; 施工过程模拟; 动画演示

**中图分类号:** TP391.9

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-4701(2015)04-0272-04

## 0 引言

随着计算机软件技术的进步及其在水利水电工程中的广泛应用, 三维建模技术为水利工程设计人员提供了一种直观高效的设计手段。水利水电工程的施工模拟就是利用建成的三维模型, 通过三维动画制作软件或其它技术对施工方案的整体进度或单项工程施工进度进行三维动态模拟, 直观地表现出各种施工工艺流程和施工方法, 从而分析并评价出施工方案的合理性<sup>[1]</sup>。动画技术使得工程决策者在工程未完工或者方案未实施前就能对工程施工方案进行“预览”, 并进行评价和修改, 节省了大量施工成本。

本文的研究内容就是运用3DS Max等软件将水利工程中混凝土施工的各要素进行模拟并将整个施工过程以三维动画的形式直观地展现出来, 达到介绍这种有较好应用价值的技术的目的。

## 1 三维建模方法介绍

### 1.1 软件简介

3DS max具有强大的三维建模和动画制作功能, 几乎能模拟任何种类的运动以及动画组合, 也可以利用计算机图形生成和图形处理功能模仿真实现象或理论

模型, 便捷地产生形象逼真的图像或动画<sup>[2,3]</sup>。因此3DS Max被广泛运用于工程设计、多媒体制作等多个领域。

### 1.2 地形建模

在3DS Max中可使用等高线地形建模方法对地形进行建模, 主要步骤如下:

(1) 导入AutoCAD中的等高线后对等高线进行处理, 确保每条等高线都闭合;

(2) 依据各等高线的高程信息, 将各等高线移到相应的高度;

(3) 选择底部的等高线, 在“创建”面板的“几何体”中, 点击“标准基本体”列表中的“复合对象”。

(4) 利用“地形”卷展栏中的“拾取操作对象”依次拾取各条等高线, 即可创建出地形(见图1)。

(5) 最后根据实际需要, 选择地形的外形。外形可分为分级实体、分层实体及分级曲面。

### 1.3 主要水工建筑物建模

在对主要水工建筑物进行三维建模时主要需考虑其体型、结构等因素, 通常将其按照几何结构特点分解成多个结构单元组, 在建立所有结构单元组三维模型的基础上, 使用组件拼合法建立完整的三维模型, 即按照坝段或材料分区建立三维实体模型, 然后再拼合成坝体的整体三维实体模型<sup>[4,5]</sup>。

下面以某双曲拱坝为例进行三维建模, 介绍应用组件拼合法建立混凝土拱坝三维模型的过程。首先进

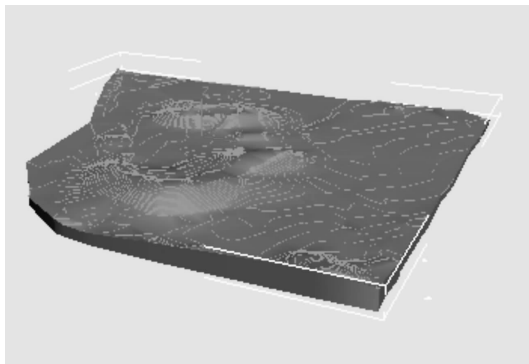


图1 利用等高线创建地形图

行各个坝段的建模,将二维图形中大坝混凝土分区右视剖面图的坝体轮廓分离出来建成面域;然后复制二维图的面域到三维图中,再将面域调整到对应的坝段位置;最后按照坝段相对位置标志拉伸面域,完成一个坝段的三维建模。重复以上操作就可完成所有坝段坝体的建模。施工中的某拱坝坝体三维模型如图2所示。

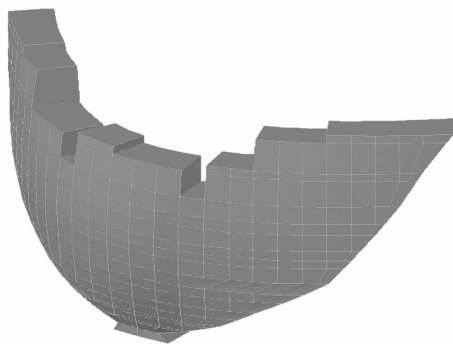


图2 施工中的拱坝坝体三维模型图

### 1.4 施工机械的建模

使用3DS Max对施工机械建模的前提是要精确把握各组成部件的几何尺寸,这就需要了解施工机械的详细参数信息。此外,还需根据施工机械的工作运行特性来适当划分几何组件,对各个组件分别建模后再逐级连接为机械的整体模型。

本文以混凝土施工中常用的塔式起重机为例进行三维建模,在具有该机械详细参数信息的基础上对其层级结构进行分解(如图3)。可知塔机的三维模型可以由塔吊吊钩D、起重及平衡臂E、转台(驾驶室)G和塔身F四个独立的几何对象组成。然后按照几何对象的层级结构逐级进行连接,形成“子对象→父对象”的级联结构。在此基础上完成机械的建模,还将便于后期机械运行动画模拟的制作。

现实物体的表面除了有质感外还有丰富的纹理,

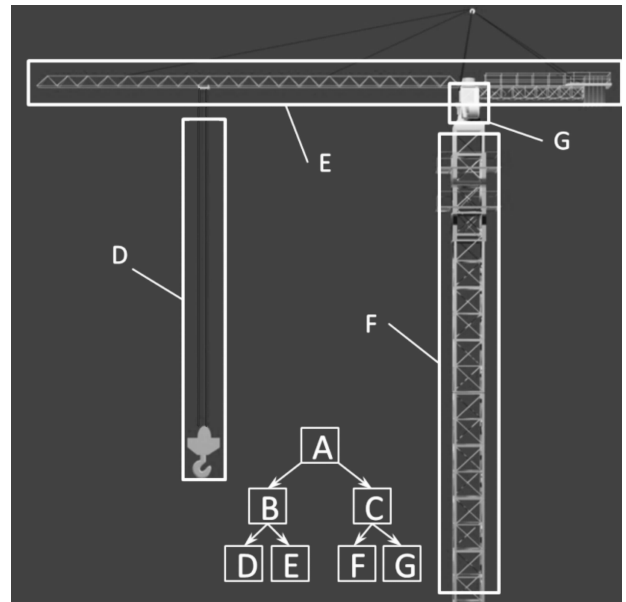


图3 塔机三维模型的层级结构分解图

所以在3DS Max中对物体进行三维建模后,为使模型更加逼真还要对其进行赋材质及贴图操作,才能更好地表现模型细节。图4就是在混凝土吊罐建模完成后再对其赋材质并进行贴图后的效果。

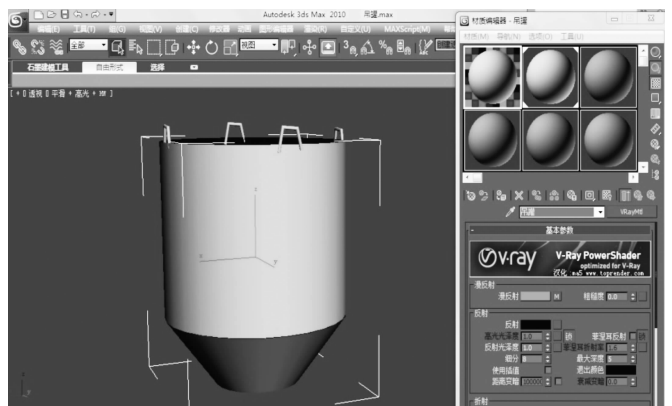


图4 对三维模型赋材质并贴图

### 1.5 施工场景构建

施工场景的环境构建也是施工过程模拟中的重要组成部分,内容包括自然环境、光线、天空背景等。本文主要介绍使用3DS Max构建施工场景时的天空背景效果的设置方法。

3DS Max场景环境设置主要是在“环境和效果”对话框下进行的,通过菜单“渲染—环境”可打开该对话框,在环境选项卡的材质和贴图中选择一张天空的图片作为背景;在效果选项卡可以设置一些场景特效。在动画的制作中,为使天空背景能够随着场景视点的改

变而变化,可采用如下方法:首先创建一个能足够包容整个场景的半球体,在修改命令面板的编辑器列表中选择法向编辑器,将该半球体的法向反转,即在参数卷展栏中选择反转选项;然后,在材质编辑器中使用天空图片创建一个天空材质并赋给半球体;最后将半球体

的贴图方式改为球形,这样半球体就呈现出天空的图案,即可作为天空背景。这种方式设置的天空背景在制作动画时会随着场景视点的改变也同时连续地变化,制作出的动画就更真实。天空背景的设置实例如图5所示。

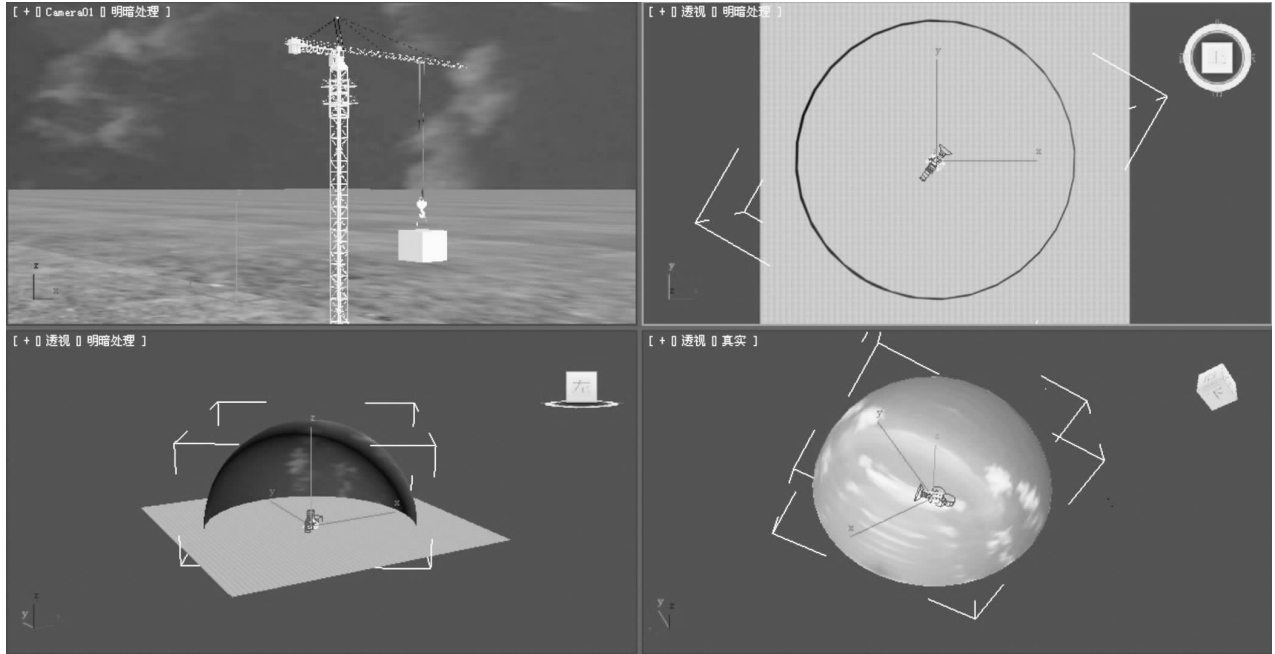


图5 施工场景天空背景的构建图

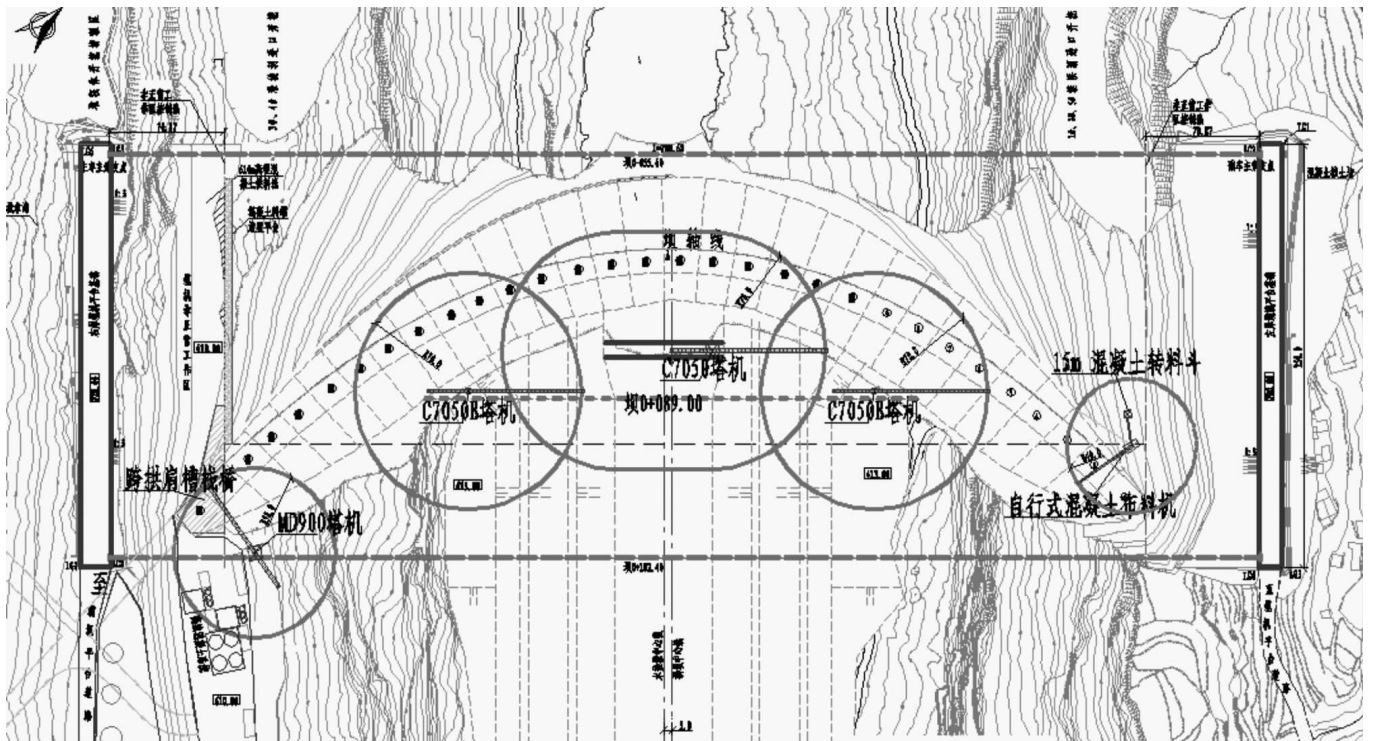


图6 大坝混凝土施工平面布置图

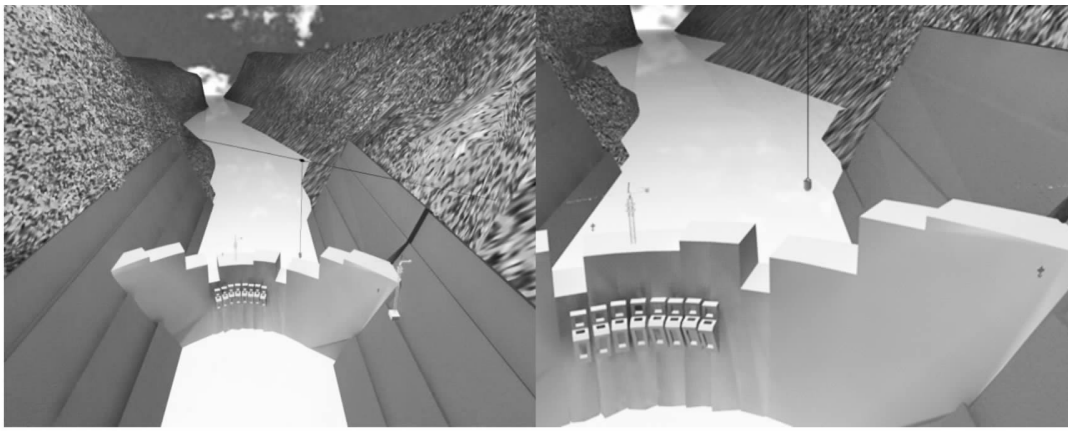


图7 缆机混凝土吊罐入仓图

## 2 施工过程的动画制作

在3DS Max中建模、材质贴图等都是为了制作动画而进行的,对施工场景以及施工过程进行三维动画的制作是它的核心任务。进行关键帧的设置来制作三维动画是3DS Max制作动画的基本手段。打开动画记录按钮,记录不同帧之间施工机械的不同运行过程以及摄像机的角度和位置,完成关键帧的设置;在设置完关键帧后,再进行渲染和配乐就能得到所需要的动画了。

## 3 工程实例

本文以某高拱坝工程为例,主要对其混凝土施工过程中的机械运行、坝体浇筑进行模拟,并制作出三维动画。

### 3.1 工程简介

某水电站大坝为混凝土双曲拱坝,最低建基面高程332.0 m,坝顶高程610.0 m,最大坝高285.5 m,拱冠断面底宽约74.0 m,坝顶宽度14.0 m,顶拱中心线弧长698.0 m,整个坝体分为31个坝段进行施工。混凝土浇筑总量约为685.0万  $m^3$ 。根据大坝混凝土施工总进度计划安排,大坝混凝土采用跳块浇筑的原则,主要采用4台缆机吊运9  $m^3$ 不摘钩吊罐进行入仓浇筑,大坝混凝土施工平面布置如图6。

### 3.2 施工过程的三维模拟

选取第17#号坝段作为典型坝段进行缆机混凝土吊罐入仓的施工模拟,详细如图7所示。

待大坝底部混凝土浇筑至371.0 m高程左右时,在大坝下游桩号坝0+084 m处左岸约400.0 m高程增设1台C7050固定式塔机,主要负责钢筋、模板等材料的吊运入仓,如图8所示。

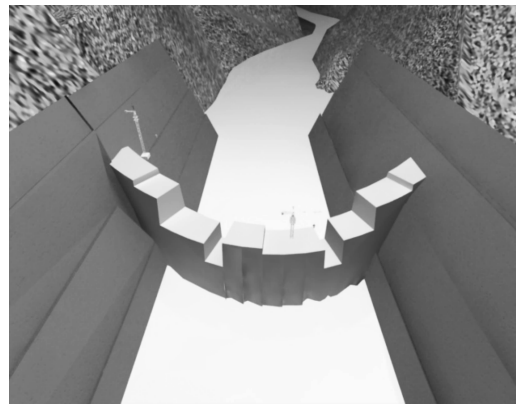


图8 塔机吊装作业图

### 3.3 施工过程模拟的动画展示

利用构建的施工场景、水工建筑、施工机械等的三维模型,结合施工进度安排,通过模拟并记录施工机械的运行过程完成关键帧的设置,再进行渲染和配乐制作出了该拱坝混凝土施工中的机械运行、坝体混凝土浇筑的动画,直观展现出混凝土的施工过程,如图9所示。



图9 拱坝混凝土施工的三维动画图

(下转第 305 页)