

基于 After Effects 的沿江平原河网水流数值模拟可视化探析

张宇亮^{1,2}, 王业明¹, 明 菽³, 黄文娟¹

(1. 南通理工学院, 江苏 南通 226000; 2. 扬州大学水利与能源动力工程学院, 江苏 扬州 225000;
3. 南通市港闸区水利与农业局, 江苏 南通 226003)

摘要: 通过河网水流数值模拟计算出最佳调度方案, 可有效提高河流水体自净能力, 达到改善水环境的效果。而如何使水流数值模拟更加直观, 让水流“活动”起来, 是各级水系调度部门困惑的难题。利用 After Effects 这样一个制作动态影像的设计软件制作水流模拟动画, 可以弥补以往河网水流数值模拟过程中只能采用静态河网图像的缺陷, 将 After Effects 运用到河网数值模拟中, 不仅能反映出水流的方向, 还能直观地反映水流的速度与流量。本研究就南通市港闸区沿江平原河网水流数值模拟的可视化进行了探讨。

关键词: 河网水流; 数值模拟; After Effects; 可视化

中图分类号: TV131 文献标识码: B 文章编号: 1007-7839 (2018) 08-0046-05

Visualization analysis of numerical simulation of river network along the Yangtze River Plain Based on After Effects

ZHANG Yuliang^{1, 2}, WANG Yeming¹, MING Shu³, HUANG Wenjuan¹

(1. Nantong Institute of Technology, Nantong 226000, Jiangsu;
2. College of Hydraulic, Energy and Power Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225000, Jiangsu; 3. Nantong Gangzha District Water Conservancy and Agriculture Bureau, Nantong 226003, Jiangsu)

Abstract: Through the numerical simulation of river network flow, the best scheduling scheme could be calculated, which could effectively improve the self purification capacity of river water and achieve the effect of improving water environment. However, how to make the numerical simulation of water flow more intuitive and make the water flow "activity" is a puzzling problem of the water distribution departments at all levels. Making use of dynamic image design software such as After Effects to make flow simulation animation could make up for the defects which could only be used in the flow numerical simulation of the river network. Meanwhile, applying the After Effect to the numerical simulation of the river network could not only reflect the direction of the water flow, but also directly reflect the speed and flow. The visualization of numerical simulation of river network flow along the river plain in Gangzha District of Nantong City was discussed in the research.

Key words: river network flow; numerical simulation; After Effects; visualization

收稿日期: 2018-06-14

基金项目: 南通市港闸区科技项目 (GZKJ2018JHK005)

作者简介: 张宇亮 (1994—), 男, 硕士在读, 研究方向为水利学及河流动力学。

1 河网水流数值模拟可视化的目的

在河网数值模拟假定水流方向的过程中, 传统的处理方法主要以静态 CAD 图像的方式给予体现, 但是这样只能反映出水流的方向, 无法直观的反映水流的速度与流量的大小。为了让水“活动”起来, 利用 After Effects 软件制作动态水流动画, 它借助形象化方式表达水流动态发展的规律, 使抽象的, 难于理解的水动力理论变得通俗易懂。使非专业人员也能了解河网水力特性, 减少运行工作成本, 提高工作效率。因此, 对河网水流数值模拟可视化研究是十分必要的^[1]。

2 河网水流数值模拟过程

2.1 研究区域范围

本文选取位于长江中下游地区的南通市港闸区西片为研究对象, 该片由南通市区三条一级河(通吕运河、通扬运河、九圩港)与长江形成四边形区域, 地势较低, 自东北向西南倾斜, 地面高程为 3.8 ~ 5.5 m(吴淞高程), 属沿江平原河网地区。该片水系为中低水系, 区内现有二级河(含二级河)以下河道 79 条, 总长度 101 km, 整个片区水系为独立水系, 水位通过 5 座沿江涵闸及 11 座内河涵闸自行调控, 见图 1。主要骨干河道基本情况表

(八五高程)见表 1。

2.2 建立河网数学模型

对于非恒定流, 描述一维水流运动的 Saint-Venant 方程组是建立在质量守恒和能量守恒基础之上的, 以水位和流量为变量, 其具体方程为^[2]:

$$\text{连续性方程: } B \frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial s} = q \quad (1)$$

运动学方程:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial s} + \left[gA - B \left(\frac{Q}{A} \right)^2 \right] \frac{\partial Z}{\partial s} \\ & = \left(\frac{Q}{A} \right)^2 \frac{\partial A}{\partial s} \Big|_Z - g \frac{Q|Q|}{AC^2R} \end{aligned} \quad (2)$$

采用该方程组, 建立南通港闸区西片河网非恒定流数学模型, 运用 Preissmann 四点加权隐格式, 对方程组进行时间和空间离散, 用追赶法求解离散后的差分方程组, 采用双松弛迭代法求解河网非恒定流^[3]。

2.3 确立河网运行调度方案

利用计算结果确立以下运行调度方案, 调度图见图 2。

东港永兴河线路: 东起通扬运河, 西至长江, 全长约 4.08 km, 依次分布东港闸、东港套闸, 永兴河闸。引排水线路: 利用永兴河闸从通扬运河引

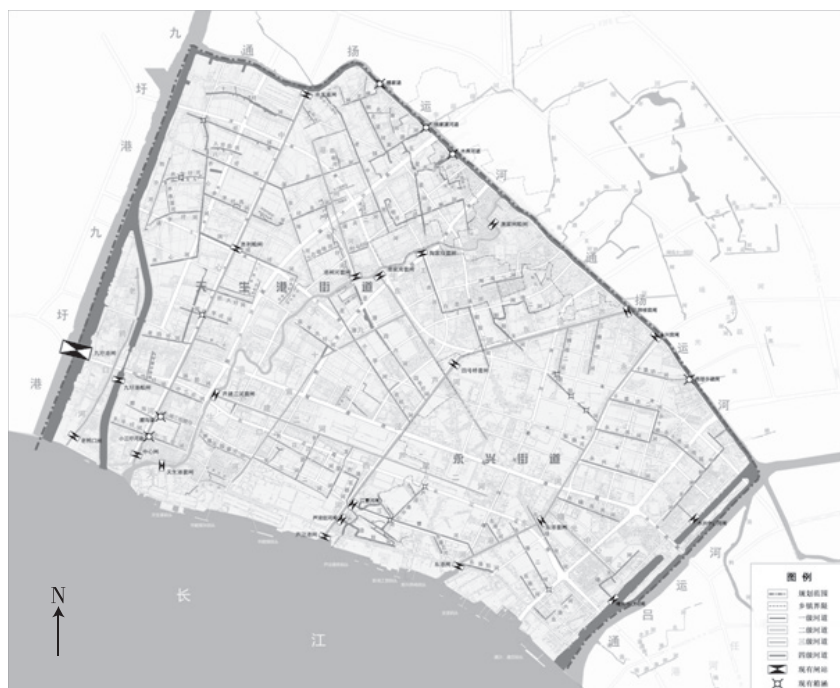


图 1 南通市港闸区西片水系图

表 1 南通市港闸区西片主要骨干河道基本情况表

序号	河道名称	起点	讫点	河长（m）	河宽（m）	底宽（m）	底高程（m）
1	天生港河	通扬运河	长江	7210	> 40	24	1
2	老鸦口河	断头	长江	2593	> 25	5	2.6
3	永兴河	通扬运河	东港河	3130	> 25	6	2.6
4	东港河	永兴河	长江	1220	> 25	4	2.4
5	东风河	天生港	芦泾河	2227	> 25	7	2.8
6	东风东河	芦泾河	永兴河	2153	> 25	7	2.8
7	芦泾河	通扬运河	长江	5311	> 25	6	2.4
8	九十亩口河	东风西河	长江	3366	> 25	4	3
9	中心河	通扬运河	天生港	5440	> 25	8	2.2
10	港闸河	中心河	天生港	1568	> 25	4	2.3
11	芦建二河	东港河	天生港	3843	> 25	6	2.6
12	曙光中心河	曙光二河	永兴河	1200	> 25	2	1.8
13	九圩港河	长江	刘桥界桩	6703	> 160	50	0.2
14	通扬运河	通吕运河	九圩港	9655	> 50	41	0.5
15	通吕运河	长江	秦灶河口	3515	> 130	65	-1



图 2 南通市港闸区西片河网水系调度图

水，开启东港套闸，在长江低潮位时开启东港闸排入长江。

芦泾河线路：东起通扬运河，西至长江，全长

约 5.14 km，依次分布芦泾闸、四号桥闸，三牌楼闸，芦泾河与港闸河通过芦建二河及东风河相连，芦建二河入天生港河由建设闸控制，东风河入天

生港河由凌家湾闸控制。引排水线路: 由三牌楼闸从通扬运河引水, 开启四号桥闸, 经芦泾闸排入长江。

中心港河线路: 东起通扬运河, 西至长江, 全长约 5.18 km, 从下游到上游依次分布中心港闸、胜利闸, 水关庙闸。引排水线路: 由水关庙闸从通扬运河引水, 开启胜利闸, 经中心港闸排入长江。

天生港河, 东起通扬运河, 西至长江, 全长约 6.3 km, 上游依次为天生港闸、唐家闸, 在与各支流交界处有芦建二河套闸、龙潭小学河闸、二化闸、龙潭四六河闸、凌家湾闸、陶家坝套闸。引排水线路: 从唐家闸引水, 经沿线河道, 开启天生港闸排入长江。考虑沿线支流, 可先关闭唐家闸, 先排后引。

长江岸线的涵闸以排水为主, 通扬运河边的涵闸以引水为主, 暴雨前, 河流预排至合理水位, 暴雨后, 根据长江潮位和通扬运河水位排水^[4]。

3 利用 After Effects 制作模拟水流动画

3.1 软件介绍

After Effects 是美国 Adobe 公司发布的一款影视后期制作软件, 主要用于影视后期合成和特效设计, 被广泛应用于电视台、影视制作公司、多媒体制作公司和一些影视工作室, 其工作流程^[5]见图 3。



图 3 After Effects 的工作流程

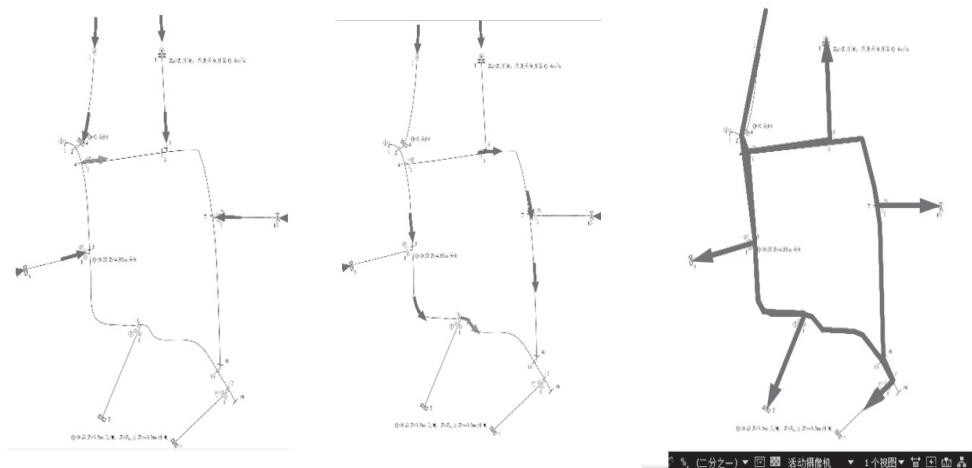


图 4 3 种动画方案比选图

After Effects 应用范围广泛, 涵盖电影、广告、多媒体以及网页等, 时下最流行的一些电脑游戏, 很多都使用它进行合成制作。After Effects 提供了一套完整的工具, 能够高效地制作电影、录像、多媒体以及 Web 使用的运动图片和视觉效果。

3.2 水流数值模拟动画制作方案比较

方案一: 每个箭头都画出完整的流动轨迹, 当一个箭头流出一段距离后, 第二个箭头出现并紧接着第一个箭头的轨迹跑, 后面不断循环。该方案优点是: 流畅性和流向兼具; 缺点: 箭头太多容易乱。

方案二: 制作一个短时间内的水流动画, 比如 5 s, 在这时间内能看清每条河的流向就行。优点: 时间间隔长, 每条河流都能很快看清流向, 能反映速度, 箭头减少很多, 更容易看清。缺点: 每 5 s 会重置一次, 连贯性不好。

方案三: 采用长箭头模式, 每条河都能清楚地看到流向, 就像一个流程图。

优点: 流畅性最好, 能反映速度和大小。缺点: 不能实时准确反映流向。

最后经过比较, 选择了方案三, 下图 4 是详细制作过程。

3.3 水流动画制作步骤

3.3.1 准备阶段

下载 path arrow 箭头预设, 并将预设拖拽到河网的图片上, 这时候会形成一个新的合成, 之后

所有的操作都是在合成上操作,箭头的参数可以通过左边效果控件调整,依次是长度、位置、颜色、粗细、箭头的形状,通过输入数字或者左右拉动就可以改变。

3.3.2 绘制路径

选择钢笔工具绘制路径,路径就是水流的方向,绘制非常简便,在弯道处还可绘制平滑的曲线。

3.3.3 时间轴

路径选择蒙版 1,箭头就会按照画的路径方向前进,在箭头开始处和结束处按下原文本前的闹钟按钮,再按下菱形按钮,这是记录关键帧,就是物体动起来的一个记录标志。每个软件只要能动画的就能 K 关键帧。其实就是物体变化的记录。例如一个物体的位置发生变化,怎么真正的让这

右侧向右的小箭头将其展开,找到“Opacity(透明度)”一项,修改数值就可以调整图层的透明度;第 2 种方法:选中图层,直接按键盘上的 T 键,也可以调出“Opacity(透明度)”选项。透明度也要设置关键帧,关键帧的时间和状态都要设置好

3.3.6 渲染与导出

单击“渲染队列”面板右上角的“渲染”按钮。将合成渲染到影片可能需要几秒钟或数小时,具体取决于合成的帧大小、品质、复杂性以及压缩方法。在渲染项的渲染完成时,它仍然位于“渲染队列”面板中,状态更改为“完成”,直到从“渲染队列”面板中将其移除。After Effects 提供各种输出格式和压缩选项。选择合适的将其导出即可。南通市港闸区西片河网水系调度动画截图见图 5。

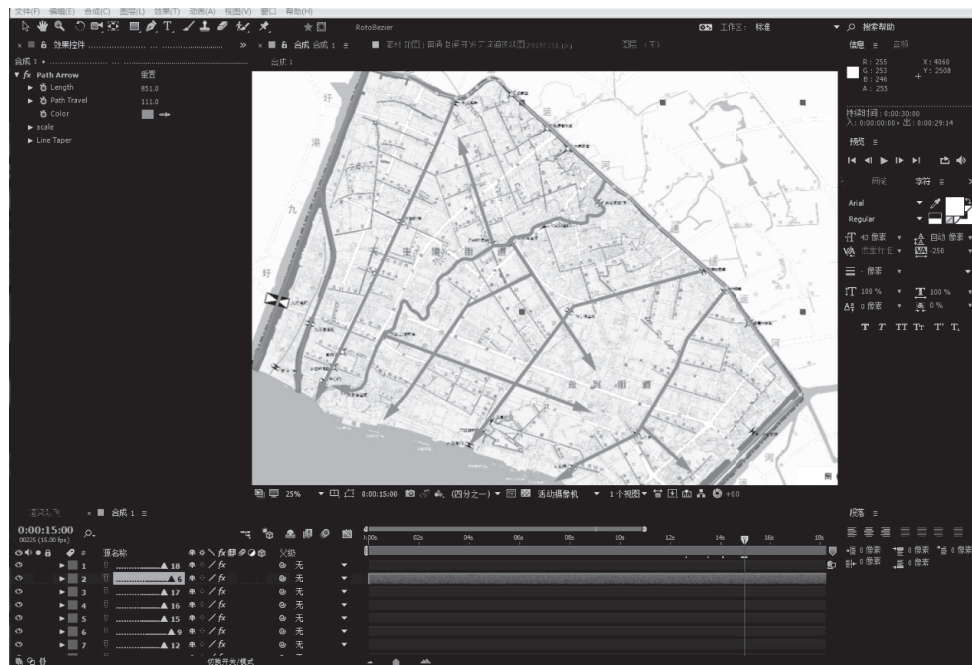


图 5 南通市港闸区西片河网水系调度动画截图

个物体变化动呢,就是通过 K 关键帧。他原来的位置 K 一下,落点的位置 K 一下。

3.3.4 循环

在菜单栏动画中选择添加表达式,然后输入 loop_out("cycle", 0), 0 表示所有关键帧,1 表示最后 2 个,2 表示最后 3 个,以此类推。也可以不写,默认是 0。

3.3.5 透明度

AE 透明度设置方法有 2 种:第 1 种方法:选中图层,点击图层名称左侧向右的小箭头将其展开,这时会出现“Transform(变换)”选项,点击其

参考文献:

- [1] 葛蕴. 苏州市老城区河网水流数值模拟可视化研究[D]. 扬州:扬州大学, 2014.
- [2] 汪德耀. 计算水力学理论与应用[M]. 南京:河海大学出版社, 1989.
- [3] 杨国录. 河流数学模型[M]. 北京:海洋出版社, 1993.
- [4] 南通港闸区水系规划[R]. 南通市水利勘察设计院, 2018.
- [5] 吴淑珍. 基于 After Effects 摄像机的特效设计[J]. 湖北工程学院学报, 2015(01).