

# 基于二维水动力模型的取水口对 航道水流条件影响分析

余文忠, 陆洪亚, 孙传文, 朱京德

(连云港市水利规划设计院有限公司, 江苏 连云港 222000)

**摘要:** 取水口工程在航道内进行取水作业时, 必定会对航道水流条件造成一定的不利影响。本文以江苏远征化工有限公司东门河航道取水口工程为例, 针对洪水期、平水期和枯水期三种工况, 分别采用二维水动力模型进行了流场数值模拟。模拟结果在水流流速、流向等方面, 均与实际较为相符, 可作为航道主管部门审批类似工程的技术支撑。

**关键词:** 二维水动力模型; 取水口; 水流条件

**中图分类号:** TV131.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 09—0124—03

船舶航行时, 对水流速度有一定要求, 较大的流速, 可以增加航行速度, 但过大的流速, 使船舶操纵困难。船舶水上行驶时, 纵向流速一般以不超过 3m/s 为宜。船舶航行, 除对纵向流速有一定要求外, 对横向流速也有一些限制。航道内的横向流速, 一般应不超过 0.3m/s<sup>[1]</sup>, 否则, 侧向推力过大, 容易发生事故。

航道内取水口作业时, 会改变水流条件<sup>[2]</sup>, 对航道通航造成一定的不利影响。本文采用二维水动力模型对取水口位置处流场进行了数值模拟<sup>[3-4]</sup>, 进而直观了解流速大小、流向等通航水力要素。

## 1 基本情况

### 1.1 航道概况

东门河航道位于连云港市灌云县, 起点为盐河口, 终点为燕尾港闸, 全长 54.9km, 规划为五级航道。本项目取水口位于燕尾港闸上游约 2.4km 处航道左岸, 现状已满足五级航道标准要求。工程位置处航道较为顺直, 规划航道中心线为现状航道深槽中心线。项目区航道现状河底高程约 -4.77m, 河底宽约 130m, 航道两岸现状均为土坡。

### 1.2 取水口建设方案

江苏远征化工有限公司位于灌云县临港产业区精细化工园区, 生产用水取自东门河。取水口采用 2 台水泵机组及取水管, 每台套取水流量 120m<sup>3</sup>/h (0.033m<sup>3</sup>/s), 合计 240 m<sup>3</sup>/h (0.067m<sup>3</sup>/s)。泵池为钢筋混凝土结构, 尺寸为 5.0m × 8.0m, 采用挖入式布置型式, 泵池前沿与现状河口齐平。取水管、人行踏板及支撑基础均为钢结构, 伸入东门河河道中, 其最外缘取水口头部伸入河道距现状河口 23.2m。支撑基础共 4 跨, 平均跨径 5.0m,

每跨设 4 根钢管, 管径 10cm, 其上搭设取水管道及人行踏板, 人行踏板顶面高程 2.94m, 取水管顶面高程 3.62m。取水管共 2 根, 管径 DN150, 取水口头部为下探式, 管口高程 -0.08m。取水口头部搭设排架及横向人行踏板, 排架尺寸为 3.2 × 3.5m (宽 × 高)。

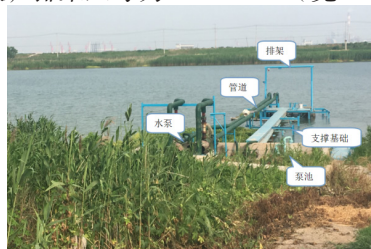


图 1 取水口现状图



图 2 航道现状图

## 2 对航道水流条件影响分析

### 2.1 模型计算范围及网格划分

**计算范围:** 远征化工有限公司取水口上、下游各 1km 范围的东门河航道, 全长约 2.0km。模型范围除了包含上下游两个边界外, 还包含本工程取水口、本工程上游约 875m 处河道左岸取水口、本工程下游约 600m 处河道左岸灌云县临港产业区燃煤热电联产项目取水口, 共 5 个边界。

**网格划分:** 采用无结构三角形网格剖分<sup>[5-6]</sup>, 边长一般为 5~50m, 取水口处加密为 1~2m, 网格数为 17383 个, 节点数为 5894 个。

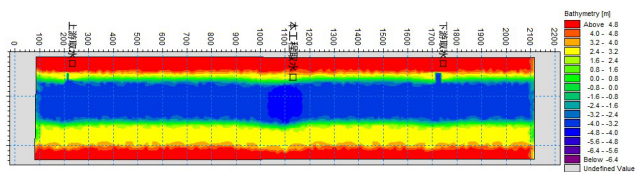


图3 模型计算范围地形图

## 2.2 模型计算工况

营运期航道通航水流条件影响包括洪水期、平水期和枯水期三种工况<sup>[7]</sup>。

### 2.2.1 洪水期

该工况下,远征化工取水口引水流量为 $0.067\text{m}^3/\text{s}$ ,上游取水口引水流量为 $0.4\text{m}^3/\text{s}$ ,下游取水口引水流量为 $0.158\text{m}^3/\text{s}$ 。模型上游边界东门河行洪流量 $835\text{m}^3/\text{s}$ (东门河10年一遇设计流量),模型下游边界东门河水位 $2.26\text{m}$ 。

### 2.2.2 平水期

各取水口流量同洪水期。模型上游边界东门河流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ (根据东门河下游挡潮闸日常排水流量求得),模型下游边界东门河水位 $1.30\text{m}$ (东门河常水位)。

### 2.2.3 枯水期

各取水口流量同洪水期。模型上游边界东门河流量 $10\text{m}^3/\text{s}$ (枯水期东门河上游回归水量),模型下游边界东门河水位 $0.97\text{m}$ 。

## 2.3 计算结果

### 2.3.1 洪水期

根据模型计算成果可见,洪水期工况下,本工程取水口处东门河航道以纵向流速为主,河道中心处纵向流速最大,最大值 $0.86\text{m/s}$ 。取水口处最大纵向流速为 $0.46\text{m/s}$ ,支撑基础附近最大纵向流速为 $0.51\text{m/s}$ ;取水口处最大横向流速为 $0.06\text{m/s}$ ,支撑基础最大横向流速位于取水口最外侧上游附近,最大值 $0.23\text{m/s}$ 。

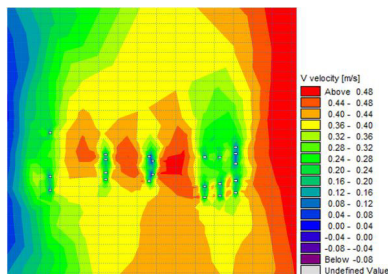


图4 洪水期取水口处纵向流速图

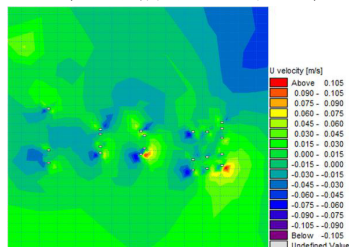


图5 洪水期取水口处横向流速图

### 2.3.2 平水期

根据模型计算成果可见,平水期工况下,取水口处东门河航道以纵向流速为主,河道中心处纵向流速最大,最大值为 $0.17\text{m/s}$ ;取水口处最大纵向流速为 $0.12\text{m/s}$ ,支撑基础附近最大纵向流速为 $0.14\text{m/s}$ ;取水口处基本无横向流速,支撑基础附近最大横向流速为 $0.06\text{m/s}$ 。

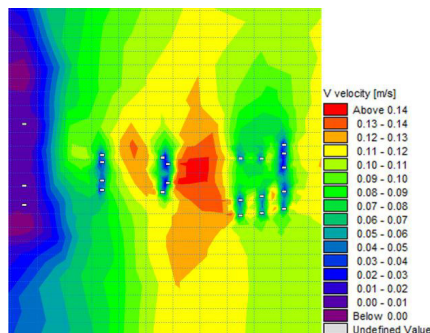


图6 平水期取水口处纵向流速图

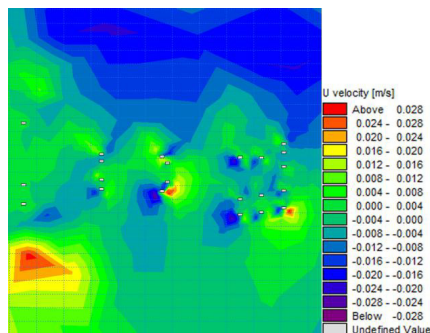


图7 平水期取水口处横向流速图

### 2.3.3 枯水期

根据模型计算成果可见,枯水期工况下,取水口处东门河航道以纵向流速为主,河道中心处纵向流速最大,最大值为 $0.012\text{m/s}$ ;取水口处基本无纵向流速,支撑基础附近最大纵向流速为 $0.14\text{m/s}$ ;取水口处基本无横向流速,支撑基础附近最大横向流速为 $0.01\text{m/s}$ 。

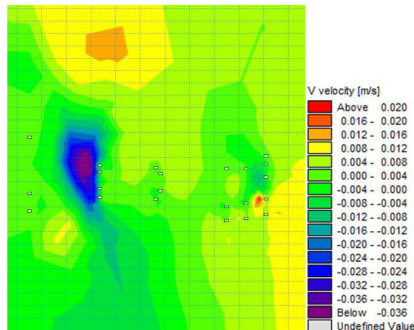


图8 枯水期取水口处纵向流速图

# 山区高速公路岩溶隧道围岩与支护结构稳定性研究

李海鸿<sup>1</sup>, 郭延辉<sup>2</sup>, 宋琴<sup>1</sup>, 黄永华<sup>1</sup>, 付小兵<sup>1</sup>

(1. 云南建投第六建设有限公司, 云南 玉溪 653199; 2. 昆明理工大学 公共安全与应急管理学院, 云南 昆明 650093)

**摘要:** 为研究某山区岩溶隧道建成后围岩与支护结构的稳定性。运用三维有限元 MIDAS GTS NX, 分析隧道建成后围岩、衬砌及锚杆的位移场和应力场, 探究在设计支护参数下隧道的稳定性。结果表明: 在设计支护条件下, 隧道围岩、衬砌及锚杆的位移较小, 围岩没有发生较大的应力集中, 衬砌和锚杆受力状态良好; 说明设计支护参数能够满足隧道支护要求, 能确保隧道的安全使用。研究成果对该隧道的稳定性及后期的运营安全具有重要意义。

**关键词:** 岩溶隧道; 支护; 变形; 稳定性

**中图分类号:** U459.2 **文献标识码:** A

**文章编号:** 1006—7973 (2022) 09—0126—04

随着国家“一带一路”倡议的深入实施, 西南喀斯特山区高速公路网的建设达到了前所未有的规模。与此同时, 西南喀斯特山区岩溶隧道的数量和里程也不断增加。隧道开挖将破坏岩体原岩应力平衡状态, 从而引起围岩应力重分布, 导致隧道建成后围岩可能出现一定的变形和破坏, 严重时会出现冒顶、塌方等<sup>[1-3]</sup>。特别是隧道经过岩溶地段时, 由于岩溶地区特殊的地质条件, 围岩松散破碎, 岩土体稳定性往往较差, 突水突泥、垮塌等灾害较多, 可能严重威胁隧道的施工和运营安全<sup>[4]</sup>。

因此, 对山区岩溶隧道建成后的围岩与支护结构的稳定性进行研究具有重要意义。

鉴于近年来我国隧道建设数量和难度不断增加, 众多学者对隧道施工和运营的围岩与支护结构进行研究, 并且已经取得了较为丰富的成果。张幸等<sup>[6]</sup>分别应用 DP 与 EDP 模型对隧道进行数值模拟, 并与解析解进行三方对比, 得出应用 EDP 模型的数值模拟结果更接近实际, 解析解塑性区半径比数值模拟小。钟爱军等<sup>[7]</sup>建立了隧道上穿溶洞的计算模型, 通过数值模拟手段分析

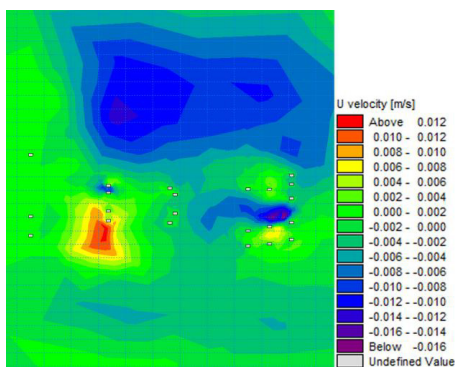


图9 枯水期取水口处横向流速图

## 2.4 结果分析

由以上计算结果可知, 远征化工取水口工程在洪水期、平水期、枯水期工况下, 最大纵向流速均未超过 3m/s, 最大横向流速均未超过 0.3m/s, 对东门河航道水流条件及通航安全影响较小。

## 3 结论

本文采用二维水动力模型对远征化工东门河航道取水口位置处流场进行数值模拟, 计算结果表明, 模型能够较好地反映水流流速、流向等通航水力要素变化情况, 该方法可作为航道主管部门审批类似工程的技术支

撑。

## 参考文献:

- [1] GB 50319-2014. 内河通航标准 [S]. 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2014.
- [2] 李振亚. 阜阳市南照淮河取水口工程对航道通航条件的影响研究 [J]. 工程与建设, 2019(5):742~743.
- [3] 高子双, 刘杰章, 等. 潍坊港扩建航道潮流场的平面二维数值模拟 [J]. 中国水运, 2017(7):241~244.
- [4] 王春宇. 基于二维水动力学模型的河流水力学特征分布研究 [J]. 水利技术监督, 2016(4):56~58+101.
- [5] 任梅芳, 徐宗学, 等. 基于二维水动力模型与经验公式的桥梁壅水计算及其对比分析 [J]. 水力发电学报, 2017(5):78~87.
- [6] 陈佰福, 邢德龙, 等. 二维数值模型在嫩江滩桥改造项目洪水影响评价上的运用 [J]. 黑龙江水利技术, 2020(2):193~196.
- [7] 夏冬梅, 张丹蓉, 等. 二维水动力模型在姚江大库船闸通航影响分析中的应用 [J]. 水电能源科学, 2019(7):146~149+98.