

东营南水北调北分水口引水能力变化成因及对策

王海伦¹, 赵晓辉², 赵晓光²

(1. 东营市水务事业发展中心, 山东 东营 257091; 2. 东营市水利灌溉服务中心, 山东 东营 257091)

【摘要】 东营市南水北调工程是重大战略性水源保障工程。近年来, 由于北分水口地面沉降等原因, 引水能力逐渐下降, 文章对北分水口引水能力变化原因进行了分析, 从下步建设提水泵站工程方面, 提出解决引水能力变化的对策和建议。

【关键词】 东营市; 南水北调; 引水能力; 地面沉降

【中图分类号】 TV85

【文献标志码】 A

【文章编号】 1009-6159(2025)-07-0029-03

Causes on Water Diversion Capacity Changes and Countermeasures in the Northern Diversion Outlet of the South-to-North Water Diversion Project in Dongying

WANG Hailun¹, ZHAO Xiaohui², ZHAO Xiaoguang²

(1. Water Affairs Development Center of Dongying Municipality, Dongying, Shandong 257091, China;

2. Water Resources and Irrigation Service Center of Dongying Municipality, Dongying, Shandong 257091, China)

Abstract: The South-to-North Water Diversion Project in Dongying Municipality is a major strategic water source guarantee project. In recent years, due to land subsidence at the northern diversion outlet, the water diversion capacity has decreased gradually. This paper analyzes the causes of the water diversion capacity changes in the northern diversion outlet, and puts forward countermeasures and suggestions to solve the problem in water diversion capacity changes from the perspective of constructing a water pumping station project in the next step.

Key words: Dongying Municipality; South-to-North Water Diversion; Water diversion capacity; Land subsidence

东营市南水北调续建配套工程是东营市实施的重大战略性水源保障工程, 分广饶供水单元和中心城区供水单元两项引水工程, 设计年引江水量 2 亿 m³。由于受诸多因素影响, 东营北分水口调引江水能力远远低于工程设计指标, 凸显出了调引江水效率低下、运行成本偏高等问题。为分析造成南水北调北分水口引水效率不高、引水能力不足的原因, 从根本上恢复东营市南水北调续建配套工程中心城区供水单元原设计调引江水指标能力, 推动现代水网建设, 加强水资源节约集约利用, 做了持续深入细致的调查研究。

1 工程概况

1.1 东营市南水北调中心城区供水单元工程情况

南水北调续建配套工程中心城区供水单元

跨省黄三角农高区丁庄街道、广饶县陈官镇和东营区六户镇, 设计引江流量 13 m³/s, 年引江水量 1.75 亿 m³, 年分水天数 172 d。工程输水线路: 以胶东干渠东营北分水口 (胶东调水输水河桩号 50+050) 为起点, 新开挖并衬砌干渠, 向北依次穿过已建的麻湾灌区二干渠、三干渠、四干渠, 连接至曹店干渠, 利用曹店干渠连通至广南水库, 并建设高店、耿井两条支线分别连通至高店水库、耿井水库。总长度 32.1 km, 其中输水干渠 22.8 km、高店水库支线 5.2 km、耿井水库支线 4.1 km, 新建建筑物 82 座, 另外建设调度管理中心 1 处。本工程于 2015 年开工, 2017 年 9 月底达到全线通水条件, 2021 年 5 月 31 日完成竣工验收。

收稿日期: 2025-04-22

作者简介: 王海伦 (1976—), 男, 高级工程师

1.2 东营北分水口情况

东营北分水口位于东青高速公路以西 1.2 km 处的引黄济青工程(引黄济青输水河设计桩号 50+050)左岸,闸下与东营市南水北调续建配套工程中心城区供水单元输水干渠衔接,设计分水流量 $13 \text{ m}^3/\text{s}$ (自流),年分水天数 172 d,设计年分水量 1.75 亿 m^3 。东营北分水口分水闸设计闸底板高程为 2.6 m,闸上水位按东营北分水口以下引黄济青干流 5 月份最小输水流量 $28.4 \text{ m}^3/\text{s}$,设计最低运行水位为 4.7 m,分水闸共 2 孔,每孔净宽 2.5 m。2012 年 8 月开工建设,2013 年 3 月建成,同年 5 月通过验收。

1.3 供水范围

当前,中心城区供水单元供水范围包括省黄三角农高区、广饶县、东营区、东营开发区等区域,总供水面积 $1\ 071 \text{ km}^2$ 。主要以补充城市生活用水和工业用水为主,兼顾高效农业用水;同时可为区域新上产业项目提供水源支撑。该供水单元工程自建成通水以来,截至 2024 年 12 月底,累计调引江水 1.6 亿 m^3 ,大大缓解了受水区生产生活用水矛盾,提升了受水区工农业生产用水保障能力,发挥了巨大的社会、经济、生态效益,为全市高质量发展提供了强有力的水支撑保障。按照已批复的《东营市现代水网建设规划》,2035 年前规划通过新增输水管线输水至中心城区各主要水库,实现可向垦利片区供水的目标。

2 存在的问题及成因分析

正常引水 7 年来,分水口实际流量 $3\sim 5 \text{ m}^3/\text{s}$,仅达到设计流量 $13 \text{ m}^3/\text{s}$ 的 23%~38%。调引同样水量的长江水,引水天数需增加 3 倍以上。尤其是 2023 年,由于天气干旱导致小清河分洪道子槽引黄济青干渠水位较低,分水口实际自流量太小,从 5 月 17 日至 6 月 25 日长达 1 个多月时间,被迫采用移动泵车提水,耗费了大量人力物力财力。2023 年,全年共计引水天数仅为 62 d,远未达到工程规划调水时间 172 d,调引江水量远远低于设计标准。经过深入调研、现场踏勘和专业技术人员勘察测绘、水文资料比对,组织技术专家反复论证、分析,得出主要原因如下:

2.1 区域沉降

经对比历年水文资料,小清河分洪道子槽段

渠道沿线实测相同点位地面高程 1999 年与 2016 年对比,整个渠段 36 km 平均下沉 0.51 m。其中 30+000~42+000 段地面沉降较大,下沉量 0.8~1.2 m,最为严重的是桩号 36+000~39+000 段平均下沉 1.2 m,局部段下沉 1.5 m。这是造成渠道引水不足的主要原因。另据估算,根据目前沉降趋势预测,沉降速率建议值为 7 cm/a (按山东省水利勘测设计院有限公司 2023 年编制的“沉降分析报告”,结论是“近年来年沉降量基本趋于稳定”)。

2.2 运行水位调整

东营北分水口至王道泵站段耕地地面高程在 4.0 m 左右。受小清河子槽两岸地面不同幅度的下沉影响,若引黄济青工程按照下节制闸原设计水位 5.05 m 运行,则会造成子槽河两岸淹地 466.67 hm^2 以上。2016 年,为解决向胶东地区供水和淹地涸碱问题,省水利厅批准在下节制闸下游应急建设了临时泵站(2021 年实施小清河防洪综合治理工程时,新建王道泵站取缔了该临时泵站)。同时,将泵站以上渠道输水水位下调至 3.0 m。此水位实际上成为了最高运行水位,对应东营北分水口分水闸前水位为 3.02 m,闸前水深仅为 1.32 m。经理论计算,分水流量为 $7.28 \text{ m}^3/\text{s}$ (0.1 m 水头差),较设计分水流量 $13.0 \text{ m}^3/\text{s}$,少 $5.72 \text{ m}^3/\text{s}$ 。而多数情况下,东营北分水口分水闸前水位更低,远达不到设计引水水位要求,东营北分水口更无法足量向东营市自流供水。

2.3 供水工程与分水口沉降速度不一致

受本区域大面积地面沉降影响,东营市南水北调配套工程(中心城区供水单元)渠道亦发生不同程度沉降,其沉降量较东营北分水口小,沉降变化不规律。其中渠首 2.0 km 范围内整体呈倒比降状况,渠首地面沉降 0.68 m。分水口闸后渠道已由原设计的明渠均匀流流态变成明渠非均匀流流态,分水口分水后渠首段水面壅高,使得分水口闸上、闸下水位差明显减小,分水口引水能力进一步降低。在同一闸前水位下,实际引水流量较设计引水流量减少 $5.0\sim 6.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

3 对策与建议

为确保东营市南水北调续建配套工程中心城区供水单元按设计指标达到原调引江水能力,

彻底扭转和解决当前北分水口引水能力明显不足的状况,建议在胶东调水东营北分水口处(胶东调水输水河桩号 50+050)新建泵站,泵室内布设 4 台潜水轴流泵,单泵 $3.25 \text{ m}^3/\text{s}$,配套电机功率 250 kW ,设计扬程 3.33 m ,总装机容量 $1\ 000 \text{ kW}$,恢复工程设计 $13 \text{ m}^3/\text{s}$ 的引水能力。

3.1 能极大增加长江水调引能力

东营市实际可利用水源为黄河水、地表水、地下水等水源。目前,每年调引黄河水量受限,而可调引长江水指标富余,但受北分水口引水能力不足限制,不能充分利用。工程建成后,能恢复北分水口的引水能力,将引水能力提升至 $13 \text{ m}^3/\text{s}$,年引水能力由 $8\ 080 \text{ 万 m}^3$ 提升至 $17\ 500 \text{ 万 m}^3$,增加 53.9% 。足额消纳长江水,能为东营市提供优质水源,补充城市生活用水和工业用水。

3.2 能保障中心城区经济社会发展用水需求

随着东营市人口增长与城镇化推进,预计东

营市水资源需求仍将持续增长。加之气候变化和黄河水指标刚性约束,东营市水资源供需矛盾将日趋加剧。水资源短缺已成为制约全市未来经济发展的主要因素之一。建设北分水口提水泵站,将有效解决东营市中心城区供水问题,更好地保障东营市经济社会可持续发展,促进黄河流域生态保护和高质量发展。

3.3 能充分利用雨洪水实现水资源有效利用

当小清河分洪道发生洪水时,可以通过北分水口将洪水相机引流至南水北调渠,进而通水至麻湾四干渠和曹店干渠,将雨洪水输送到广南水库沉沙池和广南水库。这不仅有助于保障小清河分洪道周边地区的安全,也有助于提高水资源的利用效率,缓解用水供需矛盾,实现用水成本降低的目标。

(责任编辑 崔春梅)

(上接第 25 页)

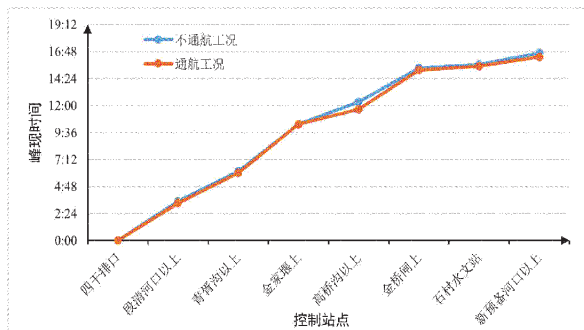


图 7 不同工况下河道最高洪水水位峰现时间

洪水过程叠加上游各河段泄水,使各河段洪水水位抬高,相对于不通航时,各河段洪水水位提高 $0.059\sim 0.251 \text{ m}$ 。相较于不通航工况,通航工况下洪峰出现时间提前 $10\sim 40 \text{ min}$,且金家堰闸以下河段受影响更大。

综上,小清河通航后,高水位常态化运行会使其洪水水位相对不通航工况提高,一定程度影响河道洪水下泄,并且峰现时间提前,对小清河防汛抢险和调度有一定影响。

4 结论

1) 小清河干流济青高速公路桥至柴庄闸 ($30+000\sim 46+940$) 河段因过流断面小于设计断面及现状河底高程抬高等影响,河道推算水面线略

高于设计洪水位;柴庄闸 ($46+940\sim 214+000$) 以下段因码头处河道断面扩大、非港口段部分河段现状河道断面大于设计断面及部分段处于沉降段等原因,推算洪水位普遍低于设计洪水位。

2) 小清河在设计防洪水位下河道过流能力除 $30+600\sim 41+600$ 段稍有不足外,其余段均达到甚至超过设计防洪能力,证明工程治理后,小清河干流现状过流能力得到显著提升。

3) 通航工况下洪峰出现时间相较于不通航工况提前 $10\sim 40 \text{ min}$,且金家堰闸以下河段受影响更大;小清河通航后,高水位常态化运行对河道行洪有一定影响。

参考文献

- [1] 时昀,王毅,纪瑶.小清河防洪综合治理工程取得的成效及建议[J].山东水利,2022(3):7-10.
- [2] 杨涛,鲁庆超,赵鹏.复航工程对小清河防汛工作的影响分析[J].山东水利,2023(4):6-8.
- [3] 徐路全,王志涛.基于 MIKE 模型分析计算洪涝水位[J].河南水利与南水北调,2024,53(11):9-10,19.
- [4] 李晓冰.基于 Mike21 和 HEC-RAS 的河道水面线计算[J].水科学与工程,2024(5):29-31.
- [5] 刘景元,杨帅,祁超祯.小清河博兴段 2022 年“7·13”洪水分析[J].山东水利,2023(9):52-53.
- [6] 刘璐,李一鸣,张涛.起推潮位对小清河水面线计算的影响分析[J].山东水利,2023(3):71-73.

(责任编辑 崔春梅)