

Assessment of Water Quality and Water Resources Carrying Capacity in Dongying City

Dehu Liu, Jie Li

Hydrological of Bureau of Dongying City, Dongying Shandong
Email: 362757377@qq.com

Received: Aug. 8th, 2019; accepted: Aug. 30th, 2019; published: Sep. 17th, 2019

Abstract

With the economic development in Dongying city, quantity-oriented and quality-oriented shortage of water resource become more prominent. It is important to analyze the current pollutant discharge load and the water resource carrying capacity for protecting the security of water resources. Based on the monitoring results in the water function area and the sewage outlet, water qualities in the counties or districts of Dongying city are evaluated. It is shown that the water qualities in this city cannot reach the checked standards. The cause of overload is analyzed and the practical control measures are proposed. This study can provide reference for water resources management in other regions.

Keywords

Water Resources, Carrying Capacity, Water Quality Factors, Dongying City

东营市水资源承载能力水质要素评价研究

刘德虎, 李杰

东营市水文局, 山东 东营
Email: 362757377@qq.com

收稿日期: 2019年8月8日; 录用日期: 2019年8月30日; 发布日期: 2019年9月17日

摘要

随着东营市经济的迅速发展, 资源型缺水和水质型缺水问题日益突出, 分析现状污染物排放负荷和水资源承载能力对保障水安全意义重大。在水功能区和排污口监测成果基础上, 对东营市及所辖县区开展了水质要素评价, 得出水功能区水质达标率偏低, 未达到水资源管理考核目标的要求的结论, 并对超载区域进行了原因分析并提

作者简介: 刘德虎(1986-), 男, 山东济宁, 工程师, 硕士研究生, 东营市水文局水环境监测科负责人, 从事水环境监测及水文水资源管理研究。

出了调控建议，可为其它地区水资源管理提供借鉴。

关键词

水资源，承载能力，水质要素，东营市

Copyright © 2019 by author(s) and Wuhan University.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水是生命之源、生产之要、生态之基。水资源不仅事关防洪、供水和粮食安全，而且直接影响经济、生态和国家安全。把水资源承载能力和环境容量作为确定城市发展规模的重要指标，对某区域开展水资源承载能力评价，有利于水资源可持续利用、因地制宜地开展水资源保护工作[1]。以往的研究，多是考虑宏观经济、人口发展对水资源量合理配置进行分析，如利用模糊综合评判模型[2]、基于 BP 神经网络[3]、主成分分析法[4]等。本文所指的水资源承载能力主要考虑水质要素的影响。水质要素是指在满足水域使用功能水质要求的前提下，允许进入河湖水域的最大污染物负荷量，一般根据水功能区水质状况和污染物入河量评估水质要素状况。目前采用水资源承载能力水质要素评价方法评估区域水质状况的研究还不多，本文对山东省东营市及所辖县区的地表水水功能区开展水质要素评价，对超载原因进行分析，并提出了调控措施。

东营市位于山东省北部黄河三角洲地区，土地总面积 8243 km^2 ，辖 3 区 2 县，分别为东营区、河口区、垦利区、广饶县、利津县，境内河流按流域划分可以分为海河、淮河、黄河流域。当地水资源匮乏，全市水资源量仅为 5.32 亿 m^3 。常年年均降水量 556 mm ，大部分排入海洋，利用率低；地下淡水资源为 0.85 亿 m^3 ，主要分布在小清河以南地区，东营市的地下水资源处于超采状态，目前正在实施地下水超采区的综合治理工程，境内生活、生产、生态等用水优先用地表水，本次评价重点关注地表水资源的评价。

2. 技术方法

2.1. 水功能区划

根据《山东省水功能区划》，东营市共划分水功能一级区 5 个，总区划河长 316.6 km ，其中保留区 1 个，开发利用区 4 个。在开发利用区中，共划分出 4 个水功能二级区，其中饮用水源区 1 个，为黄河东营饮用、工业用水区；农业用水区 3 个，分别为小清河东营农业用水区、支脉河广饶农业用水区和淄河广饶农业用水区，具体如图 1 所示。

2.2. 监测数据

以东营市水文局监测的 2018 年度水功能区和排污口数据为基础。水功能区及跨界断面监测项目为《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的 20 个基本项目，饮用水源区增加硫酸盐、氯化物、硝酸盐氮、铁和锰 5 个补充项目，监测方法采用标准中的水质分析和采样方法；入河排污口监测项目包括流量、水温、pH 值、化学需氧量(COD)、氨氮、总氮、总磷、挥发酚共 8 项；流量采用水文测流要求规定的方法，水质监测方法按照《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)中的水质分析和采样方法进行，流量、水质同步监测。东营市水功能区监测站点示意图见图 2。

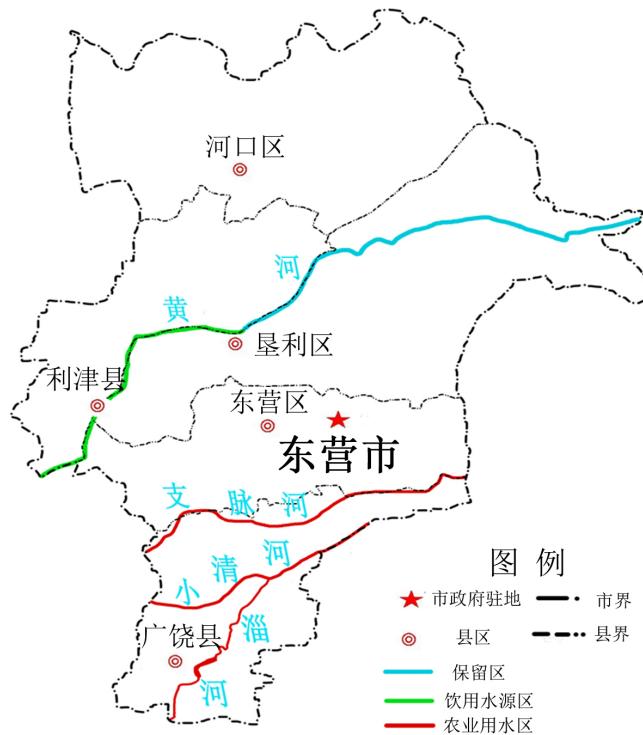


Figure 1. Sketch map of main river and water function zoning information in Dongying city

图 1. 东营市主要河流及水功能区划图

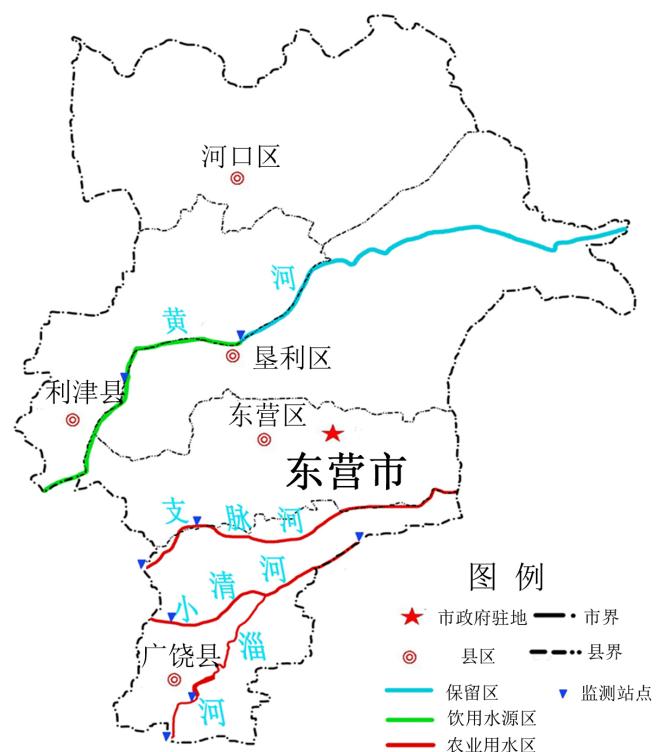


Figure 2. Water function area monitoring site schematic diagram in Dongying city

图 2. 东营市水功能区监测站点示意图

2.3. 评价标准

2.3.1. 水功能区评价标准

依据 GB3838-2002《地表水环境质量标准》对水功能区进行水质类别及水功能区达标评价，参与评价的监测项目为 20 项，饮用水源区评价中增加了硫酸盐、氯化物、硝酸盐氮、铁和锰 5 个项目的参评。通过对各监测站点进行取样分析，并对监测结果进行分析，得出各水功能区的地表水水质评价结果见表 1。按照《山东省地表水水功能区评价技术标准》，每年的 12 次监测中，年度达标次数超过 10 次的即为该水功能区达标。从表 1 看出，东营市的 5 个水功能区中，达标的为淄河淄博东营开发利用区和黄河河口保留区，水功能区达标率为 40%。

Table 1. Water functional zone annual standard evaluation results table in Dongying City

表 1. 东营市水功能区年度达标评价成果表

| 水功能二级区 | 水功能二级区 | 河流 | 起始断面 | 水质目标 | 监测次数 | 达标次数 | 年度达标率(%) | 年度达标评价结果 |
|--------------|--------------|-----|-------|------|------|------|----------|----------|
| 小清河山东开发利用区 | 小清河东营农业用水区 | 小清河 | 博兴西营 | IV | 12 | 4 | 33.3 | 不达标 |
| 支脉河淄博东营开发利用区 | 支脉河广饶农业用水区 | 支脉河 | 博兴王浩村 | V | 12 | 8 | 66.7 | 不达标 |
| 淄河淄博东营开发利用区 | 淄河广饶农业用水区 | 淄河 | 白兔丘 | V | 12 | 12 | 100.0 | 达标 |
| 黄河河口保留区 | —— | 黄河 | 西河口 | III | 12 | 10 | 83.3 | 达标 |
| 黄河山东开发利用区 | 黄河东营饮用、工业用水区 | 黄河 | 王旺庄 | III | 12 | 1 | 8.3 | 不达标 |

2.3.2. 水资源承载能力水质要素评价标准

根据区域水资源承载能力指标体系的选取原则和最严格水资源管理制度“三条红线”中的确定水功能区限制纳污红线的要求，水功能区纳污红线是否达标，主要受水功能区水质达标状况和主要污染物入河量两项指标的影响。根据东营市当地水资源特点，遵循可操作、可度量、可监测等原则，选用水功能区水质达标状况和主要污染物入河量两项指标对东营市 2018 年度水资源承载能力水质要素进行评估。

地级行政区评价标准：地级行政区水功能区水质达标率为 Q 、水功能区水质达标率控制指标为 Q_0 、污染物入河量为 P 、污染物限排量为 P_0 ，将 Q/Q_0 、 P/P_0 分别作为水功能区达标率和某区域的超排程度评价。根据东营市地表水污染中 COD 和氨氮(NH_3-N)的超标倍数大且超标率高的实际情况，结合当地河道水质现状和水污染特点，确定以化学需氧量(COD)和氨氮(NH_3-N)作为超排程度评价指标，评价计算中取这两项指标中的较大值。县域评价标准：以 Q/Q_0 取得的水功能区水质达标率作为县级行政区的评价结果。水资源承载能力水质因素评价标准见表 2。

Table 2. Evaluation criteria for water quality factors of water resources carrying capacity

表 2. 水资源承载能力水质因素评价标准

| 地级行政区评价标准 | 县域评价标准 | 评价等级 |
|---|--------------------------|------|
| $Q \leq 0.4Q_0$ 或 $P \geq 3P_0$ | $Q \leq 0.4Q_0$ | 严重超载 |
| $0.4Q_0 < Q \leq 0.6Q_0$ 或 $1.2P_0 \leq P < 3P_0$ | $0.4Q_0 < Q \leq 0.6Q_0$ | 超载 |
| $0.6Q_0 < Q \leq 0.8Q_0$ 或 $1.1P_0 \leq P < 1.2P_0$ | $0.6Q_0 < Q \leq 0.8Q_0$ | 临界状态 |
| $Q > 0.8Q_0$ 且 $P < 1.1P_0$ | $Q > 0.8Q_0$ | 不超载 |

3. 水质要素评价

3.1. 水功能区达标标准和限排量的确定

根据《东营市水利局关于印发东营市 2018 年年度水资源管理控制目标的通知》(东水发[2018]47 号)确定各个水功能区的水质控制指标。《东营市水功能区划及纳污能力测算报告》对全市及各县区的水功能区限制纳污指标进行了测算, 明确了现状条件下东营市及各个县区的水功能区限制纳污控制指标, 污染物限排量评价中选用该测算结果。

3.1.1. 水功能区水质达标率

1) 对东营市的 5 个省级水功能区开展水质状况评价, 评价结果表明: 东营市 2018 年监测评价的 5 个省级水功能区中, 全指标评价中, 达标的功能区有 2 个, 不达标的功能区有 3 个, 达标率为 40.0%; 双指标评价中, 达标的功能区有 3 个, 不达标的有 2 个, 达标率为 60.0%。

2) 县域水功能区达标率评价。对于跨县的水功能区采用代表断面法, 分别评价各县域段的水质状况。评价结果表明: 垦利区达标率为 100%, 广饶县达标率为 33.3%, 东营区、利津县为 0, 河口区暂没有省级水功能区。

3.1.2. 入河污染物超排程度评价

根据 2018 年度污染源调查结果和排污口监测数据, 对东营市主要污染物入河量 P 进行统计, 结果表明东营市整体上的超排程度为 0.74, 污染物超排程度评价见表 3。

Table 3. Evaluation on the degree of super-discharge of pollutants entering the river in Dongying city

表 3. 东营市入河污染物超排程度评价

| 县区 | 主要污染物入河量 | | 主要污染物限排量 | | COD 超排程度 (P/P_0) | 氨氮超排情况 (P/P_0) | 超排程度 取最大值 | 评价结果 |
|-----|-----------|---------|-----------|-------------------|-------------------------|-----------------------|--------------|------|
| | COD (t/a) | 氨氮(t/a) | COD (t/a) | 氨氮超排情况(P/P_0) | | | | |
| 东营区 | 3119.5 | 26.59 | 2142.18 | 108.13 | 1.46 | 0.25 | 1.46 | 超载 |
| 河口区 | 163.16 | 1.88 | 1206.09 | 54.83 | 0.14 | 0.03 | 0.14 | 不超载 |
| 垦利区 | 1034.95 | 21.97 | 2172.46 | 116.07 | 0.48 | 0.19 | 0.48 | 不超载 |
| 利津县 | 952.84 | 26.84 | 2348.63 | 118.28 | 0.41 | 0.23 | 0.41 | 不超载 |
| 广饶县 | 5516.87 | 136.94 | 6679.77 | 321.05 | 0.83 | 0.43 | 0.83 | 不超载 |

注: 东营区人口由于企业多、规模大, 入河排污口较多, 排污量大, 加上城区黑臭水体的汇流, COD 的超排入程度要明显的大于其它各县区。

3.2. 水质要素承载状况评估

根据统计得到的水功能区水质达标率、入河污染物超限排率、超排程度结果, 依据评价标准对东营市整体的水质要素承载状况进行评价。

评价结果: 东营市水资源管理考核指标中规定的水功能区纳污红线考核指标 Q_0 为 80% (按全指标评价计算), 选用 2018 年度东营市水功能区水质全指标达标率 40% 进行评价, $Q/Q_0 = 0.5$; 入河污染物超限排率为 0.74, 根据评价标准满足 $0.4Q_0 < Q \leq 0.6Q_0$ 或 $1.2P_0 \leq P < 3P_0$, 故东营市整体上处于超载, 即东营市水功能区水质达标率偏低, 未达到水资源管理考核目标的要求, 河流水质现状不理想, 见表 4。

Table 4. Evaluation results of water quality elements in Dongying city

表 4. 东营市水质要素评价结果

| 水功能区水质达标率评价 | | 入河污染物超排程度评价 | | | 水质要素评价结果 | | |
|-------------|---------|-------------|------------------------|-----------------------|----------|---|------|
| Q/% | $Q_0/%$ | Q/Q_0 | P/P_0 _{COD} | P/P_0 _{氨氮} | P/P_0 | 符合标准 | 评价等级 |
| 0.4 | 0.8 | 0.5 | 0.74 | 0.30 | 0.74 | $0.4Q_0 < Q \leq 0.6Q_0$ 或 $1.2P_0 \leq P < 3P_0$ | 超载 |

根据表 1 的评价标准, 得出各县域单元的水质要素评价结果, 见表 5。从县域单元的评价来看: 全市的 5 个县区中仅垦利区不超载, 广饶县为超载, 东营区和利津县为严重超载, 河口区因没有省级水功能区, 不做评价, 全市的水功能区水质达标率低, 地表水水功能区水环境质量差。

Table 5. Evaluation results of water quality elements of county units in Dongying city**表 5. 东营市县域单元水质要素评价结果**

| 分区 | Q/% | Q ₀ /% | Q/Q ₀ | 评价等级 |
|-----|------|-------------------|------------------|------|
| 市区 | 40.0 | 80.0 | 0.5 | 超载 |
| 东营区 | 0 | 100 | 0 | 严重超载 |
| 河口区 | — | — | — | — |
| 垦利区 | 100 | 100 | 1 | 不超载 |
| 利津县 | 0 | 100 | 0 | 严重超载 |
| 广饶县 | 33.3 | 100 | 0.333 | 超载 |

4. 超载地区原因分析

通过水资源承载能力评价, 东营市入河污染物评价中仅东营区超载, 但县区单元水质要素评价中, 各县区的评价结果均不理想, 全市 2018 年度水功能区达标率仅为 40%, 地表水域水环境质量较差, 分析原因主要有以下几方面:

4.1. 入河排污口污染物入河量较大

按照入河排污口排查结果, 本次评价数据选用了东营市水文局监测的 40 个排污口的监测数据。这 40 个排污口的污染物入河量 COD 达 10787.32 t/a, 氨氮达 214.22 t/a, 排污口单次监测数据中, 尚有不达标情况, 入河排污口的整治巡查仍需进一步加大。

4.2. 农村面源污染进一步恶化了河流水质

当前, 农村环境污染中, 面源污染占据了较大的比重。农村面源产生的有机物的 COD、总 N、总 P 是污染物负荷主要来源, 村镇生活污水、农村固体废弃物、农田农药化肥、水土流失和暴雨径流为主要面源污染, 据全国污染源普查公报, 全国农业污染源的化学需氧量、总磷和总氮, 分别占全国总量的 43.71%, 61.27%, 57.19% [5]。东营市一直以来比较重视工业入河排污口的管理和控制, 而对农田灌溉尾水、农村面源污染、小沟、小河黑臭水体整治处于起步阶段。目前, 全市 1675 个乡村普查刚刚完成, 各县区针对各乡村的不同现状的编制乡村环境整治规划尚未完成。农村面源污染雨季污染物随雨水汇流入河导致水质变差, 这也是造成地表水功能区水质变差的重要因素。

5. 调控建议

5.1. 加强入河排污口管理, 减少污染物入河量

要推动规划入河排污口设置论证, 严格管理城区和化工集聚区的规划入河排污口论证工作。一是城区总体规划制定和实施过程中应开展规划入河排污口设置论证; 二是根据化工集聚区的发展规划和入住企业类型, 拟定区内污水接管标准和区内污水处理厂工艺, 并对特征污染物提出限排要求。同时, 要进一步加强监管, 严格要求企业达到限排标准, 否则依法处理, 极力减少污染物入河量。

5.2. 集中力量完成农村面源污染综合整治, 改善河流水质

建立健全“三农”环保管理体系, 大力实施生态循环农业工程, 实现农业废弃物的减量化、资源化和无害

化，从源头减少污染。加大农村项目资金政策扶持力度，把农村面源污染治理列入公共财政支持的重点，加大财政支持力度，建立一套系统的农村生活垃圾处理体系，防止垃圾乱倒，污染水体；加大农村黑臭水体治理，扎实推进畜禽粪污无害化处理资源化利用，东营市规划到 2020 年规模畜禽养殖场粪污处理设施配建率达到 100%，粪污综合利用率将达到 81% 以上。同时，强化黑臭水体的收集和治理，避免入河污染河流；加大宣传力度，进一步增强农民的环保意识，推广绿色生产技术，发展绿色农业。

5.3. 加强水环境监测能力，及时掌握区域水环境状况

开展人员队伍、监测能力及水质监测站网建设，注重人员的培训，不断提高监测队伍的综合素质，着力开展市级水功能区、饮用水源区及入河排污口监测工作，将监测面扩大，将监测项目细化，保证监测数据的代表性和准确性，及时掌握区域的水环境状况，发现问题，立即整治，避免污染扩大化。

6. 结语

东营市 2018 年水质要素承载状况评价结果表明东营市整体处于超载状态，全市限制纳污不超载，但水功能区达标率低，水功能区水质状况较差。4 个县区中仅垦利区不超载，东营区、利津县严重超载，广饶县超载。东营市属于缺水型城市，地下水仅小清河以南地区可用，城市发展总体依赖黄河水，总体上属于资源型缺水，局部区域有污染型缺水。东营市水资源管理重点应放在限排、治污及监测上面，经济发展的同时，正确地处理水、水资源、水环境、水生态和城镇化的关系尤为重要[6]，要走人水和谐的发展之路，保证经济社会的长足发展。

参考文献

- [1] 董珺璞, 宋飞, 谢志钢. 朝阳市县域水资源承载能力水质要素评价研究[J]. 人民珠江, 2017, 38(10): 24-26.
DONG Junpu, SONG Fei and XIE Zhigang. Assessment of water quality factors in counties of Chaoyang City: As an indicator of water resources carrying capacity. Pearl River, 2017, 38(10): 24-26. (in Chinese)
- [2] 秦莉云, 金忠青. 淮河流域水资源承载能力的评价分析[J]. 水文, 2001(3): 14-17.
QIN Liyun, JIN Zhongqing. Evaluation and analysis of water resources carry in Huaihe River basin. Journal of China Hydrology, 2001(3): 14-17. (in Chinese)
- [3] 崔东文. 基于 BP 神经网络的文山州水资源承载能力评价分析[J]. 长江科学院院报, 2012(5): 9-15.
CUI Dongwen. Evaluation and analysis of water resources carrying capacity in Wenshan prefecture based on BP neural network. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2012(5): 9-15. (in Chinese)
- [4] 傅湘, 纪昌明. 区域水资源承载能力综合评价——主成分分析法的应用[J]. 长江流域资源与环境, 1999, 8(2): 168-173.
FU Xiang, JI Changming. Comprehensive evaluation of regional water resources carrying capacity—Application of principal component analysis. Yangtze Basin Resources and Environment, 1999, 8(2): 168-173. (in Chinese)
- [5] 宋家永, 李英涛, 宋宇, 等. 农业面源污染的研究进展[J]. 中国农学通报, 2016, 26(11): 362-365.
SONG Jiayong, LI Yingtao, SONG Yu, et al. Research progress on agricultural non-point source pollution. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2016, 26(11): 362-365. (in Chinese)
- [6] 王双玲. 基于流域水生态承载力的污染物总量控制技术研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 武汉大学, 2014.
WANG Shuanglin. Research on total pollutant control technology based on watershed ecological carrying capacity. Wuhan: Wuhan University. (in Chinese)