

南水北调东线工程山东段 生态环境地质现状评价*

张连广, 贾德旺

(山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 兖州 272100)

摘要 依据生态环境地质调查资料, 筛选出影响南水北调东线工程山东段生态环境地质系统质量优劣的主要因素——土壤环境、水环境、工程地质环境、地质环境, 先进行单环境质量评价, 求取综合指标, 再利用模糊评判结合叠加法进行综合评价, 并进行综合质量分区。评价结果揭示: 南水北调东线工程山东段沿线综合环境质量较差, 实施南水北调工程对于调节该区生态环境是必要的。

关键词 生态地质环境; 单环境评价; 综合评价; 山东

中国分类号: P641.75

文献标识码: A

1 南水北调东线工程概况与山东段概况

南水北调东线工程自江苏省扬州长江北岸取水, 经过京杭运河逐级提水北送, 沿线经过洪泽湖、骆马湖、南四湖入东平湖, 调蓄水后, 于山东省位山穿黄倒虹后自流, 经位临运河、卫运河、南运河送水至天津。输水主干线总长 1150km, 黄河以南 660 km, 黄河以北 490 km。本次生态环境地质评价, 仅限于输水主干线山东段。

东线输水线路由江苏进入山东省后, 经韩庄运河采用台儿庄、万年闸、韩庄三级泵站逐级提水送入南四湖下级湖, 经二级坝提水到上级湖, 利用梁济运河经长沟、邓楼、八里湾三级泵站提水进入东平湖, 出东平湖后分别向鲁北和胶东输水。鲁北干渠经魏家河在位山穿黄倒虹后自流至临清, 利用七一、六五河开辟鲁北分干线解决夏津、武城、德州等城市用水。全长 487 km, 地面标高 21.5~41.4 m, 河底标高 19.5~36.7 m。

2 生态环境地质背景概况

南水北调东线工程山东段依次经过枣庄、济宁、

泰安、聊城、德州 5 个地级市, 南接江苏省, 北连河北省, 西与河南省毗邻。工程跨淮河、黄河、海河流域, 经过湖泊有南四湖、东平湖; 河流有黄河、徒骇河、马颊河、大汶河、泗河、万福河、洙赵新河、东鱼河等。2000 年沿线地下水开采总量为 $22.79 \times 10^8 \text{ m}^3$, 其中浅层水开采量为 $19.35 \times 10^8 \text{ m}^3$, 深层水开采量为 $1.40 \times 10^8 \text{ m}^3$, 岩溶水开采量为 $2.04 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。开采程度为 85%, 开发程度较高。地下水超采区分布在德州市区、临清、高唐、冠县、济宁市中区。沿线地貌类型为冲积平原、冲洪积平原、侵蚀剥蚀平原和湖积平原。与地貌类型呈有规律分布的土壤有棕壤、砂姜黑土、水稻土、褐土、潮土。矿产以煤炭为主, 次为石膏、稀土、铁矿等矿产。工程通过济宁、兖州、滕州煤田。

2.1 地质、水文地质背景

评价区位于鲁中南—鲁东上升山地的西侧, 鲁西—鲁北沉降平原的西、南部。主要构造有沧东断裂、聊考断裂、嘉祥断裂、郛城断裂、孙氏店断裂、峰山断裂等。地层发育较齐全, 从老到新依次有前寒武系、寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系、侏罗系、古近系、新近系和第四系; 第四系大面积分布, 其他地层除在中南部零星出露外, 皆隐伏于第四系之下 (图 1)。

*收稿日期: 2002-09-02; 修订日期: 2003-02-19; 编辑: 汪先起

作者简介: 张连广 (1957-), 男, 河北省丰宁县人, 工程师, 主要从事水文地质工程地质环境地质工作。



图1 南水北调东线工程山东段地质地貌综合示意图

1—冲积平原 2—冲洪积平原 3—侵蚀剥蚀平原 4—湖积冲积平原 5—地层界线 6—地貌界线 7—断裂 (F₁—沧东断裂 ;F₂—聊考断裂 F₃—嘉祥断裂 F₄—孙氏店断裂 F₅—峰山断裂 F₆—郓城断裂) 8—调水路线 9—第四系 ;10—寒武—奥陶系

含水岩组主要有 :松散岩类孔隙含水岩组和碳酸盐岩类裂隙喀斯特含水岩组。

(1) 松散岩类孔隙含水岩组 :该含水岩组遍布全区 ,含水层岩性以细砂、中砂、粗砂为主 ,井 (孔) 单位涌水量 100~1 000 m³ d·m ,水位埋深 2~18 m ,水化学类型为 HCO₃-Ca· Na ,HCO₃·SO₄-Na·Mg ,SO₄·Cl-Na 型 ,矿化度 <1 g/L ,水位变差 1~5 m。

(2) 碳酸盐岩类裂隙喀斯特含水岩组 :出露于黄河以南的丘陵区 ,含水层岩性以寒武—奥陶系灰岩、白云岩、泥灰岩为主 ,单位涌水量 500~1 000 m³ d·m ,水化学类型为 HCO₃-Ca ,HCO₃·SO₄-Ca·Mg 型 ,矿化度 <1 g/L ,水位年变幅 <6 m。

地下水以大气降水和地表河湖水渗漏及径流补给为主。鲁北和鲁西南冲积平原区地下水由 WS 向 EN 自然径流 ,黄河以北向渤海排泄 ,黄河以南向南四湖排泄 ,运河以东冲洪积平原区地下水自 EN 向 WS 径流 ,向南四湖排泄。人工开采也是区内地下水的主要排泄形式之一。

2.2 工程地质背景

评价区内工程地质体以土体为主 ,岩体仅分布在低山丘陵区 ,对调水工程意义不大。

土体工程地质类型可划分为砂性土、粉土、粘性土 ,局部夹有淤泥、黄土、盐渍土等特殊土。依各类土体的层位叠加组合关系可划分为单层结构、双层结构和多层结构。砂性土分布于河谷漫滩地带 ,承载力为 100~230 kPa ,粉土广泛分布于冲积平原区 ,承载力 100~200 kPa ,与砂性土一样在水位浅埋区易产生震动液化现象 ,粘性土在区内分布广泛 ,承载力 100~200 kPa ,淤泥、黄土、盐渍土均呈分散岛状或条带状分布。

区内第四纪以来的活动断裂有 :聊考断裂、沧东断裂、嘉祥断裂、郓城断裂。沿断裂带附近发生有地震记载以来破坏性的地震 22 次。

2.3 环境地质问题

评价区地质灾害种类较多 ,主要有土壤砂化、采煤塌陷、岩溶塌陷、地氟病及地面沉降等。土壤砂化区分布于夏津、汶上袁口—馆驿附近 ,面积约 1 000 km² ,为中、轻度砂化区 ;采煤塌陷位于济宁、滕州煤田内 ,塌陷区和有塌陷倾向的范围约 3000 km² ,岩溶塌陷发生在枣庄 ,地氟病发生于嘉祥—梁山、夏津一带 ,属轻—中度氟病区 ,地面沉降发生在集中超采地下水的济宁、德州两市区 ,德州市区 2000 年沉降范围为 2 038 km² ,最大沉降量 387 mm ,济宁市区沉降量 >70 mm 的区域近 127 km² ,最大地面沉降量 240 mm。

3 生态地质环境现状评价

对生态地质环境难以用一种统一的方法和规范的计算过程进行评价。本次评价依据生态环境地质学 (也可称为广义的环境地质学 ,即把“水、工、环”概括的称为生态环境地质^[1]) 的观点。针对影响生态地质环境系统质量优劣的因素 ,经过分析识别 ,筛选出四类评价因子 :土壤环境质量、水环境质量、工程地质环境质量、地质环境 (地质问题和地质灾害) 。首先对各因子进行初步评价 ,即单环境质量评价 ;在获取单环境质量评价综合指标基础上 ,再进行生态地质环境综合评价 (评价采用 2001 年生态环境地质调查资料) 。

3.1 土壤环境质量评价

采用《土壤环境质量标准》(GB15618—1995)进行单项指标达标率评价和综合指数法评价,综合指数公式见表1。

单项指标达标率评价结果:未受镉、汞、铬污染,100%达到I级标准;受砷、铜、铅、锌、镍污染,其中铜、铅污染较轻(I级占97.7%,II级占2.3%),砷污染最重(III级占31.4%,超过III级标准的占8.1%)。

综合指数评价结果,调水沿线土壤环境质量未受污染(I级)区面积占50%,轻度污染(II级)占44%,中度污染(III级)占6%。

3.2 水环境质量评价

3.2.1 地表水环境质量评价

采用《地表水环境质量标准》(GHZB1—1999)进行单项指标达标率评价和综合评价。

单项达标率统计,有6~11项指标超标,超标率20%~59%,达到地表水V级水质标准的为41%~80%。综合评价:质量较好的II,III级水占8%,轻度污染水(IV级)占10%,V级占28%,大于V级的占54%。区内地表水环境总体差,污染严重;河水污染比湖水严重。东平湖水环境最好,达到地表水IV级质量标准,南四湖仅符合V类水环境质量标准。依据地表水环境质量规范,IV类水适用于一般工业用水及人体非直接接触的娱乐用水区;V类水主要适用于农业用水及一般景观要求水域,已不适宜一般鱼类保护区要求。

3.2.2 地下水环境质量评价

采用《地下水质量标准》(GB/T 14848—93)进行单项组分评价和综合评价(标准给定的方法),公式见表1。

表1 生态地质环境综合评价指标

项 目	综合指数公式	I	II	III	IV
土壤环境质量综合指数	$F = \sqrt{\frac{F^2 + F_{\max}^2}{2}}$ ①	≤1.0	1.0~2.0	>2.0~6.0	>6.0
地下水环境质量综合指数	$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i$ ②	<2.50	2.50~<4.50	4.50~7.20	>7.20
工程地质环境综合指标	$S_e = S_c + S_s + S_f$ ③	3~4	5~8	9~12	>12
地质环境(灾害)综合指数	采用①②式	≤1	1~2.75	>2.75~3.75	>3.75
分 值		2	4	6	8

黄河以北地下水I,II,III类水占72.37%,IV类水占10.59%,V类水占14.04%。V类水中单项指标达到V类者:总硬度占52.9%,铁占51.4%,硫酸盐占30%,氯化物占27.1%。

黄河以南地下水达到I,II,III类的占87.04%,IV,V类水占12.96%。V类水中单项指标达到V类者:铁占16.7%,硫酸盐占10.6%。

综合评价地下水环境质量良好(II级)占3%,较好(III级)占6%,较差(IV级)占25%,极差(V级)占66%。

3.3 工程地质环境质量评价

工程地质环境质量评价是在地壳稳定性、地面稳定性、地基稳定性评价基础上的综合评价。

(1)地壳稳定性评价参照GBT14158—93《区域

水文地质工程地质环境地质综合勘查规范》(1:50000),评价指标选取地震活动(级)和地震动峰值加速度,评价资料来源于山东地震部门,评价单元为图幅方厘网(100km²),评价方法采用系统聚类法中的距离系数法。公式如下:

$$D_{jk} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (C_{ik} - C_{ij})^2}$$

式中: D_{jk} —— i, j 两变量间的距离系数; n —样品数; C_{ik}, C_{ij} —分别为第 k 个样品第 i 个指标的实际值和 j 级别的标准值。

(2)地面稳定性评价:评价指标选取地面坡度、地震液化。评价方法和评价标准同于地壳稳定性评价。

(3)地基稳定性评价:评价指标选取地基承载力

标准值、场地特征周期、地下水埋深,评价参照标准与地壳稳定性相同,评价方法采用模糊综合评判法。

(4)工程地质环境稳定性评价:在地壳、地面、地基稳定性评价的基础上给定分值,再将各分值叠加 $S_e = S_c + S_s + S_f$ (表1)。工程地质环境稳定性评价结果:稳定区(I)占21%,基本稳定区(II)占48%,较不稳定区(III)占31%。

3.4 地质环境评价

地质环境包括有利于人类生存发展的正环境(如矿产、地下水、旅游景观和土地资源)及自然因素和人类活动诱发的地质问题和地质灾害类负环境。鉴于对地质资源不合理开发利用也会带来一系列的负环境效应,本次地质环境评价仅选取负环境,即只对地质问题和地质灾害(土地沙化、采煤塌陷、地面沉降及其他灾害)进行评价。为统一生态地质环境综合评价指标,仍然采用综合指数法(表1)。评价结果是无地质灾害区占45%,轻度地质灾害区占55%。

3.5 生态地质环境综合评价

在对土壤环境、水环境、工程地质环境,地质环境进行单环境质量一级综合评判的基础上,利用模糊评判法和叠加法反复对生态地质环境进行综合评判,再将结果进行对比分析,去掉不合理的部分后,最终确定生态地质环境质量现状。综合指标见表1。按评价结果,可将调水沿线生态地质环境划分为良好区(I级)、较好区(II级)、较差区(III级)、差区(IV级)(图2)。

(1)良好区(I级):分布于黄河以南梁山—济宁等地,面积小、地形平缓,属冲洪积平原地貌,松散层为粘性土和砂土,工程地质环境质量良好。土壤无污染,地下水丰富,开采潜力大,浅层地下水质量属II类,植被覆盖度大于80%。目前尚无地质问题和地质灾害,生态地质环境综合质量良好。

(2)较好区(II级):黄河以北小面积零散分布。黄河以南分布于梁济运河附近、滕州西北及台儿庄等地,地形平缓,属黄河冲积平原和湖积平原区,面积约3000 km²,占调查区总面积的19%。土壤无污染或轻度污染,工程地质环境质量较好,地下水较丰富,开采潜力大,浅层地下水质量属II—III类,局部存在采煤塌陷地质问题,生态地质环境综合质量较好。

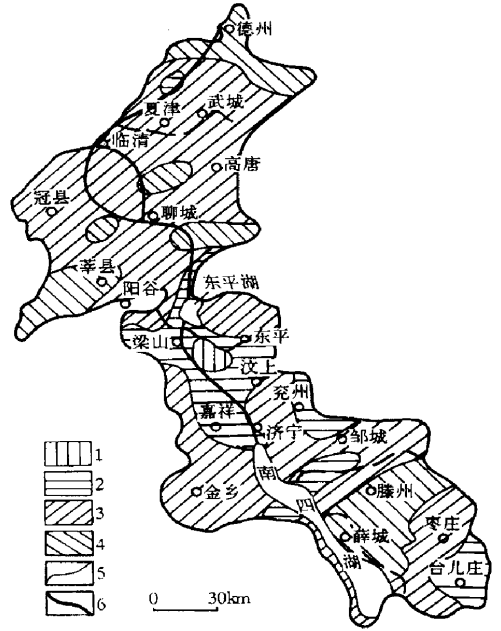


图2 南水北调东线工程(山东段)

生态地质环境现状评价图

1—良好区 2—较好区 3—较差区 4—差区;

5—分区界线 6—引水路线

(3)较差区(III级):分布于黄河以南低山丘陵地区、鱼台—嘉祥、济宁等地及黄河以北聊城—武城大部,面积约8000 km²,占调查区总面积的50%。包括地形变化较大、属地下水补给区、地下水质量较差的低山丘陵地区和土壤轻度污染的冲积平原地段,工程地质环境较差。地层富水性差,植被盖度小,浅层地下水质量属IV—V类。存在土地沙化、地面沉降、局部采煤塌陷、水土流失、崩塌等地质灾害和地质问题,生态地质环境综合质量较差。

(4)差区(IV级):分布于黄河以北德州—武城和马颊河、徒骇河附近地区,以及黄河以南滕州—薛城一带,属冲积平原和冲洪积平原区,面积约2000 km²,占调查区总面积的13%。工程地质环境质量较好至较差。土壤轻度污染至中度污染,浅层地下水质量属于V类,附近地表水严重污染,局部已发生土地沙化、采煤塌陷、地面沉降等地质灾害和地质问题,生态地质环境综合质量差。

4 结论

(1)调水沿线山东段土壤已有不同程度的污染,

污染面积占50%。黄河以南污染较轻、黄河以北污染较重。污染因子为砷、锌、镍、铅、铜,其中砷污染最重,部分地段砷含量已超土壤环境质量Ⅲ级标准。

Q)调水沿线山东段水环境质量差,地表水污染严重,河流为超Ⅴ类水,南四湖为Ⅴ类水,东平湖为Ⅳ类水。浅层地下水综合质量较差,Ⅴ类水占66%,主要分布于黄河以北大部分地区和黄河以南鱼台、济宁、薛城等地。水环境污染是工矿企业的废水和城镇生活污水携带的大量污染物进入河流造成。另外,农药、化肥也是不可忽视的污染来源。

③)调水沿线山东段工程地质稳定性属稳定—较不稳定。输水工程应注意活动断裂,尤其输水主干渠通过易发地震的聊考断裂带附近地区,需考虑工程

抗震问题。

(4)调水沿线山东段存在地质问题和地质灾害,主要为采煤塌陷和大量开采地下水引发的地面沉降、岩溶塌陷、土地沙化等。对工程影响最大的是采煤塌陷。

(5)调水沿线山东段生态地质环境综合质量较差区面积占50%,差区面积占13%,影响因素主要是水环境质量。

参考文献:

- [1] 陈梦熊. 论生态地质环境系统与综合性生态环境地质调查[J]. 水文地质工程地质, 1999, (3): 5.

Present Geological Condition Evaluation of Eco - environment of East Line Project in Shandong Province Which Lead Water from South Part to North

ZHANG Lian - guang , JIA De - wang

(Lunan Geo - engineering Exploration Institute , Shandong Yanzhou 272100 , China)

Abstract :According to geological survey information of eco - environment , major elements which effect geological system quality of eco - environment of east line engineer in Shandong province which lead water from south part to north——soil environment , water enviornment , engineering - geological environment and geological environment , single environment quality is evaluated first , then complicated indices are measured ; then using fuzzy evaluation method , and combining with method of supsporsition to evaluate complicated quality distribution. As proved by evaluation result : complicated environment quality in Shandong section is rather bad. It is necessary to adjust eco - environment in this area.

Key words :Eco - geological environment ; single environment evaluation ; complicated evaluation ; Shandong province

欢迎各界朋友踊跃投稿