

# 山东西南部南四湖流域环境地质综合调查

鲁孟胜<sup>1</sup> 孔凡顺<sup>2</sup> 庄学厚<sup>3</sup>

(1. 山东煤炭地质工程勘察研究院, 山东 泰安 271000; 2. 中国矿业大学资源与地球科学学院, 江苏 徐州 221008;  
3. 枣庄矿务局蒋庄煤矿地测科, 山东 滕州 279519)

**摘要:** 本文论述了水体污染、矿山环境地质灾害、地下水环境异常、南四湖淤积、地球化学环境与地方病等环境地质问题, 探讨了煤炭开采对南四湖湖容演变的积极影响。湖体及主要入湖河流污染严重; 流域内煤炭资源开发引起的矿山环境地质灾害比较严重, 地面塌陷面积达 112.395 km<sup>2</sup>; 各种固体废弃物积存总量 6412.68 万 t; 矿井排水对矿区地下水资源造成严重破坏。地方病以地氟病和克山病为主。在对流域内环境地质问题综合分析的基础上, 提出了对流域环境地质问题的治理措施。

**关键词:** 环境地质问题; 南四湖流域; 矿山; 地方病

**中图分类号:** X141, X142      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-3657(2003)04-0424-05

南四湖流域位于山东省西南部, 行政区域上包括菏泽、济宁、枣庄、泰安 4 个地区市, 流域面积 3.17×10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>。已建成煤炭、电力、冶金、化工、建材、纺织工业为主体的工业体系。济宁市、邹县、兖州、滕州和菏泽市的工业较发达, 其他区域仍以农业为主。本流域是山东省传统的农业区和重要的能源基地, 受自然演变和不合理人为因素作用的影响, 环境问题和环境灾害种类多、危害大, 已成为影响区域社会经济持续发展的重要制约因素。本流域是我国国土重点规划区之一, 南四湖是华北最大的淡水湖, 具有防洪、排涝、灌溉、供水、养殖、通航及旅游等多种功能。南水北调东线工程通过南四湖, 因此, 对流域环境地质问题进行调查, 并探讨其治理对策具有重要意义。

## 1 流域环境地质概况

### 1.1 自然地理条件

**流域特征:** 南四湖流域南北长 106 km<sup>2</sup>, 东西宽 300 km<sup>2</sup>, 周长 950 km<sup>2</sup>, 形态系数(f)0.35, 密集度(c)为 118。该流域横跨山东、江苏、河南、安徽 4 省。流域水的总面积为 31 800 km<sup>2</sup>。

**地形地貌:** 流域有多种地貌单元类型, 以京杭运河和南四湖一线为界, 以东为鲁中南低山丘陵区和山前冲洪积平原区, 以西为黄河冲洪积平原区。低山丘陵区分布于东北部和东部, 地势自北向南降低, 主要部分泰沂山区受“X”断裂分割, 地形破碎, 尤其受北西向构造控制, 形成由隆起断块山地与凹陷地堑式河谷相间排列的地形格局, 水土流失较为严

重。山前冲洪积平原主要分布于东部山前地带, 由泗河、城郭河等冲洪积扇组成。冲洪积扇首部近山麓地带, 地形坡度较大, 冲沟十分发育; 中部略有起伏; 扇尾与黄泛平原叠交处地势低洼<sup>①</sup>。黄河冲洪积平原是黄河长期泛滥冲洪积而成, 地势由西向东缓倾, 西部东明一带地势最高, 海拔>60 m, 东部运河一带地势最低, 海拔<40 m。由于黄河频繁改道演变, 使地面略有起伏, 多见岗地、坡地、洼地, 洼地封闭, 雨水积水不易排泄, 形成易涝易碱地(图 1)。

**气象气候:** 南四湖流域属暖温带大陆性冬夏季季风气候。四季分明, 雨热同期, 干湿季节差异明显。自然降水的时空分布很不均匀, 一般东部大于西部, 南部大于北部。夏季降水占全年降水量的 60%~80%。沿湖地区受湖泊影响, 年平均气温较高, 气温的昼夜变化与季节变化较小, 自然降水偏多, 相对湿度较高, 形成湖区特有的小气候。

**流域水系:** 流域内入湖河流有 53 条, 其中集水面积大于 1 000 km<sup>2</sup> 的河流有 10 条。湖西有梁济运河、洙赵新河、万福河、东鱼河、复新河和大沙河, 均属平原河流, 河流坡度小、水流平缓。湖东有洸府河、泗河、白马河、新薛河和城郭河。这些河流源于沂蒙山西麓, 流经低山丘陵区及山前平原区, 河流干流短、坡度大、水流急。

**自然植被:** 主要为落叶、阔叶林和阔叶—针叶混交林, 由于长期垦殖与黄河多次淤滞, 原始植被已不存在。除荒山岗地上野生草木属自然植被外, 其余均为人工植被。流域以种植小

收稿日期: 2002-06-23; 改回日期: 2003-04-06

基金项目: 山东省国土资源厅 2000 年度资源补偿费资助项目。

作者简介: 鲁孟胜, 男, 1968 年生, 高级工程师, 主要从事水文地质、环境地质研究工作; Email: talums@163.com。

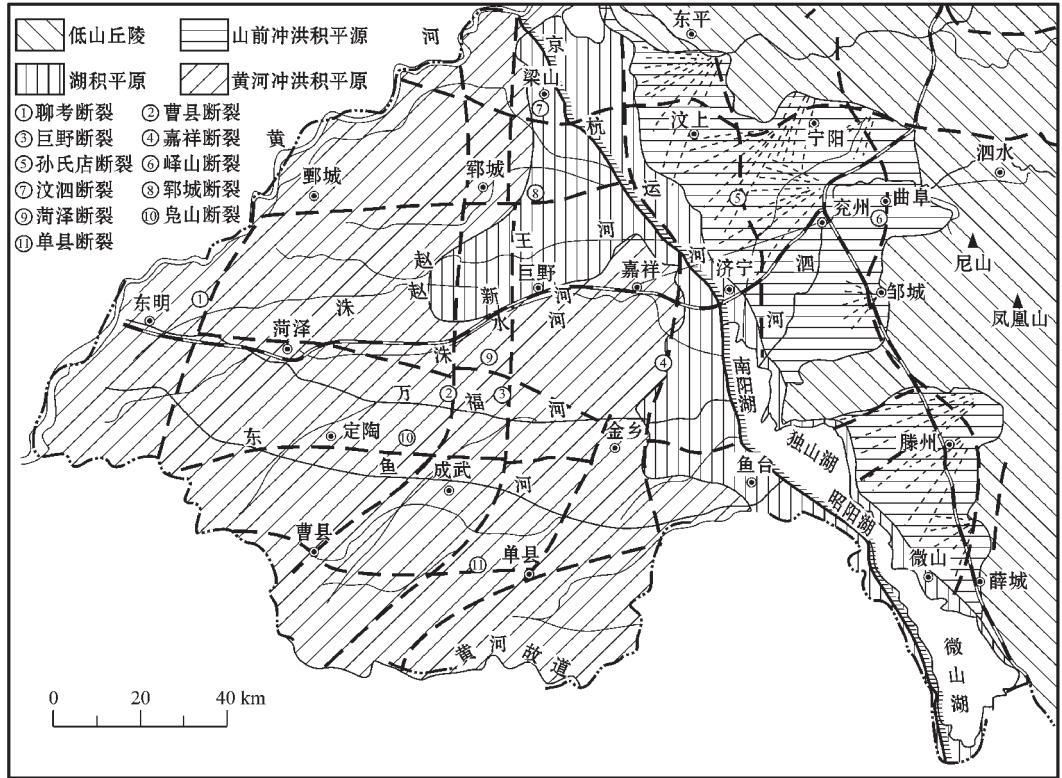


图 1 南四湖流域地质图

Fig. 1 Geological sketch map of the Nansi Lake drainage basin

麦、玉米、花生、麻等作物为主。现有林木都是人工种植林,主要树种有杨、柳、槐、桐和各种果树,林木覆盖率约 14%。

1.2 地质环境条件

本流域大地构造单元属中朝准地台—鲁西中台隆的济宁—成武凹断束,西部聊考断裂以西东明一带为华北台坳开封台陷花园口台凹,东部宁阳—邹县—滕州一线以东为鲁西中台隆鲁西拱断束尼山穹断束。断裂和隆起颇多。褶皱方向为北东向—北东东向,主要有宁阳背斜、汶泗向斜、滋阳背斜、兖州济宁向斜、崑山背斜、鱼台向斜等。断裂分为北东—北东东向和近南北向两组,前者主要有汶泗、郛城、长沟、崑山、鱼台等断裂,后者主要有峰山、孙氏店、济宁、嘉祥、巨野等断裂。岩性有黑云母花岗片麻岩、斜长角闪片麻岩、黑云母变质岩、砂页岩、灰岩、粉砂岩、石灰岩、粘土、砂壤土、砂粉土等。

2 流域主要环境地质问题

本流域是中华民族的主流发祥地和农业文明的主要发源地之一,农业开发历史悠久,历代战乱不断,随之而来的是森林破坏、水土流失、土地用养失衡。尤其是 1194~1855 年的黄河夺淮入海,更使本流域农业生产条件恶化、水旱灾害频繁、生态环境遭受严重破坏。随着流域经济的发展,尤其是以

煤炭、电力、煤焦化工、建材等为主的高耗能工业体系的建立和农副产品加工为主的乡镇企业的盲目发展,又出现了相当严重的环境污染<sup>①</sup>。人口的急剧增加,加大了对水资源和其他资源的需求。因此,流域环境地质问题是由自然作用和人为作用双重影响而引起的,具体来说,主要是地表水体污染、水土流失、地下水环境异常、矿山环境灾害、南四湖泥沙淤积、地方病等。

2.1 地表水体污染严重

流域地表水体主要为南四湖及入湖的众多河流。污染物主要来自流域内排放各类污染物的工矿企业,以及城市地表径流、农田地表径流、自然降尘、自然降雨等<sup>①</sup>。

1994 年,流域河流与湖泊接纳的废污水总量为  $4.1 \times 10^6$  t, 接纳有害物质总量为  $44.5 \times 10^4$  t。在入湖的 11 条河流中,有 9 条严重污染。据几条主要污染河流监测断面的资料,化学耗氧量超标达 92.3%,生化需氧量超标率为 83.3%,氨氮、石油类、挥发分和溶解氧超标率分别为 70%、55.5%、53.9%、36.4%<sup>①</sup>。根据 2000 年监测数据测算,梁济运河、光府河、泗河、白马河等 9 条主要河流全年 COD 入湖总量 48376.34 t,除东渔河、洙赵新河外,其他河流的 COD 入湖量基本能控制在国家下达的计划标准内。

① 济宁市环保局. 济宁市环境质量年报, 1990~1995.

流域内相对较大的城市有济宁市、邹县、兖州、菏泽市和滕州市,年降雨——径流的高锰酸钾指数为5 069.2 t,总氮57.1 t,可溶性磷14.1 t,各类污染物通过不同的河流皆汇集于上级湖<sup>①</sup>。

南四湖流域集流面积 $3.0453 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,湖东径流面积 $9.92 \times 10^3 \text{ km}^2$ ,含污染物总氮5 446.64 t,总磷1 341.1 t,农田径流输沙量 $86.52 \times 10^4 \text{ t}$ ;湖西径流面积 $2.0511 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,含污染物总氮量7 314.4 t,总磷量7 997.4 t,农田径流输沙量 $380.5 \times 10^4 \text{ t}$ 。

## 2.2 矿山开采环境地质问题

矿业开发对于我国工业化、城市化、现代化有着特殊重要作用,可以预计矿产资源开发与能源采掘利用仍然在21世纪经济建设和社会发展中占有很大比重<sup>②</sup>。1996年中国原煤产量13.97亿t,约占世界总产量的30%、中国能源产量的74.8%和矿业产量的50%左右<sup>③</sup>。环境地质几乎与矿业开发相伴而生,矿业开发必然带来各种各样环境地质问题。如采矿使土地资源破坏和丧失,采矿排水导致区域地下水水位下降、水资源枯竭及水质污染、地表水污染、地面沉降、井筒破裂等,采矿引起地面塌陷,粉尘、煤尘、瓦斯和煤矸石对周围环境造成影响等。我国至1996年因采煤已造成 $40 \times 10^4 \text{ km}^2$ 地面坍塌,排出矸石累积达30亿t,排出 $\text{CH}_4$  125~194亿 $\text{m}^3/\text{a}$ ,华北已有19%的岩溶水从矿井排出破坏并污染了水源<sup>④</sup>。矿山环境地质灾害不仅对本流域环境造成了一定影响,而且也制约着流域内煤炭工业的可持续发展。重视加强矿山开采工程环境地质调查、监测与质量评价,不仅对矿山可持续发展,而且对矿山环境的改善,减少、减缓由于矿山开采造成的损失是至关重要的。

本流域煤炭资源储量丰富,东部已形成兖州、济宁、枣庄矿区,西部巨野矿区正在开发建设,是华东地区重要的煤炭生产基地。煤炭开采是流域环境地质问题的重要影响因素,如兖州矿区现有7对生产矿井,年设计生产能力 $1375 \times 10^4 \text{ t}$ ,1996年实际产煤 $1918.29 \times 10^4 \text{ t}$ ,至1996年底,累计原煤产量 $14997 \times 10^4 \text{ t}$ ,塌陷土地面积达 $3770.06 \text{ km}^2$ <sup>⑤</sup>。兖州、济宁、滕州3个主要矿区地面塌陷面积 $112.395 \text{ km}^2$ ,煤炭资源开发程度最高的济宁市每年的塌陷达1万多亩;突水灾害频繁,突水量最大达 $5300 \text{ m}^3/\text{h}$ ;各种固体废弃物积存总量6 412.68万t,占地595.13公顷;矿井排水量高,对矿区地下水资源造成严重破坏,如滕州矿区(北部)奥灰水位已大幅度下降,降幅约 $60 \text{ m}$ <sup>⑥</sup>。

煤炭开采引发的各种环境地质灾害中,地面塌陷最为严重。煤矿地面塌陷的形成是由于煤层开采后顶板失去支撑而垮落,上覆地层受到破坏,波及到地表后就产生塌陷。控制地面塌陷的因素主要有煤层条件、顶板岩性特征、地质构造和开采条件等。本流域兖州与济宁矿区煤层厚度大、埋藏深

度浅,且多采用全部冒落法管理顶板,因而地面塌陷的规模和深度均比较大。

## 2.3 湖区采煤与南四湖湖容演变

南四湖的成因有多种认识<sup>⑦⑧</sup>。从地质、地貌资料和历史记载综合分析,南四湖形成既受大地构造和自然地貌的控制,也受黄河长期泛滥及大规模水利建设和生产活动的影响。南四湖各湖的成因与演变不同,他们的演变与黄河泛滥、运河的改道密切相关<sup>⑨</sup>。南四湖的形成及演化受西部黄河和东部河流泥沙淤积的重要影响。湖东丘陵随山洪、径流带来大量泥沙,湖西平原排洪河道引黄退水亦带来大量泥沙,据1961~1983年的沙量平衡资料统计,多年平均入湖沙量 $441.71 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,年淤积量 $437.73 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,约占入湖沙量的99.1%<sup>⑩</sup>。由于泥沙大量淤积,使南四湖湖容逐渐减少。据有关资料,南四湖的淤积年限仅有357年<sup>⑪</sup>。另外,湖中大面积莲藕和大量饵料植物的腐烂、河道清淤、二级坝的修筑等因素都将加快湖泊淤积进程。如无根本举措,南四湖将会重演鲁西南众多湖泊消失的变迁进程。

南四湖湖区煤炭储量达92亿t,煤炭开采引起湖区大面积的地面沉降,而湖区地面沉降对于减缓南四湖淤积进程,从而延长南四湖寿命具有重要意义。据兖州矿区资料,平均综合万吨塌陷率为 $0.251 \text{ hm}^2/\text{万 t}$ ,塌陷区呈盆地状,最大下沉量一般为 $6\sim 8 \text{ m}$ <sup>⑫</sup>。若煤炭采出量按储量的 $1/3$ ,平均下沉量为 $2 \text{ m}$ 初步计算,塌陷体积为 $0.251 \times 92 \times 10^8 \times 1/3 \times 2 = 15.39 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,可增加湖容 $15.39 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。可见,煤炭开采与南四湖湖容之间具有密切关系。

## 2.4 地下水资源问题

山东省多年平均降水量为681 mm,人均占有水资源量仅为 $357 \text{ m}^3$ ,不足全国人均占有量的 $1/6$ <sup>⑬</sup>。南四湖流域尽管为山东省水资源相对丰富的地区,但其水资源量仍难以达到区域经济建设发展的要求。目前由于地下水超量开采和矿区排水的影响,已形成了以济宁、枣庄、兖州、菏泽等城市为中心的地下水水位下降漏斗区。如济宁市区自20世纪80年代中期以来地下水水位以 $2.5 \text{ m/a}$ 的速度下降,形成的漏斗区面积以 $720 \text{ km}^2/\text{a}$ 的速度发展,至今漏斗区内地下水水位仍以 $0.5\sim 10 \text{ m/a}$ 的速度下降<sup>⑭</sup>。进入90年代以来,随着北部、东部的许厂、岱庄、葛亭、运河、二号井、三号井等煤矿陆续投入生产,矿井排水量达 $8.64 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ ,进一步加快了地下水水位下降速度。

区域地下水水位下降,不仅使本就不足的地下水资源更加缺乏,而且导致了一系列的环境地质问题,如地面沉降及地面塌陷、地面建筑物受到破坏、井筒破坏等。由于地下水水位下降,使含水层受到压缩引起城市地面沉降,如济宁市地面沉降集中于城区北部和西南部,1989~1997年间,累计地

① 山东煤炭地质工程勘察研究院.南四湖流域环境地质调查与评价.2002.

② 山东省计委,中国科学院南京地理研究所,济宁市人民政府.南四湖综合开发规划.1989.



面沉降量最大已超过 200 mm, 多年来平均最大沉降速率为 25.3 mm/a; 菏泽市城区由于地下水严重超采已形成约 1 000 m<sup>2</sup> 范围的水位降落漏斗, 漏斗中心水位埋深达 40 m 左右, 地面沉降中心的最大降幅已达 70 mm<sup>[12]</sup>。

## 2.5 地球化学环境与地方病

东部泰沂山区古老变质岩系地层和黄河冲洪积物决定了本流域特定的地球化学环境。本流域氟中毒病、克山病等地方病相当严重, 仅菏泽地区氟中毒病就涉及 9 县市的 198 个乡镇, 患病总人口达 59.66 万人<sup>①</sup>, 流域内氟中毒人口高达 198 万人, 浅层地下水中氟含量最高达 16.4 mg/L(表 2)<sup>②</sup>, 严重危害当地群众的生命健康。氟中毒病是由于饮用水中氟元素含量超标而导致的疾病, 轻者会引起斑釉病, 重者则患氟骨病、肾损伤及诱发心血管病等。本流域重氟中毒病主要分布于定陶、曹县、成武、嘉祥等地, 地下水中氟异常与本流域地质环境、地球化学环境、水文地质条件等密切相关<sup>[13]</sup>。克山病主要分布在泗水县东南部的山区, 硒缺乏是克山病发病的重要因素, 但缺硒不是克山病唯一的原因<sup>[14]</sup>, 克山病的发生可能是多种因素的综合作用结果。

表 1 氟病区受害人口及氟含量统计 (万人)

Table 1 Statistics of patients and the concentration of fluorine in groundwater in the endemic fluorosis region

病区	轻病区	中病区	重病区	合计	氟含量 (mg/L)
菏泽	33.40	21.60	4.66	59.66	1.20~8.00
济宁	82.32	34.67	8.38	125.38	1.04~16.40
枣庄	2.46	2.04	1.54	6.04	1.10~9.40
泰安	5.12	2.69		7.81	1.05~3.20
总计	123.30	61	14.58	198.88	1.04~16.40

## 3 环境地质问题治理对策

本流域环境地质问题类型多、危害程度重, 应从多方面对其进行综合治理。(1) 建立完善的适应跨地区的流域环境管理体制。南四湖流域的环境地质问题涉及到煤炭、化工、轻工、建材、纺织、电力等多个工业部门, 单靠一个行业或部门的力量远远不够, 应成立统一的流域环境管理机构, 建立完善的流域环境管理体制, 统一组织、管理流域环境的规划、整治实施。(2) 切实加强流域环境治理的力度, 落实治理规划的实施。尽管各级政府已对环境治理的重要性有了很高的认识, 但重经济效益、轻视环境效益的倾向仍十分突出。各级政府必须加强环境保护治理的投资力度, 应将环境治理纳入基本建设和技术改造投资计划, 增大投资比例, 多渠道筹措资金。可考虑适当提高水资源管理费、排污费等用于环境治理,

同时, 应通过加强有效管理的执法力度, 控制和减少各工业部门的排污程度, 对煤矿区通过加强环境监测管理、煤炭资源综合利用、技术工艺改造、地下水供排结合、综合利用、注重加强开采区塌陷治理等措施, 减缓对流域环境的压力等。(3) 加强对流域环境的综合研究与治理。水体污染、水土流失、泥沙淤积、区域地下水水位下降、地面塌陷、地方病等是南四湖流域突出的环境地质问题, 涉及多个部门、多个行业, 既有自然因素的原因, 又有人为因素原因, 因此, 对流域环境问题的治理是一项复杂的系统工程。这需要从流域整体出发, 多方面考虑环境地质问题的影响因素。

## 参考文献 (References)

- [1] 金相灿, 刘树坤, 章宗涉, 等. 中国湖泊环境[M](第二册). 北京: 海洋出版社, 1995. 274~288.  
Jin Xiangcan, Liu Shukun, Zhang Zongshe, et al. Lakes in China—Research on Their Environment[M]. Beijing: China Ocean Press, 1995. 274~288 (in Chinese with English abstract).
- [2] 山东省地质矿产局. 山东省环境地质图集[M]. 济南: 山东省地图出版社, 1996. 5~6.  
Shandong Bureau of Geology and Mineral Resources. The Atlas of Environmental Geology of Shandong Province[M]. Jinan: Shandong Provincial Cartographic Publishing House, 1996. 5~6 (in Chinese with English abstract).
- [3] 蒋自巽, 季子修, 于秀波, 等. 苏鲁豫皖接壤地区的环境特征及水环境问题[J]. 地理学报, 1998, 53(1): 49~57.  
Jiang Zixun, Ji Zixiu, Yu Xiubo, et al. Environmental features and water environmental problems in the region bordering Jaingsu, Shandong, Henan and Anhui Provinces[J]. Acta Geographica Sinica, 1998, 53(1): 49~57 (in Chinese with English abstract).
- [4] 哈承佑. 环境地质学进展与展望[J]. 水文地质工程地质, 1999, 26(5): 24~29.  
Ha Chengyou. Progress and Prospect in environmental geology [J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 1999, 26 (5): 24~29 (in Chinese with English abstract).
- [5] 叶敦和, 尹善春. 21 世纪中国煤地质与勘探展望[J]. 地学前缘, 1999, 6(增刊): 9~15.  
Ye Dunhe, Yin Shanchun. Coal geology and exploration prospect of China in 21 st century[J]. Earth Scicence Frontiers, 1999, 6 (Suppl): 9~15 (in Chinese with English abstract).
- [6] 赵志海, 许善宽. 兖州矿区煤矿塌陷地状况与综合治理途径[J]. 中国矿业大学学报, 1999, 28(增刊): 60~63.  
Zhao Zhihai, Xu Shankuan. A study on state and comprehensive control ways of subsided land of Yanzhou coal mining area in China [J]. Journal of China University of Mining Technology, 1999, 28 (Suppl.): 60~63 (in Chinese with English abstract).
- [7] 叶青超, 陆中臣, 杨毅芬. 黄河下游河流地貌[M]. 北京: 科学出版社,

① 山东省地质科学实验研究院. 菏泽地区矿产资源综合调查报告. 2000.

② 山东煤炭地质工程勘察研究院. 南四湖流域环境地质调查与评价. 2002.

- 1990.1~35.
- Ye Qingchao, Lu Zhongchen, Yang Yifen. The River Geomorphology in the Lower Yellow River[M]. Beijing: Science Press, 1990. 1~35 (in Chinese with English abstract).
- [8] 郭永盛. 历史上山东湖泊的变迁[J]. 海洋湖泊通报, 1990, 12(3): 15~22. Guo Yongsheng. Historical changes in lakes of Shangdong [J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 1990, 12 (3): 15~22 (in Chinese with English abstract).
- [9] 郎丽如. 南四湖形成问题初探[J]. 海洋湖泊通报, 1983, 5(1): 31~38. Lang Liru. A preliminary study on formation of the Nansi habstractu lake[J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 1983, 5(1): 31~38 (in Chinese with English abstract).
- [10] 韩昭庆. 南四湖演变过程及其背景分析[J]. 地理科学, 2000, 20(2): 133~137. Han Zhaoqing. The evolution of the Nansihu Lake and analysis of its historical background [J]. Scientia Geographica Sinica, 2000, 20 (2): 133~137 (in Chinese with English abstract).
- [11] 王玉俭, 杨枫林. 水土保持—水资源保护的战略措施 [A]. 见: 胡政, 等主编. 水资源与水旱灾害研究[C]. 北京: 地震出版社, 1999. 183~186. Wang Yujian, Yang Fenglin. Soil and water conservation—strategic countermeasures of water resources protection [A]. In: Hu Zheng, et al (eds.). Research on Water Resources and Drought—flood Disasters [C]. Beijing: Seismological Press, 1999. 183~186 (in Chinese with English abstract).
- [12] 张祖陆, 孙庆义, 彭利民, 等. 南四湖地区水环境问题探析[A]. 见: 胡政, 等主编. 水资源与水旱灾害研究 [C]. 北京: 地震出版社, 1999. 168~173. Zhang Zulu, Sun Qingyi, Peng Limin, et al. Analysis on the problems of the water environment in the region of Nansihu Lake [A]. In: Hu Zheng, et al(eds.). Research on Water Resources and Drought—Flood Disasters [C]. Beijing: Seismological Press. 1999. 168~173 (in Chinese with English abstract).
- [13] 鲁孟胜, 吴恩江, 李明建. 鲁西南浅层高氟地下水成因的水文地球化学研究[J]. 煤田地质与勘探, 2001, 29(5): 39~42. Lu Mengsheng, Wu Enjiang, Li Mingjian. Study on the hydrogeochemistry genesis of high fluorine shallow-bed groundwater in south-western Shandong Province [J]. Coal Geology Exploration, 2001, 29 (5): 39~42 (in Chinese with English abstract).
- [14] 陈清, 卢国理. 微量元素与健康 [M]. 北京: 北京大学出版社, 1989. 166~176. Chen Qing, Lu Guocheng. Trace Elements and Health [M]. Beijing: Peking University Press, 1989. 166~176 (in Chinese with English abstract).

## Comprehensive environmental-geological survey of the Nansi Lake drainage area, southwestern Shandong

LU Meng-sheng<sup>1</sup>, KONG Fan-shun<sup>2</sup>, ZHUANG Xue-hou<sup>3</sup>

- (1 Shandong Research Institute of Coal Geology & Engineering Prospecting, Tai'an 271000, Shandong, China;  
2. School of Resources & Geoscience, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, Jiangsu, China;  
3. Department of Geology & Survey, Jiangzhuang Coal Mine, Tengzhou 279519, Shandong, China)

**Abstract:** There are various environmental-geological problems in the Nansi Lake drainage area. Problems including water pollution, geological disasters of mines, environmental abnormality of groundwater, siltation of Nansi Lake and endemic diseases are discussed. Coal mining has an active influence on the evolution of Nansi Lake. The lake and main rivers flowing into the lake have been highly polluted under the influence of anthropogenic activities. Environmental geological hazards caused by development of local coal resources are very serious in the drainage area. The surface collapse area in the drainage area is up to 112.395 km<sup>2</sup>. The amount of various solid waste totals to 64.1268 million tons, covering over 595.13 ha. Groundwater resources in the mine district have been destroyed badly due to a large amount of mine drainage. Endemic fluorosis and chronic keshan disease are the main endemic diseases due to the high concentration of fluorine in shallow-layer groundwater and lack in selenium in food and water respectively. On the basis of a comprehensive analysis of these environment-geological problems in the drainage area, measures for environmental control have been put forward in detail in the paper and various influencing factors should be considered in treating environment-geological problems in this area.

**Key words:** environmental-geological problem; Nansi Lake drainage area; mine; endemic diseases