

# 胜利油田天鹅湖水源地水质演变规律及其保护

冯克印<sup>1 2</sup> ,刘善军<sup>2</sup> ,徐永林<sup>3</sup> ,姚春梅<sup>1 2</sup> ,姚英强<sup>2</sup> ,王元波<sup>2</sup>

( 1. 中国地质大学水资源与环境学院 ,北京 100083 2. 山东省地质环境监测总站 ,山东 济南 250014 3. 胜利石油管理局供水公司 ,山东 东营 257097 )

摘要 通过对天鹅湖水环境质量现状的调查、监测 ,天鹅湖供水水源地已不能达到饮用水标准。查明了天鹅湖受污染的主要原因 ,分析了天鹅湖年内及多年来的水质演化趋势 ,揭示了天鹅湖多年引黄水量及其水质动态变化规律。最后提出天鹅湖水环境保护措施 :只有从污染源控制、增加引黄水量、引黄次数、补源改良、宏观上加强管理控制和建立预警监控系统等多方面着手 ,才能保证天鹅湖水源地可供水量及供水水质 ,真正发挥胜利油田后备供水水源地的功能。

关键词 :天鹅湖 ;水质污染 ;演化规律 ;保护对策

中图分类号 :X502 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X( 2007 )06-0015-04

## Water quality variations and protective measures of Swan Lake water source region of Shengli Oilfield

FENG Ke-yin<sup>1 ,2</sup> , LIU Shan-jun<sup>2</sup> , XU Yong-lin<sup>3</sup> , YAO Chun-mei<sup>1 ,2</sup> , YAO Ying-qiang<sup>2</sup> , WANG Yuan-bo<sup>2</sup>

( 1. School of Water Resources and Environment , China University of Geosciences , Beijing 100083 , China ; 2. Shandong Monitoring Center of Geological Environment , Jinan 250014 , China ; 3. Water Supply Company of Shengli Petroleum Administration Bureau , Dongying 257097 , China )

Abstract :It was found out that the source region of the Swan Lake can not meet the drinking water standard by investigation and monitoring about current situation of water environment . The main causes of water pollution were pointed out . The changes of water quality this year and in recent years were analyzed and the dynamic rules between water quality and water diversion from the Yellow River were revealed . Finally , water environmental protective measures for the Swan Lake were proposed . It was pointed out that only by controlling the pollution sources , increasing water volume transferred from the Yellow River and water diversion frequency , improving the water quality of water transferred from the Yellow River , strengthening management control in policy , and establishing an early-warning and monitoring system , can the available water quantity and the quality of water supply be guaranteed , and the Swan Lake can be the standby source region for water supply of Shengli Oilfield .

Key words Swan Lake ; water pollution ; rule of variation ; protective measures

天鹅湖供水水源地为亚洲最大的人工平原水库 ,由胜利油田 1986 年 3 月建成投入使用 ,如今 ,天鹅湖库区不仅是胜利油田和东营市生产、生活的主要淡水水源 ,而且也是东营市境内著名的旅游景点。天鹅湖位于东营市东城东南方向 15 km 处 ,东面濒

临渤海湾 ,南北长 9.5 km ,围堤长 24.6 km ,隔堤长 7.7 km ,堤高 5m ,水域面积为 63 km<sup>2</sup> ,水源来自黄河 ,经五千渠引入黄河水 ,库容量为 1.14 亿 m<sup>3</sup>。天鹅湖为黄河三角洲生态环境保护区内的主体部分 ,拥有丰富的渔业资源和鸟类资源 ,为山东省著名的旅

基金项目 :山东省政府基金(鲁国土资发[2004]190 号)  
作者简介 :冯克印(1970—)男 ,山东兖州人 ,高级工程师 ,硕士 ,从事水文地质、工程地质、环境地质勘查与研究工作。E-mail :fengkeyin2006@126.com

游风景区,被山东省旅游局列为黄金旅游景点,现为国家 AA 级旅游风景区。

# 1 水环境质量现状

## 1.1 水环境质量评价

因天鹅湖水库为东营市的后备水源地,依据当地规划,采用 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》中Ⅲ类水质作为评价标准,评价方法采用单因子污染指数法。经评价,天鹅湖水质中的石油类、TN、DO、COD、BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Mn</sub>均已超过地表水Ⅲ类标准,湖水水质已达不到地表水Ⅲ类标准,不适宜饮用。经污染级别的划分,水环境质量属中污染级别。

## 1.2 富营养化评价

a. 浮游植物指标法评价。浮游植物的种类和数量是水体富营养化程度的重要标志。根据 2005 年 10 月采集富营养化样品分析,天鹅湖水库浮游植物种类中,蓝藻、绿藻是水库内浮游植物的优势种。由此判断,天鹅湖水体属重富营养化状态。

b. 营养状态指数(TSI)法评价。2005 年 10 月测定的天鹅湖水体透明度结果及评价结果显示:天鹅湖水体的 TSI 值均大于 53,表明天鹅湖水体处于富营养化状态,与前面浮游植物优势种指标评价的结果相一致。

# 2 水环境质量综述

造成天鹅湖水环境质量较差的主要原因是来自旅游、餐饮、养殖及鸟类栖息等方面的污染。

## 2.1 餐饮、旅游污染

天鹅湖是在广南水库的基础上建起的集观光、娱乐、食宿的综合性水上旅游休闲度假区。旅游业对天鹅湖的影响体现在餐饮点污水排放及湖内游船燃料的石油类污染。重点污染区分布在湖的北部及东部,尤其在天鹅湖的北部石油类质量浓度达 0.48 mg/L,远超出地面水Ⅲ类标准。中心岛上分布的餐饮点,排放的污水导致水体中 TN、COD、BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Mn</sub>的增高。

## 2.2 养殖污染

养殖对水库的影响主要表现在:①造成水质物理性质的变化,使水体浑浊,透明度降低,味道变差;②因饲料、鱼粪的排放腐化,可使水体中的 COD、BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Mn</sub>、TP、TN 含量增加及水体富营养化。

## 2.3 鸟类栖息污染

天鹅湖环境开阔,景观独特,四季水鸟不绝,种类繁多。特别是每年 11 月至次年 4 月大批国家二级保护动物天鹅的相约而至,给广阔的水库增加了蓬勃生机和活力。但鸟类活动对天鹅湖造成了一定

程度的污染,可导致水体的 COD、BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Mn</sub>、TN 含量的增加及水体富营养化。

# 3 水源地水质演化

## 3.1 年度内水质变化

根据 2005 年度 1~12 月份天鹅湖水质监测资料分析(图 1),高锰酸钾指数、硫酸盐及氯化物组分含量在 6~7 月份最低,10~11 月份含量达到最高。由高锰酸钾指数、硫酸盐及氯化物质量浓度变化可知,自年初的 1 月份至年末的 11 月份呈升高趋势,水质变差。溶解氧的质量浓度变化显示,水体有机污染加重,富营养化程度较高。造成水体较差的主要原因是引黄水量小,湖面水面蒸发强度较大,进而造成了水体盐分的聚集和浓缩,加之湖中鱼类的繁衍、多种鸟类的栖息,不可避免造成水体污染,水质变差。

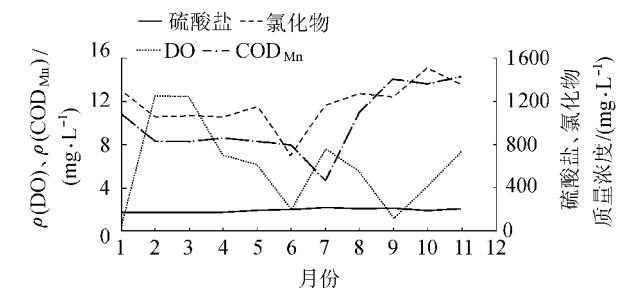


图 1 2005 年水质动态

## 3.2 多年水质演化规律

为分析天鹅湖多年来的水质变化规律,选取 1993 年~1996 年 3 月、1999 年 3 月、2001 年~2005 年 3 月的水质化验结果进行分析,由图 2 观察,1993~2001 年硫酸盐、氯化物及高锰酸钾指数含量变幅不大,较为稳定,自 2002~2005 年各组分含量尤其是氯化物及高锰酸钾指数呈升高的趋势,变幅较大,且于 2003 年达到最高值,说明天鹅湖在 2003 年度内水质比其他年份差。从硫酸盐、氯化物及高锰酸钾指数质量浓度变化可知,1993~2005 年水质主要组分含量总体呈升高的趋势,水质变差;1993~1999 年溶解氧含量变化不大,水质较为稳定,自 2001~2005 年溶解氧含量变化幅度较大,湖体水质处于不

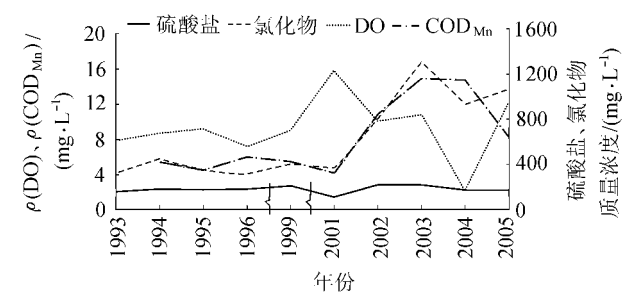


图 2 多年水质动态

稳定状态。2001 年引黄时间约在 2~3 月份,一定程度上改善了水环境质量,溶解氧含量达到历年最高值,说明该阶段水质较好。之后几年,受旅游业、鱼类养殖业的影响,水体受到污染,溶解氧含量呈逐年降低的趋势,至 2004 年降至最低,说明水质有机污染加重,富营养化程度加重,受引黄水量(2005 年 2 月)影响,2005 年 3 月份水体水环境质量得到一定程度的改善,溶解氧含量增高。

#### 4 多年引黄水量与水质动态

据资料显示,天鹅湖每年引黄河水量分布不均,尤其是近几年引黄水量逐渐减小。2001~2004 年引黄水量在 2658 万~7582 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ,但在 2005 年引黄水量锐减至 617 万  $\text{m}^3$ ,引黄水量多寡是影响天鹅湖水质组分含量变化的主要因素(图 3),如 2001~2002 年引黄水量偏少,加之 2003 年引黄时间较晚(11 月份),致使天鹅湖水化学组分含量(年平均值)在 2001~2003 年呈逐年上升的趋势,2003 年达到最高。2003 年引黄时间为 11 月份,引黄水量较大,对 2004 年的水质改观明显,降低了 2004 年的水化学组分含量。2004~2005 年引黄水量逐年递减,水质组分含量升高。引黄水量的减少,也使得 2005 年度内的天鹅湖水源储备不足,加之该库区水面蒸发量较大,库区水体变浅,水循环条件变差,蒸发浓缩作用加强,进而导致天鹅湖水环境质量总体下降。

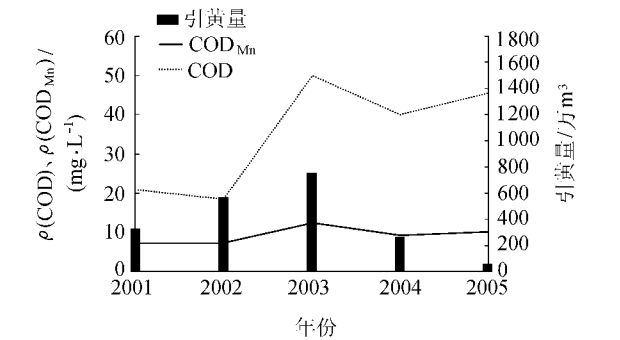


图 3 多年引黄水量与水质变化

#### 5 水环境保护对策

目前天鹅湖水质处于中污染状态,其污染主要来源于水上旅游、餐饮、鱼类养殖、多种鸟类栖息等。因此,在制定保护措施时,要兼顾环境保护与社会经济两方面的因素。

##### 5.1 控制污染源

以地面水Ⅲ类标准作为环境目标,保护措施以饮用水水质标准为目标。

天鹅湖水体本身主要污染源:水上旅游、餐饮、鱼类养殖及鸟类栖息等。水上旅游和餐饮对库水中

的石油类、氨氮类、微生物指标影响最为明显,应取消水上旅游和餐饮,否则,库水环境质量很难达到规划目标。库中的鱼类资源丰富,鱼类对水质的影响主要是水体浊度升高,透明度下降、有异味,使水中的 COD、总氮、总磷、 $\text{BOD}_5$  等含量增加,需氧量下降,造成水体富营养化,还会增加底泥污染。这些污染对水质的破坏和效益相比得不偿失。

引黄渠道及其周边的污染源有餐饮店和生活污水,直接或间接对引黄渠道水环境构成威胁,应该予以整治,污染单位坚决取缔。

##### 5.2 增加引黄水量及引黄次数

天鹅湖水质已达不到 GB 3838—2002《国家地表水环境质量标准》Ⅲ类水标准,其主要原因之一就是长期得不到黄河水的补充,进而导致水体的富营养化程度较高,部分组分呈严重超标状态。如果增加每年的引黄次数及引黄水量,尤其是在每年的丰水季节增加引黄水量,这样既可以对天鹅湖的水质进行有效改良,提高水环境质量,又能增加天鹅湖的可供水量,在枯水年份发挥后备水源地的功能,提高供水保证率。

由天鹅湖多年引黄水量及其与水质动态变化规律(图 3),分析 2003~2005 年年度内水质变化趋势。由图 4 可知:一般在每年的 6~9 月份化学组分含量较高,水质较差,可以在上一年年末或本年 1~5 月份引用黄河水,引黄次数应在 2 次以上,每次的引黄水量可在 5000 万  $\text{m}^3$  左右。通过加大引黄水量和增加引黄次数,得到了补源换水,加快了水循环,改善了水体质量。例如,若要改善 2006 年的水体质量,可根据 2005 年的月水质监测资料,在 2005 年末、2006 年初引黄,次数应不少于 2 次。并统计每次的引黄水量及引黄时间,结合引黄前后的天鹅湖水质监测资料,综合分析,建立水质与引黄水量关联度数学模型,找出引黄水量大小与水质变化的关联性,根据预测的水质变化趋势,指导下一次引黄水量大小及引黄时间,这样就可保证天鹅湖供水水质。

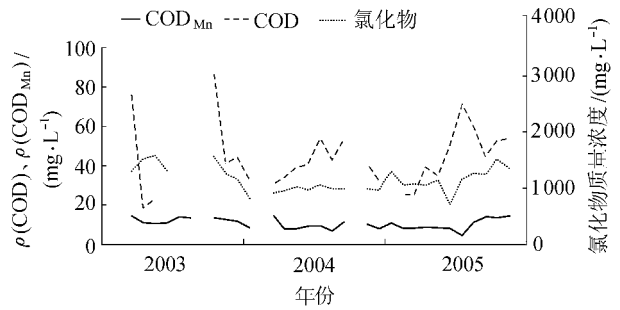


图 4 年内水质动态变化

##### 5.3 宏观上加强管理控制

a. 通过国民经济发展规划,对天鹅湖周边区域

内环境质量实施宏观控制,逐步形成有利于水环境管理和保护的格局。

b. 建立天鹅湖水环境管理监控系统,采用先进的技术对库区及引黄渠道水环境状况实施有效监测,为管理决策提供依据。

c. 加大宣传力度,提高全民水环境保护意识,提高责任感和自觉性,营造一个保护水环境、保护水资源、人人有责的社会氛围。

#### 5.4 建立预警监控系统

天鹅湖作为胜利油田和东营市的后备供水水源地,要保证供水安全,除加强水环境保护以外,必须建立科学严密的供水预警及监控系统,随时掌握天鹅湖水资源动态,及时准确地监控、预报水情变化,区别不同情况采取及时有效的应变和控制措施。

a. 系统建设的基础条件。系统的建设和运行必须建立在对水环境全面管理的基础上,主要技术参数包括:天鹅湖库区及引黄渠道污染源的分布及污染物排放特征;降水分布特征;天鹅湖来水、蓄水、供水、放水参数;库容分布、水位、水深、水温年内变化特征;湖水水质季节性变化特征;湖内养殖及影响分析;供水要求等。

b. 监控主要目标和内容。系统监控的主要目

标有 2 个:污染源和湖水质量。①监控天鹅湖、引黄渠道及其周边污染物的排放量和特征;②监控引黄渠道入库水量、入库水质状况、天鹅湖水水质动态变化情况。

c. 建设内容。①在天鹅湖中心岛建立气象观测站 1 个,监测湖区降水量、蒸发量。②在五干渠建立 2 个标准测流断面,进行断面流量监测,及时掌握黄河水的引入量、渗漏量。③污染源监测点:根据引黄渠道及其周边范围内的污染源分布情况,建立污染源监测点。④在五干渠测流断面进行水质监测,及时掌握引黄渠道水质状况。⑤分别在天鹅湖的引黄入口处、库区东、西、南、北和湖心设立水质监测点。

#### 6 结 语

天鹅湖是胜利油田和东营市的后备水源地,在当今水资源短缺时期,水源储备功能应该不断加强,引黄次数、引黄水量应该不断增加,进而改善库区水环境质量。只有这样,在其他水源地调水达不到油田供水的情况下,能真正发挥其后备供水水源地的作用。

(收稿日期 2006-08-03 编辑 舒 建)

全国中文核心期刊 中国科技核心期刊  
全国水利系统优秀期刊 华东地区优秀期刊 江苏省优秀期刊

## 《水利水电科技进展》征订启事

(邮发代号 28-244, CN32-1439/TV, ISSN1006-7647, 双月刊, A4 开本)

《水利水电科技进展》由河海大学主办,是全国中文核心期刊,中国科技核心期刊,全国水利系统优秀期刊,华东地区优秀期刊,江苏省优秀期刊。主要刊登水科学、水工程、水资源、水环境、水管理方面的科技论文,主要栏目有水问题论坛、研究探讨、工程技术、水管理、专题综述、国外动态等,适合与水利、水电、水科学、水工程、水资源、水环境有关的科研、工程、管理人员以及大专院校师生阅读。

《水利水电科技进展》由邮局发行,邮发代号:28-244,2008 年每期定价 10 元,全年 6 期共计 60 元。可在全国各地邮局订阅,也可直接向编辑部订阅。

编辑部地址 210098 南京市西康路 1 号 河海大学《水利水电科技进展》编辑部

联系电话 (025) 83786335 传真 (025) 83786335

E-mail: jz@hhu.edu.cn

http://kkb.hhu.edu.cn