

崂山水库污染源评价分析及治理对策

陈 芳 包慧娟

(青岛市环境保护局, 266061)

摘 要 本研究从生活源污染、畜禽养殖业污染、化肥及农药施用的面源污染 3 个方面, 分析了崂山水库上游的污染现状, 并根据实地调查基础资料, 对崂山水库上游污染物入库量和崂山水库的最大纳污量进行了评价, 提出了崂山水库上游污染治理的建议对策。可为崂山水库污染物控制提供数据支持, 并可为类似地区污染物控制管理提供参考。

关键词 崂山水库 污染源 饮用水源 治理对策

中图分类号 X824 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2013)04-0104-05

Assessment of pollution sources in Laoshan Reservoir and its countermeasures

CHEN Fang BAO Hui-juan

(Qingdao Municipal Environmental Protection Bureau, 266061)

ABSTRACT Pollution management of water source is a guarantee for the safety of urban drinking water. In this study, the pollution status of the upstream of Laoshan Reservoir was quantitatively assessed in three aspects, including domestic pollution, poultry and livestock pollution, and agricultural non-point pollution. According to the field investigation data of the environment pollution, the pollutants loading and pollutants capacity of Laoshan Reservoir were also quantified. Finally, several countermeasures were proposed for improving the water quality of Laoshan Reservoir. This study may provide support for pollution control of Laoshan Reservoir and similar areas.

KEY WORDS Laoshan Reservoir Pollution source Drinking water source
Control measures

饮用水水源地的环境保护和污染源治理是我国城市化进程中的一个重要问题和研究热点(车越等 2007; 刘培斌 2007; 孙元奎等 2009; 朱红云等 2004; 陈冰 2009; 陈冰照 2003; 杨爱玲等 2000), 崂山区是青岛市的重要饮用水源地, 是全国知名品牌崂山矿泉水和青岛啤酒的重要用水基地。崂山辖区内的崂山水库是青岛市主要饮用水源地之一, 对崂山水库的区域环境保护工作的责任重大。近年来, 崂山水库上游旅游业的发展, 带动了其周边农家宴的蓬勃发展, 这导致了崂山水库上游餐饮业废水排放量剧增。这些餐饮业废水部分未经处理直接排入河道, 汇入崂山水库, 对崂山水库水质造成一定程度的影响。此外, 崂山水库上游

还存在一定数量的规模化畜禽养殖企业和农业种植用地,对崂山水库水质安全存在一定威胁。为了更好地促进人与自然的和谐发展,促进崂山水库区域环境的可持续发展,本研究在全面调查分析其汇水区域环境现状的基础上,对主要环境问题的解决方案进行探讨。

1 区域环境概况

1.1 自然状况

青岛市崂山区位于山东半岛南部、青岛市东南部,东、南濒临黄海,总面积 389.34 km²,海岸线长 103.7 km。该区域属暖温带季风型大陆性气候,历年平均降水量 849.9 mm。崂山水库上游北宅街道境内汇水区域内主要河流有凉泉河、五龙河,这两条河贯穿北宅街道办事处 30 个行政村。崂山水库主库区位于崂山区和城阳区的交界处,兴建于 1958 年,总库容 5 601 万 m³,兴利库容 4 798 万 m³,平均年供水量约 3 000 万 m³,水面面积约 5 km²,汇水区流域面积约 85.1 km²。

1.2 区域环境主要问题

1.2.1 生活污水和餐饮业废水的排放问题

崂山水库上游流域约有 30 个行政村,汇水区流域总人口约为 2.1 万人,人口密度 363 人/km²。崂山水库上游区域由于缺乏环境基础设施,生活污水和餐饮业废水得不到有效收集和治理,居民生活污水大都是直接排入环境。近年来,崂山水库上游农家宴迅速兴起,但污水处理配套设施不完善,导致部分餐饮业废水没有得到有效处理而直接汇入环境。这些污水的汇入,影响了崂山水库的水质,是水源地水质安全的较大隐患。

1.2.2 畜禽养殖业污染

崂山水库上游存在少量的畜禽养殖场和部分畜禽散养户,由于缺乏集中处理设施,部分畜禽粪尿得不到有效处理而直接排入环境。有些未及时处理畜禽粪便随意堆放,导致在降雨季节随着地表径流进入汇水区域。

1.2.3 化肥及农药的使用

崂山水库上游居民经济收入以种植业为主,有耕地 782.31 hm²,园地 1 641.93 hm²。我国化肥利用效率很低,氮肥利用率仅为 30%~35%;磷肥为 10%~20%;钾肥为 35%~50%;平均比发达国家低 15%~20%。大量流失的养分通过各种途径进入环境,引起农田土壤污染及水体的有机污染和富营养化。

2 区域环境污染现状调查与评价

2.1 居民生活污染源

崂山水库上游有居民 2.1 万人,根据全国污染源普查《生活源系数手册》和生活污水污染物排放系数,青岛属于二区一类城市,因而崂山区居民生活污染物排放系数为:化学需氧量,79 g/人·d、总磷 1.16 g/人·d、总氮 13.9 g/人·d、氨氮 9.7 g/人·d、动植物油 2.0 g/人·d,据此可计算出上游生活源的各项污染物排放量见表 1。



图1 崂山水库水系

Fig. 1 The catchment of Laoshan Reservoir

表1 崂山水库上游各类污染源排放量

Table 1 The pollutant sources in the upstream of the Laoshan Reservoir

污染物指标 Pollutant index	居民生活 Sewage	餐饮业 Restaurant	畜禽养殖 Livestock and poultry	农业源 Farmland	汇总 Total
化学需氧量 COD (t)	582.01	46.42	0.96	--	629.39
总磷 TP (t)	8.55	0.17	0.08	0.06	8.86
总氮 TN (t)	102.4	1.51	0.16	2.79	106.86
氨氮 NH ₄ -N (t)	71.46	0.79	0.06	--	72.31
动植物油 Oil (t)	14.73	5.63	--	--	20.36

2.2 餐饮业污染源

崂山水库上游餐饮业农家宴的发展是随着近年来旅游业的发展而兴起的,根据崂山区污染源普查统计结果,2008年度崂山水库上游有农家宴51家。全国第一次污染源普查《生活源系数手册》规定,小型餐饮业污水产生量的核算系数为0.1 t/餐位·d(排污系数手册 2007),崂山水库上游农家宴多为季节性经营,一般为90 d的经营期间。崂山区餐饮业污染物排放系数为COD,122 g/餐位·d,总磷0.45 g/餐位·d,总氮3.96 g/餐位·d,氨氮2.07 g/餐位·d,动植物油14.8 g/餐位·d。由表1可知,2008年崂山水库上游餐饮业中,各项主要废水污染物指标排放量分别为:COD 46.42 t、总磷0.17 t、总氮1.51 t、氨氮0.79 t、动植物油5.63 t。

2.3 畜禽养殖污染源

根据统计资料,2008年崂山水库上游区域养殖猪400头、鸡40.29万只,猪的排放系数为:化学需氧量20 kg/只·yr、氨氮1.63 kg/只·yr、总氮3.4 kg/只·yr、总磷1.26 kg/只·yr。由于部分畜禽粪使用作有机肥施用园地,按畜禽污染物排放量12%进入环境。则畜禽养殖业污染物排放量见表1。

2.4 农业污染源

崂山水库上游有耕地782.31 hm²,园地1641.93 hm²。目前我国氮肥利用率只有约32%,磷肥利用率不到20%,其余部分除了农作物吸收、土壤固定外,相当一部分将随径流、淋洗进入沟渠,并最终污染水体。根据农药和化肥的施用量和损失率,得到农业源污染总磷为0.06 t/yr,总氮为2.79 t/yr。

2.5 崂山水库环境容量

湖库型水源地保护区允许负荷量计算采用完全混合模型(零维稳态模型)计算水环境容量,假设进库与出库水量平衡,按照质量平衡得到的模型的表述式为:

$$Q(CE-C) = K_1 \cdot V \cdot C$$

式中,CE、C为分别为流入和流出水库的污染物浓度;Q为流入(出)水库的水量;K₁为级反应速率常数;V为水库库容(m³)。

水库允许纳污量计算公式可由上式导出:

$$W = Q \cdot CE \leq (K_1 \cdot V + Q)CS$$

式中,W为容许排污量(t/yr);CS为规定的水质标准(mg/L)。

崂山水库水质执行国家《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅱ类标准,采用完全混合模型计算崂山水库环境容量,见表2。

根据表3可知,崂山水库上游2008年各类污染源总磷的排放量为8.86 t、总氮的排放量为106.86 t、COD的排放量为629.39 t、氨氮的排放量为72.31 t。若按Ⅲ类水质标准,则崂山水库2008年入库量没有超标。若

按Ⅱ类水质标准,则总氮需削减量为 5.61 t/yr,总磷需削减量为 3.8 t/yr。

表 2 崂山水库环境容量计算结果

Table 2 The calculated environmental capacity of the Laoshan Reservoir

污染物指标 Pollutant index	V(m ³ ×10 ⁷)	Q(m ³ ×10 ⁷)	K(1/d)	按Ⅲ类标准 The third class water standard		按Ⅱ类标准 The second class water standard	
				标准值 Standard limit (mg/L)	环境容量 Environmental capacity (t/yr)	标准值 Standard limit (mg/L)	环境容量 Environmental capacity (t/yr)
总氮 TN	4.798	2.738	0.01	1	202.51	0.5	101.25
总磷 TP	4.798	2.738	0.01	0.05	10.13	0.025	5.06
化学需氧量 COD	4.798	2.738	0.01	20	4 050.14	15	3 037.61
氨氮 NH ₄ -N	4.798	2.738	0.01	1	202.51	0.5	101.25

表 3 崂山水库污染负荷削减量分析

Table 3 The analysis of pollution load reduction of the Laoshan Reservoir

污染物指标 Pollutant index	2008 年入库量 Pollutant load in 2008 (t/yr)	按Ⅲ类标准 The third class water standard		按Ⅱ类标准 The second class water standard	
		环境容量 Environmental capacity (t/yr)	需削减量 Reduction needed (t/yr)	环境容量 Environmental capacity (t/yr)	需削减量 Reduction needed (t/yr)
总氮 TN	106.86	202.51	0	101.25	5.61
总磷 TP	8.86	10.13	0	5.06	3.8
化学需氧量 COD	629.39	4 050.14	0	3 037.61	0
氨氮 NH ₄ -N	72.31	202.51	0	101.25	0

根据《青岛市环境质量报告书(2006~2010)》,在 2002~2004 年期间,崂山水库水质连续 3 年达到Ⅱ类标准,在 2005~2010 年期间,连续 6 年水质达到地表水Ⅲ类标准。这充分说明崂山水库的水质受到了汇水区区域环境因素的负面影响。

3 对策与建议

3.1 加强污水管网的建设和中水的循环利用

根据青岛市最新水功能区划(青政发[2010]38号),崂山水库水质目标由原来的Ⅲ类调整为Ⅱ类,根据实地调查结果,崂山水库的总氮、总磷的量超过其Ⅱ类水质目标的环境容量。因而必须对崂山水库上游 38 个村庄的雨污混流水体进行收集处理,以确保崂山水库的入水水质,确保城市饮用水源地的安全。为保证崂山水库水质安全,崂山区政府 2009 年投资 2.1 亿元,敷设污水管网 78 km,污水处理模块两座,该工程将实现库区、景区居民生活环境和生产条件的改善。要进一步改善崂山水库上游汇水区区域环境,必须同时加强污水支管网的配套建设,尽可能地收集上游污水,这样既可以延长水库使用寿命,还能更好地发挥水库的综合利用(郑凡东等 2007;闻常玲等 2008)。

由于灌溉用水废水处理级别较低,可减少水处理成本。崂山水库上游的废水经过生物处理工艺的污水处理模块处理后,中水水质可以满足农业灌溉的用水要求。这样即可节约用水,又能充分利用废水中的肥料,减少化肥使用量,同时可以充分利用土壤微生物和农作物的净化能力,进一步消除污水中的污染物(倪艳芳等 2009;韩 静 2011)。

3.2 加强面源污染和畜禽养殖治理

对崂山水库上游分散的种植业进行综合整治,以减少由于化肥、农药的施用造成的崂山水库水质的影响。科学合理施用化肥,减少肥力流失产生的污染;加强农药污染防治,推广使用高效、低毒、易降解、低残留的生物农药和植物性农药,同时推广生物防虫技术。

政府部门合理规划养殖区域,严禁在崂山水库一级保护区内建设畜禽养殖场,对现有离水源地距离2 000 m以内的养殖场全部搬迁或关闭(孙元奎等 2009;陈冰 2009),减少畜禽养殖业带来的对崂山水库水质的影响。

3.3 建立滨水植被过滤带

以入库河道两侧及湖库周边为重点,通过适当的生物和工程措施,发挥灌木和水生植物的水质净化功能,维系河道及水库周边生态系统,在入库河道湿地种植芦苇等净化能力强的植物。

3.4 建立规范的垃圾收集和管理体系

崂山水库上游流域有约30个行政村,流域总人口约2.1万人,针对生活垃圾,应建立区、街、社区相结合的垃圾管理体系,并制定有效措施,严禁向河道内倾倒垃圾。同时合理布局并增加垃圾投放点、收集点,确保河道两侧无暴露垃圾,社区房前屋后无乱堆放废物,避免雨水冲淋带来的二次污染。

参 考 文 献

- 车越,吴阿娜,杨凯. 2007. 加拿大保护饮用水源的策略及启示. 中国给水排水, 23(8): 19-22
- 刘培斌. 2007. 北京饮用水水源地保护与管理研究. 技术交流与探讨, 10: 138-140
- 孙元奎,李梅,刘存果. 2009. 我国中小城镇饮用水水源地污染源探析. 山东建筑大学学报, 24(2): 119-123
- 朱红云,杨佳山,董雅文. 2004. 江苏长江干流饮用水源地生态安全评价与保护研究. 资源科学, 26(6): 90-96
- 陈冰. 2009. 铁岭地区饮用水水源地污染及防治对策. 环境保护与循环经济, 3: 45-47
- 陈冰照. 2003. 东张水库环境污染现状及保护对策. 福建环境, 20(4): 39-41
- 杨爱玲,朱颜明. 2000. 城市地表饮用水源保护研究进展. 地理科学, 20(1): 72-77
- 国务院第一次全国污染源普查领导小组办公室. 2007. 第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册
- 郑凡东,孟庆义,王培京,金桂琴. 2007. 北京市温榆河水环境现状及治理对策研究. 北京水务, 5: 5-8
- 闻常玲,王莉红,贺徐蜜,金鑫. 2008. 水库型饮用水水源地安全评价及应用. 水资源保护, 24(3): 91-94
- 倪艳芳,何笃光,孙丽,李兴隆. 2009. 黑龙江省饮用水水源地环境现状及污染防治对策研究. 环境科学与管理, 34(5): 60-63
- 韩静. 2011. 凌海市饮用水水源地保护区的划分及保护方案探析. 环境保护与循环经济, 12: 48-49