

# 太原市兰村泉域地下水污染分析

郑 凡

( 万家寨引黄工程管理局 ,山西 太原 030012 )

**摘要** 太原市兰村泉域是山西省省级重点保护泉域 ,近年来 ,由于水资源利用量不断加大 ,泉域地下水水位持续下降 ,甚至干枯 ,同时废污水排放量与日俱增 ,水体污染范围在扩大 ,污染程度有所加重。通过对兰村泉域地下水污染的分析 ,指出了工业污染、农业污染和生活污染是影响该区地下水的主要因素 ,为保证兰村泉域水资源的可持续利用 ,提出了几点泉域水资源管理和保护的措施及对策建议。

**关键词** 地下水 ;水资源保护 ;水污染 ;兰村泉域

中图分类号 :X523      文献标识码 :B      文章编号 :1004-693X(2005)06-0066-03

## Analysis of groundwater pollution in Lancun spring area of Taiyuan City

ZHENG Fan

( Wanjiashai Yellow River Diversion Project Administrative Bureau , Taiyuan 030012 , China )

**Abstract** Lancun spring area of Taiyuan City is an important spring area reserve in Shanxi Province. Because of the increasing utilization of water resources , water table has been dropping , and some areas have even dried up. With the increasing of wastewater discharge , the polluted area is expanding , and the pollution is becoming more and more serious. Based on the analysis of groundwater pollution , it is pointed out that industrial pollution , agricultural pollution and domestic pollution are main factors influencing groundwater quality. Corresponding protection measures and countermeasures are also proposed for the sustainable development of water resources in the spring area.

**Key words** groundwater ; water resources protection ; water pollution ; Lancun spring area

太原兰村泉域位于太原市北部 ,范围包括阳曲县、尖草坪区全境、杏花岭区大部分地区和迎泽区、万柏林区、古交市的局部地区 ,总面积 2 500 km<sup>2</sup> ,是山西省省级重点保护泉域。泉域内裸露灰岩面积 1 360 km<sup>2</sup> ,是岩溶地下水资源的重要补给区。位于尖草坪区上兰村汾河出口处的兰村泉是泉域岩溶地下水的天然排泄点 ,20 世纪 50 年代兰村泉水天然流量达 4.0 m<sup>3</sup>/s ,由于地下水的超量开采 ,该排泄点已于 1987 年断流<sup>[1~3]</sup>。

### 1 兰村泉域地下水水质分析

#### 1.1 浅层地下水水质分析

山区浅层地下水中 Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub>-N、总硬度和矿化度等常规化学组分含量一般都较低 ,但在村镇和工业企业居民集中区 ,含量显著增大 ,超过饮用水

卫生标准 ,如阳曲县东青善、南温川最为典型 ,浅层地下水中也普遍检出微量元素 ,主要污染物为挥发酚、六价铬、氰化物和氟化物 ,但只有个别点因受“三废”企业污染而接近地下水标准或超标。

盆地浅层地下水中常规化学组分由于人为因素的影响 ,含量逐年增大 ,并大量检出 ,局部地区甚至超标。如地下水中的 Cl<sup>-</sup> 高含量分布区集中在城区和引污灌溉区范围内 ,显示出以生活污染为主、工业污染和农业污染为辅的特征 ;SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 含量增大使总矿化度超过饮用水标准 ,导致水环境污染 ;本区域 NO<sub>3</sub>-N 的污染范围多呈点、带状分布 ,主要集中在居民区、工业区和菜田农作物区 ,如太原钢铁厂(以下简称太钢)一带质量浓度高达 539 mg/L ,污染程度较高 ;总硬度和矿化度的污染规律基本一致 ,总硬度含量高的地下水分布区 ,矿化度含量也都较高 ,其污染

作者简介 :郑凡(1966—) ,男 ,山西太原人 ,工程师 ,主要从事水环境评价工作 . E-mail :zff6609@hotmail.com

区域多呈点状或块状分布,这与工业废水的排放密切相关,如古城、阳曲县一带等;微量元素,盆地浅层地下水主要受酚、氟等微量元素污染,检出率高,局部地区超标,氟、砷、汞、铬次之,污染范围多呈点状、块状或带状分布,但基本不超标。

## 1.2 深层地下水水质分析

深层地下水水质总体优良,山区地下水好于盆地地下水。山区深层地下水常规化学组分与微量元素只在个别点略有超标,如石炭系煤系地层水中总硬度较高,超标 0.02~2.52 倍<sup>[3]</sup>,微量元素仅在阳曲县会沟灰岩水中偶有检出,盆地深层地下水污染分布规律与浅层地下水相似,但检出率、检出量均较浅层水低,但在太钢、化工区附近个别项目仍然超标。

# 2 兰村泉域地下水污染分析

## 2.1 20 世纪 90 年代以前的污染概况

20 世纪 90 年代以前的几次排污调查表明:兰村泉域周边地区排放的污水中有害物质含量超过国家规定标准的几倍甚至几十倍,已经污染了地下水,直接危害着人民的身体健康。如太钢地区 1968 年和 1970 年在 6 个浅孔中取样分析(北京市水文队分析)均检出酚、氰化物,而且含量较高;1973 年深孔中取样分析,氰化物质量浓度为 0.012 mg/L,汞质量浓度为 0.016 mg/L,砷质量浓度为 0.033 mg/L;太钢地区九厂 1973 年 5 月份调查废水中有害物质含量很高,太钢新区废水中含氰化物质量浓度 112 mg/L,超过国家标准 223 倍,晋安化工厂内废水含汞质量浓度 0.18 mg/L,超过国家标准 3 倍;1975 年 1 月自来水公司在上兰水厂 2 号泵房检出酚质量浓度为 0.001 mg/L,六价铬质量浓度为 0.004 mg/L;1985 年的调查结果,除山区以外,地下水都不同程度地遭受了污染,如阳曲县会沟灰岩水由于人为污染,酚的质量浓度达 0.023 mg/L,超饮用水标准 10.5 倍<sup>[4~6]</sup>。

## 2.2 20 世纪 90 年代以来的污染分析

由于太原市是能源重化工基地城市,全市重工业比重约占全市工业比重的 67%<sup>[3]</sup>,其中又以高原料、高能耗、粗加工行业居多,在兰村泉域内同样以冶金、化工、电力、造纸、建材、机械等重工业行业为主,其特征为用水量大,废水、废气、废渣排出量也大,造成环境污染比较严重。

污染源类型主要为工业污染源、农业污染源和生活污染源等,分述如下。

### 2.2.1 工业污染

a. 工业废水。据 1991 年以来泉域内工业企业环境统计数据,冶金、化工、电力、造纸、建材、机械等行业为泉域内的工业主体,其产值约占该区工

业总产值的 93%,总耗煤量约占 89.9%,废水排放量约占 85.7%,废渣排放量约占 85.2%。由于废水处理回用量的增加,虽然工业用新鲜水量逐年增加,但废水排放量却逐年递减,废水中的主要污染物石油类和化学耗氧量逐年递减,其他污染物受主要排污企业生产状况、原料中污染物含量变化影响,各年度排放量变化较大<sup>[3]</sup>。

b. 工业废气。兰村泉域工业企业废气的排放主要包括燃料燃烧废气和生产工艺废气两部分。工业废气中主要污染物为烟尘、工业粉尘和二氧化硫,排放量最大的为电力生产供应业,其次为炼焦业及黑色金属冶炼业,三大主要污染行业烟尘排放量占该区排放总量的一半以上,其中电厂 SO<sub>2</sub> 排放量最大,其他两大行业粉尘排放量占到该区排放总量的 80% 以上。

c. 工业废渣。兰村泉域的工业固体废弃物主要由煤矸石、冶炼废渣、粉煤灰、炉渣、尾矿、化工废渣等构成,进入 20 世纪 90 年代,随着采掘业、黑色金属冶炼业及压延工业和电力、煤气及水的生产和供应等行业的快速发展,固体废弃物产生量逐年增加(增长率约 25.4%),在统计的各类固体废弃物中,产生量最大的是煤矸石,其次是粉煤灰,第三是冶炼废渣。据统计,泉域内工业废渣产生量最大的企业为太原钢铁集团有限公司和太原第二热电厂<sup>[3,7]</sup>。

### 2.2.2 农业污染

兰村泉域农业污染主要是由引污灌溉、农药化肥的不合理施用及大量残留在土壤中的塑料地膜因其不可降解性所造成的。

太原市是一个水资源严重缺乏的地区,采用污水灌溉已有近 40 年的历史。近几年来,污灌效益尤为显著,即使水源危机得以缓解,又保证了农作物干旱时期的需水量,但与此同时污灌区的土壤已不同程度地受到了污水中有害物质的污染,影响了地表水、地下水及其环境质量。20 世纪 90 年代以来泉域内引污灌溉占农灌总取水量的一半以上,污水灌溉存在的主要问题就是水质超标,依据 GB 5084—92《农田灌溉水质标准》,对近十年来排污渠水质监测结果分析,超标项目有悬浮物、氰化物和石油类,分别超标 2.25 倍、2.63 倍和 1.36 倍<sup>[3]</sup>。

### 2.2.3 生活污染

兰村泉域生活污染包括生活污水和生活固体废弃物污染。

兰村泉域日排生活污水 4.14 万 m<sup>3</sup>,占全区污水总量的 30%,其中有毒有害物质 11 824 t,生活污水绝大多数都集中在汾河流域排放。

生活固体废弃物主要指生活垃圾、粪便、医院垃圾、建筑垃圾及污泥等。生活垃圾又包括家庭垃圾,农贸集市、机关、学校等公共场所垃圾,流动人口垃圾及清扫街道的垃圾、泥土等。

随着城市煤气化和集中供热的发展和普及,生活垃圾的产生量呈逐年减少趋势,对城市环境和地下水的污染将随之减轻。

#### 2.2.4 其他污染

近年来,乡镇企业在规模、水平、档次和经济效益上都有了较大的提高,它的发展为繁荣农村经济、安置就业、提高农民收入起到了重要作用,但由于种种原因,农村局部生态环境破坏呈加重趋势<sup>[3]</sup>。

另外,降水中酸雨的污染已成为泉域污染的一个重要因素,太原市降水中硫酸盐与硝酸盐之比远大于全国的平均值,一般超过 10 以上。而当出现酸雨时,其比值更大,表现为典型的硫酸型,如 1986 年 5 月 24 日敦化坊, pH 值 5.6,硫硝比值竟高达 14.79。值得一提的是由于近年来环境治理初见成效,泉域内降水污染已开始减轻,泉域内多年未发现酸性降水。

### 2.3 泉域地下水的污染途径分析

#### 2.3.1 上游城市大量排放生活污水和工业废水

近年来随着古交工矿业的飞速发展,废污水排放量不断增加,加上城市市政排水管网不健全,大量未经处理的生活污水和工业废水直接排入汾河,经过泉域上游的汾河渗漏段后,污水垂直入渗污染了地下水。

#### 2.3.2 不合理的污灌

太原市已有近 40 年的污灌历史,引用超标污水进行灌溉和污灌制度与污灌定额不合理等,使土壤受到污染,地下水也随之受到污染。

#### 2.3.3 固体废弃物的污染

兰村泉域内特殊的产业结构决定了其有较大的固体废弃物产生量。工业废渣或生活垃圾等固体废弃物经降水淋溶,在表层渗透条件较好的条件下,污染物随水下渗进入含水层污染地下水。

#### 2.3.4 地下水开采

太原市属于严重缺水城市,多年来地下水一直超负荷开采,因此降落漏斗在不断加大,在泉域内这一点更加明显。另外开采工艺不当或混合开采等造成地下水的串层污染,加速了泉域地下水的污染。

#### 2.3.5 煤矿开采

山西煤炭资源十分丰富,兰村泉域内煤矿的开采量已经具备一定规模,但是,一方面煤矿开采所排的矿坑水污染地表水,而地表水补给浅层孔隙水,导致浅层孔隙水污染;另一方面,采煤对石炭、二叠系

含水层造成破坏,使裂隙水转化为矿坑水,从而使水质产生污染,呈现与矿坑水相同的水质特征,使地下水不同程度受到污染。

### 3 泉域污染防治措施及对策建议

经济的发展必须与人口、环境、资源统筹考虑、综合决策,才能确保当前的快速发展且不损害未来长远的持续发展。为保证兰村泉域地下水水质达到清洁标准,使太原市经济实现可持续发展,提出以下防治措施及对策建议:

a. 坚决贯彻《太原市兰村泉域水资源保护条例》精神,使兰村泉域水资源保护工作得到进一步加强、规范;

b. 在 2004 年关闭 360 眼自备井的基础上,继续加大兰村泉域周边地区的自备井和其他地下水井的关停和限采工作,以彻底扭转地下水超采局面,使长期处于透支状态的地下水系统恢复生态功能,尽快实现禁采区和公共供水管网覆盖区地下水的采补平衡;

c. 最大限度地发挥引黄工程的环境效益和经济效益,尽快改善太原市的地下水环境;

d. 针对泉域内冶金、化工、电力、造纸、采矿等单位排污较重情况,责令污水回用,在兴建或扩建储灰池时必须进行防渗处理,防止对地下水的污染;

e. 针对该地区污染源、污染渠道,建立地表水、地下水水环境监测网络,以监测上游汾河水、泉域内各排污口、地下水补给区和主径流带的水质动态;

f. 太原市大气环境中严重超标物为二氧化硫和总悬浮颗粒,需要对重点污染源进行集中治理,投资技术先进的静电除尘、脱硫设备以及大中型废水处理等设施,逐步分期进行增建或扩建、改造。

参考文献:

- [1] 韩行瑞,鲁荣安,李庆松,等.岩溶水系统——山西岩溶大泉研究[M].北京:地质出版社,1993.
- [2] 孙中惠,刘建忠,郭建新,等.太原兰村泉域水资源保护目标的制定与实践[J].水资源保护,1998(1):43~47.
- [3] 孙磊.太原市兰村泉域地下水质量分析与对策[J].地下水研究,2003(4):47~48.
- [4] 赵永贵,蔡祖煌.岩溶地下水系统研究——以太原地区为例[M].北京:科学出版社,1990.112~144.
- [5] 张凤岐,李博涛.中国北方岩溶地下水系统和开发利用中的几个问题[J].中国岩溶,1990(1):7~14.
- [6] 朱远峰.中国岩溶水系统和岩溶水资源研究进展[A].工程地质·水文地质·环境地质论文集[C].北京:地震出版社,1993.194~199.
- [7] 刘建忠.太原二电厂灰场对兰村泉域岩溶水资源影响分析[J].山西水利,2003(6):21~22.

(收稿日期 2004-03-24 编辑 徐娟)