

枣庄市十里泉地下水环境问题的初步研究^D

曾宪同

(山东省地质矿产局第三水文地质工程地质大队)

提要 本文通过多年的监测资料,对十里泉水源地的过量开采和“三废”排放所引起的地下水环境问题进行了初步的探讨,并提出了治理和预防的措施。

一、前言

十里泉为一岩溶大泉,其流量之大,水质之好著称于鲁南。60年代后期作为枣庄市的主要供水水源地,保证了该市工农业生产及生活用水的需要,促进了经济建设的发展与繁荣。但由于长期对其盲目的开采,致使泉水断流,水位下降,产生数十处地面岩溶塌陷。工业“三废”的任意排放,使地下水严重污染,从而给当地人民的生命财产造成了较大的损失。该地区地下水环境的研究,对水资源的综合治理和保护具有一定的实用意义。

二、地质环境及水文地质概况

十里泉地处山东省的南部,隶属枣庄市市中区。位于东西长的椭圆形构造盆地中。地形北高、南低,中部略有起伏。平原区地面标高50—80m,山区为200—300m。南部峰城附近为一敞开口,是地表水流出的主要通道,区内大沙河及其支流由北向南注入运河、河流量受季节性降水的控制,旱季干枯、雨季暴涨,最大洪峰流量为1170m³/S。

太古界泰山群片麻岩构成本区的基底,出露在北部山区,震旦系石英砂岩等广泛发育于盆地四周,组成低山丘陵,奥陶系灰岩、泥灰岩、白云岩分散出露在盆地中南部,并大部浅埋于地下,石炭二叠纪煤系地层组成盆地腹部,并覆盖有厚度小于10m的第四系松散沉积物。

区内分布着一系列北北东向、北西向复式背向斜和北东、北西向两组高角度的逆断层。陶枣、峰城二断层分别控制了盆地的南北边界,与其配套的次一级构造如十里泉断层等分布于主构造的内侧,组成了该盆地基本的构造轮廓(图1)。

奥陶系灰岩、白云岩是区内主要的含水层,埋深50m以上岩溶裂隙很发育。在盆地南

D) 本文1991年9月收到,1993年7月改回。

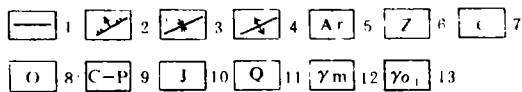
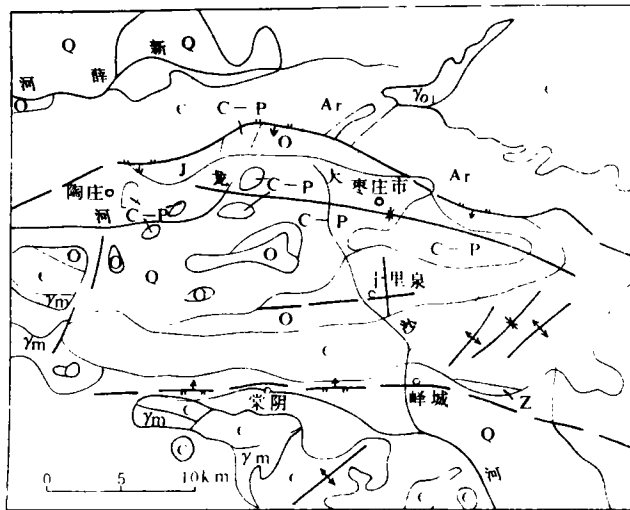


图1 枣庄市十里泉地区地质图

1. 地质界线; 2. 断层; 3. 向斜; 4. 背斜; 5. 泰山群; 6. 震旦系;
7. 寒武系; 8. 奥陶系; 9. 石炭二叠系; 10. 侏罗系; 11. 第四系;
12. 混合花岗岩; 13. 斜长花岗岩。

水集中排泄的通道, 泉水补给来源除降水及汇集寒武、奥陶系岩溶水外, 尚受大沙河水的直接渗漏补给, 而地下水又通过泉水排泄流出地表, 组成了该区的“三水”循环。由于多年来地下水的过量开采, 泉水已于1977年全部干涸。

二、地下水的开发利用

据历史记载十里泉域“沼泽遍布, 泉水四溢”。附近地下水埋深在0.5—3.0m间, 年变幅不超过0.5m。地下水环境基本处于平衡状态。泉水利用始于60年代, 主要为农业季节性灌溉, 日最大开采量不超过10000m³。70年代初枣庄市自来水公司在此建立供水水源地后, 需水量逐年增加, 1975年地下水实际开采量为25300m³/d(不包括农业用水), 1976年泉水出现断流。

随着工业的迅速发展, 各工厂自备水源地陆续在此兴建, 除市自来水公司外, 十里泉电厂、肉联厂、磷肥厂、铁厂、焦化厂等企业先后打井取水。1979年开采量为57000m³/d, 1981年猛增至82000m³/d, 使水源地达到极度紧张状态, 枯水期出现水量不足和吊泵现象。在此情况下, 为缓和水源危机, 十里泉电厂不得不开辟新的水源地, 但在该处仍以30000m³/d进行开采, 而自来水公司又新增两井, 使该水源地总的开采量仍保持在80000m³/d以上。

近年来由于气候干旱, 降水量偏少, 但需水量仍有增无减, 致使地下水位大幅度下

部施工的多个钻孔中分别见有高4.03m(G7号)、3.4m(G41号)、2.7m(G2号)的溶洞多个, 十里泉头开挖大井时曾遇到直径8.3m的大型溶洞。分析该处地下可能为一岩溶裂隙洞穴网。在岩溶裂隙与断层交汇部位形成较为集中的富水区。单井涌水量一般在3000—5000m³/d。

十里泉群位于枣庄市南5km, 出露于奥陶系白云岩中, 该区南部岩溶水向北运动至盆地腹部受石炭二叠系弱透水层阻挡产生回水, 盆地西北部岩溶水向东南运动至十里泉受火成岩脉及断层阻挡形成泉群。著名泉眼有金华泉、沸泉、珍珠泉、喷珠泉、东珠泉、石室泉等。1959年实测总流量为0.22—0.89m³/s。泉域附近地势低洼, 是本区岩溶地下

降。1979—1988年间年平均下降12.65m,枯水期最大水位埋深为35.47m(枣庄市供水报告)。

由于长期过量开采地下水,不仅使地下水水源采补失调,而且也造成了地下水位下降,泉水干涸,地面岩溶塌陷。同时地表污水直接流入或渗透到地下,造成了地下水严重污染。目前地下水水质已不适合饮用水的要求,只能作为工业和农业灌溉用水。近年来枣庄市政府虽然采取了多种方法和措施进行治理,但目前仍难恢复到原来的状态。据“枣庄市城市供水水文地质报告”指出:该水源地可利用的地下水资源量为 $68900\text{m}^3/\text{d}$,但目前实际开采量则为 $82000\text{m}^3/\text{d}$,日超采 $13100\text{m}^3/\text{d}$ 。

三、地下水环境问题

(一)水位下降、漏斗扩展

随着地下水不断的开采,泉域附近地下水水位迅速下降,上部含水层逐渐被疏干。目前已形成以十里泉为中心,长轴呈近东西向、水面形态东陡、西缓、北西高、南东低的簸箕状的降落漏斗(图2)。

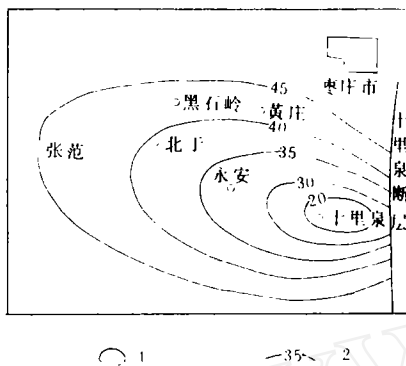


图2 十里泉等水位线略图(1989年)

1. 等水位线; 2. 水位标高

降落漏斗的扩展主要受开采量和降水量的影响,降水量大的年份,漏斗范围缩小,边缘水位变陡。降水量少开采量大的年份,水位急剧下降,漏斗范围扩大、边缘水面变缓。据多年监测资料可知:1975年以前水位埋深小于6m时,漏斗范围约 4km^2 。1976—1980年开采量增大,降水量接近常年($600\text{—}700\text{mm}/\text{d}$),水位埋深降至 $8\text{—}10\text{m}$ 间、漏斗范围向西扩展至黑石岭和北丁一线),面积约 34km^2 。1981—1984年降水量偏低、开采量猛增到 $80000\text{m}^3/\text{d}$ 以上,平均水位埋深 22.70m 、漏斗向西扩展 4km ,超越地下分水岭至张范附近,面积达 50km^2 。1985—1986年降水量较大为多年平均降水量的 126% ($1087\text{mm}/\text{a}$),开采量略有减少,地下水

得到了较充分的补充,水位上升 310m 左右,漏斗又缩回到黑石岭附近。1987—1990年气候连续干旱,降水量为常年的 $60\text{—}70\%$,开采量仍在 $82000\text{—}83000\text{m}^3/\text{d}$ 之间,枯水位埋深为 29.80m ,漏斗继续扩展到张范以西,面积达 84km^2 。

年内水位变化则为陡升、陡降,雨季降水补给迅速,使地下水水位很快出现高峰值,但开采又同时制约其上升,形成高峰后即急剧下降,所以在漏斗区内年变幅较大,一般可达 $10\text{—}15\text{m}$,但持续不长,雨季过后即迅速下降。从上述可知:年内漏斗变化频繁,但扩展不明显(很快被抵消)。年际变化相对稳定,扩展较缓慢。从开采量和水位下降关系曲线(图3)可看出,当开采量超过 $60000\text{m}^3/\text{d}$ 时,水位呈直线下降趋势,而降水仅起到调节和补充作用。这与上节提到的可利用资源量的论述是一致的。

(二)地面岩溶塌陷

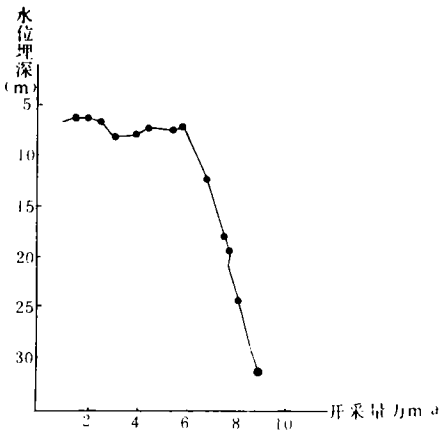


图3 水位埋深与开采量关系曲线

自1981年以来,十里泉及其附近连续发生了一系列的地面岩溶塌陷(图4),使盛水庄、十里泉、王庄等村镇的农田被毁,房屋开裂,鱼塘被破坏等。给当地居民造成了严重的威胁和损失。

本区5年间相继发生塌陷点(处)49个,分布在东西长2500m、南北宽450m的狭长地带。塌陷坑呈敞口状,直径一般2—5m,深3—5m。塌陷区覆盖层厚度小于3m,岩性为上粘下砂的双层结构,底部大都与岩溶裂隙直接接触。据调查本区塌陷具如下特点:

1. 塌陷点产生在岩溶强烈发育地带,分布位置与漏斗中心区及地下水主径流方向一致。
2. 塌陷点多发生在地形低洼处,抽水井附近

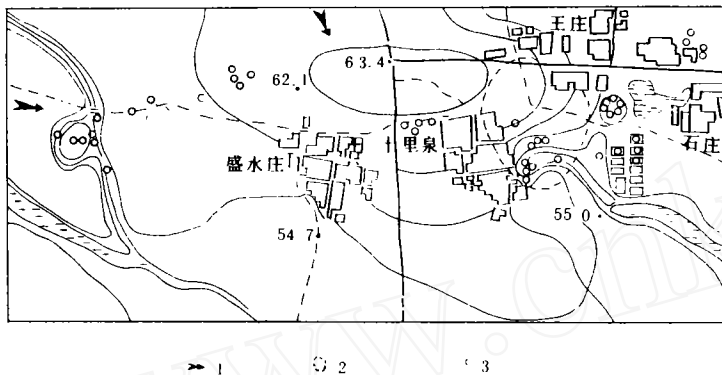


图4 十里泉地面岩溶塌陷分布图

1. 地下水流向;2. 抽水井分布图;3. 岩溶地面塌陷

及沟塘、河道内。其中:坑塘内23个、抽水井附近12个、河道中10个、洼地农田中2个。

3. 塌陷时间与地下水开采突然增加有关,从时间顺序看,1981年塌陷5个,1982年24个,1983年8个,1984年8个,1985年4个。

4. 塌陷多发生在干旱季节和雨后,其中雨后发生塌陷20个,干旱季节18个。

从上述特点不难看出,隐伏于地下的溶洞裂隙和上覆较薄的松散土层是产生塌陷的物质基础。过量开采地下水,使水位大幅度下降则是产生塌陷的必要条件。

该区原地下水位埋藏较浅,溶洞裂隙中充满水体,上覆载荷与下部环境均处于自然平衡状态。由于超量开采地下水,使水动力条件发生了剧烈的变化,30m以上含水层达到近似疏干的程度,上覆松散层失去了下部的顶托力。同时受降雨渗透和强力开采的双重影响,在地下水位陡升、陡降的冲击下,岩溶裂隙的充填物不断遭受潜蚀,冲刷,搬运而形

成“真空”。在此情况下,第四系松散物由自重引起的垂直压力和岩层两旁的侧压力不断加大,下部岩层的承受能力逐减渐弱,当超过一定极限,支撑不住上部压力和真空吸力时,即产生塌陷。同时在河流和洼地内地表水的渗入、冲刷又可加速其塌陷的形成和扩大。如17号塌陷就发生在1985年4月18日(旱季)浇灌农田时,村民目睹了塌陷的情景,先塌中心、后塌边沿,陷坑深不见底,且有隆隆声。

据有关资料分析,当地下水水位降至17m时,塌陷开始发生,降至30m时,塌陷达到了高潮。有些陷坑虽然进行了封填处理,但后期又发生过重复塌陷的情况。

由于自然条件的改变和当地政府已采取了相应的处理措施,目前本区岩溶塌陷已处于相对的稳定状态,一般情况下不会再发生大规模的地面岩溶塌陷。但如果自然或人为条件改变(或者说突变如暴雨,地表水强冲刷、强力开采地下水等),此类塌陷仍有可能继续发生。

(三)地下水污染

50年代十里泉地下水水质良好、水温恒定,不含有毒物质,是该区工、农业和生活用水的理想水源。

随着城市建设和工业的迅速发展,水源地上游陆续建立了大批工厂。由于城市布局 and 产业结构不合理,一方面工业“三废”及生活垃圾在此大量排放;另一方面由于地下水过量开采,引起水位下降,改变了地下水补排关系及水动力条件,致使大量工业废水、生活污水通过河渠、坑塘、陷坑直接流入地下补给地下水。有的则通过降雨对固体废物或其他污染物的淋溶,下渗到含水层中,从而导致了该区地下水质的日益恶化。

据调查,多年来附近排污渠中废水颜色发黑,气味异常,成分复杂。十里泉医院以西,由于油污积存过多,数年前曾发生过两次水面着火事件,燃烧长达半小时,火焰高5—6m。化肥厂排水渠渠底泥土呈铜蓝色,废水含铜量达77.7mg/l。80年代初附近农村曾引用废水浇地,由于含氮氨过多,曾把稻田庄稼大部烧死。

本区污染源主要来自上游(北部)的工厂和矿山。仅枣庄、田屯、朱子埠三煤矿年排矿渣(煤矸石)70多万吨,累计约1500万吨,占地300余亩,通过雨水淋滤渗入地下。在煤渣山自然和工厂排烟的环境下,1983—1985年取雨水测样61次,检出率达54%,pH最小为4.8,平均为5.7,属强酸雨型。另据该区20个工厂统计,日排废水54880t。仅电厂、公肥厂、炼焦厂、铁厂年排废水中含有毒物质:氰2136.65kg、砷47.46kg、铬8.21kg、酚1136.29kg、汞14.91kg。这些含毒废水多未经处理或仅部分处理,即通过排污渠或河沟流入区内并渗入地下。

由于十里泉地势低洼,是地表水排泄的必经通道。泉域附近覆盖层较薄(2—5m),河道、坑塘、陷坑底部多有基岩出露,故对接受废水流入提供了极为便利的条件。据多年地下水监测资料统计,该区地下水硬度20年增高7.2mmol/l,极值达23.5mmol/l,超标1.4~2.6倍(注,下同)。硫酸盐由38mg/l至241mg/l(接近国标)。亚硝酸盐由0.9mg/l升至18mg/l。地下水类型由 $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ 型渐变为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ 和 $\text{SO}_4^{2-} \cdot \text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ 型。

该区地下水最早污染分析始于70年代初。1971—1977年间自来水公司一号泵水样

检出^①:亚硝酸盐氮 5mg/l,氨氮 0.55mg/l(说明已遭受有机物污染),氰化物 0.001mg/l,汞 0.004mg/l(超标 4 倍),酚 0.004mg/l(超标 2 倍),六价铬 0.006mg/l。检出率为 40—50%,个别达 88%。1978 年丰、枯水期四次取样分析,除汞未检出外,氰化物最高含量 0.16mg/l(超标 3 倍),酚 0.004mg/l(超标 2 倍)”其他含量均有增加但未超标。从 80 年代 10 年中丰、枯水期每年两次取水样分析看:常规项目略有增高,各项毒物均有检出(曾出现时有时无)。除酚含量高且稳定(超标 2 倍),亚硝酸盐氮超标 8.2 倍外,与 70 年代相比毒物含量呈下降趋势。

本区最严重的污染因素是细菌类含量过多。自 70 年代以来一直呈上升趋势。1978 年地下水中细菌含量超标 7 倍,大肠杆菌超标 100 多倍。1984 年水样分析中细菌超标 10.8 倍,大肠杆菌超标 400 多倍(多由生活污水及医院污水等所致)。若按菌度分类该区地下水已属于极不卫生的水。

从多年监测资料综合分析,十里泉地下水有毒物质含量不是一个常数,而且变化较大。丰水期高于枯水期(个别年份有反常)。酚、氨、氮含量较稳定,且有升高趋势,其他毒物近期虽有检出,但除极值外多未超标。硬度和细菌类含量一直是高而不降,作为饮用水水源已不宜适用。从有毒物质种类和含量看,上游工厂排污量大,种类齐全,但不稳定,并已产生多种污染。虽然本区地下水污染较严重,但还可作为工业和农业灌溉之用。

四、对地下水环境保护的建议

枣庄市的水资源危机目前尚未缓解,环境治理有待进一步加强。对十里泉水源地地下水环境保护最根本的措施则是合理开采和综合防治。据上述存在的问题提出如下建议:

1. 加强水资源的统一管理,调整地下水的开采布局。目前枣庄市供水水源均为集中开采的地下水。由于水资源的时空分布不均和供需的不平衡,以致造成补、采失调。虽然最近新开辟了丁庄、渴口、棠阴等水源地,但距“八五”规划的需求量仍相距甚远。为此建议:

1) 严格限制城镇和工业用水量,实行计划和节约用水,降低工矿企业单位的耗水标准。目前区内大中型工业用水重复利用率约为 45%,乡镇企业更低,多为一次性,与国内外先进水平相比仍有很大差距。污废水、矿坑排水除部分用于农灌外,仅有少数厂家建有处理系统,因此,提高水资源的重复利用率和对处理后的污水、矿坑排水的有效使用应予以重视和加强。

2) 改变目前用水状态,采取地表水,地下水的联合使用。在保证水质标准的情况下,拦洪蓄水,兴建南四湖引水工程,截取大沙河径流合理回灌十里泉等地地下水。雨季尽量使用地表水,枯水季节再采用地下水。城镇生活供水应采用地下水源,工业矿山用水应改为以地表水为主、地表水、地下水调节联合使用。在枯水(或特枯水)年可开渠调用南四湖及周村水库之水。

^① 国标系指 GB5749—85 生活饮用水卫生标准。

3. 加强水资源管理,增强全民节水意识、制订总体开发利用规划及分配用水计划,健全收费制度。漏斗区应降低开采程度、严格控制开采数量,防止乱采及超采现象。

2. 除对原岩溶塌陷进行有效的处理外,应监督和限制地下水的严重超采,防止塌陷再度发生。据了解 1990—1991 年度其他水源地因超采又有塌陷发生,为此有关单位应给予高度重视。本区的开采能力要与开采资源相适应,在保证有效补给的条件下,采补水平要协调一致,避免出现新的岩溶塌陷地质灾害。

3. 在十里泉东北部(补给和开采区)应建立水源地卫生防护带,阻止污染源的通道,防止地下水质的继续恶化。对造成水资源污染和破坏的排污单位,应按“水污染防治法”限期治理。新建厂矿和新水源地应严格执行“环境保护法”,在建设的同时对防污、防公害设施要与主体工程同时设计、施工和投产,并达到国家的排放标准。本着谁污染、谁治理的原则,对严重排污又无能力治理的工厂,应采取关、停、迁、转的方针。对处理后的污水一定要通过排污管道,排放到水源地的下游地区。

4. 建立、健全环境地质监测机构,对地下水变化及环境污染进行长期监测和监督。掌握地下水动态变化规律,及时发布水情(包括水质)预报,防止新的污染、诱发因素的出现。指导合理开发利用地下水资源,防止由局部引起水环境和生态环境的改变,保护好地下水资源和地下水环境,使其更好地为国民经济建设服务。

STUDY ON ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF GROUNDWATER IN SHILIQUAN, ZAOZHUANG CITY

Zeng Xiantong

(The Third Hydrogeology and Engineering
Brigade, Shandong Bureau of Geology
and Mineral Resources)

Abstract

Based on the analysis of the observation and monitoring data of groundwater in several years the author discussed groundwater environmental problems arising from over — extraction of ground water from the shiliquan water source and from draining of “three kinds of wastes” and proposed measures to cope with the problems.