

文章编号:1009 - 0258(2001)05 - 0043 - 05

鲁北平原深层地下水基本特征与水环境问题

刘桂仪

(山东省鲁北地质工程勘察院,山东 德州 253015)

摘要: 鲁北平原因超量开采地下水而引发了诸多水环境问题。本文对其分布规律和演化趋势进行了分析,并提出了对策建议。

关键词: 水环境问题; 深层地下水; 过量开采; 对策建议; 鲁北平原

中图分类号: P641.8; X143 **文献标识码:** A

鲁北平原位于黄河下游,行政区划包括聊城、德州、滨州、东营四市地及济南市的部分地区,总面积 3.6 万 km²,人口约 1800 万,在山东省经济发展中具有重要地位。区内深层地下水的开发利用始于 60 年代初期,随着经济的发展,地下水的开发利用程度不断提高,开采量逐年增加。由于深层地下水具有补给源远、径流滞缓、资源再生能力弱、高氟低钙等特点,长期大量的集中开采,诱发了一系列水环境问题,制约着当地经济的可持续发展和人民生活水平的提高。

1 深层地下水水文地质特征及开发利用现状

1.1 地下水类型与埋藏条件

鲁北平原地下水主要赋存并运动于第四系及新近系松散沉积物之孔隙中,依据地下水的埋藏条件、水力性质和水质特征,可划分为浅层潜水微承压水(0~60 m),中层承压咸水(60~200 m)和深层承压淡水(大于 200 m)三个类型(图 1)。深层地下水的埋藏与分布受古地理环境、中层咸水底界面及河湖相沉积物发育程度的控制。含水层顶板埋深西部 180~200 m,东部 230~450 m。一般有 2~4 个较稳定的砂层,具有区域隔水层和连续分布的特点,砂层累计厚度 25~80 m。含水层岩性以粉细砂、中细砂、中粗砂为主,单井出水量 20~80 m³/h。

1.2 深层地下水运动及水化学特征

因受区域隔水层及咸水体的阻隔,深层地下水与浅层地下水基本无水力联系。在天然状态下,其补给方式以水平径流为主。主要接受西部上游同层补给和南部基岩裂隙水的补给,总体径流方向由 SW 向 NE 运动,平均水力坡度 0.1‰~0.2‰。自 20 世纪 60 年代以来,随着地下水开采量的不断增加,德州、滨州区域性深层地下水超采漏斗相继形成,

收稿日期:2001 - 02 - 20;修订日期:2001 - 07 - 07;编辑:于学峰

作者简介:刘桂仪(1959 -),男,山东莱芜人,高级工程师,主要从事水工环地质勘察研究工作。

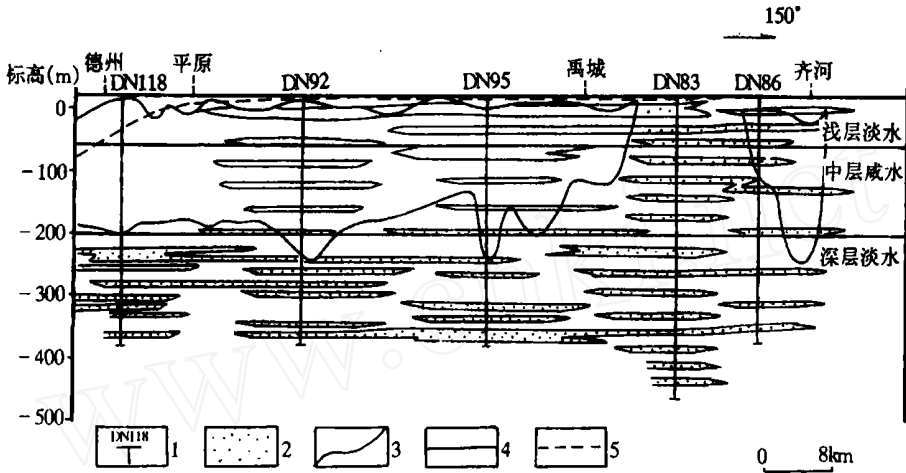


图 1 德州—齐河水文地质剖面图

Fig. 1 Profile of Dezhou - Qihe hydraulic geology

1—钻孔及编号;2—淡水砂层;3—咸淡水界面;4—地下水类型界线;5—水位标高

使地下水天然状态下的流场发生了改变,呈现出向漏斗中心汇流的特征。

从总体来看,深层地下水水化学类型以 $\text{HCO}_3^- \text{Na}$ 型水为主,在滨海平原和山前冲洪积平原的接触部位,分布有 $\text{HCO}_3^- \text{SO}_4$ 及 $\text{Cl}^- \text{SO}_4$ 型水。在临清、夏津、平原、商河以北广大地区,深层地下水中 HCO_3^- 含量占 60% 以上, Na^+ 含量高达 90%, Ca^{2+} 含量小于 10 mg/L, 总硬度 37.53 ~ 110.09 mg/L, $\text{pH} > 8$, 矿化度小于 1000 mg/L, F^- 含量 3 ~ 4.5 mg/L, 具有典型的“高氟、高碱、低钙、低硬”的水化学特征。

1.3 深层地下水开发利用现状

鲁北平原深层地下水分布面积大、埋藏深、水力坡度小,在天然状态下,补给和径流十分微弱。在开采条件下,其资源量由含水层本身弹性释放、侧向径流、粘性土压密释放和层间越流量组成。经计算,区内深层地下水的可采资源为 $6.2 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

前已述及,区内深层地下水的开采始于 20 世纪 60 年代初期,主要用于生活用水和城镇工业用水,开采初期水位埋深为 1 ~ 2 m,局部地段水位高出地表 0.1 ~ 4.35 m。随着经济的发展和黄河断流的影响,深层地下水开采量越来越大,区内 29 个县市区驻地,均开采深层地下水。20 世纪 80 年代初期开采量为 $1.6 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,90 年代末达到 $2.7 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,且有继续增加的趋势。应该说,深层地下水实际开采量仅占可采资源量的 43.5%,总体开发程度不高,有一定资源潜力。但由于区域上开采布局不合理,开采井过于集中在城镇,分布极为不均,城乡之间开发利用程度差别很大。长期大规模集中开采,使地下水水位急剧下降,出现了严重的水环境问题。

2 主要水环境问题

2.1 区域性深层地下水超采漏斗

深层地下水是区内城镇和工矿企业的主要供水水源。由于深层地下水再生能力极弱,其开采以动用储存量为主,长期大量集中开采,导致了区域性地下水位的持续下降,超采漏斗面积不断扩大。据统计,区内 300 km² 以上的区域性超采漏斗 6 个(表 1),漏斗总面积 7118 km²。其中,面积最大、形势最严峻的当属德州漏斗与滨州漏斗。

表 1 鲁北平原深层地下水区域超采漏斗水文要素

Table 1 Funnel situation caused by regional over-exploiting of deep ground water in Lubei plain

名称	漏斗面积 (km ²)	漏斗中心最大 水位埋深(m)	年平均下降 速率(m/a)	开采量 (万 m ³ /a)	备注
德州漏斗	2553 (4578) *	105.3	2~3	5254	德城区、平原、武城、陵县、宁津及河北等地
滨州漏斗	2000	86.6	3.6~5.6	2557	滨州、博兴、惠民等地
临邑漏斗	937	55.0	1.8	1125	临邑及商河部分地段
聊城漏斗	950	28.5	1~2	895	东昌府区、茌平
草桥及牛庄漏斗	354	60.0	4.0	665	东营市草桥、牛庄。草桥漏斗开采初期水位高出地面 2.65m。
夏津漏斗	325	80.0	2.7	730	夏津县城及周围

*为整个漏斗区面积(包括河北省)。

德州漏斗是一个以德州市城区为中心的区域性深层地下水超采漏斗^[1],漏斗范围包括德城、武城、平原、陵县、宁津及河北省的吴桥、景县、故城诸县的部分地区,总面积 4578 km²,其中省内面积 2553 km²。德州市城区自 1965 年开始开采深层地下水,当时水位埋深 2 m ±,到 1978 年,漏斗中心水位埋深已达 41.5 m,年下降速率大于 3 m,漏斗面积为 727 km²,并与冀枣衡漏斗和沧州漏斗连为一体;1990 年末漏斗中心水位埋深已达 76.2 m,年下降速率 2~3 m,漏斗面积扩展为 2800 km²;1999 年末漏斗中心水位埋深已达 105.3 m,下降速率 2 m/a ±,漏斗面积扩展到 4578 km²。形成了以德城区为中心,横跨省际的区域性深层地下水超采漏斗。据统计,德州市城区范围内现有开采井 270 眼,总开采量约 2800 万 m³/a,开采程度为 186%,处于严重超采状态。

滨州市开采深层淡水作为供水水源始于 20 世纪 70 年代初期,漏斗中心水位埋深由开采初期的高出地面 4.35 m,发展到现在的地下 86.6 m,形成了以滨州、博兴为中心的区域性深层地下水超采漏斗,总面积约 2000 km²。漏斗的形状大致呈椭圆形,长轴呈 NW—SE 方向,漏斗水力坡度 1‰~3.5‰,南北方向扩展速度较大。自 1980 年后,漏斗中心向东南方向的博兴县城一带转移。博兴县城区,1980 年水位标高为 7.48 m,水位埋深不足 1 m,到 1999 年末,水位标高下降为 -78.08 m,水位埋深达 86.6 m。年下降速率呈“上升—稳定—下降”趋势,平均速率为 4.28 m/a。

2.2 水资源枯竭与水质咸化

由于区域超采漏斗的形成,引起含水层静水压力降低,导致单井出水量普遍减少,甚至出现吊泵,从而使水井报废。以德州漏斗中心的德城区为例,区内现有开采井 270 眼,

每年因吊泵引起水井报废的占10%以上,水量衰减20%~40%的水井占全部深井的1/3。某单位自备井,1985年成井时出水量 $960\text{ m}^3/\text{d}$,现在降至 $500\text{ m}^3/\text{d}$,水量减少48%。随着上部含水层水量的衰减,开采层从1980年前后的300~400 m下移到现在的800~950 m,造成了严重的经济损失。

在研究区东部的滨海平原与冲积平原交接部位,深层淡水呈楔状向咸水区延伸,咸水与淡水之间处于天然平衡状态。由于水位下降,压力降低,咸淡水间的水力坡度增大,使咸淡水天然平衡遭到破坏,从而引起咸水内侵,使淡水含水层逐渐咸化^[2]。据调查,在沾化下洼、利津、博兴纯化等地,1994年与1978年的化验资料相比,平均矿化度由 1.41 mg/L 增加到 1.70 mg/L ,硬度平均增加了 181.23 mg/L ,50%的水化学类型发生了变化。博兴纯化802孔,1999年与1994年相比,矿化度上升了 518 mg/L , Cl^- 由 39 mg/L 上升到 345.64 mg/L , SO_4^{2-} 由 76.85 mg/L 上升到 205.74 mg/L ,而 HCO_3^- 由 530.87 mg/L 下降至 75.27 mg/L 。随着开采量的不断增加和漏斗的不断扩大,地下水咸化问题将愈来愈严重。

2.3 地面沉降

区内地面沉降最严重的地区位于德城区,称之为“德州地面沉降”。根据1991年5月到2000年5月实际测量,德城区年沉降量在25~50 mm之间,平均为 36.04 mm/a 。1999~2000年的10年间,累计总沉降量大于387 mm。德州地面沉降具有沉降幅度大且不均、沉降中心与深层地下水降落漏斗中心相一致,沉降速率呈逐年加速趋势等特点。深层地下水长期过量开采而引起地层压缩变形是德州地面沉降的主要原因。此外,在滨州市区和黄河三角洲地区的东营市,地面沉降业已发生。

2.4 地方病

2.4.1 氟中毒症

氟中毒症是鲁北平原区较为广泛的地方病。易发区主要分布在广饶、滨州、临邑、夏津一线以北的18个县市区。患者以氟斑牙为主,亦有氟骨病发生,7~10岁的儿童患病率最高。据不完全统计,全区患病人数约50万人,且呈逐年上升趋势。据某县卫生防疫站1999年7月对病区内7所小学2034名小学生的调查,氟斑牙患者1212例。氟骨症患者110例,患病率达65%。鲁北平原区深层地下水含氟量超标3~5倍,长期饮用“高氟低钙”地下水是造成氟中毒症的主要原因。

2.4.2 甲状腺肿大症

甲状腺肿大与微量元素碘有关。碘是人体不可缺少的微量元素之一,摄入量不足或过多均引起甲状腺肿大,影响儿童的智力和生长发育。区内以高碘性甲状腺肿大症为主,主要分布在庆云、宁津、乐陵、沾化、无棣、滨州、惠民、东营等市地,占全区面积的1/5以上,据1991年对滨州地区四县市调查,在长期饮用含碘 $0.5101\sim 1.467\text{ mg/L}$ 深层地下水的81个自然村52624人中,甲状腺肿大111例,生理性肿大15704例,患病率达32%。

3 对策建议

深层地下水的开发,对区内经济的发展和人民生活水平的提高起到了重要作用。但在其开发与利用过程中,由于缺乏科学指导,出现了一系列水环境问题。解决这些问题是

一项系统工程,应当全社会共同努力,把发展经济和保护地下水资源协调起来。

(1) 制定深层地下水开发与保护规划,合理开采利用地下水。区内现有严重超采区 6 个,超采面积 7118km^2 。如果任其发展,其后果难以设想。应在查明水资源条件的基础上,制定深层地下水开发利用与保护方案。划分超采区,有期限地逐步压缩超采区地下水开采量;调整用水结构,分质供水,合理开发利用水资源。同时,建立水环境问题预警预报系统和数据库,实行动态管理。

(2) 进行深层地下水回灌试验研究。区内深层地下水超采已十分严重,由于超采漏斗的形成,出现了巨大的储存空间,可以考虑在汛期利用地表水进行人工回灌。一方面利用深层地下水库库容调节地下水源,增加地下水可采量;另一方面,起到改善水质和阻止地面沉降的作用。

(3) 加强“高氟高碘”地下水的改造利用研究。区内深层地下水水质清澈透明,甘甜爽口,唯氟含量超标而不能饮用。在加强地质研究,寻找适合饮用优质地下水的同时,积极开展降氟改水试验研究,选用科学工艺降氟降碘,满足人们饮用需求。

参考文献:

- [1] 王彦俊,刘桂仪. 德州深层地下水降落漏斗相关模型建立及其应用[J]. 山东地质,1998,14(2):38-45.
- [2] 刘桂仪. 莱州湾南岸海咸水入侵的原因分析及防治对策[J]. 中国地质灾害与防治学报,2000,11(2):1-4.

Basic Characteristics of Deep Ground Water and Groundwater Environmental Problems in Lubei Plain

LIU Gui - yi

(Lubei Geo - engineering Institute, Shandong, Dezhou 253015, China)

Abstract: Ground water environmental problems caused by over - exploiting of deep ground water in Lubei plain are introduced in this paper. Analysing the distribution rule and evolution trend, countermeasures and suggestions are put forward as well.

Key words: Water environmental problems; deep ground water; over - exploitation; countermeasures and suggestions; Lubei plain