

大庆市地下水开采现状及环境地质问题探讨

田 辉 郭晓东 刘 强 都基众

(沈阳地质矿产研究所 辽宁 沈阳 110034)

摘 要 :大庆市主城区长期过量开采承压水,致使地下水水位持续下降,形成地下水降落漏斗。依据调查资料,分析了大庆市主要的环境地质问题。面对地下水降落漏斗、地面沉降、饮水型地方病、土地盐碱化、湖泡污染等环境地质问题,提出相应的保护措施。

关键词 :地下水降落漏斗 环境地质问题 大庆市

STUDY ON THE GROUNDWATER EXPLOITATION AND GEOLOGICAL ENVIRONMENT PROBLEMS IN DAQING CITY

TIAN Hui, GUO Xiao-dong, LIU Qiang, DU Ji-zhong

(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Shenyang 110034, China)

Abstract :The excessive mining of confined water in a long period causes the continuous decline of groundwater levels in Daqing City, forming the groundwater conical depression. Based on survey data, the main geological environment problems in Daqing City are analyzed. To deal with the groundwater cone of depression, land subsidence, water-type endemic disease, land salinization, lake pollution and other environmental geological problems, the countermeasures are put forward.

Key words : groundwater cone of depression; geological environment problem; Daqing City

大庆市位于黑龙江省西部,松嫩平原腹地,地域平坦开阔,面积 5113 km²。地理位置处于北纬 45°46′~46°55′、东经 124°19′~125°12′ 之间。平均海拔 146 m。地貌类型单一,属于松嫩平原中部冲-湖积低平原。受地貌和构造的有利影响,构成了良好的地表和地下径流汇水盆地,对地下水的形成和储藏提供了极为有利的条件^[1]。

由于地表水资源贫乏,地下水一直是大庆市工业、生活用水的主要供水水源。特别是油田西部地区,自大庆油田开发建设以来,地下水担负着油田的主要供水任务。30 多年的地下水开采,已形成了较大范围的地下水位降落漏斗^[2]。

1 主要含水层

大庆市有多个含水层,主要开采层有第四系底部砂石含水层,主要有哈尔滨组潜水和白土山孔隙承压含水组,哈尔滨组孔隙潜水含水层分布于整个大庆市,白土山组孔隙承压含水层主要分布于大庆市的林甸县、杜蒙县和肇源县;第三系泰康组砂砾岩含水层,主要分布于大庆的西部地区,呈条带状分布,为主要开采目的层;第三系大安组砂砾岩含水层,主要分布于大庆南部的肇州县至吉林省大安市一带;白垩系上统明水组含水层,广泛分布于大庆市^[3]。这些含水层,特别是第三系泰康组含水层和第四系白土山组含水层,都具有分布面积广、厚度大、水量丰富、补给源充

收稿日期 2011-05-03 修回日期 2011-06-03 编辑 李兰英

基金项目 国土资源大调查“松嫩平原地下水动态调查评价”项目(编号 1212010813093)资助。

作者简介 田辉(1984—),男,主要从事区域水文地质、环境地质调查研究工作,通信地址 辽宁省沈阳市黄河北大街 1 号 E-mail//359585977@qq.com

足、易开采等特点,水质基本达到油田注水和工农业及居民用水标准,目前已做为大庆市地下水开采的主要目的层。

2 地下水开发利用情况

大庆市开发建设 40 多年来,地下水资源是主要的供水水源之一。1980 年全市地下水总开采量仅为 $2.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其中农业灌溉及农村生活用水量 $0.57 \times 10^8 \text{ m}^3$,城镇工业及生活用水 $1.63 \times 10^8 \text{ m}^3$,仅占全市地下水总补给量的 14.4%,占全市可开采量的 25%。

1990 年地下水开采量增加到 $3.8 \times 10^8 \text{ m}^3$,比 1980 年增加 1.5 倍,占全市地下水总补给量 21.1%,占全市可开采量 37.9%。

20 世纪 90 年代全市水田面积进一步扩大,加之乡镇企业的兴起,特别是油田开采进入中后期,对地下水的开采规模更加扩大。1997 年全市地下水总开采量达到 $5.69 \times 10^8 \text{ m}^3$,为 1980 年地下水开采量 2.19 倍,为 1990 年地下水开采量的 1.5 倍。其中城镇生活用水量 $0.79 \times 10^8 \text{ m}^3$,占全市总开采量的 13.8%;农村用水开采量 $2.55 \times 10^8 \text{ m}^3$,占全市总开采量 44.8%;工业用水开采量 $2.35 \times 10^8 \text{ m}^3$,占全市总开采量 41.3%。

2003 年大庆市地下水开采量为 $5.78 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其中,城镇生活用水 $0.80 \times 10^8 \text{ m}^3$,占 13.9%;工业用水 $2.35 \times 10^8 \text{ m}^3$,占 40.7%;农业用水 $2.62 \times 10^8 \text{ m}^3$,占 45.4%^①。

2008 年大庆市地下水开采量为 $6.32 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其中,城镇生活用水 $1.04 \times 10^8 \text{ m}^3$,占 16.4%;工业用水 $3.38 \times 10^8 \text{ m}^3$,占 53.4%,农业用水 $2.00 \times 10^8 \text{ m}^3$,占 31.6%。

3 环境地质问题

3.1 地下水水位下降漏斗

由于大庆油田采区长期超量开采地下水,在大庆已形成了长垣东西两侧 2 个水位下降漏斗以及泰康组承压含水层降落漏斗。

3.1.1 长垣西部漏斗

长垣西部区主要开采第四系孔隙承压水,水位降落漏斗北起杜尔伯特蒙古族自治县泰康镇,南到大同区大同镇,西起杜尔伯特蒙古族自治县敖林西伯乡四家子牧场,东至南二水源东部第四系泰康组含水层缺失边界范围内。漏斗平面呈肾状,南北长约 115 km,东西宽约 35 km,漏斗呈长椭圆形,面积约 3600 km^2 。

长垣西部地区第四系承压水原始水位埋深大多小于 5 m,仅局部为 5~10 m。自 1963 年水位开始下降,到 1972 年,地下水开采量达 $0.55 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,漏斗中心水位埋深达 20.90 m,地下水位下降了 9~14 m,开始出现地下水降落漏斗(见表 1)^[4]。1972 年之后开采量逐年增加,到 1976 年开采量达 $1.41 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,漏斗中心水位埋深达 29.70 m,此阶段降落漏斗迅速发展,降落漏斗面积 2500 km^2 ,漏斗中心水位比 1972 年下降了 9.88 m。从 1986~1988 年间,开采量略有减少,到 1988 年开采量为 $1.76 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,漏斗中心水位相应有所回升,中心水位埋深为 33.50 m。1990 年以后地下水开采量又逐年递增,地下水位又随之下降。1992 年开采量为 $2.4 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,漏斗中心水位埋深为 36.90 m,水位累计下降约 30 m。1997 年地下水开采量为 $2.19 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,漏斗面积 4000 km^2 ,漏斗中心位于独立屯水源地。2001 年开采量 $2.81 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,漏斗中心水位下降到 41.70 m。之后,水位趋于稳定,且有所回升。2004 年地下水开采量 $1.086 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。2005 年漏斗中心水位埋深 37.19 m,位于独立屯水源地,其范围和形状未发生明显变化,漏斗面积约 3600 km^2 。2009 年漏斗中心水位埋深 35.15 m(TC1735),位于前进水源地,其范围和形状未发生明显变化。

3.1.2 长垣东部漏斗

长垣东部主要开采白垩系明水组孔隙承压水,水位降落漏斗西起大庆长垣东翼,东至安达市市区、忠本镇一带,北起大庆水库(黑鱼泡水库),南至安达市升平镇北约 50 km。漏斗平面呈倒鸭梨状,长轴南北向约 55 km,短轴东西向约 40 km,面积约 1340 km^2 。

大庆长垣东部漏斗产生于 1970 年。1970 年地下水开采量 $0.28 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,水位埋深 25.0 m,开始出现降

表 1 大庆长垣西部第四系承压水水位下降漏斗区水源井开采量与水位埋深变化关系统计表

Table 1 The mining amount of water source well and depth of groundwater level in Western Changyuan

年份	1966	1968	1972	1976	1980	1986	1988	1990	1992	1995	1996	1997	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
开采量/ 10^8 m^3	0.22	0.27	0.55	1.41	1.42	2.0	1.76	1.85	2.4	2.37	2.36	2.19	2.81	2.70	2.60	1.09	1.08	1.09	1.08	1.07	1.05
水位埋深/m	12.70	14.20	20.90	29.70	29.40	34.54	33.50	34.70	36.90	38.00	38.60	38.9	41.70	41.65	41.80	41.50	37.19	35.92	35.47	35.27	35.15

①赵海卿. 松嫩平原地下水资源及其环境问题调查评价. 沈阳地质调查中心, 2007.

落漏斗。到 1984 年开采量达 $0.35 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$, 漏斗中心水位埋深 33.5 m。1984 年以后开采量逐年增加, 到 1993 年开采量达 $0.38 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$, 漏斗中心水位埋深下降到 42.8 m, 至 1997 年水位下降到 53.4 m。近年来水位有所回升。2001 年开采量 $0.27 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$, 漏斗面积 1575 km^2 , 漏斗中心水位埋深 41.7 m。2009 年开采量 $0.27 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$, 漏斗面积 1340 km^2 , 漏斗中心水位埋深 45.5 m(见表 2)^[4]。

3.1.3 泰康组承压水漏斗

大庆市不仅第四系承压水出现大范围的降落漏斗, 在泰康组承压水中也出现大面积的水位下降漏斗, 泰康组承压水降落漏斗也是自 20 世纪 70 年代开始出现, 到 2000 年前后, 漏斗中心水位下降了 30 多米(见图 1)。

上述可见, 地下水降落漏斗的规模直接受开采量大小的控制, 水位的变化与开采量的变化呈正相关^[5]。当地下水开采量保持一定时, 漏斗面积和水位埋深则保持相对稳定。

3.2 大庆市地面沉降

大庆油田区由于超量开采地下水, 水位大幅度下降, 含水层被疏干, 导致承压含水层上覆土体释水压密而诱导地面沉降^[6]。

大庆油田区地面沉降主要发生在大庆长垣东西两侧的地下水水位下降漏斗区。从地面变形等值线可以明显地反映出地面沉降区与地下水水位下降漏斗中心区完全吻合。在大庆长垣西部漏斗中心区, 最大沉降量 99 mm; 东部漏斗中心区, 地面沉降量达 71 mm。

3.3 地方性氟中毒

饮水型地方性氟中毒是一种慢性全身性蓄积性中毒性地方病。它是由于在高氟环境中, 长期摄入过多的氟而引起的。氟中毒主要侵害牙齿及骨骼、神经、肌肉、肝、肾和甲状腺等系统与器官。病人轻者牙齿变黄、变脆、残缺、腰腿酸疼, 重者肢体畸形、瘫痪卧床、丧失劳动和生活能力。

病区主要分布在地势低洼、地下水埋藏浅、地下水径流滞缓的低平原地区。患病率大于 50% 的重病区集中分布在肇东县、肇源县和肇源县。

本区氟中毒属饮水型氟中毒, 病区潜水和局部承压水中氟含量高于国家饮用水标准。本次调查结果显

表 2 大庆长垣东部白垩系承压水水位下降漏斗区水源井开采量与水位埋深变化关系统计表

Table 2 The mining amount of water source well and depth of groundwater level in Eastern Changyuan

年份	1969	1975	1978	1980	1984	1987	1990	1993	1995	1996	1997	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
开采量/($10^8 \text{ m}^3/\text{a}$)	0.22	0.3	0.33	0.33	0.35	0.35	0.34	0.38	0.37	0.36	0.36	0.27	0.36	0.37	0.39	0.30	0.29	0.29	0.27	0.27
水位埋深/m	15.6	25.0	26.3	29.1	33.5	36.3	58.5	42.8	40.0	44.4	53.4	41.7	43.97	45.99	48.01	46.80	46.48	46.11	45.78	45.52

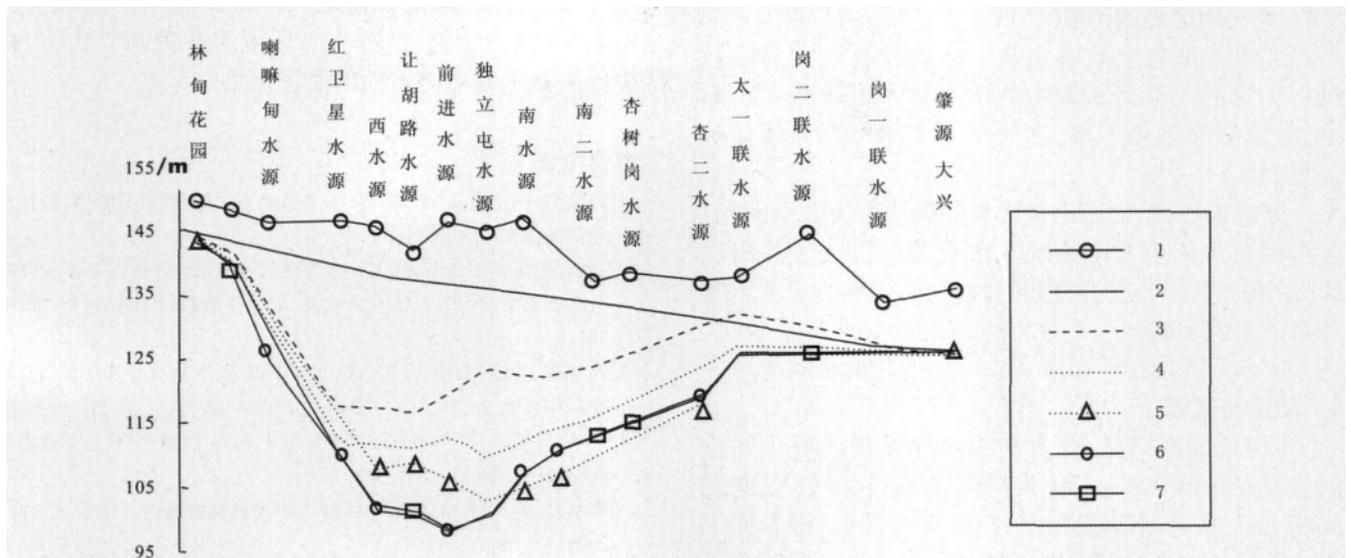


图 1 大庆市泰康组地下水位下降漏斗剖面图

Fig. 1 Section showing the decline of groundwater level of the Taikang formation in Daqing City

1—地面高程(level of the ground); 2—原始水位(primary water level); 3—1975 年水位(water level in 1975); 4—1985 年水位(water level in 1985); 5—1997 年水位(water level in 1997); 6—1998 年水位(water level in 1998); 7—1999 年水位(water level in 1999)

示,氟离子含量普遍大于 1 mg/L,最高达 6.5 mg/L. 第四系中更新统承压水局部也有高氟水分布. 这是引起地方性氟中毒发病和流行的主要原因.

多年来,病区通过大规模改水降氟,使地方性氟中毒得到了有效控制,但还没有达到根治的程度,还有 65.31% 病区需改水降氟. 因此地方性氟中毒的防治工作还很艰巨.

需要说明的是,改良水质、降低水中氟含量最有效的方法是更换水源,但必须在高氟潜水的下部,埋藏有低氟承压水. 而在高氟潜水下部的承压水含氟量也超标的地区,如大庆的龙凤,地下水含氟量 1~2 mg/L,这些地区不具备更换水源的条件,只能采取化学方法进行改水.

3.4 土地盐渍化

土壤盐渍化的形成是气候、地形地貌、水文地质及水文等因素综合影响的结果,同时人类活动也会影响盐渍化发育的速度与程度. 研究区干旱的气候条件、岩石风化物作用于水和碳酸产生的苏打、黏重的母质、封闭或内闭流低洼地造成的排水不畅和地下水埋藏浅而累积盐分,是发生土壤盐渍化的主要因素.

大庆市土地盐碱化面积达 86 914.57 hm², 占该县总土地面积的 16.98%. 按盐碱化程度,重度盐碱化面积达 37 114.58 hm²,占盐碱化总面积的 42.7%.

盐碱土的化学类型以苏打型占绝对优势,其次是氯化物苏打型、硫酸苏打型和硫酸氯化物型,再次之是氯化物型. 苏打型盐碱土主要组成了轻、中度盐碱土,其他类型盐碱土则主要组成了重度盐碱土.

3.5 大庆地区湖泡污染

大庆市地表水系不发育,区内没有较大河流通过,大量的工业污水和生活污水排入了周围大小湖泡,致使湖泡污染严重,多为Ⅲ类水体^①. 主要超标组分见表 3.

据调查资料,大庆市被污染的湖泡有 127 个. 湖泡污染使得大庆市有限的地表水资源也失去了使用功能. 造成水资源严重浪费的同时,还间接的造成了土壤和地下水的污染.

4 结论与建议

(1)长垣西部区,随着地下水开采量的减小并稳定在 1.05×10⁸ m³/a,地下水降落漏斗面积稳定在 3600 km²,水位埋深稳中上升;长垣东部区,随着地下水开采量的减小并稳定在 0.27×10⁸ m³/a,地下水降落漏斗面积稳定在 1340 km²,水位埋深稳中上升.

(2)地下水降落漏斗的规模直接受开采量大小的

表 3 大庆地区湖泡主要污染物组分统计表

Table 3 Composition of the pollutants in lakes in Daqing area

超标项目	样品数/个	最大值	最小值	超标率	类水体标准值
总氮	18	23.37	1.47	100.0	1.0
总磷	18	1.227	<0.0323	72.2	0.2
耗氧量	18	30.00	5.18	77.8	6
NH ₃ -N	18	70.00	0.06	11.0	1.0
F ⁻	18	21.75	<0.10	61.1	1.0
As	18	0.40	<0.0025	5.6	0.05
Ag	18	0.00016	<0.00005	11.1	0.0001

含量单位:超标率为%,其余为 mg/L.

控制,水位的变化与开采量的变化呈正相关. 当地下水开采量减小时,漏斗面积缩小,水位埋深变浅;当地下水开采量保持一定时,漏斗面积和水位埋深则保持相对稳定.

(3)地下水漏斗的产生和发展直接原因是由于地下水的超采. 控制漏斗发展,必须加强地下水资源的管理,深层地下水的开采量必须控制在一定范围^[7].

(4)合理利用水资源、地下水和地表水开发并举. 市区外围地下水开采程度低,开发潜力大,应增加地下水的开采量,提高农田灌溉率,同时充分利用地表水利工程,开发利用地表水.

(5)饮水型地方病问题十分突出. 建议使用水质较好的第四系下更新统承压水及大安组承压水. 希望能引起相关部门的重视,为百姓改水工程已迫在眉睫.

(6)加强生态建设,保护生态环境,减少地面植被的破坏,保护湿地,发挥生态环境的自我调节功能,减少地表和土壤对潜水面的渗透污染.

参考文献:

- [1]刘文忠,王立勇,陈兴国,等. 大庆市地下水化学特征[J]. 黑龙江水专学报, 2009(1): 113—115.
- [2]高淑琴,苏小四,杜新强,等. 大庆西部地下水位降落漏斗区水资源人工调蓄方案[J]. 吉林大学学报:地球科学版, 2008, 38(2): 261—267.
- [3]赵春梅,齐刚,李颖. 大庆市地下水中铁、锰变化规律及形成[J]. 黑龙江环境报, 2002(1): 27—29.
- [4]田辉,郭晓东,都基众,等. 大庆市地下水漏斗现状分析[J]. 地质与资源, 2011, 20(5): 339—342.
- [5]都基众,肖国强. 地下水降落漏斗的控制与恢复[J]. 地质与资源, 2005, 14(1): 53—57.
- [6]于长生. 大庆市地面变形现状调查研究[J]. 科技信息, 2009, 35.
- [7]张业雪,张雷. 四平市市区地下水位降落漏斗演变及控制[J]. 吉林水利, 2009(7): 47—48.

①赵海卿. 松嫩平原地下水资源及其环境问题调查评价. 沈阳地质调查中心, 2007.