

水资源调查评价

东营市浅层卤水资源开发现状及开采潜力分析

姚英强¹, 袁芳²

(1. 山东省地质环境监测总站, 山东 济南 250014; 2. 山东省第三地质矿产勘查院, 山东 烟台 264004)

摘要:采取环境地质调查、水位测量、水样分析、土样分析、抽水试验等多种工作手段,对东营市卤水开采现状进行了详细调查,分析总结了卤水资源开采对地质环境的影响,并结合开采现状,进行了浅层卤水资源开采潜力分析,为当地合理布局开发提供了依据。

关键词:浅层卤水;开发利用现状;地质环境问题;开采潜力;山东东营

中图分类号:P641.8

文献标识码:B

地下卤水是指浓度大于 $5^\circ\text{Be}'$,即矿化度大于 50 g/L 的地下水,是一种液态沉积矿藏^[1]。东营市卤水资源主要为海岸带卤水,分为浅层卤水、中深层卤水和深层卤水。目前开发的主要是浅层卤水,也是该文的研究对象。

1 东营市浅层卤水分布

东营市浅层卤水主要分布在广饶县东北部和东营区东南部(广利浅层卤水区),另在垦利县东部沿海也有小面积分布(孤东浅层卤水区)。

广利浅层卤水区分布范围西界为五庄—二十四顷—胜利镇—西马楼—广北农场—分场五队,东界为二十村—东义和红光渔业站—广南水库东邻,北起黄河口建林渡口南,南到小清河,平面形态北窄南宽,呈似纺锤形,其长轴近SN向,与海岸线方向基本一致,总面积 744.5 km^2 。

孤东浅层卤水区位于河口区孤岛镇东部,北起桩303排涝站,南到孤东采油一矿,西起桩西养殖场东,东到孤东三连,总面积 57.1 km^2 。卤水含水层埋深 $80\sim 120\text{ m}$,厚度 $45\sim 55\text{ m}$,单井出水量 $160\sim 500\text{ m}^3/\text{d}$,卤度约 $5\sim 7^\circ\text{Be}'$,水化学类型为Cl-Na型。

2 东营市卤水资源开发利用现状

东营市卤水开发多集中分布在东营区东南及广饶县东北部,另在垦利县孤东油田处有小规模分

布^[2]。截至2011年12月,东营市有卤水开采井约664眼,分为4个井群,分别是:①以广饶县盐化工业集团总公司为代表的广饶井群;②原东营区的王岗盐场井群;③垦利东方氯化石蜡场井群;④广饶县王道村附近盐场井群。

其中,垦利井群区卤水埋深较浅,开采井深均在 50 m 以内,所采卤水日晒浓缩后主要用于油田洗井和回注;王道井群地处滨海,埋深也相对较浅,提取卤水主要用于制盐;广饶井群和东营区井群开采历史较长,2000年之前打的卤水井井深多 $40\sim 60\text{ m}$,随着开采强度加大,水位不断下降,目前新打卤水井井深多 $70\sim 80\text{ m}$ 。

根据开采现状划分为5个卤水分布区(表1,图1),分别是:Ⅰ区即原王岗盐场北部的6,7,8分场;Ⅱ区原王岗盐场南部的1,2,3,4分场;Ⅲ区广饶境内的西部开采区,包括广北盐场、丁庄盐场、以及广饶盐场的一部分;Ⅳ区广饶县境内的东部开采区,主要为广饶盐场;浅层卤水分布范围内除上述4区之外的区域为Ⅴ区,Ⅴ区内无卤水开采现象。

表1 浅层卤水资源开发规划分区

开采分区	面积(km^2)	开采井(眼)	开采量($\text{万 m}^3/\text{a}$)	资源储量(万 m^3)
Ⅰ	10.96	138	126.99	1398.02
Ⅱ	9.48	51	46.93	1209.23
Ⅲ	29.02	249	229.14	3701.68
Ⅳ	23.74	190	174.85	3028.18

收稿日期:2013-03-05;修订日期:2013-07-12;编辑:王秀元

作者简介:姚英强(1980—),男,山东沂水人,工程师,主要从事水工环地质及地质灾害防治技术工作;E-mail:yayaqiu@sina.com。

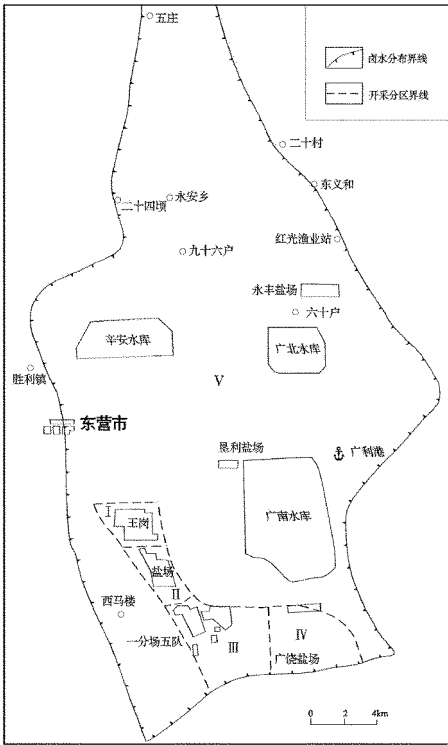


图 1 浅层卤水开采示意图

2.1 卤水井空间分布规律

卤水井宏观分布上具有区域集中的特点,盐场的卤水生产一般可分为 4 个区,分别为第一制卤区、第二制卤区、调节区和结晶区。为减少渗漏和便于卤水入池,盐场 2000 年之前所打卤水井一般集中在第一制卤区和第二制卤区附近分布。历经多年开采后,一、二制卤区卤水的水位、卤度不断下降,诸多生产井出现塌方、卡泵等问题,导致部分开采井逐渐达不到生产要求,所以 2000 年以后,新打卤水井除在上述 2 区外其他区域也有小规模分布,抽取卤水后通过明渠引至上述两区。

卤水井的具体分布则不具有明显的规律,由于水井及潜水泵的更新维护较为频繁,为了打井及维修方便,卤水井多沿盐场内便道也就是盐池之间的“横岗”分布,间距多为 80~100 m,但也偶见间距 50 m 以下或间距 200 m 以上。

2.2 卤水开采时间规律

卤水开采年内时间分布极不均匀,一般规律为雨季停工全部卤水井停抽,枯水季所有生产井 24 小时抽水,二者之间视天气、成本核算、企业库存情况,分时段开启部分卤水井。各盐场集中出盐的时间一般为 5 月底和 9 月底 2 个时段。

每年春季来临之际,时间一般为 4 月中下旬开始,天气逐渐转暖,气温升高,蒸发加强,卤水井由部分“峰谷平”开启逐渐至全部 24 h 开启;6 月底附近,开始进入雨季,降水逐渐增多,直至 7、8 月雨季来临,卤水井逐渐缩短开泵时间至全部停泵;9—10 月视天气情况及企业原盐库存量决定是否开井,一般有 2/3 的卤水井开启,每天按“峰谷平”时间开泵,即一天开泵 16 h 左右,但仍有部分卤水井 24 h 抽水;11 月到来年 4 月中上旬,一般有 1/3~2/3 的卤水井开启,每天按“峰谷平”时间开泵(图 2)。

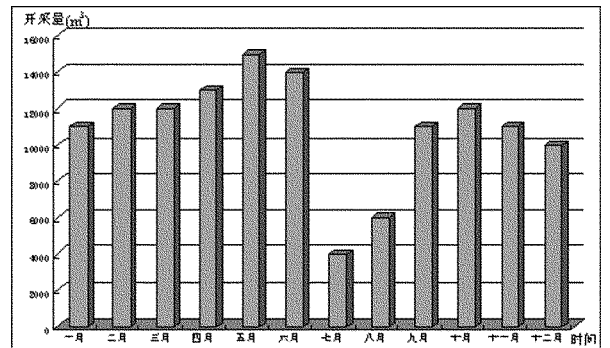


图 2 2011 年东营区盐场八分场卤水月开采量柱状图

2.3 卤水开采量推算

由于卤水井个体的生产参数(如泵的下入深度、功率等)不尽相同,故卤水开采量也存在差异,调查资料显示,研究区内卤水单井开采量平均为 7~8 m³/h(表 2)。

表 2 2011 年东营市卤水单井上水量

井号	R128	G171	R153	R91	G114	R117	G6	平均
上水量 (m ³ /h)	6.77	7.80	10.44	6.01	5.58	10.60	7.06	7.75
井号	1-3	2-7	3-6	4-1	6-3	7-7	8-11	平均
上水量 (m ³ /h)	6.00	5.10	5.35	7.27	6.61	12.3	6.91	7.08

据调查及资料统计,东营市卤水 2011 年产原盐约 42 万 t,据东营区科委 1997 年提交的《东营盐区浅层盐卤利用分析及成盐工艺技术研究》分析:产 6 万 t 原盐年需 6.6°Be' 卤水量 170 万 m³[3],即 28.33 m³ 36.6°Be' 卤水可以产 1 t 原盐,推算东营市卤水实际年开采量约 1 189 万 m³。

3 浅层卤水开采对资源及环境的影响

3.1 地下水降落漏斗

据调查,在广饶县及东营区的卤水集中开采地段已出现不同程度的降落漏斗,漏斗呈圆形双中心,

分别是广饶盐场中心,水位标高-7.20 m 和王岗盐场中心,水位标高-4 m,面积约 17 km²(图 3)。采用 FEFLOW 软件进行数值模拟分析预测结果为:若按现状开采,在矿山分布区布井开采,随着开采,在不增加开采量的条件下,开采初期围绕矿山形成降落漏斗,并迅速扩大,以矿山分布区为中心向外扩展,其漏斗中心水位从 2005 年到 2011 年下降超过 7 m,平均降速为 1.54 m/a,2011 年到 2015 年漏斗基本稳定,平均降速 0.1 m/a。

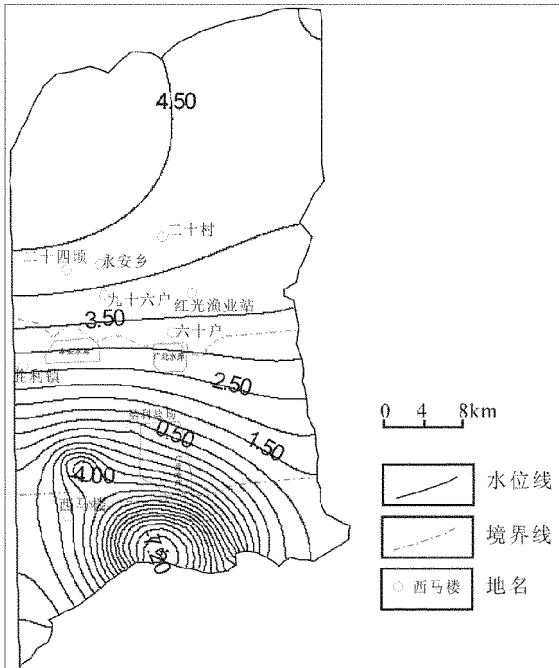


图 3 卤水降落漏斗分布简图

3.2 卤度及溴素等含量逐渐降低

区内长时间高强度开采对卤度及有益组分含量的影响较大^[4]。东营浅层卤水集中分布区与潍坊北部卤水集中开采区隔小清河相望,卤水水质、开采方式、含水层参数等都基本相似,因此选取潍北地区的勘查及水质资料做类比分析。据 1989,1997,2008 年东营地区盐场的水质分析资料及 2001,2004,2006 年潍坊北部卤水勘查水质分析资料及有益组分含量分析资料统计(表 3)可以看出,随着卤水的不断开采,该区域内卤水的卤度、氯化钠和溴含量均存在明显的下降趋势。

3.3 卤水资源面临枯竭

卤水资源可近似的视为不可再生资源。随着多年的开采,资源量总体变化趋势较为明显,东营盐区浅层盐卤利用分析及成盐工艺技术研究显示,1997

表 3 卤水开采对卤水浓度及有益组分含量的影响

东营市					
取样日期	样品个数(个)	卤水浓度(°Be)	Na ⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	溴(mg/L)
1989		8~9			
1997	35	6~8	25.69	47.29	
2008	28	5~7	21.75	40.62	
潍坊北部					
取样日期	样品个数(个)	卤水浓度(°Be)	氯化钠(g/L)	溴(mg/L)	
2001	23	13.3	93.8	290	
2004	13	12.2	91.2	222	
2006	32	10.3	76.6	177	

年东营单井上水量平均为 15 m³/h 左右,而此次调查显示平均仅为 7~8 m³/h,单井上水量下降趋势明显。

1999 年浅层地下卤水总储量为 9.53×10⁸ m³,可开采储量为 6.67×10⁸ m³,此次资源量计算显示地下卤水储量 8.51×10⁸ m³,可开采储量为 5.957×10⁸ m³,10 年间可开采储量减少了 10%左右。现状开采规模静态开采年限:按现状生产规模,年产原盐约 42 万 t,年卤水净开采量约为 600 万 m³,由静态开采年限公式 $N = \text{现状可开采储量} / \text{年开采量}$,得东营市整个卤水资源分布区静态开采理论年限为 99.28 a。

3.4 盐场周边土壤盐碱化程度降低

盐场长时间大规模的开采导致卤水水位下降,影响了卤水开采企业发展,但水位下降反而有利于土壤盐渍化程度的降低^[5],有利于农作物及植被的种植。据调查,在大规模开采卤水之前,盐卤水分布地段仅生长苜蓿、蒿子、海蔓荆等一些耐碱性野生植物,如今,在这些卤水开采地段随处可见种植的棉花,部分地段甚至有成片的稻田。

根据土壤易溶盐样分析结果,可以看出工作区内重盐碱化、中盐碱化、轻盐碱化、非盐碱化土都有分布,分别占土样总数的 40%,13.33%,23.33%,20%;但总体来看,重、中型盐碱化土样占总土样的 53.33%,相比而言盐碱化程度不高。

与该区域 2005 年所取土壤易溶盐样分析结果对比,当时该区域重盐碱化、中盐碱化、轻盐碱化、非盐碱化土也均有分布,分别占土样总数的 78.26%,4.34%,8.70%,8.70%,(重、中型盐碱化土样占总土样的 82.60%)可以看出:土壤盐碱化下降程度较

为明显,重盐碱化土样率由 2005 年的近八成下降到 2009 年的四成,而轻、非盐碱化土样率由 17.4% 上升到 43.33%。这充分说明了开采卤水对周边土壤改良作用明显。

4 浅层卤水开采潜力分析

虽然东营市浅层卤水分布范围较广,但多集中于南部开采,全区浅层卤水资源的总体静态开采年限长达 99.28 a,但由于卤水开采区过于集中,按现状开采量,I,II,III,IV 区的静态开采年限分别为:7.70 a,18.03 a,11.31 a,12.12 a,按目前各区的开采规模继续开采,主要卤水开采区 10 a 左右卤水资源便会枯竭。

对于上述不同分区进行卤水开采潜力分析,可依据地下水开采潜力指数 P 作为判定标准,其计算公式如下:

$$P = Q_{\text{允}} / Q_{\text{采}}$$

式中: P 为开采潜力指数; $Q_{\text{允}}$ 为卤水资源允许开采量(万 m^3/a); $Q_{\text{采}}$ 为卤水现状开采量(万 m^3/a)。 P 值的判别指标如下: $P > 1.2$,有开采潜力,可扩大开采; $1.2 \geq P \geq 0.8$,采补平衡; $P < 0.8$,潜力不足,已超采。

根据各规划区卤水允许开采资源量和实际净开采量,计算出 P 值(表 4)。由表 4 可以看出:I,II,III,IV 区已处于超采状态,应控制开采,而卤水分布区内各规划区之外的区域即 V 区,有较强的开发利用前景,可在详查工作的基础上,新建卤水开发企业,可增强开采。

Present Condition of Shallow Brine Resource Exploitation and Analysis on Mining Potentiality in Dongying City

YAO Yingqiang¹, YUAN Fang²

(1. Shandong Monitoring Center of Geological Environment, Shandong Jinan 250014, China; No. 3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Yantai 264004, China)

Abstract: Through environmental and geological survey, water level measurement, analysis of water samples, soil samples analysis and pumping tests, present condition of brine exploitation in Dongying city has been surveyed in detail, and effects of brine resource exploitation to geological environment have been analyzed and summarized. Combining with present condition of brine exploitation, potentiality of shallow brine resources exploitation has been carried out. It will provide basis for rational distribution in local areas.

Key words: Shallow brine; present condition of development and utilization; geological environment problems; exploitation potentiality; Dongying city

表 4 规划区卤水资源开采潜力

规划分区	实际净开采量 (万 m^3/a)	允许开采量 (万 m^3/a)	开采潜力 指数 P	开采现状
I	126.99	9.86	0.078	已超采
II	46.93	8.53	0.182	已超采
III	229.14	26.10	0.114	已超采
IV	174.85	21.35	0.122	已超采
V	0	534.19		未超采

5 结语

东营市浅层卤水历经多年开采后已出现单井上水量下降、卤水浓度下降、卤水动水位下降、卤水资源趋于枯竭等问题,但长期的卤水开采也使该区土壤的盐碱化程度降低。目前浅层卤水集中开采区均已超采,应控制开采。按目前各卤水开发企业的开采规模继续开采,集中开采区 10 年左右卤水资源便会枯竭。卤水分布区内各规划区之外的区域,可在详查工作的基础上,新建卤水开发企业,增强开采。

参考文献:

- [1] 马龙,于洪军,王树昆.渤海地区晚第四纪环境演化与第四纪滨海相地下水形成[J].海岸工程,2006,(12):1-6.
- [2] 张效龙,邱汉学,张权.环渤海经济区水资源现状及其开发利用对策[J].海岸工程,2001,20(1):67-70.
- [3] 王薇,孙汉章,张力军.黄河三角洲地下水综合利用技术路线设计[J].海洋科学,1997,(5):29-32.
- [4] 冷莹莹,李祥虎,刘蕾.潍坊市北部天然卤水矿床特征及成因分析[J].成都理工大学学报(自然科学版),2009,(4):188-194.
- [5] 张永祥,陈鸿汉.潍坊咸-卤水入侵引起的地下水化学成分变化及其对环境的影响[J].环境科学学报.1997,17(3):295-301.