

水文地质

黄河三角洲南部冲洪积扇区浅层地下水漏斗研究

刘咏明^{1,2}, 崔圆圆¹, 邵震^{1,3}

(1. 山东省地矿工程集团有限公司, 山东 济南 250014; 2. 山东省地质测绘院, 山东 济南 250014; 3. 山东省地质探矿机械厂, 山东 济南 250014)

摘要:黄河三角洲南部冲洪积扇区浅层地下水由于长期大量开发利用, 早已形成了区域性漏斗群。通过对漏斗区现状特征、形成与发展、成因分析的研究, 提出合理有效的防治措施, 以摆脱浅层地下水日趋枯竭和咸化的威胁, 解决黄河三角洲南部地区供水问题。

关键词:浅层地下水漏斗; 成因分析; 地下水调蓄; 黄河三角洲南部

中图分类号: P641.25

文献标识码: B

引文格式:刘咏明, 崔圆圆, 邵震. 黄河三角洲南部冲洪积扇区浅层地下水漏斗研究[J]. 山东国土资源, 2015, 31(12): 33-36. LIU Yongming, CUI Yuanyuan, SHAO Zhen. Study on Shallow Groundwater Funnels in Southern Pluvial-alluvial Fan in the Yellow River[J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(12): 33-36.

黄河三角洲南部为冲积洪积扇平原区, 地层为第四系, 浅层地下水为淡水。由于农田灌溉、城镇供水等大量持续开发利用, 浅层地下水降落漏斗早已形成, 并迅速向纵深发展; 到1990年, 已形成了由广饶-寿光、寒亭、昌邑等降落漏斗组成的区域漏斗群^[1]; 以0 m等水位线为界, 区域降落漏斗群面积为1 826 km² (2009年10月), 中心区域水位埋深37.80 m^[2,3]。

1 浅层地下水漏斗现状特征

1.1 广饶-寿光漏斗

广饶-寿光降落漏斗是桓台-寿光漏斗的主体部分, 呈一长条带状近于东西向分布, 位于博兴曹王一店子-广饶石村-稻庄-寿光境内威乌高速一线南, 东到弥河, 南到广饶、寿光县市界, 范围包括广饶、寿光南部, 以及博兴东南部的部分地段, 境内面积658 km²^[4]。漏斗中心区域主要沿南部边界地带发育, 自西向东分布有广饶李鹊、广饶大王-寿光化龙(牛头镇)、寿光城西等3个漏斗中心, 水位埋深超过了30 m, 面积达255 km²; 其中以广饶大王-寿光化龙、寿光城西水位埋深最大, 超过了35 m, 面积

达50 km²。

1.2 寿光留吕漏斗

寿光降落漏斗平面形态近似于椭圆状, 分布于寿光市弥河以东到白浪河之间, 北到侯营-南孙, 南到稻田-圩河, 范围包括寿光市洛城、稻田、留吕、上口、侯营, 以及寒亭的双杨、高里、南孙等镇办部分区域, 面积380 km²。漏斗中心区域分布于寿光留吕区段, 水位埋深大于30 m, 面积25 km²。

1.3 昌邑漏斗

昌邑降落漏斗平面形态近似于椭圆状, 分布于昌邑市城区周围, 北到龙池、柳疃, 东到夏店、围子, 南到昌邑市界, 西到夹沟河, 范围包括昌邑市城区、奎聚、都昌、龙池、柳疃、夏店和围子等镇办的部分区域, 面积230 km²。漏斗中心区域分布于城区到柳疃区段, 水位埋深大于20 m, 面积35 km²。

1.4 寒亭漏斗

寒亭漏斗规模小, 平面形态近似于长条状, 分布于寒亭区西省道S222两侧, 南起区界, 北到仲寨, 面积135 km²。漏斗中心区域分布于寒亭区西南, 水位埋深大于15 m, 面积38 km²。

收稿日期: 2015-02-28; 修订日期: 2015-04-02; 编辑: 陶卫卫

基金项目: 山东省地勘项目“黄河三角洲高效生态经济区地下淡水资源调查评价项目”(鲁勘字(2011)117号)

作者简介: 刘咏明(1983—), 男, 山东泰安人, 工程师, 主要从事水工环地质方面的工作研究; E-mail: lyndreamer@163.com

2 浅层地下水漏斗形成与发展

2.1 广饶-寿光漏斗

广饶-寿光漏斗是由广饶、寿光牛头漏斗发展而来。该漏斗虽处于黄河下游地区,由于分处于不同的水文地质单元,地形高,引黄条件差,同时又是淡水分布区,地下水赋存和资源条件良好。因此,该区浅层地下水一直是农业、生活和城镇供水的主要水源。自20世纪60年代末的农村抗旱打井,便开始了浅层地下水的大量开发利用,地下水降落漏斗形成并向纵深发展。

广饶县南部在惠民农田供水报告中浅层地下水水位埋深已达8 m(1980年);1985年惠民地下水动态监测报告广饶漏斗面积为160 km²(表1),漏斗中心水位埋深已达12.73 m,主要分布在广饶城区以北;实际上此时广饶漏斗已与寿光牛头镇漏斗连为一体,以后漏斗逐渐向南偏移,并迅速向纵深发展(图1)。到1995年漏斗面积已达370 km²,漏斗中心水位29.04 m,水位降速1.5~1.7 m/a。1995—2005年漏斗水位面积略有增加,但水位变幅较小,广饶漏斗发展相对平衡。近2年来,漏斗发展最快,除漏斗面积继续增加外,水位降速达2.47 m/a。

表1 浅层地下水降落漏斗形成及发展变化统计

漏斗名称		时间 (a)	漏斗面积		中心水位		漏斗名称		时间 (a)	漏斗面积		中心水位	
总漏斗	子漏斗		km ²	圈闭线(m)	埋深(m)	速率(m/a)	总漏斗	子漏斗		km ²	圈闭线(m)	埋深(m)	速率(m/a)
广饶 — 寿光	广饶	1983	160	0	4.24		广饶	广饶	1995	370	0	29.04	1.58
	牛头镇 (化龙)						牛头镇 (化龙)	630		0	27.45	2.43	
	寿光城						寿光城	630		0	31.98	1.70	
	留吕						留吕	630		0	25.60	0.83	
寒亭	寒亭		24	0	26.03		寒亭	寒亭		40	0	52.80	0.92
昌邑	昌邑				6.20		昌邑	昌邑		92	0	17.75	0.01
广饶 — 寿光	广饶	1984	450	0	5.90	1.66	广饶	广饶	2000	390	0	27.18	-0.37
	牛头镇 (化龙)						牛头镇 (化龙)	395		-4	28.30	-0.28	
	寿光城						寿光城	395		-4	28.30	-0.28	
	留吕						留吕	261		-4	35.00	1.88	
寒亭	寒亭		450	0	31.76	5.73	寒亭	寒亭		48	0	53.86	0.21
昌邑	昌邑		170	0	8.26	2.06	昌邑	昌邑		249	0	23.50	1.15
广饶 — 寿光	广饶	1985	160	2	12.73	0.95	广饶	广饶	2005	437	0	27.96	0.16
	牛头镇 (化龙)		280	0	8.29	2.39	牛头镇 (化龙)	530		0	26.21	0.47	
	寿光城				3.00		寿光城	530		0	35.10	0.47	
	留吕		280	0	15.38	4.18	留吕	300		0	28.60	-1.28	
寒亭	寒亭		44	0	36.20	4.44	寒亭	寒亭		38	0	27.33	-5.31
昌邑	昌邑		240	0	8.60	0.06	昌邑	昌邑		240	0	24.10	0.12
广饶 — 寿光	广饶	1990	220	0	21.13	1.68	广饶	广饶	2007	500	0	32.90	2.47
	牛头镇 (化龙)		590		15.3	1.41	牛头镇 (化龙)	1038		0	30.40	2.10	
	寿光城		590		23.5	4.10	寿光城	1038		0	37.80	1.35	
	留吕		590		21.47	1.22	留吕	1038		0	31.70	1.55	
寒亭	寒亭		50	0	48.20	2.40	寒亭	寒亭		58	0	22.20	-2.56
昌邑	昌邑		93	0	17.69	1.82	昌邑	昌邑		230	0	23.00	-0.55

牛头镇(化龙)漏斗形成于1984年,1985年漏斗面积280 km²,漏斗中心水位埋深8.29 m。从形成初期到1995年,发展迅速,水位降速达1.5~2.5 m/a。1995年后,同广饶漏斗一样,先是1995—2005年相对稳定期,然后又进入近2年的快速发展

期,水位降速达2.1 m/a。

寿光市西部漏斗中心形成于1990年前,1985年水位埋深3 m,到1990年23.5 m,与牛头、留吕组成统一的寿光漏斗,总面积590 km²。寿光西部漏斗区形成初期发展迅速,到1990年水位降速4.1 m/a,寿光漏斗总面积也达630 km²,以后水位降深

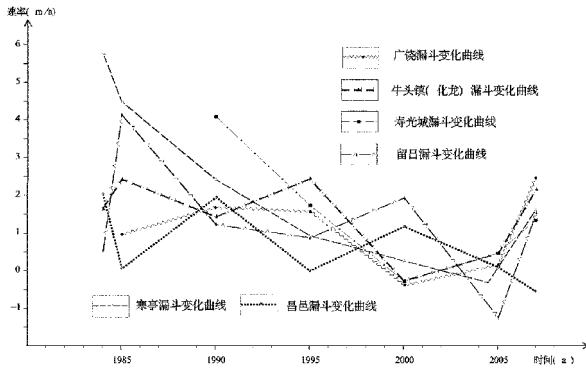


图1 浅层地下水降落漏斗变化速率曲线

速率逐渐减缓,面积逐渐增加,1995—2005年漏斗水位发展相对平衡。2005年后又进入一个新的漏斗发展期,水位降速达 1.35 m/a ,寿光漏斗总面积也达 $1\ 038\text{ km}^2$ 。

2.2 寿光留吕漏斗

留吕漏斗原是广饶-寿光漏斗的一部分,由于漏斗迅猛发展,2000年后与原广饶-寿光漏斗分离,形成独立的漏斗。它形成于1983年前,到1983年漏斗面积已达 110 km^2 ,中心水位埋深 10.67 m 。漏斗形成初期发展较快,水位降速达 $1.5\sim 4.2\text{ m/a}$,到1985年漏斗面积达 280 km^2 ,水位埋深 21.47 m 。1985年后水位降速减缓(小于 $1\sim 2\text{ m/a}$),漏斗处于相对平稳发展期,甚至2000—2005年间出现漏斗回升期。

2.3 昌邑漏斗

昌邑漏斗形成于1984年,当时漏斗面积 170 km^2 ,漏斗中心水位埋深 8.26 m 。同其他漏斗一样,经历了1990年前的快速形成和发展时期,1990年后的相对稳定阶段,但较其他漏斗水位下降速率明显为小(一般小于 2 m/a);特别是1995年后水位基本稳定,而逐渐向四周扩展。

2.4 寒亭漏斗

寒亭漏斗是潍寒漏斗的一部分,形成时间较早,到1983年漏斗面积达 24 km^2 ,中心水位埋深 26.03 m 。1985年前,水位降速很快,达 $4\sim 6\text{ m/a}$;1985—1990年的5年间,水位降速减缓到 $2\sim 3\text{ m/a}$,1990—2000年水位降速减缓到 1 m/a 以下;2000年后水位不但没降,反而有大幅度的上升。受东部昌邑漏斗和西部留吕漏斗的影响,寒亭漏斗面积没有大的变化一直维持在 50 km^2 左右。

3 浅层地下水降落漏斗成因分析

浅层地下水降落漏斗沿黄河三角洲南部冲洪积扇方向,呈串珠状集中分布在淄河、弥河、白浪河、潍河冲洪积扇中下游地区。从规模上,以西部广饶-寿光漏斗最大,昌邑漏斗次之,寒亭漏斗最差。从形成时间上,以寒亭漏斗最早,广饶次之,依次为寒亭、广饶、留吕、牛头、昌邑、寿光城西。1990年以前广饶、寿光牛头、留吕业已形成统一的区域性降落漏斗,寿光城西形成漏斗后也迅速与业已存在的广饶-寿光漏斗成为统一的漏斗整体;整个广饶-寿光漏斗经历了1985年前的形成、1985—1990年的快速发展、1990—1995年的发展减缓、1995—2005年的相对稳定阶段、2005年后的新的发展时期(图2),并逐渐向南移动发展。寒亭漏斗东南部为基岩浅埋区,东西两侧又有昌邑、留吕漏斗,潍城发展的结果逐渐减少了地下开采,使漏斗现状条件下逐渐萎缩减小。昌邑漏斗形成晚于广饶-寿光漏斗,发展规律基本相同,只是漏斗规模和发展速率较小,近几年来明显处于相对稳定阶段(图3)。

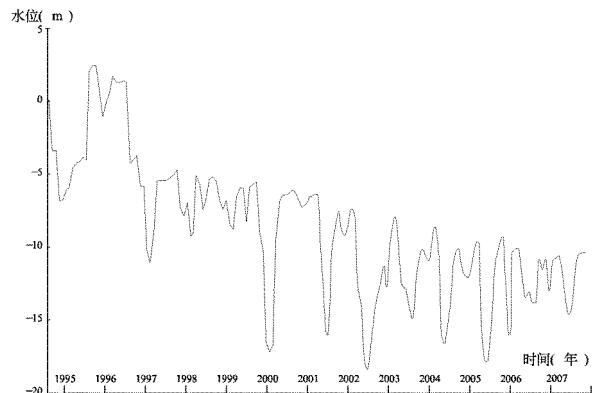


图2 广饶-寿光漏斗中心区水位变化曲线

浅层地下水降落漏斗分布区为淡水区,特别是南部边界区段为全淡区,为地下水开发利用奠定了基础。自20世纪60年代该区就成为井灌区,随着大规模的抗旱打井,浅层地下水大量用于农田灌溉,到目前浅层地下水仍是该区农田灌溉的主要水源。同时,浅层地下水一直是该区的农村和城镇主要供水水源。总之,农田灌溉、城镇供水的大量持续开发利用浅层地下水是形成区域浅层地下水降落漏斗的主要原因。

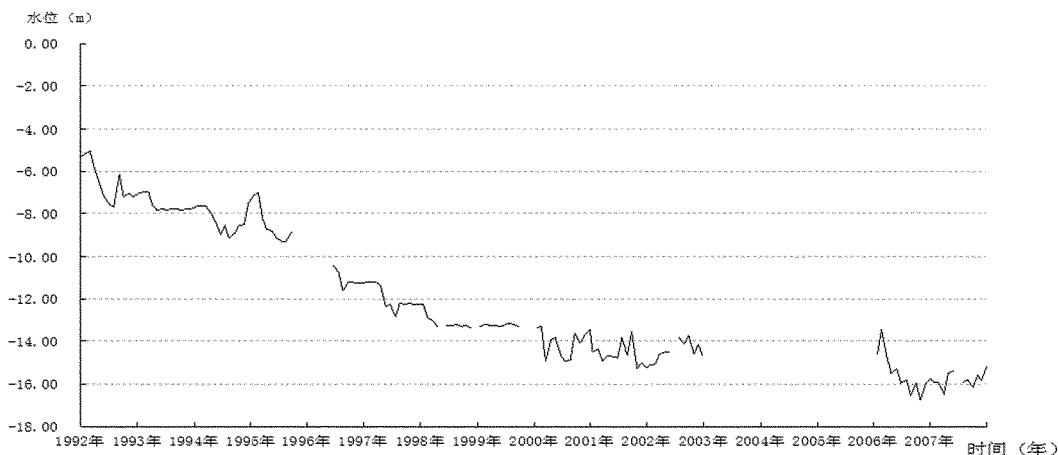


图3 昌邑漏斗中心区(昌邑市丝绸印染厂)水位变化曲线

4 结论与建议

南部冲洪积扇区浅层地下水降落漏斗是由广饶—寿光、寒亭、昌邑等等降落漏斗组成的区域漏斗群,分布在广饶、寿光和寒亭南部,以及昌邑中部;形成于20世纪80年代,20世纪发展迅速,到21世纪初无论是深度和广度发展趋于缓慢,以0 m等水位线为界,现状区域降落漏斗群总面积为1 826 km²,最大水位埋深37.80 km(寿光西)。

围绕建设资源节约和环境友好型社会的需求,建议针对区域内存在的地下水降落漏斗为主的地质环境问题建立监测预报系统,在区域内建立以广饶—寿光、留吕、寒亭、昌邑漏斗组成的区域漏斗群为地下水调蓄空间,进行地下水资源调蓄^[5],可有效摆

脱浅层地下水日趋枯竭和咸化的威胁,解决黄河三角洲南部地区供水问题,具有良好的资源、环境和社会效益。

参考文献:

- [1] 徐建国,卫政润,张涛,等.环渤海山东地区浅层地下水资源潜力分析及利用对策[J].地质调查与研究,2004,(3):203-207.
- [2] 赵书泉,梁凤英,刘春萍,等.烟台地区地下水水库建设的地质环境条件及其效益浅析[J].山东国土资源,2005,21(4):27-29.
- [3] 王彦俊.德州深层地下水降落漏斗相关模型建立及其应用[J].山东国土资源(原山东地质),1998,14(2):38-45.
- [4] 孙晓明,吴登定,肖国强,等.环渤海地区地下水资源与环境地质若干问题探讨[J].地质调查与研究,2006,(1):47-58.
- [5] 王彦俊,于翠翠,刘咏明,等.黄河三角洲南部冲洪积扇区地下水调蓄条件研究[J].山东国土资源,2010,26(4):10-14.

Study on Shallow Groundwater Funnels in Southern Pluvial-alluvial Fan in the Yellow River

LIU Yongming^{1,2}, CUI Yuanyuan¹, SHAO Zhen^{1,3}

(1. Shandong Geo-engineering Exploration Limited Corporation, Shandong Jinan 250014, China; 2. Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250014, China; 3. Shandong Geological Prospecting Machinery Factory, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Regional groups of funnels have been formed in pluvial-alluvial fan in south of the Yellow River Delta due to long-term development and utilization. Through study on characteristics of present condition, formation, development and origin analysis of the funnel area, reasonable and effective prevention countermeasures have been put forward in order to get rid of the growing depletion of shallow groundwater and the threat of salt.

Key words: Shallow groundwater funnel; cause analysis; groundwater recharge; southern of the Yellow River Delta