

# 寿光市水文地质特征浅析

于得芹<sup>1</sup>, 蒙永辉<sup>2</sup>

(1. 山东省地质调查院, 济南 250013; 2. 山东省地质环境监测总站, 济南 250014)

**摘要:**寿光市位于山东半岛中部, 渤海莱州湾南岸, 是全国主要蔬菜生产基地。近些年来由于工农业的飞速发展及地下水开发利用程度的加大, 已产生了一系列的环境地质问题, 水文地质条件也发生很大的转变。在借鉴半岛蓝色经济区 1:10 万区域水文地质工程地质环境地质综合调查(寿光幅)工作成果基础上, 系统分析了寿光市的水文地质特征, 并圈定了富水地段, 预测其远景开采量, 为寿光市地下水资源的可持续利用提供依据。

**关键词:**水文地质特征; 动态特征; 富水地段; 保护对策; 寿光市

**中图分类号:** P314

**文献标识码:** B

寿光市是一个水资源相对匮乏的县级市, 人均占有水资源量  $225 \text{ m}^3$ , 不足全省人均占有量  $349 \text{ m}^3$  的  $2/3$ , 为全国人均占有量的  $1/9$ , 属于我国北方严重缺水地区。改革开放以来, 随着工农业生产的迅猛发展, 水资源需求量逐年增加, 水资源供需矛盾不断加剧, 同时, 水资源污染、咸水入侵等水资源问题也日趋突出, 促使研究区的水文地质条件发生了巨大变化, 该文在系统分析研究区水文地质条件的基础上, 依靠水文地质调查技术, 探索了研究区的水文地质条件的变化, 初步圈定了富水地段及其开采量, 为寿光市应急水源地建设及地下水资源的可持续发展提供了依据。

## 1 研究区概况

寿光市位于山东半岛中部, 渤海莱州湾南岸, 是自南向北缓慢降低的平原区。地处中纬度带, 属暖温带季风区大陆性气候, 历年平均降水量  $593.8 \text{ mm}$ , 平均蒸发量  $1834 \text{ mm}$ , 蒸发量明显大于降雨量。

寿光市大地构造单元处于华北板块之昌乐凹陷北部, 紧邻沂沭断裂带西侧, 是鲁西地块东北部边缘与华北坳陷的过渡结合带。昌乐凹陷为一新生代盆地, 盆地北部第四系广泛分布, 南部新近纪临朐群大面积出露, 东部古近纪五图群局部出露, 朱留煤矿和

五图煤矿坐落于昌乐凹陷的东部<sup>[1]</sup>。区域内岩浆岩主要发育新生代火山喷发岩, 寿光地下埋藏有高磁性体, 钻探揭露为厚度大于  $800 \text{ m}$  的玄武岩体<sup>[2]</sup>。

## 2 研究区水文地质特征分析

### 2.1 含水岩组划分及水文地质特征

依据地下水赋存条件、水文地质性质及其水力特征, 结合该区具体水文地质条件, 可划分为 3 大类型: 松散岩类孔隙含水岩组、碳酸盐岩类裂隙岩溶含水岩组和基岩裂隙含水岩组。

#### 2.1.1 松散岩类孔隙含水岩组

##### (1) 浅层松散岩类孔隙水

赋存于弥河及其古河道堆积形成的河谷、阶地、冲洪积扇含水层中, 在河流上、中游含水层分布于河谷及阶地, 含水层岩性为中粗砂及卵砾石, 埋藏于粉土或粉质粘土之下, 或于河床漫滩处出露。其粒径大小、结构、发育程度与河流的规模有关, 含水层埋藏状况和富水性, 具有显著差异。在以中粗砂及砂砾石层为主的弥河冲洪积扇外围, 由于含水岩组粒度和厚度逐渐减小, 地下水富水性也逐渐减小, 单井涌水量为  $500 \sim 1000 \text{ m}^3/\text{d}$ 。由于研究区对浅层地下水的开采强度高, 导致浅层地下水位下降较快, 富水性较 20 世纪 80 年代变化较大, 许多浅层地下水

收稿日期: 2014-04-13; 修订日期: 2014-05-05; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 于得芹(1980—), 女, 山东泰安人, 工程师, 主要从事地质矿产水文工程环境地质调查与研究; E-mail: ddydq@126.com。

水源地消失,尤其是弥河冲洪积扇轴部,单井涌水量由大于 $5\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ ,下降为 $1\ 000\sim 3\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ 。

## (2)中深层松散岩类孔隙水

中深层松散岩类孔隙含水岩组包括第四纪松散岩类含水砂层、新近纪明化镇组松散砂岩。

第四纪松散岩类含水砂层主要分布在研究区北部,顶板埋深一般在 $90\sim 150\ \text{m}$ 之间,且由南向北逐渐变深,含水砂层岩性主要为山前冲洪积物质粗砂砾石、中粗砂、细砂,含水层岩性颗粒由洪积扇上游向下逐渐变细,含水层层数逐渐增多,单层厚度逐渐变薄,砂层单层厚度多在 $2\sim 4\ \text{m}$ 之间。

新近纪明化镇组的含水层主要分布在化龙—寿光—寒桥一线以北,含水层岩性为明化镇组松散砂岩,成岩物质来源于南部山区,由于冲洪积作用,由南向北方向松散砂岩岩性颗粒由粗逐渐变细,埋深逐渐变深,由西向东砂岩厚度逐渐变薄,多数松散砂岩层在东部上口—广陵一线尖灭。

强富水区主要分布于研究区西部(弥河以西),为冲洪积扇上游地段,受山前冲洪积作用,含水层岩性以中粗砂夹砾石为主,富水性强,单井涌水量为 $1\ 000\sim 3\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ ;中等富水区分布在强富水区东侧,为山前冲洪积扇的边缘地带,含水层岩性以中细砂和松散中细粒砂岩为主,富水性中等,单井涌水量在 $500\sim 1\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ 。

### 2.1.2 碳酸盐岩夹碎屑岩岩溶裂隙含水岩组

隐伏型碳酸盐岩夹碎屑岩岩溶裂隙水赋存于寿光凸起内寒武纪朱砂洞组灰岩及灰质、泥质白云岩之内,其中白云岩岩溶、裂隙发育,富水性较好,顶板埋深约在 $150\sim 450\ \text{m}$ 之间,单井涌水量 $1\ 200\ \text{m}^3/\text{d}$ 左右,水质优良。

### 2.1.3 喷出岩类孔隙裂隙含水岩组

主要分布在寿光市孙家集街道办事处及稻田镇以南区域,隐伏于松散岩类以下,顶板埋深小于 $150\ \text{m}$ 。岩性主要为玄武岩、砂岩、气孔状玄武岩,具不均匀的气孔构造,裂隙较发育。研究区东部靠近南部山区受断裂构造等因素的影响,地下水循环较强烈,单井涌水量为 $500\sim 1\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ ,适合建中小型集中供水水源地,其余地段单井涌水量小于 $500\ \text{m}^3/\text{d}$ 。

## 2.2 研究区地下水补径排特征

研究区浅层地下水主要受大气降水和侧向径流补给,在河流两岸接受河流的侧向补给,在山前冲洪

积平原区还接受大量人工回灌补给。区内浅层地下水运动方向与地形坡降方向大体一致,自南而北缓慢运动。近年来区内地下水开采程度的不断加大,已形成了浅层地下水漏斗,在漏斗中心形成了四周向漏斗中心的径流,区内浅层松散岩类孔隙水的排泄主要是垂直蒸发排泄,其次是水平径流排泄。

研究区深层松散岩类孔隙水的补给条件很差,天然状态下,其补给主要来自南部山前地下水的侧向径流补给,补给区远,水力交替弱,径流极其缓慢,补给量小。开采状态下,除接受侧向径流补给外,还接受上覆含水层越流补给和粘性土压缩释水补给,中深层松散岩类孔隙水总体自南向北运动。

碳酸盐岩类裂隙岩溶水的补给来源主要为南部山区地下水的侧向径流;寿光凸起内碳酸盐岩类裂隙岩溶水现今还未开采,其排泄途径主要为径流排泄,由西南向东北方向径流补给北部中深层孔隙水。

基岩出露处地势较高,基岩裂隙水大面积直接接受大气降水补给,以大气降水补给为主,在地势低处可接受松散岩类孔隙水和地表水的补给。其补给程度主要与地形地貌、裂隙发育程度关系密切。其排泄途径主要为侧向径流。

## 2.3 地下水动态特征

### 2.3.1 松散岩类孔隙水水位动态特征

浅层松散岩类孔隙水水位动态特征主要受大气降水、河流侧向径流及人工开采等因素影响。每年的1—3月份,全区降水量与蒸发量均较小,区域地下水开采量也较少,此时期的地下水位比较稳定;4—6月份,受春灌的影响水位降至低谷;7—9月份随着雨季的来临,水位逐渐回升或稍滞后于降雨水位,一般在年末或来年1,2月而达到年最高水位;但弥河沿岸由于受降水、河流及人为因素三重影响,特征不是很明显;年变幅在 $4\sim 6\ \text{m}$ 左右(图1)。

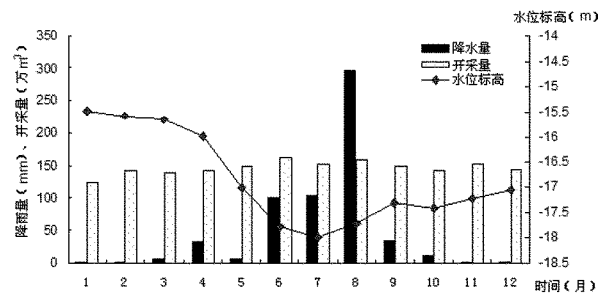


图1 浅层地下水2012年水位动态曲线图  
(北胡村)

中深层孔隙水含水层组地下水位动态与气象条件关系不明显,由于受西南部山区裂隙岩溶水和基岩裂隙水的侧向径流补给,地下水位动态与上游地下水侧向径流补给量和人工开采量有关,地下水动态曲线一般呈现“持续下降型”(图 2)。

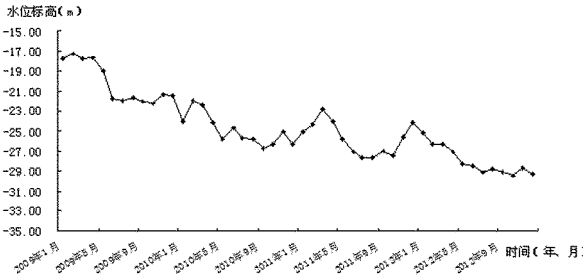


图 2 中深层孔隙水 2009—2012 年水位动态曲线图(北胡村)

### 2.3.2 碳酸盐岩类裂隙岩溶水水位动态

研究区碳酸盐岩类裂隙岩溶水主要以隐性为主,含水岩组埋深较大,且上覆有较厚的粘土层,与外部系统的水力联系不密切,为相对封闭的地下水系统。至今尚未开采利用,水位动态较为稳定。

### 2.3.3 基岩裂隙水水位动态

研究区内南部基岩裂隙水主要接受南部裂隙水的侧向径流补给,在埋深较浅处接受大气降水和上部孔隙水的下渗补给,由于玄武岩裂隙和气孔不发育,大气降水和上部孔隙水的补给量较小,地下水位动态受大气降水影响不明显,人工开采因素影响较大,动态曲线特征表现为“峰谷”型;水位变幅受季节气象因素影响不明显,水位年变幅 4 m 左右(图 3)。

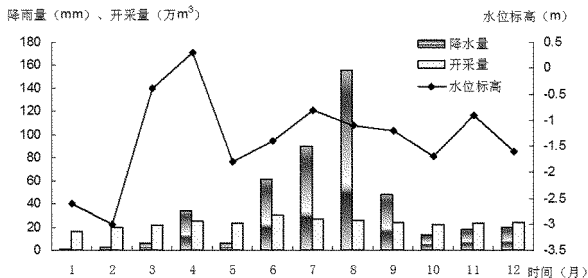


图 3 基岩裂隙水 2012 年水位动态曲线图(田马)

## 2.4 地下水水化学特征

地下水水化学成份与地下水的运动条件、岩性、地形、气候及人为影响等因素密切相关<sup>[3]</sup>。近年来受农业污染、人为污染、海水入侵等因素影响,水化学特征也由单一类型向多类型、简单向复杂类型转变。

浅层地下水水化学特征由于受地貌上从山间剥蚀平原经山前冲洪积平原过渡到滨海海积平原的变化,且由于北临莱州湾,受海(咸)水入侵、海潮及季风影响,地下水中氯离子含量普遍较高,由北向南呈逐渐增高的趋势,矿化度也随之升高;由于受农业污染,在农业发达地区开始出现重碳酸硝酸盐型、硝酸盐型地下水<sup>[4]</sup>。

中深层地下水受补给条件的影响,整体上呈现出从西南向东北水化学类型开始增多,矿化度逐渐升高的趋势。但水化学类型以 HCO<sub>3</sub> 型为主,分布面积较广,约占中深层地下水研究区的 97.1%。碳酸盐岩类裂隙岩溶水赋存于寿光凸起内,水化学类型为 HCO<sub>3</sub>-Ca·Na·Mg 型,矿化度 652.09mg/L,为水质优良的低矿化度水。

基岩裂隙水位于工作区南部,地貌上属山间剥蚀平原区,部分地区有残丘出露,地形坡度较大,地下水径流条件好,水质相对较好。由于补给区岩性相对复杂,有玄武岩、碳酸盐岩、花岗岩等,因此地下水阳离子成分相对复杂,水化学类型多样。

## 3 研究区地下水富水性变化分析

调查发现,研究区以浅层松散岩类孔隙水富水性变化最为显著(图 4、图 5),由图可见,原有的弥河冲洪积扇核心部位单井涌水量大于 5000 m<sup>3</sup>/d 的强富水性区域降级为单井涌水量 1 000~3 000 m<sup>3</sup>/d 的中等富水区;原有的山前坡洪积层单井涌水量由原来的小于 500 m<sup>3</sup>/d 降级为单井涌水量小于 100 m<sup>3</sup>/d 的贫水区或者无水区,富水性巨变的主要原因。

### 3.1 气象因素

自 20 世纪 80 年代开始,区内降雨逐年减少,蒸发量加大,导致浅层地下水的补给来源减少,直接影响了区内浅层地下水水位的大幅下降。

### 3.2 人为因素

经调查分析论证人为开采是导致区域浅层松散岩类孔隙水富水性发生变化的最大原因,随着区内工农业的飞速发展,和 80 年代初该区的地下水开采总量相比翻了好几倍,长期过量的开采浅层松散岩类孔隙水,导致地下水资源得不到及时的补给,从而造成区内地下水水位的大幅下降,含水层疏干,富水性变差。

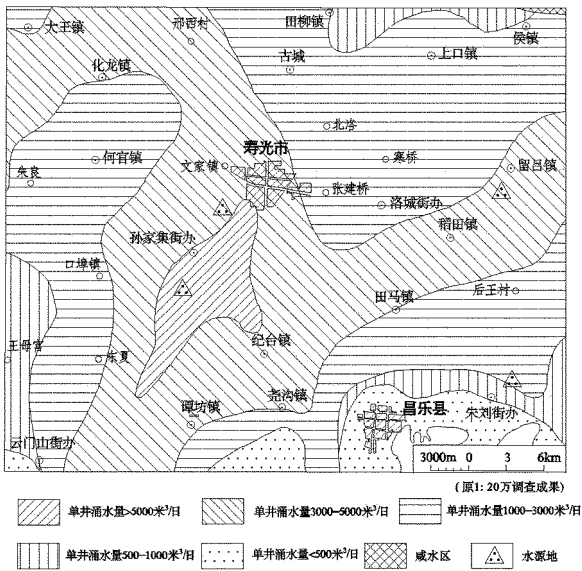


图 4 研究区浅层松散岩类孔隙水富水性分区图(1980 年)

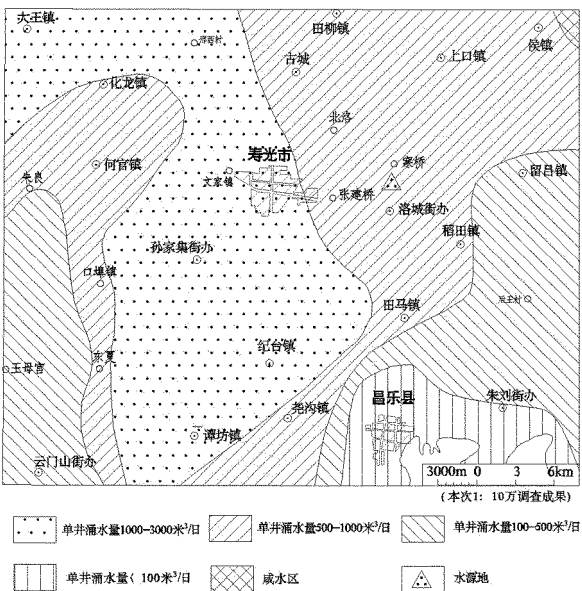


图 5 研究区浅层松散岩类孔隙水富水性分区图(2012 年)

## 4 地下水富水地段圈定

工作区内地下水以松散岩类孔隙水为主,富水地段主要位于弥河附近,根据地下水赋存深度的不同,分为中深层孔隙水和浅层孔隙水富水地段。

### 4.1 冲洪积扇松散岩类浅层孔隙水富水地段

主要分布于弥河流域中下游范围内,含水层岩组以中粗砂夹砾石为主,其顶板埋深 19~41.5 m,厚度 5.5~10.8 m。矿化度小于 1 g/L,水化学类型

属重碳酸型水,由于受到农业污染地下水中的硝酸根普遍超标。该富水地段区内有寒桥水源地,采用允许开采模数法计算该地段地下水允许开采量为 2 108.96 万 m<sup>3</sup>/a。

### 4.2 冲积层松散岩类中深层孔隙水富水地段

中深层孔隙水富水区主要位于寿光市西北化龙—寒桥—田柳一带,含水层岩性为山前冲洪积物质粗砂砾石、中粗砂、松散砂岩,含水层顶板埋深,在 120 m 左右。单井涌水量 1 000~3 000 m<sup>3</sup>/d,水氟含量小于 0.5 mg/L,矿化度一般在 600 mg/L 左右,水化学类型为 HCO<sub>3</sub>-Ca·Na 型,水中并富含锶、偏硅酸等对人体有益微量元素。在富水区的南部近山前地带,含水层中夹有砂砾石,地下水动力条件好,水循环更替快,适合大量开采。依据抽水试验资料,采用平均布井法对该区资源量进行估算,其允许开采量为 2 172.73 万 m<sup>3</sup>/a。

## 5 结论及保护对策

因受人类活动、气象等主要因素影响,寿光市水文地质条件近 30 年来从含水层赋存条件、导水性能、富水性能、水化学特征均已发生了巨大变化,随着蓝色半岛经济区发展和人类活动的进一步加强,研究区水资源供需矛盾会进一步凸现,严重制约寿光市经济发展,在此基础上提出以下保护对策<sup>[5]</sup>:

合理调整地下水的开采结构,将碳酸盐岩类裂隙岩溶水及喷出岩类孔隙裂隙水纳入地下水开采利用规划中;节约用水,科学的扩大地下水资源量;加强节水工程建设;开发利用微咸水,搞好废水处理工作;做好地下水环境保护工作,防止地下水被污染<sup>[6]</sup>;涵养水源,加强对水源地的保护。

### 参考文献:

[1] 山东省第四地质矿产勘查院. 山东省区域地质[M]. 济南: 山东省地图出版社, 2003.  
 [2] 王存龙, 王增辉等. 寿光市高氟地下水的分布规律和成因[J]. 物探与化探, 2012, 36(2): 267-272.  
 [3] 陈静生. 水环境化学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1991.  
 [4] 王小兰, 李季等. 山东省寿光市蔬菜种植区地下水硝酸盐污染状况研究[J]. 中国环境科学学会学术年会优秀论文集, 2008: 192-199.  
 [5] 沈连起, 郝导华等. 寿光市水资源开发利用现状及存在的问题及对策[J]. 山东水利, 1997(6): 24-25.  
 [6] 杨增文. 寿光市水资源可持续利用研究[M]. 山东农业大学学位论文, 2008.

(下转第 37 页)