

# 山东半岛海岸带南段主要富水地段 地下水资源开发利用潜力分析

韩玉英

(山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

**摘要:**对山东半岛海岸带南段主要富水地段地下水资源潜力进行了分析,采用地下水资源潜力系数公式计算分析各地段的开采程度,判定其开采潜力。区内9个富水地段平均潜力系数1.43,地下水开采潜力大。但为了保证水源地的供水安全,提出了相应的保护对策。

**关键词:**海岸带;地下水资源;潜力分析;山东半岛

**中图分类号:**P641.8 **文献标识码:**B

**引文格式:**韩玉英.山东半岛海岸带南段主要富水地段地下水资源开发利用潜力分析[J].山东国土资源,2016,32(6):46-50.HAN Yuying. Analysis on Groundwater Resources Development and Utilization Potentiality of the Water-Rich Areas in Southern Coastal Zones in Shandong Peninsula [J].Shandong Land and Resources, 2016,32(6):46-50.

山东半岛海岸带南段位于胶东半岛东部沿海地带,以日照岚山区汾水镇—威海荣成成山卫的黄海南部海岸线为界,包括陆域和海域2部分,总面积15 890 km<sup>2</sup>。海岸带南段陆域主要包括日照东港区、岚山区和青岛市南区、市北区、四方区、崂山区、李沧区、黄岛区、城阳区、即墨市、胶州市、胶南市以及威海荣成市、文登市、乳山市等部分行政区范围。从水文地质条件分析,主要富水地段有日照市付疃河、绣针河水源地,青岛市大沽河、白沙河、洋河、王戈庄河、吉利河水源地,威海市乳山河乳山寨水源地、老母猪河林村水源地。近年来,随着经济的迅速发展,工农业用水日趋增加,地下水水资源开发利用和供需矛盾日趋突出。因此,摸清区内富水地段的地下水开发利用潜力,有利于实现区域地下水资源的可持续开发利用<sup>[1-3]</sup>。

## 1 富水地段水文地质特征

调查区地处胶东半岛东部沿海,地下水资源相对贫乏,具有实际供水意义的富水地段全部为沿海

河流中下游孔隙水水源地,主要水源地分布见图1。其水文地质特征分述如下<sup>①</sup>:

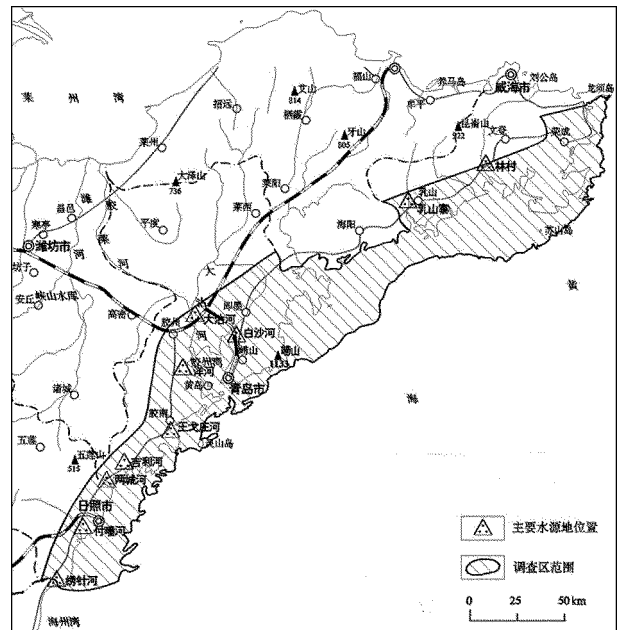


图1 主要水源地分布图

收稿日期:2015-08-14;修订日期:2016-02-15;编辑:王敏

作者简介:韩玉英(1977—),女,山东潍坊人,工程师,主要从事水工环地质工作;E-mail:hanyuy@126.com

①山东省地矿工程勘察院,山东半岛蓝色经济区1:10万水文地质工程地质环境地质调查报告,2011年。

### 1.1 日照市两城河、付疃河、绣针河水源地

日照市富水地段主要集中在付疃河、绣针河中下游地区,是城市供水的主要水源地,其中以付疃河供水意义最大。

付疃河水源地以第四系冲积—冲洪积层孔隙水为主,地下水主要赋存于冲积—冲洪积下部的中粗砂及砂砾石层中,主要以大气降水、河流侧渗及上游水库放水渗漏补给为主。河谷地带富水性较强,单井出水量 $1\ 000\sim 3\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ ,两侧逐渐变差,由 $500\sim 1\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ 至小于 $500\ \text{m}^3/\text{d}$ 。地下水水化学类型,在空间分布上自上游—下游呈由简单—复杂的变化规律,地下水类型由 $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ 向 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} - \text{Ca} \cdot \text{Na}$ 型过渡,矿化度一般小于 $1\text{g}/\text{L}$ 。

绣针河水源地位于岚山区绣针河中下游,地貌为山间河谷。水源地补给来源为大气降水及河流侧渗。含水层岩性以含砾中粗砂为主,透水性、富水性较好,单井涌水量 $500\sim 1\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ ,水位埋深 $3\sim 4.5\ \text{m}$ ,年变幅 $2.5\ \text{m}$ 左右。地下水类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型,矿化度小于 $1\text{g}/\text{L}$ 。

### 1.2 青岛市大沽河水源地

大沽河水源地为青岛市区主要供水水源地。地下水主要以大气降水、河流侧渗为主,含水砂层分布面积大,有利于地下水的赋存。含水层岩性主要为中粗砂、中细砂及砂砾石,砂层厚 $2\sim 8\ \text{m}$ ,单井出水量 $1\ 000\sim 3\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ ,河道边缘砂层减小到 $5\ \text{m}$ 左右,单井出水量 $500\sim 1\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ 。该富水地段浅层孔隙水与海水联系密切,水化学不稳定,水化学类型以 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Na}$ 型水为主。

### 1.3 白沙河—城阳河水源地

水源地位于白沙河—城阳河河谷地带及两河间冲洪积平原,大气降水、河流侧渗为其主要补给来源。下伏地层为白垩系下统青山群、王氏群及少量崂山花岗岩,均为不透水层界面,上覆第四系上更新世—全新世冲积、冲洪积等多成因类型的松散堆积物,赋存孔隙潜水及微承压水。该层多为双层结构,平均厚度 $18\text{m}$ ,表层为粘性土层,底层以卵石、砂砾石及中粗砂为主,含水层厚度一般 $8\sim 10\ \text{m}$ ,最厚可达 $15\ \text{m}$ ,单井涌水量在 $1\ 000\sim 3\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ 以上。水化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} - \text{Na}$ 型。

### 1.4 洋河水源地

含水层分布受古河道主流带控制,底部为含砾

泥质中粗砂,分选性差,个别地段含泥质成分较多,富水性较差,中上部为中粗砂、粗中砂、细中砂互层并夹粉细砂或粘质砂土。以中粗砂为主的强富水区含水层上覆粉土质粘质砂土,渗透系数 $2.67\sim 4.33\ \text{m}/\text{d}$ ,渗透性较强,有利于接受大气降水渗入和灌溉水的回渗补给。该区临近现代河床,河水与地下水联系密切,有利于接受河水的侧向补给。因所处地理位置不同,地下水水化学类型上游地带为 $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ 型水或 $\text{Cl} \cdot \text{HCO}_3 - \text{Ca}$ 型水,矿化度小于 $0.5\text{g}/\text{L}$ 。下游地带临近胶洲湾,水质渐差,水化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} - \text{Na}$ 型或 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} - \text{K} \cdot \text{Na}$ 型水,矿化度为 $0.5\sim 1\text{g}/\text{L}$ 。

### 1.5 威海乳山河乳山寨富水地段

地下水赋存于松散岩孔隙中,松散层堆积厚度 $8\sim 18\ \text{m}$ ,含水层岩性为中、粗砂,含水层厚度 $3\sim 6\ \text{m}$ ,单井涌水量河谷地带一般 $1\ 000\sim 3\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ ,两侧为 $500\sim 1\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ 。地水化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} - \text{Na} \cdot \text{Mg}$ 型。地下水的补给来源为大气降水入渗、农田灌溉回渗、侧向径流补给和河流渗漏,接受补给的地下水沿河流方向自北向南径流,地下水的排泄方式为人工开采和向下径流排泄。

### 1.6 文登市老母猪河林村水源地

地下水赋存于河流冲积而成的松散岩孔隙中,渗透性好,地下水类型为孔隙潜水和微承压水,主要接受大气降水和上游潜水的越流补给。松散层堆积厚度 $6\sim 20\ \text{m}$ ,含水层岩性为中粗砂及砾石,厚度 $3\sim 13\ \text{m}$ ,呈一元结构和二元结构,中部见淤泥质透镜体,地下水为孔隙潜水和微承压水,单井涌水量 $500\sim 1\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ 或 $1\ 000\sim 3\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ 。地下水质量较好,各项指标均能达到生活饮用水卫生标准。水化学类型为 $\text{Cl} \cdot \text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Na}$ 和 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} - \text{Ca} \cdot \text{Na}$ 型。

## 2 富水地段地下水资源计算

富水地段主要分布在较大河流冲洪积河谷及山前(滨海)平原区,地下水类型为松散岩类孔隙水,地下水资源量计算选取了区内资料较丰富、数据较齐全的典型富水地段或水源地开展资源量复核,复核过程根据已有数据情况选择均衡法、模数法、数值法、开采抽水法等计算方法。

根据收集的资料、成果,对部分资料较丰富、数

据较齐全的典型富水地段开展资源量复核,概算后进行汇总(表 1)。计算结果表明,全区现有 10 个富水地段中地下水可采资源总量为  $72.89 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,其中可采资源量大于  $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的只有大沽河中下游富水地段,可建特大型供水水源地;可采资源

量  $(5 \sim 15) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  可建大型供水水源地的富水地段有 5 个,分别是付疃河下游、白沙河中下游、白马河-吉利河、王戈庄河、黄垒河下游、老母猪河下游等;其余富水地段可采资源量  $(1 \sim 5) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,可建中型供水水源地。

表 1 富水地段地下水资源量概算汇总

富水地段或水源地名称	面积 (km <sup>2</sup> )	勘探可开采量 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d)	复核可开采量 (万 m <sup>3</sup> /d)	可增加调蓄资源量 (万 m <sup>3</sup> /d)	增加原因	近年开采量 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d)
绣针河下游	22.3		2.30			2.46
付疃河下游	87.5		8.50			6.16
大沽河中下游	436.8	20.23	22.50	2.27	地下水库调蓄	21.78
白沙河中下游	68.0	8.19	9.57	1.38	加上调蓄量	6.49
洋河下游	41.2	3.09	4.87	1.78	加上调蓄量	3.69
白马河-吉利河	53.04	3.29	5.06	1.77	加上调蓄量	2.36
胶南王戈庄河	62.63	2.68	5.48	2.80	加上调蓄量	2.63
乳山河下游	10.3		2.20			0.84
黄垒河下游	52.4		5.46			1.86
母猪河下游	42.51	4.16	6.95	2.79	加上调蓄量	2.78
合计(平均)	876.68		72.89			51.05

### 3 富水地段地下水资源潜力分析

根据山东半岛海岸带南段地下水富水地段的分布情况,结合计算结果和其他资料,将部分典型富水地段地下水资源量进行统计(表 2)。表中“地段”为富水地段名称;“面积”为富水地段面积,单位为“km<sup>2</sup>”;“可采模数”为可开采资源量模数,单位为“万 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>·a”;“可采量”和“实采量”分别指复核评价的可开采资源量和 2010—2013 年调查统计的实际开采资源量,“可增采”指可增加开采资源量,为“可采量”和“实采量”之差值,该三量单位均为“万 m<sup>3</sup>/d”;“潜力”指地下水资源潜力,即地下水资源在开发利用的现状条件下,尚可挖掘的供水潜力,以潜力系数表示;水位动态曲线取典型观测点 2000—2011 年水位数据绘制成图。

地下水资源潜力系数公式: $\alpha = Q_{\text{开资}}/Q_{\text{开采}}^{[4]}$   
式中: $\alpha$  为地下水潜力系数; $Q_{\text{开资}}$  为开采层的可开采资源量; $Q_{\text{开采}}$  为富水地段的实际开采量。

按照地下水潜力系数进行潜力分级: $\alpha < 1$  为无地下水潜力; $1 \leq \alpha < 1.2$  为地下水潜力一般; $1.2 \leq \alpha < 1.4$  为地下水潜力较大; $\alpha \geq 1.4$  为地下水潜力大。

由表 2 和图 2、图 3 可以看出,区内 9 个富水地段地下水可采资源总量  $67.41 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,实际开采总量  $45.73 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,可增采总量  $21.68 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,平均潜力系数 1.43。各富水地段中地下水资源潜力系数差异较大,介于 0.93~8.72 之间。其中

吉利河潜力系数最大为 8.72,可采资源量为  $5.06 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,实际开采量  $0.58 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,目前基本处于未开采阶段。地下水资源潜力大的富水地段还有青岛市白沙河、洋河和威海市乳山河、黄垒河及母猪河等;日照市付疃河下游富水地段潜力系数为 1.38,属于地下水资源潜力较大;青岛大沽河中下游地下水资源潜力系数为 1.03,属于潜力一般;日照市绣针河目前处于超采状态,潜力系数 0.93,属无潜力区<sup>[5]</sup>。

### 4 水源地地下水优化配置方案

根据当地水文地质特征,青岛市大沽河水源地针对储水层厚度较薄<sup>①</sup>,分布面广的特点,地下水开采方式采用局部相对集中开采与面上分散开采相结合的方式,在现代河床之下修筑取水工程效果比较理想;白沙河-城阳河水源地采用面上分散开采的方式,井型以大口径管井为宜,下游地段不宜长期开采,以免引发海水入侵;洋河水源地第四系厚度小,含水层较薄,调蓄能力差,应沿洋河古河道主流带和现代河床附近以井排方式布置开采井;威海市老母猪河水源地、乳山河乳山寨富水地段可采用傍河大口井、河滩渗井或水平集水管方式开采。

① 青岛海洋地质研究所,青岛市地质环境质量评价和生态与可持续发展调查研究报告,2006 年。

表 2 富水地段地下水资源潜力分析

地段	日照绣针河下游			水 位 动 态 曲 线	
面积	22.3	可采模数	37.65		
可采量	2.30	实采量	2.46		
可增采	-0.16	潜力系数	0.93		
特征	2008 年前采补基本平衡, 2008 年后超采, 近年水位下降。				
地段	日照付疃河下游			水 位 动 态 曲 线	
面积	87.5	可采模数	35.46		
可采量	8.50	实采量	6.16		
可增采	2.34	潜力系数	1.38		
特征	水位波动不大, 资源丰富, 地下水潜力较大。				
地段	青岛大沽河中下游			水 位 动 态 曲 线	
面积	436.8	可采模数	18.80		
可采量	22.50	实采量	21.78		
可增采	0.72	潜力系数	1.03		
特征	水位呈增长趋势, 可能为调蓄或水质恶化、开采减少所致。				
地段	青岛白沙河中下游			水 位 动 态 曲 线	
面积	68.0	可采模数	51.37		
可采量	9.57	实采量	6.49		
可增采	3.08	潜力系数	1.47		
特征	部分用水企业增加, 用水量增加导致 2007 年后水位下降。				
地段	青岛洋河下游			水 位 动 态 曲 线	
面积	41.2	可采模数	43.14		
可采量	4.87	实采量	2.78		
可增采	2.09	潜力系数	1.75		
特征	水位变化与大气降水关系密切, 有较大供水潜力。				
地段	胶南白马河-吉利河			水 位 动 态 曲 线	
面积	53.04	可采模数	34.82		
可采量	5.06	实采量	0.58		
剩余量	4.48	潜力系数	8.72		
特征	除特旱年外, 水位稳定增长趋势, 有很大的供水潜力。				
地段	威海乳山河下游			水 位 动 态 曲 线	
面积	10.27	可采模数	78.19		
可采量	2.20	实采量	0.84		
可增采	1.36	潜力系数	2.62		
特征	水位变化不大, 地下水资源开发程度低, 有开发潜力。				
地段	威海黄垒河下游			水 位 动 态 曲 线	
面积	52.4	可采模数	38.03		
可采量	5.46	实采量	1.86		
可增采	3.60	潜力系数	2.94		
特征	多年水位基本平衡, 有较大开采潜力。				
地段	文登母猪河下游			水 位 动 态 曲 线	
面积	42.51	可采模数	59.67		
可采量	6.95	实采量	2.78		
可增采	4.17	潜力系数	2.50		
特征	多年基本平衡, 特旱年开采量增大, 有开采潜力。				

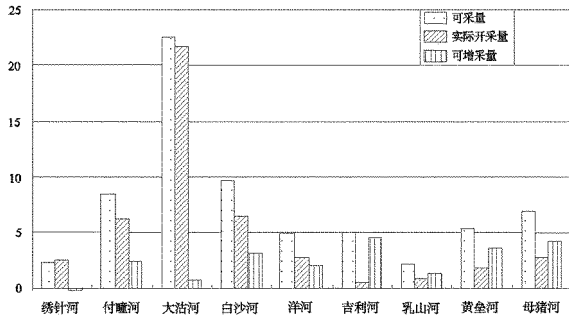


图 2 各富水地段地下水资源调查评价柱形图

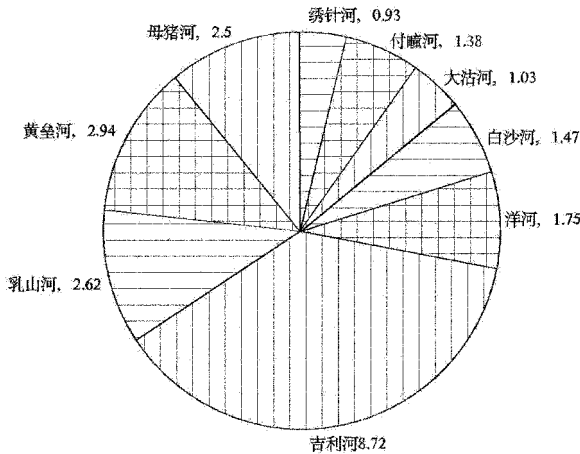


图 3 各富水地段地下水资源潜力饼图

## 5 水源地地下水保护对策

为了切实保证水源地地下水的供水安全,提出如下对策:

(1)加强水源地开采管理。水资源管理机构应统一负责水资源的规划、调度和保护,建立健全管理制度,实现地下水资源的有序开采。

(2)调整优化开采布局。建立地下水水质、水量监测网,进行地下水环境动态长期观测,对于开采强度过大,引发了一系列环境地质问题的地段,应进一步调整优化开采布局;对于曾出现过地下水降落漏斗的地段,应限制开采强度。

(3)沿海地段防止海水入侵。建设地下防渗墙,遏制海水入侵。

(4)植树造林,绿化环境。搞好植树造林,促进水土保持,防止水土流失,涵养水分,改善自然环境。

### 参考文献:

[1] 徐军祥,康凤新.山东省地下水资源可持续开发利用研究[M].北京:海洋出版社,2001.  
 [2] 张妍,尚金成,于相毅.吉林省水资源可持续利用研究[J].水科学进展,2003,14(4):489-493.  
 [3] Swift D J P. Coastal erosion and transgressive stratigraphy[J]. The Journal of Geology, 1968, (76): 444-456.  
 [4] 马龙,冯超臣.菏泽黄泛平原地区浅层地下水资源持续开发利用潜力分析[J].山东国土资源,2014,30(2):43-46.  
 [5] 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,2004,27(3):203-207.

# Analysis on Groundwater Resources Development and Utilization Potentiality of the Water - Rich Areas in Southern Coastal Zones in Shandong Peninsula

HAN Yuying

(Shandong Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

**Abstract:** Groundwater resource potentiality in main water - rich areas in southern coastal zones in Shandong Peninsula has been analyzed. By using groundwater resource potentiality coefficient, exploitation degree in different areas have been calculated. Average potentiality coefficient of 9 water rich areas is 1.43. It proved that groundwater exploitation potentiality is great. But in order to ensure the safety of water supply area, corresponding protection measures should be carried out.

**Key words:** Coastal zones; groundwater resource; potentiality analysis; Shandong Peninsula