

·地质与矿业工程·

浅析喀什三角洲地下水资源开发利用评价与区划

王艺星^{*1},孙振海²,乃尉华³

(1.新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第二水文工程地质大队,新疆 昌吉 831100;

2.新疆维吾尔自治区昌吉州地质环境监测站,新疆 昌吉 831100;

3.新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第三水文工程地质大队,新疆 喀什 844000)

摘要:地下水资源是水资源的重要组成部分,随着喀什三角洲经济高速发展,人口不断增加、城市化进程加速,对地下水资源的保证程度提出较高要求,开展喀什三角洲地下水资源开发利用评价与区划对其社会发展具有重大意义。

关键词:喀什三角洲;水资源;地下水资源;评价;区划

中图分类号:TV213 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2023)04-0123-04

1 水资源供需平衡分析

1.1 喀什三角洲规划生活需水量

按照“大喀什2小时经济圈”城市发展规划,2016年,现状年研究区各市(县)居民生活饮用水源地的供水人口规模为189.43万人,需水量为 $10829.55 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ (合 $29.67 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)。研究区各市(县)到2020年供水人口规模约260.87万人,居民生活水质型规划需水量为 $17979.90 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ (合 $49.26 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$);到2030年供水人口规模约328.94万人,居民生活水质型规划需水量为 $24805.40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ (合 $67.96 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)。现有各市(县)供水水源地的水质不符合国家生活饮用水标准要求,已经不能满足各市(县)居民和谐生活及可持续发展的用水需求,存在的水质型缺水现状已经成为“大喀什2小时经济圈”城市规划发展的重要制约瓶颈。现状下利用和规划利用的水资源中,地表水资源开发利用程度高,生态环境用水量大,进一步开发利用地表水的潜力小;而研究区内地下水资源相对较为丰富,开发利用程度较低,潜力较大。因此,进一步勘查评价研究区的地下水资源并加以合理开发利用,是解决研究区各市(县)近远期逾百万居民生活水质型缺失问题的有效途径(表1)。

1.2 水质型生活供水量

根据研究成果,在研究区内圈定的波斯坦铁列克水源地远景区、塔什米里克—玉麦水源地远景区、艾古斯水源地远景区和阿图什谷地水源地远景区,其地下

水质均符合国家生活饮用水标准。直接以各水源地远景区计算的地下水允许开采量作为可供水量。

波斯坦铁列克水源地远景区的允许开采量为 $12745.476 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$,即可供水量为 $12745.476 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ (合 $34.92 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)。

塔什米里克—玉麦水源地远景区的允许开采量为 $17429.712 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$,即可供水量为 $17429.712 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ (合 $47.75 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)。

艾古斯水源地远景区的允许开采量为 $2089.194 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$,即可供水量为 $2089.19 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ (合 $5.72 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)。

阿图什谷地水源地远景区的允许开采量为 $755.544 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$,即可供水量为 $755.54 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ (合 $2.07 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)。

综上所述,4处水源地远景区能够为各市(县)提供的可供水量为 $33019.926 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ (合 $90.47 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$),满足各市(县)居民现状与近、远期最大到 $67.96 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的生活饮用需水量。

1.3 供需平衡分析及结果

本次供需平衡分析是根据居民生活可供水量和生活需水量进行比较,采用典型年法(或称代表年法),以2016年为现状年,2020年和2030年分别为近期和远期规划水平年,研究区内生活用水资源量供需平衡如表2所示。

根据供需平衡结果分析,为解决优质地下水资源

* 收稿日期:2022-01-05

第一作者简介:王艺星(1991-),男(汉族),新疆昌吉人,工程师,现从事水工环地质勘查研究工作。

表1 研究区各市(县)居民生活饮用水现状与近、远期规划需水量一览表

年份	县市城区范围	喀什市	疏附县	疏勒县	岳普湖县	伽师县	英吉沙县	阿图什市	总计
2016年 (现状)	缺水人口(万人)	62.71	15.50	13.27	17.54	42.69	29.22	8.50	189.43
	需水量(10 ⁴ m ³ /d)	9.37	2.49	1.98	0.91	2.26	1.19	2.07	20.27
	需水量(10 ⁴ m ³ /a)	3420.98	907.28	721.52	330.35	825.75	435.15	757.37	7398.40
2020年 (近期)	缺水人口(万人)	98.45	25.03	24.60	23.99	46.65	32.15	10.00	260.87
	需水量(10 ⁴ m ³ /d)	22.39	4.39	4.54	3.77	7.29	5.02	1.86	49.26
	需水量(10 ⁴ m ³ /a)	8172.35	1602.35	1657.10	1376.05	2660.85	1832.30	678.90	17979.9
2030年 (远期)	缺水人口(万人)	128.45	32.53	31.01	29.99	54.06	37.10	15.80	328.94
	需水量(10 ⁴ m ³ /d)	32.68	6.04	5.93	5.08	9.02	6.19	3.02	67.96
	需水量(10 ⁴ m ³ /a)	11928.2	2204.6	2164.45	1854.20	3292.30	2259.35	1102.30	24805.4

注:现状下各市(县)地下水水源地的水质不符合国家生活饮用水标准。

表2 研究区内生活用水地下水资源量供需平衡分析结果一览表

水平年	生活需水量 (10 ⁴ m ³ /a)	可供水量 (10 ⁴ m ³ /a)	供需平衡结果 (10 ⁴ m ³ /a)	生活需水量 (10 ⁴ m ³ /d)	可供水量 (10 ⁴ m ³ /d)	供需平衡结果 (10 ⁴ m ³ /d)
现状2016年	7398.40	7770.76	+372.36	20.27	21.28	+1.01
近期2020年	17979.90	33019.926	+15040.026	49.26	90.47	+41.21
远期2030年	24805.40	33019.926	+8214.526	67.96	90.47	+22.51

分布不均造成的供需矛盾,在强化节水和水资源管理的同时,需要统筹规划地表水、地下水利用和节水再利用,并进一步加强地下水勘查工作量的投入力度,研究区地下水允许开采量可满足“大喀什2小时经济圈”城市发展规划近、远期逾百万人口水质型生活用水的需求。

2 产生的经济社会与环境效益

研究区地下水资源较为丰富,属于水质型缺水地区。根据本次研究评价结果,在北部恰克马克河地下水流亚系统圈定了阿图什谷地水源地远景区,在南部盖孜河地下水流亚系统圈定了波斯坦铁列克水源地远景区、塔什米里克—玉麦水源地远景区及艾古斯水源地远景区,4处水源地远景区的地下水允许开采量为33019.926×10⁴m³/a(合90.47×10⁴m³/d),可以解决研究区各市(县)居民生活饮用水现状与近期规划(2020年)260.87万人生活缺水量49.26×10⁴m³/d,以及远期(2030年)328.94万人的生活缺水量67.96×10⁴m³/d的安全供水问题。按照2016年喀什城区自来水价格标准1.60元/m³计算,若近、远期实现安全供水后,可产生的直接经济效益最大能够达到约40000万元。

研究区优质地下水资源的开发利用,对促进各市(县)经济社会的稳定发展,“治疆稳疆建疆”工作的长

久开展,提高当地人民生活幸福指数和健康状况,以及生态环境保护提供了可靠的地下水资源保障,具有长期的经济社会与环境效益。

3 地下水资源开发利用规划

3.1 北部恰克马克河地下水流亚系统开发利用区划

北部恰克马克河地下水流亚系统的地下水资源量为16489.77×10⁴m³/a,允许开采量为9893.862×10⁴m³/a(27.10×10⁴m³/d),现状开采量5088.10×10⁴m³/a(合13.94×10⁴m³/d),符合国家生活饮用水标准的地下水潜力系数为4.56大于1.40,综合潜力模数5.90×10⁴m³/(km²·a),地下水潜力综合评价为潜力大区,地下水综合潜力为5190.85×10⁴m³/a。

已建的阿图什水厂,根据当地水利局资料,现状开采量达到600.00×10⁴m³/a。阿图什市松塔克乡以东—伽师县克孜勒苏乡一带为大面积的盐渍荒漠,属于前人勘探空白区。根据勘探孔KT8、KT23资料,地下水在300m以浅矿化度为511.53~642.53mg/L,硫酸盐123.50~185.76mg/L,总硬度为223.10~305.40mg/L,氟化物为0.26~0.51mg/L,地下水水质符合国家饮用水标准,因此可以将地下水水源地远景区选择在阿图什谷地西部砾质平原区。

根据地下水富集程度和地下水水质条件,在恰克马克河地下水流亚系统西部平原区规划了阿图什谷地水源地远景区。

3.2 中部克孜勒河地下水流亚系统开发利用区划

北部克孜勒河地下水流亚系统的地下水资源量为 $84933.99\times10^4\text{m}^3/\text{a}$,允许开采量为 $50960.394\times10^4\text{m}^3/\text{a}$ ($139.62\times10^4\text{m}^3/\text{d}$),现状开采量 $59678.07\times10^4\text{m}^3/\text{a}$ (合 $163.50\times10^4\text{m}^3/\text{d}$),利用潜力 $13989.96\times10^4\text{m}^3/\text{a}$,地下水潜力系数为1.12小于1.2,开采强度较大,地下水潜力综合评价为潜力一般区。

已建的喀什市一水厂、二水厂、三水厂和疏勒县城

水厂、疏附县城水厂、伽师县水厂、阿瓦提乡水厂、帕其野农业水源地、羊大曼农业水源地和和夏阿瓦提乡农业水源地,现状开采量总计达到 $9975.53\times10^4\text{m}^3/\text{a}$ (表3)。现状开采程度下的地下水位曲线呈慢速下降型。并且,中部克孜勒河地下水流亚系统地下水中的硫酸盐100.00%超标,最高超标14.31倍,总硬度最高超标6.03倍、矿化度最高超标5.87倍,水质已经不符合国家生活饮用水标准。不宜规划新的生活饮用水源地,需严格控制机民井数量,减少机民井开采量,不宜再扩大地下水资源开采规模。

3.3 南部盖孜河地下水流亚系统开发利用区划

表3 中部克孜勒河地下水流亚系统集中开采水源地统计一览表

水源地	开采量($10^4\text{m}^3/\text{a}$)	备注
喀什市一水厂	1715.5	
喀什市二水厂	949	
喀什市三水厂	474.5	
疏附县水厂	907.28	
疏勒县水厂	721.52	
伽师县水厂	825.75	本数据由当地水利局提供及本次野外调查得出
喀什市阿瓦提乡水厂	281.98	
疏勒县帕其野农业水源地	800	
疏勒县羊大曼农业水源地	2800	
伽师县英买里乡农业水源地	200	
伽师县和夏阿瓦提乡农业水源地	300	
总计	9975.53	

南部盖孜河地下水流亚系统的地下水资源量为 $148273.30\times10^4\text{m}^3/\text{a}$,允许开采量为 $88963.98\times10^4\text{m}^3/\text{a}$ ($243.74\times10^4\text{m}^3/\text{d}$),地下水现状开采量为 $79835.29\times10^4\text{m}^3/\text{a}$ ($218.73\times10^4\text{m}^3/\text{d}$),其中符合国家生活饮用水标准的地下水资源量为 $96321.56\times10^4\text{m}^3/\text{a}$,允许开采量为 $57826.59\times10^4\text{m}^3/\text{a}$,地下水潜力系数1.44大于1.40,综合潜力 $17702.49\times10^4\text{m}^3/\text{a}$,属于地下水潜力大区。

已建的岳普湖水厂、英吉沙水厂、马场农业水源地和阿其克乡农业水源地,根据当地水利局资料,现状开采总量达到 $4235.15\times10^4\text{m}^3/\text{a}$,盖孜河地下水流亚系统大部分地区地处山前冲洪积砾质平原,地下水水质良好,满足国家生活饮用水标准,地下水埋藏深度均大于5.00m,地下水开发对生态环境平衡的影响小。因此,可以将地下水水源地远景区选择在砂砾质荒漠植被带。

根据地下水富集程度和地下水水质条件,在地下

水富集区内规划了3处具有供水前景的波斯坦铁列克水源地远景区、塔什米里克—玉麦水源地远景区和艾古斯水源地远景区。

4 水源地远景区开发利用规划

4.1 波斯坦铁列克水源地远景区开发利用规划

波斯坦铁列克水源地远景区的地下水允许开采量 $12745.476\times10^4\text{m}^3/\text{a}$,开采潜力 $12244.78\times10^4\text{m}^3/\text{a}$,地下水潜力系数为25.86>1.40,综合潜力模数为 $42.25\times10^4\text{m}^3/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,综合潜力 $12252.61\times10^4\text{m}^3/\text{a}$,综合评价为地下水潜力大区,可圈定一处水源地远景区。

按照“大喀什2小时经济圈”城市发展规划及水质型缺水需求,波斯坦铁列克水源地远景区的可供水量为 $12745.476\times10^4\text{m}^3/\text{a}$ (合 $34.92\times10^4\text{m}^3/\text{d}$),并且镉含量0.60~0.94mg/L达到了国家天然饮用矿泉水大于0.40mg/L的界限标准。因此,波斯坦铁列克水源地远

景区规划为喀什三角洲近、远期需水量开发利用的主要供水地段。

4.2 塔什米里克—玉麦水源地远景区开发利用规划

塔什米里克—玉麦水源地远景区的地下水可采资源量 $17429.71 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$, 开采潜力 $16498.96 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$, 地下水潜力系数为 $20.49 > 1.40$, 综合潜力模数为 $52.63 \times 10^4 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 综合潜力 $16579.13 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$, 综合评价为地下水潜力大区, 可圈定一处水源地远景区。

按照“大喀什2小时经济圈”城市发展规划及水质型缺水需求, 塔什米里克—玉麦水源地远景区的可供水量为 $17429.71 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ (合 $47.75 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$), 并且镉含量 $0.70 \sim 0.94 \text{ mg/L}$ 达到了国家天然饮用矿泉水大于 0.40 mg/L 的界限标准。因此, 将塔什米里克—玉麦水源地远景区规划为喀什三角洲近、远期需水量开发利用的主要供水地段。

4.3 艾古斯水源地远景区开发利用规划

艾古斯水源地远景区的地下水允许开采量 $2089.19 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$, 开采潜力 $1853.49 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$, 地下水潜力系数为 $10.65 > 1.40$, 综合潜力模数为 $47.33 \times 10^4 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 地下水综合潜力为 $1893.06 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$, 综合评价为地下水潜力大区, 可圈定一处水源地远景区。

按照“大喀什2小时经济圈”城市发展规划及水质型缺水需求, 艾古斯水源地远景区的可供水量为 $2089.19 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ (合 $5.72 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$), 并且镉含量 $1.06 \sim 1.70 \text{ mg/L}$ 达到了国家天然饮用矿泉水大于 0.40 mg/L 的界限标准。因此, 可将艾古斯水源地远景区规划为英吉沙县近期居民生活需水量开发利用的主要供水地段, 或者可作为远期应急供水开发利用的后备供水水源地。

4.4 阿图什谷地水源地远景区开发利用规划

阿图什谷地水源地远景区的地下水允许开采量 $755.54 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$, 开采潜力 $583.60 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$, 地下水潜力系数为 $6.67 > 1.40$, 综合潜力模数为 $18.35 \times 10^4 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 地下水综合潜力为 $642.30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$, 综合评价为地下水潜力大区, 可圈定一处水源地远景区。

按照“大喀什2小时经济圈”城市发展规划及水质型缺水需求, 阿图什谷地水源地远景区的可供水量为 $755.54 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ (合 $2.07 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$), 并且镉含量 0.97 mg/L 达到了国家天然饮用矿泉水大于 0.40 mg/L 的界限标准。因此, 可将阿图什谷地水源地远景区规划为近期阿图什市居民生活供水开发利用的主要地段, 或者可作为远期应急供水开发利用的后备水源地。

4.5 供水可靠程度分析

地下水的开发是为了使地下水资源得到有效利用, 以满足社会经济发展的需要, 为了避免开采地下水过程中对生态环境的影响过大, 单位面积上的开采强度不宜过大, 地下水位的降低应是大范围内的小幅度降低, 将开采井的井间距控制在 $500 \sim 1000 \text{ m}$ 左右为宜, 成井深度宜以 300.00 m 为限, 这样不但可以充分地开发地下水资源, 有效地截取潜水蒸发排泄量, 也可以使当地生态环境不致遭到较为严重的破坏。

上述4处水源地远景区的水质均符合国家生活饮用水标准, 并且其镉含量均达到了国家天然饮用矿泉水界限标准, 可进一步进行勘查开发利用。水源地远景区可供水量能够满足调查区各市(县)居民生活饮用水近期(2020年)及远期(2030年)逾百万居民的生活饮用水需求, 结果较为可靠。

参考文献:

- [1] 湛天德, 陈旭光, 王文科, 等. 准格尔盆地地下水资源及其环境问题调查评价[M]. 北京: 地质出版社, 2009.
- [2] 陈冰, 肖军, 陈旭光, 等. 新疆地下水资源评价报告[R]. 2002.
- [3] 喀什市水利局. 新疆喀什市水资源利用规划报告[R]. 2009.
- [4] 乃尉华, 常志勇, 李斌, 等. 新疆喀什三角洲1:10万水文地质环境地质调查报告[R]. 新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第二水文工程地质大队, 2018.
- [5] 乃尉华, 常志勇, 陆成新, 等. 新疆喀什经济开发区水文地质环境地质调查评价[M]. 北京: 地质出版社, 2017.

Analysis on Evaluation and Zoning of Groundwater Resources Development and Utilization in Kashi Delta

WANG Yi-xing¹, SUN Zhen-hai², NAI Wei-hua³

(1. The No.2 Hydrological Engineering Geological Brigade of Xinjiang, Changji Xinjiang 831100, China; 2. Changji Prefecture Geological Environment Monitoring Station of Xinjiang, Changji Xinjiang 831100, China; 3. The No. 3 Hydrological Engineering Geological Brigade of Xinjiang, Kashi Xinjiang 844000, China)

Abstract: Groundwater resources are an important part of water resources. With the rapid economic development of the Kashi Delta, the increasing population and the accelerated urbanization process, higher requirements are put forward for the assurance of groundwater resources. It is of great significance to carry out the evaluation and zoning of the development and utilization of groundwater resources in the Kashi Delta for its social development.

Key words: Kashi Delta; Water resources; Groundwater resources; Evaluation; Zoning