

基于供水限额的喀什噶尔河流域水资源合理配置

艾力米古力·艾萨¹, 张胜江², 岳春芳¹

(1. 新疆农业大学水利与土木工程学院, 新疆乌鲁木齐 830052; 2. 新疆水利水电科学研究院, 新疆乌鲁木齐 830049)

摘要: 水资源的合理配置对喀什噶尔河流域未来社会经济发展有着非常重要意义。本文以喀什噶尔河流域水资源及开发利用现状为基础, 针对喀什噶尔河流域用水总量实行限额供水的问题, 分析了流域地表水-地下水资源的配置方案; 有力地促进了水资源的可持续利用, 对水资源严格管理的实现起到了促进作用。

关键词: 供水限额; 水资源配置; 喀什噶尔河流域

中图分类号: TV212.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2013)02-0043-03

Reasonable configuration of water resources in Kaxkar River basin based on water supply limitation

Alimigul · Aisa¹, ZHANG Shengjiang², YUE Chunfang¹

(1. College of Water Resources & Civil Engineering, Xinjiang Agriculture University, Urumqi 830052, China;

2. Xinjiang Research Institute of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Urumqi 830000, China)

Abstract: The reasonable configuration of water resources has a very important significance to the future social and economic development in Kaxkar River basin. This paper based on the water resources development and utilization in the basin, aimed at the total water supply limitation problem in Kaxkar River basin, analyzed the configuration scheme of basin surface water - groundwater resource and powerfully promoted the sustainable utilization of water resources and the realization of the strict management of water resources.

Key words: water supply limitation; configuration of water resources; Kaxkar River basin

水资源的短缺是干旱区所面临的主要问题, 对干旱区地表水-地下水联合调度是解决水资源短缺的有效途径, 对干旱区水资源配置具有重要意义。随着国家最严格水资源管理制度的实施, 水资源开发利用总量控制红线的划定, 在用水总量控制的条件下, 如何协调各行业用水是现实面临的难题。2010年5月, 中央批准设立喀什经济特区, 使喀什地区经济社会发展与用水需求面临新的发展形势, 喀什噶尔流域的水资源合理使用将面临着新的挑战^[1]。

喀什噶尔河流域的主要行政区为喀什地区和克州两地州, 流域包括7县2市兵团农三师5个农牧团场。随着社会工业、农业的不断发展, 水资源的用水矛盾日益突出, 喀什噶尔河流域经济社会发展与用水需求面临新的发展形势。如何在流域的水资源实行总量控制的条件下、对地表水-地下水资源的利用现状进行配置是值得研究的问题。

1 喀什噶尔河流域概况

喀什噶尔河流域位于塔里木盆地西部边缘, 西部有帕米尔高原屏障, 并与吉尔吉斯斯坦接壤, 南部为喀喇昆仑山脉, 东部直通塔里木盆地腹地, 与叶尔羌河流域毗邻, 北部为天山山脉南支脉。喀什地区属于暖温带大陆干旱气候, 气候干燥、降水稀少、蒸发强烈、光照充足、昼夜温差大、冬短夏长等特点^[2]。流域独特的地貌环境给该地区绿洲开发创造了优越的条件, 形成了较集中的叶尔羌河与喀什噶尔河两大著名绿洲^[3]。

喀什噶尔河流域包括克孜河、盖孜河、库山河、依格孜亚河、恰克马克河、布谷孜河等6条河, 而以克孜河、盖孜河、库山河为主要, 其多年平均径流量占喀什噶尔河流域多年平均径流量的91%^[4], 流域各大河发源于天山山脉和帕米尔高原萨雷阔勒岭, 地势西高东低。

收稿日期: 2012-10-10; 修回日期: 2012-12-03

基金项目: 新疆维吾尔自治区科技攻关项目(201133130); 新疆自治区水文学及水资源重点学科基金(xjswszyzdsk 20101202)

作者简介: 艾力米古力·艾萨(1986-), 女, 新疆喀什人, 硕士研究生, 主要从事水文水资源研究。

通讯作者: 岳春芳(1972-), 女, 陕西长安人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事水资源管理研究。

2 水资源利用现状

喀什噶尔河流域现有水库 31 座,总库容为 2.54 亿 m^3 。2009 年喀什噶尔河流域农业总灌溉面积为 687.42 万亩,其中地面灌溉面积 657.68 万亩,占 95.67%,高效节水灌溉面积为 29.74 万亩,占 4%。2009 年社会经济总需水量为 56.95 亿 m^3 ,其中农业总需水量为 54.95 亿 m^3 ,占 96.48%;工业及生活等非农需水量为 2.005 亿 m^3 ,占 3.52%。

2009 年喀什噶尔河流域供水总量 55.23 亿 m^3 ,其中地表水供水量 44.93 亿 m^3 ,占供水总量的 81.35%;地下水供水量 10.30 亿 m^3 ,占供水总量 18.65%。现状年喀什噶尔河流域地表水引用量较大,地下水严重超采。

3 规划年(2020)供需水量分析

3.1 需水量分析

随着社会经济发展和人民生活水平的提高,各行业对水资源的需求日益增加。喀什噶尔河流域针对水资源紧缺的问题,规划年对作物的种植结构进行重新调整;调整后,灌溉总面积为 653.28 万亩,比 2009 年减少 34.14 万亩。农业节水灌溉采用地表水-地下水的比例不同需水量也不尽相同。喀什噶尔河流域农业节水灌溉采用不同地下水比例的需水量见表 1。从表 1 可以得出,工业及生活需水量占总需水量的 8.01%、8.07%、8.13%、8.20%,农业需水量占总需水量的 91.99%、91.93%、91.87%、91.80%。滴灌采用地下水的比例越大高效节水需水量越小,总需水量也越小;反之滴灌采用地下水的比例越小高效节水需水量越大,总需水量也越大。

表 1 喀什噶尔河流域 2020 年农业灌溉采用不同地下水比例需水量表 亿 m^3

项目	农业灌溉地下水比例	5%	15%	25%	35%
非农	工业及生活	3.50	3.50	3.50	3.50
	高效节水	15.61	15.28	14.95	14.61
农业	地面灌	24.59	24.59	24.59	24.59
	小计	40.20	39.87	39.54	39.20
需水量总计		43.70	43.37	43.04	42.70

3.2 供水量分析

规划年喀什噶尔河流域对地表水引水量和地下水开采量执行限额供水。限额供水量指标综合考虑喀什噶尔河流域实际情况确定,要求既能保证社会经济发展用水需要,同时又能兼顾生态用水。2020

年喀什噶尔河流域限额供水量为 43.38 亿 m^3 ,其中地表水限额供水量 37.38 亿 m^3 ,地下水限额开采量 6.00 亿 m^3 。按行业划分,工业及生活开采地下水为 1.85 亿 m^3 ,农业开采地下水为 4.15 亿 m^3 ;工业及生活引用地表水量 1.65 亿 m^3 ,农业引用地表水量 35.73 亿 m^3 。

4 规划年(2020)水资源配置

4.1 水资源配置原则

2020 年喀什噶尔河流域以地表水、地下水用水限额为基础,严格实行限额供水。要求各种来水频率年地表水供水均不得超过限额;地下水除特枯年外,其他年份均不得超过限额指标;特枯年可启动应急机制,适量超采部分地下水,弥补地表水引水不足的缺额。在限额用水以内,灌区用水优先由地表水供给,不足部分由地下水补充供给。不同来水条件下,水库蓄放水和机电井供水均按统一的调度规则进行,灌区引水之外的供需缺口由平原水库与机电井按固定的调节供水比例分别供给,保证机电井供水量不能小于最小供水量限制。目标函数为:

$$\min F(Q) = Q_s + Q_U = Q_a + Q_i + Q_e$$

$$Q_s = Q_{as} + Q_{is} + Q_{es}, Q_U = Q_{au} + Q_{iu}$$

$$Q_a = \sum_{i=1}^n S_i \xi q_i / \eta_i + \sum_{i=1}^n S_i (1 - \xi) q_i / \eta_i +$$

$$\sum_{i=1}^n S_d q_d / \eta_d$$

$$i = (1, 2, \dots, n), (d = 1, 2, \dots, m)$$

$$Q_i = Q_{is} + Q_{iu}$$

式中: $F(Q)$ 为总供水量, 亿 m^3 ; Q_s 为地表水供水量, 亿 m^3 ; Q_U 为地下水供水量, 亿 m^3 ; Q_a, Q_i, Q_e 分别表示农业用水、工业用水、生态用水; Q_{as}, Q_{is}, Q_{es} 分别表示农业用地表水、工业用地表水、生态用地表水; Q_{au}, Q_{iu} 分别表示农业用地下水、工业用地下水; S_i 为第 i 种作物节水灌溉种植面积, 万亩; S_d 为第 i 种作物地面灌溉种植面积, 万亩; ξ 为农用地表水比例; η_i 为高效节水灌溉水利利用系数; η_d 为地面灌溉水利利用系数; q_i 为第 i 种作物高效节水的灌溉定额; q_d 为第 i 种作物地面灌溉定额。

约束条件:

$$Q_s \leq Q_s', Q_U \leq Q_U'$$

式中: Q_s' 为地表水供水限额, 亿 m^3 ; Q_U' 为地下水供水限额, 亿 m^3 。

在上述配置原则下,用模拟法进行分析分配;结合地表水、地下水的分配, ξ 取值范围 $0 \leq \xi \leq 1$ 。

4.2 规划年(2020年)水资源配置方案

4.2.1 用水行业配置 2020年喀什噶尔河流域各用水行业水量配置总量为43.38亿 m^3 ,其中配置给工业1.55亿 m^3 ,城乡生活水量1.95亿 m^3 ,工业及生活引用水量合计为3.50亿 m^3 ,占8.1%;配置给农业水量39.88亿 m^3 ,占91.9%。

4.2.2 供水水源配置 2020年喀什噶尔河流域限额供水总量为43.38亿 m^3 ,其中:地表水37.38亿 m^3 ,占配置总量的86.17%;地下水6.00亿 m^3 ,占

13.83%。与现状相比,总用水量有所下降,特别是地下水供水大幅度减少,以确保生态安全和恢复地下水采补平衡。

4.2.3 配置方案 根据不同保证率的来水情况,以及规划年蓄水要求,确定了不同地下水比例的四种配置方案,详见表2。

经分析,喀什噶尔河流域规划年种植比例一定的情况下,随着节水灌溉采用地下水比例的上升需水总量逐步下降,而供水总量逐步提高。

表2 喀什噶尔河流域2020年农业灌溉采用不同地下水比例供需平衡分析

项 目		农业灌溉地下水比例	5%	15%	25%	35%	
来水量	多年平均		52.10	52.10	52.10	52.10	
	P = 75%		47.39	47.39	47.39	47.39	
	P = 95%		41.48	41.48	41.48	41.48	
需水总量			43.70	43.37	43.04	42.70	
供水量	多年平均	地表水	36.87	37.37	37.37	37.51	
		地下水	5.80	5.68	5.82	5.99	
		总供水量	42.67	43.05	43.19	43.50	
	P = 75%	地表水	36.89	37.37	37.37	37.51	
		地下水	5.78	5.68	5.82	5.99	
		总供水量	42.67	43.05	43.19	43.50	
	P = 95%	地表水	33.75	34.11	34.31	34.11	
		地下水	8.15	8.14	8.13	8.55	
		总供水量	41.90	42.25	42.44	42.66	
	余缺水量 (+为余、 -为超)	多年平均	地表水	0.51	0.01	0.01	-0.13
			地下水	0.20	0.32	0.18	0.01
		P = 75%	地表水	0.49	0.01	0.01	-0.13
地下水			0.22	0.32	0.18	0.01	
P = 95%		地表水	3.63	3.27	3.07	3.27	
		地下水	-2.15	-2.14	-2.13	-2.55	
地表水限额引水量			37.38	37.38	37.38	37.38	
地下水限额开采量			6.00	6.00	6.00	6.00	

5 配置方案合理性分析

5.1 需水分析

随着地下水比例的上升,总需水量呈明显下降趋势;因此,选用相对较高的地下水比例有利于节约农业用水。2009年至2020年,工业及生活需水从2.005亿 m^3 增长到3.500亿 m^3 ;农业需水量从54.95亿 m^3 降低到43亿 m^3 左右。经分析计算,农用地下水比例5%、15%、25%、35%的需水总量分别为43.70亿 m^3 、43.37亿 m^3 、43.04亿 m^3 、42.70亿 m^3 。不同地下水比例的需水量关系见图1。

5.2 供水预测分析

对地表供水量与地表供水限额关系进行分析可

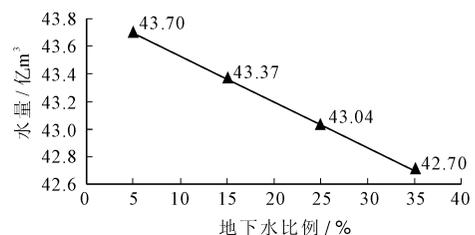


图1 不同地下水比例的需水总量图

知,随着地下水比例的上升,地表水供水量呈上升趋势;较高的地下水比例有利于充分利用水资源量。规划年通过节水改造和减少作物种植面积的措、以及平原水库的调节、地下水的开采,可满足季节性缺水。不同地下水比例的地表水供水量与地表供水限额关系见图2。 (下转第49页)

倍。陶雪琴^[13]等对广东清远市农村地区河流枯水季节的研究结果显示,主要污染因子为 COD_{Cr} 、TN 和总大肠菌数,下游采样点 COD_{Cr} 最低值达到 150 mg/L,超过本区域最高值的 4 倍,TN 平均含量达 7.4 mg/L,超过本区域最高值的 1.3 倍。主要污染来源是未经处理的养殖废水、生活污水及农田灌溉水。说明农村河流污染情况及污染来源基本相同,但不同地区河污染程度不同,研究区域农村河流污染程度远轻于以上两区域。

对于农村水污染问题必须引起高度的重视,并采取有效的治理措施:①加强社区居民的环保意识宣传,提高其对环境保护的认识。从我们如何调查的结果就显示,有 47% 的居民认为化肥和农药的使用是不会污染河流的,说明保护意识还有待提高;②修建垃圾池,实现垃圾清运;兴建小型、先进的污水收集处理场所;③鼓励使用农家肥,减少化肥的使用量,提倡绿色农业;④积极开展流域综合管理。

参考文献:

- [1] 张力平,夏军,胡志芳. 中国水资源状况与水资源安全问题分析[J]. 长江流域资源与环境,2009,18(2):116-120.
- [2] 周正,周颖辉. 我国农村水污染现状与防治方法[J]. 北

方环境,2011,23(6):97-99.

- [3] 周爱萍. 我国农村水污染现状及防治措施[J]. 安徽农业科学. 2009,37(9):4345-4346,4348.
- [4] 国家环境保护总局,水和废水监测分析方法编委会,水和废水监测分析方法[M]. (第四版). 北京:中国环境科学出版社,2002:32-47.
- [5] 国家环保局,水生生物监测手册编委会,水生生物监测手册[M]. 南京:东南大学出版社,1992,23.
- [6][8] 胡鸿钧,魏印心. 中国淡水藻类-系统、分类及生态[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [7] 周凤霞,陈剑虹. 淡水微型生物与底栖动物图谱[M]. (第二版). 北京:化学工业出版社,2011:104-129.
- [9] 朱颜明,黎劲松,杨爱玲,等. 城市饮用水地表水源非点源污染研究[J]. 城市环境与城市生态,2000,13(4):1-4.
- [10] 李怀恩,沈晋,刘玉生. 流域非点源污染模型的建立与应用实例[J]. 环境科学学报,1997,17(2):141-147.
- [11] 彭奎,朱波. 试论农业养分的非点源污染与管理[J]. 环境保护,2001(1):15-17.
- [12] 金树权,周金波,姚红燕,等. 宁波农村地区典型村镇河流水污染现状及控制策略[J]. 环境科学与管理,2010,35(6):50-53.
- [13] 陶雪琴,饶国梁,林瑞如,等. 农村地区河流污染状况分析-以清远佛冈滘江某支流为例[J]. 安徽农业科学,2010,38(1):311-313,380.

(上接第45页)

经分析,多年平均来水年份和 $P=75\%$ 年份,地下水比例上升到 25% 时,地表水供水量接近地表水限额水量;节水灌溉采用地下水比例超过 25% 后,地表水出现超引。因此,25% 的地下水比例有助于大幅度减少地下水超采;从地下水工程供水能力考虑,抗旱井在地下水比例为 25% 时出现最小值。因此,推荐节水灌溉采用地下水灌溉比例选择 25%。

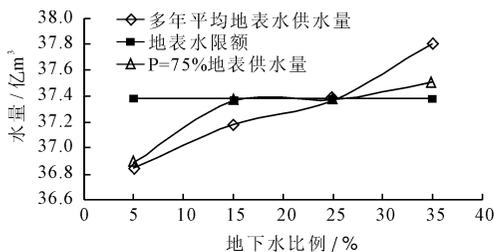


图2 地表供水量与地表供水限额关系图

6 结 语

限额供水是水资源管理的一项有效措施,有利于保障水资源可持续利用。在用水分配中,要考虑经济、生态环境的持续发展的同时,又要考虑农业用

水,保障用水安全。因此,协调好地表水-地下水的用水比例是执行限额供水的一个重要手段。本文对喀什噶尔河流域在限额供水情况下的规划年地表水-地下水进行配置研究,对充分发挥区域优势,确保喀什噶尔河流域经济与农业永续增长,解决水资源的供需矛盾具有重要的理论意义和现实意义。水资源开发利用与生态环境需水之间的定量关系问题还需要进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 曹伟,岳春芳,艾力米古力·艾萨,等. 基于供水限额的喀什噶尔河流域农业用水模式研究[J]. 中国农村水利水电,2012(8):24-26+29.
- [2] 朱宏,周宏飞,陈小兵,等. 新疆喀什地区的地下水资源特征分析[J]. 干旱区研究,2005,22(2):153-155.
- [3] 喀什地区地方志办公室. 喀什年鉴-2001[Z]. 乌鲁木齐:喀什维吾尔文出版社,2001.
- [4] 毛炜峰,孙本国,王铁,等. 近50年来喀什噶尔河流域气温、降水及径流的变化趋势[J]. 干旱区研究,2006,23(4):531-536.