

DOI: 10.3969/j.issn.1004-6933.2013.06.012

新疆农六师所在地水资源承载能力研究

杜明月¹, 吴继昌², 李丽琴¹, 赵 元³

(1. 中国水利水电科学研究院水资源所, 北京 100038; 2. 朝阳市水利工程移民管理处, 辽宁 朝阳 122000;
3. 华北水利水电大学水利学院, 河南 郑州 450011)

摘要: 分析新疆农六师所在地现状水资源开发利用情况及存在的问题, 构建了水资源优化配置模型, 通过不同方案长系列逐月调节计算和对比分析, 选取中方案为水资源配置推荐方案。同时, 采用双指针计算模型计算农六师高、中、低三种需水方案的水资源承载能力, 指出现状年 105 团当地水资源已经处于超载状态, 到 2030 年农六师的经济中心五家渠市也将处于水资源超载边缘, 超载度为 0.97。最后, 探讨了如何提高农六师所在地水资源承载能力的途径, 为农六师实现跨越式可持续发展提出建议。

关键词: 水资源承载能力; 双指针模型; 水资源优化配置; 新疆; 农六师

中图分类号: TV 213.9 文献标志码: A 文章编号: 1004-6933(2013)06-0059-05

Research on water resources carrying capacity of area of Sixth Agricultural Division of Xinjiang Production and Construction Corps

DU Mingyue¹, WU Jichang², LI Liqin¹, ZHAO Yuan³

(1. Department of Water Resources, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China;

2. Water Conservancy Project Management Office of Immigration, Chaoyang 122000, China;

3. North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou 450011, China)

Abstract: The present situation of exploitation and utilization of water resources in the area of the Sixth Agricultural Division of the Xinjiang Production and Construction Corps was analyzed. An optimal water resources allocation model was established and used to analyze the water resources equilibrium of supply and demand for different scenarios in each target year using monthly routing long series data. The second scenario was chosen as the recommendation scenario. The dual indices calculation model was used to calculate the water resources carrying capacity in three scenarios. The results show that the water resources carrying capacity of Regiment 105 has been exceeded, and, by 2030, the water resources carrying capacity of Wujiacqu City, which is the economic center of the Sixth Agricultural Division of the Xinjiang Production and Construction Corps, will have been nearly exceeded, with a surcharge degree of 0.97. Measures for improving the water resources carrying capacity of the area of the Sixth Agricultural Division of the Xinjiang Production and Construction Corps are put forward, providing suggestions for its great leap forward and sustainable development.

Key words: water resources carrying capacity; dual indices calculation model; water resources optimal allocation; Xinjiang; Sixth Agricultural Division of Xinjiang Production and Construction Corps

1 农六师所在地概况

新疆生产建设兵团农业建设第六师(以下简称农六师), 地处天山东段北麓, 准格尔盆地东南缘,

东起中蒙边境北塔山, 西邻玛纳斯河, 南倚天山, 北入古尔班通古特沙漠, 东西长 500 km, 南北宽 40 ~ 200 km, 土地面积 83.34 万 hm^2 , 成片状散布在昌吉回族自治州和五家渠市境内, 少部分跨入阿勒泰地

基金项目: 国家水体污染控制与治理重大科技专项(2012ZX07201-006)

作者简介: 杜明月(1988—), 女, 硕士研究生, 研究方向为水资源配置。E-mail: mingyuedudu@126.com

区,呈点多、线长、面积大的特征。全师域境矿产资源丰富,多年平均降水量 120 ~ 180 mm,多年平均水面蒸发量 1 800 ~ 2 300 mm,2010 年水资源总量为 12.84 亿 m³,水资源可利用总量为 10.87 亿 m³。2010 年末农六师总人口为 31.66 万人,城镇化率为 49.63%,国内生产总值(GDP)为 101 亿元,“三产”比例为 33 : 38 : 29,农业用地面积 18.26 万 hm²;农六师所在地多年平均需水总量为 10.65 亿 m³,供水总量为 10.33 亿 m³,缺水率为 3.05%,保证率 75%、90% 情况下缺水率分别为 3.81%、7.44%。未来随着当地城镇化、工业化的快速发展,水资源短缺、地下水超采等多重问题将更加严峻。

计算水资源承载能力的方法可分为经验估算法、指标体系评价法和复杂系统分析法 3 大类^[1-3]。笔者采用复杂系统分析法中的双指针模型对农六师所在地水资源承载能力进行分析计算,该模型全面考虑了社会经济和生态环境要求,可明确给出未来经济发展水平和生态环境条件下区域可承载的人口,通过超载度和宽松度简单明晰地表示出区域超载情况及发展空间^[4]。研究综合考虑农六师当地的水资源条件及社会经济发展状况,分析给出 2015 年、2020 年及 2030 年水资源承载能力,为农六师当地的未来经济社会发展提供参考依据。

2 水资源承载能力双指针计算模型

水资源承载能力是指在其他资源配合下,一个地区水资源可持续供养的人口数量^[4]。在水资源可利用量、经济发展水平和用水水平确定的条件下,通过水资源合理有效的分配即可得到相应发展的水资源承载能力。因而,将承载人口和与其相应的生活水平作为评价水资源承载能力的双指针。模型基本框架如图 1 所示。

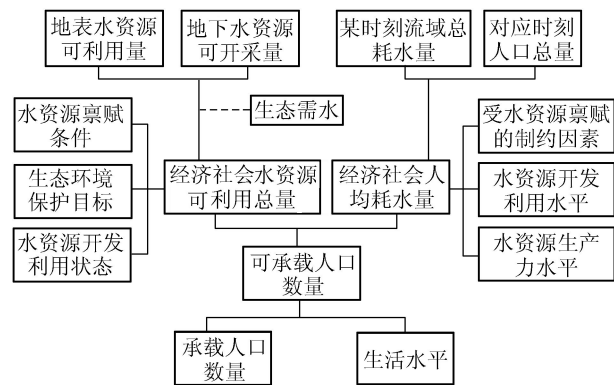


图 1 水资源承载能力双指针计算模型框架

基于双指针模型框架的水资源承载能力计算公式为^[4]

$$C = \frac{WN_t}{W_m} \quad (1)$$

式中: C 为水资源承载能力,人; W 为经济社会水资源可利用量,即水资源总量扣除生态环境需水量后的剩余水量, m³; W_m 为 t 时刻经济社会总耗水量, m³; N_t 为 t 时刻总人口数,人。

$$P_t = \frac{W_m}{N_t} \quad (2)$$

式中, P_t 表示 t 时刻经济社会人均耗水量,反映了区域受水资源禀赋条件的制约因素、水资源开发利用水平及生产力水平,可分为现状人均耗水量和未来人均耗水量^[4], m³。

此外,为了更加直观地评价水资源承载状态和承载潜力,设置 2 个评价指标:水资源超载度 Q 和宽松度 R 。

水资源超载度 Q 反映一个区域的水资源超载状态,即人均耗水量与人均水资源可利用量之比,计算公式为

$$Q = \frac{P_t N_t}{W} \quad (3)$$

当 $Q < 1$ 时,说明不超载,且数值越小承载潜力越大; $Q > 1$ 时,说明已经超载,且数值越大超载越严重。

水资源宽松度 R 反映一个流域的不超载水资源承载潜力,与水资源超载度互为倒数^[4]。

3 农六师所在地水资源承载能力分析

3.1 现状年水资源承载能力

根据农六师当地水资源开发利用现状评价结果,现状年(2010 年)供水总量为 10.82 亿 m³。其中地表水供水量为 7.00 亿 m³,占供水总量 64.7%;地下水供水量为 3.82 亿 m³,占供水总量 35.3%。局部地区超采严重,超采量为 5 442 万 m³,地下水位下降幅度大,从而可判断农六师局部地区水资源处于超载状态。

2010 年农六师当地供水总量 86 668 万 m³,外调水 22 000 万 m³,生态环境用水量 1 757 万 m³,即 2010 年农六师当地经济社会水资源可利用量为 106 911 万 m³。根据水资源承载能力双指针计算模型,得出现状生活生产用水水平下,各分区的超载度和适宜承载人口(表 1)。从表 1 中可以看出,农六师所在地水资源整体还有一定的承载潜力,只有 105 团地区水资源现状已经处于超载状态,超载度为 1.05。

3.2 未来水平年水资源承载能力

在分析农六师当地水资源数量、质量、开发利用现状及社会经济发展现状的基础上,选定 2010 年作为基准年,对未来 2015、2020、2030 年不同水平年的

综合考虑各方案各水平年地下水采补状况、外调水情况及缺水率,加之城市化、工业化的快速发展,基于稳健性原则,选择中方案作为优先推荐方案。

农六师当地矿产资源丰富,未来工业用水将会进入高速增长期,加之工业用水的保证率要求很高,因此,当地应该提高外调水规模,提高用水效率,并充分利用再生水,在保证生活、农业和生态用水需求的基础上,尽量满足工业新增用水需求,坚持“优先满足生活用水、适度压减农业用水、基本保持生态用水和科学增加工业新增用水规模”的水资源配置总体思路,以保障农六师顺利实现由“传统的农业经济发展模式”向“城市化、工业化与现代农业并重的多元经济发展模式”转变,以水资源的可持续利用支撑全师经济社会的可持续跨越式发展。

五家渠市是农六师政治、经济、文化、科技中心城市。2010 年全年完成 GDP 51.05 亿元,占农六师

当地国民经济的 51%,工业总产值 25.97 亿元,占农六师当地工业总产值的 67%。故五家渠市的发展对农六师有着重大的影响。由农六师分区现状水资源承载能力可以看出,五家渠市仍存在一定发展空间,而 105 团地区已处于超载状态,以下主要对五家渠市、105 团及全师所在地未来水资源承载能力做重点分析研究。

根据农六师当地水资源条件和生产力发展现状及现状用水水平,在参照国内外水资源利用效率的同时,通过分析农六师今后政策、技术及文化等方面对节水的影响,拟定强化节水、适度节水两种节水情景的需水定额。根据不同情景组合设计 3 种需水方案,预测未来水平年的耗水量^[8]。根据水资源承载能力双指针计算模型计算未来水平年农六师当地的水资源承载能力。具体结果见表 3~5。

表 3 未来水平年水资源承载能力(高方案)

水平年	行政分区	水资源量/ /万 m ³	水资源可 利用量/万 m ³	人口/ 万人	人均水资源 量/m ³	耗水量/ 万 m ³	人均耗水量/ m ³	宽松度	超载度	适宜承载 人口/万人
2015	105 团	5 004	3 756	2. 10	1 789	4 266	2 031	0. 88	1. 14	1. 85
	五家渠市	35 171	26 084	19. 38	1 346	24 554	1 267	1. 06	0. 94	20. 59
	农六师	129 474	102 831	44. 77	2 297	83 619	1 868	1. 23	0. 81	55. 06
2020	105 团	5 004	3 687	2. 69	1 371	4 503	1 674	0. 82	1. 22	2. 20
	五家渠市	36 329	25 028	27. 45	912	27 690	1 009	0. 90	1. 11	24. 81
	农六师	135 770	106 284	62. 38	1 704	92 383	1 481	1. 15	0. 87	71. 77
2030	105 团	6 269	4 831	3. 65	1 324	4 685	1 284	1. 03	0. 97	3. 76
	五家渠市	44 099	30 030	40. 60	740	35 195	867	0. 85	1. 17	34. 64
	农六师	148 715	115 617	94. 76	1 220	106 480	1 124	1. 09	0. 92	102. 89

表 4 未来水平年水资源承载能力(中方案)

水平年	行政分区	水资源量/ /万 m ³	水资源可 利用量/万 m ³	人口/ 万人	人均水资源 量/m ³	耗水量/ 万 m ³	人均耗水量/ m ³	宽松度	超载度	适宜承载 人口/万人
2015	105 团	5 004	3 774	1. 66	2 273	4 122	2 483	0. 92	1. 09	1. 52
	五家渠市	35 171	26 381	18. 05	1 462	23 516	1 303	1. 12	0. 89	20. 25
	农六师	129 474	103 171	39. 94	2 583	80 522	2 016	1. 28	0. 78	51. 17
2020	105 团	5 004	3 756	1. 82	2 064	4 021	2 209	0. 93	1. 07	1. 70
	五家渠市	36 329	26 408	24. 65	1 071	25 575	1 038	1. 03	0. 97	25. 45
	农六师	135 589	107 494	49. 72	2 162	84 231	1 694	1. 28	0. 78	63. 45
2030	105 团	5 004	5 008	1. 93	2 595	4 283	2 219	1. 17	0. 86	2. 26
	五家渠市	44 099	32 172	34. 18	941	31 357	917	1. 03	0. 97	35. 07
	农六师	146 198	116 613	64. 58	1 806	96 472	1 494	1. 21	0. 83	78. 06

表 5 未来水平年水资源承载能力(低方案)

水平年	行政分区	水资源量/ /万 m ³	水资源可 利用量/万 m ³	人口/ 万人	人均水资源 量/m ³	耗水量/ 万 m ³	人均耗水量/ m ³	宽松度	超载度	适宜承载 人口/万人
2015	105 团	5 004	3 777	1. 66	2 276	3 964	2 388	0. 95	1. 05	1. 58
	五家渠市	35 171	26 498	18. 05	1 468	19 582	1 085	1. 35	0. 74	24. 42
	农六师	129 474	102 954	39. 94	2 578	73 843	1 849	1. 39	0. 72	55. 69
2020	105 团	5 004	4 248	1. 82	2 334	3 832	2 106	1. 11	0. 90	2. 02
	五家渠市	36 329	25 406	24. 65	1 031	209 89	851	1. 21	0. 83	29. 84
	农六师	135 107	106 298	49. 72	2 138	76 035	1 529	1. 40	0. 72	69. 51
2030	105 团	5 004	5 020	1. 93	2 601	3 945	2 044	1. 27	0. 79	2. 46
	五家渠市	44 099	30 504	34. 18	892	24 920	729	1. 22	0. 82	41. 84
	农六师	143 902	113 076	64. 58	1 751	83 503	1 293	1. 35	0. 74	87. 45

通过表 2~5 可以看出,按照农六师当地的未来节水政策和经济发展规划,推荐方案在有外调水的情况下,105 团地区在 2015 年、2020 年仍然处于超载状态,到 2030 年外调水总量达到 3.76 亿 m^3 时,水资源超载状况基本得到缓解或解决。五家渠市在 2020 年、2030 年随着大规模跨越式发展,水资源承载能力也接近临界状态。就全师而言,水资源还存在一定承载潜力,但仍需重视节水工作和实行最严格的水资源管理制度。高方案,到 2020 年、2030 年五家渠市处于超载状态,表明其高速发展将超过水资源可承载的范围,不利于五家渠市未来的可持续发展。

4 对策和建议

a. 调整产业结构,大力发展低耗水、高产值的产业,严格控制高耗水、高污染产业发展,在降低农六师当地耗水总量的同时,尽量减少对经济发展速度的影响,建立与水资源承载能力相协调的经济结构体系。

b. 采取高节水措施,提升节水灌溉技术水平,建立健全有利于节约用水的体制机制,发展节水型农业、工业、服务业。如果 2030 年推荐方案提高农田综合灌溉水利用系数 5%,需水量可以减少 5 937 万 m^3 ,但需要加大节水投入。

c. 在充分利用当地水资源的同时,减少污水排放量,增加污水、雨水的处理回用量。如果 2030 年推荐方案提高污水处理回用率 5%,可增加 139 万 m^3 的中水。

d. 争取外调水,扩大外调水规模以增加农六师当地的可用水资源量。

e. 实施最严格的水资源管理制度,坚持水资源优化配置,最大程度减少水资源浪费损失,从管理上提高水资源承载能力,为实现农六师的跨越式发展和长治久安提供有力的水利保障。

5 结 语

根据新疆农六师所在地的水资源开发利用和社会经济发展水平,采用双指针模型计算分析了农六师所在地现状年及 2015 年、2020 年、2030 年的水资源承载能力。由计算结果可以看出,到 2030 年农六师外调水达到 3.76 亿 m^3 的规模,推荐方案尚有一定的水资源承载潜力,但其经济中心五家渠市已处于超载的边缘。现状年已经超载的 105 团,在调整产业结构、大力实施节水措施和外调水的条件下,到 2030 年不再超载,水资源承载能力有所提高。基于水资源承载能力计算结果,提出了开源节流以及加紧实施最严格水资源管理制度等措施,以提高农六

师当地的水资源承载能力。

参考文献:

- [1] 王顺久,侯玉,张欣莉,等. 流域水资源承载能力的综合评价方法[J]. 水力学报,2003(1):88-92. (WANG Shunjiu, HOU Yu, ZHANG Xinli, et al. Comprehensive evaluation method for water resources carrying capacity in river basins[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2003(1):88-92. (in Chinese))
- [2] 文绮,何彤慧. 近 10 年来我国水资源承载力研究综述[J]. 水资源保护,2005,21(6):15-18. (WEN Qi, HE Tonghui. Review on the study of water resources carrying capacity in China in the last ten years[J]. Water Resources Protection, 2005, 21(6):15-18. (in Chinese))
- [3] 王浩,秦大庸,王建华,等. 西北内陆干旱区水资源承载能力研究[J]. 自然资源学报,2004,19(2):151-159. (WANG Hao, QIN Dayong, WANG Jianhua, et al. Study on carrying capacity of water resources in inland arid zone of Northwest China[J]. Journal of Natural Resources, 2004, 19(2):151-159. (in Chinese))
- [4] 王忠静,廖四辉,武晓峰,等. 大同市水资源承载能力分析[J]. 南水北调与水利科技,2007,5(3):47-50. (WANG Zhongjing, LIAO Sihui, WU Xiaofeng, et al. Water resources carrying capacity in Datong City[J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2007, 5(3):47-50. (in Chinese))
- [5] 李其峰,谢新民,付意成. 基于三次平衡的五家渠市水资源优化配置研究[J]. 水电能源科学,2011,29(3):16-19. (LI Qifeng, XIE Xinmin, FU Yicheng. Water resource optimal allocation of Wujiaqu City based on three-stage equilibrium[J]. Water Resources and Power, 2011, 29(3):16-19. (in Chinese))
- [6] 谢新民,甘泓,李洪尧,等. 基于三次平衡配置的水资源承载能力分析[J]. 中国水利水电科学研究院学报,2006,4(3):191-195,201. (XIE Xinmin, GAN Hong, LI Hongyao, et al. Analysis on carrying capacity of water resource based on triple-balance deployment[J]. Journal of China Institute of Water Resources and Hydropower Research, 2006, 4(3):191-195, 201. (in Chinese))
- [7] 左其亭. 论水资源承载能力与水资源优化配置之间的关系[J]. 水利学报,2005,36(11):1286-1291. (ZUO Qiting. Relationship between carrying capacity and optimal deployment of water resources[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2005, 36(11):1286-1291. (in Chinese))
- [8] LIU Yuqiong, GUPTA H, SPRINGER E, et al. Linking science with environmental decision making: experiences from an integrated modeling approach to supporting sustainable water resources management[J]. Environmental Modelling & Software, 2008, 23(7):846-858.

(收稿日期:2012-12-08 编辑:高渭文)