

北京市怀柔区水资源供需平衡与配置研究

孙艳, 刘曦, 王秀茹, 杨健, 王红雷

(北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘要: 通过系统分析北京市怀柔区水资源供需形势以及近年来供用水发展趋势可知, 南水北调进京以前, 怀柔区需水量远大于可供水量, 水资源短缺形势严峻, 水资源保护的主要侧重点是节水, 主要考虑从建设管网, 普及居民家庭节水器具, 调整农业种植结构, 提高工业用水重复利用率方面来开展节水工作。2014 年南水北调进京以后, 怀柔区供水量大幅下降, 水资源短缺形势将得到有效缓解, 水资源保护的主要侧重点是水环境保护和治理, 主要从推进污水处理设施的建设和管理, 加强生态清洁小流域建设, 进行地下水水资源回补等方面开展水资源和水环境保护工作。

关键词: 怀柔区; 水资源需求; 供水能力; 水资源供需平衡; 水资源配置

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)05-0120-05

中图分类号: X37

Balance and Configuration of Water Supply and Demand in Huairou District of Beijing City

SUN Yan, LIU Xi, WANG Xiu-ru, YANG Jian, WANG Hong-lei

(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The results of systematic analysis on the supply-demand situation and the trend of recent years' water resources of Huairou District, Beijing City show that before the water from the south to north water diversion project reaches Beijing City, the water demand in Huairou district is much larger than the supply. Water resources are in a severe shortage situation. The main focus of water resource protection should be water saving. The construction of efficient pipelines, promotion of household water-saving appliances, adjustment of agricultural cultivation structure, and improvement on the recycling rate of industrial water should be carried out with the highest priority. After water from the project reaches Beijing, water demand from Beijing will declined sharply, and the water shortage in this District will be effectively alleviated. The main focus should be the protection and management of water resources; construction and management of sewage treatment facilities, construction of ecologically clean watersheds, and restoration of ground water resources should be carried out until then.

Keywords: Huairou District; water demand; water supply capacity; water supply and demand balance; water resources allocation

北京市怀柔区的功能定位是“北京东部发展带上的重要节点, 国际交往中心的重要组成部分, 首都的生态涵养发展区”。怀柔区是北京市重要水源地, 全区 97% 以上的面积属于饮用水源保护区。怀柔不仅要供应区内的用水, 还要供应北京市中心城区用水, 特别是 2003 年应急备用地下水源地投入使用以来, 该区水资源开采量超过了当地水资源可利用量, 水资源短缺形势十分严峻。结合怀柔区即将开展的节水型社会建设和“十二五”规划建设, 在对用水现状进行深入研究的基础上, 本文对 2013 年(节水型社会建设试点期末)、2015 年(“十二五”规划期末)和 2020 年(节水型社会建设规划期末)怀柔区水资源供需形势及水资源配置进行了分析。

1 水资源开发利用现状

1.1 供水

2009 年怀柔区总供水量为 $8.09 \times 10^7 \text{ m}^3$, 供水类型主要为地表水、地下水和再生水。其中地表水 $3.12 \times 10^6 \text{ m}^3$, 占总供水量的 3.9%; 地下水 $6.03 \times 10^7 \text{ m}^3$, 占总供水量的 74.5%; 再生水 $1.75 \times 10^7 \text{ m}^3$, 占总供水量的 21.6%。近几年, 怀柔本地总供水量缓慢下降, 地表水和地下水使用量减少, 再生水的使用量稳定增加。

1.2 用水

2009 年怀柔区总用水量为 $8.09 \times 10^7 \text{ m}^3$, 其中第一产业用水 $3.52 \times 10^7 \text{ m}^3$, 占总用水量的 43.5%;

工业用水 $6.20 \times 10^6 \text{ m}^3$, 占总用水量的 7.7%; 建筑业和第三产业用水 $6.47 \times 10^6 \text{ m}^3$, 占总用水量的 8.0%; 城镇生态环境用水 $1.68 \times 10^7 \text{ m}^3$, 占总用水量的 20.8%; 居民生活用水 $1.61 \times 10^7 \text{ m}^3$, 占总用水量的 20.0%, 其中城镇居民生活用水 $2.45 \times 10^6 \text{ m}^3$, 农村居民生活用水 $1.37 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。2009 年怀柔区用水构成如图 1 所示。

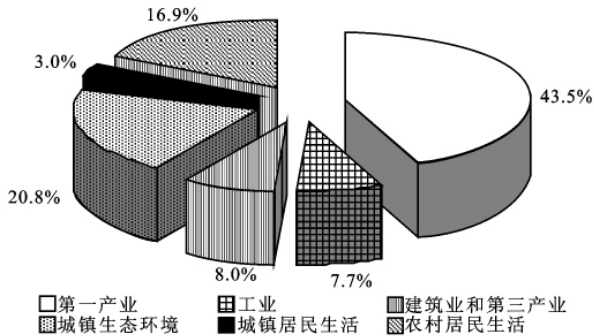


图1 怀柔区2009年用水构成

从图1可以看出,在2009年全区用水构成中,经济效益相对较差的第一产业用水所占比重较大,超过全区用水的40%以上,而经济效益较好的第三产业用水所占比重较低,仅为8%。

从图2可以看出,怀柔区用水总量呈下降的趋势。行业用水量变化较大。其中,生活用水量变化不大,农业和工业用水量大幅度减少;随着旅游业发展进程的加快,第三产业用水量逐年增加;由于人们环境保护意识的增强,城镇生态环境用水量也逐年增加。

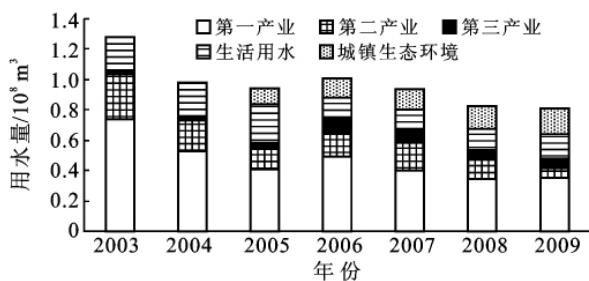


图2 2003—2009年怀柔区分行业用水变化趋势

1.3 存在的问题

1.3.1 水资源短缺形势严峻 怀柔区当地水资源的人均占有量约 941.8 m^3 , 低于国际公认的缺水上限 1000 m^3 , 除去每年供应北京市中心城区的水量, 怀柔区人均水资源占有量下降为 545.0 m^3 , 接近国际公认的严重缺水上限 500 m^3 。

1.3.2 水资源过度开发, 地下水位严重下降 近年来, 怀柔区地下水补给减少, 但用水需求不断增加, 地下水过度开采, 地下水水位连年下降。从2002年到2009年的8年间, 全区地下水位从6.2m下降到22.5m, 降幅达16.3m, 平原区地下水埋深最深处达到了40m以上。

1.3.3 非常规水源利用率有待提高 虽然怀柔区污水处理率逐年提高, 集雨工程技术基本成熟, 但由于再生水管网和雨水利用工程的建设滞后, 再生水及雨水的利用率较低, 利用再生水、雨洪水等第二水源替代清水的节水潜力尚未充分发挥。

1.3.4 水资源管理体系有待完善 怀柔区水资源管理水平和手段比较落后, 管理人员技术水平有待进一步提高, 同时管理单位基础资料缺乏系统整编, 大量管理工作建立在低水平手工操作上, 用水计量不准, 管理粗放, 效率低。

1.3.5 生态水环境治理任务艰巨 随着经济社会的发展以及山区旅游业迅速发展壮大, 怀柔区污水排放量不断增加, 污水排放点不断增多, 水污染不断向农村推移。怀柔区污水收集处理系统尚未完全建立, 存在与雨水系统混接的现象, 雨污混合排入河道, 污染河流。

2 水资源需求分析

(1) 生活需水量预测。生活需水与怀柔区经济社会发展水平、居民收入水平、水价、生活用水习惯、节水器具的普及与推广等因素有关。根据《北京市节约用水规划研究2006—2020》《北京市怀柔区水资源综合规划报告》、《怀柔区新城规划(2005—2020年)》推算试点期末怀柔区生活需水量^[1-3]。

(2) 第一产业需水量预测。第一产业需水即农业需水, 包括农田灌溉和林牧渔业需水。随着农业节水技术的推广应用和种植结构调整, 怀柔区农业需水量将呈下降趋势。

以怀柔区现状农业用水定额为各规划水平年正常水平下需水定额, 依据各项农业节水措施的开展情况估算节水水平下需水定额。

(3) 工业需水量预测。根据《怀柔区新城规划(2005—2020年)》, 怀柔区将继续把工业结构的整体优化和升级作为第二产业结构优化的重点, 力争形成具有较强市场适应性和竞争力的产业结构, 提高经济的整体运行质量, 实现产业全面升级。特别要大力发展高新技术产业, 把发展高新技术产业和环保型产业作为怀柔区工业产业结构优化的重要环节来抓。本文根据万元工业增加值用水量估算各年工业需水量。

(4) 建筑业和第三产业需水量预测。随着怀柔区房地产业和第三产业的进一步发展, 建筑业和第三产业增加值将呈增加趋势。但是随着产业技术的发展和进步, 生产效率的逐步提高, 怀柔区建筑业和第三产业需水定额将呈下降趋势, 总需水量呈现上升趋势。

(5) 城镇生态环境需水量预测。城镇生态环境需水量包括河道外需水量和河道内需水量, 怀柔区河道外生态环境需水量主要由绿地灌溉和道路洒水两部分组成。

根据规划的公共绿地和城市道路面积以及相应的需水定额,同时考虑各水平年河道外生态环境需水量的保证率,预测怀柔区河道外生态环境需水量。

怀柔区水资源量紧缺,河道内需水量只能靠降水和未充分利用的再生水补充,因此对怀柔区河道内生态环境需水量不进行预测,仅每年把未充分利用的再生水排入河道作为河道内生态补水量。

(6) 总需水量预测。汇总生活、生产和生态需水量预测结果,得到怀柔区各规划水平年需水量,2013, 2015 和 2020 年怀柔区总需水量分别为 8.69×10^7 , 8.89×10^7 和 $9.58 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。怀柔区 2009—2020 年各产业用水量变化趋势预测见图 3。

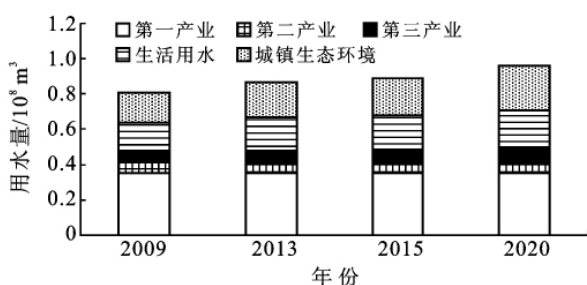


图 3 怀柔区 2009—2020 年各产业用水量变化趋势预测

从图 3 中可以看出,2009—2020 年,人民生活水平不断提高,怀柔区居民家庭生活用水量呈上升趋势;在一产种植业及养殖业中继续推行节水措施,一产用水量基本持平;在工业中实行节水技术改造,避免发展高耗水工业,工业用水量呈下降趋势;随着经济的不断发展,第三产业及建筑业用水量呈上升趋势;生态用水量逐年增加。总用水量呈逐年小幅上升趋势。

近年来,怀柔区应急备用水源地、潮白河绿化水源工程和潮白河、怀河应急水源工程年均供给北京城区水量为 $1.30 \times 10^8 \text{ m}^3$,怀柔水库、北台上水库、大水峪水库年供应北京城区水量为 $2.00 \times 10^7 \text{ m}^3$,预测 2013 年怀柔区供给中心城区水量与正常水平持平,则 2013 年怀柔区总需水量为 $2.37 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。预测 2014 年南水北调工程水进京后,怀柔区不再供给中心城区用水,则 2015 年和 2020 年怀柔区总需水量分别为 8.9×10^7 , $9.6 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。

3 供水能力分析

(1) 地表水可供水量。根据《怀柔区水资源综合

规划》,地表水可利用量采用水利工程控制的调节性水量和通过引水提取的河道基流量进行计算。现状供水设施条件下,不同特征年份地表水可利用量见表 1。

表 1 怀柔区地表水资源可利用量

分区	不同频率地表水资源可利用量/ 10^4 m^3	
	平水年(50%)	偏枯水年(75%)
平原区	5 212	3 214
山前区	660	430
山后区	1 048	926
全区	6 920	4 570

(2) 地下水可供水量。怀柔平原区浅层地下水开采利用程度高,地下水开采量统计资料系列较完整,地下水位多年动态监测资料齐全。根据《怀柔区水资源综合规划》成果,结合地下水水位多年动态观测资料和年开采量资料,采用实际开采量调查法,参照多年地下水实际开采量确定平原区浅层地下水的可开采量。怀柔区地下水资源可利用量如表 2 所示。

表 2 怀柔区地下水资源可利用量

分区	不同频率地下水资源可利用量/ 10^4 m^3	
	平水年(50%)	偏枯水年(75%)
平原区	8 000	6 620
山前区	1 300	1 070
山后区	1 800	1 470
全区	11 100	9 160

(3) 再生水可利用量。怀柔区城镇污水处理厂现状总规模为 $8.47 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,经过区内污水处理厂建设,到 2013 年,怀柔区污水处理能力达 $1.95 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

根据预测,试点期末,怀柔区再生水资源量利用量为 $2.29 \times 10^7 \text{ m}^3$,2015 年再生水资源利用量为 $2.48 \times 10^7 \text{ m}^3$,2020 年再生水资源利用量为 $2.97 \times 10^7 \text{ m}^3$,其中试点期再生水主要用于河道生态回补、农业灌溉、景观环境以及小部分工业、建筑业及第三产业用水,随着再生水工艺的进步及再生水水质的提高,规划逐年增加再生水在各产业中的利用量(表 3)。

表 3 怀柔区再生水综合利用规划

规划期	再生水利用量/ 10^4 m^3					
	城市生活	农业灌溉	景观环境	工业用水	建筑业及第三产业用水	可利用量
2013 年	40	70	2 020	110	50	2 290
2015 年	60	100	2 090	170	60	2 480
2020 年	80	130	2 480	200	80	2 970

(4) 可供水总量预测。根据上述分析,平水年(50%)怀柔区 2013,2015 和 2020 年可供水总量分别为 2.03×10^8 , 2.05×10^8 和 $2.10 \times 10^8 \text{ m}^3$ (表 4)。

表 4 怀柔区不同水平年不同保证率可水量

年份	保证率/%	可水量/ 10^4 m^3			
		地表水	地下水	再生水	合计
2013	50	6 920	11 100	2 290	20 310
	75	4 570	9 160	2 290	16 020
2015	50	6 920	11 100	2 480	20 500
	75	4 570	9 160	2 480	16 210
2020	50	6 920	11 100	2 970	20 990
	75	4 570	9 160	2 970	16 700

4 水资源配置与供需平衡分析

4.1 水资源配置方案

所谓水资源配置,是指在水资源总体规划与管理

过程中,充分协调水与社会、经济、生态、环境等要素的关系,提高水资源与之相适应的匹配程度,实现水资源合理利用,促进社会经济可持续发展^[4]。

在该次水资源配置中,在满足各行业用水对水质要求的情况下,优先使用雨洪水和再生水,减少新鲜水的取水量,降低万元 GDP 取水量,达到节水的目的^[5]。

根据怀柔区 2013,2015 和 2020 年可供水资源量和需水量预测结果,水资源供需平衡分析结果,及再生水资源配置方案,在进一步采取节水措施达到节水目标的情况下,怀柔区 2013,2015 和 2020 水资源配置结果见表 5。

从以上各年水资源配置可以看出,再生水取水量逐年增加,再生水替代水资源比例逐年提高,三产用水比例不断优化,以缓解供需矛盾,促进水资源可持续利用。

表 5 怀柔区水资源配置方案

年份	保证率/%	水源	供水量/ 10^4 m^3						合计
			中心城	生活	第一产业	工业	建筑业和第三产业	城镇生态环境	
2013	50	地表水	2 000	0	600	0	31	0	2 631
		地下水	13 000	1 830	2 830	404	705	0	18 769
		再生水	0	40	70	110	50	2 020	2 290
		合计	15 000	1 870	3 500	514	786	2 020	23 690
	75	地表水	2 000	0	600	0	31	0	2 631
		地下水	13 000	1 830	3 530	404	705	0	19 469
		再生水	0	40	70	110	50	2 020	2 290
		合计	15 000	1 870	4 200	514	786	2 020	24 390
2015	50	地表水	0	0	640	0	45	0	685
		地下水	0	1 880	2 757	355	728	0	5 720
		再生水	0	60	100	170	60	2 090	2 480
		合计	0	1 940	3 497	525	833	2 090	8 885
	75	地表水	0	0	640	0	45	0	685
		地下水	0	1 880	3 456	355	728	0	6 419
		再生水	0	60	100	170	60	2 090	2 480
		合计	0	1 940	4 196	525	833	2 090	9 584
2020	50	地表水	0	0	720	0	75	0	795
		地下水	0	2 050	2 638	330	797	0	5 815
		再生水	0	80	130	200	80	2 480	2 970
		合计	0	2 130	3 488	530	952	2 480	9 580
	75	地表水	0	0	720	0	75	0	795
		地下水	0	2 050	3 335	330	797	0	6 512
		再生水	0	80	130	200	80	2 480	2 970
		合计	0	2 130	4 185	530	952	2 480	10 277

4.2 供需平衡分析

在不同保证率下,怀柔区供水量和需水量都是不同的,根据怀柔区不同水平年可水量和需水量预测

成果,进行不同水平年的水资源供需平衡分析。具体结果见表 6。

怀柔区水资源除供本区生活生产用水外,每年还

需向北京城区供应 $1.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的水量,致使怀柔区地下水严重超采。水资源配置时考虑怀柔现状地下水超采严重的问题,严格控制地下水的开采量,并且

加大再生水的使用量。在农业中新增再生水用于再生水灌区,在工业、建筑业及第三产业中增加再生水的使用量。

表 6 怀柔区不同水平年水资源供需分析

水平年	保证率/%	可供水量		正常水平			节水水平		
		新水可供水量/ 10^4 m^3	再生水利用量/ 10^4 m^3	需水量/ 10^4 m^3	缺水率/%	缺水率/%	需水量/ 10^4 m^3	缺水率/%	缺水率/%
2013	50	18 020	0	23 690	5 670	23.93	22 627	4 607	20.36
		18 020	2 290	23 690	3 380	14.27	22 627	2 317	10.24
	75	13 730	0	24 391	10 661	43.71	23 187	9 457	40.79
		13 730	2 290	24 391	8 371	34.32	23 187	7 167	30.91
2015	50	18 020	0	8 885	-9 135	0.00	7 802	-10 218	0.00
		18 020	2 480	8 885	-11 615	0.00	7 802	-12 698	0.00
	75	13 730	0	9 584	-4 146	0.00	8 361	-5 369	0.00
		13 730	2 480	9 584	-6 626	0.00	8 361	-7 849	0.00
2020	50	18 020	0	9 579	-8 441	0.00	8 463	-9 557	0.00
		18 020	2 970	9 579	-11 411	0.00	8 463	-12 527	0.00
	75	13 730	0	10 277	-3 453	0.00	9 022	-4 708	0.00
		13 730	2 970	10 277	-6 423	0.00	9 022	-7 678	0.00

由于 2011—2013 年怀柔区应急水源地还需要对北京城区进行供水,怀柔区缺水问题将持续存在,地下水持续超采,枯水年(75%)再生水利用量达 $2.29 \times 10^7 \text{ m}^3$ 的情况下,怀柔缺水率高达 30.91%。2014 年南水北调进京后,怀柔应急备用水源地将不再供应北京城区的用水,届时将大大缓解怀柔区地下水超采严重的问题,怀柔区年水资源可利用量能够满足全区的生活生产用水需求。南水北调水进京后将加大对怀柔加大实施水资源补偿。2014 年以前,怀柔区缺水形势十分严峻,必须加强节水工作的开展。

5 结论

怀柔区水资源短缺形势严峻,存在着水资源利用率低、地下水开采过度、水资源管理体系不健全等一系列问题,必须积极推进节水和水资源保护工作的开展。

2011—2013 年怀柔区应急备用水源地还需要对北京城区进行供水,怀柔区水资源短缺的问题将持续存在,水资源保护主要侧重点是节水。针对怀柔区现状,可以采取降低管网漏损率、提高居民家庭节水器具普及率、调整农业种植结构、提高工业用水重复利用率、促进雨水和再生水的利用等方式,有效地促进用水效率的提高,达到节水的目的。

2014 年以后,南水北调进京,怀柔应急备用水源地不再供应北京城区的用水,怀柔区供水量将大幅下

降,水资源短缺形势将得到有效缓解,水资源保护的主要侧重点是水环境保护和治理。首先,必须积极推进区内污水处理工程的建设及使用,提高污水处理率,降低雨污合流量,减轻污水对区域水环境的污染,维持怀柔区良好的水生态环境。其次,加强生态清洁小流域建设,促进区内小流域环境的改善,提高水源涵养能力。最后,制定相应的回补措施和回补规划,对怀柔区地下水资源进行回补,提高区内水资源可持续利用能力。

通过以上措施,再加上合理的水资源配置方案,将能有效缓解怀柔区水资源短缺的局面,以水资源的高效利用支撑怀柔经济社会的可持续发展,为怀柔经济社会战略大发展提供水资源和水环境支持。

[参 考 文 献]

- [1] 北京市规划委员会怀柔分局. 怀柔区新城规划(2005—2020年)[Z]. 2005.
- [2] 北京市城市规划设计研究院. 北京市节约用水规划研究(2006—2020)[Z]. 2006.
- [3] 北京市地质工程勘察院. 《北京市怀柔区水资源综合规划报告》[Z]. 2003.
- [4] 夏云林. 水资源系统优化配置研究进展与展望[J]. 水资源与水工程学报, 2010, 21(2): 150-153.
- [5] 董雯, 刘志辉, 朱健. 面向生态的新疆艾比湖流域水资源合理配置模型探讨[J]. 新疆农业科学, 2009, 46(2): 306-311.