

陕北地区供用水结构变化及需水量预测

董颖, 吴喜军

(榆林学院 建筑工程系, 陕西 榆林 719000)

摘要: 陕北地区水资源短缺, 随着能源化工基地的建设, 供需矛盾日益尖锐。本文通过分析陕北地区的水资源及其可利用量分布规律, 以及 1980-2010 年间的供用水结构变化规律, 根据省市相关规划目标及行业用水标准, 预测了该地区未来水平年的需水量。结果是陕北地区 2020 年和 2030 年的需水量分别为 19.95 亿 m^3 和 27.65 亿 m^3 。因此现阶段 16 亿 m^3 的水资源可利用量不能满足陕北地区的未来需水要求。

关键词: 需水量; 供用水结构; 需水预测; 陕北地区

中图分类号: TV211.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2013)03-0130-05

Water supply structure change and water demand forecast in northern Shaanxi

DONG Ying, WU Xijun

(Department of Construction Engineering, Yulin College, Yulin 719000, China)

Abstract: The water resources in northern Shaanxi is shortage, along with the energy and chemical industry base construction, the contradiction between water supply and demand is getting more and more sharp. This paper analyzed water resources and its availability distribution regularity in northern Shaanxi and the change laws of water consumption and supply from 1980 to 2010. According to the relevant planning goal and various industry water standard, it forecasted water demand of the area in future. Result shows that water demand in 2020 and 2030 is respectively 1.995 billion m^3 and 2.765 billion m^3 in northern Shaanxi. So the available water resources of 1.6 billion m^3 at the present stage can't meet the future requirement.

Key words: water demand; water supply structure; water demand forecast; northern Shaanxi

水是人类生存和发展的保障, 是经济和社会可持续发展的基础资源。在全球气候变化、大规模经济开发等多重因素交织下, 我国的水资源情势正在发生新的变化。陕北地区是我国主要的能源化工基地, 其水资源短缺、水利设施不足, 但是近年工业用水增加明显, 用水结构不合理, 水资源供需矛盾日益尖锐^[1]。科学地分析陕北地区用水结构变化规律, 预测未来水平年需水量, 可为其水资源配置, 协调生活、生产和生态用水提供科学的依据。

1 区域概况

陕北地区包括陕西省的榆林市和延安市, 总面积 8.1 万 km^2 , 占陕西省总面积的 39.1%, 总人口 519 万人, 占全省的 15.2%, 海拔 900~1 500 m, 是黄土高原的中心部分, 干旱少雨, 水资源严重短缺,

属温带干旱半干旱大陆性季风气候^[2]。多年平均降水量为 454.3 mm, 全年 65% 的降水集中在 7、8、9 月份, 在空间分布上表现为由南向北降水量呈递减趋势。

该地区拥有丰富的煤炭、石油和天然气资源, 是国内少有的资源富集区。近年来, 随着基地建设力度的加大, 区域经济飞速发展, 2010 年陕北两市生产总值达到 2 632 亿元。但是随着工业的发展, 陕北地区水资源供需矛盾日益突出, 省市各部门也认识到水资源将是制约陕北能源化工基地可持续发展的最主要因素。

本研究数据来源于《陕西省水利统计资料》、《陕西省水资源综合规划》, 省市的相关统计年鉴、规划目标、行业用水标准和节水标准等资料。

收稿日期: 2013-01-01; 修回日期: 2013-01-21

基金项目: 陕西省自然科学基金资助项目(2011JM5004); 陕西省教育厅科技计划项目(11JK0766、12JK0489)

作者简介: 董颖(1981-), 女, 河北辛集人, 硕士, 讲师, 主要从事水环境与给排水方面的研究。

2 水资源及其可利用量

2.1 水资源量

陕北地区多年平均水资源总量为 40.36 亿 m³, 其人均水资源量为 718 m³、每公顷平均水资源量为 5505 m³, 分别不足全国平均水平的 1/3 和 1/5, 且年际变化大^[3]。由于降雨的原因, 陕北地区水资源的变化趋势是东南部较多, 西北部偏少, 特别是毛乌素沙漠一带水资源的存在形式主要为地下水。陕北地区资源性缺水、工程性缺水并存, 严重威胁和制约着经济社会持续稳定发展。

表1 陕北地区多年平均水资源量 km², 亿 m³

行政区	计算面积	降水	地表水	径流系数	地下水	重复量	总量
榆林	43578	171.65	18.46	0.11	20.31	8.04	26.72
延安	36712	193.13	12.90	0.07	5.09	4.35	13.63
陕北	80290	364.79	31.36	0.09	21.39	12.39	40.36

由表1可以看出, 陕北地区多年平均水资源总量为 40.36 亿 m³, 其中地表水资源 31.36 亿 m³, 地下水资源 21.39 亿 m³^[4]。20 世纪 80、90 年代由于是枯水年, 而且开始实施大范围的水土保持措施, 陕北地区的地表水资源量大幅减少, 窟野河的径流变化可以部分反映这种趋势, 如图 1。榆林的地表水占陕北地区的 60%, 径流系数比延安高很多, 地下水占到了 75%, 水资源总量是延安地区的两倍。因此可以说陕北的水资源, 特别是地下水资源大部分分布在了榆林。

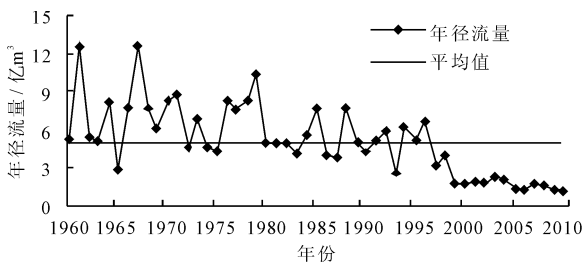


图1 1960-2010年窟野河径流量

2.2 水资源可利用量

水资源可利用量是指在可预见的时期内, 在统筹考虑生活、生产和生态环境用水的基础上, 通过经济合理、技术可行的措施, 在流域水资源总量中可一次性利用的最大水量^[5]。水资源可利用量包括地表水可利用量与地下水可开采量, 其估算可采取两者相加再扣除重复计算量。通过以前的研究成

果^[6], 可以得出陕北地区多年平均的水资源可利用总量, 见表 2。

从表 2 中可以得出, 陕北地区的地表水、地下水及总的水资源可利用量分别是 13.72 亿、5.71 亿和 16.09 亿 m³, 现阶段可以满足陕北地区的用水需求, 但是由于分布不均, 局部地区水资源可利用量仍是非常短缺。陕北地区水资源可利用量与水资源的空间分布规律基本相同, 榆林占到了 70%, 水资源可利用率为 40%, 远小于关中地区的 60%, 陕北地区仍有通过工程措施增加水资源可利用量的潜力。

表2 陕北地区多年平均水资源可利用量 亿 m³

行政区	地表水	地下水	重复量	总量	可利用率
榆林	9.48	4.58	2.76	11.30	0.42
延安	4.24	1.12	0.57	4.79	0.35
陕北	13.72	5.71	3.33	16.09	0.40

3 供用水结构变化

3.1 用水结构变化

随着陕北地区国家能源化工基地的建设, 其用水量和用水结构发生了很大变化, 通过收集 1980-2010 年间陕北地区不同行业的用水量^[7], 可对其用水结构变化规律进行分析, 详见表 3。

表3 陕北地区不同时期用水量 亿 m³, %

年份	农业		工业		生活		总用水量
	用水量	占总水量比例	用水量	占总水量比例	用水量	占总水量比例	
1980	5.04	87.35	0.15	2.60	0.58	10.05	5.77
1985	4.60	85.03	0.17	3.14	0.64	11.83	5.41
1990	4.46	77.57	0.38	6.61	0.91	15.83	5.75
1995	5.74	78.63	0.56	7.67	1.00	13.70	7.30
2000	5.79	76.08	0.72	9.46	1.10	14.45	7.61
2005	5.93	73.48	1.11	13.75	1.03	12.76	8.07
2010	5.97	64.40	2.05	22.11	1.25	13.48	9.27

从表 3 中可以看出, 1980-2010 年间陕北地区的总用水量增加了 3.50 亿 m³, 增加幅度为 61%, 其速度是陕西省平均水平的 8 倍, 但这主要是在 20 世纪 90 年代后发生的。30 年来陕北地区的用水结构也发生了很大的变化, 农业用水量变化不大, 但是所占比例由 87% 减少为 64%; 工业用水量增加了近 14 倍, 所占比例由 3% 增加为 22%; 生活用水量也在增加, 但是所占比例变化不大; 经过这些年工业用水的大幅增加, 陕北地区各部门用水的比例已和陕西省平均水平差不多。图 2 为近 10 年陕北地区各

行业的用水量变化,由于2004年生活用水统计口径发生变化,所以导致生活用水量变化不大。

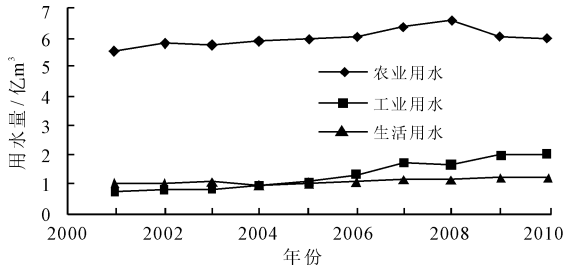


图2 陕北地区2001-2010年用水量

3.2 供水结构变化

我国传统的供水水源主要有地表水和地下水,但是由于水资源的紧张,这些年其它水源包括污水回用和集雨工程等的供水量也开始增加。根据收集到的1980-2010年间陕北地区的供水量,分析其结构变化规律,结果如表4。

表4 陕北地区不同时期供水量 亿m³, %

年份	地表水		地下水		其它水源		总供水量
	供水 量	占总水 量比例	供水 量	占总水 量比例	供水 量	占总水 量比例	
1980	4.57	79.20	1.00	17.33	0.20	3.47	5.77
1985	4.25	78.56	0.97	17.93	0.19	3.51	5.41
1990	4.55	79.13	1.03	17.91	0.16	2.78	5.75
1995	4.92	67.40	2.17	29.73	0.21	2.88	7.30
2000	4.97	65.31	2.50	32.85	0.14	1.84	7.61
2005	4.97	61.59	3.04	37.67	0.06	0.74	8.07
2010	5.53	59.65	3.69	39.81	0.05	0.54	9.27

由表4可以看到,陕北地区1980-2010年间供水结构发生了较大变化,主要是总量增加,地表水比例减少,地下水比例增大。这30年间陕北地区地表水供水量变化不大,增加了约1亿m³,但是所占比例却由79%降到了60%;地下水供水量增加了2倍多,达到3.69亿m³,占了近40%,这主要是在20世纪90年代后发生的;其它水源供水量变化不大,甚至减少了。2010年陕北地区蓄水工程供水量为

1.20亿m³,所占比例是陕西省平均水平的一半;其它水源的比例仅为关中地区的一半。由此可见陕北地区地表水源工程调蓄能力差,其它水源较少,仍有增加供水能力的潜力。

4 需水量预测

根据陕西省和榆林、延安两市的相关水资源配置规划,将陕北地区水资源需求预测的现状年定为2010年,近期和远期分别是2020年和2030年。通过强化节水,合理开源,优化配置,提高用水效率和效益,使水资源达到供需基本平衡,各行业用水水平基本达到国际先进水平,生态环境良好,基本解决陕北地区水资源短缺的瓶颈制约。

4.1 农业需水预测

陕北地区2010年耕地面积约73.26万hm²,但是有效灌溉面积只有14.65万hm²。考虑到经济发展过程中其它用地因素,2020年灌溉面积会有一定的减少,2020年后随着经济发展的放缓,工业用地需求减少,且黑山峡生态区建设,将发展6.6万hm²生态农业(农田和牧草灌溉各一半),因此预测2030年农田灌溉面积为16.98万hm²。林果业主要是提高孤品的质量和单产,总种植面积基本保持不变;渔业基本不变;根据《陕西省牧草规划》及黑山峡生态区的建设,预测2030年草场灌溉面积将达到3.6万hm²。由于草场的建设,陕北地区的牲畜数量也将增加。

依据现状年2010年的用水情况和《陕西省行业用水定额》^[8],以及陕西省水资源总体规划,拟定未来规划年农田的单位灌溉定额与现状年相同,为2500m³/hm²,灌溉水利用系数则稳步提高。同样林果地、草场、鱼塘和牲畜的用水定额也不变,分别为2010m³/hm²、1950m³/hm²、1.91万m³/hm²和25L/(头·d)^[9]。根据计算,2020年陕北地区的农业需水将降低近1亿m³,但是2030年由于农田和草场的可灌溉面积分别增加3.33万hm²,导致需水量又增加3亿m³,达到11.43亿m³。计算过程如表5。

表5 陕北地区农业需水预测

万hm², m³/hm², 亿m³

水平年	农业需水				林牧渔畜需水					合计	
	灌溉 面积	灌溉 标准	灌溉水利 用系数	需水量	林果	草场	鱼塘	牲畜	灌溉水 利用系数		需水量
2010	14.65	2500	0.51	7.18	0.50	0.09	0.25	0.50	0.55	2.44	9.62
2020	13.65	2500	0.56	6.09	0.46	0.15	0.24	0.65	0.60	2.50	8.59
2030	16.98	2500	0.60	7.08	0.44	1.13	0.23	0.90	0.62	4.35	11.43

4.2 工业需水预测

陕北地区工业需水按一般工业和火电工业分类计算。近几年随着能源化工基地的建设,陕北地区经济快速发展,榆林市每年的工业增加值增长速度都高于15%,2009超过西安成为陕西第一。根据陕北地区的经济发展目标和2010现状年的实际情况,2020和2030年工业增加值增长率分别为12%和7%,将分别达到5000亿元和10000亿元。按照国家西电东送的战略部署,陕北地区将大力实施煤电一体化,加快煤电基地建设,规划2020年火电装机达到3000万kW,2030年达到4500万kW。

因为陕北地区水资源非常短缺,万元工业增加值用水量一直比较低^[10],2010年为12.6 m³/万元,

是全国平均水平的15%,但是万元GDP用水量却达到55 m³/万元,主要是因为农业用水量大。由于基数较低,预测陕北地区2020和2030年万元工业增加值用水量各降低约20%,工业用水系数也将逐步提高。2010陕北地区火电工业的用水定额根据计算约为10 m³/kW,按照陕西省水利厅水资源规划,结合陕北地区的实际情况,2020和2030年分别降低25%和20%,用水系数也将逐步提高。通过计算,2020年陕北地区工业需水将增加2倍,2030年再增加约50%,达到11.47亿m³(表6)。2030年陕北地区在工业和火电装机增加6~8倍的情况下,可通过提高用水效率,需水量只增加3倍多。

表6 陕北地区工业需水预测

亿元, m³/万元, 亿 m³, 万 kW, m³/kW

水平年	一般工业				火电				合计
	增加值	定额	利用系数	需水量	火电	定额	利用系数	需水量	
2010	1500	12.6	0.90	2.10	500	10.0	0.90	0.56	2.66
2020	5000	10.0	0.92	5.43	3000	7.5	0.93	2.42	7.85
2030	10000	8.0	0.93	8.60	4500	6.0	0.94	2.87	11.47

4.3 第三产业需水预测

第三产业需水预测也采用万元增加值定额预测方法。近几年陕北地区第三产业的发展速度比较快,但是仍然不如工业,导致经济结构越来越不合理,2010年的三产结构比是8:66:26,而全省的平均水平是10:54:36。根据相关规划目标,2020年后陕北地区的第三产业所占比例应达到第二产业的一半以上,因此预测2020和2030年的第三产增加值分别为2500亿元和5000亿元。

通过计算,2010年陕北地区第三产业的需水定额约为7 m³/万元,远低于工业。再根据陕北地区的节水规划目标,结合陕西省水资源综合规划,2020和2030年第三产的用水定额分别降低约35%和25%,用水系数也将提高。最后得到2030年陕北地区第三产业在增加值增加7倍的情况下,需水量增加了约2倍,达到1.51亿m³。计算过程如表7。

表7 陕北地区第三产业需水预测

亿元, m³/万元, 亿 m³

水平年	增加值	定额	利用系数	需水量
2010	600	7.0	0.89	0.47
2020	2500	4.5	0.92	0.98
2030	5000	3.5	0.93	1.51

4.4 生活需水预测

根据陕北地区国民经济与社会发展“十二五”

规划纲要,结合近些年人口变化规律,预测陕北地区2020、2030年人口增长率分别为6‰和4‰以内,城镇化率分别达到53%和65%,则未来水平年人口如表8所示。在依据现状年水平分析和GB/T50331-2002《城镇居民生活用水标准》^[11],未来陕北地区城镇人口用水定额将大幅提高,而农村人口用水定额则变化不大。考虑管网及输水损失,城镇水利用系数将由现状年的0.80提高到2030年的0.90,农村水利用系数则为1。最终计算2030年陕北地区生活需水为2.42亿m³,比现状年增加1倍多。详细计算过程见表8。

表8 陕北地区生活需水预测

万人, L/(人·d), 亿 m³

水平年	城镇				农村			总用水量
	人口	定额	利用系数	需水量	人口	定额	需水量	
2010	215.72	60	0.80	0.58	338.12	48	0.59	1.17
2020	310.87	100	0.85	1.33	274.77	58	0.58	1.91
2030	393.04	120	0.90	1.91	215.41	65	0.51	2.42

4.5 生态环境需水预测

生态环境需水包括河道外和河道内。根据资料情况,河道外生态环境需水由城镇和农村两部分组成,城镇环境需水主要考虑城市绿化用水、城镇河湖补水、环境卫生用水等,而农村环境需水主要是防护

林草的需水。参考2010年陕北地区的实际生态环境用水和未来水平年生态环境改善目标,以及陕西省水资源规划成果,各水平年河道外生态环境需水如表9。2030年陕北地区河道外生态环境需水为0.82亿 m^3 ,比现状年增加3倍,生态环境得到较大程度的改善。

表9 陕北地区河道外生态需水预测 亿 m^3

水平年	城镇	农村	合计
2010	0.11	0.10	0.21
2020	0.30	0.32	0.62
2030	0.42	0.40	0.82

河道内生态需水量即为河道的生态基流,计算方法很多^[12],较简单的是按照多年平均径流量的比例计算,如Tenant法等。陕北地区1956-2000的天然平均径流量为31.36亿 m^3 ,取其20%作为河道内生态流量,即为6.27亿 m^3 。在本文中河道内生态需水量不计入需水量预测中。

4.6 不同水平年需水预测

根据前面各行业的计算成果,将之求和,即可获得陕北地区不同水平年的总需水量,计算结果见表10。

表10 陕北地区不同水平年需水预测 亿 m^3

水平年	农业	工业	生活	第三 产业	生态 环境	总需 水量
2010	9.62	2.66	1.17	0.47	0.21	14.13
2020	8.59	7.85	1.91	0.98	0.62	19.95
2030	11.43	11.47	2.42	1.51	0.82	27.65

由表10可以看出,2030年陕北地区的需水量主要是农业和工业,这二者将占到总需水量的83%,比2010年降低4%,这其中农业需水量变化不大,工业需水量大幅增加近9亿 m^3 ,超过农业并占到总需水量的41%。生活需水稳步增加,第三产业和生态环境需水增加较快,但是总量仍然较低。2030年陕北地区的需水量将达到27.65亿 m^3 ,而通过表2可知现阶段水资源可利用量只有16亿 m^3 。届时,陕北地区只能通过新建蓄水工程,以及黄河干流调水才能增加水资源可利用量,满足需求。

5 结 语

(1)陕北地区现阶段的水资源及其可利用量分别是40亿 m^3 和16亿 m^3 ,主要分布在榆林市,特别是地下水资源。

(2)陕北地区1980-2010年间用水结构发生重要变化,用水总量达到9.27亿 m^3 ,农业用水量变化不大,所占比例降为64%;工业用水增加了近14倍,达到11.47亿 m^3 ;供水结构变化主要表现为地表水供水量变化不大,所占比例减少为60%,地下水供水量增加了2倍多,达到3.69亿 m^3 。

(3)通过计算预测,陕北地区2020年、2030年需水量分别达到19.95亿 m^3 和27.65亿 m^3 ,大于现状情况下的水资源可利用量。这其中2030年农业需水变化不大,所占比例降到了41%;工业需水增加了3倍,达到了11.47亿 m^3 ;其它行业需水也将快速增加,但是总量仍比较低。

参考文献:

- [1] 榆林市水务局. 榆林市水利“十二五”发展规划[R]. 2011.
- [2] 刘丹丹,宋松柏. 陕北地区水资源可持续利用评价[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(4):254-259.
- [3] 邢清枝,任志远,王丽霞,等. 基于生态足迹法的陕北地区水资源可持续利用评价[J]. 干旱区研究,2009,26(6):793-798.
- [4] 陕西省水利厅. 陕西省水资源综合规划[R]. 2009.
- [5] 水利部水利水电规划设计总院. 水资源可利用量估算方法(试行)[Z]. 2004.
- [6] 董颖,赵健. 水资源可利用量计算方法在陕北地区的应用研究[J]. 干旱区资源与环境,2013,36(3):104-108.
- [7] 陕西省水利厅. 陕西省水利统计年鉴[R]. 2001-2008.
- [8] 陕西省节约用水办公室. 陕西省行业用水定额(试行)[Z]. 2004.
- [9] 刘红英,蔡焕杰,王小军,等. 榆林市用水指标变化原因及节水潜力分析[J]. 节水灌溉,2009(5):66-70.
- [10] 李新华,鱼晓利. 陕西省万元工业增加值用水量现状分析与指标评估[J]. 陕西水利,2011(4):29-30.
- [11] 中华人民共和国建设部. GB/T50331-2002. 城镇居民生活用水标准[S].
- [12] 吴喜军,李怀恩,董颖,等. 基于基流比例法的渭河生态基流计算[J]. 农业工程学报,2011,27(10):154-159.