

关中地区规划供水工程配置方案研究*

栗晓玲, 邢太书

TV212.2

(水利部西北水利科学研究所, 陕西 杨凌 712100)

TuPP1

摘要:以关中地区为例,提出供水工程的优化组合方案,以现状用水水平下不同水平年的需水量为需水零方案,对关中地区规划供水工程进行排列组合,得到包括节水在内的13种备选方案,通过对各供水组合方案的缺水率、总投资、单方水投资、供水弹性系数以及综合效益进行分析,提出在2020年缺水率小于10%、单方水投资和总投资相对较小的供水工程配置方案。

关键词:供水工程方案;缺水率;总投资;单方水投资;供水弹性系数

配置 关中地区

中图分类号:TV212.2

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2000)06-0006-03

关中地区位于陕西省中部,包括西安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南五地市,是陕西省政治经济文化的中心,但缺水严重,人均水资源仅 400 m^3 ,是资源型缺水地区。解决缺水必须贯彻“开源与节流并重,开发利用与保护治理并举,科学规划与需水管理相结合”的方针,各种供水工程的单位供水量投资是不同的,一般来说,节水工程投资最小,污水回用工程和当地水资源开发工程次之,外流域调水工程投资最大^[1]。关中地区自产水资源的进一步开发利用潜力有限,且难度大,投资也相应较大。规划供水工程的组合原则:资源高效利用合理配置原则,即在充分利用当地水资源的基础上,积极开发利用入境及过境客水,适当外流域调水;社会经济环境可行原则,即建设规模和建设次序须考虑单方水投资以及社会效益、投资经济风险分析。

1 需水零方案

需水零方案以现状年(1995年)为基础,按现状年的用水定额,预测在社会经济发展指标分高、中、低(表1)三种方案发展情况下不同水平年(2000, 2010, 2020年)的需水量。关中地区现状年农田综合灌水定额为 $5\,175\text{ m}^3/\text{hm}^2$,工业万元产值用水量为 $125\text{ m}^3/\text{万元}$ 。城镇生活需水考虑生活水平的提高,各水平年每人每天需水分别为135L, 155L, 170L。各水平年需水量低方案分别为 80.1 亿 m^3 , 120.3 亿 m^3 , 181.4 亿 m^3 ;中方案分别为 81.2 亿 m^3 , 134.2 亿 m^3 , 235.1 亿 m^3 ;高方案分别为 82.4 亿 m^3 , 151.4 亿 m^3 , 313.9 亿 m^3 。

表1 零方案需水量预测

亿 m^3

方案	水平年	农业灌溉	工业	城镇生活	农村人畜	总需水量
低	2000	55.2	18.6	4.0	2.3	80.1
	2010	58.7	53.3	5.7	2.7	120.3
	2020	62.1	108.8	7.7	2.8	181.4
中	2000	55.2	19.7	4.0	2.8	81.2
	2010	58.6	66.9	5.9	3.0	134.2
	2020	62.1	162.1	8.2	3.1	235.1
高	2000	55.2	20.8	4.1	2.3	82.4
	2010	58.7	83.9	6.1	2.7	151.4
	2020	62.1	240.4	8.7	2.7	313.9

2 供水工程配置方案

对关中地区节水工程、挖潜加污水回用工程、自产水工程、入境水工程、过境水工程及陕西省内南水北调工程6类工程进行组合,得到13种供水方案(表2中仅列4种)。由于东庄水库的特殊性,对入境水工程考虑两种方案,一是无东庄水库工程,另一方案是包括东庄水库工程。为了更好地说明各种配置方案的优劣,首先分析各水平年在现状用水水平情况下的需水情况,即零方案,其它各种配置方案需与零方案的需水量相比较。社会进步、用水效益提高可通过节水方案反映(图1)。

2.1 供水工程配置方案

以1995年为基准年,分析社会经济按中方案发展,各种供水工程配置方案在不同水平年的缺水率及累积总投资和单方水投资。供水工程13个组合方案中,从缺水率看,低于10%的方案有三个,即I, F1, F2方案,缺水率分别为-2%, -1%, 5%, F2方案2020年

基金项目:“九五”国家科技攻关资助项目(96-912-05-02)专题部分成果

作者简介:栗晓玲(1968—),女,四川开江人,工程师,从事水文水资源研究。

表2 规划供水工程配置方案(社会经济按中方案发展)

方案	水平年	新增水量 /亿 m ³	总投资 /亿元	单方水 投资 /(元·m ⁻³)	可供 水量 /亿 m ³	零方案 需水量 /亿 m ³	实际 供水量 /亿 m ³	实际 需水量 /亿 m ³	实际余 缺水率 /%	备注
零方案	2000	0.00	0.00	0.00	56.5	81.2				不增加工程和投资 保持1995年现状
	2010	0.00	0.00	0.00	56.5	134.2				
	2020	0.00	0.00	0.00	56.5	235.1				
A	2000	6.00	9.00	1.52	62.5	81.2	56.5	75	-25	节水方案
	2010	35.50	53.40	1.51	92.0	134.2	56.5	99	-43	
	2020	113.10	222.00	1.96	169.6	235.1	56.5	122	-54	
F1	2000	17.40	54.60	3.15	73.9	81.2	68	75	-10	节水+挖潜和污水回用 +自产水+入境水(无东庄) +过境水+省内调水工程
	2010	72.80	224.30	3.08	129.3	134.2	94	99	-5	
	2020	177.90	517.10	2.91	234.4	235.1	121	122	-1	
1	2000	17.40	53.60	3.09	73.9	81.2	68	75	-10	节水+挖潜和污水回用 +自产水 +过境水+省内调水工程
	2010	71.30	215.90	3.03	127.8	134.2	92	99	-7	
	2020	176.40	508.70	2.88	232.9	235.1	120	122	-2	
F2	2000	17.40	67.00	3.86	73.9	81.2	68	75	-10	节水+挖潜和污水回用 +自产水+入境水(有东庄) +过境水+省内调水工程
	2010	76.40	266.30	3.49	132.9	134.2	97	99	-1	
	2020	184.50	585.10	3.17	241.0	235.1	128	122	5	

注:表中第8,9,10列供需水扣除了节水。

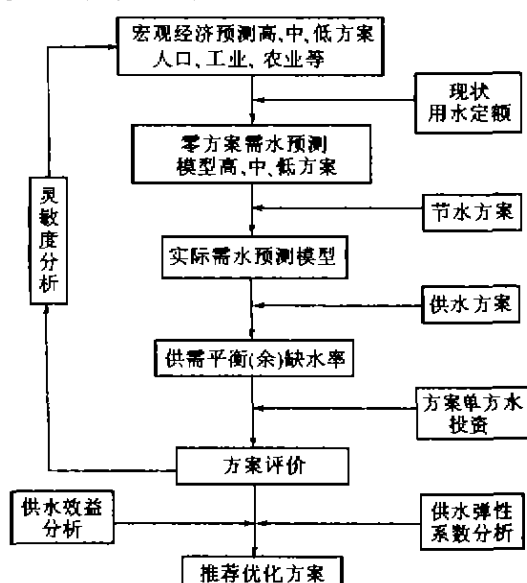


图1 供水工程优化配置方案程序框图

尚有余水,以下主要分析这三方案和节水方案。

2.1.1 方案 A

方案 A 为节水方案,不增加水利工程投入,仅在现有工程基础上考虑节水工程。

农业节水:关中地区现状年综合灌水定额为 $5175 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,复种指数取 1.8,在非充分灌溉、关键水灌溉方式下,净灌溉定额分别为 $3150 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, $2100 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,灌溉水利用系数按 0.7 计,灌水毛定额分别为 $4500 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, $3000 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,非充分方式灌溉,每公顷可节约水量 675 m^3 。中方案 2000 年、2010 年、2020 年新增节水灌溉面积分别为 20 万 hm^2 , 46.7 万 hm^2 , 133.3 万 hm^2 ,新建工程实施节水灌溉,可分别节水 1.8 亿 m^3 , 5.4 亿 m^3 , 8.1 亿 m^3 。农业节水工

程投资按单方水投资 1.5 元计。

工业及生活节水:按万元产值取水量比 1995 现状年的减少量分析,中方案 2000 年、2010 年、2020 年万元产值节水量分别为 $25 \text{ m}^3/\text{万元}$ 、 $55 \text{ m}^3/\text{万元}$ 、 $80 \text{ m}^3/\text{万元}$,各水平年节水量分别为 3.94 亿 m^3 , 29.34 亿 m^3 , 103.72 亿 m^3 ;单方水节水投资分别为 1.5 元/ m^3 , 1.5 元/ m^3 , 2.0 元/ m^3 。可见关中工业节水潜力大,但需较多的投资。生活节水主要考虑城镇生活节水,各水平年节水量按需水量的百分比计分别为 5%, 10%, 15%, 中方案节水量分别为 0.2 亿 m^3 , 0.59 亿 m^3 , 1.23 亿 m^3 。生活节水投资按 2 元/ m^3 计算。

节水方案各水平年相应于 1995 年可节约水量分别为 6.0 亿 m^3 , 35.5 亿 m^3 , 113.1 亿 m^3 ;各水平年缺水率分别为 25%, 43%, 54%。

节约用水不仅节约了大量的水资源,又减少了污水的排放量,单方水投资也较低,是当今世界大多数地区选择的最经济、最能保护环境的供水方案。但仅靠节水不能解决缺水问题。考虑节水后 2000 年、2010 年、2020 年需水量分别为 75.2 亿 m^3 , 99 亿 m^3 , 122 亿 m^3 。其中工业需水量各水平年分别为 15.76 亿 m^3 , 37.56 亿 m^3 , 58.38 亿 m^3 ;农业需水量分别为 53.4 亿 m^3 , 53.2 亿 m^3 , 54 亿 m^3 。

2.1.2 方案 F1

方案 F1 为现状挖潜、节水、污水回用、当地水、入境、过境客水加省调水工程。

该方案包括方案 E1 的所有工程和陕西省两江联合调水工程,各水平年相应于 1995 年可增加水量分别为 17.4 亿 m^3 , 72.8 亿 m^3 , 177.9 亿 m^3 ;缺水率分别为 10%, 5%, 1%, 2020 年基本上供需平衡。该方案能解决缺水问题,但总投资太大。

2.1.3 方案 I

方案 I 为现状挖潜、节水、污水回用、当地水、省调水工程加过境水工程。

该方案包括方案 G 的所有工程和黄河龙门(或古贤)水库工程。各水平年相应于 1995 年可增加水量分别为 17.4 亿 m^3 、71.3 亿 m^3 、176.4 亿 m^3 ; 缺水率分别为 10%、7%、2%。此方案使关中地区中长期缺水问题基本得到解决。

2.1.4 方案 F2

方案 F2 为现状挖潜、节水、污水回用、自产水、入境、过境客水加省调水工程。

该方案包括了关中所有可能的供水工程。各水平年相应于 1995 年可增加水量分别为 17.4 亿 m^3 、76.4 亿 m^3 、184.5 亿 m^3 ; 2000 年缺水率为 10%, 2010 年基本平衡, 2020 年还有余水 5.9 亿 m^3 。能解决缺水问题, 但总投资太大, 经济上是不可行的。

2.2 单方水投资分析

到 2020 年方案 I、F1、F2 总投资分别为 508.7 亿元、517.1 亿元、585.1 亿元, 单方水投资分别为 2.88 元/ m^3 、2.91 元/ m^3 、3.17 元/ m^3 。

2.3 供水弹性系数分析

用供水弹性系数(供水年增长率与国民生产总值年增长率的比值)对方案 I 和方案 F2 的供水量进行分析(表 3), 两方案在 1995 年后不同时段供水弹性系数都低于 1986~1995 年时段值 0.5, 且基本上各时段逐年降低, 反映了用水效率逐渐提高。方案 F2 的供水弹性系数比方案 I 稍高。方案 F1 与方案 I 可供水量相差不大, 弹性系数也基本一致。

表 3 方案 I 和方案 F2 的供水弹性系数分析

时 段	GNP 年增长率 / %	方案 I		方案 F2	
		可供水量年增长率 / %	供水弹性系数	可供水量年增长率 / %	供水弹性系数
1986~1995	9.52	4.85	0.509	4.85	0.509
1996~2000	9.25	3.70	0.400	3.70	0.400
2001~2010	11.52	3.10	0.269	3.70	0.321
2011~2020	9.45	2.60	0.275	2.80	0.296

3 单方水的效益

供水工程效益包括农田灌溉效益、城镇供水效益(含生活和工业供水效益), 见表 4。

农田灌溉效益根据不同水平年单方灌溉水粮食产量计算: 2000 年、2010 年、2020 年分别为 1.83 kg/m^3 、1.97 kg/m^3 、2.05 kg/m^3 。灌溉分摊系数取 0.5。综合粮食价格按 1.5 元/ kg 计, 单方水农业供水效益各水平年分别为 1.37 元、1.48 元、1.54 元。

城镇供水包括工业和生活供水两部分, 生活供水亦按工业供水计算效益。采用分摊系数法。工业取水定额逐年降低, 2000 年、2010 年、2020 年分别为 100 m^3 /万元、75 m^3 /万元、45 m^3 /万元, 单方水产值分别是 100 元/ m^3 、133 元/ m^3 、222 元/ m^3 。综合分析工业供水分摊系数取 5%。单方水城镇供水效益各水平年分别为 5 元/ m^3 、7.2 元/ m^3 、13.3 元/ m^3 。

单方水综合效益由高到低分别为自产水工程、两江调水工程、入境水、过境水工程和挖潜工程。

表 4 工程措施效益分析

工程措施	水平年	农田灌溉效益 / 亿元	城镇供水效益 / 亿元	综合供水效益 / 亿元	单方水效益 / (元· m^{-3})
挖潜+污水回用工程	2000	4.8	5.0	9.8	2.2
	2010	6.3	17.6	23.9	3.5
	2020	6.9	44.8	51.7	6.6
自产水工程	2000	2.1	15.0	17.1	3.8
	2010	2.9	49.6	52.5	5.8
	2020	3.4	108.8	112.2	11.0
无东庄入境水工程	2000	0.0	0.0	0.0	0.0
	2010	0.7	7.2	7.9	5.3
	2020	0.8	13.3	14.1	9.4
有东庄入境水工程	2000	0.0	0.0	0.0	0.0
	2010	6.1	28.6	34.7	4.3
	2020	6.3	54.0	60.3	7.4
过境水工程	2000	2.2	0.0	2.2	1.4
	2010	7.4	35.5	42.9	4.3
	2020	17.4	149.6	167.0	7.5
两江调水工程	2000	0.0	4.0	4.0	5.0
	2010	5.9	49.6	55.5	5.6
	2020	12.3	204.0	216.3	9.4

4 结 论

通过对各方案的缺水率、单方水投资及单方水效益进行综合分析, 到 2020 年缺水率由小到大的顺序是方案 F2、F1、I, 其中 F2 有余水; 单方水投资由小到大的顺序是 I、F1、F2; 单方水综合效益由大到小的顺序是 F1、I、F2。方案 F1(即节水、现状挖潜与污水回用、自产水、入境水、黄河过境水以及两江调水工程)缺水率小, 单方水投资比 I 方案稍大, 但单方水效益最大, 因此方案 F1 可作为今后 25 年的供水工程配置方案, 这样到 2020 年关中地区供需水基本达到平衡。方案 F2 在 2020 年稍有余水, 可以作为当经济发展为高方案下的供水工程配置方案。

参考文献:

- [1] 许新宜, 王浩, 甘泓, 等. 华北地区宏观经济水资源规划理论与方法[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1997

(收稿日期: 1999-06-18 编辑: 张志琴)