

重庆市长寿区水资源可持续利用评价

吕 刚¹, 刘建伟², 史东梅³

(1. 辽宁工程技术大学 资源与环境工程学院, 辽宁 阜新 123000;

2. 山东省嘉祥县水利局, 山东 嘉祥 272400; 3. 西南大学 资源环境学院, 重庆 400716)

摘 要:水既是人类和地球上一切生物生存环境的基本条件,也是保障人类社会及经济活动持续发展的重要资源。该文在对国内外水资源持续利用评价指标研究现状系统分析的基础上,结合长寿区水资源利用特点,采用主成分分析法对评价指标进行筛选,选择了 24 项指标作为水资源可持续利用评价指标。采用层次分析法确定了 24 个指标权重,利用综合指数模型计算出长寿水资源可持续发展度为第四级,水资源可持续利用能力较差,提出了长寿区水资源可持续利用的对策。

关键词:可持续利用; 评价指标; 评价模型; 区域水资源; 长寿

中图分类号:F323.213

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)01-0177-06

Evaluation of the Sustainable Usage of Water Resource in Changshou District of Chongqing

LÜ Gang¹, LIU Jian-wei², SHI Dong-mei³

(1. College of Resources and Environment Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin,

Liaoning 123000, China; 2. Jiaxiang Conservancy Bureau in Shandong Province, Jiaxiang, Shandong

272400, China; 3. College of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract: Water is a primary condition of all biological living environment on the mankind and the earth, ensure important resources which the human society and economic activity develop continuously too. This text is on the basis of utilizing the evaluation index to study network analysis of the current situation to the domestic and international water resource continuously, combine the Changshou district water resources utilization characteristic, adopt the analytic approach of the main composition to screen to the evaluation index, have chosen 24 indexes as the sustainable utilization evaluation index of water resource. We used AHP to determine weights of 24, using an integrated model to calculate the index of sustainable water resources development degree which is Class IV, capacity of water resources sustainable utilization is under-performance, and a countermeasure of sustainable use of water resources is put forward.

Key words: sustainable utilization; evaluation index; appraise models; regional water resource; Changshou

可持续发展的基础是水资源^[1],水资源是人类社会及其经济活动发展中的重要因素。在维持经济高速增长的同时,水即将成为制约我国国民经济发展的最大“瓶颈”,缺水矛盾将会日益突出。水资源作为可持续发展的基本支撑条件和核心问题之一,水资源的可持续利用评价不仅是进行区域水资源宏观调控的主要依据,同时也是制定区域经济和社会发展方案的基本依据^[2],国内不少学者对此进行了研究^[3-7]。长寿区作为重庆市工农业生产的重要基地之一,由于发

展地方经济的需要,长寿对各种自然资源的需求在逐步增长。特别是水资源的供需矛盾尤为突出,加之长寿区位于三峡库尾,其水资源是否合理有效的利用关系到全区生态环境安全、影响三峡水库的安危,最终将直接影响到区域经济、社会、生态环境的协调和可持续发展。本文在综合分析长寿区水资源利用现状的基础上,从计算的简便性、指标获取的难易程度等方面考虑,并采用主成分分析法对所选指标进行筛选,然后利用层次分析法^[8]确定水资源的可持续利用

评价指标权重,以此为基础建立评价模型计算水资源可持续发展度,进而对长寿区水资源可持续发展能力进行评价。

1 研究区概况

长寿区地处三峡库区库尾,东经 $106^{\circ}49'22''-107^{\circ}27'30''$,北纬 $29^{\circ}43'-30^{\circ}12'30''$,幅员面积 $1\,415.49\text{ km}^2$ 。属亚热带季风气候区,多年平均降雨量为 $1\,155.8\text{ mm}$,全年降雨在 5—9 月最为集中,占年降雨总量的 61.3%,且地域分布不均,伏旱严重;区内水资源主要由当地地表水资源、地下水资源和过境水资源三部分组成。其中,地表水资源主要由降水形成,总量 $67\,362.22\text{ 万 m}^3$;区内地下水储量 $9\,890.67\text{ 万 m}^3$,占当地多年平均地表水资源量的 14.45%,其中可开采量 $7\,049.74\text{ 万 m}^3$,占地下水储

量的 71.28%;长寿区地域属长江水系,区内河流众多,年过境总水量达 $3\,658.83\text{ 亿 m}^3$ 。

2 水资源可持续利用评价指标

2.1 评价指标的选择

水资源可持续利用是一个反映区域水资源状况(包括水质、水量、时空变化等),开发利用程度,水资源工程状况;区域社会、经济、环境与水资源协调发展;近期与远期不同水平年对水资源的分配竞争;地区之间、城市与农村之间水资源受益差异等多目标的决策问题。本文结合长寿区水资源利用的现实状况采用频度统计法和理论分析法对长寿区水资源可持续利用的评价指标进行选择,从社会、经济、水资源与环境等多个方面进行选择得到如表 1 所示指标体系框架。

表 1 区域水资源可持续利用基本指标

目标层 A	准则层 B	指标层 C	可持续性解释
水资源可持续利用 A	社会 状况 B ₁	(1)总人口 C ₁ /万人	反映区域人口总容量,对流域资源承载力形成压力
		(2)人口密度 C ₂ /(万人·km ⁻²)	与总体福利有关,便于横向对比
		(3)人口自然增长率 C ₃ /‰	反映人口增长对流域可持续发展的压力
	经济 状况 B ₂	(4)城镇人均工业收入 C ₄ (万元/人)	区域个人生活、消费的货币化反映,收入的持续增长反映可持续性
		(5)农村人均农业收入 C ₅ (万元/人)	
		(6)工农业总产值 C ₆ /万元	反映区域整体发展能力
		(7)人均工农业总产值 C ₇ (万元/人)	区域发展能力的反应,便于横向对比,衡量区域平均水平
		(8)人均粮食产量 C ₈ (kg/人)	区域农业生产的可持续性反应
		(9)三产业各占 GDP C ₉ /%	反映区域产业结构变动情况
		(10)水资源总量 C ₁₀ /万 m ³	反映总量水平的动态变化,构成可持续发展的基础
		(11)丰 n 年单位面积水资源量 C ₁₁ /万 m ³	区域可持续承载力的反映
		(12)枯水年单位面积水资源量 C ₁₂ /万 m ³	区域可持续承载力的反映
	水 资 源 可 持 续 利 用 状 况 B ₃	(13)水库年来水量 C ₁₃ /万 m ³	区域可持续承载力的反映
		(14)人均水资源占有量 C ₁₄ /m ³	自然分配机制下平均发展的可持续性,区域可持续发展的基础
		(15)人均生活用水量 C ₁₅ (m ³ /人)	现阶段反映可持续的节水观念
		(16)万元产值耗水量 C ₁₆ /m ³	用于发展的资源损耗,直接反映可持续性
		(17)万元产值排污量 C ₁₇ /m ³	水平高低反映可持续性
		(18)水资源重复利用率 C ₁₈ /%	可持续性工业投入的反映
		(19)灌溉面积占耕地面积 C ₁₉ /%	农业用水参考,反映工农业用水矛盾
		(20)生态环境用水率 C ₂₀ /%	生态用水与生产用水的矛盾,可持续发展反映
		(21)过境水利用率 C ₂₁ /%	年均过境水利用量/年均过境水量
		(22)渠系有效利用系数 C ₂₂	用于反映灌溉用水的利用效率
		(23)水域指数 C ₂₃	区域河流、湖泊、坑塘面积/区域面积
	生态 环境 状况 B ₄	(24)人均耕地 C ₂₄ (666.7 m ² /人)	可持续的耕地保障
		(25)人均森林 C ₂₅ (666.7 m ² /人)	个人的绿色储蓄,影响代内和代际福利
		(26)水土流失面积比 C ₂₆ /%	气候等因素综合影响的结果,反映流域可持续走向
		(27)水土流失治理率 C ₂₇ /%	区域可持续发展的投入水平
		(28)垃圾无害处理率 C ₂₈ /%	可持续投入水平,反映可持续发展的阶段性
		(29)森林覆盖率 C ₂₉ /%	绿色可持续的反映,对环境福利影响大,是可再生资源更新的基础

2.2 评价指标的筛选

本文用主成分分析方法对表 2 所示长寿区龙溪河

流域(Ⅰ)、桃花溪流域(Ⅱ)、御临河流域(Ⅲ)、宴家河流域(Ⅳ)及五布河流域(Ⅴ)水资源相关数据(由于指标

C_9 、 C_{20} 、 C_{22} 、 C_{26} 、 C_{27} 、 C_{28} 、 C_{29} 等数据难以收集,所以表 2 中的数据存在不同程度的缺失。在主成分分析过程中将对缺失数据进行剔除处理)。所得的前 3 个特征值为 $\lambda_1=10.94$, $\lambda_2=5.39$, $\lambda_3=3.68$,其累计贡献率 $E=(10.94+5.39+3.68)/22=90.95\%>85\%$,

并得到公共因子碎石图(图 1)。由图 1 可见,前 4 个公共因子的特征值变化十分明显,第 4 个因子后,其它因子的特征值变化平缓,说明前 4 个因子对变量信息的描述具有显著作用,其中前 3 个因子的累计贡献率已达到 90.95%,能够较准确的描述变量信息。

表 2 长寿区水资源可持续利用指标相关数据统计

流域	总人口 C_1 /万人	人口密度 C_2 /(人· km^{-2})	人口自然增长率 C_3	城镇人均工业收入 C_4 (万元/人)	农村人均农业收入 C_5 (万元/人)	工农业总产值 C_6 /万元	人均工农业产值 C_7 (万元/人)	人均粮食产量 C_8 (kg/人)	三产业各占 GDP C_9 /%	水资源总量 C_{10} /万 m^3
I	34.88	533.66	0.0004	35825.18	1203.54	79748.47	2286.24	553.85	—	35456.95
II	35.23	794.72	0.0003	14536.48	6216.40	156934.19	4454.76	428.91	—	26122.87
III	6.96	446.81	0.0004	10641.63	275.71	9238.00	1326.63	504.93	—	10453.77
IV	7.17	756.05	0.0004	39706.99	1363.22	95272.73	13288.43	375.47	—	8242.85
V	2.22	326.85	0.0004	10107.04	89.82	3251.61	1465.35	688.10	—	2542.15

流域	丰水年单位面积水资源量 C_{11} /(万 $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$)	枯水年单位面积水资源量 C_{12} /(万 $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$)	水库年来水量 C_{13} /万 m^3	人均水资源占有量 C_{14} / m^3	人均生活用水量 C_{15} / m^3	万元产值耗水量 C_{16} (万 m^3 /万元)	万元产值排污量 C_{17} (万 m^3 /万元)	水资源重复利用率 C_{18}	灌溉面积占耕地面积 C_{19}	生态环境用水量 C_{20}
I	80.49	28.01	3986.86	1016.49	29.14	958.33	112.13	0.36	0.04	—
II	84.45	33.41	4894.42	741.53	34.68	602.06	225.45	0.51	0.49	—
III	94.25	39.91	455.30	1501.22	28.02	2159.20	58.20	0.32	0.44	—
IV	111.56	62.28	455.68	1149.69	36.90	319.83	182.81	0.62	0.32	—
V	60.63	14.26	325.33	1145.63	28.13	3421.27	67.48	0.31	0.36	—

流域	过境水利用率 C_{21} /%	渠系有效利用系数 C_{22}	水域数 C_{23} /%	人均耕地 C_{24} (667 m^2 /人)	人均森林 C_{25} (m^2 /人)	水土流失面积比 C_{26}	水土流失治理率 C_{27}	垃圾无害处理率 C_{28}	森林覆盖率 C_{29}
I	1.00	—	12.73	9.53	122.05	—	—	—	0.07
II	22.00	—	2.12	0.72	151.55	—	—	—	0.11
III	0.28	—	19.70	0.84	303.50	—	—	—	0.10
IV	0.01	—	9.23	0.63	—	—	—	—	—
V	9.43E-05	—	12.89	1.15	—	—	—	—	—

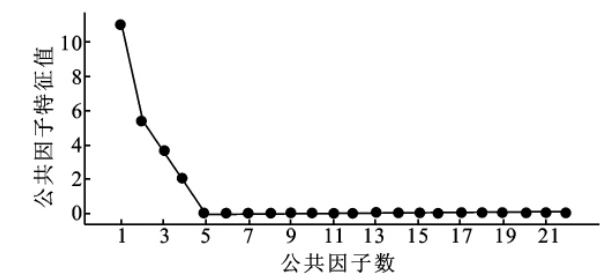


图 1 公共因子碎石图

由正交旋转后的主因子载荷矩阵及其指标关系图(图 2)可知:

主成分(1)中各因子载荷值,从正方向看,最大的是农村人均农业收入和过境水利用率,分别为 0.972 和 0.968,水库年来水量、工农业总产值、万元产值排污水量、总人口等指标的荷载值也较大,对水资源的可持续利用也有一定影响作用;从负方向看,主要为人口自然增长率、人均水资源占有量和水域指数,载荷值较大,与主成分(1)的关系极为密切。

主成分(2)中各因子载荷值,从正方向看,最大的

是枯水年单位面积水资源量、丰水年单位面积水资源量,分别为 0.985 和 0.977,人均工农业总产值和水资源重复利用率、人均生活用水量、人口密度等指标也有较大的载荷值;从负方向看,人均粮食产量和万元产值耗水量具有极大的载荷值。

主成分(3)中各因子的载荷值,从正方向来看,最大的是人均耕地和水资源总量,分别为 0.980 和 0.782;从负方向来看,灌溉面积占耕地面积的比率载荷值最大。

根据上述分析,筛选如下指标进行水资源可持续利用评价:总人口、人口密度、人口自然增长率、农村人均农业收入、人均工农业总产值、人均粮食产量、水资源总量、丰水年单位面积水资源量、枯水年单位面积水资源量、水库年来水量、人均水资源占有量、人均生活用水量、万元产值耗水量、万元产值排污水量、水资源重复利用率、灌溉面积占耕地面积的比率、过境水利用率、水域指数、人均耕地面积等 19 项指标作为评价长寿区水资源可持续利用的指标。在收集数据

的过程中,由于部分数据难以获得,使得人均森林面积、水土流失面积比、水土流失治理率、森林覆盖率等对于涵养水源、保护水资源极为重要的指标未纳入筛选行列,根据文献^[6,8-9]在进行水资源评价时也应考虑这些指标,所以在经过筛选以后可用于水资源可持续利用评价的指标共有 24 项。

表 3 正交旋转后的主因子载荷矩阵

主成分	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
1	0.764	0.631	−0.962	−0.125	0.972	0.839	−0.013	−0.316	0.562	−0.131	−0.141
2	0.022	0.769	−0.043	0.641	0.204	0.494	0.860	−0.936	0.035	0.977	0.985
3	0.616	0.021	0.238	0.646	−0.099	0.187	−0.107	0.066	0.782	−0.038	−0.098

主成分	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉	C ₂₁	C ₂₃	C ₂₄	C ₂₅
1	0.853	−0.890	0.440	−0.457	0.770	0.344	0.268	0.968	−0.869	−0.031	−0.003
2	−0.047	0.026	0.792	−0.812	0.578	0.839	0.069	0.038	−0.226	−0.194	−0.101
3	0.497	−0.221	−0.165	−0.363	−0.024	−0.108	−0.931	−0.203	0.059	0.980	−0.065

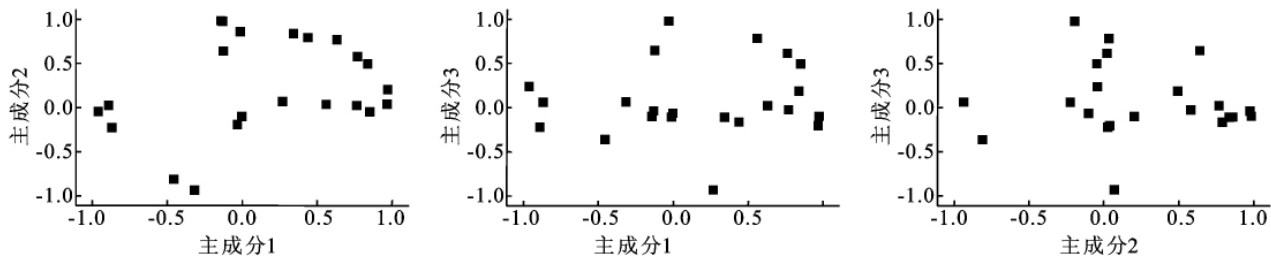


图 2 指标关系图

2.3 评价指标权重的确定

本文将在上述筛选 24 项指标的基础上,采用层次分析法^[10]确定区域水资源的可持续利用指标权重。通过构造判断矩阵、计算判断矩阵的排序权值并进行一致性检验。经计算,最终得到各指标相对于水资源可持续利用总目标的层次总排序见表 4。

表 4 各指标相对于水资源可持续利用总目标的层次总排序

层次 B	B ₁	B ₂	层次 C 总排序	层次 B	B ₃	B ₄	层次 C 总排序
层次 C	0.07759	0.20096	W	层次 C	0.52049	0.20096	W
C ₁	0.2		0.016	C ₁₀	0.111		0.058
C ₂	0.600		0.047	C ₁₁	0.053		0.028
C ₃	0.200		0.016	C ₁₂	0.053		0.028
C ₅		0.125	0.025	C ₁₃	0.077		0.040
C ₆		0.375	0.075	C ₁₄	0.077		0.040
C ₇		0.375	0.075	C ₁₅	0.027		0.014
C ₈		0.125	0.025	C ₁₆	0.033		0.017
				C ₁₇	0.041		0.021
				C ₁₈	0.174		0.091
				C ₁₉	0.058		0.030
				C ₂₁	0.174		0.091
				C ₂₃	0.121		0.063
				C ₂₄		0.054	0.011
				C ₂₅		0.129	0.026
				C ₂₆		0.129	0.026
				C ₂₇		0.344	0.069
				C ₂₉		0.344	0.069

进而对总排序进行一致性检验:

$$CI=\sum_{m=1}^4C_mCI$$
$$RI=\sum_{m=1}^4C_mRI$$
$$CR=\frac{CI}{RI}$$

由以上公式计算得 CI=0.0397,RI=0.5366,CR=0.0684<0.1,所以满足随机一致性要求。

因此,从以上各因素对于水资源可持续利用总目标总排序的结果可以看出,在所选择的指标中其重要性排序依次为水资源重复利用率 C₁₈、过境水利用率

C_{21} 、工农业总产值 C_6 、人均工农业总产值 C_7 、水土流失治理率 C_{27} 、森林覆盖率 C_{29} 、水域指数 C_{23} 、水资源总量 C_{10} 、人口密度 C_2 、水库年来水量 C_{13} 、人均水资源占有量 C_{14} 、灌溉面积占耕地面积的比率 C_{19} 、丰水年单位面积水资源量 C_{11} 、枯水年单位面积水资源量 C_{12} 、人均森林面积 C_{25} 、水土流失面积比 C_{26} 、农村人均农业收入 C_5 、人均粮食产量 C_8 、万元产值排污水量 C_{17} 、万元产值耗水量 C_{16} 、总人口 C_1 、人口自然增长率 C_3 、人均生活用水量 C_{15} 、人均耕地面积 C_{24} 。其中权重值大于 0.05 的指标有水资源重复利用率 C_{18} 、过境水利用率 C_{21} 、工农业总产值 C_6 、人均工农业总产值 C_7 、水土流失治理率 C_{27} 、森林覆盖率 C_{29} 、水域指数 C_{23} 、水资源总量 C_{10} 等 8 项指标是影响水资源可持续利用的关键因素。

3 长寿区水资源可持续利用评价

3.1 评价模型的建立

本文参照文献[6]建立如下评价模型,计算水资源可持续发展度。

$$SDI = \sum_{m=1}^4 W_m \sum_{j=1}^k W_j M_{mj}$$

式中: k ——某准则层选取的具体指标数; W_m ——第 m 个准则层的权重; W_j ——某准则层选取的第 j 个指标在该层所占的权重; M_{mj} ——第 m 个准则层中选取的第 j 个指标的评分值。

3.2 指标评分值的确定

(1)对于越小越好的指标^[11],取 1980—2000 年中数值最小者为 1 分,最大者为 0 分。

指标分数=(现状值-最大值)/(最小值-最大值)

(2)对越大越好的指标^[11],取 1980—2000 年中数值最大者为 1 分,最小者为为 0 分。

指标分数=(现状值-最小值)/(最大值-最小值)

根据以上计算方法,得到各指标的评分值见表 5。

3.3 可持续发展度的界定

区域可持续发展现状评估主要是根据评估指标数据,计算可持续发展度(SDI),据此来判断可持续发展状况。可持续发展的程度,是 0~1 之间的数。根据前人研究结果^[6]、将区域水资源可持续利用度划分为 5 级:

(1)一级综合水资源可持续利用好(基本未开发), $SDI=0.8\sim1.0$;

(2)二级综合水资源可持续利用较好(可持续), $SDI=0.6\sim0.8$;

(3)三级综合水资源可持续利用一般(基本可持续), $SDI=0.4\sim0.6$;

(4)四级综合水资源可持续利用较差, $SDI=0.2\sim0.4$;

(5)五级综合水资源不能可持续利用, $SDI=0\sim0.2$ 。

3.4 水资源可持续利用综合评价

利用表 5 所得的数据,通过 3.1 给出的评价模型进行计算得 $SDI=0.207$,属于水资源可持续利用度第四级,依照上文提出的可持续发展度的分级标准,可得出结论即长寿区水资源可持续利用能力较差。根据各指标评分值分析,其主要原因在于:长寿区人口众多,人口密度较大,人均耕地面积少,仅 0.12 hm^2 。单位面积水资源及土地资源对人口的承载能力有限;现状年工农业总产值相对于其他年份增长缓慢,工农业生产的发展速度有待进一步提高;水资源年际分配不均,枯水年单位面积水资源量急剧减少,成为水资源可持续利用的瓶颈;农业用水过于粗放,水资源利用效率低下;区内森林覆盖率低,人均占有森林面积小,且水土流失严重,生态环境对于水资源可持续利用的支持能力较弱。

表 5 长寿区水资源评价指标分数计算

层次 B	最大值	最小值	现状值	分数	指标权重
C_1^*	88.08	83.57	86.46	0.36	0.016
C_2^*	620.00	590.00	611.00	0.30	0.047
C_3^*	0.01	0.005	0.0052	0.96	0.016
C_5	1236.11	322.19	912.18	0.64	0.025
C_6	557000	247465	344445	0.31	0.075
C_7	5540.13	2876.90	3983.75	0.42	0.075
C_8	529.20	438.19	487.86	0.55	0.025
C_{10}	84779.00	56504.00	81917.78	0.90	0.058
C_{11}	0.74	0.26	0.74	1.00	0.028
C_{12}	0.25	0.23	0.23	0.00	0.028
C_{13}	13319.52	8925.43	10117.59	0.27	0.040
C_{14}	980.50	653.51	947.44	0.90	0.040
C_{15}^*	61.45	31.92	31.92	1.00	0.014
C_{16}^*	720.67	520.33	601.64	0.60	0.017
C_{17}^*	210.94	132.01	188.73	0.28	0.021
C_{18}	0.78	0.25	0.47	0.42	0.091
C_{19}^*	0.25	0.43	0.39	0.22	0.030
C_{21}	0.00026	0.00022	0.00025	0.75	0.091
C_{23}	0.10	0.075	0.10	1.00	0.063
C_{24}	0.93	0.79	0.81	0.14	0.011
C_{25}	249.13	190.01	204.65	0.24	0.026
C_{26}^*	0.59	0.53	0.58	0.16	0.026
C_{27}	0.05	0.025	0.04	0.60	0.069
C_{29}	0.186	0.217	0.210	0.23	0.069

注:表中标*者为越小越好的指标。

4 结论

从水资源可持续利用评价指标的权重来看,水资源重复利用率 C_{18} 、过境水利用率 C_{21} 、工农业总产值 C_6 、人均工农业总产值 C_7 、水土流失治理率 C_{27} 、森林覆盖率 C_{29} 、水域指数 C_{23} 、水资源总量 C_{10} 等 8 项指标是影响水资源可持续利用的决定性因素。其中前 6 项指标都与水资源的有效调控管理有密切关系。要使水资源能够可持续发展应当从以下几个方面进行管理。

4.1 建立节水型社会

节约用水是我国的基本国策。首先要提高水资源的优化配置和效率,要及时地把适量的水资源配置到急需的区域和行业;其次是提高用水效率,通过科学管理和技术进步,降低万元产值的用水量,要在结构效率和产品效率的基础上,实现全社会用水效益的提高。

4.2 加大过境水利用程度

长寿区过境水资源十分丰富,应当充分利用其一江、两湖、三河、十三溪的过境水资源。尽可能使一些耗水量大的工矿企业能够沿水系建设,同时还应多修提灌站,为农业生产提供灌溉水源。在利用过境水的同时,还应注意不对过境水资源的可持续利用造成威胁。特别是工农业生产中产生的废液、废渣必须经过处理,并且确保其不会对水系生态环境造成负面影响,才可以排放。

4.3 调整产业结构,提高水资源利用效率

合理调整产业结构,实施节水措施。发展耗水少、效益高、就业容量大、科技含量高的第三产业。优化发展第二产业,从重化工、高耗水转向现代化电子、低耗水等高新技术产业,降低万元产值用水量;对于第一产业应大力推广喷、管、滴等节水灌溉技术,发展节水型农业,分期搞好渠道防渗工程,提高灌区的渠系利用系数。

4.4 加强生态环境建设,防止水土流失

应加强对《水土保持法》及其配套法规的宣传,切实按照水土保持规划,采取有效的工程措施、生物措施和耕作措施,治理水土流失,涵养水源,从而降低土壤的需水量,改善水资源质量;改变过去围绕工业、农业和生活用水三个主要方面进行规划和管理而很少考虑生态用水需求的做法。以社会经济的可持续发展为目标,认真研究并确定流域区划内的生态环境目标,确保区域内基本的生态用水量。

参考文献:

- [1] 陈明忠,刘恒,耿雷华,等.流域水资源可持续利用模式研究[J].水利水电科技进展,2004,24(3):5-7.
- [2] 程乖梅,何士华.水资源可持续利用评价方法研究进展[J].水资源与水工程学报,2006,17(1):52-56.
- [3] 孙才志,李红新.基于 AHP-PP 模型的大连市水资源可持续利用水平评价[J].水资源与水工程学报,2007,18(5):1-5.
- [4] 郜慧,金辉.基于 AHP 和模糊综合评价的区域水资源可持续利用评价:以广东省江门市为例[J].水资源与水工程学报,2007,18(3):50-55,59.
- [5] 尹晔,梁川.利用 Hamming 贴近度进行区域水资源可持续发展综合评价[J].水资源与水工程学报,2006,17(2):32-35.
- [6] 刘恒,耿雷华,陈晓燕.区域水资源可持续利用评价指标体系的建立[J].水科学进展,2003,14(3):265-270.
- [7] 吕永鹏,车越,赵军.贵州省黔东南苗族侗族自治州水资源可持续利用策略[J].自然资源学报,2009,24(6):1004-1012.
- [8] 葛吉琦.水资源可持续利用评价[J].科技与经济,1998,11:26-29.
- [9] 沈珍瑶,杨志峰.黄河流域水资源可再生性评价指标体系与评价方法[J].自然资源学报,2002,17(2):188-197.
- [10] 赵焕臣,许树柏,和金生.层次分析法:一种简易的新决策方法[M].北京:科学出版社,1986:3-29.
- [11] 叶正波.可持续发展评估理论及实践[M].北京:中国环境科学出版社,2002:209-219.