

DOI:10.3969/j.issn.1004-6933.2014.05.015

水资源管理“三条红线”控制指标体系研究

吴书悦¹, 杨 阳², 黄显峰²

(1. 河海大学大禹学院, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学水利水电学院, 江苏 南京 210098)

摘要:在分析水资源管理“三条红线”的内涵及其相互关系的基础上,遵循科学性、系统性、可操作性、完备性等原则,构建了包含目标层、准则层、指标层 3 个层次结构的指标体系,运用德尔菲法和主成分分析法对指标进行优选,最终确立了由水资源开发利用控制、用水效率控制、水功能区限制纳污 3 个准则、10 个指标组成的水资源管理“三条红线”控制指标体系。

关键词:水资源管理;三条红线;控制指标体系;主成分分析

中图分类号:TV213 文献标志码:A 文章编号:1004-6933(2014)05-0081-05

Study of control index system of “Three Red Lines” for water resources management

WU Shuyue¹, YANG Yang², HUANG Xianfeng²

(1. Dayu College, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Based on analysis of the connotation of “Three Red Lines” for water resources management and the relationship between the “Three Red Lines”, we constructed a control index system, which includes a target layer, a criterion layer, and an index layer, following the principles of scientificity, systematization, operability, and completeness. Finally, a control index system consisting of three criteria, i. e., the control of the development and utilization of water resources, the control of the efficiency of water consumption, and the restriction of pollutants in water functional areas, and ten indices, was established through optimization of the indices using the Delphi method and principal component analysis.

Key words: water resources management; Three Red Lines; control index system; principal component analysis

2011 年中央一号文件“中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定”中,明确提出要把最严格水资源管理作为加快转变经济发展方式的战略举措,确立水资源管理“三条红线”,即水资源开发利用控制红线、用水效率控制红线和水功能区限制纳污红线,着力解决当前水资源过度开发、用水浪费和水污染严重三大突出问题。为保障水资源管理“三条红线”目标的顺利实现,国内已有部分学者^[1-5]开展了相关研究工作。张晓宇等^[2]从建立水资源管理体系、水资源管理法规等方面指出我国水资源管理存在水平落后、市场化程度低、体制和政策有弊端

以及忽视节水方针的实施等问题。陶洁等^[3]对“三条红线”指标体系的构建进行了初步探讨,阐述了每类指标的确定方法,并将其应用到新密市。孙可等^[4]指出,每条红线的管理和实施,都需要以评价为衡量标准,考虑到地区、行业等的差异和管理需要,要对各评价指标进行具体量化。杨丹等^[5]采用层次分析法构建了包含目标层、领域层、准则层和指标层四阶递阶层次结构的区域最严格水资源管理“三条红线”评价指标体系,并对济南市进行实例研究等。鉴于我国尚未构建系统的水资源管理“三条红线”控制指标体系,且现有的研究成果对构建水

基金项目:国家社会科学基金重大项目(2012&ZD214)
作者简介:吴书悦(1993—),女,本科生,水利水电工程专业。E-mail: hehaiwysy@sina.com

资源管理“三条红线”控制指标体系研究较少,在指标的确定方面大多采用定性分析的方法,所构建的指标体系存在大量主观因素的干扰,缺乏系统性和科学性。本文以实现水资源管理“三条红线”控制为出发点,在总结水资源管理“三条红线”已有研究进展的基础上,分析“三条红线”的内涵和相互关系,明确指标体系的构建原则和步骤,通过一系列指标的初选和优选,构建科学合理的水资源管理“三条红线”控制指标体系,为提高区域水资源管理能力,评价和考核水资源管理“三条红线”的控制水平提供科学依据。

1 水资源管理“三条红线”的内涵

水资源开发利用控制红线是在高效开发利用水资源的前提下,采取以供定需政策,对一个流域或者区域用水总量进行控制和管理,保证河流域所必需的生态环境用水。用水效率控制红线是通过定额管理制度的实施,将水资源管理落实到生产生活控制用水的各个环节,反映各个用水部门用水合理程度和区域水资源配置合理程度。水功能区限制纳污红线是根据水功能区划对水质的要求和水体的自净能力,核定水域纳污能力,提出限制排污总量,从水质浓度和排污总量两个方面保护水体,切实保证水体功能的良好发挥。

水资源管理“三条红线”是从不同角度对水资源开发利用和保护进行管理。水资源开发利用控制,可以用来对流域或区域进行用水总量的宏观管理;用水效率控制,可以用来对特定行业、企业或者用水户进行用水效率的微观管理;水功能区限制纳污,可以用来对水资源保护效果、水质状况和减排情况进行综合管理。“三条红线”互为支撑、相互关联,任何一条控制红线的实现均有利于另一条控制红线的实现,三者一起构成了一个完整的水资源管理体系。“三条红线”之间的关系如图 1 所示。

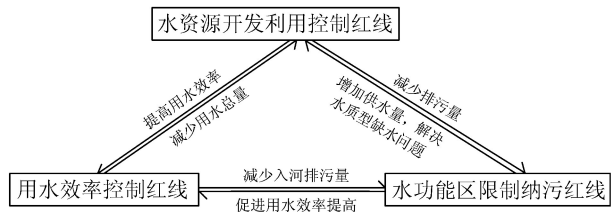


图 1 水资源管理“三条红线”之间的关系

2 水资源管理“三条红线”控制指标体系的构建

2.1 指标体系构建原则

水资源管理“三条红线”涉及水资源、社会、经

济等不同层面的多维协调关系,是一个典型的多层次、多目标决策问题,因此在构建指标体系时必须遵循一定的原则,准确全面地反映水资源管理“三条红线”的控制状况。

a. 科学性原则。指标的定义、计算方法、数据收集、涵盖范围和权重选择等都必须有科学的理论依据,水资源管理“三条红线”控制指标体系必须建立在科学的基础上。

b. 系统性与层次性相结合的原则。水资源管理“三条红线”控制指标体系是一个复杂的系统工程,必须根据各层次、各因素之间的特点和关系,将其分为几个既相互联系又彼此独立的子系统,再统筹综合,做到系统性与层次性相结合。

c. 可操作性原则。选取指标时,不能脱离指标相关资料信息来源的实际条件,所选指标应含义清楚,内容明确,易于通过统计资料整理、抽样或典型性调查获得,可操作性强。

d. 完备性原则。水资源管理“三条红线”涉及内容较多、较广,因此,建立的指标必须具有足够的涵盖面,能完整全面地反映水资源管理“三条红线”控制的实际水平。

2.2 指标体系构建步骤

为构建科学合理的水资源管理“三条红线”控制指标体系,使系统中大量相互关联、相互制约的因素条理化、层次化,应当按照一定的步骤构建相应的指标体系。本文在构建水资源管理“三条红线”控制指标体系时,分以下 3 步进行:①收集相关资料,提出控制指标体系的目标及其影响因素;②对收集的资料数据进行分析计算,比较各影响因素之间的关系,确定指标体系的层次,进行指标初选,初步构建水资源管理“三条红线”控制指标体系;③对初选指标进行筛选(包括定性筛选和定量筛选)、优化后,确定指标之间的层次和结构,再反复讨论、修改,不断完善,确定最终的指标体系。

2.3 指标体系的构建

2.3.1 指标的初选

指标初选的目的是确定能够全面反映与系统目标要求相关的指标,而对所选指标是否重复、指标构成的关系、指标的实际可操作性等方面并无要求。通过对水资源管理“三条红线”内涵的分析,确定系统的总目标为全面实现水资源管理“三条红线”,并从水资源开发利用、用水效率和水功能区限制纳污 3 个方面对总目标进行进一步分解,采用理论分析法和频度分析法确定指标体系的初选指标。理论分析法是对研究对象的内涵、特征进行综合分析,分析每个指标的代表性、针对性、综合性和系统性,最终

确定出最重要、最能体现研究对象特征的指标。频度分析法是在阅读大量相关文献的基础上,对已有的相关研究成果进行统计分析,对出现的各项指标进行频度统计,初步确定一些使用频率较高的指标。

经过初步分析,确定水资源管理“三条红线”控制指标初选体系,该指标体系包括3个层次:目标层(O)、准则层(S)和指标层(I)。目标层 O 为水资源管理“三条红线”控制,处于整个指标体系的最高层,从宏观上反映水资源管理“三条红线”的控制水平;准则层 S 包括水资源开发利用控制(S_1)、用水效率控制(S_2)、水功能区限制纳污(S_3)“三条红线”,反映每条红线的控制水平;根据各控制红线的主要影响因素,设置指标层(I),采用具体的控制指标体现“三条红线”各自的实现水平。笔者初步拟定的水资源管理“三条红线”控制指标体系见表1。

表1 水资源管理“三条红线”控制指标体系(初选)

目标层 (O)	准则层(S)	指标层(I)
水资源管理“三条红线”控制(O)	水资源开发利用控制(S_1)	用水总量(I_{11})
		生活用水总量(I_{12})
		工业用水总量(I_{13})
		农业用水总量(I_{14})
	用水效率控制(S_2)	人均生活用水量(I_{21})
		城镇人均生活用水量(I_{22})
		农村人均生活用水量(I_{23})
		万元工业增加值用水量(I_{24})
		农田灌溉单位面积均用水量(I_{25})
		万元GDP用水量(I_{26})
		农田灌溉水有效利用系数(I_{27})
		节水灌溉工程率(I_{28})
		城市供水管网漏损率(I_{29})
		工业用水重复利用率(I_{210})
		节水器具普及率(I_{211})
		非常规水源利用率(I_{212})
	水功能区限制纳污(S_3)	城镇污水处理回用率(I_{31})
		水功能区水质达标率(I_{32})
		城镇生活污水集中处理率(I_{33})

2.3.2 指标的优选

上述所选指标反映了水资源管理“三条红线”控制的各个方面,但在实际应用过程中,并非指标越多越好,关键在于指标所起作用的大小,指标间信息的重叠会直接或间接地影响评价结果,因此,为了保证结果的可靠性,需进一步对初选指标进行筛选和优选。

目前,指标优选的方法主要有德尔菲法(Delphi法)、主成分分析法、相关系数法、聚类分析法等,这些方法从指标的重要性、敏感性、独立性和代表性等方面对其进行筛选,其中德尔菲法属于定性分析的方法,其他方法属于定量分析的方法。定性分析缺乏客观的标准,存在较大的主观性;定量分析可以避免主观性,但在重要性和代表性方面又存在着不足。本文采用定性分析和定量分析相结合的方法进行指

标优选,即采用德尔菲法和主成分分析法相结合选出最具代表性的指标,确定指标体系。指标优选的过程如下。

a. 选取10名具有丰富水资源管理知识和实践经验的专家组成专家组。根据初步拟定的控制指标体系,编制专家咨询表。请专家根据自己的经验和知识按照“重要”(90~100分)、“较重要”(80~90分)、“一般”(70~80分)、“较不重要”(60~70分)和“不重要”(<60分)5个等级进行判别。专家打分结果见表2。

b. 统计专家的打分情况,计算每个指标的平均值,选取平均值高于70分的指标进行主成分分析,以主成分分析法原理^[6-7]为基础,运用SPSS软件对指标群进行分析,确定最终的指标。主成分分析的步骤如下:①将原始数据进行标准化处理;②建立变量的相关系数矩阵 R ;③求解相关系数矩阵得到特征值及各个主成分的方差贡献率和累计贡献率,根据累计贡献率确定主成分保留的个数;④选取主成分,结合主成分分析结果对研究对象进行分析并深入研究。

表2 专家打分结果

指标	不同专家打分结果										专家 打分 平均值
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
I_{11}	95	90	90	92	98	95	90	88	91	87	91.6
I_{12}	63	60	69	61	66	70	65	63	61	68	64.6
I_{13}	68	60	63	68	67	64	62	66	61	63	64.2
I_{14}	66	63	65	66	67	65	68	65	61	65	65.1
I_{21}	93	88	87	91	95	92	88	88	90	85	89.7
I_{22}	65	63	68	61	65	70	63	62	61	65	64.3
I_{23}	68	62	61	65	67	68	61	66	60	60	63.8
I_{24}	94	89	87	91	94	92	90	88	89	86	90.0
I_{25}	95	90	88	91	95	92	90	89	90	85	90.5
I_{26}	89	89	85	88	94	90	88	88	88	86	88.5
I_{27}	88	85	84	90	90	91	85	88	90	86	87.7
I_{28}	65	68	65	70	70	65	70	63	61	65	66.2
I_{29}	85	80	81	88	90	87	80	78	82	86	83.7
I_{210}	89	85	83	88	85	90	85	83	90	86	86.4
I_{211}	60	60	62	60	65	61	62	60	65	60	61.5
I_{212}	60	65	65	60	62	61	70	68	63	65	63.9
I_{31}	65	68	70	60	60	65	70	70	63	68	65.9
I_{32}	83	92	90	88	87	83	90	87	86	90	87.6
I_{33}	88	90	87	92	90	92	88	90	86	85	88.8

从表2中可以看出 I_{12} 、 I_{13} 、 I_{14} 、 I_{22} 、 I_{23} 、 I_{28} 、 I_{211} 、 I_{212} 、 I_{31} 这9项指标的平均分低于70分,因此将其剔除,不予考虑。运用SPSS17.0对剩下的10项指标做主成分分析。具体操作时,进入SPSS17.0软件,打开数据集水资源管理“三条红线”控制指标体系.sav,输入原始数据,对原始数据矩阵进行标准化处理(均值为0,标准差为1),得到标准化后的变量,见表3。

表 3 标准化后的变量

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
0.989	1.080	1.455	1.486	0.207	0.118	0.323	0.972	-1.520	-0.334
-0.465	-0.556	-0.364	-0.165	0.207	-1.063	-0.918	-0.523	1.454	0.501
-0.465	-0.883	-1.091	-0.826	-1.449	-1.456	-0.670	-1.271	0.793	-0.752
0.116	0.425	0.364	0.165	-0.207	0.905	1.067	0.598	0.132	1.336
1.861	1.734	1.455	1.486	2.277	0.905	1.564	-0.523	-0.198	0.501
0.989	0.752	0.728	0.495	0.621	1.299	0.819	1.346	-1.520	1.336
-0.465	-0.556	0.000	-0.165	-0.207	-1.063	-0.918	-0.523	0.793	-0.334
-1.047	-0.556	-0.728	-0.495	-0.207	0.118	-1.415	-1.271	-0.198	0.501
-0.175	0.098	-0.364	-0.165	-0.207	0.905	-0.422	1.346	-0.529	-1.169
-1.338	-1.538	-1.455	-1.817	-1.035	-0.669	0.571	-0.150	0.793	-1.587

依次单击“分析→降维→因子分析”,调出因子分析主界面,将标准化后的 10 个变量 $x_1 \sim x_{10}$ 选入“变量”框中,所有选项执行系统默认操作,单击“确定”按钮,在 SPSS Statistics 查看器窗口中查看因子分析结果。根据分析结果,得到 10 个标准化变量的相关系数表和方差分解主成分提取分析表,见表 4 和表 5。

表 5 显示了各主成解释变量总方差的情况。由于特征值在某种程度上是表示主成分影响度大小的指标,因此刚开始可选用特征值大于 1 作为主成分的提取标准。SPSS17.0 默认保留特征值大于 1 的主成分。由表 5 可知,特征值 $\lambda > 1$ 的主成分有 2 个,这 2 个主成分的累计贡献率达 79.046%,未达到 85% 的界定标准。为了确定合理的主成分数量,更好地看出新的主成分和原始指标之间的联系,可进行因子旋转,使原始指标对主成分的变换系数向

0 或 1 极化(因子旋转并不会对累计贡献率产生影响)。在 SPSS17.0 的因子分析主界面选择“旋转”,采用最大方差法进行因子旋转,再在因子分析主界面选择“抽取”,确定要提取的因子数量固定为 6,单击“确定”按钮,计算结果见表 5。这 6 个主成分的累计贡献率达到 98.664%,超过了 85% 的界定,因此最终提取 6 个主成分。

c. 根据分析结果可知,本文取前 6 个主成分来反映原来的 10 个变量,其方差累积贡献率已达到 98.664%。这 6 个主成分的贡献率分别为 41.751%、13.444%、12.984%、12.724%、11.840% 和 5.921%。可以认为,这 6 个主成分为所提取的 6 个潜在的综合性指标,可代替前面所述的 10 个指标。根据提取的主成分数量,确定因子载荷矩阵。表 6 为因子旋转后的因子载荷矩阵。

表 4 相关系数

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
x_1	1.000									
x_2	0.960	1.000								
x_3	0.929	0.952	1.000							
x_4	0.918	0.954	0.975	1.000						
x_5	0.816	0.835	0.803	0.798	1.000					
x_6	0.608	0.731	0.589	0.542	0.588	1.000				
x_7	0.680	0.623	0.572	0.442	0.520	0.609	1.000			
x_8	0.418	0.465	0.453	0.370	0.189	0.674	0.466	1.000		
x_9	-0.615	-0.687	-0.641	-0.619	-0.380	-0.754	-0.394	-0.678	1.000	
x_{10}	0.462	0.522	0.523	0.506	0.519	0.482	0.270	0.101	-0.258	1.000

表 5 方差分解主成分提取分析结果

成分	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	6.565	65.654	65.654	6.565	65.654	65.654	4.175	41.751	41.751
2	1.339	13.392	79.046	1.339	13.392	79.046	1.344	13.444	55.195
3	0.723	7.233	86.279	0.723	7.233	86.279	1.298	12.984	68.179
4	0.673	6.732	93.011	0.673	6.732	93.011	1.272	12.724	80.903
5	0.318	3.178	96.188	0.318	3.178	96.188	1.184	11.840	92.743
6	0.248	2.476	98.664	0.248	2.476	98.664	0.592	5.921	98.664
7	0.074	0.741	99.405						
8	0.054	0.544	99.949						
9	0.005	0.051	100						
10	2.156×10^{-16}	2.156×10^{-15}	100						

表 6 因子旋转后的因子载荷矩阵

指 标	主成分					
	1	2	3	4	5	6
用水总量(万 m ³)	0.858	0.135	0.221	0.371	0.143	0.082
人均生活用水量(m ³)	0.835	0.188	0.314	0.268	0.213	0.188
万元工业增加值用水量(m ³)	0.896	0.219	0.202	0.2	0.221	0.032
农田灌溉单位面积用水量(m ³ /hm ²)	0.936	0.145	0.219	0.063	0.199	0.047
万元 GDP 用水量(m ³)	0.772	-0.02	0.025	0.21	0.216	0.541
城市供水管网漏损率(%)	0.264	0.43	0.54	0.331	0.308	0.483
工业用水重复利用率(%)	0.329	0.214	0.109	0.902	0.081	0.104
农田灌溉水有效利用系数	0.176	0.919	0.287	0.196	-0.005	0.037
水功能区水质达标率(%)	-0.399	-0.382	-0.818	-0.09	-0.056	-0.022
城镇生活污水集中处理率(%)	0.315	0.008	0.077	0.078	0.937	0.092

由表 6 可以看出:在第 1 主成分中,用水总量、人均生活用水量、万元工业增加值用水量、农田灌溉单位面积用水量这 4 个指标占有较高的载荷;在第 2 主成分中,农田灌溉水有效利用系数占有较高的载荷;在第 3 主成分中,水功能区水质达标率占有较高的载荷;在第 4 主成分中,工业用水重复利用率占有较高的载荷;在第 5 主成分中,城镇生活污水集中处理率占有较高的载荷;在第 6 主成分中,万元 GDP 用水量和城市供水管网漏损率这 2 个指标占有较高的载荷。

经过上述步骤的筛选,最终确定用水总量、人均生活用水量、万元工业增加值用水量、农田灌溉单位面积用水量、万元 GDP 用水量、城市供水管网漏损率、工业用水重复利用率、农田灌溉水有效利用系数、水功能区水质达标率和城镇生活污水集中处理率共 10 个指标。

2.3.3 指标体系的确定及各指标的含义

通过上述过程的指标初选和优选,并对各指标序号进行重新分配,最终建立水资源管理“三条红线”控制指标体系,见表 7。

具体的指标及其含义如下:

I_{11} :用水总量=生活用水总量+生产用水总量+生态环境补水总量; I_{21} :人均生活用水量=生活用水总量/总人口数; I_{22} :万元工业增加值用水量=工业用水量/工业增加值; I_{23} :农田灌溉单位面积用水量=农田灌溉用水量/农田实际灌溉面积; I_{24} :万元 GDP 用水量=工业用水总量/GDP 值; I_{25} :城市供水管网漏损率=(出厂水量-入户水量)/出厂水量×100%; I_{26} :工业用水重复利用率=工业用水重复利用量/工业用水总量×100%; I_{27} :农田灌溉水有效利用系数=田间净灌溉水量/干渠渠首总引水量; I_{31} :水功能区水质达标率=水功能区水质达标个数/水

表 7 水资源管理“三条红线”控制指标体系(最终)

目标层 (O)	准则层(S)	指标层(I)
水资源管理“三条红线”管理(O)	水资源开发利用控制(S ₁)	用水总量(I_{11})
		人均生活用水量(I_{21})
		万元工业增加值用水量(I_{22})
	用水效率控制(S ₂)	农田灌溉单位面积用水量(I_{23})
		万元 GDP 用水量(I_{24})
		城市供水管网漏损率(I_{25})
		工业用水重复利用率(I_{26})
		农田灌溉水有效利用系数(I_{27})
	水功能区限制纳污(S ₃)	水功能区水质达标率(I_{31})
		城镇生活污水集中处理率(I_{32})

功能区评价总个数×100%; I_{32} :城镇生活污水集中处理率=城镇集中处理的生活污水量/城镇生活污水总量×100%。

3 结 语

本文阐述了水资源管理“三条红线”的内涵,分析了“三条红线”之间的相互关系,依据指标体系构建的原则和步骤,采用理论分析和频度分析相结合的方法初步拟定指标体系,采用 Delphi 法和主成分分析法,运用 SPSS 软件进行指标优选,最终构建了水资源管理“三条红线”控制指标体系。该指标体系为评价和考核水资源管理“三条红线”控制水平提供了良好的基础,具有一定的理论和实际应用价值。但是,要使所构建的指标体系实际操作性更强,在具体应用的过程中,应当结合研究区域的实际情况,因地制宜地对控制指标进行调整。

参考文献:

[1] 王偲,窦明,张润庆,等. 基于“三条红线”约束的滨海区多水源联合调度模型[J]. 水利水电科技进展,2012,32(6):6-10. (WANG Cai, DOU Ming, ZHANG Runqing, et al. Multiple-water source dispatching under constraints of “Three Red Lines” [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2012, 32(6):6-10. (in Chinese)).

[2] 张晓宇,窦世卿. 我国水资源管理现状及对策[J]. 自然灾害学报,2006,15(3):91-95. (ZHANG Xiaoyu, DOU Shiqing. Current situation and countermeasures in water resources management in China [J]. Journal of Natural Disasters, 2006,15(3):91-95. (in Chinese))

[3] 陶洁,左其亭,薛会露,等. 最严格水资源管理制度“三条红线”控制指标及确定方法[J]. 节水灌溉,2012(4):64-67. (TAO Jie, ZUO Qiting, XUE Huilu, et al. Control indicators and determination methods of “three red lines” of the strictest water resources management system [J]. Water Saving Irrigation, 2012(4):64-67. (in Chinese))

(下转第 90 页)

参考文献:

[1] 左其亭,张云. 人水和谐量化研究方法及应用[M]. 北京:中国水利水电出版社,2009:1-5.

[2] 张云,崔树彬,胡惠方,等. 南方地区再生水利用可行性及关键问题探讨[J]. 南水北调与水利科技,2011,9 (1):122-125. (ZHANG Yun, CUI Shubin, HU Huifang, et al. Discussion on the feasibility and key problems of recycled water utilization in southern China[J]. South-to-North Water Transfers and Water Science and Technology, 2011, 9(1): 122-125. (in Chinese))

[3] BIXIO D, THOEYE C, WINTGENS T, et al. Water reclamation and reuse: implementation and management issues[J]. Desalination, 2008, 218(1): 13-23.

[4] 赵乐军. 城市污水再生利用规划设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2011:2-20.

[5] YI Lili, JIAO Wentao, CHEN Xiaoning, et al. An overview of reclaimed water reuse in China[J]. Journal of Environmental Sciences, 2011, 23(10): 1585-1593.

[6] 林功波. 昆明空港经济区再生水利用系统专项规划[J]. 中国给水排水, 2013, 29 (2): 87-90. (LIN Gongbo. Specific planning of reclaimed water reuse system in airport economic zone of Kunming City [J]. China

Water and Wastewater, 2013, 29 (2): 87-90. (in Chinese))

[7] 代志远,高宝珠. 再生水灌溉研究进展[J]. 水资源保护,2014,30 (1): 8-13. (DAI Zhiyuan, GAO Baozhu. Research advances in reclaimed water irrigation[J]. Water Resources Protection, 2014, 30 (1): 8-13. (in Chinese))

[8] 吴丹,王亚华. 区域再生水水权分配制度探讨[J]. 水利水电科技进展, 2013, 33 (3): 34-38. (WU Dan, WANG Yahua. Discussion of water rights allocation of regional reclaimed water[J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2013, 33(3): 34-38. (in Chinese))

[9] 王力玉,秦华鹏,王波,等. 再生水回用于社区景观水体的富营养化风险与成本分析[J]. 水资源保护, 2012, 28 (6): 93-96. (WANG Liyu, QIN Huapeng, WANG Bo, et al. Eutrophication risk and cost analysis of reusing reclaimed water for community landscape water body[J]. Water Resources Protection, 2012, 28(6): 93-96. (in Chinese))

[10] 澳门特别行政区政府. 澳门概况[EB/OL]. [2013-12-10]. <http://portal.gov.mo/web/guest/citizen>.
(收稿日期:2014 - 01 - 20 编辑:徐 娟)

(上接第 85 页)

[4] 孙可可,陈进. 基于武汉市水资源“三条红线”管理的评价指标量化方法探讨[J]. 长江科学院院报,2011,28 (12): 5-9. (SUN Keke, CHEN Jin. Evaluation index quantification for “Three Red Lines” of water resources management in Wuhan [J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2011, 28 (12): 5-9. (in Chinese))

[5] 杨丹,张昊,管西柯,等. 区域最严格水资源管理“三条红线”评价指标体系的构建[J]. 水电能源科学,2013,31 (12):182-185. (YANG Dan, ZHANG Hao, GUAN Xike, et al. Establishment of evaluation indicator system of “Three Red Lines” for the most strict regional water resources management [J]. Water Resources and Power, 2013, 31(12): 182-185. (in Chinese))

[6] 欧建锋,叶健,程吉林. 主成分分析法在江苏水利现代化评价中的应用[J]. 人民长江,2010,41 (2): 97-99. (OU Jianfeng, YE Jian, CHENG Jilin. Application of main component analysis method in comprehensive evaluation for water conservancy modernization in Jiangsu Province [J]. Yangtze River, 2010, 41(2): 97-99. (in Chinese))

[7] 白慧强. 主成分分析法在 SPSS 中的应用:以文峪河河岸带林下草本群落为例[J]. 科技情报开发与经济,2009, 19 (9): 172-176. (BAI Huiqiang. The application of

principle components analysis in SPSS: taking the herbage community under forest in the riparian zone of Wenyuhe River as the example [J]. SCI-Tech Information Development & Economy, 2009, 19 (9): 172-176. (in Chinese))

(收稿日期:2014 - 05 - 15 编辑:彭桃英)

