

# 水利现代化评价指标体系及评价方法研究

王振宝<sup>1,2</sup>, 王浩<sup>2</sup>, 谢新民<sup>2</sup>

(1. 水利部 松辽水利委员会, 吉林 长春 130021; 2. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038)

**摘要:** 水利现代化最基本的内涵是水与经济、人口、环境的协调发展, 水利现代化评价也要以此为指导。根据水利现代化特征构建评价指标体系, 根据水利发展规划和水利现代化目标确定评价标准值, 采用模糊识别循环迭代法计算动态权重, 最后采用加权评价模型进行综合评价。研究成果在辽宁省的应用实践表明: 采用该方法取得的评价结果, 符合辽宁省水利发展规律, 能够客观反映辽宁省水利现代化发展水平。

**关键词:** 水利现代化; 指标体系; 评价方法; 动态权重; 辽宁省

中图分类号: TV213(231)

文献标识码: A

文章编号: 1671-1408(2013)03-0033-05

水利是我国基本实现现代化的重要支撑与保障。2011年中央一号文件和中央水利工作会议指出要努力走出一条中国特色的水利现代化道路。因此, 急需探讨建立适合我国国情和水情的水利现代化评价指标体系和评价方法, 为全面推进我国水利现代化发展进程提供科学依据。

## 1 水利现代化的基本内涵

根据国家现代化内涵和特征的分析、发达国家水利现代化进程及其经验的研究, 以及我国长期以来水利建设和近年来一些地区关于水利现代化建设的探索实践, 可以将新时期水利现代化的内涵概括为: 以科学发展观为统领; 以可持续发展的思路、市场经济的规律和系统发展的理论为指导; 用现代的理性思维和理念转变人类传统的治水思路, 用先进的科学技术改造传统的水利科技, 用现代水管理制度和先进技术改革水管理的动态过程; 通过水资源的合理开发、高效利用、综合治理、优化配置、有效节约、积极保护和有效管理, 以水利现代化建设支持与保障国家现代化目标的实现, 以水资源的可持续利用保障经济社会的可持续发展。

水利现代化最基本的内涵就是水与人类的和谐相处, 与经济、人口、环境的协调发展。水利现代化具有 10 个主要特征, 分别是先进性、科学性、可持续性、高效性、安全性、公平性、规范性、创新性、超前性和地域性等。

## 2 水利现代化评价研究

### 2.1 评价指标选取

评价指标选取应遵循 7 项主要原则: (1) 体现安全度、富裕度、舒适度、文明度的结合; (2) 体现科学发展、以人为本、人水和谐的理念; (3) 体现综合性、系统性、层次性相结合; (4) 体现科学性、代表性、可比性相结合; (5) 体现规范性和可操作性相结合; (6) 体现动态与静态相结合; (7) 体现定性与定量相结合。

水利现代化评价指标的选择, 要尽可能全面反映一个流域或区域的水利建设成就、现状水平和存在问题的程度。按照我国到 2020 年全面建设小康社会和 21 世纪中叶基本实现现代化的战略目标要

收稿日期: 2012-12-10

作者简介: 王振宝(1979—), 男, 黑龙江桦南人, 工程师。

求,结合我国的自然特点、经济社会发展要求以及水利自身的特点,借鉴国际上常用的国家现代化及有关水利发展水平的评判方法、指标和标准,在对现有的、与水利发展有关的100多项水利发展指标进行识别、分析和测算的基础上,进行了指标的分类、定向判断、目标性检验和可操作性分析,最终选择21项综合性指标(见表1)作为水利现代化定量评价的指标。

## 2.2 评价指标体系构建

根据有关研究成果和经验,采用层次分析方法,将水利现代化指标体系按三层设计,建立递阶层次结构,包括目标层(综合指标)、准则层(定性指标)和指标层(定量指标)。

目标层是水利现代化的总目标,综合评价区域水利设施安全高效运行能力、水资源可持续利用能力、水利与经济社会的协调发展能力、人水和谐程

度等;准则层反映水利现代化的宏观发展、水利与国民经济和社会发展之间关系和水利现代化对经济社会发展的保障支撑程度的定性指标,包括水利基础设施、水利安全保障、水利生态环境、水利科学技术、水利经营管理等,每个准则层由若干个定量指标构成;指标层是水利现代化评价的具体量化指标。将选取的21项水利现代化评价指标根据准则层进行划分(见表1)。

## 2.3 评价方法研究

### 2.3.1 方法选择

水利现代化指标体系的评价方法,常用的主要有分析综合评判法、模糊综合评判法、灰色关联度评价法、层次分析法等。本文依据所构建的水利现代化评价指标体系及所确定的评价指标标准值,采用加权评价模型进行计算。具体方法如下

$$SDM = \sum MD_i \times Q_i \quad (1)$$

表1 水利现代化评价指标体系及标准值

目标层	准则层	指标层				
		定量指标(一级)	定量指标(二级)	标准值		
现状年	2020年			2030年		
水利现代化	水利基础设施	(1) 用水效率指数	(1) 人均综合用水量/m <sup>3</sup>	450	500	530
			(2) 农业灌溉用水有效利用系数	0.7	0.75	0.8
	(2) 城乡水利发展指数	(3) 城乡生活供水普及率/%	90	95	100	
		(4) 农业用水比例/%	55	50	40	
	水利安全保障	(3) 供水安全指数	(5) 缺水率/%	10	5	0
			(6) 饮用水水质达标率/%	85	95	100
	(4) 水旱灾害损失率	(7) 防洪能力指数/%	70	80	90	
		(8) 水旱灾害综合减灾指数/%	2	1	0.5	
	水利生态环境	(5) 水生态环境指数	(9) 平原区地下水超采面积比例/%	10	5	0
			(10) 水土流失治理率/%	80	90	100
	(6) 水域功能区水质达标率	(11) 地表水功能区水质达标率/%	85	90	95	
		(12) 地下水水质达标率/%	85	90	95	
	水利科学技术	(7) 水利科技进步效益指数	(13) 水利信息化指数/%	80	85	95
			(14) 工业用水重复利用率/%	85	90	95
	(8) 水利科教发展指数	(15) 单方水粮食产量/kg	2	3	5	
		(16) 大专以上学历管理人员比重/%	80	90	98	
	水利经营管理	(9) 生产用水效益指数	(17) 水利科研投入占GDP比例/%	0.01	0.02	0.03
			(18) 万元GDP用水量/m <sup>3</sup>	100	80	50
	(10) 水利管理能力指数	(19) 单位工业增加值用水量/m <sup>3</sup>	50	30	10	
		(20) 水利管理机构完善率/%	90	95	100	
			(21) 水行政管理体制和制度完善率/%	90	95	100

式中,  $SDM$  代表水利现代化的综合实现程度;  $Q_i$  代表第  $i$  项评价指标的权重;  $MD_i$  代表第  $i$  项评价指标的实现程度; 对于正向指标,  $MD_i = I_{\text{实际值}} / I_{\text{标准值}} \times 100$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ; 对于逆向指标,  $MD_i = I_{\text{标准值}} / I_{\text{实际值}} \times 100$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  ( $n$  为评价指标的总个数)。

计算采取自下而上的原则, 即从定量指标(二级)、定量指标(一级)、定性指标、综合指标逐级进行计算。当  $MD_i \geq 100\%$  时, 按  $100\%$  进行计算。

### 2.3.2 标准值确定

标准值即水利现代化要实现的目标值, 标准值的确定直接影响对水利现代化实现程度的判断结果。本研究中采用比肩法, 选择发达国家及世界银行等国际组织对一些水利指标的规定, 对比我国实现全面小康社会和现代化目标所要求的水利支撑条件, 根据国民经济、水利、农业等相关统计资料, 对水利现代化评价指标的现状值和参照值进行测算, 确定水利现代化指标标准值。根据所测定的各项评价指标的现状值和参照值之间的差别程度, 以及《全国水利发展规划》、2020年全面建成小康社会、2050年国家基本实现现代化的奋斗目标, 对现状年(2006年)、2020年、2030年的分期指标值进行测算。测算得到的标准值见表1。

### 2.3.3 权重计算方法

权重是目标或指标在决策中相对重要程度的一种主观评价和客观反映的综合度量, 权重的确定直接影响评价的结果, 因此选择适合水利现代化综合评价的权重确定方法至关重要。现行的方法大都或者只考虑了主观评价的一个侧面(如层次分析法等), 或者只考虑了客观评价的一个侧面(如熵值法和相关度法等)。为了尽可能消除或减小主、客观赋权法的片面性对决策结果产生的影响, 本研究以现状年定量指标的实现程度为样本, 采用模糊识别循环迭代法, 并采用动态权重, 充分考虑水利现代化发展和目标值变化对评价带来的影响, 切合各评价指标之间的权重关系。

## 3 应用研究

### 3.1 研究区选择及评价

根据前述建立的水利现代化评价指标体系

及评价方法, 以辽宁省为研究区域对其进行水利现代化水平评价。为充分考虑水利现代化发展和目标值变化对评价带来的影响, 评价中采用模糊识别循环迭代法, 分别按现状年、2020年和2030年三个基准年动态地确定权重。权重计算结果见表2。

### 3.2 评价结论

采用前述方法并经过评价计算, 辽宁省水利现代化综合实现程度现状年为  $60.98\%$ , 2020年为  $79.18\%$ , 2030年为  $83.18\%$ 。根据评价结果, 辽宁省水利现代化综合实现程度呈递增趋势。具体表现在: 水利基础设施建设稳步增强, 实现程度在  $80\%$  左右, 但至2030年略呈下降趋势, 表明仍需进一步完善水利基础设施建设; 水利安全保障能力较高, 达  $95\%$  以上; 水利经营管理水平较高, 不断适应新的形势稳步提升, 但至2030年明显呈下降趋势, 表明此时的水利经营管理更为重要, 发展水平需重点加强; 水利生态环境较差, 现状年仅为  $34.6\%$ ; 水利科学技术水平较低, 现状年仅为  $47.5\%$ 。

从指标层评价结果来看, 辽宁省用水效率指数相对较高, 近  $80\%$ ; 城乡水利发展指数、供水安全指数、水旱灾害损失率、水利管理能力指数较高, 且保持平稳; 水生态环境指数较低, 现状年仅为  $22.3\%$ , 地下水超采、水土流失严重; 水域功能区水质达标率较低, 现状年仅为  $55.7\%$ , 水污染严重; 生产用水效益综合指数较高, 增长至一定程度与发达国家水平相比还存在一定差距; 水利科技进步效益指数和水利科教发展指数稳步提高。

### 3.3 合理性分析

从辽宁省水利发展实践来看, 研究成果可以客观评价水利现代化发展程度。根据水利部2003年完成的《中国水利现代化研究报告》, 辽宁省现状年(2002年)水利现代化综合实现程度为  $60.9\%$ , 2020年综合实现程度为  $79.2\%$ 。本研究结论辽宁省现状年(2006年)综合实现程度为  $60.98\%$ , 比前述成果偏大  $0.13\%$ ; 2020年综合实现程度为  $79.18\%$ , 比前述成果偏小  $0.03\%$ 。两次研究结果相差甚小且符合客观发展规律, 充分表明本次研究提出的水利现代化评价指标体系和评价方法科学合理。

表2 辽宁省水利现代化评价指标动态权重

目标层	准则层				指标层							
	定性指标	权重			定量指标 (一级)	权重			定量指标 (二级)	权重		
		现状年	2020年	2030年		现状年	2020年	2030年		现状年	2020年	2030年
水利现代化	水利基础设施	0.166	0.183	0.204	(1) 用水效率指数	0.086	0.100	0.114	(1) 人均综合用水量	0.046	0.056	0.064
					(2) 城乡水利发展指数	0.080	0.082	0.090	(2) 农业灌溉用水有效利用系数	0.039	0.044	0.050
					(3) 供水安全指数	0.069	0.075	0.081	(3) 城乡生活供水普及率	0.043	0.041	0.041
					(4) 水旱灾害损失率	0.070	0.078	0.083	(4) 农业用水比例	0.037	0.042	0.049
	水利安全保障	0.139	0.153	0.164	(5) 水生态环境指数	0.175	0.104	0.086	(5) 缺水率	0.034	0.038	0.041
					(6) 水域功能区水质达标率	0.102	0.102	0.100	(6) 饮用水水质达标率	0.035	0.038	0.040
					(7) 水利科技进步效益指数	0.148	0.129	0.152	(7) 防洪能力指数	0.036	0.040	0.042
					(8) 水利科教发展指数	0.123	0.170	0.105	(8) 水旱灾害综合减灾指数	0.034	0.038	0.040
	水利生态环境	0.277	0.206	0.186	(9) 生产用水效益指数	0.077	0.083	0.107	(9) 平原区地下水超采面积比例	0.034	0.038	0.040
					(10) 水利管理能力指数	0.069	0.077	0.081	(10) 水土流失治理率	0.141	0.067	0.046
(11) 水利信息化指数					0.069	0.047	0.049	(11) 地表水功能区水质达标率	0.057	0.054	0.051	
(12) 工业用水重复利用率					0.038	0.041	0.043	(12) 地下水水质达标率	0.045	0.048	0.048	
水利科学技术	0.272	0.299	0.258	(13) 水利科研机构完善率	0.034	0.038	0.041	(13) 水利信息化指数	0.069	0.047	0.049	
				(14) 水利管理体制改革完善率	0.035	0.038	0.040	(14) 工业用水重复利用率	0.038	0.041	0.043	
				(15) 水利行政管理体系和制度完善率	0.035	0.038	0.041	(15) 单方水粮食产量	0.042	0.042	0.061	
				(16) 万元以上管理人员比重	0.070	0.048	0.047	(16) 大专以上管理人员比重	0.070	0.048	0.047	
水利经营管理	0.146	0.159	0.188	(17) 水利科研投入占GDP比例	0.053	0.121	0.059	(17) 水利科研投入占GDP比例	0.053	0.121	0.059	
				(18) 万元GDP用水量	0.039	0.041	0.044	(18) 万元GDP用水量	0.039	0.041	0.044	
				(19) 单位工业增加值用水量	0.038	0.042	0.064	(19) 单位工业增加值用水量	0.038	0.042	0.064	
				(20) 水利管理机构完善率	0.034	0.038	0.041	(20) 水利管理机构完善率	0.034	0.038	0.041	
				(21) 水行政管理体制和制度完善率	0.035	0.038	0.041	(21) 水行政管理体制和制度完善率	0.035	0.038	0.041	

#### 4 结 语

当前,我国水利现代化建设面临难得的发展机遇,同时也面对极大挑战。迫切需要加强水利薄弱环节建设、夯实水利基础支撑、解决民生水利问题、落实最严格的水资源管理制度、不断推进水利现代化。水利现代化研究是一个复杂的课题,涉及水利发展与经济社会发展以及生态环境保护的方方面面。本文在水利现代化评价指标体系、评价方法及应用方面尝试作出了初步的探索,主要得到以下认识:

(1) 水利现代化评价指标体系的建立宜综合采用定性定量评价指标。既层次清晰、便于操作,又能够更加客观地评价水利现代化发展水平。

(2) 水利现代化评价指标体系标准值及其权重宜采用动态值。既与全国水利发展规划成果协调一致,又充分考虑水利现代化发展和目标值变化对评

价带来的影响。

(3) 评价指标在决策中的相对重要程度应从主观和客观两方面进行综合度量,例如文中采用了模糊循环迭代法,通过此方法得到的权重具有很好的整体性和一致性。

#### 参考文献:

- [1] 王浩,甘泓,武博庆. 水资源资产与现代水利[J]. 中国水利,2002(10): 151-153.
- [2] 谢新民,赵文骏,裴源生,等. 宁夏水资源优化配置与可持续利用战略研究[M]. 郑州:黄河水利出版社,2002.
- [3] 钱正英,张光斗. 中国可持续发展水资源战略研究综合报告及各专题报告[M]. 北京:中国水利水电出版社,2001.
- [4] 顾浩,矫勇,张国良,等. 中国水利现代化研究[M]. 北京:中国水利水电出版社,2004.

(下转第57页)

水水源地保护,推进水生态系统保护和修复,控制入河湖排污总量,改善水环境质量;四是落实严格水资源管理的保障措施,建立水资源管理责任和考核制度,健全水资源计量和监控体系,完善水资源管理体制和投入机制,健全政策法规和社会监督机制,努力建成符合江苏平原水网地区特点的最严格水资源管理制度体系。

### 3.2.3 建立现代化的体制机制

按照水的自然规律和经济规律,强化城乡水资源统一管理,完善水资源管理体制,对城乡供水、水资源综合利用、河湖生态保护和防洪排涝等实行统筹规划、综合治理。一是部门协调。水资源工作必须要充分发挥各部门的作用。要重视与发改、财政、环保、住建、教育等部门的协调配合,形成合力,共同推进。二是水务一体化。2011年,中央水利工作会议上胡锦涛总书记明确要求“推进水务管理一体化”,新一轮“三定”方案明确省水利厅承担指导水利行业供水、排水、污水处理工作。在现有水利投资渠道内,要加大对水务工作的支持力度;已实行水务改革的地区,要切实履行工作职责,发挥体制优势;其他地区要以水源地保护、再生水利用为切入点,抓住机遇推进水务改革。三是加大宣传。充分利用各种媒体,加大水资源工作的宣传力度,切实提高公众节约、保护水资源的意识。同时,更要重视向党委、政府领导宣传,争取领导支持,为工作开展创造良好环境。

### 3.2.4 建成现代化的管理手段

一是现代化的规划体系。加快编制各级水资源综合规划和水系规划、节水型社会规划、水资源保

护规划、供水排水规划等专项规划,以现代理念引领水资源规划,形成较为完备的规划体系。二是信息化的管理系统。尽快完成水资源管理信息系统一期工程建设扫尾,落实应用系统上线运行的各项措施,并在实践中不断完善;新增取水项目均须安装计量设施,接入省水资源管理信息系统;用水大户安装取水远程监控系统,全省联网运行。要尽快开展二期工程的前期工作,积极加快推进水资源和水文信息系统的有机整合,发挥综合效益。三是全覆盖的监测网络。按照“三条红线”监测考核的要求,科学布设水资源监测站网,对行政区域边界、重要河湖节点、水功能区、水源地加强监测,全面开展水量、水质、水生生物等监测。要加强沿海等重点区域的地下水、地面沉降动态监测设施建设。要积极推进水资源自动化监测系统建设,建立全覆盖的监测网络。

### 3.2.5 建立现代化的监管体系

水资源管理社会性强,涉及面广,必须以现代管理理念为引领。一方面,要按照现代管理制度要求,强化水资源管理系统行风建设,规范管理人员行为,严格依法行政,妥善处理好严格管理与服务经济社会发展、改善民生的关系,既发挥水资源在调整经济结构、转变发展方式中的重要作用,又服务于经济社会发展大局,树立良好的社会形象。另一方面,切实做好水资源社会管理和公共服务,严格执行取水许可、水资源论证、入河排污口审批等制度,规范社会水资源开发利用行为,维护良好的水资源利用秩序。

(责任编辑 尹美娥)

(上接第36页)

- [5] 汪恕诚. 资源水利: 人与自然和谐相处[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2003.
- [6] 张岳. 关于探讨中国水利现代化进程的几个问题[R]. 中国水情分析研究报告, 2000, 3(3): 1-5.
- [7] 党连文. 松辽流域水资源可持续利用及现代管理[J]. 中国水利, 2002(10): 82-84.
- [8] UNCSO. Indicators of Sustainable Development Framework and Methodologies[M]. New York: United Nations, 1996.
- [9] 翟浩辉. 中国水利现代化论文集[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007.
- [10] 张建云. 水利信息化的发展思路和建设任务[J]. 中国水利, 2000(9): 81-82.

- [11] 王浩, 王建华, 汪党献. 现代环境下的水资源综合评价体系及其方法研究[J]. 水科学进展, 2003, 14(增刊): 110-117.
- [12] Saaty T L. A scaling method for priorities in hierarchical structures [J]. Journal of Math Psychology, 1997(15).
- [13] Hammond A. Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development [M]. Washington DC, USA: World Resource Institute, 1995.
- [14] 陈守煜. 水资源与防洪系统可变模糊集理论与方法[M]. 大连: 大连理工大学出版社, 2005.
- [15] 辽宁省水利厅. 辽宁省水资源[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2006.

(责任编辑 陈海燕)