

# 基于水资源比较优势的水利产业结构优化研究

吴 丹

( 河海大学商学院, 江苏 南京 210098 )

**摘要** :为促进水利产业结构的调整与优化,在分析并合理划分水利产业结构的基础上,基于比较优势理论,建立能够反映区域水资源总量禀赋的相关指标,应用比较优势计量模型和综合比较优势评价模型,对区域不同时期的水资源总量禀赋比较优势进行分析,结合实例进一步验证了模型的实效性。分析结果表明,区域水资源总量禀赋变化趋势与同时期水利产业投资结构的变化趋势以及国民经济和社会的发展趋势相吻合。

**关键词** 水资源;比较优势;综合比较优势;评价模型;水利产业;产业结构

**中图分类号** :F407.9 **文献标识码** :A **文章编号** :1003-9511(2009)03-0039-04

我国目前存在的主要水问题是,水资源供需矛盾日益尖锐,水资源浪费、污染现象严重,水环境恶化,洪涝水患频发等。而水利产业是以水资源为基础或以水资源配置为对象,生产原水、电能等初级产品,为中间产品产业和最终消费品产业提供供水和供电保证,为国民经济和社会发展提供防汛安全保障服务,是由具有相互作用的经济活动所组成的集合。作为国民经济结构中的基础产业,水利产业中的防洪、灌溉、工业及城乡供水、发电、航运等基础工业,是许多相关产业得以发展的前提和制约条件。为保障和促进国民经济产业长期稳定发展,对水利产业结构进行调整与优化是必要的。

## 1 水利产业结构划分

水利产业以水资源为纽带,是由众多水利活动所组成的一个大系统,主要包括防洪、排水、水资源保护、灌溉、供水、水电、水运、渔业、水土保持、河口治理与滩涂围垦、水利建筑、水利机械修造、水利综合经营和水利旅游等 14 个行业,而这 14 个行业可划分为 3 大类:①水资源开发利用产业;②水资源节约保护产业;③水害防治产业<sup>[1-2]</sup>。

### 1.1 水资源开发利用产业

随着国民经济的快速发展,区域工业用水、社会生活用水、生态环境用水及其他用水需求急剧增加,区域水资源供给已无法满足日益增长的水资源需求,水资源供需矛盾日益尖锐,水利产业被称为制约区域经济社会发展的“瓶颈产业”,解决区域供水问

题成为水利产业结构调整的重要目标。水资源开发利用产业以供水业为核心,联合水电开发、水运、水利旅游等行业共同发展,以促进区域经济效益提高。作为水利产业的一个重要组成部分,水资源开发利用产业的发展目标是通过建设大型供水设施,采取现代化供水措施,健全区域工业供水和农业灌溉供水并重的水利供水工程,改善区域供水系统,增加水资源的供给量,减少水资源的浪费,保证区域城乡居民饮水安全,解决工业供水问题,缓解水资源供给矛盾,提高区域供水设施的运行效率和效益,从而保障国民经济可持续发展。

### 1.2 水资源节约保护产业

水资源节约保护产业,是指通过加强区域节水技术、器具的研制,以及加强区域水污染的防治,遏制区域水资源浪费现象,结合城乡污染控制,实施区域污水总量控制,将污染水体重新转换为可使用原水的节水治水产业。随着国民经济发展规模的逐步扩大,区域污水排放量急剧增加,水环境恶化问题已成为影响国民经济发展、生态环境建设的重要制约因素之一,直接威胁着饮用水安全和人民的健康,影响工农业生产和农作物安全,导致国民经济的巨大损失,因此,加大水资源节约保护产业的发展至关重要。水资源节约保护产业的发展目标是通过加强节水设施以及污水处理设施的建设,采取现代化节水措施,提高节水技术水平,改善水环境系统,实现对区域居民生活、工农业生产以及服务业发展过程中污水的净化处理,减少污水排放总量,防止区域水资

作者简介:吴丹(1986—),男,江西抚州人,博士研究生,主要从事水资源规划与管理研究。

源浪费、水环境恶化现象,提高区域的生态环境效益,从而促进我国节水防污型社会的健康发展,保障区域生态环境可持续发展。

### 1.3 水害防治产业

洪涝灾害是我国主要灾害之一,严重制约着我国国民经济的可持续发展。目前我国江河河道淤积严重,防洪标准普遍偏低,防洪体系不完善,防洪能力较低,抗灾能力亟待提高。随着区域经济发展步伐的加快,区域人口密集,财富集中,区域防洪除涝工作显得尤为重要。从水利产业投资结构看,我国水利产业的发展一直以防洪等水利基础设施的建设为重点。水害防治产业包括防洪、除涝以及水库等相关水利基础设施的建设,其发展目标是根据江河的自然地理位置以及洪水的特性,在流域防洪工程体系的框架下,通过建设必要的防洪除涝水利设施,以提高区域防洪除涝标准,改善和提高城市防洪管理水平,保障城市正常运行和人民安居乐业,从而将区域损失控制在最小的范围内。

水利产业结构是由水资源开发利用产业、水资源节约保护产业以及水害防治产业组成,其中,水害防治产业的发展是水资源开发利用产业以及水资源节约保护产业发展的前提和基础,水资源开发利用产业以及水资源节约保护产业的发展又进一步带动了水害防治产业的发展。在区域水资源总量一定的约束条件下,发展水资源开发利用产业,健全并完善区域供水系统,有利于解决水资源短缺问题;发展水资源节约保护产业,加强区域水污染治理,有利于解决水环境恶化问题;发展水害防治产业,有利于解决洪涝灾害等问题。这3类产业的发展相互制约、相互促进、相互协调,是水利产业今后发展的主要方向。

## 2 基于水资源总量比较优势的水利产业结构调整与优化

国际贸易中的比较优势理论是以亚当·斯密的绝对成本论为基础,以大卫·李嘉图的比较成本论为核心,经赫克歇尔和伯尔蒂尔·俄林的要素禀赋论的补充和完善而形成的一个完整的理论体系<sup>[3-4]</sup>。该理论认为各国或各区域在要素禀赋上存在差异,这使得生产投入要素价格也存在差异,进而形成生产成本和产品价格的差异,导致国际或区域比较优势的差异<sup>[5]</sup>。本文基于比较优势理论,建立能够反映不同时期水利产业结构变化的区域水资源总量禀赋指标,对区域不同时期的水资源总量禀赋进行比较优势分析,从而为水利产业结构调整与优化提供理论依据。

### 2.1 区域水资源总量的内涵

区域水资源总量不是简单意义上的区域水资源

数量或水资源质量,也不是区域水资源数量和质量简单综合,它与区域经济、社会以及生态的综合效益密切相关,既涉及水资源数量,也包括水资源质量,还应考虑水资源的投入产出水平。为体现区域不同发展时期的水资源总量禀赋对水利相关产业发展的影响,采用频度分析法、主成分分析法、理论分析法以及专家咨询法等相结合的综合理论分析法,确定以下3类指标来分别反映区域水资源总量中的水资源数量、水资源质量水平和水资源投入产出水平:①区域水资源数量指标:人均水资源量、水资源开发利用程度、灌溉保证率、水资源稀缺程度、水资源重复利用率。这些指标体现了区域水资源的储量和开发潜力,以及生活、生产、生态对水资源需求所造成的压力,它不仅能反映水资源的数量,还能兼顾生活、农业、工业等用水部门的要求。随着人口的增加和工农业的发展,水资源在数量上也有相应的变化,从而导致水资源开发利用产业的发展也发生变化。②区域水资源质量水平指标:污水排放量、工业污水排放达标率、水质状况、污水处理回用率。随着区域经济发展步伐的加快以及发展目标的提升,不同时期的水资源质量水平必然存在一定的差异,而水资源质量水平的变化必然制约着水资源节约保护产业的发展。③区域水资源投入产出水平指标:单位水资源供水成本、绿化面积、河流断流情况、单位投资污水治理量、单位水资源粮食总产量、单位水资源国内生产总值。由于区域在不同时期社会经济发展水平不同,水资源投入产出水平必然会存在一定程度的差异,这类指标能较好地体现区域在不同发展时期粮食总产量、经济总产值和人均水平的差异。

### 2.2 水利产业结构的调整与优化

根据反映区域水资源总量禀赋的相关指标,采用层次分析法<sup>[6]</sup>确定区域水资源数量禀赋、区域水资源质量水平禀赋以及区域水资源投入产出水平禀赋的权重;再基于比较优势理论,应用比较优势计量模型<sup>[7]</sup>采用相对水资源禀赋来体现区域水资源数量、水资源质量水平以及水资源投入产出水平的比较优势,确定区域在不同发展时期水资源禀赋两两比较的比率;同时,建立综合比较优势评价模型<sup>[8]</sup>,确定区域不同时期的水资源总量禀赋比较优势,为区域水利产业结构调整与优化提供理论依据。具体计算步骤如下:

a.  $t_1$  时期区域的水资源数量、水资源质量水平以及水资源投入产出水平禀赋分别表示为

$$e_s = \sum_{i=1}^J w_{si} e_{si} \quad (1)$$

$$e_z = \sum_{j=1}^J w_{zj} e_{zj} \quad (2)$$

$$e_c = \sum_{k=1}^K w_{ck} e_{ck} \quad (3)$$

$$\text{且} \quad \sum_{i=1}^I w_{si} = \sum_{j=1}^J w_{zj} = \sum_{k=1}^K w_{ck} = 1$$

式中： $w_{si}$ 为反映 $t_1$ 时期区域水资源数量禀赋的第 $i$ 个指标权重； $w_{zj}$ 为反映 $t_1$ 时期区域水资源质量水平禀赋的第 $j$ 个指标权重； $w_{ck}$ 为反映 $t_1$ 时期区域水资源投入产出水平禀赋的第 $k$ 个指标权重； $e_{si}$ 为反映 $t_1$ 时期区域水资源数量禀赋的第 $i$ 个指标的归一化值； $e_{zj}$ 为反映 $t_1$ 时期区域水资源质量水平禀赋的第 $j$ 个指标的归一化值； $e_{ck}$ 为反映 $t_1$ 时期区域水资源投入产出水平禀赋的第 $k$ 个指标的归一化值。

$w_{si}$ 、 $w_{zj}$ 和 $w_{ck}$ 的值可通过专家咨询，采用层次分析法加以确定； $e_{si}$ 、 $e_{zj}$ 和 $e_{ck}$ 的指标归一化值可采用模糊理论中的模糊隶属度函数，建立IFGRA模型加以确定。IFGRA模型是对灰关联分析法的一种改进，它对系统发展态势进行量化比较分析，认为，系统诸统计数据列与标准数据列构成的曲线几何形状越接近，则变化态势越接近，灰关联度就越大。计算灰关联度公式为

$$\begin{cases} x'_{ij} = \frac{|x_{ij} - x_i^*|}{\sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_{ij} - x_i^*)^2}} \\ \epsilon_{ij} = \frac{\min x'_{ij} + \rho \max x'_{ij}}{x'_{ij} + \rho \max x'_{ij}} \end{cases} \quad (4)$$

式中： $x_i^*$  ( $i=1, 2, \dots, m$ )为 $n$ 个待比较项中第 $i$ 个指标的最优值； $n$ 个待比较项中各指标的最优值构成了指标最优集，即最优母序列 $x^* = [x_1^*, x_2^*, \dots, x_i^*, \dots, x_m^*]$ ； $x_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, n$ )为第 $j$ 个待比较项的第 $i$ 个指标值； $x'_{ij}$ 为第 $j$ 个待比较项的第 $i$ 个指标值与最优母序列中各指标最优值的偏离度，当指标值 $x_{ij}$ 与其最优值 $x_i^*$ 之间的偏离度越小，说明该指标效用越大； $\epsilon_{ij}$ 为第 $j$ 个比较项的第 $i$ 个指标值 $x_{ij}$ 与最优母序列中第 $i$ 个指标最优值的关联程度，称为 $x_{ij}$ 对 $x_i^*$ 的灰关联系数； $\rho$ 为分辨系数，其作用在于提高灰关联系数之间的差异显著性，且 $0 < \rho < 1$ （通常 $\rho$ 取0.5）。

式(4)主要对定量指标进行规范化处理。而对定性指标，可利用德尔菲法由决策专家确定各指标的等级，通过对等级按照5标度法进行打分，采用模糊理论中的模糊隶属度函数，对各定性指标加以量化处理。

由式(4)，可得到式(1)、式(2)、式(3)中 $e_{si}$ 、 $e_{zj}$ 和 $e_{ck}$ 的指标归一化值。通过式(4)，可对区域不同发展时期的水资源数量禀赋、水资源质量水平禀赋以及水资源投入产出水平禀赋进行比较优势分析，并根据 $e_{si}$ 、 $e_{zj}$ 和 $e_{ck}$ 的变化，进一步分析区域水资源开

发利用产业、水资源节约保护产业以及水害防治产业的发展变化。

b.  $t_1$ 时期区域水资源总量禀赋可表示为

$$E_{t_1} = w_1 e_s + w_2 e_z + w_3 e_c = w_1 \sum_{i=1}^I w_{si} e_{si} + w_2 \sum_{j=1}^J w_{zj} e_{zj} + w_3 \sum_{k=1}^K w_{ck} e_{ck} \quad (5)$$

式中： $w_1$ 、 $w_2$ 、 $w_3$ 分别为 $t_1$ 时期区域的水资源数量、水资源质量水平、相对水资源投入产出水平禀赋的权重，可采用层次分析法加以确定，且 $w_1 + w_2 + w_3 = 1$ 。

c. 区域水资源总量比较优势可表示为

$$E = \frac{E_{t_1}}{E_{t_0}} \quad (6)$$

式中： $E$ 为 $t_1$ 时期区域水资源总量禀赋相对 $t_0$ 时期区域水资源总量禀赋的区域水资源总量比较优势。 $E_{t_1}$ 和 $E_{t_0}$ 分别为 $t_1$ 和 $t_0$ 时期的区域水资源总量禀赋。

根据式(6)的计算结果可知，若 $E > 1$ ，表示 $t_1$ 时期区域水资源总量禀赋具有比较优势，区域水利产业结构整体已得到进一步优化；若 $E \leq 1$ ，表示 $t_1$ 时期区域水资源总量禀赋不具有比较优势，区域水利产业结构需要从水资源开发利用产业、水资源节约保护产业或者水害防治产业等水利相关产业方面进行调整与优化。区域不同时期水资源总量动态变化和区域水资源总量禀赋程度，既受制于自然形成的存量差异，也受制于区域经济发展导向的影响。区域水资源总量比较优势作为不同发展时期水资源总量禀赋纵向比较的相对概念，为区域水利产业结构的调整与优化、水利产业各部门投资比重的调整提供了一定的理论依据。

### 3 案例分析

2001~2007年某区域水资源总量的相关指标数据见表1。

结合表1中2001~2007年某区域水资源总量的相关指标数据，采用层次分析法，计算出相关指标权重，并将2001年作为基准年，应用比较优势计量模型、IFGRA模型以及综合比较优势模型，计算出2001~2007年该区域水资源总量禀赋以及2002~2007年该区域的相对水资源总量禀赋比较优势，计算结果见表2和表3。结合2001~2007年区域水利产业投资比例(表4)，根据区域相对水资源总量禀赋比较优势，可分析区域水利产业结构投资比例的变化情况。

结合表4中区域水利产业结构投资比例，根据表2和表3的计算结果可知，2001~2007年区域水

表1 2001~2007年某区域水资源总量的相关指标数据

年份	水资源数量指标				水资源质量水平指标				水资源投入产出水平指标						
	人均水资源量/开发利用率( $\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$ )	水资源开发程度	灌溉保证率	水资源稀缺程度	水资源重复利用率	污水排放量/万t	工业污水排放达标率	水质状况	污水处理回用率	单位水资源供水成本/(元 $\cdot$ t $^{-1}$ )	绿化面积/ $10^3 \text{hm}^2$	河流断流情况	单位污水处理投资/(元 $\cdot$ m $^{-3}$ )	单位水资源粮食总产量/(kg $\cdot$ m $^{-3}$ )	单位水资源国内生产总值/(元 $\cdot$ m $^{-3}$ )
2001	1437	0.42	0.80	0.08	0.62	4230	0.815	好	0.25	1.32	69.2	一般	1.21	1.35	32.1
2002	1566	0.49	0.85	0.05	0.65	4150	0.832	较好	0.32	1.45	77.5	一般	1.15	1.26	31.5
2003	1402	0.65	0.80	0.12	0.70	3720	0.939	好	0.36	1.53	70.3	不很严重	1.16	1.38	35.7
2004	1313	0.55	0.75	0.25	0.53	5170	0.805	轻度污染	0.39	1.74	65.1	较为严重	1.23	1.36	38.3
2005	1276	0.38	0.70	0.32	0.49	6100	0.756	污染严重	0.45	1.71	54.2	严重	1.19	1.42	37.8
2006	1763	0.41	0.80	0.27	0.69	4300	0.841	较好	0.52	1.65	66.5	不很严重	1.20	1.51	42.5
2007	2129	0.66	0.85	0.25	0.78	3670	0.953	好	0.55	1.62	86.7	一般	1.25	1.68	45.1

表2 2001~2007年区域水资源总量禀赋

年份	水资源数量禀赋	水资源质量水平禀赋	水资源投入产出水平禀赋	水资源总量禀赋
2001	0.734	0.794	0.876	0.601
2002	0.862	0.807	0.845	0.629
2003	0.780	0.907	0.842	0.632
2004	0.642	0.760	0.829	0.558
2005	0.557	0.720	0.811	0.522
2006	0.692	0.893	0.877	0.615
2007	0.840	1	0.963	0.701

表3 2002~2007年区域相对水资源总量禀赋比较优势

年份	相对水资源总量禀赋	年份	相对水资源总量禀赋
2002	1.045	2005	0.868
2003	1.051	2006	1.023
2004	0.928	2007	1.165

表4 2001~2007年区域水利产业结构投资比例 %

年份	水资源开发利用产业	水资源节约保护产业	水害防治产业
2001	27.0	3.0	55.0
2002	29.2	4.2	54.6
2003	31.3	6.3	49.3
2004	28.5	5.8	57.1
2005	30.0	5.3	58.3
2006	38.4	4.6	44.9
2007	40.4	7.0	40.4

注:数据来源于2001~2007年水利统计公报。

资源总量禀赋变化趋势与同时期水利产业投资结构的变化趋势以及国民经济和社会的发展趋势相吻合。2001~2003年,区域经济发展速度较为平缓,区域的水资源总量禀赋呈相对平稳的增长趋势,说明区域水利产业结构较为合理,水利产业投资比例均衡;2004~2005年,随着区域人口的快速增长,工业发展规模的扩张,区域的水资源总量禀赋呈下降趋势,说明区域水利产业内部结构存在一定程度的失调,其中,水资源开发利用产业以及水资源节约保护产业的投资比例相对比较小。2006~2007年,区域的水资源总量禀赋又呈增长趋势,说明区域根据其经济社会发展对水资源总量的需求变化,相应地调整和优化了水利产业结构,加大了区域供水业、节水治业

等水资源开发利用产业和水资源节约保护产业的投资比例,水利各产业在发展速度和进程上保持了相对均衡的比例关系。可见,区域不同时期的水资源总量禀赋比较优势可为水利产业的调整与优化提供科学的理论依据。

## 4 结论

水利产业对其他产业的依赖程度较低,受其他产业的约束程度较小,但作为国民经济的基础产业,水利产业对其他产业的贡献较大,各产业部门对水利产业的需求越来越大,水利产业的发展将有效促进其他产业的发展,进而促进国民经济的高速增长。因此,在目前市场经济体制尚未成熟和完善的情况下,在政策和投入等方面必须对水利产业倾斜,以扩大水利产业的规模。而水利产业结构无论是存量转换还是增量调整,都依赖于合理的投资结构,因此,投资结构调整是水利产业结构调整的头。在努力建立多元化、多层次、多渠道的水利产业投资新格局的过程中,要加大对区域供水业的投资倾斜力度,加强防洪设施建设,重点发展供水业,加快发展水利旅游业。

## 参考文献:

- [1]王华,范飞龙.水利产业投资存在的问题及对策[J].水利经济,2005,23(1):58-61.
- [2]汤正春.我国水利投资及其改革的对策研究[D].合肥:安徽大学,2006.
- [3]胡健,董春诗.比较优势理论研究的最新进展:一个文献述评[J].西安财经学院学报,2006,19(5):5-8.
- [4]周怀峰,廖东声.比较优势理论的发展逻辑研究[J].求实,2007(2):44-45.
- [5]薛敬孝,佟家栋,李坤望.国际经济学[M].北京:高等教育出版社,2000:35-36.
- [6]SAATY T L. The analytic hierarchy process[M]. New York: McGraw-Hill,1980.
- [7]陈志刚.区域耕地总量比较优势研究:以江苏省为例[J].中国人口·资源与环境,2002,12(3):91-94.
- [8]朱利群,卞新民,郭军洋.区域作物、种植业比较优势评价模型研究[J].中国农业资源与区划,2005,26(5):9-13.

(收稿日期:2008-09-28 编辑:彭桃英)