

水资源利用矛盾的和谐论解决途径

刘军辉, 左其亭, 张志强

(郑州大学 水科学研究中心, 郑州 450001)

摘要: 在分析总结水资源多种用途和主要水资源利用矛盾的基础上, 提出了应用和谐论思想指导水资源管理、开发、利用、分配等, 利用基于和谐论理论的数学描述方法定量评价、调控当前水资源利用现状, 缓解水资源利用矛盾。对郑州市水资源利用状况进行的评价的结果与实际情况较符合, 据此提出了郑州市水资源利用矛盾解决的可行性措施。由此可见, 基于和谐论的水资源利用评价方法具有一定的应用前景。

关键词: 水资源用途; 用水矛盾; 和谐论; 解决途径; 郑州市

中图分类号: TV 213.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-1683(2013)03-0106-05

Solution of Water Resources Utilization Contradictions Based on The Harmony Theory

LIU Jur hui, ZUO Qi ting, ZHANG Zhi qiang

(Center for Water Science Research, Zhengzhou University, Zhengzhou, 450001, China)

Abstract: Based on the summary of various uses of water resources and current major water resources utilization contradictions, The Harmony Theory was proposed to guide the management, development, utilization, and allocation of water resources. The mathematical description method based on The Harmony Theory was used to evaluate and regulate the current status of water resources utilization quantitatively, and to ease the water resources utilization contradictions. The method was applied to evaluate the status of water resources utilization in Zhengzhou City, and the evaluation results were in accordance with the actual situations. According to the evaluation results, the feasible measures to solve the water resources utilization contradictions of Zhengzhou City have been proposed. Thus, the evaluation method of water resources utilization based on The Harmony Theory has a certain application prospects.

Key words: water resource use; water utilization contradictions; The Harmony Theory; solution; Zhengzhou City

水是生命之源, 是社会经济发展的重要物质基础, 各行各业的健康发展都离不开水。然而, 真正可以被人类利用的淡水资源极为有限, 仅占地球总水量的 0.26%^[1]。同时, 随着人类社会的发展, 一些不合理的水资源开发、利用、管理方式也导致了诸多水问题的产生; 这些现象是造成当前水资源利用矛盾的主要原因。为了缓解水资源利用矛盾, 适应各行业和谐发展需求, 必须从系统理论角度寻找出合理的水资源利用矛盾解决途径, 这样才能保障社会经济的健康持续发展。

关于水资源利用矛盾, 国内外学者已经做了一定的研究工作: Ndalahwa F. Madulu 对坦桑尼亚水资源利用矛盾进行了研究, 认为是该国水资源短缺加剧了各用水部门间矛盾, 并指出可以通过利用多种水源、多样化种植作物等方法解决矛盾^[2]; 布里安·兰多夫·布伦斯指出, 用水矛盾广泛存在

于农业、工业、城市用水以及其它用水需求中, 各部门间激烈的用水矛盾对目前用水协调体制产生了严重挑战^[3]; 傅尔林指出水资源多用途性及其复杂的外在性, 决定了配置方式不可能在政府与市场之间寻求某个均衡点, 应根据水资源不同属性, 选择相应的多形式的配置方式^[4]; 2006年, 汪恕诚部长指出要树立统筹发展理念, 要统筹安排生活、生产和生态用水, 在确保生活用水的同时, 最大限度地满足其他方面的需要, 维护河流健康^[5]; 许敬从水用途的综合管制、水用途的分类管制和水用途的变更管制三个方面构想水资源用途管制制度框架^[6]。总的看来, 目前关于水资源利用矛盾研究定性研究较多, 需进一步完善量化研究。鉴于此, 本文将和谐论理论引入水资源利用矛盾研究, 提出一定的解决途径, 并以郑州市为例做了一定工作, 以期能达到促进水资源可持续

收稿日期: 2013-03-08 修回日期: 2013-05-02 网络出版时间: 2013-05-18

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20130518.1016.004.html>

基金项目: 国家自然科学基金(51279183; 51079132); 国家社科基金重大项目(12&ZD215); 教育部社科研究基金规划基金项目(10YJAZH027); 河南省高校科技创新团队支持计划资助

作者简介: 刘军辉(1989-), 男, 江西南城人, 硕士研究生, 主要从事水文学及水资源方面的研究。Email: liu1989jacky@163.com

通讯作者: 左其亭(1967-), 男, 河南固始人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事水文学及水资源方面的研究。Email: zuoqt@zzu.edu.cn

利用的目的。

1 水资源多种用途及存在的矛盾

水是自然系统和人类社会系统中最重要和最活跃的因素,因此具备了多种多样的用途。在日常生活中,水被用于人类生活饮用、洗澡、洗涤衣物、冲洗厕所、市政绿化等;在工业生产中,水被应用于产品原料生产、产品处理加工、工业冷却、洗涤等;在农业生产中,水被用于灌溉作物、牲畜饮用、发展渔业、林业、食品蔬菜加工等;此外,水还是维系生态系统生物群落生存和一定生态环境质量所不可或缺的资源。

由于水的多用途性,也导致了許多用水矛盾,归结起来主要包括:(1)由于在一定区域、一定时段内,水资源量是有限的,而需水量是不断增加的,导致需水与供水之间存在一定的矛盾。例如随着城市规模扩大、人口快速增长,社会经济发展超出了水资源承载能力,导致水资源严重短缺;(2)由于水资源问题涉及社会生活的各个方面,各个行业的持续健康发展都离不开水,这就导致各用水部门为争夺有限水资源而产生矛盾,例如为了发展工业,挤占生态用水导致生态恶化等;(3)由于一些地区间存在河流水系联系,这些地区的用水来源中的很大一部分来自于同一河流、水库或其他水源,不同地区之间、上下游之间为了从这些共同水源地取得更多用水权利也会产生一定的矛盾。例如,黄河流域各省为争夺黄河水权曾引发激烈矛盾,为此国务院专门制定了相关的用水分配方案来解决这一纷争;(4)由于水资源受到人类活动影响,水质不断下降,而同时许多用水部门对水质的要求较高,这就导致许多行业用水水质达不到要求,阻碍其健康持续发展,这也会产生一定的水资源利用矛盾。

2 和谐论主要论点及应用

2.1 和谐论简介

2.1.1 和谐论的主要观点

“和谐”是为了达到“协调、一致、平衡、完整、适应”关系而采取的行动^[7]。和谐论是研究“和谐”行为的理论和方法,具体定义为:和谐论是研究多方参与者共同实现和谐行为的理论和方法^[8]。

和谐论符合辩证唯物主义哲学思想,是能够很好处理社会、经济、政治、文化、宗教等问题的思想理论。其主要论点有:(1)提倡“以和为贵”的思想,“和谐”是和谐论的思想理论基石;(2)提倡理性地认识各种关系间存在的矛盾,允许“差异”的存在,倡导用和谐的态度来处理各种不和谐因素和问题;(3)坚持按照以人为本、全面、协调、可持续发展的科学发展观解决自然界和人类社会面临的各种问题;(4)注重研究人与自然的辩证唯物关系,认为应该把协调好人与人之间的关系作为协调人与自然间关系的基础;(5)坚持系统的观点,提倡采用系统论的理论方法来研究和諧关系问题^[9-10]。

2.1.2 和谐论的数学描述方法

某一因素(F^p)和谐度(harmony degree)方程定义为^[11]:

$$HD_p = ai - bj \quad (1)$$

式中: HD_p 为某一因素 F^p 对应的和谐度,是表达和谐程度的指标, $HD_p \in [0, 1]$ 。 HD_p 值越大,和谐程度越高; a 、 b 分

别为统一度、分歧度。 $a, b \in [0, 1]$,当各和谐参与者不存在“弃权”现象时 $a + b = 1$,水资源利用问题即属于这种情况; i, j 分别为和谐系数、不和谐系数, $i, j \in [0, 1]$ 。 j 由 b 完全确定,为方便计算,很多情况下可以取 $j = b$,本文例子中采用这种方法确定 j 。

如果和谐问题需考虑多个因素,需要在单一因素和谐度的基础上计算综合和谐度。计算方法有两种,一种是将各因素子和谐度加权平均,一种是将各因素子和谐度通过指数权重加权计算。

和谐度方程中参数的确定方法较多,本文中统一度 a 是通过确定“符合和谐规则,具有相同目标”程度的计算方程或曲线确定,和谐系数 i 是通过和谐目标满足程度确定和谐系数曲线或函数来计算^[12],详细的参数确定及和谐度计算方法可参考文献[12]。

2.2 和谐论的应用领域

在社会科学中,和谐论可以很好地解决需考虑外界因素的“投资开发协商问题”;将和谐论应用到政治学中的“多党合作问题”分析,可以证明我国实行的中国共产党领导的多党合作和政治协商制度是一种和谐的、适合我国实际国情的优良制度;将和谐论应用到“和谐家庭建设”问题中,可以分析得到构建和谐家庭需要注意的问题;此外,和谐论对于解决包括博弈论中的“公共地悲剧”^[18]等许多复杂社会问题也有很好的效果,因此对于当前建设和谐社会具有重要理论指导意义。

在水资源学中,通过基于和谐度方程的和谐评估和和谐调控也可以很好地解决分区部门水资源合理分配、跨界河流分水、跨流域调水、水资源管理和和谐论策略制定、水价策略制定以及构建和谐人水关系的途径等问题^[13]。

3 水资源利用矛盾的和谐论解决途径

水资源利用矛盾的解决需要协调各方面的需求;在观念上,要贯彻“人水和谐”的思想,在实际操作时,要统筹考虑、全面分析,保证各用水部门的和谐发展。

水资源利用矛盾的和谐论解决途径,从性质上来说可分为定性和定量两种,定性解决途径主要包括以下两种。

(1)用和谐论的理念指导水资源利用矛盾的解决。在实际处理用水矛盾时,要从全局出发,统筹兼顾某些局部要求,追求最大的总体效益;同时,既要对问题进行系统分析,又要采取综合措施,尽可能做到一水多用、一库多用、一物多能,最大可能满足各方面的需求,让有限的水资源创造出最多的效益。

(2)应用和谐论研究人水关系以及人与自然的的关系,特别是通过对人水和谐理论的研究及实践的应用,来协调目前日益恶化的人水关系,缓解和解决目前存在的水资源短缺、水质污染等用水矛盾,为水资源的可持续利用指明道路。引导人们在解决水资源利用矛盾时,坚持人与人和谐、人与水和谐的原则,走人水和谐之路。

定量解决途径主要包括以下三种。

(1)建立一套科学合理的指标体系,运用和谐度方程对当前水资源利用状况进行评价。要解决当前水资源利用矛盾,首先需要当前水资源利用状况有深入了解,通过和谐度方程可以对当前整体的水资源利用和谐程度做出较为准确的评

价。其次,通过对各指标子和谐度方程中参数计算结果的分析,可以了解造成水资源利用矛盾的主要因素。有利于针对性地减少不和谐因素,减小“不和谐系数”,提高“和谐系数”。

(2) 基于和谐论数学描述方法,对水资源利用矛盾进行定量和谐调控。通过以经济目标、社会目标、环境目标,各地区之间、各部门之间、人与水之间的和谐关系,以及其他各种约束作为约束条件,以水资源利用和谐度最大为目标函数,建立各用水部门水资源合理利用的和谐论调控模型,从而找到最佳的水资源利用方案。其中的许多约束条件在其它模型中较少考虑或很难考虑。水资源利用的和谐论调控模型能够充分协调水资源开发利用过程中各方面需求,避免水资源短缺、水生态破坏等问题的出现,得到不同水资源利用状况下的最优调控方案,最终达到促进水资源合理利用、人水关系和谐的目标。

(3) 基于和谐论的数学描述方法,建立水污染总量控制和和谐论模型。随着社会经济的快速发展,水污染问题越来越严重,水质问题也越发成为一个重要的用水矛盾。对于水资源的保护问题,关键是如何确定控制水污染排放量,如何在各控制单元间合理分配控制污染排放量,尽量满足每个相关参与者要求。和谐论可以使污染排放量分配行为达到总体和谐、一致、协调,较好地解决分歧,为污染排放总量制定和污染物负荷分配提供新的方法^[14]。在明确该和谐问题各要素后,基于和谐论的数学描述方法,以和谐度最大为目标函数,以水污染总量控制目标、治理措施的技术及经济投入等作为约束条件,建立基于和谐论的水污染总量控制模型,可以为地区和流域的水资源保护提供合理的技术支撑。

4 应用实例

4.1 研究区概况

郑州市是河南省省会,河南省的政治、经济、文化中心,全国第一批节水型城市之一。郑州市多年平均降水量为 47.34 亿 m³,水资源总量为 13.39 亿 m³,人均水资源占有量为 243 m³,是全省人均水资源占有量的 45.3%,不足全国人均水资源占有量的 1/10。

近年来,由于气候变化和人类活动的影响,郑州市的降水量、水资源量呈逐年衰减趋势,与此同时,在郑州市社会经济快速发展的背景下,工业和人口规模不断增长,人民生活水平逐步提高,人均用水量持续增长,由此形成了不断增长的需水同有限的水资源量之间日益尖锐的矛盾。另外,工业废水和城市生活污水排放迅速增加,水污染日趋严重,从而产生了另一种用水矛盾——水质型缺水。郑州市工农业种类齐全,用水行业繁多,随着各行业的快速发展,不同用水部门之间为争夺水资源而产生的矛盾也日趋激烈,同时郑州市本身自然条件较差,人类生产生活用水同生态用水之间也存在一定矛盾。

4.2 水资源利用和谐度评价指标体系

根据郑州市特点,同时考虑资料的收集情况,本文从社会效益、经济效益、生态效益、用水效率四个方面选择了 12 个评价指标建立了郑州市水资源利用和谐度评价指标体系,以此来评价郑州市不同用水途径之间的和谐程度和水资源

利用矛盾状况。水资源利用矛盾越大,则水资源利用和谐度越低。具体评价指标体系见表 1。

表 1 郑州市水资源利用和谐度评价指标体系

Table 1 The evaluation index system of harmony degree of water resources utilization in Zhengzhou city

目标层	准则层	指标层	方向	编号
水资源利用和谐度	社会效益	用水普及率(%)	正向	B ₁₁
		人均水资源量/m ³	正向	B ₁₂
		人均日生活用水量/m ³	双向	B ₁₃
	经济效益	人均 GDP/元	正向	B ₂₁
		人均粮食产量/kg	正向	B ₂₂
		单方水 GDP 产出量/(元·m ⁻³)	正向	B ₂₃
	生态效益	城市污水处理率(%)	正向	B ₃₁
		地下水下降区比例(%)	逆向	B ₃₂
		绿化覆盖率(%)	正向	B ₃₃
	用水效率	工业用水重复率(%)	正向	B ₄₁
		万元工业产值用水量/m ³	逆向	B ₄₂
		综合灌溉用水定额/(m ³ ·hm ²)	逆向	B ₄₃

4.3 各指标的参数计算

对于正向指标,随着指标值增大,统一度和和谐系数也增大;在评价指标体系中,B₁₁、B₁₂、B₂₁、B₂₂、B₂₃、B₃₁、B₃₃、B₄₁均属这类指标,这类指标计算方法相同,仅需更改阈值即可。现以 B₁₂ 为例说明该类指标参数的计算方法。人均水资源量 B₁₂ 的参数计算方法如下:

$$a_{12} = \begin{cases} 0 & B_{12} \leq 30 \\ \frac{B_{12} - 30}{500 - 20} & 50 < B_{12} < 500 \\ 1 & 500 \leq B_{12} \end{cases} \quad (2)$$

$$i_{12} = \begin{cases} 0 & B_{12} \leq 30 \\ \frac{B_{12} - 30}{500 - 20} & 50 < B_{12} < 500 \\ 1 & 500 \leq B_{12} \end{cases} \quad (3)$$

对于逆向指标,随着指标值的增大,统一度和和谐系数逐渐减小;在评价指标体系中,B₃₂、B₄₂、B₄₃属于这类指标,现以 B₃₂ 为例说明该类指标参数的计算方法。地下水下降区比例 B₃₂ 的参数计算方法如下:

$$a_{32} = \begin{cases} 1 & B_{32} \leq 3 \\ \frac{61 - B_{32}}{61 - 3} & 3 < B_{32} < 61 \\ 0 & 61 \leq B_{32} \end{cases} \quad (4)$$

$$i_{32} = \begin{cases} 1 & B_{32} \leq 1.5 \\ \frac{51 - B_{32}}{51 - 1.5} & 1.5 < B_{32} < 51 \\ 0 & 51 \leq B_{32} \end{cases} \quad (5)$$

最后,对于人均日生活用水量 B₁₃ 指标,其参数值随着指标值先增后减,其参数计算方法如下:

$$a_{13} = \begin{cases} 0 & B_{13} \leq 50 \\ \frac{B_{13} - 50}{220 - 50} & 50 < B_{13} \leq 220 \\ 1 & 220 < B_{13} \leq 320 \\ \frac{450 - B_{13}}{450 - 320} & 320 < B_{13} < 450 \\ 0 & 450 \leq B_{13} \end{cases} \quad (6)$$

该指标选取的和谐系数阈值和统一度阈值一样,所以,

$$i_{13} = a_{13}$$

各指标参数计算阈值见表2。

表2 各指标参数阈值

Table 2 Thresholds of each index parameter

目标层	准则层	指标层	统一度阈值	和谐系数阈值	方向
社会效益		用水普及率(%)	40, 100	45, 100	正向
		人均水资源量/m ³	30, 500	30, 500	正向
		人均日生活用水量/m ³	50, 220 320, 450	50, 220 320, 450	双向
水资源利用和谐度	经济效益	人均GDP/元	600, 24000	500, 24000	正向
		人均粮食产量/kg	50, 300	45, 300	正向
		单方水GDP产出量/(元·m ³)	0, 95	0, 90	正向
生态效益		城市污水处理率(%)	30, 65	25, 75	正向
		地下水下降区比例(%)	3, 61	1.5, 51	逆向
		绿化覆盖率(%)	12, 40	11, 42	正向
用水效率		工业用水重复率(%)	20, 97	20, 99	正向
		万元工业产值用水量/m ³	15, 216	15, 218	逆向
		综合灌溉用水定额/(m ³ ·hm ²)	155, 733	150, 733	逆向

依据上述方法计算出各指标的参数,并将计算结果代入公式(1)得到各指标子和谐度,结果见表3。

表3 各指标子和谐度

Table 3 The sub harmony degree of each index

指标	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
B ₁₁	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
B ₁₂	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.157 0	0.000 0	0.000 0
B ₁₃	0.860 4	0.725 3	0.574 1	0.497 9	0.000 0	0.000 0
B ₂₁	0.000 0	0.004 1	0.112 5	0.309 8	0.624 8	0.942 0
B ₂₂	0.456 5	0.375 7	0.232 0	0.252 4	0.279 7	0.313 9
B ₂₃	0.128 1	0.178 2	0.270 1	0.576 2	0.939 4	1.000 0
B ₃₁	0.000 0	0.000 0	0.001 6	0.356 5	0.399 7	0.459 3
B ₃₂	0.943 9	0.000 0	0.374 4	0.996 0	0.743 1	0.887 3
B ₃₃	0.282 8	0.354 8	0.408 3	0.429 3	0.512 2	0.597 4
B ₄₁	0.809 7	0.773 7	0.754 6	0.763 5	0.764 5	0.766 5
B ₄₂	0.776 5	0.796 9	0.832 0	0.900 3	0.945 8	0.951 2
B ₄₃	0.502 4	0.411 4	0.436 4	0.533 3	0.593 1	0.711 8

4.4 指标权重确定

本文采用层次分析法^[5]确定各指标权重,经过计算得到社会效益准则层、经济效益准则层、生态效益准则层、用水效率准则层各指标权重向量依次为 $W_1 = (0.78539, 0.065974, 0.148815)^T$ 、 $W_2 = (0.2, 0.2, 0.6)^T$ 、 $W_3 = (0.539615, 0.163424, 0.296961)^T$ 、 $W_4 = (0.3333, 0.3333, 0.3334)^T$,且均通过一致性检验。得权重后,将各指标子和谐度加权求和,获得各准则层和谐度。

再利用层次分析法求各准则层权重,经计算各准则层权重向量为 $W = (0.557865, 0.249485, 0.096325, 0.096325)^T$,并且通过一致性检验,说明其结果合理。各准则层和谐度加权求和便得到最终的郑州市水资源利用和谐度,结果见表4。各准则层和谐度变化趋势见图1,郑州市水资源利用和谐度变化趋势见图2。

表4 郑州市水资源利用和谐度计算结果

Table 4 The calculated results of harmony degree of water resources utilization in Zhengzhou city

目标	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
社会效益	0.913 4	0.893 3	0.870 8	0.869 8	0.785 4	0.785 4
经济效益	0.168 1	0.182 9	0.231 0	0.458 2	0.744 5	0.851 2
生态效益	0.238 2	0.105 4	0.183 3	0.482 6	0.489 2	0.570 3
用水效率	0.696 2	0.660 7	0.674 3	0.732 4	0.767 8	0.809 8
总和和谐度	0.641 5	0.617 8	0.626 0	0.716 6	0.745 0	0.783 4

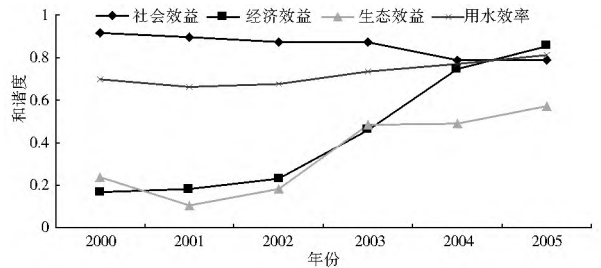


图1 各准则层和谐度变化趋势

Fig. 1 The variation trends of harmony degree of each standard layer

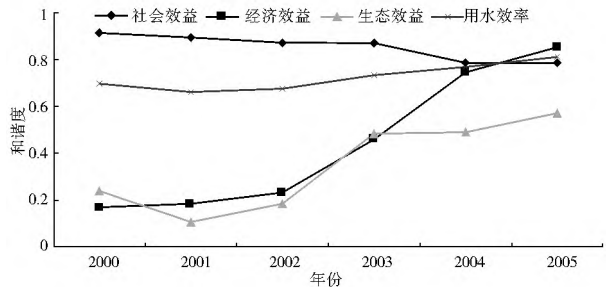


图2 郑州市水资源利用和谐度变化趋势

Fig. 2 The variation trends of harmony degree of water resources utilization in Zhengzhou city

4.5 结果分析

由图2、表4可知,郑州市水资源利用和谐度总体上处于及格水平以上,即水资源利用矛盾并非十分剧烈,处于可以控制阶段。从四个准则层结果看,生态效益和谐度较低,这说明郑州市生活生产用水同生态用水之间矛盾较大,人类生产、生活用水挤占生态用水情况较为严重。同时从用水效率和经济效益准则层结果看,这两个准则层和谐度都有了较大增长,这也是2002年后郑州市水资源利用和谐度较快增加、水资源利用矛盾减小的主要原因。从具体指标看,城市污水处理率、综合灌溉用水定额等指标和谐度一直处于较低水平,因此提高这些指标子和谐度是解决郑州市水资源利用矛盾的突破口,也是今后郑州市水利工作的重心。

4.6 解决途径

根据郑州市水资源利用和谐度计算结果,解决郑州市水资源利用矛盾的有效途径应该包括以下四个方面。

社会效益准则层方面:(1)全面推行年用水总量控制措施。制定年度用水总量标准,并在各行业、各用水部门间合理分配,取水许可审批机关按照一定准则在各用水部门间进行科学分配并下达用水量规范标准^[6];(2)努力争取外调水,比如,尽量争取南水北调(中线)及陆浑灌区西水东延工程用水。

郑州市区域水资源紧缺严重、区内水资源分配不均,因此努力争取更多外调水是解决郑州市水资源供需矛盾的重要出路。

生态效益准则层方面:(1) 实行排入水体的污水总量控制。严格限制工业废水、生活废弃物的排放量,对已经成为严重污染源的工矿企业,要限期治理;对生产工艺水平差,基本没有废水处理技术的街道企业和乡镇企业,要认真执行国务院有关规定,不准其生产和经营;(2) 在城镇规划建设,应重点规划建设一批雨水集蓄和废水处理再利用工程,努力解决城镇生态环境用水水源问题;(3) 对地下水进行限量开采,强化补给,使地下水水位逐步恢复,扭转地下水水位持续下降的不良势头,遏制地下漏斗的发展。

经济效益准则层方面:(1) 调整经济产业结构布局,加快转变经济增长方式。以高新技术产业为驱动力,以现代服务业和现代制造业为发展的两个车轮,带动产业结构的整体升级,努力建成节水型经济增长模式;(2) 农业方面,要大力推广种植经济型、高效益、抗(耐)旱的节水型作物。

效率层次方面:(1) 大力推广节水型器具,可以对购买使用节水型器具的居民给与一定的财政补贴,同时应对老旧供水管网进行维修更换,减少管网水资源漏失;(2) 引进国内外先进节水技术,大力发展节水型工业;(3) 按对水质要求情况分质供水,实行优质优用、低质低用,一水多用,以发挥水资源的最大经济效益。

5 结语

本文在分析总结水资源多种用途和主要水资源利用矛盾的基础上,基于和谐论理论,分别从和谐论思想和数学描述方法上,从定性和定量的角度分别提出了一些解决水资源利用矛盾的途径,即应用和谐论思想指导水资源管理、开发、利用、分配等,利用基于和谐论理论的数学描述方法定量评价、调控当前水资源利用现状,缓解水资源利用矛盾。

通过对郑州市 2000 年—2005 年水资源利用状况的评价,证明水资源利用的和谐论评价方法具有较好的应用前景。不过,本文是在参考相关资料的基础上确定的统一度与和谐系数阈值,然而还是存在可靠度的问题。因此在今后研究中可以尝试通过专家打分直接获得各指标阈值,并检验专家意见的集中、离散程度,以此提高结果的准确度。

参考文献(References):

- [1] 刘普. 中国水资源市场化制度研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2010. (LIU Pu. Research on Marketization System of Water Resource in China[D]. Wuhan: Wuhan University, 2010. (in Chinese))
- [2] Ndalahwa F. Madulu: Linking poverty levels to water resource use and conflicts in rural Tanzania. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, Volume 28, Issues 20-27, 2003, Pages 911-917.
- [3] 布里安·兰多夫·布伦斯, 露丝·梅辛蒂克. 水权协商[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004. (Bryan Randolph Bruns, Ruth S. Meinzer Dick. Water Rights Consultation[M]. Beijing: China WaterPower Press, 2004. (in Chinese))
- [4] 傅尔林. 试论我国水资源有效配置的制度安排[J]. 南方经济, 2004, (08): 35-37. (FU Er lin. Discuss on Institutional Arrangements of Water Resources Efficient Allocation of China[J]. South China Journal of Economics, 2004, (08): 35-37. (in Chinese))
- [5] 汪恕诚. 转变用水观念 创新发展模式[J]. 中国水利, 2006, (06): 1-2. (WANG Shu cheng. Chang the Concept of Using

Water, Innovative Development Model[J]. China Water Resources, 2006, (06): 1-2. (in Chinese))

- [6] 许敬, 胡继连. 水资源用途管制制度研究[J]. 山东农业大学学报(社会科学版), 2009, (01): 40-44. (XU Jing, Hu Ji lian. Research of the Regulation Institution of Water Resources Utilization[J]. Journal of Shandong Agricultural University (Social Science Edition), 2009, (01): 40-44. (in Chinese))
- [7] 左其亭. 和谐论—研究水问题的重要理论方法[A]. 中国水利学会水资源专业委员会, 中国水利水电科学研究院, 大连理工大学. 变化环境下的水资源响应与可持续利用—中国水利学会水资源专业委员会 2009 学术年会论文集[C]. 大连理工大学出版社, 2009: 195-199. (ZUO Qi ting. Harmony Theory—An Important Theoretical Method in the Study of Water Issues[A]. The Water Resources Professional Committee of Chinese Hydraulic Engineering Society, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Dalian University of Technology. The Response and the Sustainable Utilization of Water Resources in Changing Environment—2009 Memoir about Academic Annual Meeting of the Water Resources Professional Committee of Chinese Hydraulic Engineering Society [C]. Dalian University of Technology Press, 2009: 195-199. (in Chinese))
- [8] 左其亭, 马军霞. 和谐论——一种新的研究社会科学的理论方法[J]. 社科纵横, 2010, (03): 8-10. (ZUO Qi ting, MA Jun xia. Harmony Theory—An New Theoretical Method in the Study of Social Sciences[J]. Social Sciences Review, 2010, (03): 8-10. (in Chinese))
- [9] 左其亭, 马军霞, 陶洁. 现代水资源管理新思想和和谐论理念[J]. 资源科学, 2011, (12): 2214-2220. (ZUO Qi ting, MA Jun xia, TAO Jie. New Thoughts of Modern Water Management and Harmony Ideas[J]. Resources Science, 2011, (12): 2214-2220. (in Chinese))
- [10] 左其亭, 毛翠翠. 人水关系的和谐论研究[J]. 中国科学院院刊, 2012, (04): 469-477. (ZUO Qi ting, MAO Cui cui. Research on the Harmony Theory Method of Humanwater Relationship[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2012, (04): 469-477. (in Chinese))
- [11] 左其亭. 和谐论及其应用的关键问题讨论[J]. 南水北调与水利科技, 2009, (5): 101-104. (ZUO Qi ting. Key Problems and Its Application of Harmony Theory[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2009, (5): 101-104. (in Chinese))
- [12] 左其亭. 和谐论—理论·方法·应用[M]. 北京: 科学出版社, 2012. (ZUO Qi ting. Harmony Theory—Theory, Method and Application[M]. Beijing: Science Press, 2012. (in Chinese))
- [13] 郭丽君, 左其亭. 从和谐论看水资源开发利用方略[J]. 水资源与水工程学报, 2010, (06): 81-85. (GUO Li jun, ZUO Qi ting. Strategies of Development and Utilization Of water Resources According to Harmony Theory[J]. Journal of Water Resources & Water Engineering, 2010, (06): 81-85. (in Chinese))
- [14] 左其亭, 庞莹莹. 基于和谐论的水污染物总量控制问题研究[J]. 水利水电科技进展, 2011, (03): 1-5, 12. (ZUO Qi ting, PANG Ying ying. Total Amount Control Problems of Water Pollutants Based on Harmony Theory[J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2011, (03): 1-5, 12. (in Chinese))
- [15] 雒文生, 李怀恩. 水环境保护[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009, 168-169. (LUO Wen sheng, LI Hua en. Water Environment Protection[M]. Beijing: China WaterPower Press, 2009, 168-169. (in Chinese))
- [16] 郭丽君, 左其亭. 基于和谐论的水资源管理模型及应用[J]. 水电能源科学, 2012, (06): 1-5. (GUO Li jun, ZUO Qi ting. Study on Model of Water Resources Management And Its Application Based on Harmony Theory[J]. Water Resources and Power, 2012, (06): 1-5. (in Chinese))