

基于AHP-模糊综合评价法的公众参与水污染治理影响因素及效果研究

莫嘉慧

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2022年7月8日; 录用日期: 2022年8月2日; 发布日期: 2022年8月11日

摘要

本文通过对公众参与水污染治理的影响因素进行公众参与水污染治理的效果评价的研究, 以计划行为理论的视角结合现有文献研究, 形成以认知水平、主观动机、行为控制、外部因素等四个维度的理论分析框架, 分析影响公众参与水污染治理的因素。公众参与水污染治理具有复杂的生成机理, 应用层次分析法和模糊综合评价法能够创新性地探究不同维度的因素对公众参与水污染治理的多重影响及其耦合路径。研究表明, 根据综合隶属度0.688得出我国公众参与水污染治理的评价为“良好”, 根据相关12个影响因素的权重也可以发现, 对公众参与水污染治理影响最大的是参与认知、政府信任度、问题认知、责任认知, 权重分别为0.248、0.203、0.124、0.124。本文对我国公众参与水污染治理的影响因素及效果进行研究, 其价值在于促进我国公众参与水污染治理的进展, 以此进一步解决当前公众参与度不足、水污染治理不畅等问题。同时, 可以根据研究结果对当前水污染治理困境进行进一步的研究, 以此促进我国水污染治理进程, 通过对公众参与水污染治理的影响因素及效果进行分析研究, 有助于我国公众参与水污染治理的进一步发展。

关键词

公众参与, 水污染治理, 影响因素

Research on Influencing Factors and Effects of Public Participation in Water Pollution Control Based on AHP Fuzzy Comprehensive Evaluation Method

Jiahui Mo

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jul. 8th, 2022; accepted: Aug. 2nd, 2022; published: Aug. 11th, 2022

Abstract

Through the research on the effect evaluation of public participation in water pollution control through the influencing factors of public participation in water pollution control, this paper forms a theoretical analysis framework with four dimensions of cognitive level, subjective motivation, behavior control, external factors, and analyzes the factors affecting public participation in water pollution control from the perspective of the interpretation of planned behavior theory and the existing literature research. Public participation in water pollution control has a complex generation mechanism. The application of analytic hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation method can creatively explore the multiple effects and coupling paths of different dimensions of factors on public participation in water pollution control. The research results show that according to the comprehensive membership degree of 0.688, the evaluation of public participation in water pollution control in China is "good". According to the weights of the relevant 12 influencing factors, it can also be found that the most influential factors on public participation in water pollution control are participation cognition, government trust, problem cognition and responsibility cognition, with weights of 0.248, 0.203, 0.124 and 0.124 respectively. This paper studies the influencing factors and effects of public participation in water pollution control in China. Its value lies in promoting the progress of public participation in water pollution control, so as to further solve the current problems of insufficient public participation and poor water pollution control. At the same time, we can further study the current dilemma of water pollution control according to the research results, so as to promote the process of water pollution control in China. Through the analysis and research on the influencing factors and effects of public participation in water pollution control, it will help the further development of public participation in water pollution control in China.

Keywords

Public Participation, Water Pollution Control, Influencing Factors

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

公众参与是在当前我国新发展理念的要求下,以协同治理、多方治理的治理模式为导向,解决环境问题的必由之路,也是推动我国水污染治理不断发展的重要力量。公众参与水污染治理是指利益相关的个人或社会组织、团体直接或间接参与到水污染治理政策、计划或项目的决策、制定、实施和监督等社会实践当中,使其能够符合广大公众的切身利益的过程。我国的公众参与经过几十年的发展,总体已经形成了较为完整的体系。党的十九大报告明确指出了“要构建政府为主导、企业为主体、社会组织和公众共同参与的环境治理体系”。所以,分析当前公众参与水污染治理的影响因素并对水污染治理中的公众参与进行评价,有助于对政府和公众互动合作关系局面的形成和发挥公众与政府互动协调机制作用提供指导,同时可以为水污染治理的进一步实施提供优化路径。

2. 公众参与水污染治理的影响因素选取

根据相关文献的研究,结合公民参与阶梯理论及计划行为理论,初步确定影响公众参与的因素有哪些。贾如[1](2020)认为国内外公众环境行为领域的研究不断完善,学界对环境行为影响因素的解释众多,

主要包括个体心理因素、社会人口特征因素和外部因素。其中，个体心理因素包括环境态度和环境知识。孙岩[2] (2006)验证了环境态度、环境敏感度、环境责任感和环境价值观等因素对不同类型环境行为的影响。社会人口特征因素包括性别、年龄、受教育程度和居住地等。外部因素包括当地环境污染状况感知、所在地政府环保工作水平、中央政府环保工作水平。岳庆磊[3] (2020)认为公众参与意愿、公众参与渠道的畅通性、公众参与效果、教育支出这四个方面能够影响环境治理满意度。宣兆凯[4] (2006)认为，对公众参与环境保护的影响整体的、根本性的作用因素应是社会结构与制度，环境意识是公众参与环境保护行动的内在动因。曾圣钧[5] (2011)归纳和比较国内外公众环保行为的影响因素，发现主要包括情境因素、个人特征因素和习惯与态度因素三方面。贾鼎[6] (2018)将价值认知、参与态度、主观规范、知觉行为控制、参与意愿等五个方面作为公众参与环境公共决策意愿的潜变量。

综上所述，根据学界现有的研究，本文将公众参与水污染治理的影响因素区分为四个维度，分别是认知水平、主观动机、行为控制、外部条件。其中，公众认知水平包括对水污染问题的认知、对承担水污染治理责任的认知、对参与水污染治理的认知；主观动机包括主观规范即他人、家庭、社会的影响、对参与水污染治理的行为态度、对政府水污染治理的信任度；行为控制包括个体能力大小、社会效应大小、影响范围大小等对公众参与的行为进行控制；外部条件包括公众参与水污染治理的渠道、水污染对生活造成了影响、社会经济水平等。

3. 应用 AHP 进行影响公众参与水污染治理的因素分析

3.1. 建立层次结构模型

根据以上各影响因素，构建 AHP 结构模型如下图 1、表 1 所示：

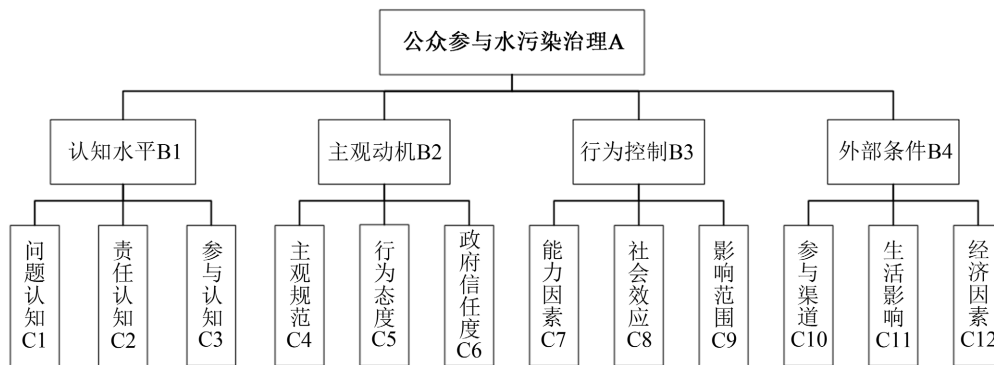


Figure 1. Analytic hierarchy process structure model

图 1. 层次分析结构模型

Table 1. Index system of influencing factors of public participation in water pollution control

表 1. 公众参与水污染治理的影响因素指标体系

目标层 A	准则层 B	指标层 C
公众参与水污染治理	B1 认知水平	C1 问题认知
		C2 责任认知
		C3 参与认知
	B2 主观动机	C4 主观规范
		C5 行为态度
		C6 政府信任度

Continued

公众参与水污染治理	B3 行为控制	C7 能力因素
		C8 社会效应
		C9 影响范围
	B4 外部条件	C10 参与渠道
		C11 生活影响
		C12 经济因素

3.2. 构造判断矩阵

根据表 1 构建的指标体系,邀请相关专家采用 1~9 比例标度法(表 2)对影响因素指标体系的每一层次各个指标的相对重要性进行两两比较,分别得出 B 层指标和 C 层指标的相对重要性,从而构造出 A-B、B-C 的判断矩阵,如图 2~6 所示,操作流程如下:

Table 2. Value of relative importance
表 2. 相对重要性取值

相对重要性(b_{ij} 、 c_{ij})	定义
1	i 与 j 同等重要
3	i 与 j 稍微重要
5	i 与 j 明显重要
7	i 与 j 强烈重要
9	i 与 j 绝对重要
2, 4, 6, 8	两相对重要性标度之间的中间值

A	B1认知水平	B2主观动机	B3行为控制	B4外部条件
B1认知水平	1	2	7	5
B2主观动机	1/2	1	8	4
B3行为控制	1/7	1/8	1	1/3
B4外部条件	1/5	1/4	3	1

Figure 2. Judgment matrix of A-B
图 2. A-B 的判断矩阵

B1认知水平	C1问题认知	C2责任认知	C3参与认知
C1问题认知	1	1	1/2
C2责任认知	1	1	1/2
C3参与认知	2	2	1

Figure 3. Judgment matrix of B1-C
图 3. B1-C 的判断矩阵

B2主观动机	C4主观规范	C5行为态度	C6政府信任度
C4主观规范	1	2	1/3
C5行为态度	1/2	1	1/3
C6政府信任度	3	3	1

Figure 4. Judgment matrix of B2-C
图 4. B2-C 的判断矩阵

B3行为控制	C7能力因素	C8社会效应	C9影响范围
C7能力因素	1	3	3
C8社会效应	1/3	1	2
C9影响范围	1/3	1/2	1

Figure 5. Judgment matrix of B3-C

图 5. B3-C 的判断矩阵

B4外部条件	C10参与渠道	C11生活影响	C12经济因素
C10参与渠道	1	1/2	2
C11生活影响	2	1	2
C12经济因素	1/2	1/2	1

Figure 6. Judgment matrix of B4-C

图 6. B4-C 的判断矩阵

3.3. 层次单排序及其一致性检验

首先，使用和积法求权重。首先，根据两两比较，在 excel 内操作，得出下图 7：

和积法				
A	B1认知水平	B2主观动机	B3行为控制	B4外部条件
B1认知水平	1	2	7	5
B2主观动机	1/2	1	8	4
B3行为控制	1/7	1/8	1	1/3
B4外部条件	1/5	1/4	3	1

Figure 7. Pairwise comparison and summation

图 7. 两两比较及求和

其次，每一列都除以对应的 sum 值，按列归一化得出权重 ω ，见图 8：

按列归一化					
A	B1认知水平	B2主观动机	B3行为控制	B4外部条件	ω 权重
B1认知水平	0.542635659	0.592592593	0.368421053	0.483870968	0.496880068
B2主观动机	0.271317829	0.296296296	0.421052632	0.387096774	0.343940883
B3行为控制	0.07751938	0.037037037	0.052631579	0.032258065	0.049861515
B4外部条件	0.108527132	0.074074074	0.157894737	0.096774194	0.109317534

Figure 8. Calculate weight by column normalization

图 8. 按列归一化求权重

然后，根据权重求最大特征值 λ ，见图 9：

A	B1认知水平	B2主观动机	B3行为控制	B4外部条件	ω 权重	AW	AW/W
B1认知水平	0.542635659	0.592592593	0.368421053	0.483870968	0.496880068	2.08038011	4.186885818
B2主观动机	0.271317829	0.296296296	0.421052632	0.387096774	0.343940883	1.428543174	4.153455564
B3行为控制	0.07751938	0.037037037	0.052631579	0.032258065	0.049861515	0.20027617	4.01664831
B4外部条件	0.108527132	0.074074074	0.157894737	0.096774194	0.109317534	0.444263314	4.063971233
						$\lambda_{max} =$	4.105240231

Figure 9. Calculate the maximum eigenvalue according to the weight

图 9. 根据权重求最大特征值

最后，根据公式 $CI = (\lambda - n) / (n - 1)$ 求出 CI ，根据查表 3 找到 RI ，根据公式 $CR = CI / RI$ 求出 CR 的值，作一致性检验，见图 10。

$CI=(\lambda-n)/(n-1)= 0.035080077$	$RI=0.90$	$CR=CI/RI= 0.038977863$
-------------------------------------	-----------	-------------------------

Figure 10. Consistency check calculation results

图 10. 一致性检验计算结果

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (4.10524 - 4) / (4 - 1) = 0.03508008$$

由查表可得， $RI = 0.90$ 。

$CR = 0.03897786 < 0.1$ ，认为 A 的不一致程度在容许范围之内，有满意的一致性，通过一致性检验。

Table 3. Value of average random consistency index RI

表 3. 平均随机一致性指标 RI 的取值

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI 值	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

重复以上的步骤，对 B-C 的所有判断矩阵进行相同的操作，得出结果如下：

B1认知水平	C1问题认知	C2责任认知	C3参与认知	W	AW	AW/W
C1问题认知	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75	3
C2责任认知	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75	3
C3参与认知	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	3
$CI=(\lambda-n)/(n-1)=$	0	$RI=0.58$	$CR=CI/RI=0$		$\lambda_{\max}=3$	
			$CR<0.1$			
B2主观动机	C4主观规范	C5行为态度	C6政府信任度	W	AW	AW/W
C4主观规范	0.22222222	0.333333333	0.2	0.251852	0.766667	3.044118
C5行为态度	0.11111111	0.166666667	0.2	0.159259	0.481481	3.023256
C6政府信任度	0.66666667	0.5	0.6	0.588889	1.822222	3.09434
$CI=(\lambda-n)/(n-1)=$	0.02695218	$RI=0.58$	$CR=CI/RI=0.046469$		$\lambda_{\max}=3.053904$	
			$CR<0.1$			
B3行为控制	C7能力因素	C8社会效应	C9影响范围	W	AW	AW/W
C7能力因素	0.6	0.666666667	0.5	0.588889	1.822222	3.09434
C8社会效应	0.2	0.222222222	0.333333333	0.251852	0.766667	3.044118
C9影响范围	0.2	0.111111111	0.166666667	0.159259	0.481481	3.023256
$CI=(\lambda-n)/(n-1)=$	0.02695218	$RI=0.58$	$CR=CI/RI=0.046469$		$\lambda_{\max}=3.053904$	
			$CR<0.1$			
B4外部条件	C10参与渠道	C11生活影响	C12经济因素	W	AW	AW/W
C10参与渠道	0.28571429	0.25	0.4	0.311905	0.952381	3.053435
C11生活影响	0.57142857	0.5	0.4	0.490476	1.509524	3.07767
C12经济因素	0.14285714	0.25	0.2	0.197619	0.59881	3.03012
$CI=(\lambda-n)/(n-1)=$	0.02687092	$RI=0.58$	$CR=CI/RI=0.046329$		$\lambda_{\max}=3.053742$	
			$CR<0.1$			

Figure 11. Consistency test of B-C judgment matrix

图 11. B-C 判断矩阵的一致性检验

由图 11 可知，B1-C、B2-C、B3-C、B4-C 都有满意的一致性，都通过了一致性检验。

3.4. 层次总排序及其一致性检验

根据层次单排序的结果,生成层次总排序表(见图 12)。其中,B 对 A 的权向量为{0.4968801, 0.3439409, 0.0498615, 0.1093175}, 进行一致性检验:

$$CR = \frac{0.4968801 * 0 + 0.3439409 * 0.0269522 + 0.0498615 * 0.0269522 + 0.1093175 * 0.0268709}{0.4968801 * 0.58 + 0.3439409 * 0.58 + 0.0498615 * 0.58 + 0.1093175 * 0.58} = 0.02336 < 0.1$$

故层次总排序通过一致性检验。

A	B1认知水平	B2主观动机	B3行为控制	B4外部条件	因素排序
	0.496880068	0.343940883	0.049861515	0.10931753	
C1问题认知	0.25				3
C2责任认知	0.25				3
C3参与认知	0.5				1
C4主观规范		0.251851852			4
C5行为态度		0.159259259			5
C6政府信任度		0.588888889			2
C7能力因素			0.588888889		8
C8社会效应			0.251851852		10
C9影响范围			0.159259259		11
C10参与渠道				0.31190476	7
C11生活影响				0.49047619	6
C12经济因素				0.19761905	9
					CR= 0.023364

Figure 12. Total ranking and consistency test of levels

图 12. 层次总排序及一致性检验

故要衡量水污染治理中的公众参与,最重要的因素排序为 C3 参与认知、C6 政府信任度、C1 问题认知和 C2 责任认知、C4 主观规范、C5 行为态度、C11 生活影响、C10 参与渠道、C7 能力因素、C12 经济因素、C8 社会效应、C9 影响范围。

评价公式:

$$y = 0.12422x_1 + 0.12422x_2 + 0.24844x_3 + 0.08662x_4 + 0.05478x_5 + 0.20254x_6 + 0.02936x_7 + 0.01256x_8 + 0.00794x_9 + 0.0341x_{10} + 0.05362x_{11} + 0.0216x_{12}$$

4. 模糊综合评价运算

4.1. 确定指标评价等级标准

评价的对象为 $V = \{\text{公众参与水污染治理的水平}\}$;

评价指标集合为 $C = \{\text{C1 问题认知、C2 责任认知、C3 参与认知、C4 主观规范、C5 行为态度、C6 政府信任度、C7 能力因素、C8 社会效应、C9 影响范围、C10 参与渠道、C11 生活影响、C12 经济因素}\}$;

将模糊评语划分为“良好 D_1 、一般 D_2 、差 D_3 ”三个评价等级,则评语集合为 $D = \{D_1, D_2, D_3\}$ 。

针对指标体系中的各项指标的不同评价等级,每个等级给出了相应的评价标准,具体如表 4 所示:

Table 4. Evaluation standard of level C index

表 4. C 层指标评价标准

指标名称	良好	一般	差
C1 问题认知	能够很好认知水污染问题	对水污染问题的认知一般	认知水污染问题较差
C2 责任认知	水污染治理责任意识较强	水污染治理责任意识一般	水污染治理责任意识较差

Continued

C3 参与认知	主动参与水污染治理	一般参与	不主动参与
C4 主观规范	受他人影响较大	受他人影响一般	受他人影响较小
C5 行为态度	水污染治理行为比较积极	对水污染治理行为一般	对水污染治理行为不积极
C6 政府信任度	对政府的信任度较高	对政府的信任度一般	对政府的信任度较低
C7 能力因素	水污染治理能力较强	能力一般	能力较弱
C8 社会效应	产生社会效应较大	产生社会效应一般	产生社会效应较差
C9 影响范围	影响范围较大	影响范围一般	影响范围较小
C10 参与渠道	公众参与的渠道很多	参与渠道一般	参与渠道较少
C11 生活影响	对生活有较大影响	对生活的影响一般	对生活的影响较小
C12 经济因素	经济水平较高	经济水平一般	经济水平较低

4.2. 确定指标评语集

邀请相关公众对公众参与水污染治理的 C 层指标进行综合等级评价，并将最终的评价结果转化为隶属度，所得结果如表 5 所示：

Table 5. Membership result of index layer C

表 5. 指标层 C 的隶属度结果

准则层 B	指标层 C	良好	一般	差
B1 认知水平	C1 问题认知	0.6	0.4	0
	C2 责任认知	0.5	0.4	0.1
	C3 参与认知	0.8	0.2	0
B2 主观动机	C4 主观规范	0.6	0.3	0.1
	C5 行为态度	0.5	0.3	0.2
	C6 政府信任度	0.8	0.2	0
B3 行为控制	C7 能力因素	0.6	0.3	0.1
	C8 社会效应	0.7	0.3	0
	C9 影响范围	0.6	0.4	0
B4 外部条件	C10 参与渠道	0.7	0.3	0
	C11 生活影响	0.8	0.2	0
	C12 经济因素	0.6	0.4	0

设立隶属度矩阵，同时根据上文应用 AHP 法计算出的权重 W，在 excel 中输入对应值，如图 13 所示：

进行模糊合成，再进一步求出综合隶属度，见图 14：

由于综合隶属度 $0.687686 + 0.2773384 + 0.0349757 = 1$ ，所以不需要进行归一化处理了。同时，根据综合隶属度我们可以得知，公众参与水污染治理的评价为“良好”。

隶属度矩阵R	良好	一般	差	W
C1问题认知	0.6	0.4	0	0.124220017
C2责任认知	0.5	0.4	0.1	0.124220017
C3参与认知	0.8	0.2	0	0.248440034
C4主观规范	0.6	0.3	0.1	0.086622148
C5行为态度	0.5	0.3	0.2	0.05477577
C6政府信任度	0.8	0.2	0	0.202542964
C7能力因素	0.6	0.3	0.1	0.029362892
C8社会效应	0.7	0.3	0	0.012557715
C9影响范围	0.6	0.4	0	0.007940908
C10参与渠道	0.7	0.3	0	0.034096659
C11生活影响	0.8	0.2	0	0.053617648
C12经济因素	0.6	0.4	0	0.021603227

Figure 13. Membership matrix R and weight W

图 13. 隶属度矩阵 R 及权重 W

模糊合成WR	良好	一般	差
C1问题认知	0.07453201	0.049688007	0
C2责任认知	0.062110008	0.049688007	0.012422
C3参与认知	0.198752027	0.049688007	0
C4主观规范	0.051973289	0.025986644	0.00866221
C5行为态度	0.027387885	0.016432731	0.01095515
C6政府信任度	0.162034371	0.040508593	0
C7能力因素	0.017617735	0.008808868	0.00293629
C8社会效应	0.0087904	0.003767314	0
C9影响范围	0.004764545	0.003176363	0
C10参与渠道	0.023867662	0.010228998	0
C11生活影响	0.042894118	0.01072353	0
C12经济因素	0.012961936	0.008641291	0
综合隶属度	0.687685988	0.277338352	0.03497566

Figure 14. Fuzzy synthesis and calculation of comprehensive membership degree

图 14. 模糊合成及综合隶属度计算

5. 结束语

随着社会的发展，公众参与作为一种解决水污染难题的方式之一，有其深刻的意义。通过对公众参与水污染治理的影响因素及效果进行分析研究，有助于我国公众参与的进一步发展。综上所述，我国公众参与水污染治理的效果还是比较好的，根据相关影响因素的权重也可以发现，对公众参与水污染治理影响最大的是参与认知、政府信任度、问题认知、责任认知。这在一定程度上说明了影响公众参与的还是归于公众本身。因此，我们应当加大对公众进行公众参与水污染治理的宣传教育，更好地树立公众对水污染的问题意识以及面对水污染治理的责任意识。通过提高公众参与意识，提升公众参与能力。鼓励、支持、引导公众更广泛更深刻地参与到水污染治理的全过程和各方面当中。

致 谢

对本论文的所有支持者、提供指导和帮助者、给予转载和引用权的资料、图片、文献、研究思想和设想的所有者，表示感谢。

参考文献

- [1] 贾如, 郭红燕, 李晓. 我国公众环境行为影响因素实证研究——基于 2019 年公民生态环境行为调查数据[J]. 环境与可持续发展, 2020, 45(1): 56-63. <https://doi.org/10.19758/j.cnki.issn1673-288x.202001056>
- [2] 孙岩. 居民环境行为及其影响因素研究[D]: [博士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2006.

-
- [3] 岳庆磊. 公众参与对环境治理满意度的影响因素分析——基于 CGSS2015 数据的分层次模型[J]. 安徽行政学院学报, 2020(3): 43-51. <https://doi.org/10.13454/j.issn.1674-8638.2020.03.008>
- [4] 宣兆凯. 公众参与环境保护机制的道德价值基础——来自道德社会学视角的思考[J]. 内蒙古大学学报(人文社会科学版), 2006(2): 11-14. <https://doi.org/10.13484/j.cnki.ndxbzsb.2006.02.002>
- [5] 曾圣钧. 国内外公众环保行为的影响因素述评[J]. 价值工程, 2011, 30(5): 209-210. <https://doi.org/10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2011.05.094>
- [6] 贾鼎. 基于计划行为理论的公众参与环境公共决策意愿分析[J]. 当代经济管理, 2018, 40(1): 52-58. <https://doi.org/10.13253/j.cnki.ddjgl.2018.01.008>