

中国农村水贫困测度及空间格局机理

孙才志¹, 汤玮佳¹, 邹 玮²

(1. 辽宁师范大学海洋经济与可持续发展研究中心, 大连 116029; 2. 辽宁师范大学外国语学院, 大连 116029)

摘要: 通过构建我国农村水贫困测度评价指标体系, 并运用水贫困指数模型 (WPI) 及主客观综合赋权法, 对我国 2004~2009 年 31 个省级行政单位农村地区水贫困状况进行测算, 结果基本显示了近年来我国农村地区水贫困程度的分布格局。其中高水贫困地区为宁夏、海南、天津、甘肃、山西、吉林、重庆、新疆、贵州、内蒙古; 中水贫困地区为陕西、青海、上海、辽宁、福建、黑龙江、安徽、北京、江西、湖北、河北; 低水贫困地区为广西、云南、河南、浙江、湖南、山东、江苏、广东、四川、西藏。同时对我国农村水贫困空间格局机理进行研究, 并就此提出治理农村水贫困问题的相关对策建议, 力图为我国最终实现“三农”问题的协调发展提供决策依据及政策性启示。

关 键 词: 农村水贫困测度; 农村水贫困空间格局; 形成机理; 对策建议

文章编号: 1000-0585(2012)08-1445-11

1 引言

中国是一个农业大国, 农业的健康发展始终关系着国家社会政治的稳定和国民经济的发展。作为农、林、牧、副、渔五业所组成的复合生态经济系统, 农业对水的量变和质变十分敏感, 从这点来说水资源既是重要的农业生产资源, 又是重要的农业生态环境控制因素。目前我国水资源供需矛盾日益尖锐, 农村水问题突出, 农业水利发展模式基本属于粗放型, 严重制约了我国农业乃至整个国民经济的可持续发展。2010 年我国因水旱灾害直接造成的经济损失达 4514 亿元, 其中旱灾造成粮食损失 168 亿 kg, 超过我国粮食年产量的 3%, 反映出农业抵御自然灾害的能力低下, 现有的农田水利已无法满足粮食安全生产和适应极端气候变化的需要。此外, 农业作为用水大户, 用水量占总用水量的 70% 以上, 且主要消耗于灌溉, 但灌溉用水的利用率仅有 40% 左右, 而一些发达国家可达 80% 以上, 灌溉用水的生产效率不足 1.0 kg/m^3 , 远远低于发达国家的 2.0 kg/m^3 ^[1]。

水资源作为人类赖以生存和发展的自然资源之一, 居民生活用水的质量水平是衡量一个国家和地区文明程度的重要标志。我国农村人口约占全国人口的 70%, 农村居民饮水安全及水环境状况的好坏直接影响到我国整体文明的建设进程, 保证农村饮水和乡镇供水的安全是促进整个农业健康发展的重要内容之一^[2]。但现阶段广大农村地区居民的生活用水状况不容乐观, 到 2009 年底我国农村尚有 1.6 亿多规划内的人口在饮水方面存在隐患, 具体表现为: (1) 农村饮水工程设施简易、技术状况差、工程设计标准不高, 缺乏水处理设施, 饮水的水量 and 水质没有保证; (2) 经营管理落后, 模式单一, 解决农村饮水安全问

收稿日期: 2011-12-28; 修订日期: 2012-04-10

基金项目: 国家社会科学基金 (11BJY063); 教育部人文社会科学规划基金 (10YTA790163)

作者简介: 孙才志 (1970-), 男, 山东烟台市人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为水资源评价与管理。E-mail: suncaizhi@sohu.com

题的周期赶不上设施化破损的周期；(3) 随着工农业和农村城镇化的发展，工业、农业、生活造成饮用水水源的污染日益严重；(4) 农民卫生意识不强，用水观念有待转变。总体来看，农村人口众多，农村经济和生活水平滞后，农业在承担着养活十几亿人口和向工业化提供重要支撑的同时却付出了相当沉重的资源与环境代价，农业发展面临众多瓶颈。

基于上述背景，学术界在水资源管理方面存在许多激烈讨论，综合来看一致认为农村地区水资源的管理必须要遵循水与自然和谐发展的规律，以水资源的可持续利用促进生态农业的健康发展，通过水资源的有效保护、合理开发、高效利用、综合治理、优化配置、全面节约和科学管理，促使农业生产与水资源及生态环境的协调发展。本文考虑到水贫困理论是从一般的贫困理论出发，将水资源的开发、利用和管理及人们利用水资源的能力、权利和生计影响有机结合，通过构建农村水贫困测度评价指标体系，运用水贫困测度模型对我国农村水贫困程度进行测算，系统而直观地呈现出我国广大农村地区的水贫困现状，针对不同地区农村水贫困状况的差异，对农村水贫困空间格局机理进行研究，期望为缓解农村地区水资源稀缺现状开辟全新的研究视角与解决思路。

2 中国农村水贫困测度评价指标体系

国外对水贫困理论的系统研究始于英国牛津大学 Caroline Sullivan^[3]提出的 Water Poverty Index (WPI)，且此后研究也多是在 WPI 基础上的指标更新与方法推进。WPI 通过水资源、供水设施、利用能力、使用效率和环境 5 个方面的指标来衡量水资源贫乏度，具体表现在以下几点：(1) 水资源指可以被利用的地表及地下水资源量及其可靠性或可变性；(2) 供水设施指自来水及灌溉的普及率等，考虑了农业国家或地区的基本需水和卫生需水，反映了社会大众接近清洁水源的程度及用水的安全性；(3) 利用能力指基于教育、健康及财政状况等方面的水资源管理能力，反映了社会经济状况对水资源行业的影响；(4) 使用效率指反映生活、工业和农业各部门的用水效率；(5) 环境状况指与水资源管理相关的环境状况，包括水质及生态环境可能受到的潜在压力等^[4]。上述 5 个组成要素分别对应 WPI 的 5 个分指标，每个组成要素又包含一系列变量，对应一系列子指标^[5]。国内对水贫困的研究尚处引进消化阶段，其中曹建廷^[6]、何栋材^[7]等详细介绍了水贫困评价方法；邵薇薇等^[8]、靳春玲等^[8]分别对中国主要流域和兰州水安全情况进行实证研究；孙才志等^[9]依据 WPI 框架，适当添加反映社会适应性能力的指标，使水贫困评价体系更适于对中国的水贫困情况进行评价，并运用 WPI-ESDA 模型对中国水贫困的空间关联格局进行了实证分析。

考虑到我国农村地区的实际情况，需要通过更新及拓展 WPI 体系使其更好的适用于我国农村地区水贫困领域的研究，从而构建了在 WPI 评价体系基础上由资源、设施、能力、使用和环境 5 个子系统综合而成的中国农村水贫困评价指标体系（表 1），并对体系中的部分指标做了相应调整。在资源系统方面，强调地区水资源禀赋条件的差异状况，选取水资源总量均值、总供水量、降水量均值、人均当地水资源量作为基本评价指标，在宏观层面上对农村水贫困测度评价指标体系的建立给予支持；在设施系统方面，侧重农村节水领域，囊括农村居民生活用水及农业生产方面，具体包括农业节水灌溉面积率、农村改水累计受益人口及农村卫生厕所普及率三个指标，基本反映出设施系统在农村水贫困评价中的关键作用；在能力系统方面，以国家宏观调控、经济发展水平、科技事业发展、人民生活质量为视角，重点关注国家投资在农村改水和改厕项目中的投资比重以及对环境污染

治理投资的总额，同时要对区域政府消费水平给予关注，另外通过人均国内生产总值来反映区域经济发展状况，采用科技市场成交额、科技事业费和科技三费的投资比重及乡镇级别的环保监察、科研机构数三个指标诠释技术水平对能力系统的支持，特别指出运用恩格尔系数及农村居民消费支出指标作为衡量农村居民生活水平高低的关键，使能力系统的内部支撑更为有力；在使用系统方面直接关注农村用水现状，所选指标包括万元国内生产总值用水量、农田实际灌溉亩均用水量、农村居民人均生活用水量、单位 GDP 农业用水量、生活污水排放量、农村有效灌溉面积率；在环境系统方面，从农业污染、农业生态环境以及治理保护三个方面立意，包括水污染投诉事件、畜养和农药化肥污染投诉事件、各地突发水污染事件、沙化土地面积、水旱灾害损失情况、水土流失治理面积率、生态环境用水量、每公顷施用化肥数、荒漠化土地及自然保护区面积。

表 1 中国农村水贫困测度评价指标体系

Tah 1 Rural water poverty measure evaluation index system in China

目标层	目标层权重	准则层	评价指标及单位	主观权重	客观权重	综合权重
资源	0.362	资源禀赋	水资源总量均值/亿 m ³	0.1682	0.2301	0.2631
			人均供水量/亿 m ³	0.2390	0.4205	0.2741
			降水量均值/m ³	0.1976	0.1537	0.1641
			人均水资源量/ m ³	0.3952	0.1957	0.2987
设施	0.198	农村节水	农业节水灌溉面积率/%	0.2599	0.1713	0.2161
			农村改水累计受益人口/万人	0.4126	0.4899	0.4239
			农村卫生厕所普及率/%	0.3275	0.3387	0.3600
		宏观调控	国家投资占农村改水投资比重/%	0.0534	0.0894	0.0870
			国家投资占农村改厕投资比重/%	0.0534	0.1435	0.1030
			环境污染治理投资总额/亿元	0.0669	0.0538	0.0675
能力	0.198	经济水平	政府消费支出/亿元	0.1073	0.0464	0.0603
			人均国内生产总值/万元	0.1236	0.1334	0.1357
		科技	科技市场成交额/亿元	0.0888	0.1527	0.1288
			科学技术支出占财政支出比例/%	0.1023	0.1072	0.1126
			全省乡镇环保监察科研机构数/个	0.1179	0.0588	0.0817
		人民生活	农村居民家庭恩格尔系数/%	0.1431	0.1657	0.1521
			农村居民消费支出/亿元	0.1431	0.0489	0.0713
			万元国内生产总值用水量/ m ³	0.1608	0.1242	0.1827
使用	0.134	农村用水	农田实际灌溉亩均用水量/ m ³	0.1455	0.3001	0.2453
			农村居民人均生活用水量/L·d ⁻¹	0.1455	0.1145	0.1073
			单位 GDP 农业用水量/元 m ⁻³	0.1903	0.2745	0.2496
			生活污水排放量/万吨	0.1435	0.1071	0.1121
		农业污染	农村有效灌溉面积率/%	0.2144	0.0796	0.1031
			水污染投诉事件/封	0.0573	0.0754	0.0569
			各地突发水污染事件/次	0.0573	0.0872	0.0840
			畜养、农药化肥污染投诉/件	0.0573	0.0838	0.0710
			每公顷农田使用化肥数/t	0.1146	0.0897	0.0894
			沙化土地面积/万 hm ²	0.0838	0.0929	0.1022
环境	0.107	生态环境	水旱灾害损失情况/万 hm ²	0.1228	0.0896	0.1031
			荒漠化土地面积/万 hm ²	0.1031	0.1623	0.1395
			自然保护区面积/万 hm ²	0.1329	0.1105	0.1176
		治理保护	水土流失治理面积/千 hm ²	0.1258	0.0927	0.1104
			生态环境用水量/亿 m ³	0.1452	0.1160	0.1258

为区分不同指标在农村水贫困测度评价指标体系子系统中的重要程度,需对各子系统内评价指标进行权重分析。常用的权重确定方法有主观法和客观法,层次分析法(AHP)是一种典型的主观赋权法,其依赖于专家经验和已有知识来确定指标的重要程度,主观性强;熵值法(EVM)是一种典型的客观赋权法,其通过调查数据计算,根据指标的统计性质确定指标的重要程度,但不能依据理论上各指标的重要程度赋予不同的权重值。为实现指标赋权的主客观统一,本文采用AHP法和EVM法共同确定满足主客观条件的指标权重^[9],最大限度消除指标权重的不确定性,并保证各子系统内部权重之和为1(表1)。

3 数据来源与研究方法

3.1 研究对象和数据来源

选取2004~2009年中国大陆31个省份的农村地区作为研究对象,对其水贫困程度进行测算与分析。在空间层面上横向覆盖我国31个省级行政单位(港、澳、台除外),在时间层面上纵向覆盖2004~2009年的统计数据,数据均来源于《中国水资源公报》、《中国统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》、《中国环境统计年报》等,部分数据根据年鉴整理所得。

3.2 农村水贫困测度方法

3.2.1 水贫困测度模型(WPI) WPI是可以定量评价国家或地区间相对缺水程度的一组综合性指标,该指标不但能反映区域水资源的实际情况,还能反映工程、管理、经济、人类福利与环境情况^[10]。本文所构建水贫困评价指标体系由资源、设施、能力、使用和环境5个子系统综合而成,各子系统内部分别设置了若干评价指标。以水贫困评价指标体系为基础,在5个子系统之间运用层次分析法进行加权,以体现在社会发展不同阶段利用社会资源对水资源稀缺的适应性不同的客观情况,其公式如下:

$$WPI = \frac{w_r R + w_a A + w_c C + w_u U + w_e E}{w_r + w_a + w_c + w_u + w_e} \quad (1)$$

式中,WPI代表水贫困评价得分矩阵, i 取R、A、C、U或E、分别代表资源、设施、能力、使用和环境子系统; w_i 代表利用层次分析法所求得对应子系统的权重。

3.2.2 层次分析法(AHP) 采用层次分析法(AHP)确定评价因子的权重(参见文献[11])。根据得到的各因素权重分布或决策结果,确定各因素最终的重要性排序及相应权重值,或者选定最符合逻辑判断的决策方案。

4 中国农村水贫困测度及空间格局机理

4.1 中国农村水贫困测度结果

根据我国农村地区水贫困测度评价指标体系,运用WPI方法对我国31个省级行政单位的农村地区水贫困程度进行测算。首先,由于水贫困测度评价指标体系中所有指标原始数据的计量单位不统一,因此要对其进行归一化处理,从而解决各项不同质指标值的同质化问题。考虑到评价指标性质的不同,为使得最终分值低的地区越水贫困,因而对数值越高越水贫困的做负向指标处理,反之做正向指标处理。对于正向指标记 M_j 为其理想值;对于负向指标记 m_j 为其理想值,理想值通过指标数据 x_{ij} 获得,把极值作为理想值,即令 $M_j = \max(x_{ij})$, $m_j = \min(x_{ij})$,定义 x_{ij}^* 为 x_{ij} 对理想值的接近度,则:

$$x_{ij}^* = \begin{cases} x_{ij}/x_{max} & \text{正向指标} \\ x_{min}/x_{ij} & \text{负向指标} \end{cases} \quad (2)$$

其次，运用主客观综合赋权法确定各指标综合权重，将子系统内部的各个指标进行加权求和，得到各地区各子系统的综合评价得分；再次，用层次分析法所得权重对各子系统之间进行加权求和，得到各省级行政单位农村地区水贫困总的得分情况，根据得分结果对我国农村地区的水贫困程度进行从低到高排序，得分越低则排名越靠前，即该区的水贫困情况越严重，评价结果基本可以反映近年来我国农村地区水贫困的实际情况（表 2）。

4.2 中国农村水贫困空间格局机理

基于上文的测度结果，对我国各省级行政单位农村水贫困得分进行均值化处理进而得出各地农村地区水贫困的综合排名结果（表 2），并通过对 2004~2009 年各省农村水贫困得分状况（排名）的发展趋势进行分析，依据有序聚类^[12,13]的方法将我国农村水贫困空间

表 2 2004~2009 年中国农村水贫困测度得分及排名
Tab 2 Rural water poverty measure and ranking points in China from 2004 to 2009

年份	2009		2008		2007		2006		2005		2004		均值	
得分/排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名
北京	0.0182	18	0.0202	19	0.0187	16	0.0192	19	0.0181	16	0.0199	20	0.0191	18
天津	0.0062	3	0.0082	3	0.0073	3	0.0055	3	0.0084	3	0.0082	3	0.0073	3
河北	0.0217	22	0.0224	21	0.0206	19	0.0202	20	0.0220	21	0.0195	17	0.0211	21
山西	0.0101	6	0.0103	5	0.0101	6	0.0098	5	0.0097	5	0.0096	6	0.0099	5
内蒙古	0.0121	11	0.0135	10	0.0123	12	0.0101	6	0.0138	12	0.0133	10	0.0125	10
辽宁	0.0156	15	0.0166	14	0.0149	14	0.0131	11	0.0150	14	0.0139	12	0.0149	14
吉林	0.0096	5	0.0118	8	0.0104	7	0.0110	7	0.0112	7	0.0094	5	0.0106	6
黑龙江	0.0179	17	0.0184	16	0.0189	17	0.0169	15	0.0183	17	0.0210	22	0.0186	16
上海	0.0143	13	0.0154	13	0.0144	13	0.0145	14	0.0144	13	0.0141	13	0.0145	13
江苏	0.0282	28	0.0290	29	0.0284	28	0.0304	29	0.0298	28	0.0265	28	0.0287	28
浙江	0.0246	24	0.0261	25	0.0245	25	0.0252	26	0.0269	26	0.0223	24	0.0249	25
安徽	0.0174	16	0.0182	15	0.0178	15	0.0192	18	0.0197	19	0.0197	19	0.0187	17
福建	0.0154	14	0.0201	18	0.0209	20	0.0173	16	0.0175	15	0.0156	14	0.0178	15
江西	0.0190	19	0.0212	20	0.0219	22	0.0191	17	0.0197	18	0.0191	16	0.0200	19
山东	0.0263	26	0.0277	27	0.0254	26	0.0266	27	0.0274	27	0.0245	27	0.0263	27
河南	0.0238	23	0.0254	24	0.0243	24	0.0247	23	0.0250	24	0.0228	25	0.0243	24
湖北	0.0202	20	0.0200	17	0.0191	18	0.0214	22	0.0217	20	0.0205	21	0.0205	20
湖南	0.0277	27	0.0267	26	0.0278	27	0.0249	25	0.0245	22	0.0235	26	0.0259	26
广东	0.0282	29	0.0281	28	0.0336	30	0.0296	28	0.0333	29	0.0287	29	0.0303	29
广西	0.0212	21	0.0248	23	0.0219	21	0.0212	21	0.0249	23	0.0197	18	0.0223	22
海南	0.0028	2	0.0055	2	0.0035	2	0.0034	2	0.0062	2	0.0068	2	0.0047	2
重庆	0.0107	8	0.0104	6	0.0093	5	0.0120	9	0.0116	8	0.0120	8	0.0110	7
四川	0.0348	30	0.0371	30	0.0302	29	0.0335	30	0.0352	30	0.0340	30	0.0341	30
贵州	0.0120	10	0.0110	7	0.0112	9	0.0129	10	0.0130	10	0.0131	9	0.0122	9
云南	0.0257	25	0.0231	22	0.0228	23	0.0247	24	0.0253	25	0.0214	23	0.0238	23
西藏	0.1063	31	0.0955	31	0.0991	31	0.0970	31	0.0985	31	0.0953	31	0.0986	31
陕西	0.0129	12	0.0147	12	0.0119	10	0.0116	8	0.0135	11	0.0137	11	0.0131	11
甘肃	0.0068	4	0.0086	4	0.0079	4	0.0078	4	0.0086	4	0.0091	4	0.0081	4
青海	0.0107	7	0.0143	11	0.0109	8	0.0140	12	0.0128	9	0.0186	15	0.0136	12
宁夏	0.0021	1	0.0025	1	0.0026	1	0.0028	1	0.0044	1	0.0051	1	0.0033	1
新疆	0.0111	9	0.0131	9	0.0122	11	0.0142	13	0.0108	6	0.0114	7	0.0121	8

格局划分为高水贫困地区、中水贫困地区和低水贫困地区（图 1）。从自然条件来看我国农村水贫困的分布格局大致与我国南多北少的水资源分布状况相匹配，个别省份例如海南、重庆、贵州等地因自身地理位置及社会经济发展等条件的制约，虽位于南方地区但农村水贫困状况却依然严峻；另外，随着各地节水灌溉、农村生活用水改造等一系列涉及农业生产、农村生活领域的水资源高效利用措施的出现，农村水贫困程度有所缓解，但是由于突发性流域水污染事件、农业生产领域化肥、农药、畜禽粪便水污染事件的发生及洪涝、干旱自然灾害的频发等不可预知因素影响，使得个别年份有些地区的农村水贫困程度出现反复。对于这种突发因素加剧区域水贫困程度的情况需要给予重点关注，一方面要加大监管排查力度，在农业生产过程中逐步改变过去粗放经营模式，实行高效、环保可持续的生产模式，发展节水生态农业；另一方面要提高广大农民素质，国家给予更多技术、政策及财政补贴支持，进而有效遏制农村地区水贫困的继续恶化。

水资源虽然作为可再生资源，但是随着社会经济的发展特别是农业生产发展过程中的过度开发利用势必会破坏其循环更新能力，使其具有不可再生性，加剧区域水贫困程度，且一些地区存在着严峻的水贫困与经济贫困交织的恶性循环压力，此外还有一些地区虽然经济发展水平较高，但是其农村水贫困形势却十分严峻。为了更好地对我国农村水贫困空间格局进行研究，本文选取人均 GDP 指标（1997

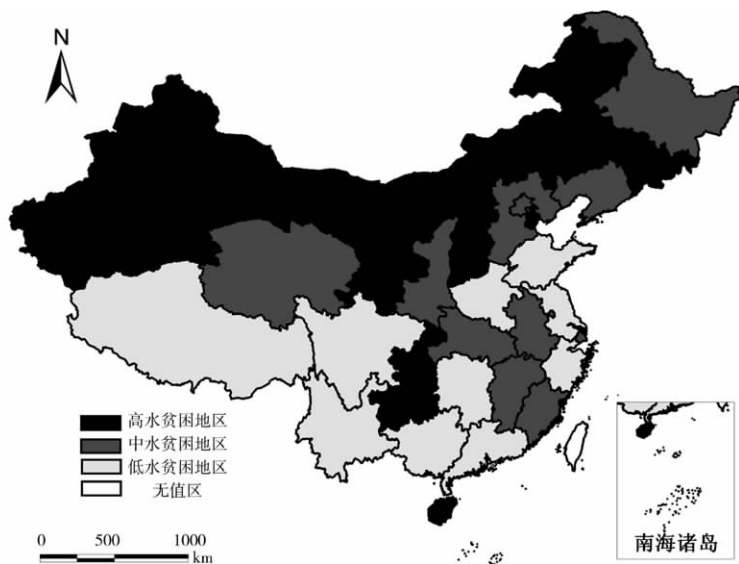


图 1 中国农村水贫困测度空间格局

Fig. 1 Rural water poverty measure space pattern in China

~2008 年 31 个省份的人均 GDP 均值) 代表各地的经济实力，以农村水贫困得分指标（2004~2009 年 31 个省份的水贫困得分均值）代表各地农村水贫困程度，对我国 31 个省级行政单位经济实力和农村水贫困程度的关系进行研究（图 2），可以看出：天津、辽宁、上海、重庆经济发展水平较高，同时农村水贫困程度也相对较高；宁夏、海南、甘肃、山西、吉林、新疆、贵州、内蒙古、陕西、青海、福建、黑龙江、安徽、江西、湖北、河北存在农村水贫困与经济贫困交织的问题；北京、浙江、山东、江苏、广东的人均 GDP 水平较高，但是其农村水贫困程度相对较低；广西、云南、河南、湖南、四川、西藏的农村水贫困程度虽然较低，但是这些地区的经济发展水平相对滞后。基于此，本文将着眼点放在我国农村地区水贫困空间差异状况上，结合区域自然地理位置、农业生产能力、气候条件、流域分布范围、经济实力与社会发展状况等方面对我国农村地区水贫困格局形成机理进行具体研究。

4.2.1 高水贫困地区 该区包括宁夏、海南、天津、甘肃、山西、吉林、重庆、新疆、贵州、内蒙古十个省份。宁夏、甘肃和山西位于我国西北干旱、半干旱地区，水资源条件

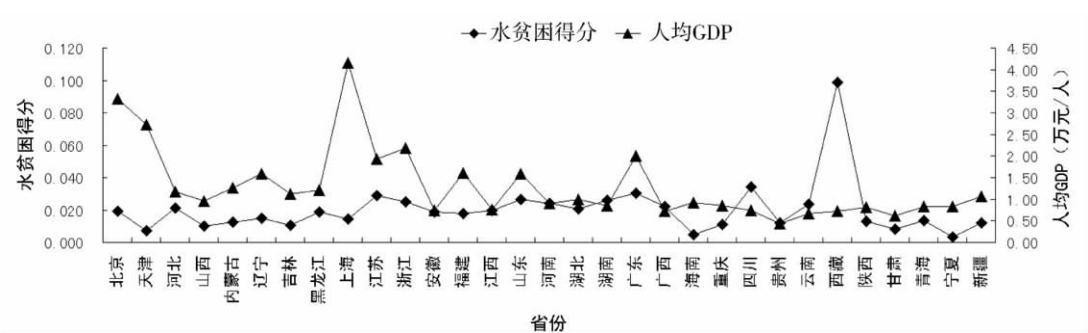


图2 中国农村水贫困现状与经济发展状况关系

Fig.2 Rural water poverty and economic development relationship in China

较差，年降雨量约400~600mm且变率大，春旱严重，夏雨集中，近70%的土地覆盖着深厚的黄土层，黄土颗粒很细，土质松软，在地面缺乏植被和暴雨侵蚀以及长期滥垦陡坡造成水土流失加剧，燃料、饲料、肥料三料俱缺，粮食产量不高且不稳，形成“越穷越垦，越垦越穷”的恶性循环，水贫困与经济贫困的双重压力导致该区农业生产发展和农民生活水平亟待改善。海南位于我国华南地区，属于热带、亚热带气候，全年高温多雨，但是海南作为岛屿四面环海，淡水资源缺乏，而海南又是我国反季蔬菜、水果的重要省份，需要淡水资源对农业生产的直接支持，且该地近年来旅游业发展迅猛，也需消耗大量水资源，这些都使得海南水贫困程度加剧，成为高水贫困地区。天津位于我国华北地区且处于海河流域下游，毗邻渤海，虽地处温带地区水热条件较为优越，但是由于海河流域水量、水质状况的恶化及地下水的过度开采，导致其水资源的条件极为恶劣，加之天津作为环渤海经济区的重要组成部分，城市化发展程度高，人口密度大，工农业发展及居民生活用水量巨大，在很大程度上加剧其农村水贫困程度。吉林位于我国东北地区，水热条件较好，但是由于长期农业生产过程中的粗放经营，致使西部湿地锐减、河流污染与干涸问题严重，地下水超采与污染问题凸显，成为高水贫困地区。贵州、重庆位于我国西南地区，属于亚热带湿润气候，由于贵州以喀斯特丘陵山地为主，水土流失严重，水资源自然条件存在劣势；而重庆也是以山地丘陵为主，存在水土流失问题，且作为该区的经济发展重心，城市化水平相对较高，因而重庆周边农村地区水资源的使用不仅要进行农业生产及农村居民生活用水，更重要的是要为城镇发展提供支持。新疆气候干旱、地广人稀，年降水普遍小于250mm，其中一半以上小于100mm，不能满足农作物最低限度水分需要，作物生长过程中光、热、水、土资源配合上存在较大缺陷，农业普遍呈分散小块分布，以依靠灌溉的绿洲农业和荒漠放牧业为主要农业生产方式，因而成为高水贫困地区。内蒙古由于年降雨量仅为200~500mm，大部分处于半干旱地带，风大且多，地面受风蚀造成沙漠化，我国北方16.4万km²的沙漠化土地，绝大部分分布在本区内，是全国生态平衡严重失调地区之一，水资源情况差导致发展农业的水土资源条件也较差，且耕作粗放，粮食单产很低，农村地区农业生产和居民生活用水均存在严峻的水贫困现象。

4.2.2 中水贫困地区 该区包括陕西、青海、上海、辽宁、福建、黑龙江、安徽、北京、江西、湖北、河北十一个省份。陕西位于黄河中游地区，地处黄土高原，水土流失是该地的主要问题，但以渭河平原为依托，逐步形成了水果种植为中心的农业发展体系，通过改

良粮食品种、优化种植结构、提高灌溉效率等措施的实施,进一步缓解了该地水资源的急缺现状,与周边省份相比水贫困程度较轻。青海地处青藏高原,地势高、气温低的自然特点致使大部分地区热量不足,气温日较差大,且水资源利用难度大,只宜放牧,农业生产不如其他农业区发达,由于该地是我国众多大江大河的发源地所在,保护生态平衡的任务十分艰巨,因而农业发展对水资源的要求相对较低,就整体而言水贫困程度较低。上海位于长江三角洲地区,气候湿润,水资源自然条件较好,但是作为我国经济发展的前沿地区随着社会经济的飞速发展,城市化进程的不断推进,工农业发展均需要大量的水资源予以支撑,加之人口数量的日益增长,作为沿海城市的淡水资源缺乏问题凸显,综合来看属于中水贫困地区。辽宁、黑龙江地区平原广阔,土地肥沃,森林和水资源比较丰富,适宜发展种植业,是我国人均粮食产量最多的地区,常年向国家提供大量商品粮和大豆,但由于大面积的扩大耕地面积导致自然生态环境遭到破坏,水贫困程度呈现恶化趋势。福建、江西位于我国南方地区,水资源较丰富但时空分布不均,由于自然地理条件和气候特征的影响以及水资源自身条件的变化,加上现有水利设施和水利管理体制的局限性,随着经济发展速度的加快及各地区发展水平不平衡格局的加剧,在水资源开发、利用、治理、节约、保护、配置等诸多方面出现一些不容乐观的问题,成为中水贫困地区。安徽、湖北位于长江中下游,人多地少且水热资源丰富,农业生产水平较高,该区的水贫困程度相对较低,为农业生产的进一步合理发展提供了相对优越的自然条件,但是由于该区水土流失现象存在恶化趋势,加之洪涝灾害,对农业健康生产存在威胁,成为当地水贫困恶化的隐患。北京、河北位于华北地区,淡水资源极为匮乏且污染严重,旱涝碱是影响本区农业生产的主要不利因素,地下水超采现象凸显,另外人口数量大、城市化发展水平较高使得地方受到经济利益驱使及居民节水意识缺失导致大量水资源浪费及污染,特别是农村在满足城镇发展以及区域经济腾飞的过程中做出了巨大的资源与经济牺牲,导致水资源与人口、资源和生产力布局不相匹配,该区的水贫困程度呈现加剧态势。

4.2.3 低水贫困地区 该区包括广西、云南、河南、浙江、湖南、山东、江苏、广东、四川、西藏十个省份。广西、云南、湖南、广东、四川位于我国南方地区,以亚热带湿润气候为主,高温多雨,同时毗邻许多大江大河以及淡水湖泊,水热条件较好,利于农业生产的发展,并且对于优化水资源利用方面采取的政策与措施较为得力。广西、云南、四川与湖南、广东相比,在经济方面存在劣势,但在西部大开发的大背景下,国家及地方在农业生产方面,通过科学技术、政策、资金的不断投入,使其农业用水方面日趋优化,综合来看以上几个省份的农村水贫困程度较低。山东、河南作为我国人口大省和农业大省,近年来随着社会经济的不断发展及科学技术的不断创新,山东、河南两省从自身实际资源条件出发,强化对水资源的综合利用,针对占大比重的农业用水问题,结合工程节水、农艺节水及管理节水技术,研究推广了一系列农业节水模式和综合性节水措施,同时采用先进的灌溉技术等手段,实现了可观的农业节水效益,水贫困程度在全国范围来看处于低位。浙江、江苏位于我国长江中下游地区,水资源条件较好,农业用水也一直是这两个省份的用水大户,随着粮食市场化等一系列政策的出台,农业种植结构发生较大的变化,粮食作物种植面积大幅减少,其他各种经济作物的种植比例大幅度增加,传统农业正向着效益农业逐步转变,农业用水量已发生较大变化;另外结合农业节水灌溉、改良农作物种植及合理规划农业用水等措施的实施,浙江、江苏成为低水贫困地区。西藏地广人稀,作为我国重要的牧区和林区,水贫困程度相对较低,一方面由于本区高寒的自然特点,致使大部分

地区热量不足且水资源利用难度大，只宜放牧，农业生产状况不如我国其他农业区发达；另一方面，作为我国众多大江大河源头，生态保护意义重大，不宜过度开发水资源，应以维持原生态任务为关键，农业发展以牧为主，农牧结合。

5 对策建议

通过对我国农村水贫困测度及空间格局机理的研究，从以下六个方面对我国农村水贫困治理的对策进行探讨。

(1) 进一步发展节水农业模式。现阶段农业水资源能否持续高效利用是各省制定与实施缓解农村水贫困措施的关键，然而如何才能实现农业水资源持续高效利用的目标是一个非常复杂的理论和实际问题^[14]。建设以提高水效率和生产效率为中心的节水高效型农业无疑是一种有效方法，可采用如下措施：①依据区域水资源承载力，以供定需，合理调整农业发展布局；②保护水源，控制水污染继续发展；③加强流域水资源的统一管理、开发和利用；④有计划地新建水资源调蓄工程及跨流域与跨地区调水工程；⑤进一步加强农业水资源持续高效利用问题的科学研究工作；⑥加快农业节水技术成果转化和农业节水法规建设。在实践过程中，山东、河南、江苏、浙江等地已通过采取节水灌溉、优化农村水资源管理方式、布局农村水利设施等节水农业措施，有效缓解了当地水贫困现状。

(2) 强化农村水务建设。农村水务就是利用各种建设和管理手段，对农村的水资源进行主动保护、适度开发、循环使用、高效利用和科学管理，包括农村水务综合规划的制定；农民安全饮水、农业节水灌溉、水土保持与水源保护、农村污水处理及回用、河道治理及乡村水环境等方面的建设；水务设施的管护、防汛抗旱、水务新技术推广、农村节约用水管理以及农民参与水务建设与管理的机制等^[15]。农村水贫困的治理需要细化到农村用水的各个环节，具体包括：①农民参与是实现农村水贫困治理的基础，只有农民全过程参与，才能找到农民真正的需求；②农村水贫困的治理需要依靠强大的科技做支撑，比如农民安全饮水消毒设施如何做到方便、高效管理；污水处理技术如何做到低成本、高效率；节水灌溉技术如何适应农村作物种植现状等；③要加大政府投入力度，以政府资金引导其他资金投入和农民投工投劳，加快推进农村水贫困治理工作；④要建立起长效运行机制，不断完善农村水务设施。

(3) 健全农村水权管理系统。目前，我国水权界定与管理不够完善，尽管几个大的流域存在省际水量分配现象，但在县一级缺乏有效的水权管理系统，特别是旱季在农村公平分配用水几乎是不可能的，更加剧了农村水贫困程度，要改善这一局面必须认识到水权是有效处理农村用水分配问题的一个根本先决条件。现阶段要求用水者（工业、农业、居民生活）要按用水量缴纳费用是较为成熟的水权管理措施，在缺水地区和过度取水地区把水价定的高一些来鼓励节水。但鉴于目前农业用水消耗量最大、且按亩计收灌溉水费的方式致使农民大量浪费水资源这一问题十分严峻，因而简单的提高目前按面积征收的灌溉水费，不仅不会减少对水的浪费，反而只会增加农民的负担，关键是要把农业水费征收方式变为按量计价。另外，针对农村生活用水中的缺水、水质条件差、用水设施不健全等问题要采取相应的有效措施，在一些农村生活用水服务项目中可结合国际相关组织的帮助来制定合理的农村供水和卫生规划与项目。

(4) 关注农村饮用水安全与水环境问题。农村水贫困还突出表现在农村居民的饮水安全以及农村水环境问题上，而发展生态农业是实现我国农业发展、农村经济与资源环境

协调发展以及缓解农村水贫困的成功模式。要通过对农业废弃物进行资源化处理,加快推进乡镇工业污水、生活污水和垃圾集中清理,农村改厕和规模化养殖业污染治理,并与沼气使用相结合,推行秸秆还田,鼓励使用有机肥等,使其对环境的不良影响减少到最小。另外,结合农村环境综合治理,加快推进农村小流域综合整治^[16]。

(5) 营造农村水贫困与经济贫困“双赢”格局。农村水贫困与经济贫困两者之间联系紧密,例如宁夏、甘肃、山西、吉林、新疆、贵州、内蒙、青海等地存在严峻的水贫困与经济贫困交织问题,成为制约其社会经济良性发展的瓶颈。在农村地区要将治理水贫困政策与扶贫开发项目相结合,政府通过设计和实施优化利用水资源项目以帮助解决经济贫困问题,确保贫困人口通过水贫困治理政策的支持以及基础设施项目的建设而获益。首先,在正确的水资源管理框架下确定的水利基础设施投资需要与水资源的可持续利用同步进行,通过把跨流域调水、农业节水、灌排系统改造、防洪工程、小流域治理等基础项目纳入到一个良好的水资源规划和管理体系中去,使这些投资发挥最大效益;其次,要逐步转变原有对基础设施建设的关注基于对现有设施的运行与维护的观念,建立适宜的管理机制和财务机制来保证投资和项目效益发挥的可持续性;最后,在具体实施过程中,灌溉、小流域治理、供水和卫生、防洪和小水电开发是直接解决农村地区贫困问题的重要手段,特别是小水电项目,在水资源条件允许的贫困地区建设小水电的潜力更大,政府可投资设计与开发小水电项目,协助地方进行分析咨询性援助及技术援助方面的工作。

(6) 建立我国农村水资源援助战略。鉴于我国农村严峻的水贫困形势以及水资源管理在技术、机构和管理手段方面存在的诸多问题,需要把水资源保护和水资源持续利用的有关理念转化成现实可行的规划和政策;对于水资源援助的基础设施项目应制定项目管理的具体实施内容,采取“自上而下”与“自下而上”相结合的方法,各级政府相关行政领导要予以支持,用水单位与个人要积极参与;优先向节水、流域管理、灌排系统改造、水污染防治包括污水处理、洪水和干旱管理、乡村供水、水电包括小水电等方面的项目提供资助,要以减少贫困为重点。农村水资源援助战略是通过高效水资源管理制度的建立来提高在农业生产领域的水资源利用效率,要在加大资金投入和提高政府重视程度的同时更多的借鉴和学习国际经验,不同政府部门、用水户组织和利益相关者之间的协调与合作,需要政府发挥强有力的领导作用,特别是政府职能分配及职能效益发挥需要加强同国际相关组织的合作与交流。世界银行作为一个具有广泛国际经验和国际影响力的中间人,要充分利用世行在水资源援助战略中的重要功能,不能仅仅将其作为一个商业贷款的来源,世行作为战略伙伴可以更多基于战略协作、前期规划和决策初期的合作,提供更多分析性咨询援助,提高援助的潜在效益发挥^[17]。

参考文献:

- [1] 刘江. 中国资源利用战略研究. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [2] 王晓宇. 生态农业建设与水资源可持续利用. 北京: 中国水利水电出版社, 2008.
- [3] Sullivan Caroline. The water poverty index: Development and application at the community scale. *Natural Resources Forum*, 2003, 27(3): 189~199.
- [4] Ohlsson L. Water conflicts and social resource scarcity. Paper prepared for the European Geophysical Society, Den Haag April, 1999. 12~23.
- [5] 邵薇薇, 杨大文. 水贫乏指数的概念以其在中国主要流域的初步应用. *水利学报*, 2007, 38(7): 866~872.
- [6] 曹建廷. 水匮乏指数及其在水资源开发利用中的应用. *中国水利*, 2005, 9: 22~24.

- [7] 何栋材,徐中民,王广玉. 水贫困测量及应用的国际研究进展. 干旱区地理,2009,32(2):296~303.
- [8] 靳春玲,贡力. 水贫困指数在兰州市水安全评价中的应用研究. 人民黄河,2010,32(2):70~71.
- [9] 孙才志,王雪妮. 基于 WPI—ESDA 模型的中国水贫困评价及空间关联格局分析. 资源科学,2011,6:1072~1082.
- [10] Ricard Giné Garriga, Agustí Pérez Foguet. Improved method to calculate a water poverty index at local scale. Journal of Environmental Engineering, 2010,36(11):1287~1298.
- [11] 陶卓民,林妙花,沙润. 科技旅游资源分类及价值评价. 地理研究,2009,3,28(2):524~535.
- [12] 孙才志,陈丽新,刘玉玉. 中国省级间农产品虚拟水流动适宜性评价. 地理研究,2011,30(4):612~621.
- [13] 李慧赞,张弛,王本德,等. 基于模糊聚类的丰满上游流域降雨径流变化趋势分析. 水文,2009,29(3):28~31.
- [14] 山仑,康绍忠,吴普特. 中国节水农业. 北京:中国农业出版社,2004.
- [15] 北京市水务局. 农村水务管理概论. 北京:中国水利水电出版社,2007.
- [16] 程序. 中国可持续发展总纲—中国农业与可持续发展. 北京:科学出版社,2007.
- [17] 世界银行东亚及太平洋地区. 中国水资源援助战略. 北京:中国水利水电出版社,2004.

Measure of water poverty conditions and its spatial pattern mechanism in China's rural areas

SUN Cai-zhi¹, TANG Wei-jia¹, ZOU Wei²

(1. KRI, Center for Studies of Marine Economy and Sustainable Development of Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China; Foreign Language School of Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China)

Abstract: The assessment indicator system for water poverty conditions measure in rural areas of China was constructed firstly. Each index of the system was given a weight by the subjective and objective comprehensive weighting method. Then the water poverty index model (WPI model) was applied to measure the rural water poverty conditions of 31 provincial administrative units in China from 2004 to 2009, and the results can basically reflect the spatial distribution pattern of rural water poverty in recent years. The provinces with high rural water poverty are Ningxia, Hainan, Tianjin, Gansu, Shanxi, Jilin, Chongqing, Xinjiang, Guizhou, and Inner Mongolia; the provinces with moderate rural water poverty are Shaanxi, Qinghai, Shanghai, Liaoning, Fujian, Heilongjiang, Anhui, Beijing, Jiangxi, Hubei, and Hebei; the provinces with low rural water poverty are Guangxi, Yunnan, Henan, Zhejiang, Hunan, Shandong, Jiangsu, Guangdong, Sichuan and Tibet. Finally, this paper studied the forming mechanism of spatial distribution pattern of rural water poverty, and some relevant countermeasures and suggestions were put forward for solving the water poverty problems in rural areas of China, which is helpful for providing strategic basis for decision making and policy enlightenment for achieving the coordinated growth of issues related to agriculture, farmers and rural areas.

Key words: water poverty condition measure; spatial distribution pattern; forming mechanism; countermeasures and suggestions; rural areas of China