

doi:10.7522/j.issn.1000-0240.2015.0091

Shang Haiyang, Zhang Zhiqiang, Wang Dai, et al. Social and economic benefits analysis on an new explanation of virtual water strategy: take Minqin County as an example[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2015, 37(3): 818-825. [尚海洋, 张志强, 王岱, 等. 虚拟水战略新论的社会经济效益分析——以石羊河流域民勤县为例[J]. 冰川冻土, 2015, 37(3): 818-825.]

虚拟水战略新论的社会经济效益分析 ——以石羊河流域民勤县为例

尚海洋¹, 张志强², 王岱^{3*}, 刘正汉¹

(1. 兰州财经大学 农林经济管理学院, 甘肃 兰州 730020; 2. 中国科学院 兰州文献情报中心, 甘肃 兰州 730000;
3. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘 要: 虚拟水战略已经被认为是一种提高全球水资源利用效率和缺水地区获得水安全的有效工具. 虚拟水战略新论指出, 应充分利用各种社会资源, 打通优化配置水资源(实体水和虚拟水)的渠道. 虚拟水战略能否有效实施的首要任务, 是地区产业结构内部配置的优化. 本文在估算民勤县主要农作物虚拟水量的基础上, 利用部门水效益分析了虚拟水由农业(种植业)部门向第二、三产业转移的三种情景下产生的净效益和创造的社会就业机会, 刻画了实施虚拟水战略的重要理论意义, 佐证了虚拟水战略全新定义的现实意义.

关键词: 虚拟水战略新论; 贫水地区; 效益分析; 社会资源; 民勤县

中图分类号: F062.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-0240(2015)03-0818-08

0 引言

21 世纪水资源正在变成一种宝贵的稀缺资源, 中国人均淡水资源量仅为世界平均水平的 1/4, 是全球 13 个人均水资源最贫乏的国家之一. 中国水资源东、南水富, 西、北水少, 加剧了缺水程度. 农业是一个高耗水的生产过程, 水资源安全与粮食安全问题备受世界关注. “虚拟水”是英国学者 Allan^[1] 在 1993 年提出的概念, 指产品所含有的生产过程中消耗的水资源量. 在世界范围内, 解决水资源问题总是依靠工程及技术手段, 虚拟水则跳出传统的“以水论水”的研究视野^[1-2]. 石羊河是我国内陆河流域中人口最密集、水资源开发利用程度最高、用水矛盾最突出、生态环境问题最严重的流域之一, 民勤县地处甘肃省河西走廊东北部, 石羊河流域下游, 土地总面积 $1.59 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 沙漠和荒漠化面积占 94%, 绿洲面积仅为 $1\,440 \text{ hm}^2$. 民勤县气候干燥, 降水稀少, 风大沙多, 蒸发强烈, 年降水量仅

为 110 mm, 年蒸发量却高达 2 646 mm. 近年来, 随着石羊河流域上游来水量的逐年减少, 急剧的人口膨胀问题、滥垦耕地面积和超载过牧, 促使民勤境内的荒漠化面积增大, 生态环境急剧恶化, 已发展成为全国干旱缺水、荒漠化危害最为严重、水资源对流域发展制约性最强的地区之一.

1 虚拟水及虚拟水战略新论

1.1 虚拟水

虚拟水是 Allan 最早提出, 是指生产商品和服务所需要的水资源数量^[1-2]. 虚拟水不是真正意义上的水, 因为它包含在产品中以虚拟的形式体现出来, 消费者从产品中看不见水的影子. 因此, 虚拟水又叫“嵌入水”和“外生水”, 其中, “外生水”指进口虚拟水的国家使用了非本国的事实. 虚拟水的定义一般包括两种^[3]: 1) 从生产者的角度定义, 即为生产这种产品的真实用水量, 它取决于生产地的生产状况(包括时间和地点)和水资源利

收稿日期: 2014-08-20; 修订日期: 2015-02-01

基金项目: 国家自然科学基金项目(41201595; 41171116; 41401653)资助

作者简介: 尚海洋(1981-), 男, 辽宁沈阳人, 副教授, 2009 年在中国科学院寒区旱区环境与工程研究所获博士学位, 现主要从事生态经济和区域经济方面的研究. E-mail: haiyangshang@sina.cn

* 通讯作者: 王岱, E-mail: wangdai@igsnr.ac.cn.

用效率；2) 从使用者角度定义，即一种产品的虚拟水含量是在使用地生产该产品的需水量。该定义对于平衡缺水地区水资源赤字时（如采用进口代替生产一种水密集产品时给地区节约了多少水量）特别有用。

1.2 虚拟水战略

虚拟水战略是指缺水国家或地区通过贸易方式从富水国家或地区购买水密集型产品来获得水和粮食的安全。如果一个国家以虚拟水出口水密集型产品给其他国家，实际上就是以虚拟的形式出口了水资源，通过这种途径，国家或地区可以向另一国或地区提供“虚拟的”水资源。水资源稀缺的国家可以通过牺牲一定的经济利益，从水资源丰富的国家进口水密集型产品来节约本国的水资源，实现水安全。长距离的输水与巨额成本，使得富水国和贫水国之间的实体水贸易较为困难，而水密集型产品的贸易（虚拟水贸易）是现实可行的。如此一来，国家之间甚至洲际之间的虚拟水贸易，可以作为一种提高全球水资源利用效率和获得缺水地区水安全的有效工具^[4-5]。

1.3 虚拟水战略新论

传统虚拟水战略以“水-粮食-贸易”为轴心，根据虚拟水的比较优势，富水、贫水地区通过发展不同耗水型农业，通过农产品进出口贸易，就完成了水资源的重新配置^[6]。同时，考虑到水资源与居民消费的关系，“生态移民”可以减少地区虚拟水的消费量，减轻对当地水资源系统产生的压力，“水-人-生态移民”形成了与“水-粮食-贸易”对应的虚拟水战略分析主线^[7]。前者可以认为是虚拟水需求的迁出，后者则是虚拟水供给的迁入，这两者一进一出间可以根据具体战略实施的可行性与收益比较而选择其一或联合使用。

对于虚拟水战略的新定义认为^[8]，虚拟水战略应当是：贫水地区为了实现水安全，提高生活质量，充分利用各种社会资源，打通优化配置水资源（实体水和虚拟水）渠道的一个过程。将虚拟水战略定义为一个过程，一种确保水安全、提高生活质量方向，转变当前不可持续的水资源开发和管理机制

的过程。在贫水地区，水资源在地区内部已达到一种优化状态，要更高效地配置水资源需要在扩展的范围内引入新关系。在扩展的范围内优化配置水资源。实施虚拟水战略的关键——第二、三产业的发展途径。第二、三产业发展起来就是需要在更大的系统范围内配置资源，即在原有系统与外部系统之间建立一种新的交换关系。

虚拟水战略成为提高和实现全球、国家和地区间水资源收益的工具。从对于虚拟水战略的全新定义中，可以看出，只有二、三产业的发展与壮大，才能形成产业发展的正反馈环，以便能吸引周边的资源，提高资源的高效利用。这个过程中，首先是地区的产业内部形成正反馈环，而后作为一个组分，与其他组分一起成为更大范围上的正反馈，从而全面提高资源的利用效率^[9]。所以，地区的产业内部的正反馈环，将是虚拟水战略能否有效实施的首要任务，地区水资源的产业结构内部的配置也成为了首要任务的第一步。而对于贫水的内陆河流域来讲，解决第一产业（特别是农业部门中的种植业）如何向二、三产业转移“虚拟水”，将是最重要环节。本文接下来的研究工作，将以民勤县为例核算该地区主要农作物产品中的虚拟水量，并比较虚拟水在产业间“转移”的效益情况，直观展现全新视角下虚拟水战略新论的现实重要意义。

2 民勤县主要农产品虚拟水量核算

2.1 民勤县主要农产品的虚拟水测算

农业用水占全球淡水总量的 80% 左右，因此，农产品的虚拟水含量是虚拟水计算的最主要部分^[10]。虚拟水的计算主要包括：农作物虚拟水含量计算，动物产品虚拟水含量计算。通过调查发现，民勤县主要农产品包括粮食作物、油料作物、棉花、葵花籽、大茴香、蔬菜、瓜类、水果等。表 1 列举了民勤县主要农产品的单位虚拟水含量，详细的计算过程可以参考文献[11-12]。

从表 1 可以看出棉花的棉花、大茴香、油料等经济作物的单位产品虚拟水较高，而蔬菜、瓜果类的单位产品虚拟量较小。利用虚拟水核算模型，计

表 1 主要农产品单位虚拟水含量
Table 1 The virtual water amounts consumed by conventional crops

粮食作物 /(m ³ ·kg ⁻¹)	油料 /(m ³ ·kg ⁻¹)	棉花 /(m ³ ·kg ⁻¹)	葵花籽 /(m ³ ·kg ⁻¹)	大茴香 /(m ³ ·kg ⁻¹)	蔬菜 /(m ³ ·kg ⁻¹)	瓜类 /(m ³ ·kg ⁻¹)	水果 /(m ³ ·kg ⁻¹)
0.55	2.20	6.74	2.20	7.04	0.09	0.11	1.30

注：表中数据取自 <http://www.waterfootprint.org/> 估值。

表 2 1991 - 2012 年民勤县主要农作物产量
Table 2 Yields of conventional crops in Minqin County in 1991 - 2012

年份	粮食作物/t	油料/t	棉花/t	葵花籽/t	大茴香/t	蔬菜/t	瓜类/t	水果/t
1991	129 648	4 089	425	6 476	2 738	801	4 789	846
1992	129 894	4 297	1 537	4 611	2 266	9 659	33 638	1 130
1993	128 597	3 976	221	1 567	2 344	11 817	33 849	1 280
1994	132 061	4 455	1 265	2 862	1 405	18 829.3	43 861	2 388
1995	133 459	4 059	2 336	3 709	1 282	14 080	39 796	3 317
1996	138 566	4 496	3 482	2 877	1 835	11 655	33 834	5 016
1997	143 446	7 655	2 516	2 406	5 116	8 847	29 925	4 655
1998	157 750	5 758	6 315	387	2 668	17 584	67 404	4 408
1999	165 280	5 164	3 309	3 022	5 346	23 989	62 102	11 452
2000	148 974	9 850	2 404	15 000	6 476	32 661	91 377	10 871
2001	154 102	6 511	9 869	2 451	2 330	31 257	88 586	11 742
2002	158 003	12 278	5 934	3 449	3 419	56 385	86 544	13 494
2003	158 008	7 276	10 033	6 494	3 200	52 046	45 614	23 206
2004	164 468	7 199	15 705	6 976	3 975	57 350	56 310	6 816
2005	175 748	9 700	18 953	8 712	8 500	72 231	79 440	21 609
2006	177 424	10 010	23 484	9 240	6 025	68 636	59 994	21 079
2007	145 693	10 556	23 896	9 350	8 400	134 413	84 167	20 749
2008	121 441	18 017	21 510	16 568	8 323	178 620	121 080	5 410
2009	154 664	21 227	16 170	20 520	10 000	285 480	108 240	11 573
2010	108 619	51 940	16 300	56 240	9 861	390 290	118 240	17 736
2011	107 261	41 223	20 500	41 200	9 861	456 600	120 800	23 900
2012	126 402	46 033	20 664	46 017	9 861	358 700	129 600	41 171

注: 为便于比较, 本研究中不考虑单位农产品虚拟水量的年份变化。

算得到民勤县主要农作物(表 2)产品的虚拟水量。计算结果如表 3 所示。

2.2 农产品虚拟水量计算结果分析

从主要的农作物虚拟水量计算结果来看, 随着石羊河流域农作物产量的不断提高, 农作物所消耗的虚拟量逐年上升, 上升趋势非常明显。按照这样的增长趋势, 在 2015 年民勤县主要农作物的虚拟水量将达到 $7 \times 10^8 \text{ m}^3$, 2020 年将达到 $11 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。对比表 4 中 2011 年武威市的农田灌溉用水总量仅为 $15 \times 10^8 \text{ m}^3$ 左右, 流域未来将面临更大的水资源压力。

从 1991 - 2012 年民勤县各主要农作物虚拟水量变化对数图(图 1)来看, 研究区各主要作的虚拟水消耗量者有增长趋势, 由于单位产品虚拟水量年际间变化较小, 增长趋势主要是由于产量的增长而引起。特别是近年来, 研究区内经济作物的大面积

种植, 对于流域水资源的压力贡献更大, 如棉花、蔬菜、油料作物等。

3 虚拟水战略新论的社会效益分析

3.1 经济效益

部门水效益可以采用单位水资源的 GDP 产出测算, 可以利用投入产出模型, 系统核算水资源社会化循环的水效益^[13]。从 2008 年对武威市水资源社会化循环研究的结果(表 5)来看, 农业部门的水效益最低, 其单位水资源的 GDP 产出为 4.3 元; 其次依次为水生产和供给业、工业、建筑业, 服务业及其他行业的水效益最高, 为 2 500 元。根据虚拟水的定义, 其包括了生产过程中的所有水资源, 也就是生产的完全需水量, 因此, 虚拟水水效益整体高于实体水水效益。这种差异在农业、工业、服务业及其他行业部门间的差异较大, 服务业及其他行

表 3 1991 - 2012 年民勤县主要农作物虚拟水量

Table 3 The virtual water amounts consumed by conventional crops in Minqin County in 1991 - 2012

年份	粮食作物 /10 ⁴ m ³	油料 /10 ⁴ m ³	棉花 /10 ⁴ m ³	葵花籽 /10 ⁴ m ³	大茴香 /10 ⁴ m	蔬菜 /10 ⁴ m ³	瓜类 /10 ⁴ m ³	水果 /10 ⁴ m ³	合计 /10 ⁴ m ³
1991	7 130.65	899.64	286.38	1 424.62	1 927.78	7.21	52.67	109.92	11 838.87
1992	7 144.17	945.37	1 035.65	1 014.32	1 595.44	86.93	370.02	146.88	12 338.78
1993	7 072.85	874.87	149.49	344.78	1 649.89	106.35	372.34	166.35	10 736.94
1994	7 263.38	980.12	852.61	629.57	989.33	169.46	482.47	310.44	11 677.38
1995	7 340.27	893.02	1 574.46	816.07	902.46	126.72	437.76	431.18	12 521.95
1996	7 621.13	989.20	2 346.94	632.87	1 291.65	104.89	372.17	652.07	14 010.92
1997	7 889.53	1 684.10	1 695.78	529.32	3 601.66	79.62	329.18	605.15	16 414.35
1998	8 676.25	1 266.76	4 256.31	85.14	1 878.27	158.26	741.44	573.03	17 635.46
1999	9 090.40	1 136.08	2 230.27	664.84	3 763.58	215.90	683.12	1 488.70	19 272.89
2000	8 193.57	2 167.00	1 620.30	3 300.00	4 559.10	293.95	1 005.15	1 413.18	22 552.24
2001	8 475.61	1 432.46	6 652.11	539.18	1 640.04	281.31	974.45	1 526.42	21 521.57
2002	8 690.17	2 701.16	3 999.58	758.78	2 406.98	507.47	951.98	1 754.24	21 770.36
2003	8 690.44	1 600.72	6 762.78	1 428.77	2 252.80	468.41	501.75	3 016.73	24 722.41
2004	9 045.74	1 583.71	10 585.17	1 534.74	2 798.40	516.15	619.41	886.09	54 529.42
2005	9 666.14	2 134.00	12 774.32	1 916.64	5 984.00	650.08	873.84	2 809.17	36 808.19
2006	9 758.32	2 202.20	15 828.22	2 032.80	4 241.60	617.72	659.93	2 740.27	38 081.06
2007	8 013.12	2 322.36	16 106.50	2 057.00	5 913.60	1 209.72	925.84	2 697.37	39 245.50
2008	6 679.24	3 963.74	14 497.87	3 644.96	5 859.39	1 607.58	1 331.88	703.35	38 288.02
2009	8 506.50	4 669.94	10 898.58	4 514.40	7 040.00	2 569.32	1 190.64	1 504.54	40 893.92
2010	5 974.05	11 426.80	10 986.20	12 372.80	6 942.14	3 512.61	1 300.64	2 305.73	54 820.97
2011	5 899.35	9 069.06	13 817.00	9 064.00	6 942.14	4 109.40	1 328.80	3 107.00	53 336.75
2012	6 952.11	10 127.26	13 927.54	10 123.74	6 942.14	3 228.30	1 425.60	5 352.23	58 078.92

表 4 2011 年石羊河水系用水量

Table 4 Water consumption in the Shiyang River basin in 2011

城市名	农田灌溉用水量/10 ⁸ m ³				林牧渔畜用水量/10 ⁸ m ³		工业用水量/10 ⁸ m ³	
	水浇地	菜田	小计	其中地下水	小计	其中地下水	小计	其中地下水
金昌	4.2131	0.5055	4.7186	0.5431	0.2480	0.1647	0.9986	0.0189
武威	12.3941	2.6215	15.0156	4.1902	0.3025	0.0381	0.8331	0.0230

注：源自 2012 年石羊河流域水资源公报。

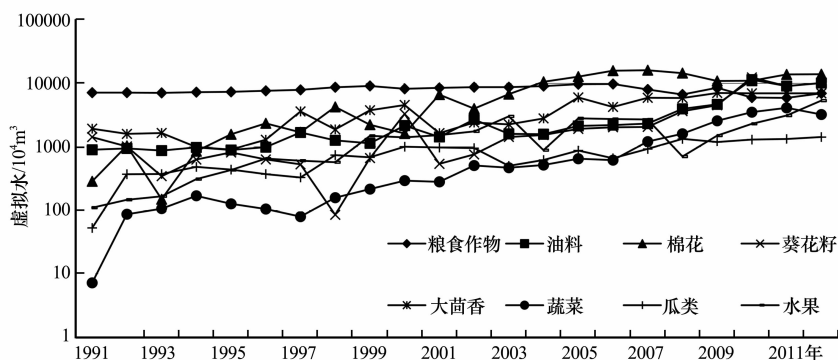


图 1 1991 - 2012 年民勤县各主要农作物虚拟水量变化对数

Fig. 1 Changes of virtual water consumption of the conventional crops in Minqin County in 1991 - 2012

表5 武威市2008年主要产业部门水资源社会化循环评估

Table 5 Assessment of the socialized water cycle of the major industrial sectors in Wuwei Municipality in 2008

行业部门	虚拟水消耗水量 /10 ⁸ m ³	净转移比重 /%	虚拟水净流出量 /10 ⁸ m ³	实体水		虚拟水	
				水效益 /(m ³ ·元 ⁻¹)	水产出 /(元·m ⁻³)	水效益 /(m ³ ·元 ⁻¹)	水产出 /(元·m ⁻³)
农业	8.1821	44	7.8288	0.2330	4.29	0.4830	2.07
工业	0.4597	62	-0.0971	0.0038	263.16	0.0157	63.55
水生产与供给	0.4966	57	0.0583	0.3173	3.19	0.3436	2.91
建筑业	0.0036	7	0.0229	0.0015	666.67	0.0015	651.21
服务业及其他行业	0.0349	7	-0.0143	0.0004	2500.00	0.0009	1081.13

业差异最大,达到了1 419元;其他两部门的差异较小。

同时,通过水资源社会化循环的研究,确定了水资源在社会经济系统内部部门间的转移情况,其本质是以商品与服务为载体、以生产过程为途径的部门间虚拟水转移^[14-15]。参照武威市的水资源社会化转移的规模比例,确定民勤县农业(种植业)向其他行业部门转移虚拟水的比例为44%,并以工业、服务业等行业为主要的虚拟水接收部门。利用部门水资源效益的评估结果,测量虚拟水向其他二、三产业转移后的效益及净效益(扣除农业部门

本身的效益值),可以得到民勤县农业(种植业)向二、三产业转移后对社会经济发展产生的净效益。这里我们列举了10%、15%、20%三种转移情景下的效益比较(表6)。

从虚拟水向二、三产业流转社会经济效益分析的结果来看,在民勤县农业向二、三产业转移虚拟水10%情景下,所产生的净效益已超过了种植业的总产值,并且接近于农业部门总产值。结果充分印证了虚拟水战略新论中指出的,调动社会资源,实现水资源向二、三产业转移是实现虚拟水战略的现实经济意义。

表6 民勤县农业(种植业)虚拟水向二、三产业转移的经济效益核算

Table 6 economic benefit estimation of virtual water consumption transfer from agriculture (farming) to second and third industry in Minqin County

年份	产值		10%		15%		15%		1%	
	农业 /10 ⁸ 元	种植业 /10 ⁸ 元	收益 /10 ⁸ 元	净收益 /10 ⁸ 元	收益 /10 ⁸ 元	净收益 /10 ⁸ 元	收益 /10 ⁸ 元	净收益 /10 ⁸ 元	收益 /10 ⁸ 元	净收益 /10 ⁸ 元
2000	8.55	7.55	21.51	9.46	32.26	14.19	43.01	18.93	2.15	0.95
2001	8.59	7.30	20.52	9.03	30.79	13.55	41.05	18.06	2.05	0.90
2002	9.22	7.19	20.76	9.14	31.14	13.70	41.52	18.27	2.08	0.91
2003	10.94	8.38	23.58	10.37	35.37	15.56	47.15	20.75	2.36	1.04
2004	12.85	9.94	26.29	11.57	39.44	17.35	52.58	23.14	2.63	1.16
2005	15.36	12.44	35.10	15.45	52.65	23.17	70.20	30.89	3.51	1.54
2006	16.27	13.39	36.32	15.98	54.47	23.97	72.63	31.96	3.63	1.60
2007	17.97	14.66	37.43	16.47	56.14	24.70	74.85	32.94	3.74	1.65
2008	19.33	15.94	36.51	16.07	54.77	24.10	73.03	32.13	3.65	1.61
2009	20.42	16.46	39.00	17.16	58.50	25.74	78.00	34.32	3.90	1.72
2010	23.34	18.96	52.28	23.00	78.42	34.51	104.56	46.01	5.23	2.30
2011	26.03	20.73	50.86	22.38	76.30	33.57	101.73	44.76	5.09	2.24
2012	19.25	14.64	55.39	24.37	83.08	36.56	110.77	48.74	5.54	2.44

注:农业转出比例为44%,按部门间虚拟水比例分摊农业向其他行业转移虚拟水量;按民勤与武威2011年行业产值比例估算部门水效益;采用价格指数调整为当年价格。

3.2 社会就业创造能力

考虑到压缩种植业产量对于就业人口的影响, 参照甘肃省 2011 年细分行业就业创造能力行业细分的测算结果农业、工业、服务业等行业的平均就业创造能力分别为 0.0326×10^{-4} 人·元⁻¹、 0.0790×10^{-4} 人·元⁻¹、 0.0967×10^{-4} 人·元⁻¹[16], 简单测算虚拟水转移的就业创造能力. 可以发现, 虚拟水从农业(种植业)转向二、三产业过程中, 在产生可观的经济效益的同时, 也增加了就业的机会. 表 7 粗略估算的结果表明, 在 10%、15% 和 20% 三种情景下, 创造的就业机会最高可达 5.3×10^4 人、 7.95×10^4 人和 10.6×10^4 人, 进一步显示了虚拟水转移对于社会经济整体发展的重要作用.

表 7 不同情景下民勤县农业(种植业)虚拟流
转的就业创造能力分析

Table 7 Scenario Analysis on the employability due to
virtual water strategy

年份	10% /10 ⁴ 人	15% /10 ⁴ 人	20% /10 ⁴ 人	1% /10 ⁴ 人
2000	2.06	3.09	4.12	0.21
2001	1.96	2.95	3.93	0.20
2002	1.99	2.98	3.97	0.20
2003	2.26	3.39	4.51	0.23
2004	2.52	3.78	5.03	0.25
2005	3.36	5.04	6.72	0.34
2006	3.48	5.21	6.95	0.35
2007	3.58	5.37	7.17	0.36
2008	3.50	5.24	6.99	0.35
2009	3.73	5.60	7.47	0.37
2010	5.00	7.51	10.01	0.50
2011	4.87	7.30	9.74	0.49
2012	5.30	7.95	10.60	0.53

注: 虚拟水转入行业增加的就业人口数, 减去虚拟水转出部门减少的就业人口数.

3.3 虚拟水战略新论视角下民勤县重点产业发展对策

近年来, 民勤县紧紧围绕实施石羊河流域重点治理规划, 以节水增收为目标, 大力调整农业产业结构, 发展高效节水产业, 引导农民转变发展方式. 力推“设施农牧业 + 特色林果业”的主体生产模式, 坚持以节水增收为目标, 主攻设施农牧业和特色林果业. 推行“储藏加工 + 运输销售”的营销模式, 不断完善“企业 + 专业合作组织 + 基地 + 农户”的产业化经营模式, 推进农村特色产业区域化布

局、规模化发展、产业化经营, 形成产业聚集效应和发展的比较优势, 促进高效节水产业的快速发展和农民收入的稳步增长. 以中药材产业、沙产业等重点产业为突破, 加快建设生产基地, 培育壮大龙头企业, 健全完善市场体系, 加快中药材产业标准化生产、加工, 形成产业化经营和规模化发展. 以工业化的理念谋划肉羊生产, 以市场经济的理念推动肉羊产业, 实现肉羊从繁育、饲养、加工、销售、防疫到环境保护的产业化经营模式, 建立水资源利用循环体系. 在推进、培育煤电化工、清洁能源、化工建材、装备制造、液体经济、农产品精深加工等工业支柱产业的集聚与产业协作对带动县域经济发展与创造就业机会的同时, 应着重关注工业发展引发的环境影响, 及稀缺水资源对于工业远期发展的刚性约束. 考虑到服务行业有着较高的部门水效益与就业创造能力, 民勤县应继续加快旅游业、现代物流业等的发展, 以红崖山水库生态旅游区、宋和治沙示范区(宋和展览馆)、沙生植物园、勤锋滩沙产业基地、青土湖等优秀旅游项目促进生态型休闲旅游, 以农副产品收购、贮藏、保鲜、加工、运输、农资购销、建材销售与配送带动现代物流业发展, 通过对传统服务业升级与加大对服务行业投资, 提高服务业在产业结构中的比重, 实现产业结构的优化与升级, 发挥区域经济原有优势, 缓解关键性水资源对于区域经济发展的限制.

4 结论

本文通过梳理虚拟水战略新近发现, 从虚拟水战略全新定义的视角下, 以石羊河流域民勤县为例, 估算了 1991 - 2012 年主要农作物的虚拟水量. 利用部门水效益分析了虚拟水由农业(种植业)部门向二、三产业转移的三种情景下产生的净效益和创造的社会就业机会, 刻画了实施虚拟水战略的重要理论意义, 佐证了虚拟水战略全新定义的现实意义. 同时, 结合民勤县经济发展与产业结构现状, 以虚拟水战略新论视角, 从水资源的部门效益与就业创造能力出发, 对县域经济重点产业的发展提出的相应对策与建议,

Ohlsson^[17]提出社会调节能力是指适应自然资源缺乏而提高社会资源的运用水平, 他主张自然缺乏的存在是被视作第一性的缺乏, 而一个社会没有充分的调节能力去应对资源不足和做出相关的调整被视作第二性缺乏. 实施虚拟水战略, 是贫水地区充分利用社会资源、提升社会调节能力的有效手

段. 广泛利用了社会资源的调节能力, 这也可以为解决其他由于自然资源缺乏造成的第一性缺乏问题所借鉴.

参考文献 (References):

- [1] Allan J A. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydrological futures would be impossible[C]//Priorities for water resources allocation and management. London: ODA, 1993: 13 - 26.
- [2] Allan J A. Overall perspectives on countries and regions[C]//Water in the Arab world; perspectives and prognoses. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1994: 65 - 100.
- [3] Hoekstra A Y. Virtual water trade: an introduction[C]//Virtual water trade. Delft, the Netherlands: IHE, 2003: 13 - 23.
- [4] Chapagain A K, Hoekstra A Y. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to crop trade[C]//Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. Delft, the Netherlands: IHE, 2003: 1 - 118.
- [5] Han Shu, Shi Qingdong, Yu Yang, *et al.* Calculation and analysis of water footprint in Xinjiang from 1999 to 2009 [J]. *Arid Land Geography*, 2013, 36(2): 364 - 370. [韩舒, 师庆东, 于洋, 等. 新疆 1999 - 2009 年水足迹计算与分析[J]. *干旱区地理*, 2013, 36(2): 364 - 370.]
- [6] Renault D. Value of virtual water in food: principles and virtues [C]//Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. Delft, the Netherlands: IHE, 2003: 77 - 91.
- [7] Shang Haiyang, Xu Zhongmin. The study on virtual water strategy in Minqin [J]. *Research on Development*, 2008(6): 48 - 52. [尚海洋, 徐中民. 民勤县虚拟水及虚拟水战略研究[J]. *开发研究*, 2008(6): 48 - 52.]
- [8] Xu Zhongmin, Song Xiaoyu, Cheng Guodong. A new explanation of virtual water strategy [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2013, 35(2): 490 - 495. [徐中民, 宋晓瑜, 程国栋. 虚拟水战略新论 [J]. *冰川冻土*, 2013, 35(2): 490 - 495.]
- [9] Ning Baoying, Zhang Zhiqiang, He Yuanqing. Development of the research emphasis and main disciplines about the Heihe River Basin reviewed through bibliometric analysis [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2013, 35(2): 504 - 512. [宁宝英, 张志强, 何元庆. 基于文献统计的黑河流域研究重点和
- 热点学科演变分析[J]. *冰川冻土*, 2013, 35(2): 504 - 512.]
- [10] Xu Fengying, Ge Yingchun, Xu Zhongmin, *et al.* A review of evaluation methods of crop water productivity [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2013, 35(1): 156 - 163. [徐凤英, 盖迎春, 徐中民, 等. 作物水生产力评估方法研究[J]. *冰川冻土*, 2013, 35(1): 156 - 163.]
- [11] Xing Haihong. Analysis on spatial difference of agricultural virtual water in water source area of southern Shaanxi Province based on GIS [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2013, 20(5): 300 - 304. [邢海虹. 基于 GIS 的陕南水源区农产品虚拟水空间差异分析[J]. *水土保持研究*, 2013, 20(5): 300 - 304.]
- [12] Shang Haiyang, Chen Kegong, Xu Zhongmin. Virtual water consumption feature of citizens grouped by income in Gansu Province from 1992 to 2005 [J]. *Resources Science*, 2009, 31(3): 406 - 412. [尚海洋, 陈克恭, 徐中民. 甘肃省 1992 - 2005 年城镇不同收入群体的虚拟水消费特征[J]. *资源科学*, 2009, 31(3): 406 - 412.]
- [13] Shang Haiyang, Zhang Zhiqiang. A quantitative assessment of the social water cycle in Shiyanghe River [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2011, 25(7): 57 - 62. [尚海洋, 张志强. 石羊河流域武威市水资源社会化循环评估[J]. *干旱区资源与环境*, 2011, 25(7): 57 - 62.]
- [14] Xu Zhongmin. Theory and practice of ecological economics integration framework (I): having an insight into the fresh water comes from the springhead [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2013, 35(5): 1319 - 1343. [徐中民. 生态经济学集成框架的理论与实践(I): 集成思想的领悟之道[J]. *冰川冻土*, 2013, 35(5): 1319 - 1343.]
- [15] Xu Zhongmin. Theory and practice of ecological economics integration framework (II): theoretical framework and integrated practices [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2013, 35(5): 1344 - 1353. [徐中民. 生态经济学集成框架的理论与实践(II): 理论框架与集成实践[J]. *冰川冻土*, 2013, 35(5): 1344 - 1353.]
- [16] Ma Hongxiang, Lü Jianping, Li Zhifeng. Study on the ability to employment creation of sub-industry in Gansu Province [J]. *Modernization of Management*, 2013(3): 32 - 34. [马红祥, 吕剑平, 李之凤. 甘肃省细分行业就业创造能力研究[J]. *管理现代化*, 2013(3): 32 - 34.]
- [17] Ohlsson L. Environment, scarcity, and conflict: a study of Malthusian concerns [R]. Goteborg, Swede: Department of Peace and Development Research, Goteborg University, 1999.

Social and economic benefits analysis on an new explanation of virtual water strategy: take Minqin County as an example

SHANG Haiyang¹, ZHANG Zhiqiang², WANG Dai³, LIU Zhenghan¹

(1. School of Agriculture & Forestry Economics and Management, Lanzhou University of Finance and Economics, Lanzhou 730020 China;

2. Lanzhou Library, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China; 3. Institute of Geographic Sciences

and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: Virtual water is out of the traditional research field of “water on the water”, the virtual water strategy has been considered a global water use efficiency and improve access to effective tools dry land water security. New explanation of virtual water strategy stated should make full use of social resources, open up the optimal allocation of water resources (physical and virtual water, water) channels. The primary task of the effectiveness of the implementation of virtual water strategy is configured to optimize the industrial structure of regional water inside. Based on estimates of virtual water Minqin main crops on the use of water-benefit analysis of the social sector employment under virtual water from the agricultural (farming) sector to the secondary and tertiary industries arising from the transfer of the three scenarios and create net benefits opportunity to portray an important theoretical significance of the implementation of virtual water strategy, evidence of the significance of the new definition of virtual water strategy.

Key words: an new explanation of virtual water strategy; water security area; social and economic benefits analysis; social resource; Minqin County