

# 基于参与性调查的生态输水和治理工程的可持续性\*

王昱<sup>1,2</sup> 冯起<sup>2\*\*</sup> 陈丽娟<sup>2</sup> 鱼腾飞<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>兰州理工大学能源与动力工程学院,兰州 730050; <sup>2</sup>中国科学院寒区旱区环境与工程研究所水土资源研究室,兰州 730000)

**摘要** 在中国西北内陆干旱地区,生态输水和治理工程是恢复退化生态系统的重要措施,然而工程的可持续发展受到许多社会经济因素的影响。本文基于农户态度、农户生计以及水资源高效利用等,对额济纳旗的农户开展问卷调查。结果表明:尽管生态输水和治理工程在植被恢复方面取得了巨大成就,但可持续发展仍然受到以下因素影响:由于生态移民的收入主要依赖工程的补偿,造成牧民生计困难,加大了生态治理成果维护的风险;工程对节水农业发展没有起到积极作用,水资源利用效率仍然较低,没有达到最终目的;工程补偿仅仅考虑农牧业损失,对水资源外部性和公共性没有考虑,补偿存在一定的局限性。在进行生态输水和治理的同时,应把发展教育、提供就业机会和技术培训、提高水资源利用效率和建立合理的水资源补偿机制作为环境修复的重要内容。

**关键词** 干旱地区 生态恢复 可持续发展 农户生计

**文章编号** 1001-9332(2014)01-0211-08 **中图分类号** X24 X37 **文献标识码** A

**Sustainability of ecological water transfer and rehabilitation project based on participatory survey.** WANG Yu<sup>1,2</sup>, FENG Qi<sup>2</sup>, CHEN Li-juan<sup>2</sup>, YU Teng-fei<sup>2</sup> (<sup>1</sup>School of Energy and Power Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China; <sup>2</sup>Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China). *Chin. J. Appl. Ecol.*, 2014, 25(1): 211-218.

**Abstract:** In the arid inland area of Northwest China, the ecological water transfer and rehabilitation project (EWTRP) is an important measure to restore the deteriorated ecosystem. However, the sustainability of the project is affected by many socio-economic factors. This research was based on results of the questionnaire from Ejina County's farmer households, which included the farmer households' attitude, livelihood and the efficiency of the water resource usage. The results showed that although the EWTRP had made great achievements in vegetation restoration, but the sustainability of the project was affected by the following factors: the ecologically-motivated relocated/re-settled herdsmen mainly relied on the compensation from the project, causing them a hard living, and increasing the risk of maintaining the current achievement; the project didn't have a positive impact on water-saving agriculture, the efficiency of water usage was relatively low and had not yet reached the final goal; the compensation of the project only considered the loss of agriculture, but neglected the externality and publicity of eco-water. We suggest that developing education, offering job opportunity and training programs, improving the efficiency of water usage and establishing reasonable water resources compensation mechanisms are needed to be considered as main domain of environmental recovery as well as ecological water transfer and rehabilitation.

**Key words:** arid region; ecological restoration; sustainable development; farmer household livelihoods.

\* 国家自然科学基金项目(91025002)、中国科学院重点部署项目(KZZD-EW-04-05)、中国科学院科技创新“交叉与合作团队”和中国科学院西部之光在职博士项目资助。

\*\* 通讯作者。E-mail: qifeng@lzb.ac.cn  
2013-05-13 收稿 2013-10-25 接受。

在干旱地区,由于水资源短缺和人类过度开发利用而引起的水土流失、土壤荒漠化、河流断流和沙尘暴等生态环境问题十分普遍,由于该现象会波及到周边地区甚至全球范围,已引起国内外的广泛关

注<sup>[1-2]</sup>。水资源短缺和人类不合理利用是该地区生态环境恶化的主要原因,利用生态输水和治理工程来恢复退化的生态环境是中国在这类地区生态修复的主要措施<sup>[3-4]</sup>。农牧业生产是这些地区农村居民生活的主要来源,生态输水和治理工程进一步凸现了生态重建与消除贫困的矛盾。作为生态修复模式的设计者,往往片面追求生态植被恢复,而忽略项目对居民生计的影响,可持续发展的努力常常陷于农村贫困与环境恶化相互关联的双重困境中<sup>[5]</sup>。

生态输水和治理工程是我国在西北内陆河流域推广的一项重大的综合性生态恢复工程,其内容包括向流域下游尾间湖输送生态用水,在农牧区实施退耕限牧、开展节水农业及生态移民。这项工程对于缓解我国西北内陆地区水资源短缺,遏制水土流失、土地荒漠化等问题具有重大意义。从目前实施的效果来看,其生态效益在不同的研究尺度上取得了巨大成效<sup>[6-11]</sup>。如在塔里木河流域和黑河流域下游地区,地下水位有显著上升、生物多样性增加,使原本面临死亡的荒漠河岸植被重新复活,地表植被已恢复 80% 以上,荒漠化得到显著遏制。尽管生态输水治理工程对这些地区的生态环境有了不同程度的改善,但政策的可持续性受到诸多社会经济因素的限制,如居民生计、经济补偿、经济结构调整和农牧民就业等<sup>[12-14]</sup>问题。在当前情况下,不同利益相关者的意愿是决定生态治理政策能否成功实施的重要因素,而基层农户是该项生态治理政策的经济主体和直接参与者,他们的经济发展和认知响应对于认识政策实施过程中存在的问题具有重要意义<sup>[15-18]</sup>。

西北内陆河流域地区实施的生态治理政策与我国传统的退耕还林不同,其特点是对水资源重新分配利用。由于经济与生态对水资源的双重依赖,探讨基层农户对水资源重新分配利用的意愿及其相互关系,掌握这项政策对农户生计的影响以及公众对政策的接受程度,了解生态修复实施效果的潜在影响,有助于明确有关水资源生态补偿政策与社会因素的相互关系。本文通过参与性农户调查的方式,研究农户对生态输水治理工程的意愿及其相互关系,以期为流域综合治理的可持续发展提供政策建议。

## 1 研究地区与研究方法

### 1.1 研究区概况

额济纳旗位于内蒙古最西部,地处中国第二大内陆河流域黑河下游地区(39°52′—42°47′N, 97°10′—103°7′E),土地总面积  $11.46 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

该区地处西北干旱区,气候极端干旱、降水稀少,是我国生态危机区之一。历史上依靠黑河中游来水形成的额济纳天然荒漠绿洲位于巴丹吉林沙漠腹地,具有减缓强风侵蚀和沙尘暴发生的作用,是维护阿拉善和河西走廊以及整个中国北方、亚洲东部生态安全的重要屏障。近年来,由于黑河流域中上游的水土资源大规模开发利用,加之缺乏有效的水资源统筹管理,进入下游地区的水量持续减少。同时,当地过度放牧和开垦,致使额济纳地区生态环境不断恶化,表现为河道断流、湖泊干涸、地下水位下降、水质恶化、植被退化、生物多样性减少,土地沙漠化、荒漠化进程不断加剧。这不仅使本区生态环境恶化,也使该区演变成成为我国的沙尘暴源区,威胁到我国北方地区的环境安全<sup>[19-21]</sup>。为了拯救黑河流域日益恶化的生态环境,恢复额济纳旗的荒漠绿洲,中国政府在 1999 年专门成立了黑河流域管理局,从黑河全流域统一分配水资源,向地处黑河下游的额济纳旗输送生态用水,即水资源主要用于林草地灌溉、浸润河道以补充地下水、向下游东居延海补水等,在关键调水期不给农田和经济作物配水以确保生态用水<sup>[22]</sup>。此外,额济纳旗在荒漠草原带实施退耕限牧、生态移民工程,在农牧交错带发展节水农业以提高水资源利用效率来恢复恶化的生态环境。

额济纳旗共管辖 5 个乡镇和 1 个农牧业示范园区,其中,达来呼布镇和巴彦陶来农牧业示范园区距离县城较近,其余乡镇距离县城较远,部分在偏远荒漠地带。2006 年,全旗农牧业人口约 1349 户、5700 多人。民族以蒙古族和汉族为主,同时还有回族、藏族、满族等。当地居民依靠种植棉花、哈密瓜、粮食和养殖骆驼、羊等为主要收入来源,另外,还有建筑、运输、旅游以及中草药采集等副业收入。

### 1.2 资料收集和分析

本研究采用参与性农户评估方法(PRA),在小规模定性调查的基础上调整调查问卷,并于 2011 年 6 月对研究区域农户进行调查访问。调查对象为额济纳旗内年龄大于 18 岁的永久性居民。问卷内容由 4 部分组成:1) 调查对象的社会经济特征:包括性别、年龄、职业、文化程度、家庭人口、家庭收入、接受补偿情况等;2) 调查对象对生态输水和治理工程的态度;3) 生态输水和治理工程对居民生计的影响;4) 生态输水和治理工程对促进节水农业发展的情况。为了统计方便,每个问题给出 2~5 个答案供选择(表 1)。调查采用抽样调查的方式,为了提高问卷调查的效率和可靠性,采取面对面单独进行户内调

表 1 调查问卷  
Table 1 Questionnaire

问题 Question	答案 Answer
1) 您对生态输水和治理工程了解吗? Do you know the EWTRP?	是/不是 No/Yes
2) 您支持生态输水和治理工程吗? Do you support to EWTRP?	是/不是 No/Yes
3) 自生态输水以来,您认为当地生态环境变好了吗? Ever since water transfer and ecological rehabilitation, do you think the local environment changed better?	是/不是 No/Yes
4) 生态输水和治理工程对您的生计有影响吗? Does the EWTRP affect your livelihood?	是/不是/不知道 No/Yes/No opinion
5) 退耕限牧和公益林补偿能弥补您的经济损失吗? Does the compensation can make up your economic losses for limed farmland, forests, and animal husbandry?	是/不是/不知道 No/Yes/No opinion
6) 退耕限牧和公益林补偿结束后您会再次垦荒放牧吗? Will you once again reclaim grazing after compensation?	是/不是/不知道 No/Yes/No opinion
7) 生态输水和治理工程对您的家庭造成剩余劳动量吗? Does the EWTRP cause the amount of surplus labor of your family?	是/不是/不知道 No/Yes/No opinion
8) 如果造出剩余劳动量您是如何安排的? If the EWTRP creates the amount of surplus labor, how do you arrange?	多选 multiple-choice
9) 您愿意参加节水农业吗? Would you like to participate in water efficient agricultural practices?	是/不是/不知道 No/Yes/No opinion
10) 您对目前的用水渠道工程满意吗? Are you satisfied with the current water irrigation channels?	是/不是/不知道 No/Yes/No opinion
11) 您对目前的水价满意吗? Are you satisfied with the current price of water?	是/不是/不知道 No/Yes/No opinion
12) 您认为生态输水和治理工程对节水农业有促进作用吗? Do you think ecological water transfer and rehabilitation project promote water efficient agricultural practices?	是/不是/不知道 No/Yes/No opinion
13) 您认为制约节水农业发展的因素是什么? What are the constraining factors in the development of water efficient agricultural practices?	多选 Multiple-choice

查,避免其他人员的影响。

数据样本采集依据该工程在各地区实施的不同内容,在巴彦陶来农业示范园区(节水农业生产)、达来呼布镇(生态移民聚集地)和苏泊淖尔苏木(农牧业共同生产)随机发放问卷 350 份,回收有效问卷 346 份。其中,达来呼布镇位于县城中心,巴彦陶来农业示范园区距离县城较近,苏泊淖尔苏木距离县城较远。

采用 SPSS 17.0 统计分析软件进行统计分析。根据人口统计特征和社会经济因素,以性别、年龄、职业、文化程度、家庭人口、家庭收入、接受补偿为自变量,以对生态输水和治理工程的支持态度、对居民生计和促进节水农业发展情况为因变量进行逻辑回归分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 调查对象特征

本次调查对象中 61.6% 为男性居民,38.4% 为女性。调查对象的年龄在 18~69 岁,平均年龄 39 岁,以 18~35 岁居多,户均人口 4.2 人。24% 的调查对象为文盲或小学文化水平,44.8% 为初中文化水平,31.2% 为高中或高中以上文化水平。调查对象中 49.1% 从事农业活动,28.9% 从事放牧活动,22% 从事林业活动或农村基层管理活动。当地居民的家庭年均收入为 29605 元,人均年收入 7094 元(表 2)。

### 2.2 调查对象对生态输水和治理工程的态度

社区居民对于生态输水和治理工程的态度直接影响工程的顺利实施。调查结果表明(表 3),94.2% 的被访者了解这项政策,认为国家投入巨资治理黑河流域生态环境是值得的,57.8% 的人明确表示支持这一项目,79.8% 的人认为开展生态输水和治理工程以后,当地生态环境明显改善,这是该工程能迅速履行的主要原因之一。

表 2 调查样本基本特征

Table 2 Basic characteristics of the samples

特征 Characteristics	分组 Group	职业 Career			总计(百分比) Total (percentage)
		农民 Peasant	牧民 Herdsmen	其他 Other	
性别 Gender	男	127	53	33	213(61.6)
	女	43	47	43	133(38.4)
年龄 Age	<35	70	43	30	143(41.3)
	36~50	60	33	47	140(40.5)
	>50	40	23	0	63(18.2)
教育水平 Education level	≤小学	44	31	8	83(24.0)
	初中	92	43	20	155(44.8)
	≥高中	33	27	48	108(31.2)

表 3 调查描述统计表

Table 3 Description of survey statistics

问题 Question	回答 Answer		
	是 Yes	不是 No	不知道 No opinion
1)	326(94.2%)	20(5.8%)	
2)	200(57.8%)	146(42.2%)	
3)	276(79.8%)	70(20.2%)	
4)	180(52.1%)	146(42.2%)	20(5.7%)
5)	163(47.1%)	173(50.0%)	10(2.9%)
6)	130(37.6%)	190(54.9%)	26(7.5%)
7)	150(43.4%)	160(46.2%)	36(10.4%)
9)	237(68.5%)	56(16.2%)	53(15.3%)
10)	107(30.9%)	230(66.5%)	9(2.6%)
11)	276(79.8%)	60(17.3%)	10(2.9%)
12)	70(20.2%)	260(75.1%)	16(4.7%)

当地居民支持这项工程主要有以下原因: 参加退耕限牧和生态移民的牧民能在经济上获得政府提供的退耕限牧和公益林补偿, 补偿标准为 21 周岁以上的牧民每年约 1 万元人民币, 少数退耕户参加当地的林业护理, 每月可以获得约 500 元的工资。另一方面, 通过近 10 年的生态输水, 下游地区的植被和地下水有了显著改善, 草场荒漠化得到有效遏制, 农牧业生产能够正常维持, 农牧民已经感受到由生态环境恢复所带来的实惠。

尽管大部分人支持这项政策, 但仍有 42.2% (表 3) 的居民对生态输水和治理工程不支持。逻辑回归分析结果表明(表 4), 职业、年龄和人均收入是决定是否支持生态输水和治理工程的主要原因。牧民和低收入者对工程不满意, 认为生态输水和治理工程影响其正常生计, 而获得的工程补偿款太少, 并且补偿方式单一(货币补偿); 随着受访者年龄的增大, 对生态环境保护意识逐渐强烈, 越支持这项工程。

### 2.3 生态输水和治理工程对居民生计的影响

生态输水和治理工程在改善当地生态环境的同时, 也影响了当地居民的生计。从调查结果来看(表 3) 52.1% 的居民认为这项工程影响其正常生计; 50% 的居民认为退耕限牧和公益林补偿不能弥补其经济损失; 37.6% 的人明确表示退耕限牧和公益林补助政策结束后会再次返牧或垦荒放牧, 表明该工程的可持续性令人担忧。

在调查对象中, 由于退耕限牧和生态移民约有 43.4% 的家庭造成剩余劳动力, 而这些剩余劳动力主要从事外出打工(16.0%)、农闲打工(20.7%)、畜牧养殖(22.4%)、农畜产品加工(5.2%)、林业

管理(18.4%)、旅游(7.8%)和中草药采集(9.5%)等活动。

逻辑回归分析表明(表 5), 职业和接受补偿是影响居民生计的主要原因。生态输水治理政策对牧民的生计影响最大, 这是因为政府采取退耕限牧、围栏封育以后, 部分牧民被安置在移民村, 加之政府采取压缩牧民的养殖畜群数量, 进行舍畜半舍畜饲养, 想从以往的大量养殖转变到产品深加工方面来<sup>[23]</sup>。但是, 实际调查的情况是牧民认为舍畜饲养成本太高, 而产品深加工在当地还没有形成大的龙头企业, 牧民的舍畜半舍畜饲养并不成功, 导致牧民生活除退耕限牧和公益林补偿及少量土地收入外, 再无生活来源; 而农民退耕限牧的土地基本上是产量较少的贫瘠耕地, 所以对其生计影响不大。

对再次返牧或垦荒种植的态度上(表 5), 受教育程度和年龄以及政府是否继续补偿是主要影响因

表 5 生态输水和治理工程对农户生计影响因素的分析  
Table 5 Analysis of the influence factors of EWTRP on livelihood of farmers

问题 Question	参数 Coefficient					
	变量 Variable	回归系数 B	标准误 SE	卡方值 Wald	P	似然比 Exp(B)
4)	GEN	2.032	1.484	1.875	0.171	0.131
	OCC	3.506**	1.474	5.661	0.017	3.315
	AGE	-0.701	1.516	0.214	0.644	0.496
	EDU	-1.151	1.055	1.187	0.276	0.317
	COM	-2.837**	1.587	3.799	0.074	0.059
	INC	-1.724**	1.949	4.602	0.041	5.41
5)	HHS	22.04	1.415	0.192	0.729	3.74
	GEN	-0.316	1.048	0.091	0.736	0.729
	OCC	-3.467**	1.394	6.187	0.013	0.312
	AGE	3.081	1.802	2.923	0.087	21.763
	EDU	-1.293	1.248	1.073	0.300	3.643
	COM	2.419**	1.327	3.406	0.065	11.547
6)	INC	1.324**	1.879	5.031	0.001	0.712
	HHS	2.063**	1.418	4.507	0.001	0.892
	GEN	0.917	0.641	2.049	0.152	2.502
	OCC	-2.273	0.947	5.766	0.016	0.103
	AGE	-2.086**	1.232	2.868	0.091	0.103
	EDU	-1.468**	0.833	4.107	0.078	4.341
7)	COM	-0.062*	0.927	4.004	0.047	0.940
	INC	-2.711*	1.384	3.839	0.051	0.066
	HHS	-3.891	1.721	5.107	0.024	0.201
	GEN	-0.359	1.105	1.051	0.745	0.698
	OCC	6.454**	1.801	12.843	0.000	0.002
	AGE	3.204**	1.250	6.570	0.010	0.041
	EDU	-3.204**	1.250	6.570	0.010	0.041
	COM	1.477	1.223	1.459	0.227	4.379
	INC	-8.192*	3.697	4.909	0.027	0.001
	HHS	1.918	1.684	1.298	0.255	6.808

表 4 农户对生态输水和治理工程态度的影响因素分析  
Table 4 Analysis of the factors that influence the attitude toward EWTRP

问题 Question	参数 Coefficient					
	变量 Variable	回归系数 B	标准误 SE	卡方值 Wald	P	似然比 Exp(B)
2)	GEN	0.282	0.945	0.089	0.765	1.326
	OCC	-2.535**	1.289	3.868	0.049	0.079
	AGE	3.412**	1.546	4.875	0.027	0.033
	EDU	-1.641	1.009	2.671	0.102	0.192
	COM	1.605**	1.084	5.193	0.019	4.977
	INC	22.200**	1.680	4.903	0.016	1.020
	HHS	-3.057	2.567	1.418	0.234	0.047

\*\*\*  $P < 0.01$ ; \*\*  $P < 0.05$ ; \*  $P < 0.1$ . GEN: 性别 Gender; OCC: 职业 Occupation; AGE: 年龄 Age; EDU: 文化程度 Education level; COM: 补偿 Compensation; INC: 人均收入 Individual income; HHS: 家庭人口 Household size. 下同 The same below.

素. 随着居民受教育水平的提高, 重新获得就业机会增大, 再次毁林、毁草开荒放牧的愿望减少; 而且随着年龄的增大, 环保意识也逐渐增强, 劳动能力下降, 外出活动机会较少. 如果能得到政府的工程补偿, 对他们来说既能从土地中获得收益, 又可以节约劳动力.

#### 2.4 生态输水治理工程对节水农业发展的促进情况

生态输水治理工程的最终目标是解决下游地区水资源短缺、提高水资源利用效率、恢复恶化的生态环境, 而发展节水农业是解决上述问题的最好途径. 在受访者中(表3), 68.5% 愿意参加节水农业, 79.8% 对目前的农业水价满意, 66.5% 对渠道工程不满意, 认为修建的渠道设计不合理, 没有按照原河道地形设计, 给灌溉造成一定困难. 而且渠道工程管理存在重建设、轻管理的思想, 以至于部分干流渠道破损严重, 不能使用.

自生态输水和治理工程实施以来, 仅有少数人(20.2%) (表3) 认为该工程促进了当地节水农业的发展. 在当地政府调整农业种植结构以后, 额济纳主要种植棉花和哈密瓜, 部分巴彦陶来农业示范园区的农户修建了滴管工程, 取得了较好的效益, 为周边地区树立了示范, 但没有大面积推广. 调查结果显示, 制约开展节水灌溉的主要因素是节水技术掌握比较困难(12.5%)、节水灌溉工程投资大、难以承担(35.6%)、农副产品价格低廉、不愿意花钱在节

水灌溉投资上(20.8%)、土地面积过于分散, 不利于开展节水灌溉(21.8%)、灌水时间间隔长、希望一次多浇水(7.4%)、水价低不用白不用(1.9%)等.

逻辑回归分析表明(表6), 年轻人由于具有较高的文化程度和接受新技术的能力, 愿意参与节水农业; 农民因为拥有的土地面积相对较少, 希望发展节水灌溉增加收入; 家庭收入高的人有能力投资节水农业, 所以也支持发展节水农业. 但是, 由于该地区土地分配不均、收入差距大, 再加上对水资源计量困难和计量设施的限制, 节约用水不能与经济收入直接联系起来, 导致实际参加节水农业的人所占比例较低, 认为没有促进节水农业的发展.

### 3 讨 论

#### 3.1 农户生计与生态修复

农户作为理性的经济个体, 其经营行为的根本特点就是追求利益最大化. 因此, 生态修复政策能否真正起到作用, 在很大程度上取决于是否能被农户在经济利益上所接受. 当国家或其他机构的观点与当地农户的观点或要求存在分歧时, 很有可能导致矛盾的产生. 这些矛盾往往会使国家的土地保护战略或土地利用政策难以执行, 甚至是不可能得到贯彻执行<sup>[24]</sup>. 额济纳的牧民对生态和输水治理工程最不满意的主要原因是采取退耕限牧、生态移民后, 牧民生活仅靠政府补偿和少量土地外, 再无生活来源. 他们虽然能获得一定的政府补偿, 但这种补偿远远不能弥补他们的损失; 再加上牧民缺乏就业技能及就业机会, 导致短期内大量劳动力闲置, 从而对牧民尤其是贫困牧民的生计产生明显的负面影响. 另外, 越是贫困的牧民对本地自然资源的依赖性越大, 因而受到生态输水和治理工程的影响越显著. 对于尚未找到新的替代生计的贫困农牧民而言, 一旦政府补偿结束, 他们将返回原来的生计方式, 阶段性的生态治理成效将会再次丧失, 生态环境将遭受再次破坏. 因此, 当前中国的环境保护政策若不能有效解决农户生计问题, 不能从根本上化解农户破坏生态环境的驱动因素, 那么这种政策的长远成效是值得怀疑的<sup>[25]</sup>. 所以, 理想的生态治理政策, 应该是生态修复与经济发展有效结合, 并配以适当持续的生态补偿政策, 以实现环境与社会的良性互动, 使当地居民摆脱对原来生计的路径依赖, 在改善他们生计的同时, 逐步实现生态修复目标<sup>[26-27]</sup>. 对于农牧民来说, 应由政府组织对他们实行系统的技能和现代农

表6 生态输水和治理工程对促进农户参与节水农业发展的态度分析

Table 6 Analysis of the attitude of farmers toward promoting EWTRP in the development of water-saving agriculture

问题 Question	变量 Variable	参数 Coefficient				
		回归系数 B	标准误 SE	卡方值 Wald	P	似然比 Exp(B)
9)	GEN	-1.865	0.979	3.632	0.057	0.155
	OCC	-17.845**	5.796	5.322	0.001	0.263
	AGE	-7.983**	8.084	6.361	0.018	3.391
	EDU	0.858**	1.181	4.528	0.007	0.424
	COM	4.427	9.403	0.869	0.196	2.492
	INC	2.964**	5.007	7.382	0.005	1.099
	HHS	-4.608	9.403	0.869	0.196	2.492
12)	GEN	-5.589**	1.877	8.864	0.003	0.004
	OCC	-1.604	1.444	1.233	0.267	0.201
	AGE	-2.027	1.872	1.172	0.279	0.132
	EDU	3.891**	1.436	7.342	0.007	0.021
	COM	-2.520	1.630	2.389	0.122	0.037
	INC	-17.765**	9.765	5.722	0.001	0.052
	HHS	-3.289	2.129	2.385	0.122	0.037

业科学技术培训,使其生计改善多样化,提高农牧民的科学意识,促进农牧民生产由传统农牧业向现代农业转变,增强农户家庭的产业调整能力,从而有效地减少或消除农村过剩劳动力、加大退耕禁牧户进行毁草复耕所需劳动力的转移成本,以有利于生态工程的可持续发展。

### 3.2 节水农业发展与水资源短缺

在水资源极其紧张的条件下,干旱区生态系统的保护和修复需要一个过程,只有逐步、合理地协调生态用水与农牧业用水之间的关系,才能真正地实现生态环境保护和经济的可持续发展。在黑河流域,推行流域水-生态-经济协调发展模式,是提高用水效益和恢复生态环境的重要途径。因此,只有通过发展节水型农业才能有效解决生态用水与农牧业用水之间的矛盾<sup>[28-29]</sup>。目前,制约节水农业顺利发展的因素很多<sup>[30]</sup>,对额济纳地区来说,农业种植结构不合理是主要影响因素。额济纳主要种植棉花和哈密瓜等高耗水的经济作物,而饲草种植比例较低,不利于节约用水。产业结构作为人类作用于生态环境的主要环节,与区域资源、环境存在显著的互动关系。当微观的环境治理效果越来越受到局限、资源供给越来越紧缺时,人们便把目光转向产业结构调整<sup>[31]</sup>。因此,调整农业种植结构对于额济纳来说是解决农业用水的关键因素。从水资源持续利用的角度出发,额济纳适合种植饲草,如果将饲草种植的产业链条延长到饲料加工、牲畜养殖甚至畜产品加工业,其产出效益将会更高,对于当地经济发展会起到非常重要的作用。

高新技术的应用和水资源高效利用管理是发展节水农业的重要建设内容<sup>[26]</sup>。在额济纳地区,滴灌技术已经建成示范,但其建设成本高,如果由农户自己完全承担技术改造成本,在现行的种植结构和较低的农产品价格的条件下,节水灌溉技术带来的收益不能补偿技术改造导致的农业生产成本的增加。在没有政府扶持的情况下,农户对所种植的作物采用先进节水技术的内在动力不足。因此,政府扶持是决定农户采用先进节水灌溉技术的关键因素。灌溉管理是一个系统工程,而当前仍然沿袭原有的灌溉管理办法,从而导致渠系维护不及时、各级管理者的积极性不高、农民用水不规范和节水意识不强等问题的普遍存在。导致上述现象的原因与当前黑河流域农业灌溉水价偏低有关,由于计量困难和计量设施的限制,农田灌溉水费大部分仍以面积计费,农民节水与节费不联系,进而使价格的杠杆作用难以得

到实质性发挥,阻碍了节水灌溉的推广。

在生态环境日益恶化的今天,水资源短缺将是今后我国持续发展所面临的重大挑战。在干旱地区发展节水农业是谋求区域经济社会可持续发展和生态改善的战略选择。然而,由于各地资源禀赋条件和经济发展水平差异的客观存在,决定了节水农业发展的区域性和阶段性特征。因此,建立水资源综合管理体制、完善水资源配置的运行机制、优化区域产业结构、提高水资源利用效率、调整农业种植结构、加大对节水农业高新技术的投入是解决干旱地区水资源短缺的重要保证。

### 3.3 生态水资源补偿问题

生态水资源具有公共物品属性,其成本和效益存在分配空间不平衡:当地的大量水资源承担了生态环境的保护成本,而效益则由不同空间层次,包括区域、国家和全球水平的人共同享有,由此导致了生态水资源的外部性特征,即有些人享受了生态保护的效益却没有承担相应的成本。从目前退耕限牧和公益林补偿来看,仅考虑了水资源的农牧业损失,却对其生态效益及其在空间上的不平衡没有考虑。因此,要求政府部门制定相应法律制度,使水资源的外部化现象内部化,强制受益者付费,使水资源的付出得到利益补偿<sup>[32]</sup>。受益主体对保护主体提供适当的经济补偿是公平原则的要求,体现了社会的正义性<sup>[33]</sup>。若能根据受益者付费、受损者受偿、法律公平、环境正义等原则,对于利益受损地区、受限制发展地区的相关主体给予生态水资源方面的利益补偿和经济诱因,这将更有利于相关区域内的经济与生态的协调发展。

根据水资源的“公共性”和“外部性”的经济特征,兼顾各补偿主体公平地享受权利、承担义务的要求,构建以水资源为纽带的生态补偿体系将有利于地区的可持续发展。在干旱地区,由于经济落后,政府补偿应发挥主导作用,通过加大对生态输水和治理工程的财政和技术投入,同时把生态水资源补偿与扶持节水农业发展结合起来实施才是解决干旱地区生态修复的重要途径。

## 4 结 论

生态环境改善和重建是一项复杂的系统工程,需要考虑生态、社会经济和文化等多种因素,其核心是实现人与生态的协调发展。研究结果证实,黑河流域生态输水和治理工程对额济纳植被恢复起了很大作用的同时,也存在一定问题:为配合生态输水和治

理工程的开展而进行生态移民,造成牧民生计困难,加大了生态治理成果维护的风险;农业水资源利用率低,生态输水和治理工程对节水农业发展没有起到促进作用,水资源短缺将日益加剧,增加了区域生态退化与荒漠化的风险;工程补偿仅仅考虑农牧业损失,对水资源的生态效益在空间上的不平衡没有考虑,补偿存在一定的局限性。因此,对于旱区生态治理既要考虑生态环境安全,又要考虑经济和社会效益。在进行生态输水和治理的同时,应提高农业水资源利用效率、扶持节水农业发展、进行生态水资源补偿、增加农牧民收入、提高农牧民文化素质、改善生态移民工程生计多样化、促进区域农业生产能力、提供岗位培训与信息服务、为农牧民提供更多的就业机会。建立环境与经济、社会综合发展的环境政策,把发展经济、改善教育、提供就业机会和提高水资源利用率与环境修复有机地结合起来是干旱地区生态恢复的有效途径。

#### 参考文献

- [1] Hutchinson CF, Herrmann SM. The Future of Arid Lands - Revisited: A Review of 50 Years of Drylands Research. Paris: UNESCO; Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2008
- [2] Bao C (鲍超), Fang C-L (方创琳). Impact of water resources exploitation and utilization on eco-environment in arid area: Progress and prospect. *Progress in Geography (地理科学进展)*, 2008, **26**(6): 38 - 46 (in Chinese)
- [3] Cheng G-D (程国栋), Xiao H-L (肖洪浪), Xu Z-M (徐中民), et al. Water issue and its countermeasure in the inland river basins of Northwest China: A case study in Heihe River basin. *Journal of Glaciology and Geocryology (冰川冻土)*, 2006, **28**(3): 406 - 413 (in Chinese)
- [4] Guo Y-J (郭英杰), Xu Y-Q (许英勤), Ma Y-H (马彦华). Ecological benefits of the emergency stream water feeding to the lower reaches of Tarim River, Xinjiang. *Arid Land Geography (干旱区地理)*, 2002, **25**(3): 237 - 240 (in Chinese)
- [5] Spash CL. Ethics and environmental attitudes with implications for economic valuation. *Journal of Environmental Management*, 1997, **50**: 403 - 416
- [6] Guo QL, Feng Q, Li JL. Environmental changes after ecological water conveyance in the lower reaches of Heihe River, Northwest China. *Environmental Geology*, 2009, **58**: 1387 - 1396
- [7] Huang TM, Pang ZH. Changes in groundwater induced by water diversion in the lower Tarim River, Xinjiang Uygur, NW China: Evidence from environmental isotopes and water chemistry. *Journal of Hydrology*, 2010, **387**: 188 - 201
- [8] Hou P, Beeton RJ, Carter RW, et al. Response to environmental flows in the lower Tarim River, Xinjiang, China: Ground water. *Journal of Environmental Management*, 2007, **83**: 371 - 382
- [9] Jiang X-H (蒋晓辉), Liu C-M (刘昌明). The response of vegetation to water transport in the lower reaches of the Heihe River. *Acta Geographica Sinica (地理学报)*, 2009, **64**(7): 791 - 797 (in Chinese)
- [10] Zhang Y-C (张一驰), Yu J-J (于静洁), Qiao M-Y (乔茂云), et al. Effects of eco-water transfer on changes of vegetation in the lower Heihe River basin. *Journal of Hydraulic Engineering (水利学报)*, 2011, **42**(7): 757 - 765 (in Chinese)
- [11] Xu H-L (徐海量), Chen Y-N (陈亚宁), Li W-H (李卫红). Study on response of groundwater after ecological water transport at the lower reaches of the Tarim River. *Research of Environmental Sciences (环境科学研究)*, 2003, **16**(3): 19 - 38 (in Chinese)
- [12] Xun L, Bao Z. Government, market and households in the ecological relocation process: A sociological analysis of ecological relocation in S banner. *Social Sciences in China*, 2008, **29**: 113 - 128
- [13] Dagula (达古拉), Hujijiletu (胡格吉乐图), Shi Z (石柱). Analysis of the impact of ecological immigration policy. *Ecological Economy (生态经济)*, 2010, **23**(10): 167 - 171 (in Chinese)
- [14] Liu X-Q (刘小强), Wang L-Q (王立群). Analysis of the effects of the ecological migration on the peasant household's income and expenditure in Duolun County, Inner Mongolia. *Forestry Economics (林业经济)*, 2010(3): 73 - 76 (in Chinese)
- [15] Bahiigwa G, Mdoe N, Ellis F. Livelihood's research findings and agriculture-led growth. *IDS Bulletin*, 2005, **36**: 115 - 120
- [16] Cao S, Xu C, Chen L, et al. Attitudes of farmers in China's northern Shaanxi Province towards the land-use changes required under the Grain for Green Project, and implications for the project's success. *Land Use Policy*, 2009, **26**: 1182 - 1194
- [17] Yu Y-Z (于一尊), Wang K-L (王克林), Chen H-S (陈洪松), et al. Farmer's perception and response towards environmental migration and restoration plans based on participatory rural appraisal: A case study of emigration region in the Karst Southwestern China. *Acta Ecologica Sinica (生态学报)*, 2009, **29**(3): 1170 - 1180 (in Chinese)
- [18] Lian G (连纲), Guo X-D (郭旭东), Fu B-J (傅伯杰), et al. Farmer's perception and response towards Grain-for-Green Program and eco-environment based on participatory rural appraisal China. *Acta Ecologica Sinica (生态学报)*, 2005, **25**(7): 1741 - 1747 (in Chinese)
- [19] Feng Q, Cheng GD. Current situation, problems and rational utilization of water resources in arid north-western China. *Journal of Arid Environments*, 1998, **40**: 373 - 382
- [20] Wang G-X (王根绪), Cheng G-D (程国栋). Changes

- of hydrology and ecological environment during late 50 years in Heihe Basin. *Journal of Desert Research* (中国沙漠), 1998, **18**(3): 233–238 (in Chinese)
- [21] Xu ZM, Cheng GD, Zhang ZQ, *et al.* Applying contingent valuation in China to measure the total economic value of restoring ecosystem services in Ejina region. *Ecological Economics*, 2003, **44**: 345–358
- [22] Lu Z-Y (卢振园), Tang D-S (唐德善), Zheng B (郑斌), *et al.* Post-evaluation of the ecological impact of water diversion and recent management in the downstream Heihe River. *Acta Scientiae Circumstantiae* (环境科学学报), 2011, **31**(7): 1556–1561 (in Chinese)
- [23] Pan S-B (潘世兵), Lu J-X (路京选), Zhang J-L (张建立), *et al.* Analysis on ecological environment protection and its effectiveness of E' jina Oasis in Heihe River Basin. *Geography and Geo-Information Science* (地理与地理信息科学), 2006, **22**(5): 106–112 (in Chinese)
- [24] Biot Y, Blaikie PM, Jackson C, *et al.* Rethinking Research on Land Degradation in Developing Countries. World Bank Discussion Paper 289. Washington: The World Bank, 1995
- [25] Cao S, Wang X, Song Y, *et al.* Impacts of the natural forest conservation program on the livelihoods of residents of northwestern China: Perceptions of residents affected by the program. *Ecological Economics*, 2010, **69**: 1454–1462
- [26] Cao S, Zhong B, Yue H, *et al.* Development and testing of a sustainable environmental restoration policy on eradicating the poverty trap in China's Changting County. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2009, **106**: 10712–10716
- [27] Wang C-C (王成超), Yang Y-S (杨玉盛). Review of research on mountainous ecological restoration based on farmer household livelihood evolution. *Journal of Natural Resources* (自然资源学报), 2011, **26**(2): 343–352 (in Chinese)
- [28] Yao S-M (姚素梅), Zhu X-X (朱晓翔). Water problems and their solutions in sustainable development of agriculture in China. *China Population, Resources and Environment* (中国人口·资源与环境), 2005, **15**(1): 122–125 (in Chinese)
- [29] Fang C-L (方创琳), Bu W-N (步伟娜), Bao C (鲍超). Options of water-ecology-economy balanced development and water usage analysis in the Heihe Watershed. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), 2004, **24**(8): 1071–1079 (in Chinese)
- [30] Guo H-P (郭鸿鹏), Luo L-G (罗良国), Ren A-S (任爱胜), *et al.* Study on the problems and strategies encountered in the development of water-saving agriculture in China. *China Soft Science* (中国软科学), 2000(7): 12–14 (in Chinese)
- [31] Zhao X-Y (赵雪雁), Zhou J (周健), Wang L-C (王录仓). Quantitative research on the coupling relationships between industrial structure and eco-environment in the Heihe River Basin. *China Population, Resources and Environment* (中国人口·资源与环境), 2005, **15**(4): 69–73 (in Chinese)
- [32] Xu H-X (徐红霞). Study of mechanism of ecological compensation for water resources and water environment protection. *Academic Forum* (学术论坛), 2008(2): 123–127 (in Chinese)
- [33] Zhou D-J (周大杰), Sun L-Y (孙丽英), Shi D-H (石缎花), *et al.* Ecological compensation in management of water resources of the river basins. *Journal of Beijing Normal University* (Social Sciences) (北京师范大学学报·社会科学版), 2005(4): 131–135 (in Chinese)

---

作者简介 王昱,男,1979年生,讲师,博士.主要从事生态水文水资源研究. E-mail: wangyu-mike@163.com

责任编辑 杨弘

---