

文章编号: 1000-0585(2002)04-0449-10

# 石羊河下游民勤绿洲变化的人文机制研究

杨永春<sup>1</sup>, 李吉均<sup>1</sup>, 陈发虎<sup>1</sup>, Jacquie Burgess<sup>2</sup>,  
李瑞成<sup>3</sup>, 李 丁<sup>1</sup>, 常跟应<sup>1</sup>, 李忆春<sup>1</sup>

(1. 兰州大学资源环境学院地理科学系, 甘肃 兰州 730000; 2. Department of Geography,  
University College London, London, UK; 3. 民勤县水管局, 甘肃 武威 733000)

**摘要:** 本文根据社会调查资料分析了甘肃省河西地区石羊河下游民勤绿洲变化的趋势及其影响, 进而从用水行为和水量均衡角度讨论了绿洲变化的人文作用机制, 认为石羊河流域下游绿洲变化与传统农业外延式扩张机制密切相关, 而传统农业扩张机制由于各种因素的制约在短时期内难以打破。而不打破导致绿洲环境恶化的人文机制, 任何试图扭转此类地区绿洲环境恶化趋势的措施都可能是无效的。

**关键词:** 民勤盆地; 绿洲变化; 人文机制; 石羊河下游

**中图分类号:** X24 **文献标识码:** A

我国干旱区生态环境近 50 年来呈现恶化趋势, 如沙尘暴日益严重等。深入研究西部绿洲系统变化趋势的人文机制将有助于解决干旱区可持续发展等相关问题。本文以甘肃石羊河下游民勤绿洲系统为例, 从人类用水行为角度讨论了干旱区绿洲变化的人文机制。石羊河流域位于河西走廊东段, 上游为祁连山脉, 中游为武威盆地, 下游为民勤县。民勤绿洲是指红崖山 - 黑山 - 阿拉古山一线以北地区, 属于典型的荒漠绿洲, 按地形、水利条件以及历史习惯分为昌宁 (昌宁盆地)、环河、坝区、泉山、湖区 (民勤盆地) 5 个区。

为了获得详细资料, 分别于 1999 年和 2000 年的 9~12 月, 中方人员和英国伦敦大学学院环境变化研究中心的科研人员在民勤县利用点面结合, 采用环境社会学的主要研究方法之一——访谈式调查方法对当地政府官员、不同年龄的男性农民和家庭主妇、当地医生等进行了较为广泛的社会调查。本次调查分为水资源、环境变化、人文三个小组, 人文调查包含家庭状况、家庭用水、农业用水、水质和水量、环境变化和人体健康 5 个部分。

## 1 民勤绿洲变化及其对社会经济的影响

根据我们的调查结果和有关资料分析, 民勤绿洲一直到 60 年代中期地下水位都小于 3 m。之后, 由于民勤绿洲几乎利用全部地表水和所有提取的地下水维持农业生产, 除邓马营湖等少量独立盆地, 地下水位逐年下降。目前, 民勤部分地区地下水位已经大于 10~15m。在农作物生长期, 大部分灌区地下水位低于 15~20m, 坝区部分地区还低于

收稿日期: 2002-01-14; 修订日期: 2002-03-25

基金项目: 国家自然科学基金重点项目 (49731010); 兰州大学资源环境学院地理科学系与英国伦敦大学学院合作项目 (BC 项目)。

作者简介: 杨永春 (1969-) 男, 陕西白水人, 副教授, 博士。主要从事区域可持续发展, 城市地理方面的研究。

30m。如此低的地下水位使绿洲植被几乎不能得到地下水分供应,而且在空间上由外向内逐渐严重,形成了与自然绿洲状态完全相反的景观。1979年,民勤盆地没有一处地下水矿化度大于5g/l。但是80年代末至2000年,民勤盆地南部地下水矿化度增加了0.5~1.80g/l,北部增加了0.4~5.6g/l。1995年湖区一带地下水矿化度已经超过5g/l的面积有25000ha。同时,地下水矿化度增高范围逐渐扩大,水质恶化趋势是高矿化度等值线由北向南推移。近20多年来,次生盐渍化已经成为民勤盐渍化的主导类型。有关资料显示,民勤土地盐渍化面积60年代初仅有12467ha,1992年已达到40800ha,其中重盐碱化面积25200ha。近10年来,民勤湖区盐渍化向南发展趋势十分明显<sup>[1,2]</sup>。

由于民勤绿洲非农地没有实施生态用水保障制度,民勤受风沙侵害土地面积比例达到29.7%。根据沙漠化范围的调查估算和有关资料,近50年来民勤沙漠化面积超过16200ha(耕地沙化面积难以统计,根据有关资料估计超过5000ha)。航片、地形图资料以及实际调查结果显示,沙漠化逐渐由绿洲外围向内部、下游向上游推进。民勤绿洲严重的沙漠化和盐渍化,导致了绿洲系统功能的衰退。70年代开始,民勤绿洲低洼地带、河湖两岸的湿生系列草甸植物开始退化,大面积天然林和50年代末期广泛种植的沙枣林衰败枯死现象严重。70年代以后,民勤盆地外围裸露沙区1.2米深度范围内平均含水率仅为1.3%,容易形成生长性水分亏缺<sup>[3]</sup>。由于民勤北部近10多年来主要用浅层咸水灌溉,几乎全部耕地都有不同程度的盐碱化。90年代中期以来,根据民勤县林业局提供的有关资料,天然“柴湾”有36533ha接近死亡,12667ha严重沙化,保存较好的仅有23733ha。沙枣林中有6440ha成片死亡,有5800ha枯梢衰败。生长在绿洲沙漠区防风固沙的天然灌木林,50年代有72400ha,而且生长良好,现在仅有约27.6%生长良好。历年营造的27420ha人工灌木林,覆盖度由原来的44.8%降低为15%以下<sup>[4~8]</sup>。

90年代,民勤县采取了衬砌渠道,塑料薄膜过水,减少农业单位面积用水量等节水措施来缓和用水矛盾,但是由于很少考虑生态用水问题,导致农田防护林网开始衰败和萎缩,进一步加剧了生态系统退化过程和农业产量的下降。调查结果显示,90年代以来,如果一直用浅层咸水灌溉,第三年因盐碱化造成粮食绝收就习以为常了,如东湖镇1990年小麦平均产量为2550kg/ha,1991年为1155kg/ha。1999~2000年,如果没有河水和深井水灌溉“洗盐”,湖区大部分土地已经不能种植小麦等作物,只能种植茴香等耐盐碱种类。湖区至少有1/3耕地因盐碱化而成为撂荒地。土壤盐渍化不但造成耕地撂荒,还导致农业生产单位面积产量降低,同时,水质恶化造成当地人肠胃疾病、各种癌症、风湿病等疾病发病率居高不下,农产品品质下降,降低了农产品的竞争能力和农民的收入。

## 2 民勤绿洲变化的人文机制

### 2.1 民勤绿洲变化外部人文影响因素

石羊河流域近50年来水分情况较稳定,平均出山径流量50年代为 $14.6 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ,60年代为 $11.9 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ,70年代为 $11.8 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ,80年代为 $11.9 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ,90年代约为 $13.2 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。然而,由于武威绿洲开发力度加大,用水量迅速增加,导致石羊河

本部分1997年以前资料主要引自甘肃省地质矿产局第二水文工程地质队和中国地质矿产经济研究院1992年编写的《甘肃省石羊河流域环境现状评估以及劣化经济损失评估》和甘肃省民勤县水利局1996年12月编写的《甘肃省民勤县“九五”节水灌溉规划报告》,1998年以后的资料来自作者的实地调查结果和民勤县各有关部门的内部资料。

流入下游的地表水量逐年减少，如 50 年代为  $5.4 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ，90 年代为  $1.4 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ，减少了  $4.0 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。由于民勤绿洲降水量、蒸发量基本稳定，可以肯定石羊河中上游截流大量地表水资源是下游民勤绿洲变化的主要外部人文影响因素<sup>[1]</sup>（数据见前页注）。

2.2 民勤盆地 90 年代中后期人类社会用水行为

2.2.1 家庭用水行为（个体行为） 1999~2000 年民勤绿洲农户用水情况如表 1。家畜用水、家庭日常用水和农业用水分别占总用水量的 0.34 %、0.22 %和 99.44 %，家畜和家庭日常用水在总用水中几乎可以忽略不计。除集体水井用水免费外，其它水井则平均自来水供一次水或者拉一桶水需要付 1 元人民币，年人均花费 17.12 元。农业用水几乎全部消耗在种植业。作物种植总面积年平均 0.91ha，主要作物有小麦（32.58 %）和籽瓜（48.94 %），其次是茴香（8.11 %）、玉米（7.01 %）和棉花（2.41 %）。近年来黄河蜜种植面积（0.94 %）因为难以销售而急剧下降。灌溉制度主要为河水、井水（67.07 %）混灌，其余为井水灌溉（32.93 %）。甜水、苦水（矿化度较高）混灌比例高达 79.27 %。有 6.1 %的农户因为不能支付河水费而未能使用河水，年度人均河水费 103.32 元。

表 1 1999~2000 年甘肃民勤绿洲农户年均用水调查统计结果

Tab.1 The investigating water use of the agricultural families in Minqin in 1999~2000

受调查农户用水项目与类型								受调查农户的年用水量 总量(m <sup>3</sup> )		
家畜用水	牲畜类型	牛	羊	猪	驴	骡	小计	26.35	0.34 %	
	饮水数量(kg/ 只· 天)	25.13	5.42	13.23	20.49	27.68	91.95			
	日总用水量(kg)	6.78	26.64	12.97	20.55	5.26	72.20			
日常用水	用水类型	日常用水(吃饭、饮用等)	洗衣服					16.76	0.22 %	
	数量(kg/ 人· 天)	5.63	4.20				9.83			
	日总用水量(kg)	26.27	19.62				45.89			
农业用水	井水	作物类型	小麦	玉米	籽瓜	棉花	茴香	黄河蜜	6633.76	85.34 %
		农户平均种植作物面积(ha)	0.30	0.06	0.45	0.02	0.07	0.01		
		灌溉次数	6.12	6.10	5.31	3.31	4.61	6.27		
		每次灌溉量(m <sup>3</sup> / ha)	1908.75	1188.90	941.25	979.95	1028.70	768.75		
		年灌溉总量(m <sup>3</sup> )	3504.47	435.14	2249.12	64.87	331.96	48.20		
	河水	每年春季或秋、冬季灌溉一次苗水或安种水,平均每人可以灌溉 0.07ha. 每 ha 约 4500 ~ 6000m <sup>3</sup> ,计算取 5250。但受调查户因各种原因只有 67.06 %使用河水。						1096.1	14.10 %	
总计								7772.97	100 %	

注：1. 根据笔者及国内外同事于 1999~2000 年在民勤盆地的调查资料编制。经剔除异常数据后，采取年度平均和农户户均计算得出；2. 受调查农户基本没有专门的果树种植和工业。少量小型加工业几乎不耗水。庭院式果树栽培规模很小，且用水量难以估计，所以用水类型不包括庭院果树灌溉；3. 受调查农户平均家庭人数为 4.67 人，民勤全县 30 万人；4. 每年按 365 天计算；5. 所有受调查户中扣除没有农业用地的单位职工和没有提供种植任何一种作物的农户数目，共剔除 11 户，余 85 户；6. 家畜用水不包括野外放牧时的饮水；7. 农户井水包含从井口到耕地的渠间下渗，但河水用量不包括任何渠间下渗；8. 城镇居民用水和工业用水不包括在内；9. 如果套种影响用水次数和每次用水量时，在调查时统计总次数和总用水量，否则不考虑。

2.2.2 人类社会系统用水行为 按照家庭年用水总量 7772.97 m<sup>3</sup>，可以求出年人均用水量 1664.45m<sup>3</sup>，以及每公顷耕地面积用水量 8475m<sup>3</sup>。民勤县统计年鉴（2000）显示该县农业人口为 27 万人，则农村年用水总量为 4.49 亿 m<sup>3</sup>。由于综合利用系数为 71%，毛总用水量为 6.33 亿 m<sup>3</sup>，加上城市居民生活用水和工业用水共约 6.4 亿 m<sup>3</sup>。1999~2000 年人均实际耕地面积为 0.20ha，计算的毛总用水量为 6.28 亿 m<sup>3</sup>。实际上民勤现有耕地面积超过 80000ha，约 121 万亩，因各种原因种植面积为 81%左右，计算的农业毛总用水量为 7.79 亿 m<sup>3</sup>。实际上，根据水文地质 2 队和民勤县水管局的统计资料（表 2），民勤县农业用水总量为 7.73 亿 m<sup>3</sup>，计算结果与实际统计内部资料已经非常接近。

表 2 90 年代中后期民勤水资源及农业灌溉情况汇总表（单位：10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>/a）

Tab. 2 The statistical table of water resource and water use in agriculture in Minqin in later 1990's

	灌区名称	昌宁	环河	坝区泉山	湖区	邓马营湖	潮水盆地	合计
水资源量	地表水		15010					15010
	地下径流	995.34	4704.78	3485.31	354.02	1646.92	103.56	11289.93
	降水凝结入渗	467.74	1264.37	726.44	466.24	450.80		3375.59
	合计	1463.08	20979.15	4211.75	820.26	2097.72	103.56	29675.52
农业用水量	综合灌溉净额（m <sup>3</sup> /亩）	549	516	448	417	389		452
	灌溉面积（万亩）	9.2435	7.9027	77.833	25.80	0.59		121.3692
	综合利用系数（%）	75.18	75.60	73.43	62.08	76.04		71
	毛总用水量（10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ）	6750	5394	47489	17330	301.82		77264.82
	备注	地下水	河水、井水混灌	河水、井水混灌	河水、井水混灌	地下水		
可供水量	地面			6300	6600			12900
	地下水合理开采量	2101	4745.70	3680.95	4286.01	376.65		15190.31
	合计	2101	4745.70	9980.95	10886.01	376.65		28090.31
实际利用量	地面			6300	6600			12900
	地下水	6766.37	5434.65	41819.04	10904.36	308.20		65232.62
	合计	6766.37	5434.65	48119.04	17504.36	308.20		78132.62
人类实际利用量	农业用水	6750	5394	47489	17330	301.82		77264.82
	工业及生活用水	16.37	40.65	630.04	174.36	6.38		867.80
	合计	6766.37	5434.65	48119.04	17504.36	308.20		78132.62
平衡计算（-表示缺，+表示余）		-4665.37	-688.95	-38138.09	-6618.35	+68.45		-50042.31

注 1. 根据甘肃省地质矿产局第二水文工程地质队和中国地质矿产经济研究院 1992 年编写的《甘肃省石羊河流域环境现状评估以及劣化经济损失评估》，文献 2 和甘肃省民勤县水利局 1996 年 12 月编写的《甘肃省民勤县“九五”节水灌溉规划报告》以及实地调查资料分析整理；2. 地下径流资源量中已扣除重复量 470.67 ×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>

2.2.3 民勤盆地绿洲系统的水量均衡 90 年代中后期（表 2），民勤上游来水量与 50 年代相比减少了 4.0 ×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>/a，目前绿洲系统缺水量已达到 5.0 ×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>/a。即使上游来水保持 50 年代的水平，仍然缺水约 1 ×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>/a。因此，民勤人类用水行为的外延式扩张和传统农业生产模式是该地水资源短缺的主因。民勤绿洲 1949 年仅有 19.9 万人，耕地面积约 65620ha，人均耕地 0.33ha<sup>[7]</sup>，而 2000 年人口已经超过 30 万人，耕地面积超过 80000ha，人均耕地 0.27ha。发展压力逐年增大。

2.3 民勤绿洲农业用水模式变化

90 年代，民勤县农业总产值占全县总产值的比重一直稳定在 70%以上，其中种植业

占农业总产值的比重稳定在 85 %左右，足以证明种植业是民勤经济发展的支柱产业。而农业种植业消耗了 99 %的用水量。

2.3.1 市场机制环境下的农作物种植种类结构变化 民勤绿洲在改革开放以前主要以小麦、糜子等粮食作物种类为主（表 3）。之后，经济作物种类和面积逐年增加，主要种类有玉米（饲料）、籽瓜、茴香和甜菜等，糜子、谷子和大麻等种类停止种植，新增加了茴香、白兰瓜、籽瓜、蔬菜、胡麻籽等种类。种植种类和面积变化的原因是这些种类的市场价格较高，可以取得较高的经济效益，例如籽瓜市场价格在 90 年代中期曾达到 10 ~ 14 元 / kg，而小麦仅 1 ~ 2 元 / kg，远高于种植传统农作物的收益水平。

表 3 民勤县农作物主要年份的种植结构与面积（单位：万亩）

Tab. 3 The agricultural planting structure and planting area in Minqin in critical years

年份	总播面积	小麦	玉米	糜子	谷子	洋芋	棉花	油料	甜菜
1949	68.78	28.50		16.3	2.50	3.40	1.85	0.25	0.03
1959	87.10	30.78	0.03	15.95	3.44	4.45	12.90	0.76	0.27
1969	71.60	34.55	0.42	8.77	3.32	1.45	1.13	0.85	0.10
1979	71.63	44.87	0.59	3.61	2.79	1.00	0.20	0.76	0.67
1989	62.97	35.01	4.32	0.32	1.15	1.17		1.81	1.06
1995	60.37	29.04	7.19				3.30	0.53	5.10
1999	64.60	31.31	9.70			1.03（薯类）	4.03	1.14	0.17
	大麻	葵花	茴香	瓜类	白兰瓜	籽瓜	蔬菜	胡麻籽	
1949									
1959	0.09								
1969	0.04			0.28					
1979	0.07	1.61		1.20	0.63				
1989		0.03	1.56	0.92	0.31				
1995			2.20	1.35	0.32	9.06			
1999			0.36	2.07	0.16	6.76	1.06	0.45	

注：根据民勤县统计年鉴（1949 - 2000 年）以及民勤县农牧局内部资料整理

2.3.2 农作物种植结构变化对人类用水行为的影响 农业用水模式直接可从作物单位面积用水量反映出来。从表 1 可知，棉花、瓜类、秋禾等经济作物用水量（每次灌溉量和灌溉次数）较小，而小麦、甜菜、蔬菜等传统作物用水量较高，因此，根据市场经济模式，农户调整农作物种植结构和面积客观上将有利于节约用水。笔者运用民勤县主要农作物的分类产量和分类用水量资料计算了 1999 ~ 2000 作物产量和作物用水量的相关系数，结果是小麦 0.3538，玉米 0.5276，籽瓜 0.5800，棉花 - 1，茴香 - 0.1459，黄河蜜 - 1。籽瓜和玉米的相关系数较高，小麦次之，其它品种均为负相关。因此，农作物结构调整既符合市场经济规律，又能节水，潜力巨大，在现有经济模式下容易推广。虽然瓜类等作物面积增加能够节约用水量，但玉米、甜菜、蔬菜等经济作物也处于面积增加状态，单位面积耗水量与小麦大致相同，而且小麦作为当地人基本需求需要保持 30 ~ 65 %的种植比例，因此，按照现有灌溉制度，近 20 年来，因作物种植结构比例调整的节水率在 5 ~ 15 %。

2.3.3 人类采取的主动节水行为 目前，民勤绿洲主要采取衬砌渠道、塑料薄膜过水、小畦灌溉、减少单位面积灌溉水量等主动节水措施来缓解用水压力。但是，由于资金短缺和农民观念等原因而进展较为缓慢。根据民勤县水利局实验结果，如果前三者措施成功（考虑生态用水量），民勤绿洲灌溉利用率将至少提高 10 %。由于传统农业技术水平和农民基于经验的单位面积用水量在民勤超过 4500 ~ 5000m<sup>3</sup>/ha，因此，民勤农业节水潜力为总用水量的 40 ~ 50 %。但是，考虑到绿洲系统的生态用水量一般约占总用水量的 20 ~

30 %，传统农业节水措施对解决民勤水资源供需矛盾的贡献极其有限。近 20 年来，虽然节水取得了一定成效，然而耕地面积增加带来的需水量的增加肯定抵消了人类节水的努力，虽然单位面积平均用水量略有下降，农业用水总量却几乎处于超稳定状态。

2.4 传统农业生产模式与人类用水行为变化

2.4.1 农户农业收益调查与计算 表 4 表明民勤种植业已经对市场经济进行了积极的响应，但是由于主要种类经济作物的市场价格经过大约 15 年激烈竞争调整后逐渐走向平稳和合理化，农户人均种植业纯收入仅 431.4 元。根据相关资料统计分析，生产费、管理费和折旧费在 50 年代中期至 70 年代初期约占 40 %以上，70 年代末期上升到 50 %以上。税金 1959 ~ 1966 占总收入的 6 % ~ 11 %，1967 ~ 1973 年占 2.07 %，1980 ~ 1985 是 1.97 %，其余交纳项目在 3 ~ 5 % 以内。因此，农民可支配部分比例在 50 中期至 70 年代初期占 60 %以上，70 年代中期 ~ 末期占 44 %，80 年代 ~ 90 年代初期，随着经济作物价格的暴涨，农户收入增加，而税收、管理费、生产成本只是处于缓慢的上升期，农民实际可支配收入比例达到 50 ~ 60 %。90 年代中后期，由于农业税种类繁多，主要经济作物产品价格持续下跌，生产成本稳步上升（如化肥用量和价格上升较快），尤其是由于水质问题，有关井水成本和地表水用水成本越来越高（表 4 中关于水费只是正常运营费用，没有包括打井和进行节约用水的一次性交纳的高额费用），因此，如果考虑人力成本，农户种植业实际利润肯定低于 10 %，相当一部分农户已经处于年度亏损状态，需靠其它行业来弥补上述亏损。

表 4 1999 ~ 2000 年甘肃民勤盆地农户经济状况调查结果统计表

Tab. 4 The investigating result of family economic in Minqin Basin in 1999 ~ 2000

作物类型	小麦	玉米	籽瓜	棉花	茴香	黄河蜜	总计	人均量
所有受调查户平均的 种植作物面积 (亩)	4.46	0.96	6.70	0.33	1.11	0.13		
年产量 (kg/ 亩)	301.89	367.73	95.90	167	248.72	2166.67		
年售价 (元/ kg)	1.22	0.72	5.4	3.1	3.54	0.42		
家庭平均总收入 (元/ a)	1642.64	254.18	3469.66	170.84	977.32	118.30	6632.94	1420.33
人均生产成本 (元/ a)	税费和水费	化肥	农药	地膜	农机费	作物良种	其它	
	226.14	483.17	36.92	120.29	37.04	35.24	50.12	988.92
农业利润额 (元/ a)								431.41
调查所得人均收入 (元/ a)								1214.88
人均支出 (元/ a)								1396.15

注：1. 民勤盆地 95 % 以上农户农业收益主要来自种植业，少部分农户从事商业、运输业、收购批发业等服务性产业；2. 税费包括农业税、河水费、承包费、统筹费、屠宰费等各种与土地有关的费用；3. 人均生产成本包括化肥、地膜、作物良种、农机费等各种农业投入，但不包括人力费用以及打井的一次性费用；4. 人均支出包括吃饭、医疗、穿衣、学生学费、农业性支出等，但不包括自己生产的蔬菜、瓜果、燃料、木材、粮食、肉食等不用购买的一切生产、生活用品，也不包括大规模修建住宅、婚丧娶嫁、巨额医疗费等费用；5. 由于小麦除上交国家外，其余部分主要为自己家庭所用，所以小麦不计入收入总额；6. 受调查农户平均家庭人数为 4.67 人。

2.4.2 关于农业用水中井水的额外成本 1999 ~ 2000 年，调查表明平均每社拥有 60 ~ 100m 深的水井为 3.71 眼，250m 以上 1.8 眼（集中在湖区），共 5.51 眼。民勤县 1965 ~ 1995 年以来，累计建成 60 ~ 100 米深机井 17247 眼，实际使用 9021 眼，其中农区 9007 眼，牧区 14 眼。1995 年至今，由于采取打井许可证制度，规定废弃数目和新打数目一致的原则，井数几乎没有变化，1999 年为 9292 眼。机井密度达到 8 ~ 10 眼/ km<sup>2</sup>，最高达到 15 ~ 17 眼/ km<sup>2</sup>。250m 以上的深井有 235 眼，并且在湖区逐年增多。经调查，每打 60 ~

100m 深的机井花费 1~1.5 万元, 250m 以上的深井花费 14~25 万元, 大大增加了农民的用水成本。水井的平均使用期限越来越短, 约为 10~15 年, 湖区因为必须拥有 250m 水井才能生存, 几乎所有合作社都贷款打井。由于井深逐年增大, 用电量大幅度上升。1970 年民勤农业用电量为 13.8 万度, 1990 年为 11201 万度, 1999 年为 20710.7 万度, 极大地增加了农业的长期运营成本。

**2.4.3 人类用水行为的变化趋势与制约条件** 高技术支撑的高效节水农业模式具有很高的技术门槛、投入门槛、管理门槛、运营门槛。民勤曾经进行过滴灌农业生产实验, 平均一次性设备投入费用为 10 万元/亩, 而且由于缺乏熟练、科学的管理经验和技术人员, 未能及时解决相关问题而失败。因此, 先进的农业模式必须拥有先进的管理技术、体制和人才; 投入和运营成本高, 只有农业的高产出和高效益才能维持这种先进农业生产模式, 而这些条件民勤绿洲短时期内难以具备。因此, 即使国家负担了一次性投入, 由于其它条件难以满足, 高效节水农业仍然难以发展起来。

由于传统农业属于低投入、低产出的运营模式, 人均收入过低, 又不能通过工业化过程推动农业现代化。因此, 掌握传统农业运作模式, 刚刚解决了温饱问题、农业利润很低的农民是很难成功运用高效农业生产模式的。表 4 显示, 1999~2000 年民勤农民人均纯收入为 1215 元, 扣除支出, 农民几乎没有存款, 甚至收不敷出。这种经济状态是不能支持农业发展模式转变, 甚至不能满足一般性节水措施的投资门槛。在一定生活水平下, 任何农业生产模式都应有人均耕地面积的底线值。根据我们的调查结果, 民勤绿洲人均拥有 0.25~0.30ha 正常生产能力的耕地才能够维持温饱生活。因此, 在传统农业模式下, 由于人口的持续增加, 民勤耕地规模一直处于扩张状态才维持了现有人口的温饱生活水平。

## 2.5 民勤绿洲变化的人文机制

民勤绿洲变化的人文机制主要存在下列过程<sup>[9~15]</sup> (图 1)。

1、生态用水短缺。对于一个绿洲生态系统, 如能保证合理的植被系统(绿洲面积、组成和空间布局)和足够的生态用水, 将能基本维持运转。民勤绿洲在上游来水量逐年减少的情况下, 农业仍然采用传统生产模式。虽然单位面积用水量略有减少和用水效率有所提高, 但耕地面积增加后所消耗水量几乎抵消了节约的水量, 供需矛盾日益突出, 导致超量提取地下水, 引起地下水位快速下降和中浅层地下水水质开始迅速恶化。在地下水位连年下降到植被难以获得地下水分供给时仍然没有安排专门的生态用水, 引致生态系统恶化。

2、在绿洲系统恶化的趋势下, 防治对策通常有两种做法, 一种是大力推广高效节水农业生产模式, 将用水总量限制在绿洲系统能够允许的限度内, 从根本上解决人地关系矛盾; 二是维持传统模式, 但收缩规模, 直至用水规模符合生态系统要求。可是, 民勤绿洲上述两种做法都没有采取, 用水模式几乎没有实质性变化。

3、民勤绿洲在危机日益严重的情况下, 仍然维持传统农业生产模式的主要原因如下:

首先是经济能力和经济模式的制约性。民勤绿洲属于中国西部典型的农业地区, 工业化程度低, 国家高强度外部投入又较少, 难以对农业进行经济补偿。由于传统农业属于低投入、低产出、低风险、高耗水、低效益的生产模式, 个人和地区经济积累少, 发展速度慢。在农民刚刚解决温饱问题的时候, 农业单位面积的收益或者人的均收入对于农民继续提高生活水平和抵消人口增长的压力至关重要。根据考察, 人均收入的提高在理论上应该促使农民投资学习先进农业技术和采用高效节水农业生产模式。然而由于文化技术水平





### 3 结论

中国西部干旱区人们的用水行为是绿洲系统变化的主导因素。传统的农业生产模式是中国西部干旱区用水行为的核心。虽然随着市场经济的发展,近 20 年来随着农作物种植结构的调整和采取了一些节水措施减少了单位面积的农业用水量,但因人口增加和发展的需求,耕地面积继续增加,传统农业生产规模仍然处于扩张状态,这是绿洲系统变化的根本原因。具体到流域下游,由于上游用水几乎没有有效约束,传统农业迅速扩张,大大减少了对下游的供给水量,成为下游绿洲变化的主要外因。而人们用水行为没有质的变化,绿洲生态系统功能弱化趋势显著,导致农业生产成本升高和效率下降,同时也是传统农业生产规模扩张、荒地开垦严重的因素之一。

显然,用水模式进步缓慢与发展水平、管理效率、人员素质、社会经济发展、人口因素、技术推广速度以及土地使用制度等各种因素有关,形成了复杂的人文机制与发展过程。中国西部正处于工业化初期,农业生产模式仍然处于外延式粗放型发展阶段,人口和发展压力巨大,使得中国西部干旱区不可能很快建立起一种类似以色列的高效农业生产模式与体系。刚解决温饱问题,文化水平有限的中国西部农民不可能在短期内接受和应用新的发展模式和技术。中国西部干旱区环境问题的解决需要更长的时间。但是,人类必须在流域生态系统崩溃的临界点之前建立起先进的生产模式和科学的用水行为观念,生态环境才有可能恢复和达到某种新平衡。这种转变的过程和时间取决于社会经济发展水平与速度,取决于政府有效的管理和科学技术的进步,取决于社会各阶层共同努力打破形成干旱区绿洲变化的人文机制,建立高效节水农业生产模式。应加强绿洲变化的人文机制研究,寻求在现有社会、经济、生态条件下用最小代价打破上述人文机制,探索建立适合中国西部绿洲生产模式的途径和新机制,实现绿洲的可持续发展。

### 参考文献:

- [1] 民勤县志编委会. 民勤县志. 兰州:兰州大学出版社, 1994.
- [2] 甘肃省地质局第二水文地质队. 甘肃省河西地区地下水资源. 北京:地质出版社, 1983. 58 ~ 836.
- [3] 陈隆亨,曲耀光. 河西地区水土资源及其合理开发利用. 北京:科学出版社, 1992.
- [4] 刘家琼. 民勤梭梭死亡原因的研究. 中国沙漠, 1982, 2(2): 44 ~ 46.
- [5] 陈荷生. 甘肃民勤盆地地下水资源条件变化对环境的影响. 自然资源, 1984, 1(3): 62 ~ 71.
- [6] 范锡朋,程国栋. 西北内陆平原水资源开发利用引起的区域水文效应及其对环境的影响. 地理学报, 1991, 46(4): 415 ~ 426.
- [7] 吴廷桢,郭厚安. 河西开发史研究. 兰州:甘肃教育出版社, 1996.
- [8] 加帕尔,买合比尔. 论干旱区水资源与生态环境问题. 干旱区资源与环境, 1994, 18(2): 7 ~ 13.
- [9] 曲耀光. 干旱区水资源的合理利用与环境变化及其控制途径. 中国沙漠, 1982, 2(2): 9 ~ 16.
- [10] 李新,周宏飞. 人类活动干预后的塔里木河水资源持续利用问题. 地理研究, 1998, 17(2): 171 ~ 176.
- [11] 张惠远,赵昕奕,蔡运龙,等. 喀斯特山区土地利用变化的人类驱动机制研究—以贵州省为例. 地理研究, 1999, 18(2): 136 ~ 142.
- [12] 赵魁义,何池全. 人类活动对若尔盖高原沼泽的影响与对策. 地理科学, 2000, 20(5): 443 ~ 449.
- [13] 韩茂莉. 2000 年来我国人类活动与环境适应以及科学启示. 地理研究, 2000, 19(3): 324 ~ 331.
- [14] 林年丰,汤洁. 中国干旱半干旱地区的环境演变与荒漠化成因. 地理科学, 2001, 21(1): 24 ~ 29.
- [15] 程国栋,李锐,张志强. 西部地区生态环境建设的若干问题与政策建议. 地理科学, 2000, 20(6): 503 ~ 510.

## The human mechanism research of Minqin Oasis change in the lower reaches of the Shiyang River

YANG Yong-chun<sup>1</sup>, LI Ji-jun<sup>1</sup>, CHEN Fa-hu<sup>1</sup>, Jacquie Burgess<sup>2</sup>

LI Rui-cheng<sup>3</sup>, LI Ding<sup>1</sup>, CHANG Gen-ying<sup>1</sup>, LI Yi-chun<sup>1</sup>

(1. The Department of Resources and Environment Institute, Lanzhou University, Lanzhou

730000, China; 2. Department of Geography, University College London, U K;

3. Water Management Bureau of Minqin, Wuwei 733000, China)

**Abstract** :Based on social investigation material this paper analyses oasis change and its impact on Minqin Basin at the lower reaches of the Shiyang River in Hexi Corridor of western China. Furthermore, it discusses human mechanism caused oasis change in the context of human behavior of water use and quantity balance of water use. Minqin oasis change is closely related to the expanding mechanism of traditional agriculture which can not be easily broken in a limited period of time. However, if the human mechanism leading to environmental deterioration continues to exist, all human actions attempting to turn back the trend of the oasis change in the same area will have little effect.

The worse trend of Minqin Oasis in the lower reaches of the Shiyang River is the process of the rapid decline of underground water level, desertification, salinization-alkalization and degeneration of vegetative cover that have greatly affected the agricultural production since the 1950s. The human factor caused the oasis change is chiefly due to the unlimited demand of agricultural water use incited by the enlargement of farmland resulting from rapid population increase of the Shiyang drainage basin. The decrease of upstream runoff and the increase of water requirements have explained the decline of underground water level and the worsening of the underground water quality that caused the rapid salinization and the rapid decline of the crop production, constituting one of the main reasons for farmland enlargement. All of these factors mentioned above are attributed to the degenerated vegetative cover and the disaster of the ecosystem.

**Key words** :Minqin Basin; oasis change; human mechanism; lower reaches of Shiyang River