

# 基于空间认知的“丝绸之路经济带” 耕地利用模式\*



吴炳方<sup>1</sup> 曾红伟<sup>1</sup> 陈曦<sup>2</sup>

1 中国科学院遥感与数字地球研究所 数字地球重点实验室 北京 100101

2 中国科学院新疆生态与地理研究所 乌鲁木齐 830011

**摘要** 通过耕地利用模式的遥感动态监测，认知丝绸之路核心带中亚五国与我国新疆地区的农业发展现状，同时结合两地水资源禀赋特征，总结耕地扩张过快、农业结构失衡是该地区农业发展存在的主要问题，也是区域生态环境恶化的主要根源。结合中亚与新疆水资源禀赋不足且空间分布不均、但天然草场丰富的特点，提出以流域为单元，水资源约束下的控制耕地规模、调整种植结构、积极发展高端畜牧业与精品瓜果业的发展思路，从而为“丝绸之路经济带”核心区的发展提供宝贵的水资源支撑。

**关键词** 耕地规模，种植结构，水土资源，中亚，新疆

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2016.05.007

中亚五国与我国新疆地区（简称“中亚”与“新疆”）是“丝绸之路经济带”北、中、南三条大通道的交汇之地，又是东西两大经济圈的重要节点和枢纽，具有独特的地缘优势、资源优势和人文优势。受大陆性气候的影响，中亚与新疆的降水不足，新疆平均降水量仅150 mm，单位面积的产水量仅为全国平均水平的1/6<sup>[1]</sup>，且水资源的时空格局极度不均<sup>[2]</sup>，水资源禀赋不足已成为区域经济社会发展的瓶颈之一。农业的发展依赖区域土地资源与水资源，干旱地区水资源尤为珍贵，是维系区域可持续健康发展的纽带，一旦突破区域水土资源承载力的极限，将引发不可逆的生态悲剧。

中东地区是全球最为干旱的区域，受人口持续增长的压力，该地区灌溉农业迅速扩张，已经超越区域的水资源承载能力，地下水位下降迅速，威胁该地区的可持续发展<sup>[3]</sup>。印度西北部与巴基斯坦相邻的拉贾斯坦，旁遮普和哈里亚纳邦，人口1.14亿，加之20世纪60年代“绿色革命”电动水泵普及，政府对农业地下水使用的补贴<sup>[4]</sup>，导致区域小麦、水稻与大麦的种植面积迅速扩张，地下水开采量远超区域地下水的补给量，该区域地下水每年下降3—

\*资助项目：中科院学部咨询评议项目（Y4Y00700QM），粮食公益性行业科研专项（201313009-2、201413003-7）

修改稿收到日期：2016年4月20日

5 cm<sup>[5]</sup>。GRACE 重力卫星监测表明，由于美国加州中央河谷区域灌溉经济农业的大规模发展，2002—2014 年区域水资源消耗剧增<sup>[6]</sup>，自 2011 年以来萨克拉门托河与圣华金河水被灌溉农业的消耗量远大于加州 3 800 万居民与工业的耗水量<sup>[4]</sup>。

以上案例表明，不论是发展中国家还是发达国家，农业发展超越区域水资源承载力的极限，都无可避免地会发生生态环境危机，中亚与新疆也不例外。中亚是世界上最著名的棉花种植与出口区，前苏联不顾该地区的水资源禀赋条件，在该地区大规模种植棉花，原本应该注入咸海的阿姆河与锡尔河的河水被灌溉所消耗<sup>[7,8]</sup>，2014 年东咸海出现近 600 年以来的首次干涸<sup>[9]</sup>。新疆自 20 世纪 50 年代屯垦戍边以来，耕地迅速扩张，20 世纪 90 年代，鼓励耕地开垦的低息贷款与低税收的优惠政策，以及 90 年代后期的农业种植补贴政策，使耕地扩张速度在 2000—2005 年之间达到顶峰，农业灌溉用水量占新疆总用水量的 96%<sup>[2]</sup>。局部地区农业发展规模早已超越区域的水资源禀赋，灌溉农业的发展已经超越区域水资源承载能力的极限，通过耕地扩张发展农业的模式已到了尽头，如果再放任灌溉农业的肆意扩张，中亚咸海的危机将进一步加剧，新疆也将步中亚的后尘，产生不可逆的生态环境危机。因此，中亚与新疆农业需要回归理性，正视水资源禀赋不足的现实，积极调整农业结构，走一条适合区域资源禀赋特征的农业可持续发展之路。

## 1 中亚与新疆农业发展现状

中亚与新疆的土地资源丰富，光照充足，当灌溉有保证时，十分有利于农业的发展，经过常年开垦之后，中亚与新疆的耕地利用模式已经发生巨大变化。

### 1.1 耕地扩张空间认知

自 1960 年开始，阿姆河与锡尔河的中、下游地区灌溉农业迅速发展，特别是棉花与水稻种植面积迅速扩大，耕地灌溉面积约为 4.5 万 km<sup>2</sup>，至 1981 年，流域耕地灌溉面积扩张至 7 万 km<sup>2[10]</sup>，至 2007 年，中亚五国耕地面

积 30.84 万 km<sup>2</sup>，其中灌溉耕地面积 10.03 万 km<sup>2[11]</sup>，基于国家基础地理信息中心 Globeland 30 土地利用数据监测表明，2000—2010 年中亚的耕地保有量还呈现明显的增长趋势(图 1)。

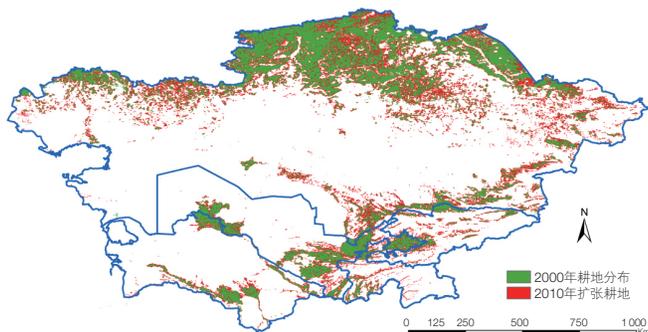


图 1 2000—2010 年中亚五国耕地空间格局认知

近 20 年来，新疆耕地面积增长很快<sup>[12,13]</sup>，关于新疆耕地面积的数据存在争议，如新疆统计局公布 2008 年的耕地面积为 6 187 万亩，全疆第二次土地调查数据表明新疆耕地面积为 7 685 万亩，中科院资源环境数据中遥感数据表明，2008 年新疆耕地面积为 692.5 万公顷<sup>[11]</sup>，合计约 1 亿亩，ChinaCover<sup>[14]</sup>遥感监测显示 2010 年新疆耕地面积已经突破 1 亿亩(图 2)，尽管各类数据不一，但是新疆耕地保有量大已经是不争的事实。而且遥感动态监测表明，自 2010 年以来新疆还有大量的开垦荒地存在，约增长 900 万亩，也就是说新疆耕地的绝对数量还在继续增长，新疆已经成为我国耕地保有量最大的省(区)之一。

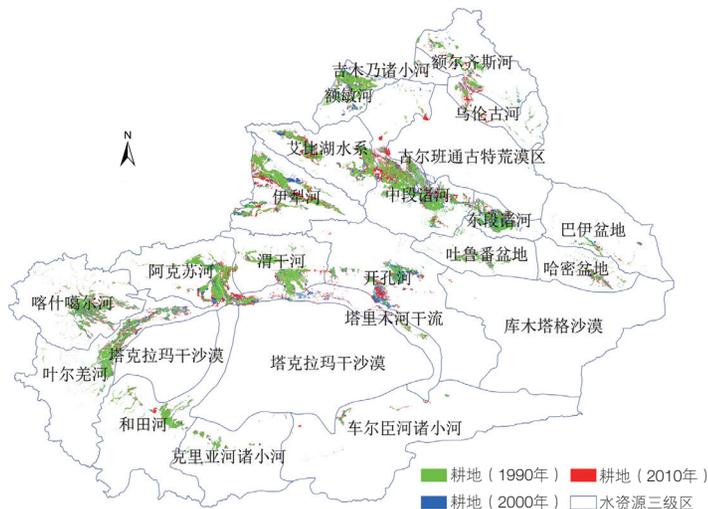


图 2 1990—2010 年新疆耕地空间格局认知

### 1.2 农业种植结构变化认知

中亚作物种植模式由“粮棉并举模式”向“粮为主、棉为辅”的模式转变。依据联合国粮农组织统计数据库（FAOSTAT）提供的1992—2013年中亚五国棉花产量数据，土库曼斯坦与乌兹别克斯坦的棉花产量分别占中亚棉花总产的16%与68%，二者合计占84%。就乌兹别克斯坦而言，2003年相比1992年下滑25.8%，2003年之后，棉花产量得到恢复，并保持在平均水平，2013年相比1992年棉花产量下降14.1%（图3a）；土库曼斯坦棉花产量2008年之后逐步下滑，2013年棉花产量相比1993年下滑52.3%。哈萨克斯坦与乌兹别克斯坦的小麦种植面积分别占中亚小麦总种植面积的82%与9%。

1992—1998年，哈萨克斯坦小麦面积呈现逐步下滑的趋势，1998年相比1992年，小麦种植面积下滑了33.5%，1998年之后，小麦种植面积得到恢复并持续增长，并在2012年达到峰值，相比1998年增长57.9%，2013年小麦种植面积有所回落，但仍然保持在较高水平（图3b）。就乌兹别克斯坦而言，1992—1997年期间，该国小麦种植面积迅速增长，1997年相比1992年增长134.2%，从1997年至今，该国的小麦种植面积保持相对稳定，2013年相比1992年小麦种植面积增长130.3%。

新疆农业种植结构由“谷物为主，棉花为辅”向“谷物与棉花并重”模式转变。结合新疆统计年鉴公布的数据，谷物类占农作物的种植比重由1990年的60.85%下降至2010年的39.49%，而同期棉花的比重则由1990年的14.61%上升至2010年的30.69%（表1），种植模式已由“谷物为主，棉花为辅”转化为“谷物与棉花并重”。尽管谷物类的比重下降，但受耕地总量强劲增长的影响，谷

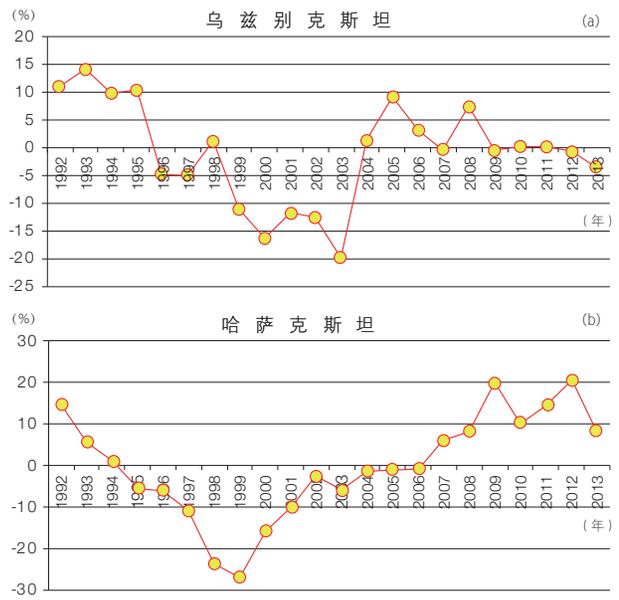


图3 1992—2013年乌兹别克斯坦棉花产量（a）与哈萨克斯坦小麦种植面积（b）变化趋势

物类种植面积的绝对量不降反增，因耕地面积与种植比重同步增加，新疆棉花的种植面积迅速增长。耕地增长的区域90%以上发生在天然林地与草地区<sup>[13,15]</sup>，这也意味着畜牧业占农业的比重下降，当前，新疆畜牧业的发展水平低于全国平均水平，近几年更是出现从其他省（区）和周边国家向新疆大量调拨牛羊肉的状况，与全国5大天然草场的身份极不相称（新疆统计信息网，2011），农业发展呈现“种植业强而畜牧业衰落”的特征。如今新疆已成为全国主要的粮食生产基地与最大的棉花种植基地，棉花产量占全国总产的50%以上；人均粮食也大幅度增长，1983年，新疆粮食仅能满足自给，而到2009年，新疆人均粮食达到534 kg，已经达到世界平均水平，远高于404 kg的全国平均水平<sup>[1]</sup>，农业的发展已经由温饱型向以经济驱动为主的特征转变。

表1 1990—2010年新疆作物种植结构的变化（单位：%）

年份	粮食作物					总计	非粮食作物					合计
	稻谷	小麦	玉米	其他谷物	豆类		棉花	油料	甜菜	蔬菜瓜类	其他	
1990	2.82	39.61	14.85	3.57	0.45	61.3	14.61	9.04	2.24	2.92	9.89	38.7
2000	2.31	24.75	11.29	1.61	2.71	42.7	29.87	9.15	1.65	5.42	11.25	57.3
2010	1.41	23.54	13.74	0.81	2.36	41.9	30.69	5.74	1.58	8.96	11.18	58.1

注：数据来自新疆维吾尔自治区统计局 [http://www.xjtj.gov.cn/sjcx/tjnj\\_3415/](http://www.xjtj.gov.cn/sjcx/tjnj_3415/)

## 2 农业过度发展导致的问题

由经济利益驱动的生产动力加速了中亚与新疆的水资源消耗，也将由水维持的干旱区脆弱的生态环境推向危险的境地，农业的无序发展已经成为区域生态环境问题的根源。

### 2.1 耕地扩张与种植结构失衡导致耗水量增加

就新疆而言，在假设作物种植结构不变的情景下，据1990年与2010年ChinaCover耕地遥感数据统计，2010年耕地面积为1990年的1.6倍，也就是说2010年农作物的耗水量是1990年的1.6倍。不同作物的生长周期、生长环境与蒸腾强度各异，生育期内耗水量差异巨大，如喜热喜湿的稻谷，生育期内年均耗水量为1000 mm以上；冬小麦生长周期长，生育期内灌溉强度大，总耗水量为390—600 mm之间<sup>[16]</sup>；玉米的生长周期相对较短，雨热同步，生育期内亩均耗水量比小麦少20%—30%，且由于生育期内的降水相对丰富，可以利用雨水资源，灌溉需水量相对较少；棉花生长周期长，生育期内灌溉需水量大，总耗水量在474—669 mm之间<sup>[17]</sup>，比小麦与玉米的耗水量高20%—30%，如果仅考虑稻谷、小麦、玉米与棉花4大农作物，结合1990年与2010年农作物的种植比例，以及各类作物的耗水量，2010年耗水量比1990年增加约15.5 mm，按1亿亩耕地计算，相应于增加10.35亿m<sup>3</sup>的耗水量。

### 2.2 耗水量过大导致区域生态环境危机

#### 2.2.1 湖面萎缩

中亚的咸海流域自20世纪60年代开始大规模的农业开发，灌溉土地规模不断扩大，高耗水的棉花、水稻的大面积种植，加之上游大规模的引水发电灌溉，导致咸海的面积自1960年开始迅速萎缩<sup>[18]</sup>，NASA遥感影像监测表明，1973—2013年，咸海水域面积迅速萎缩，至2013年12月，咸海水域面积已不足1973年的1/10（图4），几近干涸，咸海危机成为不可可持续发展的典型<sup>[19]</sup>。

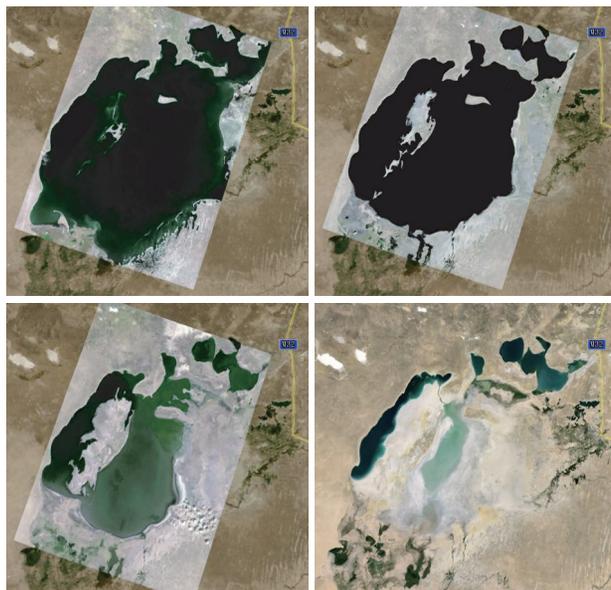


图4 1973—2013年咸海水域变化空间认知

在新疆，因灌溉农业发展导致的湖面萎缩局面也越来越突出。Landsat 7遥感影像监测表明，随着20世纪90年代末至21世纪头几年丰水年的结束，由于灌溉农业的大规模发展，艾比湖湖面面积由2002年的超过800 km<sup>2</sup>缩小至约400 km<sup>2</sup>（图5），不仅远小于湖区生态环境健康要求的800 km<sup>2</sup>，也小于流域生态系统的核心免受侵袭要求的500 km<sup>2</sup>阈值<sup>[20]</sup>，艾比湖裸露的湖盆已成为我国沙尘主要源地之一。位于吐鲁番盆地的艾丁湖由于上游灌溉耕地的不断增加，湖区水域面积因缺水几近干涸<sup>[21]</sup>，历史鼎盛时期面积达5350 km<sup>2</sup>的罗布泊和面积达1000 km<sup>2</sup>的玛纳斯湖已经完全干涸<sup>[22]</sup>。



图5 Landsat 7影像显示的艾比湖2002年（左）与2012年（右）水域面积变化

#### 2.2.2 河流断流

除湖面萎缩之外，耗水过大导致严重的河流断流。

阿姆河与锡尔河是中亚地区维持咸海流域生态健康的最重要河流，但20世纪50—70年代，为解决其粮食安全问题，前苏联在中亚进行大规模的农业垦荒。鼎盛时期，前苏联95%的棉花产量，40%的稻谷都产自中亚地区<sup>[23]</sup>。因上游耕地过度开发，两河入湖水量由1960年前的560亿m<sup>3</sup>缩减至1981—1998年的35亿—76亿m<sup>3</sup><sup>[11]</sup>。1974—1986年，锡尔河下游因缺水而到不了咸海，阿姆河的下游也在1982、1983、1985、1986和1989年出现断流<sup>[18]</sup>。

新疆塔里木河流域由于农业大规模的开垦，河流断流点持续上移，河流断流长度不断增加，断流时间持续加长，1990年断流19天，2000年增至127天，2009年断流累积时间增至310天<sup>[24]</sup>，河流断流长度达1100 km<sup>[1]</sup>，长期断流导致塔里木河下游主河道发育受阻，自然生态系统萎缩，人为的输水抑制了河道自然发生规律，改变了原生种的繁殖更新环境<sup>[25]</sup>。

### 2.2.3 地下水超采

在我国新疆，农业的过度发展引发了严重的地下水超采。一是机电井增长迅速，1973年，全疆有2400眼机电井，2001年机电井增长至35000眼<sup>[26]</sup>，2005年机电井增至51439眼<sup>[27]</sup>；二是地下水开采量的增加，2001年全疆地下水开采54.5亿m<sup>3</sup><sup>[26]</sup>，2005年为68.45亿m<sup>3</sup>，2008年为72.11亿m<sup>3</sup><sup>[27]</sup>，2010年增至95亿m<sup>3</sup>，2012年增至111亿m<sup>3</sup>（人民网，2014）；三是地下水严重超采区范围大、地下水水位下降迅速，新疆地下水超采集中在经济发达的天山北麓地区<sup>[11]</sup>，水资源短缺地区，如塔城盆地超采面积达4311 km<sup>2</sup>，吐鲁番盆地超采面积达3437 km<sup>2</sup>，其中鄯善超采1.6131亿m<sup>3</sup><sup>[28]</sup>，奇台超采面积达2242 km<sup>2</sup>，哈密盆地地下水超采面积达1593 km<sup>2</sup>，天山北坡玛纳斯流域的机电井水位由起初的100 m，增至现在的150—500 m，最深的达到620 m，2005年地下水超采量为17.16亿m<sup>3</sup><sup>[27]</sup>，2012年地下水超采量已达46亿m<sup>3</sup>。

## 3 中亚与新疆农业发展的建议

中亚与新疆的河流大都属于内流河，流域间相对独立，水资源交互少，每个流域可供人类社会消耗的水资源量，即可供人类可持续消耗的水资源量<sup>[29]</sup>是有限的，一旦突破可持续界限，生态系统将会面临风险<sup>[30]</sup>。而一个流域或区域的农业灌溉规模需要与该区域所能提供的人类可持续耗水量相适应，因此在制定流域内或区域内的农业灌溉发展规划时，一定要首先明确在扣除生活、工业耗水量后有多少水可以被农业或灌区活动消耗，以及这些可消耗的水在空间和时间上的分布，即每个灌区或行政单元区内农业可消耗的水量，同时考虑环境容量的要求。

### 3.1 控制耕地种植规模、调整种植结构

中亚与新疆是全球棉花最主要的生产与出口地，据FAO统计资料，哈萨克斯坦是全球重要的小麦生产和出口国之一，小麦产量位列全球第14位，主要出口俄罗斯及欧洲国家；棉花是乌兹别克斯坦、土库曼斯坦和塔吉克斯坦农业的支柱产业，乌兹别克斯坦是全球第5大产棉国和第2大棉花出口国。粮棉的大量出口，不仅是物资的对外出口，也是水资源出口，这意味着中亚与新疆在以粮棉贸易为主的“虚拟水”交易中，成为水资源的净输出地，间接加重了区域水资源危机，与区域水资源匮乏的本质格格不入。因此，区域农业发展的当务之急是在保证粮食安全前提下，严格控制耕地规模，特别是灌溉耕地的规模，积极开展退耕还草措施，压缩耕地的种植规模，在适当的时机，进口部分粮食，在缓解区域粮食供给压力的同时，通过粮食进口实现由“虚拟水”交易中的水资源净输出地向流入区转变，为经济发展腾出更多的水资源。

在压缩控制耕地种植规模的同时，还要积极调整作物种植结构。以新疆为例，结合耕地面积（以ChinaCover数据为基准）与作物种植比例数据，2010年新疆水稻的种植面积约为170万亩，年耗水量高达11亿m<sup>3</sup>；以棉花种植比例30.69%计算，新疆棉

花种植面积高达3 790万亩,年总耗水量为144亿 $m^3$ ,棉花与水稻总的耗水量为155亿 $m^3$ ,与区域水资源禀赋格格不入。如果将棉花改为玉米,则每年可以节水约30亿 $m^3$ ,如果棉花种植面积减少一半,则每年可以减少约70亿 $m^3$ 的耗水量。

### 3.2 发挥天然草场优势发展高端畜牧业

农业的发展需要尊重区域的自然条件特征,中亚与新疆是牛、羊的主要消费区之一,居民对畜产品与奶制品有特殊的偏好,中亚居民的食品消耗结构中,动物性消费占20%<sup>[31]</sup>。与此同时,两地又有发展畜牧业得天独厚的优势,理应成为高端畜产品基地。就水资源禀赋而言,与耗水的种植业相比,单位面积的牧场耗水量更低。苜蓿的年耗水量为400mm左右,远低于棉花与水稻的耗水量,如果将棉花改种苜蓿,仅新疆每年可以节约水资源40亿 $m^3$ ,此外,天然草场所在的地理位置海拔相对较高,降水相比种植业所在的绿洲区丰富,灌溉需水量低,因此,发展畜牧业也符合区域的水资源禀赋特征。

由于中亚与新疆的降水量不足,干旱与半干旱的生态系统恢复力较差,因此,在发展畜牧业时也需要严格控制载畜量,注重提高畜牧业的规模与肉类品质,发展高端畜牧业,不能盲目发展,一哄而上,也应遵循区域水资源禀赋,切忌超载放牧,在满足群众畜产品需求的同时,促进区域水资源的可持续发展。同时,中国需要发挥市场引导的作用,在保证肉产品安全的前提下,向中亚开放畜产品市场,利用市场的力量促使中亚自觉开展农业种植结构调整。

### 3.3 适当发展高端瓜果农业

中亚与新疆地区光照充足,昼夜温差大,作物光合作用糖分累积多,有发展高端瓜果业的独特优势,如新疆吐鲁番的葡萄、哈密瓜、精河枸杞、和田大枣等在全国乃至全球都具有较高的品牌认知度,与传统的粮棉种植相比,瓜果还具有较高的经济价值,有利于致富脱贫。但是与传统的种植业相比,瓜果的耗水量更高,以

吐鲁番葡萄为例,其年耗水量在800—1 200mm之间,远远高于谷物与棉花等,因此,瓜果农业的发展要控制规模,走精品化发展的高端路线,从而实现经济效益与区域水资源禀赋的和谐统一,否则将会加重区域水资源的压力,增加区域水资源的消耗。例如美国加利福尼亚地区,在高附加值的经济作物带来可观收益的同时,也导致了区域地下水危机。

## 4 结语

任何事物的发展都需要遵循其赖以生存的资源禀赋,否则就会受到自然界的惩罚,农业的发展也不例外。当前中亚与新疆水资源的危机归根到底是违背区域水资源禀赋特征的理念在作怪,中亚与新疆成为全球与中国重要的商品粮与棉花种植基地与区域水资源的禀赋相左,与区域民族习惯特征相违背。在“一带一路”重大战略中,中亚与新疆要借势改变,因地制宜,面对区域水资源匮乏的现状,以流域为单元,在耗水量总量控制的前提下,明确农业的灌溉规模;积极调整农业结构,压缩耕地规模,调整种植业结构,积极打造高端畜牧业与瓜果业,使流域内的农业耗水量保持在允许的范围内。在促进农业可持续发展的同时,为区域城镇化和工业发展腾出宝贵的水资源。

### 参考文献

- 1 唐数红. 对新疆水问题的基本认识. 干旱区研究, 2010, 27(5): 657-662.
- 2 张捷斌. 新疆水资源可持续利用的战略对策. 干旱区地理, 2001, 24(3): 217-222.
- 3 Kharraz J E, El-Sadek A, Ghaffour N, et al. Water scarcity and drought in WANA countries. Procedia Engineering, 2012, 33: 14-29.
- 4 Famiglietti J S. The global groundwater crisis. Nature Climate Change, 2014, 4(11): 945-948.
- 5 Rodell M, Velicogna I, Famiglietti J S. Satellite-based estimates

- of groundwater depletion in India. *Nature*, 2009, 460(7258): 999-1002.
- 6 KAREN KAPLAN. Satellite images reveal shocking groundwater loss in California. *Los Angeles Times*. [2014-12-6]. <http://www.latimes.com/science/sciencenow/la-sci-sn-california-drought-groundwater-satellite-20141002-story.html>.
- 7 Micklin P. The Aral Sea disaster. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 2007, 35: 47-72.
- 8 White K D. Nature–society linkages in the Aral Sea region. *Journal of Eurasian Studies*, 2013, 4(1): 18-33.
- 9 NASA/Earth Observatory. Aral Sea loses its eastern lobe -- first time in modern history, NASA's Terra satellite shows. *ScienceDaily*. [2014-12-6]. <http://www.sciencedaily.com/releases/2014/09/140930193331.htm>.
- 10 吴敬禄, 马龙, 吉力力. 中亚干旱区咸海的湖面变化及其环境效应. *干旱区地理*, 2009, 32(3): 418-422.
- 11 邓铭江, 章毅, 李湘权. 新疆天山北麓水资源供需发展趋势研究. *干旱区地理*, 2010 (3): 315-324.
- 12 程维明, 柴慧霞, 方月, 等. 基于水资源分区和地貌特征的新疆耕地资源变化分析. *自然资源学报*, 2012, 27(11): 1809-1822.
- 13 陈红, 吴世新, 冯雪力. 基于遥感和GIS的新疆耕地变化及驱动力分析. *自然资源学报*, 2010, 25(4): 614-624.
- 14 吴炳方, 苑全治, 颜长珍, 等. 21世纪前十年的中国土地覆盖变化. *第四纪研究*, 2014, 34(4): 723-731.
- 15 吴世新, 周可法, 刘朝霞, 等. 新疆地区近10年来土地利用变化时空特征与动因分析. *干旱区地理*, 2005, 28(1): 52-58.
- 16 张学文, 张家宝. 新疆气象手册. 北京: 气象出版社, 2006.
- 17 胡顺军, 宋郁东, 周宏飞, 等. 塔里木盆地棉花水分利用效率试验研究. *干旱地区农业研究*, 2002, 20(3): 66-70.
- 18 杨小平. 中亚干旱区的荒漠化与土地利用. *第四纪研究*, 1998, (2): 119-127.
- 19 UNESCO. Water related vision for the Aral Sea basin the year 2025. UNESCO, 2000.
- 20 包安明, 穆桂金, 章毅, 等. 控制艾比湖干涸湖底风蚀的合理水面估算与效果监测. *科学通报*, 2006, 51(z1): 56-60.
- 21 杨发相, 穆桂金. 艾丁湖萎缩与湖区环境变化分析. *干旱区地理*, 1996, 19(1): 73-77.
- 22 毛德华, 夏军, 黄友波. 西北地区水资源与生态环境问题及其形成机制分析. *自然灾害学报*, 2004, 13(4): 55-61.
- 23 胡文俊. 咸海流域水资源利用的区域合作问题分析. *干旱区地理*, 2009, 32(6): 821-827.
- 24 陈亚宁, 叶朝霞, 毛晓辉, 等. 新疆塔里木河断流趋势分析与减缓对策. *干旱区地理*, 2009, 32(6): 813-820.
- 25 赵万羽, 陈亚宁. 塔里木河下游断流河道整治引发的生态问题与重建对策分析. *地理科学*, 2008, 28(4): 496-500.
- 26 李鸿安, 吴虹睿, 艾力. 浅谈新疆地下水超采现状与治理措施. *新疆水利*, 2004, (3): 33-36.
- 27 邓铭江. 新疆地下水资源开发利用现状及潜力分析. *干旱区地理*, 2009, 32(5): 647-654.
- 28 古丽娜. 鄯善县水资源利用现状及对策初议. *中国农村水利水电*, 2012, (10): 65-67.
- 29 Wu B, Jiang L, Yan N, et al. Basin-wide evapotranspiration management: concept and practical application in Hai Basin, China. *Agricultural Water Management*, 2014, 145: 145-153.
- 30 IGBP. Science plan and implementation strategy. IGBP, 2005.
- 31 布娲鹫·阿布拉. 中亚五国农业及与中国农业的互补性分析. *农业经济问题*, 2008, (3): 104-109.

## Spatial Cognition on Cultivated Land Utilization Pattern of the Silk Road Economic Belt

Wu Bingfang<sup>1</sup> Zeng Hongwei<sup>1</sup> Chen Xi<sup>2</sup>

(1 Key Laboratory of Digital Earth Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China)

**Abstract** The development of agriculture should be compatible with region's water and land resources; otherwise serious ecological environment degradation would be resulted from over expansion of cropped land. Through comprehensive analysis of agricultural development status of Central Asia and Xinjiang, the core of the Silk Road Economic Belt, under the constrain of water resources in this region, the major problems on agricultural development and the causes of ecological environment deterioration were fast expansion of cultivated land and inappropriate agricultural structure. Considering water resources shortage and the rich natural grassland, this paper proposed a new agricultural development mode that consist of reducing cultivated area, adjusting planting structure, and developing elegant animal husbandry and fine fruits. We hope those suggestions could save more water to support the development of Central Asia and Xinjiang Autonomous Region in the Silk Road Economic Belt.

**Keywords** cultivated area, planting structure, water resources, Central Asia, Xinjiang

吴炳方 中科院遥感与数字地球所研究员，博士生导师，首批“百千万人才工程”入选者。数字地球科学重点实验室/数字农业研究室主任，地球观测组织农业主题联合主席，联合国亚太经济与社会委员会（UN ESCAP）亚太区域旱灾机制专家组组长。研究领域包括农业遥感、水资源遥感与管理、生态遥感研究，其中自1992年开始就致力于全球农情遥感监测方法与体系研究，并于1998年建成全球农情遥感速报系统（CropWatch）。E-mail: wubf@radi.ac.cn

**Wu Bingfang** received Ph.D. degree from Tsinghua University in 1989. Full Professor at the Chinese Academy of Sciences Key Laboratory of Digital Earth Science, Chinese Academy of Sciences (CAS), co-leader of GEOSS Agriculture Task, the Head of China node expert panel of UN ESCAP Asia-Pacific Regional drought monitoring. His research interests include agriculture remote sensing, water resource and management, and ecology remote sensing. Leading the development of crop monitoring and analysis with remote sensing since 1992, he had establishment of an global crop operation monitoring and analysis platform (CropWatch) in 1998. E-mail: wubf@radi.ac.cn