

荒漠—绿洲地区水生态的 失衡与再平衡研究

李万伟

摘要: 新疆塔里木河流域棉花的大规模种植,推动“绿洲化”过度、过快发展,破坏了荒漠—绿洲水生态平衡,导致绿洲荒漠化风险上升。通过研究发现,市场经济自发调节、国家政策支持、地方政府发展需求、种植户理性选择是推动塔里木河流域“绿洲化”的主要社会机制。塔里木河下游生态危机促使地区社会谋求生态转型,通过实施荒漠—绿洲水生态再平衡策略,扭转了从“绿洲化”到荒漠化的恶性反馈机制,实现了荒漠—绿洲地区生态环境的向好转变。

关键词: 水生态平衡;塔里木河流域;绿洲化;荒漠化;棉花种植业

中图分类号: C912.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000—8691(2021)02—0165—08

一、导论

绿洲是荒漠中有水源,适于植物生长、人类居住或暂驻,可供人类进行农牧业和工业生产等社会经济活动的地区。^①绿洲是干旱区人类社会生存与生活的基础,干旱区的开发与农业活动,均与绿洲存在直接的联系。在中国222万平方千米的干旱区中,绿洲面积仅占3—5%,却抚育了干旱区90%以上的人口,创造了95%以上的工农业产值。^②在中国新疆荒漠—绿洲地区,绿洲农业开发历史悠久,早在5万年前,就有人类在此活动。西周时期,青铜器工具开始普及,农耕经济有所发展。唐朝时期,铁农具得到广泛使用,水稻、棉花在西域各地广泛种植。1884年新疆建省以后,清政府在新疆扩大屯

田,到20世纪初期,全疆人口达到216万,熟地面积达到1055万亩。^③中华人民共和国成立后,新疆绿洲农业进入更高速的发展阶段,1949—2015年,新疆人工绿洲面积由2万平方千米,增长到9.54万平方千米,耕地面积由1815万亩增长到6287万亩。到2018年,全疆耕地面积达到7863万亩,国民生产总值达到12199亿元。在新疆经济高速增长的过程中,第一产业发挥了重要作用,农林牧渔业总产值由1978年的19.12亿元增长到2018年的3637.78亿元,年平均增速达到14.4%。^④

不过,颇为悖谬的是,在中国西部干旱区人工绿洲面积迅速增加的同时,荒漠化土地面积也在急剧增加。据第五次中国荒漠化和沙化状况监测

基金项目: 本文是中央高校基本科研业务费“干旱区耗水型产业发展的社会机制及其风险研究”(项目号:2018B716X14)的阶段性成果。

作者简介: 李万伟,男,河海大学公共管理学院社会学系、环境与社会研究中心博士研究生,主要从事环境社会学研究。

① 高华君:《我国绿洲的分布和类型》,《干旱区地理》1987年第4期。

② 王涛:《我国绿洲化及其研究的若干问题初探》,《中国沙漠》2010年第5期。

③ 方英楷:《新疆屯垦史》,乌鲁木齐:新疆青少年出版社,1989年,第749页。

④ 新疆维吾尔自治区统计局:《新疆统计年鉴2019》,北京:中国统计出版社,2019年,第7页。

结果显示,截至2014年,中国荒漠化土地面积达到261.16万平方千米,沙化土地面积达到172.12万平方千米,主要分布在新疆、内蒙古、西藏、青海、甘肃5省(自治区)。^①其中新疆自治区荒漠化土地面积107.06万平方千米,沙化土地面积74.71万平方千米,均占全国总面积的40%以上。从荒漠化和沙化的总体趋势来看,与1994年全国第一次荒漠化与沙化监测结果相比,新疆自治区荒漠化土地面积由79.59万平方千米增长到107.06万平方千米,沙化土地面积由52.05万平方千米增长到74.71万平方千米(见图1),平均每年新增荒漠化土地面积1.37万平方千米。近年来,新疆土地荒漠化和沙化程度虽有好转,但沙化土地在南疆塔里木河流域仍有扩展。与2009年第三次监测结果相比,轻度、中度、重度荒漠化虽然有所减少,但是极重度荒漠化增加了52.55平方千米;轻度、中度沙化有所减少,但重度、极重度沙化增加了1782.86平方千米。

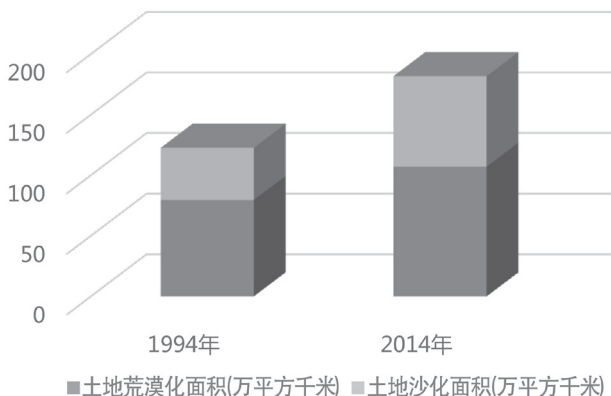


图1 1994—2014年新疆土地荒漠化与沙化状况

西部干旱区绿洲与荒漠同时扩张的根源在于没有处理好荒漠与绿洲的关系,破坏了荒漠—绿洲的水生态平衡。山地—绿洲—荒漠复合系统是中国西部干旱区的生态基础,其中山地是基础,集结、提供水源;绿洲是核心,是干旱区生物和人类生活的聚集区;荒漠是屏障,是绿洲存在和发展的后备基地。^②在复合生态系统中,绿洲存在于荒漠之中,彼此对立,在一定条件下又可以互向对方转化。水资源合理分配是保持荒漠—绿洲生态平衡的关键,一旦绿洲用水过多,就会导致荒漠—绿洲过渡带植

被缺水死亡,荒漠向绿洲方向侵袭,绿洲逐渐退化为荒漠。20世纪50年代以前,水资源在荒漠、绿洲之间自然分配,荒漠—绿洲地区生态系统处于天然平衡状态。50年代以后,随着人工绿洲面积扩大,水资源分配朝绿洲倾斜,荒漠—绿洲水生态平衡被打破,导致荒漠—绿洲过渡带被破坏,绿洲外围土地荒漠化面积占比急剧上升。

“绿洲化”与荒漠化,不仅是自然问题,更是社会问题。在西部干旱区,水资源分配不均现象天然存在,河流从山区流向绿洲再流向荒漠,绿洲获得的水量自然多于绿洲下方向的荒漠。随着人类活动干预,社会水循环增强,自然水循环减弱,水资源分配中的“马太效应”愈加明显。“绿洲化”与荒漠化,既表现为两种自然生态系统的演变,也表现为一种社会干预过程,是在特定的生产方式、制度框架下由人类社会行为持续推动的结果。作为西部农业现代化过程中的阶段性现象,“绿洲化”的发展具有独特、复杂的社会机制,既有生产方式的变革,制度政策的引导,市场经济的刺激,也有科学技术的推动。那么,什么是“绿洲化”?西部干旱区为什么会发生“绿洲化”?推进“绿洲化”的社会机制是什么?为什么“绿洲化”之后会发生荒漠化?深入理解这些问题,对于促进西部干旱区在内的生态脆弱区健康、持续发展,具有重要现实意义和理论价值。

在中国西部干旱区环境问题研究中,有关“绿洲化”、荒漠化的研究已有很多,但目前的研究尚存在两点不足。一是大多数是对“绿洲化”、荒漠化单独进行研究,较少从关系的视角去考虑二者的相互影响。二是对“绿洲化”及荒漠化的研究多集中在环境、生态、地理、林学、草学等自然科学领域,对“绿洲化”及荒漠化发展的社会逻辑研究存在不足。在“绿洲化”的研究中,主要集中在“绿洲化”过程中的景观格局变化、土壤要素变化和气象水文要素变化3个方面。^③在荒漠化的研究中,主要集中在荒漠化防治方面,从具体的技术层面来研究荒漠化防治^④。因此,本研究着重从“绿洲化”

① 数据来源:国家林业和草原局政府网<http://www.forestry.gov.cn/main/65/20151229/835177.htm>。

② 童小芹:《可持续发展的新疆绿洲及其农业》,《新疆环境保护》1998年第1期。

③ 赵文智、杨荣等:《中国绿洲化及其研究进展》,《中国沙漠》2016年第1期。

④ 王丛霞:《社会科学视野下的土地荒漠化防治问题研究述评》,《宁夏党校学报》2011年第3期。

与荒漠化的关系入手,通过开展田野调查,深度访谈棉农、种植大户、政府官员、团场职工及其他相关人群,获取大量一手资料,同时查阅大量的地方志,中央及地方政府发布的政策、规章等文本资料,从社会层面对西部干旱区环境问题的成因及其应对措施进行研究。

二、荒漠的“绿洲化”及其荒漠化风险

“绿洲化”,是指在干旱地区以扩大地面植被覆盖率,增加单位面积土地上以绿色植物为主体的生物产量的过程。^①“绿洲化”分为天然“绿洲化”与人工“绿洲化”两种类型。天然“绿洲化”,是指受地形影响,本来十分干旱的地区,局部重新分配了有限的水分,而使某些地段汇集了较丰富的地面水或地下水,为绿色植物提供了较好的生境,从而形成了最早天然绿洲。人工“绿洲化”,是指人们通过有目的的行为,人为改变某些地域的水分条件与植物种类,从而大大提高这一地域的植被覆盖率与生物产量,最终导致人工绿洲的出现。与荒漠和天然绿洲相比,人工绿洲有以下4个特点:一是人工渠道代替了河流,二是人工水库代替天然湖泊,三是人为成土过程代替了自然成土过程,四是人工植被代替了天然植被。笔者研究的“绿洲化”,主要是指人工“绿洲化”。

由于气候干燥少雨,荒漠化是中国西部干旱区生态演替的常态,作为荒漠化逆过程的“绿洲化”,在影响范围及规模上均远逊于荒漠化。^②但是,由于自然环境变化与人类活动干预,两者之间经常呈不稳定状态。在荒漠化占优势的地区,某些局部地段或某些历史阶段,“绿洲化”也可暂居优势;以“绿洲化”为主的地区,有时也包含荒漠化因素;有时荒漠化又与“绿洲化”相互交叉在一起,人们改造荒漠为农田,同时绿洲也会产生严重干旱、盐碱、风沙等问题。中华人民共和国成立以来,塔里木河流域的绿洲与荒漠互相纠合,先是“绿洲化”后来居上,继而荒漠化卷土重来,最后“绿洲化”与荒漠化齐头并进。在这种相反

相成的过程中,“绿洲化”成为荒漠化的诱因和主导因素。

中华人民共和国成立以来,塔里木河流域“绿洲化”不断推进,人工绿洲面积不断增长。1949年塔里木河流域有人工绿洲面积1.31万平方千米,1998年扩至2.81万平方千米,2010年增长到4.41万平方千米(见图2)。从增长类型来看,人工绿洲面积的最大增加类为各类耕地面积的增加,绿洲面积的扩张表现为耕地空间扩张的特点。^③从增长阶段来看,以1990年为界,可分为慢速增长、快速增长两个时期。1950—1990年,塔里木河流域耕地面积由1261.12万亩,增加到1897.52万亩,40年的时间增加了636.4万亩,年均增长15.91万亩;1991—2018年,塔里木河流域耕地面积由1908.89万亩,增加到3601.59万亩,28年的时间增加了1692.7万亩,年均增长超过60万亩。

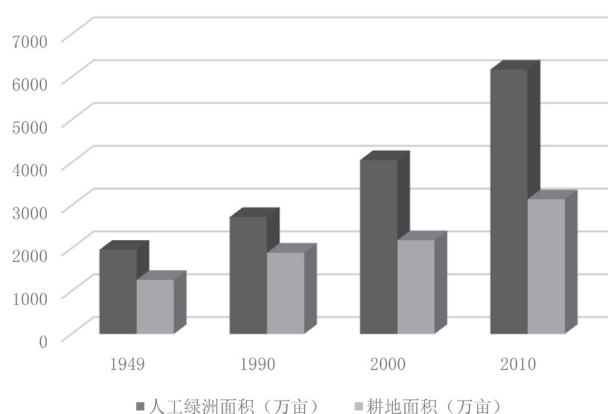


图2 1949—2010年塔里木河流域人工绿洲及耕地面积情况

20世纪90年代以来,塔里木河流域“绿洲化”快速推进,与棉花种植业在新疆的扩张密切相关。1990—2018年,新疆棉花种植面积从653万亩增长到3737万亩,占全国棉花种植面积的比例由7.79%增长到74.27%,棉花产量也从46.88万吨增长到456.6万吨,占全国总产比例由10.4%增长到80.79%(见下页图3)。棉花单产、总产量、调出量连续25年稳居全国第一。在西藏自治区内部,由于各种原因,塔里木河流域成为全疆棉花种植面积最大、增长速度最快的地区。1990—2018年,塔

① 汪久文:《论绿洲、绿洲化过程与绿洲建设》,《干旱区资源与环境》1995年第3期。

② 杨依天、杨越、武智勇:《西北干旱区绿洲化及其环境效应综述》,《河北民族师范学院学报》2015年第5期。

③ 贺可、吴世新等:《近40a新疆土地利用及其绿洲动态变化》,《干旱区地理》2018年第6期。

里木河流域棉花种植面积从 446 万亩增长到 2336 万亩,从库尔勒到阿克苏、喀什、和田,形成了世界上最大的棉花种植带,棉花种植面积占新疆棉花种植面积的 2/3 以上,占全国棉花种植面积的 1/2 以上(见图 4)。同时,就流域内部的种植结构来看,棉花种植面积占农作物播种面积的比例从 23% 增长到 65%,植棉比超过 65% 的棉花主产县多达 9 个。这一时期,“绿洲化”模式发生了变化,从传统时期对天然绿洲的开垦,转向对沙漠、戈壁、盐碱等不宜于利用土地的开垦。1988—2007 年,新疆新垦荒地 1443 万亩,其中塔里木河流域新垦荒地 751 万亩,极大推动了“绿洲化”的发展。

棉花种植业在塔里木河流域的扩张,最大的动因是经济利益。市场经济的自发调节、国家政策的宏观调控、地方政府的发展需求、种植户的理性选择是推动塔里木河流域“绿洲化”的主要社会机制,其具体推动作用表现为以下 3 个方面。

其一,市场经济的“推—拉”和国家政策的支持。20 世纪 80 年代,中国棉花主产区主要集中在华北地区,其棉花播种面积和总产均占到全国总量的 50% 以上。1992 年,华北地区农用生产资料上涨过快,棉花生产成本增加,棉花收购价格反而比上年下降,棉农种植棉花的积极性受到影响。同年,棉铃虫特大爆发,棉花产量大幅度下降,给棉农带来巨大损失,棉花播种面积锐减。另一方面,由于蔬菜、水果等农产品经济效益远高于棉花,山东、河北两省进行了种植结构调整,也加速了棉田面积的缩减。1995 年,新疆自治区被中央政府确立为国家优质棉发展基地,自治区政府随即提出“一黑一白”开发战略,在全区推广地膜覆盖技术,引进推广宽膜植棉、化学调控技术,使棉花单产大幅度提高。从全国农产品成本收益来看,新疆棉花与其他主要农产品相比具有较明显的比较收益优势^①,与其他棉区相比具有较强的成本竞争优势。1989—1998 年,国家先后 7 次上调棉花收购价格,1999 年棉花市场放开后,新疆棉花价格继续上升,2000 年 4 月,棉价最高达到每公斤 13.8 元。相对较高的经济收益吸引了大批农民、种植大户、企业到新疆承包土地,进行垦荒植棉。

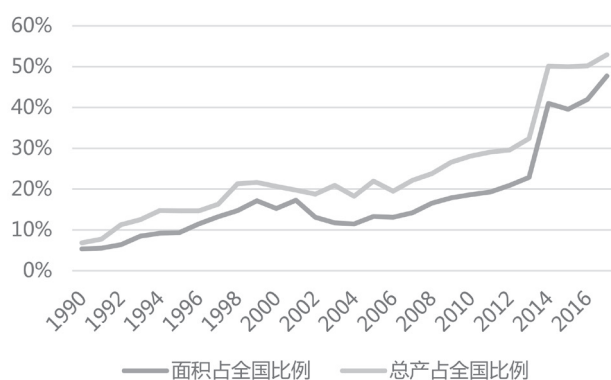


图 3 1990—2017 年塔里木河流域棉花播种面积、总产占全国比例

其二,利益导向的圈地开荒。市场化改革以后,新疆自治区地方财政除国家转移支付外,尚有很大缺口。在南疆塔里木河流域,土地是最丰富的资源,随着棉价上涨,开荒植棉,发掘土地的经济效益,就成为地方政府增加财政收入的首要选择。通过垦荒植棉或者将开垦权转卖给他人,政府部门都能获取一定程度的经济收入。棉花西进吸引了大批农民、企业来到新疆包地垦荒植棉。目前,塔里木河干流 60% 的棉田属于种植大户。

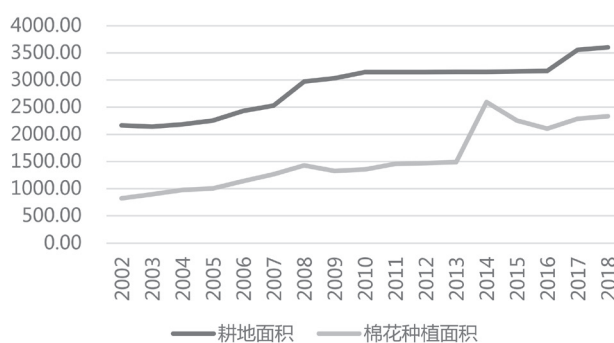


图 4 2002—2018 年塔里木河流域耕地及棉花种植面积趋势

其三,农户生计的理性化选择。市场化改革以来,棉花种植业逐渐成为塔里木河流域农户的主要生计方式,棉花收入占农户收入比例达到 50%—70%,在某些棉花主产县,这一比例甚至达到 90% 以上。农户选择棉花而不是粮食作为主要种植作物,是市场经济理性化带来的必然结果。在农户的理性选择下,棉花取代粮食成为塔里木河流域最主要的种植作物。1985—2017 年,流域棉花种植比例从 14.01% 增长到 66.85%,粮食种植比例从 64.32% 降到 33.67% (见下页图 5)。较高的经济效益刺

① 国家发展和改革委员会价格司:《全国农产品成本收益资料汇编》,北京:中国物价出版社,2002年,第203页。

激种植户从粮食种植转向棉花种植，也刺激他们寻求更多的耕地，越来越多的种植户涌向塔里木河两岸，私自开荒或者承包国有土地。随着草场家庭承包制改革，以游牧为生计的牧民也卷入开荒植棉的热潮。据笔者调查，塔里木河岸边一家地方国营牧场，1990年有草场76万亩，到了2017年只剩下了55万亩，其中有20万亩已被牧民转卖或自己开垦成耕地。

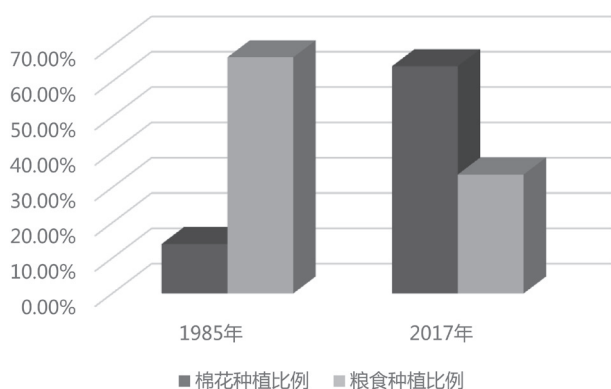


图5 1985年、2017年塔里木河流域棉花与粮食种植比例

棉花种植业的扩张加速了塔里木河流域的“绿洲化”进程，也促进了干旱区社会经济的高速发展。但是，“绿洲化”和社会经济发展，是以绿洲荒漠化风险急剧上升为代价的。绿洲荒漠化风险上升，原因在于荒漠—绿洲水生态平衡被破坏，具体表现为以下两个方面：

第一，棉田开垦，破坏大量荒漠植被，导致荒漠植被抵御风沙、保护绿洲的功能下降。在干旱区内陆河流域，地下潜水位沿河道向外不断递减，随着地下潜水位变化，自然植被以及土壤也呈现为圈层分布。由内向外，地表植被由水生植物向盐生植物演变，地表土壤由水成性土壤向流动沙地转变。水的变化导致环境植被梯度变化，群落间的渐变性表明存在生态过渡带，也就是说，依水而生的绿洲与荒漠之间存在着一条生态过渡带。这条生态过渡带的生态十分脆弱，它最容易受到自然和人类活动的影响，既有可能演变为绿洲，也有可能演变为荒漠。塔里木河流域开垦之前，河道两岸，植被茂密，胡杨林与灌丛、草甸构成宽达数公里的绿色植被景观，其为保护绿洲社会生产提供了重要屏障。开垦以后，由于毁林造田、砍伐取材和引水灌溉，胡杨林绿带遭到重大破坏。荒漠—绿洲过渡带被破坏，导致干旱、疏松的土地失去植被保护，在风力作用下很容易沙化。

第二，棉花种植业发展，消耗大量水源，导致荒漠植被缺水死亡。棉花种植业高耗水主要有3方面的原因。其一，棉花作为高耗水农作物，生长期需要水量较大。其二，棉花作为经济作物，其经济效益远超粮食作物，种植户为了获得更高产量，倾向于增加灌溉用水量。其三，棉花种植面积不断增长，占耕地总面积比例不断提升，从而导致棉田用水总量不断增加。

棉田面积扩张，各源流灌区引水量增加，导致流入干流的水量急剧减少。在塔里木河干流区域，地方政府为发展棉田灌溉，先后开挖平原水库7座、大小引水渠134条，对过境水量层层截留，导致下游水量不断减少。随着上游来水的减少，塔里木河下游地下水水位下降至12米以下，河道两岸天然植被逐渐死亡，胡杨林面积由20世纪60年代的81万亩减少到11万亩，减少了86.4%。截至20世纪90年代，土地沙漠化面积从20世纪60年代的66%上升到85%。随着绿色走廊朝荒漠化方向发展，受荒漠植被保护的人工绿洲也深受风沙侵害。据下游气象站资料显示，农二师塔里木垦区20世纪80年代以前没有大的灾害性天气发生，1980年到1988年灾害性天气增多，90年代以后，大风天气和沙尘暴次数明显增多，给绿洲农业生产带来严重危害。受塔里木河下游来水量减少和风沙灾害影响，塔里木垦区耕地面积由60年代的50余万亩减少到38万亩，位于垦区边缘的34、35团场一度准备弃耕搬离。

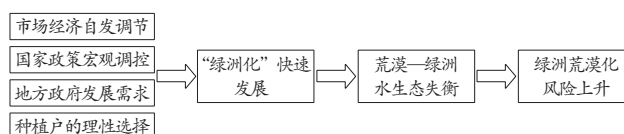


图6 西部荒漠—绿洲地区环境问题的传导链条

综上所述，20世纪90年代以来，中国西部荒漠—绿洲地区环境问题的演变形成一条明显的传导链。在市场经济自发调节和国家政策的支持下，新疆地方政府与种植户为了经济利益扩大棉花种植面积，促进塔里木河流域“绿洲化”快速发展。“绿洲化”过度、过快发展消耗大量水源，导致荒漠—绿洲水生态失衡。荒漠—绿洲水生态失衡又导致绿洲荒漠化风险上升，绿洲环境恶化，社会经济可持续发展难以为继，中国西部干旱区环境问题日益凸显（如图6所示）。因此，要扭转这一趋势，必须切断环境问题的传导机制，重建荒漠—绿洲水

生态平衡,促进荒漠与绿洲的共生共存,实现干旱区生态—经济的协调发展。

三、荒漠—绿洲水生态再平衡策略

绿洲荒漠化风险上升,根源在于没有处理好荒漠—绿洲的关系,破坏了荒漠—绿洲的水生态平衡。人类与荒漠的正确关系应当是,人与荒漠和谐共生,既要避免荒漠化,也不盲目进行“绿洲化”。塔里木河下游生态环境恶化,引起了人们对荒漠—绿洲之间关系的反思,地方政府开始从推进“绿洲化”转向控制“绿洲化”,并通过控制人工绿洲面积、减少绿洲用水、向荒漠进行生态补水等措施,促进荒漠—绿洲水生态实现再平衡。

(一) 荒漠—绿洲关系的再认识

一个地区环境问题的治理,往往与当地社会出现生态转型密切相关。认识生态转型的过程及其基本特征,对于环境问题的治理具有十分重要的意义。“绿洲化”导致塔里木河下游生态危机,倒逼地方政府对荒漠—绿洲的关系进行再认识。

长期以来,在地区经济发展和“人类中心主义”的主导下,西部干旱区的荒漠都被认为是“潜在绿洲”。地方政府只重视荒漠的后备生产功能,没有认识到荒漠植被对绿洲生态的保护功能。1990—2015年,新疆人工绿洲面积从6.04万平方千米,增长到9.54万平方千米,超过1/2的人工绿洲面积来自于对绿洲外围荒漠植被的开垦,荒漠植被的破坏导致人工植被直接暴露在干旱区恶劣的生态环境之下,因缺水导致的土地撂荒进一步加剧了耕地的沙化。

20世纪90年代以来,特大风沙、干旱天气屡屡袭击塔里木河下游人工绿洲,农二师塔里木垦区棉花生产受到极大破坏,灾害引起的经济损失高达8000亿元。土地荒漠化及自然灾害高频发生,塔里木河下游绿洲荒漠化风险上升,促使地方政府对绿洲与荒漠的关系进行了反思,人们发现这一系列的生态环境问题与绿洲外围的荒漠植被减少有密切关系。自此,保护荒漠植被被纳入地方政府的生态保护日程。

绿洲农业,基本上就是生态农业,寻求生态与

经济的共赢关系,就是寻求荒漠与绿洲的和谐共生关系。21世纪以来,出于长远利益的考虑,新疆维吾尔自治区对荒漠—绿洲的关系进行了再认识,为干旱区环境问题的治理提供了认知保障。

(二) 荒漠—绿洲增减的再平衡

近几十年来,塔里木河流域生态景观发生了巨大变化,总体呈现为“两扩大,一缩小”的局面,即人工绿洲与荒漠同时扩大,而处于两者之间的生态过渡带缩小。^①这种变化削弱了生态过渡带对人工绿洲的保护作用,增加了绿洲荒漠化的风险,也不利于干旱区社会经济的长远发展。解决这一问题,关键在于控制人工绿洲尤其是耕地面积的增长。

第一,要从法律法规方面禁止垦荒,控制人工绿洲面积的增长。受经济利益驱使,塔里木河流域内长久以来都将大规模土地开发作为社会经济发展的主要方式。大部分人认为,流域内土地资源很丰富,不开发就可惜了,而这往往忽略了生态过渡带的生态功能和水资源的有限性。大规模土地开发,导致上游绿洲农业用水剧增,下游荒漠植被缺水死亡,如果开荒行为得不到有效制止,下游绿洲的荒漠化现象将会更加严重。2001年6月,国务院在《塔里木河流域近期综合治理规划报告》批复中明确要求“流域内经济发展要充分考虑水资源条件,积极稳妥地进行经济结构调整,不再扩大农田灌溉面积”。2005年,自治区政府在《新疆维吾尔自治区塔里木河流域水资源管理条例》(修订版)第九条对禁止开荒做出了明确规定:“未经国务院或者自治区人民政府批准,流域内严禁任何单位和个人开垦荒地。任何单位和个人不得向非法开垦的荒地供水、供电。”这一规定对禁止开荒起到了两方面的作用,一是通过提高开垦荒地审批层次,堵上了地方政府通过审批谋利的口子;二是土地垦荒必须要进行灌溉,而灌溉抽水设备大都需要电力带动,通过控制供电,就切断了开荒引水的可能。

第二,要从制度保障方面查处违法垦荒行为,建立禁止垦荒的考核制度保障。受新疆棉花价格上涨的影响,2000—2004年,塔里木河干流区新开荒地13万亩,其中新疆生产建设兵团开荒8万亩,

^① 刘芳、张红旗:《塔里木盆地生态用地分类及其时空变化研究》,《资源科学》2016年第5期。

地方开荒5万亩。此后,非法开荒现象屡禁不止,耕地面积不断增大。大部分种植户认为,开荒后,即使政府对其进行罚款,但继续耕种带来的收益更大。2013年,自治区政府下发《关于严禁非法开荒的通知》,明确各级政府组织各部门开展联合执法检查,及时发现和制止非法开荒行为,^①并将制止和查处非法开垦行为纳入耕地保护责任目标考核范围。实行联合执法机制和责任制后,各地非法开荒行为得到了有效的制止。截至2017年,位于塔里木河下游的尉犁县累计查处各类违法开荒案件315件,非法开荒面积1.58万亩,依法追究刑事责任达79件,行政处罚236件,收回土地1.2万余亩。执法行为的实施,在一定程度上遏制了塔里木河流域非法开荒的势头。

(三) 生态—生产用水的再平衡

实现荒漠—绿洲水生态再平衡,核心在于重建生态—生产的用水平衡,因为水是绿洲生存的基础,是决定绿洲规模的关键因子。控制绿洲规模,关键在于减少绿洲生产用水,同样,恢复荒漠植被,关键也在于增加荒漠生态用水。

第一,推广农业节水技术,提高水价,控制绿洲生产用水。棉田扩张是绿洲生产用水增加的根本原因,故而应调整作物种植结构,压缩棉花种植比例。但是塔里木河流域是中国较贫困的地区之一,棉花种植业是实现当地乡村振兴的重要战略。环境问题与乡村振兴互相纠合,要避免乡村的衰落就需要将乡村产业嵌入当地的生态系统中。^②自治区政府以经济效益为诱导,推进节水灌溉,以水价调整为杠杆,提高用水效率,为实现生态—经济双赢做出了实践指导。

第二,改革流域管理体制,向下游进行输水,增加荒漠生态用水。据统计,塔里木河下游荒漠植被恢复,年均需水量应达到6.95亿立方米。为实现这一目标,必须建立流域性水资源管理体制,实行全流域水资源统一调度,定额分配各地用水量,优先保证下游生态需水量。

中华人民共和国成立以来,塔里木河流域管理体制经历过3个阶段:行政区域管理阶段(1949—1991年);流域管理与区域管理相结合,以区域管理为主的阶段(1992—2010年);流域管理与区域管理相结合,区域管理服从流域管理的阶段(2011年至今)。^③在前两个阶段,流域管理体制以行政区域管理为中心。2011年,为实施流域水资源统一管理,自治区将4个源流管理机构建制移交塔里木河流域管理局,由其进行直接管理和控制。这一举措使塔里木河流域水资源管理体制,跳出了以行政区域管理为中心的“小流域”管理体制,开始从“大流域”高度进行机制创新。流域性水资源管理体制的建成,结束了流域各地无序引水的乱局,为实施水资源统一调度,向下游进行生态输水提供了坚实保障。

自2000年开始,塔里木河流域管理局对荒漠—绿洲水资源进行合理分配,先后组织20次向塔里木河下游实施生态输水,累积输送生态水81亿多立方米,水头15次到达台特玛湖,使下游生态环境得到极大改善。同生态输水前相比,2000—2017年监测数据显示,塔里木河下游距主河道1千米范围内地下水埋深由9.8—10.1米回升到2.1—5.3米,随着地下水位抬升,地下水的水质也日益好转,距主河道1千米处的地下水矿化度由5.3—7.8g/L降至1.1—3.0g/L,水环境得到明显改善。遥感监测显示,下游植被恢复和改善的面积达到342.75万亩,其中新增植被覆盖面积54.3万亩,植被盖度增加最高的英苏一带增量达5倍以上,沙地面积减少130万亩,曾经干涸的台特玛湖一度达到511平方千米的水面和湿地^④,大量的盐渍化耕地得到改良,以往难觅踪迹的野生动物也已常见。

四、结论与讨论

在中国西部的荒漠—绿洲地区环境中,各种因素环环相扣,形成一条传导链条。在这条传导链条中,市场化的社会机制是主导因素,“绿洲化”是

① 参见库尔勒市人民政府门户网站, <http://www.xjke1.gov.cn/gk/zcfg/gfxwj/fzbfw/186431.htm>。

② 王晓毅:《生态文明话语下的乡村振兴》,《南京工业大学学报(社会科学版)》2019年第5期。

③ 覃新闻、托乎提·艾合买提等:《塔里木河流域水资源统一管理与调度实践》,北京:中国水利水电出版社,2014年,第35—58页。

④ 李丽君、张小清等:《近20 a塔里木河下游输水对生态环境的影响》,《干旱区地理》2018年第2期。

发展过程，荒漠—绿洲水生态失衡是绿洲荒漠化的直接原因。要解决这一环境问题，就必须扭转从“绿洲化”到荒漠化的恶性反馈循环。面对塔里木河下游生态环境不断恶化的局面，政府对荒漠、绿洲之间的关系进行了再认识，以重建荒漠—绿洲水生态平衡为抓手，通过推广节水灌溉技术、提高农业水价、改革流域管理体制、向荒漠进行生态输水等具体措施，控制了“绿洲化”的快速发展，也遏制住了绿洲荒漠化风险的继续上升。

21世纪以来，西部干旱区荒漠—绿洲水生态再平衡策略取得显著效果，塔里木河流域生态环境明显好转。但在保障荒漠—绿洲生态平衡的水资源方面，仍有几点风险需要讨论。

第一，从水资源的来源来看，塔里木河流域的水源主要以冰川融水和积雪融水为主，冰川融水约占其径流总量的38.5%。^①自20世纪80年代以来，随着全球气候变暖，塔里木河流域各支流冰川融水都有增加趋势，尤其2000年以后，冰川融水径流量达到历史最高时期，平均融水径流量达180.4亿立方米，高出多年平均值20.1%^②。冰川融水的增加导致源流出山水量的增加，塔里木河流域径流总量有所增加，但是水量增加背后却是冰川面积的退缩。近40年来，除阿克苏河外，各源流退缩冰川总面积占量算冰川总面积的比例均在50%以上，叶

尔羌河甚至高达81.2%。径流量增加为解决流域水资源供需不平衡带来了帮助，但是其水资源不确定性问题有所增加，未来的气候变暖将或许会加剧干旱区水资源短缺的情形。

第二，从水资源使用来看，自2001年流域综合治理开展以来，虽然水资源过度开发受到严厉制约，但是社会经济发展需水总量一直呈增加态势，流域用水总量呈年均1.9%的增长态势^③，水资源供需矛盾还将进一步加剧。由于棉花种植业依然是塔里木河流域绿洲经济的主导产业，水资源挤占生态环境用水的现象仍将长期存在。

第三，从水资源分配来看，随着塔里木河流域水资源统一管理体制不断健全，荒漠与绿洲水资源分配愈加均衡，但流域本身经商品贸易带出的“虚拟水”却一直处于出超状态。初步研究表明，塔里木河流域主要农作物和动物产品虚拟水总量为255亿立方米，通过棉花、水果贸易净流出174亿立方米。^④这种外向型农业通过产品形式“流出”的水，如同一条隐形的“动脉”，导致本来就缺水的干旱区水资源进一步流失。（论文基础来自于笔者的博士论文调查，在此特别感谢陈阿江教授在论文选题、田野调查、论文撰写过程中，给予的极具方向性和建设性的指导意见。文章中的村庄名称、访谈对象姓名已经做了适当的技术处理。）

[责任编辑：廖霞]

① 杨针娘：《中国冰川水资源》，兰州：甘肃科学技术出版社，1991年，第137—148页。

② 高鑫、叶柏生等：《1961~2006年塔里木河流域冰川融水变化及其对径流的影响》，《中国科学：地球科学》2010年第5期。

③ 沈彬、李新功：《塔里木河流域 TRMM 降水数据精度评估》，《干旱区地理》2015年第4期。

④ 邓铭江：《南疆未来发展的思考——塔里木河流域水问题与水战略研究》，《干旱区地理》2016年第4期。