

干旱半干旱流域生态环境变化 与人类活动间的相互影响分析

俞树毅¹ 柴晓宇²

(1. 兰州大学 法学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃省社会科学院, 甘肃 兰州 730070)

摘 要 西部干旱半干旱流域生态环境变化与人类活动间的相互影响具有共性特征和一般规律, 扭转该流域生态环境恶化的不利局面, 必须综合考量自然要素、经济要素和社会要素, 除了工程技术手段之外, 应当通过法律政策等制度手段规范、引导人们干扰生态环境的方式和手段, 使干扰的强度和频度始终保持在生态系统可以承载的范围之内, 实现人与自然、社会的和谐和可持续发展。

关键词 干旱半干旱流域; 生态环境; 人类活动

中图分类号: D912.6

文献标识码: A

文章编号: 1671-4970(2009)02-0030-04

塔里木河流域、石羊河流域属于西部乃至全国典型的干旱半干旱内陆河流域, 自然原因和人为原因是流域内生态环境变化的两大主要原因。自然原因主要是气候变化, 已有研究表明, 近 50 年来, 全球性气候变暖使两流域内的水热循环发生了一定的变化, 但到目前为止, 还没有显示出对生态环境变化有重大影响。因而促使两流域生态环境发生重大变化的主要原因是各种人类活动带来的有利和不利影响。本文拟在总结前人研究成果的基础上, 以塔里木河流域和石羊河流域为例进一步阐述探讨干旱半干旱内陆流域生态环境变化与人类活动的相互作用关系, 总结人类活动对生态系统影响的共性特征、作用机制和一般规律, 进而为协调流域内自然要素、经济要素和社会要素关系, 促进经济的可持续发展、资源的合理开发利用和生态环境的良性循环提供科学依据。

一、人类社会经济活动与流域内资源 开发利用现状

人口、农业总人口、社会总产值、工业总产值、农业总产值、耕地面积、有效灌溉面积、总播种面积及产量、农业机械总动力等要素能够反映人类活动对土地及水资源的开发利用强度。有效灌溉面积、农业机械总动力、水库数量及总库容能够反映工农业生产对水资源的消耗和利用程度。牲畜头数从一个

侧面能够反映人类活动对草地、草场等资源的开发利用程度。

据统计, 塔里木河流域 5 地(州)人口从 1989 年的 685.29 万人增加到 2005 年的 943.12 万人, 年均增长率为 2.35%。2005 年, 塔里木河流域 5 地(州)农业人口占总人口的 72.26%。农业生产是塔里木河流域 5 地(州)的重要生产活动, 耕地面积从 1989 年的 100.4 万 hm^2 增加到 2005 年的 114.5 万 hm^2 , 年均增长率为 0.86%。农业总产值从 1989 年的 447 779.48 万元增加到 2005 年的 2 151 057 万元, 年均增长率为 23.77%。至 2005 年末有水库 129 座, 总库容 172 876 万 m^3 。工业总产值从 1989 年的 191 227.8 万元增加到 2005 年的 3 671 696.8 万元, 年均增长率为 113.75%。根据《新疆统计年鉴》(2006)提供的数字计算得出, 2005 年塔里木河流域 5 地(州)用水结构为: 农业用水占用水总量的 96.28%, 生产用水占用水总量的 0.99%, 生活用水占用水总量的 0.78%, 生态用水占用水总量的 1.95%^①。

对石羊河流域的研究同样显示出人类活动对流域生态环境的干预不断强化的特点。统计数字显示, 石羊河流域内武威、金昌两地总人口从 1985 年的 189.1 万人增加到 2005 年的 240.81 万人, 年增长率为 1.37%。工业总产值由 1985 年的 89 987 万元增加到 2005 年的 3 202 751.5 万元。农业总产值由 1985 年的

收稿日期: 2008-12-18

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(06BFX029)

作者简介: 俞树毅(1962—), 男, 甘肃兰州人, 教授, 从事环境与资源保护法学研究。

① 数据来源: 《新疆统计年鉴》(1990)(2001)(2006)。

50775 万元增加到 2005 年的 698793.76 万元。农业生产是石羊河流域内的重要经济活动,两地农村人口由 1985 年的 74.57 万人增加到 2005 年的 186.39 万人,年增长率为 7.50%。2005 年,两地农村人口占总人口的 77.40%。耕地面积年增长率为 0.17%,有效灌溉面积年增长率为 0.58%。2005 年农作物总播种面积达到 31.9 万 hm^2 ,其中粮食播种面积达到 19.5 万 hm^2 ,粮食总产量从 1985 年的 69.96 万 t 增加到 2005 年的 123.7 万 t,年增长率为 3.84%。农业机械总动力由 1985 年的 139070.12 kW 增加到 2005 年的 2956201.88 kW,年增长率为 101.28%。2005 年末有水库 24 座,水库总库容为 45628 万 m^3 。《石羊河流域重点治理规划》提供的数字显示,2003 年石羊河流域总用水量 28.77 亿 m^3 ,其中工业用水量 1.56 亿 m^3 ,占总用水量的 5.4%;农田灌溉用水量 24.66 亿 m^3 ,占 86%;林草用水量 1.30 亿 m^3 ,占 4.5%;城市生活用水量 0.65 亿 m^3 ,占 2.3%;农村生活用水量 0.60 亿 m^3 ,占 2.1%。

二、人类活动对生态环境的影响分析

塔里木河流域、石羊河流域人类活动对生态环境的影响,通过水环境、植被环境、土地环境以及生物多样性等生态因子的变化得到了显著反映。

1. 对水环境的影响

经过五十多年的大规模的水土开发和人类活动的影响,塔里木河流域水环境发生了巨大变化。特别是 20 世纪 90 年代以后,随着人类活动的加剧,塔里木河三源流阿克苏河、叶尔羌河、和田河进入干流的水量不断减少,干流来水减少直接导致下游河道断流。1972~2000 年,塔里木河大西海子以下河道断流长达 28 年,20 世纪 90 年代末下游断流还有向上延伸趋势。随着源流区水资源利用不断增加,叶尔羌河在近 10 年内,仅 1994、2004 年和 2005 年有水补给干流,和田河只是季节性补给干流。目前只有阿克苏河长年有水补给塔里木河,是塔里木河干流的主要径流来源。对干流不同区段的耗水量分析表明,上游随着本地区农业生产规模的不断扩大,水资源消耗量在近 50 年内以 0.16 亿 m^3 的速率增加;中游段由于来水量减少,耗水量以每年 0.35 亿 m^3 的速率减少。总体上,干流水资源以每年 0.18 亿 m^3 的速率递减,干流上游段水资源利用速率以每年 0.16 亿 m^3 增加而加剧了中下游水量的减少^[1]。塔里木河断流造成下游地下水位下降,20 世纪 50~60

年代,英苏至阿拉干河段的地下水水位约为 3 m~5 m,1973 年为 6 m~7 m,1989 年为 8 m~10.4 m,1999 年为 9.44 m~12.65 m。随着地下水位下降,地下水矿化度也升高。阿拉干井水 1984 年矿化度为 1.25 g/L,1998 年达 4.5 g/L^[2]。塔里木河干流水体污染类型为农业污染型,主要污染物是氯化物、硫酸盐、总氮和总磷。1998 年干流的平均污染级别为 IV 级,2002 年为 III 级,2005 年为 IV 级。

人类活动对石羊河流域的水环境的影响更为典型。随着流域人口的增加,耕地面积不断扩大,特别是流域中上游地区的人口增加和耕地的扩大,引用水量大量增加,导致下游水量大量减少,尾间湖泊收缩和干枯,下游民勤盆地来水逐年锐减。红崖山断面来水,20 世纪 50 年代平均年径流为 4.6 亿 m^3 ,现状锐减为不足 1.0 亿 m^3 。地表水不足只能采取盲目开采地下水的办法解决农业灌溉和生产生活用水需要,直接后果是地下水超采严重,地下水位逐年下降。近 20 年实测资料对比分析,武威南盆地地下水位平均下降 6~7 m,下降速率每年 0.31 m;民勤盆地地下水位平均下降约 10~12 m,下降速率每年 0.57 m,最大下降幅度 15~16 m。按流域多年平均自产水资源总量和 2003 年实际总用水量统计分析,石羊河流域水资源开发利用程度为 172%。现状地下水年超采量 4.32 亿 m^3 ,其中民勤盆地年超采地下水 2.96 亿 m^3 。石羊河流域地表水污染主要集中在金川河与石羊河干流,主要受永昌县河西堡镇、金川区与凉州区排放的工业及生活废污水影响,地膜、化肥、农药的使用对河流水质污染程度也日渐加剧。据 2005、2006 年度《甘肃省环境状况公报》显示,石羊河水质状况均为重度污染。目前,民勤盆地地下水矿化度每年大约增加 0.12 g/L,矿化度普遍高达 2~4 g/L,最高地区达 8 g/L。

2. 对植被环境的影响

塔里木河流域植被类型主要为荒漠河岸林、盐生草甸、沼泽等非地带性植被。由于塔里木河源流进入干流的水量不断减少,干流水资源无效损耗及浪费严重,下游生态环境不断恶化。干流两岸胡杨林大片死亡,上中游胡杨林面积由 50 年代的 40 万 hm^2 减少到目前的 24 万 hm^2 ,下游由 50 年代的 5.4 万 hm^2 减少到现在的 0.73 万 hm^2 ,具有战略意义的下游绿色走廊濒临毁灭^[3]。

在石羊河流域,由于来水减少和耕地面积扩大,对地下水严重超采,造成采补失衡,生态用水极度紧

① 数据来源《甘肃统计年鉴》(1991、2001)、《武威统计年鉴》(2002)、1985~2000 年《金昌市统计年鉴》、2002~2006 年《金昌年鉴》、《甘肃水利》(2006)。

② 甘肃省水利厅、甘肃省发展和改革委员会. 石羊河流域重点治理规划. 2006.

张,导致植被大量枯死。据武威市林业局 2007 年 4 月统计数字显示:石羊河流域森林面积为 40.2 万 hm^2 ,森林覆盖率为 10.03%。武威市畜牧中心提供的数据表明,该市现有天然草原 236.8 万 hm^2 ,目前“三化”草原面积 138.1 万 hm^2 ,占可利用草原面积的 85.2%。

3. 对土地环境的影响

塔里木河流域是典型的大陆性干旱气候,加之长期以来水资源不合理的利用,盲目开垦、乱砍滥伐、超载过牧等人为活动影响,致使植被衰退、土地沙漠化。根据 1959 年和 1983 年航片资料统计分析,24 年间塔里木河干流区沙漠化土地面积上升了 15.6%。下游土地沙漠化发展最为强烈,24 年间沙漠化土地上升了 22.05%。特别是 1972 年以来,大西海子以下长期处于断流状态,土地沙漠化以惊人的速度发展。据资料统计,流域内荒漠化土地面积达 265.41 万 hm^2 ,胡杨疏林和衰败林、疏林和衰败灌木林、灌丛草地、衰败草地等非(潜在)荒漠化土地达 103.95 万 hm^2 ,分别占流域面积的 53.5% 和 21%^[4]。土地沙漠化导致气温上升,旱情加重,大风、沙尘暴日数增加,植被衰败,交通道路、农田及村庄埋没,严重威胁绿洲生存和发展。

石羊河流域内荒漠化面积达 1.8 万 km^2 ,其中民勤县 1.5 万 km^2 ,占全县总面积的 4.5%,近年来有 0.67 万 hm^2 耕地和 3.9 万 hm^2 林地沙化,26.3 万 hm^2 草场退化。流沙以每年 3~4 m 速度向绿洲推进,个别地段达到 8~10 m^2 ^[5]。全国 1998 年~2003 年沙化普查的监测结果显示,5 年间,民勤县监测区内耕地的风蚀沙化面积增加了 11 035.49 hm^2 ,且荒漠化程度正在由中、轻度向重度和极重度发展。荒漠化面积已占全县土地总面积的 94.51%^[6]。由于植被减少,生态恶化,水土保持能力减弱,风沙及沙尘暴危害日益加剧,民勤绿洲目前已成为我国沙尘暴的三大起源地之一。

河流断流、天然湖泊干涸,沼泽、湿地减少,林地和草地的大面积衰退,使得塔里木河流域的野生动物数量减少,甚至出现灭绝的态势,生物多样性受到严重威胁。新疆虎、土著大头鱼现已灭绝,野骆驼已难觅其踪,马鹿、鸟类、水禽种群数量亦在不断减少。由于生态环境持续恶化造成生物多样性毁灭性破坏的例子,在石羊河流域同样处处可见。

根据《新疆维吾尔自治区生态环境监测与评价报告(2006 年度)》提供的生态环境质量评价结果计算,2005 年塔里木河流域 5 地(州)生态环境质量无“优”类,属“良好”的有 2 个县,属“一般”的有 18 县市,属“较差”的有 14 个县市,属“差”的有 8 个县市,

分别占塔里木河流域 5 地(州)土地总面积的 3.62%、24.92%、25.69%、45.77%。生态环境质量居“差”和“较差”的共占评价土地总面积的 71.46%。根据《2005 年甘肃省环境状况公报》提供的生态环境质量的分级结果进行计算,2005 年,石羊河流域内生态环境质量无“优”类县(区),生态环境质量“良好”的土地面积占武威、金昌两市土地总面积的 16.96%;生态环境质量“一般”的占 38.12%;“较差”的占 7.17%;“差”的占 37.75%。生态环境质量“较差”和“差”的区域共占武威、金昌两市土地总面积的 44.92%,几乎占两地土地总面积的一半。上述评价结果显示,两流域生态环境整体状况十分严峻。

三、人类活动影响流域生态环境的共性特征、作用机制、一般规律

1. 共性特征

①人口膨胀,环境承载压力增大。历史上,受交通、气候条件制约,西部干旱半干旱地区人口总体上长期处于很低水平。近代至新中国成立以后,人口数量迅速增长。人口增长过快是生态环境恶化的重要诱导因素。②水土资源需求持续增长。人口的迅速增长对水土资源提出了更多的要求。人工绿洲面积不断扩大,导致流域内水资源的过量开发,产生诸多负面影响,使绿洲区生态失去平衡。③河流断流、湿地消失、湖泊干涸、地下水位下降。西部干旱、半干旱地区普遍存在河流上游滥垦、滥伐、滥牧,中游盲目兴建灌溉工程,导致下游水量锐减、水质恶化、水域大幅度减少甚至消失的现象。对水土资源的大规模开发导致了河流断流,湿地消失、湖泊干涸、水位下降和矿化度升高等现象,这是人类活动对环境产生不利影响的一种必然趋势。④植被衰败,草地退化,荒漠化加剧,生物多样性丧失,生态环境不断恶化。西部干旱、半干旱地区流域内社会经济的发展,加剧了上下游和生产、生活、生态用水之间的矛盾。大量生态用水被挤占,流域内植被衰败,绿色屏障消失,直接危及绿洲内人们的生产生活。随着牲畜存栏头数的大幅增加,流域内草地普遍处于超载过牧状态,加之受鼠害、虫害等自然因素影响,天然草地面积逐步减少,质量不断下降,生态屏障作用日渐降低。植被衰败、草地退化的直接后果是荒漠化加重,导致许多地区成为重要的沙尘源区。⑤自然灾害频繁发生,造成巨大的经济损失。西部干旱、半干旱地区流域内人为不合理活动造成的水土流失、水质恶化、土地沙化、植被衰败等,不仅使本已脆弱的生态环境雪上加霜,而且造成了巨大的经济损失。

环境恶化改变了区域内的小气候,使旱涝灾害频繁发生。土地荒漠化的结果,除了造成毁埋农田、淤塞渠道外,更为严重的就是加重沙尘暴的危害。作为生态脆弱的西部干旱、半干旱流域,生态环境破坏容易恢复难,重新建设、恢复投入巨大。有些重要的生态功能区具有不可逆转性,一旦破坏,即使投入巨资,也无法完全恢复原有生态功能。从代际公平角度考虑,生态价值的损失更是无法估量。⑥生态综合治理效果显现尚待时日。西部干旱、半干旱内陆河流域生态环境恶化的问题引起了从中央到地方的高度重视,国家相继投入巨资开始实施有关流域的生态综合治理工程,并从体制、法律、政策等方面加强了对流域内以水资源为主的综合管理。从目前情况来看,相关流域的生态综合治理效果初显。但从长远来看,生态恢复是项系统工程,实现流域内生态环境的根本好转还有很长一段路要走。

2. 作用机制

人类活动与流域生态环境之间相互联系、相互制约,从而构成一个有机整体。生态环境是人类生存和发展的基本条件,是经济和社会可持续发展的基础。不断增长的经济对自然需求的无限性和生态资源供给的有限性构成了一对矛盾。适度合理的人类活动有助于经济发展和生态环境协调机制的建立,实现经济效益和生态效益的统一;盲目、过度以及不合理的人类活动则会导致经济发展和生态环境之间的严重对立,最终反过来限制人类活动的范围,制约经济发展。

人为干扰因素、干扰的强度和频度因区域不同而异,并与社会发展水平、产业结构特征及生产手段和方式有关。人类活动对生态系统的干扰按性质划分为破坏性干扰和增益性干扰,体现为对生态关系的促进、抑制、改造和重建。多数人为干扰会导致生态系统正常结构的破坏、生态平衡的失调和生态功能的退化,干扰的强度和频度决定了生态系统退化的程度。对于极度脆弱的生态系统,这种干扰和影响往往是毁灭性的,如滥垦、滥牧、滥采、污染等。增益性干扰体现为对目前生态平衡的维持或优化,表明生态系统朝着有利于与人类和谐共生的方向发展,如植树种草、封山育林、退耕还林还草等。

从人为干扰的实施主体划分,干扰可分为集体性干扰和个体性干扰。集体性干扰具有大规模、长期性的特点,如政策、法律的出台,重点治理规划、水量分配方案的实施、水利工程的建设等。个体性干扰具有规模小、自主性强的特点,但是个体性干扰一旦形成规模,就会演变成集体性干扰,盲目的个体性干扰如果没有外来强制因素的干涉,一旦力量聚合

起来,对生态系统的破坏往往是灾难性的。个体性干扰主要表现为无序开荒、采樵、过度放牧以及种植结构的调整、随意开采地下水等。

人类活动影响生态环境是一个动态的循环系统,人类自身的破坏性干扰打破了生态系统的平衡,使生态系统退化并朝着不利于人类的方向发展,退化的生态系统反过来制约了人类干扰的范围。随着人类对生态环境问题认识的警醒,人类开始反思自己的行为,通过制度、工程技术手段对生态环境施加了增益性干扰,力图使退化的生态系统得到恢复,并在新的阶段上建立新的平衡。但这仅仅是一种理论模型,在大多数时候,人为干扰造成生态系统的逆向演替,以及不可逆变化和不可预料的生态后果,如生物多样性丧失等。这在西部干旱、半干旱地区流域尤为明显。

3. 一般规律

人类文明史是一部人与自然相互影响的历史。远古时代,人类改造自然的能力十分有限。随着历史的发展,人类逐渐获得了一定的改造自然的能力,并通过这种改造积累了大量的物质和精神的财富,这些财富被称之为“文明”。从渔猎时代开始,经过农业文明、工业文明,人类对自然改造的能力越来越强,特别是进入工业文明以后,人类对自然的利用和改造达到了前所未有的高度,通过对资源的获取创造了巨大的物质财富,极大地推动了物质文明的发展,但与此同时,人类对资源的开发也超过了自然的承受能力,引起了严峻的生态和环境问题。

人类活动和生态环境的演化之间是一种复杂的、多因素组成的动态过程。西部干旱半干旱流域生态退化的原因,既有自然因素,也有人类活动的干扰。人类活动对西部干旱、半干旱流域生态环境影响的一般规律是:人口膨胀—水土资源需求增长—耕地面积、灌溉面积扩大,工业、农业、生活用水挤占生态用水—水土资源供需矛盾加剧—区域气候改变,土地荒漠化加剧,灾害天气增加—生态环境恶化—绿洲面积缩小,沙进人退—影响人类生产生活和可持续发展。

四、结论

流域是一个综合性的生态系统,它不仅包括流域内的水文网络和水流、土地、植被、森林、矿藏、生物等基本自然要素,而且包括流域内的人口、环境、资源、经济、文化、政策和决策等要素,由此在其边界范围内形成了一个特殊区域,构成了一个通过物质输移、能量流动、信息传递相互交织、相互制约的自然—经济—社会复合生态系统。(下转第46页)

迫,不得不尔。既如此,则全球文明整合路在何方,就是当代哲人需要深思的问题了。之所以说“和而不同”是经济全球化情势下中西文明整合的最终归属,乃是基于中华民族“和而不同”的文化传统。中华文化的包容性,正在于“和而不同”文化观所强调的多元互补性。历史上南北民族的大交融,游牧民族与农耕民族的历次融汇,汉文化和各少数民族文化之间相互吸收、相互借鉴,儒、释、道三教的圆融贯通,共同形成“你中有我,我中有你”之“和而不同”的传统文化。东汉学者仲长统“同于我者何必可爱,异于我者何必可憎”,宋儒张载“乐己之同,恶己之异,便是固、必、意、我”等论,体现了中华文化的包容性。文化就其本质而言就是丰富多彩的,不同文化,同一文化的不同方面是可以相互沟通、相互交融的。由己及彼,推而广之,世界各国的不同文化也是可以并且应该相互尊重、相互沟通的。世界文明整合,就是在不同之间求“和”与在“和”之间尊重各自的“不同”。

“和而不同”原理启示我们,在世界文明整合过程中,首先要允许文化多元性存在。世界文明整合过程绝非某种或几种单一文化借以强大的国家机器而能够主导得了的,不同文明之间的相互交融、求同存异、和谐共生,早已为史实所证明。罗素认为:“不同文化之间的交流过去已被多次证明是人类文明发展的里程碑。希腊学习埃及,罗马借鉴希腊,阿拉伯参照罗马帝国,中世纪的欧洲又模仿阿拉伯,而文艺复兴时期的欧洲则仿效拜占庭帝国。”^[5]都是明证。

(上接第33页)这一系统内的各种自然要素之间、自然要素与经济要素和社会要素之间、流域上下游、干支流之间都在不断地进行着物质能量、信息的交换及资金、人员的交流,一个因素发生变化,整个流域的其他因素都会受其影响。一方面,人类与生产生活相关的社会经济活动无时无刻不在影响着流域内生态环境的整体状况,这种影响具有正向(如生态环境的维持或恢复)或负向(如生态环境的破坏或恶化)作用;另一方面,流域生态环境的整体状况不同程度地限制或促进了流域内经济、社会发展,影响着流域人类活动的程度和范围。

基于此认识,扭转西部干旱半干旱内陆河流域生态环境恶化的不利局面,除了利用传统的工程技术手段(如种草种树恢复植被,退耕还林还草等)逐渐遏制自然要素的恶化趋势外,更应该强调经济要素和社会要素调节手段的协同使用,采取一体化方略协调生态保护、经济和社会发展之间的关系。通过经济手段、法律政策等制度手段规范、引导人们干扰生态环境的方式和手段,使干扰的强度和频度始终保持在生态系统可以承载的范围之内,实现人与

文化上的一枝独秀对整个人类文明而言并非乐见,全球文明整合也并不是挤兑异己,不同文化之间的包容并蓄,和谐共生才是世界文明整合之必须。其次,世界文明整合过程,是各不同文明之间交互作用、相互影响的过程,这一过程不是“大鱼吃小鱼,小鱼吃小虾”的食物链图谱,而是基于平等视角的交融。连首倡“文明冲突论”的亨廷顿也不得不客观地指出:“在可见的将来,不会有普世的文明,有的只是一个包含不同文明的世界,而其中的每一个文明都得学习与其他文明共存。”^[6]此论可谓认识深刻;“每一个文明都得学习与其他文明共存”,正是对“和而不同”的世界诠释。

参考文献:

- [1] 马克思,恩格斯. 马克思恩格斯选集:第1卷[M]. 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局,编译. 北京:人民出版社,1972.
- [2] 马克思,恩格斯. 马克思恩格斯选集:第1卷[M]. 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局,编译. 北京:人民出版社,1995.
- [3] 毛泽东. 毛泽东选集:第2卷[M]. 北京:人民出版社,1991.
- [4] 孙晓凌,汪北华. 从思维方式看中西文化差异[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版),2003(2):68-70.
- [5] 罗素. 一个自由人的崇拜[M]. 胡品清,译. 长春:时代文艺出版社,1988:8.
- [6] 塞缪尔·亨廷顿. 文明的冲突和世界秩序的重建[M]. 周琪,译. 北京:新华出版社,2002:452.

自然、社会的和谐和可持续发展。经济手段主要有水权配置、水价杠杆、生态移民、农业劳动力向非农等第三产业转移等。法律政策等制度手段主要有创新流域管理模式,重新构建流域管理的机构和法律制度框架等。

参考文献:

- [1] 叶茂,徐海量,宋郁东,等. 塔里木河流域水资源利用面临的主要问题[J]. 干旱区研究,2006,23(3):388-392.
- [2] 王建勋,庞新安,郑德明,等. 塔里木河流域生态环境现状、存在问题及治理对策[J]. 农业系统科学与综合研究,2006,23(3):193-196.
- [3] 王刚. 塔里木河流域生态现状及对策[J]. 中国西部科技,2006(5):42-43.
- [4] 韩路,王海珍,曹新川. 塔里木河流域土地荒漠化的现状、成因及防治对策[J]. 干旱区资源与环境,2001,15(2):16-21.
- [5] 李晓青. 石羊河流域生态环境恶化及水资源利用现状浅议[J]. 甘肃科技纵横,2006,35(5):66.
- [6] 陈宗立,狄春华. 拯救沙漠孤岛,决不让民勤成为第二个罗布泊[N]. 光明日报,2007-03-28(7).