

硕士学位论文

M. D. Thesis

河西地区水资源配置与生态经济协调发展研究

**Allocation of Water Resource And Ecological
Economic Coordinated Development In HeXi Region**

柳建平

Liu Jianping

目 录

独创性声明	i
中文摘要	ii
Abstract	iii
导 言	1
一、论文选题背景和意义	1
二、相关课题研究特点	2
三、论文结构及特点	3
第一章 水资源配置制度的经济学分析	4
一、水资源价值	4
二、水资源配置的价值均衡	5
三、水资源效率配置和价值均衡的实现途径	10
四、水资源配置的制度体系	15
第二章 河西地区水资源与生态环境状况	17
一、水资源供给与需求	17
二、生态环境状况	19
三、水资源供需紧张与生态恶化的主要原因	21
四、水资源供需中长期预测	23
第三章 河西地区水资源配置制度创新与生态经济协调发展	29
一、可交易水权制度创新	29
二、水资源价格制度创新	35
三、水资源管理制度创新	46
结 语	55
参考文献	56
后 记	58

摘 要

全球范围内水资源短缺及其对可持续发展的影响,已引起社会各界的广泛关注,甘肃河西地区属西北干旱区的内陆河流域,这一问题显得突出而典型。

目前,河西内陆河流域年缺水量平均达 6——8 亿立方米,考虑到人口增长、城市化、工业化推进等因素,未来 15 年河西地区水资源短缺问题将持续存在。水资源短缺将严重影响到区内经济发展和人民生活水平的提高,同时因缺水导致的河道断流、地下水位下降、植被退化、沙丘活化、荒漠化等生态环境问题不断加剧,特别是黑河、石羊河流域下游绿洲退化严重,已成为中国北方沙尘暴的主要发源地。水资源短缺对社会经济发展的影响及其引发的生态环境问题,已成为制约河西地区可持续发展的根本性问题。

河西地区水资源短缺和生态环境严重恶化的根本原因除水资源供给约束外,主要是由于现行的一系列水资源配置制度存在问题,难以对节约用水和提高水资源配置效率发挥激励和约束作用,如水资源产权关系不清,水资源价格制度存在缺陷,水资源管理制度不完善等,导致水资源利用效率低下,浪费严重,经济用水挤占生态用水,引发了一系列生态环境问题,进而影响了社会经济的全面发展。因此,在水资源供给约束条件下,要实现水资源配置的社会价值最大化,关键在于进行制度创新,建立完善的以水资源配置制度为核心的总需求管理制度。

水资源的特殊性和水资源价值的多重性决定了水资源配置制度的复杂性。本论文认为缓解河西地区水资源短缺和生态环境恶化的水资源配置制度创新内容主要包括以下几个方面:建立和实行可交易水权制度,发挥市场对水资源的配置功能,提高水资源配置效率;采取涵盖生态环境价值的水资源定价制度,使价格既能反映水资源的稀缺性和供给成本,又能反映水资源所具有的生态环境价值;实施流域统一管理制度,保证水资源在区域间的公平分配,确保最低限度的生态用水,以节水为核心,加强生态环境综合治理和保护。

关键词: 水资源 制度 生态

Abstract

The shortage of water and its impact on sustainable development has drawn wide and great attention around the world. HeXi Region in GanSu Province as aridity and semiarid rejoin, the shortage of water and environment problems are very serious.

At present the annual average shortage of water in River-Basin reaches 6-8(10^8m^3). Considering the growth of population, urbanization and industrialization, the lack of water will continue in the coming 15 years, which will greatly influence the regional development. Meanwhile the ecological problems caused by lack of water are becoming very serious, such as the intermittent of river, the descent of underground water, the degeneration of vegetation, the expansion of desert, the oasis around downstream of Black River and Stone Sleep River which have been the main seminary of dust storm in North China. The shortage of water and ecological problems related with it has been the essential problems that restrict the sustainable development of HeXi Region.

Besides the limitation of water supply, the essential reason for these problems is the imperfect of water allocation system which can't encourage the valid allocation of water resource and protect environment, such as water resource property right isn't very clear, the price system has shortcoming, the management system isn't imperfect, etc. Consequently innovating existing system and building perfect water allocation system is the key to achieve both economic and ecological value of water.

The special nature of water resource and its multiple function determine that the allocation system is complex. The paper regards that the system innovation for HeXi Region should involve following points: establishing water right system that can be traded in the market and using the market mechanism to improve validity allocation of water; adjusting existing price system and make it not only reflect scarcity and cost of water, but also include its ecological value; carrying out regional unification governing to make water resource fairly allocated by regions, to insure the ecological need of water and protect environment , to economize using of water. By the system innovation the multiple value of water in HeXi Region would be achieved.

Key words: water resource ecology system

导 言

一、 论文选题背景和意义

[紧迫的现实]在世界性生态危机中,水资源问题最为突出,许多生态问题因水而起。现在,世界约有 80 多个国家、40%的人口面临缺水问题。中国是世界上 13 个最缺水的国家之一,人均水资源占有量仅为世界平均水平的 1/4。2/3 的城市和 1/2 多的乡镇缺水。由于缺水许多地区的生态环境质量急剧下降,50 多个城市在沉陷,还有:河道断流、海水倒灌、湖泊干枯或萎缩、干旱地区土地沙化、植被死亡、水质恶化(沈振荣¹,1998)、……

河西地区在甘肃国民经济和社会发展中占有重要地位。2002 年底,河西地区总人口 479.24 万,占全省的 18.66%,国内生产总值 318.44 亿元,占全省总量的 27.42%。河西地区现有省辖市三座和五个地区辖市,几乎占全省城市的一半,其中嘉峪关、金昌和玉门是全省重要的三个工业城市,城市主导产业分别是铁、镍、石油开采、冶炼和加工。城市及其工业的形成和发展与河西水资源对其的支撑是分不开的,特别是嘉峪关、金昌的铁、镍冶炼都是高耗水原材料加工业。河西是甘肃主要的农业生产基地,以占全省近 19%的人口、19%的耕地生产了占全省 32%的粮食,提供了全省 70%的商品粮、42%的油料、99%的棉花和 45%的瓜果蔬菜,已成为全国 12 大商品粮基地和重要的西菜东调基地。这一切的取得主要依赖于河西地区的绿洲灌溉农业。

但从现实及长远来看,河西城市、工业和绿洲灌溉农业的进一步发展已面临着严重的水资源短缺和生态环境不断恶化的威胁和挑战。河西地区是我国荒漠化强烈发展的地区之一,荒漠化面积已达 21.3 万平方公里,占全省荒漠化面积的 75.3%,占河西五地市总面积的 76.9%。荒漠化是吞噬河西绿洲、威胁河西地区可持续发展的重要生态环境问题。而这主要缘于河西地区水资源的严重短缺及不合理的开发利用,导致绿洲从下游向上游逐渐萎缩,各内陆河下游生态环境明显恶化,石羊河流域下游民勤绿洲和黑河下游额济纳绿洲均已严重萎缩和荒漠化。由于河西地区所处特殊的自然地理环境和荒漠化的持续扩展,干旱、干热风、大风,特别是沙尘暴等自然灾害频发,已严重影响到河西地区、甘肃省乃至我国北方地区的社会经济发展。

[理性的追问]毋庸置疑,当代的经济繁荣主要来自于市场制度,市场制度是迄今为止最有效率的资源配置制度,但同时也应看到,市场并不能反映过程的全部真相,

资源枯竭、生态恶化是人类发展中面临的新挑战。“人类在是否改变当前这种发展方式上面临着新的选择，问题不在于进行这种转变将要付出多大的代价，而是我们不能实现这种转变将要付出多大代价。中央计划经济崩溃于不让价格表达经济学的真理，自由市场经济可能崩溃于不让价格表达生态学的真理”（布朗²，2002）。

现代经济政策一般强调物质经济的持续增长，基本忽略了代际、代内、种际间的平衡与生态系统的承受能力问题，因为人们认为这些问题可通过额外增长得以解决。这种观念尤为相信技术的力量，认为随着新技术的不断涌现，人类所面临的诸如资源、生态、环境等问题会得以解决，这种思想被称为“技术乐观主义”。与此相对应的思想是“技术怀疑主义”，认为技术不能解决一些不可再生资源的供应和环境资源的容量有限问题，至少应对技术持以谨慎态度。

两种争论已持续了几十年，但都认为能源、资源极限的影响仍存在很大的不确定性。因此，未来经济可持续性终究如何，无人可知。这样，摆在我们面前的抉择是：如果过高估计了技术的能力，其结果可能是灾难性的，这对于人类文明及所依赖的资源环境将会是一个无法挽回的毁灭。若选择后者，如果技术确能解决人类发展中的难题，我们理应惊喜；而若不能，我们至少为此而有所准备。

生态就像一笔捐赠的基金，只要基金还在，来自于基金的利息收益就可以长期得到。如果基金减少，利息收益也将减少。因此，我们的理性观点是：经济政策的形成，要以生态原理建立的框架为基础，建立一个可持续的经济——生态经济。

经济用水挤占生态用水是导致河西地区生态环境严重恶化的主要直接原因，而深层次原因在于河西地区现行的一系列水资源配置制度的缺陷，因此解决河西地区水资源短缺和生态环境问题的根本在于通过制度创新，建立适应可持续发展的水资源配置制度体系，提供水资源配置和利用中的制度激励和制度约束机制，提高效率，节约用水，保证生态用水。本论文将围绕这一主题，以可持续发展观为主线，运用经济学分析方法，探讨解决或缓解河西地区水资源短缺和生态环境恶化的水资源配置制度创新问题。

二、相关课题研究特点

对河西地区（特别是黑河流域）“水资源问题”的研究是近几年学术界和政策制定者研究和关注的热点之一，发表的相关论文很多。总体来看，这些研究可分为“水资源与生态环境”和“水资源与区域经济”两大类，其特点是：

1、研究课题一般以“水资源与流域生态环境”为主，主要运用生态学、地质学、

水文学、气象学、植物学等自然科学知识以及一些人文社会科学知识，研究流域生态环境恶化在各种自然科学学科方面的表现及特征，并对其原因进行了一定程度的分析，但缺少从社会人文角度探讨水资源短缺和生态环境恶化的深层次原因。

2、对“水资源与区域经济”的研究多集中于区域水利经济和农业经济方面，多以定性研究的政策建议为主，将生态环境与经济结合进行跨学科研究的较少，特别是缺乏以生态经济协调发展为目标、以“水资源配置制度”为核心的研究。

这些相关课题的研究为本论文提供了厚实的资料基础，同时其缺乏之处也正是本文力图补足之处。

三、论文结构及特点

本论文既是对具有特殊自然和经济属性的资源物品配置制度的一般理论思考，也是以河西地区为例探讨西北内陆河流域水资源配置制度体系建设的研究。全文共分三章：第一章，水资源配置制度的经济学分析；第二章，河西地区水资源与生态环境状况；第三章，河西地区水资源配置制度创新与生态经济协调发展。

论文研究的特点：

1、资源价值是资源配置的基石。论文以现代资源环境经济学关于资源环境价值的概念和分类为出发点，结合河西内陆河流域水资源的主要功能，将水资源价值分为直接使用价值（传统经济学所言的经济价值）和间接使用价值（现代经济学所言生态环境服务价值），并提出了水资源价值配置的一般标准：边际生态环境价值非负下的经济价值最大化；依照这一标准和水资源特殊的自然和经济属性，提出实现标准的途径：通过水资源产权制度创新和市场配置，实现水资源的经济价值；通过水资源管制制度创新，矫正水资源外部性等可能导致的市场失灵，实现水资源的生态价值；在此基础上综合提出水资源配置制度体系的基本框架：水资源配置的市场制度和政府管制制度及其法律制度体系。

2、现行水资源配置制度的缺陷是导致河西地区水资源短缺和生态环境严重恶化的根本原因之一，这是论文对河西地区水资源配置问题和生态环境问题分析基础上得出的一个基本结论，因此，解决河西地区水资源供需矛盾尖锐和生态环境恶化问题的核心是：通过水资源配置制度创新，提高效率，节约用水。水资源配置制度创新的主要内容是：建立可交易水权制度、涵盖生态环境价值的水资源定价制度和流域统一管理制度。

第一章 水资源配置制度的经济学分析

一、水资源价值

资源价值是资源配置的基石，无价值之物无所谓配置。价值范畴的界定是经济理论研究的开始及延伸的基础，价值不仅与生产、交换过程中的成本、费用及价格密切相关，而且更关乎产品、服务及经济剩余的分配（佐兰·皮亚尼奇³，1990）。可以说，价值是一切资源配置的基础和原则。

和大多数自然资源一样，水资源具有多功能性，并且表现的十分突出。水是生命中不可或缺的重要要素之一，人类不仅依靠水的摄入来替代自身体液的不断丧失，而且人类赖以生存的食物来源也需要水才能生存；水是能量和物质交换的重要介质和载体，广泛运用于人的日常生活、工业生产和农业灌溉中；具有一定势能的水可以发电；江河湖泊等水域可用做水产养殖；水运是一种便捷经济的运输方式；水是维持区域生态环境稳定的重要要素之一，水域环境往往是人们想往的自然景观……水资源所具有的多功能性决定了水资源价值的多重性。

随着人类社会的发展，水资源越来越稀缺，促使人们往往要在水资源多重价值之间进行权衡取舍，从而催生了水资源不同配置制度和手段。

现代资源环境经济学把资源环境的全部经济价值划分为三大部分：使用价值（UV）、选择价值（OV）和非使用价值（NUV）。其中，使用价值（UV）又可划分为直接使用价值（DUV）和间接使用价值（IUV）（谷书堂⁴，2000）。对水资源而言，直接使用价值是指直接进入当前生产和消费活动的那部分水资源的价值，即我们传统意义上的资源被耗用或消费时表现的经济价值；间接使用价值是指以间接方式参与生产和消费过程的那部分水资源的价值，也就是资源环境为社会生产和消费所提供的服务功能，如水资源的生态功能、水质、水域景观等，即水资源所具有的生态环境价值；选择价值是指当代人为保证后代人对水资源的使用而对其所表示的支付意愿或人们当前没有利用但在未来可能使用某种状态的水资源时所带来的价值。选择价值反映人们的一种意愿，即现在不使用资源环境的情况下，保留在未来使用的选择权。使用价值反映的是从当前资源环境使用中获得的價值，选择价值反映的是未来潜在的价值；非使用价值又称存在价值，反映的是人们愿意为改善和保护那些永远不会被使用的资源所愿意支付的价格，一般认为只有当资源使用价值为零或当非使用价值可被测度时，才考虑其非使用价值（汤姆·泰坦伯格⁵，2003），因此对我们

研究的对象淡水资源来说,可认为其非使用价值为零,因此水资源的总价值为:

$$TUV=DUV+IUV+OV$$

就我国西北内陆河流域水资源的主要功能来说,主要在于满足流域内城乡居民生活用水、农业发展的灌溉用水和日益增长的工业用水,同时还必须有维系生态系统平衡的生态用水,因此,内陆河流域水资源的价值功能划分为:(1)保证流域内工农业生产和人民群众生活用水需要的水资源价值,即水资源的直接使用价值或经济价值(DUV);(2)保证生态环境用水的水资源价值,即间接使用价值或生态环境价值(IUV);(3)保证社会经济长期可持续发展代际均衡的水资源价值,即水资源的可选择价值(OV),显然,可选择价值仅针对于深层地下水。

二、水资源配置的价值均衡

1、生态系统的可持续性与水资源配置的最低生态安全标准

(1)生态供给阈值的不可超越性。生态供给一方面要维持整个生物圈的物质平衡,另一方面要供给人类的经济需求,而相对于人类的获取能力,就存在着生态的供给阈值。所谓生态供给阈值,是指维持生态系统动态平衡所需要的系统各成分量的规定性。各种不同的生态要素,有着不同的阈值,当然,随着人类开发和利用自然资源技术的进步,生态供给阈值是可以扩大的,但这必须在人类适宜和合理技术的作用下才能实现,新实现的阈值就称为生态经济阈值。

自然界中各种状态的水,其中一部分总是按照一定规律相互转化,形成水循环,在水循环的作用下,同一状态的水可以不断更新。但必须注意到地下水的自然特征。地下水是汇集在地表土壤以下的岩石下方的可被渗透的含水土层中,一部分是通过雨水或冰雪融水渗透得以补充,但大部分则是通过地质上的时间积累形成。地下水一旦耗尽,则再也不可能得到补充。因此长期来看地表水、地下水都属可再生性资源,短期来看地下水在某种意义上而言具有非再生性资源的特点。总之,水资源属可耗竭资源,即意味着水资源供给存在着供给阈值,一旦超越这一界限,水资源自我循环机制将遭到破坏,水资源自然供给的减少或供给规律的变异,将对人类生存与发展带来极大的危机。

(2)生态经济系统面临的危机。生态经济系统内部存在的基本矛盾是,经济无限发展过程和生态系统顶极稳态之间的矛盾。水资源的开发利用为社会经济的发展提供了重要的物质基础,但水资源过度开发造成的水资源短缺给生态经济系统带来了极大的危机。作为难以替代的淡水资源,全球总量仅为 0.45 亿立方公里,然而经

济利用的淡水已达 0.30 亿立方公里, 其余 0.15 亿立方公里属难以探明的有限潜力, 虽然经济系统的回水又加入了水循环, 但绝大多数的污水由于净化代价高昂而难以再利用, 海水淡化成本更加昂贵, 难以普及, 世界淡水资源的生态经济阈值已近极限 (姜学民⁶, 1993)。我国属于典型的水资源短缺国家, 随着社会经济的发展, 水资源需求不断加大, 水资源供需矛盾日益突出。1980 年全国的用水量为 4437 亿 m^3 , 到 1997 年增长到 5566 亿 m^3 , 17 年间用水量净增 1129 亿 m^3 。据预测, 到 2050 年我国水资源最低需求总量将达到 7590 亿 m^3 , 考虑水利工程挖潜和重建、节水、污水处理回用等, 供需基本可持平。若按一些专家预测的超过 1 万亿 m^3 , 无论如何, 水资源供给将无法达到。同时由于在经济发展中缺乏科学用水和对水资源的保护, 造成了水域不同程度的污染和局部地区的生态环境破坏。自 20 世纪 80 年代以来, 随着我国工业和城市用水的成倍增长, 废污水排放量也随之急剧增加, 废污水总量由 1983 年的 307 吨增加到 1997 年的 624 吨, 其中工业污水占 55%, 废污水处理率相当低, 大多直接排入江河湖泊, 不仅使地表水受到普遍污染, 地下水也受到污染 (董锁成⁷, 2002)。水资源污染及不合理开发利用是导致国家生态环境整体退化、部分地区恶化的一个重要原因。

(3) 生态系统可持续性。生态可持续性的提出, 旨在表征自然资源与其开发利用程度间的平衡。1991 年, 国际生态学联合会 (INTECOL) 和国际生物科学联合会 (IUBS) 联合举行了可持续问题的专题研讨会, 将生态系统的可持续发展定义为: “保护和加强环境系统的生产和更新力”。同年, 世界自然保护同盟 (INCN)、联合国环境规划署 (UNEP) 和世界野生生物基金会 (WWF) 共同发表《保护地球——可持续生存战略》, 将生态的可持续发展定义为: “在生存于不超过生态系统的涵容能力的情况下, 改善人类的生活品质”, 并强调了人类的生产方式要与地球的承载力保持平衡, 保护地球达到生命力和生物多样性。

为实现生态的可持续性, 生态学家提出了生态供给最低安全标准的概念。生态供给不仅具有阈值限制, 其转化更具有不可逆性, 在生态供给阈值内, 生态系统或可再生资源具有自净和恢复能力, 而一旦持续超过这个阈值, 则生态系统或可再生资源的自净和再生能力将萎缩或丧失, 甚至造成永久损失。美国经济学家旺特拉普 (Wantrup, Ciriacy⁸ 1957) 提出了自然资源保护的最低安全标准, 认为生态环境具有不确定性, 可能产生不可逆的恶劣影响, 因此有必要采用最低安全标准。戴利 (Daly⁹, 1989) 将最低安全标准具体规定为三条: 社会使用可更新资源的速度, 不得超过可再生资源的更新速度; 社会使用不可再生资源的速度, 不得超过其替代品

的、可持续利用的可再生资源的开发速度；社会排污的速度，不得超过环境对污染物的吸收能力。可见，当持续利用资源或生态系统的收益与为保证后代的利用而付出的费用相等时，就达到了资源可持续利用的最低安全标准。水资源的开发利用必须以生态系统的最低安全标准为底线，以维持生态的可持续性。

2、经济社会可持续发展与水资源的效率配置

人口、资源、环境、经济、社会五大系统的可持续发展是人类至目前为止提出的最高发展目标，其中经济的持续发展是一切发展的核心。从经济属性对可持续发展的定义有很多，但不管那一种表达方式，都认为可持续发展必须围绕经济发展，如巴比尔（E. B. Barbier）在其著作《经济、自然资源、不足和发展》中，把经济系统的可持续性定义为“在保持自然资源的质量和其所提供的服务的前提下，使经济发展的净利润达到最大限度”。经济学家皮尔斯（D. W. Pearce）提出的可持续发展的定义为：“当发展能够保证当代人的福利时，也不会使后代人的福利减少”。还有学者提出经济的可持续发展是“当今的资源使用不应减少未来的实际收入”（刘培哲¹⁰，1996）。

经济发展既是手段，也是目标。就目前全球生态经济系统的现状看，发达国家的可持续性表现良好，而发展中国家的可持续性不容乐观，生态平衡和经济发展之间的矛盾尖锐。发展中国家的生态环境恶化大多同贫困联系在一起，只有经济发展才能为消除贫困和环境污染提供必要的物质基础，但经济发展要以资源、生态、环境的可持续为基础，发展必须要与资源环境的承载能力相适应。现代社会的发展越来越依靠环境和资源的支撑，而环境和资源为发展提供持续力量的能力越来越有限，这就要求可持续发展必须把环境保护和资源的永续利用作为发展进程中的一个重要组成部分，并把其作为衡量发展质量、发展水平和发展程度的客观标准之一。经济系统的可持续发展必须以生态系统的可持续性为基础，在不损坏生态系统可持续性或不超过资源生态供给阈值的前提下，追求使用资源的最大经济效益。

实现有限资源的最大经济效率关键在于提高资源的配置效率。就越来越稀缺的水资源来说，必须以其可持续为基础，以最大效率支持社会经济系统的可持续发展。传统的水资源“自然赋予观”认为水资源是取之不尽、用之不竭的天赋资源，对其使用毋需支付任何成本，这种资源观导致了对水资源的粗放式经营、浪费和过度开采，引发了水资源危机。世界范围内的水资源危机迫使人类重新认识水资源，由传统的“自然赋予观”向“经济物品观”的彻底转变。这一转变必然引发了水资源管理与配置理念的全面转变：由传统的水资源无价向水资源使用的合理付费原则转变；

由传统的供给管理向需求管理转变；由传统的水利工程管理向全面的水资源管理转变；由传统的粗放式使用向全面提高水资源的配置效率转变，最终达到有限的水资源为社会经济的全面发展提供最大贡献。

3、可持续视角下水资源配置的价值均衡

生态供给阈值的客观性说明，在生态系统内部存在着一个物质、能量积累更新的负反馈顶极稳定机制，在经济系统内部存在着一个经济无限发展的正反馈机制，当经济发展在生态顶极水平下的某一阈值内获取物质能量时，既能满足经济发展水平，又使生态净增长率始终大于零而又达不到顶极状态。而当人类对物质能量的需求超过生态系统物质、能量自我更新的能力，就会在生态供给与经济需求之间产生结构性、功能性的不适应状态，这就是生态经济系统的基本矛盾。因此，在水资源供给约束特别是西北内陆河流域水资源问题日益严峻的背景下，要解决生态经济系统的这种矛盾，只能是通过合理的水资源配置制度，即在不超越生态阈值、确保生态最低安全标准的前提下，寻求有限水资源配置效率的最大化，实现水资源总价值的最大化均衡。

若设水资源配置制度向量为 S ， S 包括关于水资源配置的一系列法律、法规、政策及行政管理制度，人们取用水的行为函数为 $D=D(S)$ 。则水资源的直接使用价值和间接使用价值最终都可由制度向量 S 决定的三组函数关系决定（弗里曼^[1]，2002）：

（1）取用水量数量和质量函数。水量和水质是水资源的两个基本属性，设 Q 为流域某一时刻 T 的自然总供给量， q 为取用水量函数， r 为水资源的质量函数，则有：

$$q=q(S, D(S)) \quad r=r(S, D(S))$$

（2）用水的产出水平和水资源对人的服务水平函数。在现有技术水平和所生产产品价格水平一定的情况下，水使用者的其它投入要素（包括资本、劳动、时间、材料等）可视为是由用水量 q 和水质 r 决定的，若设其它投入要素的向量为 Y_1 ，可表示为： $Y_1=Y_1(q, r)$ 。若 X_1 表示流域用水的产出水平函数，则有：

$$X_1=X_1(q, r, Y_1(q, r))。$$

水资源的服务水平取决于两个方面，一是当时取用水后的剩余水量 $q'=(Q-q)$ 和水质，二是在当时状况下为改善环境质量而进行的所有投 Y_2 ，显然这种投入水平也是对当时水环境状况的一种反应， $Y_2=Y_2(q', r)$ 。若 X_2 表示水资源服务水平的函数，则有：

$$X_2=X_2(q', r, Y_2(q', r))$$

（3）水资源的经济价值和服务价值函数。用 V_1 表示水资源直接使用的货币价值，则 V_1 是水资源使用结果即产出水平 X_1 的函数；用 V_2 表示水资源服务活动的货币价值，

则 V_2 是水资源服务水平 X_2 的函数。则有:

$$DUV=V_1=V_1(q, r, Y_1(q, r)) \quad IUV=V_2=V_2(q', r, Y_2(q', r))$$

所以,在不考虑水资源选择价值的情况下,水资源总价值函数为:

$$V=V_1(q, r, Y_1(q, r)) + V_2(q', r, Y_2(q', r))$$

现假设水资源的配置制度向量 S 一定,且能保证水质基本稳定,即水质函数为一常值函数,则根据以上水资源价值函数的决定过程,直接使用价值 DUV 和间接使用价值 IUV 都可由取用水量 q 决定。则水资源最大化价值均衡实现可见下图:

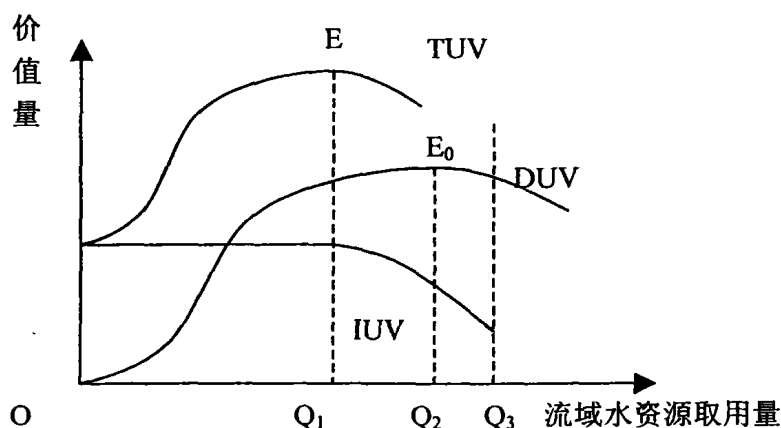


图 1-1 水资源配置的价值均衡

如图,曲线 DUV 、 IUV 和 TUV , 分别表示某一流域水资源使用过程中的直接使用价值(经济价值)曲线、间接使用价值(生态环境价值)曲线和总价值曲线。因为水资源的选择价值一般只对地下水才有意义,根据西北内陆河流域经济社会所处不发达阶段的现实和地下水的特殊性,我们可假设人们为后代着想而对地下水的支付意愿为零,即水资源的选择价值为零,这样就有 $TUV=DUV+IUV$ 。 Q_1 表示流域水资源的生态经济阈值,如果经济用水超过 Q_1 ,将意味着生态环境会发生较大逆转, Q_2 为经济价值取得最大(位置为 E_0)时的用水量,即传统经济学认为的最大均衡点。假设 $Q_1 < Q_2$,即意味着流域水资源存在着经济用水和生态用水之间的矛盾,在考虑生态用水的情况下,总存在着经济用水的短缺。 Q_3 表示在当前技术水平上的水资源工程供给最大量。 DUV 曲线具有一般生产函数的性质,在 $[0, Q_2]$ 上呈单调递增, IUV 曲线在 $[0, Q_1]$ 上呈常值函数,在 $[Q_2, Q_3]$ 上呈加速递减态势。并且在 $[Q_2, Q_3]$ 上, IUV 的边际价值减少量的绝对值都大于 DUV 的边际价值增加量。故此,总价值曲线 TUV 将在 Q_2 点取得最大均衡位置 E ,也就是我们追求的该流域水资源配置的最佳位置。

因此,我们可以认为,当水资源配置制度向量 S 决定的总取用水量 $q=q(S, D(S))=Q_1$ 时,该流域水资源配置就实现了水资源价值的最大均衡。并且,我们看到,这种均衡状态,是符合生态经济可持续性要求的均衡。这一水资源的配置标准,我

们可以表述为：边际生态环境价值非负性前提条件下的经济价值最大化。

要实现这一理想标准，对水资源配置制度的要求涉及到两个基本问题：

第一，市场制度是优化稀缺资源配置最有效的制度，要提高水资源的配置效率，必须建立相应的水资源市场，那么水资源市场制度如何设计。

第二，市场既是提高资源利用效率的最好方式，同时也许是导致生态环境退化、恶化的一个基本原因（姚志勇¹²，2002），那么，一个既保证市场效率又不使得生态环境恶化的制度如何设计。

第一个问题的实质是制度如何保证水资源直接使用价值的最大化；第二个问题的实质是制度如何确保水资源间接使用价值实现稳定的边际非负性。两个目标统一于同一个以制度向量为初始变量的水资源价值函数之中，要求在同一变量约束下同时实现两个目标。

三、水资源效率配置和价值均衡的实现途径

新古典经济学可谓稀缺性资源配置研究的典范，当代的经济分析大多数都遵循这一传统（戴维·詹姆斯¹³，1986），新古典经济学关于资源配置的分析是建立在产权制度基础上的。

1、产权特征与资源配置方式和效率

（1）产权与资源配置效率。现代产权理论研究表明，产权的出现和产权制度的建立都是同资源的稀缺性相联系的，产权是经济主体所拥有的一种行为权利，这种权利规定了人们在相互交易中所必须遵守的规则，也就是说它是一系列用来确定每个人相对于稀缺资源使用时的地位和经济社会关系（卢现祥¹⁴，1996）。著名的“科斯定理”告诉我们，如果交易成本为零，只要初始产权的界定是清晰的，即使这种界定在经济上是低效率的，通过市场的产权交易可以矫正这种低效率并达到资源的有效配置。

（2）私人产权与市场效率。产权不仅仅是一种权利，更重要的是一种权利束，即产权是由一系列权利组成的，它包括所有权、使用权、收益权、处置权等（科斯，等¹⁵，1991）。由于产权是一种权利束，因此存在着产权的结构问题，权利的不同排列和组合决定产权的性质和结构。

新古典经济学根据产权结构中所具有的排他性和竞争性特征，将产权划分为私人产权、公共产权和集体产权。市场对资源的配置效率是建立在产权的完全排他性和竞争性基础上的，也就是说在一个运行良好的市场经济体系中能够带来资源有效

配置的产权结构具有三个主要特点：排他性、可转让性和受保护性。如果一个资源所有者所拥有的资源具有这种完全意义上的产权，他就有强烈的动机来有效地使用这些资源，否则，就意味着个人利益的损失。如果产权界定是清晰的，市场具备以下条件：①市场的普遍性；②收益递减性；③市场的完全性；④信息的完全性。那么市场机制通过价格就可以实现供需平衡和资源的最佳配置状态，这种状态：一是瓦尔拉斯的一般均衡，即所有物品和服务的供需平衡，资源实现了最优配置；二是帕累托效率状态。最优配置就是处于社会性无改善余地的最有效状态，毋庸置疑，市场配置私有产权是具有高效率的。

(3) 公有产权与市场失灵。在完全竞争市场条件下，个体利益最大化能够导致资源的有效配置。而当上述条件不能满足时，就会出现资源配置的扭曲，即市场失灵。市场失灵的原因有：①独占或垄断企业存在；②外部经济或外部不经济效果存在；③公共物品存在；④信息的不完全或不确切；⑤共有资源存在；(陈大夫¹⁶，2000) ⑥社会和个人贴现率的差异(泰坦伯格⁵，2003)；⑦时滞；⑧过高的交易费用。其中公共物品、外部性、共有资源的存在可归类为由于商品和服务的自身特点产生的市场失灵；其它可归类为由于市场本身特点所产生的市场失灵(史蒂文斯¹⁷，1999)。在前一种市场失灵原因中，公共物品和共有产权是由产权特性决定的市场失灵原因。资源的公共物品特性通常与资源的公有产权相联系，共有资源就是资源的集体所有。在市场失灵时，由于产品或者服务的非排他性和非竞争性特征，使得资源配置的社会成本和私人成本不一致，使用资源的实际收益背离资源价值，导致资源配置的低效率。

2、水资源产权与配置方式

水资源自然特性决定了水资源产权结构的复杂性，如水资源所有权和使用权都存在着难以分割的特性，但如果在复杂的水权结构中存在节约用水和效率用水的激励机制，就会改变人们的用水行为，使日益稀缺的水资源能够得到更有效的利用；如果水资源被置于“公有或共有资源”的位置，这种水权就会刺激经济主体无限制地使用水资源，导致水资源利用的无效率。正是由于水资源的短缺和水资源价值由“自然物品观”向“经济物品观”的转换，人类建立了基于在市场交易基础上提高水资源配置效率的可交易水权制度，成为现代水权理论和实践的典范。

(1) 可交易水权与市场配置。由于水资源具有川流不息的自然属性和社会公用的性质，世界上许多国家的水资源所有权采用共有产权或国家所有的形式，因此，一般而言的水权是指对水资源使用的权利，即在特定的时间和地点，经济主体根据

需要而使用水资源的权利。从水权制度的历史演变过程来看,人类水权经历了沿岸所有权、优先占用水权、公共水权和向可交易水权的过渡。

可交易水权代表了世界水资源产权及管理变革的新趋势(常云昆¹⁸,2001)。可交易水权产生和发展的直接原因是全球性水资源供需矛盾的日益尖锐化,而背后的深层次原因则是人类对传统水资源价值观念的重新认识。承认水资源是经济物品,就意味着水资源的配置和使用必须服从市场效率原则,即不仅要提高水资源的利用效率,而且要达到水资源的优化配置。正是在这方面,原有的沿岸所有权、优先占用水权和公共水权存在着明显的缺陷。沿岸所有权的两个基本原则是“持续水流”和“合理用水”,“持续水流”原则要求因拥有河岸土地而拥有沿岸所有水权的土地所有者对水资源的使用不能影响下游的持续水流;“合理用水”原则是在“持续水流”原则基础上更强调用水的合理性,即无论水权地理位置如何,任何人对水资源的使用不能损害其它水权所有者的用水权利。优先占用水权是在承认河流湖泊等中的水资源处于公共领域的前提下,谁先开渠引水并对水资源进行有益使用,谁就占有了水资源的优先使用权,其基本原则是“有益使用”并服从“先占原则”。现代公共水权可认为是上世纪随一些社会主义国家建立而出现的一种水资源产权制度,是作为公有制或国家所有制的必然附带物出现的。一般认为,这种水权包括三个基本原则:一是国家所有,两权分离;二是服从国家计划或规划;三是行政配置。可见,以上三种水权方式都没有提出如何提高水资源配置效率的问题。

可交易产权的理论根源是“科斯定理”,即通过初始产权的界定和交易成本的降低,由产权拥有者进行的产权市场交易,就可以校正原来的低效率并达到资源的有效配置。将科斯定理运用于水资源产权及配置,即在政府首先对初始的水资源使用权进行清晰界定的前提下,允许水资源使用者对其所拥有的水量权通过市场进行交易,这就是可交易水权。可交易水权可以以沿岸所有权或优先占有水权或公共水权为基础,只要对水使用者的水量权进行清晰界定并建立一整套利于水量权交易的市场制度,节约和降低市场交易成本,就可实现科斯定理提出的校正低效率并达到水资源有效配置的目标。

根据完全产权的要求,一个完善的可交易水权应具备:①水资源产权中使用权要明确,否则将会引起有关方的争议,最终导致滥用水资源。使用权必须要明确产权主体在财产利益界区内有权作什么,有权阻止别人作什么,并可通过契约的形式加以约束。②水资源产权必须是排他的,这种排他性是通过社会强制来实现的。产权主体的数目越多,产权收益分享就需要通过谈判协商,造成交易成本提高,交易成

本若超过利益所得将导致水资源利用恶化。③水资源产权可让渡性。水资源产权的交易过程是产权实现过程,实质是资源的流动和配置过程,而这个过程主要是通过产权让渡来完成的。如果产权无法自由、顺利的转让,一方面会导致资源配置的低效率,另一方面则会影响水资源产权主体进行水资源投资的热情,从而减少对水资源保护的投资,使水资源进一步恶化。正如诺斯在对制度起源解释时所说,产权能限制开发资源的速度(诺斯¹⁹, 1991)。

资源市场化是解决资源过度使用、快速衰竭,提高其使用效率,建立资源节约型可持续社会的基本方式。从世界水权制度演变趋势来看,可交易水权制度应是我国水资源市场化变革的基本选择方向。

(2) 水资源外部性与市场失灵。水资源的自然特点和对人类及生态的特殊作用,使得水资源一般被作为共享有、分别享用的资源,因而具有典型的外部性特征(周玉玺²⁰, 2002)。外部性是指经济主体对他人造成损害或带来利益,却不必为此支付成本或得不到应有的补偿。一般而言,外部性经济个体的效用受到他人经济活动的影响,从事活动者只考虑到自身利益,并非故意影响他人,但是由经济活动所产生的外部性效果,并没有在市场上反映出来,以至于无法建立适当的市场,以供外部性制造者与承受者之间自愿交易(曼昆²¹, 2000)。水资源的外部性概括起来主要有以下几种表现形式:

①取水空间位置的外部性。在一定流域、一定时期内,水资源流量和存量的分布位置是相对固定的,人类“逐水草而居”的时代早已过去,人口压力迫使人类的聚居位置已向远离河岸、湖泊的地区延伸,聚居位置的不同决定了不同人取水的便利条件的不同。一般来说,居于河岸湖泊越近或居于河流的上中游地带或居于一个以抽取地下水的盆地中部,其位置决定的取水条件就越便利。正是由于这种取水位置便利程度的不同,当水资源自然供给小于社会需求时,居于有利位置的人的取水经济行为就会对处于不利位置的人的取水造成外部不经济影响。这种外部性具体可分为三种形式:一是水量上的外部性。处于有利位置者为完全满足自身需求的取水动机和行为,可能造成处于不利位置者无法获得本应共享的水资源。对此上游觉得“理所当然”,下游往往“无可奈何”;二是水质上的外部性,水资源的使用一般不具有完全被消耗的特点,工农业和人的生活用水会产生大量的排水或污水,“上游污染、下游遭殃”;三是取水成本的外部性。在一定流域、一定时期,水资源的可获取量是相对稳定的,对水资源的过度利用,会导致取水边际成本的上升。取水成本的外部性是指处于有利位置者的多用或过度使用,会造成处于不利位置者取水成本的增

加,如影响其他用水者的井的深度、抽水机的功率大小和井的口径大小,增加了他人取水成本,而增加的成本却不会得到补偿的。

②取水对生态环境的外部性。水资源是构成生态环境系统诸要素中几个最基本要素之一,也是一个国家或地区生态安全最基本的保证因素之一。水资源的再生性决定了适度的水资源取用不会构成对生态环境的破坏性威胁,而过度的开采利用,会造成生态环境的破坏,如地下水位的下降、海水倒灌和土壤盐碱化等,降低水资源的再生能力,增加社会边际成本;同时,水资源的生态功能还表现在对生态经济系统产生的“副产品”的消解方面,而这种消解是有限度的,即存在着水资源环境容量。对水资源的污染若超过这个容量界限,将会造成水资源质量的突变。水资源是现代工农业生产中大量使用的溶剂,农业灌溉排水、工业污水和生活废水向江河的排放是人类工业文明过程中的必然,但过量或超标排放,造成水资源的过度污染,将会造成整个社会福利的严重下降。如果造成这些后果的水资源使用者并不承担相应的成本,就产生了由于水资源过度使用对生态环境的坏的外部性。

③取水设施投资的外部性。任何水资源的获得都得依靠一定的取水和储水设施,由于水资源获取的随机性,水资源的供给具有不确定性,一般私人投资者缺乏对水利设施投资获得预期收益的信心。水资源供给量信息的缺乏,也使私人缺乏对水利设施投资激励。水利设施具有很强的资产专用性,一旦投资建成,所有支出将转变为沉没成本。因此,单个人投资和维护水利设施的努力,而其他人难以避免的免费享用,可能使投资者应当获得的利益外溢,其结果是造成水利设施供给和维护不足。因而,水利设施特别是一些大型水利设施一般作为公共物品由政府投资兴建。水利设施外部性的存在,使市场机制在水利设施建设中的资源配置失去效用,也使得水利设施在建成后的使用中,“搭便车”的机会主义行为盛行,造成市场失灵,价格不能反映边际社会效益或成本。

④水资源代际配置的外部性。随着人类用水需求的不断增加和生态环境的人为破坏,可利用水资源的稀缺程度越来越严重。作为地球自然禀赋的水资源,生存在地球上的各代人具有共享权。水资源代际外部性是从水资源的可持续利用角度出发,动态地考虑几代人的用水行为及其相互间的福利影响。其中主要是当代人的用水决策对后代人福利的影响。从当代人与后代人两方来看,当代人是行为的主体,而后代人只能承受当代人行为所产生的影响,后代人的要求能否得到满足、得到公平的待遇,取决于当代人的策略行为。当代人在利用水资源时,对水资源的需求是无限的,利用和选择策略都按照自己的意愿,这必然会给下一代产生影响,这就是水资

源的代际外部性（张贤德²²，2000）。当代人追求自身效用最大化，试图利用更多的水资源，努力降低水资源开发的成本，其结果势必首先开发那些容易开发、优质高效的水资源，提高资本收益率，而给后代人留下的则是难以开发、质量低的资源，势必增加后代人开发水资源的单位成本。

四、水资源配置的制度体系

以上分析说明，通过分配可交易水使用量权的方式，就能够实现市场对水资源的配置，从而提高资源的使用效率。但在水资源外部性广泛存在的情况下，如果没有政府相应制度政策的规制，各经济主体往往存在着为获得个体经济效益最大化目标超量使用和超标排放的动机和行为，导致水资源总价值趋向于低水平均衡，从而带来生态环境破坏，即水资源间接使用价值的下降，偏离水资源价值最大化条件下的均衡点。如下图，使得水资源总价值达到最大时的均衡点为 E，由于用水主体使用水资源的动机和行为是沿着曲线 DUV 配置，期目标是实现其经济利益最大化时的均衡点 E_0 ，在此过程中，如果没有确保水资源生态环境价值不逆变的政府管制，就可能出现社会经济用水量超过 Q_1 而达到 Q_4 点，虽然用水主体的经济价值高于 Q_1 时的 DUV，但由于生态环境价值的迅速下降，总体上使得水资源总价值由最高均衡点 E 下降到一个低水平均衡点 E_1 。

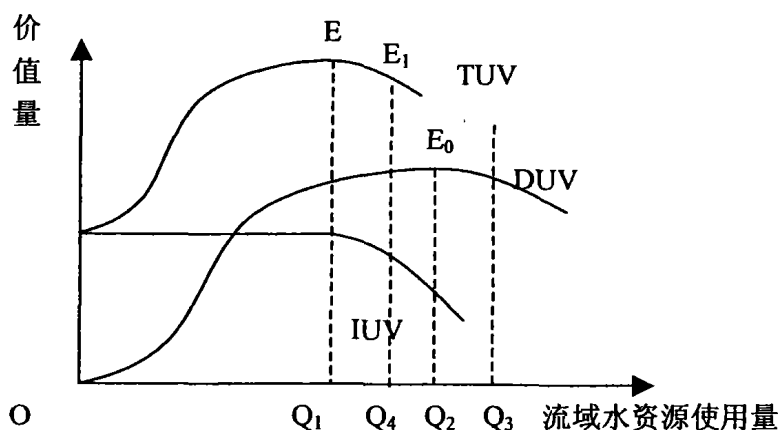


图 1-2 水资源配置的低水平均衡

为纠正外部性及其共有资源和公共物品所带来的市场对资源配置的失效，经济学提出了以下政策建议：

①对造成外部不经济的企业征税，其数额应等于该企业给社会其他成员造成的损失，从而使该企业的私人成本等于社会成本。反之，对造成外部经济性的企业，国家可采取补贴的办法，使企业的私人收益等于社会收益；

②通过制定有关法律、政策及行政规定，将外部不经济“内部化”，从而使造成外部不经济企业的成本和收益等于社会的成本和收益，减少对共有资源的过度使用；

③政府通过产权变更，如将共有资源或准公共物品变为私人物品，对一些公共物品实行私人经营制等；

④制定环境标准，如最适排污标准，原则是使得治理污染所获得的边际社会效益等于治理污染的边际成本；

⑤政府通过资源使用（产品产出）总量、排污总量限制或实行配额制或可交易配额制，将市场机制引入环境污染治理和管理，提高效率（马中²³，1999）。

以上这些政策建议对解决市场在水资源配置中的市场失灵问题具有十分重要的现实意义。

通过以上分析见，要实现水资源配置的社会价值最大化均衡，须从两个方面进行配置制度体系构建，一是建立水资源市场配置制度；二是建立矫正水资源市场失灵、保证水资源生态环境边际价值非负性的政府管制制度。其基本制度框架如下：

1、完备的水资源市场配置制度体系

主要包括：（1）水所有权公有（小部分集体所有）制度，以实现水资源的“共同享有”。（2）次序分明的水使用权（包括经营权）制度，保护各种用水权利，以最大限度地保证各种功能用水在同一水载体上的同时实现，以实现水资源的“共同享用”。（3）明晰的可交易水使用量权制度，这是基于水资源自然特性决定的实现水资源市场配置的可行产权制度选择，水使用量权应具有排他性、可分割性和可让渡性的完全产权特征。（4）完备的水使用量权市场交易规则，以确保水资源市场交易和竞争的公平、有序和有效。

2、完备的水资源配置管理制度体系

主要包括：（1）水资源流域统一管理和区域管理相结合的管理制度，以实现对流域水资源开发、利用和保护的统一规划、统一调度水量、统一排污标准、公平分配水使用量权、进行综合管理。（2）水资源开发利用不超过生态阈值的宏观总量和微观定额控制的需求管理制度，以确保水资源生态环境边际价值非负性下的市场最有效配置。（3）完善的水价制定和管理制度。种种原因致使水资源价格难以完全由市场形成，必须由政府制定并实施相应的管制。

3、完备的水资源法律体系

水资源配置的市场制度和政府管制制度都需要国家法律、法规的明确规定和强制保护。

第二章 河西地区水资源与生态环境状况

河西地区是指甘肃省黄河以西的大部分地区,行政上包括酒泉、张掖两个地区和嘉峪关、金昌、武威三个市,辖 20 个县(市、区),17 个国营农牧场。土地总面积 27.4 万平方公里,占全省土地总面积的 60.4%。习惯上所说的“河西”只指内外流域分界线(乌鞘岭)以西(不包括武威市天祝、古浪县的部分地区)至甘新交界处,宽约 50~120 公里不等、长约 1000 公里的狭长内陆河流域,流域面积 27.11 万平方公里,占全省面积的 60%。

河西地区在甘肃国民经济和社会发展中占有重要地位。2002 年底,河西地区总人口 479.24 万,占全省的 18.66%,国内生产总值 318.44 亿元,占全省总量的 27.42%。河西地区现有省辖市三座和五个地区辖市,几乎占全省城市的一半,其中嘉峪关、金昌和玉门是全省重要的三个工业城市,城市主导产业分别是铁、镍、石油开采、冶炼和初加工。城市的形成和发展与河西水资源对其的支撑是分不开的,特别是嘉峪关、金昌的铁、镍冶炼都是高耗水原材料加工业。以占全省近 19%的人口、19%的耕地生产了占全省 32%的粮食,提供了全省 70%的商品粮、42%的油料、99%的棉花和 45%的瓜果蔬菜,已成为全国 12 大商品粮基地和重要的西菜东调基地。

这一切的取得主要依赖于河西地区的绿洲灌溉农业。但从现实及长远来看,河西城市、工业和绿洲灌溉农业的进一步发展已面临着严重的水资源短缺和生态环境不断恶化的威胁和挑战。河西地区是我国荒漠化强烈发展的地区之一,荒漠化面积已达 21.3 万平方公里,占全省荒漠化面积的 75.3%,占河西五地市总面积的 76.9%。荒漠化是吞噬河西绿洲、威胁河西地区可持续发展的重要生态环境问题。而这主要因为生态用水的严重短缺,导致绿洲从下游向上游逐渐萎缩,各内陆河下游生态环境明显恶化,石羊河流域下游民勤绿洲和黑河下游额济纳绿洲均已严重萎缩和荒漠化。由于河西地区所处特殊的自然地理环境和荒漠化的持续扩展,干旱、干热风、大风,特别是沙尘暴等自然灾害频发,已严重影响到河西地区乃至我国北方地区经济社会发展。

一、水资源供给与需求

1、水资源自然供给

河西河流分属疏勒河、黑河、石羊河三个水系,均发源于祁连山——阿尔金山

北麓,各河流相互平行,彼此独立,自成体系,流经山前戈壁,消失于冲击、洪积平原。祁连山区的河川径流量(包括地下水补给量)主要由降雨量补给所形成,冰川、季节积雪的融水补给是降水量固化随季节再分配的补给形式(甘肃省计划委员会²⁴,1992)。

(1)冰川水资源。河西三大水系共有冰川2444条,面积1595.99平方公里,约占祁连山区冰川总面积的81%,冰川储量为785.18亿立方米,占祁连山总储量的82%,相当于河西径流量的11倍。冰川平均每年补给河西三大水系的冰川融水约为10亿立方米,约占河川径流量的14%,其中疏勒河水系约为64%,黑河水系约占30%,石羊河水系约占6%。

(2)地表水资源。据20世纪80年代第一次按1956——1979年全国同步水文资料对河西内陆河流域地表水资源量计算,地表水资源量为72.6亿立方米,1990年的评价结果为73.4亿立方米。表明河西内陆河流域水资源变化是比较稳定的。经确定的石羊河、黑河、疏勒河流域自产地表水量分别为15.7、21.9、20.7亿立方米。

(3)地下水资源量。地下水天然资源是指在一个完整的水文地质单元内,地下水在天然条件下通过各种途径,直接或间接地接受大气降水或地表水的入渗补给而形成,具有一定的化学特征,并按水文周期呈现规律变化的多年平均补给量。以浅层地下水为主、渠系系数以0.65计算的石羊河、黑河、疏勒河流域地下水天然补给量分别为14.04、37.25、20.79亿立方米;与地表水不重复的地下水量分别为1.33、2.49、1.13亿立方米。

(4)水资源总量。上述冰川融水中的绝大部分作为河西内陆河径流的补给,平原、河谷及盆地的地下水大部分为山区地表水经河道、渠系、田间等途径补给的,因而在地下水天然资源量中含有大部分地表水资源的重复计算。因此,水资源总量应为地表水资源量和不重复地下水资源量之和。三大流域水资源总量情况见下表:

表 2-1 河西地区水资源总量表 (亿 m³)

流域	自产地 表水量	不重复的 地下水量	自产水 资源总量	入境水 资源量	水资源 总量	自产水平均量(m ³)	
						人均	地均 hm ²
石羊河	15.77	1.16	17.03	/	16.93	727	3600
黑河	20.94	2.91	24.36	14.02	37.87	1144	5760
疏勒河	18.93	1.07	21.83	/	20.00	4302	18555
总计	55.64	5.14	60.78	14.02	74.80	1253	6115

资料来源:吴普特,等,中国西北地区水资源开发战略与利用技术[D],马啸非,论甘肃省

水资源开发, 中国水利水电出版社, 2001: 55

2、水资源供给和需求现状

从改革开放以来, 随着河西地区农业灌溉面积的迅速扩大和工业化、城市化进程的加快, 用水需求量不断增加, 在供给约束下, 水资源供需缺口越来越大, 供需矛盾日益尖锐化。如 1996 年缺水量为 3.96 亿立方米, 1999 年、2000 年缺水量分别达 7.07、6.79 亿立方米。具体见下表:

表 2-2 1997—1999 年河西地区水资源供需状况

年度	可供水量 (10^8m^3)				需水量 (10^8m^3)				缺水量 (10^8m^3)
	蓄水	引水	地下水	合计	农业	工业	生活	合计	
1996	26.81	32.97	14.13	73.92	73.33	3.45	1.09	77.87	3.96
1997	13.99	15.17	7.58	36.74	35.68	1.80	0.59	38.07	1.33
1998	26.09	31.48	19.42	76.99	72.10	4.50	1.30	77.90	0.91
1999	25.23	29.59	21.51	76.34	78.08	3.79	1.54	83.41	7.07
2000	25.07	29.77	17.31	72.68	71.2	4.01	1.54	76.75	6.79

资料来源: 甘肃省水利厅. 甘肃省水资源简报[R]. 编制

从当前缺水严重的石羊河、黑河两流域水资源供需来看: 石羊河流域矛盾最为突出, 流域内地表水严重不足, 多年平均水资源量 11.05 亿, 现状用水量是水资源量的 2 倍多, 可供水量仅占需水量的 62%, 与可供水量相比, 缺口 9.59 亿 m^3 , 超采地下水 6.72 m^3 , 其中民勤盆地超采 4.29 亿 m^3 , 导致地下水采补失衡, 水资源供需矛盾日益突出 (武威市人民政府²⁵, 2003); 黑河流域在 50%、75%、95%等三种保证率的可供水量分别为 34.81 亿 m^3 、32.30 亿 m^3 和 29.86 亿 m^3 , 其中地表水可供水量分别为 31.63 亿 m^3 、29.12 亿 m^3 和 26.67 亿 m^3 , 黑河流域总需水量 38.02 亿 m^3 , 供需平衡后, 黑河流域三种不同保证率 50%、75%和 95%的缺水量分别为 3.20 亿 m^3 、5.72 亿 m^3 和 8.16 亿 m^3 (潘启民²⁶, 2001)。

二、生态环境状况

河西地区属西北干旱区内陆河流域, 从高山冰川、森林草地到平原绿洲和戈壁荒漠, 构成了一个干旱区复合生态系统, 这些系统要素之间相互依存、相互制约, 其中水资源是维系该生态系统的最重要纽带 (耿雷华²⁷, 2002)。水资源不仅是河西绿洲形成、发展和稳定的基础, 而且是生态环境的组成部分和决定性因素 (吴传钧²⁸, 1998)。由于流域内水资源潜力小于土地开发潜力, 水土不平衡矛盾突出, 随着人口

增加,无节制的开荒和引水持续进行,造成水资源日益短缺,工农业发展挤占乃至剥夺生态用水,导致一系列与水环境恶化有关的生态环境退化问题。

1、基本生态用水难以保证,生态问题日益突出

主要表现在:第一,河道断流、湖泊萎缩和消亡。由于上游开渠筑坝、大量引水,几乎所有的河道尾间湖泊干枯消失或湖面缩小。如民勤、昌宁盆地的猪野泽、黑河干流的尾间湖泊居延海、疏勒河下游的哈拉湖,都因水源不足而萎缩、干枯,已变为或即将变为盐碱荒滩。第二,地下水位急剧下降,地下水矿化度增加。地表水与地下水的频繁转化,是西北干旱区内陆河流域水资源的一大特色,是构成独特的荒漠—绿洲景观的物质基础。渠系利用系数的提高,虽然使水利用率提高,但也使得渗漏补给地下水的水量减少,再加上地下水的开采,局部地区甚至持续超采,引起地下水的持续下降,走廊平原地区 1980 年代初与 1960 年代初相比,许多地区地下水位普遍降低了 3—5m。仅在石羊河流域在上世纪 70 年代中期至 90 年代初 15 年间地下水位降了 2—17m (龚家栋²⁹, 1996)。最为严重的是民勤县,地下水超采不仅形成了全县范围的降落漏斗,而且水质不断恶化。民勤湖区水的矿化度以每年 0.1 克/升的速度上升,矿化度已由原来的 2—4 克/升上升到 3—10 克/升 (钟华平³⁰, 2002)。第三,耕地盐碱化、土地沙化面积增加。河西地区盐渍化土壤主要位于各流域下游绿洲区外围,多由蒸发积盐和不合理的灌溉造成。盐渍化总面积 18960 平方公里,其中,石羊河流域 3258.5 平方公里,黑河流域 6287 平方公里,疏勒河流域 9414.5 平方公里 (张宗祐³¹, 2002)。石羊河流域由于水资源减少,民勤湖区提取日益浓缩的高矿化度水灌溉,使土壤含盐量增加,耕地盐碱化剧增,全流域盐碱化面积已由 70 年代的 1.33 万公顷增加到目前的 9.33 万公顷,其中民勤湖区次生盐碱化面积已达 5.2 万公顷。石羊河流域土地沙化面积达 18.5 万公顷,平均每年沙化土地 1.3 万公顷,已有近 2 万公顷农田撂荒 (王得卿³², 2003)。

2、土地荒漠化持续扩展,沙尘暴频发

荒漠化被认为是“地球的癌症”,河西地区是我国荒漠化强烈发展的地区之一,也是甘肃省荒漠化土地的主要分布区,荒漠化土地面积 21.3 万平方公里,占全省荒漠化总面积 28.3 万平方公里的 75.5%,占河西地区国土总面积 27.7 万平方公里的 76.9%。其中沙漠化面积 17.59 万平方公里、水土流失面积 3.61 万平方公里、盐渍化面积 1066 平方公里,分别占总荒漠化土地面积的 82.59%、16.94%、0.5%。据调查,从 1949 年——1993 年的 44 年间,河西地区荒漠化土地面积净增了 79.03 万平方公里,即要占到总面积的 17.49%,年均递增 0.4%。被流沙吞没和因沙化危害而弃耕的

土地超过 20 万平方公里。现在仍以每年 1.2 万平方公里的速度不断增加（张志强³³，2001）。

3、植被覆盖率极低，天然植被退化严重

河西地区沙漠、戈壁广布，植被稀疏、结构简单、种类稀少，呈现典型的荒漠植被特点。现河西地区可利用草场仅为 623.4 万公顷，占河西天然草场面积的 45.5%，除祁连山东段属高寒草原和部分山地、半荒漠草原外，大部分的草地属荒漠、半荒漠草原和戈壁草滩，占到草原总面积的 3/4，并且由于乱垦、乱牧、过牧使脆弱的草地生态环境不堪重负。祁连山水源涵养林总面积 342.6 万公顷，森林草原既是主要的径流形成区，更主要是涵蓄调节径流形式的绿色水库，但由于砍伐森林、过度放牧、侵占山林草场开垦种地、挖药采矿等人为因素，森林草场遭到严重破坏，冰川雪线向山顶推进，林草退缩，水源涵养功能减弱（张志强³³，2001）。

三、水资源供需紧张与生态恶化的主要原因

自上世纪 80 年代以来，河西地区用水量有了较大增加，水资源供需矛盾日趋突出。而占总用水量 90% 以上的农业灌溉既面对缺水的威胁，同时也是造成当前水资源供给紧张的主要原因。

1、人口增长和灌溉面积不断扩大

河西地区近几十年人口增长速度迅速，致使绿洲人口密度不断提高。河西地区平均密度近 200 人/km²，最稠密的武威绿洲人口密度已超过 570 人/km²，已成为全国人口密度（不以城市计算）最稠密的地区之一。据联合国 1997 年制定的标准，干旱区土地对人口的极限为 7 人/km²，而河西地区这一指标已达 16 人/km²（王利民³⁴，2002）。人口的快速增长，必然要求生产食物之根本的土地和水的增加。除人口压力驱动的土地扩张外，上世纪 80 年代以来，由于土地政策放宽，特别是“再造河西”战略指导下的一些政策失误所导致的对宜农荒地的过度开发，造成河西开荒扩灌面积的较快增加。

河西地区多年平均河川径流量为 69.66 亿 m³，不重复地下水资源量为 5.14 亿 m³，两项合计为 74.8 亿 m³。按河西地区 1997 年底人口为 444 万计算，人均地表水资源量为 1253 m³，低于国际公认的 1700 m³ 的警戒线，也低于全国人均 2135 m³ 的水平；按政府统计资料，2000 年底河西地区的耕地面积是 71 万公顷，平均每公顷水资源量为 10352 立方米，只相当于全国平均水平的 35%。在三大流域中，石羊河人均和单位面积耕地水资源，仅为全国平均水平的 1/3 和 1/9；黑河流域人均水资源和单位耕

地面积水资源仅为全国平均水平的 $3/4$ 和 $1/3$; 疏勒河流域人均水资源为全国的 2 倍, 单位面积耕地水资源与全国平均水平大体持平 (马西林³⁵, 2003)。

2、传统农业灌溉技术和农业种植业结构偏差

农业灌溉用水占河西地区总用水量的 90% 以上, 传统灌溉技术与种植业结构偏差是用水过度的主要原因。

第一、历史上串灌和漫灌是河西地区一直沿用的主要灌溉方法, 但时至今日这种灌溉方法在河西一些上游山水灌区仍然存在, 如在水资源非常紧张的石羊河流域的武威灌区在上世纪 90 年代仍有近 10% 的农田在泡地时采用漫灌 (武威市水利局³⁶, 1998)。上游来水时过度漫灌浪费, 下游来水量日趋减少, 是造成河西走廊水资源供需矛盾和粮食单产不平衡的一个原因 (王利民³⁴, 2002)。

第二、从整体上看, 河西地区为适应水资源供需紧张矛盾, 农业结构也有了适应性调整, 但整个河西的农业仍属于高耗水型农业。目前, 河西农业粮经草比例为 54.25: 39.53: 6.2, 农林牧渔的比例为 76.82: 1.63: 21.09: 0.64, 农村一二三产的比例为 54.21: 27.96: 17.83, 虽然这些指标与省内其它各地区相比已处在较优的阶段, 但与水资源供给仍不相适应。如种植业内部节水型作物比重低, 农业内部林牧业比重低, 农村经济结构中二三产业的比重低 (马西林³⁵, 2003)。由于这种非节水农业经济结构, 导致了水资源配置绝对偏向农业, 加剧了水资源供需矛盾。绿洲灌溉区是河西最主要的耗水区, 若在灌区内适当调整种植业结构, 农业节水潜力巨大。如通过节水草产业 (如苜蓿, 耗水和成本是一般粮食作物的一半, 而目前的收益却与种粮相当) 和圈养畜, 就是节水农业的可行方式之一。

3、水资源管理制度不完善

第一, 缺乏统一权威的流域水资源管理机构 and 相关的法律法规支持。河西内陆河三大水系的流域管理机构除黑河成立较早外, 其它两个才是在近期成立的。在此之前, 由于没有统一的流域水资源管理机构, 整个流域的水资源开发和利用往往处于一种“群龙无首”、“各自为政”的状态, 因此也就不可能有从全局利益和可持续发展要求出发的水资源开发和利用目标; 也就不可能建立统筹规划、统一管理、合理分配、兼顾生态的水资源管理制度; 也就不可能制定和实施从整个流域角度出发的水资源长期规划和方案; 也就不可能对地表水、地下水, 对上、中、下游, 对工农业用水及国民经济各部门与生态用水进行合理配置; 也就不能随着水利设施的改善, 灌溉面积和用水量的增加、水环境的变化等, 对流域水资源进行合理调配。

第二, 水资源调蓄工程能力不足, 部分工程老化失修, 效益递减。长期以来我

国大中型水利设施的建设和运营基本为国家或地方政府所垄断,由此而造成了水利设施建设与社会经济需求的不相协调,单独的公共投资往往使其运营资金的供给极其困难(梁小民³⁷,1996),造成社会经济发展过程中水资源“瓶颈”制约。河西内陆河径流量年内分配不均,一般河流5—6月天然来水量只占全年径流量的16%—32%,而同期灌溉需水量则占总灌溉需水量的40—48%。黑河干流、陶赖河、石羊河水系杂木河等均无龙头水库,不能调蓄天然来水,因而在灌溉高峰期形成“卡脖子旱”;由于长期实行低水价制度,使得已建成水利设施年久失修,效益低下。全省水利工程供水现行平均水价为0.072元/ m^3 ,仅为平均供水成本0.085元/ m^3 的65%(盛维德³⁸,2003)。据调查,全省各大中型灌区干渠的工程完好率为74%,支渠的工程完好率为66.6%,斗渠的工程完好率为68.1%(孟兆芳³⁹,2001),病险水库158座,占水库总数的55%。

第三,由于灌溉定额偏大,不仅水浪费严重,还造成土壤次生盐渍化。目前,河灌区毛灌溉定额情况是:石羊河流域最低为 $11115\text{m}^3/\text{公顷}$,黑河流域为 $11175\text{m}^3/\text{公顷}$,疏勒河流域高达 $12600\text{m}^3/\text{公顷}$ 。按目前国内先进的灌溉技术标准,内陆河流域河区的灌溉定额可降至 $4500—7500\text{m}^3/\text{公顷}$ (张志强³³,2002)。

四、流域水资源供需中长期预测

1、用水定额预测

生活用水定额根据内陆河流域现状用水量,在参考相关资料(扬波⁴⁰,2003)的基础上,本着节约用水的原则,确定生活用水标准。以2000年各流域实际人口数为基数预测河西地区各地区2010、2030年人口数,其中2010年疏勒河、黑河、石羊河流域人口分别为55.7万人、201万人、243万人、总人口500万;2030年,各流域人口数分别为:59万人、210万人、256万人、总人口525万人;预测河西地区2010年和2030年的城市化率分别为35%和48%。工业需水量根据国家规定的工业用水量增长率控制在5%,利用反求法确定工业用水定额;在对现行灌溉定额分析的基础上,根据“十五”规划,农业灌溉在推广普及农田节水技术,调整种植业结构,渠系利用系数由0.46—0.52提高到0.55—0.62,灌溉净定额由现在的 $324—416\text{立方米}/\text{亩}$ 降低到 $280—380\text{立方米}/\text{亩}$,确定农业灌溉定额;对林牧渔业的需水量和将来环境治理的需水量作为生态需水量,林牧渔业需水定额的确定是在现状需水量基础上适度调整得到的。具体见表2-3。

表 2-3 河西地区分区不同水平年各类用水定额预测表

流域	年份	城镇生活		农村生活			工业万元产值耗水	农田灌溉	林草耗水
		居民生活	公共设施	农村人口	大牲畜	小牲畜			
内陆河流域	2000	110	60	40	25	9	120	800	317
	2010	140	70	75	35	17	66	625	267
	2030	150	80	95	40	20	195	565	240
疏勒河流域	2000	110	55	40	25	9	135	915	350
	2010	140	65	75	35	17	66	640	300
	2030	150	80	95	40	20	25	570	290
黑河流域	2000	110	60	40	25	9	115	826	300
	2010	140	70	75	35	17	66	658	270
	2030	150	80	95	40	20	25	608	250
石羊河流域	2000	110	65	40	25	9	105	731	300
	2010	140	75	75	35	17	66	583	230
	2030	150	85	95	40	20	25	5156	180

注：表中单位，人口、牲畜：万人、万头；生活用水定额：L/人（头）·天；工业产值：万元；工业用水定额：m³/万元；农田、林草、鱼塘、治沙面积：万亩；用水定额：m³/亩；需、供水量：亿 m³。以下各表相同

2、各类需水量预测

根据预测确定的需水定额，2010 年河西地区经济社会生态总需水量 74.23 亿 m³，其中农业灌溉、农村居民生活、工业、城镇居民生活、生态需水量分别为 60 亿 m³、1.52 亿 m³、4.77 亿 m³、1.34 亿 m³、6.59 亿 m³，分别占总需水量的 80.82%、2.04%、6.43%、1.8%、8.88%。2030 年总需水量 74.77 亿 m³，其中农业灌溉、农村居民生活、工业、城镇居民生活、生态需水量分别为 53.08 亿 m³、2.86 亿 m³、7.95 亿 m³、2.12 亿 m³、8.75 亿 m³，分别占总需水量的 70.99%、3.83%、10.63%、2.83%、11.7%。具体见下表 2-4——2-7。

表 2-4 河西地区分区不同水平年工农业用水量预测表

	年份	工业用水				农田用水			合计 亿 m ³
		增加值	总产值	定额	用水量	面积	定额	用水量	
内陆河 流域	2000	83.47	278.23	118	3.22	903.02	803	72.51	75.73
	2010	217.00	723.33	66	4.77	959.58	625	60.00	64.77
	2030	954.59	3181.97	195	7.95	939.58	565	53.08	61.03
疏勒河 流域	2000	20.05	66.83	135	0.90	154.42	915	14.12	15.02
	2010	44.00	146.67	66	0.97	242.98	640	15.56	16.53
	2030	144.00	480.00	25	1.2	242.98	572	13.90	15.1
黑河 流域	2000	29.70	99.00	115	1.14	388.16	826	32.04	33.18
	2010	81.00	270.00	66	1.78	356.16	658	23.42	25.30
	2030	376.00	1253.33	25	3.13	356.16	608	21.65	24.78
石羊河 流域	2000	33.72	112.40	105	1.18	360.44	731	26.34	27.52
	2010	92.00	306.67	66	2.02	360.44	583	21.02	23.04
	2030	434.59	1448.63	25	3.62	340.44	515	17.53	21.15

表 2-5 河西地区分区不同水平年农村生活用水量预测表

	年份	人			大牲畜			小牲畜			合计
		人口	定额	需水	头数	定额	需水	头数	定额	需水	
内陆 河流 域	2000	359.04	40	0.524	122.92	25	0.112	473.27	9	0.155	0.267
	2010	324.87	75	0.889	154.00	35	0.197	703.00	17	0.436	0.633
	2030	273.47	95	0.948	205.25	40	0.300	2203.0	20	1.039	1.339
疏勒 河流 域	2000	39.06	40	0.570	7.54	25	0.007	89.83	9	0.030	0.034
	2010	36.21	75	0.099	11.00	35	0.014	161.00	17	0.099	0.114
	2030	30.38	95	0.105	16.00	40	0.023	353.00	20	0.258	0.281
黑河 流域	2000	144.63	40	0.211	54.47	25	0.050	201.42	9	0.066	0.116
	2010	130.63	75	0.358	69.00	35	0.088	290.00	17	0.180	0.268
	2030	109.33	95	0.381	95.00	40	0.139	688.00	20	0.502	0.641
石羊 河流 域	2000	175.35	40	0.256	60.91	25	0.056	182.02	9	0.060	0.115
	2010	158.02	75	0.433	74.00	35	0.095	252.00	17	0.156	0.251
	2030	133.16	95	0.462	94.25	40	0.138	381.63	20	0.279	0.416

表 2-6 河西地区分区不同水平年城镇生活用水量预测表

		居民生活			公共设施		小计	
		人口	定额	需水量	定额	需水量	定额	需水量
内 陆 河 流 域	2000	119.68	110	0.306	60	0.168	170	0.743
	2010	174.93	140	0.527	80	0.264	210	1.341
	2030	252.43	150	0.723	80	0.385	230	2.119
疏 勒 河 流 域	2000	13.02	110	0.102	60	0.051	170	0.078
	2010	19.51	140	0.176	80	0.082	210	0.146
	2030	28.05	150	0.241	80	0.129	230	0.215
黑河 流域	2000	48.21	110	0.102	60	0.051	170	0.299
	2010	70.34	140	0.176	80	0.082	210	0.539
	2030	101.47	150	0.241	80	0.129	230	0.778
石 羊 河 流 域	2000	58.45	110	0.102	60	0.051	170	0.373
	2010	85.09	140	0.176	80	0.082	210	0.668
	2030	122.92	150	0.241	80	0.129	230	0.920

表 2-7 河西地区分区不同水平年生态用水量预测表

	年份	林牧用水			渔业用水			治沙造林		合计
		面积	定额	需水	面积	定额	需水	面积	需水	
内 陆 河 流 域	2000	67.88	317	2.15	6.23	1067	0.68	0	0	2.82
	2010	106.13	267	2.83	6.94	1067	0.76	300	3.0	6.59
	2030	127.20	240	3.05	7.08	1067	0.77	394	3.94	8.76
疏 勒 河 流 域	2000	21.36	350	0.75	1.55	1100	0.17	0	0	0.92
	2010	24.53	300	0.74	1.70	1100	0.18	100	1.0	1.92
	2030	25.59	290	0.74	1.75	1100	0.19	219	2.19	3.12
黑河 流域	2000	23.86	300	0.72	4.21	1100	0.46	0	0	1.18
	2010	56.28	270	1.52	4.72	1100	0.52	100	1.0	3.04
	2030	56.28	250	1.41	4.81	1100	0.53	278	2.78	4.72
石 羊 河 流 域	2000	22.66	300	0.68	0.47	1000	0.047	0	0	0.73
	2010	25.24	230	0.58	0.52	1000	0.052	100	1.0	1.63
	2030	45.33	180	0.81	0.52	1000	0.052	254	2.54	3.41

3、可供水量预测

根据甘肃省水利水电勘测设计研究院《河西地区水资源变化趋势及合理利用报告》⁴¹ (2000), 该流域 2010 年可增加地表水工程供水量 0.44 亿 m^3 , 增加污水处理回用 0.12 亿 m^3 , 外流域调水 1.0 亿 m^3 , 减少地下水开采量 2.99 亿 m^3 , 总供水能力可达 70.64 亿 m^3 。2030 年预计总供水量可达 74.2 亿 m^3 。具体见表 2-8。

表 2-8 河西地区分区不同水平年可供水量预测表

	年份	地表水				地下水			污水处理	调水	总计
		蓄	引	提	小计	自备	机井	小计			
内 陆 河 流 域	2000	25.07	29.55	0.02	54.64	1.90	15.39	17.31	0.14	0.6	72.68
	2010	29.34	25.72	0.02	55.08	1.91	12.40	14.31	0.26	1	70.65
	2030	29.51	22.94	0.02	52.47	1.91	11.75	13.67	0.30	7.9	74.34
疏 勒 河 流 域	2000	6.97	4.99	0	11.97	0.64	1.85	2.49	0	0	14.46
	2010	9.17	7.51	0	16.68	0.64	1.54	2.18	0	0	18.86
	2030	9.17	6.47	0	15.63	0.64	1.59	2.24	0	0	17.87
黑 河 流 域	2000	7.08	19.40	0.01	26.49	1.22	4.37	5.59	0.1	0	32.19
	2010	7.20	16.10	0.01	23.30	1.22	3.42	4.64	0.18	0	28.13
	2030	7.38	14.53	0.01	21.92	1.22	2.72	3.94	0.20	4.8	30.86
石 羊 河 流 域	2000	11.02	5.14	0.01	16.17	0.045	9.17	9.21	0.04	0.6	26.02
	2010	12.96	2.11	0.01	15.08	0.05	7.44	7.49	0.08	1	23.66
	2030	12.96	1.94	0.01	14.91	0.01	7.44	7.49	0.01	3.1	25.60

4、水资源供需形势分析

考虑到经济发展和城市化水平的不断提高, 以及加强水资源的管理和节水技术的广泛应用, 各类用水需求的变化趋势为: 城乡居民生活用水增长迅速, 到 2003 年后回趋于稳定; 工业用水增长速度缓慢, 定额持续下降; 农业用水持续下降; 生态用水增长幅度加大。从水资源供需平衡来看, 2000 年缺水率为 10.27%, 2010 年缺水率为 5.08%, 2015 年左右, 水资源需求缺口可能消除。就是说, 从现在至 2015 年左右, 河西地区黑河和石羊河流域的缺水将持续存在, 但供需矛盾会逐步减缓, 之后可望实现供需平衡, 生态缺水将逐步改善, 生态恶化将得到遏止并逐步向良性转化。具体见下表 2-9。

表 2-9 河西地区分区不同水平年水资源供需平衡分析

	年份	需水量				可供水量					余缺
		工农业	城乡生活	生态环境	合计	地表水	地下水	污水回用	调水	合计	
内陆河流域	2000	75.76	1.54	2.83	80.12	54.64	17.31	0.14	0.6	72.68	-7.46
	2010	64.77	2.68	6.59	74.23	55.08	14.31	0.26	1	70.65	-3.59
	2030	61.04	4.97	8.75	74.77	52.47	13.67	0.30	7.9	74.20	0
疏勒河流域	2000	15.03	0.17	0.92	16.12	11.97	2.49	0	0	14.45	-1.67
	2010	16.52	0.26	1.92	18.81	16.68	2.18	0	0	18.86	0.05
	2030	15.10	0.62	2.15	17.87	15.63	2.24	0	0	17.87	0.00
黑河流域	2000	33.20	0.42	1.18	35.01	26.49	5.59	0.1	0	32.19	-2.83
	2010	25.22	1.16	3.04	29.42	23.30	4.64	0.18	0	28.13	-1.29
	2030	24.79	1.87	4.19	30.86	21.92	3.94	0.20	4.8	30.86	0.00
石羊河流域	2000	27.53	0.73	0.73	28.99	16.17	9.21	0.04	0.6	26.02	-2.96
	2010	23.04	1.33	1.63	26.01	15.08	7.49	0.08	1	23.66	-2.36
	2030	21.15	1.90	2.41	25.47	14.91	7.49	0.01	3.1	25.47	0.00

第三章 河西地区水资源配置制度创新与生态经济协调发展

由以上分析可见,水资源配置是一个典型的制度问题,西北内陆河流域水资源配置应以水资源边际生态环境价值非负性下的经济价值最大化为其配置标准。河西地区水资源供需矛盾尖锐及其所引发的生态环境恶化,原因虽然多样,但根本在于现行的一系列水资源配置制度的缺陷,因此要从根本上解决或缓解水资源供需矛盾和生态恶化问题,必须从水资源配置制度入手,通过制度创新,作为实现区域可持续发展的一项重要手段。我国有关水资源的许多问题,之所以长期未得到解决,很重要的原因是在水资源管理体制、水资源投资机制和水价政策中存在问题,从某种意义上说,改革才是解决我国水资源问题的根本出路,这是一场涉及生产力和生产关系的革命(钱正英⁴²,2001)。

一、 水权制度创新

1、历史上的水权交易

在我国历史上,水权交易出现在明清,成型于民国。明清时期是我国封建社会逐步走向衰亡的时期,也是资本主义生产方式在我国萌芽的时期,期间经历了我国封建社会历史上第二个太平盛世,即将近一个半世纪的“康乾盛世”,水利事业有了较大发展。同时也出现了由于人口过快增长带来的社会经济危机,明万历三十年(公元1602年)全国人口为5600多万,到清顺治十二年(公元1655年)为1400多万,康熙六十年(公元1721年)为2560多万,乾隆十八年(公元1753年)人口激增到10275万人。人均耕地由清初的27亩减少到乾隆时期的不足7亩,乾嘉时期人均耕地最少时为2.5亩(《学习时报》编辑部⁴³,2001),而期间农业技术改进非常缓慢,农产品供应难以满足人口增长的需要,出现了地价上涨,粮食供应紧张,人口对粮食的巨大压力使得土地及附着其上的水价值增高,诱使了地权和水权相分离的水权交易出现。

只有社会潜在的资源未被充分利用,即在旧制度下存在潜在利润时,才产生对新制度的需求。在耕地与水价值的不断增高的情况下,国家不允许水权买卖的制度,对拥有余水和期望获得水权的农户来说,都存在着明显的利益损失(既存在潜在利益),他们成为水权交易制度的积极需求者。以乡规民约非正式制度为主体的明清政治制度,相对来说使得地方政府(可视为是次级利益集团)在制度变迁中能够发挥

重要作用,水权买卖虽然不为国家正式制度所允许,但这种行为不会对统治者带来地位和利益方面的威胁和损失,而对地方政府可能带来诸多好处,如农业税收的增加、官员政治租金的获得、政绩的提高、民间诉讼的减少等,况且当时的政府官员一般都拥有相当数量的耕地及相应的水权。因此地方政府作为一个具有决策权力的次级利益集团也具有对水权交易制度的需求和进行制度安排的能力。至少“他们不会使创新收入有任何增长,但如果法律赋予他们一些离散的权力,他们会使初级行动集团的部分额外收入转化到他们手中(科斯⁴⁴,1996)”。

民国虽然在我国历史上是一个战乱不断,灾难重重的断命政权,但国民政府对水利事业非常重视。从水权制度建设来看,制定了完善的现代水权制度,主要体现在法律允许水权的转移和继承,就是说从国家正式制度的角度,首次认可了水权交易,一些地方政府或灌区内部为此制定了详细的规则。

建国后的前三十年,水权制度演变的这一逻辑被割裂。为了支持大规模的计划工业化,实现农业剩余的完全转移,许多历史遗留的合理水权制度被完全废弃。1988年颁布的《水法》虽然开启了我国水权制度建设的法治化阶段,但由于种种原因至今水权制度建设还难以走出计划经济思想的束缚。

2、河西地区现行水权制度的缺陷

目前,河西地区水权制度的缺陷,主要有:

(1)从宏观制度来看,虽然2002年颁布实施的新《水法》纠正了旧《水法》(1988年)存在的诸如重开源轻节流和保护、重经济效益轻生态环境保护,水资源管理制度不完善,管理体制不顺,法律责任规定过于原则等弊病,但仍然与我国当前水资源开发利用实际和今后发展趋势不相适应。首先,新《水法》仍没有明确提出水资源市场配置的思想。沿用的《取水许可制度实施办法》(1997年)中取水许可证不得转让的规定,实际上严格控制了售水和水权交易,有碍于水资源市场的形成。中国水权的发育显得特别缓慢,成为中国现行自然资源法中体现计划经济思想,特别是政府供给自然资源思路最为充分的制度安排(肖乾刚⁴⁵,1997)。其次,产权界定不清晰。水资源国家所有只是法律上的清晰,在经济上是不清晰的,水资源属于全体公民,具有明显的公共性,对水资源的利用缺乏约束依据(丁悦⁴⁶,2002)。主要表现在两个层面上,一是所有权与经营权不分,即水行政部门与水利经营单位一家,行政垄断和自然垄断相结合,水资源市场化改革显得异常困难。二是使用权的界定。水使用权的实质就在于在一定的时间和地点应该或能够给用水者配置多少的水量,当然《水法》不可能就具体的配水数额作出具体的规定,但至少应就应分配水量的

原则作出规定,以指导各级水行政部门依次诸层制定一个在水资源正常自然供给状态下和供给约束下的水量分割计划,并以法律的形式稳定下来,并可能作为对初始产权的界定。再次,随着水资源供需矛盾日益尖锐,水事纠纷会呈上升态势,为保证社会安定,公平合理地解决一些水事纠纷,特别是一些历史纠纷、跨区域纠纷,仅仅依靠政府的行政调解、行政断案、行政命令、行政压制并非长久之计,而且往往随着政府主要官员的调动,水事纠纷处理呈现不稳定性,因此一些水事纠纷通过司法程序解决比较具有持久性,而且,在许多情况下,水事纠纷往往与地方政府有关,甚至地方政府是纠纷的主角或幕后操纵者,如果借助司法手段解决,对纠正政府违规、推进社会民主法治建设都具有重要意义。

(2)从微观制度来看,河西地区水权制度存在的主要缺陷是农业用水定额偏高、水权交易的市场机制不健全。首先,用水定额偏高。用水定额是实行用水总量控制的基础,也是用水微观管理的核心,更进一步是水使用量权初始界定的一个关键指标。用水量权的界定归根到底是用水定额的规定,河西地区水资源使用的绝大多数是农业灌溉,农业灌溉定额的偏高是导致用水浪费严重和水资源紧缺的主要因素之一。1993年,联合国人口行动组织(PLA)提出缺水国的水资源量标准是 $\leq 1000 \text{ m}^3/\text{人} \cdot \text{年}$,水资源量紧张国家的标准是 $1000 \sim 1667 \text{ m}^3/\text{人} \cdot \text{年}$ 。而目前河西地区人均水资源占有量 $1763 \text{ m}^3/\text{年}$,亩均占有量 749 m^3 ,高于我国北方的黄淮海流域和辽河流域。按此标准,河西地区远不属于缺水地区。现实存在的问题是河西灌区的毛灌定额普遍超过 $13500 \text{ m}^3/\text{km}^2$,甚至高达 $28500 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 。根据河西地区1990~1993年农作物实际灌溉定额分析,现状平均净灌定额石羊河流域为 $390 \text{ m}^3/\text{亩}$,黑河流域为 $465 \text{ m}^3/\text{亩}$,疏勒河流域 $530 \text{ m}^3/\text{亩}$ (李吉均⁴⁷,2000)。再从西北各内陆河流域灌区毛定额比较看,甘肃河西地区为 $789 \text{ m}^3/\text{亩}$,内蒙古为 $199 \text{ m}^3/\text{亩}$,青海为 $709 \text{ m}^3/\text{亩}$,新疆为 $426 \text{ m}^3/\text{亩}$,明显河西地区毛灌定额偏高(《中国水利年鉴》编委会⁴⁸,2001)。其次,市场机制发育不完善。市场机制发育不完善是影响河西灌区水权交易的一个重要制度因素。河西地区是国家12个重要商品粮生产基地之一,可以说自建国以来,政府对其的控制一直是相当严格的,因此至今计划经济的色彩仍然相当浓厚,政府对农业生产的干预程度相当大,农业种植以及种植业结构调整等政府主导的作用过于强大(石惠春⁴⁹,1998)。虽然河西地区农产品的市场化程度较高,但在这种表面现象后面隐藏的却是真正市场主体——农户市场意识的淡薄。

(3)从微观组织制度来看,河西灌区水权制度基本以政府管理包办一切,民间基层组织的自我管理、民主管理还相当缺乏。首先,当前我国的政权体系向下一直

延伸到农村村组一级，政权体系的过密过细是压制民间社会经济组织发展，难以真正实现村民自治的最根本原因。虽然在名义上河西各灌区在上世纪 50 年代先后都成立了三级民主管理组织，但实际上是一个为计划经济服务的纯行政管理机构，从上到下的委员由各级政府行政领导担任，是一种在选举名义下的任命制。上世纪 60 年代初提出并推行的“专业管理与群众管理相结合”的灌溉管理制度，仅是政府为了转嫁财政危机。现今作为灌区群众管理组织的斗委会或灌水小组，实际上并不是真正从用水户中选举产生的，而是由政府包办代替。绝大多数群管组织的负责人直接由村、乡长兼任，与其说是用水户的代表，不如说是政府在灌区基层的代表。实际上，从明清至民国之时，河西地区已形成了完备的农业灌溉水权制度，特别是在民主管理制度建设方面，基本实现了政府统一领导下的民主管理，制度体系相当完备，如对机构的设置、选举方式、人员资格、任期等都有具体的规定；一些灌区的民主管理制度已具有现代西方民主特点，如渠长、斗长、水老都由逐层公推产生，最终由政府管理机构任命，“水老”的资格有严格的规定，一定是当地有名望以农业为生的非现任或非现役官吏和军人，水老一般由下游乡绅担当。可惜在半个世纪的水利计划经济中，很多优秀的民族传统和具有现代民主社会意识的制度被抛弃。其次，从灌区水利设施形成以及水资源经营者和消费者的关系来说，将用水农户（或组织）排斥在管理之外是非常不合理的。河西灌区水利设施的形成基本可分为三部分，一是历史继承；二是建国后的政府投资；三是农民投工投劳（没有报酬或报酬非常低廉）（张得震⁵⁰，2002）。因而现在我们通常所说的国有水利设施实际上并非完全国有，至少有相当部分应属于农民集体（个体）的股份；从经营者和消费者的角度来看，水利供给和需求存在严重的信息不对称，主要是由于水利经营的行政垄断和自然垄断造成的，农民被完全排斥在之外而成为基本无发言权的弱势消费者。在这方面由于既缺乏正式制度指导，又缺乏民间自主组织参与支持的制度安排，也是导致当前水利改革滞后、效益低下，纠纷不断的一个重要制度原因。

3、建立可交易水权制度

河西地区水权制度的种种缺陷可归结为制度结构的缺陷，即制度结构中缺乏促进节约用水和效率用水的激励机制，缺乏对浪费用水和低效用水的约束机制，缺乏通过经济主体的分散决策达到全流域水资源优化配置的市场机制。针对当前河西灌区存在的水资源供需矛盾突出和生态环境严重恶化的局面，通过水权制度的创新是一条治本之道。水权制度创新的基本思路是：以提高用水效率为核心，通过明晰水使用量权，建立水权交易规则，通过水资源的市场配置和适度的政府干预，促进节

约用水,扭转因缺水导致的生态环境恶化,达到水资源的供需平衡,实现水资源边际生态价值非负下的经济价值最大化均衡。

可交易水权制度既是手段,也是目标。只有最大限度地发挥市场在资源配置中的作用,资源利用的效率才能达到最高,由于水资源极强的外部性,水资源完全的市场化是非常困难的,但最大限度地通过制度对外部性的内化,最大限度地实现市场对水资源的配置不是不可能的。可交易水权制度正是迄今为止人类在水资源开发利用中总结出的一个最有效手段,是符合水权制度演化逻辑的制度选择。可交易水权制度的建立必须注意以下问题。

(1) 可交易水权的制度前提。水资源共享和所有权公有是可交易水权制度建立的基本制度前提,私有产权及其产权的自由平等交易是促进人类经济发展和繁荣的制度逻辑,但这一逻辑并不适用于一切经济资源,水资源就是一个特例。1976 年在国际水法协会“关于水法和行政第二次国际会议”上就已明确倡导“一切水(资源)都应公有或直接归国家管理”,2000 年世界水论坛和部长会议上再次强调水资源国家所有和统一管理,并专门设定到 2015 年所有国家能够实施水资源统一管理的各种政策和战略(董文虎⁵¹,2002)。国际社会的这一共同要求说明水资源所有权公有是在当前及今后水资源供需矛盾日益尖锐化趋势下,实现水资源人类共享这一原则的一项基本制度前提,同时水资源公有将为实现这一目标提供国家统一管理,统筹及跨流域调度,综合开发和利用的制度基础。水权公有应在原则上不承认上游优先,原则上不承认谁建坝谁有水,谁投资工程谁就可以取水的传统观念,要坚持同一流域上下游所有人都有同等获得水资源的权利,真正体现“天赋水权”的平等性。

(2) 可交易水权的关键是用水量权的界定。水资源所有权公有和使用权多样性决定可交易的水权部分只能是水行政管理主体分配给水使用主体在一定时间、地点才可以使用的具有特定价格以及一定数量、质量的水。由此可见,要科学合理地清晰界定这种配水量权或使用水量权仍有一定困难,因为其中存在着许多不确定因素。这种不确定性主要来自于水资源的自然供给以及人工对其的调蓄能力,相比较人工对自然水资源的调蓄能力是非常有限的,人们不可能将今年的降水全部贮存起来等到来年分配。其次,时间和地点对水使用量权的要求是非常苛刻的,占用水量绝大多数的农业灌溉在时间上是由植物生长规律决定的,需水的地点又是不可移动的,而关键的是配水定额和价格的确定。以单位面积为计的农业灌溉配水定额既要根据水资源自然供给规律做出科学的工程供水总量预测,还要依据灌区生态环境现状保证最低生态环境用水以及应急用水,同时还要考虑灌区综合渠系利用系数等情况科

学测定在输送过程中的无效消耗量。再次，由于水资源分布的非均衡性和灌区内水利设施容量、防渗技术水平等因素的影响，同一流域内的不同相对独立的各灌区之间平均拥有的可使用权水资源量可能有较大差异，这就带来了同一流域以单位耕地面积为标准的定额存在较大差异和由此产生的社会“不平等”问题。第四，水生态环境是确定配水定额时必须考虑的一个重要因素。河西地区严重的生态环境问题主要是由于生态缺水引起的，因此，为保证生态需水，在确定配水定额时必须考虑最低限度的生态用水。

为此，本论文提出水使用量权界定的几个基本原则及方法：一是合理计划原则。关键是标准取下限并留有余地；第二，保证最低生态用水原则。要确定一个使得生态不会发生逆变的最低生态需水量；第三，初始产权分配平等的原则。要顺应中国传统文化传统，在初始产权分配时坚持平等原则以减少制度运行成本。在一个独立的流域内，对水使用量权不同的灌区可采用价格平衡的方法。

(3) 水资源交易市场的建立与完善。一个完善的水资源交易市场包括一级市场和二级市场。一级交易市场就是水资源初始产权的创立过程，水资源初始产权创立的过程除由政府直接界定外，还可以采用市场界定的办法，如通过拍卖的方式，这样即可以通过市场竞争确定其真实的价值，又可以避免政府在界定水资源初始产权时可能出现的“暗箱操作”。水资源的初始水权要进行交易，就需要有一个可供交易的二级市场，这样的二级市场既可借助现在的一些交易机构如证券交易所、商品交易所、期货交易所等形式来买卖水权，也可以独立来创设，可以是无形的，也可以是网上的（盛洪⁵²，2004）。但必须应有足够大的规模，以河西灌区的实际来看，市场过于狭小，可能就不能产生真正的水权交易，出现“有规则无交易的水权案”（沈满洪⁵³，2003）。

(4) 建立保证产权实现的法律体系和交易规则。由于水的流动性决定了其边界是不确定的、同时水权又是一个抽象概念，因此要使水权真正发挥作用，水权必须要附着在具体的水资源上。这样可能会出现更多的产权纠纷，如果没有相应的司法制度，合法的权利得不到保证，水权也就等于一纸空文，水资源市场配置也就没有办法运行。任何权利的交易都需相应的交易规则以规范交易者的行为，对水权交易这一新生事物来说，更应注重交易规则的建立和对规则的完善及保护。

(5) 逐步打破水利设施国有和行政垄断格局。主要水利设施的国有制一方面造成水行政和水经营不分，同时造成了水利投资的单一化格局。水利设施一般具有自然垄断的特点，如果再加上行政和经营的浑为一体，往往就是行政垄断和自然垄断

的一体化,其对市场经济机制的危害最大,是可交易水权制度创新过程中的最大障碍。应当看到水利工程设施经营改革其困难程度决不亚于国有企业改革,其改革的基本方向是逐渐企业化、公司化、民营化,形成独立的经营实体,根据水权、水资源和自己的成本进入水市场中独立进行操作。水行政部门对水经营部门的独立(和水经营部门经济利益脱钩)监管、水经营部门与用水户之间的参与式管理和企业化经营、用水户组织之间的平等竞争和水权交易、用水户组织内的民主管理和协作是建立完善的可交易水权制度必须处理好的四层关系。

(6) 政府与市场职能的界定。当前我国存在的水资源管理混乱和效率低下的一个重要原因就是由于建国以来形成的政府取代市场、政府包办一切的计划管理体制。但同时在水资源配置市场化改革过程中或者在水资源市场配置中都需要政府的合理干预,政府干预的目标就是通过一系列制度安排矫正水资源的外部性,使得因水资源开发和利用过程中产生的使用者收益与社会收益、或者使用者成本和社会成本相等。首先,产权界定及保护是实现资源配置市场化的基础,在当前水资源市场化改革中需要政府在水权制度建设方面发挥作用。水权的初始界定、保护、监督和实现属于正式制度约束,而正式制度约束的建立和改变需要政府权威和强制力量。其次,水资源外部性所表现出的公共性和相关人数很大的特点,决定了产权主体通过协商解决外部性的方式难以凑效,而政府的干预能大大节约交易成本和制度创新成本。再次,作为市场机制运行前提和保证的一系列制度,本身也属公共物品范畴,因而人们在公共选择中往往存在着“搭便车”的机会主义行为,从而导致制度需求的表达传输不足和制度供给的不足。因此,政府在水资源管理及其配置中的权力应以不侵犯市场能正常发挥作用的领域为界,其核心领域主要是界定水权,制定水权交易规则以及维护水市场交易秩序等制度建设和法律保护;水生态保护和水环境治理;水资源在流域上下游、左右岸、不同产业、不同用途等之间的分配及其相互利益补偿;重大水利工程项目建设和跨流域调水项目的制定及实施等。

二、水资源价格制度创新

实行可交易水权制度的第二个重要环节是建立合理的水资源价格体系。在清晰界定水权,特别是排他性的配水量权的基础上,要使市场机制在水资源配置中起到基础性作用,就必须建立既能反映水资源稀缺程度,又能反映水资源机会成本的水资源价格体系。

1、水资源价格理论比较

许多国家及国际组织的研究人员都认为资源定价是十分重要的，但同时也承认资源定价是十分困难的（姜文来⁵⁴，1996）。目前国际上流行的水资源定价方法主要有：影子价格模型、价格弹性定价模型和边际机会成本定价理论。

（1）影子价格模型。影子价格是上世纪 50 年代由荷兰计量经济学家丁伯根（Jan Tinbergen）和前苏联经济学家康脱维奇（Kantorvitch）提出的，最早源于线形规划。现以某一灌区为例说明。

若某一灌区的农业生产种植 n 种农作物，产量分别为 X_i ，市场价格为 C_i ， $i=1、2、\dots、n$ 。用 C 表示产品价格矩阵；需要耗用的资源有 m 种，资源的可供应量为 b_j ，设资源的影子价格分别为 Y_j ， $j=1、2、\dots、m$ 。 a_{ij} 表示生产单位产量的第 i 种农作物需要消耗的第 j 种资源量，其中包括水资源， $A=(a_{ij})$ 为系数矩阵，则使得该灌区农业生产达到收益最大化的条件为：

$$\begin{aligned} \text{目标函数: } \quad & \text{Max} R = \sum X_i \times C_i \quad i=1、2、\dots、n。 \\ \text{约束条件: } \quad & \sum (a_{ij} \times X_i) \leq b_j \quad j=1、2、\dots、m。 \\ & X_i \geq 0 \end{aligned}$$

以上问题转化为解线形规划问题，通过求解上线形规划，既可以确定出最优生产量 X_i ，又可以确定出投入生产的资源（包括水资源）的影子价格：

$$Y_j = CA^{-1}$$

（2）价格弹性定价模型。价格弹性定价实际上就是根据资源的供求变化规律确定资源价格的方法，其模型也称为供求定价模型，由美国的 L·D·詹姆斯和 R·R·李⁵⁵（1984）提出。具体模型为：

$$Q_2 = Q_1 (P_1/P_2)^E$$

其中， Q_1 、 Q_2 分别为调整前、后的用水量； P_1 、 P_2 分别为调整前、后的水价； E 为水资源需求价格弹性系数。

（3）边际机会成本模型。边际机会成本理论认为，资源的消耗使用包括三种成本：（1）边际生产成本（MPC），它是指为获得资源所投入的直接费用；（2）边际使用成本（MUC），即由于使用该资源所造成的社会其他人利用该资源的最大边际损失，对像水资源这样的可更新资源来说，边际使用成本就是用于更新资源的费用；（3）边际外部成本（MEC），是指那些与资源使用无直接关联者招致的损失或收益，既包括当前的，也包括将来可能发生的，还应包括由外部性产生的环境成本。

因此，资源的边际机会成本（MOC）应为：

$$MOC=MPC+MUC+MEC$$

边际机会成本理论认为,资源使用中的边际机会成本表示由社会承担的消耗这一资源的费用,即为使用资源的社会边际成本。在理论上,任何经济主体使用资源的价格应当与边际机会成本相同,若经济主体使用资源的实际价格与社会边际成本产生差异,当 $P < MOC$,就会刺激资源过度利用;当 $P > MOC$ 时就会抑制对资源的正常消费。

这几种定价模型各自所具有的优缺点如下:

影子价格的经济意义是指资源在最优配置下的边际生产力。因此它是反映资源稀缺性的对资源价格的完全市场模拟,当产品市场满足完全竞争市场条件时,影子价格就是资源的市场价格。可见,市场的发育和完善程度是制约影子价格准确性的一个非常重要的前提条件。其优点是能够全面反映水资源的稀缺程度,缺点是前提条件过于严格,且不能反映水资源的开发成本及其环境价值。在我国农业灌溉区,由于市场化进程还比较落后,特别是有关农业的其它资源和产品的市场化程度还很低,因此利用影子价格确定水资源价格的前提条件与理论所要求的相差甚远,资源最优配置的影子水价没有运行存在的现实基础(徐中民⁵⁶, 2000)。

需求价格弹性定价模型是根据不同地区、产业或部门对水资源需求价格弹性所具有的差异性确定水价的方法。这一模型既能反映资源的稀缺程度,又能反映资源成本决定的供给水平,且具有所需资料少、简便易行的特点。其缺点是只重视水资源的数量,忽视了水资源质量和环境价值。实际上,这种方法对需求价格弹性较为敏感的城市供水价格较为适宜,而对于单一的农业水价确定来说,应用价值不大。

边际机会成本定价理论将资源与环境结合起来,采用经济学的分析方法,用统一的分析框架把资源和环境纳入经济社会发展政策的分析中,显现了现代资源-环境经济学的新突破。这种定价理论的优点是完全根据资源环境价值模型理论,在环境经济价值评估方法基础上建立的适用性定价模型,其既考虑到资源的稀缺性,又考虑到资源使用的机会成本和外部性成本,解决了前两种模型忽视环境价值的做法。其缺点是计算过程中关于边际使用成本的确定比较困难。可以肯定地说,在资源环境问题日益尖锐的21世纪,随着环境经济价值评估方法的日趋成熟,资源的边际机会成本定价理论将是一种较为完善的理论方法。

2、河西地区水资源价格动态模型

(1) 水资源价格构成的理论基础。前所提及的每种定价理论,对于我们制定合理的水资源价格均有一定的指导意义。通过以上比较分析,应使我们从整体上清晰

地认识到,像河西地区这样的缺水地区的水价制定,需要考虑以下几个方面的因素:水资源的稀缺性,即不同时期(水资源自然供给的丰枯季节)的供求关系;水资源的国家资产性,即国家对水资源的统一管理性;水资源的商品性;水资源利用过程中的外部性;水资源用途的多样性等,应主要采取涵盖资源环境价值的定价理论。以下本论文以第一章述及的水资源价值模型和边际机会成本定价理论为基础提出适合于河西地区的水价构成:

水利工程供水水价=资源水价+工程水价+环境水价

其中,工程水价就是水资源的边际生产成本(MPC),资源水价为具有普遍性和不可控性的边际外部性成本,环境水价为可控性边际外部性成本,资源水价和环境水价共同构成水资源的边际外部性成本。

资源水价,也称为水资源费,是《水法》要求水资源经营者或直接从江河湖泊取水的水资源使用者必须向国家交纳的费用,对其的理论解释国内绝大多数学者从绝对地租或垄断利润的角度认为应是所有权的体现,而本论文认为国家所有权不应成为国家收取水资源费的充分条件,甚至不是必要条件。正确和恰当的理论解释应为:资源费是国家为矫正因资源使用所产生的具有普遍性和不可控性的外部性所采用的行政收费手段,本质上是“庇古税”。水资源外部性可分为可控性外部性和不可控性外部性两种。不可控性外部性的表现可分为宏观和微观两个层面,在宏观层面,如由于经济用水挤占了生态用水,造成了缺水地区生态环境质量的普遍退化,造成了全社会福利的损失,水污染在工业化过程中不可避免,要保证水质完全不受污染几乎不可能;在微观方面,造成外部性的微观主体和逼迫接受外部性效果的微观主体难以确认或数量太大,或即使能够确认但外部性影响难以定量等。正是由于水资源外部性具有不可控性的特点,政府应采取“庇古税”的方式,而现代环境资源经济学证明了这一方式是矫正外部性的最佳方式(鲍莫尔⁵⁷,2003)。

环境水价可认为是可控性外部性造成的社会成本,如通过法律和政策对微观用水主体的排水进行水质标准规范,如在一定污染标准范围内的污水需要交纳环境水费,低于某一标准可免除,超过某一标准坚决禁止,或者根据环境污染容量大小进行排污权分配等。对环境水价的定量估计可依据环境经济学环境价值(资源的间接使用价值)的评估方法进行。

(2) 水资源价格动态模型。在确定水资源价格构成基础上,本论文提出适用于河西地区水资源定价的动态模型。

设某一流域在时期 t 的水资源价格为: $P_t = P_t^1 + P_t^2 + P_t^3$

其中 P_i^1 表示水资源费, 是国家为矫正不可控外部性向水使用者收取的费用, 其费率可通过确定产业 (如农业、工业、城市生活) 用水收益函数和生态环境损害函数的办法确定, 其原则为: 使用者边际用水收益=政府边际生态环境治理成本。也可以通过替代或近似的办法, 如通过建立生态环境评价体系, 确定为保证生态环境不发生逆变的政府生态环境治理和保护费用 (包括流域管理机构为此支付的管理费用), 再以供水总量为基数, 在整个流域内进行分摊。但应根据不同性质用水 (如根据工、农业和城乡生活用水) 给以适当权重。假设所确定的费率为 r_1 , 用水者在定额内的用水量为 Q_1 , 则用水者应缴纳的水资源费为 $P_i^1=Q_1 \times r_1$ 。

水资源费的具体确定应本着“合理标准, 兼顾公平”的原则, 由流域管理机构和所在区域价格部门共同制定, 并报上一级流域管理机构批准。水资源费的收缴和运用应本着“源于流域, 用于流域”的原则, 由流域管理机构统一管理, 统筹安排。

P_i^2 表示经过工程投入后利用水资源的价格 (扬建国⁵⁸, 2003)。包括生产成本、管理财务费用和正常利润。设工程投入的资金为 K (包括水利工程建设直接投资、职工工资、管理财务费用、建成后维护、经营费用), 贴现率为 r , 资金占用期为 n , 水资源标准供给量 (需求量 $\geq$ 供给量) 为 Q^0 , 则单位水量的工程供水价格为 $r_2=K/(1+r)^n Q^0$ 。用水者在定额内用水量为 Q_1 时的水资源工程价格为 $P_i^2=Q_1 \times r_2=KQ_1/(1+r)^n Q^0$ 。

P_i^3 表示在水资源开发利用过程中为矫正一些可控性外部性所发生的费用, 即经济行为主体对其自身以外主体造成不利影响即外部负效应 (如污染) 的补偿费。费用确定的原则是外部性制造者的边际排污收益等于外部性承受者的边际损失或社会的边际额外损失。设水资源利用主体的排污量为 Q_2 (根据现有技术确定污染物等级), 若按边际原则确定的税率为 r_3 , 则该经济主体使用水资源过程中造成污染所应缴纳的税额为: $P_i^3=Q_2 \times r_3$ 。

这样, 一个在定额内用水量为 Q_1 , 排污量为 Q_2 的用水户所应承担的水费总额为:

$$P_i=Q_1 \times r_1+KQ_1/(1+r)^n Q^0+Q_2 \times r_3$$

需要指出的是, 我们把水价部门确定的这个水资源价格 P_i 叫做基准水价, 其中 Q^0 是根据多年份水资源自然供给和现有供水工程供水状况共同确定的一个年平均供水总量; Q_1 必须是在用水户用水定额以内的用水量, 对农业灌溉超额用水应采取严格禁止的措施, 工业和生活超额用水实行累进价格制; Q_2 必须应在允许污染标准和排放量范围之内, 超标和超量行为应严格禁止。基准水价也是实施可交易水权的基础价格, 当允许水使用量权可上市买卖后, 水资源的供求关系应在基准水价的基础上由市场竞争来平衡。

3、影响河西地区水价改革的主要因素

农业灌溉用水占河西地区总用水量的 90%以上,因此水价改革的重点是农业灌溉水价。农业水价偏低问题引起了社会的普遍关注,水价偏低造成了一系列问题,如水资源浪费严重,加剧了水资源供需紧张矛盾;水利单位无力正常维护水利设施,造成水利设施老化失修、效益衰减、难以为继;一些企业性水管单位长期亏损,严重打击了其积极性,对一些事业性水管单位的长期补贴造成政府财政负担沉重。因此,要求提高现行水价和改革水价政策体系的呼声日渐高涨,决策界也确定了农业灌溉区“实现成本水价”的近期改革目标。但不可否认,在实际中要实现这一目标,困难仍然很大。目前,水价改革面临的矛盾和问题主要表现在三个方面:一是水利发展与农业弱质的尖锐矛盾;二是水利单位改革滞后,运营成本偏高的问题;三是水价管理和运行中存在的管理过死、机制不灵和终端水价混乱问题。

(1) 水利发展与农业弱质的尖锐矛盾

水利是国民经济和社会发展的基础设施和基础产业,其多数功能具有准公共物品和经营性属性,在向市场经济转变的过程中,这些服务功能必须适应市场,水利产业的市场化、商品化是其改革的方向。但水利的主要服务对象农业还属于弱质产业,这对水利产业的市场化进程是一个严重的障碍,尤其像甘肃这样的欠发达省份,农业还很薄弱,农民的承受能力很有限。

农业是具有经济和社会双重效益的基础产业,同时又是风险大、比较利益低的弱质产业。自上世纪 90 年代中后期以来,我国农业发展出现增长缓慢,甚至徘徊不前的局面,以农民收入增长缓慢为主要表征的“三农”问题突现,成为制约当前及今后国民经济和社会发展的关键性难题。统计数字表明,全国农民人均纯收入增长率从 1996 年的 9%持续下降到 2000 年的 2.1%。从甘肃河西地区来看,农民人均纯收入增幅下滑表现的更为明显,1999 年为 1.4%,2000 年为 0.8%;从农民收入的构成来看,2002 年河西地区农民人均纯收入 2931 元中,种植业收入 1852 元,占 63.19%,粮食收入为 1240 元,占 42.19%,比全国平均水平高出 10%,说明种植业特别是粮食是河西农民的主要收入。近几年由于农产品价格持续走低,已直接影响到灌区效益的发挥,并且存在着一些灌区农民只浇“保命水”,不浇“丰产水”,因为丰产并不意味增收,对一些贫困农户,成本价的水费也支付不起。如下表是一个对民勤盆地农户经济状况的调查表,可以反映出近几年河西部分灌区农民经济状况。

表中反映出 1999 年——2000 年民勤盆地农户人均种植业总收入为 1420 元,人均生产成本 989 元(不含取水机井设施投入和劳动成本),生产成本占总收入的

69.65%，纯收入仅为 431.4 元，如果考虑农业生产的全额成本，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（杨永春⁵⁹，2002）。

表 3-1 1999—2000 年民勤盆地农户经济状况调查统计表

作物类型	小麦	玉米	籽瓜	棉花	茴香	黄河蜜
种植面积	4.46	0.96	6.70	0.33	1.11	0.13
亩产量 (kg)	302	368	96	167	249	2167
单价 (元/kg)	1.22	0.72	5.4	3.1	3.54	0.42
收入 (元)	1643	254	3470	171	977	118
生产成本	税、水费	化肥	农药	地膜	农机费	其它
(元)	226	483	40	120	37	85
人均种植业总收入 (元)	1420		调查人均纯收入 (元/年)			1215
人均生产成本 (元)	989		人均支出 (元/年)			1396
人均农业利润额 (元)	431		人均净剩余 (元/年)			-181

资料来源：杨永春，等. 石羊河下游民勤绿洲变化的人文机制研究[J]. 地理研究，2002，(4)：454

再从农户用水情况来看，民勤绿洲的灌溉制度主要为河水、井水混灌，占总量的 67.07%，其余为井水灌溉，占总量的 32.93%。由于受当地农民经济收入的制约，大多数农户采用甜水、苦水(中浅层地下水，矿化度较高)混灌，比例高达 79.27%，并有 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，占农民人均农业生产成本的 10.4%，农业人均纯收入的 23.9%。具体见下表：

表 3-2 1999—2000 年甘肃民勤绿洲农户年均用水调查统计结果

农业灌溉	井水	作物类型	小麦	玉米	籽瓜	棉花	茴香	黄河蜜	总用水量
		种植面积 (亩)	4.5	9	6.75	3	1.05	0.15	6634 m ³
		灌溉次数	6.12	6.10	5.31	3.31	4.46	6.27	占农业灌
		每次灌溉量 (m ³)	1909	1189	941	980	1029	769	溉总用水
		总灌溉量 (m ³)	3504	435	2249	65	332	48	量的 86%
	河水	每年春季或秋、冬季灌溉一次苗水或安种水，平均每人可灌溉 0.07 公顷，每公顷约 4500—6000，计算取 5250，但受调查户因各种原因只有 67.06%使用河水。							1096 m ³ 占总用水量的 14%

资料来源：杨永春，等. 石羊河下游民勤绿洲变化的人文机制研究[J]. 地理研究，2002，(4)：451

农业比较效益低一直是我国经济发展中的突出问题，而这一问题在西北地区显得更为突出，就粮食生产看，亩均生产成本尽管差异很大，但有一点是共同的，即

大面积的粮食生产基本无效益可言,经济作物生产的形势也不容乐观,由于近年价格大幅度下降,经济效益降低,甚至出现亏损局面,使水价改革难以深层推进(李曦⁶⁰,2002)。可见农业比较效益低是制约水价改革的主要原因。

(2) 水管单位改革滞后,运营成本偏高

人们在关注农业水价偏低问题时,往往忽视了问题的另一面,即作为水资源工程供给者的水利单位自身的问题。改革开放以来,我省灌区水管单位在经营管理制度改革和机制转换方面作了一些有益的探索,但总体来说,进展不大,改革滞后。

甘肃省水价经1995年和1997年两次提价,各大中型灌区的供水平均水价由0.01元/立方米提高到0.071元/立方米,达到农业灌溉供水成本0.121元/立方米的59%。全省水费收入由1994年末的0.9亿元增加到2000年的3.2亿元,新增2.5倍。2000年,甘肃省176处大中型灌区总收入为41214万元,总支出48336万元,收支相差7122万元,收不抵支(孟兆芳³⁹,2000)。

下表反映出灌区收不抵支的主要原因有二:一是就灌区水管单位收入来说,农业水费既是其资金的主要来源,也是造成其亏损的主要原因;其二是反映在支出方面,工资、折旧和工程管理费分别占总支出的27.6%、21.2%、19.3%,三项共计为68.1%,至少可以说这三项是构成水价的主要成本项目。很明显,在以上这些主要成本项目中,存在着许多问题。

表3-3 2000年甘肃省176处大中型灌区收支情况 单位:万元

收 入	项目	总额	事业费	财政拨款	农业水费	其它水费	多种经营	其它
	数额	41214	361	1366	32406	2488	4464	129
	比例	100%	0.88%	3.3%	78.6%	6.0%	10.8%	0.3%
支 出	项目	总额	工资	工管费	办公费等	大修费	折旧费	电费
	数额	48336	13343	9344	7084	3791	10230	4548
	比例	100%	27.6%	19.3%	14.7%	7.3%	21.2%	9.9%

注:在支出项工资中,其中在职职工工资11261万元,占总支出的23.3%,离退休人员1240万元,占工资总额的9.3%,其它为842万元;在办公费等中,办公费1756万元,其它为5328万元

从工资项来看,首先,水利具有资本密集和边际成本几乎为零的产业特点,工资总额占成本支出的比例应当较小。目前甘肃灌区水管人员和所对应实灌面积的比率是1:930亩,即一个水管人员管理的水才灌溉着不到千亩的农田,和国外先进的管理相比,效率是非常低的。如日本冲绳北部大坝综合管理事务所,全部管理人员仅有86人,却管理着5座综合水库及其骨干引水工程,技术人员占80%(王洪昌⁶¹,

2001)。灌区水管单位人员膨胀是造成工资成本项过高的主要原因,如凉州区灌区,从1980年到1989年的十年间,水利(不包括电力)职工人数由780人增加到1376人(武威市水利局³⁶,1998)平均年增长率为6.5%,若再考虑一定的工资增长率,仅工资推动的水价成本增长率是很高的。其次,从上资料中反映出一个明显的问题,即灌区离退休人员的工资问题,灌区管理单位一般作为事业单位,离退休人员的工资应当由政府财政负担,若财政拨款1366万元中包含了离退休人员工资,相抵余额仅为126万元,那么灌区多数水库都具有的防洪等(如同消防等)公益性事业费是如何保证的,在此两个问题之间,肯定有政府的失职之处。

从折旧项来看,到2000年,全省176处大中型灌区工程累计总投资33.7亿元,形成固定资产原值约31.59亿元,固定资产重估值为43.8亿元。而支出项中的折旧为1.02亿元,明显,投资成本在供水与防洪之间没有作相应的分摊。现行水价测算中的固定资产是采用清产核资后供水部分固定资产的重估值,对有的灌区来讲,这部分固定资产中有的已多年不发挥效益,属停用的固定资产,测算中若将这部分固定资产也考虑进去进行成本核算,则测算用供水固定资产与实际供水用固定资产不相符,会造成水价偏高(柴存英⁶²,1999)。而且若考虑农民投劳折价、农民在以前已承担了的水费等问题,现行水价成本规则存在着诸多不合理之处。

由以上分析可见,水价偏低既是一种现实,但同时又是一种表象,背后是水利单位缺乏成本约束,改革滞后,效率低下以及地方政府不合理的成本转嫁,水价偏低和成本偏高的问题同时存在。

(3) 水价管理制度不合理

第一,水价管理死板。首先,水价批复程序繁杂。大中型灌区的供水水价实行国家定价,各类用水价格的报批程序大多是:灌区管理单位测算出水价后,按隶属关系由各级水行政主管部门会同同级物价、财政部门核定,报同级人民政府批准执行,并送上一级物价、财政和水行政主管部门备案。具体操作过程中,有的地方政府干预过多,权衡部门之间的利益过多,致使灌区在供水管理中无法灵活有效地根据供求关系变化调控水价;其次水价批复周期过长。水价批复时间基本上是在上级部门的统一安排下进行,周期过长,水管单位不能根据供水成本的变化随时报批。再次是价格单一。现行水价批复实行的是一刀切,要么统一批一个综合价,要么统一批一个农业供水价,只顾全局而考虑不到个别,不能将每个灌区实际存在的水价类型都包括进去,不利于灌区实施全方位的水价改革。

第二,价格缺乏活力。由于水文气象条件对农业用水和工程供水能力具有决定

性影响,水资源供给和需求之间存在年度间、季节间的差异,而由于水价管理过死,水价几年不变,价格对水资源需求管理缺乏灵活有效的调节,如农业灌溉用水,干旱季节需水大于供水时,供水单位不仅不能将水价上浮,相反还要服从政治需要低价供水,进一步加剧了供求失衡;对于跨地区供水,由于各地产业结构、市场、气象条件等方面的差别,对水的短期、长期需求都是动态可变的,从而水的分配结构也应适时调整。但由于水资源在地区间配置的价格形成机制还未建立,也必然导致水资源在地区间配置的低效,加剧了地区间的利益纠纷。

第三,农业灌溉终端水价秩序混乱,价外加价,乱收费现象严重,增加了农民负担,影响到农民对水价改革的积极性。按现行体制,价格管理部门制定的水价只到斗口,而斗口以后配水,大多由乡村政权管理,管水者和用水者是分离的,因而终端供水实际上存在着水的买卖关系,价格由乡村政权决定。由于绝大多数灌区尚无真正意义上的农民参与式或自助水管组织,斗口水价信息不明,终端价格往往被摊入许多其它杂费,甚至借机搭车,巧立名目,乱收费现象严重,造成农民实际负担价格远远高于政府预期水平,影响到农民对水价改革的积极性。

4、河西灌区水价改革的基本思路

(1) 近期水价改革的目标

由以上的分析可见,灌区水价改革是一个非常复杂而又棘手的问题。仅从理论上分析并不困难,但结合当前普遍存在的农业弱质、农村落后、农民贫困的现状,水价的微小波动都会明显地影响到农民的切身利益和农业的发展潜力。同时,水价也是关系水利可持续发展和水利体制改革深化的关键,水价长期背离成本,也是水利陷入当前难以为继的一个重要原因。更为重要的是对河西这样的缺水和生态严重恶化的地区而言,水价是促进节约用水,提高用水效率和保证生态最低用水、遏制生态环境进一步恶化的一项最重要经济手段,但由于以上原因,使得水价改革难以迅速推进,发挥水价功能和作用的空间很小。为此本论文认为灌区水价改革的稳妥步骤和近期目标应是适宜水价。

所谓适宜水价就是在制定水价时要考虑到当前农业经济比较效益低,特别是农民承担能力弱的现实状况,从稳定农业、农村的大局出发,根据各个灌区不同的实际情况,制定稳妥的水价改革方案,逐步提高现行偏低的水价。为此,政府需制定近期水价改革或适宜水价的原则和标准。主要内容应包括:以现行划定的灌区为单位,进行水费占农业生产成本的比例测算和水费弹性测算,根据灌区农民人均纯收入的不同档次,确定水价应占农业生产成本的不同最高比例限定,对已达到成本水

价的,原则上不在容许提价。

同时,要加快水管单位的改革,通过对水利工程公益性和经营性费用的合理分摊,以及定员、定岗、定费用、定职责等改革措施,公开水管单位财务(现阶段水管单位财务应无商业秘密),加强社会监督,废除不合理的水价成本成分,降低水价形成成本。本论文认为,将达到静态“成本水价”作为水价近期改革目标是存在陷阱的,近期的水价改革必须同时从两个方面着手,一个是农业灌溉水价的微量提升,另一方面是通过水管单位自身改革促使水价成本的下降,适宜水价就是这两个方面动态变化的均衡。

近期水价改革还应加大对水价管理的改革:水价管理应以年度平均水价为管理重点,要求水管单位年度水价与核准水价基本持平,在此原则下,水管单位可以根据水资源的动态供需矛盾,确定全年不同时间段的水价。

此外,还有其它可选择的政策措施,如政府可采取高水价和补贴的方法(总体上保持适宜水价水平),水价补贴可采取时滞和差别对待的方法。所谓差别对待就是将水价补贴和农业产业结构调整 and 节水技术推广等政策相结合运用的方法,在总体上不增加农民负担的同时,增强对农户节水行为的激励。

(2) 水价改革的基本思路

从长期来看,要实现河西地区经济、资源、环境的可持续发展,必须改革现行的水资源定价制度体系。

首先,要在水资源价格理论方面进行创新,基本方向是采用涵盖资源环境价值的定价理论,作为价格改革的基础性指导理论。具体包括:加强水资源价值及其估算理论和方法研究;强化水资源价格核算体系建设和核算方法创新;发挥科研机构在价格理论研究、价格方案制定和价格核算监督等方面的作用。

其次,促成科学的水价形成机制。从供水单位水价财务构成来看,完整的水价应包括成本、利润和税金。合理的水价应反映水资源的全部机会成本。一个合理的水价结构,至少应包含水资源费、工程水价和环境水价三部分。在核定基准水价的基础上,可采取灵活多样的定价方式,如阶梯式累进水价、两部式水价、丰枯季节浮动定价、对作为战略贮备资源的地下水实行保护性高价政策等。

再次,严格水价管理。一要明确水价管理权限,实行水价流域管理下的分级分类管理制度。二要对水资源定价实行社会化、民主化管理,加大社会公众对水价制定的民主参与,实行价格听证、预审、认证和专家评审制度(温桂芳^[63],2003)。三要建立相应的水价监督机构,负责水价的日常检查工作。五要严格法制约束,建立

完善的水价管理法律法规体系，使水价管理有章可循，有法可依。

三、 水资源管理制度创新

1、流域统一管理的博弈论解释

从西汉至今，我国在水事管理体制上一直沿革着“统一管理和分级管理相结合”的管理模式。当进入 21 世纪后，要求采用“流域统一管理和行政区管理相结合”管理模式的呼声高涨，国家也在新修订的《水法》中给以明确的法律认可。这一变革可以从以下一个简单博弈模型中得以解释。

(1) 事实与假设

我国几千年的封建经济史可谓是一部关于农耕制度和技术相互交织互相促进的历史，农业是国家经济的命脉，因此历朝历代统治者都将其视为统治延续的根基，其中水利灌溉事业更具有非常重要的地位。为政必先治水，养民莫大于水利。水利兴则粮仓盈，水利兴则百业兴，水利兴则国强民富。作为一个稍有远见的统治者，国家长治久安和百姓安居乐业是其追求的最高目标，统治者往往要在二者之间进行权衡而选择适宜的制度安排，这种权衡和选择实际上就是一个官与民博弈及博弈均衡形成的过程。一般来说，统治者当以“国家长治久安”为重，这需要大量“库银”的支持。同时统治者还必须考虑到百姓的“安居乐业”问题，“库银”及获得的成本与农业收成有着极大的关系。因此，作为博弈一方的统治者有着使得其“库银”净收益最大化的动机和实际行动，同样作为博弈另一方的农户的策略选择也是最大化自身收益。具有水利灌溉条件或发展潜力的地区，是统治者实际或潜在高收益的重点地区之一，加强水利管理和进行水利投资当然成为其最佳的选择。

基于以上实际，做如下假设：

①统治者（中央和地方政府）在灌溉农业中的支付函数为：

$$U_1 = axy - bx^2 - c$$

其中 x 表示统治者按耕地面积在正常年景（灌溉用水可完全保证）征收的税率，其中包含了水资源的使用费（水费）， $x \in (0, 1)$ ； y 表示农户面积为 a 的灌溉耕地的用水保证度， $y \in (0, 1)$ ； axy 表示统治者从某一农户处获得的按耕地数为基准并考虑灌溉水保证程度的税收总收入； bx^2 为征税成本，它是税率 x 的递增函数。 b 表示统治者对灌溉农业的管理服务水平， b 越小，管理效率越高； c 表示由统治者支付的公共水利设施管理成本和投资的平均折旧； b 、 c 均为大于零的常数； U_1 在 $x \in (0, 1)$ 内存在最大值。

②用水农户的支付函数为：

$$U_2 = ey - fy^2 - axy$$

其中， ey 表示农户因获得 y 的用水保证度而获得的农业总产出，是关于 y 的线性增函数，其中隐含了农户产出不受土地和劳动资源的限制，这一隐含假设在绿洲农业地区基本是成立的。 e 表示产出的综合水平， e 越大，产出水平越高； fy^2 表示用水农户为获得 y 保证度的水需要承担的各种投入，包括为维护公共和集体水利设施需要付出的劳役、资金、田间劳动和管理等，它是 y 的递增函数。 f 表示用水农户的取水成本或用水效率水平， f 越小用水效率越高； e 、 f 为大于零的常数； U_2 在 $y \in (0, 1)$ 内存在最大值。

③该博弈具有完全信息，即假设统治者和用水户在政府征税率、水利投资项目建设情况、对农户用水保证情况、要求用水户承担徭役等方面相互之间可以做出基本正确的判断。

④自然因素一定，即假设水资源自然供给是正常年份的平均值。

⑤不存在用水农户联合与统治者进行博弈的可能。用水农户联合起来与统治者进行博弈本身作为一个“公共物品”，由于任何一个农户都具有“搭便车”的动机和实际行为，因此联合博弈往往不具有一般性。

⑥水资源工程供给的边际成本为零，即统治者为公共水利设施管理支付的成本为常数。

(2) 博弈均衡的形成和意义

该博弈具有典型 Stacklberg 竞争模型（张维迎⁶⁴，2000）的特征，是一个两阶段博弈。首先由统治者选择在一定水资源保证状况下的土地税率和水利投资项目、规模等。然后用水农户在准确判断出 y 后，选择使得自身利益最大化的意愿缴税额。可以使用逆向归纳法求解该博弈的子博弈精练纳什均衡。

在给定 x 的情况下，用水户的最优选择问题是：

$$\text{Max } U_2 = ey - fy^2 - axy$$

最优化的一阶条件是：

$$y = (e - ax) / 2f$$

因为管理者者也会预测到当用水保证程度为 y 时的用水户意愿纳税额，那么，统治者在第一阶段的问题是：

$$\text{Max } U_1 = axy - bx^2 - c$$

通过解其一阶条件就可得到管理者选择的最佳税率：

$$X_1^* = ae / (2a^2 + 4bf)$$

若将其代入用水户支付最大化的一阶条件，就可得：

$$Y_1^* = (a^2e + 4bef) / (4a^2f + 8bf^2)$$

这一博弈模型和博弈过程的意义是：

水利是一项强国富民的重要事业，因为有灌溉的耕地使得它们组合后的产出具有边际递增的特点，当然总产出的增加既能给统治者带来丰厚的收益，同时也能使农户的收益相比无灌溉耕作更有收益，水利的农业利用就是一种帕累托改进。简而言之，水利的经济利益是水利国家投资、统一管理的一个基本成因。其次，水利投资一般非私人所能和所原承担，因此需要国家担当，从经济学的观点来看，大江大河及大型水利一般具有非竞争性、非排他性和不可分割性的“公共物品”特点，并且水利的多用途，如漕运，调蓄、防洪等，每一项对统治者而言都具有重要意义。就是说，水利的经济、技术特性也决定水利需要国家和地方政府的直接介入，即需要国家和地方政府的共同管理。可见，“统一管理和行政区相结合”的水事管理体制是一个官民长期博弈的均衡制度。

(3) 现代政府效用函数的变化

随着社会经济的发展，现代社会已发生了根本性的变化，这种变化对水资源管理体制目标的影响是巨大的。一是随着工业化水平的不断提高，农业在国民经济中的地位和作用的重要性在不断下降，这对农业水利统一管理的本质具有很大的影响，统一管理保证国家农业租金最大化的作用显著降低，可能转向其它，如跨流域调水、水电建设、水利的综合开发和利用等。二是日益严重的水资源短缺和因水而生的生态环境恶化等重大问题，已对整个国民经济的持续发展构成巨大的威胁，流域上下游之间、人民生活与工农业及生态之间、地区之间甚至国家之间的用水矛盾日趋尖锐，协调各方关系和缓解用水矛盾，保证国民经济各部门之间、地区之间协调发展的作用日益重要，就是说政府关于水利的效用函数目标已发生了重大变化。

在此，以绿洲农业灌溉区为例，假设：在现有经济技术水平下，绿洲农业灌溉区的生态环境主要是因为生态用水不能保证造成的；并且生态环境已成为政府追求收益最大化时必须考虑的一个重要因素，即政府为生态环境恶化支付的治理成本已占水利收益的相当比例。这时，政府和用水农户的支付函数可表示为：

$$U_1 = axy - bx^2 - c - dy^2$$

$$U_2 = ey^2 - fy - axy$$

其中 U_1 中的 dy^2 表示政府因缺乏生态用水所造成的生态环境治理费用，它是关

于用水保证度 y 的递增函数, 即农业灌溉用水越充分, 生态环境的恶化越严重。 d 表示政府治理生态环境的能力或水平, d 越小, 生态环境治理的成本水平越低、治理水平越高; U_2 不变, 其含义为农户因生活质量水平仍然低劣及对生态环境这一公共物品具有“搭便车”的动机, 因而对生态环境价值的评价较低。

同理, 在给定 y 的情况下, 用水户的最优化的一阶条件是:

$$y=(f-ax)/2e$$

政府在第一阶段的问题是:

$$\text{Max } U_1=ax-bx^2-c-dy^2$$

通过解其一阶条件就可得到统治者选择的最佳税率:

$$X_2^*=aef/(a^2f+4bf^2+a^2d)=ae/[(1+d/f)a^2+4bf]$$

若将其代入用水户支付最大化的一阶条件, 就可得:

$$Y_2^*=(4bef^2+a^2de)/(2a^2f^2+2a^2df+8bf^3)$$

若对 $X_1^*=ae/(2a^2+4bf)$ 和 $X_2^*=ae/[(1+d/f)a^2+4bf]$ 作以比较, 当 $d \geq f$ 时, 即生态环境治理的边际成本大于农户用水的边际成本时, $X_1^* \geq X_2^*$, 即政府可获得的税率下降, 政府受益减少。以上结果表明: 如果政府对生态环境价值评价迫于全社会压力不再下降(实际上, 随着经济社会的发展, 全社会对生态环境价值的评价具有不断提高的趋势), 政府要提高其收益(从博弈论的观点看, 政府提高其收益的过程也就是农户提高收益的过程), 一方面要通过相应的制度安排, 在保证水资源初始分配公平的前提下, 促使农户不断提高水资源利用的边际效率, 节约用水, 遏止因生态用水短缺导致的生态环境逆转; 另一方面要通过制度创新, 促进节水和治污技术进步, 不断提高其治理环境的能力水平, 降低环境治理的边际成本, 以实现经济、社会和资源环境的可持续发展。

由于我国的特殊的国情, 水利对“三农”的稳定和发展以及国家粮食、水资源、生态等战略安全的影响日益重要, 这些都要求国家必须进一步加强对水资源的统一管理。而原来以强调行政层级和区划的统一管理模式出现了许多问题, 同一流域内各个地区之间为水资源的博弈陷入了“囚徒困境”, 地方利益最大化导致流域整体利益最大化难以实现, 并导致局部地区社会危机和生态危机的发生。在这样的背景下, 国家决定对水资源管理实施“流域统一管理和区域管理相结合”的新的管理模式。

2、当前影响河西实施流域统一管理的两个现实问题

(1) 黑河、石羊河流域统一管理的不同成本约束

黑河下游的额济纳绿洲, 既是当地人民生息繁衍、国防科研和边防建设的重要

依托, 又是阻挡风沙侵袭、保护生态环境的天然屏障。建国以来, 随着黑河中游人口的增长和灌溉面积的迅速增加, 流域内用水随之增加, 进入下游的水量减少, 下游河道断流加剧, 湖泊干涸。尾间的西居延海和东居延海已先后于 1961 年和 1992 年干涸, 林草生态系统遭到破坏, 森林、土地沙漠化加剧, 沙尘暴天气频繁出现。内蒙古自治区在上世纪 60 年代初就已提出分水问题, 但一直未能落实(郝庆凡⁶⁵, 2001)。根本的原因可以推测为: 生态环境问题在当时情况下还不可能进入中央政府的支付函数之中, 而中央政府最大化其财政收入的最佳选择只能是宁可放弃下游额济纳绿洲, 因为从实际看, 当时的额济纳绿洲相比黑河中游基本上无任何“油水”。改革开放以来, 随着地方政府成为一个相对独立的经济利益体的形成, 甘肃省及河西地方政府为其地方利益的最大化加大了对黑河上中游的开发力度, 致使在上世纪 90 年代初黑河下游尾间湖全部干枯, 额济纳绿洲的生态环境严重恶化, 直接影响到该地区的边防巩固、民族团结、社会安定, 更为重要的是已危及西北、华北地区经济、社会和生态的协调发展。即使在中游张掖灌区, 用水矛盾也十分突出, 每年用水紧张时期, 各地相互争水、抢水、破坏水利工程的水事纠纷和违法案件经常发生, 仅 1993 年至 1999 年, 张掖、临泽、高台三县, 就发生较大水事纠纷 152 起, 水事案件 123 起(袁伟⁶⁷, 2002); 2000 年还发生了上千人围攻政府机关的严重事件(扬波⁴⁰, 2004)。上世纪 90 年代中期, 黑河下游因水而发的生态环境问题引起了中央政府的重视, 为恢复和保护额济纳绿洲的生态平衡, 1999 年国家成立黑河流域统一管理机构, 从 2000 年开始, 已连续几年按甘蒙分水协议分步骤实现了黑河调水目标。黑河调水目标的实现充分显示了流域统一管理的益处, 但也应看到, 为实现流域统一管理及其生态环境治理所支付的额外成本是非常高昂的, 为此国家决定为黑河流域的综合治理斥资 23.6 亿元。由于有中央财政的大力度支持, 这使得黑河流域的统一管理工作相对于石羊河流域会比较顺利。

总体上石羊河流域的生态环境问题比黑河流域的问题更为严重, 如在对甘肃省分地区生态环境的评价中, 处于石羊河流域的武威市和金昌市是全省最差的两个地区(高新才⁶⁶, 2003)。从现实来看, 黑河流域的水资源短缺通过中游节水还有很大的可回旋余地, 而石羊河流域的水短缺, 对上游来说是经济用水和下游分水之间的尖锐矛盾, 对下游来说是生存用水与生态用水之间难以调和的矛盾。从长远看, 当地有限的水资源无法从根本上满足未来经济社会发展和生态环境建设对水资源的需求, 实施跨流域调水工程是解决石羊河流域水资源短缺的唯一的途径, 也是石羊河流域经济社会可持续发展的战略保障。而目前已完工的“景电二期”向民勤调水工

程,其调水量对民勤的生态环境建设(不考虑生产生活用水)还是杯水车薪,还需要新的调水工程(如拟议中的“引大济西”二期、“引黄济民”及延长“引大入秦”干渠向民勤调水等工程)的支持,但问题的关键是甘肃省或武威市或民勤县能否将可能发生的这些“沉淀成本”完全内化和能否保证工程可连续运营的问题(如“景二”民勤调水工程在运营一年后由于成本过高而被迫停止),显然当面对这些利益分配问题时,各级政府都面临着很大的成本约束。流域严重的生态环境问题已引起中央、省上领导的高度重视和国际社会、国内各界的广泛关注,为此2003年甘肃省成立了石羊河流域管理局(作为省水利厅派出机构),但由于石羊河流域成本可内化的特点,得到中央政府财政支持的力度却远远低于黑河流域,这使得石羊河流域的统一管理面临着很大的困难。

(2) 河西内陆河流域管理机构的设置问题

至目前河西三个内陆河流域都已成立了流域管理机构,黑河流域由于牵连到三省(区)水资源分配和保护问题,成立了由国务院职能部门直属的流域管理机构,隶属于黄委会(国家水利部派出机构),石羊河、疏勒河流域由于基本在甘肃省行政区划范围内,故管理机构作为甘肃省水利厅的派出机构,这样在河西地区就存在着两个层次的流域管理机构。这种机构设置,虽说有符合成本内化原则和适应流域统一管理需要的一定合理性,但也存在着诸多弊端。如石羊河流域基本在武威市管辖范围之内,在金昌市辖区范围内的西大河虽属石羊河水系,但基本相对独立。作为省水利厅派出机构的石羊河流域管理局,明显与武威市水利局在主要职能上基本完全重叠,且在法律地位和行政级别上要高于后者,这样的机构设置必然导致不必要的行政权力摩擦,可能反而降低原有机构的工作效率。

因此,针对以上两个当前影响河西各内陆河流域统一管理的现实问题,最好的选择是以已运行5年的黑河流域管理局为基础,组建统筹三个流域的国家河西内陆河流域管理机构。

3、河西内陆河“流域管理”制度创新

(1) 要求以流域为对象进行统一管理,是现代社会发展过程中由于严重的水资源短缺和生态环境恶化等问题而对统一管理提出的新要求。以整个流域作为管理对象,进行系统管理,既要求政府对关系国计民生的水资源进行公正分配,也由于技术性的原因,要求政府对生态环境恶化进行统一、协调的综合治理。长远来看,流域统一管理的目标就是要建立高效、有序、公平的水资源产权交易市场和排污产权交易市场,利用市场手段尽可能地提高水资源配置和利用效率,解决出现的一些生

态环境问题；当前来看，流域统一管理只是一种“应急”措施，市场经济学坚决反对政府对资源配置的直接控制，但也容忍面对特殊情况时的政府管制。利用市场的价格手段相对于管制具有重要的效率优势，但这一手段往往具有时滞，面对生态环境问题的许多不确定性，在某些情况下，需要政府做出快速反应。当前，我国水资源市场化改革还处于探索阶段，而面对河西内陆河流域严重水资源短缺和生态环境问题，首当其冲的是需要政府以快速的行政手段，尽快控制因生态严重缺水导致的流域下游生态环境的持续严重退化、恶化。

(2) 流域实行统一管理主要围绕水资源产权的清晰及产权交易市场的建立和有序运行来展开，不是否定水资源市场化改革方向。首先，流域统一管理要解决目前在水资源管理中存在的“多龙管水、多龙治水”的混乱局面，建立一个具有权威统一的水管理体系。流域管理机构应具有明确的法律地位，使其具有高于地方水行政部门的权威，能够对全流域水资源和水环境实行统一规划，统一界定水权，统一调度水量，统一规定排污标准，统一监测水环境。其次，理顺流域统一管理机构 and 地方水行政管理部门之间的关系及其各自的职责。流域管理是一项综合管理，涉及林业、环保、城建、国土等多个行业和部门，流域管理机构作为上一级政府的派出机构，其负责对象与流域地方水政部门的负责对象不同，所代表的利益目标肯定存在着差异，因此要通过建立权威的制度对流域管理机构的正常运行提供制度保障，减少地方行政权力的影响。再次，流域统一管理主要应是宏观管理、法律管理、制度管理，并逐渐向规范的水权契约管理过渡。所谓水权契约管理，就是通过水权在不同行政区之间的清晰界定，并使之成为具有法律认可的长期契约合同。流域统一管理机构的基本职责将是监督合同实施和调解合同纠纷以及维护水权公平交易的职责，而不是直接介入地方水资源开发和利用的具体事务。黑河流域管理局，其将来的主要职责就是监督甘蒙两省区按照已达成的甘蒙分水协议（《黑河干流年度水量实施调度方案》）所确定的各项任务，包括当年水量调度指标、生态建设与环境保护工作指标，以及规定的相关任务等的完成情况，并由其直接向黄委会汇报。作为甘肃省水利厅派出机构的石羊河流域管理局，其主要任务就是要通过其工作使得凉州区和民勤县在石羊河水量的分配以及向民勤调水额外成本的分摊等问题上达成协议，并监督协议的执行。

(3) 流域统一管理的权威性应主要体现在法律制度对水资源产权保护的权威性方面，而不应过分追求行政权力的权威性。由于现阶段我国民主法治化建设还十分落后，特别在一些灌溉区，水事纠纷频繁，水行政执法形势严峻。同时由于我国特

殊的行政管理体制，一味要求流域统一管理机构行政权威，必然使流域管理机构陷入地方利益冲突的矛盾之中，可能导致机构运作困难和无效率。再者，若追求流域统一管理机构行政权威性，必然会促使机构因追求行政权威而导致机构过分膨胀，加重政府财政负担。

(4) 流域统一管理机构应是一个具有相对独立性的由有关专业专家组成的专业技术监督评审机构。首先要通过行政、法律协调，指导和帮助相关地方政府达成分水协议，并以此为基础指导地方政府逐级分配水量，直至独立的用水户，并以具有法律效力的合同形式固定下来；建立统一的水资源产权交易规则和交易市场，用法律和规则保护水资源产权在流域内的自由流动。其次要与地方政府协商制定流域统一发展规划、统一调水方案、统一排污标准、河道主要监测点水环境质量标准，生态治理和环境保护项目实施方案及阶段目标、水事纠纷处理办法等；对地方政府水资源开发和利用中的工程项目、节水项目、生态治理项目以至到具体的工业项目引进、农业种植业结构调整等给予技术性指导和帮助。第三，在相对完整的制度建设基本完成后，流域管理机构的中心任务就是要对制度的执行情况进行独立的监督和评审，对其结果及处理意见报送省级人民政府和国务院处理。当前流域统一管理实行的地方首长负责制（袁伟⁶⁷，2002）不失为一种有效的具有中国特色的行政管理措施，但还缺乏明确的规范，应建立明确的逐层目标责任制和奖罚激励机制，对分水指标等主要任务目标实行“一票否决制”。流域管理机构独立的监督和评审制和地方行政首长负责制的有机结合，就能保证流域统一管理所应具有权威性。

实施水资源流域统一管理是有效缓解河西内陆河流域水资源短缺和遏止生态环境严重恶化的关键措施之一，也是改革水资源管理体制，建立适应市场经济体制要求的新的水资源管理体制的一次难得契机，更是建立水资源产权市场交易制度的一项基本制度和构架。在西北内陆河流域，水资源既是维护生态平衡的关键，也是制约经济发展的重要因素。如果我们在水资源管理上没有大的突破。那就很难满足国民经济持续快速健康发展的需求（高新才⁶⁸，2003）。

4、基于河西地区水生态环境严重性的政策建议

河西地区生态环境严重恶化的主要原因是经济用水挤占生态用水，对水资源配置制度缺陷的修正和新制度的重建是解决这一问题的长久之计，但必须认识到河西地区生态环境恶化的严重性、治理保护的紧迫性和全面恢复的艰巨性，要从根本上遏制河西生态环境继续恶化的势头不仅需要制度和相关政策（政策可认为是准制度）创新，还需要其它政策的大力支持，为此本论文提出以下几条政策建议：

(1) 中央政府应当将民勤绿洲的生态环境问题和黑河流域的生态环境问题同等对待, 应当看到石羊河流域生态环境问题的严重程度远远超过黑河流域, 特别是民勤绿洲 30 万民众何去何从的问题, 若任其生态环境持续恶化, 民勤绿洲可能就是“第二个罗布泊”, 并将直接威胁武威绿洲的生态安全; 要遏制其进一步恶化, 目前石羊河流域所缺口的水从何而来, 即使“引大济西”、“引黄入石济民”、“沙漠调水”(当前还未立项) 建成使用, 其供水量能否解决未来石羊河流域水资源的缺口还是个问题, 况且工程投资大, 若没有中央政府的支持仅由甘肃省承担显然是不可能的; 再进一步说, 即使工程建成, 高昂的水费会对当地经济产生什么样的影响等问题还有待进一步研究。总之, 石羊河流域、特别是民勤的生态环境问题应像黑河流域一样, 受到中央政府的高度重视和全社会的广泛关心, 对石羊河流域的跨区调水、武威灌区和民勤灌区的分水, 民勤生态难民的搬迁安置及其退耕等问题进行各种可行性综合研究, 为石羊河流域水资源的高效利用和生态环境恢复提供切实可行的政策支持和技术手段。

(2) 考虑到黑河流域统一管理的有效性和长期生态环境综合治理成本的逐步内化以及水源地保护和向河西地区实施跨流域调水等一系列重大问题, 国家应重新划分省区区划, 如可考虑将黑河下游的额济纳旗甚或阿拉善盟、祁连山水源地甚或至大同河以东全部划归甘肃省管辖或在全国区划进行重大调整时将整个河西内陆河流域和相邻新疆的部分地区其作为单独的一个省份。

(3) 建立河西地区生态建设和保护基金。河西地区的生态环境形势不容乐观, 仅靠政府财政转移支付是难以为继的, 因此除了依靠法律法规及行政、经济政策等多方面进行严格的综合管理和加大财政转移支付及专项资金支持力度外, 设立生态建设和保护基金, 从而把生态建设和保护长期纳入社会化、市场化和法制化的轨道。目前可以将河西地区的水资源费作为基金的一部分, 统筹用于河西地区生态环境治理与保护。

(4) 以节水为核心, 加大对河西地区退耕还林还草的支持力度。进一步增加河西地区退耕还林还草的面积, 节约出更多的生态环境用水, 用于绿洲边缘地带的生态绿化, 将退耕的灌溉农业向草食畜牧业转化, 绿洲内部不应退耕还林。

(5) 考虑到国家未来粮食安全、西部生态安全以及整个沿黄地区经济社会可持续发展等重大问题, 国家应在本世纪 20 年代中期考虑大西线调水工程, 河西地区 and 新疆的部分宜农荒地将是调水的直接指向之地, 应提前加强这方面的可行性论证和研究。

结 语

水资源不仅具有经济利用上的多功能性,也具有维护生态环境稳定平衡的重要作用,因此水资源的价值既应包括经济价值,也应包括生态环境价值。在将水资源经济价值和环境价值纳入同一体系研究其配置问题时,最佳配置效率的标准是:生态环境边际价值非负性下的经济价值最大化。实现最优配置效率的途径是:通过产权制度创新,建立可交易水权制度,实现水资源的市場配置;建立合理的政府管制制度,矫正由于水资源外部性、公共物品和共有资源特性决定的水资源市場配置失灵。为此,一个完备的水资源配置制度体系应包括保证效率配置的市場制度和矫正市場失灵的政府管制制度及其法律制度。

现行水资源配置制度的缺陷是导致河西地区水资源短缺和生态环境严重恶化的根本原因之一。为此,解决问题必须从当前存在缺陷的水资源配置制度入手,建立适应现代市场经济要求和有利于生态环境治理和保护的制度体系,主要包括可交易水权制度,涵盖生态环境价值的水资源政府定价制度和流域管理与行政区管理相结合的管理制度。

由于种种原因,论文的研究还非常粗略,仅仅是方向性、批判性和设想性的。同时在修定时作了大量删略,如理论研究方面关于水资源配置的生态经济学思考,水量权与水价关系的研究,用水户微观组织制度对可交易水权制度效率影响的研究,实证研究方面关于河西水权制度变迁的研究等。还有许多问题尚待进一步研究,如河西水权变迁过程中配置制度效率的实证定量研究,明清和民国时期河西水权的历史研究及其中的合理精华,河西水权制度试点改革的跟踪研究,黑河、石羊河中下游分水问题的历史考证等,如有可能,以上问题将作为论文的后续研究课题。

参考文献

- ¹ 沈振荣, 等. 中国农业水资源危机对策研究[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998: 1.
- ² 莱斯特·R·布朗. 生态经济——有利于地球的构想[M]. 北京: 东方出版社, 2002.
- ³ (南) 佐兰·皮亚尼奇. 东西方价格理论[M]. 南开大学出版社, 1990: 16.
- ⁴ 谷书堂. 社会主义市场经济学通论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 794.
- ⁵ (美) 汤姆·泰坦伯格. 环境与自然资源经济学[M]. 北京: 经济科学出版社, 2003: 38.
- ⁶ 姜学民, 等. 生态经济学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993: 155-181.
- ⁷ 董锁成, 等. 中国百年资源、环境与发展报告——1950——2050 年资源、环境与经济演变和对策[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2002: 147-195.
- ⁸ Wantrup, Ciriacy. Resource Conservation: Economics and Policies[M]. University of California Press, 1952.
- ⁹ H. E. Daly and J. B. Cobb, For the Common Goods: Redivicting the Economy Toward Community[M]. the Environment and a Sustainable Future, Beacon Press, 1989.
- ¹⁰ 刘培哲. 可持续发展——通向未来的新发展观[J]. 中国人口·资源与环境, 1996, (3): 13-18.
- ¹¹ A·迈里克·弗里曼. 环境与资源价值评估——理论与方法[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2002: 32-38.
- ¹² 姚志勇, 等. 环境经济学[M]. 北京: 中国发展出版社, 2002: 17.
- ¹³ 戴维·詹姆斯, 等. 应用环境经济学: 经济分析的技术和结果[M]. 北京: 商务印书馆, 1986: 5.
- ¹⁴ 卢现祥. 西方新制度经济学[M]. 北京: 中国发展出版社, 1996: 74.
- ¹⁵ 科斯, 等. 财产权利与制度变迁——产权学派与新制度学派译文集[C]. 上海: 上海三联书店, 1991: 116.
- ¹⁶ 陈大夫. 环境与资源经济学[M]. 北京: 经济科学出版社, 2000: 12-13.
- ¹⁷ (美) 乔·B·史蒂文斯. 集体选择经济学[M]. 上海三联书店、上海人民出版社, 1999: 72-83.
- ¹⁸ 常云昆. 黄河断流与黄河水权制度研究[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2001: 43-57.
- ¹⁹ 诺 斯. 经济史中的结构与变迁[M]. 上海: 上海三联书店, 1991: 95.
- ²⁰ 周玉玺, 等. 基于水资源外部性特征的配置制度安排研究[J]. 山东科技大学学报(社科版), 2002, (1): 67.
- ²¹ 曼 昆. 经济学原理[M]. 北京: 北京大学出版社, 2000: 208.
- ²² 张德贤, 等. 关于资源利用中的代际外部性探讨[J]. 东岳论丛, 2000, (7): 35-37.
- ²³ 马 中. 环境与资源经济学概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999: 162.
- ²⁴ 甘肃省计委. 未来的甘肃[R]. 中国计划出版社, 1992: 353-364.
- ²⁵ 武威市人民政府. 关于进一步加快石羊河流域生态环境综合治理工作的意见[R]. 武政发【2003】13号: 2.
- ²⁶ 潘启民, 等. 黑河流域水资源供需分析与对策[J]. 西北水资源与水工程, 2001, (2): 22.
- ²⁷ 耿雷华. 西北内陆河流域水资源特点初析[J]. 水科学进展, 2002, (3): 500.
- ²⁸ 吴传钧. 中国经济地理[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 348.
- ²⁹ 龚家栋. 河西地区水资源开发与环境退化综合治理[J]. 甘肃环境研究与监测, 1996, (3): 43.
- ³⁰ 钟华平, 等. 石羊河下游民勤水资源与生态环境治理对策[J]. 西北水资源与水工程, 2002, (1): 11.
- ³¹ 张宗祜, 等. 中国西部地区水资源开发利用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002: 111.
- ³² 王得卿. 石羊河流域水资源现状及可持续发展对策[J]. 甘肃农业科技, 2003, (12): 4.
- ³³ 张志强. 甘肃省生态建设与大农业可持续发展研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2001: 8.
- ³⁴ 王利民. 论河西走廊绿洲水资源面临的短缺问题[J]. 资源环境与发展(内部), 2002 (3): 33.
- ³⁵ 马西林. 关于河西地区农业开发和生态环境建设与保护情况的调查报告[J]. 资源环境与发展

- (内部), 2003, (1): 2.
- ³⁶武威水利局. 武威水利志[M]. 兰州大学出版社, 1998: 130.
 - ³⁷梁小民. 微观经济学[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1996, 505-507.
 - ³⁸盛维德. 与时俱进、开拓创新、努力建立水利工程管理的新体制[J]. 甘肃体制改革(内部), 2003, (5): 8.
 - ³⁹孟兆芳, 等. 甘肃省大中型灌区现状调查分析[J]. 甘肃农业, 2001, (11): 45.
 - ⁴⁰扬波, 李巧玲. 甘肃省河西地区经济社会发展模式研究. 甘肃省社科规划项目, 2004, 3.
 - ⁴¹甘肃省水利水电勘测设计研究院. 河西地区水资源变化趋势及合理利用报告[R]. 2000, 8.
 - ⁴²钱正英, 等. 21 世纪中国可持续发展水资源战略研究[R]. 中国工程科学, 2001, (8): 4.
 - ⁴³《学习时报》编辑部. 落日的辉煌[R]. 中央党校出版社, 2001: 87.
 - ⁴⁴科斯, 等. 财产权力与制度变迁[M]. 上海三联出版社, 1996.
 - ⁴⁵肖乾刚. 自然资源法[M]. 法律出版社, 1997: 259.
 - ⁴⁶丁 悦, 等. 水资源利用和保护和水资源产权制度建设初探[J]. 广东水利水电, 2002, (3): 35.
 - ⁴⁷李吉均, 等. 西北干旱区农业可持续发展问题[J]. 生态经济, 2000, (9): 38.
 - ⁴⁸《中国水利年鉴》编委会. 中国水利年鉴. 北京: 中国水利出版社, 2001.
 - ⁴⁹石惠春. 河西走廊黑河流域中游地区农业和农村经济发展现状研究[J]. 农村经济, 1998, (3) 11.
 - ⁵⁰张德震, 等. 我国水价的变化及其区域特征的研究[J]. 地理科学, 2002, (2): 486.
 - ⁵¹董文虎. 不同经济性质水的配置原则和管理模式[J]. 水利发展研究, 2002, (5): 2.
 - ⁵²易 涵. 用制度经济学的方法解决中国的水资源问题——盛洪访谈[J]. 水利发展研究, 2004, (1): 1.
 - ⁵³沈满洪. 有规则无交易的水权案[N]. 经济学消息报, 2003, 30/1.
 - ⁵⁴姜文来. 水资源价值研究[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 109.
 - ⁵⁵(美) L·D·詹姆斯, 等. 水资源规划经济学[M]. 北京: 水利电力出版社, 1984: 210.
 - ⁵⁶徐中民. 黑河流域水资源管理方式的初步探讨[J]. 地域研究与开发, 2000, (1): 18.
 - ⁵⁷(美) 威廉. J. 鲍莫尔, 华莱士. E. 奥茨. 环境经济理论和政策设计[M]. 北京: 经济科学出版社, 2003: 1.
 - ⁵⁸扬建国. 干旱半干旱区水资源动态定价模型[J]. 开发研究, 2003, (2): 43.
 - ⁵⁹扬永春, 等. 石羊河下游民勤绿洲变化的人文机制研究[J]. 地理研究, 2002, (4): 454.
 - ⁶⁰李 曦, 等. 西北农业水价改革的现状与对策[J]. 水利发展研究, 2002, (3): 23.
 - ⁶¹王洪昌. 等. 江河水利开发[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2001: 303.
 - ⁶²柴存英, 等. 大中型灌区水价改革探索[J]. 山西水利, 1999, (5): 27.
 - ⁶³温桂芳. 关于建立科学的水价形成机制的思考[J]. 价格理论与实践, 2003, (9): 15.
 - ⁶⁴张维迎. 博弈论与信息经济学[J]. 上海: 上海人民出版社, 2000: 182-190.
 - ⁶⁵郝庆凡. 黑河调水及思考[J]. 人民黄河, 2001, (7): 34.
 - ⁶⁶高新才, 等. 甘肃省经济与生态研究(验收报告)[R]. 西部资源环境科学研究中心-甘肃省经济与生态研究课题组, 2003, 3: 13.
 - ⁶⁷袁 伟, 等. 黑河流域水资源管理中的首长负责制探讨[J]. 水利经济, 2002, (6): 10.
 - ⁶⁸高新才, 等. 关于加强水资源管理的思考[N]. 光明日报(理论周刊), 2002, 1, 12.

后 记

三年时间，“弹指一挥间”。提笔开始写后记，心中顿生万千感慨！感慨命运对我的恩赐，得到如此宝贵的学习机会；感慨学术生涯的艰辛，我和我的同学们三年来苦苦地耕耘；感慨时间匆匆逝去，我多么留恋这段宝贵的时光；感慨学术生涯无边无际，我才迈出了第一步。感慨之际，便是由衷地感激，我的今天，倾注了这么多人的辛勤与奉献，我由衷地感谢他们。

感谢我的导师杜延军老师，感谢他三年来对我的教诲、指导、鼓励与帮助。

感谢三年来给我以指导、帮助的吕元琮老师、樊元老师、李兴江老师、沈滨老师、吉亚辉老师、张永丽老师，他们的课堂，既是我获得思想知识的重要来源、也是我感悟人生、明晰事理重要之处。也感谢何俊林老师、刘笑平老师、郭岩老师不厌烦忙为我们各位同学提供的帮助。

感谢三年中团结一致、互帮互敬的师弟师妹，赵锋、窦开龙、王立治、李燕同学。感谢两年中经常一起探讨学问、互帮互助的师弟们，郭强、马大晋、李志国、褚清华、刘传玉、尹双明同学。

导师的教诲、同学的友谊、朋友的帮助、亲情的关怀，才使我终于写下了“后记”二字，没有如释重负的感觉，只是觉得沉甸甸的分量，毕竟经济学是一门核算投入产出的学科，回想这些年来自己得到的，再面对自己贫乏的研究成果，内疚之余感到奉献和回报的责任重大。在未来的日子里，我将上下而求索，以报感激之情。

柳建平

2004, 5, 15