

JINGJI SHENGTAI XITONG

GUANGYI SHUIZIYUAN HELI PEIZHI

经济生态系统

广义水资源合理配置

裴源生 赵 勇 陆垂裕 秦长海 张金萍 著



黄河水利出版社

经济生态系统广义水资源 合 理 配 置

裴源生 赵 勇 陆垂裕 秦长海 张金萍 著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是在全面总结科技部西部开发重大攻关项目“宁夏经济生态系统水资源合理配置研究”成果的基础上编著而成的,全书共分3篇12章。第一篇为理论篇,论述了水资源经济生态系统和自然-人工复合水循环系统的理论内涵,构建了经济生态系统广义水资源合理配置理论体系。第二篇为方法篇,在建立经济生态系统广义水资源合理配置理论体系的基础上,构建了经济社会发展与需水预测模型、多目标配置模型、广义水资源合理配置模型和广义水资源合理配置后效性评价模型。第三篇为实践篇,以宁夏为例,将经济生态系统广义水资源合理配置理论与方法应用到宁夏经济社会发展和水资源规划管理研究中,进行了宁夏经济生态系统现状分析与未来预测,模拟了区域“四水”循环转化规律,给出了经济生态系统广义水资源合理配置结果,提出了宁夏广义水资源合理配置战略。

本书可供从事社会经济发展规划、水文水资源、农田水利、生态环境等相关专业的科研与管理人员、大专院校教师和研究生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

经济生态系统广义水资源合理配置/裴源生等著.

郑州:黄河水利出版社,2006.7

ISBN 7-80734-067-3

I. 经… II. 裴… III. 水资源-生态经济-
经济系统 IV. TV213

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 044899 号

策划组稿:王路平 电话:0371-66022212 E-mail:wlp@yrep.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路11号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940

传真:0371-66022620

E-mail:hhsicbs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:20.25

字数:468千字

印数:1—2 000

版次:2006年7月第1版

印次:2006年7月第1次印刷

书号:ISBN 7-80734-067-3/TV·456

定价:48.00元

前言

水资源是基础性的自然资源和战略性的经济资源。水资源短缺在不同程度上阻滞了经济社会发展,威胁到生态环境稳定,甚至引起了水事冲突。在遵循公平、合理和可持续发展的原则下,科学配置有限的水资源,是解决水资源短缺的重要手段。水资源的公益性特征、生态特征和不可替代性特征,使得水资源配置过程异常复杂,不仅要满足生活、社会稳定和生态保护的基本需求,还要协调各用水竞争领域的利益与目标,发挥水资源的最大综合效益。

随着可持续发展理念的深入人心与构建和谐社会的开展,走资源节约与高效利用之路已是必然,水资源的科学配置便成为广泛关注的焦点。在水资源短缺矛盾日益突出、水环境和水生态问题日益尖锐的情况下,要求水资源配置研究更加系统和深入、规划管理工作更加科学化和定量化,传统水资源配置便体现出以下几个方面不足:①未将土壤水纳入到配置水源中,无法实现缺水地区广义水资源合理配置;②未将天然生态系统纳入到配置对象中,难以协调自然-人工系统的水资源需求与供给;③在供用耗排水量分析中,仅利用经验估算耗排水量,缺乏准确的定量分析依据;④在地下水资源调控中,割裂了地表水、土壤水与地下水之间的紧密联系,无法反映人类活动对地下水位的影响;⑤在配置过程中,忽略了水资源配置与水循环之间的反馈效应,无法反映水资源配置过程中水资源、水循环和生态环境的演变趋势等。这些缺陷使得传统水资源合理配置在理念和方法上难以实现缺水地区面向经济生态系统的水资源合理配置与高效利用。

本书正是在这一背景下,基于作者多年研究和知识,借助科技部西部开发重大攻关项目“宁夏经济生态系统水资源合理配置研究”,开展了经济生态系统广义水资源合理配置研究,在水资源合理配置理论方法和实践应用上均取得了新的进展。

(1)提出了经济生态系统广义水资源合理配置理论与方法。在水资源合理配置基础、配置对象、配置范围、配置过程、配置指标等方面构建了新的体系,开发了经济生态系统广义水资源合理配置模型系统,实现了多重模型的有机耦合。

(2)开发了平原区分布式水循环模型。针对平原区人工取用水-蒸散发-引用水回归为主的水循环过程,模拟自然-人工复合水循环各个过程,全面揭示了人类活动干扰频繁下的平原区降水、地表水、土壤水和地下水循环转化规律。

(3)基于区域水循环和水资源合理配置模式,辨识了用水节水与耗水节水科学内涵,提出了用水节水与耗水节水之间的定量化关系研究方法。

(4)将区域经济发展预测模型、投入产出模型与虚拟水模拟模型进行耦合,明确国民经济各部门、各行业与水资源之间的关系,反映水资源的开发利用对区域经济社会发展的制约作用和影响程度。

(5)建立了绿洲生态稳定性预测模型,对未来宁夏绿洲生态环境演变趋势及生态稳定进行预测,为宁夏生态环境的维护和改善提供依据。

(6)在经济生态系统广义水资源合理配置理论方法框架下,解决了宁夏的引、用、耗、排黄河水量问题;提出的宁夏经济社会发展方略已在宁夏经济社会发展规划中得到应用;提出的水资源合理配置方案及其相关成果得到了采纳;构建了宁夏骨干水利工程布局框架和规模,以支撑宁夏经济社会的可持续发展;为宁夏省级节水型社会试点的建设提供了全面的技术支持。

经济生态系统广义水资源合理配置理论与方法的提出,赋予了水资源合理配置研究新的内涵,孕育了新的研究方向,在水资源规划、管理、节约、利用、保护等方面具有广阔的应用前景:可用于研究平原区自然-人工水循环转化规律,实现对人类干扰情况下水资源及其开发利用的科学评价;研究三种指标的广义水资源合理配置,即传统水资源合理配置、地表地下水水资源合理配置和广义水资源合理配置;研究水资源配置、水资源开发利用和大规模节水等对流域(区域)水循环、生态与环境的定量影响;研究水资源配置的经济、社会和生态响应,选择流域(区域)适宜节水水平和水资源高效利用模式;研究区域用水节水、耗水节水、节水潜力、节水方式和节水力度,以及节水的经济、社会效益和生态效益等,为实现科学节水提供定量化依据;进行分布式土壤墒情预测和实时供用耗排水量模拟等,为流域(区域)水资源实时调度提供潜在的科技平台;为初始水权分配提供三种口径的指标,合理确定水权转移方向和转移的水资源数量,促使水资源朝着价值高的方向流动,等等。

全书共分3篇12章。第一篇为理论篇,论述了水资源经济生态系统和自然-人工复合水循环系统的理论内涵,构建了经济生态系统广义水资源合理配置理论体系。第二篇为方法篇,在建立经济生态系统广义水资源合理配置理论体系的基础上,构建了经济生态系统广义水资源合理配置模型体系,包括经济社会发展与需水预测模型、多目标配置模型、广义水资源合理配置模型和广义水资源合理配置后效性评价模型。第三篇为实践篇,以宁夏为例,将经济生态系统广义水资源合理配置理论与方法应用到宁夏经济社会发展和水资源规划管理研究中,进行了宁夏经济生态系统现状分析与未来预测,模拟了区域水循环转化规律,给出了经济生态系统广义水资源合理配置结果,提出了宁夏广义水资源合理配置战略。

在项目研究和本书编写过程中,得到了宁夏科技厅、宁夏水利厅等许多单位领导和专家的指导与帮助,项目组的所有成员团结协作、努力创新,为本书的完成打下了坚实的基础,在此一并表示衷心的感谢。

由于问题的复杂性与前瞻性、研究时间和作者水平的限制,书中难免存在片面、遗漏甚至错误之处,敬请读者批评指正。

作者

2006年5月于北京

目 录

前 言

理论篇

第一章 水资源经济生态系统	(1)
第一节 水资源系统	(1)
第二节 经济生态系统	(8)
第三节 水资源经济生态系统	(25)
第二章 自然 - 人工复合水循环系统	(29)
第一节 国内外研究现状	(29)
第二节 人类活动干扰下的水循环系统	(34)
第三节 平原区自然 - 人工复合水循环系统	(44)
第四节 山区自然 - 人工复合水循环系统	(48)
第三章 广义水资源合理配置	(51)
第一节 国内外研究现状及发展趋势	(51)
第二节 水资源合理配置基础	(55)
第三节 广义水资源合理配置理论	(60)
第四节 广义水资源合理配置方法	(68)
第五节 干旱绿洲区广义水资源合理配置	(71)

方法篇

第四章 经济社会发展与需水预测模型	(75)
第一节 宏观经济社会发展预测模型	(75)
第二节 需水与节水预测方法	(91)
第五章 多目标配置模型	(101)
第一节 多目标选择	(101)
第二节 多目标决策分析模型	(104)
第三节 多目标决策理论与求解方法	(110)
第六章 广义水资源合理配置模型	(114)
第一节 广义水资源合理配置模型概述	(114)
第二节 水资源合理配置模型	(115)
第三节 水循环模拟模型	(124)
第四节 模型耦合研究	(139)

第七章 广义水资源合理配置后效性评价模型	(141)
第一节 生态稳定性评价模型	(141)
第二节 水环境模拟模型	(148)
第三节 工程经济效益分析	(150)
第四节 水资源承载能力计算	(151)

实践篇

第八章 宁夏经济生态系统现状	(157)
第一节 宁夏概况与实践需求	(157)
第二节 水资源开发利用评价	(160)
第三节 经济社会发展评价	(163)
第四节 生态奇观格局分析	(166)
第九章 区域水循环模拟验证与分析	(173)
第一节 基础数据与模型参数	(173)
第二节 模型验证与分析	(183)
第三节 现状水循环模拟分析	(189)
第十章 经济社会发展与需水预测	(198)
第一节 宏观经济社会发展预测	(198)
第二节 需水与节水预测	(209)
第十一章 宁夏广义水资源合理配置	(228)
第一节 多目标优化配置	(228)
第二节 广义水资源合理配置	(229)
第三节 广义水资源配置生态稳定性响应	(263)
第四节 广义水资源配置水环境响应	(270)
第五节 广义水资源配置工程经济效益响应	(276)
第六节 广义水资源配置水循环响应	(278)
第七节 水资源承载能力分析	(291)
第十二章 广义水资源合理配置战略分析	(307)
参考文献	(313)

理论篇

第一章 水资源经济生态系统

第一节 水资源系统

一、水资源的概念和内涵

(一) 水资源的概念

作为具有使用价值和经济价值的自然资源,水资源概念早已被广泛接受,但由于水资源转化的复杂性,并同时具有自然属性、社会属性、生态属性和经济属性,“水资源”这一貌似简单的概念却蕴涵着丰富的内涵。

水资源一词很久以前已经出现,并随着时代前进不断丰富和发展。1977年联合国教科文组织(UNESCO)建议“水资源应指可资利用或有可能被利用的水源,这个水源应具有足够的数量和可用的质量,并能在某一地点为满足某种用途而可被利用”。1988年《简明大英百科全书》台湾版把水资源定义为“地球上所有的(气态、液态或固态)天然水”。1999年《不列颠百科全书》国际中文版定义水资源为“地球上存在的不论属于哪种状态(液态、固态或气态)的,对人类有潜在用途的天然水体”。

国内对“水资源”也有不同见解。《中国大百科全书》在“大气科学、海洋科学、水文学卷”中的定义是“地球表层可供人类利用的水,包括水量(质量)、水域和水能资源,一般指每年可更新的水量资源”(叶永毅,1987)。1987年出版的《中国农业百科全书》“水利卷”定义的水资源为可恢复和更新的淡水量,并根据水资源的更新周期将其分为两类,一类是永久储量,它的更新周期长,更新极缓慢,在利用这类水时,水的利用消耗不应大于它的恢复能力;另一类是年内可恢复储量,它是参与全球水循环最为活跃的那一部分动态水量,并可以逐年更新,在较长时间内可以保持动态平衡,即为人们通常所说的水资源(陈志恺,1987)。《辞海》的水资源条目将其定义为能得到恢复和更新的淡水量。1992年出版的《中国大百科全书》的“水利卷”则仿照《不列颠百科全书》的提法,将水资源定义为自然界各种形态的天然水。供评价的水资源是指可供利用的水资源,即具有一定的数量和可用的质量,并在某一地点能够长期满足某种用途的水资源(陈志恺,1992)。《中国水利百科全书》的水资源的定义与《中国大百科全书》的“水利卷”相似。2002年《中华人民共和国水法》中规定“水资源包括地表水和地下水”,《全国水资源综合规划》认为水资源总量为地表水资源量和地下水资源量之和扣除二者重复计算量。

(二) 水资源的内涵

对水资源不同定义的解释可以看出,对水资源概念和内涵的认识有狭义和广义的差别。狭义的概念和定义考虑了水资源的时间、空间和数量及质量的限制,强调在现有人类社会经济技术条件下能被人类利用和对人类有价值的水。广义的概念和定义一般忽略水资源的时间、空间和数量、质量的差别。综合起来,对于水资源概念的纷争主要缘于以下几个方面:

(1) 资源观的问题。水资源作为一种重要的自然资源,必须具备两大特征:一是对人类是有用的,能够改善人类生存环境或产生经济价值;二是能够为人类所利用。因此资源必须在一定社会经济技术条件下能够为人类所利用。随着经济、社会、科学技术和思想认识的进步,原来不可用或认为是不可用的水能够为人类所利用,就增加了水资源的使用范围。

(2) 循环再生性问题。与一般资源相比,不同尺度的水分循环决定了水资源具有与一次性资源本质不同的可再生性,这也是水资源可持续利用的本质特征。因此,在认识和计算水资源量时应考虑人为和天然再生水与循环过程中的水。

(3) 量与质统一的问题。水质是水资源的基本属性,水质的可再生性也应该被纳入水资源概念,不能撇开某种使用功能,片面强调水资源量。如果不考虑水资源的使用功能与水质因素,所得到的水资源量,可能会因为没有质量保证而无法利用。

(4) 对土壤水资源与植物水资源的认识问题。随着人们对土壤水与植物水研究的深入,以及土壤水和植物水的客观存在,越来越多的学者认识到土壤水和植物水的资源属性。

无论是“量”,还是“质”,水资源都是围绕着满足人类某种需求的使用功能,即可供人类利用。不同的水资源使用功能有不同的“量”和“质”的要求。通常人们所提到的水资源,往往是指“一定经济、社会、环境与技术条件下,可供开发利用的淡水资源”。所谓可供开发利用是一个相对的、动态的和复杂的过程。同时,各种水的存在形式相互作用、相互影响、相互转化,只有综合考虑整个水资源循环系统,才能够得出客观的结论。

二、广义水资源

(一) 广义水资源的概念

传统的水资源评价认为:降水是大陆水资源的主要来源。对于一个封闭的流域,降水的转化可以表述为:

$$P = E + R + \Delta U \quad (1-1)$$

式中: P 为总降水量; E 为总蒸发量; R 为径流量(包括地表径流量和地下径流量); U 为地表、土壤和地下含水层的贮水总量。在假定多年平均状态下, U 是不变的,只剩下总蒸发和径流两个要素。按照传统的水资源评价思想,只有径流量是人类可以利用的,即实际意义上的水资源:

$$W = R + Q - D \quad (1-2)$$

式中: W 为水资源总量; R 为河川径流量; Q 为地下水资源量; D 为河川径流量和地下水互相转化的重复量。这是我国目前水资源综合规划评价水资源的标准。

与稳定的河川径流和地下径流一样,土壤水是一种可恢复的淡水资源,在陆地水循环中起着积极作用,是植被生存的重要自然资源。仅就农业而言,土壤水分是构成土壤肥力的一个重要因素,是作物生长的基本条件,它与人类生产生活有着极其密切的关系,无论是灌溉水、潜水,还是天然降水,都要转化为土壤水后才能被作物根系吸收。因此,有效利用土壤水是充分利用当地水资源的关键。

为了与传统水资源区别,本书认为广义水资源是指通过天然水循环不断补充和更新,对人工系统和天然系统具有效用的一次性淡水资源,其来源于降水,赋存形式为地表水、土壤水和地下水。与传统水资源内涵不同之处在于把土壤水、植被截留和降水地表填注都认定为水资源。

从广义水资源界定出发,可以将降水分为三类:一类是无效降水,指天然生态系统消耗的,人工系统无法直接利用或对于人工系统没有效用的那部分降水,如消耗于裸地、沙漠、戈壁和天然盐碱地的蒸发。第二类是有效降水和土壤水资源,可为天然生态系统与人工生态系统直接利用,对生态环境和人类社会具有直接效用,却难以被工程所调控,但可以调整发展模式增加对这部分水分的利用。有效降水包括各种消耗于天然生态系统(包括各类天然林草和天然河湖)和人工生态系统(包括人工林草、农田、鱼塘、水库、城市、工业区和农村等)的降水和河川径流量。第三类是径流性水资源,包括地表水、地下含水层中的潜水和承压水,这部分水量可通过工程进行开发利用,如图 1-1 所示。

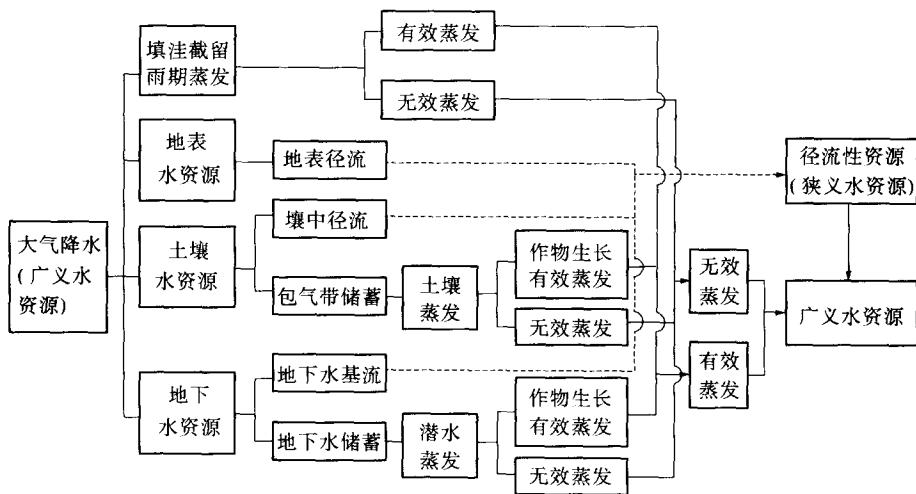


图 1-1 广义水资源组成示意图

广义水资源的界定对于水资源合理配置具有重要意义:第一,广义水资源认为与生态系统具有密切关系的一切水分都应该评价为水资源。这是因为,生态消耗的水分不仅是国民经济和社会发展的基础性资源,而且还滋养了对人类生存具有重要意义的生态系统,界定广义水资源的概念可以体现对生态环境保护和社会经济发展的决定性意义;第二,对生态系统具有效用的水分不仅是径流性水资源,还有降水产生的填注截留和非径流性资源。因为无论是天然生态还是人工生态,降水都是研究其水分需求的前提,西北干旱半干旱地区更是如此;第三,广义水资源的定义对土壤水调控提供了理论依据,对水资源的高

效利用、科学调控广义水资源,以及增加水资源的有效利用量都具有重要的意义;第四,广义水资源的定义对水资源合理配置中采取工程和非工程措施调控降水资源、增加降水的有效利用量具有重要意义。

(二) 广义水资源的赋存形式

地球上的水以气态、液态和固态的形式存在于海洋、陆地、大气和生物机体中,人类可以直接利用的水主要是江、河、湖泊中的地表水,储藏在地下含水层中的地下水,以及能够被植物吸收利用的土壤水,而大气降水是它们的主要来源。

1. 地表水

地表水资源是指存在或运动于地球表面的不同形态的自然水体,包括河流水、湖泊水(水库、洼地)、冰川水、沼泽水和海洋水等,由大气降水、冰川融水和地下水补给,经河川径流、水面蒸发、土壤入渗等形式排泄,是工农业生产最主要的水源。

河川径流量主要由地表径流量、排入河道的地下径流量和高山冰川消融径流量组成。地表径流量由降雨超渗或浅层土壤蓄满而形成,地下径流量指渗入地下含水层而排泄到河流的那部分水量,冰川水虽然仅占我国河川径流总量的 2.1%,但它是内陆河水资源的重要组成部分。河川径流量主要有四种调蓄作用:①河流自身调蓄作用;②水库、洼淀、平原闸坝调蓄作用;③沟、渠、塘、田调蓄,它包括天然和人工引水灌溉和储水;④天然湖泊调蓄作用。

2. 地下水

地下水是指储存于地下含水层中的水量,由降水和地表水的下渗补给,以河川径流、潜水蒸发、地下潜流等形式排泄。

地下水的储存量很大,但能够开采利用的只是其中的一小部分。目前,我国地下水资源的定义和分类尚未统一,一般将地下水资源划分为补给量、储存量和允许开采量。补给量是指天然状态或开采条件下,由大气降水渗入、地表水渗入、地下水径流的流入、越流补给、人工补给等途径进入含水层中的水量。储存量是指储存在含水层内水位变动带以下的重力水,即地下水在历史时期积累形成的水量。允许开采量是指通过技术经济合理的取水工程,在整个开采期内水量不明显减少、地下水位变化不发生危害的前提下,允许开采的水量。

3. 土壤水

1) 土壤水资源

土壤水资源是一种可以直接被利用和消耗而人工难以抽取和转移的资源,它存在于地下水潜水面以上的包气带土壤中。土壤水的补给量包括降水入渗补给量和地下水毛管上升补给量。土壤水的调节量是指天然状态下,一定时期内土壤最高含水量和最低含水量之间所蓄存的水量。气象条件、降水分布、灌溉情况、包气带岩性与分布、微地貌、土地利用方式和强度等都将影响土壤水资源的时空分布。

土壤水资源具有与其他资源不同的特点:一是与国民经济各部门及生活对水资源的利用有着本质的不同,一切水源只有首先转化为土壤水资源才能被植物吸收利用。二是资源数量巨大。据朱福星等 1984 ~ 1989 年田间小区试验,河北黑龙港地区全年降水的 75.9% 转化为土壤水,9.2% 成为地表水,14.9% 补给地下水。三是周年和多年的平衡性。

土壤水资源有明显的季节性变化规律,正常年份土壤有效库容都具有蓄、贮、供三个明显阶段。一旦平衡被长期破坏得不到恢复,生产条件和生态环境将恶化,并可能造成土地沙化。四是不可开采、可调控性。由于一个区域的土壤水资源量的大小不仅与该区域的土壤岩性、气候、地形及潜水埋深等自然因素有关,还与该区域的植物和种植作物种类及相应的耕作措施及管理水平等人为因素有关,所以土壤水资源的一个重要特性就是可调控性,调控的目标是增加土壤水资源量,减少无效耗损,从而达到积极、高效利用土壤水资源的目的。

2) 土壤水资源结构

土壤水资源的结构由以下几部分组成:

(1) 永久性蓄水量,为土壤中不参与水分循环的那一部分蓄量。这部分水是不能作为资源量来开发利用的,在土壤水资源评价中,可以不考虑这部分蓄量,而将其作为蓄水量的相对零值。

(2) 动态蓄水量,土壤中可以供给蒸散发的实际蓄水量。土壤水资源的动态蓄量为土壤水资源的现状评价指标,但动态蓄水量是一个变化的蓄量过程,它不能作为区域总的土壤水资源量来评价。

(3) 可以更新的土壤水资源量,为区域多年平均的蒸散发量。多年平均蒸散发量是由土壤输入大气的多年平均水量,它是总的降水资源的一个组成部分。从土壤植被系统的水量平衡方程来看,它是由土壤蒸发和植物散发两部分组成的。即

$$E = ES + ET \quad (1-3)$$

式中: E 为多年平均土壤总蒸散发量; ES 为土壤蒸发量,是直接由土壤表面进入大气的水量; ET 是植物散发量,可认为是生物耗水量。

把土壤总蒸散发定义为土壤水资源后,从多年平均水量平衡方程来看,它使水资源的结构得到了完善,把蒸散发量作为一种资源来认识是水资源概念的一个重要改变。它对水资源理论的发展及对水资源持续利用的研究具有重要意义。

3) 土壤水资源调控

土壤水主要以毛管水的形式供给作物吸收利用,它处在不停的水文循环之中,即使不被作物吸收,也会因自然蒸发而消耗。因此,使降水量和灌溉水量转化为土壤水,增加土壤水以毛管水形式的蓄积和减少它的非生产性消耗是实现土壤水调节和降水有效利用的两个主要方面。土壤水调节一方面能够直接节约灌溉水量,即通过土壤的调蓄作用,增加降水的收入,减少蒸发的支出,从而降低灌溉定额,减少灌溉次数。另一方面能够在不提高田间耗水量的情况下,通过提高单位水的利用率而间接节水,即借助于土壤的水库作用,将收入和存储的降水和灌溉水转化为土壤水,根据土壤水运动规律,调节土壤水的运动方向和数量。在控制地下水位的条件下,使灌溉水量既不产生过多的渗漏,又能由深蓄水及时向根系活动层补充,提高单位水的利用率,充分利用土壤水资源。

土壤水资源开发和调控的目标是增加土壤水资源量,减少土壤水资源的无效耗损,提高水资源的利用效率和作物水分生产效率,从而达到积极、高效利用土壤水资源的目的。土壤水资源调控的途径一般为:工程调控措施、耕作调控措施、生物工程调控措施。归纳起来,土壤水资源调控的主要途径为增加土壤水资源量、控制土壤蒸发和无效的植物散

发,建立与土壤水资源的时空分布特征相适应的种植制度,把无效的蒸散发变为有效的植物散发,如图 1-2 所示。

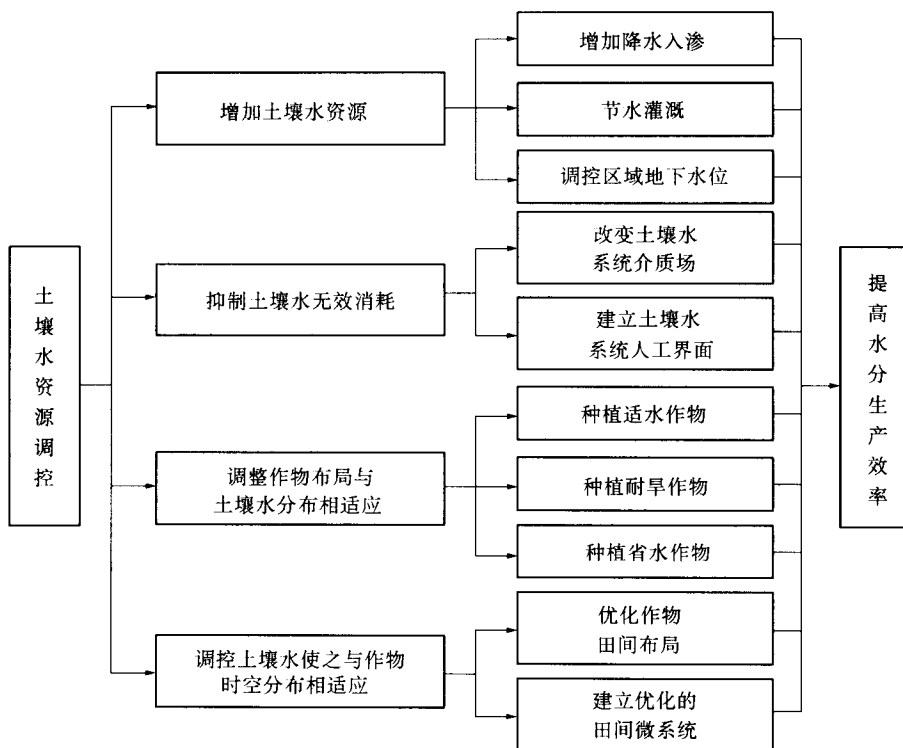


图 1-2 土壤水资源调控

从水资源(包括土壤水资源和当地可用于农、林、牧业生产的地表与地下水资源)整体考虑,在我国北方干旱、半干旱区,提高农、林、牧业生产水分利用效率的最直接手段是把尽可能多的大气降水转化为土壤水资源。可以通过适量的田间工程措施提高雨水转化为土壤水资源的比例,并充分利用土壤有效库容的调蓄作用,如平原区的“灌、蓄、补一体化工程”、山区的“坡改梯工程”、以增加农业水资源的雨水集流工程和小流域综合治理工程等。

通过耕作措施调控土壤水资源的途径众多,其中心思路是调整有限降水和灌溉水量在田间的分布,使当地的土壤水资源更多地被作物吸收利用,尽量减少田间无效的蒸发损失。如节水灌溉、优化作物田间布局、地膜和秸秆覆盖种植技术、机械震压保墒调墒技术、保水剂使用技术及秸秆还田土壤培肥技术等。

通过生物工程措施调控土壤水资源,其中心思想是通过选择适合当地水资源的作物(植物)品种和不同种类的作物(植物)间作、套种以及立体化种植等措施,充分高效地利用土壤水资源,并增加降水转化为土壤水资源的比例和通过增加土壤有效库容增加调蓄土壤水资源的能力。如种植适水、省水、耐旱作物,乔、灌、草相结合的种植模式,沙棘与乔木间作的种植模式,田间不同作物间作套种模式,以及退耕还林还草等措施。

(三) 广义水资源的特性

水是生命之源,是自然环境的重要组成部分,是环境中最活跃的要素。水不停地循环转化,参与自然界一系列物理、化学和生物过程,形成了其独特的特征和功能,并按一定的规律运移变换。只有充分认识水资源的特点和功能,才能有效合理地开发利用水资源,使之发挥更大的生态环境效益和经济社会效益。

1. 自然特性

水资源特性鲜明,主要体现为循环转化、可再生、分布不均匀、不可替代、地域特性和利害两重性等。

循环转化特性:水资源与其他资源的显著区别在于其循环转化特性,它是在水循环过程形成的动态资源。水资源在开采利用后,能够得到大气降水的补给,处在不断开采、补给和消耗、恢复的循环之中,如果合理利用,可以不断供给人类使用,并满足生态平衡的需求。水的循环转化还表现在水的相变,包括液态、固态水的汽化,水汽凝结降水等。

可再生性:水资源处在不断的消耗和补充过程中,具有“取之不尽”的特点,恢复性强。但实际上,地球上淡水资源是十分有限的,能够真正被人类利用的淡水资源少之又少。从水量动态平衡的观点来看,某一时期的水量消耗量应接近于该时期的水量补给量,否则将会破坏水平衡,造成一系列不利的环境问题。水循环过程是无限的,但水资源储量是有限的,并非取之不尽、用之不竭。

分布不均匀性:水资源在自然界具有一定的时间和空间分布特性,并且在时间和空间上的分布表现得极不均匀。水资源来源于降水,受自然界水循环的影响,降水在年内和年际间的变化很大,具有时空分布不均匀的显著特性,一般是夏多冬少。而水资源时空分布不均匀性是造成水旱灾害频繁的重要因素。

不可替代性:水是生命的基础,是一切生物的命脉。地球上联系生命系统与非生命系统的生物、化学、地质循环,都有水的参与或以水为载体进行的。自然界满足人类需求的生活、生产资源的供给,更是离不开水的参与和供给。水是生态系统结构与功能的重要组成部分,是维持生态系统良性循环的基础物质,是不可替代性资源。

地域特性:受大气环流和重力的影响,降雨和融雪水在地球表面产流、汇流,总是在一定地域从高处向低处流动,决定了水资源分布的地区特性。不同地域之间水资源特性差别显著,有的区域水资源丰富,有的区域水资源短缺;有的区域水资源以地表水资源为主,有的区域甚至完全依赖地下水资源。水资源问题研究应结合区域实际,对症下药。

利害两重性:水资源被广泛应用于人类生产和生活中,并维持生态环境的平衡。但水量过多则造成洪水泛滥,水量过少则造成干旱等自然灾害。水资源的利害两重性,决定水资源的开发利用过程中应强调合理使用、有序开发,以达到兴利除弊的目的。

2. 社会特性

水对人类社会有着重要的影响。古先民逐水而居,在水的滋养哺育下,创造了辉煌灿烂的人类文明,如美索不达米亚的底格里斯河和幼发拉底河、埃及的尼罗河、印度的恒河和我国的黄河。同时,水也决定着人类文明的兴衰,一些城市由于水资源枯竭而成为废墟,印度斯城和中国楼兰古城的消失就是最好的佐证。在世界范围内,由于水是人类生存与发展不可替代的资源,因洪涝灾害和干旱缺水而引起的动乱在历史上屡见不鲜,当代的中

东战争主要就是水资源之争。联合国预言,未来的战争是争夺水资源的战争。因此,水资源作为一种战略性资源,不仅影响一个国家的发展与稳定,而且关系到世界的和平与进步。

3. 经济特性

水是维持生命和社会经济发展必需的资源,是工农业生产必需的基础物质,具有显著的经济价值。目前,由于人口的不断膨胀、经济社会的快速发展,水资源已逐渐成为一种稀缺资源。物以稀为贵,从这种意义上讲,水资源的经济价值越来越大。水是农业的命脉,水对农作物的重要作用表现在它几乎参与了农作物生长的每一个过程。水是工业的血液,从古代的手工业到现代的高科技产业,没有一个部门离开了水还能得到发展,水资源的保证对工业发展规模起着重要作用。

4. 生态特性

水是地球上各种生命的源泉,是几乎所有生物有机体的最大组成部分,一般情况下植物植株的含水率为60%~80%,人体内的水分占到体重的70%。不论是动物还是植物,大多是傍水而生,依水而长。水的生态功能,造成了生物的多样化,维持了自然生态环境的平衡。一旦水资源短缺,水的生态功能就会减弱甚至消失,生物的生存和多样性就会受到严重的影响,自然生态环境将不断恶化,主要表现为湿地消失、河道干枯、草场退化、森林锐减、洪水泛滥、地下水位下降、海岸蚀退和海水入侵等。

第二节 经济生态系统

一、经济生态系统概述

(一) 经济生态系统概念与特征

经济生态系统是经济系统与生态系统相互联系、相互作用、相互交织构成的具有一定结构和功能的复合系统。它是一切经济活动的载体,任何经济活动(包括自然资源利用活动)都是在一定的经济生态系统中进行的。

经济生态系统是一个复合开放的大系统,除具有大系统整体性、关联性、目的性和环境适应性等属性外,尚有一些能揭示经济生态系统本质的特征,从而使经济生态系统在结构、功能、目标、效益等方面呈现出特有的规律性。

(1) 协同性。经济生态系统综合研究自然规律和经济规律相互影响与相互作用关系,将人类经济活动与自然生态环境作为一个有机整体来研究人口、资源、环境与经济、社会的发展关系和系统规律,这正是系统协同作用的结果。

(2) 有序性。经济生态系统是典型的开放性系统,它必须不断地从各级系统外部环境中输入能量和物质,形成稳定、有序的状态,并向更高层次演化。这种有序状态,具有比单一的生态系统与经济系统二者之和大得多的制约力和生命力,反映了经济生态复合系统的新特征。

(3) 中介性。生态系统与经济系统的连接和耦合,是通过各种技术要素组成的技术系统这个中间纽带实现的。

(4) 多重性。经济生态系统的多重性是指系统的组成、结构、功能、目标、规律等表现

的非一性和多样性。

(二)经济生态系统结构

任何系统的存在都有其相应的结构。经济生态系统结构是指系统内部诸要素之间的相互作用方式与关系。经济生态系统内部要素众多,有生命的和非生命的要素,有自然的和社会的要素,可集中表现为生态要素、经济要素和技术要素的综合,主要体现为人口、环境、资源、物资、资金和科学技术等六个方面。

1. 人口

人口是指在一定社会制度、一定地理区域内,具有一定数量和质量的人的总称。人是复合系统中六大要素的核心,具有自然和社会的双重属性,在所有要素中处于主体支配地位。人具有主观能动作用,不仅可以能动地调节控制人口本身,而且可以能动地建立各种农业、工业、能源、水资源经济生态系统。人的主体地位和能动作用,是人的生产劳动和创造能力的集中表现。人的自我调节失控和人口政策不当会导致人口膨胀,从而会带来无穷无尽的压力和后果。

2. 环境

环境是围绕人这个主体以外的客观条件,有自然环境和社会环境之分。就经济生态系统的环境而言,则是指人与自然、人与社会的客观条件的总称。环境要素在经济生态系统中具有基础的地位与作用,但需通过人与环境的关系来体现。自然环境是人类生存的基础,也是经济生态系统产生、演化和发展的基础。人离不开环境,并与之相互依存。但环境要素的容量是有限的,人类经济活动不能超出环境容量限度,否则,环境就会遭到破坏,反过来限制和制约经济发展。因此,人类必须合理调节和控制经济发展与生态环境的关系,以促进经济生态系统和全社会的可持续发展。

3. 资源

资源是指与人类社会发展有关的各种有用的客观自然要素和社会要素的总称。资源与环境并无严格区分。当人们关心的是物资、能量、动植物产品与某些经济社会生产、消耗过程中所需信息资料时,一般把自然(或生态)系统的这些部分叫做资源;当人们关心的是经济活动中能量、物质消耗后的废弃物回归场所时,一般称自然系统的这些部分为环境。资源包括自然资源、经济资源和社会资源,它们构成经济生态系统的物质与信息要素。没有资源参与的生态经济系统是不存在的。资源在系统中的差异性决定了各种不同类型的经济生态系统,如以水资源作为经济生态系统的基本资源要素,就决定了水资源经济生态系统的基本性质和特征。任何资源都是有限的,人类经济活动不能超过它的承载能力和限度,否则,社会发展将受到阻碍。

4. 物资

物资是经济生态系统中已经社会化了的物质要素,也是自然资源经过人的劳动、加工转化而来的社会物质财富。如果舍弃社会物质财富的具体物的形式或使用价值特征,则将其用统一的经济社会产值来表示。经济社会产值既是一类物资,又是包括社会信息的一类社会资源。物资是经济生态系统形成、发展的重要条件。

5. 资金

资金来源于社会财富,是企业用来组织经济活动的物质资料价值的货币表现形式,是

经济生态系统生产与再生产得以持续的物资条件,也是增加社会物质财富的有力手段,没有资金的不断投入,价值形成和增值运动过程就无法进行。资金对经济生态系统的发展,实质上是起着物质转化的作用。

6. 科学技术

科学是关于自然、社会和思维的知识思想体系,技术是依据科学原理而发展成的各种操作工艺和技能。作为经济生态系统的科学技术要素是通过人的身体素质、科学技术知识、生产经验、劳动技能与经济生态系统进行物质交互的劳动资料相结合而成的。它的使命是认识、掌握自然规律和经济规律,将自然界的生态、环境、资源转变为经济社会中人们可以直接利用的物质和资料,促进经济与生态环境的协调持续发展。

(三)经济生态子系统分析

经济生态系统包括经济子系统和生态子系统,两种系统的耦合构成了经济生态系统。

组成经济生态系统的生态子系统,是由生命系统和非生命系统及环境系统构成的综合实体。它通过“生产者”(绿色植物,又称自养生物)、“消费者”(动物,又称异养生物)和“分解者”(微生物)与周围环境之间进行着永无休止的物质循环、能量转化和信息传递,为人类社会提供了各种物质产品和生态环境效益,为社会生产储备了物质基础。

组成经济生态系统的经济子系统,是社会生产中生产力与生产关系的结合,通过经济运行联系,构成整个的经济系统。经济系统的含义虽有不同的表述和不同的层次,但其实质则是人类社会生产与自然资源利用相互结合的产物,并集中表现为人类社会不同发展阶段的生产力与生产关系两个方面。其中,生产力是人与自然界的物质交换能力;生产关系则是人与人之间的社会关系。它们之间的相互作用与协调,共同促进整个经济系统的发展。

现实世界中的生态系统与经济系统,存在着下列密不可分的关系:

(1)生态系统是经济系统构成的基础,并制约着经济系统具体结构功能的类型。

人类社会的经济活动是利用各种资源和环境条件生产出适于人类消费的物质资料。在这个生产过程中,运转的物质和能量源于生态系统,而产生的废弃物又回归于生态系统。因此,生态系统构成了经济系统的基础。由于自然资源种类的多样性和差异性对社会分工和经济产业结构具有重要影响,因此生态系统也是建立产业结构的主要依据之一。总之,人类社会经济活动目标和功能的实现,始终都是以生态系统为基础的。

(2)经济系统反作用于生态系统,可使生态系统朝着良性或恶性方向发展。

人类社会物质资料的再生产过程,是自然再生产与经济再生产相结合的过程。在这个过程中,生态系统是生产的物质基础,经济系统则是以人为主体的生产主导系统。说它是主导系统,是因为人类可通过自己的活动干预或影响生态系统的发展,达到人类经济活动的目的。

经济系统反作用于生态系统的机制,主要是通过经济生态生产活动的直接正、负反馈作用和间接的反馈作用施加给生态系统,而生态反(响)应又会影经济系统的发展。经济活动一般具有正反馈机制,有自我强化增长的特性,要求生态系统供给更多的物质资料;而生态系统具有负反馈机制,有自我调节弱化的作用。二者正负反馈的强弱融合,决定了经济生态系统的运行机制。

在经济生态系统运行中,只有正反馈,可使系统形成良性循环,也可使系统形成恶性