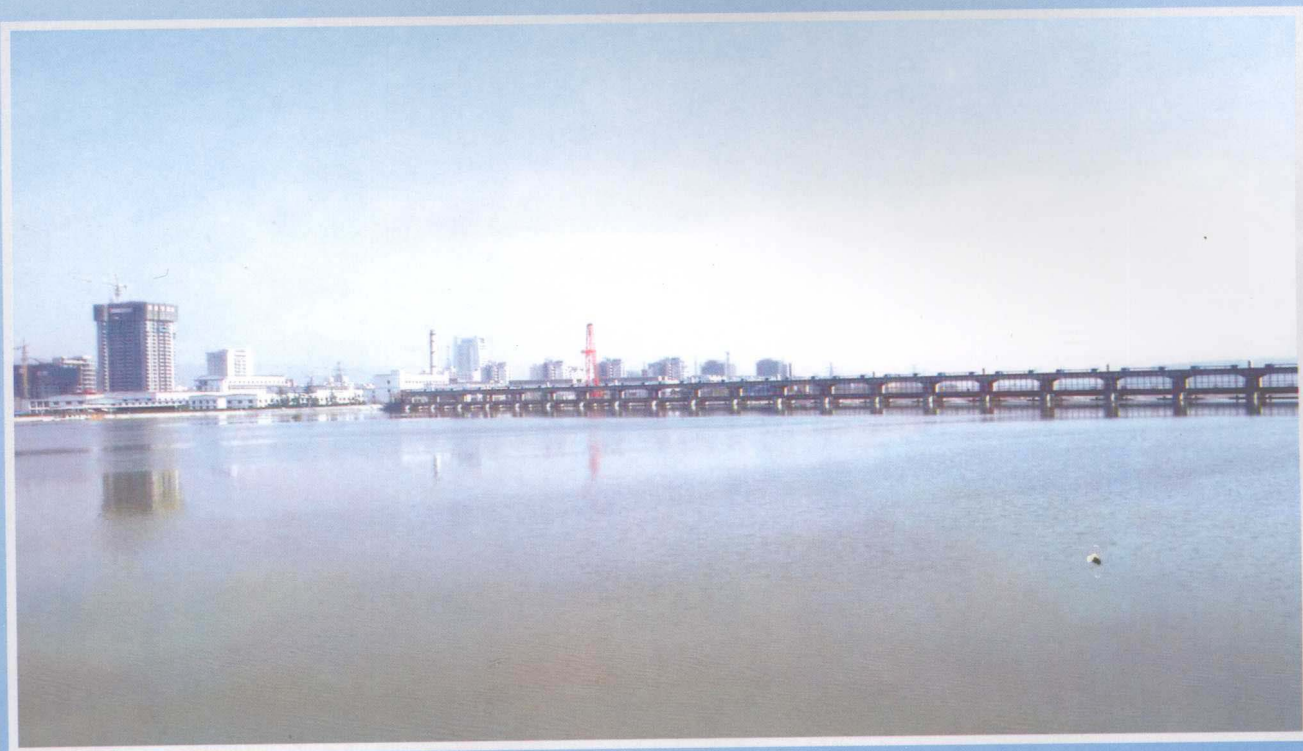


陕西渭河流域资源环境综合治理

李景宜 石长伟 严 瑞 冯普林 著



西安地图出版社

陕西渭河流域资源环境综合治理

李景宜 石长伟 严 瑞 冯普林 著

西安地图出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

陕西渭河流域资源环境综合治理/李景宜等著. —西安:
西安地图出版社, 2006. 9
ISBN 7-80670-975-4

I. 陕... II. 李... III. 石... IV. 严... V. 冯... VI. ①渭河—
流域—自然资源保护②渭河—流域—环境管理③渭河—流域
—水资源管理 VII. ①X321②TV213.4

中国版本图书馆CIP数据核字 (2006) 第105938号

陕西渭河流域资源综合治理

李景宜 石长伟 严瑞 冯普林 著

西安地图出版社出版发行

(西安市友谊东路334号 邮政编码: 710054)

新华书店经销 宝鸡市盛章教育印务有限公司印刷

880毫米×1230毫米 1/16 11印张 340千字

2006年9月第1版 2006年9月第1次印刷

印数: 001—500

ISBN 7-80670-975-4/X · 11

定价: 28.00元

本书得到了陕西省教育厅灾害监测与机理模拟重点实验室基金（02JS38、02JS39）、陕西省自然地理学重点学科（宝鸡文理学院）、黄河水利委员会及陕西省水利厅重点项目的资助。

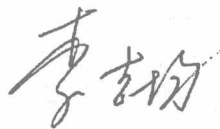
序

渭河是黄河的最大支流,是陕西省社会经济赖以发展的重要水源,在区域经济发展中起着举足轻重的作用。然而,在流域经济发展的同时,渭河中下游日益严重的水资源短缺、旱涝灾害频发、水质污染、泥沙淤积等环境问题,已经成为制约区域经济可持续发展的关键因素。在国家实施西部大开发的大好形势下,如何抓住机遇、突破“瓶颈”、实现流域资源环境综合治理和区域经济可持续发展的双赢,是各级政府相关部门及研究单位的关注焦点。

本书作者查阅了大量有关文献资料,较为全面地掌握了该领域国内外最新研究进展,做出了翔实的评述,指出了存在问题和发展趋势。作者认为渭河中游的突出矛盾表现在城市河流治理与城市环境、城市防洪安全之间的协调统一等方面,下游的主要问题则表现为河道变迁、土地覆被变化、洪涝灾害加剧等方面。因此,研究工作以不同河段资源环境治理所面临的主要问题为研究对象,在城市河流生态环境治理、河道变迁与环境影响、洪泛区土地利用与环境变化、洪水资源化潜力及可行性等方面进行调查、计算、论证和分析,在国家自然科学基金、陕西省教育厅、陕西省水利厅等各级项目的资助下,对陕西省渭河流域综合治理的若干典型案例进行研究,既有理论分析,又有实例计算,研究内容丰富,思路和方法有相当的深度,且有创新,研究结果具有理论意义和重要的实践参考价值。

渭河在黄河流域治理开发中占有重要地位,目前存在的水资源短缺、生态环境恶化等问题日益受到各级政府、有关专家以及社会各界的普遍关注。2000年10月和2001年10月,全国政协副主席钱正英两次率团进行渭河流域考察,提出要尽快开展渭河流域综合治理规划。2001年12月,温家宝总理对《关于渭河流域综合治理问题的调研报告》作了重要批示,要求将渭河流域综合治理列入重要议程。《陕西渭河流域资源环境综合治理》一书可以为渭河流域近期重点规划的论证和实施工作提供科学依据,具有现实的实际应用价值。

中国科学院院士



2006年8月

前 言

流域是一种比较特殊的自然区域,既是一个水文单元,同时又是组织和管理国民经济的特殊经济、社会系统,是经济区划系统的重要组成部分。

渭河是黄河的最大支流,对陕西省的社会经济发展起着举足轻重的作用,然而,在渭河流域经济发展的同时,日益严重的水资源短缺、水质污染、生态环境恶化以及渭河下游泥沙淤积等环境问题,已经成为制约区域经济可持续发展的关键因素。

渭河流域资源环境管理涉及的内容复杂而多变,中游的突出矛盾表现在城市河流治理与城市环境、城市防洪安全之间的协调统一等问题,下游的主要问题表现在河道变迁、土地覆被变化等方面,本次研究选取陕西省渭河流域不同河段资源环境管理方面的主要问题进行典型分析,主要研究内容包括以下几个方面:①城市河流的生态环境治理研究——以渭河宝鸡市区段生态环境治理为例,②洪泛区土地利用与环境变化研究——以渭河下游洪泛区土地利用变化为例,③河道变迁与环境变化研究——以渭河下游河道横断面与河势变化为例,④流域综合治理问题讨论——以渭河中下游洪水资源化研究为例。

本书是陕西省灾害监测与机理模拟重点实验室基金项目(02JS38、02JS39)、陕西省自然地理学重点学科(宝鸡文理学院)、黄河水利委员会重点项目以及陕西省水利厅重点项目的研究成果之一,在此一并表示感谢。本书在研究和写作过程中,参考了大量文献资料、论著,因篇幅有限,不便一一列举,只将一部分编成“参考文献”列出,在此仅对上述所有作者表示衷心的感谢。

流域综合治理是一个从理论到实践均需要广泛深入研究的问题,本书仅仅是对特定河流特定河段典型问题进行的初步研究,由于作者经验不足、水平有限,错误和不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2006年6月

目 录

第1章 流域水资源综合管理

- 1.1 流域综合管理 (1)
- 1.2 流域综合管理的理论和实践意义 (2)
- 1.3 流域综合管理的研究进展 (3)

第2章 陕西省渭河流域综合管理现状

- 2.1 陕西渭河流域概况 (5)
- 2.2 流域开发、管理现状 (6)
- 2.3 流域开发、管理存在问题 (8)
- 2.4 研究意义及主要内容 (11)

第3章 河流对城市发展的影响作用

- 3.1 河流对城市形成和发展的影响 (13)
- 3.2 国内外研究进展 (15)
- 3.3 研究意义及主要内容 (16)

第4章 渭河宝鸡市区段生态环境治理

- 4.1 渭河宝鸡市区段概况 (18)
- 4.2 渭河宝鸡市区段生态环境治理规划 (22)
- 4.3 堤岸类型选择 (23)
- 4.4 拦河闸闸基稳定性论证 (25)
- 4.5 蓄水区渗漏安全分析 (28)
- 4.6 工程防洪安全性分析 (33)
- 4.7 拦河闸工程风险分析与管理 (34)

第5章 渭河宝鸡市区段综合治理“十一五”规划

- 5.1 发展与改革面临的形势 (37)
- 5.2 河道综合治理的总体思路 (40)
- 5.3 发展和治理目标 (42)
- 5.4 总体布局及实施重点 (44)
- 5.5 保障措施 (47)
- 5.6 展望 (48)

第6章 洪泛区土地景观格局变化

- 6.1 研究内容 (49)
- 6.2 研究方法 (49)
- 6.3 洪泛区土地景观格局变化 (53)
- 6.4 洪泛区景观指数变化分析 (62)
- 6.5 小结 (63)

113

159

第 1 章 流域水资源综合管理

1.1 流域综合管理

1.1.1 流域

流域是指被地表水或地下水分水线所包围的范围,即河流湖泊等水系的集水区域。流域是以水为媒介,由水、土、气、生等自然要素和人口、社会、经济等人文要素相互关联、相互作用而共同构成的自然—社会—经济复合系统(图 1-1)(徐立丽等,1999),这个系统虽然复杂,但是可以简单地理解成人与自然这两大要素相互作用形成的一个有机体系。

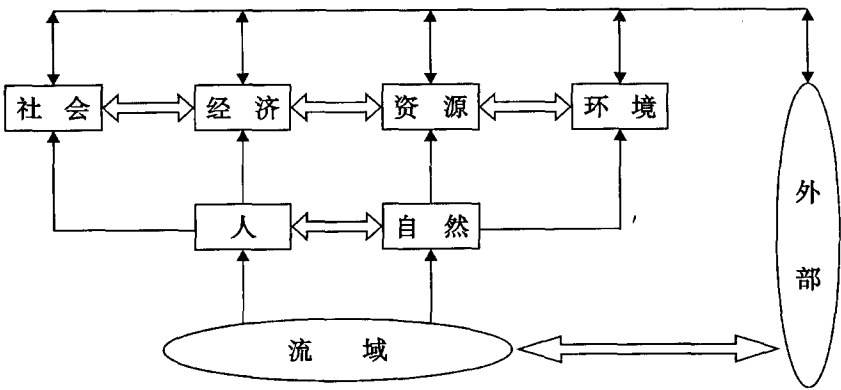


图1-1 流域自然—社会—经济复合系统 (徐立丽等 1999)

从系统论的角度出发,流域复合系统具有耗散结构的特点,其稳定性取决于流域与外界的能量、物质和信息(熵)的交换,其平衡是在保持自然生态平衡条件下的社会经济平衡,是自然选择和人工选择过程中流域可持续发展的生态、经济和社会目标相统一的动态平衡。

1.1.2 流域综合管理的概念

回顾一下人类发展的历史进程,不难发现,古代文明起源于流域,现代文明依赖于流域。流域不但是人类文明的发源地,更是人口、经济与城市的集中分布区。也正因为如此,流域系统在人类活动的影响下不断发生着巨大变化,出现了一系列的环境问题,如水土流失加剧、洪涝灾害频发、水资源短缺、水质污染日益严重以及河道变迁频繁等等。在这种形势下,流域管理科学应运而生,它是以地理学、经济学、管理学以及资源科学、生态科学、环境科学、信息科学和系统科学等多学科交叉融合,并广为政府、科学界和社会公众关注和重视的一门新兴学科。而流域综合管理就是以流域管理科学为指导,对流域内的资源全面实现有计划、可持续的开发利用与管理,以协调流域内各利益相关方的利益,不断维护和改善生态环境质量,逐步提高居民生活水平,最终达到流域可持续利用的目标。

流域综合管理是从流域复合系统的内在联系出发,应用多目标优化的观点,实现流域开发经济目标、生态目标和环境目标的高度统一。Mitchell(1992)认为流域综合管理应采取系统的观点对水及相关子系统的作用、社会经济发展进行全面分析。Ewing(1997)认为决策的失误主要源于决策过程中考虑的问题范围狭窄,割裂了环境系统内部的联系,过去对待复杂环境问题时所采取的被认为合适的管理策略,最终失败

的原因主要是没有很好地考虑自然和人文环境的众多联系。Margerum(1995)认为流域综合管理需要全面考虑众多活动、计划及策略。Byrne 提出流域综合管理需要广泛的合作和参与,包括流域管理者、流域资源使用者、流域环境受益者之间的合作;流域上下游的合作;与河流系统相联系的自然保护区和远离流域河流系统的区域之间的合作等(Byrne, 1997)。美国学者 Born 和 Gensknow(2001)阐述综合管理是一种非集中的分权决策,由更加广泛的人员参与(包括政府的、非政府的团体)决策、实施,同时需要考虑与生态系统有关的众多目标。流域决策需要体现生态、文化、社会和经济目标的综合和集成。

综上所述,流域综合管理是以流域为管理单元,在政府、企业和公众等共同参与下,应用行政、市场、法律手段,对流域内资源全面实行协调的、有计划的、可持续的管理,促进流域公共福利最大化(杨桂山等, 2004)。

流域综合管理的内涵非常广泛,包括以下几个方面:①流域是资源开发管理与环境保护的最佳单元,在制定一个地区的经济发展规划时,必须针对一个流域的自然、社会、经济和文化,从总体加以考虑,才能保证区域协调发展,实现资源的可持续利用。②应用综合观点对流域资源、生态、环境开发和保护进行管理,要从流域复合系统的观点出发,注重部门之间、政府之间、学科之间以及发展与保护之间的综合,同时考虑政府、企业和公众之间观点的综合。③流域综合管理是一个统筹兼顾的协调、协商过程,以此来解决矛盾,协调关系,促进流域自然、经济和社会的协调发展。④流域自然系统、社会经济系统时刻都处在不断变化和发展中,因此流域综合管理是一个动态的连续的发展过程。⑤从管理方式上来看,流域综合管理是一项综合应用行政、市场和法制手段、“自上而下”和“自下而上”相结合的管理过程(杨桂山等, 2004)。

1.2 流域综合管理的理论和实践意义

流域是一种比较特殊的自然区域,既是一个水文单元,同时又是组织和管理国民经济的特殊的流域经济、社会系统,是经济区划系统的重要组成部分。具有以下特点:①整体性:流域复合系统内的任何人类生产活动,无论是点上的、面上的,还是局部的或全流域的,都必须考虑其本身对整个流域系统的生态环境的影响,而不能局限于行政区域的局部利益;②复杂性:流域复合系统包含水文、地理、地质、生物、经济、社会等各层次彼此独立而又联系的多个子系统;③不可逆性:流域系统在内在因素和外部环境的相互作用下,时时刻刻都在依照流域系统演变的规律发生变化,这个发展过程在一定时段内是不可逆的,任何人类生产生活所产生的生态效应都不会自行恢复到原来的生态面貌(至少在人类可以预见的时间段内);④方向性:由于水流的方向性,使得流域复合系统内的物质和能量的迁移具有明确的方向性,也使得流域上、中、下游之间的利益共享和责任共担显得更为重要和不可或缺。

人类经济活动一直与河流休戚相关,沿着河流形成一系列不同规模和各具特色的工业、农业、商业中心,成为沟通对内对外经济联系的纽带,流域经济一直是构成世界各国经济的重要支柱。在日益重视生态环境和区域协调发展的今天,对流域开发与管理进行理论和实证研究具有重大的理论和实践意义:①丰富和发展流域开发与管理的理论体系。国内外虽然对流域开发十分重视,在流域开发建设方面也取得了许多有益的经验,但关于流域经济、流域开发与管理的理论仍然十分薄弱,迫切需要建立一套较为完整的流域开发和管理理论体系,加强对这方面的研究,可为构建流域开发管理理论体系做出贡献。②作为一种特殊的区域管理,加强流域开发管理的理论和实证研究可以丰富区域管理学的研究内容。“区域管治”正成为西方学术界的近期最新研究热点,它是将经济、社会、生态持续发展、资本、土地、劳动力、技术、信息、知识等生产要素综合包融在一个整体地域内进行管治,协调各社会发展单元的相互利益,合理分配空间资源。而流域区本身就是一个完整的区域单元,运用区域管治理论进行流域管理研究,既可以为流域开发管理研究拓展视野,同时也丰富了区域管理学的理论内涵,两者相得益彰。③流域开发管理中出现的一些矛盾和问题,虽然在世界各国流域开发中普遍存在,但对于处在经济转型时期的中国来说,又具

有矛盾的特殊性和复杂性。计划经济时期,我国各地方利益主体地位还不十分突出,流域内各行政区域之间的矛盾呈隐性状态;进入由计划经济向市场经济转轨时期,地方政府作为利益主体的地位明显加强,长期以来隐含的矛盾突出地表现出来,导致流域开发管理中各种区域矛盾的尖锐化。因此,探索中国流域开发的管理体制,可以为完善社会主义市场经济体制做出贡献。④我国正在实施的西部大开发战略是一项长期而艰巨的伟业,也是一个规模宏大的社会经济系统工程。水资源的合理开发利用、生态环境的保护和建设,对于生态环境脆弱的西部地区至关重要。因而,研究流域开发管理的有效模式,对于西部大开发具有重要的理论指导意义和实践意义。

1.3 流域综合管理的研究进展

1.3.1 国外流域综合管理研究进展

自古以来,人类择水而居。在长期的生产生活实践中,经历了从单方面开发利用流域自然资源到开发利用与保护相结合以及当前的自然生态社会发展相协调的综合管理过程(杨桂山等,2004)。

20世纪30年代以前,流域管理工作主要以解决水资源供求关系为主要目标,体现在对流域水资源调查和分配等方面(Hooper,1998)。随着科学技术的发展和人类认识水平的提高,发现过度开垦、乱砍滥伐等人类活动引起土壤侵蚀和水质退化,从20世纪30年代起,逐步开始了以水土保持为主要目标的流域管理(Hooper,1998,1999)。至50年代,以流域为单元进行资源和环境管理的重要性逐渐被学者和管理者认识,开始将流域作为一个系统,对防洪、水资源供应、航运、发电和旅游等进行统一规划和管理。这一阶段,流域管理模型得到了快速发展。例如,在对美国东部地区30个州10000多个径流小区近30年的观测资料进行系统分析的基础上建立起来的、可以用来进行土壤侵蚀量研究的USLE模型(Wischmeier and Smith,1965)以及以自然过程为基础的非点源污染模拟模型CREAMS(Knissel,1980)。世界范围内人口的持续增加和流域工程的建设加剧了水质下降、土地退化和生物多样性减少等流域生态环境问题,影响了国家与地方的可持续发展(Brooks, et al., 2000),这就要求流域管理必须在法律、政策和体制等方面进一步完善。目前,流域水文、流域生态、流域经济和数字流域等分支领域迅速发展,中小尺度流域过程的定量化模拟和“3S”技术的应用,使得流域综合管理向着科学化、规范化的方向进一步发展,近期研究领域主要集中在对流域管理方法、国际河流流域整体开发与管理以及流域可持续管理研究等领域,具有如下特点:

(1) 流域管理权利具备严格的立法保证和法律权威保障

流域开发与管理由少目标向多目标转化,呈现出流域开发与管理、水土保持、工业布局、农业发展、城镇建设、区域综合开发等融为一体的趋势(张文合,1994)。需要通过立法给予流域管理机构广泛的管理权利及实施保障,如美国密西西比河流域极其支流田纳西河流域的综合开发就是建立在立法保证和有充分的管理权限的基础上,田纳西河流域管理局(TVA)经济上完全自主,“负责全面规划田纳西河流域及有关地区自然资源的保护、开发和利用”,只接受总统的领导和国会的监督,是国家的独立机构。

(2) 重视流域的综合开发利用

英国、美国、法国、加拿大等发达国家都组建了流域综合管理机构,以水资源和土地资源的统一为基础,以工业、农业、城镇和生态环境为目标,建立自然、经济和社会协调体系,以流域为单元,围绕水资源、土地资源的开发,综合开发流域经济(李文华等,1989)。

(3) 重视流域管理的科学论证和公众参与

许多国家在制定流域开发规划和确定工程项目时,重视“智囊团”的作用,与有关高校、科研机构和企业集团建立广泛的合作联系,使工程建立在科学基础之上。同时相当重视公众参与,将其作为流域管理的关键因素。

(4)政策扶持并与扶贫、区域联合开发相结合

许多国家流域管理的实践证明,流域资源的综合开发和利用必须在依靠国家在经济和政策上的扶持、依靠区域联合的基础上,才能使整个流域的开发和管理工作持续、高效。发达国家如此,发展中国家更是如此。

1.3.2 国内流域综合管理研究进展

中国的流域管理历史悠久,历代善治国者均以治水为重(顾浩,1997)。从大禹治水,管子之“善为国者,必先除水旱之害”,秦始皇“兴修水利,富民强兵”,汉武帝指挥堵黄河口,康熙皇帝把水利作为施政之头等大事,到孙中山先生的《建国方略之二——实业计划》中提出“改良”长江上游、设闸蓄水,“使舟得溯流以行,而又可资其水力”,表明了流域管理在我国古近代的社会建设中都占有十分重要的地位(杨桂山等,2004)。

建国以来,我国在流域综合管理实践中,通过建立流域管理机构、组建流域开发和管理队伍、制定流域综合规划、完善流域管理法规、监督河道工程实施等方面,不断探索流域综合管理途径。20世纪50年代初,先后成立了长江、黄河水利委员会等七大流域管理机构,着手编制各流域规划,对指导流域水资源开发和防治水害等发挥了重要作用;但是,六七十年代珠江、淮河等一些流域管理机构被撤消,流域管理工作停滞不前(何大伟等,2001);70年代末80年代初以后,淮委、珠委、海委、松辽委和太湖流域管理局相继恢复和建立,尤其在80年代以后,人们逐步认识到流域统一规划和综合开发的重要性,1988年1月《中华人民共和国水法》的颁布实施,标志着我国流域管理进入法制管理的轨道(罗承平和阎连河,1996);2002年8月修订的新《水法》为实施流域管理提供了更有力的法律保障(孙寿松,2002)。

近期我国学者对流域综合管理的研究主要集中在流域资源综合集成管理、流域环境管理、流域开发及治理的跨界组织与管理问题等研究领域,研究区域主要集中在长江、黄河等大江大河流域。彭新育等(2002)借助利用综合集成系统原理建立流域资源综合集成管理方法,即基于物质流、能量流、资源流、信息流和价值流的全局优化,实现资源的可持续利用和区域的平衡发展,在结合考虑流域内社会、经济和自然背景的资源价值评价基础上,对流域内不同地区、不同部门的利益进行协调和整合,进而实现资源的可持续利用。周年生、李彦东等根据长期从事流域管理、水资源、水环境等方面的科研、规划工作所积累的经验,于1998年出版了《流域环境管理规划方法与实践》一书,内容涉及以水为核心的流域环境管理以及对其进行综合规划所涉及到的社会发展、经济发展、水资源开发利用、水资源保护、防洪除涝和水土保持等基本理论与技术方法。刘君德等(1996和1999)从行政区划、区域管理学等角度,提出了大河流域综合开发利用与跨界组织与管理体制的研究思路,为流域开发管理开拓了新的视野;宋栋(2000)认为应当加强政府在大河流域综合开发治理中的管理作用。对黄河流域开发治理较为系统的研究主要有李荣生的《黄河流域资源环境与开发整治》、张文合的《流域开发论——兼论黄河流域综合开发与治理战略》等,何传启(1997)、霍明远(2000)、安祥生、张复明等分别就黄河流域经济带资源、环境生态、经济社会可持续发展等问题进行了研究。长江流域资源环境开发研究是国内学者关注最多的问题。刘国光、马蔼乃、文伏波的《长江地区可持续发展研究丛书》、孙尚清(1996)的《长江开发开放》、徐国弟的《21世纪长江经济带综合开发》等著作以长江流域为对象,系统、全面、充分论述了长江地区实施经济、社会、生态可持续发展战略;阎恒和王建国(1997)、夏国政(1998)、陈国阶(1993和1995)、启尘(1997)、虞孝感(1999)、刘思华(1999)、刘毅(1996)等对长江流域资源、环境、经济等问题进行了深入的探讨和研究。

尽管我国的流域管理取得了较大进展,但无论是同发达国家相比还是从流域管理实践效益来看,都还非常薄弱,缺乏制度支撑(袁弘任等,2002)。出现了流域水环境持续恶化、水土流失日益加剧、水资源短缺、洪涝灾害频发等一系列流域环境问题,西部地区的问题尤为突出。所有这些都迫切需要进一步加强面向流域的资源环境科学研究以及在此基础上进行的流域综合管理规划和实施工作。

第2章 陕西省渭河流域综合管理现状

2.1 陕西渭河流域概况

2.1.1 地形地貌

渭河是黄河的最大支流,发源于甘肃省渭源县鸟鼠山,流经甘肃、宁夏、陕西三省,在宝鸡凤阁岭附近流入陕西省,自西向东流经宝鸡、咸阳、西安、渭南,于潼关注入黄河(刘秉正和吴发启,1996)。渭河由西向东贯穿关中平原,南靠秦岭,东临黄河干流,北至子午岭、黄龙山与陕北黄土沟壑区相连,全长 818km,流域面积 13.5 万 km^2 ,其中在陕西省境内总长 502km,流域面积达 6.71 万 km^2 。宝鸡以上为上游,河谷狭窄,川峡相间,水流湍急;宝鸡峡至咸阳为中游,河道宽,多沙洲,水流分散;咸阳至潼关为下游,河道淤积严重,比降较小。

陕西省渭河流域有两大地貌单元:一是黄土高原,主要分布在延安地区,总面积 2.2 万 km^2 ,海拔 900 ~ 2000m,其中大部分地区为黄土覆盖,由于水流侵蚀,多被切割得支离破碎,水土流失极为严重。二是关中盆地,南依秦岭,北界北山,西起宝鸡,东至潼关,东西长约 420km,南北宽约 120km,总面积 4.51 万 km^2 ,占省内流域总面积的 2/3,素有“八百里秦川”之称;地势西高东低,渭河干流横穿盆地中部,由两侧山地向渭河依次分布有山前冲积洪积平原、黄土台塬地和河谷阶地等地貌类型,以北的阶地比较完整、宽大,以南的阶地除西安以南的比较完整外,一般都狭小、残缺(王哈生和刘国彬,1999)。

2.1.2 气候特征

渭河流域属大陆性季风气候,冬季受内蒙古高压控制,气候干燥寒冷,降水稀少,夏季受西太平洋副热带高压影响,高温雨多(张兴昌,1999),春秋季节气候温和多东风。

年均风速 2.4 ~ 2.7m/s;年平均气温为 7.8℃ ~ 13.5℃,最低月均气温一般在 -1℃ ~ 3℃,最高月均气温在 23℃ ~ 26℃,极端最高气温 42.8℃,极端最低气温 -28.1℃,年均气温由东向西,由渭河向两侧呈递减趋势。

区内多年平均降水量 610.4mm,7 ~ 10 月占全年的 60%以上;降水区域分布规律为南多北少,西多东少。泾河张家山以上大部分地区低于 600mm;洛河状头以上除宜君一带外在 510mm ~ 600mm 之间;渭北泾西地区 550mm ~ 650mm;渭北泾东地区 520mm ~ 600mm;渭河以南地区在 600mm 以上。

区内多年平均水面蒸发量 700mm ~ 1200mm,区域分布规律与降水相反,年内分配上 1 月最小,7 月最大,其变化规律与气温变化一致。年日照时数 2000 ~ 2500 小时,年积温($\geq 10^\circ\text{C}$)4000℃ ~ 4450℃,无霜期 155 ~ 219 天,早霜始于 10 月上、中旬,晚霜终于 3 月下旬 ~ 5 月上旬。

2.1.3 河流水系

渭河水系呈羽毛状,不对称分布。流域内集水面积在 100 km^2 以上的支流有 176 条,其中年均径流量在 1 亿 m^3 左右的支流有 16 条,自西而东,南岸依次有清姜河、清水河、伐鱼河、石头河、西汤峪以及黑河、涝河、沔河、灞河等 9 条;北岸有通关河、小水河、千河、漆水河、泾河、石川河、洛河等 7 条(孙阁,1989)。南岸支流源短流急,水量较丰,水质好,集水面积小;北岸的千河、泾河、石川河、洛河流经黄土高原及丘陵沟壑区,源远流长,集水面积大,水土流失严重,河流含沙量很高,水资源开发利用难度较大。

河流洪水一般由暴雨形成,洪水峰高量大。调查历史上渭河最大的洪峰流量:渭河林家村站 1933 年 6560 m^3/s ;渭河咸阳站 1898 年 11 600 m^3/s ;渭河华县站 1898 年 11 500 m^3/s ;泾河桃园站 1841 年 18 500 m^3/s ;

洛河状头站 1855 年 $10\,700\text{m}^3/\text{s}$ 。

渭河全流域多年平均输沙量 4.85 亿吨,其中泾河 2.47 亿吨,洛河 0.9 亿吨。泥沙主要来自渭河林家村以上、泾河张家山以上以及洛河状头以上。泥沙主要集中在汛期的 6~9 月份,占全年来沙量的 92.4% 以上。泾河含沙量最高,张家山多年平均含沙量 $148\text{kg}/\text{m}^3$,最大 $1430\text{kg}/\text{m}^3$ 。

2.1.4 水资源条件

(1) 水资源量

陕西省渭河流域多年平均自产水资源量为 $69.92\text{亿 m}^3/\text{a}$,平均产水深 $104.3\text{mm}/\text{a}$,其中地表水资源量 $69.186\text{亿 m}^3/\text{a}$,地下水资源量 $48.765\text{亿 m}^3/\text{a}$,两者之间相互转化的重复量为 $36.438\text{亿 m}^3/\text{a}$,外区重复量为 $4.593\text{亿 m}^3/\text{a}$ (陕西省水利厅,2002)。人均占有水资源量 $285.5\text{m}^3/\text{a}$,相当于全国水平的 12.4%,属于极度缺水。每公顷耕地占有水资源量 4200m^3 ,相当于全国水平的 17.71%,由此看来,属于水资源严重贫乏区(宋进喜和李怀恩,2004)。

(2) 水资源开发利用现状

采用现状供水量(2000 年为 51.01亿 m^3)与水资源总量(103.5亿 m^3)的比值作为水资源开发利用程度来综合反映区域水资源的利用状况,本区域的水资源开发利用程度为 47.9%,接近水资源总量的一半,利用程度较高。其中,地表水源供水量占自产水量的 28.3%,计入入境客水后,地表水资源的开发率为 20.6%,浅层地下水实际开采量占补给量的 78.5%,是可开采量的 99.1%,开发利用程度很高(陕西省水利厅,2002)。

2.1.5 社会经济

渭河流域涉及西安、宝鸡、咸阳、渭南、铜川、杨凌、延安、榆林等 8 个地市(区)的 60 个县(市、区)。集中了全省 60% 的人口,53% 的耕地,70% 的灌溉面积,68% 的粮食产量,64% 的农业产值,81% 的工业产值,87% 的国内生产总值。

渭河流域是陕西省主要的农业基地,耕地总面积 2497.2 万亩,农业总产值 289.21 亿元。渭河流域是陕西省政治、经济、文化的中心地带,是我国主要的国防科研、生产试验基地,以航空、航天、兵器、核工业等行业为骨干,已形成了电子、机械、冶金、石化、医药、轻纺、食品等门类齐全的、较为完善的工业体系,并将逐步形成以高科技产业为主导,以装备工业、国防科技和能源工业为支撑的现代化工业体系。

2.2 流域开发、管理现状

2.2.1 水资源开发利用现状

渭河流域水利开发利用历史悠久,修建于战国时期的郑国渠灌溉渭北泾东洛西平原 200 多万亩农田,使关中富甲天下。1934 年李仪祉先生主持修建了泾惠渠灌溉工程,继之又先后建成了渭惠渠、黑惠渠、沔惠渠、梅惠渠、涝惠渠、千惠渠、洛惠渠,合称“关中八惠”。建国以后,渭河流域进行了大规模的水利建设,形成了以自流引水为主,蓄、引、提、井相结合的水利灌溉网络,对流域内的社会经济发展起到了巨大的作用。目前,宝鸡峡等十大灌区节水改造工程、西安市黑河金盆水库、三原西郊水库等重点工程正在建设之中。

(1) 水源工程设施及供水

流域内建成大、中及小(一)型蓄水工程 129 座,总库容 16.7亿 m^3 ,有效库容 10.63亿 m^3 ;大、中及小(一)型引水工程 1635 处,年供水量 10.30亿 m^3 ;大、中及小(一)型抽水工程 3291 处,年供水量 4.39亿 m^3 ;机电井 12.90 万眼,其中农用机电井 12.29 万眼,城镇自来水源井及企事业单位自备井 0.66 万眼,年

供水量 30.40 亿 m^3 ; 污水处理工程两座, 年处理能力 0.8 亿 m^3 , 污水年回用量 350 万 m^3 。

流域内各类工程总可供水量为 51.01 亿 m^3 , 其中地表水供水量 20.56 亿 m^3 , 地下水供水量 30.40 亿 m^3 。

(2) 实际用水现状

流域内年总用水量为 51.01 亿 m^3 , 其中农田灌溉用水 27.68 亿 m^3 , 占总量的 54.3%, 工业、城镇、农村人畜、林牧渔业、生态环境及其他部门用水分别为 10.42 亿 m^3 、8.17 亿 m^3 、2.73 亿 m^3 、1.21 亿 m^3 和 0.80 亿 m^3 , 分别占 20.4%、16.0%、5.3%、2.4% 和 1.0%。

2.2.2 防洪减灾

暴雨洪涝是关中地区的主要自然灾害。据文献记载, 从 7 世纪初至今的 1395 年中有记载的洪涝灾害年份有 251 年, 出现频率为 18%, 即差不多每 5 年发生一次。

洪涝灾害给渭河流域的人民群众生命财产造成了重大损失(表 2-1)。据 1901 年至 1949 年资料统计, 50 年间, 关中地区发生洪涝灾害的年份共有 40 年, 其中最大的一次为 1933 年, 受灾面积为 215 万亩, 成灾 143 万亩, 受灾人口 27.62 万人, 倒塌房屋 12 414 间, 死亡人口 440 人。1950~2002 年的 52 年中, 关中地区累计因洪涝受灾面积 9498 万亩, 受灾人口 3851 万人, 其中最严重的 1883 年受灾面积 1158 万亩, 成灾 539 万亩, 死亡人口 520 人。

截止于 2000 年, 渭河中游两岸已经修建各类堤防 270.8km, 占河岸线总长的 78.9%, 修建护基坝 2895 座, 营造防护林 200km; 在千河、石头河、漆水河、黑河等较大支流上建成了冯家山、羊毛湾、石头河、金盆等大型水库, 使渭河中游的防洪减灾能力有了很大提高。

下游的防洪治理工程始建于三门峡水库建成的 20 世纪 60 年代初期。当时为了推迟和缓解移民压力, 保护 335m 高程以上地区人民财产安全, 兴建了渭河下游防护堤。三门峡水库蓄水运行后, 渭河下游河道淤积严重, 淤积末端不断上延, 致使洪水水位不断抬升。20 世纪 60 年代中期, 为了保护防洪堤安全, 控制河势, 开始修建河道治理工程, 截止于 2000 年, 共修建各类堤防工程 279.67km, 河道整治工程 58 处, 排水沟 10 条, 排水站 13 座, 修建南山支流水库 4 座, 布设渭洛河淤积监测断面 84 个。为了不影响特大洪水三门峡水库滞洪, 保障 15 万库区返迁移民安全, 自 1985 年以来, 逐步为返迁移民修建了防洪围堤 87.8km, 撤退道路 12 条, 避水楼 9000 余座。这些工程的修建和使用, 在一定程度上缓解了渭、洛河下游的防洪压力。

表 2-1 关中地区 1950~2002 年洪涝灾害灾情表

项 目	面积(万亩)		受灾人口 (万人)	农林牧渔 (亿元)	水利工程 (亿元)	交通通讯 (亿元)	工业城镇 (亿元)	损失总量 (亿元)
	受灾	成灾						
总 数	9053	3754	3646	11.96	8.84	4.16	5.72	30.68
平 均	174.10	72.20	70.12	0.23	0.17	0.08	0.11	0.59
年最大值	1157.7	538.7	365.3	1.615	1.148	0.932	1.103	3.622
年 份	1988	1981	1983	1983	1987	1982	1988	1988

2.2.3 水土流失治理

陕西省渭河流域水土流失严重, 总流失面积 4.8 万 km^2 , 占省内流域面积的 71%。截止于 2000 年底, 累计初步治理水土流失面积 1.68 万 km^2 , 建成淤地坝 1000 多座, 基本农田 1250 万亩, 营建水土保持林 950 万亩, 人工种草 170 万亩, 封禁治理 148 万亩。水土流失的治理, 减少了入渭入黄泥沙, 改善了农业生产条件, 促进了流域经济社会的稳定发展。

2.2.4 水污染防治

由于长期以来生产生活用水方式的不尽合理,渭河水污染情况形势严峻,为此,地方政府先后出台了《渭河水污染防治条例》、《渭河水污染物地方排放标准》、《渭河水环境保护功能区划》和《城市集中水源地保护区划分技术方法》等法规;加强了黑河、石头河、冯家山水库等十余处地表水源的保护;关停了 500 多家小企业,限期治理企业 249 家;建成了西安邓家村、北石桥两座污水处理厂,宝鸡、咸阳、渭南、铜川等地的污水处理厂均已开工建设。

2.3 流域开发、管理存在问题

渭河对陕西省的社会经济发展起着举足轻重的作用,然而,在渭河流域经济发展的同时,日益严重的水资源短缺、水质污染、生态环境恶化以及渭河下游泥沙淤积等环境问题,已经成为制约区域经济可持续发展的关键因素。

2.3.1 水资源短缺,供需矛盾日益尖锐

关中地区是我国北方资源型缺水地区,无论从相对数量还是绝对数量上衡量,该区水资源在全省乃至全国均很贫乏,关中地区人均水资源为 285.5m^3 ,仅为陕西省人均水资源的 25.5% 和全国的 13.2%,人均水资源量仅为全国的 15%,全省的 34% (史鉴和陈兆丰, 2002); 2000 年缺水量 $1.43 \times 10^9\text{m}^3$, 缺水率达到 21% 左右。近十多年来,渭河的入境水量连年减少。林家村断面 20 世纪 50 ~ 80 年代平均入境水量为 24.55 亿 m^3 ,但是 90 年代平均只有 10.72 亿 m^3 ,其中 1995 ~ 2000 年连续 6 年都不足 10 亿 m^3 ,最低的 1997 年只有 4.02 亿 m^3 ,为近 50 年来的最枯值。

关中地区水资源开发利用率极高,2000 年共用水 $5.00 \times 10^9\text{m}^3$,水资源开发利用率高达 60.9%,超过联合国规定的合理水资源开发利用率 30% 的标准两倍以上,持续地对水资源高度的开发利用将不可避免地破坏流域的水生生态环境和流域地质条件。

由于径流量的大幅减少,不得不扩大地下水的开采量,以致造成地下水大面积超采,1986 ~ 2000 年累计超采地下水 69.6 亿 m^3 ,2000 年关中地区地下水开采量达 $3.00 \times 10^9\text{m}^3$,占总用水量 60%,地下水超采 1.7%,部分地区长期超采,已形成多处下降漏斗,导致地面裂缝、下沉等环境问题。以西安市为例,据省地矿部门统计资料,西安累积沉降量大于 100mm 的面积为 100km^2 ,大于 1000mm 的面积为 41km^2 ,最大累积沉降量已达 2300mm,沉降速率为 30 ~ 93mm/a,远超出 2 ~ 4mm/a 的区域形变率(司全印, 2000)。

关中地区是陕西省重要的农业生产基地,水利化程度较高,然而泾惠渠、交口、洛惠渠等大型灌区多为径流式引水,灌溉保证率低,加之河源来水锐减,关中灌区有约 50% 的灌溉面积不能适时适量灌溉。与此同时,生态环境用水保证率极低,区内各市以牺牲生态环境用水来发展生产,75% 频率年关中地区生态环境用水平均保证率仅 42.74%,各水文站最高生态环境缺水率达 67%,最低也达 27% (宋进喜和李怀恩, 2004),过度抢占生态环境用水加剧了渭河水资源污染程度,更使渭河下游成为了地上悬河。

由于水资源短缺,加之缺乏控制性工程,用水高峰季节,造成河道干涸,井水剧降;城镇和工农业用水都极为紧张,生态用水更加短缺。缺水已经成为制约区域经济发展的“瓶颈”,随着区域经济的、社会的进一步发展和城镇人口的增加,即使在强化节水条件下,如果不再增加新的供水量,预计到 2010 年将会缺水 28 亿 m^3 ,水的供需矛盾将进一步激化。

水资源的供需矛盾以及不合理的水资源开发利用方式产生的诸多生态环境退化与破坏问题逐渐暴露,这些问题正是影响地区可持续发展的制约因素。可以预测,伴随着经济社会发展,水资源问题将是制约经济社会可持续发展的“瓶颈”,水资源供给难以支撑流域社会经济持续的高速增长,如何解决这一问题成为关中地区可持续发展的关键。

2.3.2 水质污染严重,且有不断加剧的趋势

渭河是关中地区惟一的废污水承纳和排泄通道,全省 80% 以上的工业废水和生活污水通过渭河排泄。随着流域经济的发展和城镇人口的增加,工业废水和城市污水排放量逐年增大,2002 年流域废污水排放量达到 9.29 亿吨,是 20 世纪 80 年代初的 3 倍。而相应的污水治理工程设施建设严重滞后,绝大部分排污口超标排放,大量未经任何处理或未有效处理的工业废水和城市污水直接排入河道。

陕西省环保局在渭河干流上共设省控水质监测断面 13 个,第一个林家村为进入陕西省对照断面,其余 12 个断面控制宝鸡、咸阳、西安、渭南四地市河段的水质状况。监控河长 495km,每年取得监测数据 1500 个。

从渭河干流 1996~2002 年的水质监测数据(表 2-2)可以看出,渭河水体已遭受严重污染,已经失去作为饮用水源和一般工业用水水源的利用价值;渭河呈有机型污染,宝鸡、咸阳、西安、渭南各河段水质均超过了 V 类标准,而且仍有进一步恶化的趋势,如果不及时采取有效的保护措施,农田灌溉这一功能也会丧失。

表 2-2 1996~2002 年渭河水质监测多年平均值统计表(单位:mg/l)

断 面	溶解氧	高锰酸盐指数	生化需氧量	氨氮	亚硝酸盐氮	挥发酚	总氰化物	汞	六价铬	石油类
林 家 村	9.1	3.5	1.9	1.16	0.061	0.001	0.001 14	0.000 01	0.0017	0.05
卧龙寺桥	6.0	15.5	15.2	13.40	0.554	0.014	0.006 29	0.000 01	0.0017	0.82
虢 镇 桥	5.6	14.1	14.2	11.94	0.420	0.011	0.006 43	0.000 25	0.0017	1.00
常 兴 桥	7.4	7.9	7.0	1.87	0.198	0.003	0.001 57	0.000 01	0.0017	0.90
兴 平	3.2	26.9	10.2	9.66	0.151	0.021	0.010 43	0.000 01	0.0089	0.54
南 营	3.2	27.3	10.2	8.98	0.149	0.030	0.012 14	0.000 01	0.0083	0.80
咸阳铁桥	2.9	60.2	21.9	10.26	0.144	0.051	0.010 14	0.000 07	0.0401	2.52
天江人渡	2.3	49.2	19.9	8.04	0.136	0.058	0.016 29	0.000 12	0.0667	4.06
耿 镇	2.7	37.7	15.8	8.60	0.119	0.036	0.008 43	0.000 07	0.0309	2.89
新 丰 桥	3.0	28.6	10.4	7.68	0.154	0.031	0.004 29	0.000 15	0.0380	2.00
沙 王 渡	3.1	25.5	34.9	9.47	0.290	0.009	0.004 29	0.000 04	0.0123	1.30
树 园	3.0	32.0	37.0	8.80	0.270	0.010	0.003 71	0.000 04	0.0136	1.31
潼关吊桥	5.2	21.1	23.1	8.44	0.200	0.007	0.004 43	0.000 06	0.0111	1.18

渭河干流水污染较为严重(表 2-3),除干流林家村河段属Ⅲ类水质外,其余均为超 V 类水质。主要污染物为耗氧有机物、氨氮、石油类及挥发酚。

渭河支流 10 条主要支流中,除小水河、通关河属Ⅲ类水质,黑河黑峪口以上属Ⅱ类水质,溺河马渡王段属Ⅲ类水质外,其余均为超 V 类水质。

泾河属Ⅲ类水质,入渭口为 V 类;北洛河全部为超Ⅲ类水质,状头段属Ⅳ类水质,下游王谦段为 V 类,属有机污染。