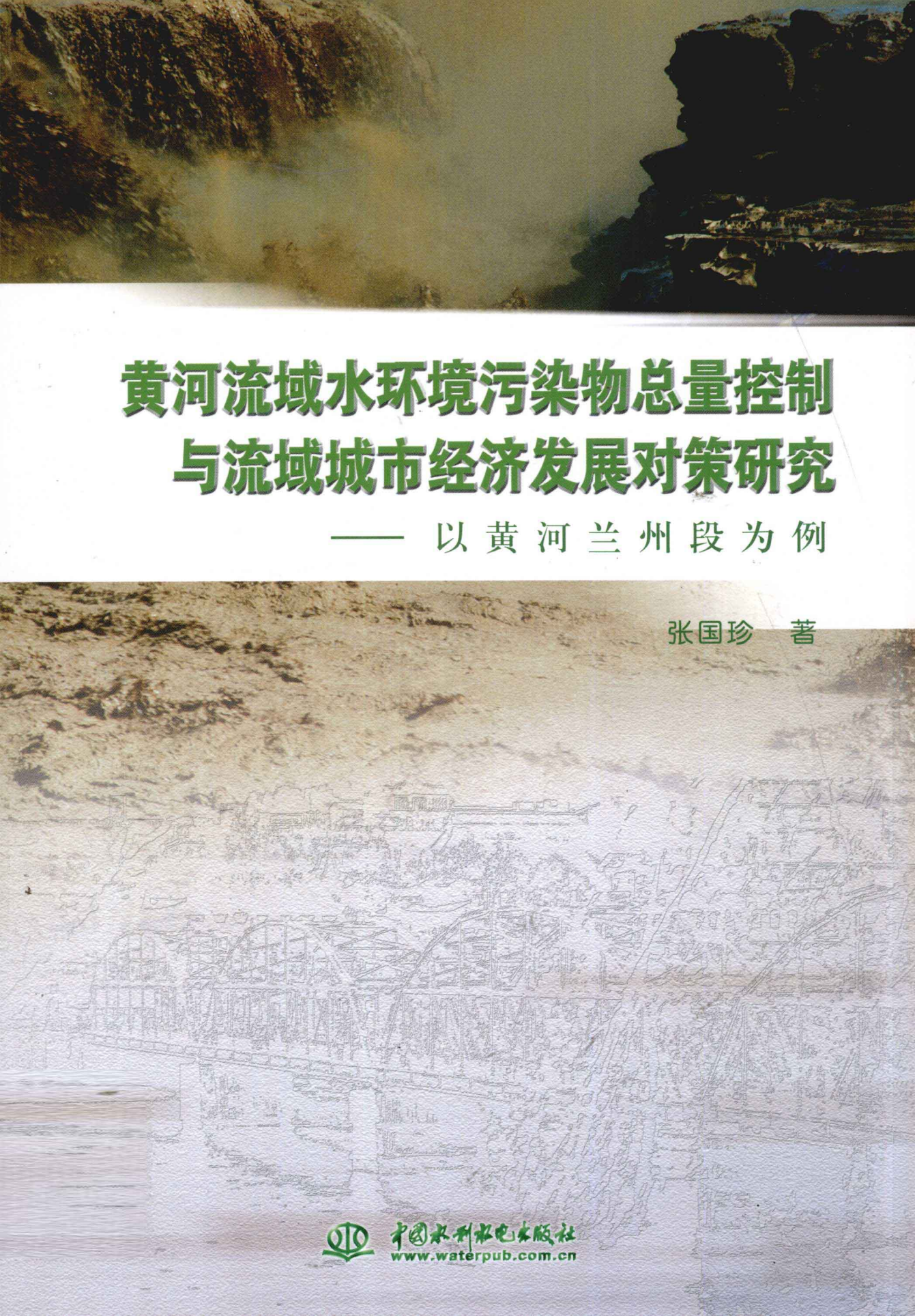




黄河流域水环境污染物总量控制 与流域城市经济发展对策研究

—— 以黄河兰州段为例

张国珍 著



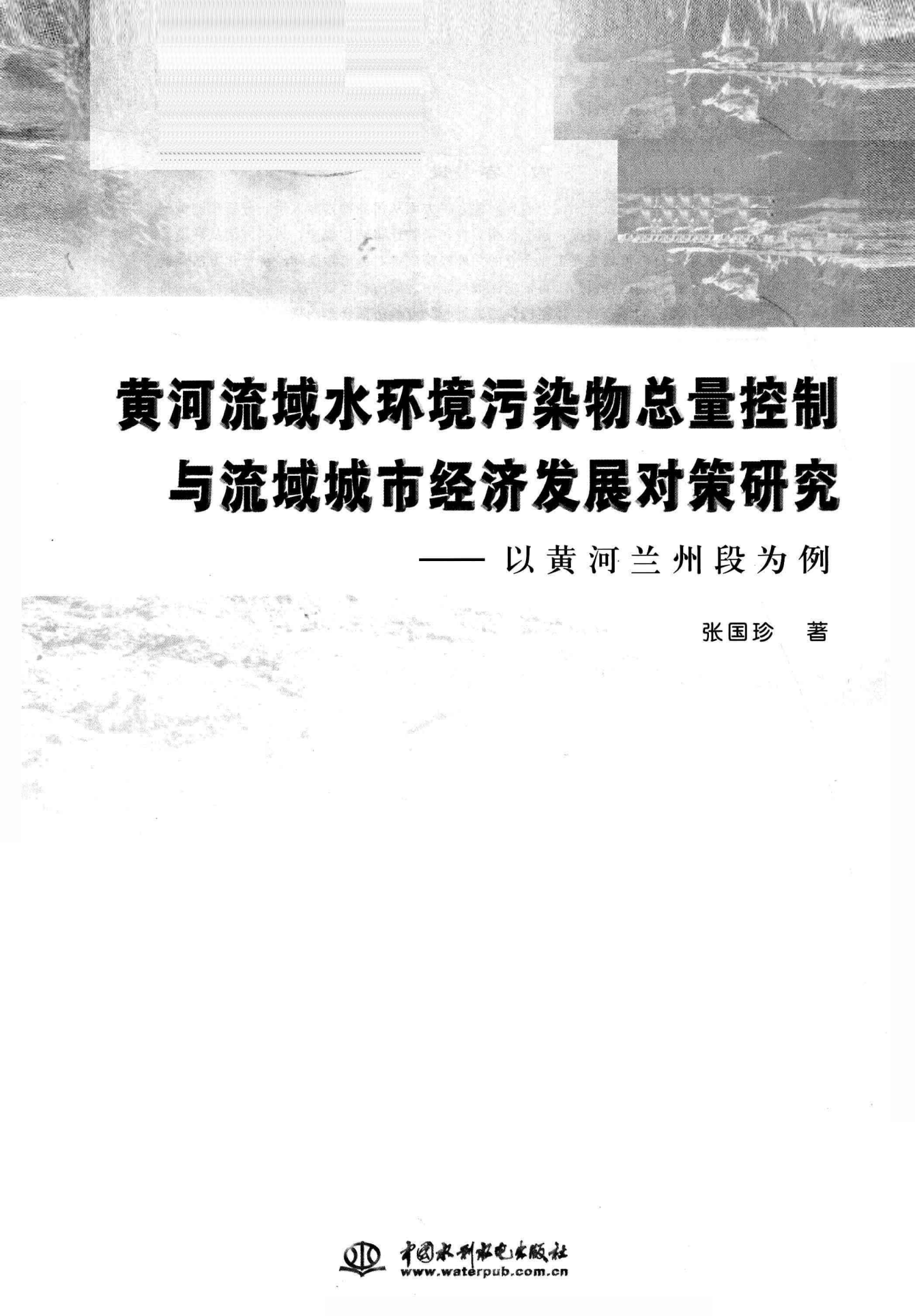
中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

黄河地区水环境污染总量控制 与流域城市经济发展对策研究

——以渭河、泾河、泾河、泾河为例

王学军 著

中国环境出版社



黄河流域水环境污染物总量控制 与流域城市经济发展对策研究

—— 以黄河兰州段为例

张国珍 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以黄河流域兰州段为研究对象,一方面从污染物排放入手,分析预测黄河上游污染物排放总量情况,建立模型寻找污染物迁移转化规律;另一方面从环境经济学入手,分析流域主要工业企业的污染经济成本,找出污染物经济量化方法,研究环境经济市场运行机制。再依据流域与城市之间的相互依存关系,找出污染物排放与环境经济的结合点,建立污染物总量与环境经济耦合互动指标体系。通过对兰州市产业和工业结构进行优化,为兰州市经济发展、建立流域工业发展调控体系提供理论指导,从而最终促使环境与经济的协调发展。

本书可作为相关院校、科研院所的研究参考资料,也可供政府相关管理部门、相关工程技术人员参考借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

黄河流域水环境污染物总量控制与流域城市经济发展
对策研究:以黄河兰州段为例 / 张国珍著. — 北京:
中国水利水电出版社, 2010. 11
ISBN 978-7-5084-8031-2

I. ①黄… II. ①张… III. ①黄河流域—水污染—污
染防治—研究②黄河流域—城市—经济发展—研究 IV.
①X143②F299. 27

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第216315号

书 名	黄河流域水环境污染物总量控制与流域城市经济发展对策研究 ——以黄河兰州段为例
作 者	张国珍 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales@waterpub. com. cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 11.75印张 279千字
版 次	2010年11月第1版 2010年11月第1次印刷
印 数	0001—1500册
定 价	32.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

黄河是甘肃经济发展的重点区域。近年来黄河水污染日益加重，直接影响到河两岸百万人民的身体健康和工农业的正常生产。本书研究黄河兰州段水资源和水污染状况，并结合区域工业布局情况，找出适合现状的污染环境容量计算方法，并计算出兰州市水资源价值和污废水处理成本，得出排污收费的基价，以便引进排污交易的经济手段，使市场经济价值规律的作用得以发挥，构建环境经济与污染物总量的关联指标体系。从而为兰州市工业布局、经济发展提供一定的决策依据，促使环境主体主观上主动为经济、环境协调可持续发展服务，从而缓解水资源危机，保障国民经济持续发展。

在国外，较早就开展了对水污染造成的环境损害效益的研究，并取得了一定的研究成果。总的思路，概括起来就是用户所受到的一定水质降低的损失，为弥补损失而采取的最便宜的综合措施费用的总和，即常用的恢复费用法、防护费用法，将遭受损失的所有用户的损失加起来，即为总损失量。对于某种污染物，采用水质浓度与年损失的关系图能很直观地反映出一种污染物引起水质浓度变化时的经济损失量。在国内，大部分水污染损失研究是依附于环境污染损失或生态损失将其作为环境污染研究的一个子系统开展工作的。将水污染作为一个独立的损害因子，研究它对社会、经济和人群造成的影响，在中国开展得并不充分。

本书笔者一方面从污染物排放入手，通过对黄河兰州段水质现状进行了详细的调查，分析黄河兰州段主要污染物排放总量情况，建立环境容量模型寻找污染物迁移转化规律，从而确定各类污染物的环境容量，再由其准确地确定区域内污染物排放总量的限制程度；另一方面从环境经济学入手，在对黄河流域以及黄河兰州段水资源的存在量以及开发利用的情况进行详细地调查分析基础上，计算出黄河兰州段的水资源价值，同时运用成本—费用—等标负荷量模型计算出兰州市污废水处理的成本。结合黄河兰州段水资源价值和兰州市污废水的处理成本，分析污染物排放对兰州市环境和经济造成的损

失，找出污染物排放造成环境和经济损失的量化方法，再将以上两方面结合起来，通过适当的模型对兰州市的产业和工业结构进行分析研究，提出适合于兰州市实际情况的产业发展路线和合理的工业布局。

本书引进了排污交易的经济手段，使市场经济价值规律的作用得以发挥，促使环境主体主观上主动为经济、环境协调可持续发展服务，从而缓解水资源危机，保障国民经济持续发展。所以，本书的出版对研究兰州市产业和工业结构的优化，建立流域工业发展调控体系，具有较好的参考价值。

编 者

2010.7.14

目 录

前言

第1章 导论	1
1.1 选题	1
1.1.1 研究的重要性	1
1.1.2 研究的目的和意义	1
1.2 黄河流域概况	2
1.2.1 黄河流域地理状况	2
1.2.2 黄河流域水资源状况	2
1.2.3 黄河流域污染状况	3
1.2.4 黄河流域社会经济发展概况	6
1.3 研究主要成果综述	6
1.3.1 黄河兰州段污染物排放分析预测	6
1.3.2 污染物排放对环境和经济造成的损失评估模型对比	7
1.3.3 污染物排放和经济发展内在关系研究	7
1.3.4 污染排放总量与排污交易体系研究	7
第2章 黄河兰州段水环境	8
2.1 黄河兰州段水资源现状	8
2.1.1 兰州市地表水	8
2.1.2 兰州市地下水	13
2.1.3 水文要素及水资源分布状况	19
2.1.4 兰州市水环境功能区划及状况	21
2.2 黄河兰州段水环境状况	21
2.2.1 黄河兰州段污染源调查	21
2.2.2 黄河兰州段污染物排放状况	27
2.2.3 黄河兰州段水环境污染现状	32
2.2.4 水体污染特点及水质变化趋势	35
2.2.5 黄河兰州段水环境污染成因分析	37
2.3 水质、水量综合评价	39
2.3.1 河流水质评价方法	39
2.3.2 黄河兰州段水质模型	44
2.3.3 水质模型在黄河兰州段的应用	53

第3章 兰州经济发展..... 67

3.1 兰州经济产业..... 67

3.1.1 兰州产业结构状况及增长特点 67

3.1.2 兰州国民经济总体水平现状及增长特点 67

3.1.3 兰州污染产业现状 67

3.2 兰州工业结构状况..... 70

3.2.1 工业行业结构状况 70

3.2.2 企业结构规模 71

3.3 兰州经济产业布局及结构调整..... 71

3.3.1 黄河兰州段经济产业带存在的问题 71

3.3.2 产业布局及结构调整建议 71

第4章 黄河兰州段污染物总量控制研究 73

4.1 污染物总量控制..... 73

4.1.1 污染物排放总量控制的实质 73

4.1.2 总量控制方法的主要类型和优点 73

4.1.3 总量控制方法的应用范围 74

4.1.4 总量控制与浓度控制的区别与联系 74

4.1.5 黄河兰州段总量控制的技术方法 75

4.2 黄河兰州段水环境容量..... 78

4.2.1 水环境容量概述及基本特征 78

4.2.2 水环境容量模型的选取 81

4.2.3 黄河兰州段水环境容量计算 85

4.3 总量控制指标及削减量的分配..... 90

4.3.1 剩余环境容量计算 90

4.3.2 制定污染物控制量与削减量 91

4.3.3 污染物削减量分配的原则 92

4.3.4 黄河兰州段污染物削减量的分配 93

第5章 黄河兰州段水环境污染与经济发展关系分析 96

5.1 环境经济分析..... 96

5.1.1 环境与经济的辩证关系 96

5.1.2 环境资源的经济价值构成 97

5.1.3 水资源价值的计算模型 98

5.2 黄河兰州段水环境经济模型研究 102

5.2.1 宏观经济模型 102

5.2.2 需水模型 103

5.2.3 水污染控制模型 104

5.2.4 环境—经济优化模型 108

5.3 水污染—经济损失模型	110
5.3.1 模型的分析对比	110
5.3.2 黄河兰州段水污染造成的经济损失	115
第6章 经济—环境协调发展对策	127
6.1 兰州市经济发展对策研究	127
6.1.1 工业布局调整	127
6.1.2 产业和工业结构优化	128
6.1.3 技术性控制对策	131
6.1.4 宏观性控制对策	132
6.1.5 管理性控制对策	133
6.2 流域城市水环境污染应急对策研究	134
6.2.1 建立水环境污染水质预警与管理系统	134
6.2.2 建立水环境综合治理应急预案	134
6.2.3 建立水环境污染后利益相关方协调方案	136
第7章 水环境污染物总量控制下的环境经济对策研究	137
7.1 环境污染治理的经济手段研究	137
7.1.1 环境经济手段的内容及特点	137
7.1.2 庇古手段和科斯手段	137
7.1.3 环境经济手段的选择及运用	138
7.2 排污交易权研究	139
7.2.1 排污权交易模式概况	139
7.2.2 排污权交易的市场模式研究	140
7.2.3 排污权初始分配及交易价格研究	141
7.3 黄河兰州段排污权交易模式研究	143
7.3.1 污染物排放控制模式	143
7.3.2 排污收费计算方法分析	144
7.3.3 污水中一般污染物收费标准的确立	145
7.3.4 总量控制与排污交易权分析	153
7.3.5 黄河流域兰州段排污交易模式的基本构架	156
第8章 结论及展望	158
8.1 结论	158
8.2 展望	159
附录 地表水环境质量标准 (GB 3838—2002)	162
参考文献	174
后记	179

第 1 章 导 论

1.1 选 题

1.1.1 研究的重要性

近十年来,随着黄河流域社会经济的快速发展,流域污废水排放量急剧增加,加之天然来水量偏少,黄河流域水质污染日益加重。特别是“十五”以来,水污染形势更为严峻。

黄河兰州段是兰州城区及周边县区生活用水和工农业用水的主要来源,是甘肃省经济发展的重点区域。黄河水质的好坏直接影响到两岸百万人民的身体健康和工农业的正常生产。

兰州作为甘肃省的省会,其重要的政治、经济和文化地位对整个甘肃省具有重要的作用。兰州作为典型的流域城市,其水资源主要依赖黄河的过境水量。黄河干流从本市流过,其独特的地理位置和特殊的水文地质条件使其与整个兰州的经济息息相关。

兰州是一个以石油化工为主的重工业城市,随着改革开放的深入,市场经济不断发展,近年来,兰州市的工业经济得到了迅猛发展,与此同时,产生的工业废水也在逐年增加。同时,湟水等主要支流沿途也接纳了大量的污废水,又加重了黄河兰州段水质的污染程度。加之沿河城镇人口急剧膨胀,生活污水排放量逐年增大,天然水量减少,用水量大增,使水体环境容量和稀释自净能力降低,污染负荷加大,导致黄河水污染日益加重。

因此,合理开发和保护现有水资源和水环境,是兰州市经济发展和腾飞的重要环节。“水可载舟,亦可覆舟”,在开发和保护方面做好水的文章,才有可能推动经济持续协调发展。加大黄河兰州段水环境污染综合治理力度,已刻不容缓。

1.1.2 研究的目的和意义

作为唯一流经兰州市的地表河流,黄河成为兰州市工农业用水和人畜饮用水的主要水源,其独特的地理位置和特殊的水文地质条件使其与整个兰州的经济息息相关。而作为一个重工业城市,兰州市的工业布局不是很合理,各类企业排放的污水不但水量大,而且污染物种类多,再加之人们的环保意识还比较淡薄以及兰州市污水处理程度的不足,导致黄河兰州段水质受到严重污染。

本书研究黄河兰州段水资源和水污染情况,并结合区域工业布局情况,找出适合现状的污染环境容量计算方法,并计算出兰州市水资源价值和污废水处理成本,得出排污收费的基价,以便引进排污交易的经济手段,使市场经济价值规律的作用得以发挥,构建环境经济与污染物总量的关联指标体系。从而为兰州市工业布局、经济发展提供一定的决策依据,促使环境主体主观上主动为经济、环境协调可持续发展服务,缓解水资源危机,保障

国民经济持续发展。另外，本书还对兰州市产业和工业结构进行了优化，建立流域工业发展调控体系，为从源头主动控制污染提供具体措施，从而达到环境—经济—社会的协调可持续发展。

1.2 黄河流域概况

1.2.1 黄河流域地理状况

黄河全长 5464km，在山东省利津县注入渤海，流域面积达 75.2443 万 km^2 ，如果加上鄂尔多斯内流区面积，则为 79.4 万 km^2 。包括与黄河密切相关的河南、山东两省的沿黄地区在内，总共有耕地 3 亿亩，居住着 1.2 亿人口。黄河可分为上游、中游、下游三段，各段地势、气候等环境特征各有不同。

上游规划自源头至内蒙古的河口镇，高程由 4500m 降至 1000m，流域面积 384000 km^2 ，占全流域面积的一半。自甘肃省兰州市以上，河流由西往东，流域内地势崎岖，平地稀少，每年雨量为 300~600mm。虽然雨量并不丰富，但因人口稀薄，用水需求量不大，成为黄河水资源主要供应区。自兰州以下，河道转往北方，进入沙漠地区，雨量略减，流域面积也小，但途经青铜峡（宁夏）灌区和巴盟黄河（河套）灌区，这两地区的用水量极大。以黄河平均年径流量 580 亿 m^3 计算，上游自兰州以上地段的流入量为 323 亿 m^3 ，而采用量不过是 18 亿 m^3 ，但自兰州至河口镇地段，流入量为 6 亿 m^3 ，而采用量为 103 亿 m^3 ，是为黄河得益最大地区，也是从水资源考虑上“入、出”最不平衡的地段。

黄河中游于河口镇至河南省花园口之间，流域面积 344.000 km^2 ，河道高程由 1000m 降至 400m。中游南段的主要支流为汾河与渭河，中游北段途经黄土高原，流域气候干旱，水土流失严重。黄土高原为黄河流域的主要产沙区，每年产沙 10 多亿吨。

河南孟津以下的黄河河段为黄河下游，流域面积积极小，只拥有两岸大堤以内的滩地和泰山北麓的高地。流域两旁地区人口密集，农业发达，对河水的需求量很大，据 2004 年统计数据年流入量为 21 亿 m^3 ，而采用量达 88 亿 m^3 。如果用水方法不作有效调整，黄河流域将严重缺水。

1.2.2 黄河流域水资源状况^[1~2]

黄河是西北、华北地区的重要水源，天然年径流量 580 亿 m^3 ，其中花园口断面 559 亿 m^3 ，约占全河的 96%；兰州断面天然年径流量 323 亿 m^3 ，约占全河的 56%。从产流情况分析，水量主要来自兰州以上和龙门到三门峡区间，该两区所产径流量约占全河的 75%。

1998~2004 年黄河流域水资源状况详见表 1.1，供水量和用水量情况详见表 1.2。

随着供水范围的不断扩大和供水要求的持续增长，黄河承担的供水任务已超过其承载能力，黄河水资源的供需矛盾日益尖锐。黄河河川径流量为 580 亿 m^3 ，扣除维持黄河生态环境最低需水量 200 亿 m^3 和下游河道蒸发渗漏损失量 10 亿 m^3 后，剩余的可供耗用水量为 370 亿 m^3 ，另外，地下水可开采量 110 亿 m^3 ，则在无跨流域调水情况下黄河可供水

表 1.1 1998~2004 年黄河流域水资源状况

年份	降水量 (mm)	地表水资源量 (亿 m ³)	地下水资源量 (亿 m ³)	地下与地表水 资源不重复量 (亿 m ³)	水资源总量 (亿 m ³)
1998	3679.00	553.40	396.10	272.30	677.20
1999	3181.30	523.80	393.80	291.80	625.80
2000	3043.46	456.07	351.56	241.78	565.85
2001	3210.46	416.46	323.33	223.77	516.02
2002	3211.84	300.30	320.65	217.91	403.04
2003	4417.00	685.80	426.30	141.50	970.60
2004	3353.70	518.50	352.40	109.50	761.40

表 1.2 1998~2004 年黄河流域供、用水量 单位: 亿 m³

年份	供 水 量				用 水 量				
	地表水	地下水	其他 水源	总供 水量	生活和 公共用水	工业用水	农牧业 用水	生态用水 和农村人 畜饮水	总用水量
1998	268.70	127.78	1.88	398.36	8.17	29.03	312.72	14.88	364.80
1999	271.14	133.51	2.14	406.79	9.63	29.88	338.00	15.23	392.74
2000	256.04	134.76	2.82	393.62	12.29	32.31	305.77	15.52	365.89
2001	336.79	137.76		474.55	13.84	31.67	300.38	15.90	361.79
2002	359.50	135.43		494.93	13.56	37.07	315.82	15.78	382.23
2003	296.04	133.08		429.12	25.73	40.85	262.17	7.60	336.45
2004	312.02	132.73		444.75	27.22	38.67	268.75	7.56	342.30

资源总量为 480 亿 m³。而在采取节水措施、调整产业结构、限制高耗水产业发展的前提下, 流域及流域外供水区 2010 年、2030 年和 2050 年总需水量将分别达到 520 亿 m³、590 亿 m³ 和 640 亿 m³, 这将远远超过黄河的供水能力。

1.2.3 黄河流域污染状况^[2]

黄河流域污水排放主要集中在一些大中城市所在的河段, 即部分干流和渭河、汾河、湟水、伊洛河等重要支流。

1.2.3.1 水质状况

对黄河干流及主要支流的代表河段进行水质评价, 评价标准采用《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)。评价项目包括 pH 值、溶解氧、氨氮、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、化学需氧量、氰化物、砷、挥发酚、六价铬、铜、锌、镉、铅、汞、氟化物等。1998~2004 年黄河干流及主要支流代表河段水质评价结果详见表 1.3。

根据黄河水资源保护的要求, 干流水质一般应达到Ⅲ类水质标准。从表 1.3 可知, 近年来黄河水质恶化趋势进一步加大。优于Ⅲ类水体逐步减少, 而Ⅴ类和劣Ⅴ类水体增大趋势明显, 所占比例越来越大。

表 1.3

1998~2004 年黄河水质状况

年份	评价河长 (km)	I 类 (%)	II 类 (%)	III 类 (%)	IV 类 (%)	V 类 (%)	劣 V 类 (%)
1998	7247		4.5	24.8	36.9	9.3	24.5
1999	7247		7.4	32.1	26.1	10.5	23.9
2000	7247		3.0	35.7	20.1	17.2	24.0
2001	7497		1.5	30.2	26.4	16.5	25.4
2002	7497		5.1	14.3	17.6	15.8	47.2
2003	13721.10	7.6	14.1	11.8	17.7	16.8	32.0
2004	7497		15.9	10.6	28.2	9.2	36.1

1.2.3.2 入河排污口分布

黄河流域入河排污口主要分布在黄河干流及湟水、汾河、渭河、洛河、沁河水系，且集中于沿河城镇分布的河段，这 6 个水系占全流域排污口总数的 72.5%。从地域分布看，山西省调查的入河排污口数量最多，占全流域的 38.3%。流域内共调查入河排污口 1708 个，其中常年连续排放的排污口有 1481 个，占 86.7%，间断排放的排污口 227 个，占 13.3%。从排放方式上看，以明渠漫流排放为主，占 69.7%，其中绝大部分没有采取任何防渗措施；以暗管排放的占 30.0%；通过泵站排放的较少，仅占 0.3%。从排放污水的性质看，以工业废水为主的排污口占 70.4%，以生活污水为主的排污口占 10.8%，混合污水排污口占 18.8%。

全流域调查的入河排污口中，污废水年入河量大于 1000 万 m³ 的排污口占 4.3%，主要分布在大中城市河段，在 100 万~1000 万 m³ 之间的排污口占 23.5%，在 10 万~100 万 m³ 之间的排污口占 45.1%，小于 10 万 m³ 的占 27.2%。

1.2.3.3 排污口污废水排放量

近年来，流域污废水排放量总体呈增加趋势。2000 年，黄河流域污废水排放总量为 42.22 亿 t，其中工业废水 30.68 亿 t，生活污水 11.54 亿 t，分别占污废水年排放总量的 72.7%和 27.3%，是 20 世纪 80 年代的 2 倍多。而水利部 2004 年底所下发的《关于黄河限制排污总量的意见》指出，“黄河流域污废水排放量为 42.7 亿 t/a，其中工业废水约占总量 69%，生活污水约占总量 31%”。

从各水系污废水纳入量看，黄河干流及汾河、渭河、大汶河、洛河、湟水水系较大，年纳入量占全流域污废水排放总量的 76.2%。从各省区污废水排放量看，以甘肃省最大，占全流域的 17.9%；其次是山西省，占 17.0%；最小的是青海省，仅占 5.7%。

全流域调查的污废水排放量主要集中在一些大中型排污口，污废水年排放量大于 500 万 m³ 的排污口仅占全流域排污口总数的 8.1%，而污废水排放量却占全流域调查污废水排放总量的 79.8%。污废水年排放量小于 50 万 m³ 的排污口占全流域排污口总数的 60.7%，污废水排放量仅占全流域污废水排放总量的 4.8%。

以 1982 年、1990 年及 2000 年黄河流域污废水排放量为代表年，对其流域污废水排放量变化进行分析^[3]，相应指标见表 1.4。

表 1.4

黄河流域代表年污废水排放量

单位: 亿 t

项目	1982 年	1990 年	2000 年	20 世纪 80 年代年均增长	20 世纪 90 年代年均增长
污废水排放量	21.7	32.6	42.2	5.2%	2.6%

由表 1.4 可以看出, 1982~1990 年这 8 年中污废水排放量增加了 10.9 亿 t, 年均增长 5.2%; 自 1990 年后的 10 年中, 污废水排放量增加了 9.6 亿 t, 平均每年增加 2.6%, 即 20 世纪 90 年代较 80 年代流域污废水排放量增加趋势明显减缓。

1982 年、1990 年及 2000 年流域工业废水和生活污水排放量及其相应指标对比情况见表 1.5。

表 1.5

黄河流域代表年工业废水和生活污水排放量及其相应指标

项 目	1982 年	1990 年	2000 年
生活污水排放量 (亿 t)	21.7	32.6	42.2
工业废水排放量 (亿 t)	17.4	23.3	30.7
工业废水所占比例 (%)	80.2	71.5	72.7

对表 1.5 数据进行分析, 可以得出: 流域内工业废水排放量一直处于增长趋势, 但与生活污水排放量增长变化不同, 工业废水排放量增长幅度不大, 20 世纪 90 年代较 80 年代仅下降了一个百分点。工业废水占总污废水排放量的比例呈逐年下降趋势, 由 80 年代初占 80% 下降到目前的 72% 左右。近 20 年来流域生活污水排放量一直呈增长趋势, 原因在于流域城镇人口翻了番, 城市化率由原来的 19% 增加至 2000 年的 26%, 城市化率与生活污水所占排污总量的比例基本保持一致。另外, 流域内人均污废水排放量由 20 世纪 80 年代的 28m^3 增加至 90 年代的 47m^3 , 但 2000 年, 却比 1990 年略有下降, 变为 40m^3 。主要原因是 80 年代生活水平的显著提高, 人均用水量也相应增加; 到了 90 年代, 由于加强节水、提高水重复利用率等措施, 虽然用水量有一定增长, 但人均排放污废水量变化不大, 并略有下降。

1.2.3.4 排污口污染物入河量

全流域调查的入河排污口主要污染物年入河量约为 117.1 万 t, 其中 COD_{Cr} 年入河量 97.3 万 t, 已占全国 COD_{Cr} 排放总量的 13.3%。氨氮年入河量 12.4 万 t, 挥发酚年入河量 0.133 万 t。

黄河干流上排污口的 COD_{Cr} 入河量最大, 年入河量为 18.8 万 t, 占全流域调查排污口 COD_{Cr} 入河总量的 19.3%; 氨氮入河量最大的是渭河水系, 年入河量为 3.45 万 t, 占全流域总量的 27.8%; 挥发酚入河量最大的是汾河水系, 年入河量 0.0403 万 t, 占全流域总量的 30.3%。

从黄河干流各河段看, 排污口主要污染物入河量最大的为甘肃、宁夏、内蒙古、晋陕 4 个河段 (刘家峡至龙门区间), 入河量占干流入河总量的 96% 以上, 龙门以下河段入河量很少。在排污口排入黄河的污染物中, COD_{Cr} 污染负荷最大, 污染负荷比为 39.0%; 其次是氨氮和挥发酚, 污染负荷比分别为 34.6% 和 8.9%; 氰化物和总汞的等标污染负荷较小, 污染负荷比分别为 0.2% 和 0.4%。

黄河流域超过《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)排放污水的排污口达 932 个,占监测排污口总数的 57.6%,表明有一半以上的排污口未达到排放标准。其中黄河干流有 98 个排污口超标,占干流入河排污口数的 64.1%;渭河水系有 163 个排污口超标,占该水系入河排污口数的 69.4%;汾河水系有 162 个排污口超标,占该水系入河排污口数的 39.3%;洛河水系有 93 个排污口超标,占该水系入河排污口数的 50.8%。

从污染物的超标状况看, COD_{Cr} 超标的排污口数最多,达 720 个,超标排污口数占入河排污口数的 44.5%;其次是氨氮和挥发酚,超标排污口数分别占入河排污口总数的 17.7% 和 13.5%。其他评价因子也均有不同程度的超标,但超标数均在 11% 以下;总汞的超标排污口数量最少,仅占 0.2%^[4]。

1.2.4 黄河流域社会经济发展概况

黄河流域很早就是中国农业经济开发地区。上游的宁蒙河套平原、中游汾渭盆地以及下游引黄灌区都是主要的农业生产基地。目前黄河上中游地区仍比较贫困,加快这一地区的开发建设,尽快脱贫致富,对改善生态环境,实现经济重心由东部向中西部转移的战略部署具有重大意义。

历史上黄河流域工业基础薄弱,新中国成立以来有了很大的发展,建立了一批能源工业、基础工业基地和新兴城市,为进一步发展流域经济奠定了基础。能源工业包括煤炭、电力、石油和天然气等,目前,原煤产量占全国产量的一半以上,石油产量约占全国的 1/4,已成为流域内最大的工业部门。铅、锌、铝、铜、铂、钨、金等有色金属冶炼工业,以及稀土金属工业有较大优势。黄河下游防洪保护区是我国重要的粮棉基地之一,粮食和棉花产量分别占全国的 7.7% 和 34.2%,农业产值占全国的 8%。

1.3 研究主要成果综述

1.3.1 黄河兰州段污染物排放分析预测

调查了黄河兰州段小川至安宁渡的 22 个排污口后,发现其中小川至新城桥有 4 个排污口,新城桥至包兰桥有 14 个排污口,包兰桥至安宁渡有 4 个排污口。从 2007 年对兰州各行业重点污染源的工业废水,以及污染物排放种类和数量监测分析:废水量以石油加工业和化工企业最大,分别占工业废水量的 33.4% 和 26.1%;各种污染物(特别是有机物)的排放也大多集中在石油、化工行业。其中悬浮物、 COD_{Cr} 、石油类、氨氮和挥发酚的排放量以化学工业最多, BOD_5 、六价铬、总砷、总氰化物的排放量以石油加工业最多。

污染物按总量大小排序为 COD_{Cr} 、 BOD_5 、氨氮、挥发酚、石油类、总砷、总氰化物、总汞、六价铬。因此,可以确定污染物主要是有机污染物。据统计,小川至安宁渡河段工业污水排放量约 1.55 亿 t,其中新城桥至包兰桥段为 1.15 亿 t,占总排放量的 74.4%。该河段每年排入 COD_{Cr} 约 2.01 万 t,其中小川至新城桥 1375t,占总排入量的 6.85%;新城桥至包兰桥 1.72 万 t,占总排入量的 85.8%;包兰桥至安宁渡 1482t,占总排入量的 7.38%。新城桥至包兰桥年排入 BOD_5 1.01 万 t,占全河段总排入量 91.5%。从 COD_{Cr} 、 BOD_5 排入量分析,该河段有机物污染程度较为严重。



1.3.2 污染物排放对环境和经济造成的损失评估模型对比

研究污染物排放对环境和经济造成的损失评估方法主要目的就是使污染物排放对环境经济损害效益货币化,考虑水体自净污染物效益的同时,寻找对构成黄河水污染的污染物所带来损害价值计算方法。通过4种模型的分析 and 对比,最终采用模型4黄河兰州段水污染对兰州市造成的经济损失进行分析研究和计算。得:排污收费基准等于污染物治理费用和水污染损失值之和,即

$$F=f_1+f_2=0.68+0.16=0.84 \text{ 元/t}$$

1.3.3 污染物排放和经济发展内在关系研究

在对黄河兰州段污染物排放和经济发展情况分析的基础上,分析和优化调整兰州市的产业结构和工业布局,计算出了黄河兰州段的水资源价值,同时运用成本—费用—等标负荷量模型计算出兰州市污废水处理的成本,并且建立了黄河兰州段污染物排放与经济发展的数学模型,从而进一步研究确定这两者之间的内在关系。

1.3.4 污染排放总量与排污交易体系研究

在污染物排放与其对环境价值造成损失之间,寻找关联关系,制定出黄河兰州段污染物排放总量控制的技术路线,并应用环境经济学的相关原理,提出完整的排污收费的指标体系,从而指导流域内的排污权交易顺利地进行,使环境与经济的发展得以协调,保证兰州市经济健康、可持续发展。

第2章 黄河兰州段水环境

2.1 黄河兰州段水资源现状^[5~7]

2.1.1 兰州市地表水

1. 兰州市地表水资源概况

兰州市位于黄河流域上游,境内通过的河流均属于黄河水系。一级支流有湟水、庄浪河和宛川河,二级支流有大通河。

(1) 黄河。黄河是流经兰州市区唯一的地表水域,它由青海省东部流入甘肃永靖县,于八盆峡的岔路村流入兰州市区,经西固区、安宁区、七里河区、城关区,流经皋兰县南部和榆中县北部至乌金峡出境。黄河兰州段穿行于若干峡谷和川地之间。川地河段的河面较宽,一般在200~500m,水深1.5~3m;峡谷段河道狭长,一般在60~100m,最窄处仅40m,水深大多在5m以上。最低月平均流量 $408.3\text{m}^3/\text{s}$,最高月平均流量 $1890\text{m}^3/\text{s}$,全年月平均流量 $1033.8\text{m}^3/\text{s}$,年径流总量327.79亿 m^3 。

(2) 湟水。湟水源自青海省海晏县北科都滩,经乐都、民和二县,至享堂峡流入兰州市红古区,在海石村与大通河汇合,水量大增,为红古与青海省民和县和甘肃省永靖县间的界河。湟水经红古区的红古、河嘴、平安等乡,至兰州市西固区达川注入黄河。湟水全长327km。甘肃境内长57km,流域面积3.4万 km^2 。多年平均流量为 $146.63\text{m}^3/\text{s}$,多年平均径流量为46.22亿 m^3 。

湟水入红古汇大通河后,水量大增,河谷平直。北岸红古区,河谷宽阔,中华人民共和国成立后,整修和新建了建惠渠、谷丰渠等四大干渠,使红古万亩旱川成为兰州市重要的瓜果、蔬菜基地。

(3) 大通河。大通河是湟水的最大支流,黄河的二级支流,也是兰州市区除黄河外,水量最大的河流。大通河发源于青海省疏勒南山东段,祁连县的沙果林那穆吉木岭,上游由唐莫日曲、莫日曲、河泽合曲三条支流汇合而成,东流经夺龙滩,入大通县始称通河。上游诸多支流带来了山区大量的大气降水和高山冰雪融水,水量大增。经青海省门源县入甘肃省,为天祝藏族自治县与青海门源和乐都二县之间的界河。过兰州市红古区的窑街,穿过享堂峡,至红古区的海石村,注入湟水。大通河全长560km,流域面积1.51万 km^2 ,在甘肃省境内长104km,在兰州市境内长65km。据享堂水文站统计,大通河多年平均流量为 $90.5\text{m}^3/\text{s}$,多年平均年径流量为28.54亿 m^3 。大通河中上游流经祁连山区,植被良好,水土流失轻,故河流含沙量小。据连城水文站观测,多年平均输沙率为 $43.5\text{kg}/\text{s}$,多年平均输沙量为137万 t/a 。大通河水质好,为重碳酸钙镁型,pH值为8.1~8.4,矿化度为0.29~0.32g/L,水量充沛。

(4) 庄浪河。庄浪河藏语意为“野牛河”。庄浪河上游名金强河,源于天祝藏族自治