

《风险分析与危机反应》国际丛书

主 编 黄崇福

副主编 倪晋仁 吴宗之 石 勇

李景宜 李谢辉 著  
傅志军 冯普林 石长伟

# 流域生态风险评价与洪水资源化 ——以陕西省渭河流域为例

Watershed Ecological Risk  
Assessment and Floodwater Utilization  
— Taking Weihe River Basin  
in Shaanxi Province as an Example



北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

《风险分析与危机反应》国际丛书

---

主 编 黄崇福

副主编 倪晋仁 吴宗之 石 勇

# 流域生态风险评价与洪水资源化 ——以陕西省渭河流域为例

Watershed Ecological Risk  
Assessment and Floodwater Utilization  
— Taking Weihe River Basin  
in Shaanxi Province as an Example

李景宜 李谢辉 著  
傅志军 冯普林 石长伟



北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

---

图书在版编目(CIP)数据

流域生态风险评价与洪水资源化—以陕西省渭河流域为例 / 李景宜等著. —北京: 北京师范大学出版社, 2008. 10  
ISBN 978-7-303-09647-3

I. 流… II. 李… III. ①渭河—流域—生态环境—风险分析②渭河—流域—洪水—水资源利用 IV. X321.241  
TV213.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第162950号

---

---

出版发行: 北京师范大学出版社 [www. bnup. com. cn](http://www.bnup.com.cn)  
北京新街口外大街 19 号  
邮政编码: 100875

印 刷: 北京新丰印刷厂  
经 销: 全国新华书店  
开 本: 170 mm × 230 mm  
印 张: 18.75  
插 页: 1  
字 数: 330 千字  
印 数: 1 ~ 2 000 册  
版 次: 2008 年 11 月第 1 版  
印 次: 2008 年 11 月第 1 次印刷  
定 价: 38.00 元

---

责任编辑: 毛 佳      装帧设计: 高 霞  
责任校对: 李 菡      责任印制: 李 丽

**版权所有 侵权必究**

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

# 总序

随着人类生存环境的复杂化、世界多极化和经济全球化，人类已进入全球风险时代。和平与发展仍然是当今时代的主流，但国际形势继续处于深刻复杂的变化之中，难以预料的全球性气候反常和难以控制的自然灾害（印度洋大海啸、美国飓风及海侵、巴基斯坦大地震、马来西亚大地震等）时有发生，恐怖事件接连不断，事故灾难频频发生，跨国性的重大疫情等不时出现，这一系列突发事件给人类带来的灾难是沉重的，世界各国都面临着新的风险和挑战。

在瑞士达沃斯刚刚闭幕的 2006 年国际减灾会议上，会议主席沃尔特·阿曼博士说，当今，世界面临多方面的复杂风险，涉及自然灾害、技术、生物化学、流行病、恐怖主义、气候变化和地方病等领域，各种风险的处理体系是相互联系的。在这种形势下，国际社会必须有一种新的风险处理观念，一种跨领域、跨部门的风险处理方式，以便更有效地抵御和减少世界所面临的最紧迫风险。

我国经济社会发展进入了一个关键时期，经济体制深刻变革，社会结构深刻变动，利益格局深刻调整，人们思想观念深刻变化。再加上国际上政治、经济、军事、安全等因素相互交织，地缘、宗教和文化冲突与政治经济矛盾相互作用，不稳定、不确定、不安全因素增加。

如何在这个复杂的、瞬息万变而又充满挑战和风险的时代确保人民生命安全和健康，如何确保经济社会可持续发展，已经成为各国政府必须回答的重大问题和检验政府是否对人民群众负责的试金石，同时也成为各国学者日益关注的重大课题和施展才干的舞台。

由中国灾害防御协会风险分析专业委员会组稿，北京师范大学出版社资助出版的《风险分析与危机反应》国际丛书，为国内外学者系统发表风险分析与危机反应的最新理论和研究成果、详实介绍风险分析及危机反应案例等，提供了难得的机会。

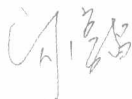
该丛书的出版，是在国内外面对诸多挑战和重大风险问题，风险分析与危机

反应理论及方法快速发展的时代背景下进行的。希望该丛书的出版，能对加强风险管理和公共安全工作产生一定的推动作用，为构建和谐社会、和谐世界、和平发展做些努力和贡献。

国务院应急管理专家组组长 (Leader of Emergency Rescue Plan Group under  
the Office of the State Council)

国家减灾委专家委员会副主任 (Vice Director of Specialist Committee of the  
National Disaster Mitigation Commission)

国务院参事 (Consultant from the State Council)



2007 年 7 月 25 日

# 内容简介

本书以陕西省渭河流域为例，从全球变化与可持续发展科学的角度出发，以自然与社会相互作用的动力学机制和自然—社会系统的脆弱性与恢复力为切入点，借助风险科学的理论和方法，综合地理学、环境科学、生态学、灾害学、水利学等多个学科的理论 and 实践成果，利用地理信息系统的数据处理方法，对流域沿线区域进行生态风险评价，对洪涝灾害演进过程进行模拟，并且从生态风险综合管理、洪水资源化等方面探讨降低流域生态风险、提高资源利用效益的具体措施，为流域土地利用整体规划和流域综合减灾规划的制定提供有益参考。

本书可供流域管理、水资源开发利用、生态风险评价与管理等专业的高年级大学生、研究生、科研人员或政府相关部门的管理人员参考使用。

# Introduction

Taking the Shaanxi Weihe River basin as an example, considering the global change and the sustainable scientific development, and choosing the dynamical mechanism formed by nature and society and the vulnerability and resiliency of the nature – society system as the breakthrough point, this book makes the assessment to regional ecological risks by means of some theories and methods of risk science, other theories and practical results such as the comprehensive geography, the environmental science, the ecology, the disaster study, the hydraulic engineering and multi – disciplinary theory and the practice achievement. Using the geographic information system data processing method, by simulating the routing of floodwater, this book discussed the specific measures to reducing the basin ecology risks and enhancing the resources use. It aims to provide the helpful suggestions for making some plans to the land utilization and the synthetic precaution against disasters.

The book may be a reference book for under graduated students, graduated students whose major is water resources use, ecology risk assessment and the management respects, scientific researchers and administrative personals who work in related government departments.

# 前言

渭河是黄河的最大支流，渭河流域的水资源是流域内社会经济赖以发展的唯一水源，特别是地处渭河流域中下游地区的关中平原，既是渭河流域最发达的地区，也是陕西省政治、经济、文化、教育、科学、技术等的中心，在陕西省社会经济发展中具有重要的战略地位和作用。近年来，流域内进行了诸如修建水库、引水灌溉等大量的大规模水事活动，对河川径流形成了一定程度的调控能力，改变了河川径流的天然状态。同时，在流域的开发、治理和建设过程中，还进行了土地开发、水土保持等一系列大规模生产活动，不同程度地改变了流域下垫面条件，引起了河川径流情势的改变，使得防洪形势日益严峻、水资源供需矛盾突出、水质污染日趋加剧、水土流失治理进展缓慢，严重制约了流域社会经济的可持续发展。

本次研究从全球变化与可持续发展科学的角度出发，以自然与社会相互作用的动力学机制和自然—社会系统的脆弱性与恢复力为切入点，借助风险科学的理论和方法，综合地理学、环境科学、生态学、灾害学、水利学等多个学科的理论 and 实践成果，利用地理信息系统的数据处理方法，对流域沿线区域进行生态风险评价，对洪涝灾害演进过程进行模拟，并且从生态风险综合管理、洪水资源化等方面探讨降低流域生态风险、提高资源利用效益的具体措施，为流域土地利用整体规划和流域综合减灾规划的制定提供有益参考。

本次研究得到了国家自然科学基金、中国博士后科学基金、陕西省社会科学基金、陕西省教育厅自然科学基金以及陕西省重点实验室重点项目的资助，在此作者谨对上述基金会和有关部门表示感谢。研究过程中，参考了大量文献资料，因篇幅有限，未能一一列举，只将部分编辑成“参考文献”列出，在此谨对所有作者表示衷心的感谢。

流域是一类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，因此，流域环境风险评价和资源可持续利用是

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成果，由于经验不足、水平有限，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

作 者

2008 年 8 月

# 目录

## 第1章 陕西省渭河流域资源环境概况 /1

---

- 1.1 陕西省渭河流域概况 /1
- 1.2 流域开发与管理现状 /3
- 1.3 流域开发与管理存在的问题 /6
- 1.4 研究意义及主要内容 /10

## 第2章 生态风险评价研究进展与研究方法 /13

---

- 2.1 生态风险评价研究进展 /13
- 2.2 生态风险评价研究方法 /22
- 2.3 渭河下游河流沿线生态风险评价技术路线 /24

## 第3章 渭河下游河流沿线土地利用/土地覆盖变化 /27

---

- 3.1 遥感影像处理技术 /27
- 3.2 研究区遥感影像处理 /31
- 3.3 研究区土地利用/土地覆盖变化 /44
- 3.4 小结 /51

## 第4章 基于景观结构的区域生态风险评价 /53

---

- 4.1 景观与景观结构 /53
- 4.2 区域生态风险评价 /54
- 4.3 区域景观生态风险分析 /58
- 4.4 小结 /71

## 第5章 区域洪水灾害生态风险评价 /72

---

- 5.1 洪水灾害风险评价的理论与方法 /72
- 5.2 研究区洪灾概况与研究技术路线 /77
- 5.3 洪水灾害危险性分析 /83
- 5.4 洪水灾害易损性分析 /101
- 5.5 洪水灾害风险评价与分析 /105
- 5.6 小结 /106

## 第6章 区域主要风险源生态风险综合评价 /108

---

- 6.1 研究区主要生态风险源 /108
- 6.2 技术路线 /116
- 6.3 主要风险源生态风险综合评价 /117
- 6.4 小结 /126

## 第7章 生态风险管理及防灾减灾措施 /128

---

- 7.1 生态风险评价与生态风险管理 /128
- 7.2 研究区生态风险管理对策 /129
- 7.3 主要风险源的防灾减灾措施 /132

## 第8章 渭河下游洪水演进过程模拟 /143

---

- 8.1 洪水演进过程研究进展 /143
- 8.2 数学模型构建 /145
- 8.3 模型验证 /162
- 8.4 典型洪水演算 /184
- 8.5 实时洪水演算方案 /189
- 8.6 洪水演进演示系统 /191
- 8.7 小结 /195

## 第9章 渭河中下游洪水资源化 /197

---

- 9.1 洪水资源化研究进展 /197
- 9.2 洪水资源化的必要性 /202
- 9.3 洪水资源可用水沙量 /207

9.4 洪水资源利用前景 /217

9.5 地下水变化 /232

9.6 洪水资源化方案 /234

9.7 洪水资源利用效益 /246

9.8 渭洪水资源管理 /258

9.9 小结 /261

## 参考文献 /263

---

## 附录 作者简介/278

---

# CONTENTS

## **Chapter 1 Resources and environment of Weihe River basin in Shaanxi Province /1**

---

- Section 1.1 Introduction to Weihe River basin in Shaanxi Province /1
- Section 1.2 Actuality of exploitation and management /3
- Section 1.3 Problems of exploitation and management /6
- Section 1.4 Significances and content of ecological risk assessment and management /10

## **Chapter 2 Advance in research methods of ecological risk assessment /13**

---

- Section 2.1 Advance in ecological risk assessment /13
- Section 2.2 Research methods of ecological risk assessment /22
- Section 2.3 Research methods and practical plan of the regional ecological risk assessment in catchment's area along the lower reaches of Weihe River /24

## **Chapter 3 Land use / land cover change in catchment's area along the lower reaches of Weihe River /27**

---

- Section 3.1 Remote sensing image processing technology /27
- Section 3.2 Remote sensing image processing of research areas /31
- Section 3.3 Land use / land cover change of research areas /44
- Section 3.4 Brief summary /51

## **Chapter 4 Regional ecological risk assessment based on landscape structure /53**

---

- Section 4.1 Landscape and landscape structure /53
- Section 4.2 Regional ecological risk assessment based on landscape structure /54
- Section 4.3 Analysis to ecological risk assessment of research areas /58
- Section 4.4 Brief summary /71

## **Chapter 5 Regional flood disaster risk assessment /72**

---

- Section 5.1 Theories and methods of flood disaster risk assessment /72
- Section 5.2 Overview of flood disaster in research areas and technical line /77
- Section 5.3 Hazard analysis of flood disasters /83
- Section 5.4 Vulnerability analysis of flood disasters /101
- Section 5.5 Assessment and analysis of flood disaster risk in research areas /105
- Section 5.6 Brief summary /106

## **Chapter 6 Integrated ecological risk assessment based on primary risk sources /108**

---

- Section 6.1 Primary ecological risk sources /108
- Section 6.2 Technical line of integrated risk assessment /116
- Section 6.3 Integrated ecological risk assessment based on primary risk sources /117
- Section 6.4 Brief summary /126

## **Chapter 7 Ecological risk management and measures of prevention and reduction disasters /128**

---

- Section 7.1 Relationship between the assessment and management of ecological risk /128

- Section 7.2 Measures of ecological risk management in  
research areas /129
- Section 7.3 Measures of prevention and reduction disasters of primary  
risk sources /132

## **Chapter 8 Flood routing simulation of the lower reaches of the Weihe River /143**

---

- Section 8.1 Research progress on flood routing /143
- Section 8.2 Constructing of mathematical models /145
- Section 8.3 Model validating /162
- Section 8.4 Calculating of typical flood /184
- Section 8.5 Real time flood calculating program /189
- Section 8.6 Graphic display /191
- Section 8.7 Brief summary /195

## **Chapter 9 Flood resources utilization of Weihe basin in Shaanxi Province /197**

---

- Section 9.1 Research progress on flood resources utilization /197
- Section 9.2 Necessity of flood resources utilization /202
- Section 9.3 Available water and sand of the flood resources /207
- Section 9.4 Foreground of flood resources utilization /217
- Section 9.5 Change of groundwater /232
- Section 9.6 Program of flood resources utilization /234
- Section 9.7 Benefits of flood resources utilization /246
- Section 9.8 Management of flood resources utilization /258
- Section 9.9 Brief summary /261

## **Reference /263**

---

## **Appendix Introduction of the authors /278**

---

# 第1章 陕西省渭河流域资源环境概况

## 1.1 陕西省渭河流域概况

### 1.1.1 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（刘秉正等，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 818 km，流域面积  $13.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，其中在陕西省境内总长 502 km，流域面积达  $6.71 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。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  $2.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，海拔 900~2 000 m，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 420 km，南北宽约 120 km，总面积  $4.51 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，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（王晗生等，1999）。

### 1.1.2 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,高温多雨(张兴昌,1999),春秋季节气候温和,多东风。

年均风速  $2.4\sim 2.7\text{ m/s}$ ;年平均气温为  $7.8\sim 13.5^{\circ}\text{C}$ ,最低月均气温一般在  $-1\sim 3^{\circ}\text{C}$ ,最高月均气温在  $23\sim 26^{\circ}\text{C}$ ,极端最高气温  $42.8^{\circ}\text{C}$ ,极端最低气温  $-28.1^{\circ}\text{C}$ ,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  $610.4\text{ mm}$ ,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  $600\text{ mm}$ ;北洛河状头以上除宜君一带外,降水量  $510\sim 600\text{ mm}$ ;渭北泾西地区  $550\sim 650\text{ mm}$ ;渭北泾东地区  $520\sim 600\text{ mm}$ ;渭河以南地区在  $600\text{ mm}$  以上。

区内多年平均水面蒸发量  $700\sim 1\,200\text{ mm}$ ,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  $2\,000\sim 2\,500\text{ h}$ ,年积温( $\geq 10^{\circ}\text{C}$ )  $4\,000\sim 4\,450^{\circ}\text{C}$ ,无霜期  $155\sim 219\text{ d}$ ,早霜始于10月上、中旬,晚霜终于3月下旬~5月上旬。

### 1.1.3 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  $100\text{ km}^2$  以上的支流有176条,其中年均径流量在  $1\times 10^8\text{ m}^3$  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、泮河、灞河9条;北岸有通关河、小水河、千河、漆水河、泾河、石川河、北洛河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、北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,河水含沙量很高,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。调查渭河历史最大洪水,其中林家村站1933年洪峰流量  $6\,560\text{ m}^3/\text{s}$ ;渭河咸阳站1898年  $11\,600\text{ m}^3/\text{s}$ ;渭河华县站1898年  $11\,500\text{ m}^3/\text{s}$ ;泾河桃园站1841年  $18\,500\text{ m}^3/\text{s}$ ;北洛河状头站1855年  $10\,700\text{ m}^3/\text{s}$ 。

渭河全流域多年平均输沙量  $4.85\times 10^8\text{ t}$ ,其中泾河  $2.47\times 10^8\text{ t}$ ,北洛河  $0.9\times 10^8\text{ t}$ 。泥沙主要来自渭河林家村以上、泾河张家山以上以及北洛河状头以上。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  $148\text{ kg/m}^3$ ,最大  $1\,430\text{ kg/m}^3$ 。