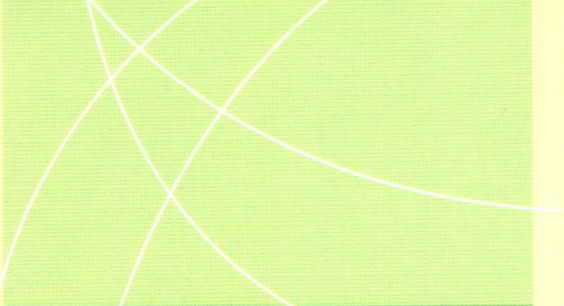




五大区域
战略环境评价系列丛书

区域开发生态风险评价 理论与方法研究

The Theory and Method of Ecological Risk Assessment in
Regional Development

主 编 任景明

副主编 李天威 黄沈发

中国环境出版社

五大区域战略环境评价系列丛书

区域开发生态风险评价 理论与方法研究

主 编 任景明

副主编 李天威 黄沈发

中国环境出版社·北京

图书在版编目（C I P）数据

区域开发生态风险评价理论与方法研究/任景明主编. —北京：中国环境出版社，2013.12

（五大区域战略环境评价系列丛书）

ISBN 978-7-5111-1412-9

I. ①区… II. ①任… III. ①区域开发—环境生态评价—研究—中国
IV. ①X826

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第067040号

审图号：GS（2013）2132号

出 版 人 王新程
丛书统筹 丁 枚
责任编辑 黄晓燕 李兰兰
文字编辑 赵楠婕
责任校对 扣志红
封面设计 金 喆
排版制作 杨曙荣

出版发行 中国环境出版社
（100062 北京市东城区广渠门内大街16号）
网 址：http://www.cesp.com.cn
电子邮箱：bjgl@cesp.com.cn
联系电话：010-67112765（编辑管理部）
010-67112735（环评与监察图书出版中心）
发行热线：010-67125803 010-67113405（传真）

印 刷 北京盛通印刷股份有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2013年12月第1版
印 次 2013年12月第1次印刷
开 本 889×1194 1/16
印 张 12
字 数 280千字
定 价 80.00元

【版权所有。未经许可，请勿翻印、转载，违者必究】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

五大区域战略环境影响评价系列丛书

编 委 会

主 任 吴晓青

副主任 程立峰 李海生 崔书红

成 员 李天威 任景明 金凤君 刘 毅 黄沈发 韩保新
舒俭民 周能福 谢 慧 潘英姿 段飞舟 刘小丽

本书编委会

主 编 任景明

副主编 李天威 黄沈发

编 委 张玉环 叶亚平 段飞舟 刘小丽 刘佳宁 王 卿

李 禺 白 杨 杨荣金 刘雪华 田海燕

审 定 祝兴祥

序

党中央、国务院高度重视环境保护工作，把保护环境确立为基本国策，大力实施可持续发展战略。“十一五”以来，我国环境保护从认识到实践都发生了重要变化，环境保护投入和能力建设力度明显加大，环境保护优化经济发展的作用逐步显现，污染防治和主要污染物减排成效明显，环境保护工作取得了显著成绩。在环保事业发展的宏伟进程中，不断涌现出探索中国环保新道路的新理念、新举措和新实践。战略环境评价就是从宏观战略层面切入解决环境问题、努力参与综合决策的成功典范之一。

环渤海沿海地区、海峡西岸经济区、北部湾经济区沿海、成渝经济区和黄河中上游能源化工区等五大区域战略环境评价，是战略环评理念引入我国以来，地域最大、行业最广、层级最高、效果最好的一次生动实践。五大区域在经济发展和环境保护上的地位重要。在经济上，五大区域在国家区域发展战略的推动下，正在发展成为国家宏观经济战略的重要指向区域和新的经济增长极；在环保上，“十一五”期间五大区域主要污染物 SO_2 和COD减排任务分别占全国的75%和64%，同时拥有占全国1/3的生物多样性保护重要功能区，直接关系到我国中长期生态环境安全。处理好五大区域重点产业发展与生态环境保护的关系，对加快推进经济发展方式转变具有突出的示范作用，对我国中长期生态环境的战略性保护具有重大意义。

五大区域战略环境评价历时近三年，涵盖15个省（区、市）的67个地级市和37个县（区），关系石化、能源、冶金、装备制造等10多个重点行业，涉及国家、省、市等层面的发改、财政、国土、建设、环保等多个部门，汇集环境、生态、经济、地理等多学科近100家技术牵头、协作单位的集体智慧。五大区域战略环境评价在全面分析资源环境禀赋和承载能力的基础上，系统评估了重点产业发展可能带来的中长期环境影响和生态风险，提出了重点产业优化发展调控建议 and 环境保护战略对策，研究了在决策阶段和宏观布局层面预防布局性环境风险、确保区域生态环境安全的新思路和新机制。其最终报告是多学科集成的成果，堪称“环保教科书”，是战略环境评价的力作，已经成为制定国家重大区域战略的重要参考，成为编制“十二五”规划、制定地方环保政策的重要支撑，成为相关地区火电、化工、石化、钢铁等行业环境准入的重要依据。五大区域战略环境评价拓展了环境保护参与综合决策的广度和深度，构建了从源头防范布局性环境风险的重要平台，探索了破解区域资源环境约束的有效途径，是环保部门参与综合决策，探索代价小、效益好、排放低、可持续的环境保护新道路的重大创新和突破。

“十二五”时期是我国全面建设小康社会的关键时期，是加快转变经济发展方式的攻坚时期，环境保护工作任重道远。在“十二五”开局之年，国务院召开了第七次全国环境保护大会，印发了《关于加强环境保护重点工作的意见》和《国家环境保护“十二五”规划》，标志着环境保护的战略地位更加强化，也为环境保护提出了新的更高要求。在新的发展阶段，环境保护工作必须坚持“在发展中保护，在保护中发展”的战略思想，用全局视野和战略思维统筹考虑环保工作，不断推进环境管理的战略转型，努力在宏观经济政策制定、转变经济发展方式、调整结构优化布局等方面发挥更大作用，这为战略环境评价工作提供了新的历史机遇和广阔舞台。随着区域发展总体战略和主体功能区战略的深入实施，环境保护参与综合决策机制的不断健全，区域性战略环境评价大有发展，大有作为。希望广大环境影响评价工作者以探索环保新道路为契机，以服务国家重大战略需求为己任，创新战略环境评价思路，深化战略环境评价实践，增强战略环境评价工作的积极性、主动性和创造性，为不断提高生态文明水平，建设资源节约型和环境友好型社会，促进经济社会环境的全面协调可持续发展作出新的更大的贡献！

周岗

生态风险主要指外界胁迫因素对生态系统或生态功能产生影响的可能性及后果,是生态安全评价的重要指标,也是近年环境管理领域的热门话题。美国环境保护局将生态风险评价定义为评估一种或多种外界因素引致的不利生态影响的过程。其目的是帮助环境管理部门了解和预测外界生态影响因素和生态后果之间的关系,有助于制定环境决策。改革开放以来,我国经济发展迅速,人民生活水平日益提高。但是,由于发展模式不尽合理,产业发展的空间布局与区域生态安全的格局存在冲突,结构规模与区域资源环境承载不相匹配,经济发展的资源环境代价过大,资源环境问题已成为制约经济持续、健康、快速发展的主要瓶颈。随着区域开发活动给环境带来的污染累积、资源消耗、空间占用超过了一定的阈值,生态系统的结构和功能面临着严重的威胁,区域生态有可能发生系统性风险。因此,探索区域开发生态风险评价的理论和方法便显得尤为迫切,对于当前和今后相当长历史时期优化国土开发空间格局、节约资源能源、保护生态环境和构建推进生态文明建设的制度机制都具有重要的理论与实践意义。

2009—2010年,环境保护部组织开展了五大区域重点产业发展战略环境评价工作,旨在推动环境保护优化经济发展新格局的形成,实现区域经济社会可持续发展,确保中长期生态环境安全。本书的主要观点和理论方法是基于五大区域重点产业发展战略环境评价的实践的再思考与再提炼。

本书提出的区域开发生态风险是在已知区域开发活动及其对生态系统产生影响的前提下,由开发活动引起生态系统结构变化,经过生态过程传递,最终反映在生态系统功能降低上,导致生态系统功能背离区域生态保护目标的程度与可能性。区域开发生态风险的形成机制是风险源直观改变生态系统结构,进而伴随着生态过程的传递,最终表现为生态系统功能的退化。当生态系统功能明显背离区域生态保护目标则视为区域开发生态风险发生。区域开发生态风险的评价框架依次包括“风险源识别、受体分析、风险表征、风险管理”四个部分,同时风险的不确定性分析贯穿于评价的每一部分。依据区域开发活动的类型与特征,结合生态学原理将各类开发活动产生的生态风险源分为污染物在环境中的累积、资源的开发与消耗、生态空间的占用三类,将生态系统的结构、过程和功能视为区域开发生态风险评价的受体。针对每一类风险源引发的区域开发生态风险,本书都提出了相应的风险量化和管理方法以供参考。

本书总体评价思路和逻辑框架由任景明主编提出,之后与李天威、黄沈发两位副主编及各章负责人商讨,确定各章分工如下:“第一章 绪论”,任景明、刘佳宁;“第二章 区

域开发生态风险评价”，刘小丽、田海燕、杨荣金；“第三章 生态风险相关理论基础”，叶亚平、李天威；“第四章 生态风险评价的相关方法”，段飞舟、田海燕、杨荣金；“第五章 区域开发生态风险源辨识”，黄沈发、白杨；“第六章 生态风险受体分析”，黄沈发、王卿；“第七章 区域开发生态风险表征与评价”，张玉环、李禺；“第八章 区域开发生态风险管理”，叶亚平、李天威、刘雪华；“第九章 不确定性分析”，任景明、刘佳宁。刘佳宁在历次汇稿统稿联络工作中做了大量工作，南开大学实习研究生许诺也在定稿阶段对书稿的校订做了工作。最后，特别鸣谢环境保护部环境工程评估中心、中国环境科学院、环境保护部华南环境科学研究所、上海环境科学研究院以及河海大学等单位及其专家与学者对本书编写的支持与贡献！

编 者

2012年3月

第一章 绪 论..... 1

第一节 区域开发与生态环境的矛盾..... 1

 一、环境污染形势严峻.....2

 二、资源胁迫加剧.....2

 三、土地利用变化显著.....4

第二节 生态风险评价的发展..... 4

 一、生态风险评价的萌芽.....4

 二、生态风险评价的兴起.....4

 三、生态风险评价的发展.....6

第三节 区域开发生态风险评价的意义..... 7

 一、认识产业发展带来的区域生态风险.....7

 二、建立区域开发生态风险的预警机制.....7

 三、指导区域产业的发展和布局.....8

第二章 区域开发生态风险评价..... 10

第一节 区域开发生态风险评价的相关概念.....10

 一、区域开发生态风险的内涵.....11

 二、区域开发生态风险的外延.....13

 三、区域开发生态风险的概念.....14

第二节 区域开发生态风险基本特征.....16

 一、不确定性.....16

 二、空间异质性.....17

 三、动态变化.....18

 四、多源、多路径、多受体.....18

 五、多时空尺度.....18

第三节 区域开发生态风险评价框架.....19

 一、风险源识别.....19

 二、受体分析.....19

 三、风险表征.....20

 四、风险管理.....20

 五、不确定性分析.....20

第三章 生态风险相关理论基础..... 23

第一节 生态学基础理论 24

 一、生态毒理学理论.....24

 二、景观生态学理论.....27

 三、生态系统服务功能理论.....28

 四、水文生态学理论.....29

第二节 社会 - 经济 - 自然复合生态系统理论..... 31

 一、复合生态系统的结构和功能.....31

 二、复合生态系统的动力学机制.....33

 三、复合生态系统的控制论原理.....34

 四、复合生态系统调控框架.....37

 五、复合生态系统理论在区域生态风险评价中的应用.....41

第三节 生态风险评价其他理论基础..... 42

 一、可持续利用理论.....42

 二、区域差异理论.....43

 三、不确定性理论.....44

第四章 生态风险评价的相关方法..... 47

第一节 生态风险评价框架 47

 一、USEPA 生态风险评价框架简介47

 二、其他生态风险评价框架简介.....49

第二节 传统生态风险评价方法..... 49

 一、传统生态风险评价方法简介.....49

 二、传统生态风险评价方法的不足.....50

第三节 区域生态风险评价方法..... 51

 一、区域生态风险评价的主要内容.....51

 二、区域生态风险评价方法.....52

 三、区域生态风险评价模型.....53

 四、区域生态风险评价方法的主要应用领域.....55

第五章 区域开发生态风险源辨识..... 59

第一节 区域开发活动特征与风险源识别 60

 一、区域开发活动类型与特征.....60

 二、区域开发生态风险源识别与分类.....62

 三、风险产生的阈值与条件.....63

第二节 污染排放累积	66
一、水体污染累积	66
二、大气污染累积	69
三、土壤污染累积	73
第三节 资源开发与消耗	76
一、生物资源开发与消耗	76
二、水资源开发与消耗	78
第四节 生态空间占用	82
一、土地利用格局变化	82
二、重要生态功能区占用	83
第六章 生态风险受体分析	91
第一节 生态风险受体分析的内容及方法	92
一、受体分析的内容	92
二、区域开发生态风险受体的确定方法	92
第二节 主要生态风险受体	96
一、基于生态系统层次的生态风险受体	96
二、基于风险形成机制的生态风险受体	99
三、基于复合生态系统理论的生态风险受体	101
第三节 区域开发中的风险传递及生态终点	103
一、生态风险的传递	104
二、典型生态风险受体与生态终点	107
三、区域生态风险的暴露 - 响应分析	113
第七章 区域开发生态风险表征与评价	119
第一节 风险表征的基本概念和方法	119
一、风险源的表征	119
二、风险受体的表征	120
三、风险表征的基本方法	122
第二节 污染累积类风险评价	123
一、污染累积类风险的定性描述	123
二、污染累积类风险的定量评价	125
第三节 资源开发类风险评价	126
一、资源开发类风险的定性描述	126
二、资源开发类风险的定量评价	127

第四节 空间占用类风险评价	131
一、空间占用类风险的定性描述	131
二、空间占用类风险的定量评价	132
第五节 综合类风险评价	133
一、区域生态风险综合评价概念模型	133
二、“相对风险模型”在区域开发生态风险评价中的应用	134
三、基于回顾性分析反推模型的生态风险计算	141
第八章 区域开发生态风险管理	144
第一节 污染累积生态风险管理	144
一、基于环境质量目标的环境容量控制	144
二、污染物迁移控制	147
三、污染生态环境修复	150
第二节 资源消耗生态风险管理	151
一、资源保护目标的确定	151
二、资源开发控制	153
三、资源恢复与更新	155
第三节 空间占用生态风险管理	158
一、生态空间保护	158
二、空间胁迫控制	163
三、生态空间恢复	164
第九章 不确定性分析	168
第一节 不确定性分析简介	168
一、不确定性的来源	168
二、风险评价中的不确定性	170
第二节 区域开发生态风险评价中的不确定性	173
一、区域开发生态风险源识别的不确定性	173
二、区域开发生态风险受体分析的不确定性	174
三、区域开发生态风险表征的不确定性	175
第三节 不确定性分析的方法及案例	175
一、蒙特卡罗法	176
二、贝叶斯法	177
后 记	180

第一章 绪 论

近年来我国经济快速发展，各类区域开发活动加剧。2011 年全国新开工建设项目计划总投资达 240 344 亿元，同比增长 22.5%；施工建设项目计划总投资 632 121 亿元，同比增长 18.7%。各类开发活动在促进社会经济发展的同时，也给我国的资源环境造成了巨大压力。当前，我国经济社会发展的资源环境压力过大，资源相对不足，环境承载过大已经成为我国国情的基本特征。其中，产业空间无序扩张与生态安全格局之间的布局性矛盾日益突出，部分地区生态安全受到严重威胁；重化工业规模急剧扩张与资源环境承载力有限之间的结构性矛盾突出，部分区域、流域面临全面超载。

未来 20 年，我国还将处于工业化、城市化的快速发展时期，以环境保护优化快速发展地区的产业结构和空间布局，是解决未来刚性环境约束，促进中长期经济和环境协调发展的重要措施。随着对可持续发展、生态文明等发展理念理解的不断深入，以及对国土空间精细化管理要求的逐步提出，针对区域开发活动的生态风险评价研究逐渐成为环境保护领域的热点和趋势。

生态风险评价源于 20 世纪 30 年代，人们从这一时期开始关注意外事故对生命健康的威胁，经过多年发展，生态风险评价方法逐渐成熟，评价范围不断扩大。生态风险评价从单一风险源评价模式逐步向多重风险源评价模式发展，评价对象也从人体健康逐渐发展为生态系统乃至景观格局。

与发达国家相比，我国对生态风险评价的研究起步相对较晚，研究基础相对薄弱。本书探讨的区域开发生态风险评价的理论与方法，有助于理清区域开发生态风险的产生机制，有利于从源头预防环境污染和生态破坏，避免走“先污染后治理”的老路，及早预防区域发展中可能出现的生态风险，为后续开展区域生态风险评价与管理提供科学参考，对实行统筹规划、严格环境准入、加强环境监管具有一定的实践意义。

第一节 区域开发与生态环境的矛盾

“十一五”以来，我国经济持续快速发展，环境保护也呈现良好发展态势。党中央、国务院把环境保护放在了更加重要的位置，提出建设生态文明和建设资源节约型、环境友好型社会的战略任务；环境优化经济发展的作用逐步显现，环境保护在经济社会全面协调可持续

发展中的作用显著增强；把主要污染物减排作为经济社会发展的约束性指标，污染防治和主要污染物减排取得明显成效。“十二五”时期我国大部分地区工业化开始进入从中期向中后期转变的阶段，城镇化率超过 50%。但与此同时，结构调整进度不快，资源环境约束不断强化，发展中不平衡、不协调、不可持续问题依然突出。当前，我国生态环境保护滞后，污染防治水平仍然较低，环境监管制度尚不完善，突出表现为污染物排放总量依然较大，改善环境质量压力加大，新老环境问题交织，农村环境基础设施建设滞后，环境基本公共服务供给不足，核与辐射安全监管能力亟待加强，生物多样性保护等全球环境问题压力日益加大。环境形势总体上是“局部有所改善，总体尚未遏制，形势依然严峻，压力继续加大”。例如环渤海、海峡西岸、北部湾等沿海经济区以其大量无序分布的石化、化工、钢铁、能源、造纸等“两高一资”型产业，给有限的环境容量和生态安全带来了巨大的压力^[1]；黄河中上游能源化工区以煤炭开采、电力、煤化工、冶金等重化工产业及其传统式发展模式，给区域环境风险带来了不容忽视的隐患^[2]。

一、环境污染形势严峻

2012 年 8 月 23 日，环境保护部网站公布了《2012 年上半年环境保护重点城市环境空气质量状况》（以下简称《空气质量状况》）。《空气质量状况》显示，在全国 113 个环境保护重点城市中，约七成城市达到《环境空气质量标准》要求，其中海口市环境空气质量达到一级标准，秦皇岛、呼和浩特、长春等 79 个城市达到二级标准。此外，33 个城市空气质量超标，北京、天津、石家庄、太原等 32 个城市空气质量为三级标准，乌鲁木齐空气质量为劣三级。2012 年上半年，113 个环保重点城市空气中二氧化硫、二氧化氮和可吸入颗粒物平均浓度分别为 0.040 mg/m^3 、 0.036 mg/m^3 和 0.086 mg/m^3 ，同比分别下降 9.1%、2.7% 和 5.5%。12 个城市二氧化硫浓度超标，所有环境保护重点城市空气中二氧化氮平均浓度达到二级标准。根据报告，26 个城市的可吸入颗粒物平均浓度超标。其中，超标最严重的为乌鲁木齐，可吸入颗粒物平均浓度劣于三级标准限值；兰州、北京、成都、铜川、济宁、西安等城市紧随其后。

2012 年上半年，环境保护部组织国家地表水环境监测网成员单位对我国长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河等七大水系，浙闽区河流，西南诸河，西北诸河以及太湖、巢湖、滇池等重点湖（库）进行了监测。监测结果表明：上半年，全国地表水环境质量总体为轻度污染，主要污染指标为化学需氧量、总磷和氨氮。Ⅰ～Ⅲ类水质断面比例为 51.5%，劣Ⅴ类水质断面比例为 15.5%。与上年同期相比，Ⅰ～Ⅲ类水质断面比例提高 3.7 个百分点，劣Ⅴ类水质断面比例降低 0.6 个百分点。

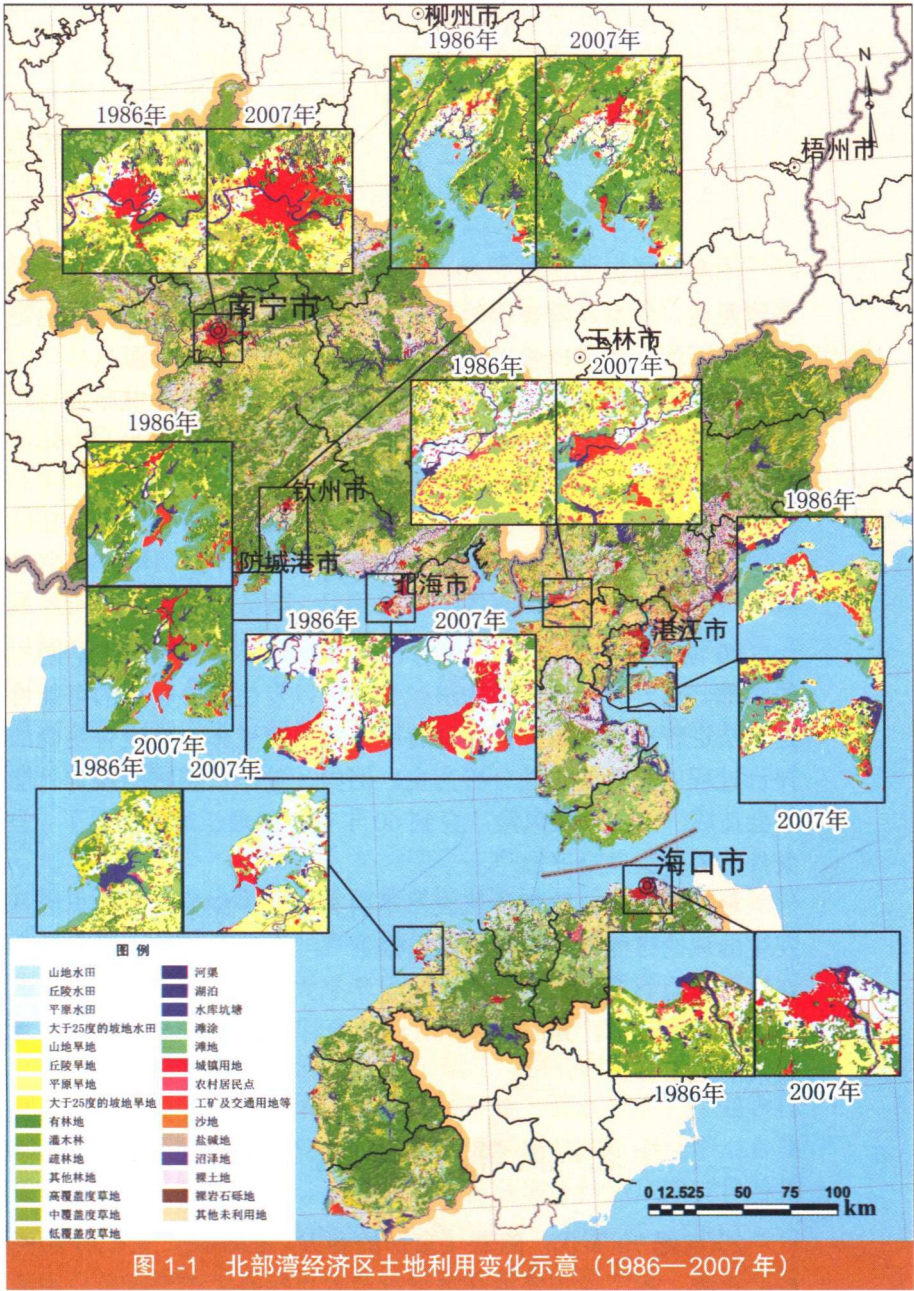
这些严峻的环境数据与一些地区不合理地发展重化工业有着密切的关系。例如环渤海沿海地区的石油化工、有色金属冶炼业、黑色金属冶炼业、加工制造业等行业是该区域超标污染物的主要来源，污染源周边的土壤和生物体内重金属、石油烃等污染物的累积明显，葫芦岛、锦州是重污染区，天津其次。东营生物体内 As、Pb、Hg 严重超标，而盘锦、天津、沧州也存在不同程度的污染。

二、资源胁迫加剧

自然资源既是人类赖以生存的重要基础，又是社会生产的原料、燃料来源和生产布局的

必要条件与场所。一些自然资源的供需矛盾日益成为人们关注的热点话题。以水资源为例，我国的淡水资源总量为 28 000 亿 m³，占全球水资源的 6%，仅次于巴西、俄罗斯和加拿大，居世界第四位，但人均只有 2 300 m³，仅为世界平均水平的 1/4、美国的 1/5，在世界上位于 121 位，是全球 13 个人均水资源最贫乏的国家之一。扣除难以利用的洪水径流和散布在偏远地区的地下水资源后，我国现实可利用的淡水资源量则更少，仅为 11 000 亿 m³ 左右，人均可利用水资源量约为 900 m³，并且其分布极不均衡。到 20 世纪末，在全国 600 多座城市中，已有 400 多个城市存在供水不足问题，其中较严重的缺水城市已达 110 个，全国城市缺水总量为 60 亿 m³。然而，在如此严峻的现实面前，一些产业的发展给原本紧张的稀缺资源增添了更重的负担。

以黄河中上游地区为例，如果按照地方的发展愿景，计算该地区重化工产业需水量、占地规模等，预计 2015 年和 2020 年分别有 10 个和 12 个地市水资源缺口较现状有较大幅度增加，尤其是银川、咸阳、运城等地市能源化工产业用水挤占地下水生态用水，在原有地下水降落漏斗范围取水，地下水降落漏斗面积及埋深将进一步增加；咸阳、忻州、运城、榆林等地市如非汛期能源化工产业用水挤占支流生态用水，支流断流现象将进一步加剧，鄂尔多斯遗鸥保护区湿地和红碱淖湿地可能继续萎缩。另外，国家核定的规划矿区中约 60% 位于强度以上沙漠化土地和土壤侵蚀区。若这些区域出现粗放型煤炭资源开采，将加剧土地退化，增加入黄泥沙量，不但影响土壤生态功能，而且将增加黄河下游泥沙淤积，对下



游防洪安全构成潜在威胁。

三、土地利用变化显著

20 世纪以来, 由于人口急剧增长, 可利用的土地资源相对减少, 土地利用问题逐渐引起世界各国的重视。人口向城市集中的趋势和城市占地面积的日益扩大, 引起城市用地与国民经济其他部门用地, 特别是农业用地的矛盾。

在北部湾地区, 通过对 21 年间土地利用变化的分析发现, 该地区耕地和草地面积明显减少, 居民点等建设用地面积大幅增加。通过对土地利用类型的变化率与土地利用动态度的计算发现, 北部湾地区土地利用变化的速度在逐年加快 (图 1-1)。

第二节 生态风险评价的发展

生态风险评价兴起于 20 世纪中叶, 研究多集中在发达的工业化国家, 特别是美国。经过多年发展, 生态风险评价的理论不断得到完善, 评价的方法也更为成熟。回顾生态风险评价的发展历程, 生态风险评价呈现如下转变特征: 风险源从单一的化学因子扩展到多种化学因子及可能造成生态风险的事件; 评价热点逐渐从人体健康评价转入生态风险评价; 风险受体从人体发展到种群、群落、生态系统、流域和景观水平^[3], 即单一压力源对单一受体的风险评价已经逐渐走向区域生态风险评价^[4]。

一、生态风险评价的萌芽

20 世纪 30—60 年代, 生态风险评价处于萌芽阶段, 早期的环境风险评价便是生态风险的雏形。这一时期风险源的辨识与分析以发生意外事故的可能性分析为主, 主要采用毒物鉴定方法进行健康影响分析, 没有明确的风险受体, 更没有明确的暴露评价和风险表征, 整个评价过程以简单的定性分析为主。例如, 关于致癌物的假定只能定性说明暴露于一定的致癌物会造成一定的健康风险。直到 60 年代, 毒理学家才开发了一些定量的方法进行低浓度暴露条件下的健康风险评价^[5]。

最早的环境风险评价代表作是由美国原子能委员会提出的一份《大型核电站中重大事故发生的理论可能性和后果》研究报告^[6], 其目的在于减少核电工程事故的风险损失。1975 年在日本东京召开了人类环境国际科学家大会, Walter 提出环境影响评价应包括对政策的意外失误的影响分析, 并阐述适宜的应急计划, Hilborn 把上述概念应用到渔业发展中有关政策失败的后果分析^[3]。

二、生态风险评价的兴起

20 世纪 70 年代, 随着《寂静的春天》的出版, 人们开始关注人类活动对生态环境所造成的影响。各工业国家的环境管理政策目标是力图消除所有的环境危害, 或者将危害降低到