

中山大学教材系列

水 / 环 / 境 / 评 / 价 / 与 / 规 / 划

水 环 境 评价与规划

陈晓宏 / 江 涛 / 陈俊合◎编著

中山大学出版社

版权所有 翻印必究

图书在版编目(CIP)数据

水环境评价与规划/陈晓宏,江涛,陈俊合编著. —广州:中山大学出版社,2001.9

(中山大学教材系列)

ISBN 7-306-01805-1

I. 水…

II. ①陈… ②江… ③陈…

III. ①水环境-环境质量-评价 ②水环境-环境规划

IV. X143

中国版本图书馆(CIP)数据核字(2001)第 039015 号

中山大学出版社出版发行

(地址:广州市新港西路 135 号 邮编:510275

电话:020-84111998,84037215)

广东新华发行集团股份有限公司经销

广州市番禺区官桥彩色印刷厂印刷

地址:广州市番禺区石楼镇官桥村 电话:84861098 邮编:511447

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.75 印张 365 千字

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

定价:23.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读,请与承印厂联系调换

前 言

自然环境是人类赖以生存和发展的基本条件。随着人口的增长及经济的发展,在生活水平较为低下的情况下,人们往往考虑眼前直接的经济效益多,考虑环境效益少,不可避免地会发生环境污染和破坏。为了协调经济与环境之间的矛盾,维持社会经济可持续发展,进行环境影响评价与环境规划,对于着眼环境保护,避免先污染后治理,或将污染控制在最小范围内具有重要意义。

水环境是自然环境的主要内容之一。本书根据作者多年来在水环境教学和科研方面所做的工作,吸取国内外一系列先进的水环境评价与规划研究成果,系统介绍了水环境评价与规划的基本理论和方法。本书力求通俗易懂,简明实用,书中所介绍的每种方法都基本有研究实例。本书同时注意内容的先进性,不仅介绍了水环境评价与规划的新理论、新方法,而且包含了环境信息系统的内容。本书可作为水资源与环境专业本科生教材,也可作为相关专业科研工程人员参考书。

本书包括总论以及第一篇“水环境质量评价”和第二篇“水环境综合整治规划”共11章。陈俊合编写第二章和第五章,江涛编写第六章至第十章,陈晓宏编写总论和其余各章;陈晓宏负责全书汇总、统稿。

本书编写过程中参考了许多研究者的有关研究成果,在此表示感谢!

水环境评价与规划是一个相对较新的课题,加之作者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

2001年5月于康乐园

目 录

总 论	(1)
第一节 水环境及其属性	(1)
一、水体污染及其危害	(1)
二、污染物在水体中的迁移转化过程	(3)
第二节 水环境评价与规划的任务及内容	(4)
一、水环境质量评价的任务及内容	(4)
二、水环境规划的任务及内容	(6)
第三节 水环境评价与规划的研究和发展	(7)
一、水环境质量评价发展概况	(7)
二、水环境规划发展概况	(9)

第一篇 水环境质量评价

第一章 水环境质量评价分级及程序	(15)
第一节 环境质量评价类型	(15)
一、回顾评价	(15)
二、现状评价	(16)
三、预断评价	(16)
第二节 地面水环境影响评价分级	(17)
第三节 水环境质量评价程序	(18)
第二章 水环境背景值调查与污染源评价	(20)
第一节 水环境背景值调查的内容与要求	(20)
一、自然环境背景特征调查	(20)
二、水文特征调查	(21)
三、社会经济结构特征调查	(21)
第二节 环境背景值的调查与分析计算	(22)
一、背景样品的采集方法	(22)
二、环境背景值的计算	(22)
第三节 污染源及污染物的分类	(23)
一、污染源的分类	(23)
二、污染物的分类	(24)
第四节 污染源调查	(25)
一、污染源调查的内容	(25)
二、污染源调查方法	(27)

第五节 污染源预测与评价	(28)
一、污染源预测	(28)
二、污染源评价	(31)
第三章 水环境质量评价方法	(35)
第一节 评价因子与采样	(35)
一、水环境质量评价因子选择	(35)
二、采样	(37)
第二节 评价的原则及依据	(40)
一、评价的原则	(40)
二、评价依据	(40)
第三节 水环境质量评价指数法	(41)
一、水质评价方法	(41)
二、底质质量评价方法	(44)
三、水的生物学质量评价方法	(44)
四、水环境质量评价方法	(47)
第四节 水环境质量评价的灰色系统分析方法	(49)
一、水环境质量评价的灰色关联分析方法	(49)
二、水环境评价的灰色聚类法	(56)
三、水环境质量评价的灰色局势决策方法	(63)
第五节 水环境质量评价的模糊数学方法	(70)
一、水污染评价的模糊聚类分析法	(71)
二、水污染模糊综合评价法	(75)
第六节 水环境质量评价的层次分析法	(81)
一、基本概念	(81)
二、层次分析法的原理和步骤	(83)
三、水质评价层次分析法实例	(86)
第四章 水环境影响预测及评价	(89)
第一节 水环境影响预测	(89)
一、河流污染物迁移和水质变化数学模型	(89)
二、潮汐河网水环境数学模型	(91)
三、河口、海湾水环境模型	(92)
四、湖泊、水库水环境数学模型	(93)
第二节 水环境影响预测评价	(99)
一、水质因子影响预测	(99)
二、水环境影响评价	(104)
第五章 水环境质量评价报告书的编制	(108)
第一节 报告书的编制要点和结构	(108)
一、水环境影响报告书的编制要点	(108)
二、水环境影响报告书的结构	(112)
第二节 水环境质量评价图的绘制	(113)

一、环境质量评价图的分类·····	(113)
二、环境质量评价地图·····	(113)
三、环境质量评价中的普通图·····	(115)

第二篇 水环境综合整治规划

第六章 水环境综合整治规划的技术路线 ·····	(121)
第一节 水环境综合整治规划的特点、原则和程序·····	(121)
一、水环境综合整治规划的特点·····	(121)
二、水环境综合整治规划原则·····	(122)
三、水环境综合整治规划程序·····	(122)
第二节 水环境综合整治规划指标体系·····	(124)
一、环境规划指标选取原则·····	(125)
二、环境规划指标体系·····	(125)
三、水环境综合整治规划指标体系·····	(126)
第七章 水环境区划 ·····	(128)
第一节 水域功能区分类与相应标准·····	(128)
第二节 水环境功能区划分原则·····	(129)
一、饮用水源地和生物资源优先保护原则·····	(129)
二、地表水环境质量宏观控制原则·····	(129)
三、优质水优用、低质水低用原则·····	(130)
四、现状功能原则·····	(130)
五、技术、经济约束原则·····	(130)
六、合理利用水环境容量原则·····	(130)
七、允许混合区和缓冲区存在原则·····	(130)
八、突出陆上合理布局、综合规划原则·····	(131)
九、便于管理、实用可行原则·····	(131)
第三节 水环境功能区划分方法与过程·····	(131)
一、功能区划分方法——系统分析·····	(131)
二、划分过程与步骤·····	(132)
第四节 水污染控制单元·····	(135)
一、水污染控制单元划分·····	(136)
二、水污染控制方法·····	(136)
三、水污染控制单元解析归类·····	(137)
第八章 水污染总量控制 ·····	(139)
第一节 水污染总量控制方法·····	(139)
一、水污染总量控制基本方法·····	(139)
二、总量控制的技术关键·····	(140)
三、行业总量控制·····	(140)

四、清洁生产与污染全过程控制·····	(141)
第二节 水环境容量基本概念·····	(144)
一、水环境容量的定义·····	(144)
二、水环境容量分类·····	(145)
三、水环境容量基本特征·····	(147)
第三节 水环境容量计算方法·····	(148)
一、可概化为零维问题的水域允许纳污量计算·····	(148)
二、可概化为一维问题的水域允许纳污量计算·····	(153)
三、可概化为二维问题的水域允许纳污量计算·····	(160)
四、水域允许纳污量的数值计算方法·····	(162)
第四节 总量控制负荷优化分配·····	(163)
一、非数学优化分配·····	(163)
二、数学优化分配·····	(164)
第九章 水环境综合整治规划方案优化决策·····	(168)
第一节 综合整治总量削减方案的拟定·····	(168)
一、污染源排污总量削减方案调查·····	(168)
二、污染源排污总量削减方案设计·····	(172)
第二节 综合整治总量削减方案技术、经济评价·····	(173)
一、容量总量控制方案技术、经济评价·····	(174)
二、目标总量控制方案技术、经济评价·····	(175)
三、行业总量控制方案技术、经济评价·····	(177)
四、总量削减方案汇总决策与优化组合·····	(178)
第十章 水环境综合整治规划方案的实施与管理·····	(180)
第一节 水环境综合整治分期实施·····	(180)
第二节 水环境综合整治规划与环境管理制度相结合·····	(181)
第三节 排污许可证的申请与发放·····	(184)
第四节 水环境综合整治规划的实施管理·····	(192)
一、水环境规划实施的管理组织·····	(193)
二、水环境规划实施的管理方法·····	(194)
附：案例分析——邕江水环境综合整治规划·····	(196)
第十一章 水环境信息系统·····	(202)
第一节 地理信息系统简介·····	(202)
第二节 基于 GIS 的环境信息系统·····	(204)
一、流域水环境管理决策支持系统 (WEDSS)·····	(205)
二、中国省级环境决策支持系统·····	(213)
附录 各种水环境质量标准·····	(221)
参考文献·····	(227)

总 论

自工业革命以来，大工业的兴起、农业的机械化及农药化肥的大量使用、都市化的迅速发展等，造成大量废水排入江河湖海，大量废气排入大气，废渣堆积如山。环境污染极大地影响了人民生活及社会发展，成为当今世界关注的三大问题（资源、能源和环境）之一。各国人民要求保护环境的呼声日益高涨，作为环境保护的科学依据和技术基础的环境科学研究也相应迅速发展与推广起来。

第一节 水环境及其属性

在环境科学中，环境指围绕着人群的空间，及其中可以直接或间接影响人类生活和发展的各种自然环境要素和社会环境要素的总体。自然环境是人类赖以生存和发展的物质基础，水环境是自然环境的重要组成部分。

水环境包括地球表面上的各种水体，如海洋、河流、湖泊、水库以及赋存于土壤、岩石空隙中的地下水。水体或水域是水汇集的场所。

在各种水体中，除水之外，还包括底质和水生生物等。全面研究水环境应包括研究水、底质和水生生物。因此，水环境是环境要素中最复杂的一个系统。

一、水体污染及其危害

由于人类的生产和生活活动向水体排放各类污染物质或能量，当其数量达到使水体、底质的物理、化学性质或生物群落组成发生变化，从而降低了原水体的使用价值时，即引起水体污染。此类污染属水体人为污染。除了人为的原因对水体造成污染外，还有另一类由于自然原因造成的水体污染，即水体自然污染。例如，某一地区的地质化学条件特殊，某种化学元素大量富集于地层中，由于地面径流使这种元素溶解于水或掺混于水流中被带入水体，造成水体污染。地下水也会因同样的原因受到污染。水体的自然污染不易进行治理和控制，而且它是引起某些地方病的病因之一。

1985年我国的污水排放量达34.2 Gt，80%以上污水未经处理直接排入水域，造成水体污染。据1984年68个城市81条河流的131个监测点数据的分析表明，COD超标的河段占58%，氨氮超标的河段占57.1%，亚硝酸盐氮超标的占20.4%，挥发酚超标的占38.8%，悬浮物超标的占34.3%。另外，大多数城区湖泊都出现富营养化趋势，有机污染加重，水质下降。沿岸海域也遭受到前所未有的严重污染，大片滩涂荒废，海产品数量、质量下降，赤潮频繁出现。据预测，全国污水排放总量到2000年将增加到79.0 Gt，使水体的污染进一步加重。

根据对水体的危害特征不同，水体污染及其危害主要有如下几种。

1. 有机耗氧性污染

有机物对水体污染的特征表现在消耗水中的溶解氧。在好氧条件下，好氧微生物把有机物分解为简单无机物，同时由于微生物的增殖或呼吸作用消耗了水中的溶解氧。例如，每分解 1 mol 碳水化合物 ($C_6H_{10}O_5$) 要消耗 6 mol 氧气。当有大量易生物分解的有机物进入水体时，势必引起水中溶解氧急剧下降，从而影响鱼类和其他水生生物的正常生长。一般认为渔业水中的溶解氧不得低于 3 mg/L。溶解氧低于 3 mg/L 时，厌氧微生物大量繁殖，使有机物的好氧分解过程转入厌氧分解，所产生的甲烷、硫化氢等不但对鱼类有毒，而且使水体发臭，影响水体的使用。

2. 化学毒物污染

记录在案的化学品有 600 万种，在环境中传布的约 6 万种，美国于 1973 年登记的化学毒物已达 25 043 种。排入水体危害严重而受到人们特别关注的主要化学毒物是重金属、有机农药、氰化物、酚类化合物、多氯联苯等。

常见的重金属毒物如汞、铅、镉、铬、镍等，具有毒性大，在环境中稳定以及能在生物体中富集和在人体中积累的特点。甲基汞能对人的肝、肾和脑组织产生损害，能引起“水俣病”；汞还能与人体中一些重要酶类结合，使酶失去活性，造成人体物质代谢失调。铅中毒会造成骨髓造血系统和神经系统的损害，伴随着头晕、疲乏、记忆力减退和失眠等症状。镉能蓄积在人体的肾、肝之中，破坏肾脏中酶系统的正常功能，损伤肾小管以及引起骨骼软化，易脆易折，疼痛异常。铬的化合物可引起皮炎、鼻中隔穿孔等，并有致癌、致畸、致突变的潜在可能性。

农药包括有机氯、有机汞、有机磷等。DDT、六六六等已成为全球性污染。有机磷可导致肝脏肿大、肝功能异常和引起神经传导生理功能紊乱，而且有“三致”作用。

无机毒物中有代表性的是氟和亚硝酸盐。过量摄入氟会导致人体钙磷代谢紊乱，引起低血钙、氟斑牙、氟骨症等。亚硝酸盐不但在血液中产生正铁血红蛋白症，并能和二级胺、三级胺作用生成具有强烈致癌性的物质。

有机毒物中的酚类和氰化物，是我国许多河流的主要污染物之一。酚属高毒物质，高浓度时可使蛋白质沉淀，低浓度时可使蛋白质变性，主要作用于神经系统。低浓度引起蓄积性慢性中毒，可使人发生头晕、贫血等症状。河水中酚浓度高能使鱼类中毒死亡，浓度低也使鱼带有酚味。含酚浓度为 0.001 mg/L 的水，加氯处理时，生成具有臭味的氯酚。

多氯联苯曾在日本引起“米糠油事件”。它对人体的肝脏和神经系统有毒害作用，并有致畸作用。

3. 石油污染

水体的石油污染是由于石油开采、运输过程的泄漏以及排出压仓水等引起的。特别是海上石油开采、油船泄漏等引起的海洋石油污染日趋严重。漂浮于海水水面上的油膜阻断了空气中氧扩散到水体，对海洋生物的生长产生不良影响；受石油膜、块的粘污，鱼卵不能成活，幼鱼和海鸟等死亡。

4. 放射性污染

放射性污染是指人类活动排放出的放射性污染物，使水环境的放射性水平高于天然水体本底或超过国家规定的标准。核工业、核电站、核燃料后处理、核试验以及放射性同位素应用等，都会释放出放射性物质。例如， ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{131}I 、 ^{239}Pu 、 ^{228}Ra 等核素半衰期长，毒性大，它们损伤机体的功能，引起白血病、癌症和缩短寿命，或作用于人类生殖细胞的染色体、DNA或RNA等，引起遗传影响。

5. 富营养化污染

在人类活动的影响下，大量含氮、磷等营养物质的污水不断进入湖泊、河口、海湾等缓流水体，引起藻类及其他浮游生物迅速繁殖，水体溶解氧量下降，水质恶化，严重时鱼类及其他生物大量死亡的现象称为富营养化。

由于水体营养条件不同，生物群也随之发生变化，水面往往呈现蓝色、红色、棕色、乳白色等，以占优势的浮游生物的颜色为转移。此现象在江河湖泊中称为“水华”，在沿海称为“赤潮”。

二、污染物在水体中的迁移转化过程

各种污染物进入水体之后，由于各种水体的物理、化学条件不同，随之会产生一系列物理、化学和生物化学的变化，并随水体和水中生物迁移。

1. 重金属在水体中的迁移转化

重金属污染物进入水体以后，不会被分解破坏，只会受水体的物理化学条件的影响转变其物理和化学形态、价态，显示出不同毒性，并影响重金属在水体中迁移。重金属在水体中的主要反应有以下几个方面：

(1) 重金属化合物的沉淀-溶解作用。重金属化合物在水中的溶解度可以表示其在水环境中的迁移能力。溶解度大者迁移能力大，溶解度小者迁移能力小。重金属在水中反应生成的氢氧化物、硫化物、碳酸盐等的溶解度小，易于生成沉淀物转入固相，沉积于底泥中；如果重金属化合物是离子键化合物，则溶解度较大，在水中迁移能力强，污染的范围相对较广。

(2) 胶体对重金属离子的吸附作用。水环境中的胶体可分为三大类：①无机胶体，包括各种次生的矿物胶粒和各种水合氧化物；②有机胶体；③有机-无机胶体复合体。重金属与水中胶体发生吸附、离子交换、凝聚、絮凝等胶体化学过程。与各种胶体相结合的重金属物质常达其含量的60%至90%以上，对重金属的迁移转化产生重要影响。

(3) 配位体对重金属的络合、螯合作用。天然水体中存在两类配位体：无机配位体中重要的有 OH^- 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 F^- 、 S^{2-} 等；有机配位体有氨基酸、糖、腐殖酸、洗涤剂、NTA和EDTA、农药和大分子环状化合物。配位体能与重金属离子形成稳定度不同的络合物或螯合物，对重金属离子在水环境中的迁移有很大影响。当形成难溶于水的螯合物时，降低了重金属的迁移能力；形成易溶于水的螯合物时，提高了重金属的迁移能力。

(4) 重金属在水环境中的氧化-还原作用。水体的氧化-还原条件对金属的价态变化和迁移能力会产生很大影响。一些金属元素在氧化环境中具有较高的迁移力,而另一些金属元素在还原条件下的水体中更容易迁移。例如铬、钒等元素在高度氧化条件下形成易溶的铬酸盐、钒酸盐。相反地,如铁、锰等元素在氧化条件下形成溶解度很小的高价化合物(Fe^{3+} , Mn^{4+}),很难迁移;而在还原条件下形成易溶的低价化合物(Fe^{2+} , Mn^{2+}),很易迁移。某些重金属价态的变化也相应地引起毒性变化,例如,氧化条件生成的 Cr^{6+} 比还原条件下生成的 Cr^{3+} 毒性大得多, As^{3+} 比 As^{5+} 的毒性大。

(5) 重金属的生物转化。在厌氧微生物的作用下,可以使某些重金属甲基化。例如,甲基钴氨素能使无机汞转化为甲基汞和二甲基汞;砷的化合物在同样条件下,也可能生成二甲基砷。生成的甲基化合物毒性更大,对水体污染更严重。由于其脂溶性强,可以通过食物链在生物体内逐渐浓集,最后进入人体。

(6) 生物富集。当重金属污染物进入生物体内以后,可以在生物体内逐渐蓄积,然后经过食物链的传递作用,在较高营养级的生物体内高度富集,其富集系数可达几千、几万乃至数十万倍。

2. 耗氧有机物在水环境中的降解

进入水体的各类有机污染物,如碳水化合物、脂肪、蛋白质等,在水体中各种细菌和酶的作用下,通过水解反应、氧化反应降解为简单化合物,并逐步无机化。

根据水体中的溶解氧量的充足与否和有机物含量的多少,有机物的降解作用向两个方向发展:当水中溶解氧充足时,好气性微生物把有机物最终分解为 CO_2 和 H_2O ,同时消耗水中的溶解氧;当水体缺乏溶解氧时,由于厌气性细菌利用有机污染物分子内的氧,使有机污染物发生厌气氧化分解,产生以 CH_4 和 CO_2 为主的气体。有机物中的元素硫、氮等也会在厌气情况下,生成恶臭物质氨、硫化氢等。

3. 难降解有机物在水体中的迁移转化

难降解有机物多为人工合成的有机化合物,例如杀虫剂 DDT、毒杀芬、热交换剂 PCB、除锈剂 2, 4, 5-T 等。它们在天然条件下降解缓慢,在环境中滞留时间长。在研究它们在水环境中迁移、分布和归宿时,如果只考虑它们在水体中的机械运动,可以用一般形式的多相模型描述持久性有机物在水相与气相间、水相与固相间的迁移。

另外,难降解有机物也可以通过生物放大和食物链的输送作用,对动物和人体健康构成威胁。

第二节 水环境评价与规划的任务及内容

一、水环境质量评价的任务及内容

环境质量是指环境的品质。它包括自然环境质量和社会环境质量。环境质量的优劣是根据人类的某种要求而定的。而人类通过其生产和消费不断地改变着周围的环境质量,环境质量的变化又不断地反馈作用于人。

自然环境质量按环境要素分类包括大气环境质量、水环境质量、土壤环境质量和生物环境质量等,按理化性质分类包括物理环境质量、化学环境质量和生物环境质量。物理环境质量是指人类周围物理环境的品质,主要包括气候、水文、地质、地貌等质量,以及人为的热污染、噪声污染、微波污染、地面下沉状况等。化学环境质量是指人类周围化学环境的品质,主要包括环境要素化学组成的不均一性,以及人为因素造成的化学污染。生物环境质量是指人们周围生物群落构成情况。不同地区的地理位置、地貌和气候条件不同,使生物群落的结构、特点有很大差异。由于人们不合理地采伐树木、开荒造田,使生物环境质量下降。

社会环境质量包括人口的、经济的、文化的及美学的质量等。各地区的人口密度不同,科学技术和经济文化发展不同,社会环境质量有着明显的差异。

水环境质量通常是指水体的质量状况。水体是一个广义的名称,它包括河流、湖泊、水库、海洋及地下水等。对地面水体而言,水体质量包括水的质量、底质的质量和水生生物的质量。与人类的生产、生活活动关系最为密切的是水质;底质质量是河流在一段时间里污染情况的见证;水生生物质量则可反映出污染物在生物体内的累积情况,从而反映出人们在利用水生生物时可能对人们产生的影响。本书主要涉及地面水环境质量评价问题。

水环境质量评价就是对水环境品质的优劣给以定量或定性的描述。它是人们认识水环境质量,找出水环境质量存在的主要问题所必不可少的手段和工具。通过水环境质量评价应该完成下述任务:找出评价地区的主要污染源和主要污染物,解决需要首先防治的污染物及防治的区域的问题;定量评价水环境质量的水平;通过技术经济比较,提出技术上合理、经济上可行的防治污染途径和方法;为新的社会经济发展计划及环境保护作出可行性研究等;为水环境工程、水环境管理、水环境标准、水环境污染综合防治以及水环境规划提供基础数据;为国家制定环境保护政策提供信息。进行水环境质量评价的根本目的就是为各级政府和有关部门制定经济发展计划,制定资源开发政策,确定大型工程项目及区域规划提供环境保护的依据,并为环境部门制定水环境规划,贯彻以防为主、以管促治的方针,实现全面、科学的水资源管理服务。

环境影响评价的内容十分广泛,各国规定的要求也不尽一致。由于评价的对象不同,评价所包含的项目也有差异。但是,为了建设项目进行可行性研究提出的环境影响报告书的目的是一致的,因而编制环境影响报告书的过程是大体相同的。对一个工程项目或一个地区的开发的水环境质量评价,主要包括以下内容:

- 评价区的自然环境状况调查;
- 评价区的人口及社会经济状况调查;
- 水质监测及污染源监测;
- 污染源和水质的现状评价;
- 水环境数学模型的建立及验证;
- 污染源预测和水质变化预测;
- 水环境质量影响评价;
- 水环境经济损益分析;
- 水污染控制措施;

- 公众参与；
- 水环境监察审核计划；
- 编写环境影响报告书。

二、水环境规划的任务及内容

环境规划是人类为使环境与经济社会协调及可持续发展而对自身活动和环境所做的时间和空间的合理安排。

环境规划的目的在于调控人类自身的活动，减少污染，防止资源破坏，从而保护人类生存、经济和社会持续稳定发展所依赖的基础——环境。环境规划是人类为协调人与自然的关系，使人与自然达到和谐而采取的主动行动。

水环境规划是以水（河流、湖泊水库、地下水、海洋）为对象的环境规划，是环境规划的主要组成部分。本书主要涉及地面水环境规划问题。

目前，水环境规划一般有水质管理规划、水污染系统控制规划及水环境综合整治规划三种提法。从控制水污染，搞好水质管理的目的出发，三种规划在内容上有相同之处，只是形式和侧重点不同；从产生的背景和发展过程看，三种规划又略有差异。

水质管理规划或水质规划在国内自 20 世纪 80 年代初开展以来，先后完成了洋河、渭河、沱江、湘江、深圳河、邕江以及一些流域、海域的水质规划工作。在水资源规划指导下，逐渐形成了流域、区域、设施三个层次的规划内容。水利界则以环境水利研究为宗旨，大规模开展了流域水资源保护和水质规划，实实在在地进行了全国六大水系的水质规划制定工作。水质规划的核心内容在于用数学规划方法优化组织污染源的排放，其重点在于按水质保护目标规定容许排放量。这一规划目前更多地由水利部门实施。

水污染系统控制规划是从环境系统工程、区域水污染控制系统分析等理论出发而提出的。它结合给排水工程规划设计、污水处理厂规划设计，将传统的给排水工程方案加以比较，使之与水环境目标模拟、技术经济优化相结合。这种为控制水污染服务的规划，为城建、环保部门解决城市水污染控制问题时广泛采用。水污染系统控制规划的核心内容在于将工程规划与水质目标相结合，用环境、技术、经济优化的方法选择方案，其重点是水处理工程如何优化确定处理量、排放地点与方式。它是以水处理工程规划为前提的。

水环境综合整治规划来源于城市环境综合整治的总提法，是环境管理部门提出，为环境管理部门自身服务的规划。因此，它突出管理部门的措施、手段、分期目标、资金使用、检查监督等内容。而要做出这些管理决策，上述两个规划的重点——保护目标决策和治理工程规划，均应作为本规划的基础，只是本规划更强调规划要有定量结果和可供实施的措施。可以说，它是实施规划。

本书中水环境规划是指以水污染总量控制为实质的水环境综合整治规划。其任务是与城市建设、经济发展规划相结合，通过定性分析、定量计算、行政决策及优化组合，提出一种满足一定环境目标的、可供实施的水环境综合整治方案。其主要内容包括：

- 水环境问题分析与水环境目标确定；
- 水环境功能分区，水污染控制单元划分；

- 水污染控制路线分析；
- 水环境容量及容许纳污量计算；
- 水污染控制单元解析归类；
- 污染源可控制性技术经济评价；
- 形成综合整治总量削减方案；
- 环境目标可达性分析；
- 行政决策与优化方案组合；
- 制定综合整治分期实施方案；
- 排污许可证制度的建立及许可证发放建议；
- 实施排污许可证制度的配套政策与监督管理制度。

第三节 水环境评价与规划的研究和发展

一、水环境质量评价发展概况

环境影响评价是建立在环境监测技术、污染物扩散规律、环境质量对人体健康影响、自然界自净能力等学科研究分析基础上发展起来的一门科学技术。20 世纪 50 年代初期，核设施已开始评价环境影响辐射状况，60 年代英国已有较明确的污染源—污染途径（扩散迁移方式）—受影响人群的环境影响评价模式。

美国是世界上第一个把环境影响评价用法律固定下来并建立环境影响评价制度的国家。1969 年，美国国会通过了《国家环境政策法》，1970 年 1 月 1 日起正式实施。其中第二节第二条的第三款规定：在对人类环境质量具有重大影响的每一生态建议或立法建议报告和其他重大联邦行动中，均应由负责官员提供一份包括下列各项内容的详细说明：①拟议中的行动将会对环境产生的影响；②如果建议付诸实施，不可避免地将会出现的任何不利于环境的影响；③拟议中的行动的各种选择方案；④地方上对人类环境的短期使用与维持和驾驭长期生产能力之间的关系；⑤拟议中的行动如付诸实施，将要造成的无法改变和无法恢复的资源损失。

继美国之后，先后有瑞典（1970 年）、新西兰（1973 年）、加拿大（1973 年）、澳大利亚（1974 年）、马来西亚（1974 年）、菲律宾（1979 年）、印度（1978 年）、泰国（1979 年）、中国（1979 年）、印度尼西亚（1979 年）、斯里兰卡（1979 年）等国家建立了环境影响评价制度。与此同时，国际上也设立了许多有关环境影响评价的机构，召开了一系列有关环境影响评价的会议。1970 年世界银行设立环境与健康事务办公室，对其每一个投资项目的环境影响作出审查和评价。1974 年联合国环境规划署与加拿大联合召开了第一次环境影响评价会议。1984 年 5 月联合国环境规划理事会第 12 届会议建议组织各国环境影响评价专家进行环境影响评价研究，为各国开展环境影响评价提供了方法和理论基础。1992 年联合国环境与发展大会在里约热内卢召开，会议通过的《里约环境与发展宣言》和《21 世纪议程》中都写入了有关环境影响评价内容。

1994 年由加拿大环境评价办公室（FERO）和国际评估学会（IAIA）在魁北克市联合召开了第一届国际环境影响评价部长级会议，有 52 个国家和组织机构参加了会议，

会议作出了进行环境评价有效性研究的决议。

经过 30 年的发展,已有 100 多个国家建立了环境影响评价制度。环境影响评价的内涵不断提高,从对自然环境影响评价发展到社会环境影响评价;自然环境的影响不仅考虑环境污染,还注重了生态影响;开展了风险评价;关注累积性影响并开始对环境的影响进行后评估;环境影响评价从最初单纯的工程项目环境影响评价,发展到区域开发环境影响评价和战略影响评价,环评的技术方法和程序也在发展中不断得以完善。

从 1973 年第一次全国环境保护会议后,环境影响评价的概念开始引入我国。1973 年“北京西郊环境质量评价研究”协作组成立,开始进行环境质量评价的研究。1977 年中国科学院召开“区域环境学”讨论会,推动了大中城市环境质量现状评价,如北京市东南郊、沈阳市、天津市河东区、上海市吴淞区、广州市荔湾区、保定市、乌鲁木齐市等。同时,也开展了松花江、图们江、白洋淀、湘江及杭州西湖等重要水域的环境质量现状评价。1979 年 11 月在南京召开的中国环境学会环境质量评价委员会学术座谈会上,编写了《环境质量评价参考提纲》,为各地进行环境质量现状评价研究提供了方法。

1978 年 12 月 31 日,中发[1978]79 号文件批转的国务院环境保护领导小组《环境保护工作汇报要点》中,首先提出了环境影响评价的意向。1979 年 4 月,国务院环境保护领导小组在《关于全国环境保护工作会议情况的报告》中,把环境影响评价作为一项方针政策再次提出。在国家支持下,北京师范大学等单位率先在江西永平铜矿开展了我国第一个建设项目的环境影响评价工作。

1979 年 9 月,《中华人民共和国环境保护法(试行)》颁布,规定:“一切企业、事业单位的选址、设计、建设和生产,都必须注意防止对环境的污染和破坏。在进行新建、改建和扩建工程中,必须提出环境影响报告书,经环境保护主管部门和其他有关部门审查批准后才能进行设计。”我国的环境影响评价制度正式建立起来。

1990 年起,我国环境影响评价制度不断强化和完善。1993 年原国家环保局发布了《环境影响评价技术导则》(总纲、大气环境、地面水环境),1996 年发布《辐射环境保护管理导则、电磁辐射环境影响评价方法与标准》、《环境影响评价技术导则》(声环境),1998 年发布《环境影响评价技术导则》(非污染生态影响),1996 年原国家环保局、电力部还联合发布《火电厂建设项目环境影响报告书编制规范》。此外,地下水、环境工程分析及固体废弃物的环境影响评价导则正在编制。

“八五”期间,由于加强了环境影响评价制度的执行力度,全国环境影响评价执行率从 1992 年的 61% 提高到 1995 年的 81%。

1996 年召开了第四次全国环境保护工作会议,各级环境保护主管部门认真落实《国务院关于环境保护若干问题的决定》,对不符合环境保护要求的项目实施“一票否决”。各地加强了对建设项目的检查和审批,并实施污染物总量控制,环境影响评价中还强化了“清洁生产”和“公众参与”的内容,强化了生态环境影响评价。环境影响评价的深度和广度得到进一步扩展。

1998 年 11 月 29 日国务院 253 号令发布实施《建设项目环境保护管理条例》(以下简称《条例》),这是建设项目环境管理的第一个行政法规,环境影响评价作为《条例》中的一章做了详细明确的规定。1999 年 1 月 20—22 日,在北京召开了第三次全国建设项目环境保护管理工作会议,认真研究贯彻《条例》,把中国的环境影响评价制度推向

了一个新的时期。

国家进一步加强对评价队伍的管理,通过对原持证单位重新考核,1999年7月和10月,国家环保总局公布了两批共190个“建设项目环境影响评价资格证书(甲级)”持证单位,并对全国环境影响评价人员开展了大规模持证上岗培训。仅1999年9月,全国就培训800余人,促进了环境影响评价队伍的健康发展。

国家环保总局还下发了《关于贯彻实施〈建设项目环境保护管理条例〉的通知》,加强了对国家和地方项目环境影响评价制度执行情况的检查,环境影响评价制度迈进了继续提高的阶段。

二、水环境规划发展概况

区域水环境规划与总量控制研究的关键技术方法主要包括水环境功能区划分、水环境容量计算、水污染控制规划及总量控制下的容量优化分配等。

国外早在20世纪六七十年代就开展了水环境规划及总量控制的研究工作,到目前为止也走了不少弯路,但已形成了具有区域特点的多种较为成熟和实用的研究方法。他们将大系统优化方法、数值模拟技术等应用于水环境总量控制与规划研究,并且完成了不少软件成果,但都有其地域局限性。他们的分析研究成果一般难以直接用于我国的实际区域,因为这些实用技术的研究必须结合国情和地情。

我国的研究现状与先进的西方国家相比较存在一定程度上的差距,目前主要表现为研究方法不完善、研究技术和手段相对落后、实用性和通用性不强、没有系统的水环境规划与总量控制软件等,但也取得了不容忽视的研究成果。

1. 水环境功能区划分

水环境功能区划分不同于水资源规划中的水利区划,也不同于国土整治中的水域功能划分,它是环保部门为实现分类管理、分期实施,根据功能区保护的必要性和可行性,在水域众多的功能区中,体现重点保护政策而划分的水环境功能区。

美国现在基本上以水质限值作为水域水质管理的依据,各州可根据具体情况,在保证污染物排入水域后不导致水质明显下降时,有权修改水质限值,并对排污者收费。跨流域的河流,如俄亥俄河流经七个州,流域水质管理委员会除了规定全流域的水质标准之外,各州可制定适合本州的水质标准,但水质标准不得低于全流域的标准。

美国1965年《水质法》就要求各州先对水体作功能区划分,然后制定相应功能区的水质标准。水体功能区是由各州的环保主管部门按照水资源的用途制定的。1968年美国公布了国家技术咨询委员会(NTAC)推荐的保护以下五种专门用途水质的基准:城市用水,娱乐用水,鱼和野生生物用水,农业用水,工业用水。

在水质标准制定方面,有由州一级或联邦一级制定的标准。如纽约将地面水分以下等级与用途:

AA——未经过滤的公共给水及其他用途;

A——经过过滤的公共给水及其他用途;

B——游泳及其他用途(不包括公共给水);

C——养鱼及其他用途（不包括公共给水及游泳用水）；

D——天然排水道，农业与工业用水。

其他各州的地面水水质标准则各略有不同。作为联邦一级的不同用途水质的标准则有“美国用作公共水源的地面水水质标准”，美国给水工程协会提出的“饮用水水质目标”、“美国灌溉水水质标准”等。

日本的水质标准制定和水体功能划分由日本环境厅水质科和都道府县各级地方政府主管部门负责，其法律依据是《环境污染控制基本法》，保护人类健康的水质标准由国家政府制定。日本对水体功能进行划分的原则为：①对已经污染、公害显著的水域，以及水质可能继续恶化形成公害的水域，要首先考虑。②要考虑水域现在和将来的使用目的。③要考虑水质污染现状和布局问题。④规定水质不能进一步恶化的水域。⑤要注意为达到水质目标的有关措施，规定达到的时间。一般来说，为了达到功能区的目标大致要5年时间，并且要采取相应的有效措施，如执行污水排放管理制度，改善下水道系统，改善河流水文状况，促进污水处理技术的发展，征用土地合理化，等等。环境标准不是一成不变的，不可能一次就能修订好，随着情况的改变，可以进一步修改。

根据西方一些国家的情况，水域功能划分有以下几点经验可供借鉴：①水域功能区的划分属于国家自然资源保护的范畴，要由政府主管部门主持制定，并通过一定的法律程序（或审批程序），以法规形式颁布执行，并辅以管理的实施细则；②划分水域功能要从水资源开发利用与保护出发，考虑水体功能的历史演变、现状和水质发展趋势，进行合理的划分；③水域功能划分要有一定的时限，允许在适当的时间进行调整；④对多功能的水域，不能降低水质要求，尽可能保证优质优用；⑤对功能区的实现，要有技术措施保证。

近年来，我国已有一些水环境工作者结合环境质量评价、水质保护规划、区域环境规划、城市规划以及环境管理进行过水域的功能分区研究，但是在工作程序、划分方法和划分依据以及划定功能区之后如何实现管理等方面不完全一致。

根据现有的资料，我国的水域功能划分方法大致有以下几种：①为流域的综合治理而进行的功能区划分，如河北省环保局完成的白洋淀的环境功能分区。②为水系水资源保护规划制定的功能分区，如珠江水利委员会完成的珠江水系水资源功能分区。③为水域的水质规划而进行的功能分区。目前这方面的水体功能分区比较多，如湘江、黄河、图们江、汨罗江、沱江、大鹏湾、深圳特区的水库等。从划分的原则和方法来看，可分为两种：根据综合性的调查资料、水环境现状评价进行功能划分；根据水质保护目标，应用水环境容量计算的方法，定量地划分不同的功能河段。④地方环保局会同有关部门制定的地面水环境质量区域等级标准，如江苏省南通市1984年10月颁发的“南通市地面水环境质量区域等级标准”，就是经市政府批准，作为区域水质管理的法规。

水环境功能区划分的基本原则和方法最具代表性的是夏青提出的功能区划分的8条原则，及其归纳的“系统分析，定性判断，定量决策，综合评价”的功能分区方法。华南环科所在水环境功能区划分中考虑人们的经验及主观倾向影响，建立了针对我国实际情况的实用划分方法；又应用划分代价概念，靠图论技术实现多目标优化决策对珠江三角洲东北片水环境保护功能区进行划分。淮南环保局针对淮河淮南段现状水域功能复杂、矛盾突出的问题，提出了分控制断面，按控制单元进行优化决策的水环境功能区划