

水利与国民经济协调发展项目资助

水生态环境价值和保护对策

王 浩 陈敏建 唐克旺 主编

清华大学出版社
北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是迄今为止国内外首部综合研究水生态系统服务功能价值、地表水资源污染经济损失、与地下水有关的水环境破坏经济损失、水土流失经济损失,以及水生态环境保护效益、标准、准则和对策的专著。主要包括:我国水生态环境总体状况、水生态系统服务功能与价值评价、地表水水环境污染经济损失评价、与地下水有关的水环境破坏经济损失评价、水土流失经济损失与治理效益评价、地表水水质评价、生态环境效益总体评价、生态环境保护准则和标准、生态环境保护的水利战略对策与行动。

本书可供从事水资源、水环境、水土保持、生态、水利经济、生态经济、环境经济等领域的科研、教学和管理工作者参考,也可供这些领域的高等院校的本科生、硕士研究生、博士研究生和博士后参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

(本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。)

图书在版编目(CIP)数据

水生态环境价值和保护对策/王浩等主编. — 北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2004.12

水利与国民经济协调发展项目资助

ISBN 7 81082 226 8

. 水... . 王... . 水环境-环境保护-研究 . X143

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 060605 号

责任编辑:郭 洁

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010 62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010 51686414

印刷者:北京东光印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印张:16.25 字数:364千字

版 次:2004年12月第1版 2004年12月第1次印刷

书 号:ISBN 7 81082 226 8/X·1

印 数:1~5 000册 定价:30.00元

前言

生态环境保护是关系到我国社会经济持续健康发展的战略问题,而水资源是生态环境系统中最重要、最活跃的因子,可以说,水资源数量的多少和质量的优劣直接影响到生态环境系统的质量。因此,如何从水资源开发、利用、保护、管理的角度,针对生态环境保护需求,提出生态环境保护战略性对策和措施,无疑具有重要的战略意义。

我国自改革开放以来,社会经济发展势头强劲,城市化进程迅速,水资源面临着越来越大的压力。根据水利部 2001 年发布的最新《中国水资源公报》,截止到 2001 年,全国总用水量已经达到 5567 亿 m^3 ,超过 1980 年总用水量的 $1/4$ 。在北方水资源短缺的各流域和省区,水资源供需矛盾尤其突出。根据中国工程院的研究,海河流域水资源利用率已经达到近 90%,黄河接近 67%,淮河为 59%,内陆河流域也达 42%。整个北方地区的水资源利用率平均已经接近 50%。按照国际通行的标准,水资源开发利用超过 40% 就会引起严重的生态环境问题。事实上,我国尤其是北方地区的生态环境问题已经验证了这种观点。近年来,我国很多地区相继出现了严重的生态环境问题。黄、淮、海、辽四大流域的水污染问题已经十分严重;湖泊污染势头仍难以有效遏制;北方沙尘暴肆虐,严重威胁到整个华北和京津地区的生态安全,日常生活受到严重影响,国际形象严重受损;地面沉降、海水入侵、土地沙化、湿地和其他类生物栖息地萎缩、生物多样性损害等问题十分突出。可以说,很多与水资源有关的生态环境问题,已经开始影响和制约我国社会经济的健康发展和“全面小康”社会的建设。

针对水资源面临的生态环境保护和社会经济发展的双重任务和压力,我国水利部门及时调整水利发展战略和思维模式。水利部汪恕诚部长为此曾多次提出,“工程水利”向“资源水利”转变,并出版了《资源水利——人与自然和谐相处》的重要论著。在水利部党组新时期治水思路转变的同时,水利部针对水利与国民经济之间相互作用和拉动关系,以及水利对社会经济的全面保障作用评价等问题,决定立项开展基础性应用研究工作,题为“水利与国民经济协调发展研究”。由于水资源和生态环境保护之间的密切关系、生态环境保护的重要战略意义,以及目前我国严峻的生态环境现状,决定将生态环境保护作

为重要内容之一进行专题研究。生态环境方面的各专题研究的主要目的是研究我国生态环境面临的状况,评价生态环境的服务功能和价值,计算评估生态环境退化和污染带来的成本和损失等,在这些分析评价的基础上,提出生态环境保护的对策和建议。

本书为该项目生态环境方面的部分研究成果,汇集其他有关的研究内容,整理出版。本书共 9 章,主要内容如下。

第 1 章介绍了项目研究的背景情况和主要的技术路线。

第 2 章为国内外水生态环境效益核算和保护方面的研究现状综述。

第 3 章为现状生态环境质量评价部分,包括水生态系统评价、地表水质量评价、地下水水质和有关的生态环境问题评价、水土流失评价。在这些评价的基础上,建立了社会经济发展和生态环境质量之间相互协调性的评价指标体系。通过协调性评价,识别主要的问题区、问题类型及问题的严重程度。

第 4 章为水生态系统服务功能和价值评价,包括服务功能识别和评价方法,以及最终评价结果分析等。

第 5 章为地下水环境破坏的经济损失研究,包括由于地下水污染、超采导致的地面下沉、海水入侵等生态环境问题的经济损失和成本计算。

第 6 章为地表水污染的经济损失评估,包括评估方法和步骤、典型单元、典型流域、全国各流域的污染损失初步评估结果和分析等。

第 7 章为水土保持的成本和效益核算研究,在简要评价水土流域经济成本基础上,对水土保持带来的各类社会、经济、生态环境效益进行了初步的估算。

第 8 章为生态环境保护准则和标准研究,在质量评价、效益核算的基础上,结合各地区社会经济发展对生态环境保护的需求,提出分区生态环境保护的准则和初步标准,包括西北干旱地区生态需水研究和河道内生态需水研究的国外案例、地表水保护标准、水土保持标准、地下水保护标准等对管理具有一定参考意义的问题。

第 9 章为对策和战略研究,提出了针对水生态环境问题进行治理、保护和监督的对策和措施。

各章的主要执笔人如下:

第 1 章,王浩、陈敏建、唐克旺;

第 2 章,欧阳志云、杨爱民、王芳、邵景力、李慈君、王效科、廖文根、张长春、宁堆虎等;

第 3 章,王浩、唐克旺、王研、李锦绣、欧阳志云、廖文根等;

第 4 章,欧阳志云、陈敏建、赵同谦、王效科、苗鸿等;

第 5 章,邵景力、崔亚莉、李慈君、张长春等;
第 6 章,李锦绣、陈敏建、廖文根、禹雪中等;
第 7 章,王浩、杨爱民、唐克旺、王研、王芳、徐志侠等;
第 8 章,王浩、陈敏建、唐克旺、邵景力、杨爱民等;
第 9 章,王浩、唐克旺、王研等。

为了表示生态环境保护在水利工作中的重要性,附录 A 中列出了新修订的《中华人民共和国水法》,其中多项条款涉及生态环境保护问题,例如第四、九、二十一、三十、三十二、三十三、三十四条等。

由于本书所涉及的内容属于比较前沿的领域,很多问题仍处于探索研究阶段,因此难免出现很多不足之处,但所涉及的问题和科学技术方法都是当前迫切需要的。相信本书的出版可起到抛砖引玉之功效,对有关的科研、管理部门和有关人员具有一定的借鉴参考价值。

作 者
2004 年 10 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 历史背景	1
1.2 我国水生态环境保护的历史必然性	2
1.3 水生态环境保护的‘尺度’和准则	3
1.4 研究内容及方法与技术路线	4
1.4.1 研究内容和方法	4
1.4.2 研究技术路线	6
第 2 章 水生态环境价值研究综述	7
2.1 水生态系统服务功能及价值评价研究现状与发展趋势	7
2.1.1 国外生态系统服务功能及价值评价研究现状与发展趋势	7
2.1.2 国内生态系统服务功能及价值研究现状与发展趋势	8
2.1.3 湿地服务功能及价值评价研究现状与发展趋势	9
2.2 地表水水环境污染经济损失评价研究现状与发展趋势	11
2.3 地下水生态安全评价研究现状与发展趋势	13
2.3.1 土壤水盐运移和地下水生态环境指标研究现状与发展趋势	13
2.3.2 河水灌区地下水动态调控的研究现状与发展趋势	18
2.3.3 地下水获得最大补给的地下水生态环境指标的研究现状与发展趋势 ...	19
2.4 水土流失经济损失评价研究现状与发展趋势	20
第 3 章 我国水生态环境总体状况评价	23
3.1 外流流域水生态质量评价	23
3.1.1 东北流域区	24
3.1.2 海滦河流域区	25
3.1.3 黄河流域区	28
3.1.4 长江珠江流域区	30
3.2 内陆河流域生态质量评价	32
3.2.1 评价分区和评价方法	32
3.2.2 行政分区现状评价	33

3.2.3	流域尺度的生态圈比例关系分析	42
3.2.4	生态环境演化规律研究	46
3.2.5	生态环境变化的主要驱动因素分析	53
3.3	地表水环境质量评价	57
3.3.1	地表水水质现状	57
3.3.2	地表水水质变化趋势	60
3.3.3	地表水污染原因分析	61
3.4	地下水质量评价	64
3.4.1	研究范围和主要问题识别	64
3.4.2	地下水开发利用	65
3.4.3	地下水污染	68
3.4.4	与地下水有关的生态环境问题分析	69
3.5	水土流失	72
3.5.1	水土流失现状	72
3.5.2	水土流失的变化趋势	74
3.5.3	水土流失的成因分析	75
3.6	生态环境与社会经济协调性评价	77
3.6.1	协调性评价方法和指标体系	77
3.6.2	协调性评价结果分析	78
第4章	水生态系统服务功能与价值评价	80
4.1	水生态系统服务功能	80
4.1.1	生态系统服务功能	80
4.1.2	水生态系统服务功能	81
4.2	水生态系统服务功能价值的评价方法	85
4.2.1	市场价值法	85
4.2.2	机会成本法	86
4.2.3	影子价格法	87
4.2.4	影子工程法	88
4.2.5	费用分析法	89
4.2.6	人力资本法	90
4.2.7	资产价值法	93
4.2.8	旅行费用法	93
4.2.9	条件价值法	96
4.3	全国水生态系统价值评价	99

4.3.1	生活、工业及农业用水供应	99
4.3.2	水力发电	100
4.3.3	内陆航运	100
4.3.4	产品生产	101
4.3.5	休闲娱乐	101
4.3.6	调蓄洪水	102
4.3.7	河流输沙	106
4.3.8	调蓄水资源	106
4.3.9	土壤保持	107
4.3.10	水质净化	108
4.3.11	碳固定	109
4.3.12	生物多样性维持	110
4.3.13	总评价结果	110
第5章	地下水环境破坏经济损失评价	112
5.1	单项水环境破坏经济损失评价	112
5.1.1	经济损失评价方法	112
5.1.2	海河流域地下水污染经济损失评价	113
5.1.3	地面沉降的经济损失评价	113
5.1.4	海水入侵造成的损失	114
5.1.5	塔里木河流域土壤盐渍化的经济损失评价	115
5.2	水环境破坏经济损失综合评价	116
5.2.1	经济损失估算内容和方法	116
5.2.2	计算步骤	118
5.2.3	计算实例	120
第6章	地表水污染经济损失评估	123
6.1	技术方法	123
6.2	典型单元的水污染损失计算	124
6.2.1	农业经济损失	124
6.2.2	工业经济损失	125
6.2.3	城市基础建设增加的成本	126
6.2.4	服务业经济损失	126
6.2.5	家庭支出和健康损失计算	127
6.2.6	典型单元经济损失计算汇总	128
6.3	典型流域水污染经济损失计算	128

6.4	全国水环境污染经济损失评价	130
6.4.1	经济损失评价内容和时空界限	130
6.4.2	经济损失评价方法和结果	131
第7章	水土流失经济损失与治理效益评价	133
7.1	水土流失经济损失评价	133
7.2	水土流失治理效益评价	133
7.2.1	评价原则与指标体系	133
7.2.2	水土流失治理效益评价方法	134
7.2.3	全国水土保持效益计算结果	145
第8章	生态环境保护准则和标准	147
8.1	水生态系统保护准则和标准	147
8.1.1	生态环境保护准则的评价标准	148
8.1.2	保护准则制定的依据	149
8.1.3	保护准则	150
8.1.4	各主要流域区水生态保护目标	150
8.2	河道内生态需水研究综述	151
8.2.1	背景	152
8.2.2	河道内流量法和最小流量需求	153
8.2.3	河流地貌	155
8.2.4	生态理论基础	157
8.2.5	河道内流量提供的环保水平	158
8.3	西北地区生态环境需水量	162
8.3.1	生态需水分类	162
8.3.2	生态需水的计算方法	163
8.3.3	生态环境保护目标	164
8.3.4	生态需水预测结果	166
8.3.5	总体绿洲规模变化	172
8.4	海河流域生态需水	174
8.4.1	流域生态环境问题分析	174
8.4.2	海河流域生态需水分类	174
8.4.3	海河流域生态环境保护目标	175
8.4.4	海河流域生态需水预测	176
8.5	地表水资源保护准则和标准	177
8.5.1	水功能区划原则	177

8.5.2	区划分类和依据	179
8.5.3	水功能区划分结果	181
8.5.4	现状水功能区达标评价和保护标准	188
8.6	地下水资源保护标准	190
8.6.1	全国地下水超采状况	190
8.6.2	华北地区地下水生态水位	192
8.6.3	西北地区地下水保护标准	196
8.6.4	天然绿洲生态安全的地下水生态环境指标	203
8.7	水土保持标准	206
8.7.1	各水土流失类型区现状评述	206
8.7.2	水土流失控制标准和目标	208
第9章	生态环境保护的水利战略对策与行动	210
9.1	水生态系统的水资源保障	210
9.2	水环境保护和节水型社会建设	211
9.3	地下水的宏观调控战略对策	213
9.4	水土流失治理行动	216
附录A	中华人民共和国水法	219
附录B	西北地区生态环境	230
附录C	全国水土流失面积统计	234
参考文献		239

第 1 章 绪 论

1.1 历史背景

水资源与生态环境之间的密切关系是人们普遍能够认识到的，但是将这种关系真正落实到水资源合理开发利用和管理保护方面，还是最近几年才真正开始提上议事日程的。水资源管理中开始重视生态环境保护，并不是政治家们的真知灼见所引导，也不是科学家们的知识普及和学术倡导所致，而是在生态环境系统的水资源状态受到严重破坏、生态环境问题日益严峻并严重危及社会经济健康发展的历史背景下而产生出来的，属于驱动性问题。

显然，处理好水资源与社会经济之间的协调关系，对于新时期的水资源管理乃至社会经济的可持续发展都具有重要意义。水资源功能随着社会经济的发展存在着角色的变化，其历史演化进程可分为三个主要的发展阶段。

1. 对社会经济的单向服务阶段

在我国社会经济发展相对落后、人民温饱问题尚未解决、洪涝灾害时刻危及人民生命财产的历史时期，水资源主要是解决人民生活和发展用水问题。如何更好地为社会经济发展服务，是水利与社会经济协调与否的重要指标。这个阶段属于单向服务型协调关系，也是初级的协调关系阶段。

2. 水与经济之间双向协调阶段

随着社会经济的发​​展和水患灾害防范保障程度的提高，人口增长迅猛，社会经济总量飞速增长。由此，出现了三类主要问题：一是社会经济对水资源的需求快速增长，很多地区对水资源的需求甚至超过其供水能力或水资源总量；二是人口的增加导致对水“空间”的侵蚀和占有，大量肥沃的洪泛区和行洪蓄洪土地被开发利用，人水矛盾日益突出；三是社会经济系统排放的污染物严重地危害了水资源质量，水质污染开始成为影响水资源利用的重要因素。

但是，作为矛盾一方的水系统，其承载能力是有限的。水资源不是无限地可任意开发利用的自然资源。水体对污染的自净能力也是有限的。在这种情况下，人们开始认识到：片面服务于社会经济的需求已经没有出路，必须对社会经济进行必要的管理，压缩过度需求，通过加强节水和清洁生产、调整产业结构、加强洪泛区管理、调整供水服务价格等各种手段抑制社会经济对水利的过度要求。在这个阶段，如何在抑制需求的同时，加强水利建设和保障是协调的主题，水资源规划中的平衡问题也是在这种形势下提出来的。这个阶段属于水利与

国民经济双向协调阶段，也可以称为中级协调阶段。

3. 高级协调阶段

在中级协调阶段，人们还没有对生态环境系统给予高度的重视，水利方面多以人类所具有的工程和管理能力作为双向协调的一个方面。而随着技术进步和社会经济的发展，人类干扰自然的能力也在不断提高。很多流域的水库库容已经超过流域多年的平均径流量，天然径流过程受到严重干扰，地下水补径排平衡关系被打破，随之而来的各类生态环境问题开始威胁到社会经济系统。在这种背景下，人们逐渐认识到：不仅要考虑水利和社会经济之间的协调关系，还要兼顾生态环境保护，这样才能维持社会经济发展的必要支撑条件。对生态环境保护重要性的认识也是随着人民生活水平的提高和生态价值的提升而不断深化的。因此，水利与国民经济的协调关系开始由中级的双向协调模式，转为水利-国民经济-生态环境系统“三位一体”的系统循环反馈协调模式。这个模式也就是可持续发展模式，属于高级协调阶段。

1.2 我国水生态环境保护的历史必然性

根据国内外发展情况，发达国家在 20 世纪 70—80 年代进入中级协调阶段，节水、需水管理逐渐成为水资源管理的主要工作内容。到了 90 年代，国外开始重视生态用水研究，澳大利亚、南非、美国、英国等国家在河道内生态用水、河道生态恢复、水库坝下生态基流标准等方面进行了大量的研究，部分国家（如美国、南非等）已开始进入到实际生态用水管理层面（属于本研究提出的高级协调阶段）。美国在流域生态用水管理方面起步较早。

我国从解放以来到 20 世纪 80 年代这 30 年，可以说一直处于初级单向服务阶段。“水利是农业的命脉”、“根治海河”等口号都是这个阶段提出来的，反映了当时我国社会经济发展对水利的迫切需求。水利在解决灌溉和粮食生产、解决人民温饱问题上发挥了重要作用。我国灌溉面积由 1949 年的 2.4 亿亩增加到 1980 年的 7.3 亿亩，年增 3.5%，在占耕地面积 $1/3$ 的灌溉土地上生产了 $2/3$ 的粮食——温饱问题的解决与水利的贡献是分不开的。很多大型水利设施几乎都是这个阶段建设起来的。解放初期，全国一亿立方米以上库容的水库仅 6 座，到 1984 年，全国水库总库容 4 400 亿 m^3 。水利对社会经济发展提供了重要的基础资源和安全保障。

从 20 世纪 80 年代开始到 90 年代后期这 20 年，是我国社会经济进入快速发展的时期，社会经济总量在不断提高，对水资源的需求也飞速增长。我国北方干旱地区开始意识到水资源短缺问题是不可能单靠水利来解决的，必须加强需水管理，压缩过度需求。南方湿润地区也发生水质型缺水问题。1998 年特大洪水也提醒人们，要对社会经济活动加强洪泛区管理，取水许可制度、水价调节、节水管理等政策措施都是在这个时期制定和实施的。

进入新世纪后，在水利与社会经济相互协调之外，又出现了生态环境保护的问题。其实，与水利有关的生态环境问题并不是在近年出现的。早在 20 世纪 80 年代和后来的“七

五”、“八五”期间，很多人已经开始呼吁要重视与水有关的生态环境保护问题。当时，水污染已经开始恶化，湿地萎缩、湖泊消亡、地面沉降、海水入侵等生态灾难陆续出现。但是，由于受我国社会经济发展水平的限制，人们并未对这些生态环境问题给予高度的重视。随着人们生活水平的提高和对生态环境价值观的转变，到了20世纪末，水利在生态环境保护方面的重要性才开始受到高度重视。

近年来，我国水利部门“与时俱进”，开始重视除水土保持以外其他与水利有关的生态环境保护问题。塔里木河下游生态抢救补水、黑河分水、扎龙向海湿地供水、引江济太、济南保泉等，都是有代表性和影响性的生态环境保护行动。水利如何在保障和支持社会经济发展的同时兼顾生态环境保护工作，已经变为水利的一项新项目。但是，水利如何兼顾生态环境保护，如何在政策、法律、管理层面上建立起规范化的管理程序和法制体系，目前还处于空白和起步阶段。可以说，我国水利与国民经济之间的协调关系正处于中级协调阶段的后期，属于向高级协调阶段转型的时期。对于水利对生态环境保护重要性的认识还处于初期和朦胧的状态，很多问题还缺乏定量和理性的认识，更没有上升到操作层面。加强水利与生态环境保护关系的研究，即加强与水有关的生态环境价值研究，并着手制定有关的生态环境保护技术标准和规范，已成为当前水利行业科学研究的当务之急。

水利部党组提出的“工程水利”向“可持续发展水利”转变的战略构想，完全符合我国水利与社会经济发展矛盾运动的规律，符合历史要求。

1.3 水生态环境保护的“尺度”和准则

与水利有关的生态环境问题涉及三大方面：水生生态系统、水资源质量和水污染、水土保持。这三大方面的生态环境保护均有个“度”的问题。水资源开发不可避免地要夺取水生生态系统的水量，水生生态系统必然要退化。恢复到水资源开发利用前的生态系统显然是不现实的，对于人口压力巨大，社会经济产业结构还相对属于传统产业占主导地位的我国，这种现实性是十分重要的。对于污染也存在同样的道理，不可能将水质恢复到天然的状态，至少目前我国的社会经济发展水平还达不到。水土保持更不可能将所有泥沙全部拦截在山区。

为此，必须回答的问题就是：根据现状和未来我国社会经济发展对生态环境的需求，生态环境需要保护到什么程度？达到这样的程度需要从水利角度开展什么具体的工作、实施什么战略？欲解决这些问题，必须首先确定生态环境保护的标准和准则。

建立生态环境保护的标准和准则，必须分析研究生态环境的价值，对没有价值的对象谈保护是无的放矢的。因此，本研究在生态环境价值和效益等评价工作基础上，结合社会经济发展需求和可持续原则，确定我国不同发展阶段的生态环境保护水平和“尺度”。这对于进行生态环境保护的水利决策具有重要的支撑作用。

生态环境保护的“尺度”问题实际上是一个十分复杂的问题，直接关系到可持续发展理念和模式。“尺度”所要回答的问题实际上也就是可持续发展的问题。因此说，这个问题既

是实质性的核心问题，同时也是最难回答的问题。目前，我国生态环境保护方面所提到的各种目标或标准，实际上都带有一定的主观臆断性，在目标的定量依据方面普遍存在薄弱性。例如，我国水污染治理方面曾经提到过淮河 2000 年底变清、滇池治理到达如何如何高的目标等，在目标确定的“尺度”上存在很多教训，这就是生态环境保护的“尺度”没有控制好。这些是目标太高的情况。还有生态环境保护目标定得太低甚至没有明确目标的情况，而在我国社会经济发展的现阶段，这种情况更多，对可持续发展的潜在危害更大。其中，在水资源开发利用中，一直没有确定各个流域生态环境保护下的水资源可利用量或河道外合理耗水量这些重要的“尺度”。这些目标的空白是导致水资源开发过度诱发生态环境问题的重要因素。

生态环境对社会经济可持续发展具有重要价值。但是这种价值需要定量的评价和估算，这样才能更有效地支持生态环境保护工作。对水利发展来说，一方面要保障社会经济发展对防洪和供水的日益增长需求，同时又要兼顾生态环境保护。对于防洪和供水来说，其本身存在巨大的可以定量评价的经济和社会利益，而生态环境保护同样具有重要的意义。但是需要对这种意义和价值进行定量的评价，这样，有助于在水利发展决策中，兼顾社会经济发展和生态环境保护两方面的利益，促进社会经济的协调健康发展。因此，本项目研究首先在生态环境价值定量方面做了初步的尝试。

但是，必须指出，在目前的科学研究阶段，还不能仅依靠生态环境价值和效益的经济评价方法和相应的结果作为生态环境保护决策的主要依据，制定生态环境保护准则和标准也难以完全依靠价值评价方法。生态环境保护准则是在考虑现状社会经济条件下，充分分析社会经济发展和人民的生活对生态环境保护的要求，以此来确定生态环境保护目标和标准。例如，地表水水功能区要分期逐步达标，水生生态系统保护和恢复也要根据具体流域社会经济对生态保护的要求客观地确定，生态环境的价值评估结果仅作为辅助决策参考性成果。

考虑到时间和相关研究基础等条件，本项目本着“有所探索、有所创新”的原则，对全国与水利有关的生态环境保护“尺度”问题、实现生态环境保护目标水利需要采取的战略行动和思维转变等，进行了初步的开拓性研究。

1.4 研究内容及方法与技术路线

1.4.1 研究内容和方法

本项目的研究对象是与水利有关的生态环境问题，包括水资源保护和污染防治、水生生态系统保护和水土保持，研究的主要内容和方法如下。

1. 质量评价

首先对全国各流域和地区进行生态环境的总体评价。这部分内容是总体工作的基础，其中包括三个基本单元：现状生态环境质量评价、近年的变化趋势分析和主要成因分析。通过

生态环境总体评价, 识别各地区的主要生态环境问题及其类型和性质、与水利的内在关系、问题产生的根源和解决问题的主要切入点。这部分内容按照水生生态系统、地表水、地下水、水土保持四个方面展开。根据全国生态环境评价结果, 分析各地区生态环境与社会经济发展的协调性, 区分不同地区和流域不协调的问题性质和主要原因。

2. 价值估算

在生态环境总体评价的基础上, 进行生态环境资产价值、生态破坏后的损失与成本、生态保护和恢复的成本效益分析等方面的研究, 为生态环境保护提供经济依据。由于问题本身的复杂性和工作基础的薄弱, 本项目在这方面只能进行初步的探讨和尝试, 还有很多的难点需要以后不断研究和攻克。对于降雨支持的地带性森林植被的价值评价, 国内外有很多研究, 有了一定的基础; 但是, 径流支撑的、与水利直接相关的非地带性水生生态系统的价值(包括其中生物多样性的价值), 目前研究得还很不够。本项目仅对水生生态系统的资产价值进行初步评估, 不做变化造成的损失和成本的研究。对水污染进行损失评价。对水土流失, 在引用和综合国内外水土流失损失计量研究成果的基础上, 重点研究全国八大水土流失治理片区的水土保持效益和成本分析。

在与水利有关的三大生态环境问题方面, 不同类型的价值衡量方法有所区别, 有关的量化方法将在各节中具体介绍。其中, 水生生态系统的价值按照其各种服务功能进行量化, 水污染问题按照水污染造成的经济损失进行估算, 水土保持按水土流失的损失和水土保持的效益进行计算。

3. 保护标准

生态环境价值分析和定量化解决的是生态环境重要性的问题, 但生态环境保护对象的质量状况和需要保护的水平是更重要的问题, 这就是前面说到的“尺度”问题。由于生态环境保护水平的问题是一个十分复杂的问题, 在国际上还没有成熟的评价和定量方法, 也不能按照理想的情况进行价值权衡, 因此一般按照生态环境保护准则来确定保护的原则。例如, 以现状为基本保护目标, 未来不断改善提高的原则, 确定生态环境质量水平。对于生态环境退化比较严重的地区, 需要确定未来恢复和改善的阶段目标。生态环境质量评价按照评价指标体系进行, 不同生态类型的指标体系各不相同。

4. 战略行动

现代水利、可持续发展水利的水利发展战略的重要内涵是生态环境保护。我国目前的水利工作也正在发生着这样的转变, 即由传统的片面服务于社会经济需求向兼顾生态环境保护的方向转变。但是这种转变带有一定的问题推动性和就事论事的色彩, 属于被动转变。例如, 在解决塔里木流域下游生态退化问题呼声越来越高的情况下, 进行了塔里木下游应急调水工作, 挽救绿色走廊; 在黑河下游额济纳绿洲退化和甘蒙两省区分水纠纷日益严重的情况下, 进行了黑河分水的工作。水利如何变被动为主动, 根据水利与生态环境保护之间的各类关系, 制定相应的战略对策, 这对于实现水资源可持续利用、支持社会经济可持续发展具有重要意义。本项目从生态需水、污染治理、水土流失、地下水资源战略储备等多方面, 提出

水利应采取的积极战略行动，最终实现水资源、生态环境、社会经济的协调发展。

1. 4. 2 研究技术路线

本项目研究技术路线如图 1 1 所示。

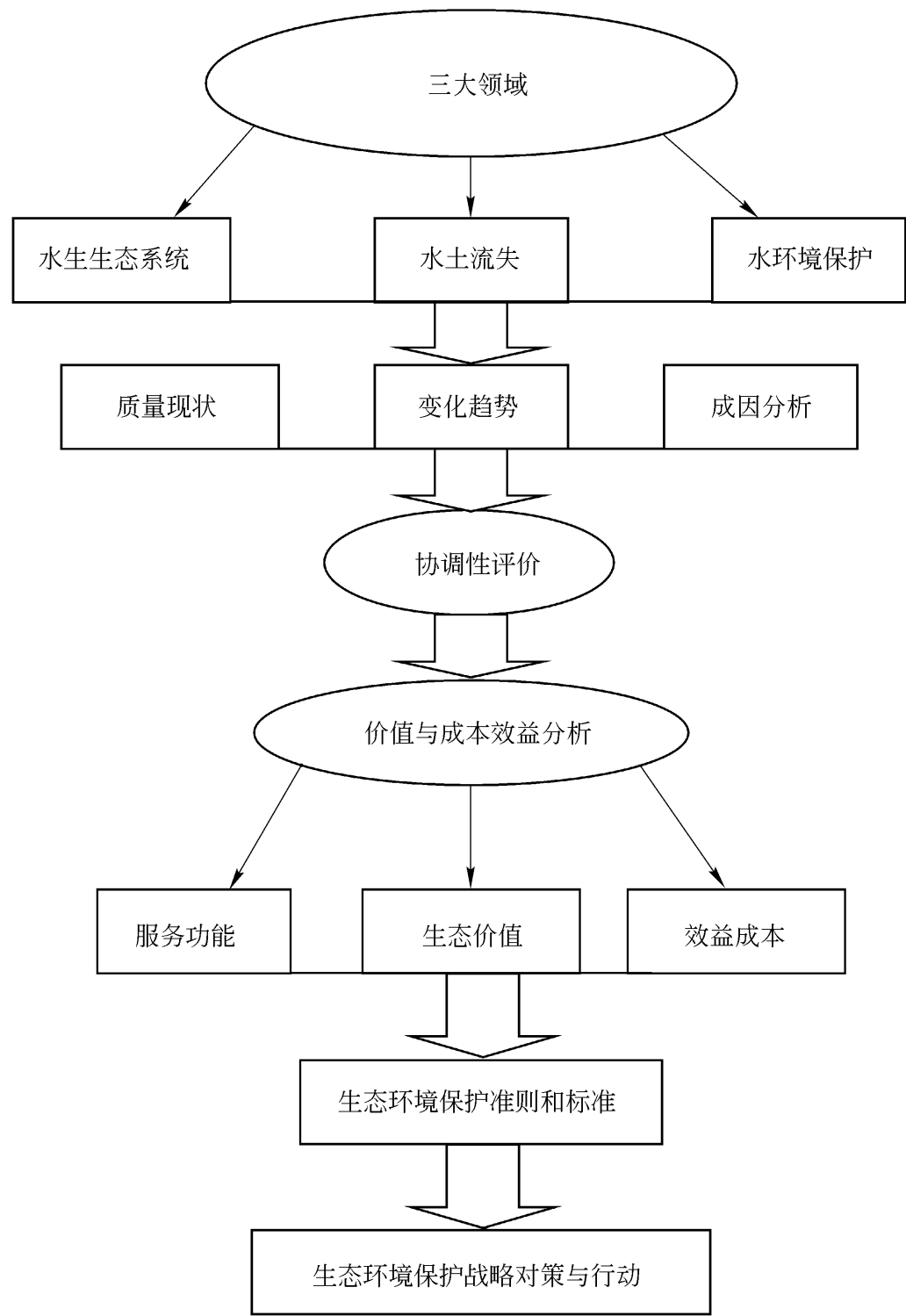


图 1 1 研究技术路线图

第 2 章 水生态环境价值研究综述

2.1 水生生态系统服务功能及价值评价研究现状与发展趋势

2.1.1 国外生态系统服务功能及价值评价研究现状与发展趋势

20 世纪 70 年代以来,生态系统服务功能开始成为一个科学术语及生态学与生态经济学研究的分支。1991 年国际科学联合会环境问题科学委员会 (SCOPE) 生物多样性间接经济价值定量研究会议召开以后,关于生态系统服务功能与生物多样性经济价值评估理论与实践的研究逐渐多了起来。

在理论方法研究方面,日本自 20 世纪 60 年代末就开始探索森林公益机能的经济价值评价方法,1972 年在全国开展了森林公益机能的值评价工作。之后,又有许多研究者相继就一些具体的评价方法开展了研究,例如,不同生物资源的经济评价方法 (Pearce, Moran, 1994)、自然保护区的经济评价方法 (Cacha, Lacy, Lockwood, Munasinghe, 1994) 等。对于生物多样性, Pimentel (1998) 认为有许多方法可以用来评价它给人类带来的利益,一种是给出关于生态系统的最佳估算,另一种是评价人类对维持生物多样性的支付意愿 (WTP)。基于生态系统进入 GDP 账户的可能性, Alexander (1998) 通过假定一个在全球经济中拥有所有生态系统的独占者 (monopolist), 测算其在生态系统市场突然建立后所能获得的最大收益,以此来评价未来有可能包含在 GDP 账户中的生态系统服务经济上的逻辑价值; 基于物流和能流, Klauer (2000) 也给出了一种生态系统和经济系统类比估算自然商品价值的方法; Woodward (2001) 则在阐述湿地提供的生态功能和生态服务,并系统总结多年来湿地生态系统服务功能的价值评价案例及方法的基础上,提出了一个非市场价值评价的工具——复合分析,同时指出了以往多个湿地研究案例中价值估算出现偏差的原因及其影响湿地价值估算的因素; Hannon (2001) 试图设计一个与经济体系充分一致的生态账户体系,通过恰当地定义“流” (flows),把两个系统联结成一个共同的体系,在生态系统的演化能够用经济术语描述时,系统中的生态价格就可以估计,并可以得到一个生态经济输出的单一测度; Gram (2001) 则在分析计算森林产品中被人们利用部分的经济价值时,在所采用不同方法的优、缺点的基础上,给出了一种综合的计算方法。

在实际评价中,主要开展的工作有:从不同角度探讨热带雨林的生态经济价值,并提出