

国家社会科学基金－京津冀水环境生态补偿
机制研究成果（项目编号 18CJY006）

水环境

Study on the Technical
Method and Case Analysis for
Water Environmental Planning

规划技术方法及 案例分析

刘雅玲 张文静 王东 刘伟江 等 / 著

中国环境出版集团

国家社会科学基金—京津冀水环境生态补偿机制研究成果（项目编号 18CJY006）

水环境规划技术方法 及案例分析

刘雅玲 张文静 王 东 刘伟江 等 著

中国环境出版集团·北京

图书在版编目(CIP)数据

水环境规划技术方法及案例分析/刘雅玲等著. —北京: 中国环境出版集团, 2018.12

ISBN 978-7-5111-2722-8

I. ①水… II. ①刘… III. ①水环境—环境规划—总体规划—研究 IV. ①X143

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 295831 号

出 版 人 武德凯
责任编辑 李卫民
责任校对 任 丽
封面设计 岳 帅

出版发行 中国环境出版集团
(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)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中献拓方科技发展有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2018 年 12 月第 1 版
印 次 2018 年 12 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 12.25
字 数 274 千字
定 价 35.00 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

前 言

水环境是构成环境的基本要素之一，是人类社会赖以生存和发展的重要场所，也是受人类干扰和破坏最严重的领域。水环境的污染和破坏已成为当今世界主要的环境问题之一。

《国家环境保护“十二五”规划》首次明确提出了探索编制城市环境总体规划，探索从顶层设计开始，完善环保参与政府综合决策的能力，以提升环境服务功能为目标，以生态保护红线、环境质量底线、环境资源上线等为抓手，为城市建设、资源开发和环境保护提供先导性、基础性依据。而水环境整体规划就是编制环境总体规划的根本出发点和重要领域，是解决城市空间性、格局性水环境问题的重要依据，是对某一地区中长期水环境管理的综合安排。充足的水资源与优质的水环境是城市发展的重要生态保障之一，是城市赖以存在与发展的基础物质条件。对城市水资源、水环境进行系统分析后提出城市未来中长期保持水环境质量良好前提下的污染负荷上限，并在城市全域空间上加以表达，是城市环境总体规划对水环境系统提出的主要诉求和需要完成的基本任务。

本书结合城市环境总体规划和水污染防治规划，系统研究和梳理了我国城市水环境保护方面的技术方法，并以德州、铜陵、福州、北海等城市环境总体规划试点城市为案例，详细分析了各城市水环境承载力和水资源承载力，解析水环境系统格局、构建红线体系，提出了水环境综合管控要求，以期对城市水环境问题的发现和解决提供借鉴与决策参考。

本书的编写分工如下：第1章由刘雅玲、张文静执笔；第2章由刘雅玲、赵琰鑫、郭黎卿执笔，第3章由叶维丽、王强、王东执笔，第4章由彭硕佳、高涵、韩旭执笔、第5章由刘雅玲、李莹执笔，第6章由邵志云、孙宏亮、刘伟江执笔。全书由刘雅玲、张文静统一修改定稿。本书在研究和写作过程中，得到了生态环境部、德州市生态环境局、铜陵市生态环境局、福州市生态环境局、中国环境科学研究院、北海市生态环境局及各地市相关单位、领导、专家和同事的大力支持，在此表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中难免有错漏之处，敬请各位读者批评指正。

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 背景和意义	1
1.2 国外环境规划的概况与启示	2
1.3 主要研究内容	2
第 2 章 水环境规划技术方法	4
2.1 水环境承载力分析	4
2.2 水资源承载力解析	9
2.3 水环境系统格局解析与红线体系构建	23
第 3 章 德州案例分析	28
3.1 德州基本状况	28
3.2 德州未来形势	28
3.3 德州战略分区	29
3.4 德州水环境承载力分析	30
3.5 德州水资源承载力解析	44
3.6 水环境系统格局解析与红线体系构建	51
3.7 德州地表水环境质量提升	71
3.8 德州地下水环境安全保障	73
3.9 德州水环境风险防范	74
3.10 德州水环境公共服务体系构建	93
第 4 章 铜陵案例分析	100
4.1 铜陵基本状况	100
4.2 铜陵未来形势	101
4.3 铜陵战略分区	102

4.4 铜陵水环境承载力分析	102
4.5 铜陵水资源承载力解析	111
4.6 铜陵水环境系统格局解析与红线体系构建	121
4.7 铜陵地表水环境质量提升	123
4.8 铜陵地下水环境安全保障	123
4.9 铜陵水环境风险防控体系	124
4.10 铜陵水环境公共服务体系构建	124
第5章 福州案例分析	126
5.1 福州基本状况	126
5.2 福州未来形势	126
5.3 福州战略分区	127
5.4 福州水环境承载力分析	129
5.5 福州水资源承载力解析	148
5.6 福州水环境系统格局解析与红线体系构建	153
5.7 福州地表水环境质量提升	154
5.8 福州市水环境公共服务体系构建	163
第6章 北海案例分析	173
6.1 北海市基本状况	173
6.2 北海市未来形势	174
6.3 北海市水环境承载力分析	175
6.4 北海市水资源承载力解析	176
6.5 北海市水环境系统格局解析与红线体系构建	176
6.6 北海市地表水环境质量提升措施	179
6.7 确立资源利用上线, 优化资源配置	182
6.8 北海水环境风险防范	183
6.9 北海市水环境公共服务体系构建	186
参考文献	189

第1章 概述

1.1 背景和意义

党的十九大报告中指出,经过长期努力,中国特色社会主义进入新时代,我国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾。水环境的保护与治理,不仅事关人民的美好生活,还事关实现环境质量的总体改善。

城市水环境管理是一个世界性的难题,发达国家在较高的经济、社会发展水平下针对每个时期的突出性问题投入了大量资金和时间,以保护城市水环境,恢复流域自然生态。正处于工业化和城镇化快速发展时期的我国,则面临着更为严重的状况,一些城市水环境质量差、水生态受损重、环境隐患多等问题十分突出,严重影响和损害了群众健康,制约了社会经济持续发展。

党和国家高度重视水环境的保护和治理工作。习近平总书记多次强调“加快构建生态功能保障基线、环境质量安全底线、自然资源利用上线三大红线,全方位、全地域、全过程开展生态环境保护建设”,“保护生态环境就是保护生产力,改善生态环境就是发展生产力。保护生态环境就是保护自然价值和增值自然资本,就是保护经济社会发展潜力和后劲”。2015年1月1日新修订的《中华人民共和国环境保护法》正式实施,被称为“史上最严的环保法”;2015年4月,国务院正式颁布了《水污染防治行动计划》;2016年12月5日,国务院印发《“十三五”生态环境保护规划》,提出要“精准发力提升水环境质量,实施以控制单元为基础的水环境质量目标管理”;2018年1月1日,新修订的《中华人民共和国水污染防治法》正式实施。各地市对于水环境综合治理也出台了许多重磅措施,打响了水污染防治的攻坚战。

在我国日益重视水环境保护的形势下,水环境规划的技术方法作为落实水环境管理政策、科学治理水环境污染、高效平衡发展和环境矛盾的重要手段,尤为重要。本书以改善水环境质量为核心、强化固定源排放管控为手段,在控制单元的基础上测算水环境容量,在区县层面上评估水资源承载力,在空间上划定水环境红线,在全市域构建污染物排放综合管控体系,全面加强城市水环境系统性、整体性保护,以期实现改善水环境质量、防范水环境风险、维护水生态功能的目标。

1.2 国外环境规划概况与启示

国外环境规划的发展起源于发达国家。工业革命以来,随着经济的快速发展和人口的急剧膨胀,传统的工业国家在取得经济增长的同时面临着严重的环境问题。从 20 世纪 30 年代至 60 年代,比利时、英国、美国、日本等国家先后发生了震惊世界的“八大公害”事件,使得环境问题成为全球的热点之一。可持续发展在这一背景下被提出,成为各国公认的发展战略。为实现可持续发展目标,各国制定了多种措施,其中环境规划被认为是实现经济效益、社会效益与环境效益统一的重要途径。

总体上,美国的环境规划以区域环境规划为主,近年来开始转向更加微观的社区尺度研究,城市环境规划鲜有涉及。然而,美国环境规划在目标确定和研究方法上可为我国城市环境规划提供借鉴:确定规划目标的法律地位可有效保障环境目标的实施效果,而量化方法的应用为环境规划目标的实现提供了有效的途径。英国环境规划对我国的主要启示在于其对环境-经济关系的强调:环境保护不应独立于经济发展规划,而必须纳入经济规划体系,只有这样才能保证经济社会的协调与良性发展。此外,环境质量也应作为其他相关规划的重要考虑因素,体现环境对经济社会发展的约束作用。

日本的环境规划起源于 20 世纪 70 年代的工业区环境规划。在规划方法上与美国较为类似,注重模型方法的应用。遵循的基本研究路线为:环境目标确定、环境影响预测与评价、环境措施制定。日本是中国邻国,地狭人多,日本的城市环境规划经验对中国具有重要的借鉴意义。中国在环境规划目标中同样要突出保障人体健康的重要意义,而标准应成为规划目标和措施制定的重要依据。

1.3 主要研究内容

《国家环境保护“十二五”规划》首次明确提出了探索编制城市环境总体规划,探索从顶层设计开始,完善环保参与政府综合决策的能力^[1],而水环境整体规划就是其中很重要的一个方面。环境总体规划的核心理论包括可持续发展与人地系统理论、环境承载力理论和循环经济理论^[2],也是编制环境总体规划的根本出发点,而水环境规划是对某一地区中长期水环境管理的综合安排,是环境保护基础性的规划。充足的水资源与优质的水环境是城市发展的重要生态保障之一,是与土地、空气等资源同等重要,城市赖以存在与发展的基础物质条件;对城市所在地区的水资源、水环境进行系统分析后提出在城市未来中长期保持水环境质量良好前提下的污染负荷上限并在城市全域空间上加以表达,作为城市未来经济发展布局和产业发展路径选择时的一个约束和指引,是城市环境总体规划对水环境系统提出的主要诉求和需要完成的基本任务^[3]。

水环境规划涉及城市水环境问题的各个方面,是环境规划的重要领域。水环境规划研究应遵循水环境研究的基本方法、水环境承载力及水资源承载力分析的基本原则,在水环境规划的相关政策指导下参考相关文件及统计数据的基本思路。本书针对水环境整体规划研究给出技术方法体系、路径,并通过具体案例分析得出水环境规划技术方法。

本书主要在城市层面上对水环境进行评价研究,重点研究水环境承载力、水资源承载力以及水环境系统格局与红线体系构建,以此为基础形成城市地表水环境质量提升、地下水环境安全保障以及水环境风险防范与公共服务体系方案。其中,水环境承载力分析主要通过容量—控制单元划分的角度分析水环境容量,进行水环境容量的核算。水资源承载力分析则以水资源承载力概念模型为依据,构建水资源承载力多目标指标体系,运用指标体系评价与层次分析法相结合的方法,计算各区县近年的水资源承载力指数。水环境系统格局主要对八个方面的内容进行分析,而城市水环境红线体系坚持以水定陆的原则,实施分级管控,包括红线区、黄线区和绿线区,各级分区不仅包含水域,还包含直接影响水环境的陆域范围。

水环境规划的主要内容及一般步骤可概述如下:①分析并提出水环境质量及变化趋势等方面存在的问题;②以水定陆,从生活源、工业源和农业源查明水环境问题的根源所在;③根据自然汇水和水系污染汇集特征,构建水质控制单元;④识别水环境系统维护关键区域,制定水环境分级管控要求,构建分级管控体系,提出红线管理机制和政策措施;⑤将各种措施综合起来,在评价、优化的基础上,提出可供选择的实施方案,供决策选用^[4]。

第2章 水环境规划技术方法

水环境规划强调空间性，着力解决城市格局性污染；从大尺度区域、长周期的发展历程中科学界定水环境功能定位，识别水环境胁迫，作出维护并持续改善环境功能的统筹安排。通过环境空间解析，明确“生态红线”、“风险红线”、“资源底线”、“排放上限”和“质量基线”。本书力图从技术方法进行突破，构建水环境规划技术体系。

通过系统分析城市水系、湖泊自然汇水和水系污染汇集特征，构建水质控制单元；识别水环境系统维护关键区域，制定水环境分级管控要求，构建分级管控体系，提出红线管理机制和政策措施；利用城市水环境质量监测数据，分析控制区的水环境质量现状，从生活源、工业源和农业源分别识别发展问题及短板；利用污染普查数据和环境统计数据，建立各控制单元之间的输入—响应关系，提出解决方案及措施；并根据城市污染源布局现状，排查潜在风险源，辨析风险源环境影响与污染物传输模式及其环境影响，以工业园区、饮用水水源保护区为重点，开展环境风险识别。

2.1 水环境承载力分析

2.1.1 水环境容量

2.1.1.1 基本概念

水环境容量是指在保持水功能用途的前提下，在一定的水质目标下，所容许容纳的污染物的最大数量。水环境容量是水环境系统的一个客观属性，同时也是水环境系统与外界物质能量交换及自我调节能力的表现，体现了水环境与人类社会经济发展活动的紧密联系。

2.1.1.2 基本特征

水环境容量的基本属性包括资源性、时空性、系统性和动态发展性。

1) 资源性

水环境容量是一种资源，具有自然属性和社会属性。水环境容量的自然属性是使其与人类社会密切相关的基础；其社会属性表现在社会和经济的发展对水体的影响及人类对水环境目标的要求，是水环境容量的主要影响因素。

2) 时空性

水环境容量具有明显的时空内涵。空间内涵体现在不同区域社会经济发展水平、人口规模及水资源总量、生态、环境等方面的差异,使水资源总量相同时不同区域的水体在相同时间段上的水环境容量并不相同。时间内涵表现在同一水体在不同时间段的水环境容量是变化着的,同时水质环境目标、经济及技术水平等在不同时间可能存在差异,从而导致水环境容量的不同。由于各区域在水文条件、经济、人口等因素上的差异,不同区域在不同时段对污染物的净化能力存在差异,这导致水环境容量具有明显的地域和时间差异特征。

3) 系统性

水环境是一个复杂多变的复合体,水环境容量的大小除受水生态系统和人类活动的影响外还取决于社会发展需求的环境目标。因此,对其进行研究,不应仅仅限制在水环境容量本身,而应将其与经济、社会、环境等看作一个整体进行系统化研究。此外,河流、湖泊等水体一般处在大的流域系统中,水域与陆域、上游与下游等构成不同尺度的空间生态系统,在确定局部水体的水环境容量时,必须从流域的整体角度出发,合理协调流域内各水域水体的水环境容量,以期实现水环境容量资源的合理分配。

4) 动态发展性

影响水环境容量的因素既包括水文、气象、气候、地理特征等自然条件(内部因素),也包括社会经济、环境目标、科学技术水平等诸多社会因素(外部因素)。水环境容量不但反映流域的自然属性,同时也反映人类对环境的需求(水质目标),水环境容量随着水资源情况的变化和人们环境需求的提高而不断发生变化。

2.1.2 容量-控制单元划分

2.1.2.1 划分原则

(1) 水系特征与行政区边界有机结合的原则。流域与行政区域有机结合,既体现流域统一管理原则,保障流域长期的水环境保护需求;同时体现区域的分散管理和有限目标、有限任务的原则,保证水环境管理措施的具体执行,实现区域和流域的水环境协调统一。

(2) 完整性与唯一性原则。分区划线的目的是建立行政区—水体—水质断面的对应关系,使水域与陆域连成一片,因而必须保证流域与行政区的完整性,在流域范围内既不能出现空白,也不能重复出现;同时尽可能不打破县级行政区的权属界线,基本保持县级行政区的完整性。

(3) 以水定陆原则。水污染防治规划分区是要建立水陆对应的面状区域,以自然水系作为陆域划分的基准,根据自然汇水特征确定陆域汇流范围,综合考虑社会经济发展、水环境主要问题、水污染、区域污染防治重点和方向等方面的区域性特征和状况,形成水陆结合单元。

(4) 可操作性原则。考虑现有国控、省控等水环境质量监测河流断面(湖泊点位)或水质自动监测站点,分区划界方案要实用可行,有利于强化落实责任,确保便于行政区域内管理和跨行政区相互监督。

(5) 层次推进原则。按照流域、控制区、控制单元3个层次进行水污染防治规划分区,适应各级环境管理部门水污染防治决策的需要,便于各级环境管理部门指导经济社会的发展和环境的保护。

2.1.2.2 划分方法

(1) 空间叠图法。以水资源分区图、行政区划图为基础,通过空间叠置,以行政区划界作为划定界限的主要依据(必要时根据环境管理需求进行调整和修正),确定分区。

(2) 顺序划分法(又称“自上而下”法)。以空间异质性为基础,按区域内差异最小、区域间差异最大以及区域共轭性划分最高层次的分区,然后依次逐级向下划分。

(3) 合并法(又称“自下而上”法)。以空间水环境特征相似性为基础,按区域间相对一致性和共轭性依次向上合并。

2.1.3 水环境容量核算步骤

通常情况下,水环境的环境容量计算可以按照以下步骤进行:

(1) 基础资料调查与评价。包括调查与评价水域水文资料(流速、流量、水位、体积等)和水域水质资料(多项污染因子的浓度值),同时收集水域内的排污口资料(废水排放量与污染物浓度)、支流资料(支流水量与污染物浓度)、取水口资料(取水量、取水方式)、污染源资料(排污量、排污去向与排放方式)等,并进行数据一致性分析,形成数据库。

(2) 水域概化。将天然水域(河流、湖泊水库)概化成计算水域,例如,天然河道可概化成顺直河道,复杂的河道地形可进行简化处理,非稳态水流可简化为稳态水流等。水域概化的结果,就是能够利用简单的数学模型来描述水质变化规律。同时,支流、排污口、取水口等影响水环境的因素也要进行相应概化。若排污口距离较近,则可把多个排污口简化成集中的排污口。

(3) 选择控制点或边界。根据水环境功能区划和水域内的水质敏感点位置分析,确定水质控制断面的位置和浓度控制标准。对于包含污染混合区的环境问题,则需根据环境管理的要求确定污染混合区的控制边界。

(4) 建立水质模型。根据实际情况选择建立零维、一维或二维水质模型,在进行各类数据资料的一致性分析的基础上,确定模型所需的各项参数。

(5) 容量计算分析。应用设计水文条件和上下游水质限制条件进行水质模型计算,选择合适的容量计算方法确定水域的水环境容量,并进一步扣除非点源污染影响部分,得出实际环境管理可利用的水环境容量。

(6) 基于水环境容量的总量减排任务分配。依据水环境容量核算成果和水质要求,将总量减排任务在流域和控制单元内进行分配。流域层次的污染负荷分配是将污染物排放总量分配到独立的行政区或水系等,主要是用于区域污染控制目标的制定,具有明确的管理意义,但没有具体的实施意义;而控制单元内总量则需要分配到各种具体污染源,其具有明确的实施意义。控制单元内总量分配又包含非点源和点源之间的负荷分配以及点源之间的负荷分配。

水环境容量核算的步骤和流程见图 2-1。

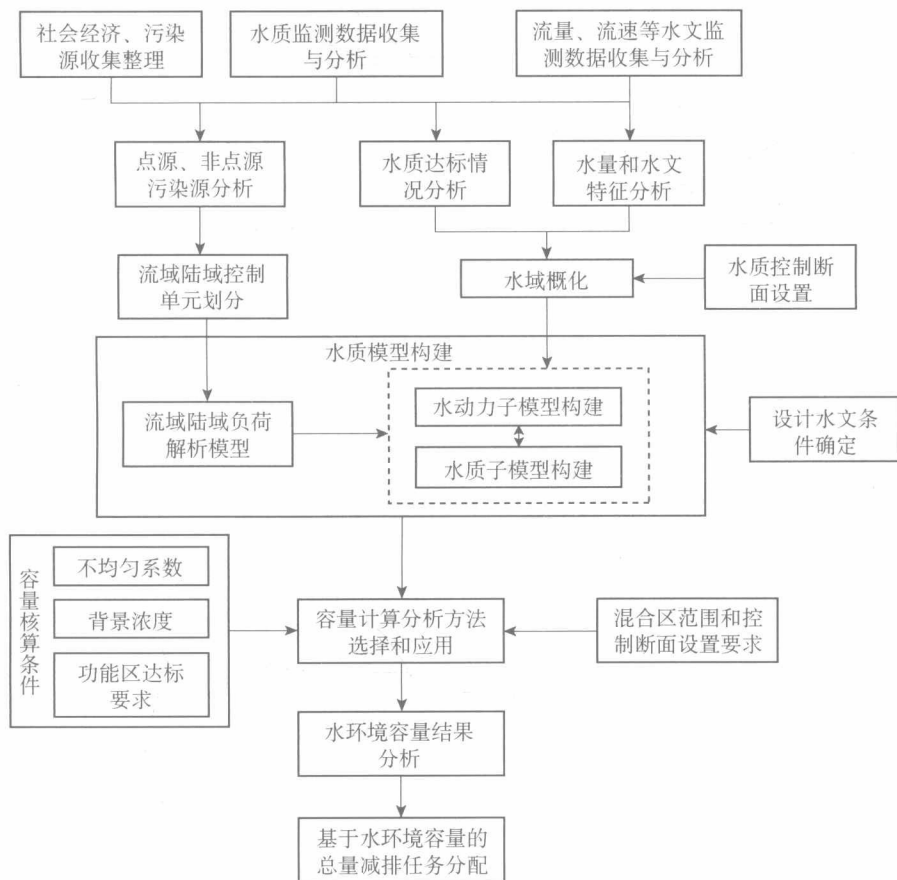


图 2-1 水环境容量核算的步骤和流程

2.1.4 环境现状分析

2.1.4.1 水质现状

水质现状的分析主要包括两个角度：时间序列和空间序列。在时间序列上，对地市

水域进行水质监测,根据断面信息及位置设置监测点位。监测断面信息主要包括断面名称、经纬度、断面属性以及所属河流;断面的监测指标主要有水环境状况、主要污染物浓度、生化需氧量。根据断面监测结果,分析监测年限内地市水环境状况的变化情况、主要污染物浓度变化情况以及生化需氧量变化趋势。在空间序列上,水质状况的分析不仅要监测主要流域水质,还要对所包含的支流、湖库的水质情况进行监测分析,这样才能全面地了解和掌握所研究地市的水质情况。

2.1.4.2 涉水污染源排放现状

涉水污染源主要有工业、生活和农业三个方面。工业涉水污染源排放包括涉水污染物排放企业情况及分布。对涉水污染物排放企业分布情况的分析有利于对排污口情况及污水排放情况的分析,主要分析指标为企业排水量、排放口位置、排污口分布位置、排入水体、排污口性质及入河方式。工业污染源的数据可根据地市每年环境统计资料及各县市生态环境局对流域内工业企业排污统计上报的结果获得。

生活涉水污染源排放情况包括按人口及人均污染物排放系数测算所得的污染物排放量,污水处理厂的建设情况、运行情况、管网密度及出水情况,具体指标为污水处理能力、负荷率、污水处理指标标准、出水浓度及水量。其中部分数据可参考相关统计数据或文件要求。

农业涉水污染源排放情况指的是规模化畜禽养殖场主要污染物排放情况,包括畜禽养殖污染和种植业污染。农业畜禽养殖污染源强采用《全国水环境容量核定技术指南》中推荐的折算方法和参数。种植业污染采用“标准农田修正法”估算污染物排放量,标准农田源强修正系数为:化学需氧量 $7\text{kg}/(\text{亩}^{\text{①}}\cdot\text{年})$,氨氮 $2\text{kg}/(\text{亩}\cdot\text{年})$,总磷 $0.25\text{kg}/(\text{亩}\cdot\text{年})$,总氮 $3\text{kg}/(\text{亩}\cdot\text{年})$,污染物流失系数为 0.2。首先所研究地市的各区县养殖场个数、养殖场/小区栏舍总面积是需要进行统计分析的,以了解不同区县农业涉水污染源情况。接着统计分析一段时间内,地市规模化畜禽养殖场污水排放量的总量和变化量。如果地市规模化畜禽养殖场污水排放量的总量和变化量相比工业和生活污水排放量总量和变化量,比值不大,则在环境容量评估中不予考虑其变化的影响。如果地市规模化畜禽养殖场污水排放量的总量和变化量相比工业和生活污水排放量总量和变化量,比值为 0.7~1,则需要在环境容量评估中对其变化的影响进行分析说明。

2.1.5 环境负债表

2.1.5.1 环境容量负债表基本概念

环境负债的定义为对于已经损耗、破坏的自然环境的一种补偿而产生的应由社会承担的通过资产或者资本等方面所支付的现有现时义务。

① $1\text{亩}=0.0667\text{hm}^2$ 。

资产负债表是反映主体在某一特定日期全部资产、负债和所有者权益情况的会计报表,它表明主体在某一特定日期所拥有或控制的经济资源、所承担的现有义务和所有者对净资产的要求权。参考国民经济资产负债表的概念和编制方法,定义环境负债表为在绿色国民经济核算体系中,对区域所研究的特定时期(半年、一年)的环境容量、环境质量、资源存量以及存量变化的核算。环境资产负债存量的核算是对一国(政府)一定时点上所拥有的环境资产的规模和构成的核算,环境资产负债流量核算是指对两个时点间环境资产负债之变动的核算,侧重于变动原因的分类核算。本书仅考虑通过实物计量形式计量环境负债的情况。

2.1.5.2 水环境容量资产负债表的构建

关于环境资产负债核算体系,国际上尚没有一个非常成熟的、具有高度可操作性的制度范式,各国研究和实践所着重的领域、所采用的方法也很不统一,还有许多问题没有得到解决。水环境容量资产负债表由于同时涉及对水环境容量资产的流量和存量数据进行列报,单张报表不能够满足要求。同时,水环境容量资产负债表是围绕“生态环境状况统计核算、生态环境审计与考核”目的的一套报表体系。水环境容量资产负债表需实现水环境容量与质量核算数据管理和分析的集约化,并展现数据间的相互关系。因此,本书提供的水环境容量负债表体系包括水环境容量负债核心账户表和支撑核心账户的水环境容量特征分析扩展表,以从水文、水质、总量排放条件和水环境管理要求等方面全面反映流域控制单元水环境容量资源禀赋和容量资产的耗用、剩余情况。

水环境容量负债核心账户表包括核算理想环境容量、点源和非点源入河负荷总量、环境容量、现状实际容量负债情况等主要项目,以反映一定时间段内以及自然原因或人为经济活动因素造成的流域控制单元水环境容量资产动态变化量。

水环境容量特征分析扩展表包括水环境质量表、水文水资源特征表、水环境污染负荷总量排放表、水环境容量动态分析表和水环境容量资产价值表等,从水文条件、排放条件、监测点位水质状况、水环境容量资产动态原因分析,以及水环境容量评价的水环境容量-质量货币化价值等角度对水环境容量负债情况进行更加详尽的描述。

2.2 水资源承载力解析

2.2.1 水资源承载力定义

水资源承载力(water resource carrying capacity, WRCC)是指在一定社会经济条件和一定状态下水资源系统可以承载的人类活动程度和方式的量化指标,在这些指标所允许的范围和程度之内的人类经济发展活动作用下,水资源系统结构组合特征、功能状态不会发生质的变化,这是水资源具有承载力的内在原因;由于相关指标在量上是有限度

的，所以某一指标消耗过大（如地下水超采）就会影响水资源系统的整体结构水平，进而导致功能失常。

综上所述，本书对水资源承载力的理解为：某一地区的水资源在某一具体历史发展阶段下，以可预见的技术、经济和社会发展水平为依据，以可持续发展为原则，以维护生态环境良性循环发展为条件，经过合理优化配置，对该地区社会经济发展的最大支撑能力。

2.2.2 研究思路及指标体系构建

2.2.2.1 研究思路

在具体研究中，首先，构建指标体系。依据指标体系构建及指标项选取原则，结合对地市社会经济、资源环境、技术管理等系统主要矛盾的分析，参照联合国社会发展研究所及国内相关文献，遴选指标，建立水资源承载力的指标体系。其次，使用专家打分法和层次分析法对各具体指标进行赋权。再次，获取地市近几年所属区县的 13 个指标现状数值，并选取标准值，采用综合评价法，计算地市水资源承载力指数并进行分析。最后，提出优化地市水资源承载力的对策与措施（图 2-2）。

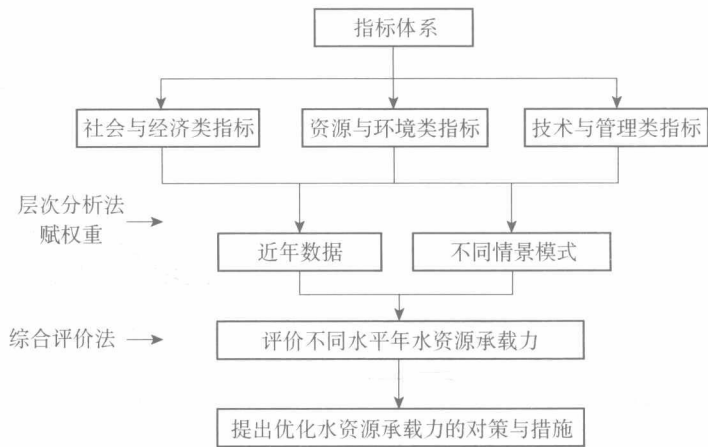


图 2-2 地市水资源承载力研究思路

2.2.2.2 指标体系构建

- 1) 指标体系构建原则
- 水资源承载力研究涉及经济、社会、资源环境、技术和管理等多个领域，是一个典型的多指标决策、评价问题。关于地市水资源承载力指标的筛选遵循下述原则。
- (1) 完整性原则。即指标体系尽可能全面地反映研究地市水资源-社会经济系统的实际状况。

(2) 可操作性原则。即指标概念明确、数据易测易得，可操作性强。

(3) 可比性原则。即指标具有时间和空间上的可比性，以更好地反映水资源承载力在时空上的状况及其变化态势。

2) 指标体系构建

针对地市水资源的特点，全面分析地市水资源承载力受区域水资源开发利用强度，人口与生活质量，产业布局、规模、结构与管理，农业等多个方面的综合影响，并在此基础上参照全国水资源供需分析中的指标体系和其他水资源评价指标体系及标准。在水资源承载力综合评价中，选取社会经济类、资源与环境类、技术与管理类共 13 项如下：

(1) 目标层 A。以区域水资源承载力状态作为目标层。

(2) 准则层 B。该层次反映了水资源-社会经济系统中与水资源承载力大小密切相关的主要影响因素，即社会与经济类 B1、资源与环境类 B2、技术与管理类 B3 等；每个影响因素又都包含了若干个评价指标，分别从不同侧面描述水资源-社会经济系统的状态、特征等。

(3) 指标层 C。该层表达了准则层的具体内容，共由 13 项单指标构成（图 2-3）。

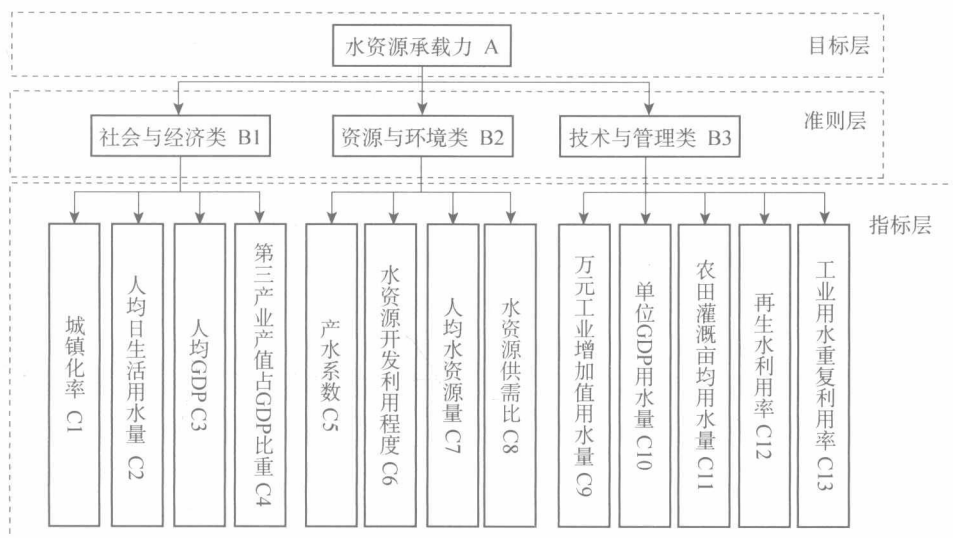


图 2-3 地市水资源指标体系

3) 水资源承载力指标

(1) 社会与经济类指标 $B1=\{C1, C2, C3, C4\}$ ， $C1\sim C4$ 都是反映研究地区社会发展、经济效益与水资源的重要指标。

式中， $C1$ 为城镇化率，计算公式：城镇总人口数/总人口数 $\times 100\%$ 。通常城镇化率越高的地区，人均用水定额、人均生活排污量越大，水资源承载力则相对越小。