

Water Quality Criteria Green Book of China

中国水环境质量 基准绿皮书

2014

中国环境科学研究院
环境基准与风险评估国家重点实验室



科学出版社

中国水环境质量 基准绿皮书

2014

中国环境科学研究院
环境基准与风险评估国家重点实验室

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书对我国现阶段在水环境基准研究方面取得的重要进展进行了总结和展望,较系统地提出了我国水环境基准的基本方法框架体系,主要介绍目前我国流域水环境的水生生物基准、沉积物基准、生态学(生物完整性)基准、营养物基准等技术方法体系的研究内容,同时提出了一批重要污染物的水环境基准阈值。

本书可供环境科学、环境风险评估、环境安全、环境监控预警、水资源保护、环境与生态毒理学等相关专业的本科生、研究生、高校教师、科研工作者以及环境管理决策人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国水环境质量基准绿皮书. 2014 / 中国环境科学研究院环境基准与风险评估国家重点实验室著. —北京: 科学出版社, 2014.5

ISBN 978-7-03-040424-4

I. 中… II. ①中… ②环… III. 水环境—环境质量—研究—中国—2014 IV. X143

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 074095 号

责任编辑: 张 菊 张 震/责任校对: 彭 涛

责任印制: 赵德静/封面设计: 无极书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

http: //www.sciencep.com

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 5 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2014 年 5 月第一次印刷 印张: 13 1/4

字数: 300 000

定价: 78.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

学术顾问与编写人员名单

- 学术顾问 孟 伟 刘鸿亮 赵进东 魏复盛
王连生 于红霞 王治江 任官平
樊元生 李发生 郑丙辉 吴丰昌
郑明辉 陈会明 周怀东 夏 青
谢 平 陈艳卿 鄂学礼 梁美仪（中国香港）
Dale J. Hoff（美国） Joseph E.Tietge（美国）
John P. Giesy（加拿大） Kevin Jones（英国）
李 红（英国） 党志超（荷兰）
- 主 编 刘征涛
- 副主编 朱 琳 孙 成 祝凌燕 席北斗
闫振广
- 编 委 周俊丽 张 远 杨绍贵 张亚辉
李 梅 刘红玲 高士祥 崔益斌
姚庆楨 冯剑丰 钟文珏 张爱茜
王遵尧 李 冰 杨小南 胡 成
陈良燕 霍守亮 台培东 余若楨
郑 欣 冯承莲 雷 坤 梁 峰
廖海清 丁 森 高 欣

序

党的十八大以来，以习近平同志为总书记的党中央站在战略和全局高度，对生态文明建设和环境保护提出了一系列新思想、新论断和新要求，为探索环境保护新路、建设美丽中国、实现中华民族永续发展、走向生态文明新时代指明了前进方向。我们紧紧围绕党中央、国务院关于生态文明建设和环境保护的决策部署，积极探索环境保护新路，着力解决影响科学发展和损害群众健康的大气污染等突出环境问题，狠抓主要污染物总量减排，加快推进环境管理战略转型，努力改善生态环境质量，各项工作取得了积极进展。实践反复证明，脱离环境保护进行经济发展是“竭泽而渔”，而离开经济发展抓环境保护是“缘木求鱼”。

环境保护是生态文明建设的主阵地，探索环境保护新路是推进生态文明建设的有效路径，其核心要求在于处理好环境保护与经济发展的关系，关键在于加快实现环境管理战略转型，根本目的在于改善环境质量。环境质量基准为推进环境管理战略转型提供了坚实基础，是开展主要污染物总量控制、生态质量控制和环境风险控制的重要前提。

水环境质量基准是确定水环境管理标准的科学基础，也是开展水环境风险监控及评估管理的科学依据。水环境基准与标准共同构成水环境管理的重要准绳。欧美一些发达国家早在 20 世纪初就开始了水质基准的相关研究。20 世纪 50~60 年代，这些国家就在政府层面发布了水环境质量基准的技术指导文件。半个多世纪以来，美国陆续出版了国家水质基准的《绿皮书》、《蓝皮书》、《红皮书》和《金皮书》等，并出台了一系列的相关水质基准/标准指导文件。欧盟及其他发达国家或地区也相继发布了保护水生态安全和饮用水的水环境质量基准技术指南及基准限值等，在水环境保护和管理中发挥了重要作用。

长期以来，我国水环境基准研究基础相对薄弱，尚未对环境水质标准的制定和修订提供有效支撑。我国现行水质标准主要参照发达国家水环境基准或标准成果制定，对我国水环境生态系统及饮用水水源安全保护的科学性有较大限制。为此，《国家环境保护“十二五”科技发展规划》明确提出“积极推进环境基准科技专项立项与实施。探索建立适合我国国情的环境基准体系框架”。在水体污染控制

与治理科技重大专项、国家重点基础研究发展计划、国家环境保护公益性行业科研专项等重大科研计划中专门设立了一系列重要课题，支持我国水环境基准研究，标志着我国开始系统性地推进水环境基准体系研究。

中国环境科学研究院环境基准与风险评估国家重点实验室联合国内优势科研单位，积极学习借鉴国外环境基准/标准领域的先进经验和成果，“十一五”以来，在我国水环境质量基准研究领域取得了重要进展。针对我国流域水环境的水生生物基准、水生态学基准、营养物基准、沉积物基准及水质健康基准等基础性水环境基准的主要体系构成，中国环境科学研究院环境基准研究突破了水环境质量基准的关键方法技术，取得了重要的阶段性进展，形成了我国水环境基准技术方法框架体系，填补了国内技术空白，实现了我国流域水环境基准“从无到有”的技术跨越，为《地表水环境质量标准（GB3838—2002）》和《中华人民共和国环境保护法》的修订提供了重要技术支持。

这本即将面世的《中国水环境质量基准绿皮书》，在我国水环境基准研究历史上具有重要意义，是我国水环境基准体系研究领域取得跨越式发展的良好展示，将为新时期我国水环境风险管理提供良好的科学依据，也将为推进生态文明、探索环境保护新路提供坚实的支撑。

环境基准研究是一项基础性工作。当前的研究成果只是一个良好开端，还需要持续不断的深入研究，以揭开水环境基准领域更多奥秘，更好地服务于我国生态文明建设和环境保护事业。

环境保护部部长

周生贤

2014年2月13日

前 言

水环境质量基准是制定水环境标准的科学依据和理论基础，经过几十年的发展，我国虽已初步建立了水质标准体系，但由于缺乏适应我国特点的系统性水质基准研究支撑，现行水质标准主要是参照国外水质基准或标准制定，这对我国水生态环境与人体健康的保护具有较多的局限性。鉴于目前我国水环境污染的严峻态势及水质标准在水环境管理中的重要作用，迫切需要建立我国的水环境质量基准研究技术方法体系，为科学确立我国水环境标准、支撑环境保护战略目标的实现提供技术基础。

《国家环境保护“十一五”科技发展规划》明确将环境标准、基准与风险评估等环境管理关键科学技术列入环境科技创新发展的优先领域，提出了“科学确定基准”的目标。自“十一五”以来，我国在水体污染控制与治理科技重大专项（水专项）、国家重点基础研究发展计划（“973”计划）以及国家环境保护公益性行业科研专项中设立了一系列重大科研课题，启动了我国流域水环境基准理论方法与应用技术的系统研究。中国环境科学研究院联合教育部相关高校及中国科学院等相关科研单位，依托环境基准与风险评估国家重点实验室、污染控制与资源化研究国家重点实验室、教育部环境污染过程与基准重点实验室、国家环境保护化学品生态效应与风险评估重点实验室、国家环境保护湖泊污染控制重点实验室等，开展了一系列研究工作。经过不懈努力，流域水环境基准研究取得了重要进展，基本建立了具有我国特色的水环境基准技术方法框架体系，为构建和完善我国水环境质量基准/标准体系提供了重要基础与依据。本书简要表述了我国流域水环境基准主要研究平台的创建期阶段性成果，提出了部分典型污染物的水质基准阈值，以期为我国地表水质量标准的修订及水环境保护与监控管理提供技术支持。

由于我国环境基准研究基础相对薄弱，现阶段环境基准的研究主要借鉴发达国家与国际组织的先进经验，开始从无到有系统地建立我国特色的环境基准体系。本书提出的水环境质量基准方法体系框架在我国仍属开创阶段，目前主要介绍流域地表水（淡水）水生生物基准、沉积物基准、生态学（完整性）基

准、营养物基准等方法体系的内容，不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正，以期能持续更新提高。

编 者

2013 年 11 月

目 录

1 水环境质量基准研究概况	1
1.1 环境管理对水环境质量基准的重大需求	1
1.2 水环境质量基准发展历程	2
1.2.1 国外发展历程	3
1.2.2 国内发展历程	6
1.3 水环境质量基准研究现状	7
1.3.1 国外研究现状	7
1.3.2 国内研究现状	15
2 中国流域水环境质量基准研究主要进展	16
2.1 构建水环境质量基准方法体系框架	16
2.2 建立水环境质量基准研究平台	17
2.2.1 提出中国“3 门 6 科”最少毒性数据需求原则	17
2.2.2 提出中国“4 门 10 种”本土基准受试水生生物名单	17
2.2.3 突破水质基准关键技术, 建立基准研究平台	18
2.3 制定典型污染物水环境质量基准阈值	18
2.4 提出典型污染物应急水质标准建议值	19
3 中国水环境质量基准技术方法	21
3.1 水生生物基准推导方法	22
3.1.1 概述	22
3.1.2 基准制定流程	22
3.1.3 基准数据筛选规范	24
3.1.4 基准推导方法	28
3.1.5 基准毒性试验规范	30

3.2 沉积物基准推导方法	32
3.2.1 概述	32
3.2.2 基准制定流程	32
3.2.3 基准推导关键技术方法	34
3.3 水生态学基准推导方法	41
3.3.1 概述	41
3.3.2 基准制定流程	41
3.3.3 基准推导关键技术方法	43
3.4 营养物基准推导方法	62
3.4.1 概述	62
3.4.2 基准制定流程	63
3.4.3 基准推导关键技术方法	64
3.5 流域特征污染物筛选方法	70
3.5.1 概述	70
3.5.2 流域特征污染物筛选流程	70
3.5.3 特征污染物筛选关键技术方法	71
4 流域典型污染物水环境质量基准阈值	75
4.1 水生生物基准：镉	75
4.1.1 引言	75
4.1.2 数据筛选与分析	75
4.1.3 镉生物毒性数据的调整	80
4.1.4 镉水生生物基准制定	81
4.2 水生生物基准：氨氮	86
4.2.1 引言	86
4.2.2 数据筛选与分析	86
4.2.3 氨氮毒性数据的调整及 SSD 排序	89
4.2.4 氨氮水生生物基准推算	90
4.3 水生生物基准：六价铬	93
4.3.1 引言	93
4.3.2 数据筛选与分析	94
4.3.3 六价铬水生生物基准制定	95

4.4 水生生物基准：硝基苯	98
4.4.1 引言	98
4.4.2 数据筛选与分析	99
4.4.3 硝基苯水生生物基准制定	100
4.5 水生生物基准：毒死蜱	103
4.5.1 引言	103
4.5.2 数据筛选与分析	103
4.5.3 毒死蜱水生生物基准制定	104
4.6 太湖和辽河水生态学基准	110
4.6.1 太湖流域生态学基准	110
4.6.2 辽河流域生态学基准	114
4.7 重金属沉积物基准	123
4.7.1 相平衡分配法	123
4.7.2 生物效应法	129
4.8 云贵湖区营养物基准	143
4.8.1 云贵湖区营养物基准参照状态	143
4.8.2 云贵湖区营养物基准值确定	152
4.9 典型重金属应急水质基准/标准	156
4.9.1 引言	156
4.9.2 应急水质标准推导	157
5 中国水环境质量基准研究展望	176
5.1 水环境质量基准发展路线	176
5.2 水环境质量基准展望	177
主要参考文献	179
附录 1 名词解释	185
附录 2 中国水质基准受试生物	189
附录 3 典型流域特征污染物清单	194
致谢	

水环境质量基准研究概况

1.1 环境管理对水环境质量基准的重大需求

我国水环境污染态势严峻，水质标准在水环境管理中发挥着极其重要的作用。我国水质标准始建于 20 世纪 80 年代，经过多年的发展和修订，已逐渐形成了水环境标准体系。我国水质标准主要由地表水环境质量标准、海水水质标准、渔业水质标准、农田灌溉水质标准和地下水质量标准等组成。其中，作为综合性标准的地表水环境质量标准，从 1983 年颁布实施以来，迄今已经修订了 3 次，按照不同水域功能管理属性共执行 5 类标准值。

水质基准是水质标准制定和修订的基本科学依据，环境基准的研制水平是一个国家环境领域科技水平和创新能力的重要体现。我国现行水环境标准主要是参考美国、欧盟、苏联等发达国家和地区的水质基准值和标准值来确定，国内水质基准研究相对滞后，主要缺乏各类水环境污染物的本土水生生物毒理学、污染生态学及相关水环境健康效应的有效基准数据，生物区系资料也不完整，尚未建立适合于我国环境保护的水环境质量基准技术方法，对环境基准在环境管理标准制定中的科学支撑作用也缺乏重视。由于不同地区水环境中的水生生物、水化学和物理特征等自然生态系统要素具有明显的生态地域性差异，其他国家的水环境质量基准或标准不一定能反映我国水生生物与水功能保护的要求，所以完全参照或采用其他国家的水质基准或标准值来制定我国的水环境保护标准，不仅降低了我国水质标准制定的科学性，而且还可能导致环境质量的“欠保护”或“过保护”风险。

在水环境基准方法研究和实践管理应用领域最发达的国家美国在其相关文件中明确规定，只能用分布在北美（美国）的水环境代表性生物作为受试物种，来推导保护美国淡水和海洋生态系统的水环境基准值，有关人体健康的水质基准的

制定也要充分考虑北美的人体特征、消费习惯及实际生态学暴露途径等要素。当前，国内外在污染生态效应、环境毒理学及健康风险评估等研究领域，正经历着由关注单一物质污染向关注多个物质联合污染的转变，由关注简单环境介质行为向关注生态系统多介质复合作用过程的方向发展。因此，我国现有的环境标准，由于没有自己的环境基准作依托基础，其科学准确性和管理适用性方面还有较多欠缺，制约了国家环境保护管理战略目标的良好实现。

鉴于我国对水环境基准的重大需求，2005 年国务院发布了《关于落实科学发展观加强环境保护的决定》，明确提出：完善环境技术规范和标准体系，科学确定环境基准，努力使环境标准与环保目标相衔接。2006 年在《国家环境保护“十一五”科技发展规划》中，将环境标准与基准及风险评估等环境综合管理关键科学技术列入了环境科技创新的优先领域，提出了“科学确定基准”的目标；2011 年在《国家环境保护“十二五”科技发展规划》中，将环境基准和标准列入 11 个主要研究领域之一，指出要加强环境基准研究，若基准确定不科学，环境标准就无法真实反映客观规律，环境保护难以明确工作任务和目标，也就难以达到理想的效果；2014 年修订的《中华人民共和国环境保护法》（修订版），基于我国水环境基准研究取得的重要进展，在第二章第十五条加入了“国家鼓励开展环境基准研究”的条款，大力推动了我国水环境基准研究进程。

借鉴发达国家及国际组织已有的管理经验和科学成果，根据我国生态保护战略目标和污染物控制与治理的需求，确立我国水环境质量基准研究的优先方向和环境优先控制污染物，建立具有中国特色的水环境基准和标准技术方法体系，并为今后其他相关环境基准和标准的构建提供方法学依据，是完全可能和必要的。这将为构建我国特色的水环境基准体系，进而为水环境标准的制定提供扎实的科学支撑。

1.2 水环境质量基准发展历程

水环境质量基准（简称水环境基准或水质基准），是指为保护水环境的特定用途，对水体中某物质存在水平的客观定量或定性限制；通常表述为水环境中某物质对特定对象不产生有害影响的最大剂量（或无作用剂量）或浓度。确定水环境质量基准主要考虑自然生态特征，并主要基于毒理学及污染生态学试验的客观记录 and 科学推论，是制定水环境质量标准的科学依据，不具有法律效力。水环境质量标准（简称水环境标准或水质标准），是以水质基准为依据，在考虑自然环境

和国家或地区的社会、经济、技术等因素的基础上，经过综合分析，由国家相关管理部门颁布的具有法律效力的限值或限制，是进行环境评价、环境监控等环境管理的执法依据，具有法律强制性。水质基准和水质标准共同组成了水环境管理的重要依据。

1.2.1 国外发展历程

19 世纪末，俄国卫生学家尼基京斯基研究了石油制品对鱼类的影响，提出了环境质量基准的概念。国际上最早开展水质基准相关实验研究且目前基准技术体系建设相对较完善的是美国。美国的环境质量基准研究始于 20 世纪初，起初只是针对一些污染物对鱼类等生物的毒性效应研究。据统计，1905~1934 年，美国民间研究机构发表了约 114 种物质的水生生物毒性试验值，主要规范了金鱼、大型蚤等模式试验生物的毒理学试验方法。政府层面上，1952 年加利福尼亚州发布了第一本“水质基准”，美国第一个国家水质基准（《绿皮书》）由美国内政部国家技术顾问委员会于 1968 年发布。美国国家环境保护局（U.S.Environment Protection Agency, USEPA）与美国国家科学院和国家工程学院合作，在 1972 年发布了国家水质基准《蓝皮书》。1976 年，应《联邦水污染控制法案修正草案》的要求，USEPA 又发布了国家水质基准《红皮书》，该文件推荐了 53 种物质的水质基准值，包含金属、非金属无机物、农药以及其他有机物等，涉及的水体功能有饮用水供应、农业灌溉用水、休闲娱乐用水以及水生生物繁殖用水等。1986 年发布的《金皮书》是对之前水质基准相关文件的升级汇编。此外，USEPA 分别在 1999 年、2002 年、2004 年、2006 年、2009 年及 2013 年主要针对人体健康和水生生物的保护发布了国家水质基准的系列修补及升级版本文件。相信随着研究认识的深入及管理需求的作用，今后将陆续有相关水环境基准的修订升级版本文件发布。美国现行的国家水质基准值修订发布于 2013 年，主要包括保护水生生物安全的水质基准值和保护人体健康的水质基准值两大类。其中保护水生生物安全的水质基准又分为淡水急性与慢性（毒性）、海水急性与慢性（毒性）4 类水质基准阈值，其中，包括 58 项污染物或水质因子的基准值。保护人体健康的水质基准又分为人体消费水及水生生物（要求水生生物本身的生存也是安全的）和只消费水生生物两类基准阈值，目前发布了 122 项物质或水质因子的相关人体健康的水质基准值，另外还发布了 27 项涉及人体感官的保护人体健康的基准值；共修订发布两大类 207 项水质基准值（表 1-1）。

表 1-1 美国国家水质基准发展历程

年份	基准文件	内容
1968	国家水质基准 《《绿皮书》》	是当时最全面的水质基准文件，用于各种功能水体，作为污染防治部门研究水质和制定水质标准的主要依据
1972	国家水质基准《蓝皮书》	包含铝、镉、溴、钴、氟、锂、钼、铈、钒等的基准值
1976	国家水质基准《红皮书》	53 项基准值，包含金属、非金属无机物、农药以及其他有机物等
1986	国家水质基准《金皮书》	94 项基准值，包括重金属、有机物以及溶解氧（DO）、pH 等
1999	国家水质基准	120 项优先污染物，45 项非优先污染物，23 项人体感官基准限值
2002	国家水质基准	120 项优先污染物，45 项非优先污染物，23 项人体感官基准值，更新部分物质的基准值
2004	国家水质基准	更新 15 个物质的人体健康基准，包括只消费生物、消费水和生物两类；主要涉及氰化物、异狄氏试剂、林丹、铈、甲苯和氯苯等
2009	国家水质基准	120 项优先污染物，47 项非优先污染物，23 项人体感官基准值，更新部分物质的基准值
2013	国家水质基准	207 项水质基准限值，有水生生物基准和人体健康基准（含人体感官基准）两大类三部分。涉及保护水生生物安全的基准值 58 项，保护人体健康的基准值 122 项及保护人体感官健康的基准值 27 项

随着环境基准文件的发布，水质基准的表现形式也在不断发生变化。国际上，美国最早制定的水质基准只有一个值，一般是用水生生物的急性毒性值乘以相应的应用（安全）系数所得到的浓度，作为不允许超过的阈值或限值。由于环境中污染物的急性毒性和慢性毒性效应差别很大，且同一物质对同种生物体的毒理学不同反应终点或对不同物种的同类反应终点都可能在机制或敏感性反应效应等方面有大的差异，同时，实际污染物的排放浓度是随生产和处理过程的变化而波动的，有时生物物种在不超过一定限度的较高浓度毒物中的短期暴露，并不会对生物体产生不可逆转的毒性效应，即生物体对有些急性毒性效应可以自身消解并得到恢复，同样对有些极低浓度的毒物的长期暴露也有无害化的自代谢适应性的可能，因此，如果在任何时间都将可能的污染物浓度控制在很低浓度水平，就会造成环境管理的“过保护”，导致社会管理或生产、使用、处置等过程成本费用的增加。因此，美国在《绿皮书》中开始对一些物质规定用两种限值作为其水环境基准值，即：基准最大浓度（criteria maximum concentration, CMC），主要表述急性短期（突发性）暴露产生的应急性毒性控制限值；基准连续浓度（criteria continuous concentration, CCC），主要表述慢性长期（累积性）暴露产生的常规慢性毒性控制限值。发展至今，环境污染物的双值基准已成为美国水质基准普遍的形式。

欧盟国家的水质基准发展也经历了由简单到成熟的过程。20 世纪六七十年代，

欧洲共同体国家对单独的一些污染物发布了有关环境水质标准的指导文件；20 世纪八九十年代以来，随着欧盟组织的正式成立与成员国组织水环境政策的发展，以 1996 年颁布的污染防治综合指令（IPPC 指令，96/61/EC）和 2000 年颁布的水框架指令（WFD，2000/60/EC）为代表的环境政策指导文件，对各成员国水环境质量标准的制定起到了促进作用。水框架指令建立了欧洲水资源管理的框架，并对已有的水质指令作了补充，是针对水环境质量基准或标准体系制定的指导性文件。欧盟在水框架指令中提出不应只注重单一化学污染物的控制，而是要关注所有水环境风险胁迫因子的综合影响，以水体的“良好生态状态”为保护目标，并建议所有签约国都需在 2015 年达到这一目标。同时，由于水环境管理现状的客观需求，现阶段水框架指令依然要对环境优先控制污染物设置单独的水质管理目标。

荷兰于 2001 年颁布了“推导环境风险限度的技术导则”，将基准值分为 3 个不同层次：对生态系统严重危险浓度（ecosystem serious risk concentration, ESRC）、最大允许浓度（maximum permissible concentration, MPC）和可忽略浓度（negligible concentration, NC）。当某物质的环境浓度高于 ESRC 时，需要实施有效净化措施；MPC 是指能够保护水生生物免受不利影响的物质浓度，当某有害物质的浓度超过 MPC 时，需要加强对该有害物质的排放管理；NC 值可以简单地用 MPC 除以一个经验性安全评估因子（一般为 10~1000，常用 100）得到，表示某一物质浓度对生态系统所产生的效应可以忽略不计，即无危害效应浓度。导则同样推荐使用较科学的物种敏感度分布法（species sensitivity distribution, SSD）或经验性的安全评估因子（assessment factor, AF）法推导水生生物基准或化学物质的环境风险安全控制阈值。

其他国家如加拿大、澳大利亚等分别制定了相应的水生生物基准推导方法。加拿大 1999 年颁布的“保护淡水水生生物的指导纲领”考虑了水生态系统的所有组成部分，目的是保护水生生物的整个生命周期。加拿大使用最低可观察效应浓度（lowest observed effect concentration, LOEC）和评估因子法推导水质基准。澳大利亚和新西兰于 2000 年颁布了“鱼类和海洋水质的指导文件”，文件中采用了高可靠性阈值（high reliability trigger values, HRTVs）、中可靠性阈值（moderate reliability trigger values, MRTVs）和低可靠性阈值（low reliability trigger values, LRTVs），分别对水生生物进行不同层次的保护。当前阶段，发达国家的基准值主要基于 SSD 方法，通过对本土生物种有效的急、慢性毒理学试验数据进行数理推导获得。

目前,国际上大多数国家主要以美国的基准/标准体系为参考,美欧等发达国家或组织常以国家层面(如 USEPA)颁布的优控污染物水质基准推荐值为主要依据,以保护水体中水生生物、水生态系统的正常生长和发展,及人群一般可安全利用水体中的水(通常的生产、生活用水)与水生物资源(可食用的水生生物等)为基本水体功能目标。国家内部,各州或部落等相关部门再依据国家基准值,颁布可执行的水质标准限值;除一些地方的特殊需求应科学说明并调整国家基准推荐值外,大多数情况下,地方部门直接采用国家基准推荐值作为本地区水环境质量标准值来使用,且依据环境风险管理的反降级原则(USEPA),地方执行的标准限值一般不应低于要求国家推荐的基准或标准水平。

现今国际环境基准的主流定值方法主要是基于生态系统中生物物种对目标物质的敏感性特征,同时以保护自然生态系统结构与功能的完整性及人体健康为目标,方法包括 3 类。①基于毒理学风险评估的经验性“评估因子法”;②基于物种敏感性分布统计的“数理推导法”;③基于生物或生态暴露效应模型分析的“模型推导法”。这 3 类方法都需要生态学代表性强、毒理学终点明确的有效生物物种测试数据。其中,评估因子法更依赖于敏感生物物种的毒性数据,较多应用于工业化学品的毒性风险评估管理;数理推导法主要基于本土生态 SSD 理论,依赖于获得生态系统中大部分生物(保护 95%的生物)的毒性数据,有时为纠正方法的不确定性,也可用评估因子给予补充;模型推导法目前在理论方法及实际应用技术上都还有待成熟发展,现 USEPA 发布了仅采用生物配体模型并只用于金属铜的水生生物基准值的推导文件。3 类方法中,以基于本土生物物种的毒理学试验数据,用 SSD 法数理推导获得的基准值最常用。

当前水环境基准的基础研究方面,主要缺乏种群、群落和生态系统等尺度上对污染物的生态学暴露数据及基准数据推导转换的方法学研究。尤其在复合污染条件下,目标污染物在多个环境介质中,迁移转化过程的联合作用机制尚不清楚,在基于污染物联合毒性的水质基准方法学上有待突破和创新,因此在水环境基准研究领域尚需进一步加强国际间的合作和研究,以建立相对完善的符合各国水生态环境特征和管理需求的适用性环境基准/标准体系。

1.2.2 国内发展历程

环境与生态毒理学效应研究是水质基准研究的基础。新中国成立以来,我国学者陆续进行了水环境生态毒理学及相关污染物生态效应的研究。从 20 世纪 60 年代初开始,有关学者开展了污染物对大型溞、鱼卵、鱼苗的毒理学实验研究。