

附件 3

淡水水生生物水质基准技术报告—镉
(2019 年)
(征求意见稿)

中国环境科学研究院

2019 年 10 月

声 明

国家环境基准是基于环境因子与特定对象之间的剂量—效应（反应）关系做出的科学判断，不考虑社会、经济及技术等方面的因素，不具有法律效力，可作为生态环境管理部门修订生态环境质量标准、评价生态环境质量以及进行生态环境管理的科学依据。随着科学研究的不断发展，环境基准也将适时修订和更新。

“淡水水生生物水质基准—镉”是我国首个环境基准。为使社会各界充分了解基准制定过程，特编制《淡水水生生物水质基准技术报告—镉》。

前 言

环境基准是在特定条件和用途下，环境因子（污染物质或有害要素）对人群健康与生态系统不产生有害效应的最大剂量或水平。环境基准研究以环境暴露、毒理效应与风险评估为核心，揭示环境因子对人群健康和生态安全影响的客观规律，研究结果不仅是制修订环境标准的理论基础和科学依据，也是构建国家生态环境风险防范体系的重要基石。从揭示客观规律看，环境基准具有普适性，但由于自然地理、人类种族、生态系统构成等方面的差异，导致环境基准呈现一定的地域特殊性，需要各国、各地区根据实际情况开展针对性研究。

环境基准研究起始于19世纪末，美国、加拿大、澳大利亚、日本等发达国家相关工作开展较早，现已形成相对完整的环境基准体系，为环境标准的制定和颁布奠定了科学基础。我国相关工作起步晚，虽然围绕环境基准陆续设立了一系列科研项目，由于任务部署零散、体系不强，更重要的是研究方法不统一，导致成果产出少且质量参差不齐，远远不能满足支撑生态环境管理工作的实际需要。随着生态文明建设的不断深化及其对生态环境服务功能要求的不断提高，研究制定符合我国生态环境特征的环境基准，对于制定更加科学、合理、有效的环境标准的重要意义日益凸显。

2015年起实施的《中华人民共和国环境保护法》第15条提出：“国家鼓励开展环境基准研究”。作为生态环境管理的重要组成部分，环境基准工作在法律层面得以明确，为逐步建立健全国家环境基准体系、推动环境基准工作健康发展提供了制度保障。为加强和规范环境基准工作，生态环境部（原环境保护部）发布了《国家环境基准管理办法（试行）》（公告2017年第14号）。为规范我国环境基准制定程序、技术和方法，在充分吸收国内外最新研究成果的基础上，同时结合我国区域特征和生态环境管理需要，生态环境部从制定水质环境基准入手进行探索和实践，陆续发布了《淡水水生生物水质基准制定技术指南》（HJ 831—2017）、《人体健康水质基准制定技术指南》（HJ 837—2017）和《湖泊营养物基准制定技术指南》（HJ 838—2017）三项国家环境保护标准。

“淡水水生生物水质基准—镉”是我国首个环境基准，由生态环境部法规与标准司组织制定，中国环境科学研究院依据HJ 831—2017起草。依据《国家环境基准管理办法（试行）》，为阐述环境基准制定的具体方法和过程，环境基准发布时，需编制技术报告作为附件。《淡水水生生物水质基准技术报告—镉》分为六章和两附录：第一章概述了制定淡水水生生物水质基准—镉的基本情况；第二章介绍了国内外淡水水生生物水质基准—镉研究进展；第三章介绍了镉及其化合物的理化性质和毒性效应；第四章介绍了基准制定所需文献和数据的筛选方法与筛选结果；第五章介绍水质基准的推导方法和推导结果；第六章为水质基准制定自审核；附录A以列表方式提供了镉对淡水水生生物的急性毒性数据；附录B以列表方式提供了镉对淡水水生生物的慢性毒性数据。“淡水水生生物水质基准—镉”和《淡水水生生物水质基准技术报告—镉》均为首次发布。

缩略语说明

序号	缩略语	中文名称	英文名称	单位
1	ATV	急性毒性值	Acute Toxicity Value	μg/L
2	CTV	慢性毒性值	Chronic Toxicity Value	μg/L
3	EC ₅₀	半数效应浓度	50% of Effective Concentration	μg/L
4	ECOTOX	美国生态毒理数据库	ECOTOXicology Knowledgebase	-
5	GLP	良好实验室规范	Good Laboratory Practice	-
6	HC ₅	5%物种危害浓度	Hazardous Concentration for 5% of Species	μg/L
7	IC ₅₀	半数抑制效应浓度	50% of Inhibitory Concentration	μg/L
8	LC ₅₀	半数致死浓度	50% of Lethal Concentration	μg/L
9	LOEC	最低观察效应浓度	Lowest Observed Effect Concentration	μg/L
10	LWQC	长期水质基准	Long-term Water Quality Criteria	μg/L
11	MATC	最大允许浓度	Maximum Acceptable Toxicant Concentration	μg/L
12	NOEC	无观察效应浓度	No Observed Effect Concentration	μg/L
13	PAN	农药数据库（北美）	Pesticide Action Network Pesticide Database North America	-
14	SMAV	种平均急性值	Species Mean Acute Value	μg/L
15	SMCV	种平均慢性值	Species Mean Chronic Value	μg/L
16	SSD	物种敏感度分布	Species Sensitivity Distribution	-
17	SWQC	短期水质基准	Short-term Water Quality Criteria	μg/L
18	WOS	科学引文索引数据库	Web of Science	-

目 录

1 概述	1
2 国内外研究进展	1
3 镉及其化合物的环境问题	3
3.1 理化性质	3
3.2 镉对淡水水生生物的毒性	3
3.2.1 急性毒性	3
3.2.2 慢性毒性	4
3.3 水质参数对镉毒性的影响	4
4 资料检索和数据筛选	4
4.1 数据需求	4
4.2 资料检索	5
4.3 数据筛选	6
4.3.1 筛选方法	6
4.3.2 筛选结果	7
5 基准推导	11
5.1 推导方法	11
5.1.1 水体硬度校正	11
5.1.2 种平均急/慢性值计算	12
5.1.3 毒性数据分布检验	12
5.1.4 累积频率计算	12
5.1.5 模型拟合与评价	13
5.1.6 基准外推	13
5.2 推导结果	13
5.2.1 短期水质基准	13
5.2.2 长期水质基准	22
5.2.3 结果总结	27
6 水质基准制定自审核	28
附录 A 镉对淡水水生生物的急性毒性数据	39
附录 B 镉对淡水水生生物的慢性毒性数据	71

1 概述

镉具有高毒性、易解离、易残留等特点，易对水生生物及生态系统产生有害影响。许多国家和国际组织（国际标准化组织、欧洲标准化委员会、美国国家标准学会等）将其纳入水体基本监测指标，也是我国地表水环境质量标准等水质标准的控制项目。“淡水水生生物水质基准—镉”依据《淡水水生生物水质基准制定技术指南》（HJ 831—2017）制定，反映现阶段地表水环境中镉对95%的中国淡水水生生物及其生态功能不产生有害效应的最大剂量，可为制修订相关水环境质量标准、预防和控制镉对水生生物及生态系统的危害提供科学依据。

基准推导过程中，共纳入1137篇中英文文献和7735条毒理数据库数据，经质量评价后348条数据为可靠数据，涉及64种淡水水生生物，基本代表了我国淡水水生生物区系特征，涵盖了草鱼、鲤鱼、鳙鱼等我国淡水水生生物优势种。在对急性毒性值(ATV)、慢性毒性值(CTV)进行水体硬度（以CaCO₃计）校正后，基于物种敏感度分布法，推导得到镉的短期水质基准（SWQC）和长期水质基准（LWQC），用总镉浓度表示，单位μg/L。

2 国内外研究进展

表1对比了国内外镉水质基准研究进展状况。美国是最早开始水质基准研究的国家，其水质基准研究始于20世纪中叶。1980年，美国发布国家镉水质基准文件，并根据最新科学进展分别于1985年、1995年、2001年和2016年进行了4次修订。继美国之后，加拿大、澳大利亚先后发布了国家镉水质基准。发达国家已构建了较为完善的水质基准理论方法体系。我国镉水质基准研究始于20世纪末，起步较晚，基准推导工作以借鉴、引用发达国家水质基准理论方法为主。

表2显示，由于水质基准推导方法、使用物种的差异，导致不同国家、同一国家在不同时期制定的镉水质基准均存在较大差异。如：美国1980年发布淡水水生生物水质基准—镉时，短期基准推导纳入了29个物种的急性毒性数据，长期基准推导纳入了13个物种的慢性毒性数据，鲤鱼急性毒性数据只有1条；2016年更新时，短期基准推导纳入了101个物种的急性毒性数据，长期基准推导纳入了27个物种的慢性毒性数据，鲤鱼急性毒性数据增加至11条。在条件允许的情况下，各国应根据国情开展水质基准研究，并制定水质基准。

表 1 国内外镉水质基准研究进展

	发达国家	中国
基准推导方法	主要包括评价因子法、物种敏感度分布法、毒性百分数排序法 ^[1]	对评价因子法、物种敏感度分布法、毒性百分数排序法均进行研究，并在HJ 831—2017中确定使用修正的物种敏感度分布法
物种来源	本土物种、引进物种、国际通用物种	本土物种（敏感物种 ^[2] 、非敏感物种）、引进物种、国际通用物种且在中国水体中广泛分布
物种选择	基于各个国家生物区系的差异，各个国家物种选择要求不同。例如：美国要求物种不少于3门8科；加拿大要求3种及以上鱼类、3种及以上水生或半水生无脊椎动物	按照HJ 831—2017规定，基准推导至少需要5个淡水水生生物物种
毒性测试方法	参照采用国际标准化组织（ISO）、经济合作与发展组织（OECD）等规定的水生生物毒性测试方法；部分发达国家采用本国制定的水生生物毒性测试方法	参照采用国际标准化组织（ISO）、经济合作与发展组织（OECD）等规定的水生生物毒性测试方法；采用国家标准方法
相关毒性数据库	美国生态毒理数据库(ECOTOX) (http://cfpub.epa.gov/ecotox/) 农药数据库（北美）(PAN) (http://www.pesticideinfo.org/)	无
基准制修订	适时修订，见表2	2019年首次制定

[1] 德国弗劳恩霍夫研究所于2004年编写了《推导水框架指南中优控污染物水质基准的方法学手册》，提出了比较完整的评价因子法；欧美科学家Stephan和Kooijman于20世纪80年代提出了物种敏感度分布法；美国环境保护局于1985年发布《保护水生生物及其使用功能的国家水质基准制定技术指南》，提出了毒性百分数排序法。

[2] 本土敏感物种是基于物种敏感度分析筛选出的对淡水水环境中的环境因子较为敏感的生物，具体物种详见HJ 831—2017附录C。

表 2 国外淡水水生生物镉水质基准

国家	制修订时间(年)	物种数(个)		水体硬度(以CaCO ₃ 计, mg/L)	SWQC(μg/L)	LWQC(μg/L)	推导方法	发布部门
		急性毒性数据	慢性毒性数据					
美国	1980	29	13	50	1.5	0.012	毒性百分数排序法	美国环境保护局
				100	3	0.025		
				200	6.3	0.051		
	1985	52	16	50	3.589	0.6582		
	1995	不详	不详	50	4.134	1.429		
	2001	65	21	100	2	0.25		
2016	101	27	100	1.8	0.72			
加拿大	1996	不详	不详	100	0.25	0.017	评价因子法	加拿大环境部长理事会
	2014	62	36	50	1	0.09		
澳大利亚	2000	不详	不详	30	-	0.2	物种敏感度分布法	澳大利亚环境和能源部

3 镉及其化合物的环境问题

3.1 理化性质

镉，元素符号Cd，为银白色有光泽的稀有金属，第48号元素，元素周期表中位于第五周期IIB族，镉及其部分化合物的理化性质见表3。

环境中镉的来源分为自然源和人为源。自然源包括岩石土壤侵蚀、火山爆发和森林火灾等镉释放；人为源包括采矿、农耕、城市活动、企业排污、化石燃料燃烧等。

在淡水水体中，水溶态二价镉离子是最主要的存在形式，目前研究尚难明确含镉有机化合物中镉离子对水生生物的毒性作用，因此本报告中镉的化合物均为水溶态二价无机镉盐，主要涉及氯化镉、硝酸镉、硫酸镉。

表3 镉及其化合物的理化性质

物质名称	单质镉	氯化镉	硝酸镉	硫酸镉
分子式	Cd	CdCl ₂	Cd(NO ₃) ₂	CdSO ₄
CAS 号	7440-43-9	10108-64-2	10325-94-7	10124-36-4
EINECS 号	231-152-8	233-296-7	233-710-6	233-331-6
UN 编号	-	2570	51522	-
熔点 °C	321	568	-	1000
沸点 °C	765	-	-	-
溶解性	不溶于水	易溶于水	易溶于水	易溶于水
用途	镉盐、烟幕弹、颜料、镉汞剂等	镉电池、陶瓷釉彩、印染助剂、光学镜增光剂等	催化剂、镉电池、含镉药剂及分析试剂等	镉电池、镉肥、电子产品、消毒剂等

3.2 镉对淡水水生生物的毒性

3.2.1 急性毒性

基于急性毒性效应测试终点不同，ATV 包括半数致死浓度(LC₅₀)、半数效应浓度(EC₅₀)和半数抑制效应浓度(IC₅₀)。本基准推导种平均急性值(SMAV)时，以 LC₅₀ 和基于水生生物活动抑制效应获得的 EC₅₀ 作为 ATV 求 SMAV (公式 5)，基于以下考虑：一是本基准数据检索中未见镉对水生生物的 IC₅₀ 值；二是虽然 EC₅₀ 包括活动抑制效应、繁殖效应、酶活性抑制等多种效应终点，但在天然水生态环境中，水生生物活动抑制、掠食困难极易引起生

物死亡，因此使用水生生物活动抑制效应获得的 EC_{50} ；三是在同一物种下，若同时存在 LC_{50} 和基于水生生物活动抑制效应获得的 EC_{50} ，则全部使用。

3.2.2 慢性毒性

基于慢性毒性效应测试终点不同，CTV 包括无观察效应浓度（NOEC）、最低观察效应浓度（LOEC）和最大允许浓度（MATC）。本基准推导种平均慢性值（SMCV）时，以基于生长和生殖毒性效应等获得的 NOEC、LOEC、MATC 作为 CTV 求 SMCV（公式 6），基于以下考虑：一是在水生生物致毒过程中，低污染物浓度时先出现生长和生殖毒性，污染物浓度进一步增加引起掠食抑制和致死，为充分保护水生生物及水生态健康，使用基于生长和生殖毒性效应获得的毒性数据作为 CTV；二是在同一物种下，若同时存在基于生长和生殖毒性效应的 NOEC、LOEC、MATC，则全部使用。

3.3 水质参数对镉毒性的影响

水质参数包括硬度、酸碱度、盐度、有机碳等，是影响水质基准的重要因素。研究显示，酸碱度、盐度和有机碳等水质参数对镉的毒性影响较弱，水体硬度对镉的毒性影响较大。二价镉离子和钙离子可以作用于相似的靶点，产生拮抗作用，随着水体硬度的增加，镉对水生生物毒性作用降低。

地表水水体硬度未纳入我国地表水水体监测，参考第三次全国地表水水质评价结果（周怀东等，2004），我国地表水总硬度小于 150 mg/L 的水面积占我国地表水总面积的 42%，150mg/L~300 mg/L 的水面积占 34%，300mg/L~450 mg/L 的水面积占 11%，大于 450 mg/L 的水面积占 13%，总硬度在 300 mg/L 以下的水面积占 76%。

本次基准推导将水体硬度（以 $CaCO_3$ 计）分为 50 mg/L、100 mg/L、150 mg/L、200 mg/L、250 mg/L、300 mg/L、450 mg/L 七个等级，分别计算镉对淡水水生生物的 SWQC 及 LWQC。

4 资料检索和数据筛选

4.1 数据需求

本次基准推导所需数据包括化合物类型、物种类型、毒性数据、水体硬度等，各类数据关注指标见表 4。

表4 毒性数据检索要求

数据类别	关注指标
化合物	二价镉离子化合物氯化镉、硝酸镉和硫酸镉等
物种类型	中国本土物种、国际通用物种且在中国水体中广泛分布、引进物种
物种名称	物种中文名称、拉丁文名称
实验物种生命特征	物种生命阶段如：幼体、成体等
暴露方式	流水暴露、半静态暴露、静态暴露
暴露时间	以天或小时计
ATV	LC ₅₀ 、EC ₅₀ 、IC ₅₀
CTV	NOEC、LOEC、MATC
毒性效应	致死效应、生殖毒性效应、活动抑制效应等
水体硬度	以 CaCO ₃ 计

4.2 资料检索

本次基准制定使用的数据来自中英文毒理数据库和文献数据库。毒理数据库和文献数据库纳入和剔除原则见表 5；在数据库筛选的基础上进行镉毒性数据检索，检索方案见表 6，检索结果见表 7。

表5 数据库纳入和剔除原则

数据库类型	纳入条件	剔除原则	符合条件的数据库名称
毒理数据库	<ol style="list-style-type: none"> 1) 包含表 4 关注的数据类型和指标； 2) 数据条目可溯源，且包括题目、作者、期刊名、期刊号等信息 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 剔除不包含毒性测试方法的数据库； 2) 剔除不包含毒性实验暴露时间的数据库； 3) 剔除不包含实验用水硬度值，且无法根据给定条件计算出水体硬度值的数据库 	<ol style="list-style-type: none"> 1) ECOTOX； 2) PAN
文献数据库	<ol style="list-style-type: none"> 1) 包含中文核心期刊或科学引文索引核心期刊（SCI）； 2) 包含属于原创性的研究报告； 3) 包含表 4 关注的数据类型和指标 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 剔除综述性论文数据库； 2) 剔除理论方法学论文数据库 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 中国知识基础设施工程； 2) 万方知识服务平台； 3) 维普网； 4) Web of Science

表6 毒理数据和文献检索方案

	数据库名称	检索时间	检索式	
			急性毒性	慢性毒性
毒理数据	ECOTOX	截至2019年8月31日之前数据库覆盖年限	化合物名称: Cadmium; 暴露介质: Freshwater; 测试终点: EC ₅₀ 或 LC ₅₀ 或 IC ₅₀	化合物名称: Cadmium; 暴露介质: Freshwater; 测试终点: NOEC 或 LOEC 或 MATC
	PAN	截至2019年8月31日之前数据库覆盖年限	化合物名称: Cadmium; 或 Cadmium chloride; 或 Cadmium sulfate 或 Cadmium sulphate	化合物名称: Cadmium 或 Cadmium chloride 或 Cadmium sulfate 或 Cadmium sulphate
文献检索	中国知识基础设施工程; 万方知识服务平台; 维普网	截至2019年8月31日之前数据库覆盖年限	题名: 镉或 Cd; 主题: 毒性; 期刊来源类别: 核心期刊	题名: 镉或 Cd; 主题: 毒性; 期刊来源类别: 核心期刊
	Web of Science	截至2019年8月31日之前数据库覆盖年限	题名: Cadmium; 主题: EC ₅₀ 或 LC ₅₀ 或 IC ₅₀	题名: Cadmium; 主题: NOEC 或 LOEC 或 MATC

表7 毒理数据和文献检索结果

数据库类型	数据类型	数据和文献量	合计
毒理数据库	急性毒性	3964 条	7735 条
	慢性毒性	3771 条	
文献数据库	急性毒性	1075 篇	1137 篇
	慢性毒性	62 篇	

4.3 数据筛选

4.3.1 筛选方法

依据 HJ 831—2017 对检索获得的数据（表 7）进行筛选，筛选方法见表 8。数据筛选时，采用两组研究人员独立完成上述毒理数据库的数据筛选及中英文文献数据的提取和筛选，若两组研究人员对数据存在歧义，则提交编制组统一讨论或组织专家咨询后决策。

表8 数据筛选方法

		筛选原则
物种筛选		1) 中国本土物种依据《中国动物志》(中国科学院中国动物志编辑委员会, 1978~2018)、《中国大百科全书》(中国大百科全书(第二版)委员会, 2009)、《中国生物物种名录》(中国科学院生物多样性委员会, 2015~2018)进行筛选; 2) 本土敏感物种依据 HJ 831—2017 附录 C 进行筛选; 3) 国际通用物种筛选依据 HJ 831—2017 附录 B 进行筛选; 4) 引进物种依据《环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书: 中国外来入侵生物》(徐海根等, 2011)进行筛选。
毒性数据筛选		1) 纳入受试物种在适宜生长条件下测得的毒理数据, 剔除溶解氧、总有机碳不符合要求的数据; 2) 纳入实验用水为标准稀释水的毒理数据, 剔除使用蒸馏水或去离子水获得的毒理数据; 3) 剔除对照组(含空白对照组、助溶剂对照组)物种出现胁迫、疾病和死亡的比例超过 10%的数据, 剔除未设置对照组实验的毒理数据; 4) 优先采用流水式实验获得的毒理数据, 其次采用半静态或/和静态实验数据; 5) 剔除以单细胞动物作为受试物种的实验数据; 6) 采用物种优先的原则, 中国本土敏感物种即使只有 1 条数据, 仍保留该物种; 中国本土非敏感物种急性毒性数据只有 1 条, 剔除该物种; 7) 当同一物种的同一毒性终点实验数据相差 10 倍以上时, 应剔除离群值; 8) 同一物种不同生命阶段(幼体、成体等), ATV 保留最不敏感阶段数据, CTV 保留最敏感阶段数据。
暴露时间	急性毒性	暴露时间大于等于 1 天且小于等于 4 天
	慢性毒性	暴露时间大于等于 21 天
毒性效应测试终点	急性毒性	LC ₅₀ 、EC ₅₀
	慢性毒性	NOEC、LOEC、MATC
水体硬度值		硬度值; 钙、镁离子浓度

4.3.2 筛选结果

依据表8所示数据筛选方法对检索所得数据进行筛选, 共获得数据811条, 筛选结果见表9。经可靠性评价, 共有348条数据可用于基准推导(表10), 其中: 急性毒性数据281条, 慢性毒性数据67条。这348条数据共涉及64个物种(表11), 其中: 中国本土物种47个(本土敏感物种22个、本土非敏感物种25个)、引进物种14个、国际通用物种7个, 包括了在中国水体

中广泛分布的草鱼、鲤鱼、鳙鱼、鲫鱼等物种。表12、表13分别列出了用于短期、长期水质基准推导物种及毒性数据量的分布情况。

表9 数据筛选结果

数据库	毒性数据类型	总数据量(条)	剔除数据(条)						符合要求数据(条)
			重复数据	无关数据	无水体硬度数据	暴露时间不符数据	化合物不符数据	物种不符数据	
毒理数据库	ATV	3964	19	523	1679	379	165	576	623
	CTV	3771	181	343	2018	962	82	137	48
中文文献数据库	ATV	542	0	440	75	11	0	0	16
	CTV	7	0	1	0	0	0	0	6
英文文献数据库	ATV	640	16	169	220	87	8	44	96
	CTV	62	16	7	0	0	0	17	22
合计(条)		8986	232	1483	3992	1439	255	774	811

表10 数据可靠性评价及分布

数据可靠性	评价原则	毒性数据(条)		合计(条)
		急性	慢性	
无限制可靠	数据来自良好实验室规范(GLP)体系,或数据产生过程符合实验准则(参照HJ 831—2017相关要求)	0	4	4
限制可靠	数据产生过程不完全符合实验准则,但发表在核心期刊	281	63	344
不可靠	数据产生过程与实验准则有冲突或矛盾,没有充足的证据证明数据可用,实验过程不能令人信服	174	3	177
不确定	没有提供足够的实验细节,无法判断数据可靠性	280	6	286
合计(条)		735	76	811

表11 可靠性数据涉及的物种分布

数据类型	物种类型		物种数量 (种)	物种名称	合计 (种)
急性 毒性	本土 物种	本土敏感物种	21	1.草鱼；2.大型溇；3.萼花臂尾轮虫；4.浮萍；5.褐水螳；6.鲫鱼；7.近头状伪蹄形藻；8.静水椎实螺；9.锯顶低额溇；10.鲤鱼；11.绿水螳；12.麦穗鱼；13.模糊网纹溇；14.泥鳅；15.普通水螳；16.苏氏尾鳃蚓；17.仙女虫；18.鳊鱼；19.蚤状钩虾；20.蚤状溇；21.正颤蚓	59 (注：国际通用物种、本土敏感物种有重复)
		本土非敏感物种	24	1.斑点叉尾鮰；2.大鳞大马哈鱼；3.俄勒冈叶唇鱼；4.端足类钩虾；5.短尾秀体溇；6.多刺裸腹溇；7.光滑爪蟾；8.霍甫水丝蚓；9.棘爪网纹溇；10.夹杂带丝蚓；11.孔雀胎鳞；12.绿太阳鱼；13.美洲红点鲑；14.拟老年低额溇；15.三角帆蚌；16.唐鱼；17.无鳞甲三刺鱼；18.无褶螺；19.亚东鳊；20.摇蚊；21.原螯虾；22.圆形盘肠溇；23.中华大蟾蜍；24.中华新米虾	
	引进物种		11	1.奥里亚罗非鱼；2.澳洲淡水龙虾；3.虹鳟；4.克氏原螯虾；5.蓝鳃太阳鱼；6.麦瑞加拉鲑鱼；7.美洲鳗鲡；8.尼罗罗非鱼；9.食蚊鱼；10.条纹狼鲈；11.银鲑	
	国际通用物种且在中国水体中广泛分布		7	1.斑马鱼；2.大型溇；3.浮萍；4.黑头软口鲮；5.近头状伪蹄形藻；6.模糊网纹溇；7.日本青鳉	
慢性 毒性	本土 物种	本土敏感物种	7	1.大型溇；2.灰水螳；3.鲤鱼；4.绿水螳；5.模糊网纹溇；6.蚤状溇；7.正颤蚓	21 (注：国际通用物种、本土敏感物种有重复)
		本土非敏感物种	4	1.美洲红点鲑；2.蜻蜓；3.无褶螺；4.亚东鳊	
	引进物种		9	1.奥里亚罗非鱼；2.白斑狗鱼；3.斑马纹贻贝；4.大西洋鲑；5.虹鳟；6.蓝鳃太阳鱼；7.麦瑞加拉鲑鱼；8.尼罗罗非鱼；9.银鲑	
	国际通用物种且在中国水体中广泛分布		3	1.大型溇；2.模糊网纹溇；3.日本青鳉	

表 12 短期水质基准推导物种及毒性数据量分布

序号	物种名称	毒性数据 (条)	物种类型	序号	物种名称	毒性数据 (条)	物种类型
1	蓝鳃太阳鱼	16	引进物种	31	霍甫水丝蚓	4	本土非敏感物种
2	美洲红点鲑	13	本土非敏感物种	32	鲫鱼	4	本土敏感物种
3	亚东鱒	13	本土非敏感物种	33	摇蚊	4	本土非敏感物种
4	黑头软口鲦	11	国际通用物种且在中国水体中广泛分布	34	中华新米虾	4	本土非敏感物种
5	苏氏尾鳃蚓	10	本土敏感物种	35	澳洲淡水龙虾	3	引进物种
6	蚤状溞	10	本土敏感物种	36	美洲鳗鲡	3	引进物种
7	锯顶低额溞	9	本土敏感物种	37	尼罗罗非鱼	3	引进物种
8	孔雀胎鳞	9	本土非敏感物种	38	近头状伪蹄形藻	3	国际通用物种、本土敏感物种
9	模糊网纹溞	8	国际通用物种且在中国水体中广泛分布、本土敏感物种	39	静水椎实螺	3	本土敏感物种
10	虹鳟	7	引进物种	40	三角帆蚌	3	本土非敏感物种
11	绿太阳鱼	7	本土非敏感物种	41	条纹狼鲈	3	引进物种
12	草鱼	6	本土敏感物种	42	奥里亚罗非鱼	2	引进物种
13	大型溞	6	国际通用物种且在中国水体中广泛分布、本土敏感物种	43	短尾秀体溞	2	本土物种
14	端足类钩虾	6	本土非敏感物种	44	绿水螳	2	本土敏感物种
15	棘爪网纹溞	6	本土非敏感物种	45	拟老年低额溞	2	本土非敏感物种
16	大鳞大马哈鱼	6	本土非敏感物种	46	麦瑞加拉鲑鱼	2	引进物种
17	圆形盘肠溞	6	本土非敏感物种	47	青鳉	2	国际通用物种且在中国水体中广泛分布
18	正颤蚓	6	本土敏感物种	48	唐鱼	2	本土非敏感物种
19	斑马鱼	5	国际通用物种且在中国水体中广泛分布	49	无鳞甲三刺鱼	2	本土非敏感物种
20	斑点叉尾鮰	5	本土非敏感物种	50	原螯虾	2	本土非敏感物种
21	多刺裸腹溞	5	本土非敏感物种	51	鳙鱼	2	本土敏感物种
22	夹杂带丝蚓	5	本土非敏感物种	52	无褶螺	2	本土非敏感物种
23	克氏原螯虾	5	引进物种	53	蚤状钩虾	2	本土敏感物种
24	鲤鱼	5	本土敏感物种	54	中华大蟾蜍	2	本土非敏感物种
25	普通水螳	5	本土敏感物种	55	萼花臂尾轮虫	1	本土敏感物种
26	食蚊鱼	5	引进物种	56	麦穗鱼	1	本土敏感物种
27	银鲑	5	引进物种	57	褐水螳	1	本土敏感物种
28	仙女虫	5	本土敏感物种	58	泥鳅	1	本土敏感物种
29	俄勒冈叶唇鱼	4	本土非敏感物种	59	浮萍	1	国际通用物种且在中国水体中广泛分布、本土敏感物种
30	光滑爪蟾	4	本土非敏感物种				

表 13 长期水质基准推导物种及毒性数据量分布

序号	物种名称	毒性数据 (条)	物种类型	序号	物种名称	毒性数据 (条)	物种类型
1	虹鳟	22	引进物种	12	奥里亚罗非鱼	1	引进物种
2	美洲红点鲑	7	本土非敏感物种	13	白斑狗鱼	1	引进物种
3	蓝鳃太阳鱼	5	引进物种	14	大西洋鲑	1	引进物种
4	亚东鱒	5	本土非敏感物种	15	绿水虻	1	本土敏感物种
5	斑马纹贻贝	4	引进物种	16	灰水虻	1	本土敏感物种
6	大型蚤	3	国际通用物种且在中国水体中广泛分布、本土敏感物种	17	鲤鱼	1	本土敏感物种
7	青鳉	3	国际通用物种且在中国水体中广泛分布	18	蜻蜓	1	本土非敏感物种
8	麦瑞加拉鲮鱼	2	引进物种	19	银鲑	1	引进物种
9	模糊网纹蚤	2	国际通用物种且在中国水体中广泛分布、本土敏感物种	20	蚤状蚤	1	本土敏感物种
10	尼罗罗非鱼	2	引进物种	21	正颤蚓	1	本土敏感物种
11	无褶螺	2	本土物种				

5 基准推导

5.1 推导方法

5.1.1 水体硬度校正

水体硬度校正分为毒性—水体硬度斜率拟合和水体硬度校正毒性值计算两个步骤，其中：毒性—水体硬度斜率拟合见公式 1 和公式 2；水体硬度校正毒性值计算见公式 3 和公式 4。

$$\lg(ATV) = K_A \lg(H_A) + C_A \quad (1)$$

$$\lg(CTV) = K_C \lg(H_C) + C_C \quad (2)$$

$$ATV_H = 10^{K_A \times \lg(H) + \lg(ATV) - K_A \times \lg(H_A)} \quad (3)$$

$$CTV_H = 10^{K_C \times \lg(H) + \lg(CTV) - K_C \times \lg(H_C)} \quad (4)$$

式中：ATV——水体硬度校正前急性毒性值，计算时不区分 LC₅₀ 和 EC₅₀，见附录 A，μg/L；

CTV——水体硬度校正前慢性毒性值，计算时不区分 NOEC、LOEC 和 MATC，见附录 B，μg/L；

ATV_H——水体硬度校正后急性毒性值，μg/L；

CTV_H——水体硬度校正后慢性毒性值，μg/L；

K_A——急性毒性—水体硬度斜率，无量纲；

K_C——慢性毒性—水体硬度斜率，无量纲；

H_A——水体硬度校正前 ATV 对应水体硬度值，见附录 A，mg/L；

H_C——水体硬度校正前 CTV 对应水体硬度值，见附录 B，mg/L；

C_A ——急性毒性常数，为截距，无量纲；
 C_C ——慢性毒性常数，为截距，无量纲；
 H ——水体硬度值(以 CaCO_3 计)，取值分别为 50 mg/L, 100 mg/L, 150 mg/L; 200 mg/L, 250 mg/L, 300 mg/L, 450 mg/L。

5.1.2 种平均急/慢性值计算

依据公式 5、公式 6 在指定水体硬度条件下，分物种计算种平均急性值 (SMAV) 和种平均慢性值 (SMCV)。

$$SMAV_{H,i} = \sqrt[m]{(ATV_H)_{i,1} \times (ATV_H)_{i,2} \times \dots \times (ATV_H)_{i,m}} \quad (5)$$

$$SMCV_{H,i} = \sqrt[n]{(CTV_H)_{i,1} \times (CTV_H)_{i,2} \times \dots \times (CTV_H)_{i,n}} \quad (6)$$

式中： $SMAV_{H,i}$ ——指定水体硬度 H 下物种 i 的种平均急性值， $\mu\text{g/L}$ ；

$SMCV_{H,i}$ ——指定水体硬度 H 下物种 i 的种平均慢性值， $\mu\text{g/L}$ ；

m ——在指定水体硬度 H 下物种 i 的 ATV_H 个数，个；

n ——在指定水体硬度 H 下物种 i 的 CTV_H 个数，个；

i ——某一物种，无量纲；

H ——水体硬度值，取值分别为 50 mg/L, 100 mg/L, 150 mg/L, 200 mg/L, 250 mg/L, 300 mg/L, 450 mg/L；

ATV_H ——水体硬度校正后急性毒性值， $\mu\text{g/L}$ ；

CTV_H ——水体硬度校正后慢性毒性值， $\mu\text{g/L}$ 。

5.1.3 毒性数据分布检验

在指定水体硬度下，对 $SMAV_{H,i}$ 和 $SMCV_{H,i}$ 分别进行正态分布检验 (K-S 检验)，若不符合正态分布，需对数据进行转换后重新检验。符合正态分布的数据方能按照“5.1.5 模型拟合与评价”要求进行物种敏感度分布 (SSD) 模型拟合。

5.1.4 累积频率计算

将 $SMAV_{H,i}/SMCV_{H,i}$ 从小到大分别进行排序，并且给其分配等级 (即秩次) R_{A_i}/R_{C_i} (最小 $SMAV_{H,i}/SMCV_{H,i}$ 的等级为 1，次之等级为 2，依次排列，如果有两个或两个以上物种的 $SMAV_{H,i}/SMCV_{H,i}$ 相同，将其任意排成连续等级)，计算物种的急性累积频率 $P_{A,H,i}$ /慢性累积频率 $P_{C,H,i}$ ，计算公式如下：

$$P_{A,H,i} = \frac{R_{A_i}}{M+1} \times 100\% \quad (7)$$

$$P_{C,H,i} = \frac{R_{C_i}}{N+1} \times 100\% \quad (8)$$

式中： $P_{A,H,i}$ ——指定水体硬度 H 下某物种 i 的急性毒性累积频率，%；
 $P_{C,H,i}$ ——指定水体硬度 H 下某物种 i 的慢性毒性累积频率，%；
 R_{A_i} ——指定水体硬度 H 下等级 1 至等级 R_A 之间累积的急性数据涉及的物种个数；
 R_{C_i} ——指定水体硬度 H 下等级 1 至等级 R_C 之间累积的慢性数据涉及的物种个数；
 M ——急性毒性数据涉及物种的个数；
 N ——慢性毒性数据涉及物种的个数；
 H ——水体硬度值，取值分别为 50 mg/L，100 mg/L，150 mg/L，200 mg/L，250 mg/L，300 mg/L，450 mg/L；
 i ——某一物种，无量纲。

5.1.5 模型拟合与评价

$SMAV_{H,i}/SMCV_{H,i}$ 分别取以 10 为底的对数获得 $\lg SMAV_{H,i}/\lg SMCV_{H,i}$ ，对 $\lg SMAV_{H,i} - P_{A,H,i}/\lg SMCV_{H,i} - P_{C,H,i}$ 进行 SSD 模型拟合（包括：逻辑斯谛分布模型、对数逻辑斯谛分布模型、正态分布模型、对数正态分布模型、极值分布模型），依据决定系数(r^2)、均方根(RMSE)、残差平方和 (SSE) 以及 K—S 检验结果，确定最优拟合模型。

5.1.6 基准外推

根据“5.1.5 模型拟合与评价”确定的最优拟合模型拟合的 SSD 曲线，确定累积频率 5% 所对应的 $\lg SMAV_{H,i}/\lg SMCV_{H,i}$ ，取反对数后获得的 $SMAV_{H,i}/SMCV_{H,i}$ 即为急性/慢性 5% 物种危害浓度 (HC_5)，除以评估因子值 2（根据 HJ 831-2017，M 和 N 均大于 15 且涵盖足够营养级，评估因子取值为 2）后，即为淡水水生生物短期/长期基准。

5.2 推导结果

5.2.1 短期水质基准

(1) 水体硬度校正

对附录 A 中每条数据中的 ATV 和对应水体硬度值分别取以 10 为底的对数，利用公式 1 进行线性拟合，得出公式 $\lg(ATV)=1.111 \lg(H_A)+0.5736$ ，急性毒性—水体硬度斜率 K_A 为 1.111，决定系数 r^2 为 0.1231，线性显著相关，见图 1。

依据公式 3，对每条毒性数据进行水体硬度校正，分别获得水体硬度 H 为 50 mg/L，100 mg/L，150 mg/L，200 mg/L，250 mg/L，300 mg/L，450 mg/L 时的 ATV_H ，见附录 A。

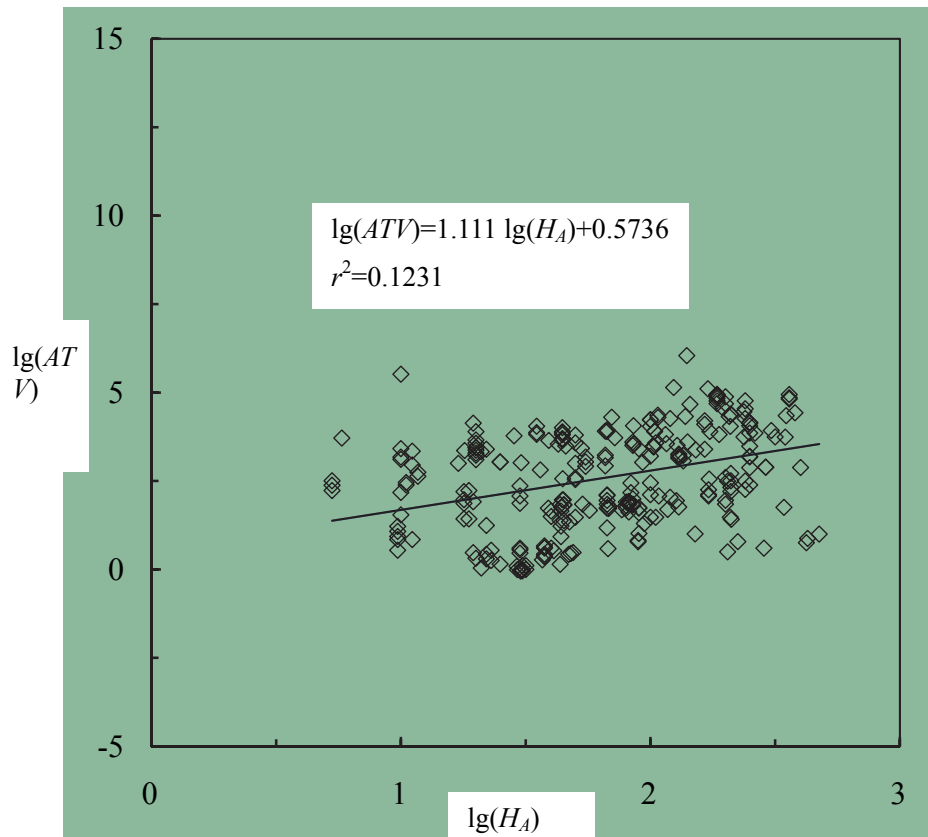


图 1 急性毒性—水体硬度关系图

(2) 毒性数据分布检验

利用公式 5 得每个物种的 $SMAV_i$ 。将 $SMAV_i$ 和 $\lg SMAV_i$ 进行正态检验，结果见表 14。 $SMAV_i$ 不符合正态分布； $\lg SMAV_i$ 符合正态分布，满足 SSD 模型拟合要求。

(3) 累积频率

利用公式 7 计算物种的急性累积频率 $P_{A,H,i}$ ，结果如表 15 所示。

(4) 模型拟合与评价

模型拟合结果如表 16 所示。指定水体硬度条件下，通过 K—S 检验、 r^2 、RMSE、SSE 的比较，正态分布模型 SSD 曲线拟合最优，见图 2。

表 14 急性毒性数据正态性检验结果

	<i>H</i> (以 CaCO ₃ 计, mg/L)	百分位数									算术 平均值	标准差	峰度	偏度	<i>P</i> 值 (K-S 检验)
		P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95							
SMAV _i	50	2.603	8.033	39.93	745.0	4630	9052	13324	6213	24956	47.79	6.725	0		
	100	5.621	17.35	86.26	1609	10000	19552	28779	13419	53903	47.79	6.725	0		
	150	8.820	27.23	135.3	2525	15691	30678	45156	21055	84577	47.79	6.725	0		
	200	12.14	37.48	186.3	3475	21600	42232	62162	28985	116428	47.79	6.725	0		
	250	15.56	48.02	238.7	4453	27677	54113	79651	37140	149185	47.79	6.725	0		
	300	19.05	58.81	292.3	5453	33891	66264	97535	45479	182682	47.79	6.725	0		
	450	29.89	92.27	458.7	8556	53177	103971	153038	71358	286638	47.79	6.725	0		
lg(SMAV _i)	50	0.415	0.905	1.601	2.872	3.666	3.957	4.125	2.575	1.197	-0.692	-0.148	0.092		
	100	0.750	1.239	1.936	3.207	4.000	4.291	4.459	2.909	1.197	-0.692	-0.148	0.092		
	150	0.945	1.435	2.131	3.402	4.196	4.487	4.655	3.105	1.197	-0.692	-0.148	0.092		
	200	1.084	1.574	2.270	3.541	4.334	4.626	4.794	3.244	1.197	-0.692	-0.148	0.092		
	250	1.192	1.681	2.378	3.649	4.442	4.733	4.901	3.351	1.197	-0.692	-0.148	0.092		
	300	1.280	1.769	2.466	3.737	4.530	4.821	4.989	3.439	1.197	-0.692	-0.148	0.092		
	450	1.476	1.965	2.662	3.932	4.726	5.017	5.185	3.635	1.197	-0.692	-0.148	0.092		

表15 辐的种平均急性值及累积频率

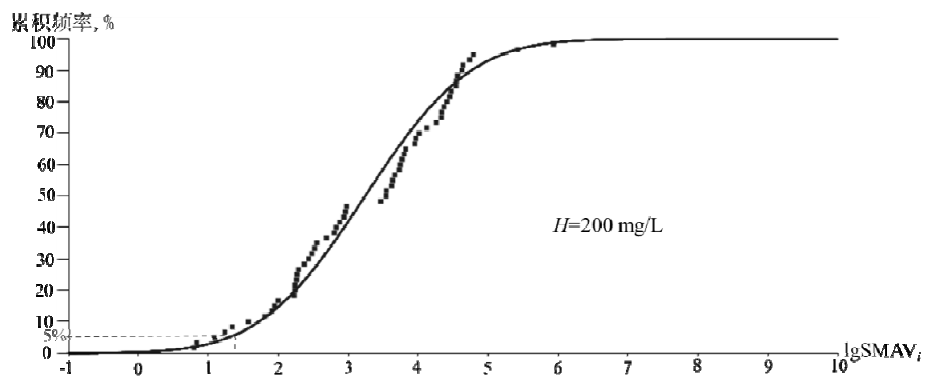
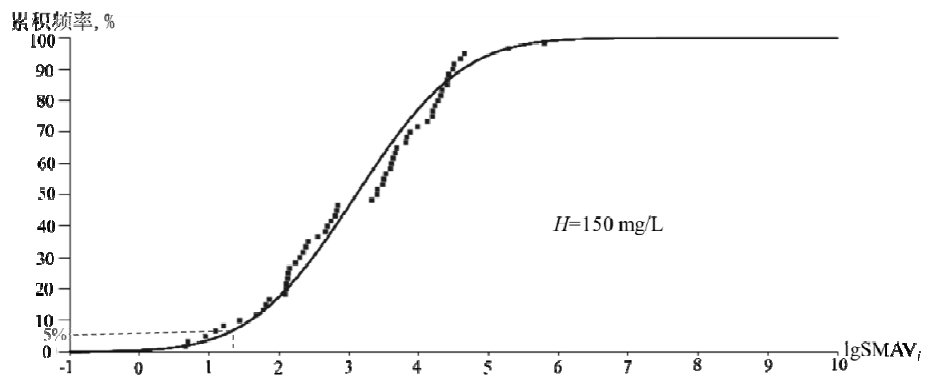
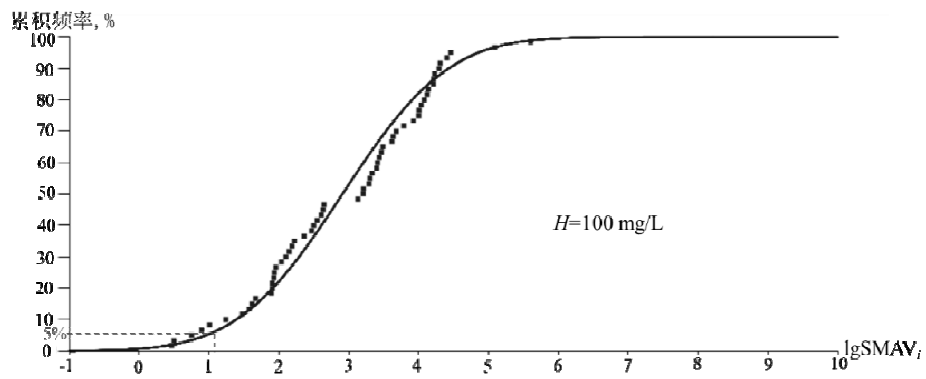
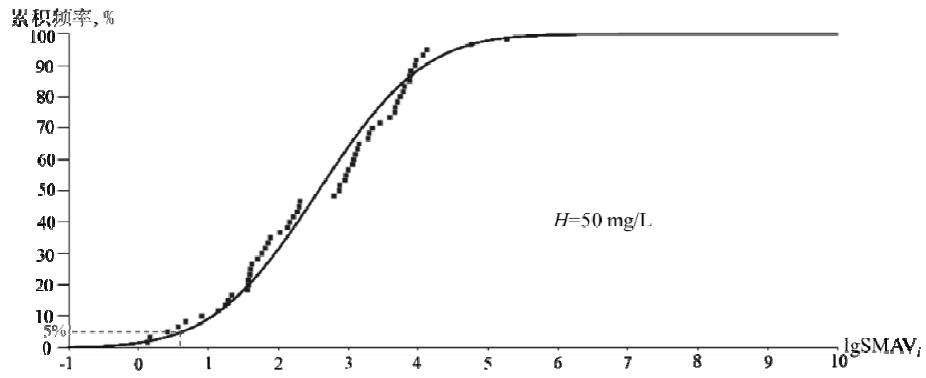
物种中文名	物种拉丁名	lgSMAV _{HL} ($\mu\text{g/L}$)							R_{Ai}	毒性等级 下物种数	$P_{A,HLi}$
		$H_i=50$	$H_i=100$	$H_i=150$	$H_i=200$	$H_i=250$	$H_i=300$	$H_i=450$			
条纹狼鲈	<i>Morone saxatilis</i>	0.13	0.46	0.66	0.80	0.91	0.99	1.19	1	1	0.02
虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0.17	0.50	0.70	0.83	0.94	1.03	1.23	2	1	0.03
美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	0.42	0.75	0.95	1.08	1.19	1.28	1.48	3	1	0.05
亚东鲱	<i>Salmo trutta</i>	0.56	0.90	1.09	1.23	1.34	1.43	1.62	4	1	0.07
大鳞大马哈鱼	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	0.67	1.01	1.20	1.34	1.45	1.54	1.73	5	1	0.08
银鲑	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	0.90	1.24	1.43	1.57	1.68	1.77	1.97	6	1	0.10
蚤状钩虾	<i>Gammarus pulex</i>	1.14	1.47	1.67	1.81	1.92	2.00	2.20	7	1	0.12
大型蚤	<i>Daphnia magna</i>	1.24	1.57	1.77	1.91	2.02	2.10	2.30	8	1	0.13
绿水螅	<i>Hydra viridissima</i>	1.28	1.62	1.81	1.95	2.06	2.15	2.34	9	1	0.15
澳洲淡水龙虾	<i>Cherax quadricarinatus</i>	1.33	1.67	1.86	2.00	2.11	2.20	2.39	10	1	0.17
近头状伪蹄形藻	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	1.56	1.89	2.09	2.23	2.33	2.42	2.62	11	1	0.18
模糊网纹蚤	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	1.57	1.91	2.10	2.24	2.35	2.44	2.63	12	1	0.20
棘爪网纹蚤	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	1.57	1.91	2.10	2.24	2.35	2.44	2.63	13	1	0.22
端足类钩虾	<i>Gammarus pseudolimnaeus</i>	1.59	1.93	2.12	2.26	2.37	2.46	2.65	14	1	0.23
多刺裸腹蚤	<i>Moina macrocopa</i>	1.60	1.94	2.13	2.27	2.38	2.47	2.66	15	1	0.25
拟老年低额蚤	<i>Simocephalus vetulus</i>	1.62	1.95	2.15	2.29	2.40	2.48	2.68	16	1	0.27
蚤状蚤	<i>Daphnia pulex</i>	1.70	2.04	2.23	2.37	2.48	2.57	2.76	17	1	0.28
锯顶低额蚤	<i>Simocephalus serrulatus</i>	1.76	2.10	2.29	2.43	2.54	2.63	2.82	18	1	0.30
褐水螅	<i>Hydra oligactis</i>	1.81	2.15	2.34	2.48	2.59	2.68	2.87	19	1	0.32

物种中文名	物种拉丁名	IgSMAV _{HL} ($\mu\text{g/L}$)								R_{Ai}	毒性等级 下物种数	$P_{A,Hi}$
		$H_i=50$	$H_i=100$	$H_i=150$	$H_i=200$	$H_i=250$	$H_i=300$	$H_i=450$				
浮萍	<i>Lemna minor</i>	1.85	2.19	2.38	2.52	2.63	2.72	2.91	20	1	0.33	
普通水螅	<i>Hydra vulgaris</i>	1.89	2.22	2.42	2.55	2.66	2.75	2.95	21	1	0.35	
无褶螺	<i>Aplexa hypnorum</i>	2.02	2.36	2.55	2.69	2.80	2.89	3.08	22	1	0.37	
中华新米虾	<i>Neocaridina denticulata</i>	2.13	2.47	2.66	2.80	2.91	3.00	3.19	23	1	0.38	
青鳉	<i>Oryzias latipes</i>	2.16	2.50	2.69	2.83	2.94	3.03	3.22	24	1	0.40	
短尾秀体蚤	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	2.21	2.55	2.74	2.88	2.99	3.08	3.27	25	1	0.42	
仙女虫	<i>Nais elinguis</i>	2.27	2.61	2.80	2.94	3.05	3.14	3.33	26	1	0.43	
夹杂带丝蚓	<i>Lumbriculus variegatus</i>	2.30	2.63	2.83	2.97	3.07	3.16	3.36	27	1	0.45	
静水椎实螺	<i>Lymnaea stagnalis</i>	2.31	2.64	2.84	2.98	3.09	3.17	3.37	28	1	0.47	
泥鳅	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	2.80	3.13	3.33	3.46	3.57	3.66	3.86	29	1	0.48	
霍甫水丝蚓	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	2.87	3.21	3.40	3.54	3.65	3.74	3.93	30	1	0.50	
圆形盘肠蚤	<i>Chydorus sphaericus</i>	2.88	3.21	3.41	3.55	3.65	3.74	3.94	31	1	0.52	
黑头软口鲦	<i>Pimephales promelas</i>	2.96	3.29	3.49	3.62	3.73	3.82	4.02	32	1	0.53	
蓼花臂尾轮虫	<i>Brachionus calyciflorus</i>	2.97	3.30	3.50	3.64	3.75	3.83	4.03	33	1	0.55	
美洲鳗鲡	<i>Anguilla rostrata</i>	3.00	3.33	3.53	3.67	3.77	3.86	4.06	34	1	0.57	
鲟鱼	<i>Aristichthys nobilis</i>	3.06	3.40	3.59	3.73	3.84	3.93	4.12	35	1	0.58	
原螯虾	<i>Procambarus acutus</i>	3.08	3.41	3.61	3.74	3.85	3.94	4.14	36	1	0.60	
俄勒冈叶唇鱼	<i>Pychocheilus oregonensis</i>	3.10	3.44	3.63	3.77	3.88	3.97	4.16	37	1	0.62	
三角帆蚌	<i>Hyriopsis cumingii</i>	3.13	3.47	3.66	3.80	3.91	4.00	4.19	38	1	0.63	
光滑爪蟾	<i>Xenopus laevis</i>	3.15	3.49	3.68	3.82	3.93	4.02	4.21	39	1	0.65	

物种中文名	物种拉丁名	IgSMAV _{HL} (µg/L)								R _{HL}	毒性等级 下物种数	P _{A,HLi}
		H _f =50	H _f =100	H _f =150	H _f =200	H _f =250	H _f =300	H _f =450				
正颤蚓	<i>Tubifex tubifex</i>	3.28	3.62	3.81	3.95	4.06	4.15	4.34	40	1	0.67	
斑马鱼	<i>Danio rerio</i>	3.30	3.63	3.83	3.97	4.08	4.16	4.36	41	1	0.68	
孔雀胎鳉	<i>Poecilia reticulata</i>	3.34	3.68	3.87	4.01	4.12	4.21	4.40	42	1	0.70	
中华大蟾蜍	<i>Bufo bufo gargarizans</i>	3.45	3.79	3.98	4.12	4.23	4.32	4.51	43	1	0.72	
克氏原螯虾	<i>Procambarus clarkii</i>	3.59	3.93	4.12	4.26	4.37	4.46	4.65	44	1	0.73	
草鱼	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	3.67	4.00	4.20	4.33	4.44	4.53	4.73	45	1	0.75	
鲤鱼	<i>Cyprinus carpio</i>	3.67	4.00	4.20	4.34	4.45	4.53	4.73	46	1	0.77	
无鳞甲三刺鱼	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	3.70	4.04	4.23	4.37	4.48	4.57	4.76	47	1	0.78	
唐鱼	<i>Tanichtys albonubes</i>	3.74	4.08	4.27	4.41	4.52	4.61	4.80	48	1	0.80	
奥里亚罗非鱼	<i>Oreochromis mossambica</i>	3.79	4.12	4.32	4.45	4.56	4.65	4.85	48	1	0.82	
斑点叉尾鲷	<i>Ictalurus punctatus</i>	3.80	4.14	4.33	4.47	4.58	4.67	4.86	50	1	0.83	
尼罗罗非鱼	<i>Oreochromis niloticus</i>	3.88	4.21	4.41	4.54	4.65	4.74	4.94	51	1	0.85	
鲫鱼	<i>Carassius auratus</i>	3.88	4.21	4.41	4.55	4.65	4.74	4.94	52	1	0.87	
蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	3.89	4.23	4.42	4.56	4.67	4.76	4.95	53	1	0.88	
食蚊鱼	<i>Gambusia affinis</i>	3.96	4.29	4.49	4.63	4.73	4.82	5.02	54	1	0.90	
绿太阳鱼	<i>Lepomis cyanellus</i>	3.97	4.31	4.50	4.64	4.75	4.84	5.03	55	1	0.92	
麦瑞加拉鲮鱼	<i>Cirrhinus mrigala</i>	4.07	4.40	4.60	4.74	4.85	4.93	5.13	56	1	0.93	
苏氏尾鳃鲷	<i>Branchiura sowerbyi</i>	4.12	4.46	4.65	4.79	4.90	4.99	5.18	57	1	0.95	
麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i>	4.75	5.09	5.28	5.42	5.53	5.62	5.81	58	1	0.97	
摇蚊	<i>Chironomus riparius</i>	5.27	5.60	5.80	5.94	6.04	6.13	6.33	59	1	0.98	

表16 镉的短期水质基准模型拟合结果

<i>H</i> (以 CaCO ₃ 计, mg/L)	拟合模型	HC ₅ (µg/L)	<i>r</i> ²	RMSE	SSE	<i>P</i> 值 (K-S 检验)
50	正态分布模型	4.20	0.97	0.05	0.13	0.57
	对数正态分布模型	4.47	0.90	0.09	0.46	0.10
	逻辑斯谛分布模型	4.45	0.95	0.06	0.22	0.42
	对数逻辑斯谛分布模型	4.58	0.91	0.09	0.45	0.05
	极值分布模型	3.05	0.97	0.05	0.16	0.38
100	正态分布模型	9.06	0.97	0.05	0.13	0.57
	对数正态分布模型	11.83	0.94	0.07	0.30	0.11
	逻辑斯谛分布模型	9.62	0.95	0.06	0.22	0.42
	对数逻辑斯谛分布模型	12.19	0.93	0.07	0.32	0.05
	极值分布模型	3.93	0.95	0.06	0.24	0.17
150	正态分布模型	14.22	0.97	0.05	0.13	0.57
	对数正态分布模型	19.28	0.94	0.07	0.26	0.115
	逻辑斯谛分布模型	15.07	0.95	0.06	0.22	0.42
	对数逻辑斯谛分布模型	19.86	0.94	0.07	0.30	0.06
	极值分布模型	4.67	0.93	0.07	0.31	0.11
200	正态分布模型	19.59	0.97	0.05	0.13	0.57
	对数正态分布模型	26.92	0.95	0.06	0.25	0.12
	逻辑斯谛分布模型	20.75	0.95	0.06	0.22	0.42
	对数逻辑斯谛分布模型	27.80	0.94	0.07	0.29	0.06
	极值分布模型	5.32	0.92	0.08	0.36	0.08
250	正态分布模型	25.06	0.97	0.05	0.13	0.57
	对数正态分布模型	34.75	0.95	0.06	0.24	0.13
	逻辑斯谛分布模型	26.61	0.95	0.06	0.22	0.42
	对数逻辑斯谛分布模型	35.89	0.94	0.07	0.29	0.06
	极值分布模型	5.93	0.92	0.08	0.40	0.07
300	正态分布模型	30.69	0.97	0.05	0.13	0.57
	对数正态分布模型	42.66	0.95	0.06	0.23	0.13
	逻辑斯谛分布模型	32.58	0.95	0.06	0.22	0.42
	对数逻辑斯谛分布模型	44.16	0.94	0.07	0.28	0.07
	极值分布模型	6.50	0.91	0.09	0.43	0.06
450	正态分布模型	48.19	0.97	0.05	0.13	0.57
	对数正态分布模型	67.30	0.95	0.06	0.22	0.14
	逻辑斯谛分布模型	51.05	0.95	0.06	0.22	0.42
	对数逻辑斯谛分布模型	69.66	0.94	0.07	0.27	0.07
	极值分布模型	8.11	0.89	0.09	0.50	0.04



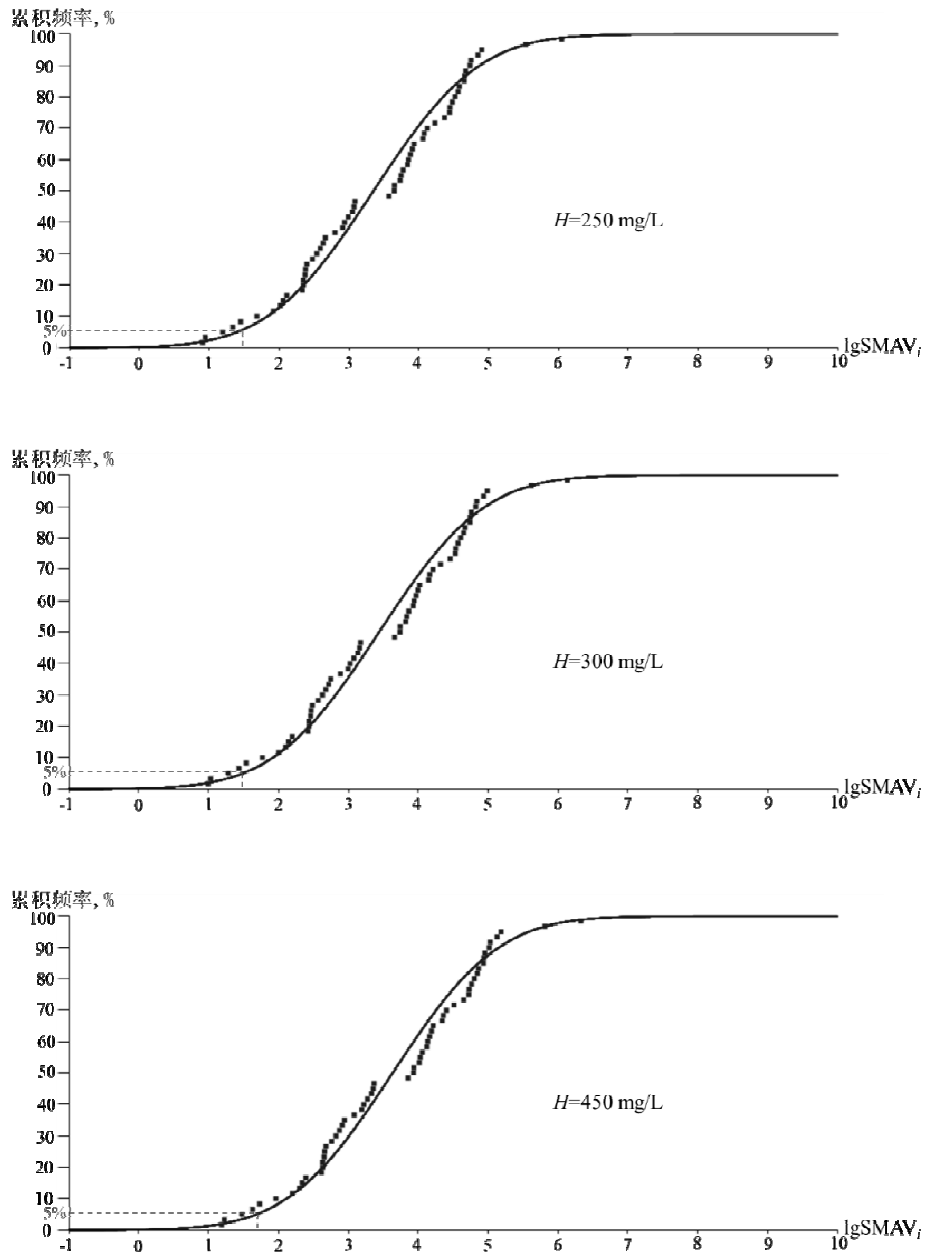


图 2 对数急性毒性—累积频率正态分布模型拟合的 SSD 曲线 (H 为水体硬度)

(5) 基准确定

选用正态分布模型推导的 HC_5 值、评价因子 2，进行镉短期水质基准外推，结果见表 17。

表 17 淡水水生生物镉短期水质基准

	H (以 $CaCO_3$ 计, mg/L)						
	50	100	150	200	250	300	450
SWQC($\mu g/L$)	2.1	4.53	7.11	9.8	12.53	15.35	24.1

5.2.2 长期水质基准

(1) 水体硬度校正

对附录 B 中每条数据中的 CTV 和对应水体硬度值分别取以 10 为底的对数, 利用公式 2 进行线性拟合, 得出公式 $\lg(CTV)=0.5621 \lg(H_C)-0.329$, 慢性毒性—水体硬度斜率 K_C 为 0.5621, 决定系数 r^2 为 0.0978, 线性显著相关, 见图 3。

依据公式 4, 对每条毒性数据进行水体硬度校正, 分别获得水体硬度 H 为 50 mg/L, 100 mg/L, 150 mg/L, 200 mg/L, 250 mg/L, 300 mg/L, 450 mg/L 时的 CTV_H , 见附录 B。

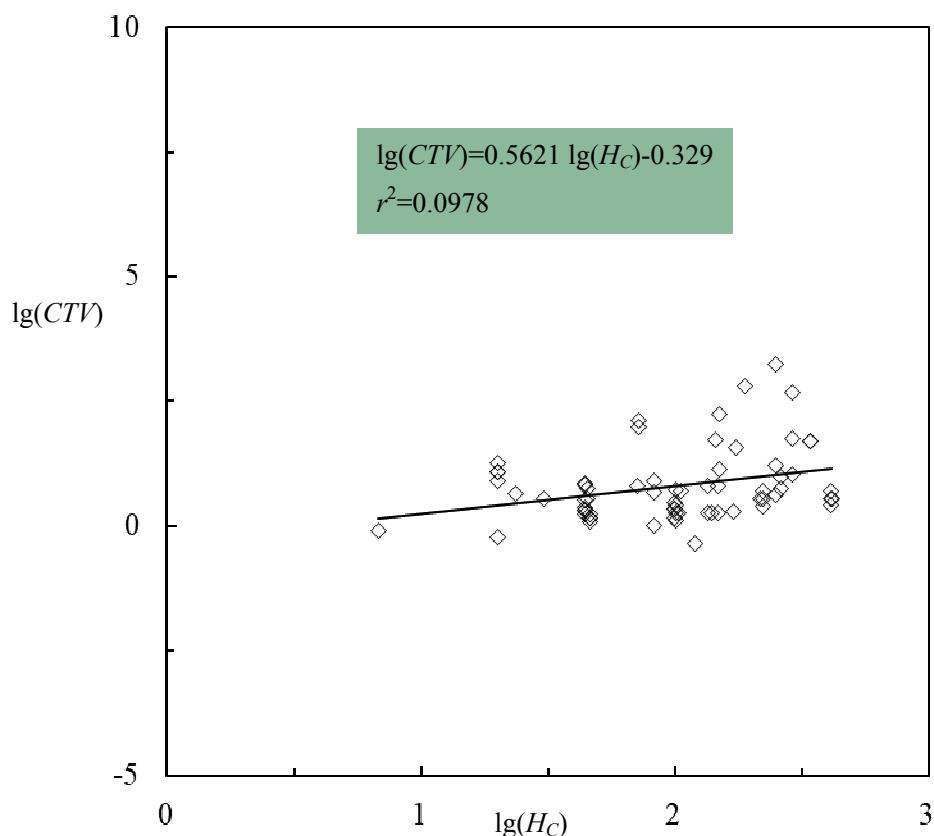


图 3 慢性毒性—水体硬度关系图

(2) 毒性数据分布检验

利用公式 6 得每个物种的 $SMCV_i$ 。将 $SMCV_i$ 和 $\lg SMCV_i$ 进行统计分析, 结果见表 18。 $SMCV_i$ 不符合正态分布; $\lg SMCV_i$ 符合正态分布, 满足 SSD 模型拟合要求。

(3) 累积频率

利用公式 8 计算物种的慢性累积频率 $P_{C,H,i}$, 结果如表 19 所示。

表 18 慢性毒性数据正态性检验结果

	H (以 CaCO ₃ 计, mg/L)	百分位数										平均值	标准差	峰度	偏度	P 值 (K-S 检验)
		P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95								
SMCV _i	50	0.348	1.044	1.907	6.079	24.75	265.2	678.1	60.47	165.4	13.84	3.643	0			
	100	0.514	1.541	2.815	8.976	36.54	391.6	1001	89.28	244.2	13.84	3.643	0			
	150	0.645	1.936	3.536	11.27	45.90	491.8	1257	112.1	306.7	13.84	3.643	0			
	200	0.759	2.275	4.156	13.25	53.95	578.2	1478	131.8	360.5	13.84	3.643	0			
	250	0.860	2.579	4.712	15.02	61.16	655.4	1676	149.4	408.7	13.84	3.643	0			
	300	0.953	2.858	5.220	16.64	67.76	726.1	1856	165.6	452.8	13.84	3.643	0			
	450	1.197	3.589	6.556	20.90	85.11	912.0	2332	207.9	568.7	13.84	3.643	0			
I _g SMCV _i	50	-0.504	0.017	0.273	0.784	1.388	0.092	2.820	0.88	0.84	0.53	0.799	0.158			
	100	-0.335	0.187	0.442	0.953	1.558	0.092	2.989	1.05	0.84	0.53	0.799	0.158			
	150	-0.236	0.286	0.541	1.052	1.657	0.092	3.088	1.15	0.84	0.53	0.799	0.158			
	200	-0.166	0.356	0.611	1.122	1.727	0.092	3.158	1.22	0.84	0.53	0.799	0.158			
	250	-0.111	0.410	0.666	1.177	1.781	0.092	3.213	1.27	0.84	0.53	0.799	0.158			
	300	-0.067	0.455	0.710	1.221	1.826	0.092	3.257	1.32	0.84	0.53	0.799	0.158			
	450	0.032	0.554	0.809	1.320	1.925	0.092	3.356	1.42	0.84	0.53	0.799	0.158			

表 19 镉的种平均慢性值及累积频率

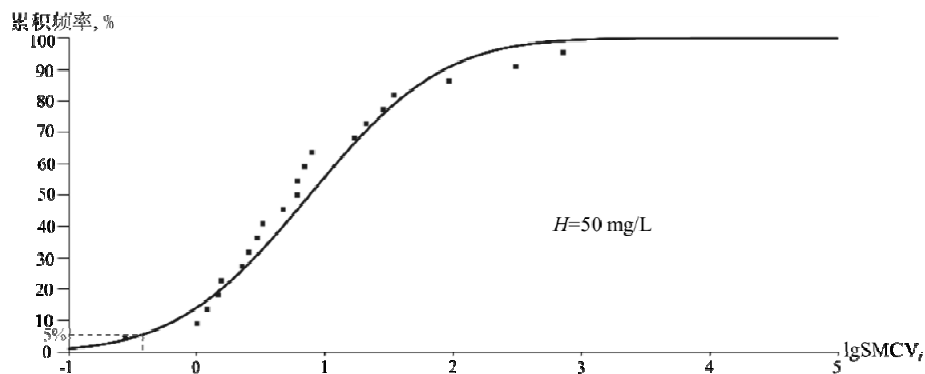
物种中文名	物种拉丁名	lgSMCV _{Hi} (µg/L)								R _{CI}	毒性等级下物种数	P _{C,Hi}
		H _i =50	H _i =100	H _i =150	H _i =200	H _i =250	H _i =300	H _i =450				
蜻蜓	<i>Pachydiplax longipennis</i>	-0.54	-0.39	-0.30	-0.23	-0.18	-0.14	-0.05	1	1	0.05	
绿水虻	<i>Hydra viridissima</i>	-0.02	0.14	0.23	0.29	0.34	0.39	0.48	2	1	0.09	
模糊网纹蚤	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	0.10	0.25	0.35	0.41	0.46	0.50	0.59	3	1	0.14	
大型蚤	<i>Daphnia magna</i>	0.18	0.34	0.43	0.49	0.54	0.58	0.67	4	1	0.18	
虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0.21	0.37	0.46	0.52	0.57	0.61	0.70	5	1	0.23	
银鲑	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	0.35	0.51	0.60	0.66	0.71	0.75	0.84	6	1	0.27	
青鲟	<i>Oryzias latipes</i>	0.42	0.57	0.66	0.73	0.78	0.82	0.91	7	1	0.32	
蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	0.49	0.65	0.74	0.80	0.85	0.89	0.99	8	1	0.36	
蚤状蚤	<i>Daphnia pulex</i>	0.53	0.69	0.78	0.84	0.89	0.93	1.02	9	1	0.41	
无褶螺	<i>Aplexa hypnorum</i>	0.67	0.83	0.92	0.98	1.03	1.08	1.17	10	1	0.45	
美洲红点蛙	<i>Salvelinus fontinalis</i>	0.77	0.93	1.02	1.09	1.14	1.18	1.27	11	1	0.50	
亚东鳟	<i>Salmo trutta</i>	0.80	0.95	1.04	1.11	1.16	1.20	1.29	12	1	0.55	
大西洋鲑	<i>Salmo salar</i>	0.83	0.98	1.07	1.14	1.19	1.23	1.32	13	1	0.59	
白斑狗鱼	<i>Esox lucius</i>	0.90	1.05	1.14	1.21	1.26	1.30	1.39	14	1	0.64	
尼罗罗非鱼	<i>Oreochromis niloticus</i>	1.27	1.42	1.52	1.58	1.63	1.67	1.76	15	1	0.68	
灰水虻	<i>Hydra vulgaris</i>	1.30	1.46	1.55	1.61	1.66	1.70	1.80	16	1	0.73	
奥利亚罗非鱼	<i>Oreochromis aurea</i>	1.48	1.63	1.72	1.79	1.84	1.88	1.97	17	1	0.77	
斑马纹贻贝	<i>Dreissena polymorpha</i>	1.57	1.73	1.82	1.88	1.93	1.97	2.06	18	1	0.82	
麦瑞加拉鲮鱼	<i>Cirrhinus mrigala</i>	1.98	2.13	2.22	2.29	2.34	2.38	2.47	19	1	0.86	
鲤鱼	<i>Cyprinus carpio</i>	2.52	2.67	2.76	2.83	2.88	2.92	3.01	20	1	0.91	
正颤蚓	<i>Tubifex tubifex</i>	2.89	3.04	3.14	3.20	3.25	3.29	3.38	21	1	0.95	

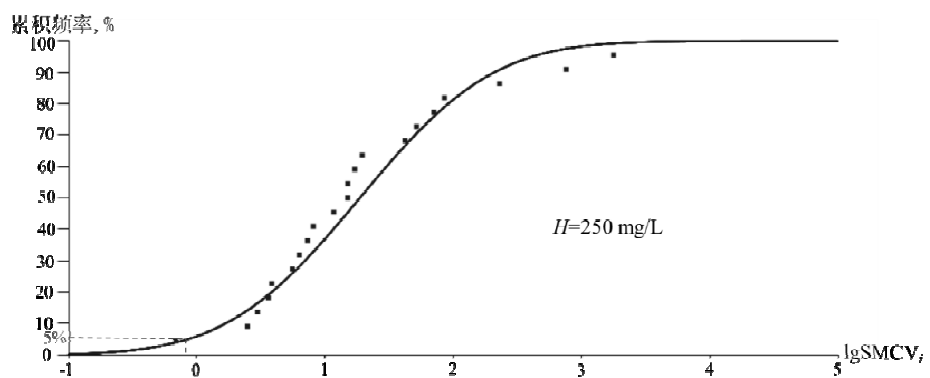
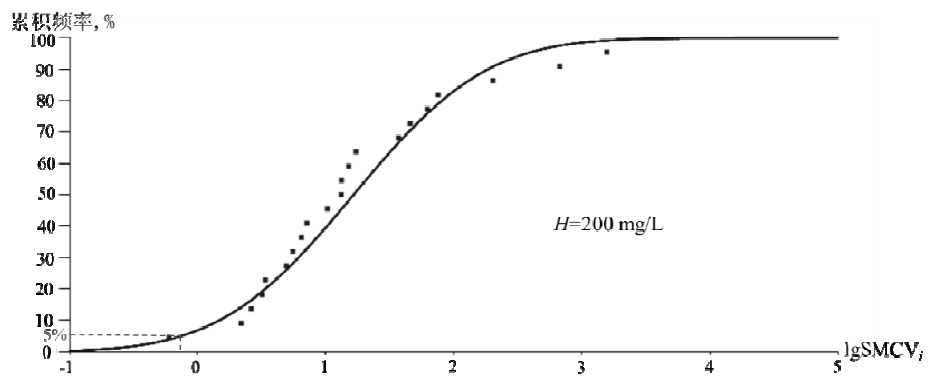
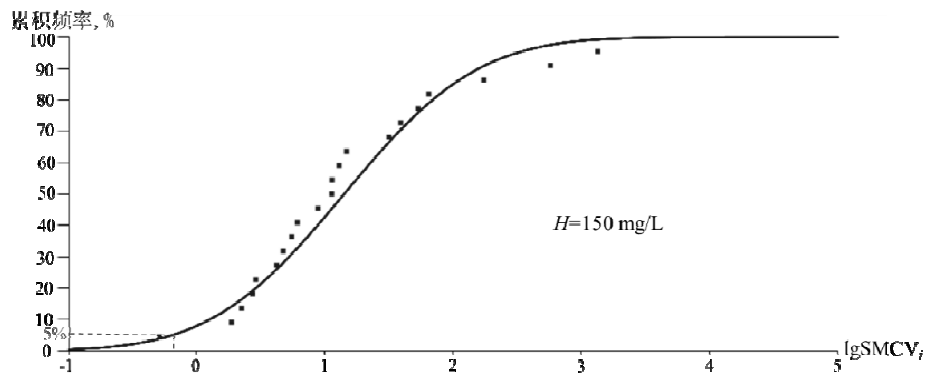
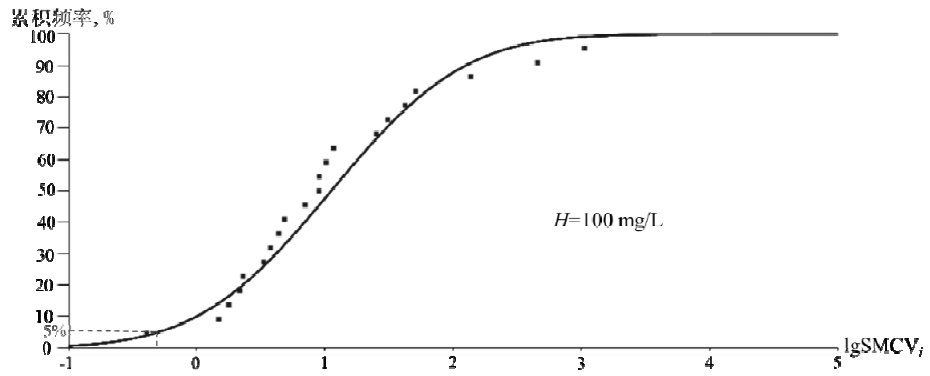
(4) 模型拟合与评价

拟合结果如表 20 所示。指定水体硬度条件下，通过 K-S 检验、 r^2 、RMSE、SSE 的比较，正态分布模型 SSD 曲线拟合最优，见图 4。

表 20 镉的长期水质基准模型拟合结果

H (以 CaCO_3 计, mg/L)	拟合模型	HC_5 ($\mu\text{g/L}$)	r^2	RMSE	SSE	P 值 (K-S 检验)
50	正态分布模型	0.34	0.96	0.06	0.07	0.85
	逻辑斯谛分布模型	0.35	0.95	0.06	0.07	0.86
	极值分布模型	1.44	0.50	0.19	0.79	0.05
100	正态分布模型	0.50	0.96	0.06	0.07	0.85
	逻辑斯谛分布模型	0.52	0.95	0.06	0.08	0.86
	极值分布模型	1.51	0.70	0.15	0.47	0.16
150	正态分布模型	0.63	0.96	0.06	0.07	0.85
	逻辑斯谛分布模型	0.66	0.95	0.06	0.08	0.86
	极值分布模型	1.57	0.78	0.13	0.34	0.25
200	正态分布模型	0.74	0.96	0.06	0.07	0.85
	逻辑斯谛分布模型	0.77	0.95	0.06	0.08	0.86
	极值分布模型	1.60	0.83	0.11	0.27	0.34
250	正态分布模型	0.84	0.96	0.06	0.07	0.85
	逻辑斯谛分布模型	0.88	0.95	0.06	0.08	0.87
	极值分布模型	1.64	0.86	0.10	0.22	0.41
300	正态分布模型	0.93	0.96	0.06	0.07	0.85
	逻辑斯谛分布模型	0.97	0.95	0.06	0.08	0.86
	极值分布模型	1.67	0.88	0.10	0.19	0.47
450	正态分布模型	1.17	0.96	0.06	0.07	0.85
	逻辑斯谛分布模型	1.22	0.95	0.06	0.08	0.86
	极值分布模型	1.75	0.92	0.08	0.13	0.61





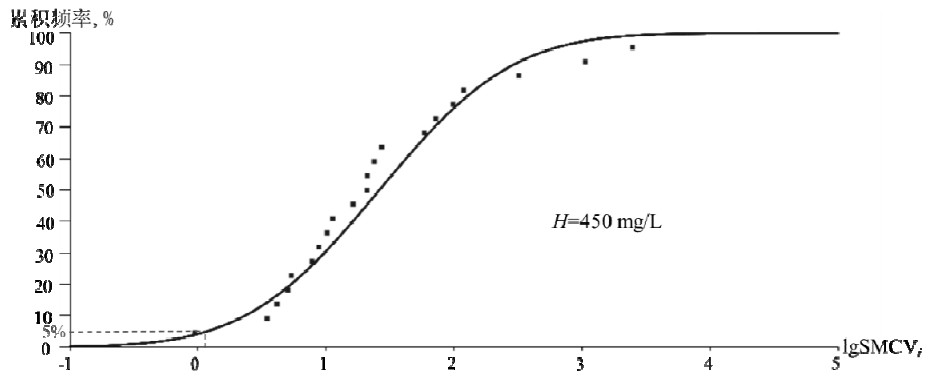
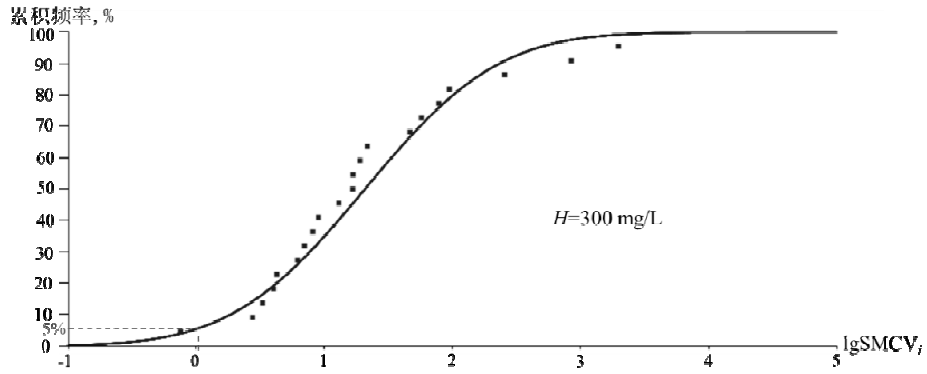


图 4 对数慢性毒性—累积频率正态分布模型拟合的 SSD 曲线 (H 为水体硬度)

(5) 基准确定

选用正态分布模型推导的 HC_5 值、评价因子 2，进行镉长期水质基准外推，结果见表 21。

表 21 淡水水生生物镉长期水质基准

	H (以 $CaCO_3$ 计, mg/L)						
	50	100	150	200	250	300	450
LWQC ($\mu\text{g/L}$)	0.17	0.25	0.32	0.37	0.42	0.47	0.59

5.2.3 结果总结

镉的短期水质基准和长期水质基准推导结果见表 22。

表 22 淡水水生生物水质基准—镉推导结果

H (以 $CaCO_3$ 计, mg/L)	SWQC ($\mu\text{g/L}$)	LWQC ($\mu\text{g/L}$)
50	2.10	0.17
100	4.53	0.25
150	7.11	0.32
200	9.80	0.37
250	12.53	0.42
300	15.35	0.47
450	24.10	0.59

6 水质基准制定自审核

本次基准推导所涉及物种在营养级、类别、数据质量等方面基本满足 HJ 831—2017 要求，详见表 23。我国水质基准研究尚处于起步阶段，能够满足基准推导要求的毒性数据量有限，发达国家在其基准研究过程也经历过类似的问题。随着我国环境基准研究的不断充实、丰富和发展，环境基准也将适时更新。

表 23 基准自审核详情

审核项目	具体要求	HJ 831—2017	本基准使用	
			急性基准	慢性基准
营养级别	物种涵盖 3 个营养级	初级生产者	包括浮萍等 2 种	无
		初级消费者	包括大型溇等 21 种	包括大型溇等 6 种
		次级消费者	包括草鱼等 35 种	包括鲤鱼等 15 种
物种要求	5 种	至少包括 5 个物种	59 个物种	21 个物种
		1 种硬骨鲤科鱼类	包括鲤鱼等 8 种	鲤鱼 1 种
		1 种硬骨非鲤科鱼类	包括大鳞大马哈鱼等 12 种	包括青鳉等 11 种
		1 种浮游动物	包括大型溇等 9 种	包括大型溇等 3 种
		1 种底栖动物	包括褐水螅等 4 种	包括褐水螅等 6 种
		1 种水生植物	包括浮萍等 2 种	无
毒性数据	有效性	无限制可靠数据	0	4 条
		限制可靠数据	281 条	63 条
		不可靠数据	0	0
		不确定数据	0	0

参考文献

- 毕蕾, 等. 2009. 不同水温条件下重金属对三角帆蚌幼蚌的急性致毒效应. 安徽农业科学, 37(14): 6468-6471
- 陈芳, 等. 2009. 模拟城市径流中加乐麝香和镉对大型水蚤的毒性效应. 中国环境科学, 29(1): 58-62
- 侯丽萍, 马广智, 等. 2002. 镉与锌对草鱼种的急性毒性和联合毒性研究. 淡水渔业, 32(3): 44-46
- 华涛, 等. 2009. Cd-Zn 对草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)的联合毒性及对肝脏超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响. 环境科学学报, 29(3): 600-606
- 贾秀英. 2001. 镉对泥鳅幼鱼的急性和亚急性毒性研究. 环境污染与防治, 23(5): 227-228
- 马丽, 等. 2015. 7 种金属离子对中国林蛙和中华大蟾蜍蝌蚪的急性毒性比较研究[J]. 生态毒理学报, 2015, 10(3): 230-237
- 宋维彦, 等. 2010. 重金属离子对麦穗鱼的急性毒性作用研究. 江苏农业科学, (1): 239-241
- 王桂燕 胡筱敏, 等. 2007. 对二氯苯和镉对草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)的联合毒性效应研究. 环境科学, 28(1): 156-159
- 王桂燕, 胡筱敏, 等. 2007. 镉对草鱼的急性毒性效应及 SOD 的影响. 东北大学学报(自然科学版), 28(12): 1758-1761
- 王桂燕, 周启星, 等. 2007. 四氯乙烯和镉对草鱼的单一与联合毒性效应. 应用生态学报, 18(5): 1120-1124
- 王瑞龙, 马广智, 等. 2006. 铜、镉、锌对唐鱼的急性毒性及安全浓度评价. 水产科学, 25(3): 117-120
- 肖衍, 靖静, 等. 2013. 铜、镉及其联合毒性对唐鱼肝脏 CYP_{3A} 基因表达影响. 湖北农业科学, 52(10): 2439-2442
- 杨亚琴, 等. 2006. Cu²⁺、Zn²⁺和 Cd²⁺对蟾蜍蝌蚪的联合毒性. 应用与环境生物学报, 2006, 12(3): 356-359
- 叶素兰, 等. 2009. Cu²⁺、Pb²⁺、Cd²⁺、Cr⁶⁺对鳙胚胎和仔鱼的急性致毒效应. 水产科学, 28(5): 263-267
- 曾艳艺, 赖子尼, 等. 2014. 铜和镉对珠江天然仔鱼和幼鱼的毒性效应及其潜在生态风险. 生态毒理学报, 9(1): 49-55
- 周怀东, 彭文启, 等. 2004. 中国地表水水质评价. 中国水利水电科学研究院学, 04, 5
- Adiele R C, Stevens D, Kamunde C. 2011. Cadmium- and Calcium-Mediated Toxicity in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) *in vivo*: Interactions on Fitness and Mitochondrial

Endpoints. *Chemosphere*, 85(10): 1604-1613

Alsop D, Wood C M. 2001. Metal uptake and acute toxicity in zebrafish: common mechanisms across multiple metals. *Aquat. Toxicol*, 105(3/4): 385-393.

Andros J D, Garton R R. 1980. Acute Lethality of Copper, Cadmium, and Zinc to Northern Squaw fish. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 109(2): 235-238

Annune P A, S O Ebele, Oladimeji A A. 1994. Acute Toxicity of Cadmium to Juveniles of *Clarias gariepinus* (Teugels) and *Oreochromis niloticus* (Trewavas). *J. Environ. Sci. Health. Part A, Environ. Sci. Eng. Toxic Hazard. Substance Contro.*, 129(7): 1357-1365

Attar E N, Maly E J. 1982. Acute Toxicity of Cadmium, Zinc, and Cadmium-Zinc Mixtures to *Daphnia magna*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 11(3): 291-296

Bailey H C, Liu D H W. 1980. *Lumbriculus variegatus*, a Benthic Oligochaete, as a Bioassay Organism. *ASTM Spec. Tech. Publ.*, 205-215

Beach M J, Pascoe D. 1998. The Role of *Hydra vulgaris* (Pallas) in Assessing the Toxicity of Freshwater Pollutants. *Water Res.*, 32(1): 101-106

Beleau M H, Bartosz J A. 1982. Colorado River Fisheries Project Acute Toxicity of Selected Chemicals: Data Base// Rep.No.6, Dep. of Fish. Resour, Univ. of Idaho, Moscow, ID:243-254

Benoit D A, Leonard E N, Christensen G M, Fiandt J T. 1976. Toxic Effects of Cadmium on Three Generations of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*). *Trans. Am. Fish. Soc.*, 105(4): 550-560

Benson W H, Birge W J. 1983. Heavy Metal Tolerance and Metallothionein Induction in Fathead Minnows: Results From Field and Laboratory Investigations *Environ. Toxicol. Chem.*, 4(2): 209-217

Bentley R E, Heitmuller T, Sleight III B H, Parrish P R. 1975. Acute Toxicity of Cadmium to Bluegill (*Lepomis macrochirus*), Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*), and Pink Shrimp (*Penaeus duorarum*). U. S. EPA, Criteria Branch, WA-6-99-1414-B, Washington, D. C: 14

Bertram P E, Hart B A. 1979. Longevity and reproduction of *Daphnia pulex* (deGeer) exposed to cadmium-contaminated food or water. *Environ. Pollut.*, 19(4): 0-305

Besser J M, Mebane C A, Mount D R, Ivey C D, Kunz J L, Greer I E, May T W, Ingersoll C G. 2007. Sensitivity of Mottled Sculpins (*Cottus bairdi*) and Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) to Acute and Chronic Toxicity of Cadmium, Copper, and Zinc. *Environ. Toxicol. Chem.*, 26(8): 1657-1665

Bhilave M P, Muley D V, Deshpande V Y. 2008. Biochemical Changes in the Fish *Cirrhinus mrigala* After Acute and Chronic Exposure of Heavy Metals. *Nat. Environ. Pollut. Technol.*, 7(1): 65-71

Birge W J, Black J A, Westerman A G, Ramey B A. 1983. Fish and Amphibian Embryos - a Model System for Evaluating Teratogenicity *Fundam. Appl. Toxicol.*, 3(4):237-242

Bishop W E, McIntosh A W. 1981. Acute lethality and effects of sublethal cadmium exposure on ventilation frequency and cough rate of bluegill (*Lepomis macrochirus*). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 10(5): 519-530

- Bitton G, Rhodes K, Koopman B. 1996. Ceriofast: an acute toxicity test based on *Ceriodaphnia dubia* feeding behavior. *Environ. Toxicol. Chem.*, 15(2): 123-125
- Brinkman S F, Hansen D L. 2004. Toxicity of cadmium to early life stages of brown trout (*Salmo trutta*) at multiple water hardnesses. *Environ. Toxicol. Chem.*, 26(8): 1666-1671
- Brooks B W, Stanley J K, White J C, Turner P K, Wu K B, La Point T W. 2004. Laboratory and field responses to cadmium: an experimental study in effluent-dominated stream mesocosms. *Environ. Toxicol. Chem.*, 23(4): 1057-1064.
- Brown V, Shurben D, Miller W, Crane M. 1994. Cadmium toxicity to rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Walbaum and brown trout *Salmo trutta* L. over extended exposure periods. *Ecotoxicol. Environ. Safety.*, 29(1): 38-46
- Bryan M D, Atchison G J, Sandheinrich M B. 1995. Effects of Cadmium on the Foraging Behavior and Growth of Juvenile Bluegill, *Lepomis macrochirus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52(52): 1630-1638
- Buhl K J, Hamilton S J. 1991. Relative sensitivity of early life stages of arctic grayling, coho salmon, and rainbow trout to nine inorganics. *Ecotoxicol. Environ. Safety.*, 22(2): 184-197
- Call D J, Brooke L T, Hammermeister D H, Northcott C E, and Hoffman A D. 1983. Variation of acute toxicity with water source. Center for lake superior environmental studies, Report No. LSRI 0273: 58 p.
- Call D J, Brooke L T, Ahmad N, and Vaishnav D D. 1981. Aquatic pollutant hazard assessments and development of a hazard prediction technology by quantitative structure-activity relationships second quarterly rep. U.S.EPA Coop. Agreement No. CR 809234-01-0, Ctr. for Lake Superior Environ. Stud., Univ. of Wisconsin, Superior, WI: 74 p.
- Canton J H, Slooff W. 1982. Toxicity and accumulation studies of cadmium (Cd^{2+}) with freshwater organisms of different trophic levels. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 6(1): 113-128
- Carr R S, Williams J W, Saksa F I, Buhl R L, Neff J M. 1985. Bioenergetic alterations correlated with growth, fecundity and body burden of cadmium for mysids (*Mysidopsis bahia*). *Environ. Toxicol. Chem.*, 4: 181-188
- Carrier R, Beitinger T L. 1988b. Resistance of temperature tolerance ability of green sunfish to cadmium exposure. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 40(4): 475-480
- Carrier R, and Beitinger T L. 1988. Reduction in thermal tolerance of notropis lutrensis and pimephales promelas exposed to cadmium. *Water Res.*, 22(4): 511-515
- Chapman G A. 1975. Toxicity of Copper, Cadmium, and Zinc to Pacific Northwest Salmonids. Interim Report, Task ROAP CAR, U.S.EPA, Corvallis, OR: 27.
- Chapman G A. 1978. Toxicities of cadmium, copper, and zinc to four juvenile stages of chinook salmon and steelhead. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 107(6): 841-847
- Chapman P M, Farrell M A, Brinkhurst R O. 1982. Relative tolerances of selected aquatic oligochaetes to individual pollutants and environmental factors. *Aquat. Toxicol.*, 2(1): 47-67
- Coeurdassier M, De Vaufleury A, Scheifler R, Morhain E, Badot P M. 2004. Effects of

cadmium on the survival of three life-stages of the freshwater pulmonate *Lymnaea stagnalis* (Mollusca: Gastropoda). Bull. Environ. Contam. Toxicol., 72(5): 1083-1090

Cope W G, Wiener J G, Atchison G J. 1994. Hepatic Cadmium, Metal-Binding Proteins and Bioaccumulation in Bluegills Exposed to Aqueous Cadmium. Environ. Toxicol. Chem., 13(4): 553-562

Couillard Y, Ross P, Pinel-Alloul B. 1989. Acute Toxicity of Six Metals to the Rotifer *Brachionus calyciflorus*, with Comparisons to Other Freshwater Organisms. Toxic. Assess., 4(4): 451-462

Das B K, Kaviraj A. 1994. Individual and Interactive Lethal Toxicity of Cadmium, Potassium Permanganate and Cobalt Chloride to Fish, Worm and Plankton. Geobios., 21(4): 223-227

Davies P H, Brinkman S F. 1994a. Appendix I: Effects of pre-exposure to sublethal waterborne cadmium on cadmium toxicity, metallothionein concentrations, and subcellular distribution of cadmium in the gill and kidney of brown trout// Davies P H. Water Pollution Studies, Federal Aid in Fish and Wildlife Restoration, Project #F-33. Colorado Division of Wildlife, Fort Collins, CO, I-11-I-31

Davies P H, Brinkman S F. 1994b. Appendix II: Cadmium toxicity to rainbow trout: Bioavailability and kinetics in waters of high and low complexing capacities// Davies P H. Water Pollution Studies, Federal Aid in Fish and Wildlife Restoration, Project F-33. Colorado Division of Wildlife, Fort Collins, CO, II-33-II-59

Davies P H, Brinkman S F. 1994c. Toxicology and chemical data on unregulated pollutants// Davies P H. Water Pollution Studies, Federal Aid in Fish and Wildlife Restoration, Project F-33. Colorado Division of Wildlife, Fort Collins, CO, 5-10

Davies P H, Gorman W C, Carlson C A, Brinkman S F. 1993. Effect of hardness on bioavailability and toxicity of cadmium to rainbow trout. Chem. Spec. Bioavail., 5(2): 67-77

Del Ramo J, Diaz-Mayans J, Torreblanca A, Nunez A. 1987. Effects of Temperature on the Acute Toxicity of Heavy Metals (Cr, Cd, and Hg) to the Freshwater Crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard) Bull. Environ. Contam. Toxicol., 38(5): 736-741

Diamond J M, Koplisch D E, McMahon III, J, Rost R. 1997. Evaluation of the Water-Effect Ratio Procedure for Metals in a Riverine System. Environ. Toxicol. Chem., 16(3): 509-520

Eaton J G. 1974. Chronic Cadmium Toxicity to the Bluegill (*Lepomis macrochirus* Rafinesque). Trans. Am. Fish. Soc., 103(4): 729-735

Eaton J G, McKim J M, Holcombe G W. 1978. Metal toxicity to embryos and larvae of seven freshwater fish species-I. Cadmium. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 19(1): 95-103

El-Bouhy Z, Alkelch A M, Saleh G, Ali A M. 1993. Effects of Heavy Metals intoxication on Some Fresh Water Fish. Zag. J. Pharm. Sci., 2(2): 73-90

Elnabarawy M T, Welter A N, Robideau R R. 1986. Relative sensitivity of three daphnid species to selected organic and inorganic chemicals. Environ. Toxicol. Chem., 5(4): 393-398

Fennikoh K B, Hirshfield H I, Kneip T J. 1978. Cadmium Toxicity in Planktonic Organisms

of a Freshwater Food Web. Environ. Res., 15(3): 357-367

Gadkari A S, Marathe V B. 1983. Toxicity of Cadmium and Lead to a Fish and a Snail from Two Different Habitats IAWPC (Indian Assoc. Water Pollut. Control). Tech. Annu., 5:141-148

Gaikwad S A. 1989. Effects of mixture and three individual heavy metals on susceptibility of three freshwater fishes. Pollut. Res., 8(1): 33-35

Ghosal T K, Kaviraj A. 1996. Influence of Poultry Litter on the Toxicity of Cadmium to Aquatic Organisms. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 57(6): 1009-1015

Giesy Jr. J P, Wiener J G. 1977. Frequency distributions of trace metal concentrations in five freshwater fishes. Trans. Am. Fish. Soc., 106(4): 393-403

Giesy J P, Laversee G J, Williams D R. 1977. Effects of Naturally Occuring Aquatic Organic Fractions of Cadmium Toxicity to *Simocephalus serrulatus* (Daphnidae) and *Gambusia affinis* (Poeciliidae). Water Res., 11(11): 1013-1020

Gillis P L, Wood C M. 2008. The effect of extreme waterborne cadmium exposure on the internal concentrations of cadmium, calcium, and sodium in *Chironomus riparius* larvae. Ecotoxicol. Environ. Saf., 71(1): 56-64

Goerke H, Weber K. 1990. Population-Dependent Elimination of Various Polychlorinated Biphenyls in *Nereis diversicolor* (Polychaeta). Mar. Environ. Res., 29(3): 205-226

Gungordu A, Birhanli A, Ozmen M. 2010. Assessment of embryotoxic effects of cadmium, lead and copper on *Xenopus laevis*. Fresenius Environ. Bull., 19(11): 2528-2535. "

Hall W S, Paulson R L, Hall Jr. L W, Burton D T. 1986. Acute Toxicity of Cadmium and Sodium Pentachlorophenate to Daphnids and Fish. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 37(2): 308-316

Hamilton S J, Buhl K J. 1990. Safety Assessment of Selected Inorganic Elements to Fry of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Ecotoxicol. Environ. Saf., 20(3): 307-324

Hatakeyama S, Yasuno M. 1981. Effects of Cadmium on the Periodicity of Parturition and Brood Size of *Moina macrocopa* (Cladocera). Environ. Pollut. A., 26:111-120

Hickey C W, Martin M L. 1995. Relative Sensitivity of Five Benthic Invertebrate Species to Reference Toxicants and Resin-Acid Contaminated Sediments. Environ. Toxicol. Chem., 14(8): 1401-1409

Hockett J R, Mount D R. 1996. Use of Metal Chelating Agents to Differentiate Among Sources of Acute Aquatic Toxicity. Environ. Toxicol. Chem., 15(10): 1687-1693

Holcombe G W, Phipps G L, Marier J W. 1984. Methods for Conducting Snail (*Aplexa hypnorum*) Embryo Through Adult Exposures: Effects of Cadmium and Reduced pH Levels. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 13(5): 627-634

Holdway D A, Lok K, Semaan M. 2001. The acute and chronic toxicity of cadmium and zinc to two hydra species. Environ. Toxicol., 16: 557-565.

Hollis L, McGeer J C, McDonald D G, Wood C M. 2000. Effects of long term sublethal Cd exposure in rainbow trout during soft water exposure: implications for biotic ligand modelling.

Aquat. Toxicol., 51: 93-105

Ivankovic D, Pavicic J, Beatovic V, Klobucar R S, Klobucar G I V. 2010. Inducibility of Metallothionein Biosynthesis in the Whole Soft Tissue of Zebra Mussels *Dreissena polymorpha* Exposed to Cadmium, Copper, and Pentachlorophenol. *Environ. Toxicol.*, 25(2): 198-211

James R, Sampath K. 1999. Effect of Zeolite on the Reduction of Cadmium Toxicity in Water and a Freshwater Fish, *Oreochromis mossambicus*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 62(2): 222-229

Jiang Q C, Dilixiati A, Zhang C, et al. 2013. Metabolic and Antioxidant Responses in Juveniles of *Cherax quadricarinatus* under Acute Cadmium Stress. *Journal of Crustacean Biology*, 33(4): 552-556

Jindal R, Verma A. 1990. Heavy Metal Toxicity to *Daphnia pulex*. *Indian. J. Environ. Health*, 32(3): 289-292

Jop K M, Askew A M, Foster R B. 1995. Development of a Water-Effect Ratio for Copper, Cadmium, and Lead for the Great Works River in Maine Using *Ceriodaphnia dubia* and *Salvelinus fontinalis*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 54(1): 29-35

Jun B H, Lee S I, Ryu H D, Kim Y J. 2006. Temperature-based rapid toxicity test using *Ceriodaphnia dubia*. *Water Sci. Technol.*, 53(4/5): 347-355

Karntanut W, Pascoe D. 2002. A comparison of methods for measuring acute toxicity to *Hydra vulgaris*. *Chemosphere*, 41: 1543-1548.

Karntanut W, Pascoe D. 2002. The toxicity of copper, cadmium and zinc to four different hydra (Cnidaria: Hydrozoa). *Chemosphere*, 47(10): 1059-1064

Kitamura H. 1990. Relation Between the Toxicity of Some Toxicants to the Aquatic Animals (*Tanichthys albonubes* and *Neocaridina denticulata*) and the Hardness of the Test Solution. *Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ.*, 67:13-19

Kondera E, Lugowska K, Sarnowski P. 2014. High Affinity of Cadmium and Copper to Head Kidney of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). *Fish Physiol. Biochem.*, 40(1): 9-22

Kraak M H S, Schoon H, Peeters W H M, Van Straalen N M. 1993. Chronic ecotoxicity of mixtures of Cu, Zn, and Cd to the zebra mussel *Dreissena polymorpha*. *Ecotoxicol. Environ. Safety.*, 25:315-327

Lalande M, Pinel-Alloul B. 1983. Acute Toxicity of Cadmium, Copper, Mercury and Zinc to *Chydorus sphaericus* (Cladocera) from Three Quebec Lakes. *Water Pollut. Res. J. Can.*, 18:103-113

Lee S E, Yoo D H, Son J, Cho K. 2006. Proteomic evaluation of cadmium toxicity on the midge *Chironomus riparius* Meigen larvae. *Proteomics*, 6(3): 945-957

Lee S III, Na E J, Cho Y O, Koopman B, Bitton G. 1997. Short-term toxicity test based on algal uptake by *Ceriodaphnia dubia*. *Water Environ. Res.*, 69(7): 1207-1210

Lemke A E. 1965. Toxicity of copper, cadmium, and zinc to the bluegill (*Lepomis macrochirus*) Robert A. Taft Sanitary Engineering Center, U.S. Department of Health, Education

and Welfare, Cincinnati, OH, 19

Lizardo-Daudt H M, Kennedy C. 2008. Effects of cadmium chloride on the development of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* early life stages. *J. Fish Biol.*, 73(3): 702-718

Lorz H W, Williams R H, Fustish C A. 1978. Effects of Several Metals on Smolting of Coho Salmon. EPA-600/3-78-090, U.S.EPA, Corvallis, OR: 84p.

Malarvizhi A, Saravanan M, Poopal RK, et al. 2017. Accumulation of Cadmium and Antioxidant and Hormonal Responses in the Indian Major Carp *Cirrhinus mrigala* During Acute and Sublethal Exposure. *Water, Air, & Soil Pollution*, 228(8): 310.

McCahon C P, Pascoe D. 1988b. Increased Sensitivity to Cadmium of the Freshwater Amphipod *Gammarus pulex* (L.) During the Reproductive Period. *Aquat. Toxicol.*, 13(3): 183-194

McCahon C P, Brown A F, Pascoe D. 1988. The effect of the acanthocephalan *Pomphorhynchus laevis* (Müller 1776) on the acute toxicity of cadmium to its intermediate host, the amphipod *Gammarus pulex* (L.) *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 17(2): 239-243

McCarty L S, Henry J A C, Houston A H. 1978. Toxicity of Cadmium to Goldfish *Carassius auratus* in Hard and Soft Water. *J. Fish. Res. Board Can.*, 35(1): 35-42

Mount D I, Norberg T J. 1984. A Seven-Day Life-Cycle Cladoceran Toxicity Test. *Environ. Toxicol. Chem.*, 3(3): 425-434

Naqvi S M, Howell R D. 1993. Toxicity of Cadmium and Lead to Juvenile Red Swamp Crayfish, *Procambarus clarkii*, and Effects on Fecundity of Adults. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 51: 303-308

Oner M, Atli G, Canli M. 2008. Changes in Serum Biochemical Parameters of Freshwater Fish *Oreochromis niloticus* Following Prolonged Metal (Ag, Cd, Cr, Cu, Zn) Exposures. *Environ. Toxicol. Chem.*, 27(2): 360-366

Oner M, Atli G, Canli M. 2009. Effects of Metal (Ag, Cd, Cr, Cu, Zn) Exposures on Some Enzymatic and Non-Enzymatic Indicators in the Liver of *Oreochromis niloticus*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 82(3): 317-321

Palawski D, Hunn J B, Dwyer F J. 1985. Sensitivity of Young Striped Bass to Organic and Inorganic Contaminants in Fresh and Saline Waters. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 114(5): 748-753

Papoutsoglou S E, Abel P D. 1988. Sublethal toxicity and accumulation of cadmium in *Tilapia aurea*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 41(3): 404-411.

Pascoe D, Brown A F, Evans B M J, et al. 1990. Effects and fate of cadmium during toxicity tests with *Chironomus riparius*—the influence of food and artificial sediment. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 19(6): 872-877.

Pascoe D, Cram P. 1977. The Effect of Parasitism on Toxicity of Cadmium to the Three-Spined Stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). *Fish Biol.*, 10(5): 467-472

Phipps G L, Holcombe G W. 1985. A Method for Aquatic Multiple Species Toxicant Testing: Acute Toxicity of 10 Chemicals to 5 Vertebrates and 2 Invertebrates. *Environ. Pollut. A.*, 38(2): 141-157

- Pickering Q H, Henderson C. 1966. The acute toxicity of some heavy metals to different species of warmwater fishes. *Air and Water Pollution*, 10(6): 453-463.
- Qu R, Liu J, Wang L, et al. 2016. The toxic effect and bioaccumulation in aquatic oligochaete *Limnodrilus hoffmeisteri* after combined exposure to cadmium and perfluorooctane sulfonate at different pH values. *Chemosphere*, 152: 496-502.
- Rathore R S, Khangarot B S. 2002. Effects of Temperature on the Sensitivity of Sludge Worm *Tubifex tubifex* Muller to Selected Heavy Metals. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 53(1): 27-36
- Redeker E S, Blust R. 2004. Accumulation and toxicity of cadmium in the aquatic oligochaete *Tubifex tubifex*: A kinetic modeling approach. *Environ. Sci. Technol.*, 38(2): 537-543
- Rehwoldt R, Menapace L W, Nerrie B, Allesandrello D. 1972. The Effect of Increased Temperature upon the Acute Toxicity of Some Heavy Metal Ions. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 8(2): 91-96
- Reynoldson T B, Rodriguez P, Madrid M M. 1996. A Comparison of Reproduction, Growth and Acute Toxicity in Two Populations of *Tubifex tubifex* (Muller, 1774) from the North American Great Lakes and Northern Spain. *Hydrobiologia*, 334(1-3): 199-206
- Rodgher S, Espindola E L G, Lombardi A T. 2010. Suitability of *Daphnia similis* as an alternative organism in ecotoxicological tests: Implications for metal toxicity. *Ecotoxicol.*, 19(6): 1027-1033
- Rombough P J, Garside E T. 1982. Cadmium toxicity and accumulation in eggs and alevins of Atlantic salmon *Salmo salar*. *Can. J. Zool.*, 60: 2006
- Roux D J, Kempster P L, Truter E, Van der Merwe L. 1993. Effect of Cadmium and Copper on Survival and Reproduction of *Daphnia pulex*. *Water SA*, 19(4): 269-274
- Sandhu N, McGeer J C, Vijayan M M. 2014. Exposure to environmental levels of waterborne cadmium impacts corticosteroidogenic and metabolic capacities, and compromises secondary stressor performance in rainbow trout. *Aquatic Toxicology*, 146: 20-27.
- Schubauer-Berigan M K, Dierkes J R, Monson P D, Ankley G T. 1993. pH-dependent toxicity of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn to *Ceriodaphnia dubia*, *Pimephales promelas*, *Hyalella azteca* and *Lumbriculus variegatus*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 12: 1261-1266.
- Shaw J R, Dempsey T D, Chen C Y, Hamilton J W, Folt C L. 2006. Comparative toxicity of cadmium, zinc, and mixtures of cadmium and zinc to daphnids. *Environ. Toxicol. Chem.*, 25(1): 182-189
- Shuhaimi-Othman M, Nadzifah Y, Nur-Amalina R, Umirah N S. 2013. Deriving Freshwater Quality Criteria for Copper, Cadmium, Aluminum and Manganese for Protection of Aquatic Life in Malaysia. *Chemosphere*, 90(11): 2631-2636
- Shuhaimi-Othman M, Nadzifah Y, Umirah N S, Ahmad A K. 2012. Toxicity of Metals to an Aquatic Worm, *Nais elinguis* (Oligochaeta, Naididae). *Res. J. Environ. Toxicol.*, 6(4): 122-132
- Sovenyi J, Szakolczai J. 1993. Studies on the Toxic and Immunosuppressive Effects of Cadmium on the Common Carp. *Acta Vet. Hung.*, 41(3/4): 415-426

Spehar R L, Fiandt J T. 1986. Acute and chronic effects of water quality criteria-based metal mixtures on three aquatic species. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 5(10): 917-931.

Spehar R L, Carlson A R. 1984. Derivation of Site-Specific Water Quality Criteria for Cadmium and the St. Louis River Basin, Duluth, Minnesota. *Environ. Toxicol. Chem.*, 3(4): 651-665

Stackhouse R A, Benson W H. 1988. The influence of humic acid on the toxicity and bioavailability of selected trace metals. *Aquatic Toxicology*, 13(2): 99-107.

Striped B. 1982. Toxicities of copper, zinc and cadmium mixtures to juvenile chinook salmon. *Trans. Am. Fish. Soc.* 117(6): 521-528.

Stubblefield W A. 1990. An evaluation of the acute toxicity of cadmium chloride (CdCl₂) to brown trout (*Salmo trutta*), rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), and mountain whitefish (*Prosopium williamsoni*). Report, EA Engineering, Science and Technology, Inc, Corvallis, OR, 55p

Sunderman Jr., Plowman M C, Hopfer S M. 1991. Embryotoxicity and teratogenicity of cadmium chloride in *Xenopus laevis*, assayed by the FETAX procedure *Ann. Clin. Lab. Sci.*, 21(6): 381-391.

Suresh A, Sivaramakrishna B, Radhakrishnaiah K. 1993. Effect of Lethal and Sublethal Concentrations of Cadmium on Energetics in the Gills of Fry and Fingerlings of *Cyprinus carpio*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 51(6): 920-926

Taraldsen J E, Norberg-King T J. 1990. New method for determining effluent toxicity using duckweed (*Lemna minor*). *Environ. Toxicol. Chem.*, 9(6): 761-767.

Tilton S C, Foran C M, Benson W H. 2004. Effects of Cadmium on the Reproductive Axis of Japanese Medaka (*Oryzias latipes*). *Comp. Biochem. Physiol. C Comp. Pharmacol. Toxicol.*, 136(3): 265-276

Tollett V D, Benvenuti E L, Deer L A, Rice T M. 2009. Differential Toxicity to Cd, Pb, and Cu in Dragonfly Larvae (Insecta: Odonata). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 56(1),77-84

Vergauwen L. 2012. Effect of temperature on cadmium toxicity in zebrafish: From transcriptome to physiology. *Comp. Biochem. Physiol. Part A*, 163(Suppl. 0): S14

Vergauwen L. 2013. Hypothermal and hyperthermal acclimation differentially modulate cadmium accumulation and toxicity in the zebrafish. *Chemosphere*, 91(4): 521-529

Verma S R, Tonk I P, Gupta A K, Saxena M. 1984. Evaluation of an Application Factor for Determining the Safe Concentration of Agricultural and Industrial Chemicals. *Water Res.*, 18(1): 111-115

Versteeg D J. 1990. Comparison of Short- and Long-Term Toxicity Test Results for the Green Alga, *Selenastrum capricornutum*. *ASTM International*, 40-48

Wang H, Liang Y, Li S, Chang J. 2013. Acute Toxicity, Respiratory Reaction, and Sensitivity of Three Cyprinid Fish Species Caused by Exposure to Four Heavy Metals. *PLoS One*, 8(6):

e65282.

Wang N, Ingersoll C G, Dorman R A, Brumbaugh W G, Mebane C A, Kunz J L, Hardesty D K. 2014. Chronic sensitivity of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to cadmium, copper, lead, or zinc in laboratory water-only exposures. *Environ. Toxicol. Chem.*, 33(10): 2246-2258

Wigginton A J, Birge W J. 2007. Toxicity of cadmium to six species in two genera of crayfish and the effect of cadmium on molting success. *Environ. Toxicol. Chem.*, 26(3): 548-554

Winner R W, Whitford T C. 1987. The Interactive Effects of a Cadmium Stress, a Selenium Deficiency and Water Temperature on the Survival and Reproduction of *Daphnia magna* Straus. *Aquat. Toxicol.*, 10(4): 217-224

附录 A 镉对淡水水生生物急性毒性数据

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
1	奥里亚罗非鱼	<i>Oreochromis mossambica</i>	28.4	6000	-	11247.87	24294.87	38119.92	52475.78	67239.72	82337.24	129191.42	Gaikwad, S.A., 1989
2	奥里亚罗非鱼	<i>Oreochromis mossambica</i>	17	1000	-	3315.33	7160.96	11235.92	15467.34	19819.04	24269.06	38079.42	James, R. and Sampath K., 1999
3	澳洲淡水龙虾	<i>Cherax quadricarinatus</i>	43.79	8.48	-	9.83	21.22	33.30	45.84	58.74	71.93	112.86	Jiang Q C, Dilixiati A, Zhang C, <i>et al.</i> , 2013
4	澳洲淡水龙虾	<i>Cherax quadricarinatus</i>	43.79	16.82	-	19.49	42.10	66.05	90.93	116.51	142.67	223.86	Jiang Q C, Dilixiati A, Zhang C, <i>et al.</i> , 2013
5	澳洲淡水龙虾	<i>Cherax quadricarinatus</i>	43.79	44.8	-	51.91	112.13	175.93	242.19	310.33	380.01	596.25	Jiang Q C, Dilixiati A, Zhang C, <i>et al.</i> , 2013
6	斑点叉尾鲷	<i>Ictalurus punctatus</i>	44.4	5020	-	5260.34	11362.10	17827.72	24541.59	31446.32	38507.04	60419.56	Phipps, G.L., and G.W., Holcombe, 1985
7	斑点叉尾鲷	<i>Ictalurus punctatus</i>	44.4	4610	-	11638.94	25139.56	39445.28	54300.27	69577.54	85199.96	133683.19	Phipps, G.L., and G.W., Holcombe, 1985
8	斑点叉尾鲷	<i>Ictalurus punctatus</i>	44.4	10200	-	5735.97	12389.43	19439.67	26760.59	34289.63	41988.77	65882.57	Phipps, G.L., and G.W., Holcombe, 1985
9	斑点叉尾鲷	<i>Ictalurus punctatus</i>	67	7940	-	5112.00	11041.69	17324.99	23849.53	30559.55	37421.16	58715.75	Spehar, R.L., and A.R. Carlson, 1984

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀							
10	斑点叉尾鲷	<i>Ictalurus punctatus</i>	44.4	4480	-	2762.81	4334.99	5967.54	7646.49	9363.38	14691.63	Phipps, G.L., and G.W. Holcombe, 1985
11	斑马鱼	<i>Danio rerio</i>	141	4047	-	5094.61	7993.72	11004.13	14100.11	17266.05	27091.33	Alsop, D. and C.M. Wood, 2001
12	斑马鱼	<i>Danio rerio</i>	250	13657	-	1385.08	2173.27	2991.71	3833.43	4694.15	7365.37	Vergauwen, L., 2012; 2013
13	斑马鱼	<i>Danio rerio</i>	250	11510	-	64.80	101.67	139.96	179.34	219.61	344.58	Vergauwen, L., 2012; 2013
14	斑马鱼	<i>Danio rerio</i>	250	14005	-	30.00	47.07	64.80	83.03	101.67	159.53	Vergauwen, L., 2012; 2013
15	斑马鱼	<i>Danio rerio</i>	250	14241	-	43.45	68.18	93.86	120.27	147.27	231.07	Vergauwen, L., 2012; 2013
16	草鱼	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	120	18470	-	65.70	103.09	141.91	181.83	222.66	349.36	Wang, H., Y. Liang, S. Li, and J. Chang, 2013
17	草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	210.1	24410	-	81.35	127.64	175.71	225.15	275.70	432.59	王桂燕, 胡筱敏等, 2007
18	草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	210.1	24050	-	172.21	270.21	371.97	476.62	583.63	915.75	王桂燕, 胡筱敏等, 2007
19	草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	42.72	3490	-	84.88	133.19	183.35	234.93	287.68	451.39	侯丽萍, 马广智等, 2002
20	草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	210.1	24500	-	1149.00	1802.85	2481.79	3180.04	3894.06	6109.99	王桂燕, 周启星等, 2007
21	草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	380	26870	-	108.73	170.61	234.86	300.94	368.51	578.21	华涛等, 2009
22	大鳞大马哈鱼	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	23	3.5	-	52.36	82.16	113.10	144.92	177.45	278.43	Chapman, G.A., 1978

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
23	大鳞大马哈鱼	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	23	1.8	-	43.87	94.75	148.66	204.65	262.23	321.11	503.83	Chapman, G.A., 1978
24	大鳞大马哈鱼	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	211	26	-	48.48	104.72	164.31	226.19	289.83	354.91	556.87	Hamilton, S.J., and K.J. Buhl, 1990
25	大鳞大马哈鱼	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	343	57	-	47.91	103.47	162.36	223.50	286.38	350.68	550.24	Hamilton, S.J., and K.J. Buhl, 1990
26	大鳞大马哈鱼	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	25	1.41	-	41.12	88.83	139.37	191.86	245.84	301.04	472.34	Chapman, G.A., 1978
27	大鳞大马哈鱼	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	21	1.1	-	930.56	2009.96	3153.74	4341.43	5562.88	6811.92	10688.27	Striped B, 1982
28	俄勒冈叶唇鱼	<i>Ptychocheilus oregonensis</i>	25	1092	-	71.17	153.72	241.19	332.02	425.43	520.96	817.41	Andros, J.D., and R.R. Garton, 1980
29	俄勒冈叶唇鱼	<i>Ptychocheilus oregonensis</i>	25	1104	-	2218.36	4791.54	7518.18	10349.51	13261.32	16238.93	25479.72	Andros, J.D., and R.R. Garton, 1980
30	俄勒冈叶唇鱼	<i>Ptychocheilus oregonensis</i>	316	5555	-	1774.68	3833.24	6014.55	8279.61	10609.06	12991.14	20383.78	Beleau, M.H., and J.A. Bartosz, 1982
31	俄勒冈叶唇鱼	<i>Ptychocheilus oregonensis</i>	347	5518	-	1412.16	3050.20	4785.92	6588.28	8441.88	10337.35	16219.85	Beleau, M.H., and J.A. Bartosz, 1982
32	大型溞	<i>Daphnia magna</i>	50	30	-	740.76	1600.00	2510.48	3455.92	4428.24	5422.53	8508.23	Canton, J.H., and W. Slooff, 1982

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀							
33	大型溞	<i>Daphnia magna</i>	100	30	-	140.33	220.19	303.12	388.40	475.60	746.25	Canton, J.H., and W. Slooff, 1982
34	大型溞	<i>Daphnia magna</i>	130	58.16	-	2587.03	4059.19	5587.87	7160.00	8767.65	13756.91	Attar, E.N., and E.J. Maly, 1982
35	大型溞	<i>Daphnia magna</i>	105	30	-	1038.54	1629.53	2243.20	2874.32	3519.70	5522.59	Elnabarawy, M.T., A.N. Welter and R.R. Robideau, 1986
36	大型溞	<i>Daphnia magna</i>	209.2	30	-	1277.63	2004.67	2759.62	3536.03	4329.99	6793.98	Canton, J.H. and W. Slooff, 1982
37	大型溞	<i>Daphnia magna</i>	250	-	244	1135.67	1781.93	2453.00	3143.14	3848.88	6039.09	陈芳等, 2009
38	端足类钩虾	<i>Gammarus pseudolimnaeus</i>	68	62	-	1367.29	2145.35	2953.28	3784.18	4633.85	7270.75	Call, D.J., L.T. Brooke, N. Ahmad, and D.D. Vaishnav, 1981
39	端足类钩虾	<i>Gammarus pseudolimnaeus</i>	47.4	22	-	1105.63	1734.79	2388.11	3060.00	3747.07	5879.35	Call, D.J., L.T. Brooke, N. Ahmad, and D.D. Vaishnav, 1981
40	端足类钩虾	<i>Gammarus pseudolimnaeus</i>	76.8	49	-	4260.58	6685.07	9202.65	11791.80	14439.44	22656.24	Call, D.J., L.T. Brooke, N. Ahmad, and D.D. Vaishnav, 1981
41	端足类钩虾	<i>Gammarus pseudolimnaeus</i>	68	-	53	2806.31	4403.25	6061.50	7766.89	9510.81	14922.96	Call, D.J., L.T. Brooke, D.H. Hammermeister, C.E. Northcott, and A.D. Hoffman, 1983

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
42	端足类钩虾	<i>Gammarus pseudolimnaeus</i>	43.5	68.3	-	1388.85	2999.85	4706.92	6479.54	8302.54	10166.73	15952.13	Spehar, R.L., and A.R. Carlson, 1984
43	端足类钩虾	<i>Gammarus pseudolimnaeus</i>	67	54.4	-	1134.53	2450.53	3845.01	5293.03	6782.22	8305.05	13031.05	Spehar, R.L., and A.R. Carlson, 1984
44	短尾秀体溞	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	93	1060	-	1370.93	2961.14	4646.19	6395.93	8195.41	10035.55	15746.29	Hatakeyama, S., and M. Yasuno, 1981
45	短尾秀体溞	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	67.1	69.8	-	2.85	6.15	9.66	13.29	17.03	20.86	32.73	Hatakeyama, S., and M. Yasuno, 1981
46	多刺裸腹溞	<i>Moina macrocopa</i>	82	42	-	19.29	41.67	65.38	90.00	115.32	141.21	221.57	Hatakeyama, S., and M. Yasuno, 1981
47	多刺裸腹溞	<i>Moina macrocopa</i>	82	71.25	-	5584.05	12061.30	18924.80	26051.83	33381.46	40876.69	64137.65	Hatakeyama, S. and M. Yasuno., 1981b
48	多刺裸腹溞	<i>Moina macrocopa</i>	82	76	-	6476.30	13988.51	21948.71	30214.53	38715.32	47408.18	74385.90	Hatakeyama, S., and M. Yasuno, 1981
49	多刺裸腹溞	<i>Moina macrocopa</i>	82	84	-	211.67	457.19	717.36	987.52	1265.35	1549.46	2431.19	Hatakeyama, S., and M. Yasuno, 1981
50	多刺裸腹溞	<i>Moina macrocopa</i>	82	83	-	130.53	281.94	442.37	608.97	780.30	955.50	1499.23	Hatakeyama, S., and M. Yasuno, 1981
51	蓼花臂尾轮虫	<i>Brachionus calyciflorus</i>	36.2	650	-	110.64	238.98	374.98	516.20	661.43	809.94	1270.84	Couillard, Y., P. Ross, and B. Pinel-Alloul, 1989

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
52	浮萍	<i>Lemna minor</i>	39	54	-	896.70	1936.83	3038.99	4183.46	5360.47	6564.07	10299.36	Taraldsen, J.E. and T.J. Norberg-King, 1990
53	光滑爪蟾	<i>Xenopus laevis</i>	85	4000	-	29.09	62.84	98.60	135.74	173.92	212.98	334.17	Canton, J.H., and W. Slooff, 1982
54	光滑爪蟾	<i>Xenopus laevis</i>	85	3200	-	38.12	82.34	129.19	177.85	227.89	279.05	437.85	Canton, J.H., and W. Slooff, 1982
55	光滑爪蟾	<i>Xenopus laevis</i>	116	3597	-	5.59	12.07	18.93	26.06	33.39	40.89	64.16	Sunderman Jr., F.W., M.C. Plowman and S.M. Hopfer, 1991
56	光滑爪蟾	<i>Xenopus laevis</i>	100	1600	-	3.25	7.03	11.02	15.18	19.45	23.81	37.36	Gungordu, A., A. Birhanli and M. Ozmen., 2010
57	褐水媳	<i>Hydra oligactis</i>	210	320	-	6.38	13.79	21.63	29.78	38.15	46.72	73.31	Kamtanut, W. and D. Pascoe., 2002
58	黑头软口鲮	<i>Pimephales promelas</i>	250	7160	-	2.98	6.44	10.11	13.91	17.83	21.83	34.25	Benson, W.H., and W.J. Birge, 1983
59	黑头软口鲮	<i>Pimephales promelas</i>	130	1390	-	2.24	4.83	7.58	10.43	13.37	16.37	25.68	Benson, W.H., and W.J. Birge, 1983
60	黑头软口鲮	<i>Pimephales promelas</i>	130	1710	-	2.79	6.03	9.45	13.01	16.68	20.42	32.04	Benson, W.H., and W.J. Birge, 1983
61	黑头软口鲮	<i>Pimephales promelas</i>	130	1520	-	2.96	6.39	10.03	13.80	17.68	21.66	33.98	Benson, W.H., and W.J. Birge, 1983

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀							
62	黑头 软口 鲮	<i>Pimephales promelas</i>	130	1830	-	110239.32	172971.25	238111.77	305103.99	373609.80	586213.27	Benson, W.H., and W.J. Birge, 1983
63	黑头 软口 鲮	<i>Pimephales promelas</i>	250	3060	-	71453.25	112113.87	154335.66	197757.66	242160.71	379962.79	Benson, W.H., and W.J. Birge, 1983
64	黑头 软口 鲮	<i>Pimephales promelas</i>	85.5	3580	-	761038.94	1194109.8 2	1643808.4 3	2106290.31	2579221.22	4046932.70	Carrier, R., and T.L. Beitingger, 1988
65	黑头 软口 鲮	<i>Pimephales promelas</i>	103	2900	-	94.10	147.65	203.26	260.45	318.92	500.41	Birge, W.J., W.H. Benson and J.A. Black., 1983
66	黑头 软口 鲮	<i>Pimephales promelas</i>	103	3100	-	14.52	22.78	31.36	40.18	49.21	77.21	Birge, W.J., W.H. Benson and J.A. Black., 1983
67	黑头 软口 鲮	<i>Pimephales promelas</i>	262.5	7160	-	9.16	14.37	19.78	25.34	31.03	48.68	Birge, W.J., W.H. Benson and J.A. Black., 1983
68	黑头 软口 鲮	<i>Pimephales promelas</i>	103	3060	-	2697.34	4232.27	5826.13	7465.29	9141.50	14343.49	Spehar, R.L. and J.T. Fiandt, 1986
69	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	47	2.66	-	2300.67	3609.87	4969.34	6367.46	7797.16	12234.15	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson and S.F. Brinkman., 1993
70	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	204	3.15	-	904.73	1419.57	1954.18	2503.98	3066.21	4811.04	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson and S.F. Brinkman., 1993

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
71	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	427	7.56	-	3384.33	7309.99	11469.76	15789.24	20231.50	24774.14	38871.91	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson and S.F. Brinkman., 1993
72	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	49	3.02	-	1630.82	3522.50	5526.99	7608.44	9749.06	11938.04	18731.40	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson and S.F. Brinkman., 1993
73	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	224	6.12	-	2811.83	6073.42	9529.52	13118.31	16809.12	20583.31	32296.29	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson and S.F. Brinkman., 1993
74	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	422	5.7	-	156.48	337.99	530.33	730.05	935.45	1145.49	1797.33	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson and S.F. Brinkman., 1993
75	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	20	2.07	-	84.17	181.81	285.27	392.70	503.18	616.16	966.79	Hollis, L., J.C. McGeer, D.G. McDonald and C.M. Wood, 2000a
76	霍甫水丝蚓	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	135.5	1680	-	9.85	21.27	33.38	45.95	58.87	72.09	113.12	Qu, R., J. Liu, L. Wang, and Z. Wang, 2016

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
77	霍甫水丝蚓	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	135.5	1170	-	19.37	41.84	65.65	90.37	115.79	141.79	222.48	Qu, R., J. Liu, L. Wang, and Z. Wang, 2016
78	霍甫水丝蚓	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	5.3	170	-	76.44	165.12	259.08	356.64	456.98	559.59	878.03	Chapman, P.M., M.A. Farrell and R.O. Brinkhurst, 1982
79	霍甫水丝蚓	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	152	2400	-	31.20	67.39	105.73	145.55	186.50	228.38	358.33	Carr, R.S., J.W. Williams, F.I. Saksas, R.L. Buhl and J.M. Neff, 1985
80	棘爪网纹溇	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	45	66	-	5728.18	12372.61	19413.27	26724.25	34243.06	41931.75	65793.10	Mount, D.I., and T.J. Norberg, 1984
81	棘爪网纹溇	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	67	129	-	5260.34	11362.10	17827.72	24541.59	31446.32	38507.04	60419.56	Spehar, R.L., and A.R. Carlson, 1984
82	棘爪网纹溇	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	120	-	110	11638.94	25139.56	39445.28	54300.27	69577.54	85199.96	133683.19	Hall, W.S., R.L. Paulson, L.W., Jr. Hall, and D.T. Burton, 1986
83	棘爪网纹溇	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	200	-	70	1279.11	2762.81	4334.99	5967.54	7646.49	9363.38	14691.63	Hall, W.S., R.L. Paulson, L.W., Jr. Hall, and D.T. Burton, 1986

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
84	棘爪网纹溞	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	200	-	90	2284.54	4934.51	7742.50	10658.31	13657.00	16723.44	26239.95	Hall, W.S., R.L. Paulson, L.W., Jr. Hall, and D.T. Burton, 1986
85	棘爪网纹溞	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	240	-	184	1925.39	4158.76	6525.31	8982.73	11510.00	14094.37	22114.80	Elnabarawy, M.T., A.N. Welter and R.R. Robideau, 1986
86	鲫鱼	<i>Carassius auratus</i>	22	2500	-	13.16	28.42	44.59	61.38	78.65	96.31	151.11	Fennikoh, K.B., H.I. Hirshfield, and T.J. Kneip, 1978
87	鲫鱼	<i>Carassius auratus</i>	144	46800	-	1774.68	3833.24	6014.55	8279.61	10609.06	12991.14	20383.78	McCarty, L.S., J.A.C. Henry, and A.H. Houston, 1978
88	鲫鱼	<i>Carassius auratus</i>	21	2130	-	1412.16	3050.20	4785.92	6588.28	8441.88	10337.35	16219.85	McCarty, L.S., J.A.C. Henry, and A.H. Houston, 1978
89	鲫鱼	<i>Carassius auratus</i>	20	2340	-	740.76	1600.00	2510.48	3455.92	4428.24	5422.53	8508.23	Pickering, Q.H. and C. Henderson, 1966
90	夹杂带丝蚧	<i>Lumbriculus variegatus</i>	30	120	-	64.97	140.33	220.19	303.12	388.40	475.60	746.25	Bailey, H.C., and D.H.W. Liu, 1980

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
91	夹杂带丝蚧	<i>Lumbriculus variegatus</i>	30	74	-	8.54	18.45	28.94	39.84	51.05	62.51	98.09	Bailey, H.C., and D.H.W. Liu, 1980
92	夹杂带丝蚧	<i>Lumbriculus variegatus</i>	290	780	-	42.64	92.09	144.50	198.92	254.89	312.12	489.73	Schubauer-Berigan, M.K., J.R. Dierkes, P.D. Monson, and G.T. Ankley, 1993
93	夹杂带丝蚧	<i>Lumbriculus variegatus</i>	10	-	150	21698.39	46867.49	73537.54	101231.59	129712.88	158837.65	249224.56	Hickey, C.W., and M.L. Martin, 1995
94	夹杂带丝蚧	<i>Lumbriculus variegatus</i>	290	780	-	7362.88	15903.47	24953.37	34350.75	44015.25	53898.11	84568.95	Schubauer-Berigan, M.K., J.R. Dierkes, P.D. Monson and G.T. Ankley, 1993
95	近头状伪蹄形藻	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	171	-	130	7954.14	17180.57	26957.20	37109.22	47549.81	58226.30	91360.10	Versteeg, D.J., 1990
96	近头状伪蹄形藻	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	171	-	120	10184.96	21999.03	34517.62	47516.87	60885.64	74556.45	116982.96	Versteeg, D.J., 1990
97	近头状伪蹄形藻	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	171	-	180	9884.10	21349.20	33498.01	46113.28	59087.14	72354.14	113527.41	Versteeg, D.J., 1990

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
98	静水 椎实螺	<i>Lymnaea stagnalis</i>	250	752	-	32.33	69.83	109.57	150.84	193.27	236.67	371.35	Coeurdassier, M., A. De Vaufleury, R. Scheifler, E. Morhain and P.M. Badot, 2004
99	静水 椎实螺	<i>Lymnaea stagnalis</i>	250	1515	-	28.11	60.71	95.25	131.12	168.01	205.74	322.81	Coeurdassier, M., A. De Vaufleury, R. Scheifler, E. Morhain and P.M. Badot, 2004
100	静水 椎实螺	<i>Lymnaea stagnalis</i>	250	1585	-	29.09	62.84	98.60	135.74	173.92	212.98	334.17	Coeurdassier, M., A. De Vaufleury, R. Scheifler, E. Morhain and P.M. Badot, 2004
101	锯顶 低额溞	<i>Simocephalus serrulatus</i>	9.7	16.5	-	38.12	82.34	129.19	177.85	227.89	279.05	437.85	Giesy, J.P., Jr., G.J. Leversee, and D.R. Williams, 1977
102	锯顶 低额溞	<i>Simocephalus serrulatus</i>	9.7	3.5	-	20.87	45.08	70.73	97.37	124.76	152.78	239.72	Giesy, J.P., Jr., G.J. Leversee, and D.R. Williams, 1977

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
103	锯顶 低额 溞	<i>Simocephalus serrulatus</i>	9.7	8.6	-	40.32	87.10	136.66	188.13	241.06	295.18	463.16	Giesy, J.P., Jr., G.J. Leverage, and D.R. Williams, 1977
104	锯顶 低额 溞	<i>Simocephalus serrulatus</i>	10	35	-	3579.10	7730.69	12129.86	16697.94	21395.86	26199.93	41109.06	Giesy, J.P., Jr., G.J. Leverage, and D.R. Williams, 1977
105	锯顶 低额 溞	<i>Simocephalus serrulatus</i>	9.7	7	-	8536.44	18438.31	28930.67	39825.89	51030.81	62488.89	98048.34	Giesy, J.P., Jr., G.J. Leverage, and D.R. Williams, 1977
106	锯顶 低额 溞	<i>Simocephalus serrulatus</i>	9.7	12	-	13830.82	29873.91	46873.73	64526.26	82680.57	101245.06	158858.79	Giesy, J.P., Jr., G.J. Leverage, and D.R. Williams, 1977
107	锯顶 低额 溞	<i>Simocephalus serrulatus</i>	67	123	-	624.40	1348.67	2116.13	2913.06	3732.65	4570.75	7171.74	Spehar, R.L., and A.R. Carlson, 1984
108	锯顶 低额 溞	<i>Simocephalus serrulatus</i>	43.5	24.5	-	26.98	58.28	91.44	125.87	161.29	197.50	309.89	Spehar, R.L., and A.R. Carlson, 1984
109	锯顶 低额 溞	<i>Simocephalus serrulatus</i>	11.1	7	-	65.00	140.40	220.29	303.25	388.57	475.82	746.59	Giesy Jr., J.P. and J.G. Wiener., 1977
110	克氏 原蚤 虾	<i>Procambarus clarkii</i>	240	18400	-	234.84	507.25	795.91	1095.64	1403.90	1719.12	2697.40	Del Ramo, J., J. Diaz-Mayans, A. Torreblanca, and A. Nunez, 1987

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
111	克氏原螯虾	<i>Procambarus clarkii</i>	240	34800	-	105.58	228.04	357.81	492.56	631.14	772.86	1212.65	Del Ramo, J., J. Diaz-Mayans, A. Torreblanca, and A. Nunez, 1987
112	克氏原螯虾	<i>Procambarus clarkii</i>	240	58500	-	388.00	838.06	1314.96	1810.17	2319.46	2840.26	4456.51	Del Ramo, J., J. Diaz-Mayans, A. Torreblanca, and A. Nunez, 1987
113	克氏原螯虾	<i>Procambarus clarkii</i>	30.32	1040	-	1004.00	2168.59	3402.64	4684.06	6001.91	7349.53	11531.80	Naqvi, S.M., and R.D. Howell, 1993
114	克氏原螯虾	<i>Procambarus clarkii</i>	52.9	2660	-	6346.00	13707.06	21507.10	29606.61	37936.37	46454.32	72889.25	Wigginton, A.J. and W.J. Birge, 2007
115	孔雀胎麟	<i>Poecilia reticulata</i>	20	1270	-	4791.20	10348.77	16237.76	22352.86	28641.78	35072.80	55031.05	Pickering, Q.H., and C. Henderson, 1966
116	孔雀胎麟	<i>Poecilia reticulata</i>	50	3800	-	11711.82	25296.99	39692.30	54640.31	70013.24	85733.50	134520.34	Canton, J.H., and W. Slooff, 1982
117	孔雀胎麟	<i>Poecilia reticulata</i>	100	11100	-	7771.40	16785.85	26337.88	36256.65	46457.38	56888.58	89261.15	Canton, J.H., and W. Slooff, 1982
118	孔雀胎麟	<i>Poecilia reticulata</i>	165	12750	-	15542.79	33571.70	52675.75	72513.30	92914.76	113777.15	178522.29	Gadkari, A.S., and V.B. Marathe, 1983
119	孔雀胎麟	<i>Poecilia reticulata</i>	165	16000	-	8967.00	19368.29	30389.86	41834.60	53604.67	65640.67	102993.63	Gadkari, A.S., and V.B. Marathe, 1983
120	孔雀胎麟	<i>Poecilia reticulata</i>	165	2500	-	8064.38	17418.68	27330.82	37623.53	48208.83	59033.29	92626.31	Gadkari, A.S., and V.B. Marathe, 1983

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
121	孔雀胎鳞	<i>Poecilia reticulata</i>	18.72	170	-	11347.94	24511.02	38459.07	52942.66	67837.96	83069.80	130340.85	Shuhaimi-Othman, M., Y. Nadzifah, R. Nur-Amalina, and N.S. Umirah, 2013
122	孔雀胎鳞	<i>Poecilia reticulata</i>	105	3800	-	2904.67	6273.95	9844.15	13551.43	17364.09	21262.90	33362.60	Canton, J.H. and W. Slooff, 1982
123	孔雀胎鳞	<i>Poecilia reticulata</i>	209.2	11100	-	5834.11	12601.40	19772.26	27218.44	34876.29	42707.15	67009.75	Canton, J.H. and W. Slooff, 1982
124	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	20	4560	-	5247.21	11333.73	17783.22	24480.33	31367.82	38410.92	60268.73	Pickering, Q.H., and C. Henderson, 1966
125	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	35	6620	-	0.58	1.25	1.96	2.70	3.46	4.23	6.64	Bentley, R.E., T. Heitmuller, B.H. Sleight III, and P.R. Parrish, 1975
126	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	35	7410	-	0.82	1.77	2.78	3.83	4.90	6.00	9.42	Bentley, R.E., T. Heitmuller, B.H. Sleight III, and P.R. Parrish, 1975
127	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	200	48200	-	5.13	11.07	17.37	23.91	30.64	37.52	58.87	Bentley, R.E., T. Heitmuller, B.H. Sleight III, and P.R. Parrish, 1975
128	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	35	11200	-	2576.52	5565.17	8732.03	12020.50	15402.44	18860.79	29593.56	Bentley, R.E., T. Heitmuller, B.H. Sleight III, and P.R. Parrish, 1975

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
129	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	200	76300	-	9861.94	21301.32	33422.88	46009.85	58954.62	72191.86	113272.80	Bentley, R.E., T. Heitmuller, B.H. Sleight III, and P.R. Parrish, 1975
130	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	20	1940	-	105.07	226.94	356.08	490.18	628.09	769.12	1206.79	Pickering, Q.H., and C. Henderson, 1966
131	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	20	2760	-	106.12	229.21	359.65	495.09	634.38	776.82	1218.88	Pickering, Q.H., and C. Henderson, 1966
132	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	207	21100	-	494.95	1069.07	1677.43	2309.15	2958.82	3623.17	5684.94	Eaton, J.G., 1974
133	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	67	8810	-	294.46	636.03	997.96	1373.80	1760.31	2155.56	3382.18	Spehar, R.L., and A.R. Carlson, 1984
134	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	44.4	7330	-	84.58	182.69	286.65	394.60	505.62	619.15	971.48	Phipps, G.L., and G.W. Holcombe, 1985
135	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	44.4	6470	-	231.81	500.70	785.63	1081.50	1385.78	1696.93	2662.57	Phipps, G.L., and G.W. Holcombe, 1985
136	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	44.4	7780	-	80.42	173.71	272.56	375.21	480.78	588.73	923.74	Phipps, G.L., and G.W. Holcombe, 1985
137	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	20	1700	-	1.63	3.53	5.54	7.62	9.77	11.96	18.77	Lemke, A.E., 1965

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
138	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	350	22200	-	10.91	23.56	36.97	50.89	65.21	79.85	125.29	Lemke, A.E., 1965
139	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	18	2300	-	5.59	12.07	18.93	26.06	33.39	40.89	64.16	Bishop, W.E. and A.W. McIntosh., 1981
140	鲤鱼	<i>Cyprinus carpio</i>	100	17050	-	2.24	4.83	7.58	10.43	13.37	16.37	25.68	Suresh, A., B. Sivaramakrishna, and K. Radhakrishnaiah, 1993
141	鲤鱼	<i>Cyprinus carpio</i>	138	21070	-	2.79	6.03	9.45	13.01	16.68	20.42	32.04	Sovenyi, J., and J. Szakoleczai, 1993
142	鲤鱼	<i>Cyprinus carpio</i>	104	7925	-	1126.15	2432.43	3816.60	5253.93	6732.11	8243.69	12934.77	El-Bouhy, Z., A.M. Alkelch, G. Saleh, and A.M. Ali, 1993
143	鲤鱼	<i>Cyprinus carpio</i>	100	17100	-	3872.89	8365.26	13125.53	18068.57	23152.12	28350.53	44483.46	Suresh, A., B. Sivaramakrishna, and K. Radhakrishnaiah, 1993
144	鲤鱼	<i>Cyprinus carpio</i>	188.5	6500	-	9.83	21.22	33.30	45.84	58.74	71.93	112.86	Kondera, E., K. Lugowska, and P. Samowski, 2014
145	绿水鳃	<i>Hydra viridissima</i>	19.5	3	-	5735.97	12389.43	19439.67	26760.59	34289.63	41988.77	65882.57	Holdway, D.A., K. Lok and M. Senaant., 2001
146	绿水鳃	<i>Hydra viridissima</i>	210	210	-	5112.00	11041.69	17324.99	23849.53	30559.55	37421.16	58715.75	Karntanut, W. and D. Pascoe, 2002

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
147	绿太阳鱼	<i>Lepomis cyanellus</i>	20	7840	-	1279.11	2762.81	4334.99	5967.54	7646.49	9363.38	14691.63	Pickering, Q.H., and C. Henderson, 1966
148	绿太阳鱼	<i>Lepomis cyanellus</i>	360	66000	-	2284.54	4934.51	7742.50	10658.31	13657.00	16723.44	26239.95	Pickering, Q.H., and C. Henderson, 1966
149	绿太阳鱼	<i>Lepomis cyanellus</i>	360	71300	-	1925.39	4158.76	6525.31	8982.73	11510.00	14094.37	22114.80	Pickering, Q.H., and C. Henderson, 1966
150	绿太阳鱼	<i>Lepomis cyanellus</i>	20	3680	-	2342.76	5060.25	7939.79	10929.90	14005.00	17149.58	26908.59	Pickering, Q.H., and C. Henderson, 1966
151	绿太阳鱼	<i>Lepomis cyanellus</i>	360	88600	-	2382.24	5145.52	8073.59	11114.08	14241.00	17438.57	27362.03	Pickering, Q.H., and C. Henderson, 1966
152	绿太阳鱼	<i>Lepomis cyanellus</i>	20	2840	-	6983.16	15083.31	23666.49	32579.23	41745.33	51118.52	80207.62	Pickering, Q.H., and C. Henderson, 1966
153	绿太阳鱼	<i>Lepomis cyanellus</i>	85.5	11520	-	4953.45	10699.23	16787.65	23109.83	29611.73	36260.53	56894.66	Carrier, R. and T.L. Beitingger, 1988b
154	麦瑞加拉鲮鱼	<i>Cirrhinus mrigala</i>	72	5300	-	4880.40	10541.44	16540.06	22769.01	29175.01	35725.76	56055.58	Verma, S.R., I.P. Tonk, A.K. Gupta, and M. Saxena, 1984
155	麦瑞加拉鲮鱼	<i>Cirrhinus mrigala</i>	19.5	13700	-	4971.72	10738.68	16849.54	23195.04	29720.91	36394.22	57104.44	Malarvizhi, A., et al., 2017

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
156	麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i>	5.8	5170	-	8.29	17.91	28.11	38.69	49.58	60.71	95.26	宋维彦等, 2010
157	美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	89.3	6.06	-	4.27	9.21	14.46	19.90	25.50	31.22	48.99	Stratus Consulting Inc., 1999
158	美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	89.3	6.6	-	5.25	11.34	17.80	24.50	31.39	38.44	60.31	Stratus Consulting Inc., 1999
159	美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	30.7	1	-	6.71	14.49	22.74	31.30	40.11	49.12	77.07	Stratus Consulting Inc., 1999
160	美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	30.7	0.91	-	3.05	6.58	10.32	14.21	18.21	22.29	34.98	Stratus Consulting Inc., 1999
161	美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	30.7	1.29	-	2.88	6.23	9.77	13.45	17.24	21.11	33.12	Stratus Consulting Inc., 1999
162	美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	30.2	0.96	-	2358.67	5094.61	7993.72	11004.13	14100.11	17266.05	27091.33	Stratus Consulting Inc., 1999
163	美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	30.2	0.9	-	2384.59	5150.60	8081.56	11125.05	14255.06	17455.79	27389.04	Stratus Consulting Inc., 1999
164	美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	30	4	-	716.29	1547.15	2427.56	3341.77	4281.96	5243.41	8227.18	Stratus Consulting Inc., 1999
165	美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	31.7	1	-	641.26	1385.08	2173.27	2991.71	3833.43	4694.15	7365.37	Stratus Consulting Inc., 1999
166	美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	30	3.6	-	30.00	64.80	101.67	139.96	179.34	219.61	344.58	Stratus Consulting Inc., 1999

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
167	美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	31.7	1.28	-	13.89	30.00	47.07	64.80	83.03	101.67	159.53	Stratus Consulting Inc., 1999
168	美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	30	2.89	-	20.12	43.45	68.18	93.86	120.27	147.27	231.07	Stratus Consulting Inc., 1999
169	美洲红点鲑	<i>Salvelinus confluentus</i>	29.3	0.99	-	13.16	28.42	44.59	61.38	78.65	96.31	151.11	Stratus Consulting, Inc., 1999
170	美洲鳗鲡	<i>Anguilla rostrata</i>	55	1500	-	6.12	13.21	20.73	28.54	36.57	44.78	70.26	Rehwoidt, R., L.W. Menapace, B. Nerrie, and D. Alessandrello, 1972
171	美洲鳗鲡	<i>Anguilla rostrata</i>	55	1100	-	40.82	88.16	138.33	190.42	244.00	298.79	468.81	Rehwoidt, R., L.W. Menapace, B. Nerrie, and D. Alessandrello, 1972
172	美洲鳗鲡	<i>Anguilla rostrata</i>	55	820	-	44.06	95.16	149.32	205.55	263.38	322.52	506.05	Rehwoidt, R., L.W. Menapace, B. Nerrie, and D. Alessandrello, 1972
173	模胡网纹溇	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	80	54.5	-	43.87	94.75	148.66	204.65	262.23	321.11	503.83	Diamond, J.M., D.E. Koplisch, J. McMahon III, and R. Rost, 1997

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
174	模糊网纹溇	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	90	-	54	47.91	103.47	162.36	223.50	286.38	350.68	550.24	Bitton, G., K. Rhodes and B. Koopman, 1996
175	模糊网纹溇	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	90	-	55.9	41.12	88.83	139.37	191.86	245.84	301.04	472.34	Lee, S. III, E.J. Na, Y.O. Cho, B. Koopman and G. Bitton, 1997
176	模糊网纹溇	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	80	64.26	-	930.56	2009.96	3153.74	4341.43	5562.88	6811.92	10688.27	Black, M.C., 2001
177	模糊网纹溇	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	90	-	40.1	71.17	153.72	241.19	332.02	425.43	520.96	817.41	Jun, B.H., S.I. Lee, H.D. Ryu and Y.J. Kim, 2006
178	模糊网纹溇	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	172	361.1 3	-	2218.36	4791.54	7518.18	10349.51	13261.32	16238.93	25479.72	Hockett, J.R., and D.R. Mount, 1996
179	模糊网纹溇	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	80	80.66	-	1774.68	3833.24	6014.55	8279.61	10609.06	12991.14	20383.78	Hockett, J.R., and D.R. Mount, 1996
180	模糊网纹溇	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	40	31.47	-	1412.16	3050.20	4785.92	6588.28	8441.88	10337.35	16219.85	Shaw, J.R., T.D. Dempsey, C.Y. Chen., J.W. Hamilton and C.L. Folt, 2006
181	尼罗罗非鱼	<i>Oreochromis niloticus</i>	104	8075	-	591.51	1277.63	2004.67	2759.62	3536.03	4329.99	6793.98	El-Bouhy, Z., A.M. Alketch, G. Saleh, and A.M. Ali, 1993
182	尼罗罗非鱼	<i>Oreochromis niloticus</i>	107.2	19919	-	525.79	1135.67	1781.93	2453.00	3143.14	3848.88	6039.09	Annune, P.A., S.O. Ebele, and A.A. Oladimeji, 1994

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
183	尼罗罗非鱼	<i>Oreochromis niloticus</i>	70	20100	-	511.88	1105.63	1734.79	2388.11	3060.00	3747.07	5879.35	Silva, M. A., et al., 2013
184	泥鳅	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	66	850	-	1972.53	4260.58	6685.07	9202.65	11791.80	14439.44	22656.24	贾秀英, 2001
185	拟老年低额蟹	<i>Simocephalus vetulus</i>	45	24	-	1388.85	2999.85	4706.92	6479.54	8302.54	10166.73	15952.13	Mount, D.I., and T.J. Norberg, 1984
186	拟老年低额蟹	<i>Simocephalus vetulus</i>	67	89.3	-	1134.53	2450.53	3845.01	5293.03	6782.22	8305.05	13031.05	Spehar, R.L., and A.R. Carlson, 1984
187	普通水螅	<i>Hydra vulgaris</i>	108	120	-	1370.93	2961.14	4646.19	6395.93	8195.41	10035.55	15746.29	Beach, M.J., and D. Pascoe, 1998
188	普通水螅	<i>Hydra vulgaris</i>	204	310	-	3.09	6.67	10.47	14.41	18.46	22.61	35.47	Kamranut, W., and D. Pascoe, 2000
189	普通水螅	<i>Hydra vulgaris</i>	19.5	82.5	-	386.51	834.84	1309.90	1803.21	2310.54	2829.33	4439.36	Holdway, D.A., K. Lok, and M. Semaan, 2001
190	普通水螅	<i>Hydra vulgaris</i>	210	520	-	2057.47	4444.04	6972.94	9598.93	12299.57	15061.22	23631.84	Kamranut, W., and D. Pascoe, 2002
191	普通水螅	<i>Hydra vulgaris</i>	210	160	-	697.81	1507.24	2364.94	3255.57	4171.52	5108.16	8014.97	Kamranut, W., and D. Pascoe, 2002
192	青鳉	<i>Oryzias latipes</i>	100	130	-	74.20	160.26	251.46	346.15	443.54	543.13	852.20	Canton, J.H., and W. Slooff, 1982
193	青鳉	<i>Oryzias latipes</i>	50	350	-	93.19	201.29	315.83	434.78	557.10	682.19	1070.38	Canton, J.H., and W. Slooff, 1982

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
194	三角帆蚌	<i>Hyriopsis cumingii</i>	50	388	-	6223.92	13443.38	21093.36	29037.07	37206.58	45560.67	71487.07	毕蕾等, 2009
195	三角帆蚌	<i>Hyriopsis cumingii</i>	50	1004	-	14449.77	31210.82	48971.40	67413.90	86380.65	105775.93	165967.95	毕蕾等, 2009
196	三角帆蚌	<i>Hyriopsis cumingii</i>	50	6346	-	5584.05	12061.30	18924.80	26051.83	33381.46	40876.69	64137.65	毕蕾等, 2009
197	食蚊鱼	<i>Gambusia affinis</i>	11.1	900	-	211.67	457.19	717.36	987.52	1265.35	1549.46	2431.19	Giesy, J.P., Jr., G.J. Leverage, and D.R. Williams, 1977
198	食蚊鱼	<i>Gambusia affinis</i>	11.1	2200	-	130.53	281.94	442.37	608.97	780.30	955.50	1499.23	Giesy, J.P., Jr., G.J. Leverage, and D.R. Williams, 1977
199	食蚊鱼	<i>Gambusia affinis</i>	10	1300	-	110.64	238.98	374.98	516.20	661.43	809.94	1270.84	Giesy, J.P., Jr., G.J. Leverage, and D.R. Williams, 1977
200	食蚊鱼	<i>Gambusia affinis</i>	10	2600	-	896.70	1936.83	3038.99	4183.46	5360.47	6564.07	10299.36	Giesy, J.P., Jr., G.J. Leverage, and D.R. Williams, 1977
201	食蚊鱼	<i>Gambusia affinis</i>	10	1500	-	110.64	238.98	374.98	516.20	661.43	809.94	1270.84	Giesy, J.P., Jr., G.J. Leverage, and D.R. Williams, 1977
202	苏氏尾鳃虱	<i>Branchiura sowerbyi</i>	195	36580	-	33.16	71.63	112.39	154.71	198.24	242.75	380.89	Das, B.K., and A. Kaviraj, 1994

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
203	苏氏尾鳃蚓	<i>Branchiura sowerbyi</i>	185	48550	-	30.61	66.12	103.74	142.81	182.99	224.08	351.59	Ghosal, T.K., and A. Kaviraj, 1996
204	苏氏尾鳃蚓	<i>Branchiura sowerbyi</i>	185	85530	-	45.92	99.18	155.61	214.22	274.49	336.12	527.39	Ghosal, T.K., and A. Kaviraj, 1996
205	苏氏尾鳃蚓	<i>Branchiura sowerbyi</i>	185	68730	-	125.79	271.71	426.33	586.88	752.00	920.85	1444.86	Ghosal, T.K., and A. Kaviraj, 1996
206	苏氏尾鳃蚓	<i>Branchiura sowerbyi</i>	185	88780	-	253.43	547.40	858.89	1182.35	1515.00	1855.17	2910.85	Ghosal, T.K., and A. Kaviraj, 1996
207	苏氏尾鳃蚓	<i>Branchiura sowerbyi</i>	185	58020	-	265.14	572.69	898.58	1236.98	1585.00	1940.88	3045.35	Ghosal, T.K., and A. Kaviraj, 1996
208	苏氏尾鳃蚓	<i>Branchiura sowerbyi</i>	185	85760	-	102.03	220.38	345.79	476.02	609.95	746.90	1171.92	Ghosal, T.K., and A. Kaviraj, 1996
209	苏氏尾鳃蚓	<i>Branchiura sowerbyi</i>	185	77560	-	21.64	46.75	73.35	100.97	129.38	158.43	248.59	Ghosal, T.K., and A. Kaviraj, 1996
210	苏氏尾鳃蚓	<i>Branchiura sowerbyi</i>	185	86418	-	53.18	114.87	180.23	248.11	317.91	389.29	610.82	Ghosal, T.K., and A. Kaviraj, 1996
211	苏氏尾鳃蚓	<i>Branchiura sowerbyi</i>	5.3	240	-	209.23	451.93	709.10	976.14	1250.78	1531.62	2403.18	Chapman, P.M., M.A. Farrell and R.O. Brinkhurst., 1982
212	唐鱼	<i>Tanichthys albonubes</i>	39.16	4447	-	10239.93	22117.76	34703.92	47773.33	61214.25	74958.85	117614.34	王瑞龙, 马广智等, 2006

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
213	唐鱼	<i>Tanichthys albonubes</i>	44.5	4610	-	1812.96	3915.91	6144.26	8458.17	10837.86	13271.31	20823.38	肖衍, 靖静等, 2013
214	条纹狼鲈	<i>Morone saxatilis</i>	285	4	-	5139.00	11100.00	17416.48	23975.48	30720.93	37618.78	59025.83	Palawski, D., J.B. Hunn, and F.J. Dwyer, 1985
215	条纹狼鲈	<i>Morone saxatilis</i>	475	10	-	3384.08	7309.46	11468.93	15788.10	20230.05	24772.35	38869.11	Palawski, D., J.B. Hunn, and F.J. Dwyer, 1985
216	条纹狼鲈	<i>Morone saxatilis</i>	40	4	-	4246.69	9172.66	14392.38	19812.52	25386.72	31086.87	48776.93	Palawski, D., J.B. Hunn and F.J. Dwyer, 1985
217	无鳞甲三刺鱼	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	115	6500	-	506.38	1093.75	1716.15	2362.44	3027.11	3706.80	5816.16	Pascoe, D., and P. Cram, 1977
218	无鳞甲三刺鱼	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	107.15	23000	-	1666.47	3599.50	5647.80	7774.75	9962.16	12198.99	19140.86	Pascoe, D., and D.L. Matthey, 1977
219	无褶螺	<i>Aplexa hypnorum</i>	44.8	93	-	2263.26	4888.54	7670.37	10559.01	13529.77	16567.64	25995.49	Holcombe, G.W., G.L. Phipps, and J.W. Marier, 1984
220	无褶螺	<i>Aplexa hypnorum</i>	44.4	93	-	12620.49	27259.67	42771.84	58879.60	75445.24	92385.16	144957.14	Phipps, G.L., and G.W. Holcombe, 1985
221	仙女虫	<i>Nais elinguis</i>	17.89	158	-	9839.07	21251.93	33345.39	45903.17	58817.93	72024.48	113010.16	Shuhaimi-Othman, M., Y. Nadzifah, N.S. Umirah, and A.K. Ahmad, 2012

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
222	仙女虫	<i>Nais elinguis</i>	17.89	94	-	11013.22	23788.04	37324.67	51381.05	65836.99	80619.54	126496.27	Shuhaimi-Othman, M., Y. Nadzifah, N.S. Umirah, and A.K. Ahmad, 2012
223	仙女虫	<i>Nais elinguis</i>	17.89	27	-	10331.38	22315.30	35013.87	48200.00	61760.96	75628.32	118664.77	Shuhaimi-Othman, M., Y. Nadzifah, N.S. Umirah, and A.K. Ahmad, 2012
224	仙女虫	<i>Nais elinguis</i>	17.89	74	-	16646.16	35954.93	56415.16	77660.96	99510.70	121854.10	191195.44	Shuhaimi-Othman, M., Y. Nadzifah, N.S. Umirah, and A.K. Ahmad, 2012
225	仙女虫	<i>Nais elinguis</i>	18.72	27	-	16354.45	35324.84	55426.52	76300.00	97766.84	119718.68	187844.86	Shuhaimi-Othman, M., Y. Nadzifah, R. Nur-Amalina, and N.S. Umirah, 2013
226	亚东鱒	<i>Salmo trutta</i>	43.5	1.4	-	8364.06	18065.98	28346.46	39021.67	50000.33	61227.03	96068.41	Spehar, R.L., and A.R. Carlson, 1984
227	亚东鱒	<i>Salmo trutta</i>	67	15.1	-	7382.74	15946.37	25020.68	34443.41	44133.99	54043.51	84797.08	Spehar, R.L., and A.R. Carlson, 1984

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
228	亚东鲟	<i>Salmo trutta</i>	37.6	2.69	-	8877.54	19175.08	30086.70	41417.27	53069.92	64985.85	101966.20	Davies, P.H., and S. Brinkman, 1994
229	亚东鲟	<i>Salmo trutta</i>	37.6	4.07	-	4705.01	10162.59	15945.64	21950.73	28126.52	34441.84	54041.04	Davies, P.H., and S. Brinkman, 1994
230	亚东鲟	<i>Salmo trutta</i>	36.9	1.87	-	2555.34	5519.42	8660.26	11921.69	15275.83	18705.75	29350.30	Davies, P.H., and S. Brinkman, 1994
231	亚东鲟	<i>Salmo trutta</i>	37.6	4.09	-	7156.09	15456.82	24252.55	33386.00	42779.08	52384.38	82193.82	Davies, P.H., and S. Brinkman, 1994
232	亚东鲟	<i>Salmo trutta</i>	37.6	2.37	-	7893.69	17050.00	26752.34	36827.20	47188.45	57783.80	90665.80	Davies, P.H., and S. Brinkman, 1994
233	亚东鲟	<i>Salmo trutta</i>	37.6	2.31	-	6820.47	14731.90	23115.13	31820.22	40772.77	49927.59	78338.99	Davies, P.H., and S. Brinkman, 1994
234	亚东鲟	<i>Salmo trutta</i>	37.6	4.65	-	3512.62	7587.09	11904.54	16387.76	20998.42	25713.25	40345.43	Davies, P.H., and S. Brinkman, 1994
235	亚东鲟	<i>Salmo trutta</i>	48	2.85	-	7916.84	17100.00	26830.79	36935.20	47326.83	57953.25	90931.68	Stubblefield, W.A., 1990
236	亚东鲟	<i>Salmo trutta</i>	29.2	1.23	-	1487.98	3213.97	5042.89	6942.03	8895.16	10892.41	17090.77	Brinkman, S.F. and D.L. Hansen., 2004a; 2007
237	亚东鲟	<i>Salmo trutta</i>	67.6	3.9	-	8.54	18.45	28.94	39.84	51.05	62.51	98.09	Brinkman, S.F. and D.L. Hansen., 2004a; 2007

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀							
238	亚东鳟	<i>Salmo trutta</i>	151	10.1	-	92.09	144.50	198.92	254.89	312.12	489.73	Brinkman, S.F. and D.L. Hansen., 2004a; 2007
239	摇蚊	<i>Chironomus riparius</i>	124	14000	-	46867.49	73537.54	101231.59	129712.88	158837.65	249224.56	Pascoe, D., A.F. Brown, B.M.J. Evans and C. McKavanagh, 1990
240	摇蚊	<i>Chironomus riparius</i>	170	12880	-	15903.47	24953.37	34350.75	44015.25	53898.11	84568.95	Lee, S.E., D.H. Yoo, J. Son and K. Cho, 2006a
241	摇蚊	<i>Chironomus riparius</i>	10	33100	-	17180.57	26957.20	37109.22	47549.81	58226.30	91360.10	Gillis, P.L. and C.M. Wood, 2008
242	摇蚊	<i>Chironomus riparius</i>	140	110600	-	21999.03	34517.62	47516.87	60885.64	74556.45	116982.96	Gillis, P.L. and C.M. Wood, 2008
243	银鲑	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	22	2	-	21349.20	33498.01	46113.28	59087.14	72354.14	113527.41	Chapman, G.A., 1975
244	银鲑	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	90	10.4	-	16977.51	26638.60	36670.63	46987.83	57538.13	90280.33	Lotz, H.W., R.H. Williams, and C.A. Fustish, 1978
245	银鲑	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	22	17.5	-	13710.02	21511.74	29613.00	37944.56	46464.35	72904.99	Chapman, G.A., 1975
246	银鲑	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	22	2.7	-	7634.48	11978.90	16490.12	21129.58	25873.86	40597.43	Chapman, G.A., 1975
247	银鲑	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	41	3.4	-	84234.91	132168.97	181943.46	233132.85	285478.78	447931.10	Buhl, K.J. and S.J. Hamilton., 1991
248	鲈鱼	<i>Aristichthys nobilis</i>	66	1700	-	197.69	310.19	427.01	547.15	670.00	1051.27	叶素兰等, 2009

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
249	鳙鱼	<i>Aristichthys nobilis</i>	66	1450	-	47.85	103.35	162.17	223.24	286.04	350.27	549.59	叶素兰等, 2009
250	原螯 虾	<i>Procambarus acutus</i>	44.5	368	-	32.33	69.83	109.57	150.84	193.27	236.67	371.35	Wigginton, A.J. and W.J. Birge, 2007
251	原螯 虾	<i>Procambarus acutus</i>	45.8	3070	-	28.11	60.71	95.25	131.12	168.01	205.74	322.81	Wigginton, A.J. and W.J. Birge, 2007
252	圆形 盘肠 溞	<i>Chydorus sphaericus</i>	10.5	-	288	29.09	62.84	98.60	135.74	173.92	212.98	334.17	Lalande, M., and B. Pinel-Alloul, 1983
253	圆形 盘肠 溞	<i>Chydorus sphaericus</i>	11.7	-	560	38.12	82.34	129.19	177.85	227.89	279.05	437.85	Lalande, M., and B. Pinel-Alloul, 1983
254	圆形 盘肠 溞	<i>Chydorus sphaericus</i>	83.6	-	277	20.87	45.08	70.73	97.37	124.76	152.78	239.72	Lalande, M., and B. Pinel-Alloul, 1983
255	圆形 盘肠 溞	<i>Chydorus sphaericus</i>	11.7	-	431	40.32	87.10	136.66	188.13	241.06	295.18	463.16	Lalande, M., and B. Pinel-Alloul, 1983
256	圆形 盘肠 溞	<i>Chydorus sphaericus</i>	10.5	-	244	3579.10	7730.69	12129.86	16697.94	21395.86	26199.93	41109.06	Lalande, M., and B. Pinel-Alloul, 1983
257	圆形 盘肠 溞	<i>Chydorus sphaericus</i>	83.6	-	149	8536.44	18438.31	28930.67	39825.89	51030.81	62488.89	98048.34	Lalande, M., and B. Pinel-Alloul, 1983
258	蚤状 钩虾	<i>Gammarus pulex</i>	94.6	20	-	20751.19	44821.60	70327.43	96812.55	124050.55	151903.95	238345.22	McCahon, C.P., and D. Pascoe, 1988

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
259	蚤状钩虾	<i>Gammarus pulex</i>	117.4	50	-	10.91	23.56	36.97	50.89	65.21	79.85	125.29	McCahon, C.P., A.F. Brown, and D. Pascoe, 1988
260	蚤状溞	<i>Daphnia pulex</i>	45	68	-	2.79	6.03	9.45	13.01	16.68	20.42	32.04	Mout, D.I., and T.J. Norberg, 1984
261	蚤状溞	<i>Daphnia pulex</i>	127	87.88 1	-	43.57	94.10	147.65	203.26	260.45	318.92	500.41	Jindal, R., and A. Verma, 1990
262	蚤状溞	<i>Daphnia pulex</i>	85	99	-	6.72	14.52	22.78	31.36	40.18	49.21	77.21	Roux, D.J., P.L. Kempster, E. Truter, and L. Van der Merwe, 1993
263	蚤状溞	<i>Daphnia pulex</i>	85	66	-	4.24	9.16	14.37	19.78	25.34	31.03	48.68	Roux, D.J., P.L. Kempster, E. Truter, and L. Van der Merwe, 1993
264	蚤状溞	<i>Daphnia pulex</i>	85	70	-	1248.80	2697.34	4232.27	5826.13	7465.29	9141.50	14343.49	Roux, D.J., P.L. Kempster, E. Truter, and L. Van der Merwe, 1993
265	蚤状溞	<i>Daphnia pulex</i>	57	47	-	1065.15	2300.67	3609.87	4969.34	6367.46	7797.16	12234.15	Bertram, P.E. and B.A. Hart, 1979
266	蚤状溞	<i>Daphnia pulex</i>	240	-	319	418.87	904.73	1419.57	1954.18	2503.98	3066.21	4811.04	Elnabarawy, M.T., A.N. Welter and R.R. Robideau, 1986
267	蚤状溞	<i>Daphnia pulex</i>	53.5	70.1	-	3384.33	7309.99	11469.76	15789.24	20231.50	24774.14	38871.91	Stackhouse, R.A. and W.H. Benson, 1988

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
268	蚤状溇	<i>Daphnia pulex</i>	40	44.96	-	1630.82	3522.50	5526.99	7608.44	9749.06	11938.04	18731.40	Shaw, J.R., T.D. Dempsey, C.Y. Chen., J.W. Hamilton and C.L. Folt., 2006
269	蚤状溇	<i>Daphnia pulex</i>	44	57.89	-	2811.83	6073.42	9529.52	13118.31	16809.12	20583.31	32296.29	Rodgher, S., E.L.G. Espindola and A.T. Lombardi, 2010
270	正颤蚓	<i>Tubifex tubifex</i>	128	3200	-	5979.53	12915.50	20265.09	27896.87	35745.59	43771.64	68679.99	Reynoldson, T.B., P. Rodriguez, and M.M. Madrid, 1996
271	正颤蚓	<i>Tubifex tubifex</i>	237	-	28550	11247.87	24294.87	38119.92	52475.78	67239.72	82337.24	129191.42	Rathore, R.S., and B.S. Khangarot, 2002
272	正颤蚓	<i>Tubifex tubifex</i>	5.3	320	-	1279.11	2762.81	4334.99	5967.54	7646.49	9363.38	14691.63	Chapman, P.M., M.A. Farrell and R.O. Brinkhurst, 1982
273	正颤蚓	<i>Tubifex tubifex</i>	237	-	5600	2284.54	4934.51	7742.50	10658.31	13657.00	16723.44	26239.95	Rathore, R.S. and B.S. Khangarot., 2002
274	正颤蚓	<i>Tubifex tubifex</i>	173	-	7950	6983.16	15083.31	23666.49	32579.23	41745.33	51118.52	80207.62	Rathore, R.S. and B.S. Khangarot., 2003

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	ATV (µg/L)		ATV ₅₀ (µg/L)	ATV ₁₀₀ (µg/L)	ATV ₁₅₀ (µg/L)	ATV ₂₀₀ (µg/L)	ATV ₂₅₀ (µg/L)	ATV ₃₀₀ (µg/L)	ATV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				LC ₅₀	EC ₅₀								
275	正颤蚓	<i>Tubifex tubifex</i>	305	-	8500	4953.45	10699.23	16787.65	23109.83	29611.73	36260.53	56894.66	Rathore, R.S. and B.S. Khangarot. 2003
276	中华大蟾蜍	<i>Bufo bufo gargarizans</i>	66	8140	-	4.27	9.21	14.46	19.90	25.50	31.22	48.99	杨亚琴等, 2006
277	中华大蟾蜍	<i>Bufo bufo gargarizans</i>	90	2592	-	5.25	11.34	17.80	24.50	31.39	38.44	60.31	马丽等, 2015
278	中华新米虾	<i>Neocaridina denticulata</i>	200	400	-	6.71	14.49	22.74	31.30	40.11	49.12	77.07	Kitamura, H., 1990
279	中华新米虾	<i>Neocaridina denticulata</i>	30	230	-	3.05	6.58	10.32	14.21	18.21	22.29	34.98	Kitamura, H., 1990
280	中华新米虾	<i>Neocaridina denticulata</i>	100	280	-	2.88	6.23	9.77	13.45	17.24	21.11	33.12	Kitamura, H., 1990
281	中华新米虾	<i>Neocaridina denticulata</i>	400	760	-	2358.67	5094.61	7993.72	11004.13	14100.11	17266.05	27091.33	Kitamura, H., 1990

-: 该项未报道;

ATV 为数据库和文献中报道的急性毒性数据; ATV₅₀为校正水体硬度 50mg/L 时的急性毒性数据, 依次类推, 共七个等级。

附录 B 辐对淡水水生生物的慢性毒性数据

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	CTV (µg/L)			CTV ₅₀ (µg/L)	CTV ₁₀₀ (µg/L)	CTV ₁₅₀ (µg/L)	CTV ₂₀₀ (µg/L)	CTV ₂₅₀ (µg/L)	CTV ₃₀₀ (µg/L)	CTV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				NOEC	LOEC	MATC								
1	奥利亚罗非鱼	<i>Oreochromis aurea</i>	145	-	-	52	28.58	42.20	53.00	62.30	70.63	78.25	98.28	Papoutsoglou, S.E. and P.D. Abel, 1988
2	白斑狗鱼	<i>Esox lucius</i>	44	-	7.361	-	7.91	11.68	14.67	17.24	19.54	21.65	27.20	Eaton, J.G., J.M. mekim and G.W. holcombe, 1978
3	斑马纹贻贝	<i>Dreissena polymorpha</i>	290	-	56	-	20.85	30.78	38.66	45.44	51.52	57.08	71.69	Ivankovic, D., J. Pavicic, V. Beatovic, R.S. Klobucar, and G.I.V. Klobucar, 2010
4	斑马纹贻贝	<i>Dreissena polymorpha</i>	290	-	11	-	4.10	6.05	7.59	8.93	10.12	11.21	14.08	Ivankovic, D., J. Pavicic, V. Beatovic, R.S. Klobucar, and G.I.V. Klobucar, 2010
5	斑马纹贻贝	<i>Dreissena polymorpha</i>	290	476	-	-	177.21	261.63	328.60	386.28	437.90	485.16	609.35	Ivankovic, D., J. Pavicic, V. Beatovic, R.S. Klobucar, and G.I.V. Klobucar, 2010
6	斑马纹贻贝	<i>Dreissena polymorpha</i>	150	175	-	-	94.37	139.33	175.00	205.72	233.21	258.37	324.51	Kraak, M.H.S., H. Schoon, W.H.M. Peeters and N.M. Van Straalen, 1993
7	大西洋鲑	<i>Salmo salar</i>	23.5	-	4.53	-	6.92	10.22	12.84	15.09	17.11	18.96	23.81	Rombough, P.J. and E.T. Garside, 1982
8	大型蚤	<i>Daphnia magna</i>	100	-	3	-	2.03	3.00	3.77	4.43	5.02	5.56	6.99	Winner, R.W., and T.C. Whitford, 1987

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	CTV (µg/L)			CTV ₅₀ (µg/L)	CTV ₁₀₀ (µg/L)	CTV ₁₅₀ (µg/L)	CTV ₂₀₀ (µg/L)	CTV ₂₅₀ (µg/L)	CTV ₃₀₀ (µg/L)	CTV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				NOEC	LOEC	MATC								
9	大型蚤	<i>Daphnia magna</i>	100	-	1.5	-	1.02	1.50	1.88	2.21	2.51	2.78	3.49	Winner, R.W., and T.C. Whitford, 1987
10	大型蚤	<i>Daphnia magna</i>	100	-	-	2.25	1.52	2.25	2.83	3.32	3.77	4.17	5.24	Winner, R.W., and T.C. Whitford, 1987
11	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	46.5	-	1.74	-	1.81	2.68	3.36	3.95	4.48	4.96	6.23	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson, and S.F. Brinkman, 1993
12	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	221.5	-	5.03	-	2.18	3.22	4.04	4.75	5.38	5.97	7.49	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson, and S.F. Brinkman, 1993
13	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	410.5	-	5.16	-	1.58	2.33	2.93	3.44	3.90	4.33	5.43	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson, and S.F. Brinkman, 1993
14	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	221.5	-	-	3.58	1.55	2.29	2.88	3.38	3.83	4.25	5.33	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson, and S.F. Brinkman, 1993
15	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	410.5	-	-	3.64	1.11	1.65	2.07	2.43	2.75	3.05	3.83	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson, and S.F. Brinkman, 1993
16	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	46.5	-	-	1.47	1.53	2.26	2.84	3.34	3.78	4.19	5.27	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson, and S.F. Brinkman, 1993

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	CTV (µg/L)			CTV ₅₀ (µg/L)	CTV ₁₀₀ (µg/L)	CTV ₁₅₀ (µg/L)	CTV ₂₀₀ (µg/L)	CTV ₂₅₀ (µg/L)	CTV ₃₀₀ (µg/L)	CTV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				NOEC	LOEC	MATC								
17	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	221.5	2.55	-	-	1.10	1.63	2.05	2.41	2.73	3.02	3.80	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson, and S.F. Brinkman, 1993
18	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	410.5	2.57	-	-	0.79	1.16	1.46	1.72	1.94	2.15	2.71	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson, and S.F. Brinkman, 1993
19	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	46.5	1.25	-	-	1.30	1.92	2.41	2.84	3.22	3.56	4.48	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson, and S.F. Brinkman, 1993
20	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	101	-	2.7	-	1.82	2.68	3.37	3.96	4.49	4.98	6.25	Besser, J.M., C.A. Mebane, D.R. Mount, C.D. Ivey, J.L. Kunz, I.E. Greer, T.W. May, and C.G. Ingersoll, 2007
21	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	101	-	-	1.9	1.28	1.89	2.37	2.79	3.16	3.50	4.40	Besser, J.M., C.A. Mebane, D.R. Mount, C.D. Ivey, J.L. Kunz, I.E. Greer, T.W. May, and C.G. Ingersoll, 2007
22	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	101	1.3	-	-	0.88	1.29	1.62	1.91	2.16	2.40	3.01	Besser, J.M., C.A. Mebane, D.R. Mount, C.D. Ivey, J.L. Kunz, I.E. Greer, T.W. May, and C.G. Ingersoll, 2007
23	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	101	5.2	-	-	3.50	5.17	6.49	7.63	8.65	9.59	12.04	Besser, J.M., C.A. Mebane, D.R. Mount, C.D. Ivey, J.L. Kunz, I.E. Greer, T.W. May, and C.G. Ingersoll, 2007

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	CTV (µg/L)			CTV ₅₀ (µg/L)	CTV ₁₀₀ (µg/L)	CTV ₁₅₀ (µg/L)	CTV ₂₀₀ (µg/L)	CTV ₂₅₀ (µg/L)	CTV ₃₀₀ (µg/L)	CTV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				NOEC	LOEC	MATC								
24	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	260	-	5.6	-	2.22	3.27	4.11	4.83	5.48	6.07	7.62	Adiele, R.C., D. Stevens, and C. Kamunde, 2011
25	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	260	9.6	-	-	3.80	5.61	7.05	8.28	9.39	10.40	13.07	Adiele, R.C., D. Stevens, and C. Kamunde, 2011
26	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	140	-	1.85	-	1.04	1.53	1.92	2.26	2.56	2.84	3.57	Sandhu, N., J.C. McGeer, and M.M. Vijayan, 2014
27	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	250	-	4.31	-	1.74	2.58	3.23	3.80	4.31	4.78	6.00	Brown, V., D. Shurben, W. Miller and M. Crane., 1994
28	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	46	1.47	-	-	1.54	2.27	2.86	3.36	3.81	4.22	5.30	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson and S.F. Brinkman, 1993
29	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	217	3.58	-	-	1.57	2.32	2.91	3.42	3.88	4.29	5.39	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson and S.F. Brinkman, 1993
30	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	413.8	3.64	-	-	1.11	1.64	2.06	2.42	2.74	3.04	3.82	Davies, P.H., W.C. Gorman, C.A. Carlson and S.F. Brinkman, 1993
31	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	103	1.87	-	-	1.25	1.84	2.31	2.72	3.08	3.41	4.28	Besser, J.M., C.A. Mebane, D.R. Mount, C.D. Ivey, J.L. Kunz, I.E. Greer, T.W. May and C.G. Ingersoll, 2007

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	CTV (µg/L)			CTV ₅₀ (µg/L)	CTV ₁₀₀ (µg/L)	CTV ₁₅₀ (µg/L)	CTV ₂₀₀ (µg/L)	CTV ₂₅₀ (µg/L)	CTV ₃₀₀ (µg/L)	CTV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				NOEC	LOEC	MATC								
32	虹鳟	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	6.8	-	0.79	-	2.42	3.58	4.50	5.29	5.99	6.64	8.34	Lizardo-Daudt, H.M. and C. Kennedy, 2008
33	灰水鲃	<i>Hydra vulgaris</i>	20	-	-	-	20.92	30.89	38.80	45.60	51.70	57.28	71.94	Holdway, D.A., K. Lok and M. Semaan, 2001
34	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	147	-	1.8	-	0.98	1.45	1.82	2.14	2.43	2.69	3.38	Cope, W.G., J.G. Wiener, and G.J. Atchison, 1994
35	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	134	-	6.2	-	3.56	5.26	6.61	7.77	8.80	9.75	12.25	Cope, W.G., J.G. Wiener, and G.J. Atchison, 1994
36	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	147	-	6.2	-	3.38	4.99	6.27	7.37	8.36	9.26	11.63	Cope, W.G., J.G. Wiener, and G.J. Atchison, 1994
37	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	134	-	1.8	-	1.03	1.53	1.92	2.25	2.56	2.83	3.56	Cope, W.G., J.G. Wiener, and G.J. Atchison, 1994
38	蓝鳃太阳鱼	<i>Lepomis macrochirus</i>	174	-	37.3	-	18.50	27.32	34.31	40.34	45.73	50.66	63.63	Bryan, M.D., G.J. Atchison, and M.B. Sandheinrich, 1995
39	鲤鱼	<i>Cyprinus carpio</i>	188.5	-	650	-	308.28	455.16	571.67	672.00	761.80	844.02	1060.06	Kondera, E., K. Lugowska, and P. Samowski, 2014
40	绿水鲃	<i>Hydra viridissima</i>	20	-	0.6	-	1.00	1.48	1.86	2.19	2.48	2.75	3.45	Holdway, D.A., K. Lok and M. Semaan, 2001

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	CTV (µg/L)			CTV ₅₀ (µg/L)	CTV ₁₀₀ (µg/L)	CTV ₁₅₀ (µg/L)	CTV ₂₀₀ (µg/L)	CTV ₂₅₀ (µg/L)	CTV ₃₀₀ (µg/L)	CTV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				NOEC	LOEC	MATC								
41	麦瑞加拉鲑 鱼	<i>Cirrhinus mrigala</i>	71.5	-	98	-	80.15	118.34	148.63	174.71	198.06	219.44	275.61	Bhilaive, M.P., D.V. Muley, and V.Y. Deshpande, 2008
42	麦瑞加拉鲑 鱼	<i>Cirrhinus mrigala</i>	71.5	-	132	-	107.96	159.39	200.19	235.33	266.78	295.57	371.23	Bhilaive, M.P., D.V. Muley, and V.Y. Deshpande, 2008
43	美洲红点鲑	<i>Salvelinus fontinalis</i>	44	-	3.4	-	3.65	5.39	6.77	7.96	9.03	10.00	12.56	Benoit, D.A., E.N. Leonard, G.M. Christensen, and J.T. Fiandt, 1976
44	美洲红点鲑	<i>Salvelinus fontinalis</i>	44	1.7	-	-	1.83	2.70	3.39	3.98	4.51	5.00	6.28	Benoit, D.A., E.N. Leonard, G.M. Christensen, and J.T. Fiandt, 1976
45	美洲红点鲑	<i>Salvelinus fontinalis</i>	100	-	18	-	30.13	44.48	55.87	65.67	74.45	82.48	103.59	Jop, K.M., A.M. Askew, and R.B. Foster, 1995
46	美洲红点鲑	<i>Salvelinus fontinalis</i>	170	-	-	12	20.08	29.65	37.24	43.78	49.63	54.99	69.06	Jop, K.M., A.M. Askew, and R.B. Foster, 1995
47	美洲红点鲑	<i>Salvelinus fontinalis</i>	340	8	-	-	13.39	19.77	24.83	29.19	33.09	36.66	46.04	Jop, K.M., A.M. Askew, and R.B. Foster, 1995
48	美洲红点鲑	<i>Salvelinus fontinalis</i>	340	2.404	-	-	2.58	3.81	4.79	5.63	6.38	7.07	8.88	Benoit, D.A., E.N. Leonard, G.M. Christensen and J.T. Fiandt, 1976

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	CTV (µg/L)			CTV ₅₀ (µg/L)	CTV ₁₀₀ (µg/L)	CTV ₁₅₀ (µg/L)	CTV ₂₀₀ (µg/L)	CTV ₂₅₀ (µg/L)	CTV ₃₀₀ (µg/L)	CTV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				NOEC	LOEC	MATC								
49	美洲红点蛙	<i>Sabellinus fontinalis</i>	82.5	-	2.045	-	2.20	3.24	4.07	4.79	5.43	6.02	7.56	Eaton, J.G., J.M. McKim and G.W. Holcombe, 1978
50	模糊网纹蚤	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	82.5	-	-	2.2	1.49	2.20	2.76	3.25	3.68	4.08	5.12	Spehar, R.L. and J.T. Fiandt, 1986
51	模糊网纹蚤	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	82.5	-	1.93	-	0.97	1.43	1.80	2.11	2.40	2.66	3.34	Brooks, B.W., J.K. Stanley, J.C. White, P.K. Turner, K.B. Wu and T.W. La Point, 2004
52	尼罗罗非鱼	<i>Oreochromis niloticus</i>	120	-	50	-	17.02	25.13	31.57	37.11	42.06	46.60	58.53	Oner, M., G. Atli, and M. Canli, 2008
53	尼罗罗非鱼	<i>Oreochromis niloticus</i>	45.3	-	50	-	17.02	25.13	31.57	37.11	42.06	46.60	58.53	Oner, M., G. Atli, and M. Canli, 2009
54	青鳉	<i>Oryzias latipes</i>	45.3	-	1.03	-	0.78	1.15	1.44	1.69	1.92	2.13	2.67	Tilton, S.C., C.M. Foran, and W.H. Benson, 2004
55	青鳉	<i>Oryzias latipes</i>	44	-	4.63	-	3.49	5.16	6.48	7.62	8.63	9.57	12.01	Tilton, S.C., C.M. Foran, and W.H. Benson, 2004
56	青鳉	<i>Oryzias latipes</i>	250	8.05	-	-	6.08	8.97	11.27	13.24	15.01	16.63	20.89	Tilton, S.C., C.M. Foran, and W.H. Benson, 2004
57	蜻蜓	<i>Pachydiplax longipennis</i>	149	-	0.45	-	0.28	0.41	0.51	0.60	0.68	0.75	0.95	V.D. Tollett, E.L. Benvenuti, L.A. Deer, T.M. Rice, 2009

编号	物种名称	物种拉丁名	H _A (mg/L)	CTV (µg/L)			CTV ₅₀ (µg/L)	CTV ₁₀₀ (µg/L)	CTV ₁₅₀ (µg/L)	CTV ₂₀₀ (µg/L)	CTV ₂₅₀ (µg/L)	CTV ₃₀₀ (µg/L)	CTV ₄₅₀ (µg/L)	来源
				NOEC	LOEC	MATC								
58	无褶螺	<i>Aplexa hypnorum</i>	71.3	-	-	5.801	6.13	9.05	11.37	13.37	15.15	16.79	21.09	Holcombe, G.W., G.L. Phipps and J.W. Martier, 1984
59	无褶螺	<i>Aplexa hypnorum</i>	30.6	-	-	3.46	3.66	5.40	6.78	7.97	9.04	10.01	12.58	Holcombe, G.W., G.L. Phipps and J.W. Martier, 1984
60	亚东鱒	<i>Salmo trutta</i>	44	-	6.668	-	7.16	10.58	13.29	15.62	17.70	19.62	24.64	Eaton, J.G., J.M. McKim and G.W. Holcombe, 1978
61	亚东鱒	<i>Salmo trutta</i>	106	-	16.49	-	6.67	9.85	12.37	14.55	16.49	18.27	22.95	Brown, V. D. Shurben, W. Miller and M. Crane, 1994
62	亚东鱒	<i>Salmo trutta</i>	250	-	13.56	-	7.34	10.84	13.61	16.00	18.14	20.10	25.24	Brinkman, S.F. and D.L. Hansen, 2004a; 2007
63	亚东鱒	<i>Salmo trutta</i>	-	-	6.36	-	5.21	7.69	9.66	11.36	12.87	14.26	17.91	Brinkman, S.F. and D.L. Hansen, 2004a; 2007
64	亚东鱒	<i>Salmo trutta</i>	-	-	3.52	-	4.64	6.85	8.60	10.11	11.46	12.70	15.95	Brinkman, S.F. and D.L. Hansen, 2004a; 2007
65	银蛙	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	-	-	2.102	-	2.26	3.33	4.19	4.92	5.58	6.18	7.77	Eaton, J.G., J.M. McKim and G.W. Holcombe, 1978
66	蚤状溞	<i>Daphnia pulex</i>	-	5	-	-	3.28	4.84	6.08	7.14	8.10	8.97	11.27	Goerke, H., and K. Weber, 1990
67	正颤蚓	<i>Tubifex tubifex</i>	-	1777.2	-	-	719.19	1061.83	1333.63	1567.70	1777.20	1968.99	2473.00	Redeker, E.S. and R. Blust, 2004

-: 该项未报道;

CTV 为数据库和文献中报道的急性毒性数据; CTV₅₀ 为校正水体硬度 50mg/L 时的急性毒性数据, 依次类推, 共七个等级。