

DOI: 10.7524/AJE.1673-5897.20140530002

王菊英,穆景利,王莹.《海水水质标准(GB 3097-1997)》定值的合理性浅析——以铅和甲基对硫磷为例[J].生态毒理学报,2015,10(1): 151-159

Wang J Y, Mu J L, Wang Y. Rationality analysis of the existing Marine Water Quality Standard (GB 3097-1997): A case study on lead and methyl-parathion [J]. Asian Journal of Ecotoxicology, 2015, 10(1): 151-159 (in Chinese)

《海水水质标准(GB 3097—1997)》定值的合理性浅析——以铅和甲基对硫磷为例

王菊英*, 穆景利, 王莹

国家海洋环境监测中心 国家海洋局近岸海域生态环境重点实验室 大连 116023

收稿日期:2014-05-30 录用日期:2014-08-07

摘要: 基于物种敏感度分布曲线法,推导了铅和甲基对硫磷的海水水质基准低值和高值,并与《海水水质标准(GB 3097—1997)》中铅和甲基对硫磷的相关标准限值进行了比较。结果表明目前尚缺乏充分的科学证据说明我国现行的海水水质标准可以为我国海洋环境中大多数水生生物提供适当的保护。不同污染物的标准定值存在着一定程度的“欠保护”和“过保护”的问题。此外,结合我国近岸海水水质监测资料,在剖析了海水水质标准定值的合理性的基础上,对我国今后的海水水质基准和标准的研究进行了展望,给出了相应的对策和建议。

关键词: 铅;甲基对硫磷;海水水生生物;海水水质标准;海水水质基准;物种敏感度分布

文章编号: 1673-5897(2015)1-151-09 **中图分类号:** X171.5 **文献标识码:** A

Rationality Analysis of the Existing Marine Water Quality Standard (GB 3097-1997): A Case Study on Lead and Methyl-Parathion

Wang Juying*, Mu Jingli, Wang Ying

Key Laboratory for Coastal Ecological Environment of State Oceanic Administration, National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023, China

Received 30 May 2014 **accepted** 7 August 2014

Abstract: The high marine water quality criterion (HSWC) and low marine water quality criterion (LSWC) of lead and methyl-parathion derived by species sensitivity distribution (SSD) method were analyzed and compared with their limit values of marine water quality standards (GB 3097-1997). Results indicated that the existing marine water quality standards in China cannot provide proper protection for the most of marine organisms due to the lack of adequate scientific evidence, and there was a problem of over-protection or under-protection for marine organisms by different standards of pollutants. Combined with the water quality monitoring data of Chinese coast, the rationality of seawater quality standard (GB 3097-1997) was investigated. Based on these, the countermeasures and suggestions on the development of Chinese marine water criteria and standards were proposed in this study.

Keywords: lead; methyl-parathion; marine organism; marine water quality standards; marine water quality criteria; SSD

基金项目:海洋公益性科研专项(201305002;201205012)

作者简介:王菊英(1967-),博士,研究员,研究方向为海洋环境监测评价方法学和海洋环境质量基准, E-mail: jywang@nmemc.org.cn

在防止海洋污染和保护海洋环境的管理手段中,海洋环境质量标准的作用最为基础,应用亦最为广泛。在海洋环境监测评价、污染治理、规划及保护公众健康和保障海洋资源环境的可持续利用等方面所开展的各项环境管理工作中,随处可见《海水水质标准(GB 3097—1997)》、《海洋沉积物质量(GB 18668—2002)》和《海洋生物质量(GB 18421—2001)》等海洋环境质量标准的应用。海水水质标准反映了国家海洋环境政策的意志,是海洋水环境质量评价、污染物排海控制、海洋突发性污染事件应对、海洋环境规划和风险管理等海洋环境管理工作的重要依据,是海洋环境保护工作的基石。而海洋环境质量基准标示了海洋环境中不同介质对特定污染物容纳能力的底线,是制定海洋环境质量的准绳和科学依据,对保障海洋生态环境安全发挥着基础性的支撑作用^[1]。

但水质基准/标准研究,尤其是海水水质基准/标准研究在我国极为薄弱。严格说来,我国并没有在真正意义上建立起相应的水环境质量基准/标准体系,由于我国缺乏相应的水生态基准资料,目前我国的水环境质量基准的相关研究刚刚起步^[2-10],所颁布制定的水环境质量标准多借鉴于发达国家的生态毒性资料,从而形成了重标准而轻基准、跨越式制定/修订水环境质量标准的阶段发展特点^[10]。同样的,我国现行《海水水质标准(GB 3097—1997)》也未基于海水水质基准的研究成果,仅为借鉴国外资料而制订,因而可能存在“欠保护”和“过保护”的现象。

海洋环境中的污染物种类繁多,污染源多且复杂。铅作为一种典型的重金属,可通过食物和水体在海洋生物体内蓄积,并通过食物链传递对人体健康造成危害,诱发神经系统功能紊乱,损害心血管系统和免疫功能等。海洋环境中的铅的主要来源包括工业点源排污、大气干湿沉降和城市径流等非点源排放。而甲基对硫磷作为一种代表性的有机磷农药,具有易于合成、杀虫广谱及在高等动物体内不易累积等特点,通过生产企业污水排放或田间施用随雨水冲刷进入到海洋环境。因此,开展其海水水质基准研究可为陆地上合理使用农药提供决策依据。本文以铅和甲基对硫磷为例,基于物种敏感度分布曲线法推导了铅和甲基对硫磷的海水水质基准低值和高值,并与《海水水质标准(GB 3097—1997)》中限值进行了比较分析,结合我国近岸海水水质资料,

剖析了现行海水水质标准的定值合理性,并初步给出我国海洋水质基准/标准的研究建议。

1 铅和甲基对硫磷的海水水质基准值推导 (Development of marine water quality criteria for lead and methyl-parathion)

1.1 铅和甲基对硫磷的毒性数据

1.1.1 毒性数据的收集和筛选原则

推导我国海水水质基准所须考虑的物种及毒性数据收集原则简要概括为^[9]:所选受试物种应为我我国海洋环境中存在的水生物种以及国际推荐的海洋测试生物;毒性数据来自美国环保署 ECOTOX 数据库和我国知网收录文献,部分数据由本课题组实验获得。实验研究中选择了我国近岸海域广泛分布的不同营养级的典型海洋物种,包括:新月菱形藻(*Nitzschia closterium*)、黑褐新糠虾(*Neomysis awatschensis*)、青鳉(*Oryzias melastigma*)、真鲷(*Paragrosomus major*)、假微型海链藻(*Thalassiosira pseudonana*)等水生生物,并对其开展了急慢性毒性效应测试,获取了相应的毒性值,试验方法参考广为认可的标准测试方法。

毒性数据筛选和整理准则综合考虑数据的准确性、可靠性和相关性等^[11]。急性毒性数据一般选择暴露周期不大于4 d的数据,若无再考虑选取其他暴露时间的毒性数据;同一暴露时间、同一暴露终点的毒性数据以毒性数据的平均值来表征。对于慢性毒性数据,当同一物种有多个可供选择的慢性毒性数据时,则选择暴露时间最长的无可观察效应浓度(no observed effect concentration, NOEC);若无 NOEC,只有最低可观察效应浓度(lowest observed effect concentration, LOEC)和最大允许毒性浓度(maximum acceptable toxicant concentration, MATC)时,由于 NOEC 和 LOEC 的几何均值为 MATC,因此,NOEC 为 $MATC^2/LOEC$;当只有 LOEC 时选择 LOEC 的一半作为 NOEC^[12]。

1.1.2 铅和甲基对硫磷的毒性数据

根据数据筛选原则,对金属铅的急、慢性毒性数据进行了收集和评估,共筛选确定出:6 大门类 17 种海水生物急性毒性数据(表 1);4 大门类 10 种海水生物和 4 大门类 5 种淡水生物的慢性毒性数据(表 2)。同样地,对甲基对硫磷对我国水生生物的急、慢性毒性数据分别进行了收集,共筛选出:6 大门类 14 种海水生物的急性毒性数据(表 3);7 大门类 13 种海水和淡水生物的慢性毒性数据(表 4)。

表 1 铅对海水水生生物的平均急性毒性
Table 1 The acute toxicity (LC₅₀/EC₅₀) data of lead to marine aquatic organisms

物种名称 Species name	所属门类 Group	种平均急性毒性值/(μg·L ⁻¹) Genus average acute toxicity values/(μg·L ⁻¹)
中肋骨条藻 Skeletonema costatum	藻类 Alga	3 500
旋链角毛藻 Chaetoceros curvisetus	藻类 Alga	2 300
三角褐指藻 Phaeodactylum tricornutum	藻类 Alga	5 000
小球藻 Chlorella vulgaris	藻类 Alga	220
大型藻孔石莼 Ulva pertusa	藻类 Alga	877
卤虫 Artemia sp.	甲壳类 Crustacean	2 703.33
黑褐新糠虾 Neomysis awatschensis	甲壳类 Crustacean	1 920
长毛对虾 Penaeus pencillatus	甲壳类 Crustacean	2 000
中国对虾 Penaeus chinensis	甲壳类 Crustacean	902.33
褶皱臂尾轮虫 Brachionus plicatilis	轮虫 Rotifera	4 000
栉孔扇贝 Chlamys farreri	软体类 Mollusca	1 020
海湾扇贝 Argopecten irradians	软体类 Mollusca	8 600
贻贝 Mytilus edulis	软体类 Mollusca	1 792.15
翡翠贻贝 Perna viridis	软体类 Mollusca	5 913.33
半滑舌鳎 Cynoglossus semilaevis	鱼类 Fish	1 300
褐菖鲉 Scorpaenichthys marmoratus	鱼类 Fish	1 530
海水青鳉 Oryzias melastigma	鱼类 Fish	375

表 2 铅对海水和淡水水生生物的平均慢性毒性
Table 2 The chronic toxicity data (no observed effect concentration ,NOEC) of lead to seawater and freshwater organisms

物种名称 Species name	所属门类 Group	栖息环境 Habitat	种平均慢性毒性值/(μg·L ⁻¹) Genus average chronic toxicity values/(μg·L ⁻¹)
细基江蓠 Gracilaria tenuistipitata	藻类 Alga	海水 Sea water	450
杆状裂丝藻 Stichococcus bacillaris	藻类 Alga	海水 Sea water	100
大型藻孔石莼 Ulva pertusa	藻类 Alga	海水 Sea water	625
小球藻 Chlorella vulgaris	藻类 Alga	海水 Sea water	500

续表 2

紫贻贝	软体类	海水	125
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Mollusca	Sea water	
栉孔扇贝	软体类	海水	142.5
<i>Chlamys farreri</i>	Mollusca	Sea water	
文蛤	软体类	海水	100
<i>Meretrix lusoria</i>	Mollusca	Sea water	
半滑舌鲷	鱼类	海水	500
<i>Cynoglossus semilaevis</i>	Fish	Sea water	
黑鲷	鱼类	海水	1 000
<i>Sparus macrocephalus</i>	Fish	Sea water	
海水青鳉	鱼类	海水	20
<i>Oryzias melastigma</i>	Fish	Sea water	
蛋白核小球藻	藻类	淡水	69
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	Alga	Fresh water	
大型溞	甲壳类	淡水	265
<i>Daphnia magna</i>	Crustacean	Fresh water	
鲤鱼	鱼类	淡水	5.7
<i>Cyprinus carpio</i>	Fish	Fresh water	
虹鳉	鱼类	淡水	78.88
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Fish	Fresh water	
拟寡水螅	腔肠类	淡水	156
<i>Hydra pseudoligactis</i>	Coelenterata	Fresh water	

表 3 甲基对硫磷对水生生物的急性毒性

Table 3 The acute toxicity data (LC_{50}/EC_{50}) of methyl-parathion to aquatic organisms

物种名称	所属门类	栖息环境	种平均急性毒性值/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
Species name	Group	Habitat	Genus average acute toxicity values/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
卤虫	甲壳类	海水	1 926.4
<i>Artemia salina</i>	Crustacean	Sea water	
卤虫	甲壳类	海水	19 899.75
<i>Artemia</i> sp.	Crustacean	Sea water	
褶皱臂尾轮虫	轮虫	海水	67 000
<i>Brachionus plicatilis</i>	Rotifera	Sea water	
颗粒张口蟹	甲壳类	海水	3 300.5
<i>Chasmagnathus granulata</i>	Crustacean	Sea water	
河螺赢蜚	甲壳类	海水	1.4
<i>Corophium acherusicum</i>	Crustacean	Sea water	
太平洋牡蛎	软体类	海水	6 910
<i>Crassostrea gigas</i>	Mollusca	Sea water	
独角新对虾	甲壳类	海水	109.2
<i>Metapenaeus monocerous</i>	Crustacean	Sea water	
黑褐新糠虾	甲壳类	海水	118.7
<i>Neomysis awatschensis</i>	Crustacean	Sea water	
新月菱形藻	藻类	海水	2 650
<i>Nitzschia closterium</i>	Alga	Sea water	
青鳉	鱼类	海水	8 295
<i>Oryzias melastigma</i>	Fish	Sea water	
真鲷	鱼类	海水	36 800
<i>Pagrosomus major</i>	Fish	Sea water	
扁藻	藻类	海水	1 690
<i>Platymonas</i> sp.	Alga	Sea water	
亚心形扁藻	藻类	海水	6 300
<i>Platymonas subcordiformis</i>	Alga	Sea water	
假微型海链藻	藻类	海水	1 270
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	Alga	Sea water	

表 4 甲基对硫磷对水生生物的慢性毒性
Table 4 The chronic toxicity data (NOEC) of methyl-parathion to aquatic organisms

物种名称	所属门类	栖息环境	种平均慢性毒性值/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
Species name	Group	Habitat	Genus average chronic toxicity values/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
崎岖鱼腥藻 Anabaena inaequalis	藻类 Alga	淡水 Fresh water	25 000
模糊网纹蚤 Ceriodaphnia dubia	甲壳类 Crustacean	淡水 Fresh water	0.99
莱茵衣藻 Chlamydomonas reinhardtii	藻类 Alga	淡水 Fresh water	4 937
河螺赢蜚 Corophium acherusicum	甲壳类 Crustacean	海水 Sea water	0.5
隐藻 Cryptomonas sp.	藻类 Alga	淡水 Fresh water	637.9
鲤鱼 Cyprinus carpio communis	鱼类 Fish	淡水 Fresh water	500
大型溞 Daphnia magna	甲壳类 Crustacean	淡水 Fresh water	0.25
印度囊鳃鲶 Heteropneustes fossilis	鱼类 Fish	淡水 Fresh water	380
黑褐新糠虾 Neomysis awatschensis	甲壳类 Crustacean	海水 Sea water	50
青鳉 Oryzias melastigma	鱼类 Fish	海水 Sea water	1 000
纤毛虫 Tetrahymena pyriformis	纤毛类 Ciliophora	淡水 Fresh water	2 124
假微型海链藻 Thalassiosira pseudonana	藻类 Alga	海水 Sea water	400
尾毛虫 Urotricha sp.	纤毛类 Ciliophora	淡水 Fresh water	456.1

1.2 海水水质基准推导方法

本文以保护水生生物安全为目标,采用欧美各研究机构常用的多值水质基准体系。基于水生生物的急性毒性值,推导得出保护水生生物免受高浓度污染物短期作用的不利影响的海水水质基准高值 (high seawater quality criterion , HSWC);基于水生生物的慢性毒性值,推导得出避免低浓度污染物长期作用对水生生物产生的不利影响及其可能的“次生”毒性作用的海水水质基准低值 (low seawater quality criterion , LSWC) [9]。

用于推导 HSWC 的毒性数据包括海水和河口生物的毒性数据,以将陆源入海污染混合区的情况纳入考量;而对于 LSWC,则优先使用海水生物的慢性毒性数据。若淡水和海水数据无敏感性差异时,可引入淡水生物的慢性毒性值作为补充。

模型外推法有多种拟合模型 [13],在本研究中,使用 log-normal 分布、log-logistic 分布和 Bur III 最佳拟合模型来构建物种敏感度分布 (SSD) 曲线,推导

HSWC 或 LSWC。每一组毒性数据都参与保护 95% 的水生生物物种的有害浓度 (hazardous concentration for 5% species , HC₅) 的定值,只是拟合函数基于的分布假设不同。通过 Kolmogorov-Smirnov 检验结果综合判别各模型的拟合优度,选用最佳拟合模型确定基准值。综合考虑毒性数据的质量、物种代表性和模型拟合程度等因素,在 HC₅ 的基础上引入了评价因子 AF。即:

$$\text{HSWC 或 LSWC} = \frac{\text{HC}_5}{\text{AF}}$$

本研究中,AF 的取值为 1~5。目前还没有有效的方法来定量这些不确定性,对不确定进行分析有基于概率理论的方法,区间分析和基于模糊理论的方法等 [14]。

1.3 铅和甲基对硫磷海水水质基准值的推导

1.3.1 铅的海水水质基准值据推导

根据海水生物急性毒性数据的拟合优度检验来选取的最佳拟合分布为 log-logistic 模型 (检验统计

量为 0.073) ,得到铅的急性 HC_5 为 $401 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。鉴于毒性数据的代表性、SSD 的拟合情况(图 1A)及金属铅在海水体系中溶解度及理化性质等因素,选择评价因子为 2。由此计算出 HSWC 为 $200 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

通过单因素方差分析来比较铅对海水和淡水生物的慢性毒性数据的显著性差异,方差分析之前,对数据进行方差齐性检验和正态分布检验。F 检验的结果显示 P 为 $0.122 > 0.05$,表明无显著性差异。故可将淡水数据与海水进行合并来推导 LSWC。经慢性毒性数据拟合优度检验选取的最佳拟合分布为 log-logistic 模型(检验统计量为 0.133),得到铅的 HC_5 为 $18.5 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。鉴于毒性数据的代表性、SSD 拟合的情况(图 1B)等因素,选择评价因子为 3,由此计算出 LSWC 约为 $6.2 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

1.3.2 甲基对硫磷的海水水质基准值推导

根据海水急性毒性数据的拟合优度检验来选取

的最佳拟合分布为 Burr III 模型(检验统计量为 0.126),得到甲基对硫磷的急性 HC_5 为 $12 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。鉴于毒性数据的代表性、数据量和 SSD 拟合情况(图 2A)等,评价因子选择为 2,由此计算出甲基对硫磷的 HSWC 为 $6.0 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

对于大多数农药和麻醉型化合物,相比淡水生物而言,海水生物更为敏感^[15]。由于甲基对硫磷海水慢性毒性数据的匮乏,为满足 SSD 统计外推法对数据量的要求,本研究合并使用海水和淡水慢性毒性数据进行甲基对硫磷 LSWC 的推导。根据海水和淡水慢性毒性数据的拟合优度检验来选取的最佳拟合分布为 log-logistic 模型(检验统计量为 0.224)(图 2B),得到甲基对硫磷的慢性 HC_5 为 $0.12 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。由于甲基对硫磷慢性毒性数据量较少,且置信区间范围较大,评价因子选择为 3,由此计算出甲基对硫磷的 LSWC 为 $0.04 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

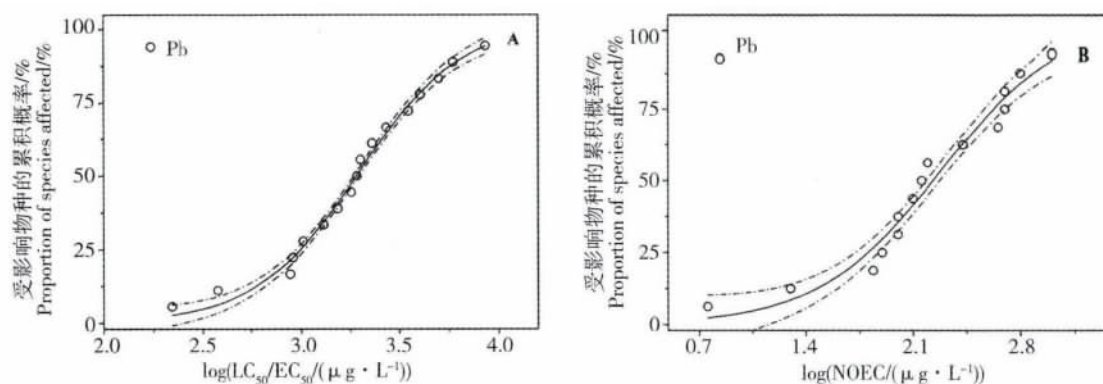


图 1 基于铅急性(A)和慢性(B)毒性数据的物种敏感性分布

注: LC_{50}/EC_{50} 半致死浓度/半数效应浓度; NOEC, 无可观察效应浓度。

Fig. 1 The species sensitivity distribution based on acute toxicity (A) and chronic toxicity (B) of lead to aquatic organisms
Note: LC_{50}/EC_{50} , 50% lethal concentration/50% effective concentration; NOEC, no observed effect concentration.

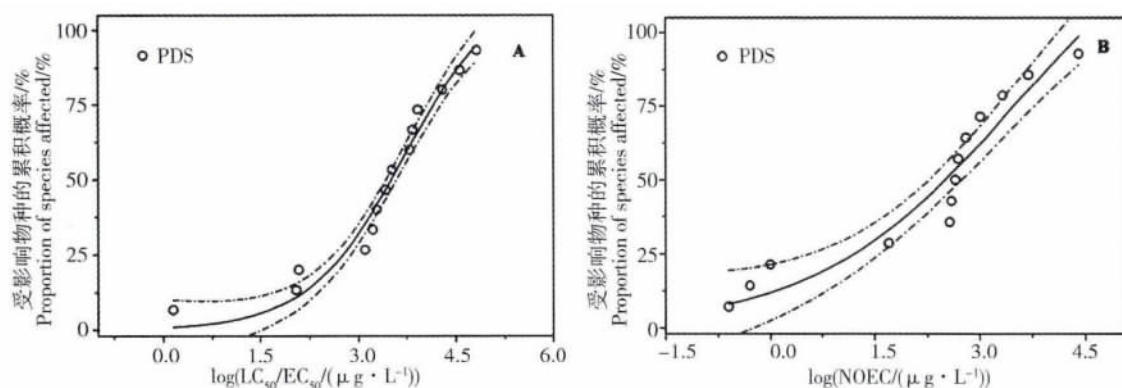


图 2 基于甲基对硫磷(PDS)急性(A)和慢性(B)毒性数据的物种敏感性分布

Fig. 2 The species sensitivity distribution based on acute toxicity (A) and chronic toxicity (B) of methyl-parathion to aquatic organisms

2 铅和甲基对硫磷的海水水质标准值合理性分析 (Rationality analysis of the seawater quality standard values for lead and methyl-parathion)

2.1 铅

在我国《海水水质标准(GB 3097—1997)》中,铅的一类海水水质标准限值为 $1.0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 低于 LSWC ($6.2 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), 而四类标准限值 ($50 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) 明显高于 LSWC (表 5)。图 3 为我国近岸 1 625 个监测站位海水中铅的浓度分布, 变化范围为 $0 \sim 80 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 约 90% 以上分布在 $20 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 浓度以下^[16]。通过比较可以发现, 约有 40% 的站位超一类海水水质标准, 4% 的站位超 LSWC。从长期保护水生生物安全角度考虑, 当前一类标准值略为严苛。可见, 对于铅而言, 在海水水质标准中的各类标准限值的合理性需要进一步研究。

2.2 甲基对硫磷

在《海水水质标准(GB 3097—1997)》中, 甲基对硫磷的一类标准限值为 $0.5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 明显高于 LSWC ($0.04 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), 而二、三、四类的标准限值为 $1.0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 低于 HSWC ($6.0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) (表 5)。

2011 年《中国近岸海域环境质量公报》显示在全国近岸海域点位甲基对硫磷未见超标^[18]。任朝兴等^[19]研究表明, 广西近岸海域 7 个点位的海水样品甲基对硫磷的检测结果全部为未检出 (检出限为 $0.2 \text{ ng}\cdot\text{L}^{-1}$)。初步可见, 甲基对硫磷在我国近岸海域的浓度分布范围为 $0.0002 \sim 0.5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。从长期保护水生生物安全角度考虑, 当前一类标准值过于宽松, 二、三、四类的标准限值较为合理。对于甲基对硫磷而言, 在海水水质标准中的各类标准限值的合理性需要进一步研究。

3 我国海水水质基准/标准研究展望 (Prospect on marine water quality criteria in China)

由于不曾开展水质基准的系统研究, 已经制定

的水环境标准无法真实反映客观规律, 由此所导致的直接结果是, 我国的环境保护工作一直都是在充满矛盾和效果不理想的状态下运转^[20]。通过以铅和甲基对硫磷为例的上述分析表明, 目前尚缺乏充分的科学证据说明我国现行的海水水质标准可以为我国海洋环境中大多数水生生物提供适当的保护, 各类标准限值的合理性需要进一步研究。我国现行的海水水质标准中不同污染物的定值存在着一定程度的“欠保护”和“过保护”的问题。“欠保护”即不能保证海洋生态系统的持续安全; “过保护”的问题一般来说虽然对生态系统有益而无害, 但对作为一个渴求经济腾飞的发展中国家, 奢侈的经济成本意味着无谓的浪费, 这种“度”的把握, 无疑是一件迫切需要解决的大事。不同的国家和地区制定海洋环境质量标准均需以区域性海洋环境质量基准为基础和依据, 以确保可给予本区域环境生态恰当的保护。

基于我国目前的现状, 建议在海洋水质基准以及海洋水质标准研究方面开展以下工作:

(1) 启动海水水质基准理论体系研究, 推进海洋水质基准国家指南的发布

我国水质基准的研究成果相对较少, 缺乏系统性研究, 推导保护水生生物和人体健康基准的方法学研究体系亟需完善, 通过启动海水水质基准系统研究, 建立适合我国国情的海水水质基准推导理论方法体系, 颁布我国海水水质基准推导方法指南。

(2) 开展毒理学试验工作, 建立具我国海洋生物区系特征的海洋生态毒理学数据库

仅参考美国等国的水生态基准数据来确定我国的海水水质标准, 而未能充分考虑我国海洋生态区系的特点, 只能是权宜之计。为了更好地保护我国的海洋生物, 亟需进一步开展可以体现我国海洋生物区系特征的毒理学研究, 以具我国海洋生物区系

表 5 铅和甲基对硫磷海水水质基准与标准的比较 ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)

Table 5 Comparison between seawater quality standards and seawater quality criteria of lead and methyl-parathion ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)

化合物 Compound	本研究		海水水质标准 (GB 3097-1997)				美国海水水质基准 [17]	
	The present study		Chinese marine water quality standard				American marine water quality criteria	
	HSWC	LSWC	一类 Class I	二类 Class II	三类 Class III	四类 Class IV	低值 Low value	高值 High value
铅 Lead	200	6.2	1.0	5.0	10.0	50.0	8.1	210.0
甲基对硫磷 Methyl-parathion	6.0	0.04	0.5		1.0		—	—

注: HSWC 为海水水质基准高值; LSWC 为海水水质基准低值, “—”表示美国无相关基准值。

Note: HSWC is high seawater quality criterion; LSWC is low seawater quality criterion; “—” represents no corresponding American marine water quality criteria.

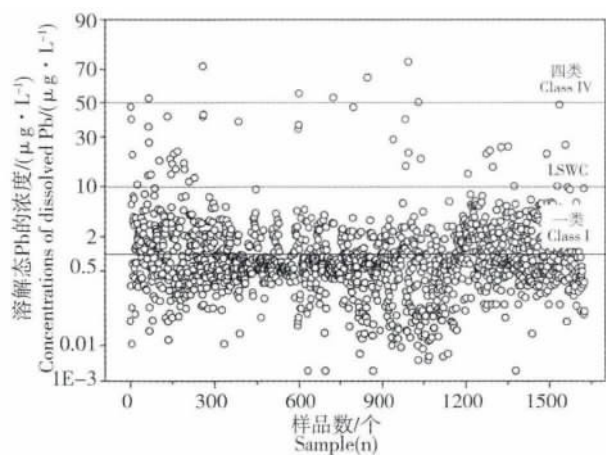


图3 中国近岸海水中铅的浓度分布^[16]

Fig. 3 Concentration distribution of lead in coastal sea water in China^[16]

特征的不同营养级的生物作为目标靶体,全面系统地开展典型和特征污染物的生态毒理学试验,以建立并完善我国的海洋生态毒理学数据库。

(3)开展基础性研究,逐步提升我国海水水质基准研究的原创能力

水质基准/标准的原创性研究能力标志着一个国家环境科研的实力,随着保护海洋生物多样性和海洋环境管理工作的进一步强化和深化,迫切地开展包括毒理学作用机制、种群、群落水平或生态系统的毒理学研究,复合毒性效应等基础性研究工作,以提升我国海水水质基准研究的原创能力。

(4)开展我国海洋优控污染物研究,推进基准向标准的转化研究

进行我国海洋环境污染调查,结合历史数据,提出我国海域的优控污染物清单,并建立优控污染物筛选技术规范;基于经济、技术、管理等可行性分析,基于基准研究成果,制修订优控污染物的海洋环境质量标准。

参考文献(References):

- [1] 马德毅,王菊英,洪鸣,等. 海洋环境质量基准研究方法学浅析[M]. 北京: 海洋出版社, 2011: 3-5
- [2] Wu F C, Feng C L, Zhang R Q, et al. Derivation of water quality criteria for representative water-body pollutants in China [J]. *Science China: Earth Sciences*, 2012, 55(6): 900-906
- [3] Feng C L, Wu F C, Zhao X L, et al. Water quality criteria research and progress [J]. *Science China: Earth Sciences*, 2012, 55(6): 882-891
- [4] 吴丰昌,冯承莲,曹宇静,等. 锌对淡水生物的毒性特征与水质基准的研究[J]. *生态毒理学报*, 2011, 6(4): 367-382
- Wu F C, Feng C L, Cao Y J, et al. Toxicity characteristic of zinc to freshwater biota and its water quality criteria [J]. *Asian Journal of Ecotoxicology*, 2011, 6(4): 367-382 (in Chinese)
- [5] 吴丰昌,冯承莲,曹宇静,等. 我国铜的淡水生物水质基准研究[J]. *生态毒理学报*, 2011, 6(6): 619-630
- Wu F C, Feng C L, Cao Y J, et al. Aquatic life ambient freshwater quality criteria for copper in China [J]. *Asian Journal of Ecotoxicology*, 2011, 6(6): 619-630 (in Chinese)
- [6] 李会仙,张瑞卿,吴丰昌,等. 中美淡水生物区系中汞物种敏感度分布比较[J]. *环境科学学报*, 2012, 32(5): 1183-1191
- Li H X, Zhang R Q, Wu F C, et al. Comparison of mercury species sensitivity distributions of freshwater biota in China and the United States [J]. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2012, 32(5): 1183-1191 (in Chinese)
- [7] 孟伟,吴丰昌. 水质基准的理论与方法学导论[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 20-22
- [8] 吴丰昌,李会仙. 水质基准理论与方法学及案例研究[M]. 北京: 科学出版社, 2012: 4-6
- [9] 穆景利,王莹,王菊英,等. 海水水质基准的研究方法与我国海水水质基准的构建[J]. *生态毒理学报*, 2010, 5(6): 761-768
- Mu J L, Wang Y, Wang J Y, et al. Methods of deriving marine water quality criterion and proposal for establishment of national marine water quality criterion in China [J]. *Asian Journal of Ecotoxicology*, 2010, 5(6): 761-768 (in Chinese)
- [10] 张瑞卿,吴丰昌,李会仙,等. 中外水质基准发展趋势与存在问题[J]. *生态学杂志*, 2010, 29(3): 2049-2056
- Zhang R Q, Wu F C, Li H X, et al. Water quality criteria at home and abroad: Development trend and existed problems [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2010, 29(3): 2049-2056 (in Chinese)
- [11] Zabel T, Cole S. The derivation of environmental quality standards for the protection of aquatic life in the UK [J]. *Water and Environment Journal*, 1999, 13(6): 436-440
- [12] National Institute of Public Health and the Environment. Guidance Document on Deriving Environmental Risk Limits [R]. Bilthoven: RIVM, 2001
- [13] Canadian Council of Ministers of the Environment. A Protocol for the Derivation of Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Canadian Environ-

- mental Quality Guidelines [R]. Ottawa: CCME, 2007
- [14] 吴丰昌,冯承莲,张瑞卿,等. 我国典型污染物水质基准研究[J]. 中国科学: 地球科学, 2012, 42(5): 665–672
- [15] Wheeler J R, Leung K M, Morritt D, et al. Freshwater to saltwater toxicity extrapolation using species sensitivity distributions [J]. Environmental Toxicology and Chemistry, 2002, 21(11): 2459–2467
- [16] 暨卫东. 中国近海海洋环境质量现状与背景值研究[M]. 北京: 海洋出版社, 2011: 123–127
- [17] US Environmental Protection Agency. Guidelines for Deriving Numerical National Water Quality Criteria for the Protection of Aquatic Organisms and their Uses [R]. Washington DC: US EPA, 2009
- [18] 中华人民共和国环境保护部. 中国近岸海域环境质量公报[R]. 北京: 中华人民共和国环境保护部, 2011
- [19] 任朝兴,杨家欢. 固相萃取-气相色谱质谱联用法同时测定海水中的甲基对硫磷、马拉硫磷和对硫磷[J]. 海洋环境科学, 2010, 29(4): 586–588
- Ren C X, Yang J H. Determination of methyl parathion, malathion and parathion in seawater by GC/MS with solid-phase extraction [J]. Marine Environmental Science, 2010, 29(4): 586–588 (in Chinese)
- [20] 夏青,陈艳卿,刘宪兵. 水质基准与水质标准[M]. 北京: 中国标准出版社, 2004: 19–21 ◆