

农药重金属对鱼类资源的影响及对策的研究

(总 报 告)

中国水产科学研究院长江水产研究所

浙江省淡水水产研究所

一九八五年十一月 沙市

课题名称：

农药重金属污染对鱼类资源的影响及对策的研究

课题主持单位：

中国水产科学研究院长江水产研究所

浙江省淡水水产研究所

课题负责人：

张瑞涛*。翟良安（长江水产研究所）

吴月娥（浙江省淡水水产研究所）

主要研究人员：* *

张瑞涛 翟良安 李纪芳 姚爱琴 陈碧霞（长江水产研究所）

吴月娥 韦肖杭 应菊香（浙江省淡水水产研究所）

报告执笔人：张瑞涛 吴月娥 翟良安

* 张瑞涛已调无锡中国水产科学研究院淡水渔业研究中心

* * 参加研究工作的还有陆茂英、贾敬德、张树纯、赵小春、

李 荣（长江水产研究所）；丁新民、曹尤虎、黄茂生（浙江淡水所）；

无锡江南大学陆潜秋、李 辉、贾韦和淡水渔业研究中心何全全源、周丽华等。

目 录

一、试验内容、材料、方法

二、试验结果与分析

(一) 重金属汞、镉、镍、铅、铜、六价铬以及砷对鱼类、枝角类、原生动物的急性中毒试验结果

(二) 农药六六六、丙体六六六、甲基1605、乐果、甲胺磷、敌百虫、西维因、呋喃母、嘧啶氧磷对鱼类、枝角类、原生动物的急性中毒试验结果。

(三) 重金属汞、镉、镍、铅、铜六价铬以及砷对鱼类胚胎的中毒试验结果。

(四) 农药对鱼类胚胎的中毒试验结果

(五) 农药、重金属在鱼体组织中积累、分布和释放的试验结果

(六) 农药、重金属对鱼类生长影响的试验结果。

(七) 重金属对原生动物细胞分裂增殖影响的试验结果

(八) 重金属对原生动物梨形四膜虫诱发刺泡的试验结果。

(九) 重金属镉、镍、铅、六价铬以及砷对鱼类细胞染色体损伤，产生微核的试验结果。

(十) 重金属镉、镍、铅、六价铬以及砷对鱼类细胞染色体损伤产生畸变的试验结果。

- (二) 农药西维因对中华大蟾蜍诱发染色体畸变的试验结果
- (三) 重金属镉对鱼类慢性中毒产生“骨痛病”的试验结果
- (四) 甲胺磷农药对鱼类的致畸试验结果
- (五) 农药、重金属对鱼类血液指标、酶活性的影响的试验结果

三、小结与讨论

四、研究工作的学术、应用价值和意义。

农药重金属污染对鱼类 资源的影响及对策的研究

随着我国工业的迅速发展，工业“三废”所造成的环境污染问题已成为当前突出的问题之一。特别是工业废水的大量而缺乏节制的排放，给渔业水域和重要水源带来了环境的污染问题，它涉及到水域的生态环境，生态平衡，种群结构，区系组成和数量变动等。因而直接危及到鱼类资源下降，渔获量减少，在鱼体中具有较高残毒等。其中农药、重金属，被认为毒验较强，危害较大的两大类污染物。尤以重金属毒性大，作用时间长，能长期积存在水域中，因此，重金属被列为世界上污染水域中最危险的毒物之一。

重金属污染主要是指汞、镉、铅、铬、镍、铜等，以汞、镉的生物毒性最大；铅、铬、镍等次之，但对鱼类及其它水生生物仍具有相当的毒性影响，值得提出的是砷虽然不属于重金属，但其毒性可同重金属相提并论。重金属对鱼类及其它水生生物影响的特点是：

1. 重金属为可积累性毒物：流入水域的重金属通过鳃呼吸，体表接触以及水生生物食物链，使重金属毒物被吸收，转移，浓缩，富集于鱼体，富集倍数可以几百倍到成千上万倍，因而使鱼体有较高的毒物残留量，影响到食用和人体健康。

2. 重金属污染水域可使鱼类及其它水生生物发生急性中毒致死。

亚急性中毒和慢性蓄积中毒，导致明显的生态和毒理效应。

3. 重金属的变态影响，有些重金属流入水域后产生变态反应，其后果往往加强了毒物的毒性强度，降低了毒物对水生生物的危害浓度，从而提高了污染危害的程度。如无机汞流入水体积累在生物体中，在微生物的作用下可变成毒性更强的甲基汞，六价铬较三价铬对生物毒性和危害更大等。

4. 重金属的诱变影响：有些重金属对鱼类及其它水生物具有致癌、致畸、致突变作用，表现有一定的诱变活性。如镉、六价铬、镍、砷等，均表现有“三致”作用，对生物产生明显的毒理效应和遗传变异等；鉴此，重金属对渔业水域污染，已成为急待解决的问题之一，而且，重金属的化学性质比较稳定，半衰期长，可对鱼类资源产生长期的作用。因此，被认为渔业水域中最危险的毒物类型之一。

农药污染是属于另外一种污染类型，随着我国农业和林业的迅速发展，我国化学农药的生产和引进亦在高速度的发展。并达到应有的水平。目前我国生产农药的年产量近40万吨。生产品种百余种，国外引进54种（1980年）主要类型大都为杀虫剂和除草剂，而且使用范围广，施用量大，致毒能力强，因此，在我国江、河、湖泊、池塘等渔业水域更为突出，对鱼类资源，淡水养殖，已带来明显的污染危害，直接危及到渔业生产。农药污染对鱼类资源的危害特点主要表现为：农药污染可在短期内使鱼类等发生急性中毒致死，破坏饵料基础，并产生亚急性中毒死鱼，以及慢性中毒。而且，有些农药对鱼

类具有“三致”影响，组织病变，功能受阻等。因此，农药对渔业水域的污染应引起足够的重视，和有待解决的问题之一。

结合我国渔业水质污染的特点，我们于1979~1982年重点做了以下十六项毒物的中毒试验，其中重金属类有汞、镉、铬、镍、铅、铜、砷。农药类有六六六、丙体六六六、西维因，甲基1605、乐果、甲胺磷、敌白虫、嘧啶氧磷、呋喃丹等，探讨了农药重金属对鱼类及其它水生生物的急性，亚急性和慢性中毒影响及对鱼类胚胎的毒性影响。毒物在鱼体内积累规律和释放的影响。毒物对鱼类的“三致”（致癌、致畸、致突变）的影响，以及功能障碍的影响等。这对完善，修订和制定我国的渔业水质标准，制定我国渔业法规，渔业水域的污染防治措施等提供了重要依据和理论基础，对我国水源保护，污染防治，淡水养殖，发展渔业生产有着重要的意义。

一、试验内容，材料和方法：

试验内容总计包括以下八个方面，十四个内容，详细试验内容，材料，方法以及试验条件，水质环境等见各分报告，现仅将主要内容及要点概述如下：

(一) 农药、重金属对鱼类、枝角类、原生动物的急性中毒试验。

1. 农药、重金属对鱼类、枝角类、原生动动物在96小时半致死极限浓度的推算，包括对鱼类，枝角类的TL_m(96)值和原生动物LC₅₀的计算。

2. 农药，重金属对鱼类、枝角类、原生动物“安全浓度”的推

算；

3. 应用安全系数 $0.1 \sim 0.01 \sim 0.005$ 的依据；

4. 鱼类、枝角类、原生动物对农药、重金属污染渔业水域的水质要求，以及提供修改和制定渔业水质标准的生态依据。

(二) 农药、重金属对鱼类胚胎的中毒试验。胚胎中毒试验有两个内容：一是：受毒草鱼亲鱼（雄）腹腔注射染毒，受毒期 60 天，间隔给药每周一次，然后人工催产，观察对受精率、孵化率和畸形率的影响；二是：经人工催产的白鲢、草鱼孵育到原肠期后，按剂量分组试验。其要点如下：

1. 胚胎中毒的特点，受毒胚胎对“三率”的影响；

2. 染毒剂量浓度与胚胎效应的相关性；

3. 胚胎半致死浓度及胚胎安全浓度的推算；

4. 从胚胎毒性推算对胚胎的渔业水质要求；

(三) 重金属毒物在鱼体组织中的积累、分布和释放试验。包括镉、铅、铬在鲤鱼、白鲢、罗非鱼体内的积累、释放试验。

1. 鱼类对毒物的积累速度和分布规律；

2. 鱼类对毒物的积累富集倍数和浓缩因子；

3. 鱼类对毒物的释放规律及在鱼体内的半衰期；

4. 鱼体积累毒物的残留量与试验剂量及浓缩因子的关系；

5. 从鱼体对毒物的积累和释放规律，推算理论值的渔业水质标准和食用标准。

四 农药、重金属对原生动物的生长繁殖试验：

1. 农药、重金属对原生动物抑制细胞分裂和增殖的试验，并以抑制率“%”表示；

2. 以“简化机率法”求算半致死浓度 LC_{50} ；

3. 以应用系数推算不影响细胞分裂和增殖的“安全浓度”；

4. 农药、重金属对鱼类摄食、生长，以及对内脏、器官的影响试验。

(五) 农药、重金属对鱼类的致突变试验

1. 农药、重金属对鱼类诱发染色体损伤产生微核的试验；

① 不同毒物对鱼体诱发微核的特点，包括微核的形状，大小和产生率“%”；

② 不同毒物对鱼体产生微核的剂量——效应关系；

③ 鉴别毒物对鱼类是否为诱变物以及所表现的诱变活性试验；

④ 不诱发微核的剂量浓度。

2. 重金属对鱼类染色体损伤，产生畸变的试验。

① 重金属对鱼类染色体发生畸变的类型，特点，包括染色体的数量畸变和染色体的结构畸变；

② 重金属对鱼类诱发染色体畸变的剂量——效应关系；

③ 重金属对鱼类不诱发染色体产生畸变的剂量浓度；

3. 重金属毒物对原生动物梨形四膜虫的刺泡发射试验。

① 重金属毒物对梨形四膜虫的发射刺泡特点；

- ② 重金属对梨形四膜虫诱发刺泡的剂量——效应关系；
- ③ 重金属毒物对梨形四膜虫不诱发刺泡的“安全”浓度。

(六) 重金属镉对鱼体骨骼产生“骨疼病”的试验

- ① 镉引起白鲢脊椎骨“骨痛病”的特点；
- ② 引起白鲢“骨痛病”的剂量浓度以及残留量
- ③ 不引起白鲢“骨痛病”的剂量浓度；

(七) 甲胺磷农药对鱼类的致畸试验。

(八) 农药、重金属污染对鱼类血相变化的影响及功能测定试验。

1. 甲胺磷对草鱼，金鱼亚急性，慢性中毒的功能测定试验；
2. 丙体六六六对鱼类胆碱酯酶活性值的抑制试验；
3. 重金属镉、铬对鱼类血相变化及胆碱酯酶的抑制试验。

二、试验结果与分析

(一) 重金属汞、镉、镍、铅、铜、六价铬以及砷对鱼类、枝角类，原生动物的急性中毒试验结果〔均以金属离子计〕。

(1) 汞对鱼类、枝角类、原生动物的急性中毒试验结果（应用安全系数 0.005 推）；

汞对白鲢的半致死极限浓度 $TLM(96) = 0.31 \text{ mg/L}$ ；汞对荷元鲤 $TLM(96) = 0.34 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 $= 0.0016 \text{ mg/L}$ 和 0.0017 mg/L ；汞对枝角类的 $TLM(96) = 0.028 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 $= 0.00014 \text{ mg/L}$ ；汞对原生动物的半致死浓度 $LC50(96) = 0.029 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 $= 0.00015 \text{ mg/L}$ 。

结果表明,汞对鱼类、枝角类、原生动物的安全浓度(生态)分别为:鱼类 0.0015mg/L ,枝角类 0.00014mg/L ,原生动物 0.00015mg/L 。因此汞对鱼类及其他水生物的生态安全浓度为 0.00014mg/L ($0.14\mu\text{g/L}$)。(我国原订标准为 $0.5\mu\text{g/L}$ 美国为 $0.05\mu\text{g/L}$)。

(2) 镉对鱼类、枝角类、原生动物的急性中毒试验结果(应用安全系数为 0.005);

氯化镉对白鲢的 $\text{TLM}(96) = 0.08\text{mg/L}$,安全浓度 = 0.0004mg/L ;氯化镉对鱼类的 $\text{TLM}(96) = 0.45\text{mg/L}$,安全浓度 = 0.003mg/L ;氯化镉对鲤鱼的 $\text{TLM}(96) = 0.114\text{mg/L}$,安全浓度 = 0.00057mg/L ;氯化镉对草鱼的 $\text{TLM}(96) = 1.3\text{mg/L}$,安全浓度 = 0.0065mg/L ;氯化镉对白鲫鱼的 $\text{TLM}(96) = 1.3\text{mg/L}$,安全浓度 = 0.0065mg/L ;氯化镉对鳊鱼的 $\text{TLM}(96) < 60\text{mg/L}$,安全浓度 $< 0.3\text{mg/L}$;氯化镉对湖螺的 $\text{TLM}(96) < 1.0\text{mg/L}$,安全浓度 $< 0.005\text{mg/L}$;氯化镉对枝角类的 $\text{TLM}(96) = 0.08\text{mg/L}$,安全浓度 = 0.0004mg/L ;氯化镉对原生动物的 $\text{LC}_{50}(96) = 0.18\text{mg/L}$,安全浓度 = 0.0009mg/L ;氯化镉对藻类光合作用 50% 抑制率的浓度 $\text{LC}_{50} = 1.0\text{mg/L}$,安全浓度 = 0.005mg/L 。

硫酸镉对白鲢的 $\text{TLM}(96) = 0.08\text{mg/L}$,安全浓度 = 0.0004mg/L ;硫酸镉对金鱼的 $\text{TLM}(96) = 0.67\text{mg/L}$,安全浓度 =

0.0034mg/L；硫酸镉对原生动物的 $LC_{50}(96) = 0.068\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.00034mg/L。

硝酸镉对白鲢的 $TLM(96) = 0.35\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.0018mg/L；硝酸镉对金鱼的 $TLM(96) = 0.89\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.0045mg/L；硝酸镉对原生动物的 $LC_{50}(96) = 3.15\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.016mg/L。

金属镉对白鲢的 $TLM(96) = 1.21\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.0061mg/L；金属镉对草鱼的 $TLM(96) = 1.26\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.0063mg/L；金属镉对水 $TLM(48) = 0.76\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.0038mg/L。

上述结果表明，氯化镉、硫酸镉毒性较强，硝酸镉、金属镉次之。通过对六种鱼类以及枝角类、原生动物、底栖生物和藻类等十一种试验生物的结果表明，镉对淡水水生生物的安全生态浓度为 $0.4\mu\text{g/L}$ （我国原订标准为 $5\mu\text{g/L}$ ，美国（1974）为 $0.4\mu\text{g/L}$ ）。

(3) 镍对鱼类、枝角类、原生动物的急性中毒试验结果（应用安全系数0.01）。

氯化镍对白鲢的 $TLM(96) = 3.6\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.036mg/L；氯化镍对金鱼的 $TLM(96) = 10.5\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.105mg/L；氯化镍对鲤鱼的 $TLM(96) = 0.114\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.0012mg/L；氯化镍对草鱼的 $TLM(96) = 1.3\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.013mg/L；氯化镍对鲫鱼的 $TLM(96) = 1.3\text{mg/L}$

安全浓度 = 0.013 mg/L ；氯化镍对鲢鱼的 $\text{TLM}(96) = 60 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 = 0.6 mg/L （个体大，耐受能力强）；氯化镍对枝角类的 $\text{TLM}(96) = 0.8 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 = 0.008 mg/L ；氯化镍对原生动物的 $\text{LC50}(96) = 9.4 \text{ mg/L}$ （ $\text{pH } 9.2$ ），安全浓度 = 0.094 mg/L ；当 $\text{pH } 7.2$ 时， $\text{LC50}(96) = 1.58 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 = 0.0158 mg/L ；氯化镍对藻类光合作用 5% 抑制率的 $\text{LC50} = 1.0 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 = 0.01 mg/L 。

硫酸镍对白鲢的 $\text{TLM}(96) = 6.6 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 = 0.066 mg/L ；硫酸镍对金鱼的 $\text{TLM}(96) = 15.3 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 = 0.153 mg/L ；硫酸镍对原生动物的 $\text{LC50}(96) = 2.02 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 = 0.02 mg/L 。

硝酸镍对白鲢的 $\text{TLM}(96) = 6.7 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 = 0.067 mg/L ；硝酸镍对金鱼的 $\text{TLM}(96) = 17.4 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 = 0.174 mg/L ；硝酸镍对原生动物的 $\text{LC50}(96) = 2.3 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 = 0.023 mg/L 。

从上述六种鱼类以及枝角类，原生动物，藻类的试验结果表明，镍在渔业水域的生态安全浓度为 0.008 mg/L 即 $8 \mu\text{g/L}$ 。（我国原订标准 0.1 mg/L ，美国为 LC50 的 0.01 倍）。

(4) 铅对鱼类，枝角类，原生动物的急性中毒试验结果（应用安全系数 0.01）。

铅对白鲢的 $\text{TLM}(96) = 8.83 \text{ mg/L}$ ，安全浓度 = 0.088

mg/L; 铅对鲤鱼的TLM(96) = 4.43mg/L, 安全浓度 = 0.044mg/L; 铅对枝角类的TLM(96) = 6.13mg/L, 安全浓度 = 0.061mg/L; 铅对原生动物的LC50(96) = 2.63mg/L, 安全浓度 = 0.026mg/L。资料表明铅对鱼类的致死浓度为0.1mg/L—0.25mg/L范围内, 因此, 安全浓度为0.01~0.025mg/L (Mardoch 1953; Camp 1963 Anderson 1984)。根据试验结果和国外资料渔业水域的生态允许浓度为0.04mg/L。(我国原订标准0.1mg/L, 美国为LC50 0.01倍, 瑞士, 加拿大, 西德均≤0.05mg/L)。

(5) 铜对鱼类, 枝角类, 原生动物的急性中毒试验结果(应用安全系数0.1)。

铜对白鲢的TLM(96) = 0.062mg/L, 安全浓度 = 0.0062mg/L; 铜对枝角类的TLM(96) = 0.06mg/L, 安全浓度 = 0.006mg/L; 铜对原生动物的LC50(96) = 1.22mg/L, 安全浓度 = 0.122mg/L。因此, 铜在渔业水域中的生态安全浓度为0.006mg/L(我国原订标准 < 0.01mg/L, 美国为LC50的0.1)

(6) 六价铬对鱼类, 枝角类, 原生动物的急性中毒试验结果(应用安全系数0.01)

六价铬对白鲢的TLM(96) = 12.3mg/L, 安全浓度 = 0.123mg/L; 六价铬对草鱼的TLM(96) = 28.5mg/L, 安全浓度 = 0.285mg/L。六价铬对金鱼的TLM(96) = 58mg/L, 安全浓

度 = 0.58mg/L ；六价铬对原生动物的 $\text{LC50}(96) = 1.225\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.012mg/L 。因此，六价铬在渔业水域生态安全浓度 $\leq 0.05\text{mg/L}$ 。（原订标准 $\leq 1.0\text{mg/L}$ ，美国 LC50 的 0.01 倍）。

(7) 砷对鱼类，枝角类，原生动物的急性中毒试验结果（应用安全系数 0.1 ）。

砷对白鲢的 $\text{TLM}(96) = 1.52\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.152mg/L ；
砷对鲤鱼的 $\text{TLM}(96) = 2.12\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.212mg/L ；
砷对草鱼的 $\text{TLM}(96) = 1.67\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.167mg/L ；
砷对枝角类的 $\text{TLM}(96) = 0.42\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.042mg/L 。
砷对原生动物的 $\text{LC50}(96) = 0.88\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.088mg/L 。

结果表明，从鱼类到枝角类，原生动物三个具有代表性的食物链环节，可以看出砷在渔业水域的生态允许浓度为 0.04mg/L 。

(二) 农药六六六、丙体六六六、甲基 1605、乐果、甲胺磷、敌百虫、西维因、呋喃丹、嘧啶氧磷对鱼类、枝角类、原生动物的急性中毒试验结果。

(1) 六六六对鱼类，枝角类、原生动物的急性中毒试验结果（应用安全系数 0.01 ）。

六六六对白鲢的 $\text{TLM}(96) = 0.06\text{mg/L}$ ，安全浓度 = 0.0006mg/L ；六六六对鲤鱼的 $\text{TLM}(96) = 0.16\text{mg/L}$ ，安全浓度 =

0.0016mg/L；丙体六六六（ γ -666）对白鲢的TLM(96)=0.02mg/L，安全浓度=0.0002mg/L；丙体六六六对枝角类的TLM(96)=0.008mg/L，安全浓度=0.00008mg/L；丙体六六六对原生动物的LC50(96)=0.042mg/L，安全浓度=0.0004mg/L，因此渔业水域的允许浓度六六六为0.6 μ g/L，丙体六六六为0.08 μ g/L。

(2) 甲基1605对鱼类，枝角类，原生动物的急性中毒试验结果（应用安全系数0.1）。

甲基1605对白鲢的TLM(96)=1.25mg/L，安全浓度=0.125mg/L，甲基1605对鲤鱼的TLM(96)=0.21mg/L，安全浓度=0.021mg/L，鱼类的中毒特点是试验鱼眼球突出，眼底充血，肝、肾肿大，鳞片竖立。甲基1605对枝角类的TLM(96)=0.005mg/L，安全浓度=0.0005mg/L；甲基1605对原生动物的LC50(96)=0.83mg/L，安全浓度=0.083mg/L；甲基1605对藻类光合作用抑制的LC50<0.5mg/L，安全浓度<0.05mg/L。因此，甲基1605在渔业水域允许浓度 $\leq$ 0.0005mg/L。（美国为0.00004mg/L，1974）

(3) 乐果对鱼类、枝角类，原生动物的急性中毒试验结果（应用安全系数0.1）。

乐果对白鲢的TLM(96)=16.4mg/L，安全浓度=1.64mg/L；乐果对枝角类的TLM(96)=3.28mg/L，安全浓度=

0.33mg/L; 乐果对原生动物的 $LC_{50}(96) = 3.51\text{mg/L}$, 安全浓度 $= 0.35\text{mg/L}$ 。因此, 乐果在渔业水域的生态允许浓度为0.3 mg/L。

(4) 敌百虫对鱼类、枝角类、藻类的急性中毒试验结果(安全系数0.1)。

敌百虫对白鲢、鲤鱼的 $TLM(96)$ 分别为48.5mg/L和51.2 mg/L, 安全浓度分别为4.85mg/L和5.12mg/L; 敌百虫对枝角类的 $TLM(96) = 0.5\text{mg/L}$, 安全浓度 $= 0.05\text{mg/L}$; 敌百虫对藻类光合作用不产生影响的浓度 $< 0.9\text{mg/L}$ 。因此, 敌百虫在渔业水域的生态允许浓度为0.05 mg/L。

(5) 西维因对鱼类、枝角类、原生动物的急性中毒试验结果(系数0.1)。

西维因对白鲢的 $TLM(96) = 6.8\text{mg/L}$, 安全浓度 $= 0.68\text{mg/L}$; 西维因对鲤鱼的 $TLM(96) = 7.5\text{mg/L}$, 安全浓度 $= 0.75\text{mg/L}$; 西维因对枝角类的 $TLM(96) = 2.54\text{mg/L}$, 安全浓度 $= 0.25\text{mg/L}$; 西维因对原生动物的 $LC_{50}(96) = 3.25\text{mg/L}$, 安全浓度 $= 0.325\text{mg/L}$ 。

因此, 西维因在渔业水域生态允许浓度为0.25mg/L。

(6) 呋喃丹对鱼类、枝角类、原生动物的急性中毒试验结果(安全系数0.1)。

呋喃丹对白鲢的 $TLM(96) = 2.0\text{mg/L}$, 安全浓度 $= 0.2$