

浮选药剂对溞类的毒性研究*

庄德辉 李植生

(中国科学院水生生物研究所, 武汉)

提 要

8种浮选药剂对大型溞的48小时 LC_{50} 值在2.40—102.30毫克/升之间。它们的毒性顺序为: MPA>2号油>Fu>0145>Yx>S808>甘苳油>10号油。浮选药剂0145对大型溞21天慢性毒性试验结果: NOEC为2毫克/升, LOEC为3毫克/升, 其应用因子在0.15—0.22之间。磷矿选矿厂废水毒性甚低。磷矿选矿过程中加入的4种选矿药剂其毒性单位分别为: S808 50.00, 亚硫酸化皂 26.67, Na_2CO_3 6.66, Na_2SiO_3 0.35。文中提出化学物按溞类48小时 LC_{50} 值(mg/L)毒性分级建议基准: 剧毒<0.1, 高毒0.1—1, 中等毒1—10, 低毒10—100, 微毒或无毒>100。

关键词 大型溞, 隆线溞, 急性毒性, 慢性毒性, 浮选药剂

在选矿方法中, 利用矿物疏水性的差异从矿浆中浮出矿物的富集过程, 叫做浮游选矿法或简称为浮选^[1]。在浮选工艺中所使用的各种药剂, 称之为浮选药剂。一种优良的浮选药剂必须是浮选活性高, 成本低, 原料来源广。同时还必须是毒性低或无毒性, 对环境不造成危害。为此, 目前世界各国为筛选优良的浮选药剂进行非常激烈的竞争。在我国也不例外, 近年来不断推出新型的浮选药剂, 我们先后接受了株洲选矿药剂厂等单位提出的要求, 做了多种新型浮选药剂对水生生物的毒性试验研究。本文报道其中对常用的检测生物——溞类的毒性研究结果, 以供有关部门参考。

材 料 和 方 法

试验用两种溞类: 大型溞(*Daphnia magna* Straus)和隆线溞(*D. carinata* King)。前者从哈尔滨市郊区采集和由中国医学科学院卫生研究所惠赠, 后者采自中国科学院水生生物研究所养鱼池。

试验用浮选药剂均为原药, 由株洲选矿药剂厂等单位提供(表1)。配制试验溶液时, 对难溶于水的药剂用CSF-3A型超声波发生器(上海超声仪器厂产品)进行前处理。

试验条件和方法同前报道^[2]。试验用稀释水各次试验有差异, 但在以下范围: DO

* 本文承王德铭研究员审阅, 徐立红、伍禄源和黄鹏同志参加部分工作, 在此一并致谢。
1987年5月11日收到。

6.0—11.0 毫克/升, pH 6.60—7.68, 电导率 283—418 $\mu\text{s}/\text{厘米}$ 。硬度 124.0 毫克/升 (以 CaCO_3 计)。在某选矿厂现场试验时, 用当地自来水 (实为水库水) 作为稀释水, DO 4 毫克/升以上, pH 8.15—8.55, 电导率 237—242 $\mu\text{s}/\text{厘米}$ 。

试验结果用直线回归法和目测概率法计算 LC_{50} 值及其 95% 可信限。用方差分析法计算慢性试验结果。

结 果

1. 各种浮选药剂的急性毒性

各种浮选药剂对大型蚤的急性毒性试验结果见表 1。从表中可以看出, 8 种浮选药剂对大型蚤的 48 小时 LC_{50} 值在 2.40—102.30 毫克/升之间。它们的毒性顺序为: MPA > 2 号油 > Fu > 0145 > Yx > S808 > 甘苳油 > 10 号油。

为比较不同年龄大型蚤幼蚤对浮选药剂的敏感性, 曾用 3 种不同年龄幼蚤对 S808 做试验。结果表明, 不同年龄大型蚤幼蚤对 S808 的敏感性不一样, 年龄低的幼蚤比年龄高的敏感 (图 1)。

2. 浮选药剂 0145 的慢性毒性

(1) 存活 试验自大型蚤出生 12 ± 12 小时开始至 21 天结束。在试验浓度 1—5 毫克/升范围中, 较高浓度组蚤存活显著减少。为检验不同浓度下蚤存活时间差异的显著性, 曾进行方差分析, 得方差比 $F > F_{0.01}$, 表明差异非常显著 (表 2)。为比较各浓度组间的差异, 计算了差数 D 值。

$$D = QS_x$$

在 6 个处理组和 $f = 54$ 的情况下, 查表得 $Q = 4.16$

$$S_x (\text{平均数标准误}) = \sqrt{37.32/10} = 1.93$$

$$D = 4.16 \times 1.93 = 8.03$$

按平均存活时间长短顺序列出组间均数差异

比较 (表 3)。若差异数 $> D$ 值 (8.03) 为差异显著。从表 3 上看出, 对照和 1 及 2 毫克/升各组间差异不显著; 3、4 和 5 毫克/升各组间差异也不显著, 但前 3 组与后 3 组差异显著。

(2) 生长 试验 21 天结束时, 对各浓度组尚存活个体测量体长 (表 4)。从表中可以见到, 各浓度组体长相近。方差分析表明, 方差比 $F < F_{0.05}$, 差异不显著 (表 5)。

(3) 生殖 在选矿药剂 0145 1—5 毫克/升浓度及对照组中, 21 天内各浓度组 10 个试验蚤生殖量在 295—1709 个之间, 其中对照和 1 及 2 毫克/升等组生殖量高, 分别为

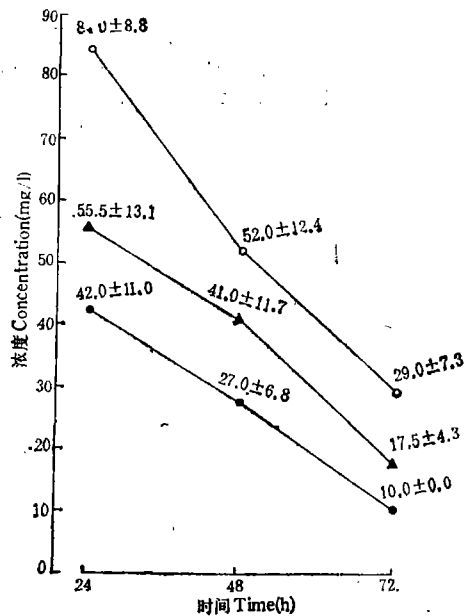


图 1 S808 对不同年龄大型蚤 24、48 和 72 小时 LC_{50} 值的影响

Fig. 1 Effect of S808 on *Daphnia magna* Straus of different ages at $25 \pm 1^\circ\text{C}$
试验开始时蚤的年龄: ● 12 ± 12 小时,
▲ 36 ± 12 小时, ○ 60 ± 12 小时

表 1 各种浮选药剂对大型蚤的急性毒性

Tab. 1 Acute toxicity of mineral floatation reagents to *Daphnia magna* Straus at 25±1℃

浮选药剂 Mineral floatation reagents	24h LC ₅₀ mg/L	48h LC ₅₀ mg/L	药剂来源 Source of reagents
2 号油	9.80±1.40*	4.50±0.70*	株洲选矿药剂厂
甘苯油	138.20±30.20	80.00±18.40	株洲选矿药剂厂
MPA	24.40±4.20	2.40±0.40	中国科学院大连化学物理研究所
10 号油	164.06±40.66	102.30±25.20	沈阳药剂研究院
0145	16.00±4.70	11.22±2.23	北京矿冶研究院
S808	42.00±11.00	27.00±6.80	湖北荆襄磷矿务局设计研究所
Yx	48.19±8.17	24.98±4.37	湖南岳阳石油化工总厂研究院
Fu	19.54±2.85	11.03±1.56	湖南岳阳石油化工总厂研究院

* 95% 可信限

表 2 大型蚤在浮选药剂 0145 不同浓度中存活时间的方差分析

Tab. 2 Analysis of variance in the survival of *Daphnia magna* Straus kept at different concentrations of mineral floatation reagent 0145 for 21 days

变异来源 Source of variation	自由度 D. f.	离均差平方和 Sum of squares	均方 Mean square
总变异 Total	59	4 968.2	
组间变异 Treatment	5	2 953.1	590.62
组内变异 Group	54	2 015.1	37.32

$F = 590.62/37.32 = 15.83$

$F_{0.01} = 3.37$

表 3 大型蚤在浮选药剂 0145 不同浓度中 21 天存活均数差异的比较

Tab. 3 Comparison of mean survival of *Daphnia magna* Straus kept at different concentrations of mineral floatation reagent 0145 for 21 days

浓度 Concentration, mg/L	\bar{x}	$\bar{x}-5.7$	$\bar{x}-5.8$	$\bar{x}-7.8$	$\bar{x}-19.0$	$\bar{x}-21.0$
1	21	15.3 (+)	15.2 (+)	13.2 (+)	2.0 (-)	0.0 (-)
2	21	15.3 (+)	15.2 (+)	13.2 (+)	2.0 (-)	
对照 Control	19	13.3 (+)	13.2 (+)	11.2 (+)		
4	7.8	2.1 (-)	2.0 (-)			
3	5.8	0.1 (-)				
5	5.7					

(+) 表示差异显著;(-)表示差异不显著

1 274、1 709 和 1 599 个；而 3、4 和 5 毫克/升等组生殖量低，分别为 295、474 和 314 个。在 21 天内对照和 1 及 2 毫克/升组 10 个蚤全部存活，而 3 和 4 及 5 毫克/升组只 2—3 个存活并繁殖，其余均在性成熟之前夭亡(表 6)。看来，生殖量的差异，是由试验蚤存活数量多寡所造成。为进一步检验其差异性，计算出方差比 $F > F_{0.01}$ ，表明差异非常显著(表 7)。各浓度组间均数差异的 D 值 ($D = 31.63$) (表 8) 显示：对照与 1 及 2 毫克/升组有显著差异，而与 3、4 和 5 毫克/升没有显著差异。1、2、3、4 和 5 毫克/升各组间无显著差异。这种现象表明 1 和 2 毫克/升浓度的 0145 对大型蚤生殖不但没有抑制作用，反而有刺激增加生殖量的效果。3、4 和 5 毫克/升组除了夭亡之外，适应存活下来的个体照常能生殖，而且与对照组无显著差异。

表 4 大型蚤在浮选药剂 0145 不同浓度中 21 天的平均体长

Tab. 4 Mean length of *Daphnia magna* Straus kept at different concentrations of mineral floatation reagent 0145 for 21 days

浓度 Concentration, mg/L	对照 Control	1	2	3	4	5
平均体长 Mean length±SD, mm	4.04±0.12	4.11±0.11	4.06±0.15	3.95±0.07	4.03±0.21	3.95±0.07

表 5 大型蚤在浮选药剂 0145 不同浓度中 21 天平均体长的方差分析

Tab. 5 Analysis of variance in the mean body-length of *Daphnia magna* Straus kept at different concentrations of mineral floatation reagent 0145 for 21 days

变异来源 Source of variation	自由度 D. f	离均差平方和 Sum of squares	均方 Mean square
总变异 Total	33	0.584	
组间变异 Treatment	5	0.078	0.0156
组内变异 Group	28	0.506	0.018

$F = 0.0156 / 0.018 = 0.8667$

$F_{0.05} = 2.56$

3. 磷矿选矿废水的毒性以及各选矿药剂对毒性的贡献

(1) 废水的毒性 某磷矿选矿厂总排水口废水系由尾矿废水和精矿废水两股汇合而成，在现场分别测定对隆线蚤的毒性。① 总排水口废水：将总排水口废水原液及稀释成 1/2、1/4、1/8 和 1/16 对蚤进行毒性试验，结果发现，连废水原液蚤平均死亡都未超过半数(24 小时平均存活 56.3%，48 小时平均存活 53.6%)。可见废水的毒性甚低。经 t 值检验，各稀释浓度组与对照组差异不显著 ($P > 0.1$)，唯废水原液与对照组差异显著 ($0.025 < P < 0.01$)。这表明总排水口废水只有废水原液对蚤有低毒性。将总排水口废水在室温下存放两个月后再做毒性试验，48 小时存活 80%，比新鲜废水(存活 53.6%)毒

表 6 浮选药剂 0145 对大型蚤生殖的影响

Tab. 6 Effects of mineral floatation reagent 0145 on reproduction of *Daphnia magna* Straus

浓度 Concentration mg/L	试验蚤数 Number of Daphnids	生殖量 Reproduction \pm SD	产仔总数 Total youngs produced in number
对照 control	10(10)*	127.4 \pm 34.9	1 274
1	10(10)	170.9 \pm 13.2	1 709
2	10(10)	159.9 \pm 18.6	1 599
3	10(2)	147.5 \pm 26.2	295
4	10(3)	158.0 \pm 18.4	474
5	10(2)	157.0 \pm 17.0	314

* 括号内数字为试验结束时的存活数

表 7 大型蚤在浮选药剂 0145 不同浓度中 21 天生殖量的方差分析

Tab. 7 Analysis of variance in the reproduction of *Daphnia magna* Straus Kept at different concentrations of mineral floatation reagent 0145 for 21 days

变异来源 Source of variation	自由度 D. f.	离均差平方和 Sum of squares	均方 Mean square
总变异	36	27 177.57	
组间变异	5	10 400.87	2 080.17
组内变异	31	16 776.7	541.18

$F = 2\,080.17/541.18 = 3.844$

$F_{0.01} = 3.68$

表 8 大型蚤在浮选药剂 0145 不同浓度中 21 天生殖量均数差异的比较

Tab. 8 Comparison of mean reproduction of *Daphnia magna* Straus kept at different concentrations of mineral floatation reagent 0145 for 21 days

浓度 Concentration, mg/L	\bar{x}	$\bar{x}-127.4$	$\bar{x}-147.5$	$\bar{x}-157.0$	$\bar{x}-158.0$	$\bar{x}-159.9$
1	170.9	43.5 (+)	23.4 (-)	13.9 (-)	12.9 (-)	11.0 (-)
2	159.9	32.5 (+)	12.4 (-)	2.9 (-)	1.9 (-)	
4	158.0	30.6 (-)	10.5 (-)	1.0 (-)		
5	157.0	29.6 (-)	9.5 (-)			
3	147.5	20.1 (-)				
对照	127.5					

(+) 表示差异显著; (-) 表示差异不显著

性下降。② 精矿废水：就按上述稀释方法做精矿废水对蚤的毒性试验,连废水原液都求不出 24 和 48 小时的半数致死浓度。经 t 值检验,各浓度组(包括废水原液组)与对照组差异都不显著 ($P > 0.1$)。③ 尾矿废水：也按上述稀释方法做试验,并用直线回归法求出 24 小时 LC_{50} 值为稀释 1/2.11, 95% 可信限范围在 1/1.71—1/2.61 之间; 48 小时 LC_{50} 值为稀释 1/2.60, 95% 可信限范围在 1/2.13—1/3.18 之间。④ 废水毒性的比较：根据以上试验结果, 3 种废水的毒性强弱按顺序可以列为：尾矿废水>总排水口废水>精矿废水。

(2) 各选矿药剂对毒性的贡献 磷矿选矿过程中加入 4 种选矿药剂,为了解各药剂在废水毒性中所起的作用,将 4 种选矿药剂各自单独对隆线蚤进行毒性试验,并用直线回归法计算 LC_{50} 值及其 95% 可信限范围,结果见表 9。从表中可以看到 S808 和亚硫酸化皂属低毒, Na_2CO_3 属微毒, Na_2SiO_3 属无毒。

根据某选矿厂提供的资料,将选矿(中试)过程中各种选矿药剂的用量及选矿配制的浓度列于表 10。若按各自对隆线蚤的 48 小时 LC_{50} 值为 1 个毒性单位,依选矿时药剂加入浓度折算成等毒性单位作比较(毒性单位= $\frac{\text{选矿药剂浓度}}{48 \text{ 小时 } LC_{50} \text{ 值}}$),则 S808 毒性最大(毒性单位 50.00),亚硫酸化皂次之(毒性单位 26.67), Na_2CO_3 较小(毒性单位 6.66), Na_2SiO_3 最小(毒性单位 0.35)。

表 9 磷矿选矿药剂对隆线蚤的毒性

Tab. 9 The toxicity of phosphoromineral dressing reagents to *Daphnia carinata* King

选矿药剂 Phosphoromineral dressing reagents	24h LC_{50} mg/L	48h LC_{50} mg/L
S808	24.48(19.39—31.05)*	20.49(16.28—25.78)*
亚硫酸化皂	29.59(25.39—34.50)	15.90(11.95—21.12)
Na_2CO_3	641.29(597.72—687.86)	562.99(511.45—619.44)
Na_2SiO_3	3 666.60(3 083.90—4 374.21)	2 865.44(2 413.24—3 402.51)

* 95% 可信限

表 10 磷矿选矿时选矿药剂用量及其配制溶液的等毒性单位

Tab. 10 Amount of dressing reagents used in phosphoromineral dressing and the iso-toxic units

选矿药剂 Dressing reagents	母液浓度 Concentration of stock solution %	加入量 Amount of reagents ml/m ³	选矿时配制的浓度 Compound concentration mg/L	等毒性单位 The iso-toxic units
S808	5	20 000	1 000	50.00
亚硫酸化皂	1	40 000	400	26.67
Na_2CO_3	10	37 500	3 750	6.66
Na_2SiO_3	5	20 000	1 000	0.35

讨 论

1. 当今,世界各国广泛用蚤类的急性毒性试验数据评价化学物或废水的毒性强度,但目前尚无统一的分级标准,在生产实践中使用这些试验数据存在一定困难。为此,我们根据近 20 年来对蚤类毒性研究的结果,并参照国内外大量有关资料,提出按 48 小时 LC_{50} 值划分化学物对蚤类的毒性分级基准(表 11),以供大家讨论,为早日建立我国的蚤类急性毒性分级基准而共同努力。提出这个建议的毒性分级基准是基于以下三点设想。

(1) 蚤类对不同化学物的敏感性悬殊很大,剧毒物质如氯化高汞对大型蚤的 48 小时 LC_{50} 为 0.0135 毫克/升^[3],对硫磷对隆线蚤的 48 小时 LC_{50} 为 0.00021 毫克/升^[4];而微毒或无毒物质丙酮对大型蚤的 48 小时 LC_{50} 为 12 700 毫克/升, *n*-丙醇对大型蚤的 48 小时 LC_{50} 为 7 087 毫克/升^[6]。鉴于这种毒性差别,有必要对蚤类的毒性划分等级,以便在评价化学物的毒性强度时提供准绳。

(2) 化学物对鱼类的毒性分级资料不少^[1,2],可是对蚤类的毒性分级资料却不多。参照 Canton 等(1976)^[7]提出的以化学物对大型蚤 48 小时 $LC(EC)_{50}$ 值在 1—10 毫克/升为中等毒性,以此作为基准,然后按我们搜集的蚤类毒性数据的分布,在中等毒性向上下各推出两个等级,共设 5 个等级。

(3) 根据我们搜集数百种化学物对蚤类的急性毒性数据,若按此 5 个毒性分级基准划分,重金属镉、汞、铜和有机磷农药马拉硫磷、对硫磷属剧毒等级,有机氯农药狄氏剂、异狄氏剂属高毒等级,浮选药剂 2 号油、0145 和 S808 属中等毒或低毒等级,而有机溶剂丙酮、酒精及抗菌素青霉素、灰黄霉素则属微毒或无毒等级。这样的划分级别,在生产实践中是能够接受的。

2. 在浮选药剂 0145 对大型蚤的有效浓度及其应用因子的评价方面。按 Parkhurst 等(1981)^[9]的方法将存活、生长和生殖 3 种毒性基准的未觉察反应浓度 (No-Observed-Effects Concentration) (NOEC) 和最低觉察反应浓度 (Lowest-Observed-Effects Concentration) (LOEC) 列于表 12。表中显示浮选药剂 0145 对大型蚤的 NOEC 为 2 毫克/升, LOEC 为 3 毫克/升。说明 25℃ 时,在我们的试验条件下,浮选药剂对大型蚤慢性毒性阈限在 2—3 毫克/升之间。Mount & Stephan (1967)^[8]曾提出对鱼类的安全浓度除以 TL_m 值,即可得出应用因子。参照这个计算方法,求出浮选药剂 0145 对大型蚤的应用因子为 0.15—0.22。若以这个应用因子推算其它浮选药剂,可得到参考的完全浓度(表 13)。

3. 选矿废水的毒性方面。某选矿厂的废水,无论是总排水口废水,或者是汇合前的尾矿废水和精矿废水,对隆线蚤的毒性均很低。而按该厂选矿药剂实际加入量计算,则大部分用药浓度远大于对蚤的 48 小时 LC_{50} 值。这种毒性变化,是由于各选矿药剂之间相互作用,抑或与矿石之间交互作用的缘故,还是其它因素的影响,有待进一步深入研究。不过应该提出的是,在研究排放标准时除充分注意选矿药剂毒性的同时,还应考虑通过选矿过程中选矿药剂毒性下降的实际情况。

我们曾把使用 S808 作为浮选剂的某选矿厂总排水口废水约 20 升,静置于玻璃缸内,

表 11 建议的化学物对溞类的毒性分级

Tab. 11 Proposed classification of toxicity of chemicals to *Daphnia*

毒性等级 Classification of toxicity	剧毒 Violent toxic	高毒 High toxic	中等毒 Medium toxic	低毒 Low toxic	微毒或无毒 Slight-toxic or no-toxic
48h LC ₅₀ mg/L	<0.1	0.1—1	1—10	10—100	>100

表 12 用 3 种毒性基准评价浮选药剂 0145 对大型溞的 NOEC 和 LOEC

Tab. 12 No-Observed-Effects Concentration (NOEC) and Lowest-Observed-Effects Concentration (LOEC) of mineral floatation reagent 0145 for *Daphnia magna* Straus

评价项目 Item	NOEC mg/L	LOEC mg/L
存活 Survival	2	3
生长 Growth	5	>5
生殖 Reproduction	5	>5

表 13 各种浮选药剂对大型溞的参考安全浓度

Tab. 13 Reference safe-concentration of mineral floatation reagents for *Daphnia magna* Straus

浮选药剂 Mineral floatation reagents	参考安全浓度 Reference safe-concentration (mg/L)
MPA	0.36
2号油	0.67
Fu	1.65
0145	1.68
Yu	3.75
S808	4.05
甘苯油	12.00
10 号油	15.35

在室温下 (17.5—21.5℃) 连续观察 15 天, 每天测定化学特性的变化 (图 2)。存放期间, pH 逐渐下降, 从 10.05 降到 9.50; DO 变化有波动 (曾因移动玻璃缸), 趋势是迅速下降, 自 6.5 至 1.2 毫克/升; 电导率变化在 930—1100 μS /厘米之间。用贮存两个月的总排水口废水做试验, 结果表明其毒性比新鲜废水下降。在考虑到废水排放对水生生态系统影响时, 若将废水贮存一段时间再排放, 想必是可取的。

此外, 我们曾对本文述及的部分浮选药剂在模拟水生生态系统试验中进行了剖析, 并对其组分在水环境中的归趋进行了研究。发现水环境对浮选剂 MPA、0145 和 10 号油有

较强的净化能力,即使在高达 100 毫克/升浓度组水体中停留半个月,这些药剂去除率均达 85—95% 以上。甘苣油也是如此,50 毫克/升浓度组在 20 天后就难以检出其组分。在

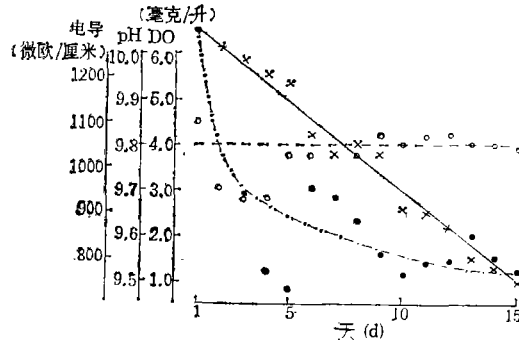


图 2 磷矿选矿厂总排水口废水存放期间化学特性的变化

Fig. 2 Changes in some characters of phosphoromineral dressing effluent stocked for 15 days

——pH, -----电导, - · - · - DO

毒性方面,从对藻类和鱼类毒性(另有报告)试验结果看,它们虽有一定毒性,但随药剂迅速降解,毒性逐渐下降。所以这些浮选药剂均有广阔的使用前途。根据剖析,MPA、0145 和 10 号油这三种浮选药剂的主要化学组分是甲基醇类和醇类化合物,在水环境中比较稳定,被氧化分解也难,同时浮选药剂到达一定浓度时,对水生生物仍有影响。因此,为了保护水环境,还有一个控制排放量的问题;只有严格控制合理的排放量,才能有利于自然净化,才能对潜在的危害防患于未然。

参 考 文 献

- [1] 见百熙, 1985. 浮选药剂. 1—502. 冶金工业出版社。
- [2] 庄德辉、梁彦龄、孙美娟, 1984. 六六六对大型溞生态学的影响. 水生生物学集刊, 8(3): 259—269.
- [3] 庄德辉、梁彦龄、邓冠强, 1984. 氯化高汞对大型溞的慢性毒性. 水生生物学集刊, 8(4): 449—456.
- [4] 湖北省水生生物研究所六室, 1976. 用溞类监测农药污染水体的初步试验. 环境科学, (1): 53—56.
- [5] 金沢纯·田中二良, 1979. 水生生物と农药(理论应用编), サイエンス社。
- [6] Canton, J. H. and Adema, D. M. M., 1978. Reproducibility of short-term and reproduction toxicity experiments with *Daphnia magna* and comparison of the sensitivity of *Daphnia magna* with *Daphnia pulex* and *Daphnia cucullata* in short-term experiments. *Hydrobiologia*, 59(2): 135—143.
- [7] Canton, J. H. and Van Esch, G. J., 1976. The short-term toxicity of some feed additives to different freshwater organisms. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 15(6): 720—725.
- [8] Mount, D. I. and Stephan, C. E., 1967. A method for establishing acceptable toxicant levels for fish. Malathion and the Butoxyethanol ester of 2, 4-D. *Trans. Amer. Fish Soc.*, 96(2): 185—193.
- [9] Parkhurst, B. R., Bradshaw, A. S., Forte, J. L. and Wright, G. P., 1981. The chronic toxicity to *Daphnia magna* of acridine, a Representative azaarene present in synthetic fossil fuel products and wastewater. *Environmental Pollution (Series A)*, 24(1): 21—30.

A STUDY ON THE TOXICITY OF MINERAL FLOATATION REAGENTS TO *DAPHNIA*

Zhuang Dehui and Li Zhisheng

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan)

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the effects of mineral floatation reagents on *Daphnia*. The toxicity of eight kinds of floatation reagent was studied under renewed static conditions at $25 \pm 1^\circ\text{C}$. The 48hr LC_{50} of floatation reagents for $12 \pm 12\text{h}$ old *Daphnia magna* Straus was estimated to be between 2.40 and 102.30 mg/L. The acute toxicities are in the order of $\text{MPA} > \text{No.2 oil} > \text{Fu} > 0145 > \text{Yx} > \text{S808} > \text{Ganbian oil} > \text{No. 10 oil}$. Chronic No-Observed Effect Concentration (NOEC) of mineral floatation reagent 0145 was 2 mg/L and Lowest-Observed-Effects Concentration (LOEC) was 3 mg/L. The application factors were within the range of 0.15—0.22. The test of toxicity of phosphoromineral dressing effluent to *Daphnia carinata* King indicates that the toxicity is low. The iso-toxic units of four mineral dressing reagents were calculated to be 50.00 for S808, 26.67 for sulfitating soap, 6.66 for Na_2CO_3 and 0.35 for Na_2SiO_3 , respectively. A classification of the toxicity of chemicals to *Daphnia* is proposed as: very high, < 0.1 ($\times 48 \text{ LC}_{50}$); high, 0.1—1; moderate, 1—10; low, 10—100; slight or non-toxic, > 100 .

Key words *Daphnia magna*, *Daphnia carinata*, acute toxicity, chronic toxicity, mineral floatation reagent