

综合评估结论

——Phoslock®水体深度除磷技术

(1) 该技术的磷去除效率较高，具有明显的专一性，可以实现泥水同控，尤其对低浓度磷污染（磷浓度 $<0.1\text{mg/L}$ ）具有较好的应用效果。

(2) 该技术拥有独立知识产权，具有专门的生产线、可靠的应用方法、规范的操作规程及一体化施工设备，具备工程应用条件。

(3) 该技术优先适用于无外源污染物进入的封闭水体或缓流流域。如用在黑臭水体治理过程中，应严格遵守《城市黑臭水体整治工作指南》、《农村黑臭水体治理工作指南（试行）》等文件的相关要求，符合系统综合、标本兼治、经济适用、利用优先、绿色安全的原则。

(4) 综合相关机构的评估和检测报告、企业提供的技术文件及工程案例等相关材料，该技术成熟，安全、可靠。

技术检测报告

——Phoslock®水体深度除磷技术

No. GHB2019HB00295

报告防伪码: NNB8LZ



中国认可
国际互认
检测
TESTING
CNAS L7736

检验检测报告

TEST REPORT

产品名称: 锁磷剂

Sample:

受检单位: 风斯乐(长兴)水治理有限公司

Tested Part:

检验类别: 委托检验

Classification:

国家环保产品质量监督检验中心

China National Centre for Quality Supervision and Test of Environmental Protection Products



注 意 事 项

1. 报告无我单位“检验检测专用章”无效。
2. 报告复印件无效。
3. 报告无编制、审核、批准人签字无效，无骑缝章无效。
4. 报告涂改无效。
5. 无特殊说明，委托检验仪对来样负责；委托检验报告中因第三方信息由委托方提供并对其真实性负责。
6. 对本报告若有异议，请于收到检验报告之日起十五日内，向我单位或上级主管部门、下达检验任务的行政主管部门提出，逾期不予受理。
7. 收到本报告一个月内，可凭我单位检验委托单领取样品，否则，按我单位规定予以处理。
8. 本中心对外出具检验检测报告的法律责任，由河北省环保产品质量监督检验研究院承担。

地址：石家庄市中华南大街 537 号

业务受理电话：0311-67568288

投诉电话：0311-67568415

传真：0311-67568128

邮政编码：050091

网址：www.zjhbqc.com

国家环保产品质量监督检验中心
检 验 检 测 报 告
 Test Report

No. GHB2019HB00295

共 2 页 第 1 页

产 品 名 称 Sample	优磷剂	规 格 型 号 Specification model	优磷剂
		商 标 Brand	Phoslon®
委 托 单 位 Client	风斯乐(长兴)水处理有限公司	委 托 人 Client	刘小秋
受 检 单 位 Tested Part	风斯乐(长兴)水处理有限公司	检 验 类 别 Classification	委托检验
标 称 生 产 单 位 Nominal Manufacturer	风斯乐(长兴)水处理有限公司	生 产 日 期 / 批 号 Date of manufacture	20190105
样 品 等 级 Grade	合格品	样 品 状 况 Sample Description	灰白色颗粒
样 品 数 量 Sample Quantity	200g	到 样 日 期 Sample Date of arrival	2019-6-1
检 验 依 据 Test Standard	Q/FSL 001-2019		
检 验 项 目 Test Item	外观、含水量、pH、氯磷去除率、游离氯		
检 验 结 论 Test Conclusion	该样品依据Q/FSL-001-2019《优磷剂》检验，结果见附件。  签发日期: 2019年6月11日		
备 注 Note	结果仅适用于本厂提供的样品。		

批 准:
Approver

肖军
解

审 核:
Verifier

胡海恩
胡海恩

编 制:
Producer

刘浩南
刘浩南

国家环保产品质量监督检验中心
检 验 检 测 报 告 (附页)
 Test Report

No. GH820191800295

共 2 页 第 2 页

序号	检验项目	单位	技术要求	检验结果	单项判定
1	外观	——	灰白色颗粒	符合要求	符合
2	含水率	%	7~10	9.0	符合
3	pH (10g/L)	——	6~9	7.1	符合
4	总磷去除率 (0.45g/2L 10g/L磷溶液)	%	>80	80.2	符合
5	游离铜 (5g/L)	mg/L	≤0.1	4.20×10^{-2}	符合

以下空白



Water Quality Association Gold Seal Certificate

Phoslock Water Solutions Limited

Suite 403, 25 Lime Street
Sydney NSW 2000,

Facility: Leshan Primet New Materials Co. Ltd



Certification Date: March 11, 2014

Authorized By: *Thomas F. Fisher*

Thomas F. Fisher
Executive Director



Water Quality Association
4151 Naperville Road
Lisle, IL 60532, USA

Water Quality Association Official Gold Seal Listing

Granted to the following Company:

Phoslock Water Solutions Limited
Suite 403, 25 Lime Street
Sydney NSW 2000,

For the Facility Located at:

Leshan Primet New Materials Co. Ltd
Wu Tong Qiao
Leshan City, Sichuan

The WQA Gold Seal Certification Department has issued certification for the following model(s) to the standard(s) below. Only models that appear in the official listing are authorized to bear the WQA Gold Seal.

NSF/ANSI 60 (05/02/2011): Drinking Water Treatment Chemicals - Health Effects is within WQA's ANSI and SCC approved scope of accreditation Drinking Water Treatment Chemicals Scheme

Phoslock Phoslock Phosphate
Sequestering Agent



Notice: To request any changes to the certified model(s), please request a change to Certified Product (CCP) form. Examples include any change to the wetted parts or formulations such as supplier or material types, literature, or a change in company name. This list is not all inclusive. Failure to submit documentation regarding changes may result in non-compliance with the standard(s) as well as de-listing of the affected models.

PHOSLOCK 的水生态 安全风险评估报告

中国环境科学研究院

国家环境保护化学品生态效应与风险评估重点实验室

2016年9月

PHOSLOCK 的水生态安全风险评估报告

摘要

对委托方“枫斯乐(上海)水治理技术有限公司”送检的 PHOSLOCK 样品(样品编号: 2016-04-05-1)进行检测评估, 主要检测方法与测试结果如下:

1. GB/T 21874-2008 鱼类急性毒性试验

结果: 受检样品对斑马鱼不产生急性毒性效应;

2. GB/T 16125-2012 大型溞急性毒性试验

结果: 受检样品对大型溞不产生急性毒性效应;

3. GB/T 21809-2008 蚯蚓急性毒性试验

结果: 受检样品对赤子爱胜蚓不产生急性毒性效应;

4. GB/T 21805-2008 藻类生长抑制试验

结果: 受检样品对藻类生长有抑制作用;

5. GB/T 21801-2008 快速生物降解性-呼吸计量法试验

结果: 受检样品不具备快速生物降解性。

主要评估结论:

根据危害性鉴别得出, PHOSLOCK 样品为一般类化学物质, 在标准方法的试验条件下受检的 PHOSLOCK 样品对代表性测试物种鱼类(斑马鱼)、溞类(大型溞)、蚯蚓(赤子爱胜蚓)未产生急性毒性, 也未对试验溶液中的 pH、DO、水温等主要水质参数产生明显影响。因此, 该受检样品属于水生态环境低风险物质。



目 录

1. 项目来源与目的.....	4
2. 主要依据.....	5
2.1 相关法律、法规及规定.....	5
2.2 其他文件.....	5
3. 项目的风险评估与经济损失评估技术路线.....	7
4. PHOSLOCK 样品的测试.....	9
4.1 斑马鱼急性毒性测试.....	9
4.1.1 毒性测试结果摘要.....	9
4.1.2 受试生物.....	9
4.1.3 试验条件.....	11
4.1.4 试验设计与过程.....	11
4.1.5 试验结果.....	14
4.1.6 试验有效性.....	16
4.2 大型溞急性毒性测试.....	17
4.2.1 毒性测试结果摘要.....	17
4.2.2 受试生物.....	17
4.2.3 试验条件.....	17
4.2.4 试验设计与过程.....	18
4.2.5 试验结果.....	19
4.2.6 试验有效性.....	22
4.3 蚯蚓急性毒性测试.....	22
4.3.1 毒性测试结果摘要.....	22
4.3.2 受试生物.....	22
4.3.3 试验条件.....	23
4.3.4 试验设计与过程.....	23
4.3.5 试验结果.....	25
4.3.6 试验有效性.....	26
4.4 快速生物降解试验.....	27
4.4.1 降解测试结果摘要.....	27
4.4.2 试验条件.....	27
4.4.3 接种物制备.....	27
4.4.4 试验设计与过程.....	27
4.4.5 试验结果.....	30
4.4.6 试验有效性.....	34
4.5 藻类生长抑制测试.....	34
4.5.1 测试结果摘要.....	34
4.5.2 受试生物.....	35
4.5.3 试验条件.....	35
4.5.4 试验设计与过程.....	36
4.5.5 试验结果.....	37
4.5.6 试验有效性.....	41

5. PHOSLOCK 样品的水生态安全风险评估.....	42
5.1 定性水生态危害性评估.....	42
5.1.1 评估内容.....	42
5.1.2 数据评估.....	42
5.1.3 危害性分类.....	43
5.1.4 环境管理类别划分.....	43
5.1.5 生态危害性鉴别程序.....	46
5.1.6 定性生态危害性表征方法.....	47
5.2 定性水生态暴露评估.....	48
5.2.1 评估内容.....	48
5.2.2 评估因子.....	48
5.2.3 评估因子分值.....	48
5.2.4 生态暴露分级.....	50
5.3 定性生态风险表征.....	50
5.3.1 评估方法.....	50
5.3.2 评估结论.....	51
6. 主要结论.....	52
附件 1.....	53

1. 项目来源与目的

1.1 项目来源

受风斯乐（上海）水治理技术有限公司委托，中国环境科学研究院国家环境保护化学品生态效应与风险评估重点实验室开展了送检的 PHOSLOCK 样品（样品编号：2016-04-05-1）的斑马鱼急性毒性测试、大型溞急性毒性测试、快生生物降解性测试、绿藻生长抑制测试和蚯蚓急性毒性测试，在收集相关资料的基础上，依据相关法律、法规及标准等有关规定，同时根据项目技术服务合同，对 PHOSLOCK 样品的水生态安全进行评估。

1.2 项目目的

2016 年 4 月，项目组受风斯乐（上海）水治理技术有限公司委托，通过初步调查委托方提供的资料，编制了鱼类、溞类、绿藻、蚯蚓的急性毒性和快速生物降解性测试项目报价单，通过双方沟通协调，签订了技术服务合同，依据相关法律、法规及标准等有关规定，对送检的 PHOSLOCK 样品的水生态安全风险进行评估。

2. 主要依据

2.1 相关法律、法规及规定

- ① 《新化学物质环境管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第7号）；
- ② 《新化学物质申报登记指南》（环办[2010]124号）；
- ③ 《化学物质风险评估导则》HJ 送审稿；
- ④ 《新化学物质危害性鉴别导则》HJ/T 154 送审稿；
- ⑤ 《化学品测试导则》HJ/T 153；
- ⑥ 《化学品测试合格实验室导则》HJ/T 155；
- ⑦ 《检测和校准实验室能力认可准则》CNAS-CL01；
- ⑧ 《检测和校准实验室能力认可准则在化学检测领域的应用说明》CNAS-CL10。

2.2 其他文件

- ① 委托方提供的测试报告等相关资料；
- ② 大型溞急性毒性实验方法 GBT 16125-2012 等标准测试方法,环境保护部化学品登记中心《化学品测试方法——生物系统效应卷》（第二版）202 溞类急性活动抑制试验；
- ③ 化学品 蚯蚓急性毒性试验 GB/T 21809-2008 等标准测试方法,环境保护部化学品登记中心《化学品测试方法——生物系统效应卷》（第二版）207 蚯蚓急性毒性试验；
- ④ 化学品 快速生物降解性 呼吸计量法试验 GB/T 21801-2008 等标准测试方法；
- ⑤ 环境保护部化学品登记中心《化学品测试方法 2 生物系统效应卷》203 鱼类急性毒性试验等标准测试方法；

⑥ 化学品 藻类生长抑制试验 GB/T 21805-2008 等标准测试方法；

⑦ 项目技术服务合同等材料。

3. 项目的风险评估与经济损失评估技术路线

结合风斯乐（上海）水治理技术有限公司提供的有关资料，根据项目技术服务合同书的要求，本次水生态安全风险评估采用的技术路线见图 3-1，对送检的 PHOSLOCK 样品的水生态安全进行评估。本次评估通过资料收集、实验室生态毒理学测试等方法，进行了样品对水生态安全风险的分析。同时，参照环境保护部《化学物质风险评估导则》送审稿的相关要求对送检的 PHOSLOCK 样品的水生态安全风险进行评估与编写（图 3-2）。

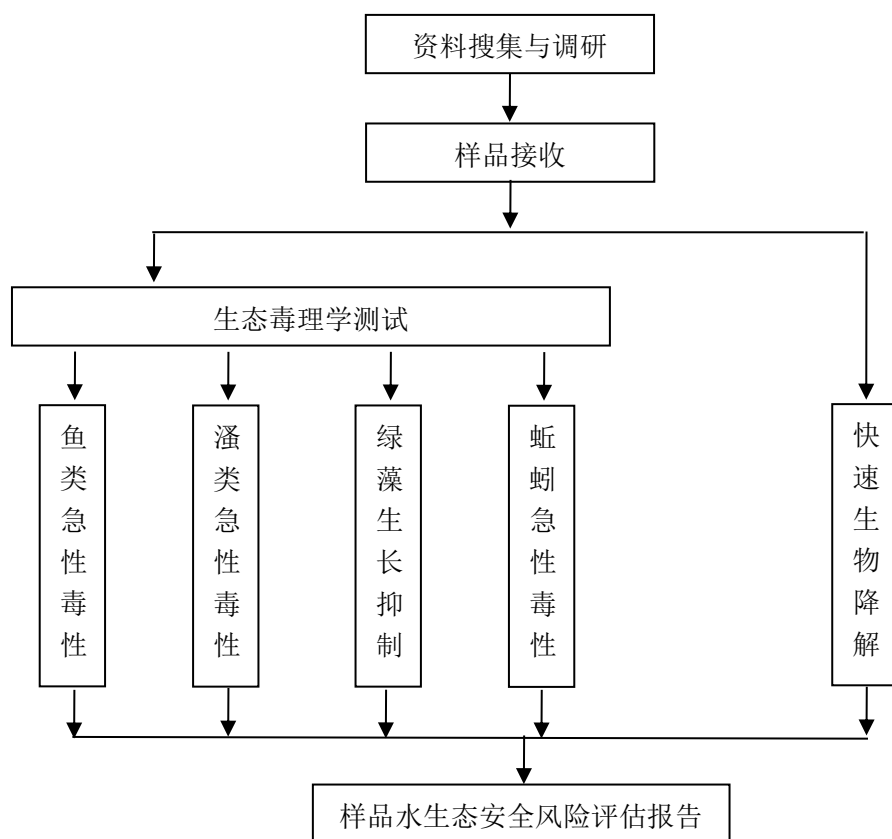


图 3-1 项目的技术路线图

PHOSLOCK 样品的水生态安全风险评估分为四个步骤：危害性鉴别、危害性表征、暴露评估和风险表征。技术流程见图 3-2。

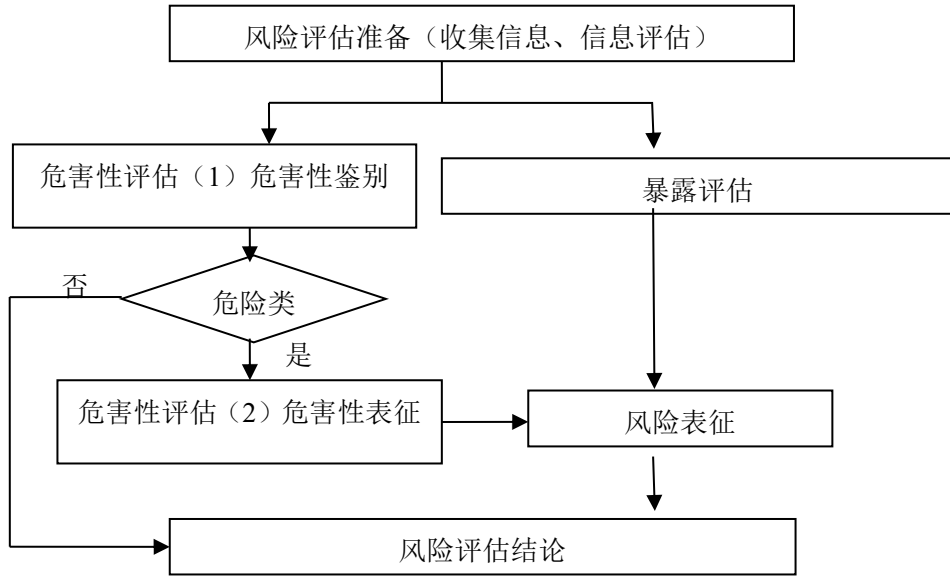


图 3-2 水生态安全风险评估技术图

4. PHOSLOCK 样品的测试

根据项目技术服务合同书的要求，中国环境科学研究院环境保护化学品生态效应与风险评估重点实验室，采用相关认可体系文件，依据相关认可标准方法（GB/T 21814-2008 鱼类急性毒性试验、GB/T 16125-2012 大型溞急性毒性试验、GB/T 21809-2008 蚯蚓急性毒性试验、GB/T 21805-2008 藻类生长抑制试验、GB/T 21801-2008 快速生物降解性呼吸计量法试验、等相关标准方法），开展了送检的 PHOSLOCK 样品（样品编号：2016-04-05-1，主要成分：约 95%的膨润土和约 5%的镧）的斑马鱼急性毒性测试、大型溞急性毒性测试、快生生物降解性测试、绿藻生长抑制测试和蚯蚓急性毒性测试。

4.1 斑马鱼急性毒性测试

4.1.1 毒性测试结果摘要

本项目采用斑马鱼 (*Brachydanio rerio*) 作为受试生物对送检的 PHOSLOCK 样品的鱼类 96 h 急性毒性 (LC₅₀) 进行了研究。样品水溶性较差，在实验条件下按 1:10 (PHOSLOCK: 水) 比例配制成浸出原液 (100%)，再用水按百分比配制成不同试验浓度。通过预试验和正式试验结果得出，在当前试验条件下，1:10 的 PHOSLOCK 浸出原液不对斑马鱼产生急性毒性效应。

4.1.2 受试生物

斑马鱼 (*B. rerio*)，来自本室长期饲养的同一批孵化个体 (5 月龄)。试验前在试验稀释用水中驯养至少 7 d，个体均一，平均体长 25.16 mm，平均体重 0.1024 g。



图 4-1 斑马鱼养殖



图 4-2 斑马鱼驯养

4.1.3 试验条件

温度： $22\pm 1^{\circ}\text{C}$

光照：光：暗 = 16 h：8 h

pH：7.66 ~ 8.48

DO：>70.0%

喂食：试验期间不喂食

4.1.4 试验设计与过程

斑马鱼急性毒性试验分为预试验和正式试验：

预试验：用天平量称取 100.0 g 样品于 1000 mL 试验用水中，在室温环境中充分搅拌并浸泡 24 h，经 $0.45\ \mu\text{m}$ 滤膜过滤，得到 1:10 的浸出原液。将此浸出原液和水按不同的比例配制成预试验所需浓度，预试验共设置 5 个浓度组，分别是

3.125%、6.25%、12.5%、25%和 50%。以曝气自来水作为空白对照，每个试验浓度及空白对照中各 5 条鱼，不设平行。

正式试验：正式试验为限度试验，设置 1 个浓度组，即 100%浸出原液。以曝气自来水作为空白对照，每个容器放 7 条鱼，不设平行。

第一次正式试验采用静态法，定期观察测量试验组及对照组容器内的 pH、DO、水温以及鱼的生存状况。

由于第一次正式试验开始和结束时的受试物浓度变化超过 20%，故进行第二次正式试验，第二次正式试验采用半静态法，48h 更换一次试验溶液。



图 4-3 斑马鱼急性毒性测试（预试验）



图 4-4 斑马鱼急性毒性测试（正式试验）



图 4-5 鱼类急性毒性测试系统

4.1.5 试验结果

4.1.5.1 驯养

受试斑马鱼在试验稀释用水中驯养至少 7 d，驯养期间死亡率为 0，表明本批次斑马鱼符合试验要求，可以用于毒性测试。

4.1.5.2 预试验

预试验结果显示，对照组和各试验组中 5 条鱼均无死亡，表明可以进行限度试验的正式试验。各浓度试验组和空白对照组结果见表 4-1。

表 4-1 斑马鱼暴露于样品中 96 h 内的观察记录表（预试验）

时间	项目	对照	浓度组 (%)				
			3.125	6.25	12.5	25.0	50.0
0 h	水温 (°C)	23.7	23.7	23.7	23.6	23.5	23.5
	pH	8.33	8.39	8.42	8.45	8.42	8.38
	DO (%)	98.1	96.8	95.8	93.8	91.8	86.3
	累积死亡数	0	0	0	0	0	0
24 h	水温 (°C)	23.5	23.5	23.6	23.4	23.4	23.4
	pH	7.88	7.99	7.92	7.97	7.92	7.87
	DO (%)	73.1	77.2	70.7	75.0	68.9	68.4
	累积死亡数	0	0	0	0	0	0
48 h	水温 (°C)	23.5	23.6	23.6	23.5	23.5	23.4
	pH	7.88	7.96	7.88	7.94	7.90	7.86
	DO (%)	78.1	77.8	70.1	78.4	72.3	72.8
	累积死亡数	0	0	0	0	0	0
72 h	水温 (°C)	23.3	23.3	23.4	23.3	23.2	23.1
	pH	7.81	7.87	7.87	7.89	7.89	7.88
	DO (%)	78.5	80.0	72.4	78.4	74.1	75.6
	累积死亡数	0	0	0	0	0	0
96 h	水温 (°C)	23.6	23.6	23.6	23.5	23.4	23.4

	pH	7.83	7.91	7.87	7.90	7.89	7.88
	DO (%)	79.0	79.8	73.9	76.8	77.0	77.8
	累积死亡数	0	0	0	0	0	0

4.1.5.3 正式试验

第一次正式试验采用静态法，但由于试验开始和结束时样品浓度变化超过20%，故采用半静态法（48h换水一次）进行第二次正式试验。

第二次正式试验结果显示，在本实验条件下，对照组和试验组均无鱼死亡，即死亡率为0，表明样品对斑马鱼的96 h-LC50 大于>100%（1:10浸出原液）的概率至少为99%。试验组和空白对照组结果见表4-2。

表4-2 斑马鱼暴露于样品中96 h内的观察记录表（正式试验）

时间	项目	对照	试验组 (%)
			100
0 h	水温 (°C)	22.8	22.6
	pH	8.48	8.38
	DO (%)	101.5	75.0
	累积死亡数	0	0
24 h	水温 (°C)	22.6	22.5
	pH	8.01	7.88
	DO (%)	83.8	72.1
	累积死亡数	0	0
48 h 换水前	水温 (°C)	22.7	22.5
	pH	7.91	7.89
	DO (%)	83.4	75.9
	累积死亡数	0	0
48 h 换水后	水温 (°C)	22.5	22.8
	pH	8.45	8.33
	DO (%)	103.5	73.1

	累积死亡数	0	0
72 h	水温 (°C)	22.4	22.5
	pH	8.05	8.06
	DO (%)	90.2	83.8
	累积死亡数	0	0
96 h	水温 (°C)	22.5	22.3
	pH	8.02	8.01
	DO (%)	87.2	83.3
	累积死亡数	0	0

4.1.5.4 样品溶液浓度监控

表 4-3 为试验样品浓度测定结果。结果表明, PHOSLOCK 在本试验条件下比较稳定, 其浓度变化小于 20%。因此本试验采取半静态法是可行的。

表 4-3 试验溶液中 PHOSLOCK 稳定性测定结果

浓度组	实测浓度 (µg/L)		浓度差异 (%)
	0 h	96 h	
100%	3.017	2.992	0.82

4.1.5.5 结论

配置浓度为 100 % (1:10 浸出原液) 下的样品对斑马鱼无致死效应, 表明该样品对斑马鱼的 96 h-LC₅₀ 大于其配置浓度的概率至少为 99%。

4.1.6 试验有效性

- (1) 稀释用水 (曝气自来水) 各项水质指标合格;
- (2) 驯养 7 d 的鱼死亡率不超过 5%;
- (3) 试验结束时对照组的死亡率不超过 10%;
- (4) 试验溶液的浓度波动不超过 20%;
- (5) 受试斑马鱼的负荷 < 1 g/L;
- (6) 试验溶液的溶解氧含量大于 60% 空气饱和值。

试验结果符合以上有效性原则，表明本试验有效。

4.2 大型溞急性毒性测试

4.2.1 毒性测试结果摘要

本项目采用大型溞（*Daphnia magna*）作为受试生物，对送检的样品 PHOSLOCK 的 48 h 大型溞活动抑制试验进行了研究。样品水溶性较差，在实验条件下按 1:10（PHOSLOCK：水）比例配制成浸出原液（100%），再用水按百分比配制成不同试验浓度。通过预试验和正式试验结果得出，在当前试验条件下，1:10 的 PHOSLOCK 浸出原液不对大型溞产生急性活动抑制效应。

4.2.2 受试生物

大型溞（*D. magna*）由本实验室长期养殖，养殖条件与试验条件相同。每批次试验用溞为实验室培养的同一健康亲溞孤雌生殖三代以上的幼溞，溞龄为 6 h~24 h，挑选健康活泼的幼溞开展试验。



图 4-6 大型溞养殖

4.2.3 试验条件

温度：20±1℃

光照：光：暗 = 16 h：8 h，光照强度不超过 1000 lx；

pH：8.34 ~ 8.59

DO: >7.50 mg/L

喂食: 试验期间不喂食

4.2.4 试验设计与过程

斑马鱼急性毒性试验分为预试验和正式试验:

预试验: 用天平量称取 20.0 g 样品于 200 mL 试验用水中, 在室温环境中充分搅拌并浸泡 24 h, 经 0.45 μm 滤膜过滤, 得到 1:10 的浸出原液。将此浸出原液和水按不同的比例配制成预试验所需浓度, 预试验共设置 5 个浓度组, 分别是 20%、40%、60%、80%和 100%。以曝气自来水作为空白对照, 每个试验浓度及空白对照中各 5 个蚤, 预试验不设平行。

正式试验: 用天平量称取 30.0 g 样品于 300 mL 试验用水中, 在室温环境中充分搅拌并浸泡 24 h, 经 0.45 μm 滤膜过滤, 得到 1:10 的浸出原液。依据预试验测试结果, 正式试验设置 1 个浓度组, 即 100% (浸出原液)。以曝气自来水作为空白对照, 每个试验浓度及空白对照中各 20 个蚤, 正式试验浓度组及空白组设 4 个平行, 每个容器放置 5 个蚤。

试验采用静态法, 并按照《大型蚤急性毒性实验方法》要求, 定期观察测量试验组及对照组容器内的 pH、DO、水温以及蚤的活动等状况。正式试验开始 0 h 和试验结束 48 h 时, 对浓度组进行取样, 通过化学分析监测试验溶液中样品的浓度。



图 4-7 大型蚤急性毒性测试 (正式试验)



图 4-8 大型溞急性毒性测试（正式试验）

4.2.5 试验结果

4.2.5.1 预试验

预试验结果显示，对照组和各试验组中均未产生大型溞的活动抑制效应，表明可以进行限度试验的正式试验。各浓度试验组和空白对照组结果及水质参数见表 4-4、表 4-5。

表 4-4 预试验中大型溞活动抑制效应

浓度	溞数目 (只)	24 h		48 h	
		抑制数 (个)	抑制率 (%)	抑制数 (个)	抑制率 (%)
空白	5	0	0	0	0
20%	5	0	0	0	0
40%	5	0	0	0	0

浓度	蚤数目 (只)	24 h		48 h	
		抑制数 (个)	抑制率 (%)	抑制数 (个)	抑制率 (%)
60%	5	0	0	0	0
80%	5	0	0	0	0
100%	5	0	0	0	0

表 4-5 预试验中水质参数情况

浓度	0 h			48 h		
	DO(mg/L)	pH	温度(°C)	DO(mg/L)	pH	温度(°C)
空白	8.66	8.40	21.3	8.67	8.40	22.0
20%	8.57	8.49	21.1	8.72	8.53	21.9
40%	8.38	8.50	21.1	8.80	8.54	21.2
60%	8.33	8.50	21.2	8.81	8.53	21.4
80%	8.22	8.48	21.3	8.88	8.48	21.1
100%	7.70	8.48	21.3	8.87	8.49	21.3

预试验结果表明：在当前试验条件下，受试物对大型蚤活动抑制的 24 h EC₅₀ 和 48 h EC₅₀ 的浓度>100%，即 1:10 浸出原液不对大型蚤产生急性活动抑制效应。因此，正式试验可直接开展 1:10 浸出原液的大型蚤急性毒性试验。

4.2.5.2 正式试验

正式试验结果显示，对照组和 100%浓度组中均未产生大型蚤的活动抑制效应。浓度试验组和空白对照组结果及水质参数见表 4-6、表 4-7。

表 4-6 正式试验中大型蚤活动抑制效应

浓度	蚤数目 (只)	24 h		48 h	
		抑制数 (个)	抑制率 (%)	抑制数 (个)	抑制率 (%)
空白-a	5	0	0	0	0
空白-b	5	0	0	0	0
空白-c	5	0	0	0	0

浓度	蚤数目 (只)	24 h		48 h	
		抑制数 (个)	抑制率 (%)	抑制数 (个)	抑制率 (%)
空白-d	5	0	0	0	0
100%-a	5	0	0	0	0
100%-b	5	0	0	0	0
100%-c	5	0	0	0	0
100%-d	5	0	0	0	0

表 4-7 正式试验中水质参数情况

浓度	0 h			24 h			48 h		
	DO (mg/L)	pH	温度 (°C)	DO (mg/L)	pH	温度 (°C)	DO (mg/L)	pH	温度 (°C)
空白	8.90	8.37	20.0	8.60	8.34	20.9	8.71	8.45	20.7
100%	7.94	8.59	20.0	8.91	8.59	20.7	8.78	8.59	20.3

正式试验结果表明：在当前试验条件下，受试物对大型蚤活动抑制的 24 h EC₅₀ 和 48 h EC₅₀ 的浓度>100%，即 1:10 浸出原液不对大型蚤产生急性活动抑制效应。

4.2.5.3 样品溶液浓度监控

表 4-8 为试验样品浓度测定结果。结果表明，PHOSLOCK 在本试验条件下比较稳定，其浓度变化均小于 20%。因此试验采取静态法是可行的。

表 4-8 试验溶液中 PHOSLOCK 稳定性测定结果

浓度组	实测浓度 (µg/L)		浓度差异 (%)
	0 h	48 h	
100%	5.461	4.613	15.53

4.2.5.4 结论

配置浓度为 100% (1:10 浸出原液) 下的样品对大型蚤无急性活动抑制效应。

4.2.6 试验有效性

(1) 试验开始时所用的幼蚤龄 6 h~24 h, 且不使用第一批子代;

(2) 空白对照组大型蚤活动正常, 活动抑制率为 0%;

(3) 经检测, 48 h 内受试物质浓度差异在 20%以内;

(4) 试验开始和结束时, 对照和处理组的试验溶液 pH 的变化范围小于 1.5;

试验温度变化不超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$; 试验期间溶液的溶解氧大于 7.50 mg/L。

试验结果符合以上有效性原则, 表明本试验有效。

4.3 蚯蚓急性毒性测试

4.3.1 毒性测试结果摘要

本项目采用赤子爱胜蚓 (*Eisenia fetida*) 开展蚯蚓急性毒性试验, 在温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, 湿度 78%~82%, 照度 400~800 lx, 土壤含水率 33%~37%的条件下, 对送检的 PHOSLOCK 样品的 7 天和 14 天蚯蚓急性毒性进行测试。结果表明, 样品 PHOSLOCK 在人工土壤中对蚯蚓 14 天的 LC_{50} 大于 1000 mg/kg(干重, 下同), 14 天无死亡浓度 LC_0 大于 1000 mg/kg。

4.3.2 受试生物

赤子爱胜蚓 (*E. fetida*) 由本实验室长期养殖, 驯养条件与试验条件相同。每批次试验用蚯蚓为实验室培养的同批次蚯蚓, 以减少受试生物的差异, 本次采用蚯蚓批号 2015-10-D-1-A, 随机挑选健康活泼的蚯蚓开展试验。



图 4-9 蚯蚓养殖

4.3.3 试验条件

温度： 20 ± 2 °C；

湿度：78%~82%；

照度：400~800 lx；

土壤含水率：33%~37%；

喂食：试验期间不喂食。

4.3.4 试验设计与过程

斑马鱼急性毒性试验分为预试验和正式试验：

预试验共设置 4 个浓度组，试验浓度分别为 0、10、100、1000 mg/kg。每个试验浓度 10 条蚯蚓，不设平行。本次预试验最高浓度组尚未见受试生物死亡现象。据此试验现象可判断，该样品的蚯蚓急性毒性试验（14 天）可按生物急性毒性限度试验实验规范要求进行，以不含测试样品的去离子水作为空白对照，正式试验浓度为 0 和 1000 mg/kg，每个试验浓度 40 条蚯蚓，随机平均分成 4 个平行。

按照 GB/T 21809-2008 蚯蚓急性毒性试验要求，不定期测定参比样品氯乙酰

胺对蚯蚓的 LC_{50} 值，每年至少开展一次，以确认试验用蚯蚓的敏感性，并确保试验条件符合试验要求。

参比样品氯乙酰胺的 14 天毒性试验在 2016 年 3 月 22 日~2016 年 4 月 7 日进行。试验浓度为 0、5、10、20、40、80、100 mg/kg，死亡率在 0%到 100%范围内。氯乙酰胺 14 天 LC_{50} 为 21.184 mg/kg，95%置信限：18.629~24.088 mg/kg，试验所用蚯蚓的敏感性符合方法要求。

试验容器为 1 L 的玻璃烧杯，在每个烧杯中加入 750 g（湿重）的试验介质和 10 条蚯蚓。

在使用之前将清肠后的蚯蚓表面用去离子水冲洗干净并用滤纸吸去多余的水，随机分成 10 条一组，每组称重后放在试验介质表面。用薄膜盖好烧杯后置于人工气候箱中，整个试验周期为 14 天。

试验开始后第 7 天，将烧杯内的试验介质轻轻倒入结晶皿，取出蚯蚓，检验蚯蚓前尾部对机械刺激反应，记录死亡数目。蚯蚓前尾部对轻微机械刺激没有反应即以死亡计。

检验结束后，将试验介质和蚯蚓重新置于烧杯中继续试验。第 14 天时再进行相同的检查，记录死亡数目。

测定人工土壤在试验开始和结束时的湿度，以及开始时的温度和 pH 值。



图 4-10 蚯蚓急性毒性测试（正式试验）



图 4-11 蚯蚓急性毒性测试（正式试验）

4.3.5 试验结果

4.3.5.1 预试验

预试验结果显示：在最高浓度组 1000 mg/kg 时，尚未见受试生物死亡现象（见表 4-9）。据此试验现象可判断，该样品的蚯蚓急性毒性试验（14 天）可按生物急性毒性限度试验实验规范要求进行。

表 4-9 赤子爱胜蚓暴露于样品中 7d 和 14d 的死亡数及死亡率（预试验）

	空白对照		样品组 mg/kg					
			10		100		1000	
暴露时间 (d)	7	14	7	14	7	14	7	14
试验动物数	10	10	10	10	10	10	10	10
累计死亡数	0	0	0	0	0	0	0	0

死亡率 (%)	0	0	0	0	0	0	0	0
---------	---	---	---	---	---	---	---	---

4.3.5.2 正式试验

正式试验结果显示：对照组和样品组 7 天和 14 天蚯蚓均未出现死亡，且表现出良好的状态（见表 4-10）。

试验开始时人工土壤含水率为 34.5%~35.7%，温度为 19.9℃~20.0℃，pH 为 7.01~7.03，试验结束时人工土壤含水率为 34.3%~34.9%（见表 4-11）。

表 4-10 赤子爱胜蚓暴露于样品中 7d 和 14d 的死亡数及死亡率（正式试验）

暴露时间 (d)	空白对照		1000 mg/kg	
	7	14	7	14
试验动物数	10	10	10	10
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	0	0	0	0
累计死亡数	0	0	0	0
死亡率 (%)	0	0	0	0

表 4-11 人工土壤参数

暴露时间 (d)	土壤含水率 (%)	温度 (°C)	pH
1	34.5%~35.7%	19.9℃~20.0℃	7.01~7.03
14	34.3%~34.9%		

4.3.5.3 结论

送检的样品 PHOSLOCK 对赤子爱胜蚓的致死效应：在本试验条件下，最高浓度组未见受试生物死亡现象。据此试验现象可判断，该样品的赤子爱胜蚓急性毒性试验（14 天）的 LC₅₀ 大于 1000 mg/kg。

4.3.6 试验有效性

(1) 试验结束时对照组的死亡率不超过 10%。

试验结果符合以上有效性原则，表明本试验有效。

4.4 快速生物降解试验

4.4.1 降解测试结果摘要

本项目以苯甲酸钠为参比物，按照《化学品快速生物降解性 呼吸计量法试验》(GB/T 21801-2008)和环境保护部化学品登记中心《化学品测试方法》(2013) 301F 呼吸计量法对送检的样品 PHOSLOCK 的快速降解特性进行研究。通过 28 d 的试验，检测结果显示：参比物在第 14 d 和第 28 d 的降解率分别为 59.88% 和 71.86%；样品 PHOSLOCK 在第 14 d 和第 28 d 的降解率分别为 0% 和 0%。

4.4.2 试验条件

温度：20±1℃，保持恒温；

光照：密闭，无光；

pH：7.4±0.2；

容器状态：密闭，搅拌。

4.4.3 接种物制备

取自北京市朝阳区清河污水处理厂曝气池污水，清河污水处理厂位于北京市城区北面的清河镇东，西距京藏高速 1.7km，南距清河 1.4km。清河污水处理厂主要解决清河流域排放的生活污水。占地面积为 30.1hm²，总处理规模为 4×10⁵m³/d。

清河污水处理厂分两期建成，其中一期占地 10.43 hm²，处理规模为 2×10⁵m³/d，于 2002 年 9 月投入运营；二期处理规模也为 2×10⁵m³/d，于 2004 年 12 月开始投入运行。

污水保持有氧状态，用培养基清洗三遍后曝气 5 d，备用。试验用水为蒸馏水，无过多有机质。试验开始前，调节接种污泥的 SS 至 30mg/L。

4.4.4 试验设计与过程

4.4.4.1 无机培养基贮备液

培养基贮备液：

a 液：包含磷酸缓冲液：称取 8.50 g 磷酸二氢钾，21.75 g 磷酸氢二钾，33.40 g 二水合磷酸氢二钠 和 0.50 g 氯化铵，用水溶解，定容至 1 L；

b 液：氯化钙溶液：称取 27.50 g 无水氯化钙用水定容至 1 L；

c 液：硫酸镁溶液：称取 22.50 g 七水合硫酸镁用水定容至 1 L；

d 液：氯化铁溶液：称取 0.25 g 六水合氯化铁用水定容至 1L，加入 0.05 mL 浓盐酸保存。

4.4.4.2 无机培养基的制备

取 a 液 10 mL，加入 800 mL 水，稀释，然后再分别取 b 液、c 液和 d 液各 1 mL，混合，然后定容至 1 L。

4.4.4.3 参比物贮备液制备

称取 0.5 g 苯甲酸钠，定容于 1000 mL 超纯水中，制成 0.5 g/L 的参比物贮备液，储存于 4℃ 冰箱中备用。

4.4.4.4 呼吸计（BOD 仪）的操作

(1) 分析受试样品的量程，将样品、无机培养液和接种物按表 4-12（正式试验）所示成分加入到试验瓶中；

(2) 向试验瓶中加入磁力搅拌子，每瓶 1 个；

(3) 在瓶口橡胶套中放入 3~5 粒氢氧化钾；

(4) 将橡胶套放入瓶口并确保系统密封；

(5) 将 ET244430 BOD 测量头安装在试验瓶上并拧紧；

(6) 将安装好的试验瓶放在磁力搅拌器上，放入培养箱中，设温度为恒温 20℃，暗处培养 28 d；

(7) 本仪器带有连续自动记录功能，可自动读取 28d 内任何一天的 BOD 数据，本试验读取 28d 内的全部数据并记录；

(8) 在试验开始和结束时测定试验体系的 pH 值（正式试验）。

表 4-12 正式试验的试验瓶中成分组成

瓶号	名称	试验体系总体积 (mL)	成分		
			样品 (g)	参比物 (mL)	接种物 (mL)

1	样品平行 1	244	1.22	0	4
2	样品平行 2	244	1.22	0	4
3	空白平行 1	244	0	0	4
4	空白平行 2	244	0	0	4
5	参比平行 1	244	0	2.44	4
6	参比平行 2	244	0	2.44	4



图 4-12 降解试验所用设备



图 4-13 降解试验所用设备

4.4.5 试验结果

4.4.5.1 数据处理方法

读取呼吸计（BOD 仪）控制器上显示的 BOD 值，用受试物瓶中的 BOD 值减去空白对照瓶中的 BOD 值，然后除以受试物的加入量(单位为 mg/L)与 ThOD，得到样品的降解率。

$$D = \frac{BOD_1 - BOD_2}{M \times ThOD} \times 100\%$$

D —— 降解率 (%)；

BOD₁ —— 受试物的 BOD (mg/L)；

BOD₂ —— 空白对照的 BOD (mg/L)；

M —— 受试物的加入量 (mg/L)。

$$ThOD_{NH_3} = \frac{16 \times [2c + \frac{1}{2}(h - cl - 3n) + 3s + \frac{5}{2}p + \frac{1}{2}na - o] \text{ mg / mg}}{MW}$$

其中 D 表示降解率。

4.4.5.2 结果

试验瓶中各组数据读取结果见表 4-13。相应的受试物组和参比物组的生物降解率见表 4-14。

表 4-13 各试验组 BOD 仪读数

组别 时间	BOD (mg/L O ₂)								
	受试物			空白			参比物		
	3	4	平均	1	2	平均	5	6	平均
0d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1d	3	3	3	4	4	4	6	6	6
2d	6	6	7	6	7	6.5	9	10	9.5
3d	7	8	8	7	8	7.5	12	12	12
4d	9	9	9	9	9	9	12	13	12.5
5d	10	10	10	9	10	9.5	13	14	13.5
6d	11	10	10.5	10	11	10.5	15	15	15
7d	12	11	11.5	11	12	11.5	15	16	15.5
8d	11	11	11	11	12	11.5	15	16	15.5
9d	12	11	11.5	12	12	12	16	16	16
10d	12	11	11.5	13	13	13	17	18	17.5
11d	12	11	11.5	13	13	13	17	17	17
12d	12	11	11.5	13	13	13	17	18	17.5
13d	13	12	12.5	13	14	13.5	18	19	18.5
14d	13	12	12.5	13	14	13.5	18	19	18.5
15d	12	12	12	13	14	13.5	18	19	18.5
16d	13	12	12.5	14	14	14	18	19	18.5
17d	13	12	12.5	13	14	13.5	19	20	19.5
18d	14	12	13	14	14	14	19	20	19.5
19d	14	13	13.5	14	15	14.5	20	21	20.5
20d	15	13	14	14	14	14	19	20	19.5
21d	15	12	13.5	14	15	14.5	20	21	20.5
22d	15	13	14	15	15	15	20	22	21
23d	15	13	14	15	15	15	20	21	20.5

24d	15	13	14	15	16	15.5	20	22	21
25d	15	13	14	14	15	14.5	20	22	21
26d	15	13	14	15	15	15	20	21	20.5
27d	15	14	14.5	15	16	15.5	20	21	20.5
28d	16	14	14.5	15	16	15.5	21	22	21.5

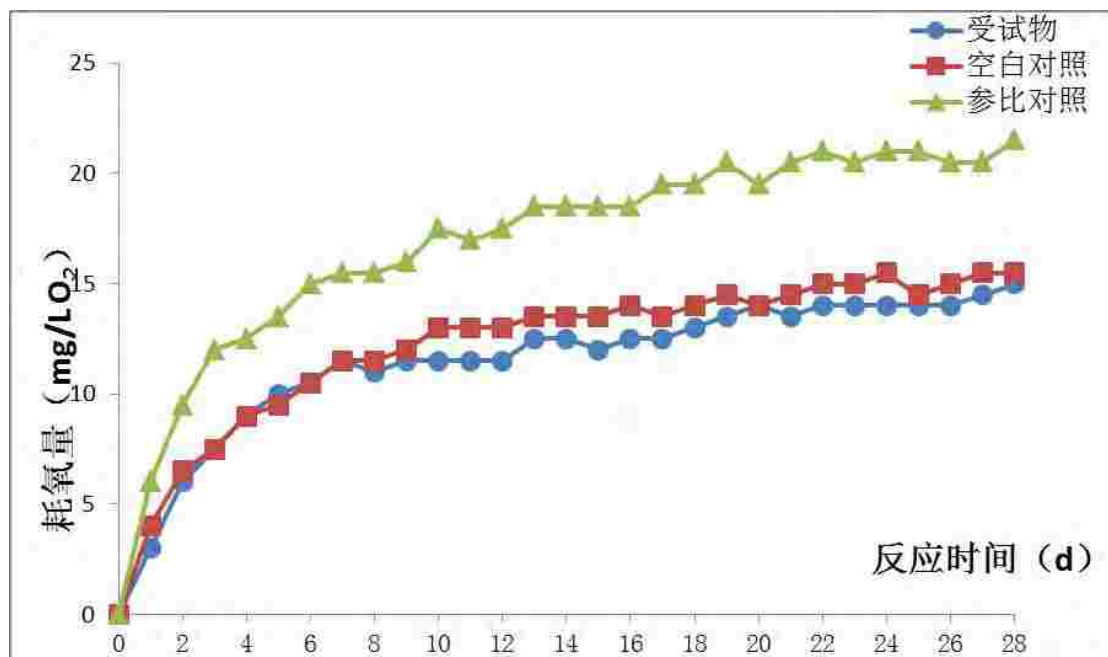


图 4-14 28 d 内的 BOD 变化趋势

表 4-14 正式试验各组降解率

组别 时间	降解率 (%)					
	受试物			参比物		
	3	4	平均	5	6	平均
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	23.95	23.95	23.95
2	0	0	0	35.93	35.93	35.93
3	0	0	0	59.88	47.90	53.89
4	0	0	0	35.93	47.90	41.92
5	0	0	0	47.90	47.90	47.90

6	0	0	0	59.88	47.90	53.89
7	0	0	0	47.90	47.90	47.90
8	0	0	0	47.90	47.90	47.90
9	0	0	0	47.90	47.90	47.90
10	0	0	0	47.90	59.88	53.89
11	0	0	0	47.90	47.90	47.90
12	0	0	0	47.90	59.88	53.89
13	0	0	0	59.88	59.88	59.88
14	0	0	0	59.88	59.88	59.88
15	0	0	0	59.88	59.88	59.88
16	0	0	0	47.90	59.88	53.89
17	0	0	0	71.86	71.86	71.86
18	0	0	0	59.88	71.86	65.87
19	0	0	0	71.86	71.86	71.86
20	0	0	0	59.88	71.86	65.87
21	0	0	0	71.86	71.86	71.86
22	0	0	0	59.88	83.83	71.86
23	0	0	0	59.88	71.86	65.87
24	0	0	0	59.88	71.86	65.87
25	0	0	0	71.86	83.83	77.84
26	0	0	0	59.88	71.86	65.87
27	0	0	0	59.88	59.88	59.88
28	0	0	0	71.86	71.86	71.86



图 4-15 28 d 内的降解率变化

由以上可知，参比物苯甲酸钠在第 14 d 和 28 d 的降解率均值分别达到 59.88% 和 71.86%；受试样品在第 14 d 和第 28 d 的降解率均值分别为 0% 和 0%。

4.4.5.3 结论

样品 PHOSLOCK 的快速生物降解性：在本试验条件下，受试样品在第 14 d 和第 28 d 的降解率均值分别为 0% 和 0%。

4.4.6 试验有效性

试验中，第 28 d 的接种物空白对照组的耗氧量均值为 15.5 mg O₂/L (<60 mg O₂/L)；参比物在第 14 d 的降解率均值为 59.88% (≈60%)；试验平行组之间的差异 <20%；试验瓶中 pH 值在试验开始时为 7.40，第 28d 试验结束时的 pH 值为 7.80，本试验有效。

试验结果符合以上有效性原则，表明本试验有效。

4.5 藻类生长抑制测试

4.5.1 测试结果摘要

本报告依据藻类生长抑制试验的要求，在温度 24±2℃，连续光照，对送检

的样品 PHOSLOCK 的 72 小时绿藻生长抑制进行测试。结果表明，受试物对斜生栅藻比生长率抑制的浓度（72h EC₅₀）值>100%浸出原液，受试物对斜生栅藻生长量抑制的浓度（72h EC₅₀）值为 31.92%。

依据委托方提供的相关信息，在实际环境中，PHOSLOCK 样品释放 La³⁺是一个持续的动态的过程，即当水体中 La³⁺含量降低时，沉淀于水体底部的 PHOSLOCK 样品便会向水中释放 La³⁺，从而进一步降低水中磷含量，因此，实际环境中 PHOSLOCK 样品对藻类生长的抑制效应高于标准试验条件下对藻类生长的抑制效应（标准试验条件下对沉淀于水体底部的 PHOSLOCK 样品进行了过滤）。

4.5.2 受试生物

斜生栅藻（*Scenedesmus obliquus*），购自中科院武汉水生所藻种，经本实验室长期无菌纯培养。

预培养：自储备培养物中取出一定量的藻液，接种到新鲜的无菌培养基中，接种浓度大约 10⁴/ml（±25%）。在试验要求的相同条件下培养，应使藻类在 2~4 d 内达到指数生长，镜检，若藻类生长良好即可用于试验。



图 4-16 绿藻培养

4.5.3 试验条件

温度： 24±2℃

光照条件：连续均匀光照

光照强度：4000±15% lx

振荡方式：定时人工摇动若干次

试验周期：72 h

4.5.4 试验设计与过程

试验溶液制备方法为：

预试验：

用天平量称取 20.0 g 样品于 200 mL 培养基中，在室温环境中充分搅拌并浸泡 24 h，经 0.45 μm 的膜过滤，得到 1:10 的浸出原液。将此浸出原液和培养基按不同的比例配制成预试验所需浓度，预试验共设置 5 个浓度组，分别是 6.25%、12.5%、25%、50%和 100%。以未添加受试物的培养基作为空白对照，计数藻细胞培养液，分别加入到试验溶液中，预试验不设平行。

所有试验器械、去离子水等物品均经高压灭菌。

正式试验：

用天平量称取 100.0 g 样品于 1000 mL 培养基中，在室温环境中充分搅拌并浸泡 24 h，经 0.45 μm 的膜过滤，得到 1:10 的浸出原液。依据预试验测试结果，正式试验设置 5 个浓度组，即 100%（浸出原液）、50%、25%、12.5%、6.25%。以未添加受试物的培养基作为空白对照，计数藻细胞培养液，分别加入到试验溶液中，正式试验设 3 个平行。

所有试验器械、去离子水等物品均经高压灭菌。

试验按照《化学品 藻类生长抑制试验》要求，在 24 h、48 h 和 72 h 测量试验组及对照组绿藻浓度，并在 0 h 和 72 h 测量 pH 值。



图 4-17 藻类生长抑制试验（正式试验）

4.5.5 试验结果

4.5.5.1 预试验

预试验结果显示：100%浓度下对绿藻生长抑制率为 41.03%（比生长率）、88.99%（生长量）。

4.5.5.2 正式试验

试验开始和结束时藻类培养液温度与 pH 保持稳定（见表 4-15）。

表 4-15 水质情况记录表

时间	水温（℃） /pH	浓度（%）					
		空白	6.25	12.5	25	50	100
0 h	温度	23.5	23.6	23.6	23.3	23.3	23.3
	pH	8.10	8.12	8.15	8.12	8.10	8.10
72 h	温度	23.2	23.2	23.2	23.3	23.3	23.2
	pH	8.21	8.19	8.19	8.20	8.20	8.20

正式试验结果显示：对照组斜生栅藻生长良好，试验期间不同浓度的特定生长率及与对照相比的生长抑制率见表 2，同时，将每一个浓度转换成浓度对数，每一个浓度的生长抑制率转换成概率单位（见表 4-16）。

表 4-16 各浓度下平均特定生长率(μ)和生长抑制率(I_r)及概率单位

浓度 (%)	浓度 对数	μ			I_r			概率单位		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c
空白		1.58	1.58	1.59	/	/	/	/	/	/
6.25	0.80	1.56	1.56	1.56	1.32	1.41	1.96	2.67	2.67	2.95
12.5	1.10	1.54	1.55	1.54	3.03	2.21	3.07	3.12	2.95	3.12
25	1.40	1.33	1.31	1.32	16.01	17.42	16.90	4.01	4.05	4.05
50	1.70	1.28	1.29	1.29	19.16	18.71	18.78	4.12	4.12	4.12
100	2.00	0.85	0.89	0.88	45.99	43.69	44.63	4.90	4.85	4.87

经 ICP-MS 分析的试验溶液在 0 h 与 72 h 实测样品浓度 (La^{3+}) 如表 4-17 所示。

同一浓度受试物溶液在 0 h 与 72 h 分别取样进行浓度测试, 由于受试物溶液中含有藻细胞, 因此取出的溶液需去除藻细胞。经分析, 具体化学分析记录见表 4-17。

表 4-17 溶液浓度检测结果 (La^{3+})

配制浓度 (%)	实测浓度 ($\mu\text{g/L}$) (0 h)	实测浓度 ($\mu\text{g/L}$) (72 h)
空白	<0.000	0.009
6.25	7.872	0.249
12.5	15.550	0.017
25	31.130	0.746
50	57.540	2.149
100	103.400	89.000

根据表 2 中的数据, 绘制浓度对数与比生长率抑制概率单位的关系图 (见图 4-18)。

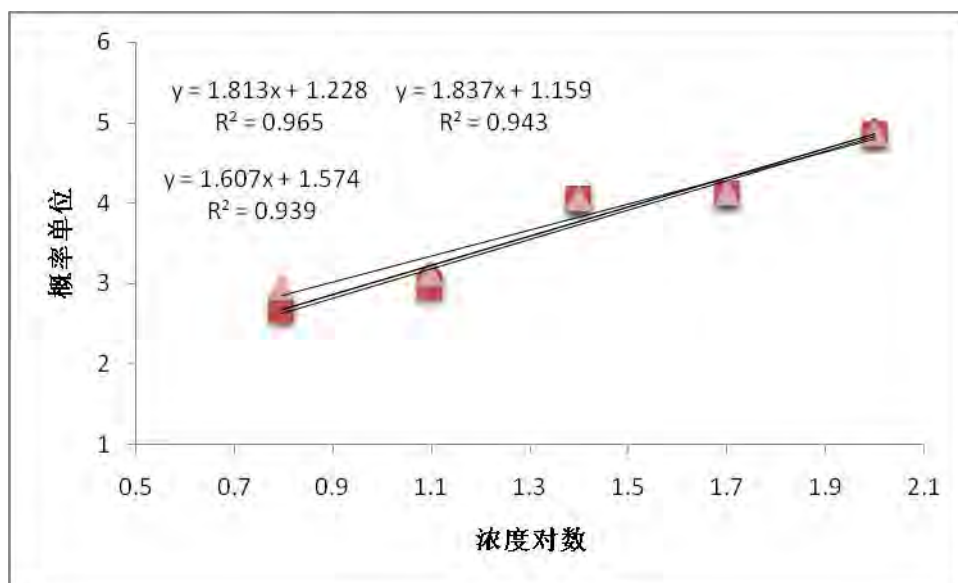


图 4-18 浓度对数与藻类生长率抑制概率单位

根据图中的结果，得出三组平行样的线性回归方程和线性回归的相关性指数 R 值，根据该回归方程，即可计算出 50%藻类比生长率受到抑制得浓度（EC₅₀）。回归方程和 EC₅₀ 值，（见表 4-18）。

表 4-18 基于生长率的 PHOSLOCK 样品对藻类生长抑制试验的 EC₅₀ 值

平行	线性方程	R ²	EC ₅₀	S
1	$y_1 = 1.813x_1 + 1.228$	0.97	>100%	
2	$y_2 = 1.837x_2 + 1.159$	0.94	>100%	/
3	$y_3 = 1.607x_3 + 1.574$	0.94	>100%	

依据生长量绘制的浓度对数与比生长量抑制概率单位的关系图（见图 4-19）。

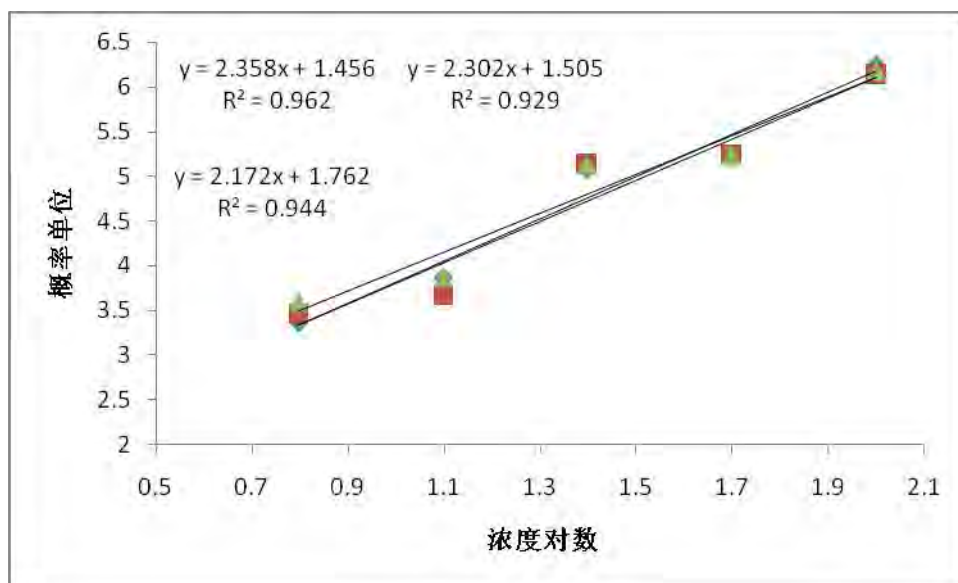


图 4-19 浓度对数与藻类生长量抑制概率单位

根据图中的结果，得出三组平行样的线性回归方程和线性回归的相关性指数 R 值，根据该回归方程，即可计算出 50%藻类生长量受到抑制得浓度（EC₅₀）。回归方程和 EC₅₀ 值，（见表 4-19）。

表 4-19 基于生长量的 PHOSLOCK 样品对藻类生长抑制试验的 EC₅₀ 值

平行	线性方程	R ²	EC ₅₀ (%)	S
1	y = 2.358x + 1.456	0.96	31.84	
2	y = 2.302x + 1.505	0.93	32.98	0.027
3	y = 2.172x + 1.762	0.94	30.96	

根据数据统计分析方法，EC₅₀ 的 95%置信限为： $\lg^{-1}(X \pm 1.96S)$ 。根据表 4-19 的数据处理与统计分析，得到试验结果（见表 4-20）。

表 4-20 PHOSLOCK 样品对藻类生长抑制试验结果

受试生物	试验周期	EC ₅₀ (%)	95%置信限(%)
斜生栅藻	72h	31.92	29.99~33.96

4.5.5.3 结论

送检的样品 PHOSLOCK 对斜生栅藻的生长抑制：在本试验条件下，受试物对斜生栅藻比生长率抑制的浓度（72h EC₅₀）值>100%浸出原液，受试物对斜

生栅藻生长量抑制的浓度（72h EC₅₀）值为 31.92%。

4.5.6 试验有效性

1) 试验结束时对照组藻细胞呈现指数增长而且浓度增长为 116.17 倍，大于 16 倍；

2) 0 d~1 d、1 d~2 d、2 d~3 d 对照组比生长率的变异系数的平均值为 16.99%，小于 35%；

3) 对照组各平行的平均比生长率的变异系数为 0.21%，小于 7%。

试验结果符合以上有效性原则，表明本试验有效。

5. PHOSLOCK 样品的水生态安全风险评估

本项目参照环境保护部《化学物质风险评估导则》送审稿的相关要求，结合风斯乐（上海）水治理技术有限公司提供的有关资料和毒性测试结果，对送检的 PHOSLOCK 样品的水生态安全进行评估与编写。

5.1 定性水生态危害性评估

5.1.1 评估内容

定性生态危害性评估包括生态危害性鉴别、定性生态危害性表征两部分工作。定性生态危害性评估仅适用于水生环境。

5.1.2 数据评估

参考《新化学物质危害性鉴别导则》HJ/T 154 送审稿，其中对数据的评估方法主要分为：

（1）有效性评估

数据有效性评估主要是对产生数据的方法和数据产生的过程进行有效性评价。对于采用《新化学物质环境管理办法》规定的相关测试原则获得的数据，经过有效性评价，可用于危害性鉴别。

（2）可靠性评估

数据可靠性评估是对数据结果进行可靠性评价，主要包括评价测试报告或相关报告的质量控制、实验过程和结果的表述方式，以及结果的明确性和可信度。

可靠性评估结果分为四类：

a) 充分可靠：按照《新化学物质环境管理办法》及相关配套文件规定的原则完成的测试数据，所有描述或记录的参数完整，且与采用的方法密切相关，测试数据科学性强。

b) 可靠：按照《新化学物质环境管理办法》及相关配套文件规定的原则完成的测试数据，试验参数记录基本完整，测试数据科学可接受。

c) 不可靠：未完全按照《新化学物质环境管理办法》及相关配套文件规定的原则完成的测试数据，数据文件或用于专家评价的资料不可信。如采用的测试系统与测试物质之间不匹配、或采用的测试系统与相关的生物暴露方式不适应、

或测试过程和数据产生的方法不科学等。

d) 不确定：试验过程描述不详细明确，或仅列有采用方法或数据的文献摘要、书籍、评论等。

不可靠的数据不能用于新化学物质的危害性鉴别；不确定的数据不可直接用于新化学物质危害性鉴别，但可以作为辅助证据，用以增加证据权重。

(3) 充分性与相关性评估

数据的充分性与相关性评估是对信息或测试数据是否适合特定的新化学物质危害性鉴别进行评价。如测试中是否使用了合适的生物物种，是否考虑了和人类相关的环境与生态暴露途径，供试物质是否能代表申报的新化学物质等。数据充分性与相关性评估目前主要依据专家判断。

5.1.3 危害性分类

危害性分类可分为四类：

(1) 具体的危害性分类类别：明确说明新化学物质划定的某一危害性分类的级别。

(2) 非此类：有充分可靠数据证明一种新化学物质“没有危害性”或者“低危害性”（指其危害性低于某一危害种类中危害性最低类别标准的阈值）时，分类结论为“非此类”。

(3) 不适用：鉴于某些原因，如某种新化学物质的物理形态不符合物理危险性分类定义的范畴，或者分子结构中不含有某些特定原子基团，因而不适用某一危险性分类标准的判定程序，分类结论为“不适用”。

(4) 不能分类：没有数据或者缺少充分的数据来判定一种新化学物质危害性的分类，分类结论为“不能分类”。

5.1.4 环境管理类别划分

新化学物质分为危险类新化学物质和一般类新化学物质。其中危险类新化学物质中具有较高的持久性、生物蓄积性、生态环境或人体健康危害特性的，目前我国新化学物质环境管理中列为重点环境管理危险类新化学物质。

(1) 危险类新化学物质划分

根据新化学物质危害特性的不同，危险类新化学物质可分为理化危险性、健

康危害性或生态危害性的危险类新化学物质。

1) 理化危险性划分

新化学物质按照 GB30000.2~ GB30000.17 的规定进行分类后, 属表 5-1 中任何一种物理危险性类别的, 即为物理危险性的危险类新化学物质。

表 5-1 理化危险性的危险类新化学物质划分

序号	理化性质	理化危险性类别 ^a					
1	爆炸物	不稳定爆炸物	1.1 项	1.2 项	1.3 项	1.4 项	
2	易燃气体	易燃气体类别 1	易燃气体类别 2	化学不稳定性气体类别 A	化学不稳定性气体类别 B		
3	气溶胶	类别 1					
4	氧化性气体	类别 1					
5	加压气体	压缩气体	液化气体	冷冻液化气体	溶解气体		
6	易燃液体	类别 1	类别 2	类别 3			
7	易燃固体	类别 1	类别 2				
8	自反应物质和混合物	A 型	B 型	C 型	D 型	E 型	
9	自燃液体	类别 1					
10	自燃固体	类别 1					
11	自热物质和混合物	类别 1	类别 2				
12	遇水放出易燃气体的物质和混合物	类别 1	类别 2	类别 3			

13	氧化性液体	类别 1	类别 2	类别 3			
14	氧化性固体	类别 1	类别 2	类别 3			
15	有机过氧化物	A 型	B 型	C 型	D 型	E 型	F 型
16	金属腐蚀物	类别 1					
a 分类说明见文件 GB30000.2~ GB30000.17。							

2) 健康危害性划分

新化学物质按照 GB30000.18~ GB30000.27 的规定进行分类后, 属表 5-2 中任何一种健康危害性类别的, 即为健康危害性的危险类新化学物质。

表 5-2 健康危害性的危险类新化学物质划分

序号	健康毒理学性质	健康危害性类别 ^a		
		类别 1	类别 2	类别 3
1	急性毒性	类别 1	类别 2	类别 3
2	皮肤腐蚀/刺激	类别 1 (1A、1B、1C)	类别 2	
3	严重眼损伤/眼刺激	类别 1	类别 2 (2A、2B)	
4	呼吸道或皮肤致敏	呼吸道致敏物类别 1 (1A、1B)	皮肤致敏物类别 1 (1A、1B)	
5	生殖细胞突变性	<u>类别 1 (1A、1B)</u>	类别 2	
6	致癌性	<u>类别 1 (1A、1B)</u>	类别 2	
7	生殖毒性	<u>类别 1 (1A、1B)</u>	类别 2	附加类别
8	特异性靶器官系统毒性 一次接触	类别 1	类别 2	类别 3
9	特异性靶器官系统毒性 反复接触	<u>类别 1</u>	类别 2	
10	吸入危害	类别 1		
a 分类说明见文件 GB30000.18~ GB30000.27; 其中下划线标示的为重点环境管理危险类新化学物质。				

3) 生态危害性划分

新化学物质按照 GB 30000.28~ GB 30000.29 的规定进行分类, 并按照 GB/T 24782 的规定进行持久性、生物累积性和毒性 (PBT) 以及高持久性和高生物累积性 (vPvB) 鉴别。属表 5-3 中任何一种生态危害性类别的, 或鉴别为具有 PBT 或 vPvB 性质的, 即为生态危害性的危险类新化学物质。

表 5-3 生态危害性的危险类新化学物质划分

序号	生态毒理学性质	生态危害性类别 ^a		
1	水生生物急性毒性	<u>类别 1</u>	类别 2	
2	水生生物慢性毒性	<u>类别 1</u>	<u>类别 2</u>	类别 3
3	危害臭氧层	类别 1		

^a分类说明见文件 GB 30000.28~ GB 30000.29; 其中下划线标示的为重点环境管理危险类新化学物质。

(2) 重点环境管理危险类新化学物质划分

危险类新化学物质中具有较高的健康危害性或生态危害性的化学物质 (具体见表 5-2 和表 5-3 标注), 以及被鉴别为具有 PBT 和 vPvB 性质的新化学物质, 为重点环境管理危险类新化学物质。

仅具有理化危险性分类的新化学物质暂不列为重点环境管理危险类新化学物质。

(3) 一般类新化学物质划分

基于现有数据, 危害性分类结果为“非此类”或“不适用”的新化学物质, 可判定为一般类新化学物质; 危害性分类结果为“不能分类”的新化学物质, 目前视为一般类新化学物质进行环境管理。

5.1.5 生态危害性鉴别程序

生态危害性鉴别包括三部分工作: 确定开展生态危害性鉴别需要获得的生态毒理学及其他数据; 对获得的数据进行有效性、可靠性、充分性和相关性评估, 明确生态危害性效应; 对经过数据评估确认的数据, 进行危害性分类分级。危害

性鉴别应按 HJ 154 的相关要求执行。

本项目生态毒理学试验依据实验室认可体系的相关要求进行测试，因此，所得数据有效且可靠，所涉及的水生生物物种包含了藻、溞、鱼和陆生蚯蚓，受试水生生物能较好地反应水生生物系统。

通过测试，送检的 PHOSLOCK 样品的生态毒理学效应见表 5-4，PHOSLOCK 样品 1:10（PHOSLOCK 样品：水）的浸出原液不对斑马鱼、大型溞产生急性毒性效应，同时，PHOSLOCK 样品在 1000 mg/kg 时不对赤子爱胜蚓产生急性毒性效应，结果表明，PHOSLOCK 样品的急性毒性较低。表 5-4 中对绿藻的 72 h 生长抑制 EC_{50} 为 31.92%，原因在于 PHOSLOCK 样品作为一种锁磷剂，其常被用于治理水体的富营养化，可与水中的磷进行反应，最终降低水中磷的浓度，而磷是植物生长的必需元素，因此，磷浓度的降低可对绿藻的生长产生抑制作用。应注意，实际环境中，PHOSLOCK 样品释放 La^{3+} 是一个持续的动态的过程，即当水体中 La^{3+} 含量降低时，沉淀于水体底部的 PHOSLOCK 样品便会向水中释放 La^{3+} ，从而进一步降低水中磷含量，因此，实际环境中 PHOSLOCK 样品对藻类生长的抑制效应高于标准试验条件下对藻类生长的抑制效应（标准试验条件下对沉淀于水体底部的 PHOSLOCK 样品进行了过滤）。表 5-4 中 PHOSLOCK 样品的快速降解性为 0%，主要是因为该样品主要成分为膨润土等无机物，因此其快速生物降解性为 0%。

表 5-4 送检的 PHOSLOCK 样品的生态毒理学效应

毒性效应	水生			陆生	降解性
	鱼类（96 h）	溞类（48 h）	藻类（72 h）	蚯蚓（14 d）	快速生物降解（28 d）
LC_{50}/EC_{50}	>100%*	>100%*	31.92%*	>1000 mg/kg	/
降解率	/	/	/	/	0%

*100%为按标准方法配制的 1:10（PHOSLOCK 样品：水）的浸出原液，物种分别为斑马鱼、大型溞、斜生栅藻、赤子爱胜蚓。

5.1.6 定性生态危害性表征方法

参考《新化学物质危害性鉴别导则》HJ/T 154 送审稿，其对新化学物质的生态危害性鉴别的结果，采用分级赋分的方法，确定化学物质生态危害性的分级

赋值 (Se), 具体见表 5-4。由于 PHOSLOCK 样品是一种混合物, 并且难溶于水, 实验数据为通过 1:10 (PHOSLOCK 样品: 水) 的浸出原液所获得的数据, 同时, 表 5-4 的结果中 1:10 的浸出原液对斑马鱼、大型蚤不产生毒性效应, 在 1000 mg/kg 时不对赤子爱胜蚓产生毒性效应, 因此, 表 5-5 的危害性分级不适用于 PHOSLOCK 样品。借鉴《新化学物质危害性鉴别导则》HJ/T 154 送审稿中不能分类 (没有数据或者缺少充分的数据来判定一种新化学物质危害性的分类, 分类结论为“不能分类”) 的分类依据, 送检的 PHOSLOCK 样品应不属于危险类或重点环境管理危险类物质, 其可被分为一般类化学物质。

表 5-5 生态危害性分级赋值

生态危害性分类	生态危害性级别 (赋分值)
水生急性毒性类别 1 或水生慢性毒性类别 1、类别 2	高危害 (3 分)
水生急性毒性类别 2 或水生慢性毒性类别 3	中危害 (2 分)
水生急性毒性类别 3 或水生慢性毒性类别 4	低危害 (1 分)

5.2 定性水生态暴露评估

5.2.1 评估内容

定性生态暴露评估包括确定评估因子、评估因子评分和生态暴露分级三部分工作。定性生态暴露评估仅适用于水生环境。

5.2.2 评估因子

定性生态暴露评估因子包括化学物质的数量、残留时间及释放到环境中的可能性三个指标。

5.2.3 评估因子分值

定性生态暴露评估因子中, 化学物质的数量以化学物质每年生产或进口的数量评分; 化学物质释放到水环境的残留时间以在水环境中的半衰期表示, 当仅能获得生物降解性数据时也可以通过生物降解性来判断; 化学物质释放到环境中的可能性以化学物质的使用方式赋值表示。

定性生态暴露评估因子评分规定见表 5-6、5-7、5-8。

表 5-6 化学物质数量分值

数量（吨/年）	数量<10	10≤数量<100	100≤数量<1000	数量≥1000
分值	1	2	3	4

表 5-7 化学物质释放到水环境后的残留时间分值

半衰期（天）	半衰期≤16	16<半衰期≤50	50<半衰期≤150	半衰期>150
生物降解性	可快速生物降解	虽不符合 10 天观察期 ^a （10-d window）要求，但达到快速生物降解指标	可固有生物降解	不可生物降解
分值	1	2	3	4

^a10 天观察期：生物降解率达到 10%之后的 10 天试验时间。

表 5-8 化学物质释放到环境的可能性分值

使用方式	封闭系统中使用 ^a	作为基体表面或内部包含物使用 ^b	非分散使用 ^c	分散使用 ^d
分值	1	2	3	4

本表分值主要考虑能直接进入水体的化学物质。

^a封闭系统中使用：指化学物质仅存于反应釜中或者通过密闭管道转移，意外泄漏是导致暴露的唯一可能，包括：被限制在反应釜和专用设备中使用的非分离中间体，在线储存或受控条件下运输的分离中间体；

^b作为基体表面或内部包含物使用：指化学物质结合到制品或物品中，不会释放进入环境或工作场所，释放可以被充分减少，如塑料中的增塑剂，聚合物材料中一种组分或成分等；

^c非分散使用：指化学物质由专业工人在固定场所使用，化学物质只能通过点源排放直接进入环境，进入环境的排放可以通过废水处理和废气处理有效降低的使用方式；

^d分散使用：指化学物质可能会被消费者所接触使用，使用带来的生态暴露很难被有效控制的使用方式，如油漆的喷涂、洗涤剂或消毒剂的使用等。

5.2.4 生态暴露分级

根据生态暴露评估因子的赋分值，计算生态暴露水平总分值 T_e ，见公式。根据暴露水平总分值，确定暴露级别，具体见表 5-9。

$$T_e = a + b + c$$

式中： T_e ——生态暴露水平总分值，无量纲；

a ——化学物质年生产/进口数量分值，无量纲；

b ——化学物质释放到水环境的残留时间分值，无量纲；

c ——化学物质释放到环境的可能性分值，无量纲。

表 5-9 生态暴露分级赋值

生态暴露水平总分值 (T_e)	生态暴露级别
8~12	高暴露
5~7	中暴露
3~4	低暴露

结合 PHOSLOCK 样品的生产、使用等相关信息，对其定性生态暴露评估因子包括数量、残留时间及释放到环境中的可能性三个指标进行赋分。

数量分值：产量 < 10 吨/年，分值为 1 分。

释放到水环境后的残留时间分值：不可生物降解，分值为 4 分。

释放到环境的可能性分值：分散使用，分值为 4 分。

因此，PHOSLOCK 样品的水生态暴露分级赋值为： $T_e = a + b + c = 1 + 4 + 4 = 9$ 分，从表 5-9 中可以得出，其在水生态系统中的暴露级别为高暴露。

5.3 定性生态风险表征

5.3.1 评估方法

环境保护部《化学物质风险评估导则》送审稿的中，可根据危害评估和暴露评估得出的分值计算生态风险级别总分值 (R_e)，见公式。根据生态风险级别总分值，确定生态风险级别，具体见表 5-10。

$$R_e = S_e \times T_e$$

式中： R_e ——生态风险级别总分值，无量纲；

S_e ——生态危害性分级赋分值，无量纲；

T_e ——生态暴露水平总分值，无量纲。

表 5-10 生态风险级别划分

生态风险级别总分值 (R_e)	生态风险级别
17~36	高风险
9~16	中风险
3~8	低风险

通过 5.1.1 和 5.1.2 的结论得出，PHOSLOCK 样品为不能分类级别，即 PHOSLOCK 样品应不属于危险类或重点环境管理危险类物质，其可被分为一般类化学物质；PHOSLOCK 样品在水生态系统中的暴露级别为高暴露级别。由于其危害性不能赋分，因此，不能对 PHOSLOCK 样品的风险进行赋分。

5.3.2 评估结论

依据 5.1.1、5.1.2 和 5.1.3.1 节的结论，可以看出 PHOSLOCK 样品为不能分类级别，即 PHOSLOCK 样品应不属于危险类或重点环境管理危险类物质，其可被分为一般类化学物质；在水生态暴露级别划分中，PHOSLOCK 样品在水生态系统中为高暴露级别。考虑到在标准方法的试验条件下送检的 PHOSLOCK 样品 1:10 的浸出原液对斑马鱼、大型溞未产生急性毒性，1000 mg/kg 浓度下未对蚯蚓产生急性毒性，也未对试验溶液中的 pH、DO、水温等主要水质参数产生影响，因此，该送检样品的急性水环境生态风险较低。

6. 主要结论

(1) 生态毒理学测试

在标准方法的试验条件下，送检的 PHOSLOCK 样品 1:10 浸出原液不对斑马鱼、大型蚤产生急性毒性，送检的 PHOSLOCK 样品也未对赤子爱胜蚓产生急性毒性效应，因此，送检的 PHOSLOCK 样品对水生动物的急性毒性低。依据委托方提供的相关材料，PHOSLOCK 样品作为一种锁磷剂，常被用于治理水体中磷含量过高以及由其引起的藻类爆发生长等水环境问题，因此，PHOSLOCK 样品可通过降低水体中磷的含量来对藻类生长进行抑制。在试验条件下，PHOSLOCK 样品对斜生栅藻比生长率抑制的 72h EC₅₀ 值>100%的 1:10 浸出原液，其对斜生栅藻生长量抑制的 72h EC₅₀ 值为 31.92%，说明送检的 PHOSLOCK 样品确对藻类生长产生抑制效应。依据委托方提供的相关材料，在实际环境中，PHOSLOCK 样品释放 La³⁺是一个持续的动态的过程，即当水体中 La³⁺含量降低时，沉淀于水体底部的 PHOSLOCK 样品便会向水中释放 La³⁺，从而进一步降低水中磷含量，因此，实际环境中 PHOSLOCK 样品对藻类生长的抑制效应可能高于标准试验条件下对藻类生长的抑制效应（标准试验条件下对沉淀于水体底部的 PHOSLOCK 样品进行了过滤）。

(2) 快速生物降解性测试

通过 28 d 的试验，检测结果显示：参比物在第 14 d 和第 28 d 的降解率分别为 59.88%和 71.86%；送检的 PHOSLOCK 样品在第 14 d 和第 28 d 的降解率分别为 0% 和 0%，送检的 PHOSLOCK 样品不具快速生物降解性。

(3) 水生态安全风险评估

通过环境危害性鉴别，得出送检的 PHOSLOCK 样品为不能分类级别，即 PHOSLOCK 样品不属于危险类或重点环境管理危险类物质，其可被分为一般类化学物质。考虑到在标准方法的试验条件下送检的 PHOSLOCK 样品对代表性测试物种鱼类（斑马鱼）、蚤类（大型蚤）、蚯蚓（赤子爱胜蚓）未产生急性毒性，也未对试验溶液中的 pH、DO、水温等主要水质参数产生明显影响，因此，该受检样品属于水环境生态低风险物质。

附件 1

PHOSLOCK 样品的水生态安全风险评估摘要

项目组受枫桦乐(上海)水处理技术有限公司委托,依据技术服务合同和相关法律、法规及标准等有关规定,开展了受检 PHOSLOCK 样品对斑马鱼、大型蚤、绿藻、蚯蚓的急性毒性测试和快速生物降解性测试,对受检 PHOSLOCK 样品的水生态安全风险进行评估。

(1) 生态毒理学测试

在标准试验条件下,受检的 PHOSLOCK 样品不对斑马鱼、大型蚤、赤子爱胜蚓产生急性毒性效应,表明受检的 PHOSLOCK 样品对水生动物的急性毒性低。在试验条件下,PHOSLOCK 样品对斜生栅藻生长量抑制的 72 小时 EC_{50} 值为 31.92%,表明 PHOSLOCK 样品会对藻类生长产生抑制效应。由于试验条件下过曝作用的影响(标准试验条件下对沉淀于水体底部的 PHOSLOCK 样品进行了过曝),该样品在实际应用时对藻类生长的抑制效应可能会高于标准试验条件下的抑制效应。

(2) 快速生物降解性测试

通过 28 天的快速生物降解测试,得出受检的 PHOSLOCK 样品在第 14 天和第 28 天的降解率分别为 0% 和 0%,说明 PHOSLOCK 样品不具备快速生物降解性。

(3) 水生态安全风险评估

通过环境急性毒性鉴别,得出受检 PHOSLOCK 样品为不能分类级别,即 PHOSLOCK 样品不属于危险类或重点环境管理危险类物质,其可被分为一般类化学物质。考虑到在标准方法的试验条件下 PHOSLOCK 样品对代表性测试物种鱼类(斑马鱼)、大型蚤、蚯蚓(赤子爱胜蚓)未产生急性毒性,也未对试验溶液中 pH、DO、水溢等主要水质参数产生明显影响,因此,该受检样品属于水环境生态低风险物质。

中国环境科学研究院
国家环境保护化学品生态毒理学与风险评估重点实验室

2020 年 9 月 6 日

Appendix 1

Summary of aquatic ecological safety risk assessment of PHOSLOCK

Based on the related law, regulations and other required standards, the project team commissioned by Phoslock (Shanghai) Water Solutions Ltd. was to assess PHOSLOCK sample on aquatic ecological safety and risk by testing the acute toxicity to zebrafish, *Daphnia magna*, algae, and earthworm, and biodegradation ability.

(1) **Ecotoxicity test result:** PHOSLOCK has no acute toxic effects on zebrafish, *Daphnia magna*, *Eisenia foetida*, which indicates that the acute toxicity of PHOSLOCK on aquatic animals is low. Under the test condition, the 72h EC₅₀ of PHOSLOCK on the yield of *scenedesmus obliquus* was 31.92% of the leaching solution, indicating that PHOSLOCK has inhibitory effect on algae growth. This effect may be higher in reality as PHOSLOCK solution was filtered in the test condition.

(2) **Biodegradability test result:** Under the test conditions, the mean degradation rate of sample reached 0% in both 14- and 28-day periods, indicating that PHOSLOCK is of no biodegradation ability as PHOSLOCK itself is inorganic product.

(3) **Aquatic ecological safety risk assessment result:** From the hazard identification, PHOSLOCK was classified as a general environmental substance. It is neither hazardous substance nor key environmental management substance. PHOSLOCK sample has low aquatic ecological safety risk, because it has no acute toxicity effect on zebrafish, *Daphnia magna* and *Eisenia foetida*; moreover, it has no obvious effect on the pH, DO and temperature of the test solution.

Chinese Research Academy of Environmental Sciences

State Environmental Protection Key Laboratory of Ecological Effects and Risk Assessment of Chemicals

6 September, 2016

