



**中国科学院大学**  
University of Chinese Academy of Sciences

## 博士学位论文评阅书

论文题目 塑料日常使用和热处理过程中 POPs 的释放及其气  
粒分配机制

作者姓名 詹发强

学位类别 理学博士

学科（专业） 分析化学

研究所（院系） 大连化学物理研究所

中国科学院大学制

## 学术道德评价

（一票否决）

评价要素	评价意见（请在相应栏内划“√”）
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是（具体说明存在的问题）
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	91
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	91
3	创新成果	论文成果创新性，对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	91
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度，专门知识的系统性、深入性	10%	91
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	91
6	论文写作	论文结构、撰写规范性；文字表达准确、清晰和流畅性；引文严谨、规范性	10%	91
总体评价			总分	91

注：“分数”栏每项均按百分制整数评分，各项满分均为100分。评分分为四档：大于等于90分为优秀；大于等于75分小于89分为良好；大于等于60分小于74分为一般；小于60分为差。

对学位论文的学术评语: (请对论文的学术水平、创新性做出简要评述, 包括选题意义, 文献资料的掌握, 论文创新之处, 写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页)

论文题目 塑料日常使用和热处理过程中 POPs 的释放及其气粒分配机制

研究生姓名 詹发强

卤代阻燃剂在目前塑料制品中广泛使用。是一种半挥发性有机物, 会在日常使用和处理过程中释放, 以及会产生二噁英类物质, 产生非常大的危害。该论文针对目前卤代阻燃剂释放规律、分配机制等不清楚等问题, 深入系统的研究了塑料日常使用、低温热处理和焚烧过程中阻燃剂类 POPs 和 UP-POPs 的产生释放过程、释放动力学规律以及气粒分配机制等, 具有很好的科学意义和应用价值。

构建了塑料及建筑材料中 SVOCs 释放的测试装置, 该装置满足 ISO 16000-2.5 中关于建筑材料中 SVOCs 释放测定的各项规定。对六溴环十二烷在 35℃ 下的释放特征、动力学释放行为、吸附以及释放动力学及排放因子进行了估算, XPS 泡沫板中 HBCD 一年累积释放量率为 0.002%; 研究了 XPS 泡沫塑料在非控制燃烧过程 HBCD 的释放及其气粒分配机制, 有 1.7% HBCD 会释放到环境中, 浓度可达  $\text{mg}/\text{m}^3$ , 具有很高的呼吸暴露风险; 采用实验室模拟方法研究了 PVC 地板在 100-200℃ 热处理过程 SCCPs 的挥发释放动力学规律、气粒分配机制进行了系统研究, 并对其处理过程呼吸暴露风险进行了评估, 发现 PVC 热处理工人每小时 SCCPs 吸入量大大超标, 具有很高的呼吸暴露风险; 测定了 ABS 塑料热处理过程中新型溴代阻燃剂 BTBPE 的释放和转化, 探讨了 BTBPE 的释放机理, 同时对其分解机制进行了探讨, 揭示阻燃工程塑料热处理过程是环境中大量溴代芳香污染物的重要排放源;

论文选题正确, 具有重要的应用价值。文献综述系统全面, 实验方案设计合理、数据详实, 能够对实验结果进行合理分析, 显示出较强的动手能力和科研水平。论文写作规范、逻辑严密、条理清晰。

是否同意组织学位论文答辩

(请在相应栏内打“√”)

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

## 学术道德评价

（一票否决）

评价要素	评价意见（请在相应栏内划“√”）
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是（具体说明存在的问题）
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	96
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	94
3	创新成果	论文成果创新性，对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	96
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度，专门知识的系统性、深入性	10%	92
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	95
6	论文写作	论文结构、撰写规范性；文字表达准确、清晰和流畅性；引文严谨、规范性	10%	93
总体评价			总分	94.85

注：“分数”栏每项均按百分制整数评分，各项满分均为100分。评分分为四档：大于等于90分为优秀；大于等于75分小于89分为良好；大于等于60分小于74分为一般；小于60分为差。

**对学位论文的学术评语：**（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

**论文题目：**塑料日常使用和热处理过程中 POPs 的释放及其气粒分配机制

**作者姓名：**詹发强

有机卤代阻燃剂是塑料制品中常见添加剂，其虽然能有效防止火灾发生，但是在环境中具有持久性毒性，在全生命周期中持续释放，因此研究其释放规律，评估其环境毒性十分必要。詹发强同学围绕三种代表新有机卤代阻燃剂，六溴环十二烷(HBCD)、短链氯化石蜡(SCCPs)和三溴苯氧基乙烷(BTBPE)等在日常使用、低温处理和焚烧中释放、转化和气-粒分配机制进行了系统的研究，取得如下结果：

1. 设计和搭建了一种研究材料中半挥发性有机物释放的装置，研究了泡沫塑料中 HBCD 的常温下的释放规律并建立其动力学模型和参数。
2. 利用箱式装置，模拟研究了 PVC 热加工中 SCCPs 释放和气-粒分配规律，发现 PVC 处理过程场所较高 SCCPs 暴露风险。研究了 ABS 塑料在热处理中 BTBPE 的释放和转化机制，发现在高温条件下可产生溴代二恶英。
3. 在燃烧装置上研究了聚苯乙烯塑料在燃烧条件下 HBCD 的释放和气粒分布规律，发现释放的 HBCD 被分配到纳米级颗粒物中。

这篇论文针对环境科学的热点需求，搭建实验装置开展研究，实验方案设计合理，数据丰富而且可信。论文文献综述观点明确，写作条理清楚，逻辑性强。反映了作者已经具备独立从事科学研究的能力，具有扎实的基础知识，达到博士培养的要求，建议詹发强同学进行论文答辩。

是否同意组织学位论文答辩

（请在相应栏内划“√”）

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

## 学术道德评价

（一票否决）

评价要素	评价意见（请在相应栏内划“√”）
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是（具体说明存在的问题）
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	95
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	90
3	创新成果	论文成果创新性，对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	96
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度，专门知识的系统性、深入性	10%	95
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	96
6	论文写作	论文结构、撰写规范性；文字表达准确、清晰和流畅性；引文严谨、规范性	10%	90
总体评价			总分	94

注：“分数”栏每项均按百分制整数评分，各项满分均为100分。评分分为四档：大于等于90分为优秀；大于等于75分小于89分为良好；大于等于60分小于74分为一般；小于60分为差。

**对学位论文的学术评语：**（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

**论文题目：**塑料日常使用和热处理过程中 POPs 的释放及其气粒分配机制

**作者姓名：**詹发强

在使用和热处理过程中，塑料制品中添加的有机卤代阻燃剂对环境的释放造成了这类物质对环境及人类健康的潜在危害。该博士学位论文系统研究了六溴环十二烷、短链氯化石蜡及 1,2-二（三溴苯氧基）乙烷三种有机卤代阻燃剂在塑料日常使用、低温热处理及焚烧处理过程中的释放过程及其气-粒分配机制，所得结果对于解明三种卤代阻燃剂的环境释放机理具有很好的理论与实际意义。

论文在以下几方面做出了具有较好创新性的研究工作：

（1）搭建了一种测定材料中半挥发性有机物释放的池装置对聚苯乙烯泡沫塑料中六溴环十二烷在常温下的释放速率进行了测定，并建立了其挥发释放的动力学模型。

（2）利用热实验箱装置测定了 PVC 塑料在热处理过程中短链氯化石蜡的释放，并对其气-粒分配机制进行了模拟研究。

（3）搭建了一种热实验装置对 ABS 塑料中 1,2-二（三溴苯氧基）乙烷在 250-800 摄氏度热处理过程中的释放与转化机制进行了系统的研究。

（4）采用燃烧测试装置对聚苯乙烯塑料在非受控燃烧过程中的六溴环十二烷释放及其气-粒分配机制进行了系统的研究。

论文文献综述观点明确，写作规范，逻辑性强，实验结果和数据全面，工作量大，表明作者具有较好的科研工作能力。所得研究结果在 Environ. Sci. Technol. 发表数篇研究论文，表明作者的研究成果已得到了研究同行的好评。

论文达到了博士论文的要求，同意组织学位论文答辩。

是否同意组织学位论文答辩

（请在相应栏内划“√”）

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

## 学术道德评价

(一票否决)

评价要素	评价意见 (请在相应栏内划“√”)
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是 (具体说明存在的问题)
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	9
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	14
3	创新成果	论文成果创新性, 对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	38
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度, 专门知识的系统性、深入性	10%	9
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	13
6	论文写作	论文结构、撰写规范性; 文字表达准确、清晰和流畅性; 引文严谨、规范性	10%	9
总体评价			总分	92

注: “分数”栏每项均按百分制整数评分, 各项满分均为 100 分。评分分为四档: 大于等于 90 分为优秀; 大于等于 75 分小于 89 分为良好; 大于等于 60 分小于 74 分为一般; 小于 60 分为差。



对学位论文的学术评语：（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

论文题目：塑料日常使用和热处理过程中 POPs 的释放及其气粒分配机制

作者姓名：詹发强

论文研究了塑料制品在使用过程中阻燃剂类 POPs 和 UP-POPs 的挥发释放过程和动力学规律，具有一定的理论价值和意义。论文取得的成果如下：

1. 系统研究了塑料全生命周期阻燃剂的释放、转化过程，包括日常使用、受热状态、焚烧过程；
2. 建立阻燃剂挥发释放模型，探讨在阻燃剂释放动力学机理；

研究成果具有创新性，并已在多个国际学术期刊上发表。论文选题新颖，逻辑严密，数据充分，表明作者具有较强的逻辑思维能力和独立进行科研工作的能力，达到博士学位要求，同意进行答辩。

是否同意组织学位论文答辩  
(请在相应栏内划“√”)

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

## 学术道德评价

(一票否决)

评价要素	评价意见 (请在相应栏内划“√”)
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是 (具体说明存在的问题)
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	96
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	96
3	创新成果	论文成果创新性, 对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	95
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度, 专门知识的系统性、深入性	10%	95
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	97
6	论文写作	论文结构、撰写规范性; 文字表达准确、清晰和流畅性; 引文严谨、规范性	10%	93
总体评价			总分	95.35

注: “分数”栏每项均按百分制整数评分, 各项满分均为 100 分。评分分为四档: 大于等于 90 分为优秀; 大于等于 75 分小于 89 分为良好; 大于等于 60 分小于 74 分为一般; 小于 60 分为差。

“塑料日常使用和热处理过程中 POPs 的释放及其气粒分配机制”一文选题具有理论意义与实际应用价值。

塑料中阻燃剂的释放会造成环境的污染,研究塑料全生命周期阻燃剂的释放、转化及其气粒分配具有重要意义。本论文设计并建造了一种适用于测定材料中半挥发性有机物释放的新型释放池装置,采用此释放池装置测定了挤塑聚苯乙烯泡沫塑料中六溴环十二烷(HBCD)在常温下的释放速率,并建立了 HBCD 的挥发释放动力学模型。其以温度为主控因素,深入系统地研究了塑料日常使用、低温热处理和焚烧过程中阻燃剂类持久性有机污染物(POPs)的产生释放过程、释放动力学规律以及气粒分配机制。其研究结果可为追踪和确认阻燃剂类 POPs 的重要排放源、为制定相应的减排控制方案、及评估人体呼吸暴露风险提供理论依据和数据支持。

作者查阅了大量中外文献,对本学科领域发展前沿有较充分的了解。论文工作量大,数据处理、分析合理,图表比较规范,得到了一系列有意义的结论,反映了作者具有较扎实的基础知识与较强的科研能力。论文达到了博士毕业论文水平,同意答辩。

不足之处:

文中首次引入英文缩写应给出全称,如,摘要中“PVC”,“J-P 模型”等。

为了全文目录的一致性,目录 1.5,建议改为“1.5 塑料中卤代阻燃剂(HFRs)的常温释放”;目录 1.5.1,建议改为“1.5.1 HFRs 的常温释放途经”。

论文中存在打字重复,错别字现象,请作者认真核查改正。

P49 第二段,上数第三行“…吸附棒吸附量呈指数增加…”,是否应为“…吸附棒吸附量( $q_{rod}(t)$ )呈指数增加…”?

是否同意组织学位论文答辩 (请在相应栏内划“√”)	<input checked="" type="checkbox"/> 同意答辩	<input type="checkbox"/> 修改后答辩 <input type="checkbox"/> 不同意答辩