

# 有机磷系阻燃剂文献计量学分析

朱丽君<sup>1</sup>, 陈金芳<sup>2</sup>

(1. 武汉工程大学图书馆, 湖北 武汉 430074,

2. 武汉工程大学绿色化工过程省部共建教育部重点实验室, 湖北 武汉 430074)

**摘要:**用文献计量学的方法对1986至2011年科学引文索引、工程索引、科技会议录索引、中国知网数据库收录的有机磷系阻燃剂文献数量进行了系统分析,对有机磷系阻燃剂研究的学科发展及地域分布有了较全面的掌握。结合我国1995年至2011年以来的次磷酸盐及亚磷酸盐进出口量统计分析,认为未来10年有机磷系阻燃剂工业在世界范围内将进入空前发展的时期,中国有机磷系阻燃剂的总生产量将进入一个指数增长期。

**关键词:**有机磷系阻燃剂;文献计量学;科学引文索引;学科评价

中图分类号:TQ314.28

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2012.07.016

## 0 引言

随着全球环保意识的日益增强及对防火安全要求的日益提高,阻燃剂的阻燃、环保效果的研究发展越来越受到重视。根据阻燃剂与被阻燃剂的关系,阻燃剂可分为添加型、复合型和反应型三种<sup>[1]</sup>。按有效元素分类,可分为磷系、氯系、溴系和锑基、铝基、硼基阻燃剂等。按阻燃有效元素,可分为无卤阻燃剂、溴系阻燃剂、卤-磷协同阻燃剂及其他阻燃剂<sup>[2]</sup>。按是否含卤元素可分为卤素阻燃剂和非卤素阻燃剂两大类<sup>[3]</sup>。阻燃剂是合成高分子的重要助剂之一。随着国际环保要求的增强,有的国家要求2020年实现使用量较大的溴系阻燃剂(BFR)的零排放<sup>[4]</sup>。而有机磷系阻燃剂是与卤系阻燃剂并重的一类阻燃剂,它品种多,用途广泛<sup>[5]</sup>,大都具有低烟、无毒、低卤、无卤等优点,具有对材料的物理性能和其它性能影响相对较小,符合阻燃剂的发展方向,是一种对环境友好的阻燃剂,且目前使用的阻燃剂85%为添加型,仅15%为反应型<sup>[5]</sup>,前者多用于热塑性高聚物,后者多用于热固性高聚物,所以具有广泛的发展前景。因此,目前学术界和工业界正在加大对有机磷系阻燃剂(OPFR)的研究开发。但是,有机磷系阻燃剂的研究现状究竟如何呢?为此,用文献计量学的方法对1986至2011年SCI、EI、ISTP、CNKI数据库收录的有机磷系阻燃剂文献数量进行了系统分析,旨在了解有机磷系阻燃剂研究发展趋势。

## 1 数据来源与分析方法

本文所用数据库来源于ISI Web of Knowledge数据库平台中的SCI(科学引文索引)数据库和ISTP(科技会议录索引)数据库、EI(工程索引)数据库、CNKI(中国知网)数据库平台中的中国学术期刊网络出版总库。检索主题为“organic phosphorus flame retardant(有机磷系阻燃剂)”或者“organic phosphorus fire retardant”,时间跨度为1986年至2011年,检索日期为2012年6月4日,其中SCI检出66篇,EI检出133篇,ISTP因收录时间为1996年以来的,故检出13篇,CNKI检出57篇,共269篇。

美国国家科学基金会认为,论文发表本身意味着科学研究的发现向公众领域的转移,在经同行评议杂志上发表的论文表示了对其所含信息的正面科学评价<sup>[6]</sup>,一个地区和单位科研水平高低与论文作者水平和数量成正比<sup>[7]</sup>。基于此,依据各数据库平台自带功能和Excel软件的统计功能,从发文的时间分布、学科领域分布、国家分布等方面对各数据库平台检出的269篇文献进行统计和分析,并结合我国次磷酸盐及亚磷酸盐自1995年以来历年的进出口数量,旨在从数据变化趋势中展望有机磷系阻燃剂这一领域的研究前景。

## 2 数据统计结果及分析

### 2.1 数量发展趋势分析

在四大数据库中,从1986年至2011年间共收

收稿日期:2012-06-09

作者简介:朱丽君(1964-),女,湖南汨罗人,研究馆员。研究方向:图书情报学。

录了 269 篇有机磷系阻燃剂方面的文章,从图 1 中可以看出,首先论文数不是很多,说明此研究方向还有相当潜力可挖. 其次发文较多的年度集中于 2007 年以后,SCI 和 EI 的发文量于 2007 年以后均在 10 篇以上,CNKI 的发文量呈现三段起伏高峰,1997~1999 年、2002~2003 年、2007 年以来,这些发文量数据说明有机磷系阻燃剂研究领域逐渐被重视和关注<sup>[8-10]</sup>.

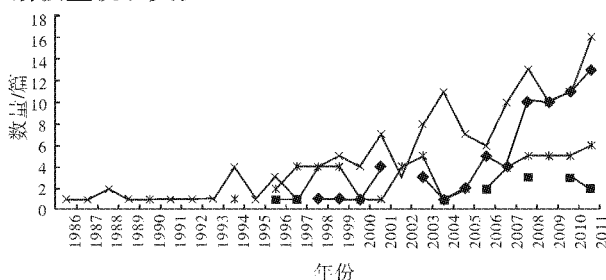


图 1 发文量年度变化

Fig. 1 Annual amount of published papers

注: ◆—SCI; ■—ISIP; ×—EI; \*—CNKI

## 2.2 学科分布分析

有机磷系阻燃剂涉及多学科和领域,依据 SCI 数据库对学科的分类来看(见图 2),研究磷系阻燃剂的专题领域大约涉及 18 个学科领域,本文中只统计了所涉及学科在 2 篇以上的文章,其中主要学科为高分子科学、化学、材料科学、工程等,其分别占比为 42%、22%、16% 和 10%。按照 EI 数据库对学科的分类来看(见图 3),研究磷系阻燃剂的专题领域大约涉及 60 个学科领域,本文只统计所涉及学科在 20 篇以上的文章,其中超过 50 篇以上所涉及的学科主要有一般化工产品、火灾和消防、化学剂和基本化工原料、有机聚合物、化学反应、有机化合物,其分别占比为 13%、12%、12%、12%、10%、10%。根据 CNKI 数据库对学科的分类来看(见图 4),研究磷系阻燃剂的专题领域大概涉及到 13 个学科领域,本文只统计所涉及学科在 2 篇以上的文章,其中主要学科为有机化工、工业工程、工业经济,其分别占比为 73%、7%、5%。

## 2.3 国家分布分析

在 SCI 数据库中,共有 19 个国家发表了有机磷系阻燃剂方面的论文,其中主要集中于中国、台湾、罗马尼亚、美国、西班牙等国;在 ISTP 数据库中,共收录 8 个国家的有关有机磷系阻燃剂方面的会议论文;在 EI 数据库中,共收录 24 个国家的有机磷系阻燃剂方面的学术论文,其中主要集中于中国、美国、台湾、日本、德国、英国、俄罗斯等国(见图 5)。

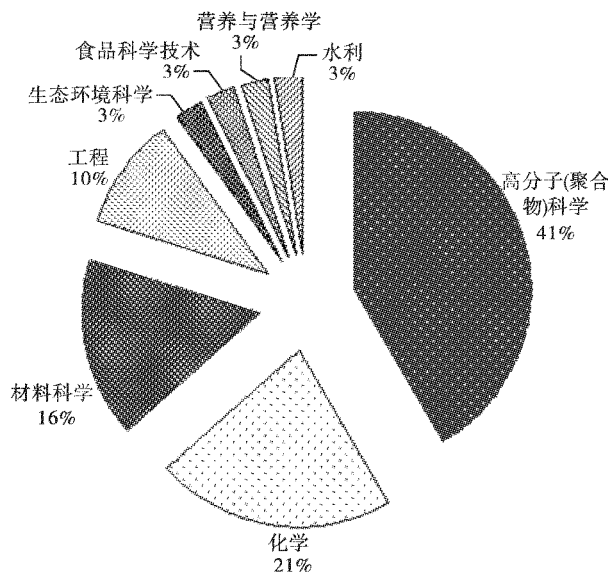


图 2 在 SCI 中的学科分布图

Fig. 2 Discipline distribution in SCI

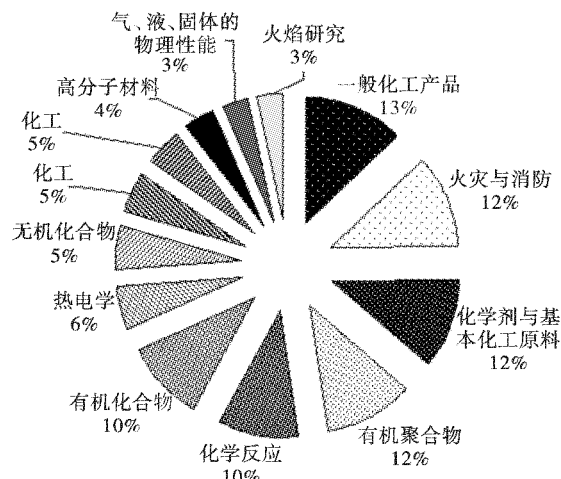


图 3 在 EI 中的学科分布

Fig. 3 Discipline distribution in EI

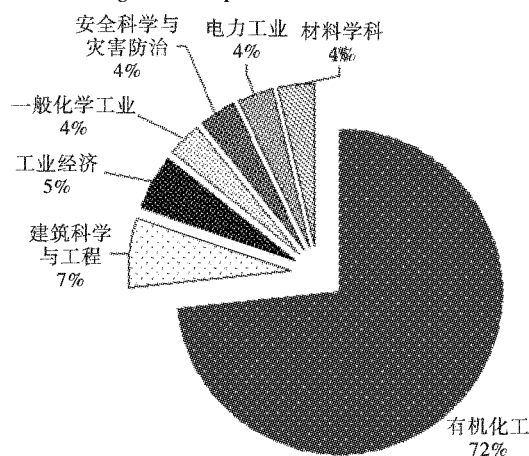


图 4 在 CNKI 中学科分布

Fig. 4 Discipline distribution in CNKI

## 2.4 进出口量分析

从 20 世纪 60 年代开始,阻燃剂经历了一个蓬勃发展的阶段. 美国从 20 世纪 60 年代至今,阻

阻燃剂消耗量增加了三十倍左右;日本的阻燃剂工业起步晚,发展快,1980年和1982年阻燃剂消费量为6万吨和7.3万吨,而1996年则达15.4万吨,15年间增长了两倍多;西欧由于缺乏立法,限制了阻燃技术的发展,但1988年后,英、德等国已

立法,西欧各国阻燃剂消费量迅速上升.我国阻燃剂开发起步于20世纪50年代,六七十年代处于停滞状态,只研制了四溴乙烷三磷酸酯等少量产品.20世纪80年代开始飞速发展,1985年产量为5 kt,现在阻燃剂的总产量在10万吨左右<sup>[11]</sup>.

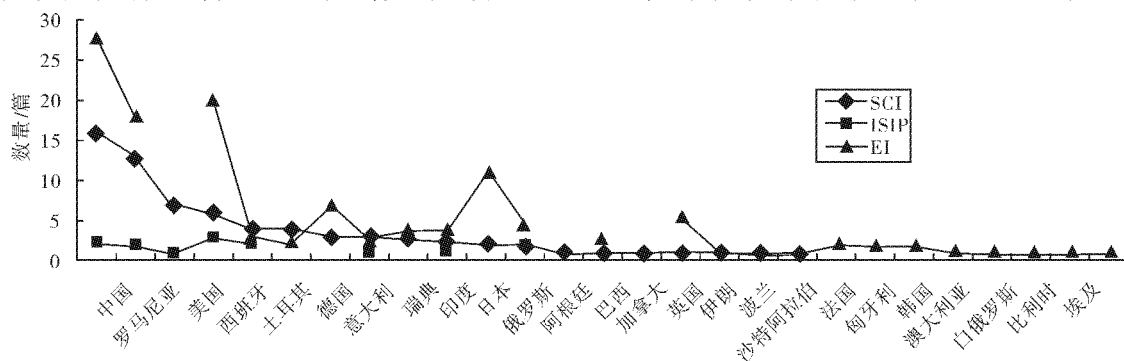


图5 国家分布图

Fig.5 National distribution

对比于欧美市场每年4%左右的市场增长率(见表1),亚太地区的阻燃剂市场消费量将以7%的年均增速增长,表2表明未来阻燃剂的消费领域将逐步向亚太地区转移,消费领域主要集中在工程塑料和聚氨酯塑料<sup>[13]</sup>.从表3知,中国所消耗的阻燃剂估计仍有70%以上是卤(溴)-锑系统<sup>[4]</sup>,这将迫使中国调整阻燃剂产品结构,大力发展有机磷系阻燃剂.

表1 全球阻燃剂预估表

Table 1 Global fire retardant content prediction table

年份	指标	
	全球阻燃剂总用量	全球阻燃剂销售额
2008年	1 950 kt	约41亿美元(约合人民币270亿元)
2011	22.1亿t	45亿美元
2014年	2 620 kt 预估年增长	61亿美元(约合人民币400亿元) 预估年
预计	4.9%	增长7%

表2 阻燃剂四大地区用量比较表

Table 2 Four area consumption of flame retardant comparison table

时 间	地 区			
	北美	西欧	日本	其它亚洲国家和地区 (包括中国、印度、韩国等)
2005年	38%	33%	11%	18%
2008年	34%	29%	10%	27%

表3 中美阻燃剂种类比较表(以2001年产量为例)

Table 3 Flame retardant type comparison table

国别	种 类			
	氯系阻燃剂	磷系(含卤化)阻燃剂	溴系阻燃剂	无机阻燃剂
中国	75%	6%	7%	12%
美国	8%	16%	10%	60%

为研究我国阻燃剂工业发展需求现状,以次磷酸盐及亚磷酸盐为例,统计了我国自1995年至2011年以来的次磷酸盐及亚磷酸盐进出口量(见图6).

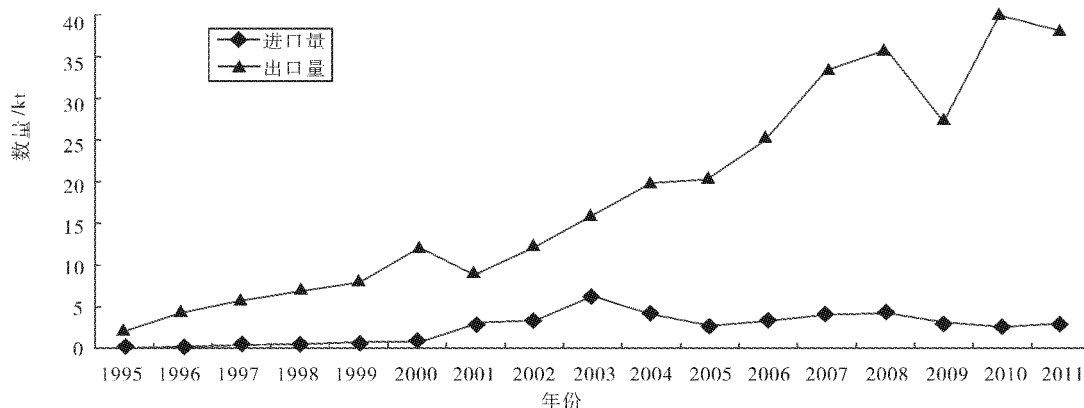


图6 次磷酸盐及亚磷酸盐历年进出口量

Fig.6 Annual import and export volume of hypophosphite and phosphite

从图 6 中看出,次磷酸盐及亚磷酸盐的进口量从 2000 年开始放量增长,到 2003 年达到顶峰的 6248800 kg,其后保持相对平衡.次磷酸盐及亚磷酸盐的出口量在 2000 年达到高点后,2001 年有所回调后,接着开始明显上涨趋势,2008 年金融危机后,在 2009 年下降后,接着在 2010 年就强力反弹而超过 2008 年出口量<sup>[14]</sup>.

### 3 结 语

今天随着全球环保意识的日益增强及对防火安全要求的日益提高,有机磷系阻燃剂的低烟、无毒、低卤、无卤等优点,符合阻燃剂的发展方向,是一种对环境友好的阻燃剂.相关研究文献在 2007 年以后快速增加,涉及的学科多集中于化工、高分子、材料、消防、工业经济等,有机磷系阻燃剂的研究也多集中于中国、美国、日本、罗马尼亚等国.并根据我国相关产品的进出口量增长情况,也能说明我国的有机磷系阻燃剂必然具有研究和发展的价值.可以预测:未来 10 年里,有机磷阻燃剂工业在世界范围内将进入空前的发展时期.在中国大陆,有机磷阻燃剂的总生产量将进入一个指数增长期.

#### 参考文献:

- [1] 刘生鹏,茹敬宏,伍宏奎.环保无卤型挠性覆铜板的研究进展[J].绝缘材料,2007,40(6):27~29.
- [2] 我国环保型阻燃剂的应用和生产现状[J].粘接,2010(9):27~29.
- [3] 王从国,董丽美.非卤素阻燃剂[J].河北化工,1999(4):10~13.
- [4] 欧育湘.我国有机磷阻燃剂产业的分析与展望[J].化工进展,2011,30(1):210~215.
- [5] 高峰,朱梦如.有机磷系阻燃剂的研究与应用[J].武警学院学报,2009,25(4):9~12.
- [6] 沈新尹.关于对美国国家科学基金会基础研究绩效评价若干方法的思考[J].中国科学基金,2001(5):313~316.
- [7] 段和平.探讨期刊论文发表数量和核心作者群的重要意义[J].临床荟萃,2004,19(8):480~481.
- [8] Web of Knowledge [DB/OL].<http://www.hstcd.cn/newsearch/search.aspx>,2012-6-4.
- [9] Engineering Village [DB/OL].<http://www.engineeringvillage.com/controller/servlet/Controller?CID=quickSearchCitationFormat>,2012-6-4.
- [10] CNKI 中国学术期刊网络出版总库[DB/OL].<http://acad.cnki.net/Kns55/brief/result.aspx?dbPrefix=CJFQ>,2012-6-4.
- [11] 阻燃剂的现状及发展趋势[EB/OL].<http://info.china.alibaba.com/news/detail/v0-d1021747300.html>,2012-6-4.
- [12] 梁成.我国阻燃剂的发展现状及其发展对策[J].阻燃材料与技术,2003(2):6~7.
- [13] 行业要览.聚氨酯[J].2010,(101):17
- [14] HEMinfoVIP 专业版 中国化工产品进出口数据库[DB/OL].<http://vip.cheminfo.gov.cn/trading/default.aspx?channelId=4>,2012-6-4.

## Literature metrology analysis of organic phosphorus flame retardant

ZHU Li-jun<sup>1</sup>, CHEN Jin-fang<sup>2</sup>

(1. Library of Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China; 2. School of chemical Engineering Pharmacy, Hubeikey lab. Novel. Reater Green Chemical Technotogy, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** literatures of organic phosphorus flame retardant from 1986 to 2011 based on the SCI, EI, ISTP, CNKI databases were analyzed by the methods of metrology. We systematically investigated discipline development and regional distribution of organic phosphorus flame retardant. Based on statistics analysis of the import and export quantity of hypophosphite and phosphite from 1995 to 2011 in China, we hold that the total output of organic phosphorus flame retardant will increase exponentially with the industry fast growth in the worldwide in the future 10 years.

**Key words:** organic phosphorus flame retardant; literature metrology; Science Citation Inex; discipline evaluation  
本文编辑:陈小平