

学校编码: 10384

密级\_\_\_\_\_

学号: 20720101150114

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

聚苯乙烯全塑仿木材料的研发与产业化

Research and Industrialization of Polystyrene  
Wood-imitation Plastic Material

许延利

指导教师姓名: 戴李宗 教授

专业名称: 高分子化学与物理

论文提交日期: 2013 年 05 月

论文答辩日期: 2013 年 06 月

2013 年 06 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（ ）课题（组）的研究成果，获得（ ）课题（组）经费或实验室的资助，在（ ）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 摘要

近年来,我国每年木材缺口约3亿立方米,森林资源严重不足,相关木质产品大多停留在初级加工水平,浪费巨大,而人们对木制品的需求与日俱增,因此木材替代品的研发工作迫在眉睫。具备阻燃性能的全塑仿木材料完全由塑料制备,不含木制成分,可完全回收,具有酷似实木的外观与优异的使用性能,在建材、家居、物流等诸多领域可代替实木,相关产品的研发与产业化对社会经济发展与森林资源保护具有重要意义。

本文以木塑复合仿木材料相关研究为基础,以聚苯乙烯塑料为基质,利用热平衡微发泡技术、无卤阻燃技术、基于聚物流变学的仿木纹技术制备一种塑料仿木材料。从发泡效果、阻燃性能、仿木纹效果、产品物理机械性能等多个角度,参考 GB/T 24508—2009 《木塑地板》相关标准,详细分析了原辅料的选择、用量以及加工方法对产品综合性能的影响。

研究表明:吸热型:放热型发泡剂比例为(1-2):(1-2)时,可较好的实现发泡过程中的热平衡,获得直径约为300-500微米的泡孔;聚磷酸铵\季戊四醇\三聚氰胺阻燃剂按比例3:1:3复合时,阻燃效率最高,氧指数可达29;辅料树脂的重量分数为12.5%时,仿木效果最佳,聚苯乙烯与高抗冲聚苯乙烯用量比为10:1时,物理机械性能最佳。产品不含重金属,各项指标均满足或超过参考标准 GB/T 24508—2009 《木塑地板》相关要求,项目成果实现了产业化,鉴定结果显示,该产品综合技术性能达到了国际同类产品先进水平。

**关键词:** 仿木 聚苯乙烯 微发泡 无卤阻燃 产业化

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## Abstract

There is a shortfall of about 300 million cubic meters of wood in China every year. Forest resources are wasted because of the low level of processing of wood products. Wood-imitation plastic material with flame retardant ability is completely recyclable and is featured by appearance and usability to real wood. It can be used in land-scape architecture, home decoration and logistics domain instead of using wood.

In this paper, based on the research of wood-plastic composite materials, the wood-imitation plastic material was studied by using thermal equilibrium foaming technology, halogen-free flame retardant technology and wood grain imitation technology which was based on the rheology theorem of polymer. The effect of the type and dosage of raw materials and the processing method have been considered from the perspective of foaming degree, flame retardant efficiency, wood imitation effect and physical and mechanical properties.

The cell size was about 300-500 micron when the endothermic and exothermic foaming agent hold a ratio of (1-2): (1-2). The material showed a good oxygen index (29) when ammonium polyphosphate, pentaerythritol and melamine hold a ratio of 3:1:1. With a ratio of 10:1 of polystyrene and high impact polystyrene and 12.5% amount of the excipients resin, the material showed its best mechanical properties and wood imitation effect. The project achievements have been industrialized and the products did not contain any heavy metal. The identification results showed that the comprehensive technical performance has reached the international advanced level of similar products.

**Keywords:** polystyrene; wood imitation; thermal equilibrium foaming technology; halogen-free flame retardant; industrialization



厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

摘 要.....	I
Abstract .....	II
目 录.....	III
<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 引言</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 高级仿木材料分类与简介</b> .....	<b>2</b>
1.2.1 木塑复合材料.....	3
1.2.2 全塑仿木材料.....	4
<b>1.3 国内外高级仿木材料研究进展</b> .....	<b>5</b>
1.3.1 国外高级仿木材料研究进展.....	5
1.3.2 国内高级仿木材料研究进展.....	6
1.3.3 高级仿木材料的发展趋势.....	8
<b>1.4 全塑仿木材料的基本组成</b> .....	<b>10</b>
1.4.1 基料树脂.....	10
1.4.2 纳米无机填料.....	10
1.4.3 助剂.....	10
1.4.4 全塑仿木材料的基础配方.....	11
<b>1.5 全塑仿木材料的研究机理</b> .....	<b>11</b>
1.5.1 微发泡技术.....	12
1.5.2 阻燃技术.....	14
1.5.3 仿木纹技术.....	15
1.5.4 基料树脂的选择.....	16
<b>1.6 全塑仿木材料的加工方法</b> .....	<b>17</b>
<b>1.7 全塑仿木材料的应用</b> .....	<b>18</b>
<b>1.8 本课题研究的内容与意义</b> .....	<b>18</b>
1.8.1 本课题研究的主要内容.....	18

1.8.2 本课题研究的目的与意义 .....	19
<b>参 考 文 献</b> .....	<b>22</b>
<b>第二章 实验部分</b> .....	<b>29</b>
<b>2.1 实验原料及仪器</b> .....	<b>29</b>
2.1.1 实验原料 .....	29
2.1.2 实验研究仪器与设备 .....	30
<b>2.2 全塑仿木材料的制备方法</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3 全塑仿木材料性能检测</b> .....	<b>31</b>
2.3.1 氧指数检测 .....	31
2.3.2 水平垂直燃烧性能检测 .....	32
2.3.3 点着温度检测 .....	33
2.3.4 烟密度检测 .....	34
2.3.5 物理机械性能检测 .....	35
2.3.6 全塑仿木材料其他性能检测 .....	36
<b>第三章 结果与讨论</b> .....	<b>39</b>
<b>3.1 主辅料树脂的选择</b> .....	<b>39</b>
3.1.1 主料树脂的选择 .....	39
3.1.2 辅料树脂的影响 .....	40
<b>3.2 高抗冲聚苯乙烯 HIPS 用量的影响</b> .....	<b>40</b>
<b>3.3 发泡程度与加工工艺对材料性能的影响</b> .....	<b>41</b>
<b>3.4 无卤阻燃技术对材料性能的影响</b> .....	<b>45</b>
3.4.1 无卤阻燃剂选择与用量对材料氧指数的影响 .....	45
3.4.2 阻燃剂用量对材料水平垂直燃烧性能的影响 .....	46
3.4.3 阻燃剂对材料烟密度的影响 .....	47
3.4.4 阻燃剂对材料点着温度的影响 .....	48
<b>3.5 无机填料与主料相容性影响</b> .....	<b>50</b>
<b>3.6 全塑仿木材料最佳配方</b> .....	<b>50</b>
<b>第四章 全塑仿木材料的产业化</b> .....	<b>51</b>
<b>4.1 生产要求</b> .....	<b>51</b>

4.1.1 厂房建设 .....	51
4.1.2 设备要求 .....	52
4.1.3 原料要求 .....	52
4.1.4 人员配置 .....	53
<b>4.2 生产方案</b> .....	<b>53</b>
4.2.1 工艺流程 .....	53
4.2.2 生产过程管理（自动化） .....	54
4.2.3 三废处理 .....	56
<b>4.3 运营管理</b> .....	<b>56</b>
4.3.1 技术管理 .....	57
4.3.2 生产运作管理 .....	57
4.3.3 质量管理 .....	57
4.3.4 仓库管理 .....	57
4.3.5 物流管理 .....	57
<b>4.4 全塑仿木材料产品检测标准与检测报告</b> .....	<b>58</b>
4.4.1 检测的主要标准依据 .....	58
4.4.2 检测报告内容 .....	58
<b>4.5 全塑仿木材料科技成果鉴定与新产品新技术鉴定</b> .....	<b>60</b>
<b>第五章 结论</b> .....	<b>61</b>
<b>硕士期间取得的科研成果</b> .....	<b>64</b>
<b>附件 1：全塑仿木材料检测报告</b> .....	<b>65</b>
<b>附件 2：阻燃全塑仿木材料的研发与产业化鉴定证书</b> .....	<b>71</b>
<b>附件 3：微发泡 PS 仿木异型材新产品新技术鉴定验收证书</b> .....	<b>76</b>
<b>致谢</b> .....	<b>81</b>

厦门大学博硕士学位论文摘要库

**Table of Contents**

<b>Abstract in Chinese</b> .....	<b>I</b>
<b>Abstract in English</b> .....	<b>II</b>
<b>Table of Contents</b> .....	<b>III</b>
<b>1 Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Advanced Wood-imitation Materials Brief Introduction</b> .....	<b>2</b>
1.2.1 Wood-plastic Composite Materials .....	3
1.2.2 Wood-imitation Plastic Materials .....	4
<b>1.3 Domestic and Overseas Wood-imitation Materials</b> .....	<b>5</b>
1.3.1 Foreign Wood-imitation Materials Research Progress.....	5
1.3.2 Domesitic Wood-imitation Materials Research Progress.....	6
1.3.3 Trends of Advanced Wood-imitation Materials .....	8
<b>1.4 Basic Parts of Wood-imitation Plastic Materials</b> .....	<b>10</b>
1.4.1 Base Resin.....	10
1.4.2 Nano Inorganic Fillers .....	10
1.4.3 Additives.....	10
1.4.4 Basic Formula .....	11
<b>1.5 Mechanistic Study of Wood-imitation Plastic Materials</b> .....	<b>11</b>
1.5.1 Microcellular Foam .....	12
1.5.2 Flame Retardance.....	14
1.5.3 Wood Imitation Technique .....	15
1.5.4 Base Resin Selection .....	16
<b>1.6 Wood-imitation Plastic Materials Processing Method</b> .....	<b>17</b>
<b>1.7 Application of Wood-imitation Plastic Materials</b> .....	<b>18</b>
<b>1.8 Content and Significance</b> .....	<b>18</b>
1.8.1 Main Content .....	18

---

1.8.2 Purpose and Meaning .....	19
<b>References .....</b>	<b>22</b>
<b>2 Experiments .....</b>	<b>29</b>
<b>2.1 Materials and Equipments.....</b>	<b>29</b>
2.1.1 Research Materials .....	29
2.1.2 Instruments and Equipments.....	30
<b>2.2 Preparation Method for Wood-imitation Plastic Material.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3 Performance Test for Wood-imitation Plastic Material.....</b>	<b>31</b>
2.3.1 Oxygen Index Test .....	31
2.3.2 Horizontal and Vertical Burning Test .....	32
2.3.3 Burning Temperature Test .....	33
2.3.4 Smoke Density Test.....	34
2.3.5 Physical and Mechanical Test.....	35
2.3.6 Other Performance Test.....	36
<b>3 Result and Discussion .....</b>	<b>39</b>
<b>3.1 Selection of Base and Secondary Resin.....</b>	<b>39</b>
3.1.1 Selection of Base Resin .....	39
3.1.2 Influence of Secondary Resin .....	40
<b>3.2 Influence of the dosage of HIPS .....</b>	<b>40</b>
<b>3.3 Influence of Foaming Degree and Processing.....</b>	<b>41</b>
<b>3.4 Influence of Halogen-free Flame Retardant Technology .....</b>	<b>45</b>
3.4.1 Effect on Oxygen Index.....	45
3.4.2 Effect on Horizontal and Vertical Burning .....	46
3.4.3 Effect on Smoke Density .....	47
3.4.4 Effect on Burning Temperature .....	48
<b>3.5 Compatibility of Base Resin and Nano Inorganic Fillers.....</b>	<b>50</b>
<b>3.6 Formula of Wood-imitation Plastic Material.....</b>	<b>50</b>
<b>4 The Industrialization of Wood-imitation Plastic Material.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1 Production Requirement .....</b>	<b>51</b>

---

4.1.1 Construction of Workshop.....	51
4.1.2 Facility Request.....	52
4.1.3 Materials Request.....	53
4.1.4 Personnel Allocation .....	53
<b>4.2 Produce Project.....</b>	<b>53</b>
4.2.1 Technical Process.....	53
4.2.2 Automated Manufacturing Practice.....	54
4.2.3 Three Wastes Treatment.....	56
<b>4.3 Operation Management.....</b>	<b>56</b>
4.3.1 Technical Management.....	57
4.3.2 Production and Operation Management.....	57
4.3.3 Quality Management .....	57
4.3.4 Storage Management .....	57
4.3.5 Logistics Management.....	57
<b>4.4 Testing Standard and Reports .....</b>	<b>58</b>
4.4.1 Testing Standard.....	58
4.4.2 Content of The Reports.....	58
<b>4.5 Authentication for Scientific and Technical Achievements.....</b>	<b>60</b>
<b>5 Conclusion.....</b>	<b>61</b>
<b>Published Patents During Postgraduate.....</b>	<b>64</b>
<b>Attachment 1: Testing reports .....</b>	<b>65</b>
<b>Attachment 2: Appraisal Certificate .....</b>	<b>71</b>
<b>Attachment 3: Acceptance Certificate.....</b>	<b>76</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>81</b>



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库