



北京航空航天大学  
B E I H A N G U N I V E R S I T Y

# “冯如杯” 创意大赛论文

防蚊驱虫环保涂料

### 摘要

防蚊驱虫环保材料是基于某些植物自身可散发一些特殊物质如香茅醛等保护自身不受蚊虫干扰的事实，通过植物精华物质提取工艺，从柠檬香茅草，驱蚊树等物质中有效提取物质，再经过香料粉末加工工艺等工艺使香味持久，将有效物质与涂料自身成分加工混合，制成的新型绿色环保涂料。该新型涂料具有高效驱蚊驱虫，增强室内空气清新程度，并且绿色无污染的特点。

关键词：植物驱蚊物质    植物精华提取工艺    香料粉末加工工艺    环保

### Abstract

Anti-mosquito environmental friendly material, which is based on the fact that some of the plants can send out some special material such as citronellal to protect themselves from mosquitos' interference by themselves, is a new type of green environmental friendly coating that is through plant substances extraction technology, and is made from the lemongrass, lemon tree drive and other effective extraction through the solid powder processing technology etc to make the smell lasting, and then mix up the effective extraction and coating components. The new coating has high driving midges and insects repellent, increasing the extent of indoor fresh air, green and pollution-free characteristics.

Keywords: Driving midges plant material The extraction technology  
of plant substances The solid powder processing technology  
environmental-friendly

## 目录

引言 .....	1
1. 原料简介 .....	2
1.1 具有驱蚊作用的植物 .....	2
1.2 植物源驱蚊活性物质 .....	2
1.3 涂料成分 .....	3
2. 制造流程及相关工艺 .....	4
2.1 制造流程 .....	4
2.2 相关工艺 .....	4
2.2.1 植物精华提取分离工艺 .....	4
2.2.2 香料粉末加工工艺 .....	5
2.2.3 涂料配方工艺（如表 4） .....	6
3. 化学分析物质的共存 .....	6
3.1 几种主要物质及其特性： .....	7
3.2 共存性分析 .....	9
4. 价格成本分析 .....	9
4.1 一般绿色涂料市场价： .....	9
4.2 制作该涂料相关数据： .....	9
5. 创意可行性分析 .....	10
5.1 驱蚊机理可行性 .....	10
5.2 物质提取工艺可行性 .....	10
6. 方案优劣性 .....	10
参考文献： .....	11
附录 .....	12

## 引言

蚊虫是与人类生活和健康关系极为密切的昆虫之一，除了直接叮刺，骚扰外，研究发现有疟疾、登革热、丝虫病和乙型脑炎等 80 多种疾病经蚊虫传播<sup>[1]</sup>。1998 年 7 月联合国世界卫生组织就曾警示全人类：蚊虫是威胁人类健康的头号公敌。为防治蚊虫，人们采取各种防治措施花费不少精力。如果能制造一种结合植物天然驱蚊物质的绿色涂料，直接在墙壁上使用，使人们无需费神即可躲避蚊虫，无疑为炎炎夏日带来更多清爽。

# 1. 原料简介

## 1.1 具有驱蚊作用的植物

近年媒体上常见“驱蚊植物”，但何为驱蚊植物尚无明确界定，参照杀虫植物的定义-1，驱蚊植物是指含有驱蚊成分、具有驱蚊作用的植物。研究发现，对驱蚊植物的研究主要集中在唇形科、菊科、报春花科等约 10 科 17 属 18 种植物，其中又以唇形科、菊科为多。植物类型以草本、灌木为主，而芳香植物较集中的芸香科、伞形科等有报道(表 1)。

植物名称 Plant species	生长类型 Growth type	防治种类 Mosquitoes type	利用部位 Source	分布地区 Distribution	文献 Ref.
薄荷 <i>Mentha haplocalyx</i>	草本	<i>Cx. pipiens quinquefasciatus</i>	L	分布广泛	6
猫薄荷 <i>Nepeta cataria</i>	草本	<i>Ae. Albopictus C. pipiens pallens</i>	L	-	7
荆条 <i>Nepeta cataria</i> L.	草本	mosquitoes	P	新疆、河南等	20
山香 <i>Hyptis suaveolens</i> Poit.	草本	<i>A. aegypti</i>	P	广西、海南等	21
蓝桉 <i>Eucalyptus citriodora</i>	乔木	<i>A. aegypti</i> An. Sinensis	L	福建、云南等	8
红树 <i>Rhizophora apiculata</i>	小乔木	<i>A. aegypti</i>	R	广东、台湾等	22
红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	乔木	mosquitoes	L	山东、湖南等	9
万寿菊 <i>Tagetes erecta</i>	草本	<i>Ae. albopictus</i>	F	云南、四川等	10
欧蓍草 <i>Achillea millefolium</i>	草本	<i>Ae. aegypti</i>	-	东北、西北	23
细杆沙蒿 <i>Artemisia macilenta</i>	草本	<i>Ae. aegypti</i>	-	内蒙古、河北等	11
黄蒿 <i>Artemisia scoparia</i>	草本	<i>Cu. pipiens pallens</i>	P	-	12
尖齿艾纳香 <i>Blumea oxyodonta</i>	草本	<i>Cu. Pipiens</i>	-	云南	24
<i>Hemizonia fitchii</i>	草本	<i>Ae. aegypti</i>	L	-	13
驱蚊香草 <i>Mosquito abjection vanilla</i>	草本	mosquitoes	L	分布广泛	14
黄荆 <i>Vitex negundo</i>	灌木	mosquitoes	L	分布广泛	15
印楝 <i>Azadirachta indica</i>	乔木	<i>An. darlingi A. braziliensis A. oswaldoi</i>	S	云南	16
蒜 <i>Allium sativum</i> L.	草本	mosquitoes	B	分布广泛	17
假排草 <i>Lysimachia sikokiana</i>	草本	mosquitoes	P	台湾	18

表 1 - 驱蚊植物的种类与分布

## 1.2 植物源驱蚊活性物质

植物体中能用于防治蚊虫的有效成分大都是新陈代谢过程中物。目前已证实主要有精油(essential / volatile oil)中的萜类等物质对昆虫有驱避和杀灭作用。昆虫对植物源活性物质的不同浓度反应不

同，如川楝素在较高的浓度时对昆虫表现为强烈的拒食作用，而在低浓度时又表现出胃毒毒杀活性。

具有驱蚊作用的物质主要有醇类、酮类及酚类。其中在各类植物存在较多的有香茅醇、香茅醛、芳樟醇、丁香酚、1，8-桉叶素等(表2)。

植物名称 Plant species	已知活性成分 Compound	参考文献 Ref.
薄荷 <i>Mentha arvensis</i>	薄荷醇(menthol)、薄荷酮(menthone)、柠檬烯(limonene)、藏茴香酮(carvone)	6
猫薄荷 <i>Nepeta cataria</i>	<i>Z, E</i> -假荆芥内酯( <i>Z, E</i> -nepetalactone)、 $\beta$ -蒎烯( $\beta$ -pinene)、 <i>E, Z</i> -假荆芥内酯( <i>E, Z</i> -nepetalactone)、反式石竹烯(trans-caryophyllene)	7
蓝桉 <i>Eucalyptus citriodora</i>	1,8-桉叶素(eucalyptol)、松香芹醇(pinocarved)、枯醛(cuminaldehyde)、蒎烯(pinene)、香橙烯(aromadendrene)	8
红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	licarins A and B、(3 <i>S</i> ,2 <i>E</i> )-2-octadecylidene-3-hydroxy-4-methylenebutanolide	9
万寿菊 <i>Tagetes erecta</i>	$\alpha$ -三噻吩( $\alpha$ -terthienyl)	10
细杆沙蒿 <i>Artemisia macilenta</i>	橙花醇(nerol)、香树烯(aromadendrene)、罗勒烯(ocimene)	11
黄蒿 <i>Artemisia scoparia</i>	2,5-亚乙烯基[4,2,2]螺聚烷-3,7,9-三烯(2,5-etheno[4,2,2]propella-3,7,9 triene)、石竹烯(caryophyllene)、斯巴醇(spathulen)、大根香叶烯(germacrene)	12
<i>Hemizonia fitchii</i>	1,8-桉叶素(eucalyptol)	13
驱蚊香草 <i>Mosquito abjection vanilla</i>	香叶醇(geraniol)、芳樟醇(linalool)、香茅醇(citronetin)、异薄荷酮(isomenthone)、 $\beta$ -古芸烯( $\beta$ -Curjunene)	14
黄荆 <i>Vitex negundo</i>	Rotundial、 $\beta$ -丁香烯( $\beta$ -caryophyllene)、香松烯(sabinene)	15
印楝 <i>Azadirachta indica</i>	印楝素 Azadirachtin	16
蒜 <i>Allium sativum</i> L.	二烯丙基二硫醚(diallyl disulfide)、二烯丙基三硫醚(diallyl trisulfide)、丙基烯丙基二硫醚(propyl allyl disulfide)	17
假排草 <i>Lysimachia sikokian</i>	lysikokianoside 1、3-O- $\beta$ -xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)-[ $\beta$ -glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- $\alpha$ -arabinopyranosyl]	18

表 2-驱蚊植物的活性成分

### 1.3 涂料成分

涂料一般由四种基本成分：成膜物质（树脂）、颜料（包括体质颜料）、溶剂和添加剂。

1 成膜物质是涂膜的主要成分，包括油脂、油脂加工产品、纤维素衍生物、天然树脂和合成树脂。成膜物质还包括部分不挥发的活性稀释剂，它是使涂料牢固附着于被涂物面上形成连续薄膜的主要物质，是构成涂料的基础，决定着涂料的基本特性。

2 助剂如消泡剂，流平剂等，还有一些特殊的功能助剂，如底材润湿剂等。这些助剂一般不能成膜，但对基料形成涂膜的过程与耐久性起着相当重要的作用。

3 颜料一般分两种，一种为着色颜料，常见的钛白粉，铬黄等，还有种为体质颜料，也就是常说的填料，如碳酸钙，滑石粉。

4 溶剂包括烃类。溶剂（矿物油精、煤油、汽油、苯、甲苯等）、醇类、醚类、酮类和酯类物质。溶剂和水的主要作用在于使成膜基料分散而形成黏稠液体。它有助于施工和改善涂膜的某些性能。

## 2. 制造流程及相关工艺

### 2.1 制造流程

1. 从一些有防蚊驱虫效用的植物中提取纯天然的有效物质如柠檬香茅精油，香茅醛等。
2. 通过特殊工艺如粉末香料工艺等，使其可以持续较长时间的香味。
3. 将其添加到不含甲醛等有害物质的绿色涂料中，制成该防蚊驱虫环保涂料。

### 2.2 相关工艺

#### 2.2.1 植物精华提取分离工艺

有关天然产物的提取方法很多，常用的溶剂提取法包括浸渍法、渗漉法、水蒸汽蒸馏法、煎煮法、回流法、连续回流法等。近年来又出现了破碎提取法、超声波提取法、微波提取法、超临界萃取法等新方法。目前，植物粗提物成分分离通常采用柱层析、薄层层析（TLC）、高效液相色谱（HPLC）。一般应在多次柱层析后，样品所含组分较少时，再用薄层层析。柱层析、薄层层析常用吸附剂为硅胶，选用合适的溶剂（一般二元或多元溶剂）配成系列极性，进行梯度淋洗和展开。另外还有反相硅胶层析、凝胶层析、液滴逆流层析、大孔树脂层析等分离方法。分离后的成分可以通过UV、C-S、GMHPLC-S、NMRMIR、技术探讨活性成分结构及构效关系。

经最终比较分析，超声波提取技术以及生物提取技术对我们的制作工艺具有较优良的特性。超声波提取技术是利用超声波产生的强烈的空化效应、机械振动、高的加速度、乳化、扩散、击碎和搅拌作用，增大物质分子频率和速度，增加溶剂穿透力，



从而加速药物有效成分进入促进提取的进行。超声波提取技术适用于天然产物，与常规的煎煮法、水蒸馏法、溶剂浸提法相比，超声波提取技术具有如下特点。

(1) 提取温度低，避免了常规的煎煮法和回流法长时间加热对中药有效成分的不良影响，产物生物活性高，适合于热敏性物质的提取。

(2) 适用性广，超声提取与目标提取物的性质（如极性）关系不大，绝大多数物质的各类成分均可用超声提取。

(3) 减少能耗，由于超声提取无需加热或加热温度低，提取时间短，因此能大大降低能耗，提高经济效益。

(4) 超声波还具有一定的杀菌作用，能保证萃取液不易变质。

而生物提取法，采用的生物材料有微生物、酶和植物细胞等。微生物转化法具有反应条件温和、环境友好、生产效率高和立体选择性强等特点，其中两步法微生物转化是很有前景的生产生物香草醛的方法。

（附：表 3 常见驱蚊植物及其相关成分）

植物名称 <sup>↙</sup>	主要成分 <sup>↙</sup>	植物名称 <sup>↙</sup>	主要成分 <sup>↙</sup>
茵陈蒿 <sup>↙</sup>	茵陈素 <sup>↙</sup>	柠檬草 <sup>↙</sup>	柠檬醛 <sup>↙</sup>
三叶草 <sup>↙</sup>	皂角甙 <sup>↙</sup>	百里 <sup>↙</sup>	百里酚 <sup>↙</sup>
刺桐 <sup>↙</sup>	紫檀素 <sup>↙</sup>	肉桂 <sup>↙</sup>	肉桂醛 <sup>↙</sup>
山鸡椒 <sup>↙</sup>	柠檬醛 <sup>↙</sup>	丁子香 <sup>↙</sup>	丁子香酚 <sup>↙</sup>
玉米 <sup>↙</sup>	氧肟酸 <sup>↙</sup>		倍半萜烯类 <sup>↙</sup>
<i>Thymra spicata</i> <sup>↙</sup>	酚 <sup>↙</sup>	<i>Canella winterana</i> <sup>↙</sup>	
竹 <sup>↙</sup>	苯酚、苯乙酸等 <sup>↙</sup>	<i>Satureja thymra</i> <sup>↙</sup>	酚 <sup>↙</sup>
		厚朴 <sup>↙</sup>	厚朴酚、和厚朴酚 <sup>↙</sup>
柑桔 <sup>↙</sup>	柠檬醛、梨毒素 <sup>↙</sup>	滇黄芩 <sup>↙</sup>	黄酮类 <sup>↙</sup>
<i>Funkio side</i> <sup>↙</sup>	甙体化合物 <sup>↙</sup>	苦参 <sup>↙</sup>	生物碱 <sup>↙</sup>
长生花 <sup>↙</sup>	多酚 <sup>↙</sup>	十字花科种子 <sup>↙</sup>	A F P S <sup>↙</sup>
红树 <sup>↙</sup>	丹宁 <sup>↙</sup>		

表 3-常见驱蚊植物及其相关成分

## 2.2.2 香料粉末加工工艺

以往所制的粉末香料，其香味均不具持久性。而该工艺所得的香料，不但香味芬芳，并可持续一年之久。基本方法是把香料吸着在无机化合物里，如微粉末二氧化硅、粘土、滑石、高岭土、硫酸锌、氧化锌、碳酸钙、碳酸镁以及氢氧化镁等。所有的二氧化硅的粒径为 10~50 μm。其制法是把硅酸钠在无机酸或氨水中分解，使二氧化硅沉淀，再分离、干燥、粉碎。上述无机化合物可采用破碎机、锤碎机、微磨机、超微

磨机等机器来操作，然后在显微操作下将提取物导入其中，再经固定等流程即可成物。

### 2.2.3 涂料配方工艺（如表 4）

涂料配方			
序号	原料名称	配方投料	实际投料
1	水	315	
2.	HS-30000 纤维素	3	
3.	AMP-95	1	
4.	乙二醇	6	
5.	SN-5040 分散剂	5	
6.	PE-100 润湿剂	1	
7.	ATA-125 钛白粉	35	
8.	高岭土	75	
9.	轻钙 1250 目	175	
10.	重钙 1250 目	225	
11.	增白剂 APC-NEW	1	
12.	NXZ 消泡剂	1	
13	水	50	
高速分散 30-50 分钟，然后进入砂磨过程			
14	苯丙乳液	110	
15	成膜助剂 C-12	6	
16	D109 杀菌剂	1	
17	NXZ 消泡剂	1	
18	TT-935 增稠剂	2.5	兑水 1: 1
19	ASE 增稠剂	1.5	兑水 1: 1

表 4-涂料配方

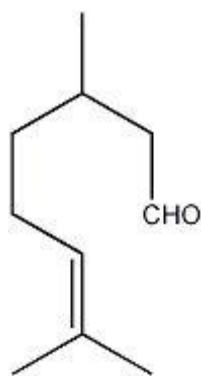
## 3. 化学分析物质的共存

### 3.1 几种主要物质及其特性：

#### 1. 驱蚊物质以香茅醛为例

【中文名称】香茅醛

【中文别名】3, 7-二甲基-6-辛烯醛；雄刈萱醛



【结构或分子式】

【相对分子量或原子量】154.24

【密度】0.8510 (20℃, d); 0.8567 (25/25℃, 1)

【沸点 (℃)】203.5 (d); 205~208 (1)

【闪点 (℃)】77 (d); 77 (1)

【折射率】1.4480 (d); 1.44 (1)

【性状】无色或浅黄色液体，有柠檬、百合、玫瑰香气。

#### 2. 钛白粉 ATA-125

由钛矿与硫酸作用，经水解及盐处理高温煅烧而成的二氧化钛，外观为白色软质干燥粉末，无生理毒性，不溶于水，化学性能稳定。本品具有优异的消色力、遮盖力、碾磨分散性等优良的颜料性能。因而不需考虑副反应。

#### 3. 增白剂

【化学结构】：二氨基二苯乙烯双磺酸衍生物

【外观】：黄色至褐色透明液体

【PH 值】：8-10

【密度】：1.11±0.06g/cm<sup>3</sup>

【粘度】：≤80mp.s (25℃)

【离子性】：阴离子

【稳定性】：具有很高的稳定性，在冰点以下亦很稳定。如长时间在低温下存放凝固，可移至室温或短时间加热(50℃以下)将其融化，无任何效力损失。

【牢度性能】：与同类产品比较，具有同等日晒耐碱牢度。

【色相】：在所有的应用中都能产生中性色光，过时使用时才会出现偏绿光。

#### 4. 分散剂 5040

一种阴离子表面活性剂，具有卓越的润湿分散特性。分散剂 5040 发泡性低，能够改善涂料的流动性，具有稳定浆料粘度的优异性能。主要用于涂布纸的涂料和水溶性涂料，用于白土，碳酸钙，二氧化钛/钛白粉、滑石粉等无机颜填料的分散

【外观】 无色至淡黄色透明液体

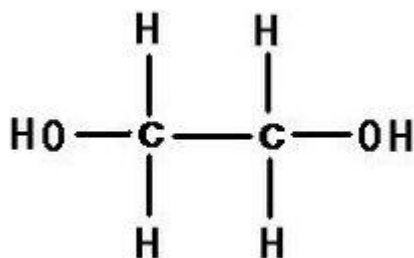
【PH 值】（1wt%的水溶液） 7.0±1

【离子性】 阴离子

【水分散性】 易溶于水

#### 5. 乙二醇

【中文名称】：乙二醇



【分子式】：C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>;

【结构简式】：HO-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-OH

【分子量】：62.068

【物理性质】

【冰点】：-12.6℃

【沸点】：197.3℃

【密度】：相对密度(水=1)1.1155(20℃)；相对密度(空气=1)2.14

【外观与性状】：无色、有甜味、粘稠液体

【蒸汽压】：0.06mmHg(0.06 毫米汞柱)/20℃

【闪点】：111.1℃

【粘度】：25.66mPa. s(16℃) [2]

【溶解性】: 与水/乙醇/丙酮/醋酸甘油吡啶等混溶, 微溶于乙醚, 不溶于石油烃及油类, 能够溶解氯化锌/氯化钠/碳酸钾/氯化钾/碘化钾/氢氧化钾等无机物。

【表面张力】: 46.49 mN/m (20℃)

【燃点】: 418℃

【化学性质】由于分子量低, 性质活泼, 可起酯化/醚化/醇化/氧化/缩醛/脱水等反应, 具有醇的通性。

#### 6. 苯丙乳液

苯丙乳液(苯乙烯-丙烯酸酯乳液)是由苯乙烯和丙烯酸酯单体经乳液共聚而得。乳白色液体, 带蓝光。固体含量 40~50%, 粘度 80~2000mPa·s, 单体残留量 0.5%, PH 值 8~9。苯丙乳液附着力好, 胶膜透明, 耐水、耐油、耐热、耐老化性能良好。

### 3.2 共存性分析

注: 因为其中物质某些化学性质仍需实验证明, 故共存性仍需做检测实验证明, 并对其中物质进行调整与替换。

## 4. 价格成本分析

### 4.1 一般绿色涂料市场价:

奥运鸟巢、国家大剧院、世博会英国零碳馆和大运会主场馆主选涂料绿蛙产品:

腻子胶 15L 299 元/桶、木工胶 9L 252 元/桶、墙纸胶 9L 360 元/桶

多乐士环保漆:

五合一墙面漆 A834+净味全效底漆 A9312 桶面漆+1 桶底漆 共 15 升套装/¥1499

### 4.2 制作该涂料相关数据:

香茅草叶市场价 7、8 元/千克

香茅油市场价 85 元/千克

超声波提取效率很高，但由于目前的条件超声波提取设备过于昂贵，生产成本过高

香茅油中一般爪哇种香茅油含香茅醛 35-40%，香茅醇 20-25%，香叶醇 15-20%，乙酸香茅酯和乙酸香叶酯约 5%。

综合以上数据及分析，估价该涂料价格高于 1000 元/桶。

## 5. 创意可行性分析

### 5.1 驱蚊机理可行性

蚊虫会选择避开含有驱蚊物质的信号源或是被驱蚊物质所扰动而减少对人类的侵袭，使人们免遭蚊虫骚扰、减少虫媒疾病的传播。

### 5.2 物质提取工艺可行性

据悉，全球最大的香料公司法国罗地亚公司最近推出了微生物转化阿魏酸生产的生物香草醛产品。江南大学生物催化研究室以阿魏酸为前体的二步法微生物生产香草醛的研究，已筛选到将阿魏酸转化为香草酸的黑曲霉 SW33 和将香草酸转化为香草醛的朱红密孔菌 SW0203，在 25 升规模上可产香草醛 1.46 克 / 升，摩尔转化率 70%，申请了专利，并于去年通过了浙江省新产品鉴定，达到国外同类研究先进水平。故该技术可以应用于该流程。

## 6. 方案优劣性

优点：

该方案可以通过引入植物自身驱蚊物质而使涂料增加新性能，且香料粉末加工工艺使香味持久，有效时间增长，使之使用更加方便。加之环保绿色灭蚊，对生态环境有利。

缺点：

由于某些技术如超声波提取技术还不够成熟的缘故，导致价格偏于昂贵；植物中

相关物质添加到涂料后是否会与涂料原有物质反应产生不良后果，还有待试验检测。

## 参考文献：

1. 杜方岭《植物提取物有效成分提取新技术的研究进展》 《农产品加工·学刊》No.112008 年 11 月 文章编号：1671-9646（2008）11-0033-02
2. 林琳，叶萌，周祖基《植物源驱蚊物质研究进展》 《天然产物研究与开发》Nat Prod Res Dev, 2007, 19: 578-58, 516 文章编号：1001-6880(2007)Suppl-0578-05
3. 吴新安，花日茂，岳永德，朱有才《植物源抗菌、杀菌活性物质研究进展（综述）》 安徽农业大学学报，2002, 29（3）：245~249 Journal of Anhui Agricultural University
4. 《微生物法转化异丁香酚生成香草醛的研究》
5. 免费涂料配方 源自 上海德兼化工有限公司技术开发研究室
6. 香味持久的粉末香料工艺 来源：应用技术网
7. 物质成分及性质分析 来源：《基础有机化学》第三版 邢其毅等编 以及百度百科
8. 物质价格数据 来源：互联网

## 附录

首先感谢我的两个队友，这次的论文创意以及初稿的形成都离不开大家的共同思考和努力搜集资料完成。当然，由于时间以及我们本身的学识限制等因素，创意方面还不够成熟，我们的建议方案等也还不够完美，不少也是建立在前人的思考高度上，实践性也还待考虑，也在此希望各位评审老师能多多提出宝贵意见。当然，我们自己也会继续深入思考研究我们的课题，争取给自己一个满意的答案。