

# 浅谈蜡烛的生产及应用

苏建, 黄玮, 丛玉凤

(辽宁石油化工大学 化学化工与环境学部, 辽宁 抚顺 113001)

**摘要:** 蜡烛作为一种照明工具在人们日常生活中的应用历史非常悠久, 而随着科技进步, 现在蜡烛更多的是应用在宗教、艺术等方面。综述了国内外蜡烛的起源, 对蜡烛的原料、制作成型工艺及出现的特种蜡烛进行归纳, 并对蜡烛在其他领域中的应用进行论述, 最后对蜡烛的发展进行了展望, 提出蜡烛行业的发展要注重环保且应拓展其应用领域。

**关键词:** 蜡烛; 石蜡; 天然蜡; 生产; 应用

中图分类号: TQ645.9+3; TE626 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2020)02-0059-04

## Production and application of candles

SU Jian, HUANG Wei, CONG Yufeng

(Department of Chemistry, Chemical Engineering and Environment, Liaoning Shihua University, Fushun 113001, Liaoning, China)

**Abstract:** As a lighting tool, candles have a long history of application in people's daily lives, and with the advancement of science and technology, nowadays candles are more used in religion and art. The origin of candles at home and abroad was reviewed, the raw materials, molding process of candles and the special purpose candles were summarized, and the application of candles in other fields was carried out. In the end, the development of candles was prospected, and it was put forward that the development of the candle industry should pay attention to environmental protection and expand its application field.

**Key words:** candle; paraffin wax; natural wax; production; application

蜡烛的发明可以追溯到 5 000 年前, 最早使用蜡烛的是古埃及人, 他们用熔化的动物脂肪浸泡芦苇的芯, 制作灯芯或火把; 在古罗马, 人们通过在熔化的牛油或蜂蜡中反复浸渍卷状纸莎草来开发和使用蜡烛<sup>[1]</sup>; 在日本, 蜡烛是用从树坚果中提取的蜡制成的; 而在印度, 蜡烛是通过煮沸肉桂树的果实制成的。19 世纪 20 年代, 法国化学家 Michel Eugene Chevreul 发现了如何从动物脂肪酸中提取硬脂酸, 从而开创了硬脂酸蜡的开发和使用, 其以硬度大、耐燃烧并且环保的优点, 至今仍然很受欢迎<sup>[2]</sup>。我国

是世界上最大的蜡烛生产国, 2017 年我国在全球蜡烛产品占比为 19.90%, 如图 1 所示。

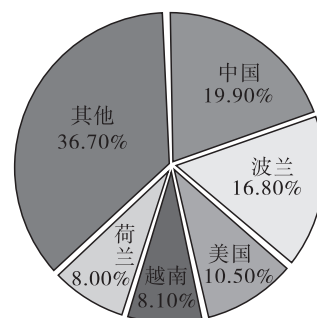


图 1 2017 年五大蜡烛产品出口国市场份额

随着人们环保意识的增强, 不添加化学添加剂的植物蜡受到青睐。在美国, 更清洁、更自然的大豆蜡产品得到应用。目前, 蜡烛虽然不再是人类的主要光源, 但其普及和使用仍在不断增长, 尤其在文学、艺术和宗教中, 蜡烛有着广泛的象征意义, 通常代表着欢乐和对神圣的崇敬。另外, 蜡烛还在新能源、功能材料等方面逐渐得到应用。因此, 综述国内

收稿日期: 2019-03-31; 修回日期: 2019-11-22

基金项目: 辽宁石油化工大学创新创业训练项目 (201810148004)

作者简介: 苏建 (1995), 男, 硕士研究生, 研究方向为精细化学品 (E-mail) noblesj1995@163.com。

通信作者: 黄玮, 教授, 博士 (E-mail) yufengcong02@163.com。

外蜡烛的研究现状及发展很有必要。

## 1 蜡烛的原料

蜡烛主要由烛体和烛芯构成。在烛体的选择上,根据主燃剂的不同又可以分为石蜡型蜡烛和非石蜡型蜡烛<sup>[3]</sup>。石蜡型蜡烛以石蜡为主燃剂,非石蜡型蜡烛则以聚乙二醇、柠檬酸三甲酯、大豆蜡等为主燃剂。蜡烛在室内燃烧可释放有毒化学品,包括一氧化碳、氮氧化物、醛和未燃烧物及碳氢化合物等<sup>[4-5]</sup>,因此 Roxanna 烛光公司选择了木制烛芯,其比棉芯更容易燃烧,更重要的是清洁环保<sup>[6]</sup>。

### 1.1 石蜡及改性石蜡

大多数蜡烛为石蜡型蜡烛<sup>[7-9]</sup>。石蜡主要成分为直链烷烃,还有少量带支链的烷烃和带长侧链的单环环烷烃<sup>[10]</sup>。苏玉臻<sup>[11]</sup>对几种不同型号的蜡烛进行了考察,结果表明优质蜡烛的熔点一般都在 59.5℃ 左右,综合实际情况认定选取 58℃ 的石蜡作为原料比较适宜。石蜡型蜡烛的主燃剂除了包括石蜡以外,还包括微晶蜡、合成蜡以及聚乙烯蜡等改性石蜡。戴金志<sup>[12]</sup>发明了一种以石蜡和地蜡或石蜡和聚乙烯蜡的混合物为原料,向其中加入发色剂、醇类溶剂、高碳数的酰胺及聚乙二醇分散剂等组分,制备出一种彩色火焰蜡烛的方法,此种蜡烛烛芯燃烧充分,不冒烟,不结焦。李建新等<sup>[13]</sup>发明了一种以石蜡为主燃剂,以锂、钾、钨等无机元素的化合物为发色剂,再加入氧化剂混合后制得彩色火焰蜡烛的方法。

### 1.2 非石蜡型物质

#### 1.2.1 合成的非石蜡型物质

非石蜡型蜡烛要求主燃剂的含碳量在 40% ~ 60% 之间,且在高温下“不流泪”,燃烧时不产生对环境有害的物质。常用的主燃剂有氨基甲酸乙酯、聚乙二醇、高级脂肪酸以及合成树脂等<sup>[14-16]</sup>。王万森<sup>[16]</sup>以氨基甲酸乙酯、高级脂肪酸或高级脂肪醇为主燃剂,以氯钼酸为氧化促进剂处理烛芯,以金属无机盐为发色剂制得彩色火焰蜡烛。赵雪丹<sup>[17]</sup>通过对甘三酯、甘三酯-乳化剂/硬脂酸二元混合体系、甘三酯-乳化剂-硬脂酸三元混合体系的结晶行为对蜡烛性能进行研究,优选出性能良好的蜡烛配方。翟文浩等<sup>[18]</sup>以柠檬酸三甲酯为主燃剂,研制出了一种彩色火焰蜡烛。

#### 1.2.2 天然植物油(蜡)

随着人们对生活品质要求的提高和环保意识的增强,越来越多的人选择以天然植物油(蜡)制作的蜡烛。植物蜡绿色环保、可再生、燃烧时间长、不易

产烟,与蜂蜡等天然蜡相比,具有产量高、价格低的优势<sup>[19-20]</sup>。

目前,植物蜡在蜡烛中的应用主要是用在与石蜡复配混合型的蜡烛上<sup>[21]</sup>。龙佑刚<sup>[22]</sup>以大豆蜡为原料,成功研制出了蜡烛,并采用分段冷却工艺改善了大豆蜡容器蜡低温脱杯的问题。张犀成<sup>[23]</sup>发明了一种不含石蜡的生日蜡烛,主燃剂为 10% 大豆油、55% 氢化棕榈油、30% 硬脂酸和 10% 十聚甘油十硬脂酸酯,其中使用的聚甘油酯有促进结晶和抑制结晶的作用,使蜡烛在成型之后外观漂亮。王立新<sup>[24]</sup>发明了一种菜籽油蜡烛,减少石蜡原料使用量,绿色环保。Tao 等<sup>[25]</sup>发明了一种以植物油和晶体改良剂为原料的蜡烛,主要通过蜡烛的冷却过程中延缓油脂结晶来提高蜡烛的性能。Krekel 等<sup>[26]</sup>将棕榈油分提产物分别和石蜡、全氢化棕榈油混合制作蜡烛,实验表明,与全氢化棕榈油制成的蜡烛比混合石蜡的蜡烛燃烧性能更强。魏茂林等<sup>[27]</sup>将以棉籽油为原料、镍为催化剂制备的氢化棉籽油,很好地应用于蜡烛的制作中。Wang 等<sup>[28]</sup>对氢化大豆蜡(PHVO)进行化学改性,合成环氧化 KLX(由氢化大豆油和棉籽油组成的蜡)等,由于含氧基团的引入,分子极性增强,使熔化范围变宽,所以更适合用来制作蜡烛。Rezaei 等<sup>[29]</sup>探究了 KLX<sup>TM</sup>(一种由分馏氢化大豆油和棉籽油组成的蜡)被用作蜡烛材料,加氢棕榈油(HPO)、游离脂肪酸(FFA)和石蜡等添加剂对蜡烛结构和燃烧性能的影响进行评估,结果表明由于 FFA 的加入,解决了蜡烛在燃烧时滴落的问题。在我国西藏地区,酥油作为藏民主要的食物来源,同时还是宗教活动中制作酥油灯必不可少的原料<sup>[30]</sup>。李泽军<sup>[31]</sup>发明了一种用起酥油生产灌装蜡烛的方法,该方法具有工序简单、成本低廉、可操作性强的优点。可见通过天然植物油(蜡)对蜡烛原料进行改进,制得的蜡烛在燃烧时无有害气体产生,绿色、洁净、环保。

## 2 蜡烛的制作成型工艺

### 2.1 熔融浇注法

该方法是将固体石蜡加热融化变成蜡汁,将蜡汁注入模型,冷却凝结成型获得产品,蜡汁温度高,所需成型时间长,成型过程缩陷问题严重,后期修蜡整形工作量大。

### 2.2 冲压成型法

该方法是将大块固体石蜡经过机器加工成直径为 0.3 ~ 0.8 mm 大小的球粒状原料,然后再经过冲压机加工成蜡烛。此方法效率高、产量大,缺点是产

品疏松,不能形成均一的整体结构。

### 2.3 挤压成型法

该方法是将固体石蜡经过机械加工变成膏状体,然后通过挤压的方式使蜡烛形成各种造型。蜡在一定温度范围内具有塑性,在塑性状态下会变形,并能形成更均匀的整体结构。

## 3 特种蜡烛

经过了将近一个半世纪的发展,和人们对于生活品质的不断追求,如今蜡烛已经不再作为照明工具而单一使用,更多的是赋予了它特定的功能。

### 3.1 彩焰蜡烛

彩焰蜡烛就是在点燃蜡烛的时候可以发出红、橙、黄、绿、蓝、紫等颜色的光,主燃剂一般选用非石蜡型有机物质,需要对烛芯进行处理,选择锂、钠、钾、钙、镁、锶、铜等金属离子的无机盐作为发色剂。彩焰蜡烛最早见于20世纪50年代,美国、日本研究较多,我国从20世纪90年代才开始进行研究。吕克新<sup>[32]</sup>以柠檬酸三甲酯为主燃剂,对烛芯(含木质素和半纤维素成分较少的棉纤维素)进行脱脂、脱钠、脱钙处理后,选用氯化钾、氯化铜、氯化锂、氯化钠作为发色剂,选用硼酸、无水氯化铜、无水乙酸锂、乙酸钠作为烛体发色主要原料,制备了彩色火焰蜡烛。

### 3.2 香薰蜡烛

玫瑰香具有抗忧郁、镇静作用,能平抚情绪,舒缓紧张压力;薰衣草精油是天然抗炎、解毒剂,可用于感冒、咳嗽、支气管炎,对预防蚊虫咬伤也有明显效果,可将这些成分添加于蜡烛中制成香薰蜡烛。潘利君等<sup>[33]</sup>以3种不同风格的薰衣草香精为例,研究了香精在蜡烛中的应用。Pain<sup>[34]</sup>讨论了香薰蜡烛对人体健康状况的影响。

### 3.3 音乐蜡烛

戴圣伟等<sup>[35]</sup>发明了一种基于AT89C51单片机的电子音乐蜡烛,主要包括AT89C51单片机最小系统、火焰传感器模块、声音传感器模块、LED控制模块和蜂鸣器模块。AT89C51单片机最小系统接收来自火焰传感器模块和声音传感器模块的信号并进行处理,从而控制LED控制模块和蜂鸣器模块进行闪烁和播放音乐。

### 3.4 透明蜡烛

黄晓磊<sup>[36]</sup>发明了一种透明蜡烛的制作方法,该方法是将石蜡、硬脂酸和微量化学物质融化在铝锅中,浇入预先涂有甘油层及已配好烛芯的机模中。蜡烛机的水箱在浇入前先装满冷水,使之循环,促进其凝结。凝结之后剪断烛芯即可。采用该方法,蜡烛不仅可以完全透明,而且可以自然成型,不需要任何容器。

## 4 蜡烛在其他领域中的应用

随着科技创新的不断进步和市场需求的不断扩张,蜡烛除了具有照明、烘托气氛、祭祀的作用外,还在很多领域发挥着不可替代的作用。Wei等<sup>[37]</sup>报道了一种新的钙钛矿太阳能电池,它通过由蜡烛烟灰和经过精心设计的钙钛矿光电阳极制成的选择性空穴提取电极来消除传统空穴运输器的使用,通过预润湿和嵌入碳颗粒的反应,实现了烟灰/钙钛矿的关键界面的无缝建立,通过形成肖特基结促进了空穴的提取和电子阻塞,为钙钛矿太阳能电池的生产迈出了重要的一步。Zhang等<sup>[38]</sup>提出了一种利用蜡烛烟灰(CS)合成洋葱状纳米碳的简单方法,该方法可作为超级电容器的有效电极材料。基于形状良好的蜡烛烟灰,还开发了一种聚甲醛类核壳 $\text{MnO}_2@$ CS纳米复合材料,以将比电容提高到 $309 \text{ Fg}^{-1}$ 。Gao等<sup>[39]</sup>在低表面能材料不改性的情况下,在蜡烛烟灰上获得了超疏水的 $\text{TiO}_2$ ,沉积在蜡烛上的 $\text{TiO}_2$ 薄膜比纯 $\text{TiO}_2$ 薄膜具有更优异的气体敏感性。Sharma等<sup>[40]</sup>选择压电蜂鸣器量化蜡烛烟灰对热电输出的影响,对于给定的温度变化,开路电压的峰值从2V增加到8V,电流从15 nA增加到95 nA,负载电容也通过全波整流器连接,10  $\mu\text{F}$ 负载电容中的储能从5 nJ增加到70 nJ。

## 5 蜡烛的发展及展望

蜡烛除了在人们的日常生活中作为照明工具外,更重要的是为人们的生活增添温馨和浪漫的气氛,因此特种功能蜡烛受到人们的日益关注。虽然我国蜡烛市场发展平稳,但部分产品与国外仍有差距,因此蜡烛行业的发展应着重在以下两个方面:

(1)通过添加剂对蜡烛原料进行物理或化学改性,增加蜡烛的硬度,延长燃烧时间,提高亮度,尤其注重环保。

(2)目前针对蜡烛的研究绝大多数都停留在日用品方向,其余领域只有少许涉猎,因此应开发蜡烛其他方面的特性,使其应用到更多的领域。

加大对蜡烛的研究和开发力度是维持我国蜡烛市场的不二选择,应不断提高创新性,拓展研究领域,生产出更多附加值高、实用性强的蜡烛产品和蜡基新材料,与国际市场接轨,进而提高我国蜡烛市场的核心竞争力。

### 参考文献:

- [1] MULAY M R, CHAUHAN A, PATEL S, et al. Candle soot: journey from a pollutant to a functional material[J]. Carbon, 2019, 144: 684 - 712.
- [2] MORUS I R. Michael Faraday: a very short introduction/

- Michael Faraday. The chemical history of a candle[J]. *Brit J History Sci*, 2013, 46(1): 168 - 169.
- [3] 吴国江. 国内外蜡烛的发展状况[J]. *化工科技市场*, 2002, 25(7): 13 - 16.
- [4] DERUDI M, GEIOSA S, SLIEPCEVICH A, et al. Emission of air pollutants from burning candles with different composition in indoor environments[J]. *Environ Sci Pollu Res*, 2014, 21(6): 4320 - 4330.
- [5] MANOUKIAN A, QUIVET E, TEMIME - ROUSSEL B, et al. Emission characteristics of air pollutants from incense- and candle burning in indoor atmospheres[J]. *Environ Sci Pollu Res Int*, 2013, 20(7): 4659 - 4670.
- [6] ALEX H. Candles for the twenty - first century[J]. *Gifts Deco Acces*, 2018, 119(3): 90 - 93.
- [7] 施洪香, 宁苏明. 石蜡和特种蜡开发及市场研究[J]. *高桥石化*, 2004(5): 40 - 46.
- [8] REZAEI K, WANG T, JOHNSON L A. Combustion characteristics of candles made from hydrogenated soybean oil[J]. *J Am Oil Chem Soc*, 2002, 79(8): 803 - 808.
- [9] 张海明, 李成海, 唐雅娟. 石蜡应用新进展[J]. *天津化工*, 2006, 20(5): 14 - 16.
- [10] DORSET D L. Chain length distribution and the lamellar crystal structure of a paraffin wax[J]. *J Phys Chem B*, 2000, 104(35): 8346 - 8350.
- [11] 苏玉臻. 蜡烛生产中石蜡原料的选取、配制和加工[J]. *化学世界*, 1994(7): 384 - 386.
- [12] 戴金志. 彩色火焰蜡烛: CN1043339A [P]. 1990 - 06 - 27.
- [13] 李建新, 陈航宇. 彩焰蜡烛: CN1051929A [P]. 1991 - 06 - 05.
- [14] GALLOWAY R A, CARTER S J. Color flame candle; US3586473 [P]. 1969 - 06 - 23.
- [15] MONICK J A, TEANECK N J. Luminously burning fuel gels; US3183068 [P]. 1965 - 05 - 11.
- [16] 王万森. 彩色火焰蜡烛的制作[J]. *现代化工*, 1991(2): 60 - 61.
- [17] 赵雪丹. 油脂特性对蜡烛性能的影响[D]. 郑州: 河南工业大学, 2014.
- [18] 翟文浩, 郑绍成, 盛含晶, 等. 彩色火焰蜡烛的研制[J]. *辽宁化工*, 2011, 40(2): 118 - 119.
- [19] 王璇. 蜡烛与植物蜡[C]//第六届(2013)中马油脂化工研讨会暨中国油脂化工行业年会论文集. 北京: 中国洗涤用品工业协会, 2013: 26.
- [20] 夏剑秋, 王延春, 张瑾, 等. 天然植物性大豆蜡的研发[J]. *中国油脂*, 2005, 30(12): 41 - 42.
- [21] 赵雪丹, 毕艳兰, 张虹, 等. 植物油在蜡烛中的应用及研究进展[J]. *中国油脂*, 2014, 39(1): 73 - 78.
- [22] 龙佑刚. 大豆蜡蜡烛工艺性能及燃烧性能的研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2009.
- [23] 张犀成. 一种以植物油为原料的生日蜡烛及其制备方法: CN00910015870. 5 [P]. 2009 - 11 - 11.
- [24] 王立新. 菜籽油蜡烛及其制作方法: CN104560416A [P]. 2015 - 04 - 29.
- [25] TAO B Y, HUNCHISON A. Vegetable lipid - based composition and candles; US6797020 [P]. 2009 - 08 - 04.
- [26] KREEKEL H R, VANGRAAF R, PAARADEKOOOPER R H, et al. Vegetable fat containing candle; EP06114267 [P]. 2007 - 05 - 16.
- [27] 魏茂林, 徐学兵, 张虹, 等. 蜡烛用氢化棉籽油的特性及应用研究[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2018, 39(5): 43 - 48.
- [28] WANG L P, WANG T. Chemical modification of partially hydrogenated vegetable oil to improve its functional properties for candles[J]. *J Am Oil Chem Soc*, 2007, 84(12): 1149 - 1159.
- [29] REZAEI K, WANG T. Hydrogenated vegetable oils as candle wax[J]. *J Am Oil Chem Soc*, 2002, 79(12): 1241 - 1247.
- [30] 李婕妤, 马传国, 王英丹, 等. 6种市售西藏酥油理化指标及物理特性分析[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2018(3): 38 - 57.
- [31] 李泽军. 用起酥油生产灌装蜡烛及其生产方法: CN104962398A [P]. 2015 - 10 - 07.
- [32] 吕克新. 彩色火焰蜡烛的研究与制备[D]. 长沙: 中南大学, 2012.
- [33] 潘利君, 汪涓涓. 薰衣草香精在蜡烛中的应用研究[J]. *香料香精化妆品*, 2011(3): 49 - 52.
- [34] PAIN C. Something in the air: from scented candles to cleaning products, our lives have become fragranced like never before—What's the effect on our health? [J]. *New Sci*, 2017, 234: 34 - 37.
- [35] 戴圣伟, 钟春良, 邓伟健, 等. 一种基于 AT89C51 单片机的电子音乐蜡烛: CN206768067U [P]. 2017 - 05 - 24.
- [36] 黄晓磊. 全透明蜡烛的生产方法: CN103614245A [P]. 2013 - 11 - 29.
- [37] WEI Z, YAN K, CHEN H et al. Cost - efficient clamping solar cells using candle soot for hole extraction from ambipolar perovskites [J]. *Energy Envir Sci*, 2014, 7(10): 3326 - 3333.
- [38] ZHANG B, WANG D, YU B, et al. Candle soot as a supercapacitor electrode material [J]. *RSC Adv*, 2013(4): 2586 - 2589.
- [39] GAO B, DU X, LIU Y Y, et al. Candle soot as a template for fabricating superhydrophobic titanium dioxide film by magnetron sputtering[J]. *Vacuum*, 2019(159): 29 - 36.
- [40] SHARMA M, KUMAR A, SINGH V P, et al. Large gain in pyroelectric energy conversion through candle soot coating [J]. *Energy Technol*, 2018, 6(5): 950 - 955.