

# 微胶囊技术在卷烟设计中的研究进展

陈淑英, 叶荣飞 (广东中烟工业有限责任公司, 广东广州 510145)

**摘要** 简述了微胶囊制备方法和烟用香料微胶囊化的主要作用, 着重探讨了微胶囊技术在烟丝加香、滤嘴、卷烟纸、再造烟叶和新型烟草制品方面的研究现状。

**关键词** 微胶囊技术; 卷烟设计; 卷烟

**中图分类号** S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611(2013)32 - 12713 - 03

## Research Status of Microencapsulation Technology in Cigarette Design

CHEN Shu-ying et al (China Tobacco Guangdong Industrial Co. Ltd, Guangzhou, Guangdong 510145)

**Abstract** Some aspects of microcapsule were briefly introduced, including preparation method and major function for tobacco essence. An emphasis is made on the research status of tobacco flavoring, the filter tip, the cigarette paper, paper-making reconstituted tobacco and new-type tobacco products for microencapsulation technology.

**Key words** Microencapsulation technology; Cigarette design; Tobacco

微胶囊技术是采用特定设备和特殊方法, 把分散的固体颗粒、液滴或气体完全包封在一层微小、半透性或封闭的膜内形成微小粒子的技术。该微小粒子即为微胶囊, 其直径一般为  $1 \sim 1\,000 \mu\text{m}$ 。被包在微胶囊内部的固体、液体或气体物质称为囊芯(也称为芯材、包容物), 微胶囊外部的成膜材料形成的包覆膜称为囊壁(也称为壁材、壳体)。其优越性在于: 可在一定条件下控制芯材的释放, 能有效减少活性物质对外界环境因素的反应, 减少芯材向环境的扩散或蒸发。1954年, 美国NCR公司利用微胶囊制造出第一代无碳复印纸, 实现微胶囊技术的商业化应用, 开创了微胶囊技术快速发展的时代。近年来, 微胶囊技术在美国、日本等发达国家发展迅速, 广泛应用于医药、香料、农业、化工、饲料、纺织、材料、食品等领域<sup>[1-2]</sup>。

### 1 微胶囊制备方法

自从Chang于1957年首次报道乳化、喷雾干燥和静电法3种制备微胶囊的方法以来, 制备微胶囊的新方法、新技术为许多研究者所关注。到目前已有许多制备微胶囊的方法, 如化学法、物理化学法和物理法3种。化学法包括界面聚合、原位聚合、乳化、辐射化学法等, 物理化学法一般有相分离法(含水溶液相分离和有机相分离2种)、溶剂蒸发法、界面沉积法以及喷雾干燥法等, 物理法包括静电沉积法、气相沉积法、流化床喷雾法、真空蒸汽沉积法等。一些微胶囊新技术也在不断发展, 如多流体复合电喷技术、超临界流体快速膨胀技术、自组装技术、多种微胶囊方法复合技术等, 微胶囊技术正向着包覆率高、功能多样、结构与性能可方便调控、制备成本低等方向发展<sup>[3-7]</sup>。

### 2 微胶囊技术在卷烟中的作用

许多烟用香料在卷烟生产过程中, 都存在挥发性强的问题, 有的香料易氧化或遇光热易分解, 不能很好地运用到烟草配方中, 而且在储存期间因香料的挥发逸失而导致卷烟寿

命缩短。这些缺点限制了烟用香料的使用种类和数量, 许多优异的香料因为挥发性太强而弃之不用。将烟用香料通过微胶囊包覆, 一方面提高了稳定性, 另一方面能够在燃吸状态或外力作用下释放出香气成分, 起到改进卷烟主流烟气味道与品质的作用, 达到增香的目的。

烟用香料微胶囊化的主要作用表现在: ①减少敏感性物质和外界环境的接触, 提高稳定性。如肉桂醛易被氧化, 导致风味的改变, 将其微胶囊化就起到了保藏和持留风味的作用。②防止风味成分的挥发, 减少风味的损失。③使芯材物质具有缓释作用, 获得风味均匀释放的抽吸感觉。像烟草中使用的薄荷醇, 如果直接加入烟草中, 薄荷味在很短时间就会消失殆尽, 抽吸前几口风味充足, 而后几口风味缺乏, 将其微胶囊化可使风味持续释放。④将液体香料转化成固态粉末, 提高贮存、运输和使用的方便性<sup>[8-9]</sup>。

### 3 微胶囊技术在卷烟设计中的研究

**3.1 烟丝加香** 植物胶、淀粉及衍生物、糊精和糖类等均为常用的包埋壁材, 已广泛应用于食品、医药领域的各种微胶囊化产品中。作为天然高分子材料, 它们具有无毒、安全、可靠、易生物降解、生物相容性良好、不污染环境等优点。作为烟用香精缓释材料, 可避免香味物质直接受热、光的影响而引起氧化变质, 避免有效成分快速挥发, 有效控制香味物质的释放, 提高香精的稳定性, 并使其由液态转变成粉末, 改变烟用香精添加方式。

李璠等选用 $\beta$ -环糊精作为囊材, 烟用香精 $\beta$ -苯乙醇、异戊酸及香叶油作为包埋对象, 代表了烟草工业常用的中性成分、酸性成分和植物精油类香精<sup>[10]</sup>, 通过控制不同的包埋条件获得目标微胶囊。红外分析和热重分析测定包埋及释放情况, 并对添加微胶囊的样品卷烟进行评吸评价, 结果显示,  $\beta$ -环糊精对3种烟用香精均有一定的包埋作用, 对于液体香精固体化, 防止香精物质的挥发起到了一定的功效。

者为等研究了复合型缓释材料变性淀粉-麦芽糊精包埋4种烟用特征香味物质香兰素、乙酸异戊酯、芳樟醇、 $\beta$ -紫罗兰酮微胶囊的稳定性及释放条件<sup>[11]</sup>。研究采用喷雾干燥法制备以复合型缓释材料为壁材的微胶囊, 测定其在不同温

度、不同湿度下的包埋效率,同时考察了释放介质、质量浓度、介质 pH 以及芯材性质对释放性能的影响。

彭荣淮等采用相分离-凝聚法对制备薄荷醇微胶囊研究<sup>[12]</sup>。结果表明,薄荷醇的被包裹率可达 58.7%。微胶囊较好地增强了卷烟保留薄荷醇的能力,并改进了薄荷卷烟的吸味品质。

白晓莉等采用明胶-海藻酸钠复合制备茶树花精油缓释剂,考察了壁材配制比例、精油与壁材配制比例、喷雾干燥法进风口温度等工艺参数<sup>[13]</sup>。在卷烟中的初步应用研究结果显示,添加茶树花精油微胶囊后,卷烟的香气量和香气质量略有增加,茶香香韵增加明显。

**3.2 卷烟滤嘴加香** 卷烟滤嘴中添加微胶囊香精,避免了香精的燃烧,使香精的香气能够随主流烟气原汁原味地被吸烟者感知,具有较好的应用前景。微胶囊香精在卷烟中的释放作用机理,是通过以下方面作用而实现的:①香精、香料芯材通过囊壁膜的扩散释放,即微胶囊遇到水等介质时逐渐吸胀,介质水由囊壁膜渗入,开始溶解芯材,由于囊壁内外有浓度差,水继续渗入,直到囊壁内外的浓度达到平衡,从而实现囊容物的释放扩散。②对于某些生物活性物质的微胶囊,在温度、水或其他溶剂的作用下,囊壁膜降解,从而使囊容物释放出来。③在卷烟的抽吸过程中,微胶囊在手指、嘴唇的挤压或主流烟气的内外压力差的作用下破裂,造成芯材的释放<sup>[14]</sup>。

刘宝林等发明了一种缓释型滤棒香精微胶囊及其制备方法<sup>[15]</sup>。其制备方法即首先分别配制阿拉伯胶溶液和海藻酸钠溶液,然后按比例将海藻酸钠溶液注入阿拉伯胶溶液中,制成混合壁材溶液,在搅拌中,先后加入乳化剂,制成乳状液;静置待泡沫消除后,进行高压静电成囊。该发明制得的缓释型滤棒香精微胶囊,包埋率在 80% 以上,粒径均匀性好,20℃条件下储存 6 个月之后,香精保留率为 85% 以上,香精微胶囊在 40℃ 时的释放率约是其在 20℃ 条件下的 6 倍。

包秀萍等研究了挥发性薄荷油微胶囊的制备方法及其在高端卷烟上的应用效果,利用溶剂脱水法、相分离-凝聚法将薄荷油制备为微胶囊香精,并添加于卷烟滤嘴中<sup>[16]</sup>,制得的微胶囊中薄荷油含量分别为 11.96%、16.30%。将其应用于卷烟制品中,具有增加烟香、改善舒适性和余味的作用。

何小解等发明了一种植物多酚为囊心的植物多酚微胶囊<sup>[17]</sup>。以  $\alpha$ -环糊精或  $\beta$ -环糊精或羟丙基  $\beta$ -环糊精为分子包埋剂,将植物多酚微胶囊加入分子包埋剂中,形成稳定的胶体,将此胶体溶液溶于表香溶液中,一起添加在烟丝中,生产工艺简单,生产成本低廉。或直接将植物多酚微胶囊置于滤嘴中,对卷烟本身口感无影响,可明显降低卷烟中 N-亚硝基化合物含量,残留 N-亚硝基化合物生成的氮氧自由基也可得到显著抑制。

周成喜等发明提供了一种挤压式固体胶囊,固体胶囊埋藏在滤芯内<sup>[18]</sup>。固体胶囊由大半球壳、固态药料、小半球壳构成,呈球体、椭球体或药用胶囊形状。固态药料为内含有

天然香料、人工香料或者中草药的成分,或者还含有吸附材料的成分。滤嘴受到人手指揉捏时,大半球壳与小半球壳变形,两者之间会产生明显的间隙,固态药料的味道能够散发出来,或者同时产生吸附作用。

**3.3 卷烟纸加香** 卷烟纸具有调控卷烟燃烧进程的作用,开发适用于卷烟纸、能包裹香精及一些特殊功能材料的微胶囊材料,能使卷烟在抽吸过程释放包裹的芯材,进而调节卷烟烟气指标,提升卷烟抽吸品质。水松纸一般不作为卷烟吸味补偿考虑的载体。

周明华等发明了一种功能卷烟纸,该卷烟纸是一种用造纸工艺制备而成的普通卷烟纸,表面喷洒或浸涂有一种降低卷烟烟气一氧化碳和亚硝胺等有害物质含量的分子囊化材料层<sup>[19]</sup>。分子囊化材料层的壁材包括甜甙素、壳聚糖或淀粉,芯材为固体吸附剂,可以有效减少吸附剂与外界环境的接触,利用卷烟纸在卷烟外围较低的燃烧温度,使得分子囊破裂而释放吸附剂达到吸附卷烟烟气中一氧化碳和亚硝胺等有害成分的效果。

周博等发明了一种卷烟盘纸用香精微胶囊化的制备方法<sup>[20]</sup>。在香精中加入聚电解质 PDA 和蒸馏水,先后滴加醚化蜜胺树脂预聚体 A 和 B 进行双层造壁,再经出料、抽滤、干燥后得到。该技术可防止抽吸前香味的挥发,避免香料直接燃烧而使香味改变,保证了原有的香味。同时,香料经包裹后不易受外界因素干扰,提高了贮藏稳定性,还可避免不同组分香料的相互影响。

**3.4 再造烟叶加香** 烟草薄片是卷烟配方设计的一个重要组成部分。使用烟草薄片的意义不仅在于废物利用、降耗增效,更在于它还是卷烟减害降焦、提升卷烟安全性的重要手段之一。生产过程中可以实现人为设计添加各种成分和赋香,协调卷烟的香气成分,生产出满足不同产品配方风格需求的再造烟叶。微胶囊技术是一门较有发展前途的技术,除了应用于无碳复写纸外,随着高分子材料的发展,把微胶囊技术应用于香料中,使它附着在再造烟叶上,为再造烟叶新技术开拓了更广阔的前景。

孙德平等在再造烟叶萃取液中加入烷氧基吡啶类化合物、抗氧化剂、稳定剂和乳化剂,得到萃取液香味成分的微胶囊包合物,添加到再造烟叶薄片中得到再造烟叶<sup>[21]</sup>。不仅可防止后续加工过程香味成分改变、损失,保证原有的香味,同时萃取液香味成分经包裹后可避免受外界因素的干扰,提高再造烟叶的贮藏稳定性和货架期;且在燃烧过程中释放均匀,提高再造烟叶的感官品质,降低刺激性。

徐世涛等研究了一种微胶囊玫瑰精油<sup>[22]</sup>。微胶囊玫瑰精油的主要成分为海藻糖、蔗糖、葡萄糖和玫瑰精油,经多步工艺处理后形成乳液,置于 -20 ~ -25℃ 下真空冷冻,粉碎后得到微胶囊玫瑰精油。将微胶囊玫瑰精油作为添加剂应用于造纸法再造烟叶涂布工序中,能增加甜香韵,改善卷烟品质,使余味舒适,降低刺激,改善口腔湿润度。

**3.5 新型烟草制品的研究** 近年来,在世界卷烟制品年产量有所下降的同时,非传统烟草制品呈现增长趋势,世界

烟草市场产品结构不断发生着变化,积极发展全系列烟草制品也逐渐成为各个跨国烟草公司的战略取向。新型烟草制品是其形状和消费方式类似于传统卷烟但不点燃烟草或烟草提取物,供消费者吸食使用的烟草制品。微胶囊技术在新型烟草制品的研究中可发挥一定的作用。

刘谋盛等研究提到采用微胶囊技术设计的烟草代用品,既可以包含燃烧过程,也可以不包含燃烧过程<sup>[7]</sup>。将含有烟草烟气的微胶囊放入一个模拟卷烟的装置中,微胶囊破裂后,香气进入吸烟者的口腔里。这种合成烟气为吸烟者提供了满意的香气和味道。同时,将微胶囊沉积在薄片或其他代用材料的表面,卷成与传统卷烟相同长度和直径的圆筒状烟草代用品。使用这种代用品,无需燃烧任何材料就可得到满意的模拟烟气。将这种代用品放在手中搓捏一下,空气就通过装置带动香气进入口腔里,使吸烟者产生长时间的享受。

郭小义等发明了一种口含型烟草制品用缓释碱性微胶囊及其制备方法<sup>[23]</sup>。该微胶囊是微胶囊包膜原料把碱盐活性成分封装制成的微胶囊,微胶囊包膜原料质量百分比为10%~90%。制备方法是在60~70℃恒温水浴中,在不断搅拌下加入包膜原料,当包膜原料溶解完全后,加入碱盐,最后对混合物进行高速分散,得到乳状液,将乳状液喷雾干燥,制得胶囊。制备的微胶囊能够缓慢地释放碱性,提升了口含型烟草制品内在质量且满足了消费者对无烟气烟草制品舒适性的要求。

#### 4 结语

目前,国外微胶囊技术已经应用到卷烟工业的生产中,如薄荷型香烟等。在我国,微胶囊技术近年成为卷烟行业热门研究领域,市场上已有极少数微胶囊卷烟产品。研究和开发微胶囊技术在卷烟工业中的应用有着广阔的前景,它将对传统的卷烟添加剂产生创新变革。

#### 参考文献

[1] 张意锋,李保国,李甜甜,等.微胶囊技术在食品工业中的应用研究[J].广东农业科学,2012(19):112-114.

(上接第12712页)

产出了有机产品,但检测却通不过。

**3.3 多建立公立的认证机构** 私营认证机构有2个致命的弱点:一是他们以赢利为主要目的,其认证质量难以保证;二是业务人员流动性大,水平高的人员难以在一个企业长期从事业务工作,认证水平普遍偏低。因此,建议国家以关心国民健康的角度,实施认证机构的国有化。

#### 参考文献

[1] 李刚,郑茂钟,朱永官,等.福建省稻米中的砷水平及其健康风险研究[J].生态毒理学报,2013,8(2):148-155.  
[2] 刘向蕾.重金属对水稻生长发育影响的研究进展[J].现代化农业,2007,331(2):7-9.  
[3] 张海英.选矿药剂对生态环境的污染与防治[J].中国非金属矿工业导刊,2004(3):79-82.  
[4] 程旺大,姚海根,张国平,等.镉胁迫对水稻生长和营养代谢的影响

[2] AHN J H, KIM Y P, SEO E M, et al. Antioxidant effect of natural plant extracts on the microencapsulated high oleic sunflower oil [J]. Journal of Food Engineering, 2008, 84(2): 327-334.  
[3] 林书乐,王坤,程江,等.微胶囊技术新进展[J].高分子材料科学与工程,2012,28(5):179-182.  
[4] WIEMANN L O, BUTH A, KLEIN M, et al. Encapsulation of synthetically valuable biocatalysts into polyelectrolyte multilayer systems [J]. Langmuir, 2009, 25(1): 618-623.  
[5] HUANG J T, MORIYOSHI T. Fabrication of fine powders by RESS with a clearance nozzle [J]. J Supercrit Fluid, 2006, 37(3): 292-297.  
[6] VELEV O D, FURUSAWA K, NAGAYAMA A K. Assembly of latex particles by using emulsion droplets as templates. I. microstructured hollow spheres [J]. Langmuir, 1996, 12(10): 2374-2384.  
[7] 刘谋盛,王平艳,刘唯涓,等.微胶囊技术在卷烟工业中的应用[J].昆明理工大学学报,2004,29(2):118-119.  
[8] 黄晓丹.烟用香料微胶囊化研究[D].无锡:江南大学,2008.  
[9] 毛多斌,马宇平,梅业安.卷烟配方和香精香料[M].北京:化学工业出版社,2001:143-146.  
[10] 李璠,刘志华,达彦生.几种烟用香精香料的微囊化及其在烟草中的应用研究[J].昆明学院学报,2009,31(3):34-36.  
[11] 者为,王明锋,宫玉鹏,等.四种烟草特征香味物质微胶囊的稳定性和释放条件研究[J].食品工业,2013,34(4):160-163.  
[12] 彭荣淮,徐华军,雍国平.相分离-凝聚法制备薄荷醇微胶囊试验[J].烟草科技,2003(8):27-28.  
[13] 白晓莉,龚荣岗,董伟.树花精油微胶囊的制备工艺及其在卷烟中的应用研究[J].食品工业,2013,34(7):28-31.  
[14] 吴西芝,李保国,叶惠民,等.微胶囊化香精在香烟滤嘴中添加的应用与分析[J].农产品加工,2008(7):50-57.  
[15] 刘宝林,吴西芝,李保国,等.一种缓释型滤棒香精微胶囊及其制备方法:中国,CN101972038 A[P].2011-02-16.  
[16] 包秀萍,王松峰,何雪峰,等.薄荷油微胶囊的制备及其在卷烟中的应用[J].河南农业科学,2013,42(3):146-149.  
[17] 何小解,李波,金星,等.一种添加剂和卷烟生产技术:中国,CN1543884 A[P].2004-11-10.  
[18] 周成喜,唐荣成,孙庆杰,等.预理固体胶囊的滤嘴和滤棒:中国,CN102669817 A[P].2012-09-19.  
[19] 周明华,王平军,黄晓钢,等.一种功能卷烟纸及制备方法:中国,CN102242527 A[P].2011-11-16.  
[20] 曾晓鹰,詹建波,者为,等.一种卷烟盘纸用香精微胶囊化的制备方法:中国,CN101992050A[P].2011-03-30.  
[21] 孙德平,马金学,姚元军,等.萃取液香味成分微胶囊化的再造烟叶的制备方法:中国,CN103211289A[P].2013-07-24.  
[22] 徐世涛,张虹娟,魏杰,等.微胶囊玫瑰精油的制备及其卷烟加香评价[J].云南大学学报:自然科学版,2013,35(S1):293-295.  
[23] 郭小义,钟科军,王勇,等.一种用于口含型烟草制品的缓释碱性微胶囊及其制备方法和应用:中国,CN102940307 A[P].2013-02-27.

[J].中国农业科学,2005,38(3):528-537.

[5] 韩爱民,蔡继红,屠锦河,等.水稻重金属含量与土壤质量的关系[J].环境监测管理与技术,2002,14(3):27-28,32.  
[6] 李坤权,刘建国,陆小龙,等.水稻不同品种对镉吸收及分配的差异[J].农业环境科学学报,2003,22(5):529-532.  
[7] 徐加宽,杨连新,王余龙,等.水稻对重金属元素的吸收与分配机理的研究进展[J].植物学报,2005,22(5):614-622.  
[8] 牵仁祥,陈铭学,朱智伟,等.水稻重金属污染研究进展[J].生态环境,2004,13(3):417-419.  
[9] 莫争,王春霞,陈琴,等.重金属Cu, Pb, Zn, Cr, Cd在水稻植株中的富集和分布[J].环境化学,2002,21(2):110-116.  
[10] 竺朝娜,冯英,胡桂仙,等.水稻糙米砷含量及其与土壤砷含量的关系[J].核农学报,2010,24(2):355-359.  
[11] 王春霖,张平,齐剑英,等.微波消解-ICP-MS测定水稻中的微量重金属元素[C]//第四届全国环境化学学术大会论文集(上册).2007.  
[12] 查燕,杨居容,刘虹,等.污染谷物中重金属的分布及加工过程的影响[J].环境科学,2000,21(3):52-55.