

化妆品配方研发在护肤品类中的应用研究

吴华养

赫禧(广州)生物科技有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/ME.2025030004

摘 要： 介绍化妆品原料分类与应用，包括活性成分、基质原料和特殊添加剂等。阐述原料筛选与功效评价体系，及配方体系构建原则。讲述多种生产技术及工艺参数的重要性。强调纳米载体包封等工艺意义。还涉及不同功效产品研发及配方研发方向。

关 键 词： 化妆品原料；配方体系；生产工艺

Application Research of Cosmetic Formula Development in Skin Care Category

Wu Huayang

He Xi (Guangzhou) Biotechnology Co., LTD. Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： This article introduces the classification and application of cosmetic raw materials, including active ingredients, base materials, and special additives. It explains the principles of raw material selection and efficacy evaluation systems, as well as the principles for constructing formula systems. The article highlights the importance of various production technologies and process parameters. It also emphasizes the significance of processes such as nano-carrier encapsulation. Additionally, it covers the development of different efficacy products and the direction of formula research.

Keywords： cosmetic raw materials; formula system; production process

引言

随着化妆品行业的不断发展，2021年发布的《化妆品监督管理条例》对化妆品研发提出了更高要求。化妆品原料特性多样，如活性成分中的胜肽、透明质酸等，基质原料中的乳化剂、增稠剂等，以及特殊添加剂中的防腐体系、抗氧化剂等，为护肤品研发提供多样选择。同时，原料筛选与功效评价体系的建立，包括安全性评估、稳定性测试和功效验证，有助于筛选优质原料。配方体系构建需综合考虑多方面原则，而高压均质、微流控包埋等技术及乳化工艺关键参数的控制也至关重要。此外，纳米载体包封工艺、正交实验设计法、PAT过程分析技术等化妆品生产中均有重要应用。在抗衰老、美白、敏感肌修复等领域也形成了特定研发范式，化妆品配方研发应朝着绿色可持续、智能化、个性化方向发展以适应市场需求。

一、化妆品原料在护肤品研发中的应用

（一）功能性原料分类与特性

活性成分在护肤品中具有重要作用。胜肽可促进胶原蛋白生成，改善皮肤弹性^[1]。透明质酸具有强大的保湿功能，能增加皮肤水分含量。基质原料方面，乳化剂可使油水混合均匀，形成稳定的乳液体系；增稠剂能增加产品的黏度，改善使用感。特殊添加剂中，防腐体系可防止微生物滋生，延长产品保质期；抗氧化剂能抵御自由基对皮肤的伤害，减缓皮肤衰老。这些化妆品原料的合理分类与应用，基于其各自独特的特性，为护肤品研发提供了多样的选择，以满足不同的护肤需求。

（二）原料筛选与功效评价体系

在化妆品原料筛选与功效评价体系中，建立了安全性评估、稳定性测试和功效验证三位一体的多维度原料评价标准。安全性

评估采用细胞毒性实验，通过检测原料对细胞的毒性作用，确保其在使用过程中的安全性^[2]。稳定性测试借助热循环实验，模拟不同温度环境下原料的稳定性，以保证产品在储存和使用过程中质量不受影响。功效验证则运用体外透皮实验，了解原料的透皮吸收能力及其对皮肤的功效作用，为原料在护肤品中的应用提供科学依据。这种综合的评价体系有助于筛选出优质、安全且有效的化妆品原料，推动护肤品研发的科学性和可靠性。

二、护肤品配方结构设计与开发

（一）配方体系构建原则

化妆品配方体系构建需综合考虑多方面原则。对于乳化体系，无论是O/W型还是W/O型，都要依据目标产品的肤感需求来设计。O/W型通常能带来清爽的肤感，而W/O型则可能更具滋

润性^[3]。在稳定性方面，需确保乳化剂的选择和配比合理，防止乳液分层。凝胶体系以卡波姆基质为例，要注重其与其他成分的相容性，以保证良好的成型性和稳定性。同时，要根据产品所需的功效释放特点来调整配方。微乳体系则要考虑其独特的结构对肤感和功效释放的影响，通过优化配方实现良好的稳定性和高效的功效传递。总之，配方体系构建要以满足产品在肤感、稳定性和功效释放等方面的要求为核心原则。

（二）配方稳定性提升技术

高压均质技术通过施加高压使物料在均质阀中高速通过，从而减小乳液粒径，改善粒径分布，提高乳液稳定性。它能有效防止乳液分层和絮凝，对于一些难溶性活性成分的分散也有帮助。微流控包埋技术则是利用微流控芯片精确控制流体，将活性物包埋在微小的载体中，可防止活性物与外界环境接触而失活，同时也能控制活性物的释放速率，提高配方的稳定性和功效性^[4]。相转变技术是通过改变体系的温度、压力或组成等条件，使乳液发生相转变，从而优化乳液的结构和性能，改善粒径分布，增强稳定性，在一些特定的护肤品配方中具有独特的应用优势。

三、化妆品生产工艺设计优化

（一）关键生产工艺技术

1. 乳化工艺参数控制

均质速度、温度控制及乳化时间是乳化工艺中的关键参数，对乳霜的粒径分布和储存稳定性具有重要影响。适宜的均质速度可使油相和水相充分混合，形成均匀的乳液体系，避免乳液出现分层或粒径过大的现象。温度控制也至关重要，不同的乳化剂在特定温度下具有最佳的乳化效果，过高或过低的温度可能导致乳化剂失效，影响乳液的稳定性^[5]。乳化时间同样需要精确控制，过短的乳化时间可能导致乳化不完全，而过长的乳化时间可能会引起乳液的过度剪切，破坏乳液的结构。通过对这些参数的精确控制，可以优化乳化工艺，提高乳霜的质量和稳定性。

2. 纳米载体包封工艺

纳米载体包封工艺在化妆品生产中具有重要意义。脂质体和固体脂质纳米粒是常用的纳米载体。脂质体具有类似生物膜的结构，能够有效包封维C衍生物等活性成分，提高其稳定性和皮肤渗透性^[6]。通过精心设计脂质体的组成和制备工艺，可以实现对活性成分的高效包封和控制释放。固体脂质纳米粒则结合了脂质体和聚合物纳米粒的优点，具有更好的物理稳定性和载药能力。其制备过程涉及到脂质材料的选择、乳化技术以及纳米粒的粒径控制等关键环节。这些纳米载体包封工艺的技术突破为化妆品中活性成分的高效递送提供了有力支持，有助于提高化妆品的功效和品质。

（二）生产工艺优化策略

1. 正交实验设计法

正交实验设计法是一种高效的实验设计方法，可用于化妆品生产工艺优化。它通过合理安排实验因素和水平，能够在较少的实验次数下，获取大量有价值的信息。在化妆品生产中，诸多因

素如原料配比、反应温度、反应时间等都可能影响产品质量和生产效率。利用正交实验设计法，可以同时考察多个因素及其交互作用对生产工艺的影响。通过对实验结果的分析，确定各因素对工艺指标的影响程度，进而筛选出最优的工艺参数组合，实现生产工艺的优化。这不仅可以提高产品质量，还能降低生产成本，提高生产效率，为化妆品企业在市场竞争中赢得优势^[7]。

2. PAT 过程分析技术

在化妆品生产工艺优化中，PAT 过程分析技术至关重要。在线黏度监测技术可实时了解产品的黏度变化，确保生产过程中产品的质地符合要求。例如，在乳液类化妆品生产中，通过监测黏度可及时调整生产参数，保证乳液的稳定性和均匀性^[8]。近红外光谱技术能快速分析原材料和成品的成分，实现对生产过程的精准控制。它可以在不破坏样品的前提下，检测出成分的微小变化，从而保证产品质量的一致性。这些 PAT 技术的应用，提高了化妆品生产的效率和质量，减少了不合格产品的产生，为化妆品行业的发展提供了有力支持。

四、配方研发在细分领域的应用分析

（一）抗衰老护肤品开发

1. 多肽复配协同增效机理

信号肽、载体肽与抗氧化成分联合可促进胶原再生。信号肽能传递细胞信息，激活相关基因表达，刺激成纤维细胞合成胶原蛋白^[9]。载体肽可将铜离子运输到细胞内，促进胶原蛋白、弹性蛋白和糖胺聚糖的合成。抗氧化成分能清除自由基，减少氧化应激对胶原蛋白的损伤。三者联合时，抗氧化成分保护胶原蛋白免受自由基破坏，为胶原再生创造良好环境。信号肽和载体肽则分别从激活细胞信号通路和运输关键离子的角度，协同促进胶原蛋白的合成，从而增强抗衰老护肤品的功效。

2. 缓释微囊技术应用

微囊化技术在抗衰老护肤品中对视黄醇的应用具有重要意义。微囊可以包裹视黄醇，形成一种保护屏障，降低其对皮肤的刺激性^[10]。这种包裹作用能够防止视黄醇与皮肤表面的其他物质直接接触，减少可能引发的过敏和炎症反应。同时，微囊化视黄醇还能提升功效持续时间。微囊可以缓慢释放视黄醇，使其在皮肤内持续发挥作用，而不是一次性大量释放导致效果短暂。这有助于持续刺激皮肤细胞的新陈代谢，促进胶原蛋白的生成，从而更好地实现抗衰老的功效，为抗衰老护肤品的开发提供了一种有效的技术手段。

（二）美白亮肤产品研发

1. 酪氨酸酶抑制体系构建

美白亮肤产品研发中酪氨酸酶抑制体系构建至关重要。熊果苷、曲酸与烟酰胺是常见的具有美白功效的成分。熊果苷通过抑制酪氨酸酶的活性，减少黑素的合成。曲酸能够螯合铜离子，而酪氨酸酶是一种含铜的酶，从而间接抑制酪氨酸酶的活性，阻碍黑素生成。烟酰胺则主要是通过干扰黑素细胞与角质形成细胞之间的信号传导，减少黑素小体向角质形成细胞的转移，进而达到

美白效果。这三种成分复合使用时，可能从多个途径协同抑制黑色素合成，构建更有效的酪氨酸酶抑制体系，为美白亮肤产品的研发提供理论基础和实践指导。

2. 透皮吸收促进技术

脂质体包裹技术是一种重要的透皮吸收促进技术在美白亮肤产品研发中具有关键作用。它能够将壬二酸等美白活性物包裹在脂质体内部形成类似细胞结构的囊泡。这种结构可以增加活性物的稳定性防止其在外界环境中失活。同时脂质体的粒径大小和表面性质可以进行调控从而更好地与皮肤细胞膜融合促进活性物的透皮吸收。通过这种技术壬二酸等美白活性物能够更有效地穿透皮肤角质层进入皮肤深层发挥美白作用提高其生物利用度进而增强美白亮肤产品的功效满足消费者对于美白的需求。

(三) 敏感肌修复产品创新

1. 皮肤屏障修复配方开发

皮肤屏障修复配方开发对于敏感肌修复产品创新至关重要。其中，神经酰胺仿生组合与天然保湿因子的协同修复机理是关键。神经酰胺作为皮肤角质层细胞间脂质的主要成分，对维持皮肤屏障结构和功能完整性起着重要作用。仿生组合能够模拟皮肤自身的神经酰胺结构，补充皮肤缺失的脂质成分。同时，天然保湿因子能够增加皮肤的水分含量，改善皮肤的干燥状态。两者协同作用，一方面可以修复受损的皮肤屏障，增强皮肤的抵抗力；另一方面可以提高皮肤的保湿能力，缓解敏感肌的不适症状。通过深入研究这种协同修复机理，能够为开发更有效的敏感肌修复产品提供理论依据和技术支持。

2. 微生态平衡调控技术

益生元与后生元在调节皮肤菌群平衡方面具有重要作用。在配方开发上，需考虑其特性及作用机制。益生元可作为有益菌的食物来源，促进有益菌生长，抑制有害菌。开发配方时，要选择合适的益生元种类及浓度，确保其能有效作用于皮肤菌群。而后生元是有益菌的代谢产物，具有多种生物活性。在配方中添加后生元，要注重其稳定性及与其他成分的兼容性。同时，要研究两者的协同作用，通过合理搭配，增强对皮肤微生态平衡的调控效果，从而为敏感肌修复产品提供更有力的配方支持。

五、总结

化妆品配方研发在护肤品类中具有重要应用。在关键技术方面，原料筛选、配方创新及工艺优化取得突破，为产品质量提升奠定基础。抗衰老、美白、敏感肌修复三大领域形成了特定研发范式，推动相关产品不断发展。随着消费者需求升级，化妆品配方研发应朝着绿色可持续原料开发迈进，注重环保与可持续性；构建智能化配方系统设计，提高研发效率和精准度；实现个性化定制工艺，满足不同消费者的独特需求。这些方向将为护肤品行业科技创新提供有力的理论支撑，促进化妆品行业在配方研发上不断进步，更好地适应市场变化和消费者需求。

参考文献

[1]王君龙.复合微生物肥料配方研究[D].东北农业大学,2023.
[2]潮捷.高威力化学敏化水胶炸药配方与性能的研究[D].安徽理工大学,2022.
[3]郝海.鲜枣泥馅料配方工艺及货架期模型研究[D].新疆农业大学,2021.
[4]杨威.多功能生态建筑饰面材料的研究[D].西南科技大学,2021.
[5]谭博文.配方对天然橡胶动态力学性能的影响[D].青岛科技大学,2023.
[6]姚琳,余丽丽,刘少静.《护肤化妆品原料及配方实例》系列讲座——美白添加剂和美白类护肤化妆品(待续)[J].日用化学品科学,2024,47(01):75-77.
[7]余丽丽,姚琳,刘少静.《护肤化妆品原料及配方实例》系列讲座——保湿剂和保湿类护肤化妆品(I) [J].日用化学品科学,2023,46(11):69-75.
[8]武楠楠,孙锦月,何聪芬.芒果及其副产物提取物在化妆品中的应用[J].中国洗涤用品工业,2022,(12):67-74.
[9]罗飞亚,苏哲,黄湘鹭,等.下一代风险评估在化妆品原料安全性评价的应用研究进展[J].日用化学工业(中英文),2023,53(01):79-85.
[10]秦美蓉,洗静雯,吴熙,等.化妆品中硝基甲烷的风险评估和使用监管探索[J].日用化学工业,2021,51(08):768-774.