

粉底液暗沉影响因素研究

蒋庆菊

丽鑫生技化妆品(上海)有限公司, 上海

收稿日期: 2025年7月15日; 录用日期: 2025年9月3日; 发布日期: 2025年9月12日

摘要

通过考察产品剂型、配方中油脂的种类和色粉比例对粉底液暗沉的影响, 找出规律, 以优化后期的配方设计。结果表明, 硅油包水剂型粉底液的暗沉出现得较慢; 油脂含量、挥发性对粉底液暗沉有较大影响, 含量越高, 后期暗沉速度越快, 程度越大; 非挥发性油脂含量越高, 后期暗沉速度越慢。色粉的比例对粉底液控油有影响, 色粉比例越高暗沉越快。

关键词

粉底液暗沉, 剂型, 油脂, 色粉

Research on the Causes of Foundation Liquid Darkening

Qingju Jiang

Lee Shin Bio-Tech Cosmetics (Shanghai) Co., Ltd., Shanghai

Received: Jul. 15th, 2025; accepted: Sep. 3rd, 2025; published: Sep. 12th, 2025

Abstract

By observing the influence of product dosage form, types of oils in the formulation, and the ratio of pigment powder on the darkening of foundation liquid, patterns were identified to optimize future formulation designs. The results indicate that water-in-silicone oil emulsion foundation liquids exhibit slower darkening; higher oil content and volatility significantly affect the darkening of the foundation liquid, with higher content leading to faster and more severe darkening over time; non-volatile oil content slows down the darkening process. The ratio of pigment powder affects the oil control of the foundation liquid, with a higher ratio leading to faster darkening.

Keywords

Foundation Liquid Darkening, Dosage Form, Oils, Pigment Powder

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

彩妆行业，作为美妆市场的璀璨之星，正以破竹之势迅猛崛起。在当今这个“颜值经济”盛行的时代，消费者对美的定义与追求不断进化，彩妆产品已不再拘泥于传统的色彩搭配与设计框架，转而聚焦于创新理念的融入与个性化差异的打造。一个精致的妆容离不开高品质的底妆，随着消费者对美的追求日益提升，市场上的底妆产品也愈发丰富多样。从传统粉底类产品到由其衍生出的素颜霜、CC霜和DD霜等产品，化妆品企业始终致力于通过科技赋能满足消费者对“即时焕肤”的核心诉求。消费使用底妆的目的在于即刻隐匿肌肤瑕疵，打造无瑕美肌，同时期望产品能构筑防护屏障，抵御紫外线及环境污染侵袭，守护肌肤健康[1]。粉底产品作为经典的底妆品类，使用方便的同时又对面部瑕疵有良好的修饰效果，因此深受中国消费者喜爱。粉底在中国底妆市场中使用率高，渗透率广，是最重要的底妆品类之一[2]。

粉底液作为基础底妆产品，主要以遮盖面部瑕疵、修正皮肤肤色为目的，能够使脸部皮肤以自然完美的状态呈现，但在使用过程中会出现暗沉现象，影响到消费者的体验感。暗沉现象是评估粉底液质量的关键指标之一，改善暗沉问题刻不容缓。长久以来，粉底液暗沉现象作为行业共性难题，亟待突破却鲜有深入探究。若能有效解析其致因机理并确立针对性改善策略，既可为配方优化提供科学依据与评价体系，亦能通过产品长效稳定性提升，增强市场竞争力与品牌美誉度[3]。影响粉底液暗沉的因素较多，在设计配方时可以考虑以下几个方面。首先，油脂的影响：面部分泌的天然脂质与粉底液融合后，导致妆效透明度改变及色彩灰化(脱妆现象)；或配方中油性成分的氧化亦会引发颜色加深[4]。其次，粉体分散性：色粉的呈色效果受其分散状态直接影响，而该分散状态取决于颗粒粒径、表面处理工艺及分散剂选择等关键因素。值得注意的是，配方中油脂介质与色粉的相容性对分散程度起决定性作用，两者匹配度越高，越有利于实现均匀稳定的显色效果，减缓暗沉[5]。此外，皮肤汗液的分泌、光照等因素也会影响粉底液暗沉。

本文通过对粉底的产品剂型、油脂种类和色粉的比例进行考察，通过色差分析测量的结果，评估各变量因素对底妆稳定性的影响机制，为配方开发团队在原料筛选及配比优化方面提供数据支撑。

2. 试验部分

2.1. 仪器与材料

2.1.1. 仪器

MARK II Model 2.5 高速分散机(日本 Primix 公司); Eurostar 20 Digital 型搅拌器(IKA 公司); WBK-2B 型电热恒温水浴锅(上海森信实验仪器有限公司); SZQ-4 四刃湿模制备器(东莞市大来仪器有限公司); Chroma Meter CR-400 色彩色差计; TR50M 三辊研磨机(TRILOS); Blender 800S 型粉碎机(Waring 公司)。

2.1.2. 材料

剂型: 油包水、有机硅乳化剂以及硅油包水乳化剂(粉底液基础配方为自制, 各成分及比例见表 1~3)。

水相成分：水、1, 3-丁二醇、氯化钠；主要发挥保湿功效，同时增强产品于低温条件下的稳定性。色粉：二氧化钛(CI 77891)、氧化铁黑、氧化铁黄等，保障粉底液的遮瑕度、光泽度、防晒能力和控油能力等。油脂：环五聚二甲基硅氧烷、极性油脂、非极性油脂等物质，能够实现滋润肌肤的效果，且具有分散多种粉类原料的功能。其他：防腐剂。

Table 1. Basic formula of the liquid foundation (test group A)

表 1. 粉底液基础配方(试验组 A)

相别	原料	油包水型(W/O) 各原料 Wt%	硅油包水型(W/Si) 各原料 Wt%	W/(Si + O) 各原料 Wt%
水相	水	23.00	23.00	23.00
	氯化钠	1.00	1.00	1.00
	1,3-丁二醇	8.00	8.00	8.00
油相	月桂醇 PEG-9 聚二甲基硅氧乙基 聚二甲基硅氧烷	3.00	3.00	3.00
	PEG-10 聚二甲基硅氧烷	1.50	1.50	1.50
	环五聚二甲基硅氧烷		22.70	22.70
	聚二甲基硅氧烷(6 mm ² /s)		35.00	0.00
	十一烷, 十三烷	22.70		
	异壬酸异壬酯	35.00		35.00
	二硬脂二甲铵锂蒙脱石	3.00	3.00	3.00
粉体	二氧化钛	1.76	1.76	1.76
	氧化铁黄	0.170	0.170	0.170
	氧化铁红	0.056	0.056	0.056
	氧化铁黑	0.014	0.014	0.014
其他	防腐剂	0.800	0.800	0.800

Table 2. Basic formula of the liquid foundation (test group B)

表 2. 挥发性油变化的粉底液配方(试验组 B)

相别	原料	B1 Wt%	B2 Wt%	B3 Wt%	B4 Wt%	B5 Wt%	B6 Wt%
水相	水	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
	氯化钠	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1,3-丁二醇	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
油相	月桂基 PEG-9 聚二甲基硅氧乙 基聚二甲基硅氧烷	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	PEG-10 聚二甲基硅氧烷	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	环五聚二甲基硅氧烷	22.70	57.70				
	聚二甲基硅氧烷(1.5 mm ² /s)			57.70			
	UNDECANE, TRIDECANE				57.70		
	聚二甲基硅氧烷(2 mm ² /s)					57.70	
	聚二甲基硅氧烷(6 mm ² /s)	0.00					57.70

续表

	异壬酸异壬酯	35.00					
	二硬脂二甲铵锂蒙脱石	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
粉体	二氧化钛	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
	氧化铁黄	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
	氧化铁红	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
	氧化铁黑	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
其他	防腐剂	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800

Table 3. Basic formula of the liquid foundation (test group C)**表 3.** 色粉比例变化的粉底液配方(试验组 C)

相别	原料	C1 Wt%	C2 Wt%	C3 Wt%	C4 Wt%	C5 Wt%
水相	水	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
	氯化钠	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1,3-丁二醇	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
油相	月桂醇 PEG-9 聚二甲基硅氧乙基 聚二甲基硅氧烷	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	PEG-10 聚二甲基硅氧烷	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	环五聚二甲基硅氧烷	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70
	聚二甲基硅氧烷(6 mm ² /s)	0.00	10.00	10.00	10.00	7.00
	异壬酸异壬酯	25.00	22.00	17.00	7.00	0.00
	二硬脂二甲铵锂蒙脱石	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
粉体	二氧化钛	1.76	4.40	8.80	17.60	26.40
	氧化铁黄	0.17	0.425	0.85	1.7	2.55
	氧化铁红	0.056	0.14	0.28	0.56	0.84
	氧化铁黑	0.014	0.035	0.07	0.14	0.21
其他	防腐剂	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800

2.2. 实验方法

2.2.1. 样品的制备

测试粉底液基础配方中包含油相、水相、增稠剂和防腐剂。样品制作过程如下:

(1) 用油脂将色粉原料润湿、预混均匀,通过三辊碾磨或球磨使色粉分散均匀,和配方中其它油相组分混合,用乳化机分散均匀,制备成油粉相加热至 80℃~85℃,恒温备用。

(2) 将水相原料称入另一个容器内,搅拌至分散均匀,制备成水相并加热至 80℃~85℃,恒温备用。

(3) 开启均质机(速度为 3500 rpm/min),将水相缓慢抽入到油相中,加料完毕后继续均质 10 min,从而使分散相得以均匀地分散。

(4) 加入增稠剂搅拌均匀,2500 rpm/min 的速度均质 6 min。

(5) 降温至 40℃,加入防腐剂搅拌均匀后,以 2000 r/min 的速度均质 3 min,制备各种剂型的粉底液。

2.2.2. 粉底液暗沉测试方法[6] [7]

取 5 mL 粉底液料体放至亚克力玻璃片上, 用四刃湿膜制备器(制样厚度 100 μm), 以匀速将多余玻璃片上的料体刮下, 确保制样器表面所承载的料体处于平整状态, 且无气泡产生。运用色差仪对制备完成的样品, 按照不同时间段依次展开测试工作。选取 15 s 的数据为 0 点, 依次记录 5 min、10 min、15 min、30 min、1 h、3 h、6 h 的色差仪数据。

暗沉评价指标: 选用色差仪测试样品, 采取彩妆领域中普遍使用的色彩表示法—— L^*a^*b 色彩表示法, 计算公式如下:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

式中, ΔE : 色差值; ΔL : 亮度差值, 数值从负到正表示从暗到亮; Δa 、 Δb : 色相和彩度(a 值从负到正表示颜色从绿变化到红, b 值从负到正表示颜色从蓝变化到黄); 分别代表在基线($T = 15 \text{ s}$)与经过一段时间后的差值。

溶剂&粉底液挥发度曲线测量的实验方法[8]

(1) 将滤纸(Titan $\phi 11 \text{ cm}$)剪成 $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ 的大小, 放入一次性培养皿, 放入 31°C 恒温相箱恒重 30 min; (2) 将滤纸和培养皿称重记录(滤纸 + 培养皿)的重量; (3) 取 0.2 g 的样品均匀地涂抹于滤纸片上, 记录样品的准确数量, 以及(样品 + 滤纸 + 培养皿)的重量作为初始重量; (4) 将(样品 + 滤纸 + 培养皿)放入 31°C 恒温箱, 每隔 15 min 记录样品盘的重量。一小时后可适当地延长称量的时间间隔, 取 4 个小时的数据; (5) 计算每个时间间隔减少数量, 绘制出残留量散点图; (6) 每个样品均各取两个点, 取算术平均值。

3. 结果与讨论

3.1. 剂型对粉底液暗沉的影响

粉底液持妆过程中剂型对粉底液暗沉影响很大, 为了观察不同剂型对粉底液暗沉的影响, 我们首先考察了三种不同剂型的粉底液暗沉随时间的变化(见图 1)。结果显示, ΔE 随时间延长而增加, 其中在 10 min 内变化较大。因水分的挥发速率比挥发油快很多, 10 min 的转折主要是因为水分挥发导致, 因此前期涂抹变色更多是与水分的挥发有相关性。与基线相比, 3 h 内的变色情况如图 1 所示: 各产品的变色速率和程度存在差异。但是这种变色几乎无法被人眼察觉, 因为 ΔE 低于 2.3, 这是人眼能够察觉到的颜色变化的最小值。

根据 ΔE 值分析, 硅油包水型(W/Si)暗沉相对缓慢, 但是考虑到硅油本身的特性, 这种剂型粉底液可能不够贴肤, 容易导致皮肤卡粉、浮粉; 也可能导致皮肤不能很好地“呼吸”, 影响皮肤的正常代谢。如果皮肤代谢不畅, 废旧角质层不能及时脱落, 就会使皮肤看起来粗糙、暗沉。W/(Si + O)型粉底液 ΔE 比硅油包水型(W/Si)高, 但是差距不大; 考虑到 W/(Si + O)在提供良好保湿效果的同时, 又能保证一定的透气性, 还能更贴肤, 使肌肤能够自由呼吸, 这样可以维持肌肤的健康状态, 提亮肤色, 还能减少因缺氧或营养不足而导致的暗沉。因此, 接下来以 W/(Si + O)剂型为基础, 考察几种油脂对粉底液暗沉的影响。

3.2. 油脂对粉底液暗沉的影响

图 2 结果表明, 油脂的挥发性对粉底液暗沉有比较大的影响, 尤其是配方中的挥发性成分, 挥发性高的油脂可能在涂抹后迅速蒸发, 带走皮肤表面的水分, 导致粉底液脱落或结块, 从而显得暗沉。此外, 油脂挥发后可能留下蜡质或氧化产物, 与色粉混合, 形成不透明的斑点。与基线相比, 3 h 内的变色情况如图 2 所示: 各产品的变色速率和程度存在显著差异。其中, 变色最小的产品在 3 h 时的 ΔE (180 分钟与

T0 时的色差)约为 0.83 远低于 2.3, 这是人眼无法察觉到的颜色变化。变色最大的液态粉底在 3 h 时的 ΔE 接近 4.47, 明显超过了 2.3, 这表明不同产品的变色严重程度差异很大。从图 2 还可以看出, 即使在 3 h 时变色程度相似的产品, 其变色速率也存在差异。

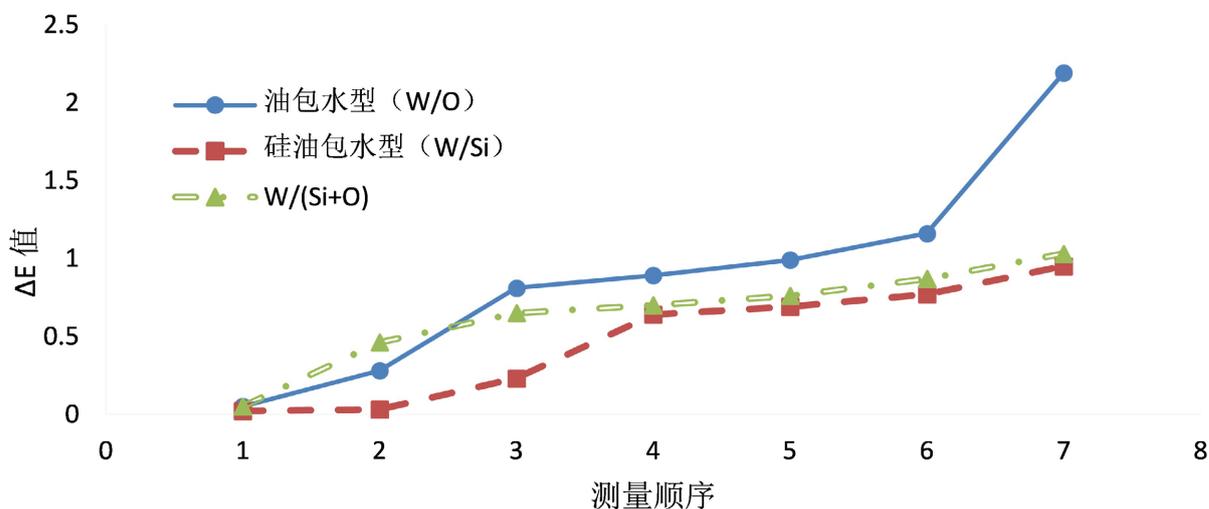


Figure 1. Effects of formulation on makeup foundation darkening

图 1. 剂型对粉底液暗沉的影响

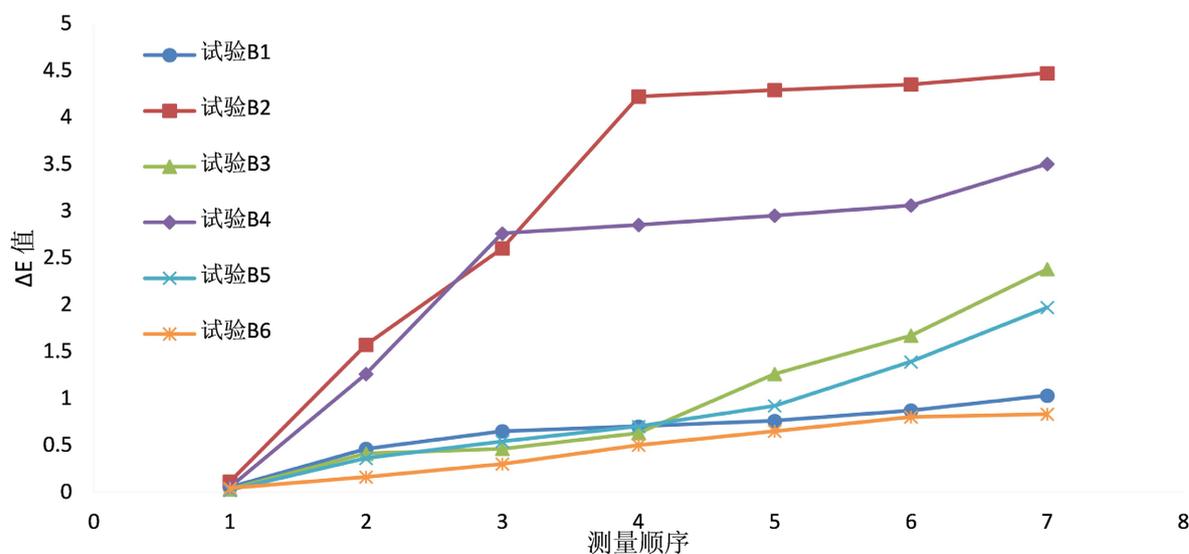


Figure 2. Effects of oil volatility on makeup foundation darkening

图 2. 油脂挥发性对粉底液暗沉的影响

3.3. 色粉比例与暗沉的相关性

色粉在粉底液中的作用主要是提供遮瑕力、持久性和颜色修正。所以, 色粉的比例变化可能会直接影响这些方面, 从而影响是否容易暗沉。与基线相比, 180 分钟内的变色情况如图 3 所示: 各产品的变色速率和程度存在显著差异。其中, 色粉比例高于 12% 后, 产品在 3 h 时的 ΔE (3 h 与 T0 时的色差) 约为 2.44, 高于 2.3, 人眼能够察觉到的颜色变化。色粉比例继续增高, 变色最大的液态粉底在 3 h 时的 ΔE 接

近 6.15, 明显超过了 2.3, 这表明不同产品的变色严重程度差异很大。另外, 粉底液中的其他成分也可能与色粉相互作用。比如, 保湿剂、乳化剂、防腐剂等。如果色粉比例过高, 可能会挤占其他成分的空间, 导致配方不稳定, 容易分层或结块, 这也会影响使用效果和持久性, 间接导致暗沉。

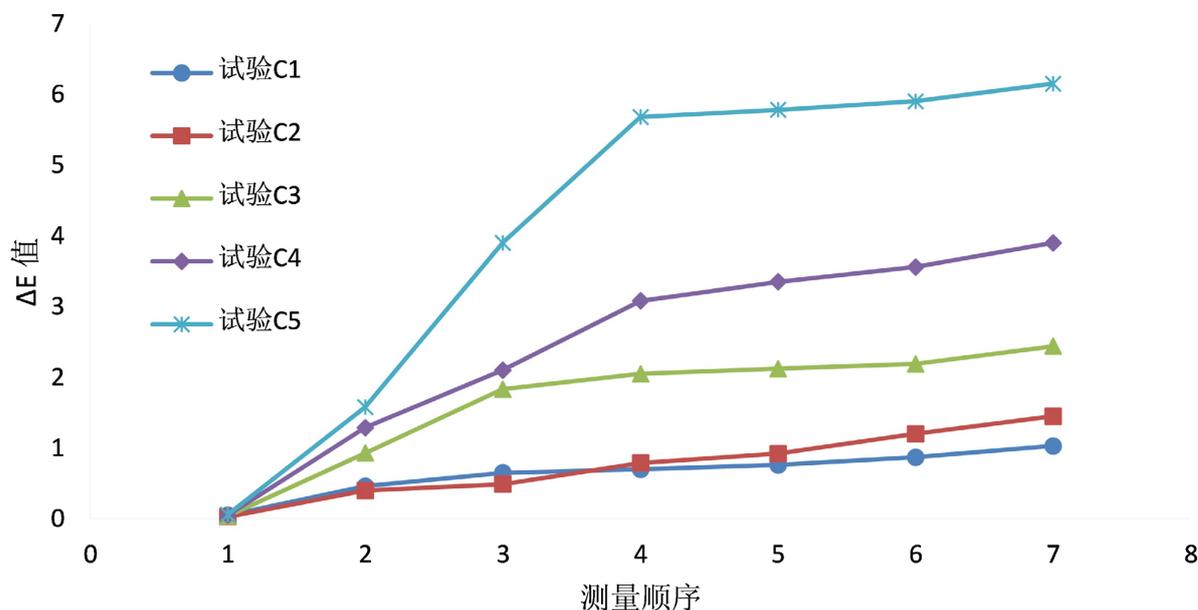


Figure 3. Effects of pigment proportion variation on makeup foundation darkening

图 3. 色粉比例变化对粉底液暗沉的影响

4. 结论

本研究考察了粉底液不同剂型、挥发油种类和色粉梯度, 并分析了它们影响粉底液暗沉的程度。试验结果显示粉底液的暗沉与水分挥发、挥发油挥发、色粉含量等多种因素相关。W/(Si + O)型粉底液 ΔE 比硅油包水型(W/Si)高, 但是差距不大; 考虑到 W/(Si + O)能提供良好保湿效果, 同时有更好的透气性, 贴肤, 提亮肤色等, 所以优先选择 W/(Si + O)剂型。当配方中挥发油含量很高时, ΔE 值的变化速率明显, 且其速率高于水分挥发时的速率。由此可得知在一定的浓度范围内挥发油含量越高, 暗沉速度越快, 且最终变色后暗沉更严重。而当挥发物比例较少时, 暗沉速度变化率低, 较平稳增长, 其最终变色后颜色变化较小。色粉比例不同, 产品的变色严重程度差异较大。色粉比例高于 12% 后, 产品在 3 h 时的 ΔE 约为 2.44, 人眼能够察觉到的颜色变化。粉底液中的其他成分也可能与色粉相互作用; 比如, 保湿剂、乳化剂、防腐剂等。如果色粉比例过高, 可能会挤占其他成分的空间, 导致配方不稳定, 容易分层或结块, 这也会影响使用效果和持久性, 间接导致暗沉。本文内容限于考察粉底液的剂型、挥发油的种类、色粉含量的维度分析与暗沉因素的研究。然而, 实际配方中需要考虑更多的影响因素。粉底液的暗沉不仅取决于油脂的含量、极性、折光率, 乳化剂种类和含量, 色粉的种类、粒径大小以及成膜剂的种类和含量等, 更与原料间的协同效应及环境因素相互作用密切相关。研发人员在开展粉底液配方设计时, 需综合考虑上述影响因素, 并通过实验进行验证; 在确保满足客户需求的基础上, 尽量减少粉底液暗沉现象, 从而提升产品质量。

参考文献

- [1] 底焯, 袁登峰, 陆志航, 等. 应用图像分析技术评价底妆产品的功效性[J]. 日用化学品科学, 2019, 42(7): 21-25.

- [2] 郑希, 储丽玲, 齐荣, 等. 粉底产品的中国消费者喜好要素及特征研究[J]. 香料香精化妆品, 2021(3): 47-51, 55.
- [3] 黄红斌, 王寅力, 张家齐, 等. 粉底液暗沉因素研究[J]. 日用化学品科学, 2021, 44(10): 36-39.
- [4] Zhang, Q., Chen, G., Hou, Y., Wang, S., Xia, Q. and Yu, J. (2024) Investigating the Impact of Sebum Secretion on Liquid Makeup Foundation Darkening and Its Solution. *International Journal of Cosmetic Science*, **46**, 142-152. <https://doi.org/10.1111/ics.12939>
- [5] 徐长栋, 李奇迹, 金银姬, 等. 粉底液配方中影响暗沉的因素[J]. 香料香精化妆品, 2023(3): 108-114.
- [6] Del Bino, S., Sok, J., Bessac, E. and Bernerd, F. (2006) Relationship between Skin Response to Ultraviolet Exposure and Skin Color Type. *Pigment Cell Research*, **19**, 606-614. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0749.2006.00338.x>
- [7] Lee, Y. (2005) Comparison of CIELAB δE^* and CIEDE2000 Color-Differences after Polymerization and Thermocycling of Resin Composites. *Dental Materials*, **21**, 678-682. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.09.005>
- [8] Chen, G., Tan, Y., Wang, S., Yu, J. and Yang, C. (2022) Research on the Intrinsic Mechanism of the Darkening of Liquid Foundation. *Skin Research and Technology*, **29**, e13236. <https://doi.org/10.1111/srt.13236>