

•科普•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201801018

www.dxhx.pku.edu.cn

揭开护手霜的神秘面纱 ——介绍一个化学实验类科普产品

边磊, 徐烜峰, 高珍, 李维红, 高杨, 马艳子, 贾莉, 马锴果, 赵浩, 黄军, 关玲*

北京大学化学与分子工程学院, 化学国家级实验教学示范中心, 北京 100871

摘要: 通过设计开发一款关于护手霜制作的化学实验类科普产品, 向公众展示化学中乳化的现象及其背后的化学知识。设计思路主要包括优化配方、简化流程、美化器具, 增强实验的观赏性和互动性, 并通过制作科普视频和宣传手册, 全面立体地展现了实验过程和化学原理。该科普产品具有贴近生活、易于推广、安全美观、便携性好、受众面广等特点。

关键词: 化学科普; 演示实验; 护手霜; 乳化; 表面活性剂

中图分类号: G64; O6

Uncover the Mysterious Veil of Hand Cream: A Science Popularization Product of Chemistry Experiment

BIAN Lei, XU Xuanfeng, GAO Zhen, LI Weihong, GAO Yang, MA Yanzi, JIA Li, MA Kaiguo, ZHAO Hao, HUANG Jun, GUAN Ling *

National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education, College of Chemistry and Molecular Engineering, Peking University, Beijing 100871, P. R. China.

Abstract: A science popularization product of chemistry experiment, which is about the preparation of hand cream, was designed and developed. By demonstrating the making process of the hand cream, the public was exposed to emulsification and related chemical knowledge. Through simplifying the formulation, optimizing the operation, beautifying appliances and enhancing the interaction, the operability and ornamental value of the experiment were enhanced. Meanwhile, the video and handouts were provided that had detailed instructions on experimental process and chemical principles to the public. The product was close to life, safe, beautiful, portable and appropriate for all ages.

Key Words: Science popularization of chemistry; Demonstration; Hand cream; Emulsification; Surfactant

说起“化学”一词, 人们常会将其与“爆炸”“火灾”“污染”“有毒”等负面词汇联系起来^[1]。不论国内外, 很多民众对化学和化学工业没有好感, 使得化学和化工这个本来与人们的生活息息相关的学科和产业时常被抹黑和妖魔化, 甚至有专家指出公众患上了“化学恐惧症”^[1-4]。2015年11月, CCTV8的一则化妆品广告“火”遍了大江南北, 这段广告洗脑般重复“我们恨化学”这句话, 甚至直接用这五个大字占满屏幕^[5]。这固然是对化学的恶意歪曲和对公众的严重误导, 但同时也反映出民众甚至部分受过高等教育的群体对于化学常识的缺失, 以及面向公众开展化学相关科普工作

收稿: 2018-01-08; 录用: 2018-01-16; 网络发表: 2018-01-26

*通讯作者, Email: gling@pku.edu.cn

基金资助: 2016年北京市科学技术普及专项项目

的重要性和必要性。因此,国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)以及全球很多相关组织也一直在努力推动“提高公众的化学认识”这一重要任务^[6,7]。

因而,针对化妆品这一公众普遍抱有“追求天然、远离化学”心理的领域,从化学的角度,用科学的眼光来向大众展示化妆品中常见的霜、膏、乳等产品的制作原料与原理,积极向公众科普“化妆品到底是什么、怎样制作出来的”,揭开化妆品的神秘面纱、消除误解,使人们能够正确地看待化学,将对化学的科普工作具有重要的作用和意义,这也是化学工作者的责任与义务。

1 科普产品的设计

1.1 设计初衷

护手霜是化妆品范畴里用于基础护肤的一类产品^[8]。不论男女老少,生活中经常使用,它能够有效预防及治疗秋冬季手部的粗糙干裂^[8,9]。但大家在体验它细腻与滋润的同时,并没有意识到它霜状的形态其实就是“油水交融”——“乳化”的结果,更不会想到能帮助产生这种神奇交融现象的是一类化学上称之为“表面活性剂”的化学物质。“乳化”是化学中常见的现象,是一种液体以极微小液滴均匀地分散在互不相溶的另一种液体中的过程;“表面活性剂”(用于化妆品的一类又称为“乳化剂”)则通过其特殊的分子结构——一端极性另一端非极性,帮助稳定这一体系^[10,11]。护手霜正是利用了乳化剂的乳化作用,将油滴均匀地稳定分散在水里形成乳状液。

基于此现象,北京大学化学国家级实验教学示范中心(下简称“实验中心”)专门设计开发了一款“护手霜的制作”化学实验类科普产品,希望人们通过使用生活中可食用的油和水制作出常用的护手霜,亲自见证乳化剂带来的“油水交融”的乳化现象,亲身体验生活中化学的神奇现象,了解身边的化学知识,提高化学素养。

1.2 设计原则

一个好的科普展示产品或者科普实验应该具有安全性、趣味性、教育性、简单易懂、易操作等特点^[12,13]。化学实验是展示变化现象、获得变化结果的过程,这是化学魅力的所在,同时也是化学科普的难点所在。由于化学实验有一过性、消耗性的特点,实验的安全性、废料和产品的去向、实验仪器的便携性、操作的简洁程度以及对不同实验环境的适应性等,都是设计化学科普实验时要考虑的因素。同时,结合实验中心多年来在化学科普工作方面的实践经验,逐步确立了这项科普产品设计的五个原则:安全、科学、趣味、简洁、可持续发展。所以在开发过程中,无论从原料配方到仪器操作,还是从展示形式到互动流程,都从这五个原则出发设计优化的。

1.3 方案设计

1.3.1 配方设计

本着用安全简单的原料、简洁的仪器和简便的操作,制作具有良好皮肤体验的护手霜,充分展示乳化的现象并揭示背后的化学原理这一设计思路,我们对一般乳、霜实验所用配方^[9,14-16]进行筛选、精简:删除用于防腐、抗氧化、增稠的原料;使用单一油脂代替多种油脂;采用市售复配乳化剂,同时实现乳化、增稠、稳定的功能等。最终将十几种原料,优选成四种,并优化比例,得到本产品所用配方(表 1)。

该配方对各成分比例要求相对宽松,对其他功能性成分(如二氧化钛、玻尿酸)的包容性好,简洁的配方不仅精简了实验步骤和实验器具,也有利于实验操作和趣味拓展。

配方所用原料注重安全,以食品级为首选,医药级次之,乳化剂则是从正规化妆品原料公司购买。其中乳化剂和甘油分别分装在容量合适的带刻度透明塑料瓶中,便于携带和确定体积。

1.3.2 器具设计

器具经过优化,实现了“简洁便携、安全有趣”的目的。它包括原料容器和实验仪器(表 2,图 1,图 2)。具体如下:

表 1 护手霜实验原料及配方

组分	规格	来源	质量分数/%
橄榄油	食品级	黛尼公司	17
纯净水	食品级	怡宝公司	70
乳化剂(含鲸蜡醇、单硬脂酸甘油酯等)	化妆品级	嘉法狮公司	8.5
甘油	医药级	麦克林科技	5

表 2 护手霜实验仪器

名称	数量	备注	图解
搅拌磁子	1		图 1a
150 mL 烧杯	1	含 55 °C 和 75 °C 测温贴纸	图 1b
平板加热搅拌器	1	配防烫栅栏	图 1c
分装器	1	自制	图 2
分装软管	若干		

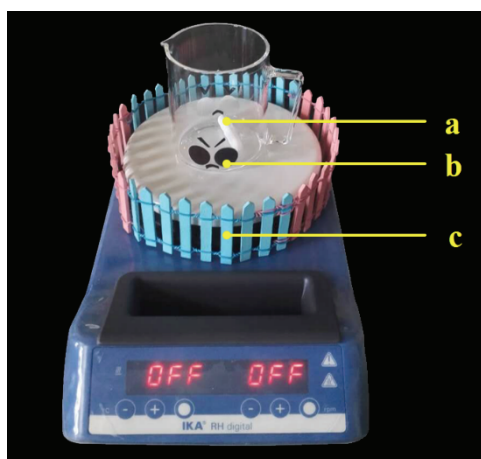


图 1 护手霜实验所用部分仪器

- (a) 搅拌磁子; (b) 测温贴纸(左侧为 55 °C, 右侧为 75 °C);
(c) 配有防烫栅栏的平板加热搅拌器

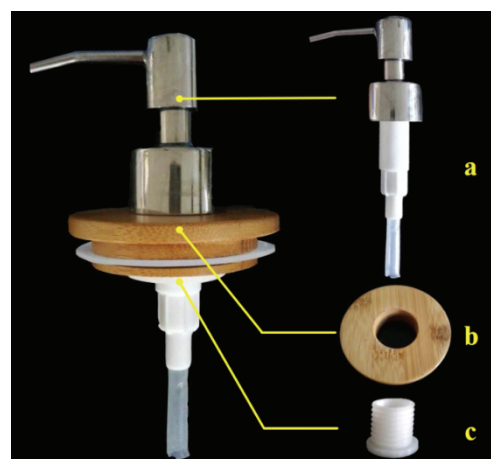


图 2 自制护手霜分装器

- (a) 按压泵头; (b) 带孔底托; (c) 固定螺扣

a) 原料包设计。

原料包按一次实验用量分装, 包含橄榄油、乳化剂和甘油, 可制作约 100 g 护手霜。其中橄榄油直接使用市售 20 mL 小包装, 乳化剂和甘油按配方用量提前称量分装。甘油的分装瓶具有容量刻度, 实验中可以直接加水至相应刻度, 而不需要单独量取水的体积。原料包的设计不仅大大提高了便携性, 也降低了化学试剂瓶所带来的距离感。

b) 测温贴纸代替温度计。

实验里有两个明显的温度节点: 75 °C (加料、停止加热)和 55 °C (分装), 用分别在对应温度变色的可逆测温贴纸代替温度计(当温度高于 55 和 75 °C 时, 对应的测温贴纸由黑变红), 有趣的温感变色现象极大地提高了观众的兴趣, 增加了科普话题。另外将测温贴纸做成不同的表情贴在烧杯上(图 3), 使“高冷”的烧杯变得呆萌可爱, 拉近了人们与化学的心理距离。

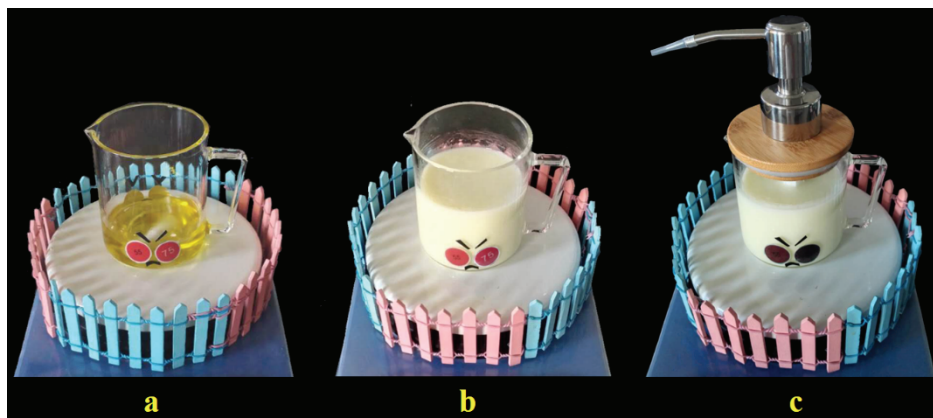


图3 实验中测温贴纸的变色过程

- (a) 75 °C 时测温贴纸均变为红色，加入甘油水溶液；(b) 继续加热至 75 °C 时，测温贴纸再次变红，停止加热；
(c) 55 °C 测温贴纸由红转黑时，用分装器分装；电子版为彩图

c) 分装器的设计。

乳霜具有半固态、高粘度的特质^[8,14]，如何将制得的护手霜分装到小软管里，是实验器具设计要解决的问题。以往，多采用将护手霜先转移到注射器或裱花袋里，再挤压到软管中。但由于软管口较小，极易造成产品外溢，实验现场一片狼藉，即造成浪费又影响美观，而且过多的操作和器具使整个实验显得冗杂繁乱。

自制的分装器(图 2)很好地解决了这些问题。它是由按压泵头、带孔底托、固定螺扣组成。其中，按压泵头是市售洗手液泵头，作用是泵出护手霜进行分装；底托是可以与烧杯匹配的盖子，中间打孔，孔径以能卡住泵头为准，其作用是将分装器固定在烧杯上；固定螺扣是根据泵头的螺纹和底托中孔直径设计并通过 3D 打印而成，用来固定泵头。分装器实现了“像取洗手液一样简单”的定量化、批量化分装，减少了不必要的转移环节，实现了护手霜从生产到分装的一体化，使整个实验整洁、流畅、美观。

d) 防烫栅栏。

将加热搅拌器的加热盘围上小栅栏，防止烫伤等危险的发生，即保证安全又美观可爱。

1.3.3 实验步骤

将橄榄油和乳化剂倒入烧杯中，置于加热搅拌器上，加热搅拌；向装甘油的刻度小瓶内加入约 70 g 水(刻度 75 mL 位置)，溶解摇匀；待乳化剂全部溶解(约 75 °C，即 75 °C 测温贴纸由黑色变为红色，图 3a)，加入甘油水溶液，继续加热搅拌；待再次达到 75 °C，此时搅拌应能看到旋涡(若不呈旋涡，可以调大搅拌或继续加热，图 3b)，关闭加热，继续搅拌降温(可以另准备一台搅拌器，缩短降温时间)。当 55 °C 测温贴纸由红转黑时(图 3c)，即可用分装器分装到软管中。待软管内护手霜温度降至室温，方可使用。整个实验需要 15–20 min。

1.4 科普展示与互动方案的设计

本产品的科普展示过程，既需要观众们的动手参与，增加互动体验，又需要适时适当的科学讲解，使人们在感受化学神奇魅力的同时，又获得其背后的化学知识。

1.4.1 互动科普展示

a) 展示并介绍原料：食用橄榄油、饮用纯净水、医药用甘油、乳化剂，引导人们了解化学是贴近生活并且安全的。从“油水不溶”这个生活常识切入，引出乳化剂(一类表面活性剂)和乳化的概念，介绍护手霜是油水乳化的结果。

b) 互动实验：按照 1.3.3 节的方法进行操作。

实验可以由演示者完成，也可以根据现场情况，请观众们在演示者的指导下亲自操作，以增强

互动效果。观众可以试用并带走自己参与制作的护手霜。另外实验过程中加热盘烫手，要提醒观众不要触碰。

实验中升温和降温的时间相对较长，在这段时间里，可以请观众关注烧杯上用于指示温度的测温贴纸颜色的变化，并简单介绍其热致变色原理，也可以讲解关于表面活性剂的结构、乳化原理以及生活中的其他应用(如肥皂、洗洁精等)，还可以历数一下生活里其他的“霜、膏、乳”(如化妆品中的面霜、乳液，药剂中的各种软膏)，也是以油水乳化为基础，加入功能性成分制得等。通过讲解，使人们感受到其实“化学离我们并不遥远，化学就在我们身边”。

1.4.2 其他展示形式

除了现场互动演示之外，实验中心还录制了“护手霜制作”实验视频，并编写了关于乳化原理的宣传手册，通过多种形式立体化地展现本科普实验的过程与原理。

2 产品的特点

本产品秉承着安全、科学、趣味、简洁、可持续的设计原则，具有以下几个突出的特点：

1) 贴近日常生活，受众面广。

护手霜，它是人们生活中常用的护肤品，老少皆宜。实验里所用的原料，除乳化剂外，更是身边常见易购甚至可食用的物品，即便是甘油，大家也不陌生。原料和产品生活化、亲民化，拉近了大众与化学的距离，使人们更愿意去接触、了解其背后的化学知识。

2) 配方适用性好，易于推广。

配方简单，操作简便，成功率极高，没有化学实验经验的人也容易上手，只要参照配方大致比例，按照步骤操作，都能制得心仪的产品。

另外，实验对环境没有严格要求，不需要在专业化学实验室进行。

3) 器具美观便携，便于实施。

便携、美观是化学科普实验必须要考虑的问题。原料上，按配方比例，做成原料包，方便干净；仪器上，测温贴纸和分装器的使用，不仅减少了仪器数量和操作步骤，而且增加了实验的趣味性和观赏性。

4) 过程环保，拓展性极强。

本实验不产生任何废料，所得产品也可以作为赠品请观众带走使用，不会造成积累。

同时，实验的拓展性很强。例如，可以通过添加功能成分转化为防晒霜(添加二氧化钛)、保湿霜(如添加透明质酸)等；也可以根据季节不同调节护手霜的质地，如滋润型(减少配方中水的用量)、清爽型(增加水的用量)；还可以改变配方比例制作乳液。实验内容可以常换常新，具有可持续性。

3 产品的科普效果

本科普产品曾在北京市科技周、北京大学校园开放日、化学文化节等多个大型科普活动中参展演示，并在小学、幼儿园来院参观活动中进行了多次展示，深受不同年龄层次、不同文化程度的参观人群的喜爱(图 4)。观众们也表示“通过实验，了解了护手霜制作的原理，是一次很好的学习体验”“油水交融的现象很奇妙，化学很有趣”“化妆品不再神秘”，起到了非常好的化学科学普及效果。

4 总结与展望

这项实验类科普产品以注重互动反馈和观众体验为导向，围绕“安全、科学、趣味、简洁、可持续发展”五个设计原则进行开发，力求在快乐互动中展现化学的神奇，普及化学知识，并收到良好效果。产品的开发经历也为新科普实验的研发和已有演示实验的改进提供了宝贵的经验。

分层次科普是本产品的主要发展方向。为了达到更好的科普效果，可以根据受众人群年龄层次



图4 大众体验护手霜的制作过程

和文化程度的不同,对实验演示过程和知识讲解内容进行不同侧重的调整,编写知识深浅程度不同的宣传手册。例如,对于成年人群体,他们生活经验丰富,更关注健康安全,则在内容讲解上侧重乳化剂的作用和必要性、用量与安全性的关系、保湿的原理等方面;对于中学生,他们正在学习化学课程,有一定的化学基础,可以适当增加乳化剂的结构和乳化原理的内容;对于小学生甚至幼儿园小朋友们,则要在实验中突出从水油不溶到水油交融的神奇现象展示,增强他们对于化学的兴趣。

另外,为了让更多的人体验本产品的乐趣,实验中心根据不同的实验条件已推出相应的“DIY盒子”(含原料、除加热搅拌器以外的其他实验仪器和科普手册)和“简约料包”(含原料和科普手册),有利于这项科普产品的推广和普及。

参 考 文 献

- [1] Morais, C. J. *Chem. Educ.* **2015**, 92 (1), 58.
- [2] Laszlo, P. *HYLE* **2006**, 12 (1), 99.
- [3] Evans, D. A. *Chem. Int.*, **2006**, 28 (4), 12.
- [4] Franci, M. *Nat. Chem.* **2013**, 5 (6), 439.
- [5] [2017-09-12]. <https://baike.baidu.com/item/%E6%88%91%E4%BB%AC%E6%81%A8%E5%8C%96%E5%AD%A6/18867293?fr=aladdin>.
- [6] Moreau, N. J. *Chem. Int.* **2005**, 27 (4), 6.
- [7] Hartings, M. R.; Fahy, D. *Nat. Chem.* **2011**, 3, 674.
- [8] 董银卯. 化妆品配方工艺手册. 北京: 化学工业出版社, 2005: 2, 450.
- [9] 郭清泉. 乳化剂化妆品概论. 北京: 中国石化出版社, 2013: 187-189.
- [10] 傅献彩, 沈文霞, 姚天扬. 物理化学(下册). 第4版. 北京: 高等教育出版社, 1990: 1030-1033.
- [11] 韩德刚, 高执棣, 高盘良. 物理化学. 北京: 高等教育出版社, 2001: 693-695.
- [12] Brown, M. K.; Brown, L. C. *J. Chem. Educ.* **2017**, 94 (2), 251.
- [13] Silberman, R. G.; Trautmann, C.; Merkel, S. M. *J. Chem. Educ.* **2004**, 81 (1), 51.
- [14] 王培义. 化妆品: 原理·配方·生产工艺. 第3版. 北京: 化学工业出版社, 2014: 132-137, 121.
- [15] 李宁. 药剂学实验. 第2版. 北京: 中国医药科技出版社, 2007: 64-67.
- [16] 强亮生, 王慎敏. 精细化工综合实验. 第5版. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2011: 87-89.