

浓缩洗衣液的环境效益挑战与破解策略

周碧红, 张春晓, 郑翔龙, 蒋赞, 赖建振, 姜定辉, 彭丽媛

(广州蓝月亮实业有限公司, 广东广州, 510760)

DOI:10.61369/CDCST.2025040018

摘 要: 通浓缩洗衣液通过减少原材料消耗、包装运输碳排放及洗涤阶段废水负荷, 具备显著碳减排潜力。然而, 消费者过量使用行为易削弱其环境效益, 成为制约可持续价值实现的关键瓶颈。研究基于生命周期评估 (LCA) 与实证分析, 提出双重破解策略: 洗涤剂产品升级层面, 推广精准定量包装 (如泵、计量盖等)、清晰用量标识说明; 行为层面应推广科学洗涤方法 (局部预涂、顽渍浸泡) 及机洗程序优化策略 (选择适宜水温与时长, 善用快速洗涤模式)。进一步呼吁加强行业协作 (涵盖包装、配方与标准制定)、完善政策引导并促进消费者沟通, 进一步释放浓缩洗衣液的环境效益。

关键词: 浓缩洗衣液; 环境效益; 生命周期评估; 科学洗涤方法; 机洗程序优化

作者简介: 周碧红, 博士, 高级工程师, 就职于广州蓝月亮实业有限公司, 从事日化技术和产品研发工作。

E-mail: zhoubh10@126.com。



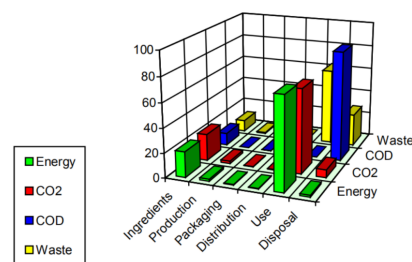
周碧红

1. 浓缩洗衣液的环境效益

根据中国洗涤用品工业协会发布的测算数据^[1], 若全国消费者均采用浓缩洗涤剂, 可在产品生产与物流环节减少174.72万吨二氧化碳排放, 节约电能85.67亿度, 并在在使用阶段降低242.11万吨洗涤废水的排放。这一减排效果相当于约43.68万辆家庭用汽车一年的碳排量、310.24万户家庭的年度用电量以及1.2万户家庭的年用水量。此外, 还能够明显减少包装材料用量、减轻废水处理的负荷。

对消费者而言, 浓缩洗衣液体积小、重量轻、节省存储空间, 更具便利性。因此, 推动洗衣液向浓缩化发展不仅是一项产品技术的升级, 更是响应全球减碳目标、推动绿色消费与可持续发展的关键举措之一。

续发展的重要途径。



Energy: 能耗 CO₂: 二氧化碳 COD: 化学需氧量 Waste: 废弃物

Ingredients: 原材料 Production: 生产 Packing: 包装 Distribution: 运输 Use: 使用 Disposal: 处理

注: 图片引自参考文献 [1]。

图1 浓缩洗衣粉的全生命周期分析

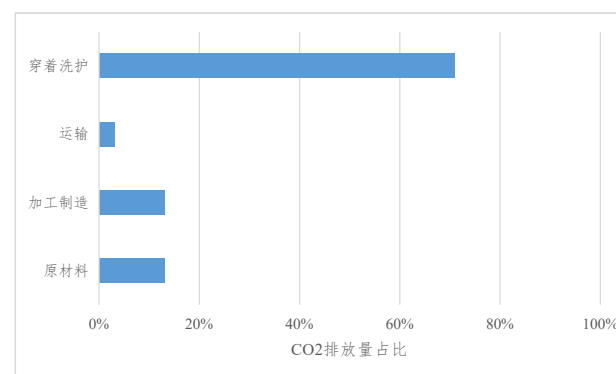
针对棉质T恤的研究^[3]进一步证实 (图2), 在其“从摇篮到坟墓”的五个阶段 (原材料、加工制造、运输、穿着洗护、废弃/循环) 中, 在某些环境下, 洗护阶段的碳排放占比高达70%, 显著受消费者行为影响。

2. 过量使用削弱浓缩洗衣液环境效益

2.1 使用阶段——环境影响的关键环节

生命周期评估 (Life Cycle Assessment, LCA) 是一种对产品从原材料获取、生产、包装、运输、使用、回收到最后处置全生命周期过程所产生的资源消耗和环境影响进行量化分析评价的方法。应用 LCA 方法可直观展示和定量评估洗涤剂的环境属性。

欧洲行业协会 AISE 在 2003 年发布了对浓缩洗衣粉的 LCA 分析^[2]。由图1可知, 产品在消费者使用过程中消耗的能量、产生的 CO₂ 和废弃物占整个生命周期的绝大部分份额, 因此提高消费者正确使用洗涤剂产品的意识是可持续



注: 图片引自参考文献 [3]

图2 一件棉质T恤“从摇篮到坟墓”各环节的碳排放占比

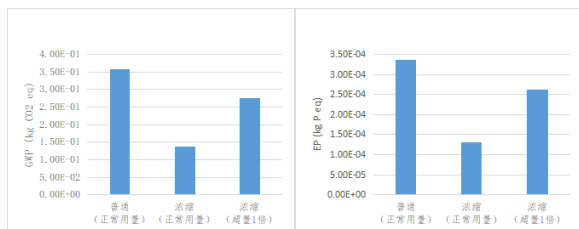
上述两项独立研究一致指出, 消费者使用阶段是洗涤剂生命周期中能源消耗、碳排放与废弃物产生的主要

环节。

2.2 过量使用对环境效益的削弱

在 LCA 的视角下，洗衣液的使用量对其环境效益具有重要影响。浓缩洗衣液由于活性成分含量较高，理论上应比普通洗衣液用量更少。然而在实际使用过程中，部分消费者并未遵循推荐用量，存在超量使用的情况。基于 LCA 的分析，此类行为可能削弱浓缩洗衣液在环境表现上的潜在优势。

如图3所示，在按推荐用量使用洗衣液的情况下，浓缩洗衣液的全球变暖潜势（GWP）和富营养化潜势（EP）均显著低于普通洗衣液。随着洗衣液用量的增加，GWP与EP指标均呈上升趋势。当用量达到推荐量的两倍时，尽管浓缩洗衣液的GWP和EP值仍略低于普通洗衣液，但两者差距明显减小。因此，过量使用浓缩洗衣液不仅可能加剧全球变暖与水体富营养化等环境影响，还会加快产品消耗速度，造成资源浪费，违了离选择浓缩产品以实现可持续消费的初衷。由此可见，浓缩洗衣液环境效益的充分发挥，必须以“合理用量”为前提。



注：图片引自参考文献[3]，普通洗衣液活性物含量20%，浓缩洗衣液活性物含量47%。

图3 单次洗涤不同用量洗衣液对环境的影响

2.3 消费者过量使用行为的动因分析

消费者过量使用浓缩洗衣液的主要几种可能的情况：

2.3.1 操作习惯

习惯性倾倒方式（如凭经验大量倾倒普通洗衣液）难以适应浓缩液的低用量要求；常见瓶盖包装设计难以实现精准定量，易导致过量倾倒。

2.3.2 清洁力担忧

因用量减少及浓缩洗衣液普遍采用的低泡设计（泡沫量少易引发清洁力不足的误判），导致消费者倾向于增加用量。

2.3.3 认知局限

部分消费者对浓缩液与普通液的差异认知不足，或缺乏明确用量指导，仅凭感觉添加。

3. 破解之道：精准用量控制与科学洗涤方法

3.1 用量控制的解决方案

浓缩洗衣液活性物含量高，仅需普通液1/2~1/3用量即可达到同等清洁效果。但凭经验倾倒极易过量，造成浪费并增加环境负担。需通过包装设计、清晰明确的用量标识，实现精准投放。

3.1.1 可定量包装设计创新

当前市场主流的洗涤剂定量方式主要包括传统瓶盖刻度、透明刻度瓶身、挤压式定量、定量泵头以及单剂量凝珠包装等几种类型。其中，前两种传统定量方式在实际使用中可能存在液体撒漏和精准度不足的问题。单剂量凝珠包装无需消费者自行计量、形式新颖，深受年轻消费者的青睐。也有部分消费者反馈，凝珠包装在使用灵活性方面存在一定局限，例如通常无法根据实际需求拆分使用。定量泵头则在防漏性、出液精度和操作便捷性方面具有一定优势，支持单手操作和用量调节，但常规市售泵头单次出液量较小，需要反复多次泵液。相比之下，大出液量泵头则相对更便利一些。

除了创新的洗衣液包装设计，洗衣机自动投放技术也是一种可行的解决路径，通过洗衣机程序自动控制洗衣液投放量，避免人为过量。然而，该技术目前仍面临诸多挑战：一方面，洗衣机存量市场中具备自动投放的机型的占比仍然较低；另一方面，各大洗衣机厂商设定的投放逻辑并未完全统一，且尚无法有效识别浓缩洗衣液与普通洗衣液，导致实际投放量常与建议投放量存在偏差。未来，随着相关技术进一步成熟并实现广泛的应用，浓缩洗衣液在环保方面的优势将得到更充分的发挥。

3.1.2 清晰、强化的用量标识

洗涤用品工业协会倡导消费者遵循推荐用量^[5]。生产商需通过产品说明、包装设计（如在醒目位置图示化、场景化标注用量）、多渠道宣传（强调“少量高效”）等方式，引导消费者改变习惯，避免浪费。

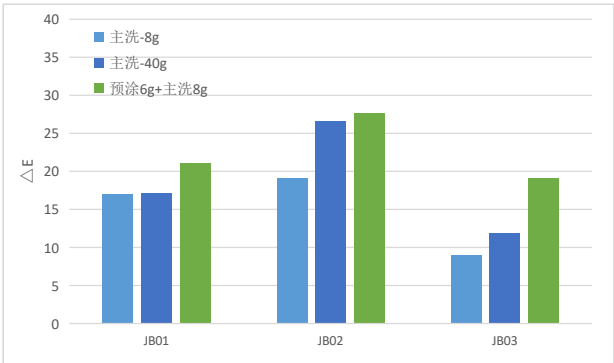
3.2 科学洗涤方法的推广

3.2.1 预处理的增效作用

（1）局部污渍预涂

对明显污渍直接涂抹少量浓缩液预处理，可显著减少主洗阶段洗衣液的用量并提升整体去污效果。如图4所示，6g浓缩液预处理后，再加8g洗衣液机洗，去污力是优

于直接用40g洗衣液机洗。预处理使高浓度原液直接作用于污渍区域，可以充分发挥洗衣液的去污作用，该效果难以通过单纯增加主洗用量实现（主洗阶段洗衣液被大量稀释）。由于预处理方式整体洗衣液用量更低，可以降低废水的负荷，减少对环境的影响。

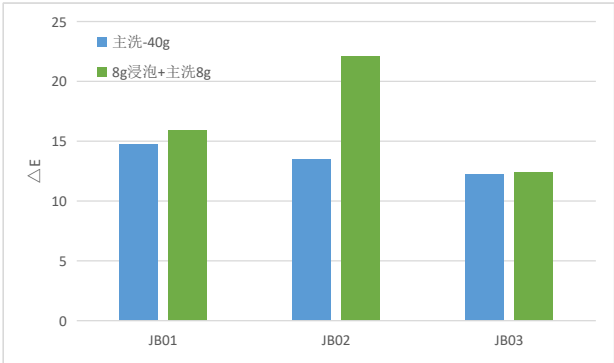


注：实验条件：滚筒洗衣机自来水标准洗涤程序。预涂条件：在污渍处涂抹洗衣液后静置5min后，用滚筒洗衣机自来水标准洗涤程序洗涤。本实验各条件使用的是同一款洗衣液。

图4 预处理和直接洗的去污力

(2) 顽渍浸泡：

适当延长浸泡时间有助于分解顽固污渍，可显著提升含酶洗衣液对一些大分子污渍（如蛋白、淀粉、胶类等）的去除效果。如图5所示，8g浸泡+8g主洗的去污力高于40g直接主洗。



注：实验条件：实验条件：滚筒洗衣机自来水标准洗涤程序。浸泡条件：在盆中倒入500mL自来水，加入8g洗衣液搅拌均匀后，放入污布，浸泡30min。用滚筒洗衣机自来水标准洗涤程序洗涤。本实验各条件使用的是同一款洗衣液。

图5 预处理和直接洗的去污力

3.2.2 选择合适的洗涤程序

基于 Sinner Circle 模型^[6]，洗涤性能主要受化学作用、机械作用、温度与时间四个因素影响。若某一因素的作用减弱，则需通过增强其他因素以维持相同的洗净度。因此，应当倡导通过选择合适的洗涤程序（即改变机械作用、洗涤时间和温度）来提高洗净效果，而非仅仅依赖增加洗涤剂用量（化学作用）。

研究显示^[7]，将水温从30℃提升至40℃，可在洗净效

果显著提升的同时，仅带来有限的额外碳排放，是一种消费者在日常洗涤中易于采用的手段。同时，不同洗涤程序的时长存在显著差异（参见表1，某机型实测洗涤阶段时长从3.5min至43.2min不等），这也直接影响最终的去污性能。针对污渍较重或不便进行预处理的情况，建议通过提高洗涤温度或选用更长洗涤时间的程序，以达成更佳的清洁效果。

表1 某主流滚筒洗衣机不同程序运行时间实测数据

各运行阶段时间 /min														总运行时间 /min
洗涤程序	洗涤		第1次漂洗			第2次漂洗			第3次漂洗					
	进水	排水	+ 进水	漂洗	+ 漂洗	进水	漂洗	+ 漂洗	进水	漂洗	+ 漂洗			
		脱		脱			脱			脱				
		水		水			水			水				
快洗混合大物	1.6	3.5	2.7	1.8	1.9	5.1	/	/	/	/	/	/	16.6	
	1.6	14.1	6.8	1.7	1.3	7.2	2.4	1.0	7.6	/	/	/	43.7	
	1.6	43.2	6.0	1.7	6.4	6.6	1.7	6.3	6.4	1.5	6.1	9.1	97	

3.2.3 巧用快洗程序

快洗模式因其高效节能且省时的特点，受到消费者的广泛青睐。合理选用快洗程序可显著节约用水和用电。如表2所示，与混合洗程序相比，选用快洗程序可节省30%~40%的水费、节省电费90%及以上。3个不同的品牌的滚筒洗衣机的核算数据非常接近。

表2 主流滚筒洗衣机不同程序水电消耗与费用比较

品牌	程序	总水量 /L	面板显示时长	单次程序耗电 /kWh	水费节省 /%	电费节省
品牌1	快洗	24	15min	0.02	-	-
	混合	35	45min	0.18	31	90
品牌2	快洗	26	15min	0.02	-	-
	混合	38	1h7min	0.27	32	91
品牌3	快洗	44	15min	0.02	-	-
	混合	73	57min	0.39	40	96

注：水费、电费单价参考广州市居民用电、用水价格，节省比例依据水电消耗量差值计算。测试的快洗程序主洗温度为常温、漂洗1次；混合洗程序主洗温度40℃、漂洗2次。

需要注意的是，快洗程序洗涤时间短（如表1，主洗时间可能只有3.5min），清洁力有限，并非所有场景都适合，如下几种场景可以巧用快洗程序：日常换洗且无明显污渍的衣物；需轻柔护理的织物（如雪纺、蕾丝等易损面料）；易褪色的深色衣物；以及带有印花、烫钻等易损装饰的服装。

除了选对场景外，快洗程序因洗涤时间极短、水温低、漂洗次数少等特点，也对洗涤剂特别是浓缩洗涤剂的性能能提出更高要求：

(1) 快速溶解: 洗涤剂需在数秒内(如10s以内)完全溶解。这对易发生凝胶或结块的高活性浓缩配方尤为挑战。

(2) 快速起效: 应在3~5min内完成对污渍的剥离、乳化、悬浮等, 以适应快洗程序的短时特点。

(3) 低泡易漂: 快洗通常仅1次漂洗(部分机型2次), 要求洗涤剂配方具备出色的低泡性能和易漂洗特性, 以确保无残留。

4. 结论与展望

浓缩洗衣液在遵循推荐用量的前提下, 于洗涤阶段展现出显著的碳减排优势, 是响应全球减碳目标和实现绿色消费的关键路径。然而, 消费者普遍存在的过量使用行为严重削弱甚至逆转了其预期的环境效益, 成为制约其可持续价值实现的最大障碍。破解这一困境的核心在于“产品升级”与“消费者引导”双轨并行的策略: 一方面, 通过精准定量包装设计(如定量泵头)、清晰用量指引, 使“少量”使用成为可能且便捷; 另一方面, 大力推广科学洗涤方法, 包括局部污渍预涂与顽渍浸泡以最大化洗涤效率、根据 Sinner Circle 原理优化洗涤程序选择(如提高温度或延长洗涤时间)、以及合理选用快洗程序以节省水电, 从而确保浓缩洗衣液“少量”但高效发挥洗净效能, 解决浓缩洗衣液过量使用问题、有效释放其碳减排潜力。展望未来

来, 需进一步通过配方优化适配冷水洗和快洗等低碳洗涤场景, 以持续放大其环境效益。最终, 推动浓缩洗衣液真正实现其可持续价值, 亟需行业上下游在包装创新、配方研发与标准制定方面深化协作, 政策层面积极引导低碳洗涤模式的推广, 并加强面向消费者的有效沟通, 形成多方合力。

参考文献

- [1] 中国衣用洗涤剂生命周期评估报告在京发布 [J]. 中国洗涤用品工业, 2014(7):47.
- [2] International Association for Soaps, Detergents and Maintenance Products. Implementation of the A.I.S.E Code of good environmental practice for household laundry detergents in European A.I.S.E. 1996/2001 final report[R/OL]. (2003) [2025-08]. <https://www.aise.eu/our-activities/sustainable-cleaning-78/resource-efficiency.aspx>.
- [3] Steinberger J, Froit D, Joliet O, et al. A spatially explicit life cycle inventory of the global textile chain[J]. Int J Life Cycle Assess, 2009 (14):443-455.
- [4] 蒋赞, 马观凤, 袁欢. 从洗涤剂全生命周期看浓缩洗涤剂产品设计 [J]. 中国洗涤用品工业, 2021(4):11.
- [5] 中国洗涤用品工业协会. 浓缩洗衣液——浓缩的不止是精华 [EB/OL]. (2021-12-16) [2025-08]. <https://mp.weixin.qq.com/s/McMci01BazxRP3oTwmvYQA>
- [6] The case for the A.I.S.E. low temperature washing initiative, 2013.
- [7] 蒋赞, 袁欢, 关诗卉, 等. 应对气候变化, 低碳科学洗衣 [J]. 中国洗涤用品工业, 2025(2):23-31.

Challenges and Strategies for Realizing the Environmental Benefits of Concentrated Laundry Detergent

Zhou Bi-hong, Zhang Chun-xiao, Zheng Xiang-long, Jiang Zan, Lai Jian-zhen, Lou Ding-hui, Peng Li-yuan
(Guangzhou Bluemoon Estate Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510760)

Abstract : Concentrated laundry detergent offers significant carbon emission reduction potential during the washing phase by reducing raw material consumption, packaging and transportation emissions, and wastewater load. However, consumer overdose behavior can easily undermine its environmental benefits, constituting a critical bottleneck to realizing its sustainable value.

Based on life cycle assessment (LCA) and empirical analysis, this study proposes a dual-pronged strategy: On the product level, it advocates for the adoption of precise dosing packaging (e.g., pumps, measuring caps) and clear dosage labeling. On the behavioral level, it promotes scientific washing methods (such as spot pre-treatment and stain soaking), as well as optimization strategies for machine washing programs (including selecting appropriate water temperature and cycle duration, and making effective use of quick wash modes). The paper further calls for enhanced industry collaboration (covering packaging, formulation, and standard), improved policy guidance, and better consumer communication to fully unlock the environmental benefits of concentrated laundry detergents.

Keywords : concentrated laundry detergent; environmental benefits; life cycle assessment; scientific washing methods; machine wash program optimization