# 两种复合软管生产过程的环境影响评价

林铭香，林勤保，黄玮彬
（暨南大学 包装工程研究所，广东 珠海 519070）

**摘要：目的** 分别研究用于牙膏包装铝塑复合软管和全塑复合软管的 4 个生产单元对环境的影响，为此类型包装材料对环境影响的评估以及工艺改进提供参考。**方法** 采用生命周期评价方法定性定量地分析其对能耗和环境的影响，通过 eFootprint 软件，在线完成全生命周期评价，包括建模、计算分析和数据质量评估。**结果** 2 种产品对初级能源消耗、气候变化和生态毒性的影响较大，其主要影响均来自复合空白带的生产，以及盖子、管肩和内衬的注塑成型。每个铝塑复合软管和全塑复合软管分别消耗 2.53，2.18 MJ 的初级能源，排放 123，70.5 g 影响气候变化的气体，释放 0.012，0.005 生态毒性物质。**结论** 在所研究的系统边界内，铝塑复合软管对能源的消耗和对环境的影响均比全塑复合软管高。

**关键词：**牙膏；包装；铝塑复合软管；全塑复合软管；生命周期评价；能耗；环境影响
**中图分类号：**TB484.3 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2021)03-0121-07
**DOI：**10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.03.017

## Environmental Impact Assessment of Two Kinds of Laminate Tube in Production

*LIN Ming-xiang*, *LIN Qin-bao*, *HUANG Wei-bin*
(Packaging Engineering Institute, Jinan University, Zhuhai 519070, China)

**ABSTRACT:** The work aims to study the environmental impact of four production units of aluminum barrier laminated (ABL) tube and plastic barrier laminate (PBL) tube respectively, to provide references for the environmental impact assessment and process improvement of such packaging materials. The life cycle assessment (LCA) method was used to qualitatively and quantitatively analyze its impact on energy consumption and the environment. Through the eFootprint software, all life cycle assessments were completed online, including modeling, computational analysis and data quality assessment. According to LCA evaluation results, the two products had great impact on primary energy demand, climate change and eco-toxicity. The main impact came from production of composite blank web, injection molding of cap, shoulder and insert. Each ABL tube and PBL tube consumed 2.53, 2.18 MJ of primary energy, emitted 123, 70.5 g of gases that affected climate change, and released 0.012, 0.005 eco-toxic substances respectively. The conclusion is that within the boundary of the system studied, aluminum barrier laminate tube has higher impact on energy consumption and environment than plastic barrier laminated tube.

**KEY WORDS:** toothpaste; packaging; aluminum barrier laminate tube; plastic barrier laminate tube; life cycle assessment; energy consumption; environmental impacts

牙膏作为生活中的日用必需品，每年的销售量不可低估。根据 AC 尼尔森 2019 年统计，中国牙膏市场销售总值为 182.7 亿元，牙膏的年销售量约 209 500 t。目前用于包装牙膏软管常用的材料是铝塑

**收稿日期：**2020-04-15
**基金项目：**林铭香（1982—），女，暨南大学在职硕士生，主攻口腔护理产品的包装材料和包装设计。
**通信作者：**林勤保（1968—），男，博士，研究员，主要研究方向食品包装安全。

复合软管（由金属铝箔阻隔材料与聚乙烯复合制成的软管[1]）和全塑复合软管（由高阻隔性能聚合的全塑复合材料与聚乙烯复合制成的软管[2]）。牙膏管分为管身、盖子和管肩等 3 个部分，多种材料组合的复合牙膏管不利于使用后的回收利用。如何有效地评价该类型包装对资源环境的影响，既是环境保护的焦点问题，也是包装材料持续健康发展的问题。

目前国内外广泛应用的环境评价工具之一是生命周期评价（LCA）[3]。LCA 是基于生命周期清单分析，合并同类的资源消耗，如初级能源消耗（包括可再生和不可再生资源）、环境影响指标（如气候变化、臭氧层消耗、酸化等类别）和土地使用，得出相应环境影响类型的评价指标（如产品碳足迹）。由于各项指标具有自身的独特性，即时间性、空间性、地域性等影响，需对各指标进行归一化处理和加权评估，从而得到其对多种环境影响的综合指标，量化产品在整个生命周期过程对环境的各类影响[4]。

目前对塑料包装的研究主要有 2 种一次性塑料餐盒的生命周期评价[5]、PET 可再生原料[6]、PLA 的耐复合活性包装[7]、聚丙烯和聚乳酸生命周期评价比较[8]、聚乳酸（PLA）瓶成型[9]等，对铝塑复合软管和全塑复合软管的产品生命周期评价未见报道。

## 1 生命周期评价的主要内容

根据 GB/T 24044—2008，生命周期评价主要包括 4 个部分：目标与范围的确定，清单分析，影响评价和结果解释[3]。

### 1.1 目标与范围确定

铝塑复合软管由铝箔和塑料薄膜涂胶复合制成，其表层是聚乙烯（PE），中间层是铝箔，内层是聚乙烯（PE），PE 层和铝箔之间通过热熔胶粘结在一起。该材料含有一层一定厚度的铝箔，铝箔具有优良的导电性和遮光性、极高的防潮性和高阻隔性，由于铝箔的塑性差、弹性模量小，因此在挤取牙膏后，软管容易变皱且难以回复原状。

全塑复合软管与铝塑复合软管的生产工艺基本相同，其材料由乙烯-乙烯醇共聚物（EVOH）和塑料共挤复合而成。EVOH 具有较好的防止脂类溶剂浸透的作用，还有良好的氧气阻隔及气体、香味保存性能，其是目前全塑复合软管中最佳的阻隔材料[10]。EVOH 与 PE 的相容性较好，其结构一般为 PE/EOVH/PE。一定厚度的 EVOH 具有较好的气体阻隔性和高回弹性，在挤取牙膏后，软管能迅速恢复到原来的状态，保持牙膏管的挺拔。

全塑复合软管不含铝箔，在同等厚度的情况下，材料的挺度要略低于铝塑复合软管。为了确保铝塑复合软管和全塑复合软管具有相近的阻隔性和物理性能，文中以片材整体厚度为 250 μm，铝箔厚度为 12 μm 的铝塑复合软管（Aluminum Barrier Laminate，简称 ABL）和整体厚度为 300 μm，EVOH 厚度为 15 μm 的全塑复合软管（Plastic Barrier Laminate，简称 PBL）为研究对象，确定产品直径为 34 mm，复合片材的高度为 145 mm，整支管的高度（含盖子）为 160 mm。单个牙膏管的生产流程大体分为 4 个单元：空白复合带的生产，复合带印刷，盖子、管肩和内衬的注塑成型，管肩内衬的组装和制管（含片材焊接成管状、焊接管肩、自动上盖和拧盖），具体的生产流程见图 1。

基于牙膏管的生产流程，研究的系统边界为空白复合片材的生产，复合片材的柔版印刷，盖子、管肩和内衬的注塑成型，管肩和内衬的组装，然后通过制管机、高频焊接片材封制成连续的筒状，将其分切成特定长度的单个复合管，与预先组装好的肩内衬焊接成形，最后上盖和拧盖，综上一支完整的用于灌装的复合管生产完成。生产过程中所有的边角余料、废料都由有资质的第三方回收，不考虑边角余料的直接回收利用。整个产品的生产过程发生在广州，暂不考虑物料的运输、搬运、储存，人类活动，机器设备的折旧、折损，厂房设施，以及照明等，故铝塑复合软管和全塑复合软管的系统边界分别见图 2—3。

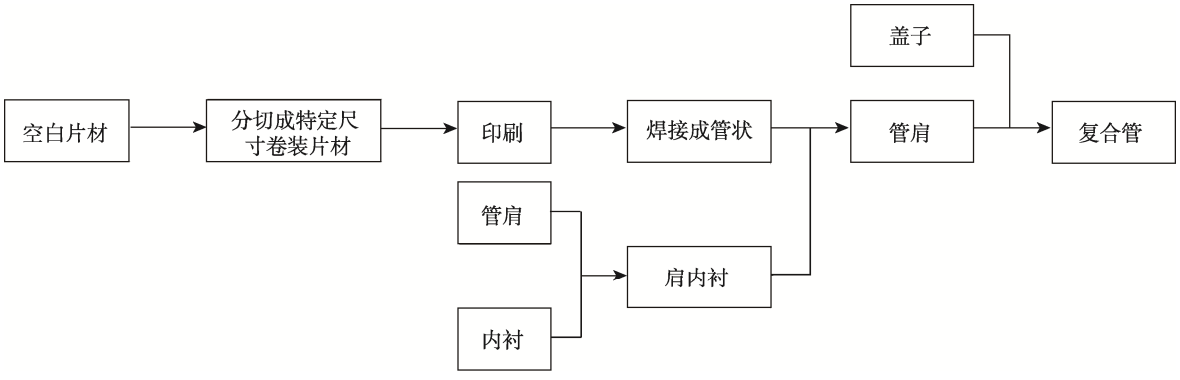


图 1 牙膏管的生产流程

Fig.1 Production workflow of toothpaste tube

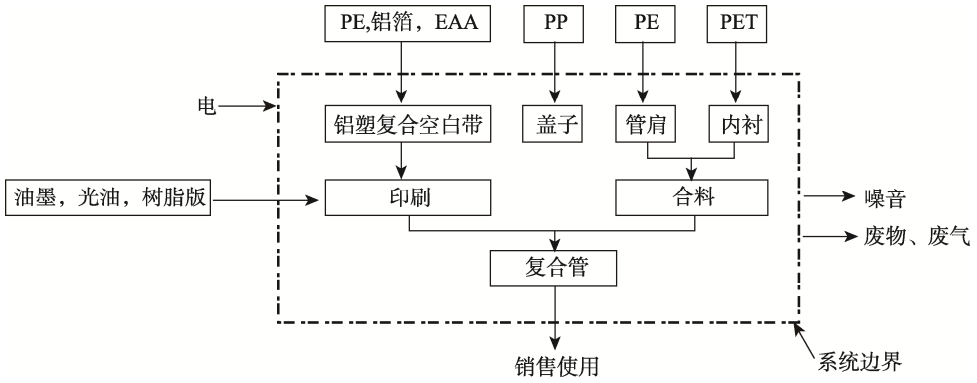


图 2　铝塑复合软管的系统边界
Fig.2 System boundary of ABL tube

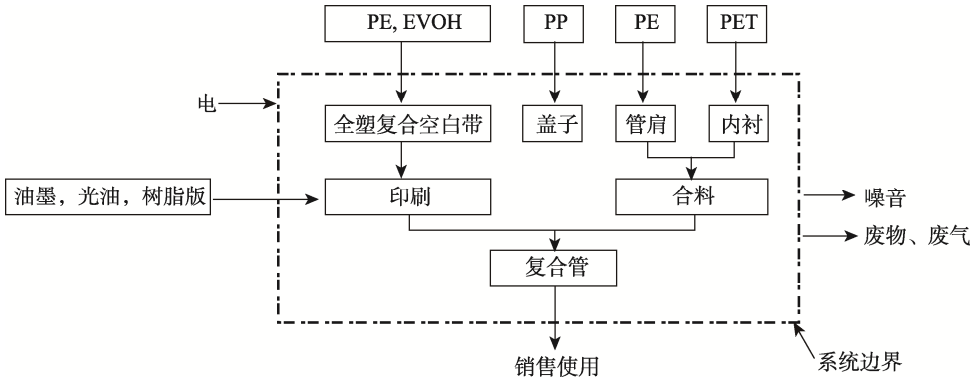


图 3　全塑复合软管的系统边界
Fig.3 System boundary of PBL tube

文中采用亿科 eFootprint 在线软件，背景生产数据（如 PE，铝箔，EVOH，PP，PET，油墨、光油等）均来自 CLCD[11]和 Ecoinvent 的数据库，可在线完成全部 LCA 建模、LCA 结果计算、数据质量不确定度计算和数据灵敏度计算。该产品的生产原料未涉及稀有或高纯成分的物料，忽略的单个物料质量不超过总质量的 1%，整体忽略的物料总质量不超过总质量的 5%，符合 Web LCA 的取舍原则。

根据生命周期软件的评价结果，将从资源消耗情况（如初级能源消耗（PED）、非生物资源消耗潜值（ADP））和各种对环境的影响指标（如气候变化（全球变暖潜值，GWP）、臭氧层消耗（ODP）、酸化潜值（AP）、光化学臭氧合成（POFP）、富营养化潜值（EP）以及生态毒性（ET））得到环境影响的评价指标，从而评价产品在生命周期过程中对资源和环境的潜在影响。

## 1.2　清单分析

生命周期清单分析是对产品、工艺或活动在整个生命周期各阶段的资源、能源消耗和对环境的排放物（包括废气、废水、固体废弃物及其他环境释放物）所进行的数据量化分析[12]。文中基于 50 万支牙膏管的生产情况，列举的生产数据的基本信息见表 1，在系统边界内产品生产过程的物耗和能耗清单见表 2。

## 1.3　生命周期影响评价

生命周期影响评价是评价整个生命周期中的潜在环境影响和重要的阶段。基于生命周期清单的结果，合并同类的资源消耗，如初级能源消耗（包括可再生和不可再生资源）、环境影响指标（如气候变化、臭氧层消耗、酸化等类别）和土地使用，得出相应的环境影响类型的评价指标，如产品碳足迹[4]。根据亿科 e-Footprint 软件的输出结果，单支铝塑复合牙膏管和全塑复合牙膏管对环境影响的指标汇总见表 3，其产品各生产过程的累积贡献率分别见图 4—5。

由表 3 可知，铝塑复合软管的生产过程中除了光化学臭氧合成与全塑复合软管相近外，其余对环境的影响都比全塑复合软管高。铝塑复合软管在初级能源消耗、非生物资源消耗潜值、全球变暖潜值、臭氧层消耗、酸化潜值、富营养化潜值、生态毒性等方面分别是全塑复合软管的 1.2，2.0，1.7，1.2，2.0，1.7，2.5 倍。

铝塑复合软管和全塑复合软管都对初级能源消耗、全球变暖潜值和生态毒性的影响较大，对非生物资源消耗潜值、臭氧层消耗、酸化潜值、光化学臭氧合成和富营养化潜值的影响较小。

**表 1 牙膏管生产数据的基本信息**
**Tab.1 Basic production data of toothpaste tube**

| 过程名称 | 过程边界 | 主要原料 | 工艺设备 | 主要能源 |
|---|---|---|---|---|
| 空白复合带生产 | 从 PE、阻隔层、胶水的输入到空白带的生产 | 铝塑复合带：PE、铝箔、EAA<br>全塑复合带：PE、EVOH、胶水 | | 电、水 |
| 空白复合带分切成特定宽度 | 空白复合带分切成特定宽幅的复合带 | 空白复合带 | 分切机 | 电 |
| 复合带印刷 | 从复合带、油墨、光油的输入到印刷好的复合带 | 复合带、油墨、光油 | 柔版印刷 | 电 |
| 盖子、管肩、内衬生产 | 从 PP、PE、PET 塑料胶粒的输入到注塑成型 | PP、PE、PET | 注塑机 | 电 |
| 管肩和内衬组装 | 管肩和内衬组装成肩内衬 | 管肩、内衬 | | 电 |
| 制管 | 从印刷好的复合带、盖子和肩内衬输入到完整的复合软管 | 复合带、盖子、肩内衬 | 制管机 | 电、水 |

**表 2 复合软管加工过程输入数据清单**
**Tab.2 Production data of laminate tube**

| 铝塑复合软管（ABL） | | 全塑复合软管（PBL） | |
|---|---|---|---|
| 名称 | 数量 | 名称 | 数量 |
| PE/kg | 1995 | PE/kg | 2725 |
| EVA/kg | 399 | 胶水/kg | 110 |
| 铝箔/kg | 336 | EVOH/kg | 210 |
| 油墨/kg | 15.5 | 油墨/kg | 17.9 |
| 光油/kg | 34 | 光油/kg | 38 |
| PP/kg | 667 | PP/kg | 667 |
| PE/kg | 891.7 | PE/kg | 891.7 |
| PET/kg | 757.2 | PET/kg | 757.2 |
| 电能/(kW·h) | 3326 | 电能/(kW·h) | 3309 |

注：研究对象为 500 000 支软管；仅用于生产的空白带不同，其余的盖子、管肩、内衬和生产设备都一样；全塑复合软管不含铝箔，制管需要的高频能量比同厚度的铝塑管小，压力小，冷却时间长，故产量比铝塑软管低，且损耗比铝塑软管高；制管中用到水冷却，并循环使用，不将其计算在内；缺少用于铝塑和全塑复合片材生产所消耗电能的数据

**表 3 单支复合软管对环境影响指标**
**Tab.3 EIA index for single laminatetube**

| 指标名称 | 初级能源消耗/MJ | 非生物资源消耗潜值/mg | 全球变暖潜值/g | 臭氧层消耗/ug | 酸化潜值/mg | 光化学臭氧合成/mg | 富营养化潜值/mg | 生态毒性 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 铝塑复合软管 | 2.53 | 1.14 | 123 | 2.59 | 528 | 257 | 54.1 | $1.20\times10^{-2}$ |
| 全塑复合软管 | 2.18 | 0.574 | 70.5 | 2.20 | 263 | 256 | 32.5 | $4.79\times10^{-3}$ |

由图 4—5 可知，在初级能源消耗、非生物资源消耗潜值、全球变暖潜值、酸化潜值、富营养化潜值和生态毒性方面，复合空白带的生产是造成环境影响的主要因素，其次是盖子、管肩和内衬的生产。在臭氧层消耗方面，盖子、管肩和内衬的生产是造成环境影响的主要因素，其次是复合空白带的生产。2 种复合带的印刷和制管对环境影响的占比都不高。

铝塑复合软管和全塑复合软管在生产中，除了阻隔层、整体厚度和生产损耗不同外，其余的都相同。由图 4—5 可知，对于整支牙膏，铝塑复合空白带的生产对环境影响的占比高于全塑复合空白带。

## 1.4 结果解释

复合空白带的生产过程忽略所用的 LDPE、HDPE、LLDPE 和 PE 的用量配比，全部折算成单一材料 PE 作为数据清单。数据中缺少铝塑复合空白带

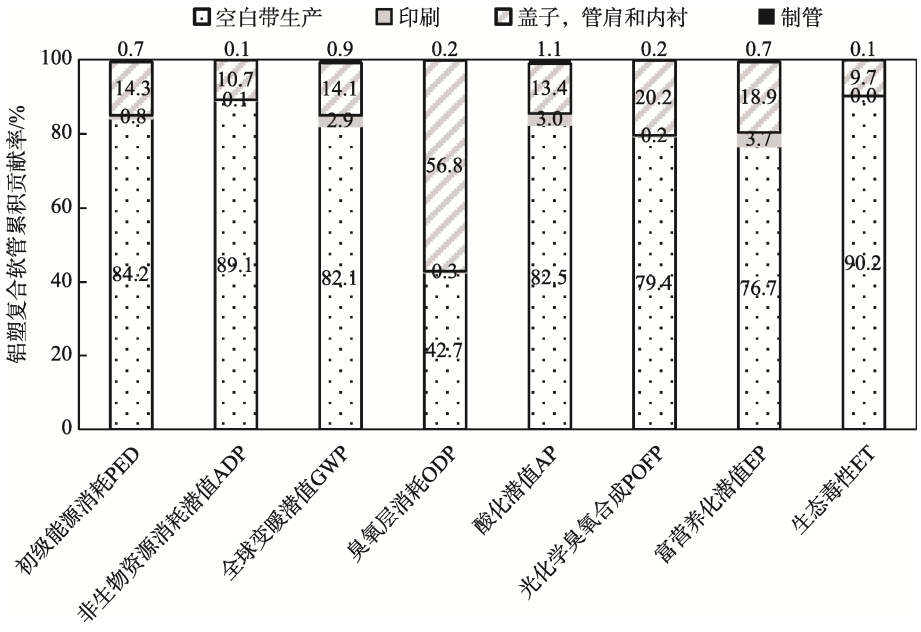


图 4　铝塑复合软管累积贡献率
Fig.4 Production contribution of ABL tube

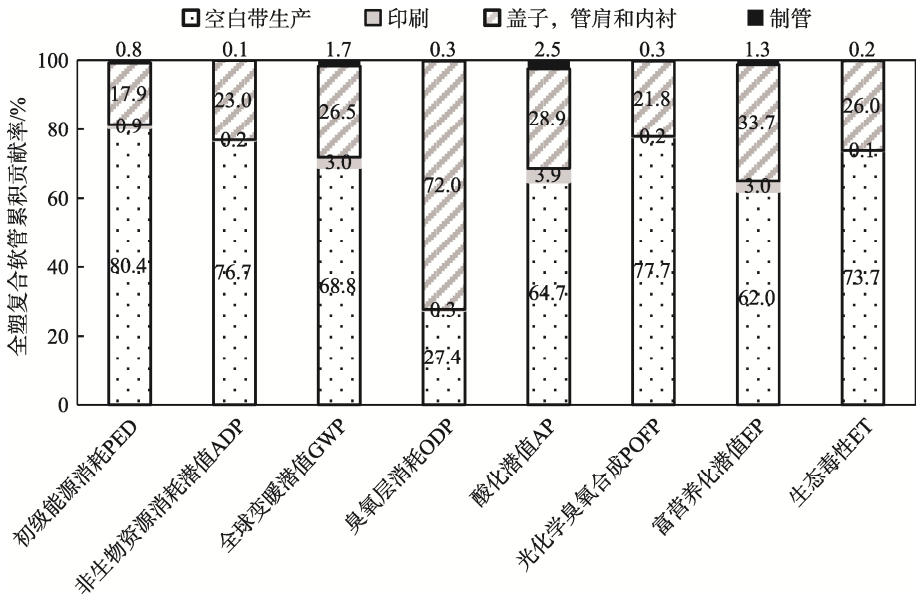


图 5　全塑复合软管累积贡献率
Fig.5 Production contribution of PBL tube

和全塑复合空白带复合生产过程中消耗的电能以及用在多层材料挤出复合时消耗的电能。整个生产过程中，所研究的实景单元具有一定的不完善性，在后续研究中需要进一步补充。

基于 CLCD 质量评估方法，在 eFootprint 软件上对铝塑复合软管和全塑复合软管生产过程的 LCA 模型清单数据的不确定进行评估，得到单支牙膏管的数据质量评估结果，见表 4—5。

由表 4 可知，铝塑复合软管中，除了生态毒性的不确定度高于 20%外，其余都在 20%以内。鉴于考虑 PE 膜、铝箔、PP、PE 和 PET 等原料来源，数据库中引用的数据年份和样本大小等因素，铝塑复合软管的不确定度偏差可控，结论具有参考价值。生态毒性主要由铝箔、PE 膜和塑料胶粒引起。铝箔采用纯度为 99.0%~99.7%的电解铝，经过多次压延制得，在原铝生产对总体环境造成的负荷中，温室效应对环境影响贡献的比重最大，其次是酸化效　　应[13]。需要进一步研究铝箔的上游生产数据，进一步分析不确定度高的原因，并降低灵敏度。生产过程中用到的 PE 由 PE、LDPE、LLDPE、HDPE 等多种材料归一成，且不同生产工艺、不同生产设备对 PE 的输出结果不同，需要进一步追溯 PE 的生产，有望降低数值的不确定度。

表 4 单支铝塑复合软管数据评估
Tab.4 Data evaluation on single ABL tube

| 指标名称 | LCA 结果 | 上下限范围(95%置信区间) | 结果不确定度/% |
|---|---|---|---|
| 初级能源消耗/MJ | 2.53 | [2.14,2.92] | 15.4 |
| 非生物资源消耗潜值/mg | 1.14 | [0.935,1.35] | 18.2 |
| 全球变暖潜值/g | 123 | [0.104,0.142] | 15.7 |
| 臭氧层消耗/ug | 2.59 | [2.22,2.97] | 14.5 |
| 酸化潜值/mg | 528 | [446,610] | 15.5 |
| 光化学臭氧合成/mg | 257 | [221,294] | 14.1 |
| 富营养化潜值/mg | 54.1 | [46.6,61.6] | 13.9 |
| 生态毒性 | $1.20\times10^{-2}$ | $[9.15\times10^{-3},1.48\times10^{-2}]$ | 23.7 |

表 5 单支全塑复合软管数据评估
Tab.5 Data evaluation on single PBL tube

| 指标名称 | LCA 结果 | 上下限范围(95%置信区间) | 结果不确定度/% |
|---|---|---|---|
| 初级能源消耗/MJ | 2.18 | [1.87,2.48] | 14.0 |
| 非生物资源消耗潜值/mg | 0.574 | [0.504,0.644] | 12.3 |
| 全球变暖潜值/g | 70.5 | [59.6,81.3] | 15.4 |
| 臭氧层消耗/ug | 2.20 | [1.75,2.66] | 20.7 |
| 酸化潜值/mg | 263 | [229,296] | 12.8 |
| 光化学臭氧合成/mg | 256 | [219,293] | 14.4 |
| 富营养化潜值/mg | 32.5 | [29,36] | 10.7 |
| 生态毒性 | $4.79\times10^{-3}$ | $[4.19\times10^{-3},5.40\times10^{-3}]$ | 12.5 |

由表 5 可知，全塑复合软管数值的不确定度，除了臭氧层消耗值略高于 20%外，其余都在 16%以内。鉴于对臭氧层的影响较小，且从基础数据来源、引用数据的年份、样本大小、各项技术类型的差异等角度考虑，全塑复合软管的不确定度浮动偏差属于正常范围，数据具有参考价值。

## 2 工艺改进建议

基于生命周期评价结果，从降低能耗和减少环境影响的角度提出以下建议。

1）针对铝塑复合软管，研究对象为整体厚度为 250 μm，推荐用同等厚度的铝箔和更薄的 PE 共挤层，如 220 μm 厚度的带材代替 250 μm 片材。推荐的 220 μm 复合片材比 250 μm 降低 13%的质量，以 10 亿支软管计算，可减少塑料用量 5.9 万 t[14]。在节约材料的同时，可以有效地减少对初级能源消耗、气候变化和生态毒性影响。

2）铝塑复合软管用到铝箔的厚度为 12 μm。从生命周期评价的结果看，铝箔对气候变化和生态毒性的影响极大。若用 10 μm 或者 8 μm 的铝箔取代 12 μm 的铝箔，可减少铝箔的用量。由于更薄的铝箔，需要提升控制生产过程的稳定性，建立要求更苛刻的生产流程，因此减薄铝箔后的 ABL 片材，需要综合考虑生产过程中的损耗、物耗等其他物质对环境的影响。

3）全塑复合软管的生产过程消耗的 PE 是对环境影响的主要原料。引入厚度更低的片材（如 275，250 μm）可以减少对初级能源消耗、气候变化和生态毒性的影响。

目前，铝塑复合带中的铝塑分离较为困难且工业化应用程度低[15]，而全塑复合片材使用后回收相对铝塑复合管更容易[16]。在整个产品生命周期评价中，建议增加产品废弃物的处理，以完善整个产品的生命周期评价。

## 3 结语

基于生命周期评价方法分别对铝塑复合软管和全塑复合软管的生产工艺进行环境影响分析，为目前常见的 2 种牙膏管对环境的影响以及工艺改进提供参考，具有实际应用价值。数据结果中缺少产品使用后的包装废弃物对环境的影响，以及产品研究中具有一定的局限性和假设，在今后的研究中需要持续改进。

**参考文献：**


[1] QB/T 2901—2012, 口腔清洁护理用品牙膏用铝塑复合软管[S].
QB/T 2901—2012, Oral Care and Cleansing Products Aluminum and Plastic Laminated Tubing for Toothpaste[S].

[2] QB/T 4192—2011, 牙膏用全塑复合软管[S].
QB/T 4192—2011, Plastic Barrier Laminate Tube for Toothpaste[S].

[3] GB/T 24040—2008, 环境管理生命周期评价原则与框架[S].
GB/T 24040—2008, Environmental Management Life Cycle Assessment Principles and Framework[S].

[4] 曾振兴, 李娜. 产品影响评价指标体系研究[J]. 江西科学, 2013, 31(1): 70—72.
ZENG Zhen-xing, LI Na. Indicator System Study of the Product Impact Assessment[J]. Jiangxi Science, 2013, 31(1): 70—72.

[5] 林逢春, 杨凯. 两种一次性塑料餐盒的生命周期评价比较研究[J]. 华东师范大学学报. 自然科学版, 2004(4): 122—130.
LIN Feng-chun, YANG Kai. Comparison of Two Kinds of Fast Food Container Using the Life Cycle Assessment (LCA) Methodology[J]. Journal of East China Normal University (Natural Science), 2004(4): 122—130.

[6] JIMÉNEZ P A A, TOLEDO C E E. System Dynamics Approach in LCA for PET-renewable Raw Materials Impact[J]. American Journal of Operations Research, 2015, 5(4): 307—316.

[7] LORITE G S, ROCHA J M, MIILUMÄKI N, et al. Evaluation of Physicochemical/Microbial Properties and Life Cycle Assessment (LCA) of PLA-based Nanocomposite Active Packaging[J]. LWT, 2017, 75: 305—315.

[8] 解昊, 刘海敏, 丘秉焕, 等. 聚丙烯原料生产的生命周期评价及与聚乳酸的比较[J]. 化纤与纺织技术, 2011, 40(2): 28—32.
XIE Hao, LIU Hai-min, QIU Bing-huan, et al. Life Cycle Assessment of Polypropylene Production and Comparison with Polymathic Acid[J]. Chemical Fiber & Textile Technology, 2011, 40(2): 28—32.

[9] PATRYCJA BW, WERONIKA K, ROBERT K, et al. Application of LCA Method for Assessment of Environmental Impacts of a Polylactide (PLA) Bottle Shaping[J]. Polymers, 2020, 12(2): 388.

[10] 孙杨, 应英, 朴春颖, 等. 真空镀铝、铝塑复合膜的阻隔性能测试[J]. 医疗装备, 2016, 29(5): 39—40.
SUN Yang, YING Ying, PU Chun-ying, et al. Barrier Performance Test of Vacuum Aluminized and Aluminum-plastic Composite Film[J]. Medical Equipment, 2016, 29(5): 39—40.

[11] 刘夏璐, 王洪涛, 陈建, 等. 中国生命周期参考数据库的建立方法与基础模型[J]. 环境科学学报, 2010, 30(10): 2136—2144.
LIU Xia-lu, WANG Hong-tao, CHEN Jian, et al. Method and Basic Model for Development of Chinese Reference Life Cycle Database[J]. Acta Scientiae Circumstantiate, 2010, 30(10): 2136—2144.

[12] 曾振兴, 李娜. 产品影响评价指标体系研究[J]. 江西科学, 2013, 31(1): 70—72.
ZENG Zhen-xing, LI Na. Indicator System Study of the Product Impact Assessment[J]. Jiangxi Science, 2013, 31(1): 70—72.

[13] 王姗姗, 刘赛男, 王灿, 等. 基于生命周期评价的河南省原铝生产环境影响分析[J]. 轻金属, 2018(3): 1—7.
WANG Shan-shan, LIU Sai-nan, WANG Can, et al. Analysis on the Environment Impact of Primary Aluminum Production in Henan Based on Life Cycle Assessment[J]. Light Metals, 2018(3): 1—7.

[14] 柯敏静. 铝塑复合软管的发展和材料创新[J]. 包装前沿, 2019(3): 13—15.
KE Min-jing. Development and Material Innovation of Aluminum-plastic Composite Pipes[J]. Packaging Forefront, 2019(3): 13—15.

[15] 张冀飞, 闫大海, 黄泽春, 等. 纸基复合包装中铝塑分离的湿法工艺条件研究[J]. 环境科学研究, 2008, 21(6): 99—104.
ZHANG Ji-fei , YAN Da-hai, HUANG Ze-chun , et al. Research on the Wet Process Conditions of the Separation of Aluminum and Plastic in Post-consumer Aseptic Packages[J]. Research of Environmental Sciences, 2008, 21(6): 99—104.

[16] 俞乐. 抗紫外线透明复合片材的开发[J]. 口腔护理用品工业, 2018, 28(1): 34—36.
YU Le. Development of UMV-resistant Transparent Composite Sheet[J]. Toothpaste Industry, 2018, 28(1): 34—36.