

食品包装用涂布铝盖材

LCA 研究报告

委托方：广东佰朋实业有限公司

编写方：上海碳衡科技有限公司

报告日期：2025-03-24

目 录

| | |
|--------------------------------|----|
| 缩略词 | 3 |
| 1. 企业及产品介绍 | 4 |
| 2. 目标与范围的定义 | 4 |
| 2.1. 研究目的 | 4 |
| 2.2. 研究范围 | 4 |
| 2.2.1. 功能、功能单位及基准流 | 5 |
| 2.2.2. 系统边界 | 5 |
| 2.2.3. 分配原则 | 6 |
| 2.2.4. 取舍准则 | 6 |
| 2.2.5. 相关假设 | 6 |
| 2.2.6. 环境影响类型、类别参数及特征化模型 | 6 |
| 2.2.7. 数据库及软件工具 | 8 |
| 2.2.8. 数据及数据质量要求 | 8 |
| 2.3. 归一化及加权处理 | 8 |
| 2.4. 报告要求 | 9 |
| 2.5. 鉴定性评审 | 9 |
| 3. 生命周期清单分析 | 9 |
| 3.1. 前景数据 | 9 |
| 3.2. 背景数据 | 10 |
| 3.3. 分配 | 12 |
| 4. 生命周期影响评价 | 12 |
| 4.1. LCIA 结果 | 12 |
| 4.2. 过程贡献分析 | 13 |
| 5. 生命周期结果解释 | 19 |
| 5.1. 重大问题识别 | 20 |
| 5.2. 完整性检查 | 20 |
| 5.3. 敏感性分析 | 20 |
| 5.4. 不确定度分析 | 20 |
| 5.5. 一致性检查 | 20 |
| 6. 结论、局限性和建议 | 21 |
| 6.1. 结论 | 21 |
| 6.2. 局限性 | 21 |
| 6.3. 建议 | 21 |
| 7. 参考文献 | 22 |

缩略词

| 简称 | 全称 |
|-------------------|---|
| IPCC | The Intergovernmental Panel on Climate Change (联合国政府间气候变化专门委员会) |
| CFP | Carbon Footprint of Product (产品碳足迹) |
| CO ₂ e | Carbon Dioxide Equivalent (二氧化碳当量) |
| LCA | Life Cycle Assessment (生命周期评价) |
| LCI | Life Cycle Inventory analysis (生命周期清单分析) |
| LCIA | Life Cycle Impact Assessment (生命周期影响评价) |
| ISO | International Organization for Standardization (国际标准化组织) |
| GWP | Global Warming Potential (全球暖化潜值) |
| ELCD | European Reference Life Cycle Database (欧洲生命周期参考数据库) |

1. 企业及产品介绍

公司始建于 2012 年，是铝质包装材料的专业制造商和集成解决方案的供应商。广东佰朋实业有限公司，作为领先、专业的铝质包装材料制造商，一直专注于易拉盖、拉环、旋盖、拉环盖、碗、罐、易撕盖、铝箔产品等相关品铝包金属包装材料的产加工与开发。拥有 30 多项国家专利，可为客户提供全方位的解决方案。公司占地面积 8 万多平方米，现有 5 条卷涂线、6 条纵切线、2 条波剪线、4 条印涂线，年生产涂布铝材及铝箔可达 6.3 万吨，可以满足不同客户的各种用料需求。公司从 2012 年至今，年复合增加在 30% 以上，2022 年产值 25 亿人民币。现有员工 260 人，人年均产值达 960 万元。

2. 目标与范围的定义

2.1. 研究目的

本次开展的食品包装用涂布铝盖材(5182)产品 LCA 研究严格按照 ISO 14040:2006、ISO 14044:2006 和 ISO 14067:2018 标准执行。

评估过程的数据由广东佰朋实业有限公司提供。

开展本研究的原因和具体研究目标如下：

1. 对广东佰朋实业有限公司生产的食品包装用涂布铝盖材(5182)进行符合 ISO 14040:2006、ISO 14044:2006 和 ISO 14067:2018 标准的产品碳足迹的评估；
2. 确定食品包装用涂布铝盖材(5182)的环境影响的特点，并发现潜在的改进机会；
3. 探索可能影响结果的关键数据点、不确定性和方法选择；
4. 提供结果，以支持有关广东佰朋实业有限公司的食品包装用涂布铝盖材(5182)的沟通和可持续发展声明，面向广大客户、政府、非政府组织等。

研究获得的数据信息还可用于以下目的：

- 产品生态设计/绿色设计
- 同类产品对标
- 绿色采购和供应链决策
- 实现产品“碳中和”

本研究报告不是向公众发表的对比研究。

研究委托方及其他相关方：公司应客户要求，自愿开展本次产品生命周期评价研究。潜在的其他相关方包括客户、政府部门、LCA 评审机构等。

2.2. 研究范围

按照 ISO 14040:2006、ISO 14044:2006 标准的要求，研究范围需要明确评估对象的功能单位、系统边界、分配原则、取舍原则、相关假设、影响评价方法和数据质量要求等。在下列章节中分别予以说明。

2.2.1. 功能、功能单位及基准流

为方便系统中输入/输出的量化，以及后续企业披露产品的环境信息，或将本研究结果与其他产品的环境影响做对比，本研究功能单位定义为：1kg 食品包装用涂布铝盖材(5182)。

本研究的产品对象是食品包装用涂布铝盖材(5182)，实物照片如下：

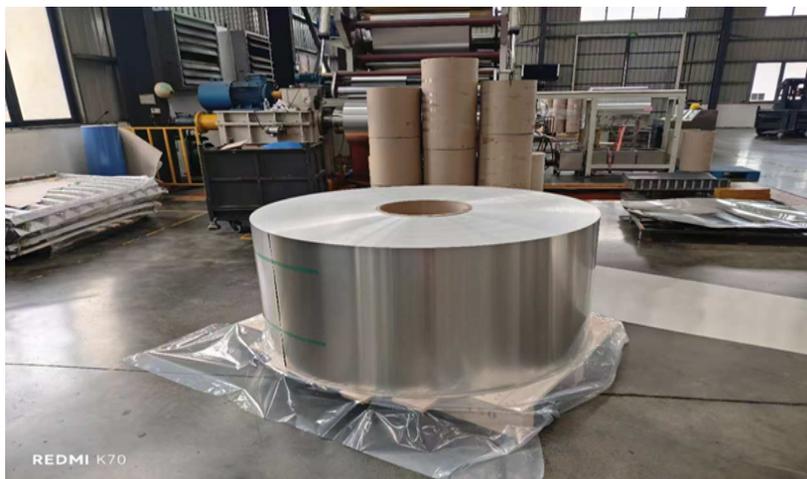


图 1：食品包装用涂布铝盖材(5182)产品形态

在本研究中，以 1kg 食品包装用涂布铝盖材(5182)作为研究的基准流，所有的清单结果以及影响评价结果都以该功能单位作为核算基准。

2.2.2. 系统边界

本研究的系统边界为“从摇篮到大门”，生命周期阶段包括从资源开采到产品出厂，即主要包括公司上游原材料制造过程、上游原材料运输过程、现场产品生产过程、产生的废弃物处理服务过程，主要生产辅料和包装包括在内（详见图 2：本研究的系统边界图）。

公司的清洁、行政、营销、研发、实验设施、与雇员相关的活动（供热、照明、工衣、交通、食堂、卫生间设施）、资本设备和治工具生产、维护保养与维修、设备折旧与报废、产品储存与销售未包含在研究范围内。

产品使用阶段（包括产品维修保养等）和废弃阶段（包括产品回收再利用和废弃处置等）未包括在系统边界内。

所研究数据只是正常运作的的数据，未包含开关机条件以及合理可预见的或紧急情况下的数据。

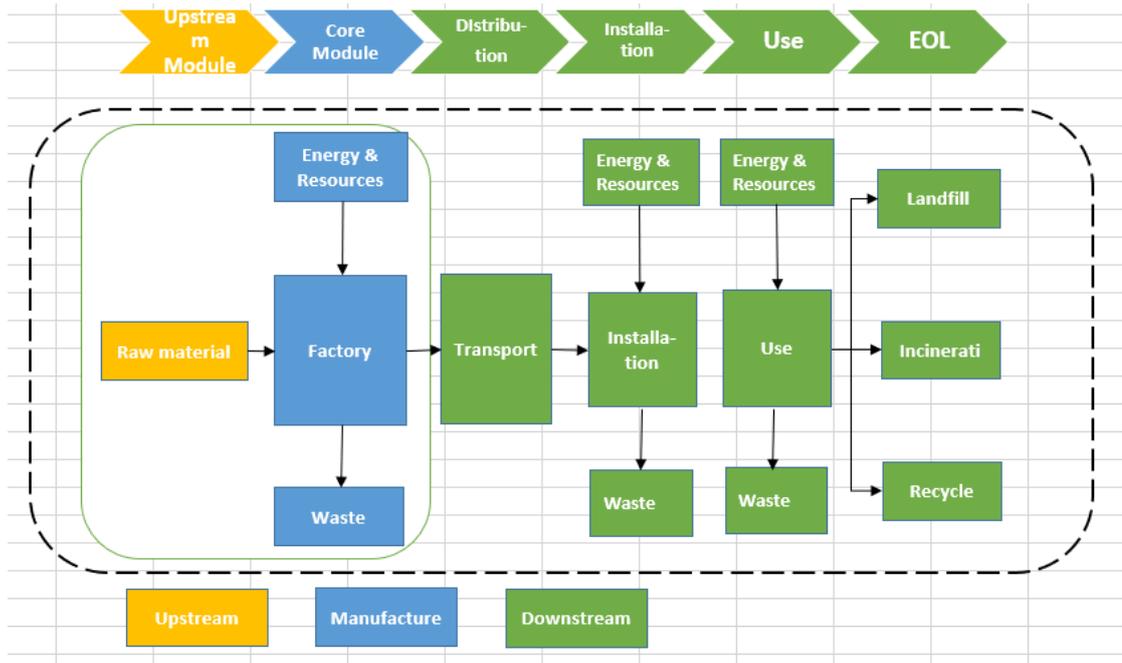


图 2：本研究的系统边界图

2.2.3. 分配原则

多功能产品系统需采用合理的分配方法对整个系统的输入、输出进行分配，进而计算得到产品、共生产品各自的生命周期评价结果。

研究应按照 ISO 14040:2006、ISO 14044:2006 和 ISO 14067:2018 的规定，在能避免分配时，尽量避免分配，如采用系统放大法避免分配。在无法避免分配时，优先采用物理分配法，如能源使用和固废数据；物理分配法不可行时，再采用其他分配方法如经济分配法、循环次数分配法等，本研究未使用其他分配方法。

2.2.4. 取舍准则

本研究采用的取舍准则以各项原材料、能源输入占过程总输入的重量或能量比，或者输出占总输出的重量比或能量比为依据。具体规则如下：

- 基于产品投入的比例：舍去质量或能量投入小于 1% 的产品/能量投入，但总的舍去产品投入比例不超过 3%。但是，对于质量虽小，但生命周期环境影响大的物质，则不可以舍弃，例如黄金、白银；
- 能量输入或输出占总输入或输出 < 1% 时将被舍弃，但舍弃能量总和不超过总能量的 3%；
- 已知其环境影响的排放数据不忽略。

2.2.5. 相关假设

本研究的系统边界为“摇篮到大门”，不包括产品使用和报废阶段的研究，所以基本不涉及产品使用和产品报废阶段的假设。

2.2.6. 环境影响类型、类别参数及特征化模型

由于公司客户对本次生命周期研究的环境影响类型、类别参数及特征化模型都做了明确规定，所以本研究将完全按照客户的要求执行。经过对比发现，影响类型、类别参数和特征化模型与欧盟环境足迹建议（Environmental Footprint Proposal）的要求完全一致，所以，本研究的影响评价的结果也是能够覆盖欧盟环境足迹建议的要求。

表 1 归纳了本研究采用的环境影响类型、类型参数及特征化模型。特征化系数在各特征化模型中分别有规定。

表 1. 环境影响类型、参数及模型

| 影响类别 | 影响模型 | 单位 | 损伤类别 |
|---|---------------------------------|--------------|----------------|
| Climate change, short term 气候变化, 短期 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | kg CO2 eq | 生态系统质量 |
| Climate change, long term 气候变化, 长期 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | kg CO2 eq | 生态系统质量 |
| Fossil and nuclear energy use 化石能源和核能使用 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | MJ deprived | 生态系统质量 |
| Mineral resources use 矿物资源利用 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | kg deprived | 生态系统质量 |
| Photochemical oxidant formation 光化学氧化形成 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | kg NMVOC eq | 生态系统质量 |
| Ozone layer depletion 臭氧层消耗 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | kg CFC-11 eq | 生态系统质量 |
| Freshwater ecotoxicity 淡水生态毒性 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | CTUe | 生态系统质量 |
| Human toxicity cancer 人体毒性致癌 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | CTUh | 人类健康 |
| Human toxicity non-cancer 人体毒性非致癌 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | CTUh | 人类健康 |
| Freshwater acidification 淡水酸化 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | kg SO2 eq | 生态系统质量 |
| Terrestrial acidification 陆地酸化 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | kg SO2 eq | 生态系统质量 |
| Freshwater eutrophication 淡水富营养化 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | kg PO4 eq | 生态系统质量 |
| Marine eutrophication 海水富营养化 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | kg N eq | 生态系统质量 |
| Particulate matter formation 颗粒物形成 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | kg PM2.5 eq | 人类健康 |
| Ionizing radiation 电离辐射 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | Bq C-14 eq | 生态系统质量 人类健康 |
| Land transformation, biodiversity 土地改造, 生物多样性 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | m2yr arable | 生态系统质量 |
| Land occupation, biodiversity 土地占有, 生物多样性 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | m2yr arable | 生态系统质量 |
| Water scarcity 水资源短缺 | IMPACT World+ Midpoint V1.01 | m3 world eq | 生态系统质量 人类健康 |

2.2.7. 数据库及软件工具

本研究采用碳衡数字化碳管理平台，版本为 1.0 分析者版本。在 Simapro 中建立“食品包装用涂布铝盖材(5182)”生命周期模型，并计算得到产品 LCA 结果，同时可开展敏感性分析、不确定度分析、过程贡献分析、进行各种数据图表处理等。

2.2.8. 数据及数据质量要求

公司现场物料消耗、能源消耗以及废弃物排放数据都要求是现场数据，原物料、能源的生产以及运输相关的如果没有现场数据，可以采用非现场的数据库数据或其他来源的数据。

为满足数据质量要求，在本研究中主要考虑了以下几个方面：

数据完整性：首先尽量确保产品系统边界范围内的生命周期阶段、过程和输入输出尽量完整。在此基础上，依据取舍原则，尽可能获取现场数据（site-specific data），不可行时采用二手数据（secondary data），确保取舍准则范围内要求收集的数据得到完整收集。

时间代表性：要求收集的现场数据能够代表所研究的产品系统的真实情况，所以收集的现场数据应该是产品量产时间段 2024 年 1 月 1 日-2024 年 12 月 31 日的数据。

地域代表性：要求收集的数据尽量采用本地数据，无本地数据时，按照区域、国家、国际、全球数据的先后顺序获取最具代表性的数据。

技术代表性：要求能够代表过程实际水平，包括以下方面：

- 生产规模：2024 年 10 月 1 日-2024 年 12 月 31 日总产量为 127143 千克。
- 主要原料：铝卷、脱脂剂、涂料、钝化剂等。
- 主要能耗：电能、蒸汽、水、柴油。
- 主要排放源：原辅料生产、运输（包括原辅料和固废）、现场能耗、废气排放以及固废处置。

一致性：采用的方法和假设等应保持一致。

为了满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在研究过程中原始数据首选来自生产商直接提供的数据。当原始数据不可得时，尽量选择代表区域平均和特定技术条件下的二手数据，二手数据首先选择来自中国国内，不可得时选择欧洲 ELCD、瑞士 Ecoinvent 数据库、Industry Data 数据库，这些数据库的数据是经严格审查，并广泛应用于国际上的生命周期评价。各条数据集和数据质量将在后面章节详细说明。

对于结果的不确定度，通过碳衡数字化碳管理平台对模型中的消耗与排放清单数据，从 ①可靠性、②时间代表性、③地域代表性、④技术代表性、⑤完整性 5 个维度进行评估，得到 LCA 数据结果的不确定度。

2.3. 归一化及加权处理

本次研究不要求开展在生命周期影响评价阶段开展归一化及加权处理。

2.4. 报告要求

本次研究按照ISO 14044标准规定的格式制订LCA研究报告。公司客户主要是要求报告生命周期影响评价结果，并规定了相应的报告格式。所以，本研究报告的结果将作为完成客户LCA核查表的基础。

2.5. 鉴定性评审

本研究将按照客户要求接受鉴定性评审。鉴定性评审将在产品LCA研究完成后开展。

3. 生命周期清单分析

本研究的生命周期使用的数据分为前景数据和背景数据两大类：

- 前景数据：从公司收集的生产记录数据，属于“大门到大门”的原始数据。
- 背景数据：来自碳衡数字化碳管理平台内嵌的瑞士的Ecoinvent数据库等的“摇篮到大门”的生命周期清单数据。

3.1. 前景数据

表2~表7是公司提供的生产现场原始数据。

表2. 过程清单数据表——原辅料输入

| 材料输入 | 单位 | 功能单位 对应量 | 占比 (%) | 取样程序描述 |
|-----------|----|-------------|--------|--------|
| 铝卷 | kg | 129912.00 | 89.20% | 实际使用量 |
| 脱脂剂 | kg | 334.19 | 0.23% | 实际使用量 |
| 中和剂 | kg | 69.79 | 0.05% | 实际使用量 |
| 钝化剂 | kg | 225.22 | 0.15% | 实际使用量 |
| 涂料 | kg | 11480.00 | 7.88% | 实际使用量 |
| 稀释剂 | kg | 2221.33 | 1.53% | 实际使用量 |
| 白蜡 | kg | 20.36 | 0.01% | 实际使用量 |
| 污水处理剂 PAM | kg | 0.16 | 0.00% | 实际使用量 |
| 污水处理剂 PAC | kg | 1.01 | 0.00% | 实际使用量 |
| 纸芯 | kg | 407.00 | 0.28% | 实际使用量 |
| 卷材线板 | kg | 771.87 | 0.53% | 实际使用量 |
| 防潮胶带 | kg | 5.56 | 0.00% | 实际使用量 |
| 纸圆盖板 | kg | 67.79 | 0.05% | 实际使用量 |
| 拉伸膜 | kg | 7.28 | 0.00% | 实际使用量 |
| 珍珠棉 | kg | 6.37 | 0.00% | 实际使用量 |
| 胶侧板 | kg | 44.61 | 0.03% | 实际使用量 |
| 胶圆盖板 | kg | 18.98 | 0.01% | 实际使用量 |
| 卷材纸护角 | kg | 29.51 | 0.02% | 实际使用量 |
| 塑钢带 | kg | 10.44 | 0.01% | 实际使用量 |
| 标签纸 | kg | 0.32 | 0.00% | 实际使用量 |

表3. 过程清单数据表——能量输入

| 能量输入 | 单位 | 功能单位 对应量 | 取样程序描述 | 来源 |
|------|----------------|-------------|--------|--------|
| 电网供电 | kWh | 15660.00 | 发票 | 供电公司 |
| 光伏供电 | kWh | 4212.30 | 电量统计 | 公司光伏 |
| 天然气 | m ³ | 5875.33 | 发票 | 当地供汽公司 |
| 柴油 | kg | 115.35 | 发票 | 当地加油站 |
| 自来水 | kg | 119.87 | 加油记录 | 当地供水公司 |

表4. 过程清单数据——产品输出

| 材料输出 (包括产品) | 单位 | 数量 | 取样程序描述 | 去向及目的地 |
|----------------|----|-----------|--------|--------|
| 产品 | kg | 127143.00 | 生产实际产生 | 销售给客户 |

表5. 过程清单数据——污染物排放

| 污染物输出 | 单位 | 功能单位 对应量(1kg) | 取样程序描述 | 去向及目的地 |
|----------|----|------------------|------------------------|--------|
| 氮氧化物(废气) | g | 68.1 | 检测报告编号: CEN2402002号 | 自然界 |
| COD | g | 50.79 | 检测报告编号: CEN2403003号 | 自然界 |
| 悬浮物 | g | 1.98 | 检测报告编号: CEN2403003号 | 自然界 |
| 废弃物 | kg | 0.0218 | 生产实际产生 | 焚烧或回收 |

表6. 过程清单数据——原辅料运输

| 运输产品 | 功能单位对应运输 | | |
|------|----------|---------------|------|
| | 运输方式 | 运输距离 (tkm) | 来源 |
| 原辅材料 | 汽运 | 1.3889 | 高德地图 |

表7. 过程清单数据——废弃物运输

| 运输产品 | 功能单位对应运输 | | |
|------|---------------|--------|------|
| | 运输距离 (tkm) | 来源 | |
| 废弃物 | 汽运 | 0.0007 | 高德地图 |

3.2. 背景数据

公司收集到的原始数据,从LCA原理的角度看,很多都属于中间流数据而非基本流数据,所以需要从数据库查找这些物料或能源的生命周期清单数据。但是,数据库中往往也没有与实际物料完全对应的物料,只能以近似物质替代,查找结果见表8。这意味着以其他过程来替代了产品生命周期的实际过程,导致代表性存在不同程度的不确定性。

表8. 背景数据/二手数据来源

| 原始数据名称 | 数据库数据 | 数据来源 |
|------------------------|--|---------------|
| 铝板带的生产 | 中铝瑞闽产品生命周期评价报告 | 供应商数据 |
| 脱脂剂的生产 | New and updated life cycle inventories for surfactants | 研究文献 |
| 中和剂的生产 | [RoW] nitric acid production, product in 50% solution state nitric acid, without water, in 50% solution state | Ecoinvent3.10 |
| 钝化剂的生产 | [RoW] sodium dichromate production sodium dichromate | Ecoinvent3.10 |
| 涂料的生产 | 浙江波磊涂料有限公司碳足迹报告 | Ecoinvent3.10 |
| 稀释剂的生产 | [RoW] dimethyl malonate production dimethyl malonate | Ecoinvent3.10 |
| 白蜡的生产 | [RoW] paraffin production paraffin | Ecoinvent3.10 |
| 污水处理剂 PAM 的生产 | [GLO] polyacrylamide production polyacrylamide | Ecoinvent3.10 |
| 污水处理剂 PAC 的生产 | [GLO] polyaluminium chloride production polyaluminium chloride | Ecoinvent3.10 |
| 纸芯的生产；纸圆盖板的生产；卷材纸护角的生产 | [RoW] containerboard production, fluting medium, semichemical containerboard, fluting medium | Ecoinvent3.10 |
| 卷材线板的生产 | [RoW] cork slab production cork slab | Ecoinvent3.10 |
| 防潮胶带的生产；拉伸膜的生产 | [RoW] packaging film production, low density polyethylene packaging film, low density polyethylene | Ecoinvent3.10 |
| 珍珠棉的生产 | [RoW] polyethylene production, low density, granulate polyethylene, low density, granulate | Ecoinvent3.10 |
| 胶侧板的生产；胶圆盖板的生产 | [RoW] polypropylene production, granulate polypropylene, granulate | Ecoinvent3.10 |
| 塑钢带的生产 | Manufacturing energy and greenhouse gas emissions associated with plastics consumption | 研究报告 |
| 标签纸的生产 | [RoW] offset printing, per kg printed paper printed paper, offset | Ecoinvent3.10 |
| 原料运输 | [RoW] market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 | Ecoinvent3.10 |
| 电网供电 | 2023 年全国电力平均碳足迹因子（含输配电过程、不含线损） | 生态环境部 |
| 光伏供电 | 2023 年光伏发电电力碳足迹因子（含输配电过程、不含线损） | 生态环境部 |

| | | |
|----------------|--|---------------|
| 天然气的生产 | [RoW] market for natural gas, low pressure natural gas, low pressure | Ecoinvent3.10 |
| 天然气的燃烧、 | IPCC | IPCC |
| 、柴油的燃烧、 | IPCC | IPCC |
| 柴油的生产 | [RoW] market for diesel diesel | Ecoinvent3.10 |
| 自来水 | [RoW] market for tap water tap water | Ecoinvent3.10 |
| 生产废水 | 废水处理厌氧池最大甲烷产生能力 (B0) | IPCC |
| 生产废水 | 电器机械及器材制造业废水处理厌氧池的甲烷修正因子 (MCF) | 国家发展改革委, 2011 |
| 危险废物处理; 一般固废处理 | [RoW] treatment of hazardous waste, hazardous waste incineration hazardous waste, for incineration | Ecoinvent3.10 |
| 废铝处理 | [RoW] market for waste aluminium waste aluminium | Ecoinvent3.10 |

3.3. 分配

研究应按照 ISO 14040:2006、ISO 14044:2006 和 ISO 14067:2018 的规定, 在能避免分配时, 尽量避免分配, 如采用系统放大法避免分配。在无法避免分配时, 优先采用物理分配法, 如能源使用和固废数据; 物理分配法不可行时, 再采用其他分配方法如经济分配法、循环次数分配法等, 本研究未使用其他分配方法。

本研究中, 原料铝卷只针对研究产品, 不涉及分配。

公司收集的原始数据都是 2024 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日的部分物料 (脱脂剂、中和剂、钝化剂、稀释剂、污水处理药剂)、废气污染物排放总量和固废总量数据, 输入/输出数据的分配都是按照该时段的产品产量比进行分配。

4. 生命周期影响评价

4.1. LCIA 结果

在碳衡数字化碳管理平台上建模, 采用研究范围 2.2.6 规定的环境影响类别、类别参数及特征化模型, 计算得到食品包装用涂布铝盖材 (5182) 的 LCA 研究结果如表 9。

表 9. 每功能单位的生命周期评价结果

| 影响类别 | 单位 | 数量 |
|--|-----------|----------|
| Climate change, short term 气候变化, 短期 | kg CO2 eq | 7.42E+00 |
| Climate change, long term 气候变化, 长期 | kg CO2 eq | 7.39E+00 |

| | | |
|--|--------------------------|----------|
| Fossil and nuclear energy use 化石能源和核能使用 | MJ deprived | 6.89E+00 |
| Mineral resources use 矿物资源利用 | kg deprived | 6.42E-03 |
| Photochemical oxidant formation 光化学氧化形成 | kg NMVOC eq | 6.93E-02 |
| Ozone layer depletion 臭氧层消耗 | kg CFC-11 eq | 4.95E-09 |
| Freshwater ecotoxicity 淡水生态毒性 | CTUe | 4.93E+03 |
| Human toxicity cancer 人体毒性致癌 | CTUh | 9.70E-07 |
| Human toxicity non-cancer 人体毒性非致癌 | CTUh | 4.18E-08 |
| Freshwater acidification 淡水酸化 | kg SO ₂ eq | 7.82E-08 |
| Terrestrial acidification 陆地酸化 | kg SO ₂ eq | 6.91E-05 |
| Freshwater eutrophication 淡水富营养化 | kg PO ₄ eq | 1.16E-04 |
| Marine eutrophication 海水富营养化 | kg N eq | 2.78E-03 |
| Particulate matter formation 颗粒物形成 | kg PM _{2.5} eq | 9.46E-04 |
| Ionizing radiation 电离辐射 | Bq C-14 eq | 1.79E+00 |
| Land transformation, biodiversity 土地改造, 生物多样性 | m ² yr arable | 6.82E-05 |
| Land occupation, biodiversity 土地占有, 生物多样性 | m ² yr arable | 3.57E-02 |
| Water scarcity 水资源短缺 | m ³ world eq | 6.51E-02 |

4.2. 过程贡献分析

过程贡献是指该过程直接贡献及其所有上游过程的贡献的累加值。

不同过程/原辅料/能耗对不同环境影响类型产生的影响各不相同, 具体见图 5~图 22。图中展示了不同过程/物料/能耗对某类环境影响类别贡献较大的过程, 展示了具体贡献值(以 1 公斤产品计)。总体而言, 对不同环境影响类型, 主要的贡献过程有差异。具体见图, 不逐一解释。

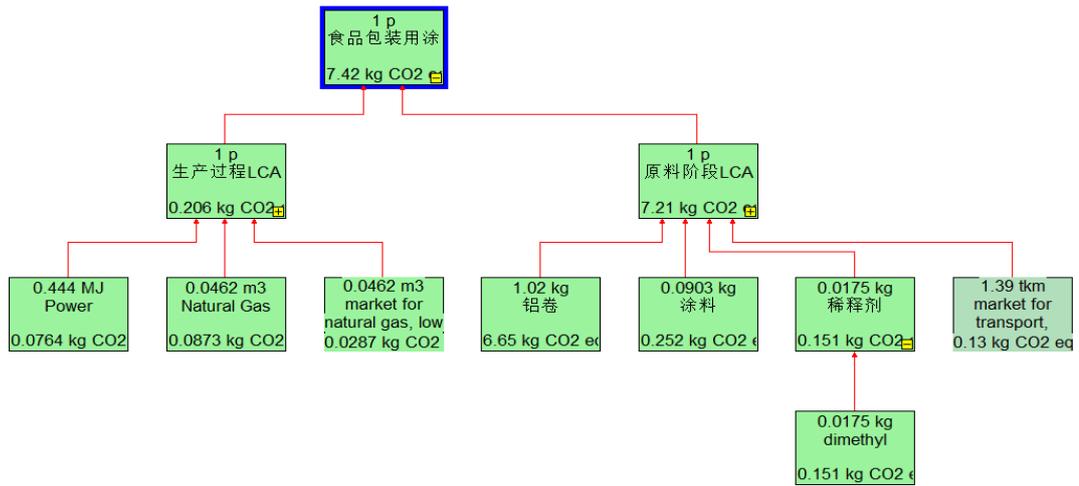


图 5: 影响“气候变化，短期”的主要过程及其结果

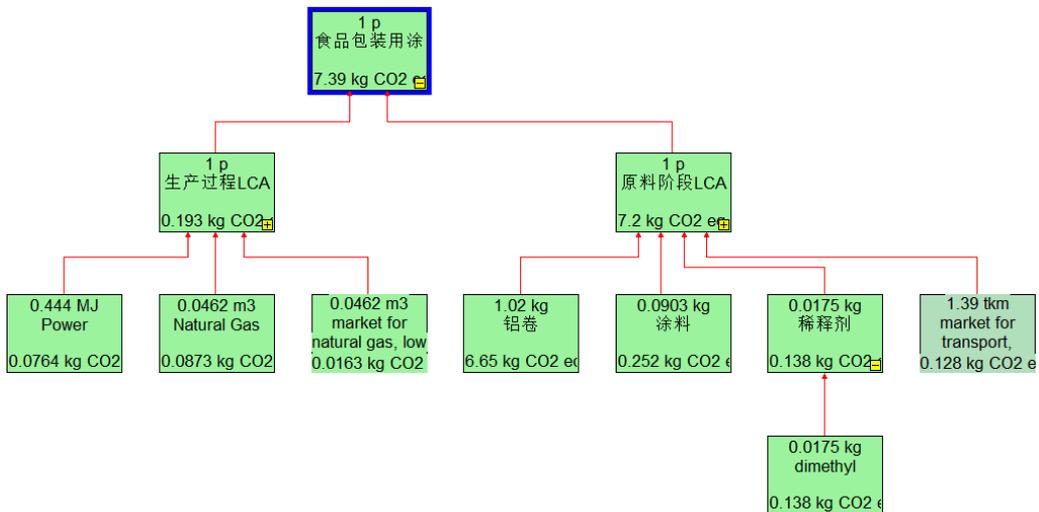


图 6: 影响“气候变化，长期”的主要过程及其结果

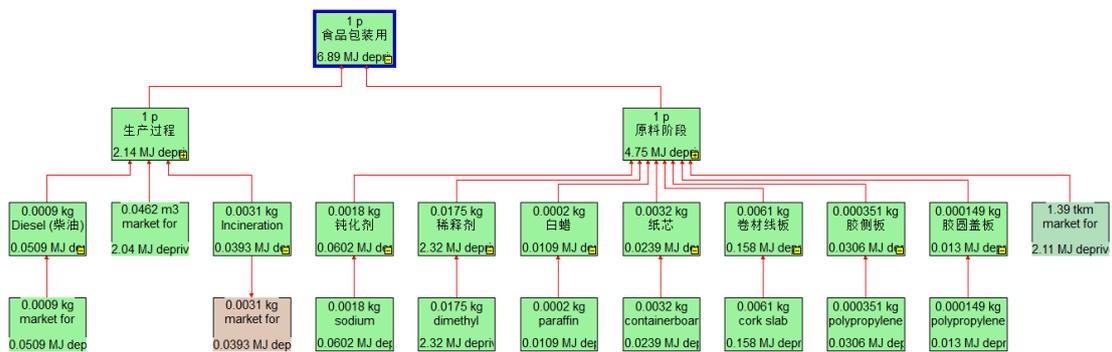


图 7: 影响“化石能源和核能使用”的主要过程及其结果

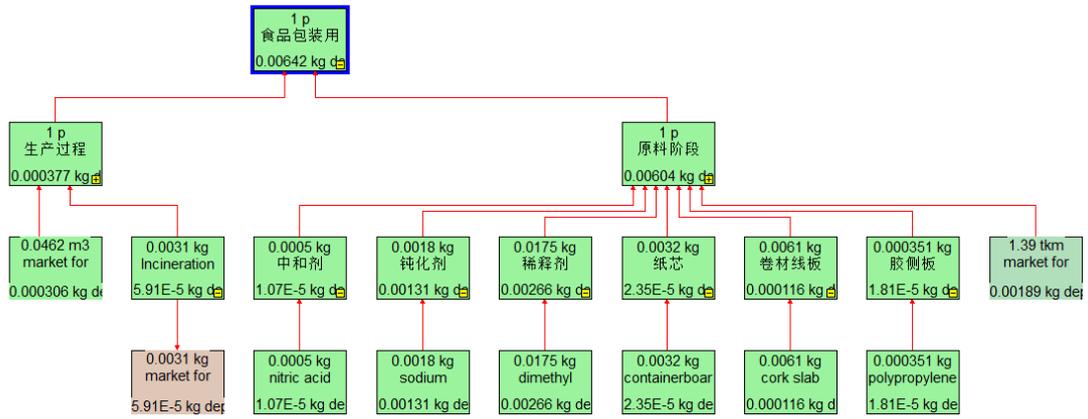


图 8：影响“矿物资源利用”的主要过程及其结果

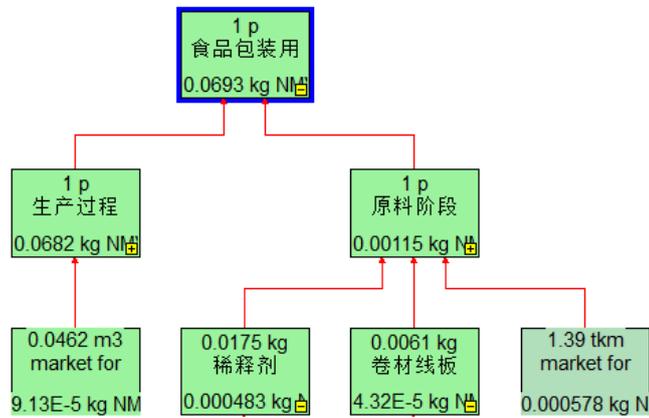


图 9：影响“光化学氧化形成”的主要过程及其结果

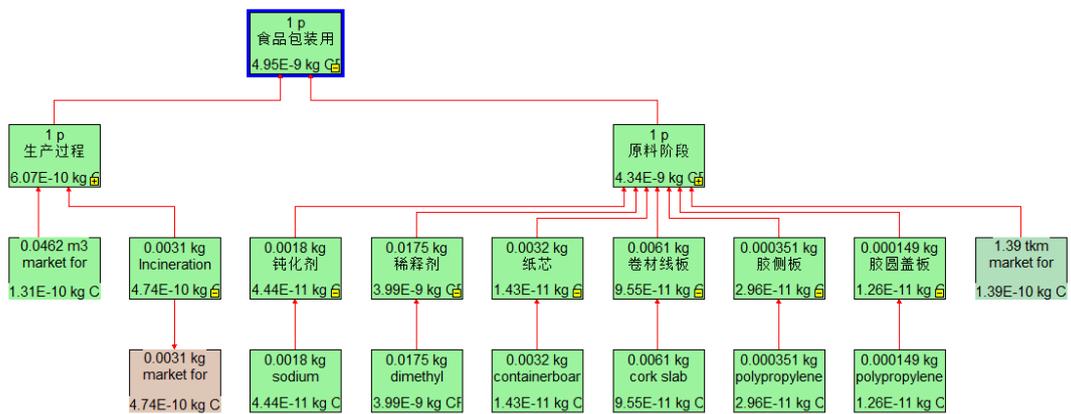


图 10：影响“臭氧层消耗”的主要过程及其结果

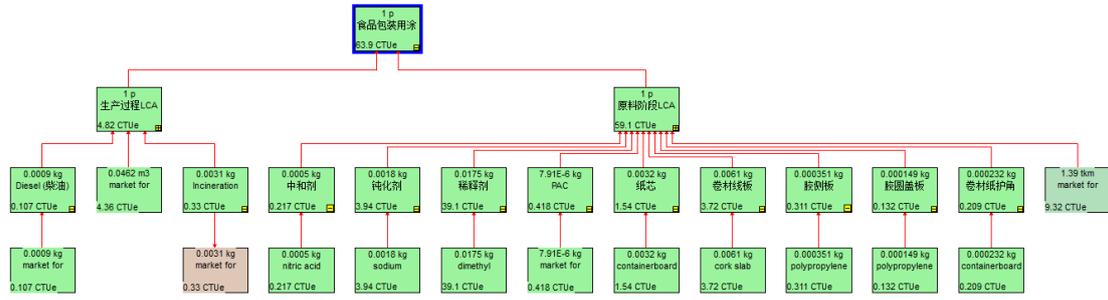


图 11：影响“淡水生态毒性”的主要过程及其结果

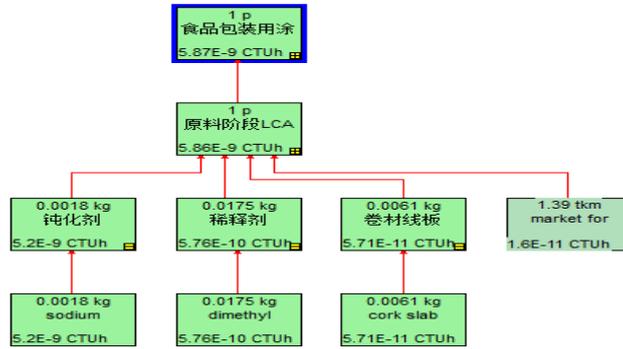


图 12：影响“人体毒性致癌”的主要过程及其结果

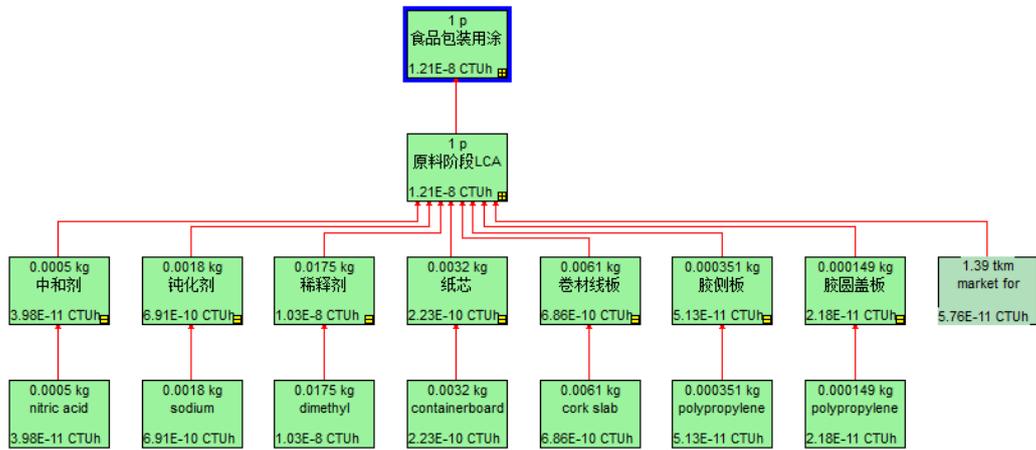


图 13：影响“人体毒性非致癌”的主要过程及其结果

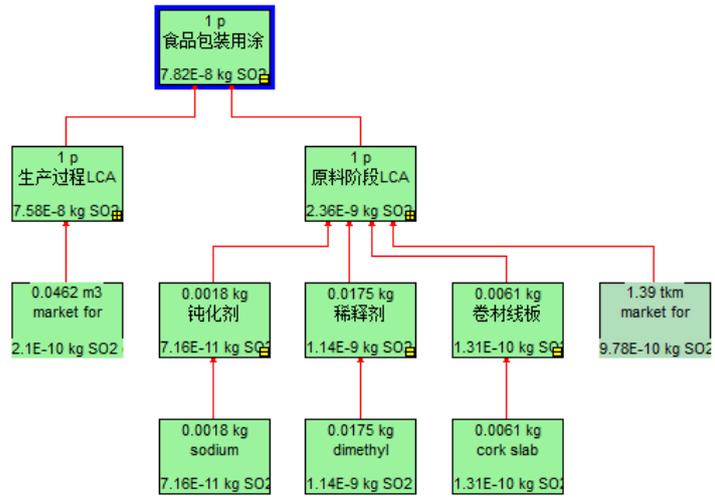


图 14: 影响“淡水酸化”的主要过程及其结果

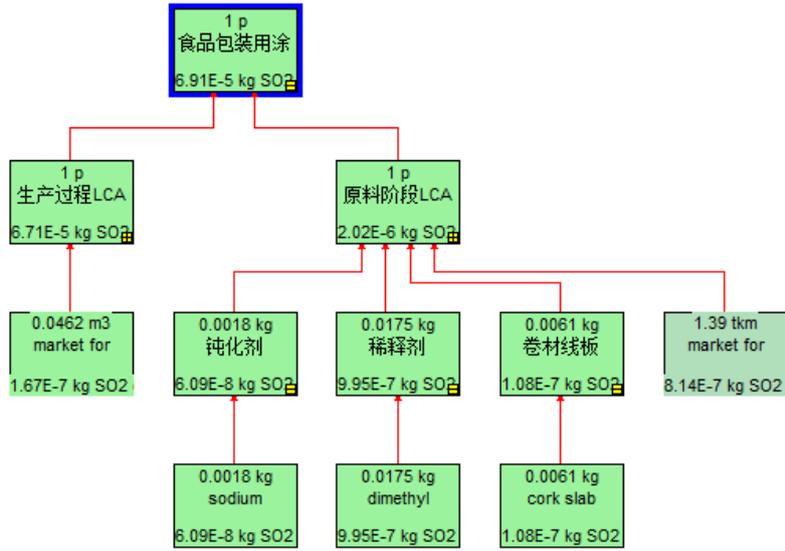


图 15: 影响“陆地酸化”的主要过程及其结果

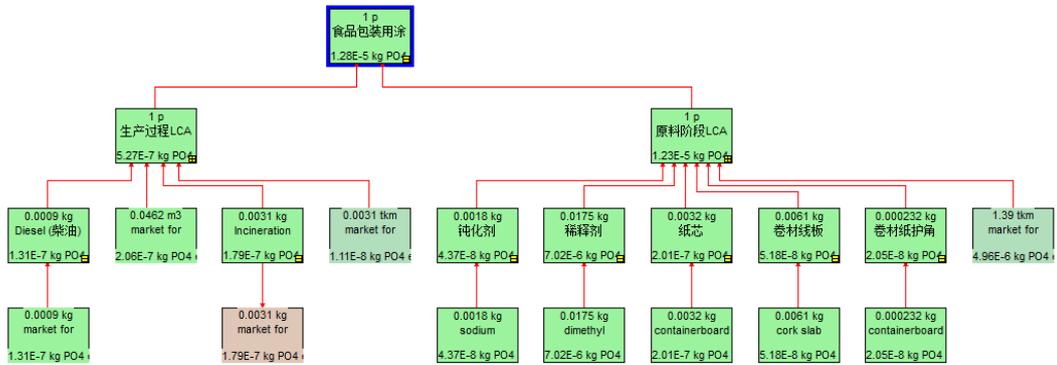


图 16: 影响“淡水富营养化”的主要过程及其结果

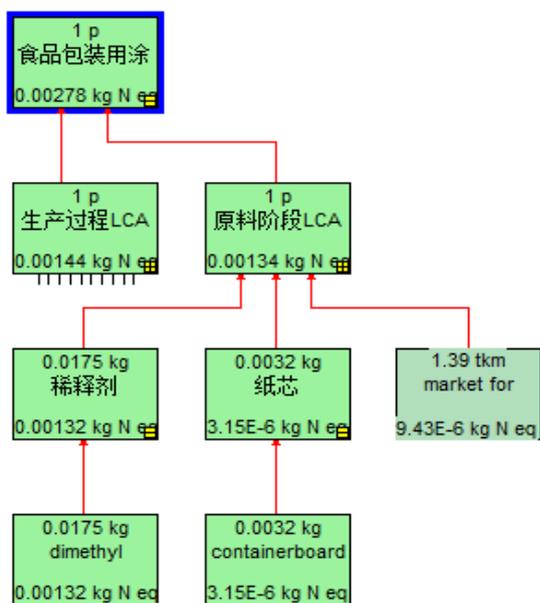


图 17: 影响“海水富营养化”的主要过程及其结果

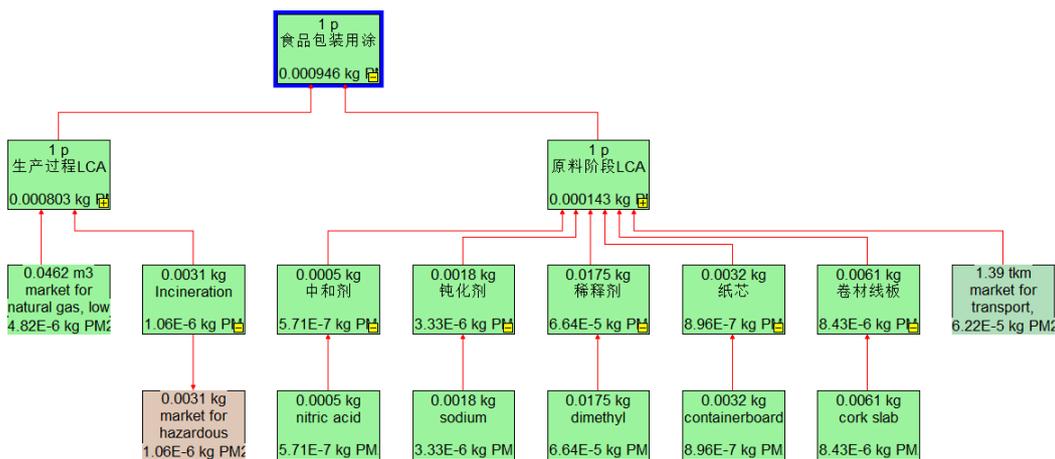


图 18: 影响“颗粒物形成”的主要过程及其结果

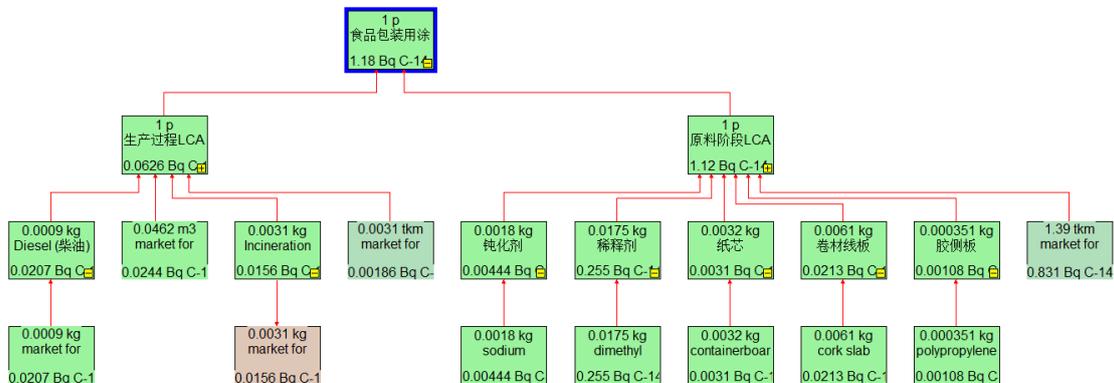


图 19: 影响“电离辐射”的主要过程及其结果

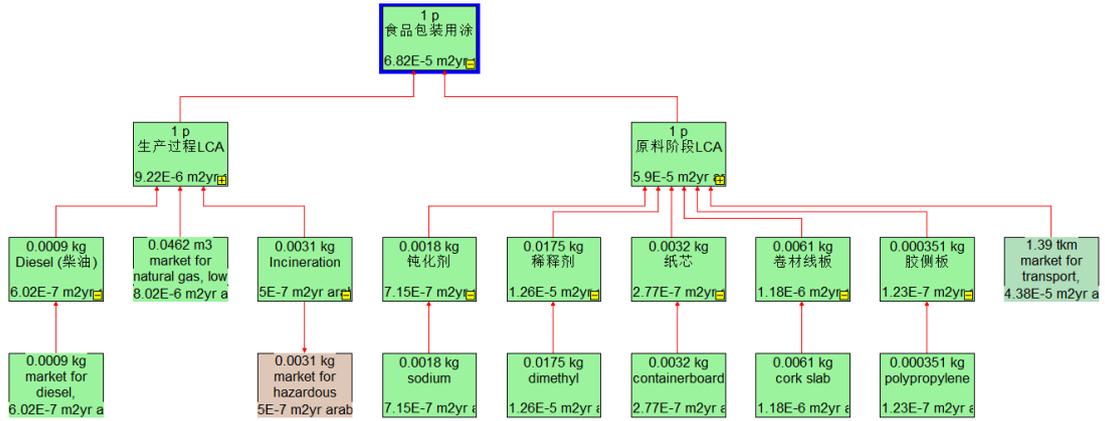


图 20: 影响“土地改造, 生物多样性”的主要过程及其结果

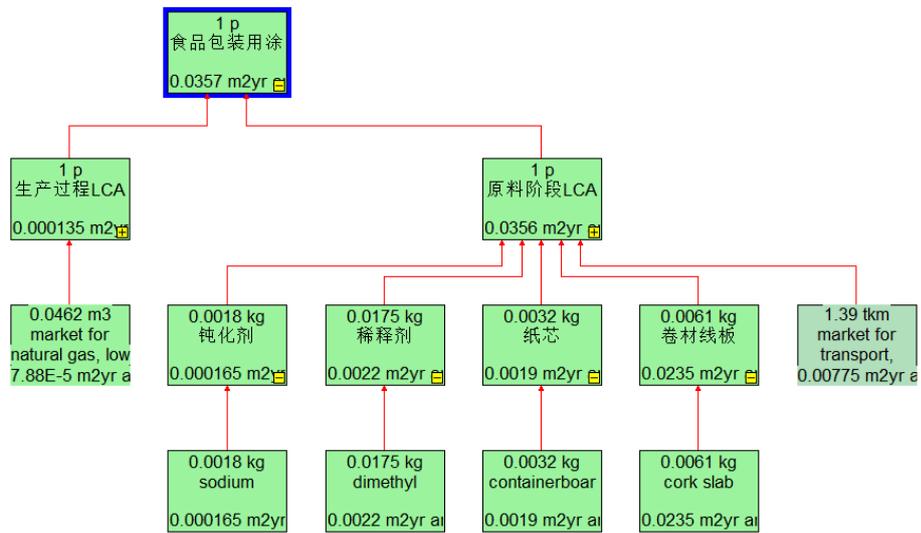


图 21: 影响“土地占有, 生物多样性”的主要过程及其结果

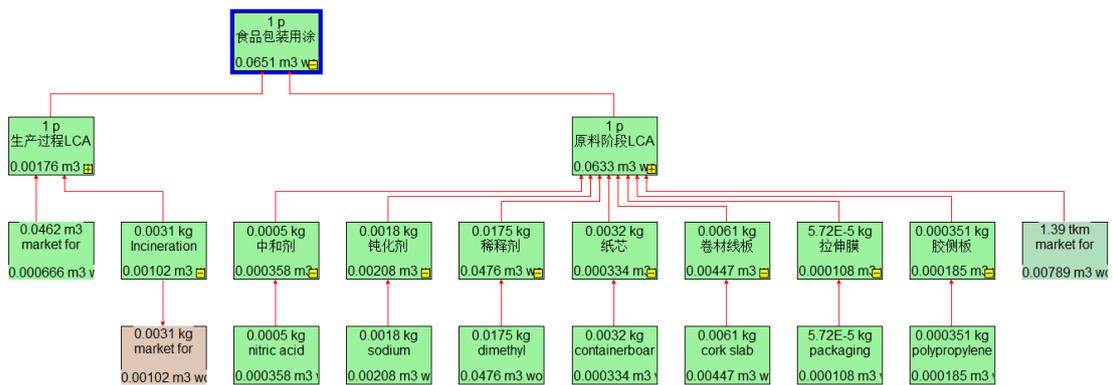


图 22: 影响“水资源短缺”的主要过程及其结果

5. 生命周期结果解释

根据 ISO 14044:2006 对生命周期解释的要求, 这个阶段主要包括: 重大问题的识别、完整性检查、敏感性分析、不确定度分析和一致性检查等。

本研究采用 IMPACT World+ Midpoint 方法, 对广东佰朋实业有限公司生产的 1kg 食品包装用涂布铝盖材(5182)的环境影响进行了分析, 包括 18 个影响类别: Climate change, short term 气候变化, 短期、Climate change, long term 气候变化, 长期、Fossil and nuclear energy use 化石能源和核能使用、Mineral resources use 矿物资源利用、Photochemical oxidant formation 光化学氧化形成、Ozone layer depletion 臭氧层消耗、Freshwater ecotoxicity 淡水生态毒性、Human toxicity cancer 人体毒性致癌、Human toxicity non-cancer 人体毒性非致癌、Freshwater acidification 淡水酸化、Terrestrial acidification 陆地酸化、Freshwater eutrophication 淡水富营养化、Marine eutrophication 海水富营养化、Particulate matter formation 颗粒物形成、Ionizing radiation 电离辐射、Land transformation, biodiversity 土地改造, 生物多样性、Land occupation, biodiversity 土地占有, 生物多样性、Water scarcity 水资源短缺。图 4~图 22 显示了造成环境影响的主要物质和过程。

造成环境影响的主要单元过程是铝卷、涂料的上游生产过程排放减少这些物质和能源的消耗可能会显著的减少环境影响。

5.1. 重大问题识别

从产品生命周期各阶段看, 铝卷、涂料这两种物料消耗带来的环境影响占比超过 90%。

对于不同类别的环境影响, 其主要的影响因素则各有差异, 具体见报告第 4.2 节。

5.2. 完整性检查

生命周期数据模型中上游生产数据完整, 足以支撑达成研究结论, 无需补充。现场生产过程中的各种资源能源消耗与排放数据都收集得比较齐全。标准严格按照规定的取舍准则对输入输出进行取舍, 取舍准则内的数据 100%的收集保留。

5.3. 敏感性分析

敏感性分析的定义是通过确定 ISO 14040:2006、ISO 14044:2006 对数据、分配方法、参数的计算的不确定性对最终结果和结论的影响来评估其可靠性, 本研究根据实际研究情况开展的敏感性分析是充分且合理的。

5.4. 不确定度分析

参数的变化会带来环境影响的不确定性, 为了评估参数变化对结果的不确定性, 采用蒙特卡罗模拟方法确定了环境影响的范围。

5.5. 一致性检查

根据 ISO 14040:2006、ISO 14044:2006 和 ISO 14067:2018 标准的要求, 应从以下几个方面来做一致性检查:

- a) 同一产品系统生命周期中以及不同产品系统间数据质量的差别是否与研究的目的和范围一致?
✓ 一致, 详见数据及数据质量要求。
- b) 是否一致的应用了地域和(或)时间的差别(如果存在)?
✓ 根据背景数据集的选用可见, 数据集在地域代表性和时间代表性上基本是一致的。但确实存在没有本地数据而不得不采用其他地域数据的情况。
- c) 所有的产品系统是否都应用了一致的分配规则和系统边界?

- ✓ 本研究只研究一个产品系统；
 - ✓ 本研究中的产品，在公司有很多不同规格型号，对废气污染物排放总量和固废总量的分配都是采用以产量为基准进行分配的，分配时保持了一致，执行的系统边界也一样。
- d) 所应用的生命周期评价核算要素是否一致？
- ✓ 本研究中生命周期评价的核算方法的选用主要考虑方法的科学性、特征化系数的可获得性以及方法的适用性，都是一致的。

6. 结论、局限性和建议

6.1. 结论

根据研究目的的规定，本研究主要目的在于获取产品生命周期环境影响结果数据，以便完成客户指定的报表内容，这方面完全达到了研究目的要求。

通过本研究可以发现，公司产品在其生命周期中的环境影响主要来自于铝卷和涂料的消耗，这几个原料对环境贡献的占比超过总量的 90%。

所以，建议公司重点考虑减少铝卷和涂料的使用数量，提高物料利用率，或者改用可再生能源产生的电力进行生产。

6.2. 局限性

本研究的主要局限性是：

系统边界：产品的使用和废弃阶段通常是 LCA 研究中要考虑的一个过程。本研究定义的系统边界为“从摇篮到大门”的生命周期阶段，不包括生命周期的使用和废弃阶段。

数据完整性和准确性：数据集的代表性与实际情况有所不同，这也是未来研究需要改进的地方。由于数据的可获得性，采用全球数据而不是中国本地数据进行计算，可能会高估或低估环境影响。

6.3. 建议

在本研究中，前景数据由广东佰朋实业有限公司生产的工作人员提供，数据质量可靠。电力属性为水电，可以保障数据的准确性。为了使研究数据更加准确，为企业、产品设计人员和第三方认证机构提供更加可靠、准确的数据信息，在今后的研究中有必要提高二手数据集的质量。产品的使用和寿命终点不包括在系统边界内，这在未来的研究中需要考虑。

当其他 LCA 研究需要本研究的 LCI 数据或生命周期结果时，研究者应联系广东佰朋实业有限公司生产，以确保数据和结果的正确使用。

7. 参考文献

- 1) ISO 14040:2006 环境管理-生命周期评价-原则和框架
- 2) ISO 14044:2006 环境管理-生命周期评价-要求和指南
- 3) ISO 14067:2018 温室气体-产品的碳足迹-量化的要求和指南