

LCA 数据库专题竞赛

参赛报告

参赛小组信息：

LCA 数据集名称：基于 LCA 的丝绸服装产品水资源环境负荷评价研究

小组成员：何琬文、朱菊香、田泽君、郭梦亚、王怡

指导老师：王来力、李一

大学/学院：浙江理工大学·服装学院

一、技术代表性分类和目标代表性定义

本小组选择【**丝绸服装**】作为 LCA 研究的目标产品。

通过查阅资料，对“丝绸服装 LCA”的技术代表性进行了分类分析，并最终明确定义了本研究的目标代表性。

1、丝绸服装产品的技术代表性分类分析

(1) 技术代表性的基本分类与单元过程划分

表 1 丝绸服装的技术代表性基本分类与单元过程划分

| 分类方法 | 分类结果与解释 |
|------------------|---|
| 1、按丝织物生产工艺技术分类 | 两种生产工艺技术： <ul style="list-style-type: none">• 印染丝织物：先织后染• 色织丝织物：先染后织 |
| 2、按主要原料种类分类 | 根据织物组织、经纬线组合和绸面表现形状的绸品种划分 14 大类：纱、罗、绫、绢、纺、绉、绉、锦、缎、绉、葛、呢、绒、绸。本研究选取双绉真丝连衣裙构建 LCA 模型。 |
| 3、在数据调查范围中划分单元过程 | 丝绸服装生产企业通常从蚕茧煮茧缫丝开始到成衣出厂为止。从各种资料中分生产过程的数据可得性考虑，LCA 模型中可以划分 3 个单元过程：纤维生产、织物生产、成衣生产。 |

(2) 单元过程的技术代表性细分

表 2 丝绸服装生产单元过程的技术代表性细分

| 单元过程 技术 代表性细分 | 纤维生产 | 织物生产 | 成衣生产 |
|---------------------|---|--|--------------------------------|
| (1) 产品规格 型号 | 未区分 | 12107 真丝双绉 坯绸门幅宽 98.5cm 坯绸织物密度 74.6g/m ² | 双绉真丝无袖刀背 缝分割连衣裙： 160/84A |
| (2) 原辅料类 型 | 春茧 50% 夏秋茧 50% 新鲜水(工业用) | 真丝纤维 新鲜水(工业用) | 染色真丝双绉织物 新鲜水(工业用) |
| (3) 工艺设备 类型 | 木质循环式煮茧 机 立缫 ZD681 型 自动缫 ZD721 型 | 绳状机 | 未区分 |
| (4) 生产规模 类型 | 516kg/d (小型) | 未区分 | 未区分 |
| (5) 辅助工艺 设备类型 | 未区分 | 未区分 | 未区分 |

2、目标代表性定义

(1) 选定技术代表性

从资料调研中知道，中国是世界上最大的丝绸生产国，中国丝绸产量占全球产量 50% 以上。以桑蚕丝为主要原料、以新鲜水为主要自然资源生产的双绉真丝服装，在国际市场上深受欢迎，鉴于此，选择色织双绉真丝作为代表性产品。

(2) 选定目标代表性：

本 LCA 研究的目标代表性定义为：**以桑蚕丝为主要原料、以新鲜水为主要自然资源、采用先织后染工艺生产的 160/84A 无袖刀背缝分割双绉真丝连衣裙。数据应代表 2017 年某企业及供应链水平（采用实际生产数据）。**

选定的目标代表性应写入 LCA 模型的目标与范围定义中（如下图中 eFootprint 界面截图所示），最后也应写入 LCA 数据集文档（见后）和 LCA 报告中。

| 目标与范围定义 | | 生命周期模型 | LCA结果 | 评审 |
|-------------|--|-----------|------------------------------|----|
| *产品名称: | 双绉真丝连衣裙 | 产品类别: | 双绉真丝 | |
| 规格型号: | 160/84A | 形状与形态: | 单件/台/套 | |
| *研究类型: | 企业LCA-代表特定企业及供应链水平 (用于企业产品报告/工艺设备选型分析) | 功能单位与基准流: | 生产一件丝绸连衣裙 | |
| 研究范围 | | 实景过程范围: | 蚕茧到丝绸连衣裙成品 | |
| *系统边界: | 生命周期-生产阶段 (从资源开采到产品出厂) | *基准年: | 2017 | |
| 产地: | 中国 | 生产规模: | | |
| 工艺设备: | | 主要能耗: | 新鲜水 | |
| 主要原料: | 桑蚕丝 | 数据质量评估: | CLCD方法 | |
| 取舍规则: | 1. 普通物料重量<1%产品重量时,以及含稀贵或高纯成分的物料重量<0.1%产品重量时,可忽略该物料的上游生产数据;总共忽略的物料重量不超过5%; 2. 低价值废物作为原料,如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等,可忽略其上游生产数据; 3. 大多数情况下,生产设备、厂房、生活设施等可以忽略; 4. 在特定信息缺失未用范围内,已知排放数据不应忽略 | 项目信息: | 1) 项目名称 2) 委托方 3) 委托目的 | |

图 1 LCA 模型的目标代表性定义 (eFootprint 截图)

二、 LCA 数据集文档 (丝绸服装示例)

数据集名称: 双绉真丝连衣裙 (160/84A) -中国-2017

1、系统功能与系统边界

系统功能与基准流: 双绉真丝连衣裙生产, 1 件

LCA 研究类型: 企业 LCA-代表此企业及供应链水平 (采用实际生产数据)

产地: 中国

基准年: 2017 年

系统边界: 从煮茧、缫丝到丝绸服装出厂为止 (“从摇篮到大门”)

- 1、 实景过程: 划分为纤维生产、织物生产、成衣生产三个单元过程。
- 2、 背景过程: 采用企业数据库, 搜集了三个过程的水资源环境负荷数据。



2、实景过程数据代表性

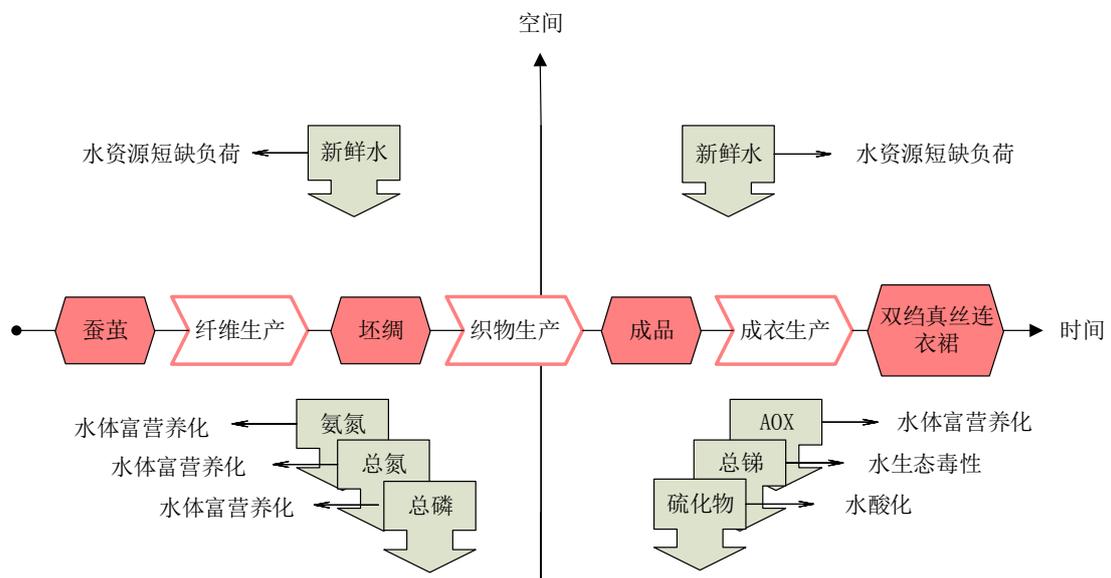
产品种类与规格: 双绉真丝连衣裙 (160/84A)

主要技术代表性: 常规原料 (桑蚕丝)、常规能耗 (新鲜水)

| 过程名称 \ 类别 | 工艺设备与规模 | 主要消耗 | 主要排放 |
|-----------|--|--------|--|
| 纤维生产 | 木质循环式煮茧机 立缫 ZD681 型 自动缫 ZD721 型 516kg/d | 蚕茧、新鲜水 | 废水、COD _{cr} 、 BOD ₅ 、氨氮 |
| 织物生产 | - | 坯绸、新鲜水 | 废水、COD _{cr} 、 BOD ₅ 、氨氮、总 氮、总磷、硫氧化 物、总锑、六价铬、 铅、汞、铜、锌、 钴 |
| 成衣生产 | - | 新鲜水 | - |

主要数据来源：企业生产数据。

实景过程工艺流程图：



3、建模方法

副产品：无副产品

再生循环：无再生原料消耗，无废弃再生过程

取舍规则：符合 CLCD 取舍规则。

缺失过程：无

背景过程数据库：企业数据库, 欧盟生命周期数据库 ELCD。

软件工具：采用亿科 eFootprint 系统, 在线完成全部 LCA 工作, 包括建模、计算分析、数据质量评估、LCA 结果发布。

4、LCA 结果分析

- 过程累积贡献分析：以 WU（水资源消耗）、EP（水体富营养化）两个指标为例。



- 单个过程的贡献分析：以纤维生产过程的水资源消耗和水体富营养化的柱状图为例。



- 清单数据灵敏度分析：实景过程的各项消耗与排放对 LCA 结果的贡献率（即灵敏度），由此排序可以识别重要的消耗排放。

| 过程名称 | 清单名称 | 上游数据类型 | WU (kg) | EP (kg PO43-eq) |
|-------|--|--------|---------|-----------------|
| 熨烫 | 成衣生产 | 实景UP | 100.00% | 100.00% |
| 熨烫 | 织物生产 | 实景UP | 99.99% | 100.00% |
| 染整 | 纤维生产 | 实景UP | 96.74% | 99.93% |
| 煮茧、缂丝 | 氨氮 [排放到水体 (未指定类型)] | 排放 | 0% | 99.59% |
| 煮茧、缂丝 | 蚕茧 | 实景UP | 48.37% | 0.22% |
| 煮茧、缂丝 | 化学需氧量 [排放到水体 (未指定类型)] | 排放 | 0% | 0.12% |
| 缂丝 | 化学需氧量 [排放到水体 (未指定类型)] | 排放 | 0% | 0.12% |
| 缂丝 | 氨氮 [排放到水体 (未指定类型)] | 排放 | 0% | 0.10% |
| 染整 | 总氮 [排放到水体 (未指定类型)] | 排放 | 0% | 0.05% |
| 染整 | 总磷 [排放到水体 (未指定类型)] | 排放 | 0% | 0.01% |
| 染整 | 氨氮 [排放到水体 (未指定类型)] | 排放 | 0% | 0.00% |
| 染整 | 化学需氧量 [排放到水体 (未指定类型)] | 排放 | 0% | 0.00% |
| 熨烫 | 淡水 - 不明来源, 工业用 [资源] | 自然资源 | 0.01% | 0% |
| 染整 | 淡水 - 不明来源, 工业用 [资源] | 自然资源 | 3.25% | 0% |
| 染整 | biological oxygen demand [排放到水体 (未指定类型)] | 排放 | 0% | 0% |

5、CLCD 数据质量评估

- **识别重要数据：**eFootprint 计算每一项消耗或排放对各项 LCA 指标的灵敏度，然后按其最大的灵敏度排序。

| 过程名称 | 清单名称 | 最大灵敏度 | 评估状态 |
|-------|-----------------------|-------------------------|------|
| 熨烫 | 织物生产 | EP (kg PO43-eq):100.00% | 已评估 |
| | 成衣生产 | EP (kg PO43-eq):100.00% | 已评估 |
| 染整 | 纤维生产 | EP (kg PO43-eq):99.93% | 已评估 |
| 煮茧、缂丝 | 氨氮 [排放到水体 (未指定类型)] | EP (kg PO43-eq):99.59% | 已评估 |
| 缂丝 | 淡水 - 不明来源, 工业用 [资源] | WU (kg):48.37% | 已评估 |
| 煮茧、缂丝 | 蚕茧 | WU (kg):48.37% | 已评估 |
| 煮茧、缂丝 | 淡水 - 不明来源, 工业用 [资源] | WU (kg):48.37% | 已评估 |
| 染整 | 淡水 - 不明来源, 工业用 [资源] | WU (kg):3.25% | 已评估 |
| 煮茧、缂丝 | 化学需氧量 [排放到水体 (未指定类型)] | EP (kg PO43-eq):0.12% | 已评估 |
| 缂丝 | 化学需氧量 [排放到水体 (未指定类型)] | EP (kg PO43-eq):0.12% | 已评估 |
| 缂丝 | 氨氮 [排放到水体 (未指定类型)] | EP (kg PO43-eq):0.10% | 已评估 |
| 染整 | 总氮 [排放到水体 (未指定类型)] | EP (kg PO43-eq):0.05% | 已评估 |
| 染整 | 总磷 [排放到水体 (未指定类型)] | EP (kg PO43-eq):0.01% | 已评估 |
| 熨烫 | 淡水 - 不明来源, 工业用 [资源] | WU (kg):0.01% | 已评估 |
| 染整 | 氨氮 [排放到水体 (未指定类型)] | EP (kg PO43-eq):0.00% | 已评估 |

- **不确定度评估：**eF/CLCD 系统采用谱系矩阵评估主要消耗和排放（灵敏度>1%）的不确定度，以及主要消耗连接的背景数据的匹配不确定度。

清单数据不确定性评估

过程名称：熨烫；清单名称：织物生产；数量单位：231.936(g)

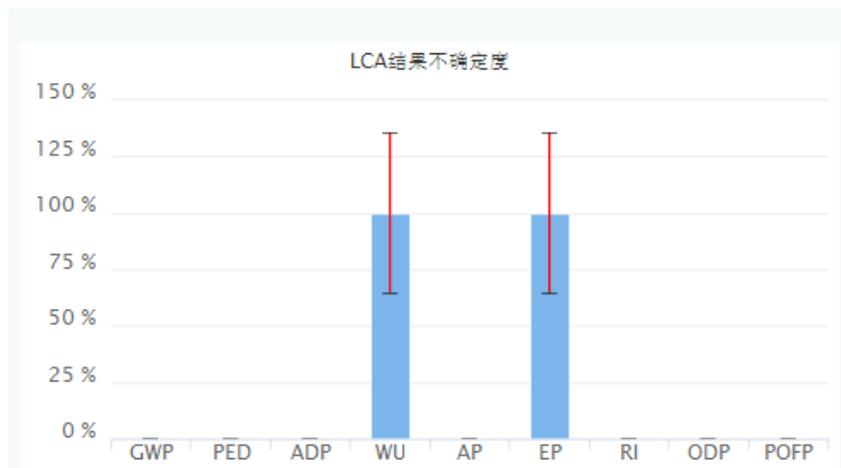
清单数据资料不确定性评估

清单数据基础不确定性 (自定义) : ± %

| 评估项 | 实景过程目标代表性 | 清单数据实际代表性 | 不确定性 (±) |
|----------|--------------|------------|----------|
| * 主要数据来源 | 代表企业及... | 产品材质、... | 15.00% |
| * 样本代表性 | 代表企业及供应链实际数据 | > 75%全年... | 0% |
| * 时间代表性 | 2017 | 2017 | 0% |
| * 地理代表性 | 中国 | 中国 | 0% |
| * 技术代表性 | 过程名称... | 工艺设备和... | 5.00% |

清单数据评估结果: ±16.44%

- **LCA 结果的不确定度：**最终得到每项 LCA 指标结果的不确定度，如下图。用户可以根据不确定度结果，补充收集数据，迭代改进。



| 指标名称 | 缩写(单位) | LCA结果 | 结果不确定度 | 上下限范围(95%置信区间) |
|-----------|-------------------|--------|---------|------------------|
| 气候变化 | GWP(kg CO2 eq) | 0 | -- | -- |
| 初级能源消耗 | PED(MJ) | 0 | -- | -- |
| 非生物资源消耗潜值 | ADP(kg Sb eq) | 0 | -- | -- |
| 水资源消耗 | WU(kg) | 1.49e3 | ±35.50% | [9.60e2, 2.02e3] |
| 酸化 | AP(kg SO2 eq) | 0 | -- | -- |
| 富营养化潜值 | EP(kg PO43-eq) | 5.40e0 | ±35.59% | [3.48e0, 7.32e0] |
| 可吸入无机物 | RI(kg PM2.5 eq) | 0 | -- | -- |
| 臭氧层消耗 | ODP(kg CFC-11 eq) | 0 | -- | -- |
| 光化学臭氧合成 | POFP(kg NMVOC eq) | 0 | -- | -- |

6、数据集适用范围

- 类似于双绉先织后染工艺的其他面料的丝绸服装产品均可采用本数据集所建立的丝绸服装 LCA 模型。
- 其他不是先织后染工艺的丝绸服装产品，与双绉先织后染工艺不同，其 LCA 模型存在较大差异，需另行展开 LCA 研究。
- 其他不是丝绸类的服装产品，与丝绸服装产品生产工艺差别较大，故 LCA 模型存在较大差异，需另行展开 LCA 研究。