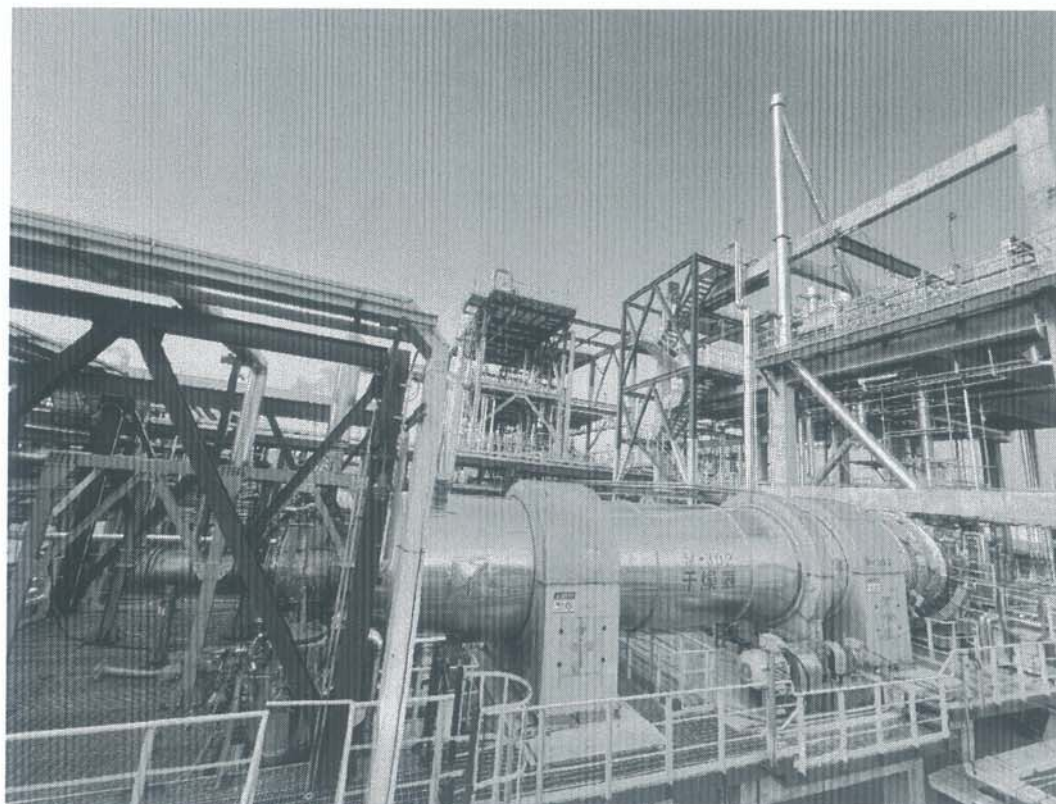


1t 流化床干燥器产品碳足迹报告



编制单位：北京新纪源认证有限公司

编制日期：2025年5月



目 录

缩略词	3
摘要	4
1. 产品碳足迹介绍	5
2. 企业及产品介绍	5
3. 目标与范围定义	5
3.1 研究目的.....	7
3.2 研究范围.....	7
3.2.1 声明单位.....	8
3.2.2 系统边界.....	8
3.2.3 分配原则.....	9
3.2.4 取舍准则.....	9
3.2.5 相关假设.....	9
3.2.6 影响类型和评价方法.....	9
3.2.7 软件和数据库.....	10
3.2.8 数据质量要求.....	10
4. 生命周期清单分析	12
4.1 原始数据.....	12
4.2 背景数据.....	15
5. 影响评价	16
5.1 碳足迹贡献分析.....	16
5.2 生命周期阶段贡献分析.....	17
5.3 单元过程贡献分析.....	17
6. 结果解释	18
6.1 重大问题的识别.....	18
6.2 完整性、不确定性和一致性检查.....	18
6.2.1 完整性检查.....	18
6.2.2 不确定性分析.....	19
6.2.3 一致性.....	19
6.3 结论.....	20
6.4 局限性和建议.....	21

缩略词

简称	全称
IPCC	International panel on climate change(联合国政府间气候变化专门委员会)
CFP	Carbon footprint of a product (产品碳足迹)
HFC	Hydrofluoro Carbon(氢氟碳化物)
PFC	Perfluoro Carbon (全氟碳化物)
CO ₂ e	Carbon Dioxide Equivalent(二氧化碳当量)
LCA	Life cycle assessment(生命周期评价)
BSI	British Standards Institution(英国标准协会)
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development(世界企业可持续发展理事会)
ISO	International Organization for Standardization(国际标准组织)
PEF	Product Environment Footprint(产品环境足迹)
GWP	Global Warming Potential(全球暖化潜值)
ELCD	European Life Cycle Database(欧洲生命周期参考数据库)
USLCI	United States Life Cycle Inventory(美国生命周期清单数据库)

摘要

本研究的目的是根据生命周期评价 (LCA) 方法, 按照 ISO14040:2006、ISO14044:2006、ISO14067:2018 标准的要求, 核算天华院(南京)智能制造有限公司的 1t 流化床干燥器产品, 从“摇篮”到“大门”的碳足迹。

根据各相关方沟通的需求, 本研究的功能单位(声明单位)定义为: 1t 流化床干燥器产品。研究的系统边界定义为“摇篮”到“大门”, 其中涵盖了上游原材料(S22053 不锈钢、碳钢、钢化硼硅玻璃、焊材、产品包装材料等)的生产过程, 产品现场生产加工的能源消耗。研究得到: 1t 流化床干燥器产品的碳足迹值为 854.3530kgCO₂ eq, 其中原材料获取阶段的碳排放为 91.6361kg CO₂ eq(10.7%), 生产加工阶段的碳排放为 762.7169kg CO₂eq (89.3%)。

研究采用 Simapro 软件实现了产品的生命周期建模、计算和结果分析, 以保证数据和计算结果的可溯性和可再现性。研究过程中, 为了保证数据质量, 实景数据来源于天华院(南京)智能制造有限公司的现场收集, 背景数据来源于 Ecoinvent 3.8, 数据库是国际上公认和广泛采用的生命周期数据库。

1. 产品碳足迹介绍

近年来，“碳足迹”这个术语越来越广泛地在全世界范围内所使用。碳足迹通常是针对产品或服务，偶尔也会用在组织和项目甚至更广的对象上。产品碳足迹（carbon footprint of a product, CFP）是指衡量某个产品在其生命周期各阶段的温室气体排放量总和，即从原材料开采、产品生产（或服务提供）、分销、使用到最终处置/再生利用等多个阶段的各种温室气体排放的累加。温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）和全氟化碳（PFCs）等。碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体排放量的加权之和，用二氧化碳当量（CO₂e）表示，单位为 kg CO₂e 或者 g CO₂e。特征化因子，即每种温室气体（kg CO₂e/kg 气体）的全球变暖潜值（GWP₁₀₀），通常采用联合国政府间气候变化专家委员会（IPCC）提供的值，目前这套因子被全球范围广泛使用。

在“低碳社会”、“低碳经济”受到广泛关注的今天，越来越多的企业通过产品碳足迹调查，帮助企业发现减少产品温室气体排放、实现节能减排的途径；同时也是一种促进绿色消费的重要手段，从而支持可持续的生产与消费。低碳产品对消费者有更强的吸引力，企业可以将产品碳足迹作为长期战略的组成部分，并以此与市场上同类产品形成区别，从而提高产品和企业的竞争力。此外，通过对产品碳足迹的评估和针对性的改进，可以提高企业和供应链在原材料使用和产品生产上的效率，这也有利于企业成本的降低。

产品碳足迹基于 LCA 的评价方法，将气候变化作为单一影响类别，只计算产品生命周期中的温室气体排放量。国际上已建立起多种碳足迹评估指南和要求，用于产品碳足迹认证。其中，国际标准化组织（ISO）发布的碳足迹国际标准 ISO14067:2018 最具权威性，也是本次碳足迹研究所遵循的准则。

2. 企业及产品介绍

天华院（南京）智能制造有限公司成立于 2008 年，地处江苏省南京市江宁滨江经济开发区，是天花化工机械及自动化研究设计院有限公司（以下简称“天华院”）在南京建设的国内重要的大型智能装备制造企业，隶属中国中化控股有限责任公司。

天华院前身为化工部化工机械研究院，是我国三大化工装备研究院之一，在化工装备研发、制造等方面处于国内领先地位，部分技术产品达到国际先进水平。天华院（南京）智能制造有限公司作为天华院重要的科研生产基地和成果转化基地，拥有智能化、高端化的加工装备和制造功能配套完整、生产过程分工明确、加工流程衔接有序的制造体系。

公司占地面积 133140.79m²，注册资本 18000 万元，资产总额 116047 万元，2023 年实现营业收入 4.5 亿元。主要从事以干燥技术设备为代表的化工单元装备的制造。自投产以来，完成了大型 PTA 装置蒸汽管回转圆筒干燥机组的自主制造和出口、过滤洗涤干燥一体化机组自主制造和替代进口；完成了大型 PVA 装置双轴桨叶干燥机组、环管反应器、余热锅炉的设计制造。其中，设计制造整体交货的最大非标设备直径达 $\phi 6300\text{mm}$ ，长度达 69m，多项产品技术达到国内、国际同类产品领先水平。

公司持有国家统一颁发的 A1 级大型高压容器生产许可证（含设计）、辐射安全许可、安全生产二级标准化证书及美国机械工程师学会颁发的 ASME “U”、“S” 钢印制造许可证等；通过了 GB/T 19001-2016 质量管理体系认证，GB/T 24001-2016 环境、GB/T 45001-2020 职业健康安全以及中石油 Q/SY 08002.1-2022、中石化 HSE 管理体系认证，并建有独立完善的管理体系；公司制造的大型、重型设备先后获得 PED 认证、JIS 认证及 DOS 认证。目前，公司正在全力推进中国中化 FORUS 体系建设，力争到 2035 年实现全球 HSE 领跑者目标。

公司先后获批国家高新技术企业、南京市及江苏省工程技术研究中心、南京市创新型领军企业、南京市及江苏省企业技术中心、江苏省及国家级专精特新“小巨人”企业等荣誉与称号。

公司坚持科学至上、走差异化发展道路，围绕创新驱动，对内苦练“数智化”精细管理内功，对外加强创新协同，进一步完善科技创新与成果转化体系建设，加快装备研发与智能制造相融合，通过满足客户个性化装备需求，奋力打造原创技术策源地与现代产业链链长，为化工行业持续发展提供装备支撑，在十四五末，发展成为国际一流的化工装备工程技术服务商，充分彰显国资央企“制造强国”的使命担当。

公司所生产的流化床干燥器适用于散粒状物料的干燥，如医药药品中的原料

药、压片颗粒料、中药;中剂、化工原料中的塑料树脂、柠檬酸和其它粉状、颗粒状物料的干燥除湿,还用于食品饮料;中剂,粮食加工,玉米胚芽、饲料等的干燥,以及矿粉、金属粉等物料。

3. 目标与范围定义

3.1 研究目的

本研究的目的是按照 ISO14040:2006、ISO14044:2006、ISO14067:2018 标准的要求,评估天华院(南京)智能制造有限公司的 1t 流化床干燥器产品的碳足迹。该研究旨在为第三方碳足迹验证和验证提供详细的信息和数据支持,为公司自身的产品设计、材料采购和生产控制提供可靠的碳排放信息,并为建立碳中和品牌和中国“绿色制造”战略的实施做准备。

研究的结果还可为认证方、企业、产品设计师、采购商及消费者提供有效的信息沟通。研究结果的潜在沟通对象面向的群体有:天华院(南京)智能制造有限公司的管理人员、产品设计师,产品的采购商和消费者,以及企业的外部利益相关者,如原材料供应商,政府部门和环境非政府组织等。

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
- 同类产品对比
- 绿色采购和供应链决策
- 申报绿色工厂

3.2 研究范围

本项目碳足迹核算依据国际标准如下:

- ISO14067:2018 温室气体-产品碳足迹-量化与交流的要求与指南
- ISO14040:2006 环境管理生命周期评价原则与框架
- ISO14044:2006 环境管理生命周期评价要求与指南

本产品类型尚无适合的产品种类规则(PCR)可供参考,主要按照 ISO14067:2018、ISO14040:2006、ISO14044:2006 标准的一般要求,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。

3.2.1 声明单位

为方便系统中输入/输出的量化，以及后续企业披露产品的碳足迹信息，或将本研究结果与其他产品的环境影响作对比，本研究声明单位定义为：1t 流化床干燥器产品（注：本次核查过程中所选取的产品样本为一个流化床干燥器产品其净重为 12022.81kg）。

3.2.2 系统边界

本次研究的系统边界为“摇篮”到“大门”，包括原材料获取阶段和生产阶段。原材料获取阶段包括生产 1t 流化床干燥器产品所需的 S22053 不锈钢、碳钢、钢化硼硅玻璃、焊材、产品包装材料等原辅材料生产和运输。生产过程中的能源消耗以电为主，电力背景数据参考中国电力能源结构。生产过程中所产生的金属固废均可回收再利用；且公司所提供的产品在使用过程中设备自身暂无能源消耗；同时该产品根据顾客具体使用要求以及产品的具体迭代情况无法知晓具体的报废情况；故不在此次的研究范围。

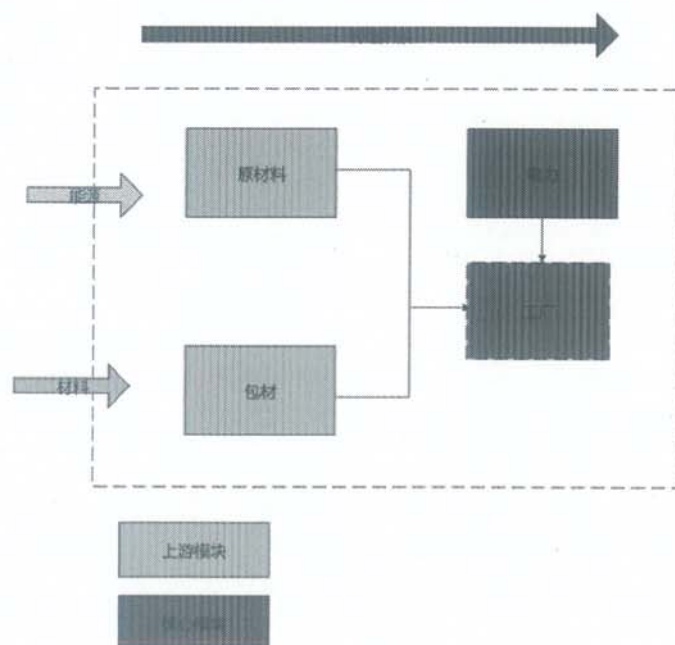


图 1 系统边界

3.2.3 分配原则

许多过程常不只一个功能或输出，过程的环境负荷需要分配到不同的功能和输出中，ISO 相关标准对分配有具体规定，包括 a. 避免分配；b. 以物理因果关系为基准分配环境负荷；c. 使用社会经济学分配基准。

本次研究的分配如下：生产过程中的电力消耗根据产品产量进行分摊。

3.2.4 取舍准则

参考欧盟发布的产品环境足迹(Product Environment Footprint, PEF)指南中对取舍准则的要求，本研究采用的取舍准则包括：

a. 基于输入/输出占比：舍去质量或能量输入/输出小于总质量或能量 1% 的输入/输出，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，例如稀有金属、温室气体、有害物质等；

b. 基于环境影响的比重：以类似投入估算，排除实际影响较小的输入/输出。对于碳足迹，如果单个输入/输出占总碳足迹 $<1\%$ ，则此输入/输出可从系统边界中舍去。

本次核查过程中因彩条布使用量为 20kg，在总产品中的占比为 0.164%；故进行了舍去，符合要求。

3.2.5 相关假设

在生命周期评价过程中，会出现数据缺失或情景多样化的情况，生命周期评价执行者需要明确相关假设和限制。本次研究的相关假设如下：

(1) 假设产品保证正常使用情况下，一般情况下产品可 24 小时连续使用。

3.2.6 影响类型和评价方法

基于研究目标的定义，本研究选择对产品生命周期的全球变暖潜值(Global Warming Potential, GWP)进行分析，因为 GWP 是用来量化产品“碳足迹”的环境影响指标。

碳足迹量化评价方法的选用考虑方法符合 ISO14067:2018、ISO14040:2006、ISO14044:2006 标准的要求，并考虑方法的科学性、特征化因子的可获得性以及方法的适用性，表 1 展示了环境影响及评价模型。

表 1. 环境影响类型及评价模型

环境影响类型	评价模型	贡献物质	影响类型参数	单位	方法来源	影响类型特点
气候变化	伯尔尼模型 -100 年内的 全球变暖潜 值	CO ₂ 、 CH ₄ 、 CFC 等	全球变暖潜势 (GWP 100)	kg CO ₂ e	IPCC, 2021	全球性 影响类 型

全球变暖潜势 (GWP): IPCC 第六次评估报告 (2021 年) 提出的方法来计算产品生命周期的 GWP 值, IPCC (2021) 方法中涵盖了多种 GHG 物质, 包括二氧化碳 (CO₂), 甲烷 (CH₄), 氧化亚氮 (N₂O), 四氟化碳 (CF₄), 六氟乙烷 (C₂F₆), 六氟化硫 (SF₆), 氢氟碳化物 (HFCs) 和哈龙等。该方法基于 100 年时间范围内其他温室气体与二氧化碳相比得到的相对辐射影响值, 即特征化因子, 此因子用来将其他温室气体的排放量转化为 CO₂ 当量 (CO₂e)。例如, 1kg 甲烷在 100 年内对全球变暖的影响相当于 28 kg 二氧化碳排放对全球变暖的影响, 因此以二氧化碳当量 (CO₂e) 为基础, 甲烷的特征化因子就是 28 kg CO₂e。

3.2.7 软件和数据库

在研究中, Simapro9.5 软件被用来建立产品的生命周期模型, 计算碳足迹结果。Simapro 是由荷兰 Pre Consultant 公司研发的专业 LCA 软件, 支持全生命周期过程分析, 其中内置了瑞士的 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库 (ELCD) 以及 Agri-footprint、USLCI 等多个数据库。本研究中, 使用了 Ecoinvent 数据库中的数据。

Ecoinvent 数据库由瑞士生命周期研究中心开发, 包括西欧、瑞士、中国等地区的数据, 该数据库包含 10000 条以上的产品和服务数据集, 涉及化工、能源、运输、建材、电子、纸浆和纸张, 废物处理和农业活动等。相关链接 <http://www.Ecoinvent.org>。

3.2.8 数据质量要求

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: 依据取舍原则;
- 数据代表性: 技术、地域以及时间的代表性;
- 精度: 测量每个数据值的可变性 (例如方差)。

为了准确的评估数据质量，在 SimaPro 中使用所谓的系谱矩阵（最初由 Weidema（1996）开发）来估计几何标准偏差。每个数据点根据六个标准加上基本不确定因素（取决于数据类型）进行评估。使用以下等式计算 95%置信区间或平方几何标准偏差：

$$U^2 = \sum_{n=1}^5 U_n^2$$

因子 U_1^2 至 U_5^2 是指（1）可靠性、（2）完整性、（3）时间相关性、（4）地理相关性、（5）技术相关性（见表 2）。

表 2. 数据质量（不确定度）得分表

分数	1	2	3	4	5
U1 可靠性	检验数据基于测量	检验数据部分基于假设或者未证实数据基于测量	未证实数据部分基于合格的评估	合格的评估（像工业专家）；数据来源理论信息（化学计量、焓等）	不合格评估
	1.00	1.05	1.10	1.20	1.50
U2 完整性	代表性数据来自所考虑市场的所有相关站点，一定时期内平稳波动	代表性数据来自所考虑市场的 > 50% 相关站点，一定时期内平稳波动	代表性数据来自所考虑市场的 << 50% 相关站点，或者更短时期内 > 50% 站点	代表性数据来自所考虑市场的一个站点或者更短时间内的一些站点	代表性未知，或者数据来源于更短时间的少量站点
	1.00	1.02	1.05	1.10	1.20
U3 时间相关性	与参考年份相差少于 3 年	与参考年份相差少于 6 年	与参考年份相差少于 10 年	与参考年份相差少于 15 年	数据年龄未知，或与参考年份相差大于 15 年
	1.00	1.03	1.10	1.20	1.50
U4 地域相关性	数据来源于正在研究的区域	平均数据来源于包括正在研究区域以内的更大区域	数据来源比正在研究更小的区域或者相似区域	数据来源于有相似生产状况的区域	数据来源于未知区域或者明显不同的区域
	1.00	1.01	1.02	1.05	1.10

U5 技术相关性	数据来源于正在研究企业，流程和材料（例如相同的技术）	数据来源于相同技术，不同企业的流程和材料	数据来源与同一技术的相关流程或者材料，或者正在研究的流程和材料但是不同技术	数据来源于不同技术的相关流程和材料，或者数据来源于实验室规模的流程和相同技术	数据来源于实验室规模不同的技术的相关流程和材料
	1.00	1.05	1.20	1.50	2.00

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现场特定数据；当无法收集现场特定数据时，使用非现场特定数据且经过第三方审查的原始数据。背景数据全部来自 Ecoinvent 数据库，数据库中的数据是经严格审查，并广泛应用于国际上的 LCA 研究。

4. 生命周期清单分析

本研究的生命周期数据包括原始数据和背景数据。

原始数据由天华院（南京）智能制造有限公司各部门相关人员收集、计算，并由核查人员进行核对。背景数据来自 Ecoinvent 3.8 数据库。

4.1 原始数据

前景数据由公司员工收集并提供。前景数据通过现场调查按照“摇篮”到“大门”的方法收集，数据收集者通过物料平衡检查对数据进行审核。报告人向数据收集人员证实了这些数据。原始数据的搜集时间段为 2024 年 1 月 1 日到 2024 年 12 月 31 日。

原材料消耗量由收集人员提供，并依据功能单元进行计算。根据公司统计数据收集用电量等。各工序的输入和输出根据功能单元进行计算。

因在核查现场无该产品的生产仅能通过现有产品图纸标注重量以及所能抽取到的组件进行数据核查。

表 3-1 一个流化床干燥器产品的原材料获取阶段清单

名称	物质或成分名称（含比例）	数据	单位
封头 EHA300X12（10.2）	S22053 不锈钢	1480.8	kg
补强圈 300X8-C	S22053 不锈钢	9.58	kg

法兰	S22053 不锈钢	37.68	kg
补强圈 450X8-C	S22053 不锈钢	16.9	kg
K1 接管	S22053 不锈钢	1.66	kg
视镜 I	钢化硼硅玻璃	85.14	kg
保温支架 I	碳钢	92	kg
锥段%%c3000/%%c2400	S22053 不锈钢	3460	kg
上床体	S22053 不锈钢	4763.14	kg
下床体	S22053 不锈钢	899.45	kg
封头 EHA2400X10 (8.2)	S22053 不锈钢	251.6	kg
下料管	S22053 不锈钢	244.68	kg
排气管	S22053 不锈钢	160.2	kg
拉筋	S22053 不锈钢	9.75	kg
筛板 I	S22053 不锈钢	13.4	kg
筛板 II	S22053 不锈钢	67	kg
筋板 t5	S22053 不锈钢	0.12	kg
支撑板 III t5	S22053 不锈钢	0.12	kg
筋板 t5	S22053 不锈钢	0.12	kg
K4 料位口	16 Mn II	12	kg
K3 接管	S22053 不锈钢	4.5	kg
K2 料位口	16 Mn II	26	kg
补强圈 450X8-C	S22053 不锈钢	16.9	kg
补强圈 300X8-C	S22053 不锈钢	9.58	kg
S4 接管	S22053 不锈钢	3.68	kg
铭牌	S22053 不锈钢	1	kg
视镜 II	S22053 不锈钢	24.8	kg
支撑筋板 I	S22053 不锈钢	2	kg
支撑筋板 II	S22053 不锈钢	2	kg
支撑筋板 III	S22053 不锈钢	1.5	kg
支撑筋板 IV	S22053 不锈钢	1.5	kg

吊耳	碳钢	37.25	kg
接地板 150X60X8	S22053 不锈钢	2.8	kg
导向架	S22053 不锈钢	102.6	kg
六角螺栓	S22053 不锈钢	115.74	kg
螺母	S22053 不锈钢	57.46	kg
垫片	S22053 不锈钢	0.05	kg
等长双头螺柱	35CrMoA	7.8	kg
开口销	35CrMoA	0.31	kg
焊材	E2209	363	kg
焊接气体	CO ₂	21	kg
垫木	木头	150	kg
彩条布	布	20	kg
陆运	16-32t	2442.15432	tkm

表 4 一个流化床干燥器产品的生产阶段清单

名称	描述	数据	单位
电力	市电	9448.2	kWh

4.2 背景数据

背景数据大多来自 Ecoinvent 3.8，如果可能的话，使用的是中国本地数据。数据质量从 5 个方面进行评估，评估准则见 3.2.8。

表 5 背景数据和数据质量

名称	数据集	数据来源	数据质量
S22053 不锈钢	Steel, stainless 304, flat rolled coil/kg/RNA	Ecoinvent 3.8	(1,1,1,2,2)
钢化硼硅玻璃	Glazing, double, U<1.1 W/m ² K, laminated safety glass {RoW} glazing production, double, U<1.1 W/m ² K, laminated safety glass Cut-off, S	Ecoinvent 3.8	(1,1,1,2,2)
碳钢	Steel, unalloyed {RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, S	Ecoinvent 3.8	(1,1,1,2,2)
16Mn II	Steel, low-alloyed {CH} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, S	Ecoinvent 3.8	(1,1,1,2,2)
35CrMoA	Steel, chromium steel 18/8 {RoW} steel production, electric, chromium steel 18/8 Cut-off, S	Ecoinvent 3.8	(1,1,1,2,2)
E2209	Steel, stainless 304, flat rolled coil/kg/RNA	Ecoinvent 3.8	(1,1,1,2,2)
CO ₂ 气体	Carbon dioxide, liquid {RoW} carbon dioxide production, liquid Cut-off, S	Ecoinvent 3.8	(1,1,1,2,2)
木头	Residual wood, dry {GLO} market for residual wood, dry Cut-off, S	Ecoinvent 3.8	(1,1,1,2,2)
陆运	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RoW} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 Cut-off, S	Ecoinvent 3.8	(1,1,1,1,1)
电力	Electricity, low voltage {CN} market group for electricity, low voltage Cut-off, S	Ecoinvent 3.8	(1,1,1,2,3)

5. 影响评价

5.1 碳足迹贡献分析

研究采用 SimaPro 9.5 软件进行碳足迹计算，分析得出一个流化床干燥器产品（总重量为 12022.81kg）的碳足迹值为 10271.723kgCO₂eq.，其中原材料获取阶段的碳排放为 1101.723kgCO₂eq.（10.7%），生产加工阶段的碳排放为 9170kgCO₂ eq.（89.3%）。碳足迹贡献情况见表 6。

表 6 一个流化床干燥器产品的碳足迹贡献

阶段	单元过程	GWP	贡献	单位
原材料获取 阶段	S22053 不锈钢	318	3.1%	kg CO ₂ e
	钢化硼硅玻璃	2.02	0.0197%	kg CO ₂ e
	碳钢	227	2.21%	kg CO ₂ e
	16Mn II	15.4	0.15%	kg CO ₂ e
	35CrMoA	40	0.39%	kg CO ₂ e
	E2209	0.303	0.00295%	kg CO ₂ e
	CO ₂ 气体	18.4	0.179%	kg CO ₂ e
	垫木	20.6	0.201%	kg CO ₂ e
	陆运	460	4.48%	kg CO ₂ e
生产阶段	电力	9170	89.3%	kg CO ₂ e
合计		10271.723	100%	kg CO ₂ e

5.2 生命周期阶段贡献分析

根据表 6 中的数据，按照产品各生命周期阶段，对各阶段的碳足迹贡献做图分析，见图 2。

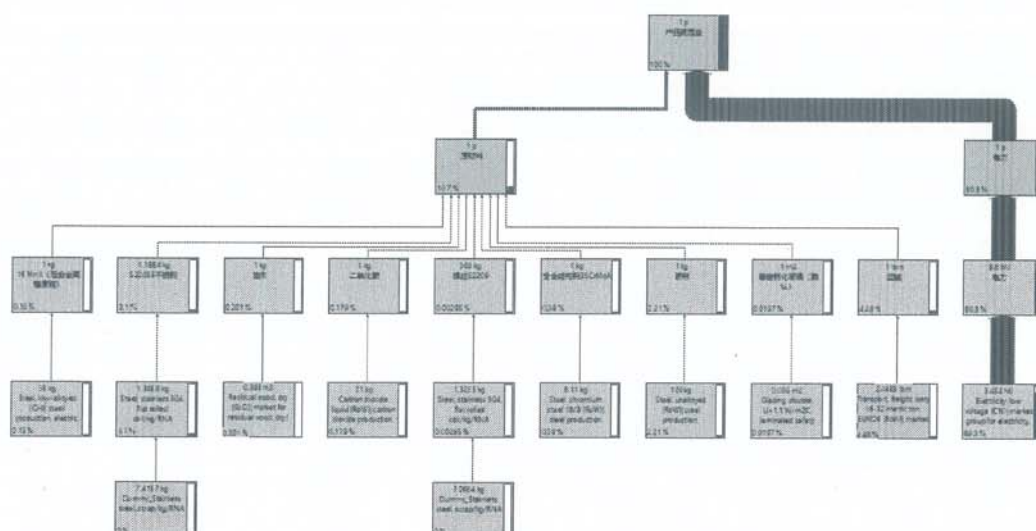


图 2 一个流化床干燥器产品的各阶段碳足迹及贡献

在产品生命周期阶段内，碳足迹贡献最大的是生产加工阶段，碳排放为 9170 kgCO₂eq.，占比为 89.3%；原材料获取阶段，碳排放分别为 1101.723kg CO₂ eq.，占比为 10.7%。

产品的化石碳排放占比 99%以上；生物碳和土地利用碳占比很小，可以忽略不计。

5.3 单元过程贡献分析

原材料获取阶段单元过程的环境负荷见图 3（只展示环境贡献较大的单元过程）。由分析结果可得，环境负荷最大的是原材料运输的碳排放为 460kg CO₂ eq.，占产品碳排放的 4.48%；其次是 S22053 不锈钢和碳钢的碳排放为 318kg CO₂ eq. 和 227kg CO₂ eq.，占产品碳排放 3.1%和 2.21%；其他材料的碳排放较小。

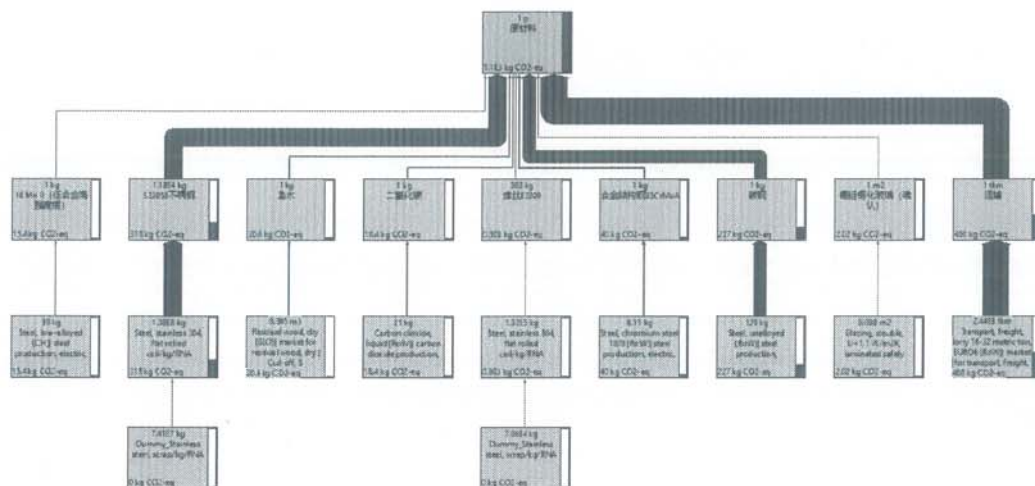


图 3 一个流化干燥器产品原材料获取阶段碳排树图

生产阶段的环境负荷主要来自电力消耗，电力的碳排放为 9170kg CO₂eq.，占产品碳排放的 89.3%。

6. 结果解释

根据 ISO14040:2006、ISO14044:2006、ISO14067:2018 对生命周期结果解释的要求，该阶段主要包括的内容有：对重大问题的识别，进行完整性、敏感性、不确定性和一致性检查，最后提出结论、局限性和建议。

6.1 重大问题的识别

影响评价章节对 1t 流化床干燥器产品的碳足迹做了贡献分析，章节 5.2 从生命周期阶段和单元过程分析了产品的碳排放，对主要问题分析如下：

按照生命周期阶段贡献结果来看，1t 流化床干燥器产品环境负荷主要来自生产阶段电力的消耗。

6.2 完整性、不确定性和一致性检查

6.2.1 完整性检查

按照 ISO14067:2018 的要求，实施了全生命周期的完整性检查，包括：

——产品生命周期过程的完整性(摇篮到大门)：

本研究界定的系统边界为摇篮到大门。系统边界包括原材料阶段、产品制造阶段。两个生命周期阶段相关的过程都已纳入。

——是否包括所有相关的输入输出：

根据表 3 和 4，所收集的现场特定数据包括生产该产品所需的原材料、能源数据、资源数据和材料的运输数据。原始数据的收集已经完成。

具有显著贡献的排放和移除都已纳入，取舍准则规定应纳入的输入/输出都已纳入。

根据完整性检查结果，本研究的生命周期环境影响分析与确定的研究目标一致，原始和辅料数据的收集完整。

6.2.2 不确定性分析

本项目所研究 1t 流化床干燥器产品的实景数据来源于企业调研数据，调研数据为 2024 年度 1~12 月的生产数据，由于样本时长原因，样本量有限。背景数据来源于 Ecoinvent 3.8 数据库，代表了国内外具有一定规模企业的一般生产水平，且经过数据质量认证。但由于数据收集的难度，本研究遵循数据取舍原则，在选定系统边界和环境影响指标的基础上，忽略部分重量较小且对于本研究的环境影响结果影响较小的因素，从而简化数据收集和评价过程，本次核查过程中对包装材料——彩条布予以舍去；同时在核查现场对能够获取的辅料——垫片、开口销、螺母、等长双头螺柱进行称重时采取四舍五入的方式选取称重数据前两位，且影响 $<1\%$ ；同时垫木的密度的选取值为 $0.38\text{t}/\text{m}^3$ ；特此说明。

此外，仪表仪器进行测量统计时存在系统误差，导致本报告所使用 BOM 数据可能与实际生产投入存在一定偏差，报告所述结果数值可能与实际存在不可避免的系统误差。本报告的评价结果仅适用于 1t 流化床干燥器产品碳足迹环境影响研究，同类企业测算数据可能与本报告存在一定偏差。最后根据 SimaPro 中的系谱矩阵（最初由 Weidema（1996）开发）来评估数据质量，数据质量评估结果见表 5。

6.2.3 一致性

按照 ISO14044:2006 标准的要求，应从以下几个方面进行一致性检查：

a) 在产品系统生命周期和不同产品系统之间的数据质量差异是否与研究的

目标和范围一致？

参考表 3-表 5 的原始和背景数据。

b) 区域和/或时间差异(如果有的话)是否一致地应用？

在地理分布上，根据产品原材料来源调查，产品消费的主要原材料集中在中国，但研究使用的数据集大多来自全球平均水平；在地域代表性和实际代表性上存在着差异。在时间表示上，基本可以代表实际生产水平。

c) 分配规则和系统边界一致应用于所有产品系统吗？

原始数据涵盖原材料获取和产品生产加工阶段，二手数据的系统边界为“从摇篮到大门”，与定义的系统边界一致。

d) 影响评估的要素是否被一致应用？

本研究中所应用的影响评价模型是 IPCC2021 评价模型，方法的选用主要考虑符合国际标准 ISO14044:2006、ISO14067:2018 的要求。

6.3 结论

本研究获得了 1t 流化床干燥器产品的碳足迹值，研究获得的碳足迹值代表天华院（南京）智能制造有限公司 2024 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日期间生产的 1t 流化床干燥器产品的实际生产水平，结果可用于产品的碳足迹认证，产品绿色设计。

分析得出 1t 流化床干燥器产品的碳足迹值为 854.3530kgCO₂eq.，原材料获取阶段的碳排放为 91.6361kg CO₂ eq.（10.7%），生产加工阶段的碳排放为 762.7169kgCO₂eq.（89.3%）。从受核查目前生产经营的实际情况贡献分析大部分碳排放来自生产过程中电能的消耗，原材料获取阶段的 S22053 不锈钢、碳钢的消耗以及原材料运输过程中能源的消耗。

减排潜力最大的是生产过程中电力消耗，受核查方可以通过使用清洁能源或购买绿色电力替代化石能源，预估减少 3%左右的碳排放；因公司所使用的原材料重量较大，可以选择本地供应商从而减少原材料获取运输过程中的碳排放量，同时受核查方还应关注今后生产工艺变化所带来的排放源以及碳排放量的变化。

本研究按照 ISO14040:2006、ISO14044:2006、ISO14067:2018 的要求来执行，检查了研究的完整性、敏感性、一致性，确保提供的数据对企业、第三方机构、

其他环境管理机构以及公众而言具较为可靠地评价结论。

6.4 局限性和建议

本研究的局限性有两方面，一是将气候变化作为单一影响类别，二是与方法相关的限制。

CFP 可以是影响“气候变化”关注领域的产品生命周期的一个重要环境方面。产品的生命周期可能会对其他相关领域（例如资源枯竭、空气、水、土壤和生态系统）产生影响。除了气候变化之外，LCA 还可以涵盖与产品生命周期相关的更多关注领域。LCA 的一个目标是允许就环境影响做出明智的决定。归因于 CFP 的气候变化只是产品生命周期可能产生的多种环境影响之一，不同影响的相对重要性可能因产品而异。在某些情况下，尽量减少单一环境影响的行动可能会导致其他环境方面产生的更大影响（例如，减少水污染的活动可能导致产品生命周期中温室气体排放量的增加，而使用生物质减少温室气体排放会对生物多样性产生负面影响）。仅基于单个环境问题的有关产品影响的决策可能与与其他环境问题相关的目标和目标相冲突。CFP 或部分 CFP 不应成为决策过程的唯一组成部分。

CFP 是基于 LCA 方法计算的。ISO 14040 和 ISO 14044 解决了其固有的限制和权衡。这些包括建立功能或声明的单元和系统边界、适当数据源的可用性和选择、分配程序和关于运输、用户行为和报废情景的假设。某些所选数据可能仅限于特定地理区域（例如国家电网）和/或可能随时间变化（例如季节性变化）。还需要价值选择（例如选择功能或声明的单元或分配程序）来模拟生命周期。这些方法上的限制会对计算结果产生影响。因此，量化 CFP 的准确性有限，也难以评估。

产品碳足迹核查信息表

产品碳足迹核查信息表

核查委托方	天华院（南京）智能制造有限公司				
地址	南京市江宁滨江经济开发区喜燕路 69 号				
联系人	柴麟奕	联系方式	15294496607		
产品生产企业	天华院（南京）智能制造有限公司				
地址	南京市江宁滨江经济开发区喜燕路 69 号				
产品名称	流化床干燥器产品				
产品系列/规格/型号	/				
核算依据	ISO 14067:2018《温室气体 产品碳足迹量化的要求和指南》				
生命周期阶段	从摇篮到大门				
产品碳足迹功能单位	1t 流化床干燥器产品				
碳足迹 (CO ₂ -eq)	854. 3530kgCO ₂ eq.				
核查结论: 经核查，天华院（南京）智能制造有限公司生产的 1t 流化床干燥器产品，依据 ISO14067:2018 要求执行产品生命周期温室气体排放量的核查，核查结果确认符合 ISO 14067:2018 标准要求。 1t 流化床干燥器产品从“摇篮”到“大门”的生命周期阶段碳足迹排放为：854. 3530kg CO₂-eq. 。					
核查组长	张鲁锡	签名 (亲笔)		核查日期	2025 年 05 月 24 至 25 日
核查组成员	梁斌				