

热处理工业炉 产品碳足迹评价报告

(基于 ISO 14067: 2018)

报告主体单位：河南天利热工装备股份有限公司

报告编制单位：河南德能环保科技有限公司

2023年8月1日



目 录

1. 概述	1
1.1 企业介绍	1
1.2 产品介绍	4
1.3 报告书制作目的	6
1.4 碳足迹评价工作小组	6
2. PCR 及其他补充性要求	7
3. 碳足迹计算范围	7
3.1 包含的温室气体	7
3.2 数据收集期限与地点	7
3.3 功能单元与基准流	8
3.4 系统边界	8
3.5 截断	9
4. 生命周期清单收集与计算	10
4.1 数据收集与数据质量管理	10
4.2 计算方法与评价工具	11
4.3 各过程活动数据清单	12
5. 碳足迹评价结果	13
5.1 碳足迹总量	13
5.2 完整性和一致性检查	17
5.3 资料品质	18
5.4 产品碳足迹研究的局限性说明	18
6. 碳足迹评价结果解释	19
参考文献	20

1. 概述

1.1 企业介绍

河南天利热工装备股份有限公司（以下简称天利热工）成立于 2003 年，2018 年 2 月 4 日正式挂牌新三板，成为上市企业（股票代码：872609）。

天利热工是中国热处理行业协会副会长单位、河南省铸造学会常务理事单位、河南省热处理专业委员会理事单位、新乡市创新型企业、新乡市知识产权示范企业、河南省知识产权优势企业、河南省节能减排科技创新示范企业、国家科技型中小企业、国家知识产权优势企业、工业企业知识产权运用试点企业、国家高新技术企业、国家第三批专精特新“小巨人”企业，河南省工信厅认定的“河南省智能装备培育企业”“河南省质量标杆企业”“河南省制造业单项冠军培育企业”“河南省绿色工厂”“河南省第一批绿色制造系服务供应商”，是国内唯一一家热处理企业入围国家生态（绿色）设计试点企业和“两化融合贯标示范企业”。

近年来，主导产品趋向大型化、绿色化、智能化，主导产品连续型生产线、大型台车式、井式、网带式、推杆式、托辊式、气氛保护式等各大种类炉型近 50 个品种，已长期广泛应用于《中国制造 2025》确定的航空航天、海洋工程、轨道交通、风电核电、冶金钢铁、重工机械等重点技术领域，产品以节能、环保、高效、精确控制、操作安全方便、经济实用得到用户的广泛赞誉，深受用户欢迎和好评。

当前，天利热工主导产品全国市场占有率达到 15%，名列前三名，省内市场占有率 60%，位列第一，现已成为中部地区实力最强、规模最大的热处理装备研发、生产基地，是处于高速发展阶段的高端、特色装备制造企业。

天利热工具有健全的科技研发体系，拥有“新乡市热处理装备工程技术研究中心”“河南省节能环保智能型热处理高端装备工程技术研究中心”“新型节能热处理装备河南省工程实验室”，与河南工学院共建“河南省金属材料改性技术工程技术研究中心”，是国家（热处理行业）中小企业公共服务示范平台“燃气加热热处理装备及技术研究服务基地”。

天利热工瞄准行业发展趋势和关键共性技术，前瞻布局，在河南省率先牵头组建了“河南省热处理高端装备产业技术研究院”，首批建设了“新乡市高端热处理装备产业研究院”，现有员工 92 人，科技人员 28 人，占比约 30%，同时外聘有一批强大的专家顾问团队，协同研发实力雄厚，创新联盟核心技术突出。在技术交流与合作方面，企业先后与北京理工大学、兰州理工大学、郑州大学、河南科技大学、河南工学院及北京机电研究所、西安电炉研究所等多家科研院所建立了紧密的长期技术合作关系及与中车、中航、中船、中核等国家大型企业集团建立了战略合作伙伴关系，结成了跨省、市，跨行业的技术协作群体，形成了“产、学、研、用”四结合的技术创新研发体系，共同承担科研项目，联合开发研制产品。

天利热工为加强技术创新力度，加快产品结构调整优化，使产品向高技术含量、高附加值方向发展，企业近年来坚持以销售收入的 7% 以上投入科技开发，先后开发新产品 80 余项，从 2016 年至 2020 年已连续 5 年有 2 项产品和 3 新技术列入《国家工业节能技术装备推荐目录》，其中：2016 年研制的“RT120 型台车式燃气退火热处理炉”被工信部列入《国家节能机电设备（产品）推荐目录第六批》，2017 年研制的“蓄热式台车燃气炉（TOT-32-850）”被工信部列入《国家节能机电设备（产品）推荐目录第七批》，2018 年研制的“燃气预热退火技术”被工信部入选《国家工业节能技术装备推荐目录（2018）》，每年节能能力达到 15.6 万吨标准煤，2019 年研制的“钎杆调质悬挂线蓄热式热处理技术”被工信部入选《国家工业节能技术装备推荐目录（2019）》，每年节能能力达到 2.3 万吨标准煤，2020 年研制的“超大型四段蓄热式高速燃烧技术”被工信部入选《国家工业节能技术装备推荐目录（2020）》，每年节能能力达到 8.4 万吨标准煤， NO_x 排放 $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ ，远远低于 $300\text{mg}/\text{m}^3$ 的标准（DB41/1066-2020 工业炉窑大气污染物排放标准），在行业内率先实现了氮氧化物超低排放，排烟温度 $\leq 130^\circ\text{C}$ ，80% 的热能被重新利用，可大幅减少能源消耗和废气排放，实现清洁生产的目的，填补了国内空白。

天利热工开发的重大技术产品已授权专利 236 项，其中发明专利 13 项，实用新型专利 223 项，近两年先后参与制定了《电热和电磁处理装置的安全 第 1

部分：通用要求》《工业电热设备节能监测方法》《工业炉及相关工艺设备 安全 第1部分：通用要求》《工业炉及相关工艺设备 能量平衡测试及能效计算方法 第11部分：各种效率评估》《工业燃料加热装置基本技术条件 第1部分：通用部分》等5项国家标准并均已发布实施，已荣获新乡市科技进步一等奖1项，新乡市科技进步二等奖1项，河南省科技进步三等奖1项，中国热处理行业协会技术进步二等奖1项，河南省机械工业科学技术1等奖1项，累计认定27项省首台（套）重大技术装备产品，成果鉴定20项，全部达到国内领先水平，自主创新能力和关键技术水平走在行业前列。

天利热工管理体系健全规范，运作顺畅高效，已先后通过GB/T19001-2016/ISO9001:2015质量体系认证、GB/T45001-2020/ISO15001:2018职业健康安全管理体系认证、GB/T24001-2016/ISO14001:2015环境管理体系认证、GB/T29490-2013知识产权管理体系认证和GB/T23331-2020/ISO50001:2018能源管理体系认证，企业还先后荣获“延津县县长质量奖”和“新乡市市长质量奖”。

天利热工注重品牌建设，建立有完善的品牌价值提升方案，企业已在国家市场监督管理总局注册了“TL”“欣天利”商标，其中“TL”商标先后被认定为“新乡市知名商标”和“河南省著名商标”。

天利热工拥有一大批具有自主知识产权的名牌产品，目前均已在市场上形成规模竞争力；拥有较强的经济实力，能够保证充足的科研投入；拥有“高、精、尖”的技术人才、完善的科研试验、开发设计配套设施，形成了健全的创新体系，具备雄厚的科技开发实力，对热处理装备行业发展的重大问题进行技术攻关，为产业化提供成熟、配套的技术、工艺、装备和新产品，对提升河南装备整体水平，实施制造强省乃至促进全国热处理行业的产业升级和长足发展必将起到积极的推动作用。

随着国家相关政策的深入实施和推进落实步伐的加快，给国产热工装备产业的转型升级，节能改造提供了政策支持，同时也给天利热工做大做强做优创造了机遇，在未来经营发展中，企业将依托自身在领域的技术优势和较高的客户口碑，

持续加强技术创新能力，拓展市场领域，丰富产品结构类型，完善经营模式，实现产业链的延伸，企业未来发展空间巨大，前景广阔。

1.2 产品介绍

天利热工主导产品：热处理生产线，大型台车炉，井式炉，箱式炉，室式炉、特种行业用工业炉等。广泛应用于航空航天、海洋工程、轨道交通、风电核电、新能源、新材料、智能装备等领域，完成多项国家重点工程配套任务。工艺流程如下：

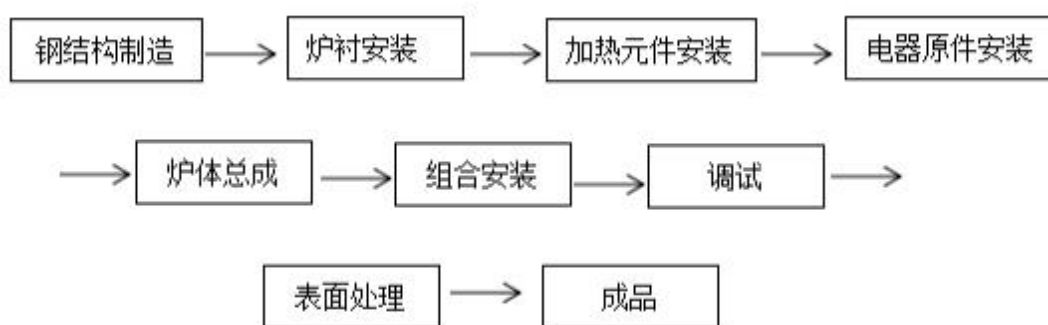


图 1-1 工艺流程图

1. 钢结构制造

①根据图纸尺寸对板材利用激光割下料，必要时利用折弯机折弯造型；型材通过切割机下料；各部件经车床、铣床、钻床加工成所需的形状；此工序产生噪声、固废（钢材边角料）。

②炉体焊接，如箱式炉、台车炉的四周较长纵横焊缝及井式炉的炉壳成型焊缝尽量采用全自动或半自动埋弧焊接，其他采用二保焊焊接。因炉体板厚较薄，其上加强角钢尽量采用间断焊接，以免炉体焊接变形过大。焊接成型后，交全质办检验，保证配合尺寸和位置尺寸精度，如不合格，进行修正，直到合格才能进入下道工序。此工序产生噪声，有焊接烟尘和电焊弧光。

2. 炉衬安装：耐火纤维棉

根据技术要求，通过平铺与叠铺的方法制成技术协议要求规格及数量的棉模块，按模块位置及数量在炉壁上焊接一定数量的锚固件，以便固定棉块。为了保证炉衬厚度达到设计要求的厚度，在炉壁侧层铺一定厚度的棉毯。

3.加热元件安装

根据炉温及设计功率等,选择合适的加热元件,保证炉子整体的炉温均匀性,又保证电热元件在同一区功率每组之间的相互性,电热元件和引出棒的连接,一般有三种焊接方式“钻孔焊、铣槽焊、搭焊”。

4.电器元件安装

温度控制系统由热电偶、智能温控仪表、中圆图记录仪、固态继电器组成。

5.炉体总成

将焊机及组装完成的炉体各部分进行装配,保证设计中要求的位置尺寸及配合尺寸符合图纸要求,如不能满足设计要求,进行设计及制作检查,找出各部分制作中的问题,然后更正,再进行炉体装配,直到符合设计要求。

6.组合安装

进行炉体、电器及其他部分的配合安装,看是否存在干涉、不符合要求等问题,及时进行调整。组合安装就是现场使用形式的预演,因此,各步骤与现场实际相符,更能发现问题并更正问题。

7.调试

安装完成后,通电调试、保证炉温、升温时间及炉温均匀性等基本参数符合设计要求。如符合,进入下道工序;如不符合,检查,找出问题根源,并改正,继续进行调试,直到各项技术参数都满足设计要求才算合格,才能进行下道工序。

8.表面处理

用砂纸或打磨机进行打磨,并用腻子粉进行简易处理,经全质办检验合格后,在喷漆房内喷漆。

9.成品包装

因工件较大,考虑到运输问题,各部分进行分体运输。考虑到运输环境及运输距离,对电器及重要部件进行装箱运输,对炉衬及加热元件进行另外包装,以防止灰尘、雨水、日照等多方面问题对使用性能的影响。

1.3 报告书制作目的

本报告书的制作旨在从生命周期的角度出发，揭示热处理工业炉从上游原辅材料制造到运输至厂区，以及厂内生产过程的碳足迹（摇篮到大门），具体目的包括：

- 1) 获取标的产品可靠的产品碳足迹数据；
- 2) 以碳足迹评价结果作为推动绿色制造的依据；
- 3) 作为供应链上游企业，积极配合全产业链开展双碳工作；
- 4) 面向投资人和全社会积极开展碳信息披露；
- 5) 树立绿色低碳的良好企业形象，提升产品竞争力。

1.4 碳足迹评价工作小组

企业十分重视本产品碳足迹评价项目，依据企业组织机构成立碳足迹工作小组，由总经理统一领导，参与部门包括：财务部、物资供应部、安全生产部等。

天利热工组织架构如图 1-2 所示。

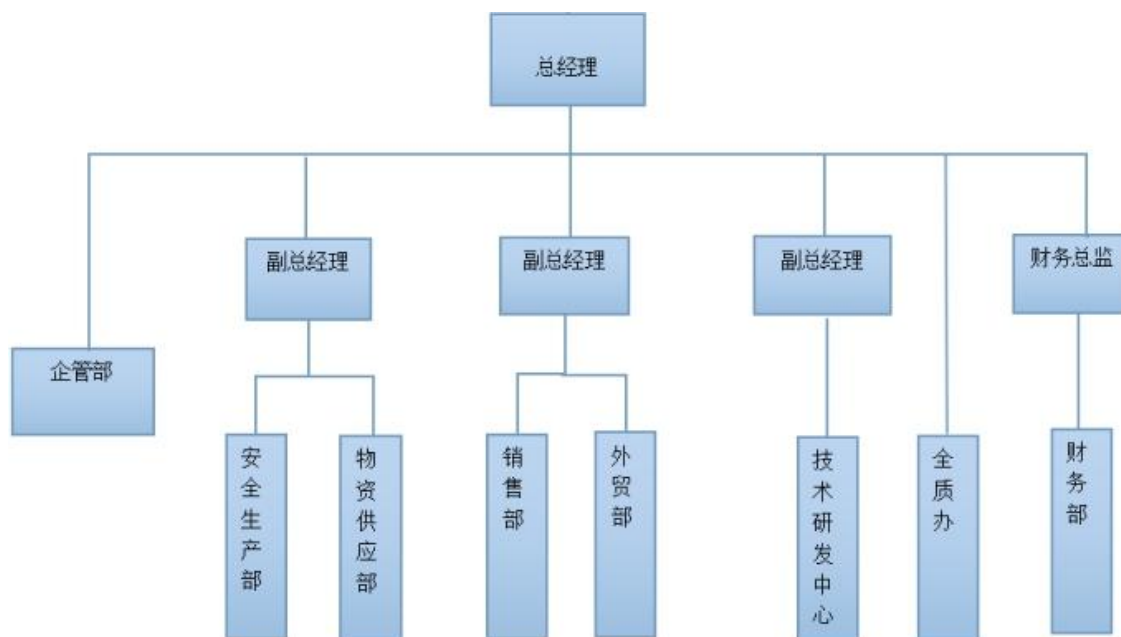


图 1-2 天利热工组织架构图

2. PCR 及其他补充性要求

根据 ISO 14067: 2018 标准的要求, 若存在产品种类规则 (PCR), 则应当参照使用; 通过网络搜索查询, 中国政府部门、行业协会暂未发布热处理工业炉产品的 PCR, 因此本报告按照预期使用目的定义了产品的系统边界 (摇篮到大门)。

另据 ISO 14067 要求, 报告所采用的补充性要求 (Supplementary requirement) 也应当进行说明, 本报告所涉及的所有补充性要求见“参考文献”。

3. 碳足迹计算范围

3.1 包含的温室气体

本产品碳足迹评价案例包括 IPCC 最新评估报告中所列举的温室气体, 以及《蒙特利尔议定书》和《〈蒙特利尔议定书〉基加利修正案》所管制的物质。盘查的具体温室气体包括: 二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄)、氧化亚氮 (N₂O)、六氟化硫 (SF₆)、氢氟碳化物 (HFCs)、全氟碳化物 (PFCs)、三氟化氮 (NF₃)。报告采用 IPCC 2021 100a (AR6) 的 GWP 值作为温室气体评估方法。

本项目企业生产现场实景过程不存在生物二氧化碳的排放和移除以及土地利用变化引起的温室气体排放和移除。

3.2 数据收集期限与地点

本报告用来计算产品碳足迹的数据收集期限为 2022 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日, 在此期间标的产品连续稳定生产。

标的产品的实际生产地点即为本报告盘查地点: 延津县产业集聚区北区 309 线。数据收集地点的地理位置如图 3-1 所示。



图 3-1 企业地理位置

3.3 功能单元与基准流

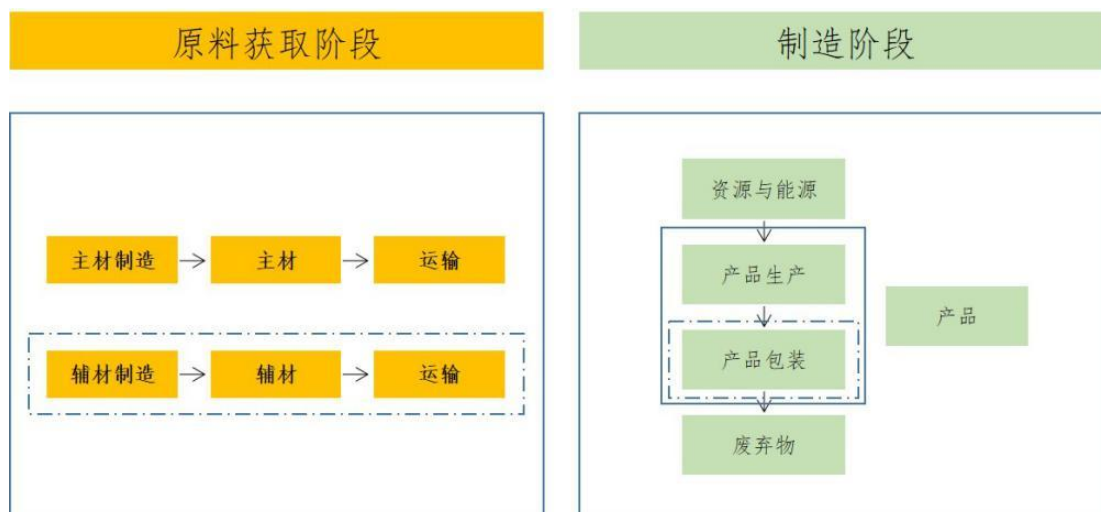
本报告标的产品碳足迹评价的功能单元为：1 套热处理工业炉。

本报告标的产品碳足迹评价的基准流为：“河南天利热工装备股份有限公司 2022 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日生产的 1 套热处理工业炉”。

3.4 系统边界

本报告产品碳足迹评价的系统边界为“从摇篮到大门”，碳足迹计算包括：上游原辅材料制造过程，运输过程（包含上游运输）及产品生产过程。

产品碳足迹评价系统边界如图 3-2 所示。

图 3-2 产品碳足迹评价系统边界¹

标的产品系统边界范围内各过程及其涵盖内容说明如下：

1) 上游原辅材料制造过程

该过程包括不锈钢、耐火砖、保温材料等上游生产加工过程所产生的温室气体排放。

2) 运输过程

本过程活动项包含原材料采购运输，运输方式为陆运。

3) 标的产品生产过程

标的产品生产过程消耗能源包括：外购电、乙炔和丙烷。

3.5 截断

依据 ISO 14067: 2018 及相关 LCA 标准的要求，结合标的产品生产的实际情况，本报告截断数据及截断依据如表 3-1 所示。

表 3-1 截断项及截断依据

截断项	截断依据
部分辅料	估算部分辅料碳足迹贡献率小于 1%，因此截断处理。
包装材料	估算该过程碳足迹贡献率小于 1%，因此截断处理。

¹ 根据下述的排除原则，图中虚线边框中的过程不在温室气体排放计算内。

4. 生命周期清单收集与计算

4.1 数据收集与数据质量管理

本报告所收集的用来计算标的产品碳足迹的数据质量符合 ISO 14067: 2018 规范第 6.3.5 章节的规定:

- a) 时间覆盖范畴: 所收集的活动数据发生在 2022 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日期间;
- b) 地域特征: 背景过程和参数优先选用物料的主要产地或过程的发生地数据, 由先到后依次考虑区域数据、国家数据、国际数据;
- c) 关于技术覆盖面: 背景过程和参数优先选取与标的产品工艺、技术一致的数据;
- d) 关于信息的准确性: 选择最准确的数据;
- e) 完整性: 所有活动数据都被测量, 不存在数据缺失或者代表性不够等问题, 背景过程和参数未使用替代数据;
- f) 代表性: 所有活动数据的收集覆盖统计期标的产品的全部订单, 能代表所研究产品的平均生产水平及相应排放;
- g) 一致性: 各部分数据按照一致的质量要求和资料选取顺序进行搜集和统计;
- h) 再现性: 本报告中的数据、方法及过程均可在 LCA 软件中再现;
- i) 数据来源: 活动数据来自于 22 年产量及能耗表、采购业务汇总表以及其他距离测算软件 (Google map) 等, 排放因子数据来自 Ecoinvent 数据库、CPCD 数据库;
- j) 不确定性: 针对活动数据资料品质及计算结果的不确定分析可见本案第 5.4 章节。

本案中其他有关数据质量的工作内容如下所述:

- a) 产品生命周期碳足迹清单品质管理: 在活动数据收集中, 每一项数据的收集都对应着相应的数据质量, 尽量使用经过测量的数据质量较高的原

始数据，但由于产品系统不可避免的需要进行分配，会影响最终的数据质量；

- b) 产品生命周期碳足迹清单品质管理人员：工作小组保留了各部门收集信息获取数据的责任人联系方式。

碳足迹计算数据品质定义、活动数据来源如表 4-1、表 4-2 所示：

表 4-1 数据品质定义

数据品质	定义
高	引用初级活动数据
中	引用次级活动数据
低	引用推估数据

表 4-2 碳足迹评价鉴别及数据品质

数据类别		活动数据来源	数据品质	
初级数据	特定现场数据	原材料	高	
		产品产量		
	排放因子	外购电	Ecoinvent 数据库； CPCD 数据库； (外购电力因子为国家最新发布的值)	中
		上游原辅材料制造		
		化石能源燃烧		
		运输因子		
运输	外购电力因子	依据运输起始地、目的地查询 Google map 获取运输距离；		
	各类运输距离			

4.2 计算方法与评价工具

报告产品碳足迹的计算采用的计算逻辑和评价工具介绍如下。

- a) 在生命周期评价软件中建立实景过程，录入活动数据，生成产品生命周期清单；此产品的碳足迹计算结果为 56.51tCO₂e/套。

- b) 报告采用 IPCC 2021 (AR6) 的 GWP 值作为温室气体评估方法，对产品生命周期清单进行温室气体排放量化。

- c) 本次评价采用的 LCA 数据库为 Ecoinvent 数据库、CPCD 数据库；

4.3 各过程活动数据清单

基准流活动数据清单如下表所示。

表 4-3 原材料活动数据清单

供应商名称	物料名称	2022 购买总数 (吨)	供应商地址	运送方式
新乡市***商贸有限公司	不锈钢 1	213.21	河南省新乡市牧野区	陆运
江苏**金属科技有限公司	不锈钢 2	52.44	江苏省无锡市惠山区	陆运
山东**节能股份有限公司	保温材料 1	601.65	山东省淄博市沂源县	陆运
山东**耐火纤维有限公司	保温材料 2	68.54	山东省淄博市高新区	陆运
新乡市**物资有限公司	钢材 1	540.68	河南省新乡市牧野区	陆运
新乡市**商贸有限公司	钢材 2	406.82	河南省新乡市红旗区	陆运
郑州**钢铁贸易有限公司	钢材 3	45.26	河南省郑州市管城区	陆运
新乡市**钢业有限公司	钢材 4	579.90	河南省新乡市牧野区	陆运
兴化市**耐热钢制品厂	耐热钢 1	51.73	江苏省兴化市张郭镇	陆运
明光市**铸件厂	耐热钢 2	58.92	安徽省滁州市明光市张八岭镇	陆运
郑州**耐火材料有限公司	耐火砖	740.00	河南省新密市岳村镇	陆运

表 4-4 电力、天然气消耗数据清单

月份	电力 (kWh)	乙炔 (瓶)	丙烷 (瓶)	二氧化碳 (瓶)
1 月	39312	10	8	40
2 月	41874	15	8	52
3 月	40680	13	3	50
4 月	39432	28	2	45
5 月	37842	34	0	84
6 月	37854	19	0	63
7 月	44652	24	4	70
8 月	54384	32	2	62
9 月	58368	34	2	85
10 月	46968	26	4	80
11 月	30072	19	2	30
12 月	34374	19	1	30
合计	505812	273	36	691

注：一瓶乙炔含量是 1.7m³，密度是 1.17kg/m³，2022 年消耗乙炔 273 瓶，折算为 543.00kg；一瓶丙烷含量是 15m³，密度是 1.868kg/m³，2022 年消耗丙烷 36 瓶，折算为 1008.72kg；一瓶二氧化碳含量是 12m³，密度是 1.816kg/m³，2022 年度消耗二氧化碳 691 瓶，折算为 15058.27kg。

5. 碳足迹评价结果

5.1 碳足迹总量

热处理工业炉的原材料主要是不锈钢、耐火砖、保温材料等。其中主要原材料占比最大的是耐火砖。

表 5-1 原材料制造过程产生的温室气体排放

物料名称	活动数据 (t) A	CO ₂ 当量排放因子 (kgCO ₂ e/kg) B	排放因子 数据来源	碳足迹数据 (tCO ₂ e) C=A×B
热处理工业炉产品生产				
不锈钢 1	213.21	6.8	CPCD 数据库	1449.83
不锈钢 2	52.44	6.8	CPCD 数据库	356.59
保温材料 1	601.65	0.32	CPCD 数据库	192.53
保温材料 2	68.54	0.32	CPCD 数据库	21.93
钢材 1	540.68	2.67	CPCD 数据库	1443.62
钢材 2	406.82	2.67	CPCD 数据库	1086.21
钢材 3	45.26	2.67	CPCD 数据库	120.84
钢材 4	579.90	2.67	CPCD 数据库	1548.33
耐热钢 1	51.73	0.69	Ecoinvent 数据库	35.69
耐热钢 2	58.92	0.69	Ecoinvent 数据库	40.65
耐火砖	740.00	1.50	Ecoinvent 数据库	1107.20
合计				7402.89

在原材料运输阶段会直接或间接地产生温室气体排放，原材料不锈钢、保温材料、耐火砖等分别来自 11 家不同的公司（见表 5-2），分别由重型货车运输至天利热工。通过 Google map 进行距离测算。

表 5-2 原材料陆地运输产生的温室气体排放

类别	活动数据 (t) A	运输距离 (km) B	CO ₂ 当量排放因子 kgCO ₂ e/(t·km) C	排放因子数据来源	碳足迹数据 tCO ₂ e D=A×B×C×10 ⁻³
不锈钢 1	213.21	46	0.049	CPCD 数据库	0.48
不锈钢 2	52.44	842			2.16
保温材料 1	601.65	470			13.86
保温材料 2	68.54	447			1.50
钢材 1	540.68	46			1.22
钢材 2	406.82	36			0.72
钢材 3	45.26	116			0.26
钢材 4	579.90	46			1.31
耐热钢 1	51.73	742			1.88
耐热钢 2	58.92	591			1.71
耐火砖	740.00	152			5.51
合计	/				

重型货车运输的排放因子来自 CPCD 数据库，通过上表知原材料货车运输产生的温室气体排放为 30.61 吨。

生产过程电力、天然气及柴油消耗产生的温室气体排放量见下表。

表 5-3 产品生产阶段的电力消耗

物料名称	活动数据 A		CO ₂ 当量排放因子 B		碳足迹数据 C=A×B	
	数值	单位	数值	单位	数值	单位
电	505.812	MWh	0.5703	tCO ₂ e/MWh	288.46	tCO ₂ e

表 5-4 产品生产阶段的其他能源消耗

类别	2022 年消耗量 (kg)	燃烧化学方程式	相对分子质量	产生的二氧化碳相对分子质量	碳排放量 (t)
	A	/	B	C	D=A/B*C/1000
乙炔	543.00	C ₂ H ₂ +3O ₂ →2CO ₂ +H ₂ O	26	88	1.84
丙烷	1008.72	C ₃ H ₈ +5O ₂ →3CO ₂ +4H ₂ O	44	132	3.03

合计	/	4.87
----	---	------

表 5-5 产品生产阶段的二氧化碳保护气消耗

年度	消耗二氧化碳保护气 (kg)	工业生产过程排放量 (t)
	A	B=A/1000
2022 年	15058.27	15.06

表 5-6 产品生产阶段产生的碳排放

类型	碳足迹 (tCO ₂)
电	288.46
乙炔	1.84
丙烷	3.03
二氧化碳	15.06
合计	308.39

能源的排放因子和计算系数数据说明如下：

表 5-7 电力的 CO₂ 当量排放因子

参数	电力的CO ₂ 当量排放因子
数据值	0.5703
单位	tCO ₂ /MWh
数据源	国家生态环境部办公厅发布的《关于做好2023—2025年发电行业企业温室气体排放报告管理有关工作的通知》中2022年度全国电网平均排放因子为0.5703tCO ₂ /MWh

统计期（2022 年 1 月 1 日-12 月 31 日）标的产品产量为 137 套，如下表。

表 5-8 热处理工业炉月度产量表

月份	产品产量 (套)
1月	1
2月	14
3月	7
4月	12
5月	9
6月	8
7月	8
8月	3
9月	11
10月	18
11月	21
12月	25
合计	137

通过建模计算，2022 年生产 137 套热处理工业炉的碳足迹为 7741.89tCO₂e；2022 热处理工业炉产量为 137 套；单位产品碳足迹为 56.51tCO₂e；各过程对产品碳足迹的贡献情况如表 5-9 、图 5-1 所示。

表 5-9 热处理工业炉产品基准流碳足迹

项目	排放量 (tCO ₂ e)	占比
上游原材料制造过程	7402.89	95.62%
上游原材料运输过程	30.61	0.40%
产品生产过程	308.39	3.98%
合计	7741.89	100%

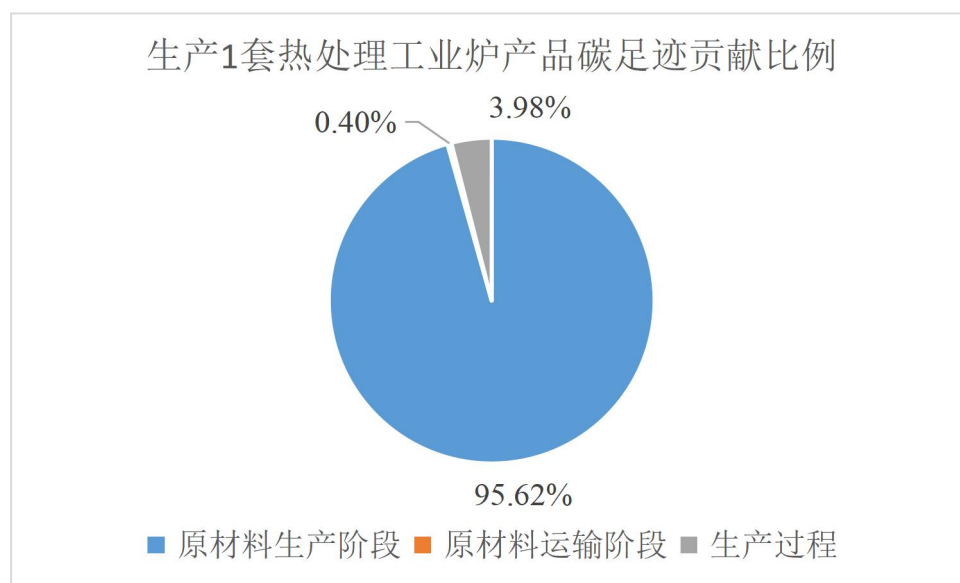


图 5-1 标的产品基准流碳足迹

由碳足迹结果可知，上游原材料制造过程对碳足迹贡献最大，为 95.62%；产品生产过程占 0.40%；系统边界内各种运输活动对碳足迹的贡献为 3.98%。

5.2 完整性和一致性检查

本报告依据 ISO 14044: 2006 对标的产品的碳足迹评价过程进行了完整性检查和一致性检查。

标的产品碳足迹评价过程完全依据企业实际的生产情况开展，所填报的各个过程清单数据来自企业的生产报表、采购票据等凭证，并向主要供应商下发了调查问卷，所有数据收集没有遗漏，截断已做出说明，满足生命周期评价的完整性要求。

本报告一致性检查结果同样符合要求，说明如下：

- a) 数据收集范围与系统边界一致；
- b) 数据库参数的选取与供应商的能源、资源的生产工艺一致，运输参数的选取与运输方式相一致；
- c) 参数尽量接近所在地域，时间上也统一选择最接近评价年度的数据。

5.3 资料品质

本报告碳足迹评价的资料品质采用定性评价的方法，针对实景过程各项活动数据进行定性打分，具体情况介绍如下。

厂内活动数据的不确定性分析，其数据质量级别分为表 5-10 中的 4 种情况：

表 5-10 活动数据质量级别

质量级别	描述
好	测量值：实际测量数值，如电表、水表、领用记录、采购单据等记录之实际使用数值或有依据之分配值。
较好	工程师推估值：以合理方法进行推估之数值(如有记录之数据经数据有关人士推估(计算、分配)后之数值，然此推估无明确依据)。
一般	理论值/经验值：根据理论推导算出的数值或现场操作经验值，如单位产品下脚料重量。
差	参考文献：由其他文献（如学术文献、法规限制值）取得的资料或他厂盘查得到的数值。

活动数据质量分析结果如表 5-11 所示：

表 5-11 活动数据质量分析结果

活动数据类别	数据质量级别	说明
原辅材料消耗量	好	数据为实际生产数据
能源资源消耗	好	数据来自实际生产统计数据
运输	一般	运输距离查询地图获得，为间接数据，有假设距离

5.4 产品碳足迹研究的局限性说明

依据 ISO 14067: 2018 标准附录 A 的要求，本报告对标的产品碳足迹研究的局限性做出如下说明：

本次标的产品碳足迹评估出于了解和掌握基本数据的目的，因此并不会因为专注产品碳足迹而造成其他环境影响指标的负面变化；后续企业围绕供应链开展降碳工作，亦在国家环保法律法规的监管之下，遵循不造成其他环境污染物排放增加的原则进行设计和实施。

系统边界，量化方法，分配、截断原则，假设均会使产品碳足迹评价的研究结果具有局限性；系统边界的设定在实事求是的前提下最大化的符合了相关性和完整性的要求；量化方法方面同样遵循了相关性的原则，综合考虑了可行性和尽量提高精度的需求；遵循标准的要求，本报告尽量避免分配，需要分配的数据也尽量采用物理方法进行分配；本产品碳足迹评价工作对截断项均做出了审慎的评估，确保其不会对评价结果产生实质性影响；本报告所使用的假设场景遵循相关性原则，考虑了国内的、所属行业的实际情况，尊重并借鉴了一线工作人员的业务经验。

6. 碳足迹评价结果解释

通过数据收集和生命周期建模计算，河南天利热工装备股份有限公司 2022 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日生产的 1 套热处理工业炉的碳足迹为 56.51tCO_{2e}。由碳足迹结果可知，上游原材料制造过程对碳足迹贡献最大，为 95.62%；产品生产过程占 3.98%；系统边界内各种运输活动对碳足迹的贡献为 0.40%。

本报告得出可从以下方面挖掘碳减排潜力：

- 1) 开展供应链碳管理，逐步要求上游供应商提供其产品的碳足迹报告；

- 2) 持续深入推动能源管理体系建设实施，开展节能改造，节约电力消耗；
- 3) 使用绿色电力；
- 4) 加大研发投入，以绿色设计为抓手，优化生产工艺，提高生产效率，从源头降低温室气体排放和其他环境影响。

参考文献

1. *Climate Change 2021 The Physical Science Basis*
2. *ISO 14067: 2018 Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification and communication*
3. *ISO 14044: 2006 Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines*
4. 《2013 年京都议定书补充方法和良好做法指南》
5. 《IPCC 2006 年国家温室气体清单指南 2019 修订版》
6. 《IPCC 第六次评估报告》
7. Ecoinvent [DB].
8. CPCD [DB].