

福建永荣科技有限公司

2019年度

产品碳足迹核算报告



目 录

摘 要.....	1
一、产品碳足迹（PCF）	2
二、企业概况.....	4
2.1 企业简介.....	4
2.2 主营产品.....	4
2.3 生产工艺.....	4
三、目的与范围.....	8
3.1 评价目的.....	8
3.2 评价范围.....	8
3.3 碳排放量化.....	10
3.4 单位产品碳足迹.....	16
四、 结论.....	17

摘要

气候变化是 21 世纪人类面对的重要挑战。为此，各国积极地采取了行动，哥本哈根的联合国气候谈判会议承诺各国将“遵循科学，在公平的基础上实现减排目标”。近年来，国家高度重视低碳发展与应对气候变化工作，提出“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”的目标。

产品碳足迹是从生命周期的角度，将产品从原材料、运输、生产、使用、处置等阶段所涉及的相关温室气体排放进行调查、分析和评论。除了满足客户本身的需求外，根据调查出的结果，实施深入的产品碳足迹管理，结合生态设计等内容，研究减少碳足迹的具体措施，如更加低碳的原物料、轻度包装、合理的运输规划，实现工厂节能减排等目的。

目前国内外主要碳足迹、碳中和规范有：PAS 2050: 2011、ISO 14040:2006、ISO 14044:2006、PAS 2060: 2010等，随着全球应对气候变化进程不断加快，产品碳足迹认证规范势必成为引领绿色消费的利剑。

产品的“碳足迹”（CFP）可间接评价一件特定产品的制造、使用和废弃阶段，从“摇篮到坟墓”的整个过程中温室气体排放量，体现出整个阶段耗能情况，同时反映出产品的环境友好程度。

福建永荣科技有限公司对其主营产品碳足迹进行核算与评估。本报告以生命周期评价方法为基础，采用 PAS 2050: 2011 标准《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》中规定的碳足迹核算方法，计算得到福建永荣科技有限公司2019年度的己内酰胺碳足迹。

一、产品碳足迹（PCF）

近年来，温室效应、气候变化已成为全球关注的焦点，“碳足迹”这个新的术语越来越广泛地为全世界所使用。碳足迹通常分为项目层面、组织层面、产品层面这三个层面。

产品碳足迹（Product Carbon Footprint, PCF）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（HFC）、全氟化碳（PFC）和三氟化氮（NF₃）等。产品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kgCO₂e或者gCO₂e。

产品碳足迹计算只包含一个完整生命周期评估（LCA）的温室气体的部分。基于LCA的评价方法，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，目前广泛使用的碳足迹评估标准有三种：

（1）《PAS2050: 2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》，此标准是由英国标准协会（BSI）与碳信托公司（Carbon Trust）、英国食品和乡村事务部（Defra）联合发布，是国际上最早的、具有具体计算方法的标准，也是目前使用较多的产品碳足迹评价标准。目前，PAS 2050在全球被企业广泛用来评价其商品和服务的温室气体排放。规范中要求：评价产品GHG排放应使用LCA技术。除非另有说明，估算产品生命周期的GHG排放应使用归因法，即描述归因于提供特定数量的产品功能单元的输入及其相关的排放。产品在生命周期内GHG排放评价应以下列两种方式进行：

- 1、从商业到消费者的评价，包括产品在整个生命周期内所产生的排放；
- 2、从商业到商业的评价，包括直接输入到达下一个新的组织之前所释放的GHG排放（包括所有上游排放）

上述两种方法分别称为“从摇篮-到-坟墓”方法（BS EN ISO 14044）和“从摇篮-到大门”的方法（BS EN ISO 14040）。

（2）《温室气体核算体系：产品生命周期核算与报告标准》，此标准是由世界资源研究所(World Resources Institute, 简称WRI)和世界可持续发展工商理事会(World Business Council for Sustainable Development, 简称WBCSD)发布的产品和供应链标准。温室气体核算体系提供了几乎所有的温室气体度量标准和项目的计算框架，从国际标准化组织（ISO）到气候变暖的注册表（CR），同时也包括由各公司编制的上百种温室气体目录；同时也提供了发展中国家一个国际认可的管理工具，以帮助发展中国家的商业机构在国际市场竞争，以及政府机构做出气候变化的知情决策。

（3）《ISO/TS 14067: 2013 温室气体—产品碳足迹—量化和信息交流的要求与指南》，此标准以PAS 2050为种子文件，由国际标准化组织（ISO）编制发布，该标准的发展目的是提供产品排放温室气体的量化标准，包含《产品温室气体排放的量化》（ISO14067-1）和《产品温室气体排放的沟通》（ISO 14067-2）两部分，集合了环境标志与宣告、产品生命周期分析、温室气体盘查等内容，可计算商品碳足迹达 95 %。

二、企业概况

2.1 企业简介

福建永荣石化科技有限公司（以下简称“永荣科技”）成立于2014年3月12日，位于福建省莆田市秀屿区东庄镇石门澳产业园内，属民营企业，注册资本金36亿，现有员工860人，属于化学原料和化学制品制造业。公司主营业务为合成纤维原料己内酰胺及化工原料（不含危险化学品及易制毒化学品）生产、销售，主要产品是己内酰胺，采用行业先进的第四代水合法及氨肟化技术，及全球先进的艾默生数字智能生产控制系统，一期年产20万吨生产线已于2019年1月正式投产。二期项目用地软基处理、基础设计、长周期设备招标等建设工作已全面展开，按照规划，将于2022年年底试投产。2019年产值548217.8万元，纳税4784.84万元，己内酰胺产量27.46万吨。

本企业为省级龙头企业，2019年获省五一劳动奖状、申请认定为年度省重点项目名单，2020申请认定为省第三十批省企业技术中心、省级龙头企业、年度省重点项目名单、省第二批建设培育产教融合型企业、省级智能制造试点示范企业项目、高新技术企业、福建省工人先锋号，2019年申请认定为省循环经济示范单位名单（第三批）、省高新技术企业、福建省专精特新中小企业、莆田市“白名单”工业企业（第一批）、福建省重点用水企业水效领跑者、市级劳动关系和谐企业、福建省“安康杯”竞赛先进等。

2.2 主营产品

永荣科技公司的主要产品是己内酰胺，己内酰胺绝大部分用于生产聚己内酰胺，后者约90%用于生产合成纤维，即卡普隆，10%用做塑料，用于制造齿轮、轴承、管材、医疗器械及电气、绝缘材料等。也用于涂料、塑料剂及少量地用于合成赖氨酸等。

2.3 生产工艺

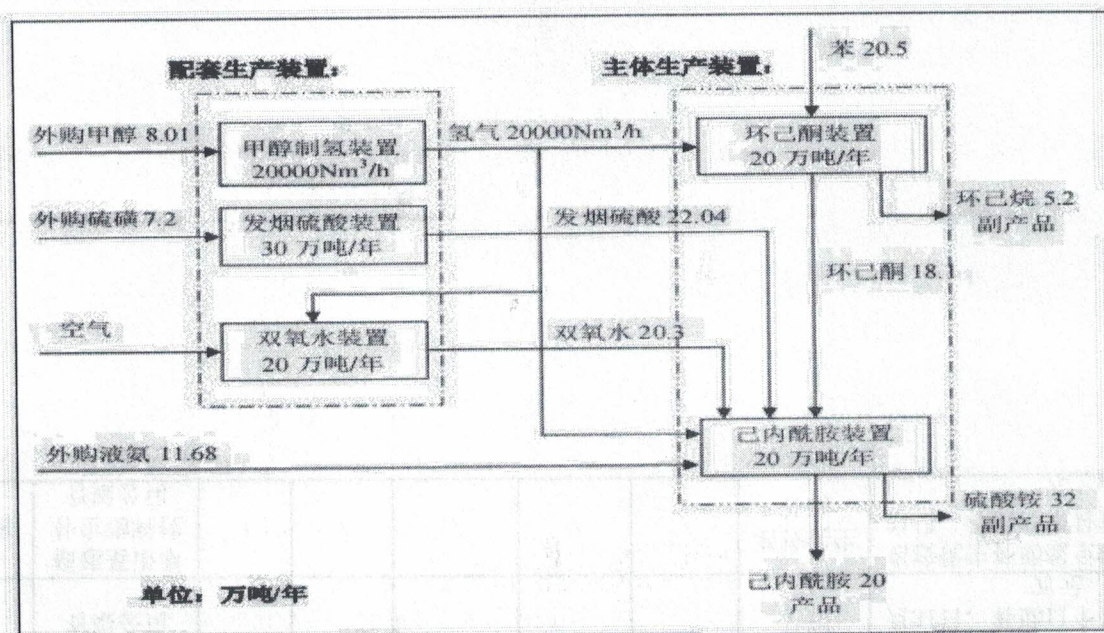


图 2.4-1 一期工程 20 万吨己内酰胺项目总体工艺技术路线流程图

图1 生产工艺流程图

装置工艺简介：

甲醇制氢装置：以甲醇和脱盐水为原料，在 220-280℃下，专用催化剂上催化转化为组成为主要含氢和二氧化碳转化气。

主反应： $\text{CH}_3\text{OH}=\text{CO}+2\text{H}_2$, $\text{CO}+\text{H}_2\text{O}=\text{CO}_2+\text{H}_2$;

总反应： $\text{CH}_3\text{OH}+\text{H}_2\text{O}=\text{CO}_2+3\text{H}_2$

硫酸装置：硫磺制酸的生产原理上包括硫磺的焚烧，二氧化硫氧化和三氧化硫的吸收三个阶段，在三个阶段中分别进行下列反应：

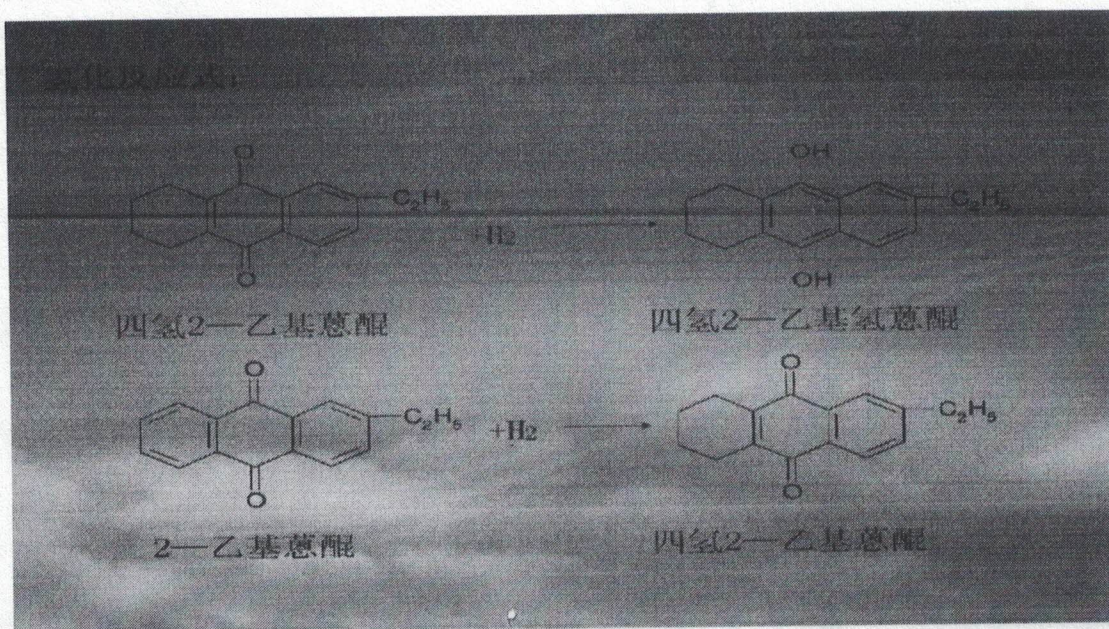
第一阶段： $\text{S}+\text{O}_2=\text{SO}_2$

第二阶段： $\text{SO}_2+1/2\text{O}_2=\text{SO}_3$

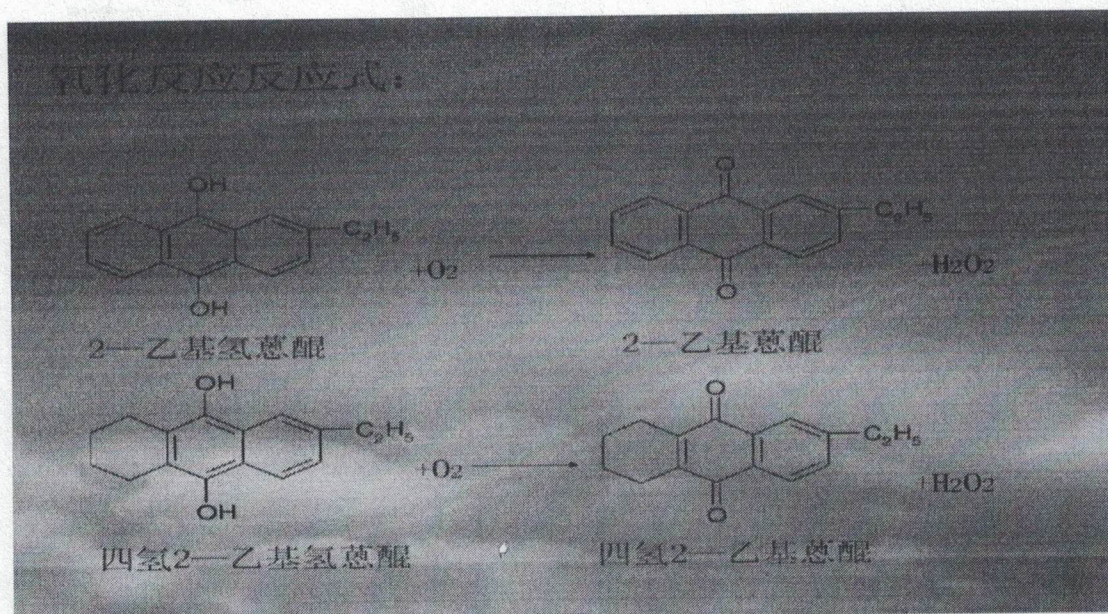
第三阶段： $\text{SO}_3+\text{H}_2\text{O}=\text{H}_2\text{SO}_4$

双氧水装置：蒽醌法制备过氧化氢，其工艺是2—烷基蒽醌与有机溶剂配制成工作溶液，在压力 0.30mpa 下，温度 55-65℃，有催化剂存在下，通入氢气进行氢化，再与空气进行氧化，经萃取、再生、精制成为双氧水成品。

氢化反应：



氧化反应：



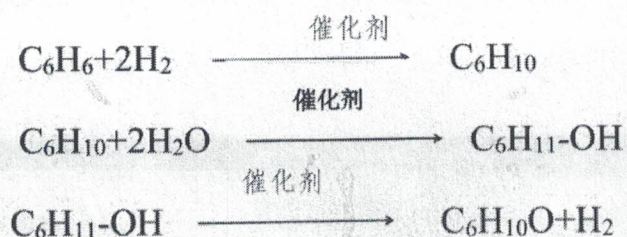
环己酮装置：

第一步：苯在催化剂的作用下，进行部分加氢生成环己烯，同时生成环己烷；

第二步：环己烯与水在催化剂作用下反应生成环己醇；

第三步：环己醇在催化剂作用下，进行脱氢反应，生成环己酮和氢气；

方程式如下：

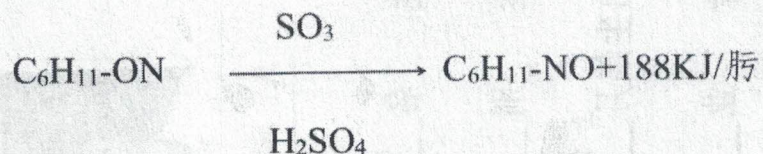


己内酰胺装置:

肟化、重排生产原理:

1、氨肟化反应: 环己酮氨肟化反应一般认为分为两步反应, 第一步是氨在催化剂作用下与双氧水生成羟胺, 第二步是羟胺与环己酮进行无催化反应, 生成环己酮肟, 反应式如下:

2、重排反应: 环己酮肟在含 SO_3 20% 的发烟硫酸存在下, 发生贝克曼分子重排反应, 形成己内酰胺硫酸溶液, 并放出大量热, 主反应如下:



硫铵生产装置:

为了达到己内酰胺与发烟硫酸的分离, 存在于重排液中的硫酸须用氨中和, 反应如下:



硫铵装置分离出的粗己内酰胺油, 送至己内酰胺精制装置, 经装置除杂、精制, 获得己内酰胺成品。

三、目的与范围

3.1 评价目的

本研究的目的是得到永荣科技公司生产的己内酰胺产品碳足迹，同时对比分析生命周期过程的碳足迹，其研究结果有利于永荣科技公司掌握产品的温室气体排放途径及排放量，并帮助企业发掘减排潜力、有效沟通消费者、利于企业品牌提升计划，有效地减少温室气体的排放；同时为企业原材料采购商、产品供应商合作沟通提供良好的数据基础。

3.2 评价依据

(1) 《PAS 2050: 2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》；

(2) 2006年IPCC 《国家温室气体清单指南》；

3.3 评价范围

根据本项目评价目的，按照《PAS2050: 2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》的要求，确定本项目的评价范围，包括功能单位、系统边界、取舍原则、环境影响类型和数据质量要求等。

3.3.1 功能单位

本项目以生产1t己内酰胺产品为功能单位。

3.3.2 系统边界

本项目评价的系统边界为产品生命周期中从厂内生产至出厂等生产过程。

3.3.3 取舍原则

本项目评价采用的取舍原则设为1%，即若某个过程的碳排放量对产品碳足迹的贡献小于1%，则此过程可忽略，总共忽略的碳排放量不超过5%。具体如下：

- 空调制冷剂、灭火器等逸散导致的温室气体排放可以忽略；
- 厂内叉车铲车使用少量柴油可以忽略；
- 在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

3.3.4 环境影响类型

基于本项目评价目的，本项目只选择气候变化这一种影响类型，即温室气体排放。按相关标准规范要求识别与本项目相关的温室气体排放，并按化石燃料燃烧排放、工业生产过程排放和购入电力隐含排放等进行分类。

3.3.5 数据质量要求

数据质量代表了本项目评价的目标代表性与数据实际代表性之间的差异，本项目的数据质量要求如下：

- (1) 本项目评价需要的产品生产过程能源、资源消耗等数据应采用企业的实际生产数据；
- (2) 评价周期：2019年1月1日至12月31日；
- (3) 数据地理代表性：中国；

主要能耗：电力、原煤、天然气。

3.4 碳排放量化

3.4.1 量化方法

本项目相关温室气体排放的具体量化方法主要依据《中国化工生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》（以下简称“核算方法”）。

3.4.2 核算单元

涉及相关评价核算单元如下：

表1 核算单元列表

符号	核算单元	备注
$E_{\text{燃烧}}$	化石燃料燃烧排放生的CO ₂ 排放量	
$E_{\text{GHG-过程}}$	工业生产过程的CO ₂ 排放量	
$E_{\text{电力}}$	外购电力消耗产生的CO ₂ 排放量	
$E_{\text{热力}}$	外购热力消耗产生的CO ₂ 排放量	无外购热力

3.4.3 具体量化方法

3.4.3.1 化石燃料燃烧排放生的CO₂排放量

$$E_{\text{燃烧}} = \sum AD_i \times EF_i \quad (1)$$

式中： $E_{\text{燃烧}}$ ——化石燃料燃烧产生的CO₂排放量，单位为tCO₂；

AD_i ——核算和报告期内第i种化石燃料的活动水平，单位为GJ；

EF_i ——第i种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位为tCO₂/GJ。

3.4.3.2 工业生产过程的CO₂排放量

永荣科技有限公司生产工艺仅前段甲醇制氢涉及涉及碳源的增减，后续己内酰胺、环己烷等生产工艺为加氢反应等，不涉及碳源的增减，故工业过程排放仅计算甲醇制氢工艺部分。

工业过程排放采用《核算指南》中的如下核算方法：

$$E_{\text{GHG-过程}} = E_{\text{CO}_2\text{-过程}} + E_{\text{N}_2\text{O-过程}} \times \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}$$

其中：

$$E_{\text{CO}_2\text{-过程}} = E_{\text{CO}_2\text{-原料}} + E_{\text{CO}_2\text{-碳酸盐}}$$

$$E_{\text{N}_2\text{O-过程}} = E_{\text{N}_2\text{O-硝酸}} + E_{\text{N}_2\text{O-己二酸}}$$

式中：

$E_{\text{GHG-过程}}$ ：为企业边界内工业生产过程产生的各种温室气体 CO_2 当量排放；

$E_{\text{CO}_2\text{-原料}}$ ：为化石燃料和其它碳氢化合物用作原材料产生的 CO_2 排放；；

$E_{\text{CO}_2\text{-石}}$ ：为石灰石使用过程产生的 CO_2 排放；

$E_{\text{N}_2\text{O-硝酸}}$ ：为硝酸生产过程的 N_2O 排放；

$\text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}$ ：为 N_2O 相比 CO_2 的全球变暖潜势（GWP）值。根据 IPCC 第二次评估报告，100 年时间内 1 吨 N_2O 相当于 310 吨 CO_2 的增温能力，因此等于 310。

原材料消耗产生的 CO_2 排放

$$E_{\text{CO}_2\text{-原料}} = \{ \sum r (AD_r \times CC_r) - [\sum p (AD_p \times CC_p) + \sum w (AD_w \times CC_w)] \} \times 44 \div 12$$

式中：

$E_{\text{GHG-过程}}$ 为工业生产过程温室气体排放量；

$E_{\text{CO}_2\text{-原料}}$ 为化石燃料用作原材料产生的 CO_2 排放量；

r 为进入企业边界的原材料种类，如具体品种的化石燃料；

AD_r 为原材料 r 的投入量，对固体或液体原料以吨为单位，对气体原料以万 Nm_3 为单位；

CC_r 为原材料 r 的含碳量，对固体或液体原料以吨碳/吨原料为单位，对气体原料以吨碳/万 Nm_3 为单位；

p 为流出企业边界的含碳产品种类，包括各种具体名称的主产品、联产产品、副产品等；

AD_p 为含碳产品 p 的产量，对固体或液体产品以吨为单位，对气体产品以万 Nm_3 为单位；

CC_p 为含碳产品 p 的含碳量，对固体或液体产品以吨碳/吨产品为单位，对气体产品以吨碳/万 Nm_3 为单位

w 为流出企业边界且没有计入产品范畴的其它含碳输出物种类，如炉渣、粉尘、污泥等含碳的废物

AD_w 为含碳废物 w 的输出量，单位为吨；

CC_w 为含碳废物 w 的含碳量，单位为吨碳/吨废物 w 。

3.4.3.3 外购电力消耗产生的 CO_2 排放量

$$E_{\text{电力}} = \sum AD_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} \dots \dots \dots (3)$$

式中： $E_{\text{电力}}$ ——外购电力消耗产生的二氧化碳排放量，单位为千克（kg）；

$AD_{\text{电力}}$ ——生产过程外购电力消耗量，单位为千瓦时（kWh）；

$EF_{\text{电力}}$ ——单位电力的二氧化碳排放因子，单位为千克二氧化碳每千瓦时（ kgCO_2/kWh ）。

3.4.4 碳排放数据核算

根据PAS 2050: 2011标准的要求，核查组组建了碳足迹盘查工作组，对永荣科技的产品碳足迹进行盘查。工作组通过查阅文件、现场

访问和电话沟通等过程完成本次碳足迹盘查工作。了解产品基本情况、生产工艺流程等信息；并调研和收集部分原始数据，主要包括：企业的生产报表、财务数据、能源消耗台账、生产原材料统计表、供应商基本情况统计表等，以保证数据的完整性和准确性。

3.4.4.1 化石燃料燃烧排放生的CO₂排放量

永荣科技消耗的化石燃料包括原煤和天然气。

(1) 原煤/天然气消耗量

核查组根据永荣科技提供的生产统计报表获取相关燃料消耗数据。2019年永荣科技的原煤和天然气消耗量数据如下。

表2 2019年原煤消耗量

月份	原煤消耗量 (t)	天然气消耗量 (m3)
1月	15199.17	452137.00
2月	19166.64	272354.00
3月	38206.44	323719.00
4月	17679.5	356648.00
5月	40508.66	808524.00
6月	43997.09	977934.00
7月	46144.32	989923.00
8月	43832.7	1110167.60
9月	43299.35	1347060.39
10月	45909.89	1583277.66
11月	44492.63	1609340.43
12月	46201.96	1664810.37
合计	444638.35	11495895.45

(2) 化石燃料排放因子

2019年永荣科技使用的烟煤的低位发热量取至实测值，单位热值含碳量和碳氧化率取至核算方法的缺省值，天然气的低位发热量、单位热值含碳量和碳氧化率取自核算方法的缺省值。

表3 单位原材料生产过程的二氧化碳排放量 (kgCO₂/kg)

燃料种类	低位发热量	单位热值含碳量	碳氧化率
	GJ/t、GJ/万Nm ³	tC/GJ	%
	A	B	C
烟煤	21.493	0.03356	99%
天然气	389.310	0.01530	99%

(3) 量化结果

2019年永荣科技化石燃料燃烧产生的CO₂排放为1189069.53t, 核算结果如表3所示。

表4 外购原材料生产过程产生的CO₂核算表

燃料种类	消耗量	低位发热量	单位热值含碳量	碳氧化率	折算因子	碳排放量
	t、万Nm ³	GJ/t、GJ/万Nm ³	tC/GJ	%	--	tCO ₂
	A	B	C	D	E	F=A*B*C*D*E
烟煤	444638.35	21.493	0.03356	0.99	44/12	1164213.24
天然气	1149.5895	389.31	0.01530	0.99	44/12	24856.30
合计						1189069.53

3.4.4.2 工业生产过程的CO₂排放量

(1) 甲醇消耗量

表5 甲醇消耗量

月份	甲醇消耗量 (t)
1月	2353.71
2月	2163.6
3月	3717.09
4月	2102.44
5月	6384.59
6月	6697.51

7月	7286.83
8月	6979.63
9月	6061.21
10月	5615.24
11月	4560.83
12月	5009.98
合计	58932.66

(2) 甲醇排放因子

甲醇排放因子取至《中国化工生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》中的缺省值，为0.375tCO₂/t。

(3) 量化结果

根据量化公式及相关核查数据，得出2019年度永荣科技工业生产过程的CO₂排放为81024.31t，结果如下表所示。

表7 工业生产过程产生排放核算表

年份	甲醇	甲醇排放因子	甲醇纯度	CO ₂ 排放量
	t	tCO ₂ /t	%	tCO ₂
	A	B	C	D=A*B*C*44/12
2019	58932.66	0.375	99.99	81024.31

3.4.4.3 外购电力消耗产生的CO₂排放量

核查组通过永荣科技提供的电力结算清单和电力统计报表数据，核算出永荣科技2019年度外购电力消耗量为106085.86MWh，外购电力排放因子采用评价方法缺省值，核算出永荣科技2019年度外购电力消耗产生的CO₂排放量为74631.4t。

表8 外购电力消耗产生排放量

年份	净购入使用电力	外购电力排放因子	CO ₂ 排放量
	MWh	tCO ₂ /MWh	tCO ₂
	A	B	C=A*B
2019	106085.86	0.7035	74631.4

3.4.4.4 总排放量

根据3.3.4.1、3.3.4.2和3.3.4.3章节数据核算结果，得出永荣科技2019年度总排放量为1344725tCO₂，其中化石燃料燃烧产生排放占排放量的88.42%，工业过程排占排放量的6.03%，外购电力消耗产生排放占排放量的5.55%。

表9 总排放量数据

序号	核算单元	排放量 (tCO ₂)	占比
1	化石燃料燃烧产生排放	1189069.53	88.42%
2	工业过程排放	81024.31	6.03%
3	外购电力消耗产生排放	74631.40	5.55%
合计		1344725	100.00%

3.5 产品数据核算

核查组通过永荣科技提供的产品产量统计报表，得出永荣科技2019年度产品产量为167923t。

表10 产品产量统计表

月份	己内酰胺产量 (t)
1月	10318.95
2月	9078.45
3月	13738.13
4月	7414.15
5月	15596.84
6月	16317.8
7月	16020.44
8月	15173.83
9月	14290.5
10月	17270.88
11月	16105.73
12月	16597.84
合计	167923.54

3.6 单位产品碳足迹

2019年度永荣科技的产品产量为167923t。经核算，得到2019年永荣科技化工生产单元在化石燃料燃烧产生排放、工业过程排放和外购电力消耗产生排放的碳排放量为1344725tCO₂，单位产品碳排放量为8.01tCO₂/t。

表11 单位产品碳排放量

	单位	数值
总碳排放量	tCO ₂	1344725
产品产量	t	167923
单位产品碳排放量	tCO ₂ /t	8.01

四、结论

根据产品碳足迹评价结果，确认2019年的温室气体排放是在没有实质性偏差的情况下以保守和适当的方式计算出来的。本报告确认：福建永荣科技有限公司2019年在化工生产单元在化石燃料燃烧产生排放、工业过程排放和外购电力消耗产生排放，生产1t己内酰胺的碳排放量为8tCO₂。