



河南晶能电源有限公司 铅酸蓄电池碳足迹报告

报告编号: 0405010222022(001)

中国船级社质量认证有限公司

2023 年 03 月 17 日

声 明

1. 报告的限定性说明;

- 1) 本报告仅关注气候变化这一种影响类型, 采用全球变暖潜值 (Global Warming Potential, GWP) 来量化产品碳足迹;
- 2) 本报告的碳足迹评价获得的初级数据基于审核组对现场企业提供的数据的调查、收集和整理工作获得;
- 3) 当初级数据不可得时, 选择了代表区域平均和特定技术条件下的次级数据, 本次研究中次级数据均来自中国生命周期基础数据库 (China Reference Life Cycle Database, CLCD)、《中国产品全生命周期温室气体排放系数集库 (2022)》、Ecoinvent 数据库。

2. 报告的生效条件;

- 1) 本报告自签发之日起生效;
- 2) 若本产品生命周期发生计划外的变化, 导致产品生命周期碳足迹变化超过 10%, 并历时 3 个月以上, 应对有关该产品生命周期内碳足迹重新评价;
- 3) 若产品生命周期碳足迹计划内的变化导致评价结果增加了 5%或以上, 而且变化期超过 3 个月, 则应对有关该产品生命周期碳足迹重新评价。

3. 报告使用的限制性条件;

本报告是基于特定系统边界条件下对既定产品的碳足迹评价, 并不一定适用于同类型产品。

4. 其他必要的声明;

无。

地址	北京市东城区东黄城根南街 40 号楼, 邮编 100006
联系方式	总机:010-56313400 传真:010-56313500
公司网址	www.ccs-c.com

版本信息

版本号	签发日期	版本说明
A	2023-03-17	第一版

	姓 名	签 字	日 期
编 制	李强	李强	2023.3.15
审 核	赵国杰 刘如云	赵国杰 刘如云	2023.3.16
批 准	田伟	田伟	2023.3.17



委托方名称	河南晶能电源有限公司	地址	河南省焦作市孟州市产业集聚区长江大道 145 号
联系人	王菊芬	联系方式（电话、email）	17638905115 65871303@qq.com
标准及方法学		《温室气体.产品的碳排放量.量化和通信的要求和指南》（ISO 14067:2018） 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》（PAS 2050:2011）	
核算结论			
中国船级社质量认证有限公司受河南晶能电源有限公司委托，对河南晶能电源有限公司生产的 12V32AH 型号铅酸蓄电池产品碳足迹排放量进行核算，确认如下：			
1) 核算标准中所要求的内容已在本次工作中覆盖；			
工作组确认此次产品碳足迹报告符合《温室气体.产品的碳排放量 量化和通信的要求和指南》（ISO 14067：2018）、《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》（PAS 2050：2011）的要求。			
2) 单位产品碳排放量为：			
产品名称	型号	产品碳足迹（kgCO ₂ e/只）	备注
铅酸蓄电池	12V32AH	从摇篮到大门：13.4097	不包括产品使用和回收

目 录

1 概述	1
1.1 基本情况介绍	1
1.2 目的	1
1.3 范围	2
1.4 准则	2
1.5 数据取舍规则	3
1.6 数据质量要求	3
1.7 软件和数据库	3
2 过程和方法	4
2.1 工作组安排	4
2.1.1 人员安排	4
2.1.2 时间安排	4
2.2 文件评审	4
2.2.1 策略分析	4
2.2.2 风险评估	5
2.3 现场评价	6
2.4 碳足迹报告编写及技术评审	6
3 数据收集	7
3.1 数据收集方法	7
3.2 证据材料收集方法	7
3.3 产品生产过程中的基本信息	7
4 碳足迹计算	9
4.1 碳足迹识别	9
4.2 计算表格	11
5 数据计算	13
5.1 计算公式	13
5.2 计算结果	13
6 不确定分析	15
7 评价结果	16
附件: 支持性文件清单	18

1 概述

1.1 基本情况介绍

河南晶能电源有限公司成立于 2009 年 3 月,是由浙江天能集团对河南三丽电源股份有限公司进行并购重组,更名为“河南晶能电源有限公司”。

依托天能集团强大的平台优势,公司遵循“绿色、生态、智造”的发展战略,以“绿色能源、驱动世界”的产品理念,实现了经营管理的精益化、高效化和生产过程的绿色化、智能化,快速盘活了原三丽公司“半僵尸”资产,使老企业迅速实现了“腾笼换鸟”“蝶恋重生”的传奇神话。公司生产的新型电动车动力蓄电池以其领先的技术和过硬的产品质量,先后与国内爱玛、雅迪、新日等知名企业牵手合作,深受消费者欢迎,践行了“保障消费者安全绿色出行”的企业发展使命,企业经营业绩持续稳定增长。

公司将积极投入到铅蓄电池减排增效绿色升级改造项目中,该项目在年产 250 万 KVAh 硅胶体铅蓄电池项目的基础上进行减排增效升级改造,实现年产 600 万 KVAh 硅胶体蓄电池的产能。该项目总投资 5200 万元,共分两期进行建设:一期工程淘汰部分重力铸板、密闭和膏等设备,引入连铸连轧、真空和膏、连续涂板、新型分刷一体机等先进工艺设备,并对现有的固化、装配、化成等工序的装备进行技术改造,产能达到 500 万 KVAh/a。二期工程全面引进连铸连轧、智能装配等先进生产设备,并新增一条装配线,配套建设一座四千平方米的成品库房、配电房等建筑设施,将总产能提升至 600 万 KVAh/a。

1.2 目的

本研究的目的是以生命周期评价方法为基础,采用《温室气体.产品的碳排放量.量化和通信的要求和指南》(ISO 14067:2018)、《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》(PAS2050:2011)的要求中规定的碳足迹核算方法,计算由委托方生产的 12V32AH 型号铅酸蓄电池产品的碳足迹。

碳足迹核算是企业实现低碳、绿色发展的基础和关键,披露产品的碳足迹是河南晶能电源有限公司环境保护工作和社会责任的一部分,也是迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为企业 12V32AH 型号铅酸蓄电池采购商的有效沟通提

供良好的途径，对促进产品全供应链的温室气体减排具有一定积极作用。

本项目研究结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是企业内部管理人员及其他相关人员，二是企业外部利益相关方，如上游供应商、地方政府和环境非政府组织等。

1.3 范围

（1）功能单位

为实现本次碳足迹评价的目的，本项目功能单位定义为：生产 1 只 12V32AH 型号铅酸蓄电池。

（2）系统边界

研究的系统边界为“从摇篮到大门”的类型，调研了河南晶能电源有限公司生产 1 只 12V32AH 型号铅酸蓄电池从原辅材料获取、能源获取、生产过程、包装过程等生命周期过程，不包含产品运输到下游客户的运输阶段生命周期过程。

表 1-1 包含和未包含在系统边界内的生产过程

包含的过程	未包含的过程
✓ 原辅材料获取（原辅材料生产、原辅材料运输）	× 生产设备设施的生产及维修
✓ 原辅材料运输	× 产品使用
✓ 能源获取（电网电力、天然气、自来水获取）	× 产品回收、处置和废弃阶段
✓ 生产过程（天然气消耗）	× 产品包装运输（运输到下游客户）
✓ 包装过程（包装材料生产、包装材料运输）	

1.4 准则

评价准则：

- （1）《温室气体—温室气体声明审定与核查规范及指南》（ISO 14064-3:2019）；
- （2）《温室气体.产品的碳排放量.量化和通信的要求和指南》（ISO 14067:2018）；
- （3）《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》（PAS2050:2011）；
- （4）《乘用车生命周期碳排放核算技术规范》（中国汽车技术研究中心有限公司，2021 年 7 月 29 日发布）；
- （5）其他有关标准化团体或协议规定的准则。

1.5 数据取舍规则

本研究采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。具体规则如下：

- 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%；
- 生产设备、厂房、生活设施数据进行忽略；
- 在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略；
- 本报告所有原辅料和能源等消耗都关联了上游数据，部分消耗的上游数据采用近似替代的方式处理。

1.6 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本报告中主要考虑了以下几个方面：

- (1) 数据准确性：实景数据的可靠程度
- (2) 数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性
- (3) 模型一致性：采用的方法和系统边界一致性的程度

为了满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在报告过程中首选来自生产商和上游供应商直接提供的初级数据，本报告的碳足迹评价获得的初级数据基于审核组对现场数据的调查、收集和整理工作获得。当初级数据不可得时，尽量选择代表区域平均和特定技术条件下的数据库进行替代。

1.7 软件和数据库

在本项目中，使用的生命周期评价模型是由中国船级社质量认证有限公司工作组根据实际情况建立。

本评价过程中用到的次级数据（数据库）包括中国生命周期基础数据库（China Reference Life Cycle Database, CLCD）、《中国产品全生命周期温室气体排放系数集库（2022）》、CCalC2 数据库。

2 过程和方法

2.1 工作组安排

2.1.1 人员安排

表 2-1 工作组成员及技术评审人员安排

姓名	职责分工
组长	李强
组员	田璐璐
复核人员	赵国杰
决定人员	刘如云

2.1.2 时间安排

表 2-2 时间安排

日期	工作安排
2023.3.7	文件评审
2023.3.10	现场评价
2023.3.15	完成碳足迹报告
2023.3.16	复核与决定
2023.3.17	结果批准与签发

2.2 文件评审

2.2.1 策略分析

工作组对碳足迹核查项目的实施进行策略分析，策略分析的输入包括：

- (1) 约定的保证等级、重要性、准则；
- (2) 产品及其测量/监测过程的复杂性；
- (3) 利益相关方、责任方、客户和目标用户之间的组织关系及相互作用；
- (4) 生命周期解释的结果，包括结论和限制性；

- (5) 功能单元或声明单元（更多信息见 ISO 14067）；
- (6) 单元过程的特征；
- (7) 生命周期阶段；
- (8) 取舍规则。

经过策略分析，审核组确认信息如下：

(1) 本次评价的保证等级为合理保证等级，重要性阈值规定为 5%，认证的准则为《温室气体.产品的碳排放量.量化和通信的要求和指南》（ISO 14067:2018）和《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》（PAS2050:2011）；

(2) 被评价产品原辅料、能耗清单统计完善；

(3) 识别被评价产品系统边界内各流程的 GHG 排放：包括原辅材料获取、原辅材料运输、产品生产，其中产品生产过程中包括能源获取和工业废水处理环节的排放。

(4) 生命周期解释的结果，包括结论和限制性符合相关准则要求；

(5) 功能单元反映产品实际碳足迹状况，产品间具有可比性；

(6) 功能单元为 1 只 12V32AH 型号铅酸蓄电池，过程清晰、明确；

(7) 生命周期为从摇篮到大门，不包括产品运输；

(8) 本研究采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。具体规则如下：

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，本项目无忽略的物料。

2.2.2 风险评估

工作组对评价活动有关的潜在错误、遗漏和错误表达的来源和严重性进行评估，包括：

出现重要偏差的固有风险；

产品生产的控制措施不能防止或发现重要偏差的风险；

本次被评价产品系统边界明确，活动水平数据产生、传递、汇总方式透明、准确，产品生产工艺流程简单，主要 GHG 活动水平数据证据材料均可获取，且评价的复杂程度为简单，因此本次评价出现以上风险的可能性较低。

综上，评价结果能够满足重要性偏差要求。

2.3 现场评价

本次现场评价主要围绕组织 GHG 管理活动相关政策、规则、程序的运行情况、信息管理系统控制、信息和数据质量以及生产设备设施、计量设备等情况进行，评价过程详见表 2-3。

表 2-3 现场评价表

序号	主要评价内容	评价发现
1	对组织 GHG 管理活动相关政策、规则、程序的运行情况的评价： (1) 边界确定 (2) 功能单元的确定 (3) 生命周期阶段的确定 (4) 排放源识别 (5) 内部质量控制活动	被评价产品系统边界范围明确，功能单元符合产品特性，生命周期阶段清晰，排放源识别完整。
2	对 GHG 信息管理系统控制进行评价： (1) 查阅被评价单位基本信息 (2) 查阅设备设施台账 (3) 查阅设备运行记录 (4) 查阅产品生产情况台账 (5) 查阅管理活动记录 (6) 检查 GHG 信息流 (7) 检查记录的保存	组织基本信息、设备设施台账、设备运行记录以及生产情况台账齐全，GHG 活动水平数据产生、传递、汇总和报告的信息流，获取方式透明，能够真实反应企业实际情况。
	对 GHG 信息和数据进行评价： (1) 查阅各 GHG 排放源排放量核算相关的活动数据的数据源 (2) 查阅各 GHG 排放源排放量排放因子的数据源	主要 GHG 活动水平数据证据材料及交叉核对源数据均可获取，核查对数据源采取 100%收集。
3	查看现场： (1) 针对设备设施清单，查看各类设备设施、计量设备，访谈工作人员，对原始数据的产生进行评价	现场设备设施、计量设备齐全，运行正常，各项活动数据质量高。

2.4 碳足迹报告编写及技术评审

工作组在文件评审、现场评价后，编制了产品碳足迹报告，并将报告提交技术评审，复核与决定人员是由独立于工作组并具备相关行业领域的专业知识的人员，通过决定后，将报告提交批准。

3 数据收集

3.1 数据收集方法

本评价在 2023 年 3 月 10 日进行企业活动水平数据的调查、收集和整理工作，企业提供的活动水平数据区间为 2022 年 1 月 1 日 0:00~2022 年 12 月 31 日 24:00。

为满足数据质量的要求，并确保计算结果的可靠性，本次评价过程中初级数据首选来自生产商和供应商直接提供的数据。

当初级数据不可得时，尽量选择代表区域平均和特定技术条件下的次级数据，本次评价次级数据来自中国生命周期基础数据库（China Reference Life Cycle Database, CLCD）、《中国产品全生命周期温室气体排放系数集库（2022）》、Ecoinvent 数据库。

3.2 证据材料收集方法

为满足本报告章节“1.6”中对数据质量的要求，确保计算结果的可靠性，本报告单元过程中的清单数据优先使用委托方实际统计的数据或实测数据（初级数据），如无法直接监测，可根据一定规则进行细分或直接使用经验数据代替；对于上游原辅材料的生产的碳足迹，应优先使用委托方供应商的实际生产数据，如不可得，可尽量代表区域平均和特定技术条件下的数据库（次级数据）进行替代，或直接使用章节“1.5”提到的取舍规则进行取舍，并在报告中说明。

3.3 产品生产过程中的基本信息

过程基本信息

（1）产品名称：12V32AH 型号铅酸蓄电池

过程边界：原辅材料获取、能源获取、生产过程、包装过程，产品生产到大门。

（2）数据代表性

主要数据来源：企业 2022 年 1 月 1 日~2022 年 12 月 31 日实际生产数据

生产企业：河南晶能电源有限公司

产地：中国河南孟州

基准期：2022 年 1 月 1 日~2022 年 12 月 31 日

主要原材料：电解铅（正）、电解铅（负）、合金铅（正）、合金铅（负）、

浓硫酸（合膏和淋酸）、短玻纤、硫酸钡、腐殖酸、石墨、木素、塑壳（盖板+电池槽）、隔板纸(玻璃纤维棉)、铅锭（铸焊用）、端子（铜）、环氧树脂（ABS）和浓硫酸（灌酸）等；

包装材料：包片膜（PE 膜）、安全阀、包纸箱（含大小包装）和产品说明书；

主要能耗：天然气、电力、自来水；

各生产工序均使用压缩空气，但是未计量用量。故将空压站耗电量分摊至各工序直接计算。

查询经估算，其他原辅材料消耗量质量占比不超过 1%，故忽略不计。

（3）生产主要工艺介绍

生产工艺流程图如图 3.1 所示：

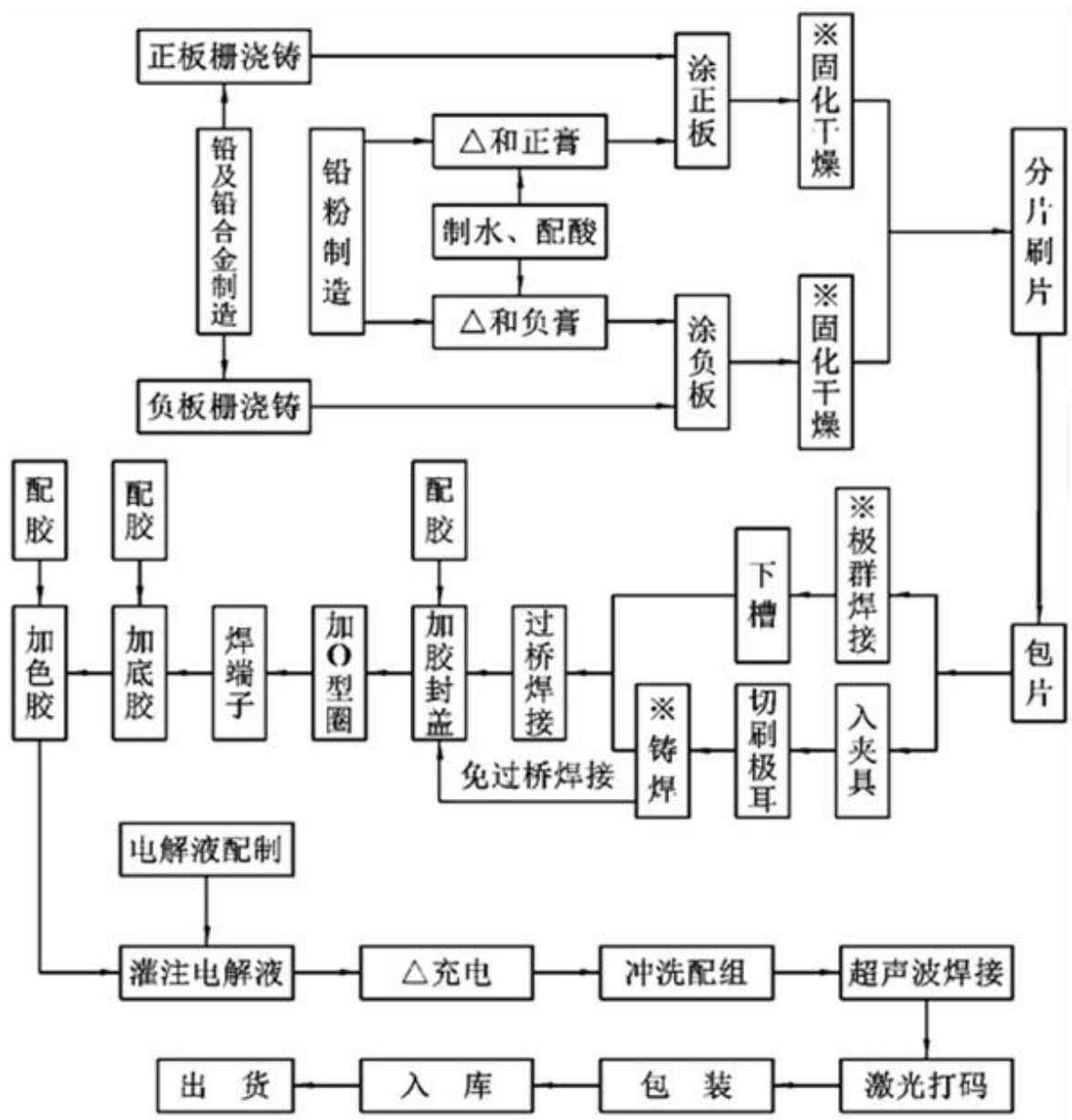


图 3.1 12V32AH 型号铅酸蓄电池产品生产工艺流程总图

4 碳足迹计算

4.1 碳足迹识别

表 4-1 碳足迹过程识别表

序号	主体	活动内容	备注
1	原辅材料获取过	原辅材料生产	/
		原辅材料运输	

2	能源获取	能源获取	/
3	生产过程	生产过程	/
4	包装过程	包装材料生产	/
		包装材料运输	

4.2 计算表格

表 4-2 原辅材料获取、运输数据清单

数据类型	原料/预制部件名称	单位	单位产品原材料消耗量	原材料占比	是否忽略	原材料生产 排放因子 kgCO ₂ /t kgCO ₂ /m ³ kg CO ₂ /kWh	运输距离 km	运输过程排 放因子 kgCO ₂ /t*km	使用过程排 放因子 kgCO ₂ /m ³
原辅材料	电解铅（正）	g/只	2128.4	23.23%	否	740.11	80	0.041	-
	电解铅（负）	g/只	1869	20.40%	否	740.11	80	0.041	-
	合金铅（正）	g/只	1315	14.35%	否	740.11	80	0.041	-
	合金铅（负）	g/只	945	10.32%	否	740.11	80	0.041	-
	浓硫酸（合膏和淋酸）	g/只	686.87	7.50%	否	124	80	0.041	-
	短玻纤	g/只	8	0.09%	是	-	-	-	-
	硫酸钡	g/只	22	0.24%	是	-	-	-	-
	腐殖酸	g/只	12	0.13%	是	-	-	-	-
	石墨	g/只	5	0.05%	是	-	-	-	-
	木素	g/只	7	0.08%	是	-	-	-	-
	塑壳（盖板+电池槽）	g/只	658.25	7.19%	否	3430	30	0.041	-
	隔板纸(玻璃纤维棉)	g/只	290.96	3.18%	否	821.23	30	0.041	-
	铅钎（铸焊用）	g/只	195	2.13%	否	740.11	80	0.041	-
	端子（铜）	g/只	14	0.15%	是	-	-	-	-
	环氧树脂（ABS）	g/只	68	0.74%	是	4.57	-	-	-
	浓硫酸（灌酸）	g/只	936.48	10.22%	否	124	80	0.041	-
	合计（电池整只重量）	g/只	9161	100%	-	-	-	-	-
包装材料	包片膜（PE 膜）	g/只	4.55	-	否	3430	30	0.041	-

	安全阀	g/只	0.2	-	是				-
	包纸箱 (含大小包装)	g/只	368.45	-	否	1605	80	0.041	-
	产品说明书	g/只	3	-	否	919.4	-	-	-
	合计			-	-	-	-	-	-
能源	电力	kWh/只	10.029	-	-	0.4626	-	-	-
	天然气	Nm³/只	0.299	-	-	0.017	-	-	2.16
	自来水	m³/只	0.0336	-	-	0.213	-	-	-
	合计			-	-		-	-	-

注: 其中硫酸生产排放因子数据来源于 CCalC2 数据库, 天然气使用过程排放因子为根据《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南 (试行)》中“天然气低位发热量*单位热值含碳量*碳氧化率*44/12”计算得到, 其他因子数据来源于中国产品全生命周期温室气体排放系数库。

5 数据计算

5.1 计算公式

本报告碳足迹计算公式如下：

$$EP_C = \sum AD_i \times EF_i \times GWP_i$$

式中：

EP_C ——产品碳足迹值；

AD_i ——第 i 种初级数据（活动水平数据）；

EF_i ——第 i 种次级数据（排放因子）；

GWP_i ——第 i 种温室气体的全球变暖潜能值。

5.2 计算结果

基于以上调研数据和计算公式，录入各个过程输入、输出清单数据等工作，结合背景数据，在 eFootprint 软件中建立产品 LCA 模型并计算得到生产单位产品的碳足迹如下表所示：

表 5-11 只 12V32AH 型号铅酸蓄电池产品排放量表

序号	名称		碳足迹 (kgCO _{2e})	百分比	百分比
1	原辅材料获取	原辅材料生产	7.4735	55.73%	55.94%
		原辅材料运输	0.0277	0.21%	
2	能源获取	能源获取	4.6517	34.69%	34.69%
3	生产过程	生产过程	0.6458	4.82%	4.82%
4	包装过程	包装材料生产	0.6098	4.55%	4.56%
		包装材料运输	0.0012	0.01%	
5	合计		13.4097	100%	100%

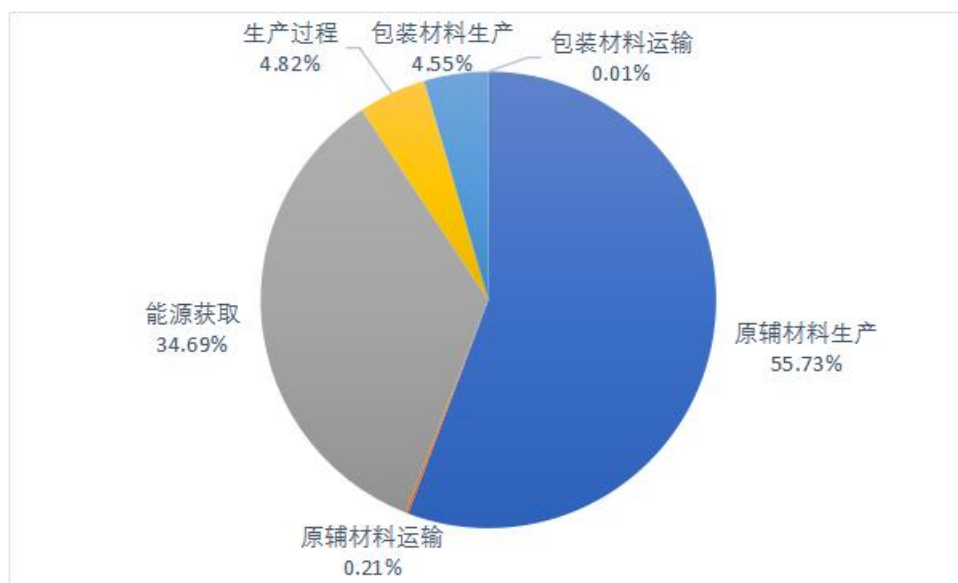


图 5.1.1 只 12V32AH 型号铅酸蓄电池产品排放量占比图

从计算结果可以发现，生产 1 只 12V32AH 型号铅酸蓄电池产品生命周期碳足迹中，原辅材料获取占比为 55.94%，是全生命周期碳足迹中贡献最大的环节；能源获取过程占比 34.69%，生产过程占比 4.82%，包装过程占比 4.56%。

表 5-2 不同原材料排放清单

序号	原材料名称	碳足迹 (kgCO ₂ e)	百分比
1	电解铅（正）	1.5753	21.08%
2	电解铅（负）	1.3833	18.51%
3	合金铅（正）	0.9732	13.02%
4	合金铅（负）	0.6994	9.36%
5	浓硫酸（合膏和淋酸）	0.0852	1.14%
6	塑壳（盖板+电池槽）	2.2578	30.21%
7	隔板纸(玻璃纤维棉)	0.2389	3.20%
8	铅锭（铸焊用）	0.1443	1.93%
9	浓硫酸（灌酸）	0.1161	1.55%
10	合计	7.4735	100%

进一步分析原材料生产碳足迹排放，按照原材料区分，塑壳的碳足迹贡献最大，占比达到 30.21%，其次正负极电解铅，占比分别为 21.08%和 18.51%，再次为正负极合金铅，占比分别为 13.02%和 9.36%

故为了减小 12V32AH 型号铅酸蓄电池的碳足迹,应重点考虑减少 12V32AH 型号铅酸蓄电池产品生产过程中原材料的消耗;另外,能源获取过程碳足迹贡献率也相对较大,降低生产过程中能源消耗,也是降低产品碳足迹的一个重要的途径。为减小产品碳足迹,建议如下:

(1) 优化生产工艺,在企业可行的条件下,减少原材料的消耗,可大幅度降低产品的碳足迹;

(2) 加强企业上游供应商碳排放相关管理,可要求供应商进行碳足迹认证,实施相关措施减少其产品的碳排放量,打造绿色供应链的相关制度,推动供应链协同改进,推进产业链的绿色设计发展;

(3) 推动生产过程的节能减排,采取提高设备能效等降低电力消耗的措施,优化用能结构,减少能源获取的碳足迹;

6 不确定分析

不确定性来自于初级数据(活动水平数据)的不确定性和次级数据(排放因子)的不确定性。初级数据不确定性选择原则为:经确认企业的实测数据不确定性为±2%,企业实测值分摊数据不确定性为±3%,企业估算数据不确定性为±3%;次级数据(排放因子)不确定性选择原则为:企业实测数据不确定性为±2%,指南及数据库推荐数据不确定性为±4%。

12V32AH 型号铅酸蓄电池的原辅材料消耗量、生产过程的水平数据来自经核查的企业实测值分摊,其不确定性定为±3%;原辅材料和产品的运输数据为企业估算的数据,其不确定性为±3%;12V32AH 型号铅酸蓄电池碳足迹计算的排放因子数据都采用指南及数据库推荐者,其不确定性为±4%。

本报告采用简单的误差传递公式,主要包括两个误差传递公式,一是加减运算的误差传递公式,二是乘除运算的误差传递公式。当某一估计值为 n 个估计值之和或差时,该估计值的不确定性采用下述公式计算:

$$U_C = \frac{\sqrt{(U_{s1} \times \mu_{s1})^2 + (U_{s2} \times \mu_{s2})^2 + \dots + (U_{sn} \times \mu_{sn})^2}}{|\mu_{s1} + \mu_{s2} + \dots + \mu_{sn}|} \quad (1)$$

式中:

U_C n 个估计值之和或差的不确定性 (%)

$U_{s1} \dots U_{sn}$ n 个相加减的估计值的不确定性 (%)

$\mu_{s1} \dots \mu_{sn}$ n 个相加减的估计值

当某一估计值为 n 个估计值之积时, 该估计值的不确定性采用公式 (2) 计算:

$$U_C = \sqrt{U_{s1}^2 + U_{s2}^2 + \dots + U_{sn}^2} \quad (2)$$

式中:

U_C : n 个估计值之积的不确定性 (%)

$U_{s1} \dots U_{sn}$: n 个相乘的估计值的不确定性 (%)

根据误差传递公式 (1) 和 (2), 计算得出 12V32AH 型号铅酸蓄电池碳足迹的总不确定性为 $\pm 4.26\%$, 具体如下表所示:

表 6-1 碳足迹不确定性分析表

序号	名称		活动水平数据 不确定性	排放因子 不确定性	碳足迹 (kgCO ₂ e)	碳足迹 不确定性
1	原辅材料获取	原辅材料生产	$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	7.4735	5.00%
2		原辅材料运输	$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	0.0277	5.00%
3	能源获取	能源获取	$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	4.6517	5.00%
4	生产过程	生产过程	$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	0.6458	5.00%
5	包装过程	包装材料生产	$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	0.6098	5.00%
		包装材料运输	$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	0.0012	5.00%
4	合计 (摇篮到大门)		/	/	13.4097	3.30

不确定性的主要来源为初级数据存在测量误差和计算误差以及次级数据的选择, 减少不确定性的方法主要有:

- (1) 使用准确率较高的初级数据;
- (2) 对每一道工序都进行能源消耗的跟踪监测, 提高初级数据的准确性;
- (3) 加强上游供应商的产品碳足迹认证, 原辅材料采用其实际的上游数据。

7 评价结果

1 只 12V32AH 型号铅酸蓄电池从摇篮到大门的碳足迹为 13.4097kgCO₂e, 其中

原辅材料获取占比为 55.94%，是全生命周期碳足迹中贡献最大的环节；其次为能源获取过程，占比为 34.69%。

附件：支持性文件清单

序号	文件名称
1	营业执照
2	企业简介
3	组织机构图
4	厂区平面图
5	工艺流程图
6	各车间能源消耗报表
7	各车间产量报表
8	碳足迹报告清单
9	产品产量及分摊比例