

柳州鹏辉能源科技有限公司

碳足迹核查报告

编制日期 2024 年 6 月

产品碳足迹核查信息表

核查单位	柳州鹏辉能源科技有限公司	
公司地址	广西壮族自治区柳州市北部生态新区杨柳路 18 号	
联系人	王敏	联系方式 18924309329
产品生产公司	柳州鹏辉能源科技有限公司	
产品生产地址	广西壮族自治区柳州市北部生态新区杨柳路 18 号	
产品名称	280Ah 储能锂电池	
产品系列/规格/型号	GSP71173204F	
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	1KWh280Ah 储能锂电池	
碳足迹 (CO ₂ e)	220.8kg	
核查结论	<p>核查结论：</p> <p>经核查，柳州鹏辉能源科技有限公司生产的锂离子充电电池，依据 ISO 14067:2018 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。</p> <p>1KWh 锂离子充电电池 (GSP71173204F) “从摇篮到大门”的生命周期阶段碳足迹排放为：220.8kgCO₂e。</p>	

目 录

1. 生命周期评价与产品碳足迹.....	1
2. 目标与范围定义.....	1
2.1 核查目的.....	1
2.2 核查范围.....	2
2.2.1 功能单位.....	2
2.2.2 核查指标.....	2
2.2.3 系统边界.....	3
2.3 数据取舍规则.....	3
2.4 数据质量要求.....	4
2.5 软件和数据库.....	5
3. 数据收集.....	6
3.1 数据分配.....	6
3.3.1 原材料获取及加工阶段.....	6
3.3.2 产品生产阶段.....	6
3.3.3 运输.....	7
3.2 原材料获取及加工段.....	8
3.2.1 主要原材料.....	8
3.2.2 主要辅助材料.....	8
3.2.3 包装材料.....	9
3.3 原辅材料运输阶段.....	9
3.4 产品生产阶段.....	10

3.4.1 能源资源消耗.....	10
3.4.2 污染物排放.....	11
4 产品碳足迹结果与分析.....	11
4.1 综合结果.....	11
4.2 原材料获取及加工段.....	12
4.3 生产过程获取和加工阶段.....	14
4.4 原材料运输阶段.....	14
5 生命周期解释.....	16
5.1 假设和局限性.....	16
5.2 数据质量评估.....	16
5.2.1 代表性.....	16
5.2.2 完整性.....	16
5.2.3 可靠性.....	17
5.2.4 一致性.....	17
6. 结论.....	17

1.生命周期评价与产品碳足迹

生命周期评价方法(Life Cycle Assessment,LCA)是系统化、定量化评价产品生命周期过程中资源环境效率的标准方法 ,它通过对产品上下游生产与消费过程的追溯 ,帮助生产者识别环境问题所产生的阶段 ,并进一步规避其在产品不同生命周期阶段和不同环境影响类型之间进行转移。国内外很多行业都开展了产品 LCA 评价 ,用于行业内公司的对标和改进、行业外部的交流 ,并为行业政策制定提供参考依据。

产品碳足迹 (Product Carbon Footprint,PCF) 是指某个产品在其生命周期过程中所释放的直接和间接的温室气体总量 ,即从原材料开采、产品生产 (或服务提供)、分销、使用到最终再生利用/处置等多个阶段的各种温室气体排放的累加。产品碳足迹已经成为一个行之有效的定量指标 ,用于衡量公司的绩效 ,管理水平和产品对气候变化的影响大小。

2.目标与范围定义

2.1 核查目的

产品生命周期评价和碳足迹核查作为生态设计和绿色制造实施的基础 ,近年来已经成为人们研究和关注的热点。开展生命周期评价和碳足迹核查能够最大限度实现资源节约和温室气体减排 ,对于行业绿色发展和产业升级转型、应对出口潜在的贸易壁垒而言 ,都是很有价值和意义的。

本项目按照 ISO 14067:2018 《温室气体产品碳足迹量化的要求和指南》、ISO14040:2006 《环境管理生命周期评价原则与框架》、ISO 14044:2006 《环境管理生命周期评价要求与指南》等要求 ,建立产品从原材料生产到产品出厂的生命周期模型 ,编写碳足迹核查报告 ,结果和相关分析可用于以下目的 :

➤通过获得产品的生命周期碳足迹指标结果，比较不同工艺下产品的碳排放情况，选择更为环境友好的工艺技术。

➤报告可为上下游供应链和客户的绿色设计与供应链绿色管理提供输入，可影响上游供应商提供更为低碳的原材料、可引导下游客户根据生命周期碳足迹指标选择更为低碳的产品。

➤报告可用于市场宣传，展示本公司产品在碳排放方面的优势，为行业公司绿色采购提供支持。

2.2 核查范围

2.2.1 功能单位

本次研究的功能单位定义为：1KWh280Ah 锂离子储能电池。产品如下图所示：



图 2-1 锂离子储能电池

2.2.2 核查指标

本项目通过对碳足迹指标的核查，帮助公司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生产的重要手段，从而支持可持续的生产与消费。通过对产品碳足迹的核查，为公司评估和实施有针对性的改进提供基础数据。

碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体总量排放，用二氧化碳当量（CO₂e）表示，单位为 g CO₂e、kg CO₂e 或 t CO₂e。常见的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）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）等。

2.2.3 系统边界

本次碳足迹核查的产品为“锂离子储能电池”，根据该产品的特点，本报告界定的该产品生命周期阶段为“摇篮到大门”，系统边界包括三个阶段：原材料获取及加工阶段 A1、原材料运输阶段 A2、产品生产阶段 A3。产品生命周期系统边界如下图所示。

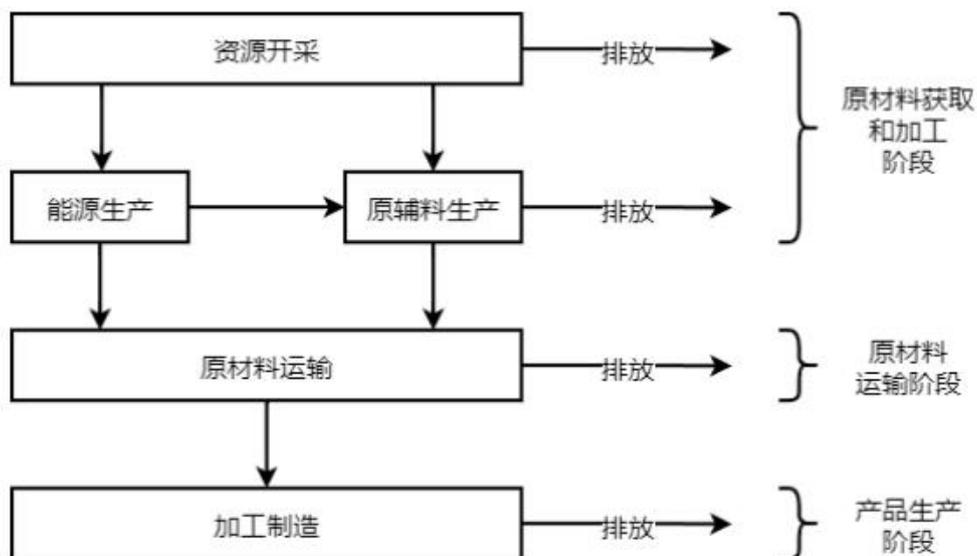


图 2-2 产品生命周期系统边界图

2.3 数据取舍规则

在选定系统边界和指标的基础上，应规定一套数据取舍准则，忽略对评价结果影响不大的因素，从而简化数据收集和评价过程。本研究取舍准则如下：a) 原则上可忽略对碳足迹结果影响不大的能耗、原辅料、使用阶段耗材等消耗。例如，小于产品重量 1% 的普通消耗可忽略，而含有稀贵金属（如金银铂钯等）或高纯物质（如纯度高于 99.99%）的物耗小于产品重量 0.1% 时可忽略，但总共忽略的物耗推荐不超过产品重量的 5%；

b) 道路与厂房等基础设施、生产设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，可忽略；

c) 低价值废物作为原料，如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等，忽略其上游生产数据。

2.4 数据质量要求

数据质量评估的目的是判断碳足迹核查结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。本研究数据质量可从四个方面进行管控和评估，即代表性、完整性、可靠性、一致性。

1) 数据代表性：包括地理代表性、时间代表性、技术代表性三个方面。

➤ 地理代表性：说明数据代表的国家或特定区域，这与研究结论的适用性密切相关。

➤ 时间代表性：应优先选取与研究基准年接近的公司、文献和背景数据库数据。

➤ 技术代表性：应描述生产技术的实际代表性。

2) 数据完整性：包括产品模型完整性和数据库完整性两个方面。

➤模型完整性：依据系统边界的定义和数据取舍准则，产品生命周期模型需包含所有主要过程。产品生命周期模型尽量反映产品生产的实际情况，对于重要的原辅料（对碳足迹指标影响超过5%的物料）应尽量调查其生产过程；在无法获得实际生产过程数据的情况下，可采用背景数据，但需对背景数据来源及采用依据进行详细说明。

未能调查的重要原辅料需在报告中解释和说明。

➤背景数据库完整性：背景数据库一般至少包含一个国家或地区的数百种主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，以保证背景数据库自身的完整性。

3) 可靠性：包括实景数据可靠性、背景数据可靠性、数据库可靠性。

➤实景数据可靠性：对于主要的原辅料消耗、能源消耗和运输数据应尽量采用公司实际生产记录数据。所有数据将被详细记录相关的数据源和数据处理算法。采用经验估算或文献调研所获取的数据应在报告中解释和说明。

➤背景数据可靠性：重要物料和能耗的上游生产过程数据优先选择代表原产地国家、相同生产技术的公开基础数据库，数据的年限优先选择近年数据。在没有符合要求的背景数据的情况下，可以选择代表其他国家、代表其他技术的数据作为替代，并应在报告中解释和说明。

➤数据库可靠性：背景数据库需采用来自本国或本地区的统计数据、调查数据和文献资料，应反映该国家或地区的能源结构、生产系统特点和平均的生产技术水平。

4) 一致性

所有实景数据 (包括每个过程消耗与排放数据) 应采用一致的统计标准 , 即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期。若存在不一致的情况 , 应在报告中解释和说明。

2.5 软件和数据库

本项目数据库主要采用 Ecoinvent 数据库及中国电力数据库。Ecoinvent 是国际上用户最多的 LCA 数据库之一 , 包含欧洲及世界多国的 7000 多个单元过程数据集以及相应产品的汇总过程数据集。Ecoinvent 数据库适用于含进口原材料的产品或出口产品的 LCA 研究 , 在本项目中也用于代替中国本地缺失的数据。电力排放因子采用中国本土化数据库的数据。

3.数据收集

3.1 数据分配

3.3.1 原材料获取及加工阶段

该阶段始于从大自然提取资源 , 结束于该产品原材料进入产品生产设施 , 包括 :

- a)资源开采和提取 ;
- b)所有材料的预加工 ;
- c)回收的材料 ;
- d)提取或与加工设施内部或与加工设施之间的运输。

3.3.2 产品生产阶段

该阶段始于该产品原材料进入生产设施 , 结束于该产品出厂。生产活动主要包括材料的加工、产品的生产过程。柳州鹏辉能源科技有限公司引进投料自动线、正负极浆料螺旋混合生产线、涂布机、激光模切分条机、卷绕机、AGV 组装线、

全自动封装线、全自动注液线、Pack 组装线等设备组建自动化生产线，产线 MES 智能制造管理系统和 ERP (U9 系统) 管理系统以及 PLM 系统对接，产线工艺包括正负极浆料搅拌、涂布、制片 (对辊、模切)、装配 (烘烤、极片扫粉、叠片等)、注液、化成、检测、分容、pack 等组成。工艺流程简图如下图所示：

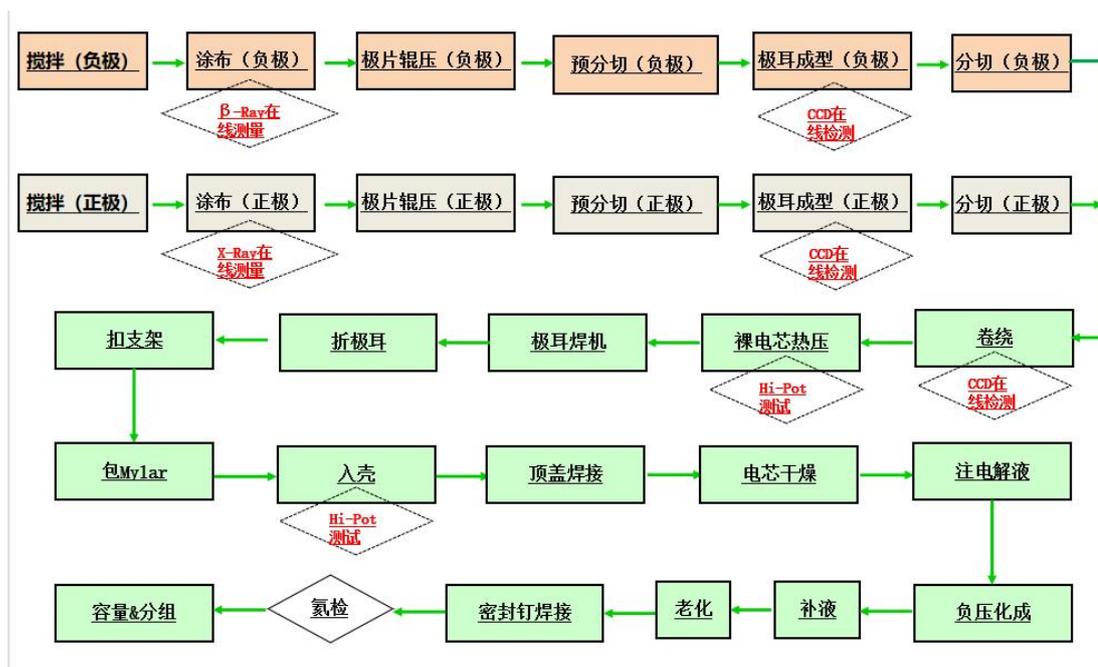


图 3-1 电芯生产工艺流程图



图 3-2 涂布机改造后的生产工艺流程

涂布机烘干过程 (锅炉房) 工艺：

项目拟设置天然气有机热载体锅炉，对涂布机烘干系统进行改造，由电供热改为天然气有机热载体锅炉供热，为锂离子电池生产涂布机烘干过程提供热源。

工艺过程如下。

锅炉所需天然气由市政管网接入厂区内,天然气通过调压柜调压后送入锅炉燃烧器。天然气燃烧产生的高温烟气在锅炉炉内以辐射传热方式传热给导热油,送至生产工序。

3.3.3 运输

本项目考虑主要原辅材料的运输排放,运输方式为道路运输,根据实际的运输距离获得实景数据。

3.2 原材料获取及加工阶段

3.2.1 主要原材料

表 3-1 主要原材料使用量

材料名称	物质成分	单位	消耗量
负极	铜箔	Kg	1020880.5
	石墨粉	Kg	2485491
	导电炭黑	Kg	148527.13
	粘结剂 CMC	Kg	5100.72
	粘结剂 SBR	Kg	27030
	S24 溶剂	Kg	125851.44
正极	铝箔	Kg	695592.01
	溶剂 NMP	Kg	14600
	磷酸铁锂	Kg	4588630.01
电解液	电解液	Kg	2308686.27
隔膜	聚丙烯薄膜 PP	m ²	36025327.2
	聚乙烯膜 PE	m ²	648967.8

3.2.2 主要辅助材料

表 3-2 主要辅助材料使用量

材料名称	物质成分	单位	消耗量
铝壳	铝壳	pcs	2849401
盖板	盖板	pcs	3038952
正极连接片	正极连接片	pcs	2867309
负极连接片	负极连接片	pcs	2927971
顶盖贴片	顶盖贴片	pcs	1025880
注液口胶钉	注液口胶钉	pcs	2419790
衬套	衬套	pcs	2297430
胶带	胶带	m ²	176262.02
蓝膜	蓝膜	m ²	884200.37

3.2.3 包装材料

不计

3.3 原辅材料运输阶段

表 3-4 主要原材料运输情况

材料名称	物质成分	运输方式	运输量 (吨*公里)
负极	铜箔	公路货运或快递运输	1575218.61
	石墨粉	公路货运或快递运输	5547615.91
	导电碳黑	公路货运或快递运输	226058.29
	粘结剂 CMC	公路货运或快递运输	8472.30
	粘结剂 SBR	公路货运或快递运输	45031.98

	S24 溶剂	公路货运或快递运输	67078.82
正极	铝箔	公路货运或快递运输	395096.26
	溶剂 NMP	公路货运或快递运输	8336.60
	磷酸铁锂	公路运输	4524389.19
电解液	电解液	公路货运或快递运输	1279012.19
隔膜	聚丙烯薄膜 PP	公路货运或快递运输	3723608.12
	聚乙烯膜 PE	公路货运或快递运输	12271.82

表 3-5 主要辅助材料使用量

材料名称	物质成分	运输方式	运输量 (吨*公里)
铝壳	铝壳	公路货运或快递运输	1163267.96
盖板	盖板	公路货运或快递运输	6241.64
正极连接片	正极连接片	公路货运或快递运输	124459.92
负极连接片	负极连接片	公路货运或快递运输	31842.60
顶盖贴片	顶盖贴片	公路货运或快递运输	60572.80
注液口胶钉	注液口胶钉	公路货运或快递运输	1461553.16
衬套	衬套	公路货运或快递运输	5262474.55
胶带	胶带	公路货运或快递运输	3363.08
蓝膜	蓝膜	公路货运或快递运输	469238.27

3.4 产品生产阶段

3.4.1 能源资源消耗

表 3-6 生产过程能源资源消耗量清单

能耗种类	单位	消耗量
------	----	-----

电力	万 KWh	5829
天然气	万 m ³	493
光伏 (自发电)	万 KWh	140

3.4.2 污染物排放

表 3-6 生产过程污染物排放清单

污染物种类	名称	单位	年度排放量
危险废物	废有机溶剂	吨	96.41
	废电解液	吨	21.94
	废矿物油	吨	0.86
	废活性炭	吨	0
	污泥 (含石墨/炭黑)	吨	0.61
废水	污水	吨	135
废气	氮氧化物	mg/m ³	未统计，符合排放要求
	二氧化硫	mg/m ³	未统计，符合排放要求

4 产品碳足迹结果与分析

4.1 综合结果

根据公司提供的产品原辅材料清单、运输情况和生产过程的能源资源消耗数据和部分文献调研数据，建立了产品的生命周期模型。

生产 1KWh280Ah 锂离子电池，其过程碳足迹结果为 220.8 kgCO₂e，即产生 220.8 kg 二氧化碳当量排放。下表列出了产品各生命周期阶段对产品碳足迹贡献结果。

表 4-1 碳足迹贡献结果

生命周期阶段	单位产品碳足迹 GWP100 (kg CO ₂ e/KWh)	贡献比 (%)
原材料获取及加工	205.26	92.96
原材料运输	0.70	0.32
产品加工	14.84	6.72
合计	220.80	100

由以上结果可知,该产品碳足迹中原材料获取及加工是排放占比最大的环节,贡献比达到 92.96%,也是进行产品碳足迹优化管理的重点环节。

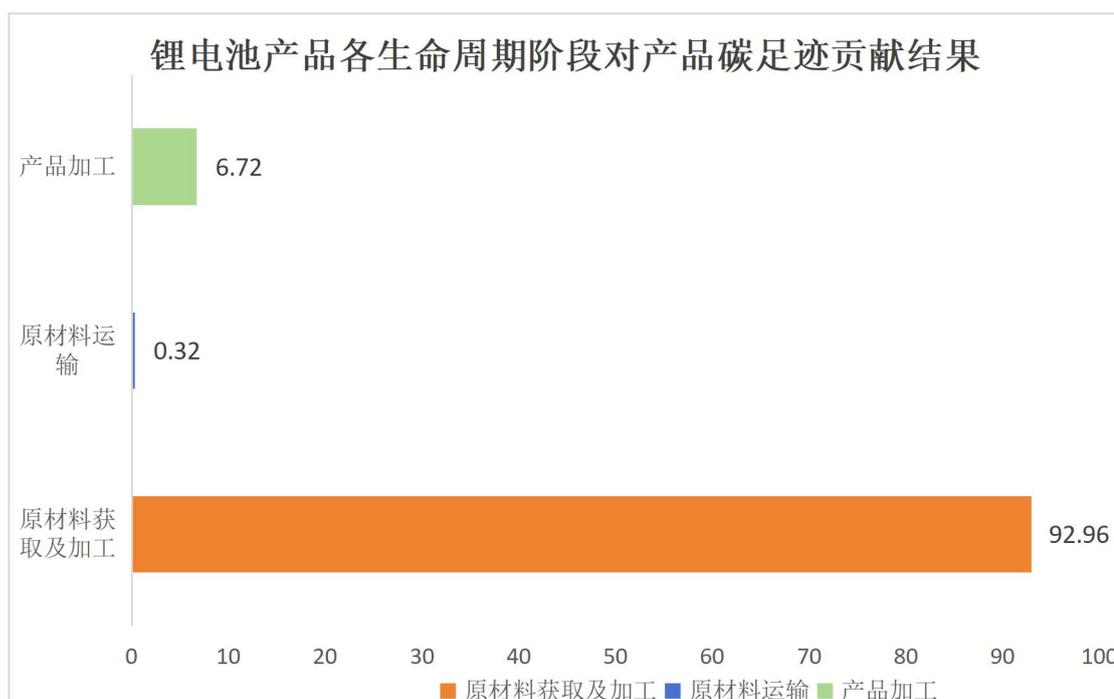


图 4-1 产品碳足迹评价结果

4.2 原材料获取及加工阶段

原材料获取及加工的排放如下表所示：

表 4-2 原材料获取及加工及加工阶段碳足迹贡献结果

组成因素	物质成分	单位产品碳足迹 GWP100 (kg CO ₂ e/KWh)	贡献比 (%)
负极	铜箔	5.52	2.69
	石墨粉	2.79	1.36
	导电碳黑	0.17	0.08
	粘结剂 CMC	0.00	0.00
	粘结剂 SBR	0.16	0.08
	S24 溶剂	0.76	0.37
正极	铝箔	5.29	2.58
	溶剂 NMP	/	0.00
	磷酸铁锂	42.28	20.60
电解液	电解液	16.02	7.80
隔膜	聚丙烯薄膜 PP	96.67	47.10
	聚乙烯膜 PE	1.11	0.54
铝壳	铝壳	10.81	5.27
盖板	盖板	11.53	5.62
正极连接片	正极连接片	0.75	0.37
负极连接片	负极连接片	0.61	0.30
顶盖贴片	顶盖贴片	1.15	0.56
注液口胶钉	注液口胶钉	0.92	0.45
衬套	衬套	6.16	3.00

胶带	胶带	0.20	0.10
蓝膜	蓝膜	2.37	1.15
合计		205.26	100

从以上结果可以看出，隔膜原料加工、磷酸铁锂原料加工和电解液原料加工贡献占比最高，隔膜原料加工、磷酸铁锂原料加工和电解液原料加工碳排放的47.10%、20.60%和7.80%，是碳足迹优化管理的重点。

4.3 生产过程获取和加工阶段

锂离子储能电池产品的生产过程排放主要来源于电力消耗，以及废弃物处理过程的排放。

表 4-3 产品生产阶段碳足迹贡献结果

组成因素	单位产品碳足迹 GWP100 (kg CO ₂ e/KWh)	贡献比 (%)
电力	10.89	73.38
天然气	3.95	26.62
光伏发电 (减碳)	-0.0003	0
合计	14.8397	100

根据以上结果可知，产品生产过程中的电网电力消耗对产品碳足迹的贡献最大，达到73.38%，需要公司通过技术改进和能源管理控制生产过程中的电力消耗，同时增加光伏电力的占比，减少电力消耗造成的排放。

生产中产生的固废缺少碳排放因子数据。

4.4 原材料运输阶段

表 4-4 原材料运输阶段碳足迹贡献结果

材料名称	物质成分	单位产品碳足迹 GWP100(kg CO ₂ e/KWh)	贡献比 (%)
负极	铜箔	0.04227	6.06
	石墨粉	0.14886	21.34
	导电碳黑	0.00607	0.87
	粘结剂 CMC	0.00023	0.03
	粘结剂 SBR	0.00121	0.17
	S24 溶剂	0.00180	0.26
正极	铝箔	0.01060	1.52
	溶剂 NMP	0.00022	0.03
	磷酸铁锂	0.12141	17.41
电解液	电解液	0.03432	4.92
隔膜	聚丙烯薄膜 PP	0.09992	14.32
	聚乙烯膜 PE	0.00033	0.05
铝壳	铝壳	0.03121	4.47
盖板	盖板	0.00017	0.02
正极连接片	正极连接片	0.00334	0.48
负极连接片	负极连接片	0.00085	0.12
顶盖贴片	顶盖贴片	0.00163	0.23
注液口胶钉	注液口胶钉	0.03922	5.62
衬套	衬套	0.14121	20.24

胶带	胶带	0.00009	0.01
蓝膜	蓝膜	0.01259	1.80
合计		0.69755	100

从以上结果可以看出，原材料运输阶段排名前 8 的包括：石墨粉运输、衬套运输、磷酸铁锂运输、聚丙烯薄膜 PP 运输、铜箔运输、注液口胶钉运输、电解液运输，铝壳运输，分别占碳足迹贡献的 21.34%、20.24%、17.41%、14.32%、6.06%、5.62%、4.92%和 4.47%，这 8 类材料占整个运输活动的 94.39%，后续有必要优化供应链，减少相应的运输过程碳排放。

5 生命周期解释

5.1 假设和局限性

本次产品碳足迹核算的实景数据中产品的生产过程数据来源于公司调研数据，背景数据来自 Ecoinvent 数据库及中国电力数据库，部分原料生产过程的数据采用文献数据。受项目调研时间及供应链管控力度限制，未调查重要原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链的环境表现会有一些偏差。建议在调研时间和数据可得的情况下，进一步调研主要原材料的生产过程数据，有助于提高数据质量，为公司在供应链上推动协同改进提供数据支持。

5.2 数据质量评估

5.2.1 代表性

本次报告中各单元过程实景数据均发生在柳州，数据代表特定生产公司的一般水平。实景数据采用 2023 年的公司生产统计数据，背景采用锂电池行业规范系统数据库数据，文献调查数据采用近 5 年的数据。

5.2.2 完整性

(1) 模型完整性

本次报告中产品生命周期模型包含上游原辅料生产和运输、产品生产过程，满足本研究对系统边界的定义。

(2) 背景数据库完整性

本研究所使用的背景数据库包括中国数据及瑞士的 Ecoinvent 数据库。Ecoinvent 数据库包含欧洲及世界多个国家的 7000 多个单元过程数据集以及相应产品的汇总过程数据集，包括中国国内 600 多个大宗的能源、原材料、运输的清单数据集。以上背景数据库均包含了主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，满足背景数据库完整性的要求。

5.2.3 可靠性

(1) 实景数据可靠性

本次报告中，各实景过程原料和能源消耗数据均来自公司统计台账或实测数据，数据可靠性高。

(2) 背景数据可靠性

本研究中数据库数据尽可能采用中国或中国特定地区的统计数据、调查数据和文献资料，集合国际主流的数据库数据，可以代表中国生产技术及市场平均水平，数据收集过程的原始数据和算法均被完整记录，使得数据收集过程随时可重复、可追溯。

5.2.4 一致性

本研究所有实景数据均采用一致的统计标准，即按照单元过程单位产出进行统计。所有背景数据采用一致的统计标准，采用的数据库建立了统一的核心模型，并进行详细文档记录，确保了数据收集过程的流程化和一致性。

6.结论

本次报告主要得出以下结论：

➤1KWh 锂离子储能电池产品的碳足迹结果为 220.8 kgCO₂e，原材料获取及加工、原材料运输和产品生产各阶段的碳排放占比分别为 92.96%、0.32%、6.72%。

➤原材料获取及加工环节：隔膜原料加工、磷酸铁锂原料加工和电解液原料加工碳排放的 47.10%、20.60%和 7.80%，下一步考虑联合上游公司在供应链上推动协同改进，减少对环境的负面影响，打造可持续绿色发展产业链。

➤产品生产环节：电力消耗对碳足迹的贡献最大，公司已经使用了部分光伏电力，下一步将增加可再生能源利用比例，并通过技术改进和能源管理控制生产过程中的电力消耗，减少电力消耗造成的碳排放。