

河南福森新能源科技有限公司 产品碳足迹报告

报告编制单位（公章）：河南朗星项目管理有限公司

报告编制日期：2025年2月19日



摘要

受河南福森新能源科技有限公司委托，核查组对河南福森新能源科技有限公司（以下简称“福森新能源”）生产的锂电池产品的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，计算得到福森新能源平均生产 1 万支锂电池产品的碳足迹。

为了满足碳足迹第三方认证与各相关方沟通的需要，本报告对产品的功能单位进行了定义，即 1 万支锂电池产品。系统边界为“从摇篮到大门”类型，现场调研了从原材料获取运输过程到产品生产的生命过程，暂未考虑产品分配、使用以及废弃物处理的排放量。计算得到福森新能源 1 万支锂电池产品的碳足迹。

本报告对 1 万支锂电池产品的碳足迹比例进行对比分析：

企业生产 1 万支锂电池产品的碳足迹为 2470.5kgCO₂ eq，其中净购入电力隐含的排放占比 99.43%，原辅材料获取及运输排放占比 0.57%，净购入电力隐含的排放占比最大。

本次数据收集和选择的指导原则是：数据尽可能具有代表性，主要体现在生产商、技术、地域、时间等方面。生命周期只要活动数据来源于企业现场调研的初级数据，大部分国内生产的原材料排放因子数据来自于查阅数据库、文献报告、国家标准、物料横向对比以及成熟可用的 LCA 软件，以保证数据和计算结果的可塑性和可靠性。

河南福森新能源科技有限公司积极开展产品碳足迹评价，其碳足

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企业环境保护工作和社会责任的一部分，也是河南福森新能源科技有限公司迈向国际市场的重要一步。

1.产品碳足迹（PCF）介绍

近年来，温室效应、气候变化已成为全球关注的焦点。尤其是在《京都议定书》的基础之上，2015年经过多方努力签订了《巴黎协定》，该协定为2020年后全球应对气候变化行动作出安排，标志着全球气候治理将进入一个前所未有的新阶段，具有里程碑式的非凡意义。2020年9月22日，中国国家主席习近平在“第七十五届联合国大会一般性辩论”上发表重要讲话，向世界承诺，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，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。

“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kg CO₂e或者g CO₂e。全球变暖潜值（Global Warming Potential, 简称GWP），即各种温室气体的二氧化碳当量值，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适用。

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;

(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;

(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。

产品碳足迹核算标准的出现目的是建立一个一致的、国际间认可的评估产品碳足迹的方法。

2. 目标与范围定义

2.1 企业及其产品介绍

河南福森新能源科技有限公司成立于 2011 年 4 月，致力于为客户提供高品质动力和储能锂离子电池及储能系统终端解决方案的高新技术企业。公司研发实力雄厚、团队经验丰富，先后获批“河南省企业技术中心”、“储能和动力锂离子电池技术中心”、“河南省博士后研发基地”等称号。公司拥有智能化圆柱和方形锂电池生产线，年产锂离子动力电池 3GWh。

主导产品为 18650 圆柱型锂电池，产品单体容量涵盖 2.0AH—3.5AH、最大放电电流 3C—15C 等，主要应用于便捷出行（电动自行车、滑板车等）、电动工具、便携储能。

2.2 评价目的

本报告的目的是得到河南福森新能源科技有限公司生产 1 万支锂电池产品生命周期过程的碳足迹。

碳足迹核算是福森新能源实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是企业环境保护工作和社会责任的行动体现，也是企业积极应对气候变化，践行我国生态文明建设的重要组成部分。本项目的评价结果有利于福森新能源掌握该产品的温室气体排放途径及排放量，并促进企业发掘减排潜力、有效沟通消费者、提高声誉强化品牌，从而有效地减少温室气体的排放；同时为各产品的采购商和第三方的有效沟通提供良好的途径。

2.3 碳足迹评价边界

基于评价目标的定义，本次评价只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品生命周期的全球变暖潜值（GWP）进行了分析，因为GWP是用来量化产品碳足迹的环境影响指标。

评价过程中统计了多种温室气体，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。并且采用了IPCC第五次评估报告（2013年）提出的方法来计算产品生产周期的GWP值¹。

为了方便产品碳足迹量化计算，功能单位被定义为1万支锂电池产品。

碳足迹核算采用生命周期评价方法。生命周期评价是一种评估产品、工艺或活动，从原材料获取与运输，到产品生产、运输、销售、使用、再利用、维护和最终处置整个生命周期阶段有关的环境负荷的过程。在生命周期各个阶段数据都可以获得情况下，采用全生命周期评价方法核算碳足迹。当原料部分或者废弃物处置部分的数据难获得时，选择采用“原材料碳排放+生产过程碳排放”、“生产过程碳排放”、“生产过程碳排放+废弃物处置碳排放”三种形式之一的部分生命周期评价方法核算碳足迹。

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》的相关要求，本次碳足迹评价边界为福森新能源2024年全年生产活动及非生产活动数据。经过与排

¹ 根据IPCC第五次评估报告，CO₂、CH₄、N₂O的GWP值分别为1，28，265。

放单位确认，原材料生产部分数据难以获得，因此确定本次评价边界为：产生的碳足迹=原材料的获取及运输排放+生产过程排放。即从“摇篮到大门”的核算边界，其他排放过程数据难以量化，本次核算不予考虑。为实现上述功能单位，本次核算的系统边界如表 2-1。

本报告排除以下情况的温室气体排放：

- (1) 与人相关活动温室气体排放量，忽略不计；
- (2) 资本设备的生产及维修的排放量，忽略不计；
- (3) 产品出厂后的运输、销售和使用，以及废弃回收处置的排放量，忽略不计。

表 2-1 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
<ul style="list-style-type: none"> • 锂电池产品生产的生命周期过程 包括：原材料获取及运输→产品生产→产品包装出厂 • 生产经营活动相关的能源消耗 	<ul style="list-style-type: none"> • 资本设备的生产及维修 • 产品的运输、销售和使用

3. 数据收集

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福森新能源的产品碳足迹进行盘查。工作组对产品碳足迹盘查工作先进行前期准备, 然后确定工作方案和范围、并通过查阅文件、现场访问和电话沟通等过程完成本次温室气体排放盘查工作。前期准备工作主要包括: 了解产品基本情况、生产工艺流程及原材料供应商等信息; 并调研和收集部分原始数据, 主要包括: 企业的生产报表、财务报表及购进发票等, 以保证数据的完整性和准确性, 并在后期报告编制阶段, 大量查阅数据库、文献报告以及成熟可用的 LCA 软件去获取排放因子。

3.1 原辅材料获取及运输

2024 年企业锂电池产品产量为 3665.74 万支, 主要原辅材料为正极材料、石墨、隔膜、电解液等, 2024 年共消耗正极材料 594.58t、石墨 306.61t、隔膜 3599865m、电解液 190.61t。企业原辅材料运输方式均为公路运输, 原辅材料获取及运输单位产品碳足迹清单如下表:

表 3-1 运输碳足迹清单

物料名称	单位原辅材料消耗量	物料来源	运输方式	运距 (km)	碳足迹数据 (kgCO ₂ e/万支)
正极材料	162.20kg/万支	宁波盛博瑞电子科技有限公司	公路	1189	8.64
石墨	83.64kg/万支	江苏贝肯盛创新能源科技有限公司	公路	883	3.31
隔膜	982.03kg/万支	九江冠力新材料有限公司	公路	701	0.31

电解液	52.00kg/万支	株洲万氟化工科 技有限公司	公路	765	1.78
合计	/				14.04

3.2 生产过程能源消耗清单

福森新能源生产过程中能源消耗为净购入电力的使用量，根据统计台账，各项能源消耗情况如下：

表3-2 单位产品能源消耗情况表

能源种类	产品种类	消耗量 (kW.h)	产品产量 (万支)	单位产品消耗 量(kW.h/万支)
外购电	锂电池	14864220	3665.74	4054.9

4.碳足迹计算

4.1 生产阶段产品工艺流程

企业产品为锂电池，具体生产工艺如下：

1、正极匀浆、涂布烘干

匀浆：在正极匀浆车间内，将三元材料、导电剂、粘结剂聚偏氟乙烯（PVDF）和甲基吡咯烷酮（NMP）按比例称量后由自动化设备上料倒入混合机进行搅拌混合，搅拌 8 小时，使其成均匀的粘稠状浆料，通过真空管道送入中转罐中储存。正极原料搅拌过程属于物理机械过程，不改变原有物料化学物质结构，不发生化学反应。

涂布烘干：在正极涂布车间内，用隔膜泵将中转罐中料浆抽送至间歇式涂布机料斗中，通过涂布机机头，将正极浆料以一定的密度均匀的涂附在厚 0.016mm 铝箔的正反两面，每面膜厚均为 0.1mm 左右，经过涂布机烘烤箱干燥（电加热，120~135℃），最终制成正极片。烘干过程中溶剂 NMP 全部挥发形成有机废气 G1，以非甲烷总烃计。

2、负极匀浆、涂布烘干

匀浆：在负极匀浆车间内，将石墨、SBR、CMC、纯净水 4 种原料按比例放在一起，由自动化设备上料进入混合机中进行混合，使其成为均匀的粘稠状浆料，通过真空管道送入中转罐中储存。负极原料搅拌过程属于物理机械过程，不改变原有物料化学物质结构，不发生化学反应。

涂布烘干：在负极涂布车间内，用隔膜泵将中转罐中料浆抽送至间歇式涂布机料斗中，通过涂布机机头，将负极浆料以一定的密度均匀的涂附在 0.016mm 铜箔的正反两面，每面膜厚均为 0.2mm 左右，经过涂布机烘烤箱干燥（电加热，120~135℃），最终制成负极片。

3、辊压

将涂布好的正极片和负极片利用辊压机辊压至工艺要求的厚度，提高电池体积利用率。

4、分切

将辊压后的正极片和负极片分切成工艺要求的宽度。

5、制片卷绕

制片卷绕：在装配车间进行，把成卷的正极片安装在制片机（焊接、粘贴、裁片一体），启动机器开关，通过放卷和胶辊的牵拉把极片送入超焊机位置，将外购的极耳焊接在极片上，接着再对极耳粘贴高温胶带，起到稳固极耳的作用，最后由机器切成不同的长度，即可进入下道工序。极耳焊接采用的是超声波焊机，不使用任何助剂，直接使金属相连，因此不产生焊接废气和焊渣。将正极片、隔膜、负极片按从上到下的顺序，在卷绕机上卷成圆筒状，形成极组。筒状的极组直接放入钢壳内，然后进入下道工序。

6、入壳

将电芯放入钢壳，钢壳带绝缘片，防止两者接触导致短路。

7、点底

将负极极耳与钢壳采取激光熔融焊接方式进行焊接,焊接温度约700℃。

8、滚槽

在卷绕-装配车间进行。把入壳好的极组通过滚压的形式稳固电芯和后面放置盖帽的基架,端口约5mm处在滚槽机上通过滚刀使它形成凹槽。

9、焊盖帽

将正极极耳与盖帽采取激光熔融焊接方式进行焊接,盖帽不焊死,留有注液口。

10、机芯烘烤

将滚槽后极组放入高真空烤箱进行烘烤,进一步去除水分。真空烘烤温度约60℃。

11、注液

在真空干燥箱内进行。注液前,先将真空干燥箱内抽成真空并除湿,然后冲入氩气,使氩气充满整个真空干燥箱,然后将烘烤好的极组盒取出转入真空干燥箱内,由干燥箱内的注液机进行,通过陶瓷泵传输对每个极组盒打入一定重量的电解液,注液工序电解液通过全密封的管道注入极组盒中,注液完成后即形成电芯。因注入电解液后,电池已具备全部化学条件,因而对防潮、隔离空气要求极严,因此必须在真空干燥箱内进行。整个注液过程无需人工操作;注液工序均在真空环境中操作,整个注液过程中没有空气流动,一直处于真空状态,因此不会有电解液的挥发。

12、封口

从真空干燥箱出来的电芯放在封口机的传送带上,传送带把电芯

送至封口位置，机器自动由上而下通过机械把钢壳壳口位置封死，这样电池就形成了。

13、清洗

将封口后电池放入清洗机进行清洗，去除电池外部粉尘杂物。

14、烘干

将清洗后的电池放入烘箱烘干，烘干温度约 80℃。

15、涂防锈油

封口后的电池通过手工在其表面进行涂防锈油，防止后续生锈，涂油处理后进入下道工序。

16、陈化

将电池 45℃搁置 24h，使电解液在机组内部充分浸润。

17、X-ray 全检

对电池进行 X-ray 检验。

18、套膜

给陈化后的电池套上 PE 膜。

19、喷码

使用水性油墨给电池喷码。

20、录入系统

对喷码的电池录入 BMS 管理系统。

21、充电：对录入系统的电池进行充电，使电池被激活。

22、检测：检测电池电压等，挑出不合格电池(主要表现为零电压)。

23、分容：根据电芯的电压、内阻、容量对电芯进行等级分类，并且按照不同的类别挑选出来并区分。

24、检测：测量电芯的电压，挑选自放电电芯（主要挑选短路电

芯)，合格品即为产品。

4.2 碳足迹核算公式

产品碳足迹的公式是整个产品生命周期中所有活动的所有材料、能源和废物乘以其排放因子后再加和。其计算公式如下：

$$CF = \sum_{i=1, j=1}^n P_i \times Q_{ij} \times GWP_j$$

其中，CF 为碳足迹，P 为活动水平数据，Q 为排放因子，GWP 为全球变暖潜势值。排放因子源于 CLCD 数据库和相关参考文献。

4.3 产品碳足迹核算

根据相关企业调研，分别获取了 1 万支锂电池产品生产阶段的能源消耗，并因此计算生产阶段能源消耗所产生的温室气体排放，具体如下所示。

表 4.1 单位产品生产阶段的能源消耗

物料名称	活动数据 A (kW.h)	CO ₂ 当量排放因子 B (kgCO ₂ e/kW.h)	排放因子 数据来源	碳足迹数据 C=A×B (kgCO ₂ e/kg)
电力	4054.9	0.6058	参考文献 ^[2]	2456.46
合计				2456.46

电力排放因子说明：

参数	电力的 CO ₂ 当量排放因子
核查的数据值	0.6058
单位	kgCO ₂ e/kW.h
数据源	生态环境部、国家统计局《关于发布 2022 年电力二氧化碳排放因子的公告》中 2022 年度河南电网 CO ₂ 平均排放因子。
核查结论	受核查方区域电网排放因子选取正确。

5.产品碳足迹指标

产品碳足迹排放量相关计算分析：

表 5-1 单位产品碳足迹计算分析

年度	2024
单位产品原辅材料获取及运输排放碳足迹 (kgCO ₂ e/kg) (A)	14.04
单位产品净购入电力隐含的排放碳足迹 (kgCO ₂ e/kg) (B)	2456.46
单位产品碳足迹总量 (kgCO ₂ e/kg) (C=A+B)	2470.5

生产1万支锂电池产品碳足迹贡献比例

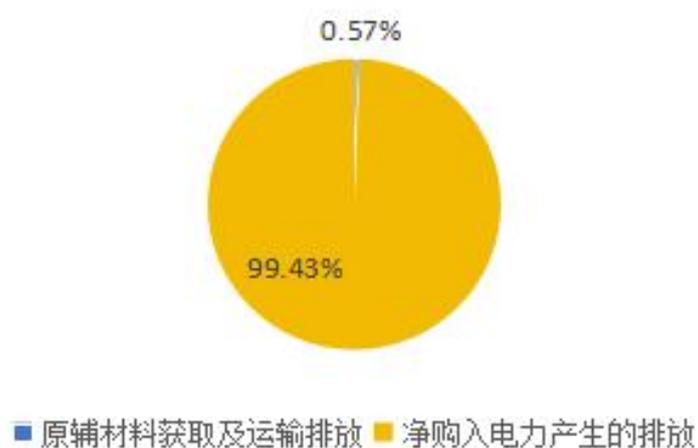


图 5.1 生产 1 万支锂电池产品碳足迹贡献比例

企业生产 1 万支锂电池产品的碳足迹为 2470.5kgCO₂ eq，其中净购入电力隐含的排放占比 99.43%，原辅材料获取及运输排放占比 0.57%。

6.结论与建议

(1) 结论

通过对上述单位产品碳足迹指标分析可知：

企业生产 1 万支锂电池产品的碳足迹为 2470.5kgCO₂ eq，其中净购入电力隐含的排放占比 99.43%，原辅材料获取及运输排放占比 0.57%，净购入电力隐含的排放占比最大。

本研究主要为对 1 万支锂电池产品碳足迹进行计测及分析，只考虑了原辅材料获取及运输过程和产品生产过程的温室气体排放，并未从产品分配、使用以及废弃物处理方面进行全生命周期的分析。

(2) 建议

1、加强节能工作，从技术及管理层面提升能源效率，减少能源投入；

2、在碳足迹分析、计算结果的基础上，结合环境友好的设计方案采用落实生产者责任延伸制度、绿色供应链管理等工作；

3、继续推进绿色低碳发展意识，加强生命周期理念的宣传和实践。加强产品碳足迹全过程中数据的积累和记录，定期对产品全生命周期的环境影响进行自查，以便企业内部开展对比分析，发现问题；

4、推进产业链的绿色设计发展，制定生态设计管理体制和计管理制度，构建企业生态设计评价体系，推动绿色供应链协同改进。

7. 结语

产品碳足迹核算以生命周期为视角，可以帮助企业避免只关注于产品生产最直接或最明显相关的排放环节，抓住产品生命周期中其他环节上的重要减排和节约成本的机会。产品碳足迹核算还可以帮助企业理清其产品组合中的温室气体排放情况，因为温室气体排放通常与能源使用有关，因而可以侧面反映产品系统运营效率的高低，帮助企业发掘减少排放及节约成本的机会。

产品碳足迹核算提高了产品本身的附加值，可以作为卖点起到良好的宣传效果，有利于产品市场竞争；通过产品碳足迹核算，企业可以充分了解产品各环节的能源消耗和碳排放情况，方便低碳管理、节能降耗，节约生产成本；同时，产品碳足迹核算是一种环境友好行为，是企业响应国家政策、履行社会责任的体现，有助于产品生产企业品牌价值的提升。

产品碳足迹核算制度俨然已成为各国应对气候变化，发展低碳经济的全新阐述方式，并可能成为一种潜在的新型贸易壁垒，潜移默化的影响中国出口产业，面对不断变化的外界环境中国企业需被迫符合下游国家和企业的强制碳核算要求。低碳是企业未来生存和发展的必然选择，企业进行产品碳足迹的核算是企业实现温室气体管理，制定低碳发展战略的第一步。通过产品生命周期的碳足迹核算，企业可以了解排放源，明确各生产环节的排放量，为制定合理的减排目标和发展战略打下基础。

参考文献

【1】《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）》

【2】《关于发布 2022 年电力二氧化碳排放因子的公告》。