

海南威特电气集团有限公司

1 扎低压电线（100 米，横切面积 2.5 平方毫米）

产品碳足迹评价报告

编制单位：海南威特电气集团有限公司

编制日期：2023 年 03 月 27 日



企业名称	海南威特电气集团有限公司		
企业地址	海口市秀英大道 16 号		
统一社会信用代码	914600002936821559		
企业性质	其他有限责任公司		
联系人	倪赛燕	联系方式（电话、email）	13698927502
评价目的	评价1扎低压电线（100米，横切面积2.5mm ² ）的碳足迹		
声明单位	1扎低压电线（100米，横切面积2.5mm ² ）的碳足迹		

评价结果：

依据GB/T 24040、GB/T 24044、ISO 14067等碳足迹评价相关标准，海南威特电气集团有限公司对1扎低压电线（100米，横切面积2.5mm²）的碳足迹进行了评价，评价范围及结果如下所示：

（1）系统边界

本报告的系统边界为上游阶段（包含外购原辅料与能源开采、生产和运输阶段）、产品生产阶段生命周期各阶段。

（2）评价结果

表1 1扎低压电线碳足迹评价结果

碳足迹核算结果——CC		
生命周期阶段	碳足迹(kg CO ₂ eq)	贡献比(%)
原材料获取和加工	7.92	75.08%
原材料运输	0.24	2.30%
产品生产	2.39	22.62%
总和	10.54	100.00%

（3）评价建议

基于海南威特电气集团有限公司生产的 1 扎低压电线（100 米，横切面积 2.5mm²）碳足迹的分析结果，提出了以下减少碳排放的优化方案：

1) 优化产品的设计、工艺。铜杆和 PVC 塑料对于环境排放影响较大，建议替换成环境影响较小的材料，从原材料选取阶段优先选择对环境排放较少的原料，降低原材料生产产生的二氧化碳排放；

2) 加强供应商管理，促进产品供应链持续降碳；

3) 通过优化工艺、节能改造、提升生产过程中用能设备能效、使用清洁能源电力等措施，减少生产过程中的能源消耗，减少生产阶段的产品碳足迹。

4) 加强原材料和产品生产管理，提升运输效率，使用新能源替换燃油车辆，减少运输阶段碳足迹。

目 录

一、企业介绍	1
二、评价依据	1
三、碳足迹评价	2
3.1 目标与范围定义	2
3.1.1 目的	2
3.1.2 功能单位	2
3.1.3 系统边界	2
3.1.4 时间范围	2
3.1.5 数据取舍原则、分配原则	3
3.1.6 数据质量要求	3
3.1.7 软件与数据库	3
3.2 清单数据收集及说明	5
3.2.1 原材料制备阶段	5
3.2.2 原材料运输阶段	7
3.2.3 生产阶段	7
3.3 碳足迹计算	8
3.4 产品碳足迹生命周期解释	9
3.4.1 假设与局限性说明	9
3.4.2 完整性说明	9
3.4.3 数据质量评估结果	9
3.4.4 结论与建议	9

一、企业介绍

海南威特电气集团有限公司（简称“海南威特”）成立于 1996 年，是集科研、制造、销售、服务于一体的电力科技企业。总部位于海南省海口市，注册资金人民币 4 亿元,占地约 24 万平方米，工业厂房建筑面积 8 万多平方米。现有员工 803 人，其中：高级技术技能人员 27 人，中级技术技能人员 118 人。

公司始终以“一切为了客户，为了一切的客户，为了客户的一切”为经营理念，将客户利益贯穿公司经营活动的始终，以客户满意为经营目标。

以“不制造缺陷，不传递缺陷，不接受缺陷”为质量宗旨，要求产品和服务零缺陷。

公司拥有国内一流的生产检测设备，主导产品是“威特”牌：塑料绝缘电线电缆及架空导线、0.4kV 配电箱、35kV 及以下高低压开关柜、预装式变电站（欧变）及组合式变压器（美变）、35kV 及以下电压等级（油浸式、干式）变压器。相关产品获得了国家电线电缆质量监督检验中心、国家变压器质量监督检验中心、国家中低压输配电设备质量监督检验中心等权威机构颁发的型式试验报告，并取得了相关部门颁发的生产许可证、“3C”认证。公司通过了 ISO 9001、ISO 14001、ISO 45001 体系认证。

威特集团是全国电线电缆、变压器两个标准化技术委员会委员单位，是国家职业技能鉴定（电力变压器、电线电缆）海南站常设单位。公司被认定为“高新技术企业”、“海南省重点工业企业”；荣获“国家守合同重信用企业”、“海南省质量信得过十佳企业”、连续十年获得“海南省企业 100 强”，国家税务总局 2019-2021 连续 13 年纳税信用 A 级荣誉、“海南希望工程 25 年特别贡献奖”。“威特”牌商标被认定为“中国驰名商标”。“2015-2019 年，连续 5 年海南质量检验稳定合格产品（电线电缆）”等。

二、评价依据

1. ISO 14067 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification
2. GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架
3. GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南
4. ISO 14064-1 温室气体 第一部分 组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南
- 5 其他相关标准

三、碳足迹评价

3.1 目标与范围定义

3.1.1 目的

本 CFP 报告用于评价海南威特生产的 1 扎低压电线碳足迹，由于部分上游原材料数据为次级数据，因此本评价结果仅用于表明所评价产品在现有数据基础情况下的碳足迹，不作为对比论断。

3.1.2 声明单位

1 扎低压电线（100 米，横切面积 2.5mm²）。

3.1.3 系统边界

本报告的系统边界为 1 扎低压电线的生命周期。其生命周期系统边界包括上游阶段（包含外购原辅料与能源开采、生产和运输阶段）、产品生产阶段的生命周期各阶段。

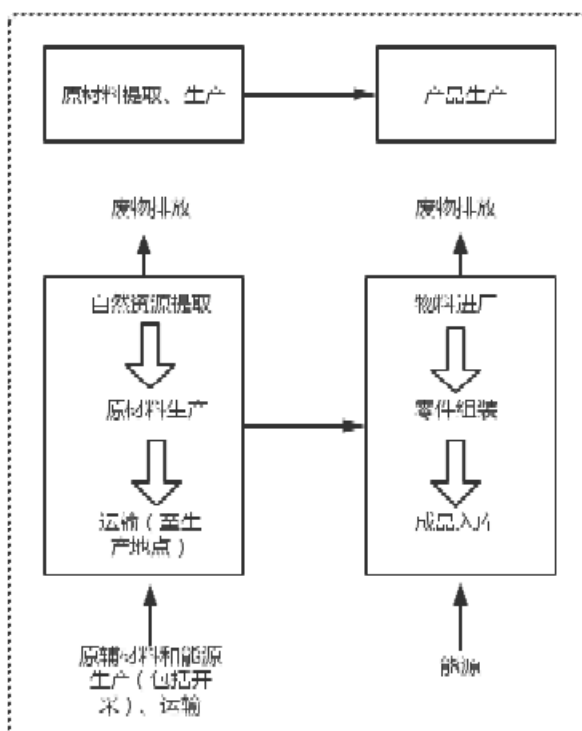


图 1 1 扎低压电线碳足迹评价系统边界图

3.1.4 时间范围

2022 年 1 月 1 日-2022 年 12 月 31 日

3.1.5 数据取舍原则、分配原则

取舍原则：

本报告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：

- 能源的所有输入均列出；
- 原料的所有输入均列出；
- 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%；
- 低价值废物作为原料，如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等，可忽略其上游生产数据；
- 大气、水体的各种排放均列出；
- 小于固体废弃物排放总量 1%的一般性固体废弃物可忽略；
- 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的消耗及排放，均忽略。

分配原则：

复杂多样的多产品系统需采用合理的建模方法对整个系统的资源环境影响进行分配，从而得到主、副产品各自的环境影响，常见的方法有分段法、物理化学性质分配法、经济价值分配法、系统扩展法（替代法）等。

海南威特除了 BV2.5 低压电线之外，还生产其他型号电线产品，在生产过程部分物料按照生产扎数分摊。部分物料消耗无法分摊，根据原料规格计算。产品生产过程中的电力消耗依据各工序耗电设备功率、速率、使用时间，计算得到各工序耗电量，各工序使用的设备耗电量加和即为生产该产品的耗电量。

3.1.6 数据质量要求

数据质量代表 LCA 研究的目标代表性与数据实际代表性之间的差异，本报告的数据质量评估方法采用蒙特卡洛分析方法。

蒙特卡洛分析方法对模型中的消耗与排放清单数据，从可靠性、完整性、时间相关性、地域相关性、进一步的技术关系等五个方面进行评估。数据库中包含背景数据库的上游背景过程数据的不确定度。完成清单不确定度评估后计算不确定度传递与累积，得到 LCA 结果的不确定度。

3.1.7 软件与数据库

本报告采用 SimaPro 9.4.0.1 软件系统，建立了 1 扎低压电线产品生命周期模型，并计

算得到 LCA 结果。

在 SimaPro 9.4.0.1 软件中建立的本产品 LCA 模型,其生命周期过程使用的背景数据来源见下表:

表 2. 背景数据来源表

清单名称	所属过程	数据集名称	数据库名称
1 扎低压电线	产品产出	/	/
原料 1 铜杆	原材料/物料	实景过程	Ecoinvent 3.8
电解铜	原材料/物料	Copper, cathode {RoW} treatment of copper scrap by electrolytic refining Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
生产用水	原材料/物料	Tap water {RoW} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
电力	产品生产	Electricity, low voltage {SGCC} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
原料 2 PVC 塑料	原材料/物料	Polyvinylchloride, bulk polymerised {RoW} polyvinylchloride production, bulk polymerisation Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
辅材 1 油墨	原材料/物料	Printing ink, offset, without solvent, in 47.5% solution state {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
包装塑料薄膜	原材料/物料	Polycarbonate {RoW} production Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
包装合格证	原材料/物料	Printed paper, offset {RoW} offset printing, per kg printed paper Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
生产用水 (冷却水)	原材料/物料	Tap water {RoW} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
生产用水 (清洁)	原材料/物料	Tap water {RoW} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
铜杆运输	原材料/物料 运输	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro6 {RoW} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
PVC 塑料运输	原材料/物料 运输	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro6 {RoW} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
电力	产品生产	Electricity, low voltage {SGCC} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
一般废物铜	废弃物处置	Copper scrap, sorted, pressed {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.8
一般废物 PVC 塑料	废弃物处置	PVC (waste treatment) {GLO} recycling of PVC Cut-off, U	Ecoinvent 3.8

3.2 清单数据收集及说明

3.2.1 原材料制备阶段

3.2.1.1 低压电线的生产

(1) 过程基本信息

过程名称：1 扎低压电线（100 米，横切面积 2.5mm²）的原材料组成

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表企业实际数据

基准年：2022 年 1 月至 12 月

表 3. 低压电线的生产清单数据

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	低压电线	1	p	--
原材料/物料	原料 1 铜杆	2.11	kg	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit
原材料/物料	原料 2PVC 塑料	0.93	kg	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit
原材料/物料	辅材 1 油墨	0.002	kg	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit
原材料/物料	包装塑料薄膜	0.018	kg	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit
原材料/物料	包装合格证	0.0007	kg	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit
原材料/物料	生产用水（冷却水）	0.00024	ton	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit
原材料/物料	生产用水（清洁）	0.0001	ton	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit

海南威特除了 BV2.5 低压电线之外，还生产其他型号电线产品，在生产过程部分物料按照生产扎数分摊。部分物料消耗无法分摊，根据原料规格计算。具体如下：

a. 铜杆

$$m = \rho v = \frac{1}{4} \rho L \pi d^2 = \frac{1}{4} * 8.89 * 100 * 3.14 * 1.74^2 = 2.11 \text{kg}$$

其中：m 表示铜的重量；

ρ 表示铜的密度 8.89g/cm³；

L 表示铜的长度 100m;

d 表示铜的直径 1.74mm。

b. PVC 塑料

$$m = \rho v = \rho (V_1 - V_2) = \rho \left(\frac{1}{4} L \pi d^2 - \frac{1}{4} L \pi r^2 \right) = \frac{1}{4} \rho L \pi (d^2 - r^2)$$
$$= \frac{1}{4} * 1.45 * 100 * 3.14 * [(1.74 + 2 * 0.8)^2 - 1.74^2] = 0.93 \text{kg}$$

其中: m 表示 PVC 塑料的重量;

ρ 表示 PVC 塑料的密度 1.45g/cm³;

L 表示 PVC 塑料的长度 100m;

d 表示 BV2.5 成品后的直径 1.74+2*0.8=3.34mm; (根据国家标准 GB/T 5023, 0.8 是表示 BV2.5 的 PVC 绝缘厚度为 0.8mm)

r 表示铜单丝的直径 1.74mm。

c. 油墨:

一瓶油墨的重量 3kg, 可以使用 1500 扎 BV2.5 电线产品, 每扎线的消耗为 0.002kg。

d. 包装塑料薄膜:

一个包装膜的重量 0.27kg, 可以打包 15 扎 BV2.5 电线产品, 每扎线的消耗为 0.018kg。

e. 合格证:

一万张的合格证为 7kg, 一张合格证为 0.0007kg。

f. 生产用水 (冷却水补充)

一个月水池补水量 3 吨

$$3 \div 22 \div 560 = 0.00024 \text{ 吨}$$

其中: 22 为一个月的生产天数; 560 为一天设备的生产产品数量, 即 560 扎/天。

g. 生产用水 (车间清洁)

一个月用水量 1 吨

$$1 \div 22 \div 560 = 0.0001$$

其中: 22 为一个月的生产天数; 560 为一天设备的生产产品数量, 即 560 扎/天。

3.2.1.2 铜杆的生产

(1) 过程基本信息

过程名称: 1 吨铜杆的生产

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表供应商实际数据

基准年：2022 年 1 月至 12 月

表 4. 铜杆的生产清单数据

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	铜杆	1	ton	--
原材料/物料	电解铜	1.05	ton	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit
原材料/物料	生产用水	0.4	ton	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit
原材料/物料	电	70	kWh	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit

3.2.2 原材料运输阶段

表 5. 原材料运输信息数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
原材料/物料 运输	铜杆运输	0.87344	tkm	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit
原材料/物料 运输	PVC 塑料运输	0.57024	tkm	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit

原材料运输数据涉及原辅材料运送到生产基地的运输方式和距离，原材料的运输方式仅为公路运输。默认为所有运输车辆均为符合 EURO6 标准。

3.2.3 生产阶段

(1) 过程基本信息

过程名称：1 扎低压电线（100 米，横切面积 2.5mm²）

(2) 数据代表性

主要数据来源：代表企业实际数据

基准年：2022 年 1 月至 12 月

表 6. 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品生产	电力	2.25	kWh	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit
产品生产	一般废物铜	0.018	kg	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit
产品生产	一般废物 PVC 塑料	0.023	kg	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit

单元过程投入产出数据包括能源及能源介质、原材料、辅助材料、产品、副产品或固体废弃物、大气排放、水体排放。这些数据来源于现场的统计和测试，获得的数据为实物流，即单元过程的输入和输出的实际量。单扎低压电线生产的电耗由各工序耗电设备功率、速率和运行时间计算得到各工序设备耗电量，各工序设备耗电量加和得到。具体如下：

拉丝工序生产消耗的电能： $270 \times 0.8 \times 0.0056 = 1.2 \text{kWh}$

其中：270 为设备总装机功率；

设备正常运行时，按照 80% 的使用功率；

设备生产 1.74 线径单丝速度为 300 米/分钟，生产 100 米所用的时间为 0.0056 小时。

挤出工序生产消耗的电能： $95 \times 0.8 \times 0.0139 = 1.05 \text{kWh}$

其中：95 为设备总装机功率；

设备正常运行时，按照 80% 的使用功率；

设备生产 BV 2.5 产品速度为 116 米/分钟，生产 100 米所用的时间为 0.0139 小时。

生产总能源消耗： $1.2 + 1.05 = 2.25 \text{kWh}$

低压电线生产过程中没有废水和废气，不产生废水和废气环境排放。

3.3 碳足迹计算

根据以上各项数据，在 SimaPro 9.4.0.1 软件中，使用 CML 2001 (all impact categories) V2.05 / the Netherlands, 1997 计算方法，对 1 扎低压电线产品碳足迹进行计算，结果如下：

表 7. 碳足迹计算表

阶段		排放量 (kgCO ₂)	百分比
原材料阶段	原料 1 铜杆	5.52	52.32%
	原料 2PVC 塑料	2.25	21.36%
	辅材 1 油墨	0.01	0.08%
	包装塑料薄膜	0.14	1.31%
	包装合格证	0.00	0.02%
	生产用水 (冷却水)	0.00	0.00%
	生产用水 (清洁)	0.00	0.00%
原材料阶段小计		7.92	75.08%
原料运输	铜杆运输	0.15	1.39%
	PVC 塑料运输	0.10	0.91%
原料运输小计		0.24	2.30%
产品生产	电力, 低压	2.39	22.62%
产品生产	一般废物铜	0.00	-0.01%

产品生产	一般废物 PVC 塑料	0.00	0.00%
产品生产小计		2.39	22.62%
单位产品排放量 (kgCO ₂ e)		10.54	100.00%

3.4 产品碳足迹生命周期解释

3.4.1 假设与局限性说明

本产品生命周期模型建立过程中所有原材料的消耗量均来自于企业实际生产数据或基于企业生产情况的合理性估计。由于企业无法获得上游原材料生产数据，因此原材料的上游数据均来自于数据库。

本次碳足迹报告仅对有供应商数据的铜杆的生产进行了实景过程建模，考虑了生产过程的电力和原料消耗。其他原材料生产由于没有实际数据，采用成分替代法核算上游生产的碳足迹。

本次碳足迹报告未考虑产品运输、产品使用、回收利用、产品废弃阶段以及再利用、回收和再循环潜力阶段。

3.4.2 完整性说明

生命周期模型数据模型中上游生产数据完整，无需补充。

3.4.3 数据质量评估结果

报告采用蒙特卡洛分析质量评估方法，在 SimaPro 9.4.0.1 系统上完成对模型清单数据的不确定度评估。本报告研究类型为企业 LCA-代表此企业及供应链水平（采用实际生产数据），得到数据质量评估评估结果见表。

表 8. LCA 数据质量评估结果

指标名称	缩写 (单位)	LCA 结果	结果上下限 (95%置信区间)
全球变暖 (GWP)	GWP(kg CO ₂ eq)	10.54	[8.94, 12.7]

3.4.4 结论与建议

在统计期 2022 年 1 月至 2022 年 12 月内，分析各生命周期阶段的碳排放足迹，该产品碳足迹指标见下表 12 所示，各个过程的排放量及占比见下图 2-图 5 所示。

碳足迹核算结果——CC		
生命周期阶段	碳足迹(kg CO ₂ eq)	贡献比(%)

原材料获取和加工	7.92	75.08%
原材料运输	0.24	2.30%
产品生产	2.39	22.62%
总和	10.54	100.00%

表 9 1 扎低压电线碳足迹各过程排放量占比

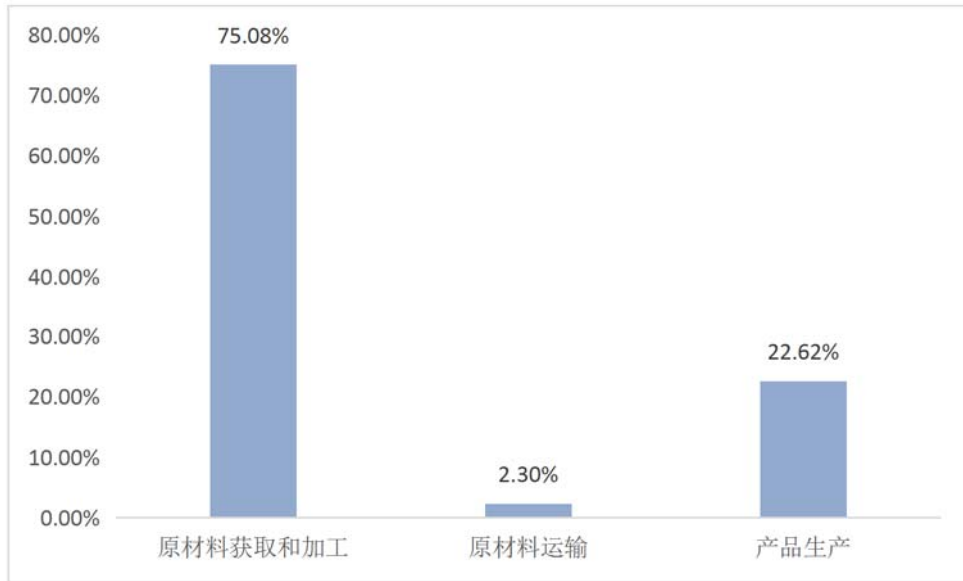


图 2 1 扎低压电线产品碳足迹各过程排放量占比

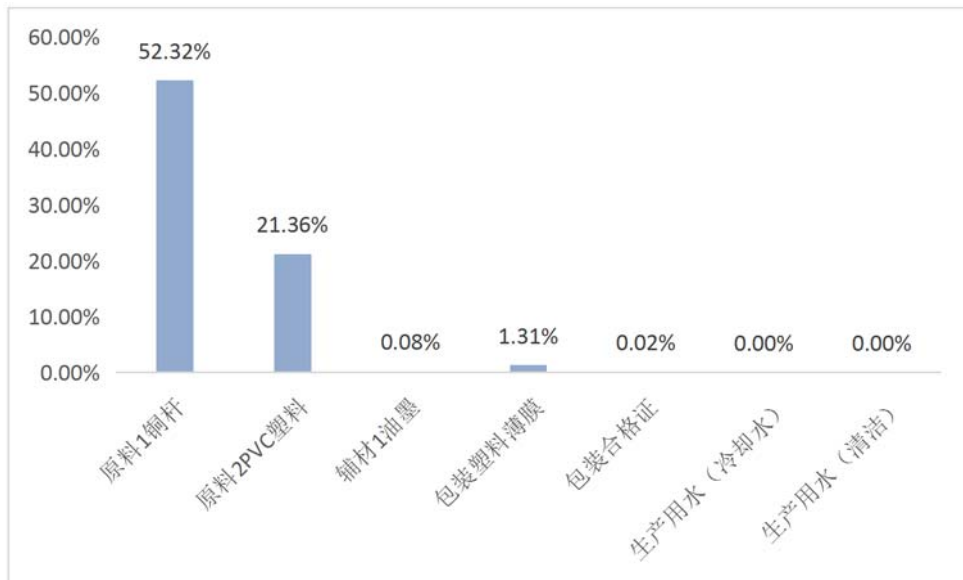


图 3 1 扎低压电线产品原材料阶段碳足迹各过程排放量占比

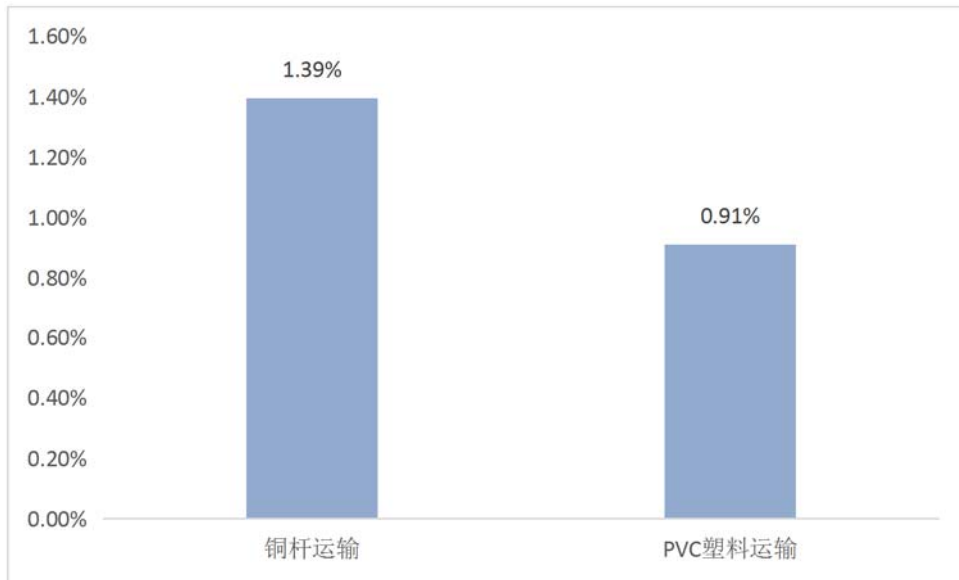


图 4 1 扎低压电线原材料运输阶段碳足迹各过程排放量占比

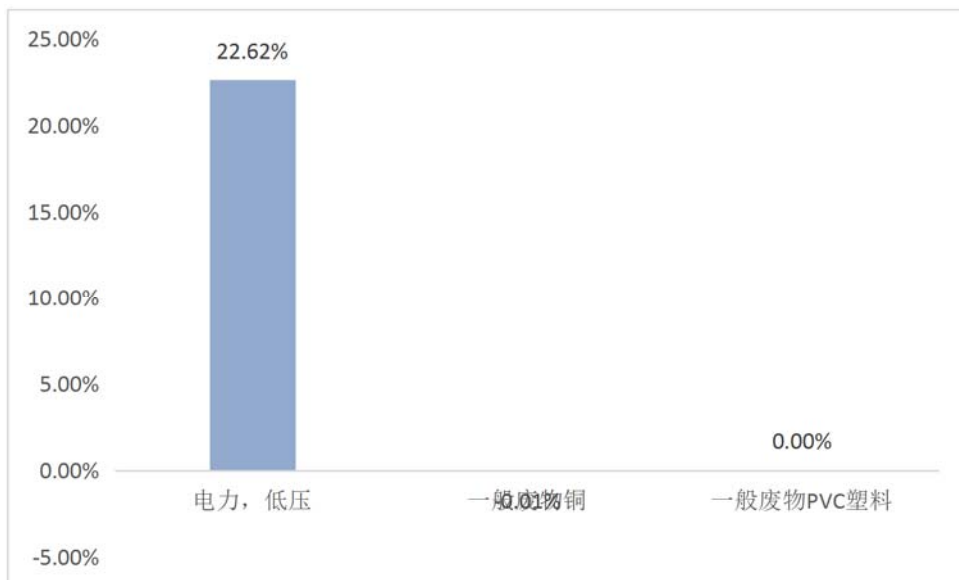


图 5 1 扎低压电线产品生产阶段碳足迹各过程排放量占比

由上图 2-5 和表 7, 表 9 可知 1 扎低压电线生命周期碳排放量, 原材料阶段占比 75.08%, 原材料运输占比 2.3%, 生产阶段占比 22.62%。其中原材料阶段排放量最大; 在原料生产阶段中, 占比较高的为铜杆和 PVC 塑料的生产, 分别占总排放的 52.32%和 21.36%; 原材料运输阶段中铜杆运输占总排放的 1.39%, PVC 塑料运输占总排放的 0.91%; 生产阶段中消耗能源为电力, 占总排放的 22.62%。对比本报告中清单数据分析, 对企业减少碳排放提出以下建议:

1) 优化产品的设计、工艺。铜杆和 PVC 塑料对于环境排放影响较大, 建议替换成环境影响较小的材料, 从原材料选取阶段优先选择对环境排放较少的原料, 降低原材料生产产生的二氧化碳排放;

2) 加强供应商管理，促进产品供应链持续降碳；

3) 通过优化工艺、节能改造、提升生产过程中用能设备能效、使用清洁能源电力等措施，减少生产过程中的能源消耗，减少生产阶段的产品碳足迹。

4) 加强原材料运输管理，提升运输效率，使用新能源替换燃油车辆，减少运输阶段碳足迹。