报告/证书编号：N04233C004SJ001

上海飞航电线电缆有限公司
额定电压 8.7/15kV 铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢带铠装阻燃 A 类电力电缆
(ZA-YJV22 8.7/15kV 3×400)
碳足迹核查报告

上海质量技术认证中心

2023 年 10 月

产品信息	产品名称	额定电压 8.7/15kV 铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢带铠装阻燃 A 类电力电缆			
	型号规格	ZA-YJV22 8.7/15kV 3×400			
	委托单位	上海飞航电线电缆有限公司			
	生产地址	上海市松江区文松路 518 号			
	委托日期	2023 年 5 月 10 日			
审核信息	审核依据	《产品碳足迹核查实施规则》 ISO 14067-2018 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南			
	审核范围	☑原材料开采—生产制造 □产品全生命周期			
	审核周期	2022 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日			
审核结论		1.01E5 $kgCO_2e$			
审核机构		上海质量技术认证中心			
碳足迹：组长	张晟昊	碳足迹：审核员	碳足迹：2022-V1GHG-1317623	碳足迹：01	
碳足迹：组员	王小曼	碳足迹：审核员	碳足迹：2022-V1GHG-1316771	碳足迹：01	
碳足迹：组员	钱志勇	碳足迹：实习审核员	碳足迹：2021-N1EMS-3203199	碳足迹：01	
碳足迹：组员	章淳博	碳足迹：实习审核员	碳足迹：		
报告人/报告日期		张晟昊 2023 年 10 月 19 号			
批准人/批准日期		2023.10.23			
备注		/			

1、项目概况

1.1 委托单位基本情况

表 1 委托单位基本信息

序号	项目	信息
1	委托单位	上海飞航电线电缆有限公司
2	注册地址	上海市松江区玉阳路 688 号
3	生产地址	上海市松江区文松路 518 号
4	企业法人	吴永辉
5	联系电话	15316966092

1.2 单位简介

上海飞航电线电缆有限公司主要致力于 110kV 及以下的高、低压电缆以及特种电缆等线缆产品的系统研发、设计、制造、营销与服务。产品主要服务于以国家电网系统为主，并覆盖电气、铁路、石油化工、航空、工业及民用建设等领域。公司拥有国内外先进生产设备和检测设备 50 多台（套），已形成交联聚乙烯绝缘电力电缆最高电压等级达 110kV，产销位于上海市电缆行业前茅，服务客户涵盖国内知名企业及重点工程，如：中南海电气改造、奥运场馆建设、长江三峡水利枢纽工程、上海东方明珠、广深铁道电气化改建项目、浦东国际机场、上海世博会、亚信峰会工程等。

1.3 产品基本信息

表 2 产品基本信息

序号	项目	信息
1	产品名称	额定电压 8.7/15kV 铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢带铠装阻燃 A 类电力电缆
2	型号规格	ZA-YJV22 8.7/15kV 3×400
3	功能单位	1km 的 ZA-YJV22 8.7/15kV 3×400 电缆
4	年产量	116km

5	产品介绍	交联聚乙烯绝缘电缆是利用化学方法或物理方法，使电缆绝缘聚乙烯分子由线性分子结构转变为主体网状分子结构，即热塑性的聚乙烯转变为热固性的交联聚乙烯，从而大大提高它的耐热性和机械性能，减少了它的收缩性，使其受热以后不再熔化，并保持了优良的电气性能。 具有导体正常运行温度高、结构简单、使用方便、不受敷设落差限制等特性。采用双钢带铠装，能够承受较大机械压力。
6	产品照片	

1.4 产品生产工艺流程

本次碳足迹审核对象为额定电压 8.7/15kV 铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢带铠装阻燃 A 类电力电缆，其工艺流程如下图所示：

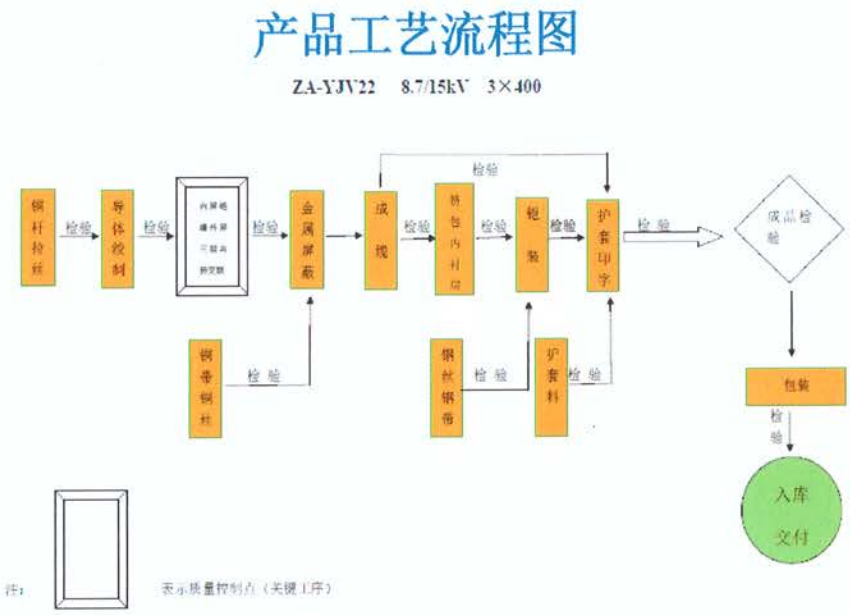


图 1 工艺流程图

各工序说明见下表：

表 3 生产工序说明

序号	工序	工序说明
1	铜杆拉丝	以铜杆为原材料，通过大拉机把铜杆拉制成规定外径的铜丝。
2	导体绞制	根据相关标准对铜线进行绞制。
3	绝缘挤出	按照工艺规定要求进行配模，挤出机利用特定形状的螺杆，加热的机筒中旋转，将由料斗中送来的塑料向前挤压，使塑料均匀的塑化即熔融，通过机头和不同形状的模具，使塑料挤压成连续性的所需要的各种形状的塑料层，挤包在线芯和电缆上。内屏蔽、绝缘和外屏蔽三层通过交联机同时挤出。
4	金属屏蔽	由一层重叠绕包的软铜带组成。
5	成缆	三芯线芯按黄、绿、红色顺序排列。成缆间隙应采用聚丙烯网状填充绳将电缆填充密实和圆整。
6	挤包内衬层	采用与电线运行温度相适应的非吸湿性材料填充，应密实、圆整，三芯成线后外形应圆整。
7	金属铠装	金属带铠装采用双层镀锌钢带，螺旋绕包两层，外层钢带的中间大致在内层钢带间隙上方，包带间障应不大于钢带宽度的50%，烧包应平整光滑，电线的钢带标称厚度为0.8mm
8	外护套	按照工艺规定要求进行配模，挤出机利用特定形状的螺杆，加热的机筒中旋转，将由料斗中送来的塑料向前挤压，使塑料均匀的塑化即熔融，通过机头和不同形状的模具，使塑料挤压成连续性的所需要的各种形状的塑料层，挤包在电缆上。
9	检测	对电缆的圆度及阻燃性进行检测

2、碳足迹核查范围

2.1 审核范围

对型号为 ZA-YJV22 8.7/15kV 3×400 的额定电压 8.7/15kV 铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢带铠装阻燃 A 类电力电缆碳足迹的计算涵盖了原材料获取、原料运输、生产制造三个阶段，属于从摇篮到大门模式，确定生命周期包括以下 5 个过程：

— 原材料获取：产品生产原材料包括铜杆、10kV 化学交联聚乙烯绝缘料、10kV 导体屏蔽料、10kV 绝缘屏蔽料、电缆用铜带、聚丙烯网状填充绳、低烟无

卤阻燃包带、90℃阻燃聚氯乙烯、镀锌钢带；辅助材料包括拉丝液、液氮；包装材料包括塑料包装薄膜、封头帽、钢木盘。

— 原材料运输：原材料的运输均由柴油卡车进行运输。

— 生产：生产过程中重要用能为设备用电以及柴油叉车使用柴油。在生产过程中，会向大气排放挥发性有机物；产生固废包括废塑料；产生危废包括废活性炭、废油墨包装物、油水混合物。

— 废弃物运输：生产过程中产生的固废、危废经收集后均由第三方用柴油卡车运出。

— 废弃物处理：生产过程中产生的固废和危废采用焚烧的方式进行处理。

2.2 审核边界

本报告中，型号为 ZA-YJV22 8.7/15kV 3×400 电缆系统边界为从原材料获取到产品生产，具体的系统边界图如下：

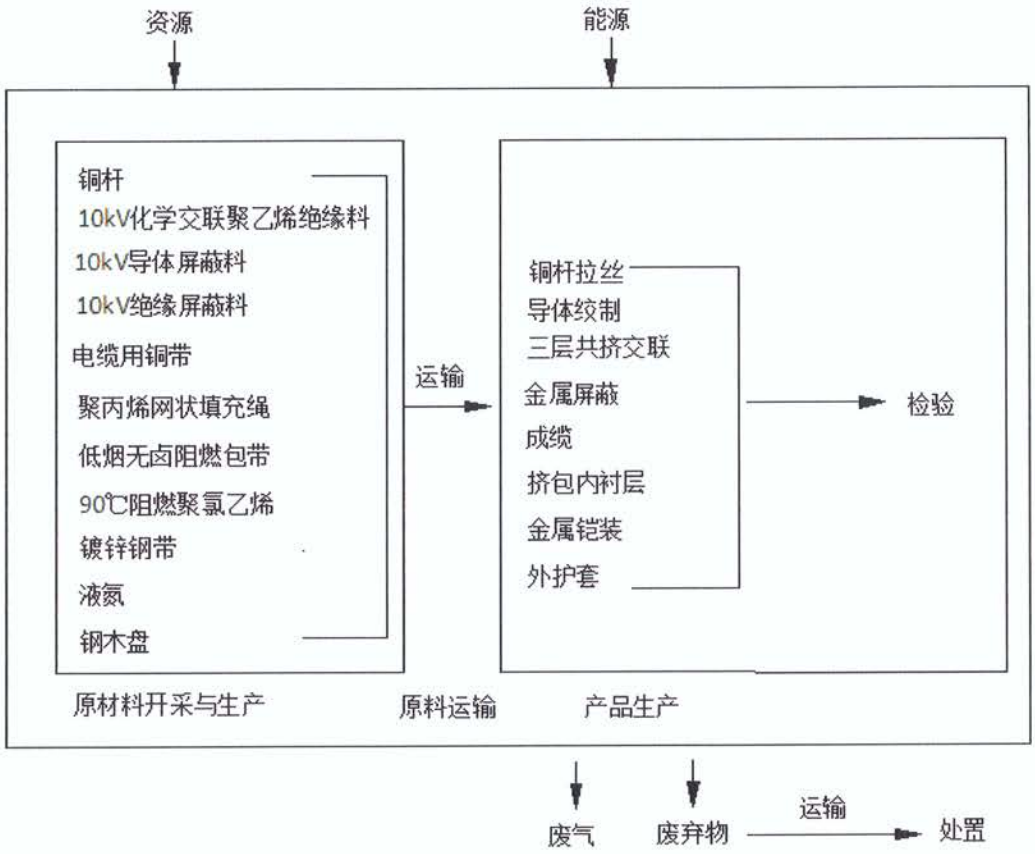


图 2 系统边界图

2.3 影响类型和评价方法

本报告只选择了全球变暖这一种影响类型，为简化分析仅对二氧化碳当量排放进行了核算评价。

3、审核周期

对于型号为 ZA-YJV22 8.7/15kV 3×400 电缆，其碳足迹核查周期为 2022 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日。

表 4 产品碳足迹排放源及能源物料信息

产品名称	排放源	能源/物料品种	说明
额定电压 8.7/15kV 铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢带铠装阻燃 A 类电力电缆（ZA-YJV22 8.7/15kV 3×400）	原材料获取	铜杆	原材料隐含的排放
		10kV 化学交联聚乙烯绝缘料	
		10kV 导体屏蔽料	
		10kV 绝缘屏蔽料	
		电缆用铜带	
		聚丙烯网状填充绳	
		低烟无卤阻燃包带	
		90℃阻燃聚氯乙烯	
		镀锌钢带	
		液氮	
		拉丝液	
		钢木盘	
		封头帽	
		塑料包装薄膜	
	原材料运输	柴油卡车	原材料物流运输排放
	产品生产制造	柴油	生产过程厂内叉车用油排放
		电力	生产设施及辅助生产设施用电排放
		挥发性有机物	生产过程大气排放
	废弃物运输	柴油卡车	固废、危废物流运输排放
	废弃物处理	焚烧	固废、危废焚烧排放

4、温室气体排放清单

4.1 分配原则

在产品的生产制造过程中，由于线缆制造中工艺重合，因此现场无法精确的划分各输入输出项目与本产品的一一对应关系，所消耗的电、柴油等资源能源依据产品产量分配的物理分配原则进行分配；

本次核查不包括厂区内人员及生活设施的消耗和排放。本产品的下游销售运输及使用寿命结束之后的处理阶段因为未包括进入范围边界，因此关于下游销售及回收处理的环境负荷及收益的分配不在此评价报告的分析范围内。

4.2 模型假设

- 项目中的运输车辆采用货车运输方式，规格为 16~32 公吨，欧五标准柴油车；
- 产品生产时，原材料中贡献占比小于总原材料 0.5%的忽略不计，包括拉丝液、塑料包装薄膜、封头帽、液氮。
- 产品原材料中屏蔽料的主材料为 EVA、PP 填充料的主材料为 PP、绝缘料主材料为 PE、护套料主材料为 PVC，阻燃包带主材料为氢氧化镁，由于上游数据不可追溯，假设原材料均由其主材料制成。
- 每公里电缆使用 2 个钢木盘，企业对运输至上海市及周边地区的钢木盘进行回收，回收率为 40%，消耗 60%钢木盘，因此每公里电缆实际消耗 1.2 个钢木盘。钢木盘目的地无法追溯，因此假设运输半径为 100km。

4.3 数据质量要求

数据质量代表碳足迹评价的目标代表性与数据实际代表性之间的差异，本报告对数据质量的要求如下：

（1）相关性：采用的温室气体排放数据与计算方法适用于申请核查产品；

（2）完整性：对温室气体排放有实质性贡献的排放均应纳入核算范围；

（3）一致性：在产品碳足迹核查的整个过程中应采用相同的假设、方法和数据，以得到与审核目标和内容相一致的结论；

（4）准确性：确保产品碳足迹量化和通报是准确的、可核证的、相关的、无误导的，并尽可能减少误差和不确定性；避免对产品温室气体排放量与清除量进行重复计算，以及避免对其他产品系统已考虑的温室气体排放与清除进行分配；

（5）透明性：所有相关问题的记录应以公开的方式来呈现。应在核查报告中阐述所有相关假设、所使用的方法学和数据来源。应清楚地解释所有估计值并避免偏差，以使产品碳足迹核查报告如实地阐明其内容。

表 5 温室气体排放清单

序号	生命周期阶段		活动水平数据	排放因子	来源	备注
1	原材料获取	铜杆	10196.7（kg）	6.61 kgCO2-e/kg	数据来委托方源物料清单 排放因子来源 Ecoinvent 数据库	
2		10kV 化学交联聚乙烯绝缘料	1184.9（kg）	2.49 kgCO2-e/kg		PE
3		10kV 导体屏蔽料	265.3（kg）	2.33 kgCO2-e/kg		EVA
4		10kV 绝缘屏蔽料	401.0（kg）	2.33kgCO2-e/kg		EVA
5		电缆用铜带	1070.0（kg）	6.61 kgCO2-e/kg		
6		聚丙烯网状填充绳	912.0（kg）	2.27kgCO2-e/kg		PP
7		低烟无卤阻燃包带	141.2（kg）	3.92kgCO2-e/kg		
8		90℃阻燃聚氯乙烯	3039.5（kg）	2.44kgCO2-e/kg		PVC
9		镀锌钢带	2387.9（kg）	3.05kgCO2-e/kg		
10		钢木盘	1.2（个）	2285kgCO2-e/个		
11	原材料运输	铜杆	200（km）	0.17kgCO2-e/tkm		欧五标准柴油车(16~32 公吨)
12		10kV 化学交联聚乙烯绝缘料	30（km）			
13		10kV 导体屏蔽料	200（km）			
14		10kV 绝缘屏蔽料	200（km）			
15		电缆用铜带	100（km）			
16		聚丙烯网状填充绳	260（km）			
17		低烟无卤阻燃包带	300（km）			
18		90℃阻燃聚氯乙烯	260（km）			
19		镀锌钢带	30（km）			
20		钢木盘	25（km）			
21	产品生产制造	柴油	2.1 (kg)	0.53kgCO2-e/kg		
22		电力	1428.5 (kwh)	0.68kgCO2-e/kWh		南方电网（中压）
23		挥发性有机物	2.9 (g)	/		
24	废弃物运输	固废运输	44.2(kg)/ 6 (km)	0.17kgCO2-e/tkm		欧五标准柴油车(16~32 公
25		危废运输	2.1 (kg)/ 20			

序号	生命周期阶段		活动水平数据	排放因子	来源	备注
			(km)			吨)
26	废弃物处理	废塑料	12.1 (kg)	1.85kgCO2-e/kg		焚烧
27		废活性炭	1.5(kg)	2.41kgCO2-e/kg		
28		废油墨包装物	0.01 (kg)			
29		油水混合物	0.6(kg)			

5、碳足迹核查结果

5.1 软件与数据库

本报告利用 SimaPro 8 软件进行建模，所采用的部分通用的原材料背景数据主要来自于 Ecoinvent 数据库。

Ecoinvent 由瑞士的 Ecoinvent center 负责开发，是高质量的、科学的、透明的、世界领先的生命周期清单数据库；是当前唯一一个既支持归因型模型又支持结果型模型的数据库。数据库拥有超过 10000 个工艺流程，涵盖了能源，运输，建材，化工，洗涤，纸板，农业及废弃物管理等行业领域。

5.2 产品碳足迹结果

通过对前面各个阶段的数据进行汇总计算，得到电缆产品生命周期内的碳足迹结果，即 1km 的 ZA-YJV22 8.7/15kV 3×400 电缆产品在生命周期内排放量。具体结果见下表。

表 6 温室气体排放

序号	生命周期阶段		活动水平数据	排放量	百分比
1	原材料获取	铜杆	10196.7（kg）	9.9E4 kgCO2-e/km	98.41%
2		10kV 化学交联聚乙烯绝缘料	1184.9（kg）		
3		10kV 导体屏蔽料	265.3（kg）		
4		10kV 绝缘屏蔽料	401.0（kg）		
5		电缆用铜带	1070.0（kg）		
6		聚丙烯网状填充绳	912.0（kg）		
7		低烟无卤阻燃包带	141.2（kg）		
8		90℃阻燃聚氯乙烯	3039.5（kg）		
9		镀锌钢带	2387.9（kg）		
10		钢木盘	1.2（个）		
11	原材料运输	铜杆	200（km）	596kgCO2-	0.59%

序号	生命周期阶段		活动水平数据	排放量	百分比
12		10kV 化学交联聚乙烯绝缘料	30（km）	e/km	
13		10kV 导体屏蔽料	200（km）		
14		10kV 绝缘屏蔽料	200（km）		
15		电缆用铜带	100（km）		
16		聚丙烯网状填充绳	260（km）		
17		低烟无卤阻燃包带	300（km）		
18		90℃阻燃聚氯乙烯	260（km）		
19		镀锌钢带	30（km）		
20		钢木盘	25（km）		
21	产品生产制造	柴油	2.1 (kg)	978 kgCO2-e/km	0.97%
22		电力	1428.5 (kwh)		
23		挥发性有机物	2.9 (g)		
24	废弃物运输	固废运输	44.2(kg)/ 6 (km)	0.151kgCO2-e/km	0.00%
25		危废运输	2.1 (kg)/ 20 (km)		
26	废弃物处理	废塑料	12.1 (kg)	27.4kgCO2-e/km	0.03%
27		废活性炭	1.5(kg)		
28		废油墨包装物	0.01 (kg)		
29		油水混合物	0.6(kg)		
合计				1.01E5 kgCO2-e/km	100%

5.3 结果分析

上海飞航电线电缆有限公司 2022 年度生产 1km 的 ZA-YJV22 8.7/15kV 3×400 电缆碳排放量为 1.01E5 kgCO2。

在生产电缆产品中，碳排放占比从大到小依次为，原材料获取过程中碳排放量占总排放量的 98.41%，产品生产碳排放量占排放总量的 0.97%，原材料运输过程碳排放量占排放总量的 0.59%，废弃物处理碳排放量占排放总量的 0.03%，废弃物运输碳排放量占排放总量的 0.00%。

各过程碳排放数据表明对于产品碳排放主要集中在原材料加工及获取过程中，其次为产品生产过程。

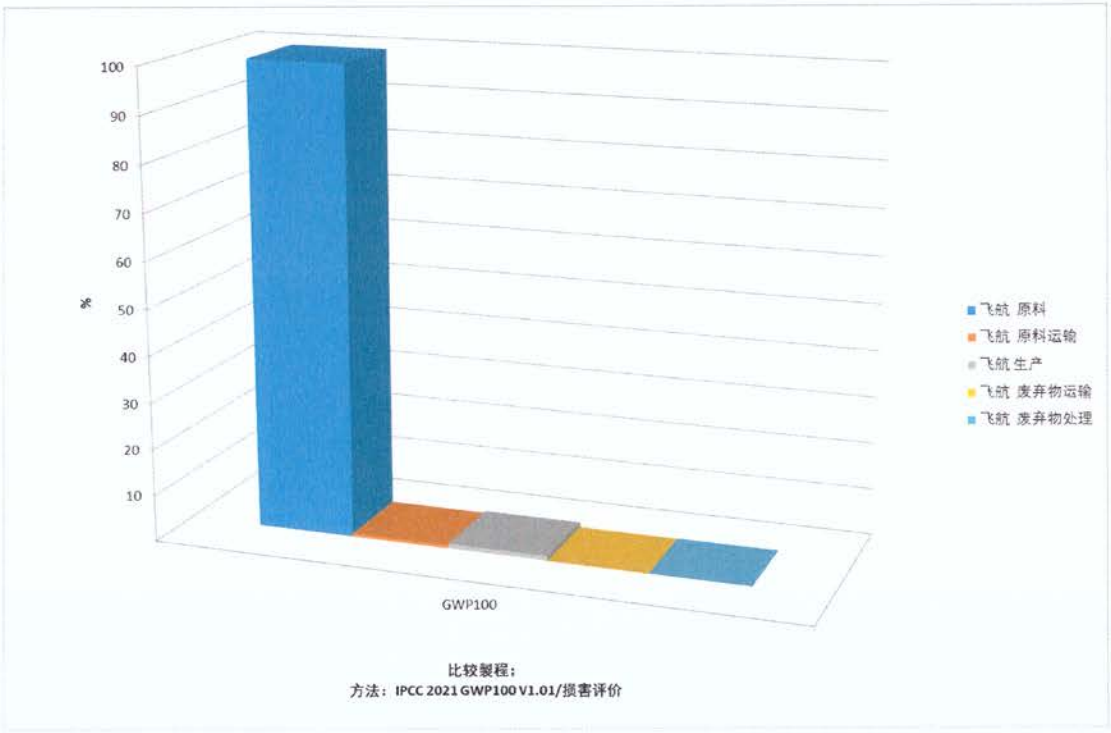


图 3 审核范围内各阶段温室气体排放分布图

电缆碳足迹中，原材料获取和加工阶段占比最大。不同原辅材料生产过程中碳排放量占比情况见下图。

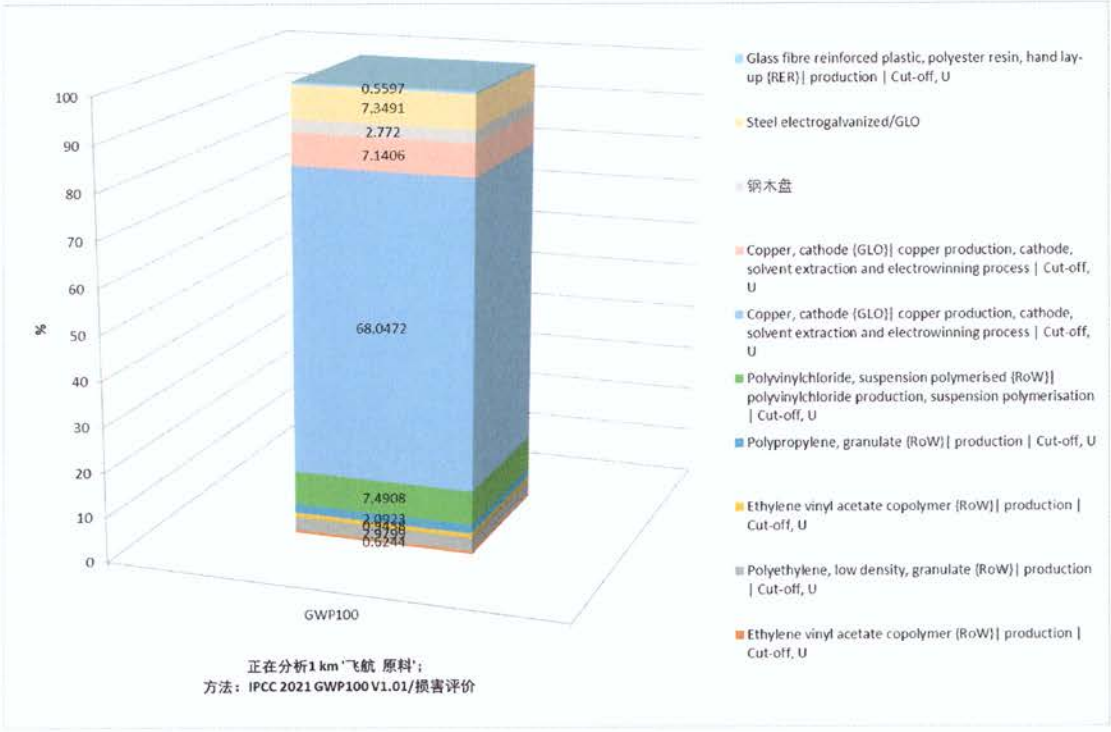


图 4 原材料碳排放量占比

由上图可知，原材料碳排放量贡献最大的为铜杆，占比为 68.05%；其次为 90℃阻燃聚氯乙烯，占比为 7.49%；镀锌钢带，占比为 7.35%；电缆用铜带，

占比为 7.14%；10kV 化学交联聚乙烯绝缘料，占比为 2.98%；钢木盘，占比为 2.77%；聚丙烯网状填充绳，占比为 2.09%；10kV 绝缘屏蔽料，占比为 0.94%；10kV 导体屏蔽料，占比为 0.62%；低烟无卤阻燃包带，占比为 0.56%。

以下空白