



宁波市金穗橡塑有限公司

碳足迹核算报告

2021 年 4 月 30 日

产品名称：TPU 颗粒

编制单位名称：宁波市金穗橡塑有限公司

核算结论：宁波市金穗橡塑有限公司生产的 TPU 颗粒，从 原材料获取 到 产品分销/销售 的全生命周期碳足迹为 5902.38 tCO₂e。经核算产品碳排放因子为 0.3757tCO₂/t 产品。

批 准 人：

技术审核人：

报告编制人员：

目 录

1 编制依据..... 1

2 基本情况..... 1

 2.1 单位概况..... 1

 2.2 生产情况..... 2

3 核算边界..... 6

4 碳足迹核算..... 8

 4.1 活动数据..... 8

 4.2 排放因子和计算系数数据..... 9

 4.3 碳足迹核算汇总..... 9

5 结果分析与评价..... 13

 5.1 产品碳足迹构成与主要影响因素分析..... 13

 5.2 产品碳足迹改善措施..... 13

1 编制依据

根据《国家发展改革委关于组织开展重点企（事）业单位温室气体排放报告工作的通知（发改气候[2014]63 号）》、《碳排放权交易管理暂行办法》等文件，遵照《温室气体产品碳足迹·量化与通报要求及指南》（ISO/TS14067:2013）、《商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范》（PAS2050:2011）及国家印发的《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）》中的相关指南进行编制。

2 基本情况

2.1 单位概况

1、单位名称

宁波市金穗橡塑有限公司

2、单位性质

私营有限责任公司

3、单位地址

镇海区蛟川街道镇骆东路 1238 号

4、法人代表

汪士抗

5、单位基本情况

宁波市金穗橡塑有限公司，统一社会信用代码 91330211MA281QTQ15，行业代码 C2651，法人代表为汪士抗，厂区位于镇海区蛟川街道镇骆东路 1238 号，公司经营范围为：橡塑制品、玩具、电子元件、电器、机械配件、文化体育用品、工艺美术品、五金件、气动工具及零配件、聚氨酯的制造、加工；塑胶原料、聚氨酯原料的批发；自营和代理各类货物和技术的进出口，但国家限定经营或禁止进出口的货物和技术除外。

2.2 生产情况

1、产品类别及生产规模

年产 25000 吨 TPU 和 500 吨鼠标垫。

2、生产工艺流程

热塑性聚氨酯（TPU）材料主要分为聚酯型和聚醚型两类，企业生产的 TPU 为聚酯型。合成 TPU 的最基本原料包括异氰酸酯、大分子二元醇、扩链剂，企业生产采用的异氰酸酯为 MDI（二苯基甲烷二异氰酸酯），扩链剂为 BDO（1,4-丁二醇），大分子二元醇为聚酯多元醇，聚酯多元醇在厂内自行生产备用。

1、聚酯多元醇生产工艺流程

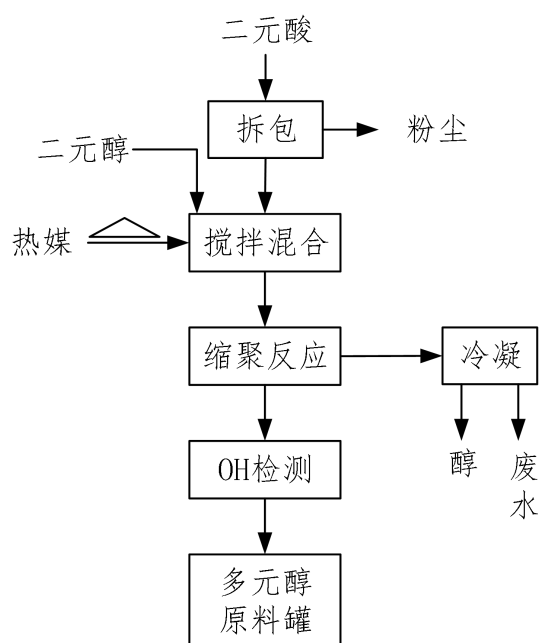
来自 1,4-丁二醇、乙二醇原料储罐，根据用量多少采用计量泵将原料送至多元醇反应釜中，采用导热油炉将反应釜缓慢升温至 120℃ 左右；来自仓库的己二酸为吨袋包装，采用叉车运至料斗，拆包装后将粉料放入料斗中，在反应釜达到 120℃ 左右后，开启料斗放料口，己二酸以一定速度靠重力落入反应釜中；原料全部加入后，输入氮气作为保护气，通过导热油炉对反应釜进行加热，开始进入酯化阶段。

酯化阶段：在升温过程中，反应生成的水与醇类气化进入醇分离塔进行分离，控制一定回流比，使水与醇类分别在塔顶和塔底分离，塔顶出来的水经冷凝器冷却后含有少量未回流下来的醇排入污水处理站，塔底的醇经收集后大部分回用于生产，少量含杂质醇出售给多元醇回收公司。酯化阶段进行到 225℃ 后一小时。此阶段主要是常压状态下持续将缩合聚合过程产生的水分移除，由此推动羧酸基团与羟基基团反应生成酯基。

酯交换阶段：酯化阶段结束后，在真空条件下 0.8-0.9kPa 条件下，小分子的酯相互结合成大分子酯，发生酯交换反应，并脱出醇。高羟值醇排入污水处理站，低羟值醇返回反应釜内继续生产。

通过羟值检测聚酯多元醇质量，反应完成达标后将反应釜内多元醇泵入多元醇原料罐备用。

聚酯多元醇生产工艺及产污环节如图所示。



2、TPU 生产工艺流程

双螺杆法连续合成 TPU 是将原料的计量、输送、混合、反应以及 TPU 的造粒等工序形成一条流水作业线，连续进料的聚合工艺。该法是一种一步法本体聚合连续生产工艺，该工艺采用较先进的连续生产线的技术和设备，成品率高，耗损低，同时产品属于环保型产品。企业 TPU 生产主要分为挤出反应、切粒干燥两部分。

（1）挤出反应

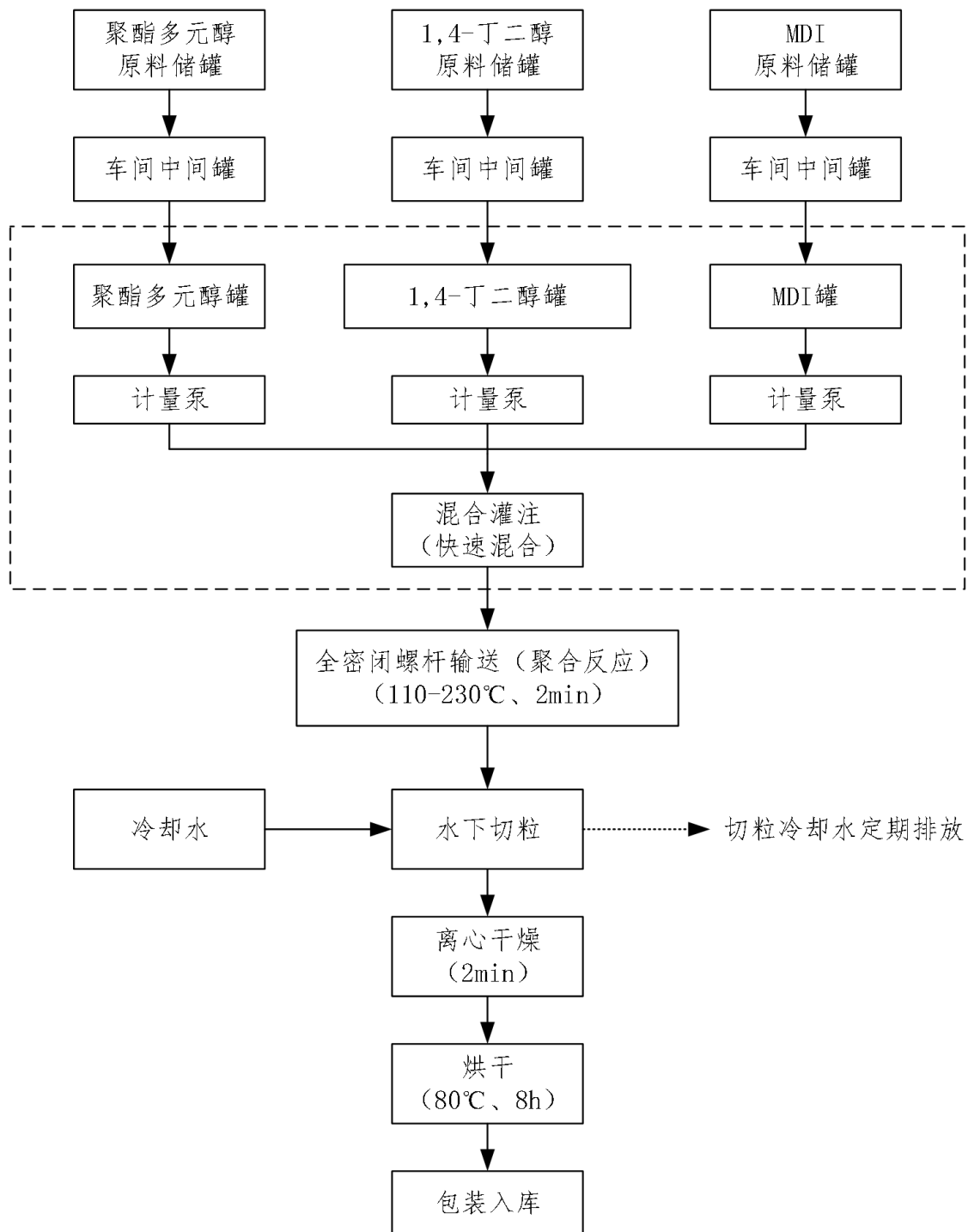
各组原料按配方要求通过计量泵的精确计量输到定量混合灌注机机头，在高速搅拌下进行均匀初混合后，输至双螺杆反应挤出机使其进一步混合均匀和化学反应，形成含有大分子主链和聚酯软链段的高分子结构，需根据工艺指令控制各区的温度，以确保产品品质。反应生成物在挤出机中挤出形成熔融 TPU，再进入切粒等后续工序。挤出过程中，少量的丁二醇受

热挥发产生挤出废气。各原料在混合头处有三通阀，不生产时原料经三通阀循环回原料暂存罐中，生产时三通阀切换进入浇注头中，浇入挤出机。

（2）切粒干燥

TPU 切粒工艺为“水下切粒工艺”，熔融 TPU 通过封闭式双螺旋料仓进行水下切粒，使物料通过带有小孔的模板，并用高速刀子将条形物料切成椭球粒子；造粒水将颗粒送入干燥机，干燥机通过加热烘干产品，将 TPU 颗粒与造粒水分离：造粒水回到造粒水箱，循环使用；TPU 颗粒由排料口排出，进入振动式筛选机。振动筛根据指标将偏大及偏小的 TPU 颗粒去除，尺寸合格的物料经送料管线进入料仓，经包装系统包装后，入库待售。不合格产品作为次品出售。

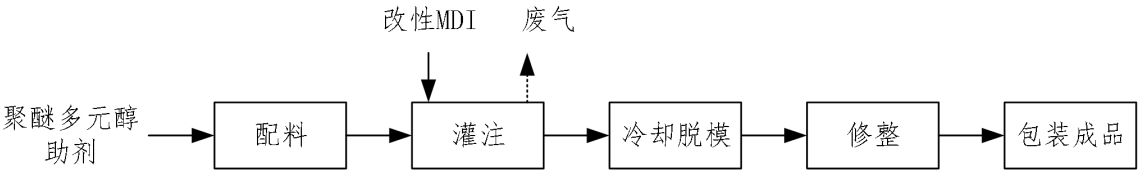
TPU 生产工艺及产污环节如图所示。



3、鼠标垫生产工艺流程

不同类型鼠标垫产品主要工艺大致相同，将聚醚多元醇、助剂等按不同比例配料后，通过灌注机打入喷涂了水性脱模剂与聚氨酯外色色膏的模

具，再打入改性 MDI，在 50℃ 的温度下原料发生化学反应，待冷却后脱模修边得到产品。生产工艺流程如图所示。



3、主要用能设备和排放设施

表 1 主要耗能设备和排放设施统计表

序号	设备名称	型号	单位	数量	功率	备注
1	聚酯多元醇生产线	/	套	7	/	聚酯多元醇生产
2	原料罐	30t	只	1	/	
		40t	只	2	/	
		50t	只	1	/	
		200t	只	4	/	
3	混合罐	30t	只	2	/	
		6t	只	1	/	
		3.5t	只	2	/	
		1.5t	只	1	/	
4	多元醇备料罐	45t	只	6	/	
		30t	只	5	/	
5	三液灌注机	TPU-101 等系列	台	7	/	TPU 生产
6	双螺杆机	SHJ-75B-60	套	7	160	
7	塑料造粒机	SQ300	套	7	15	
8	减速机	XLBP5-5-2	套	28	5	
9	中间桶配套电箱	TPU-JS	套	7	5	
10	称重模块	/	套	28	/	
11	结晶式干燥桶	2000kg	只	28	10	

12	自动定量包装机	LCS-25	台	3	6	
13	MDI 原料罐	25t	只	2	/	
14	中间罐	6t、8t、20t 等	只	18	/	
15	热合机	FRQ-600/2	台	4	8	/
16	低温冷水机	RTHE125	台	5	45	/
17	冷却塔	150t/h	台	2	4	/
		30t/h	台	5	4	/
		10t/h	台	7	4	注塑设备冷却
18	制氮机	/	台	2	2	/
19	空压机	30kW	台	1	30	/
20	空压机	55kW	台	2	55	/
21	聚氨酯胶垫生产线	/	套	4	20	鼠标垫生产 暂时停用
22	注塑机	/	台	10	20	产品测试

3 核算边界

产品碳足迹应包括三个部分：（1）原材料运输碳足迹；（2）产品生产碳足迹（包括生产过程中的废弃物碳足迹）；（3）产品分配/销售过程碳足迹。

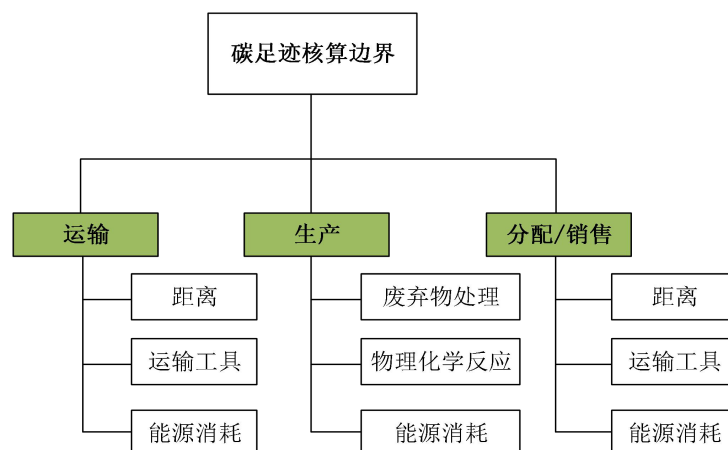


图 3 产品碳足迹核算边界

4 碳足迹核算

4.1 活动数据

4.1.1 原材料运输碳足迹

宁波市金穗橡塑有限公司生产过程中原材料运输，均委托第三方物流供应商为我方提供外包运输服务。

4.1.2 生产过程中形成的碳足迹

生产过程中形成的碳足迹主要是电能消耗碳足迹，根据《宁波市金穗橡塑有限公司 2020 年度温室气体排放核查报告》，数据统计如下：

表 2 2020 能源消耗统计表

类型	净购入量		
	净购入量 (兆瓦时)	购入量 (兆瓦时)	外供量 (兆瓦时)
电力（华中地区电网）	4871.3	4871.3	0.0

热力	净购入量 (GJ)	购入量 (GJ)	外供量 (GJ)
	18856	18856	0.0
液化石油气	净购入量(t)	购入量(t)	外供量(t)
	137.23	137.23	0

4.1.3 产品分销形成的碳足迹

宁波市金穗橡塑有限公司产品分销，也委托第三方物流供应商为我方提供外包运输服务。

4.2 排放因子和计算系数数据

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）》和《宁波市金穗橡塑有限公司 2020 年度温室气体排放核查报告》，得出碳足迹核算所需排放因子和计算系数如下：

表 3 电力的 CO₂ 排放因子

	电力排放因子 (tCO ₂ /MWh)	热力排放因子 (tCO ₂ /GJ)	液化石油气单位热值含碳量 (tCO ₂ /t)
数值：	0.7035	0.11	0.0172
数据来源：	《2011 年和 2012 年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》中 2012 年华中区域电网平均 CO ₂ 排放因子缺省值		

4.3 碳足迹核算汇总

1、原材料运输的碳足迹核算

(1) 汽车运输消耗的化石燃料燃烧产生的碳排放

$$E_{\text{原材料}} = \text{NCV}_1 \times \text{FC}_1 \times \text{CC}_1 \times \text{OF}_1 \times 44/12$$

$E_{\text{原材料}}$ ：为核算期内原材料生产消耗的化石燃料燃烧产生的 CO₂ 排放，单位为吨 (tCO₂)；

NCV_1 ：核算期内汽油平均低位发热量，单位为百万千焦/吨 (GJ/t)；

FC_1 ：核算期内汽油的净消耗量，单位为吨 (t)；

CC_1 ：汽油的单位热值含碳量，单位为吨碳/百万千焦 (tC/GJ)；

OF₁: 汽油的碳氧化率, 单位为%;

44/12: 二氧化碳与碳的数量换算。

根据上述公式和原材料运输中的碳足迹活动数据及其排放因子, 核算结果如下:

表 4 原材料运输的碳足迹核算数据

种类	消耗量 (t) FC ₁	低位发热 量 (GJ/t) NCV ₁	单位热值 含碳量 (tC/TJ) CC ₁	碳氧化 率(%) OF ₁	CO ₂ /C 折算因 子	排放量 (t CO ₂)
	A	B	C	D	E	$F=A*B*10^{-3}*C*D*10^{-2}*E$
汽油	0	44.80	18.9	98	44/12	0

注: 原辅材料运输委托第三方物流供应商, 因此汽油消耗为 0。

2、生产过程中形成的碳足迹核算

(1) 化石燃料燃烧产生的 CO₂ 排放量均可根据公式 1) 计算:

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_i (AD_i \times EF_i) \quad 1)$$

式中,

$E_{\text{燃烧}}$ — 化石燃料燃烧的二氧化碳排放量 (t)

AD_i — 第 i 种化石燃料活动水平 (TJ)

EF_i — 第 i 种燃料的排放因子 (tCO₂/TJ)

i — 化石燃料的种类

核算期内化石燃料燃烧排放的活动水平数据 AD_i 可按如下公式

(2) 计算:

$$AD_i = FC_i \times NCV_i \times 10^{-6} \quad 2)$$

式中,

AD_i — 第 i 种化石燃料的活动水平 (TJ)

FC_i — 第 i 种化石燃料的消耗量 (t, 10³Nm³)

NCV_i — 第 i 种化石燃料的平均低位发热值 (kJ/kg, kJ/Nm³)

i — 化石燃料的种类

核算期内化石燃料燃烧排放的排放因子数据 EF_i 可按如下公式 (3) 计算:

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \quad 3)$$

式中,

EF_i — 第 i 种化石燃料的排放因子 (tCO₂/TJ)

CC_i — 第 i 种化石燃料的单位热值含碳量 (tC/TJ)

OF_i — 第 i 种化石燃料的碳氧化率 (%)

44/12 — 二氧化碳与碳的分子量之比

(3) 净购入电力隐含的排放

净购入使用的电力所对应的生产活动的 CO₂ 排放量按公式计算:

$$E_{\text{电}} = AD_{\text{电}} \times EF_{\text{电}}$$

$E_{\text{电}}$: 为净购入使用的电力所对应的生产活动的 CO₂ 排放, 单位为吨 (tCO₂);

$AD_{\text{电}}$: 核算期内净购入的电量, 单位为兆瓦时 (MWh);

$EF_{\text{电}}$: 电力的 CO₂ 排放因子, 单位为吨 CO₂/兆瓦 (tCO₂/MWh)。

按照上述公式, 带入数据核算结果如下:

表 5 化石燃料燃烧排放量计算

燃料品 种	消耗量(t, 万 m ³)	低位发热量 (GJ/t, GJ/万 m ³)	单位热值含 碳量 (tC/t)	碳氧化 率 (%)	CO ₂ 排放量 (t)
液 化 石 油 气	137.23	47.31	0.0172	98	401.26

表 6 净购入电力隐含的排放碳足迹核算数据

种类	电力消耗量	电力排放因子	排放量
----	-------	--------	-----

	(MWh)	(tCO ₂ /MWh)	(tCO ₂)
	A	B	C=A*B
电力	4871.3	0.7035	3426.96
热力	18856	0.11	2074.16

3、产品分销形成的碳足迹核算

计算结果如下：

表 7 产品分销形成的碳足迹核算数据

种类	消耗量 (t) FC ₁	低位发热 量 (GJ/t) NCV ₁	单位热值 含碳量 (tC/TJ) CC ₁	碳氧化 率(%) OF ₁	CO ₂ /C 折算因 子	排放量 (t CO ₂)
	A	B	C	D	E	$F=A*B*10^{-3}*C*D*10^{-2}*E$
柴油	0	43.33	20.20	98	44/12	0

注：产品分销运输委托第三方物流供应商，因此汽油消耗为 0。

4、碳足迹核算量汇总对产品的碳足迹进行分析和核算，最终数据汇总如下表所示：

表 8 企业产品的碳足迹核算量汇总表

碳足迹项目	计算要素	碳足迹计算结果 tCO ₂ /a	占比/%
原材料运输碳足迹	运输燃料消耗	0	/
生产过程中形成的碳足迹	电力消耗	3426.96	/
	热力消耗	2074.16	
	液化石油气	401.26	
产品分销形成的碳足迹	运输燃料消耗	0	/
产品碳足迹 (tCO ₂)		5902.38	/
产品碳排放因子 (tCO ₂ /t 产品)		2020 年综合产量为 15709t，经计算产品碳排放因子为 0.3757。	

5 结果分析与评价

5.1 产品碳足迹构成与主要影响因素分析

根据计算结果可知产品碳足迹的构成要素：生产过程中因电能使用的间接碳足迹。因此，生产过程中的电力消耗是影响产品碳足迹的关键要素，也是降低产品碳足迹的关键环节。

5.2 产品碳足迹改善措施

通过对产品碳足迹构成进行分析，可以看出生产电力消耗是产品碳足迹的主要贡献者，而这也恰恰揭示出了其潜在的减排环节。

（1）提高产品生产中的电效。通过设备和系统的节能改造，优化工艺流程，降低生产过程中的电耗。采用国内先进的工艺技术、采用达到国家 1 级能效的耗能设备、对生产中的余压余能进行回收利用均是切实可行的方法。

（2）加强生产全过程的管理。优良的生产管理，可以有效降低生产过程中的电耗，减少能源使用，降低碳排放。