

## 16.工业连续化废轮胎热裂解生产线

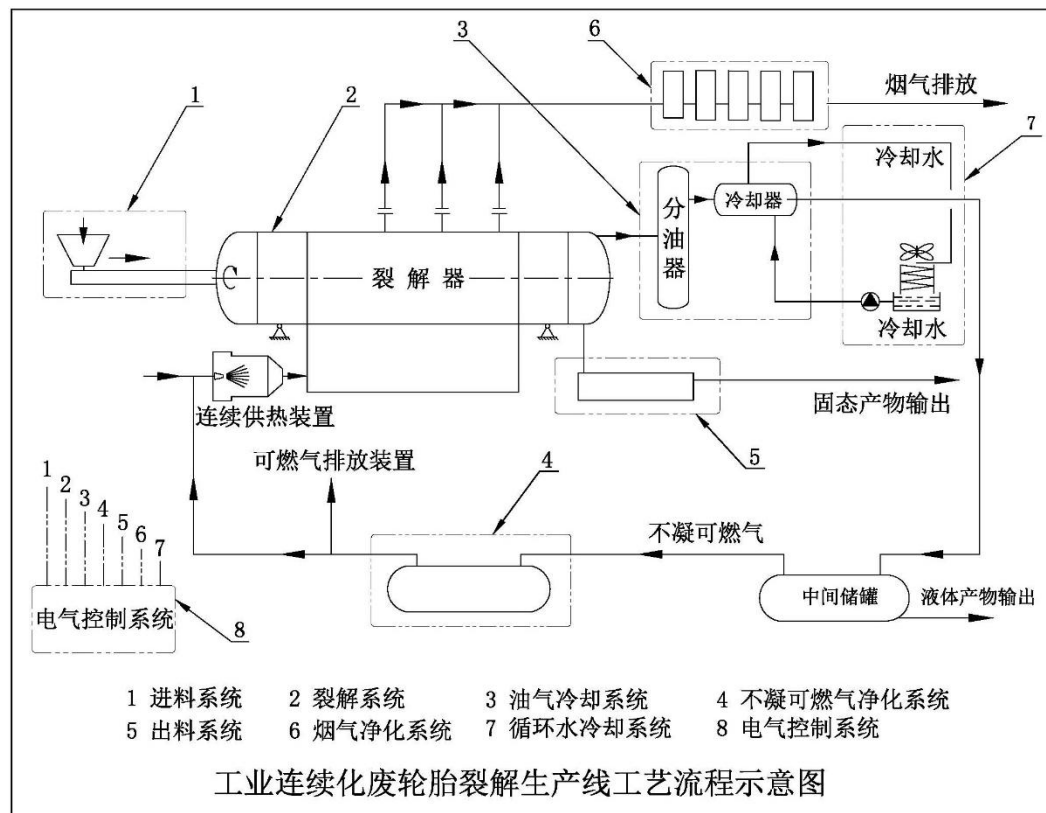
技术依托单位：济南恒誉环保科技股份有限公司

技术发展阶段：推广应用

适用范围：可用于废轮胎的生态治理，亦可用于废塑料、油泥、有机废盐、农业废弃物等减量化、无害化、资源化处理。

主要技术指标和参数：

### 一、工艺路线及参数



1.进料系统：废轮胎块定量连续输送至裂解器。

2.裂解系统：物料在微负压、设定温度、无氧或贫氧的裂解器内完成裂解反应。

3.油气冷却系统：裂解所得油气经冷却分离后，裂解油泵送至罐区，不凝可燃气体进入后续净化系统。

4.不凝可燃气净化系统：在压力控制装置的作用下，不凝可燃气经净化、稳压后，输送至连续供热装置燃烧，给废轮胎裂解提供热量。

5.出料系统：裂解所得固态产物经冷却、磁选分离后获得钢丝和炭黑。

6.烟气净化系统：循环利用后的废烟气经冷却净化后，达标外排。

7.循环水冷却系统：水泵将循环水送至各工艺设备与产物或者烟气进行换热，热交换后的温水返回冷却水塔降温，循环使用。

8.电气控制系统：集中控制，根据工艺要求对设备自动控制，具有数据采集、运算、记录、打印报表、自动纠偏及安全预警等功能，确保生产线的安全、稳定、连续运行。

整个过程无废水、废气、废渣产生，实现对废轮胎资源的100%利用。

## 二、主要技术指标

燃料油得率 43-48%；炭黑得率 32-36%；可燃气得率 8-12%；钢丝得率 11-13%；裂解率 >99%；余热利用率 >90%。

## 三、技术特点

通过多项技术的有机结合，实现裂解设备在安全、环保前提下工业连续化运行。具体包括：工业连续化技术；热分散、防结焦技术；动态密封、微压控制技术；防聚合技术；

恒温裂解技术；实时监控和自动控制技术；可燃气净化技术与烟气净化技术；全密闭技术；烟气循环、余热利用技术；燃气稳压回用技术；内外组合式供热技术。

#### 四、技术推广应用情况

2012年，德国 TPL 公司工业连续化废轮胎热裂解生产线投产运行，年处置废轮胎 1 万吨。

2013年，印度 RCB 公司工业连续化废轮胎热裂解生产线投产运行，年处置废轮胎 3 万吨。

2014年，巴西 IRO 公司工业连续化废轮胎热裂解生产线投产运行，年处置废轮胎 3 万吨。

2014年，匈牙利 KGF 公司工业连续化废轮胎热裂解生产线投产运行，年处置废轮胎 1 万吨。

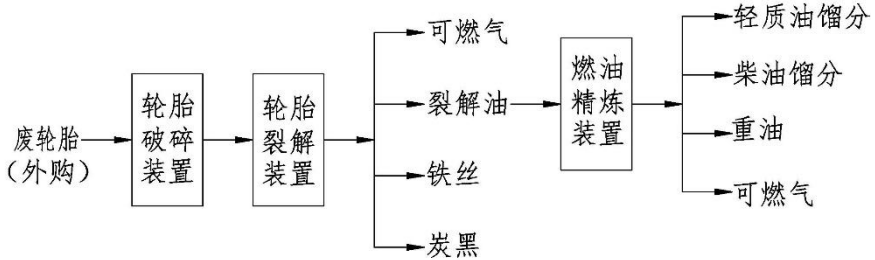
2015年，山东开元润丰环保科技有限公司工业连续化废轮胎热裂解生产线一期投产运行，年处置废轮胎 2 万吨。

2018年，山东开元润丰环保科技有限公司工业连续化废轮胎热裂解生产线二期投产运行，年处置废轮胎 4 万吨。

2019年，湖北中硕环保公司工业连续化废轮胎热裂解生产线投产运行，年处置废轮胎 2 万吨。

#### 四、实际应用案例

案例名称	山东开元润丰环保科技有限公司 10 万吨/年废轮胎综合利用项目
业主单位	山东开元润丰环保科技有限公司
工程地址	山东省滨州市邹平县九户镇经济园区

工程规模	年综合利用废旧轮胎 10 万吨，分三期建设，一期为年综合利用废旧轮胎 2 万吨，二期为年综合利用废旧轮胎 4 万吨，三期为年综合利用废旧轮胎 4 万吨。
项目投运时间	一期 2 万吨废轮胎综合利用项目，已于 2015 年投入生产。二期 4 万吨废轮胎综合利用项目，已于 2018 年投入生产。
验收情况	验收单位：邹平县环境保护局，验收时间：2016 年 11 月 18 日，验收结论：该项目基本落实了环评及其批复中提出的各项污染防治措施，竣工环境保护验收监测合格，同意该项目通过环保验收，准予投入正式生产。
工艺流程	<p style="text-align: center;">工艺流程示意图</p>  <p>废旧轮胎破碎成裂解所需的橡胶块，与低温硫转移催化剂一起通过送料挤出机经热气密装置连续送入裂解器，在密闭的裂解器内，进行常压低温裂解裂化反应。裂解油气经分油器分馏冷却后，得到裂解油与少量可燃气，所得可燃气经净化后全部用于裂解供热系统，所得裂解油经精炼装置分馏后获得轻质油馏分、柴油馏分、重油。废轮胎裂解所得固态产物粗炭黑和钢丝，经冷却和磁选分离后，钢丝输送至钢丝料仓，粗炭黑自动输送至炭黑生产系统。</p>
主要工艺运行和控制参数	裂解压力：微负压； 裂解温度：390℃-430℃； 裂解供热烟气温度：550℃-650℃； 裂解生产线烟气余热循环利用率>90%； 废轮胎裂解率>99%。

关键设备及设备参数	序号	设备名称	规格型号	外形尺寸 (长×宽×高, mm)	功率 /kW	备注
	1	进料机	EERNB5000-A06-00	4300×500×950	15	变频
	2	催化剂加料器	EERNB5000-A07-0	450×400×550	0.18	变频
	3	回热风机	W6-41-11, 18.5kW	1800×1600×1600	18.5	变频
	4	燃烧机	RLS50	800×450×470	0.75	
	5	加热炉	EERNB5000-B01	1700×3600×1700		
	6	连续裂解器	EERNB5000-C01-00	15500×2200×3700	11	变频
	7	水冷出料机	EERNB5000-J01-00	4600×600×2100	7.5	
	8	除铁器	EERNB40000-J04-00	2000×1100×750	3	
	9	分油器	EERNB5000-D01-00	Φ800×3800		
	10	集油罐	EERNB10000-D04-00	φ1500×4800		
	11	输油泵	YG25-160	860×860×1800	5.5	
	12	可燃气净化塔	EERNB10000-E02-00	φ1200×3850		
	13	全压风机	2BH610	860×360×360	2.2	
	14	碱吸收塔	EERNB20000-F03-00	Φ2000×7400		
	15	烟气净化塔	EERNB20000-F04-00	Φ2000×7400		
	16	引风机	9-19	1500×1000×1550	22	
	17	稳压罐	EERNB20000-D06-00	φ1200×3850		
18	PLC 柜	1.0×0.8×2.2	1000×800×2200			
污染防治效果和达标情况	废轮胎处理工艺及处理后效果符合《废轮胎加工处理》(GB/T 26731-2011)和《废橡胶废塑料裂解油化成套生产装备》(GB/T 32662-2016)。外排废烟气排放符合《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表2中二级标准要求 and 《山东省区域性大气污染物综合排放标准》(DB37/2376-2013)。					
二次污染治理情况	废轮胎经本项目处理后,全部转变为炭黑、轻质油、轻柴油、重柴油、重油、钢丝和可燃气。其中可燃气经净化后作为较洁净燃料直接用于裂解供热;其余均作为产品直接销售,产品指标符合下游厂家的要求,废轮胎全部实现资源化利用。					
投资费用	项目总投资41853.37万元,其中一期总投资18000万元,二期项目总投资12000万元。					
运行费用	电耗70元/吨,水耗2.33元/吨,原料600元/吨,化学辅料23元/吨,设备折旧费用110元/吨,人员工资及维护					

	<p>保养等其他费用约 32 元/吨，合计 837.33 元/吨。</p>
<p>能源、资源 节约和综 合利用情 况</p>	<p>废轮胎的综合能耗约 27.9kgce/t，其中废轮胎热解加工综合能耗约 14.4kgce/t。与《废轮胎综合利用行业准入条件》规定的 300 千瓦时/吨（折标准煤 36.87kgce）相比，节能约 60%。</p> <p>已运行的 6 万吨/年度轮胎综合利用项目情况如下：</p> <p>1. 年综合节能折标煤约 114910t。</p> <p>①获得轻质馏分油 11300t、轻柴馏分油 11300t、重柴馏分油 11300t，重油 10500t，节约标煤约 63430t。</p> <p>②使用废轮胎裂解产生的不凝气作燃料，无需外加燃料，每年节约燃料油约 5400kg，折标煤约 7710t。</p> <p>③获炭黑约 20500t，资料介绍 1.8t 煤焦油可制 1t 炭黑，则每年节省煤焦油约 37800t，折标煤约 43200t。</p> <p>④配烟气余热循环利用工艺，采用保温措施，使用变频、节能电机等，每年节约燃料油约 400t，折合标煤 570t。</p> <p>2. 从替代原料角度考虑，每年可减少 CO<sub>2</sub> 排放量不少于 58300t。</p>