

高效环保型废旧轮胎裂解设备

李德治, 姜莉莉, 周 鑫

(广东工业大学 机电工程学院, 广东 广州 510006)

摘要:介绍高效环保型废旧轮胎裂解的工艺流程及工作原理。裂解设备主要由废旧轮胎裂解系统、储油控制系统、油气分离系统、固体回收系统和尾气处理系统组成。废旧轮胎在热解炉中裂解, 由 PLC 控制裂解产生的裂解油和热解气燃烧加热。裂解反应后裂解系统可自动退出裂解炭和钢丝供循环利用。通过裂解, 提高了对废旧轮胎的综合利用率, 实现了对废旧轮胎的高效环保循环再利用。

关键词:废旧轮胎; 低温裂解; 裂解设备

中图分类号: TQ330.4⁺93; TQ330.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-890X(2013)08-0493-04

随着汽车保有量的迅速增长, 全世界废旧轮胎的积存量已达 30 亿条, 且还在以每年 10 亿条的速度不断增长。大量废旧轮胎对环境造成了很大的污染, 大力推进废旧轮胎循环利用, 可以缓解我国橡胶资源严重匮乏的压力, 减少对自然环境的污染。目前对废旧轮胎进行处理的方式主要有材料再生、热能、原形利用和热裂解 4 种, 其中我国以再生胶为主, 国外以焚烧提供热能为主^[1-3]。国内学者对废旧轮胎热裂解原理、热解产物成分及热解过程的影响因素进行了相应研究, 根据热解工艺对热解设备进行了简单设计^[4-7]。本工作依托 2009 年广东省重大科技项目“高效环保型废弃橡胶提炼燃油、炭黑的技术与装备研究和示范项目”, 研究开发了一种高效环保型废旧轮胎低温裂解设备, 提高了废旧轮胎的综合利用率, 实现了对废旧轮胎的高效环保循环再利用。

1 废轮胎裂解工艺流程

高效环保型废旧轮胎裂解工艺流程主要包括原料预制、裂解反应、油气分离、固体回收和烟气净化。该工艺在控制系统的控制下完成, 完全实现了自动化生产。工艺流程如图 1 所示。

与一般的裂解工艺相比, 该工艺流程具有许多优点, 主要表现为: 裂解温度为 450~500 ℃, 属

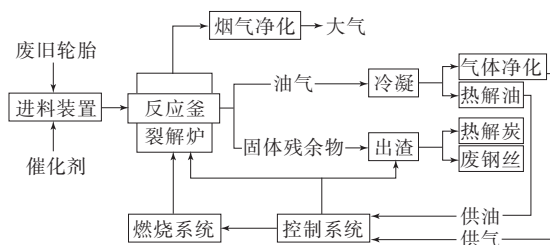


图 1 高效环保型废旧轮胎裂解工艺流程

于低温裂解, 降低了能源消耗; 裂解过程主要由裂解过程产生的热解油和热解气加热, 降低了生产成本, 提高了废旧轮胎的综合利用率, 生产过程清洁环保; 反应炉采用动态旋转式加热方式, 提高了传热均匀性, 从而提高了废旧轮胎裂解出油率; 整个反应过程实现自动化控制, 特别加强了对反应温度的控制, 减小了油气发生二次反应几率, 保证了热解产物的质量, 生产更加安全可靠。

2 工作原理

根据裂解工艺流程, 裂解设备的工作原理如图 2 所示。

废旧轮胎经清洗、烘干等前处理, 通过进料装置由输送带送进旋转裂解反应釜, 并添加适量催化剂以降低反应终止温度和加快裂解速度; 关闭进料门, 控制系统使燃烧系统点火加热, 反应釜由传动系统带动旋转, 使废旧轮胎由低温区向高温区移动进行裂解反应; 控制系统通过控制燃烧油气流量控制裂解反应的温度; 裂解产生的油气在压力作用下从反应釜油气出口排出, 进入冷凝器;

基金项目:2009 年广东省重大科技项目(2009A080303016)

作者简介:李德治(1985—), 男, 湖南武冈人, 广东工业大学在读硕士研究生, 主要从事环保型机械装备设计制造及工程研究。

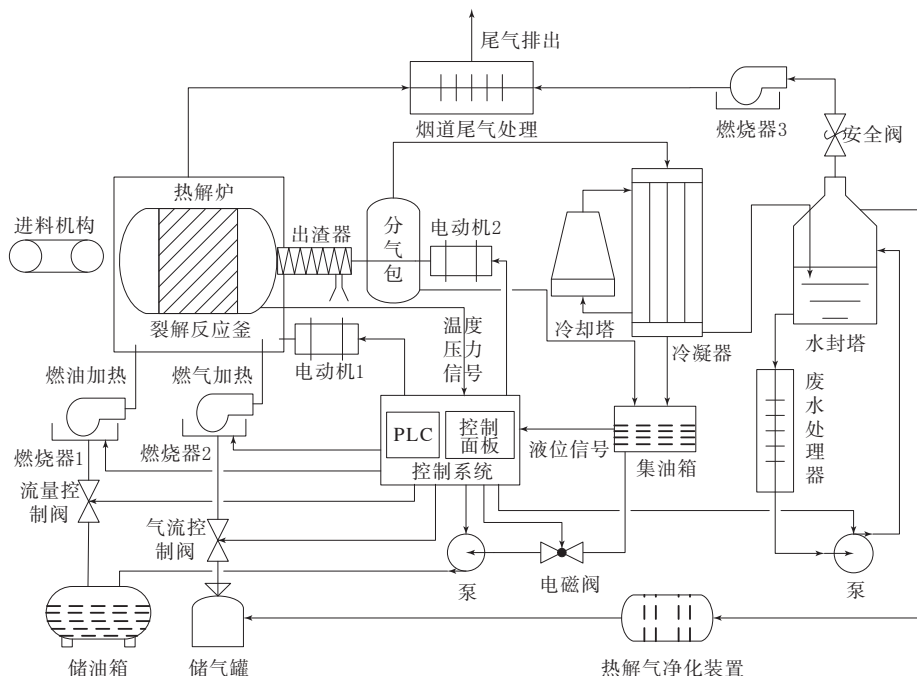


图2 工作原理

经冷凝系统冷却,油气分为凝结的裂解油和不凝结的热解气;裂解油收集在集油罐中,为热解反应提供燃油及工业用油,热解气经净化系统后进入储气罐,为热解反应提供燃气;控制系统根据液位传感器信号控制热解油在集油罐与储油罐之间的自动存储;燃烧烟气经烟道净化系统处理以后直接排入大气,烟道中带出的热量可以用于烘干湿轮胎;裂解完成,反应釜冷却到一定温度,电机带动裂解反应釜反转,热解炭从进料端传送到油气出口端,经螺旋出渣器旋转排出反应釜,实现自动密闭出渣,钢丝由钢丝牵引机从进料口拉出,完成一次生产加工。

3 设备简介

高效环保型废旧轮胎裂解设备主要由废旧轮胎裂解系统、控制系统、油气分离系统、固体回收系统和尾气处理系统组成。

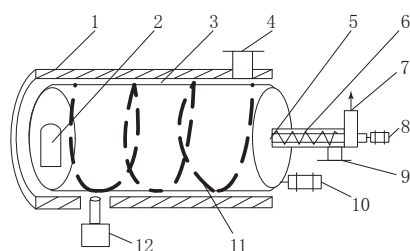
3.1 废旧轮胎裂解系统

根据裂解工艺及设备工作原理,裂解过程主要由热解油和热解气供热,反应温度控制在 $450\sim 500\text{ }^{\circ}\text{C}$,发生裂解反应时反应釜内具有良好的密封性,确保反应在许可压强范围内进行。因此,该裂解系统主要包括燃油供给系统^[8]和密封系统及相关设备。

燃油供给系统主要是对油、气选择,对反应釜温度和压力进行控制,是高效环保裂解的关键部件。主要由温度传感器、压力传感器、液位传感器、PLC系统、电磁阀开关、流量阀、减压阀、燃烧器及连接电路组成。温度和压力传感器安装在油气出口的静止管路上,间接监控反应釜内的温度与压力。生产开始时,系统首先检测储油罐中油量。若储油罐油量不足,发出警报,提醒操作人员补充燃油;若储油充足,控制燃油燃烧器点火加热。反应釜加热至 $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,开始发生裂解反应,裂解油气经冷凝后,热解油收集在集油箱中,热解气通过净化系统收集在储气罐中。当储气罐气量达到一定量时,控制系统优先使用燃气燃烧器加热。裂解过程中,若反应釜温度超过 $450\text{ }^{\circ}\text{C}$,则控制流量阀减小燃料供应,低于 $400\text{ }^{\circ}\text{C}$,控制流量阀增大燃料供应,以控制反应温度在 $450\sim 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。加热开始以后,反应釜内氧气等不断排出,压强减小,裂解反应开始时产生油气,压强开始增大,若反应速度过快,则压强迅速增大,超过一定范围时会给生产带来安全隐患,此时减压阀打开降压;反应结束时,反应釜内压强减小,减少到下限,控制系统关闭燃烧器。

裂解设备在高温条件下的密封性能不好会导致裂解过程中的气体泄漏,对环境产生污染,甚至

发生火灾,影响操作安全。由于反应釜在反应时由电机带动旋转,油气出口处连接静止不动的法兰,为典型的动静密封。考虑反应温度,进料口采用机械密封,油气出口处采用橡胶石棉盘根加端面密封,能很好地保证反应釜的密封性。裂解反应釜为圆柱筒体空心结构,采用锅炉钢板弯曲焊接而成,内表面焊接螺旋板,使废旧轮胎随反应釜旋转由低温区向高温区移动并裂解。筒体一端为进料口,用于进料及回收钢丝;另一端为油气及热解炭出口,出口处焊接蜂窝型半球体,配合端面内表面的肋板使得炭黑落入蜂窝型半球体内,通过螺旋器出渣。裂解部分结构如图 3 所示。



1—保温外壳;2—进料口;3—反应釜;4—烟气出口;5—油气和炭黑出口;6—螺旋出渣器;7—油气出口;8—出渣电机;
9—热解炭出口;10—反应釜传动装置;
11—螺旋焊板;12—燃烧器。

图 3 裂解部分结构

3.2 储油控制系统

储油控制系统是该裂解设备的重要组成部分^[9],主要控制燃油的合理、安全存储。由液位传感器、PLC 系统、电磁阀开关、泵及连接电路组成,实现热解油在集油箱与储油箱中的自动存储。

储油系统中集油箱主要用于收集裂解冷凝后的热解油,储油箱为裂解加热供油及存储从集油箱中抽取的热解油,也是最终的出油仓库。储油箱和集油箱里面分别安装高/低液位传感器,用来检测与监控油箱油量状态,为储油系统提供控制信号。液位信号通过连接电路输送给 PLC,PLC 根据控制程序发出相应的操作指令,实现对油箱油量的实时监控与自动存储。生产时,控制系统首先检测储油箱中燃油量。当储油箱低位传感器发出信号时,控制系统发出“油量不足”警报,提示操作人员储油箱油量不足,需进行注油;当储油箱高位传感器发出信号时,控制系统发出“储油存满”警报,提示操作人员对储油箱进行出库处理;

当集油箱高位传感器发出信号时,控制系统打开集油箱与储油箱油路上的电磁阀开关,启动油泵将燃料油从集油箱输送到储油箱中;当集油箱低位传感器发出信号时,控制系统关闭电磁阀,停止抽油,防止集油箱中的油渣等进入储油箱。

3.3 固体回收系统

固体回收系统包括热解炭回收和钢丝回收系统。裂解完成以后,经过一段时间的冷却,反应釜电机反向带动裂解反应釜转动,使热解炭从裂解反应釜进料端向反应釜出渣口螺旋前进,出渣电机带动螺旋出渣器旋转出渣,实现自动密闭出渣。热解炭出渣完成,打开反应釜进料口大门,在牵引机的拉动下将钢丝从反应釜内拖出,实现对钢丝的回收。

3.4 油气分离系统

裂解设备需对油气冷凝进行多级冷凝处理,以增加油气冷凝效果,对不同沸点的热解油实现冷凝。为实现最佳冷凝效果、增大平均温差,冷凝器中的流体采用逆流的方式。为保证生产安全,在热解油气进入冷凝器之前增加一个分气装置,该分气装置外面包有保温层,同时安装压力表及温度计,以间接监控整个裂解反应状况。

3.5 尾气处理系统

尾气处理系统主要包括热解气净化和烟道除尘系统。热解气是可燃性气体,通过尾气净化处理后储存在气罐中,为裂解提供热源,既节省能源又可减少有害气体的排放,有利于环境保护。燃烧室燃油加热排出的烟气通过烟道冷凝器加速冷却,以减少烟尘和颗粒等,烟气排放到脱硫器中进行双层脱硫除尘,第一层为溶液吸收处理,第二层为磁环脱硫处理。进行上述多道处理后烟气可实现达标排放,符合国家环保标准要求。

4 结语

本工作研制的高效环保型废旧轮胎裂解设备可以得到 45%~50% 的热解油、40%~45% 的热解炭、10%~15% 的热解气,综合利用率约为 95%,实现了对废旧轮胎的高效环保循环利用。与一般高温裂解设备相比,高效环保型废轮胎裂解设备具有自动化程度高、生产过程清洁环保、生产制造成本低、裂解过程可控、安全可控的优点。

目前,该设备已在广州某公司生产基地正常运营,并取得了良好的经济效果。

参考文献:

- [1] 任志伟,孔安,高全胜.我国废旧轮胎的回收利用现状及前景展望[J].中国资源综合利用,2009,27(6):12-14.
- [2] 于清溪.世界废旧轮胎的回收与再利用(一)[J].世界橡胶工业,2010,37(2):50-54.
- [3] 于清溪.世界废旧轮胎的回收与再利用(二)[J].世界橡胶工业,2010,37(3):49-55.
- [4] 蒋家玲,刘小龙,刘宝庆.废轮胎热裂解设备的开发[J].化工

进展,2002,21(9):681-684.

- [5] 侯恩广,李勇,周在根,等.内旋式废轮胎常压裂解自动化监控系统[J].山东科学,2010,23(1):64-66.
- [6] 丛晓民,冯涛,盖国胜,等.废轮胎热解技术的现状及发展趋势[J].轮胎工业,2008,28(1):10-14.
- [7] 周萍,李光明,贺文智.废旧轮胎的热解技术研究进展[J].科技资讯,2008(27):5-7.
- [8] 王滔,姜莉莉.高效环保型废旧轮胎裂解设备燃油供给系统研究与设计[J].橡胶工业,2012,59(3):180-183.
- [9] 张胜,姜莉莉.基于PLC的废旧轮胎热裂解自控系统[J].化工自动化及仪表,2011,38(11):1409-1410.

收稿日期:2013-02-18

Efficient and Environment-friendly Waste Tire Cracking Equipment

LI De-zhi, JIANG Li-li, ZHOU Xin

(Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: The efficient and environment-friendly cracking process of waste tire and the working principle of cracking equipment were introduced. The cracking equipment was mainly composed of waste tire cracking system, control system, oil and gas separation system, solid recovery system and exhaust treatment system. The cracking furnace was heated by the cracked oil and gas combustion and controlled by PLC when the waste tire was cracked. After the cracking, the pyrolysis carbon and steel wire were automatically recovered. Though cracking process, the comprehensive utilization rate of waste tire was improved, and waste tire could be environment-friendly recycled.

Keywords: waste tire; low-temperature decomposition; cracking equipment

朗盛优化橡胶化学品产品组合及生产网络

中图分类号: TQ330.38⁺5; F276.7 文献标志码: D

2013年7月3日,朗盛宣布将优化其橡胶化学品的生产网络和产品组合,主要整合用于轮胎硫化促进剂的生产。北美布希帕尔克(Bushy Park)工厂将代替比利时Kallo工厂生产促进剂Vulkacit CZ。同时,促进剂Vulkacit DZ和Vulkacit NZ的生产将从布希帕尔克工厂转移至Kallo工厂。整合将于2014年之前完成。

此外,由于一些产品的生命周期已临近结束,橡胶化学品业务部将整合其产品组合。Kallo工厂将于2014年停止生产硫化促进剂Vulkacit MOZ。南非伊士台比(Isithebe)工厂的抗老化剂

Vulkanox 3100和Vulkanox DPPD生产线将被停用,并将关闭工厂。

据称,这些举措将有助于提高朗盛的效率和竞争力,同时能够专注于创新、可持续性和高收益的产品组合,以应对轮胎行业未来对高科技产品与日俱增的需求。

朗盛橡胶化学品业务部的产品主要供应轮胎制造商和工业橡胶制品生产商。该业务部在全球拥有560名员工,目前在德国的勒沃库森(Le-verkusen)、布伦斯比特尔(Brunsbüttel)、克雷菲尔德-乌丁根(Krefeld-Uerdingen),以及比利时Kallo、美国布希帕尔克、印度吉哈加迪亚(Jhagadia)和南非伊士台比拥有工厂。

(本刊编辑部 黄丽萍)