

制取精细胶粉的空气循环低温粉碎法

张 镇

(南京飞利宁深冷工程公司 210061)

摘要 介绍了利用废旧轮胎制取精细胶粉的空气循环低温粉碎法的工艺流程、主要设备以及利用该法所建立的工业装置运行情况。工业试运行表明,与常温粉碎法、化学法和低温粉碎法相比,空气循环低温粉碎法具有产量高、粒径小、成本低、自动化程度高等特点,是一种适合我国国情的胶粉生产方法。

关键词 低温粉碎,胶粉,涡轮膨胀机

众所周知,废旧轮胎的处理是当今世界的一大难题,特别是在我国,随着汽车工业的飞速发展,橡胶资源的缺乏日趋明显,利用再生资源已成为解决橡胶来源问题的一个不可忽视的途径。非活性精细胶粉(0.25mm以下)的出现,为轮胎工业降低生产成本提供了新的途径,我国在此方面已做了大量的应用研究^[1,2]。

以废旧轮胎作为原料制取胶粉的方法大致可分为常温粉碎法、化学法和低温粉碎法。常温粉碎法是利用剪切力在常温状态下对废橡胶进行切断、压碎,它的特点是工序简单、处理量大、成本低,但0.25mm以下的细粉很少,不能形成精细胶粉生产规模;化学法是利用化学溶剂使胶粒变脆或溶胀软化后进行碾磨粉碎,胶粉细度可达0.25mm以下,但因受化学溶剂限制,很难形成大规模生产,且对环境和胶粉的物理性能影响较大。因此,为了制取精细胶粉,人们探索出另一种方法,即低温粉碎法。它的基本原理是将废橡胶冷冻至玻璃化温度以下,利用其低温脆性进行粉碎。德国、美国、日本及俄罗斯先后研制成功了以液氮为冷源的低温粉碎装置。该方法是将轮胎割成100mm左右的胶块或6~8mm

的胶粒后,将液氮直接喷淋在橡胶表面,送入粉碎机中细碎。一般每千克胶料消耗0.8~1.2kg液氮,可得到20%~40%的0.4mm以下的胶粉。它的优点在于工艺简单、无污染,但废轮胎处理量决定于液氮的供给量,且生产成本低,不适合我国的国情。

我公司经过近3年的努力,利用空气循环低温粉碎法研制成功年产万吨胶粉的生产装置。该装置已于1996年4月投入试生产,它具有产量大、生产成本低、无污染、操作自动化等特点。本文主要介绍空气循环低温粉碎法的基本原理和调试结果。

1 工艺方法

1.1 基本原理

空气循环低温粉碎法的核心是涡轮膨胀制冷技术在橡胶粉碎中的应用,图1所示的是一个闭式正升压空气循环低温粉碎系统。空气在空压机中被压缩到具有一定压力,经分离、干燥后,进入膨胀机同轴压气机二次压缩,随后通过热交换设备进行冷热交换,降低温度,经涡轮膨胀机膨胀制冷后,温度达到-120℃以下;与此同时,废轮胎经粗碎机、细碎机切割,通过磁选、风选、筛分,除去纤维和钢丝,得到2~4mm胶粒,该胶粒在冷冻流化床中与冷空气进行动态冷冻,使其温度达到其玻璃化温度以下,经过低温粉碎机粉碎,

作者简介 张镇,男,高级工程师。1982年毕业于南京航空航天大学,1991年在比利时烈日大学获硕士学位。现任南京飞利宁深冷工程公司常务副总经理。

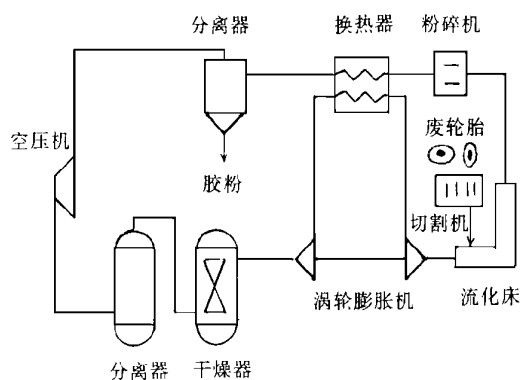


图 1 空气循环低温粉碎系统示意图

回热后分离,胶粉进仓分级包装;空气回空压机再循环。该系统的最大特点是充分利用冷量和干空气,功耗低,能连续运行且可实现自动化生产。

1.2 主要设备

空气循环低温粉碎系统有常温粉碎系统、气源净化系统、制冷制粉系统、包装系统和测控系统。

常温粉碎系统采用辊压机或新型爪型切割机粉碎,经多级磁选、风选、分级,将废旧轮胎逐次破碎成 2~4mm 胶粒。

气源净化系统的主要功能是提供一定压力的气源,并对空气进行分离、干燥,使其露点温度达 -120°C 以下,保证冷冻过程中无结冰发生。该系统需采用空气压缩机、油水分离器、干燥器以及再生、冷却水循环等辅助设备。

制冷制粉系统是该技术的核心部分,主要设备有:

(1) 涡轮膨胀机 涡轮膨胀机是提供冷源的关键设备,由涡轮、轴承、压气机和供油系统组成。其工作原理是一定压力的气流经过高速旋转的涡轮进行等熵膨胀,将压力能和内能转化为机械功输出给同轴压气机,由于内能的降低使得气流温度下降。温降的计算可由下式得到:

$$\Delta T = T_1 Z \left[1 - \frac{1}{\pi_t^{\frac{k-1}{k}}} \right]$$

式中 T_1 ——涡轮进气温度;

π_t ——膨胀比;

Z ——涡轮绝热效率;

k ——空气绝热指数。

以 $\pi_t = 6$, $Z = 0.8$, $T_1 = -60^{\circ}\text{C}$ 为例,涡轮温降可达 68°C ,即涡轮出口温度为 -128°C 。

(2) 热交换器。其主要作用是充分利用冷量,降低系统温度。采用高效板式换热器,热交换效率达 95% 以上。

(3) 冷冻流化床。其主要功能是利用传热传质原理,将固体物料与冷气流进行动态混合,使胶粒达到玻璃化温度 ($-80^{\circ}\text{C} \sim -70^{\circ}\text{C}$) 以下。

(4) 低温粉碎机。低温粉碎机是制粉的关键设备,它在低温下工作,不仅要求粉碎效率高,还要求最低的粉碎热,使胶粒在粉碎过程中始终处于玻璃化温度以下。传统的磨机已不能胜任。为此,我们研制了一种高效低温粉碎机,其特点是处理量大,粒度小,粉碎热低。

测控系统主要完成工艺参数的测量、控制、报警、紧急停车等功能,全部采用计算机进行测控,并可根据运行情况优化参数。

2 运行情况

我公司年产万吨冷冻胶粉示范厂建筑面积 4000m^2 ,编制 85 人,分为常温粉碎工段、气源净化段、制冷制粉工段和包装工段。整个流程为自动化生产线,从 1996 年 2 月调试成功以来,已进入试生产运行阶段,目前主要工艺参数为:

日产量	25t
日耗电量	2.7kW·h
日耗水量	10t
供气量	$5500\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
最低温度点	-130°C

胶粉粒度分布如图 2 所示。

工业试运行表明,空气循环低温粉碎法

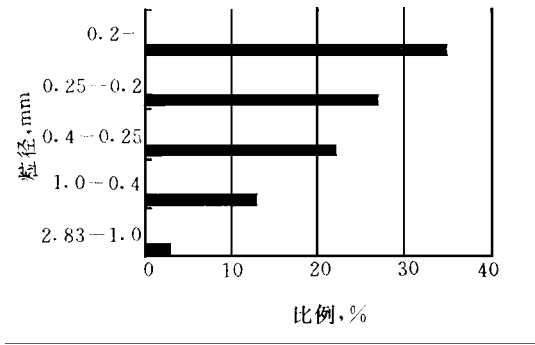


图 2 空气循环低温粉碎粒径分布图

制取胶粉是可行的,生产稳定,运行可靠,操作简单,除上料和包装需部分人工以外,其余全部实现自动化生产,无废水、废气排出。这套装置可同时处理纤维帘布轮胎和钢丝子午线轮胎,拓宽了制取胶粉的原料范围。随着试生产的不断深入,我公司将改进、完善该系统,努力使日产量提高到 30t,粒径 0.2mm 以下的精细胶粉比例提高到 50% 以上,进一步降低能耗。空气循环低温粉碎与液氮低温粉碎的能耗及粒度分布比较如附表所示。

空气循环低温粉碎法仅需消耗电力,产量高,具有规模效益;而液氮低温粉碎法却要有液氮的生产、贮运等一系列过程,产量受到限制。从附表可以看出,空气循环低温粉碎法制取的胶粉中细胶粉量比液氮低温粉碎法的高出 1 倍多,这说明空气循环低温粉碎法是

一种符合我国国情的生产方法,值得大力推广应用。

附表 空气循环低温粉碎与液氮低温粉碎的能耗及粒度分布对比

项 目	空气循环低温粉碎法	液氮低温粉碎法
能耗 /元° t ⁻¹	660	3000
0.4mm 以下粒度分布 /%	84	40
0.2mm 以下粒度分布 /%	35	—

注:电费按每度 (kW° h) 0.6 元计算。液氮价格为 3000 元° t⁻¹。

3 结 论

经过我公司的生产实践证明,利用空气循环低温粉碎法制取精细胶粉,在原理上和工艺上是可行的。

与其它方法相比,空气循环低温粉碎法具有产量高、粒径小、成本低、自动化程度高等特点,为我国橡胶行业降低成本、保护环境开辟了一条切实可行的途径。

参考文献

1 王振太,周建兴. 80目冷冻胶粉在轮胎中的应用. 轮胎工业, 1993; 13(3): 7
2 陈善祥. 非活性胶粉在胎面胶中的应用. 轮胎工业, 1994; 14(8): 3

第九届全国轮胎技术研讨会论文

台湾推出新型橡胶地砖和楼梯防滑板
据海外报纸报道,台湾永圣建材有限公司推出了欧德 ARTO 橡胶地砖及楼梯防滑板。

上述产品已通过建筑物室内装修材料防火性能检测,并达到 ASTM E648 及美国建筑地坪装修材料防火性能的一级标准。

台湾市场上地砖及楼梯防滑板材料,大多采用石材或塑胶制品。而永圣公司推出的这两种产品,耐火性能达 B 级标准,且不含卤素,燃烧后烟雾无毒,有防滑、耐磨、耐重压的特性。

(摘自《中国化工报》, 1997, 1, 6)