

压缩空气冷冻胶粉生产技术研究

柯 钢 夏洪飞 刘华建 李 刚 高树武 马艳伶

(中国科学院低温技术实验中心,北京 100080)

摘要 介绍了利用新型离心式粉碎机和人字形槽动静压混合式气体轴承透平膨胀机,采用普冷与压缩空气膨胀制冷相结合来生产精细胶粉的工艺路线及关键设备。这种技术具有操作方便、车间干净卫生、能耗低、关键设备可靠性好、生产效率高等特点。

关键词 压缩空气,冷冻胶粉

据统计,全世界的轮胎废弃量每年约 900 万 t,中国约 88 万 t。将废旧轮胎加工成 60 目以上的精细胶粉是处理如此大量的废旧轮胎的最为有效和最经济的方法之一。由于橡胶是弹性体,粘性大,常温下难以将其加工成精细胶粉,因此一般先将其冷冻,然后再粉碎加工制成精细胶粉。

在国外,由于液氮价廉,而且政府还给予一定的经济补贴,以鼓励回收处理废旧轮胎,解决环境污染问题,因而普遍采用技术较为成熟的液氮冷冻粉碎加工工艺。考虑到我国的实际情况与国外的差异,一些单位^[1-3]已开始研究用冷空气直接冷却而不用液氮冷冻粉碎加工工艺生产精细胶粉。实际上,液氮是由空气液化并分离而得,工艺上是采用回热原理的空气压缩与膨胀降温。轮胎橡胶的玻璃化温度一般在 -80°C 左右,而液氮在常压下的汽化温度为 -196°C ,温差为 116°C 。众所周知,气体分离与制冷降温在热力学上都是不可逆过程,制冷温度越低,不可逆程度越大,能耗也就越大。国内采用空气压缩与膨胀制冷,制冷温度仅为 -120°C 左右,

不仅节能,而且经济。本文主要介绍由中国科学院低温技术实验中心研究的采用普冷与压缩空气膨胀制冷相结合生产精细胶粉的生产工艺路线及关键设备。

1 工艺流程

冷冻精细胶粉的生产工艺流程示意图见图 1

空气由压缩机吸入,压缩至 0.8MPa 后,经过后冷却,温度降至 30°C 以下,然后将冷凝下来的水分和油分离出去,再进一步纯化干燥,成为干燥无尘的压缩空气。流程中,纯化设备非常重要,必须将空气露点温度降至 -70°C 以下,以确保换热器不堵塞和避免被冷冻胶粒冻结成块。纯净的高压空气分两路降温:一路由氟里昂冷冻机组降温;另一路在回热器中被从粉碎机返回的冷气所冷却。这两路被冷却下来的高压空气汇合后,由透平膨胀机制冷,温度降至 $-120\sim -130^{\circ}\text{C}$,这股深冷空气的一部分将橡胶冻硬冻脆,另一部分则进入粉碎机带走橡胶在粉碎过程中所产生的热量,使橡胶能保持在玻璃化温度以下进行粉碎。最后,从粉碎机出来的冷气进入回热器回收冷量后经袋滤放空。

废旧轮胎经过常温破碎成 $8\sim 32$ 目的胶粒后被干燥空气烘干,作为冷冻胶粉生产的原料。胶粒被从透平膨胀机出来的冷气冷冻以后进入粉碎机粉碎,经过筛选后,不够细的

作者简介 柯钢,男,1963年1月出生,高级工程师。1983年毕业于西安交通大学动力机械二系。1991~1993年在日本东京工业大学理学部进修,从事微型制冷机和磁性蓄冷材料制冷机等研究工作。现主要从事橡胶、塑料和食品等的粉碎研究工作。获得中国实用新型专利1项,已发表论文5篇。

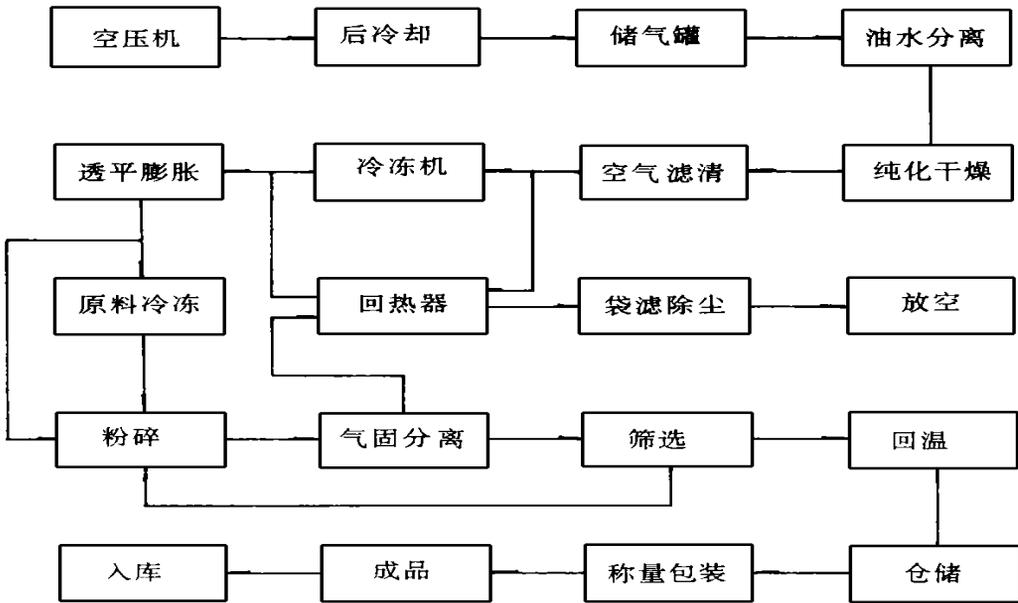


图 1 冷冻精细胶粉生产工艺流程图

胶粉将进入粉碎机重新冷冻粉碎,合格的精细胶粉则进入料仓贮存、检验,称量后包装入库。

该生产工艺流程的技术特征:年产 3 000t 冷冻胶粉;产品全部通过 60 目标准筛,将 60、80 和 100 目胶粉分别包装;每千克胶粉耗电量为 $0.75\text{kW}\cdot\text{h}$;耗水量为 $50\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ (循环冷却水);开机预冷时间为 2h;采用工业 PC 机控制,自动巡检测量、记录、报警、紧急停车、设备维修语音警告提示;根据能量平衡及料位,自动控制进料速度,无级调速;设备昼夜运转,连续操作;每班操作工人 5 名。

该生产工艺流程的主要特点是:

(1) 操作方便 空压机直接从大气吸气,流程简单,操作容易,没有气固分离的胶粉不会进入空压机或堵塞空压机进口空气滤清器。

(2) 车间干净卫生。从来料到成品,全部为密闭操作,从而避免了粉尘污染问题。

(3) 能耗低。由于采用普冷与空气透平膨胀制冷相结合的多段冷却新工艺,逆向高效气固换热器和离心式粉碎机,生产效率高,

粉碎过程中生热少,节省了冷冻所需电力,因此能耗较低。

(4) 关键设备可靠性高。采用人字形槽动静压混合式气体轴承空气透平膨胀机,稳定性好、可靠性高、省气。透平膨胀机制冷效率高,而且可连续运转而不需维护保养;低速离心式粉碎机设备磨损小,能长期使用。

(5) 生产效率高。采用多媒体微机实时监控技术,既可提高劳动生产率,又能保证产品质量,确保生产过程中的设备与人身安全。此外,还可以将设计人员的经验由电脑事先记录下来,如果生产过程中出现问题,电脑会自动提示工人应如何进行处理。

2 关键设备

2.1 离心式粉碎机

离心式粉碎机就像一台离心泵一样,当物料从粉碎叶轮的中心进入时,通过叶轮的高速旋转,可将物料摔打到外圈的齿板上而粉碎。其结构示意图见图 2。

这种粉碎机的生产效率高,粉碎过程生热少,而且吞吐量较大,容易满足大规模加工物料的要求。因此,我们在年产 3 000t 冷冻胶

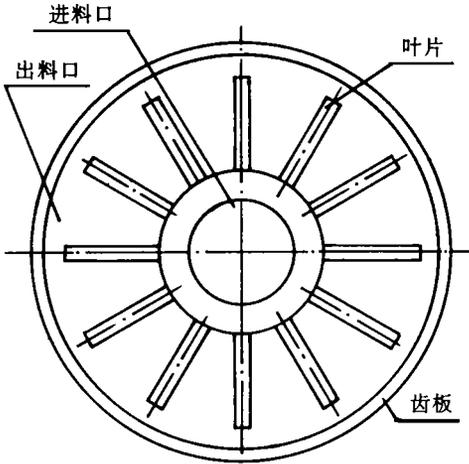


图 2 离心式粉碎机结构示意图

粉生产线上首次采用了这种粉碎机,取得了令人满意的效果

2.2 人字形槽动静压混合式气体轴承透平膨胀机

人字形槽动静压混合式气体轴承^[4]是利用轴颈上的人字形槽来增加轴承刚度,改变姿态角,从而抑制轴在高速旋转下的自激波动。其结构示意图见图 3

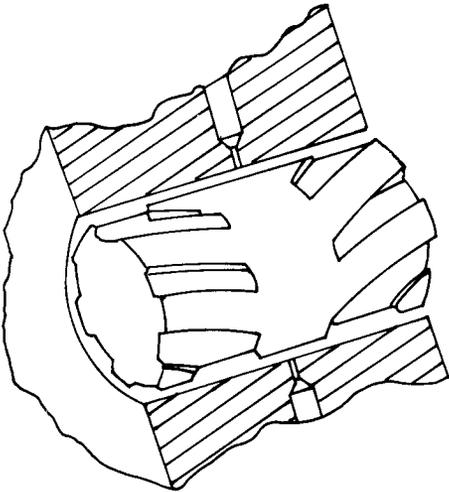


图 3 动静压混合式气体轴承结构示意图

这种轴承有以下显著特点:

(1) 稳定性好。由于它是主动地将姿态角改变,而且在静压轴承的基础上,又有人字

形槽的泵入效果,因此刚性大,承载能力强,高速运转稳定

(2) 省气。轴承的气源由空气压缩机提供,如果耗气量大,势必减小透平膨胀机的进气量,因而制冷量也减小。这种轴承上的人字形槽的泵入作用可减小轴承耗气量,从而使设备更先进。

(3) 可靠性高,寿命长。由于采用气体润滑,几乎没有磨损,因此可长期使用,不需维护,可靠性高。

这种轴承已成功应用于透平膨胀机上,透平膨胀机的进气压力为 0.7 MPa,最低温度为 -130°C ,绝热效率大于 72%,转速为 $39\,000\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

3 结论

(1) 采用普冷与压缩空气膨胀制冷相结合的多段冷冻粉碎来制取精细胶粉的生产工艺,每生产 1 kg 精细胶粉耗电量仅为 $0.75\text{kW}\cdot\text{h}$

(2) 采用计算机控制技术,生产连续性好,可靠性高。

(3) 离心式粉碎机适用于压缩空气冷冻粉碎装置,所需台数少,生产效率高

(4) 采用人字形槽动静压混合式气体轴承透平膨胀机,生产效率高,操作容易,使用方便,而且可长期连续运转,不需维护,值得大力推广。

参考文献

- 1 王鸿福. 涡轮膨胀空气制冷在胶粉生产中的应用及其前景. 橡胶工业, 1994; 41(10): 607~608
- 2 郭有仪. 废旧轮胎橡胶低温回收装置的试验及分析. 制冷学报, 1994; (2): 56~58
- 3 张 镇. 制取精细胶粉的空气循环低温粉碎法. 橡胶工业, 1996; 43(3): 170~172
- 4 柯 钢等. 人字形槽动静压混合式气体轴承. 中国实用新型专利, No. 87 215 713, 1987

收稿日期 1996-11-12

Production of Freezing Ground Rubber with Compressed Air

Ke Gang, Xia Hongfei, Liu Huajian, Li Gang, Gao Shuwu and Ma Yanling

(Experimental Centre of Low Temperature Technology, The Chinese Academy of Science 100080)

Abstract A new technology to produce fine ground rubber with a new type of centrifugal grinder and a turbo-swelling machine is introduced. The scrap rubber is refrigerated by swelling the compressed air with the turbo-swelling machine, which is equipped with a dynamic/static pressure air bear having a herring-bone slot on its neck. The technology features easy operation, clean workshop, low energy consumption, good reliability of main equipment and high productivity.

Keywords compressed air, freezing ground rubber

'97国际橡胶工业新技术展览会 将在京举行

由中联橡胶总公司、化工部对外经济合作中心和香港国际展览咨询公司举办的'97国际橡胶工业新技术展览会将于1997年10月7-9日在北京国际会议中心举行。

这次展览会是继1988年以来的第四届国际性橡胶工业展览会。展览重点主要是针对橡胶工业“九五”规划的重点项目所需引进的新技术、新设备及新型原材料,同时结合技术交流和贸易洽谈。

“九五”期间,中国橡胶企业面临国内、国外两大市场,将上规模、上水平、上效果。企业要花大力气进行技术改造。子午线轮胎、高速摩托车轮胎、精细橡胶汽车配件、胶粉开发应用、建筑橡塑制品以及一次法成型机和高强度输送带等数十个技术改造项目,将列入国家规划和地方规划。在引进所需的新技术、新设备和新型原材料的同时,资金、管理也要引进。中国是橡胶进口大国,今后各种SR热塑性弹性体的应用比例将由目前的35%提高到50%左右。

这次展览会的主要内容如下:

(1)各种轮胎、力车轮胎、胶管、胶带、胶鞋等产品及各种橡胶制品;

(2)子午线轮胎(高速、低断面、无内胎)和高速斜交轮胎生产技术、原材料及设备;

(3)新型汽车(轿车)橡塑配件技术与设备;

(4)高模量、低收缩率聚酯帘、帆布产品、技术及设备;

(5)钢丝帘线技术与设备;

(6)各类新型橡胶加工助剂、粘合剂等生产技术与设备;

(7)模具制造技术与设备;

(8)注射工艺生产橡胶制品的技术及设备;

(9)检测仪器设备;

(10)胶乳、再生胶及炭黑生产及设备;

(11)其它

展览会还备有洽谈室和技术交流会场,组织国内外企业进行技术交流和贸易洽谈等。

中联橡胶总公司已成功举办了3届国际橡胶工业展览会,上届展览会签订的进出口合同达80余万美元,合资合作协议意向贸易额达200万美元。今年的'97展是第四届,展览规模与范围都将进一步扩大。届时,中联橡胶总公司将组织国内百家大中型橡胶厂,近千家中小型橡胶厂、橡胶加工厂、设备和原材料制造厂及乡镇企业参观展览,进行技术洽谈、招商引资以及贸易活动。

(中联橡胶总公司 张乔供稿)