

# 常温生产超细胶粉的橡胶颗粒输送技术

陶国良, 季绘明

(江苏石油化工学院, 江苏 常州 213016)

**摘要:** 介绍了常温生产超细胶粉的橡胶颗粒输送技术。技术要点是, 橡胶颗粒输送时所建立的压力为 2~3 MPa 就能满足压实的要求; 机头料道的允许长度与料道直径和橡胶颗粒与料道的摩擦因数有关, 且宜短不宜长; 采用无压缩比输送螺杆并配置特殊结构的螺杆头; 在螺杆和料筒内增设冷却装置。

**关键词:** 废橡胶; 胶粉; 橡胶颗粒输送; 压力; 密度; 螺杆

**中图分类号:** TQ330.56; X783.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-890X(2002)06-0360-03

随着我国橡胶工业的迅速发展, 废橡胶制品日益增多。我国一直采用传统的方法生产再生胶, 但目前国内再生胶市场不景气, 难以消化日益增多的废橡胶制品。发达国家现已不生产再生胶, 而是把废橡胶制品制成不同细度的胶粉, 在相关领域中应用。

近几年, 我国也开始利用废橡胶制品生产胶粉, 由于技术、装备和生产成本等问题, 目前大多只能生产 60 目以下的胶粉, 粉末粒度和性能远远不能满足应用领域的需求。开发超细胶料的生产技术、装备和开拓其应用领域是橡胶工业十分关注的课题。

本项目开发超细胶粉常温生产技术, 其中包括 3 个关键因素: 橡胶颗粒输送、橡胶颗粒剪切撕裂和超细胶粉的分级与收集。本文主要介绍橡胶颗粒的输送。

## 1 超细胶粉的常温生产工艺

根据橡胶颗粒剪切撕裂原理, 将橡胶颗粒的输送、压实和剪切撕裂过程设计成在 3 个不同装置中完成, 同时对橡胶颗粒运动及其在剪切撕裂过程中产生的热量采用水冷却和风冷却装置进行冷却, 然后对胶粉进行分级处理, 制得超细胶粉。其生产工艺路线见图 1。

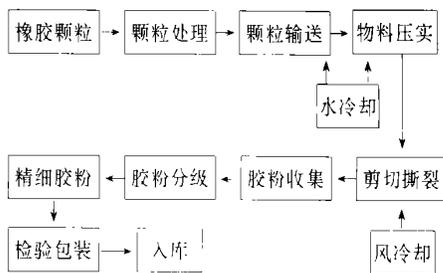


图 1 超细胶粉常温生产工艺流程

## 2 橡胶颗粒输送

### 2.1 橡胶颗粒的堆积密度与压力的关系

在输送橡胶颗粒时须将其适度压实, 过度压实和输送压力过高会导致橡胶颗粒在高温高压下结块, 影响其正常输送且增大输送功率。

最初设计的输送装置采用橡胶挤出机普通结构螺杆, 并装上流道机头, 试验结果表明, 这对橡胶颗粒的输送产生了不利影响:

(1) 输送橡胶颗粒过程中产生的摩擦阻力较大, 因此摩擦生热较大, 致使物料的温度很高;

(2) 螺杆螺槽内、螺杆头部和机头料道内建立的压力过高, 使橡胶颗粒在较高温度和压力下结块, 导致物料不能输送;

(3) 螺杆头与机头区域内的橡胶颗粒不能分流到机头的料道中, 易形成“死料”, 使输送阻力增大, 压力升高, 而高压易使机头产生变形。

(4) 输送功率大, 而且难以实现橡胶颗粒的正常输送。

为确定顺利输送橡胶颗粒所需的压力, 进行

基金项目: 江苏省“九五”重大科技攻关项目(BG98009-3)

作者简介: 陶国良(1958-)男, 江苏溧阳人, 江苏石油化工学院副教授, 博士, 主要从事塑料加工、机械、模具等领域的教学和科研工作。

了橡胶颗粒压实压力与堆积密度的关系试验。具体方法是, 利用自制的橡胶颗粒压实压力与堆积密度关系试验装置, 选用粒径分别为 5, 3, 2, 0.8

和 0.4 mm 的橡胶颗粒, 在万能材料试验机上进行测试, 结果见表 1 和图 2。

表 1 橡胶颗粒的堆积密度与压力的关系

胶粒粒径/ mm	加料高度/ mm	弹性模量/ MPa	压缩平衡点				
			施加载荷/N	压缩位移/mm	应力/MPa	应变/%	堆积密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )
0.4	115	133.19	9 877.50	76.66	7.86	66.661	1.154
0.8	117	106.62	9 845.00	74.94	7.83	64.047	1.161
2.0	113	123.14	9 745.00	75.91	7.76	64.173	1.242
3.0	110	145.25	9 800.00	76.48	7.80	69.530	1.276
5.0	113	112.64	9 770.00	74.15	7.77	66.204	1.272

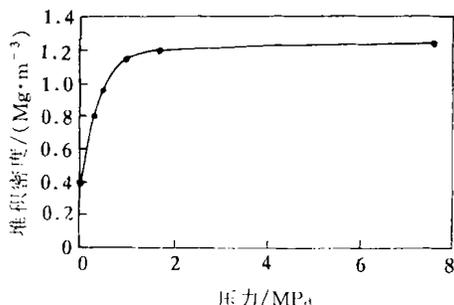


图 2 橡胶颗粒堆积密度与压力的关系  
橡胶颗粒尺寸为 2.0 mm

从表 1 可以看出, 不同粒径橡胶颗粒的压实堆积密度基本相近。从图 2 可以看出, 橡胶颗粒在自重条件下的堆积密度约为 0.4 Mg·m<sup>-3</sup>, 随着施加压力的增大, 颗粒的堆积密度增大, 当施加的压力超过 2 MPa 时, 橡胶颗粒的堆积密度基本保持不变, 也就是说橡胶粒子之间基本压实。因此, 在橡胶颗粒输送阶段建立的输送压力为 2~3 MPa 就能满足橡胶颗粒压实的要求。

## 2.2 机头料道长度与物料压力的关系

由输送装置输送的橡胶颗粒必须通过机头的料道才能到达剪切撕裂装置的剪切撕裂区域, 而橡胶颗粒在一定压力下通过机头料道时产生的阻力是很大的, 若料道长度过大, 则物料与料道壁面产生的阻力会明显增大, 使料道内物料压力增大, 物料结块而不能进入剪切撕裂区域。因此, 料道的长度越小越好。

为了设计出合理的机头料道尺寸, 建立了机头料道内物料输送模型, 如图 3 所示, 其中料道入口的压力为  $P_1$ , 出口压力为  $P_2$ , 料道壁面与物料产生的总摩擦阻力为  $F$ , 料道直径为  $D$ , 料道长

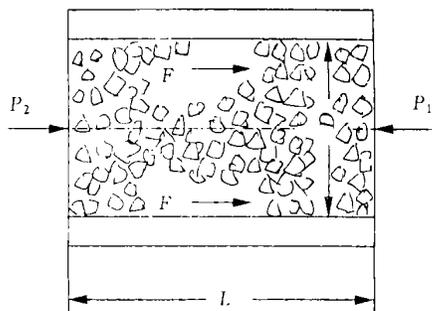


图 3 机头料道内物料输送模型

度为  $L$ , 物料与料道壁面的摩擦因数 ( $f$ ) 是常量。

假设流道的橡胶颗粒已压实, 且认为物料传递压力沿料道长度方向呈线性分布, 在垂直于长度方向的直径区域内压力相等, 是一个等压面。则料道壁面与物料产生的总摩擦阻力为:

$$F = f \frac{P_1 + P_2}{2} LD\pi \quad (1)$$

因橡胶颗粒被压实, 根据物料动态平衡原理, 则:

$$F + P_2 \frac{\pi D^2}{4} = P_1 \frac{\pi D^2}{4} \quad (2)$$

由式(1)和(2)可以得到:

$$L = \frac{D(P_1 - P_2)}{2f(P_1 + P_2)} \quad (3)$$

设  $P_2=0$ , 则料道的最大长度是:

$$L = \frac{D}{2f} \quad (4)$$

## 2.3 橡胶颗粒输送装置设计

依据输送装置与剪切撕裂装置之间的机头料道必须尽可能短以及橡胶颗粒输送时在螺杆和过渡料道内建立的压力不宜过高的原则, 设计和制造了一台 PFR-Φ120 双头螺纹螺杆和特殊结构螺

杆头输送装置。设计原则是：(1)送料螺杆采用无压缩比的双头螺纹螺杆和特殊结构的螺杆头，螺杆的送料长度为3~5个螺距；(2)在保证机头力学性能的情况下，尽可能缩短过渡料道的长度；(3)在送料螺杆和料筒内均设计冷却水道，以防止物料输送时产生摩擦热积聚；(4)螺杆转速设计成无级调速，转速范围为 $0\sim 100\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ ，以确保螺杆的输送产量与剪切撕裂装置的产量匹配。

试验结果表明，橡胶颗粒输送顺利，物料不结块，过渡料道内料流畅通，物料温度不高，并能连续为橡胶颗粒剪切撕裂装置提供物料。

### 固特异的耐久矿用输送带

中图分类号：TQ336.2 文献标识码：D

美国《橡胶和塑料新闻》2001年6月11日19页报道：

固特异最新的输送带产品——采矿工业用耐高冲击重型输送带是针对提高耐磨性和减少停机时间而设计的。

固特异输送带产品业务发展经理 Mike Braucher 介绍，2000年12月上市的 Conquest 输送带是在输送机和输送设备生产商以及各种采矿市场服务公司中进行调查和需求分析的结果。Braucher 说，Conquest 适于经常输送直径大于300 mm 的石料(经常造成胶带破坏)或希望其设备可经受滥用、降低维修成本和减少停机时间的用户。

Conquest 可用于各种不同矿物以及木制品、钢铁铸件和粒料/水泥的输送。它由一种正在申请专利的由聚酯和锦纶帘线织造的重经线(triple-warp)织物制成。其外侧还有2层“重平组织”层，它与内部织物层通过橡胶层隔开，最外侧还覆有橡胶层。橡胶层胶料是固特异品牌的商品，所选胶料品种依据用户的特定要求而在耐切、磨性能上有所不同，Braucher 说。

固特异介绍，投入市场前一年半的试验表明：与目前固特异常规的600PIW( $1\ 050\text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$ )多层带相比，3层600PIW的Conquest的耐冲击破坏性能提高了44%，抗撕裂性能提高了190%，粘

### 3 结论

(1)橡胶颗粒输送时所建立的压力为2~3 MPa 就能满足压实的要求；

(2)机头料道允许的长度与料道直径及橡胶颗粒与料道的摩擦因数有关，宜短不宜长；

(3)输送螺杆为无压缩比螺杆并配置特殊结构的螺杆头；

(4)输送装置的螺杆和料筒内必须通冷却水，以防止橡胶颗粒输送时产生的摩擦热积聚而使物料在高温高压下结块并堵塞料道。

收稿日期：2001-12-06

合强度提高了38%。

Conquest 由位于俄亥俄马里斯维尔的固特异输送带技术中心开发，由在那里和安大略州鲍曼维尔的胶带生产厂生产，Braucher 说。三重经线织物由位于加利福尼亚州卡特斯维尔的固特异的纺织厂提供。在马里斯维尔的技术中心，一组设备被用来模拟工地工况以加速试验进程从而使该产品能尽早投入市场，Braucher 说。这种输送带经受了不同等级的冲击试验；测试了输送带最薄弱处——接头；还在工地试验之前考察了连接件的稳定性。

Braucher 表示，关于 Conquest 输送带在提高生产率和减少停机时间方面的最初反馈是好的，这些方面也是固特异力图取得进展的方面。他指出，Conquest 的技术要素也可在即将上市的另外两个型号的输送带中看到，一个是 Conquest LW (轻型)，另一个是 Coal Quest。Conquest LW 将被用于条件不太苛刻的场合，如包裹运送。美国联合包装服务公司将对其进行初步测试，Braucher 说。Conquest LW 将全部在北卡罗来纳州固特异的 Spring Hope 输送带工厂生产。Conquest LW 除了可用橡胶制造外，还可用 PVC 制造。

Braucher 指出，Coal Quest 胶带主要用于类似煤矿的地下应用场合。它为高速输送机而设计，其长度最大可达5 000英尺(1 500多m)。

他表示，Coal Quest 将于6月底推出。

(黄向前摘译 涂学忠校)