

# 高速砂轮磨粉制粉过程分析

杨飞龙 潘继民 邱 益 徐长白  
(郑州工业大学)

**摘 要** 论述了采用高速旋转的超硬轮对物料进行磨损剥离制粉过程,分析了高速砂轮磨粉机工作原理和各参数的影响,为今后进一步研制和开发系列新型高速砂轮磨粉机提供了有用的依据。

**关键词** 磨粉机;磨损剥离;硬质砂轮

**中图分类号** TG231.3

## 1 概述

随着现代科技事业的高速发展,在精细化工、航天、磨料、功能材料方面,微粉生产十分迫切,微粉的广泛应用范围和巨大市场经济诱惑,吸引人们研制和开发新超细磨粉设备和工艺。要达到超细微粉生产,就目前而言,喷射撞击式气流粉碎机,几乎是唯一选择,无论引进或国产气流对撞粉碎机在投入工业化生产均可稳定生产 $2\sim 5\mu\text{m}$ 的微粉。但是,气流粉碎机最大不足是能耗太高。例如生产率为 $100\text{ kg/h}$ ,刚玉微粉需配动力 $200\text{ kW}$ 。我国人口众多,能源供应十分紧张,电价不断上涨,这样就制约着气流粉碎机的发展和普及,使之只能用于贵重材料的粉碎。为了改变微粉生产畸形态势,加速发展其它类别微粉生产是十分必要的,从事粉体工程的科技工作者也一直在努力开发新的设备和工艺。

气流对撞粉碎机生产微粉是其实行与气流动态分级机的组合才得以实现,G·T·King根据实际数据证明,只有实现微粉分级机的组合才能提高粉碎系统稳定性和节能效果<sup>[1]</sup>。基于上述情况,在参考日本、加拿大、德国等国生产的高速砂轮磨粉机基础上,我们设计和研制出3种高速砂轮磨粉机进行了试验,并取得了许多经验,为今后探索开发这类磨粉机打下基础。高速砂轮磨粉机集机械粉碎机和气体动态分级机于一体,是一种高效率低能耗的新型磨粉机系统。

## 2 高速砂轮磨粉机理探讨

高速砂磨粉机的核心是一对一对的磨砂轮,待磨物料由静止砂轮中心加入并落到高速转动砂轮上,物料在离心力驱使下进入啮合间隙,经磨损成粉沿周边飞出<sup>[2]</sup>。砂轮磨粉可分两阶段。(1)砂轮加入物料较粗,一般大于两片砂轮间隙 $\delta$ ,在离心力作用下,物料沿斜线方向进入间隙 $\delta$ ,由于砂轮表面磨粒硬度比物料的硬度要高且物料粒度大于间隙 $\delta$ ,致使峰

收稿日期:1998-04-07

第一作者 男 1952年7月生 学士学位 工程师

峦不等的砂轮磨粒对物料进行冲击和剪切,将物料破碎为小粒,在离心力作用下,小粒被挤入接触区。(2)细碎物料镶钳在上下静止和运动砂轮表面,砂轮表面经放大来看小粒极为粗糙,峰尖和深沟谷作犬齿形互相交错,砂轮颗粒硬度大于物料硬度,因此当作用一压力  $P$  于砂轮两侧,砂轮的硬粒子就要压入物料使其结晶格子产生弹性变形。运动砂轮的相对运动使被镶嵌在上下砂轮的互配偶峰端中的物料被拉变形并断裂成粉片,使物料表面材料进入持续性剥落,这就是砂轮机磨粉机理,此时输入能量作出物料磨损成粉的功耗。

磨损理论中被广泛接受的就是粘附磨损机理,其数学表达式为<sup>[3]</sup>:

$$V = K \frac{P}{Ha} S$$

式中:  $V$  为物料被砂轮磨损去体积;  $P$  为磨损中物料承受压力;  $Ha$  为物料加工硬化后硬度;  $S$  为滑行距离(塑性则  $S$  大,脆性则  $S$  小)。

上式 and 实际观察相比就物料硬度、负荷及滑行距离可以达到相当精确的配合,但实际每一峰端接触时,并不一定仅生成 1 个磨损颗粒,接触峰端较为复杂,上式可作理论表达,实际数值定量计算尚须在实际应用中加以修正。由上式可知,砂轮磨粉效率与物料压力  $P$  和滑行距离成正比而与物料硬度成反比,然而,物料硬度  $Ha$  和滑行距离是与物料性质有关的参数,只有物料所受压力是靠人为的控制。控制压力  $P$  值在合适范围就能生产合格微粉。

砂轮磨工作时,相对运动的两片轮中间要有间隙  $\delta$ ,不允许两片砂轮直接接触对磨,砂轮磨工作时加料速度合理则间隙  $\delta$  充满物料,在任意时刻,当进入间隙的物料大于通过砂轮外径抛出粉料时,间隙  $\delta$  中物料就会堆集起来并对砂轮平面有一涨力,也可看作砂轮平面对物料的反作用力,这就是物料承受压力的实质。当  $\delta$  越大,进入间隙物料越少,物料不经磨损就飞出砂轮,此时  $P=0$ ,  $V=0$  粘附磨粉就停止,当进入间隙  $\delta$  物料过多,则  $P$  升高过快,则使砂轮产生抖振,容易损坏砂轮,可见选择合适间隙  $\delta$  和进料速度也就是调正  $P$  值,即选择了最佳磨粉参数,这一工作只有通过实践摸索才能得到。

### 3 高速砂轮磨粉机的结构及参数

物料自顶部加入,通过静盘中心落入高速旋转下盘,在离心力作用下,被砂轮粉碎后从出口抛出,主电机通过皮带轮传入中心轴带动动盘旋转,中间有一调整手轮通过螺旋调节两砂轮的间隙  $\delta$  以达到控制粉末粒度。在磨石英砂粉时<sup>[4]</sup>,磨出粉粒度大于或等于 38nm 的占 56%,产量 30kg/h。立式高速砂轮磨粉机生产石英砂(河砂)粉,其技术参数为:

主轴转速: 3200~3400r/min; 生产率: 30kg/h; 砂轮直径:  $D=240\text{mm}$ ; 河砂(石英砂)加入粒度  $\leq 1.2\text{mm}$ 。

磨成粉后实测的粒度分布为:

40~20 $\mu\text{m}$ , 17.2%;      20~10 $\mu\text{m}$ , 16.5%;      10~4 $\mu\text{m}$ , 12.3%;

4~2 $\mu\text{m}$ , 11.1%;      2 $\mu\text{m}$  以下, 42.9%。

### 4 影响高速砂轮磨粉机磨粉质量的主要因素

4.1 砂轮形状、质量、颗粒组成和粘结剂质量和品种对磨粉质量影响较大,砂轮半径与砂轮

接触半径之差应小于或等于 15mm, 否则将使砂轮产生严重磨损。砂轮粒度组成要依被磨材料而变化, 但是粒度不宜过细。为了预防砂轮在工作中磨粒脱离本体, 对粘结剂要采用高温粘结剂, 最理想是金属镍作粘结剂<sup>[4]</sup>。

4.2 主轴转速对磨粉质量影响较大, 一般要生产小于 5 $\mu\text{m}$  的微粉, 砂轮出口线速度  $V \geq 30\text{m/s}$ , 这就对砂轮质量和主轴运动精度有较严格要求。

4.3 调整两对砂轮之间间隙,  $\delta_1$  和  $\delta_2$  对于磨出微粉至关重要, 要根据不同原料和不同情况通过试验摸索出最佳数值, 由于砂轮在工作中磨损, 因而砂轮在工作中动态调整, 调整器加工要精确, 建议采用步进电机, 提高调节精度。

4.4 砂轮几何尺寸要求准确, 形状公差要保证, 机器主轴, 转盘等重要零件加工精度要高。

4.5 如前所述, 要实现高速砂轮磨粉机生产微粉, 必须将砂轮磨粉机与气流分级机组合<sup>[5]</sup>, 为了保证机器正常运行, 必须对机器心部通冷气流, 从而实现对砂轮表面和轴承的冷却。

## 参 考 文 献

- 1 井上外志雄. 粉碎进展. 矿山机械, 1983, 3: 15~18
- 2 Thune—Eureka. Disc Yefiner for Producing Fine Powder. CA86—026436104, 1989, 01: 17~25
- 3 磨擦、磨损. 中国工程师手册(机械类中册). 14—6—14—26. 中国台北: 中国机械工程学会, 1982. 5
- 4 长尾正道, 长尾昌明. 微粉碎械 K. 高速. 日本公开特许公报 A 日台 62—155945. 1987, 7: 10~20
- 5 神保元二. 王少儒, 孙成林译. 粉碎. 北京: 中国建筑工业出版社, 1985. 12~15

## Analysis of Powder-making Process of Wheels Grinding Machine

Yang Feilong Pan Jimin Qiu Yi Xu Changbai

(Zhengzhou University of Technology)

**Abstract** The procedure of adhesion in the wear of material by high-speed rotating superhard wheel is presented in this article. It analyses the working operation of the high-speed grinding machine and the influence of the parameters. These provide a theoretical basis for developing new kinds of disc type grinding machine.

**Keywords** grinding machine; adhesion in wear; hard grinding wheel