

文章编号:1671-6833(2006)03-0068-03

## CGM60-B 锥摆式搅拌磨的设计与研究

邱 益<sup>1</sup>, 李秀明<sup>2</sup>, 徐宏彤<sup>3</sup>, 程 琴<sup>4</sup>, 徐长白<sup>5</sup>

(1. 郑州大学机械工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 郑州大学学报编辑部, 河南 郑州 450002; 3. 兰州城市学院 730070; 4. 黄冈市电子信息学校, 湖北 黄冈 438000; 5. 郑州大学材料工程学院, 河南 郑州 450002)

**摘 要:** 为了适应新技术对超细粉碎的要求, 设计出一种新型的 CGM60-B 型锥摆式搅拌磨, 系统分析了该磨的工作原理和主要结构特点, 给出了主要技术参数. 该产品具有搅拌锥周期性的偏摆运动, 增加了对介质的挤压、剪切和磨损, 使其磨粉效率大为提高; 与同等容积的搅拌磨相比, 具有较大的输出功率; 该机采用了独特的中心冷却方式, 大大提高了冷却效率.

**关键词:** 超细粉碎; 搅拌磨; 磨粉机; 锥摆式

**中图分类号:** TD 453

**文献标识码:** A

### 0 引言

超细粉碎技术是近年来发展起来的一门新兴技术, 它在化工、冶金、建材、电子、轻工、医药、农业等许多领域有着广泛的应用. 随着超细粉碎技术的发展, 超细粉碎的设备也在不断地创新. 与其它粉碎设备相比, 搅拌磨因其具有的超细、高效、节能、低污染、操作简便等诸多优越性能, 受到了越来越多的关注<sup>[1,2]</sup>. 近十多年来, 搅拌磨在国内外迅速得到发展, 出现了各种结构的搅拌磨: 立式的、卧式的; 盘式的、针(棒)形的; 平板盘状的、非平板盘状的; 三角齿的、方形齿的; 齿的打击方向固定的、随时改变的<sup>[3]</sup>.

经过几十年的不断发展, 搅拌磨在超细粉碎行业得到了广泛的应用, 但仍然存在许多问题: 由于能量输入密度不均匀、粉体的二次团聚等原因, 目前还基本处于微米级粉的粉碎; 由于搅拌器的高速运转, 不可避免要产生磨损和热量转移问题, 因而该类设备不适合粉碎高硬度的物料和热敏性物质<sup>[4,5]</sup>. 笔者认为搅拌磨的发展方向主要应应以下几方面: ①提高每个循环对物料注入载荷强度(冲击、剪切和磨损)即提高单位工作容器注入能量密度; ②改变磨球和物料运行轨迹, 增加物料流的紊乱运动, 造成运动方向多维性; ③解决好磨机内部能量转移问题<sup>[6,7]</sup>.

为此, 笔者设计出一种 CGM60-B 型锥摆式搅拌磨机.

### 1 工作原理分析

如图 1 所示为 CGM60-B 锥摆式搅拌磨的原理示意图. 固定锥 F 内盛磨介和物料, 搅拌锥 E 在中心轴 M 以角速度  $n_1$  旋转经中心球头 P 带动摆轴 N 也以相同的角速度  $n_1$  旋转, 但 NP 与 MP 有一定夹角  $\alpha$ , 外空心轴 G 与 M 轴同一轴线旋转且转向相同, 轴 G 促使 N 轴始终与 M 轴保持夹角  $\alpha$ , 显然, G 轴旋转对搅拌锥 E 为牵连运动, 下端有与摆轴 N 同步旋转的叶片 H. 机构特点:

(1) 搅拌锥 E 在  $n_1$  转速下具有搅拌磨的搅拌磨粉功能.

(2) 在牵连运动  $n_2$  驱动下搅拌锥 E 以偏角  $\alpha$  转动, 在靠近固定锥 F 处速度最大, 而远离固定锥 F 处速度最低. 因而, 搅拌锥 E 在靠近固定锥 F 进行强化搅拌.

(3) 由于搅拌锥 E 在固定锥内的搅拌速度大小和方向均在变化, 使磨介对物料进行多维冲击、剪切和研磨从而消除了死角. 而普通的搅拌细磨机(Attritor, 参看图 2)的搅拌棒在工作中单向旋转, 在运转中由于搅拌棒带起磨介和物料一起旋转在容器中容易形成固定离心力场, 被搅动液面在中轴对称条件下也容易形成高阶曲线液面, 这不利于超细粉碎.

(4) CGM60-B 型搅拌磨强化了对磨介和物料施力. 搅拌锥 E 在对物料和磨介加速搅拌时, 相对普通的搅拌细磨机而言, 其速度值并未有所

收稿日期: 2006-03-20; 修订日期: 2006-05-31

作者简介: 邱益(1968-), 男, 湖南涟源人, 郑州大学讲师, 硕士, 从事 CAD 与机电产品设计开发.

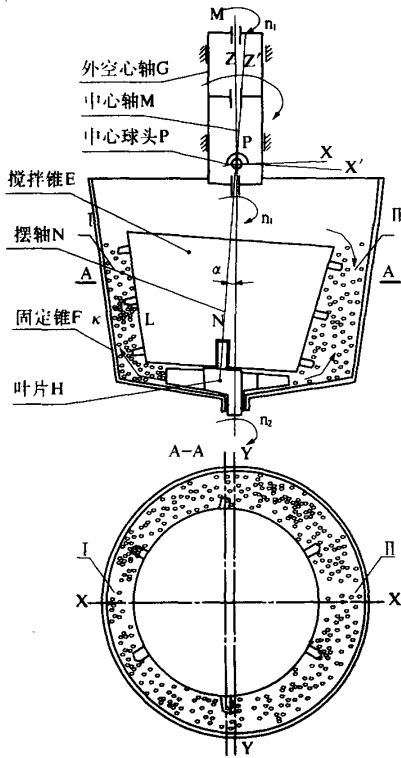


图1 工作原理图

Fig.1 Diagram of workings

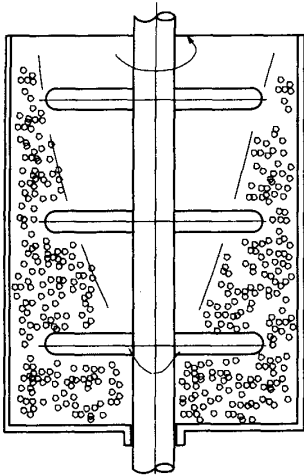


图2 细磨机搅拌棒工作示意图

Fig.2 Schematic diagram of the workings of stirring stick of common super-fine comminution mill

提高,仅是速度的方向和大小呈周期性变化;除此之外,CGM60-B型搅拌磨跟普通的搅拌磨在对磨介和物料作用(施力)方式有重大区别.普通的搅拌磨是以高速搅拌棒对物料进行冲击,而CGM60-B搅拌磨除具有上述功能外,还增加了挤压碾搓的功能(参看图1).由于搅拌锥E对固定锥周周期性的偏摆,以YY轴划出两个区域I和

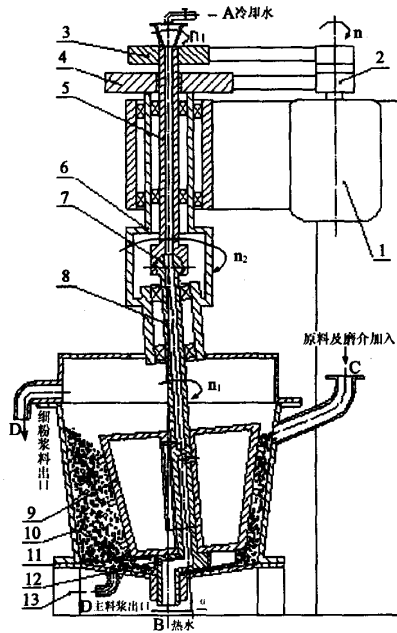
II 相互交换,其中磨介和物料进行激烈的压缩、挤压.搅拌锥E与固定锥F之间存在最小距离KL,如果KL太小则会压碎磨介,因而KL必须保持一个合理尺寸,通常AB应大于磨介直径的3倍.

由于搅拌锥E周期性的偏摆,CGM60-B搅拌磨增加了对物料挤压、剪切和磨损使其磨粉效率大为提高.

(5)CGM60-B搅拌磨消耗功率包括:搅拌锥E以自转 $n_1$ 在磨粉作业所消耗功率 $N_a$ 、由于 $n_2$ 牵连运动所消耗功率 $N_b$ ( $N_a$ 和 $N_b$ 可参考同类型搅拌磨功率而定)和搅拌锥E以自转角速度 $n_1$ 和进动角速度 $n_2$ 而成为陀螺运动所形成的附加功率 $N_e$ .

## 2 主要结构分析

如图3所示为CGM60-B型锥摆式搅拌细磨机结构示意图.



1—电机;2—小皮带轮;3—中皮带轮;4—外皮带轮;5—中轴;6—外空心轴;7—万向球头;8—摆轴;9—搅拌锥;10—下锥壳;11—叶片;12—偏心轴;13—机座

图3 结构示意图

Fig.3 Schematic diagram of the structure

电机1通过其上一根小皮带轮2与中皮带轮3和外皮带轮4组成两组不同转速 $n_1$ 和 $n_2$ ( $n_1 > n_2$ ).试验表明时,当 $n_1 \gg n_2$ 时则电机要分离成独立的两个电机传动系统, $n_1$ 带动中轴5经过球头7带动摆轴8以 $n_1$ 同步转动,摆轴8与中心线间存在偏角 $\alpha$ ,摆轴8与中轴5之间以万向球头7连

接,因只存在一个摆动自由度所以万向球头7仅需一轴销铰链.摆轴8与搅拌锥9通过键组合在一起.外皮带轮4与外空心轴6连接,空心轴上端内外均有轴承,加工的同轴度和表面粗糙度要求较高,其下端配偏角为 $\alpha$ 的偏心筒,中间有轴承支撑摆轴8.在整个搅拌过程中外空心轴6起一个牵连作用.偏心轴12与外空心轴6同步运动,因而偏心轴12的上端与搅拌锥9下端存在相对运动,这种运动需配有铜套并加以密封.偏心轴12属于角度偏心体,其下端与下锥壳10下端有铜套配合,偏心轴12配有叶片在 $n_2$ 转速下将中心部分磨介或物料抛向下锥壳10的边缘.

由于本机能耗较高,搅拌过程发热较大,采用中心冷却方式,其效果要比外壳冷却好得多.冷却水自上部A加入,依次经中轴5、万向球头7和摆轴8的中部流入搅拌锥9的下部,加热了的水自搅拌锥9的上部经偏心轴12从B向流出,关键在于万向球头7和偏心轴12上部密封可靠性.

固定于机座13上的下锥壳10是盛装磨介原料和溶液的容器,原料及磨介自C向间歇式加入,磨好的细粉浆料自盖边D向流出.卸料口在下锥壳10的下端为下班清理内部的出口.

### 3 主要技术参数

CGM60-B型锥摆式搅拌磨的主要技术参数为:锥筒容积133 L;料浆容积65 L;球磨锥角中部尺寸 $\Phi 460$ ;中心轴转速 $n_1 = 375 \text{ r/min}$ ;外空心轴转速 $n_2 = 330 \text{ r/min}$ ;摆锥偏角 $\alpha = 4^\circ$ ;入料粒度 $d \leq 0.42 \text{ mm}$ ;出料粒度 $d_{97} 1 \mu\text{m} \sim 150 \mu\text{m}$ ;生产率 $300 \text{ kg/h}$ ;主电机功率 $2 \times 11 \text{ kW}$ ;主机外形尺寸

$1\,500 \text{ mm} \times 900 \text{ mm} \times 2\,000 \text{ mm}$ ;机器重量 $1\,200 \text{ kg}$ .

### 4 结论

由于CGM60-B型锥摆式搅拌磨增加了搅拌锥周期性的偏摆运动,改变了介质的运动轨迹,增加了对介质的挤压、剪切和磨损,大大提高了该机磨粉效率;与同等容积搅拌磨相比输出功率要大得多;针对超细粉碎过程发热较大的特点,采用中心冷却方式,其效果要比外壳冷却好得多.

CGM60-B型锥摆式搅拌磨已在河南某厂试制成功并投入批量生产,取得了很好的经济效益和良好的社会效益.

### 参考文献:

- [1] 邱益,徐宏彤,徐长白. DG-350双盘式特种磨粉机的研制[J]. 郑州大学学报(工学版), 2005, 26(3): 76~78.
- [2] 张国旺,黄圣生. 高效超细搅拌磨的设计和应用[J]. 矿山机械, 2002, (7): 15~17.
- [3] 袁领群. 两种新型搅拌磨的研究与应用实践[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2002, (6): 23~24.
- [4] 张清岑,肖奇,刘建平. 间歇式搅拌磨生产超细 $\text{FeS}_2$ 粉体的研究[J]. 中国矿业, 2003, 12(4): 53~55.
- [5] 张彩霞,刘维平. 搅拌磨湿法制备氧化铝超细粉的研究[J]. 化工矿物与加工, 2005, (9): 10~13.
- [6] 米洁,郝静如,黄小龙. 鼠笼式搅拌磨机性能参数对粉碎效果的影响分析[J]. 中国机械工程, 2004, (24): 2179~2182.
- [7] 王清华,李建平,刘学信. 搅拌磨的研究现状及发展趋势[J]. 洁净煤技术, 2005, (3): 101~104.

## Design and Study on CGM60-B Conical Swing Grinding Stirred Mill

QIU Yi<sup>1</sup>, LI Xiu-ming<sup>2</sup>, XU Hong-tong<sup>3</sup>, CHENG Qin<sup>4</sup>, XU Chang-bai<sup>5</sup>

(1. School of Mechanical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 2. Editorial Board of Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 3. Department of Technology, Lanzhou City University, Lanzhou 730070, China; 4. Huanggang School of Electronics and Information, Huanggang 438000, China; 5. School of Material Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** A new type of stirred mill CGM60-B Conical Swing Grinding Mill is designed to meet the requirements of super-fine comminution for new technology. Both the working principle and main structure characteristics are systematically analyzed, and the main technical parameters are also presented. With the periodical swings of a stirring cone, squeeze, shear and abrasion to materials are enhanced to increase the grinding efficiency of this product. Compared with stirred mills of equivalent cubage, it possesses higher output power; furthermore, with unique cooling methods that cooling water flow through the center, the cooling efficiency is greatly improved.

**Key words:** super-fine comminution; stirred mill; grinding machine, conical swing