

颚式破碎机颚板磨损分析

王国鹏,容幸福

(太原理工大学机械工程学院,山西太原,030024)

摘要:通过对颚式破碎机运动的分析,结合物料的流动、受力分析以及单粒物料破碎实验结果,从宏观的角度对颚式破碎机颚板的磨损进行了分析,得出了物料破碎时造成颚板磨损的原因。

关键词:颚式破碎机;物料流动;颚板磨损

中图分类号:TH117

文献标识码:A

颚式破碎机是一种广泛应用在矿山、冶金和建筑等行业的破碎设备。由于颚式破碎机的破碎机理是依靠动颚相对于定颚的挤压运动来破碎物料,因此使用过程中颚板的磨损相当严重。数据显示,生产20万t石英材料要消耗98kg的固定齿板260块,120kg的活动齿板88块,可见齿板磨损失效问题的严重性。目前广泛使用的颚板也就是齿板材料为水韧处理的高锰钢,使用中由于挤压造成加工硬化,其硬度可以由200Hv达到650Hv,在有一定程度磨损齿板齿面上可以看到齿板表面由于挤压形成的凹凸不平,以及由物料的切削形成的划痕。可见颚板的磨损主要是由于物料的挤压以及物料与颚板之间相对滑动造成。影响颚板磨损的主要因素有:物料特性、颚式破碎机运行参数、颚板的材料。目前,对于颚板磨损的研究大多数从微观材料学的角度进行。下面以动颚运动分析为基础,结合物料在破碎腔内的流动分析、物料破碎特性,从宏观角度对颚板的磨损进行分析。

1 颚式破碎机运动分析

颚式破碎机机构为曲柄摇杆机构,见图1。 AB 为偏心轴偏心距, OC 为肘板,动颚 BC 在 AB 带动下做复杂摆动,物料在两颚板间挤压破碎。下面以PE400×600破碎机机构参数(见表1)为依据进行计算,图2,图3,图4,图5,图6为origin7.0软件对计算结果处理得出的图形。图2为 BC 杆上从 C 到 B 点的十等分点的运动轨迹。很显然, B 点轨迹是以 A 点为圆心,偏心距为半径的圆, C 点轨迹是以 O 为圆心, OC 为半径的一段圆弧。图3为图2上5点的放大轨迹。由图4为5点水平位移和竖直位移相对 φ 角的轨迹图,结合图3、图4可以看出,从 A 点开始, BC 段为挤压行程,竖直方向先向上后向下运动。图5为动颚板 BC 上从 C 到 B 的各点周期运动的水平行程和垂直行程。图6为从 C 到 B 各点挤压行程中向上运动和向下运动的行程。

表1 机构数据

LA/mm	LBC/mm	LCO/mm	LOA/mm	$\theta/(^\circ)$	$\alpha/(^\circ)$
12.0	1085.0	817.0	455.0	18-20	3.178

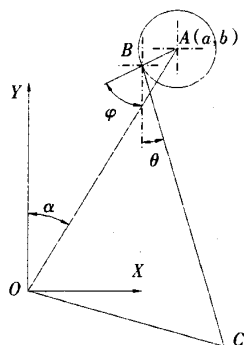


图1 机构示意图

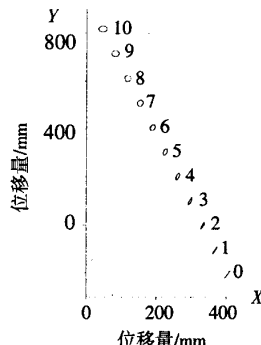


图2 运动轨迹

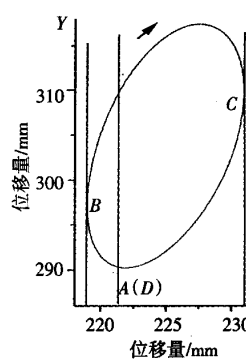


图3 动颚上5点轨迹

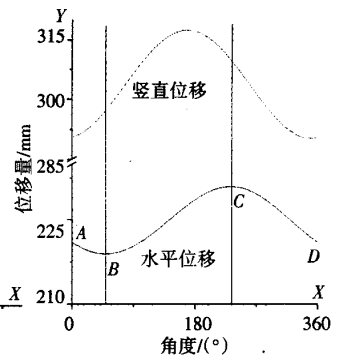


图4 动颚5点位移随 φ 角变化

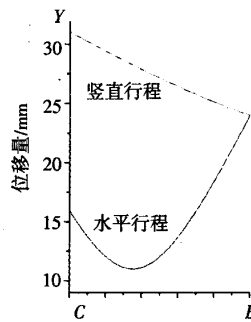


图5 动颚各点行程

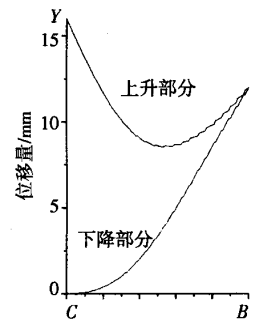


图6 动颚各点水平行程分析

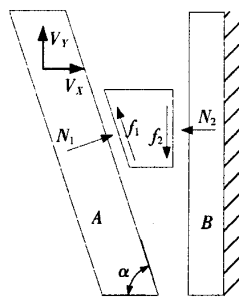


图7 动颚挤压上升时受力图

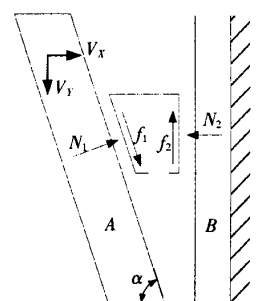


图8 动颚挤压下降时受力图

2 物料流动受力分析

颚式破碎机物料在破碎腔内流动是一个看似简单却很复杂的过程。理想状态下,物料经过一系列的破碎粒度减小到要求标准,从排料口排出。由上述分析可知,动颚在挤压行程中竖直方向有运动,因此,物料与

颚板之间必然存在相对滑动。从运动分析图中可以发现,在动颚的挤压行程中,动颚在垂直方向先向上然后向下运动。下面分别对物料破碎时上述两种情况进行受力运动分析。由于物料自身重力相比较其他力较小,可以忽略。图7,图8为物料破碎时受力分析图。动颚向上运动时:

$$\text{水平方向: } N_1 \sin \alpha - f_1 \cos \alpha - N_2 = 0$$

$$\text{垂直方向: } N_1 \cos \alpha + f_1 \sin \alpha - f_2 = 0$$

假设物料首先和动颚板发生相对滑动,摩擦系数为 μ ,即 $f_1 = \mu N_1$,则:

$$\text{物料与动颚板之间的摩擦系数为: } \mu' = \frac{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}$$

$$\mu - \mu' = \frac{-\mu^2 \cos \alpha - \cos \alpha}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha} < 0$$

假设物料首先和定颚板发生相对滑动,即 $f_2 = \mu N_2$,则:

$$\text{物料与定颚板之间的摩擦系数为: } \mu' = \frac{\mu \sin \alpha - \cos \alpha}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}$$

$$\mu - \mu' = \frac{\mu^2 \cos \alpha + \cos \alpha}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha} > 0$$

这说明假设符合实际情况。

由此说明,在动颚向上运动的时候,物料和定颚板首先发生相对滑动,且较物料与动颚板相对容易发生滑动。同样方法,在动颚向下运动的时候,物料和动颚板首先发生相对滑动,且较物料与定颚板相对容易发生滑动。

3 物料破碎分析

很显然,物料在颚式破碎机中的破碎大多数情况下是点接触挤压引起的劈裂破碎,在这种情况下破碎是由于物料内部拉应力作用下内部裂纹扩张引发物料破碎,见图9。图10为花岗石在Allis-Chalmers高能破碎测试系统下进行的破碎实验数据图。其中挤压行程(STROKE)栏中1个单位对应10.16 mm,破碎力(FORCE)栏中1个单位对应15.57 kN,破碎速度相当于破碎机偏心轴转速228 r/s。破碎力从峰值迅速下降说明物料已经破碎。从图10中可以看出,物料的破碎过程很迅速,大约需1 μ s,对应行程很小。考虑实验试件为平均直径47.492 mm,长25.668 mm的圆柱体,实际中破碎的物料为不规则形状,其破碎前挤压接触部分粉碎发生要更为严重,需要更多的挤压行程,其破碎过程中竖行程更多,而且物料的有效破碎行程,也就是物料劈裂所需行程和物料的体积有关,是随着体积增大而加大的。从图6中可以看出,破碎腔内上部破碎时动颚有较多的向下行程,而在下部由于向上运动的破碎行程很大,可以认为在破碎行程中动颚向下运动时物料基本上已经完成破碎。这也可从使用过的颚板得到证明,在定颚板磨损严重的中下部有明显的相对划痕,而动颚板则几乎没有看到划痕。

4 堵塞分析

在复摆颚式破碎机使用过程中,特别是在有较大破碎比时,物料的堵塞也相对严重,出现物料破碎困难或者无法破碎。在这种情况下物料在颚板挤压下的滑动增加,加剧颚板的磨损,同时由于磨损产生,使得啮角进一步加大,堵塞更加严重,形成恶性循环。

5 结语

从以上分析可以看出,动颚板的磨损主要是由于物料与颚板的挤压

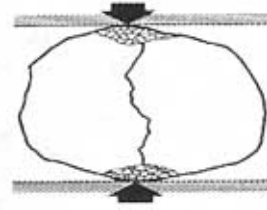


图9 物料破碎示意图

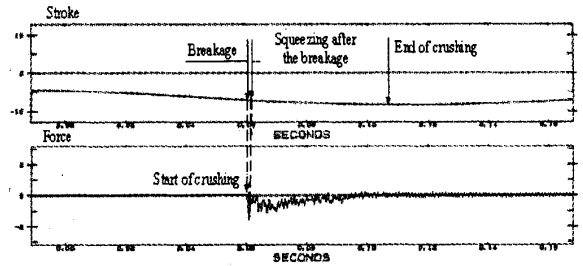


图10 花岗石挤压破碎数据图

而形成,而对于定颚板物料与颚板的相对滑动也是造成磨损的主要原因。从使用者角度看,影响破碎机颚板磨损的因素有很多,对于特定物料来说,确定颚板磨损分布还需要进一步对破碎时颚板受力的分布进行分析,如果能有效预测颚板磨损分布,将为破碎机的设计和选择提供依据。

参考文献

- [1] 磨损失效分析案例编委会.磨损失效案例汇集[G].北京:机械工业出版社,1985.
- [2] Beraman R A, Briggs C A. The active use of crushers to control product requirements[J].Minerals Engineering,1998(11):849-859.
- [3] Rosario P P, Hall R A, Majier D M. Liner wear and performance investigation of primary gyratory crushers [J].Minerals Engineering,2004(17):1241-1254.
- [4] Yao M, Page N W. Influence of comminution products on abrasive wear during high pressure crushing[J].Wear,2000,242:105-113.
- [5] Hawk J A, Wilson R D. Laboratory abrasive wear tests: investigation of test methods and alloy correlation[J].Wear,1999,225-229:1031-1042.
- [6] 全健民.耐磨钢研究进展[J].水利水电机械,2003(4):29-32.
- [7] 周恩浦.矿山机械(选矿机械部分)[M].北京:冶金工业出版社,1979.
- [8] 秦志钰,容幸福.复摆颚式破碎机破碎腔内物料流动状态的分析[J].太原重型机械学院学报,1992,13(3):59-66.
- [9] Bearman R A, Briggs C A, Kojovic T. The application of rock mechanics parameters to the prediction of comminution behaviour [J].Minerals Engineering,1996(10):255-264. (责任编辑:邱娅男)

第一作者简介:王国鹏,男,1981年7月生,现为太原理工大学机械工程学院机械制造及其自动化专业2004级在读硕士研究生,山西省太原市,030024.

Analyses on the Wear of the Jaw Plate of the Jaw Crusher

WANG Guo-peng, RONG Xing-fu

ABSTRACT: Through analysing on the movement of the jaw crusher, and connecting with the materiel flow, the stressing analysis and the results of fragmentation experiments of single particle material, this paper analyzes on the wear of the jaw plate of the jaw crusher from the macroscopic angle, and finds the reasons of the wear of the jaw plate in the breakage of the material.

KEY WORDS: jaw crusher; materiel flow; wear of jaw plate