

提高颚式破碎机生产能力的改进措施

●许义泉

(宁夏高等职业技术学院, 宁夏 银川 750021)

【摘要】 黄河水泥机械厂生产的颚式破碎机,据用户反映,有时该机生产能力达不到设计要求,同时会产生物料被挤出加料口的现象,为了使产品满足用户的使用要求,进一步提高产品质量,增强市场的竞争能力,针对这两种现象分析其产生的原因,从理论上进行一些分析、讨论,给颚式破碎机进行诊断,从而加以改进设计,提高颚式破碎机生产能力。

【关键词】 颚式破碎机;生产能力;改进措施

【中图分类号】 TD451 **【文献标识码】** B

【文章编号】 1671-802X(2003)02-0029-05

1. 颚式破碎机概述

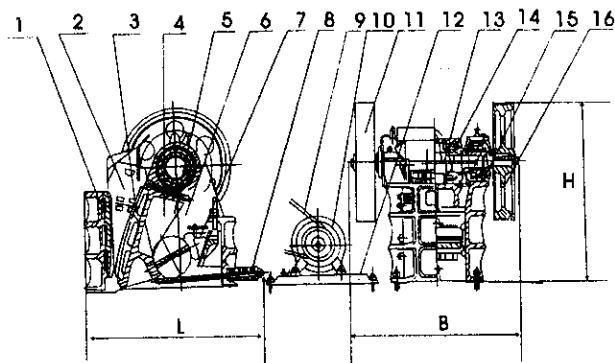
1.1 用途

宁夏黄河水泥机械厂生产的颚式破碎机适用于破碎抗压强度为 250 MPa 以下的各种金属、非金属矿石、岩石或其它脆性的物料。

1.2 主要技术数据:

规格	PEF250 × 400	PEF400 × 600
主要技术数据		
进料口尺寸 (宽 × 长)	250 × 400mm	400 × 600mm
排料口调整范围	20 - 80mm	40 - 100mm
最大进料粒度	210mm	350 mm
偏心轴转速	300rpm	250rpm
生产能力	4 - 14m ³ /h	8 - 20m ³ /h
电动机功率	18.5kw	30kw
机器重量 (不包括电动机)	2.8T	6.5T
外形尺寸 (长 × 宽 × 高)	430 × 1310 × 1340	1700 × 1732 × 1652

1.3 基本结构: 颚式破碎机的基本结构



图一

如图(一)所示

- 1—固定颚板 2—边护板 3—活动颚板
- 4—肘板垫 5—肘 6—肘板垫
- 7—调整座 8—弹簧 9—三角皮带
- 10—电动机 11—铁轨 12—飞轮
- 13—偏心轴 14—动颚 15—机架
- 16—皮带轮

1.4 工作原理:

颚式破碎机工作时,电动机转动,通过三角皮带、皮带轮传动偏心轴,使动颚按照

* [收稿日期] 2003-02-20

[作者简介] 许义泉(1965-),男,宁夏大学高等职业技术学院工程师。

已调整好的轨迹进行运动,活动颚板对固定颚板也作周期性的往复摆动,当颚板靠近时,物料在两颚板间被挤压、劈裂和弯曲破碎,当颚板离开时,破碎腔内下部已破碎到小于排料口的物料,靠自重作用自动落下,位于破碎腔上部的物料,还未破碎到小于排料口尺寸,只是随着排料而下降一定距离,直到动颚再次靠迫固定颚板时,破碎腔内已下降的物料再次受到继续挤压而破碎;如此进行下去,直到给入破碎腔内全部物料从排料口排出为止。

2. 讨论颚式破碎机的生产能力:

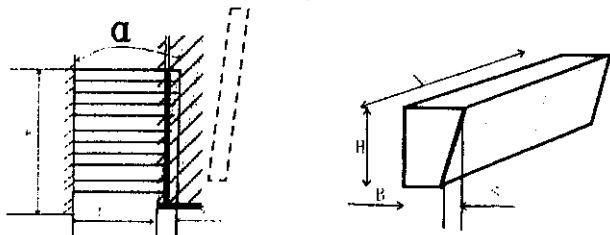
颚式破碎机在使用过程中,存在着生产能力偏低,不能满足用户使用要求的问题,为此就进一步提高颚式破碎机的生产能力这个问题作如下分析:

2.1 生产能力的分析计算:

颚式破碎机的生产能力是指破碎机在正常工作状态下,每小时破碎物料的多少,生产能力的大小与破碎能力的大小及排料能力的大小有关,排料能力足够而破碎能力不足或破碎能力够而排料能力不足,或二者均不足都会影响破碎机的生产能力,经现场观察人员测试,破碎机的挤压能力已达到设计要求,也就是被说破碎机的破碎能力是足够的;因此,生产能力不足,主要是要由排料能力不足造成的。

2.1.1 排料能力的分析计算:

颚式破碎的工作时,活动颚板对固定颚



图二

板作周期性往复运动,当活动颚板离开固定颚板时,破碎腔内已破碎的物料,由于颚板

间有一定的夹角 α , 故呈梯形断面的棱柱体靠自重自由落下,从排料口排出,如图(二)所示, S 为动颚摆一下,活动颚板底部水平行程,它由破碎机构决定, H 为动颚摆动一次排出物料的截面高 $H = \frac{S}{\text{tg}\alpha}$ 厘米, L 为颚板宽度故,动颚每摆一次,排出物料的体积(排料能力)为:

$$\begin{aligned} v &= \frac{(B+S)+B}{2} H \times L \times 10^{-9} \\ &= \frac{2B+S}{2} \times \frac{S}{\text{tg}\alpha} \times L \times 10^{-9} \\ &= \frac{(2B+s) \times L \times S}{2\text{tg}\alpha} \times 10^{-9} \text{m}^3 \end{aligned}$$

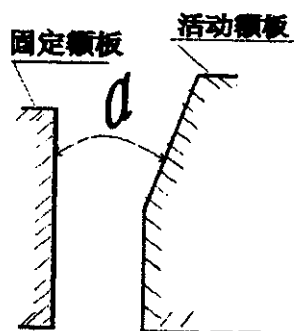
2.1.2 理论生产能力的计算:

偏心轴转速为 n rpm。破碎产品的松散系数为 μ 。则破碎机的生产能力为:

$$\begin{aligned} Q &= 60nV\mu \\ &= \frac{60nLS(2B+S)}{2\text{tg}\alpha} \times 10^{-9} \\ &= \frac{3n\mu LS(2B+S)}{\text{tg}\alpha} \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

2.1.3 生产能力的分析:

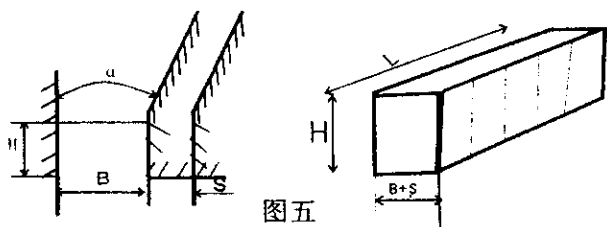
从以上计算公式得出,生产能力与 n 、 μ 、 L 、 S 、 B 、 α 等几个因素有关,而偏心轴转数 n , 破碎产品的松散系数 μ , 颚板底部水平行程 S , 颚板宽度 L 都由破碎机的类型、规格以及物料的性质决定的,无法改变;而增加出料口宽度 B 有减小 α 角,都可提高生产能力,但是,随着 B 加大,出料粒度也相应地增加, α 减小,出料粒度也会加大,且进料粒度就会减小,降低了其使用范围,不符合其设计性能要求。



图四

2.1.4 提高生产能力的途径:

为了提高颚式破碎机的生产能力,且又不缩小其使用范围,保证其原有破碎能力和达到设计的性能要求,唯有将活动颚板的形状作一些改变,使其上部保证 α 角不变,而下部 α 减小为 0° 。这样,就将原有的一个破碎腔分成了破碎腔和排料腔两部分,物料在破碎腔内被破碎后,从排料腔排出,此时,物料不再以截面呈现梯形的棱柱的形状排出,而是以截面矩形的棱柱体形状排出,动颚每摆动一次,排出物料



图五

的体积也有所增加,从而破碎机的生产能力就得以提高。

(1) 改进后生产能力的计算

改进后,动颚每摆动一次,排出料的情况如上图所示,其体积为:

$$V = (B + S) \times B \times L$$

根据自由落体运动定律,棱柱体所经过的路程为: $H = \frac{1}{2}gt^2$, t 为摆一次所用的时间,若被碎机偏心轴每分钟的转数为

$$n_0 \text{。则 } t = \frac{1}{2} \times \frac{60}{n} = \frac{30}{n}, \text{ 故 } H = \frac{1}{2} \times 9.8 \times$$

$$\left(\frac{30}{n}\right)^2 = \frac{4410}{n^2} \text{ m, 生产能力为: } Q = 60 \times$$

$$n \times V \times \mu = 60 \times n \times \mu \times (B + S) \times H \times L =$$

$$60 \times n \times \mu \times (B + S) \times \frac{4410}{n^2} \times L \times 10^6 =$$

$$\frac{0.28 \times L \times \mu \times (B + S)}{n} \text{ m}^3/\text{h}$$

(2) 生产能力的对比分析

以 PEF250 × 400 颚式破碎机为例,对改进前、后的生产能力进行对比。

破碎机主轴转数 $n = 300 \text{ rpm}$, 颚板宽度 $L = 400 \text{ mm}$; 动颚每转动一次,活动颚板底部水平行程 $S = 13.2 \text{ mm}$, 排料口调到最大 $B = 80 \text{ mm}$ 时, $\alpha = 15^\circ$, 破碎相同的物料, 松散系数 $\mu = 0.45$, 则改进前的生产能力为: $Q =$

$$\frac{3 \times n \times \mu \times L \times S(2 \times B + S)}{\text{tg}\alpha} \times 10^{-8} =$$

$$\frac{3 \times 300 \times 0.45 \times 400 \times 13.2 \times (2 \times 80 + 13.2)}{\text{tg}\alpha}$$

$$\times 10^{-8} = 13.8 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ 改进后的生产能力为:}$$

$$Q = \frac{0.28 \times L \times \mu \times (B + S)}{n}$$

$$= \frac{0.28 \times 400 \times 0.45 \times (80 + 13.2)}{300}$$

$$= 15.7 \text{ m}^3/\text{h}$$

破碎机的生产能力提高率:

$$\eta = \frac{\theta' - \theta_2}{\theta} \times 100\%$$

$$= \frac{15.7 - 13.8}{13.8} \times 100\% = 13.7\%$$

生产能力提高了 13.7% 左右,由此可见,在不改变破碎机其他性能的情况下,活动颚板的形状改进后更有利于排料,有利于生产能力的提高。

(3) 结论

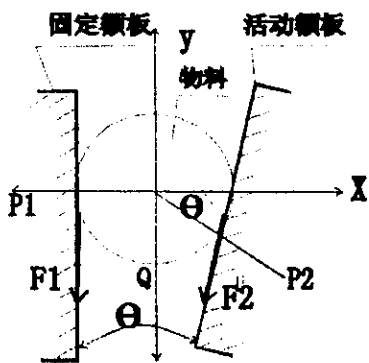
颚式破碎机工作时,如果破碎能力够而排料能力不足影响其生产能力,可改变活动颚板的形状,改变排料口的形状更有利于出料,提高其排料能力,从而提高其生产能力。

3. 关于返料问题的分析:

颚式破碎机工作时产生的返料现象,也就是产生物料被挤出加料口的现象,在破碎机工作时,没有被活动颚板和固定颚板挤压,破碎机待破的物料,被两颚板挤出,从进料口飞出。

3.1 产生返料现象的原因:

颚式破碎机工作时,物料在破碎腔内是在两颚板的挤压力的作用下被碎的;所以,产生返料现象与物料的受力情况有关。



图六

(1) 物料的受力情况:

物料在破碎腔内受到两颚板的压碎力 P_1 , P_2 , 由压力引起的摩擦力为 F_1 、 F_2 以及物料自身的重力 Q , 五个

力的作用,各力的方向如图(六)所示。

(2) 物料处于临界状态

根据图(左)所示各力的方向建立坐标系,物料既不向上,也不向下(即临界状态)时:

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 & P_2 - F_1 \sin \theta - P_1 \cos \theta = 0 \\ \sum F_y = 0 & P_1 \sin \theta - F_2 - F_1 \cos \theta - Q = 0 \end{cases}$$

θ ——两颚板之间的夹角,由于 $F_1 = f \times P_1$, $F_2 = f \times P_2$, f ——物料与颚板的摩擦系数,且物料自重 Q 与压碎力 P_1 、 P_2 相比,数值很小,可忽略不计,故上式可写成:

$$\begin{cases} P_2 - fP_1 \sin \theta - P_1 \cos \theta = 0 \\ P_1 \sin \theta - fP_2 - fP_1 \cos \theta = 0 \end{cases} \text{解方程得: } 2f \cos \theta + \sin \theta (1 - f^2) = 0 \text{ 即 } \operatorname{tg} \theta = \frac{2f}{1 - f^2}, \text{ 令 } \varphi \text{ 表示摩}$$

擦角,有 $f = \operatorname{tg} \varphi$, 即: $\operatorname{tg} \theta = \frac{2 \operatorname{tg} \varphi}{1 - \operatorname{tg}^2 \varphi} = \operatorname{tg} 2\varphi$, 所以, $\theta = 2\varphi$, 即物料在破碎腔内处于临界状态。

(3) 产生返料现象

由以上分析可知,当 $\theta = 2\varphi$ 时,物料碎腔

内既向上也不向下运动,处于平衡状态,但一旦 θ 角增大,即 $\theta > 2\varphi$, 则物在垂直方向上的受力就不平衡,且向上的分力大于向下的分力,即 $P_1 \sin \theta > fP_2 + fP_1 \cos \theta$, 这时,物料就在向上分力的作用下,被挤出,向进料口方向运动,产生返料现象。

因此,产生返料现象的直接原因,就是两颚板的夹角 θ 大于二倍的摩擦角,使物料与颚板间不能产生足够大的摩擦力,来克服压碎力向上的分力,而被物料在垂直向上力的作用下挤出,滑向进料口方向。

3.2 产生返料现象的因素

颚式破碎机在工作时,能否产生返料现象,要从颚板角 θ 及物料与颚板的摩擦角 φ 两方面来考虑。

(1) 在颚式破碎机的各零部件的加工、装配中,当与 θ 相关的一些尺寸,如颚板的长度、厚度、肘板的长度及肘板角、机架内腔尺寸等,与图纸设计尺寸不符,至使 θ 角增大时,就可能使 $\theta > 2\varphi$, 产生反料现象。

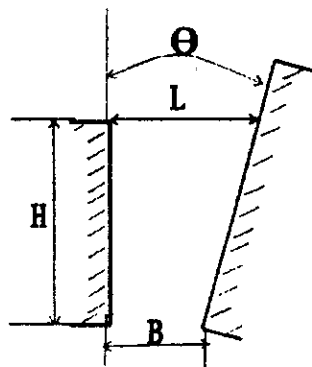
(2) 同一规格的破碎机,其排料口调到不同尺寸,其 θ 角也不同,如图(七)所示,

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{L - B}{H}$$

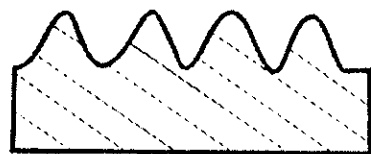
L ——进料口宽度
 B ——排料口宽度

H ——固定颚板长度

排料口宽度 B 越涉, θ 就越大,也就可能



图七

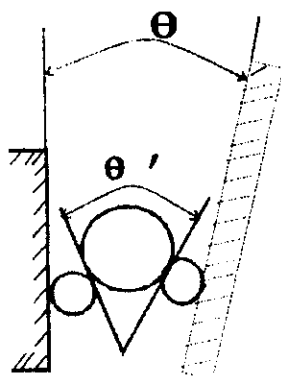


图八

出现 $\theta > 2\varphi$ 的情况,产生返料现象。

(3) 颚式破碎机活动颚板、固定颚板的截面都设计成图(八)所示带齿形状,其目的就是要增加物料与颚板的摩擦系数,使它尽可能满足 $\theta > 2\varphi$ 的情况,产生返料现象,而且磨损情况越厉害,产生返料现象的可能就越大。

(4) 当破碎机待破的物料度大小相差很大时,对颚破机来说,已满足了 $\theta < 2\varphi$ 的条件,但工作时,出现了大块物料挤塞在两个小块物料之间的情况,如图(八)所示,此时 $\theta' > \theta$,也可能出现 $\theta' > 2\varphi$ 产生返料现象。



图九

3.3 消除返料现象的措施

颚式破碎机工作时,产生返料现象,既降低了颚式破碎机破碎能力,双影响了其生产能力,必须予以消除。

由前面公式推出,当 $\theta > 2\varphi$ 时,颚式破碎机会出现返料现象,反之,若使 $\theta < 2\varphi$

就不会出现返料现象。

因此,解决返料现象的措施,就是解决 $\theta < 2\varphi$ 的问题,采取的具体措施如下:

(1) 在颚式破碎机的加工、制造中,严格按照图纸要求加工、生产,保证 θ 角达到图纸设计的技术要求。

例如:PEF250 × 400 颚式破碎机

$L = 250\text{mm}$ $H = 635\text{mm}$ $B = 20 \sim 80\text{mm}$

由 $\text{tg}\theta = \frac{L-B}{H}$ 得 $\theta = 19^\circ 54' \sim 14^\circ 59'$

PEF400 × 600 颚式破碎机

$L = 400\text{mm}$ $H = 820\text{mm}$ $B = 40 \sim 100\text{mm}$

由 $\text{tg}\theta = \frac{L-B}{H}$ 得 $\theta = 23^\circ 42' \sim 20^\circ 6'$

因此,在这两种颚式破碎机产品的制造中,必须严格保证其颚板间夹角 θ 分别在 $19^\circ 54' \sim 14^\circ 59'$ 和 $23^\circ 42' \sim 20^\circ 6'$

(2) 根据等待破碎的物料情况,为用户 提供合适规格的破碎机。

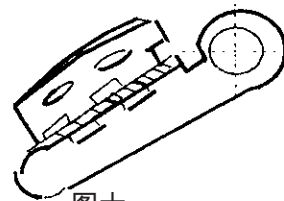
如 PEF250 × 400 破碎机。 $\theta = 19^\circ 54' \sim 14^\circ 59'$, 由 $\theta < 2\varphi$ 得 $\varphi > \frac{\theta}{2} = 9^\circ 57' \sim 7^\circ 29'$

故该破碎机只能用来破碎与颚板摩擦系数大于 0.18 的物料,才不会出现返料的现象。PEF400 × 600 破碎机 $\theta = 23^\circ 42' \sim 20^\circ 6'$

同理,该破碎机只能用于破碎与颚板摩擦系数大于 0.21 的物料。

(3) 当颚板磨损后,出现返料现象,应及时指导用户更换新的颚板。

(4) 当物料粒度相差太大时,先进行筛选,使普度基本相差不大的物料在一起破碎;对粒度要求较为严格的物料,先使用大的颚式破碎机进行预加工,再用细的颚式破碎机进行精加工,这样可以保证物料的加工要求。



图十

(5) 当出现返料现象时,而其它条件都无法改变时,在动颚与活动颚板接合面处,添加一个楔形垫板,以减少 θ 角,使之满足 $\theta < 2\varphi$,消除返料现象。

3.4 结论

颚式破碎机在工作时出现返料现象的原因,主要是两颚板间的夹角 θ 相对于物料与颚板间的摩擦 φ 太大,使颚板与物料之间不能够产生足够大的摩擦力造成的,要使颚式破碎机不产生返料的现象,须使 $\theta < 2\varphi$,可采取选料、造型、从结构上保证或减少 θ 等一系列措施,使颚式破碎机在工作时,满足 $\theta < 2\varphi$ 条件,从而达到消除返料现象的目的。

【参考文献】

- (1) 黄河水泥机械厂提供的产品说明书及图纸
- (2) 《理论力学》——哈尔滨工业大学理论力学教研室编,1981年。