

# 双向阶梯分级衬板在球磨机中的运用

35-37

苏迎阳

(南京水泥工业设计研究院 210029)

TQ 172.632

## 1 前言

自从1923年美国卡曼发明分级衬板以来,特别是最近10~20年间,分级衬板已被世界各球磨机用户广泛采用,分级衬板的种类也不断增加。世界各地衬板供应商和许多水泥厂用户根据自己的实际情况选用了不同种类分级衬板。例如:前苏联大部分水泥厂采用了锥面分级衬板;丹麦史密斯公司采用了平

斜分级衬板;日本三菱公司使用了平斜曲面分级衬板等,且都已在实际使用中得到较好的效果。根据国内外分级衬板的使用情况,我们从90年代起也开始使用相应的分级衬板。例如:在淮海水泥厂尾卸生料磨改造,风扫煤磨、圈流水泥磨等球磨机设计中采用了双向阶梯分级衬板。从已使用的球磨机来看,双向阶梯分级衬板使用效果较好,现就设计、使用中的一些问题作个介绍,供同行参考。

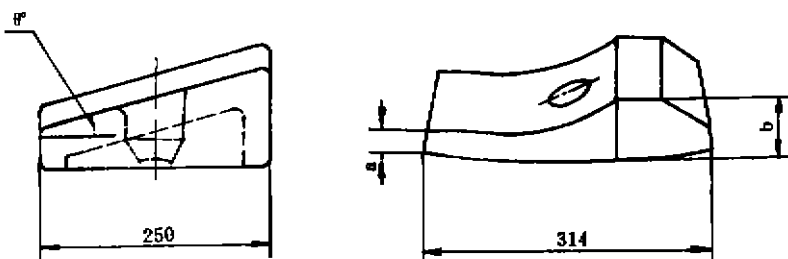


图1

## 2 双向阶梯分级衬板的结构参数及分级原理

双向阶梯分级衬板的结构参数见图1。从图中可以看出这种衬板在磨机轴向有一分级角度  $\theta$ , 在磨机径向有一高差  $\Delta\delta = a - b$ 。根据丹麦史密斯公司研究认为:对于锥面分级衬板来说,分级衬板分级角度  $\theta$  越大,球磨机内研磨体分级效果越明显。因此,可设计不同的分级角度  $\theta$  来满足各种不同分级要求的分级

衬板。又根据前苏联国立设计院衬板能量分级原理认为:球磨机内直径大的研磨体总是向能量大的方向集中。当球磨机的转速和衬板材质等确定后,研磨体所获得能量的大小主要取决于衬板工作表面的形状。即球磨机径向高差  $\Delta\delta$  越大,研磨体获得的能量大,分级效果越明显。因此,可设计不同的径向高差  $\Delta\delta$  来满足各种不同分级要求的分级衬板。对于磨机粉磨作业的理想状态,应该是大粒度的物料用大直径的研磨体进行粉碎和研磨,

即在磨机的进料方向配以大的研磨体,随着物料往出料方向的逐渐减小,研磨体亦应依次减小。双向阶梯分级衬板就是把衬板的分级角度 $\theta$ 及径向高差 $\Delta\delta$ 有机地结合起来尽可能地使研磨体达到理想的粉磨作业。

### 3 双向阶梯分级衬板分级角度 $\theta$ 及径向高差 $\Delta\delta$ 的确定

(1)分级角度 $\theta$ 过小产生的轴向推力过小,研磨体的分级作用不明显。反之,推力过大,容易使直径大的研磨体冲击隔仓板,且会减小粉磨仓的有效容积。因此,在实际工作中一般取 $10^\circ\sim 30^\circ$ 。磨机直径较大,分级角度 $\theta$ 也相应取大;粉磨仓仓位越小分级角度 $\theta$ 也应取大。

(2)径向高差 $\Delta\delta$ 设计,原则上小于同一

磨机阶梯衬板的高差,且随着物料往出料方向逐渐减小。在实际工作中考虑到减少衬板种类,径向高差 $\Delta\delta$ 一般取一到二种,不同球磨机选用不同的分级角度 $\theta$ 及径向高差 $\Delta\delta$ ,见表1。

表1表明:

(1)采用双向阶梯分级衬板的煤磨只需单仓粉磨室就可满足粉磨要求。与原有煤磨相比,减少了一个单隔仓板极大地增加了煤磨的通风效果,缩短了物料在磨内的停留时间,提高了粉磨效率。

(2)单仓粉磨室中采用的分级衬板分级角度 $\theta$ 大于双仓粉磨室的分级角度 $\theta$ 。

(3)在大型球磨机( $D>3.5\text{m}$ )中的双向阶梯分级衬板采用了两种高差 $\Delta\delta$ ,使研磨体达到理想的粉磨作业状况。

表1 不同球磨机选用不同的分级角度 $\theta$ 及径向高差 $\Delta\delta$

规格(m)	类型	粉磨仓仓位	入料粒度(mm)	磨机产量(t/h)	分级角度 $\theta$	径向高差 $\Delta\delta$ (mm)
$\varnothing 2.2\times 5.5$	生料闭路	一仓	$\leq 15$	18	$20^\circ$	40
$\varnothing 2.4\times 7.5$	生料闭路	二仓	$\leq 25$	23	$18^\circ$	350
$\varnothing 2.2\times 3.8$	煤粉闭路	一仓	$\leq 25$	7	$15^\circ$	40
$\varnothing 2.4\times 6.0$	煤粉闭路	一仓	$\leq 25$	11	$15^\circ$	40
$\varnothing 3.6\times 9.0$	煤粉闭路	一仓	$\leq 25$	36	$20^\circ$	前部45后部25
$\varnothing 3.4\times 9.0$	生料闭路	二仓	$\leq 25$	60	$15^\circ$	前部45后部25
$\varnothing 3.0\times 9.0$	水泥闭路	二仓	$\leq 25$	32	$13^\circ$	40
$\varnothing 3.0\times 11.0$	水泥闭路	二仓	$\leq 25$	43	$13^\circ$	40
$\varnothing 4.2\times 14.5$	水泥闭路	二仓	$\leq 25$	115	$18^\circ$	前部40后部25
$\varnothing 5.0\times 11.0$	生料闭路	二仓	$\leq 25$	270	$20^\circ$	前部40后部30

#### 4 采用双向阶梯分级衬板球磨机的隔仓板形式及钢球级配

(1) 双仓球磨机采用双层分筛式隔仓板通孔率可达到20%~25%，磨内通风得到改善，流速加快。同时可使物料颗粒得到分筛，有利于发挥双向阶梯分级衬板的功效。

(2) 采用了双向阶梯分级衬板的粉磨仓，工作时其内部研磨体得到有效分级。因此，粉磨仓内的研磨体平均球径可以明显减小。以双仓磨为例，第二仓的研磨体平均球径从33mm左右降至23mm左右，相同重量的研磨体其表面积可增加15%左右，从而提高了粉磨能力。表2为双仓磨第二仓研磨体级配的

推荐值。

表2 双仓磨第二仓研磨体级配的推荐值

研磨体规格(mm)	∅50	∅40	∅30	∅25	∅20	∅16
重量百分比(%)	5	15	15	20	25	20

#### 5 双向阶梯分级衬板在球磨机中的运用

我们于1994年用双向阶梯分级衬板对淮海水泥厂∅5×11.5m生料磨进行了技术改造。在3年多的运行时间里，各项指标均达到了预期效果。改造前的各项参数见表3。

表3 ∅5×11.5m生料磨改造前后的各项参数

		改造前	改造后			改造前	改造后
设计功率(kW)		4200	4200	仓位	二仓		二仓
磨机规格(m)		∅5×11.5	∅5×11.5	进料粒度(mm)	≤25		≤25
一仓阶梯衬板高差Δh(mm)		90	90	出料细度(4900筛余)	12%		11.5%
一仓占总长比例(%)		65	39.6	磨机实际工作电流(A)	470~480		470~480
二仓衬板	形式	波纹	双向阶梯分筛	喂料量(t/h)	250~260		270~280
	高差Δh	0	首部40后部30	研磨体总重(t)	245		245
	分筛角度θ	0°	20°	第二仓平均球径(mm)	朝霞		23

根据表3分析可以得出下列结论：

(1) ∅5×11.5m生料磨改造前后在系统未作变化，其进料粒度，研磨体总重，磨机实际工作电流也基本相同的情况下，采用双向阶梯分级衬板后其产量提高约8%。

(2) 技改时一次性投入资金，更换衬板费用33万元(55吨合金铸钢)；安装费用10万元；设计及其它费用20万元；共计63万元。

(3) 每粉磨1吨生料可节电1.2度，3年共粉磨生料约510万吨，节电612万度。每度电费按0.25元计算，3年共节约电费153万元。

(4) 从上述分析可以看出采用双向阶梯分级衬板对普通球磨机进行改造，技改时一次性投入的资金只需从1年多时间节约的电费中就能顺利回收。

采用双向阶梯分级衬板设计的球磨机已在实际工作中推广使用，如∅2.4×7.5m生料磨；∅3×9m、∅3×11m、∅4.2×14.5m、∅2.2×3.8m、∅2.4×6m煤磨等。在使用中应注意的是只用于闭路系统且研磨体均为钢球的球磨机。