

# 大破碎比颞式破碎机及对破碎工艺流程的变革

饶绮麟

(北京矿冶研究总院, 北京 100044)

**[摘要]** 介绍了新型破碎设备——外动颞大破碎比颞式破碎机及该系列产品的技术参数、性能特点; 可用一段大破碎比破碎机取代传统流程中的两段或三段破碎, 新型破碎设备的研制成功带来了破碎工艺的变革。

**[关键词]** 破碎机; 大破碎比; 简化工艺流程

## 1 传统破碎系统的工艺现状

矿物原料加工与利用中, 破碎和磨矿是两个最关键, 同时也是能耗最高的工序, 构成了整个选厂生产成本的主要部分, 其功耗和钢耗占选厂生产的60%以上<sup>[1]</sup>。特别是磨矿工序, 单位能耗又远比破碎工序能耗高得多, 功耗占整个矿物粉碎作业的89%~93%, 占整个选厂的30%~60%。<sup>[1]</sup>因此, 强化破碎, 尽量减少磨矿的给矿粒度, 是提高碎磨效率, 降低选矿成本的重要途径。

从矿山、采石场开采出来的矿石、石料必须经过破碎才能使产品的粒度降到经济合理和技术可行的最低限度, 以满足下一工序对粒度的要求。通常破碎作业的总破碎比在6~8至100~130之间, 目前的破碎机只能在一定破碎比(合理的破碎比范围一般在3~8之间)下才能有效工作并获得优良的技术经济指标; 要想获得高的破碎比, 就必须将几台破碎设备串联起来进行分段破碎。目前通常的设备组合及工艺流程是, 对大型破碎车间, 多采用三段或四段破碎; 对中小型破碎车间, 多采用二段或一段开路破碎。

传统破碎工艺流程存在的问题是: 破碎产品粒度大, 难以贯彻以破代磨, 多碎少磨的节能原则, 能耗高; 工艺流程长, 须采用两段或多段破碎才能获得理想的产品粒度; 由于工艺流程长, 破碎段数

多, 需配备的破碎机、筛分机及转载的皮带运输机台数必然增加; 设备台数和作业段数多, 所需设置的辅助操作岗位多; 设备配置需要的高差大, 造成土建和施工工程量的增加, 并给总图和工艺配置造成困难; 投资成本和运转成本高。

20世纪80~90年代的破碎工艺进展特点是实现多碎少磨, 选择合理的破碎工艺流程, 最大限度降低磨矿作业的给料粒度, 以提高磨机处理能力和碎磨效率, 同时降低磨碎产品的单位能耗、钢耗。在现有的设备条件下, 合理配置破磨作业工艺流程, 不断改进现有破碎机的结构及优化参数, 提高设备性能, 研制新型破碎设备, 促使破碎工艺变革, 简化工艺流程, 已成为各国实现多碎少磨目标的研究课题。其中研制大破碎比、高效、低耗的新型破碎设备具有特别重要的意义。

## 2 新型大破碎比破碎机研究思路<sup>[2,3]</sup>

颞式破碎机结构简单, 工作可靠, 制造维修容易, 适应性强, 成本低廉, 一直是粉碎工程范畴内应用最广、品种规格及其使用数量最多的一种破碎设备。目前传统颞式破碎机的破碎比范围在3~5之间; 深腔颞式破碎机的出现虽增加了颞式破碎机的破碎比, 取得了一定的成效, 但由于破碎机的设计都沿用同一机构原理, 致使设计出来的颞式破碎

[收稿日期] 2000-08-09; 修回日期 2001-01-31

[作者简介] 饶绮麟(1942-), 女, 江西南昌市人, 北京矿冶研究总院教授级高级工程师

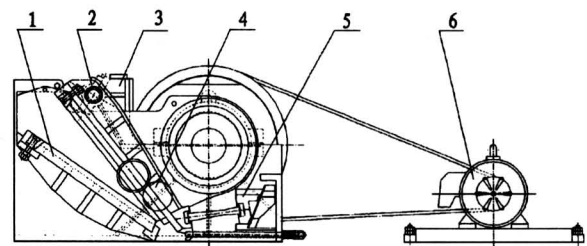
机动颚都不能获得理想的运动轨迹，衬板磨损严重，特别是排料口处衬板磨损更加严重。即使在新机上能获得大破碎比，但很快由于排料口处衬板的磨损而不能保持排料口的尺寸。因此传统的颚式破碎机一直难以在增加破碎比、提高偏心轴转速、增加生产能力方面有重大突破。

外动颚匀摆颚式破碎机改变了沿用 100 多年的传统复摆颚式破碎机以四连杆机构中的连杆作为动颚的传统设计，将连杆做为破碎机的边板，动颚仅是连杆上一点的延伸，通过边板将动力传递给外侧的动颚。动颚与连杆的分离，使连杆的运动特性不再约束动颚的运动特性。只要改变机构参数，就可以很灵活地调整动颚运动轨迹，从而获得理想的动颚运动特性：破碎方向行程大，磨损方向行程小，行程比小，破碎行程从进料口向排料口逐渐减小，理想的动颚运动轨迹使衬板磨损大大降低，同时排料口处小的破碎行程保证了排料口的尺寸，从而保证了小的排料粒度，一代新型外动颚匀摆颚式破碎机的理论研究使颚式破碎机获得大破碎比成为可能。

### 3 外动颚大破碎比颚式破碎机的研制

#### 3.1 结构特点

名为 PEWD 外动颚大破碎比颚式破碎机的结构简图如图 1 所示。该机具有普通颚破结构简单、工作可靠、制造维修容易、适应性强、成本低等突出优点。它是外动颚匀摆颚式破碎机的一个系列产品。因此，兼有外动颚匀摆颚式破碎机运动特性好，动颚具有理想的运动轨迹、衬板磨损小、偏心距小、偏心轴转速高、处理能力强、外形低矮，喂料高度及整机重心低等突出优点。排料口的尺寸比普通颚破小，破碎腔比普通颚式破碎机长，能实现大破碎比。



1-动颚；2-可调颚；3-机架部；4-摆杆部；5-调整部；6-动力部

图 1 PEWD 大破碎比颚式破碎机示意图

Fig.1 Diagram of the PEWD jaw crusher with large reduction ratio

#### 3.2 主要性能参数

PEWD 外动颚大破碎比颚式破碎机的主要性能参数列于表 1。

#### 3.3 性能优点

3.3.1 具有理想的动颚运动轨迹 表 2、表 3 和图 2~图 4，比较了 PEWD2575 外动颚匀摆颚式破碎机和传统的 PE 250×400 型、PEX 150×750 型颚式破碎机的动颚运动轨迹。

表 2 和图 2~图 4 的数据表明，外动颚大破碎比颚式破碎机比传统颚式破碎机具有明显的优点，前者的动颚运动轨迹分布规律是，破碎方向行程大，磨损方向行程及行程比小，破碎行程从进料向排料口逐渐减小，已获得了理想的动颚运动特性。由于外动颚破碎机具有理想的动颚运动轨迹，衬板磨损显著降低，衬板寿命可提高 3~4 倍。

3.3.2 破碎比大 新型外动颚颚式破碎机设计新颖，可通过结构参数的改变调整动颚运动轨迹而获得大的破碎比。PEWD4075 的试验表明，入料粒度组成按行业标准 JB/T1388-92 的规定，根据生产能力和产品粒度 -25，-18，-15 mm 的不同要求，可获得 13.6, 18.9, 22.7 的大破碎比，粒

表 1 PEWD 大破碎比颚式破碎机技术参数

Table 1 Technical parameters of the PEWD jaw crusher with large reduction ratio

型号	PEWD2560	PEWD2575	PEWD4075	PEWD50100	PEWD90120
进料口尺寸(宽×长)/mm	250×600	250×750	400×750	500×1 000	900×1 200
最大给料粒度/mm	210	210	340	425	750
排料口调整范围/mm	7~60	7~80	10~100	50~140	65~165
处理能力/m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>	3~25	4~40	5~50	35~90	50~160
电机功率/kW	15~18.5	18.5~22	37~45	75	110
质量(不包括电动机)/t	3.7	5.2	8.9	17	50
外形尺寸/mm	长	1 600	1 600	1 700	2 500
	宽	1 500	1 650	1 870	2 400
	高	1 020	1 020	1 285	1 450

表2 破碎及磨损行程分析

Table 2 Travel analysis of crushing and wear

mm

点序号	距进料口距离	PEWD 250×750			PE 250×400			PEX 150×750		
		破碎行程	磨损行程	行程比	破碎行程	磨损行程	行程比	破碎行程	磨损行程	行程比
1	0.0	12.7	1.8	0.14	15.1	26.2	1.74	10.7	23.2	2.16
2	72.0	12.5	1.9	0.16	13.4	26.6	1.99	9.9	23.4	2.36
3	144.0	12.2	2.1	0.17	11.9	26.9	2.27	9.4	23.6	2.52
4	216.0	12.1	2.2	0.18	10.6	27.2	2.56	9.2	23.8	2.60
5	288.0	12.0	2.3	0.20	9.8	27.6	2.80	9.3	24.0	2.58
6	360.0	11.9	2.5	0.21	9.5	27.9	2.93	9.7	24.1	2.48
7	432.0	12.0	2.6	0.22	9.8	28.2	2.89	10.5	24.3	2.32
8	504.0	12.1	2.8	0.23	10.5	28.6	2.72	11.5	24.5	2.14
9	576.0	12.3	2.9	0.24	11.7	28.9	2.48	12.6	24.7	1.96
10	648.0	12.5	3.1	0.24	13.2	29.3	2.22	13.9	24.9	1.79
11	720.0	12.8	3.2	0.25	14.9	29.6	1.99	15.3	25.1	1.64

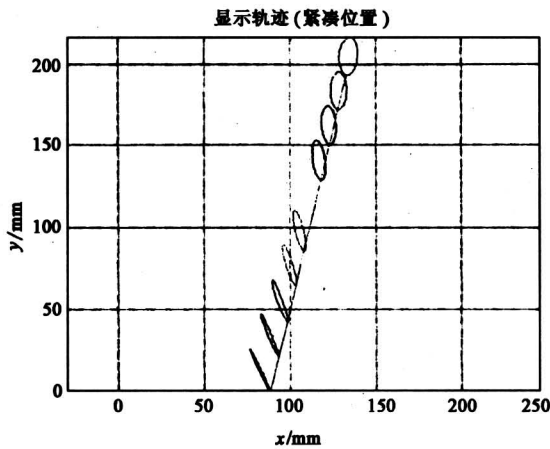


图2 传统 PE 250×400 复摆颚破碎运动轨迹  
Fig.2 Motion locus of the traditional PE 250×400 compound pendulum jaw in crushing

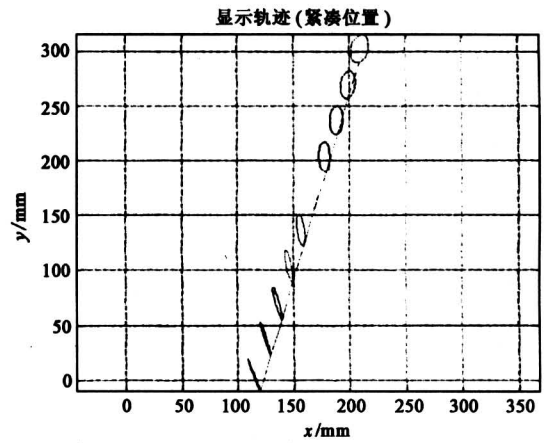


图3 传统 PEX 150×750 复摆颚破碎运动轨迹  
Fig.3 Motion locus of the traditional PEX 150×750 compound pendulum jaw in crushing

度从-340 mm 一段破碎到-25, -18, -15 mm; PEWD2560 和 PEWD2575 的生产试验表明, 根据生产能力和产品粒度 -15, -12, -10 mm 的不同要求, 可获得 14, 17.5, 21 的大破碎比, 一段破碎粒度从-210 mm 达到-15、-12、-10 mm, 传统破碎工艺一般破碎比为 3~5, 最大为 6, 破碎产品粒度最小为-20~40 mm, 新型颚式破碎机的破碎比是传统颚式破碎机的 2~3.5 倍。

图5、图6为 PEWD 外动颚大破碎比颚式破碎机产品粒度分布曲线。

#### 4 新老破碎系统技术性能对比<sup>[5]</sup>

新型破碎机破碎比大, 大大简化了破碎工艺流程。表3~表5为中小型矿山选矿厂新老破碎工艺的技术性能对比。

##### 4.1 30~75 t/d 的小选厂

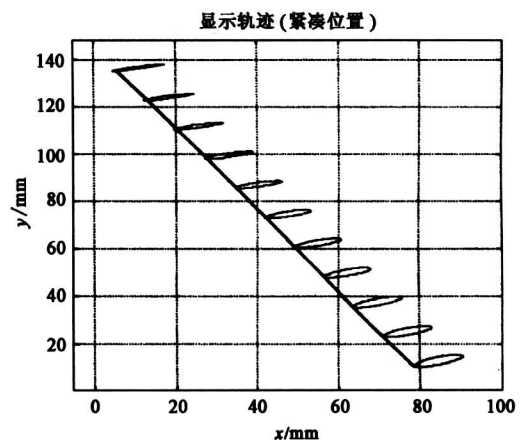
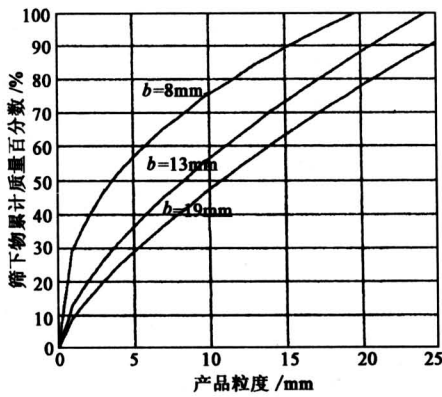


图4 PEWD2575 动颚运动轨迹  
Fig.4 Motion locus of the PEWD2575 moving jaw



b—表示破碎机排料口的尺寸

图 5 PEWD2575 破碎高岭石的粒度分布曲线

Fig.5 Particle size distribution curve of caolinite crushed by the PEWD2575 jaw crusher

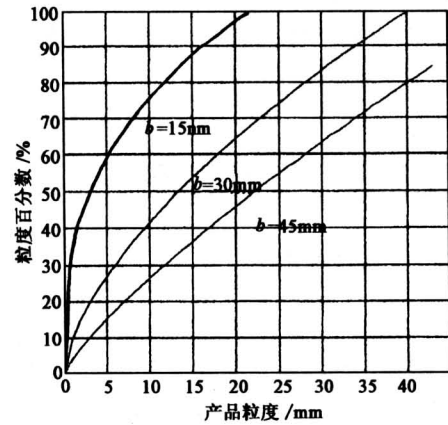


图 6 PEWD4075 破碎金矿矿石的粒度分布曲线

Fig.6 Particle size distribution curve of gold ore crushed by the PEWD4075 jaw crusher

原破碎流程：为减少投资多采用 PE 250×400 颚式破碎机一段开路破碎，但产品粒度为 30 mm；或采用 1 台 PE2540 颚破和 1 台 PEX 100×600 细碎颚破组成两段闭路回路。

新破碎流程：可采用 1 台 PEWD2560 外动颚大破碎比颚式破碎机一段破碎取代传统破碎工艺流程。新老破碎流程技术性能对比见表 3。

表 3 新老破碎系统技术性能对比 (30~75 t·d<sup>-1</sup>)\*

Table 3 Comparison between the new and the old crushing systems

技术性能	新工艺 一段破碎 PEWD 250×600	传统破碎工艺 (一段破碎) PE 250×400	新老破碎 系统性能对比	传统破碎工艺 (两段破碎)			新老破碎 系统性能对比
				单机技术性能		系统性能	
				PE 250×400	PEX 100×600		
最大给料粒度/mm	210	210	相同	210	120	210	相同
排料口调整范围/mm	7~60	20~60	大	20~60	7~21		大
产品粒度/mm	-12	-35	降低 65.7%	-30~-70	-15	-15	降低 20%
最大破碎比	17.5	6	增加 191.7%	6	14	14	增加 25%
处理能力/m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>	2.5~20	3~13	满足要求	3~13	2~8	2~8	增加 25%
电机功率/kW	15	15	相同	15	7.5	22.5*	降低 33%
破碎效率/t·(kW·h) <sup>-1</sup>	4.67	1.92	提高 143.2%			1.99	提高 135%
单位破碎电耗/kW·h·t <sup>-1</sup>	0.21	0.52	降低 59.6%			0.50	降低 58%
机重/t	3.8			3	0.9	3.9*	降低 2.6%

\* 除破碎机外，不包括破碎系统中其它辅助设备的功率和重量

表 3 表明，在同是一段破碎时，其产品粒度远远小于传统颚式破碎机，从而可减小球磨机的容量，降低磨矿工序的能耗、钢耗；新工艺一段破碎可取代传统两段破碎，新型外动颚破碎机的技术性能远远优于传统颚式破碎机。

#### 4.2 75~100 t/d 的中小选厂

原破碎流程：多采用 PE 250×400 颚破和 PEX 150×750 细碎颚破组成两段破碎系统。

新破碎流程：可采用 1 台 PEWD2575 外动颚大破碎比颚式破碎机一段破碎，取代传统破碎工艺

流程。新、老破碎流程技术性能对比见表 4。

#### 4.3 100~200 t/d 的中小选厂

原破碎流程：多采用 PE 400×600 颚破和 PEX 250×750 细碎颚破组成两段破碎系统。

新破碎流程：可采用 1 台 PEWD4575 外动颚大破碎比颚式破碎机一段破碎，取代传统破碎工艺流程。新、老破碎流程技术性能对比见表 5。

表中数据表明，新型破碎机破碎比大，可用一段破碎取代两段破碎，单台装机功率低 20%~30%，系统节能 1 倍以上；入磨粒度降低，还可降

低下一道工序磨矿的钢耗和能耗；新破碎系统简化了破碎工艺流程，从而降低了土建工程、厂房建筑、设备购置及安装调试的费用，减少基建投资30%~50%。

表4 新老破碎系统技术性能对比 (75~100 t·d<sup>-1</sup>)\*

Table 4 Comparison between the new and the old crushing systems

技术性能	新工艺		传统破碎工艺 (两段破碎)		新老破碎系统性能对比
	一段破碎	单机技术性能		系统性能	
		PEWD 2575	PE 250×400		
最大给料粒度/mm	210	210	120	210	相同
排料口调整范围/mm	7~60	20~60	18~48		大
产品粒度/mm	-12	-40~-70	-25	-25	降低 52%
最大破碎比	17.5	6		14	增加 25%
处理能力/m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>	3~25	3~13	5~16	2~8	增加 50%
电机功率/kW	18.5	15	15	30*	降低 38%
破碎效率/t·(kW·h) <sup>-1</sup>	4.54			1.99	提高 128%
单位破碎电耗/kW·h·t <sup>-1</sup>	0.22			0.50	降低 56%
机重/t	4.8	3	3.5	6.5*	降低 26%

\* 除破碎机外，不包括破碎系统中其它辅助设备的功率和质量

表5 新老破碎系统技术性能对比 (100~200 t·d<sup>-1</sup>)\*

Table 5 Performance comparison between the new and the old crushing systems

技术性能	新工艺		传统破碎工艺 (两段破碎)		新老破碎系统性能对比
	一段破碎	单机技术性能		系统性能	
		PEWD 4575	PE 400×600		
最大给料粒度/mm	340	340	120	340	相同
排料口调整范围/mm	10~100	40~100	18~48		大
产品粒度 (最小)/mm	-15~-25	-60~-120	-25	-25	降低 40%
最大破碎比	13.6~22.7	5.7		13.6	增加 67%
处理能力/m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>	5~50	10~40	5~16	5~16	相同
电机功率/kW	37	30	15	45*	降低 33%
破碎效率/t·(kW·h) <sup>-1</sup>	4.91			2.42	提高 103%
单位破碎电耗/(kW·h·t <sup>-1</sup> )	0.22			0.50	降低 56%
机重/t	8.9	6.5	3.5	10*	降低 11%

\* 除破碎机外，不包括破碎系统中其它辅助设备的功率和质量

## 5 应用前景

PEWD 外动颚大破碎比颚式破碎机已被铜陵有色金属公司凤凰山铜矿，河北永昌金矿，四川某金矿，内蒙古白音罕山铅锌矿，河北临城石英矿，山西平瑞高岭土有限公司，山西平陆铝矾土选矿厂，辽宁五龙金矿采石场，四川城口硫酸锰厂等采用，用一段破碎取代传统两段破碎工艺流程，均获得了显著的经济效益和社会效益。

如铜陵凤凰山铜矿采用 1 台 PEWD4075 外动

颚大破碎比颚破，破碎外购铜矿石，矿石硬度  $f=20$ 。1999 年 3 月 17 日至 3 月 31 日对该机进行了现场工业试验，随即投入生产至今。结果表明，破碎机入料粒度为 -340 mm，破碎后的矿石粒度为 -25 mm，经 1 台皮带输送机直接入球磨。破碎机的处理能力达到 200 t/d，在满足处理能力的条件下破碎比达到 13，从而将传统的两段破碎工艺简化为一段，大大减少了设备配置，节约了场地占用和基建投资，降低了破碎成本和能耗，实现了多碎少磨。

山西平瑞高岭土公司系硬质高岭土精加工项目。初步设计阶段采用的破碎流程为常规两段开路破碎流程,施工图设计时,改用 PEWD2575 外动颚大破碎比颚式破碎机,以一段开路破碎流程代替原有的二段开路破碎流程。使厂房建筑面积、设备购置费用、安装费用及长期运行费用均有减少,具体数据见表 6。

表 6 经济效益对比

Table 6 Comparison of economic results

	土建工程 /10 <sup>4</sup> 元	厂房建筑面积 /m <sup>2</sup>	设备购置费 /10 <sup>4</sup> 元	安装费 /10 <sup>4</sup> 元	投资总计/ 10 <sup>4</sup> 元	装机功率 /kW	能耗 /kW·h· a <sup>-1</sup>
原有流程	32.13	306	24.68	1.73	58.54	66.5	191 520
新流程	20.64	216	13.8	0.97	35.41	33	95 040
减少额	11.49	90	10.88	0.76	23.13	33.5	96 480
减少率/%	35.7	29.4	44.08	43.9	39.5	50.37	50.37

经过生产连续运行,证明该破碎机完全满足生产需要,充分体现了该破碎机新型结构和大破碎比等优点。

山西平陆县铝矾土煅烧厂破碎作业原设计为两段开路破碎,采用 PEWD2575 外动颚大破碎比颚破后,破碎作业仅需一段开路破碎即满足磨矿的入磨粒度的要求。设计厂房只需一个破碎厂房和一个皮带廊,投资仅为原设计的 77%,实践表明效果良好。

内蒙古白音罕山铅锌矿为极硬矿石,很难破碎,传统破碎机衬板磨损极为严重。后采用 PEWD2575 外动颚匀摆颚式破碎机,1999年6月10日投入生产,与同型号传统颚式破碎机相比,

破碎效率高,破碎产品粒度好,特别是衬板磨损低,传统颚破一幅衬板仅能用 5~7 d,采用 PEWD2575 新型颚破后,衬板磨损大大降低,衬板寿命达到 20 多天。

根据我国有色、黑色、建材、非金属等各类矿山实际生产特点及今后生产发展需要,研制成功的 PEWD 外动颚大破碎比颚式破碎机是一新型高效、节能、大破碎比的更新换代产品。该机结构简单、维修制造容易、操作调整方便、功耗省、钢耗低、衬板寿命高,适用于各类矿石的中小型矿山的粗中细碎作业。该机大破碎比的特点带来了选矿厂、采石场、破碎车间破碎工艺的变革,简化了破碎工艺流程,减少基建投资。

新研制的外动颚大破碎比颚式破碎机一经问世,就以其新颖的机构设计,优良的技术性能,显著的经济效益而备受关注,为我国选矿厂、采石场优化破碎工艺流程提供了更新换代的关键设备,展现了广阔的应用前景。

## 参考文献

- [1] 吴耀坤.我国中小型选矿厂破磨设备和工艺的现状及发展[J].矿山机械,1995,(2):2~4
- [2] 饶绮麟.外动颚匀摆颚式破碎机[P].中国专利:97 2 20662,1997-8
- [3] 饶绮麟.一种串级腔大破碎比颚式破碎机[P].中国专利:98 2 07804,1998-08
- [4] 饶绮麟.新型破碎设备——外动颚匀摆颚式破碎机[J].有色金属,1999,(8):1~5
- [5] 饶绮麟等,小型破碎系统新工艺及设备研究[R].研制报告,1999.12

## Jaw Crusher With Large Reduction Ratio and the Modification of Crushing Technology

Rao Qilin

(Beijing General research Institute of Mining and Metallurgy, Beijing 100044, China)

[Abstract] A new type crushing equipment – the outer moving jaw crusher with large reduction ratio and its technical parameters, as well as its performance characteristics are introduced. The structural nature of large reduction ratio makes it possible to substitute the two or three stage crushing in the traditional crushing flowsheet by only one stage. That is, the successful development of the new type crushing equipment will bring about the change of the crushing technology.

[Key words] crusher; large reduction ratio; simplification of flowsheet