

第二届全国破碎磨碎学术会议

破碎磨碎专题讲座

論文集

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国金属学会选矿学术委员会

1983.11. 北京

00

0-2

1

目 录

国内外破碎与磨碎工艺和设备技术现状和发展动向

.....北京矿冶研究总院 王宏勋 (1)

对传统圆锥破碎机结构的改进

.....武汉冶金建筑专科学校 郎宝贤 (83)

筛分方法的发展及新型筛分机械在工业中的应用

.....东北工学院 闻邦椿 (98)

磨矿数学模型

.....东北工学院 陈炳辰 (109)

角螺旋衬板原理结构设计

.....天津水泥工业设计院 王绍兴 (130)

国内外破碎与磨碎工艺和设备 技术现状和发展动向

北京矿冶研究总院

高级工程师 王宏勋

一、概述

破碎与磨碎，在大多数情况下，是处理固体有用矿物和岩石物料的第一个重要工艺过程。通常这是一个分阶段进行的过程。在这个过程中，应依次选择最适合的机械设备如破碎机、筛分机、磨矿机和分级机等，并用这些设备将矿物、岩石或块状物料的尺寸逐渐减小，以适应工艺过程对粒度的需要。

破碎与磨碎，其目的是使有用矿物的绝大部分得以从脉石中解离出来。

据不完全统计，70年代末期经过碎磨加工的矿石和岩石量平均每年接近30亿吨，破碎和磨碎这些物料的能耗约占整个工业能耗的3~4%，钢耗约达500万吨。特别是金属矿选矿厂碎磨作业所占比重更大：设备费约占65~70%，经营费约占50~65%，电耗约占50~65%，钢耗约占50%以上。因此，从经济效益和节能观点出发，正确地选择和计算破碎和磨碎设备具有非常重要的意义。

近年来，世界各国虽然曾先后研制了各种类型的破碎机械和磨碎机械。但是对金属矿选矿准备作业的矿石破碎和磨碎而言，除了颚式破碎机、旋回式破碎机和圆锥式破碎机、球磨机、棒磨机和自磨机外，其余类型的破碎机和磨矿机在工业生产中并没有得到应用。伴随着钢铁和有色金属工业的迅速发展，以及富矿资源的日益枯竭，贫矿的开采量日益增加，所以需要破碎和磨碎的矿石量与日剧增。虽然如此，新型高效率、低消耗的破碎机和磨矿机并没有出现。一直沿用十八世纪末和十九世纪初出现的颚式破碎机，旋回式破碎机、圆锥式破碎机和球磨机和棒磨机。近20年来，在某些矿山采用了“自磨机”，部分地代替了破碎和磨碎设备。它是唯一比较成熟的新型碎磨设备。与此同时，对于老式破碎和磨碎设备在原有的基础上，也有了一些相应地改进。如采用了液压控制系统的启动和保护装置和排矿口调节装置等，另外在自动控制、润滑装置和传动等方面也引起了重视。

近年生产的破碎机和磨矿机还采用了新的技术和新的制造工艺，使其结构和技术性能更趋于完善。

就破碎和磨碎设备的质量来说，美国、西德和瑞典的质量较高，日本是通过各种方式全面学习、仿造别国的先进设备。

就破碎和磨碎设备的产量而言，美国和苏联的产量最高，法国、西德、英国、日本和瑞典等国次之。

就破碎和磨碎设备的规格大小而言，美国、加拿大和苏联的最大，其次是日本、西德、英国和瑞典等国。

美国生产的矿山机械，特别是破碎和磨碎机械一直在世界各国享有重要的地位。美国是矿山机械主要出口国家之一。1970年出口额达到2.2亿美元，占美国全国矿山机械产品总额的34%，从1970年，美国矿山机械年平均生产率增长5.2%，1975年产值达8.82亿美元。美国矿山机械制造业能够成套地装备大、中、小型矿山企业。美国生产的破碎粉磨一般说来具有较高的生产效率而且比较坚固耐用。

近年来，国外对破碎与磨碎工艺和设备以及流程设计问题给予了很大的重视，已有大量的文献进行了报导。但国内至今仍然没有引起我们选矿工作者和选矿工业各级领导的足够重视。用一个显而易见的事实就可看出这个问题，建国30多年来，我国对各种有用矿物进行了大量的科研工作，有的矿山用于各种规模的选矿试验的耗资是惊人的。××铁矿仅进行一项工业选矿试验耗资几千万元，动用人力上千；×××铁矿进行了长达一、二十年的各种选别方案的实验室试验，连选实验室试验，半工业试验，实际上却很少有人过问和组织过“破碎与磨碎”试验。全国除有关高等院校外，在金属和非金属矿山系统从事破碎与磨碎设备和工艺研究的技术人员寥寥无几，少的可怜。是不是我国选矿生产中不存在这一问题呢，否。所以我们应当高声疾呼，应尽快改变这种不合理的状况。迅速开展碎磨理论、工艺和设备的试验研究，填补空白，解决我国选矿工业中研究和生产中的碎磨问题。

据传说，冶金部长沙矿冶研究院和冶金部马鞍山黑色金属矿山研究院已开始筹建破碎与磨碎研究室，这真是一件大好事。

60年代中期破碎机械与磨矿机械大型化热潮，在70年代兴建的选矿厂中已经充分显示出其优越性，同时也暴露了一些问题。进入80年代这种大型化的发展已趋于停止。目前各公司生产的各种破碎机，不论从技术规格，品种和性能，都足以满足大型选矿厂建设的需要。因此，80年代从世界性角度分析破碎机械和磨碎机械的发展趋势不再是大型化。

我们知道，破碎与磨碎是选矿厂生产中必不可少的极为重要的工艺过程，“破碎与磨碎”是一门专业性极强的，而应用极为普遍的综合性学科。由于破碎与磨碎工艺消耗大量的能源和金属，因此降低能耗，降低钢耗，提高经济效益是80年代破碎与磨碎工艺和设备发展的总的动向。为了综合地提高碎磨作业的经济和技术效益，适应能源节约要求，要不断改进破碎机械的装备水平，改进结构，改进材质，提高设备机制造质量，提高可靠性，主要表现在进一步降低细破碎机的最终产品粒度，延长易损件的使用期限，降低比功消耗和提高作业率以及寻求新的破碎和磨碎方法等。

目前，我国碎磨工艺和设备的现状是，

- ①破碎作业最终产品粒度粗；
- ②碎磨作业能耗高，钢耗高，自动化水平低，作业率低；
- ③碎磨工艺装备水平低，落后，处于国外40年代末或50年代初水平；
- ④与碎磨作业配套设备效率低而落后，如筛分机和分级机等；
- ⑤计量和检测系统可靠性差。
- ⑥自动化控制水平低。

本文拟结合这些问题介绍国内外有关解决这些问题的经验和设想。

二、破碎机械

破碎作业的目的是为了下一工序(磨碎作业)准备生产原料或者直接提供产品。

从矿体上开采出的矿石几乎包括最大粒度矿块至极细颗粒物料，这样一个粒度组成往往由于矿石性质和开采方法的不同而有很大的差异。一般说来，这些矿石必须经过破碎加工处理，才能供给各种类型磨矿机作为原料。通常这个过程是一个分阶段破进行的，可由一、二段或三段以及更复杂的四段碎来完成。“破碎”一般指将矿石或物料粒度由非限定的尺寸经破碎加工减少到6毫米以下。

破碎设备和工艺流程的选择是一项十分复杂的工作，对于给定的待破碎物料和要求的產品基本特性，能量利用率，磨破件寿命，维护费用，以及稳定可靠的运转率和自动化控制的灵敏性，降低生产成本和劳动工人费用等必须加以考虑。为避免过多的猜想和假想，有许多制造公司采用了电子计算机程序计算，提高了准确性。如瑞典 Svedala-Arabra 公司 (Allis-chalmers 子公司) 和美国 Allis-chalmers 公司计算机总站，可根据用户提供的要求和有关技术背景材料(矿样的功指数测定等资料)进行选择计算：破碎工艺流程、破碎机破碎腔断面和破碎机参数选择，选择出最优化方案。Allis-chalmers 公司破碎机筛分机分部已经介绍了计算机程序应用于处理大量的复杂变量。其中包括工厂设计，回路最优化和机械设计，如破碎机破碎腔、处理能力的确定。应当指出，破碎机的处理能力和产品粒度，这两者对比功率输入有强烈影响。如要求尽可能细的产品，在工厂没有磨矿作业时，破碎机要精心的加以控制。注意控制给矿速度，使破碎机给出最大的破碎力，而得到最大的破碎比。但当不需要细粒级产品而必须生产特殊的粒度产品，如建筑材料。这时，比功率必须限止在需要改善特殊粒度的范围内，而破碎机总功率必须处于最大值，以最大限度生产出符合要求粒度的产品。圆锥破碎机给料和产品的微小变化能够引起比功率很大变化，用于圆锥破碎机的自动化设施和控制系統最近因此得到很大发展。

(一) 颚式破碎机

矿山工业中广泛使用的颚式破碎机主要有单肘板(又称复摆式)和双肘板(又称单摆式)两大类。

单肘板颚式破碎机是1858年由美国人E.W. Blake发明的。自第一台颚式破碎机问世以来，至今已有120多年的历史。虽然近代使用的颚式破碎机在结构上与第一台颚式破碎机有了很大的改变，但目前在选矿厂生产中使用的各种类型颚式破碎机其基本结构并没有根本变化，工作原理也没有任何改变。近几年，设备规格也没有增大。目前在金属矿山使用的最大的单肘板颚式破碎机仍是1979年瑞典 Svedala-Arabra 制造的2100×1500毫米机，该机用于瑞典LKAB的所属铁矿山，安装在井下。最大的双肘板式颚式破碎机为美国的3000×2000毫米机。我们在美国和瑞典参观了七个铅锌选矿厂，其中有五个选矿厂采用颚式破碎机做第一段破碎设备安装在井下。有两家铜矿选矿厂的第一段破碎作业采用颚式破碎机。由于颚式破碎高度较小，规格尺寸范围较大，适应性强，特别在碎石工业仍被广泛采用，尤其是近十年移动式破碎筛分厂的大量出现，因此尚看不出颚式破碎机有被淘汰的趋势。

单肘板式颚式破碎机的动颚板上端悬挂在偏心轴上，动颚的下端通过肘板与机架相连接。因此在破碎腔顶部，动颚板的基本运动是圆运动。在破碎腔下部，颚板的运动近似于直线。整个动颚板的运动特点是由上至下的由圆运动逐渐的变化，由圆—椭圆形式直到近似于直线的形式。破碎机的排矿口调节靠移动动颚板而实现的。从力学角度分析，动颚板与破碎物料间摩擦较剧，故衬板磨损量较高。但设备构造简单，造价较低，故应用这种类型破碎机应全面评价其经济性。实践表明，在相同的条件下，单肘板破碎机处理能力比双肘板破碎机

要高30%左右。当处理能力相同时，前者的重量比后者轻20%~30%；并且在用于细碎时，产品粒度均匀，呈立方体形颗粒。

图1为瑞典Svedala-Arbra制造的单肘板颚式破碎机。机器特点是采用了高深式破碎腔和新型排矿口调节装置。

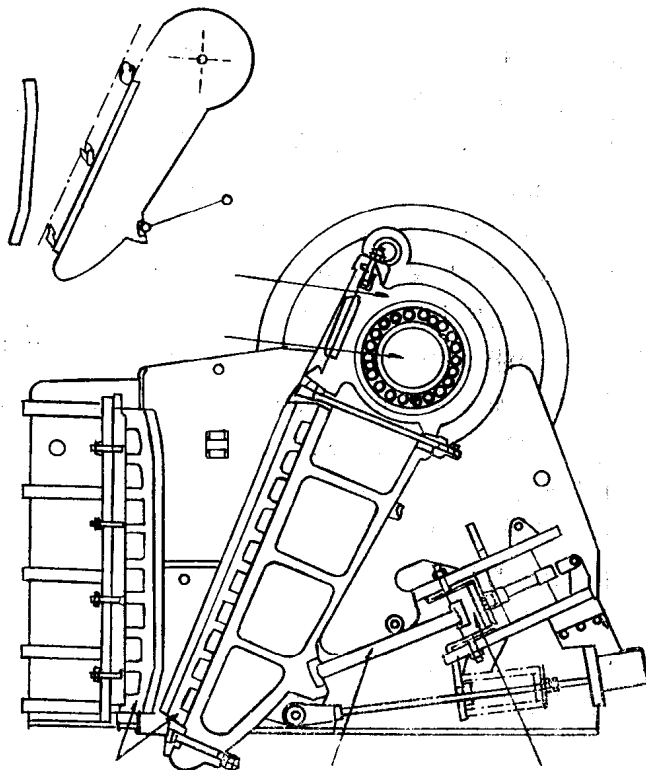


图1 Svedala-Arbra 单肘板颚式破碎机

Svedala-Arbra单肘板颚式破碎机是基于Allis-chalmers公司S—T型颚式破碎机的专利性资料。表1为Allis-chalmers公司生产的S—T型颚式破碎机技术特性。

S—T型单肘板颚式破碎机具有重量轻、刚性好、产量高等优点。

S—T型颚式破碎机也采用高深型破碎腔，小啮合角。当破碎物料时，给矿口处没有物料打滑现象。排矿口处衬板断面形状为曲线型（非阻塞型）。颚板的波浪齿形间距大，顶部无滑，因此破碎腔不易产生阻塞，排矿平稳。颚板采用高锰钢铸造。两颚板排矿口处的表面形状使得破碎物料时使破碎力与其垂直，因而减少了物料在排矿口处打滑。

该机采用液压装置调正排矿口间隙。大型S—T型颚式破碎机排矿口间隙的调整，是由改变肘板的长度实现，以加垫板方法控制。小型机用手动式液压千斤顶，来调节排矿口间隙。

日本生产的单肘板颚式破碎机

日本制造单肘板颚式破碎机的厂家主要为神户制钢所，大冢铁工株式会社，前川铁工业所，栗本铁工所，川崎重工业株式会社等。

神户制钢所与美国Allis-chalmers公司协作，生产了各种类型S—T型单肘板颚式破碎

S—T型顎式破碎机技术特性

表 1

规格	给矿口尺寸 宽 × 长 (毫米)	给矿粒度 (毫米)	最大给矿粒度 (毫米)	破 碎 机 处 理 能 力														电动机功率 (千瓦)	转/分
				闭 合 时 排 矿 口 大 小 (毫米)															
				19	25	38	50	75	100	125	150	180	200	220	250	270			
15—30	380×760	300	300×400×600	23	30	44	56	80	95									37	275
18—30	460×760	360	360×480×720		35	50	64	87	100	115								45	275
20—34	510×860	400	400×530×800		44	62	77	105	130	145	160							55	275
25—36	630×910	500	500×670×1000				110	150	170	185	200	210						75	250
30—42	760×1070	600	600×800×1200					180	205	230	245	255	270					95	250
36—48	910×1220	700	700×940×1400					235	270	300	330	360	380	400				130	225
42—54	1070×1370	850	850×1130×1700						330	370	410	455	480	505				150	225
48—60	1220×1520	1000	1000×1330×2000							450	500	550	580	610	655			190	200
54—74	1370×1880	1100	1100×1450×2200							545	600	660	700	735	780	820		260	180
60—84	1520×2130	1200	1200×1600×2400								640	710	750	790	830	880		300	160

机。大家社生产了FS型、FB型和F型单肘板颚式破碎机。FS型具有较大的偏心距，因而提高了破碎能力，最大规格为 1500×1200 毫米，小时处理能力可达900吨；FB型机的破碎腔长度与宽度比很大，从设计上力图减少扁平状产品，故适用于二次和三次破碎作业，最大规格为 1200×2500 ，处理能力每小时可达830吨；F型破碎机破碎腔深，嘴角小，破碎比大，破碎腔不易堵塞，因而一台机器能完成粗碎和中碎，或者中碎和细碎的工作，最大规格为 900×600 毫米，小时处理能力为130吨。日本最大规格的颚式破碎机为住友公司生产的，规格为 2400×1500 毫米，处理能力可达985吨/时。栗本铁工所生产的S-T型单肘板颚式破碎机最大规格为 1850×1350 毫米，小时处理能力可达767吨。

英国Pegson 型单肘板颚式破碎机采用焊接式机架和滚动轴承减轻了机器重量。破碎机设有液压调整排矿口装置，并可实现过载保护。最大规格为 1520×1200 ，小时处理能力可达800吨。

苏联生产的单肘板颚式破碎机最大规格为 1200×1500 毫米，小时处理能力为600吨。

瑞典M.S.公司生产了 2100×2100 毫米单肘板颚式破碎机，这是世界上迄今为止最大的规格。小时处理能力达1000多吨。

西德Wedag公司生产了 2100×1500 毫米单肘板颚式破碎机。处理能力可达1000吨/时。该机采用液压式过载保护装置。

双肘板颚式破碎机的动颚板上端悬挂在一个固定轴上，偏心轴驱动一个竖直的摇杆，而摇杆与一对摆动的肘板相连，肘板的摆动迫使运颚板运动。动颚板顶部的运动最小，下部排矿区运动最大。工程设计时必须考虑到一系列运动参数如摆动角度，驱动摆的位置，颚板的特征曲线和应注意避免“死点”。排料口的间隙的调节可由动颚、弹簧拉杆上的楔形垫块片或液压装置来完成。

图2为美国Allis-chalmers 公司制造的A—1型双肘板颚式破碎机。

A—1型颚式破碎机是美国 Allis-chalmers 公司首先设计和制造的。该机已获得了美国专利。日本等国也在Allis-chalmers公司之后生产了这种类型颚式破碎机。表2给出了

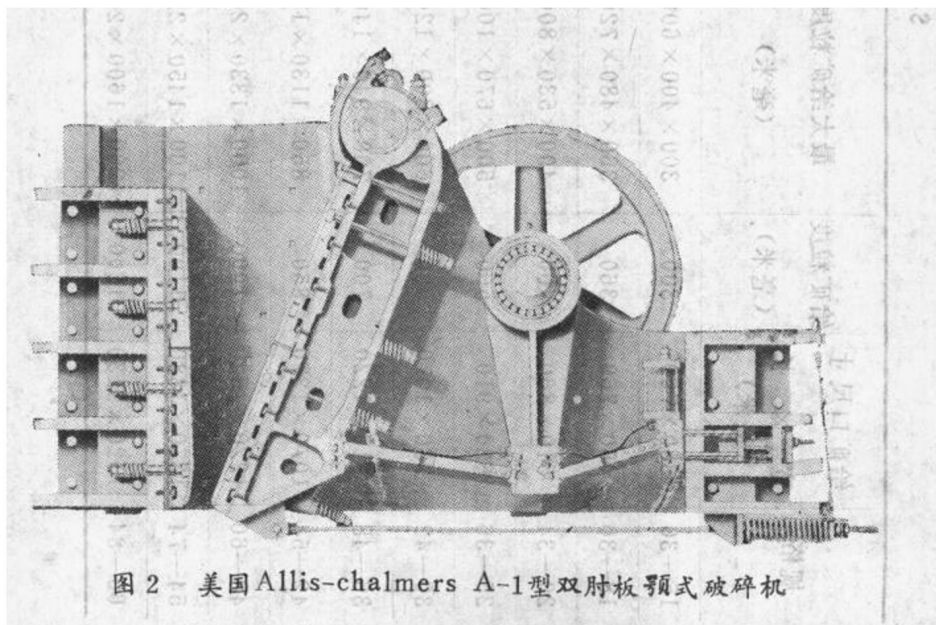


图2 美国Allis-chalmers A-1型双肘板颚式破碎机

A-1型颚式破碎机系列规格和性能。由于这种类型破碎机结构简单坚固，适于对硬质块矿进行破碎，所以被广泛采用。

A-1 型颚式破碎机技术特性

表 2

规格	进料口尺寸		处理能力 (吨/时)														偏心轴回 转数 转/分	电动机 功率 (千瓦)
	(毫米)		排矿口尺寸 (开口) (毫米)															
	宽	长	65	75	85	100	115	125	140	150	165	180	190	200	230	255		
21—30	540	760	65	80	90	105	120	130									250	45
28—36	710	910			130	160	180	195	205	215	230	235	245				210	75
32—42	810	1070				200	225	240	255	270	285	300	310	320			200	95
42—48	1070	1220					290	310	330	350	370	385	400	415	440	475	190	130
48—60	1220	1520						340	370	390	415	435	450	465	500	540	170	190
54—74	1370	1880									485	530	550	570	620	660	150	220
60—84	1520	2130										620	650	670	730	770	120	260
72—96	1830	2440													900	1050	90	340

该机的特点是：破碎腔深度大，A—1型破碎机破碎腔深度比一般破碎机深的多，故适应于破碎大块矿石。

破碎腔剖面形状使得对矿石的咬进角度小，因此破碎矿石时，易于被很好地咬住，而不反跳。在排矿口附近采用了非阻塞形破碎面，能有效地防止颚板的局部磨损，并改善了破碎效果，可以得到较大的破碎比。

动颚板悬吊轴承采用了有自润滑性的合成树脂材料制成，能显著地减轻重量和减少加油的频频工作。树脂轴承富有埋进夹杂物的能力，因此可以防止轴面的损伤和摩耗。

肘板端部采用滚动付接触。肘板上下板和端板为组合形式，如咬进不可破碎物时，使肘板翘曲而切断动力，以防止主要部件的破坏。

偏心轴和连杆头的支承均采用耐强力冲击的滚柱轴承，因此操作和维修方便。

该机适用于坚硬物料的粗碎（第一段破碎）。

苏联乌拉尔重型机器制造厂也生产了类似 A—1 型的高深破碎腔的大型双肘板颚式破碎机。

图 3 为瑞典 Svedala-Arbra 公司制造的高深式破碎腔，低架型双肘板颚式破碎机。这种类型破碎机最初设计是由 Kue-Ken 提出的，后来英国 Brown Lenox 和西德 Humboldt 公司，等都运用这一基本结构形式设计制造双肘板颚式破碎机。

一般说来，双肘板颚式破碎机要比同样给矿口的单肘板颚式破碎机的制造成本昂贵。但是由于颚板的运动更趋于直线，因而由于向上运动所引起的磨损较低，因此衬板磨损较低，动力浪费和产品中过细颗粒含量都少。

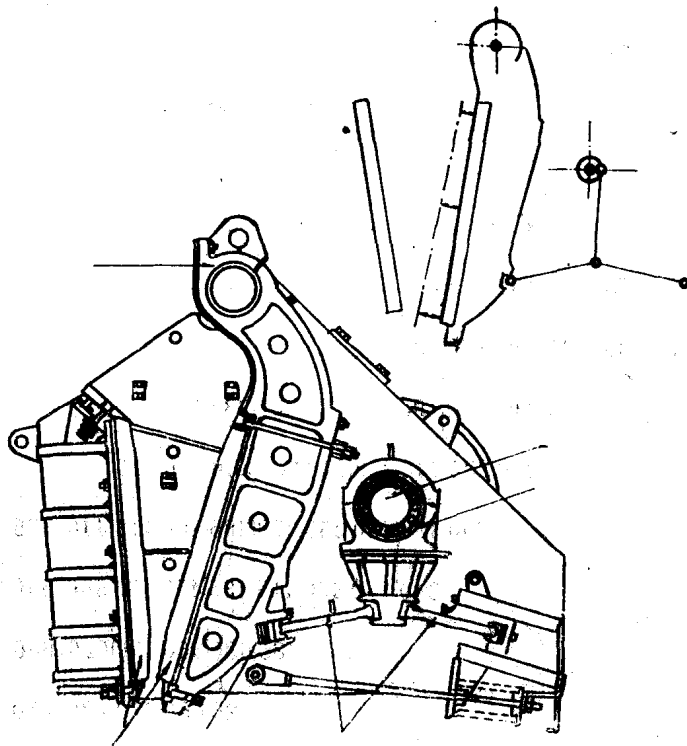


图3 瑞典Sevdala-Arbra公司低架型高深破碎腔双肘板颚式破碎机

图3所示的破碎机的衬板磨损量能够依靠悬挂点位置变化而进一步减少。当悬挂点超过破碎腔中心线时，动颚板向上运动进一步降低，矿石颗粒在破碎腔中紧贴动颚板表面，减少了相对运动，故磨损量大幅度降低。根据这一基本概念，许多破碎机制造公司都生产了高深破碎腔低架型新悬挂方式的颚式破碎机。

英国Pegson公司为瑞典一家矿山制造了1800×1370毫米双肘板颚式破碎机，该机采用滚柱轴承，机器重为185吨，生产能力为600吨/时。结构上的特点是易损件有较大的互换性，从而缩短了安装和维修时间。

法国Dragan公司生产MPE型双肘板颚式破碎机也采用了高深破碎腔和滚柱轴承等新技术。该机动颚衬板和定颚衬板做成两段式，上下两段可以调头和调换使用，延长了衬板使用寿命。该公司共生产1250×700，1600×900，2000×900，1600×1000，2000×1000，2000×1070，2000×1250，2500×1600八种规格。

最近，日本神户制钢所制造了新型简单摆动式双肘板颚式破碎机。该厂从1976年根据新的压缩层破碎理论开始研究高破碎比双肘板颚式破碎机，对破碎机破碎腔合理断面形式进行了深入探索，发明了破碎比约为普通颚式破碎机三倍的新型双肘板颚式破碎机。据该公司介绍，该机一次破碎可使原矿破碎至60~80毫米。因此可取消现有的第二段破碎。另外由于简化了破碎工艺流程使得选矿厂破碎作业的附属设备大为减少，设备费、生产费用大幅度降低(约为30%左右)，厂房占地面积减小40%左右。至1983年7月底该公司已售出30多台。

表3汇总世界主要颚式破碎机制造厂家厂品技术特性。表4为我国沈阳重型机器生产的颚式破碎机技术特性。

顎式破碎机

(仅列出系列中最小和最大规格性能)

表 3

制造厂家	型式	给矿口尺寸 (米)	排矿口 (毫米)	重量 (吨)	电机 (千瓦)	处理能力 (吨或米 ³ /时)	系列中型 号数量
Allis-chalmers	单肘板	0.51×0.91~ 1.07×1.52	51~254	13.5~44	56~150	40~700	10
	双肘板	0.81×1.07~ 1.22×1.52	102~254	49~116	75~150	225~600	3
Arbed Engineering	单肘板	0.6×0.325~ 2.0×1.5	45~450	6~150	22~320	15~870	8
	双肘板	0.6×0.325~ 2.0×1.2	30~250	7~121	11~164	9~520	16
Aulmann and Backschulte	单肘板	0.3×1.14~ 1.5×1.2				到200米 ³	
	双肘板	0.4×0.14~ 1.5×1.2				到200米 ³	
Babbittless	单肘板	0.40×0.275~ 2.0×1.6	40~350	3~145	15~315	9~1500	9
Baxter	单肘板	0.4×0.23~ 1.27×1.07	127~306	3~52	15~150	8~650	11
	双肘板	0.76×0.46~ 1.52×1.22	64~153	16~100	34~150	30~525	5
	碎石用	0.81×1.52/2.04	13~19	4~25	22~30	12~50	2

续表 3

续表

制造厂家	型式	给矿口尺寸 (米)	排矿口 (毫米)	重量 (吨)	电机 (千瓦)	处理能力 (吨或米 ³ /时)	系列中型 号数量
Brown Lanox	双肘板 (Kue-Ken)	0.15×0.4~ 1.2×1.5	19~300	2~70	15~150	10~600	22
Fiver-Call-Babcock (Dragon)	单肘板	0.1×0.1~ 2.0×1.6	0.5~300	0.25~145	1.5~300	0.4~1200	18
	双肘板	0.35×0.21~ 2.5×1.6	20~300	2.5~250	11~220	4.5~1200	18
Frun kawa(日本)	单肘板	0.76×0.2~ 1.5×1.2	20~300	45~85	30~190	8~700米 ³	9
GEC	双肘板	0.915×0.61~ 2.135×1.68	100~300	34~250	45~224	66~730	9
Hammermills	单肘板	0.25×0.41~ 1.68×2.13	19~508	2.5~190	11~373	5.2~2440	23
IBAG	单肘板	0.4×0.23~ 2.5×1.6	45~400	3.5~174	15~400	20~800米 ³	15
	双肘板	0.5×0.3~ 2.5×1.8	60~400	5.5~285	18.5~400	30~720米 ³	14
Hewith-Robina	单肘板	0.25×0.41~ 1.22×1.52	25~406	2.4~91	16~225	9~1469	15
Iowa Mig Co.	单肘板	0.255×0.408~ 1.37×1.52	19~508	2.3~84	15~336	9~1540	26

续表 3

制造厂家	型式	给矿口尺寸 (米)	排矿口 (毫米)	重量 (吨)	电机 (千瓦)	处理能力 (吨或米 ³ /时)	系列中型 号数量
Jacques	单肘板	0.2×0.125~ 1.5×1.3	1.5~225	0.4~76	4~250	0.4~750	10
	双肘板	0.75×0.45~ 1.5×1.2	50~200	14~125	55~185	50~650	7
KEMCO (日本)	单肘板	0.61×0.36~ 2.0×1.5	16~300		30~280	13~900	12
	双肘板	0.76×0.38~ 1.52×1.22	25~360		30~175	24~810	11
Kennedy Van Saun	单肘板	0.25×0.61~ 1.22×1.52	19~306	4.8~82	37~224	10~700	11
	双肘板	0.18×0.25~ 1.22×1.52	22~203	2.7~141	5~150	3~635	8
KHD wedag	单肘板	0.3×0.15~ 2.1×1.5	12~400	1.1~151	7.5~200	1~620米 ³	11
Kone Engineering	单肘板	1.0×0.8~ 2.0×1.5	70~500	30~155	110~355	80~1000米 ³	6
Krupp	单肘板 (E型)	0.3×0.2~ 1.8×1.4	15~280	1.7~140	7.5~200	2.5~440米 ³	10
	双肘板 (K型)	0.5×0.315~ 1.8×1.4	25~280	5.5~185	22~220	105~365米 ³	9
	直接驱动 (D型)	0.8×0.5~ 2.5×1.8	60~400	21.5~300	75~330	36~1125米 ³	9

续表 3

制造厂家	型式	给矿口尺寸 (米)	排矿口 (毫米)	重量 (吨)	电机 (千瓦)	处理能力 (吨或米 ³ /时)	系列中型 号数量
Kue-Ken	双肘板	0.076×0.3~ 1.22×1.52	19~356	1.5~74	8~155	6~910	31
苏联机械出口公司	SMD Comb Jaw/roll	0.4×0.25~ 2.1×1.5 0.25×1.6	20~225 2~12	2~6~242 3.2	17.5~250 2×7.5	8~550米 ³ 3.3米 ³	7 1
Margardhammer	单肘板 AR/ARA	0.6×0.4~ 2.1×1.5	40~400	8~155	45~200	16~800	10
Pennsylvania Crusher corp.	单肘板	0.18×0.3~ 1.22×1.22	19~356	1.5~70	11~150	8~910	18
Neyrtec	单肘板	0.5×0.355~ 1.6×1.35	40~400	4.5~88	19~315	12~1100	6
	双肘板	0.65×0.4~ 1.35×1.0	80~300	9~61	30~300	28~700	4
	碎石机	1.0×0.25	35~100	8	45~52	30~60	1
Parker (F)	单肘板	0.4×0.25~ 1.27×0.915	30~255	3~36.5	15~150	5~570	20
	碎石机	0.6×0.15~ 1.06×0.18	20~50	4~10	30~55	14~60	5
Pegson	单肘板	0.25×0.4~ 1.67×2.13	12~400	3~177	11~336	7~2000	11
Plonear	单肘板	0.25×0.41~ 1.07×1.22	19~306		11~186	6~662	13

续表 3

制造厂家	型式	给矿口尺寸 (米)	砷矿口 (毫米)	重量 (吨)	电机 (千瓦)	处理能力 (吨或米 ³ /时)	系列中型 号数量
Pregolnveat	单肘板	0.8×0.63~ 1.6×1.25	60~300	17~92	55~160	50~750米 ³	4
	双肘板	0.5×0.4~ 2.0×1.6	30~400	3.6~180	28~250	25~330米 ³	7
Rauma-Repola	单肘板	0.63×0.44~ 2.0×1.6	40~500	5.5~134	45~300	20~1300米 ³	19
Kexnord (Nordberg)	单肘板	0.3×0.91~ 1.07×1.22	38~305	6~45	56~150	18~910	9
Romanis	单和双肘板	0.4×0.25~ 1.2×0.9	20~180	3.5~48	30~110	3~140米 ³	5
Shaopbndge	单和双肘板	0.25×0.61~ 1.07×1.22	19~306	5~43	37~170	10~650	9
Svedala-Arbra (Allis-chalmers 子公司)	单肘板	0.25×0.13~ 2.1×1.7	6~400	1.5~178	11~250	4~1640	13
	双肘板	0.75×0.5~ 1.8×1.47	45~360	12~136	56~200	70~1240	6
Telsmith	单肘板	0.25×0.41~ 1.68×2.13	51~406	22~75	最大336	最大2140	16
Voest Alpine	单肘板	0.3×0.175~ 1.8×1.5	5~380	1~125	11~250	1~450米 ³	11
	双肘板	0.65×0.45~ 1.5×1.3	36~320	11.5~125	55~200	8~310米 ³	7
Weserhütte-Pwh	单肘板(粗/细)	0.4×0.09~ 2.5×1.7	15~450	3~225	11~350	3~1250	20
	双肘板(粗/细)	0.4×0.25~ 2.5×1.7	35~450	4~294	11~320	5~1200	23

沈重产 颚式破碎机技术性能

表 4

机器名称	规 格	出料口尺寸 (毫米)	产品 (吨)	功率 (千瓦)	机器重量 (吨)
复 摆	250×400	20~80	5~20	17	2.5
复 摆	400×600	40~100	25~64	30	6.3
复 摆	600×900	75~200	56~192	80	20
井下复摆	900×1200	150~180	140~200	110	64
复 摆	900×1200	100~200	1500~300	110	49
液压简摆	900×1200	100~180	1400~180	95	68.3
简 摆	1200×1500	130~180	170	180	131
简 摆	1500×2100	170~220	460~600	260	224
复 摆	600×900	75~200	56~192	280	22

颚式破碎机适宜于处理坚硬、韧性和磨蚀性块状物料。而不适宜处理潮湿和粘性物料。片状物料也不适宜采用颚式破碎机。

一般说来, 給料速度必须控制在一定的范围内, 不允许采用阻塞给矿。

破碎的产品一般呈立方体形, 而产品中细粒级含量不会很多的。

颚式破碎机驱动轴上的飞轮是为了使运动和负荷平稳, 因为只有顎板相互靠近时才发生破碎作用。顎板的摆动次数通常为150~400次/分。

近年来, 颚式破碎机的设计有了很大进展, 主要表现为:

- (1) 采用了高深破碎腔;
- (2) 采用了小的咬合角, 在 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 之间;
- (3) 曲线型破碎腔断面;
- (4) 自动润滑装置;
- (5) 安设了事故报警器;
- (6) 迷宫式油封装置;
- (7) 液压装置调节排矿口; 如美国Allis-chalmers公司产品;
- (8) 滚动轴承代替滑动轴承; 用瑞典SKF轴承。
- (9) 采用焊接机架, 降低设备重量;
- (10) 液压系统分段启动装置。

(二) 旋回式破碎机

对于中硬和坚硬矿石和岩石的第一段和第二段破碎, 广泛使用旋回式圆锥破碎机 (简称旋回破碎机)。矿石通过破碎动锥体与外锥体的环形空间, 受挤压而破碎。

旋回破碎机破碎腔间具有相当长的破碎腔和相当陡的咄角。与颚式破碎机相类似, 最大给矿尺寸不能超过给矿口宽度的80%, 但与颚式破碎机不同之处是旋回式破碎机可以直接由运矿车给矿。

对于过大颗粒的处理有不同的方式, 有些矿山把过大颗粒取出进行二次爆破或堆存, 有的矿山在旋回破碎机上部安装有液力或风力冲击锤把过大颗粒击碎。

目前, 比较著名的旋回式破碎机为: