

首届全国选矿机械学术会议 讲座及论文汇编

中国选矿科技情报网

一九八六年

25147
300
6

目 录

首届选矿机械学术会议纪要

第一部份：讲座	(3)
一、破碎磨碎理论和设备的进展.....	(3)
二、浮选设备述评.....	(29)
三、激光测速在选矿研究中的应用.....	(54)
四、球、圆柱、矩柱磁介质的磁场特性.....	(65)
五、RW1—1型微波料位计及其应用.....	(80)
第二部份：破碎磨碎及筛分分级	(93)
一、关于碎磨、分级机械存在问题和发展动向.....	(93)
二、颚式破碎机.....	(95)
三、旋回破碎机.....	(105)
四、圆锥破碎机.....	(117)
五、磨矿机.....	(130)
六、分级设备.....	(148)
第三部份：重选机械	(167)
一、跳汰机.....	(167)
二、摇床.....	(176)
三、圆锥选矿机.....	(197)
四、离心选矿机.....	(205)
五、尖缩溜槽的应用.....	(210)
六、移动式海滨砂矿采选设备.....	(216)
七、水力旋流器速度场的研究.....	(219)
第四部份：浮选机械	(226)
一、CHF—X14M ³ 充气搅拌式浮选机.....	(226)
二、JJF型浮选机设计及工业实践.....	(229)
三、实验室型浮选机.....	(235)
四、浮选柱.....	(239)
第五部份：磁选、拣选及其它	(241)
一、磁选.....	(241)
二、X光电拣选机.....	(260)
三、洗涤浓密机.....	(262)
附：会议论文目录	(265)

首届全国选矿机械学术会议纪要

(1984年9月19日)

中国金属学会选矿学术委员会,在国家科协、中国金属学会等上级领导机关和山东省掖县县委和政府、中国选矿情报网山东掖县联络站的关怀及支持下,于1984年9月15日至19日在掖县莱州宾馆召开了首届全国选矿机械学术会议,来自全国25个省市自治区,133个生产、科研、设计和教学单位的172名代表出席了会议。掖县县委书记,正、副县长等领导同志亲临会议并致词。整个会议得到了掖县县委、县政府和东宋镇党政领导的热情支持和有力的帮助,与会代表深表感谢。

会议论文共63篇,其中有关碎矿、磨矿、筛分、分级方面的27篇,占42.86%,重选方面15篇占23.80%,磁选方面11篇占17.46%,浮选和其它方面各5篇,共占15.88%。展示了近两三年来,我国选矿机械方面的进展。

论文作者在会议上宣读了自己的论文要点,与会代表进行了热烈而活跃地交流和讨论。大会举办了五个讲座,介绍激光测速,微波测料位等新的测试技术,碎磨和浮选设备的国内外进展以及有限差分法在计算磁介质的磁场强度中的应用等。整个会议学术民主、自由讨论气氛浓厚。一些单位还在会议期间展出了产品实物、图片,产品性能介绍,征订广告等,有的还洽谈了订购业务。

进入八十年代后,我国的选矿机械正处于更新改造的时期,本次会议是对我国选矿机械的生产和研究的一次巡礼。会议认为:

1. 必须加强破磨节能的研究,重视降低破碎产品粒度及衬板形状,材质的研究和实践。当前,各级领导对降低碎磨能耗、钢耗,开展碎磨理论和设备的研究工作还不够重视。新型、高效,大破碎比的破碎机的研制工作还比较迟缓,应迅速赶上生产的急需。碎磨试验设备的研制成效较大,碎磨数学模型和实践取得较好进展,还应继续加强。

2. 旋流细筛是我国首先研制成功的高效细粒分级设备,应加速推广使用,并且希望能应用于粗粒分级。应尽快解决高、中频细筛研制中的种种技术关键,以早日应用于磨矿分级流程中。

3. 非对称跳汰周期的跳汰机处理多种矿石已取得良好效果,应进一步在多方面推广使用。与此同时跳汰理论研究也取得新的进展,应继续深入进行。液压技术已成功地应用于跳汰机。多种型式的多层摇床研制成功,扩大了摇床的使用范围。

4. 应该在发展高梯度等强磁场选机的同时,重视改进弱磁场磁选机性能和研制新型磁选机,现在已经取得一定的成果,还应进一步加强研制多种型式和规格的磁选机,以适应各种矿石的需要。

5. 我国虽然已研制成CHF—14m³、JJF等大型浮选机,但为满足各类(包括非金属、化工、建材、煤等等)矿石和不同规模选矿厂对浮选机的不同要求,还必须大力加强浮选机和浮选柱的研制和对现有浮选机的改进。

6. 许多单位,尤其是生产部门对设备的部件,主要是碎磨设备的关键部件做了大量的

研究和改进，为提高现有设备效率做出了贡献，应予以充分肯定，并希望继续努力。

7. 我国自行研制的实验设备蓬勃发展，品种和质量明显提高。但价格偏高，望能大幅度降低成本，以降低售价。

8. 在选矿设备设计中开始采用参数优化、数学模型和应用电算机是我国选矿设备设计工作的新进展，应引起同行的充分重视，以推广，普及。

本次会议只收到5篇浮选机械方面的论文，比例太少，希望从事浮选设备理论研究和浮选机械研制的同行研制出更多的高效浮选设备，生产厂矿的工程技术人员对现有的浮选机做出更多的改进和革新。

会议建议：

1. 尽快组织会议论文编审，出版会议文集。

2. 在1987年召开第二次全国选矿机械学术会议。

与会代表一致表示，通过这次会议肯定了成绩，明确了方向和存在的问题，增强了信心和干劲，为了加速提高我国选矿生产和科学技术水平，各生产、科研、设计和教学部门，必须瞄准选矿机械的世界水平，为研制出多种高效碎磨和选矿设备，改进和革新现有选矿设备，团结起来，共同奋斗。

经研究，本会议“文集”委托中国选矿科技情报网编辑出版。

~~~~~  
编者按：除了会议讲座全文刊登外，其它会议论文委托李正骅、罗茜和王宏勋同志进行了汇编。由于水平所限，难免有不妥之处，请批评指正。论文的“参考文献”全略。

由于多种原因，本“文集”的出版日期拖延了，深表歉意。

1986年9月

# 第一部份 讲 座

## 破碎磨碎理论和设备的进展

北京矿冶研究总院 王宏勋

破碎与磨碎是选矿厂生产中必不可少的一项重要的工艺过程。据不完全统计全世界每年约有40亿吨矿石物材需经过破碎与磨碎加工。其能耗约占全世界能耗的3~4%，钢耗达600万吨。70年代发展起来的大型化破碎与磨碎设备，在国外选矿厂的生产实践中出现了一系列问题。所以，进入八十年代的今天，破碎与磨碎设备的规格不会继续增大。也就是说，大型化的发展已趋于停止，碎磨工艺、设备和理论研究的发展动向是降低能耗，降低钢耗，提高经济效益。

### 一、多碎少磨的节能型碎磨流程引起重视

在选矿厂的设计和生产中，确定合适的破碎最终产品粒度是一个很重要的问题，因为它直接影响到磨矿机的处理能力，单位产品的能耗和破碎作业的负荷量大小。

世界上最大的破碎机和磨磨机

| 机器类型        | 规格尺寸         | 制造厂家 (国家)         |
|-------------|--------------|-------------------|
| 颚式破碎机 (单肘板) | 2100×1500    | Svedala—Arbra, MH |
| 颚式破碎机 (双肘板) | 2500×1800    | IBAG, Krupp       |
| 旋回破碎机       | 1830         | Allis—Chalmers    |
| 圆锥破碎机 (弹簧式) | φ3050, φ3000 | Nordberg, y3TM    |
| 圆锥破碎机 (液压式) | φ2130        | Allis—Chalmers    |
| 棒 磨 机       | φ4700×6200   | Allis—Chalmers    |
| 球 磨 机       | φ5500×13000  | Allis—Chalmers    |
|             | φ6500×96500  | A/S Sydvaranger   |
| 自 磨 机 (短筒型) | φ6100×12000  | SALA, GEC         |
| 自 磨 机 (长筒型) | φ11000×5200  | Allis—Chalmers    |
|             |              | Koppers           |
| 砾 磨 机       | φ6100×12000  | GEC公司             |

国内外选矿厂的大量实践结果表明，降低破碎产品粒度是降低磨矿作业的单位能耗的有效措施，东鞍山烧结厂的大量实践，也证实了这个结论，

东鞍山烧结厂破碎产品粒度与球磨机处理能力关系

| 破碎产品粒度 mm   | 40~0  | 35~0  | 30~0  | 20~0  | 16~0  | 12~0 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 磨矿机处理能力 吨/时 | 40    | 45    | 47    | 50    | 54    | 58   |
| 磨矿机相对处理能力 % | 100.0 | 112.5 | 117.5 | 125.0 | 135.0 | 145  |

日本久保田工株式会社提供的资材也表明了产品粒度与磨机处理能力影响很大。

破碎产品粒度对磨矿机处理能力的影响（久保田资料）

| 破碎产品粒度（毫米）  | - 40 | - 25 | - 20 | - 9 | - 6 | - 3.36 |
|-------------|------|------|------|-----|-----|--------|
| 磨矿机相对处理能力 % | 83   | 93   | 100  | 117 | 120 | 138    |

东鞍山烧结厂通过一系列技术改造，使破碎产品中-12毫米粒级含量由35.9%增加到62.5%，因而磨矿机处理能力得到大幅度地提高。

国外资材介绍了一幅图表，该图说明了对某一种矿石试验和计算得到的破碎产品粒度与功耗的关系。

图中曲线1和曲线2分别为破碎产品粒度和功耗之间变化关系，曲线3是由曲线1、2合成。可以由曲线3确定最适宜的破碎产品粒度。表示在曲线3上的最佳产品粒度，对于试验矿石而言为9~12毫米。当然如果矿石性质不同，最佳破碎粒度值也有所改变。

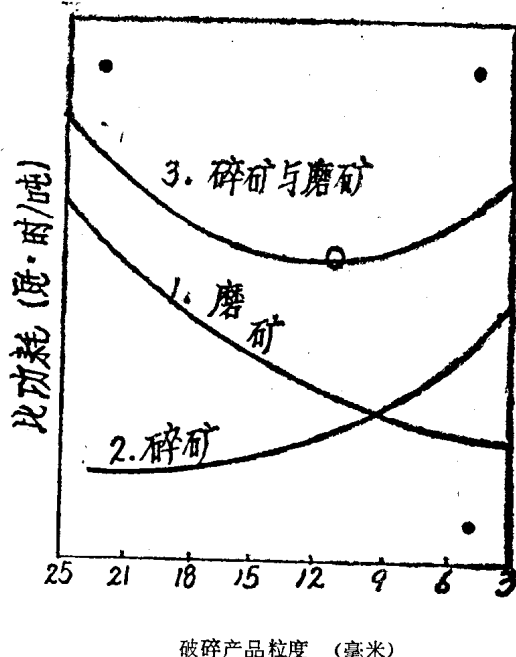
目前我国选矿厂的破碎产品粒度大约在20~30毫米左右，对于球磨机给矿而言过于粗，应当采取适当的技术措施降低之，以降低碎磨作业的能耗。

对于棒磨机的给矿粒度，国内外经验也表明，降低其给矿粒度，对减少钢棒缠绕，降低能耗和钢耗，改善磨矿效率也有着重要的影响和现实意义。

关于破碎最终产品粒度大小和其粒度分布情况，以及其如何影响磨矿机工作效率这一课题已有很多学者进行了研究。美国磨矿专家C.A.Rowland认为：磨矿机之作业效率与给矿粒度之间有着极密切的关系和影响，他根据F.C.Bond的经验提出：“对于棒磨机和球磨机而言存在着一个最佳给矿粒度 $F$ ，其值与功指数 $W_i$ 有关，可用下式计算。

$$\text{棒磨机 } F_{\circ\circ} = 16000 \sqrt{\frac{13}{W_{\circ\circ}}} \quad (\text{微米})$$

$$\text{球磨机 } F_{\circ\circ} = 4000 \sqrt{\frac{13}{W_{\circ\circ}}} \quad (\text{微米})$$



最终破碎产品粒度与功耗关系

式中  $F_{0r}$  为棒磨机最佳给矿粒度，微米；

$F_{0b}$  为球磨机最佳给矿粒度，微米；

$W_{ir}$  为棒磨功指数；

$W_{ib}$  为球磨功指数。

从上式可以看出，磨矿机最佳给矿粒度与功指数的平方根成反比，也就是说对于硬而难磨的矿石（ $W_i$  高一些的），最佳给矿粒度应小一些，而对于软而易磨矿石（ $W_i$  低）最佳给矿粒度应大一些，如给矿粒度值超过最佳值，磨机的工作效率将要降低，为完成指定的处理矿石量和产品粒度，磨矿机的功率将增加，也就是磨矿机的规格要加大。其增加的倍数可用下式计算：

$$EF_4 = \frac{[R + (W_i - 7)] \left[ \frac{F - F_0}{F_0} \right]}{R}$$

式中  $EF_4$ ——为给矿粒度影响磨矿机功率系数；

$R$ ——为破碎比；

$$R = F_{80}/P_{80}$$

$W_i$ ——为功指数；

$F_{80}$ ——给矿中80%通过的筛孔尺寸；

$P_{80}$ ——产品中80%通过的筛孔尺寸。

C. A. Rowland 还介绍，当磨矿机处理过大颗粒的物料时，功率可能增大30%。

J. C. Farrant 和 R. North 认为：“当生产更细的破碎产品使破碎工作更耗费和更复杂时，和当磨矿工作处理粗粒给矿效率低时，从破碎转为磨碎的最经济的问题自然发生”。

如 Frood 和 Stobie 矿（功指数为12.7和11.2）由于棒磨机给料中缺少细粒物料， $\frac{3''}{4}$ （—18毫米）占5~8%造成棒在磨机中缠结，生产指标不佳，1972年开始添加细料试验，约加入 $\frac{3''}{4}$ 占20~25%细料，收益如下：

有效地消除了棒的缠绕；

处理能力从325吨/时提高到375吨/时；

磨矿效率大约提高了24%（由71.4%提高到95.0%）；

功率消耗节省5%；

运转噪音明显降低，从114分贝降至100分贝。

根据格鲁姆和凡果达铅锌选矿厂的三个生产系列也采用棒磨机粗磨细粒给料。该厂采用三段闭路破碎。破碎最终产品粒度为—13毫米。磨矿作业采用两段磨矿，第一段用棒磨机，第二段用球磨机。磨矿产品粒度为65%—74微米粒级。有效地解决了棒磨在磨矿机中运动的干扰现象。

我国某些选矿厂在1958年曾进行过降低破碎产品最终粒度的尝试。结果同样证明，可提高球磨机处理能力。

水口山矿务局圆锥破碎机的排矿口由12毫米降低至8毫米，球磨机处理能力提高了10%左右。

石咀子选矿厂的检查筛的筛孔由8毫米降低至7毫米，破碎最终产品中—0.075毫米粒级

产品百分含量增加5%，磨矿机产品中-0.075毫米粒级产品也增加5%。

江西某钨矿的棒磨机的给矿粒度变细后，棒磨机的处理能力提高了。

棒磨机处理能力变化

|                   |     |      |      |      |
|-------------------|-----|------|------|------|
| 给矿中+12毫米含量        | %   | 24.4 | 18.4 | 17.7 |
| -1.2毫米占85%磨矿机处理能力 | 吨/时 | 3.59 | 5.03 | 5.06 |

易门小木奔选矿厂历年生产经验也得出了的破碎产品粒度与磨矿机处理能力的关系。

小木奔选矿厂破碎粒度与磨矿机处理能力关系

|            |     |       |       |       |       |
|------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 年          | 份   | 1960  | 1961  | 1962  | 1963  |
| 破碎产品中+18毫米 | %   | 14.40 | 5.79  | 2.25  | 1.49  |
| 球磨机处理能力    | 吨/时 | 50.06 | 53.87 | 60.40 | 64.25 |

降低破碎最终产品粒度的途径

降低破碎最终产品粒度是一个综合性结果，因此可以从设计、研究、装备、操作维护等几个方面着手。

### 1. 选用合适的破碎腔的几何形状和运转参数

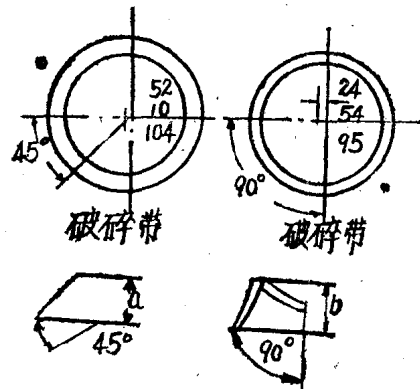
生产磨矿机给料的设备，即生产破碎最终产品的设备，通常是采用圆锥破碎机。降低破碎最终产品粒度，就是如何降低短头型圆锥破碎机的排矿粒度。

在圆锥破碎机中，物料的破碎是在可动锥体与固定锥体之间进行的。破碎机处理能力和产品粒度的大小是由破碎腔中两个主要机械因素所决定的：第一是破碎锥体的锥角、形状和高度；第二是动锥体运动的偏心距和运转速度。

所示的两种几何形状的破碎腔断面，都是目前在生产中应用的，然而它们对破碎同样数量的给矿而言，物料得到的破碎比却完全不同，可比较一下，当把这两种形式圆锥破碎机都用于细碎，给矿的上限粒度是30毫米，且排矿口也相同。我们将看到，那台偏心距较小的破碎腔的破碎机（Ⅱ型），比偏心距大的短破碎破碎机（Ⅰ型）的产品细些，其原因在于物料在前一种破碎机中受到的破碎作用较好，破碎比也比较大。

Ⅰ—短破碎腔（a），动锥转数212转/分，闭置时排矿口尺寸6毫米，开置时排矿口尺寸110毫米，平均排矿口尺寸58毫米，偏心度52毫米，偏心摆幅104毫米。

Ⅱ—长破碎腔（b），动锥转数210转/分，闭置时排矿口尺寸6毫米，开置时排矿口尺寸54毫米，平均排矿口尺寸30毫米，偏心度24毫米，偏心摆幅48毫米。

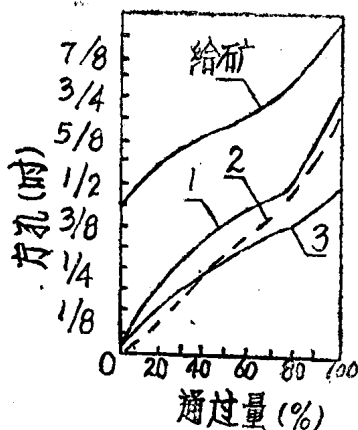


两种破碎腔比较



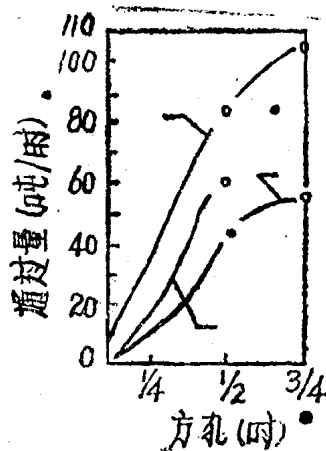
三种细碎破碎机具有不同的偏心距，给矿来自同一矿仓，细碎破碎机2、3因具有较小偏心距，都可获得更多的细粒产品。细碎破碎机1的排矿口比细碎破碎机2、3大40%。

从这些试验中所获得合格产品的占有量可看出，功率较大的破碎机所生产的合格粒级产品数量也较多。



产品粒度分布比较

1—大偏心距细碎破碎机；  
2、3—小偏心距细碎破碎机



合格产品占有率比较

1、3—小偏心距细碎破碎机，  
2—大偏心距细碎破碎机

我国沈阳重型机器厂生产的圆锥破碎机是属于大偏心距、短破碎腔、低转速类型产品。目前，国外如Allis—Chalmers公司、瑞典Svedala—Arbra公司、西德Humboldt公司、日本川崎公司、神户公司的产品都采用高深式非阻塞型破碎腔断面和小偏心距，并且具有较高的运转速度。

总之，减少破碎机的偏心距和排矿口宽度，加长破碎腔深度，适当提高破碎机运转速度，可获得较细的破碎产品。

## 2. 改进操作

圆锥破碎机的合理给矿是一项很重要的操作条件，在现场生产中，往往由于给矿系统结构型式不合理，引起破碎机一侧工作。使破碎机的效率不能发挥，破碎空间不能充分利用。美国Nordberg公司的破碎机安装有旋转式给矿器，Allis—Chalmers公司采用错位配置漏斗和矿石分配盘装置改善破碎机给矿，使物料均匀给入破碎机。

圆锥式破碎机在充满给矿的情况下，既可以充分发挥破碎机的能力，又可以使产品粒度变细。

在流程配置上要注意不要使循环负荷（筛上矿物）直接返回闭路细碎机，而要经过中间矿仓后再给入细碎机，使其负荷稳定均衡，使循环负荷的变化不直接影响细碎机的工作。

鞍钢东鞍山烧结厂采用三段一闭路破碎流程，长期以来存在着细碎能力不足，细碎效率低（-12毫米合格粒级仅有35%），衬板寿命短等问题。为此，该厂对细碎机进行了一系列改造，主要有减小偏心距，加快动锥速度，改变了衬板的几何形状和材质，减小装配间隙，改进油冷装置，在操作上使给矿均匀，并使破碎机在满负荷状态下运转。试验考查结果表明，细碎机效率显著提高，-12毫米含量由35.9%增加到62.5%，大块含量（>18毫米）

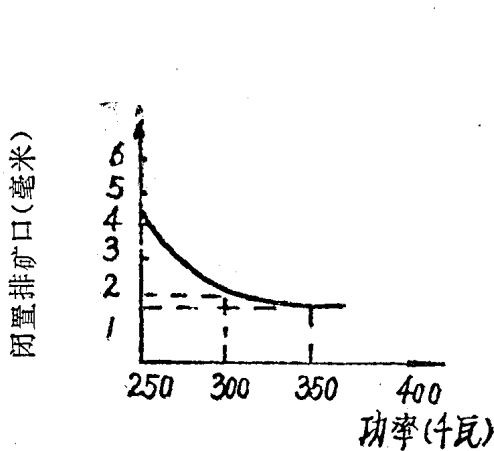
由30.43%减少到7.94%，处理能力大为提高；衬板寿命提高25%，每年可节省衬板费用约20万元。

3. 运用功率控制产品粒度

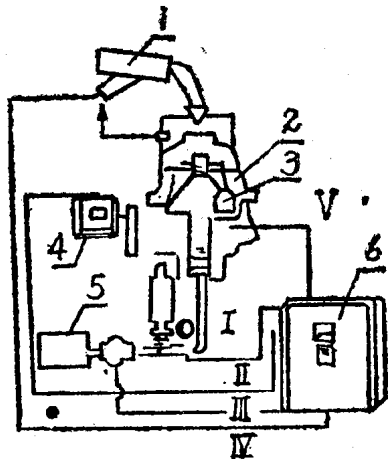
在破碎筛分作业中，要想从技术效果的角度处理好产品的数量和细度（质量）关系，必须对下述两个独立因素加以控制。

- 第一，控制破碎机的功率消耗，它直接影响破碎机的处理能力。
  - 第二，控制破碎机单位处理能力的功率消耗（比功耗），它影响到产品的细度。
- 但是，在实际生产中，所能控制的变量是给矿量和破碎机排矿尺寸。

当排矿口调整到接近合理的数值时，给矿量与破碎机所消耗的电能成直线关系，但是破碎的比功率趋向于一个常数。在排矿口变化的情况下，功率则以一个指数关系变化。



排矿口变化与功率关系



Allis—Chalmers公司圆锥破碎机和自动控制系统（ASR）

- 1—给矿机，2—细碎机固体锥，3—细碎机动锥，
- 4—电机，5—油箱，6—控制系统
- I—油压，II—电机负荷，III—排矿口调节，
- IV—给矿调节，V排矿口指示

由图可见，排矿口的较小变化，引起消耗功率较大的变化。如果我们在破碎机运转过程中改变排矿口的大小，就可影响到破碎机的处理能力（功耗）。实际上破碎机的偏心距、转速和破碎腔形状是已经选定的，只有改变排矿口的大小来改变破碎机的功耗，改变破碎产品的粒度特性。为此，各国很多学者都在注意研制功率—产品自动控制器。

最近，Allis—halmers公司获得了两项破碎流程专利。专利采用了液压圆锥破碎机和自动控制装置，采用调节排矿口，填满给矿，使破碎机在高功率值下满负荷运转，有效地利用了输入能量，生产出最多数量的尽可能细的磨矿机给料。Allis—Chalmers公司在菲律宾某矿的工业试验结果表明，可以使选矿厂碎磨能耗降低50%，并减少了金属消耗。

Babbittloss公司创造的BS704UF型液压超细碎圆锥破碎机也具有这种特性。

4. 采用小规格液压圆锥破碎机

采用小规格液压圆锥破碎机是降低破碎产品最终粒度的一项行之有效的技术措施，是新

建造矿厂的一个值得注意的动向。

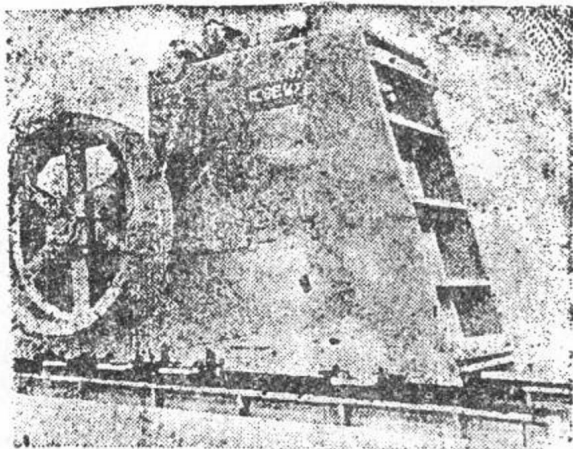
瑞典Kiruna铁矿选矿厂采用了11台36" ( $\phi 916$ 毫米) Allis—Chalmers型(Svedala—Arbra制造) 液压圆锥破碎机。这个流程的特点是机动灵活, 可确保选矿厂生产稳定, 而且以可获得相当细的磨矿机给料( $-10$ 毫米)。我们知道, 大型破碎机的最小排矿口也大, 所以不易获得较细产品。

## 二、大破碎比破碎机得到发展

为了适应“多碎少磨”的节能工艺流程的需要, 许多制造厂家都在大力开发新型节能型高效大破碎比破碎机。如美国Allis—Chalmers公司生产了可调节排矿口的大型液压旋回式破碎机, 该机采用了高深式破碎腔, 增大了破碎比, 改善产品粒度的均匀性。

日本神户制钢所运用了“压缩层破碎”理论研制了新型双肘板大破碎比的高效颚式破碎机。其破碎比为普遍颚式破碎机的三倍。1000毫米的原矿石经过一次破碎, 产品粒度可达60~80毫米; 因此可取消第二段破碎。

美国Allis—Chalmers公司和瑞典Svedala—Arbra AB在原生产的液压圆锥破碎机的基础上研制成功了新型产品, 该机具有偏心距小, 动锥摆动频率高和破碎腔深等特点。



日本神户制钢所制造的大破碎比颚式破碎机

M200型液压圆锥破碎机(Svedala—Arbra AB, Sweden), 破碎腔分为粗、中、细三种类型, 处理能力为19~103吨/天, 偏心摆幅16~25毫米, 电动机功率为45~75瓩, 装置外形尺寸(高度)4200毫米, 机器本身高度1900毫米, 重5.3吨。

这种类型破碎机装设在菲律宾某铜矿, 工业试验和试生产表明, 比常规破碎机能耗低50%, 产品中 $-6$ 毫米粒级含量在60%以上。

### Allis型液压圆锥式破碎机

液压式圆锥式破碎机是1984年美国Allis—Chalmers公司首创的。这种设备的最大特点是采用液压系统, 实现了液压保护和液压调节排矿口。破碎机按其用途可分为粗型、中间型和细型三种。每种破碎机都可以采用更换偏心套的方法改变偏心距的大小, 以适应破碎不同类型矿石和岩石的需要。

液压式圆锥式破碎机在结构上和液压式旋回式破碎机十分相近。

该机的特点是: ①破碎能力大; ②结构简单, 制造容易; ③液压控制系统性能良好, 运转可靠。

液压系统有下述三个作用: ①调节排料口尺寸。破碎机的主轴是采用压力油支承的、因此油压室的油的进出作用, 就会使主轴上升或下降, 从而达到调节排料口尺寸的目的。

22"的小型形锥式破碎机采用手动齿轮泵, 36"~84"圆锥破碎机则采用电动齿轮泵给油压室供油。调节排料口时, 只需一个人在一分钟内就可以完成。操作非常安全, 没有必要拆

开设备，也不需任何辅助设施。当破碎机可动锥体和固定锥体衬板磨损后，可以采用主轴上升来弥补因磨损造成排料口加大问题。这样使得破碎机可以经常维持在给定的排料口工作。

### ②排出破碎腔中的矿石

倘若破碎机因停电以及其它外界原因而造成事故停车时，停留在破碎腔中的矿石，可以借助于液压系统使破碎机可动锥体下降，排矿间隙增大，从而把矿石排出破碎腔，不必象旧式破碎机那样把碎石一个个挖出来，这不仅改善了岗位操作人员的劳动强度，而且可以很快地排除故障进行生产。

### ③保护破碎机

如破碎机内混进非破碎物（如铁块等）时，支持破碎锥的油压室中压力增高，超过储能器中气体的压力，致使储能器被压缩，此时油从油压室流到储能器一边。破碎锥自动下降，使非破碎物排出。当排除故障后，储能器使油回输到油压室里，破碎锥就自动回复到原来正常工作的位置。

Allis—Chalmers公司生产的液压圆锥式破碎机在结构上还有一个特点，就是高锰钢制的衬板和机体、锥体之间是经过磨削加工的，因此不采用灌锌工艺。

Allis—Chalmers公司液压圆锥式破碎机和该公司生产的液压旋回式破碎机一样，取得了美国、日本、加拿大、西德和瑞典等国的专利权。该公司并把生产该机专利权转卖到加拿大、日本、瑞典和西德等国。

Allis—Chalmers公司M. D. Flavel曾用新型的小偏心距圆锥破碎机与常规用细碎机和湿式半自磨机进行了处理斑岩铜矿的试验，试验结果（矿石的功指数 $W_i = 13$ ）表明新型小偏心距液压圆锥破碎机的能耗比常规细碎机低25%，比半自磨低53%，而且设备安装功率常规细碎比新破碎机要高25%。

**破磨设备能耗和成本相对值比较**

| 项 目     | 新型圆锥破碎机 | 常规细碎机 | 半自磨机 |
|---------|---------|-------|------|
| 运转率 %   | 0.95    | 0.95  | 0.80 |
| 设计的功率系数 | 1.05    | 1.05  | 1.25 |
| 磨碎比能耗   | 1.00    | 1.25  | 1.53 |
| 安装功率    | 1.00    | 1.25  | 1.86 |
| 碎磨设备投资  | 1.00    | 1.25  | 1.86 |
| 金属磨耗    | 1.00    | 1.25  | 1.53 |
| 每吨产品费用  | 1.00    | 1.25  | 1.53 |
| 投资回收    | 100%    | 60%   | 25%  |
| 与半自磨比较  | 4倍      | 2~4倍  | 1    |

### 旋盘式破碎机

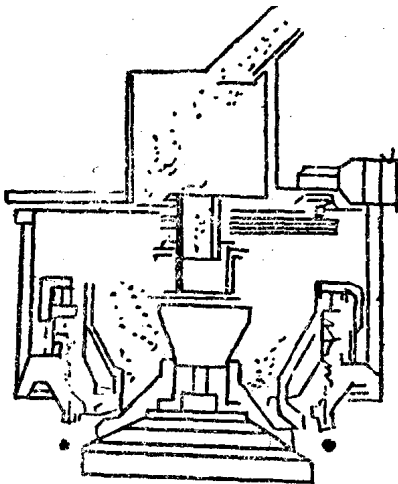
为了增大细碎圆锥式破碎机的破碎比，试图在磨矿作业前能较为经济地获得—6毫米的细粒产品。从1960年起美国Nordberg公司就开始研究一种压力式破碎机，称为旋回盘式破碎机（简称为旋盘式破碎机）。其实质是一种改进了破碎腔型式的圆锥式破碎机。

旋盘式破碎机从外形看和普遍的Symons型圆锥式破碎机很相似。

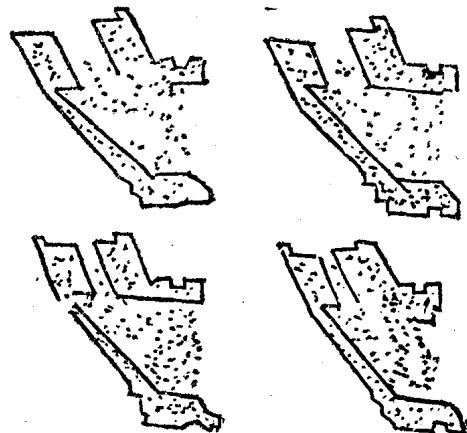
500型和600型液压圆锥破碎机技术性能

| 破碎机<br>型号 | 电机<br>功率<br>(马力) | 给矿口<br>(毫米) | 破碎腔<br>类型 | 顶部<br>臂数 | 闭合边排矿口与处理能力 吨/时 |          |          |          |          |          |          |          |          |  | 开路 |
|-----------|------------------|-------------|-----------|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|----|
|           |                  |             |           |          | 10<br>毫米        | 13<br>毫米 | 16<br>毫米 | 19<br>毫米 | 22<br>毫米 | 25<br>毫米 | 32<br>毫米 | 38<br>毫米 | 51<br>毫米 |  |    |
| 500       | 125—<br>250      | 89          | 细         | 3        | 118             | 150      | 159      | 172      | 181      | 186      |          |          |          |  |    |
|           |                  | 127         | 中细        | 3        |                 | 159      | 168      | 181      | 186      | 190      |          |          |          |  |    |
|           |                  | 152         | 中         | 2或3      |                 | 154      | 172      | 190      | 209      | 227      | 249      | 289      |          |  |    |
|           |                  | 178         | 中粗        | 2        |                 |          | 181      | 200      | 218      | 236      | 268      | 304      |          |  |    |
|           |                  | 254         | 粗         | 2        |                 |          |          | 209      | 227      | 249      | 281      | 313      |          |  |    |
| 600       | 200—<br>300      | 76          | 细         | 3        |                 | 204      | 218      | 236      | 245      | 258      |          |          |          |  |    |
|           |                  | 102         | 中细        | 3        |                 | 218      | 240      | 254      | 263      | 263      |          |          |          |  |    |
|           |                  | 178         | 中         | 2或3      |                 |          | 254      | 268      | 290      | 313      | 349      | 395      |          |  |    |
|           |                  | 254         | 中粗        | 2        |                 |          |          | 277      | 299      | 331      | 372      | 417      | 508      |  |    |
|           |                  | 305         | 粗         | 2        |                 |          |          |          | 317      | 349      | 395      | 440      | 553      |  |    |

| 型号  | 电机<br>功率<br>(马力) | 给矿口<br>(毫米) | 破碎腔<br>类型 | 顶部<br>臂数 | 闭合边排矿口与处理能力 吨/时 |     |        |     |        |     |        |     |        |     | 闭<br>路 |  |
|-----|------------------|-------------|-----------|----------|-----------------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|--|
|     |                  |             |           |          | (6毫米)           |     | (10毫米) |     | 13(毫米) |     | 16(毫米) |     | 19(毫米) |     |        |  |
|     |                  |             |           |          | A               | B   | A      | B   | A      | B   | A      | B   | A      | B   |        |  |
|     | 125—<br>250      | 89          | 细         | 3        | 81.6            | 122 | 90.7   | 136 | 113    | 177 | 122    | 186 | 132    | 204 |        |  |
|     |                  | 127         | 中细        | 3        |                 |     |        |     | 122    | 186 | 127    | 195 | 141    | 213 |        |  |
|     |                  | 152         | 中         | 3        |                 |     |        |     |        |     | 132    | 204 | 150    | 227 |        |  |
| 600 | 200—<br>300      | 76          | 细         | 3        |                 |     | 127    | 195 | 154    | 240 | 168    | 254 | 177    | 277 |        |  |
|     |                  | 102         | 中细        | 3        |                 |     |        |     | 168    | 554 | 181    | 281 | 195    | 299 |        |  |
|     |                  | 173         | 中         | 3        |                 |     |        |     |        |     | 195    | 299 | 204    | 313 |        |  |



旋盘式破碎机



旋盘式破碎机破碎腔剖视图



破碎机破碎腔的上部形成了一个圆锥形漏斗，工作时充满了待破碎的物料，形成了类似“压头”的作用，而改善了破碎机的工作效果。Nordberg公司已生产了36″，48″，54″，66″，84″五种规格。最近报导84″旋盘式破碎机已在工业生产中得到应用，并取得了良好效果。该机的主要特点是①增大了非控制粒度区破碎腔体积；②在平行区改变了破碎腔结构型式，平行带很短，但角度很平缓，并做成环状“重块”式的特殊结构。其工作过程在图9中已表示得很清楚；③破碎比大；产品细而均匀；从而减少了磨矿设备的负荷；④适用于细碎。

旋盘式破碎机吸收了Symons型圆锥式破碎机和冲击作用原理的破碎机的特点，利用多层颗粒的内部研磨和冲击压力作用破碎矿石。

Nordberg公司生产的旋盘式破碎机已在美国、南非和英国大量应用。有人认为采用旋盘式破碎机生产磨矿机的给料，建设投资大为节省。特别是大型84″旋盘式破碎机供应市场后，更加引起各国选矿厂工作者的注意。看来，用它代替棒磨机是完全可行的因为大量地实践已表明84″旋盘式破碎机产品中—6毫米粒级含量高达67%。至于用它代替现场广泛使用的短头型圆锥式破碎更是具有重要的现实意义。Nordberg公司正在准备生产120″旋盘式破碎机供应矿山使用。

据美国的某铁燧岩选矿厂应用旋盘式破碎机的试验表明：旋盘式破碎机最终破碎产品为6毫米时，可以将该厂碎磨设备流程中第一段棒磨机取消，改用球磨机生产，结果电耗可节省2.04瓩·时/吨。1980年J.C.Mtz在《选矿厂设计》一文中指出，在三段开路破碎和棒磨一球磨生产流程中，增加第四段细碎机代替棒磨机，可节约电耗2.2瓩·时/吨，引人注目。

旋盘式破碎机的性能

| 旋盘式破碎机规格 |        | 动锥直径<br>吋(毫米) | 破碎机处<br>理能力<br>吨/时 | 细产品每小时处理能力 吨/时 |         |         |         |         |           |         |             |                  |
|----------|--------|---------------|--------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|-------------|------------------|
| 英制       | 公制     |               |                    | 9<br>毫米        | 6<br>毫米 | 5<br>毫米 | 3<br>毫米 | 2<br>毫米 | 1.6<br>毫米 | 1<br>毫米 | 0.833<br>毫米 | 标准<br>C—33<br>砂样 |
| 36"GD    | 900GD  | 36"<br>(914)  | 75                 | 60             | 50      | 35      | 30      | 23      | 18        | 15      | 10          | 20—25            |
| 48"GD    | 1200GD | 48"<br>(1219) | 120                | 105            | 80      | 55      | 45      | 40      | 30        | 25      | 17          | 35—40            |
| 54"GD    | 1400GD | 54"<br>(1371) | 140                | 125            | 90      | 65      | 50      | 45      | 35        | 30      | 20          | 40—45            |
| 84"GD    | 2100GD | 84"<br>(2134) | 280                | 250            | 180     | 130     | 100     | 90      | 70        | 60      | 40          | 80—90            |

#### BS704UF型超细碎圆锥破碎机

Babbittless公司生产了BS704UF型超细碎圆锥式破碎机。这种破碎机是专门为生产0~10毫米细粒级破碎产品而设计的。破碎机处理能力约为50吨/时，破碎后产品中0~3.35毫米粒级含量为45%，而0~6.3毫米粒级含量则高达80%。

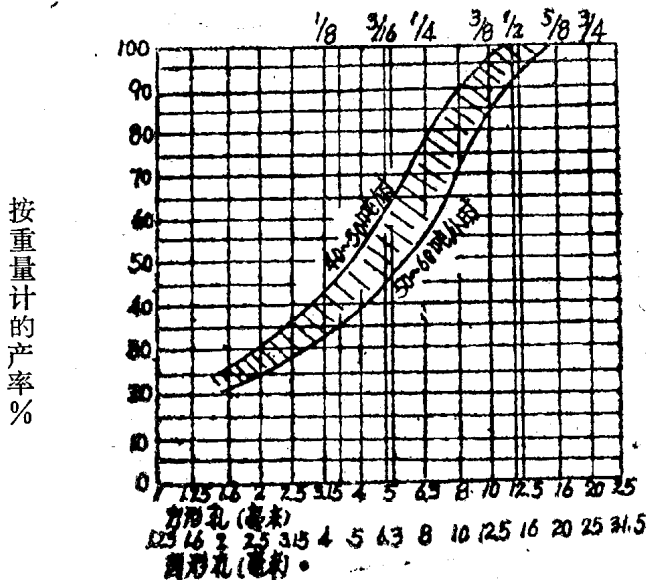
BS704UF型超细碎圆锥破碎机是该公司BS700系列破碎机的一种新产品。所以该机具有BS700系列破碎机所有优点。

该机动锥体旋回速度较高，所以处理能力强。该机采用了非常坚固的组合式机架，主轴采用高强度特殊合金钢锻制。破碎机动锥体支承在滚柱轴承上，由于不需设置冷却系统，而显著地减少动力消耗。该机最大特点是没有采用锥形齿轮传动，而是由电动机通过皮带轮直接驱动偏心套，因而机械效率较高。破碎机可以在满载时起动。

破碎机可以通过主轴的液压支承装置可以在机器运行时自动地远距离控制排矿口的宽度。液压支承装置系统还包括了新型的Babbittless过载双保护装置。

在该过载保护装置中有独立的瞬时过载保护装置和延时过载保护装置。瞬时过载时，液压气动的蓄能器允许排矿口稍微增大以排除不太严重的阻塞。然后破碎机的排矿口又自动地恢复正常工作位置。

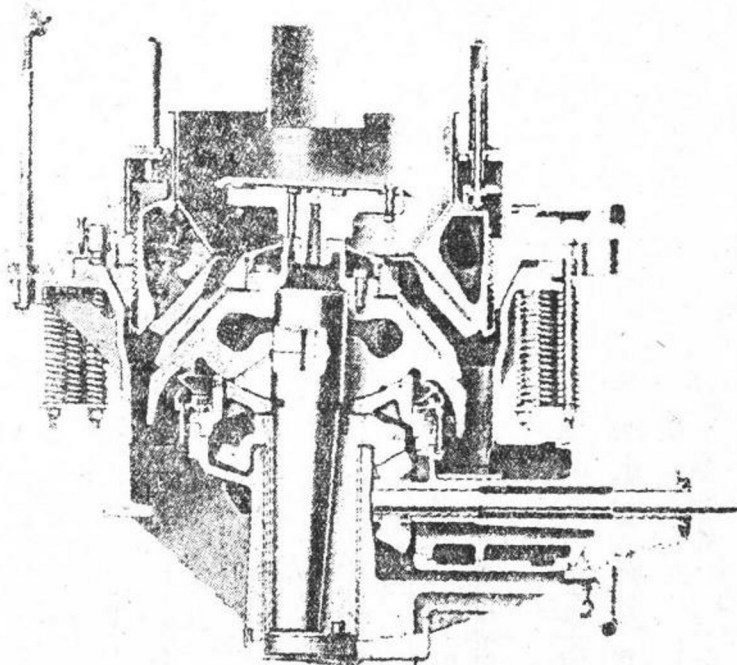
在延时过载或非常严重过载情况下，电动液压装置移动破碎机的主轴使排矿口处于完全打开的状态并且联锁地关闭破碎机的电动机及启动警报器向操作者报警。这样，就大为减轻了由于破碎腔内物料中夹杂金属或因物料本身堵塞所造成的极其严重的危险



BS704UF超细碎圆锥破碎机破碎产品粒度曲线

Rexnord公司近来生产了一种超重型短头式Symons型圆锥破碎机。该机具有特殊设计的破碎腔。当给矿粒度为45毫米时，破碎产品粒度 $P_{z0}$ 可达6~7毫米。世界上最大的铜选矿厂（布干维尔选矿厂）采用了16台 $\phi 2130$ 超重型短头式圆锥破碎机，加大了破碎力，使破碎产品粒度 $P_{z0}$ 由10毫米下降至6.5毫米，同时降低了破碎比功耗10%。大大改善了球磨机工作条件。

苏联UexaHop等从50年代就开始进行大破碎比惯性振动式圆锥破碎机的研究，经过30年不断改进和完善，现已完成了 $\phi 300$ ， $\phi 600$ ， $\phi 1750$ 毫米机的试验和 $\phi 2200$ 毫米机的设计。试验结果表明破碎产品粒度可达—6毫米80%左右。



Rexnord公司超重型短头式圆锥破碎机

惯性振动圆锥破碎机性能

|                                            | КИД—300 | КИД—600 | КИД—1750 | ИДК—2200<br>(设计值) |
|--------------------------------------------|---------|---------|----------|-------------------|
| 破碎锥体直径 (毫米)                                | 300     | 600     | 1750     | 2200              |
| 最大给矿粒度 (毫米)                                | 20      | 50      | 90       | 110               |
| 体积处理能力 (米 <sup>3</sup> /时)<br>(中硬矿石,水份<4%) | 1       | 13      | 90       | 150               |
| 破碎产品标准粒度 (毫米)<br>(<5%, >此粒级)               | 2       | 8       | 10       | 15                |
| 电动机功率 (瓩)                                  | 10      | 75      | 500      | 800               |
| 破碎机重量 (吨)<br>(不包括电机的附属设备)                  | 1       | 5.5     | 90       | 140               |
| 外形尺寸 (毫米)                                  |         |         |          |                   |
| 长                                          | 1300    | 2270    | 6500     | 6600              |
| 宽                                          | 800     | 1280    | 4000     | 4000              |
| 高                                          | 1450    | 2170    | 5400     | 6400              |

### 三、对移动式破碎机组引起重视

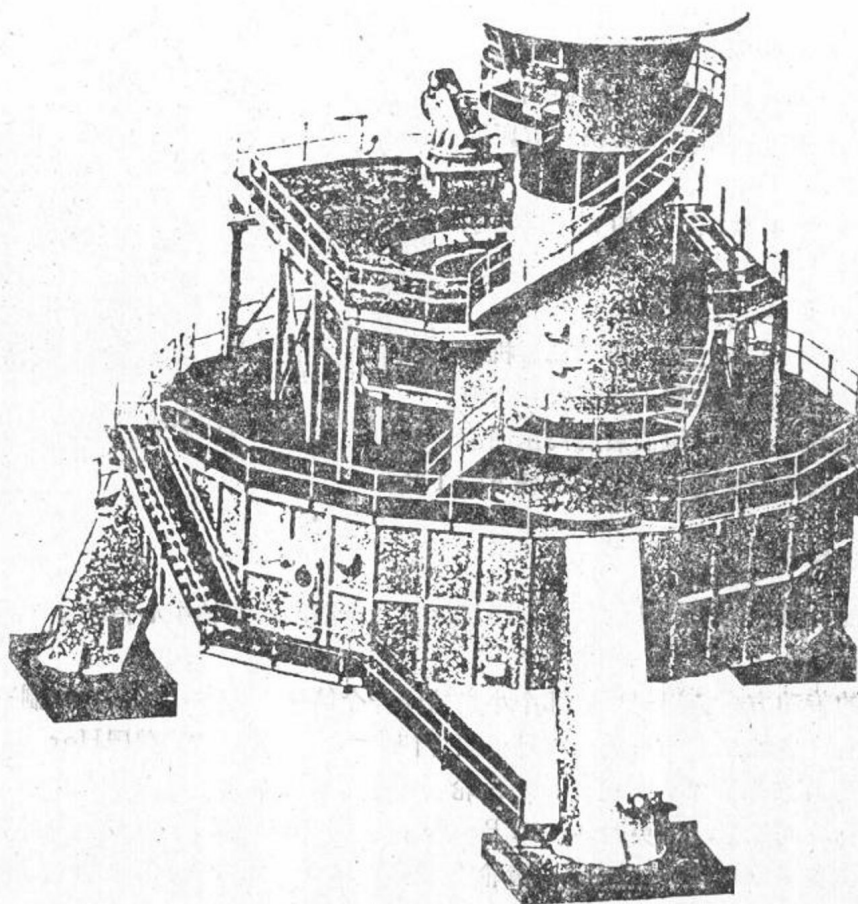
近年来, 由于大型矿山采矿场远距选矿厂和港口, 故给运输造成了困难。有的矿山采用长距离钢芯高强度皮带运输机把采出的矿石运送到选矿厂或输出港口。为了发挥皮带运输机效率使其在合理的条件下工作, 要求在采场进行粗碎。即使采用大型电动轮汽车运输矿石,

为了提高汽车装载系数，也需将大块矿石进行破碎。这就促进了移动式破碎机组和半移定式破碎机组的发展。

美国Allis—Chalmers公司已生产了1370旋回破碎机移动式装置。1524旋回破碎机移动机组正在制造中。这种机组配合10.9米<sup>3</sup>电铲，三班工作，每天可破碎矿石4.8万吨。

最近，美国Allis—Chalmers公司和Duval公司铜矿进行了大型旋回破碎机移动式装置进行了试验，据报导可节省破碎和运输费用，经济效果显著。

移动式破碎机组已引起矿山工作者极为广泛的注意。



大型移动式破碎机组

#### 四、从节能角度研制新型磨矿机改善磨矿机性能

由于能源费用的增长，迫使磨矿机的研究和制造工作增加了改善整个磨矿机和磨矿作业效率的内容，并以节能角度完成这一课题。通过不断完善和改进磨矿机结构，提高易损件寿命，提高设备可靠性和耐性，以及降低设备重量等来达到节能等目的。

##### 轴承

液压式动力或静力轴承，已在各种类型和规格的磨矿机上得到广泛应用。加拿大Domnron公司，美国Allrs—Chalmers公司，美国Knppers公司等生产的大型磨矿机都采用