

A.F. 塔加尔特 主編

选矿手册

破 碎

第二卷 第一分册

冶金工业出版社

74.4073

713

2-1:2

选 矿 手 册

第二卷 第一分册

(第四篇 破 碎)

A.F. 塔加尔特 主 編

苏联版学术編輯C.M. 雅修克維奇 教授

前重工业部专家工作办公室 譯
东北工学院选矿教研室

34430/13

冶金工业出版社

A. F. Taggart

Справочник по обогащению полезных ископаемых (Том II)

Металлургиздат (Москва—1952)

选矿手册(破碎)第二卷第一分册 前重工业部专家工作办公室
东北工学院选矿教研室 编

编辑: 徐敏时 设计: 赵香荅、鲁芝芳 校对: 赵崑方

1959年4月第一版 1959年4月北京第一次印刷4,300册

850×1168·1/32·190,000字·印张7 $\frac{8}{32}$ ·定价: 0.90元

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行 书号0886

冶金工业出版社出版(地址: 北京市灯市口甲45号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

选矿手册第二卷系苏联冶金出版社組織波立金等根据塔加尔特主編的英文选矿手册1945年版編訂出版的。

参加苏联版第二卷編輯工作的有：С.Е. 安德列也夫、В.А.庫利宾、Г.А.韓和М.А.爱格列斯。

参加第二卷翻譯工作的有：И.М.維尔霍夫斯基、Б.М.科茨、Е.И.庫里琴、И.З.馬尔戈林、В.А.別罗夫、К.А.拉祖莫夫、В.А.雷巴科夫和И.А.方尼亚科夫。

中譯本系根据苏联冶金出版社1950年出版的“选矿手册”第二卷并参考1945年英文版譯出的。

全卷共分六篇，由第四篇到第九篇：第四篇破碎；第五篇湿法磨矿；第六篇干法磨矿；第七篇篩分；第八篇湿法分級；第九篇风力分級与除尘。

本手册的主要讀者对象为：从事选矿工作的工程技术人员，此外对在各工业部門、科学研究院、設計院、高等及中等工业学校中从事地質、采矿、矿物、冶金、建筑、机械、化学等工作的人员亦可作为参考。

第二卷的中譯本拟分六分册出版。第一分册为第四篇；第二分册为第五篇；第三分册为第六篇；第四分册为第七篇；第五分册为第八篇；第六分册为第九篇。

本手册第二卷第一分册中譯者为前重工业部专家工作办公室孙强德、陶紹文、張国良和东北工学院有色金属系选矿教研室王增图、侯先俊并經王增图同志前后統一整理。在初校过程中前选矿研究設計院苏仲平、喻谷新两位同志曾予帮助特此致謝。第二卷第二、三、四、五、六分册将在第一分册出版后繼續出版。

苏联版编者序

选矿手册第二卷论述了有用矿物精选时破碎、磨碎、筛分和分级等过程。

很难找到在不同程度内一点也不利用这些作业的采矿—冶金企业。因此，本手册所包括的实际资料，无论对于采矿工程师和各专业的技术人员、冶金工作者、化学工作者、建筑工作者，以及对于铁路运输和公路工作者，都是同样必需的。

多年来在各种物料的破碎、筛分、磨碎和分级方面积累起来的实际经验，必须在我国社会主义建设的条件下正确地加以利用，同时，在利用过程中，必须考虑我国计划组织和社会主义经济的特点。

在本手册翻译过程中，我们首先注意力求使其包括的资料符合我国社会主义建设条件的需要。在个别章节中，对原文作了合理的修改和删节。

资本主义国家的经济必然会促成同一设备的不同型式和不同类型的正常与不合理的发展。例如，在原书第七篇叙述了数量众多的各种筛子的类型。甚至该篇作者也不得不承认：电磁筛类型如此繁多，目的并非在于使筛子的操作和价值获得更高的质量，而主要是扩大和加强广告宣传作用。在资本主义制度下，设备制造公司和专利权占有者的名字常常便是该种设备的牌号，其目的仅在于作广告宣传，而并非为了提高机器的质量。

在我们社会主义制度下，这种恶劣的做法是不允许的。我国机器制造厂制造适合具体操作条件的最好型式的机器。同时，为了减少在制造机器备件和零件上的困难及改善机器管理，而进行了设备规格的统一和标准化。

在进行翻译时，我们力求使破碎—磨碎机器的名称符合于它们所完成的工艺过程。由于直到目前为止，我们还没有确立在有用矿物精选方面的标准名词，而这样的统一名词很早就已经感到迫切需要了。在翻译时，我们根据工艺特征作了统一名词的第一次尝试。此外，苏联机械制造厂出产的机器，按构造说常常本质上不同于资本主义国家公司出产的机器，因此，

其名称亦应更改。例如，原来采用的破碎机名称如：馬克庫利 (McCully)、杰尔斯米特 (TelSmith) 等，我們認為完全应当改为苏联出产的类似型式的机器名称：即粗碎圆锥破碎机，但前者是悬軸式，而后者是固定軸式。

原来的塞蒙司 (Symons) 破碎机，翻譯时我們取名为中碎圆锥破碎机。

其次可做为代表性例子的，是为数众多的分級机名称，例如，道尔 (Dorr) 分級机和阿金斯 (Akins) 分級机等。我們根据其构造和工艺特征取名为：耙式分級机，螺旋分級机和浮槽分級机等。

同样可以指出这样一些使用較早，应用范围比較窄的分級机：如卡利迭科特 (Caldecott) 圆锥分級机或凱洛 (Callow) 圆锥分級机。我們按同样的原則分別令前者为圆盘隔膜式圆锥分級机，后者为脫泥圆锥分級机。本手册在进行編輯时，也引导讀者注意我們本國机械制造厂出产的破碎—磨碎机的特点。

在个别情况下，于書脚注解中說明了苏联出产的机器的技术特性，并研討了其显著的优点及特点。

在战后斯大林五年计划年代里，我国的机械制造业在制造破碎、磨碎和分級设备方面获得了巨大的成就，并出产了在许多方面优于其他各国的头等的机器。

这些巨大成就的获得，是与各机械制造厂、有用矿物机械处理科学研究院、和属于各厂矿企业的許多設計局，以及属于各部及矿冶总局的各設計組織的設計師的創造性劳动分不开的。

苏联学者們，如科学院院士П.А.列賓捷尔、科学院通訊院士В.Д.庫茲涅佐夫、В.В.捷良金、工程师Г.Г.耶果洛夫、教授С.Е.安德列也夫等在固体破碎理論方面的科学研究工作，以及教授Л.В.列文逊、З.В.康托洛維奇、П.В.利亚申柯、工程师Н.Н.科特略尔等在机器計算理論和合理的破碎—磨碎及选矿设备的工艺論証方面的著作，是設計合理的新式破碎—磨碎和选矿机器的理論基础。

由于按照国民經济社会主义建設的統一的远景計劃而进行的具有明确目的性的科学研究工作的結果，在选矿机器制造工作中获得了巨大的成就，并在破碎、磨碎、篩分和分級过程中获得了更正确和明显的理論基础。

卷 II 目 录

苏联版編者序.....	5
-------------	---

第 四 篇 破 碎

第一章 緒 論.....	7
第二章 顎式破碎机.....	9
第三章 圓錐破碎机.....	51
第四章 顎式破碎机和圓錐破碎机的比較.....	82
第五章 单輥破碎机.....	87
第六章 压縮式圓錐破碎机.....	96
第七章 中碎圓錐破碎机.....	106
第八章 輥碎机.....	134
第九章 錘碎机.....	190
第十章 搗碎机.....	209
第十一章 其他破碎方法.....	216
第十二章 破碎工厂.....	218

74.4073

713

2-1:2

选 矿 手 册

第二卷 第一分册

(第四篇 破 碎)

A.F. 塔加尔特 主 編

苏联版学术編輯C.M. 雅修克維奇 教授

前重工业部专家工作办公室 譯
东北工学院选矿教研室

34430/13



A. F. Taggart

Справочник по обогащению полезных ископаемых (Том II)

Металлургиздат (Москва—1952)

选矿手册(破碎)第二卷第一分册 前重工业部专家工作办公室
东北工学院选矿教研室 编

編輯: 徐敏时 設計: 赵香荅、魯芝芳 校对: 赵崑方

1959年4月第一版 1959年4月北京第一次印刷4,300册

850×1168·1/32·190,000字·印张7 $\frac{8}{32}$ ·定价: 0.90元

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行 書号0886

冶金工业出版社出版(地址: 北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第093号

选矿手册第二卷系苏联冶金出版社組織波立金等根据塔加尔特主編的英文选矿手册1945年版編訂出版的。

参加苏联版第二卷編輯工作的有：С.Е. 安德列也夫、В.А.庫利宾、Г.А.韓和М.А.爱格列斯。

参加第二卷翻譯工作的有：И.М.維尔霍夫斯基、Б.М.科茨、Е.И.庫里琴、И.З.馬尔戈林、В.А.別罗夫、К.А.拉祖莫夫、В.А.雷巴科夫和И.А.方尼亚科夫。

中譯本系根据苏联冶金出版社1950年出版的“选矿手册”第二卷并参考1945年英文版譯出的。

全卷共分六篇，由第四篇到第九篇：第四篇破碎；第五篇湿法磨矿；第六篇干法磨矿；第七篇篩分；第八篇湿法分級；第九篇风力分級与除尘。

本手册的主要讀者对象为：从事选矿工作的工程技术人员，此外对在各工业部門、科学研究院、設計院、高等及中等工业学校中从事地質、采矿、矿物、冶金、建筑、机械、化学等工作的人员亦可作为参考。

第二卷的中譯本拟分六分册出版。第一分册为第四篇；第二分册为第五篇；第三分册为第六篇；第四分册为第七篇；第五分册为第八篇；第六分册为第九篇。

本手册第二卷第一分册中譯者为前重工业部专家工作办公室孙强德、陶紹文、張国良和东北工学院有色金属系选矿教研室王增图、侯先俊并經王增图同志前后統一整理。在初校过程中前选矿研究設計院苏仲平、喻谷新两位同志曾予帮助特此致謝。第二卷第二、三、四、五、六分册将在第一分册出版后繼續出版。

卷 II 目 录

苏联版編者序.....	5
-------------	---

第 四 篇 破 碎

第 一 章 緒 論.....	7
第 二 章 顎式破碎机.....	9
第 三 章 圓錐破碎机.....	51
第 四 章 顎式破碎机和圓錐破碎机的比較.....	82
第 五 章 单輥破碎机.....	87
第 六 章 压縮式圓錐破碎机.....	96
第 七 章 中碎圓錐破碎机	106
第 八 章 輥碎机	134
第 九 章 錘碎机	190
第 十 章 搗碎机	209
第 十 一 章 其他破碎方法	216
第 十 二 章 破碎工厂	218

苏联版編者序

选矿手册第二卷論述了有用矿物精選时破碎、磨碎、篩分和分級等过程。

很难找到在不同程度內一点也不利用这些作业的采矿—冶金企业。因此，本手册所包括的实际資料，无论对于采矿工程师和各专业的技术人员、冶金工作者、化学工作者、建筑工作者，以及对于铁路運輸和公路工作者，都是同样必需的。

多年来在各种物料的破碎、篩分、磨碎和分級方面积累起来的实际經驗，必須在我国社会主义建設的条件下正确地加以利用，同时，在利用过程中，必須考虑我国計劃組織和社会主义經濟的特点。

在本手册編譯过程中，我們首先注意力求使其包括的資料符合我国社会主义建設条件的需要。在个别章节中，对原文作了合理的修改和刪节。

資本主义国家的經濟必然会促成同一设备的不同型式和不同类型的的不正常与不合理的发展。例如，在原書第七篇敘述了数量众多的各种篩子的类型。甚至該篇作者也不得不承認：电磁篩类型如此繁多，目的并非在于使篩子的操作和价值获得更高的質量，而主要是扩大和加强广告宣传作用。在資本主义制度下，设备制造公司和专利权占有者的名字常常便是該种设备的牌号，其目的仅在于作广告宣传，而并非为了提高机器的質量。

在我們社会主义制度下，这种恶劣的做法是不允許的。我国机器制造厂制造适合具体操作条件的最好型式的机器。同时，为了减少在制造机器备件和零件上的困难及改善机器管理，而进行了设备規格的統一和标准化。

在进行編譯时，我們力求使破碎—磨碎机器的名称符合于它們所完成的工艺过程。由于直到目前为止，我們还没有确立在有用矿物精選方面的标准名詞，而这样的統一名詞很早就已經感到迫切需要了。在翻譯时，我們根据工艺特征作了統一名詞的第一次尝试。此外，苏联机械制造厂出产的机器，按构造說常常本質上不同于資本主义国家公司出产的机器，因此，

其名称亦应更改。例如，原来采用的破碎机名称如：馬克庫利 (McCully)、杰尔斯米特 (Tel Smith) 等，我們認為完全应当改为苏联出产的类似型式的机器名称：即粗碎圆锥破碎机，但前者是悬軸式，而后者是固定軸式。

原来的塞蒙司 (Symons) 破碎机，翻譯时我們取名为中碎圆锥破碎机。

其次可做为代表性例子的，是为数众多的分級机名称，例如，道尔 (Dorr) 分級机和阿金斯 (Akins) 分級机等。我們根据其构造和工艺特征取名为：耙式分級机，螺旋分級机和浮槽分級机等。

同样可以指出这样一些使用較早，应用范围比較窄的分級机：如卡利迭科特 (Caldecott) 圆锥分級机或凱洛 (Callow) 圆锥分級机。我們按同样的原則分別令前者为圆盘隔膜式圆锥分級机，后者为脫泥圆锥分級机。本手册在进行編輯时，也引导讀者注意我們本國机械制造厂出产的破碎—磨碎机的特点。

在个别情况下，于書脚注解中說明了苏联出产的机器的技术特性，并研討了其显著的优点及特点。

在战后斯大林五年计划年代里，我国的机械制造业在制造破碎、磨碎和分級设备方面获得了巨大的成就，并出产了在许多方面优于其他各国的头等的机器。

这些巨大成就的获得，是与各机械制造厂、有用矿物机械处理科学研究院、和属于各厂矿企业的許多設計局，以及属于各部及矿冶总局的各設計組織的設計師的創造性劳动分不开的。

苏联学者們，如科学院院士П.А.列賓捷尔、科学院通訊院士В.Д.庫茲涅佐夫、В.В.捷良金、工程师Г.Г.耶果洛夫、教授С.Е.安德列也夫等在固体破碎理論方面的科学研究工作，以及教授Л.В.列文逊、З.В.康托洛維奇、П.В.利亚申柯、工程师Н.Н.科特略尔等在机器計算理論和合理的破碎—磨碎及选矿设备的工艺論証方面的著作，是設計合理的新式破碎—磨碎和选矿机器的理論基础。

由于按照国民經济社会主义建設的統一的远景計劃而进行的具有明确目的性的科学研究工作的結果，在选矿机器制造工作中获得了巨大的成就，并在破碎、磨碎、篩分和分級过程中获得了更正确和明显的理論基础。

第四篇 破 碎

第一章 緒 論

定义。破碎和磨碎，在大多数情况下，是处理固体有用矿物的第一阶段。通常这是一个分阶段进行的过程，在这个过程中，依次应用特别合适的机械将物料的尺寸逐渐缩小。

把来自矿山或露天矿的大块矿石或岩石、破碎到适合磨碎所需的粒度作业叫做**破碎**。将矿石粒度减缩到小于0.8公厘的作业，叫做**磨碎**。破碎的第一个阶段，称为**第一段破碎**；破碎的第二个阶段，称为**第二段破碎**，依此类推。**粗碎**包括生产上限粒度为100~150公厘或更大的破碎产品的各个作业；**中碎**包括把矿石粒度从100~150公厘或最大为200公厘，破碎到12~10公厘的各个作业；**细碎**包括把矿石粒度破碎到6公厘或6公厘以下的作业。这种破碎作业的区分方法是相对的。

破 碎 机 的 分 类

基本原理。破碎是一种机械作业，在这种作业中，对相当脆的矿块按适当方向施加压力，以资克服矿块的联结力而把矿石破碎。

如果以这个原理为出发点来研究破碎问题，那末，很明显，由于在破碎机中冲击力和压力对破碎矿石起作用，所以，破碎机的构造应当能保证使个别矿块都能受到这种机械力^①。并且，进入破碎区以内的矿块应当在該区内維持到使之能受到破碎力的作用的时候为止。

根据机械原理看来，在材料力学中采用的构件的抗力和机械力的分类法，可以作为破碎机械的术语和分类的基础。

矿块承受类似于大梁、支柱及撑杆的负荷；在矿块中产生拉应力、压缩应力和剪应力（切割）。

^①塔加尔特把冲击力和压力認作破碎过程中所发生的基本力量。根据Л.Б.列文逊教授的資料，在破碎岩石时还产生其他的力。例如：折斷力，張力等（參看Л.Б.列文逊著选矿机械，ОНТИ，1933）——編者。

負荷可分为**固定負荷**、**变动負荷**和**冲击負荷**。作用于矿块的破碎力，在大多数破碎机中都是类似作用于梁或短柱上的力。在大多数情况下，在破碎机中所产生的力是由压力或剪力所引起的。

在所要破碎的矿块中，产生的碎裂应力，其作用和用炸药爆破此矿块时发生的应力相类似。大多数破碎机是按逐渐增加破碎力的原理制成的；也有使用冲击力的破碎机；但用不变的作用負荷来进行破碎的机械则不应用。

除了一两个不关重要的外，所有粗碎机都按照对岩石块进行逐渐压碎的原理进行工作。岩石块所受的作用，象两支点間的梁或短柱所受的作用一样。

破碎机分为两大类：1) 由于破碎表面依次地接近和离去而产生間断压力的破碎机；2) 两活动破碎面間保持着一定間隙而产生連續压力的破碎机。間断压碎式破碎机包括：顎式破碎机、錐体斜度陡和斜度緩的圓錐破碎机和有球形破碎表面的破碎机。連續压碎式破碎机包括：对輥破碎机、单輥破碎机，以及所謂輥式磨碎机。

在构成专门一类的冲击式破碎机中其破碎力类似于短柱所承受的負荷；它包括搗碎机。在其他类型的破碎机中，矿块是借助于悬挂状态的冲击力或以高速向固定表面拋射的力量而进行破碎的；锤碎机即可作为这类机器的典型。在圓筒型磨碎机(球磨机、棒磨机等)中，物料的磨碎是利用連續压力和冲击力来进行的。

爆破粉碎、以及利用炸药的破碎和裂碎(温度的作用)都是利用張力原理来进行的破碎作业。这三种方法虽然在采矿工作中起着极重要的作用，但作为破碎作业来说，意义都不大。

破碎机不仅要保証把岩石破碎，而且应当保証使未碎的岩石不断地进入破碎区内，并使已碎好的产品連續地由破碎机內排出。矿石在大多数情况下是借重力的作用而維持在破碎区內的；已碎矿石的排出；有时是利用一种介質——水或风的流动性来实行調节的。但是，在有些情况下，则以重力作为阻止矿石排出的力量，为此可以在矿石經過的地方設立阻档板。

在实际中，有用鑽眼的篩板(格篩、穿孔篩)来調节排矿的。在其他条件不变时，碎矿产品的篩分特性曲綫，决定于破碎机所采取的破碎机械原理。对岩石块逐漸施加压力和弯曲力，及使矿石迅速地、不受干涉地从破碎区内排出，即可得到均匀并且最少量过粉碎的破碎产品。击碎、磨碎和

緩慢的排矿，都是产生矿粉的主要原因。按第一类原理操作的破碎机，其产品篩分特性曲綫，近似于直綫（參看圖15，33，50）。

阻滯排矿并按磨碎原理操作的机械，其产品的篩分特性曲綫，是一条极凹的曲綫。所有的其他破碎机产品篩分特性曲綫，都介于这两种极端情况之間。

破碎机的分类。用作粗碎的破碎机有：顎式破碎机、圓錐破碎机、单輥破碎机、有时还有标准輥碎机和錘碎机。用于中碎的有：圓錐破碎机、錘碎机，有时用輥碎机。用于細碎的有：短头型圓錐破碎机和錘碎机、輥碎机和搗碎机。此外，在細碎时还可能使用某些細磨作业的机械，例如：棒磨机。

一般破碎坚硬而耐磨的岩石时，顎式破碎机和圓錐破碎机是最好的破碎机。因此，这类破碎机多应用于破碎含有坚硬脉石的金属矿石。除了象破碎作为非金属矿床特征的軟的、脆的和粘性的岩石这种特殊情况外，一般在第一段破碎中使用輥碎机和錘碎机是不經濟的。

第二章 顎式破碎机

顎式破碎机属于間断压缩并借重力作用自由排矿的破碎机。它由两个成不大角度并在下部靠近的破碎面（顎板）組成。其中一个顎板是固定的，另一个顎板則作往复运动。应用最广的是上部悬挂的顎式破碎机。另外有一种可动顎板的摆动軸在下部的破碎机，目前在工业上已不使用，但有时在实验室里还应用它①。

型式比較新的顎式破碎机是单肘顎式破碎机——其可动顎板是吊在主动軸的偏心軸承上，以及水平連杆式的顎式破碎机——其連杆直接与可动顎板下部連接，所以不必設置肘板。在第一段破碎中，几乎完全使用上部悬挂的顎式破碎机。現在所出产的单肘式破碎机和水平連杆式破碎机，其規格仅达610×915公厘。

上部悬挂的顎式破碎机（圖1）由支持固定顎板b和可动顎板c的机架a組成；可动顎板悬挂在水平軸d上。可动顎板借偏心輪g带动肘板e

①这种类型的顎式破碎机磨碎作用很大，操作时产生大量的矿粉，这是我們特別不希望的。——編者。

和連杆*f*而擺動，偏心輪固定在一個帶有皮帶輪*h*的主動軸上。可動顎板由帶有彈簧*k*的拉杆*j*與肘板保持接合。后肘板頂在調節楔座*l*上。后肘板的位置，隨着楔子*m*的升降而改變，楔子的升降是由螺絲調節的，如圖1所示。這就為調節排礦口大小和更換磨損的顎板提供了可能性。有些破碎機的后肘板的位置，是用特殊的墊板來進行調節的。可動顎板的沖程，可以很方便的用楔子升降的方法來調節，在某些情況下也可用變動后肘板在楔子*m*上的支承位置來進行調節。為使擺動體平衡，在主軸上安裝有重型飛輪*n*。顎式破碎機只在主動軸半轉行程內，即在可動顎板靠近固定顎板時，才實行碎礦，而在另半轉行程內，破碎機的功率則僅僅消耗在克服摩擦上。在傳動皮帶松弛且沒有飛輪的情況下，在破碎機的空轉行程中，皮帶有向電動機皮帶輪方向移動的趨勢，而在顎板的工作行程中，則在皮帶中會產生相當大的應力。飛輪在空轉行程中儲存動能，在工作行程中又把動能放出，這樣便可使負荷平穩。

表1列出顎式破碎機的必要數據，該數據取自產品目錄。其中對許多不同尺寸的機器來說，這些數據皆與經驗數據^①作過比較。

機架應相當沉重，以便吸收震動，並應十分堅固，俾能承受巨大的沖擊力，因為這種沖擊力會在給礦口周圍和

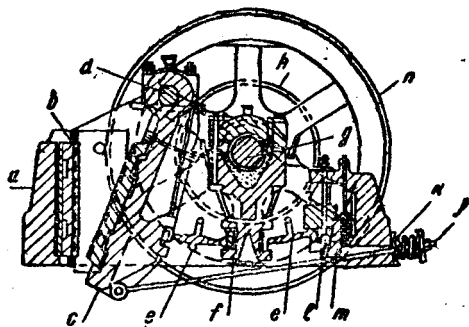


圖1 上部懸挂的顎式破碎機

基座附近產生應力和對主要軸承產生壓力。由於給礦不均勻，會在顎板中產生巨大的應力。小型破碎機（小到380~760公厘）的機架有用整個的鑄鐵做成的（極限強度為1400~2100公斤/公分²），有用特別堅固的鑄鐵制成的（2100~3500公斤/公分²），有用鋼性鑄鐵制成的（2000~2500公斤/公分²），也有用鑄鋼制成的（4400~5300公斤/公分²）。目前，有些工廠已經開始用焊以重型肋條的焊接鋼板來制造小型破碎機的機架。大型破碎機

^① 蘇聯出產的上部懸挂的顎式破碎機的技术規格，在全蘇標準第3427號有規定，而復動顎式破碎機的技术規格，在全蘇標準第3428號有規定（參看第11頁）。