



螺旋选矿机

K. B. 索洛敏 著

冶金工业出版社翻译组 译

冶金工业出版社

螺旋选矿机

K. B. 索洛敏 著

冶金工业出版社翻译组 译

31.26.109

冶金工业出版社



本書根據蘇聯國立黑色與有色冶金科技書籍出版社
1956年出版的、索洛敏所著的「螺旋選礦機」譯出。
原書評閱人為特羅依茨基 (А.В.Троицкий)。

本書敘述了螺旋選礦機的構造並簡單地闡述了這一
選礦過程的理論基礎。

書中列出螺旋選礦機工業實踐及試驗的數據並對螺
旋選礦機的工作條件加以概括和總結。

本書適用於從事選礦及選砂工作的工程技術人員
及科學研究人員。

本書譯者為冶金工業出版社徐敏時。

Б.В.Солмин
ВИНТОВЫЕ СЕПАРАТОРЫ
Металлургиядат (Москва—1956)

螺旋選礦機

冶金工業出版社翻譯組 譯

編輯：塔拉 每日 設計：趙香琴 魯芝芳 責任校對：夏其五

1957年8月第一版 1958年2月北京第二次印刷 800冊 (累計1,825冊)

$850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32} \cdot 70,000$ 字 • 印張 $3 \frac{8}{32}$ • 定價 (10) 0.55 元

冶金工業出版社印刷廠印

新华書店發行

書號 0718

冶金工業出版社出版 (地址：北京市灯市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第033號

前 言

近几年来，为了从矿石和砂矿中回收貴金屬和許多重矿物，开始採用螺旋选矿机，實踐証明螺旋选矿机可以使它的选矿过程自动化並大大提高它的效率。

到現在为止，螺旋选矿机在苏联多半用来选砂矿。因此在本書所講到的主要也就是这一問題。但是在最近發現螺旋选矿机也可以用来选別矿石原料，包括从浮选厂和重选厂的尾矿中順便回收有价金屬和矿物。

作者在編写此書时曾利用在伊尔庫茨克科学研究所与該所的研究員（B.П.皮促林，O.B.費多罗夫，M.Φ.阿尼金，等入）所做的螺旋选矿机試驗的材料，还利用了在外国和我国出版物上所發表的外国螺旋选矿机工作的材料。

作者謹向审查手稿並提出宝贵意見的下列諸同志表示謝意：地質矿物科学博士 A.Φ. 李，技术科学碩士 И.С. 斯帖賀耶夫，物理数学碩士 Я.Д. 賴赫包姆，采矿工程师 O.B. 費多罗夫和 A. Д. 楚貢諾夫。此外，作者还要向苏联有色冶金工業部中央情报研究所的研究員 K.H. 維里哥表示感謝，因为在選擇螺旋选矿机在国外应用的資料上他給我很多帮助和一些指示，这些指示作者在手稿准备出版的过程中都曾加以考虑。

K. B. 索 洛 敏

緒 論

在开采原生矿床和砂矿矿床时，目前广泛採用高生产率的采矿机械和设备。动力铲、採砂船、铲运机、推土机、水鎗、吸泥机、風动和电动鑿岩机和电鑽可以大大提高矿山企业的生产能力。但是，目前用重选法从矿石中，特别是从砂矿中回收的大量有价金属和矿物都是用溜槽、跳汰机、淘汰盤生产出来的，这些设备在看管上要花費很大的劳动，而且生产率也比较低。例如，溜槽的标准生产率为每平方米工作面积 $0.3—1.1 \text{ 米}^3/\text{小时}$ 。在这种情况下，溜槽並不能保証回收全部金属，特别是不能保証回收通常在砂矿中含有的並具有一定工业价值的有价矿物（重砂）。数据見表 1。

表 1

金与重部分中的有价矿物(重砂)在溜槽选别时的回收率

(据国立金矿研究所——伊尔庫茨克稀有金属研究所)

設 备 类 型	回 收 率 %	
	金	重 砂
採砂船上的溜槽.....	49.0—83.6	1.5—55.0
水力溜槽.....	61.5—83.9	1.3—33.9
庫利賓洗矿机.....	66.5—87.3	43.2—66.2

註：回收率的上限是指砂矿矿床，砂矿矿床中主要含有粒度 $+0.25$ 毫米的金，而重部分中有价矿物（重砂）的粒度为 $+1 (+0.5)$ 毫米。

近几年来，选砂矿时开始使用跳汰机和淘汰盤。但是，运用这些设备並沒有解决所有选矿上的問題。跳汰机和淘汰盤处理一定粒度限度的物料可以获得滿意的結果，要低于这个限度，选矿的效果就不高。

这些机器並沒有摆脱选矿设备笨重的情況，也不能有效地控制过程。复杂的交通線（矿漿导管、水管、輸电線路、等等）也很討厭。需要消耗大量电能；由于机械上的缺陷而發生停車；消

耗溝滑材料，最主要的是單位佔地面积的生产率比較低。例如，据伊尔庫茨克稀有金屬研究所的数据每平方米佔地面积的标准生产率，跳汰机为 $3-6 \text{ 米}^3/\text{小时}$ ，淘汰盤为 $0.3-0.5 \text{ 米}^3/\text{小时}$ 。

为了进一步提高选矿設備的工艺指标並消除控制过程上的缺点，必須創制高生产率の設備。这类設備就包括有利用离心力作用原理的器械。

早在 1906 年，П. П. 博克列夫斯基就曾利用离心力的作用原理在选金器（Золотоуловитель）中湿选含金矿石。在混汞溜槽之后裝設这种器械的試驗証明：它可以再回收佔选矿設備上回收的全部金的 $14.5-36.4\%$ （平均为 26.3% ）的金〔2〕。

在 1930—1940 年間，国立金矿科学研究所的工作人員在試驗室和工業条件下对利用离心力作用原理的不同器械做了試驗。这些器械中应当指出的有：离心式混汞器，單槽和双槽式离心选矿机，А. М. 切烈普欣选矿器，С. И. 格烈卡尼科夫水力分选机，等等。在試驗和使用时都証明它們能得到良好的結果：甚至可以从細磨后的物料中回收达 98% 的粒度 -0.25 毫米的金和有价矿物。

槽式离心选矿机在 1937—1940 年广泛用来选別易洗的含金矿砂，特别是用来处理旧尾砂堆的物料。在槽式选矿机上金的回收率达到 99% 。

所有試驗器械都是旋轉型的，需要利用能，而且是周期动作的設備。要定期地从設備上取下精矿是这一选矿过程的断續性的原因。

除了旋轉型器械之外，离心富集原理还可以在固定設備上得到应用。

早在这一世紀的初期在農業上为了清选和分級圓粒谷物，採用蛇形或螺旋选粮筒，它的工作也基于离心富集原理〔1, 7〕。

螺旋选粮筒是由几个螺旋的錐形表面組成的，其中一个、两个或三个小直径的表面对大直径的一个表面是內接的。谷物（通常为麦郎、豌豆，箭筈豌豆，等）进入直接在碾压滾旁的小直径

目 录

前 言	4
緒 論	5
第一章 螺旋选矿机的構造	14
1. 伊尔庫茨克稀有金屬科学研究所式螺旋选矿机	14
2. 格姆弗里斯螺旋选矿机	20
第二章 螺旋选矿机选矿过程的原理	27
第三章 影响选矿过程的参数	37
1. 螺旋槽横截面的形状	37
2. 螺旋槽的长度(螺旋节数)	38
3. 螺旋角	39
4. 截料器的个数和它的装設位置	40
第四章 影响选矿过程的因素	42
1. 給矿中物料的粒度	42
2. 选矿机的生产能力	43
3. 矿浆在給矿中的稀釋度	44
4. 冲洗水的用量	44
5. 精矿(中矿)产率	45
6. 有价金属和矿物的粒度和形状	45
第五章 螺旋选矿机試驗結果	48
第六章 螺旋选矿机的选矿实践	60
1. 苏联使用螺旋选矿机的实践	60
2. 国外螺旋选矿机的选矿实践	63
第七章 螺旋选矿机的使用	84
1. M-3 型螺旋选矿机的安装	84
2. 螺旋选矿机的使用与维护	90
3. 工艺过程的檢查与取伴	90
4. M-3 型螺旋选矿机的調节	95
附录	100
参考書刊	103

1467642

螺旋选矿机

K. B. 索洛敏 著

冶金工业出版社翻译组 译

31.26.109

冶金工业出版社



本書根據蘇聯國立黑色與有色冶金科技書籍出版社
1956年出版的、索洛敏所著的「螺旋選礦機」譯出。
原書評閱人為特羅依茨基 (А.В.Троицкий)。

本書敘述了螺旋選礦機的構造並簡單地闡述了這一
選礦過程的理論基礎。

書中列出螺旋選礦機工業實踐及試驗的數據並對螺
旋選礦機的工作條件加以概括和總結。

本書適用於從事選礦及選砂工作的工程技術人員
及科學研究人員。

本書譯者為冶金工業出版社徐敏時。

Б.В.Солмин

ВИНТОВЫЕ СЕПАРАТОРЫ

Металлургия (Москва—1956)

螺旋選礦機

冶金工業出版社翻譯組 譯

編輯：塔拉 每日 設計：趙香琴 魯芝芳 責任校對：夏其五

1957年8月第一版 1958年2月北京第二次印刷 800冊 (累計1,825冊)

850×1168 • $\frac{1}{32}$ • 70,000字 • 印張 $3\frac{8}{32}$ • 定價 (10) 0.55元

冶金工業出版社印刷廠印

新华書店發行

書號 0718

冶金工業出版社出版 (地址：北京市灯市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第033號

目 录

前 言	4
緒 論	5
第一章 螺旋选矿机的構造	14
1. 伊尔庫茨克稀有金屬科学研究所式螺旋选矿机	14
2. 格姆弗里斯螺旋选矿机	20
第二章 螺旋选矿机选矿过程的原理	27
第三章 影响选矿过程的参数	37
1. 螺旋槽横截面的形状	37
2. 螺旋槽的长度(螺旋节数)	38
3. 螺旋角	39
4. 截料器的个数和它的装設位置	40
第四章 影响选矿过程的因素	42
1. 給矿中物料的粒度	42
2. 选矿机的生产能力	43
3. 矿浆在給矿中的稀釋度	44
4. 冲洗水的用量	44
5. 精矿(中矿)产率	45
6. 有价金属和矿物的粒度和形状	45
第五章 螺旋选矿机試驗結果	48
第六章 螺旋选矿机的选矿实践	60
1. 苏联使用螺旋选矿机的实践	60
2. 国外螺旋选矿机的选矿实践	63
第七章 螺旋选矿机的使用	84
1. M-3 型螺旋选矿机的安装	84
2. 螺旋选矿机的使用与维护	90
3. 工艺过程的检查与取伴	90
4. M-3 型螺旋选矿机的調节	95
附录	100
参考書刊	103

1467642

前 言

近几年来，为了从矿石和砂矿中回收貴金屬和許多重矿物，开始採用螺旋选矿机，實踐証明螺旋选矿机可以使它的选矿过程自动化並大大提高它的效率。

到現在为止，螺旋选矿机在苏联多半用来选砂矿。因此在本書所講到的主要也就是这一問題。但是在最近發現螺旋选矿机也可以用来选別矿石原料，包括从浮选厂和重选厂的尾矿中順便回收有价金屬和矿物。

作者在編写此書时曾利用在伊尔庫茨克科学研究所与該所的研究員（B.П.皮促林，O.B.費多罗夫，M.Φ.阿尼金，等入）所做的螺旋选矿机試驗的材料，还利用了在外国和我国出版物上所發表的外国螺旋选矿机工作的材料。

作者謹向审查手稿並提出宝贵意見的下列諸同志表示謝意：地質矿物科学博士 A.Φ. 李，技术科学碩士 И.С. 斯帖賀耶夫，物理数学碩士 Я.Д. 賴赫包姆，采矿工程师 O.B. 費多罗夫和 A. Д. 楚貢諾夫。此外，作者还要向苏联有色冶金工業部中央情报研究所的研究員 K.H. 維里哥表示感謝，因为在選擇螺旋选矿机在国外应用的資料上他給我很多帮助和一些指示，这些指示作者在手稿准备出版的过程中都曾加以考虑。

K. B. 索 洛 敏

緒 論

在开采原生矿床和砂矿矿床时，目前广泛採用高生产率的采矿机械和设备。动力鎊、採砂船、鎊运机、推土机、水鎊、吸泥机、風动和电动鑿岩机和电鑽可以大大提高矿山企业的生产能力。但是，目前用重选法从矿石中，特别是从砂矿中回收的大量有价金属和矿物都是用溜槽、跳汰机、淘汰盤生产出来的，这些设备在看管上要花費很大的劳动，而且生产率也比较低。例如，溜槽的标准生产率为每平方米工作面积 $0.3—1.1 \text{ 米}^3/\text{小时}$ 。在这种情况下，溜槽並不能保証回收全部金属，特别是不能保証回收通常在砂矿中含有的並具有一定工业价值的有价矿物（重砂）。数据見表 1。

表 1

金与重部分中的有价矿物(重砂)在溜槽选别时的回收率

(据国立金矿研究所——伊尔庫茨克稀有金属研究所)

設 备 类 型	回 收 率 %	
	金	重 砂
採砂船上的溜槽.....	49.0—83.6	1.5—55.0
水力溜槽.....	61.5—83.9	1.3—33.9
庫利賓洗矿机.....	66.5—87.3	43.2—66.2

註：回收率的上限是指砂矿矿床。砂矿矿床中主要含有粒度+0.25毫米的金，而重部分中有价矿物（重砂）的粒度为+1 (+0.5) 毫米。

近几年来，选砂矿时开始使用跳汰机和淘汰盤。但是，运用这些设备並沒有解决所有选矿上的問題。跳汰机和淘汰盤处理一定粒度限度的物料可以获得滿意的結果，要低于这个限度，选矿的效果就不高。

这些机器並沒有摆脱选矿设备笨重的情況，也不能有效地控制过程。复杂的交通線（矿漿导管、水管、輸电線路、等等）也很討厭。需要消耗大量电能；由于机械上的缺陷而發生停車；消

耗溝滑材料，最主要的是單位佔地面积的生产率比較低。例如，据伊尔庫茨克稀有金屬研究所的数据每平方米佔地面积的标准生产率，跳汰机为 $3-6 \text{ 米}^3/\text{小时}$ ，淘汰盤为 $0.3-0.5 \text{ 米}^3/\text{小时}$ 。

为了进一步提高选矿設備的工艺指标並消除控制过程上的缺点，必須創制高生产率の設備。这类設備就包括有利用离心力作用原理的器械。

早在 1906 年，П. П. 博克列夫斯基就曾利用离心力的作用原理在选金器（Золотоуловитель）中湿选含金矿石。在混汞溜槽之后裝設这种器械的試驗証明：它可以再回收佔选矿設備上回收的全部金的 $14.5-36.4\%$ （平均为 26.3% ）的金〔2〕。

在 1930—1940 年間，国立金矿科学研究所的工作人員在試驗室和工業条件下对利用离心力作用原理的不同器械做了試驗。这些器械中应当指出的有：离心式混汞器，單槽和双槽式离心选矿机，А. М. 切烈普欣选矿器，С. И. 格烈卡尼科夫水力分选机，等等。在試驗和使用时都証明它們能得到良好的結果：甚至可以从細磨后的物料中回收达 98% 的粒度 -0.25 毫米的金和有价矿物。

槽式离心选矿机在 1937—1940 年广泛用来选別易洗的含金矿砂，特别是用来处理旧尾砂堆的物料。在槽式选矿机上金的回收率达到 99% 。

所有試驗器械都是旋轉型的，需要利用能，而且是周期动作的設備。要定期地从設備上取下精矿是这一选矿过程的断續性的原因。

除了旋轉型器械之外，离心富集原理还可以在固定設備上得到应用。

早在这一世紀的初期在農業上为了清选和分級圓粒谷物，採用蛇形或螺旋选粮筒，它的工作也基于离心富集原理〔1, 7〕。

螺旋选粮筒是由几个螺旋的錐形表面組成的，其中一个、两个或三个小直径的表面対大直径的一个表面是內接的。谷物（通常为麦郎、豌豆，箭筈豌豆，等）进入直接在碾压滾旁的小直径

〔螺旋〕中，螺旋面接到碾壓滾上。谷物在重力作用下沿螺旋線向下移動。圓形粒子以很大速度運動，在離心力的作用下緊靠外緣並越過它進入第二個大直徑的〔螺旋〕。橢圓形的粒子以低速度沿第一個小直徑的〔螺旋〕移動。

螺旋選糧筒在選擇到適當的螺距和圓錐角時工作效果很好，不需要動力，而且構造也簡單。

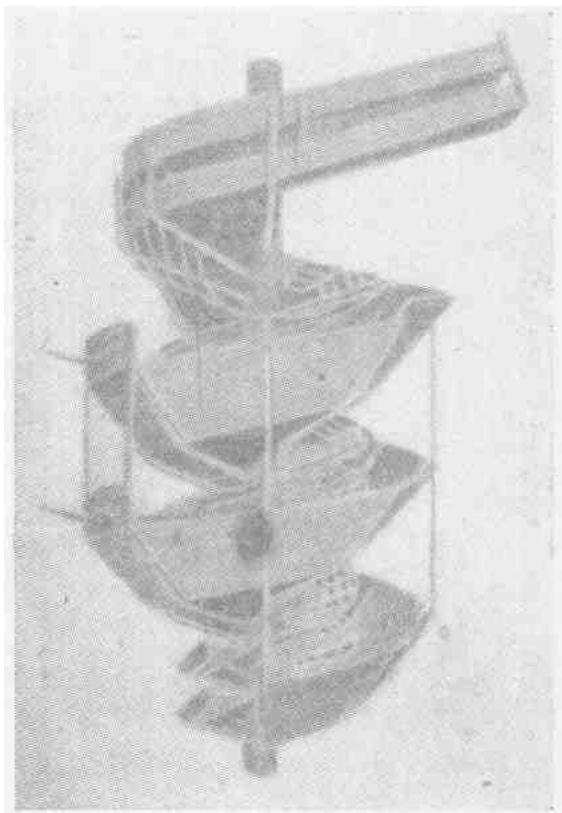


圖 1 干選用螺旋選礦機的外觀圖

在煤炭工業中，形狀稍加改變的螺旋選糧筒用于干式選煤，得名為螺旋線選礦機（Спиральный сепаратор），Г. О.切喬特教授正確地指出它應當叫做〔螺旋〕選礦機（《Винтовой сепаратор》）〔31〕。

選煤用的螺旋線選礦機的形狀是多頭螺旋的，由幾個固定在豎軸上的螺旋槽組成的（圖 1）。

螺旋選礦機的作用原理如下：由煤和頁岩的混合物組成的物料從上面給入內槽。混合物料在重力的作用下沿螺旋線向下移動。摩擦力阻礙混合物料的移動。圓塊煤以較大的速度移動，在离心力的作用下緊貼於主槽的外緣，跳到外槽，並沿外槽向下移動。扁平的頁岩塊緩慢地沿內槽向下移動，與煤分別排出。

在螺旋線選礦機中選煤，除了把混合物料提升到選礦機給料口高度所需的能以外，不需要耗費任何機械能。螺旋線選礦機的優點是構造和看管簡單和成本低廉。

為了使干選用螺旋選礦機能順利地工作，必須以干式分級過的物料作為給料。

1940—1955 年間，在外國的生計實踐上，屬於所講到的這種類型的設備——螺旋選礦機^①開始用來濕選含有下列礦物的砂礦礦床的礦砂：鈦鐵礦、金紅石、銻石、鉻鐵礦和其他礦物；濕選原生礦石：在選礦前加以細磨的假象赤鐵礦、赤鐵礦和其他礦物；濕選無煙煤和瀝青煤；濕選含鉛鋅和鐵的舊尾礦場的物料。

濕選用螺旋選礦機由有 3—6 節螺旋的螺旋槽組成（圖 2）。

供選別用的物料（碎散並分級的礦砂或細磨的礦石）以稀薄的礦漿狀態給入選礦機的最上面的螺旋。

沿流槽向下流的礦漿，在离心力的作用下由槽的內部偏移到它的外側。粗而輕的礦粒靠近槽的外緣，細而重的礦粒靠近槽的內緣，由此處用截料器把它導出過程之外。重礦物選為精礦的回收率達 90 % 或 90 % 以上。

無論在永久式和可拆卸結構的選礦廠，或是在處理採砂船探出礦砂的平底淘砂船上都可以裝設螺旋選礦機。

① 在外國的生計實踐中這些選礦機，叫做螺旋線選礦機，格姆弗里斯選礦機（按生計它的專業公司命名），甚至簡單叫做格姆弗里斯螺旋。但是，這類選礦機，正像 F.O. 切爾特教授 [31] 所指出的，應當叫做螺旋選礦機，不應當叫做螺旋線選礦機，因為它們是由同一直徑的單個螺旋組成的並且具有螺旋的形狀，而不是普通任意的螺旋形的。

湿选用螺旋选矿机的优点如下：没有运动的另件，不消耗能，处理1米³矿砂的耗水量不多，佔地面积不大。基建費用和經營維護費用比使用跳汰机和淘汰盤要低得多。

螺旋选矿机的主要优点是操作简单，只需要最少数量的看管人員，因此它在国外获得广泛的应用。这样，这种选矿机在国外广泛用来处理大量(体积)原料。例如，在美国佛罗里达州，裝設222台螺旋选矿机的选矿厂由一名选矿工、一名助手和一名砂泵工来看管。該厂的晝夜生产能力为5000吨原矿砂。

伊尔庫茨克稀有金屬科学研究所的科学工作者小組在設計各种类型的新式螺旋选矿机时曾利用螺旋槽的观念。这些螺旋选矿机是用来湿选含有价金屬和矿物的矿石和砂矿的。

螺旋选矿机选矿过程的原理是离心力，摩擦力和重力对受水流的影响而沿螺旋槽流动的矿粒所起的复杂作用。

伊尔庫茨克稀有金屬科学研究所設計的螺旋选矿机的第一台模型是由伊尔庫茨克古比雪夫重型机器制造厂在1943年制造的(圖3)。

螺旋选矿机对各种不同砂矿矿床的矿砂做过試驗室的和生产上的試驗。在試驗时得到下列回收率：金达96%，錫石达98%，比重大於4的重部分矿物达97%。



圖2 湿选用螺旋选矿机的外觀

在 1950 年， 列宁格勒科特利亞科夫工厂提出几种变型的螺旋选矿机的設計， 該厂于 1952 年就开始生产它們了（圖 4）。

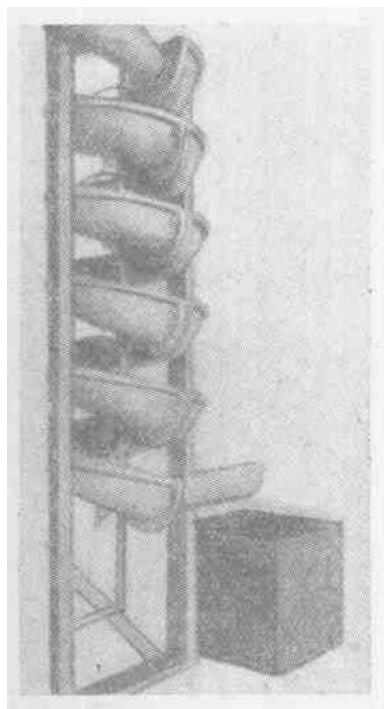


圖 3 伊尔庫茨克稀有金屬科学研究所設計的M-1 型鑄鉄槽螺旋选矿机的外觀

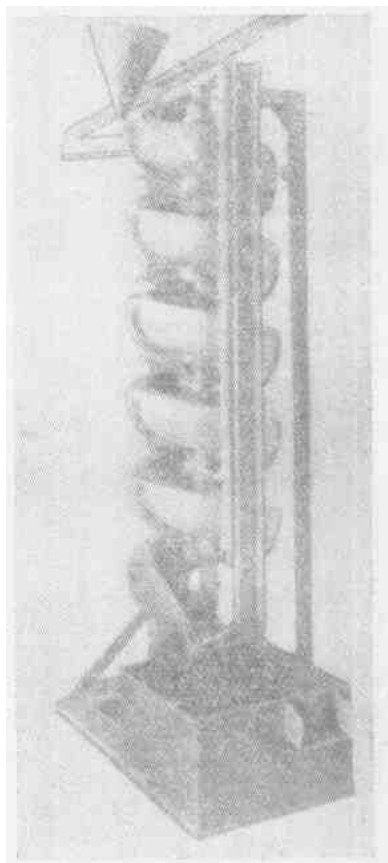


圖 4 改造了的 M-1-2 型鑄鉄槽螺旋选矿机的外觀

試驗証明， 該型螺旋选矿机处理粒度 -16 毫米的物料最合适的生产率不超过 1.5 吨/小时。

創制生产率更高的螺旋选矿机的必要性， 决定了在了解它最合适的参数之后設計与制造新式的螺旋选矿机。

对于試驗型式的螺旋选矿机， 曾利用报废的飞机和汽車的外