

# 选煤过程工艺参数 自动测控技术

任清晨 赵志文 王丽敏 编著



煤炭工业出版社

# 选煤过程工艺参数 自动测控技术

任清晨 赵志文 玉丽敏 编著

煤炭工业出版社

## 内 容 提 要

作者从介绍选煤方法和有关工艺参数及选煤自动化常用元件和装置入手,着重叙述选煤工艺自动调节系统构成原则及特性分析。分章论述跳汰过程、重介过程、浮选过程以及装车计量过程的工艺参数自动测控技术。

责任编辑: 袁筠

选煤过程工艺参数自动控制技术

任清晨 赵志文 王丽娟 编著

煤炭工业出版社 出 书

(北京安定门外和平里北街21号)

北京京辉印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092mm<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 印张6<sup>5</sup>/<sub>8</sub>。插页3

字数145千字 印数1—2,700

1990年11月第1版 1990年11月第1次印刷

ISBN 7-5020-0463-7/TD·420

书号 3248

定价 3.05元

## 前 言

我国煤炭产量已跃居世界主要产煤国的前列。为了减少能源和运输力的大量浪费，合理利用煤炭资源，提高企业经济效益和满足环保的需要，煤炭用户对煤炭产品质量提出了更高的要求。因此，煤炭加工已成为煤炭生产和利用中不可缺少的重要环节。建国以来，我国选煤工业有了较大发展，但在选煤自动化方面仍处于初始发展阶段。但是，选煤自动化技术在选煤过程中能起到重要作用，如：能提高分选效率，稳定产品质量，减轻工人劳动强度和提高管理水平，等等。为此，作者把多年从事选煤自动化技术的经验总结出来献给广大读者，以求达到与从事选煤自动化技术的同志交流的目的。

# 目 录

<b>第一章 我国选煤工业的现状 &amp; 选煤厂自动化的发展概况</b> .....	1
§ 1-1 我国选煤工业概况 .....	1
§ 1-2 我国选煤厂自动化的发展过程 .....	2
<b>第二章 几种选煤方法及其工艺参数简介</b> .....	3
§ 2-1 原煤的组成及特性 .....	3
§ 2-2 重介质选煤法 .....	3
§ 2-3 跳汰选煤法 .....	9
§ 2-4 浮选法 .....	12
<b>第三章 选煤厂自动化常用仪表、装置及其用途</b> .....	16
§ 3-1 概述 .....	16
§ 3-2 气动单、双管 .....	17
§ 3-3 水柱平衡传感器 .....	19
§ 3-4 差压计及其应用举例 .....	21
§ 3-5 电容液面计 .....	43
§ 3-6 电磁流量计 .....	50
§ 3-7 同位素密度计 .....	52
§ 3-8 同位素测灰仪 .....	54
§ 3-9 其他测量仪表 .....	57
§ 3-10 执行器 .....	58
§ 3-11 PID调节器 .....	69
§ 3-12 智能调节器 .....	77
<b>第四章 自动调节系统的构成原则及特性分析</b> .....	78
§ 4-1 自动调节系统的任务 .....	78

§ 4-2	自动调节系统的结构 .....	78
§ 4-3	自动调节系统的构成原则 .....	80
§ 4-4	特性分析 .....	81
<b>第五章</b>	<b>跳汰选煤过程自动化</b> .....	<b>90</b>
§ 5-1	概述 .....	90
§ 5-2	跳汰机风源风压的自动调节 .....	90
§ 5-3	跳汰机自动排料 .....	94
§ 5-4	跳汰机给料量自动调节 .....	121
§ 5-5	跳汰精煤灰分自动控制 .....	125
<b>第六章</b>	<b>重介质选煤工艺参数和精煤灰分的自动控制</b> .....	<b>132</b>
§ 6-1	概述 .....	132
§ 6-2	轮式排矸系统工艺参数的自动测控 .....	134
§ 6-3	双密度三产品(或称主、再选)系统工艺参数的 自动测控 .....	144
§ 6-4	采用媒介混合运输方式的三产品旋流器工艺参数 自动调节系统 .....	155
§ 6-5	重介精煤灰分的自动调节 .....	166
<b>第七章</b>	<b>浮选过程工艺参数及精煤灰分的自动控制</b> .....	<b>167</b>
§ 7-1	概述 .....	167
§ 7-2	药剂的测量和添加 .....	168
§ 7-3	直接浮选流程工艺参数自动测控系统 .....	177
§ 7-4	浓缩浮选流程工艺参数自动测控系统 .....	183
§ 7-5	过程精煤灰分自动调节系统方案探讨 .....	189
<b>第八章</b>	<b>装车计量自动化</b> .....	<b>198</b>
§ 8-1	概述 .....	198
§ 8-2	电子胶带秤作装车计量仪表 .....	199
§ 8-3	在线仪表测量灰、水,提高灰、水测量结果的 代表性 .....	201

# 第一章 我国选煤工业的现状 & 选煤厂自动化的发展概况

## §1-1 我国选煤工业概况

我国是个煤炭大国，原煤年产量已超过 10 亿吨，到本世纪末可达 12 亿吨。目前，全国统配煤矿下属选煤厂共有 170 个，总处理能力约为 1.8 亿吨，占原煤总产量的 18% 左右。原煤合理的分选使用，可以充分利用煤炭资源，避免无效运输，减少环境污染，提高煤炭生产的经济和社会效益。因此，面对能源紧缺的现状如何提高洗选加工能力，增加产品品种，提高产品质量，是我国选煤工业急待解决的问题。

目前国家正有计划地逐年投建一批新选煤厂，同时对老厂进行改造挖潜，以便扩大处理能力。尽管如此，在“七·五”期间统配煤矿选煤厂增加处理能力仅一亿吨左右，原煤入选量提高到占全国原煤总产量的 20%，仍远低于国外水平。

近年来我国选煤技术和其他工业技术一样，有了很大的发展和提高。研究、设计及制造能力不断扩大，现在我国已经能够自己设计和装备大型选煤厂。尽管如此，由于我国原有基础差、技术水平低，而且许多选煤厂设备陈旧、管理混乱、工作效率低，与技术先进国家相比，我们还有很大差距。

## §1-2 我国选煤厂自动化的 发展过程

国家对选煤厂自动化技术的发展比较重视。早在60年代初，原煤炭部就开始了有计划地组织进行选煤过程自动化技术的研究。

当时，我国的电子技术还处于发展初期，自动化元件种类少、质量低，仪表不配套，致使我国选煤自动化技术发展缓慢、效果甚微。一些选煤厂花了不少人力资金搞了全厂设备的集控装置，但由于缺少基本的执行元件和测量仪表，使集控装置结构不完善，不能达到提高生产效率的目的。

通过实践，人们充分认识到：当前选煤厂自动化的方向应该是从基础着手，重视实效，把那些影响产品质量，决定煤炭损失大小的环节首先实现自动控制，以达到稳定和提高产品质量，减少煤炭损失，改善工人劳动条件，提高生产效率并为实现全厂自动化创造条件。这样逐步深入，就会使自动化技术水平稳步提高，经济效益明显增加。

此外，为适应选煤自动化技术发展的需要，有计划地培养技术人员，提高工人的技术素质，亦是非常重要的。



## 第二章 几种选煤方法及其 工艺参数简介

### §2-1 原煤的组成及特性

从地下采出的煤，未经洗选加工处理的煤称之为原煤。原煤一般由精煤、中煤、矸石和一些杂质组成。精煤密度最小，灰分最低，发热量最大，它的主要成份是碳和碳氢化合物，是主要的工业原料；矸石的密度最大，灰分最高，发热量最小，它的主要成份是岩石，有的矸石也含有不同数量的有用矿物或元素。选出的矸石，除少量作为建筑材料外，大多丢弃不用；中煤则介于上述两者之间，主要用于火力发电和民用燃料。

煤炭的洗选加工，就是采用一定的工艺设备，把原煤中的精煤、中煤和矸石分开，从而得到不同粒级、灰分的煤炭产品以满足不同需求。

### §2-2 重介质选煤法

重介选煤是将一定密度的液体介质放在分选机中，当原煤通过分选机时，密度小于此介质密度的物料上浮，密度大于此介质密度的物料下沉，从而达到把不同密度范围的精煤、中煤、矸石相互分开的目的。

#### 一、重介质

上述用来起分选作用的液体称为重介质，它在选煤过程

中是循环使用的。为了便于控制和回收，这种介质一般是采用磨细的磁铁矿粉放入水中，配以适量的煤泥而形成的具有一定粘度的悬浮液。为了使重介质在分选机中呈悬浮状态，不致沉淀，须用介质泵使悬浮液在介质桶（或称介质仓）和分选机之间不停地循环运动。

## 二、重介质选煤的几个工艺参数

### 1. 介质密度

重介质选煤就是按密度进行分选的过程。为确保上浮产品的质量，尽量减少煤炭损失，重介质的密度应稍大于上浮物料的密度。因为密度过大，高密度物料上浮，就会降低产品质量；密度过低，则使应当上浮的物料下沉，造成上浮物料的损失，降低了上浮物料的数量。因此，在生产过程中应当对此参数进行严格的检测与控制。

### 2. 介质桶液位

为保证介质泵的正常工作和液体密度容易调节，介质桶的液位应保持稳定，全系统的介质量也应维持不变且具有尽量小的体积。在生产过程中，由于需要进行密度调节，随产品又有一定的介质损失，使整个系统的介质量和介质桶液位不断变化，因此必须对介质桶液位进行检测与控制，以保持介质稳定。

### 3. 介质粘度

任何液体都具有粘度。粘度越大，物体在其中运动所受到的阻力就越大。重介质粘度的大小是由其中的细煤泥含量决定的。煤泥含量越大，其粘度就越大；反之粘度就小。不含煤泥时，粘度最小。只用磁铁矿粉配成的重介质粘度太小，则介质容易沉淀，从而造成事故。特别是磁铁粉粒度较大时，这种危险更大。粘度过大时，小粒级物料，即使其密度

大于重介质的密度，因其下沉所受的摩擦阻力较大，不能顺利下沉，就会混入上浮产品中，影响上浮产品的质量。可见，重介质粘度的大小，直接影响物料的分选效果。为此要保持介质粘度适当，必须对其进行检测与控制。

### 三、轮式重介质分选机及其工艺流程

轮式重介质分选机有斜轮和立轮两种，如图 2-1 所示。这种分选机的分选槽内盛有循环介质，立轮（或斜轮）在其中连续转动，并捞出下沉物料，将其倾入溜槽，溜至脱介筛脱介后，得到重产品（矸石或中煤）。带刮板的六角轮将上浮物料从分选槽拔出，经固定筛至脱介筛脱介后，得到上浮产品（如精煤）。这种分选机一般用来处理块原煤。

图 2-2 所示是一个单密度两产品的工艺流程。设有分选

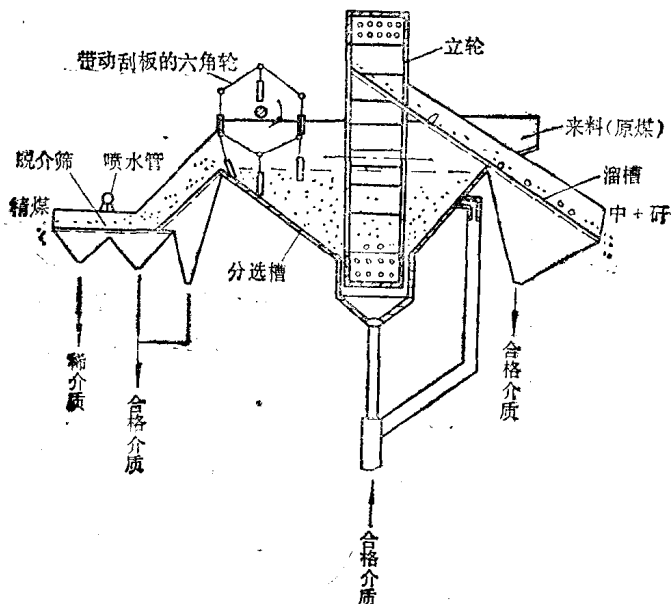


图 2-1 轮式分选机原理结构图

脱介系统和磁力回收系统。分选脱介系统由轮式分选机、精煤及中煤脱介筛、合格介质桶和介质泵组成；磁力回收系统由稀介桶、介质泵、浓缩机和磁选机组成。此工艺流程可将原煤分选出精煤以及中煤和矸石混合物或煤与矸石两种产品。如果把立轮捞出的重物料投入具有更高密度的轮式分选机再次分选，即可把中煤和矸石分开，构成双密度三产品工艺流程。

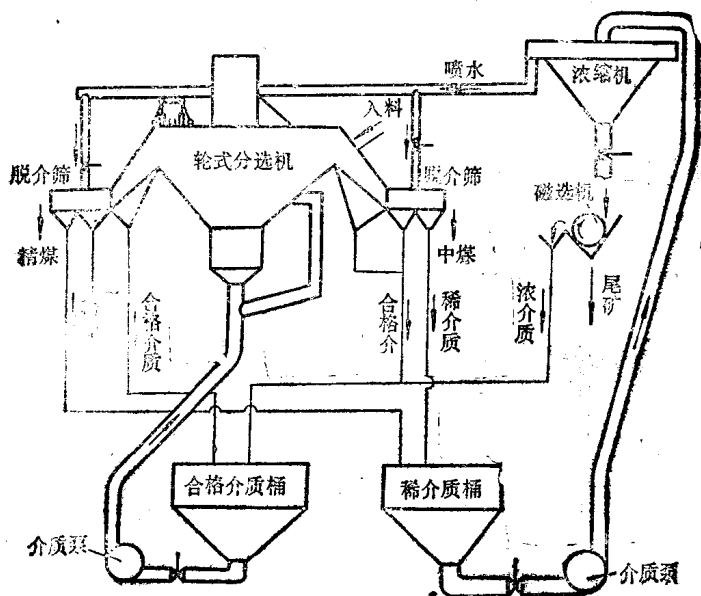


图 2-2 轮式分选机工艺流程

#### 四、重介质旋流器分选机及其工艺流程

重介旋流分选机的结构如图 2-3 所示。

带有一定锥角的旋流器，按一定角度倾斜放置，煤和介质从入料管以一定的压力呈切线进入旋流器后，在离心力的

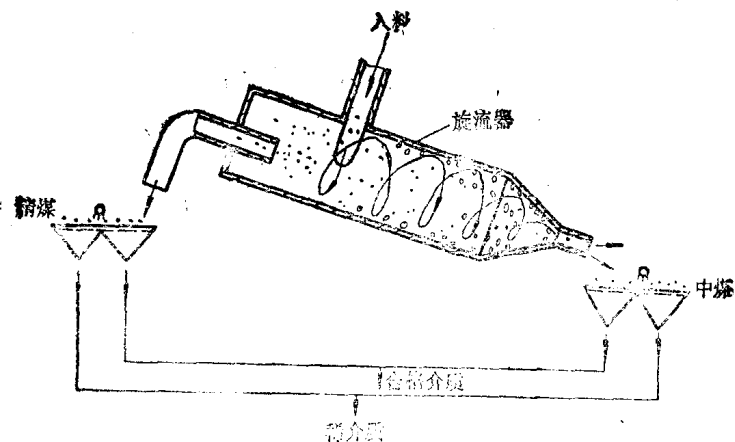


图 2-3 重介旋流分选机

作用下沿旋流器内壁旋转，重物料比轻物料的离心力大，沿旋流器壁向下旋转运动，较轻物料则被挤到旋涡中心向上运动。随介质从上边溢流口排出的物料密度较低，经脱介筛脱

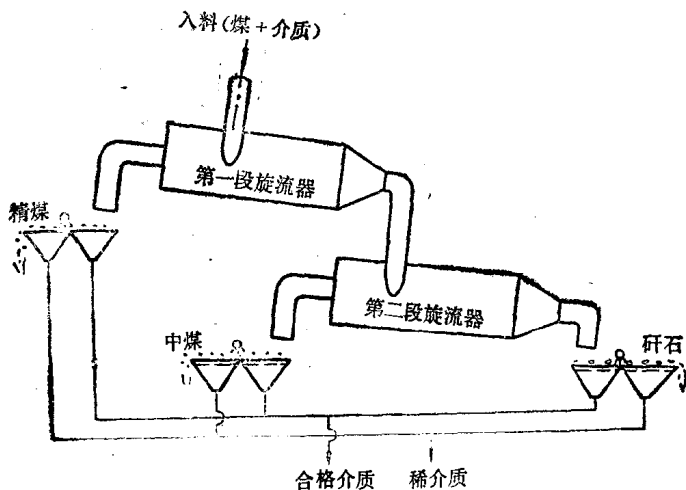


图 2-4 三产品旋流器

介得轻产品；随介质从底流口排出的物料密度较高，经脱介处理得到重产品。这就是旋流器的基本工作原理。

上述旋流器是两产品旋流器。也可以把两个旋流器串联，组成三产品旋流器，如图 2-4 所示。其中第一段旋流器的底流作为第二段旋流器的入料。这样，采用一种密度的介质就可以分选出三种产品。

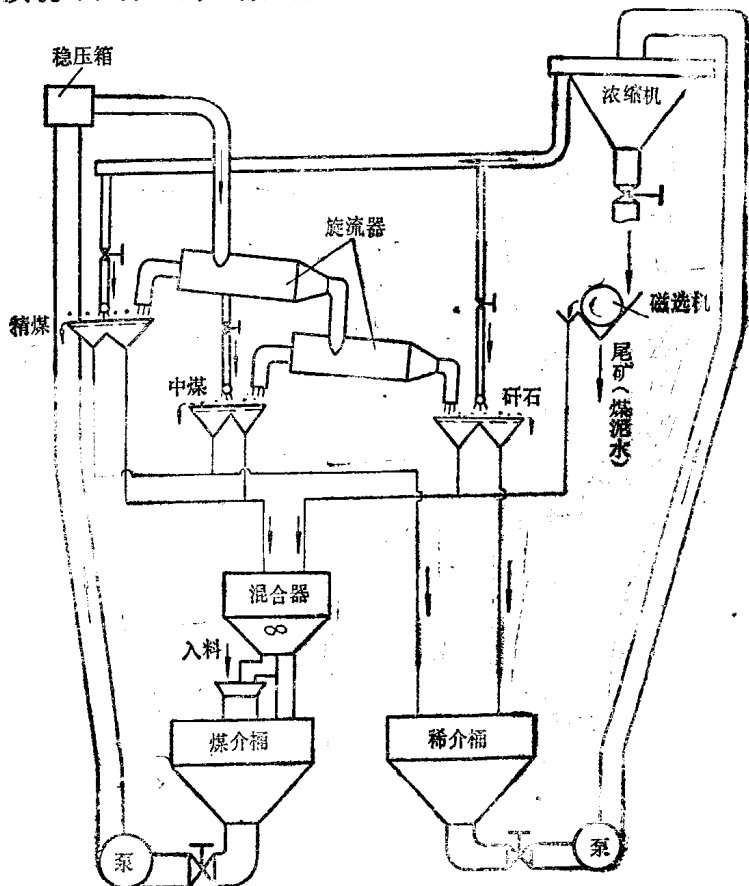


图 2-5 旋流分选机工艺流程

旋流器多用来处理不分级物料或细粒级物料，其工艺流程如图 2-5 所示。由于介质通过旋流器后被分为密度不同的介质，为使循环介质密度均匀，必须设介质混合器。

## §2-3 跳汰选煤法

### 一、基本原理

人们早就发现，在液体中以同样的作用力向上抛射物体时，密度大的物体产生的加速度小，密度小的物体产生的加速度大；而物体在液体中自由下落时则相反，密度大的物体产生的加速度大，密度小的物体的加速度小。

跳汰选就是利用这一原理，使被分选物料在风的作用下，在跳汰机筛板上的水中作周期性地上（给风期）、下（停止给风至放风期间的膨胀期）运动，并随入料和冲水不断前进。在跳跃前进的过程中，物料因密度不同产生按密度分层

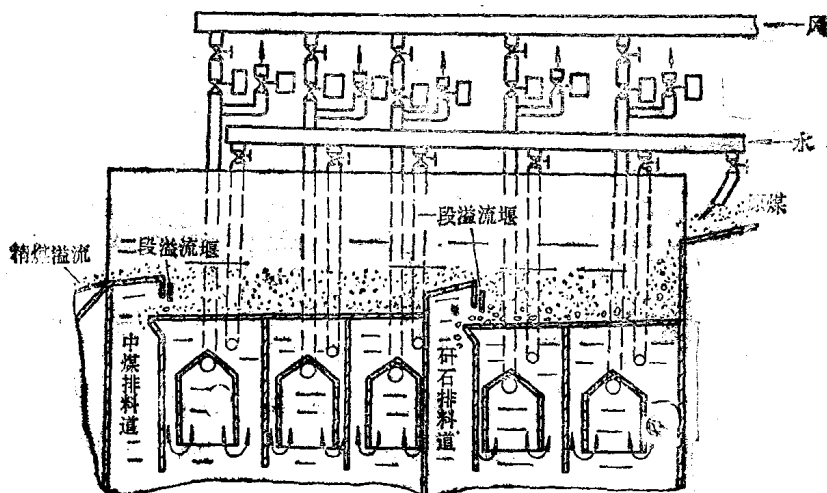


图 2-6 跳汰机（筛下空气室式）原理结构图

的现象。利用排料装置不断地排出筛板上多余的重物料，保持重物料层（称为床层）厚度不变。轻物料从溢流堰上面溢出，从而达到按密度分选的目的。

跳汰机（筛下空气室式）结构原理如图 2-6 所示。跳汰机筛下隔成几个空间，每个空间设一空气室，空气室开口向下，顶部与风管相连，风管上设有进风阀和放风阀。工作时，打开进风阀，关闭放风阀，使具有一定压力的风进入空气室（此时称为进风期），空气室中的水从其下部排出，然后向上透过筛孔托起筛上物料。当空气室中一定体积的水被排出时，关闭进风阀，停止进风并持续一段时间（此阶段称为膨胀期），在此期间物料自由下落。在物料下落结束时，打开放风阀，将空气室中的空气排出（此时称为排风期），当水再次充满空气室时，又将进风阀打开，进行排水。如此以适当的频率和时间间隔使各室的风阀有规律地开关动作，在筛上水及筛下水的配合下，就可以使被分选物料在筛板上跳跃前进，并实现按密度分层，再配以适当的排料机构，就达到了按密度分选的目的。

根据风阀的结构，分为机械风阀跳汰机（包括立式风阀和卧式风阀两种）和数控风阀跳汰机。

## 二、几个主要的工艺参数

### 1. 风阀的周期和周期内时间间隔分配

为了保证被分选物料在筛板上以适当的速度和幅度跳动，使分层效果最好，风阀的动作周期和各阶段的时间间隔的长短是极重要的工艺参数，它与跳汰机结构、物料的粒度组成和煤的可选性有关。

### 2. 风量和水量

在跳汰机工作时，水是媒介，风是动力。在压强不变的



情况下，风量和水量要配合适当，才能获得物料在筛板上跳跃的最佳速度和幅度，从而得到最佳的分层效果。

### 3. 床层厚度

物料在风水作用下，在筛板上跳跃前进，同时进行分层，重物料在下层形成床层。在周期及风水量均已确定的条件下，为使筛上物料跳跃前进的速度和幅度稳定在最佳值上，靠近筛板的重物料层（即床层）的厚度应当保持稳定。床层太厚，影响跳动幅度和物料的分层效果，同时也提高了分选密度，使较重物料上浮到轻物料中去，降低了轻物料的质量；床层太薄，则降低了分选密度，使轻物料下沉，随重产品排出，造成资源损失。因此在跳汰选煤过程中，床层厚度应适当并维持稳定。跳汰机有末煤跳汰机和不分级跳汰机。

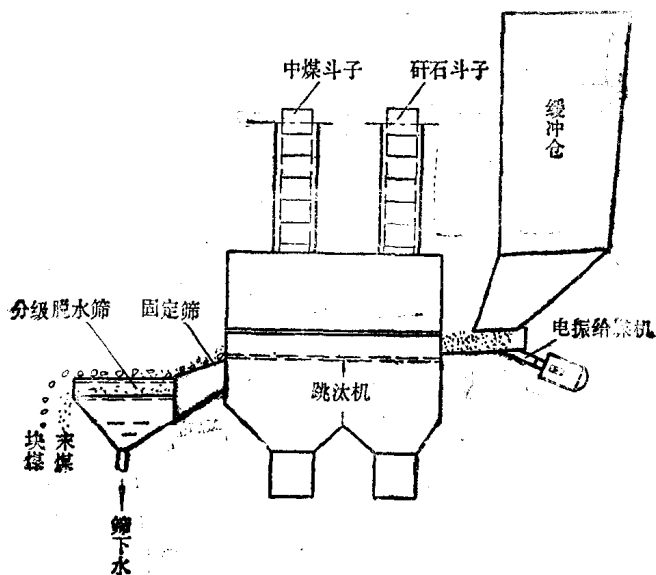


图 2-7 跳汰工艺流程