

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl.<sup>4</sup>



[12]发明专利申请公开说明书

C10L 1/32

C10L 9/00

B03D 1/02

[11] CN 86 1 03216 A

CN 86 1 03216 A

[43]公开日 1986年12月17日

[21]申请号 86 1 03216

[22]申请日 86.5.9

[30]优先权

[32]85.5.10 [33]美国 [31]732550

[71]申请人 巴布科克和威尔科斯公司

地址 美国路易斯安那州70160

[72]发明人 拉尔夫·D·达雷 凯文·E·里丁格

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利代理部

代理人 段成恩 徐汝巽

[54]发明名称 煤—水燃料的生产

[57]摘要

一种用于生产煤—水燃料的方法和设备,其中包括用来生产解离的粒状煤的破碎和初级研磨,以及用来降低煤的灰分和黄铁矿的硫含量的粒化煤的多级泡沫浮选。为产生具有选定固体含量的产品,把泡沫浮选加工得到的产品脱水。然后用这种产品通过形成一种选定的粒度分布,来生产出稳定的煤浆。收集从前面各工序沉积出的尾煤,并使其脱水,以及将水澄清用于生产工序中。

242/8605650/12

北京市期刊登记证第1405号

## 权 利 要 求 书

---

1.一种从原煤生产煤—水燃料的方法，该方法 包括：破碎原煤使其加工成解离的细粒煤；

为了从细粒煤中去除灰分和粗黄铁矿的硫以产出降低了灰分和硫分的煤，在泡沫浮选过程中向解离的细粒煤中加入水和化学剂；

为了从降低了灰分的煤中去除黄铁矿以生产出降低了灰分和降低了黄铁矿的煤，在反浮选过程中向降低了灰分的煤中加入水和化学试剂，然后生产出脱水煤；以及

用具有选定的粒度分布的脱水煤制备煤浆，这种煤浆可以用作煤—水燃料。

2.一种如权项1 所述的方法，该方法包括首先采用破碎工序和继之采用初始研磨工序来破碎原煤。

3.一种如权项2 所述的方法，该方法包括破碎原煤生产出 $3/4$  英寸 $\times 0$  的颗粒煤以及在初始研磨工序中研磨 $3/4$  英寸 $\times 0$  的煤以产出28目 $\times 0$  的粒状煤。

4.一种如权项3 所述的方法，该方法包括利用封闭回路湿球磨工艺进行煤的研磨，以生产出粒状产品。然后将粒状煤水力旋流分级成上流和下流，再把上流送到泡沫浮选工序，根据煤的特性把下流送到附设的弧形筛上进行筛分，以生产出筛上物和筛下物，然后将筛上返回到湿球磨工序，把筛下送到尾煤沉降槽中。

5.一种如权项3 所述的方法，该方法包括采用开回路棒磨工艺进行煤的初始研磨，以生产出28目 $\times 0$  的粒状煤。

6.一种如权项3 所述的方法，其中使用的是低灰分和低硫分的原煤，该方法包括将来自初始研磨的粒度为28目 $\times 0$  的粒状煤直接送到脱水工序。

7.一种如权项1 所述的方法，该方法包括以至少为一段也可能是多段

的形式来实现泡沫浮选处理，根据煤的种类，可以包括初始段泡沫粗浮选工序，第二段泡沫精选工序和最终段的再次泡沫精选工序。

8.一种如权项7所述的方法，该方法包括提供两个同样的泡沫浮选回路，每一回路具有至少一段也可能多段的浮选工序，其中包括泡沫粗浮选工序，泡沫精浮选工序和再次泡沫精浮选工序，以及包括在颗粒产品到达泡沫浮选工序以前使其通过弧形筛，弧形筛的筛上物被送到一个浮选回路中去，而使弧形筛的筛下物送到另一个浮选回路中。

9.一种如权项1所述的方法，该方法包括用初始精选煤槽和继之的盘式真空过滤器使降低了灰分和降低了黄铁矿的煤脱水。

10.一种如权项9所述的方法，该方法包括制备煤浆工序，其中使用用于破碎脱水煤的高固体球磨机，用于控制最大粒度的振动筛和用于从生产煤浆的高固体球磨机中接收产品的至少一个搅拌工序。

11.一种如权项1所述的方法，其中用浮选方法和脱水方法生产尾煤，包括在沉淀槽中沉积尾煤来生产循环的水和沉淀尾煤产品，压滤沉淀尾煤产品生产出可用的尾煤产品以及处理循环水生产出可用的工厂水。

12.一种用于从原煤生产煤—水燃料的设备，该设备包括：

一种用于接收原煤和破碎原煤的破碎机；

一种与上述破碎机相联的用于接收破碎原煤的初始研磨机；

与上述初始研磨机相联的用于接收来自初始研磨机中破碎的和研磨的原煤，以生产降低了灰分的煤的泡沫浮选装置；

与上述的泡沫浮选装置相联的用来接收降低了灰分的煤，以产出降低了灰分和降低了硫分的煤的反浮选装置；

与上述浮选装置相联用于使降低了灰分和硫分的煤脱水的脱水装置；  
和

与上述脱水装置相联的用于接收来自脱水装置的脱水煤，并生产出可以用作煤—水燃料的煤—水浆的制备装置。

13. 一种如权项12所述的设备，该设备包括尾煤处理和水处理装置，它们与上述脱水装置相联且与上述用于接收来自脱水装置和上述用于处理尾煤的浮选装置的尾煤的反浮选装置相联。

14. 一种如权项13所述的设备，其中上述的初始研磨机包括一个封闭回路湿球磨机。

15. 一种如权项13所述的设备，其中上述的初始研磨机由一个开回路棒磨机组成。

16. 一种如权项13所述的设备，其中上述的泡沫浮选装置，根据煤的种类包括一个或多个连续的泡沫浮选装置。

17. 一种如权项16所述的设备，其中上述的泡沫浮选装置包括弧形筛，与上述的弧形筛相连的用于接收它的筛下物的上述的至少是一段的一系列相连的泡沫浮选装置，以及与上述弧形筛相连的用于接收它的筛上物的，至少为一级的一系列相连的第2套浮选装置。

18. 一种如权项16所述的设备，其中上述的脱水装置是与上述泡沫浮选装置的产品相连。

19. 一种如权项12所述的设备，其中上述的脱水装置包括一个精选煤槽和一个盘式真空过滤机。

20. 一种如权项12所述的设备，其中上述的煤浆制备装置包括一个球磨机，分级筛和至少有一道后继的搅拌工序。

21. 一种如权项12所述的设备，其中上述的脱水装置包括一个精选煤槽和一个盘式真空过滤机，上述生产尾煤的盘式真空过滤机，上述生产尾煤的浮选装置和与上述盘式真空过滤以及上述用于接收从此产生的尾煤和用于处理上述尾煤的浮选装置相联的尾煤处理装置。

煤—水燃料的生产

本发明是关于在工业规模上，以一种独特的方式，采用常规的市售设备来生产煤—水燃料（CWF）的方法及其装置。

本发明中的各项单元操作包括：破碎，棒磨、弧形筛筛分、泡沫浮选，真空过滤，尾煤脱水和球磨。这些操作已用于煤炭生产和选矿工业多年。本发明中还用到一种反浮选操作。

轧碎单元操作：破碎、棒磨和球磨都是在矿物加工厂常用的，例如在铜和钼矿的精选操作中。在通常的选煤操作中并没有见到采用棒磨和球磨的。在现行的作法中避免生产粉煤，主要是由于常规的粉煤精选操作的效率低。

在通常用泡沫浮选法选煤时，是向粉煤和水的混合物中加入化学试剂，以便使气泡选择地附着在煤粒上，而使它们上升到表面，矿物颗粒则遗留在浮选池的底部。在反浮选操作中，为沉降（下沉）煤粒和选择性地使气泡附着在解离出来的黄铁矿（ $\text{FeS}_2$ ）颗粒上，提供了不同剂量的化学试剂。从而，与煤伴生的主要含硫的矿物，黄铁矿即上升到表面而可以撇去，因而降低了给矿流中的硫含量。

泡沫浮选是一种工业上已经证实了的用于减少原煤中灰分的技术。在大多数常用的煤浮选操作中，只使设备总进料量的10~20%通过浮选回路。在本发明中，根据煤的特性，可以使所有给矿流直接通过浮选回路。已经证明，把浮选给矿分为粗流和细流（分流给矿）有利于提高浮选回路的性能。一些工业生产中应用了分流给矿浮选，但并不普遍。粗煤的分流浮选大约在1960年，在俄亥俄州，加地斯的汉拉 Hanna 煤炭公司的管道工厂（the pipeline plant of Hanna Coal Company in Cadiz, Ohio）中

最早采用。克尔·麦克剂公司 (The Kerr Mc Gee Company) 在他们最新建的1200吨/小时的选矿厂中,也安装了用于生产28目 $\times$ 0原煤的分流给矿浮选设备。在煤炭工业中采用多级即“粗选—精选”浮选法已有20多年的历史。在美国的煤炭工业中,1963年,在宾夕法尼亚,华盛顿区的伯里恒 Bethlehem矿业公司 (Bethlehem Mines Corporation in Washington County, Pennsylvania)的三个工厂中首次设计安装了粗选—精选回路。这种粗选—精选浮选回路经设计成生产60吨/小时的28目 $\times$ 0煤。

对这种反浮选在实验室和实验厂的规模上(12吨/小时进煤)进行了试验,该试验中采用了许多宾夕法尼亚 (Pennsylvania)和西维吉尼亚 (West Virginia)的煤。这些试验表明,用反浮选可以除去70~90%黄铁矿的硫。从六十年代后期开始,在美国矿务局(the U. S. Bureau of Mines)支持下作了许多初期研究。这种反浮选方法的技术细节已在有关文献中作了叙述。后来,一些公司以个人资助研究项目的形式继续了这项工作。

为使细粒煤脱水所采用的真空盘式过滤机常用于选煤和选矿厂中。但是,本发明则要求比在煤矿精选厂中常见的控制更精细的控制。但是,这种精细控制方式一般是用于铁矿精选系统中的,其中,滤饼的湿度则是继之造粒操作中的决定性参数。

本发明的煤—水燃料生产过程中的最后一步,即高密度球磨已通过了中等规模实验的论证。座落在宾西法尼亚,丹维尔城的马·索·肯尼迪公司 (Kennedy Van Saun Corporation in Danville, Pennsylvania)中的一个生产能力为50~100吨/天的连续生产实验厂,已从1982年2月开始运行。这种煤水燃料生产工艺已概述于Funk的美国专利4,282,006和4,441,887中。

本发明提供了在工业规模上生产煤—水燃料的生产方法和设备,独创

性地采用将内容与形式上概居常见的单元操作组合的方式。如上所述，这些单元操作包括煤的破碎，棒磨、弧形筛筛分，以及反浮选操作。这一系列操作包括通过煤炭工业上不常采用的棒磨和球磨回路的分级碎磨来生产煤粉。这两种回路中的任一种都没有煤炭工业中的泡沫浮选回路复杂。按照本发明，精选回路也设置在碎磨装置之间。

本发明流程中的联合煤精选回路具有可减少原煤中灰分和硫分的能力。这种能力扩大了提供合格原煤原料的可能性，并为满足顾客特殊要求提供了能够生产出各种不同质量燃料的可能性，这种流程可以扩大常规煤炭的精选操作中通常所承认的限度。这是因为煤—水燃料生产中所要求的细磨也能使不理想矿物和黄铁矿的硫从原煤中解离出来。煤—水燃料的生产也不需要热干燥煤粉和避免了与细干煤相关联的后续处理和储藏的问题。

为此，本发明的目的是为生产煤—水燃料提供一种方法并对既有设备作出布置，其中包括破碎和最初研磨方法以及用于分离煤中不理想组分的设备，普通的泡沫浮选法和用于除去黄铁矿的设备，脱水方法和浓缩固体含量的设备，煤浆的制备方法和用于控制粒度分布的设备以及尾煤脱水和水的澄清方法及其设备。当各种功能回路在本发明的各种实施例中保持不变时，上述设备的各种零部件是可以更换的。所以在已正式运行的工厂中，应该安装同型的设备，而加工管路的布置要使各种设备在设备出故障时或更换生产产品时能借旁路绕过。

本发明一方面提供了用原煤来生产煤—水燃料的方法，该方法包括：  
破碎原煤生产出解离的粒状煤；

为除去来自粒状粒中的灰分和黄铁矿的硫，在泡沫浮选过程中，向解离的粒状煤中加入水和化学试剂，以生产出降低灰分和硫分的煤；

为除去来自降低了灰分的煤中的黄铁矿，在反浮选过程中，向降低了灰分的煤中加入水和化学试剂，以生产出降低灰分和降低黄铁矿含量的煤，进而生产脱水煤；以及

用具有选定粒度分布的脱水煤制备煤浆，该煤浆可用作煤—水燃料。  
本发明另一方面提供了用于从原煤生产煤—水燃料的设备，该设备包括：

用于接收原煤和破碎原煤的破碎机；

与上述用于接收破碎的原煤的破碎机相联的初始研磨机。

用于生产降低灰分的煤的，与上述用于接收来自初始研磨机的破碎的和研磨的原煤的初始研磨机相联的泡沫浮选装置。

与上述用于接收降低了灰分的煤，以产生出降低灰分和降低硫分的煤的泡沫浮选装置相联的反浮选装置；

与上述的浮选装置相联的用于脱去降低了灰分和黄铁矿的煤的水的脱水装置；以及

与上述的脱水装置相联的，用于接收来自脱水装置的脱水煤的和生产出可用作煤—水燃料的制浆装置。

为了更好地理解本发明，对它的操作优点和通过使用它所达到的特殊目的，可参看附图和叙述说明，以及对阐明本发明的最佳实施例所作的描述。

附图：

图1 是一个表示实施本发明方法的装置的方框图。

图2 是本发明另一种实施例的示意图，

图3 是对美国上自由港煤层 (the Upper Freeport seam) 中的煤用棒磨法所生产出的浮选矿料的粒度分布曲线图：

图4 是对匹茨堡煤层 (Pittsburgh Seam) 中的煤用棒磨法所生产出的浮选矿料的粒度分布曲线图；

图5 是对美国上自由港煤层 (the Upper Freeport Seam) 中的煤进行试验，所得出的最终煤—水燃料的粒度分布曲线图。

图6 是对匹茨堡煤层 (Pittsburgh Seam) 中的煤进行试验，所得出



的最终煤—水燃料的粒度分布曲线图。

参看这些附图，本发明在图1 中具体体现为一种生产煤—水燃料的装置和方法。

本发明包括六个功能回路，这些回路有统一以2 标明的破碎和初始粉碎回路，以4 标明的用来减少灰分和黄铁矿的硫的泡沫浮选回路，以6 标明的用来产生选定固体含量的产品脱水回路，以8 标明的用来在此种燃料中产生所需粒度分布的煤浆制备回路，以及由10标明的用于尾煤脱水和水澄清回路，此回路用来处理来自一个或多个其它功能回路的尾煤，同时用来澄清来自这些回路的水使其再用于煤—水燃料的生产中。

图2 表示了本发明的另一个实施例，其中具有破碎回路22，泡沫浮选回路24，反浮选回路26、脱水回路28，煤浆制备回路30和尾煤处理回路32。

本发明的各个功能回路将根据图1 和2 分别描述。

#### 破碎和第一阶段磨矿

如果需要的话，可将到厂的原煤取样和分堆存放（未示出）。将煤从上述煤堆运到几个原煤储仓中的一个中，该储仓示于图2 中的202。每个储仓上的一些分立给料器能使煤在处理前混合，以满足各种特定的给料要求。

中值为3 ~5 英寸×0 的灰分为10~20% 的原煤初始破碎，将用图1 中104 或图204 标明的一种冲击式破碎机来完成。市售有若干种这类破碎机，锤碎机和笼式研磨机的设计型式可能是另一些引人重视的破碎机器。将破碎机104 和204 加以调整，使之成为下一步的处理生产出3/4 英寸×0 的产品。要求总的破碎比约为6 : 1。为了实现上述破碎比，可能需要对这些破碎机进行分段。可以调节破碎产品的最大粒度以满足待处理的特殊的煤的各种具体要求。

在图1 中，破碎后的煤在重力作用下流到第一阶段湿磨操作工序106 处。这种湿磨操作起到如下一些重要的作用：(1)它保证下流的煤浆具有恒

定的粒度分布，而不取决于原煤的粒度分布，(2)它为继之的泡沫浮选处理提供了高活性，新鲜煤粉的表面位置，(3)它抑制了新生活性煤表面的氧化，和(4)它相当于一个有效的湿/混/调节装置。

常用的湿球磨机(图2中的206)或棒磨机可能是这个单元操作可采用的装置。这两种装置都能从粒度为3/4英寸×0给矿生产28目×0的产品，相当于破碎比33:1。它们也都可以固体浓度约50%的条件下操作。这种磨碎的操作条件和最终产品的粒度分布将决定于被加工的煤的性质。

研究了两种不同的研磨回路设计。第一种(图2)是常用的封闭回路湿球磨法。在这种操作方式中，将研磨后的产品泵入水力旋流分器208中。使从旋流分器来的含有过大煤粒和细黄铁矿颗粒(旋流分离是根据颗粒的质量)的下流通过弧形筛210。这种弧形筛的筛上物再返回到研磨机206进行再研磨，并将高浓度黄铁矿的筛下物直接流到回路32中的尾煤浓密机284中。旋流分器的溢流直接流到回路24的泡沫浮选装置中。这种回路对于处理含有粗黄铁矿杂质相当高的煤可能也是有效的。

开路棒磨是第二种可采用的回路。这种棒磨回路，可以预期提供较窄的粒度分布，即，当还是生产小于28目产品时，几乎不会给出超细颗粒。超细颗粒含量的减少会提高泡沫浮选回路的功能。

来自研磨回路22小于28目的产品可以直接进入精选回路24、26或也可以进入回路28中真空过滤系统229进行脱水，以便供给制浆回路30。如果不需要进一步减少煤的灰分和流分就能满足顾客要求的话，则可采用上述后一方案。如果选用预精选的煤进行加工时，也可采用这一方案。

### 常规的泡沫浮选法

如同所有的精选方法一样，这种浮选加工的效能某种程度上取决于进给料的粒度分布。浮选动力学和最佳浮选槽的条件是由粒度决定。因此，可能需要严格地控制粒度以提高选择性、从而改进灰分的排除和煤的回收率。浮选给料根据被处理的煤的性质可以分为粗细两部分。这种选择包括

测定给料的粒度分布、预测流向每一回路的量，以及分析各个不同粒度分流的浮选效果。注意可以控制研磨机来调节产品的粒度分布。

参看图2,研磨回路产品可以用两级弧形筛装置212 进行分类。假定研磨已调节到能生产出恒小于28目的产品，则第一级的弧形筛则用来把进给流分成 $28 \times 48$ 目（或 $28 \times 65$ 目）产品在214 处，和小于28目（或小于65目）产品于216 处。这种实际的粒度区别将决定于被加工的煤的性质，低效率的筛分将会导致一些精细物料混入弧形筛的筛上物中，这种筛上物可以通过第二级弧形筛（未示明，但仍设计成48或65目）以便进一步除去此种精细物料。在第二级筛分中需要喷水以提高筛分效率。筛分出来的粗和细部分分别收集在分立的泥箱中以供下步泵入适当的多级浮选回路中。

多级浮选包括再次处理泡沫浮选产品以便进一步减少灰分和硫分。典型的情形是，至少需要一个浮选段218-223 。实际上所需的浮选段数取决于所测定的泡沫浮选产品的质量和被处理的煤的性质。一般来说，每段连续浮选都能给出质量高一级的产品。实际上，在工厂中这些浮选段都是安置在不同的水平位置上，以便使从一个浮选段来产品在重力作用下供给下一浮选段。注意不要使高灰分，高硫分的尾矿产品循环，应把这些尾煤产品直接送到尾煤脱水和澄清回路32中（虚线）。

每一段浮选由一个或多个分立的浮选槽组成。来自每个浮选槽中的泡沫可以分别收集，以便严格测定和控制产品质量。如果必要的话，可以用水喷洒这种泡沫，以除去任何松附着的中矿颗粒。浮选剂可直接加入到浮选槽中或加入到浮选槽前的调料池中。可以用甲基 戊基醇（甲基异丁基甲醇）等醇类或甘油起泡剂，来生产一种选择的稳定泡沫。如果必要时，也可以加入燃料油（2号或6 号）或可采用的浮选促进剂以提高煤的回收率。实际所需的起泡剂的剂量将视具体的煤而定，并在每次采用这一方法时，应通过实验室研究来确定。

根据被处理的煤的性质，可以要求也可以不要求把研磨回路的产品分

成粗流和细流。

根据对研磨回路产品的分级，粗粒级部分的固体含量对于有效浮选来说是太高了，这是由于大部分的水带着细粒物料通过弧形筛所致。把来自水澄清回路32的循环水（点虚线）加入到粗粒煤池中，使入粗浮选装置的煤浆稀释到约固体含量为10%。在最先的两个粗选槽218中使用低剂量起泡剂（0.1~0.5 磅起泡剂/吨煤）和相当弱的气泡作用（0.05~0.20cfm/立方英尺槽），以增加选择性。来自这些浮选槽中的泡沫产品，可以使其在精选装置219进行再处理，也可以不需要再处理。另外，可以把化学起泡剂加入到精浮选槽的残余物中用来浮起尽可能多的物料。这些泡沫产品也可以直接进入粗—精浮选装置219中。来自最后的粗浮选槽的泡沫产品的质量实际上可能低于来自前面浮选槽的泡沫产品的质量。这种低等级中矿产品可以随返回破碎回路22进行再研磨的筛上物以及进入尾煤脱水回路32的筛下物一同通过一个弧形筛。

来自粗选装置218的适当泡沫产品可以进入精选装置219。将水加入到精选槽的泡沫流槽218中，以使流向精选装置219的给料稀释到固体含量约10%（重量）。这一精选的目的是为了生产出按灰分和硫含量以及碳的实收率来最终精选煤产品。可以把CaO、KMnO<sub>4</sub>或K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>之类的黄铁矿抑制剂加入到浮选池中，以促使硫分减少。粗精选槽的泡沫产品流入真空过滤器的给料槽228。与精选阶段相同，来自最后池中的泡沫产品可能需要经过筛分和返回研磨机206。精选机的尾煤直接进入尾矿脱水回路32。

来自研磨回路产品的分级底流经216管路（一般为48目×0或65目×0）直接流入细粒煤的粗浮选给料槽中。给入粗选回路221的细粒煤的固体含量小于给入粗浮选机218的煤的固体含量，固体含量大约为5~7%

（重量）。这样低的固体含量是由于来自研磨回路产品中的大部分水与细粒煤一同通过弧形筛212所造成的结果。据此，在这个流程中包括脱水装

置将是不实用的。因此，细粒煤的精浮选装置221 必须处理所有这些水。稀释给料有利于浮选性能，但是可能会增加所需浮选槽的尺寸和数量。

如果必要的话，可以把来自所有细粒料粗选槽221 的泡沫产品在222 中进行精选，然后再在223 中进行再次精选，以除去灰分和尽可能多的硫分达到固体含量约为10%（重量）。实际的浮选段数将取决于被处理的煤的性质。在这里硫的减少将基本被限制在粒度为48~150 目之间。来自所有各段浮选的尾煤送到尾煤处理和水处理回路32中，进行脱水 and 水的澄清。

细煤的多段浮选可以在按灰分含量使碳回收率保持最高的条件下，来生产出各种粒度的合格精选煤产品。离开精选机223 的最终泡沫产品可能存在一些小于100 目的黄铁矿的硫。然后这种产品还可以进入细黄铁矿浮选回路26进行浮选。

#### 黄铁矿（或反）浮选

反浮选回路26起到除去黄铁矿的硫和最大地回收煤粉的作用。反浮选不适用于减少灰分，对于分离大于100 目的黄铁矿也是无效的。因此，这种反浮选回路必须在常用的煤浮选回路24之后。

本发明处理过程包括用于减少细煤泡沫中硫含量的两段226，227反浮选回路。必须调节这种固体含量为20~25%（重量）的浮选产品，以制备适合于煤沉降和黄铁矿浮选的颗粒表面。向调节槽224(点线)中大约加入0.4~0.7 磅抑制剂/吨煤和0.4~0.7 磅的黄铁矿浮选剂/吨煤。实际所用的试剂和试剂量都要根据待处理的具体的煤的特性来决定。另外，必须把槽内物质的pH值调到4。因为酸性条件有利于从黄铁矿颗粒表面上除去一些化学物质，使它们变得更加亲水。在把这种调好的煤浆送进粗反浮选回路226 之前，可以要求将其固体含量稀释到15~20%（重量）。

先前的经验已经表明，粗反浮选步骤可以生产出高含硫量泡沫和相当低硫含量的精选尾煤产品。这种反浮选粗尾矿物质被直接通入精煤脱水回路28。但是，来自粗选装置226 中的最后几个浮选槽中的泡沫产品，可能

含有非常高的碳含量。所以为了回收这些碳，应使粗浮选在精选段227 中作再次处理。

可以使来自反浮选精选段227 的高硫含量的泡沫产品通过弧形筛（未示出），以除去含有大量碳的粗煤粒和黄铁矿颗粒。然后可将这种筛上物送到破碎回路22中进行再研磨和解离黄铁矿颗粒。这种弧形筛的筛下物将流到尾煤处理和水处理回路32，进行脱水 and 水的澄清。

这种反浮选的精选尾煤可以认为是煤的中间产品，它可以被返回到反浮选粗选进料226 中。这种产品也可以送回路22进再研磨。

#### 精选煤脱水

精选煤脱水回路28必须设计成能够提供严格控制的高固体含量的给料到制浆回路30。必须使进入到盘式过滤器229 的固体含量约25%（重量）的进给煤浆脱水到固体含量约为75~78%（重量）。这种进给煤浆是由普通的煤浮选泡沫产品和反浮选尾煤产品组成。应该使破碎回路22的产品绕过精选回路24和26直接送到盘式过滤器的料槽228 中。

过滤器进料槽228 起到过滤进料的储存和搅拌池的作用。实验室的经验表明，来自浮选回路24的泡沫产品应该在弱搅拌条件下就容易使其完全破碎。恒定为最大固体浓度的过滤进料有助于提高过滤机的过滤效果。

为使过滤机保持最佳的过滤效果，必须使其真空度保持在恒定的高水平上。需要双级真空泵以使用具有不同滤饼孔隙率的煤粉来保持真空度。保持高真空度的第二个方法是保证过滤槽中充满过滤物质。因此，在滤饼的生产中应控制过滤机的转速使之相应于来自泡沫浮选回路的精选煤产品的吨数。但是，应该以高于过滤机处理能力的速度把煤浮选产品泵入过滤机，以便提供回到过滤机进料槽228 的稳定溢流。这种溢流使在盘式真空过滤机229 的过滤槽中形成恒定质量的浮选产品。为获得良好的滤饼出料，应该考虑到一种突然吹落特性(a snap blow feature)。

无论怎样强调脱水回路28对煤—水燃料生产的重要性都不算过分。为

了使后续制浆回路30具有某种程度的适应性，脱水后的产品的固体含量必须保持在尽可能高的水平。

### 煤—水浆的制备

这种煤浆制备回路30是由最佳粒度分布的第二研磨步骤230 组成。用两个串联的高剪切搅拌池232 来控制煤浆的流变性；第一个用来控制其粘度，第二个用来控制其稳定性。注意这种浆制备系统30与浮选系统24和26一样，也包括必要的化学处理、储存和测量装置（未示出）。

来自盘式真空过滤机229 的脱水后的精选煤滤饼直接落到一个带式运输机上，运到带有塑料衬里的进料口。采用的运输机内皮带分度能够精确的测定向研磨机230 给料率。在滤饼落到的球磨机的螺旋给料机处还加入一部分化学分散剂、PH调节剂和任何所需的稀释水（点线）。球磨机230 是在高固体含量状态[ 固体含量为70~80%（重量）]下操作。通过加入化学分散剂的方式控制球磨煤—水浆的粘度，来达到恒定控制产品的粒度分布。选择包括球磨体的粒度分布，球磨体装载量和球磨速度等在内的球磨操作变数，使产量最大而能量消耗最小。由于球磨机是一种非常有效的搅拌机，所以不必用复杂的掺和固体颗粒的机械搅拌器。

对于某些煤，高固体颗粒的球磨操作，或许不能有效地产生足以保持合格流变性和稳定性的极细颗粒。另外一纠正这种状况，可以把一部分真空滤饼直接送到搅拌球磨机（未示出）中。在此必须加入足够的水使搅拌球磨机的进料稀释到固体含量为50~60%（重量）。然后将来自这种研磨装置中的产品加入到球磨机的进料中，以提供所需的细粒含量。特别要注意的是，球磨机230 中的固体含量必须保持在大于70%（重量）的高浓度下。如果搅拌球磨机的生产量足以显著降低球磨机中总煤浆的固体含量，那就可能有必要把这种产品返回到盘式过滤机229 中，而不是直接进入球磨机230 。

来自球磨机的半成品煤—水浆将具有范围从1500~4000厘泊的粘度和

70~75%的固体含量。把这种煤浆泵入安装有低速，高效叶轮混合器的粒度调节混合池（未示出）中，在此继续加入化学分散剂，使这种煤浆的粉度降低到约500~2000厘泊。

把来自粘度调节混合池（未示出）的产品泵入高频振动筛231上，以除去粒度过大的物料（大于48目的颗粒）。把粒度过大的物料量减少到小于3%（重量），并将筛出的过大物料返回到球磨机230的进料中进行再次研磨。这个振动筛是一个外部分级器，它形成一个提供控制最大粒度的封闭研磨回路。

振动筛231的筛下流将在重力的作用下流到稳定调节混合槽232中，进行最终煤浆的制备。在此可以向混合槽中加入用于抑制颗粒沉淀的化学稳定剂和用于调节pH值的苛性化学剂，以达到最终产品的质量。在煤浆制备中所用的全部化学试剂都是市售品，在环境保护上是容许的，并且随时可以从现有的化学品供应部门获得。

最后，把240处的最终煤—水燃料（CWF）产品从稳定剂调节混合槽中泵入储存槽中。使这些储藏槽绝热，并安装搅拌器以保证产品的均匀性。这种产品可以从储藏槽用罐车，火车或驳船运输。

### 尾煤脱水和水的澄清

尾煤脱水和水的澄清回路32的设计，是为了在环保许可条件下处理工厂的尾煤，以及为工厂提供可重复使用的净化处理水。任何污染的循环水对产品的质量都会产生不利的影晌。因此，必须保证这一处理系统的正常性能以全面地保持加工性能和产品的质量。

包括来自常用泡沫浮选回路24的尾煤，来自粗反浮选工序26的泡沫，以及来自盘式真空过滤机229的滤液的所有尾煤，都在重力作用下流到静止沉降槽284中，沉降槽提供了一个十分平静的环境，在沉降槽中除去澄清的水层后，固体颗粒即可沉淀出来。这种沉降槽的溢流可以返回到工厂水的供应系统中进行循环使用。另外还必须向供水系统中加入补充的新鲜



水。

把固体含量约为25~30%（重量）的沉降槽下流泵入带式压滤机286进行进一步脱水。在这里选用带式压滤机是因为它能处理超细物质和粘煤泥。带式压滤的滤液回到静止沉降槽284中。固体含量约60~80%（重量）的脱水尾煤滤饼，用带式运输机运到露天储存堆以供继后作废渣堆填处理。

为防止万一尾煤脱水和水澄清回路的任何一部分出现故障而造成停产，在工厂中将建造几个池子。这些池子也为过量的工厂水提供了储存器，还可用连续或间断的形式供应新鲜水，并且也在预定的和未预定的停产期间为沉降槽的排水提供了收集槽。

本发明的方法使煤浆的制备煤的精选都具备许多优点。可以概括地把这些优点归因于单元结构式的设计或操作上的灵活性。

本发明从研究不同的单元操作发展到研究特定的功能需要，例如灰分和黄铁矿的硫的解离，灰分的减少、黄铁矿硫的去除、脱水，以及煤浆的制备。这种研究设计出了一种标准型式结构，该结构将会达到：

- a 各个单元操作的最佳管理。
- b 从单元构件到特殊性能问题的起源点之间取样。
- c 增设相平行的单元就能提高设备的生产能力。
- d 当某些操作单元发展了时，就可以换上这些先进的单元设备（特别是煤的精选）。

本发明被设计成能使操作具有高度灵活性，以便适用于各种不同质量的煤和满足购买者对产品的各种特殊要求。

几个体现灵活性的实例包括：

- a 控制初始研磨进料的粒度分布使之适应于不同的煤的破碎系数。
- b 可根据灰分和黄铁矿解离所需的研磨等级，对精选处理进行粒度控制。
- c 如果原煤质量能满足顾客的要求，则完全有能力绕过精选回路。这

就可以允许关闭尾煤过滤系统。

d 联合分流给料的泡沫操作。

e 对于低硫分高灰分的进料煤，能绕过精选回路中用于降低硫分的部分。

本发明的煤—水燃料生产是独特的，特别表现在解决除去精细颗粒的黄铁矿的问题上。

实验结果：

在实验室中采用几种煤进行试验的结果，已证明了本发明的这种基本思想的可行性。使煤样首先在实验室的间歇式棒磨机中进行研磨，然后用实验室的浮选机进行多段泡沫浮选，然后再进行真空过滤脱水和用实验室的间歇式棒磨机研磨。对上自由港煤层的煤和匹茨堡煤层的煤进行的实验得出的代表性结果示于下面。各种操作将在后面讨论。

棒磨：

为从煤基质中解离出矿物杂质和黄铁矿的硫杂质，所要求的最初研磨程度取决于这些杂质的性质和分布。在匹茨堡煤层的煤中，这些杂质要比上自由港煤层中的煤的散布得更细。因此，为达到所需的解离程度必须使匹茨堡煤层中的煤研磨得更细。最终煤—水燃料产品的粒度分布代表了在这一阶段所允许的研磨量限度。在实验室中用棒磨法生产的浮选进料，其粒度分布示于图3 和图4 中。

泡沫浮选

实验所用的泡沫浮选回路包括多段煤浮选和反浮选。如下表所示，在达到可燃物质高回收率的同时，显著地减少了进料的灰分和硫分。

表

泡沫浮选回路的性能

重量百分比	匹茨堡煤层中的煤	上自由港煤层中的煤
进料中的灰分	6.08	9.17

进料中的硫分	1.32	1.74
产品中的灰分	3.45	5.16
产品中的硫分	1.07	0.76
B T U的回收率	85	92

真空过滤：

把来自浮选试验的泡沫产品用一个滤片测试袋(filter leaf test kit)进行脱水。研究了一系列过滤周期特性和真空压力。实验结果表明，从细颗粒浮选产品可以获得固体含量为68~77% (重量)的脱水滤饼。

煤—水燃料的制备：

把脱水后的泡沫产品与化学试剂混合，并在实验室的间歇式球磨机中进行研磨，生产出稳定的煤—水浆。这种煤—水浆的特性示于下表中：

	匹茨堡煤层中的煤	上自由港煤层中的煤
固体含量 (%)	70.6	73.4
煤浆粘度 Cp	870	850
在100 秒倒数下		

煤浆的粒度分布示于图5 和图6 中。

尽管上面给出了本发明的一些具体的实施例并作了详细的图解叙述，但应该明白本发明也可用其它符合本发明原理的形式来实施。

图2说明:

22—破碎

24—除去灰分的多段泡沫浮选

26—除去黄铁矿的反浮选

28—脱水

30—煤浆制备

32—尾煤脱水和水澄清

218—粗选机

219—精选机

220—再精选机

221—粗选机

222—精选机

223—再精选机

224—调节槽

226—黄铁矿浮选机

227—煤回收机

202—煤储存仓

204—对辊破碎机

206—低固体球磨机

208—水力旋流分粒器

210—弧形筛

212—弧形筛

228—过滤机进料槽

229—盘式真空过滤机

230—高固体球磨机

231—振动筛

232—高剪切混合器

284—沉淀槽

286—带式压滤机

图 1

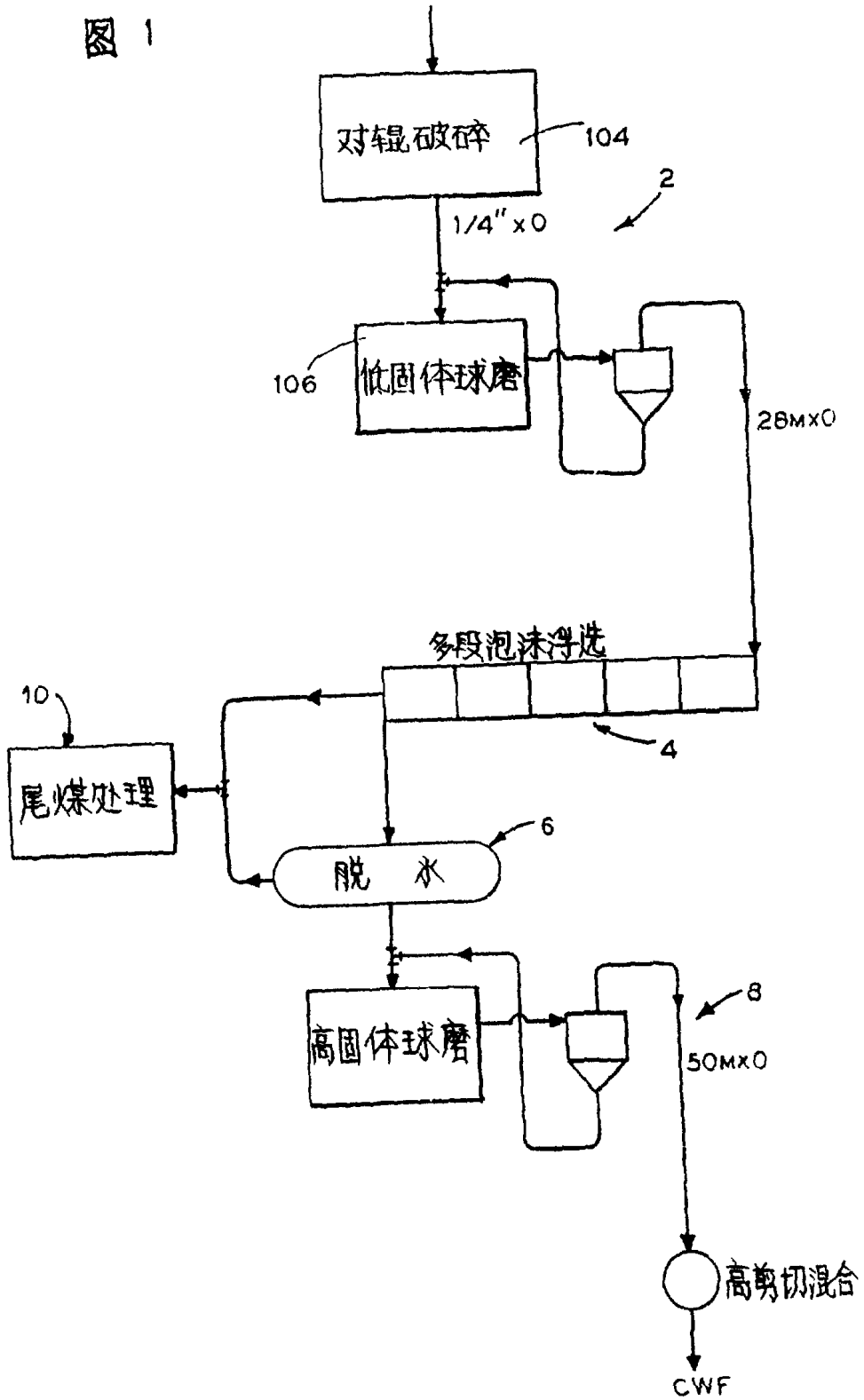
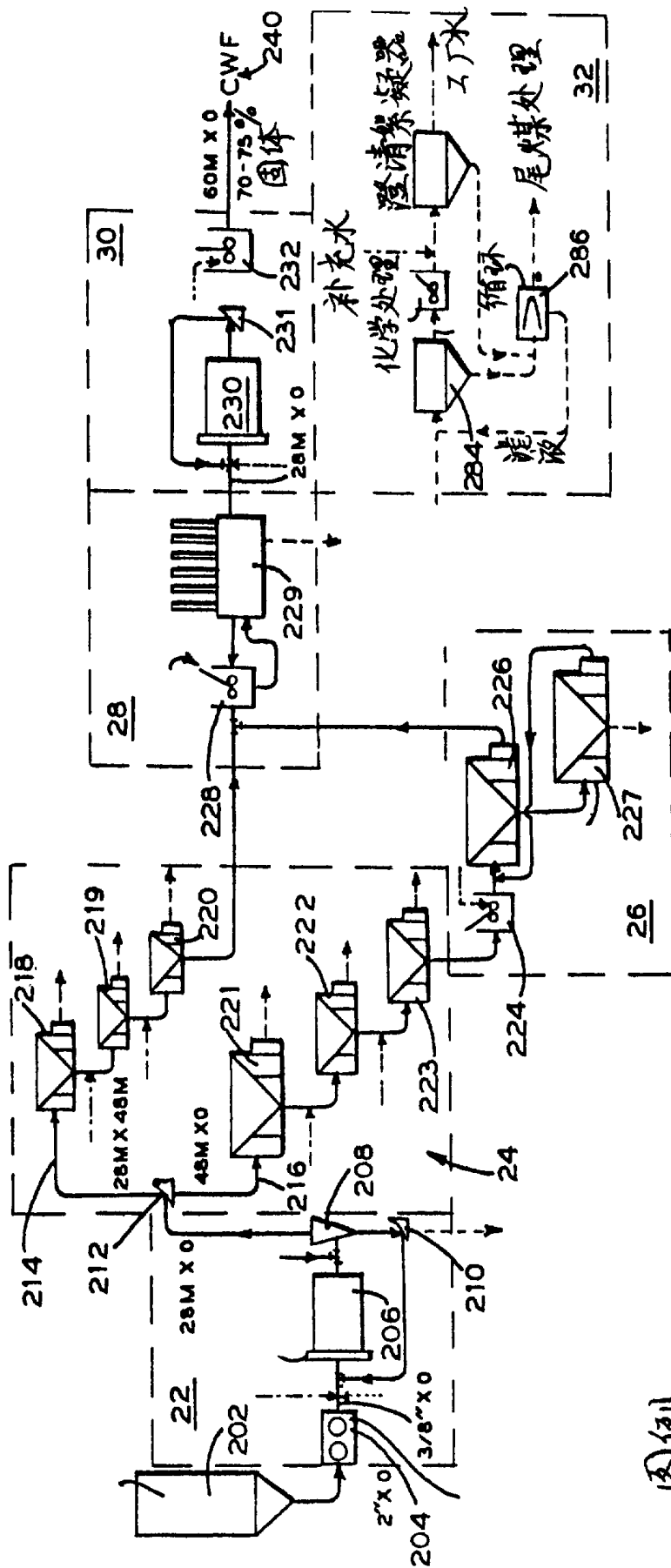


图 2



图例

- 精选煤
- 尾煤
- ..... 化学试剂

图 3

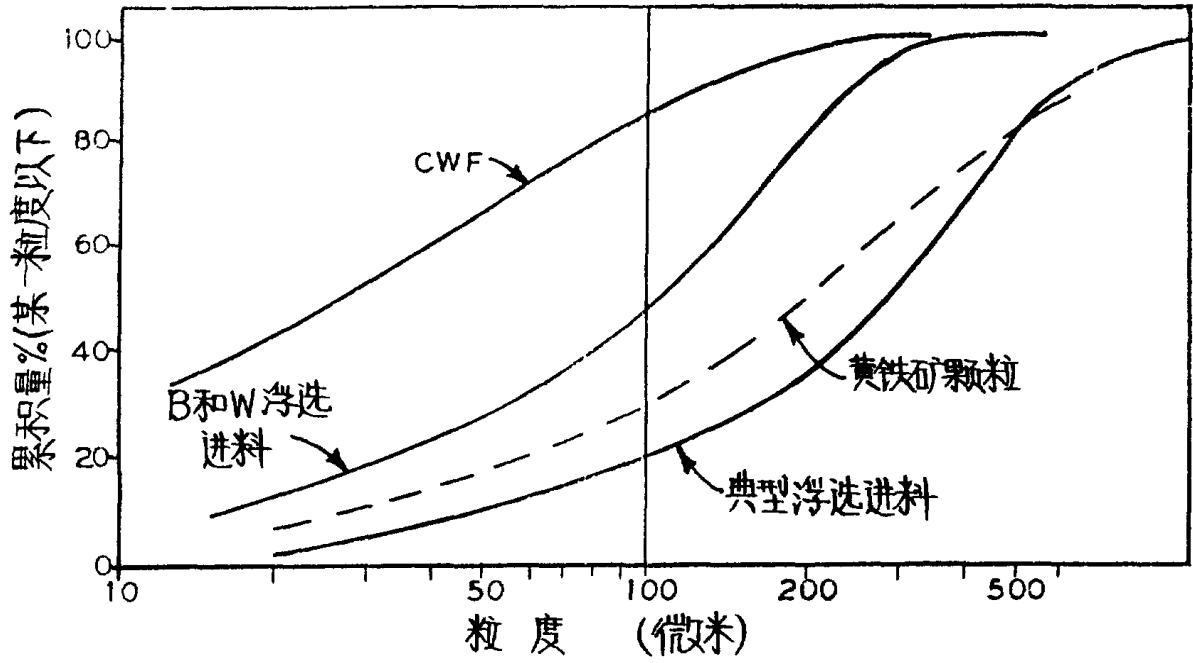


图 4

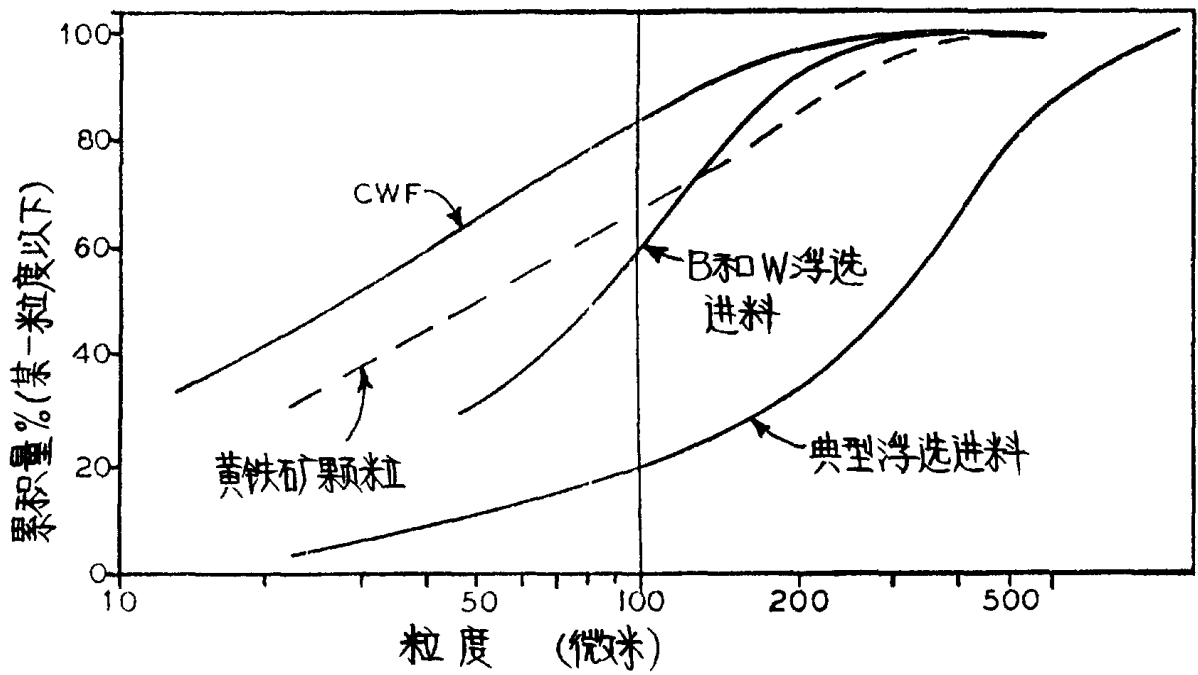


图 5

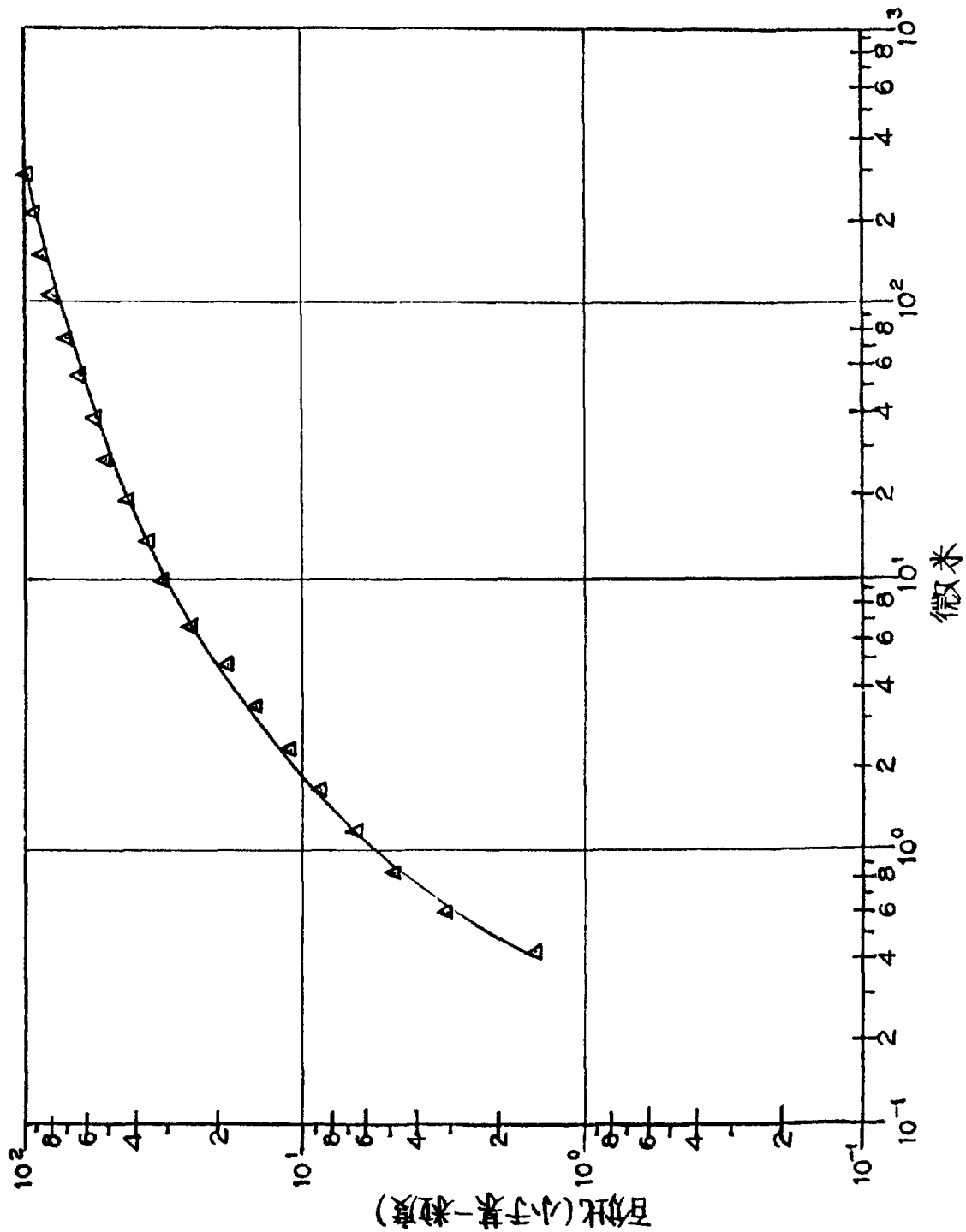




图 6

