

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93114169.9

B03D 1/02

B03D 1/004

// B03D 101:04,103:08

[45]授权公告日 1998年5月13日

[11] 授权公告号 CN 1038313C

[22]申请日 93.10.4 [24]颁证日 98.3.26

[21]申请号 93114169.9

[30]优先权

[32]92.10.2 [33]US[31]07/955,471

[73]专利权人 福丁煤炭有限公司

地址 加拿大艾伯塔

[72]发明人 科林·迈凯尼 布赖思·雷蒙德

[74]专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所

代理人 范明娥

审查员 46 11

权利要求书 4 页 说明书 18 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 煤浮选方法

[57]摘要

一种对包含在煤和脉石的浆料中的褐煤、次烟煤或氧化的烟煤颗粒的浮选方法，它包括以下步骤：将表面活性剂分散于整个浆料中，第一次调节浆料以使表面活性剂选择性地包裹于煤颗粒表面以产生活化煤颗粒，将油分散于整个浆料中，第二次调节以使油选择性地包裹于活化煤颗粒表面以产生油化的煤颗粒，和浮选浆料表面上的油化煤颗粒以使之与浆料和脉石分离。

专利文献出版社

权 利 要 求 书

1、一种对包含在煤和脉石浆料中的褐煤、次烟煤或氧化的烟煤颗粒的选择性浮选方法，它包括以下步骤：

(a) 将常规量的表面活性剂分散于整个浆料中，

(b) 第一次调节浆料以使表面活性剂选择性地包裹于煤颗粒表面而产生活化煤颗粒，

(c) 将常规量的油分散于整个浆料中，其中，所述的油选自重油，船用 C 级油及其混合物，

(d) 第二次调节浆料以使油选择性地包裹于活化煤颗粒表面而产生油化的煤颗粒，和

(e) 将浆料在有气泡存在下进行选择性的浮选，以在浆料表面上选择性地浮选油化煤颗粒使其与浆料和脉石分离，

其中表面活性剂是一种选择性地粘附到煤而不粘附到脉石、并使煤接受由油包层的物质。

2、按权利要求 1 的方法，还包括在整个方法中保持浆料的 pH 值在约 6 至 9 的范围内的步骤。

3、按权利要求 1 的方法，其中所述的油在分散于经第一次调节的整个浆料中之前与轻油而不是船用 C 级油相混合以形成混合的油从而增强其分散性。

4、按权利要求 2 的方法，其中与所述油相混合的轻油选自用过的马达油、柴油、煤油及其混合物。

5、按权利要求 2 的方法，其中所述的油在分散于经第一次调节的整个浆料中之前与轻油而不是船用 C 级油相混合。

6、按权利要求 5 的方法，其中与所述油相混合的轻油选自用过的马达油、柴油、煤油及其混合物。

7、按权利要求 1 - 6 之一的方法，其中浮选步骤使用起泡剂而完成的，该起泡剂分散于整个浆料中以增强油化煤颗粒浮游在浆料表面上。

8、按权利要求 1 - 6 之一的方法，其中表面活性剂选自聚二甲基硅氧烷、油酸、木酚素磺酸盐、桉叶油、链长少于 15 个碳原子的脂肪酸、Shurcoal 168 (商品名)、植物油及其混合物。

9、按权利要求 1 - 6 之一的方法，其中表面活性剂

选自脂肪酸酯、脂肪酸酯缩合产物、脂肪酸缩合产物、羟基化醚胺、磺基琥珀酸盐的二(烷基)酯、脂肪族磺基琥珀酸酯、己酸甲酯或乙酯的羟基或氯代或硫代物衍生物、环烷酸盐、甲苯基酸盐、松香酸盐、链长至少 10 个碳原子的脂族羧酸的脂族酯、脂肪酸的氧化衍生物、链长大于 14 个碳原子的脂肪酸及其混合物。

10、按权利要求 8 的方法，其中每吨干燥使用少于约 0.25 千克的聚二甲基硅氧烷、木酚素磺酸盐、桉叶油、链长少于 15 个碳原子的脂肪酸、Shurcoal 168 (商品名)、植物油或其混合物。

11、按权利要求 8 的方法，其中每吨干燥使用少于约 3.0 千克的油酸。

12、按权利要求 9 的方法，其中每吨干燥使用少于约 0.25 千克表面活性剂。

13、按权利要求 1 或 2 的方法，其中将少于干燥重量的约 2% 的油分散于整个浆料中。

14、按权利要求 3 - 6 之一的方法，其中将少于干燥重量的约 2% 的混合油分散于整个浆料中。

15、按权利要求 1 - 6 之一的方法，还包括在将表面活性剂分散入浆料之前将其稀释、加热或搅拌以增强表面活性剂的分散性。

16、按权利要求 15 的方法，其中通过加入轻油以稀释表面活性剂。

17、按权利要求 1 - 6 之一的方法，还包括将油分散入浆料中之前将其加热、搅拌或乳化以增强油的分散性。

18、按权利要求 1 - 6 之一的方法，其中煤颗粒的粒度小于约 28 目 × 0。

说 明 书

煤浮选方法

本发明涉及一种选择性浮选包含在煤浆和脉石中的煤颗粒以使煤颗粒与脉石和浆料分离的改进的方法。

通过使用泡沫浮选法分离包含在煤浆中的细煤粒是公知的。泡沫浮选法包括将空气引入煤浆中。憎水的煤颗粒与微细分散的空气泡相接触从而使小气泡粘附于憎水煤粒上。空气泡的表面张力是要使小颗粒，通常是那些粒度小于28目 $\times 0$ 的小颗粒，容易依附。然后，携带气泡的颗粒上升，在浆料表面上形成泡沫。浆料的表面撇去含有憎水煤粒的泡沫，并收集之，同时排斥任何亲水的杂质颗粒，使其不附着于空气泡而仍悬浮在浆料中。这些方法一般描述于教科书An Introduction to the Theory of Flotation, V. I. Klassen and V. A. Mokrousov, Butterworths, 1963, 和Froth Flotation, 50th Anniversary Volume, D. Furstenau, AIME, 1962中。

由于采矿作业中回收的煤在粒度和等级方面都有所下降，煤粉的浮选作为一种分离和清洗方法已变得格外重要。从洗煤场废水或尾液中取出煤粉的能力也是有益的，以便回收为其它煤回收技术所损失的煤粉。

为改善浮选法的选择性和回收率及增强煤粉的浮动，已开发出各种类型用于添加到浆料中的试剂。起泡剂和浮选促集剂是两种普

遍用于煤浮选中的试剂。

起泡剂的目的是便于产生更稳定泡沫以更好地将煤粒带到浆料表面上直到除去泡沫。由于起泡剂增强了空气泡对煤粒的附着，所以改善了稳定性。大多数高品位的煤，由于其表面的憎水性而自然可浮选，使得它们附着于空气泡上。因此，高品位煤的浮选一般可仅使用常规起泡剂而实施。然而，氧化的烟煤(oxidized bituminous)和低品位煤在性质上趋向于更亲水，因此，由于煤颗粒不易附着于空气泡而难以或不可能浮选。人们已试图开发更适用于这些类型煤的浮选的起泡剂。例如，1985年3月12日公开的美国专利 US 4, 504, 385 (Keys) 直接指向一种改进的醇的起泡剂，1981年12月29日公开的美国专利 US 4, 308, 133 (Meyer) 直接指出一种泡沫促进剂，它与起泡剂同时加入浆料中以增强浆料表面上泡沫的形成。

浮选促集剂与起泡剂一起使用，它用于辅助浮选那些性质上憎水性较差因而不太易于浮选的煤。浮选促集剂的基本目的是要使煤颗粒表面憎水性更大以便煤颗粒和被起泡剂包裹的上升空气泡有更大的接触和附着力。浮选促集剂一般是有选择性的，它选择地附着于并优先地润湿煤颗粒表面，但不附着于和润湿包含在浆料中的杂质颗粒和其它物质。浮选促集剂通常是一种烃油。最广泛应用的是柴油、燃料油和煤油。试图改进浮选促集剂的有效性。旨在改进浮选促集剂的专利的实例有1983年11月22日公开的美国专利4, 416, 769 (McCaffrey等)，1985年7月2日公开的美国专利4, 526, 680 (Owen)，和1985年7月30日公开的美国专利4, 532, 032 (Ng等)。

尽管使用起泡剂和浮选促集剂，但煤成为更氧化或品位更低，它成为更亲水而更不易于浮选。因此，如果起泡剂或浮选促集剂用

于氧化的或低品位的煤，则需要相当大的量以浮选煤颗粒，而且浮选不是最优的。

为改进亲水性更强的煤颗粒的浮选，已开发出其它类型试剂，它们通常与起泡剂和浮选促集剂一起使用。1986年5月20日公开的美国专利4,589,980 (Keys)和1987年7月7日公开的美国专利4,678,561和4,678,562 (Keys)涉及将一种称为“促进剂”的试剂与浮选促集剂和起泡剂一起加入浆料中。该促进剂是一种含有氮和硫原子的至少C10脂族羧酸的非离子的、憎水的、不被乳化的、脂族酯或羧酸本身。一旦加入所有的试剂，则在浮选之前剧烈地混合或搅动浆料。

类似地，其它方法是使浮选促集剂和起泡剂与其它试剂相结合以形成产品，然后将该产品加入浆料中，并在单一的搅动或混合步骤中使其分散于浆料中。实例包括1986年12月30日公开的美国专利4,632,750 (McGarry)，1989年8月15日公开的美国专利4,857,221 (Brookes等)，1981年12月15日公开的美国专利4,305,815 (Hefner, Jr.)，1981年12月29日公开的美国专利4,308,132 (McCarthy)，1983年2月8日公开的美国专利4,372,864 (McCarthy)，1984年6月5日公开的美国专利4,452,714 (McCarthy)，和1984年10月2日公开的美国专利4,474,619 (Meyer等)。

已开发的方法没有很好的选择性，是不经济的，因而没有广泛应用。因此，工业上需要一种以经济的方式使用常规煤浮选技术以浮选包含在煤浆中的氧化烟煤和低品位煤颗粒的方法。

本发明涉及一种选择性浮选含在煤浆和脉石中的煤颗粒的方法，其中煤是使用现有的常规方法难于或不可能浮选的低级褐煤或次烟

煤或氧化烟煤。该方法包括用一种表面活性剂选择性地包裹在煤颗粒表面以使它们更亲油，然后，在单独的不连续的步骤中，用油包裹该活化煤以使该煤易于浮选。

更具体地说，本发明包括一种选择性浮选含在煤浆和脉石中的褐煤、次烟煤或氧化烟煤颗粒的方法，它包括以下步骤：遍及浆料中分散一定量的表面活性剂；第一次调整浆料以使表面活性剂选择性地包裹煤颗粒表面而产生活化煤颗粒；遍及浆料中分散一定量的油；再调整浆料以使油选择性地包裹活化煤颗粒表面而产生油化的煤颗粒；以及将浮选在浆料表面上油化的煤颗粒与浆料和脉石分离，其中表面活性剂是一种能选择地附着于煤而不附着于脉石并能使煤接受油层的物质。

该方法还包括在整个过程中保持浆料的pH值在约6至9的范围内的步骤。浮选步骤可使用分散于全部浆料中的起泡剂以增强浆料表面上油化煤颗粒的浮选而完成。

表面活性剂可选自聚二甲基硅氧烷、油酸、木酚素磺酸盐、桉叶油和链长小于15个碳原子的脂肪酸、Shurcoal 168（商品名）、和植物油，或选自脂肪酸酯、脂肪酸酯缩合产物、脂肪酸缩合产物、羟基化的醚胺、磺基琥珀酸盐的二(烷基)酯、脂肪族磺基琥珀酸酯、己酸甲酯或乙酯的羟基或氟代或硫化物衍生物、环烷酸盐、甲苯基酸的盐、松香酸盐、链长至少10个碳原子的脂族羧酸的脂族酯、脂肪酸的氧化衍生物、和链长大于14个碳原子的脂肪酸。每吨干煤可使用少于约0.25千克表面活性剂，除非表面活性剂是油酸，此时每吨干煤可使用少于约3.0千克表面活性剂。油可以选自用过的马达油、柴油、煤油和C级船用燃料油的重油或轻油。油可以包括适量

重油的混合物。可将少于干燥重量的约2%的油分散于全部浆料中。在将表面活性剂分散于浆料中之前，可增强表面活性剂的分散性。表面活性剂的分散性可通过稀释、加热、或搅拌而增强。稀释剂可以是轻油。在将油分散于全部浆料之前，可增强油的分散性。油的分散性可通过加热、搅拌或使之乳化而增强。煤颗粒的粒度可小于约28 mesh $\times$ 0。

下面将描述本发明具体的实施方案。

本发明包括一种选择浮选含在煤浆和脉石中的煤颗粒的方法，其中煤是一种使用现有的常规方法难于或不可能浮选的类型煤。尽管煤作为天然存在的物质即使在同样的一个宽的等级的样品中，也可呈现很宽范围的特性，但已发现煤的级别越低，或煤越被氧化，则使用常规的方法越难于浮选。因此，本发明方法最有利于用在呈现浮选性差的低级褐煤和次烟煤以及氧化烟煤中。这种煤还具有低的自由溶胀指数（“FSI”）。FSI是煤加热时结块性能或其粘在一起的能力的一种量度。FSI大于约3的煤，代表性是烟煤，一般易于浮选，而FSI小于3的煤则更难于浮选。因此，本发明的方法也可有利地用于FSI小于约3的煤。

如上所述，本发明方法涉及选择性地浮选煤颗粒以使它与浆料和包含在浆料中的脉石分离。本专利中脉石定义为包含在浆料中的任何不受欢迎的、不想要的或不经济的组分，可包括低质（高灰）碳质材料以及页岩、粘土，和其它非碳质杂质。确定什么构成煤和什么构成脉石将取决于该方法所要求的选择性，它可通过选择表面活性剂而控制。

此外，该方法中要浮选的煤颗粒的粒度优选的为不大于约28目

×0的。更大的颗粒在浮选过程中不易被气泡浮起，而且也要足够的大，以便于通过包括常规分离方法在内的其它技术来分离。

煤和脉石颗粒应与足量的液体结合以产生浆料。液体优选的为水，从而产生包含煤和脉石颗粒的水浆。水可以是纯水、废水或已在前面的过程中循环使用的水。浆料可含有最多达35%(重)的固体，但更典型地含有2.5%至10%(重)范围内的固体。

该方法由以下步骤组成：将表面活性剂分散于整个浆料中；第一次调整浆料以产生活化煤颗粒；将油分散于整个浆料中；第二次调整浆料以产生包裹了油的煤颗粒；以及浮选油化的煤颗粒。

该方法中第一步是分散一定量的表面活性剂于整个浆料中以选择地粘附于煤颗粒。方法的第二步是第一次调整浆料以便使煤颗粒表面基本上被表面活性剂包裹而产生活化的煤颗粒。

用于本方法中的煤一般是亲水的。因此，使用常规技术不易浮选。然而，由于这些煤一般地是憎油的，所以不能简单地加入油以使煤憎水因为油能被煤颗粒排斥。因此，表面活性剂在油表面上起活化剂的作用是必需的以便使油更易于粘附到煤表面。为了以最经济的方式获得所要求的效果，表面活性剂和油应分别地分散和调整于浆料中，因为否则油会吸附或吸收表面活性剂。

选择表面活性剂，以选择地粘附于浆料中的煤颗粒而不粘附于包含在浆料中的脉石，也要选择表面活性剂以便吸引本方法中后面将要加入的油。因此，用于本说明书和所附权利要求中所定义的表面活性剂是将选择性地粘附于浆料中的煤而不粘附于浆料中的脉石，而且它将使煤颗粒接受后面将要加入的油的包裹的任何物质。由于每种类型的煤是不同的，并将呈现不同的表面化学，所以没有一种

表面活性剂能满足所有的煤而起作用。因此，必需通过实验以确定对每一具体煤选择最好的表面活性剂。已发现优选的表面活性剂包括聚二甲基硅氧烷、油酸、木酚素磺酸盐、桉叶油、链长小于15个碳原子的脂肪酸、Shurcoal 168(商品名)、和植物油。但是，表面活性剂也可选自脂肪酸酯、脂肪酸酯缩合产物、脂肪酸缩合产物、羟基化的醚胺、磺基琥珀酸盐的二(烷基)酯、脂族磺基琥珀酸酯(盐)、己酸甲酯或乙酯的羟基或氟代或硫化物衍生物、环烷酸盐、甲苯基酸盐、松香酸盐、链长至少10个碳原子的脂族羧酸的脂族酯、脂肪酸的氧化衍生物和链长大于14个碳原子的脂肪酸。

据认为表面活性剂改变了煤颗粒的表面化学以致使煤颗粒更亲油。在本发明方法中，所用表面活性剂的量理想地应足以基本上使所有煤颗粒表面上仅提供一薄层表面活性剂。可以使用较厚层表面活性剂，但导致本发明方法中所用表面活性剂的量较大，从而使方法不太经济。已发现对于除油酸以外的表面活性剂，其最小需要量可小至每吨干燥0.075至0.125千克表面活性剂，但优选的是每吨干燥煤使用小于约0.25千克表面活性剂。当使用油酸作为表面活性剂时，其最小需要量可高达每吨干燥3千克。无论如何，为基本上包裹煤颗粒所需加入浆料中的表面活性剂的量一般都少于其它方法中所有试剂以单一步骤加入浆料中所需的量。表面活性剂能很好地分散于整个浆料中是重要的。这可通过现有技术中已知的分散技术而实施，如使用机械混合器、搅拌器、在线混合器、液-液喷射器、通过液体-蒸汽喷射器鼓入蒸汽、或其它常规的方法。

一旦表面活性剂已分散于整个浆料中，本方法的第二步骤是第一次调节浆料。浆料的第一次调节包括混合或搅拌浆料。可使用机

械混合器或搅拌器、在线混合器、液/液喷射器、通过液体/蒸汽喷射器鼓入蒸汽、或其它常规的混合方法调节浆料。

调节浆料以使表面活性剂选择地并基本上包裹煤颗粒表面。表面活性剂已很好地分散于整个浆料是重要的，以便表面活性剂对煤的作用最大而所需表面活性剂的量最小。如上所述，为使煤颗粒活化并产生活化的煤颗粒仅需要一薄层或包裹层表面活性剂。活化的煤颗粒是有表面活性剂包裹的煤颗粒。表面活性剂单独使用时不需要改善煤颗粒的浮选，因为当使用起泡剂时它们可能不易于吸附到起泡剂。然而，活化的煤颗粒一般是亲油的，从而被吸附到下一步骤中所加入的油。

由于油一般吸附到气泡和起泡剂，也将会粘附于活化的煤颗粒，所以，本方法中的第三步骤是将一定油量分散于整个浆料中以选择地粘附活化煤颗粒。一旦油已分散于整个浆料中，本方法的第四步是第二次调节浆料以使油基本上包裹活化煤颗粒表面而产生油化的煤颗粒。

第三步骤中所用的油可以是重油也可以是轻油如用过的马达油、柴油、煤油或C级船用燃料油。重油认为是API比重小于15的油。但优选的油或全部为重油或者为重油和轻油的混合物，如重油和用过的马达油的50/50混合物。优选使用适量的重油，因为重油含有大量的沥青质和芳香化合物，认为它们会增强油对活化煤颗粒的选择吸引。

分散于整个浆料中的油的量理想的是应足以在活化煤颗粒的基本上所有表面上提供仅一薄层油。较厚的油层可以使用，但将导致本方法所用油量更多，从而使本方法不太经济。所加的油量可以高

达活化煤颗粒重量的6%或更多，但优选的是低于干煤重量的2%。一般地，为基本上包裹活化煤颗粒所需加入的油量是少于其它方法的所有试剂在单一步骤中加入所需的量。油被很好地分散于整个浆料中是重要的。这可通过现有技术中已知的分散技术实施，如通过使用机械混合器、搅拌器、在线混合器、液/液喷射器、通过液体/蒸汽喷射器鼓入蒸汽、或其它常规的方法。

一旦油已分散于整个浆料中，本方法的第四步是第二次调节浆料。浆料的第二次调节可以按第一次调节相同的方式进行，并可使用相同类型的设备。浆料在第二次应充分地调节以使油基本上包裹活化煤颗粒的全部表面而产生油化的煤颗粒。油化的煤颗粒是有油包裹层的活化煤颗粒。如上所述，仅需要一薄层或包裹层的油。油已很好地分散于整个浆料中是重要的，以使油对活化煤颗粒的作用达到最大而所需的油量最小。油化的煤颗粒更容易浮选，而且当使用起泡剂时，它将更易于吸引到起泡剂。

由于某些原因，将本方法的前面四个步骤分别地作为独立的顺序步骤来完成是重要的。当表面活性剂和油同时加入浆料时，则一般每种物质的需要量都较大。各种试剂可相互反应从而降低每种试剂的效率。而且，为使效率最高，试剂的各个层或包裹层应按规定顺序置于煤颗粒上以达到所需的表面化学作用。如果这些层不是分别地置于煤颗粒上，则每种试剂不能实现其达到最大能力的作用。例如，如果在加入油或起泡剂之前煤颗粒没有适当地被表面活性剂包裹，则由于表面活性剂对油的高亲和力，而使表面活性剂可能被油吸附或吸收。此外，如果煤颗粒不首先基本上用表面活性剂包裹，则煤将不能成为活化。如果煤没有活化，则它将不吸引到油上，而

且一些分散的、未粘附的油可能漂浮在浆料表面上。最后，如果所有试剂同时加入，则适当调节浆料以得到煤颗粒上所要求的包层的所需时间会增加。

对于第一和第二调节步骤中浆料的适当调节来说，分别将表面活性剂和油充分地分散于整个浆料中是重要的。当表面活性剂或油具有高粘度时，在将其加入浆料之前，必需增强其分散性。为增强表面活性剂的分散性，可用现有技术中公知的方法将表面活性剂用轻油稀释、加热或搅拌。为增强油的分散性，可用现有技术中公知的方法通过改变重油和较轻油之间的混合比而使油稀释，也可以加热或搅拌油。也可借助于分散剂使油乳化，分散剂可包括以下化学物质：除去游离氧的0.1%苛性碱溶液；乙氧基化的壬基酚作为一个组团，如其硫酸盐或其胺；十二烷基硫酸钠；月桂基硫酸钠；和腐殖酸。用于分散的化学物质的应用在本领域中是公知的，描述在加拿大专利CA 1, 132, 474；CA 1, 143, 313；CA 1, 124, 611；CA 1, 157, 411；CA 1, 156, 902；和美国专利US 4, 355, 651中。

在浆料的第二次调节之后，本方法的第五步骤是在浆料表面浮选油化的煤颗粒使之与脉石和浆料分离。油化的煤颗粒的浮选使用常规的浮选技术、设备和煤浮选路线进行。油化的煤颗粒更易于吸引至气泡而作为泡沫浮于表面。然后，从浆料上撇去泡沫并清洗之。

为增强油化煤颗粒在浆料表面上的浮选，优选的是在浮选步骤之前将一定量的起泡剂分散于整个浆料中。起泡剂增强气泡对油化煤颗粒的粘附。本领域已知的任何常规起泡剂均可使用，如在教课书Froth Flotation, 50th Anniversary Volume, D. Furstenau, AIME, 1962, 和An Introduction to the Theory of Flotation,

V. I. Klassen and V. A. Makrousov, Butterworths, 1963中所述。然而, 优选的起泡剂选自甲基异丁基甲醇、松油、链长5至8个碳原子的脂族醇类、庚醇类、辛醇类、辛醇—辛醇—2(caprylalcohol-octanol—2)、杂酚油、甲苯基酸、桉叶油、和Dowfroth 1012 (商品名)。

根据常规的浮选原则确定起泡剂的用量。通常每吨油化的煤颗粒需要少于约0.15千克起泡剂, 但该量也可高达每吨煤约0.25千克和更多。当起泡剂很难分散时, 可用煤油或柴油以高达8:1的比率稀释该起泡剂。

最后, 优选的是在整个过程中保持浆料的pH值在约6至9的范围内。煤颗粒的表面化学性质随浆料的pH而变化, 它影响试剂, 特别是表面活性剂的有效性。已发现约6至9的pH范围, 通过确保浆料既不呈极酸性也不呈极碱性而导致表面活性剂和其它试剂最有效的应用。pH越低, 煤颗粒的正电荷越多而浆料酸性更大。pH越高, 煤颗粒的负电荷越多而浆料碱性更大。可调节pH使其保持在要求的范围内。可用pH调节组合物调节pH, 它或者是碱性物质如苛性苏打、苏打灰、石灰、氨水、氢氧化钾或氢氧化镁, 或者是酸性物质如硫酸、羧酸或无机酸。

应理解, 整个方法所涉及的确切的表面化学性质还不完全知道。因此, 本发明的实践不应认为受本文所包括的理论限制。

以下实施例用于更充分地说明本发明。试验过程中, 下列参数保持不变:

浆料密度	10%按固体重量计
表面活性剂混合时间	1分钟

2分钟

0.2 kg/吨

3分钟

注：当用“50/50”表示时，意指50% Elk Point重油与50% 用过的
马达油的混合物，乳化的。

表面活性剂和稀释剂的添加率，以干燥重量为基础的千克/吨表示。

油的添加率，以干燥重量为基础的百分率表示。

实施例1至6的试验结果以列表的形式示于下面。

实施例#1

Genesee, Ardley Formation Coal, C级次烟煤的浮选, 17.2% 进料灰分, 20%水分, FSI 0。

试验序号	表面活性剂	油	产品灰分%	回收率%
1	0.25 kg/吨聚二甲基硅氧烷(PDS)与3.75 kg/吨煤油结合	4% Elk Point 重油	10.1	91.7
2	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/吨煤油结合	4% Elk Point 重油, 在30°C	9.6	81.5
3	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/吨煤油结合	2% Elk Point 重油, 在30°C	10.4	83.0
5	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/吨煤油结合	没使用	10.7	14.6
4	没使用	没使用	-	-0-
7	0.4 kg/吨桉叶油	2% Elk Point 重油	11.1	83.1
10	0.25 kg/吨桉叶油	2% Elk Point 重油	9.8	72.2

实例#2

Fording River 氧化的, 中等挥发性烟煤, 18.0%灰分, 5%水分, FSI 3。

试验序号	表面活性剂	油	产品灰分%	回收率%
16	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/吨煤油结合	2% Elk Point 重油	8.0	65.0
17	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/吨煤油结合	2% Elk Point 重油	8.6	66.6
48	0.45 kg/吨C14脂肪酸	2% 50/50	11.9	77.0
49	0.18 kg/吨C14脂肪酸	2% Elk Point 重油	10.7	75.0
50	0.18 kg/吨C14脂肪酸	2% 50/50	10.5	73.3
69	0.25 kg/吨桉叶油	2% 50/50	9.6	61.0
19	没使用	没使用	-	-0-
45	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/吨煤油结合	2% 柴油	7.2	38.0

实施例#3

LP尾矿池煤, Fording River, 23.3%灰分, 湿的, FSI 3。

试验序号	表面活性剂	油	产品灰分%	回收率%
15	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/吨煤油结合	2% Elk Point 重油	9.7	55.5
25	0.1 kg/吨PDS与3.75 kg/吨煤油结合	2% Elk Point 重油	10.7	59.6
20	没使用	没使用	-	-0-
27	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/吨煤油结合	2% Elk Point 重油	13.6	93.8
43	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/吨煤油结合	2% 50/50	15.2	95
52	0.25 kg/吨C14脂肪酸	2% 50/50	15.5	95
53	0.25 kg/吨C14脂肪酸	1% 50/50	14.9	94
63	0.1 kg/吨C14脂肪酸	1% 50/50	15.8	87.2
73	0.18 kg/吨C14脂肪酸	1% 50/50	12.5	80.4
93	0.25 kg/吨桉叶油	1% 50/50	12.6	73.9

实例#4

NP尾矿池煤, Fording River, 41.5%灰分, MV烟煤, 湿的, FSI 3。

试验序号	表面活性剂	油	产品灰分%	回收率%
14	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/吨煤油结合	2% Elk Point 重油	17.2	55.8
39	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/吨煤油结合 (有新的地下煤)	2% Elk Point 重油	17.8	65.2
24	0.25 kg/吨桉叶油	2% Elk Point 重油	16.3	48.9
92	0.25 kg/吨PDS与2.8 kg/吨煤油结合	2% 50/50	20.8	66.9
119	0.1 kg/吨桉叶油	0.4% 50/50	19.4	56.8
104	0.25 kg/吨木酚素磷酸钠	2% 50/50	21.0	63.8
136	0.1 kg/吨 Shurcoal I68	0.4% 50/50	19.1	56.3
20	没使用	没使用	-	-0-

实例#5

Fording River MV 烟煤, 17.7%灰分, 5%水分, FSI 3。

试验序号	表面活性剂	油	产品灰分%	回收率%
16	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/ 吨煤油结合	2% Elk Point 重油	8.0	65.0
17	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/ 吨煤油结合	2% Elk Point 重油	8.6	66.6
69	0.25 kg/吨桉叶油	2% 50/50	9.6	61.0
71	0.1 kg/吨C14脂肪酸	2% 50/50	11.3	72.6
18	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/ 吨煤油结合	4% 马达油	7.4	51.2
23	0.25 kg/吨PDS与3.75 kg/ 吨煤油结合	2% 马达油	11.2	28
108	0.25 kg/吨C14脂肪酸 (表面活性剂和油同时 加入浆料中)	2% 50/50	7.3	29
45	0.25 kg/吨PDS(表 面活性剂和 油同时加入浆料中)	2% 柴油	7.2	38

实施例#6

高度氧化的Fording River, 烟煤, --18%灰分, FSI 0。

试验序号	表面活性剂	油	产品灰分%	回收率%
III	0.25 kg/吨 Shurcoal I68	2% 50/50	7.6	85
112	3.0 kg/吨油酸	2% 50/50	6.5	64
125	0.25 kg/吨 Shurcoal I68 与2.8 kg/吨煤油结合	2% 50/50	7.3	79
142	0.25 kg/吨 Shurcoal I68 与2.8 kg/吨煤油结合	2% 50/50	7.1	69.7
143	0.25 kg/吨 Shurcoal I68 与2.8 kg/吨煤油结合	2% 50/50	7.7	75.5
144	0.25 kg/吨 Shurcoal I68 与2.8 kg/吨煤油结合	2% 50/50	10.9	65