

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810236939.2

[51] Int. Cl.

C04B 28/00 (2006.01)

C04B 38/00 (2006.01)

C04B 14/06 (2006.01)

[43] 公开日 2009年5月27日

[11] 公开号 CN 101439950A

[22] 申请日 2008.12.19

[21] 申请号 200810236939.2

[71] 申请人 中国科学院武汉岩土力学研究所

地址 430071 湖北省武汉市武昌小洪山

[72] 发明人 汪海滨 李小春 崔银祥

[74] 专利代理机构 武汉宇晨专利事务所

代理人 黄瑞棠

权利要求书1页 说明书7页 附图1页

[54] 发明名称

柔性煤粉泡沫混凝土及其制备方法

[57] 摘要

本发明公开了一种柔性煤粉泡沫混凝土及其制备方法，涉及一种混凝土。本混凝土的主要组分包括：(按重量百分比)水泥，10~15；煤粉，35~65；中粗砂，20~45；水，3~4.5；防水剂，0.1~0.3；发泡剂，1~1.5。利用本混凝土封堵煤层巷道壁面的方式或为喷射混凝土方式，或为衬砌混凝土方式，或为混凝土帷幕注浆方式。本发明就地取材，充分利用井下钻孔堆积在巷道中的煤粉，降低支护材料的运输和施工成本，提高煤矿开采掘进的效率和进度，对煤炭产品贫化影响小；结构体抗渗性佳，具有良好的密闭性和完整性；可广泛应用于煤矿中气体驱替煤层气巷道壁面封堵和防渗，及具有松软、膨胀、流变等特点的复杂岩层或其它动压巷道的围岩支护。

1、一种柔性煤粉泡沫混凝土，其特征在于主要组分包括：

按重量百分比

水泥	10~15；
煤粉	35~65；
中粗砂	20~45；
水	3~4.5；
防水剂	0.1~0.3；
发泡剂	1~1.5。

2、按权利要求1所述的一种柔性煤粉泡沫混凝土，其特征在于掺入水泥重量的2%~3%的速凝剂。

3、按权利要求1所述的一种柔性煤粉泡沫混凝土，其特征在于掺入混凝土体积含量0.2~2.0%的短切碳纤维或有机化学纤维。

4、按权利要求1所述的一种柔性煤粉泡沫混凝土的制备方法，其特征在于包括下列步骤：

- ① 将煤粉和中粗砂从现场取样，测定含水率，应相应减少水的含量；
- ② 将水泥、煤粉和中粗砂倒入搅拌机混合搅拌4~6分钟；
- ③ 将水、防水剂和发泡剂混合后得混合溶剂，并置于搅拌机侧的加水箱；
- ④ 在②的水泥、煤粉和中粗砂的混合物中边加入纤维边搅拌，至充分均匀；
- ⑤ 加入③的水、防水剂和发泡剂的混合溶剂，再搅拌，至充分均匀即得一种柔性煤粉泡沫混凝土。

5、按权利要求1所述的一种柔性煤粉泡沫混凝土的应用，其特征在于：封堵煤层巷道壁面的方式或为喷射混凝土方式，或为衬砌混凝土方式，或为混凝土帷幕注浆方式；

(1) 喷射混凝土方式是采用混凝土喷射机械喷射于煤层巷道壁面，形成柔性防渗喷层；

(2) 衬砌混凝土方式是采用模筑现浇方式形成衬砌；

(3) 混凝土帷幕注浆方式是采用注浆形成防渗帷幕，加固松散、松软岩体。

柔性煤粉泡沫混凝土及其制备方法

技术领域

本发明涉及一种混凝土，尤其涉及一种柔性煤粉泡沫混凝土及其制备方法。

背景技术

气体驱替煤层气技术是通过钻孔向煤层注入气体（CO₂、氮气、空气、烟道气等），利用注入气体置换、驱赶、保压和增渗作用，促进煤层气脱附并驱赶煤层气流向抽采钻孔。气体驱替煤层气技术可大幅度提高瓦斯采收率，具有防治瓦斯灾害，减少瓦斯排放，提高煤层气利用率，增加采煤效率的多重效果，具有重要的现实意义和长远的战略意义。

瓦斯在煤体中的运移需要有两个条件，即压力差和裂隙通道的存在。瓦斯压力差构成了瓦斯在煤体中运移的动力；裂隙通道构成了瓦斯在煤体中运移的通道。要增大瓦斯在煤体中的流量，一方面应加大压力差，另一方面则应增大煤层的透气性；而提高抽放负压，对煤层中瓦斯压力差的增大是有限的（因为其极限值只能达到 0.1MPa，况且提高抽放负压对抽放设备的要求也有所提高，因而受到一定的限制）。

现有的气体驱替煤层气现场试验表明，巷道周围煤层十分破碎，抽采孔封孔不严，空气通过裂隙流入抽采孔。大量空气混入，降低了瓦斯浓度，减少了瓦斯流量，影响驱替效果；另一方面，煤开采造成开采层地应力释放，地层松弛导致的地层裂缝为瓦斯流动提供了通道，使瓦斯能够移动到采煤工作面。在原始状态下，煤中瓦斯的压力比煤矿工作面的压力要高，一般煤矿工作面的压力接近大气压。因此，当巷道压力下降时，瓦斯会流动到煤矿工作面周围。受开采扰动的影响，受扰动区域的瓦斯源将释放出一部分瓦斯，向采煤工作面流动。

可见，采取措施封堵巷道壁面是提高驱替效果的关键。考虑掘进和回采有一

定的时差，兼顾巷道临时稳定支护需要，解决途径则是对开采暴露面封闭，如采用衬砌，或喷锚支护[以砂石料为骨料的喷射混凝土+锚杆（索）]，或对巷道松动圈煤层内部注浆，形成一定厚度的防渗加固墙。但是，上述措施对于回采巷道而言，封堵巷道壁面支护必然对开采造成干扰，贫化煤层质量。而且，地下煤矿往往运输困难，对于常规支护工艺，封堵成本较高，而且干扰掘进或开采的进度。掘进过程中，井下钻孔煤粉大量堆积，如果能充分利用则一举多得。

因此，开发一种新型的柔性封堵材料，采用模筑现浇、喷射或注浆等方式加固和封堵煤矿巷道壁面十分必要。

发明内容

本发明的目的就在于克服现有技术存在的问题和不足，提供一种柔性煤粉泡沫混凝土及其制备方法。

本发明的目的是这样实现的：

直接利用煤矿井下钻孔所产生的煤粉作为骨料，由水泥作为胶凝材料，由发泡剂和防水剂作为主要添加剂。

一、本混凝土的主要组分

按重量百分比

水泥	10~15;
煤粉	35~65;
中粗砂	20~45;
水	3~4.5;
防水剂	0.1~0.3;
发泡剂	1~1.5。

验证：

- * 所有组分下限之和小于 100%，所有组分上限之和大于 100%；
- * 每一组分的下限加其它组分的上限之和大于 100%；
- * 每一组分的上限加其它组分的下限之和小于 100%。

二、本混凝土的制备方法

本混凝土的制备方法包括下列步骤：

- ① 将煤粉和中粗砂从现场取样，测定含水率，应相应减少水的含量；
- ② 将水泥、煤粉和中粗砂倒入搅拌机混合搅拌 4~6 分钟；
- ③ 将水、防水剂和发泡剂混合后得混合溶剂，并置于搅拌机侧的加水箱；
- ④ 在②的水泥、煤粉和中粗砂的混合物中边加入纤维边搅拌，至充分均匀；
- ⑤ 加入③的水、防水剂和发泡剂的混合溶剂，再搅拌，至充分均匀即得一种柔性煤粉泡沫混凝土。

本发明具有下列优点和积极效果：

①就地取材，充分利用井下钻孔堆积在巷道中的煤粉，降低支护材料的运输和施工成本，提高煤矿开采掘进的效率和进度，对煤炭产品贫化影响小。

②本混凝土可通过喷射、现浇或注浆等方式完成，拓展性强，具有很低的弹性模量和良好的塑性变形性，与坑道壁面粘接牢固，保证足够的力学强度和与结构良好的协同变形能力；

③结构体抗渗性佳，具良好的密闭性和完整性，起到封闭坑道壁面、防止瓦斯或空气等渗透的作用。

④本混凝土可广泛应用于煤矿中气体驱替煤层气巷道壁面封堵和防渗，及具有松软、膨胀、流变等特点的复杂岩层或其它动压巷道的围岩支护。

附图说明

图 1 是采用喷射混凝土方式的煤层巷道横截面示意图；

图 2 是采用衬砌混凝土方式的煤层巷道横截面示意图；

图 3 是采用混凝土帷幕注浆方式的煤层巷道横截面示意图。

其中：

1—煤层；

2—巷道；

3—开挖面；

4—喷射混凝土；

5—衬砌混凝土；

6—混凝土帷幕注浆。

具体实施方式

一、本混凝土的原材料

1、煤粉

煤粉可就地取材，即直接利用煤矿井下钻孔堆积在巷道中的煤粉。其由尺寸不同、形状不规则的颗粉所组成，一般直径范围为 10~1000 μm ，大多 20~50 μm ，堆积密度约 450~500 kg/m^3 。

2、水泥

水泥采用普通硅酸盐水泥（32.5、42.5、52.5 号），有上市产品。

3、发泡剂

发泡剂是本混凝土的主要外加剂，由无污染的动物蛋白质油和植物油加工、变形、合成所制作，中性，与水有很好的亲和性，能在水泥煤粉混合浆体中产生相互独立并均匀分布的气泡，形成大量封闭的高稳定性的泡沫囊，表现出极强的立体张力和特异的韧伸性。要求：

- ①稳定，即液膜在浆体内不破裂，不形成连通孔；
- ②均匀，即泡径基本相近，在 0.1~1mm 之间；
- ③低泌水率；
- ④对胶凝材料无负作用，即不降低泡沫混凝土的强度。

发泡剂有上市产品。

4、中粗砂

中粗砂为本混凝土固化强度和粘聚力的辅助骨料，比表面积较小。混凝土强度相同时，粗砂需要的水泥用量少；过粗的砂拌制，容易产生离析和泌水；为此，砂的细度模数要适中，配制柔性煤粉泡沫混凝土的砂宜用中粗砂，级配应符合要求，细度模数 2.8，密度为 2.5~2.7 g/cm^3 。

中粗砂有上市产品。

5、防水剂

防水剂采用有机硅防水剂。渗入泡沫混凝土孔隙，避免柔性煤粉泡沫混凝土吸水而容重增加，失去轻质特性并硬化；同时大为增加柔性煤粉泡沫混凝土的防渗性。

防水剂有上市产品。

7、水

水为饮用水。煤矿井下制备本混凝土时，允许选用洁净的天然水。

二、现场施工

1、现场施工中需要调节混凝土固结强度、凝胶时间和早期强度，可以加入水泥重量的 2%~3%的速凝剂。根据现场混凝土用量（体积），混凝土配制过程中，掺入体积含量 0.2%—2.0%的纤维。

纤维可选用短切碳纤维或有机化学纤维。纤维加入到基体后可以改善其抗拉、抗弯性能和韧性，而且在基体发生开裂后还有较大的残余强度，使混凝土凝固后具有很低的弹性模量和良好的塑性变形性，与坑道壁面粘接牢固，保证足够的力学强度和与结构良好的协同变形能力。短切碳纤维在 2~5 毫米范围；有机化学纤维有维尼纶、尼龙或聚丙烯纤维选用，长度在 7~20 毫米范围。纤维弹性模量小于基体弹性模量，而断裂时的伸长则比基体的破坏应变大 1~3 个数量级。

纤维有上市产品。

2、根据不同单轴抗压强度和试样渗透率（混凝土抵抗水在混凝土毛细孔向内部渗透作用的能力）要求，按每立方混凝土，现场应用配合比施工设计：

试样编号	水泥 kg	煤粉 kg	中粗砂 kg	发泡剂 kg	水 kg	防水剂 kg	短切碳纤维 m ³	实测抗压强度 MPa	实测比重 kg/m ³
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		
M1-1	333	667	333	40	133	0	0	10.6	1433
M1-2	333	667	333	40	133	4	0.002	11.5	1484
M2-1	250	750	250	30	100	0	0	9.8	1314
M2-2	250	750	250	30	100	3	0.002	10.3	1366
M3-1	167	833	167	20	67	0	0	6.8	1253
M3-2	167	833	167	20	67	17	0.002	8	1285
M4-1	167	1000	167	20	67	0	0	4	1183
M4-2	167	1000	167	20	67	17	0.002	4.6	1210
M5-1	167	1167	167	20	67	0	0	3	1104
M5-2	167	1167	167	20	67	17	0.002	3.8	1109

3、封堵煤层巷道壁面的方式

(1) 喷射混凝土方式

如图 1，喷射混凝土方式是采用混凝土喷射机械（如全风动转子式混凝土喷射机），喷射于煤层巷道壁面，形成柔性防渗喷层。

（2）衬砌混凝土方式

如图 2，衬砌混凝土方式是采用模筑现浇方式形成衬砌。

（3）混凝土帷幕注浆方式

如图 3，混凝土帷幕注浆方式是采用沿煤矿巷道径向钻 3-6m 长孔（间距 0.8-1.6m），以注浆泵压入混凝土浆液，在煤层内部形成一圈防渗帷幕，同时加固松散、松软岩体。

如将上述的封堵煤层巷道壁面的方式与可拉伸锚杆共同作用形成高塑性、高强度的支护层，能够解决软岩巷道洞室开挖锚喷支护中普通喷射混凝土喷层和锚杆柔性不匹配、不能满足软岩初期变形量大而自体开裂崩塌问题；又能起到封闭坑道壁面，阻止空气进入煤层或瓦斯从煤层溢出的作用。封堵煤层巷道壁面的裂隙，使之在煤层表面和表层裂隙形成一层不透气的防护层，防止巷道中的空气在预抽瓦斯的负压作用下进入煤层，缓解预抽瓦斯时流量大但瓦斯浓度低的问题，提高预抽效果。另外，还避免封堵材料造成煤炭产品的过度贫化。

4、效果验证

（1）在平顶山煤矿八矿戊二 12140（戊 9-10 煤层）采面皮带巷进行的混合气体驱替煤层气防治瓦斯突出可行性研究中，现场试验巷道围岩煤层十分破碎，空气通过巷道壁面裂隙流入抽采孔。大量空气混入，降低了瓦斯浓度，减少了瓦斯流量，影响驱替效果。后采用配合比为：水泥（kg）：煤粉（kg）：中粗砂（kg）：发泡剂（kg）：水（kg）：防水剂（kg）= 180：800：180：20：40：15，并添加了 0.002 m³ 短切碳纤维的柔性煤粉泡沫混凝土（抗压强度为 11MPa，实测比重 1290kg/m³）。采用喷射混凝土施工方式封堵抽采现场巷道壁面，将现场试验的煤层气采收率由 20%提高到 30%以上。该项目直接利用巷道中的煤粉作混凝土骨料，节约支护成本 75%以上。

（2）潞安环能公司常村煤矿煤田区具有局部瓦斯压力大，含量高，生产强度大，瓦斯涌出集中的特点，给煤炭安全开采带来巨大威胁。为减少开采过程中的瓦斯突出风险，S3-9 采区尾巷 13#~19#钻孔采用顺层孔空气驱替煤层气（G-ECBM）。开挖后煤层来压导致部分巷道围岩裂隙产生，同时产生大量碎煤。

对试验孔所在区段的巷道壁面采用灌注柔性煤粉泡沫混凝土衬砌施工方式封堵壁面，配合比为：水泥（kg）：煤粉（kg）：中粗砂（kg）：发泡剂（kg）：水（kg）：防水剂（kg）= 250：750：250：30：40：15，并添加了 0.0025 m³短切碳纤维。（抗压强度为 12MPa，实测比重 1366kg/m³）。试验孔平均甲烷流量比试验前平均高出 50%，平均甲烷浓度大于 20%。该项目直接利用巷道中的钻孔堆积的煤粉作混凝土骨料，节约支护成本 60%以上。

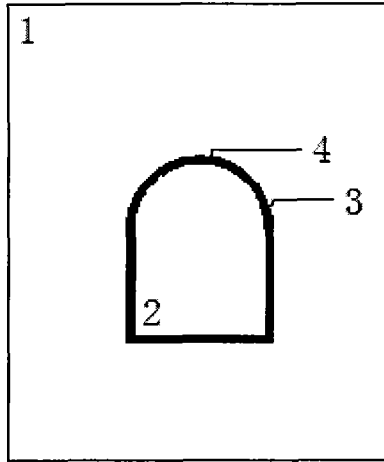


图 1

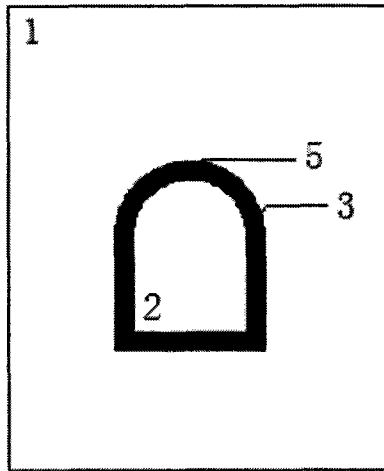


图 2

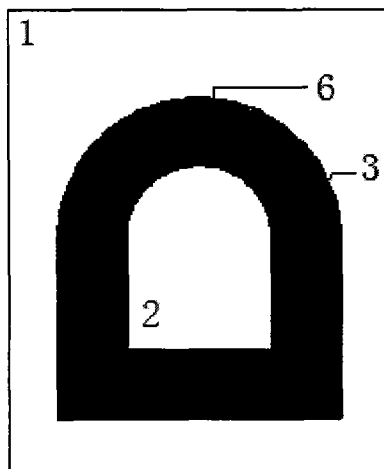


图 3