

利用泥漿 消滅地下火災

撫順煤炭科學研究院編

煤炭工業出版社

1328

利用泥漿消滅地下火災

撫順煤炭科學研究院編

•

煤炭工業出版社出版(社址:北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可証出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

•

開本 787×1092 公厘 $1/32$ 印張 $1\frac{1}{4}$ 字數19,000

1959年11月北京第1版 1959年11月北京第1次印刷

統一書號:15035·987 印數:0,001—2,000冊 定價:0.19元

前 言

在大跃进的1958年中，煤炭工业有了飞跃的发展，产量已达二亿七千万吨，已经大大超过第二个五年计划预定的1962年原煤达到一亿九千万吨至二亿一千万吨的指标。为了在今后几年内在煤炭工业的生产上获得进一步的更大发展，保证煤炭产量的不断上升，以充分满足其他工业用煤的需要，我们必须尽力预防和消除矿内的灾害。

由于矿内煤的自燃而引起的地下火灾是比较常见的一种灾害，它不仅有害于矿工的劳动安全，而且毁灭、破坏了矿物资源和企业资产，同时也影响我们持续不断地进行工作。因此，怎样预防和消灭地下火灾，已经越来越急待解决了。

最近几年中，我国煤矿广泛利用向灾区或采空区灌注泥浆的方法预防和消灭由于煤的自燃而引起的地下火灾。经验证明这种方法是有效的，已在我国各矿普遍取得良好效果。

我国辽源矿务局、开滦煤矿总管理处、阜新矿务局、淮南矿务局及鹤岗矿务局等，在采用泥浆消灭和预防地下火灾方面都已取得相当丰富的经验，我院也曾辽源、开滦进行了泥浆灭火的科学研究工作。

为了将泥浆灭火的经验总结出来，向全国各矿推广，我们搜集了有关矿务局的技术资料，加以分析研究，编写成这本小册子。文中主要叙述了我国煤矿灌浆过程的工艺及灌浆方法，以及在灌浆方面的经验。

因水平所限，资料的整理和分析可能有不当之处，尚请读者给予指正。

目 录

前言

一、概述	3
二、灌浆材料	6
三、泥浆的物理性质	8
四、灌浆材料的开拓、泥浆的制备及运输	11
五、我国主要煤田的几种灌浆方法	18
六、灌浆方法技术经济指标的比较	34
七、影响泥浆分布的有关因素	35
結語	39

一、概 述

我国煤矿消灭和預防地下火灾的方法有下列几种:

(1)直接消除火源:当火势不大而火源又比較明显时,往往用水流或噴散的水幕、化学灭火剂、岩粉和砂子将火源扑灭。但这种方法是非常不安全的。

(2)隔絕火区:在不能用直接的方法熄灭火灾时,常用将火区隔离的方法,就是将通往火区的巷道完全砌筑密封牆,将火区与外界的空气隔絕,密閉内空气中的氧气成分逐渐降低,而达到消灭火灾的目的。但在实际工作中,能够完全密閉的情况是很少的。

(3)水淹法熄灭火灾:当火区被隔絕后就通过鑽孔或管路向火区灌水,用大量的水将燃烧的火淹灭。当灌水的时候,燃烧的煤体温度降低到不能繼續燃烧而发出大量的蒸汽,使燃烧的表面和空气中的氧气隔絕。但此法亦存在很大的缺点,只有在特殊的条件下才应用。

(4)灌漿方法:这种方法是我国煤矿广泛应用的,它是用泥漿(粘土与水的混合液)灌注火区,設法从火区里排出泥漿的水,順着生产巷道的水沟导入水仓,而粘土即沉积在火区的空間中。按火灾性質不同,可用各种方法灌漿,这种方法不但可以消灭火灾,而且也可以应用来預防火灾。

我国煤矿在1952年开始利用灌漿方法消灭和預防地下火灾,其規模是較小的,設備亦較簡陋。1953年我国的辽

源、鶴崗、阜新等礦務局先後在地面建立了灌漿站，并敷設了較完備的地下管路，应用水力取土而形成泥漿。1955年開灤趙各庄建立了地面的泥漿制造厂，采取了机械化制备泥漿的方法。

在灌漿过程的工艺和灌漿技术方面都在逐步地改善和提高。随着消灭和預防地下火灾工作的进展，我国煤矿也創造了不同的灌漿方法。例如辽源礦務局的通过小石門灌漿，排风道敷設管路灌漿；開灤急倾斜煤层通过小石門及鑽孔灌漿法。这些方法在不同的矿山技术条件下都取得了程度不同的成效。

向采空区或火区灌注泥漿在我国煤矿大部分采用自流式的灌漿，即是利用地面与灌漿地区的标高不同而产生的自然压差，借輸泥管路将泥漿运送到灌漿地区，最后通过鑽孔或專門的管路将泥漿分布于火区或采空区中，泥漿沉积后便复盖于浮煤之上。

泥漿在消灭地下火灾中的作用：

(1) 泥漿和水能冷却热的岩石和煤体，随着水流带出大量的热，散发在井巷之中。在火区灌漿的初期流出水温度是高的，有时达 90°C ，以后逐渐降低，随着水温的降低燃烧体也逐渐熄灭。

(2) 充填了火区中的煤的裂隙和空洞，从而阻止了空气进入火区，火区内发生的有害气体也不能流入生产巷道。

(3) 減低了岩石的移动和岩石的破坏运动的作用，根据实际經驗，火区經灌漿后大大地減低了岩石的移动，增

强了采空区岩石的稳定性，减少了岩石的冒落事故。

泥浆在预防地下火灾中的作用：

(1) 充填的泥浆进入到煤中的裂隙，阻碍煤中的气体水分的蒸发，及煤的氧化发生，尤其是粘土可以制止煤的氧化过程，当温度不超过 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ 时，充填泥浆可以制止煤的氧化作用。

(2) 保持在充填区内泥浆中蓄存的水，经常使该区空气达到适当的饱和。

(3) 增高充填区内的空气湿度，制止没有被粘土所遮盖的遗留下来的煤的水分的蒸发。

(4) 大量的饱和空气创造了自动的压制煤自燃火源发生的条件。

(5) 充填泥浆中的水使充填区内形成蒸汽的温度均等。

表 1

项 目	按 工 艺 特 征 划 分
供 水 方 法	1) 利用河水或池塘积水，水不予以循环使用 2) 利用矿井水，水循环使用
泥浆的制备方法	1) 水力冲刷自然状态的粘土形成泥浆 2) 预先松散粘土再以水力冲刷，形成泥浆 3) 机械搅拌制备泥浆
水力运输的方法	1) 利用泥浆泵，压力运输 2) 地下管路，自流运输
灌浆方法	1) 通过地面钻孔供给泥浆 2) 通过地下钻孔或引浆管 3) 通过“小石门”灌浆

(6) 充填粘土部分的充填裂隙和采空区的其他空洞，减少了空气进入的过程。

灌浆过程的工艺如表 1。

二、灌 浆 材 料

熄天和预防地下火灾的灌浆材料，通常是用地表沉积的天然粘土。但并不是所有的粘土都能用于灌浆，而必须符合灌浆材料的要求。它的条件如下：

- (1) 不含任何的可燃物；
- (2) 必须具有能与较多的水混合成泥浆的能力；
- (3) 在运送材料时不致发生堵塞管路或浆槽的现象；
- (4) 易于脱水；
- (5) 收缩率最小；
- (6) 能从泥浆中很快地沉积下来，灌浆的损失率最小。

上面已经说过，我国煤矿所采用的灌浆材料大部分利用天然沉积的粘土，即是矿坑附近和灌浆站附近的风化表土。但这些表土是否合乎要求，还必须经过鑑定才可以知道。

下面是辽源矿务局富国矿西二坑及开滦煤矿总管理处赵各庄矿的粘土分析结果，其化学成分，微粒成分和比重列于表 2 和表 3 中。

含砂量的多少对灌浆工作有很大影响，因为它影响泥浆的稳定性。据 1954 年苏联的研究成果，最适当的含砂量

表 2

局 矿 名 称	分析项目	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	Na ₂ O + K ₂ O	烧 减	比 重
	百分比 %									
辽源矿务局富 园矿西二坑		63.62	17.88	5.95	0.80	1.68	0.94	—	5.20	2.50
开滦煤矿总 管理处赵庄矿		63.80	15.92	4.88	1.32	2.61	0.47	4.07	7.45	2.61

表 3

局 矿 名 称	颗粒成分	砂(0.25—0.05)	土(0.05—0.005)	泥(0.005以下)
	百分比 %			
辽源矿务局富 园矿西二坑		27	34	39
开滦煤矿总 管理处赵庄矿		25	59	16

应在25—30%，粘土的比重最好在2.5—2.6，粘土的胶質綜合含量按(MgO)計算应为25—30%。含砂量較高的粘土(40—50%)，或是粗粒部分(>3—4毫米)含量很大的都不能应用于灌漿。但如果粘土的含砂量过低(<20%)和胶質的含量很高，也同样不适用。因为在泥漿的制造上会引起一定的困难，同时在灌入采空区时，脱水是不良的，紧密也很慢，这样会使粘土长期保持泥漿状态，易于引起泥

漿流入生产巷道。

灌漿材料的其他物理性質，例如容重、孔隙率、湿度及粘土的膨脹性和可塑性等，都可以作为选择材料的輔助指标。

关于材料的选择，除了应基本上符合上述的各种物理性的指标外，泥漿的固体材料的顆粒平均不得超过2毫米。

非优質的泥漿材料在灌漿过程中将会发生事故，如堵塞泥漿管路，或是泥漿流入生产巷道，因此对泥漿材料的选择是非常重要的

三、泥漿的物理性質

1. 泥漿的浓度

粘土与水混合后形成泥漿，粘土与水的比（体积比或重量比）称为泥漿浓度。測定泥漿的浓度有两种方法：一种是重量比，即水的重量和粘土的重量比；另一种是体积比。我国煤矿大部分采用体积比，浓度一般采用1:6—1:8之間。茲将开滦、辽源等矿泥漿列于表4。

表 4

局 矿 名 称	測 定 次 数	平 均 的 土:水
辽源矿务局西二坑	6	1:6.2
开滦赵各庄矿	8	1:7.4
开滦赵各庄矿一号井土場	5	1:6
阜新矿务局		1:8

为了测定泥漿的土水比，可以采用簡易泥漿比重計定时測定泥漿的比重，然后由預先作好的泥漿比重与土：水的关系曲綫找出泥漿的浓度。

2. 泥漿的稳定性

泥漿的稳定性对于泥漿的消、防火作用有很大影响，因为泥漿的稳定性直接影响泥漿在采空区或火区的分布。当泥漿的稳定性低于要求时，泥漿中的粘土便可能沉积在运输管路中，或者有时不能均匀地分布在充填区内，以致不能达到消灭和預防火灾的目的。如果泥漿的稳定性高于要求时，泥漿中的粘土便会与水一道从充填区流出而沉积在排水沟或水仓中，同时这种稳定性较高的泥漿亦会在煤或岩石的裂隙中损失掉。

泥漿稳定性的大小主要决定于粘土的性質、泥漿的制造方法及泥漿的浓度。粘土的物理性包括粘土質点的形狀，顆粒的大小，粘土的化学成分。一般以鱗片狀的、顆粒愈小的、含有微晶高岭土(Al_2O_3 , 4SiO_4 , H_2O)愈多的粘土所制成的泥漿稳定性愈高。从泥漿制造方法看，糊漿法比混合法所制成的稳定性为高，但其制造方法亦較混合法麻煩的多。

泥漿稳定性的考察是将不同浓度的泥漿放在大小相同的量筒中，間隔一定的時間观测其沉降量 q 和最小的沉降量 $q_{\min}$ ，使 $V=q/q_{\min}$ 。以 V 为縱坐标，其相应時間为橫坐标，便繪出泥漿的稳定性曲綫图 $V=f(t)$ 。图上各个浓度的曲綫都有一个弯曲的轉折点，在此轉折点以下的沉降速

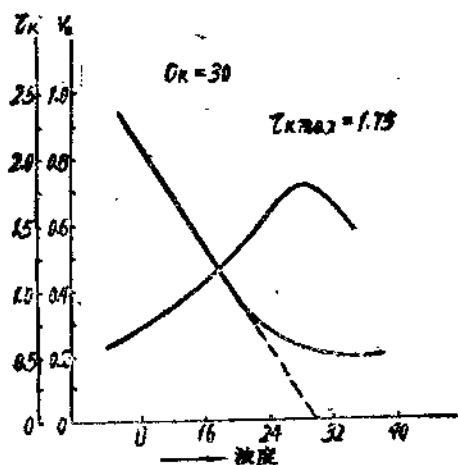


图 1 a—辽源西二坑泥浆稳定性曲线图

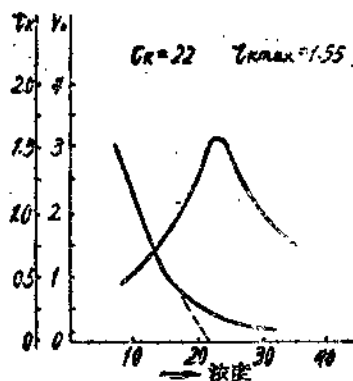


图 1 b—赵各庄矿泥浆稳定性曲线图

度便大大地減低了。再根据 $V=f(t)$ 曲线上各个浓度轉折点上的斜率和其時間便繪出泥漿稳定性与浓度的关系曲线圖。在此圖上的 $V_0=f(c)$ 曲线表示各个浓度中粘土沉积速度变化的情形；而 $T_k=f(c)$ 曲线则表示各个浓度与轉折点的時間关系。当其轉折点最大的那个浓度即为临界浓度 C_k ，也就是說用此粘土所制成的泥漿在这临界浓度时稳定性最高。辽源矿務局西二坑，开灤总管理处赵各庄矿所用的泥漿，其稳定性如图 1 及表 5。

表 5

局 矿 名 称	临界浓度 C_k	土：水	稳定時間 T_{kmax} (小时)
辽源矿務局西二坑	22g/10000		1.55
开灤赵各庄矿	30g/10000	1:7.66	1.75

四、灌漿材料的开拓、泥漿的制备及运输

1. 灌漿材料的开拓

我国煤矿对灌漿材料的开拓大部分利用人工取土或水压取土，也有先将粘土松散，然后利用水力冲击的。阜新矿務局即利用水力取土(6—8 at)，辽源矿務局的西二坑是先松散后冲击，开灤赵各庄矿利用人工取土装车，运输至泥漿制造厂。人工取土较水力取土工序复杂，同时亦增强了工人的笨重体力劳动。

由于我国煤矿所处位置不同，冬季的温度差异很大。较冷的煤矿区是利用在地下(冻结层之下)开土洞的方法取

土；較暖的矿区是利用松散表土层的方法保持下部土的不冻结。图2是辽源煤矿冬季采土的方法。

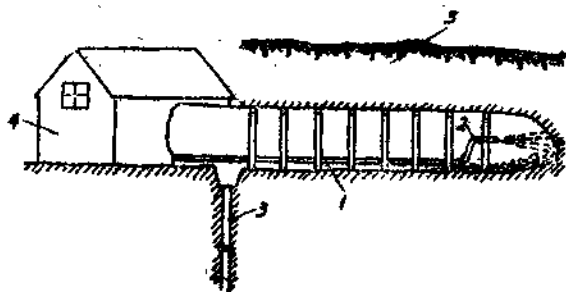


图2 冬季水力取土示意图

1—采水管； 2—水力喷射器； 3—地下管路；
4—房舍； 5—表土。

图2中距地表深2米（冻结层以下）处开掘坡度为1/100的黄泥巷道，当开掘至一定位置时作出工作面，由工作面两端向后每送5米便掘一小立井直通地面，作安全出口。在中间道路上设流浆槽，直接混浆沟，经压力水将松散的粘土冲刷后制成泥浆。

采土的方法与采煤工作面的开帮一样，并支设鸭嘴棚子，每前进一次便回柱，而并不陷顶。

在灌浆管路的入口处造有小的房舍，并安设取暖设备，以防冻结。

2. 泥浆溶液的制备

泥浆的制备分水力制备和机械制备泥浆。水力制备较简单，利用压力水的水力喷射器冲掘松散粘土堆，经水力

冲掘后，水土便混合在一起而形成泥浆，经过泥浆槽、筛板、喇叭口流入输泥管路而输送到灌浆地区。泥浆的制备程序如图3。

水力制造泥浆的程序如下表。

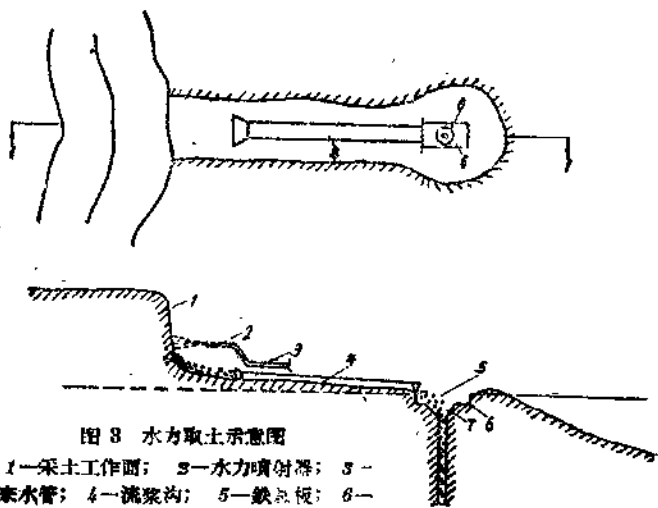
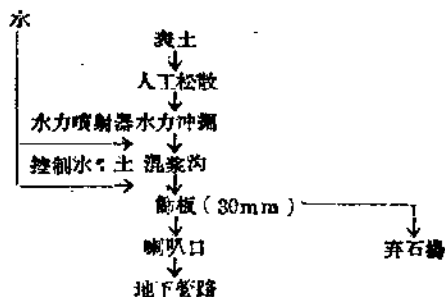
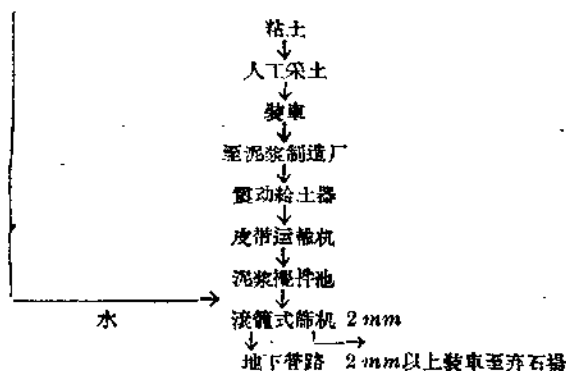


图3 水力取土示意图

1—采土工作面； 3—水力喷射器； 3—
来水管； 4—流浆沟； 5—铁板； 6—
调浆箱； 7—喇叭口； 8—鑽凡。

利用机械制备泥浆在我国开滦赵各庄矿有一套较完整的机械设各。粘土由土場运至灌漿站，粘土翻車后傾入震动給土器(簸箕型)，由震动給土器运入泥浆攪拌池，同时給水攪拌約1—0分鐘，而形成泥浆，經出口放出(泥浆池高1.6米，直径3米的两座，每池均有4.5瓩的攪拌机，轉数 $N=20$ 轉/分)，經滾籠式的篩机，篩分后泥浆流入地下管路，石块及大粒的土壤排至弃石場。篩机直径1米，每节长度0.6米，共6节組成。篩孔直径2毫米，傾角 6° ，篩机以5HP的电动机带动，轉数20轉/分。

泥浆的制备系統如下表。机械設各如图4、图5所示。



泥浆制备时的供水是利用矿井水，有的也利用灌漿站附近的河水或池塘的积水。

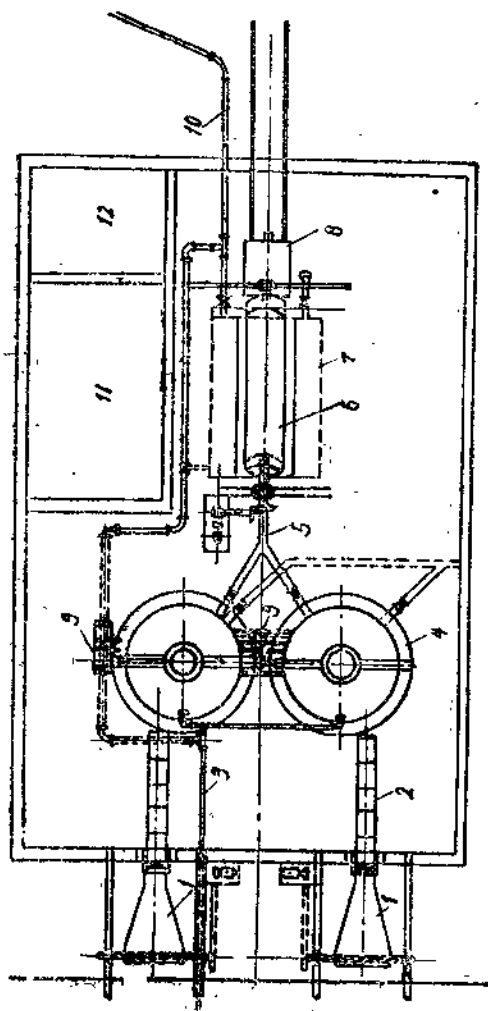


图 4 机械制备泥浆的系统图(之一)

1—震動棒土器；2—皮帶運土機；3—清水管；4—壓水器；5—出漿管；6—壓粉箱；7—泥漿池；8—渣子道；9—電動機；10—輸漿管；11—辦公室；12—變電室。