

# 煤矸石山深孔注浆灭火的研究

王 恩

(煤炭科学研究总院 安全分院 北京 100013)

**摘要:**煤矸石山自燃释放出大量有毒有害气体,污染环境。在灭火治理过程中易发生中毒、烧烫伤、灭火后易自燃等问题。为了保证煤矸石山灭火施工过程中的安全,并确保灭火效果,笔者对事故发生的原因进行了分析研究。提出了以深孔注浆为主,覆盖为辅的施工工艺。针对煤矸石山自燃时的特点,对注浆灭火材料的选择进行了研究。结果表明,凝胶类、碱性、触变性或初凝时间可控的灭火材料灭火性能较好;最后提出了通过改进钻孔冲洗液的方式,提高矸石山钻孔成孔率。

**关键词:**煤矸石山; 防灭火; 钻孔; 灭火材料

中图分类号:TD75

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2011)06-0086-03

中国目前有大小数千座煤矸石山,其中约30%的煤矸石山正在燃烧。矸石山一旦发生自燃,就会释放出大量的有毒有害气体,严重污染周边大气环境,甚至发生人畜中毒事故。自燃的矸石山在雨季易发生爆炸、滑坡等灾害事故,不仅为当地居民带来负面的心理影响,而且严重阻碍当地社会经济的发展。在煤矸石山灭火过程中,如果治理方法不当,极易发生安全事故或由于灭火不彻底而发生复燃。

## 1 灭火过程中的安全问题

煤矸石山灭火过程中存在的安全问题主要包括中毒事故、爆炸事故、烧烫伤事故等。

### 1.1 中毒事故

矸石山自燃时释放出大量的有毒有害气体,这些气体主要为CO、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、SO<sub>2</sub>等,当气压较低时,这些有毒有害气体不易散去,形成集聚,有害气体浓度较高时,极易发生中毒事故。

### 1.2 爆炸事故

矸石山爆炸主要有化学爆炸和物理爆炸2种情

况。传统用的灌浆材料所含的水或大量雨水涌进高温区时,水发生气化,体积增大,或水蒸气遇到高温矸石发生反应,生成大量的CO和H<sub>2</sub>,形成具有爆炸危险性的水煤气。

### 1.3 烧烫伤事故

在发生自燃的矸石山,特别是有明火存在的矸石山上施工时,极易发生烧伤、烫伤事故。扰动的矸石,由于重新暴露在空气中的面积增大,燃烧往往更加猛烈。对于燃烧时间较长的矸石山,容易形成隐形的塌陷区,致使上面物体陷入矸石山内,发生烧伤、摔伤事故。

## 2 解决方案

### 2.1 深部注浆灭火法

目前国内外煤矸石山灭火治理的方法主要有:挖除火源法、覆盖法、控制燃烧法、低温惰性气体法、深部注浆法<sup>[1]</sup>。其中,控制燃烧法和低温惰性气体法由于治理工艺复杂和成本较高等问题,仅停留在小型试验阶段。目前应用最多的为挖除火源

收稿日期:2011-08-30 责任编辑:宫在芹

基金项目:科技部专项资金资助项目(NCSTE-2007-JK)

作者简介:王恩(1977—),女,河北辛集人,2006年毕业于北京科技大学,获博士学位,毕业后就职于煤炭科学研究总院,主要从事防灭火、新型防灭火材料开发等研究工作。

法、覆盖法和深部注浆法或几种方法综合使用。对于火源埋藏深,着火面积大的煤矸石山,采用深部注浆法为主,覆盖法为辅的综合治理方法。

首先,使用黄土或其它惰性材料对自燃的煤矸石山进行覆盖。这样可暂时控制矸石山火势,隔绝矸石自燃释放出的热量,为大型设备和人员的施工提供较好的作业环境。然后,针对被覆盖的矸石山进行深孔注浆作业。该方法是将灭火材料制成一定浓度的灭火浆液,在火区布置一系列钻孔,用注浆泵将灭火浆液注入矸石山内部,通过降温与隔氧的方式达到灭火的目的。这种方法的最大优点是使矸石迅速降温且隔氧效果良好。灭火材料的选择和钻孔成孔问题是影响注浆效果的关键因素。

## 2.2 灭火材料的选择

目前煤矸石山灭火材料主要采用黄土注浆、石灰水注浆或黄土、石灰、粉煤灰等按一定的比例混合加水进行注浆,也有部分采用凝胶类材料、泡沫灭火材料、高分子灭火材料。黄土、石灰水等注浆存在灭火效果差,浆液流失严重,同时存在水煤气爆炸的危险;另外几种灭火材料灭火效果优于黄土、石灰水注浆,但矸石山自燃火灾面积大、深度深,需要大量的灭火材料,由于高分子类灭火材料售价较高,一般为3000~4000元/t,因此存在治理经济成本高的问题,一般较少应用。

### 2.2.1 凝胶类灭火材料选择

为防止发生爆炸,采用凝胶类灭火材料。矿用灭火材料——硅酸凝胶、硅-铝凝胶等在高温下不会很快气化。胶体表面水分蒸发吸收大量热能,胶体内部温度也不会很高,试验表明,直径为10 cm的硅酸凝胶,在上千摄氏度火炉中放置0.5 h,核心温度不超过150℃<sup>[2]</sup>。由于硅酸等无机凝胶的网状骨架比较稳定,在高温下胶体结构不会被破坏,所以,这类凝胶在灭火过程中,即使表面温度非常高,仍有一定形状,仅表面水分被蒸发而使其体积收缩。

### 2.2.2 碱性灭火材料选择

针对矸石山的酸性环境,选用碱性灭火材料。由于矸石中一般都含有硫铁矿类岩石,因此,大多数煤矸石山为酸性环境。酸性环境促进了硫酸杆菌等的生长,硫酸杆菌生长放热,从而加速了矸石山自燃<sup>[3]</sup>。在煤矸石自燃过程中还会释放出大量有毒有害的酸性气体,污染环境。因此,选择灭火材料时,易采用碱性灌浆材料。碱性灌浆材料可以中和矸石山的酸性环境,抑制硫酸杆菌的生长,降

低矸石山的复燃性;另一方面,碱性灌浆材料可吸收矸石自燃产生的酸性有毒有害气体,从而减少其释放量。

### 2.2.3 触变性或初凝时间可控灭火材料的选择

针对自燃过的矸石山空隙率高的问题,易选用触变性或初凝时间可控的灭火材料。煤矸石山自燃后,空隙率和渗透系数均增大,因此要求注浆材料要有较好的流动性和保水性。但流动性又不能太强,以免大量的注浆材料流失,造成材料浪费,甚至会造成其它地点的水灾事故。另外由于燃烧矸石的温度很高,浆液中的水分会快速蒸发,使浆液失去流动性,浆液的扩散半径随之缩小,因此,需要注浆材料的保水性要好,以保持良好的流动性。

## 2.3 矸石山钻孔成孔问题研究

利用深孔注浆工艺进行灭火,矸石山钻孔是一项重要工艺,在钻孔过程中存在钻孔喷火、钻孔成孔率低等问题。

### 2.3.1 钻孔成孔率低

由于矸石山为松散破碎岩体,在钻孔过程中易发生堵孔、塌孔、卡钻等问题。特别是在矸石山的自燃区,由于高温作用,煤矸石变的异常干燥、松散,矸石山钻孔成孔率低。钻孔无法成孔,浆液无法注入矸石山内部,就无法进行深部注浆作业。因此,钻孔成孔率低是影响矸石山灭火效果的一个主要原因。

### 2.3.2 钻孔喷孔

采用深孔注浆灭火方法,钻孔过程中应注意钻孔喷孔的问题。当钻头打在矸石燃烧区时,矸石山内部积蓄的热量、矸石自燃产生的有毒有害气体会顺着钻孔剧烈喷出,在施工过程中应十分小心,否则极易发生烫伤、烧伤事故。

## 2.4 钻孔成孔问题解决方法

钻头在钻进过程中,由于高温作用,很容易变红发烫,从而影响钻头的寿命和钻进的效率,因此在钻进过程中,都有钻孔冲洗液加入。钻孔冲洗液可起到护壁、返浆、冷却钻头的作用。目前,煤矸石山灭火过程中,钻孔冲洗液一般为水,水遇高温,会迅速生成大量水蒸气,从钻孔中喷出,从而加剧了钻孔喷孔。另一部分水则在矸石山的空隙中流走,起不到冲洗液的作用。因此,解决钻孔成孔率低的关键在于钻孔冲洗液的选择。

使用胶体材料代替水作为钻孔冲洗液,可有效提高钻孔成孔率。碱性胶体材料具有一定灭火降

温作用,可有效减少水蒸气释放量,同时还可有效吸收酸性气体,减少在施工过程中,钻孔中喷出的火苗和有毒有害气体;同时胶体材料可起到很好的护壁作用,保证钻孔的成孔率。

### 3 结 语

在矸石山灭火施工过程中,通过以深孔注浆为主,覆盖为辅的治理方法,解决了上述几个关键问题,可为施工过程中的安全提供有效保障,减少治理过程中安全事故的发生,同时通过深孔注浆,可

有效吸收矸石山深部热量,从而有效避免矸石山灭火后的复燃。

参考文献:

- [1] 陈永峰. 煤矿自燃火灾防治 [M]. 北京: 煤炭工业出版社 2004: 18 - 20.
- [2] 徐精彩, 张辛亥, 文虎等. 煤层自燃胶体防火理论与技术 [M]. 北京: 煤炭工业出版社 2003: 97 - 107.
- [3] 王恩, 樊少武, 马超. 粉煤灰灌浆材料防治煤矸石山自燃的探讨 [J]. 洁净煤技术 2009, 15(5): 87 - 89.

## Research on extinguishing fire on coal gangue by deep-hole grouting

WANG En

(China Coal Research Institute Beijing 100013 China)

**Abstract:** Numerous kinds of toxic and harmful gas were released along with coal gangue combustion. Intoxication, burns issues and re-spontaneous combustion were prone to happen during extinguishment. To guarantee the safety during extinguishment and extinguishing effects, analyze the causes of the accident. Provide the technical process, which is taking deep-hole grouting as primary mean, covering loess or inert materials as secondary one. According to the characteristics of spontaneous combustion, analyze the selection of grouting materials. The results show that the materials, which are gellike, alkaline or thixotropy and initial setting time is controllerable, are better. At last, in order to improve the pore-forming rate, introduce the methods of changing drilling rinses.

**Key words:** coal gangue dump; fire prevention and extinguishing; drilling; extinguishment materials

(上接第 68 页)

参考文献:

- [1] 戴和武, 谢可玉. 褐煤利用技术 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1999.

- [2] 高俊荣, 陶秀祥, 侯彤, 等. 褐煤干燥脱水技术的研究进展 [J]. 洁净煤技术 2008, 14(6): 73 - 76.
- [3] 朱书全. 褐煤提质技术开发现状及分析 [J]. 洁净煤技术 2011, 17(1): 1 - 4.

## Application of K-fuel<sup>®</sup> technology in Xinjiang non-caking coal dehydration

WANG Shao-hua, FANG Xue-ping, ZHANG Li-zao, ZHU Wen-tao, WANG Zhen-jun

(Evergreen-China Energy Technology Co., Ltd. Beijing 100071 China)

**Abstract:** The efficient of K-fuel<sup>®</sup> dewatering and quality improving technology is high, which is not evaporative. Introduce this technology, emphasize the quality improving effect of this technology in Xinjiang non-caking coal dehydration. Introduce the application of non-caking coal upgrading and the combined cycle projects design in combination with semi-coal industry located in Xinjiang.

**Key words:** K-fuel<sup>®</sup> technology; non-evaporation; non-caking coal; combined cycle