

## Application of polymer material science and technology in improving safety performance of coal mine

Cui Qu\* Huangdai

Datong Coal Mine Group Company, Datong

**Abstract:** Analyze the important coal mine position in Chinese the sources of energy frame, it points out a coal mine in the impact of the middle exploiting process over personnel safety. Set forth a coal mine shafting the well wall breaks and macromolecular material science and technology organic combines and the quality of the macromolecular material, improve the assurance coefficient that the coal mine produces, increase product coal efficiency.

**Keyword:** The Coal Mine shafts to break prevention and cure Macromolecular Materials Safety coefficient Produces the Coal efficiency

Received: 2019-10-20; Accepted: 2019-11-19; Published: 2019-12-13

# 高分子材料科学技术在提高煤矿安全性能上的应用

崔 瞿\* 黄 隼

大同煤矿集团公司, 大同

邮箱: quchui0880@163.com

**摘 要:** 分析煤矿在中国能源框架中的重要地位, 指出煤矿在开采过程中对人员安全的影响。阐述煤矿立井井壁破裂与高分子材料科学技术的有机结合及高分子材料性能, 提高煤矿生产的安全系数, 增加产煤效率。

**关键词:** 煤矿立井破裂防治; 高分子材料; 安全系数; 产煤效率

收稿日期: 2019-10-20; 录用日期: 2019-11-19; 发表日期: 2019-12-13

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## 1 煤炭在国家能源市场上的地位和作用

能源是经济发展、社会进步的主要支持条件。由表 1 可见, 1994 年世界一

次能源消费中，化石能资源（煤炭、石油、天然气）占 90% 以上，核电、水电分别为 7.2%、2.5%。在未来几十年中，化石能资源仍将处于主导地位。

表 1 1994 年世界一次能源消费构成

总消费量 /Mtce	构成 /%				
	石油	天然气	煤炭	核电	水电
11319.7	40.1	23	27.2	7.2	2.5

在中国的能源资源中，煤炭是水力的 3.3 倍，是石油和天然气的 17 倍，占到 73.4%；在化石能资源中，煤炭占到 94.3%。煤炭是中国最主要的能源资源。

在我国社会经济生活一次能源消费结构中，煤炭占了 75%，煤炭是我国的主要能源。据统计，煤炭提供了 75% 的工业燃料，76% 的发电燃料，80% 的民用商品能源，60% 的化工原料。可见，煤炭工业是支持经济发展和保障人民生活的基础产业。由于我国的资源赋存情况，近期我国以煤为主的能源格局不会有多大变化。据有关专家预测，到 2050 年，煤炭在我国能源中的比重仍然要达到 50%。目前，中国经济的发展严重依赖煤炭能源的支撑作用。

2 我国煤矿立井井壁破坏的情况

自 20 世纪 80 年代以来，我国每矿立井出现了一种国外罕见的地质灾害，即非采动性井壁破裂。这种灾害轻者造成井壁变形破裂、渗水，重可造成卡罐、涌水涌砂，甚至停产，不仅给煤矿安全生产带来严重隐患，也使煤矿企业承受巨大损失。据不完全统计，自 1987 年以来，我国的华东地区深厚表土层中建立立井遭受破坏的多达 80 多个（截止 2004 年底），因煤矿立井破裂造成的经济损失多达十多亿元，被称为中国建井界建国以来遇到最大的、最深最远的技术难题之一。

我国华东地区井壁破裂重灾区涉及江苏、山东、安徽三个省 100 多个矿井，分别在徐州、大屯、淮北等个大煤田。

3 关于煤矿立井井壁破裂的原因的学说分析

煤矿立井井壁破裂严重影响了矿井的安全生产，煤矿立井井壁破裂的机理成为采矿、地质界相关领域专家争论的焦点。近 20 年来，特别是 90 年代以来，

国内外采矿、地质界的专家和学者对煤矿立井井壁破裂原因进行了大量的调查和科学实验，大致可归纳为六大类：

- (1) 地应力学（包括地震破坏说、地壳构造运动说）。
- (2) 施工质量说。
- (3) 渗流变形说。
- (4) 负摩擦力学。
- (5) “三因素”综合说。
- (6) 井壁竖直附加应力说。

## 4 关于煤矿立井井壁破裂的原因的讨论结果

在众多的理论原因经过激烈的讨论后。经过多年的实践证明：煤矿立井井壁破裂最主要的原因更倾向于井壁竖直加应力说。井壁破裂是因底部含水层排水使地下水位下降，造成地层中有效应力加大，使井壁周围的地层固结下沉，因井壁坐落在基岩上而不能与第四系一起下沉，使井壁外、内侧之间发生相互运动使井壁产生向下的拉力——负摩擦力，这种力一半在底部含水层附近最大，及井壁受力最大，在附近最薄弱处的应力很容易超出其屈服强度，又由于在井壁周冻土融化时，造成地层部分液化并容易把上层水层与底部含水层水力相通；底砾层排水时，很容易使他整个地层排水而引起土层固结沉降。因而，在某种程度上地层冻结融化后加大了地层排水固结沉降量；因气温升高而使井壁在有侧抱力时产生竖向压应力，与上述负摩擦力产生内应力叠加，加剧了第四系与基岩交界处井壁内应力状态恶化。因此可以认为，由底部含水层排水使井壁周围地层固结下沉产生井壁负摩擦，是造成井壁破坏的主要原因。而地层冻结融化后使底部含水层与上部含水层发生水力联系和气温升高使井壁产生压应力，是井壁破坏的两个加剧原因。所以，井壁附加应力说所解释的井壁破裂更符合实际情况，因此，特别在加固地层材料的选择上尤其重要。

## 5 煤矿立井井壁破裂与注浆防渗技术

煤矿立井井壁破裂经常伴随井壁渗水、涌水和井壁周围岩土失水压缩的复

杂情况,不进行治疗就容易造成突水,突沙和安全事故,以及解决上下水层间产生的井壁附加应力等,注浆法都是用来加固地层的重要技术,它包括堵水,截流,帷幕和岩土加固等组多技术

## 6 注浆材料的选择

### 6.1 注浆材料选择应遵循的原则

(1) 用以提高岩土的力学性能的力学性能如强度和抗变形能力,一般采用以水泥浆为基料的高浆才或采用强度高的化学浆才。

(2) 以防渗堵漏为目的时,应选用可注性,流动性均上乘切凝胶时间可以调节的浆材。

(3) 在岩层裂隙中注浆,一般宜选用纯水泥浆或其中掺入少量膨润土的水泥浆或超细水泥材料等。沙层中选用超细水泥浆材,化学浆才;淤泥和软粘土水泥——水玻璃浆材而黄土中宜选用水玻璃等碱性浆材。

(4) 在选择浆材时应考虑到注浆岩土层中有酸、碱或有机物等,是否与注浆材料发生反应而导致材料发生有害化学变性。如水泥浆与腐殖质在一起不会硬化,酸固化浆液注到贝壳和石灰中,将出现无底洞一般无影无踪但相反碱性水玻璃与湿黄土则有利于加强黄土层的强度。

(5) 在同一地层中可使用一种或几种注浆材料进行复合注浆,不但经济而且效果好。根据化学浆液具有凝结时间短、易流动、可注性好和易控制优点,可以在大空隙中线注入水泥浆,然后交叉灌注可入住性好的化学浆以减少工程叫价取的的满意的效果

### 6.2 符合上述原则的高分子材料的物理特性在注浆过程的广泛应用

各种高分子分别按照不同的比例混合可得到高强度,适合于矿井的特殊环境作业的材料,如:丙烯酸镁以 30%,丙烯酸锌 30%,分别以起始浆液粘度为 6.2cp、4.0cp、3.7cp 混合可得到浆液胶凝时间为数秒到十分钟。这将大大提高工

作效率。抗压强度也可达到 0.33 ~ 0.43MPa。下面简单介绍几种高分子材料

6.2.1 丙烯酸酯橡胶 (Acrylic Rubbers) 丙烯酸酯橡胶 (以下简称 ACM) 是以丙烯酸酯为主单体经共聚而得的弹性体, 其主链为饱和碳链, 侧基为极性酯基。由于特殊结构赋予其许多优异的特点, 如耐热、耐老化、耐油、耐臭氧、抗紫外线等, 力学性能和加工性能优于氟橡胶和硅橡胶, 其耐热、耐老化性和耐油性优于丁腈橡胶。ACM 也被广泛应用于各种高温、耐油环境中随着侧酯基碳数增加, 耐寒度增加, 但是耐油性变差, 为了保持 ACM 良好耐油性, 并改善其低温性能, 便合成一些带有极性基的低温耐油单体。低温耐油单体, 传统的采用丙烯酸烷氧醚酯参与共聚, 得到 ACM 耐寒温度为 -30℃ 以下; 另外杜邦公司采用乙烯与丙烯酸甲酯溶液共聚, 将乙烯引入聚合物主链, 可以明显提高产品低温屈挠性等。

6.2.2 脲甲醛树脂 (Urea Formaldehyde resins) 尿素与甲醛反应得到的聚合物。加工成型时发生交联, 制品为不熔的热固性树脂。固化后的脲醛树脂颜色比酚醛树脂浅, 呈半透明状, 耐弱酸、弱碱, 绝缘性能好, 耐磨性极佳, 价格便宜, 但遇强酸、强碱易分解, 耐候性较差。

线性脲醛树脂以氯化铵为固化剂时可在室温固化。模塑粉则在 130℃ ~ 160℃ 加热固化, 促进剂如硫酸锌、磷酸三甲酯、草酸二乙酯等可加速固化过程。脲醛树脂主要用于制造模压塑料, 作板材粘合剂、纸和织物的浆料、贴面板、建筑装饰板等。

#### 6.2.3 聚氨酯 (Polyurethane)

聚氨酯全称为聚氨基甲酸酯, 是主链上含有重复氨基甲酸酯基团 ( $\text{NHCOO}$ ) 的大分子化合物的统称。它是由有机二异氰酸酯或多异氰酸酯与二羟基或多羟基化合物加聚而成。聚氨酯大分子中除了氨基甲酸酯外, 还可含有醚、酯、脲、缩二脲, 脲基甲酸酯等基团。聚氨酯耐油性好, 与 NBR 相近。由于聚氨酯硫化胶中不含不饱和链。因此具有突出的抗弯性和高硬度的高弹性, 耐老化性耐臭氧及紫外线稳定性。

#### 6.2.4 环氧树脂 (Epoxy resin)

可作固化剂、改性剂体系, 其范围可以从极低的粘度到高熔点固体。固化

方便,环氧树脂体系几乎可以在  $0 \sim 180^{\circ}\text{C}$  温度范围内固化。粘附力强,环氧树脂分子链中固有的极性羟基和

醚键的存在,使其对各种物质具有很高的粘附力。环氧树脂固化时的收缩性低,产生的内应力小,这也有助于提高粘附强度。收缩性低(小于 2%)。力学性能方面,固化后的环氧树脂体系具有优良的力学性能。电性能方面,固化后的环氧树脂体系是一种具有高介电性能、耐表面漏电、耐电弧的优良绝缘材料。化学稳定性,固化后的环氧树脂体系具有优良的耐碱性、耐酸性和耐溶剂性。像固化环氧体系的其它性能一样,化学稳定性也取决于所选用的树脂和固化剂。适当地选用环氧树脂和固化剂,可以使其具有特殊的化学稳定性能。上述的许多性能的综合,使环氧树脂体系具有突出的尺寸稳定性和耐久性。耐霉菌。固化的环氧树脂体系耐大多数霉菌,可以在苛刻的热带条件下使用。

#### 6.2.5 聚乙烯醇类 (poyal)

可改善其接着力,抗弯强度,抗磨耗和工作性,柔性高、粘结强度好,有极突出的防水性能,增加砂浆的弹性并有较长之开放时间;赋予砂浆优良的耐碱性。由于 VAE 可再分散乳胶粉具有高粘结能力和独特的性能,如:抗水性,施工性及隔热性等。

## 7 煤矿立井安全环境的改善及煤矿效益的提高

高分子材料在煤矿立井破裂防治方面的应用技术的使用,既有效的解决了煤矿立井破裂问题,增强了采煤安全系数,又为煤矿节约了不少开支,增加其经济收益同时也在污染环境的问题方面做出了贡献,进而使煤矿在采煤过程中发展前景更为广阔。例如高分子材料应用于立井,由于不与其它非研究物质反应使得矿井地下水资源受污染几率大大减小等;同时增强了整个煤矿生产的安全。一次性建设,防患于未来,可以为煤矿省出大笔维修资金,便于煤矿的建设及进一步发展。

## 8 结论

通过高分子材料在煤矿立井破裂防治方面的应用技术的使用,使得各物质

之间充分发挥自身优势、达到性能互补。合理处理经济与安全、环境的关系,使煤矿得到高效、安全、及绿色协调健康发展,有着极大的使用价值,可以创造出显著的社会效益、经济效益、环境效益。

## 参考文献

- [1] 刘瑞新,张果. 兖州鲍店煤矿主副井破裂原因分析. 中国煤田地质, 1996. 8(3)
- [2] 梁作浆, 阎军. 兖州鲍店煤矿井筒注浆加固方法及效果. 煤田地质勘探, 1998, (6)
- [3] 席金德, 许延春, 官云章. 兴隆庄矿主副井筒破裂预防性治理的研究与经验. 建井技术, 1999, 20(1)
- [4] 蔡荣, 姜振泉, 梁媛等. 煤矿井筒重复破坏的化学注浆治理. 煤田地质与勘测 2003, 30(4)
- [5] 官云章. 兴隆庄矿主副井筒破坏影响因素综合分析防治案优化: [硕士学位论文]. 徐州: 中国矿业大学, 2003
- [6] 卞政修. 黄淮地区井壁破裂地质因素. 煤炭科学技术, 1993, (1)
- [7] JP. 05, 97, 934 (1993)
- [8] 延与弘次等. 丙烯酸脂合成橡胶. 橡胶参考资料, 1995(1)
- [9] US 5562, 842 (1994)
- [10] WO 94, 18, 178
- [11] JP 08, 156, 321 (1996)
- [12] EP 387, 590 (1990)
- [13] 汪多仁编著. 现代高分子材料生产及应用手册. 北京: 中国石化出版社, 2002
- [14] 倪兴华等编著. 煤矿立井破裂防治技术研究. 徐州: 中国矿业大学, 2005. 12
- [15] 李金柱, 煤炭工业可持续发展的开发与利用技术. 煤炭工业出版社. 1998