

陷落柱中“止水塞”的快速建立技术

郑士田 马培智 (煤炭科学研究院西安分院 710054)

摘要 论述了通过注浆在特大型垂向导水通道——陷落柱中建立人工“止水塞”的技术与途径,即“止水塞”位置选择、厚度计算、注浆钻孔的施工工艺、注浆施工工艺、“止水塞”检查、完善与加固方法,并通过实例说明该项技术的实用性和可推广性。

关键词 陷落柱 止水带 注浆法 堵水

中国图书资料分类法分类号 P641.47

作者简介 郑士田 男 34岁 高级工程师 水文地质工程地质

1 引言

近年来我国煤矿突水淹井事故频繁发生,特别是通过陷落柱等大型垂向导水通道导致的突水往往造成淹没矿井的重大事故。如1984年6月2日开滦各庄矿2171工作面陷落柱突水,高峰流量达 $12.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{h}$,使年产300万吨的矿井淹没长达一年之久。以往对此类淹井事故的导水通道多采用地面打钻,全柱灌注的方法进行治理。但该方法钻探施工难度大,注浆材料消耗量大(一般要 $10 \times 10^4 \text{ m}^3$ 以上),历时长(约1年以上)。通过近几年的实践,我们探索出一种经济快速的治水复矿有效途径——在陷落柱中建立“止水塞”。

2 陷落柱中“止水塞”的建立

所谓“止水塞”就是在陷落柱垂向导水通道的特定位置,通过注浆建立人工阻水塞,以切断导水通道下部的水源,从而保证被淹矿井的排水和复矿。合理有效的“止水塞”的建立主要包含:止水塞位置选择、厚度计算、施工工艺和后期的加固与检查。

“止水塞”的位置选择主要取决于两个因素:

a. 可采煤层的位置:要放在最下一层可采煤层的下面,且保证该煤层开采过程中及开采后对“止水塞”无影响,确保“止水塞”在各可采煤层开采过程中的完整性和隔水效应;

b. 围岩的性质:要选择在完整、坚硬、相对隔水的砂岩层中,这样可保证“止水塞”与围岩的接合

质量,以防止高压水沿“止水塞”与围岩接触带的绕流和“止水塞”的活塞式移动。

2.1 “止水塞”的厚度计算

因为“止水塞”起着阻止奥灰高压水进入矿井的作用,所以其厚度主要由作用于“塞”底面上奥灰水压大小来决定。因此“止水塞”的厚度可使用突水系数经验公式进行计算:

$$M = \frac{P}{T_s},$$

式中 M ——“止水塞”厚度(m);

T_s ——突水系数(MPa/m);

P ——“止水塞”所承受的奥灰水压(MPa)

2.2 注浆钻孔施工工艺(“蛇形”钻进)

在陷落柱中快速建立“止水塞”,关键是如何快速到达预定“止水塞”位置。陷落柱内岩块松散破碎,时有空洞,钻孔在柱内钻进坍孔埋钻、掉块卡钻事故频繁发生,给钻探工作带来极大的困难。为此选择在陷落柱周围完整地层中进行钻探施工,到达预定深度后,通过导斜技术使注浆孔在预定“止水塞”顶进入陷落柱。由于陷落柱形态大小及周边位置的不规则性和复杂性,利用传统的导斜方法,无法准确进入注浆目标点。我们提出人工受控导斜工艺——“蛇形”钻进技术,它与以往定向导斜钻进原理一样,但方法不同。该工艺是通过人工受控定向导斜技术使钻孔的轨迹随陷落柱边缘的变化而弯曲,且始终保持在距陷落柱边缘一定距离的完整地层中,到预定位置后加大天顶角进入陷落柱。详见图1。

2.3 注浆施工工艺

注浆钻孔进入预设“止水塞”后,采用下行注浆法施工,但又不同于以往边钻边注逐渐达到设计压力的注浆方法。以往方法是在“止水塞”上无盖下无托的情况下,压力的作用下浆液必然会向“止水塞”上、下运移,既消耗材料,又无法快速成塞。为此提出“三段式注浆成塞技术”,即上充填段,中间充填与加固段和下部充填段的注浆工艺。把“止水塞”分成上、中、下 3 段,上、下两段采用下行法无压间歇性灌注工艺,中段采用下行法无压大浆量连续灌注工艺,待整个预设“止水塞”段基本充满后,再采用下行加压注浆法对中间段进行加固,此时“止水塞”上有盖下有托,既有效的防止大量浆液流失,又能加压灌注,快速形成坚固的“止水塞”。详见图 2。

2.4 “止水塞”的完善与加固

受注浆钻孔数量、注浆工艺及水力条件(特别是静水条件)等多种复杂因素的影响,“止水塞”形成后往往还存在薄弱环节,特别是“止水塞”与围岩的接

合部位及受陷落柱影响的围岩裂隙带。需要进行检查、完善与加固。以往多采用布设钻孔的方法,该法不但工程量大,而且达不到快速完善与加固的目的。利用引流注浆新工艺可快速、高效的对“止水塞”进行完善与加固。该技术的原理是:通过抽水,加大“止水塞”上下水位差,利用现有注浆钻孔把浆液输送到“止水塞”中继续过水的通道中(图 3),加速完善和加固“止水塞”的进程,提高“止水塞”的质量,节约大量的注浆钻孔。

3 应用实例

1996 年 3 月 4 日皖北矿务局任楼煤矿 7222 工作面发生特大突水事故,高峰流量 $34\ 570\ m^3/h$,水源为奥灰,通道为导水陷落柱。淹井后,为尽快恢复生产,制定了在陷落柱中建立“止水塞”快速切断水源的方案。“止水塞”的位置选在最下部可采煤层(& 煤)以下 15~75 m 砂岩段,厚 60 m,加固厚度 40 m(图 4)。

3 月 26 日至 5 月 24 日实施探查工程,5 月 25 日开始实施在陷落柱内形成“止水塞”的注浆工程,至 8 月 11 日,历时 79 天,施工“蛇形”钻孔 4 个,其中用于注浆的 3 个。注入水泥 7 600 余 t,“止水塞”形成工程已基本结束。8 月 12 日至 23 日实施引流注浆,对“止水塞”进行加固,历时 13 天,注入水泥 3 700 t,“止水塞”已经形成。在 $2.5\ M\ Pa$ 压力的作用下涌水量不足 $100\ m^3/h$,堵水率达 99% 以上。8 月 24 日至 10 月 15 日实施“完善”工程,历时 53 天,施工“蛇形”钻孔 2 个,对 6 个钻孔在 -405~ -445 m 段进行了下行分段加压注浆,注入水泥 3 200 余吨。各注浆钻孔均达结束标准,

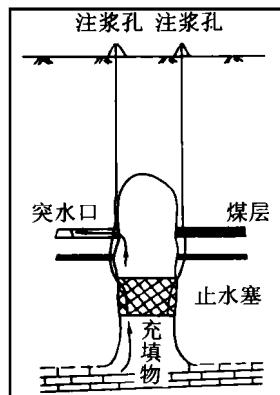


图 1 “止水塞”及注浆孔轨迹示意图

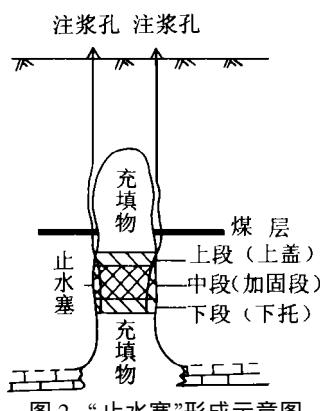


图 2 “止水塞”形成示意图

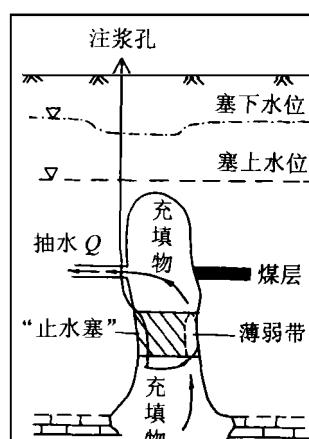


图 3 引流注浆示意图

堵水率100%,矿井于9月9日排水到底

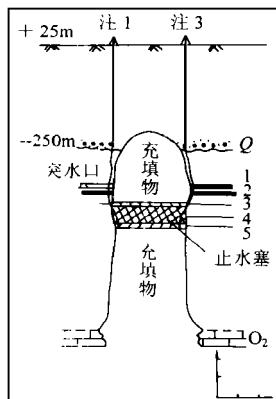


图4 任楼矿722陷落柱内“止水塞”形成剖面图

1—7₁煤层(-360 m); 2—8₂煤层(-380 m);
3—上段(-360~-405 m); 4—中段(-405~-445 m);
5—下段(-445~-455 m)

4 结论

在陷落柱中建立“止水塞”技术为快速治理持大型垂向导水通道开创了一条新的技术途径,在理论和技术方法上有新的突破。该技术具有可操作性,在我国煤矿类似治水工程中有重要的推广应用价值。

参考文献

- 吴光琳,汤顺德.钻孔弯曲和定向钻探.成都:成都理工学院出版社,1984
- 赵全福等.煤矿安全手册(第五篇).北京:煤炭工业出版社,1992
- 曾荣秀等.注浆技术经验汇编.北京:煤炭工业出版社,1988

(收稿日期 1997-03-24)

THE TECHNIQUE BUILDING“CONCRETE PLUG”QUICKLY IN COLLAPSE COLUMN

Zheng Shitian Ma Peizhi (Xi'an Branch, CCRI)

Abstract This paper expounds the technique building “concrete plug” in collapse column with grouting, i.e. selection of the place of “concrete plug”, calculation of the thickness, the technology of drilling and grouting, the methods of checking and consolidating “concrete plug”. The practicality and expansion are illustrated with an example.

Keywords collapse column; waterstops; grouting; water plugging

(上接第34页)

参考文献

- 地质矿产部华北石油地质局编.原地应力:影响澳大利亚含煤盆地水力压裂效果的关键因数.见:煤层气译文集,郑州:河南科学技术出版社,1990
- Enever J R, Bocking M A, Clark I H. The application of in-situ stress measurement and numerical stress analysis to coalbed

methane exploration in Australia. Society of Petroleum Engineers, 1994, 372~381

- Wold M B, Choi S K, Koenig R A and Davidson S C. Anisotropic seam response to two-phase fluid injection into a coalbed methane reservoir-measurement and simulation. Society of Petroleum Engineers, 1996, 207~216

(收稿日期 1997-09-08)

KEY FACTORS ON EXPLORATION AND DEVELOPMENT FOR COALBED METHANE IN AUSTRALIA RESEARCH OF IN-SITU STRESS

Peng Gelin Zhao Zhizhong (Changsha Institute of Geotectonics, Chinese Academy of Sciences)

Abstract The breakthrough progress in exploration and development for coalbed methane in Australia is obtained over the past few years. In this paper, according to the research results in Australia, the relationships between in-situ stress and permeability and geologic structure are discussed; the prediction method of high permeability zones of coalbed methane using the in-situ stress measurement and numerical stress analysis is introduced in detail.

Keywords coalbed methane; stress; geologic structure; permeability; Australia