

网络出版时间与地址: 2011-11-15 15:07; www.cnki.net/kcms/detail/11.2402.TD.20111115.1507.014.html

杨村煤矿风化破碎带成因分析及造孔施工技术

孙 光

(北京中煤矿山工程有限公司, 北京 100013)

摘 要: 针对杨村煤矿地质条件复杂, 有近百米的风化带, 地层裂隙发育, 破碎严重, 成孔困难, 塌孔严重的问题, 为了探明强风化带的形成原因和结构特点, 保证钻孔顺利通过该段地层, 顺利完成注浆堵水施工, 从地质构造作用及断层分析的角度入手, 着重对穿过杨村煤矿工业广场内的 DF30、DF33、SF40 三条断层进行考察, 综合分析了其基岩风化破碎带的成因, 同时结合地面预注浆工程注浆孔造孔施工中出现的問題, 采取穿越风化破碎带的施工措施, 确保了注浆施工顺利进行。

关键词: 基岩风化带; 构造作用; 断层; 注浆堵水

中图分类号: TD265 文献标志码: A 文章编号: 0253-2336(2011)11-0118-03

Borehole Drilling Operation Technology and Analysis on Formation of Base Rock Weathered and Broken Zone in Yangcun Mine

SUN Guang

(Beijing China Coal Mine Engineering Company Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: According to the complicated geological conditions in Yangcun Mine with about 100 m long weathered zone, strata crack development, serious broken, difficult borehole completed and serious borehole falling, in order to explore the formation causes and structure features of the high weathered zone and to ensure the borehole successfully passing through the section of the strata and the grouting successfully completed for the water sealing, from the geological structure role and the fault analysis, an analysis was conducted on the weathered and broken zones in the DF30, DF33 and SF40 faults under the industrial park of Yangcun Mine. Meanwhile, in combination with the problems occurred in the grouting borehole drilling operation of the surface pre-grouting engineering, the construction measures to pass through the weathered and broken zones were conducted to ensure the successful grouting operation.

Key words: base rock weathered and broken zone; structure role; fault; grouting and water sealing

国投新集能源有限公司杨村煤矿位于安徽省凤台县境内, 主、副、风井 3 个井筒在同一工业广场内, 该矿设计生产能力 500 万 t/a, 立井开拓, 井筒表土段采用冻结法、基岩段采用地面预注浆法施工。杨村矿井地质条件复杂, 存在近百米长的基岩风化带, 在井筒地面预注浆工程施工期间, 钻孔坍塌, 掩埋钻具的情况时有发生, 给造孔和注浆施工带来了很大的困难。基于以上情况, 结合地质资料, 对杨村矿井基岩风化带成因进行分析, 同时结合地面预注浆工程注浆孔造孔施工中出现的問題, 采取穿越风化破碎带的施工措施, 确保顺利注浆。

1 地质条件

1.1 构造条件

杨村井田位于淮南煤田的西北部, 淮南复向斜中的次级褶曲陈桥背斜北翼, 总体为一走向北西, 倾向北东的单斜构造, 地层倾角一般为 10~30°, 浅部局部较平缓。杨村矿井工业场地位于井田中东部的北部, 检查孔所见地层倾角 25~40°, 多为 30~35°。

1.2 风化带概况

杨村煤矿地面预注浆工程施工地质条件复杂,

投稿日期: 2011-06-02; 责任编辑: 张 扬

作者简介: 孙 光 (1981—), 男, 山东泰安人, 工程师, 主要从事岩土工程, 煤矿注浆工程设计和施工和管理等方面的研究。Tel: 18611616766, E-mail: sg_1210323@126.com

主、副、风井井筒从上而下穿过第四系、第三系及二叠系地层,其中以二叠系地质条件最为复杂,风化程度十分严重。风井综合地层柱状图如图 1 所示。

地层界	系	柱状	深度/m	层厚/m	岩性特征
新生界	第四系		0		以灰绿色为主,棕色、土黄色中砂、中粗砂、细砂,厚层状,夹薄层黏土和砂质黏土。砂层大多较松散,而黏土、砂质黏土固结良好
	古近系		538.9	538.9	古近系红层,岩性以砖红色、紫红色粉细砂岩、细砂岩,砾石以石英砂岩砾为主,节理、裂隙发育
古生界	二叠系		759.3	95.7	风化破碎带,浅灰杂紫红、锈黄色泥岩,砂质泥岩夹粉细砂岩及奶白色中砂岩,裂隙发育
			1000	240.7	砂质泥岩和泥岩的累计厚度占总厚的 60.4%,中、细砂岩占 27.3%,粉砂岩占 12.3%

图 1 杨村煤矿风井综合地层柱状图

主井风化破碎带起止深度为 594.6—666.5 m,厚度达 71.9 m,共有 9 层岩层,灰~灰黄色杂紫红锈黄色花斑状泥岩,部分含砂质,节理、裂隙发育,岩芯易碎,局部岩芯水蚀呈蜂窝状,岩石质量指标 $RQD = 20\% \sim 80\%$,水蚀,局部崩解;副井风化破碎带起止深度为 681.05—714.05 m,厚度达 33.0 m,共有 7 层岩层,土黄色杂灰绿,浅紫红色泥岩,下部为粉砂岩,节理,裂隙滑面发育,下部为锈黄色细砂岩, $RQD = 15\% \sim 80\%$ 。水浸,泥化~崩解;风井风化破碎带起止深度为 663.6—759.3 m,厚度达 95.7 m,共有 11 层岩层,浅灰杂紫红、锈黄色泥岩,砂质泥岩夹粉细砂岩及奶白色中砂岩,裂隙发育,岩芯破碎, $RQD = 0 \sim 70\%$,水蚀现象明显,破碎~基本稳定。其中,副检孔穿越风化破碎带 33.0 m,在淮南地区属正常范围;而主检孔风化破碎带 71.9 m,风检孔风化破碎带长达 95.7 m,这在淮南地区还是比较少见的。并且岩层性质多为砂质泥岩与花斑状泥岩,岩石破碎、强度低、裂隙发育, RQD 一般多在 $0 \sim 30\%$,水浸试验多裂解或不稳定,遇水浸泡极易发生坍塌。

2 成因分析

2.1 边界断层影响

工业广场附近位于井田中东部的北部,距离边

界断层 F102 仅 150 m, F102 断层为本区的边界断层,走向北西西,倾向南西,倾角 $45 \sim 55^\circ$,落差 110~350 m。如此大的断层两盘必然发育大量的次生构造,造成地层挤压、揉皱、破碎,岩石发育大量节理、裂隙,完整程度和强度降低。

2.2 构造运动影响

下伏的古近系地层与下伏的二叠系地层之间,其沉积基准面凹凸不平,按地质历史,2套地层之间发生过印支晚期、燕山等构造运动。古近系沉积基准面变化非常大,主检孔 594.6 m,副检孔为 681.1 m,风检孔为 663.6 m,而 3 孔之间的距离为主检孔至副检孔 117.9 m,副检孔至风检孔 151.6 m,风检孔至主检孔 154.0 m,可见,在 150 m 距离内沉积基准面净高差相差 86.45 m,由此可以判断,杨村煤矿工业广场附近在古近系地层沉积之前发生了剧烈的构造运动,造成工业广场附近地层层高低不平,由于大的断裂构造作用,没有经自然界的长期自然风化夷平的情况下沉积了上覆古近系红层,造成上覆古近系红层沉积厚度相差较大。

2.3 井田内部小断层影响

井田内已发现有落差在 15 m 以内的断层就有 107 条,特别是落差大于 5 m 的有 56 条,而且绝大多数为正断层(占 87%),张性裂隙发育,在检查孔中特别是风化带内,岩性裂隙发育,多破碎,水蚀淋滤现象明显。

从三维地震资料看,在杨村煤矿工业广场附近及深部发育 DF30 逆断层(倾角 $55 \sim 85^\circ$,落差 25~80 m)、DF33 正断层(倾角 $55 \sim 75^\circ$,落差 20~80 m)及 SF40 逆断层(倾角 $60 \sim 70^\circ$,落差 20 m) 3 条断层,受此 3 条断层的影响,工业广场内 3 个井筒检查孔的基岩段岩体遭受到不同程度的破坏。3 条断层在工业广场分布水平切面如图 2 所示。

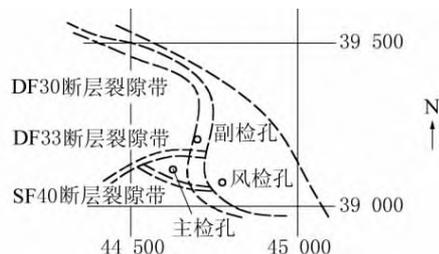


图 2 杨村煤矿工业广场内断层分布水平切面

1) DF30 逆断层对 3 个井检孔基岩段岩体的影

响。从三维地震资料看,DF30断层呈近N—S方向从工业广场内通过,主检与副检孔布设在断层的上盘,风检孔位于断层的下盘,DF30断层在副检孔的上部古近系地层通过,在主检孔下深度部通过,对3个井检孔的基岩段岩体破坏程度影响很小。

2) DF33正断层对3个井检孔的基岩段岩体的影响。DF33断层呈近E—W方向通过工业广场,主要在主检孔、副检孔下-1400 m以下通过,对3个井检孔基岩体的破坏程度不大。

3) SF40逆断层对3个井检孔基岩段岩体的影响。SF40为一逆断层,呈NW—SE方向从工业广场外的东南边通过,主检孔与风检孔位于断层的边缘,该断层对主检与风检孔基岩体破坏程度较大,造成主检孔基岩风化带厚71.9 m,风检孔基岩风化带厚95.7 m,而副检基岩风化带厚度仅33.0 m,基岩体破坏程度比主检与风检孔低。

2.4 水力联系

根据对风井检查孔古近系红层进行抽水试验,同时观测上覆松散层含水层水位变化,发现古近系红层砂砾岩含水层段与上覆松散层含水层水力联系明显。

从岩性角度分析,勘探范围内的古近系红层基本上都是由砂岩组成,砂质泥岩的含量不到10%,不含泥岩,为良好的水力联系沟通形成了岩石条件基础;从岩体的完整性角度分析,虽然存在裂隙率有随着深度的增加而降低的趋势,但基本不存在岩芯采取率和RQD都大于90%的深度段,开放的裂隙构成了水力联系的通道。另外工业场地范围内基岩岩层倾角处于略缓到稍陡的变化中,达到30~35°。因为水力联系密切,长期的水蚀作用也是造成杨村矿井工业场地基岩风化带较深的原因。

3 钻孔施工情况

3个井检孔施工,副检孔施工比较顺利,主检孔及风检孔在施工难度较大,经常发生掉块卡钻、坍塌、垮孔埋钻等孔内事故。

在进行风井并筒地面预注浆工程造孔过程中,风化破碎带地层破碎、坍塌掉块现象较地质报告描述更加严重,钻探施工遇到极大困难。多次出现孔内塌孔及涌水等异常情况,主要表现在垮塌卡钻埋钻、霸车、憋泵、无法加尺、冲洗液变稀和大颗粒

岩粉异常多等现象。坍塌层位集中在780—787、803—808、820—830、846—856、866—875、875—885、890—900、913—920、935—945 m段,最为严重的是845—856、880—899 m层段。造孔过程中,大量岩粉被冲洗液携带至地面,岩粉颗粒直径最大达到25 mm,如图3所示。



(a) 7号注浆孔681—694 m段 (b) 2号注浆孔780—781 m段

图3 风井注浆孔排出的岩粉颗粒

4 施工措施

为了解决在强风化带中造孔施工遇到的问题,保证施工质量和工期,在后续的钻孔施工中采取了如下具体措施。

1) 严格控制冲洗液性能,在注浆孔造孔施工中,设置专职泥浆员,每2 h测试1次泥浆冲洗液的相对密度、黏度、pH值等参数,并及时整理记录,发现异常及时调整。为保证携带大颗粒的能力,冲洗液黏度经常保持在25 s以上,相对密度保持在1.1~1.2。

2) 单液浆无压灌注,在注浆孔坍塌情况下,通过冲洗液充分将坍塌岩粉携带至地面,在注浆孔坍塌充分后,更换 $\phi 50$ mm钻杆彻底冲孔,将单液水泥浆灌入注浆孔内,等凝后再下钻冲扫孔,使单液水泥浆凝固形成人工孔壁,阻止孔壁坍塌,进而保证正常钻进或扫孔。

3) 带压注浆加固孔壁,如发现钻进过程中孔壁坍塌掉块,提出钻具下入止浆塞,止浆位置高于并接近钻孔坍塌位置,将单液水泥浆带压注入地层内,予以一定时间的养护,通过水泥浆的固结和充填,保证孔壁的安全。一般采取5~10 m的小段高注浆,注入量不超过40 m³,注浆压力取地层静水压力的1.5~2.0倍。

4) 采用捞砂管捞岩粉,如在造孔施工中发现注浆孔孔底沉淀大量岩粉,无法加尺,立即下入捞砂管打捞孔底沉积岩粉,打捞数次,待孔底岩粉减少后,重新下钻进行钻进施工。

以上措施可在施工中根据具体情况进行选择,

(下转第128页)

着斜板滑落至竖直筒体,使其在竖直筒体中得到再次分选,降低了小粒径高密度物的错配率,提高了分选精度。

表3 不同条件下的分选结果

上升水流速/ (mm·s ⁻¹)	稳流斜板通 道宽度/mm	评价指标/%			可能偏差/ (g·cm ⁻³)
		γ_1	γ_2	A	
36.78	88	0.78	0.88	10.49	0.126
	42	0.33	0.19	9.74	0.106
	19	0.18	0.09	8.72	0.104
45.25	88	1.42	1.63	12.89	0.191
	42	1.01	0.84	11.13	0.171
	19	0.44	0.23	9.26	0.127
53.27	88	2.00	2.53	14.83	0.249
	42	1.22	1.01	12.09	0.208
	19	0.62	0.37	9.52	0.124

注: γ_1 为精煤中 1.60 ~ 1.80 g/cm³ 含量; γ_2 为精煤中 + 1.80 g/cm³ 含量; A 为精煤灰分。

3 结 论

1) 在本次试验参数范围内,常规干扰床加稳流斜板后,随着斜板通道宽度的减小,精煤中高密度物含量、精煤灰分、分选可能偏差都在减小。斜板宽度由 88 mm 降至 19 mm 时,RC 分选机的可能偏差降低明显。

2) 使用不同的斜板通道宽度可以获得不同灰分的精煤产品,与常规 TBS 相比使分选的可调参数增加为床层密度、上升水流量、斜板通道宽度 3

个操作变量,对精煤灰分的调节方式更加多样化。

参考文献:

- [1] 于进喜,刘文礼,姚嘉胤,等.粗煤泥分选设备及其特点对比分析[J].煤炭科学技术,2010,38(7):114-117.
- [2] 刘文礼,陈子彤,位革老,等.干扰床分选机分选粗煤泥的规律研究[J].选煤技术,2007(4):11-13.
- [3] 陈子彤,刘文礼,赵红霞,等.干扰床分选机分选粗煤泥的试验研究[J].煤炭工程,2006(5):69-70.
- [4] Galvin K P, Callen A M, Spear S. Gravity Separation of Coarse Particles Using the Reflux Classifier [J]. Minerals Engineering, 2009, 22: 106.
- [5] Galvin K P. Influence of Parallel Inclined Plates in a Liquid Fluidized Bed System [J]. Chemical Engineering Science, 2002, 57: 57.
- [6] Galvin K P, Pratten S J, Nicol S K. Dense Medium Separation Using a Teetered Bed Separator [J]. Minerals Engineering, 1999, 12: 1059-1081.
- [7] Galvin K P, Doroodchi E, Callen A M, et al. Pilot Plant Trial of the Reflux Classifier [J]. Minerals Engineering, 2002, 15: 19-25.
- [8] Galvin K P, Pratten S J, Nguyentranlam G. A Generalized empirical Description for Particle Slip Velocities in Liquid Fluidized Beds [J]. Chemical Engineering Science, 1999, 54: 1045-1052.
- [9] Laskovski D, Duncan P, Stevenson P. Segregation of Hydraulically Suspended Particles in Inclined Channels [J]. Chemical Engineering Science, 2006, 61: 1016.
- [10] 刘文礼,张瑞文,赵银荣,等.干扰床分选机对粗煤泥的分选试验[J].矿业工程研究,2010(1):9-11.

(上接第120页)

在风井注浆孔造孔施工,特别是穿越基岩破碎带的施工中取得了较好的效果。

5 结 语

杨村井田内部的地质构造和断层分布造就了杨村煤矿复杂的地质条件,尤其是近百米的基岩裂隙风化带在淮南地区较为少见,通过对风化带形成原因的分析,并且在施工中不断总结穿越基岩风化带进行造孔施工的经验教训,形成了一套应对极破碎地层的钻孔施工方案,在具体施工应用中,成功保证了造孔质量,缩短了施工工期。

参考文献:

- [1] 聂德新,韩爱果,巨广宏.岩体风化的综合分带研究[J].

工程地质学报,2002,10(1):20-25.

- [2] 冯志强.破碎煤岩体化学注浆加固机理分析及应用[J].煤炭科学技术,2008,36(10):32-35.
- [3] 王展平,高学东,陈斌,等.注浆法在处理断层带大冒顶区施工中的应用[J].煤炭科学技术,2008,36(7):38-40.
- [4] 曹胜根,刘长友.高档工作面断层破碎带顶板注浆加固技术[J].煤炭学报,2004,29(5):545-549.
- [5] 张连明,姚智.地面预注断层破碎带并筒工艺研究[J].水文地质工程地质,1997(3):51-54.
- [6] 胥如石,文继萍,彭铿如.立井穿过厚破碎带夹泥地层的注浆技术及效果评价[J].建井技术,2007,28(3):9-12.
- [7] 张健儒.山岭隧道高压富水断层破碎带注浆施工技术[J].铁道工程学报,2010(5):58-62.
- [8] 王生全,闫黎东,钱建峰,等.桑树坪煤矿煤岩深部风化带成因分析[J].陕西煤炭技术,1999(1):24-25.