

任楼煤矿 F2 断层水文地质条件特征分析

赵 晶

(恒源煤电股份有限公司 任楼煤矿, 安徽 宿州 235123)

[摘要] 根据以往资料, F2 断层水文地质条件存在反常现象, 为了保证煤矿安全生产, 从断层的力学形成机制、断层带物质组成成分、现场试验三方面对 F2 断层水文地质条件进行分析。分析结果表明 F2 断层富水性和导水能力均较差, 并且不易发生活化。

[关键词] F2 断层; 水文地质条件; 富水性; 导水能力

[中图分类号] P641.4 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1006-6225 (2014) 02-0024-03

Hydro-geological Characteristic of F2 Fault in Renlou Colliery

断层是矿井充水的重要通道之一。从过去大量突水事故分析, 底板突水绝大多数是与断层有着直接的关系^[1-5]。井径矿区, 直接沿断层发生突水占 74%, 断层影响带(距断层带 15m 范围)内占 23%^[6]。在肥城矿区, 与断裂构造有关的突水占 72.6%, 其中 5 次大于 1000m³/h 的突水, 均与断裂构造有关^[7]。

任楼煤矿地处淮北矿区内, 该区内因断层引起的井下突水事故屡有发生。F2 断层是任楼煤矿迄今为止所要穿过的规模最大的一条断层, 其对中六轨道过断层的位置选择有着重大影响。F2 断层是任楼煤矿中四、II2 与中六、II6 采区的分界压扭性正断层, 落差 25 ~ 125m, 倾向 NNW - NWW - NW, 倾角 58°, 断层走向延伸长度大于 5250m, 平面上呈 S 形弯曲。39 - 14 钻孔抽水试验资料表明, 该孔揭露 F2 断层后, 观测 19h 地下水一直由孔内自溢高出地表 0.8m, 这在任楼煤矿是一个非常反常的现象。同时根据电法资料, F2 断层附近存在低阻异常区, 其是否存在局部导(含)水段尚不能明确。考虑以上因素, 为了保证矿井今后安全生产, 对 F2 断层的水文地质条件特征进行深入分析有着重要意义。

本文从断层的力学形成机制、断层带物质组成成分、现场试验三方面来对 F2 断层水文地质条件进行分析。

1 F2 断层组力学机制分析

在中国中生代印支期, 华夏地块与扬子板块发生碰撞、拼合, 形成了一系列的碰撞带。在该期构造应力场的作用下, 研究区主压应力(σ_1)轴向

近南北(175 ~ 359°), 见图 1, 拉伸应力(σ_3)方向近东西, 形成近东西向褶皱, 并伴生轴向逆冲断层及北北东向剪切断层。该期构造应力场奠定了任楼煤矿主要断裂构造行迹为呈近东西向的逆断层。在此基础上, 燕山期构造运动对 F2 断层的形成起到主导作用。

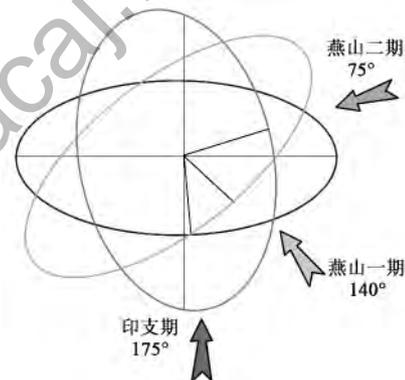


图 1 不同构造期主压应力方向示意

2.1 区域构造期次分析

(1) 燕山一期 根据区域应力场特征, 该期本区主压应力(σ_1)轴向近南北(140 ~ 320°), 见图 1, 拉伸应力(σ_3)轴方向为(50 ~ 230°), 在该期应力场的作用下, 本区地层褶皱成山, 形成了童亭背斜, 在褶皱转折端出现了放射状伸张断层, 并出现 NW 向逆断层。

(2) 燕山二期 该期主压应力(σ_1)为北北西, 近南北向, 主压应力方向为 75°, 见图 1, 晚期转为北东东向。本期构造作用主要表现为对前期形成的构造形迹和力学性质的改造和转换。在构造应力作用下, F2 断层总体走向为 NEE - NNE - NE, 同时切断了 F16, DF1, F12, DF32 及 FX9 断

[收稿日期] 2013 - 11 - 25

[作者简介] 赵 晶 (1981 -), 男, 安徽宿州人, 工程师, 主要从事矿井物理勘探方面的工作。

[引用格式] 赵 晶. 任楼煤矿 F2 断层水文地质条件特征分析 [J]. 煤矿开采, 2014, 19 (2): 24 - 26, 76.

[DOI] 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2014.02.006

层 (图 2), 也表明 F2 断层的最终形成时间要晚于 NW 向的断层。

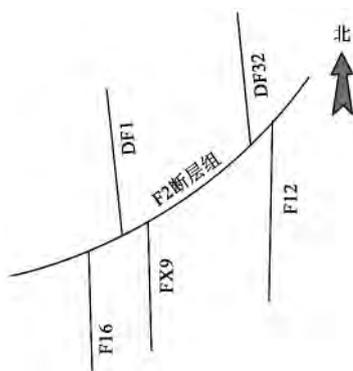


图 2 燕山二期 F2 断层组与各断层位置关系

2.2 断层带内岩芯分析

通过对断层带内岩芯观察, F2 断层破碎带内物质大小、成分不一, 分选性较差, 有粒度较大的角砾岩, 也有粒度很小的黏土矿物, 见图 3; 从岩芯断面能明显地看到挤压擦痕、挤压揉皱现象, 见图 4。这些特征表明, F2 断层具有先张后挤压的特点。在张应力作用下, 会形成角砾岩等块状物质, 而由于后期挤压应力的作用, 又会形成高岭石等粒度很小的物质, 并有擦痕、挤压现象。



图 3 断层带岩芯粒度较大的角砾岩

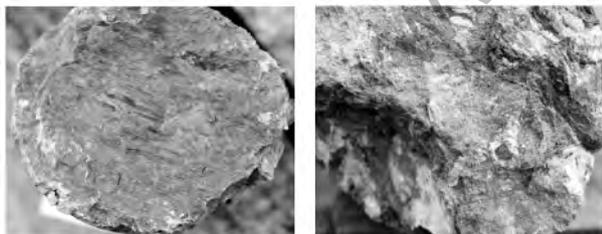


图 4 断层岩芯的擦痕挤压揉皱现象

根据以上两个方面的分析, 认为 F2 断层组是由两期以上构造应力作用下形成的。主要为: 在燕山一期, 在近 230° 方向的拉应力作用下, 形成拉张性的近 NW 向的断层; 在燕山二期, 在近 75° 方向的挤压应力作用下, 断层发生剪切、挤压, 使断层走向呈弧形展面 (NEE - NNE - NE)。因此, F2 断层具体力学性质表现为先拉张后压剪, 见图 5。

一般来说, 拉张断层在形成过程中容易形成拉张裂隙、节理, 充填物颗粒较大, 具有相对较强的

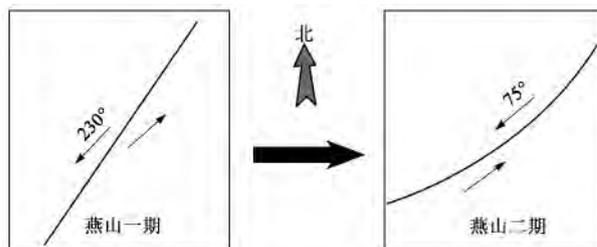


图 5 燕山一、二期 F2 断层形成过程构造应力示意

导 (含) 水性, 而压剪断层形成过程中裂隙多以剪切裂隙、节理为主, 张开度相对较小, 断层带充填物主要为断层泥、糜棱岩等为主, 导 (含) 水性相对较弱。F2 断层先拉张后压剪的力学性质决定了其导水能力向变弱的方向发展。

3 断层带物质组成成分

3.1 镜下观测鉴定分析

镜下观测对象为取自 F2 断层带内 5 个岩样, 观测放大倍数为 100 倍。根据镜下观测结果分析: 除 4 号岩样含碎屑类物质达 70% 外, 其余岩样都以黏土矿物为主要成分, 含量在 55% ~ 85% 之间, 见表 1。其中黏土矿物以鳞片状的自生高岭石为主, 颗粒细小, 粒径范围分布于 0.005 ~ 0.05mm。岩芯呈细角砾状结构, 角砾间充填物质为泥状 - 粉砂结构, 角砾漂浮其间。

表 1 各岩主要矿物成分及命名 %

岩样编号	角砾	黏土	云母	石英	长石	岩屑	命名
1	20	55	2	5	-	-	含细角砾 - 菱铁矿结核高岭石泥岩
2	-	77	5	15	-	-	含粉砂高岭石泥岩
3	15	65	1	15	-	-	含细角砾含石英粉砂 - 细砂泥岩
4	-	-	3	25	2	40	褐铁矿胶结岩屑细砂岩
5	-	85	2	10	-	-	含石英粉砂高岭石泥岩

3.2 X 射线衍射分析

利用 D8 Advance X - 射线衍射仪得出了 5 组断层带岩样各组分的重量百分比, 见图 6。由图 6 可看出, 各岩样主要物质组成为高岭石、石英及云母, 其中高岭石比重最大, 占 40.5% ~ 61.3%。

通过镜下观测和 X 衍射测试, 综合得出 F2 断层内物质组成具有如下特点:

(1) 角砾岩与黏土成分并存, 大多岩样同时含有这两种成分, 这是断层为多期形成的证据之一。

(2) 除了岩样 4 以外, 各岩样中均以黏土

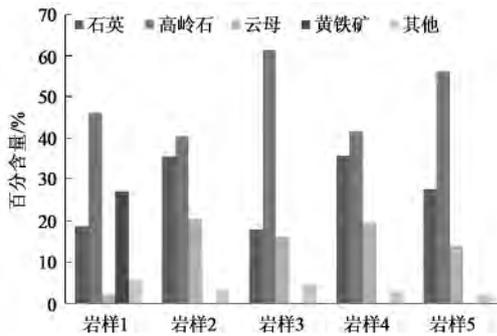


图 6 衍射测试各岩样矿物重量百分含量

(高岭石) 的含量最高。

(3) 除了岩样 4 以外, 岩样中不存在长石, 而高岭石成分含量较高, 分析原因为正断层在挤压过程中长石蚀变成了高岭石。

断层带内物质组成是影响断层是否含(导)水的决定因素之一。根据 F2 断层内岩样分析结果, 断层带内物质组成主要为细角砾岩、石英粉砂岩充填较高含量的高岭石。高岭石自身具有较强的吸水性和可塑性, 一方面较高含量的高岭石可减少断层带内的含水量, 减弱地下水在断层带内渗流能力; 另一方面吸水后的高岭石可塑性强, 在挤压应力作用下更易填补闭合断层带物质内的孔、裂隙, 进而减弱断层带的导水能力, 缩减其储水空间。

4 现场试验成果分析

4.1 抽、注水试验

任楼煤矿至今已对 F2 断层组进行了 3 次抽(注)水试验: 39-14 钻孔于 1979 年 7 月 28 日至 7 月 29 日进行了抽水试验, 降深 13.65m, 流量为 $Q=0.144\text{L/s}$, 单位涌水量 $q=0.0033\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$, 渗透系数 $K=0.0059\text{m/d}$; 38-39₄ 钻孔于 2006 年 10 月 10 日至 10 月 15 日对 F2 断层进行了抽水试验, 抽水段埋深为 331.63 ~ 338.13m, 降深 11.17m, 流量为 $Q=0.03\text{L/s}$, 单位涌水量 $q=0.00269\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$, 渗透系数 $K=0.004915\text{m/d}$; 39-18 钻孔于 2012 年 4 月 10 日至 4 月 13 日对 F2 断层带进行了注水试验, 孔内水位埋深为 93.30m, 注水量 $Q=8.244\text{m}^3/\text{d}$, 渗透系数 $K=0.000376\text{m/d}$, 钻孔进入断层带时漏失量为 $0.75\text{m}^3/\text{d}$ 。

抽(注)水试验能较直接反映断层带物质的富、导水性, 结合结果及《煤矿防治水规定》附录二, F2 断层组富水性为弱, 同时 3 次试验获取的渗透系数也说明断层带导水能力较差。

4.2 地应力测试

本次地应力测试于 36-30 断层探查孔共取 2

组岩样, 埋深为 751.08 ~ 757.08m 和 763.05 ~ 760.63m, 岩性为细砂岩, 制成岩样尺寸为 25mm × 25mm × 50mm 的长方体。测试采用的是声发射法(AE法), 根据凯塞效应确定所对应的地应力值, 见表 2, 再根据公式(1)、(2)、(3), 换算为相应的最大、最小水平主应力, 见表 3。

$$\tan 2\varphi = \frac{\sigma_1^1 + \sigma_3^1 - 2\sigma_2^1}{\sigma_1^1 - \sigma_3^1} \quad (1)$$

$$\sigma_H = \frac{\sigma_1^1 + \sigma_3^1}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_1^1 - \sigma_2^1)^2 + (\sigma_2^1 - \sigma_3^1)^2} \quad (2)$$

$$\sigma_h = \frac{\sigma_1^1 + \sigma_3^1}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_1^1 - \sigma_2^1)^2 + (\sigma_2^1 - \sigma_3^1)^2} \quad (3)$$

式中, $\sigma_1^1, \sigma_2^1, \sigma_3^1$ 分别是平行、垂直和 45° 方向的应力; σ_H 为平面最大主应力; σ_h 为平面最小主应力。

表 2 测点凯塞点应力值 MPa

测点	σ_1^1	σ_2^1	σ_3^1
1	28.2	22.7	18.2
2	30.1	23.9	19.8

表 3 任楼煤矿各测点的主应力大小和方向

测点编号	采样位置	最大主应力 σ_1/MPa	最小主应力 σ_3/MPa	最大主应力方向/ $^\circ$
1	36-30 孔	28.22	18.18	92.85
2		30.21	19.75	95.76
3	中三轨道、胶带联巷	18.13	4.27	81.00
4	-720 北大巷	7.72	5.73	69.00
5	-720 内水仓	6.88	0.45	122.50
6	-720 南大巷	21.80	1.49	12.00
7	中四合风上山	12.58	2.72	115.00

5 结论

从断层的形成力学机制、断层带物质组成成分、现场试验 3 方面对 F2 断层水文地质条件特征进行了分析, 并得出以下结论:

(1) F2 断层的形成主要受燕山一期、燕山二期构造运动作用, 其力学性质表现为先拉张后压剪, 由此决定了 F2 断层带导水能力向变弱的方向发展。

(2) 根据镜下观测及 X 衍射测试成果, F2 断层带内充填物中黏土矿物(以高岭石为主)含量较高。高岭石较强的吸水性及可塑性, 能减弱地下水在断层带内渗流能力和导水能力, 并缩减其储水空间。

(3) 从抽(注)试验结果可以较直观地看出,

(下转 76 页)

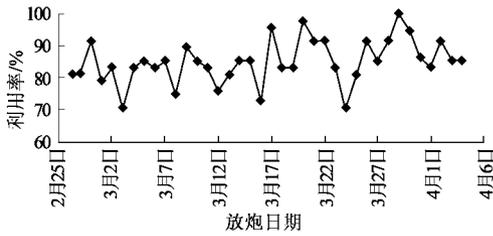


图 5 中深孔爆破炮眼利用率

表 5 传统爆破与中深孔爆破参数平均数对比

参数	传统爆破		中深孔爆破	
	孔深/m	装药量/卷	孔深/m	装药量/卷
周边眼	1.9	3	2.4	3
崩落眼	1.9	3	2.4	3
掏槽眼	左: 2.0	4~5	左: 2.5	5
	右: 2.0		右: 2.5	
辅助掏槽	2.0	3	2.4	4
中心孔	1.7	1	2.2	1
底眼	1.9	3	2.3	3
进尺/m	1.7		2.2	
炮眼利用率/%	77		89	

4 结 论

(1) 通过分析掏槽眼布置方式在不同的围岩地质条件下的爆破效果及通过现场试验对比,对于坚硬岩石大断面巷道,采用双楔形复式掏槽方式,具有岩石破碎块度均匀、岩块飞散距离远、爆堆厚度均匀且平缓的优点,可较大幅度提高炮眼利用率及单循环进尺量。

(2) 在理论计算的基础上优化爆破参数,当掏槽眼间距为 500~600mm,具有较高的掏槽效果;当周边眼间距为 300~400mm,且布置在距巷道轮廓线约 100mm 位置时,可以达到较好的光面爆破效果。

(上接 26 页)

F2 断层带富水性弱、导水能力差;同时,F2 断层带及附近的地应力较高,有利于阻止断层的活化导水可能性。

(4) 由上述结论认为任楼煤矿 F2 断层水文地质条件特征为富水性弱、导水能力差,并且不易发生活化。

[参考文献]

[1] 余秀宝,江文昌.我国煤矿安全事故原因系统分析与对策[J].煤炭科学技术,2007,35(1):104-108.
 [2] 王树玉.煤矿五大灾害事故分析和防治对策[M].徐州:中国矿业大学出版社,2006.

(3) 通过现场应用,中深孔爆破工艺施工解决了传统爆破工艺存在的炮眼利用率低及巷道掘进效率低的问题,提出了采用中深孔爆破工艺解决该矿坚硬岩石大断面巷道快速掘进的思路。通过理论分析和计算,并结合组织优化施工工序,取得了-550m东轨道大巷单循环进度达到 1.9~2.2m 水平,炮眼利用率提高到 85% 的成效。与传统爆破工艺相比,单循环进尺量提高了 29.4%,炮眼利用率提高了 15.6%,取得良好的技术经济效果。在一定程度上缓解了矿井采掘接续紧张的局面,为其他矿并在类似工程地质条件下大断面硬岩巷道的安全优质高效掘进提供了参考依据。

[参考文献]

[1] 孙强,杨仁树,王晓刚,等.含夹矸层半煤岩巷现场爆破试验研究[J].煤炭科学技术,2003,31(12):40-44.
 [2] 东兆兴,邵鹏.爆破工程[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.
 [3] 宗琦.软岩巷道光面爆破技术的研究与应用[J].煤炭学报,2002,27(1).
 [4] 张登龙,张安监.井巷掘进软岩光面爆破有关参数的合理选取[J].煤矿爆破,2002(1):1-4.
 [5] 白忠胜,潘长春,李清,等.中深孔爆破技术在邢东矿大断面岩巷掘进中的应用[J].中国矿业,2010(6).
 [6] 孟详银.赵各庄矿岩巷下山掘进快速施工技术[J].科技信息,2011(9).
 [7] 陆鹏举.软岩巷道光面爆破技术研究与应用[D].淮南:安徽理工大学,2006.
 [8] 杨仁树,张志帆,孙强.淮南矿区深部硬岩巷道钻爆技术研究[J].煤炭科学技术,2005,33(2):42-45.
 [9] 李根.煤矿井巷掘进中深孔爆破智能库设计[D].淮南:安徽理工大学,2011.

[责任编辑:林健]

[3] 王永红,沈文.中国煤矿水害预防及治理[M].北京:煤炭工业出版社,1996.
 [4] 赵铁锤.华北地区奥灰水综合防治技术[M].北京:煤炭工业出版社,2006.
 [5] 郑世书,孙亚军,等.专门水文地质学[M].徐州:中国矿业大学出版社,1999.
 [6] 庞荫恒.井巷矿区煤层底板突水综合分析[J].煤田地质与勘探,1982,10(6):59-60.
 [7] 梁化儒.肥城矿区奥陶系石灰岩岩溶水害的防治技术[A].岩石力学矿山压力和岩层控制国际学术讨论会论文集[C].徐州:中国矿业大学出版社,1991.
 [8] 许进鹏,张福成,桂辉,等.采动断层活化导水特征分析与实验研究[J].中国矿业大学学报,2012,41(3):416-419.

[责任编辑:施红霞]