

晋城成庄矿煤层中节理研究及其意义^{*}

侯光久 王生维 张先进

(中国地质大学·武汉)

侯光久等. 晋城成庄矿煤层中节理研究及其意义. 天然气工业, 2005; 25(1): 41~43

摘要 煤层中的节理裂隙构造在很大程度上决定着煤层的结构构造和物理性质, 对煤层和煤层气的生储、聚集及可采性等起着直接或间接的控制作用。通过对成庄煤矿二盘区、三盘区和四盘区的巷道及多个开采面上的节理裂隙构造进行详细的观察、统计与分析, 节理裂隙有成带分布的特点, 频度最高达 60 条/m, 单个节理裂隙带中煤层被切成薄片状, 在两个或多个节理交汇地带, 煤层被切成碎块, 造成不稳定因素。构造应力场可分为 4 期: ①主应力 σ_1 方向垂直, σ_2 、 σ_3 水平; ② σ_1 近 S—N 水平, σ_3 水平, σ_2 垂直; ③ σ_1 近 E—W 水平, σ_3 水平, σ_2 垂直; ④ σ_1 方向 $135^\circ \angle 10^\circ$, σ_3 NE, σ_2 近垂直。构造因素是控制瓦斯突出分布的主导性因素, 节理裂隙发育、应力集中、煤层破碎地段是瓦斯突出的部位。

关键词 晋城 煤田 节理 裂缝(岩石) 构造应力 煤成气 保存 生产能力

山西成庄煤矿田位于太行复背斜西翼沁水盆地的斜坡带, 构造活动性小。地层产状十分平缓, 地层倾角小于 10° , 大构造不明显, 总体表现为倾向北西的单斜构造。在此基础上, 发育有波幅不大、两翼平缓开阔的背、向斜褶皱构造, 使煤矿田内地层略呈波状起伏, 伴有少量落差小、伸展不长的高角度正断层。通过井下各采区调查研究, 矿田内节理裂隙构造则较为发育, 局部地段构造应力较集中、节理发育、煤层破碎、瓦斯含量较高。

一、节理裂隙的发育特征

工作区位于晋城西部, 处于沁水盆地东部斜坡带上。煤层属上石炭统太原组(C_3)地层的下部, 煤层厚 9 m。主要对成庄煤矿二盘区、三盘区和四盘区的巷道及多个开采面上的节理裂隙构造进行了详细的观测、统计与分析。重点观测统计了二盘区, 2314 采区由 2314 采面(工作面)、2227 巷道(进风巷)和 2228 巷道(回风巷)组成的一个长方体。长约 600 m, 宽 170 m, 工作面高 3 m, 除了对两巷道(剖面)进行观察描述外, 对 2314 采面进行了 3 次(间隔 10~30 m)统计测量。2314 采面延展方向为 $NW280^\circ$ 。

1. 节理的几何特点

煤层中节理裂隙构造发育广泛, 除了微米级的基质孔隙、微裂隙^[1]等分布于煤基岩块内的孔隙外, 肉眼可能观察到的厘米—米级的节理裂隙到处可见。分布在煤层分层内整个煤层, 甚至切穿煤层。节理面有平直光滑者, 亦有粗糙不平起伏不定的面, 有的节理延伸稳定, 一切到底; 有的节理曲直不定或尖灭侧现, 节理之间多有交叉复合, 反映出力学性质的多样性和生成时间上的多阶段性。节理裂隙有成带分布的特点, 频度最高达 60 条/m, 一般为 30~40 条/m; 单个节理裂隙带中煤层被切成薄片状, 在两个或多个节理交汇地带, 煤层被切成碎块, 造成不稳定因素。

2. 节理的产状

通过对成庄煤矿二盘区、三盘区和四盘区的调查研究, 观察并统计了数百条节理裂隙的产状。节理裂隙的走向虽然在 E、S、W、N 各个方向均有显示, 但总体上则表现为两个优选方向, 即 NE—SW 向和 NW—SE 向(图 1), 从图中可以看出上述两个优选方位的节理裂隙几乎同等发育, 而全区的节理裂隙综合统计表明, NE—SW 向组则比另一组更发育一些。

^{*} 本成果受“973”国家重点基础研究发展规划项目“中国煤层气成藏机制及经济开采基础研究”(2002CB11700)资助。

作者简介: 侯光久, 1949 年生, 教授; 主要从事矿田构造和构造地质的教学与研究。地址: (430074) 湖北省武汉市中国地质大学。E-mail: guangjiu0912@sina.com

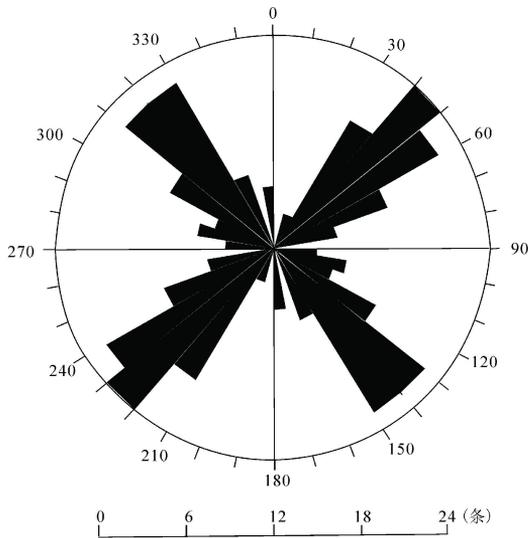


图1 成庄煤田节理裂隙走向图

二、山西成庄地区的构造应力场分析

岩石中存在着应力,当应力积累量超过岩石的强度极限即产生变形,形成褶皱、裂隙、节理,在裂隙、节理的基础上进而形成断层。有些应力是来自于上覆岩层的重力,而绝大多数应力则是构造作用产生的,节理裂隙多数是在一定的古构造应力场中形成的。煤层气成矿过程与构造演化控制下的煤层埋深、古地热、生烃历史密切相关^[2]。构造活动的多期性决定了节理裂隙形成的多阶段性和复杂性。

1. 节理的配套与分期

一期构造应力场形成相应的节理裂隙构造,通过节理裂隙的研究,可以反演构造应力场。多期构造应力场作用必将产生节理裂隙的复合、改造,根据节理裂隙的特征差异和相互间的交切关系,将其进行配套与分期。研究表明,成庄煤田地区主要有8组节理裂隙构造,其配套关系及主应力状态如下表所示(表1)。

2. 节理的形成机制与演化历史

第I期,形成于煤岩层压实变形变质期,主压应力(σ_1)来自于垂直方向的上覆岩层的重压,形成的节理裂隙表现为剖面上的共轭交叉,其面粗糙,显张剪性,上盘下滑,走向以NE60°~75°者居多,其它方向少量。

第II期,形成于海西—印支期,其主应力(σ_1)为S—N方向水平挤压,E—W方向拉张(σ_3),面平直光滑,显剪切性质,切割第I期节理裂隙。

表1 成庄煤矿共轭节理分期表

期次	节理组	节理产状	主应力状态
I	1	60°~75°/NW \angle 50°~60°	σ_1 垂直;
	2	60°~75°/SE \angle 50°~60°	σ_2, σ_3 水平
II	3	310°~330°/NE \angle 60°~70°	σ_1 S—N 水平;
	4	30°~40°/SE \angle 88° \pm	σ_2 垂直; σ_3 水平
III	5	35°~50°/NW \angle 88° \pm	σ_1 E—W 水平;
	6	310° \pm /NE \angle 70°~88°	σ_2 垂直; σ_3 水平
IV	7	350°/SW \angle 260° \angle 85°	σ_1 SE135° \angle 10°;
	8	280°/NW10° \angle 80°	σ_2 近垂直; σ_3 NE45°

第III期,形成于印支—燕山早期,其主应力(σ_1)为E—W方向水平挤压,S—N方向拉张(σ_3),面平直光滑,显剪切性质,见切割第II、I期节理裂隙。

第IV期,形成于燕山晚期,主压应力(σ_1)是SE(135° \angle 10°)—NW方向,NESW方向拉张(σ_3),面平直光滑,显剪切性质,见切割所有其它节理裂隙。

2230巷道中发育一系列“底鼓”小背斜,即巷道建成后,底板因应力作用而形成的褶皱鼓起变形。背斜轴向为NE—NNE,并见伴有走向NW和NEE的节理裂隙,主压应力(σ_1)方向为NW290°左右(图2)。这种“底鼓”小背斜形成于巷道开挖形成以后,可见这种应力保留或持续到现代。

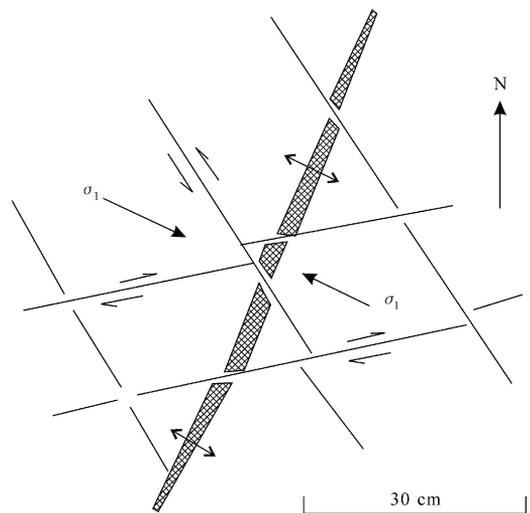


图2 2230巷道小背斜(轴)节理系

需要说明的是,节理的分期具有很大的推测性,据节理之间的空间关系推演出的运动及期次,尚无地质年龄等资料的支持,仅仅是概略的反映而已。不过燕山期的节理及其主应力方式方向,是该区所处的大地构造位置和区域构造所决定的。

三、节理构造与煤层气保存和产出的关系

煤层节理在很大程度上决定着煤层的结构构造、物理性质,它影响甚至控制了煤层顶板的工程地质,煤层的采落特征,对煤层和煤层气的生储、聚集、可采性等起着直接或间接的控制作用,并贯穿于成煤和煤层气生、储、聚前后的全过程,是所有地质因素中最为重要的控气因素。成庄矿属于高变质煤区,其演化程度高,内生节理裂隙不太发育。由于相继受到印支、燕山、喜山期的构造活动的影响,外生裂隙广泛发育。据张建博等研究沁水盆地南部主曲率和构造带之间的关系发现,该区主曲率在 $(0.1\sim 0.3)\times 10^{-4}/\text{m}$ 之间(以 $0.1\times 10^{-4}/\text{m}$ 为标准),属构造裂隙相对发育区^[3],有发育高渗透率煤储层的裂隙基础。在挤压应力作用下,煤储层裂隙实质上受到的相对拉张作用的最大主应力差越大,相对拉张效应越强。越有利于裂隙壁距的拉张,进而导致煤层渗透率随最大主应力差的增大而增大的现象。小型断裂是控制瓦斯突出分布的主导因素。瓦斯突出地段,煤层内构造比较复杂,节理裂隙构造较发育,煤变质程度高^[4,5]。煤层渗透率越高,气井产量越高,开发效益越好。因此,成庄矿在煤层气的开发和利用方面很有前景。值得注意的是,由于煤层顶板为泥质岩,煤层气封闭性良好,造成煤层气扩散阻力大,侧向运移路线长,逸散较困难,再加上该区属于高渗透率区,使煤层气易于从巷道壁涌进巷道。这样使巷道瓦斯含量增大,不利于安全生产。

四、几点认识

(1)位于太行复背斜西翼沁水盆地斜坡带的成庄煤矿田,大构造不明显,而煤层中节理裂隙构造

发育广泛,分布在煤层分层内整个煤层,甚至切穿煤层。

(2)节理裂隙成带分布,总体上则表现为两个优选方向,即NE—SW向和NW—SE向,频度最高达60条/m,一般为30~40条/m。单个节理带中,煤层被切成薄片状,在两个或多个节理带交汇地带,煤层被切成碎块。

(3)节理裂隙的成因,除少部分是上覆岩层的重力作用外,而绝大多数应力则是构造作用产生的,节理裂隙多数是在一定的古构造应力场中形成的。

(4)成庄煤矿区节理裂隙构造可分为四期:①期主压应力(σ_1)为垂直;②期主压应力(σ_1)S—N方向水平;③期主压应力(σ_1)E—W方向水平;④期主压应力(σ_1)SE—NW,倾角为 $10^\circ(135^\circ\angle 10^\circ)$ 。

(5)构造因素对煤层和煤层气的生储、聚集、可采性等起着直接或间接的控制作用,是控制瓦斯突出分布的主导性因素,小型节理裂隙发育、应力集中、煤层破碎地段是瓦斯突出的部位。

参 考 文 献

- 1 王生维,陈钟惠,张明等.煤层气地质学新进展.煤田地质与勘探,2002;30(5):20~22
- 2 魏书宏,韩少明.沁水煤田南部煤层气构造控气特征研究.煤田地质与勘探,2003;31(3):30~31
- 3 张建博等.高渗透性煤储层分布的构造预测.高校地质学报,2003;9(3)
- 4 何俊,刘明举,颜爱华.煤田地质构造与瓦斯突出关系分形研究.煤炭学报,2002;27(6):623~626
- 5 Shepherd J, Rixon L K, Griffith L. Outbursts and geological structures in coal mines: a review. Int J Rock Mech Sci, 1981; (18):267~283

(收稿日期 2004-11-21 编辑 黄君权)