四台矿太原组 8 号煤层空间赋存影响因素分析

黄玉峰[1] 陈江峰[2] 万祥云[3] 李迎超[4] 林志峰[4]

（1.焦作煤业集团有限责任公司赵固一矿 河南 新乡 453000 2.河南理工大学资源环境学院 河南 焦作 454003 3.河南城建学院 河南 平顶山 467000 4.黄河交通学院 河南 焦作 454003）

摘要：太原组 8 号煤层是四台矿的主采煤层之一，首采工作面面临煤层起伏严重的问题而无法正常生产。为了解 8 号煤层的赋存规律，优化工作面的布置，通过分析太原组沉积基底特征、8 号煤层砂体的差异压实效应以及构造演化过程，最终判定 8 号煤层短距离起伏主要受多期构造叠加作用和砂体差异压实作用影响；石炭系沉积古地理的起伏对 8 号煤层的起伏影响很小；这为进一步研究 8 号煤层的起伏规律以及优化工作面布置指明了方向。

关键词：煤层赋存；基岩基底；构造演化；差异压实

中图分类号：TD163　　文献标识码：A

煤炭是我国的主要能源，长期以来一直处于绝对的支配地位[1,2]，然而在煤炭生产过程中也面临着顶底板水害、瓦斯突出以及地应力等多种制约因素影响[3-11]，其中煤层空间赋存状态是最直接影响工作面布置的因素之一，不仅决定着煤矿井型的设计、开拓方式和采煤机械的选择，而且常常与多种地质灾害有着密切联系[12-17]，导致矿井开采条件变得极其复杂。8 号煤层是四台矿的主采煤层之一，首采工作面上下巷道掘进过程中发现煤层短距离起伏严重，煤层赋存状态极其复杂，造成该工作面无法正常开采。本文从沉积基底不平、砂体差异压实以及构造变形三方面进行分析，确定了煤层空间赋存的主要影响因素，为下一步的探查以及工作面的布置指明了方向。

1　古地理影响分析

四台矿石炭系太原组发育于寒武系凤山组泥灰岩沉积基底之上，之间为平行不整合接触。凤山组泥灰岩经历了长期的风化剥蚀作用，由于泥灰岩在平面上和剖面上泥质含量有所差异，在泥质含量高的区域溶蚀作用小，相对呈正地形，形成“鼓包”，在泥质含量少的区域，溶蚀作用大，相对呈负地形，形成“凹坑”，创造了基地不平的条件，根据钻孔勘探资料做出凤山组泥灰岩顶界面形态如图 1 所示。

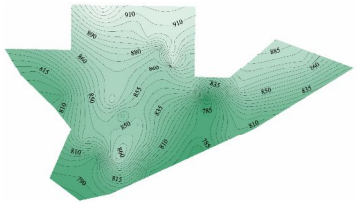

图 1　凤山组顶界面等高线图

Fig. 1　Contour map of the top interface of Fengshan formation

上石炭世开始，受华北板块整体下降的影响，形成了统一的华北聚煤盆地，开始接受沉积，聚煤作用广泛发生。沉积物首先在相对低洼的“凹坑”中沉积，“鼓包”相对凸起，不接受沉积或接受少量沉积，经过一段时间的沉积作用填平后，首先在泥炭沼泽环境中沉积形成了 9 号煤层。统计井田范围内的钻孔发现，9 号煤层分布范围广，最小厚度为 0m，最大厚度为 1.7m，层位稳定，整体上连续分布。9 号煤层底板等高线如图 2 所示，煤层厚度如图 3 所示。

对比分析图 1 和图 2 可以看出，两者等高线起伏基本具有一致性，说明 9 号煤层沉积具有继承性，继承了寒武系基岩沉积基底不平的特点。对比分析图 1、图 2 和图 4 可以发现，8 号煤层底界面和 9 号煤层底界面以及寒武系基岩顶界面的起伏规律基本一致，说明煤层沉积具有继承性。根据 9 号煤层大范围分布的特点，说明 9 号煤层形成时沉积盆地几乎已经被填平，因而 9 号煤层才能大范围分布，由此可以认为基底不平对 9 号煤层的影响已经不大。8 号煤层位于 9 号煤层之上，形成时间晚于 9 号煤，由此可以认为寒武系基底不平对 8 号煤层的起伏影响已经十分微弱。

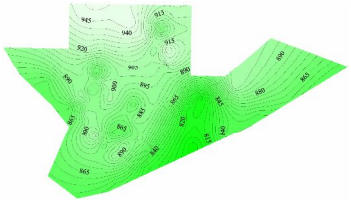

图 2　9 号煤层底板等高线图

Fig. 2　Contour map of the floor from No.9 coal seam

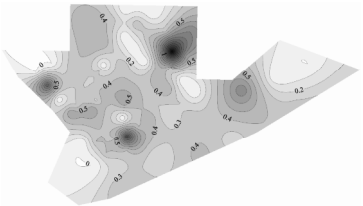

图 3　9 号煤层厚度等值线图

Fig. 3　Contour map of the thickness from No. 9 coal seam

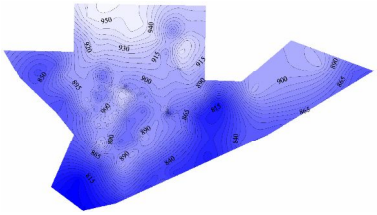

图 4　8 号煤层底板等高线图

Fig. 4　Contour map of No.8 coal-floor

2　砂体差异压实影响分析

太原组含煤地层主要由泥岩、炭质泥岩和砂岩等碎屑岩组成，形成泥岩、炭质泥岩和砂岩等碎屑岩的沉积物沉积以后，随着沉积作用的不断进行，会受上覆沉积物和水体等重荷作用或构造应力作用的影响，发生水分排出、孔隙度降低和体积缩小的压实作用过程。伴随着沉积物压实作用过程的是其内部发生的碎屑颗粒的滑动、转动、位移、变形、破裂，进而导致颗粒的重新排列和某些结构构造的改变（图 5）。

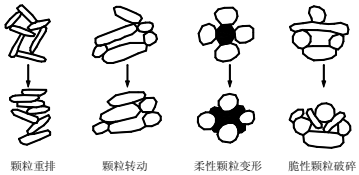

图 5　沉积物压实作用过程中结构变化示意图

Fig. 5　The sketch map of structural changes during sediment compaction

由图5可知，砂泥岩成分不同是造成差异压实作用的主要原因，

泥质成分属于塑性变形，变化过程不可逆，压实过程中孔隙度变化幅度大；砂质成分属于弹性变形，上覆压力减小时可在一定程度上恢复到原始状态，其孔隙度变化幅度较泥质小很多。由此可见，水平面上不同沉积区的砂泥比例差异是造成差异压实的关键。

四台矿井田内，寒武系上统凤山组基岩顶与 8 号煤层底界面之间的距离为 24.4～53.3m，（图 6），其间地层中砂岩厚度在 1.57～27.4m 之间，平均 12.98m，砂岩厚度大，在平面上近似呈透镜状（图 6）。由图 7 中可以看出，四台矿西部和北部砂岩厚度大，变化趋势大致与地层厚度相似，厚度大于 17m 的大块砂体共有 5 处，厚度小于 9m 的砂体共有 5 处。砂体厚度整体呈西北厚东南薄，将图 7 与图 4 对比可以发现，煤层底板标高与下伏砂岩厚度具有正相关性，总体呈现出砂岩厚度大的地方，8 号煤层底板高；砂岩厚度小的地方，8 号煤层底板低。但由于后期构造作用的改造，使得二者在不同区域的相关性程度有所差异。

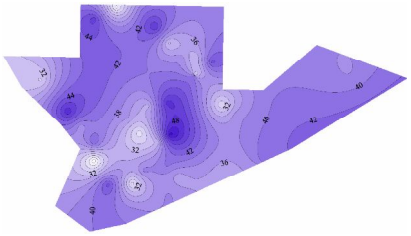

图 6　8 号煤层距离寒武系顶界面距离等值线图

Fig. 6　Contour map of the distance between No. 8 coal seam and Cambrian top interface

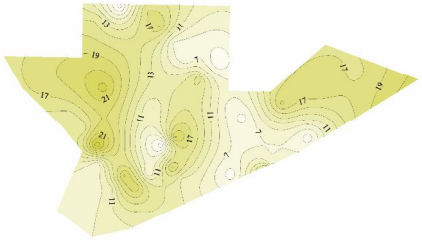

图 7　8 号煤层下砂体厚度分布图

Fig. 7 Thickness distribution map of the sand body under No. 8 coal seam

3　构造影响分析

根据钻孔资料和生产过程中巷道揭露资料，编制 8 号煤层底板等高线如图 4 所示。为了分析煤层的起伏形态，按照 8 号煤层底板等高线图做出褶皱轴走向玫瑰花图（图 8）。

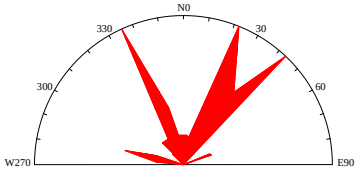

图 8　褶皱走向玫瑰花图

Fig. 8　Rose diagram of fold strike

综合图4和图8可以看出，8号煤层在形成至今经历了三期构造运动，结合大同矿区区域地质构造演化史可以发现，8号煤层首先经历了早二叠世早期，近S—N向的挤压，形成了近E—W向的褶皱构造；其次经历了三叠纪NNE—SSW方向挤压，形成了NW—SE方向的褶皱构造；再次经历了侏罗—早白垩世NW—SE方向陆内压缩，形成了NE—SW方向的褶皱构造，由此可见区域地质构造演化是造就8号煤层短距离起伏的主要原因。

4　结论

（1）将寒武系基岩古地理标高、9 号煤层底板标高、9 号煤层厚度，以及 8 号煤层底板标高加以对比分析，可以看出基岩古地理起伏对 9 号煤层起伏的影响不大，而 8 号煤层位于 9 号煤层之上，因此认为寒武系沉积基底对 8 号煤层赋存短距离起伏的影响很小。

（2）对比分析 8 号煤层之下的砂体厚度图、岩层厚度图以及 8 号煤层底板等高线图，可以看出总体呈现出砂岩厚度大的区域，8 号煤层底板高，砂岩厚度小的区域，8 号煤层底板低，但由于构造作用的改造，使得二者在不同区域的相关性程度有所差异。

（3）通过分析 8 号煤层底板等高线形态，制作褶皱轴走向玫瑰花图，分析得出 8 号煤层形成至今经历了 3 次构造运动，构造运动相互叠加是引起 8 号煤层空间赋存短距离变化的主要原因。

参考文献

[1]孙建，王连国．采场底板倾斜隔水关键层的失稳力学判据[J]．煤炭学报，2014(11)：2276–2285.

[2]董书宁，虎维岳．中国煤矿水害基本特征及其主要影响因素[J]．煤田地质与勘探，2007(05)：34–38.

[3]谢和平，高峰，鞠杨，等．深部开采的定量界定与分析[J]．煤炭学报，2015(01)：1–10.

[4]张忠温，武强，付恩俊，等．平朔井工开采煤层顶底板水文地质条件评价及防治水对策研究[J]．中国工程科学，2011(11)：94–101.

[5]尹尚先，武强，王尚旭．北方岩溶陷落柱的充水特征及水文地质模型[J]．岩石力学与工程学报，2005(01)：77–82.

[6]鲁海峰，姚多喜．采动底板层状岩体应力分布规律及破坏深度研究[J]．岩石力学与工程学报，2014(10)：2030–2039.

[7]陈江峰，黄玉峰，熊法政．承压水导升过程中微裂隙扩张分析[J]．地质与勘探，2017,53(1)：157–163.

[8]武强，周英杰，刘金韬，等．煤层底板断层滞后型突水时效机理的力学试验研究[J]．煤炭学报，2003(06)：561–565.

[9]何满潮，谢和平，彭苏萍，等．深部开采岩体力学研究[J]．岩石力学与工程学报，2005(16)：2803–2813.

[10]何满潮，周莉，李德建，等．深井泥岩吸水特性试验研究[J]．岩石力学与工程学报，2008(06)：1113–1120.

[11]邵龙义，文怀军，李永红，等．青海省天峻县木里煤田煤层气有利区块的多层次模糊数学评判[J]．地质通报，2011(12)：1896–1903.

[12]夏玉成．矿井构造量化预测技术的研究进展[J]．地质与勘探，2001,37(3)：61–63.

[13]徐德宇．构造变形对煤与瓦斯突出的控制作用研究[D]．中国矿业大学(北京)，2018.

[14]刘少峰，王成善．构造古地理重建与动力地形[J]．地学前缘，2016,23(6)：61–79.

[15]张波．基于综合指数法地质构造复杂程度的评价研究[J]．陕西煤炭，2019,38(05)：35–38.

[16]孙锋，张顶立，陈铁林，等．土体劈裂注浆过程的细观模拟研究[J]．岩土工程学报，2010,32(03)：474–480.

[17]李术才，张伟杰，张庆松，等．富水断裂带优势劈裂注浆机制及注浆控制方法研究[J]．岩土力学，2014,35(03)：744–752.

作者简介：

黄玉峰，男，1991年9月生，河南洛阳人，硕士，焦作煤业（集团）有限责任公司赵固一矿从事矿井地质、水文地质与环境地质工作。

基金项目：国家自然科学基金委员会与神华集团有限责任公司联合资助项目（U1261207）；国家自然科学基金项目（51774110）；河南省国土资源重大改革创新问题研究项目（2014YGT09）

作者简介：黄玉峰（1991–），男，河南洛阳人，硕士，主要从事于煤矿生产与科研工作。