

# 构造演化对煤与瓦斯突出的控制作用

韩 军<sup>1,2</sup> 张宏伟<sup>1</sup>

(1. 辽宁工程技术大学 资源与环境工程学院 辽宁 阜新 123000; 2. 开滦(集团)有限责任公司 河北 唐山 063000)

**摘 要:** 在分析中国煤与瓦斯突出空间分布特征的基础上,以区域构造演化为主线,从动态的、历史的角度分析了东北、华北和华南聚煤区构造演化过程以及构造发育、瓦斯赋存、煤体结构、应力状态的演化特征,阐明了构造演化对煤与瓦斯突出的控制作用,最后探讨了东北聚煤区、华北聚煤区和华南聚煤区的煤与瓦斯突出的一般模式,指出东北聚煤区煤与瓦斯突出与活动断裂密切相关,华北和华南聚煤区煤与瓦斯突出与煤体结构具有密切的关系。

**关键词:** 板块构造演化; 煤与瓦斯突出; 突出模式; 构造变形; 聚煤区

**中图分类号:** TD713.1 **文献标志码:** A

## The controlling of tectonic evolution to coal and gas outburst

HAN Jun<sup>1,2</sup> ZHANG Hong-wei<sup>1</sup>

(1. College of Resource and Environment Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China; 2. Kailuan (Group) Limited Liability Corporation, Tangshan 063000, China)

**Abstract:** Based on the analysis of spatial distribution of China's coal and gas outburst, the tectonic evolution and coal structure, tectonic, gas coal structure, and tectonic stress were analyzed in northeastern China, northern China and southern China coal accumulation area from the dynamic and historical perspective. Clarified the controlling of tectonic evolution to coal and gas outburst. At the last discussed the command pattern of coal and gas outburst of the northeastern China, northern China and southern China coal accumulation. Coal and gas outburst is closely related to active fault in northeastern China, but to coal structure in northern China and southern China.

**Key words:** tectonic evolution; coal and gas outburst; pattern; tectonic deformation; coal accumulation area

地质构造和煤与瓦斯突出的关系是煤与瓦斯突出研究中被最早认识的,也是研究的最为广泛和深入的内容之一。早期的研究着重于突出现场地质构造的描述,认为地质构造对煤体造成了扰动,但没有具体说明地质构造扰动的机制和结果。关于煤与瓦斯突出的机理也着重于强调单个因素的作用,因此对于地质构造在突出中的作用也往往从构造对某个因素的影响进行分析。煤与瓦斯突出机理的多因素综合作用假说的提出,使得地质构造和煤与瓦斯突出的关系的研究在地质构造与瓦斯赋存和运移、地应力、煤体结构等方面得到了深化,认识到了煤与瓦斯突出的区域性分布受到地质构造的控制,许多学者认为地质

构造是煤与瓦斯突出发生的重要甚至必要条件之一。随着地质构造和煤与瓦斯突出关系研究的深入,越来越多的学者认识到从构造演化的角度研究煤与瓦斯突出相关影响因素的形成及发展过程分析构造演化对煤与瓦斯突出的控制<sup>[1-5]</sup>。

构造的形成及其演化过程造成了煤系的非均质特性,表现为煤岩体内出现许多断层、褶曲、节理和裂隙等地质构造以及应力状态在多尺度空间上的特殊性。相应地,煤体结构、瓦斯生成、运移和赋存亦表现出非均质特征。在以上非均质地质环境中进行的采矿活动必然要受到这种环境的影响和制约,更为重要的是采矿活动可能进一步加剧了地质环境的非均质

特征。当这种非均质特征超越了临界状态时,便以煤与瓦斯突出等突变方式来达到新的稳定的平衡。因此,认识这种地质环境的非平衡状态及其形成过程,明确瓦斯突出发生发展过程的本质,才能研究有效的预测预防技术,达到有效预防灾害的目的。本文从构造演化的角度分析东北、华北和华南聚煤区构造演化过程,分析构造演化对局部地质构造、煤体结构变形和瓦斯参数的控制作用;确定不同构造演化背景下煤与瓦斯突出的模式。

## 1 中国煤与瓦斯突出概况

根据我国区域地质演化过程的特点,将我国的聚煤区域一般分为东北聚煤区、华北聚煤区、华南聚煤区、西北聚煤区和西南聚煤区<sup>[6]</sup>。由于我国是由众多小陆块经多旋回演化拼合而成的,总体上表现为稳定性差、活动性强<sup>[7]</sup>。由此造成了我国煤田地质条件复杂,煤层赋存条件差,煤与瓦斯突出灾害十分严重。我国煤与瓦斯突出矿井主要分布在东北聚煤区、华北聚煤区和华南聚煤区。各聚煤区煤与瓦斯突出情况如下:

(1) 东北聚煤区是我国煤层瓦斯含量较高和煤与瓦斯突出较为严重的地区之一。主要集中在黑龙江的鹤岗、鸡西和七台河矿区。

(2) 华北聚煤区煤与瓦斯主要分布在以下几个区域:

① 聚煤区北缘,包括红阳、本溪、通化、北票、阜新、下花园、兴隆、承德、包头等矿区;

② 聚煤区南缘,包括豫西的荣巩、义马、郑州、临汝、平顶山等矿区,以及淮北、淮南、徐宿等矿区;

③ 聚煤区西缘,包括石嘴山、石炭井突出矿区;

④ 太行山隆起沿线,东麓包括灵山、峰峰、安阳、鹤壁、焦作、郑州等矿区,西麓分布有阳泉、晋城等矿区;

⑤ 鄂尔多斯盆地东南缘的韩城、铜川矿区。另外位于聚煤区东部开滦矿区的赵各庄矿和马家沟矿为突出矿井。

(3) 华南聚煤区是我国煤与瓦斯突出最为严重的地区。华南聚煤区的煤与瓦斯突出分布如下:

① 聚煤区西缘,包括龙门山、乐威、攀枝花、祥云等矿区;

② 聚煤区东北缘,包括芜铜、宣泾、宜溧、宁镇、长广、黄石、七约、锡澄虞等矿区;

③ 川东南、黔西北、滇东突出带,包括南桐、松藻、桐梓、华蓥山、天府、筠连、芙蓉、中梁山、遵义、水城、六枝、盘江、恩洪等矿区;

④ 赣、湘、粤突出带,包括丰城、英岗岭、花鼓山、萍乡、茶醴、涟邵、白沙、马田、资兴、嘉禾、梅田等矿区。

## 2 构造演化对煤与瓦斯突出的控制

### 2.1 东北聚煤区的构造演化对煤与瓦斯突出的控制

显生宙以来,东北聚煤区的构造作用表现为前中生代古蒙古洋的俯冲消减及西伯利亚板块与华北板块的不断增生扩大以至碰撞(古蒙古洋阶段)、三叠纪至早白垩世古太平洋俯冲消减和西太平洋古陆与古亚洲大陆东西会聚碰撞(古太平洋阶段)以及早白垩世至第四纪西太平洋古陆的大规模裂解、沉没(今太平洋阶段)。对于东北聚煤区煤田形成及后期改造具有影响的主要是今太平洋构造演化阶段,仅在局部受到古太平洋构造演化的影响。

二叠纪末(250 Ma前)华力西运动使西伯利亚板块与华北板块发生陆-陆碰撞,全区隆起遭受剥蚀。三叠世中晚期的印支运动使得西太平洋古陆与古亚洲大陆东西会聚碰撞形成褶皱带。晚侏罗世-早白垩纪达到俯冲高峰期。在背斜型隆起顶部的次级拉张作用下区内开始大规模裂陷作用,走向北北东的地堑、半地堑式断陷盆地成群出现。区内晚侏罗-早白垩世聚煤作用大多发生在这样的盆地之中。早白垩世早期本区表现为强烈的引张裂陷,是裂陷盆地主要形成和发育时期,沿密山-敦化断裂带发育鸡西、勃利等含煤盆地。早白垩世中期沿郯庐断裂带北段发生强烈的裂谷作用,形成了依兰-伊通断裂带<sup>[8]</sup>。以上两个时期在东北聚煤区各矿区形成张性断层为主的构造形态。早白垩世晚期本区进入构造挤压和收缩变形阶段,区域挤压应力方向为北西-南东向。郯庐断裂带发生强烈的左旋走滑变形。沿依兰-伊通断裂带和敦化-密山断裂带的拉分盆地发生构造反转,形成“反地堑”构造。三江-穆稜河盆地群发生正反转构造,在北西-北西西向挤压应力作用下,形成一系列北东-北北东向逆冲推覆构造和褶皱构造,如鸡西矿区的平-麻逆冲断层。松辽盆地由断陷盆地向挤压盆地转变,原先的大型正断层变为逆冲断层,并形成一系列浅层褶皱<sup>[9]</sup>。晚白垩世本区为伸展作用机制,之后本区东部发生强烈的南北向挤压逆冲作用,兴农-裴德断裂、勃-依断裂、滴道-黑台断裂、平-麻断裂等又一次重新活动。新生代以来,东北聚煤区的应力体制主要为右旋走滑,三江-穆稜河地区在依兰-伊通和敦化-密山两大断裂的夹持下,发生拉分断陷,形成三江地区的新生代盆地格局。古近纪太平洋板块向东亚大陆边缘正向俯冲,

在东北地区古近纪裂谷活动主要沿着北北东向佳-伊、敦化-密山断裂发育,形成地堑式盆地。新近纪以来的喜马拉雅构造事件,使东部地区发生了东西向伸展作用,进一步加剧了新生代裂谷作用。

从本聚煤区西部大兴安岭西侧的海拉尔、巴彦和硕、多伦含煤区逐渐向东至大兴安岭东侧、松辽盆地,最后至东部的郯庐断裂带两侧,地质构造和煤与瓦斯突出总体呈现出以下特点:

(1) 绝大多数聚煤盆地构造简单,以张性正断层为主,构造形态简单。东部地区的构造样式则更多地表现为“收缩构造”,后期挤压强烈,变形为近东西向复式向斜,地层褶皱强烈,倾角较陡甚至直立、倒转(双鸭山、双桦煤田),且有大规模的逆冲断层伴生。

(2) 瓦斯含量逐渐增高,高瓦斯矿井和煤与瓦斯突出矿井也逐渐增多,突出强度也逐渐增大。本区西部大兴安岭隆起带西侧全部为低瓦斯矿井,东部高瓦斯矿井逐步增多,如鹤岗矿区9对生产矿井中有3对突出矿井和3对高瓦斯矿井,鸡西矿区15对矿井中有1对突出矿井和11对高瓦斯矿井。

(3) 煤体结构破坏程度相差较大。本区由于是在拉张环境下发生聚煤作用,后期虽经历数次构造反转,未对煤体结构形成严重破坏,鹤岗矿区煤体结构破坏一般,本区东部鸡西矿区等推覆构造、逆断层发育地带煤体结构破坏严重。

(4) 煤与瓦斯突出与活动构造断裂密切相关。鹤岗、鸡西、七台河、营城、辽源、蛟河等突出矿区集中分布在北北东向敦化-密山、依兰-伊通以及北西向的勃利-北安、丰满等断裂带的影响范围内。

本区含煤盆地的地质构造、瓦斯赋存、煤体结构等明显受到区域构造演化的控制。不同区域由于距离板块活动带有差异,其地质构造具有明显的差异。本区东部位于板块构造活动的边缘,历次伸展与挤压构造运动对本区的影响都要比其他区域强烈,因而煤与瓦斯突出从强度上和频次上也显著增多。本区总体上是在早白垩世早、中期强烈伸展裂陷作用下形成的含煤盆地,最早发育的是张性断层,在拉张作用过程中,煤层以发生脆性破坏为主,断裂两盘滑动过程中,对于煤体结构的破坏程度相对于挤压构造要弱得多。早白垩世晚期和晚白垩世之后的构造反转使含煤盆地构造复杂化,但对煤体结构的破坏有限。喜马拉雅期的伸展作用下,占据矿区构造主体的仍然是张性正断层。在影响煤与瓦斯突出的各个因素中,在本区占据主要地位的是活动断裂,而煤体结构总的来说全区变化不大。鸡西矿区属本区的特例。

## 2.2 华北聚煤区的构造演化对煤与瓦斯突出的控制

元古华北板块是太古代—早元古代古陆核增生、联合而成的我国境内面积最大、年龄最古老的一个大陆岩石圈板块,其范围与华北聚煤区大体相当。中晚元古代元古华北板块的主体部分经历了比较稳定的构造演化,在晋宁运动(850 Ma前)中与扬子板块等拼合成统一的古中国板块。早寒武世末期北秦岭地区裂解形成洋盆,并与北祁连洋盆贯通,此时古中国板块分解,华北板块形成<sup>[10]</sup>。晚古生代,华北板块北缘的古蒙古洋向南俯冲,对华北聚煤区影响不大,华北板块内部挤压应力松弛。

从中石炭世开始华北板块整体下降成为巨型沉积盆地,聚煤作用广泛发生,形成了统一的华北聚煤盆地。早二叠世早期,西伯利亚板块与华北板块之间的蒙古洋逐渐闭合,板块俯冲加剧,由北向南的强大挤压使华北巨型盆地在北部上升成陆。二叠纪末,古蒙古洋最终封闭,华北板块与西伯利亚板块碰撞,其影响波及到北京西山地区<sup>[11]</sup>。三叠纪印支运动开始活动,三叠纪末华北板块与华南板块陆陆碰撞最终“焊合”,形成秦岭-大别造山带。这场运动是中国大陆一次“向心性”汇聚作用,地壳产生南北向收缩,盖层广泛褶皱。陆内造山作用有所增强,太行、吕梁隆起逐渐形成。先期存在的郯庐断裂带、鄂尔多斯西缘断裂带重新活动,新的太行山断裂、紫荆关断裂产生。侏罗纪—早白垩世的燕山运动使已结合为一体的西伯利亚、华北、华南板块间产生北西—南东向的陆内压缩,形成强烈的陆内造山作用,由西至东表现为鄂尔多斯沉降带与太行隆起带、华北沉降带与胶辽隆起带。大体以太行山为界,东部成为活动大陆边缘,总体呈背斜型隆起带,构造与岩浆活动强烈;西部则为大型拗陷盆地,除贺兰山—六盘山叠瓦逆冲带外,构造变形相对较弱。聚煤区周缘的褶皱构造和推覆构造主要形成于这一时期。推覆构造主要分布于聚煤区南缘、北缘和西缘,由外侧向内部逐渐减弱。随着晚白垩世雅鲁藏布江洋盆的逐渐萎缩并于晚白垩世末消亡,始新世晚期印度板块以近南北方向向欧亚板块碰撞,太平洋板块由北北西向转变为北西西向运动,进入喜马拉雅演化阶段。华北聚煤区西部受到来自印度板块的挤压,形成鄂尔多斯周缘地堑式断陷盆地,东部伸展裂陷形成渤海—华北盆地,并发生较为强烈的岩浆活动。

华北聚煤区总体上经历印支期的南北向挤压、燕山期的北西—南东向挤压和喜马拉雅期的拉张,聚煤区褶皱构造、推覆构造和滑动构造是中生代以来构造演化的结果。从本区含煤盆地的形成及其演化过程

来看,地质构造和煤与瓦斯突出总体呈现出以下特点:

(1) 中生代挤压、新生代拉张体制下煤田构造变形强烈。在中生代挤压体制下,盆地周缘以发育挤压型褶皱、逆断层和逆冲推覆构造为特征,拉张型构造较少。吕梁山以东、燕山以南、郑州以北地区,中生代发生挤压隆起,新生代拉张断陷,以太行山东侧、徐淮等地区以发育重力滑动为特征<sup>[2]</sup>,总体上煤田构造变形剧烈。由于华北聚煤区为一稳定地台区,在中生代以来的挤压和新生代的拉张体制作用下,含煤盆地的挤压构造主要发育于聚煤区周缘,构造变形向聚煤区内部逐渐变弱。

(2) 煤层瓦斯含量和煤体结构破坏特征。挤压构造形成过程中煤体结构遭受到较为强烈的剪切破坏,后期滑动构造亦对煤体形成了严重的剪切破坏作用。瓦斯含量的分布与煤体结构的分布大致相当。华北聚煤区煤层瓦斯含量特征、煤体结构破坏宏观上与挤压褶皱、逆冲推覆和重力滑动等构造的分布具有良好的 consistency。

(3) 华北聚煤区的煤与瓦斯突出矿井在空间上的分布具有非常明显的区域性特征。位于聚煤区北缘、西缘和南缘是煤与瓦斯突出集中分布的地带,区内的太行山隆起带两侧也存在若干突出矿区。华北聚煤区的煤与瓦斯突出与板块构造演化密切相关。印支、燕山构造运动的强烈挤压,板块边缘产生了强烈的变形,挤压作用由边缘至板块内部传递,变形强度逐渐减弱。板块边缘挤压构造发育,逐渐向板块内部过渡,挤压构造的规模和强度递减。后期滑动作用下对煤体结构形成了再次破坏,使得徐宿等部分地区煤体结构破坏更为严重,煤与瓦斯突出也非常严重。本区煤与瓦斯突出包括两个类型,即挤压构造发育地区的以煤体结构为主要影响因素的突出和在张性构造为主的以活动断裂为主要影响因素的突出,前者包括了华北聚煤区周缘的大部分矿区和井田,后者如位于太行山西侧的晋城矿区寺河矿。

### 2.3 华南聚煤区的构造演化对煤与瓦斯突出的控制

震旦纪前南方大地构造演化主要是浙闽运动(1 800 Ma前)形成的原始华夏陆块、小官河运动(1 700 Ma前)形成的原始扬子陆块及两者间的原始华南洋的演化史<sup>[3]</sup>,在上述早元古代末形成华夏及扬子刚性陆壳块体基础上,中元古代南方进入了板块构造演化体制。震旦纪以来的构造演化主要取决于扬子板块、华夏板块、华北板块、太平洋板块、印度板块及印支地块、越北地块、松潘地块等漂移、“开合”历史<sup>[4]</sup>。志留纪末的加里东运动(广西运动)使华夏

板块和扬子板块形成统一的华南板块,奠定了晚古生代陆表海演化的基础,并产生了一系列北东—北北东向断裂构造和古隆起,控制了晚古生代构造演化的方向<sup>[5]</sup>。华力西期—印支期,华南板块普遍出现伸展构造体制,产生了广泛的晚二叠世聚煤作用。晚三叠世,古太平洋开始向亚洲大陆俯冲,华南板块由伸展体制转变为挤压体制,并在这一作用下整体北移。随着华南板块向北俯冲,华南板块与华北板块沿秦岭—大别—苏鲁造山带发生陆—陆碰撞,至三叠纪末全面碰撞拼贴成统一的欧亚板块。印支运动使华南板块形成了以秦岭—大别—胶南造山带、泸州—开江隆起、江南隆起带、武夷—云开隆起带为相对隆起区,其间为相对拗陷区的“大隆大拗”构造格局,江南隆起带以南的华南地区上古生界普遍褶皱及冲断,而江南隆起带以北的扬子区则整体抬升,遭受少量剥蚀,分别形成川、滇、赣、湘、粤晚三叠世聚煤盆地。印支期,在古太平洋板块俯冲和西太平洋古陆与亚洲大陆碰撞的过程中,区内晚古生代和早中生代煤系受到强烈挤压变形,线状褶皱发育,且伴随广泛的逆冲、推覆构造。侏罗纪至早白垩世古太平洋板块北北西向快速向亚洲及中国东部大陆之下俯冲,南方盆地大致以合肥—长沙—钦州为界东西分异明显,东部形成北东向的沿海造山带,并在隆起背景上产生一系列北北东向的拗陷带,成为一系列小型陆相盆地,以较强的褶皱并发育逆掩断层为特征,构造运动主要为强烈的挤压冲断及大规模左旋走滑。西部以挤压收缩构造环境为主,发育有四川盆地、楚雄盆地等。挤压力自东缘逐步向西缘传递,形成自东南向西北发展的背负式逆冲体系。早白垩世晚期至古近纪,亚洲大陆东部区域古构造应力场由印支期—燕山期北西方向的挤压转变为东南方向的拉张,在华南聚煤区东部,引张、裂陷取代了原先的挤压与褶皱隆起,形成了大量的裂陷盆地,陆内出现新的滑脱构造。川东发育的很多逆断层、逆掩断层很可能是雪峰、武陵等山体在晚白垩世以后不断上升而产生的大规模重力滑动的结果<sup>[6]</sup>。九岭山、武功山南北两侧,沿煤系等软弱岩层形成了广泛的重力滑覆构造。聚煤区西部处于持续挤压的状态,发育褶皱、逆及逆冲断层等。

从华南聚煤区含煤盆地的形成及其演化过程来看,华南聚煤区东部和西部具有不同的特点,地质构造和煤与瓦斯突出总体呈现出以下特点:

(1) 西部自中生代以来处于持续的挤压应力作用,各时代煤系均不同程度地发育褶皱及逆冲断层等收缩构造。东部地区受到印支期—燕山期的挤压作用,总体上以发育北东—北北东向的褶皱和逆冲、推

覆构造为主,喜马拉雅期构造以正断层和重力滑覆构造为主,由于各构造运动仍可分为数个阶段,期间既有挤压作用机制,又有伸展作用机制,因此表现为推覆和滑覆构造发育具有多期性。

(2) 煤体结构特征。华南聚煤区的大部分地区晚古生代—中生代的煤系普遍受到强烈的挤压破坏。西部以褶皱构造为主,其阻挡式褶皱的向斜和隔槽式的背斜由于变形强烈,煤层结构普遍遭到层域破坏,压性断裂导致了煤体结构的面域破坏。东部以发育推覆构造和重力滑动构造为特色,煤体结构在强烈挤压作用下破坏严重。

(3) 瓦斯含量特征。西部在挤压动力学系统作用下保持了较好的瓦斯赋存环境,以高瓦斯含量为特征,部分强烈挤压抬升地区瓦斯大量逸散,瓦斯含量低。东部在先期挤压后期伸展的动力学环境下不同区域具有不同的瓦斯赋存特点。

华南聚煤区成煤后期经历的构造演化与华北聚煤区类似,但是由于华南聚煤区基底组成的复杂性,以及位置上更靠近板块作用的边界,以致其煤与瓦斯突出的分布表现出更加复杂的特征,并且从突出强度和突出频次上较华北聚煤区更甚。华南聚煤区东部晚三叠世形成的“大隆大拗”的格局本身是经过强烈的挤压作用形成的,同时也为后期发生重力滑动创造了条件。总体上,在这一构造演化过程中,煤体作为软弱层,其结构的破坏广泛而强烈。隆拗相间的格局同时也为瓦斯的赋存创造了条件。

### 3 煤与瓦斯突出的模式

不同矿区、不同矿井、不同煤层、不同构造条件下煤与瓦斯突出具有不同的模式。从地质历史的发展和演化角度来看,构造的发展和演化具有逐级控制作用,这种控制体现在两个方面:第一是形成规模的控制,第二是形成时间的控制。即在同一区域,大的构造框架下所产生的小级别构造,先期构造往往控制后期构造。因此在一个特定的构造环境中,其构造格式和特点具有相似性。因此,尽管严格地确定某一区域的影响煤与瓦斯突出的各个因素之间的模式是不可能的,但是可以从宏观的层次上来分析各个因素的一般特征和形成规律,从而对于一定区域的煤与瓦斯突出的模式给出初步的判断。

东北聚煤区煤田构造样式为典型的伸展型构造,煤与瓦斯突出在空间分布上与活动断裂具有密切的关系。聚煤区煤与瓦斯突出的影响因素具有如下特点:煤层瓦斯含量高、瓦斯压力高,煤体结构破坏较轻,煤层渗透性高。煤与瓦斯突出主要受到活动构造

的控制,煤层结构破坏不是主要因素。

华北聚煤区煤田构造变形强度有东强西弱,南北强、中间弱的特点。聚煤区煤与瓦斯突出矿井的分布与煤田构造变形强度有密切关系,同时受到活动构造的制约。

华南聚煤区的煤田构造与华北聚煤区大体相似,只是其构造变形强度及煤田构造复杂程度均超过了华北聚煤区,而且在以下几个方面特点更为突出:

(1) 逆冲推覆、重力滑动构造更加广泛而强烈;

(2) 西部(川黔)以褶皱构造为主,东部以断裂构造为主;

(3) 川黔及广西右江地区的煤田构造以挤压型为主,其他地区挤压型与拉伸型两种构造样式的构造成分均有比较清楚的显示。华南聚煤区的煤与瓦斯突出与在空间分布上同样表现为受到构造变形程度的控制。

不同的地区,煤体结构、瓦斯特征和构造活动性等不同,煤与瓦斯突出具有不同的模式,瓦斯、构造煤、地应力等因素在煤与瓦斯突出中的重要性显然也是不同的,因此需要根据具体区域的实际情况,选取适合本区域的煤与瓦斯突出预测方法,以及划定适合本区域的临界指标。

### 4 结 论

(1) 煤与瓦斯突出的各个影响因素受到地质构造演化的控制。从煤与瓦斯突出矿区的各种形态的褶皱、断裂以及推覆构造,到次级褶曲、断层等的形成是构造演化的结果,煤与瓦斯突出的在空间上的分布特征受控于地质构造的分布,板块构造演化过程说明了煤与瓦斯突出在宏观区域性分布的原因。

(2) 东北聚煤区是伸展作用下的成煤环境,成煤以来经历了晚燕山期和新近纪的构造反转,煤与瓦斯突出主要集中在东部伊兰—伊通活动断裂和敦化—密山活动断裂带所在的区域—构造反转影响比较严重的区域。华北聚煤区印支—燕山运动形成的褶皱构造、推覆构造和隆起地貌等以及在喜马拉雅期伸展作用体制下形成了部分地区的重力滑动构造对煤与瓦斯突出具有控制作用。华南聚煤区西部经历的印支—燕山期和喜马拉雅期的持续强烈挤压形成的褶皱和推覆构造、东部经历的印支—燕山期的强烈挤压和喜马拉雅期的伸展作用形成褶皱、推覆构造及后期发生重力滑动构造控制煤与瓦斯突出的发生。

(3) 不同区域影响煤与瓦斯突出的因素的特征不同,不同区域煤与瓦斯突出的模式不同。东北聚煤区煤与瓦斯突出与活动构造密切相关,华北和华南聚

煤区煤与瓦斯突出与媒体结构具有密切的关系。

### 参考文献:

- [1] 朱兴珊. 论地质构造及其演化对煤和瓦斯突出的控制——以南桐矿区为例 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 1997, 8(3): 13-20.  
Zhu Xingshan. Control of geological structure and its evolution on coal and gas outburst: Nantong mining area taken as an example [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 1997, 8(3): 13-20.
- [2] 张子敏, 张玉贵. 新密煤田构造演化及瓦斯地质控制特征研究 [A]. 瓦斯地质与瓦斯防治进展 [C]. 北京: 煤炭工业出版社, 2007: 1-8.  
Zhang Zimin, Zhang Yugui. Control of geological structure and its evolution on coal and gas outburst of Xinmi mining [A]. Gas Geology and Progress in Gas Control [C]. Beijing: China Coal Industry Publishing House, 2007: 1-8.
- [3] 韩军, 张宏伟, 朱志敏, 等. 阜新盆地构造应力场演化对煤与瓦斯突出的控制 [J]. 煤炭学报, 2007, 32(9): 934-938.  
Han Jun, Zhang Hongwei, Zhu Zhimin, et al. Controlling of tectonic stress field evolution for coal and gas outburst in Fuxin Basin [J]. Journal of China Coal Society, 2007, 32(9): 934-938.
- [4] 韩军. 构造及其演化对煤与瓦斯突出的控制作用研究 [D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2008.  
Han Jun. Study on control of geological structure and its evolution to coal and gas outburst [D]. Fuxin: Liaoning Technical University, 2008.
- [5] 屈争辉, 姜波, 汪吉林, 等. 淮北地区构造演化及其对煤与瓦斯的控制作用 [J]. 中国煤炭地质, 2008, 20(10): 34-37.  
Qu Zhenghui, Jiang Bo, Wang Jilin, et al. Characteristics of tectonic evolution and its controlling effects on coal and gas in Huaibei area [J]. Coal Geology of China, 2008, 20(10): 34-37.
- [6] 中国煤炭地质总局. 中国聚煤作用系统分析 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001.  
China Coal Geology Bureau. Systems analysis of China coal-forming process [M]. Xuzhou: China University of Mining and Technology Press, 2001.
- [7] 靳久强, 宋建国. 中国板块构造对油气盆地演化和油气分布特征的控制 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(1): 2-8.  
Jin Jiuqiang, Song Jianguo. Control of plate tectonics over evolution of petroliferous basins and characteristic of oil and gas distribution in China [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(1): 2-8.
- [8] 张岳桥, 赵越, 董树文, 等. 中国东部及邻区早白垩世裂陷盆地构造演化阶段 [J]. 地学前缘, 2004, 11(3): 123-133.  
Zhang Yueqiao, Zhao Yue, Dong Shuwen, et al. Tectonic evolution stages of the early cretaceous rift basins in eastern China and adjacent areas and their geodynamic background [J]. Earth Science Frontiers, 2004, 11(3): 123-133.
- [9] 高春文. 三江盆地晚中生代构造演化及盆地原型分析 [D]. 杭州: 浙江大学, 2007.  
Gao Chunwen. Late mesozoic tectonic evolution and prototype of subin depression in shanjiang basin [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2007.
- [10] 程裕淇. 中国区域地质概论 [M]. 北京: 地质出版社, 1994.  
Cheng Yuqi. The generality of regional geology in China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1994.
- [11] 单文琅, 宋鸿林, 傅昭仁, 等. 构造变形分析的理论、方法和实践 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991.  
Shan Wenlang, Song Honglin, Fu Zhaoren, et al. Principles, methods and practices of structural analysis [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1991.
- [12] 舒良树, 吴俊奇, 刘道忠. 徐淮地区推覆构造 [J]. 南京大学学报, 1994, 30(4): 639-648.  
Shu Liangshu, Wu Junqi, Liu Daozhong. The nappe structure of Xu-huai region [J]. Journal of Nanjing University, 1994, 30(4): 639-648.
- [13] 刘宝珺, 许效松, 潘杏南, 等. 中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿 [M]. 北京: 科学出版社, 1993.  
Liu Baojun, Xu Xiaosong, Pan Xingnan, et al. Sedimentation of ancient continent of South China, its crust evolution and metallogenesis [M]. Beijing: Science Press, 1993.
- [14] 赵宗举, 俞广, 朱琰, 等. 中国南方大地构造演化及其对油气的控制 [J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2003, 30(2): 155-168.  
Zhao Zongju, Yu Guang, Zhu Yan, et al. Tectonic evolution and its control over hydrocarbon in southern China [J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 2003, 30(2): 155-168.
- [15] 王清晨, 蔡立国. 中国南方显生宙大地构造演化简史 [J]. 地质学报, 2007, 81(8): 1025-1040.  
Wang Qingchen, Cai Ligu. Phanerozoic tectonic evolution of South China [J]. Acta Geologica Sinica, 2007, 81(8): 1025-1040.
- [16] 马杏垣. 解析构造学 [M]. 北京: 地质出版社, 2004.  
Ma Xingyuan. Analytical tectonics [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2004.