

江苏高校优势学科建设工程项目资助

中央高

项目批准号: 2015XKZD07) 资助

国家自

项目批准号: 41430317) 资助

Tectonic Gradual Control on Gas Occurrence of Coal Mining Areas in Hebei Province

河北省煤矿区瓦斯赋存的 构造逐级控制

王 猛 著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

建设工程项目资助

中央高校基本科研业务费专项(项目批准号:2015XKZD07)资助

国家自然科学基金重点项目(项目批准号:41430317)资助

河北省煤矿区瓦斯赋存的 构造逐级控制

王 猛 著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书以“河北省煤矿区瓦斯赋存的构造控制”为研究对象,运用板块构造、构造地质学、瓦斯赋存的构造逐级控制、瓦斯(煤层气)地质等理论与方法,以构造演化为主线,解析动力学背景和区域岩浆活动,探讨河北省地质构造特征及其演化,以及对煤层瓦斯的生、储、盖的影响;针对河北省煤矿区主要受控于太行山断裂带和燕山断褶带两大构造带,重点剖析研究了该两大构造带的区域构造样式与构造演化历程,详细研究了区域构造控制下各煤矿区矿井瓦斯赋存及运移规律,并揭示了不同尺度构造对煤矿区瓦斯赋存的逐级控制作用。

本书是构造逐级控制理论在瓦斯地质领域的应用,可供从事瓦斯地质、构造地质和矿井地质等专业的科研和生产人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

河北省煤矿区瓦斯赋存的构造逐级控制/王猛著.

徐州:中国矿业大学出版社,2017.10

ISBN 978-7-5646-2533-7

I. ①河… II. ①王… III. ①矿区—瓦斯赋存—构造控制—研究—河北省 IV. ①TD712

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 260330 号

书 名 河北省煤矿区瓦斯赋存的构造逐级控制
著 者 王 猛
责任编辑 杨 廷 李 敬
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 江苏淮阴新华印刷厂
开 本 850×1168 1/32 印张 6.125 字数 165 千字
版次印次 2017 年 10 月第 1 版 2017 年 10 月第 1 次印刷
定 价 25.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

本书以“河北省煤矿区瓦斯赋存的构造控制”为研究对象,运用板块构造、构造地质学、瓦斯赋存的构造逐级控制、瓦斯(煤层气)地质等理论与方法,以构造演化为主线,解析动力学背景和区域岩浆活动,探讨河北省地质构造特征及其演化,以及对煤层瓦斯的生、储、盖的影响;针对河北省煤矿区主要受控于太行山断裂带和燕山断褶带两大构造带,论文重点解剖研究了该两大构造带的区域的构造样式与构造演化历程,详细研究了区域构造控制下各煤矿区矿井瓦斯赋存及运移规律,并揭示了不同尺度构造对煤矿区瓦斯赋存的逐级控制作用。

基于河北省构造格局及其演化的深入研究,揭示自石炭二叠纪煤层形成以来,研究区至少经历了海西—印支期、燕山早—中期、燕山晚期—喜马拉雅早期和喜马拉雅晚期—现今等四期构造应力场的更替,形成了复杂的褶皱、断裂及岩浆岩侵入等地质构造格局。

研究表明,自石炭—二叠纪煤系形成以来,研究区受到多期构造应力场的作用,其中对河北省各矿区构造具有重大影响的主要是燕山期和喜马拉雅期。受构造控制,河北省不同矿区的煤层经历了不同的埋藏历程,结合其瓦斯生成、赋存与逸散过程研究,发现其煤层瓦斯埋藏—逸散类型大致分为两种类型:W型和V型,不同类型其瓦斯赋存存在明显的差异性。

对太行山断裂带构造背景及其演化特征解剖,结合区内主要煤矿区(邯郸矿区、邢台矿区、峰峰矿区)瓦斯赋存的构造控制研

究,揭示了太行山构造带瓦斯赋存的构造控制特征。研究表明:在太行山断裂东南翼,大中型断裂的发育控制着瓦斯的分布特征,以鼓山—紫山背斜为界,在西翼大中型断裂较为发育,将井田切割成地堑、地垒和阶梯状断块,且部分通达上覆基岩不整合面,有利于瓦斯的释放,造成断层附近,特别是大断层附近,煤层瓦斯含量普遍降低,在 NNE 向大型断层附近形成一定范围的瓦斯排放带;在东侧发育总体走向 NNE 的单斜构造,有利于瓦斯的富集,因此在太行山东侧形成 NNE 向条带状高瓦斯带。

对燕山断褶带构造背景及其演化特征解剖,结合区内主要煤矿区(张家口矿区、兴隆矿区、开滦矿区)瓦斯赋存的构造控制研究,揭示了燕山断褶带瓦斯赋存的构造控制特征,尤其是逆冲推覆构造的控制作用。研究表明:中新世代的构造运动是燕山断褶带主要的造山作用期,瓦斯的分布主要受到褶皱和断层的共同控制,构造上以挤压、褶皱、逆冲推覆为主,在逆冲推覆构造形成及演化的过程中,形成了一系列的叠瓦式构造,煤层埋深相应增大,含煤密度变大,挤压作用使含煤地层的封闭性增强,加之区域性的岩浆作用使煤变质程度增大,瓦斯生成量大,导致推覆构造发育区瓦斯普遍较高,形成沿燕山断褶带的高瓦斯走廊,分布了一系列的高—突瓦斯矿井。

运用板块构造理论,研究构造对河北省煤矿区瓦斯赋存的逐级控制,认为华北板块构造控制河北省区域构造、煤层赋存及后期改造作用,区域构造控制各个煤田构造及煤层瓦斯赋存状况,矿区构造控制井田瓦斯地质规律,井田内断层及褶皱构造亦存在瓦斯赋存的分异性,对于单个矿井而言,各煤层瓦斯赋存存在着明显差异性,主要受断裂构造、水文条件、岩浆岩分布的控制。

作者

2017 年 8 月

目 录

1	研究基础	1
1.1	研究意义	1
1.2	研究现状	3
1.3	现存问题	15
1.4	研究方案	16
1.5	创新点	23
2	地质概况	25
2.1	区域地层及主要含煤地层	25
2.2	地质构造	31
2.3	岩浆活动	44
2.4	水文地质	49
2.5	小结	51
3	区域构造及其演化特征	53
3.1	区域构造特征	53
3.2	区域构造演化	61
3.3	河北省地质构造演化	69
3.4	小结	79
4	太行山断裂带瓦斯赋存的构造控制	80
4.1	区域构造演化及其控制特征	80

4.2	峰峰矿区瓦斯赋存的构造控制	83
4.3	邯郸矿区瓦斯赋存的构造控制	96
4.4	邢台矿区瓦斯赋存的构造控制	101
4.5	小结	107
5	燕山断褶带瓦斯赋存的构造控制	109
5.1	区域构造演化及其控制特征	109
5.2	张家口矿区瓦斯赋存的构造控制	113
5.3	兴隆矿区瓦斯赋存的构造控制	119
5.4	开滦矿区瓦斯赋存的构造控制	125
5.5	小结	142
6	河北省煤矿区瓦斯赋存的构造逐级控制	144
6.1	构造逐级控制的理论基础——板块构造学	144
6.2	河北省瓦斯地质规律	146
6.3	构造对煤矿区瓦斯赋存的控制作用	147
6.4	小结	164
7	结论	165
	参考文献	169

1 研究基础

1.1 研究意义

煤炭是我国能源的主体,在我国一次性能源消费结构中占70%左右,并将在相当长一段时间里占据主导地位。我国是世界上主要的产煤国家,同时也是瓦斯突出灾害最严重的、分布最广的国家,瓦斯已成为影响我国煤矿安全生产的重要因素。

瓦斯是一种易燃易爆气体,无色、无味,是威胁煤矿安全生产和矿工生命的最大灾害源^[1]。 CH_4 是瓦斯的主体成分,主要来自于煤层,是威胁煤矿安全开采的主要因素,其次为 N_2 和 CO_2 ,其他成分的含量很少。存在于煤层或围岩中的瓦斯,当空气中瓦斯浓度达到5%~16%时,遇明火可能引发瓦斯爆炸,严重威胁矿工的人身安全和安全生产^[2]。

煤与瓦斯突出是煤矿生产过程中发生的一种复杂的动力现象,可在很短的时间内由煤体向巷道或采场突然抛出大量碎煤,喷出大量瓦斯,在煤体中形成特殊形状的空洞,并造成一定的动力效应,如推倒矿车、破坏支架等,喷出的粉煤可充填数百米巷道,瓦斯可逆流运行数千米,造成人员伤亡和矿井设施的破坏^[3-5]。煤和瓦斯突出是威胁煤矿安全生产的严重的灾害,也是影响煤矿生产效率和经济效益的一个重要因素^[6-8]。近年来,我国煤矿事故中,瓦斯事故比重超过13%,死亡人数占3成以上^[9],瓦斯事故严重危害煤矿生产安全,瓦斯治理已经成为制约我国煤矿可持续发展的

重大技术难题。

此外,瓦斯亦是一种洁净、热效率高、污染低的优质能源,开发利用瓦斯对减少空气污染、保护大气环境及缓解能源压力有重要意义。瓦斯抽采理论与技术在部分矿区已经得到总结和发展,也取得了经济、社会双重效益,但瓦斯治理中仍需要进一步加强基础研究。

河北省煤炭资源丰富,煤种齐全,分布广泛,从南到北不同时代的煤层均有分布,是我国重要的煤炭产地之一。河北省国家统配煤矿区涉及 51 对生产矿井,其中煤与瓦斯突出矿井 7 对,高瓦斯矿井 12 对,低瓦斯矿井 32 对。煤与瓦斯突出矿井包括赵各庄矿、马家沟矿、陶二矿、薛村矿、大淑村矿、羊东矿和宣东二号煤矿;高瓦斯矿井包括唐山矿、小屯矿、牛儿庄矿、九龙矿、新三矿、黄沙矿、六合矿、陶一矿、临漳矿、亨健矿、汪庄矿和鑫发矿;其余为低瓦斯矿井。据资料记载,河北省发生瓦斯突出次数 68 次,其中最大瓦斯突出强度为峰峰矿区大淑村矿,突出煤 1 270 t,突出瓦斯 93 000 m³。

瓦斯问题严重制约着煤矿的安全、高效生产,时刻威胁着矿工的生命和财产安全。随着矿井开采深度的增加,开采强度的增大,安全问题尤其是煤与瓦斯突出问题将愈来愈成为影响和制约该地区煤矿生产的重要因素。一直以来,无论是煤矿瓦斯地质研究^[10-15],还是煤层气储层地质研究^[16-19],构造一直都是影响其赋存特征的主要因素之一,且这种控制作用具有逐级性,即构造不仅控制着含煤盆地的演化,影响煤层气(瓦斯)的生成、运移,而且不同的构造样式对后期煤层气(瓦斯)的聚集和储存起着关键作用。同时,在构造作用下,煤层会发生流变,形成构造煤,导致微观结构发生变化,进而具有不同的储层物性特征^[20-25]。生产实践表明,在煤矿开采过程中,在构造煤发育处,瓦斯地质特征明显异常,严重威胁正常的生产安全^[26-29]。因此,无论是地质历史时期中含煤

盆地的构造演化,还是后期的构造改造样式,都对煤层气(瓦斯)的分布规律有着决定性的控制作用。研究构造对瓦斯赋存的逐级控制,对于宏观和微观两方面深入认识煤层气(瓦斯)的生成—演化过程,探讨其后期的分布规律,进行煤层气开采和矿井瓦斯防治均具有重要的理论指导意义。

瓦斯地质图可高度概括煤矿瓦斯地质规律,增强瓦斯灾害防治的针对性,是瓦斯防治、决策的重要平台和治理瓦斯、预防事故的基础。早在20世纪80年代,焦作矿业学院杨力生等在煤炭部的支持下,开展了“编制全国煤矿瓦斯地质图”重大项目的研究工作,并于1987年完成了500余幅矿井瓦斯地质图、125幅矿区瓦斯地质图、25幅省区瓦斯地质图,1990年完成了中国煤层瓦斯地质图。

由于上次编图时间久远,许多矿井的瓦斯地质条件发生了重大变化,严重制约了矿井瓦斯的防治工作,因此,国家能源局于2009年设立了国家重大项目——“全国煤矿瓦斯地质图编制”,并由张子敏教授负责实施,本书研究内容隶属于该项目,以朱炎铭教授承担的河北省能源局项目——“河北省煤矿瓦斯的地质图编制”为依托,选取河北省煤矿区作为研究对象,以构造演化为主线,深入研究构造对河北省煤矿区瓦斯赋存的控制规律,揭示构造对煤矿区瓦斯赋存的逐级控制作用,以此为基础,对河北省煤矿区瓦斯赋存特征进行划分。研究成果对阐明河北煤矿区瓦斯赋存和开发技术条件,增强瓦斯灾害防治的针对性,促进煤矿安全生产、瓦斯(煤层气)开发和利用都具有重要的现实意义和一定的理论价值。

1.2 研究现状

1.2.1 瓦斯赋存的地质控制因素研究现状

在长期煤矿生产实践中,人们逐渐认识到煤矿瓦斯的赋存和

分布与地质因素有密切关系,于是,开始用地质观点研究瓦斯。瓦斯地质工作正是随着煤气田的发现和开发,以及长期煤矿生产实践的总结和分析而开展起来的。20 世纪 60 年代,抚顺煤矿安全研究所就开始了瓦斯赋存地质条件的研究,指出瓦斯的赋存与地质构造有关。周世宁院士提出了影响煤层原始瓦斯含量的 8 项主要因素,其中最主要因素为地质因素^[30]。20 世纪 70 年代,焦作矿业学院和四川矿业学院先后成立瓦斯课题调研组,开展了大量的瓦斯地质调研工作,均取得了相应的成果。80 年代,焦作矿业学院杨力生领导的瓦斯地质编图组开展首次“全国瓦斯地质图编制”工作。瓦斯区域论的提出标志着地质条件对瓦斯赋存控制理论的形成,阐述了瓦斯分布和突出分布的不均衡性、分区分带性与地质条件有关,并受地质因素制约^[31]。张祖银对我国瓦斯地质规律的研究指出,煤层中高瓦斯含量是突出的地质基础,构造煤是突出的必要条件,压性和压扭性构造的发育是导致突出的重要因素,它有助于构造煤的形成和在地应力条件下有助于高压瓦斯的聚积^[32]。20 世纪 90 年代末至今,随着煤炭开采的深度和难度的增大,瓦斯的赋存和分布情况也越来越复杂,瓦斯灾害等矿难事故出现的频率越来越高。人们在研究瓦斯突出的机理和防治措施时,把较多注意力集中到了构造煤的研究上。

在国外,前苏联的 B. M. 吉马科夫^[33]和 A. Θ. 彼特罗祥^[34]指出瓦斯的分布受地质因素控制,具有不均匀分布的规律,与构造复杂程度、煤变质程度、煤层围岩有关。K. 温特尔和 H. 杨纳斯^[35]提出煤中的瓦斯含量取决于瓦斯压力。英国的戴维(P. David^[36])提出在含煤地层中地质构造对瓦斯的赋存状态和分布情况的影响起主导作用,建议加强地质构造演化与瓦斯赋存规律的研究。克·姆·保依等^[37]以多孔介质双向流动的原理对瓦斯在煤层中的流动过程进行了数学模拟。英国的弗罗德萨姆(K. Frodsham)等^[38]认为地质构造对煤层的影响是在构造挤压、剪切作用下,煤

层结构破坏,形成发育广泛的构造煤,为瓦斯的富集提供载体。C. J. Bibler 等^[39]学者在研究全球范围的瓦斯涌出现象时,指出矿区构造运动不仅影响煤层瓦斯的生成条件,而且影响瓦斯的保存条件。Huoyin Li 等^[40]通过模拟实验证实了构造煤是瓦斯的富集体,并指出构造煤在地质构造附近广泛发育。

瓦斯的生成、运移、保存条件和赋存以及煤与瓦斯突出动力现象都是地质演化作用的结果,具有一定的地质规律^[41]。瓦斯的生成则与瓦斯源层的厚度和煤的变质程度有关,瓦斯源层的厚度越大,煤的变质程度越高,在煤的形成过程中生成的瓦斯也就越多。瓦斯的储存与煤层的赋存状态、地质构造^[42]等因素密切相关。瓦斯的封盖保持情况则取决于地层、岩性条件^[43]。

目前,对于控制瓦斯赋存的地质因素的研究主要集中在地质构造^[44,45]、水文地质特征^[46-51]、煤层顶底板特征^[52]、煤变质程度、岩浆岩^[53]、煤物性特征^[54-61]等因素。

(1) 地质构造对瓦斯赋存的影响

无论是煤层气地质及开采研究^[62-71],还是瓦斯防治研究^[72],地质构造都是最重要的研究内容,其对瓦斯(煤层气)的赋存有决定性的作用^[73-79]。

(2) 水文地质特征对瓦斯赋存的影响

水文地质是影响瓦斯赋存的一个重要因素。瓦斯以吸附状态赋存于煤的孔隙中,地层压力通过煤中水分对瓦斯起封闭作用。水文地质对瓦斯保存影响可概括为以下 3 种作用:一是水力运移、逸散作用;二是水力封闭作用;三是水力封堵作用。其中第一种作用导致瓦斯散失,后两种作用则利于瓦斯保存^[80-85]。

王红岩等^[86]指出适当的水文地质条件可形成水压封闭,而交替的水动力还可以破坏煤层气的保存,不利于煤层气的富集。叶建平等^[81]则提出水动力边界有两种:一是当煤层气从深部向浅部渗流时,地下水顺层由浅部向深部运动,形成的水力封堵边界;二

是地下水由于受重力影响,在构造低部位形成足够的静水压力,使得煤层气不能够解吸,从而形成的水动力封闭边界。傅雪海、秦勇等^[87,88]通过研究认为沁水盆地的水力封闭控气作用进一步体现为等势面洼地滞流、箕状缓流和扇状缓流 3 种类型,并在区域上具有明显的展布规律和煤层气富集效应。秦胜飞等^[89]从地下水活动性的角度,强调了 CH_4 水溶性对煤层气聚散的控制作用,提出了“煤层气滞流水控气论”的学术观点。刘洪林等^[90]对美国粉河盆地和我国准噶尔盆地进行了对比研究,认为水文地质条件是影响低煤阶煤层气富集的最为重要的因素之一,主要通过影响低煤阶二次生物气来影响煤层气富集程度。宋岩等^[91]通过对水动力对煤层气聚集的控制作用、模拟实验含气量和 CH_4 碳同位素值的变化、水对煤层气藏的作用机理以及实例地质验证,指出煤系中流动的地下水对煤层气的含量和地球化学特征影响很大,在平面上和剖面上,水动力条件强的地区,煤层气的含量小, CH_4 碳同位素轻。

(3) 岩浆侵入对瓦斯赋存的影响

岩浆侵入对煤层的煤级、煤质特征、显微组分、孔隙结构等方面有较大的影响^[92-98]。但岩浆侵入煤层对瓦斯赋存影响的研究起步较晚。岩浆侵入煤层,煤层受到岩浆侵入体影响,使煤产生接触热变质作用,引起煤变质程度提高,伴随着大量瓦斯的生成,煤层的吸附能力增强,煤层瓦斯含量一般变大。同时岩浆侵入影响了煤层保存瓦斯的能力,也改变了煤层围岩特征,从而影响了瓦斯的逸散和运移的条件。这对现今煤层中的瓦斯赋存产生了重要的影响。

卢平等^[99]分析永固煤矿 3 煤层瓦斯含量、瓦斯组分和煤的孔隙特征的实验测定基础,认为煤的孔隙率受岩浆侵蚀影响较大,煤的孔隙率变大,中孔、大孔较发育,占总孔隙体积的 70% 以上,增加了透气性,煤中瓦斯含量小。乔康存等^[100]分析研究了安林井

田的岩浆侵入对煤层瓦斯赋存的影响,认为由于岩浆岩的热力作用和推挤作用,致使煤体结构发生了显著的物理和化学变化,煤体内大部分的吸附瓦斯被解吸成游离状态,煤层瓦斯压力骤然增大,同时由于岩浆岩的蚀变带裂隙增加,造成风化作用加强,逐渐形成裂隙通道再加上其后断层的切割破坏形成的裂隙通道,为高压状态下的游离瓦斯沿裂隙及断层通道快速逸散创造了充分的条件。刘洪林等^[101]分析太原西山煤田燕山期构造热对煤层气富产影响,认为燕山期岩浆活动造成的地热场具有大地热流量高和瞬时性的特点,形成了大量岩浆诱发成因的煤层割理,提高了煤层的渗透率,利于煤层气富集。王晓鸣^[102]借助实验室扫描电镜(SEM)分析含煤地层煤岩结构,研究了岩浆侵入机制,总结出了煌斑岩侵入对煤层、煤质及瓦斯赋存规律的影响。安鸿涛等^[103]对岩浆侵入破坏区煤层瓦斯地质规律进行了研究,结果表明:岩浆侵入煤层与煤发生接触热变质作用,使生成的瓦斯量发生变化;使瓦斯的赋存状态发生变化,同时有可能导致瓦斯成分的改变;还会使其影响带的煤体结构遭到破坏,局部形成构造软煤分层,在岩浆岩体尖灭处及岩浆岩体与断层的组合部位是煤与瓦斯突出的有利地带。Li Wu等^[104]研究山东七五生建煤矿岩浆侵入对煤储层孔隙的影响,认为煤层受到岩浆区域变质作用和热变质作用,靠近岩浆岩体处煤层受到岩浆热烘烤作用,挥发分含量降低,产生的气孔较大,植物组织孔遭到破坏;受岩浆热烘烤作用所产生的沥青质体充填于孔隙中是岩浆岩附近区域孔隙性异常变小的主要原因。

(4) 其他地质因素对瓦斯赋存的影响

除以上论述的因素外,还有煤变质程度、围岩条件、煤层埋藏深度、煤田暴露程度等因素,也对瓦斯赋存和分布起一定的影响^[105-109]。

在煤化作用过程中,瓦斯不断产生,一般情况下,煤化程度越高,生成的瓦斯量越多。即在其他因素恒定的条件下,煤的变质程

度越高,煤层瓦斯含量越大。不同变质程度的煤,在区域分布上常呈带状分布,形成不同的变质带,这种变质分带在一定程度上控制着瓦斯的赋存和区域性分布。

煤层的围岩对瓦斯赋存的影响,取决于它的隔气性和透气性能。当煤层底板为岩性致密完整的岩石,如页岩、泥岩时,煤层中瓦斯容易被保存;顶板为多孔隙或者脆性发育的岩石(砂岩、砾岩)时,瓦斯容易逸散。

在瓦斯风氧化带以下,一般而言,煤层中的瓦斯压力随着埋藏深度的增加而增大。随着瓦斯压力增加,煤与岩石中游离瓦斯量所占的比例增大,同时,煤中的吸附瓦斯趋于饱和。在一定深度范围内,煤层瓦斯含量亦随埋藏深度的增大而增加;当煤层埋藏深度继续增大时,瓦斯含量增加的幅度将会减缓。暴露式煤田煤系出露于地表,煤层瓦斯易于沿煤层露头排放。而隐伏式煤田如果盖层厚度较大,透气性又差,则煤层瓦斯保存条件好;反之,若覆盖层透气性好,容易使煤层中的瓦斯缓慢逸散,煤层瓦斯含量一般不大。

1.2.2 构造对瓦斯赋存的逐级控制研究现状

瓦斯的赋存特征受多种地质因素共同控制^[110,111],而构造则又是这些地质因素中最根本和最为重要的控制因素,因为它不仅控制着含煤盆地及含煤地层的形成和演化^[112-114],而且控制着瓦斯生成、运移、聚集过程的每一环节^[115-118]。

(1) 构造演化对瓦斯生成、逸散的控制作用的影响

构造演化是控制瓦斯生成、运移和瓦斯赋存的重要因素^[119]。对现今瓦斯的富集程度影响方面,认为现今的瓦斯(煤层气)富集程度是聚煤盆地回返抬升和后期演化对瓦斯保持和破坏综合叠加的结果^[120-122]。构造运动影响到煤层的深层变质或岩浆热变质条件下的瓦斯生成条件,影响到隆起、风化、剥蚀作用条件下的瓦斯保存条件,影响到构造挤压、剪切作用下的煤层结构破坏而形成的

构造煤的发育等^[123-125]。

张德民等^[126]分析了含煤盆地基底性质及其所处大地构造位置对煤层气富集特征和开发前景的控制规律。崔崇海等^[127]指出在一定条件下,构造演化和有机质热演化史控制着煤层气的生成、富集和保存特征,在其他控气地质因素相似的前提下,有效生气阶段和有效阶段生气率控制着煤层含气量的高低。洪峰等^[128]分析了盖层对煤层气富集的影响:①良好的盖层条件可以减缓煤层气的散失,同时可间接抑制煤层气的解吸;②具有封盖性好的上覆盖层(顶板)和下伏隔层(底板)的煤层有利于煤层气的富集;③煤层埋藏太浅,盖层封盖条件变差,不利于成藏;④埋深适中,具有稳定分布、封盖性好顶底板的煤层有利成藏。宋岩等^[129]提出构造作用是影响煤层气成藏的最为重要和直接的因素,现今煤层气藏的富集程度是聚煤盆地回返抬升和后期演化对煤层气保持和破坏的综合叠加结果。陈振宏等^[130]通过研究分析认为:构造抬升对高煤阶煤储层物性影响明显,地层压力降低,割理、裂缝渗透率显著增强;高煤阶煤层强烈抬升会使渗透率增大,造成气体大量散失,对煤层气聚集不利;低煤阶煤层储集层物性受构造抬升影响较弱,由于构造抬升,压力降低,煤层气运移速率增大,对煤层气聚集有利。安鸿涛等^[131]研究大兴井田构造演化对瓦斯赋存的影响表明:构造应力场多期演化使得大多数断层经历了多期活动,对应不同的力学性质,构造应力场的多期演化造成局部构造应力和瓦斯赋存的区域性分布特征。

(2) 不同地质构造类型对瓦斯赋存的影响

大量的瓦斯地质研究表明,瓦斯分布具有不均衡性,特别是局部富集现象是受地质条件的控制,瓦斯是地质历史的产物,是地质体的一部分。无论是区域性构造还是井田内中小构造,不同样式的构造组合对煤与瓦斯突出或瓦斯富集与保存都具有不同的控制作用^[132-138]。一些煤层裂隙是中、小型构造伴生的产物,对于瓦斯

(煤层气)运移和富集也具有重要的影响^[139,140]。

不同类型的地质构造对煤层气(瓦斯)的运移和聚集具有显著的控制作用。与煤层气有关的构造主要有向斜构造、背斜构造、褶皱—逆冲推覆构造和伸展构造,分别具有不同的控气特征^[141]。中小型构造同样是瓦斯局部富集的重要条件,封闭型构造有利于瓦斯的封存,开放型构造有利于瓦斯的释放。

叶建平等^[142]将与煤层气(瓦斯)有关的构造归纳为向斜构造、背斜构造、褶皱—逆冲推覆构造和伸展构造 4 个大类 10 种型式,进而结合断层的运动学特征总结出与其相应的 14 种构造样式。康继武^[143]从对褶皱变形与煤层瓦斯聚集的关系,提出了褶皱控制煤层瓦斯的 4 种基本类型,从理论上解释了褶皱轴部具有聚集和逸散瓦斯双重性的原因。毕华等^[144]通过对湘中涟源盆地煤层气形成条件的研究,探讨了褶皱作用及其伴生构造对煤层气富集、保存的影响,同时指出断裂构造是煤层的完整性和煤层气封闭的条件。桑树勋等^[145]研究指出,褶皱类型对煤层气的封存与聚集起显著的控制作用,在褶皱构造中一般表现为向斜轴部煤层气含量高而背斜轴部煤层气含量低,并依据煤层气盖层的排驱压力、渗透率等值,盖层可分为屏蔽层、半屏蔽层和透气层,它们在不同的构造发育区,其封盖性能不同,由此划分出为 9 类不同的构造封盖层岩性组合类型。李广昌等^[146]研究晋城煤矿新区发现,位于次级向斜上的煤层瓦斯含量相对较高,而位于次级背斜上的瓦斯含量相对偏低。王生全等^[147]论述了韩城矿区总体构造控气框架及构造类型,分析了矿区的挤压与伸展构造边界,研究揭示了不同构造类型对煤体结构类型、煤层渗透性能及煤层 CH_4 含量大小的控制特点和机理。吴兵等^[148]认为地质构造是影响煤层瓦斯含量的最主要因素之一,封闭型的地质构造有利于瓦斯的存储,而开放型的地质构造有利于瓦斯排放。开放型的断层,在断层附近煤层瓦斯含量较小。封闭型的断层,煤层瓦斯含量较高。背斜构造