

国家示范院校重点建设专业优质核心课程工学结合系列教材

MEI YU WASI

TUCHU YUCE HE FANGZHI

煤与瓦斯突出预测和防治

主编 孙和应 常松岭

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

国家示范院校重点建设专业优质核心课程工学结合系列教材

煤与瓦斯突出预测和防治

主 编 孙和应 常松岭

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书共分六个项目,主要包括如下内容:矿井瓦斯涌出量预测、煤与瓦斯突出预测预报、防治突出措施、煤与瓦斯突出防治措施效果检验、安全防护措施、突出矿井的管理。

本书仅供煤矿各级管理人员和技术人员以及相关院校的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤与瓦斯突出预测和防治/孙和应,常松岭主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2008.12

(国家示范院校重点建设专业优质核心课程工学结合系列教材)

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0192 - 8

I. 煤… II. ①孙…②常… III. ①煤突出—预防—高等学校:技术学校—教材②瓦斯突出—预防—高等学校:技术学校—教材 IV. TD713

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 207710 号

书 名 煤与瓦斯突出预测和防治

主 编 孙和应 常松岭

责任编辑 何 戈 章 毅

责任校对 孙 景

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 江苏淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 8.5 字数 209 千字

版次印次 2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

定 价 18.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



前 言

煤炭是我国的主要能源，约占一次性能源总量的 70%，并且在相当长的一个时期内不会有大的改变。制约煤炭工业发展的最大障碍是瓦斯灾害造成的严重后果。目前，我国煤矿开采造成死亡的人数每年都在 6 000 人以上，百万吨死亡率是发达国家的数十倍到一百倍以上，其中瓦斯事故死亡人数占 40% 以上，这些情况引起了各界的高度关注。

瓦斯是无色、无臭的气体，只要开采煤炭，就会有瓦斯涌出来。瓦斯在矿井空间几乎无处不有，所有的采矿活动，每时每刻都能扰动它，涉及它。煤与瓦斯突出的发生，涉及地质因素、开采因素和人为因素。煤与瓦斯突出是煤矿生产中最为严重的灾害之一，一旦发生，不仅造成人员伤亡和财产损失，而且还会严重损毁矿井设施、中断生产，有时还能引起煤尘爆炸、矿井火灾、井巷垮塌和顶板冒落等二次灾害，加重矿井灾害的程度，使生产难以在短期内恢复。因而，防治矿井瓦斯是煤矿安全生产的首要任务。研究与掌握煤与瓦斯突出的预防技术，对保障煤矿安全生产具有重要意义，为矿井作业人员生命安全和安全生产提供可靠的条件。

《煤与瓦斯突出预测和防治》一书是根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》提出的“高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，培养拥护党的基本路线，适应生产、建设、管理、服务第一线需要的，德、智、体、美等方面全面发展的高等技术应用性专门人才”的培养目标，按照煤矿“一通三防”技术岗位标准，采用“项目引导、任务驱动、课题引导”的工学结合课程教学模式所制订的课程标准而编写的。本书在内容上力求通俗易懂，紧密联系基于职业岗位工作过程的任务，系统地介绍煤层瓦斯参数测定、煤与瓦斯突出危险性预测、防突技术措施、防突技术措施的效果检验、安全防护性措施和突出矿井的管理等内容。

本教材主要由孙和应、常松岭负责编写，煤矿企业专业技术人员及相关的教师王永祥、郑光相、杜卫新、朱艳艳等参与编写和审稿。并通过校企合作的“专业建设指导委员会”及煤矿企业专家论证评审，推荐出版作为矿井通风与安全专业工学结合课程教材。

书中很多认识有待于在实践中进一步检验，谬误之处，敬请指正。

本书编写过程中，参考了很多研究者的成果，得到了很多现场专家的帮助和指导。在此一并表示衷心的感谢。

编 者

2008 年 7 月

目 录

项目一 矿井瓦斯涌出量预测	1
任务一 矿井瓦斯涌出量预测	1
课题一 矿山统计法预测矿井瓦斯涌出量	28
课题二 瓦斯含量法预测矿井瓦斯涌出量	30
课题三 矿井瓦斯等级鉴定	36
项目二 煤与瓦斯突出预测预报	42
任务一 煤与瓦斯突出预测预报	42
课题一 煤与瓦斯突出的危险性预测	49
项目三 防治突出措施	67
任务一 防治突出措施	67
课题一 区域性预防突出措施	68
课题二 局部性防突措施	77
课题三 防突技术措施的编写	91
课题四 煤层与瓦斯突出案例分析	92
项目四 煤与瓦斯突出防治措施效果检验	96
任务一 煤与瓦斯突出防治措施效果检验	96
课题一 开采保护层和预抽煤层瓦斯的防突效果检验	101
课题二 石门揭煤工作面防治突出措施效果检验	101
课题三 煤巷掘进工作面防治突出措施效果检验	102
课题四 采煤工作面检验防治突出措施效果检验	103
项目五 安全防护措施	104
任务一 安全防护措施	104
课题一 震动爆破	106
课题二 远距离爆破	108

课题三 反向风门.....	108
课题四 压风自救系统.....	110
课题五 防突避难所及其他防护措施.....	112
项目六 突出矿井的管理.....	113
任务一 突出矿井的管理.....	113
课题一 突出矿井的鉴定.....	120
课题二 突出矿井的管理.....	121
参考文献.....	127

项目一 矿井瓦斯涌出量预测

在煤矿建设和生产过程中,煤层和围岩中的瓦斯气体会涌到生产空间,对井下的安全生产构成威胁。对不同的煤层瓦斯存在状况而言,瓦斯所造成的危险程度也是不同的。只有在熟悉矿井瓦斯的基本性质和危害性的前提下,掌握煤层瓦斯涌出量的预测方法,才能为矿井瓦斯治理提供可靠的基础依据。本项目的主要任务是矿井瓦斯涌出量预测。

任务一 矿井瓦斯涌出量预测

知识点

1. 熟悉瓦斯地质的相关知识。
2. 熟知煤层瓦斯涌出形式。
3. 熟知煤层瓦斯涌出规律。
4. 熟知矿井瓦斯涌出量及其影响因素。

技能点

1. 会运用矿山统计法预测矿井瓦斯涌出量。
2. 会运用瓦斯含量法预测矿井瓦斯涌出量。
3. 会根据矿井瓦斯涌出量等值线图预测瓦斯涌出量。
4. 能进行矿井瓦斯等级鉴定。

任务描述

矿井瓦斯涌出量预测的任务是确定新矿井、新水平、新采区、新工作面投产前瓦斯涌出量的大小,为矿井、采区和工作面通风提供瓦斯涌出方面的基础数据,为矿井通风设计、瓦斯抽放和瓦斯管理提供技术参数。

任务分析

煤层瓦斯的涌出形式和规律是预测矿井瓦斯涌出量必备的基础知识。掌握矿井瓦斯涌出量的测定方法是矿井瓦斯管理工作中的必备技能。因此,在煤矿建设和生产过程中,只要熟知煤层瓦斯涌出规律,掌握矿井瓦斯涌出源和预测瓦斯涌出技术,就可以从根本上有效地控制和防止矿井瓦斯事故的发生。

相关知识

一、瓦斯地质基础

(一) 矿井瓦斯

矿井瓦斯是指从煤层及煤层围岩中涌出的,以及在煤矿生产过程中产生的各种气体的统称。

矿井瓦斯成分很复杂,其主要成分是甲烷(CH_4),其次是二氧化碳(CO_2)和氮气(N_2),还含有少量或微量的重烃类气体(乙烷、丙烷、丁烷、戊烷等)、氢(H_2)、一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO_2)、硫化氢(H_2S)等。

由于甲烷(俗称沼气)是矿井瓦斯的主要成分,因而人们习惯上所说的瓦斯,通常指甲烷而言。

(二) 瓦斯的成因

煤矿井下的瓦斯来自煤层和煤系地层,它主要是腐殖型有机物质在成煤过程中生成的。有机物质沉积以后,一般经历两个不同的造气时期,从植物遗体到形成泥炭,属于生物化学作用造气时期;从泥炭、褐煤直到无烟煤属于煤化变质作用造气时期。

在成煤作用的第一阶段(泥炭化作用阶段)即能产生瓦斯。在这一阶段的早期,植物遗体暴露在空气中或处于沼泽浅部富氧的条件下,遭受氧化和分解,生成的气态产物主要是二氧化碳(CO_2)、一氧化氮(NO)等。在这一阶段的晚期,由于地壳下降、沼泽水面上升和植物遗体堆积厚度的增加,使正在分解的植物遗体逐渐与空气隔绝,从而出现弱氧环境或还原环境。在缺氧条件下,因细菌作用分解出甲烷、重碳氢化合物、氢及其他气体。泥炭化阶段所生成的瓦斯,由于接近地表,大部分已扩散到空气中,保存在泥炭中的很少。

成煤作用的第二阶段(煤化作用阶段),在温度、压力和作用持续时间的影响下,泥炭物质产生热分解,引起一系列的物理化学变化,使泥炭转变为褐煤,进一步可转变为烟煤和无烟煤。在这一过程中可生成大量的以甲烷为主的气态产物。

许多研究者采用实验方法对不同煤种的产气量进行了测试和计算。据前苏联和美国的一些研究结果,生成1 t褐煤可产生 68 m^3 瓦斯;生成1 t肥煤可产生 230 m^3 瓦斯;生成1 t瘦煤可产生 330 m^3 瓦斯;生成1 t无烟煤时可产生的瓦斯总体积超过 400 m^3 (表1-1)。这些研究结果都说明,煤层瓦斯绝大多数是在煤化作用过程中产生的。而现今煤层中所含的瓦斯只占生成量的很小部分,这是煤层中的瓦斯在长期的地质历史变迁中运移的结果。

表 1-1 形成 1 t 煤的产气量

褐 煤	肥 煤	瘦 煤	无烟煤
68 m^3	230 m^3	330 m^3	400 m^3 以上

(三) 瓦斯在煤体中的赋存状态

瓦斯在煤体中一般有吸附和游离两种赋存状态。煤对瓦斯的吸附作用是瓦斯分子和碳分子相互吸引的结果,如图 1-1 所示。在吸附瓦斯中,通常又将进入煤体内部的瓦斯称为吸收瓦斯,将附着在煤体表面的瓦斯称为吸着瓦斯,吸收瓦斯和吸着瓦斯统称为吸附瓦斯。在煤层赋存的瓦斯量中,吸附瓦斯量通常占 $80\% \sim 90\%$,游离瓦斯量占 $10\% \sim 20\%$;在吸附瓦斯量中,又以煤体表面吸着的瓦斯量占多数。

在煤体中,吸附瓦斯和游离瓦斯在外界条件不变的情况下处于动平衡状态,吸附状态的瓦斯分子和游离状态的瓦斯分子处于不断的交换之中。若外界压力降低或温度升高,或给予冲击和震荡时,影响了分子的能量,则会破坏其动平衡,吸附瓦斯可变为游离瓦斯,产生新的平衡状态。这种由吸附瓦斯转变为游离瓦斯的现像,称为解吸(图 1-1)。

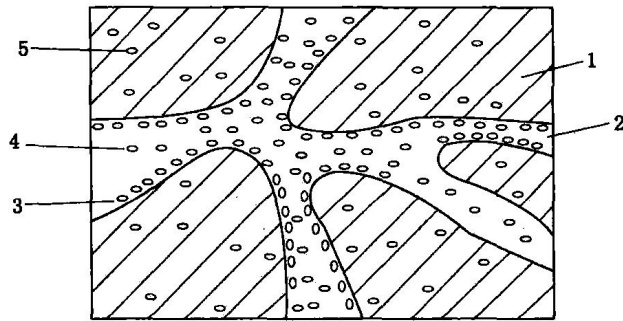


图 1-1 瓦斯在煤体中的赋存状态

1—煤体;2—煤中孔隙;3—吸着瓦斯;4—游离瓦斯;5—吸收瓦斯

(四) 煤层瓦斯的带状分布

煤层经过漫长地质年代煤化过程生成的瓦斯,在其压力与浓度差的驱动下进行运移,其中大部分脱离产气煤层排放到古大气中;在运移途中遇到良好的封闭和贮存条件时,会聚集起来形成天然气藏。留存在现今煤层中的瓦斯,仅是其中的一小部分(占3%~24%)。煤层保存瓦斯量的多少,主要取决于:

① 封闭条件:如煤层埋藏深度、煤层及围岩的透气性、地质构造等。

② 贮存条件:如煤的吸附性能、孔隙率、含水程度、温度与压力等。

在漫长的地质历史中,煤层中的瓦斯经煤层、煤层围岩和断层由地下深处向地表流动;而地表的空气、生物化学和化学作用生成的气体,则由地表向深部运动。由此形成了煤层中各种瓦斯成分由浅到深有规律的变化,这就是煤层瓦斯沿深度的带状分布。

煤层瓦斯自上而下可划分为四个带:二氧化碳氮气带、氮气带、氮气甲烷带和甲烷带。前三个带统称为瓦斯风化带。各瓦斯带的划分标准如表 1-2 所列。

表 1-2 按瓦斯成分划分瓦斯带的标准

瓦斯带名称	组分含量/%		
	CH ₄	N ₂	CO ₂
二氧化碳氮气带	0~10	20~80	20~80
氮气带	0~20	80~100	0~20
氮气甲烷带	20~80	20~80	0~20
甲烷带	80~100	0~20	0~10

在瓦斯风化带开采煤层时,瓦斯对生产不构成主要威胁。我国大部分低瓦斯矿井皆是在瓦斯风化带内进行生产的。在确定瓦斯风化带下部边界时,如果一些矿井缺少瓦斯成分资料,还可借助于其他一些指标。确定瓦斯风化带下部边界的指标有:

① 煤层中所含瓦斯(CH₄)成分达80%。

② 煤层瓦斯压力为0.1~0.15 MPa。

③ 在同样自然条件下(水分和温度等),与煤层瓦斯压力0.1~0.15 MPa相当的瓦斯含量。

④ 矿井相对瓦斯涌出量为 $2\sim 3\text{ m}^3/\text{t}$ 。

瓦斯风化带下界深度取决于煤层的地质条件和赋存情况,如围岩性质、煤层有无露头、断层发育情况、煤层倾角、地下水活动情况等。

(五) 矿井瓦斯涌出量

矿井瓦斯涌出量是指在矿井生产过程中涌入采掘空间的瓦斯数量。它是确定矿井瓦斯等级、进行矿井通风计算等方面的依据。矿井瓦斯涌出量有两种表示方法:

① 绝对瓦斯涌出量:是指矿井在单位时间内涌出的瓦斯体积,单位是 m^3/min 或 m^3/d 。

② 相对瓦斯涌出量:是指在矿井正常生产条件下平均每采 1 t 煤所涌出的瓦斯体积,单位是 m^3/t 。

(六) 矿井瓦斯等级

依据 2006 年 10 月颁布的《煤矿安全规程》的第一百三十三条,矿井瓦斯等级,根据矿井相对瓦斯涌出量、矿井绝对瓦斯涌出量和瓦斯涌出形式划分为:

① 低瓦斯矿井:矿井相对瓦斯涌出量小于或等于 $10\text{ m}^3/\text{t}$ 或矿井绝对瓦斯涌出量小于或等于 $40\text{ m}^3/\text{min}$ 。

② 高瓦斯矿井:矿井相对瓦斯涌出量大于 $10\text{ m}^3/\text{t}$ 或矿井绝对瓦斯涌出量大于 $40\text{ m}^3/\text{min}$ 。

③ 煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井。

二、影响瓦斯赋存的地质因素

瓦斯是地质作用的产物,瓦斯的形成和保存、运移与富集同地质条件有密切关系,瓦斯的赋存和分布受地质条件的影响和制约。现将影响瓦斯赋存的主要地质因素分述如下。

(一) 煤的变质程度

在煤化作用过程中,不断地产生瓦斯,煤化程度越高,生成的瓦斯量越多。因此,在其他因素相同的条件下,煤的变质程度越高,煤层瓦斯含量越大。

煤的变质程度不仅影响瓦斯的生成量,还在很大程度上决定着煤对瓦斯的吸附能力。在成煤初期,褐煤的结构疏松,孔隙率大,瓦斯分子能渗入煤体内部,因此褐煤具有很大的吸附能力。但该阶段瓦斯生成量较少,且不易保存,煤中实际所含的瓦斯量一般不大。在煤的变质过程中,由于地压的作用,煤的孔隙率减小,煤质渐趋致密。长焰煤的孔隙和内表面积都比较少,所以吸附瓦斯的能力大大降低,最大吸附瓦斯量在 $30\text{ m}^3/\text{t}$ 左右。随着煤的进一步变质,在高温、高压作用下,煤体内部因干馏作用而生成许多微孔隙,使表面积到无烟煤时达到最大。据实验室测定, 1 g 无烟煤的微孔表面积可达 200 m^2 之多。因此,无烟煤吸附瓦斯的能力最强可达 $50\sim 60\text{ m}^3/\text{t}$ 。但是当由无烟煤向超无烟煤过渡时,微孔又收缩、减少,煤吸附瓦斯的能力急剧减小,到石墨时吸附瓦斯能力消失(图 1-2)。

前苏联学者列文斯基对煤层中瓦斯含量与变质程度的关系进行研究的结果表明,从长焰煤开始,煤层的平均瓦斯含量随变质程度升高而增加,至无烟煤某一阶段达到最大值;但在超无烟煤中,瓦斯含量突然降到最低值,几乎不含瓦斯。

研究表明,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。例如,内蒙古自治区是我国煤炭储

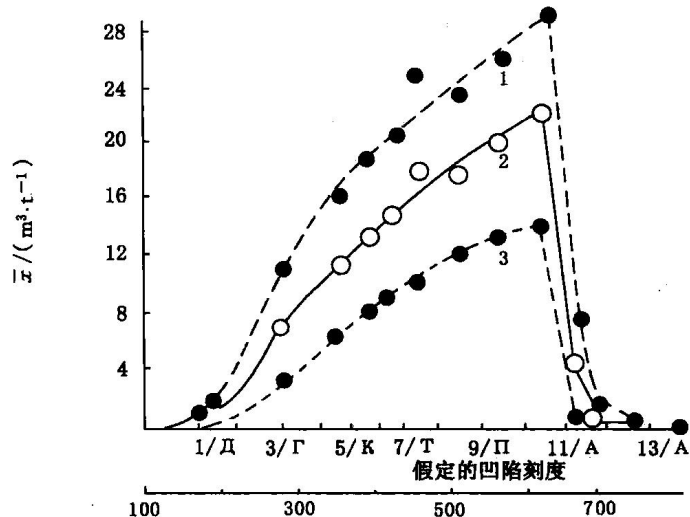


图 1-2 煤层的平均瓦斯含量与其变质程度的定量关系曲线

量最丰富的省份之一,该省矿井瓦斯分布呈现明显的规律性,瓦斯的分区与煤变质分带有密切关系(图 1-3)。

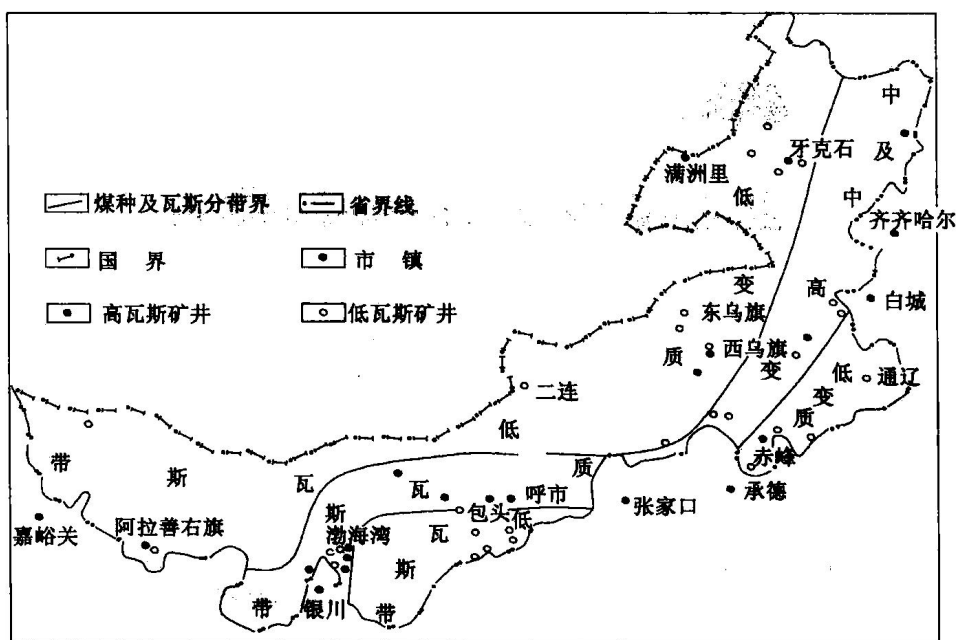


图 1-3 内蒙古自治区煤变质及瓦斯分带图

(二) 围岩条件

煤层围岩是指煤层直接顶、基本顶和直接底板等在内的一定厚度范围的层段。煤层围岩对瓦斯赋存的影响,决定于它的隔气、透气性能。

一般来说,当煤层顶板岩性为致密完整的岩石,如页岩、油母页岩,煤层中的瓦斯容易被保存下来;顶板为多孔隙或脆性裂隙发育的岩石,如砾岩、砂岩,瓦斯容易逸散。例如,北京京西煤矿的煤层,尽管煤的牌号为无烟煤,由于煤层顶板为 12~16 m 的厚层中粒砂岩,透

气性好,因此煤层瓦斯含量小,矿井瓦斯涌出量低。

与围岩的隔气、透气性能有关的指标是孔隙性、渗透性和孔隙结构。泥质岩石有利于瓦斯的保存,若含砂质、粉砂质等杂质时,会大大降低它的遮挡能力。粉砂杂质含量不同,影响到泥质岩中优势孔隙的大小。例如,泥岩中粉砂组分含量为20%时,占优势的是 $0.025\sim 0.05\ \mu\text{m}$ 的孔隙;粉砂组分含量为50%时,优势孔隙则为 $0.08\sim 0.16\ \mu\text{m}$ 。孔隙直径的这种变化,也在岩石的遮挡性质上反映出来。随着孔隙直径的增大,渗透性将增高,岩石遮挡能力则显著减弱。砂岩一般有利于瓦斯逸散,但有些地区砂岩的孔隙度和渗透率均低时,也是很好的遮挡面。

煤层围岩的透气性不仅与岩性特征有关,还与一定范围内的岩性组合及变形特点有关。按岩石的力学性质,可将围岩分为强岩层(砂岩、石灰岩等)和弱岩层(细碎屑岩和煤等)两类。强岩层不易塑性变形,而易于破裂;弱岩层则常呈塑性变形。

不同力学性质的岩层具有不同的构造表象。图1-4是煤层顶板的几种变形类型。图中(a)是一种断层裂隙型围岩顶板,主要由砂岩组成;(b)是一种紧密褶皱型围岩顶板,由粉砂岩、泥岩和细砂岩三层组成;(c)是另一种类型,反映的是一种透镜化现象。

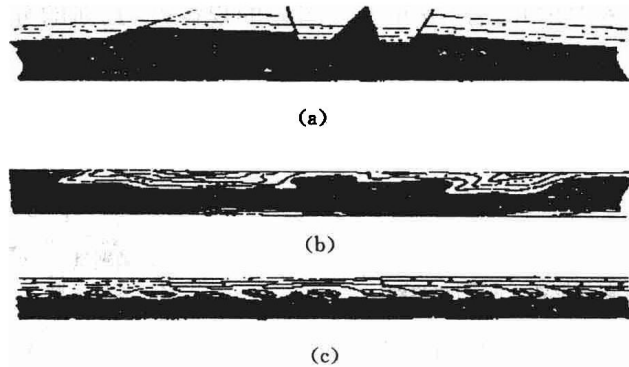


图1-4 几种不同的顶板变形

在不同类型的岩层中,裂隙发育情况也有差异。强岩层产生大致垂直于层面的破劈理;弱岩层则产生密集的、与层面斜交或大致平行的流劈理;在相邻的强、弱岩层中裂隙出现折射现象(图1-5)。

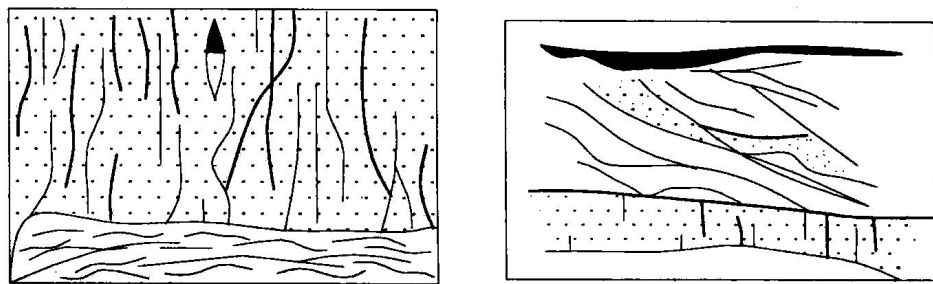


图1-5 不同岩性的岩层中节理的特性

为反映同煤田不同井田或同井田不同块段岩性组合的差异,可以对研究范围内各钻孔、石门资料进行统计分析。选择煤层顶(底)板一定厚度范围的层段,统计每个钻孔及石门中

该层段内各分层的岩性和厚度,计算砂岩、泥岩与统计总厚度的比值。根据统计资料,绘制相应的等值线或圈定不同瓦斯保存条件的块段。

(三) 地质构造

地质构造对瓦斯赋存的影响,一方面是造成了瓦斯分布的不均衡,另一方面是形成了有利于瓦斯赋存或瓦斯排放的条件。不同类型的构造形迹,地质构造的不同部位、不同的力学性质和封闭情况,形成了不同的瓦斯赋存条件。

(1) 褶皱构造

褶皱的类型、封闭情况和复杂程度,对瓦斯赋存均有影响。

当煤层顶板岩石透气性差,且未遭构造破坏时,背斜有利于瓦斯的储存,是良好的储气构造,背斜轴部的瓦斯会相对聚集,瓦斯含量增大。在向斜盆地构造的矿区,顶板封闭条件良好时,瓦斯沿垂直地层方向运移是比较困难的,大部分瓦斯仅能沿两翼流向地表。紧密褶皱地区往往瓦斯含量较高。因为这些地区受强烈构造作用,应力集中;同时,发生褶皱的岩层往往塑性较强,易褶不易断,封闭性较好,因而有利于瓦斯的聚集和保存。

(2) 断裂构造

地质构造中的断层破坏了煤层的连续完整性,使煤层瓦斯运移条件发生变化。有的断层有利于瓦斯排放,也有的断层对瓦斯排放起阻挡作用,成为逸散的屏障。前者称开放型断层,后者称封闭型断层。断层的开放与封闭性决定于下列条件。

① 断层的性质和力学性质。一般张性正断层属开放型,而压性或压扭性逆断层封闭条件较好。

② 断层与地表或与冲积层的连通情况。规模大且与地表相通或与冲积层相连的断层一般为开放型。

③ 断层将煤层断开后,煤层与断层另一盘接触的岩层性质。若透气性好则利于瓦斯排放。

④ 断层带的特征。断层带的充填情况、紧闭程度、裂隙发育情况等都会影响到断层的开放或封闭性。

此外,断层的空间方位对瓦斯的保存、逸散也有影响。一般走向断层阻隔了瓦斯沿煤层倾斜方向的逸散,而倾向和斜交断层则把煤层切割成互不联系的块体。

不同类型的断层,形成了不同的构造边界条件,对瓦斯赋存产生不同的影响。例如,焦作矿区东西向的主体构造凤凰岭断层和朱村断层,落差均在百米以上,使煤层与裂隙溶洞发育的奥陶系灰岩接触,皆属开放型断层,因而断裂带附近瓦斯含量很小。而矿区内的某些中型断层,与煤层接触的断层另一盘岩性多为粉砂岩或泥质岩,属封闭型断层,它们是瓦斯分带的构造边界(图 1-6)。湖南涟邵洪山殿矿区是一个严重的煤与瓦斯突出矿区,矿区内各生产矿井均发生过煤与瓦斯突出。但该区内的洪山矿鲤鱼矿井不仅瓦斯含量小,而且很少发生突出,这与该井田范围内发育一系列通达地表的中型断层有关(图 1-7)。

(3) 构造组合与瓦斯赋存的关系

控制瓦斯分布的构造形迹的组合形式,可大致归纳为以下几种类型。

① 逆断层边界封闭型。这一类型中,压性、压扭性逆断层常作为矿井或区域的对边边

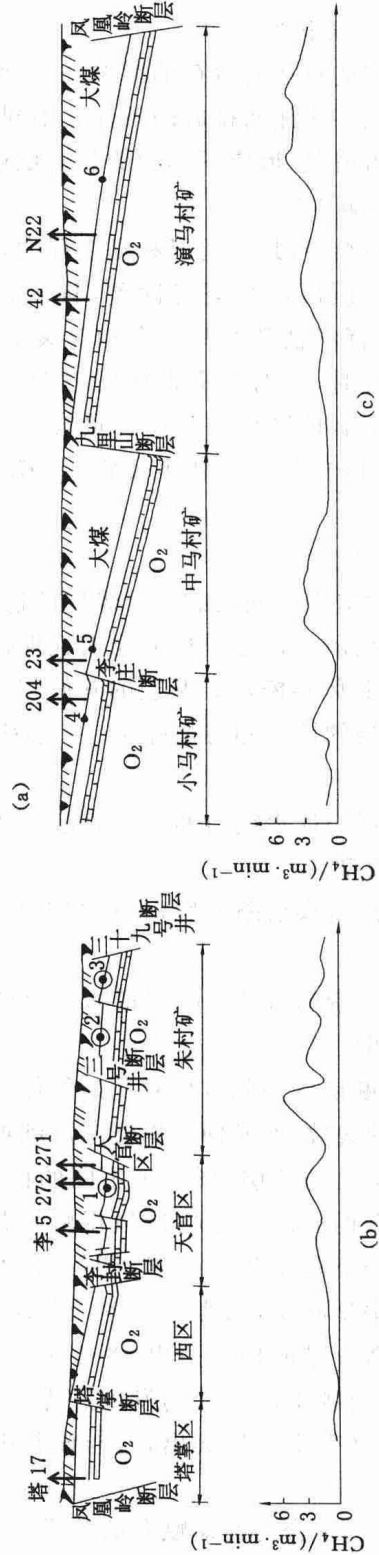
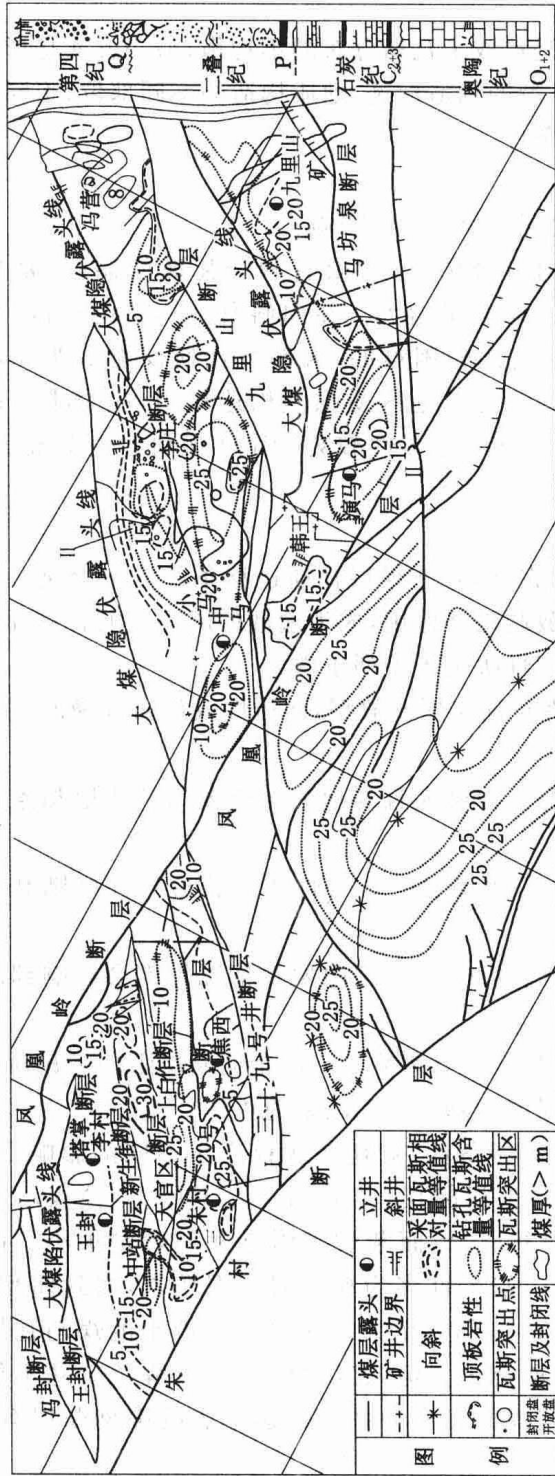


图 1-6 焦作矿区大煤瓦斯地质图

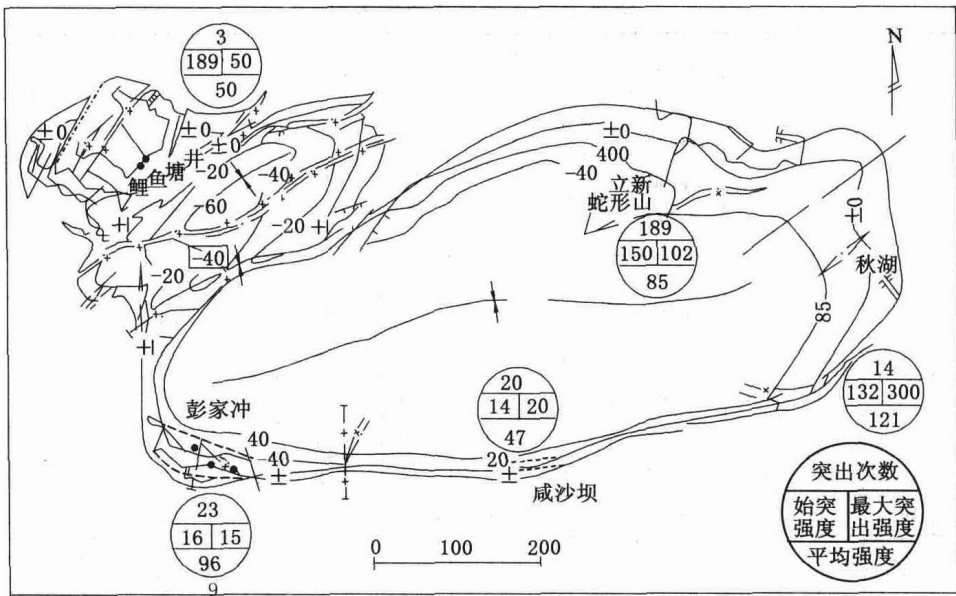


图 1-7 洪山殿矿区瓦斯地质图

界,断层面一般相背倾斜,使整个矿井处于封闭的条件之下。如内蒙古大青山煤田,南北两侧均为逆断层,断层面倾向相背,煤田位于逆断层的下盘,在构造组合上形成较好的封闭条件。该煤田各矿煤层的瓦斯含量,普遍高于区内开采同时代含煤岩系的乌海煤田和桌子山煤田。

② 构造盖层封闭型。盖层条件原指沉积盖层而言,从构造角度,也可指构造成因的盖层。如某一较大的逆掩断层,将大面积透气性差的岩层推覆到煤层或煤层附近之上,改变了原来的盖层条件,同样对瓦斯起到了封闭作用。

③ 断层块段封闭型。该类型由两组不同方向的压扭性断层在平面上组成三角形或多边形块体,块段边界为封闭型断层所圈闭。

(四) 煤层的埋藏深度

在瓦斯风化带以下,煤层瓦斯含量、瓦斯压力和瓦斯涌出量都与深度的增加有一定的比例关系。

一般情况下,煤层中的瓦斯压力随着埋藏深度的增加而增大。随着瓦斯压力的增加,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逐渐趋于饱和。因此从理论上分析,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。但是如果埋藏深度继续增大,瓦斯含量增加的速度将要减慢。表 1-3 是前苏联学者黎金的一个计算实例,从表中可以看出煤层中甲烷含量随深度增大而增加的情况,以及随深度增大游离瓦斯量所占比例的变化。

个别矿井的煤层,随着埋藏深度的增大,瓦斯涌出量反而相对减小。例如,徐州矿务局大黄山矿属于低瓦斯矿井,位处较浅的有限煤盆地,煤层倾角大,在老新不整合面上有厚层低透气性盖层,瓦斯主要沿煤层向上运移。由于煤盆地范围小,深部缺乏足够的瓦斯补给,因而当从盆地四周由浅部向深部开采时,瓦斯涌出量随着开采深度增加而减小(图 1-8)。

表 1-3

煤层甲烷含量与深度的关系

深度 /m	温度 /℃	压力/MPa			煤的孔隙在压力作用下降低系数	煤的孔隙体积 /($\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$)	煤的甲烷含量 /($\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$)			岩石的甲烷含量 /($\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$)			煤孔隙中游离瓦斯量 /%	比值 $\frac{q_1}{q_2}$
		地层静压力 p_1	瓦斯压力 p_2	$p = p_1 - p_2$			吸附	游离	总计 q_1	孔隙中	分散有机质中	总计 q_2		
100	1	2.4	0.1	2.3	0.91	0.118								
200	4	4.8	0.2	4.6	0.84	0.109	5.7	0.2	5.9	0.1	0.1	0.2	3	30
300	7	7.1	0.7	6.4	0.82	0.107	12.9	0.7	13.6	0.4	0.1	0.5	5	27
400	20	9.4	1.3	8.1	0.80	0.104	17.0	1.3	18.3	0.9	0.2	1.1	7	17
500	23	11.7	2.1	9.6	0.78	0.101	19.0	2.0	21.4	1.4	0.2	1.6	9	13
600	26	14.1	3.0	11.1	0.77	0.100	20.4	2.8	23.2	2.0	0.2	2.2	12	11
700	29	16.4	4.0	12.4	0.76	0.099	21.0	3.7	24.7	2.6	0.3	2.9	15	9
800	31	18.7	5.0	13.7	0.75	0.098	21.4	4.7	26.1	3.4	0.3	3.6	18	7
900	34	21.1	6.1	15.0	0.74	0.096	21.6	5.7	27.3	4.1	0.3	4.4	21	6
1 000	37	23.4	7.1	16.3	0.73	0.095	21.7	6.5	28.2	4.8	0.3	5.1	23	6
1 100	40	25.7	8.2	17.5	0.72	0.094	21.6	7.4	29.0	5.5	0.3	5.8	25	5
1 200	43	28.1	9.4	18.7	0.71	0.092	21.5	8.3	29.8	6.3	0.3	6.0	28	5

(据黎金,1962)

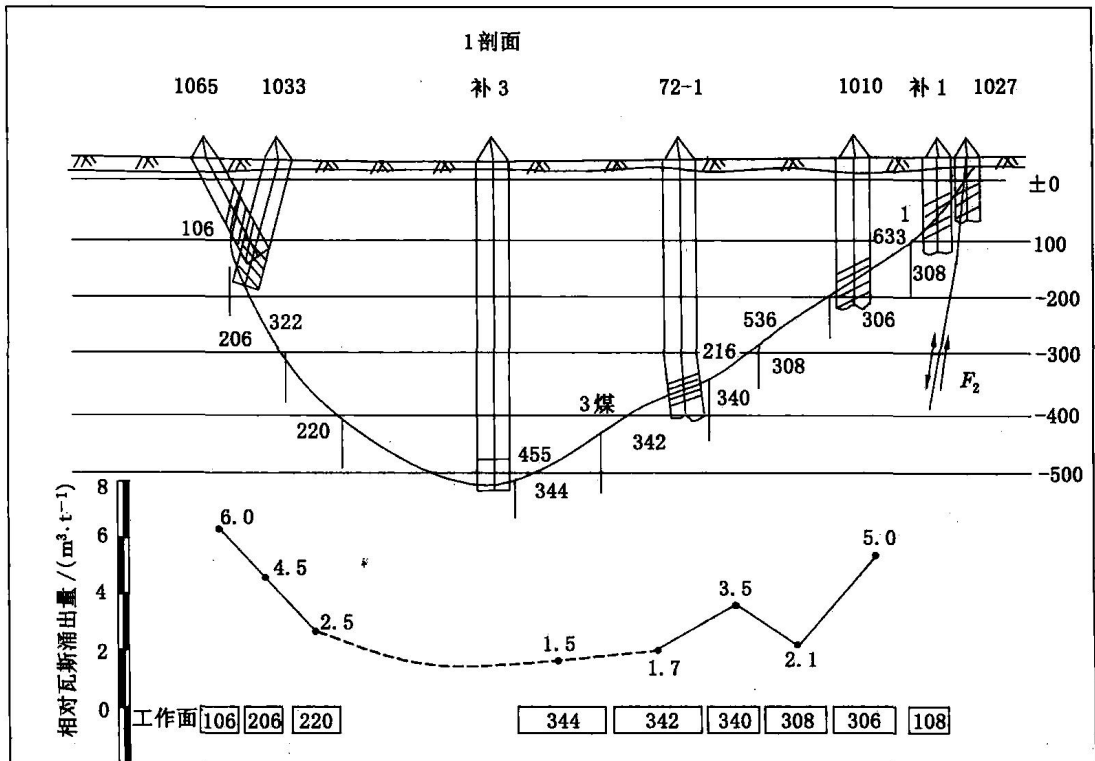


图 1-8 大黄山矿瓦斯地质剖面图

(五) 煤田的暴露程度

暴露式煤田,煤层地层露出地表,煤层瓦斯往往沿煤层露头排放,瓦斯含量大为减少。隐伏式煤田,如果盖层厚度较大,透气性又差,煤层瓦斯常积聚储存;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。

在评价一个煤田的暴露情况时,不仅要注意煤田当前的暴露程度,还要考虑到成煤后整个地质时期内煤系地层的暴露情况及瓦斯风化过程的延续时间。

例如,红阳煤田三井开采石炭二叠系煤层,煤层露头上部有巨厚的侏罗系及第四系沉积地层覆盖,13号煤层隐伏露头的埋藏深度达700~1100 m。尽管埋藏很深,接近露头部分的煤层瓦斯含量很小,存在一定宽度的瓦斯风化带。自778孔向西至隐伏露头,煤层瓦斯含量均在 $2\text{ m}^3/\text{t}$ 以下,而向东至856孔,煤层瓦斯含量增大至 $15\text{ m}^3/\text{t}$ 。造成这种情况的原因是,在晚侏罗统地层覆盖之前,从古生代到中生代晚侏罗纪之间的漫长地质时期内,区内地壳上升,含煤地层露出地表,遭受强烈的瓦斯风化作用。晚期地层的覆盖,只是保存了早期存在的瓦斯分布状态(图1-9)。

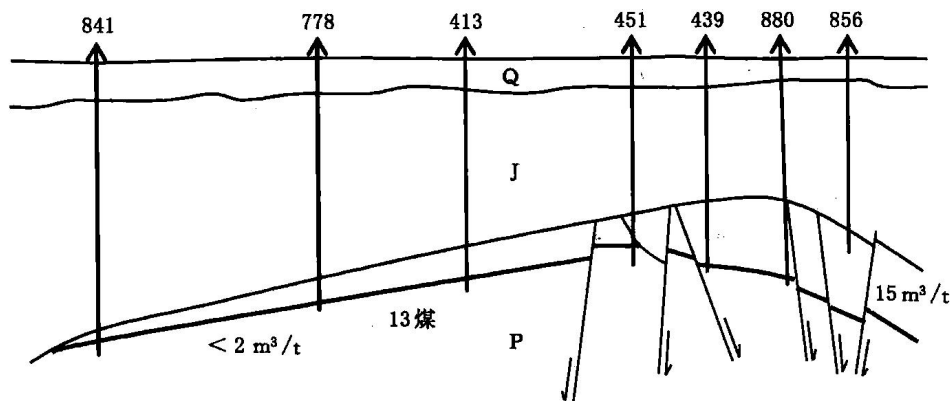


图 1-9 红阳三井地质剖面图

(六) 水文地质条件

地下水与瓦斯共存于煤层及围岩之中,其共性是均为流体,运移和赋存都与煤、岩层的孔隙、裂隙通道有关。由于地下水的运移,一方面驱动着裂隙和孔隙中瓦斯的运移,另一方面又带动溶解于水中的瓦斯一起流动。尽管瓦斯在水中的溶解度仅为 $1\% \sim 4\%$,但在地下水交换活跃的地区,水能从煤层中带走大量的瓦斯,使煤层瓦斯含量明显减少。同时,水吸附在裂隙和孔隙的表面,还减弱了煤对瓦斯的吸附能力。因此,地下水的活动有利于瓦斯的逸散。地下水和瓦斯占有的空间是互补的,这种相逆的关系,常表现为水大地带瓦斯小,反之亦然。

遍布湘中及湘东南地区的龙潭煤系,由于在形成过程中沉积环境的差异,明显地分为“南型”和“北型”,其分界线在北纬 $27^{\circ}40'$ 附近。龙潭煤系的南北差异在水文地质条件上也表现出明显的差异。煤系下伏地层为茅口灰岩,属岩溶裂隙发育的强含水层。当煤层与茅口灰岩之间的隔气层较薄或缺失时,矿井涌水量大,造成易于瓦斯排放的条件。“北型”的茅口灰岩与上部煤层间距 $0 \sim 10\text{ m}$,形成一些水大瓦斯小的矿井,如恩口、煤炭坝等矿均为低瓦斯矿井,矿井涌水大于 $1000\text{ m}^3/\text{h}$;“南型”的茅口灰岩与煤层的间距增大为 $300 \sim 400\text{ m}$,属于“南型”的斗笠山矿区观山井、洪山殿矿区各生产矿井均为高瓦斯和突出矿井,水文地质