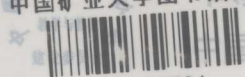


炭教

中国矿业大学图书馆藏书 职业教育“十二五”规划教材



C01675781

煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

瓦斯防治

主 编 温永康



煤炭工业出版社

TD712
W-922

中等职业教育“十二五”规划教材
中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

瓦斯防治

主 编 温永康

副主编 王新建



中国矿业大学图书馆藏书



C01675781

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

参考文献

图书在版编目 (CIP) 数据

瓦斯防治/温永康主编. --北京:煤炭工业出版社,

2011

中等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5020-3815-1

I. ①瓦… II. ①温… III. ①煤矿-瓦斯爆炸-防治-

中等专业学校-教材 IV. ①TD712

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 036579 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 13

字数 303 千字 印数 1—3 000

2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

社内编号 6625 定价 26.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

煤炭中等专业教育分专业教学与教材建设委员会

(矿井通风与安全类专业)

主 任 郝玉柱

副主任 张红兵

委 员 张长喜 杨成章 苏 寿 任世英 周 虎
龚琴生 焦 健

前 言

为贯彻《教育部办公厅、国家安全生产监督管理总局办公厅、中国煤炭工业协会关于实施职业院校煤炭行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》(教职成厅[2008]4号)精神,加快煤炭行业专业技能型人才培养培训工程建设,培养煤矿生产一线需要,具有与本专业岗位群相适应的文化水平和良好职业道德,了解矿山企业生产全过程,掌握本专业基本专业知识和技术的技能型人才,经教育部职成司教学与教材管理部门的同意,中国煤炭教育协会依据“矿井通风与安全”专业教学指导方案,组织煤炭职业学(院)校专家、学者编写了矿井通风与安全专业系列教材。

《瓦斯防治》一书是中等职业教育规划教材矿井通风与安全专业中的一本,可作为中等职业学校矿井通风与安全专业基础课程教学用书,也可作为在职人员培养提高的培训教材。

本书由徐州机电工程高等职业学校温永康主编并统稿,其编写了第一章、第二章、第三章和第四章;平顶山工业职业技术学院王新建编写了第五章、第六章和第七章。

中国煤炭教育协会职业教育
教学与教材建设委员会

2011年5月

目次

第一章 煤层瓦斯赋存与含量	1
第一节 瓦斯的生成及其性质	1
第二节 瓦斯在煤体中的赋存状态	3
第三节 影响煤层瓦斯含量的因素	7
第四节 煤层瓦斯垂直分带	11
第五节 煤层瓦斯压力的测算	13
第六节 煤层瓦斯含量的测算	21
第二章 矿井瓦斯涌出	28
第一节 矿井瓦斯涌出量及其影响因素	28
第二节 矿井瓦斯等级及其鉴定	35
第三节 矿井瓦斯涌出量预测	41
第三章 矿井瓦斯爆炸及其预防	45
第一节 瓦斯爆炸的机理、效应及危害	45
第二节 瓦斯爆炸的条件及影响因素	47
第三节 预防矿井瓦斯爆炸的措施	53
第四节 矿井瓦斯爆炸事故案例	63
第四章 矿井瓦斯检测与管理	67
第一节 便携式瓦斯检测仪器	67
第二节 瓦斯检查基本要求及检查方法	75
第三节 矿井瓦斯现场管理	82
第五章 矿井瓦斯喷出及其预防	94
第一节 概述	94
第二节 瓦斯喷出的预防措施	95
第六章 煤与瓦斯突出及其预防	98
第一节 概述	98
第二节 煤与瓦斯突出危险性预测	107
第三节 煤与瓦斯突出危险性预测指标的测算	116
第四节 防治煤与瓦斯突出的技术措施及效果检验	121
第五节 煤与瓦斯突出的安全防护与管理措施	147
第七章 矿井瓦斯抽放	161
第一节 瓦斯抽放系统	161
第二节 瓦斯抽放基本参数	166
第三节 瓦斯抽放基本方法	169

第四节	钻探工具及钻孔施工	178
第五节	矿井瓦斯抽放设备与管理	185
第六节	矿井瓦斯利用	196

参考文献.....199

1	.....	第一章
2	.....	第二章
3	.....	第三章
4	.....	第四章
5	.....	第五章
6	.....	第六章
7	.....	第七章
8	.....	第八章
9	.....	第九章
10	.....	第十章
11	.....	第十一章
12	.....	第十二章
13	.....	第十三章
14	.....	第十四章
15	.....	第十五章
16	.....	第十六章
17	.....	第十七章
18	.....	第十八章
19	.....	第十九章
20	.....	第二十章
21	.....	第二十一章
22	.....	第二十二章
23	.....	第二十三章
24	.....	第二十四章
25	.....	第二十五章
26	.....	第二十六章
27	.....	第二十七章
28	.....	第二十八章
29	.....	第二十九章
30	.....	第三十章
31	.....	第三十一章
32	.....	第三十二章
33	.....	第三十三章
34	.....	第三十四章
35	.....	第三十五章
36	.....	第三十六章
37	.....	第三十七章
38	.....	第三十八章
39	.....	第三十九章
40	.....	第四十章
41	.....	第四十一章
42	.....	第四十二章
43	.....	第四十三章
44	.....	第四十四章
45	.....	第四十五章
46	.....	第四十六章
47	.....	第四十七章
48	.....	第四十八章
49	.....	第四十九章
50	.....	第五十章
51	.....	第五十一章
52	.....	第五十二章
53	.....	第五十三章
54	.....	第五十四章
55	.....	第五十五章
56	.....	第五十六章
57	.....	第五十七章
58	.....	第五十八章
59	.....	第五十九章
60	.....	第六十章
61	.....	第六十一章
62	.....	第六十二章
63	.....	第六十三章
64	.....	第六十四章
65	.....	第六十五章
66	.....	第六十六章
67	.....	第六十七章
68	.....	第六十八章
69	.....	第六十九章
70	.....	第七十章
71	.....	第七十一章
72	.....	第七十二章
73	.....	第七十三章
74	.....	第七十四章
75	.....	第七十五章
76	.....	第七十六章
77	.....	第七十七章
78	.....	第七十八章
79	.....	第七十九章
80	.....	第八十章
81	.....	第八十一章
82	.....	第八十二章
83	.....	第八十三章
84	.....	第八十四章
85	.....	第八十五章
86	.....	第八十六章
87	.....	第八十七章
88	.....	第八十八章
89	.....	第八十九章
90	.....	第九十章
91	.....	第九十一章
92	.....	第九十二章
93	.....	第九十三章
94	.....	第九十四章
95	.....	第九十五章
96	.....	第九十六章
97	.....	第九十七章
98	.....	第九十八章
99	.....	第九十九章
100	.....	第一百章

第一章 煤层瓦斯赋存与含量

第一节 瓦斯的生成及其性质

一、矿井瓦斯的概念

矿井瓦斯是成煤过程中的一种伴生气体，地质学上称之为煤成气。

从广义上讲，凡是从煤层或岩层中放出或生产过程中产生涌入矿井内的气体，统称矿井瓦斯。其主要成分为甲烷（ CH_4 ）、二氧化碳（ CO_2 ）、氮气（ N_2 ），还有少量的硫化氢（ H_2S ）、一氧化碳（ CO ）、氢气（ H_2 ）、二氧化硫（ SO_2 ）及其他碳氢化合物气体等。从狭义上讲，矿井瓦斯就是指甲烷（ CH_4 ）。因为甲烷在煤矿井下各种有害气体中所占比重最大，可达80%~90%以上，同时甲烷对煤矿的危害也最严重。

二、瓦斯的生成

矿井瓦斯是成煤过程中的一种伴生产物。在成煤过程中，瓦斯的生成大致经历了两个阶段，即从植物遗体到形成泥炭的生物化学作用阶段和从褐煤、烟煤到无烟煤的炭化变质作用阶段。

1. 生物化学作用阶段

生物化学作用阶段是成煤作用的第一阶段，即泥炭化或腐泥化阶段。在该阶段，植物在泥炭沼泽、湖泊或浅海中不断繁殖，其遗体在微生物参加下不断分解、化合和聚积。在这个阶段中起主导作用的是生物化学作用，低等植物经生物化学作用形成腐泥，高等植物形成泥炭。在泥炭化过程中，有机组分的变化是十分复杂的。一般认为，泥炭化过程的生物化学作用大致分为两个阶段：第一阶段，植物遗体中的有机化合物，经过氧化分解和水解作用，转化为简单的化学性质活泼的化合物；第二阶段，分解产物相互作用进一步合成新的较稳定的有机化合物，如腐植酸、沥青质等，同时生成瓦斯和二氧化碳。

在泥炭时期，泥炭的埋深一般较浅，其上覆盖层的胶质固化也不稳固，生成的瓦斯能够比较顺利地扩散到大气中去，或者溶于水中然后被水带到地表。因此，生物化学作用阶段生成的瓦斯，基本都已逸散到大气之中，一般不会保留在煤层内。

2. 炭化变质作用阶段

炭化变质作用阶段是成煤作用的第二阶段，即泥炭、腐泥在以温度和压力为主的作用下变化为煤的过程。在该阶段中，由于埋藏较深且覆盖层已固化，故在压力和温度影响下，泥炭进一步变为褐煤，褐煤再变为烟煤和无烟煤。

随着泥炭层的下降及上覆盖层厚度的增加，压力和温度随之增高，厌氧菌的生存环境恶化，生物化学活动逐渐弱化直至停止。在高温、高压的作用下，泥炭化的木质素和纤维

素便转化成为褐煤而进入炭化变质阶段。随着褐煤层的进一步沉降,压力与温度的影响随之加剧,炭化变质作用增强,褐煤逐渐转变成烟煤、无烟煤。在整个炭化变质过程中,煤的挥发分逐渐减少(其中部分变为瓦斯)而固定碳逐渐增加,同时伴随着大量瓦斯生成,且煤的变质程度越高,生成的瓦斯量越多。

但在长期的地质年代里,由于地层变动造成的断裂和裂隙,且瓦斯的相对密度小扩散性很强,大部分瓦斯都逸散到大气中去,只有一小部分被保存在地下的煤层和围岩之中。

根据成煤造气试验模式的化学反应式计算,烟煤生成过程中伴随生成的瓦斯量为 $1200 \text{ m}^3/\text{t}$,在由长焰煤变质为无烟煤过程中伴随生成的瓦斯量为 $240 \text{ m}^3/\text{t}$ 。前苏联学者 B. A. 乌斯别斯基根据地球化学和煤化作用过程的反应物与生成物平衡原理,计算出各个炭化阶段煤生成的瓦斯量如图 1-1 所示(由于泥炭向褐煤过渡时生成的瓦斯很容易流失,因此在估算煤层生成的瓦斯量时一般都取褐煤为计算起点)。但实际上,煤与瓦斯生成的过程要远比实验室和一些假说所进行的理论计算复杂得多。所以,以上资料仅可作为估算煤层生气能力的参考。

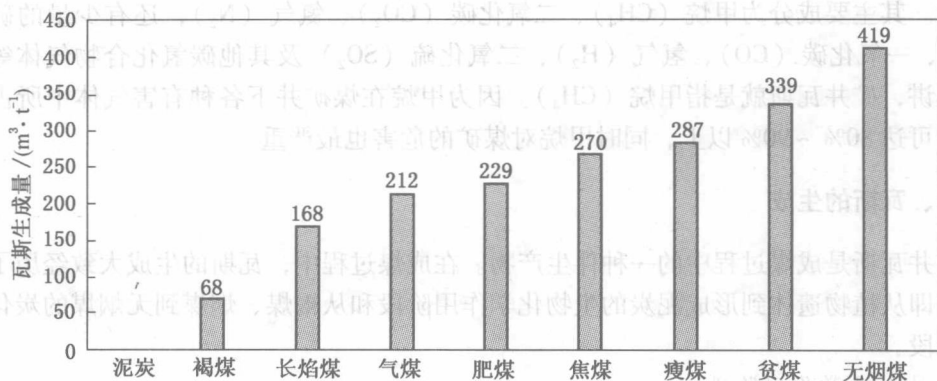


图 1-1 各炭化阶段煤的瓦斯生成量

由于受地质构造(地层的隆起、侵蚀和断裂)形成和变化的影响,瓦斯本身在其压力差和浓度差的驱动下进行运移,所以不同煤田,甚至同一煤田不同区域的煤层瓦斯含量差别可能很大。

三、瓦斯的性质

1. 物理性质

(1) 甲烷是一种无色、无味、无臭的气体,矿井内有时能嗅到轻微的苹果香味,是因为有芳香烃伴随甲烷一起涌出的缘故。

(2) 甲烷相对空气的密度为 0.554,比空气大约轻 50%,在一个大气压(0.1013 MPa)和温度为 0°C 时密度为 0.7168 kg/m^3 ,容易在巷道的上部、顶板垮落的空洞和其他较高的地方积聚。

(3) 甲烷的扩散性很强,其扩散速度是空气的 1.34 倍,能够穿过岩层裂缝逸散到其他煤层的采空区和巷道中去;瓦斯的渗透性也很强,其渗透能力是空气的 1.6 倍,在煤层附近的围岩中掘进巷道时,有时也能从围岩中涌出瓦斯。

甲烷(4) 甲烷微溶于水,在 20 ℃ 和一个大气压 (0.1013 MPa) 时,100 L 水可以溶解 3.31 L 甲烷,0 ℃ 时 100 L 水可以溶解 5.56 L 甲烷。

2. 化学性质

(1) 甲烷不助燃,但当空气中甲烷浓度达到一定数值时遇到高温火源能引起燃烧或爆炸。当甲烷浓度在 0~5% 范围内,遇火源发生氧化燃烧反应,在火焰外围形成稳定的燃烧层;甲烷浓度在 5%~16% 范围内,遇火源会形成强烈的爆炸;甲烷浓度超过爆炸上限 16% 时,混合气体无法被点燃,但与新鲜空气混合时,可以在混合界面上被点燃,形成稳定的火焰。

对煤矿井下安全威胁最大的是甲烷爆炸,局部区域甲烷的瞬间爆炸可以对井下的人员和设施造成很大的伤害和破坏,由此引发的煤尘爆炸、火灾、冒顶及通风系统紊乱等又会使事故进一步扩大,造成更大损失。甲烷燃烧是煤矿非常危险事故,甲烷的瞬间燃烧往往使人避之不及,造成人员伤亡,并引发火灾事故。因此,在煤矿建设和生产中,防治甲烷爆炸和燃烧是防治甲烷事故的主要环节。

(2) 甲烷本身无毒,也不能供人呼吸,空气中甲烷浓度增高时,氧气浓度就要相对降低,会因缺氧而使人窒息。当混合气体中甲烷的浓度达到 43% 时,空气中氧气的浓度降到 12%,人在此环境下会感到呼吸短促;当甲烷浓度在空气中达到 57% 时,相应的氧气浓度被冲淡到 9%,人即刻处于昏迷状态并有死亡危险。井下空气中甲烷和氧气的浓度关系如图 1-2 所示。

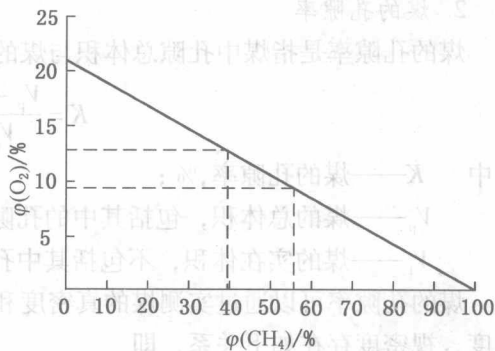


图 1-2 井下空气中甲烷和氧气的浓度关系

第二节 瓦斯在煤体中的赋存状态

瓦斯之所以能够存在于煤层之中,主要是与煤的结构状态有着密切的关系。煤是一种复杂的孔隙性介质,有着十分发达的、大小不同的孔隙和裂隙,具有巨大的自由空间和孔隙内表面积。因此,成煤过程中生成的瓦斯能以不同状态存在于这些裂隙和孔隙之内。

一、煤体内的孔隙特征

1. 煤体内的孔隙分类

煤是一种多孔性固体。多孔性固体通常分为高分散性固体和发达孔隙系统固体,煤属于后者。煤的孔隙性决定着煤吸附瓦斯的能力、煤的渗透性和强度性质。研究证实,煤中具有孔隙直径小至 5 Å 大至数百万 Å 的不同数量级的孔隙系统 ($1\text{Å} = 10^{-10}\text{m}$)。

根据煤的组成及其结构性质,煤中的孔隙可以分为宏观孔隙、显微孔隙和分子孔隙。

宏观孔隙指可用肉眼分辨的层理、节理、劈理及次生裂隙等形成的孔隙,其肉眼的最高分辨率大致为 0.1 μm,因此,宏观孔隙一般属于毫米级。显微孔隙指用光学显微镜和扫描电镜能分辨的孔隙,且显微孔隙放大 300~10000 倍后方可清晰地观察和测量,因此,

显微孔隙一般为微米级。分子孔隙指煤的分子结构所构成的超微孔隙,其孔隙尺寸一般皆在 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下。

根据孔隙对瓦斯吸附、渗透和煤强度性质的影响,一般按直径把孔隙分为微孔、小孔、中孔、大孔、可见孔和裂隙。

微孔的直径小于 $0.01\ \mu\text{m}$,它构成煤的吸附空间。小孔的直径为 $0.01\sim 0.1\ \mu\text{m}$,它构成瓦斯凝结和扩散的空间。中孔的直径为 $0.1\sim 1\ \mu\text{m}$,它构成瓦斯缓慢层流渗流的空间。大孔的直径为 $1\sim 100\ \mu\text{m}$,它构成瓦斯强烈层流渗流的空间。可见孔和裂隙的直径大于 $100\ \mu\text{m}$,它构成瓦斯层流及紊流混合渗流的空间。

瓦斯分子的直径为 $4.14\times 10^{-10}\text{m}$,较微孔的孔径小得多,因此在孔隙表面吸附着大量瓦斯(1g 煤能吸附 $7\sim 8\text{cm}^3$ 的瓦斯)。吸附状态的瓦斯大多存在于微孔之内,而游离状态的瓦斯则存在于较大的孔隙之中。

2. 煤的孔隙率

煤的孔隙率是指煤中孔隙总体积与煤的总体积之比,通常用百分数表示。即

$$K = \frac{V_p - V_t}{V_p} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 K ——煤的孔隙率,%;

V_p ——煤的总体积,包括其中的孔隙体积, mL;

V_t ——煤的实在体积,不包括其中孔隙体积, mL。

煤的孔隙率可以通过实测煤的真密度和视密度来确定,不同单位煤的孔隙率与煤的真密度、视密度存在如下关系,即

$$k = \frac{1}{\rho_p} - \frac{1}{\rho_t} \quad (1-2)$$

$$k_1 = \frac{\rho_t - \rho_p}{\rho_t} \quad (1-3)$$

式中 k 、 k_1 ——单位质量和单位体积煤的孔隙率, m^3/t 、 m^3/m^3 (%);

ρ_p ——煤的视密度,即包括孔隙在内的煤密度, t/m^3 ;

ρ_t ——煤的真密度,即扣除孔隙后煤的密度, t/m^3 。

煤的视密度 ρ_p 和煤的真密度 ρ_t 可在实验室内测得。真密度与视密度的差值越大,煤的孔隙率也越大。

国内外对煤孔隙率的测定结果表明,煤的孔隙率与煤的变质程度有一定关系。表 1-1 列出了俄罗斯顿巴斯矿区不同变质程度煤的孔隙率,表 1-2 列出了我国部分矿井煤的孔隙率,图 1-3 所示为我国煤炭科学研究总院抚顺分院对不同变质程度煤孔隙率的测定结果。

表 1-1 不同煤质与孔隙率的关系

煤质牌号	挥发分/%	灰分/%	水分/%	密度/ ($\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$)	视密度/ ($\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$)	孔隙容积/ ($\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$)	孔隙率/%
长焰煤	42~45.3	5.2~14	4.2~9.9	1.31~1.50	1.15~1.40	0.064~0.107	7.9~13.1
气煤	37.8~41.5	2.4~17	1.6~10.1	1.24~1.54	1.20~1.30	0.030~0.121	3.6~15.1

表 1-1 (续)

煤质牌号	挥发分/%	灰分/%	水分/%	密度/ ($\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$)	视密度/ ($\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$)	孔隙容积/ ($\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$)	孔隙率/%
肥煤	26.6 ~ 34.4	1.0 ~ 32	0.5 ~ 1.7	1.24 ~ 1.58	1.08 ~ 1.33	0.027 ~ 0.169	3.0 ~ 18.9
焦煤	18.1 ~ 25.9	2.5 ~ 22	0.5 ~ 3.0	1.26 ~ 1.54	1.22 ~ 1.44	0.017 ~ 0.114	2.2 ~ 14.9
黏结煤	12.2 ~ 16.6	2.7 ~ 19	0.9 ~ 2.2	1.33 ~ 1.75	1.22 ~ 1.53	0.025 ~ 0.128	4.2 ~ 18.3
瘦煤	7.1 ~ 11.5	1.4 ~ 12	0.5 ~ 0.7	1.35 ~ 1.50	1.32 ~ 1.37	0.031 ~ 0.073	4.8 ~ 9.6
无烟煤	2.1 ~ 6.1	2 ~ 10	0.7 ~ 2.5	1.53 ~ 1.66	1.4 ~ 1.56	0.080 ~ 0.439	6.0 ~ 11.4

表 1-2 我国部分矿井煤的孔隙率

矿 井	挥发分/%	孔隙率/%	矿 井	挥发分/%	孔隙率/%
抚顺龙凤矿	42.83	8.18	阳泉三矿	6.66	14.1
抚顺老虎台矿	45.76	14.05	阳泉丈八煤中层	9.28	1.19
抚顺深部坑	46.74	17.32	开滦唐家庄矿	33.16	3.8
阜新露天矿	42.39	20.1	本溪田师傅矿	13.71	6.7
鹤岗大陆井	31.85	10.6	重庆打通一矿	14.1	3.7
焦作王封矿	5.82	18.5	通化砬子煤矿	33.12	5.9
焦作小马村矿	6.92	13.7	甘肃贺兰山矿	24.45	6.1

从以上图表可以看出,不同的煤种孔隙率有很大不同,即使是同一类煤种,孔隙率的变化范围也很大,但总的趋势是中等变质程度的煤孔隙率最小,变质程度变小和变大时,孔隙率都会增大。

二、瓦斯在煤体内的赋存状态

瓦斯通常以游离和吸附两种状态存在于煤体之中。

1. 游离状态

游离状态(自由状态)。游离状态是指瓦斯以完全自由的气体状态存在于煤体或围岩的较大裂隙、孔隙或孔洞之中,如图 1-4 中 1 所示。游离瓦斯可以自由运动或从煤(岩)层的裂隙中散放出来,由于瓦斯分子的热运动,因此表现出一定的压力。煤体内游离瓦斯的多少取决于储存空间容积、瓦斯压力及围岩温度等因素。

2. 吸附状态

吸附状态(结合状态)又可分为吸着和吸收两种状态。

(1) 吸着状态。由于气体(瓦斯)分子与固体(煤)分子间的引力作用(这种作用

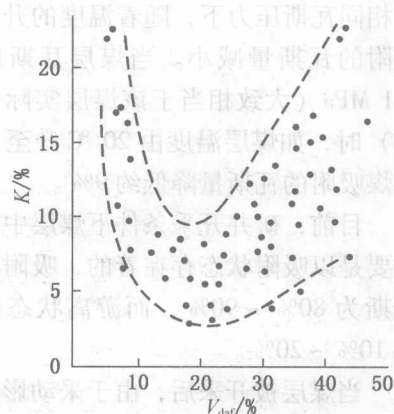
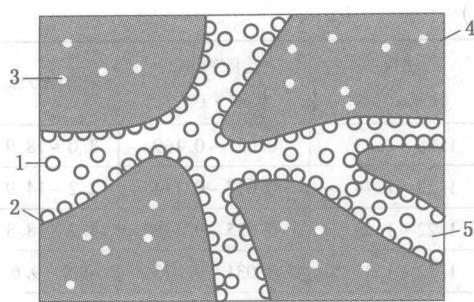


图 1-3 孔隙率随煤可燃基挥发分含量的变化



1—游离瓦斯；2—吸着瓦斯；3—吸收瓦斯；
4—煤体；5—孔隙

图 1-4 煤体中瓦斯的赋存状态示意图

力的距离很短，仅为 $5 \times 10^{-10} \sim 10 \times 10^{-10} \text{ m}$ ），瓦斯分子被吸着在煤体孔隙的内表面（煤体具有丰富的微小孔隙，其内表面积每一克煤可达 $150 \sim 200 \text{ m}^2$ ）上，形成一层很薄的膜状附着层，如图 1-4 中 2 所示。

(2) 吸收状态。瓦斯分子进入煤体胶粒结构内部与煤分子结合而呈现的一种状态，类似于气体溶解于液体的现象，如图 1-4 中 3 所示。

吸附状态存在瓦斯量的多少，取决于煤对瓦斯的吸附能力，即煤的结构特点、孔隙率、

炭化程度等，同时与外界压力、温度也有很大关系。

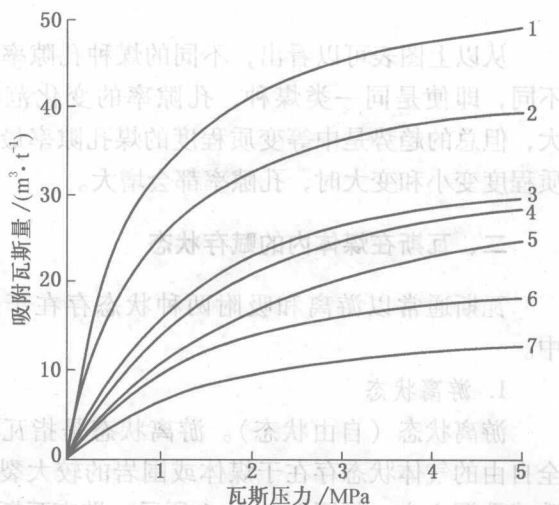
游离状态和吸附状态的瓦斯并不是不变的，而是处于不断交换的动平衡状态，当条件发生变化时，这一平衡就会遭到破坏。在压力降低、温度升高或煤体结构遭到破坏时，部分吸附状态的瓦斯就会转化为游离状态，这种现象称为解吸；反之，当压力升高或温度降低时，部分游离状态的瓦斯也会转化为吸附状态，这种现象称为吸附。

图 1-5 所示为我国部分矿井煤层煤样实测的吸附等温线。由图中可以看出煤吸附瓦斯的普遍规律：随着瓦斯压力的升高，煤吸附的瓦斯量增大，但增长率逐渐变小；当瓦斯压力无限增大时，煤吸附的瓦斯量趋于某一极限值。

图 1-6 所示为不同温度时煤吸附瓦斯等温线的测定结果。由图中可以看出，在相同瓦斯压力下，随着温度的升高，煤吸附的瓦斯量减小。当煤层瓦斯压力为 0.1 MPa （大致相当于该煤层实际瓦斯压力）时，如煤层温度由 20°C 升至 30°C ，则煤吸附的瓦斯量降低约 9%。

目前，矿井开采条件下煤层中的瓦斯主要是以吸附状态存在着的，吸附状态的瓦斯为 80% ~ 90%，而游离状态的瓦斯为 10% ~ 20%。

当煤层被开采后，由于采动影响破坏了岩体的完整性，使开采煤层及其邻近层的顶底板岩石产生裂隙，导致透气性的增加，煤体中处于吸附状态的瓦斯，解吸变为游离状态，在瓦斯压力失去平衡条件下，经由卸压的煤、岩孔隙和裂隙深入到采掘空间。随着采掘工作面的不断推进，瓦斯涌出的范围也在不断扩大。所以，瓦斯能够保持长时间地、均匀地涌出。



1—焦作演王庄矿大煤；2—阳泉一矿3煤层；3—峰峰
羊渠河矿大煤；4—淮南谢一矿B_{11b}煤层；5—抚顺
老虎台矿本煤层；6—西山杜儿坪矿2煤层；
7—淮南谢桥矿13-1煤层

图 1-5 我国部分矿井煤层的
吸附瓦斯等温线 (30°C)

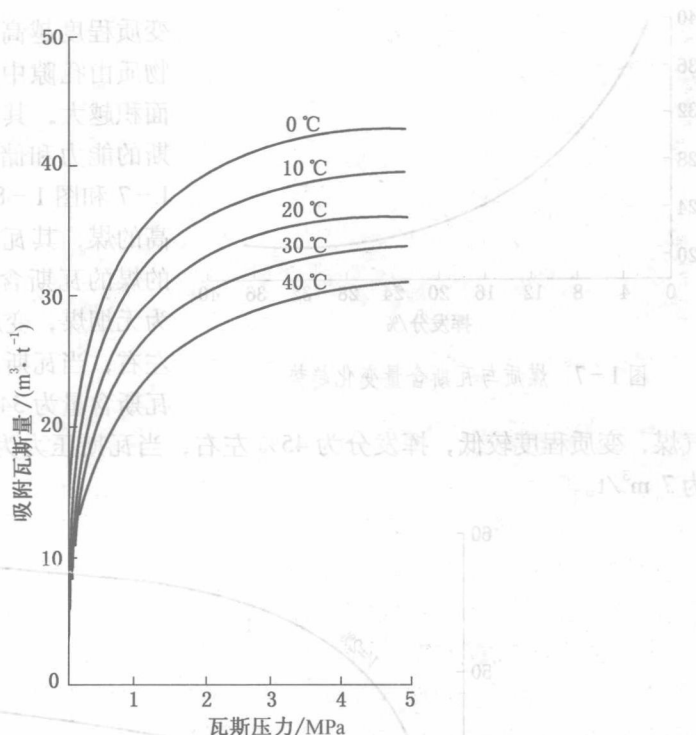


图 1-6 不同温度时煤吸附瓦斯等温线

第三节 影响煤层瓦斯含量的因素

一、瓦斯含量

瓦斯含量是指煤层或岩层在自然条件下单位质量或体积所含有的瓦斯量，其单位一般采用 m^3/t 或 m^3/m^3 表示。瓦斯含量包括游离瓦斯含量和吸附瓦斯含量两部分。

煤层未经采动影响时的瓦斯含量称为原始瓦斯含量，煤层受采动影响已经排放部分瓦斯，则剩余在煤层中的瓦斯量称为残存瓦斯量。煤层的围岩中有时也含有一定数量的瓦斯，称为岩层瓦斯含量。

经过复杂煤化过程生成的瓦斯，绝大部分脱离了产气煤层而排放到大气中去，留存到现今煤层中的瓦斯仅为其中的一小部分，当然也有在运移过程中遇到良好的盖层和圈闭条件而形成天然气藏的。因此，瓦斯含量并非是成煤过程中生成的原始瓦斯量。国内外大量研究和测定结果表明，煤层原始瓦斯含量一般不超过 $20 \sim 30 \text{ m}^3/\text{t}$ ，仅为成煤过程生成瓦斯量的 $1/10 \sim 1/5$ 或更少。

煤层瓦斯含量是煤层的基本瓦斯参数，是计算瓦斯蕴藏量、预测瓦斯涌出量的重要依据。

二、影响瓦斯含量的主要因素

1. 煤的变质程度

一般说来，在其他条件相同时，煤的变质程度越高，生成的瓦斯量就越大；而且煤的

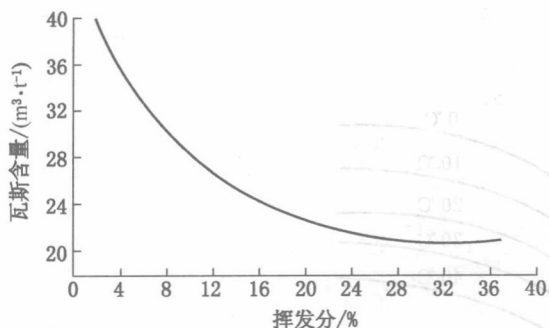
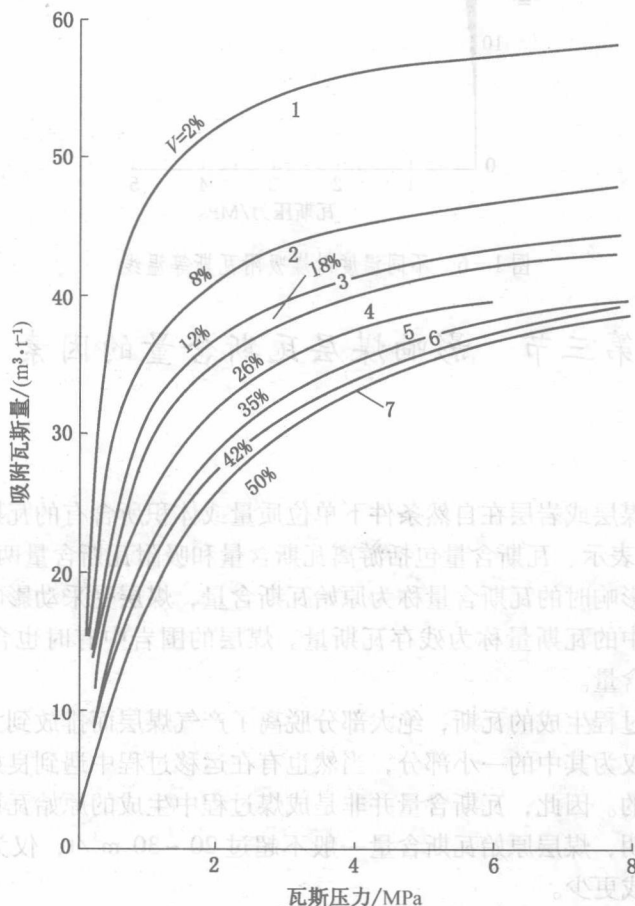


图 1-7 煤质与瓦斯含量变化趋势

变质程度越高，煤在炭化过程中挥发性物质由孔隙中排除所增加的煤的有效表面积越大，其孔隙率也越高，煤吸附瓦斯的能力和储存的瓦斯量就越大，如图 1-7 和图 1-8 所示。因此，变质程度较高的煤，其瓦斯含量要比变质程度较低的煤的瓦斯含量大。例如，阳泉 3 煤层为无烟煤，变质程度较高，挥发分为 7% 左右，当瓦斯压力为 1.6212 MPa 时，其瓦斯含量为 34 m³/t；而抚顺胜利矿的煤层为气煤，变质程度较低，挥发分为 45% 左右，当瓦斯压力为 1.692 MPa 时，其瓦斯含量仅为 7 m³/t。

图 1-8 不同煤种吸附瓦斯量与瓦斯压力关系 ($t=0\text{ }^{\circ}\text{C}$)

2. 煤层赋存条件

(1) 煤层的埋藏深度。一般来说，煤层埋藏越深，煤层中的瓦斯向地表运移的距离

就越长,散失就越困难,瓦斯含量就越大;浅部煤层和有露头煤层中的瓦斯容易逸散到大气中去,瓦斯含量就很小。瓦斯带内,瓦斯含量随着煤层埋藏深度的增加而增大,如图1-9所示。这在很多矿区的统计资料中都可得到证实。

(2) 煤层倾角。因为瓦斯沿煤层的层面流动比垂直于层面流动容易,所以在相同的条件下,煤层的倾角越小,瓦斯含量越大。例如,淮南的九龙岗矿为急倾斜煤层,地表有露头,垂直深度830 m处的相对瓦斯涌出量为 $5.3 \text{ m}^3/\text{t}$,而此煤田西部的谢二矿,为倾斜煤层,无露头,表土冲积层厚28~30 m,采深350 m处的相对瓦斯涌出量为 $27.2 \text{ m}^3/\text{t}$ 。

3. 围岩的透气性

煤层围岩,特别是覆盖在煤层上面的顶板岩层的性质,对瓦斯含量有较大影响。如果顶板岩层较厚、致密、完整、裂隙不发育、透气性较差,煤层中的瓦斯就难以向上运移而容易被保存下来,瓦斯含量就较高;反之,煤层内的瓦斯就会沿顶板发育的裂隙逸散而含量降低。如大同、京西煤田,煤层围岩是透气性较大的厚砂岩,瓦斯容易散放,瓦斯含量就小;而抚顺煤田虽然形成年代较晚,煤的变质程度较低,但由于顶板为130 m厚的致密油页岩和绿色页岩,透气性较差,为煤层瓦斯的生成、贮存提供了良好的盖层条件,大量煤层瓦斯被储存下来,成为世界闻名的高瓦斯煤田。

4. 地质构造

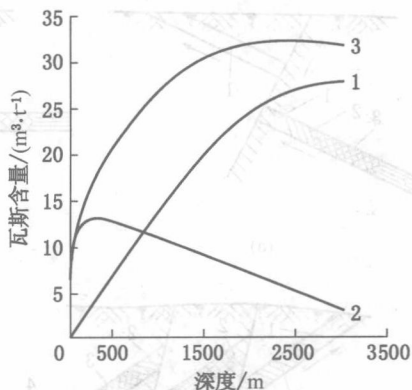
地质构造是影响瓦斯储存最为重要的条件之一,它往往是造成同一煤层的不同区域瓦斯含量不均衡的重要因素。

(1) 断裂构造。断层对瓦斯含量的影响十分明显。开放性断层,无论是正断层还是逆断层,也不论其与地表是否直接相通,都会因其有利于瓦斯的散放而使瓦斯含量降低,如图1-10所示;而封闭性断层不利于瓦斯的排放,煤层瓦斯含量则较高。如抚顺煤田内所有切割煤层的断层皆为封闭断层,不仅成为阻逆煤层瓦斯向地表运移扩散的屏障,而且成为煤层瓦斯的富集区域。

(2) 背斜构造。在瓦斯风化带以下的瓦斯带内煤层所形成的背斜构造,其顶板为致密岩层又未遭到破坏时,在背斜轴部地点的瓦斯较为容易积聚和保存下来,形成瓦斯含量较高的“气顶”,称为储瓦斯构造,如图1-11a和图1-11b所示。但当背斜轴部的顶部岩(煤)层因张力作用而形成有连通地表的裂隙时,背斜轴部的瓦斯会流失掉,瓦斯含量就会降低。

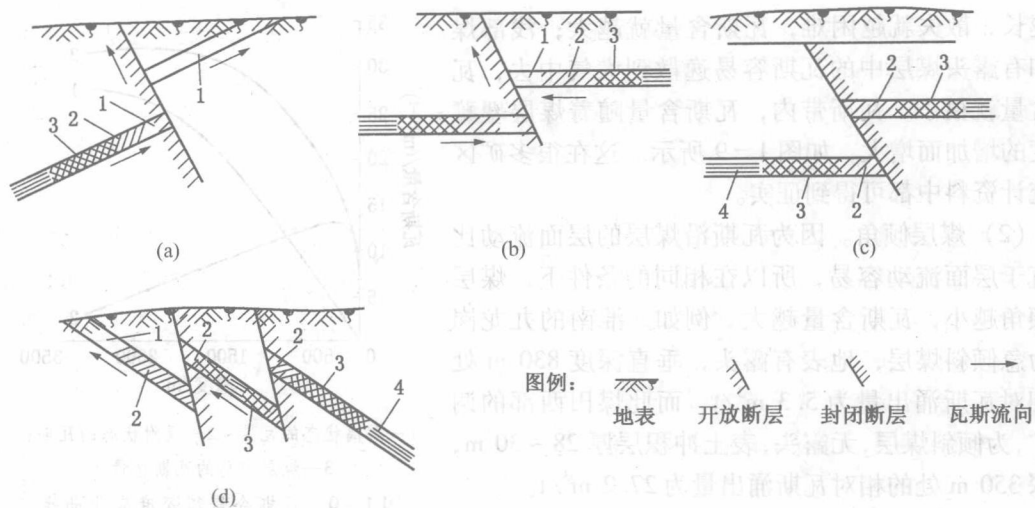
(3) 向斜构造。可分为两种情况:一是当煤层或围岩的裂隙发育透气性较好时,轴部的瓦斯容易通过构造裂隙和煤层转移到围岩和向斜的翼部,瓦斯含量减少,如辽源煤田和抚顺龙凤矿;二是当向斜轴部的顶部岩层受到的挤压应力较底部岩层强烈,使顶部岩层的透气性变小,瓦斯就易于贮存在向斜轴部,瓦斯含量较大,如鹤壁六矿和南桐一井等。向斜构造如图1-11f所示。

(4) 其他构造。局部煤层突然变厚而形成的大型“煤包”(图1-11c、图1-11d、



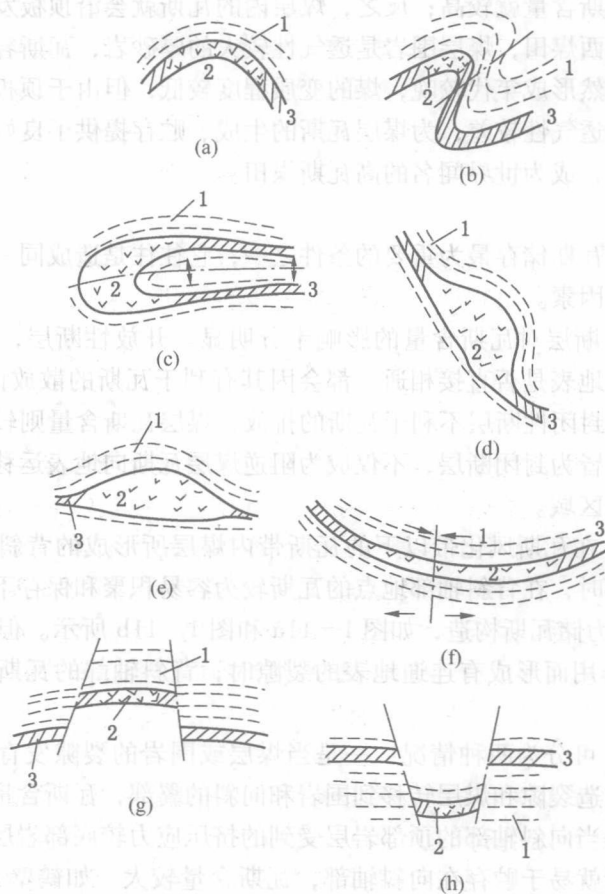
1—游离状态的瓦斯；2—吸附状态的瓦斯；
3—煤层中总的瓦斯含量

图1-9 瓦斯含量随深度变化曲线



1—瓦斯丧失区域；2—瓦斯含量降低区域；3—瓦斯含量异常增高区域；4—瓦斯含量正常增高区域

图 1-10 断裂构造对瓦斯含量的影响



1—不透气岩层；2—瓦斯含量增高部位；3—煤层

图 1-11 几种常见的瓦斯增高构造