

瓦斯地质 理论与实践

● 张子敏 张子戌 王兆丰 / 主编

Wasi

dizhililunyushijian

吉林科学技术出版社

瓦斯地质理论与实践

主 编 张子敏 张子戌 王兆丰
执行主编 张玉贵 白云峰 魏建平

江苏工业学院图书馆
藏书章

吉林科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

瓦斯地质理论与实践/张子敏主编. —长春: 吉林科学技术出版社. 2005.8

ISBN 7-5384-3154-3

I. 瓦… II. 张… III. 瓦斯煤层-地质学-文集
IV. TD712-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 090550 号

瓦斯地质理论与实践

主 编: 张子敏 张子戌 王兆丰

责任编辑: 周振新

封面设计: 瀚美东方

*

吉林科学技术出版社出版、发行

北京华英印刷厂印刷

*

880 × 1230 毫米 16 开本 17 印张 360.000 字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 56.00 元

ISBN - 7 - 5384 - 3154 - 3/TB·26

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换。

社 址: 长春市人民大街 4646 号

邮 编: 130021

电 话: 0431 - 5635186

传 真: 0431 5635185 5677817

电子信箱: JLKJCBS@publ.jl.cn

网 址: www.jkcbs.com 实 名: 吉林科技出版社

前 言

瓦斯是地质作用的产物，现今煤层瓦斯的赋存状态是含煤地层经受复杂地质历史演化作用的结果，受瓦斯生成、运移、保存条件等综合地质作用的控制。瓦斯的生成、运移、赋存以及煤与瓦斯突出动力现象都是地质作用的结果，存在着瓦斯地质规律。瓦斯抽放的难易程度与煤层结构破坏程度密切相关，尤其是煤层气开发工艺与煤层结构受强构造挤压、剪切形成构造煤的发育程度密切相关。瓦斯地质研究从宏观上涉及到板块构造运动；从微观上涉及到煤的化学结构。无论从赋存、分布的地质原因和规律，还是从瓦斯涌出、瓦斯突出的原因和规律，都涉及到极其复杂的地质条件、地质理论、地质测试手段。

2001年、2003年，中国煤炭学会瓦斯地质专业委员会在总结瓦斯地质研究和应用成果的基础上，出版了《瓦斯地质新进展》、《瓦斯地质研究与应用》，得到了广大煤矿工程技术人员的好评，许多单位和个人来信，建议定期出版瓦斯地质的最新研究成果。

按照中国煤炭学会第三届瓦斯地质专业委员会的工作计划，今年将召开瓦斯地质专业委员会第五次全国瓦斯地质学术研讨会。我们从全国各地寄来的有关瓦斯地质理论与实践的论文中精选了54篇，编辑出版了《瓦斯地质理论与实践》一书。本书涵盖了区域瓦斯地质、矿井瓦斯地质、瓦斯灾害预测及防治、瓦斯抽放与利用、瓦斯地质专题研究5个方面。可供从事瓦斯地质、瓦斯治理、煤层气地质、矿井地质、通风安全、采矿工程等专业的科研、生产和教学人员参考。

《瓦斯地质理论与实践》一书由张子敏、张子戌、王兆丰任主编，张玉贵、白云峰、魏建平任执行主篇。河南理工大学对本书的出版给予了大力支持。河南理工大学学术出版中心谢定均等同志对本书给予了指导和帮助，在此一并致谢。

由于编辑时间仓促，本书不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

中国煤炭学会
瓦斯地质专业委员会
2005年8月



前 言	(1)
-----------	-------

在 2004 年全国瓦斯地质学术年会上的讲话	袁世鹰 (1)
------------------------------	-----------

区域瓦斯地质

加强我国东部地区深部煤炭资源的勘查与研究	曾 勇, 吴财芳 (5)
----------------------------	----------------

煤层瓦斯聚集规律	李贵中, 王红岩, 刘洪林, 吴立新 (8)
----------------	--------------------------

岩浆热事件对太原西山煤田煤层甲烷富集的影响

..... 刘洪林, 王红岩, 刘洪建, 李贵中, 杨 泳, 刘 萍, 杨 帆 (15)	
--	--

中国煤层气高产富集区条件及预测方法	王红岩, 刘洪林, 李贵中 (22)
-------------------------	--------------------

矿井瓦斯地质

编制矿井瓦斯地质图 综合治理瓦斯	张子敏, 张玉贵 (26)
------------------------	---------------

瓦斯地质图编绘方法探讨	吕国生, 张子成 (31)
-------------------	---------------

文宾山井田瓦斯地质特征与瓦斯灾害防治	庄宝发 (35)
--------------------------	----------

地质构造对告成井田瓦斯分布的控制作用分析	翟 华 (40)
----------------------------	----------

成庄矿 3 号煤层瓦斯赋存特征和涌出规律探讨	贺光会, 郝兵印 (45)
------------------------------	---------------

潘三矿煤与瓦斯突出规律及其防治措施	朱贵旺, 苏义国 (52)
-------------------------	---------------

利用矿井瓦斯地质图划分煤层突出危险性区域及应用	何 奇 (57)
-------------------------------	----------

梨树矿井城子河含煤组 32 号和 33 号煤层瓦斯地质研究	庞贵智, 马成民 (63)
-------------------------------------	---------------

瓦斯灾害预测及防治

通过综合治理瓦斯实现高瓦斯矿井的安全高产高效

..... 苏清政, 李海贵, 冯志强 (68)	
--------------------------	--

大煤采掘过保护层切断线深孔卸压防止煤与瓦斯突出及顶板冒落

..... 申 磊, 李清源 (74)	
---------------------	--

掘进工作面分级管理防突措施应用研究	胡殿明, 吕有厂, 殷秋朝 (80)
-------------------------	--------------------

鹤壁矿区非放炮诱导煤与瓦斯突出原因分析及防治措施

..... 张明杰, 殷德银, 郭启明 (86)	
--------------------------	--

煤层顶板高抽巷瓦斯抽放技术在“三软”不稳定厚煤层综放工作面的应用

..... 王怀新 (91)	
----------------	--

超化煤矿岩巷揭煤瓦斯涌出规律分析	刘立果, 秦建营, 薛明理 (96)
------------------------	--------------------

海孜矿开采远距离下保护层解突效果研究	徐传田 (101)
老虎台矿瓦斯抽放技术	杨发武 (104)
樟儿沟煤矿煤巷掘进综合防突技术实践	张 洪, 施仲朝 (109)
高瓦斯矿井高产高效综放工作面瓦斯涌出特征及综合防治	李 虎 (115)
高瓦斯轻放工作面瓦斯综合治理技术研究	张道树 (119)
优化通风系统 加强通风安全管理	王仁茂 (123)
超化矿“三软”厚煤层煤巷掘进瓦斯综合治理技术实践	薛明理, 刘立果, 秦建营 (126)
断层导致煤层突出危险性增大的原因分析及防治	刘春平 (131)
薄煤层综采上保护层瓦斯综合治理技术	何 勇, 马益民 (134)
复杂断层带石门穿煤层施工技术	李志红, 何 勇 (140)
显德汪矿瓦斯综合治理技术	马东彩, 赵伟芝, 谷建辉 (143)
突出煤层综放巷道掘进防突措施研究与实践	杨开贵 (149)
小型液压风扇与采煤工作面上隅角瓦斯治理	潘 峰 (154)
综采放顶煤工作面上隅角瓦斯的治理	田利军, 巩文胜 (158)
分层综采面瓦斯治理研究与实践	赵新华 (162)

瓦斯抽放与利用

边掘边抽技术在突出工作面的应用实践	王安民, 潘 峰 (169)
煤盆地中的新生天然气资源	崔洪庆, 蒋福兴, 李翰忠 (174)
河北万全褐煤煤层气开发评价	谢明忠 (178)
调压室联合抽放采空区瓦斯技术研究与应用	郑庆学, 郑友刚, 王国华, 贺艳涛 (183)
巷道法抽放卸压煤层瓦斯的实践	于双海 (188)
煤层顶板高抽巷瓦斯抽放技术在“三软”厚煤层综放工作面的应用	贾天让, 薛明理, 史小卫 (192)
高瓦斯综放工作面采空区地面钻孔抽放瓦斯实践	肖 蕾, 刘明星 (197)
丰城矿务局煤层气发电的可行性分析	蔡宝家 (202)
由高冒长孔瓦斯抽放试验探索高抽巷的布置	刘东兴, 胡菊印, 陆天丰 (205)
鸡西矿区瓦斯抽放技术的研究与应用	庞贵振, 庞贵智 (208)

瓦斯地质专题研究

适于非接触性探测的煤体结构分类方案	汤友谊, 安鸿涛 (212)
溶剂萃取法研究平顶山构造煤结构与瓦斯突出	张玉贵, 张子敏, 郭明功 (219)
新一代煤与瓦斯突出预测专家系统研制	郝吉生, 倪小明, 刘其轩 (224)
分形维数计算及等维线绘制程序在瓦斯地质中的应用	郝天轩, 何 俊 (230)

基于小波包的提高声波测井中构造煤薄层分辨率研究	常松岭 (237)
顶板水平抽放钻孔参数设计	刘 操 (242)
高瓦斯易自燃厚煤层放顶煤工作面综合治理瓦斯技术探讨	梁玉春, 谭永福, 苏洪年 (246)
用钻孔瓦斯涌出初速度法进行浅孔预测的可行性研究	王恩义, 岑梅英, 张广彦 (250)
顺层长煤孔施工中存在的问题及解决方法	刘春平 (253)
缓倾斜突出煤层短导硐震动爆破揭煤技术在九里山矿的应用	郑保川, 王良金, 连金江 (256)
矿井回风流中低浓度瓦斯资源开发利用探讨	王晓平 (260)

在 2004 年全国瓦斯地质学术年会上的讲话

中国煤炭学会瓦斯地质专业委员会主任 袁世鹰

(二〇〇四年八月十八日)

各位委员、各位代表、同志们：

2004 年全国瓦斯地质学术年会今天在祖国北方大都市、著名的冰城哈尔滨召开，来自全国煤炭系统生产企业、管理单位、科研院所和大专院校的 78 名代表出席了这次会议。在此，我代表瓦斯地质专业委员会，向参加会议的各位代表、特邀嘉宾表示热烈的欢迎，同时感谢大家对瓦斯地质专业委员会工作的支持。

一、煤矿安全生产形势

(一) 我国煤矿安全生产的差距

我国煤矿每年死亡人数在 6 000 人以上，比全球主要产煤国家死亡人数的总和（不超过 1 500 人）还要多几倍，占全国矿山行业死亡人数的 85%，占全国工矿企业死亡人数的 50% 左右。

1990 年 - 2000 年，我国产煤量为 126.83 亿 t，死亡人数为 66 196 人，平均百万吨死亡率为 5.22。国有重点煤矿产煤量为 52.16 亿 t，死亡人数为 6 357 人，百万吨死亡率为 1.22；国有地方煤矿产煤量为 22.77 亿 t，死亡人数为 10 329 人，平均百万吨死亡率为 4.54；乡镇煤矿产煤量为 50.26 亿 t，死亡人数为 47 673 人，百万吨死亡率为 9.49；而美国此间共产煤 104 亿 t，死亡人数为 496 人，平均百万吨死亡率为 0.478。11 年间，我国比美国多产煤 22.83 亿 t，而死亡人数多 65 653 人，按百万吨死亡率相比，约是美国的 110 倍。

据统计，2000 年世界主要产煤国家煤矿的死亡人数：中国为 5798 人，煤矿百万吨死亡率为 5.86；美国为 40 人，煤矿百万吨死亡率为 0.039；南非为 30 人，煤矿百万吨死亡率为 0.13；波兰为 28 人，煤矿百万吨死亡率为 0.26；俄罗斯为 115 人，煤矿百万吨死亡率为 0.46；印度为 134 人，煤矿百万吨死亡率为 0.42。我国死亡 30 人以上的特大事故大多数发生于瓦斯爆炸和瓦斯突出。2001 年，我国一次死亡 10 人以上的特大事故 14 起，除 2 起透水事故外，其余 12 起都是瓦斯事故。3 人以上事故中，瓦斯事故远远高于其他各种事故，1997 年死亡人数高达 3080 人，占煤矿总死亡人数的 45.6%。

(二) 近几年我国煤矿的安全生产形势

近几年，我国煤炭行业认真贯彻国家煤矿安全监察局提出的全国煤矿瓦斯治理“先抽后采，监测监控，以风定产”十二字方针，依靠科技进步，开创了煤矿安全生产工作的新局面。

2002年,我国生产原煤13.93亿t,比历史最高的1996年多0.2亿t,同比上升26.0%,其中,国有重点煤矿生产7.13亿t,同比增长15.0%。国有重点煤矿原煤生产人员效率为3.075t/工,同比提高11.4%。全国煤矿百万吨死亡率为4.64,同比下降12.4%,其中:国有重点煤矿1.26,同比下降20.4%。

2003年,全国生产原煤17.36亿t,达到历史最高水平,原煤产量比2002年增加3.43亿t,增长24.6%。国有重点煤矿产煤量为8.30亿t,同比增产1.18亿t,增长16.6%,国有地方煤矿产煤2.94亿t,同比增产0.31亿t;乡镇煤矿产煤量为6.12亿t,同比增产1.94亿t。全国煤矿死亡人数为6702人,比2002年减少293人,百万吨死亡率为4.17,同比下降16.6%,其中国有重点煤矿百万吨死亡率为1.08,同比下降13.6%;国有地方煤矿百万吨死亡率为3.13,同比下降18.3%;乡镇煤矿百万吨死亡率为9.62,同比下降20.6%。

2004年上半年比2003年煤炭产量同比增长1.15亿t;全国煤矿共发生伤亡事故1797起,死亡人数为2668人,同比减少120起,减少346人,同比下降分别为6.3%和11.5%。全国煤矿百万吨死亡率为3.02,同比下降23.0%,其中国有重点煤矿百万吨死亡率为0.63,同比下降42.5%。

(三) 中央领导高度重视安全生产工作

党的十六大以来,新的中央领导集体把安全生产工作摆在十分重要的位置,采取一系列重大措施加强安全生产工作。2004年1月7日,温家宝总理主持召开的国务院第34次常务会议,审议通过了国务院《关于进一步加强安全生产工作的决定》(以下简称《决定》),这是建国以来的第一次,也是党和政府加强安全生产工作的又一重大举措,是指导新时期安全生产工作的纲领性文件。《决定》科学地阐述了安全生产与“三个代表”、安全生产与可持续发展战略的内在联系。《决定》强调,要坚持“安全第一,预防为主”的方针,实施科技兴安战略,推动科技创新,依靠科技进步,提升安全生产科学技术水平。国家煤矿安全监察局领导要求:加快实施“科技兴安”战略,企业作为科技投入的主体,必须在安全科技创新和安全技术改造上舍得下本钱,把安全生产真正建立在依靠科技进步和提高劳动者素质的基础之上。国家煤矿安全监察局确定了“煤矿瓦斯综合防治、运输车辆安装监测仪、安全科技示范、安全专业人才培养”等五项战略起步工程。

二、瓦斯地质研究面临的任务

2004年,国家煤矿安全监察局为贯彻《决定》提出了“煤矿瓦斯综合防治”等五项战略性起步工程,同时提出了瓦斯治理十二字方针:“先抽后采、监测监控、以风定产”。近几年来,淮南矿业集团公司瓦斯地质工作开展得比较好,公司成立了“瓦斯地质研究院”,提出了“瓦斯地质结合,管理研究并重”的预防和治理煤与瓦斯突出灾害的主体思想,强调采掘工作面编制以瓦斯地质为基础的防突预测图,大力推行“保护层”开采技术,使瓦斯综合治理技术和安全生产取得重大突破。工作面单产由原来的2.4万t提高到7万t以上;掘进单进由80m提高到150m以上;生产效率由0.84t提高到4t,机械化程度由28%提高到80%,生产规模达到3000万t。

瓦斯地质研究是“煤矿瓦斯综合防治”工程最基础的工作,一个矿区、一个矿井只

有把瓦斯地质规律搞清楚，才会做到防治瓦斯灾害有的放矢。只有搞清区域地质构造，才能搞清矿区构造在历次地质构造运动中的大地构造位置，也才能搞清煤层瓦斯的生成条件和经历风化、剥蚀、挤压、拉张等作用的保存条件；也才能搞清矿区构造变形、断裂褶皱发育和构造应力场及其演化特征以及挤压、剪切作用和形成构造煤的发育特征，在此基础上搞清煤与瓦斯突出危险区的分布特征，划分出不同的瓦斯地质单元。

编好矿井、采区、采掘工作面瓦斯地质图是掌握瓦斯地质规律、进行瓦斯地质信息跟踪、综合防治瓦斯灾害的有力措施。

随时收集整理回采工作面的瓦斯涌出资料，经过严格认真地筛选，得出大量的瓦斯涌出量点，是最能反映不同瓦斯地质条件、不同回采工艺条件，也是最接近实际的瓦斯涌出资料，信息量最大，也最能反映矿井不同煤层的瓦斯涌出规律和瓦斯涌出量大小；用这种方法预测的瓦斯涌出量比较真实，是“以风定产”的可靠依据。

要加强开发瓦斯地质的探测新手段和新方法的研究力度，不断提高瓦斯地质研究的精度，由定性研究到定量研究。国家煤矿安全监察局领导高度重视煤矿瓦斯监控网络系统的建立和发展。瓦斯地质研究也要发展信息数字化，把更多的瓦斯地质信息纳入到煤矿瓦斯监控网络系统中去。

三、瓦斯地质专业委员会的改革和发展

中国科协第六次全国代表大会对学术团体提出了加强自身建设、加大改革力度、增强持续发展能力的要求。瓦斯地质专业委员会是中国煤炭学会直属的分支学术组织，同其他学术团体一样，在改革开放的新形势下，也存在着生存、改革和发展问题。

（一）努力建设“科技工作者之家”

瓦斯地质专业委员会是科技工作者的群众组织，科技工作者是学术团体存在和发展的基础。只有坚持科技工作者的主体地位，竭诚为广大科技工作者服务，才能切实履行科协的宗旨和职责，发挥党和政府联系科技工作者的桥梁和纽带作用。要把依靠科技工作者作为根本的工作方针，要反映科技人员的呼声和要求；要尊重知识，尊重人才，通过正常渠道及时反映科技人员的建议和意见；要发现人才，举荐人才，认真做好“煤炭青年科技奖”、“孙越崎青年科技奖”等科技人才的推荐工作；要坚持“百花齐放、百家争鸣”的方针，努力创造宽松的学术氛围，推动学科发展和科技创新，努力把专业委员会建设成“科技工作者之家”。

（二）以经济建设为中心开展各项工作，为推动煤炭工业持续快速发展做出贡献

群众学术团体工作是国家科技工作的重要组成部分，只有坚持以经济建设为中心，才能确立其社会格局中的地位，并得到党和政府以及全社会的关心、重视和支持。从新世纪开始，我国进入全面建设小康社会，加快推进社会主义现代化的新的发展阶段。在新形势下，瓦斯地质专业委员会的工作要贯彻落实科教兴国战略和可持续发展战略，以经济建设为中心开展各项工作。

要注重将学术交流与决策咨询、科学论证紧密结合，组织煤矿安全、资源开发等方面的科学论证，提出政策性建议，为有关政府部门决策提供科学依据。要加强学术活动与经济结合的力度，特别是加强煤矿安全生产中热点、难点问题的技术研讨，为推动我国煤炭工业持续快速发展贡献力量。

(三) 改进、提高瓦斯地质专业委员会学术活动的质量和水平

群众学术团体不同于党政部门，不同于科研机构，不同于企事业单位，具有组织形态上的独特性。要按照群众团体的规律开展工作，探索符合自身规律和特点的管理体制和工作模式，使专业委员会的工作充满生机和活力。

现代科学技术尤其是信息技术和网络技术的发展，对学术交流的手段和方式带来了重大影响。要积极探索现代学术交流的方式、方法，以学术年会为主，努力提高学术交流的质量和水平，注重交流效果，增强学术活动的吸引力和凝聚力。

现代煤炭工业的发展，提出了一些综合性的理论难题和实际问题，需要多学科、跨学科的合作研究，相互渗透。瓦斯地质专业委员会要适应科学技术发展趋势，加强与煤炭学会其他学术组织、省煤炭学会联系的力度，在条件成熟时联合举办学术活动。

(四) 开展“创品牌工程”活动

努力贯彻中国煤炭学会 2004 年提出的工作要点，开展“创品牌项目”、“品牌产品”、“品牌学术会议”等活动。积极撰写学术论文，在论文前同时冠以本单位和中国煤炭学会及专业委员会的名称；专委会在两年内发表一篇以中国煤炭学会及专业委员会署名的建议或论文；积极参加中国煤炭学会科技评奖、科技评估、科技成果鉴定、验收活动。

本次学术年会是第三届瓦斯地质专业委员会组织召开的四次全国学术会议，已列入中国煤炭学会 2004 学术活动计划。学术交流的主要议题是：

(1) 瓦斯地质在基础理论方面的研究成果；(2) 瓦斯地质新技术、新方法；(3) 煤层气资源的地质评价及其应用成果；(4) 现场生产实践中其他瓦斯地质研究成果。

深入学习贯彻党的“十六大”提出的“三个代表”的精神实质，把党的“三个代表”的重要思想作为根本方针，贯彻到专委会工作的各个方面。要以“继往开来，与时俱进”的精神谋划专业委员会的工作。面对当今世界日益激烈的科技竞争，专业委员会要增强责任意识和紧迫感，按照“发展要有新思路、改革要有新突破、开放要有新局面、各项工作要有新举措”的要求，积极探索新形势下工作的新思路、新方法、新途径。在中国煤炭学会的领导下，在挂靠单位河南理工大学的支持下，团结全国广大瓦斯地质工作者，振奋精神，努力工作，促进瓦斯地质学科的不断发展，为我国煤炭工业现代化建设做出新的贡献。

最后，祝代表们身体健康，祝大会圆满成功！

加强我国东部地区深部煤炭资源的勘查与研究

曾 勇, 吴财芳

(中国矿业大学 资源与地球科学学院 江苏 徐州 221008)

摘 要: 分析了我国煤炭资源的分布和开发现状, 指出: 在我国较发达的东部地区, 浅部煤炭资源十分匮乏, 而西部地区优质煤炭资源的勘查程度低, 运输距离长, 严重地制约着东部地区国民经济的可持续发展。作者认为, 只有加强东部地区深部煤炭资源的勘查和研究, 才能解决这一难题; 同时还探讨了开发东部深部煤炭资源的技术难点和对策。

关键词: 东部地区; 深部煤炭资源; 难点和对策

0 引 言

煤炭在我国能源结构中占有重要地位, 1998 年以前, 煤炭在我国一次能源生产和消费中的比例一直在 75% 左右, 而且这种居高不下的比例将要持续一段相当长的时间。根据专家预测, 即使到本世纪中叶, 煤炭在我国一次能源生产和消费中也能占有 50% 的比例; 可见, 在今后 50 年内, 煤炭仍将是我国能源结构中的重要组成部分。

1 我国煤炭资源赋存及开发形势

1.1 我国煤炭资源区域分布特点 (除台湾省外)

根据最新的第三次全国煤田预测资料 (1997) 表明^[1], 垂深在 2 000 m 以内的煤炭资源总量为 55 697.51 亿 t, 但全国各区域煤炭资源的分布极不均衡, 这种区域分布有以下几个特点:

(1) 煤炭资源量大于 1 000 亿 t 的省区有 8 个, 它们的煤炭资源量合计约为 50 750.86 亿 t, 占全国煤炭总资源量的 91.12%, 这 8 个省区是新疆、内蒙、山西、陕西、贵州、宁夏、甘肃、河南, 其中 7 个位于我国西部地区, 仅河南省的 1157.69 亿 t 位于中部地区; 而东部较发达的地区, 如北京、天津、河北、广东、安徽、山东、江苏、福建、浙江、江西等省市的煤炭总资源量只有 2707.65 亿 t, 仅比贵州一个省多 303 亿 t, 占全国煤炭总资源量的 4.9%。

(2) 就我国南北煤炭资源的分布而言, 昆仑山—秦岭—大别山以北地区的煤炭资源量总和为 51 842.84 亿 t, 占全国煤炭资源总量的 93.08%, 其余各省区的煤炭资源量之和为 3854.67 亿 t, 仅占全国煤炭资源总量的 6.9%。

以上分析可见, 在我国经济发达的东部地区, 尤其是长江下游以及珠江三角洲地区, 煤炭资源十分贫乏。

1.2 我国煤炭资源的开发现状

(1) 由于我国煤炭资源的分布不均衡性, 我国煤炭资源开发和产量的分布也是很很不均衡的^[2]。总体来看, 北部开发快, 产量大; 南部产量少; 西部开发快, 产量大; 而东部产量较少。我国年产千万吨的特大型煤炭生产基地都分布在长江以北地区, 例如, 山西省的大同、西山、晋城、潞安、平朔、阳泉; 东北的鸡西、阜新; 河北省的开滦; 河南省的平顶山、义马; 安徽的淮北; 苏北的徐州; 山东的兖州。

(2) 我国早期的工业化是从东部沿海地区开始的。当时, 为了就近解决发展工业所必需的煤炭燃料问题, 首先在东部地区对煤炭资源进行了开发, 随着工业化的推进, 这种开发也得到了加速发展。因此, 东部地区的煤炭资源不仅开发历史长, 而且开发强度大。当今, 随着我国东部地区工业的高速发展, 煤炭的需求量也越来越大。华东较发达地区虽然也有一些特大型矿区, 但由于开采历史悠久, 储量所剩无几, 已经接近衰老期, 例如江苏的徐州矿区、安徽的淮南矿区和淮北矿区。有的矿区虽然开发历史不长, 但由于近年来东部地区经济的飞速发展, 对煤炭需求量的增加, 以致一些矿区的开发强度猛增, 使一些煤质好、地质条件良好的主采优质煤层的储量急剧下降, 所剩不多, 难以满足东部地区经济长期可持续发展的需要, 例如, 山东的兖州矿区、河北的开滦矿区以及山东枣庄矿区、肥城矿区、新汶矿区等相对较小的矿区。

2 东部地区深部煤炭资源的开发所面临的问题

东部地区的经济高速发展, 需要大量的煤炭资源给予支撑。然而, 当地的浅部资源逐渐枯竭, 而西部地区的优质煤炭资源尚需进一步勘查和开发, 同时长距离运输也将严重制约东部工业的高速发展; 因此, 就近开发当地的深部煤炭资源势在必行。

目前我国的煤矿采深一般在 800 m 以内, 只有少数矿区能达到 1 000 m 左右。随着煤层埋藏深度的增加, 将给煤炭资源开发带来一系列的困难。解决这些难题, 既能为开发深部煤炭资源创造有利条件, 同时也为丰富和完善采矿及其相关领域的理论体系做出贡献。因此, 它不仅具有巨大的实际经济价值, 而且 also 具有重要的理论意义。深部煤炭资源的开采将引发以下科技问题:

(1) 地层压力和温度将随着煤层埋藏深度增加而增大。在煤层埋深约 1 000 m 处, 地层压力将达到 23.4 MPa, 温度达到 35℃, 该地层压力是地下 500 m 深处压力的 2 倍。

(2) 在高应力状态下, 地下井巷工程及采掘工作面将出现频繁的岩爆、冲击地压等工程灾害。

(3) 深部高应力状态下的煤层, 长期处于高的热环境中, 随着地层压力和地温的增高, 煤层的煤化作用势必比浅部更为加深, 生烃量也随之增多。此外, 温度对甲烷等煤

层吸附气体起到了脱附的活化作用,从而使游离瓦斯气体更多。虽然超压对生烃过程有抑制作用^[3,4],但它将使生烃源岩一直保持在生烃的饱和状态,一旦井下地质条件发生变化,将促使煤层瓦斯快速释放。这一切将使深部煤层的瓦斯气体的潜在含量大大高于浅部,从而引发了研究和防治低瓦斯矿井的深部高瓦斯含量和突出危险性的新问题^[5]。

(4) 深部煤层开发时所穿透的地层较多,地下水水流面积更大,水文地质条件更加复杂。同时,由于具有高的地应力,使各含水层之间的水力联系、矿井充水条件、底板突水的工程地质条件与浅部完全不同,有必要重新认识,重新研究。

3 加强东部深部煤层地质灾害机理研究的对策

为了加速开发东部地区的深部煤炭资源,应该针对上述地质问题,采取以下对策,加强地质机理的研究:

(1) 国土资源部地质调查局及其相关部门,应高度重视东部的深部煤炭资源的勘查研究,应将其列为“十五”“十一五”项目建设规划中,作为一项重点项目立项研究。

(2) 加强东部煤系伴生矿产的勘查与研究,例如硫铁矿、硅藻土、锗、煤系铀矿等。

(3) 对深部的煤层气资源进行开发性综合研究,深部煤层气的开发不仅为国民经济发展提供了一种清洁型能源,而且为下一步深部煤层的开采排除了瓦斯突出、爆炸等安全隐患。

(4) 在深部煤炭资源勘查阶段,应重视研究有害元素,例如硫、砷、氟等在煤中的原位赋存分布规律以及其在燃烧过程中对环境产生的影响。

(5) 在勘探研究工作中,国土资源部的专业队伍应与科研单位和高等院校联合攻关,发挥各自的专长,取长补短,共同实现新的突破。

(6) 在勘查研究工程中,原位取样及其分析测试是项目实施的关键,建议与国家当今最先进的大陆科学钻探工程的相关实验室结合,充分利用他们的先进设施和技术,共同完成任务。

参考文献:

- [1] 毛节华,许惠龙.中国煤炭资源预测与评价.北京:科学出版社,1999.
- [2] 陈准.我国能源结构的战略调整与国际化对策.中国工业经济.2000(7):29-34.
- [3] 孙楠.地球深部流体与油气生成及运移浅析.地球科学进展,2000,15(3):283-288.
- [4] 郝芳,董伟良.沉积盆地超压系统演化、流体流动与成藏机理.地球科学进展,2001,16(1):79-85.
- [5] 陈晓东,王先彬.压力对有机质成熟和油气生成的影响.地球科学进展,1999,14(1):31-36.

第一作者简介:曾勇,1943年出生,江西南城人,教授,博士生导师,长期从事煤田地质、瓦斯地质和地层古生物学方面的研究和教学工作。

煤层瓦斯聚集规律

李贵中^{1,2}, 王红岩², 刘洪林², 吴立新¹

(1. 中国矿业大学(北京) 北京 100086;

2. 石油勘探开发科学研究院廊坊分院 河北 廊坊 065007)

摘要: 煤层瓦斯聚集规律的研究贯穿煤层瓦斯排放及开发利用的始终, 与煤田地质学、天然气地质学、流体力学等学科息息相关。向斜构造部位是煤层瓦斯聚集的主要区域。大量研究与实践证实, 向斜具有天然维持地层压力的机制, 煤层瓦斯容易在此聚集、突出。构造热事件一方面使煤层短时间内受热, 煤阶升高, 煤层瓦斯大量生成, 另一方面改善了煤的储层物性, 对煤层瓦斯的聚集起到重要作用。上覆地层有效厚度可以有效地评估三史的匹配关系。水文地质条件是煤层瓦斯保存及形成超压的主要因素。本文侧重研究煤层瓦斯的聚集条件。

关键词: 煤层瓦斯; 聚集; 向斜; 热事件; 上覆地层有效厚度

0 引言

煤层瓦斯的聚集受多种因素的影响, 瓦斯的聚积规律直接关系到煤层瓦斯的排放、开发与利用。通过对沁水盆地和其它一些煤田的深入研究表明, 中国煤层瓦斯的聚积主要受4个因素的控制或影响: 向斜构造, 区域岩浆活动, 上覆地层有效厚度, 水文地质环境。

1 向斜构造与煤层瓦斯聚集

1.1 煤层瓦斯向斜部位聚集规律

含煤盆地或富集区带的煤层瓦斯具有这样的现象或特征: 随着埋深增加, 煤层瓦斯一般具有增加的趋势; 新、老含煤地层多为向斜或复式向斜, 轴部一般埋藏较深, 煤层瓦斯较大。地质构造中的向斜具有天然维持地层压力的机制, 具体表现在: 向斜一般具有地层水的向心流动机制, 在向斜核部维持较高的地层压力系统; 一般向斜核部断裂、裂隙不发育, 煤层瓦斯被水动力溶解、冲洗作用弱; 一般向斜上覆地层厚度较大, 利于维持地层压力。复式向斜中由于存在多个背、向斜褶曲, 易于形成低渗带, 从而进一步减缓地层水流动, 更有利于维持地层压力。

沁水盆地剖面形态为一个完整的复式向斜盆地，存在一种维持向斜核部高势区的地质机制。经研究表明，沁水盆地向斜部位瓦斯含量明显高于两翼，存在向斜聚集瓦斯这一明显的规律（图1）。这种规律在沁水盆地普遍存在，而在其它煤田也有相似的规律（图2）。

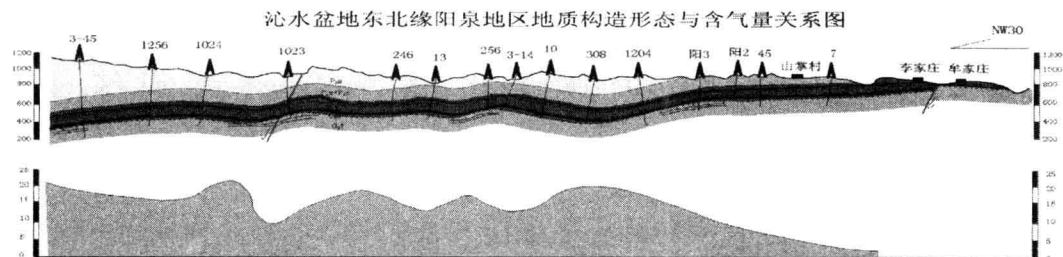


图1 沁水盆地东北缘阳泉地区地质构造形态与3号煤瓦斯含量的关系

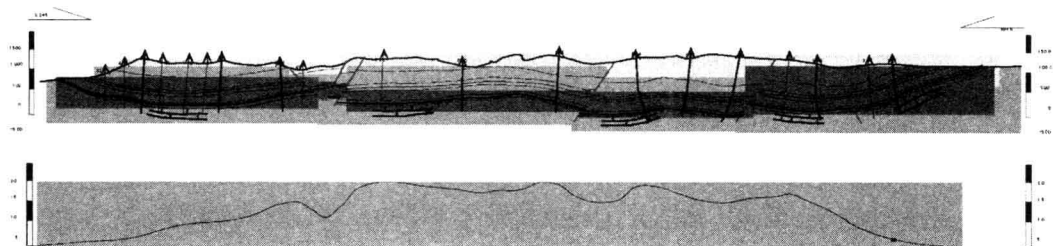


图2 西山煤田地质构造形态与2号煤瓦斯含量的关系

1.2 煤层瓦斯的势

Hubbert 将地下单位质量流体具有的机械能的总和定义为流体势 (Φ):

$$\Phi = gZ + \int_0^p dp + q^2/2 \quad (1)$$

式中, Z —测点高程; g —重力加速度; p —测点压力; ρ —流体密度; q —流速。

上式等号右端第一项表示重力引起的位能, 第二项表示流体的压能 (或弹性能), 第三项表示动能。

在静水环境或流体流动很缓慢时, $q^2/2$ 可忽略不计, 在地层条件下可简单理解为单位质量流体的位能和压能之和:

$$\Phi = gZ + \int_0^p dp/p \quad (2)$$

一般情况下, 可认为油、水是不可压缩的, 即密度不随压力变化, 在压力变化不大时, 气的密度也可视为常数。这样水势、气势则分别写为

$$\Phi_w = gZ + p/\rho_w \quad (3)$$

$$\Phi_g = gZ + p/\rho_g \quad (4)$$

水势 Φ_w 可用测压水头 h_w 来表示。因为测压水头为测点的高程与测点的压力水头之和：

$$h_w = Z + p/g\rho_w$$

水势可改写为

$$\Phi_w = gZ + p/\rho_w = g(h_w - p/g\rho_w) + p/\rho_w = gh_w \quad (5)$$

因此，煤层瓦斯的势可写为

$$\Phi = gh_w + gh_g \quad (6)$$

其中， gh_g 为游离气在饱和状态下的势，在非饱和状态下其值为 0。

2 区域岩浆活动对瓦斯生成、聚集的影响

古地热场特征直接控制着煤层在地质历史中的受热温度、受热速率和受热强度，影响煤层瓦斯的生成、演化历程，进而对煤层瓦斯的聚积、逸散历史产生影响。因此，查明不同地史时期的古地热场特征及其演化，是瓦斯地质研究的一个主要内容，也是煤层瓦斯资源评价乃至地质选区研究的重要基础工作之一^[1]。

无论是在华北、华南，还是在西北和东北地区，我国高煤阶煤无一例外是在岩浆活动或地热异常等热事件作用下形成的。我国典型的高煤阶煤层瓦斯生成模式一般都经历了 1~2 个生气高峰，并且在异常高的古地温场下发生的二次生气作用生气量巨大，为煤层瓦斯的聚集提供了强大的气源，而且由于岩浆的侵入，还极大地改善了煤层的渗透性，加上生烃史和构造史的良好配置，我国高煤阶煤层的瓦斯含量普遍较高。

2.1 区域古地热场演化

地热场的基本要素包括地温梯度（地温增温率）、地壳中某一深度处的温度以及大地热流密度（或大热流值）。区域构造、地壳结构和岩浆活动状况决定了上述要素的特征，其活动史控制着古地热场的演化。

晚古生代华北地区为统一而稳定的巨型盆地，具有典型的克拉通盆地的特征。在三叠纪，华北地台开始活化，但三叠系与二叠系连续沉积，区内除南、北边缘之外，至今尚未发现印支期岩浆活动的证据，有人甚至据此认为印支运动在华北盆地内部表明不明显。无论印支期构造运动在本区的表现明显与否，地层的沉积特征至少表明海西期和印支期仍同属一个构造旋回，印支期该区大地构造仍具有地台的特征。在全球大陆的克拉通地区，大地热流密度一般小于 45 MW/m^2 (1.08 HFU)。取砂岩和泥岩的平均热导率 1.6 来计算，沉积盖层的地温梯度约为 $2.8^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。由此可将地温梯度为 $3^\circ\text{C}/100\text{m}$ 左右地热场定义为“正常地热场”。上述特征表明，上古生界煤层埋藏历史第一阶段期间的古地热场属于正常古地热场范畴，煤化作用服从深成变质规律。

进入燕山期之后，整个华北地区构造分异作用加剧，地壳深部热流体制调整，古地热场特征发生变化。然而，就整个华北地区而言，侏罗系岩浆岩仅见于北缘的阴山—燕山地区和东缘的郯庐深大断裂带，属陆壳型岩浆岩，包括沁水盆地的华北地区内部未见显示。因此，研究区内燕山早期（侏罗纪）古地热场可能还不具备异常古地热场的特征，或者说对上古生界煤层在埋藏第二阶段的煤化作用没有产生显著影响。