

“十二五”江苏省重点图书出版规划项目

新疆维吾尔自治区引进高层次人才及“天山学者”启动基金资助

国家重点基础研究发展规划(973)项目(2005CB221501)资助

国家重点基础研究发展规划(973)项目(2009CB219605)资助

地勘阶段煤与瓦斯突出 区域预测的理论和方法

(以淮南潘一煤矿为例)

傅雪海 周荣福 廖斌琛 申建 韦重韬 许尧 著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

“十二五”江苏省重点图书出版规划项目

新疆维吾尔自治区引进高层次人才及“天山学者”启动基金资助

国家重点基础研究发展规划(973)项目(2005CB221501)资助

国家重点基础研究发展规划(973)项目(2009CB219605)资助

地勘阶段煤与瓦斯突出 区域预测的理论和方法

(以淮南潘一煤矿为例)

傅雪海 周荣福 廖斌琛 著
申建 韦重韬 许尧

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书基于煤与瓦斯突出的综合假说,通过煤层瓦斯含量、瓦斯压力等实测成果,结合煤层瓦斯含量、压力地史演化的动态平衡数值模拟,研究了煤层瓦斯的赋存特征;通过钻孔地球物理测井曲线解释煤体结构,结合地质构造、煤厚残差、煤层顶底板相对力学强度预测了构造煤的分布;通过煤层底板等高线构造曲率数值模拟,结合构造应力场演化及褶皱中和面分析,探讨了煤层的受力状态。综合上述因素,构建了煤与瓦斯突出区域预测的指标体系,预测了淮南矿区潘一煤矿未开拓区主采煤层煤与瓦斯突出的危险区。

本书内容丰富,方法新颖,资料翔实,利用煤田地质勘探成果对新建矿井或矿井未开拓区域进行煤与瓦斯突出预测提供了系统的理论和方法,可供地质工程、采矿工程及安全工程等相关专业的研究生、高年级本科生及煤炭科研院所的科技人员及实验测试人员参考、使用。

图书在版编目(CIP)数据

地勘阶段煤与瓦斯突出区域预测的理论和方法 / 傅雪海等著. —徐州:中国矿业大学出版社, 2014. 2

ISBN 978 - 7 - 5646 - 2049 - 3

I. ①地… II. ①傅… III. ①煤田—煤突出—预测②煤田—瓦斯突出—预测 IV. ①TD713

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第221959号

书 名 地勘阶段煤与瓦斯突出区域预测的理论和方法
著 者 傅雪海 周荣福 廖斌琛 申 建 韦重韬 许 尧
责任编辑 潘俊成
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 787×1092 1/16 印张 9.25 插页 12 字数 354 千字
版次印次 2014 年 2 月第 1 版 2014 年 2 月第 1 次印刷
定 价 50.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

序

我国从 20 世纪 50 年代开展煤与瓦斯突出预测研究以来,在国内已取得了丰硕的成果,尤其近 10 年来,国家对煤矿安全生产的高度重视,煤与瓦斯突出地质预测被纳入了国家基础研究和攻关项目,并且以地质观点为主开展的煤与瓦斯突出预测研究成果经受了生产实践的检验。

煤与瓦斯突出假说众多,然而煤的物理力学性质(煤体结构)、煤层瓦斯(压力和含量)、煤层受力状态的综合作用假说得到了普遍认同。新建矿井或矿井未开拓区域直接获取上述三方面的参数有一定的难度,能否通过一些间接的方法和手段,通过对前期煤田地质勘探资料或先期矿井开采成果的研究,对新建矿井或矿井未开拓区域煤与瓦斯突出区域进行预测呢?基于此,本书通过地球物理测井曲线解释煤体结构、地质构造分析预测构造煤、煤层顶底板岩石力学强度预测构造煤、煤层厚度变化预测构造煤,或结合煤的坚固性系数、瓦斯放散初速度来反映煤的物理力学性质;基于煤田地质勘探实测的煤层瓦斯含量和压力,或结合矿井瓦斯涌出量、矿井瓦斯压力成果和煤层瓦斯含量、压力地史演化的动态平衡数值模拟来反映煤层瓦斯含量和压力;通过煤层底板等高线构造曲率分析,结合构造应力场演化、褶皱中和面分析来反映煤层的受力状态。耦合分析上述三方面的成果,构建了对新建矿井或矿井未开拓区域煤与瓦斯突出预测的理论和方法。

本书以淮南矿区潘一煤矿为例,在系统剖析矿井煤层瓦斯地质背景、煤层瓦斯含量与压力演化、煤层顶底板岩石力学相对强度、煤

层厚度残差、构造煤分布、煤层底板等高线曲率特征、构造应力场演化的基础上,结合矿井前期开采成果,构建了煤与瓦斯突出预测的指标体系,预测了淮南矿区潘一煤矿未开拓区域主采煤层煤与瓦斯突出的危险区。

总之,该书资料翔实,内容丰富,论述科学合理,语言流畅,理论与实例紧密结合,图表精美,是一本全面系统论述煤与瓦斯突出区域预测的优秀论著,是从事煤炭地质研究和矿井开采科技人员的良师益友。该书的出版对我国煤与瓦斯突出地质预测具有广泛的指导作用。



二〇一三年十二月

前 言

煤与瓦斯突出是指煤与瓦斯在一个很短的时间内突然连续地自煤壁抛向巷道空间所引起的一种复杂的动力现象,是威胁煤矿安全生产的严重自然灾害之一。在煤与瓦斯突出过程中,抛出的煤体有的只有几吨、几十吨,有的则达几百吨,特大型的突出甚至高达千吨以上,粉煤可充填数百米的巷道,喷出的瓦斯粉煤流有时带有暴风般的性质,可以逆风流沿巷道运行数千米,同时涌出大量的瓦斯,充满整个巷道空间,并造成一定的动力效应,如推倒煤车、破坏支架等,造成煤流埋人、使人窒息事故。由于瓦斯具有爆炸性和可燃性,一旦遇上火源,又会导致瓦斯爆炸和燃烧事故。随着煤炭生产的发展,矿井设备不断老化,开采深度增加、开采强度增大和矿井集约化程度的提高,突出的危害日益严重,防突问题已变得十分尖锐和迫切,以至于成为企业乃至各级人民政府都十分关注的重大问题。

煤与瓦斯突出的机理较为复杂,普遍认为是地应力、瓦斯压力和煤体力学性质共同作用的结果,其突出涉及复杂的地质因素、开采因素和人为因素。这些因素往往具有模糊性和随机性,既有静态特征,更具有一触即发的动态特征,预测突出地点、强度与发生时间尽管难度很大,但是煤与瓦斯突出还是有一定规律的。据统计,煤和瓦斯突出只发生在突出煤层的某些地带,一般突出危险带的面积不到突出煤层总面积的 10%,且突出危险带之间间隔较大。因此,煤与瓦斯突出是区域性分布的,合理进行煤与瓦斯突出的区域预测,并采取有效的防突措施就能保障突出煤层开采的人身安全。

淮南矿区构造复杂,水、火、瓦斯、煤尘、顶板五大灾害俱全,随着开采深度的增加,地温、地压也日显严重。11 对生产矿井有 7 对高、突矿井,2 对高瓦斯矿井,2 对低瓦斯矿井。高、突矿井产量占矿区总产量的 91.4%。矿区自建矿以来发生煤与瓦斯突出事故近 200 起,其中特大型突出(突出煤量 1 000 t 以上)2 起。

淮南矿区前期煤田地质勘探、矿井地质开拓及瓦斯地质研究表明,矿区 8、11-2、13-1 煤层的瓦斯含量、瓦斯压力、力学强度、透气性具有高度的非均质性。

矿区构造煤十分发育,煤体力学强度较低;矿区内断层发育,加上深部地应力增大,矿井势必存在煤与瓦斯突出的危害。鉴于此,利用煤层底板等高线构造曲率、煤层顶底板力学性质、煤层地球物理精测曲线,进行煤层受力状态和煤体结构研究,从煤层受力状态、煤体力学性质及瓦斯含量、压力评价角度对待建矿井、已建矿井的未开拓区域或深部进行煤与瓦斯突出区域预测是切实可行的途径。

潘一煤矿自1984年投产以来,历年矿井相对瓦斯涌出量均在 $10\text{ m}^3/\text{t}$ 以上(属高沼矿井),是淮南矿业集团开发建设的又一对千米深井,开采技术条件复杂。查明煤炭资源共有 $533\,679\text{ kt}$,其中浅部(-800 m 以浅) $121\,593\text{ kt}$,深部($-800\sim-1\,000\text{ m}$) $412\,086\text{ kt}$;可采储量 $341\,170.2\text{ kt}$ 。另外矿井东部 $-1\,000\sim-1\,200\text{ m}$ 尚有5亿~6亿 t 地质储量,矿井服务年限可达90~100 a。本书选择潘一煤矿这一典型代表,进行瓦斯地质特征分析和煤与瓦斯突出危险性区域预测技术研究,一方面为潘一煤矿安全高效生产提供地质保障,另一方面为淮南矿区同类型深部矿井的建设和生产提供技术储备,也为我国其他深部煤炭资源的安全高效开发提供借鉴。因此,利用煤田地质勘探资料,结合矿井开采成果开展矿井未开拓区瓦斯地质特征分析和煤与瓦斯突出危险区域预测研究具有现实意义和理论价值。

本书撰写人员和分工如下:前言、第一章由傅雪海、廖斌琛编写;第二章由廖斌琛、周荣福编写;第三章由傅雪海、韦重韬编写;第四章由傅雪海、周荣福编写;第五章由周荣福、申建编写;第六章由傅雪海、许尧编写;第七章由傅雪海、周荣福编写。全书由傅雪海统一定稿。

同时,傅雪海教授、廖斌琛高级工程师、徐翀高级工程师、周言安高级工程师、吴桁高级工程师、朱文高级工程师、程海燕高级工程师、何也硕士、申建博士、刘正硕士、周宝艳硕士、彭伦硕士等参与了大量图件的编制。研究工作以及现场调研得到了淮南矿业集团公司总工办、地质研究院及潘一煤矿的大力支持和协助,测井曲线解释还得到了曾庆华高级工程师、唐修义教授的具体指导。研究工作参考了淮南矿区前期的相关研究成果。在此,谨对上述单位和个人表示衷心的感谢。

著 者

2013年4月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 国内外研究现状	1
第二节 研究内容	6
第三节 研究方案	8
第二章 瓦斯地质背景	10
第一节 含煤地层	11
第二节 地质构造	16
第三节 煤岩、煤质特征	24
第四节 煤层埋深与演化	26
第五节 水文地质	27
第三章 煤层瓦斯含量与压力	34
第一节 煤层瓦斯含量获取方法	34
第二节 潘一矿实测煤层瓦斯含量	59
第三节 煤层瓦斯含量、压力地史演化模拟	61
第四节 煤层瓦斯含量分布特征	69
第五节 煤层瓦斯压力	72
第四章 煤体结构特征	76
第一节 构造煤与煤体结构划分	76
第二节 构造特征预测构造煤	77
第三节 煤厚变化预测构造煤	79
第四节 煤层顶底板岩石强度预测构造煤	81
第五节 测井曲线解释构造煤	86

第五章	煤层受力状态分析	101
第一节	淮南矿区构造应力场演化	101
第二节	构造曲率与煤层受力状态分析	105
第六章	煤与瓦斯突出区域预测	114
第一节	潘一矿瓦斯动力现象分析	114
第二节	煤与瓦斯突出的特点	117
第三节	煤与瓦斯突出指标	117
第四节	煤与瓦斯突出区域预测	120
第七章	结论	122
参考文献		125

第一章 绪 论

第一节 国内外研究现状

基于煤与瓦斯突出的综合假说,本节分别阐述煤层瓦斯(包括瓦斯压力和含量)、煤体力学性质—煤体结构、地应力状态—煤层底板等高线构造曲率的研究现状。

一、瓦斯压力与含量

瓦斯压力是衡量煤层发生煤与瓦斯突出危险性大小的关键性指标,同时也是间接测定煤层瓦斯含量的重要参数,准确测量煤层瓦斯压力是瓦斯工作研究的基础。测定煤层瓦斯压力的方法有直接法和间接法。直接法测定煤层瓦斯压力时,通常是从围岩巷道(石门或围岩钻场)向煤层打孔径为 50~75 mm 的钻孔,孔中放测压管,将钻孔密封后,用压力表直接测定。为了测到煤层原始瓦斯压力,测压地点的煤层应为未受采动影响的原始煤体,打孔地点岩石应较致密且岩柱长度不小于 5 m。常用的测压封孔方法有填料法和封孔器法两类。根据封孔器的结构特点,封孔器分为胶圈、胶囊和胶圈—黏液等几种类型。高礼奎等(2003)利用黏土法、注浆法和套管压力注浆法对新集二矿的煤层瓦斯压力进行了测试,并总结各方法的优缺点,为矿井深部煤层瓦斯参数的测定提供了指导。中国矿业大学和中煤第七十一工程有限公司合作试验实施新测压技术,可快速测定立井煤层瓦斯压力,羊群山等(2007)利用该技术测定了潘一煤矿第二副井的煤层瓦斯压力,比常规方法节省了一周左右的时间,降低了成本,提高了效率。王春光(2007)针对以往孔测方法的局限性和存在的问题,提出了煤层孔

测瓦斯压力的新方法,并采用聚氨酯作为封孔材料,并在现场试验中取得了较好的效果。

煤田地质勘探阶段可在煤田勘探钻孔中采用封隔法进行煤层瓦斯压力的直接测试。

除了上述直接测定煤层瓦斯压力外,根据已知参数间接计算未知区域的瓦斯压力得到了广泛应用。卢平等(1995)、陈金玉等(1997)、谭志伟等(2006)在实验的基础上,测定了煤钻屑解吸指标与煤层瓦斯压力的关系,根据煤屑瓦斯解吸规律,来确定煤层瓦斯压力。赵旭生(1998)经过理论分析和现场测定,得出煤层原始压力与钻孔瓦斯涌出初速度和瓦斯涌出衰减系数之间的函数关系,通过井下测定钻孔瓦斯涌出初速度及其衰减系数等参数,求算瓦斯压力,达到快速测压的目的;王宏图等(1999)在考虑地应力和地温影响的基础上,提出了煤层瓦斯渗透率 $k(\varphi, \theta)$ 与平均应力和地温的关系及一维稳定流动的瓦斯渗流方程,并根据煤层在地表有无露头 and 通道的情况,导出了煤层瓦斯压力计算分析的解析式,并进行了现场实测和理论计算的比较,表明了该理论能较准确反映实测结果。康建宁等(2005)从理论上对煤的电导率随瓦斯压力的变化关系进行研究分析,并通过实验测定不同煤样在不同瓦斯压力下的电导率,得出了煤的电导率随瓦斯压力变化的定量规律。大量研究资料表明,煤层的瓦斯含量、涌出量及瓦斯压力随深度的加深而呈规律性地增加,在矿区一定范围内,瓦斯梯度一般是比较稳定的,因此可以应用瓦斯梯度来计算煤层瓦斯压力。但在煤系地温或地应力差异较大地区,往往煤层瓦斯压力分布不再仅仅是随深度变化的简单线性函数,需要综合研究求得瓦斯压力。H. P. 施兰格等(1982)在高的瓦斯压力梯度的基础上,提出了具有移动工作面的干的坚硬煤层的一维模型,并考虑孔隙介质中瓦斯流动的非线性方程求得瓦斯压力。贺建民等(1999)针对煤层在地表有露头或出口的情况,根据煤层瓦斯渗流方程,提出了考虑煤层温度和地应力梯度变化的煤层瓦斯压力的计算方法。

煤层瓦斯含量是煤层瓦斯主要参数之一,它是矿井瓦斯涌出量和煤层突出危险性预测的重要依据。测量瓦斯含量的方法有:密封式煤(岩)芯采取器、集气式煤(岩)芯采取器、美国矿业局(USBM)的直接法、MT/T77—84、AQ 1046—2007、GB/T 19559—2008 解吸法、气测井法和贝尔塔—吉赛尔法等测量

方法。

通过各种参数进行瓦斯含量的预测方法在瓦斯地质研究中也得到广泛应用。傅雪海等(1999)、梁亚林(2001)应用测井资料与实验室分析进行了煤样瓦斯含量的线性回归分析,建立回归方程,进而预测其他煤层瓦斯含量,并与实际对比,证明了测井资料预测瓦斯含量的适用性;张许良等(2001)应用数量化理论进行瓦斯含量预测时提出反应度的概念,并对影响瓦斯含量敏感指标的反应度进行了取值,对新汶矿区斜庄煤矿 11 煤层未开采区进行瓦斯含量预测,取得比较可靠的效果;吴财芳等(2003)将神经网络与遗传算法有机结合,建立多因素、非线性函数关系的瓦斯含量预测模型,提高了瓦斯含量的预测精度;赵继展等(2006)根据煤样空气干燥基的朗缪尔体积和朗缪尔压力来计算煤层吸附瓦斯含量,简化了工程现场煤层瓦斯含量的计算;刘援民等(2006)根据大量煤层瓦斯解吸资料,得出解吸瓦斯量(Q)与煤样气体解吸时间的开方(θ)的回归方程,按照“煤层气测定方法(解吸)MT/T 77—1984”中的规定,计算出损失瓦斯量,结合测试的常温下煤层瓦斯的自然组分、干燥无灰基瓦斯量等数据,进而求得煤层瓦斯含量值;叶青等(2006)应用灰色系统理论,建立了预测煤层瓦斯含量的灰色系统 GM(1, 1)模型,并用残差模型对预测模型进行了修正,并进行了实际应用,表明模型的适用性,为煤层瓦斯含量预测探讨了新方法;梁发宽等(2007)分析了顾桥煤矿不同煤层及同一煤层不同水平的瓦斯含量分布趋势,通过对矿井瓦斯含量与煤层埋深的相关性进行线性回归,总结出矿井瓦斯赋存规律;仇海生等(2007)应用煤钻屑瓦斯解吸指标法测定煤层瓦斯含量,并经过实际验证了该方法的可靠性;易伟欣(2007)利用瓦斯地质因素分析的方法,以地勘和生产期间实测瓦斯含量、利用瓦斯参数和瓦斯涌出量反算的瓦斯含量数据为基础,通过丰富翔实的钻孔资料建立了适用矿井煤层瓦斯含量的经验公式来预测瓦斯含量。

二、煤体结构

煤体结构是煤层在构造应力作用下形变的产物,是煤层透气性的间接反映。自然界的煤层在地质构造运动的影响下,不仅随围岩一起发生褶皱和断裂,而且煤层在弯曲变形时,还不同程度地发生顺层滑动,滑面可以出现在煤层

和顶板之间,造成顶部煤层破碎为“构造煤”、“软煤”或“酥煤”;也可以发生在煤层中间,造成中部煤层破碎为“构造煤”;也可以发生在煤层底部,造成底部煤层破碎为“构造煤”。有些地区受地质构造的影响,厚煤层绝大部分为构造煤。由于破碎程度不一,有碎裂状、角砾状、鳞片状,煤层透气性差异巨大。构造煤分布形式多种多样,有的顺层分布,有的局部出现在断层的两侧,有的出现在次级褶皱的轴部。构造煤形成原因复杂,可由构造或岩浆岩而引起,也可由顶、底板围岩所导致,还可因煤厚及其变化而产生。

随着测井技术的发展,测井响应能提供岩层层位、岩性、煤岩、煤质参数、含水层参数、孔隙率、力学参数及沉积环境分析等多种测井成果。近年来,在煤层瓦斯含量拟合、煤体结构评价及煤层渗透率预测方面也取得了长足发展。

基于煤与瓦斯突出的研究,原苏联矿业研究所(1958)将煤体结构分为五类:Ⅰ类——非破坏煤;Ⅱ类——破坏煤;Ⅲ类——强烈破坏煤(片状煤);Ⅳ类——碎粉煤(粒状煤);Ⅴ类——全粉煤(土状煤)。原中国煤炭工业部 1988 年颁发的《防治煤与瓦斯突出细则》中也采用这五类。中国矿业学院(现为中国矿业大学)瓦斯组 1979 年根据煤与瓦斯突出难易程度把煤体结构分为甲、乙、丙三类。焦作矿业学院(现为河南理工大学)袁崇孚教授 1982 年将煤体结构分为原生结构煤、碎裂煤、碎粉煤和糜棱煤四类。之后各种分类不断出现,如 1993 年焦作矿业学院瓦斯地质研究所根据煤体结构的宏观和微观特征、力学性质、瓦斯特征、超声波传播特征和瓦斯突出参数等进行了煤体结构的定量划分;朱兴珊(1995)在对南桐矿区煤体结构研究的基础上将煤体结构划分为两大类四型七种。

S. W. 兰伯特和 M. A. 特立维茨(1978)利用密度测井曲线将煤体结构划分为脆煤和硬煤;何建坤(1987)利用伽玛伽玛测井曲线划分了焦作矿区二₁煤层中的构造煤类型;焦作矿业学院瓦斯地质研究所(1993)对煤体结构划分就采用了超声波传播特征;张玉贵(1995)利用视电阻率、自然伽玛、伽玛伽玛描述过原生结构煤和构造煤。M. J. 谬伦(1989)利用高精度能谱密度测井,在圣胡安盆地东南部对水果地组煤层建立了煤样实测解吸甲烷含量与煤的体积密度之间的线性相关经验公式,并用此经验公式来推算未知钻孔煤层的含气量;傅雪海(1997,1999,2003)、安徽煤田地质局(1998)也建立了局部地区煤

层的电阻率(视电阻率)、密度(伽玛伽玛)、自然电位、自然伽玛和声波时差等地球物理测井响应与煤层气含量的回归公式;傅雪海(1999)结合地球物理测井曲线将煤体结构分为原生结构~碎裂煤(Ⅰ类)、碎斑煤(Ⅱ类)和糜棱煤或碎粉煤(Ⅲ类)三类,并进一步利用划分的煤体结构来进行煤层渗透性和煤与瓦斯突出的区域预测。

三、构造曲率

G. H. Murray(1968)首次应用曲率进行裂缝的定量分析研究,建立了与破裂作用、油层厚度和构造曲率有关的孔隙率和渗透率之间的关系。随后,利用构造面曲率分析研究构造面的方法得到了发展。R. J. Lisle 等(1995)提出了摩尔圆来确定主曲率方向,并应用于褶皱的描述;P. Samson 等(1997)进行了构造地质学中的三角网格面的高斯曲率分析,给出了最大曲率的褶皱和断层解释,并通过给定高斯曲率阈值,判断构造面的塑性和发展区域;R. J. Lisle (1994)、K. M. Johnson 等(2000)通过构造面的曲率分析定量描述了构造层面的变形程度以及应变的大小;M. P. Fischer 等(2000)假设了沉积岩层为弹性平面的情况下,节理趋向于平行弹性变形岩层的最小曲率方向,通过假三维建模和曲率分析,由褶皱的形状预测了节理的发育方向;S. Q. Ozkaya(2002)通过构造面网格数据来计算构造面主曲率大小和方向,确定破裂面走向,通过拟合二次趋势面,计算褶皱的主曲率,并编制了估算褶皱构造面的主曲率计算程序 QUADRO。

国内学者应用构造曲率研究构造面裂隙和地应力也得到了很大的发展。曾锦光等(1982)利用曲率来研究裂缝性油气藏问题,建立主曲率与构造面裂缝发育的关系。秦勇等(1999)在研究沁水盆地中一南部构造应力场与煤层物性关系时,认为采用构造曲率研究裂隙发育程度和分布规律存在两个前提:第一,所研究的地层必须是构造应力作用而变形弯曲的岩层,如表现为横弯褶皱、纵弯褶皱等;第二,假设岩层为完全的弹性体,未考虑塑性变形,构造裂隙产生于岩层曲率较大处,在岩石力学性质相似条件下,曲率越大,裂隙越为发育。袁鼎等(1999)采用 R. J. Lisle 等(1995)提出的曲率摩尔圆法,分析探讨了山西柳林构造曲率特征及主曲率与煤层气的关系,认为主曲率相对高值区是煤层气勘

探开发的最佳场所。张建博等(2003)以山西沁水盆地为例,采用现代构造应力场和构造曲率分析相结合的方法,就构造对煤层高渗透性区域发育特征的控制规律及其地质机理进行了研究,认为:沁水盆地下二叠统山西组主煤层试井渗透率与现代构造应力场最大主应力差之间具有指数正相关关系,煤层构造裂隙在构造主曲率较大的地段可能相对发育;高构造曲率与最大主应力差相匹配的地段是较高渗透性煤层发育的地段;构造曲率是构造应力场作用的结果,曲率值反映弯曲岩层由于应力不均一作用而导致变形的程度。刘升贵等(2004)论述了高斯曲率法预测煤层天然裂隙发育区的基本原理和方法,计算了沁水盆地3号煤层的高斯曲率,在分析高斯曲率与试井渗透率、煤层宏观裂隙的对应关系的基础上,提出了高斯曲率法的裂隙发育区分类标准,依据该标准将3号煤层天然裂隙划分为4级发育区,进而预测了3号煤层渗透率的分布,表明高斯曲率法可相对真实地反映煤层曲面形态变化,认为该方法预测煤层裂隙发育区是可行的。秦勇等(2005)认为曲率是反映线或面弯曲程度的量化参数,构造曲率是构造应力场作用的结果,曲率值反映出弯曲岩层中由于派生拉张应力而形成的张性裂缝的相对发育程度,并对沁水盆地主煤层进行了研究,认为构造曲率值大于 $0.1 \times 10^{-4}/\text{m}$ 的构造带中煤层改造相对强烈。

第二节 研究内容

本书依据煤田地质勘探成果及矿井开拓区资料,从地质预测角度来进行矿井未开拓区煤与瓦斯突出区域预测,主要研究内容包括以下几方面。

(一) 瓦斯基础地质研究

基于煤田地质勘探、矿井开拓成果,在分析区内地层、构造、水文地质条件等基础上,查明煤层的几何形态学特征(包括煤层的厚度及变化、结构、连续性等)及煤层顶、底板岩性、厚度和力学强度等特征;分析煤层埋深及演化,从地史演化角度数值模拟煤层瓦斯含量和压力;井下观察煤层剖面,划分宏观煤岩类型和煤体结构,采集煤样,进行煤层瓦斯参数测试;基于煤田勘探实测的煤层瓦斯含量,结合煤的朗缪尔参数,进行煤层瓦斯压力研究。

(二) 地质构造对煤层瓦斯赋存的控制作用研究

基于前期勘探和研究成果,结合构造演化史分析,查明区内地质构造的几

何形态特征,探讨区内构造的运动期次、方向及其配套组合关系,研究各期次构造应力场性质、构造发育层位及其在区内的表现特征,揭示地质构造的运动学特征,探讨地质构造演化史及其对煤层瓦斯赋存的控制作用。

(三) 煤层顶底板岩石力学强度预测构造煤

基于岩层的变形变位与地应力场之间的内在联系,以钻孔和井巷剖面揭露的岩石组合特征为基础,计算煤层顶板、底板各 10 m 岩层的累计力学强度,分别编制煤层顶板、底板力学强度等值线平面图,根据煤层顶、底板岩石力学强度突变区域预测构造煤。

(四) 构造曲率分析煤层的受力状态

基于煤层底板等高线,进行多次趋势面拟合,计算煤层底板等高线的构造曲率,编制煤层构造曲率分布平面图,利用正、负曲率区分褶曲,根据褶曲中和面分析煤层的受力状态。

(五) 基于构造特征与构造煤的关系预测构造煤

基于煤田地质勘探成果、矿井补充勘探资料及矿井开拓揭露的地质特征,分别构建已采区各构造期次(构造形迹方向)、构造强度(构造轴迹长度、褶曲幅度、断层落差)、构造类型(褶曲类型、断层性质)、构造产状(褶曲两翼倾角、断层倾角)与构造软煤的垂向厚度和横向宽度的关系,对矿井未开拓区域构造软煤进行预测。

(六) 地球物理测井曲线解释煤体结构

基于原生结构煤、碎裂煤、碎粉煤和糜棱煤之间地球物理性质的差异,利用电阻率、声波时差、密度(伽玛伽玛)、自然伽玛曲线对未采区煤体结构进行预测。

(七) 煤与瓦斯突出预测指标体系

基于煤层瓦斯含量、压力、煤体结构、煤层受力状态等分析,结合潘一矿煤与瓦斯突出发生的地质情况,构建煤与瓦斯突出预测的单一指标和综合指标体系。

(八) 煤与瓦斯突出区域预测

基于煤与瓦斯突出预测的单一指标和综合指标体系,利用煤田地质勘探资料,对潘一矿未开拓区的煤与瓦斯突出危险区进行预测。

第三节 研究方案

研究工作围绕煤与瓦斯突出区域评价预测这一根本目的,从地质构造、煤层瓦斯赋存、煤体结构预测、煤层受力状态分析等方面进行(图 1-1)。

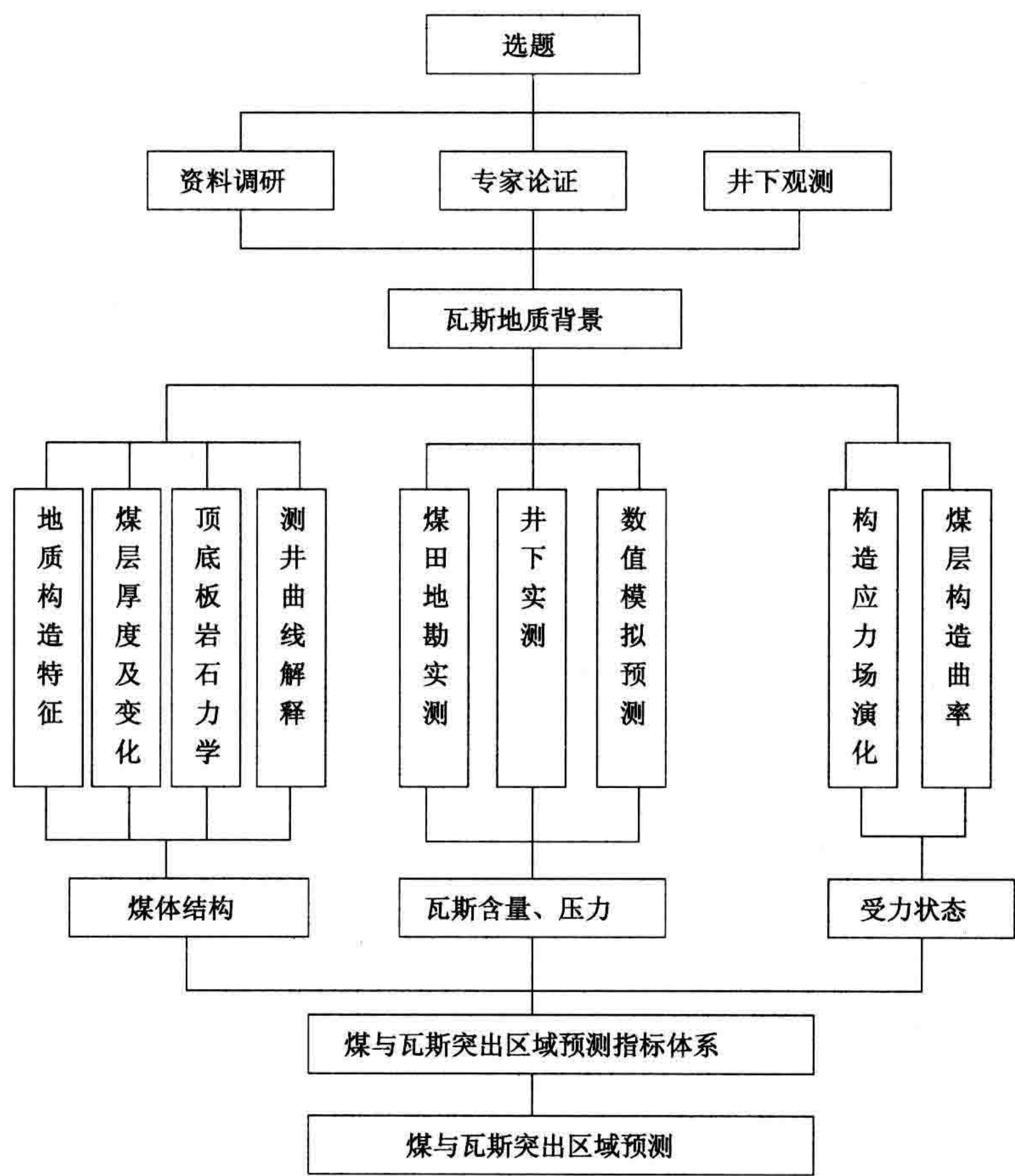


图 1-1 研究流程图

第一,资料收集与野外工作。补充收集煤田地勘基础地质资料、科研、生产报告及论著;生产矿井揭露的地质构造、相对瓦斯涌出量、绝对瓦斯涌出量、瓦斯压力、地应力测试成果、瓦斯抽采方式、抽采率等数据和资料;补充观察生产矿井主采煤层的宏观煤岩成分、类型及煤体结构特征;采集煤层及顶、底板岩石样品;探讨瓦斯地质背景、区域地质构造特征及构造演化史。

第二,实验测试与煤层瓦斯赋存规律研究。进行室内煤(岩)体力学实验、