

周世宁 林柏泉 主编

煤矿瓦斯动力灾害 防治理论及控制技术



科学出版社
www.sciencep.com

煤矿瓦斯动力灾害防治 理论及控制技术

周世宁 林柏泉 主编

国家自然科学基金重点项目(50134040、50534090)资助

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是国家自然科学基金重点项目的主要研究成果。全书共分7章,介绍了含瓦斯煤岩破裂过程中的力学及渗透特性、煤岩电磁辐射特征、瓦斯(煤尘)爆炸特征等;建立了煤岩破裂过程中的固-气耦合模型、煤层瓦斯涌出渗流的动力学模型、煤岩电磁辐射力-电耦合模型、瓦斯爆炸理论模型和原发性灾害诱发继发性灾害的致灾规律等;揭示了煤岩层破坏及裂隙发育的规律、低透气性高瓦斯煤层群采动卸压瓦斯流动规律、瓦斯爆炸传播过程及其变化规律等;提出了保护层开采实现两个消除、两个开采保障和三个改善的技术原理与方法;开发了具有自主知识产权的煤岩破裂固-气耦合数值模拟软件、瓦斯风险性综合评价软件和治理综放工作面瓦斯超限的J型通风技术、KBD7煤岩动力灾害非接触电磁辐射监测仪、水力割缝强化抽放瓦斯的技术与装备、深部煤(岩)与瓦斯动力特征防治技术等。

本书适合从事煤矿瓦斯领域的领导者、决策者、科研人员、工程技术人员、高等院校教师、研究生和本科高年级学生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿瓦斯动力灾害防治理论及控制技术/周世宁,林柏泉主编. —北京:科学出版社, 2007

ISBN 978-7-03-019762-7

I. 煤… II. ①周…②林… III. 煤矿-瓦斯-综合治理 IV. TD712

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 132006 号

责任编辑:田士勇 牛宇锋 吴凡洁 吴伶俐/责任校对:陈玉凤

责任印制:刘士平/封面设计:陈敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

http://www.sciencep.com

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年9月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2007年9月第一次印刷 印张: 30 1/2

印数: 1—2 500 字数: 601 000

定价: 80.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

《煤矿瓦斯动力灾害防治理论及控制技术》编著人员名单

主 编：周世宁 林柏泉

编著人员：周世宁 俞启香 朱旺喜 唐春安 何学秋
缪协兴 胡千庭 秦 勇 赵阳升 周心权
林柏泉 文光才 王恩元 秦跃平 傅雪海
徐 涛 刘卫群 冯增朝 菅从光 翟 成

前 言

我国是以煤为主要能源的国家，煤炭占一次能源构成的 70% 左右，以煤为主的能源格局在今后 50 年内不会发生根本改变。但是，我国 95% 的煤矿是地下作业，煤层赋存条件复杂多变，重大动力灾害（瓦斯煤尘爆炸、煤与瓦斯突出、冲击地压等）事故频繁发生。自 1949 年以来，煤矿发生一次死亡百人以上事故共 22 起，死亡 3500 多人，其中瓦斯（煤尘）爆炸事故 20 起，死亡 3314 人，分别占煤矿事故起数与死亡人数的 90.9% 和 96.2%。特别是近十多年来，随着开采深度的加大，导致开采条件更趋于复杂，出现了高地应力、高瓦斯、高非均质性、低渗透性和低强度煤体的特征（三高两低），原有的安全技术及基础已经难以适应当前煤矿安全、高效生产的迫切需求，导致煤矿企业发生的一次死亡 10 人以上的特大事故居高不下。煤矿事故占工矿企业一次死亡 10 人以上特大事故的 72.8%~89.3%（死亡人数比）（2002~2005 年），在煤矿企业一次死亡 10 人以上的事故中，瓦斯事故占死亡人数的 77%。分析发生这些事故的原因发现，直接与开采基础条件研究不够以及技术处理不到位有关事故占事故总起数的 52.5%，占死亡人数的 51.9%，特大事故则都与之有关。同时，煤矿重大动力灾害的威胁还极大地限制了矿井生产能力，导致矿井机械化装备的效能只能发挥出 60%~70%，降低了生产效率，因此造成的每年经济损失达数百亿元。此外，全国每年有将近 90 亿 m^3 以上的矿井瓦斯被排入大气中，这样既浪费了宝贵的能源资源，也污染了人类的生存环境。因此，煤矿瓦斯灾害的防治和煤层气开发利用是我国煤炭工业发展中亟待解决的重大问题。

为了解决我国煤矿瓦斯灾害所面临的重大科学问题，国家自然科学基金委员会在 2000 年特设立了“煤矿瓦斯灾害预防及煤层气开采中的应用基础研究”重点项目。通过评审，确定该项目由周世宁院士承担，由中国矿业大学、煤炭科学研究总院重庆分院、东北大学的相关人员共同参与。该项目从 2002 年 1 月启动，到 2005 年 12 月结束，研究工作历时 4 年。项目组根据项目研究计划，进行了大量的资料调研，完成了相关的理论分析计算、实验室测试、物理模拟实验和现场实践工作。在采动应力场与瓦斯渗流场耦合关系及其应用基础研究、煤层群开采与低透气性煤层瓦斯强化抽放及煤层气开发技术基础研究、煤与瓦斯突出危险性预测的连续监测技术基础研究、瓦斯爆炸动态传播规律及其控制技术基础研究、瓦斯矿井人机环境安全工程理论基础研究等方面均取得了显著的进展。

煤层瓦斯抽放是解决高瓦斯矿井瓦斯涌出的主要途径。煤层瓦斯渗透率、多

介质力学性质基本特征及其与应力场三者之间的基本耦合关系,是煤层瓦斯抽放设计的理论基础。经过多年的研究,构建了煤层原始渗透率预测的地质、力学与数学模型,开发出针对我国低渗条件的煤层气演化历史和产能的数值模拟技术,建立了煤层渗透率抽采诱导变化的数值模拟技术,提出了煤层弹性自调节效应的概念和模式,发现了高煤级煤(贫煤-无烟煤)层渗透率在煤层气开采过程中逐渐降低等规律。

煤矿采空区破碎岩体内的渗流场及瓦斯运移与积聚规律,很难通过现场观测获知,但是通过采用建立数学模型、模拟试验和数值计算相结合的方法,就能较好地模拟现场实际,因而对现场的瓦斯抽放和治理具有重要的指导意义。例如,本研究成果在潞安矿业集团公司王庄煤矿 5201 采空区的瓦斯治理中就取得了很好的效果,并为该矿制定了一整套“J”型通风系统专用排瓦斯巷及设备系统瓦斯浓度调控与安全保障技术。

如何改善煤层瓦斯的低渗透特性,是难抽煤层瓦斯抽放成败的关键。煤层割缝卸压是改造煤层低渗透特性的手段之一,在开展其机理的研究中,提出了其动力破坏的最小能量原理,以及非均质性与煤体突出倾向性的相关规律,并研制出了高压水射流钻孔割缝改造低渗透煤层的样机和高压磨料射流割缝钻机。

煤与瓦斯突出是矿井瓦斯灾害的另一种表现形式,根据煤岩冲击破坏的能量失稳机理和损伤力学理论,建立了冲击破坏的电磁辐射的能量释放速率与应力及损伤的定量关系,可以根据检测到的电磁辐射强度,预测和预警煤与瓦斯突出。依据这一原理,开发了与矿井瓦斯监测系统连接的 KBD5 和 KBD7 煤岩动力灾害电磁辐射连续监测装置,并在许多矿井得到推广应用。

在实验室建立了瓦斯爆炸的大型试验装置,对瓦斯爆炸的机理和特性做了大量的爆炸实验,通过分析研究,提出了关于瓦斯爆炸、爆轰传播的理论假说和管内瓦斯爆炸能量守恒方程,发现了在瓦斯爆炸过程中湍流对火焰及爆炸波传播的加速作用机理,比较恰当地解释了煤矿瓦斯爆炸现场的特殊现象。

安全评价和安全管理也是煤矿安全生产的重要内容,利用安全科学理论和安全系统工程原理,建立了包含瓦斯隐患—致灾条件—事故—防治措施关系链的安全测评系统和具有确定参数的多元非线性矿井瓦斯风险的综合评价模型;将 GIS 技术、网络技术与矿井灾变动态模拟技术相结合,实现了矿井通风状态和灾变模拟的可视化与安全信息分析的网络查询等。

同时,本项目研究过程中,已经发表学术论文 175 篇(其中,SCI 收录 20 篇,EI 收录 77 篇,ISTP 收录 15 篇),出版学术专著 8 部,引进科研项目 25 项,获得科研奖 17 项(国家级 3 项、省部级 14 项),培养博士研究生 48 名,获得专利 9 项。

淮南矿业集团公司所属潘一矿和潘三矿是高瓦斯矿井,瓦斯灾害频繁发生,

分别于1995年和1997年发生过瓦斯爆炸事故。它们作为试点应用该项目的部分理论成果后,杜绝了特大事故的发生,瓦斯治理水平有了显著的提高,瓦斯抽放率由2001年以前的不足20%,提高到2002年的41%;瓦斯抽放量由2001年以前的不足5000万 m^3 ,提高到2002年的1.1亿 m^3 、2003年的1.3亿 m^3 ;全区瓦斯超限次数逐年下降,2001年为276次、2002年为224次、2003年为132次;矿区百万吨死亡率下降为0.45,成效显著。此外,平顶山煤业集团公司和潞安矿业集团公司部分矿井作为试点应用该项目的部分成果后,也杜绝了重大事故的发生,成绩显著。

该项目的研究工作始终得到国家自然科学基金委员会工程与材料学部矿业学科、中国矿业大学、东北大学、煤炭科学研究总院重庆分院、太原理工大学、淮南矿业集团公司、中联煤层气有限责任公司、平顶山煤业集团公司、潞安矿业集团公司、晋城煤业集团和开滦集团公司等单位的大力支持和帮助。

本书是项目研究成果的集中汇编。其中,第1章由朱旺喜编著;第2章的第1~3节由唐春安、徐涛编著,第2章的第4节由缪协兴、刘卫群编著,第2章的第5节由胡千庭、文光才编著;第3章的第1节由秦勇、傅雪海编著,第3章的第2节、第3节由赵阳升、冯增朝编著,第3章的第4节由俞启香编著;第4章由何学秋、王恩元编著;第5章的第1节、第2节由林柏泉、菅从光编著,第5章的第3节由缪协兴、刘卫群编著,第5章的第4节由胡千庭、文光才编著;第6章由周心权、秦跃平编著;第7章的第1节由缪协兴、刘卫群编著,第7章的第2节由赵阳升、冯增朝编著,第7章的第3节由林柏泉、翟成编著。全书由周世宁院士策划,由周世宁和林柏泉统稿。此外,中国矿业大学的吴海进、贾慧霖、林传兵、张连军、谢友友帮助整理了书中的有关内容,借本书出版之际,对他们所付出的劳动表示感谢。

由于作者的水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者不吝指正。

作 者

2006年12月6日

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 煤矿瓦斯基础研究进展显著	2
1.2 煤矿瓦斯治理技术水平显著提高	8
1.3 我国煤矿瓦斯安全基础研究任重而道远	13
第 2 章 含瓦斯煤岩破裂及渗透性基本特征	15
2.1 岩石的结构及渗流基本特性	15
2.1.1 岩石的空隙结构特征	15
2.1.2 岩石的渗流特性	21
2.1.3 岩石渗透率的测量	26
2.1.4 岩石破裂过程渗透性演化基本规律	30
2.1.5 渗透系数与应力(变)关系方程	32
2.2 含瓦斯煤岩破裂过程的力学及渗透特性	36
2.2.1 含瓦斯煤岩破裂过程围压效应	37
2.2.2 含瓦斯煤岩破裂过程孔隙压力效应	44
2.2.3 含瓦斯煤岩破裂过程围压效应的理论分析	49
2.2.4 含瓦斯煤岩破裂过程卸荷效应	52
2.2.5 煤岩的蠕变损伤破裂	58
2.2.6 含瓦斯煤岩破裂过程渗透性演化	63
2.3 煤岩破裂过程固-气耦合模型	65
2.3.1 耦合数值模型的基本思路	66
2.3.2 岩石细观统计损伤本构方程	68
2.3.3 煤岩破裂过程固-气耦合方程	73
2.3.4 RFPA ^{2D} -Flow 固-气耦合模型数值解法	79
2.3.5 RFPA ^{2D} -Flow 固-气耦合数值模型验证	86
2.4 峰后岩石渗透性的非线性动力学行为与分岔特性	92
2.4.1 峰后岩石非达西渗流特性的试验	92
2.4.2 峰后岩石非达西渗流系统的控制方程	96
2.4.3 峰后岩石气体渗流系统的稳定性及分岔条件	98
2.4.4 峰后岩石非线性渗流系统的动力学响应	103

2.5	采场顶、底板煤岩层破坏及裂隙发育规律研究	106
2.5.1	计算机数值模拟计算方法的确定	107
2.5.2	三维离散元法(3DEC)数值模拟计算原理	107
2.5.3	采场条件下顶板煤岩层断裂、下沉、离层、裂隙发育规律	112
2.5.4	采场条件下底板煤岩层断裂、底鼓、离层、裂隙发育规律	116
2.5.5	采场条件下顶板、底板煤岩层应力重新分布规律分析	119
2.6	本章小结	120
第3章	低透气性煤层(群)瓦斯渗流及强化抽放技术	122
3.1	煤层应力渗透率模型及其抽采诱导变化数值模拟	122
3.1.1	煤层应力渗透率地质-物理-数学模型	122
3.1.2	煤层渗透率抽采诱导变化数值模拟方法	133
3.2	块裂介质煤体变形与瓦斯渗流的耦合机理	149
3.2.1	物理基础	149
3.2.2	块裂介质岩体变形与气体渗流的耦合数学模型	151
3.2.3	数值解法	152
3.2.4	瓦斯抽放的数值模拟	153
3.3	低渗透煤体强化瓦斯抽放物理模拟与数值模拟	155
3.3.1	物理模拟	155
3.3.2	数值模拟	168
3.4	保护层开采与瓦斯抽放技术	179
3.4.1	保护层开采的物理模拟和数值模拟	179
3.4.2	保护层开采现场考察与分析	189
3.5	本章小结	207
第4章	煤岩动力灾害电磁辐射规律及应用	209
4.1	煤岩电磁辐射特征及其变化规律	209
4.1.1	卸载煤岩电性参数及其变化规律	209
4.1.2	煤体剪切声电效应及规律	212
4.1.3	单轴压缩条件下煤岩破坏的电磁辐射特征及其变化规律	214
4.1.4	煤岩流变破坏电磁辐射记忆效应特征	219
4.1.5	煤岩流变破坏电磁辐射记忆效应机理研究	221
4.1.6	复杂应力条件下煤岩流变破坏的电磁辐射特征	222
4.2	煤岩电磁辐射力-电耦合模型及其参数确定	228
4.2.1	煤岩电磁辐射力-电耦合模型的建立	228
4.2.2	电磁辐射力-电耦合模型参数 m 的确定	232
4.2.3	电磁辐射在煤岩介质中的传播特征	233

4.3	煤岩动力灾害电磁辐射监测技术及应用	237
4.3.1	矿井煤岩动力灾害电磁辐射预警技术	238
4.3.2	电磁辐射法预测突出技术	240
4.3.3	电磁辐射法预测冲击地压技术	251
4.3.4	采煤过程电磁辐射的动态变化规律	259
4.4	本章小结	262
第5章	瓦斯爆炸动态传播规律及其控制技术基础	265
5.1	瓦斯爆炸理论模型的建立及数值模拟	265
5.1.1	瓦斯爆炸理论模型的建立	265
5.1.2	瓦斯爆炸数值模拟	269
5.2	瓦斯爆炸传播过程及变化规律	285
5.2.1	实验系统及工作原理	285
5.2.2	瓦斯爆炸过程中火焰与爆炸波之间的相互关系	288
5.2.3	湍流的诱导及其对瓦斯爆炸传播过程中的影响作用	291
5.2.4	壁面热效应及其对瓦斯爆炸传播特性的影响	313
5.3	综放采空区覆岩冒落与撞击火花引爆瓦斯研究	318
5.3.1	综放采空区覆岩冒落特征	319
5.3.2	综放采空区瓦斯运移与积聚规律	322
5.3.3	综放采空区覆岩冒落撞击火花引爆瓦斯实验	324
5.4	瓦斯煤尘爆炸及传播规律	330
5.4.1	煤尘着火机理研究	330
5.4.2	粉尘点火和燃烧波传播研究	336
5.4.3	瓦斯煤尘共存爆炸特性研究	343
5.4.4	瓦斯灾害实验室模拟研究	354
5.4.5	瓦斯灾害数值仿真研究	362
5.5	本章小结	374
第6章	矿井瓦斯风险性评价技术	376
6.1	瓦斯风险综合评价指标值的确定	376
6.2	矿井瓦斯风险影响因素及指标体系	378
6.3	评价模型的建立	380
6.4	瓦斯爆炸事故隐患的关联性分析	381
6.4.1	瓦斯爆炸事故隐患	381
6.4.2	关联性理论及其应用	384
6.4.3	矿井重大灾害事故防治措施的确定	386
6.5	矿井安全管理信息系统研究	387

6.5.1	研究开发内容	388
6.5.2	使用简介	392
6.5.3	矿井火灾烟流可视化模拟显示系统	395
6.6	本章小结	396
第7章	矿井瓦斯治理技术	398
7.1	治理综放工作面瓦斯超限的J型通风技术	398
7.1.1	综放沿空小断面留巷	399
7.1.2	布置J型通风系统	400
7.1.3	数值模拟采空区瓦斯运移规律	402
7.2	水力割缝强化抽放瓦斯的技术应用	409
7.2.1	矿用水射流连续推进钻机	409
7.2.2	模拟煤壁高压水射流钻孔-割缝的实验室中试研究	412
7.2.3	水力割缝的井下实施	413
7.2.4	水力割缝强化抽放瓦斯的工业试验	415
7.3	深部煤(岩)与瓦斯动力特征及防治对策	423
7.3.1	矿井基本情况及分析	423
7.3.2	矿井深部动力特征	429
7.3.3	动力现象原因分析	435
7.3.4	卸压区安全宽度推导及突变理论的应用	436
7.3.5	基于RFPA系统的动力现象过程数值模拟	448
7.3.6	动力现象危险性预测及敏感指标	457
7.3.7	动力现象的防治	468
7.4	本章小结	471
	参考文献	473

第1章 绪 论

我国是世界上灾害最严重的国家之一，近10年来，每年平均的灾害损失近2千亿元，该数字相当于国民生产总值的3.8%，这一比例是发达国家的10倍以上。在众多的灾害中，伴随矿业开采的瓦斯、粉尘、水灾和火灾等灾害事故，不仅造成了人民生命财产的巨大损失和环境灾害，而且还制约着矿业生产的发展，乃至影响整个国民经济和社会的可持续发展。中国的矿业事故是所有工伤事故中最为严重的，其造成的死亡人数仅次于公路交通，在各种人为显性事故灾害中居第二位。在矿业灾害中，瓦斯灾害尤为突出，是我国矿业发展中亟待解决的重大问题。

瓦斯是埋藏在地下的煤保留着的一部分在其碳化过程中生成的气体，包括烃类气体（甲烷等）、二氧化碳、一氧化碳、硫化氢等气体，主要是甲烷（含量约占80%）。该气体无色、无味，有毒，是易燃易爆气体，它只是煤在碳化过程中，因芳香体系侧链官能团断裂、脱落和分解而生成的大量烃类气体中的一小部分。滞留在煤层中的瓦斯煤层气以吸附态为主（游离态 $<10\%$ ，水溶态几乎可以忽略不计），随着开采不断被释放出来。它造成的危害一是瓦斯爆炸，二是瓦斯中毒，位居矿业事故灾害之首。

我国的原煤年产量达21亿t，煤炭在相当长的时间内仍将是我国主要的一次能源。随着新能源和可再生能源、水电、核电的发展，煤炭在一次能源中的消费比例在逐年下降，但资源条件决定了我国现阶段只能选择以煤为主的一次能源结构，即使到了2010年，煤炭仍将占一次能源的60%以上。因此，在今后相当长的时期内，仍然需要保持煤炭的高产、稳产，才能满足国民经济建设的需要。煤矿大多进行地下开采，环境恶劣，地质条件复杂多变，开采技术难度大。我国是世界上瓦斯灾害最严重的国家之一，2002~2005年，在工矿企业一次死亡10人以上的特大事故中，煤矿占72.8%~89.3%（死亡人数）；在煤矿企业所发生的一次死亡10人以上事故中，瓦斯事故占死亡人数的77%。煤矿所面临的重大瓦斯灾害事故是相当严峻的，造成的损失也是极其惨重的，如2004年10月20日发生在郑州大平煤矿的瓦斯突出引发瓦斯爆炸事故，死亡148人；2004年11月28日发生在铜川陈家山煤矿的瓦斯爆炸事故，死亡166人；2005年2月14日发生在阜新孙家湾矿的瓦斯爆炸事故，死亡214人。我国煤矿的安全状况还远远落后，至今还没有能从根本上扭转煤矿生产安全的被动局面。

瓦斯的另一个问题是其排放造成了严重的环境影响。随着世界各国工业的不

断发展, 大气污染越来越严重, 人类生存受到了严重威胁, 温室效应加剧。我国煤矿每年向大气中排放的甲烷数量在 100 亿 m^3 以上, 占世界采煤排放甲烷数量的 $1/3 \sim 1/2$ 。虽然甲烷是一种短寿命气体 (在大气中滞留 8~12 年), 但它是具有强烈温室效应的气体, 其温室效应比二氧化碳大 20 倍以上。甲烷的浓度增加后的危害包括两个方面: 一方面通过大气圈反应抑制对流层中的 OH^- , 消耗大气圈中的氧化势, 包括大气清除氯氟烃及有毒大气污染的能力, 从而破坏层流臭氧 (对臭氧层的破坏是二氧化碳的 7 倍); 另一方面, 甲烷在平流层中被 OH^- 氧化, 生成水蒸气 (一种重要的温室效应气体, 同时水蒸气有助于形成极性冰晶体而消耗平流层中的臭氧)。在各种散发的温室效应气体对全球气候的变暖影响中, 甲烷约占 15%, 而煤炭工业排放的甲烷约占人类活动所排放甲烷量的 10%, 其效果不可忽视。

从能源的角度出发, 煤层瓦斯又是一种重要的能源。煤层瓦斯洁净、方便、高效, 发热量大于 $3.0 \times 10^7 \text{J}/\text{m}^3$, 仅按热值计算, 1000m^3 瓦斯 $\approx 1 \text{t}$ 标准煤, 但如果将热效率考虑在内, 250m^3 瓦斯即可替代 1t 标准煤, 而产生的二氧化碳仅为烧煤的 $1/2$, 而且无渣、无尘。全国的煤层气资源量约为 $3.5 \times 10^{13} \text{m}^3$, 大体相当于我国的常规天然气资源量。因此, 开发利用煤层气资源, 变害为宝, 既可以避免由其产生的环境问题, 又可以缓解洁净能源的短缺, 还可以解决煤矿瓦斯灾害问题, 是一举三得的好事情。

1.1 煤矿瓦斯基础研究进展显著

近十多年来, 国家自然科学基金委员会针对煤矿瓦斯灾害的严重性, 相应资助了一些项目, 开展了有关方面的研究工作。其中包括: 煤层瓦斯流动理论与参数测定, 煤和瓦斯突出与冲击地压统一理论的研究, 煤与瓦斯突出过程理论模型及其预报防治原理研究, 含瓦斯煤岩变形破裂的电磁辐射规律及其应用研究, 瓦斯解析、渗流与煤体破坏过程的研究; 初始分布状态对可燃气体燃烧与爆轰传播的影响, 高温、高压爆轰产物状态方程的研究, 超低热值气体燃料 (稀瓦斯) 燃烧的研究等。表 1.1.1 列出了国家自然科学基金资助的与瓦斯灾害相关的项目。瓦斯爆炸是造成井下死亡人数最多的工程灾害, 并且经常导致煤尘一起爆炸, 因此国家自然科学基金也资助了煤矿爆炸及火灾事故基础理论和方法研究, 矿井瓦斯爆炸中的关键因素及其控制机理等。表 1.1.2 列出了国家自然科学基金资助的与煤矿爆炸相关的项目。2005 年, 国家自然科学基金委员会还专门拨出 1 千万元用于资助瓦斯重点项目群, 从瓦斯地质、传感器、信息处理及灾害演化与防治等方面进行研究。表 1.1.3 是与瓦斯相关的重点项目立项情况。

表 1.1.1 国家自然科学基金支持的与瓦斯灾害相关的项目 (1986~2005 年)

批准号	项目负责人	项目名称	承担单位
18770369	郑哲敏	瓦斯解吸、渗流与煤体破坏过程的研究	中国科学院力学研究所
18972020	章梦涛	煤和瓦斯突出与冲击地压统一理论的研究	辽宁工程技术大学
19072067	郑哲敏	瓦斯突出启动及突出阵面推进规律的研究	中国科学院力学研究所
19232041	谈庆明	煤与瓦斯突出过程理论模型、预报及防治原理研究	中国科学院力学研究所
19272019	章梦涛	煤和瓦斯突出的工程分析和控制	辽宁工程技术大学
19772015	潘一山	煤和瓦斯突出的材料分叉理论	辽宁工程技术大学
40002010	郭德勇	地质构造带煤和瓦斯突出动力学研究	中国矿业大学(北京)
48870115	潘恩沛	江西晚二叠世煤层瓦斯预报的地质模型	石家庄经济学院
48970154	鲜学福	地电场对煤层中瓦斯渗流影响的研究	重庆大学
49674230	何继善	瓦斯突出地球物理场及识别理论的研究	中南工业大学
49772130	袁崇孚	模糊信息条件的煤与瓦斯突出预测理论与技术	焦作工学院
50074018	陆守香	瓦斯爆炸火焰与水雾相互作用的研究	淮南工业学院
58770155	周世宁	煤层瓦斯流动理论与参数测定	中国矿业大学
59574002	蒋承林	煤与瓦斯突出的球壳失稳机理及在采矿工程中的应用研究	中国矿业大学
59704001	陆守香	瓦斯煤尘混杂爆炸及其抑制	淮南工业学院
59874027	俞启香	脉动风流传质机理及其在采场安全中的应用研究	中国矿业大学
59874028	何学秋	含瓦斯煤岩变形破裂的电磁辐射规律及其应用研究	中国矿业大学
59874030	周心权	煤矿爆炸及火灾事故基础理论和方法	中国矿业大学(北京)
59974013	张玉卓	采煤和地下瓦斯预测控制	煤炭科学研究总院
59974028	林柏泉	矿井瓦斯爆炸中的关键因素及其控制机理	中国矿业大学
69872037	王汝琳	抗毒化高稳定性瓦斯传感器的研究	中国矿业大学(北京)
40002010	郭德勇	地质构造带煤和瓦斯突出动力学研究	中国矿业大学(北京)
50074018	陆守香	瓦斯爆炸火焰与水雾相互作用的研究	安徽理工大学
50274070	梁汉东	煤与瓦斯突出的氢氦甲烷联测预警技术基础研究	中国矿业大学(北京)
50274067	蒋承林	煤中初始瓦斯流量的分布与突出的关系及变化规律的研究	中国矿业大学
40472084	郭德勇	煤和瓦斯突出地质因素耦合关系及作用机理研究	中国矿业大学(北京)
40574057	崔若飞	煤层瓦斯富集区的地震预测理论与方法研究	中国矿业大学
50374066	许家林	关键层运动对瓦斯卸压运移影响规律及其应用研究	中国矿业大学
20576015	具本植	吸收瓦斯和消除粉尘的功能性糖基化合物分子设计及其在预防煤矿爆炸安全保证体系中的应用	大连理工大学
50404015	聂百胜	声场强化煤层瓦斯解吸扩散渗流的应用基础研究	中国矿业大学(北京)
50404016	王 凯	采动上覆煤层透气性演化与瓦斯流动规律研究	中国矿业大学

续表

批准号	项目负责人	项目名称	承担单位
50474011	王兆丰	泥浆介质取芯过程煤芯非等压解吸特性研究	河南理工大学
50490275	潘一山	深部采场围岩破坏、瓦斯渗流及相关的非线性动力学基础	辽宁工程技术大学
10502023	唐巨鹏	流固耦合作用下煤与瓦斯突出射流理论和实验研究	辽宁工程技术大学
50504003	徐涛	基于并行计算技术的含瓦斯煤岩突出大规模数值试验研究	大连大学
50504008	魏建平	煤与瓦斯突出的灾害演化规律研究	河南理工大学
50544010	齐庆新	高强度开采采动诱发冲击地压与瓦斯灾害机制研究	煤炭科学研究总院
50576093	孙金华	瓦斯、煤尘复合火焰微观结构及其加速传播机理研究	中国科学技术大学
50574047	王继仁	高瓦斯与突出矿井瓦斯异常涌出发生规律的研究	辽宁工程技术大学
50574093	林柏泉	瓦斯爆炸动力学演化及多相耦合效应	中国矿业大学
50574038	吴强	煤层瓦斯水合化基础研究	黑龙江科技学院
50574005	周孟然	可调谐半导体激光光谱技术的煤矿瓦斯预警模型的研究	安徽理工大学
50615003	唐春安	三维条件下煤与瓦斯突出过程的气-固耦合模型	东北大学
50624005	尹尚先	矿井瓦斯与矿井水灾害基础科学前缘战略研究	华北科技学院

表 1.1.2 国家自然科学基金支持的与煤矿爆炸相关的项目(1986~2005年)

批准号	项目负责人	项目名称	承担单位
10071028	汪更生	半线性抛物方程“爆炸”时间的最优控制	华中师范大学
10071066	张志军	非线性椭圆型问题的爆炸解	烟台大学
10072070	郑哲敏	爆炸排淤填石法机理研究	中国科学院力学研究所
18603820	吴雄	高温高压爆轰产物状态方程的研究	兵器工业部 204 所
18670301	王仁	结构在爆炸和撞击作用下动态弹性响应的研究	北京大学
18703730	刘宪德	初始分布状态对可燃气体燃烧与爆轰传播的影响	中国科学院力学研究所
18770375	郭汉彦	粉尘爆炸点火机理和试验研究	中国科学院力学研究所
18870379	杨振声	爆炸处理海淤软基的机理研究	中国科学院力学研究所
18902017	高尔新	脉冲激光爆炸模型场分析及自动化处理	中国矿业大学(北京)
19172007	冯长根	典型含能材料的热爆炸过程及临界参数的实验研究	北京理工大学
19172023	范宝春	风尘薄膜爆轰的理论及试验研究	华东工学院
19202022	何学秋	空隙气体对煤岩空隙介质破坏的作用机理	中国矿业大学
19232040	李鸿志	工业爆炸灾害力学研究	南京理工大学
19232043	浦以康	粉尘爆炸的发生、发展规律及泄爆原理的研究	中国科学院力学研究所
19672025	李鸿志	工业爆炸灾害抑制机理的研究	南京理工大学
19672067	任京生	淤泥等介质爆炸排水固结机理研究	中国科学院力学研究所

续表

批准号	项目负责人	项目名称	承担单位
19772018	范宝春	激波与可燃堆积粉尘的相互作用	南京理工大学
19772060	浦以康	粉尘防爆开口泄爆原理的研究	中国科学院力学研究所
19832030	李鸿志	粉尘和气云工业爆炸灾害新的防治方法及其原理	南京理工大学
19872086	张德良	气相爆轰波与障碍物相互作用后流场的系统分析	中国科学院力学研究所
19972013	白春华	爆炸地震波传播规律及其毁伤效应	北京理工大学
29376228	邓煦帆	爆炸反应工程用于烟煤粉尘爆炸的应用基础研究	东北大学
49172148	宋景义	煤矿突水灾害发生的力学机理的研究	煤炭科学研究 总院西安分院
49771066	林文介	工业与民用建筑安全监测必要精度确定模式研究	桂林工学院
49872084	王经明	地下承压水的递进导升模拟及其诱发的煤矿突水预测	煤炭科学研究 总院西安分院
50076006	毕明树	气云爆炸波加速机制研究	大连理工大学
50076024	顾安忠	液化石油气蒸汽爆炸热力过程机理研究	上海交通大学
50077022	牟龙华	爆炸性环境电气安全理论的研究	中国矿业大学
58960032	吴文东	超低热值气体燃料(稀瓦斯)燃烧的研究	中国科学院工程 热物理研究所
58976242	戚颖敏	煤吸附流态氧的燃烧特性及其在矿井火灾预测中的应用	煤炭科学研究 总院抚顺分院
58978377	贺匡国	工业生产的密闭系统中气相爆炸的破坏强度	大连理工大学
59074154	宋振骥	煤矿采场来压预测预报专家系统	山东科技大学
59078336	黄恒栋	地下建筑防火安全系统研究	华中科技大学
59174135	沈光寒	奥灰水威胁煤层开采安全性评价与突水预计专家系统	山东科技大学
59178359	崔京浩	燃气爆炸对房屋建筑的危害及减灾的结构措施	清华大学
59276261	彦启森	隧道网络中燃烧与烟气扩散的模拟研究	清华大学
59376283	俞昌铭	液化气容器热响应及引发爆炸与火灾原因分析	北京科技大学
59378380	史天生	地下储存仓混凝土爆炸成型支护机理的研究	中国矿业大学
59574001	陆士良	深部软岩巷道围岩大变形的机理与控制	中国矿业大学
59574004	章梦涛	煤层气矿藏开采中水-煤层气两相流体渗流理论的研究	阜新矿业学院
59574005	吴 健	放顶煤开采煤体应力场中降尘压力水渗流机理研究	中国矿业大学(北京)
59578047	丁信伟	开敞空间气相爆炸破坏威力及成灾模式研究	大连理工大学
59579017	钱七虎	爆炸荷载下三相饱和土中波传播及其与结构相互作用的研究	中国人民解放军 工程兵工程学院
59604001	冯夏庭	矿山岩体力学参数非线性估计的分形神经网络方法	东北大学

续表

批准号	项目负责人	项目名称	承担单位
59674005	杨伦	结构化岩体开采沉陷的协同突变原理及控制方法研究	阜新矿业学院
59674007	李白英	深矿井突水灾害动力学特征及损伤稳定理论研究	山东矿业学院
59674011	钱鸣高	层状岩体中的关键层理论研究	中国矿业大学
59634030	刘天泉	煤矿上覆岩移动破坏研究	煤炭科学研究总院
59704002	蒋仲安	掘进巷道粉尘行为理论及控制研究	北京科技大学
59704003	秦跃平	高温掘进工作面流场和温度场耦合作用机理	中国矿业大学(北京)
59774002	张国枢	矿井自燃火源形成机理及其分布规律研究	淮南矿业学院
59874027	俞启香	脉动风流传质机理及其在采场安全中的应用	中国矿业大学
59978034	孙钧	地下工程安全的智能控制及三维仿真模拟系统研究	同济大学
59974012	王来贵	大型煤(岩)样复杂受力破坏过程的红外信息研究	辽宁工程技术大学
58670032	吴文东	超低热值气体燃料(稀瓦斯)燃烧的研究	中国科学院工程热物理研究所
59974020	徐精彩	综放面自燃危险区域及发火期预测理论研究	西安矿业学院
50374063	李俊如	爆炸荷载作用下基岩响应及安全阈值研究	中国科学院武汉岩土力学研究所
50474075	汪旭光	速生材爆炸波膨化机理及数学模型	北京矿冶研究总院
50504015	孟庆海	爆炸性环境电路本质安全性能判据及非爆炸检测研究	中国矿业大学
20575070	万立骏	爆炸性物质分子在固体表面吸附结构的SPM分析及检测研究	中国科学院化学研究所
20576015	具本植	吸收瓦斯和消除粉尘的功能性糖基化合物分子设计及其在预防煤矿爆炸安全保证体系中的应用	大连理工大学
60574093	孔德义	一种基于MEMS技术的检测痕量固态爆炸物蒸气的新方法和实验研究	中国科学院合肥智能机械研究所
50374067	童敏明	基于电场催化原理的矿井可燃气体检测分析方法的研究	中国矿业大学
50474010	王继仁	煤的自燃耦合机理与自燃性分类方法研究	辽宁工程技术大学
50474011	王兆丰	泥浆介质取芯过程煤芯非等压解吸特性研究	河南理工大学
50474017	李元辉	岩爆孕育过程中的应力迁移及其微震活动性	东北大学
50474025	王宏图	深部开采中固气热耦合的煤层气渗流规律及涌出预测	重庆大学
50474031	周心权	西北地区大面积煤田火区燃烧范围及蔓延趋势理论分析	中国矿业大学(北京)
50474032	傅贵	煤矿事故预防的行为科学方法量化试验研究	中国矿业大学(北京)
50474050	吴超	化学抑尘剂与粉尘微颗粒界面耦合的研究	中南大学
50474062	王海桥	矿井提升设备活塞风与通风系统耦合作用机理研究	湖南科技大学
50474067	李增华	煤自燃初期的自由基反应及抑制方法研究	中国矿业大学