

国家“十一五”重大工程出版规划图书

中国煤炭科学技术全书

THEORY AND TECHNOLOGY FOR THE PREVENTION OF COAL MINE DISASTERS

中国煤矿灾害防治 理论与技术

何学秋 等编著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

国家“十一五”重大工程出版规划图书
中国煤炭科学技术全书

中国煤矿灾害防治理论与技术

何学秋 等编著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是国家“十一五”重点图书,国家“十一五”重大工程出版规划图书,中国煤炭科学技术全书之一。

本书将煤矿灾害防治学科前沿的理论与技术同传统的、目前行之有效的理论、技术、措施结合起来,形成了较为完整的科学技术体系。在介绍新理论、新技术时,重点是有一定理论体系并得到成功应用的理论或技术。

全书共九篇,内容包括:煤矿灾害介质的基本性质与运动规律;矿井通风保障体系及可靠性分析;煤矿火灾防治技术;煤矿瓦斯煤尘爆炸灾害的防治技术;含瓦斯煤岩动力灾害的防治技术;冲击矿压与顶板灾害防治技术;煤矿水灾防治技术;煤矿粉尘防治技术;煤矿安全管理理论与技术。本书的特点是具有科学性、系统性、全面性和权威性。

本书可作为煤炭工业科研人员、高等院校师生、煤矿大专以上工程技术人员和管理人员的指导性工具书。

图书在版编目(CIP)数据

中国煤矿灾害防治理论与技术/何学秋等编著. —徐州:中国矿业大学出版社,2006.6

ISBN 7 - 81107 - 270 - X

I. 中… II. 何… III. 煤矿—灾害防治 IV. TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 013645 号

书 名 中国煤矿灾害防治理论与技术

编 著 何学秋等

责任编辑 马跃龙 王江涛 杨 廷

责任校对 杜锦芝 周俊平

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 邮政编码 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 850×1168 1/16 印张 56.75 字数 1640 千字

版次印次 2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

定 价 360.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



国家杰出青年科学基金(59925411)

国家重点基础研究发展计划(973)(2005CB221502)

“十五”国家重点科技攻关计划(2001BA803B0408,

2005BA8130309)

联合资助

Theory and Technology for the Prevention of Coal Mine Disasters

He Xueqiu et al.

China University of Mining and Technology Press

《中国煤矿灾害防治理论与技术》

编 撰 人 员

主 编：何学秋

副 主 编：周心权 杨大明

编写人员：王恩元 武 强 窦林名

金龙哲 王从银 朱红青

刘贞堂 蒋仲安

前 言

中国是世界上煤炭资源最丰富的国家之一。煤炭工业是我国国民经济的基础产业,以煤为主是我国能源安全的基本战略。新中国成立以来尤其是改革开放以来,我国煤炭工业得到了很大发展,取得了举世瞩目的成就,全国原煤产量由1949年的3 200万t、改革开放初期的6亿t左右,提高到2004年的19.56亿t、2005年的21.9亿t,原煤产量居世界前列。煤炭工业有今天这样一个喜人的发展局面,正是由于在党和政府的重视下,经过煤炭战线广大干部职工努力的结果;特别是我国煤炭战线广大科技人员进行了坚忍不拔的探索和实践,在煤炭建设、生产与管理各个领域创造了多项优秀科技成果。

但是,由于我国煤层赋存与地质条件复杂多样,而且煤炭生产95%以上是井工作业,因而受瓦斯、水、火、粉尘、顶板、煤与瓦斯突出、冲击矿压等煤矿灾害的威胁严重。我国煤矿尚未实现对各种灾害事故的有效控制,重特大恶性事故仍时有发生,安全生产形势依然相当严峻,且任重道远。

为了研究和总结我国煤矿灾害防治的最新理论和技术,系统地集成煤矿安全最新科技成果,我们编著了《中国煤矿灾害防治理论与技术》一书。我们希望本书的出版能为我国煤炭工业的安全发展提供更好的智力支持和技术保障。本书选题于2000年经国家新闻出版总署批准立项为国家“十五”重点选题,后被延续列为国家“十一五”重点选题。由于本书选题的重要价值,2005年底该书还作为《中国煤炭科学技术全书》丛书之一,被国家新闻出版总署列为“十一五”期间“国家重大工程出版规划”。

全书共设九篇45章,内容涵盖了煤矿灾害防治理论与技术的各个方面。其中:

总论,由中国矿业大学何学秋教授、煤炭科学研究总院杨大明教授编著;

第一篇,煤矿灾害介质的基本性质与运动规律,由中国矿业大学何学秋教授、王思元教授,中国矿业大学(北京)周心权教授、朱红青教授、武强教授,北京科技大学金龙哲教授编著;

第二篇,矿井通风保障体系及可靠性分析,由中国矿业大学(北京)周心权教授、朱红青教授编著;

第三篇,煤矿火灾防治技术,由中国矿业大学(北京)周心权教授编著;

第四篇,煤矿瓦斯煤尘爆炸灾害的防治技术,由中国矿业大学何学秋教授、解放军工程兵指挥学院王从银教授编著;

第五篇,含瓦斯煤岩动力灾害的防治技术,由中国矿业大学何学秋教授、王思元教授、刘贞堂副教授编著;

第六篇,冲击矿压与顶板灾害防治技术,由中国矿业大学何学秋教授、窦林名教授、刘贞堂副教授编著;

第七篇,煤矿水灾防治技术,由中国矿业大学(北京)武强教授编著;

第八篇,煤矿粉尘防治技术,由北京科技大学金龙哲教授、蒋仲安教授编著;

第九篇,煤矿安全管理理论与技术,由煤炭科学研究总院杨大明教授编著。

全书由何学秋教授总体策划构思,提出总体编写思路,制定总体框架,确定编写原则和各篇章内容。由何学秋教授、周心权教授和杨大明教授进行统稿和总体修改。在本书的编写组织过程中,杨大明和马跃龙同志做了大量的编务工作;山东科技大学陈玉和教授对本书的编写特别关心,并提出了许多宝贵意见。

《中国煤矿灾害防治理论与技术》一书从策划、组织到脱稿,历时五载,它凝聚着全体编著人员的心血和有关单位的大力支持,特别是国家新闻出版总署、江苏省“十一五”重点图书出版规划资助项目、中国矿业大学学术著作和重点教材基金、中国矿业大学出版社都给予了大力支持,借此机会向他们以及所有参考文献作者表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,谬误之处在所难免,敬请读者指正!

编著者

2006年6月

目 录

前言.....	1
---------	---

第一篇 煤矿灾害介质的基本性质与运动规律

第一章 煤矿灾害介质的赋存状态及特性	33
第一节 煤与瓦斯的生成	33
第二节 煤层瓦斯的赋存	37
第三节 煤矿灾害介质的基本性质	47
第四节 含瓦斯煤岩的流变与蚀损规律	67
第二章 矿井风流流动的基本规律	76
第一节 矿井通风与相关学科基础理论的联系	76
第二节 理想气体、理想流体和完全气体的关系	76
第三节 矿井风流流动规律的数学描述	77
第四节 热力学第一定律与能量方程的关系	80
第三章 多项流运动规律	83
第一节 瓦斯在风流中的运移规律	83
第二节 尘粒在风流中的运动规律	87
第三节 液滴与尘粒在风流中的运动规律	99
第四章 多孔介质中的气液运移规律	105
第一节 煤层瓦斯的运移规律	105
第二节 多孔介质地下水渗流基础	111
第三节 矿井基岩裂隙水渗流基本理论	115
参考文献	119

第二篇 矿井通风保障体系及可靠性分析

第一章 矿井通风概述	123
第一节 矿井通风的发展简史及趋势	123
第二节 矿井通风技术与日常管理工作的内容	124
第三节 矿井通风新技术概述	124
第四节 矿井通风装备和仪器仪表的改善	126
第二章 矿井通风系统优化设计及可靠性评价	127
第一节 矿井通风系统优化设计原则	127
第二节 矿井通风系统可靠性	130
第三节 矿井通风系统安全可靠性评价指标体系	132
第四节 矿井通风系统安全可靠性评价指标重要性程度分析	134
第五节 矿井通风系统安全可靠性综合评价	136
第六节 评价软件设计	138
第三章 矿井通风新技术	140
第一节 矿井稳态通风模拟与控制研究	140
第二节 矿井通风系统的优化调节技术	150
第三节 均压通风技术	150
第四节 可控循环通风技术	154
第五节 漏风及其堵漏技术	156
第六节 矿井灾变通风技术	157
第四章 煤矿掘进通风安全技术及装备系列化	163
第一节 掘进通风安全技术	163
第二节 掘进通风安全装备和保护	165
第三节 掘进通风技术的安全措施	167
第五章 矿井通风新装备及检测仪表	169
第一节 概述	169
第二节 高性能主要通风机	170
第三节 新型局部通风机	173
第四节 高性能风筒及可控风门	177
第五节 矿井通风参数检测仪表	178
第六章 通风现代化管理	182
第一节 概述	182
第二节 煤矿通风信息管理系统	182

第三节 煤矿通风的隐患管理·····	183
第七章 井下作业环境健康保障与矿井热害治理·····	187
第一节 煤矿井下作业环境的健康保障·····	187
第二节 矿井热害的产生·····	188
第三节 矿内风流温升热源分析与计算·····	188
第四节 煤矿井下空气热力参数的预测·····	193
第五节 矿井降温的常规技术措施·····	203
第六节 矿井人工机械制冷空调·····	208
第七节 矿井降温专家系统的开发·····	211
参考文献·····	212

第三篇 煤矿火灾防治技术

第一章 煤矿火灾特征及其对风流状态的影响·····	217
第一节 煤矿火灾的特征·····	217
第二节 煤矿火灾及火源燃烧类别·····	218
第三节 煤矿火灾燃烧生成热计算·····	223
第四节 煤矿可压缩风流流动规律·····	226
第五节 煤层及采空区的自燃规律和环境影响·····	234
第二章 煤矿火灾隐患侦知及预警技术·····	237
第一节 火灾生成气体变化规律·····	237
第二节 火灾预警及监测装备的应用·····	241
第三节 火源探测技术·····	243
第三章 煤矿火灾预防处理技术·····	248
第一节 煤矿内因火灾防治·····	248
第二节 煤矿火灾直接灭火·····	254
第三节 火区封闭、管理和启封·····	260
第四章 矿井火灾风流模拟及控制技术·····	269
第一节 矿井风流动态模拟技术概述·····	269
第二节 巷道围岩与风流的热交换及风温计算·····	271
第三节 矿井火灾火源燃烧的模拟·····	275
第五章 煤矿火灾事故的现场勘察·····	281
第一节 火灾事故现场勘察的任务·····	281
第二节 火灾事故现场勘察的要点·····	282

第三节 矿井火灾现场痕迹分析及物证采集·····	284
参考文献·····	289

第四篇 煤矿瓦斯煤尘爆炸灾害的防治技术

第一章 瓦斯煤尘爆炸概述·····	293
第一节 瓦斯煤尘爆炸的概念·····	293
第二节 瓦斯爆炸的条件及其影响因素·····	296
第三节 煤尘爆炸的条件及其影响因素·····	300
第四节 煤尘爆炸性的鉴定·····	303
第五节 瓦斯煤尘爆炸的比较·····	305
第二章 瓦斯煤尘爆炸理论基础·····	307
第一节 瓦斯爆炸化学反应机理·····	307
第二节 瓦斯爆炸传播火焰的高内聚力特性·····	316
第三节 煤尘爆炸机理·····	319
第四节 瓦斯煤尘爆炸的基本参数·····	321
第五节 瓦斯煤尘爆炸对井下环境造成的破坏·····	323
第三章 瓦斯煤尘爆炸防治技术·····	326
第一节 防止瓦斯煤尘爆炸的技术措施·····	326
第二节 防止瓦斯煤尘爆炸范围扩大的措施·····	337
第三节 瓦斯煤尘爆炸事故的预防和处理计划·····	349
第四章 瓦斯煤尘爆炸事故的调查·····	354
第一节 瓦斯煤尘爆炸事故调查的目的、任务及意义·····	354
第二节 瓦斯煤尘爆炸事故调查的组织和基本程序·····	355
第三节 瓦斯煤尘爆炸事故现场调查的主要内容·····	357
第四节 瓦斯煤尘爆炸事故的鉴定·····	359
第五节 瓦斯煤尘爆炸事故原因的综合技术分析·····	362
参考文献·····	364

第五篇 含瓦斯煤岩动力灾害的防治技术

第一章 含瓦斯煤岩动力灾害及其分类·····	367
第一节 含瓦斯煤岩动力灾害·····	367
第二节 含瓦斯煤岩动力灾害分类·····	370

第三节 煤与瓦斯突出的一般规律·····	379
第四节 煤与瓦斯突出发生机理及影响因素·····	381
第二章 含瓦斯煤岩动力灾害经典预测原理及方法·····	408
第一节 煤与瓦斯突出预测分类·····	408
第二节 煤与瓦斯突出区域性预测·····	408
第三节 煤与瓦斯突出的工作面预测·····	411
第三章 含瓦斯煤岩破坏过程的电磁辐射与声发射规律·····	419
第一节 受载煤岩体的电磁辐射现象·····	419
第二节 受载煤岩体的电磁辐射规律·····	426
第三节 含瓦斯煤体流变破坏电磁辐射的影响因素·····	435
第四节 受载煤岩体电磁辐射的产生机理·····	443
第四章 含瓦斯煤岩动力灾害预测预报新技术·····	448
第一节 概述·····	448
第二节 煤与瓦斯突出的电磁辐射预报技术·····	449
第五章 含瓦斯煤岩动力灾害的防治技术·····	464
第一节 煤与瓦斯突出的综合防治·····	464
第二节 防止煤与瓦斯突出的区域性措施·····	470
第三节 防止煤与瓦斯突出的水力化措施·····	503
参考文献·····	529

第六篇 冲击矿压与顶板灾害防治技术

第一章 采掘空间围岩运动规律·····	535
第一节 顶板运动基本规律·····	535
第二节 井巷围岩应力分布与矿压显现规律·····	539
第三节 采场围岩应力分布与矿压显现·····	541
第四节 邻近层煤柱与停采线的影响作用·····	544
第二章 顶板灾害防治·····	547
第一节 顶板事故分类·····	547
第二节 顶板灾害防治·····	548
第三节 预防冒顶事故的采场控顶设计·····	555
第四节 顶板灾害监测技术·····	563
第三章 冲击矿压发生机理·····	570
第一节 冲击矿压现象及特征·····	570

第二节 冲击矿压影响因素·····	571
第三节 冲击矿压发生机理·····	582
第四节 煤岩冲击破坏与声电耦合·····	585
第四章 冲击矿压防治·····	594
第一节 冲击矿压防治技术体系·····	594
第二节 冲击矿压预测预报技术·····	595
第三节 冲击矿压防范措施·····	621
第四节 冲击矿压解危技术·····	624
参考文献·····	636

第七篇 煤矿水灾防治技术

第一章 煤矿水灾防治基础·····	639
第一节 煤矿床充水条件分析·····	639
第二节 矿井突水预兆和水量估算·····	642
第二章 煤矿地面防治水监察·····	646
第三章 煤矿井下防治水技术与方法·····	649
第一节 井下防水煤(岩)柱留设·····	649
第二节 井下探放水技术·····	650
第三节 疏干(水)技术·····	653
第四节 带压开采技术·····	656
第五节 防水闸门和水闸墙·····	658
第六节 矿井防排水技术·····	659
第七节 可视化地下水模拟评价新型软件系统(Visual Modflow)与矿井防治水·····	662
第八节 煤层回采前方小构造预测的GIS技术·····	665
第九节 煤矿顶板水害防治决策技术·····	669
第十节 含水层改造与隔水层加固技术·····	675
第十一节 华北型煤田立体充水地质结构理论·····	676
第四章 矿坑涌水量预测评价·····	681
第五章 华北型煤矿井排水、供水、生态环保三位一体优化结合·····	686
第一节 排水、供水、生态环保三位一体结合的必然性分析与研究现状·····	686
第二节 排水、供水、生态环保三位一体结合的基本理论和模式·····	696
参考文献·····	698

第八篇 煤矿粉尘防治技术

第一章 预湿煤体防尘技术	703
第一节 预湿煤体减尘机理及其影响因素	703
第二节 水在煤体中的运动规律	711
第三节 煤层注水方法及其参数的确定	714
第四节 各种注水方式的特点及其效果的考察方法	718
第二章 采掘工作面防尘技术	720
第一节 采掘工作面尘源的形成与分布	720
第二节 采煤工作面防尘技术	724
第三节 掘进工作面防尘技术	729
第四节 矿井其他生产环节防尘技术	742
第三章 物理化学防尘技术	748
第一节 隔尘风帘防尘技术	748
第二节 化学降尘剂防尘技术	750
第三节 粘结式防尘技术	753
第四节 泡沫除尘技术	756
第五节 磁化水除尘技术	758
第六节 其他物理化学防尘技术	761
第四章 个体防护	763
第一节 自吸过滤式防尘口罩	763
第二节 动力送风式个体防尘用具	767
参考文献	771

第九篇 煤矿安全管理理论与技术

第一章 煤矿安全管理理论	775
第一节 安全管理基础	775
第二节 事故致因理论	784
第三节 安全管理理论	789
第四节 煤矿安全风险的结构特点	799
第二章 安全分析技术	801
第一节 因果图分析技术	801

第二节 安全检查表分析技术·····	803
第三节 事件树分析技术·····	807
第四节 事故树分析技术·····	810
第五节 危险性预先分析技术·····	819
第三章 安全评价技术·····	822
第一节 安全评价理论·····	822
第二节 定性安全评价方法·····	828
第三节 半定量安全评价方法·····	832
第四节 可靠性安全评价法·····	836
第五节 模糊综合安全评价技术·····	838
第四章 安全计划与安全决策技术·····	841
第一节 企业安全计划·····	841
第二节 安全决策·····	844
第五章 安全管理技术方法·····	850
第一节 安全目标管理·····	850
第二节 安全检查技术方法·····	855
第三节 隐患排查管理技术·····	857
第四节 本质安全技术·····	859
第五节 人员安全管理·····	861
第六节 安全信息管理·····	865
第六章 企业安全教育培训·····	873
第一节 安全教育培训的作用与特点·····	873
第二节 安全教育培训体系·····	875
第三节 企业决策层的安全教育培训·····	877
第四节 企业管理层的安全教育培训·····	878
第五节 专职安全管理人员安全教育培训·····	878
第六节 企业职工的安全教育培训·····	879
参考文献·····	882

Contents

Preface	1
----------------------	---

Part 1 General characteristics and movement rules of the disaster mediums in coal mine

1 Status and characteristics of the disaster mediums in coal mine	33
1.1 Formation of coal and gas	33
1.2 Storage status of coal bed gas	37
1.3 General characteristics of the disaster mediums in coal mine	47
1.4 Rheology and "corrosion-damage" rules of gas-containing coal or rock	67
2 General laws of mine air flow	76
2.1 Pelationship between mine ventilation and fundamental theories of correlative disciplines	76
2.2 Relation of idea gas, idea fluid and perfect gas	76
2.3 Mathmatical descriptions of airflow laws in mine	77
2.4 Relationship between first law of thermodynamics and energy equation	80
3 Pattern for multiphase flow	83
3.1 Pattern of methane migrating in airflow	83
3.2 Pattern of dust migrating in airflow	87
3.3 Pattern of liquid drop and dust migrating in airflow	99
4 Regulations of gas and liquid moving in porous medium	105
4.1 Regulations of gas moving in coal seam	105
4.2 Bases of groundwater infiltration in porous medium	111
4.3 Fundamental theory of fracture water infiltration in mine basement	115
References	119

Part 2 Guarantee system of mine ventilation and its reliability analysis

1 Introduction of mine ventilation	123
1.1 The brief development history and trend of mine ventilation	123