

中国煤炭学会科技系列丛书



煤矿安全新技术

MEIKUANG ANQUAN XIN JISHU

主 编 王显政

副主编 杨 富 朱凤山 胡省三

煤炭工业出版社

中国煤炭学会科技系列丛书

煤矿安全新技术

主 编 王显政

副主编 杨 富 朱凤山 胡省三

煤炭工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

煤矿安全新技术/王显政主编. —北京: 煤炭工业出版社, 2002

ISBN 7-5020-2233-3

I. 煤… II. 王… III. 煤矿—矿山安全—安全技术 IV. TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 092842 号

中国煤炭学会科技系列丛书

煤矿安全新技术

主编 王显政

副主编 杨富 朱凤山 胡省兰
责任编辑 黄勤 向云霞 郑发科

煤炭工业出版社 出版发行

(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

北京房山宏伟印刷厂 印刷



开本 787×1092mm^{1/16} 印张 33^{3/4}

字数 797 千字 印数 1—2,000

2002 年 12 月第 1 版 2002 年 12 月第 1 次印刷

社内编号 5004 定价 95.00 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

编写委员会名单

主任委员 濮洪九

副主任委员 付建华 窦庆峰 屠锡根 王 云 俞启香

委 员 (以姓氏笔划为序)

王 云	王显政	王振平	王震宇	王德明
付建华	李宝玉	朱凤山	苏文叔	杨 富
沈祝平	邵 军	范启炜	范国强	罗海珠
周心权	张铁岗	胡千庭	胡省三	袁 亮
俞启香	黄声树	屠锡根	窦庆峰	薛元修
濮洪九				

主 编 王显政

副 主 编 杨 富 朱凤山 胡省三

序 言

煤矿安全历来是世界各产煤国极为关注的问题。新中国成立以来，党和国家十分重视煤矿安全生产，经过煤炭战线各级领导、工程技术人员和广大职工几十年的艰苦努力，全国煤矿安全生产状况与解放前相比发生了根本性的变化。党的十一届三中全会以后，我国煤矿迎来了安全生产的春天，特别是近十几年来，全国煤矿坚决贯彻“安全第一，预防为主，综合治理，总体推进”的指导思想，向安全、高效、洁净的技术方向发展，实行安全生产专业管理与业务保安相结合，使安全工作逐步走上了规范化、法制化的轨道；并通过大力提高安全技术装备水平，改善安全生产条件，坚持装备、管理和培训并重的原则，煤矿安全生产出现了转机，扭转了安全生产大起大落的被动局面。1994年以来，国有重点煤矿百万吨死亡率下降到1.2以下，形成了解放以来安全生产的良好局面。

煤矿安全技术的研究一直受到国家和行业的高度重视，并被列为国家和行业的科技攻关重点。近20年来，煤矿安全技术都被列入国家科技攻关计划和行业重点科技攻关计划。国家和行业主管部门每年的拨款及企业自筹资金达数千万元，由生产、科研与高等院校相结合的科技队伍联合进行攻关，取得了一大批科研成果，对煤矿安全状况的改善发挥了重要作用。

“六五”期间，煤矿安全技术研究主要在瓦斯含量测定方法、邻近层瓦斯抽放技术、松动爆破和煤层预抽防突技术、防隔爆技术以及均压防火技术等方面取得了突破，并开发了移动式瓦斯抽放泵站、束管监测系统、DQ系列燃油惰气灭火装置以及湿式除尘器等关键装备，使煤矿安全技术从无到有，开始在现场发挥应有的作用。“六五”成果在“七五”期间的推广应用，改善了煤矿安全状况。但是我国煤矿安全生产技术水平与国外先进产煤国家相比，还有很大的差距，主要是对各种自然灾害发生的原因和条件尚无深入了解，灾害防治措施单一，只相当于20世纪50到60年代的国际先进水平。

“七五”期间煤矿安全科技攻关全面起步，开展了矿井瓦斯涌出量预测方法、煤与瓦斯突出预测预报技术、水力冲孔和大直径钻孔石门揭煤及采掘工作面防突措施、隔抑爆技术、煤层自燃倾向性鉴定方法以及自然发火预测预报技术等多项专题研究，开发出了瓦斯抽放配套装备、突出预测仪等关键装备，进一步完善了“六五”成果。通过“七五”期间的科研攻关，人们对煤矿灾害的起因和发展有了初步了解，抗灾措施研究密切结合生产实际，防治瓦斯煤尘爆炸、突出、火灾的单项技术逐渐成熟，并向综合配套方向发展，所取得的成果已在全国煤矿得到推广应用，由此进一步改善了煤矿安全状况。“七五”期间我国的煤矿安全技术已达到20世纪70年代的国际先进水平。

“八五”期间针对煤矿生产中的瓦斯煤尘爆炸、煤与瓦斯突出、矿井火灾三大灾害开展了攻关研究。地勘期间煤田瓦斯预测技术的研究，保证了地勘钻孔（500~1000m）测定瓦斯含量的准确、可靠性，准确率达90%，分源预测法的研究和应用，使矿井瓦斯涌出量预测准确率大于85%。该成果被国家评为“八五”期间十大世界领先科技成果。以强化瓦斯

抽放为目的,开展了顶板和煤层水平钻孔抽放瓦斯、煤层预裂爆破和无煤柱抽放瓦斯等工艺方法研究,并且研制出抽瓦斯监测装备和泵站无阻力阻爆(燃)装备,使矿井及工作面瓦斯抽放率大大提高,示范矿井的瓦斯抽放率大于40%,获得了显著的社会和经济效益。煤与瓦斯突出防治技术的研究,形成了“四位一体”综合防突措施,在非接触连续预测突出的技术和突出敏感指标以及临界值确定方法方面取得了较大的进展,使预测突出危险准确率达60%,不突出准确率达100%。新型隔爆棚的研究,提高了隔绝强爆炸、弱爆炸的综合性能,初步形成了防治炮掘和机掘工作面瓦斯、煤尘爆炸综合技术。易燃煤层最短自然发火期预测方法和多参数综合监测预报技术的研究,使矿井火灾预报准确率达80%以上。在井下移动式制氮设备和采空区防灭火技术取得了突破,形成了火灾预测预报和采空区惰化、阻化、堵漏技术。“八五”期间开发的以干式除尘器为主的掘进工作面综合防尘技术,进一步提高了防尘效果。通过“八五”攻关研究,进一步深化了对煤矿灾害的认识,完善提高了抗灾措施,各项措施初步配套,形成了煤矿主要灾害的防治体系。煤矿安全技术的总体水平达到了20世纪80年代的国际先进水平。

“九五”期间,以建立瓦斯灾害治理示范工程为目标,结合平顶山、阳泉、兖州、淮南等矿区的特点,对瓦斯预测、煤与瓦斯突出、瓦斯抽放、瓦斯煤尘爆炸、火灾等问题进行综合配套研究,形成了技术配套、措施有效的瓦斯、火灾灾害综合治理措施体系,攻关取得的成果已在矿区得到推广应用;通过攻关项目的实施,使示范矿区瓦斯灾害治理技术水平有了较大的提高,煤与瓦斯突出灾害得到了有效的抑制,基本控制了煤与瓦斯突出对人员造成的伤害,重大瓦斯爆炸事故有明显减少。煤矿安全技术的总体水平达到了20世纪90年代的国际先进水平。

通过从“六五”到“九五”20年煤矿安全技术的攻关研究,我国煤矿安全技术保障体系已基本形成。已形成瓦斯灾害危险区域预测、瓦斯涌出量预测、瓦斯检测与监测、瓦斯抽放四位一体的煤与瓦斯突出防治技术相配套的综合防治措施。250m顺煤层强力钻机和600m水平钻机研制成功,为瓦斯抽放提供了更有力的手段;甲烷传感器的稳定性和可靠性有了进一步的提高。矿井火灾防治技术已形成了“火灾监测”、“堵漏”、“阻化”、“惰化”相配合的自然发火防治体系,带式输送机火灾监测采用光纤测温等高技术已取得突破。以防治呼吸性粉尘为重点,研制出了符合国际标准的粉尘采样器,煤层注水、高压雾化降尘与负压二次降尘技术的配合应用,减少了尘肺病的发生。通风装备方面已开发了一批高效、低噪、大功率局部通风机,灾害时期风流流动及控制、救灾决策辅助系统、灾后抢险救灾技术等也取得了较大进展。

坚持“先抽后采,以风定产,瓦斯监控”的瓦斯综合治理方针,结合新技术的推广应用,一些矿区的瓦斯灾害治理取得了良好的效果。抚顺矿区坚持本煤层抽放与开放式采空区埋管抽放相结合,通过对瓦斯抽放的综合监控,合理调整抽放参数,确定了抽放瓦斯与防火合理监控参数及临界指标,解决了单一特厚煤层综放开采时瓦斯与防灭火综合治理的难题;阳泉矿区通过推广顶板高抽巷、高仰角大直径钻孔和顶板岩石长钻孔抽放技术,成功地解决了综放工作面邻近层瓦斯涌出量大、综放工作面初采期瓦斯超限等问题,使得瓦斯抽放量一直位居全国之首,成为我国瓦斯综合治理的典范。淮南、沈阳等矿区一直都是瓦斯灾害多发区,近几年实施瓦斯灾害综合治理示范工程,学习抚顺、阳泉矿区的先进经验,与科研院校密切合作,根据各自特点,研究和推广应用了一套行之有效的瓦斯灾害治

理技术。淮南矿区确定合理的开采程序，加强保护层开采配合被保护层瓦斯抽放、顶板走向长钻孔抽放采空区瓦斯、本煤层采掘工作面和石门揭煤工作面强化预抽、煤巷掘进工作面边掘边抽等一系列综合瓦斯抽放技术的研究和推广应用，使年瓦斯抽放量迅速提高到近亿立方米，基本杜绝了10人以上特大事故。沈阳矿区通过“四位一体”综合防突技术的推广应用，建立以突出危险预测为基础、以瓦斯抽放为主导措施的防灾技术体系，实现了连续3年无死亡3人以上的重大事故。

为了系统地总结我国煤矿安全技术近十年来取得的研究成果，推动煤矿安全技术水平和管理水平的提高，并使煤矿安全技术更加系统和完善，由中国煤炭学会组织从事煤矿安全技术的科研单位、高等院校以及有关煤炭生产企业编写了本书。煤矿安全生产的技术和装备涉及诸多方面，为突出重点，本书只介绍了煤矿“一通三防”方面的新技术、新装备、新工艺及相关理论，涉及煤矿电气安全、顶板灾害防治、水害防治等方面的技术和装备，请读者参考其他有关书籍。本书编写的原则是优选近十年来已经在煤炭生产企业应用，并取得实效，对提高煤矿防灾、抗灾技术水平发挥了一定作用的实用科技成果，重点介绍实用性强，应用量大、面广，有代表性的技术和装备，较为系统地介绍相关技术和装备的原理、技术特点、工艺方法 and 应用效果。本书的读者对象是煤炭企业工程技术人员及管理人员、高等学校的老师和高年级学生、科研及设计部门的技术人员等。由于时间、水平所限，书中不足之处，敬请批评指正。

我国煤矿安全技术的发展成果是经历了几代工程技术人员的共同艰苦奋斗才取得的，有的同志还为此献出了宝贵的生命，谨以本书献给为煤矿安全事业努力工作的同志们，并对已故同志表示深切的怀念。

国家安全生产监督管理局
国家煤矿安全监察局 局长



二〇〇二年八月十五日

内 容 简 介

本书介绍了“七五”以来,我国煤矿安全方面的新工艺、新技术、新装备及相关理论,主要涉及矿井通风技术、矿井瓦斯防治技术、防治煤与瓦斯突出技术、矿井火灾防治技术、矿井煤尘防治技术、安全仪器仪表及监测监控技术、矿山救护装备以及四个典型矿区的安全综合治理技术。书中列举了大量应用实例,对煤矿的安全生产具有指导和参考作用,同时为煤矿安全生产指明了技术方向。

本书供从事煤矿安全生产工作的科研技术及管理人员参阅,也可以作为高等院校师生的参考书。

目 录

第一篇 矿井通风技术

第一章 概 述	3
第一节 矿井通风系统的优化改造	3
第二节 矿井通风装备和仪器仪表的改进	5
第三节 矿井通风新技术	5
第二章 矿井通风系统优化设计及可靠性评价	8
第一节 概 述	8
第二节 通风系统优化设计原则	8
第三节 矿井通风系统安全可靠性评价指标体系	11
第三章 矿井灾变通风	14
第一节 概 述	14
第二节 火灾时期风流状态定性控制技术	15
第三节 计算机技术在矿井火灾救灾决策中的应用	17
第四节 灾变通风设备和设施	26
第四章 煤矿掘进通风安全技术及装备系列化	32
第一节 掘进通风安全技术	32
第二节 掘进通风安全装备和安全保护措施	34
第五章 矿井通风新装备及检测仪表	38
第一节 概 述	38
第二节 高性能主通风机	39
第三节 新型局部通风机	43
第四节 高性能风筒	49
第五节 矿井通风参数检测仪表及风门开闭传感器	50
第六章 通风管理	55
第一节 概 述	55
第二节 煤矿通风信息管理系统	55

第三节 煤矿通风事故隐患管理	57
主要参考文献	61

第二篇 矿井瓦斯预测、抽放及局部 瓦斯积聚防治技术

第一章 煤层瓦斯含量及压力测定方法	65
第一节 地质勘探时期煤层瓦斯含量测定方法	65
第二节 井下煤层瓦斯含量测定方法	68
第三节 煤层瓦斯压力测定方法	72
第四节 瓦斯等值线图计算机编绘方法	73
第二章 瓦斯涌出量预测方法	75
第一节 概 述	75
第二节 掘进工作面瓦斯涌出量预测	75
第三节 回采工作面瓦斯涌出量预测	77
第三章 矿井瓦斯抽放新技术	82
第一节 概 述	82
第二节 本煤层瓦斯抽放新技术	83
第三节 邻近层瓦斯抽放新技术	95
第四节 采空区瓦斯抽放新技术	100
第五节 抽放瓦斯装备及抽放监控系统	107
第四章 局部积聚瓦斯防治技术	110
第一节 回采工作面上隅角积聚瓦斯处理技术	110
第二节 盲巷积聚瓦斯安全排放技术	116
主要参考文献	120

第三篇 防治煤与瓦斯突出技术

第一章 概 述	123
第一节 煤与瓦斯突出国内外概况	123
第二节 突出发生的一般规律	124
第三节 防突技术的发展	125
第二章 突出机理研究的新进展	127
第一节 综 述	127

第二节 煤与瓦斯突出的流变机理·····	128
第三节 煤与瓦斯突出的球壳失稳理论·····	133
第三章 煤与瓦斯突出预测技术·····	138
第一节 突出危险区域预测·····	138
第二节 工作面突出危险性预测·····	141
第三节 突出强度预测·····	157
第四章 煤与瓦斯突出防治技术·····	161
第一节 概 述·····	161
第二节 区域性防止突出措施·····	164
第三节 局部防突新技术·····	173
第四节 机掘巷道防突技术·····	183
第五节 回采工作面控制预裂爆破防突技术·····	187
第六节 安全防护措施·····	190
主要参考文献·····	196

第四篇 矿井火灾防治技术

第一章 概 述·····	199
第一节 矿井火灾·····	199
第二节 矿井火灾防治技术的发展现状及趋势·····	200
第二章 煤炭自然发火机理·····	205
第一节 概 述·····	205
第二节 煤炭自燃机理·····	207
第三节 煤层自然发火危险指数评价·····	211
第四节 煤层最短自然发火期评价·····	213
第三章 矿井火灾监测及早期预测预报·····	216
第一节 煤炭自然发火的标志气体指标及优选·····	216
第二节 预测预报自然发火的方法·····	225
第三节 矿井火灾监测·····	228
第四章 矿井火灾防治技术·····	233
第一节 概 述·····	233
第二节 矿井自然发火（内因火灾）防治技术（一）·····	234
第三节 矿井自然发火（内因火灾）防治技术（二）·····	247

第四节 外因火灾防治技术·····	262
第五章 火区的封闭、管理与启封·····	265
第一节 火区密封技术·····	265
第二节 火区管理技术·····	267
第三节 火区启封技术·····	269
主要参考文献·····	274

第五篇 矿井煤尘防治技术

第一章 煤尘产生与扩散的控制技术·····	278
第一节 煤层注水防尘技术·····	278
第二节 喷雾降尘技术·····	282
第三节 通风除尘技术·····	290
第二章 粉尘浓度检测技术·····	298
第一节 粉尘采样器·····	298
第二节 测尘仪·····	300
第三章 矿井瓦斯煤尘爆炸隔(抑)爆技术·····	302
第一节 概 述·····	302
第二节 被动式隔爆技术·····	303
第三节 自动抑爆技术·····	306
主要参考文献·····	310

第六篇 安全仪器仪表及监测监控技术

第一章 综 述·····	313
第一节 国内煤矿监控技术发展概况及趋势·····	313
第二节 国外煤矿监控技术发展情况·····	315
第三节 我国矿井安全监控技术发展方向·····	317
第二章 煤矿安全监测系统·····	319
第一节 概 述·····	319
第二节 KJ90 型煤矿综合监控系统 ·····	320
第三节 KJ95 型煤矿综合监控系统 ·····	323

第三章 传感器新技术.....	327
第一节 瓦斯传感器.....	327
第二节 一氧化碳传感器.....	328
第四章 新型安全检测仪表.....	334
第一节 AZD-1 型智能多参数检测报警仪	335
第二节 BMK-Ⅱ型煤矿气体可爆性测定仪	337
第三节 WP-1 型井下煤层瓦斯压力(含量)快速测定仪	339
主要参考文献.....	343

第七篇 矿山救护装备

第一章 呼吸保护装备.....	347
第一节 概 述.....	347
第二节 系列化学氧自救器.....	350
第三节 正压氧气呼吸器.....	351
第二章 矿井救灾指挥通讯系统.....	357
第一节 概 述.....	357
第二节 KTW2 型矿用救灾无线电通讯装置	358
主要参考文献.....	361

第八篇 典型矿井安全综合治理技术

第一章 阳泉矿区综放工作面瓦斯治理技术.....	365
第一节 概 况.....	365
第二节 综放工作面瓦斯涌出规律.....	368
第三节 综放工作面上邻近层瓦斯抽放技术.....	376
第四节 综放工作面初采期瓦斯治理技术.....	390
第五节 综放面上隅角瓦斯治理技术.....	397
第二章 平顶山矿区安全综合治理技术.....	407
第一节 概 况.....	407
第二节 矿井安全综合治理技术.....	412
第三章 淮南煤田瓦斯及其防治技术.....	432
第一节 概 况.....	432

第二节 生产矿井的瓦斯及其规律·····	435
第三节 煤与瓦斯突出防治技术·····	449
第四节 瓦斯抽放技术·····	465
第四章 兖州矿区综放采煤防灭火新技术·····	485
第一节 概 况·····	485
第二节 煤层自然发火状况及特点·····	492
第三节 煤层自然发火防治技术·····	499
主要参考文献·····	522
编后语·····	524

第一篇 矿井通风技术

主要编写人员 周心权 王德明

参加编写人员 (以姓氏笔划为序)

叶汝陵 付培舫 朱洪青 陈开岩

吴 兵 崔金库

第一章 概述

矿井通风是矿井安全生产的基本保障。矿井通风指借助于机械或自然风压，向井下各用风点连续输送适量的新鲜空气，供给人员呼吸，稀释并排出各种有害气体和浮尘，以降低环境温度，创造良好的气候条件，并在发生灾变时能够根据撤人救灾的需要调节和控制风流流动路线的作业。

20 世纪 80 年代以来，随着煤矿机械化水平的提高，采煤方法、巷道布置及支护的改革，电子和计算机技术的发展，我国矿井通风技术有了长足的进步，通风管理日益规范化、系列化、制度化，通风新技术和新装备愈来愈多地投入应用。以低耗、高效、安全为准则的通风系统优化改造在许多煤矿得以实施，使其能够更好地为高产、高效、安全的集约化生产提供安全保障。

第一节 矿井通风系统的优化改造

矿井通风系统是向矿井各用风点供给新鲜空气、排出污风的通风方式（进\回风井布置的方式—中央式、对角式、混合式）、通风方法（抽出式、压入式、抽压混合式）、通风网络（由风流流经的巷道及相关设施组成）和通风控制设施（通风构筑物）的总称。

近年来，为适应综合机械化采煤的要求，原煤炭工业部在总结建设经验，借鉴国外先进技术的基础上于 1984 颁发了《关于改革矿井开拓部署的若干技术规定》，作为新井建设、生产矿井技术改造和开拓延深的依据。为适应生产集约化，开采深度增加、瓦斯涌出量大的情况，以“针对现实、着眼长远、因地制宜、对症下药、综合治理、节能增风”为指导思想，对数百对国有煤矿进行了通风系统优化改造，配合生产矿井井田合并、开采范围扩大和储量增多等改扩建工作。这类通风系统优化改造主要有以下几个方面内容。

一、通风方式的改革

根据矿井的特点和需要，把中央式通风演变为中央—对角式混合通风系统。为适应综采集约化生产，工作面单产超过 1Mt/a 的要求，对矿井采用分区域开拓。因此，形成区域式通风系统，即每个区域均有一组进、回风井，各个区域采用相对独立的通风技术。它具有通风线路短、风阻小、区域间干扰小、安全性好，便于选择主要通风机，使其实现高效节能的特点，提高了矿井的通风能力和抗灾能力，适用于特大型矿井或因地质条件须把井田划为若干独立生产区域的矿井。总之，新建大型矿井通风系统以对角式、分区式为主，改扩建的生产矿井以混合式为主，表 1-1-1 表示我国大型煤矿各类通风方式分布状况。