

The Technology and Engineering Practice of  
Gas Prevention in Coal Mines

# 煤矿瓦斯防治技术 与工程实践

主编 何学秋

副主编 申宝宏 罗海珠 麻名更 周北驹

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

# 煤矿瓦斯防治技术与工程实践

主 编 何学秋  
副主编 申宝宏 罗海珠  
麻名更 周北驹

中国矿业大学出版社

# 《煤矿瓦斯防治技术与工程实践》

## 编 委 会

主 编 何学秋

副 主 编 申宝宏 罗海珠 麻名更 周北驹

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王魁军 文光才 卢鉴章 宁 宇

朱凤山 刘见中 齐庆新 严如令

李成武 宋建成 张延寿 陈重新

林柏泉 周心权 胡千庭 贺明新

姜文忠 秦玉金 黄 河 黄声树

黄昌文 梁运涛 富 向 蓝 航

雷 毅 霍中刚 魏 刚

## 前 言

“十五”国家科技攻关计划项目——“煤矿瓦斯治理技术集成与示范”，以瓦斯防治为核心，以集成和推广先进技术为重点，以重点矿区瓦斯灾害诊断的手段，以技术标准和规范为落脚点，将瓦斯防治技术按照先进适用的原则进行了筛选和集成。该项目的实施提高了我国瓦斯灾害防治的技术水平和能力，显著改善了我国煤矿瓦斯灾害状况，在防止重特大瓦斯事故发生和稳定我国煤矿安全生产局面中起到了积极作用。

项目按技术装备筛选、专家诊断、成果完善提高与系统集成、工程应用示范、规范标准等层次共设置“煤矿瓦斯治理技术筛选及适用性研究”、“高瓦斯矿区瓦斯灾害诊断及治理方案研究”、“瓦斯治理适用技术完善提高及应用研究”、“煤矿瓦斯治理技术规范及标准的研究”、“煤与瓦斯突出、易自燃厚煤层群适用放顶煤开采的瓦斯综合防治技术”、“极薄保护层开采、瓦斯治理及综合防突技术研究”、“豫西‘三软’不稳定突出煤层防突示范技术研究”、“高瓦斯油气伴生易自燃厚煤层放顶煤开采瓦斯治理技术集成与示范”、“严重突出矿井瓦斯综合治理技术推广与应用示范”等9个课题，其中后5个课题为现场示范课题。

自2005年6月研究项目启动以来，该项目吸纳全社会的优势科技资源，以政府牵头、产学研结合的方式开展研究。项目充分发挥了科研院所、高等院校和企业的整体优势，加强协作和联合攻关，取得了以下主要研究成果。

第一，项目系统梳理和总结了我国瓦斯防治技术，筛选出先进技术并进行适用性研究，提炼出适合我国不同区域、地质、瓦斯赋存情况和开采技术特点的瓦斯灾害治理的成套技术，基本形成了涵盖地质、采掘生产、预测预报、监测监控、应急救援等方面的瓦斯防治技术体系框架并进行了优化集成，编辑出版了技术汇编，同时研究建立了瓦斯防治技术多媒体数据库演示系统。该研究成果已在5个示范企业应用并取得明显效果。

第二，项目针对我国煤矿瓦斯防治的现状，以企业自诊断和专家会诊相结合方式，组织11个专家组对45户国有重点监控煤矿企业和9家其他企业等一批具有代表性的高瓦斯突出矿井进行瓦斯灾害隐患诊断，发现事故隐患5886条，提出整改措施和建议5771条，提交煤矿安全技术会诊报告532份。提出矿井瓦斯灾害诊断指标体系和评价方法，形成《煤矿安全诊断技术规范》(讨论稿)，建立了高瓦斯突出矿井灾害隐患诊断模板。组织专家诊断，系统总结和综合分析了我国煤矿企业存在的共性重大隐患和问题，提出了解决问题的技术措施和重点科技攻关项目建议。剖析灾害事故的深层次原因，提出和促进我国煤矿安全生产的经济政策、产业政策和财经政策。项目的实施不仅推广了先进适用技术、指导了矿区瓦斯防治工作，而且还培训了一批瓦斯管理和技术人才队伍。

第三，项目结合推广应用情况和现场条件，对优选的成熟技术和装备进行了完善提高，增强了煤与瓦斯突出防治、瓦斯抽放、监测监控等关键技术和装备在不同矿区的可靠性和适应性。通过两年时间的研究，在提高煤与瓦斯突出预测准确性、长钻孔瓦斯抽放技术和装备的适用性、松软突出煤层成孔深度等关键技术方面取得突破。研究完善了38项新技术或新产品，申报专利7项(其中，发明专利2项，已授权实用新型专利2项)，取得5项创新性成果。

第四，项目制定和修订了一批现场急需的瓦斯管理规范和技术标准，建立了煤矿瓦斯灾害防治技术标准体系框架，有力地促进了我国瓦斯灾害防治长效机制的形成。共制定11项标准，其中制(修)

订 5 个技术规范、5 个测定方法和 1 个评价方法。标准的制定大大加快了我国行业技术进步和提高了瓦斯防治的管理水平,从而促进我国瓦斯防治长效机制的形成。

第五,项目选择鹤岗矿业集团有限责任公司、沈阳煤业(集团)有限责任公司、郑州煤炭工业(集团)有限责任公司、铜川矿务局、重庆松藻煤电有限责任公司等 5 个具有区域代表性的典型瓦斯灾害矿区(井)进行瓦斯灾害防治工程实践。完善了示范矿区煤与瓦斯突出预测和防治、瓦斯抽放和开采保护层技术等,使上述矿区的瓦斯抽放率增加 30%~50%,矿井瓦斯超限次数下降了 50%以上,有效控制了重特大瓦斯事故发生。提高了示范矿区煤与瓦斯突出防治的管理手段和技术水平,培养了一支煤与瓦斯突出预测和防治技术队伍,创造了显著的经济效益和社会效益。示范矿区的建设有力地加快了我国煤矿瓦斯防治技术推广的进程,促进了全行业瓦斯防治技术水平提高。

综上所述,本项目通过对我国煤矿高瓦斯矿区的瓦斯灾害诊断、瓦斯防治技术成果优化集成、先进适用技术示范推广和标准规范的制(修)订,构建了我国煤矿瓦斯灾害防治技术体系和标准体系框架,全面提高了煤矿抵御瓦斯灾害的能力,有效控制了重特大煤矿瓦斯灾害事故的发生,为促进煤矿安全生产和效益的增长提供了技术保障。在快速显著提高我国煤矿瓦斯防治技术水平的同时,还培训和锻炼了一批技术骨干和人才队伍。

作者

2008 年 5 月

前言.....	1
绪论.....	1
<b>第一编 煤矿瓦斯防治技术</b>	
<b>第一章 矿区瓦斯灾害的诊断</b> .....	9
<b>第一节 瓦斯灾害隐患的诊断内容和程序</b> .....	9
一、瓦斯灾害诊断矿井的基本情况.....	9
二、瓦斯灾害诊断的内容.....	10
三、瓦斯灾害诊断的程序.....	16
<b>第二节 高瓦斯矿井诊断模板</b> .....	16
一、煤矿安全诊断的内容.....	16
二、矿井瓦斯灾害诊断的指标和评价标准.....	16
三、矿井瓦斯灾害诊断的程序和报告.....	23
<b>第三节 高瓦斯矿井瓦斯灾害隐患的专家会诊</b> .....	24
一、高瓦斯矿井存在的重大安全隐患和主要问题.....	24
二、解决煤矿安全生产中存在的共性重大隐患的具体技术措施.....	30
三、我国煤矿安全工作的对策建议.....	43
<b>第二章 煤矿瓦斯防治实用技术</b> .....	46
<b>第一节 瓦斯涌出量预测技术</b> .....	46
一、瓦斯含量的测定方法.....	46
二、矿井瓦斯涌出量预测.....	51
<b>第二节 瓦斯抽放技术</b> .....	60
一、开采煤层瓦斯抽放方法.....	60
二、邻近层卸压瓦斯抽放方法.....	67
三、围岩瓦斯抽放方法.....	71
四、采空区瓦斯抽放方法.....	71
五、综合抽放瓦斯方法.....	74
六、煤矿抽放瓦斯方法筛选汇总.....	75
<b>第三节 煤与瓦斯突出防治技术</b> .....	76
一、煤与瓦斯突出危险性预测.....	77
二、防治突出措施.....	84

## 绪 论

目前,我国能源消费结构中煤炭占 67%,以煤为主的能源消费格局在今后 50 年内仍不会发生根本性改变。但是,我国 95%的煤矿是地下开采,煤层赋存条件复杂多变,重大瓦斯灾害(瓦斯煤尘爆炸、煤与瓦斯突出等)事故时有发生。煤炭工业的持续、稳定、健康发展直接关系我国能源安全和全面建设小康社会目标的实现。

近年来,我国煤矿安全生产状况明显改善,但安全生产形势依然严峻,重特大事故时有发生。煤矿灾害事故一直居全国工矿企业和矿山企业事故起数和死亡人数的首位,百万吨死亡率居高不下。据统计,我国煤矿灾害事故每年造成的直接经济损失达 20 亿元以上,间接经济损失在 100 亿元以上。特别是 2004 年年末到 2005 年初,不到半年时间即发生了“10·20”河南郑煤集团大平矿难(死亡 148 人)、“11·28”陕西铜川矿务局陈家山矿难(死亡 166 人)和“2·14”阜新矿业集团孙家湾矿难(死亡 214 人),造成重大人员伤亡和严重的财产损失,产生了恶劣的社会影响,损害了我国的国际形象。因此,遏制重特大瓦斯灾害事故是当前的迫切任务,也是保障煤矿安全生产的重中之重。

随着我国经济快速增长和对煤炭的需求量日益增大,煤矿的开采强度亦随之加大,矿井瓦斯涌出量日益剧增。我国煤矿开采深度平均每年约以 10 m、部分矿区以 20~50 m 的速度向深部延伸,矿井开采深度越深,矿井瓦斯涌出量亦会增加。因此,瓦斯灾害的预防和治理已成为煤炭工业迫切需要解决的重大技术问题。我国煤矿分布广、开采地质条件千差万别,因而治理瓦斯的关键技术和技术体系存在很大差异,加之煤矿瓦斯灾害的复杂性、区域经济和技术发展的不平衡以及煤炭行业体制上的局限,要想解决瓦斯灾害这一难题,就必须由政府组织强势科研单位和企业等治理瓦斯的科技资源,在国家层面上开展瓦斯治理技术筛选、集成和应用示范,挖掘、优化瓦斯治理技术,推进成果转化,全面提升现有矿井特别是高瓦斯突出矿井瓦斯灾害隐患的治理技术水平,从而快速扭转目前重特大瓦斯事故频发的被动局面。

在国家和有关部门的支持下,煤矿安全研究机构 and 高等院校从“六五”到“十五”开展了有关煤矿瓦斯灾害治理方面的科技攻关项目研究,在瓦斯赋存规律、煤与瓦斯突出区域预测、瓦斯涌出预测、瓦斯抽放、煤与瓦斯突出预测预防、瓦斯爆炸防治和瓦斯监测监控等方面取得了一系列重要成果,并在松藻、芙蓉、焦作、北票等突出矿井推广、取得了成功经验。这些技术成果分别在不同的局矿推广应用,如“七五”在松藻等矿,“八五”在芙蓉、六枝、焦作等矿,“九五”在平顶山矿,“十五”在淮南矿。通过科技攻关和应用示范显示,这些技术成果为试验矿井的安全生产起到了保障作用,从而促进了全国煤矿安全生产形势趋于稳定好转。

我国煤矿伤亡事故多、重特大恶性事故频繁发生,除了煤矿管理不严和总体技术水平不高之外,技术标准跟不上生产条件变化、技术和管理规范不到位、可操作性不强、覆盖不了整个行业安全生产全过程也是造成煤矿安全技术基础薄弱的原因之一。因此,有必要加强煤矿安全生产标准特别是与煤矿瓦斯治理相关的技术标准的制(修)订工作,使煤矿安全管理和技术措施更加规范化和具有可操作性,从而规范企业的安全生产活动、提高瓦斯治理的技术水平和管理水平、遏制灾害事故发生。规范和标准的制(修)订将为《煤矿安全规程》和《煤矿安全监察条例》等法规的贯彻执行提供有力技术支持。只有在煤矿安全工作中全面贯彻执行标准,才能最终建立我国煤矿瓦斯治理技术长效防治机制。

党中央、国务院高度重视煤矿安全工作。温家宝总理于 2005 年 2 月 23 日主持召开国务院常务

会议,研究部署进一步加强煤矿安全生产工作,确定采取7项措施大力开展瓦斯集中整治、切实防范重特大瓦斯事故发生。温总理2005年3月5日在十届全国人大三次会议所作的政府工作报告中指出:“当前,要把煤矿安全作为突出任务,完善煤矿安全监管体制和机制,加大对煤矿安全设施的投入,提高安全生产技术水平。国务院决定2005年安排30亿元建设资金,支持国有煤矿安全技术改造,地方和企业也要增加安全生产投入。”国务院第81次常务会议决定成立煤矿瓦斯防治部际协调领导小组,确定6项重点工作,以保障煤矿瓦斯治理工作有力开展。科技部应急启动“煤矿瓦斯治理技术集成与示范”项目,并列人“十五”科技攻关计划进行重点支持。

“煤矿瓦斯治理技术集成与示范”项目共设置以下五个课题。

### 课题一:煤矿瓦斯治理技术筛选及适用性研究

对我国煤矿瓦斯治理现状进行调研,分析国内外瓦斯治理技术现状和存在问题并进行梳理和分类。总结技术的应用情况、技术特点、适用范围和条件,筛选出相对先进成熟的技术开展适用性研究。重点围绕以下几个方面开展技术筛选。

① 矿井瓦斯预测技术——瓦斯含量、涌出量、压力等参数是地质勘查、设计建设、采掘布置、生产管理、通风安全、预测预报、监测监控等的基础,直接关系矿井瓦斯治理技术措施的选择和治理方案。针对我国瓦斯预测技术和方法在部分矿区使用中出现的预测结果偏差较大问题,急需对地勘时期煤层瓦斯含量测定技术、井下煤层瓦斯含量和瓦斯压力等基本参数测定技术、瓦斯涌出量预测技术、矿井瓦斯赋存区域预测技术等在不同煤层条件下的适应性开展研究,以提高参数测定的可靠性和稳定性。

② 瓦斯抽放技术——煤层瓦斯抽放是瓦斯灾害治理的根本措施。针对我国的煤层特点和生产开采条件,研究开发了本煤层、邻近层、采空区和地面钻孔的瓦斯抽放技术和装备。由于抽放效果受瓦斯赋存状况、煤层埋藏情况、开拓布置、开采方式和回采工艺等众多因素影响,因此本课题主要结合煤矿特点研究平行钻孔、交叉钻孔、穿层网格式钻孔、顺层网格式钻孔、深孔预裂爆破、水力钻(扩)孔、穿层钻孔等本煤层瓦斯抽放技术,顶板巷道、底板巷道、顶板水平长钻孔等邻近层瓦斯抽放技术,高位钻场、高冒带钻孔、采空区埋管抽放、地面抽放等瓦斯抽放技术,保护层开采条件下瓦斯综合抽放的技术方法和装备等瓦斯抽放技术对不同煤层、不同生产工艺的适用条件和工艺参数。

③ 煤与瓦斯突出防治技术——按照《煤矿安全规程》要求,我国突出矿井实施“四位一体”的综合防突技术措施。随着技术进步和研究的深入,煤与瓦斯突出预测的技术和方法、防突技术和装备都有了较大发展。但在突出预测和防治技术的现场应用中,各矿井的突出敏感指标、临界值往往不一样。突出预测预报的方法具有共性和通用性,但指标的敏感性、临界值却存在个体差异性,需要开展技术的梳理和筛选工作。本课题即针对煤矿不同地质构造和瓦斯赋存特点研究煤与瓦斯突出危险性区域预测技术、地质构造超前探测技术、工作面突出危险性预测技术、区域性防突技术措施、局部防突技术等的技术特点、适用条件、敏感指标和临界值的确定方法。

④ 瓦斯煤尘爆炸的防治技术——防止煤矿瓦斯煤尘爆炸,是遏制煤矿重特重大事故发生的重点。防止瓦斯积聚、杜绝井下火源,是防止瓦斯煤尘爆炸的关键技术措施。借鉴国外先进经验,我国研究开发出了安设隔爆水袋、水槽棚、岩粉棚、撒布岩粉等防隔爆技术,开发出主动式和被动式的抑爆技术和装备、防治瓦斯积聚的技术和装备、掘进工作面(盲巷)瓦斯排放技术等。但这些技术尚处于杂散状态,没有进行系统的分析和总结,也并未形成应有的技术规范和标准。因此,本项目重点研究矿井瓦斯爆炸危险性评价技术、爆炸危险性监控和分析技术、防止局部瓦斯积聚的技术和装备、主动和被动式隔抑爆技术,粉(煤)尘防治技术等特点、适用范围和条件,以提高使用效果和可靠稳定性。

⑤ 矿井通风安全技术——通风是煤矿安全特别是防治瓦斯灾害的重要途径。当前,由于煤炭市场需求旺盛,各煤炭生产企业均在满负荷生产,通风能力成为制约矿井生产能力提高的“瓶颈”问题。通风问题解决不好,瓦斯超限次数增多,往往导致重大瓦斯事故发生。本项目即对矿井通风系统优化



技术、通风系统的安全可靠性评价技术、长距离大断面巷道掘进通风技术和成套装备、掘进巷道及盲巷的瓦斯安全排放技术、灾变通风与反风技术等开展总结分析和适应研究。

⑥ 瓦斯监测监控——国内众多安全监测系统生产厂家面对我国不同生产矿井的井型和瓦斯灾害情况,开发出了主从式、多主式的煤矿安全监测系统,但生产厂家较多,技术层次参差不齐、标准低,严重制约了煤炭企业信息化进程和安全生产的现实需要。因此,急需在充分调研基础上对煤矿瓦斯灾害监控技术和装备,各类原理的瓦斯传感技术,瓦斯灾害监测仪器仪表,矿井火灾早期预测预报技术和装备,基于瑞利波、雷达波和电磁波的超前探测、AE声发射、电磁辐射与瓦斯地质等原理和方法的煤与瓦斯突出或煤岩动力灾害的预测技术和装备,瓦斯煤尘爆炸的监测预报技术和装备等进行系统梳理和筛选,优选先进适用技术和装备并进行推广应用,以提高瓦斯监控和预报技术水平并促进产业升级。

⑦ 瓦斯事故的应急救援技术——应急救援是控制事故扩大、减小事故损失的重要技术措施。目前,我国煤矿特别是瓦斯事故的应急救援技术比较缺乏,救灾理论尚不完善,自救器、呼吸器、救灾钻机等装备仍满足不了现实需要,救灾决策亦不能做到远距离实时指挥。因此,急需对我国现有的救灾技术和装备进行梳理,提出适合我国煤矿特点和救灾特点的矿井内外因火灾的防治技术、井下无线通讯或救灾信息传输技术、个人防护救护技术和装备、救灾机具和装备等等,同时还要提出今后一段时期研究开发的重点和方向。

通过以上7个方面的相关技术筛选和适应性研究,基本形成涵盖地质、采掘生产、预测预报、监测监控、应急救援等方面的瓦斯治理技术体系框架。

### 课题二:高瓦斯矿区瓦斯灾害诊断及治理方案研究

选择部分具有代表性的高瓦斯突出矿井,从瓦斯地质、开采条件、瓦斯治理现状等全方位进行诊断,剖析各矿井在瓦斯灾害治理方面存在的问题和科技需求,提出适合不同类型矿区的瓦斯治理方案;结合课题一提出适合我国不同区域和地质特点的瓦斯治理技术方案。

① 研究瓦斯灾害隐患的诊断技术和方法,提出瓦斯治理诊断程序和标准,明确诊断内容。保证诊断结果的可对比性、不同专家诊断结果的稳定性。制定专家诊断的相关管理规定。

② 组织专家组,按照诊断标准和方法有选择性地对典型矿区的瓦斯灾害隐患自诊断进行指导,制定瓦斯治理方案,为全国其他矿区(井)的瓦斯灾害诊断提供模板(案例)。

③ 结合煤矿自诊断的结果和瓦斯治理方案,组织专家组对该类高瓦斯或突出矿井进行会诊,完善瓦斯治理方案。

④ 根据我国煤矿瓦斯灾害特点和开采条件,提出我国瓦斯矿井的分类依据和标准,结合专家诊断结果对我国瓦斯矿井进行分类。

⑤ 根据不同灾害类型和瓦斯地质特点,结合矿区具体条件提出和制定不同矿区(井)瓦斯治理技术推广方案,以便技术的分类集成和示范。

⑥ 根据诊断结果提出急需开展研究的重点和方向。

### 课题三:瓦斯治理适用技术完善提高及应用研究

对我国瓦斯治理的关键性技术和装备进行改进、完善和提高,并结合技术推广和示范矿井的实际条件开展应用研究,提高技术和装备的实用性和稳定可靠性。

① 完善瓦斯参数测定技术,研究改进瓦斯压力、瓦斯含量等参数的测定方法和工艺,基本建立我国矿井瓦斯参数测定的技术和方法。

② 针对我国顺煤层长钻孔瓦斯抽放技术中打钻困难的技术难题,结合示范点具体条件完善松软透气性煤层的强化抽放技术,进一步完善大直径水平长钻孔和突出松软煤层抽放钻孔施工关键技术,提高矿井瓦斯抽放效果和抽放率。

③ 完善矿井地质小构造超前探测的关键技术和装备。结合不同示范的要求和地质条件,改进提

高井下地质雷达超前探测瓦斯灾害异常区的技术和装备等,提高煤与瓦斯突出的区域性预测技术的准确性和可靠性,减小防突工程量,提高防突效果。

④ 完善煤与瓦斯突出的日常预测预报技术和基于声发射、电磁辐射、瓦斯地质、瓦斯动态涌出等的预测预报技术和装备,提高预测的准确性和可靠性。

⑤ 研究和完善煤矿安全监测技术,改进完善高稳定性长寿命载体催化、光干涉等原理的甲烷传感器,提高反应速度和稳定性、延长使用寿命和调校期。

⑥ 结合技术推广和示范点的具体条件开展技术的现场应用研究,完善相关工艺。

#### 课题四: 煤矿瓦斯治理技术管理规范及标准的研究

通过调研,分析国内外煤矿瓦斯治理已有技术标准和管理规范的基本现状,开展瓦斯治理技术规范和标准研究,提出并制定我国瓦斯治理急需制定的技术标准和管理规范,建立我国瓦斯防治技术标准体系框架。

① 调研我国现有瓦斯治理的技术、管理规范 and 标准,分析现状并提出问题。

② 开展防治煤与瓦斯突出细则、矿井瓦斯抽放管理规范、矿井防灭火规范、煤矿粉尘防治规范等的研究和制(修)订工作。

③ 开展煤与瓦斯突出矿井鉴定规范、矿井瓦斯抽放技术规范、保护层开采技术规范、瓦斯参数测定方法、钻孔瓦斯涌出初速度测定方法、钻屑瓦斯解吸指标测定方法、矿井通风系统和通风能力核算等标准的制(修)订工作。

④ 研究建立我国煤矿瓦斯防治技术标准体系框架。

#### 课题五: 瓦斯治理技术推广与应用示范

总结“六五”以来特别是“九五”、“十五”科技攻关的技术成果和积累的成功经验以及我国瓦斯治理现状,针对不同区域煤矿瓦斯灾害的共性特征,根据企业积极性、配套能力等条件,在专家诊断基础上,结合瓦斯地质特点和开采条件,从瓦斯涌出量大、有突出危险性、单一厚煤层开采自然发火严重、单一低透气性突出松软煤层、高强度开采高瓦斯涌出、严重突出危险煤层且无保护层开采条件、煤层群开采等不同特点的矿区中选择铜川、松藻、郑州、沈阳、鹤岗等 5 个具有区域代表性的典型瓦斯灾害严重矿井(区)进行技术推广和示范。使其瓦斯抽放率增加 30%~50%,矿井瓦斯超限次数下降 50%以上,有效地控制了重特大瓦斯事故发生。

在科技部、国家安全生产监管总局领导和组织下,以产学研相结合形式,广泛吸纳煤炭科学研究总院及其所属抚顺分院、重庆分院、西安分院、开采所和爆破所,以及辽宁工程技术大学、中国矿业大学、中国矿业大学(北京)、河南理工大学、矿用产品安全标志国家中心办公室、湘潭平安电气集团公司、沈阳新元信息工程软件有限公司等 13 家研究单位和铜川矿务局、重庆松藻煤电有限责任公司、郑州煤炭工业(集团)有限责任公司、沈阳煤业(集团)有限责任公司、鹤岗矿业(集团)有限责任公司等 5 家工程示范单位数百人参加科技攻关和工程示范工作,取得了显著效果,实现了项目的预期目标,达到了考核指标,为煤矿瓦斯治理工作提供了强有力的技术支撑,有力地促进了煤矿安全生产形势好转。其效果主要体现在以下几个方面。

① 系统总结了我国煤矿瓦斯防治技术和装备在现有生产技术和地质条件下的适应性及存在问题,结合对国外的瓦斯治理技术的吸收,凝炼出煤矿瓦斯抽放技术、煤与瓦斯突出防治技术、煤矿瓦斯监测监控技术、防止瓦斯煤尘爆炸技术等一批煤矿瓦斯治理先进适用技术。例如,通过对上百种瓦斯抽放技术的优化集成筛选出四大类 45 种技术推荐给煤矿选用。在煤与瓦斯突出防治方面,以“四位一体”综合防突体系为框架,吸纳近年来防突技术成果和主要突出矿区的防突技术经验,进一步丰富规范综合防突技术体系。对筛选出来的瓦斯治理技术分类建立资料库软件查询系统,国内各煤矿、高校、科研单位的安全技术人员可以通过互联网很方便地获得知识、得到指导。

② 通过会诊明确了煤矿在瓦斯治理中的科技需求,根据治理瓦斯的急需并针对筛选中发现的问

题对抽放长钻孔钻机、突出松软煤层抽放钻机、煤与瓦斯突出日常预测预报技术、瓦斯浓度传感器等关键技术进行科技攻关,实现了技术创新。例如,研制成功了可以施工 800 m 长的定向长钻孔施工成套装备,适用于松软突出煤层的螺旋钻进的顺煤层钻进成套装备,在突出严重的松藻矿区 8 号煤层成孔深度达 128 m 以上,为抽放瓦斯创造了条件;完善创新后的深孔预裂爆破技术,使松藻矿区单位时间内煤层瓦斯抽出率提高了 51.24%,本层钻孔百米钻孔瓦斯抽放量提高了 45.19%,抽放时间缩短了 33.88%,效果非常明显。

③ 对我国现有的 701 项煤矿安全生产标准进行分析研究,其中产品类标准占 59%,技术管理类标准占 41%。现行的煤矿安全生产标准存在数量少、覆盖面不够以及对安全法律法规的实施支撑能力不足等问题,并重点调查分析了瓦斯治理技术标准的现有情况,与瓦斯治理有关的标准只有 50 项,标龄超过 10 年的占 54%,显然很难适应当前治理瓦斯的需要。针对这一情况研究建立了煤矿瓦斯治理技术标准体系,提出了由 10 个子系统构成的煤矿瓦斯治理技术标准体系框架——由 37 个主题标准和 125 个系列配套标准组成,其中 112 个标准需要新制定。为了适应当前瓦斯治理攻坚战的需要,着手制(修)订最急需的《煤与瓦斯突出鉴定规范》等一批标准,从而为瓦斯治理工作逐步走上规范化、法制化的道路奠定基础。

④ 5 个示范矿井瓦斯治理效果显著,5 个示范矿井基本代表我国煤矿存在的瓦斯灾害的各种特点,所采取的治理技术和管理措施有助于全国各煤矿借鉴。通过 5 个示范矿井总结出一套治理瓦斯灾害的技术途径和办法,取得了实实在在的效果。发生过大平煤矿特别重大瓦斯突出事故的郑煤集团通过瓦斯治理工程示范,在瓦斯抽放上有了突破,矿井瓦斯抽放率提高到 51.7%,消除了突出,采煤工作面回风流瓦斯浓度降至 0.4%。发生过陈家山煤矿特别重大瓦斯爆炸事故的铜川矿务局,经过工程示范,矿井瓦斯抽放率达到 51.69%。由于找到了治理瓦斯的方法和途径,矿井安全保障能力大幅度提高,保障了生产安全。沈阳煤业集团的红菱煤矿 2004 年的百万吨死亡率为 0.88,经过工程示范 2006 年降至 0.2,极大地提高了矿井的经济和社会效益。

⑤ 通过科技攻关、工程示范,更新了示范矿井领导和职工的思想观念,使他们认识到瓦斯灾害是可以治理的、事故是可以防止的,示范成果亦增强了各级领导治理瓦斯、搞好生产安全的信心和决心。郑煤集团董事长说:“这个项目摸索出一些规律,郑煤的收益很大,这个 200 万相当于 20 亿、200 亿,这个项目的实施解决了对郑煤影响最大的瓦斯问题。现在做到了心里有数,年产量可达 1 300 万 t,产值 100 亿元(指 2007 年)。”郑煤集团总工程师说:“最大收获是从领导到职工对煤与瓦斯突出、瓦斯治理的认识有了很大提高,治理瓦斯的基本知识也有了大的提高,安全施工的思想已经建立。”铜川矿务局的总工程师说:“过去凭经验管理,这次攻关后有了方法,治理瓦斯有了途径、可以做到不超限,自然发火能够控制,没有一氧化碳出现,安全可靠性增加,‘一通三防’更科学,培训了一支队伍,工作起来更加轻松,心里有底了。”他十分风趣地说道:“过去,瓦斯经常超限,一超限手机就要响,一个月的手机费要 500 多元;现在,瓦斯不超限了,一个月手机费只有 100 多元。”

在工程示范过程中培养了一批基层技术骨干。松藻煤电集团对各类人员提出了严格要求,规定突出矿井的井下工作人员必须接受防突知识培训,熟悉突出的预兆和防治突出的基本知识,经考试合格后方可上岗,公司对防突人员要年审考核,合格者上岗;同时集团对工人、队长、班组长、矿长、矿总工程师等各级管理人员和职工亦做出了不同的培训要求。由于职工素质提高,使得瓦斯治理工作更加主动、更加到位,从根本上提高了矿井的安全防范能力。



# 第一编

## 煤矿瓦斯防治技术

- 矿区瓦斯灾害的诊断
- 煤矿瓦斯防治实用技术
- 瓦斯防治新技术
- 煤矿瓦斯防治的技术标准和规范



# 第一章 矿区瓦斯灾害的诊断

## 第一节 瓦斯灾害隐患的诊断内容和程序

### 一、瓦斯灾害诊断矿井的基本情况

为落实国务院第 81 次常务会议关于“从全国抽调煤矿安全专家,对瓦斯灾害严重和存在重大隐患的煤矿逐个进行安全评估,帮助制定具体的防范措施”精神,国家煤矿安全监察局(以下简称国家局)会同科技部决定组织 11 个专家组于 2005 年 4 月中旬至 6 月中旬对国家局确定的 45 户重点监控对象中瓦斯灾害严重和存在重大隐患矿井开展一次安全技术“会诊”。

#### 1. 会诊对象

国家确定的 45 户重点监控对象,主要包括高瓦斯矿井,煤与瓦斯突出矿井,已经发生过瓦斯动力现象的矿井,存在高瓦斯区域的低瓦斯矿井,水害、自然发火严重的矿井,冲击地压危害严重的矿井等(表 1-1-1)。

表 1-1-1 45 户安全重点监控企业名单

序号	所属省区	集团或公司名称	序号	所属省区	集团或公司名称	序号	所属省区	集团或公司名称
1	重庆	天府矿业公司	16	河南	鹤壁煤业集团	31	河北	开滦集团
2	重庆	南桐矿务局	17	安徽	淮北矿业集团	32	黑龙江	鸡西矿业集团
3	重庆	松藻矿务局	18	辽宁	沈阳煤业集团	33	四川	广旺集团公司
4	四川	芙蓉集团	19	甘肃	窑街煤电公司	34	四川	达竹煤电集团
5	江西	乐平矿务局	20	湖南	白沙煤电集团	35	陕西	铜川矿务局
6	江西	丰城矿务局	21	湖南	资兴矿业集团	36	山西	晋城无烟煤集团
7	河南	焦作矿业集团	22	山西	阳泉煤业集团	37	山西	焦煤集团
8	安徽	淮南矿业集团	23	河南	平顶山煤业集团	38	山西	大同煤矿集团
9	贵州	水城矿业集团	24	辽宁	阜新矿业集团	39	内蒙古	乌达矿业公司
10	湖南	涟邵矿业集团	25	黑龙江	龙煤鹤岗公司	40	内蒙古	平庄煤业集团
11	四川	华蓥山广能集团	26	河南	郑州煤电集团	41	吉林	辽源矿务局
12	陕西	韩城矿务局	27	宁夏	宁夏煤业集团	42	黑龙江	双鸭山矿业集团
13	内蒙古	包头矿业公司	28	四川	攀枝花煤业集团	43	黑龙江	七台河矿业集团
14	贵州	盘江煤电集团	29	江苏	徐州矿务集团	44	河南	义马煤业集团
15	辽宁	抚顺矿业集团	30	吉林	通化矿务局	45	河北	峰峰集团公司

#### 2. 基本情况

2004 年,45 户安全重点监控企业有矿井 415 处,实际生产煤炭 5.03 亿 t,占全国原煤产量的 25.72%左右。其中,有 250 处高瓦斯、突出矿井,高瓦斯突出矿井数量和原煤产量分别占 45 户企业

的 60.2%和 60.6%。有 269 处煤矿(占 64.6%)的煤层具有自然发火危险,有 33 对高温矿井。

建国以来至 2005 年初,我国煤矿共发生 19 起一次死亡百人以上事故,死亡 3 167 人,其中 18 起是瓦斯爆炸、瓦斯煤尘爆炸、煤尘爆炸、煤与瓦斯突出等瓦斯事故,共死亡 3 057 人,占事故起数和死亡人数的比率分别为 94.74%和 96.52%。这 19 起事故中 15 起发生在 45 户重点监控企业,1 起发生在乡镇煤矿,1 起发生在国有地方煤矿,2 起发生在非 45 户国有重点矿区。45 户重点监控企业一次死亡百人以上瓦斯事故起数占 73.68%,死亡人数占 81.37%。国有重点矿井一次死亡百人以上事故起数占 84.21%,死亡人数占 91.90%。国有煤矿一次死亡百人以上事故起数占 94.74%,死亡人数占 96.39%。控制 45 户重点监控企业或国有煤矿的一次死亡百人以上瓦斯事故是控制百人以上事故的关键。

2004 年,45 户重点监控企业安全投入资金为平均吨煤投入 4.5 元。高瓦斯、突出矿井全部装备了瓦斯抽放系统,其中地面抽放系统 233 套,井下抽放系统 175 套。瓦斯抽采量为 16.95 亿 m<sup>3</sup>,年抽采量超过 1 亿 m<sup>3</sup> 的矿区有 7 个,比 2003 年增加 4 个,分别是阳泉、淮南、水城、盘江、松藻、晋城、抚顺。现有防尘系统 295 套,各类管路 469 万 m。269 对自然发火矿井中,建立了自然发火预测预报系统 19 套、地面灌浆系统(站)178 处、井下移动注浆设备 84 套、注氮系统 84 套、防尘系统 295 套、各类管路 469 万 m。

45 户重点监控企业中的 33 对高温矿井中,只有淮南潘一、潘三矿(移动式)、平顶山五矿(固定式)安装制冷机,单台设备最大制冷能力 1 000 kW。资兴周源山矿装备了一台 RCU80SC 制冷机组,正在进行局部降温试验。

45 户重点监控企业装备了 392 套安全监测监控系统,其中高瓦斯、突出矿井全部安装了监测监控系统,在用的瓦斯、一氧化碳、风速、开停等传感器共 28 000 多台。

2004 年,45 户重点监控企业已有居民和工业用户 45 万户,瓦斯发电装机功率 44 000 kW。瓦斯实际利用量 4.1 亿 m<sup>3</sup>,平均利用率 24.7%。晋城、抚顺、阳泉和松藻 2004 年瓦斯利用量均超过 6 000 m<sup>3</sup>,平均利用率达 41.5%。

45 户重点监控企业安全投入欠账 235.5 亿元。其中,通风系统欠账 79.4 亿元,瓦斯治理欠账 113.9 亿元,防灭火系统欠账 20.3 亿元,防尘系统欠账 6.4 亿元,热害防治欠账 15.5 亿元。根据各矿区的产量和瓦斯涌出量预测,2005 年~2010 年 45 户重点监控企业需安全投入 250 亿元;瓦斯利用需要投入 6.6 亿元。

45 户重点监控企业中,矿均“一通三防”技术人员(包括矿总工和分管副总)不足 5 人的有 20 户企业,队一级的技术人员十分匮乏。广旺矿区“一通三防”技术人员仅占企业员工总数的 0.22%。涟邵矿区“一通三防”技术人员比例亦只有 0.54%。

## 二、瓦斯灾害诊断的内容

### 1. 煤层赋存情况

了解矿井的开采范围,煤系地层和煤层的赋存情况、煤层产状和分层情况、煤质情况、构造和水文地质情况、煤层顶底板情况、瓦斯赋存及其基本参数和分布情况、煤与瓦斯突出情况、冲击地压情况、瓦斯涌出和异常涌出情况、煤层自然发火情况、自然发火等级和最短自然发火期、煤尘爆炸危险性和爆炸指数、矿井含水层及其分布和水害威胁情况、矿井设计能力和实际生产能力等相关情况。

### 2. 开拓开采系统布局的合理性

从防治煤矿灾害事故角度并结合生产实际审查开拓系统布局的合理性。

开拓方式包括主副井和风井的个数和净面积及布置方式,开采水平的布置、现同时生产水平个数及布局、已报废水平的处理及封闭情况、是否存在下山开采、剃头开采,集中大巷布置及服务范围,采区布置方式、同时生产的采区数,各采区布置的采煤工作面数量、掘进工作面数量,各工作面最多工作



人员数量、作业工序的安排,采掘接替和三量(开拓煤量、准备煤量、回采煤量)的比例关系,生产系统的布局、煤炭运输方式、辅助运输方式、行人运输方式,最大涌水量、最大排水能力、排水系统,供电方式、电压等级等,各采区上山布置数量、在采区投入生产前采区生产系统是否全部一次掘进到位、巷道断面及维护情况,采煤工作面的布置方式、长度和宽度,回采巷道布置方式及掘进程序,煤层群开采程序及工作面布置方式,采区内工作面布置及开采掘进准备程序,采煤方法及推进速度、掘进方法及推进速度,厚煤层放顶煤开采的顶煤处理方法等。

根据以上开拓开采情况分析开拓开采布局对矿井生产和防灾减灾的利弊,并进而提出改进的方向和工程、经费预算、工程实施计划等。

评价依据——生产系统简单,避免生产和人员过分集中,保证足够断面和良好支护方式。保证富余的采掘比例关系,避免多水平长时间同时生产,避免未形成系统而匆忙投产。推荐采用皮带主运输和快捷灵活的辅助运输方式,避免人货混乘或共道。巷道布置规范化,减少随意性,联络通道应充分考虑设施抗灾的可靠性。机械化采掘尽量减少爆破作业,避免爆破向采空区串火的可能性。系统布局应充分考虑减少漏风。开采程序应充分考虑避免引起邻近煤层的破坏或异常动力现象。优先开采自然危险性小的煤层。尽量由上而下逐煤层逐工作面开采。尽量避免留下孤岛煤柱开采,避免应力高度集中。尽量考虑有利于加快采掘推进速度,煤柱留设应充分考虑采动影响造成对煤柱的破坏。工作面布置应充分考虑减少掘进和回采时的通风难度,避免串联通风,以有利于形成独立通风系统,有利于实施瓦斯抽放和防灭火工程。

### 3. 通风系统的合理性

结合开拓系统布局,从有利于稀释瓦斯和提高抗灾能力等多角度审查通风系统的合理性。

了解主通风机能力、实际运转参数和未来十年运转参数预测。了解矿井能够提供的通风量与矿井需风量的富余关系,从总风量角度计算风量富余系数。了解各分区风量分配情况及通风难易程度、各分区分配风量与实际风量的关系,计算分配风量与需风量的富余系数,比较各分区风量富余系数的均衡性、波动幅度和可调控性,比较分析各分区通风难易程度的均衡性。了解局部通风的设备能力及其组合方式、通风线路的长短、通风漏风率情况、最远距离的风量和风压损失情况、供风量与实际需风量的关系等情况,计算最困难情况下局部通风的风量富余系数以及发生局部瓦斯异常涌出时风量的供给情况。

了解矿井生产布局和煤炭产量的发展趋势,根据生产布局和产量变化调整分析矿井主通风系统的适应性及分区配风的均衡性等。

绘制通风系统网络图,按实际通风参数计算各通风支路的风流稳定性,对风流稳定性差的支路进行通风设施的抗灾性能评价,抗灾性能差的通风设施一旦破坏会导致风流的可能变化。分析矿井漏风情况,查找主要漏风源。分析各主要通风设施的可靠性和合理性,通风设施启闭的经常性、启闭时间长短对通风的影响程度等。

了解独立通风系统和串联风的情况、各独立通风系统的独立可靠性以及受其他通风系统和设施的影响程度,了解串联通风的场所及涉及作业人员的多少,计算串联风源的瓦斯异常涌出概率及可能的幅度。

评价依据——矿井有效总风量应有 1.8 以上的调节富余系数,对突出矿井和有冲击地压矿井或有瓦斯异常涌出的矿井,有效总风量系数应达到 2.0 以上;矿井漏风率应小于 8%,自然发火严重的矿井应控制在 5% 以内。各分区通风应做到相对独立性强、可调性强,分区风量富余系数应在 1.5 以上,突出危险区域、有冲击地压危险区域和有瓦斯异常涌出区域应在 1.8 以上;分区漏风率应控制在 10% 以内,有严重自然发火的区域应控制在 6% 以内。各分区通风的难易程度应尽量做到均衡并尽量使通风系统简化,以降低通风难度。局部通风应尽量避免一处多台风机供风,尽量采用大功率风机满足局部通风要求并考虑足够的备用风机,有条件时尽量采用全负压通风,提高局部通风的可靠性。