

WASI FANGZHI

煤矿瓦斯灾害防治
理论战略研讨

周世宁 鲜学福 朱理喜 主编

中国矿业大学出版社

MEIKUANG WASI ZAIHAI FANGZHI
LILUN ZHANLUE YANTAO

煤矿瓦斯灾害防治 理论战略研讨

周世宁 鲜学福 朱旺喜 主编

中国矿业大学出版社

责任编辑 马跃龙

责任校对 杜锦芝

图书在版编目(CIP)数据

煤矿瓦斯灾害防治理论战略研讨/周世宁,鲜学福,朱旺喜主编. - 徐州:中国矿业大学出版社,2001.4
ISBN 7-81070-272-6

I. 煤… II. ①周… ②鲜… ③朱… III. 煤矿-瓦斯爆炸-防治 学术会议-文集 IV. TD712-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第06862号

中国矿业大学出版社出版发行

(江苏徐州 邮政编码 221005)

出版人 解京选

江苏省徐州新华印刷厂印刷 新华书店经销

开本 850×1168 1/32 印张 6.25 插页 4 字数 158千字

2001年4月第1版 2001年4月第1次印刷

印数 1~1000册 定价 20.00元(精)

序

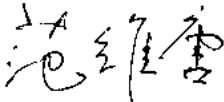
煤矿瓦斯灾害是煤矿安全生产中最严重的灾害,长期以来没有得到很好解决,严重影响了我^国煤矿的安全生产。为了寻求有效地解决煤矿瓦斯灾害预防中的关键科学问题,2000年5月8-10日国家自然科学基金委员会工程与材料学部 and 数学部联合,在中国矿业大学召开了“煤矿瓦斯安全”学术研讨会。

与会专家就煤矿瓦斯灾害预防的理论、技术及管理等问题进行了广泛和热烈的研讨,认为:通过国家自然科学基金委员会等有关部门的大力支持,我国在煤矿瓦斯灾害防治领域的基础研究已经取得了显著的进展,提出了煤与瓦斯突出的流变作用假说、球壳失稳作用假说、煤和瓦斯突出与冲击地压统一理论模型等,有关这些基础理论方面的研究工作对指导现场瓦斯灾害的防治工作发挥了重要作用;由于地下煤炭开采生产环境恶劣,煤矿瓦斯灾害发生机理的复杂性,瓦斯重大灾害事故仍然时有发生,严重影响了我^国煤矿的安全生产。在1990-1999年期间,我国煤矿发生一次死亡10人以上的事故近700次,死亡人数逾10000人,在这些重特大事故中,瓦斯(煤尘)爆炸和水灾事故占80%以上。以1996年为例,全国煤矿共发生一次死亡10人以上的事故69次,死亡1324人,其中瓦斯事故55次,死亡1121人,分别占总发生次数和总死

亡人数的79.71%和84.67%。1998年以来,俄罗斯、乌克兰等世界主要产煤国家也发生了死亡数十人的瓦斯事故。为此,特别是来自煤矿现场的领导和技术专家对煤矿瓦斯灾害预防提出了极为迫切的要求。

会议围绕影响煤矿瓦斯灾害预防的关键基础科学问题进行了深入广泛的研讨,主要研讨内容包括:煤矿重大瓦斯灾害预防研究现状及展望,煤与瓦斯突出机理和预测预报技术的研究,瓦斯灾害的非线性科学问题,瓦斯灾害预防的人机环境工程学研究,煤矿瓦斯灾害防治技术研究方向探讨,含有自动阻爆技术的高密度网络安全监控系统构想,高瓦斯低透气性煤层瓦斯抽放新技术途径的探讨,掘进工作面粉尘控制技术研究等,并且就“煤矿瓦斯灾害预防的关键基础科学问题”进行了广泛和深入的探讨。

为了更好地宣传这次会议精神、推动我国瓦斯研究工作,国家自然科学基金委员会决定出版此书,并由周世宁院士、鲜学福院士和朱旺喜主任担任主编。这本书收集了此次参加会议代表的主要论文,代表了我国瓦斯科研工作者近年来在瓦斯领域取得的最新成果。我衷心地希望本书的出版能够促进矿井瓦斯学科的发展,对现场瓦斯防治工作有所帮助。

中国工程院院士: 

二〇〇〇年十月十二日

前 言

近年来我国煤矿瓦斯特大灾害事故时有发生,严重影响我国煤矿的安全生产,为寻求有效地解决煤矿瓦斯灾害预防中的关键科学问题,2000年5月8~10日国家自然科学基金委员会工程与材料学部 and 数学学部联合在中国矿业大学召开了“煤矿瓦斯安全”学术研讨会。国家自然科学基金委员会工程与材料学部冶金矿业学科朱旺喜主任、数学学部力学学科靳征谟主任出席了会议,会议由中国工程院周世宁院士和鲜学福院士主持,参加会议的代表有院士2人,长江学者特聘教授2人,国家杰出青年基金获得者3人,教授(研究员)14人,研究单位的院长、副院长和现场的总工程师、副总工程师、总经理、副总经理9人。代表分别来自中国科学院,煤炭科学研究总院抚顺分院和重庆分院,中国矿业大学,重庆大学,东北大学,太原理工大学,辽宁工程技术大学,西安科技学院,北京科技大学,潞安矿务局,中联煤层气有限公司,淮南矿业集团公司,平顶山煤业集团公司,枣庄矿务局,徐州矿务集团16个单位共计40多人。

与会专家就煤矿瓦斯灾害预防的理论、技术及管理等问题进行了广泛和热烈的研讨,对国家自然科学基金委员会及有关部门多年来对本研究领域资助的项目研究情况进行了回顾与总结,认为:通过国家自然科学基金委员会等有关部门的大力支持,我国在煤矿瓦斯灾害防治领域的基础研究方面已经取得了显著的进展,提出了煤与瓦斯突出的流变作用假说、球壳失稳作用假说、煤和瓦斯突出与冲击地压统一理论模型等,有关这些基础理论方面的研究工作对指导现场瓦斯灾害的防治工作发挥了重要作用,但是,由

于地下煤炭开采生产环境恶劣,煤矿瓦斯灾害发生机理复杂,瓦斯重大灾害事故仍然时有发生,严重影响了煤矿的安全生产。在1990~1999年期间,我国煤矿发生一次死亡10人以上的事故近700次,死亡人数逾10000人。在这些重大事故中,瓦斯(煤尘)爆炸和水灾事故占80%以上。具体以1996年为例,全国煤矿共发生一次死亡10人以上特大事故69次,死亡1324人,其中瓦斯事故55次,死亡1121人,分别占总发生次数和总死亡人数的79.71%和84.67%。1998年以来,俄罗斯、乌克兰等世界主要产煤国家也发生了死亡数十人的瓦斯事故。为此,特别是来自煤矿现场的领导和技术专家对煤矿瓦斯灾害预防提出了极为迫切的要求。

会议围绕影响煤矿瓦斯灾害预防的关键基础科学问题进行了深入的研讨,主要研讨内容包括:煤矿重大瓦斯灾害预防研究现状及展望;煤与瓦斯突出机理和预测预报技术的研究;瓦斯灾害的非线性科学问题;瓦斯灾害预防的人机环境工程学研究;煤矿瓦斯灾害防治技术研究方向探讨;含有自动阻爆技术的高密度网络安全监控系统构想;高瓦斯低透气性煤层瓦斯抽放新技术途径的探讨;掘进工作面粉尘控制技术研究等;并且就“煤矿瓦斯灾害预防的关键基础科学问题”进行了广泛和深入的探讨。

通过深入的研讨,与会专家一致认为,虽然多年来,现有的煤矿瓦斯灾害防治理论与技术在瓦斯灾害防治方面发挥了重要作用。然而随着矿井生产机械化水平和集约化程度的提高,以及不少特大型矿区如平顶山、淮南、潞安、枣庄、徐州等相继进入深部开采,地应力、瓦斯压力急剧增大,瓦斯涌出量急剧增加,环境日益复杂,瓦斯灾害发生发展的条件发生了显著的改变,导致煤矿瓦斯灾害仍然十分严重,对安全生产的威胁更为突出。为了有效地改变目前煤矿瓦斯灾害日益严重的状况,应当在现有煤矿瓦斯灾害防治理论与技术基础上进一步开展深入的研究工作,以适应开采深度增加、危险性不断增大、煤矿灾变现象更加复杂多变的要求。因此,

在新形势下开展有关煤矿瓦斯灾害预防的应用基础理论研究,具有十分重要的意义。

会议认为,煤矿瓦斯灾害是煤矿安全生产中最严重的灾害,且长期以来没有得到很好解决,进一步研究煤矿瓦斯灾害预防的基础理论与新技术原理是防治煤矿瓦斯灾害的必由之路,瓦斯抽放是治本性措施。国家自然科学基金委员会选择“煤矿瓦斯安全”进行研讨并就煤矿瓦斯灾害预防的关键基础科学问题进行广泛而深入的讨论是十分必要和及时的,具有十分重要的战略意义。

本次会议是国家自然科学基金委员会首次组织的有关煤矿瓦斯方面的学术研讨会,代表了国内瓦斯学科的最高水平。应广大瓦斯科研工作者的要求,我们组织出版了这次会议的论文集,以期对我国瓦斯方面的学术研究有所帮助,对现场的瓦斯防治工作有所裨益。

编 者

2000年10月24日

国家自然科学基金委煤矿瓦斯安全研讨会

1	
	2
4	3



1 国家自然科学基金委煤矿瓦斯安全研讨会会议

2 中国工程院院士周世宁教授主持会议

3 中国工程院院士鲜学福教授作学术报告

4 中国科学院俞善炳教授作学术报告

国家自然科学基金委煤矿瓦斯安



国家自然科学基金委煤矿瓦斯安全研

	1
2	3
4	



- 1 何学秋教授作学术报告
- 2 章梦涛教授作学术报告
- 3 赵阳升教授作学术报告
- 4 秦勇教授作学术报告

目 录

序	范维唐(1)
前言	(3)
重视我国的煤矿瓦斯安全基础研究	朱旺喜(1)
煤与瓦斯突出潜在危险区(带)预测的探讨	
	鲜学福、许江、王宏图(13)
煤与瓦斯突出的基本机理	俞善炳(34)
谈谈煤与瓦斯突出理论的研究	章梦涛(43)
煤矿瓦斯灾害现状及防治对策	
	赵阳升、杨栋、胡耀青、段康康(48)
煤矿瓦斯灾害防治技术研究方向探讨	胡千庭(59)
瓦斯爆炸灾害特征参数测定及其分析	林柏泉(69)
含有自动阻爆技术的高密度网络监控系统构想	徐精彩(79)
煤与瓦斯共采机理研究	缪协兴(84)
防止瓦斯爆炸的人工环境工程技术的研究	
	胡光龙、任玉琴(93)
自动化声发射监测预报系统的研究现状与发展方向	
	张建国、魏凤清(100)
高瓦斯综采工作面瓦斯综合治理研究与实践	
	吉如升、卫修君(110)
淮南矿区防治瓦斯突出技术研究	袁亮、柏发松(125)
煤与瓦斯突出的球壳失稳机理及在突出预测中的应用研究	
	蒋承林(138)
煤岩层地应力差异性以及对瓦斯突出影响研究	李文平(151)

掘进巷道粉尘控制技术的研究.....	蒋仲安(165)
煤体变形局部化、孔隙瓦斯压力局部化及射流	
——煤与瓦斯突出机理新探	
.....	潘一山、杨小彬、章梦涛(176)

重视我国的煤矿瓦斯安全基础研究

朱旺喜

(国家自然科学基金委员会,100085

北京 8610 信箱, E-mail: zhuwx@nsfc.gov.cn)

摘要 本文在阐述了煤矿瓦斯灾害的同时,分析了国家自然科学基金在煤矿瓦斯方面资助项目的研究成果及进展,指出了研究治理煤矿瓦斯灾害的必要性及困难。重视我国煤矿瓦斯安全基础研究,特别是煤层瓦斯抽放和利用的研究,将减灾防灾、保护环境与优质能源供应三个领域紧密结合是解决煤矿瓦斯安全的根本出路。

主题词 瓦斯 基础研究 科学基金

1 瓦斯灾害既影响安全又造成环境破坏和能源的浪费

我国是世界上灾害最严重的国家之一,近 10 年,每年平均灾害损失近 1600 亿元,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,伴随矿业开采的冲击地压、瓦斯、粉尘、水灾和火灾等灾害事故,不仅造成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,矿业灾害中尤以瓦斯灾害最为突出,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在其变质过程中生成的烃类气体的总称,包括烃类气体(甲烷等)、 CO_2 、 CO 、 H_2S 等在内的有害气体,甲烷含量约占 80%。甲烷是一种无色、无味,易燃易爆气体,它是煤变质过程中,芳香体系侧链官能团断裂、脱落和分解生成的气体。滞留在煤层中的瓦斯是以吸附态为主(游离态 $<10\%$,水溶态几乎可以忽略不计),随开采不断释放出来,它的危害一是瓦斯爆炸,二是瓦斯窒息,构成了矿业事故灾害之首。

我国的原煤年产量达十几亿吨,煤炭在相当长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重逐年下降,但资源条件决定了我国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。煤矿大多为地下开采,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,尤其是一些条件较差的小矿,因瓦斯事故一次死亡十多人甚至几十人的特大恶性事故屡屡见诸报端,煤矿安全状况还远远落后,至今还没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。我国煤炭工业每年向大气中排放的甲烷数量在 67 亿 m^3 以上,约占世界采煤排放甲烷的 $1/4\sim 1/3$ 。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,甲烷浓度增加,一方面通过大气圈反应而抑制对流层的 OH 、消耗大气圈的氧化势,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用量的 10%,其效果不可忽视。

从能源角度出发,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 30 MJ/m^3 ,仅按热值计算, $1000 \text{ m}^3 \approx 1$ 吨标准煤,但若将热效率考虑在内, 250 m^3 即可替代 1 吨标准煤,产生的 CO_2 仅为烧煤的 $1/2$,而且无渣、无尘。全国煤层气资源量约为 35 万亿 m^3 ,大体相当于我国常规天然气资源量,因此,开发利用煤层气资源,变害为宝,既可避免由其产生的环境问题,又可缓解洁净能源的短缺,还可解决煤矿瓦斯灾害问题,是一举三得的好事情。

2 国家自然科学基金资助了一批卓有成果的研究项目

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 列出了国家自然科学基金资助的瓦斯灾害相关项目。

瓦斯爆炸是造成井下死亡人数最多的工程灾害,并且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

表 1 国家自然科学基金支持的瓦斯灾害相关项目

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(北京校区)
48870115	潘恩沛	江西晚二叠世煤区瓦斯预报的地质模型	石家庄经济学院
48970154	鲜学福	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
58670032	吴文东	超低温值气体燃料(稀瓦斯)燃烧的研究	中国科学院工程热物理研究所
58770150	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	瓦斯煤尘混染爆炸及其抑制	淮南工业学院

批准号	项目负责人	项目名称	承担单位
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(北京校区)
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(北京校区)