

·科学论坛·

# 从我国煤矿瓦斯灾害多发现象论安全 科学基础研究的迫切性

何学秋<sup>\*†</sup> 王从银<sup>‡</sup>

(† 贵州工业大学, 贵阳 550000; 中国矿业大学, 徐州 221008; ‡ 工程兵指挥学院, 徐州 221004)

**[摘要]** 结合我国煤矿瓦斯灾害的严峻现状,从安全科学技术与安全管理角度分析了煤矿瓦斯灾害多发的原因,提出了今后加强安全科学基础研究的迫切性和必要性。

**[关键词]** 安全科学,基础研究,煤矿,瓦斯灾害

## 1 中国煤矿瓦斯灾害现状

中国是一个煤炭资源大国,也是一个以煤为主要能源的国家,煤炭在国民经济中占有举足轻重的地位。但是煤炭生产环境恶劣,重特大瓦斯灾害事故频繁,造成严重的人身伤亡和巨大的财产损失。

我国煤矿绝大多数为井工开采,井工产量占煤炭总产量的95%以上,约占世界井工总采煤量的40%<sup>[1]</sup>。由于自然因素作用,煤层瓦斯赋存含量普遍较高,现开采的矿井,40%以上都是高瓦斯突出矿井。由于瓦斯是一种对煤有较强吸附性且与氧气混合达到一定浓度后具有易燃易爆性的物质,因此,煤层瓦斯会给煤矿生产过程带来瓦斯爆炸、瓦斯突出等灾害。

据统计,近10年来我国每年约有6000人左右因煤矿灾害事故而死亡,百万吨死亡率居高不下。通过对1991年以来全国煤矿重大事故的次数、伤亡情况、发生原因、事故性质进行的统计分析结果表明,由瓦斯因素造成的重大事故无论在次数或人员的伤亡方面都是第一位的。仅2000年,全国煤矿发生10人以上的重大瓦斯爆炸事故就有59起,其中贵州水城矿务局木冲沟煤矿2000年9月27日的瓦斯爆炸造成一次死亡人数达162人。此外,2002年6月20日,黑龙江鸡西成子河煤矿瓦斯爆炸事故造成115人死亡。

从上述基本情况可以看出,我国煤矿瓦斯灾害是十分严重的。特别是作为一个发展中的贫油的国家,在其以工业经济为主的经济增长过程中,必然伴随着能源消耗的大幅度增长。因此,作为世贸组织成员国的中国,在煤矿安全方面面临着严峻的压力与挑战。

在我国,安全科学的研究还刚刚起步,安全科学、技术与装备的研究目前已远落后于生产力、社会经济的发展。安全是生产力、安全是效益的观念还没有得到充分的认识和足够的重视。事实上,随着社会经济的发展,安全效能对社会经济发展的贡献率会逐步上升到举足轻重的地位。

## 2 中国煤矿瓦斯灾害基本原因分析

我国煤矿瓦斯灾害严重的现状是多方面原因造成的。除去政策层面的因素以外,主要可以归结为安全科技因素(包括装备因素)和管理因素(包括从业人员素质因素)。因为煤矿开采是一个高危险性、高风险性、高度专业性的以地下开采为主的行业,因此,这一行业的安全生产问题具有复杂性和代表性。

### 2.1 安全科技因素

(1)对煤系地层灾害性的细观认识还缺乏有效的理论和技术途径

煤田地质学、构造动力学等为我们从宏观上认识和揭示煤系地层的灾害性提供了理论基础,使我们能够从宏观上把握煤系地层的基本形态和性状。

\* 1999年度国家杰出青年科学基金获得者。

本文于2002年8月12日收到。

钻孔法、地震法等物理手段已能够揭示一定尺度的煤系地层构造。但是,煤矿井工开采过程是一个渐进的过程,在对煤系地层宏观认知的基础上,更需要对其的细观认知,特别是灾害危险性的认知。在开采过程中,采场周围含瓦斯煤岩体的运动过程相对于煤系地层尺度属于细观尺度,其运动的规律性已有所揭示,但是,很多还处于假说阶段。因此,目前人们对煤系地层在细观尺度层面的认识还处在接近于黑体的灰体阶段。对采动煤岩层和采空区渗透率的变化规律、煤与瓦斯突出机理、冲击地压发生机理等的认识都停留在假设或假说阶段<sup>[2]</sup>。

(2)对煤矿瓦斯灾害孕育、发生规律的认识还停留在以定性为主的假说阶段

瓦斯爆炸发生的条件和终极化学反应机理目前已经基本被认知。但是,在防治煤层瓦斯的理论与应用基础研究方面还很薄弱。主要科学问题为煤层瓦斯涌出的细观规律、低透气性软煤层瓦斯高效抽放、瓦斯爆炸过程的中间产物及高效阻隔原理、矿井实际条件下瓦斯爆炸传播规律等。采动煤岩层和采空区瓦斯涌出是直接影响巷道空间中瓦斯浓度的关键因素。煤层瓦斯的细观赋存形态主要以吸附和游离态存在,煤层瓦斯在均质煤岩层中的流动已可以用扩散方程和达西定律来描述。但是在受采动影响的煤岩体和采空区中瓦斯流动的渗透系数变化很大,而且目前还没有有效的理论和方法来得出其比较准确的变化规律。因此,对细观层面的瓦斯流动规律在应用基础方面还存在理论与技术方面的欠缺,使得在现实生产中对瓦斯涌出的预测和防治仍然以被动方式为主。

煤与瓦斯突出灾害是在极短的时间内从煤岩体内向采掘空间大量喷射出煤与瓦斯气体的复杂动力现象。对突出灾害的认识目前还停留在假说阶段,主要是“综合作用假说”和“流变-突变假说”<sup>[2]</sup>。目前现场的突出预测和防治均是建立在这些假说的基础之上,预测的准确率只能达到70%。由于突出灾害的极大危险性,使得对其进行现场研究非常困难。由于模型的尺度和材料的相似性方面的困难,进行实验室模拟研究又很难得出比较准确的反映本质规律的结果。因此,现阶段,在突出灾害过程所伴随的物理效应方面开展研究工作应是发展方向,特别是对所伴随的电磁辐射和声发射信息等规律的研究<sup>[3]</sup>。这一方向的研究,一方面可以实现现场全程准确连续监测,获得突出发生发展过程丰富的信息,得出更加准确预测突出的规律和手段,另一方面,还

可以进一步揭示突出灾害发生的机理。

(3)由于基础研究的匮乏使应用技术装备研究得不到有力的支撑

目前,煤矿瓦斯灾害的预防技术主要以传统的技术为主,新技术、新手段的应用还很少。特别是在我国煤层自然条件复杂,开采深度和范围不断增大,煤矿采掘机械化自动化程度越来越高,矿井通风系统发生很大变化的情况下,许多传统的瓦斯灾害预防技术已经不能满足安全生产的需要,这也给防治瓦斯灾害带来了新的挑战。

在通风技术方面,高瓦斯突出煤层中长距离独头巷道快速掘进的通风、防突问题;高瓦斯煤层中高产高效工作面、放顶煤工作面的瓦斯治理问题;工作面上隅角瓦斯问题;易自燃发火煤层的通风问题等目前都迫切需要加以解决。

在瓦斯防治技术方面,低透气煤层的快速强化抽放技术问题;长距离定向大直径钻孔技术与钻具问题;瓦斯涌出的准确预测问题;煤与瓦斯突出的快速准确区域预测和局部预测问题;瓦斯浓度连续准确检测的长效零飘移传感器问题;瓦斯爆炸的高效阻隔问题等都需要有新的技术与装备加以解决。

## 2.2 安全管理因素

煤矿安全管理属于安全科学的范畴。安全管理科学是自然科学与人文社会科学的交叉学科,同国家的政策、管理体制等有着密切的关系。随着我国社会主义市场经济制度的不断完善,原来实施多年的计划经济条件下的安全管理已经不能适应时代进步的要求。因此,我们必须从科学的层面来探究社会主义市场经济条件下安全管理的内涵与外延。

目前,我国正处在由计划经济全面向社会主义市场经济转轨的阶段,传统的计划经济条件下的安全管理模式还在各个层面不同程度的存在。同时,在市场经济的初期,各层面的管理都不同程度地带有只顾眼前利益和局部利益、直接经济效益第一、不顾长远的和间接的经济效益的倾向。对安全是生产力、安全是效益没有科学的认识。这是导致市场经济秩序混乱、安全生产得不到保证的一个重要原因。在这样一种管理理念下,安全投入必然被当作是增加成本,安全管理制度与责任不可能得到有效的落实,安全生产的状况必然会变得越来越严重。

安全管理是目的性、系统性、责任性和强制性很强的一门与时俱进的科学。随着社会经济的不断进步,各行各业面对的安全问题越来越多、也越加严重,各行业对安全问题的研究也越来越深入细致。

但是,由于缺乏对安全科学本质性、普遍性规律的研究,使得安全技术层面和管理层面的研究都缺乏理论的指导,大部分研究都是被动的和“就事论事”式的研究。而我国对安全科学的普遍性、基础性规律的研究还刚刚起步,因此,在社会实践中安全管理缺乏理论基础的支撑,使得安全生产的管理缺乏科学性、系统性、针对性和可操作性<sup>[4]</sup>。特别是结合我国社会主义市场经济制度的具体国情,如何从管理科学的层面,以安全、高效、可持续发展为目标来研究安全管理科学是迫切需要解决的问题。

煤矿安全管理具有其典型性和代表性。在煤矿生产过程中,人与机器、环境之间处在一个准封闭、多危险源、复杂的系统之中。对这样一个系统,没有科学的安全管理方法就必然会导致事故多发。

### 3 加强安全技术与管理科学基础研究是建立安全长效保障机制的前提

基础研究、原创性研究是科学研究之本,是应用研究与工程实践的基础。没有结合中国国情需要的安全基础研究,就不可能有中国社会经济可持续、高效、安全健康的发展。

我国的煤藏具有其自身的特点,特别是在灾害性方面具有其特殊性和严重性。在我国将长期以煤炭为主要能源的国情条件下,在市场经济和入世的压力下,都迫使我们必须尽快扭转煤矿灾害频发的

局面,加强煤矿安全科学问题的研究。要实现这一目标,首先必须加强煤矿安全、特别是瓦斯灾害的基础研究,逐步深化对煤矿瓦斯灾害发生的条件、发生的机理的认识,研究灾害现象孕育、发动、发生和结束的规律性及这一过程所伴随的可监测的信息,从而为准确预测灾害的危险性提供可靠的技术基础;其次,必须加强对灾害防治技术原理的研究,煤层和采空区瓦斯高效强化抽放技术原理、瓦斯爆炸高效阻隔技术原理等都是防治煤矿瓦斯灾害的治本性措施;此外,必须加强安全科学、安全管理科学的研究,以人、机、环境为研究对象,揭示三者相互作用的普遍性和特殊性规律,为结合具体行业特点的安全管理的具体有效实施提供理论依据和技术原理。没有安全管理的保障,安全生产就无从谈起。

加强安全科学基础研究,使安全科学的发展与社会经济发展同步是保障安全生产的重要前提条件。

#### 参 考 文 献

- [1] 王悦汉等编. 21世纪能源科技与高等教育论坛. 北京:中国矿业大学出版社,1999年12月.
- [2] 何学秋著. 含瓦斯煤岩流变动力学. 北京:中国矿业大学出版社,1995年5月.
- [3] 何学秋,刘明举著. 含瓦斯煤岩破坏电磁动力学. 北京:中国矿业大学出版社,1995年5月.
- [4] 何学秋等著. 安全工程学. 北京:中国矿业大学出版社,2000年6月.

## A DISCUSSION ON THE INSTANCY OF SAFETY SCIENCE RESEARCH BASED ON METHANE DISASTERS IN CHINA COAL MINES

He Xueqiu<sup>†</sup> Wang Congyin<sup>‡</sup>

(<sup>†</sup>Guizhou Industrial University, Guiyang 550000; China University of Mining & Technology, Xuezhou 221008;

<sup>‡</sup>The Command Institute of the Engineering Corps, Xuzhou 221004)

**Abstract** Given the severe methane disaster situation in China's coal mines, the reasons of the disasters are analyzed with safety science & technology and management science, and the instancy and necessity of strengthening basic research on safety science is also put forward.

**Key words** safety science, basic research, coal mine, methane disaster