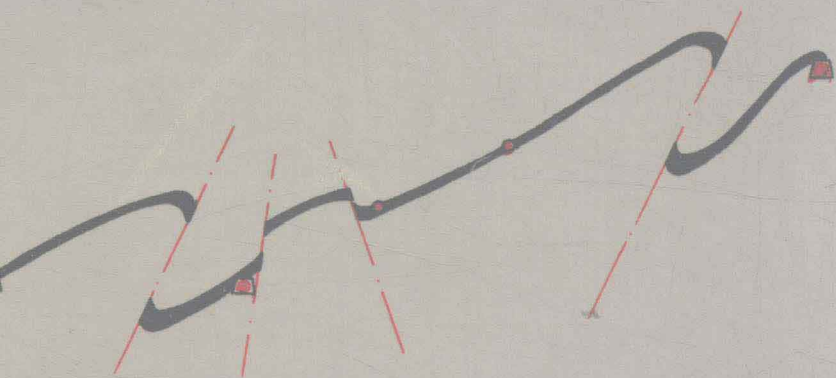


瓦斯地质研究 与瓦斯突出防治技术



河南理工大学
瓦斯防治技术及装备研究所
2007年7月

瓦斯地质研究 与瓦斯突出防治技术

编写人员：

彭立世 教授 （第一部分执笔）

王兆丰 研究员 教授 （第二部分执笔）

目 录

第一部分 瓦斯地质研究

1 瓦斯突出机理、瓦斯地质研究历史简述	1
2 用瓦斯地质研究突出的基本观点和方法	2
2.1 瓦斯地质区划论	2
2.2 破坏煤体是瓦斯突出的主体	2
2.3 瓦斯地质单元法	5
3 用瓦斯地质观点开展突出预测研究和实践	7
3.1 湘、赣、豫瓦斯突出带地质构造特征	7
3.2 萍乡青山矿煤与瓦斯突出区域性预测	7
3.3 以地质观点为主的瓦斯突出预测方法	9
3.4 白皎矿瓦斯突出预测预报试验研究	12
3.5 突出预测地质构造指标	21
3.6 以煤体结构为主的突出预测配套技术	22
3.7 瓦斯突出区域预测瓦斯地质技术研究	28
3.8 铁生沟煤矿瓦斯突出危险性评价	35
3.9 平顶山十二矿突出危险带预测	36
4 瓦斯突出危险预测的煤体结构探测仪	37
4.1 脉冲超声波法	37
4.2 钻孔煤强度仪	37
4.3 数字便携式煤强度测定仪	38
4.4 无线电波透视深测技术	38
5 开展瓦斯突出预测的工作方法	39
5.1 现场观测	39

5.2 瓦斯地质历史资料的整理	39
5.3 实验室试验	39
5.4 综合分析	39
5.5 物探方法探测	41
5.6 实践检验	42
6 瓦斯突出区域预测需解决的问题	42
6.1 认识上需解决的问题	42
6.2 技术上需解决的问题	42
6.3 管理上需解决的问题	42

第二部分 瓦斯突出防治技术

1 煤与瓦斯突出的危害	43
2 国煤与瓦斯突出现状	44
3 煤与瓦斯突出的分类与特征	46
3.1 煤与瓦斯突出分类	46
3.2 煤与瓦斯突出的基本特征	46
4 煤与瓦斯突出的机理	48
4.1 煤与瓦斯突出假说	48
4.2 突出的发展过程	50
5 瓦斯突出的一般规律和预兆	54
5.1 煤与瓦斯突出的一般规律	54
5.2 煤与瓦斯突出的预兆	56
6 煤与瓦斯突出危险性预测	58
6.1 瓦斯突出危险性预测方法分类	58
6.2 区域突出危险性预测方法	58
6.3 工作面突出危险性预测	63

7 煤与瓦斯突出防治措施	76
7.1 制定防突措施的原则	76
7.2 防突措施分类	76
7.3 区域性防突措施	78
7.4 局部防突措施	82
8 防治瓦斯突出措施效果检验	89
8.1 保护层的保护效果检验	89
8.2 预抽煤层瓦斯防治突出措施效果检验	89
8.3 石门揭煤工作面防治突出措施效果检验	90
8.4 煤巷掘进工作面防治突出措施效果检验	90
9 突出矿井的技术管理	92
9.1 组织管理	92
9.2 防突技术管理	94
9.3 抓好现场管理	98

第一部分 瓦斯地质基础

1 瓦斯突出机理、瓦斯地质研究历史简述

煤与瓦斯突出是煤矿严重的自然灾害，由于它的灾害性、突发性和复杂性，其发生发展过程难以直接观测，在实验室更难以实现，对瓦斯突出机理长期以来存在多家多说，国内外曾出现几十种假说，这些假说都是依据一定的实际观察或实验提出，但往往有一定的局限性，难以完满的解释这一复杂的自然现象。

到 60 年代俄罗斯科学院院士 B. B 霍多特通过实验室大量的模拟试验，提出了瓦斯突出机理综合假说，即突出是地应力、瓦斯和煤的机械物理性质综合作用的结果。国内外绝大多数研究者接受了这一假说，并将其应用于瓦斯突出预测和瓦斯突出防治实践中。研究者在接受综合假说的同时，在瓦斯突出发生的主导因素上，仍然存在不同观点和侧重点，可以说仍然存在多家多派，这种多家多派的出现，也就在突出预测和突出防治上存在着一定的差异性。

河南理工大学（原焦作工学院、焦作矿业学院）瓦斯地质研究所，以瓦斯地质研究作为切入点，于 20 世纪 70 年代开始涉足瓦斯突出机理和瓦斯突出预测这一研究领域，“六五”至“十五”期间一直承担有国家重点科技攻关项目。

从现场调查研究入手，初期以“湘、赣、豫”三省为基地开展现场调查和预测实践，以后发展到四川、贵州、广东各省，同时也在山东兖州、山西晋城等地开展了课题研究。

杨力生教授自 1983~1990 年曾发动组织了全国瓦斯地质

图的编制，从而使瓦斯地质观点较快地得到了普及，并形成宏观认识。通过一系列工作形成了焦作工学院瓦斯地质研究特色。

2 用瓦斯地质研究突出的基本观点和方法

2.1 瓦斯地质区划论

该观点于 1982 年在四川天池召开的全国第三次瓦斯突出预测、预报学术会议上，在“湘、赣、豫煤和瓦斯突出带地质构造特征”科研报告中正式提出。该报告提出的“瓦斯地质区划论”是对湘、赣、豫三省 12 个瓦斯突出矿区、61 对突出矿井进行系统调查的总结概括，在以后近 20 年的继续研究中进一步得到了发展和充实。其基本内容是：瓦斯突出分布具有分区、分带性，地质条件控制瓦斯突出的分区、分带。地质条件控制瓦斯突出分区、分带，包括瓦斯赋存和瓦斯突出两个方面。地质条件控制了瓦斯的赋存，这是由于瓦斯是地质历史时期的产物，是地质体的一部分，因此瓦斯的形成和保存是受地质条件控制的。控制瓦斯赋存的地质条件包括：煤的变质程度、围岩透气性和地质构造等方面。控制瓦斯突出，主要指控制瓦斯的分布，瓦斯突出在空间上根据范围大小，可分为瓦斯突出区、瓦斯突出带、瓦斯突出点。区、带皆属区域。点在带内，带在区内。突出区、带、点的控制条件是有区别的，即瓦斯突出具有分级控制的特点。

2.2 破坏煤体是瓦斯突出的主体

煤与瓦斯突出机理目前已统一到综合假说上来，虽然对

地应力、瓦斯和煤的物理力学性能三者各有侧重，但对突出

表 1 煤与瓦斯突出分布级别划分表

严重程度 分布级别		突出		非突出 目前尚未发生过的突出煤田、矿区、井田或井田内的块段
		严重突出	一般突出	
突出区	煤田或矿区	在该煤田内多数矿区或井田发生突出，突出矿井密集，突出强度大，始突深度小	在该井田内仅个别矿区或矿井突出，突出强度较小，始突深度大	
	井田	在该井田内始突深度以下，普遍或大面积范围存在突出危险，具有突出危险的煤层多，突出频繁，突出强度大，或出现有特大型突出	该井田内始突深度大，具有突出危险的范围小，突出点稀疏，突出强度较小	
突出带		在井田范围内突出点密集、突出强度大的块段及特大型突出的部位	在井田范围内突出点稀疏、突出次数少、突出强度较小的块段，没有特大型和大型突出，中小型突出为主	
突出点		发生突出或突出危险的具体地点。按突出强度划分：特大型、大型、次大型、中型、小型		

本身就是一个释放能量、破坏煤体的力学过程这一观点是一致的。经过大量现场调查和试验研究，发现煤与瓦斯突出总是首先发生在煤体结构遭到严重破坏的软煤分层中。这一客观事实可以给出一个启示：地应力和瓦斯的作用是可以统一到煤体结构的内涵上来的。实际上有关构造煤研究资料

已经表明：

(1) 构造煤发育区内由于煤体孔隙度大、渗透性差而成为瓦斯的良好富集带；

(2) 构造煤具有瓦斯解吸快的特点；

(3) 构造煤发育区本身就是地下一定深处容易引起应力集中的弱面；

(4) 构造煤强度低，抵抗外来破坏的能力最小、阻力最小。

因此在煤岩层和瓦斯组成的力学系统中，构造煤起到了核心作用。煤与瓦斯突出发生与否就取决于地压和瓦斯膨胀能对煤壁(关键是构成煤壁的构造煤)所产生的侧向压力的大小与煤体抵抗能力两方面的关系。也就是说，如果将煤与瓦斯突出当作一个力学过程来考察，它必然有一个作用于物质实体—构造煤上的动力，同时煤体也产生抵抗力，即阻力。当阻力大于动力时，突出就被有效地遏制，而阻力小于动力时，突出就不可避免地发生。考察这一过程时，如果仅从力本身这个概念出发，由于组成力学系统的各种作用力复杂多变，难以得到系统、全面的认识。但如果从力的作用结果即能量这个角度来考察，就可以通过一定的实验手段来定量计算各种力的作用效果，利用这个结果来预测煤与瓦斯突出，不仅是可能的而且是可行的。这是煤与瓦斯突出预测进一步定量研究的认识基础，也为认识煤与瓦斯突出机理提供了一个新途径。按照上述思路提出了“以煤体结构为基础的煤与瓦斯突出简化力学模型”。通过一系列计算，提出了构造煤临界厚度。这种计算很有实践意义。这一工作有待进一步通过研究和实践后得到完善。

构造煤是地质构造作用的产物，它的存在和分布是有规律可循的，可应用构造煤的分布规律作为瓦斯突出区域预测的依据，瓦斯突出带的预测更需要以构造煤分布规律为基础。地质构造对煤体破坏有两种型式，即线状(或带状)破坏和面状破坏。线状破坏主要是与断裂构造伴生的。由于断裂构造的规模和型式不同，破坏的规模和影响范围不同，断层的上下盘也有差异。

煤体结构的面状破坏，主要是由层间滑动构造所造成的。层间滑动往往伴随褶皱、煤层产状变陡、扭动构造、大型断层的牵引等有关构造型式。同一构造型式下的不同煤层，由于顶底板岩性差异和煤层厚度的不同，层间破坏和构造煤发育不同。煤层厚度大，顶底板岩性差异大、扭动显著，则煤体破坏也显著。

当掌握了构造煤体破坏的规律，明确了形成破坏的控制因素，则可以通过地质构造的预测，进行煤体破坏范围及破坏规模的预测，进而实现煤与瓦斯突出带的预测。

2.3 瓦斯地质单元法

瓦斯地质区划论的工作方法是瓦斯地质单元法。对研究区域进行瓦斯地质单元划分，是对该区域瓦斯地质认识的综合，在单个地质因素划分单元的基础上，对多个地质因素划分的单元进行综合，作为控制突出分布和级别的地质条件和地质背景。依据瓦斯和瓦斯突出同样可以划分出单元，作为区域内瓦斯的综合。二者的重合形成研究区域瓦斯地质图。瓦斯参数包括瓦斯含量、瓦斯压力、瓦斯涌出量等形成高、中、低瓦斯单元。瓦斯突出以突出点分布为基础划分出严重瓦斯突出带、一般瓦斯突出带和非瓦斯突出带。

作为划分单元的地质指标，采用定性与定量结合，有的地质指标如煤的变质程度、煤层厚度等定量清晰，有的地质指标定量较难，往往是研究的重点。如何进行地质区的定量划分，使其更为合理，有待通过研究进一步完善。

3 用瓦斯地质观点开展突出预测研究和实践

3.1 湘、赣、豫瓦斯突出带地质构造特征

该课题自 1977 年初始，历时五年多，于 1982 年 6 月由煤炭部技术发展司组织鉴定，获河南省 1983 年科技成果三等奖。

该课题在三省十五个矿区 61 对突出矿井，大区域内全面搜集、整理瓦斯突出和地质资料，进行系统分析的基础上，明确提出：

(1) 地质条件控制瓦斯突出分区分带，即“瓦斯地质区划论”的观点；

(2) 建立了瓦斯突出区、带、点的概念，并按突出特点和瓦斯地质条件将矿区和矿井划分了严重，一般和非突出三种类型。同时提出了瓦斯突出集中带的概念。

上述认识奠定了从地质角度进行瓦斯突出区域性预测研究的认识基础。这种认识被广泛接受，并在以后一系列的瓦斯突出区域性预测成果中得到了应用。可以说这也是瓦斯突出类型和级别划分的认识基础。

3.2 萍乡青山矿煤与瓦斯突出区域性预测

该课题自 81 年起历时三年多，于 1984 年 4 月由江西省煤炭厅主持鉴定，1985 年获江西省科技成果三等奖。该课题是“瓦斯地质区划论”应用于实践的第一次尝试。研究以现场地质和瓦斯参数测试为基础，以定性和定量分析为依据，划分了瓦斯地质单元，提出了三个划分，即划分

突出危险带地质构造类型	图式	典型矿井
压缩构造断层带		立新矿免形山井、马田矿狮子山、义和山井、梅田矿区一、二、四矿
紧闭褶皱发育地带		萍乡青山矿狮子槽、英岗岭矿建山井、枫林井
小冲沟褶皱发育地带		江西新华矿一井、湖南里王庙井、追家冲井、金竹山矿一平硐
封闭断层之间的地槽式构造		焦作李村矿大官区
扭曲的直立煤层		萍乡青山矿大槽、狮子槽、湖南高市塘矿区、立新矿城沙坝井
具有波状起伏的单斜构造		湖南利民煤矿东翼、黔江煤矿
透镜状煤包或薄煤带所包围的厚煤带		红卫矿里王庙井、追家冲井、新华一井、梅田矿区

图1 煤和瓦斯突出危险带地质构造类型图示

突出煤层与非突出煤层；突出煤层划分突出块段与非突出块段；突出块段划分严重突出与一般突出。

根据上述划分的结果进行了防突措施区别对待，对非突出煤层和采区简化和取消了防突措施。近十多年三水平的采掘实践证实研究结论是正确的。

该课题总结通过定性和定量分析，明确提出了地质构造控制煤厚后期变化和煤体结构，煤体结构控制瓦斯突出的观点。

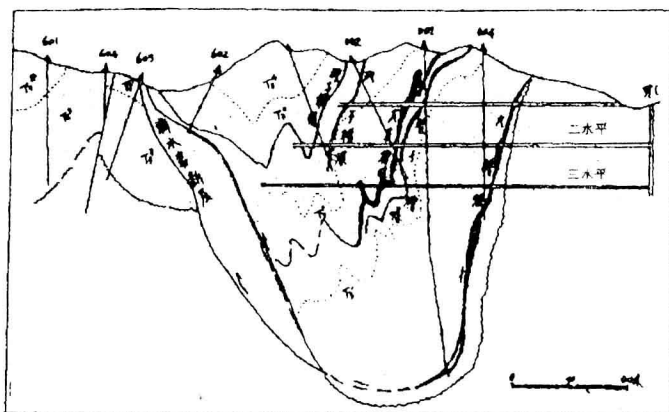


图2 萍乡矿区青山矿第六勘探线剖面图

表2 青山矿三水平瓦斯地质单元突出危险性评价

煤 层	分 段	号 深	瓦斯参数				结构参数			地质参数				瓦斯突出危险性评价			
			瓦斯突出	瓦斯涌出	瓦斯压力	瓦斯含量	层理层性(I)	ΔP	$\Delta P/I$	层理层性	平均层理	层理层性	层理层性		层理层性	层理层性	
大	大东	305	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	IV	>30	A	严重突出
		405	I	I	I	I	II	I	II	I	I	I	I	II、IV	<30	T	突出危险小
二	二水平	东		II						II	II	I		IV		A-T	突出危险小
		中		I						I	I	I		I		A-T	突出危险小
子	西	315	I	II		I		I	I-II	II	II	I		IV		A-T	突出
		东		II		II	II		I-II								A-T
子	西	360		I		I	II	I		I						A	严重突出
		东		II	II		II			II	II	I		I		T	突出
子	西	360	II	II	I	II				I	I	I		II、IV		A-T	突出
		东	I	I			I-II	I	I	I	I	I		I		A-T	严重突出

3.3 以地质观点为主的瓦斯突出预测方法

该课题为“七五”国家攻关项目子课题。由西安矿院、南桐煤矿协作完成。自1986年开始，历时三年，于1988年12月由统配煤矿总公司技术发展局组织鉴定，为国内领先地位，90年获陕西省教委科技成果二等奖。

课题以地质条件控制瓦斯突出分区分带，即瓦斯地质区划论的观点为指导，把瓦斯突出区域性预测和点预测相结合，在南桐矿全面实施瓦斯突出区、带、点预测。研究中用煤体结构和地质构造作为预测指标，在该矿一、二两井，十公里走向得了全面的认识和实践，突预报准确率为 80%，非突出预报准确率为 100%。该矿根据预测结果在防突措施上进行了区别对待，不仅使解放层由 3#层转为 5#层获得成功，而且在 5#层按突出危险程度不同，实行了分区管理，取得了显著的经济效益和安全效益。近十年的采掘实践验证，划分是正确的。

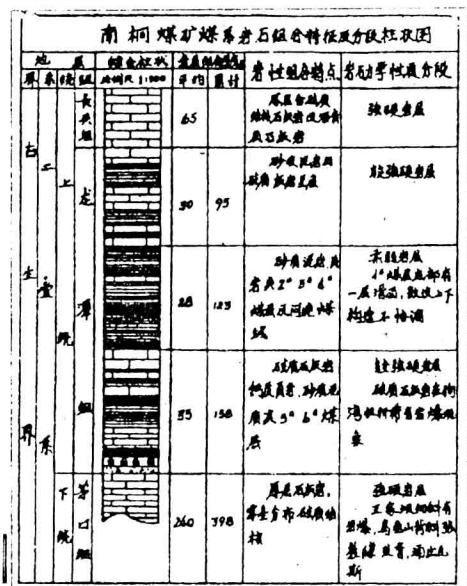


图 3 南桐煤矿煤系岩组合特征及分段柱状图

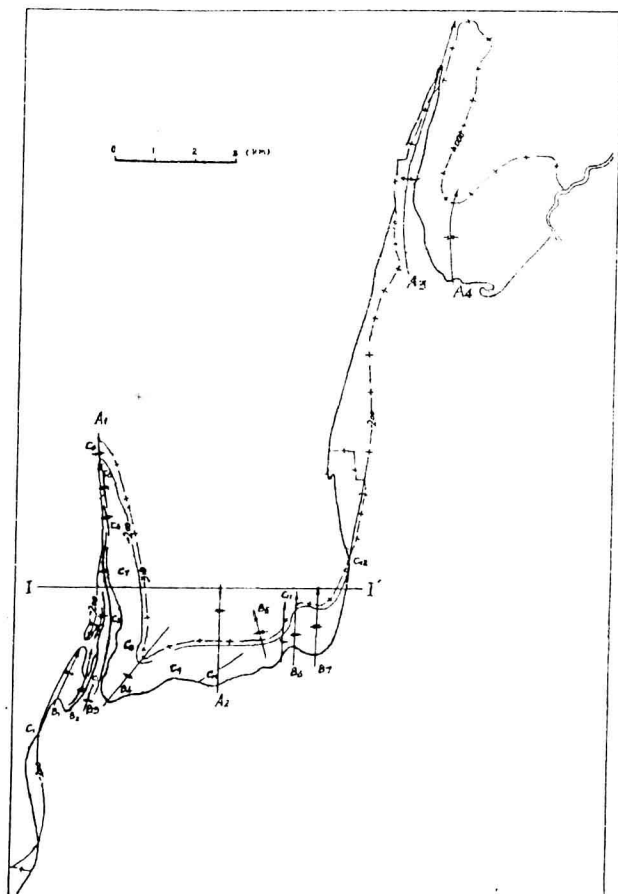


图 4 南桐矿区构造纲要图

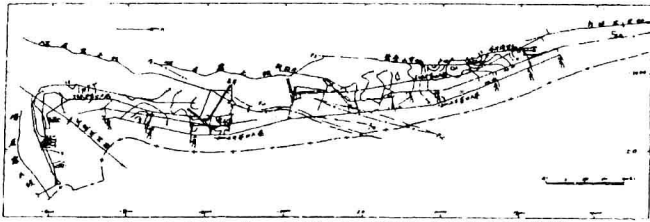


图 5 南桐煤矿 5 号煤层瓦斯突出区域预测图

3.4 白皎矿瓦斯突出预测预报试验研究

该课题 1985 年 8 月开始，于 1988 年 4 月由四川省煤炭厅主持鉴定，1990 年获能源部科技进步三等奖。

该课题采取在掘进巷道中瓦斯参数与地质参数进行连续配套测定的方法，进行突出点预测预报。现场测试巷道 1900 米，根据钻屑瓦斯解吸速度、钻孔瓦斯涌出初速度和煤体结构，三套参数配套测试，预测非突出准备率 100%，突出预测准确率为 66%。

通过预测试验，明确提出了顺层滑动构造控制煤体结构破坏，而煤体结构控制瓦斯突出带的认识。

该矿采用了煤体结构预测和前探钻孔两种突出点预测方法，简化了预测工作，提高了突出防治措施的针对性，缩小了防突区域。