

煤矿安全技术

陕西能源职业技术学院
资源与测绘工程学院

情境二 矿井瓦斯防治技术

课程单元策划设计

任务		相关知识	知识链接	课时
煤层瓦斯含量与矿井瓦斯涌出量		（1）矿井瓦斯性质 （2）煤层瓦斯生成与赋存 （3）矿井瓦斯涌出与等级划分	（1）煤层瓦斯预测 （2）矿井瓦斯浓度测定 （3）防突技术措施	2
瓦斯爆炸预防措施				2
矿井瓦斯浓度的测量与瓦斯管理				4
煤与瓦斯突出防治		（1）矿井瓦斯爆炸机理 （2）煤与瓦斯突出机理	（1）防止矿井瓦斯爆炸措施	2
矿井瓦斯抽采				2
任务实施方法	1. 理论（应知）：互动讨论（分学习小组）、案例分析研讨； 2. 技能（应会）：实验论证、体验操作训练、仿真操作实训 3. 考核方式：任务过程综合考评			

任务4 煤与瓦斯突出防治

相关知识

一、煤层瓦斯喷出

瓦斯喷出：煤层瓦斯压力与采掘作业作用，高压瓦斯快速经煤岩裂隙或钻孔大量喷射出。

1. 瓦斯喷出的灾害性

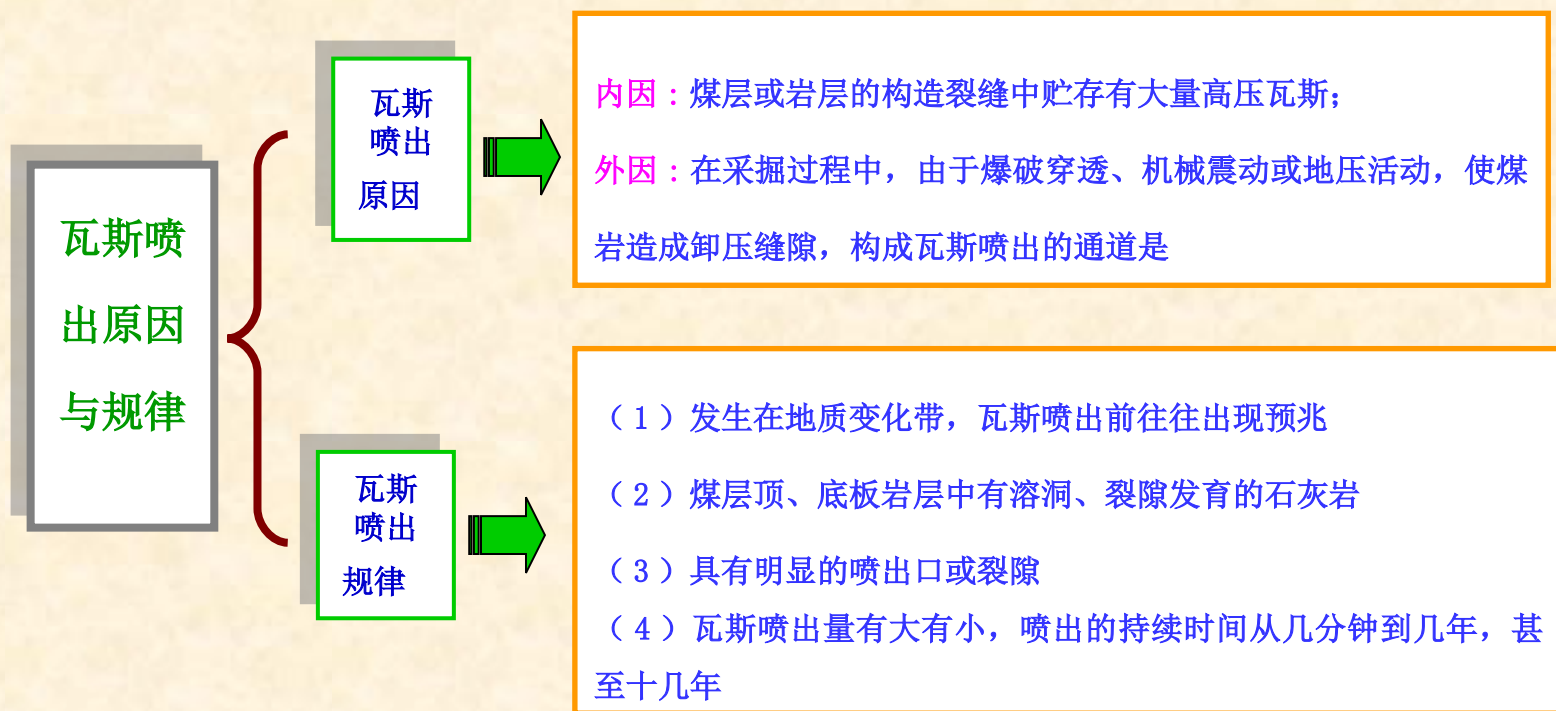
- （1）局部地区瓦斯积聚，造成高浓度瓦斯的窒息或瓦斯爆炸事故；
- （2）钻孔瓦斯喷出引起瓦斯燃烧或爆炸事故。

2. 瓦斯喷预兆

- （1）岩压活动显著，底板突然鼓起，支架破坏；
- （2）煤层变软、变暗，无光泽；
- （3）瓦斯涌出浓度忽大忽小，煤岩壁有瓦斯涌出的嘶嘶声。

任务4 煤与瓦斯突出防治

3. 煤层瓦斯喷出的原因和规律



任务4 煤与瓦斯突出防治

4. 煤层瓦斯喷出类型与特点

喷出类型	特 点
瓦斯沿原始地质构造洞缝喷出	(1) 流量大，持续时间长，无明显的地压显现现象； (2) 喷瓦斯裂缝多属于开放性裂缝（张性或张扭性断裂； (3) 与储气层（煤层、砂岩层等）、溶洞或断层带相通。
瓦斯沿采掘地压形成的裂缝喷出	(1) 喷出频临发生时伴随着地压显现效应，出现多种显现预兆； (2) 喷出持续的时间较短，其流量与卸压区面积、瓦斯压力和瓦斯含量大小等因素有关。

任务4 煤与瓦斯突出防治

二、煤与瓦斯突出

(一) 煤与瓦斯突出特征及灾害性

1. 煤与瓦斯突出及特征

煤与瓦斯突出：煤矿采掘过程中短时突然从煤岩壁涌出大量的瓦斯和碎煤（岩）现象。

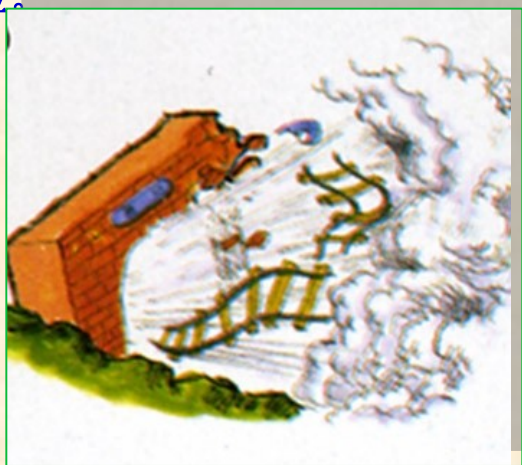
煤与瓦斯突出特征：伴有响声和强烈的动力能冲击性破坏效应。

2. 煤与瓦斯突出的灾害性

(1) 突出瓦斯量高达百万 m^3 ，造成瓦斯窒息事故或引发瓦斯爆炸事故；

(2) 突出煤岩量可高达万吨，严重堵塞巷道、破坏设备；

(3) 突出产生强大的气流动力，破坏通风系统。



任务4 煤与瓦斯突出防治

(二) 煤与瓦斯突出分类

1. 按突出强度分类

突出强度：指每次突出的煤岩数量和涌出的瓦斯量，主要以突出煤岩量做为划分突出强度的依据。

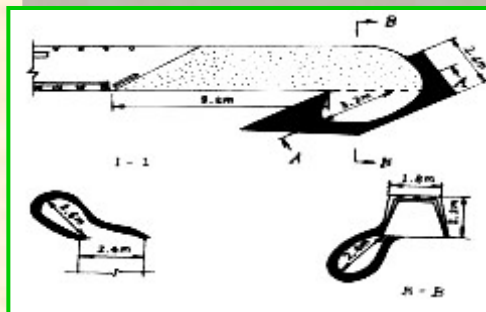
小型突出：突出煤量 $< 100\text{t}$ ；

中型突出：突出煤量在 $100\text{t} \sim 500\text{t}$

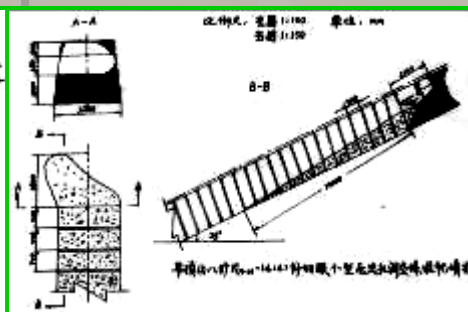
大型突出：突出煤量 $500\text{t} \sim 1000\text{t}$

特大型突出：突出煤量 $\geq 1000\text{t}$

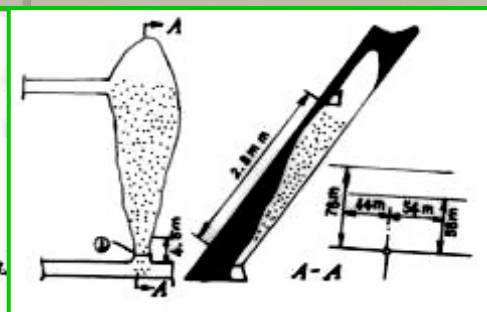
2. 按突出现象的理学特征分类



煤与瓦斯突出



煤与瓦斯压出



煤与瓦斯倾出

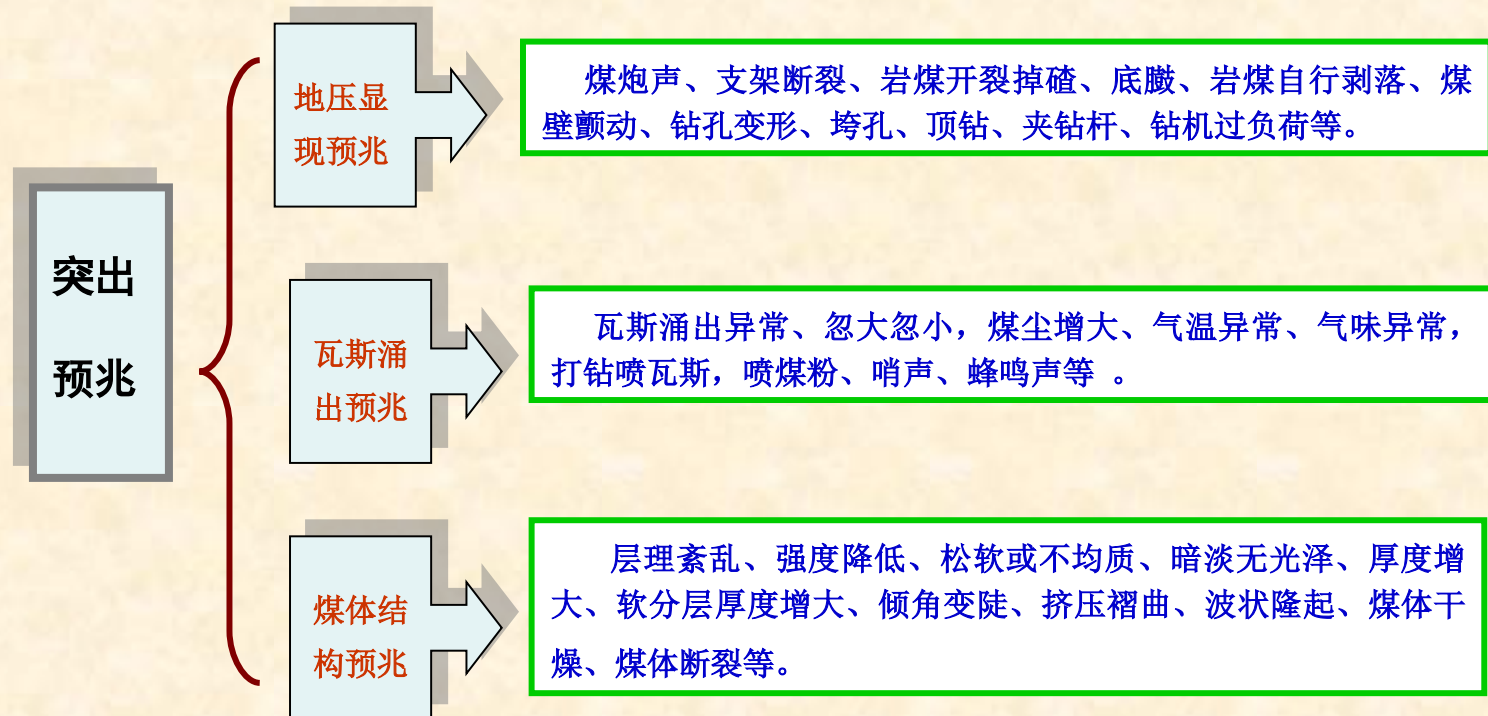
任务4 煤与瓦斯突出防治

（三）煤与瓦斯突出规律与分布特点

突出规律	分布特点
煤与瓦斯突出危险性随开采深度增加而增加	随煤层埋藏深度增加煤层中的瓦斯保存条件较好，煤层瓦斯压力及瓦斯含量增加。
煤与瓦斯突出分布受地质构造控制	煤与瓦斯突出多发生在地质构造附近，突出多发生在地质构造发育和煤层条件发生变化的区域。
煤与瓦斯突出分区与地质条件分区相关	突出的分区与矿区构造分区相一致，在矿区构造带或褶皱轴部的过渡地带，往往是煤与瓦斯突出带。
煤与瓦斯突出与工程因素有关	煤巷掘进工作面发生突出最多，平巷中发生次数高于上山和下山；突出多发生在破煤工序。

任务4 煤与瓦斯突出防治

(四) 煤与瓦斯突出预兆



任务4 煤与瓦斯突出防治

(五) 煤与瓦斯突出机理

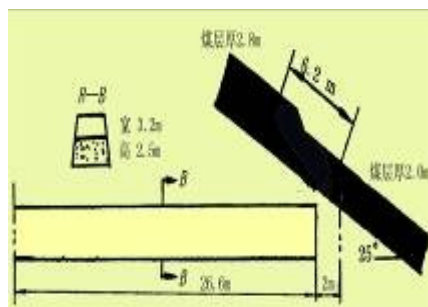
1. 煤与瓦斯突出形成原因

(1) 地应力作用：煤体的自重应力、构造应力和采动应力，使煤体产生突然破坏和位移，增大瓦斯压力梯度。

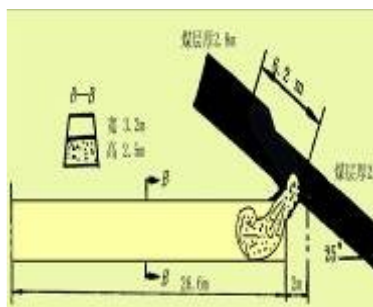
(2) 高压瓦斯作用：压缩煤骨架，产生潜能。

(3) 煤体结构力学性质：煤体的强度性质（抵抗破坏的能力）和结构，对突出的发动与发展起着重要的诱导作用。

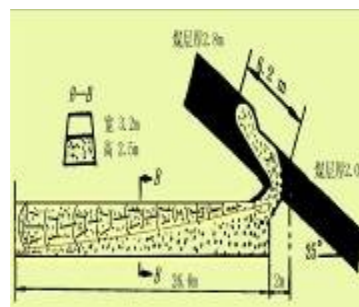
2. 煤与瓦斯突出过程



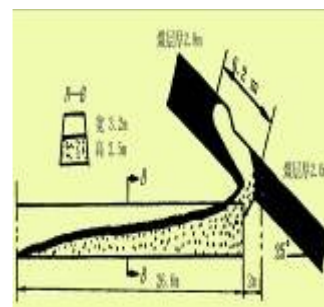
突出准备阶段



突出发动阶段



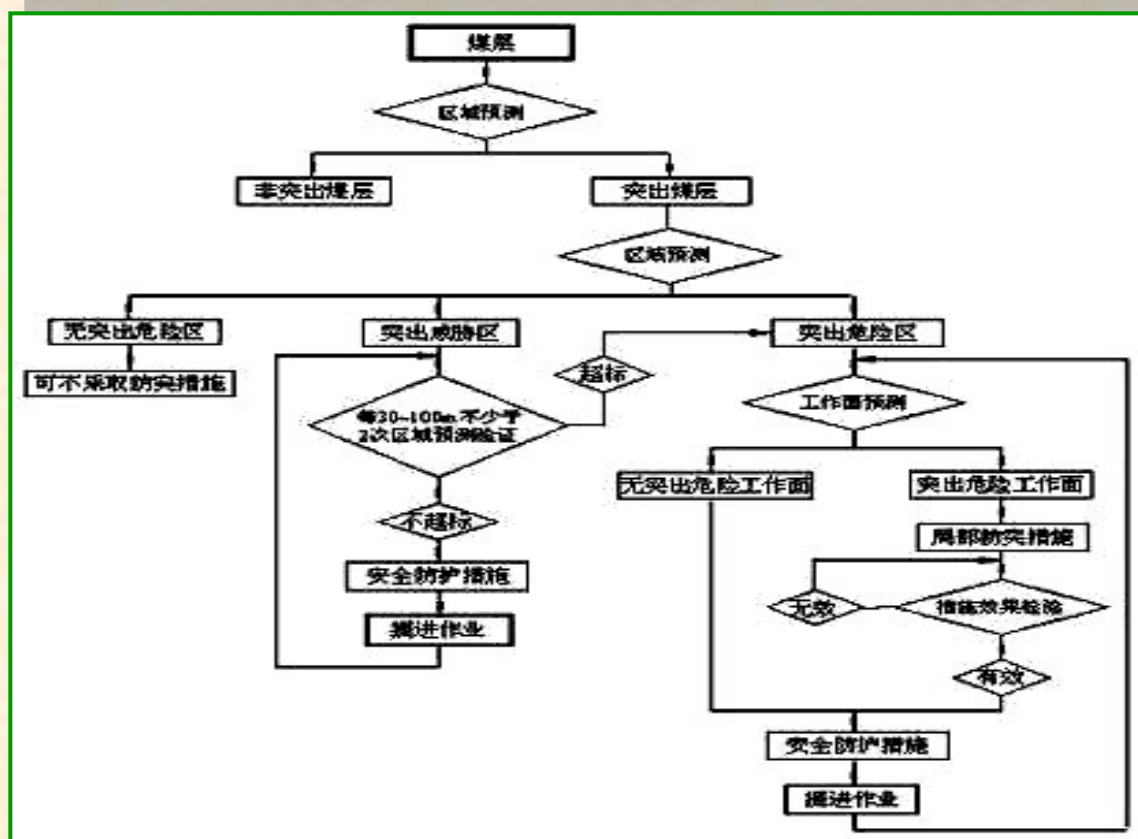
突出发展阶段



突出停止阶段

任务4 煤与瓦斯突出防治

(六) “四位一体”综合防治煤与瓦斯突出体系



任务4 煤与瓦斯突出防治

“四位一体”综合防治煤与瓦斯突出措施：

1. 突出危险性预测

方法目的：利用煤层结构、煤的理学性质、瓦斯、地应力等特征和变化情况，预测煤层突出的危险程度，为防突提供依据。

2. 防治突出措施

方法目的：利用防突技术手段卸除煤体应力、降低瓦斯压力，改变煤体物理力学性质、增大煤体的承载能力和稳定性。

3. 防突措施效果检验

方法目的：检验防突措施控制有效性和施工质量；确保消除突出的危险性，保证工作面安全生产。

4. 安全防护措施

方法目的：利用安全防护设施或设备，保证防突作业安全和安全避灾。

任务4 煤与瓦斯突出防治

任务实施

七、区域综合防突措施

区域综合防突措施主要包括以下几大项：

- (一) 区域突出危险性预测
- (二) 区域防突措施
- (三) 区域措施效果检验与验证
- (一) 区域突出危险性预测方法

1. 单项指标预测法

根据煤的破坏类型、瓦斯放散初速度指标 ΔP 、煤的坚固性系数 f 和煤层瓦斯压力等指标进行

鉴定。当全部指标均达到或者超过临界值时即为突出煤层。

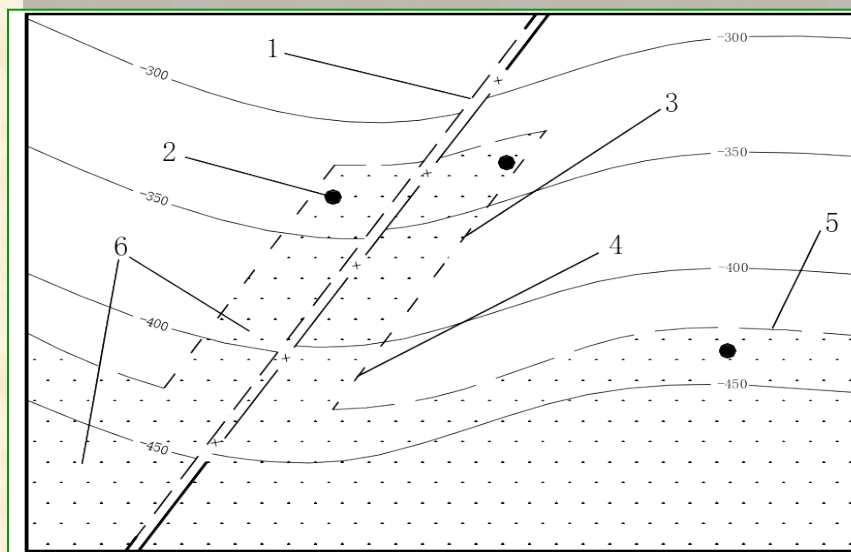
煤层突出危险性	煤的破坏类型	瓦斯放散初速度 ΔP	煤的坚固性系数 f	煤层瓦斯压力 P/MPa
突出危险	III、IV、V	≥ 10	≤ 0.5	≥ 0.74

任务4 煤与瓦斯突出防治

2. 煤层瓦斯参数结合瓦斯地质分析预测方法

(1) 煤层瓦斯风化带为无突出危险区域；

(2) 根据已开采区域确切掌握的煤层赋存特征、地质构造条件、突出分布的规律和对预测区域煤层地质构造的探测、预测结果，采用瓦斯地质分析的方法划分出突出危险区域。



- 1— 断层； 2— 突出点；
- 3— 上部区域突出点在断层两侧的最远距离线；
- 4— 推测下部区域断层两侧的突出危险区边界线；
- 5— 推测的下部区域突出危险区上边界线；
- 6— 突出危险区（阴影部分）

瓦斯地质统计法推测同一地质单元内下部区域的突出危险区域示意图

任务4 煤与瓦斯突出防治

3. 煤层瓦斯压力或瓦斯含量分析预测法

在煤层瓦斯参数结合瓦斯地质分析预测突出危险区域以外区域，应据煤层瓦斯压力 P 进行预测。如果没有或者缺少煤层瓦斯压力资料，也可根据煤层瓦斯含量 W 进行预测。

根据煤层瓦斯压力或瓦斯含量进行区域预测的临界值

瓦斯压力 P (MPa)	瓦斯含量 W (m^3/t)	区域类别
$P < 0.74$	$W < 8$	无突出危险区
其他情况		突出危险区

任务4 煤与瓦斯突出防治

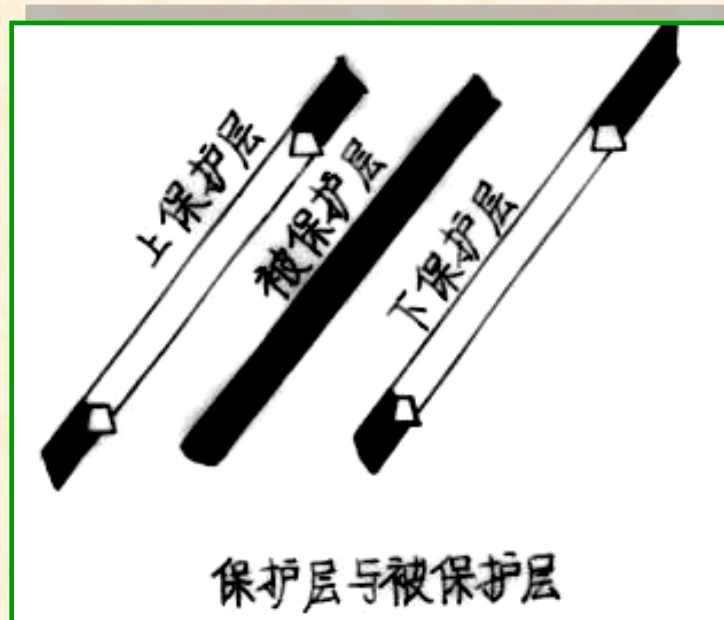
(二) 区域防突措施

区域防突措施：在突出煤层进行采掘前，对突出煤层较大范围采取的防突措施。区域防突措施包括开采保护层和预抽煤层瓦斯两类。

1. 开采保护层防突措施

(1) 开采保护层防突作用原理：

开采保护层致使被保护层煤层的煤体发生膨胀变形，地应力和瓦斯压力降低；煤层透气性系数增大，煤层瓦斯排出，煤的强度加大。



任务4 煤与瓦斯突出防治

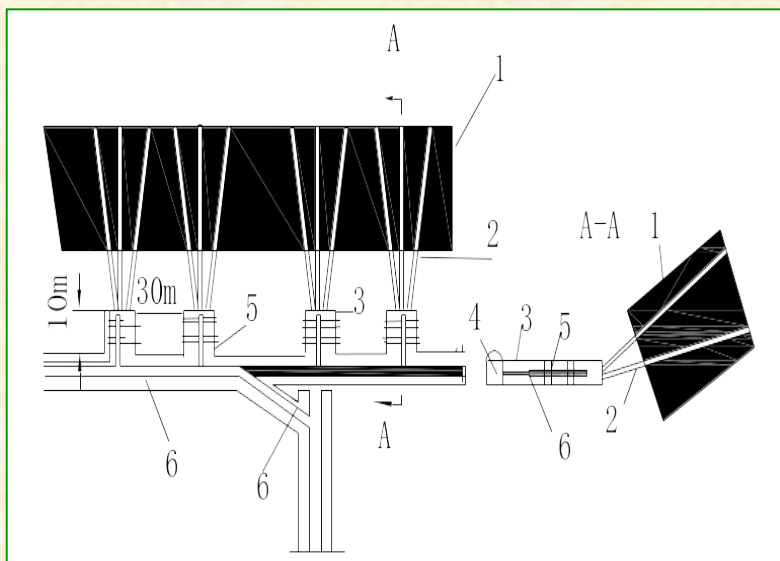
(2) 开采保护层工作面必须超前于被保护层的掘进工作面，其超前距离不得小于保护层与被保护层层间垂距的3倍，并不得小于100m。

2. 预抽煤层瓦斯防突措施

(1) 预抽煤层瓦斯：利用专门的巷道系统将瓦斯抽排至地面或井下回风巷道的安全地点，从而达到减少矿井瓦斯涌出量，实现安全生产的目的。

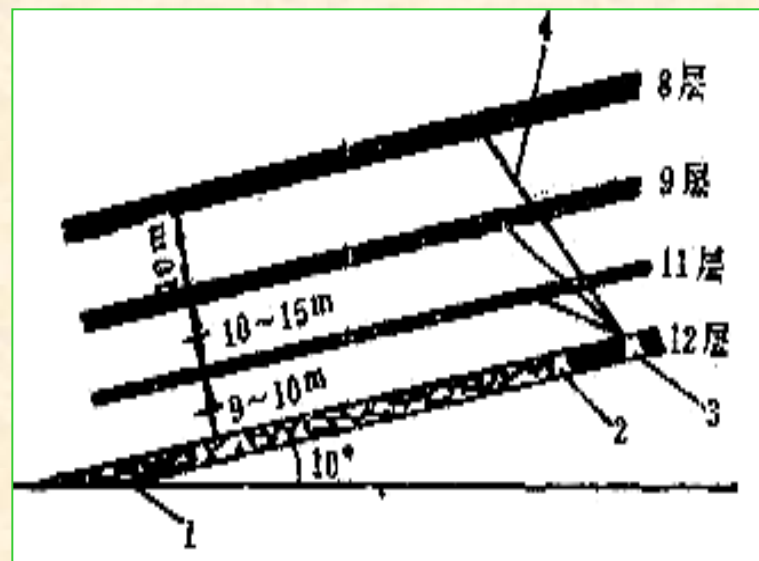
(2) 预抽煤层瓦斯方式：地面井预抽煤层瓦斯以及井下穿层钻孔或顺层钻孔预抽区段煤层瓦斯、穿层钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯、顺层钻孔或穿层钻孔预抽回采区域煤层瓦斯、穿层钻孔预抽石门（含立、斜井等）揭煤区域煤层瓦斯、顺层钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯等。

案例：预抽煤层瓦斯防突措施



本煤层瓦斯抽放

1- 煤层；2- 钻孔；3- 钻场；
4- 运输大巷；5- 封闭墙；6- 瓦斯管路



邻近层瓦斯抽放

1- 运输巷；2- 回风巷；3- 回风副巷；
4- 抽放钻孔

任务4 煤与瓦斯突出防治

(三) 区域措施效果检验与验证

1. 区域措施效果检验

(1) 开采保护层的保护效果检验主要采用残余瓦斯压力、残余瓦斯含量、顶底板位移量及其他经试验证实有效的指标和方法，也可结合煤层的透气性系数变化率等辅助指标。并根据实测的最大残余瓦斯压力或最大残余瓦斯含量按预测突出危险性临界值指标，对预计被保护区域的保护效果进行判断。若检验结果仍为突出危险区，保护效果为无效。

(2) 预抽煤层瓦斯区域防突措施时，应以预抽区域的煤层残余瓦斯压力或残余瓦斯含量为主要指标或其他经试验证实有效的指标和方法进行措施效果检验。

2. 区域验证

(1) 煤巷掘进和回采工作面采用工作面预测的方法对无突出危险区进行区域验证。

(2) 工作面每推进 10 ~ 50m（在地质构造复杂区域或采取了预抽煤层瓦斯区域防突措施以及其他必要情况时宜取小值）至少进行两次区域验证；

任务4 煤与瓦斯突出防治

二、局部综合防突措施

(一) 局部工作面突出危险性预测

1. 突出危险性预测指标

根据工作面预测突出钻孔瓦斯压力 P 、钻屑瓦斯解吸指标 Δh_2 、钻屑量 S 、综合指标 D 、 K 等预测工作面突出危险性。

钻屑指标法预测煤巷掘进工作面突出危险性的参考临界值

钻屑瓦斯解吸指标 Δh_2 Pa	钻屑瓦斯解吸指标 $K1$ ($\text{mL/g} \cdot \text{min}^{\frac{1}{2}}$)	钻屑量 S	
		(kg/m)	(L/m)
200	0.5	6	5.4

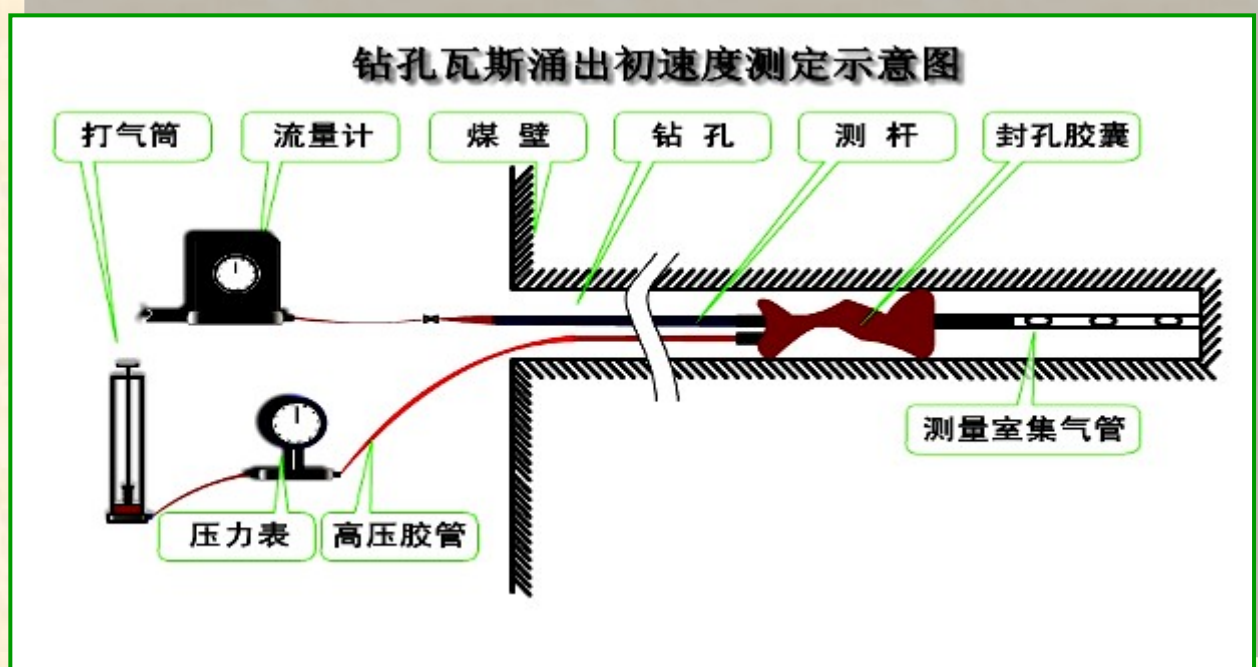
钻屑瓦斯解吸指标法预测石门揭煤工作面突出危险性的参考临界值

煤样	Δh_2 指标临界值 (Pa)	$K1$ 指标临界值 ($\text{mL/g} \cdot \text{min}^{\frac{1}{2}}$)
干煤样	200	0.5
湿煤样	160	0.4

任务4 煤与瓦斯突出防治

2. 钻孔瓦斯解吸初速度 q 值预测

(1) 预测工艺流程：布置钻孔→清理钻孔→装入测杆→密封钻孔→接好流量计→读取流量 q 值
→ 记录分析



任务4 煤与瓦斯突出防治

(2) 预测突出危险性判定临界值

钻孔瓦斯解吸初速度 q 值预测工作面突出危险性参考临界值

煤的挥发份 V_{daf} (%)	5 ~ 15	15 ~ 20	20 ~ 30	>30
q_m (L/min)	5.0	4.5	4.0	4.5
判断基本原则	1. 任一钻孔 q 值 $\geq$ 突出危险临界值 q_m 时，确定为突出危险工作面。 2. 各预测钻孔 q 值 $<$ 突出危险临界值 q_m 时，确定为无突出危险工作面。但没预测循环应留 2m 的预测超前距。			

任务4 煤与瓦斯突出防治

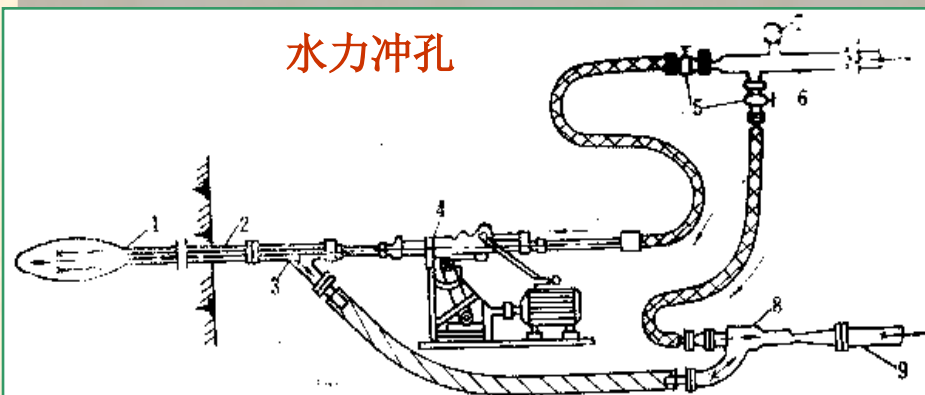
(二) 工作面防突措施

工作面防突措施：主要针对经工作面预测尚有突出危险的局部煤层实施的防突措施。其有效作用范围一般仅限于当前工作面周围的较小区域。

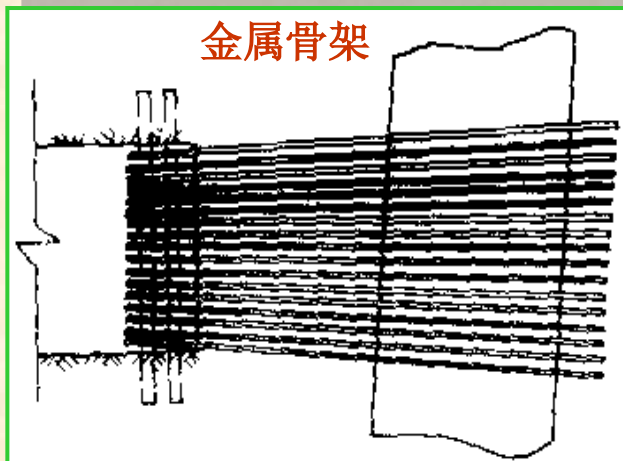
局部 工作 面防 突措 施	防突类型	防突方法
	立井揭煤工作面	预抽瓦斯、排放钻孔、金属骨架、煤体固化
	石门揭煤工作面防突措施	预抽瓦斯、排放钻孔、水力冲孔、金属骨架、煤体固化
	煤巷掘进工作面	超前预抽瓦斯钻孔、超前排放钻孔、松动爆破、水力冲孔、水力疏松
	采煤工作面	超前排放钻孔、预抽瓦斯、松动爆破、注水湿润煤体

案例： 工作面煤与瓦斯突出防治措施

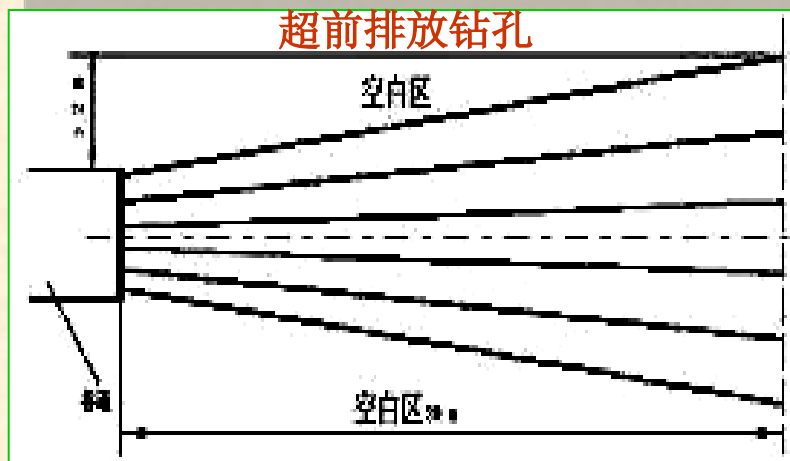
水力冲孔



金属骨架



超前排放钻孔



任务4 煤与瓦斯突出防治

(三) 工作面防突措施效果检验

1. 防突实施效果

(1) 检查所实施的工作面防突措施是否达到了设计要求和满足有关的规章、标准等。

(2) 了解、收集工作面及实施措施的相关情况、突出预兆等(包括喷孔、卡钻等),作为措施效果检验报告的内容之一,用于综合分析、判断。

2. 检验指标测定情况及主要数据

(1) 石门和其他揭煤工作面防突措施效果检验:采用钻屑瓦斯解吸指标法或其它经试验证实有效的方法,但所有用钻孔方式检验的方法中检验孔数均不得少于5个,分别位于石门的上部、中部、下部和两侧。

(2) 煤巷掘进工作面执行防突措施效果检验:可分别用钻屑指标法、复合指标法、R值指标法。

(3) 采煤工作面防突措施效果的检验:参照采煤工作面突出危险性预测的方法和指标实施。但应沿采煤工作面每隔10~15m布置一个检验钻孔,深度应小于或等于防突措施钻孔。

任务4 煤与瓦斯突出防治

（四）工作面防突安全防护措施

1. 采区避难所的设置

（1）避难所必须设置向外开启的隔离门，隔离门设置标准按照反向风门标准安设。室内净高不得低于 2m，深度应满足扩散通风的要求，长度和宽度应根据可能同时避难的人数确定，但至少应能满足 15 人避难，且每人使用面积不得少于 0.5m^2 。避难所内支护必须保持良好，并设有与矿（井）调度室直通的电话。

（2）避难所内必须放置足量的饮用水、安设供给空气的设施，每人供风量不得少于 $0.3\text{m}^3/\text{min}$ 。如果用压缩空气供风时，应有减压装置和带有阀门控制的呼吸嘴。

（3）避难所内应根据设计的最多避难人数配备足够数量的隔离式自救器。



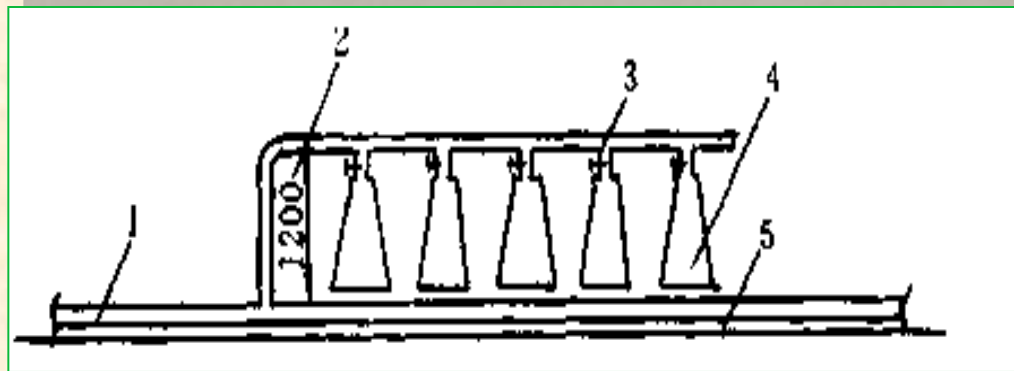
任务4 煤与瓦斯突出防治

2. 压风自救系统的设置

(1) 压风自救装置安装在掘进工作面巷道和回采工作面顺槽内的压缩空气管道上。

(2) 距采掘工作面 25 ~ 40m 的巷道内、放炮地点、撤离人员与警戒人员所在的位置以及回风道有人作业处，至少设置一组压风自救装置：长距离的掘进巷道中，应根据实际情况增加设置。

(3) 每组压风自救装置应可供 5 ~ 8 个人使用，平均每人的压缩空气供给量不得少于 $0.1\text{m}^3/\text{min}$ 。



1—压风管；2—压风自救装支管；3—减压阀；4—防护袋；5—巷道底板

任务4 煤与瓦斯突出防治

3. 防突反向风门的设置

(1) 突出煤层的石门揭煤和煤巷掘进工作面进风侧必须设置至少2道牢固可靠的反向风门，风门之间的距离不得小于4m。

(2) 反向风门距工作面的距离和反向风门的组数，应根据掘进工作面的通风系统和预计的突出强度确定，但反向风门距工作面回风巷不得小于10m，与工作面的最近距离一般不得小于70m，如小于70m时应设置至少三道反向风门。

(3) 反向风门墙垛可用砖、料石或混凝土砌筑，嵌入巷道周边岩石的深度可根据岩石的性质确定，但不得小于0.2m，墙垛厚度不得小于0.8m。在煤巷构筑反向风门时，风门墙体四周必须掏槽，掏槽深度见硬帮硬底后再进入实体煤不小于0.5m。通过反向风门墙垛的风筒、水沟、溜子道等，必须设有逆向隔断装置。

作业

- 1 什么是矿井瓦斯？它有哪些性质？
- 2 矿井瓦斯有哪两种赋存状态？
- 3 矿井瓦斯的涌出形式有哪两种？
- 4 什么是绝对瓦斯的涌出量？什么是相对瓦斯的涌出量？
- 5 瓦斯等级的划分依据是什么？分为哪几种？
- 6 瓦斯爆炸的条件是什么？爆炸最强度浓度是多少？
- 7 预防瓦斯爆炸的措施有哪些？
- 8 什么是瓦斯喷出？什么是煤与瓦斯突出？
- 9 影响瓦斯涌出量的主要因素有哪些？
- 10 如何防止采煤工作面上隅角处的瓦斯积聚？
- 11 什么是四位一体综合防突措施？
- 12 瓦斯传感器的设置要求有哪些？
- 13 区域综合防突措施主要包括哪几大项？
- 14 局部综合防突措施主要包括哪几大项？
- 15 煤与瓦斯突出按突出强度分为哪几种？
- 16 防止矿井瓦斯引燃的措施有哪几大项？
- 17 煤与瓦斯突出的危害有哪些？
- 18 采掘面的压风自救系统是如何设置的？