



瓦斯地质学

河南理工大学
资源环境学院地质工程系

第三章 影响瓦斯赋存的地质条件

3 影响瓦斯赋存地质条件

❖ 瓦斯是特殊的地质体

瓦斯生、贮于煤层，是气态地质体

❖ 瓦斯赋存受控于地质条件

瓦斯生成、运移、保存条件和赋存受地质作用控制

3 影响瓦斯赋存地质条件

□ 3.1 含煤岩系沉积环境

1. 聚煤沉积环境控制煤层分布及厚度变化，从而控制瓦斯分布

三角洲、滨海平原沉积环境煤层厚

冲积平原、浅海环境沉积煤层薄

华南晚二叠世龙潭期沉积环境

- 三角洲环境89对矿井中，高沼和突出矿井87对；
- 滨海环境115对矿井中，高沼和突出矿井87对；
- 冲积平原矿井，低沼矿井。

3 影响瓦斯赋存地质条件

□ 3.1 含煤岩系沉积环境

2. 聚煤期前后沉积环境演化对瓦斯赋存影响

环境演化决定下覆、上覆地层厚度、岩性组合和厚度

(1) 聚煤期前后平静水体环境有利瓦斯赋存

沉积细碎屑岩、页岩、硅质岩、泥灰岩

(2) 聚煤期前后冲积环境沉积不利于瓦斯赋存

沉积粗碎屑岩、砾岩，透气性好

(3) 含煤岩系沉积旋回

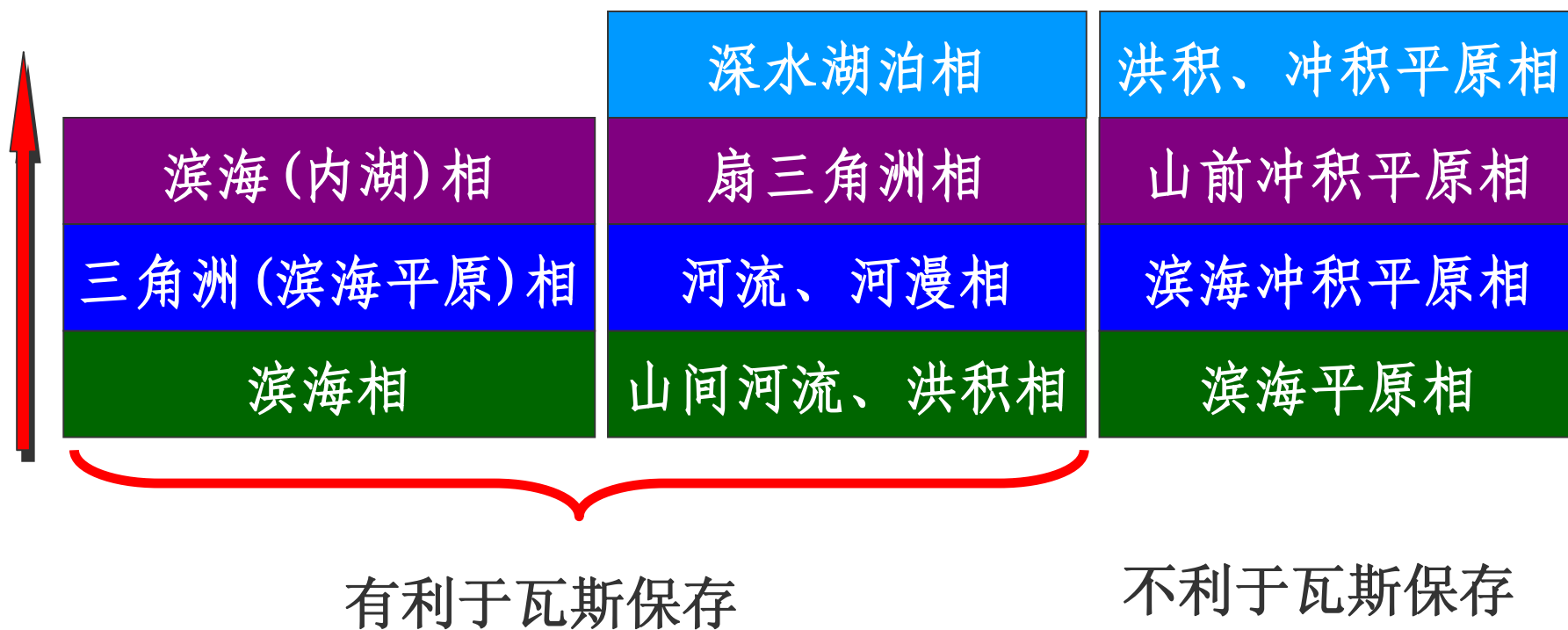
河流相→河漫相→沼泽相→湖泊相完整旋回，以泥质岩为主沉积时，有利于瓦斯赋存。

上覆地层以冲积相→湖泊相旋回不利于瓦斯赋存。

3 影响瓦斯赋存地质条件

□ 3.1 含煤岩系沉积环境

3. 沉积相组合对瓦斯赋存影响

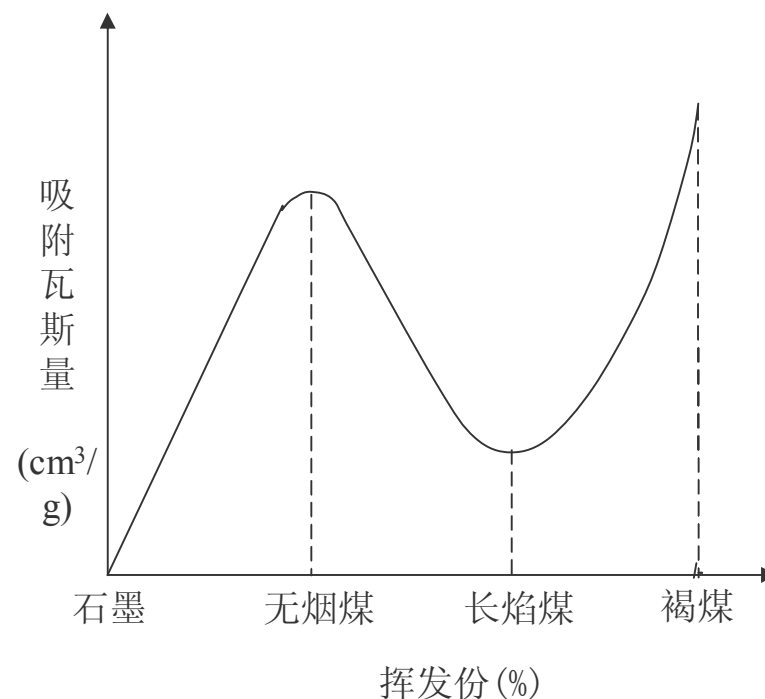


3 影响瓦斯赋存地质条件

□ 3.2 煤的变质程度

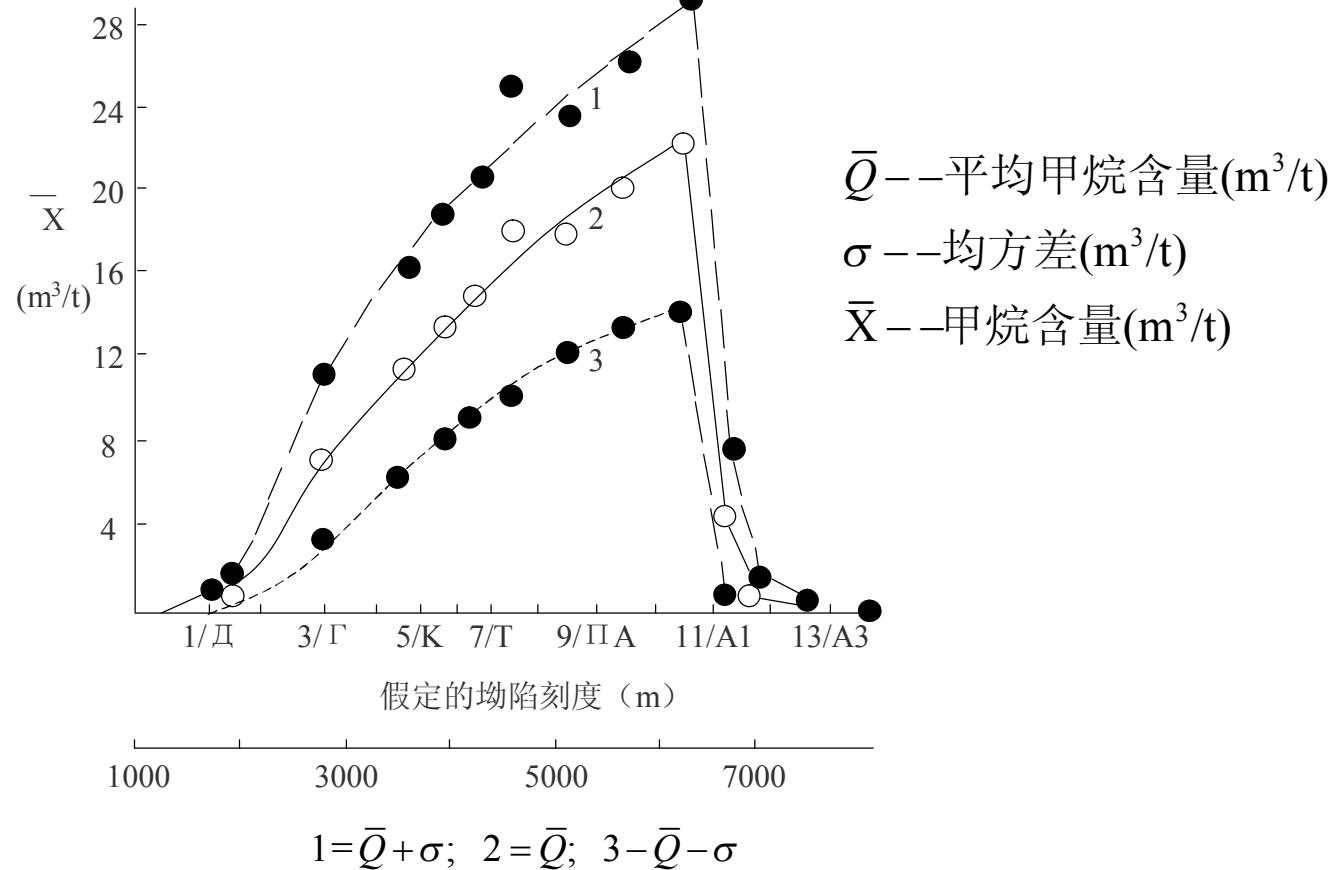
在煤化作用过程中，不断地产生瓦斯，煤化程度越高，生成的瓦斯量越多。因此，在其它因素相同的条件下，煤的变质程度越高，煤层瓦斯含量越大。

煤的变质程度不仅影响瓦斯的生成量，还在很大程度上决定着煤对瓦斯的吸附能力。



不同变质程度煤对瓦斯的吸附能力示意图

3 影响瓦斯赋存地质条件



煤层的平均甲烷含量与其变质程度的定量关系曲线

3 影响瓦斯赋存地质条件



内蒙古自治区煤变质及瓦斯分带图

3 影响瓦斯赋存地质条件

□ 3.3 煤层围岩特征

煤层围岩是指煤层**直接顶**、**老顶**和**直接底板**等在内的一定厚度范围的层段。煤层围岩对瓦斯赋存的影响，决定于它的隔气、透气性能。

一般来说，当煤层顶板岩性为致密完整的岩石，如页岩、油母页岩时，煤层中的瓦斯容易被保存下来；顶板为多孔隙或脆性裂隙发育的岩石，如砾岩、砂岩时，瓦斯容易逸散。

煤层围岩的透气性不仅与岩性特征有关，还与一定范围内的岩性组合及变形特点有关。不同力学性质的岩层具有不同的构造表象。

3 影响瓦斯赋存地质条件

3.3.1 围岩特征

1. 孔隙性、渗透性、孔隙结构
2. 围岩力学性质和变形特点

3 影响瓦斯赋存地质条件

1. 孔隙性、渗透性、孔隙结构

(1) **孔隙性**：绝对孔隙度、有效孔隙度

$$\text{绝对孔隙度} = \frac{\text{孔隙体积}}{\text{岩石总体积}} \times 100\%$$

$$\text{有效孔隙度} = \frac{\text{相互连通孔隙体积}}{\text{岩石总体积}} \times 100\%$$

孔隙相互连通影响因素：岩石成份、组成、胶结物、胶结类型、构造情况、裂隙发育情况、裂隙特征。

3 影响瓦斯赋存地质条件

(2) 渗透性

岩石渗透性：是指在一定的压差下，岩石允许流体通过其连通孔隙性质。

绝对渗透率：反映岩石本身的孔隙结构特征；

相对渗透率：岩石对每一种流体的渗透率。

有效渗透率大小：流体性质、流体数量比例关系、岩石本身孔隙结构特征。

3 影响瓦斯赋存地质条件

(3) 围岩孔隙结构

孔隙

喉道：孔隙中充填胶结物

一般孔隙大、喉道粗岩石渗透率高；

喉道粗、孔隙中细岩石渗透率中至偏低；

喉道细小，孔隙大岩石渗透率低；

喉道细小，孔隙小岩石渗透率均低。

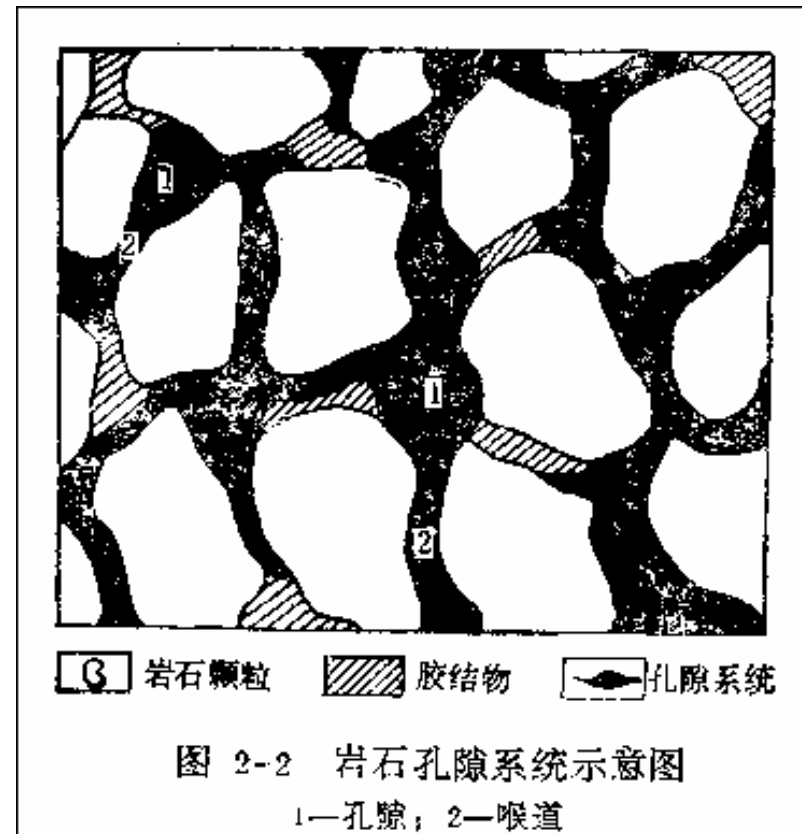


图 2-2 岩石孔隙系统示意图

1—孔隙；2—喉道

3 影响瓦斯赋存地质条件

2. 围岩力学性质和变形特点

(1) 围岩力学性质

强岩层：不易塑性变形，易破裂(砂岩和石灰岩)

弱岩层：发生塑性变形(煤层、细碎屑岩类)

3 影响瓦斯赋存地质条件

(2) 围岩变形特点

- a. 断层裂隙型顶板，主要由砂岩组成。
- b. 紧密褶皱型围岩顶板，主要由粉砂岩、泥岩、细砂组成。
- c. 透镜化现象围岩顶板。



(a)



(b)

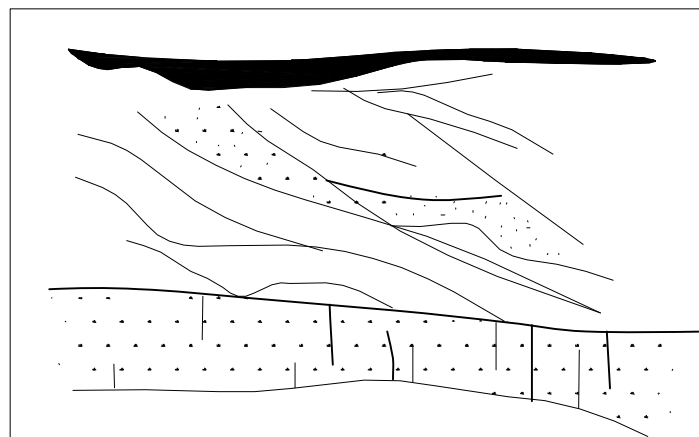
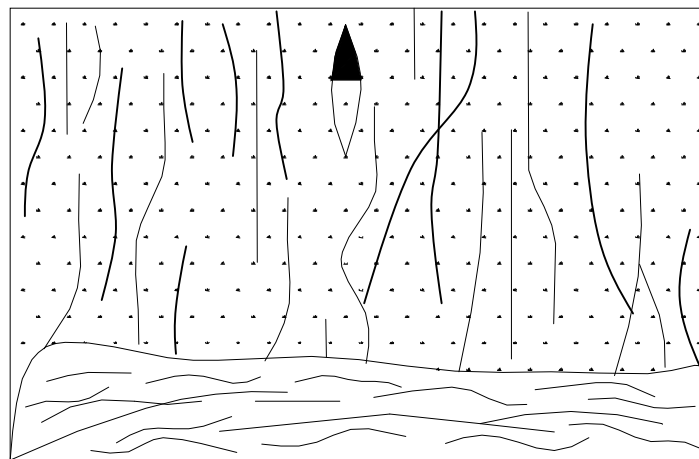


(c)

几种不同的顶板变形

3 影响瓦斯赋存地质条件

- ▶▶ 强岩层产生垂直层面破劈理
- ▶▶ 弱岩层产生密集的、与层面斜交或大致平行的流劈理；
- ▶▶ 相邻的强弱岩层中裂隙出现折射现象。



不同岩性的岩层中节理的特点

3 影响瓦斯赋存地质条件

□ 3.4 地质构造

(1) 褶皱构造

褶皱类型、封闭情况、复杂程度影响瓦斯赋存。

向斜盆地构造的矿区，顶板封闭条件良好时，瓦斯沿垂直地层方向运移是比较困难的，大部分瓦斯仅能沿两翼流向地表。

封闭的背斜有利于瓦斯的储存，是良好的储气构造，或者称圈闭构造。

3 影响瓦斯赋存地质条件

(2) 断裂构造

有的断层有利于瓦斯排放，也有的断层对瓦斯排放起阻挡作用，成为逸散的屏障。前者称开放型断层，后者称封闭型断层。断层的开放与封闭性决定于下列条件：

- a. 断层的性质和力学性质。
- b. 断层与地表或与冲积层的连通情况。
- c. 断层将煤层断开后，煤层与断层另一盘接触的岩层性质。
- d. 断层带的特征(充填、紧密、裂隙发育)。

3 影响瓦斯赋存地质条件

走向断层： 阻隔瓦斯沿煤层倾向的逸散

倾向断层： 切割煤层成相互独立的块体

斜交断层：

3 影响瓦斯赋存地质条件

煤层倾角反映应力大小

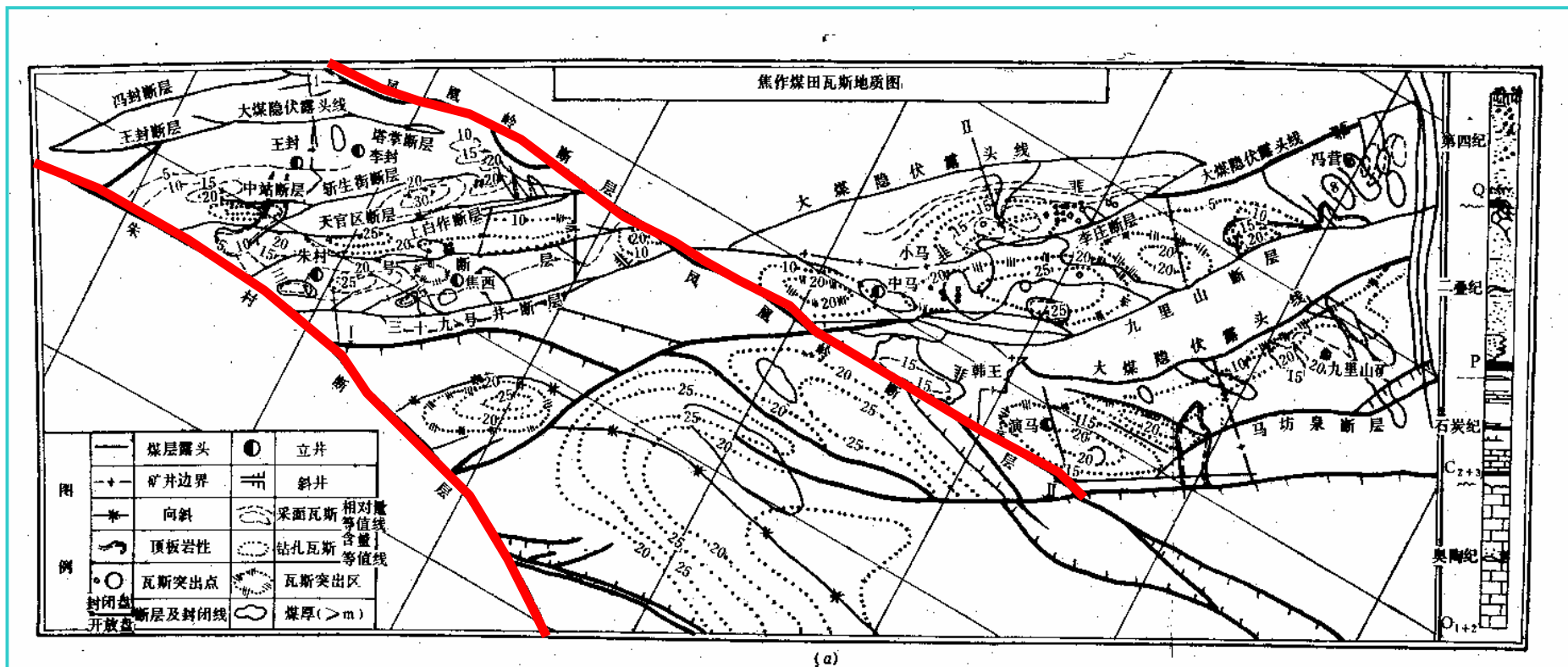
一般情况下，倾角陡有利于瓦斯排放，缓倾斜煤层瓦斯含量高于急倾斜煤层。

煤层倾角(°)	瓦斯脱放深度(m)
60	80~90
45	70
30	50
20	30~40
10	15~20

据苏联黎金(1962)

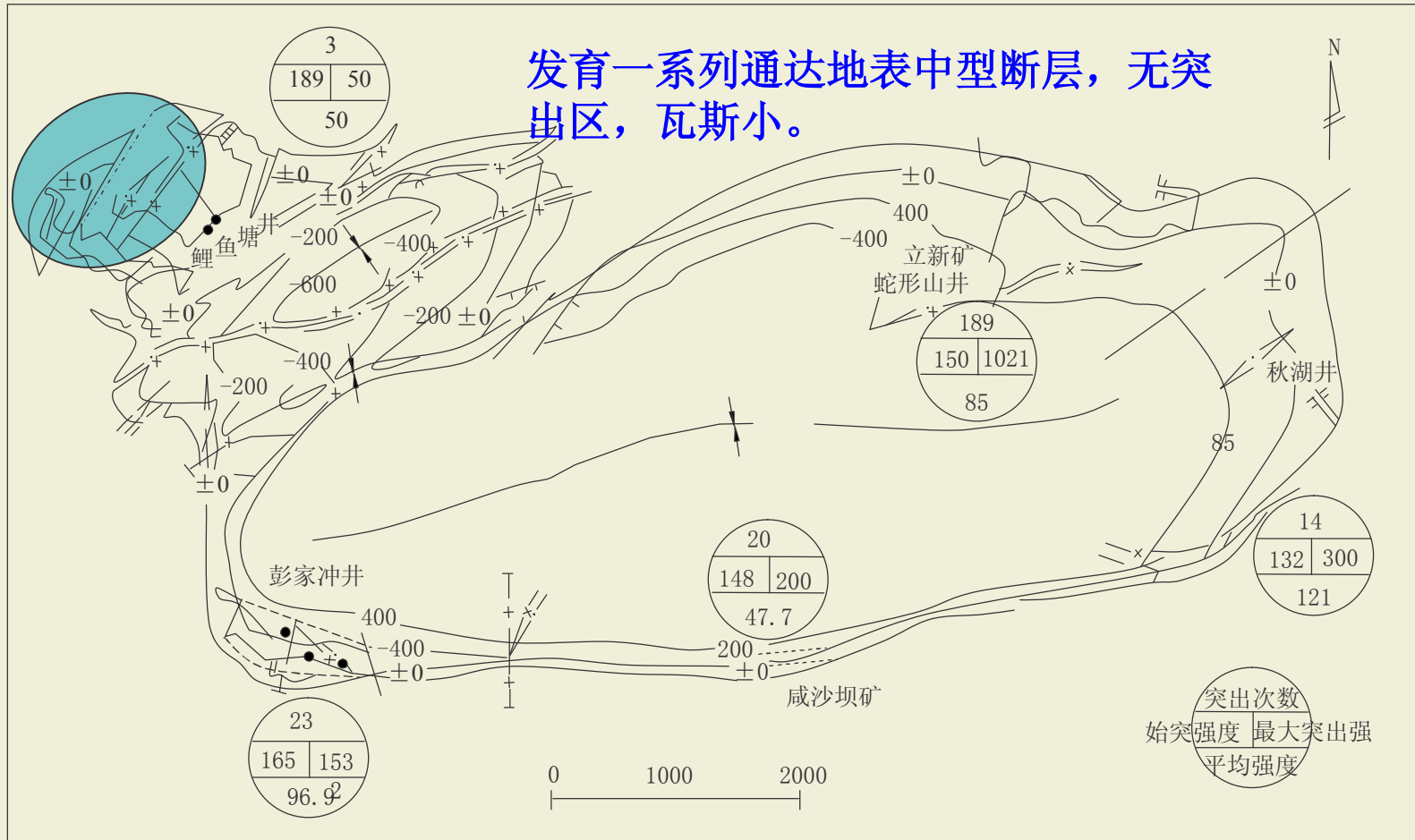
3 影响瓦斯赋存地质条件

焦作矿区大煤瓦斯地质图



落差百米朱村和凤凰岭断层，使煤层与奥灰接触，开放型断层，断层附近瓦斯含量低，区内小断层属封闭型断层，属构造分带边界。

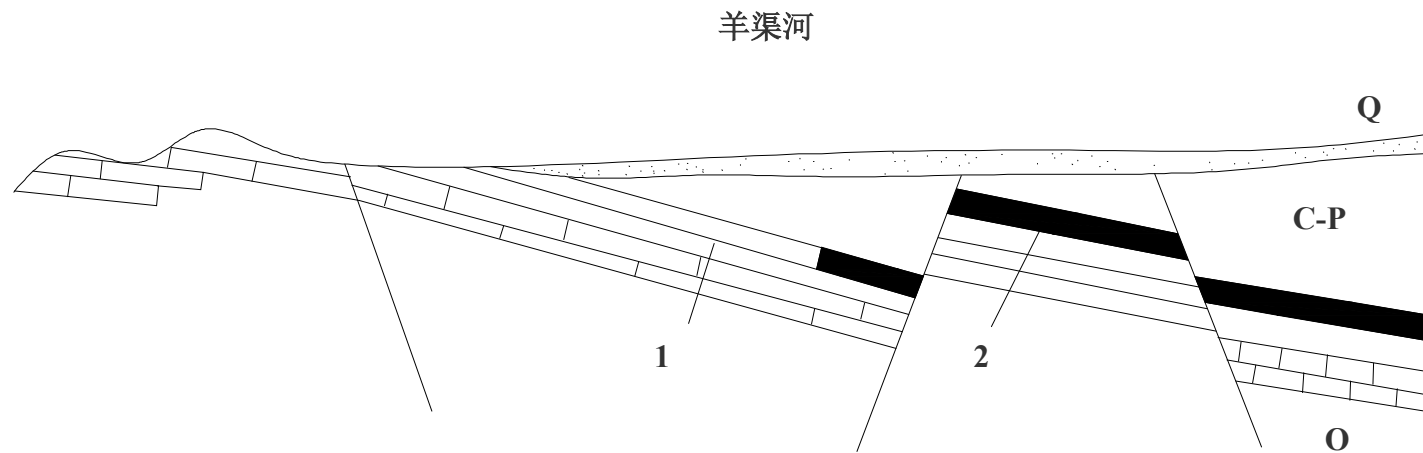
3 影响瓦斯赋存地质条件



洪山殿矿区瓦斯地质图

3 影响瓦斯赋存地质条件

一系列斜交正断层切割煤系地层，形成若干地堑、地垒构造。



峰峰煤田地质剖面略图
1—瓦斯风化带；2—沼气带

3 影响瓦斯赋存地质条件

(3) 构造复合、联合

特点：

- ① 应力集中、高变质煤、瓦斯大；
- ② 易于瓦斯保存的封闭条件。

如：焦作矿区是高瓦斯区、高突区仅次于新华夏系与秦岭东西构造带联合部位。

湖南彬煤田，其构造主体是南北构造带，南部与南岭东西复合、中部与华夏系复合，使南北构造带被改造成正弦曲线状。

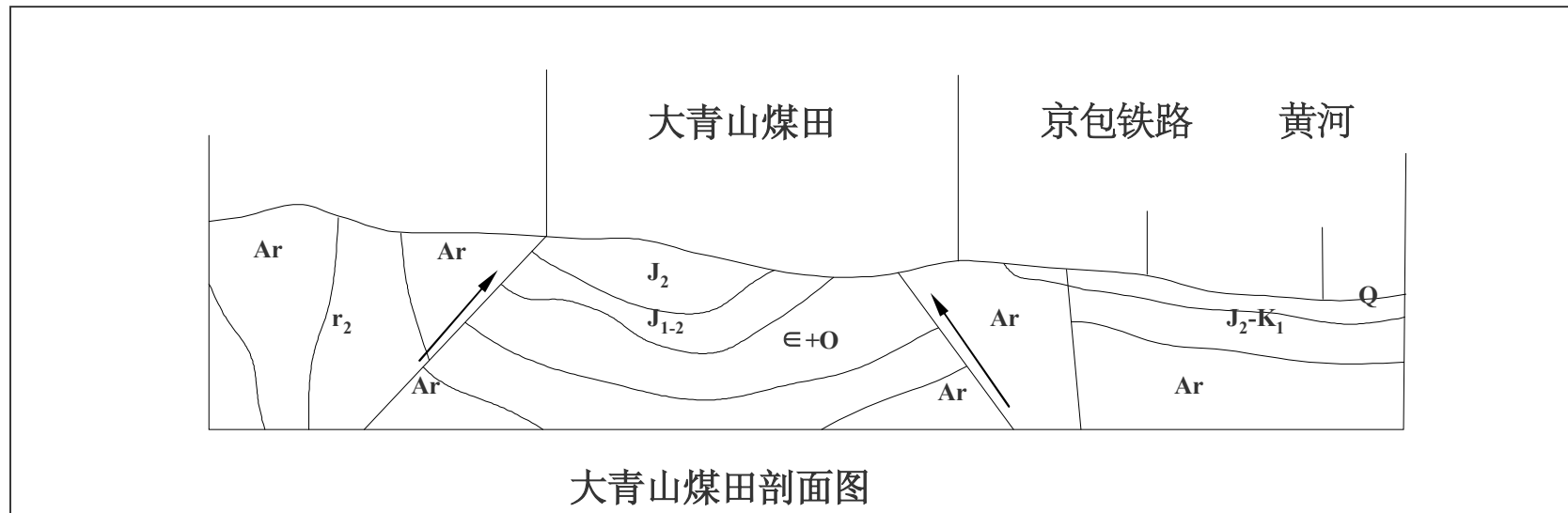
该区马田、永红、梅田矿区是高沼区，高突区，位于构造的交汇部位。

3 影响瓦斯赋存地质条件

(4) 构造组合(构造形迹)

① 压性断层矿井边界封闭型

压性断层作为矿井的边界，断层面相背倾斜。矿井处于封闭条件、瓦斯大。



3 影响瓦斯赋存地质条件

②构造盖层封闭型

构造盖层指构造成因的盖层。

如：

吉林通化矿区铁厂二井，井田发育NNE张性断层，煤层上覆地层被一逆断层上盘覆盖，煤层瓦斯高。

淮南矿区部分由于逆冲推覆使煤层上覆地层被老地层(寒武、奥陶地层覆盖)，煤层瓦斯减小。

3 影响瓦斯赋存地质条件

③ 正断层断块封闭型

由二组不同方向的压扭性正断层在平面上组成三角形或多边型块体，井田边界为正断层圈闭。

如：

焦作煤田浅部煤层与透气性岩层接触外，其余均受正断层挤压封闭而有利于瓦斯储集。

3 影响瓦斯赋存地质条件

□ 3.5 煤层埋藏深度

在瓦斯风化带以下，煤层瓦斯含量、瓦斯压力和瓦斯涌出量都与深度的增加有一定的比例关系。

一般情况下，煤层中的瓦斯压力随着埋藏深度的增加而增大。随着瓦斯压力的增加，煤与岩石中游离瓦斯量所占的比例增大，同时煤中的吸附瓦斯逐渐趋于饱和。因此从理论上分析，在一定深度范围内，煤层瓦斯含量亦随埋藏深度的增大而增加。但是如果埋藏深度继续增大，瓦斯含量增加的速度将要减慢。下表是前苏联学者黎金作的一个计算实例。

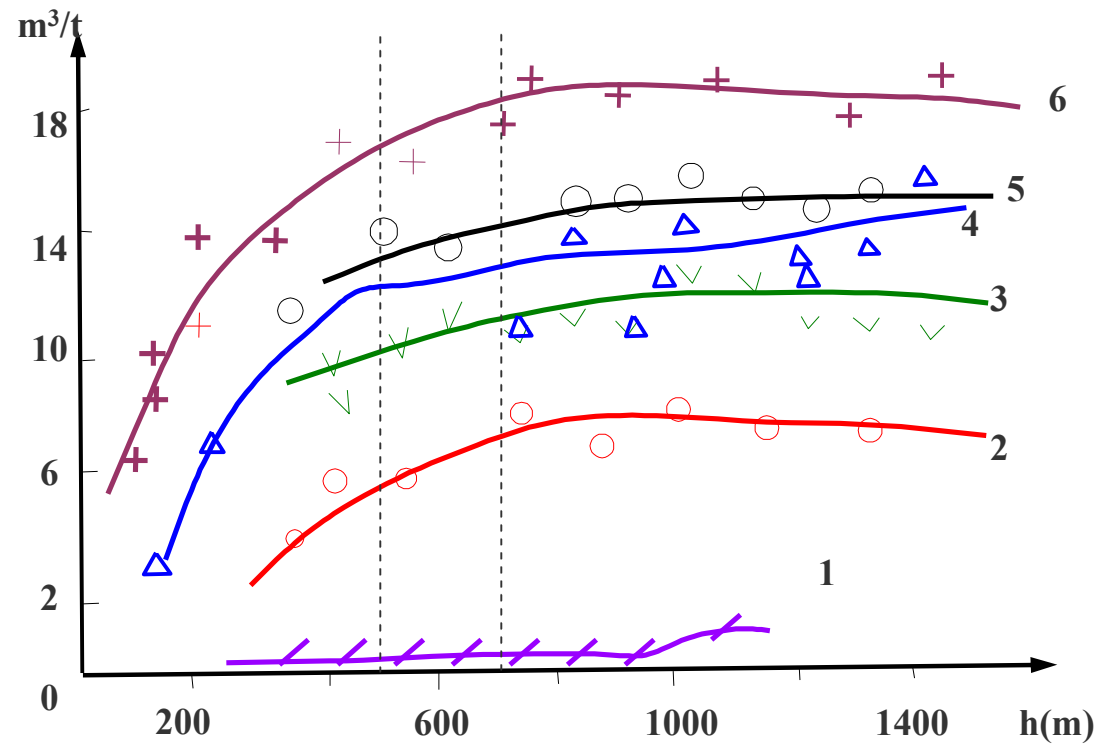
3 影响瓦斯赋存地质条件

煤层甲烷含量与深度关系

深度	温度	压力 (MPa)			煤的孔隙在压力作用下降低系数	煤的孔隙体积 (m ³ /t)	煤的甲烷含量			岩石甲烷含量			煤孔隙中游离瓦斯量占(%)	比值
		地层静压力P ₁	瓦斯压力P ₂	p=P ₁ -P ₂			吸附	游离	总计	孔隙中	分散	总计q ₂		
100	11	2.4	0.1	2.3	0.91	0.118								
200	14	4.8	0.2	4.6	0.84	0.109	5.7	0.2	5.9	0.1	0.1	0.2	3	30
300	17	7.1	0.7	6.4	0.82	0.107	12.9	0.7	13.6	0.4	0.1	0.5	5	27
400	20	9.4	1.3	8.1	0.8	0.104	17	1.3	18.3	0.9	0.2	1.1	7	17
500	23	11.7	2.1	9.6	0.78	0.101	19	2	21.4	1.4	0.2	1.6	9	13
600	26	14.1	3	11.1	0.77	0.1	20.4	2.8	23.2	2	0.2	2.2	12	11
700	29	16.4	4	12.4	0.76	0.099	21	3.7	24.7	2.6	0.3	2.9	15	9
800	31	18.7	5	13.7	0.75	0.098	21.4	4.7	26.1	3.4	0.3	3.6	18	7
900	34	21.1	6.1	15	0.74	0.096	21.6	5.7	27.3	4.1	0.3	4.4	21	6
1000	37	23.4	7.1	16.3	0.73	0.095	21.7	6.5	28.2	4.8	0.3	5.1	23	6
1100	40	25.7	8.2	17.5	0.72	0.094	21.6	7.4	29	5.5	0.3	5.8	25	5
1200	43	28.1	9.4	18.7	0.71	0.092	21.5	8.3	29.8	6.3	0.3	6	28	5

(据黎金, 1962)

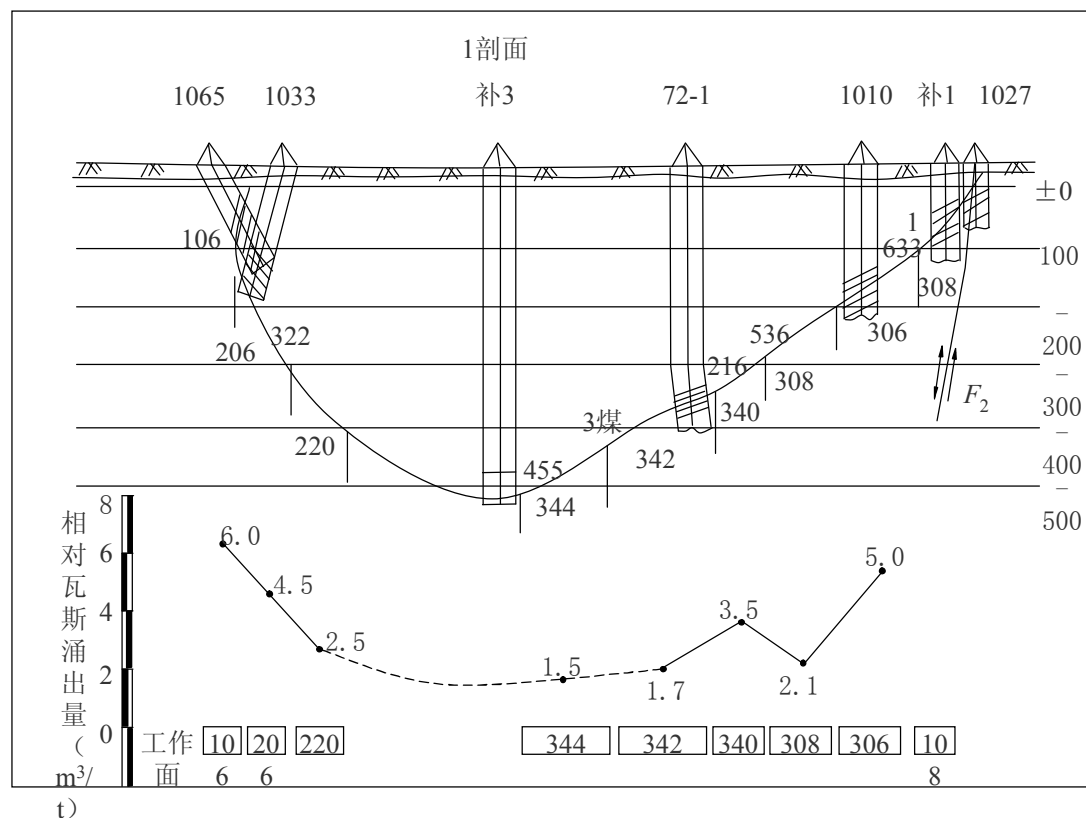
3 影响瓦斯赋存地质条件



1—长焰煤； 2—气煤； 3—肥煤； 4—焦煤； 5—弱粘煤； 6—贫煤
煤层甲烷含量随深度变化曲线

3 影响瓦斯赋存地质条件

个别矿井的煤层，随着埋藏深度的增大，瓦斯涌出量反而相对减小。大黄山矿位处较浅的有限煤盆地，煤层倾角大，在新老不整合面上有厚层低透气性盖层。当从盆地四周由浅部向深部开采时，瓦斯涌出量随着开采深度增加而减小。



大黄山矿瓦斯地质剖面图

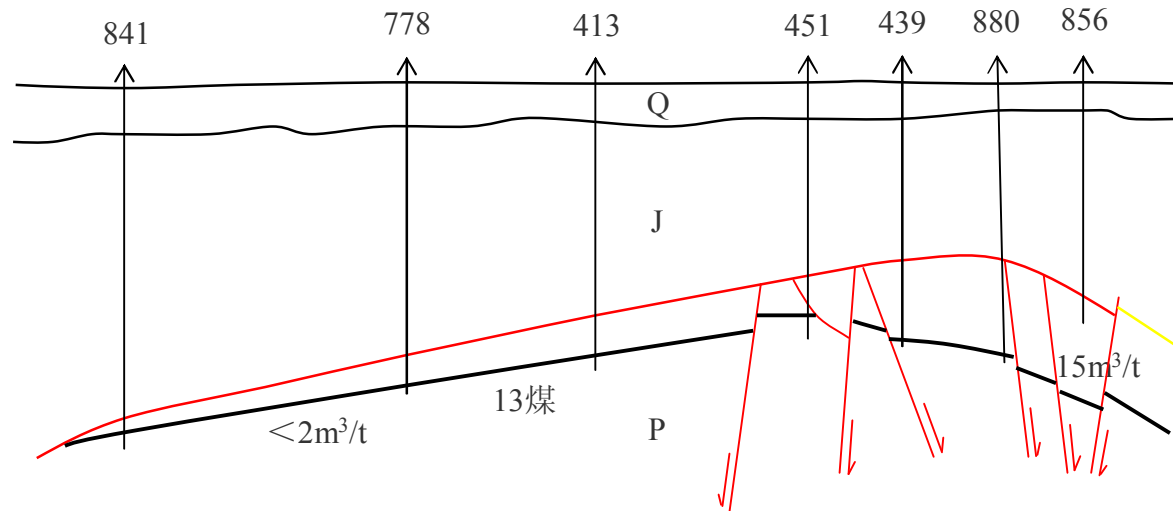
3 影响瓦斯赋存地质条件

□ 3.6 煤田的暴露程度

- ❖ 暴露式煤田，煤系地层出露于地表，煤层瓦斯往往沿煤层露头排放，瓦斯含量大为减少。
- ❖ 隐伏式煤田，如果盖层厚度较大，透气性又差，煤层瓦斯常积聚储存；反之，若覆盖层透气性好，容易使煤层中的瓦斯缓慢逸散，煤层瓦斯含量一般不大。
- ❖ 在评价一个煤田的暴露情况时，不仅要注意煤田当前的暴露程度，还要考虑到成煤后整个地质时期内煤系地层的暴露情况及瓦斯风化过程的延续时间。

3 影响瓦斯赋存地质条件

例如，红阳煤田三井开采石炭二叠系煤层，煤层露头上部有巨厚的侏罗系及第三、第四系沉积地层覆盖，13号煤层隐伏露头的埋藏深度达700~1100m。自778孔向西至隐伏露头，煤层瓦斯含量均在 $2\text{m}^3/\text{t}$ 以下，而向东至856孔，煤层瓦斯含量增大至 $15\text{m}^3/\text{t}$ 。在晚侏罗系地层覆盖之前，从晚古生代到中生代晚侏罗世之间的漫长地质时期内，区内地壳上升，含煤地层出露地表，遭受强烈的瓦斯风化作用。晚期地层的覆盖，只是保存了早期存在的瓦斯分布状态。

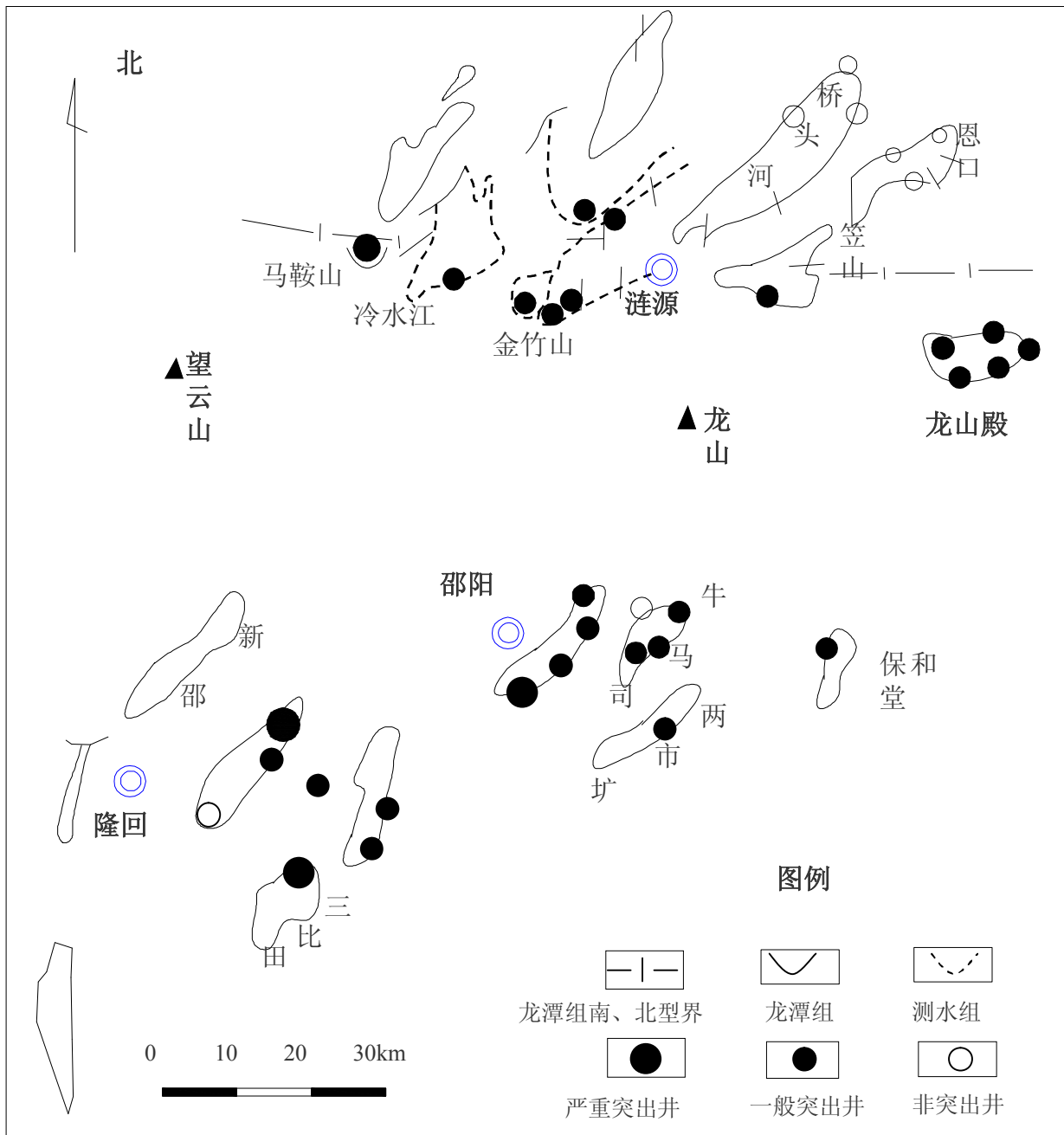


红阳三井地质剖面图

3 影响瓦斯赋存地质条件

□ 3.7 水文地质条件

地下水与瓦斯共存于煤层及围岩之中，其共性是均为流体，运移和赋存都与煤、岩层的孔隙、裂隙通道有关。由于地下水的运移，一方面驱动着裂隙和孔隙中瓦斯的运移；另一方面又带动溶解于水中的瓦斯一起流动。尽管瓦斯在水中的溶解度仅为1~4%，但在地下水交换活跃的地区，水能从煤层中带走大量的瓦斯，使煤层瓦斯含量明显减少。同时，水吸附在裂隙和孔隙的表面，还减弱了煤对瓦斯的吸附能力。因此，地下水的活动有利于瓦斯的逸散。地下水和瓦斯占有的空间是互补的，这种相逆的关系，常表现为水大地带瓦斯小，反之亦然。



涟邵煤田瓦斯地质图

湘中与湘南龙潭煤系分为“南型”、“北型”。

❖南型水文条件复杂,煤层与茅口灰岩间距小,瓦斯大,属高沼突出井。

❖北型水文条件简单,瓦斯小属低沼井。

- 河南焦作李封
- 河北峰峰矿区
- 山东淄博矿区

3 影响瓦斯赋存地质条件

□ 3.8 岩浆活动

岩浆活动对瓦斯赋存的影响比较复杂。岩浆侵入含煤岩系或煤层，在岩浆热变质和接触变质的影响下，煤的变质程度升高，增大了瓦斯的生成量和对瓦斯的吸附能力。

(1) 在无隔气盖层、封闭条件不好的情况下，岩浆的高温作用可以强化煤层瓦斯排放，使煤层瓦斯含量减小。

(2) 岩浆岩体有时使煤层局部被覆盖或封闭，成为隔气盖层。但在有些情况下，由于岩脉蚀变带裂隙增加，造成风化作用加强，可逐渐形成裂隙通道，而有利于瓦斯的排放。

岩浆活动对瓦斯赋存既有生成、保存瓦斯的作用，在某些条件下又有使瓦斯逸散的可能性。

3 影响瓦斯赋存地质条件

□ 3.8.1 不同侵入方式对瓦斯影响

(1) 岩床侵入(影响明显)

- 煤受热，碳化度增高，进一步生成瓦斯；
- 处于顶板对瓦斯通道起到封闭作用；
- 煤层受力，揉搓成粉末，煤结构破坏；
- 岩浆侵入使煤系地层处于不均衡应力状态，积蓄能量。

3 影响瓦斯赋存地质条件

□ 3.8.1 不同侵入方式对瓦斯影响

(2) 岩墙、岩脉侵入

- 对煤层进行烘烤、蚀变；
- 岩脉连通地表，有利瓦斯排放。

3 影响瓦斯赋存地质条件

岩浆岩侵入实例：

1. 三宝矿一井的西一采区九煤层，岩浆侵入位于煤层顶板附近，呈岩床状侵入，覆盖面积19.4万m²；该区瓦斯大，严重突出，曾发生二次特大型突出，最大强度1500t。
2. 台吉四井四号煤层，发生19次突出全部分布在岩浆岩覆盖区域。
3. 邯郸市陶二煤矿东部岩浆侵入造成煤变质程度增大，高变质煤瓦斯反而减小，西部瓦斯大曾发生突出。
4. 福建永安矿区属暴露式煤田，岩浆岩呈岩墙、岩脉侵入煤层，对煤层有烘烤、蚀变现象。岩脉直通地表，巷道揭露时有淋水现象，说明裂隙道通良好，有利于瓦斯逸散。该矿区煤层瓦斯含量普遍很小，均属低瓦斯矿井。

本章结束