



山东矿业学院 王大曾

## 第二讲

# 瓦 斯 的 成 因

瓦斯只是原始煤成气在煤层中保存下来的一部分，而大部分都以煤出气的形式逸散了。

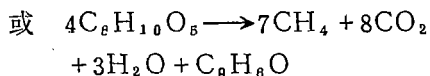
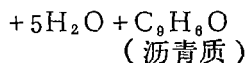
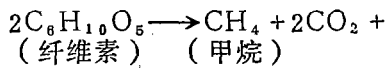
瓦斯是伴随着煤的形成而生成的，在成煤作用的全过程中自始至终都产生瓦斯。因此，瓦斯的原始含量与成煤物质、成煤环境、煤的变质程度、煤层和围岩的性质等均有关。又因后期地质构造是决定瓦斯运移和保存的重要因素，所以瓦斯的最终赋存又必然与地质构造密切相关。

### 一、成煤原始物质和生物化学作用

我们知道，煤是由植物形成的，高等植物在成煤过程中形成腐殖质，低等植物在成煤过程中形成腐泥质。腐殖质的成分以芳香族化合物为主，脂类化合物较少。其元素组

成特征是贫氢富氧。腐殖质产生的甲烷量较多，可达90—95%以上。由高等植物形成的煤称为腐殖煤。腐泥质则类脂化合物相当丰富；元素组成特征是氢高氧低，产生的甲烷量较低，一般在47~75%左右。

上述成煤物质，在生物化学作用阶段（成煤的第一阶段），有机质经过分解形成瓦斯，如：



在氧气较充足的条件下，主要生成 $\text{CO}_2$ 、 $\text{NO}$ 等气体；在相对缺氧条件下，则主要生

(6)研究含煤岩系的测井曲线特征，用来进行环境分析。特别是在采用无岩心钻进无岩心可供研究时，这是一种很有前途的研究方法。

(7)进行部分实验室鉴定和测试，如粒度分析、地化分析、岩矿鉴定等。用以确定沉积岩的粒度分布特征，识别有指示环境意义的矿物（如海绿石、鲕绿泥石），鉴定微体化石、痕迹化石及化石碎片等。但任何实验室研究都必须以详细的野外工作为基础。在通常的情况下，野外的观察和研究对确定环境具有决定性意义。

(9)最后，对野外所观察到的各种成因标志和宏观特征，如砂体形态、垂直层序、横向变化和室内所制作的各种分析图件、实验室的分析鉴定资料结合起来仔细研究，综合分析，作出有关沉积环境的客观结论。在此过程中，还要尽可能地将所研究的含煤岩系层段与相似的现代环境进行类比、验证，以作出科学的解释，因为有关环境分析和沉积模式研究中的许多新见解和科学性解释的得出，都来源于对现代沉积深入而广泛地考察和研究。

（待续）

成CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>、重碳氢化物等气体。不过，因此时多暴露在地表或埋藏很浅，故这一阶段所形成的瓦斯，绝大多数逸散在大气之中，保存者不多。

生物化学作用主要是在成煤的最好场所——泥炭沼泽中进行的。因此，泥炭沼泽的还原环境与煤的吸附甲烷量有关，一般弱还原煤比还原煤吸附甲烷量大，如表2—1。

表2—1

V <sub>r</sub> (%)	P 公斤力/厘米 <sup>2</sup>	吸附甲烷容量		
		弱还原煤	还原煤	差值
28~24	40	12.9~17	11.9~16	1
24~20	50	15.5~16.8	12.8~13.5	2.7~3.3
20~18	40	17.8	15.8	2

从表2—1看出，当压力(P)增大时，两者之差值表现清楚。由此推断，深部煤层这种差别可能会加大。但随着变质程度升高，这种差别可能减小。

### 二、煤岩组分

煤岩组分是组成煤的基本物质，粗略地讲，可分成镜质组、丝质组和角质组。它们从生物化学作用阶段，就已经在煤中存在着，只是随着变质作用的加强才显现出来，而进入高变质阶段以后，它们之间的区别又缩小了。

苏联学者对库兹涅茨煤田研究的结果表明，不同煤岩组分的吸附能力有所差异，并随着煤的变质作用而变化。如图2—1中，(1)

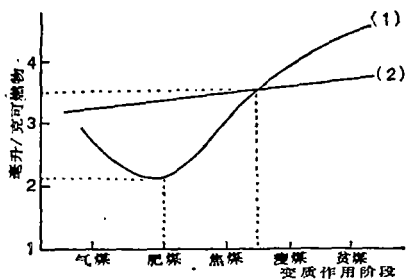
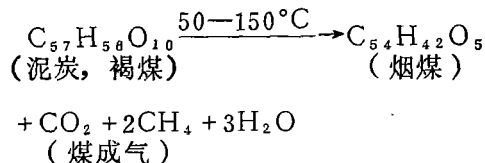


图 2—1

为镜质组吸附甲烷容量变化曲线；(2)为丝质组变化曲线(实际上是直线)。从图2—1看出，在低变质阶段，煤中甲烷的含量取决于丝质组所占比例。随着变质程度增高，丝质组的吸附能力缓慢增长；而镜质组，在中变质的肥煤阶段有一个转折，其吸附能力迅速增长，并在焦瘦煤阶段以后超过丝质组。因此，在高变质阶段，煤的甲烷含量就取决于镜质组了。同时发现，不管是丝质组，还是镜质组，有结构的微粒体吸附甲烷能力要高些。角质组在整个成煤过程中都产生甲烷，其甲烷容量较高，但由于它在煤中所占比例很少，故其意义不大。

### 三、煤的变质作用

变质作用阶段煤炭物质要产生热分解，发生一系列变化，同时产生大量煤成气。蒂拉特苏列了一个由褐煤(或泥炭)转化为烟煤的化学反应式：



据苏联和美国资料，估计每形成一吨煤的产气量如表2—2。

表2—1

褐煤	肥煤	瘦煤	无烟煤
68米 <sup>3</sup>	230米 <sup>3</sup>	330米 <sup>3</sup>	400米 <sup>3</sup> 以上

戈将福利克1972年对煤进行干馏实验，结果一公斤煤生成甲烷200升，二氧化碳75升，氮10升，还有少量的重烃和水。

也有人估计，在理想情况下，每生成一吨煤，可伴生1000米<sup>3</sup>的CH<sub>4</sub>和CO<sub>2</sub>等气体。

所有这些都说明，煤成气的产生与煤的变质作用密切相关，并且变质程度高的煤含

表2—3

挥发分 (%)	每吨煤所形成的天然气(米 <sup>3</sup> )	
	甲 烷	二 氧 化 碳
48—40	4.00	5.85
45—35	11.31	22.12
40—30	21.05	32.54
35—25	39.08	48.65
30—20	61.94	53.56
25—15	79.34	58.76
20—10	100.70	62.65
15—5	149.37	71.40
10—0	273.57	76.98

甲烷量高。苏联学者B. A. Успенский 计算了各不同变质阶段(以挥发分为指标)煤的含气量如表2—3。

总结大量资料,得出如下规律:随着煤的变质程度增高,其甲烷吸附量与变质程度成正比关系增加,到无烟煤达到最大值,但到超无烟煤又急剧下降,而趋近于零。在低、中变质阶段,生成甲烷的同时,也生成数量可观的甲烷同系物;在高变质阶段则只生成甲烷,几乎不产生同系物。具体讲,煤的甲烷吸附量从褐煤到长焰煤有下降趋势,从长焰煤一直到无烟煤按上述规律增加,从无烟煤到超无烟煤急剧下降,最后到石墨为零(图2—2)。

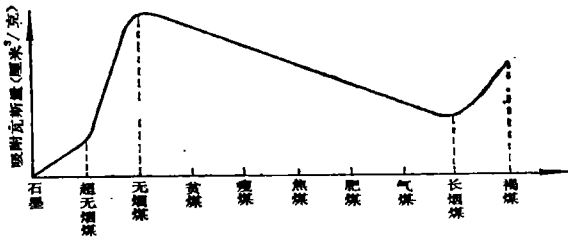


图2—2

产生上述规律的原因是:在成煤初期,煤的结构疏松,孔隙率大,因此褐煤吸附瓦斯能力较大。在变质作用初期,由于压力的影响,煤的孔隙率减少,渐趋致密,故长焰煤吸附能力下降(最大吸附瓦斯量在20—30

米<sup>3</sup>/吨左右)。随着煤的进一步变质,在高温高压作用下,煤体内部因干馏作用而生成许多微孔隙,使吸附表面积逐级增加,到无烟煤达最大值。无烟煤之后,由于强大的地压作用,微孔隙收缩而减少,到石墨为零,吸附能力完全消失。

#### 四、变质作用类型

煤的变质作用有区域变质、岩浆热变质、接触变质、动力变质等类型。由于接触变质和动力变质为局部现象,属次要类型,下面我们只对区域变质和热变质作一比较。

前面已经讲过,不管是哪种变质作用类型,煤的瓦斯容量是随着变质程度的提高而增加的。但是不同类型情况有所不同。

区域变质以压力为主(当然也有温度的作用),作用时间长;热变质以温度为主(压力不足),相对作用时间短。因此前者其瓦斯容量随变质程度提高而增加的规律十分明显,变化范围相对较窄;而后者这种规律不明显,变化范围较宽,“点”比较分散。另外,总的说,热变质煤的甲烷吸附容量比区域变质煤要高,它具有较高的供气动力。图2—3很清楚地说明了这些情况。

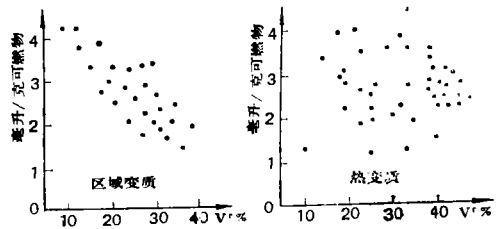


图2—3

苏联的顿涅茨盆地以区域变质为主,帕尔季赞盆地以热变质为主,在同一牌号的煤中,两地煤的甲烷吸附量(毫升/克)有所差异,如表2—4。

表2—4

煤的牌号		Г	Ж	К
地	顿涅茨盆地	1.8~2.3	1.8~2.1	1.9~3.2
点	帕尔季赞盆地	2.7~3.6	1.9~2.6	2.2~3.9

### 五、煤层的埋藏深度

煤层的埋藏深度与成煤作用有关，也与后期地壳运动有关。

苏联顿涅茨煤田甲烷气含量的详细研究发现，所有煤的甲烷含量都随深度有规律地增加，如表2—5。

表2—5

深度(米)	0—300	300—600	600—1200	1200—1800
煤的平均气含量(米 <sup>3</sup> /吨)	8	10	20	25
平均每百米的变化值	1	2.3	1.7	0.83

从表2—5看出，每百米的变化值有随深度减小的趋势。卡拉甘达煤田含气量增长率每深一百米的平均值约为10—15米<sup>3</sup>/吨，在500米深处含气量趋于稳定。许多煤田的研究表明，尽管各煤田的含气增长率有所不同，其增长幅度均随深度而减小，形成瓦斯含量随深度增加的双曲线形式。

我国煤田瓦斯含量的变化，均符合上述规律，例如湖南永丰矿区某矿井(表2—6)和淮南谢二矿(表2—7)。

表2—6

水平(米)	+40	-50	-150	-250
煤层瓦斯压力(公斤/厘米 <sup>2</sup> )	10	16.3	23.3	30.3
煤层瓦斯含量(米 <sup>3</sup> /吨)	13.34	15.04	16.32	17.26
每百米瓦斯增长值(米 <sup>3</sup> /吨)	/	1.7	1.28	0.94

表2—7

平均开采深度(米)	-28	-58	-88	-127	-182
平均绝对瓦斯量(米 <sup>3</sup> /吨)	9.62	22.17	22.63	32.55	33.27
平均相对瓦斯量(米 <sup>3</sup> /吨)	7.00	7.46	8.46	14.55	21.68

每百米垂深增加的瓦斯量称为“瓦斯增长梯度”，其值可用下式计算：

$$Q_H = \frac{(Q_2 - Q_1)}{(H_2 - H_1)} \times 100$$

式中  $H_1, H_2$ ——计算时所取的两次深度(米)；

$Q_1, Q_2$ ——计算时相应深度的瓦斯含量(米<sup>3</sup>/吨)。

需要说明的是，瓦斯增长梯度是从瓦斯风化带的下界起算的，并使用相对瓦斯涌出量。这样，我们便可以根据已知的瓦斯梯度预测瓦斯涌出量。

综上所述，瓦斯的形成和煤的形成是同步的，而且贯穿整个成煤过程的始终。但是，瓦斯的大量生成并保存下来是在变质作用阶段，而变质作用以前形成的瓦斯，绝大部分都已逸散。另外，瓦斯和煤不同，它是气体，可以运移、渗滤和扩散。因此，后期地质构造运动将极大地影响着瓦斯在煤层中的分布状态，它关系到瓦斯的运移、聚集、散失、保存等一系列问题。现今煤层中的瓦斯，只是原始瓦斯的一小部分而已。

(待续)

## 使用PC-1500微机处理 煤质化验数据

东煤公司地质局测试中心，为提高化验室的工作效率和煤质化验报告的质量，选用BASIC语言中较为简单的三、五个语句编写了计算机程序，运用PC-1500微机进行煤质化验数据的处理，取得了好的效果。

(朱志伟)