

从茂名盆地第三纪褐煤的分离 论锗与煤岩组份的相关性

劳林娟

(煤炭科学研究院地质勘探分院, 西安)

锗作为煤中主要伴生元素而加以研究利用, 早已为国内外所重视, 并为煤炭资源的综合开发利用、提高经济效益, 开辟了新的途径。近十多年来, 国内在开展全国煤中锗的普查、精查和综合利用的基础上, 对其分布规律, 富集因素和赋存形态作了某些初步研究, 本文仅就煤岩组份与锗的富集问题展开讨论。

我国煤中锗的分布, 于时空上极不均衡。无论在地质时代、赋存环境、煤层厚度、煤岩类型和煤变质程度等各个方面都显示出一定的规律性。就多数情形而言, 时代较新、煤层较薄、煤变质程度较低的煤, 其锗品位相对较高。同一煤盆地内, 又以盆地边缘含锗较高, 向盆地中心渐趋减少。即便在同一煤层内, 尽管垂向和横向的变化比较大, 仍有规律可循。显然, 其控制因素是多方面的、复杂的, 但必有其潜在的主导因素起着决定性的作用, 影响锗的空间分布和沟通其内在的有机联系。笔者认为, 煤中锗的分布和富集, 主要受构造运动、沉积盆地周围物源区的供给条件, 如母岩成分、性质、物理化学风化程度、搬运途径和成煤原始物质的堆积条件等因素的控制, 这是富锗煤存在的先决条件。茂名盆地即遵循以上的富集规律而确立, 大致具备了锗元素聚积的有利因素。

该盆地位于粤西加里东褶皱带的西南部, 为一北西—南东向的不对称向斜。其四周为三组正断层所切割, 构成盆地的边界。东北和西北部山岭地区出露前泥盆系和泥盆系变质岩, 西和西南部出露白垩系红色地层夹酸性火山喷发岩, 推测其为煤中锗的重要供给来源。盆地内为第三系地层所覆盖, 与下伏白垩系基底呈不整合接触(图1)上第三系总厚约1800米, 由中新统黄牛岭组(Nh)、尚村组(Ns)和上新统老虎岭组(Ne)组成。岩石为渗透性较好的杂色泥岩、砂岩、砂砾岩及其过渡类型碎屑岩。其中, 尚村组见有植物化石碎片, 含油和煤线。下第三系渐新统(E)油柑窝组为本区主要含煤地层, 也是煤中锗研究的重要对象, 沿盆地的西—西南缘呈窄条带状连续分布。其厚度受基底地形的影响而变化极大, 可波动于0—100米之间。岩性分为上下两段, 上段为灰褐色油页岩, 下段为含煤段, 由灰黑—灰白色泥岩、粗碎屑岩夹煤和炭质泥岩组成。全段共含煤3—5层, 可采者1—2层, 总厚约2米左右。在甲矿的煤层编号由下往上为底煤、顶煤、C煤和D煤、煤层较薄, 一般为0.44—0.50米, 结构简单, 标志明显, 可以全区对比。煤中锗的含量虽然大体比较稳定, 但局部地区仍有较大变化, 这是微地貌

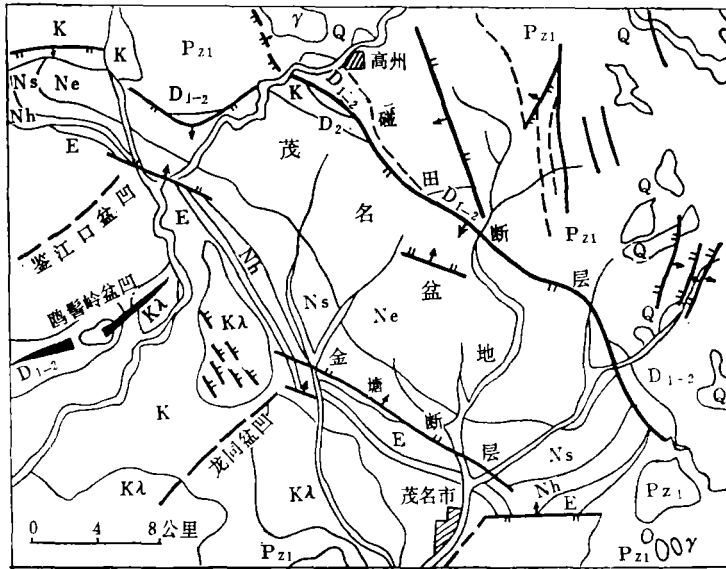


图1 茂名盆地地质图 (1 : 400000)

Fig. 1 Geologic map of the Maoming Basin (Scale 1 : 400000)

和各种富锆因素在局部地区发生差异变化的结果。

煤的品种牌号为褐煤 I 号, 变质程度较低, 黑褐色, 较致密坚硬。据对全国煤中锆的普查结果, 这种年青煤往往有锆元素富集的趋势, 该褐煤也不例外。其宏观煤岩类型以半暗型和暗淡型为主, 局部有半亮型存在, 具条带状、块状或线理状结构, 有时夹炭质泥岩、泥岩和灰白色斑点状泥质物。显微煤岩类型以暗煤为主, 其次为亮煤和镜煤。后者常呈细条带状、结核状、透镜状分布于煤的分层、夹矸或煤层近顶、底部位, 有的树杆状镜煤中常被黄铁矿细粒集合体和泥质物所充填。半丝炭和丝炭偶见。

一、锆在煤岩类型中的分布

多数研究者认为, 锆的赋存与煤岩类型密切相关。笔者在对本区褐煤进行锆的赋存特征研究时, 曾有意对不同煤岩类型的煤进行了详细的矿井地质剖面描述和系统的采样、分析、鉴定, 发现煤岩类型与锆的含量之间确实存在着十分明显的递变关系。同一煤层中, 随着煤岩类型由暗淡型——半暗型——半亮型——光亮型的变化, 锆的含量亦相应递增。如底煤经化学分析, 测得锆的平均品位为: 夹矸 2.3ppm, 暗淡型煤 8.2ppm, 半暗型煤 12.2ppm, 半暗——半亮型煤 17.1ppm, 而镜煤中高达 80.6ppm, 具有极为明显的规律性递变现象。另外, 经对大量的煤层全层样、分层样和镜煤样分析表明, 煤中锆的品位普遍为 8—14ppm, 约 60% 以上大于 10ppm, 镜煤中竟有高达 416.3ppm 者, 平均为 106.5ppm, 可见镜煤为锆的最佳载体。显然, 各煤岩类型中, 凡分布有镜煤条带或透镜体者, 其锆品位均有不同程度的提高, 若泥质较多, 则又促使锆品位下降, 说明锆在煤岩类型中的分布, 还同时受到其中镜煤和泥质物赋存状况的影响。现以 A 矿井顶

层煤为例,其煤岩类型和锗的相关变化详见表1。

表1 A矿井顶层煤各分层煤岩类型及锗含量

Table 1 Petrographic types and germanium content in the branches of the upmost coal seam of mine pit A

分层号	宏观煤岩类型	显微煤岩类型	锗含量(ppm)
项 3—4	半暗型	暗亮煤—亮煤	16.4
—3	暗淡型, 含泥质	亮暗煤—亮煤—高炭质泥岩	8.7
—2	暗淡型, 下部为条带—线理结构, 见镜煤透视镜体	镜煤—暗亮煤—高炭质泥岩	15.5
—1	半亮—半暗型、均—和线理结构	镜煤—亮煤	20.9
项 4—3	半暗型为主	暗亮煤—镜煤—亮煤	13.8
—2	半亮—半暗型	镜煤—亮煤	16.9
—1	暗淡型, 含较多泥质	亮煤—高炭质泥岩	5.1
项10—3	半暗型为主	镜煤、亮煤为主, 夹高炭质泥岩	17.2
—2	半暗型为主, 含较多镜煤条带	镜煤、亮煤为主, 具残余木质结构	24.9
	炭质泥岩		
—1	半暗型为主, 含稀疏镜煤条带	高炭质岩夹镜煤、亮煤薄层	15.7

上述相关性¹⁾毋庸置疑,即便在国内外其他地区亦已为大量资料所证实,问题是在于为什么与第煤岩类型之间存在这一递变规律?镜煤中的锗又何以如此高度富集?它与煤岩显微组份之间是否存在某种内在的联系?尽管某些文献上有一些理论性的见解,但实验颇少,笔者试图通过该盆地第三纪褐煤的重液分离,定量探索(1)锗与煤岩显微组份之间的依属关系;(2)锗与煤比重级、有机组份和无机组份之间的相互关系,并借以揭开镜煤富锗的奥秘。

二、分离实验

工作中,选择了甲矿A、B、C三个矿井的褐煤全层样11个,镜煤样3个,将其制成0.2毫米和0.5毫米两个粒度,分别作了重液分离。前者用于煤岩组份分离,试图分选出较纯镜质组、稳定组和丝质组分别进行锗的测定和煤岩鉴定,以期了解锗主要赋存于哪一种显微组份之中;后者采用一系列不同比重液进行分离,所得各比重级亦分别进行锗的测定和煤岩鉴定,以获取锗与有机组份、无机组份和比重级之间的定量关系。

比重液的选择:不同变质程度的煤在重液分离时的性状不一。鉴于褐煤的化学组成为:地沥青A+腐植酸+腐植质+丝炭+形态分子,腐植酸容易在有机溶液中被抽提。本区褐煤的腐植酸含量虽然从总体看来偏低为1%,但镜煤中的腐植酸值较高,为7—13.3%,

1) 龚至从、张伟才、庄军、陈朝阳、劳林娟, 1975, 茂名盆地第三纪褐煤中锗的赋存特点研究。

因此, 究竟哪一种比重液最适宜于褐煤分离尚属问题。笔者选择了两种比重液进行了条件试验, 一种为无机溶液磷酸二氢钠, 另一种为有机溶液苯-四氯化碳混合液。将 30 克煤样置于比重液中经离心机分离或自然沉降, 发现两者分离效果相似, 但使用无机溶液存在酸处理问题, 不但徒增麻烦, 而且有导致褐煤氧化的可能。而有机溶液虽有抽提腐植酸的缺陷, 但短时间内影响不大, 且对煤岩显微组份和锆的变化无甚影响, 故权衡之下以采用有机溶液为宜。

比重级的选择: 选取同矿相异煤层、异矿相同煤层的分离煤样按 0.2 毫米, 0.5 毫米两个粒度分别进行两个完整系列的分离试验。其初选比重为 1.20、1.28、1.30、1.33、1.38、1.40、1.45、1.50、1.55、1.59 等十级, 结果表明, 该褐煤的比重较大。按苏联多洛辛《煤的物理性质》一书指出, 褐煤比重一般为 0.80—1.25 之间, 而该褐煤却在 1.20、1.28 比重液中全部沉降, 在 1.30、1.33 比重液中少许浮起, 可见其比重至少大于 1.28 是毫无问题的。因此, 最终选用了 <1.35、1.35—1.45、1.45—1.55、1.55—1.59、> 1.59 等五个比重级别。有关具体的分离方法因不在本文讨论范围, 恕不赘述。

三、 锆与煤岩组份的相关性分析

基于上述分离, 共得 66 个分级产物。经逐一进行锆含量测定和煤岩鉴定, 发现锆在煤岩组份中的选择性分布非常明显, 其品位变化受比重级别、无机组份、有机组份及其中镜质组、稳定组等煤岩显微组份百分含量的强烈控制 (表 2、表 3)。它们之间的相互关系大致可分为以下三类:

第一类 <1.35 比重级: 此级比重最小, 上浮物中有机组份富集最多, 平均富集率达 95.2%, 其显微煤岩组份又以镜质组为主, 平均含量约 89.1%, 占有机组份总量的 93.5% 其余 6.5% 为其它形态分子, 如小孢子、角质层等稳定组份, 未见丝炭。无机组份较少, 平均为 4.8%, 多系煤样水分较高, 在分离时产生絮状凝聚粘附所致。有趣的是恰恰在这一级轻组份中, 锆的含量最高, 平均为 48.4 ppm。

第二类 >1.59 比重级: 该级比重最大, 其中无机组份高度富集, 平均富集率为 89.3%。其矿物成分以泥质为主, 含少量硫化物和氧化硅类矿物, 如黄铁矿、石英及其岩屑等。此外, 尚裹挟有少量有机质, 含量约 10.7%, 几乎全部由镜质组构成, 稳定组份极少。此级锆含量最低, 平均仅得 7.5 ppm。

第三类 为 1.35—1.59 之间的各比重级: 属于过渡型之列, 故其值界于上述两类之间。该类中, 有机组份和锆含量随着比重级的增大而减少, 无机组份则反向增加, 呈现规律性的渐变状态。其间, 煤岩显微组份除仍以镜质组为主外, 尚夹少量稳定组份和微量丝炭。前者富集于轻比重级中, 一般比重越大, 稳定组份越少。此类锆的含量居中, 平均约 17.3 ppm。

由以上分析, 得出如下初步结论:

(一) 锆元素主要赋存于褐煤的有机组份中, 与有机组份的含量变化成正比, 而与无机组份的含量变化成反比, 当无机组分含量增高时, 锆的品位显著递减 (图 2)。随着煤变质程度的变迁, 这一规律保持不变。

表2 各比重级上浮物中的有机组份无机组份和锗含量

Table 2 Organic and inorganic components and germanium content in the floats at various S.G. R

样品号	比重级别 上浮物	<1.35	1.35—1.45	1.45—1.55	1.55—1.55	>1.59
		1	96.7	90.0	71.9	56.0
2	有机 组份 (%)	99.1	93.5	83.2	70.7	9.6
3		85.4	81.4	72.9	57.8	10.5
4		95.0	92.4	89.8	74.1	9.5
5		95.8	89.9	79.6	67.0	7.4
6		95.0	82.3	72.1	57.1	12.3
7		99.4		64.0		14.6
1		无机 组份 (%)	3.3	10.0	28.1	44.0
2	0.9		6.5	16.8	29.3	90.4
3	14.6		18.6	27.1	42.2	89.5
4	5.0		7.6	10.2	25.9	90.5
5	4.2		10.1	20.4	33.0	92.6
6	5.0		17.7	27.9	42.9	87.7
7	0.6			36.0		85.4
1	锗 含 量 (ppm)	26.7	17.4	14.1	11.0	3.8
2		21.9	19.5	14.3	9.4	5.3
3		16.4	18.0	12.4	11.0	4.4
4		30.5	16.0	10.5	7.4	4.0
5		66.5	35.4	21.1	16.6	9.5
6		59.6	23.2	17.2	9.6	5.9
7		117.4		44.7		19.5

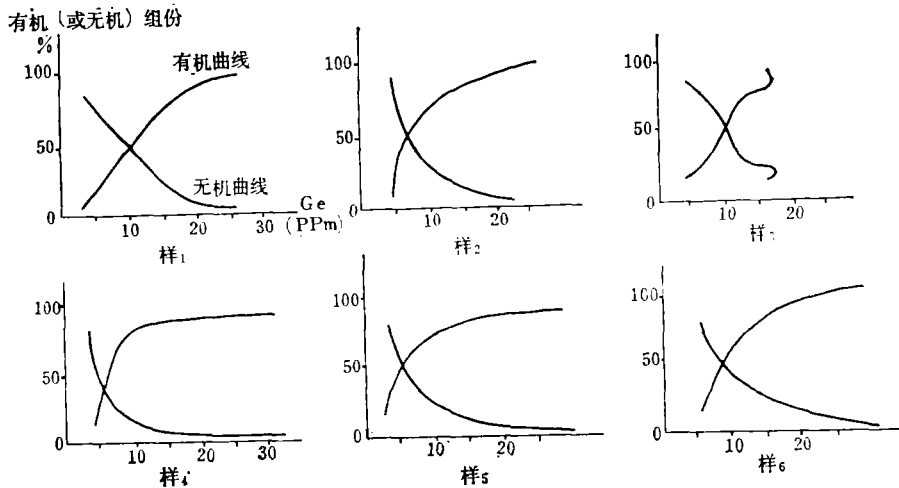
据我院对现代泥炭的研究证明,灰份低于30%的泥炭中,锗品位可高达15ppm;灰份低于50%的泥炭中,锗品位下降为2—7ppm,而随着泥炭内部灰份含量的降低,锗品位逐渐升高;灰份高于70%的泥炭顶板和底板的泥砂层中几乎不含锗。即泥炭的灰份越高,含锗越少。说明煤中锗选择性地富集于煤的有机部分,早自泥炭阶段就已开始了。当泥炭在煤化作用初期经受压实、脱羧、脱水及其他物理化学作用转变为褐煤时,这种与有机质相关的赋存状态继续得到了保持。由此可见,镜煤之所以成为锗的最大载体,其原因首先就在于它由大量的有机物,特别是凝胶化物质组成。无论该镜煤产出于何处部位,即便位于夹矸、伪顶、伪底的泥岩或炭质泥岩中,也同样有锗的高度聚集。

(二)就煤岩显微组份而言,锗主要富集于镜质组,即凝胶化组份和半凝胶化组份

表 3 有机组份中的煤岩显微组份百分含量

Table 3 Content (%) of the microlithotypes in the organic components of specimens

比重级别 煤岩显微组份%	<1.35		1.35—1.45		1.45—1.55		1.55—1.59		>1.59	
	镜质组	稳定组	镜质组	稳定组	镜质组	稳定组	镜质组	稳定组	镜质组	稳定组
样品号										
1	92.8	7.2	91.2	8.8	98.2	1.8	94.5	5.5	99.1	0.9
2	87.7	12.3	97.8	2.2	99.0	1.0	99.6	0.4	100	0
3	88.8	11.2	98.4	1.6	99.5	0.5	89.6	10.4	100	0
4	97.1	2.9	97.5	2.5	99.6	0.4	99.9	0.1	100	0
5	89.0	11.0	87.8	12.2	92.2	7.8	97.0	3.0	97.3	2.7
6	99.1	0.9	99.4	0.6	97.6	2.4	98.6	1.4	100	0
7 (镜煤)	100	0	96.0(4.0)						100	0



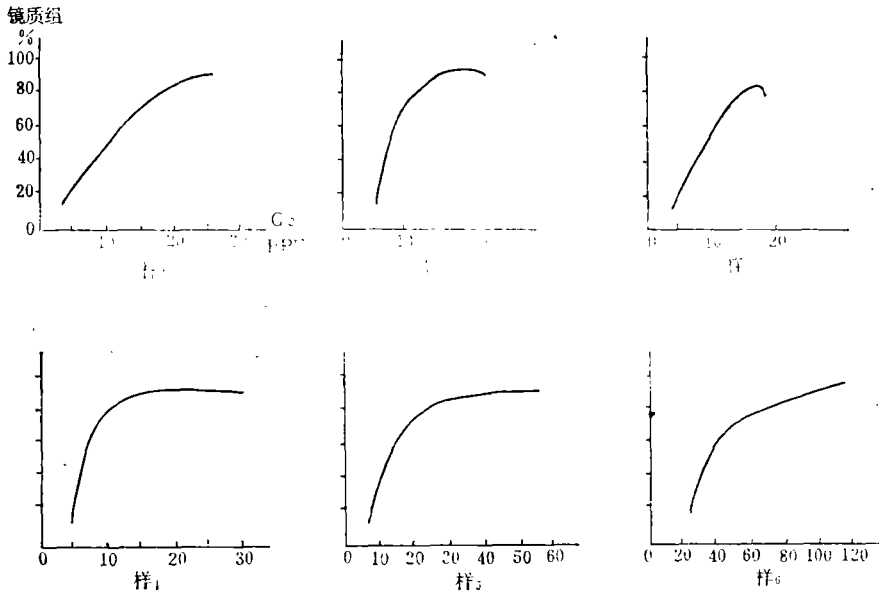
纵座标均为有机组份和无机组份百分含量；横座标均为锗含量 (ppm)

图 2 锗与有机组份、无机组份相关图

Fig. 2 Correlatograph of germanium content with the organic and inorganic components

中。一般情况下，随其含量的增减而增减。图 3 的相关曲线呈弧形伸展，反映了它们之间的正比关系。而稳定组份不含锗或含量很低。如图 2、图 3 所示，样 2、样 3 呈现较为异常的曲线状态：在最轻比重级中，该样有机组份含量最高，按理其锗品位也应比相邻比重级为高，但事实是，锗的相关曲线在顶端反而弯曲不前，品位下降。置该两样于显微镜下观察，发现稳定组份明显富集达 10% 以上，并以较为密集的状态分布于凝胶化和半凝胶化基质之中。说明大量稳定组份的存在，使相同体积内的镜质组含量相应减

少,从而导致锗含量也随之变少.显然这一点恰恰证明了锗的赋存习性在于镜质组,而非稳定组份.至于丝炭,因量微未能测定,一般认为其中锗含量也很低.

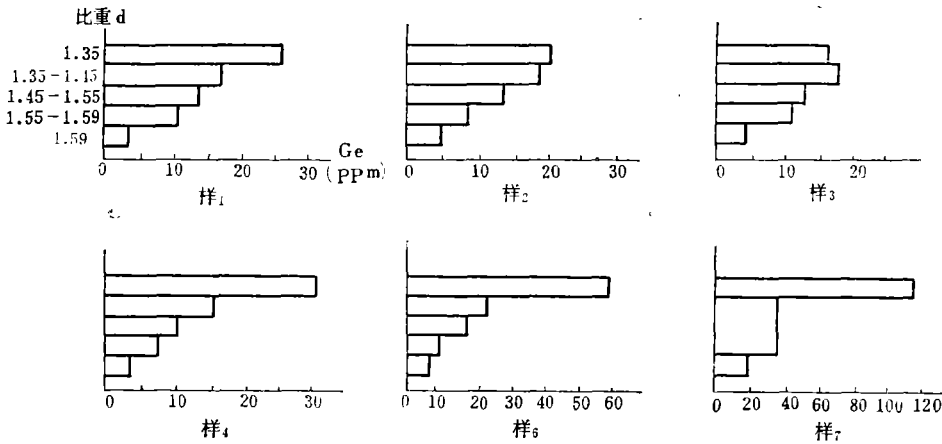


纵座标均为镜质组百分含量 横座标均为锗含量 (ppm)

图3 锗与镜质组相关图

Fig. 3 Correlatograph of germanium content with vitrinites

(三) 锗含量与煤比重级的依属关系是,随着分选级比重的变小,锗含量规律性地增加(图4),呈现反比关系.很明显,这只不过是一种假象,其实质仍然取决于有机组份,特别是凝胶化组份和半凝胶化组份的量值,正因为有机组份是随着比重级的增大而减小的,锗含量当然也就相应下降,这也是不言而喻的.



纵座标均为比重级;横座标均为锗含量 (ppm)

图4 锗与比重级相关图

Fig. 4 Correlatograph of germanium content with S. G. R.

五、成因分析

锗之所以富集于有机组份中,特别是与凝胶化组份密切相关,就成因而言,尽管聚积因素很多,众说纷纭,但笔者以为有一点是可以肯定的,即在保证物质供给的前提下,在一定程度上首先取决于成煤原始植物生长时期的吸收作用,以及在泥炭沼泽水介质中发生的原始植物物质的聚积和分解。

锗是偶次序数的稀有分散元素之一,在自然界中,锗在地壳深处的高温条件下为亲铁元素,在低温条件下为亲硫和亲硅元素,与 SiO_2 有紧密的地球化学和结晶化学关系,可以产生共同的富集。但在沉积岩中,虽然锗克拉克值为 $7 \cdot 10^{-4}$,远远高于其他岩类,只因具有高的离子势,不易参加表生作用的反应而只能以分散状态存在。锗离子及其氢氧化物只有在高度还原的环境,如有机质残余物堆积的地区才可能聚集。当含锗的水溶液进入沼泽盆地后,由于不断地循环渗透,繁盛的高等植物和低等植物首先有可能从土壤或水溶液中攫取锗。一些研究者曾对一些现代植物作过一番有趣的调查,如国外另星记载某些水青冈树叶的灰中含二氧化锗50ppm,新鲜橡树灰中含锗5ppm,榿木腐植质灰中含二氧化锗70ppm。中国科学院贵阳地化所汪本善同志在对华北某地现代植物的研究中,也发现含锗3—16ppm。现将有关数据引用如下(表4):

表4 华北某地现代植物中的锗含量

Table 4 Germanium content in modern plants at a certain locality of North China

树名	美 杨	南 京 杨	马 扬	加 杨	银 白 杨	洋 槐	香 椿	白 桦 树	柳 村	枣 树	梨 村	杏 村	榆 树	苹 果 树	桧 柏 树
锗(灰中) (ppm)	12	7	9	13	11	12	10	11	10	9	3	14	7	11	15

不仅高等植物体内含锗,即便在低等植物体内也同样有锗存在。如现代泥炭沼泽的藓类和草本植物中也含锗2—3ppm,如金发藓和泥炭藓为2—3ppm,棉花莎草为2ppm,而供其营养生息的泥炭中的锗含量亦恰巧为3ppm左右,唯其顶板、底板中为痕量。由此看来,早在植物生长时期,成煤原始植物就已从土壤和地下水的丰富矿物质中攫取了一部份锗贮存于体内,攫取的多少,取决于植物的吸收能力和含锗溶液的浓度,一旦植物死亡、腐烂、就归入泥炭内,并随着成煤作用的进行而不断地迁移和富集。当然,植物吸收并非锗富集的唯一因素,若是如此,那末就很难解释为什么锗仅仅富集于镜质组中,而小孢子、角质层、树脂体等稳定组份和丝炭含锗极贫。显然,煤中锗更重要的形成时期发生于在水介质中进行的原始植物物质的聚积和分解时期。当成煤原始植物掩埋于复水较深、水流较为流动或宁静的泥炭沼泽中时,由于高度的还原条件和微生物的参与,植物遗体(特别是木质纤维部份)受到菌解和凝胶化作用,产生腐植酸及其凝胶体,前者与矿化溶液中的锗离子发生化学作用, H^+ 被置换而形成锗腐植酸盐,少许与

矿物质作用形成锗酸盐和硅锗酸盐。这种经过最充分凝胶化作用的含锗物质,在进一步压缩、脱水的成岩过程中就转变为含锗煤。由于镜煤主要由植物的木质部份碳化而来,富含大量的凝胶化物质,从而成为锗的最大载体。

如此说来,锗的富集还直接受腐植酸凝胶体与周围矿化溶液接触时间的影响,接触时间越长,锗的渗透和化学反应越充分,腐植酸凝胶体获锗的机率就越高。

从茂名盆地来看,本区历经多次构造运动,并伴随有花岗岩的侵入和酸性火山岩的喷发,在一定程度上控制了本区煤中锗的分布和富集。第三纪初期,表现为以北西向为主的断裂活动,局部下降,形成不对称断陷盆地,其东北翼陡,西南翼缓,在白垩纪红色岩系的基底上接受了第三系的沉积。盆内显示若干低丘状古隆起,无含煤沉积;西—西南缘则历经河流相—浅湖相—沼泽相—半深及深湖相的环境变迁,沉积了一套由粗到细的煤和油页岩系,反映了该盆地不断沉降和扩大的过程。这种构造运动控制下的环境变异,导致成煤泥炭沼泽的形成,从而对于有机质和锗的积聚起到了重要的控制作用。

从物质来源看,该时期的陆源物主要来自盆地外围西北、西及西南部的古老岩系和酸性火山喷发岩。后者以粗面岩为主,分布面积广,岩性为灰白、淡紫红色,含黑云母和角闪石类矿物,此外尚有流纹岩、黑曜岩、集块岩,往往夹于白垩纪红色岩系之间,煤系中亦时有这类火山岩屑出现,如油柑窝组含煤段底部的砂砾岩成份,主要为酸性火山岩屑、石英及砂岩屑,分选性及磨圆度差,表明它们搬运不远,应来自附近的物源地带。经对这些岩石采取块样分析结果,发现锗含量为1—3 ppm(表5),其含量之所以偏低,可能与样品采自露头浅处有关。在第三纪成煤时期湿热的气候条件下,物理化学风化作用十分强烈,岩石经受漫长的风化、剥蚀、淋滤,包括锗在内的各种元素被不断地分解析出,并随同水溶液自西向东搬运注入盆地边缘的泥炭沼泽,为植物吸收和参与成煤时期的煤化作用而进入煤中,从而为本区煤中锗的形成提供了良好的条件,造就盆地西缘煤中锗含量较高、分布较稳定的特点。而南部一带,沉积物的性质和厚度发生了明显的差异变化,就含煤段而言,煤层厚度变小,煤质变差,煤层中很少见到镜煤透视镜体或条带,加之南部火山岩分布较少,缺乏锗的物质来源,从而导致锗含量偏低。

表5 母岩的锗含量表

Table 5 Germanium content in source rocks

岩 石 名 称	锗 含 量 (ppm)
黑云母角闪石花岗岩	3.1
闪长石	2.3
黑云母片麻岩	1.9
长 岩	2.4
斑状流纹岩	1.1
流 纹 岩	1.2
粗 面 岩	2.1

当然，煤中锗的成因很复杂，不限于此，还必须考虑到因成岩后生作用而产生的锗的运移和再分布。因工作不多，难以进一步完满解析煤中锗形成的种种机理，初浅之见，希批评指正。

本文承我院张伟才同志提供泥炭含锗资料和帮助，在此致谢，

(收稿日期1983年9月20日)

参 考 文 献

- [1] H. A. 洛谢夫, 1960, 稀有元素地球化学, 科学出版社。
- [2] 汪本善, 1963, 我国某些煤中锗的成矿条件, 地质学报第4期。
- [3] 戈尔德施密特V. M., 1956, 锗的地球化学地球化学专辑第一辑, 地质出版社。
- [4] R. F. Abermethy, F. H. Gibson, 1963, 煤中稀散元素, 美国矿业局情报通讯8163号。

ON THE CORRELATION BETWEEN GERMANIUM AND THE PETROGRAPHIC CONSTITUENTS OF COAL FROM THE FLOTATION SEPARATION OF TERTIARY LIGNITE OF MAOMING BASIN

Lao Linjuan

(Institute of Geology and Exploration CCMRI Coal Ministry)

Abstract

This paper centers on the quantitative study of the correlation between germanium and the petrographic constituents of coal experimentally.

Through the flotation separation of the lignite of this basin by heavy liquid, sixty-six separation specimens in the various specific gravity ranks (s. g. r), namely <1.35, 1.35-1.45, 1.45-1.55, 1.55-1.59, >1.59, are obtained, the detection of their content of germanium and the determination of their polished sections of petrographic coal indicate that the distribution of germanium in the lignite is not only various according to the petrographic types of coal, but also is controlled by the different s. g. r. and the various petrographic constituents of coal, in this aspect there is a regular successive variance.

On the basis of the distributive characteristics and the variances of the content of the inorganic and organic components as well as the microlithotypes of these specimens, and according to their corresponding tenor of germanium, they can be divided into three groups.

1. <1.36 s.g. r. : The organic components amount to 95.2%, the vitrinites make up 93.5% of the former, the stable components include microsporinite, cuticle

and retinite etc., Fusain hasn't been seen. The average content of germanium is 48.4 ppm.

2. >1.59 s. g. r. : The inorganic components amount to 89.3%, most of them are argillaceous, with a few pyrites, quartz and quartzose detritus, the organic components are all vitrinites. Stable component and fusinite can be found. The average content of germanium is only 7.5ppm.

3. 1.35-1.59 s.g.r. : Along with the raise of s.g r., the inorganic components increase progressively, but the organic components, the vitrinites and the stable components as well as germanium decrease successively, nevertheless a trace of the fusite exists. Except the very few abnormalities caused by the influence of the stable components, the content of germanium and various components lie between the above-mentioned two groups.

Therefrom it suggests that the content of germanium is surely relative to the organic components closely and has a little to do with the inorganic components. Germanium exists mainly in the vitrinites of the lignite, namely in the gelatinous components, and is very rare in the stable components and the fusites group. Therefore that the vitrain and clarain turn into the enriched bodies of germanium should be attributed to their abundant gelatinous fabric.

Finally, through the study of the germanium-bearing conditions of modern higher plants and lower plants in peat bog, and the analysis of the geological characteristics concerned, the mechanism of the enrichment of germanium in coal is pursued tentatively.