碳质样品铀系年龄研究

——云南腾冲玉壁泥炭的结果*

夏 明　　张承蕙　　马志邦

（中国科学院地质研究所，北京）

应用铀系方法测定泥炭的年龄仍是一项新课题，我们曾报道过这方面可行性研究的初步结果和相应的实验程序[1]. 本文进一步报道了取自腾冲盆地玉壁泥炭剖面的铀系年龄，并取得了与 ^{14}C 基本一致的结果.

一、取样剖面的特征

腾冲盆地位于云南省西部，其底部海拔高度近 1640m，泥炭分布普遍. 地表至 20m 深处可见 2—3 层泥炭. 玉壁剖面在盆地中部，地表高出河床 5—6m，岩性主要是泥炭和粘土. 取样编号及深度、岩性及若干 ^{14}C 的数据列在表 1.

表 1　玉 壁 剖 面 特 征

	岩　　性　　描　　述	埋藏深度 (m)	样品编号(取样深度 m)	^{14}C 年龄* (a)
1	灰黄色粘土	0—0.5		
2	黄灰、褐灰砂质粘土	0.5—1.05	B-1 (0.93—1.05)	
3	暗灰、黑色粘土、黑色腐植泥、夹薄层泥炭	1.05—2.45	B-2 (1.05—1.17) B-3 (2.33—2.45)	16690±340
4	深灰色粘土、黑色泥炭、含少量垂直分布的植物根茎	2.45—3.29	B-4 (2.45—2.54) N 80 (2.70—2.85)	31800±2000
5	棕-褐色泥炭，含较多植物茎，底部为灰色粘土	3.29—5.09	B-5 (4.19—4.49) B-6, N81 (4.49—4.65)	
6	深棕、紫棕色泥炭、含木本植物碎屑	5.49—5.93	B-7 (5.65—5.93) N 82 (5.75—5.85)	
7	灰色粘土、含植物残根	5.93—6.45	B-8 (5.93—6.05)	

* 东北师范大学地理系提供.

二、铀系方法测定泥炭的前提和模式

泥炭样品普遍含有 ^{232}Th，存在碎屑物质. 这意味着，泥炭样品中赋存一定数量“外来”的 ^{230}Th. 从测定同位素年龄角度，我们把泥炭样品看作为两个组份的混合物：腐植酸相和碎屑

本文 1986 年 8 月 2 日收到.

* 国家自然科学基金资助项目.

相. 前者全部 ^{230}Th 是由母体 ^{234}U 衰变形成，不含有 ^{232}Th；后者含有 ^{232}Th，并把 ^{232}Th 看成碎屑相占混合物份额的指示标志.

正如我们已经指出过的，测定泥炭年龄的第二个前提是腐植酸的年龄代表有机物向褐煤转化的早期阶段，或者说是泥炭形成的年代.

不难看出，当有 ^{232}Th 时，不能采用封闭模式及其计算年龄的公式. 我们采用了稀碱分解泥炭提取腐植酸的实验流程[1]. 样品分为碱溶部分 (al) 和碱不溶残渣部分 (R)，按两组份混合模式可求出腐植酸 (h) 中的 $^{230}Th/^{234}U$ 和 $^{234}U/^{238}U$[2]:

$$\left(\frac{^{230}Th}{^{234}U}\right)_h = \frac{(^{230}Th/^{232}Th)_{al} - (^{230}Th/^{232}Th)_R}{(^{234}U/^{232}Th)_{al} - (^{234}U/^{232}Th)_R}, \tag{1}$$

$$\left(\frac{^{234}U}{^{238}U}\right)_h = \frac{(^{234}U/^{232}Th)_{al} - (^{234}U/^{232}Th)_R}{(^{238}U/^{232}Th)_{al} - (^{238}U/^{232}Th)_R}, \tag{2}$$

根据公式 (1) 和 (2)，以 $^{230}Th/^{232}Th$ 对 $^{234}U/^{232}Th$ 和 $^{234}U/^{232}Th$ 对 $^{238}U/^{232}Th$ 作图，绘制混合线，用最小二乘法求出混合线的斜率，即泥炭样品中腐植酸的 $^{230}Th/^{234}U$ 和 $^{234}U/^{238}U$，然后计算出相应的年龄值[3].

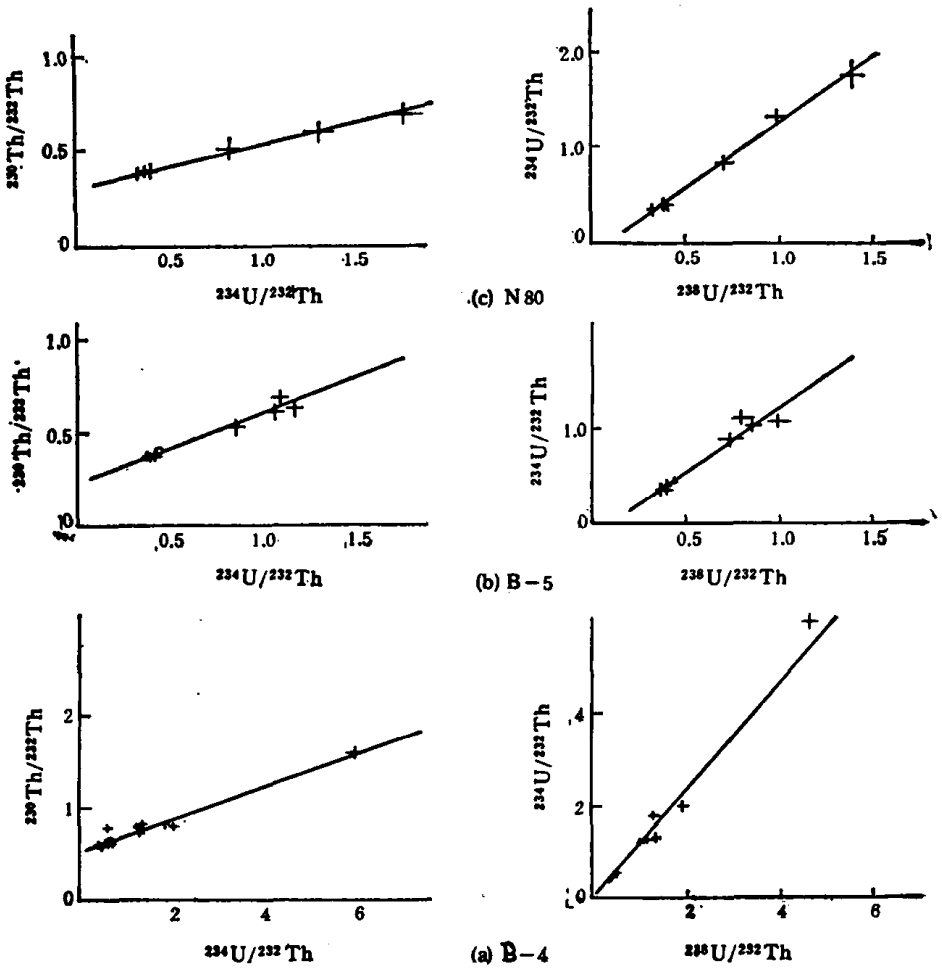

图 1 B-4(a)，B-5(b) 和 N80 (c) 中 $^{230}Th/^{232}Th$ 对 $^{234}U/^{232}Th$ 和 $^{234}U/^{232}Th$ 对 $^{238}U/^{232}Th$ 图

三、结　果

应用上述实验程序和模式，分别测定了 B-4，B-5 和 N 80 三个泥炭样品中的 ^{230}Th，^{232}Th，^{234}U 和 ^{238}U 核素。三个样品的取样深度见表 1。各样品全溶（w）、碱溶（al）和碱不溶残渣（R）中同位素强度比值列在表 2。根据表 2 的数据，按 $^{230}Th/^{232}Th$ 对 $^{234}U/^{232}Th$ 和 $^{234}U/^{232}Th$ 对 $^{238}U/^{232}Th$ 绘制的图展示在图 1。

表 2　三个泥炭样品的分析数据

样品编号			$^{238}U/^{232}Th$	$^{234}U/^{238}U$	$^{230}Th/^{232}Th$	$^{230}Th/^{234}U$	$^{234}U/^{232}Th$
B-4	1	W	0.62±0.02	0.99±0.03	0.64±0.01	1.04±0.03	0.62±0.02
	2	al	1.94±0.10	1.02±0.04	0.80±0.05	0.40±0.02	1.98±0.11
		R	0.43±0.02	0.98±0.04	0.59±0.02	1.40±0.07	0.42±0.02
	4	al	1.38±0.07	1.29±0.04	0.82±0.04	0.46±0.02	1.79±0.08
		R	0.47±0.02	1.00±0.05	0.60±0.02	1.27±0.07	0.47±0.02
	5	al	1.03±0.05	1.14±0.05	0.77±0.03	0.65±0.03	1.18±0.05
		R	0.55±0.03	1.04±0.05	0.78±0.02	1.38±0.07	0.57±0.03
	6	al	4.62±0.20	1.29±0.06	1.57±0.08	0.27±0.08	5.92±0.02
		R	0.39±0.02	0.99±0.05	0.62±0.02	1.62±0.08	0.38±0.02
	7	al	1.33±0.07	1.00±0.05	0.80±0.03	0.60±0.03	1.33±0.07
		R	0.54±0.11	0.99±0.06	0.60±0.02	1.13±0.06	0.53±0.03
	8	al	1.11±0.06	1.14±0.04	0.71±0.04	0.56±0.03	1.26±0.06
		R	0.49±0.03	0.98±0.06	0.60±0.03	1.22±0.08	0.49±0.03
B-5	1	W	0.43±0.01	0.96±0.03	0.41±0.01	0.99±0.04	0.41±0.01
	2	al	0.75±0.04	1.17±0.05	0.52±0.03	0.59±0.03	0.87±0.04
		R	0.45±0.02	0.97±0.04	0.37±0.01	0.86±0.04	0.43±0.02
	3	al	0.78±0.05	1.50±0.09	0.62±0.04	0.52±0.06	1.17±0.07
		R	0.35±0.01	1.06±0.05	0.39±0.01	1.04±0.05	0.37±0.02
	4	al	1.01±0.06	1.08±0.05	0.67±0.04	0.62±0.04	1.09±0.06
		R	0.41±0.03	0.98±0.06	0.39±0.02	1.49±0.11	0.41±0.03
	5	al	0.86±0.06	1.23±0.09	0.60±0.04	0.57±0.04	1.06±0.07
		R	0.41±0.03	0.93±0.06	0.38±0.02	0.99±0.06	0.38±0.02
N80	1	al	0.71±0.05	1.17±0.08	0.51±0.04	0.62±0.05	0.83±0.06
		R	0.40±0.02	0.97±0.04	0.40±0.01	1.04±0.05	0.39±0.02
	2	al	1.01±0.06	1.30±0.07	0.60±0.04	0.46±0.03	1.31±0.08
		R	0.39±0.02	1.01±0.05	0.41±0.02	1.03±0.06	0.39±0.02
	3	al	1.40±0.08	1.26±0.06	0.68±0.03	0.36±0.02	1.77±0.09
		R	0.35±0.02	0.96±0.06	0.39±0.01	1.17±0.07	0.33±0.02

根据三个泥炭样品的数据，用最小二乘法求得腐植酸的 $^{230}Th/^{234}U$ 和 $^{234}U/^{238}U$ 及相应的年龄值列在表 3。

表 3　三个泥炭样品中腐植酸的年龄

样品编号	取样深度 (m)	$^{234}U/^{238}U$		$^{230}Th/^{234}U$		^{230}Th 年龄 $\times10^3$a	^{14}C 年龄 $\times10^3$a
		比值	相关系数	比值	相关系数		
B-4	2.45—2.54	1.29	0.99	0.170	0.98	20	
N80	2.70—2.85	1.38	0.998	0.204	0.998	24	31.8±2.0
B-5	4.19—4.49	1.37	0.96	0.334	0.97	43	

四、讨　论

从表 2 中 B-4 和 B-5 全溶数据可以看出，它们的 $^{234}U/^{238}U$ 和 $^{230}Th/^{234}U$ 比值已处于平衡，也就是说，泥炭样作为一个整体，已无法进行铀系年龄的测定．然而当用稀碱分解时，不同组份现示了明显的同位素比值的差异．碱溶部分，代表腐植酸相的 $^{230}Th/^{234}U$ 均小于“1”，并且成功地测定出年龄，表明泥炭样品(从定年角度而言)是由两组份构成的设想是合理的．

铀系方法测定泥炭的年龄与 ^{14}C 的数据大体是一致的．根据 ^{14}C 在 1.05—1.17m 和 2.70—2.85m 的年龄数据推测深度为 2.45—2.54m 的年龄约距今 22×10^3 年，这与铀系方法测定 B-4 的年龄数据相近．此外，铀系方法测定 B-4，N80 和 B-5 的年龄数据与样品的埋藏深度，或者说与地层顺序也是吻合的．

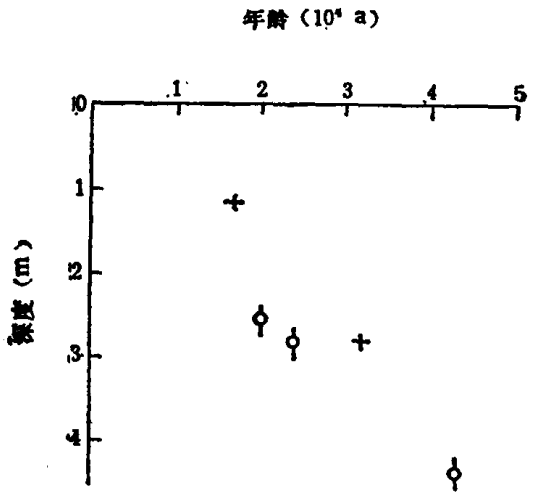

图 2　年龄数据与埋藏深度关系
+^{14}C 年龄；◊铀系年龄

混合线模式测定泥炭年龄是建立在很多分析数据的基础之上的．图 1 各样品碱溶和残渣中同位素比值均给出了相当好的线性关系，相关系数在 0.96—0.998．这表明，所测年龄数据是可信的．也表明，本文提出的前提是合理的．

图 2 是三个铀系年龄和二个 ^{14}C 年龄与样品埋藏深度的关系．总的趋势是一致的．玉壁剖面平均沉积速度约 0.1mm/a．

玉壁剖面泥炭的年龄数据表明，底部为更新世，约距今 65000 年．在距今 50000—20000 年是泥炭形成的盛期，反映古气候湿润、温暖、沼泽发育，盆地湖泊-沼泽景观．

致谢：B-4 和 B-5 泥炭样品是腾冲县工交局上官德树同志，N80 是东北师范大学地理系泥炭沼泽研究室提供的，在此一并致谢．

参　考　文　献

[1] 夏明、张承惠、马志邦，科学通报，31(1986)，8：600—603.
[2] 夏明、张承惠、马志邦，科学通报，32(1987)，7：521—524.
[3] 夏明，地质科学，1984，1：13—25.