第69卷 第4期
1995年 11月

地 质 学 报
ACTA GEOLOGICA SINICA

Vol.69, No.4
Nov., 1995

松辽盆地白垩纪年代地层研究及地层时代划分

王璞珺* 杜小弟** 王 俊* 王东坡*

用超声波分散—沉降分离—K–Ar 稀释法直接测定同沉积泥质组分的同位素年龄；青山口组暗色泥岩的视沉积年龄为 111.9—89.0Ma；嫩江组上部暗色泥岩的视沉积年龄为 77.6—76.8Ma；泉头组泥岩的视沉积年龄为 123Ma.用 Rb–Sr 等时线法测得嫩江组下部泥质灰岩–泥岩层系的视沉积年龄为 81Ma；泉头组中部泥质蒸发盐岩的视沉积年龄为 122.2Ma。据此草拟出松辽盆地白垩纪地层时代划分的修正方案。

关键词 松辽盆地白垩系 湖侵沉积层序 同位素年龄 地层划分

1 松辽盆地白垩纪湖侵沉积层序的年代地层研究

目前用于测定同生组分沉积年龄的同位素年代学方法主要有 K–Ar 稀释法、Rb–Sr 等时线法、$^{40}Ar/^{39}Ar$ 法和磷灰石、锆石裂变径迹法[1,2]。原则上，形成至今一直保持封闭体系的沉积期自生矿物，均可用于沉积年龄测定。具体上，K–Ar 法要求：(1)被测对象为同沉积(或早期成岩)形成；(2)矿物形成之初及以后无过剩氩被捕获(因沉积自生矿物的气液包裹体一般不发育故该条件多可满足)；(3)矿物形成至今整个体系对 ^{40}Ar 和 ^{40}K 均是封闭的(对沉积岩而言，主要是指样品新鲜未遭风化，未遭受溶蚀、溶解和重结晶作用，未遭受热液流体的淋滤和热事件的扰动等)。Rb–Sr 等时线法对样品的要求是：(1)所有样品是同时形成的(采于同一层位)；(2)都有相同的初始 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 值(形成同一汇水盆地)；(3)沉积至今一直保持封闭体系[3]。

由于样品形成之初是否达到同位素均一化以及是否遭受后期热事件的显著扰动等，难以通过成分分析和形貌鉴定加以识别。所以，测得的同位素年龄究竟是沉积年龄还是成岩年龄或热事件年龄，需根据测定结果加以分析解释。另外，当陆源碎屑矿物及风化成因的粘土矿物未被完全分离时，测得的年龄值将会偏高。

注：本文为国家自然科学基金资助项目的分支课题(编号 49172107 号)。
* 长春地质学院能源地质系。
** 南京大学地球科学系。
本文 1994 年 9 月收到，1995 年 3 月改回，萧品芳编辑。

1.1 样品选择

本文的研究目的是测定松辽盆地白垩系泉头组—嫩江组的地质时代,因要解决的是沉积年龄问题;故必须选择能够指示沉积年龄的自生矿物或碎屑矿物(如同期火山碎屑)。结合沉积层序和沉积相的具体特点[1)],以及有关的薄片和电镜–能谱分析结果[4],笔者选取湖相泥质岩作为泉头组、青山口组和嫩江组 K–Ar 稀释法的被测样品;选择含泥质蒸发盐岩作为泉头组 Rb–Sr 等时年龄的测定样品;选择结核状泥质白云岩、生物灰岩、泥岩作为嫩江组 Rb–Sr 等时线年龄的测定对象。

保证被测组分确系"同沉积"成因是本项研究的基础。为此笔者在详细的薄片鉴定、电镜–能谱分析、X 射线衍射分析和定量化学全分析的基础上,逐一筛选出适于本项研究的测试样品。现将样品选择过程及主要依据概括如下:

蒸发盐岩样品　成分以硬石膏、重晶石和天青石为主;电镜下主要呈数微米—数十微米的半自形—它形晶与方解石镶嵌,伊利石、绿泥石和沸石等沉积或成岩早期形成的自生矿物[5, 6]充填在它们的空隙中,各矿物间界线清楚,成分突变,无交代特征。手标本(及显微镜)中,硬石膏与重晶石及天青石集合体可达数厘米长,多呈不规则结核状(或蜂窝状)、透镜状和串珠状,平行层面断续排列,不切割层理(或与层理关系不清),常见同沉积示底构造,底面呈滑弧形、顶面平直或棱角状;镜下可见膏盐组分作为基质,粉砂级碎屑悬浮其中的"基底式"同生胶结结构。上述特征反映该蒸发盐是同沉积期底部成核,过饱和结晶沉积形成的;同时说明样品没有遭受明显的后期溶蚀和重结晶等,可能引起原生组分再分配的地质作用[2)]。

泥质岩样品　选取侧向延续性好、稳定湖相环境的泥质岩。嫩江组主要采集膨润土层样品。自生粘土矿物主要为伊利石、蒙脱石、伊蒙混层和高岭石,其次为绿泥石。电镜下自生粘土呈磷片状集合体,单晶 $<2\mu m$。常含有相当量的细粉砂级碎屑组分,成分以石英和方英石为主,其次为碱性长石和斜长石(表 1)。嫩江组泥质岩中的碎屑组分常见晶屑、玻屑结构。

生物碳酸盐岩、结核状碳酸盐岩、泥质岩样品　选取同层位或相当层位的湖相沉积组分(以保证同时沉积,初始 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 相同)。根据层序性质和结构构造特征,可以确定它们确属同沉积期形成[4];但由于这些样品往往含铷低而含钙、镁等干扰元素高,常给测定带来困难。然而,对于 Rb–Sr 等时线法,低 Rb／Sr 的样品对于准确控制等时线的下端点常很有用。所以,若能恰当选择样品,仍能拟合出好的等时线。笔者在详细的野外和显微镜、电镜等研究工作基础上,根据化学成分分析结果(表 2)选出用于 Rb–Sr 等时线年龄的测试样品。从测得的等时线年龄结果看,说明样品选择合理、适于年龄测定(图 1)。

---

1) 王东坡,刘招君,王璞珺等. 松辽盆地中生代主要目的层段的沉积相研究及生储盖探讨. 国家重点攻关项目(75–54–01–11–01)专题研究报告.

2) 王璞珺,任延广,王东坡. 松辽盆地白垩系泉头组蒸发盐岩的成因及其古环境意义研究. 沉积学报,1995: 13(3): 在印刷中.

表1 被测泥质岩样品的X光衍射分析结果

Table 1 Composition of apelite sample determined by XRF

序号	样品原始组成(%)						与碎屑组分定量分离后粘土矿物相对含量(%)					
	石英	方英石	碱性长石	斜长石	方解石	粘土	蒙脱石	I/S混层	伊利石	高岭石	混层比	有序度
1	56	8	10	14	0	12	0	65	31	4	40	部分有序
2	23	5	12	27	0	33	92	0	3	5	93	无序
3	11	7	14	13	0	55	70	0	1	29	95	无序
4	53	4	11	14	7	11	0	76	23	1	47	部分有序
5	53	4	11	14	10	8	0	76	23	1	50	无序
6	50	6	13	21	0	10	0	69	21	10	40	部分有序
7	40	3	11	13	22	3	0	41	52	7	35	有序
8	41	3	20	23	0	13	0	64	33	3	35	有序
9	53	5	11	16	6	9	0	54	43	7	40	部分有序

注:样品挑选和前期处理由王璞珺等完成;分析鉴定在长春地质学院X光实验室完成。

表2 用于Rb-Sr等时线年龄测定的样品化学成分分析结果

Table 2 Chemical compositions of samples used for Rb-Sr dating

样号	SiO_2 (%)	CaO (%)	Fe_2O_3 (%)	Al_2O_3 (%)	MgO (%)	Mn (μg/g)	Ba (μg/g)	Sr (μg/g)	Rb (μg/g)	Rb/Sr	岩石名称
Y_1	12.9	34.2	5.2	2.9	17.7	1428	488	2027	37	0.018	泥质铁白云岩
Y_2	5.5	48.6	2.1	0.2	3.8	2227	482	244	13	0.005	泥质介形虫灰岩
Y_3	14.7	31.6	7.8	3.4	15.6	1320	309	1736	39	0.022	泥质铁白云岩
Y_4	19.4	27.1	8.0	4.4	13.3	1054	1083	1706	46	0.026	泥质铁白云岩
Y_5	5.4	49.5	2.3	0.2	7.9	1994	725	2267	11	0.005	介形虫泥质白云质灰岩
Y_6	13.5	32.9	5.2	3.6	16.9	454	480	2083	38	0.018	泥质铁白云岩
Y_7	5.1	49.1	3.1	0.1	8.0	2497	276	1867	81	0.004	介形虫含泥灰岩
Y_8	8.3	44.0	2.7	1.2	4.8	2655	387	2104	15	0.007	介形虫泥质灰岩
Y_9	64.7	2.5	4.2	16.6	2.2	409	455	207	121	0.584	含灰质泥岩
Y_{10}	62.2	0.9	2.5	26.8	2.1	111	806	1250	149	0.119	泥质岩
Y_{11}	62.5	2.1	4.7	18.1	2.1	374	848	417	151	0.362	泥质岩

注:样品挑选和前期处理由王璞珺等完成;成分测试在长春地质学院X光萤光实验室完成。

1.2 样品处理

沉积岩测年龄样品的处理,主要是将自生组分与碎屑组分定量分离。K-Ar测年龄样品主要是选取伊利石及蒙脱石和伊蒙混层等自生粘土组分。Rb-Sr测年龄的一组样品,应是Rb-Sr值有显著差别的不同自生矿物,以提高等时线的拟合度。

用于Rb-Sr等时线年龄测定的含泥质蒸发盐样品 处理的目的是获得纯净蒸发盐

矿物(硬石膏、重晶石和天青石)和含泥质蒸发盐矿物。结合显微镜和电镜的鉴定结果，选择蒸发盐颗粒>0.1mm，且同沉积泥质组分含量高的样品；用铁乳钵边碎边过筛，直至60—100目；使得蒸发盐矿物与相邻的(沉积)泥质组分间全部或部分解离；用蒸馏水漂洗数次，除去过细的悬浮组分后蒸干；用杜列重液(81mL蒸馏水：270g HgI_2：130g KI)将"泥质"蒸发盐矿物与碎屑矿物分离；蒸馏水洗去残余重液后蒸干；在双目实体显微镜下挑选不含碎屑矿物的蒸发盐和"泥质"蒸发盐颗粒>5g；研至-200目，用于Rb/Sr初测和Rb-Sr等时年龄测定。本步的关键是即要使一部分蒸发盐样品中带有一定量的同沉积泥质组分，又绝不能混入碎屑矿物。

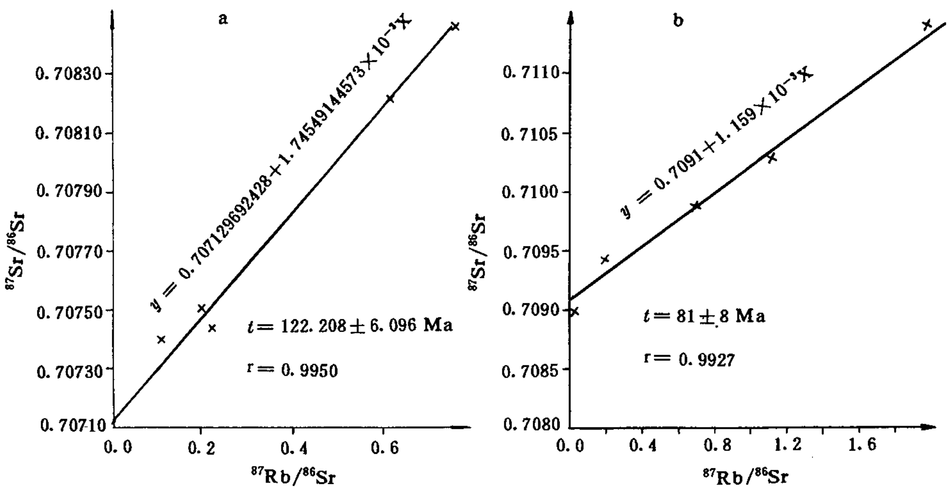

图1　松辽盆地白垩纪湖侵沉积层序Rb-Sr等时线年龄

(a：泉头组；b：嫩江组)

Fig. 1　Rb-Sr isochrone ages of the Cretaceous transgressional sequence of the Songliao Basin

(a: Quantou Fm.;　b: Nenjiang Fm.)

用于K-Ar法年龄测定的泥质岩样品　根据显微镜和X-光鉴定结果，泥质岩中含有大量细粉砂级(0.02—0.005mm)石英和长石碎屑，部分样品为钙质泥岩(表1)。据此先将样品碎至-100目(<0.15mm)过筛，除去<200目的粗碎屑部分，保留-200目的细粒组分；称10—20g细组分样品加5%HCl(V/V)100mL，充分搅伴，除去钙质组分，洗净残余HCl，加100mL蒸馏水，超声波分散30分钟；将样品移至500mL大烧杯中制成悬浮液；用沉降法分离出沉积粘土组分，蒸干，X-射线衍射法检查分离效果(表1)，待测。本步处理的关键是避免碎屑组分混入和防止氩在样品处理中的损失(烘干温度<100℃，避免长时间过细研磨)。

用于Rb-Sr等时线法的泥质碳酸盐与(灰质)泥岩样品　处理的目的是获得一组纯净的方解石、白云石和含泥质灰岩及粘土矿物。选择新鲜、未遭受风化、蚀变和重结晶的样品；挑选纯净生物灰岩、结核状白云岩及同沉积粘土矿物。泥质岩除去碎屑组分的处理步骤与(2)相同。每个样品>5g，研至-200目，待测。本步处理中应特别注意防止样品的

污染；因为等时年龄测定中样品用量小(<100mg)，而此类样品中铷和放射成因的^{87}Sr含量均很低(10^{-6}—10^{-10}g／100mg)，属超微量分析，任何污染都能导致测试失败。

1.3 测试方法

Rb–Sr 等时线法 称−200 目已在 90℃烘干 8 小时的样品 50—100mg 于 10mLF$_{48}$尖底塑料杯内，按最佳稀释比加入^{87}Rb和^{87}Sr稀释剂，摇匀；加入 2—3mL HNO_3，7mLHF 在控温电热板上于 100℃放置过夜至样品全部溶解；再加入 3—4mL HNO_3，5mL $HClO_4$蒸至冒白烟；加水离心除去 CaO 和 MgO，取上清液过柱(200—400 目 DoweX50X8 型阳离子交换树脂，柱径 8mm、高 100mm)，用 8mL1.5mol／L 和 2.5mol／L 的 HCl 分别洗涤铷和锶，蒸干，加数滴 1%HCl 溶解，待质谱仪测定。

K–Ar 稀释法(按文献[7]所述方法分析测定) 按上述采样、选样过程，样品处理方法和分析测试流程，对松辽盆地白垩纪泉头组至嫩江组的暗色泥岩进行了 K–Ar 稀释法同位素年龄测定(表 3,4)，对下白垩统泉头组和上白垩统嫩江组，分别以泥质蒸发盐和泥质碳酸盐岩、泥岩为测定对象，进行了 Rb–Sr 等时线年龄测定(图 1、表 4)。

表 3 松辽盆地泉头组至嫩江组暗色泥岩 K–Ar 同位素年龄测试结果

Table 3 K–Ar ages of the Quantou Formation–Nenjiang Formation black shales of the Cretaceous Songliao Basin

样品号	样品名称	样品重 (g)	K (%)	$^{40}Ar^*$ 10^{-10}mol／g	^{40}Ara (%)	$^{40}Ar^*-{}^{40}K$	视年龄 $t(\pm 1\sigma)$ (Ma)	层 位	磁性地层与生物地层综合时代
R_1	粘土	0.121 70	1.35	0.1856	56.4	0.004 61	77.6±0.6	嫩江组	73—84Ma
R_4	粘土	0.134 85	3.45	0.4693	26.0	0.004 56	76.8±1.3	嫩江组	73—84Ma
R_3	粘土	0.147 40	4.07	0.6435	31.4	0.005 30	89.0±1.8	青山口组	88.5—100Ma
R_5	粘土	0.103 65	3.19	0.5270	50.3	0.005 54	92.8±1.5	青山口组	88.5—100Ma
R_2	粘土	0.118 5	2.64	0.5284	36.5	0.006 71	111.9±1.5	青山口组	88.5—100Ma
AR_4	粘土	0.105 5	4.48	9.9174	34.6	0.007 42	123.3±8.3	泉头组	100—113Ma

注：1. 高瑞祺，萧德铭，大庆油田探区油气勘探新进展，大庆油田管理局勘探开发研究院内刊，1991，17页，表1-5. 2. $^{40}Ar^*$为放射成因^{40}Ar；1σ为一倍标准偏差. 3. 以上样品的挑选和前期处理由王璞珺等完成，同位素年龄测试在中国科学院地质研究所八室进行.

将所测得的 K–Ar 同位素年龄与生物地层、磁性地层的年龄对比(表 3)，可以看出二者的结果基本吻合。但青山口组一段底界年龄比原界线年龄大 10Ma。其原因可能是样品中混入碎屑粘土组分所致；也可能是青山口组的底界年龄需适当下移。究竟如何解释更合理尚需进一步查证。

图 1 中嫩江组一段的 Rb–Sr 等时线年龄为 81±8Ma。生物地层与磁性地层限定的年龄界线为 77.4—84.0Ma(表 3 注 1)。二者年龄值比较吻合。泉头组三，四段的 Rb–Sr 等时线年龄为 122±6.096Ma，比生物地层与磁性地层年龄的下限(113.0Ma)偏高。从曲线的拟合情况看(拟合度 r=0.9950)，样品间线性良好，说明它们符合“同时形成，具相同

初始 Rb／Sr 值和始终保持封闭体系”三个条件。由此可推知，“混入碎屑组分使年龄结果偏高”的可能性较小。因混入的碎屑组分与同沉积组分的初始 Rb／Sr 值通常不同，故两种组分不会落在同一等时线上。所以该结果说明，泉头组底界的年龄似乎应适当提早(3—5Ma)。

表 4　松辽盆地泉头组至嫩江组同位素年龄测定结果

Table 4　Isotopio datings of the Ouantou to Nenjiang Formations of the songliao Basin

样品号	组 段	采 样 地 点	岩 性	测试方法	年龄(Ma)
R_4	K_2n^4	FS2 井 810m	暗色泥岩	K–Ar 法	76.8 ± 1.3
R_1	K_2n^4	FS2 井 860m	暗色泥岩	K–Ar 法	77.6 ± 0.6
R_3	K_2qn^{2+3}	J617 井 1114m	暗色泥岩	K–Ar 法	89.0 ± 1.8
R_5	K_2qn^{2+3}	J617 井 1162m	暗色泥岩	K–Ar 法	92.8 ± 1.5
R_6	K_2qn^1	ZS5 井 1768m	暗色泥岩	K–Ar 法	111.9 ± 1.5
AR_4	K_1q^3	SHU113 井 2049m	暗色泥岩	K–Ar 法	123.3 ± 8.3
Y_1	K_2n^{1+2}	姚家站剖面	泥质白云岩结核	Rb–Sr 等时线法	81 ± 8
Y_2	K_2n^{1+2}	姚家站剖面	泥质介形虫灰岩	Rb–Sr 等时线法	81 ± 8
Y_3	K_2n^{1+2}	姚家站剖面	泥质白云岩结核	Rb–Sr 等时线法	81 ± 8
Y_4	K_2n^{1+2}	姚家站剖面	泥质白云岩结核	Rb–Sr 等时线法	81 ± 8
Y_5	K_2n^{1+2}	姚家站剖面	泥质灰岩	Rb–Sr 等时线法	81 ± 8
Y_6	K_2n^{1+2}	姚家站剖面	泥质白云岩结核	Rb–Sr 等时线法	81 ± 8
Y_7	K_2n^{1+2}	姚家站剖面	泥灰介形虫灰岩	Rb–Sr 等时线法	81 ± 8
Y_8	K_2n^{1+2}	姚家站剖面	泥质介形虫灰岩	Rb–Sr 等时线法	81 ± 8
Y_9	K_2n^{1+2}	姚家站剖面	灰质泥岩	Rb–Sr 等时线法	81 ± 8
Y_{10}	K_2n^{1+2}	姚家站剖面	暗色泥岩	Rb–Sr 等时线法	81 ± 8
Y_{11}	K_2n^{1+2}	姚家站剖面	暗色泥岩	Rb–Sr 等时线法	81 ± 8
1 号至 11 号	K_1q^{3+4}	SHU113 井 2302—2000m	泥质蒸发盐岩	Rb–Sr 等时线法	122.208 ± 6.096

注：1.以上样品的挑选和前期处理由王璞珺等完成；分析测试分别在长春地质学院X–萤光实验室、测试中心同位素二室和中国科学院地质研究所八室完成。2.组段代号涵义同表 5。

2　松辽盆地白垩纪地层时代划分与对比

迄今人们已对松辽盆地白垩系的地质时代从生物地层和磁性地层等方面进行了大量的研究工作[8,9]。高瑞祺、萧德铭(1991，表 3 注 1)对有关研究成果进行了系统总结，并结合下白垩统下部营城组及其下伏地层的火山岩和火山凝灰岩的同位素年龄结果，提出松辽盆地“地层年代的趋势性意见”。

总体看，本文同位素年龄的测定结果与该“趋势性划分方案”的主要分层界线比较吻合。故本文在该方案的基础上草拟出松辽盆地白垩纪地层时代划分的修正方案(表 5)。现就表 5 中的有关问题说明如下。

表5 松辽盆地中新生代地层时代划分的修正方案

Table 5 Modified stratigraphic classification of the Mesozoic and Cenozoic of the Songliao Basin

纪	世	组	段及代号	距今时间(Ma,BP)		欧洲分阶 Harland W.B.等(1989)	原划分方案(表3注1)	Ma BP	世
第四纪		第四系		2.0	1.64	Calabrian		2.0Ma	Q
晚第三纪	上新世	泰康组	末分段 N_2t	6.0	5.2	Piacenzian — Zanclian	泰康组	6.0	上新世
	中新世	大安组	末分段 N_2d	25.0	23.3	Messinian — Aquitanian	大安组	25.0	中新世
早第三纪	渐新世	依安组	末分段 $E_{2-3}y$	65.0	65	Chattian — Danian	依安组	65	中新世
白垩纪	晚白垩世	明水组	一至二段 K_2m^{1-2}	67.7		Maastrichtian	明水组	87.7	晚白垩世
		四方台组	末分段 K_2s	73.0	74		四方台组	73	
		嫩江组	三至五段 K_2n^{3-5}	80.0		Campanian	嫩江组 三—五段	77.4	
			一、二段 K_2n^{1+2}	84.0	83		嫩江组 一、二段	84	
		姚家组	二、三段 K_2y^{2+3}	86.4	86.6	Santonian	姚家组 二、三段	87.5	
			一段 K_2y^1	88.5	88.5	Coniaoian	姚家组 一段	88.5	
		青山口组	二、三段 K_2qn^{2+3}		90.4	Turonian	青山口组 二、三段	91	
				97.0	97	Cenomanian	青山口组 一段	100	
			一段 K_2qn^2	100.0		Albian	泉头组 三、四段		
	早白垩世	泉头组	三、四段 K_1q^{3+4}	116	112			113	早白垩世
			一、二段 K_1q^{1+2}	119		Aptian	泉头组 一、二段	116	
		登娄库组	三、四段 K_1d^{3+4}	122?	124.5		登娄库组 三、四段	119	
			一、二段 K_1d^{1+2}	125	131.8	Barremian	登娄库组 一至二段	125	
		营城组	一至二段 K_1y^{1-2}	131	135	Hauterivian	营城组	131	
		沙河子组	一至四段 K_1s^{1-4}		140.7	Valanginian	沙河子组		
				144	145.6	Berrinasian		144	
侏罗纪	晚侏罗世	火石岭组	未分段 J_3h		152.1	Tithonian	火石岭组		晚侏罗世
				156	154.7	Kimmeridgian		156	

注：右三栏为原划分方案。

2.1 分组年代界线

本文同位素年代的研究层位为白垩纪泉头组—嫩江组。测得青山口组一段底界的K–Ar 年龄为 111.9 ± 1.47Ma，比原方案(100Ma)提早约 10Ma。但考虑到青山口组上部至嫩江组的年龄结果均与原方案吻合，故笔者推测这一青山口组底界年龄 111.9 ± 1.47Ma，很可能是混入碎屑粘土组分干扰的结果。本文测得泉头组中上部的 Rb–Sr 等时线年龄为 122.208 ± 6.098Ma，相应的 K–Ar 年龄为 123.3 ± 8.3Ma，比原界线(113Ma)亦提早约 10Ma。根据该等时线的拟合效果，该年龄值有较高的可信度(见 1.3 节讨论)。因该年龄值的测量误差分别为 6.098Ma 和 8.3Ma，所以界线实际应提早的年龄值不应低于 2—3Ma(因 123−8−113 = 2；122−6−113 = 3Ma)(表 5)。

嫩江组以上和泉头组以下的组段界线，以及晚侏罗世与早白垩世的界线仍延用原分层结果。

2.2 分段年代界线

组段间的年龄界线较之原方案有较多改动，而且笔者认为理由较为充分。例如，原嫩江组一、二段与三−五段的分层年龄为 77.4Ma；而笔者测得的嫩江组四段泥岩的 K–Ar 年龄为 76.8—77.8Ma，测得嫩江组一、二段中上部碳酸盐岩与泥岩层系的 Rb–Sr 等时线年龄为 81 ± 8Ma；故将嫩江组一、二段与三−五段的界线年龄定为 80Ma。又如，青山口组一段与二、三段的原分层年龄为 91.0Ma；而笔者测得青山口组二、三段中上部泥质岩的 K–Ar 年龄值为 89—92.8Ma；结合沉积厚度和沉积速率的有关结果[10]，将青山口组一段与二、三段的界线年龄定为 97Ma。

2.3 与欧洲阶的对比问题

表 5 中采用 Harland 等(1989)的欧洲阶划分方案。主要考虑该方案曾是 MCE (Mid–Cretaccous Events)计划的首选方案[11]。加之有关白垩系的许多研究成果已多采用了该分阶方案。因此，引用该欧洲分阶可能会便于松辽盆地白垩系与全球白垩系的对比。

与欧洲阶的对比是以同位素年龄为根据的，其主要目的仍是为了便于全球对比。以往的对比方案多强调各组段与欧洲阶的“对等对比”，即强调了各组段分层界线与相应欧洲阶年代界线的“一致性”。考虑到欧洲分阶本身的不一致性(不同学者的划分方案间常有较大差异)和地层发育的区域性特点，尤其是越来越多的研究结果表明，象全球(及相对)海平面升降这样的地质事件也并非总是具有全球的“等时性”[11]。所以，“对等对比”也许会在某种意义上限制我们对松辽白垩系的进一步认识。而以同位素年龄为基础的对比，尽管其各组段的分层界线与欧洲阶年代不会完全吻合，也会有利于我们把松辽白垩系放到全球的大循环中加以研究；有利于我们更加全面、完整和准确地了解我国(非海相)白垩纪层序的发生、发展和演化规律，及其与全球白垩系的联系。

参 考 文 献

1 Roden M K, Elliott W C, Aronson J L and Miller D S. A comparison of fissiontrack ages of appatite and zircon to the K / Ar ages of illite / smectite (I / S) from Ordovician K-bentonites southern Appalachian Basin. Jour. Geology, 1993, 101(5): 633—641.

2 Phelps D W, Harrison T M. Applications of $^{40}Ar / ^{39}Ar$ thermochronology on detrital patassium feldspars to the study of sedimentary basins. In: Burrus J. ed. Thermal modelling of sedimetary basins. Paris: Edition Technip, 1986, 311—322.

3 Faure G. 同位素地质学原理. 潘曙兰，乔广生译. 北京：科学出版社，1983. 71页.

4 王璞珺、周燕，王东坡. 白垩纪非海相沉积层序同位素年龄的直接测定研究及盆地分析中的同位素年代学方法. 世界地质，1994, 13(3): 124—131.

5 Hay R L. 沉积岩中的沸石及其成因. 黄典豪译. 北京：地质出版社，1978. 1—11页.

6 Andreason M W. Coastal siliciclastic sabkhas and related evaporitive environments of the Permian Yates formation, North Wards-Estcs field, Ward County, Texas. AAPG Bull., 1992, 76(11): 1735—1759.

7 王松山. 我国K-Ar法标准样$^{40}Ar-^{40}K$和$^{40}Ar-^{39}Ar$年龄测定及放射成因^{40}Ar的析出特征. 地质科学，1983, (4): 315—323.

8 高瑞祺，张莹，崔同翠. 松辽盆地白垩纪石油地层. 北京：石油工业出版社，1985. 1—234页.

9 叶德泉. 松辽盆地白垩纪介形虫类生物地层和磁性地层学意义. 大庆石油地质与开发，1991, 10(4): 1—11.

10 杜小弟，王璞珺. 沉积速率的定量计算. 长春地质学院学报，1992, 22(1): 67—71..

11 Royment R A, Bengtson P. eds. Events of the Mid-Cretaceous (final report on results obtained by IGCP project No. 58). Oxford: Pergamon Press, 1986. 1—26.

THE CHRONOSTRATIGRAPHY AND STRATIGRAPHIC CLASSIFICATION OF THE CRETACEOUS OF THE SONGLIAO BASIN

Wang Pujun*, Du Xiaodi**, Wang Jun* and Wang Dongpo*

Abstract

Situated in the northeast part of China (latitudes 42°—49° N; longitudes 120°—128° E), the Songliao Basin is a Cretaceous nearshore continental basin. The authors of this paper determined, for the first time, the isotopic ages of the Cretaceous Quantou Formation to Nenjiang Formation (K_1q–K_2n) of the basin with K–Ar and Rb–Sr methods using samples of mudstones, carbonate rocks and evaporites. The K–Ar ages of mudstones are 123.3 ± 8.3Ma for the third member of the Quantou formation (K_1q^3), 111.9—89.0Ma for the Qingshankou Formation (K_2qn) and 77.6—76.8 Ma for the fourth member of the Nenjiang Formation (K_2n^4). The Rb–Sr isochrone age of carbonate rocks of the first and second members of the Nenjiang Formation (K_2n^{1+2}) is 81 Ma and that of evaporites of the third

* Geoenergy Department, Changchun College of Earth Sciences Changchun, Jilin.
** Earth Sciences Department, Nanjing University, Jiangsu.

member of the Quantou formation (K_1q^3) is 122.2Ma.

Based on the above isotopic age data, the authors propose a modified stratigraphic classification scheme for the Mesozoic and Cenozoic sequences of the Songliao Basin. The detailed procedures of sampling, mineral separation and age determination are also presented.

Key words: Songliao Basin, Cretaceous, lake transgressive sedimentary sequence, isotopic age, stratigraphic classification

作 者 简 介

王璞珺,男　1959 年生。1982 年于长春地质学院获分析化学专业学士,1989 年获岩石学硕士,1994 年获沉积学博士学位。1992 年晋升为副教授。现任长春地质学院能源系沉积岩教研室主任,从事沉积学及沉积地球化学的教学和研究工作。通讯处:长春市建设街 79 号(鸽子楼)长春地质学院能源系中心实验室,邮政编码:130061。