

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

金沙江中段元古宙变质岩的 Sm-Nd 同位素年龄报道

郝太平

(青海地质科学研究所 西宁)



金沙江中段的古老变质岩由多期变质的元古宙变质岩石单元组成。利用 Sm-Nd 同位素方法获得了雄松群二云母片岩全岩同位素等时线年龄 1594 Ma 和 1723 Ma、2011 Ma 两组模式年龄。前者代表了成岩年龄,后者代表金沙江中段地层的基底年龄,这与金沙江流域乃至整个华南地壳最初形成的年龄十分相似。表明,川西、藏东地区雄松群变质岩可能属于华南地壳的组成部分。其形成时间应在早元古代或更早的时期内。

关键词 变质岩 Sm-Nd 同位素年龄 陆壳形成时间

分布于川西、藏东的雄松群变质岩至今尚无确切的年龄报道。本文试图在变质岩岩石学工作的基础上,根据取自变质沉积岩的 Sm-Nd 同位素等时线年龄和计算的 Nd 模式年龄,并结合其它同位素地质年龄数据,讨论和提出雄松群的成岩年龄和本区大陆壳的形成时间。

1 地质概况

发育在川西-藏东,纵向上沿金沙江两岸展布的中级变质岩系称雄松群,时代归属元古宙^[1]。

表 1 雄松群二云母片岩的主元素和 REE 化学分析
Table 1 Chemical analyses of main elements and REE
from muscovite-biotite schist in Xionsong group

岩 性	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	La
含石榴二 云母片岩	70.54	0.47	14.17	1.91	4.00	0.05	2.78	0.67	2.43	2.80	0.17	82

岩 性	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Y
含石榴二 云母片岩	125	12.5	49	13	1.6	8.8	1.6	6.0	1.35	4.0	0.56	4.4	52

主元素由青海地矿局第一实验室分析、REE 由西安地质综合测试中心测定

雄松群为一套由不同比例的片岩、片麻岩、斜长角闪岩以及大理岩组成。原岩组成为泥质岩、中基性火成岩、碳酸盐岩组合。重点描述的片岩发育在变质岩系的中上部位, 以夹有石墨片岩的含或不含石榴石的二云母片岩为主体, 变质程度一般为高绿片岩相, 最高达低角闪岩相。野外观察, 地层连续性较好。二云母片岩岩石化学以富 K、Si、Al 为特征, 具有强烈富集的轻稀土(LREE)和明显的 Eu 负异常配分模式(表 1)。REE 丰度和配分型式类似于攀西前震旦系原岩为泥质岩石的二云母片岩^①。显示成熟地壳岩石的基本特点。

2 样品和数据表示

所有样品均取自西藏贡觉县雄松乡西的二云母片岩露头上(图 1)。样品在垂直地层厚度方

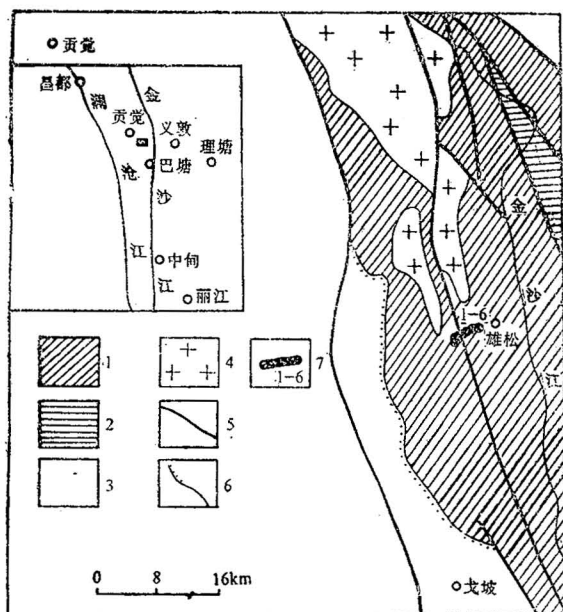


图 1 金沙江中段雄松群变质岩分布简图

Fig. 1 Sketch map of Xiongson group metamorphic rocks from the median section of Jinsha River

1—雄松群变质岩; 2—古生代变质岩; 3—中生代盖层区; 4—花岗岩类侵入体; 5—断裂; 6—地质界线或不整合界线; 7—采样位置

1—Xiongson group metamorphic rocks; 2—palaeozoic metamorphic rocks; 3—mesozoic-cenozoic covering strata; 4—granitoids intrusion; 5—fault; 6—boundary of geologic or unconformity; 7—sampling location

向上以 100m 的间距采集, 他们均具有相同的成因和相似的沉积、变质条件。Sm、Nd 是由贵阳地化所测定的, 数据见表 2。等时线年龄计算采用 York (1966) 的方法^[2]。York 方程参数 $A = 0.5108223$, 误差 0.0001762, $b = 0.0104791$, 误差 0.0015813。 $\epsilon_{Nd}(T)$ 、 (T_{CHUR}) 、 (T_{DM}) 参数采

表 2 二云母片岩 Sm-Nd 同位素数据

Table 2 Sm-Nd date of muscovite-biotite schist

序号	样品编号	Sm(ppm)	Nd(ppm)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$
1	15 P ₁ JD 26-1	1.789	9.510	0.512 009	0.112 4
2	15 P ₁ JD 26-2	4.465	27.553	0.511 864	0.098 0
3	15 P ₁ JD 26-3	4.741	23.260	0.511 912	0.123 2
4	15 P ₁ JD 26-4	4.674	25.194	0.511 856	0.112 2
5	15 P ₁ JD 26-5	4.192	23.548	0.511 928	0.107 6
6	15 P ₁ JD 26-6	4.948	24.890	0.512 092	0.120 4

样品由贵阳地化所分析

① 长春地质学院, 科学研究报告年鉴 1985, 19—76 页。

用 Depaolo 和 Wasserburg (1976) 提出的方法^[3]。因计算的 ϵ_{Nd} 在 2.67—7.06 之间, 属轻度亏损地幔, 因而 T_{DM} 的 $^{143}Nd/^{144}Nd$ 和 $^{147}Sm/^{144}Nd$ 分别采用 0.513151 和 0.21362。计算的 $\epsilon_{Nd}(T)$ 、 T_{DM} 和 T_{CHUR} 列于表 3 中。

表 3 川西-藏东变质岩的 Nd 模式年龄
Table 3 Nd model ages of metamorphic rock in
western Sichuan-eastern Xizang

序 号	样品编号	Sm/Nd	$\epsilon_{Nd}(T)$	T_{DM}	T_{CHUR}
1	15 P ₁ JD 26—1	0.188	5.649	1719.187	1140.259
2	15 P ₁ JD 26—2	0.162	3.206	1692.484	1193.376
3	15 P ₁ JD 26—3	0.204	3.465	2080.992	1507.038
4	15 P ₁ JD 26—4	0.177	2.667	1940.039	1412.130
5	15 P ₁ JD 26—5	0.178	4.198	1753.751	1217.013
6	15 P ₁ JD 26—6	0.199	7.059	1727.245	1094.267

3 结果和讨论

3.1 等时线年龄

等时线年龄一般代表岩石结晶的年龄。选择 Nd 模式年龄相近的 1、2、5、6 号样品做等时线(图 2), 相关系数为 0.986, 得出的年龄值为 1593.97 Ma, ϵ_{Nd} 值为 4.8 ± 3.4 。他们的 $^{147}Sm/^{144}Nd$ 变化在 0.09799—0.12040 之间, Sm/Nd 在 0.162—0.199 之间, 变化较大, 形成的等时线可信度较高。 $^{143}Nd/^{144}Nd$ 在 0.511864—0.512092, 平均 0.5119, 与大陆壳的平均 $^{143}Nd/^{144}Nd$ 值一样^[4]。3、4 号样品偏离等时线较远, 若以此构成等时线, 则斜率明显小于 1、2、5、6 号样品构成的等时线斜率。是否暗示了岩石形成后, 遭受过强烈的后期变质事件, 岩石中的同位素发生过迁移和再平衡(均一化), 或者是变质岩石由两套不同时代的地层组成, 变质后使之无法在野外识别所致。从岩石特征和雄松群中三组 Rb-Sr 全岩等时线 611—669 Ma 的变质年龄(未发表)来看, 似乎前一种可能较为可信。因此等时线年龄基本上可代表雄松群形成的上限年龄。

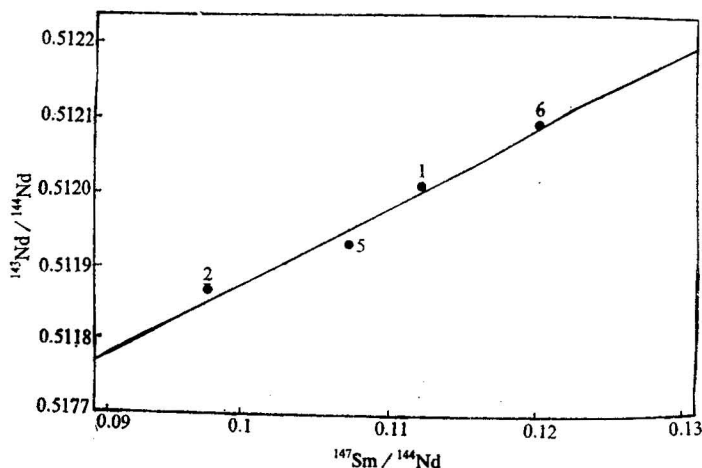


图 2 雄松群二云母片岩的 Sm-Nd 等时线

Fig. 2 Sm-Nd isochron of muscovite-biotite schist from Xionsong group

3.2 Nd 模式年龄

地壳岩石的 Nd 模式年龄最初由 D. J. Depaolo 等 (1976) 和 M. T. McCulloch 等 (1978) 基于地壳岩石中 Nd 同位素的两阶段演化模式提出的。他代表的是样品物质由地幔分离的时间,或大陆壳的形成时间^[5]。

计算的雄松群二云母片岩模式年龄(表 3)可为两组。第一组 T_{DM} 模式年龄为 1 692—1 754 Ma, 另一组集中于 1 940—2 080 Ma, 平均值分别为 1 723 Ma 和 2 011 Ma。 T_{CHUR} 模式年龄明显低于等时线年龄,但也有与 T_{DM} 一致的分组,分别为 1 094—1 217 Ma 和 1 412—1 507 Ma。 ϵ_{Nd} 值在 2.7—7.0 之间,均为正值,表明地壳岩石可能来源于轻度-中等程度亏损的上地幔。对于 ϵ_{Nd} 值的变化有两种可能的解释,(1)元古代的构造体制使地壳物质不能过多的重新进入地幔,从而无法抑制亏损上地幔 ϵ_{Nd} 值的生长;(2)亏损地幔岩浆未发生过地壳混染。二云母片岩的 ϵ_{Nd} 变化似乎用第一种解释较为适宜。因而 T_{CHUR} 模式年龄往往对地壳岩石的实际形成时间估计过低,而 T_{DM} 模式年龄往往能获得令人满意的结果。计算的 Nd 模式年龄(T_{DM})与等时线年龄相差 129—417 Ma, 这说明这些变质的泥质碎屑岩是早元古代地壳简单再循环的产物,在沉积过程中新地幔物质的加入是很少的。Sm/Nd 比值的变化也反映了这一特点,6 个样品的 Sm/Nd 比值平均 0.185, 变化范围为 0.162—0.204, 与花岗岩的 Sm/Nd 平均值 (0.188)^[6] 非常近似。我们在雄松-戈坡一带沿金沙江西岸采集的二云母片岩和斜长角闪岩的 Rb-Sr 全岩混杂等时线年龄为 1887 Ma^①。尽管对这一年龄的解释尚有争议,但对于变质岩原岩形成时间可能属于早元古代没有疑问的。在邓柯一带已有锆石 U-Pb 一致线年龄 1 870 Ma^[1] 得以证实。

3.3 金沙江流域的 Sm-Nd 年龄

金沙江流域乃至长江流域的扬子地台基底古老变质岩中已发表的 Sm-Nd 同位素年龄有,在云南哀牢山群中 T_{DM} 模式年龄集中于 1 950—1 650 Ma 范围^[7],澜沧群 T_{DM} 为 1 900—1 600 Ma, 四堡群与板溪群变质砂岩的 Nd 模式年龄为 1 874—2 124 Ma^[5]。南岭地区基底构造层岩石 26 个样品和 50 个岩体的 79 个样品的 Sm、Nd 模式年龄及 Sm、Nd 等时线年龄中也有两组 2 100 Ma, 1 900—1 600 Ma^[8] 的年龄,分别代表了两次壳幔分离时间。在长江口采集的能够代表长江流域大陆壳平均形成时间的现代沉积物及悬浮物质的 $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 分别为 0.113 2 和 0.117 2^[9], 南京黄土的 $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 为 0.116 05^[3], 计算的 Nd 模式年龄为 1 615—1 678 Ma^[9]。

上述华南地区的 Nd 模式年龄与本文所讨论的 Sm-Nd 年龄的惊人相似,使我们难以用其它因素去解释该区的年龄值。将本文的 T_{DM} 值与上述的华南地区各地的 T_{DM} 对比,可以初步断定,1 723 Ma 和 2 011 Ma 的模式年龄就是金沙江地区大陆壳的形成时间,属于华南大陆壳的一部分。

4 结论

根据本文讨论的 Nd 同位素资料,可以得出以下初步认识和结论:

4.1 川西、藏东造山带中中级变质岩地块的 Nd 模式年龄在 1 723—2 011 Ma, 与华南大陆壳具有相似的 Nd 同位素组成,可能属华南大陆壳的组成部分。结合区域上已有的这一古老基底岩石的其它同位素资料^[1],其最初形成时间在早元古代。等时线年龄则可能代表了成岩年龄或 Nd 同位素均一化的时间。

4.2 变沉积岩的富 K、Si、Al 特征和 LREE 富集特征表明,原金沙江造山带内陆壳为一成熟地壳。 ϵ_{Nd} 值基本代表了轻度亏损上地幔的原始成分,适合采用相对于 MORB 型亏损地幔值

① 白玉、雄松幅 1/20 万区调报告

计算Nd模式年龄。

4.3 变沉积岩的Sm/Nd变化较小,表示未曾发生过明显的分异作用。因此,Nd模式年龄能够较可靠地指示大陆壳的形成时间。

应该说明的是,现有的Sm、Nd资料十分有限,因而根据Nd同位素研究得出的推论仅是初步的认识。

参 考 文 献

- 1 郝太平,谭正义.金沙江中段波罗-巴塘地区元古代地层的确定及主要地质特征.西藏地质,1991,(2):1-7.
- 2 York D. Least-Squares fitting of a Straight Line, Can. J. Phys., 1966, 44: 1079-1086.
- 3 Depaolo D J, Wasserburg G J. Sm-Nd and Rb-Sr chronology of continental crust formation. Science, 1978, 200: 1003-1011.
- 4 许荣华,张宗清,宋鹤彬.稀土地球化学和同位素地质新方法.北京:地质出版社,1985.
- 5 沈渭洲.从Nd模式年龄谈华南地壳的形成时间.南京大学学报(地球科学),1989,(3):82-91.
- 6 Faure G. Principles of isotope geology. New York. John Wiley and Sons. 1986.
- 7 翟明国,从柏林,乔广生,张儒瓌.中国滇西南造山带变质岩的Sm-Nd和Rb-Sr同位素年代学.岩石学报,1990,(4):1-11.
- 8 袁忠信,张宗清.南岭花岗岩类岩石Sm、Nd同位素特征及岩石成因探讨.1992, 38(1):1-15.
- 9 Goldstein S L, O'Nions R K, Hamilton P J. A Sm-Nd isotopic study of atmospheric dust and particulates from major river systems. Earth Planet. Sci. Lett. 1984, 70: 221-236.

Sm-Nd ISOTOPIC AGES OF PROTEROZOIC METAMORPHIC ROCKS FROM THE MIDDLE SECTOR OF THE JINSHA RIVER

Hao Taiping

(Institute of Geological Sciences of Qinghai Province, Xining)

Abstract

Whole-rock Sm-Nd isochron ages and Nd model data of six samples from the Xionsong Group metamorphic rocks in the middle sector of the Jinsha River are reported here. The results show that the isochron ages of muscovite-biotite schist is 1594 Ma, the Nd model ages may be classified into two groups: their average ages are 1723 Ma and 2011 Ma respectively. The diagenetic age of the Xionsong Group appears to be 1594 Ma. The Nd model ages of 1723 Ma and 2011 Ma are very close to those of the continental crust of southern China (the reaches of the Jinsha River and the Yangtze River). The present Xionsong Group metamorphic rocks of western Sichuan and eastern Tibet might belong to continental crust of southern China. They might be initially formed in the early Proterozoic or even earlier.

Key words: metamorphic rocks, Sm-Nd isotope age, formation age of continental crust

作 者 简 介

郝太平,男,1956年生,1978年毕业于青海工农学院(青海大学)地质系。现为青海区调综合地质大队白玉、雄松幅1:20万区调分队付技术负责。通讯地址,青海省西宁市西川南路32号,青海地质科学研究所,邮政编码,810029。