代这种增长已经停止并呈下降趋势, 在 70~ 90 年代的 20 年间格陵兰雪中 Pb 的浓度减少了 7.5 倍[6], 其主要原因是西欧和北美等大多数工业化国家禁止使用加铅汽油的法规得以生效, 使北半球空气中 Pb 的污染程度下降. 而从达索普冰芯中的数据来看, 近几十年, 特别是近几年来, Pb 的含量仍持续增长, 这是由于南亚以及东南亚国家近几年来工业发展较快, 并且还没有禁止含 Pb 汽油的使用, 而达索普冰芯所反映的是更加具有区域性的大气污染状况, 因而在 Pb 的时间趋势上达索普冰芯表现出与南北极不同的情形, 同时也充分体现了大多数发展中国家在发展经济与保护环境中所面临的现实问题.

致谢 本工作为国家自然科学基金(批准号: 49671021)资助项目.

参 考 文 献

1 Murozumi M, Chow T J, Patterson C C. Chemical concentrations of pollutant lead aerosols, terrestrial dusts and sea salts in Greenland and Antarctic snow strata. Geochim Cosmo Acta, 1969, 45: 1247~ 1294
2 Boutron C, Patterson C C. The occurence of lead in Antarctic recent snow firn deposited over the last two centuries and prehistoric ice. Geochim Cosmo Acta, 1983, 47: 1335~ 1368
3 姚檀栋, 蒲健辰, 王宁练, 等. 中国境内又一种新成冰作用的发现. 科学通报, 1998, 43: 94~ 97
4 姚檀栋. 1997 年中国十大科技进展之一——青藏高原海拔 7 000 m 冰芯的钻取及意义. 冰川冻土, 1998, 20: 1~ 2
5 段克勤, 姚檀栋, 蒲健辰, 等. 达索普浅孔冰芯中记录的现代环境过程. 海洋与第四纪地质, 1998, 18: 65~ 70
6 Boutron C F, Gorlach U, Candelone J P, et al. Decrease in anthropogenic lead, cadmium and zinc in Greenland snows since the late 1960 s. Nature, 1991, 353: 153~ 156
7 Batifol F, Boutron C, Angelis M. Changes in copper, zinc and cadmium concentration in Antarctic ice during the past 40 000 years. Nature, 1989, 337: 544~ 546
8 O' Neill P. Sulphur in Environmental chemistry. U K: George Allen and Unwin Ltd, 1985. 231
9 世界资源研究所主编. 世界资源. 北京: 北京大学出版社, 1992. 2: 20~ 21
10 Suttie D, Wolff E W. Seasonal input of heavy metals to Antarctic snow. Tellus, 1992, 44B: 351~ 357

(1998-05-20 收稿, 1998-10-18 收修改稿)

秦岭沙河湾奥长环斑花岗岩的年龄及其对秦岭造山带主造山期结束时间的限制

张宗清 张国伟④ 唐索寒 卢欣祥㈣
(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; ④西北大学地质系, 西安 710069; ㈣河南省地质科学研究所, 郑州 450053)

摘要 秦岭是我国著名大陆碰撞造山带. 其主造山期结束时间还存在争议. 报道了秦岭新发现的沙河湾奥长环斑花岗岩的^{40}Ar-^{39}Ar, Rb-Sr 和锆石 U-Pb 年龄, 讨论了秦岭造山带主造山期结束时间.

关键词 年龄 奥长环斑花岗岩 秦岭造山带

秦岭造山带主造山期结束时间是一个争论问题. 位于秦岭造山带缝合带商丹带上的奥长

环斑花岗岩带的发现, 为解决这一问题提供了可能. 环斑花岗岩毫无例外均产于稳定的地台区克拉通及其边缘深断裂中, 是造山后的产物[1~6]. 秦岭奥长环斑花岗岩带的出现, 表明秦岭造山带主造山过程结束, 后造山陆内造山作用阶段开始. 因此该类岩体年龄的测定可以大致确定秦岭造山带主造山期结束时间. 本文报道了该岩带沙河湾奥长环斑花岗岩体的 U-Pb, $^{40}Ar/^{39}Ar$ 和 Rb-Sr 年龄测定结果, 讨论了秦岭造山带主造山期结束时间.

1　地质概况

沙河湾奥长环斑花岗岩出露于陕西省商州市西南约 20km 处, 位于秦岭造山带主缝合带商丹断裂带上(图 1). 岩体的岩石学和地球化学及其构造动力学已进行过详细研究[5]. 岩体呈东西延长椭球形, 分别与丹凤群火山岩, 秦岭群片麻岩, 刘岭群砂板岩和垃圾庙辉长岩接触, 并被二长花岗岩($\eta\gamma_5^1$) 侵入. 岩体主要由中粗粒斑状-巨斑状黑云角闪二长花岗岩组成, 奥长环斑钾长石发育. 与普通花岗岩相比, 岩石化学成分显示富碱并具有较高 Cr, Ni, Co, Ti, V 含量[5]. 岩体具明显岩相分带. 样品 Q9346 采自沙河湾村西部, Q92591 采自南部(图 1).

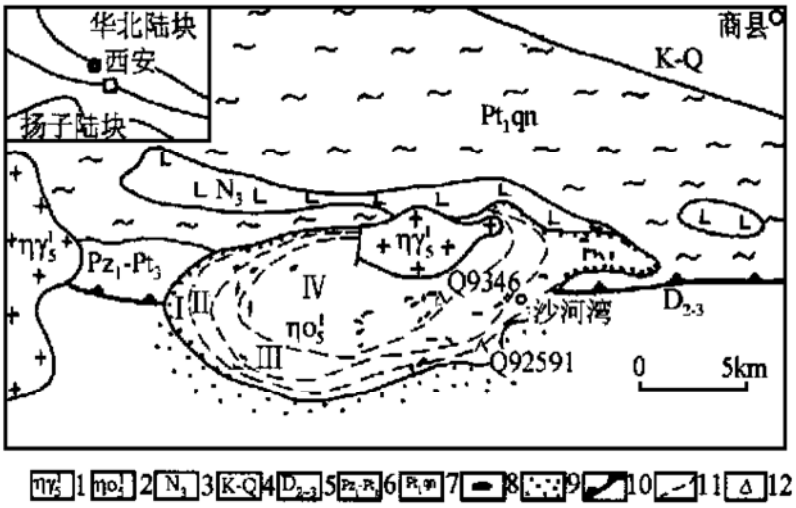

图 1　沙河湾花岗岩体地质图(根据文献[5] 修改)
1. 二长花岗岩, 2. 环斑花岗岩, 3. 垃圾庙辉长岩, 4. 白垩-第四系, 5. 中上泥盆系, 6. 丹凤群, 7. 秦岭群, 8. 暗色包体, 9. 接触变质带, 10. 商丹缝合带, 11. 岩相分带, 12. 样品位置和编号

2　年龄测定结果

年龄测定在中国地质科学院地质研究所和天津地质矿产研究所同位素室完成, 分析方法见文献[7, 8].

2.1　$^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄测定结果

样品为黑云母, 选自样品 Q9346, 分析结果见表 1 和图 2. 坪年龄(213 ±2) Ma(2σ).

表 1　沙河湾花岗岩黑云母 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 阶段升温年龄结果(样品: Q9346; J = 0.02201)

温度/ ℃	$^{40}Ar/^{39}Ar$	$^{36}Ar/^{39}Ar$	$^{37}Ar/^{39}Ar$	$^{40}Ar^*/^{39}Ar$	$^{39}Ar \times (10^{-14})$ mol	年龄/ Ma
460	6.3058	0.0036	0.1155	5.2451	1390.57	197.09 ±2.05
560	5.9591	0.0011	0.0400	5.6285	1527.29	210.69 ±2.12
670	6.1532	0.0016	0.0808	5.6784	757.18	212.45 ±2.55
750	6.2403	0.0017	0.0771	5.7388	629.12	214.58 ±2.21
830	6.0746	0.0010	0.0296	5.7734	1 810.96	215.80 ±2.40
910	6.0473	0.0008	0.0392	5.8078	1 554.14	217.01 ±2.10
1000	6.1253	0.0013	0.0622	5.7438	1061.36	214.76 ±2.18
1140	6.4572	0.0030	0.4086	5.589 2	466.02	209.30 ±2.53
1400	13.0747	0.0333	3.4362	3.4991	36.10	133.85 ±25.79

2.2　Rb-Sr 等时年龄测定结果

对一个全岩样品(Q9346WR) 和由该样品分选的 3 个矿物样品, 钾长石(plag), 磷灰石(Apt), 黑云母(Bio) 进行了 Rb-Sr 同位素分析, 结果列于表 2. 在等时线图上的分布如图 3. 用

Ludwig(1996) 提供的 ISOPLOT 程序计算出的年龄为(213.9 ±0.5) Ma(2σ), I_{sr} = 0.70562 ±14 (2σ), MSWD 0.17.

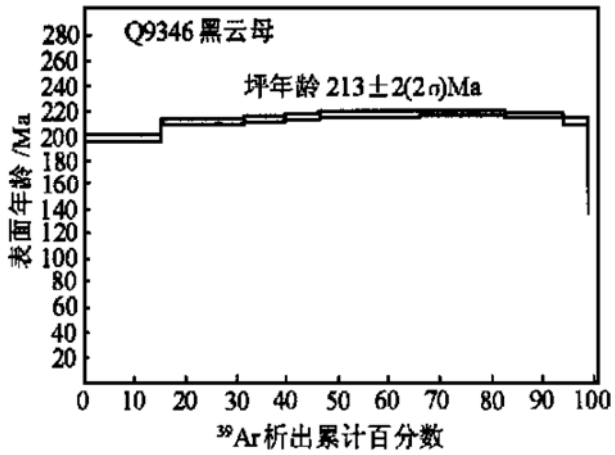

图 2　沙河湾花岗岩黑云母^{40}Ar/^{39}Ar 年龄

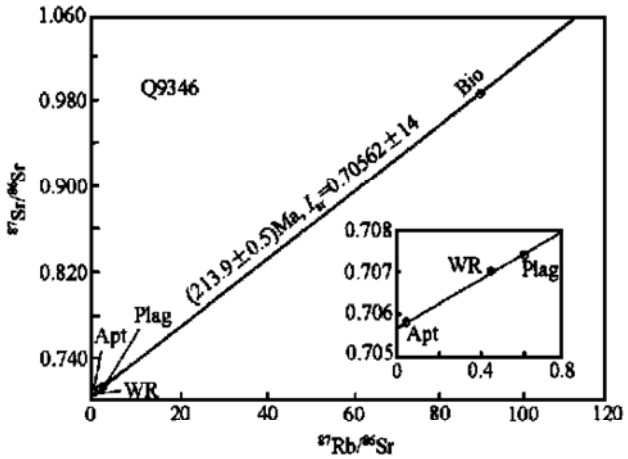

图 3　沙河湾花岗岩 Rb-Sr 等时年龄

表 2　沙河湾花岗岩 Rb-Sr 同位素年龄分析结果

样品	Rb/ μg•g^{-1}	Sr/ μg•g^{-1}	^{87}Rb/^{86}Sr	^{87}Sr/^{86}Sr a)	±2σ
Q9346WR	116.22	738.04	0.4550	0.70701	6
Plag	209.98	998.69	0.6082	0.70734	7
Bio	634.72	20.20	0.9095×10^{2}	0.98234	7
Apt	7.90	465.60	0.0491	0.70589	5

a) 采用^{86}Sr/^{88}Sr = 0.1194 进行质量分馏校正

2.3　锆石 U-Pb 年龄测定结果

锆石由样品 Q92591 分选. 锆石浅玫瑰色, 双锥短柱状, 长宽比(2~ 2.5)∶1, 透明, 极少数半透明. U-Pb 同位素分析结果列于表 3. 由表 3 可以看出, 锆英石几乎未发生过 U, Pb 丢失或获得, 表面年龄差不多相同. 表面年龄统计结果 t = (212.1 ±1.8) Ma(σ).

表 3　沙河湾花岗岩锆石 U-Pb 同位素年龄分析结果(样品: Q92591)

样品	样品重量/μg	U/ μg•g^{-1}	Pb/ μg•g^{-1}	普通 Pb 含量/ng	同位素原子比					表面年龄/Ma		
					^{206}Pb/^{204}Pb	^{208}Pb/^{206}Pb	^{206}Pb/^{238}U	^{207}Pb/^{235}U	^{207}Pb/^{206}Pb	^{206}Pb/^{238}U	^{207}Pb/^{235}U	^{207}Pb/^{206}Pb
1	40	502	31	0.510	101	0.2130	0.03305 (41)	0.2298 (41)	0.05043 (61)	209.6	210.0	214.9
2	35	657	26	0.095	531	0.2027	0.03331 (41)	0.2316 (38)	0.05042 (51)	211.2	211.5	214.6
3	30	759	30	0.076	655	0.1992	0.03338 (42)	0.2320 (39)	0.05041 (52)	211.6	211.8	213.9
4	30	469	35	0.530	74	0.2254	0.03302 (48)	0.2293 (54)	0.05036 (88)	209.4	209.6	211.8

3　讨论

奥长环斑花岗岩是一种特殊类型花岗岩. 其成因和产出构造背景已被广泛研究. 国内外研究结果表明, 虽然对奥长环斑花岗岩的成因, 特别是其环斑结构的成因, 尚有不同认识外, 其形成构造背景几乎没有不同意见. 所有已发现的奥长环斑花岗岩均产于稳定的非造山构造环境, 属非造山花岗岩. 一般认为, 它是造山作用后不久地壳拉张岩浆活动产物[1~6]. 秦岭沙河

湾奥长环斑花岗岩带的出现,标志秦岭造山带构造环境的转变,表明秦岭造山带主造山过程结束,陆内造山作用开始. 奥长环斑花岗岩的形成年龄(≈213Ma),很显然,近似代表秦岭造山带主造山期结束时间. 严格来说,它大致是其结束时间的上限. 这一结论与已获得的大量地质资料的认识基本一致[9]. 沙河湾奥长环斑花岗岩及其岩带可能是华北和扬子板块全面碰撞对接后不久秦岭造山带下部岩石圈地幔拆沉作用形成的花岗岩浆产物.

致谢 本工作为国家自然科学基金资助项目(批准号:49572156,49672111)

参 考 文 献

1 Liyakovich V V. Rapakivi granite: problem of genesis and ore content. Geological Series, 1991, (8): 51~65
2 Kovadi V B. Problem of anorthosite and rapakivi granite formations. Geological Journal, 1989, (2): 48~54
3 Pavlovskiy E V. Problem of anorthosite and rapakivi granite, 1989, (5): 3~18
4 宋彪. 密云环斑花岗岩的同位素地质年代学、稀土地球化学特征及成因讨论. 见:中国地质科学院地质研究所所刊(25卷),北京:地质出版社,1992. 137~156
5 卢欣祥,董有,常秋岭,等. 秦岭印支期沙河湾奥长环斑花岗岩及其动力学意义. 中国科学,D辑,1996,26(3):244~248
6 郁建华. 北京及附近元古宙裂谷槽中环斑花岗岩套的地球化学. 地质学报,1990,64(4):322~336
7 李惠民,李怀坤,陆松年,等. 用矿脉中热液锆石的U-Pb定年确定东坪金矿的成矿时代. 地球学报,1997,18(增刊):176~178
8 张宗清,刘敦一,付国民. 北秦岭变质地层同位素年代研究. 北京:地质出版社,1994. 5~7
9 张国伟,孟庆任,于在平,等. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征. 中国科学,D辑,1996,26(3):193~200

(1998-05-19收稿,1998-10-08收修改稿)

白云鄂博钡稀土氟碳酸盐矿物的新产状及其矿物学特征

杨学明 杨晓勇 陈双喜④ 陈天虎㈣ 张培善 陶克捷
M. J. Le Bas R. N. Wilson R. Branson L. S. Campbell
T. C. Williams P. Henderson
(中国科学技术大学地球与空间科学系,合肥 230026; ④安徽省实验地质研究所,合肥 230006;
㈣合肥工业大学资源和环境科学系,合肥 230009; 中国科学院地质研究所,北京 100029;
Department of Geology, University of Leicester, Leicester LE1 7RH, U.K.;
The Natural History Museum, London SW7 5BD, U.K.)

摘要 对产于白云鄂博碳酸岩岩墙中的钡稀土氟碳酸盐矿物的化学成分、稀土配分和连生关系作了研究,观察到了氟碳铈钡矿与氟碳钡铈矿、以及氟碳钡铈矿和黄河矿的体衍生构造(syntaxy). 它们直接形成于碳酸岩浆的结晶作用. 这些矿物的稀土配分型式与矿床赋矿白云石大理岩中的相应矿物十分相似,暗示其有成因上的联系.

关键词 稀土元素(REE) 氟碳铈钡矿 黄河矿 氟碳钡铈矿 体衍生 碳酸岩 白云鄂博

白云鄂博矿床成因研究的重大突破是在白云鄂博地区发现了碳酸岩岩墙[1],其地球化学