

文章编号: 1000- 6524 (2002) 04- 0407- 05

山西五台地区大洼梁花岗岩的 SHRIMP 锆石 U- Pb 精确年龄

王凯怡¹, Simon Wilde²

(1. 中国科学院地质及地球物理研究所, 北京 100029; 2. 西澳大利亚 Curtin 技术大学
应用地质系, 澳大利亚珀斯 6001)

摘要: 通过对五台地区大洼梁花岗岩锆石的 SHRIMP 分析, 确定该岩体的形成年龄为 2 176 Ma, 并受到 2 107 Ma 热事件的影响。

关键词: 花岗岩; SHRIMP 锆石年龄; 山西五台; 大洼梁

中图分类号: P597

文献标识码: A

Precise SHRIMP U- Pb ages of Dawaliang granite in Wutaishan area, Shanxi Province

WANG Kaiyi¹ and Simon Wilde²

(1. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China;

2. School of Applied Geology, Curtin University of Technology, Perth, Western Australia, 6001)

Abstract: SHRIMP analyses of zircons from the Dawaliang granite define a crystallisation age of 2 176 Ma for the granite, which was affected by the thermal event aged 2 107 Ma.

Key words: granite; SHRIMP zircon age; Wutaishan area in Shanxi Province; Dawaliang

山西五台地区位于华北克拉通中部, 广泛出露早前寒武纪岩石。90 年代以来利用 SHRIMP 锆石 U- Pb 定年方法对该区不同类型岩石做过广泛的年龄测定, 所获年龄资料表明, 五台山绿岩带形成于 2 560~ 2 510 Ma 前的板块会聚边缘, 为一岛弧体系(王凯怡等, 2000)。但该区在 2 200~ 2 100 Ma 还有过一次构造热事件, 这期间大洼梁花岗岩形成并侵位于五台绿岩系之中(Wilde *et al.*, 1997)。根据山西地矿局未发表资料(1984), 大洼梁花岗岩的一块全岩样品(TW8149)曾用 K- Ar 法做过年龄测定, 获得 2 130 Ma 的年龄数据。数年前笔者曾利用中科院地质所 VG354 质谱仪对大洼梁花岗岩的一块样品进行过 Sm- Nd 同位素成分测定, 得到¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd= 0. 1088(误差在 1% 以内), ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd= 0. 511412 (2 σ = 5), 亏损地幔模式年龄为 2 529 Ma, 该资料尚未正式发表。

收稿日期: 2002- 05- 16; 修订日期: 2002- 07- 19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49973004)

作者简介: 王凯怡(1941-), 女, 研究员, 岩石学和地球化学专业。

1 样品特征及分析方法

大洼梁花岗岩出露于高凡东南 2 km 的滩上掌寺村。岩体地表露头约 3 km², 呈大致的三角形。岩石为灰色中粗粒斑状花岗岩, 条纹长石斑晶可长达 10~ 20 mm, 基质具它形粒状结构, 主要由更长石、钠-更长石、石英、黑云母和少量白云母组成。根据山西地矿局未发表资料(1984), 该花岗岩为一种富钠质花岗岩, 侵位于五台杂岩低级变质绿岩之中, 沿岩体边缘有变形造成的微弱剪切面理, 该处的大粒钾质长石大致沿面理方向排列。为做 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年分析采集了两块样品, 一块采自岩体的剪切边缘(D1), 另一块采自未变形的岩体内部(D2)。样品 D1 中锆石颗粒 105~ 74 μm, 为浅粉红色板状自形晶, 其中含棒状磷灰石包裹体, 有的晶体被横向裂纹所切。样品 D2 中锆石颗粒 105~ 74 μm, 为浅粉红色板状自形晶, 其中含磷灰石包裹体。

锆石晶体是从破碎的岩石中利用重液和磁选结合的方法选出的, 并经过手挑, 然后将其与标样一同放置在树脂盘上, 经过抛光, 其上的锆石得到了横切颗粒中心的切面, 清洗后再镀上金箔。单个锆石样品的定年分析是利用西澳 Curtin 技术大学的 II 型高分辨率探针 SHRIMP 进行的, 具体操作方法可参考已发表文章 (Nelson, 1997; Williams, 1998)。

2 SHRIMP 定年结果

分析结果列于表 1, 图 1 和 2 为该结果的谐和图。样品 D2 的定年结果曾有报道 (Wilde *et al.*, 1997), 但详细的定年资料本文是首次发表。两个样品从图上分析皆有铅的丢失, 且数据不一致(图 1、2), 部分锆石的放射成因铅有丢失。部分锆石颗粒的 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄小于 1.8 Ga, 表明有早期铅丢失。

几乎未变形样品 (D2) 的 12 颗锆石较为谐和, 得到 ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 的加权平均年龄为 2 176 ± 12 Ma, 笔者认为该年龄代表了大洼梁花岗岩的形成年龄。

采自岩体剪切边缘的样品 D1, 其数据点的分散情况与 D2 相似, 即 9 颗锆石的 ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 的加权平均年龄为 2 107 ± 16 Ma。值得注意的是, 有一个颗粒的分析数据近于谐和, 其 ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 的年龄为 2 529 ± 9 Ma(图 2)。

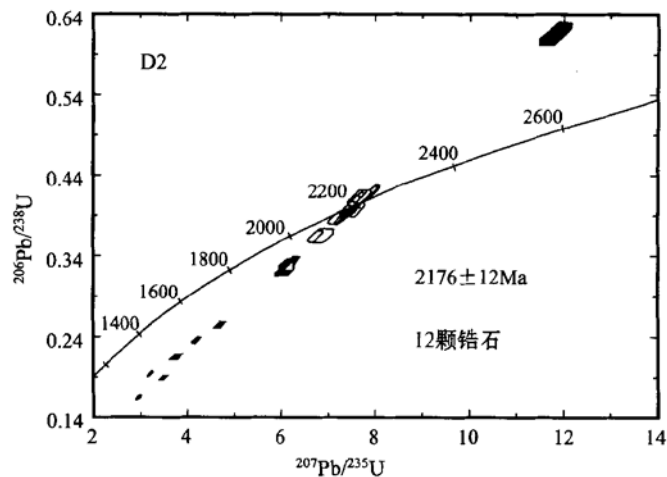


图 1 大洼梁花岗岩内部相锆石 (D2) SHRIMP 分析点的谐和图

Fig. 1 Diagram showing locations of SHRIMP analyses of zircon from the inner phases of the granite

表 1 大洼梁花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb-Th 数据
Table 1 U-Pb-Th data by SHRIMP analyses of Zircon from the Dawaliang granite

样号	点号	Th	U	Pb	Th/U	同位素比值						年龄(Ma)		
						$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
	1	52	49	19	0.96	0.00035	0.3102±66	5.59±19	0.13061±314	1.742±32	1.914±29	2.106±42		
	2	181	84	71	0.46	0.00033	0.3943±62	6.36±14	0.13205±129	1.931±31	2.027±19	2.125±17		
	3	222	119	118	0.53	0.00008	0.4678±82	10.78±20	0.16708±89	2.747±36	2.504±18	2.529±9		
	4	809	50	149	0.06	0.00058	0.1842±31	2.60±0.5	0.10231±87	1.090±17	1.300±15	1.666±16		
	5	270	166	116	0.62	0.00011	0.3793±66	6.86±13	0.13111±79	2.073±31	2.093±17	2.113±11		
	6	747	153	154	0.20	0.00054	0.2000±34	2.96±0.6	0.10725±85	1.175±18	1.397±15	1.753±15		
	7	123	68	52	0.56	0.00022	0.3815±69	6.88±13	0.13071±135	2.083±32	2.096±20	2.108±18		
	8	57	87	29	1.53	0.00050	0.3539±71	6.40±23	0.13120±363	1.953±34	2.033±32	2.114±49		
D1	9	823	228	151	0.28	0.00042	0.1717±29	2.60±0.5	0.10977±78	1.022±16	1.300±14	1.796±13		
	10	161	124	71	0.77	0.00014	0.3766±67	6.79±14	0.13086±110	2.060±31	2.085±18	2.110±15		
	11	146	107	65	0.73	0.00036	0.3846±69	6.75±13	0.12725±139	2.098±32	2.079±20	2.060±19		
	12	418	184	142	0.44	0.00020	0.3097±53	5.44±10	0.12736±75	1.739±26	1.891±16	2.062±10		
	13	134	342	105	2.55	0.00029	0.5014±91	8.95±19	0.12945±120	2.620±39	2.333±20	2.091±16		
	14	50	67	24	1.34	0.00053	0.3640±76	6.64±22	0.13238±304	2.001±36	2.065±29	2.130±40		
	15	500	291	168	0.58	0.00046	0.2970±51	5.06±10	0.12347±87	1.677±25	1.829±16	2.007±13		
	16	57	31	29	0.54	0.00366	0.3532±74	6.07±36	0.12457±650	1.950±35	1.985±51	2.023±93		
	17	89	106	44	1.18	0.00023	0.3814±74	6.84±18	0.13016±209	2.083±34	2.092±24	2.100±28		
	18	815	297	185	0.48	0.00121	0.2581±44	4.33±0.9	0.12165±127	1.480±23	1.699±17	1.981±19		
D2	1	116	128	47	1.11	0.00030	0.3314±69	6.19±16	0.13546±172	1.845±33	2.003±22	2.170±22		
	2	148	95	68	0.64	0.00019	0.4033±82	7.47±17	0.13427±120	2.184±38	2.169±21	2.155±16		
	3	140	126	39	0.90	0.00032	0.2535±52	4.67±13	0.13350±202	1.456±27	1.761±23	2.145±26		

(续表 1)
(Continued Table 1)

样号	点号	Th		Pb	Th/U	同位素比值			年龄(Ma)			
		$w_B/10^{-6}$	U			$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
	4	218	270	45	1.24	0.000 63	0.164 8 ± 33	2.94 ± 08	0.129 58 ± 185	984 ± 19	1 394 ± 20	2 092 ± 25
	5	98	76	46	0.78	0.000 29	0.397 2 ± 83	7.42 ± 20	0.135 55 ± 185	2 156 ± 38	2 164 ± 24	2 171 ± 24
	6	102	59	46	0.57	0.000 33	0.398 3 ± 83	7.55 ± 19	0.137 53 ± 161	2 161 ± 38	2 179 ± 23	2 196 ± 20
	7	71	59	35	0.82	0.000 26	0.414 8 ± 89	7.87 ± 22	0.137 55 ± 211	2 237 ± 41	2 216 ± 25	2 197 ± 27
	8	46	41	33	0.89	0.000 34	0.613 8 ± 137	11.82 ± 36	0.139 72 ± 247	3 085 ± 55	2 591 ± 28	2 224 ± 31
	9	188	268	53	1.43	0.000 41	0.234 2 ± 47	4.17 ± 10	0.129 30 ± 161	1 356 ± 25	1 669 ± 21	2 088 ± 22
	10	95	52	43	0.55	0.000 80	0.385 0 ± 81	7.17 ± 20	0.134 99 ± 228	2 100 ± 38	2 132 ± 25	2 164 ± 29
	11	82	84	42	1.02	0.000 53	0.412 3 ± 88	7.71 ± 21	0.135 58 ± 208	2 226 ± 40	2 198 ± 25	2 171 ± 27
	12	88	83	45	0.95	0.000 24	0.416 8 ± 88	7.88 ± 20	0.137 16 ± 161	2 246 ± 40	2 218 ± 23	2 192 ± 20
	13	55	40	27	0.73	0.000 63	0.409 7 ± 91	7.63 ± 25	0.135 11 ± 300	2 213 ± 42	2 189 ± 30	2 165 ± 39
	14	46	81	21	1.76	0.000 87	0.363 2 ± 84	6.82 ± 27	0.136 19 ± 407	1 997 ± 40	2 088 ± 35	2 179 ± 52
D2	15	135	91	64	0.68	0.000 23	0.408 5 ± 84	7.59 ± 18	0.134 69 ± 140	2 208 ± 38	2 183 ± 22	2 160 ± 18
	16	129	161	33	1.25	0.000 79	0.213 6 ± 45	3.75 ± 12	0.127 36 ± 291	1 248 ± 24	1 582 ± 26	2 062 ± 40
	17	57	34	26	0.60	0.000 62	0.395 3 ± 90	7.49 ± 26	0.137 50 ± 330	2 147 ± 41	2 172 ± 31	2 196 ± 42
	18	127	89	60	0.70	0.000 28	0.402 4 ± 83	7.48 ± 18	0.134 75 ± 146	2 180 ± 38	2 170 ± 22	2 161 ± 19
	19	66	81	26	1.23	0.000 75	0.320 2 ± 71	6.05 ± 21	0.136 93 ± 344	1 791 ± 35	1 982 ± 31	2 189 ± 44
	20	178	105	78	0.59	0.000 38	0.383 3 ± 78	7.24 ± 18	0.137 04 ± 148	2 092 ± 37	2 142 ± 22	2 190 ± 19
	21	173	174	78	1.01	0.000 33	0.362 4 ± 24	6.70 ± 16	0.134 16 ± 151	1 994 ± 35	2 073 ± 22	2 153 ± 20
	22	92	125	38	1.36	0.000 46	0.328 7 ± 70	6.06 ± 16	0.133 69 ± 181	1 832 ± 34	1 984 ± 23	2 147 ± 24
	23	102	108	51	1.06	0.000 43	0.394 5 ± 83	7.60 ± 20	0.139 73 ± 176	2 143 ± 38	2 185 ± 23	2 224 ± 22
	24	169	432	39	2.56	0.000 66	0.188 1 ± 39	3.48 ± 10	0.134 35 ± 242	1 111 ± 21	1 524 ± 23	2 156 ± 31
	25	629	471	141	0.75	0.000 62	0.192 6 ± 38	3.19 ± 07	0.120 17 ± 108	1 135 ± 21	1 455 ± 18	1 959 ± 16

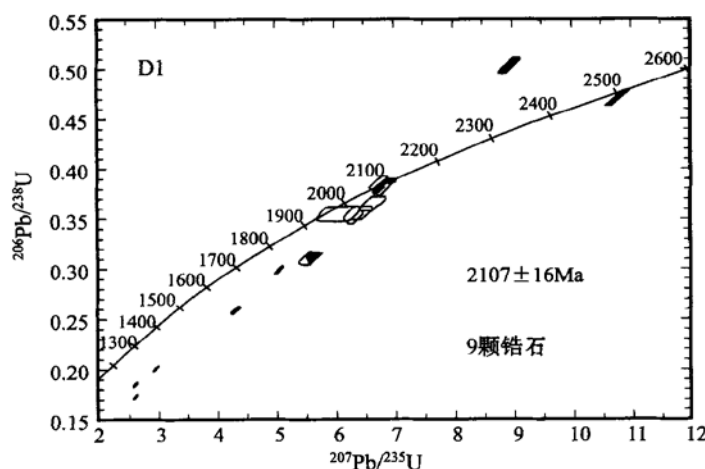


图 2 大洼梁花岗岩边缘相锆石(D1) SHRIMP 分析点的谐和图

Fig. 2 Diagram showing locations of SHRIMP analyses of zircon from the marginal phases of the granite

3 讨论

在太行-五台山地区, 大多数的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄落在两个区间, 一是 2 500 Ma, 另一是 1 800 Ma (王凯怡等, 2000; Zhao *et al.*, 2001; Kröner *et al.*, 2002), 但也有一些中间年龄 2 100~ 2 200 Ma, 其中包括大洼梁花岗岩和王家惠花岗岩的红色相(2 117 Ma) (王凯怡, 2000)。因此, 大约在 2 100 Ma 左右, 太行-五台地区应有一次火成事件, 从大洼

梁花岗岩的年龄数据看该事件有一个复杂的过程。2 176 ± 12 Ma 应为大洼梁花岗岩的形成年龄, 其遭受了剪切变形的边缘(样品 D1) 的年龄为 2 107 ± 16 Ma, 该年龄值落在王家惠花岗岩红色相年龄值的误差范围之内(王凯怡, 2000; Wilde *et al.*, 2002)。

值得提及的是大洼梁花岗岩的亏损地幔 Nd 模式年龄为 2 529 Ma, 表明花岗岩的原岩是在那个时候从地幔衍生出来的, 该年龄值也与五台杂岩的大多数火山岩的年龄一致(Wilde, 1997)。因此, 大洼梁花岗岩很像是五台基底杂岩融熔后生成的。前面已提到, 从样品 D1 中曾获得 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄为 2 529 ± 9 Ma 的继存锆石, 这进一步支持了大洼梁花岗岩来自于太古宙五台杂岩的想法。

谨以此文庆贺沈其韩先生 80 华诞。

Reference

- Kröner A, Wilde S A, Li J H, *et al.* 2002. Age and evolution of a late Archaean to early Palaeozoic upper to lower crustal section in the Wutaishan/Hengshan terrain of northern China[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*(in press).
- Nelson D R. 1997. Compilation of SHRIMP U-Pb zircon geochronology data[A]. *Geol. Surv. Western Australia, Record [C]*. 189.
- Wang Kaiyi, Hao Jie, Wilde Simon, *et al.* 2000. Reconsideration of some key geological problems of Late Archaean-Early Proterozoic in the Wutaishan-Hengshan area: constraints from SHRIMP U-Pb zircon data[J]. *Scientia Geologica Sinica*, 35(2): 175~ 184 (in Chinese with English abstract).
- Wilde S A, Cawood P and Wang K Y. 1997. The relationship and timing of granitoid evolution with respect to felsic volcanism in the Wutai complex, North China Craton[A]. *Proceedings 30th International Geological Congress[C]*, 17: 75~ 87.
- Wilde S A, Cawood P A, Wang K Y, *et al.* 2002. Late Archaean to Palaeoproterozoic granitoid evolution in the Wutai Complex, North China Craton[J]. Submitted to *Precambrian Research*(submitted).

(下转第 420 页)(to be continued on p. 420)

(上接第 411 页)(Continued from p. 411)

- Williams I S. 1998. U- Th- Pb geochronology by ion microprobe[A]. Mckibben M A, Shanks III W C and Ridley W I. Applications of microanalytical techniques to understanding mineralizing processes[C]. Reviews Econ. Geol., 7: 1~ 35.
- Zhao G C, Wilde S A, Cawood P A, *et al.* 2001. Archean blocks and their boundaries in the North China Craton: lithological, geochemical, structural and *P- T* path constraints and tectonic evolution[J]. Precambrian Res., 107: 45~ 73.

附中文参考文献

- 王凯怡, 郝杰, Simon Wilde, 等. 2000. 山西五台山- 恒山地区晚太古- 早元古代若干关键地质问题的再认识: 单颗粒锆石离子探针质谱年龄提出的地质制约[J]. 地质科学, 35(2): 175~ 184.