

西藏那曲南部早白垩世闪长玢岩LA-ICP-MS 锆石U-Pb年龄

刘伟¹, 李奋其¹, 袁四化^{1,2}, 张万平^{1,3}, 王保弟¹, 卓皆文¹, 陈璐⁴, 陈莉¹
LIU Wei¹, LI Fen-qi¹, YUAN Si-hua^{1,2}, ZHANG Wan-ping^{1,3},
WANG Bao-di¹, ZHUO Jie-wen¹, CHEN Lu⁴, CHEN Li¹

1. 中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081;
 2. 中国地质科学院研究生部, 北京 100037;
 3. 中国地质大学(北京) 地球科学与资源学院, 北京 100083;
 4. 中国地质大学(武汉)/地质过程与矿产资源国家重点实验室, 湖北 武汉 430074
1. Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China;
2. Graduate School of Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;
3. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;
4. State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources/China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China

摘要: 北冈底斯带东部那曲地区存在中三叠世、中—晚侏罗世和晚白垩世岩浆活动, 却鲜有早白垩世岩浆活动的报道。对北冈底斯带东部那曲地区的罗马区闪长玢岩进行了系统的采样研究, 并对其中2件样品进行了LA-ICP-MS锆石U-Pb定年, 结果分别为 $116.1\text{Ma} \pm 0.4\text{Ma}$ 和 $115.9\text{Ma} \pm 0.5\text{Ma}$, 在误差范围内几乎一致, 应该代表了其形成的时代。表明北冈底斯带东部地区亦存在早白垩世晚期岩浆活动, 这对探讨北冈底斯带早白垩世的地质演化具有重要意义。

关键词: LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄; 闪长玢岩; 冈底斯; 嘎加组

中图分类号: P588.13⁴; P597³ **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-2552(2011)07-1043-07

Liu W, Li F Q, Yuan S H, Zhang W P, Wang B D, Zhuo J W, Chen L, Chen L. Zircon LA-ICP-MS U-Pb age of Early Cretaceous ignimbrite in southern Nagqu, Tibet. Geological Bulletin of China, 2011, 30(7):1043-1049

Abstract: In northern Gangdise belt, Middle Triassic, Middle-Late Jurassic and Late Cretaceous magmatic activities exist, but Early Cretaceous magmatic activity was rarely reported. The authors sampled and analyzed systematically andesite porphyrite from Luoma area of Nagqu, Tibet. Two of the samples were dated by LA-ICP-MS zircon U-Pb dating, and their ages are $116.1 \pm 0.4\text{Ma}$ and $115.9 \pm 0.5\text{Ma}$ respectively. These ages are almost consistent with each other within the acceptable error range, thus representing the formation age. The authors hold that the Early Cretaceous magmatic activity did exist in northern Gangdise belt, which is of great significance in the study of the Early Cretaceous geological evolution.

Key words: zircon LA-ICP-MS U-Pb age; diorite porphyrite; Gangdise; Gajia Formation

冈底斯带是指位于西藏南部的印度河-雅鲁藏布江缝合带(IYZSZ)与北部的班公湖-怒江缝合带(BNSZ)之间近东西向的狭长地域, 是一个长约

2500km、南北宽150~300km、面积达 $45 \times 10^4\text{km}^2$ 的巨型构造岩浆岩带。冈底斯带自北往南分为: 北冈底斯带(N.Gangdese)、中冈底斯带(M.Gangdese)、

收稿日期: 2010-02-20; 修订日期: 2010-09-25

资助项目: 中国地质调查局国土资源地质大调查项目青藏专项《雅鲁藏布江成矿带基础地质综合研究》(编号: 1212010818016)

作者简介: 刘伟(1983-), 男, 工程师, 从事青藏高原及邻区基础地质研究。E-mail: cdcgs_liuwei@163.com

冈底斯弧背断隆带带 (GBAFUB) 和南冈底斯带 (S.Gangdese) (图 1)^[1-2]。中冈底斯带、北冈底斯带中一西部地区出露大面积的早白垩世岩浆岩, 包括则弄群 (K_1z)、多尼组 (K_1d) 和接奴群 (J_2-j) 火山岩, 目前国内不少学者对其进行了年代学和岩石地球化学方面的研究^[2-8]。最近完成的区域地质调查工作发现, 在北冈底斯带东部地区可能存在中三叠世、中一晚侏罗世和晚白垩世岩浆活动^①, 却鲜有早白垩世岩浆活动的报道。本文对北冈底斯带东部那曲地区罗马区的闪长玢岩 ($K_1\delta\mu$) 进行了 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年, 结果表明该地区亦存在早白垩世的岩浆活动。这对研究整个北冈底斯带早白垩世的岩浆活动具有重要意义。

1 地质背景和样品岩相学特征

那曲地区罗马区位于班公湖-怒江缝合带南侧, 冈底斯-念青唐古拉板片北缘^①。本文所研究的闪长玢岩呈孤岛状出露于北冈底斯带东部那曲地区罗马区北东约 5km 处, 似层状, 整体上向北东方向倾斜, 面积约 1.5km², 四周低处多被第四系所覆盖。前人将罗马区闪长玢岩作为火山岩置于中晚侏罗世拉贡塘组 (J_2-j) 中, 在 1:25 万那曲幅区域地质调查中, 认为其为安山岩, 归属于新建的中三叠统嘎加组 (T_2^g) 之中^②。

那曲地区罗马区闪长玢岩样品 NQ100-1 的 GPS 坐标为 E91°54'57"、N31°19'13", 样品 NQ100-2 的 GPS 坐标为 E91°55'21"、N31°19'34", 具体位置

如图 2。二者均具全晶质粒状结构, 没有玻璃质和隐晶质结构。岩石具中细粒半自形粒状结构、变余斑状结构 (图 3-a), 中等—强碳酸盐化、绿泥石化、绢云母化等。斑晶主要为斜长石 (以中长石为主), 含量大于 10%, 呈半自形柱状、板柱状 (图 3-b), 中等—强绢云母化, 见中长石特有的环带结构, 发育纳长石双晶和卡纳联合双晶。斑晶其次为蚀变角闪石, 含量在 5%~10% 之间, 柱状、长柱状、短柱状均有, 大部分已绿泥石化, 内核保留少部分新鲜角闪石, 具中度正突起, II 级干涉色, 小角度倾斜消光, 有的可见聚片双晶。基质成分以细粒状斜长石 (中长石) 为主, 约占 35%, 其次为蚀变角闪石, 约 15%, 石英 5%~8% 及少量的碳酸盐、绿泥石、钛铁矿、磁铁矿等。

2 分析方法和结果

闪长玢岩中锆石的分选在河北省廊坊区域地质调查研究院完成。在双目镜下挑选出晶形和透明度较好的锆石颗粒, 将它们粘贴在环氧树脂表面, 抛光后将锆石进行透射光、反射光和阴极发光显微照相。锆石阴极发光 (CL) 显微照相和 LA-ICP-MS 锆石 U-Th-Pb 同位素年龄分析均在中国地质大学 (武汉) 地质过程与矿产资源国家重点实验室进行。其中锆石阴极发光 (CL) 显微照相在 JXA-8100 电子探针仪器上完成, 加速电压为 15kV, 工作电流为 20nA, 束斑直径 1 μ m。LA-ICP-MS 锆石 U-Th-Pb 同位素年龄分析仪器为 Elan6100DRC 型四极杆质谱仪和 Geolas200M 型激光剥蚀系统, 激光器为

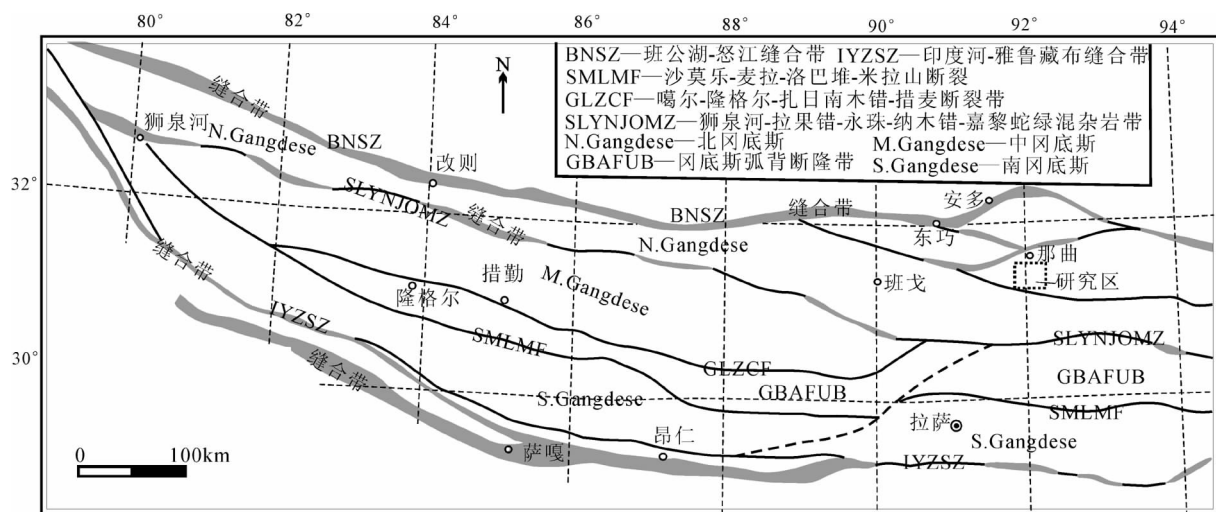


图 1 冈底斯带构造单元划分示意图^[1-2]

Fig. 1 Tectonic subdivisions of the Gangdise orogenic belt

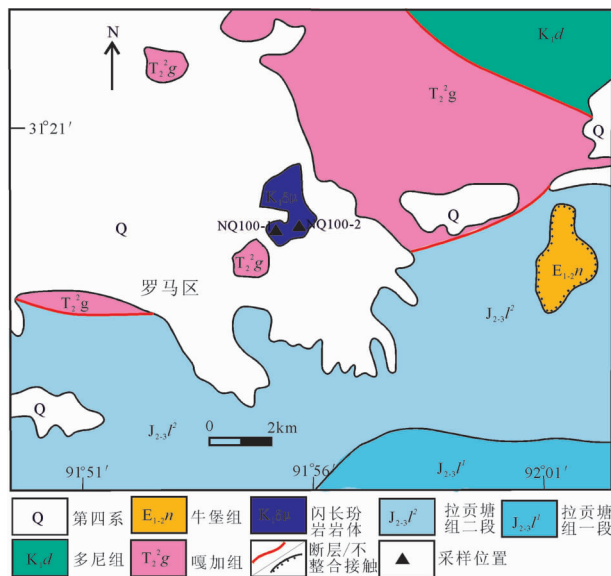


图2 研究区地质简图(据参考文献①改绘)

Fig. 2 Simplified geological map of the study area

193nmArF 准分子激光器。激光剥蚀斑束直径为 $32\mu\text{m}$, 激光剥蚀深度为 $20\sim 40\mu\text{m}$ 。实验中采用 He 作为剥蚀物质的载气, 锆石年龄采用标准锆石 91500 作为外标物质, 元素含量采用美国国家标准物质局人工合成硅酸盐玻璃 NIST SRM610 作为外标。样品同位素比值和元素含量数据处理采用 GLITTER (4.0 版, Macquarie University) 软件, 并采

用 Anderson^[10]的软件对测试数据进行普通 Pb 校正, 年龄计算和谐和图采用 ISOPLOT 软件^[11]完成。详细的实验原理、流程和仪器参数见 Yuan 等^[12]的文献。

西藏那曲地区罗马区闪长玢岩 2 件样品的锆石呈长柱状或短柱状的自形到半自形晶形, 见生长韵律或振荡环带, 极少数锆石显示核-边结构(图 4-a、b), 部分代表性锆石的 U-Pb 年龄谐和图见图 4-c、d, 分析数据见表 1。样品 NQ100-1 中 27 个测点的 Th/U 比值介于 1.66~3.49 之间, 该比值高于变质成因锆石(通常小于 0.1)而与岩浆锆石成因一致(>0.1)^[8]。27 个测点显示的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄范围为 114~118Ma, 其 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 加权平均年龄值为 $116.1\text{Ma} \pm 0.4\text{Ma}$ (95%置信度), 此年龄代表了该闪长玢岩的形成时代。样品 NQ100-2 中 28 个测点的 Th/U 比值介于 2.08~3.34 之间, 该比值高于变质成因锆石(通常小于 0.1)而与岩浆锆石成因一致(>0.1)^[13]。28 个测点显示的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄范围为 114~118Ma, 其 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 加权平均年龄值为 $115.9\text{Ma} \pm 0.5\text{Ma}$ (95%置信度), 该年龄代表了该闪长玢岩的形成时代。

3 讨论与结论

野外实地观察发现, 罗马区闪长玢岩的似层状结构十分明显, 宏观上与层状火山岩十分相似, 然而所采的样品均具全晶质粒状结构, 未见玻璃质和隐晶质结构, 经鉴定为中-细粒闪长玢岩。罗马区闪长

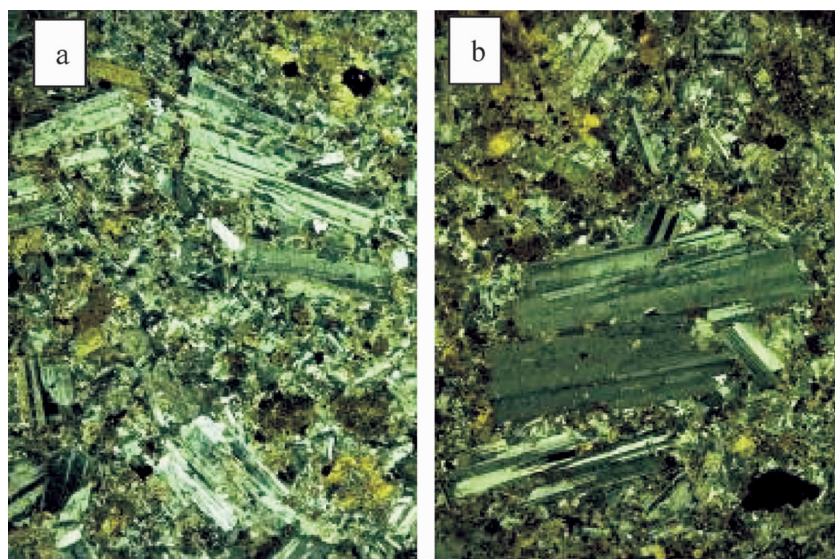


图3 闪长玢岩的显微照片

Fig. 3 Microphotographs of diorite porphyrite

a—闪长玢岩斑状结构, 正交偏光(2.5×10); b—斜长石聚片双晶, 正交偏光(10×10)



表 1 西藏那曲罗马区冈长玢岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Th-Pb 分析结果
Table 1 LA-ICP-MS zircon U-Th-Pb analytical data of diorite porphyrite in Luoma area of Nagqu, Tibet

样号	Th / 10^{-6}	U / 10^{-6}	Th/U	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^*$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}^*$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}^*$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}^*$		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	
				比值	1 σ	比值	1 σ	比值	1 σ	比值	1 σ	比值	1 σ	年龄/Ma	1 σ	年龄/Ma	1 σ	年龄/Ma	1 σ
NQ100-1-01	2594	1071	2.42	0.0480	0.0013	0.1196	0.0032	0.0180	0.0001	0.0057	0.0001	102	61	114.7	2.9	115.2	0.8	115.4	1.7
NQ100-1-02	3495	1385	2.52	0.0499	0.0011	0.1256	0.0027	0.0183	0.0001	0.0056	0.0001	187	19	120.1	2.5	116.6	0.9	113.6	1.5
NQ100-1-03	1875	792	2.37	0.0483	0.0015	0.1193	0.0037	0.0179	0.0001	0.0056	0.0001	122	74	114.4	3.3	114.4	0.9	113.6	1.6
NQ100-1-04	1607	773	2.08	0.0532	0.0017	0.1348	0.0041	0.0184	0.0001	0.0059	0.0001	345	72	128.4	3.7	117.7	0.9	118.8	1.7
NQ100-1-05	2215	1022	2.17	0.0492	0.0013	0.1229	0.0032	0.0181	0.0001	0.0057	0.0001	167	59	117.7	2.9	115.5	0.9	114.1	1.7
NQ100-1-06	3637	1326	2.74	0.0489	0.0013	0.1233	0.0031	0.0183	0.0001	0.0057	0.0001	143	66	118.1	2.8	116.8	0.9	114.4	1.7
NQ100-1-07	3099	1242	2.49	0.0476	0.0013	0.1196	0.0030	0.0183	0.0002	0.0058	0.0001	80	63	114.7	2.7	116.6	1.0	116.1	1.8
NQ100-1-08	2390	1004	2.38	0.0545	0.0022	0.1358	0.0057	0.0180	0.0001	0.0057	0.0001	391	91	129.3	5.1	114.8	0.8	115.3	1.7
NQ100-1-09	1048	584	1.80	0.0510	0.0016	0.1275	0.0040	0.0181	0.0002	0.0058	0.0001	239	70	121.9	3.6	115.7	1.0	117.7	1.8
NQ100-1-10	3377	1308	2.58	0.0539	0.0014	0.1345	0.0034	0.0181	0.0001	0.0056	0.0001	365	56	128.1	3.0	115.4	0.8	113.0	1.5
NQ100-1-11	1442	702	2.05	0.0470	0.0014	0.1174	0.0035	0.0181	0.0001	0.0057	0.0001	50	70	112.7	3.2	115.4	0.9	115.8	1.7
NQ100-1-12	2559	1092	2.34	0.0534	0.0014	0.1333	0.0035	0.0181	0.0001	0.0057	0.0001	346	92	127.1	3.1	115.6	0.9	115.4	1.8
NQ100-1-13	2028	953	2.13	0.0475	0.0013	0.1210	0.0034	0.0185	0.0002	0.0061	0.0001	72	-131	116.0	3.1	117.9	1.0	123.0	1.9
NQ100-1-14	700	412	1.70	0.0511	0.0020	0.1250	0.0048	0.0179	0.0002	0.0057	0.0001	256	97	119.6	4.4	114.5	1.2	115.7	2.0
NQ100-1-15	1326	620	2.14	0.0468	0.0016	0.1172	0.0039	0.0183	0.0002	0.0061	0.0001	39	83	112.5	3.5	116.7	1.1	123.3	1.9
NQ100-1-16	1614	793	2.04	0.0472	0.0014	0.1185	0.0035	0.0182	0.0002	0.0058	0.0001	61	67	113.7	3.2	116.1	1.0	117.0	1.7
NQ100-1-17	3227	1255	2.57	0.0476	0.0012	0.1194	0.0028	0.0182	0.0001	0.0058	0.0001	83	59	114.5	2.6	116.1	0.9	116.5	1.6
NQ100-1-19	2453	1037	2.37	0.0479	0.0013	0.1190	0.0033	0.0180	0.0001	0.0057	0.0001	95	67	114.2	3.0	115.1	0.9	114.5	1.8
NQ100-1-20	5060	1689	3.00	0.0464	0.0011	0.1175	0.0027	0.0183	0.0001	0.0057	0.0001	17	61	112.8	2.5	117.0	0.9	114.6	1.6
NQ100-1-21	4863	1394	3.49	0.0469	0.0011	0.1194	0.0028	0.0184	0.0001	0.0058	0.0001	43	56	114.5	2.5	117.6	0.9	117.4	1.5
NQ100-1-22	3968	1600	2.48	0.0482	0.0011	0.1217	0.0027	0.0182	0.0001	0.0057	0.0001	109	56	116.6	2.5	116.6	0.8	114.3	1.5
NQ100-1-23	1306	786	1.66	0.0488	0.0014	0.1219	0.0034	0.0181	0.0001	0.0057	0.0001	139	67	116.8	3.1	115.6	0.9	115.8	1.9
NQ100-1-24	937	463	2.02	0.0519	0.0022	0.1286	0.0053	0.0181	0.0002	0.0058	0.0001	280	100	122.8	4.8	115.9	1.2	117.9	2.4
NQ100-1-26	1981	822	2.41	0.0479	0.0014	0.1179	0.0034	0.0178	0.0001	0.0054	0.0001	100	73	113.2	3.1	114.0	0.9	108.0	1.6
NQ100-1-27	1781	866	2.06	0.0497	0.0014	0.1244	0.0034	0.0181	0.0001	0.0057	0.0001	189	60	119.1	3.1	115.9	0.9	115.4	1.6
NQ100-1-28	1871	845	2.21	0.0484	0.0013	0.1232	0.0032	0.0184	0.0001	0.0059	0.0001	120	66	118.0	2.9	117.7	0.9	118.4	1.7
NQ100-1-29	2491	1028	2.42	0.0494	0.0013	0.1259	0.0032	0.0184	0.0001	0.0059	0.0001	169	59	120.4	2.9	117.7	0.9	117.9	1.6
NQ100-2-01	2292	998	2.30	0.0494	0.0013	0.1244	0.0031	0.0183	0.0001	0.0058	0.0001	165	66	119.1	2.8	116.7	0.9	116.6	1.8



续表 1

样品号	Th / 10^{-6}	U / 10^{-6}	Th/U	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^*$ 比值	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}^*$ 比值	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}^*$ 比值	1σ	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}^*$ 比值	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄/Ma	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄/Ma	1σ	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ 年龄/Ma	1σ
NQ100-2-02	2756	1006	2.74	0.0493	0.0013	0.1249	0.0032	0.0184	0.0001	0.0058	0.0001	161	66	117.2	0.9	117.3	1.8
NQ100-2-03	2017	830	2.43	0.0498	0.0013	0.1266	0.0034	0.0184	0.0001	0.0058	0.0001	183	68	117.7	0.9	117.0	1.8
NQ100-2-04	2093	877	2.39	0.0477	0.0014	0.1190	0.0036	0.0180	0.0001	0.0057	0.0001	83	72	115.1	0.8	114.0	1.9
NQ100-2-05	2250	871	2.58	0.0501	0.0014	0.1274	0.0035	0.0184	0.0001	0.0059	0.0001	198	65	117.8	0.9	118.0	2.1
NQ100-2-06	1436	671	2.14	0.0511	0.0017	0.1291	0.0044	0.0183	0.0002	0.0059	0.0001	243	80	117.0	1.0	119.1	2.3
NQ100-2-07	3068	1155	2.66	0.0497	0.0012	0.1246	0.0030	0.0182	0.0001	0.0056	0.0001	189	56	116.0	0.9	113.4	2.0
NQ100-2-08	2961	1195	2.48	0.0482	0.0012	0.1217	0.0029	0.0183	0.0001	0.0057	0.0001	109	57	116.7	0.9	114.8	1.8
NQ100-2-09	2434	991	2.46	0.0544	0.0016	0.1352	0.0040	0.0180	0.0001	0.0056	0.0001	391	67	114.9	0.9	113.3	1.8
NQ100-2-10	1597	757	2.11	0.0464	0.0017	0.1157	0.0041	0.0180	0.0001	0.0055	0.0001	20	85	115.3	0.9	111.3	1.7
NQ100-2-11	2462	978	2.52	0.0467	0.0015	0.1176	0.0036	0.0183	0.0001	0.0059	0.0001	35	74	116.8	0.9	118.3	2.8
NQ100-2-12	2991	1106	2.71	0.0512	0.0013	0.1291	0.0031	0.0183	0.0002	0.0056	0.0001	250	59	116.7	1.0	113.3	1.8
NQ100-2-13	4475	1364	3.28	0.0483	0.0012	0.1231	0.0031	0.0184	0.0001	0.0057	0.0001	122	61	117.8	0.8	114.7	1.8
NQ100-2-14	3716	1234	3.01	0.0505	0.0014	0.1280	0.0033	0.0184	0.0001	0.0056	0.0001	220	65	117.3	0.9	112.4	1.6
NQ100-2-15	3772	1333	2.83	0.0484	0.0012	0.1200	0.0029	0.0179	0.0001	0.0055	0.0001	120	64	114.6	0.8	111.1	1.5
NQ100-2-16	4299	1288	3.34	0.0489	0.0013	0.1213	0.0032	0.0179	0.0001	0.0056	0.0001	146	61	114.5	0.9	112.0	1.5
NQ100-2-17	1754	763	2.30	0.0485	0.0015	0.1199	0.0037	0.0178	0.0001	0.0055	0.0001	124	72	113.9	0.9	111.3	1.8
NQ100-2-18	3092	1180	2.62	0.0479	0.0012	0.1190	0.0030	0.0179	0.0001	0.0055	0.0001	100	59	114.7	0.8	111.2	1.8
NQ100-2-19	4681	1542	3.03	0.0510	0.0014	0.1301	0.0036	0.0184	0.0002	0.0057	0.0001	239	65	117.7	1.0	115.9	1.9
NQ100-2-20	2136	977	2.19	0.0514	0.0014	0.1272	0.0036	0.0179	0.0001	0.0056	0.0001	261	65	114.1	0.9	113.4	1.8
NQ100-2-21	2254	932	2.42	0.0482	0.0014	0.1204	0.0036	0.0181	0.0001	0.0056	0.0001	109	75	115.4	0.9	113.8	1.7
NQ100-2-22	3624	1175	3.08	0.0497	0.0019	0.1236	0.0050	0.0179	0.0002	0.0056	0.0001	183	117	118.3	4.5	112.2	1.8
NQ100-2-23	1582	761	2.08	0.0489	0.0018	0.1202	0.0043	0.0178	0.0002	0.0057	0.0001	143	90	114.0	1.0	115.0	1.9
NQ100-2-24	2874	1147	2.50	0.0481	0.0013	0.1203	0.0033	0.0181	0.0001	0.0057	0.0001	102	67	115.7	0.9	114.8	1.8
NQ100-2-25	4298	1484	2.90	0.0503	0.0013	0.1259	0.0032	0.0182	0.0001	0.0056	0.0001	209	94	116.0	0.8	113.7	1.7
NQ100-2-28	2577	1139	2.26	0.0470	0.0012	0.1178	0.0030	0.0181	0.0001	0.0058	0.0001	56	54	115.8	0.8	116.7	1.5
NQ100-2-29	3809	1376	2.77	0.0491	0.0012	0.1225	0.0029	0.0181	0.0001	0.0057	0.0001	150	56	115.7	0.8	114.2	1.4
NQ100-2-30	2330	925	2.52	0.0475	0.0013	0.1179	0.0032	0.0180	0.0001	0.0057	0.0001	72	97	115.2	0.8	115.0	1.7

注:带*者表示为校正后的数据

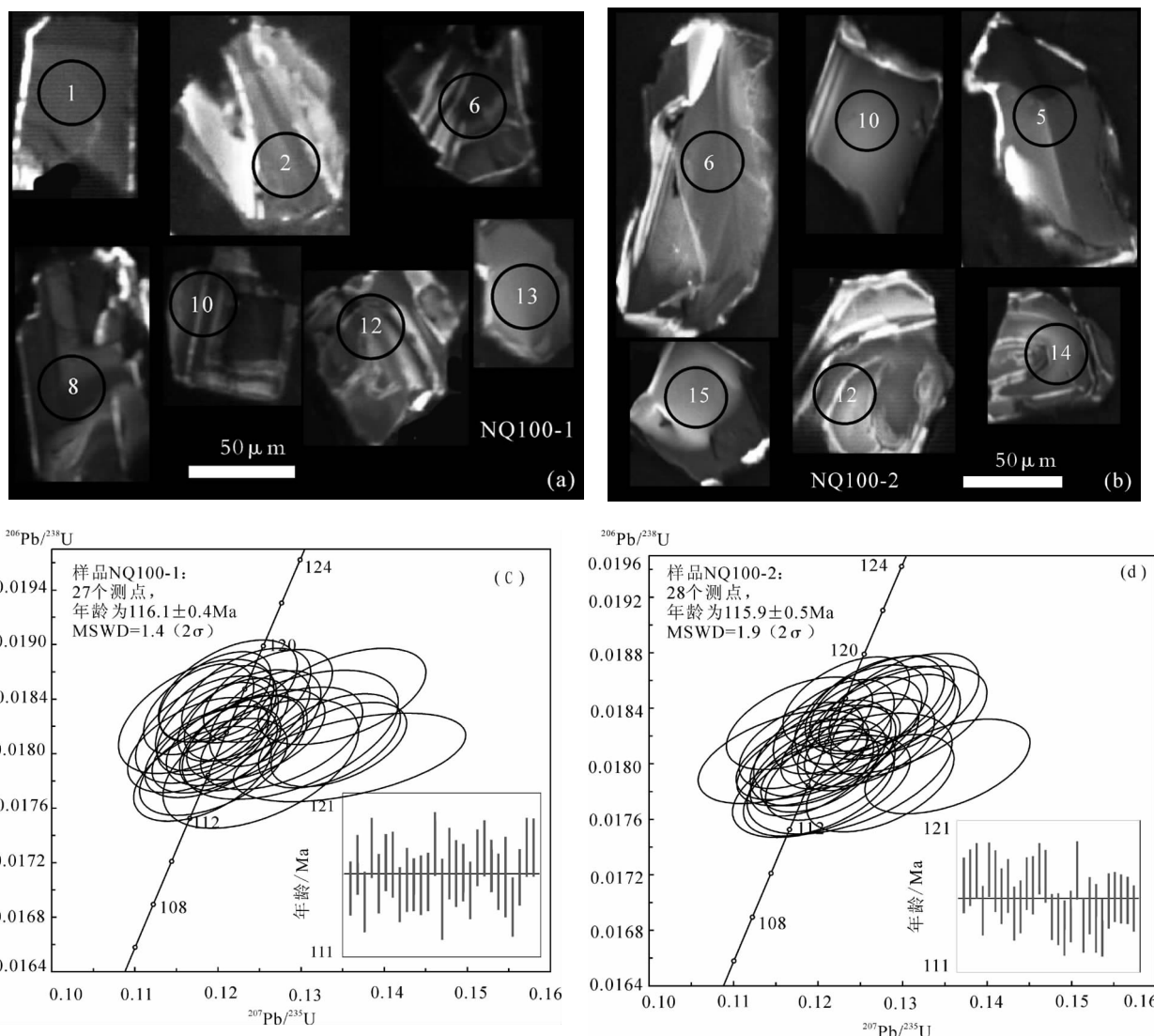


图 4 西藏那曲罗马区闪长玢岩定年样品中锆石的 CL 图像(a,b)和 U-Pb 年龄谐和图(c,d)

Fig. 4 Cathodoluminescence (CL) images and concordia plots of zircon U-Pb dating for diorite porphyrite in Luoma area of Nagqu, Tibet

玢岩岩体呈孤岛状出露,四周低洼处均为第四系所掩盖,无法观察其与其它地层的接触关系。

尽管如此,本文所获得的年龄同样具有重要意义,因为虽然在北冈底斯带东部那曲地区可能存在中三叠世嘎加组、中晚侏罗世拉贡塘组和晚白垩世宗给组的岩浆活动^①,但却并没有被进一步证实,并且已有工作中鲜有早白垩世岩浆活动的报道。本文所获得的那曲罗马区 2 件闪长玢岩样品 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄测试结果分别为 $116.1\text{Ma} \pm 0.4\text{Ma}$ 和 $115.9\text{Ma} \pm 0.5\text{Ma}$,在误差范围内几乎一致,应该代表了其形成的时代。表明北冈底斯带东部地

区亦存在着早白垩世晚期的岩浆活动,并且在中冈底斯带、北冈底斯带中—西部 130~110Ma 的大规模岩浆活动的时代范围内,与冈底斯带中北部地区 110Ma 左右的岩浆大爆发基本同期^[4]。这表明该期大规模的岩浆活动向东至少延伸到了北冈底斯带东部的那曲地区,从而为深入研究冈底斯中北部地区白垩纪岩浆活动的时空框架提供了重要信息,对探讨整个北冈底斯带构造岩浆演化具有重要意义。

致谢: 在成文过程中得到中国地质调查局成都地质调查中心尹福光、耿全如、廖忠礼研究员的帮助,在 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年和阴极发

光测试过程中得到中国地质大学(武汉)刘勇胜教授、胡兆初副教授、梁婷女士和郑署老师的帮助, 在此深表谢意。

参考文献

- [1]潘桂棠,丁俊,王立全. 青藏高原及邻区地质图说明书[M].成都:成都地图出版社,2004:1-133.
- [2]朱弟成,潘桂棠,莫宣学,等.冈底斯中北部晚侏罗世—早白垩世地球动力学环境:火山岩约束[J].岩石学报,2006,22(3):534-546.
- [3]潘桂棠,莫宣学,侯增谦,等.冈底斯造山带的时空结构及演化[J].岩石学报,2006,22(3):521-533.
- [4]朱弟成,潘桂棠,王立全,等.西藏冈底斯带中生代岩浆岩的时空分布和相关问题的讨论[J].地质通报,2008,27(9):1535-1550.
- [5]朱弟成,莫宣学,赵志丹,等.西藏冈底斯带措勤地区则弄群火山岩锆石 U-Pb 年代学格架及构造意义[J].岩石学报,2008,24(2):1-12.
- [6]袁四化.冈底斯带中段北部早白垩世火山岩及其大地构造意义[D].中国地质科学院博士学位论文,2009.
- [7]康志强,许继峰,董彦辉,等.拉萨地块中北部白垩纪则弄群火山岩:Slainajap 洋南向俯冲的产物? [J].岩石学报,2008,24(2):303-314.

- [8]康志强,许继峰,王保弟,等.拉萨地块北部多尼组火山岩的地球化学:形成的构造环境[J].地球科学——中国地质大学学报,2009,34(1):89-104.
- [9]尼玛次仁,谢尧武.藏北那曲地区中三叠世地层的新发现及其地质意义[J].地质通报,2005,24(12):1142-1149.
- [10]Anderson T. Correction of common Pb in U-Pb analyses that do not report ^{204}Pb [J]. Chemical Geology, 2002,192:59-79.
- [11]Ludwing K R. Isoplot/Ex version 3.00. A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel[M]. Berkeley: Berkeley Geochronology Center Special Publication, 2003,4:1-70.
- [12]Yuan H L, Gao S, Liu X M, et al. Accurate U-Pb age and trace element determinations of zircon by laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry [J]. Geostandards and Geoanalytical Research, 2004,28(3): 353-370.
- [13]Hoskin P W O, Black L P. Metamorphic zircon formation by solid-state recrystallization of protolith igneous zircon[J]. Journal of Metamorphic Geology, 2000, 18: 423-439.
- [14]朱弟成,莫宣学,赵志丹,等.西藏南部二叠纪和早白垩世构造岩浆作用与特提斯演化:新观点[J].地学前缘,2009,16(2):1-20.
- ① 尼玛次仁,谢尧武,沙昭礼,等.中华人民共和国 1:25 万区域地质调查报告(那曲幅).西藏自治区地质调查院, 2005.