

云南格咱岛弧带新发现喜山期岩浆侵入事件:来自红牛—红山铜钼矿床石英闪长玢岩锆石U-Pb年龄的证据

刘学龙¹, 陶兴雄², 周云满², 赵成峰², 李守奎¹, 周杰虎¹, 曹振梁¹, 魏志毅², 李方兰¹

(1. 昆明理工大学国土资源工程学院, 云南 昆明 650032; 2. 云南黄金矿业集团股份有限公司, 云南 昆明 650299)

Discovery of Himalayan magmatic intrusion in Gezan Island Arc Belt, Yunnan Province: Evidence from U-Pb zircon age of quartz diorite porphyry in Hongniu-Hongshan Cu-Mo deposit

LIU Xuelong¹, TAO Xingxiong², ZHOU Yunman², ZHAO Chengfeng², LI Shoukui¹, ZHOU Jiehu¹, CAO Zhenliang¹, WEI Zhiyi², LI Fanglan¹

(1. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650032, Yunnan, China; 2. Yunnan Gold & Mining Group Co. Ltd., Kunming 650299, Yunnan, China)

1 研究目的(Objective)

滇西北中甸地区斑岩-矽卡岩型Cu-Mo复合成矿带位于特提斯—喜马拉雅成矿域义敦岛弧带南段(图1a),构成义敦-香格里拉Cu-Au-Ag-Pb-Zn多金属成矿带的主要组成部分。该区特殊的地质构造背景造就了多期次构造-岩浆-成矿活动,自晚三叠世以来,形成了复杂而独具特色的斑岩-矽卡岩型Cu-Mo复合成矿系统,表现出构造的继承性、同位叠加复合的典型性和巨大的资源潜力,引起了学界的广泛关注。其中,红牛-红山斑岩-矽卡岩型Cu-Mo矿床是西南三江地区复合成矿作用的典型代表之一,红山和红牛两个矿段经多年来的地质勘查探明资源储量超100 Mt。近年来,深部揭露出隐伏的Cu、Mo矿化石英二长斑岩和花岗斑岩,但成矿时代一直存有争议;石英闪长玢岩出露地表,分布在矿区外围北东部和南东部(图1b),呈北北西向展布,侵位于曲嘎寺组二段碎屑岩夹灰岩中,蚀变作用较强,具黄铜矿化、黄铁矿化及辉钼矿化等。本文在以往研究工作基础上,采用LA-ICP-MS锆石U-Pb测年技术,报道了红牛—红山斑岩-矽卡岩型Cu-Mo矿床石英闪长玢岩的锆石U-Pb年龄,以期对该区构造-岩浆活动和成矿作用研究提供新的证据。

2 研究方法(Methods)

本次工作所研究样品锆石U-Pb同位素定年在武汉上谱分析科技有限责任公司利用LA-ICP-MS分析完成。本次分析GeolasPro激光剥蚀系统由COMPexPro 102 ArF 193 nm准分子激光器和MicroLas光学系统组成,ICP-MS型号为Agilent 7700e,数据处理与成图用ICPMSDataCal和Isoplot3.75软件完成。

3 结果(Results)

本次研究的2件样品(HN21-30、HN22-01)均产自红牛—红山矿区D0002铜钼矿化点,坐标为99°53'39.17"E、28°07'15.26"N,高度为4342 m(图1b)。石英闪长玢岩风化面呈红褐色,新鲜面呈灰绿色,斑状结构,块状构造;斑晶主要为斜长石、堇青石、石英和黑云母;斜长石在镜下呈半自形板状,含量约15%;堇青石呈自形一半自形粒状,具六连晶、三连晶特征,含量约30%;石英呈浑圆状,表面干净,具波状消光,含量约15%;黑云母呈半自形鳞片状,含量约10%;基质具细粒-微粒结构,主要由长石、石英构成;岩石发育黄铁矿化、黄铜矿化及辉钼矿化等(图1e)。

本次测试挑选的锆石颗粒均呈自形-半自形,

作者简介:刘学龙,男,1983年生,教授,矿床学专业,从事云南“三江”地区的地质矿产研究工作及矿床学教学工作;E-mail: xuelongliu@foxmail.com。

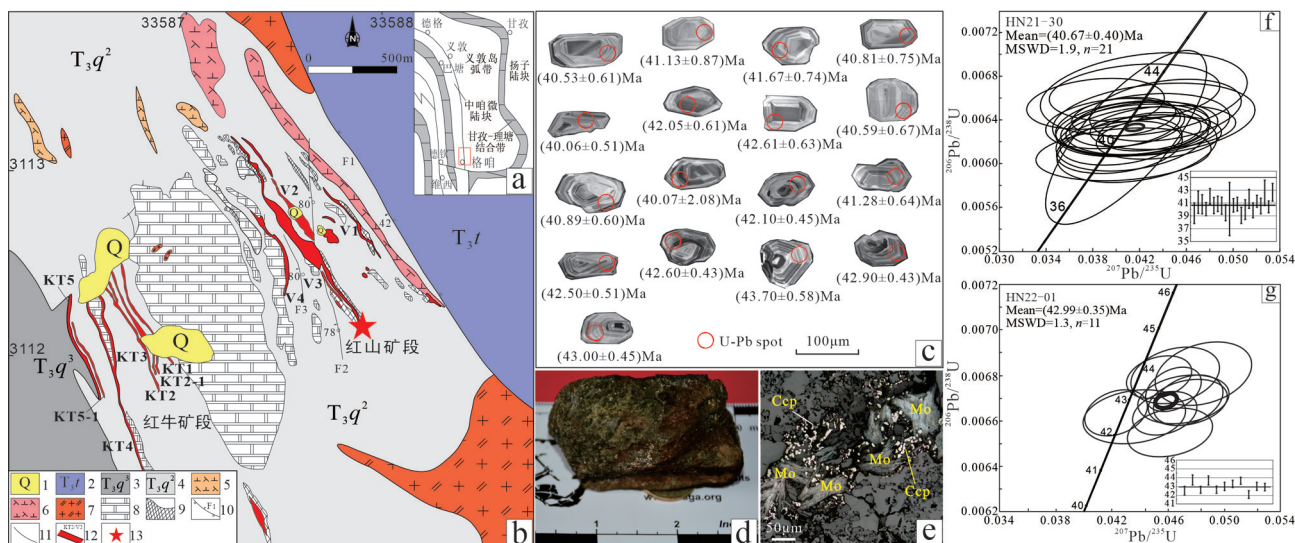


图1 格咱岛弧大地构造位置(a),红牛—红山铜钼矿床地质图(b),部分典型锆石CL图(c),石英闪长玢岩样品特征(d,e),红牛—红山石英闪长玢岩样品锆石U-Pb年龄谐和图(f,g)

1—第四系;2—图姆沟组碎屑岩夹火山岩;3—曲嘎寺组三段碎屑岩夹灰岩;4—曲嘎寺组二段碎屑岩夹灰岩;5—闪长玢岩;6—石英二长斑岩;7—石英闪长玢岩;8—大理岩;9—矽卡岩;10—逆断层;11—地质界线;12—矿体及编号;13—采样位置;Mo—辉钼矿;Ccp—黄铜矿

Fig.1 Geotectonic location of the Gezan Island Arc (a), geological map of Hongniu-Hongshan copper-molybdenum deposit (b), CL images of some typical zircons (c), characteristics of quartz diorite porphyrite samples (d, e), zircon U-Pb age harmonization diagrams of quartz diorite porphyrite (f, g)

1—Quaternary system; 2—Clastic rocks interspersed with volcanic rocks of Tumgou Formation; 3—Clastic rocks interspersed with volcanic rocks in the third member of Qugasi Formation; 4—Clastic rocks interspersed with volcanic rocks in the second member of Qugasi Formation; 5—Diorite porphyrite; 6—Quartz-monzonite porphyry; 7—Quartz diorite porphyrite; 8—Marble; 9—Skarn; 10—Reverse fault; 11—Geological boundary; 12—Orebody and number; 13—Sampling Location; Mo—Molybdenite; Ccp—Chalcopyrite

形态多为柱状;粒径约100~280 μm,长宽比多在1:1~3:1,锆石晶体内部部分发育少量裂隙,部分存在包裹体,CL图像上多数锆石可见清晰明显的岩浆振荡韵律环带结构(图1c),具有典型岩浆锆石特征。

对HN21-30样品分析35个锆石U-Pb同位素测点,除测试过程中可能剥蚀到微小裂隙或细小包裹体导致数据信号差,协和度低外,共获得21个有效数据(附表1、图1f),U含量为 $438 \times 10^{-6} \sim 2744 \times 10^{-6}$,Th含量为 $360 \times 10^{-6} \sim 3764 \times 10^{-6}$,Th/U比值为0.38~2.23(平均值0.91)。21颗锆石分析获得的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄数据在 $(39.08 \pm 0.63) \sim (42.69 \pm 0.69)$ Ma,数据点分布于一致曲线上或其附近,加权平均年龄为 (40.67 ± 0.40) Ma(MSWD=1.9, $n=21$)。

另外对HN22-01样品分析30个锆石U-Pb同位素测点,共获得11个有效数据(附表1、图1g),U含量为 $947 \times 10^{-6} \sim 4164 \times 10^{-6}$,Th含量为 $575 \times 10^{-6} \sim 3380 \times 10^{-6}$,Th/U比值为0.31~1.55(平均值为0.72)。11颗锆石分析获得的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄数据在 $(42.1 \pm 0.45) \sim (43.7 \pm 0.58)$ Ma,数据点分布于一致曲线上或

其附近,加权平均年龄为 (42.99 ± 0.35) Ma(MSWD=1.3, $n=11$)。

4 结论(Conclusions)

本文应用LA-ICP-MS锆石U-Pb定年方法,获得了红牛—红山矿区石英闪长玢岩的形成时代为 (42.99 ± 0.35) Ma、 (40.67 ± 0.40) Ma,属于晚渐新世,这为该区存在喜山期构造-岩浆-成矿作用研究提供了新证据,也为区内复合成矿作用的研究提供了新的例证。

5 基金项目(Fund support)

本文为云南黄金集团校企合作项目(KKF0202121292)、云南省高层次科技人才及创新团队选拔专项(202305AT350004-4)、昆明理工大学“双一流”科技专项课题(202202AG050006)、国家自然科学基金项目(No.41862009)和云南省三江成矿系统与评价顶尖团队培育项目(No.202305AS350015)联合资助的成果。

附表 1 石英闪长玢岩样品 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年分析结果

Attached table 1 LA-ICP-MS zircon U-Pb dating results of quartz diorite porphyrite samples

测点号	元素含量/ 10^{-6}			Th/U	同位素比值						年龄/Ma			
	Pb	Th	U		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ
HN21-30														
HN21-30-1	4.53	360	606	0.59	0.0512	0.0045	0.0419	0.0028	0.0061	0.0001	41.67	2.72	39.41	0.81
HN21-30-2	5.66	632	668	0.95	0.0505	0.0049	0.0433	0.0035	0.0064	0.0001	43.07	3.44	41.13	0.87
HN21-30-5	6.73	538	885	0.61	0.0483	0.0036	0.0424	0.0030	0.0064	0.0001	42.14	2.96	40.81	0.75
HN21-30-6	17.27	970	2410	0.40	0.0511	0.0027	0.0438	0.0022	0.0062	0.0001	43.50	2.13	40.06	0.51
HN21-30-7	9.82	499	1324	0.38	0.0430	0.0029	0.0383	0.0024	0.0065	0.0001	38.21	2.35	42.05	0.61
HN21-30-9	12.56	2121	1294	1.64	0.0483	0.0031	0.0423	0.0027	0.0063	0.0001	42.09	2.59	40.61	0.63
HN21-30-10	8.80	959	1050	0.91	0.0458	0.0030	0.0398	0.0024	0.0064	0.0001	39.67	2.30	40.89	0.60
HN21-30-12	6.58	494	842	0.59	0.0476	0.0032	0.0415	0.0027	0.0063	0.0001	41.30	2.62	40.59	0.67
HN21-30-14	12.01	1848	1335	1.38	0.0483	0.0030	0.0404	0.0022	0.0061	0.0001	40.21	2.14	39.49	0.63
HN21-30-16	20.4	3764	1827	2.06	0.0455	0.0040	0.0410	0.0028	0.0062	0.0003	40.76	2.74	40.07	2.08
HN21-30-17	11.50	1045	1420	0.74	0.0507	0.0030	0.0441	0.0025	0.0063	0.0001	43.83	2.48	40.65	0.53
HN21-30-18	18.21	1370	2379	0.58	0.0475	0.0024	0.0411	0.0020	0.0064	0.0001	40.85	1.96	40.84	0.54
HN21-30-19	9.16	958	1149	0.83	0.0490	0.0038	0.0407	0.0031	0.0061	0.0001	40.55	2.99	39.08	0.63
HN21-30-20	6.95	563	921	0.61	0.0500	0.0036	0.0415	0.0027	0.0062	0.0001	41.28	2.60	39.98	0.77
HN21-30-22	9.36	1924	863	2.23	0.0501	0.0031	0.0443	0.0027	0.0065	0.0001	44.05	2.58	41.67	0.74
HN21-30-23	13.66	2102	1542	1.36	0.0477	0.0026	0.0405	0.0021	0.0062	0.0001	40.34	2.08	39.86	0.58
HN21-30-24	18.58	1538	2410	0.64	0.0462	0.0022	0.0408	0.0018	0.0064	0.0001	40.57	1.78	41.28	0.46
HN21-30-26	11.54	1363	1395	0.98	0.0483	0.0032	0.0418	0.0026	0.0063	0.0001	41.56	2.55	40.53	0.61
HN21-30-28	3.63	363	438	0.83	0.0478	0.0050	0.0425	0.0036	0.0066	0.0002	42.24	3.52	42.60	1.00
HN21-30-33	20.30	1284	2744	0.47	0.0497	0.0022	0.0430	0.0018	0.0063	0.0001	42.74	1.75	40.41	0.46
HN21-30-34	8.26	704	1000	0.70	0.0453	0.0033	0.0417	0.0030	0.0066	0.0001	41.47	2.91	42.69	0.69
HN22-01														
HN22-01-1	8.70	660	1059	0.62	0.0478	0.0026	0.0436	0.0024	0.0066	0.0001	43.40	2.34	42.50	0.51
HN22-01-3	19.10	2881	1856	1.55	0.0515	0.0018	0.0474	0.0016	0.0067	0.0001	47.10	1.57	43.00	0.47
HN22-01-5	13.51	826	1733	0.48	0.0506	0.0021	0.0462	0.0020	0.0065	0.0001	45.80	1.93	42.10	0.45
HN22-01-7	31.83	1278	4148	0.31	0.0498	0.0014	0.0464	0.0013	0.0067	0.0001	46.00	1.26	43.30	0.41
HN22-01-9	19.36	1031	2422	0.43	0.0484	0.0017	0.0453	0.0015	0.0068	0.0001	45.00	1.48	43.60	0.40
HN22-01-11	9.56	1363	947	1.44	0.0513	0.0023	0.0485	0.0023	0.0068	0.0001	48.10	2.20	43.70	0.58
HN22-01-14	10.64	575	1383	0.42	0.0508	0.0023	0.0471	0.0022	0.0067	0.0001	46.70	2.09	43.00	0.45
HN22-01-15	17.07	1511	1996	0.76	0.0515	0.0020	0.0474	0.0019	0.0067	0.0001	47.00	1.80	42.90	0.43
HN22-01-16	34.90	3380	4164	0.81	0.0499	0.0016	0.0458	0.0015	0.0066	0.0001	45.40	1.47	42.60	0.40
HN22-01-20	12.57	939	1553	0.60	0.0497	0.0022	0.0465	0.0021	0.0068	0.0001	46.20	2.02	43.70	0.52
HN22-01-26	19.25	1354	2487	0.54	0.0465	0.0018	0.0423	0.0015	0.0066	0.0001	42.10	1.45	42.60	0.43