

辽宁柏杖子金矿区中酸性岩浆岩岩石地球化学特征、 锆石 U-Pb 年代学及其与成矿的关系

鄂建新¹, 胡博心², 缪 广², 屈海浪², 张少远², 解本德³, 王 成³

(1. 贵州锦丰矿业有限公司; 2. 中国黄金集团地质有限公司; 3. 凌源日兴矿业有限公司)

摘要:柏杖子金矿床为产于花岗岩内部张性构造裂隙的石英脉型金矿床。为了判定该矿区中酸性岩浆岩与成矿作用关系,对赋矿围岩柏杖子花岗岩、虎头石花岗岩及苗金沟正长斑岩进行了岩石地球化学和锆石 U-Pb 年代学的系统研究。定年结果表明,柏杖子花岗岩形成时代为晚三叠世(227.4 Ma±2.7 Ma)。柏杖子花岗岩侵位后,在其南部和西南部分别侵位了虎头石花岗岩(223.6 Ma±2.3 Ma)、苗金沟正长斑岩(221.3 Ma±2.4 Ma)。岩石地球化学特征表明,各类中酸性岩浆岩具有同源特征,但柏杖子花岗岩受强烈的成矿热液作用影响,具有明显的 Th、U 元素异常,说明柏杖子花岗岩是该区主要的赋矿岩体,是下一步找矿的重点方向。

关键词:成岩时代;岩石地球化学;中酸性岩浆岩;柏杖子;金矿床;赋矿岩体;成矿作用

中图分类号:TD11 P618.51

文章编号:1001-1277(2025)09-0061-12

文献标志码:A

doi:10.11792/hj20250907

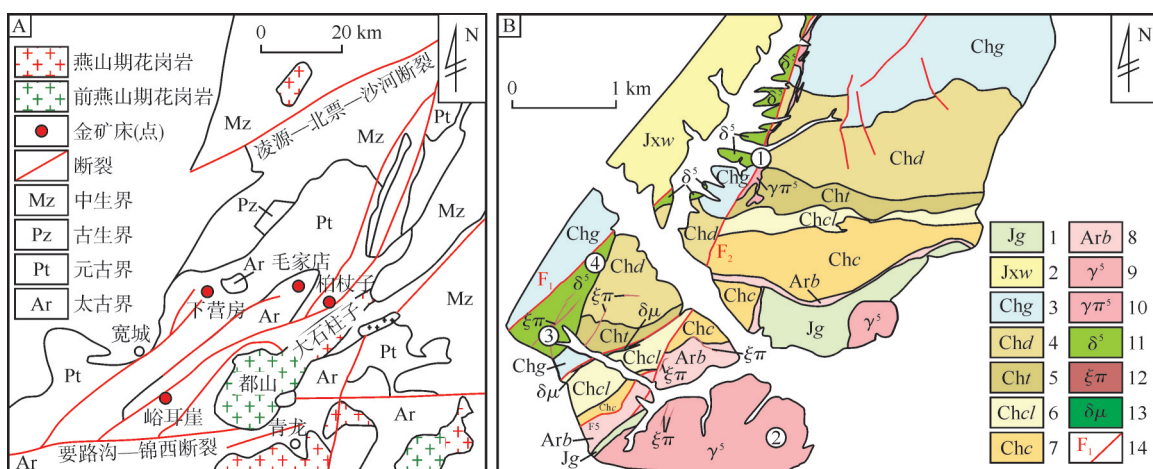
引 言

柏杖子金矿床主要产在都山岩体北侧的柏杖子花岗岩^[1-8]内,相对于区域内的峪耳崖、金厂峪等金矿床,该矿床勘查开发较晚,地质研究工作不足,岩体内岩性及期次众多,成岩成矿作用时空关系及岩体对成矿作用约束尚未明确^[9]。本文采用电感耦合等离子体质谱法对柏杖子金矿区中酸性岩浆岩主量元素、微量元素、稀土元素进行测定;通过锆石 U-Pb 定年,厘清成岩成矿作用时代及金矿化与中酸性岩浆岩的成因联系,为后续勘查开发提供建议。

1 成矿地质背景

柏杖子金矿床位于辽宁省凌源市西南 65 km 的刀尔登镇柏杖子村,大地构造位置位于华北地台北缘冀东—辽西成矿带东部,该成矿带是滨太平洋构造—岩浆及成矿作用的重要组成部分,为中生代岩浆活动最为强烈的地区,也是中国重要的金矿富集区,发育峪耳崖、毛家店、下营房等金矿床^[1-6](见图 1-A)。

矿区出露地层主要为长城系高于庄组、大红峪



1—郭家店组 2—雾迷山组 3—高于庄组 4—大红峪组 5—团子山组 6—串岭沟组 7—常州沟组 8—八道河组 9—燕山期花岗岩 10—燕山期花岗岩斑岩 11—闪长岩 12—正长斑岩 13—闪长玢岩 14—断裂及编号 ①—柏杖子花岗岩 ②—虎头石花岗岩 ③—苗金沟正长斑岩 ④—苗金沟闪长岩

图 1 柏杖子金矿床区域地质图(A)及矿区地质图(B)

Fig. 1 Regional geological map (A) and deposit geological map (B) of the Baizhangzi Gold Deposit

收稿日期:2025-06-11; 修回日期:2025-07-02

基金项目:国家重点研发计划项目(2022YFC2903600);中国黄金集团有限公司地质科研专项基金项目(WKY201702)

作者简介:鄂建新(1974—),男,高级工程师,从事金铜矿勘查及管理工作;E-mail:289847880@qq.com

组、团子山组等(见图1-B)。矿区岩浆岩主要为柏杖子花岗岩,侵位于长城系地层中;矿区南部出露虎头石花岗岩,侵位于太古界八道河群地层中;闪长岩、正长斑岩主要出露于矿区西南部苗金沟一带,呈脉状产出,其中,正长斑岩常侵位于闪长岩及花岗岩^[10]。

矿区内构造以断裂为主,一级控岩控矿构造为 F_1 、 F_2 断裂,在矿区范围内走向北北东,在成矿前已经存在,由于具有多期性继承活动特征,在断裂附近形成较厚的构造破碎带^[11]。 F_1 、 F_2 断裂控制了地层空间展布及岩浆岩出露形态,闪长岩主要出露于 F_1 与 F_2 断裂之间,呈岩墙分布, F_2 断裂为金矿化边界断裂,控制与成矿关系密切的花岗斑岩定位、规模、产状及形态。

矿区内矿化类型主要有2种,分别为石英脉型和细脉浸染型,以东北走向、南东倾向为主。围岩蚀变主要为钾长石化、硅化、黄铁矿化、绢云母化、碳酸盐化、电气石化、绿泥石化和高岭土化。围岩中多种蚀变叠加,后期构造错动复杂,未见明显的蚀变分带现象^[12]。

2 中酸性岩浆岩特征

矿区广泛出露中酸性岩浆岩^[13-14],岩性主要有花岗岩、正长斑岩、二长花岗岩、钾长花岗岩、石英正长岩、二长闪长岩、闪长岩和闪长玢岩等^[15];基性和中性—基性岩有闪长岩、煌斑岩等,多以岩脉、岩株状产出。

柏杖子花岗岩可分为钾化花岗岩、暗色花岗岩,其长轴呈北北东向沿 F_2 断裂分布于矿区中部,延长4 000余m,地表宽20~250m,地表出露面积约1.8 km²,倾向120°,倾角45°~60°,上部陡窄,下部缓宽,盲岩支(舌)发育,在井下各中段中展现出以100勘探线为中心,向两侧勘探线方向即123勘探线、136勘探线方向,花岗岩逐渐变窄尖灭的现象;花岗岩由下向上侵入,在-70~150 m标高出现膨大,岩体较厚大,矿体主要分布于此标高内。花岗岩呈肉红色,花岗结构,块状构造。主要成分为钾长石(60%)、斜长石(10%)、石英(23%)、白云母(1%~2%)、方解石(4%~5%)及不透明矿物(1%)(见图2-a))。虎头石花岗岩与柏杖子花岗岩特征较为相似。

正长斑岩主要呈脉状发育在苗金沟一带,半自形粒状结构,块状构造,主要由钾长石、斜长石、石英、辉石组成(见图2-b)),蚀变矿物为高岭土、绿泥石、绿帘石。

3 岩石地球化学特征

3.1 样品与分析方法

采集了柏杖子金矿区及外围4种典型岩性共计27件岩浆岩样品,样品制备在河北省区域地质矿产

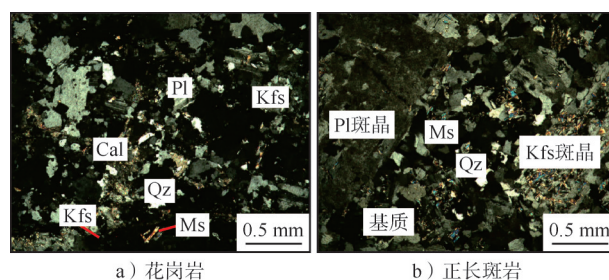


图2 花岗岩及正长斑岩薄片照片

Fig. 2 Thin section photos of granite and syenite porphyry

调查研究所完成,主量元素、微量元素、稀土元素在武汉上谱分析测试公司完成。主量元素采用X射线荧光光谱法进行分析,分析精度优于5%;微量元素、稀土元素采用电感耦合等离子体质谱法(仪器型号Agilent 2200e)分析,分析精度高于5%。数据处理和成图采用Geokit和CorelDRAW软件。

3.2 岩石地球化学特征

柏杖子金矿区中酸性岩浆岩主量元素分析结果见表1,微量元素、稀土元素分析结果见表2。由表1、表2可知:正长斑岩 SiO_2 质量分数(74.20%~75.33%)较高, Al_2O_3 质量分数为12.72%~13.27%, MgO 质量分数为0.12%~0.23%, K_2O 质量分数为4.49%~5.04%, CaO 质量分数为0.32%~0.45%, Fe_2O_3 质量分数为1.41%~1.63%。岩石总体上反映出高Al、Fe,低Mg的特点。正长斑岩 A/NCK 值为1.25~1.50, A/NK 值为1.25~1.50,属于过铝质岩石(见图3-a)。在 $w(SiO_2)-w(K_2O)$ 图解(见图3-b)中,正长斑岩样品点落在高钾钙碱性系列区域。正长斑岩稀土元素质量分数较高,为 $270 \times 10^{-6} \sim 305 \times 10^{-6}$,稀土元素配分曲线为轻稀土富集右倾型(见图4-g),稀土元素分馏明显($w(La)_N/w(Yb)_N=17.44 \sim 54.42$)。岩石富集Rb、U、K、La、Ce、Nd、Gd等元素,亏损Ba、Ta、Nb、P和Ti等元素(见图4-h)。

虎头石花岗岩 SiO_2 质量分数(65.61%~74.29%)较高, Al_2O_3 质量分数为13.11%~15.31%, MgO 质量分数为0.33%~1.97%, K_2O 质量分数为3.67%~4.98%, CaO 质量分数为0.43%~1.95%, Fe_2O_3 质量分数为2.02%~4.05%。岩石总体上反映出高Al、Fe,低Mg的特点。虎头石花岗岩 A/NCK 值为1.25~1.75, A/NK 值为1.25~1.75,属于过铝质岩石(见图3-a)。在 $w(SiO_2)-w(K_2O)$ 图解(见图3-b)中,虎头石花岗岩落在钾玄武岩系列—高钾钙碱性系列区域。虎头石花岗岩稀土元素质量分数为 $139.59 \times 10^{-6} \sim 353.27 \times 10^{-6}$,稀土元素配分曲线为轻稀土富集右倾型(见图4-e),稀土元素分馏明显($w(La)_N/w(Yb)_N=29.22 \sim 55.55$)。岩石富集Ba、K、La、Ce、

表 1 柏杖子金矿区中酸性岩浆岩主量元素分析结果

Table 1 Major element analysis results of intermediate-acidic magmatic rocks in the Baizhangzi Gold District

样号编号	岩性	w/%									
		SiO ₂	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃
CN-002	正长斑岩脉	75.33	4.23	0.22	12.72	0.03	5.04	0.33	0.10	0.02	1.44
CN-003	正长斑岩脉	74.20	4.50	0.23	13.27	0.04	4.84	0.45	0.11	0.02	1.51
CN-005	正长斑岩脉	74.97	4.86	0.20	12.88	0.04	4.49	0.39	0.11	0.02	1.44
CN-006	正长斑岩脉	75.12	4.67	0.18	12.90	0.04	4.76	0.38	0.10	0.02	1.41
CN-007	正长斑岩脉	74.98	4.59	0.12	12.90	0.03	4.80	0.32	0.08	0.02	1.63
Y-(-110)-11	钾化花岗岩	65.93	4.72	1.64	14.59	0.15	4.73	1.82	0.31	0.06	3.27
Y-(-110)-29	钾化花岗岩	66.80	4.56	0.91	14.25	0.14	5.26	2.03	0.30	0.06	2.98
Y-(-30)-17	钾化花岗岩	66.92	4.01	0.75	14.87	0.15	5.71	1.58	0.30	0.06	2.87
Y-(-70)-45	钾化花岗岩	66.17	4.59	0.81	15.16	0.15	5.59	1.60	0.32	0.04	2.97
Y-(-70)-58	钾化花岗岩	67.65	4.64	0.66	14.71	0.15	5.77	1.46	0.31	0.04	2.42
Y-0-6	钾化花岗岩	66.18	4.62	0.64	14.80	0.15	5.31	1.62	0.31	0.06	2.31
Y-120-2	钾化花岗岩	67.98	3.71	0.77	13.82	0.14	6.69	1.49	0.29	0.16	2.85
Y-30-17	钾化花岗岩	70.52	1.56	0.89	11.25	0.12	7.39	2.00	0.22	0.15	3.20
CN-012	虎头石花岗岩	69.95	4.20	0.49	15.27	0.12	4.83	0.81	0.38	0.03	2.61
CN-013	虎头石花岗岩	71.82	4.63	0.33	14.46	0.11	4.34	0.53	0.39	0.02	2.37
CN-014	虎头石花岗岩	74.29	4.85	0.35	13.11	0.11	3.67	0.43	0.36	0.04	2.02
CN-015	虎头石花岗岩	70.36	4.61	0.38	15.06	0.12	4.98	0.87	0.37	0.04	2.10
CN-016	虎头石花岗岩	70.15	3.58	0.48	15.07	0.03	4.91	0.54	0.36	0.03	2.89
CN-017	虎头石花岗岩	65.61	5.07	1.97	15.31	0.25	4.21	1.95	0.51	0.06	4.05
Y-(-110)-28	暗色花岗岩	57.57	5.45	3.25	15.05	0.50	3.23	3.84	0.76	0.07	6.32
Y-(-110)-43	暗色花岗岩	52.98	5.11	3.40	15.28	0.25	2.10	4.67	0.80	0.08	10.02
Y-(-110)-49	暗色花岗岩	64.92	4.79	1.14	15.50	0.21	5.43	1.99	0.38	0.08	3.19
Y-(-30)-6	暗色花岗岩	54.25	3.88	3.66	13.58	0.50	4.73	6.36	0.71	0.12	6.32
Y-(-70)-1	暗色花岗岩	67.75	4.03	0.84	13.96	0.15	5.82	1.81	0.30	0.06	2.70
Y-(-70)-2	暗色花岗岩	66.66	4.53	0.83	14.07	0.14	5.26	2.21	0.28	0.06	3.29
Y-(-70)-52	暗色花岗岩	66.01	4.70	0.84	15.26	0.17	5.77	1.60	0.35	0.06	3.10
Y-120-3	暗色花岗岩	61.98	3.73	1.95	14.67	0.42	5.98	2.12	0.70	0.09	5.21

Nd、Gd 等元素，亏损 U、Ta、Nb、P 和 Ti 等元素（见图 4-f）。

钾化花岗岩 SiO₂ 质量分数为 65.93 % ~ 70.52 %，Al₂O₃ 质量分数为 11.25 % ~ 15.16 %，MgO 质量分数为 0.64 % ~ 1.64 %，K₂O 质量分数为 4.73 % ~ 7.39 %，CaO 质量分数为 1.46 % ~ 2.03 %，Fe₂O₃ 质量分数为 2.31 % ~ 3.27 %。岩石总体上反映出高 Al、Fe，低 Mg 的特点。钾化花岗岩 A/NCK 值为 1.00 ~ 1.50，A/NK 值大于 1.00，属于过铝质岩石（见图 3-a）。在 w(SiO₂)-w(K₂O) 图解（见图 3-b）中，钾化花岗岩落在钾玄武岩系列区域。钾化花岗岩稀土元素质量分数为 193.29×10⁻⁶ ~ 313.17×10⁻⁶，稀土元素配分曲线为轻稀土富集右倾型（见图 4-c），稀土元素分馏明显（w(La)_N/w(Yb)_N=34.59 ~ 51.74）。岩石富集 Th、U、La、Ce、Nd、Gd 元素，亏损 Ba、Ta、Nb、P 和 Ti 等元素（见图 4-d）。

暗色花岗岩 SiO₂ 质量分数较钾化花岗岩低，个别样品低于 60 %，Al₂O₃ 质量分数为 13.58 % ~ 15.50 %，MgO 质量分数为 0.83 % ~ 3.66 %，K₂O 质量分数为

2.10 % ~ 5.98 %，CaO 质量分数为 1.60 % ~ 6.36 %，Fe₂O₃ 质量分数为 2.70 % ~ 10.02 %。岩石总体上反映出高 Al、Fe，低 Mg 的特点。暗色花岗岩 A/NCK 值为 0.80 ~ 1.50，A/NK 值为 1.25 ~ 2.25（见图 3-a）。在 w(SiO₂)-w(K₂O) 图解（见图 3-b）中，暗色花岗岩落在钾玄武岩系列—高钾钙碱性系列区域。暗色花岗岩稀土元素质量分数为 194.92×10⁻⁶ ~ 510.61×10⁻⁶，稀土配分曲线为轻稀土富集右倾型（见图 4-a），稀土元素分馏明显（w(La)_N/w(Yb)_N=21.65 ~ 76.95）。岩石富集 Th、U、La、Ce、Nd、Gd 元素，亏损 Ba、Ta、Nb、P 和 Ti 等元素（见图 4-b）。

4 成岩年龄测定

4.1 样品与分析方法

采集了柏杖子金矿区内柏杖子花岗岩，矿区外围虎头石花岗岩、苗金沟正长斑岩，共计 3 件样品，用于开展锆石 U-Pb 定年，取样地点见表 3。

单颗粒锆石分选是将采集到的柏杖子花岗岩、虎

表2 柏杖子金矿区中酸性岩浆岩微量元素、稀土元素分析结果
Table 2 Trace and rare earth element analysis results of intermediate-acid magmatic rocks in the Baizhangzi Gold District

样品编号	岩性	<i>w</i> ×10 ⁻⁶																			
		Rb	Ba	Th	U	K	Ta	Nb	La	Ce	Sr	P	Nd	Sm	Eu	Ti	Gd	Tb	Y	Yb	Lu
CN-002	正长斑岩脉	150.0	677	8.4	3.9	41 829.57	1.63	20.7	63.58	136.19	124	139.72	56.96	9.71	2.67	581.37	9.14	1.20	26.84	2.46	0.34
CN-003	正长斑岩脉	140.0	432	7.3	2.7	40 120.21	1.68	21.3	60.47	111.01	117	165.92	38.12	5.65	1.41	635.31	4.70	0.47	8.82	0.75	0.12
CN-005	正长斑岩脉	131.0	443	8.5	3.6	37 215.96	1.70	20.7	63.66	127.99	170	161.55	44.22	6.49	1.50	635.31	5.24	0.53	10.32	0.95	0.14
CN-006	正长斑岩脉	157.0	490	9.8	4.3	39 506.17	1.83	22.4	51.02	108.03	214	174.65	42.15	6.41	1.59	581.37	5.06	0.53	10.03	0.90	0.14
CN-007	正长斑岩脉	152.0	444	10.1	5.3	39 846.38	1.93	24.1	67.73	130.00	162	117.89	43.78	6.39	1.56	503.45	5.13	0.50	9.58	0.86	0.13
Y-(-110)-11	钾化花岗岩	65.4	681	26.1	6.1	39 207.45	1.07	19.0	45.16	97.22	300	646.20	38.03	5.96	1.40	1 834.01	4.69	0.49	10.49	0.87	0.13
Y-(-110)-29	钾化花岗岩	104.0	1 011	39.0	9.1	43 655.11	1.07	19.5	56.60	118.16	351	624.37	43.71	6.55	1.58	1 774.07	5.43	0.55	10.73	0.93	0.14
Y-(-30)-17	钾化花岗岩	130.0	1 092	43.4	20.4	47 397.45	1.28	22.8	74.30	139.32	641	646.20	48.76	7.08	1.73	1 816.03	5.75	0.56	10.49	0.98	0.14
Y-(-70)-45	钾化花岗岩	109.0	906	47.1	16.1	46 418.30	1.10	19.8	81.03	147.81	452	672.39	50.94	7.33	1.73	1 923.91	6.09	0.61	11.26	1.06	0.15
Y-(-70)-58	钾化花岗岩	118.0	806	47.5	15.6	47 911.91	1.44	25.3	66.86	130.00	415	659.30	44.91	6.65	1.54	1 863.98	5.29	0.51	9.60	0.94	0.14
Y-0-6	钾化花岗岩	108.0	1 050	42.3	7.2	44 086.60	1.09	19.4	68.65	141.03	502	637.46	49.16	7.32	1.79	1 845.99	5.91	0.59	10.81	0.99	0.14
Y-120-2	钾化花岗岩	151.0	1 289	37.3	11.9	55 479.57	0.86	15.3	37.63	88.21	263	628.73	35.70	5.43	1.28	1 750.10	4.18	0.44	7.90	0.74	0.11
Y-30-17	钾化花岗岩	180.0	1 144	36.6	10.6	61 337.87	0.46	7.93	45.06	91.56	340	510.85	33.40	5.09	1.62	1 324.56	4.17	0.45	9.21	0.83	0.12
CN-012	虎头花岗岩	76.7	1 021	10.0	0.9	40 062.13	1.55	26.1	69.59	145.72	352	532.68	56.24	8.38	2.34	2 253.55	6.53	0.63	10.66	0.85	0.12
CN-013	虎头花岗岩	70.8	971	10.1	1.4	36 029.36	1.00	18.1	29.31	63.56	316	484.65	27.62	4.47	1.26	2 349.45	3.58	0.38	7.43	0.68	0.11
CN-014	虎头花岗岩	60.4	980	9.9	1.4	30 444.89	0.60	9.62	77.17	168.82	255	462.82	65.25	9.91	2.43	2 181.63	7.83	0.79	13.56	1.04	0.14
CN-015	虎头花岗岩	72.9	1 092	11.4	1.7	41 348.30	1.29	23.0	58.31	111.30	354	502.11	40.94	6.14	1.41	2 223.58	4.90	0.47	8.95	0.82	0.12
CN-016	虎头花岗岩	93.4	1 127	10.0	1.4	40 717.66	1.38	23.9	59.79	109.52	277	126.62	36.54	5.50	1.44	2 163.65	4.48	0.44	8.43	0.81	0.12
CN-017	虎头花岗岩	54.4	2 049	8.5	2.5	34 892.55	1.03	19.9	47.77	98.19	905	1 109.01	33.71	4.94	1.38	3 056.68	4.09	0.43	9.42	0.85	0.13
Y-(-110)-28	暗色花岗岩	44.1	1 769	38.8	11.1	26 785.53	1.14	22.8	75.59	163.23	806	2 187.46	66.28	10.10	2.62	4 543.06	7.90	0.76	13.02	1.10	0.16
Y-(-110)-43	暗色花岗岩	38.6	948	10.4	2.8	17 417.23	0.43	6.92	41.41	87.61	776	1 078.45	43.11	7.96	2.37	4 818.77	6.47	0.76	14.07	1.29	0.19
Y-(-110)-49	暗色花岗岩	95.9	1 572	27.1	8.8	45 057.45	0.78	14.0	53.10	115.70	802	925.63	48.78	7.37	2.00	2 301.50	5.71	0.58	10.19	0.83	0.12
Y-(-30)-6	暗色花岗岩	60.2	1 940	23.9	10.8	39 282.13	0.92	19.8	72.06	160.03	1 431	2 200.56	72.47	11.55	3.23	4 261.37	8.68	0.88	13.34	1.06	0.15
Y-(-70)-1	暗色花岗岩	126.0	892	41.7	9.0	48 277.02	1.19	20.6	47.02	101.84	461	650.56	41.16	6.19	1.50	1 792.05	4.88	0.47	8.38	0.79	0.12
Y-(-70)-2	暗色花岗岩	85.2	588	32.1	6.3	43 646.81	0.82	14.5	42.22	93.80	278	628.73	35.66	5.40	1.34	1 702.15	4.24	0.44	7.59	0.67	0.10
Y-(-70)-52	暗色花岗岩	121.0	1 446	42.7	7.9	47 895.32	1.33	22.7	54.14	122.40	704	750.99	52.78	8.13	1.97	2 103.71	6.37	0.65	11.39	0.97	0.14
Y-120-3	暗色花岗岩	98.7	1 659	45.3	11.1	49 637.87	1.19	25.3	119.20	246.37	555	1 811.97	91.13	12.58	2.82	4 189.45	10.09	0.93	13.45	1.05	0.15

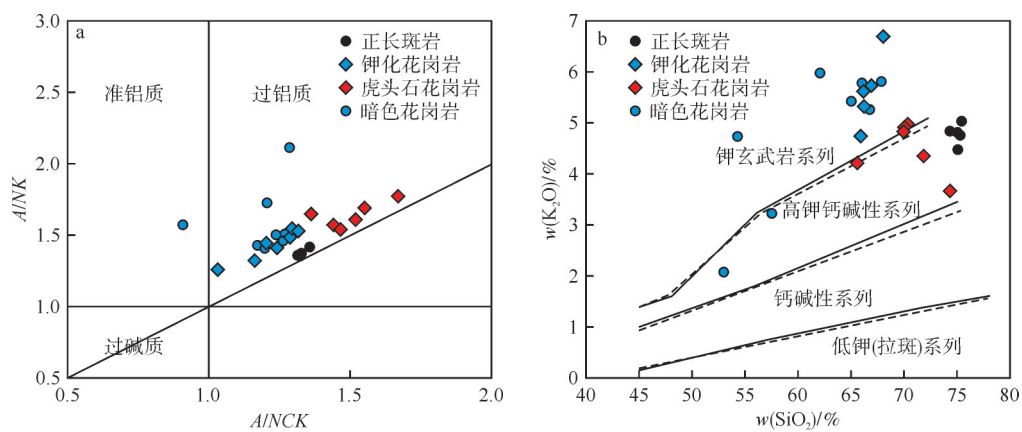


图 3 柏杖子金矿区中酸性岩浆岩主要元素判别图解

Fig. 3 Major element discrimination plot of intermediate-acidic magmatic rocks in the Baizhangzi Gold District

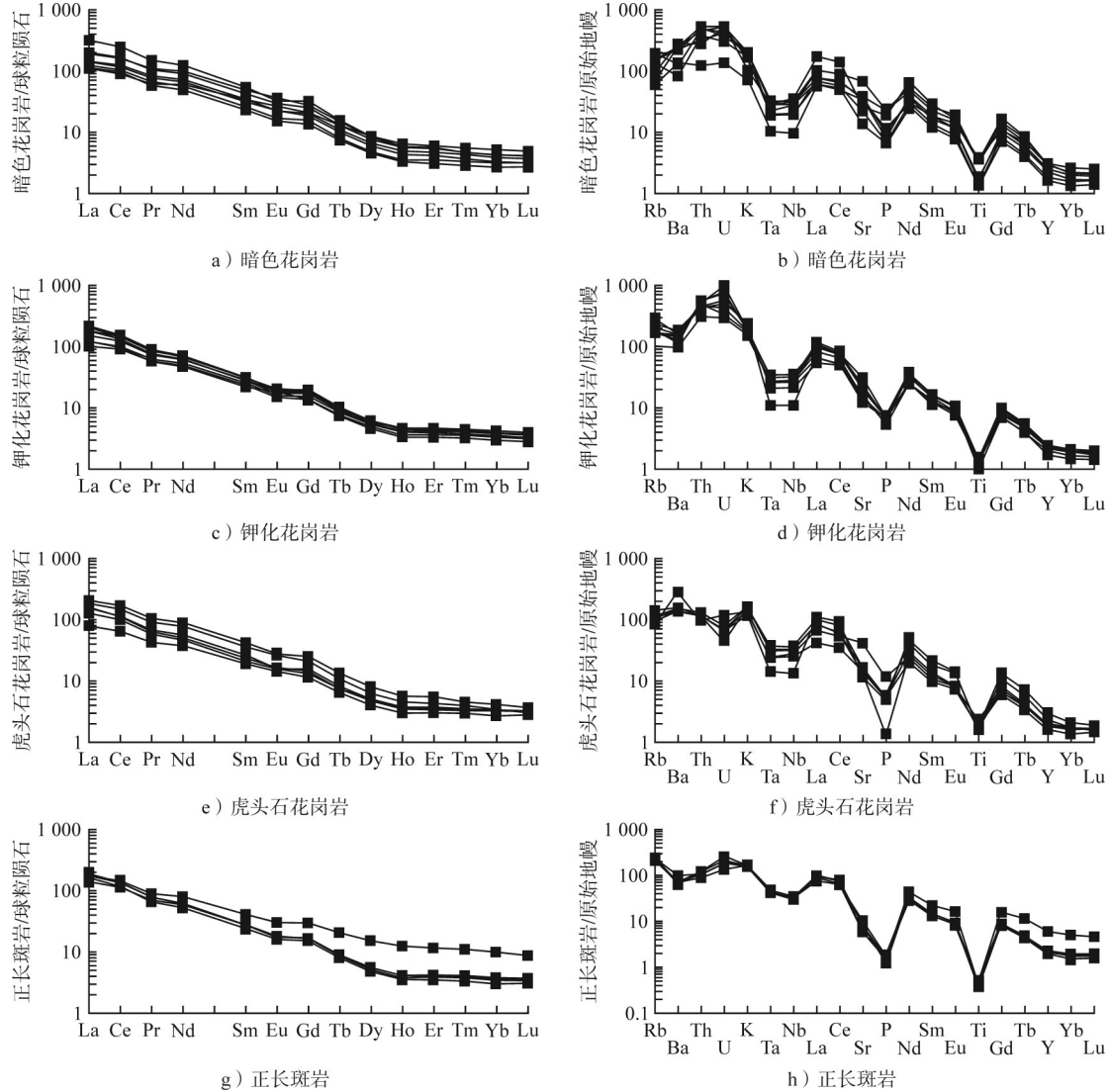


图 4 柏杖子金矿区中酸性岩浆岩稀土元素、微量元素特征

Fig. 4 Rare earth and trace element characteristics of intermediate-acidic magmatic rocks in the Baizhangzi Gold District

头石花岗岩和苗金沟正长斑岩,经过手标本和显微镜观察后,挑选无蚀变、无矿化影响或蚀变甚弱的样品。将样品破碎,采用常规重-磁选方法,除去长石、石英、云母等小密度矿物和磁铁矿、磁黄铁矿等磁性矿物,在双目镜下挑选出晶形完好、透明度和色泽较好的锆

石单矿物粘在双面胶上,用无色透明的环氧树脂固定,待环氧树脂充分固化后抛光至锆石露出一个平面。

4.2 锆石 U-Pb 定年

本次研究中制靶锆石均具有清晰的内部结构,大

表3 柏杖子金矿床中酸性岩浆岩取样地点

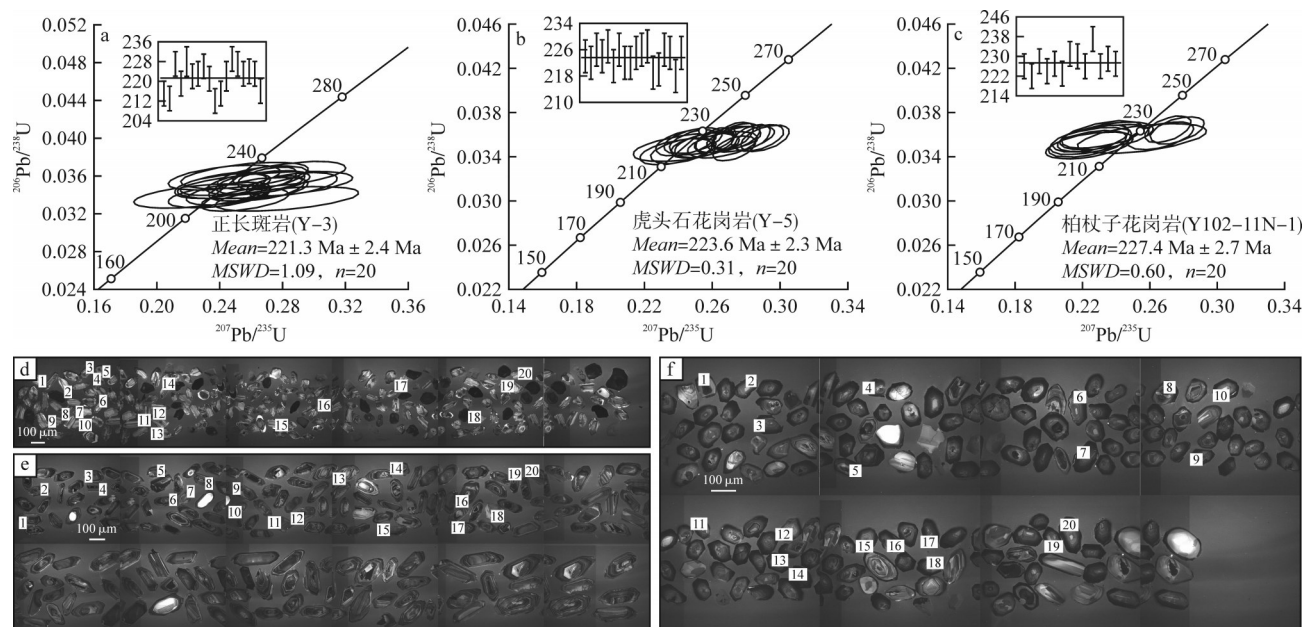
Table 3 Sampling locations of intermediate-acidic magmatic rocks in the Baizhangzi Gold Deposit

序号	样品编号	采样地点	岩矿鉴定
1	Y-3	苗金沟矿段(x:4 506 676,y:78 549 649)	正长斑岩
2	Y-5	虎头石矿段(x:4 505 016,y:78 545 614)	花岗岩
3	Y102-11N-1	120 m 中段 102-11N 矿体附近	花岗岩

多数锆石具有典型的同心环带特征。 $w(\text{Th})/w(\text{U})$ 值

均大于0.2,属典型的岩浆成因锆石^[16-18],并且岩石的谐和年龄与等时线年龄在误差范围内一致,能代表岩浆岩形成的年龄。

苗金沟正长斑岩(Y-3)(见图5-a、d,表4):采自柏杖子金矿区南部苗金沟矿段地表,民采老硐旁,北东走向。锆石主要呈自形一半自形,岩浆成因,20个点基本都在谐和线上或附近, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄206~238 Ma,加权平均年龄为221.3 Ma $\pm$ 2.4 Ma($MSWD=1.09,n=20$),代表了岩石的成岩年龄。



a—苗金沟正长斑岩(Y-3)谐和年龄 b—虎头石花岗岩(Y-5)谐和年龄 c—柏杖子花岗岩(Y102-11N-1)谐和年龄
d—苗金沟正长斑岩(Y-3)锆石 CL 图像 e—虎头石花岗岩(Y-5)锆石 CL 图像 f—柏杖子花岗岩(Y102-11N-1)锆石 CL 图像
图5 柏杖子金矿区中酸性岩浆岩锆石 U-Pb 年龄谐和图及锆石阴极发光(CL)图像

Fig. 5 Concordia diagram of zircon U-Pb ages and CL images of zircon from intermediate-acidic magmatic rocks in the Baizhangzi Gold District

虎头石花岗岩(Y-5)(见图5-b、e,表5):采自柏杖子金矿区东南部虎头石矿段地表。锆石主要呈自形、半自形,岩浆成因,18个点基本都在谐和线上或附近, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄217~227 Ma,加权平均年龄为223.6 Ma $\pm$ 2.3 Ma($MSWD=0.31,n=20$),代表了岩石的成岩年龄。

柏杖子花岗岩(Y102-11N-1)(见图5-c、f,表6):采自柏杖子金矿区120 m中段的含细脉浸染型矿化花岗岩,是主要赋矿围岩,当柏杖子花岗岩内发生细脉浸染型矿化后,本身便成为厚大矿体。锆石主要呈自形、半自形,岩浆成因,13个点基本都在谐和线上或附近, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄201~241 Ma,加权平均年龄为227.4 Ma $\pm$ 2.7 Ma($MSWD=0.60,n=20$),代表了岩石的成岩年龄。

5 讨论

5.1 岩石成因

柏杖子花岗岩是矿体主要赋存部位。柏杖子花

岗岩主要包括钾化花岗岩和暗色花岗岩,其在同一时间内形成。随着 SiO_2 含量增加,柏杖子花岗岩和虎头石花岗岩的主量元素及微量元素均表现为线性变化特征,分异指数也具有逐渐升高的趋势,表明该2种花岗岩是同源岩浆演化而成(见图6)。其中, Fe_2O_3 、 P_2O_5 、 CaO 、 MgO 、 Al_2O_3 、 TiO_2 含量随 SiO_2 含量升高而逐渐降低(见图7),在稀土元素球粒陨石标准化图解上,均表现为轻稀土元素富集右倾型,重稀土元素较轻稀土元素略有富集,Gd异常明显,显示出岩浆经历了较强烈分异的特点^[19]。稀土元素总量随 SiO_2 含量增加表现为线性减少,而岩浆岩分异指数则表现为线性增加的特征,也说明柏杖子花岗岩和虎头石花岗岩经历了分离结晶作用。

柏杖子金矿区中酸性岩浆岩主量元素及微量元素含量总体一致,表明各类岩浆岩具有同源特征。但是,苗金沟正长斑岩主量元素及微量元素均无明显线性变化特征,分异指数分布也比较集中,可能与其规模较小,呈脉状产出,侵入近地表,以及温度、压力急

表 4 柏杖子金矿区苗金沟正长斑岩 (Y-3) 锆石 U-Pb 定年结果
Table 4 Zircon U-Pb dating results of the Miaojingou syenite porphyry (Y-3) in the Baizhangzi Gold District

测点编号	$w/\times 10^{-6}$		$w(\text{Th})/w(\text{U})$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	
	Pb	Th	U		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	年龄/Ma	1 σ
Y-3-01	7.409	74.590	162.090	0.460	0.050	0.004	0.241	0.020	0.035	0.000 8	0.011 0	0.000 2	201	197	220	16	222	5
Y-3-02	10.061	119.070	202.410	0.588	0.054	0.004	0.264	0.021	0.035	0.000 8	0.011 0	0.000 2	387	195	238	17	223	5
Y-3-03	13.462	157.560	289.480	0.544	0.054	0.002	0.270	0.012	0.035	0.000 8	0.012 2	0.000 3	404	64	243	10	226	5
Y-3-04	14.653	207.590	323.060	0.642	0.057	0.002	0.276	0.011	0.034	0.000 8	0.011 0	0.000 3	509	55	248	9	221	5
Y-3-05	15.620	193.400	324.560	0.595	0.055	0.004	0.255	0.018	0.033	0.000 8	0.010 4	0.000 2	429	174	231	15	212	5
Y-3-06	11.281	90.050	169.700	0.530	0.048	0.005	0.226	0.026	0.033	0.000 8	0.010 7	0.000 5	119	251	207	22	215	5
Y-3-07	9.177	84.080	139.990	0.600	0.055	0.007	0.268	0.036	0.035	0.001 0	0.010 9	0.000 3	437	316	242	29	222	6
Y-3-08	13.517	175.230	251.350	0.697	0.056	0.005	0.291	0.025	0.037	0.000 9	0.011 7	0.000 2	468	207	260	20	238	6
Y-3-09	16.085	155.000	302.500	0.512	0.056	0.005	0.284	0.023	0.036	0.000 9	0.011 3	0.000 2	487	199	254	19	229	5
Y-3-10	8.906	105.790	195.280	0.541	0.054	0.004	0.266	0.018	0.035	0.000 8	0.011 2	0.000 2	372	170	240	15	227	5
Y-3-11	12.890	159.900	278.900	0.573	0.059	0.004	0.286	0.019	0.035	0.000 8	0.010 9	0.000 2	568	158	255	15	223	5
Y-3-12	8.285	73.220	181.460	0.403	0.054	0.004	0.265	0.018	0.035	0.000 8	0.011 0	0.000 2	396	171	239	15	224	5
Y-3-13	11.934	134.310	246.360	0.545	0.050	0.003	0.242	0.018	0.035	0.000 8	0.011 1	0.000 2	197	178	220	15	223	5
Y-3-14	12.156	165.900	268.010	0.619	0.052	0.004	0.245	0.017	0.034	0.000 8	0.010 7	0.000 2	293	174	223	14	216	5
Y-3-15	6.274	57.350	131.880	0.434	0.050	0.004	0.226	0.019	0.032	0.000 8	0.010 3	0.000 2	215	206	207	16	206	5
Y-3-16	10.044	105.850	195.420	0.541	0.051	0.004	0.239	0.021	0.033	0.000 8	0.010 7	0.000 2	254	211	218	18	215	5
Y-3-17	21.754	165.670	304.620	0.543	0.061	0.006	0.282	0.030	0.033	0.000 9	0.010 4	0.000 3	641	246	253	24	213	5
Y-3-18	10.785	88.920	175.450	0.506	0.049	0.004	0.242	0.023	0.035	0.000 9	0.011 3	0.000 3	155	222	221	19	227	5
Y-3-19	7.643	75.990	161.740	0.469	0.055	0.004	0.264	0.020	0.034	0.000 8	0.010 8	0.000 2	430	189	238	17	219	5
Y-3-20	7.289	63.250	136.280	0.464	0.051	0.005	0.255	0.026	0.036	0.000 9	0.011 3	0.000 3	260	247	231	22	228	6

表5 柏杖子金矿区虎头石花岗岩(Y-5)锆石U-Pb定年结果
Table 5 Zircon U-Pb dating results of the Hutoushi granite (Y-5) in the Baizhangzi Gold District

测点编号	$w/\times 10^{-6}$		$w(\text{Th})/w(\text{U})$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	
	Pb	Th		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	年龄/Ma	1 σ
Y-5-01	19.091	130.320	455.640	0.286	0.012	0.035	0.000 8	0.011 1	0.000 2	284	128	229	10	224	5	223	4
Y-5-02	38.403	317.890	871.550	0.364	0.013	0.035	0.000 8	0.011 0	0.000 2	411	128	240	11	222	5	220	4
Y-5-03	22.081	175.090	501.520	0.349	0.009	0.035	0.000 8	0.015 6	0.000 4	546	36	257	7	226	5	312	7
Y-5-04	29.778	185.220	727.140	0.254	0.011	0.035	0.000 8	0.011 1	0.000 2	205	122	222	10	224	5	224	4
Y-5-05	28.164	199.860	671.280	0.297	0.007	0.035	0.000 8	0.013 6	0.000 3	412	31	245	6	227	5	272	6
Y-5-06	41.523	312.720	984.910	0.317	0.013	0.033	0.000 7	0.010 4	0.000 2	356	135	223	11	210	5	209	4
Y-5-07	12.012	183.140	243.590	0.751	0.020	0.034	0.000 8	0.011 0	0.000 2	238	200	222	17	221	5	221	4
Y-5-08	26.264	157.240	596.130	0.263	0.013	0.035	0.000 8	0.011 1	0.000 2	465	119	248	10	226	5	223	5
Y-5-09	30.766	201.920	710.940	0.284	0.012	0.035	0.000 8	0.011 0	0.000 2	329	122	232	10	222	5	221	4
Y-5-10	21.200	111.400	499.780	0.222	0.012	0.035	0.000 8	0.011 0	0.000 2	312	122	230	10	222	5	221	5
Y-5-11	33.413	361.090	781.180	0.462	0.007	0.035	0.000 8	0.011 5	0.000 2	353	32	236	6	225	5	230	5
Y-5-12	21.056	249.920	459.680	0.543	0.009	0.035	0.000 8	0.013 0	0.000 3	573	35	259	7	226	5	262	5
Y-5-13	25.121	379.050	554.150	0.684	0.009	0.035	0.000 8	0.011 4	0.000 2	431	40	246	7	227	5	230	5
Y-5-14	18.136	126.900	450.100	0.281	0.012	0.034	0.000 8	0.010 9	0.000 2	240	132	221	10	219	5	219	4
Y-5-15	28.983	286.830	675.160	0.424	0.014	0.034	0.000 8	0.010 6	0.000 2	568	125	250	11	217	5	213	4
Y-5-16	38.319	368.410	899.000	0.409	0.008	0.034	0.000 7	0.011 1	0.000 2	489	33	245	7	220	5	223	5
Y-5-17	33.851	477.320	1 057.440	0.451	0.007	0.035	0.000 8	0.011 5	0.000 2	505	27	253	6	226	5	232	4
Y-5-18	17.394	119.630	413.590	0.289	0.012	0.035	0.000 8	0.011 1	0.000 2	408	120	242	10	225	5	223	4
Y-5-19	33.851	427.130	754.110	0.566	0.014	0.034	0.000 8	0.010 9	0.000 2	206	145	217	12	218	5	219	4
Y-5-20	32.042	242.680	758.220	0.320	0.011	0.035	0.000 8	0.011 2	0.000 2	235	118	225	9	225	5	224	4

表 6 柏杖子金矿区柏杖子花岗岩(Y102-11N-1)锆石 U-Pb 定年结果
Table 6 Zircon U-Pb dating results of the Baizhangzi granite (Y102-11N-1) in the Baizhangzi Gold District

测点编号	$w/\times 10^{-6}$		$w(\text{Th})/w(\text{U})$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$		
	Pb	Th		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	年龄/Ma	1 σ	
Y102-11N-1-01	35.479	1 178.020	603.730	1.951	0.052	0.001	0.249 5	0.007	0.034 3	0.000 7	0.010 0	0.000 2	321	32	226	6	217	5	218	4
Y102-11N-1-02	13.093	254.300	241.700	1.052	0.046	0.003	0.226 3	0.014	0.035 7	0.000 8	0.011 5	0.000 2	144	144	207	12	226	5	231	5
Y102-11N-1-03	15.322	333.300	296.210	1.125	0.046	0.003	0.224 1	0.017	0.035 0	0.000 8	0.011 2	0.000 2	19	176	205	14	222	5	224	4
Y102-11N-1-04	24.444	466.160	460.190	1.013	0.046	0.003	0.231 7	0.015	0.036 0	0.000 8	0.011 5	0.000 2	35	160	212	13	228	5	230	4
Y102-11N-1-05	31.127	595.100	453.910	1.311	0.073	0.009	0.321 9	0.041	0.031 6	0.000 9	0.009 5	0.000 2	1 037	282	283	32	201	6	192	4
Y102-11N-1-06	19.431	356.210	364.750	0.976	0.046	0.003	0.224 8	0.016	0.035 4	0.000 8	0.011 3	0.000 2	165	165	206	13	224	5	227	5
Y102-11N-1-07	16.881	358.950	315.270	1.138	0.047	0.003	0.234 3	0.018	0.035 9	0.000 8	0.011 4	0.000 2	68	182	214	15	227	5	229	4
Y102-11N-1-08	12.704	242.200	250.280	0.967	0.046	0.003	0.223 1	0.015	0.035 2	0.000 8	0.011 3	0.000 2	160	160	205	13	223	5	226	5
Y102-11N-1-09	21.724	424.270	414.390	1.023	0.053	0.001	0.270 9	0.008	0.036 5	0.000 8	0.011 8	0.000 2	367	38	243	7	231	5	236	5
Y102-11N-1-10	30.666	372.930	426.540	0.874	0.091	0.002	0.479 7	0.014	0.038 0	0.000 8	0.016 2	0.000 3	1 456	29	398	10	241	5	324	7
Y102-11N-1-11	15.985 4	297.110	297.470	0.990	0.055	0.002	0.276 3	0.010	0.036 4	0.000 8	0.012 0	0.000 3	417	47	248	8	230	5	242	5
Y102-11N-1-12	19.760 6	153.820	174.520	0.880	0.060	0.006	0.308 7	0.033	0.037 0	0.001 0	0.011 4	0.000 2	622	247	273	26	234	6	229	4
Y102-11N-1-13	19.225 2	472.170	348.410	1.350	0.052	0.005	0.255 3	0.025	0.035 6	0.000 9	0.011 2	0.000 2	284	232	231	20	226	5	225	4
Y102-11N-1-14	22.437 0	439.410	405.390	1.080	0.061	0.002	0.316 4	0.010	0.037 3	0.000 8	0.013 2	0.000 3	660	35	279	8	236	5	265	5
Y102-11N-1-15	25.652 7	336.350	406.310	0.820	0.090	0.003	0.465 4	0.016	0.037 4	0.000 8	0.016 9	0.000 4	1 433	34	388	11	237	5	338	7
Y102-11N-1-16	30.392 5	492.440	612.440	0.800	0.047	0.003	0.220 4	0.015	0.033 9	0.000 8	0.010 8	0.000 2	55	164	202	13	215	5	217	4
Y102-11N-1-17	63.539 9	1 036.410	1 242.390	0.830	0.066	0.001	0.336 5	0.008	0.036 5	0.000 8	0.013 5	0.000 2	832	24	294	6	231	5	270	5
Y102-11N-1-18	13.000 6	236.130	242.570	0.970	0.047	0.004	0.230 8	0.018	0.035 6	0.000 8	0.011 3	0.000 2	48	188	211	16	226	5	228	5
Y102-11N-1-19	46.833 8	635.900	872.160	0.720	0.094	0.002	0.469 2	0.012	0.036 1	0.000 8	0.017 6	0.000 3	1 512	23	391	9	229	5	353	7
Y102-11N-1-20	15.983 5	330.130	290.160	1.130	0.053	0.002	0.266 4	0.012	0.035 9	0.000 8	0.012 0	0.000 3	365	68	240	10	227	5	242	5

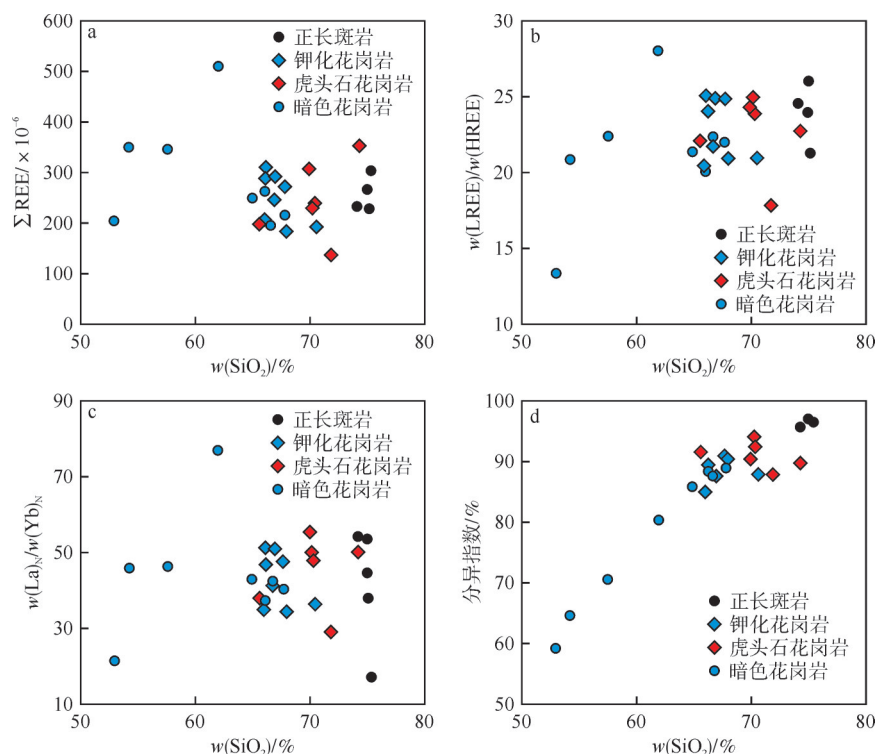


图6 柏杖子金矿区中酸性岩浆岩分异图解

Fig. 6 Differentiation plot of intermediate-acidic magmatic rocks in the Baizhangzi Gold District

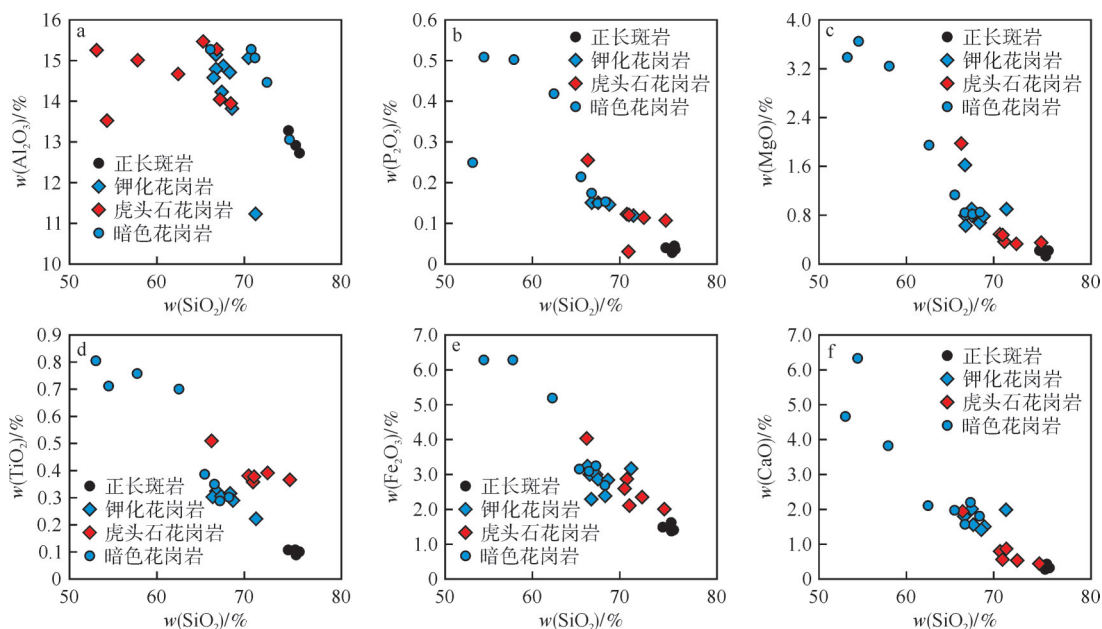


图7 柏杖子金矿区中酸性岩浆岩主量元素图解

Fig. 7 Major element plots of intermediate-acidic magmatic rocks in the Baizhangzi Gold District

剧下降有关,导致苗金沟正长斑岩的岩浆分异作用不明显。

柏杖子花岗岩Th、U含量明显高于虎头石花岗岩及正长斑岩,可能与其受成矿热液作用影响强烈有关。柏杖子暗色花岗岩较钾化花岗岩SiO₂含量变化大,其稀土元素总量及岩浆岩分异指数变化范围也相对较大,显示出柏杖子暗色花岗岩较钾化花岗岩分离结晶作用更为强烈。

在中酸性岩浆岩成因分类图解(见图8)中,苗金沟正长斑岩与A型花岗岩特征相符,表明苗金沟正长斑岩侵入时,矿区处于拉张构造背景,主要的控矿构造为北东向张性构造,说明苗金沟正长斑岩形成时间很可能与成矿流体侵位时间相近。柏杖子花岗岩、虎头石花岗岩特征与I型花岗岩特征相符,其与下地壳w(Nb)/w(Ta)值较低相符,以及I型花岗岩为地壳重熔的成因特点,表明柏杖子花岗岩和虎头石花岗岩的

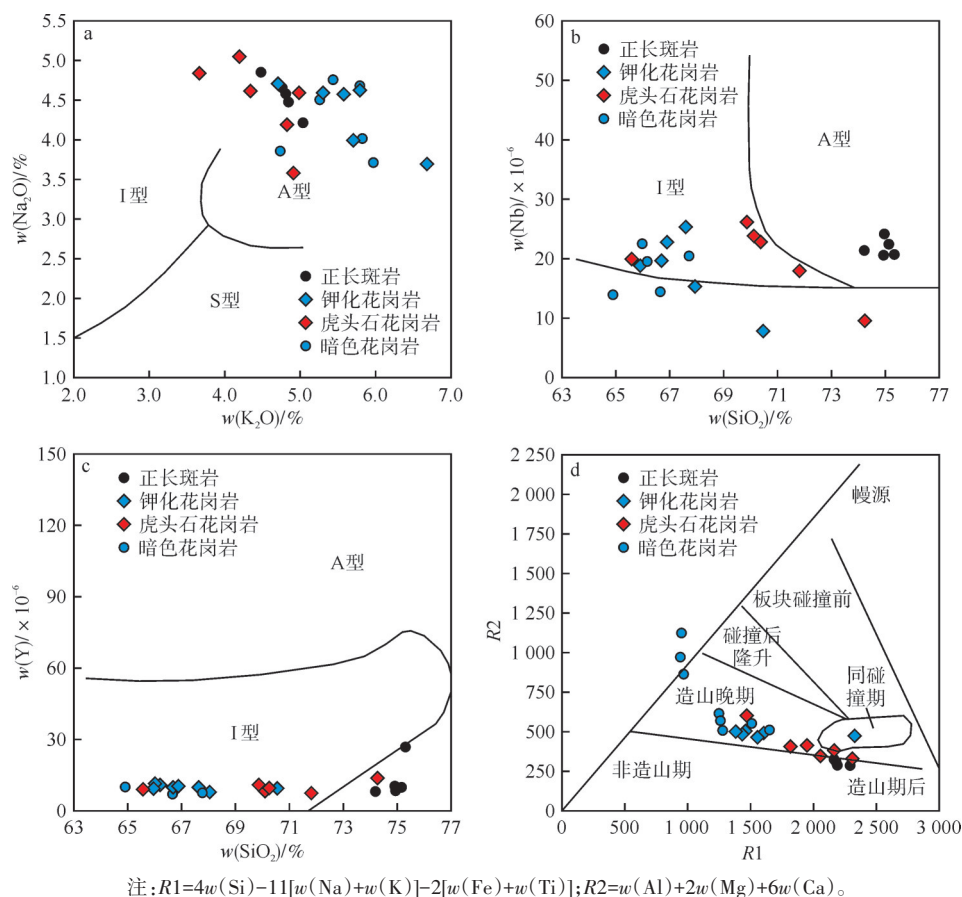


图8 柏杖子金矿区中酸性岩浆岩成因分类图解

Fig. 8 Genetic classification plot of intermediate-acidic magmatic rocks in the Baizhangzi Gold District

形成与该区域太古界地层在地壳重熔关系密切^[14]。

5.2 成岩时代

柏杖子花岗岩与矿体存在密切的空间关系,因此,对柏杖子花岗岩与外围中酸性岩浆岩形成年龄进行对比厘定,有助于对金成矿的理解,并对下一步探矿具有指导意义。截至目前,前人对柏杖子花岗岩进行了一定的年代学研究,其形成时代主要集中在印支期—燕山期^[20-21],但鉴于一些测试方法的不精确性,或受其他因素的影响,成岩年龄有一定差别。锆石U-Pb定年结果显示,柏杖子金矿区中酸性岩浆岩形成先后次序为:柏杖子花岗岩→虎头石花岗岩→苗金沟正长斑岩,即中酸性岩浆岩形成时代为印支晚期—燕山早期,与区域内主要岩浆作用时间一致^[22]。

6 结 论

1) 柏杖子金矿区中酸性岩浆岩形成时代研究表明,柏杖子花岗岩形成时代早于虎头石花岗岩及苗金沟正长斑岩,成岩时代上存在明显先后关系,但均形成于印支晚期—燕山早期。

2) 岩石成因研究表明,柏杖子花岗岩、虎头石花岗岩及苗金沟正长斑岩主量元素及微量元素含量总体一致,反映各类岩浆岩具有同源特征。柏杖子花岗

岩和虎头石花岗岩形成过程中均经历了较强的分离结晶作用,但柏杖子花岗岩Th、U含量明显高于虎头石花岗岩。说明岩体就位后,柏杖子花岗岩成矿热液作用影响强烈,而虎头石花岗岩未显示具有成矿作用。综上所述,今后的探矿工作应当重点围绕柏杖子花岗岩展开。

〔参 考 文 献〕

- [1] 邓晋福,苏尚国,刘翠,等.华北太行—燕山—辽西地区燕山期(J—K)造山过程与成矿作用[J].现代地质,2007,21(2):232-240.
- [2] 陈衍景,翟明国,蒋少涌.华北大陆边缘造山过程与成矿研究的重要进展和问题[J].岩石学报,2009,25(11):2 695-2 726.
- [3] 宋爽,赵华伟,王春阳,等.二密铜矿区松顶山次火山岩成矿作用及找矿方向[J].黄金,2019,40(12):8-11.
- [4] 王勇,张继.辽西台里金矿床地质特征及矿床成因[J].黄金,2020,41(1):19-23.
- [5] 冯云磊,李佳谕,许少培,等.冀东、冀北燕辽铜钼多金属成矿带地球化学特征与成矿作用探讨[J].河北地质大学学报,2024,47(6):9-18.
- [6] 莫文毅,刘云华,刘占晋,等.冀东矿集区金厂峪金矿床“三位一体”成矿预测模型及找矿预测[J].黄金,2024,45(11):1-8.
- [7] 熊乐.冀东—辽西地区中生代岩浆演化与金成矿关系[D].武汉:中国地质大学(武汉),2017.
- [8] 叶浩,张拴宏,赵越,等.燕山褶皱带晚三叠世都山复式岩基成因

- 及侵位变形:华北北缘中生代早期构造背景的制约[J].地学前缘,2014,21(4):275-292.
- [9] 李红宾,许卫军,董国臣,等.辽西柏杖子金矿花岗岩体地球化学特征及其成矿意义[J].地质通报,2024,43(10):1 756-1 774.
- [10] 屈海浪,成山林,张永哲,等.辽西柏杖子金矿控矿规律及成矿模式探讨[J].黄金科学技术,2021,29(6):795-804.
- [11] 白凤义.柏杖子金矿床地质特征及矿床成因[J].黄金,1995,16(12):6-11.
- [12] 赵亮.辽宁柏杖子蚀变花岗岩型金矿地质特征及找矿方向[D].长春:吉林大学,2019.
- [13] 曲以秀,柳彬德,郝淑琴,等.燕山地区中生代花岗岩的成因探讨[J].地质找矿论丛,1997,12(1):11-17.
- [14] 朱大岗,吴珍汉,崔盛芹,等.燕山地区中生代岩浆活动特征及其与陆内造山作用关系[J].地质论评,1999,45(2):163-172.
- [15] 魏俊浩.柏杖子金矿床成矿规律研究与成矿预测研究报告[R].武汉:中国地质大学(武汉),2005.
- [16] SUN W D, MCDONOUGH W F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes [J]. Geological Society London Special Publications, 1989, 42(1): 313-345.
- [17] RICKWOOD P C. Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements [J]. Lithos, 1989, 22(4): 247-263.
- [18] 俞军真,郑有业,王永才,等.柴北缘青龙沟金矿床闪长玢岩锆石年代学、黄铁矿原位硫同位素和微量元素特征及找矿启示[J].黄金,2024,45(11):9-17.
- [19] 于重远,李跃东,张永哲.吉林夹皮沟矿集区二道沟金矿床稀土元素特征与成矿模式[J].黄金,2022,43(5):28-33.
- [20] 罗镇宽,李俊建,关康,等.辽宁凌源柏杖子金矿区花岗岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄[J].地质调查与研究,2004,27(2):82-85,128.
- [21] 熊乐,石文杰,李欢,等.冀东—辽西中—晚三叠世柏杖子花岗岩侵入岩地球化学、Sr-Nd-Hf 同位素特征及岩石成因[J].地球科学,2017,42(2):207-222.
- [22] 刘红涛,瞿明国,刘建明,等.华北克拉通北缘中生代花岗岩:从碰撞后到非造山[J].岩石学报,2002,18(4):433-448.

Lithogeochemical characteristics and zircon U–Pb geochronology of intermediate–acidic magmatic rocks in the Baizhangzi Gold Deposit, Liaoning, and their relationship to mineralization

E Jianxin¹, Hu Boxin², Miao Guang², Qu Hailang², Zhang Shaoyuan², Xie Bende³, Wang Cheng³

(1. Guizhou Jinfeng Mining Co., Ltd.; 2. China Gold Group Geology Co., Ltd.; 3. Lingyuan Rixing Mining Co., Ltd.)

Abstract: The Baizhangzi Gold Deposit is a quartz vein-type gold deposit hosted in tensional structural fractures within granite. To clarify the relationship between intermediate–acidic magmatic rocks and mineralization in the area, a systematic study was conducted on the lithogeochemistry and zircon U–Pb geochronology of the ore-hosting Baizhangzi granite, the Hutoushi granite, and the Miaojingou syenite porphyry. U–Pb dating results show that the Baizhangzi granite formed in the Late Triassic (227.4 Ma±2.7 Ma), followed by the intrusion of the Hutoushi granite to its south (223.6 Ma±2.3 Ma) and the Miaojingou syenite porphyry to its southwest (221.3 Ma±2.4 Ma). Lithogeochemical characteristics indicate that these intermediate–acidic magmatic rocks share a common magmatic source. However, the Baizhangzi granite has been strongly affected by ore-forming hydrothermal fluids, exhibiting pronounced Th and U anomalies. This suggests that the Baizhangzi granite is the principal ore-hosting intrusion in the district and should be prioritized in future exploration efforts.

Keywords: petrogenesis age; petrogeochemistry; intermediate–acidic magmatic rocks; Baizhangzi; gold deposit; ore-hosting rock mass; mineralization