

陕西镇安棋盘沟钨矿床印支期成矿： 来自热液锆石 U-Pb 年龄证据

张望¹, 王根宝², 张凯³, 王居里¹, 胡洋¹, 汪佩佩³, 王飞³, 刘文建³,
陈元², 陈亚伟³, 周兴龙³, 纪崇科³

(1. 大陆动力学国家重点实验室, 西北大学地质学系, 陕西 西安 710069; 2. 陕西地矿集团有限公司, 陕西 西安 710054;
3. 西安地质矿产勘查开发院有限公司, 陕西 西安 710100)

Indosinian ore-forming process of the Qipangou W deposit in Zhen'an, Shaanxi:

Evidence from hydrothermal zircon U-Pb dating

ZHANG Wang¹, WANG Genbao², ZHANG Kai³, WANG Juli¹, HU Yang¹, WANG Peipei³, WANG Fei³,
LIU Wenjian³, CHEN Yuan², CHEN Yawei³, ZHOU Xinglong³, JI Chongke³

(1. State Key Laboratory of Continental Dynamics, Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi, China;
2. Shaanxi Geological and Mineral Group Co., Ltd., Xi'an 710154, Shaanxi, China;
3. Xi'an Institute of Geological and Mineral Exploration Co., Ltd., Xi'an 710100, Shaanxi, China)

1 研究目的(Objective)

近年来随着勘查力度的加大,南秦岭宁陕—镇安地区钨矿找矿与勘查工作取得较大进展,陆续发现了东阳、棋盘沟、核桃坪、金盆、黑沟等一系列钨矿床(点)。矿床(点)类型主要为石英脉型,其次为矽卡岩型、伟晶岩型、云英岩型等,部分矿床具两种以上矿化类型。前人对该区钨矿床做了大量的工作,但基本集中于地质特征、控矿因素、及找矿前景等方面,对矿床的形成时代这一重要的科学问题研究较少,钨成矿年龄缺乏年代学证据的约束。本次研究的目的是通过对达到中型规模的棋盘沟钨矿床中赋存钨矿体的石英脉(长石石英脉)中形成的热液锆石进行精确 U-Pb 定年,为矿床形成时代提供年代学证据,同时也为该区同类矿床形成时代的确定提供新思路。

2 研究方法(Methods)

锆石挑选在廊坊市诚信地质服务有限公司完成, LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年工作在西华大学大陆动力学国家重点实验室完成,用德国 Microlas 公司的 Geolas200M 激光剥蚀系统与 Agilent 7500a ICP-MS 联机进行测定,激光束直径为 24 μm , 频率

为 10 Hz, 剥蚀深度为 20~40 μm , 锆石年龄测定采用国际标准锆石 91500 作外标, 元素含量采用 NIST610 为外标, ²⁹Si 为内标。年龄计算及谐和图用 Isoplot(ver.3)程序完成, 单个数据点的误差均为 1 σ , 年龄平均值的误差为 2 σ 。

3 研究结果(Results)

本次研究样品(QP9-1)采自棋盘沟钨矿床北北东走向的长石石英脉中, 白钨矿化主要呈浸染状、团块状及伟晶状发育于长石石英脉及其与围岩的接触部位(图 1a)。因此长石石英脉中热液锆石的形成年龄可以代表钨的成矿年龄。

长石石英脉中的锆石可以分为两类。

I 类锆石呈无色或淡黄色, 半自形—自形, 大部分锆石不完整, 一般长 60~120 μm , 宽 35~60 μm 。锆石阴极发光(CL)照片显示部分锆石具有震荡环带, 另一部分锆石具有增生边结构, 增生边一般宽 5~15 μm (图 1b)。锆石微量元素特征: Th、U 含量中等, Th 含量为 $41 \times 10^{-6} \sim 627 \times 10^{-6}$, 主要集中于 $41 \times 10^{-6} \sim 479 \times 10^{-6}$, U 含量为 $72 \times 10^{-6} \sim 1056 \times 10^{-6}$, 主要集中于 $72 \times 10^{-6} \sim 757 \times 10^{-6}$, Th/U 集中于 0.12~2.05(其中 1 个点为 0.05, 1 个点为 2.05), 稀土元素(ΣREE)含量为 $301 \times 10^{-6} \sim 1805 \times 10^{-6}$, LREE 含量为 $4 \times 10^{-6} \sim 134 \times$

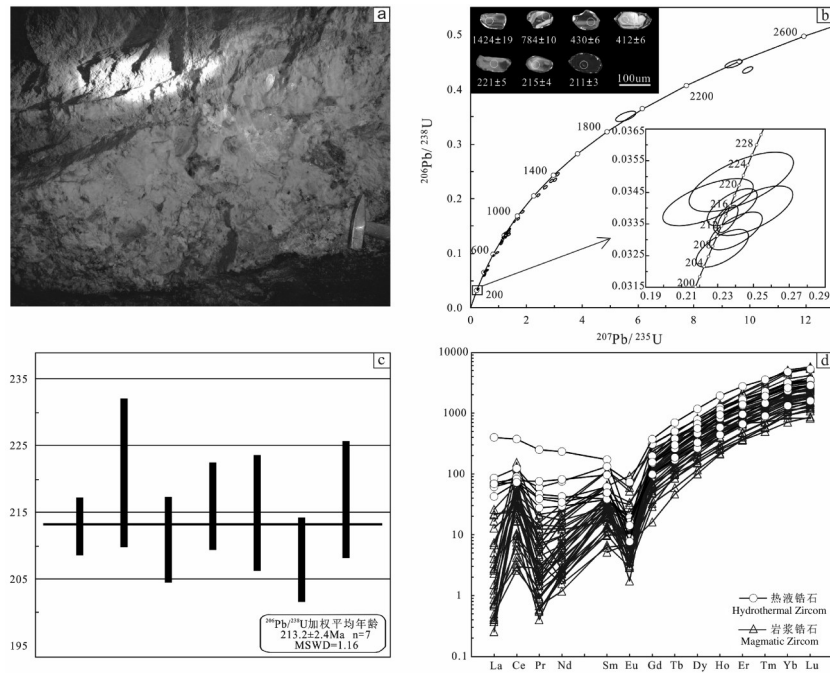


图1 (a)白钨矿长石石英脉;(b)锆石CL图像和U-Pb年龄谐和图;(c)锆石U-Pb加权平均年龄图;(d)锆石稀土元素球粒陨石标准化分布模式图

Fig.1 (a) Scheelite feldspar quartz vein; (b) Zircon CL image and U-Pb age concordia diagram; (c) Weighted average age diagram; (d) Chondrite-normalized REE patterns of zircon

10^{-6} , 整体偏低, 具有明显的Ce正异常1.4~116.3(仅一个点为1.4)(图1d), 显示出典型的岩浆锆石特征。

II类锆石呈无色—淡黄色, 半自形—自形, 锆石大小80~100 μm。阴极发光较差, 呈灰色, 个别锆石整体不发光呈黑色, 无震荡环带(图1b), 该类锆石应为热液锆石。锆石微量元素特征也显示出与岩浆锆石不同的特征: Th、U含量相对较高, Th含量为 $220 \times 10^{-6} \sim 1454 \times 10^{-6}$, U含量为 $216 \times 10^{-6} \sim 5221 \times 10^{-6}$, Th/U为0.09~1.87, 稀土含量也较高(ΣREE 为 $606 \times 10^{-6} \sim 1822 \times 10^{-6}$, LREE为 $46 \times 10^{-6} \sim 492 \times 10^{-6}$), 轻稀土含量明显高于第一类锆石, 低的Ce正异常1.1~2.1(一个点为7.3)(图1d), 显示出热液锆石的特征。陈克强等(2010)认为热液锆石的性质和热液的性质及结晶速度关系密切, 在一定情况下, 热液成因锆石也可出现很高的Th/U值, 可以高达0.7以上, 和岩浆成因的锆石一致。

剔除不谐和年龄数据后, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄数据点均集中分布在谐和线及其附近(图1b)。I类锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄为366~2381 Ma(表1), 为捕获锆石年龄; II类锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄为208~221 Ma(附表1), 加权平均年龄为 $(213 \pm 2.4) \text{ Ma}$ ($n=7, \text{MSWD}=1.16$), 代表了热液锆石的形成年龄, 也可以代表该矿床的形成年龄。

4 结论(Conclusions)

前人对该区的岩浆岩进行了详细的年代学研究, 研究表明胭脂坝岩体具有多期次岩浆活动的特征, 形成时代为 $(222 \pm 1) \text{ Ma} \sim (200 \pm 4) \text{ Ma}$ 。U-Pb锆石精确定年显示出, 棋盘沟长石石英脉的形成年龄为 $(213 \pm 2.4) \text{ Ma}$, 可以代表钨矿床的形成年龄, 因此棋盘沟钨矿的形成时代为印支晚期, 矿床的形成应与区内印支晚期岩浆活动—成矿作用关系密切。

5 致谢(Acknowledgement)

感谢镇安县鼎丰矿业有限公司刘少武高级工程师等专家的支持。

基金项目: 本文受陕西地矿集团有限公司地质科研专项资金项目“东秦岭(陕西)印支期—燕山期构造体制转换过程中岩浆活动与成矿作用综合研究”(KY201806)资助。

作者简介: 张望, 男, 1990年生, 硕士生, 矿物学、岩石学、矿床学专业; E-mail: 451636187@qq.com。

通讯作者: 王居里, 男, 1958年生, 教授, 博士生导师, 矿物学、岩石学、矿床学专业; E-mail: jlwang@nwu.edu.cn。

附表1 白钨矿长石石英脉中锆石 LA-ICP-MS U-Pb 分析结果
Attached Table 1 LA-ICP-MS U-Pb isotopic data of the zircon from scheelite feldspar quartz vein

测点号	含量/ 10^{-6}			Th/U	同位素比值						同位素年龄/Ma					
	Pb	U	Th		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ
QP9-1-01	217	87.7	757	8.64	0.0567	0.0020	0.4939	0.0145	0.0632	0.0007	478	44	408	10	395	4
QP9-1-02	383	351	393	1.12	0.0898	0.0023	2.8781	0.0528	0.2324	0.0025	1421	19	1376	14	1347	13
QP9-1-03	59.5	98.1	184	1.88	0.0608	0.0032	0.5775	0.0281	0.0689	0.0011	631	78	463	18	430	6
QP9-1-06	90.3	107	281	2.63	0.0586	0.0022	0.5604	0.0179	0.0694	0.0008	552	49	452	12	432	5
QP9-1-07	844	446	5222	11.70	0.0508	0.0014	0.2356	0.0047	0.0337	0.0004	230	27	215	4	213	2
QP9-1-09	31.2	250	217	0.87	0.0506	0.0102	0.2431	0.0238	0.0348	0.0008	223	180	221	19	221	5
QP9-1-10	64.4	41.7	71.8	1.72	0.0750	0.0025	1.8352	0.0490	0.1755	0.0021	1091	34	1058	18	1042	12
QP9-1-11	97.8	1454	776	0.53	0.0524	0.0028	0.2402	0.0120	0.0333	0.0005	301	87	219	10	211	3
QP9-1-14	287	347	583	1.68	0.0664	0.0022	1.1011	0.0309	0.1202	0.0014	820	39	754	15	732	8
QP9-1-15	89.4	207	266	1.29	0.0599	0.0026	0.5582	0.0220	0.0676	0.0009	600	62	450	14	421	5
QP9-1-16	72.2	312	259	0.83	0.0526	0.0030	0.4796	0.0255	0.0661	0.0010	313	93	398	17	412	6
QP9-1-17	315	351	488	1.39	0.0508	0.0026	0.2382	0.0114	0.0340	0.0005	230	84	217	9	216	3
QP9-1-18	145	202	447	2.21	0.0568	0.0030	0.4576	0.0222	0.0585	0.0009	482	81	383	15	366	5
QP9-1-19	126	627	452	0.72	0.0592	0.0025	0.4870	0.0179	0.0597	0.0008	574	57	403	12	374	5
QP9-1-20	158	479	359	0.75	0.0604	0.0022	0.8008	0.0247	0.0962	0.0012	617	46	597	14	592	7
QP9-1-21	138	129	186	1.44	0.0750	0.0024	1.6860	0.0435	0.1629	0.0019	1070	33	1003	16	973	11
QP9-1-22	246	122	224	1.83	0.0919	0.0023	3.0985	0.0512	0.2446	0.0026	1465	16	1432	13	1410	13
QP9-1-23	216	220	313	1.42	0.0534	0.0041	0.2498	0.0181	0.0339	0.0006	347	130	226	15	215	4
QP9-1-24	104	143	386	2.70	0.0564	0.0028	0.4617	0.0213	0.0594	0.0009	467	76	385	15	372	5
QP9-1-25	420	183	498	2.72	0.0846	0.0023	2.4072	0.0491	0.2063	0.0023	1307	23	1245	15	1209	12
QP9-1-26	127	334	256	0.77	0.0652	0.0026	1.1205	0.0395	0.1246	0.0017	781	52	763	19	757	9
QP9-1-27	45.9	338	313	0.93	0.0696	0.0019	1.3795	0.0268	0.1438	0.0015	915	23	880	11	866	9
QP9-1-28	75.7	1020	567	0.56	0.0516	0.0029	0.2327	0.0119	0.0327	0.0005	266	90	212	10	208	3
QP9-1-29	442	129	693	5.36	0.0701	0.0021	1.3799	0.0388	0.1428	0.0017	930	64	880	17	861	9
QP9-1-30	507	36.6	698	19.08	0.0710	0.0018	1.5482	0.0285	0.1582	0.0017	957	21	950	11	947	9
QP9-1-31	34.2	249	228	0.91	0.0723	0.0033	1.3368	0.0554	0.1341	0.0020	995	60	862	24	811	11
QP9-1-32	190	129	663	5.13	0.0583	0.0023	0.5036	0.0191	0.0626	0.0008	541	90	414	13	392	5
QP9-1-34	61.2	78.1	151	1.94	0.0668	0.0036	0.9314	0.0457	0.1011	0.0016	833	75	668	24	621	9
QP9-1-36	209	146	208	1.43	0.0879	0.0025	2.6759	0.0582	0.2208	0.0026	1380	24	1322	16	1286	13
QP9-1-37	369	609	1041	1.71	0.0601	0.0018	0.6353	0.0152	0.0766	0.0009	608	32	499	9	476	5
QP9-1-38	74.6	150	278	1.86	0.0553	0.0037	0.4532	0.0297	0.0594	0.0009	426	155	380	21	372	6
QP9-1-39	318	206	606	2.95	0.0663	0.0022	1.0724	0.0332	0.1173	0.0014	817	71	740	16	715	8
QP9-1-41	313	438	1057	2.41	0.0584	0.0019	0.5432	0.0149	0.0674	0.0008	546	40	441	10	420	5
QP9-1-44	148	154	229	1.49	0.0670	0.0032	1.2681	0.0577	0.1372	0.0019	838	102	832	26	829	11
QP9-1-46	482	479	233	0.49	0.1652	0.0039	9.9279	0.1490	0.4358	0.0048	2509	12	2428	14	2332	22
QP9-1-47	158	345	293	0.85	0.0660	0.0023	1.0962	0.0319	0.1204	0.0015	806	41	752	15	733	8
QP9-1-49	29.7	140	185	1.32	0.0653	0.0029	1.1653	0.0498	0.1293	0.0017	785	96	784	23	784	10
QP9-1-51	35.1	61.7	115	1.86	0.0586	0.0045	0.5538	0.0401	0.0685	0.0014	553	124	447	26	427	8
QP9-1-52	715	402	719	1.79	0.0930	0.0023	3.0065	0.0509	0.2345	0.0025	1487	17	1409	13	1358	13
QP9-1-54	415	104	740	7.15	0.0695	0.0016	1.2383	0.0259	0.1293	0.0014	913	49	818	12	784	8
QP9-1-55	98.5	74.6	72.3	0.97	0.1149	0.0067	5.5613	0.2980	0.3508	0.0078	1879	64	1910	46	1938	37
QP9-1-56	69.7	55.7	118	2.11	0.0690	0.0033	1.2608	0.0554	0.1327	0.0020	896	65	828	25	803	11
QP9-1-57	74.6	150	122	0.81	0.0695	0.0031	1.3271	0.0525	0.1384	0.0020	915	58	858	23	835	11
QP9-1-58	283	153	134	0.88	0.1529	0.0046	9.4243	0.2566	0.4469	0.0058	2379	53	2380	25	2381	26
QP9-1-59	314	269	514	1.91	0.0476	0.0045	0.2245	0.0206	0.0342	0.0006	208	81	206	17	217	4

注:本次锆石U-Pb分析共计60个点,表中仅列出谱和年龄数据。