第 10 卷第 4 期　　地 质 与 资 源　　Vol. 10 No. 4
2001 年 12 月　　GEOLOGY AND RESOURCES　　Dec., 2001

•矿产地质•

文章编号: 1671-1947 (2001) 04-0199-05

新疆霍什布拉克碱长花岗岩地球化学及成矿作用

杨富全[1], 王立本[2]

(1. 国土资源部 实物地质资料中心, 北京 065201;
2. 中国地质科学院 矿产资源研究所, 北京 100037)

摘 要: 霍什布拉克碱长花岗岩侵入二叠纪地层中, 侵位时间 261.5±2.7 Ma. 矿物组合以条纹长石、石英和斜长石为主. 化学成分上富硅、富碱、富 REE, A/NKC= 0.87~ 1.04, LREE/HREE= 2.41, 并且具有强烈的铕负异常. 微量元素中 Cu、Au、W、Sn、Pb 明显富集, 岩体属含锡多金属的含矿岩体, 对锡多金属成矿有利. 在花岗质岩浆演化过程中, 伴随有 Sn、Mo、Fe、Nb、Ta、REE、Cu、Pb、Zn、Au 矿化, 并按一定规律分布于岩体的内外接触带及岩体外围.

关键词: 碱长花岗岩; 地球化学; 成矿作用; 霍什布拉克; 新疆

文献标识码: A　　中图分类号: P595; P588.12; P612

霍什布拉克碱长花岗岩体位于南天山晚古生代陆缘盆地迈丹复向斜的南缘, 卡拉铁克大断裂南侧. 在岩体内、外接触带及附近已发现铅锌矿床、锡矿点、钼铁矿点、稀土矿点、铌矿化点、铜锌矿点、金矿点等. 除霍什布拉克铅锌矿床属沉积- 改造型矿床[1~5], 因岩体侵入使矿床受到一定程度改造外, 其他矿产的形成与岩体侵位有密切关系. 研究碱长花岗岩的地球化学特征及成矿作用, 对于找矿工作有一定指导意义.

1 岩体地质特征

1.1 产状与时代

霍什布拉克岩体侵入于下二叠统别良金群和上二叠统库铁热克群地层中. 岩体外接触带发育角岩化和夕卡岩化, 伴有锡、钼、铁、金、锌、铜等矿化, 蚀变晕宽度在 500~ 2500 m 范围内. 岩体产状为小岩株(图 1), 在平面上呈不规则的椭圆形, 长轴为 NE 向, 长约 9 km, 最宽处 4 km, 出露面积约 20 km^2. 岩体内部节理发育, 沿节理有电气石石英脉充填, 局部伴有锡矿化. 碱长花岗岩体西部可见晚期规模很小的花岗斑岩, 其侵入体内有电气石石英细脉沿节理分

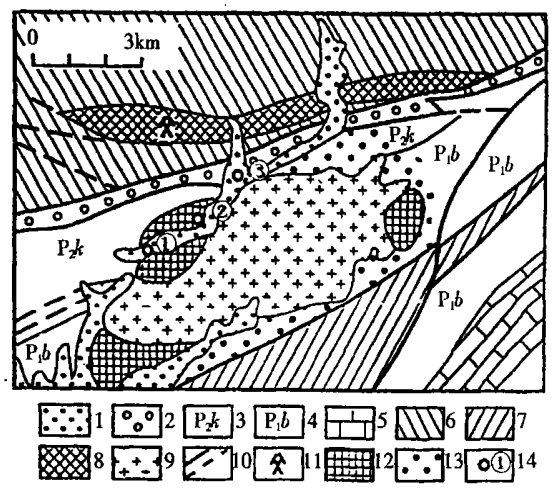

图 1 霍什布拉克区域地质略图
(据新疆地矿局第一区域地质调查大队资料简化)

Fig. 1 Regional geologic map of Huoshi Bulak
(modified from Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources)

1—第四系 (Quaternary); 2—下第三系 (Eogene); 3—上二叠统 (Upper Permian); 4—下二叠统 (Lower Permian); 5—上石炭统康克林组 (Upper Carboniferous Kangkelin fm.); 6—上石炭统喀拉治尔加组 (Upper Carboniferous Kalazirjia fm.); 7—下石炭统巴什索贡组 (Lower Carboniferous Bashisuogong fm.); 8—上泥盆统坦盖塔尔组 (Upper Devonian Tangaitar fm.); 9—碱长花岗岩 (alkali-feldspar granite); 10—断裂 (fault); 11—霍什布拉克矿山 (Huoshi Bulak Mine); 12—夕卡岩化 (skarnization); 13—角岩化 (hornfelsation); 14—矿点 (ore spot): ①—锡矿点 (Sn spot); ②—钼锡、多金属矿床 (Mo-Sn polymetal deposit); ③—稀土矿点 (REE spot)

收稿日期: 2001- 06- 25; 修回日期: 2001- 10- 08. 张哲编辑.
基金项目: 国家 305 科技攻关项目 (96- 915- 04- 03- 02) 资助.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

布. 对碱长花岗岩进行单颗粒锆石 U - Pb 同位素测定, 放射成因铅丢失最少的 1 号数据点的$^{206}Pb/^{238}U$表面年龄为 261.5 ±2.7 Ma. 6 个锆石颗粒测试数据的不一致线与谐和线上交点年龄为 267 ±51 Ma, 二者在误差范围内是一致的, 因此霍什布拉克岩体侵位时代为晚二叠世[6].

1.2 岩相学特征

碱长花岗岩: 风化色肉红色, 新鲜面黄褐色, 中细粒花岗结构, 块状构造. 岩体北西边缘见球状构造, 表现为侵入体中分布有椭球体, 少量球体, 长轴一般 0.5 ~ 3 m, 短轴一般为 0.2~ 0.8 m, 长轴略显定向排列, 是由粗粒钾长石和石英等矿物围绕某些中心呈同心层状分布而成. 主要造岩矿物有钾长石(70%~ 75%)、斜长石(1%~ 2%)、石英(23%~ 27%), 少量黑云母、白云母等. 钾长石他形粒状为主, 少数半自形板柱状, 大小0.5~ 3.0 mm, 为正条纹长石. 钠长石在钾长石中呈细脉状、补片状分布. 斜长石呈半自形板状, 0.3~ 1.0 mm, 聚片双晶发育, 有轻度高岭土化. 副矿物组合有磁铁矿、锐钛矿、锆石、金红石、榍石、褐帘石、独居石、萤石、钍石、褐铁矿、孔雀石、电气石、黄铁矿等. 锆石呈无色、褐色、红褐色, 金刚光泽, 晶体呈锥柱状, 柱面以[110]为主, 锥面为[111]发育, 表明其结晶温度较高(850~ 900℃) (Pupin, 1980)[7]. 据 203 粒锆石统计结果(单位 mm): X = 0.19、Y = 0.087、S_x = 0.058、S_y = 0.027、a = 0.015、r = 0.015、延长度 2.1.

花岗斑岩: 呈褐色, 斑状结构, 基质为细—微粒结构, 少量显微隐晶质结构、球粒结构, 块状构造、流纹构造. 斑晶约占 50%, 主要为钾长石和石英, 基质为钾长石、石英、斜长石等. 可见花岗斑岩向流纹斑岩过渡.

2 岩石化学

霍什布拉克岩体岩石化学成分列于表 1. SiO_2 含量介于 73.20%~ 76.86%, 平均为 74.83%; 总碱量介于 7.91%~ 10.54%, 平均 8.68%, 属富碱超酸性花岗岩类. 与中国花岗岩的平均化学成分相比, SiO_2、Na_2O + K_2O 偏高, 其他成分则偏低. 与东准噶尔贝勒库都克含锡黑云母花岗岩成分相比, SiO_2 成分偏高, 二者共同之处是 K_2O> Na_2O. 与东准噶尔贝勒库都克含锡黑云母花岗岩成分相比, SiO_2 含量偏低, 其他成分偏高, 二者共同之处是 K_2O> Na_2O. 与东准噶尔萨北含锡碱性花岗岩成分相比, SiO_2、TiO_2、P_2O_5 偏低, Na_2O + K_2O、FeO+ Fe_2O_3、MgO 相近, 其他成分偏高. 里特曼指数 σ= 1.98~ 3.70, 属钙碱性. 碱度率(AR)较高, 在 AR —SiO_2 图解[8]中位于碱性岩区, 表明岩石已属碱性系列范围. Al_2O_3/(CaO+ Na_2O+ K_2O) (分子数)为0.87~ 1.04, 为准铝质和微过铝质的. 在 CIPW 标准矿物组合中出现碱性矿物霓石.

表 **1** 霍什布拉克碱长花岗岩岩石化学成分 (%) 及参数

Table 1 Petrochemical composition and parameters of Houshi Bulak alkali-feldspar granite

序号	样品号	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O
1	98Y15	73.02	0.082	13.86	0.78	0.65	0.016	0.06	0.88	5.25	5.29
2	HS-1	74.57	0.15	13.19	0.74	1.07	0.05	1.21	0.89	3.32	4.59
3	A-4	74.75	0.19	12.42	0.25	0.59	0.053	1.04	0.87	4.64	3.77
4	A-19	76.86	0.078	11.39	0.14	1.72	0.073	0.42	0.19	3.10	5.12
5	A-29	74.95	0.049	11.70	1.78	0.82	0.058	0.42	痕	3.67	4.63
6		71.27	0.25	14.25	1.24	1.62	0.08	0.80	1.62	3.79	4.03
7		77.82	0.08	11.65	0.33	0.61	0.05	0.00	0.48	3.04	4.49

序号	样品号	P_2O_5	H_2O^+	CO_2	烧失量	总量	K_2O+ Na_2O	K_2O/Na_2O	σ	AR
1	98Y15	0.008	0.36	0.15		100.40	10.54	1.01	3.70	5.51
2	HS-1				0.26	100.04	7.91	1.38	1.98	3.56
3	A-4	0.071	0.78		1.13	99.84	8.41	0.81	2.23	4.45
4	A-19	0.012	0.54		0.45	99.74	8.22	1.65	2.00	5.89
5	A-29	0.009	1.02		0.92	99.09	8.3	1.26	2.16	5.88
6		0.16	0.56	0.33		100.0				
7		0.01	0.60	0.18		99.58				

注: 1 由中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所分析; 2 由国家地质实验测试中心分析; 3~ 5 据蔡宏渊等, 2000; 6 为中国花岗岩(黎彤等, 1962); 7 为贝勒库都克含锡黑云母花岗岩(沈湘元等, 1989)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3　稀土元素

碱长花岗岩稀土元素含量及参数见表 2，经球粒陨石标准化后稀土元素配分模式见图 2. 最显著的特征是稀土元素总量高，ΣREE 为 515.90 × 10^{-6}，与库地北花岗岩稀土元素总量（507.38 ~ 529.20）× 10^{-6}相近[7]；LREE/HREE 为 2.41，表明稀土元素分馏程度较高；（La/Yb）$_N$ 为 6.34，（La/Sm）$_N$ 为 5.12，轻稀土富集；δEu= 0.12为负铕异常，属铕强烈亏损型. 配分模式为向右倾斜大负铕异常，近于平滑的曲线，与广西大厂锡矿龙箱盖花岗岩和内蒙黄岗钾长花岗岩[9]相似.

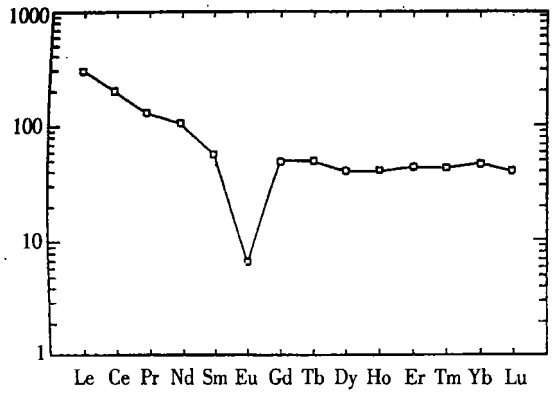

图 2　霍什布拉克碱长花岗岩稀土配分模式图

Fig. 2　REE pattern of Huoshi Bulak alkali-feldspar granite

4　微量元素特征及含矿性评价

碱长花岗岩微量元素含量（表 3）表明，K、Li、Rb、Nb、Zr、Th、Ni、Sc 元素含量较高，为世界花岗岩（维诺格拉多夫，1962）的 1.14 ~ 5.75 倍. Cu、Au、W、Pb、Sn 明显富集，其他元素丰度值偏低，呈分散状态.

碱长花岗岩成矿元素平均含量 Sn 9.6 × 10^{-6}，Cu 45 × 10^{-6}，Pb 40 × 10^{-6}，Zn 120 × 10^{-6}；夕卡岩中成矿元素平均含量更高，Sn 16.5 × 10^{-6}，Cu 98 × 10^{-6}，Pb 147 × 10^{-6}，Zn 151 × 10^{-6}❶. 因此，花岗岩侵入活动对霍什布拉克铅锌成矿作用可能产生一定影响，表现在对矿床的改造上，可能为其提供了一部分成矿物质，有利于矿床规模的扩大和矿石品位的提高.

大多数矿床学家认为花岗岩中锡及相关元素的含量与它的成矿潜力有明显的相关性. Rattigan（1963）指出，澳大利亚有锡矿化的花岗岩和贫锡花岗岩中，锡的含量有明显差异，有锡矿化的花岗岩 Sn 含量（4 ~ 45）× 10^{-6}，平均为 20 × 10^{-6}，贫锡花岗岩 Sn 为（2 ~ 5）× 10^{-6}，平均为 3 × 10^{-6}. 东准噶尔贝勒库都克黑云母花岗岩含锡（6.1 ~ 23.0）× 10^{-6}，平均 14.43 × 10^{-6}，近矿蚀变花岗岩中锡有明显富集趋势，锡平均达 312.5 × 10^{-6}；喀默斯特黑云母花岗岩锡含量为（5.5 ~ 26.4）× 10^{-6}，平均 11.67 × 10^{-6}；萨北钠闪石花岗岩含锡（4 ~ 36.5）× 10^{-6}，平均 12 × 10^{-6}. 上述岩体分别发现了 3 个成型锡矿，而贫锡花岗岩含锡（3 ~ 4）× 10^{-6}[10]. 赵一鸣等[11]分析个旧东区含锡花岗岩，78 件全岩样品锡平均丰度为 19.7 × 10^{-6}. 霍什布拉克碱长花岗岩含锡（1 ~ 12）× 10^{-6}，高于酸性岩丰度值，属含锡花岗岩，但锡含量低于东准噶尔含锡花岗岩，更低于著名的个旧含锡花岗岩. 一般认为花岗岩的含锡量越高，物质来源越充足，其成矿潜力越大；离差越大，说明矿质分异越好，对成矿越有利[12].

碱长花岗岩微量元素另一特点是富含 F、B，表现为萤石化和电气石化发育，前者有两种状态，其一，呈星散状分布在钾长石、斜长石、石英之间；其二，呈脉状产出，与石英、电气石构成萤石石英脉、萤石石英电气石脉. 挥发份 F 对 Sn、W 等金属元素的搬运有重要的作用，是良好的矿化剂. 科克特尼希（1972）曾总结岩浆过程中氟的行为，花岗岩中的氟一般为 0.08%，主要赋存在黑云母和磷灰石中，在岩浆结晶分异演化的晚期氟代替云母中羟离子的数量有限，氟富集在残余岩浆中. 锡与氟具有地球化学亲合性，含锡花岗岩中氟通常在 0.1% ~ 0.3%，氟的增值显示了锡的富集. 巴尔苏科夫（1968）认为在 pH = 7 ~ 10 时，锡和氟可以形成稳定的络离子，随钠质的碱交代作用，当 pH 值下降到 7.5 ~ 8 时络离子变得不稳定，而发生水解，形成锡石和游离的 HF，HF 和 Ca 反应形成萤石，因此含氟的矿物在锡化区附近大量出现. 氟的背景含量及浓集区对找矿工作十分有效，这在我国南方主要锡矿区和东准噶尔锡成矿带得到证实. 如个旧斑状花岗岩的氟含量为 0.16% ~ 0.2%，等粒花岗岩的氟高达 0.39%[11]，因此氟元素可作为含锡花岗岩的一种地球化学指示剂. 霍什布拉克碱长花岗岩及夕卡岩中萤石化普遍，局部形成萤石矿化点，电气石石英脉中已发现锡矿体，萤石电气石石英脉中是否含锡达到品位，今后工作中应高度重视.

---

❶ 国家 305 项目办公室. 赞比勒幅、玉代格里克幅（北部）1∶20 万地球化学图说明书. 1988.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 2 霍什布拉克碱长花岗岩的稀土元素含量 (10^{-6}) 及参数

Table 2 REE content and parameters of Huoshi Bulak alkali-feldspar granite

样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
92630	97.77	171.60	16.98	65.98	11.63	0.51	13.65	2.47	13.76	3.12
样号	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	LREE/HREE	$(La/Yb)_N$	δEu	$(La/Sm)_N$
92630	9.69	1.49	10.15	1.36	95.74	515.90	2.41	6.34	0.12	5.12

注: 引自邹天人, 等. 依兰里克地区碱性岩及成矿关系研究. 1995.

表 3 霍什布拉克碱长花岗岩微量元素丰度 (10^{-6})

Table 3 Microelement contents of Huoshi Bulak alkali-feldspar granite

序号	Ti	Mn	Sr	Ba	Li	Rb	Be	Nb	Ta	Zr	Th	Mo	Bi
1	348	374	72	86	103	402	10	115	< 10	172	35	< 4	< 10
2	449	473	8	24	80	306	9	94	< 10	216	32	< 4	< 10
序号	W	Sn	Cu	Pb	Zn	Cr	Co	Ni	V	Ga	Sc	P	Au
1	< 5	12	11	26	53	13	< 1	8	< 2	20	4	< 60	
2	< 5	9	7	34	51	16	< 1	31	< 2	21	4	< 60	
3	6.0	1.0	430.1	120.1	61								47.86
4	1.5	3.7	75.3	54.8	70								0.93
5	8.5	7.1	138.6	23.5	47								0.35

注: 1、2 据邹天人等, 1995; 3~5 据蔡宏渊等, 2000.

总之, 霍什布拉克碱长花岗岩中成矿元素以富 W、Sn、Cu、Pb、Zn、Au、Nb、REE, 伴生元素 B、F 亦较高为特征, 属含锡多金属的含矿岩体, 对 Sn、Mo、Au、REE、Nb 等成矿有利.

5 岩体与成矿作用

霍什布拉克为铅锌、铜、金、锡 (稀有、稀土元素) 成矿区, 在碱长花岗岩体内、接触带的夕卡岩和角岩化带中, 形成一系列矿化, 其矿化类型有铅、锌、铜、金、锡、铁、钼及稀有、稀土元素. 成矿在空间上有一定的规律性, 岩体顶部及内接触带以铌、钽矿化为主, 岩体内接触带的电气石- 石英脉中有锡矿化; 夕卡岩和角岩中发育锡 (钨)、钼、铁、铜、铅、金矿化; 岩体外围以铜锌、铜、铅锌矿化为主.

成岩与成矿作用是在地壳地幔运动效应控制下的漫长地质作用过程中发生的, 热液矿床都与一定的构造- 岩浆活动有关[13]. 霍什布拉克的成矿作用与岩浆活动有关, 是岩浆分异演化过程的产物. 石炭纪末天山曾发生较强的造山运动, 大洋闭合后开始由挤压向松弛演变, 产生一些深断裂, 同时形成一些富碱至碱性花岗岩[14], 霍什布拉克碱长花岗岩正是这一时期侵位的 (261.5±2.7 Ma), 岩体侵位后在围岩中形成夕卡岩化和角岩化, 并伴随成矿作用发生. 随着岩浆结晶分异残余溶液中富含成矿元素, 形成含矿岩浆热液, 并向岩浆上部及四周渗透, 首先在内外接触带中形成 W、Sn、Mo、Fe、Nb、Ta、稀土矿 (化) 体, 随着温度的降低出现 Cu、Pb、Zn、Au 矿化, 在空间上则离岩体较远. 岩浆的侵入活动提供了成矿物质和热流体, 对于上述矿种的形成起着至关重要的作用. 但对于霍什布拉克中型铅锌矿床来说只起叠加富集作用, 该矿床为喷流沉积型矿床[15], 形成于热水沉积期, 岩体侵入带来少量含铅、锌的中低温热液, 沿裂隙充填到矿体中, 使品位提高. 矿石中铅、硫同位素和包裹体成分资料为此结论提供了证据.

参考文献:

[1] 杨富全, 傅旭杰. 新疆南天山成矿带矿床成矿系列 [J]. 地球学报, 2000, 21 (1): 38—43.

[2] 陈哲夫, 成守德, 梁云海, 等. 新疆开合构造与成矿 [M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1997.

[3] 何国琦, 李茂松, 刘德权, 等. 中国新疆古生代地壳演化及成矿 [M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 香港: 香港文化教育出版社, 1994.

[4] 王作勋, 邬继易, 吕喜朝, 等. 天山多旋回构造演化及成矿 [M]. 北京: 科学技术出版社, 1990.

[5] 叶庆同, 吴一平, 傅旭杰, 等. 西南天山金和有色金属矿床成矿条件和成矿预测 [M]. 北京: 地质出版社, 1999.

[6] 杨富全, 王立本, 叶锦华, 等. 新疆霍什布拉克地区花岗岩锆石

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

U－Pb 年龄 [J]. 中国区域地质, 2001, 20 (3): 267－273.
[7] 姜耀辉, 郭坤一, 贺菊瑞, 等. 青藏高原库地北岩体地球化学特征及其地球动力学机制 [J]. 岩石矿物学杂志, 1999, 18 (3): 207－216.
[8] Wright J B. A simple alkalinity ratio and its application to questions of non-orogenic granite genesis [J]. Geol. Mag., 1969, 106 (4): 370－384.
[9] 张德全. 褶皱带上与岩浆活动有关的 (黄岗式) 铁锡矿床模式 [A]. 见: 裴荣富, 编. 中国矿床模式 [M]. 北京: 地质出版社, 1995. 207－209.
[10] 张以熔, 朱明玉, 田慧新, 等. 东准噶尔地质及金锡矿产研究 [M]. 北京: 地震出版社, 1992. 178－227.
[11] 赵一鸣, 林文蔚, 毕承思, 等. 中国矽卡岩矿床 [M]. 北京: 地质出版社, 1990.
[12] 李鹤年, 段国正, 郝立波, 等. 大兴安岭中南段燕山期花岗岩地球化学特征及其成矿作用 [A]. 见: 李之彤, 编. 中国北方花岗岩及其成矿作用论文集 [C]. 北京: 地质出版社, 1991. 209－215.
[13] 刘斌. 延边地区东部中生代火山－岩浆岩的成矿作用 [A]. 见: 中国地质学会“九五”全国地质科技重要成果论文集 [C]. 北京: 地质出版社, 2000. 343－345.
[14] 胡霭琴, 张国新, 陈义兵, 等. 新疆大陆基底分区模式和主要地质事件的划分 [J]. 新疆地质, 2001, 19 (1): 12－19.
[15] 蔡宏渊. 南天山铜、铅锌矿床区域成矿地质条件及找矿潜力 [A]. 见: 中国地质学会“九五”全国地质科技重要成果论文集 [C]. 北京: 地质出版社, 2000. 384－387.

GEOCHEMISTRY AND METALLOGENESIS OF HUOSHI BULAK ALKALI-FELDSPAR GRANITE, XINJIANG

YANG Fu-quan[1], WANG Li-ben[2]
(1. *Geological Information Centre, Ministry of Land and Resource, Beijing* 065201, *China*;
2. *Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing* 100037, *China*)

Abstract: The Huoshi Bulak alkali-feldspar granite, located in the south of Huoshi Bulak of Artux City, Xinjiang, intruded into Early Permian Bieliangjin group and Late Permian Kutiereke group. The isotopic age of the alkali-feldspar granite intrusion is 261.5±2.7 Ma. A detailed study on geology, petrology, mineralogy and geochemistry of the alkali-feldspar granite shows that the granite is composed mainly of perthite (70%－75%), quartz (23%－27%), plagioclase (1%－2%), biotite (< 1%) and muscovite (< 1%). The accessory minerals in these rocks include magnetite, anatase, zircon, rutile, titanite, tourmaline, fluorite etc. The chemical composition is characterized by rich SiO_2 (73.20%－76.86%), total alkaline-rich (Na_2O+K_2O= 7.91%－10.54%), high total REE ($\Sigma REE = 515.90\times10^{-6}$), σ= 1.98－3.70, A/NKC= 0.87－1.04, LREE/HREE= 2.41, $(La/Yb)_N$= 6.34, $(La/Sm)_N$= 5.12, and intensive europium deletion (δEu= 0.12). Of the trace elements, Huoshi Bulak alkali-feldspar granite is with high Li, Rb, Nb, Zr, Th, Ni and Sc, enriched in F and B, poor in Cr, Co, Ni, V, Sr and Ba. Metallogenetically, the granite is obviously rich in Cu, Au, W, Sn, Pb and Zn, showing characters of Sn-polymetallic rock body, which is favorable for Sn-polymetallic mineralization. The metallogenesis of Haoshi Bulak orefield, which is related to the magmatic activity, is produced by the magmatic differentiation. The magmatic activity provided ore-forming materials and hydrothermal fluid. The emplacement of the rock body formed skarn and hornfels in the surrounding rocks, accompanied by Sn, Mo, Fe, Nb, Ta, REE, Cu, Pb and Au mineralization that is regularly distributed in the contact belt and outside of the rock body.

Key words: alkali-feldspar granite; geochemistry; metallogenesis; Huoshi Bulak; Xinjiang

作者简介: 杨富全 (1968－), 男, 副研究员, 1991 年毕业于中国地质大学 (武汉), 从事区域地质调查和矿床地质研究; 通讯地址: 北京东燕郊　中国地质科学院 562 综合研究所, 邮政编码 065201.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net