

甘肃国宝山铷矿床矿石特征研究

赖 杨, 杨 磊, 李丹峰, 张 伟

(中国地质科学院矿产综合利用研究所, 中国地质调查局金属矿产资源综合利用技术研究中心,
四川 成都 610041)

摘要: 国宝山铷矿床位于甘肃省瓜州县境内, 矿(化)体主要赋存于石炭纪侵入的二长花岗(伟晶)岩和含天河石钠长花岗(伟晶)岩中, 并严格受岩性控制。该矿床的规模已达超大型, 并伴生多种稀有金属元素(如Li、Nb、Ta等)。矿石成分主要有钠长石、石英、微斜长石(天河石、钾长石)、(铯)云母、角闪石, 以及少量黄玉、(铁)锰铝榴石、钽铁铌锰矿、锡石、锆石、钽石、独居石等。矿石构造以块状构造为主, 及少量条纹、豆粒斑点团块等构造; 矿石结构主要有花岗结构、似斑状结构、自形晶粒状结构、包含结构、揉皱结构等。据多种分析测试方法, 查明原矿中铷的含量为0.124%, 铷元素在本矿区可能以类质同像的方式主要赋存于微斜长石(钾长石)和(铯)云母中, 其分布率分别为71.13%和28.09%, 在其他矿物中含量甚微。该研究成果可为今后矿床的勘探、开发及矿产资源综合利用提供基础参考资料。

关键词: 铷矿; 矿石特征; 国宝山; 甘肃

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2016.03.017

中图分类号: TD989; P618 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532(2016)03-0071-05

我国拥有丰富的稀有、稀土矿产资源, 但近年来我国经济快速发展, 矿产品的需求逐年增加, 国内某些精矿产量已不能满足市场需求, 供需矛盾日益突出。而我国大多稀有金属资源以(共)伴生的形式产出, 某些矿种虽然储量很大, 但由于品位偏低或选冶困难而无法利用, 急需运用新技术、新工艺, 提高矿产资源节约与综合利用水平^[1-2]。而本文所研究的国宝山铷矿床就具有资源储量大、矿石品位低、共伴生资源多、矿产资源综合利用水平低等特点。

该矿床位于甘肃省瓜州县境内, 区域自然环境恶劣, 经济、交通、通讯等均欠发达, 少量学者^[3-6]对该矿床进行了相关研究, 但相关基础地质研究还有待提高。本文通过对该矿床矿石特征研究, 并分析铷的分布规律, 为今后矿床的勘探、开发及矿产资源综合利用提供基础参考资料。

1 地质概况

国宝山铷矿床在大地构造单元上属于塔里木陆

块区-敦煌陆块-敦煌基底杂岩隆起(Ⅲ-2-2)^[7], 北临中天山地块^[8]。矿区构造线总体呈北东—南西走向, 出露地层为晚太古—古元古代敦煌岩群, 其岩性主要为片岩、片麻岩、大理岩和混合岩等。该区岩浆活动剧烈, 地表出露大量岩株、岩枝, 岩性主要为石炭纪似斑状中粗粒二长花岗岩和含天河石钠长花岗岩。

矿(化)体主要赋存于石炭纪侵入的二长花岗岩(伟晶)岩和含天河石钠长花岗岩(伟晶)岩中, 严格受岩性控制。现圈定的矿化带呈北东—南西向展布, 与构造线走向基本一致, 长约10 km, 宽0.7~1.6 km, 矿化面积达13.4 km², 初步划分为东、西矿段, 圈定矿体两个, 矿化体若干。矿(化)体呈脉状、层状、似层状, 长300~2000 m, 宽100~800 m, 厚40~300 m不等, 各矿(化)体中铷的含量差别较大, 其中I号矿体不仅含量高(Rb₂O平均值0.1338%), 而且矿体规模大^[4]。根据目前的勘查资料, 该矿床的规模已达超大型, 并伴生多种稀有金属元素(如Li、

收稿日期: 2015-09-28

基金项目: 中国地质调查局项目(121201114005101)

作者简介: 赖杨(1987-), 男, 助理工程师, 主要从事工艺矿物学、岩石学、矿床学。

Nb、Ta 等)。

2 矿石类型

矿石类型可分为二长花岗(伟晶)岩型和含天河石钠长花岗(伟晶)岩型两类,而后者为主要的含铷矿石类型。

3 矿石组构

通过对采集的各类典型矿石标本进行详细观察与研究,按矿石组构成因分类方法^[9]分类,其组构特征详细描述如下。

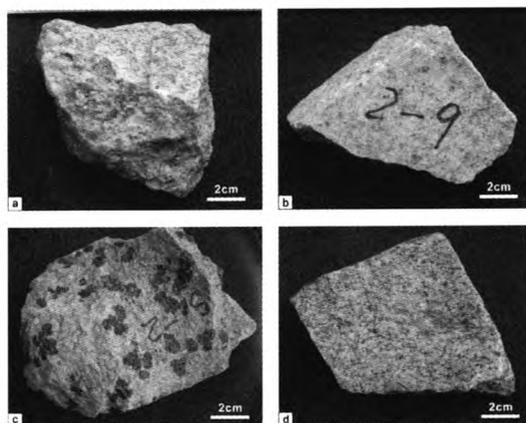
3.1 矿石构造

块状构造。矿石呈微绿灰色,结构致密,粒度 1~3 mm,较均匀,坚硬的块体,是本次矿石的基本构造(图 1-a),其矿物成分主要有长石、石英、(铯)云母,局部见少量黑褐色黑云母及浅蓝绿色天河石。个别块状构造矿石标本可见其受后期构造应力作用而被劈开,形成近平行的两个板面(裂面),板面(裂面)有绿色微晶鳞片状绢云母分布,局部由暗(黑)色铁、锰质的斑点物串连呈树枝状分部,断面可见平行线状分布的暗色、绿色物质,并呈似层状分布(图 1-b)。

豆粒斑点状构造。矿石由浅色矿物(90%)和黑(暗)色矿物(10%)组成,粒度 1~3 mm,浅色矿物主要为长石、石英、(铯)云母,及少量浅蓝绿色天河石组成;暗色矿物主要为铁锰质的氧化物、黑云母及少量角闪石。色黑(暗色)豆粒斑点(单斑或多斑集合)团块随意分布于块体中,斑点单粒粒径一般 5~15 mm,分布稀疏(图 1-c)。

条纹状构造。矿石呈灰白色,矿物成分主要有石英、长石、(铯)云母,局部见少量黑褐色黑云母及浅蓝绿色天河石。矿石中具油脂光泽的被拉长的石英颗粒和云母类及暗色的锰铁氧化物构成一向延伸并呈断续排列分布,形成条纹状构造(图 2-d)。个别矿石中条纹呈弯曲状,可能为后期构造运动剪切错动所致。

此外,在矿石薄片鉴定中,正交偏光下,可见长石石英晶粒的分布形似椭球体的构造形态,形成显微椭圆状构造,可能为后期构造运动剪切错动作用造成的。另外,可见长石石英晶粒,受后期动力作用而断裂,并发生微小(约 1 mm)的位移错动,形成显微断层构造。



a-块状矿石;b-板状劈理矿石;
c-豆粒斑点状矿石;d-条纹状矿石

图 1 国宝山铷矿石手标本照片

Fig. 1 The pictures of rock sample

3.2 矿石结构

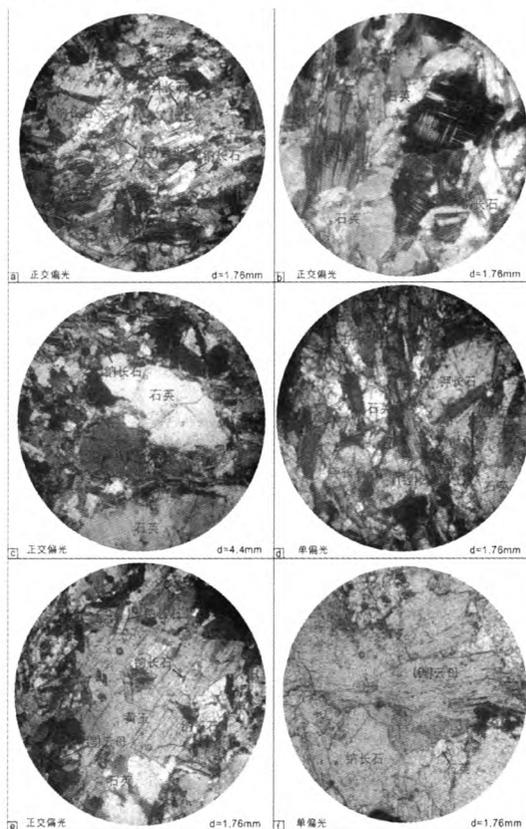


图 2 显微镜下矿石结构

Fig. 2 The pictures of ore texture

花岗结构。半自形晶近等粒状紧密镶嵌构成,成分由长石、石英,及少量(铯)云母、黄玉等矿物组成,为本矿石的基本结构(图 2-a、b)。

似斑状结构。全晶质,半自形晶,明显粗粒

(0.7 ~ 1.7 mm)的长石、石英,少量的黄玉粒间充填明显细粒(0.03 ~ 0.3 mm)的长石、(铷)云母晶粒等构成似斑状结构(图 2-c)。

自形晶粒状结构。副矿物(铁)锰铝榴石、钽铁铌锰矿、锆石、锡石、钽石、独居石,呈单晶或多晶粒聚集分散分布,晶粒边界多平直,但多被不透明的铁锰质氧化物沿边缘充填包围,个别的钾长石可见自形晶结构(图 2-d)。

包含结构。在较粗的石英颗粒中包含多晶的长石、石英聚集体,黄玉、(铁)锰铝榴石中包含长石、石英等长条状粒状的晶粒(图 2-e);长石石英等矿物中包含锆石、锡石、铌锰矿等副矿物。

揉皱结构。大片(铷)云母受后期构造运动应力作用,发生弯曲、变形,形成揉皱结构(图 2-f)。

4 矿石成分

本矿区矿石中主要矿物有钠长石、石英、微斜长石(天河石、钾长石)、含铁的(铷)云母、角闪石、少量黄玉等,副矿物见有(铁)锰铝榴石、钽铁铌锰矿、锡石、锆石、钽石、独居石等。主要矿物的特征描述如下。

4.1 微斜长石

本矿区的钾长石据 X 射线衍射分析结果为微

斜长石(微斜长石含少量的铷,呈蓝绿色,即称天河石),单偏光镜下为无色透明,负低突起,正交偏光镜下灰色干涉色,部分可见格子状双晶(图 2a、b)。标本上见少量粗粒(伟晶脉)的天河石,呈鲜艳的蓝绿色,大量见到的是淡淡的淡蓝绿色或淡灰绿色。单偏光镜下为无色透明,负低突起,表面因粘土化而呈絮状污物而微带淡褐色,多呈板状和粒状晶粒,半自形晶,呈蚕蚀状边界者多,也见少数的自形晶,无双晶的钾长石,粒间多为暗色物质充填,可见两组近 90°交角的解理,但多数仅见一组或不完整的解理缝。正交偏光下为灰色干涉色。2V(—),光轴角较大。微斜长石在分布上多无规律,但在许多薄片中间见受较粗粒拉长石英的夹持,跟钠长石一起有沿某方向顺排的趋势。

微斜长石粒度一般为(0.1 ~ 0.5) mm × (0.15 ~ 0.6) mm,局部伟晶脉中可见粗大的晶粒,可大于 10 mm,在似斑状结构的矿石里,斑晶可见 0.7 ~ 1.7 mm,基质中则明显的细小,0.03 ~ 0.3 mm。

微斜长石的化学成分,经电子探针多点分析(表 1):Rb₂O 的平均含量为 0.51%;Cs₂O 的平均含量为 0.01%;Na₂O 的平均含量为 0.40%;CaO 的平均含量为 0.13%。

表 1 微斜长石的成分电子探针分析结果/%

Table 1 The analyse results of microcline by electron microscopic

测点	K ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	Rb ₂ O	Cs ₂ O	F	Fe	Mn	合计
7	15.58	63.59	16.75	0.43	0.15	0.43	0.018	0.032	0.016	0.010	97.01
9	15.60	63.12	18.64	0.36	0.15	0.57	0.000	0.159	0.030	0.008	98.64
10	15.03	63.23	18.76	0.43	0.24	0.48	0.034	0.012	0.019	0.000	98.23
14	14.52	63.63	18.40	0.60	0.41	0.55	0.011	0.019	0.000	0.013	98.15
16	14.72	63.36	18.53	0.62	0.16	0.31	0.000	0.000	0.012	0.072	97.78
17	16.33	64.98	18.86	0.31	0.01	0.58	0.000	0.000	0.036	0.000	101.10
21	16.21	65.38	18.66	0.21	0.02	0.60	0.016	0.015	0.058	0.000	101.15
27	15.92	62.73	18.99	0.30	0.004	0.64	0.006	0.000	0.000	0.001	98.59
29	15.12	63.66	18.42	0.44	0.18	0.54	0.000	0.011	0.006	0.022	98.40
32	16.06	63.03	18.98	0.27	0.000	0.43	0.018	0.000	0.000	0.000	98.79
平均	15.51	63.67	18.50	0.40	0.13	0.51	0.01	0.25	0.02	0.01	98.78

注:国土资源部钒钛磁铁矿综合利用重点实验室测试

4.2 云母

云母主要为锂云母及少量黑云母、绢云母(白云母),在标本上以片状或叠层状集合体的形式产出,部分云母与拉长的石英沿一定方向顺层断续分布,构成条纹状构造,或沿裂缝充填构成细脉状构造。标本上暗色云母叠层集合体在双目镜下,以针拨开成薄片状时则显无色或微紫色(微浅褐色),伟

晶脉中的云母薄片则无色。

在单偏光镜下,云母无色透明,或微带浅褐色,可见不明显的弱多色性,正吸收,呈片状,多为细鳞片状的放射扇形束状集合体,解理完全,解理纹细微似纤维状。正交偏光下呈不均匀鲜艳的斑块红、绿干涉色(图 2c、d、e),二轴晶负光性,光轴角小到中等。常见大片锂云母的边缘蚀变残缺,蚕蚀状,周围

出现粒度明显变细的纤维(微细解理缝)状、束状放射扇形集合体。同时干涉色降低变淡,有的变得似污物状,混浊不清。微细的云母顺裂缝充填,形成细脉状或多脉交叉成网状分布,并在脉的交叉点或脉的膨大部位成堆出现放射扇形集合体集中点。少量

大片状云母受构造应力作用具揉皱结构。

用双目镜提纯的云母经测试分析(表 2),其 Rb₂O 的含量平均值为 0.81,略高于微斜长石中的含量;Li₂O 的含量平均值为 1.91%。

表 2 云母的成分分析结果/%

Table 2 The composition analyse results of mica

试样	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	Rb ₂ O	Cs ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	MnO	F	OH	合计
伟晶云母	2.27	0.28	8.86	0.84	0.0437	45.20	21.32	0.06	8.83	2.78	4.75	4.27	99.50
综合样云母	1.54	0.30	9.13	0.78	0.0378	46.73	22.50	0.03	7.28	2.47	4.04	5.20	100.04
平均	1.91	0.29	8.995	0.81	0.0408	45.97	21.91	0.045	8.06	2.63	4.40	4.74	99.77

注:国土资源部钒钛磁铁矿综合利用重点实验室测试;“OH”的含量据[F·OH]₂的原子数计算值

表 3 钠长石的成分分析结果/%

Table 3 The composition analyse results of albite

方法	测点	Na ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	Rb ₂ O	CS ₂ O	F	Fe	Mn	合计	
电子探针	8	10.88	65.95	19.90	0.19	0.30	0.007	0.016	0.004	0.000	0.005	97.24	
	波谱	15	9.02	69.17	19.86	0.25	0.22	0.000	0.000	0.022	0.001	0.008	98.54
		22	10.89	68.59	20.25	0.28	0.13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	100.14
	能谱	测点	Na ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	Rb ₂ O	CS ₂ O	F	ThO ₂	ZrO ₂	合计
		23	13.40	65.67	20.93	—	—	—	—	—	—	—	100.00
		32-1	10.76	55.09	17.28	—	—	—	—	—	—	16.85	99.98
32-2		10.75	55.47	17.09	—	—	—	—	—	—	16.69	100.00	
扫描电镜	32-3	11.12	54.56	16.75	—	—	—	—	—	1.57	16.00	100.00	
	能谱	2	11.63	67.53	20.84	—	—	—	—	—	—	—	100.00
		14	10.50	68.23	21.27	—	—	—	—	—	—	—	100.00
		17	10.50	68.84	20.66	—	—	—	—	—	—	—	100.00
		28	10.27	68.81	20.92	—	—	—	—	—	—	—	100.00

注:国土资源部钒钛磁铁矿综合利用重点实验室测试

4.3 钠长石

钠长石为本矿区含量最多的矿物,约 42%,基本上微带灰绿色,单偏光镜下,无色透明,负突起;晶粒多呈长的板条状,部分粒状,半自形晶为主,边界不整齐,两端形态不一;多与微斜长石(钾长石)、石英无规律镶嵌构成花岗结构,局部范围钠长石和石英、云母有着大体相同的方向顺着排列,显现线状构造;晶粒表面总的相对干净,不均匀的表面泥化污染也常见。正交偏光镜下,钠长石的干涉色为灰色,2V(—),可见两组解理,解理往往不够完整、清晰,多见一组解理或断纹节理;普遍可见聚片双晶和卡式双晶(图 2a、c、e),但双晶不够标准和完整,双晶一端尖灭或宽窄不均。钠长石的粒度一般较均匀,局部区域明显可见两种粒度,一较粗,一较细,构成似斑状结构。据电子探针、扫描电镜测试分析结果(表 3),钠长石中 K₂O 的平均含量为 0.24%;CaO 的平均含量为 0.217%;Rb₂O 的含量几乎为 0,仅有

一个测点为 0.007%;钠长石中 K、Ca 无显现。

4.4 其他矿物

该矿区矿石成分除微斜长石、云母、钠长石等主要矿物外,还有石英(约 30%)、黄玉(约 1.7%)、锡石、铌锰矿、锰铝榴石、锆石、钽石等。其中,个别黄玉颗粒经电子探针分析 Rb₂O 的含量甚微,约 0.01%;其他矿物中均未显示有铷。

5 铷在矿物中的分布规律

铷元素在本矿区以类质同像的方式主要赋存于微斜长石(钾长石)和(锂)云母中,其他矿物含量甚微(表 4)。微斜长石中 Rb₂O 的平均含量为 0.51%,分布率 71.13%;(锂)云母中 Rb₂O 的平均含量为 0.81%,分布率 28.09%,二者合计占样品中铷总量的 99.22%。经计算,矿石中铷的含量为 0.12978%,而本研究所采集的原矿中铷的含量经化学分析结果为 0.124%,二者数据对比,其平衡系数

为 95.55%,数据的可信度较高。

表 4 铷在主要矿物中的分布情况

Table 4 The distribution rate of Rb in main mineral

矿物	估算含量 /%	矿物中 Rb ₂ O 平均含量/%	铷的含量 /%	铷的分布率 /%
微斜长石	18.1	0.51	0.09231	71.13
(铯)云母	4.5	0.81	0.03645	28.09
黄玉	1.7	0.01	0.00017	0.13
钠长石	42.5	0.002	0.00085	0.65
石英	30.0	0.00	0.000	0.00
其他	3.0	0.00	0.000	0.00
合计	99.8	合计	0.12978	100.00
原矿中铷的含量:0.124% 平衡系数:0.124/0.12978×100%=95.55%				

6 结 论

国宝山铷矿矿石岩性主要为二长花岗(伟晶)岩和含天河石钠长花岗(伟晶)岩,其矿石成分主要有钠长石、石英、微斜长石(天河石、钾长石)、(铯)云母、角闪石,以及少量黄玉、(铁)锰铝榴石、钽铁铌锰矿、锡石、锆石、钽石、独居石等。矿石构造以块状构造为主,及少量条纹、豆粒斑点团块等构造;矿石结构主要有花岗结构、似斑状结构、自形晶粒状结构、包含结构、揉皱结构等。

原矿中铷的含量为 0.124%,铷元素在本矿区

可能以类质同像的形式主要赋存于微斜长石(钾长石)和(铯)云母中,其分布率分别为 71.13% 和 28.09%,而在其他矿物中含量甚微。

参考文献:

- [1]张玲,林德松.我国稀有金属资源现状分析[J].地质与勘探,2004,40(1):26-30.
- [2]王登红,王瑞江,李建康,等.中国三稀矿产资源战略调查研究进展综述[J].中国地质,2013,40(2):361-370.
- [3]曹耀华,高照国,王威,等.从国宝山铷矿中浸出铷[J].有色金属:冶炼部分,2015(3):33-35.
- [4]周会武,李通国,张有奎,等.甘肃省铷矿地质特征与成矿规律分析[J].矿物学报,2015,35(1):73-78.
- [5]《矿业装备》.甘肃发现一批稀有金属矿床[J].矿业装备,2012(9):26.
- [6]《采矿技术》.甘肃在稀有金属找矿上获重大突破[J].采矿技术,2012,12(4):118.
- [7]潘桂棠,肖庆辉,陆松年,等.中国大地构造单元划分[J].中国地质,2009,36(1):1-28.
- [8]何世平,任秉深,姚文光,等.甘肃内蒙占北山地区构造单元划分[J].西北地质,2002,35(4):30-40.
- [9]卢静文,彭晓雷.金属矿物显微镜鉴定手册[M].北京:地质出版社,2010.51-72.

Study on Ore Characteristics in the Guobaoshan Rb Deposit, Gansu Province, China

Lai Yang, Yang Lei, Li Danfeng, Zhang Wei

(1. Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Research Center of Multipurpose Utilization of Metal Mineral Resources of China Geological Survey, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract: The Guobaoshan Rb deposit is located in Guazhou county of Gansu province. Ore (mineralized) bodies mainly hosted in carboniferous intrusive monzonitic granite (giant crystal) rock, albite granite (giant crystal) rock containing the amazonite, and strictly controlled by lithology. The Rb deposit scale has reached very large, and associated with a variety of rare metal elements (e. g., Li, Nb, Ta, etc.). Mineral composition are mainly sodium feldspar, quartz, microcline (amazonite, potassium feldspar), mica (lithium), hornblende, and a small amount of topaz, spessartine (iron), tantalum-iron-niobium manganese ore, cassiterite, zircon, thorium, monazite, etc. Ore structures are given priority to with massive, and a small amount of stripes, pea spots mass; Ore textures are mainly granite hypautomorphic crystal, euhedral crystal, including, crumpled, etc. According to a variety of analysis methods, find out the content of Rb element in raw ore is 0.124%, the Rb element maybe mainly hosted in microcline (potassium feldspar) and mica (lithium) in the form of isomorphism in this mining area, the distribution rate of the Rb element respectively is 71.13% and 28.09%, and the content of Rb element of other minerals are very low. The research results can provide the foundational data for the exploration of ore deposits and the comprehensive utilization of mineral resources in the future.

Keywords: Rb ore; Ore characteristics; Guobaoshan; Gansu