文章编号：1000-4734(2015)01-0073-06

甘肃省铷矿地质特征与成矿规律分析

周会武，李通国，张有奎，朱文戈，刘养雄，张宏斌

（甘肃省地质调查院，甘肃 兰州 730000）

摘 要：自 2010 年来，甘肃省在稀有金属铷找矿方面取得了重大突破，发现了一批具有大型-超大型资源前景的矿产区。本文通过系统研究甘肃省铷矿资源特征，以最新发现的矿（床）点为重点，按照不同成矿类型阐述了各矿区的矿体地质特征，总结了区域成矿规律，发现铷矿产分布具有较强的规律性，矿点分布以北山地区最多，西秦岭次之；绝大部分矿点产出于古老地块的边缘，晚太古-古元古界变质地层是主要的赋矿围岩地层，矿体主要产出于华力西中晚期侵入的花岗岩和伟晶岩中。

关键词：铷矿；地质特征；成矿规律；甘肃省

中图分类号：P612；P624 **文献标识码**：A

作者简介：周会武，男，1962 年生，硕士，高级工程师，主要从事区域地质与矿产勘查研究. E-mail：zhouhuiwu@126.com

Research on characteristics and metallogenic regularity of Rb ore in Gansu Province

ZHOU Hui-wu, LI Tong-guo, ZHANG You-kui, ZHU Wen-ge,LIU Yang-xiong, ZHANG Hong-bin

(*Geological Survey of Gansu Province, Lanzhou* 730000, *China*)

Abstract: Since 2010, major breakthroughs in Rb ore prospecting have been made in Gansu Province. A number of mineral deposits with very large resource potential have been found. This paper discusses the characteristics of Rb mineral resources in a newly discovered deposit in Gansu province, the geological characteristics of the ore body according to the different mineralization types in this mining area, and the regional metallogenic regularity. Results show that the distribution of Rb ore has strong regularity of distribution and is mostly deposited in the Beishan area, followed by the West Qinling area. Most of the deposits are located in the old block edge and the Late Archean-Paleoproterozoic metamorphic strata form the major stratum. The orebodies occur mainly in the Late Variscan intrusive granite and pegmatite.

Keywords: Rb ore; geological characteristics; metallogenic regularity; Gansu Province.

甘肃省铷等稀有金属矿产勘查大致可分为 2 个阶段，第 1 阶段是 20 世纪 60、70 年代，工作手段主要为 1∶20 万区域地质调查，发现了铌、钽、锂、铍、铯和锶等 6 个矿种的矿产区。第 2 阶段为 2010 年至今，随着国家对“三稀”找矿工作的重视，甘肃省在铷等稀有金属找矿勘查方面取得了重大突破，新发现了一批稀有金属矿产地，矿种由原来的 6 种扩大到了 9 种，新发现了铷、锆和铪 3 个矿种。首次在省内发现了独立铷矿床，填补了甘肃省无独立铷矿床的空白。

目前我国正处于对“三稀”矿产资源的战略性勘查阶段，本文通过系统总结和研究甘肃省近年来在铷矿勘查方面所取得的成果，以典型矿床研究为重点，剖析全省铷矿地质特征、总结成矿规律，为进一步的找矿工作提供帮助，以期发现更多的稀有金属矿床。

收稿日期：2014-04-08

基金项目：甘肃省地质勘查基金项目和中国地质调查局项目（编号：1212011220821）

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1 甘肃省铷矿资源概况

以往甘肃省内未发现独立铷矿床。甘肃省地质调查院继 2010 年发现肃北县白头山中型铷矿床，2011 年后又先后发现了瓜州县国宝山、玉门市刘家河和天水市六丈山等 3 个大型-超大型铷矿床；肃北县王稀山铷矿点和肃北县赵家山、张稀山、马鬃山、红柳丘井、潘家井、瓜州县红柱滩和黑石岭等 7 处铷矿化点，填补了甘肃铷矿发现的空白，取得了稀有金属找矿的重大突破。

目前发现的铷矿点以北山成矿带分布最多，其次为西秦岭成矿带（图 1）。铷矿的主要成矿类型有碱性花岗岩型和花岗伟晶岩脉型两类，成矿作用与碱性岩侵入、花岗伟晶岩脉侵入和断裂活动有密切关系，成矿时代以华力西期为主。铷矿床一般都伴生其它稀有元素矿产，铷矿化载体矿物主要为锂云母、天河石和钠长石等。代表性矿床有国宝山铷矿、刘家河铷矿、六丈山铷矿和白头山铷矿等。

2 主要矿床特征

2.1 碱性花岗岩型矿床

碱性花岗岩型铷矿是甘肃目前新发现铷矿的主要矿床类型，包括了国宝山、刘家河和六丈山等 3 处大型-超大型铷矿床和 1 个矿化点。

2.1.1 国宝山铷矿

矿区地质：国宝山铷矿位于甘肃北山地区中西部，天山东部。大地构造位置属塔里木板块北缘中天山地块南侧，与红柳河断裂的结合部位。矿区出露地层为晚太古-古元古代敦煌岩群，主要岩性为片岩、片麻岩、大理岩和混合岩。侵入岩为石炭纪似斑状二长花岗岩、细粒二长花岗岩和含天河石钠长花岗岩。

矿体特征：矿（化）体主要赋存于石炭纪第二阶段侵入的二长花岗岩和第三阶段含天河石钠长花岗岩及第四阶段花岗伟晶岩中，严格受岩性控制。控制矿化带长 10 km，宽 0.7～1.6 km，矿化面积 13.4 km^2，北东向带状展布。据出露的位置的不同，以 30 勘探线为界，初步划分出东矿段和西矿段，圈定出Ⅰ、Ⅲ两个矿体和（Ⅱ）、（Ⅳ）两个矿化体（图 2）。根据目前工作进展，矿床规模已达超大型，伴生 Li、Nb 和 Ta。

Ⅰ、Ⅲ矿体分布于东矿段中部及北部。其中Ⅰ号矿体长 2000 m，宽 700～800 m，分布于近地表，呈层状、似层状，厚 50～175 m，平均厚度 100 m 左右，矿石岩性为钠长石化含天河石花岗岩。铷（Rb_2O）质量分数为 0.1008%～0.1904%，平均 0.1338%。Ⅲ号矿体为一盲矿体，主要分布于Ⅰ号矿体之下 100～200 m 左右，矿体厚 40～50 m 不等，

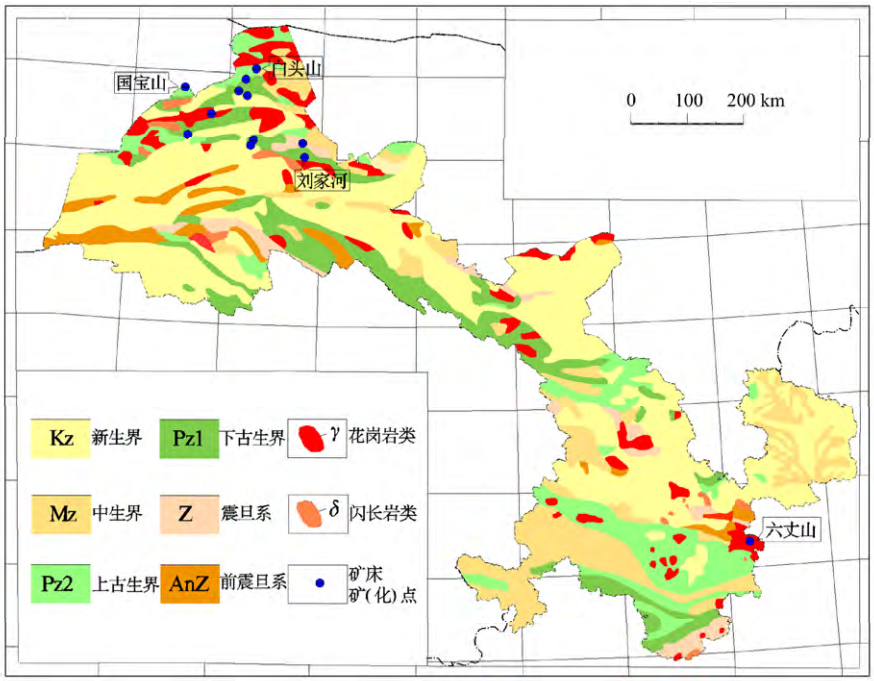
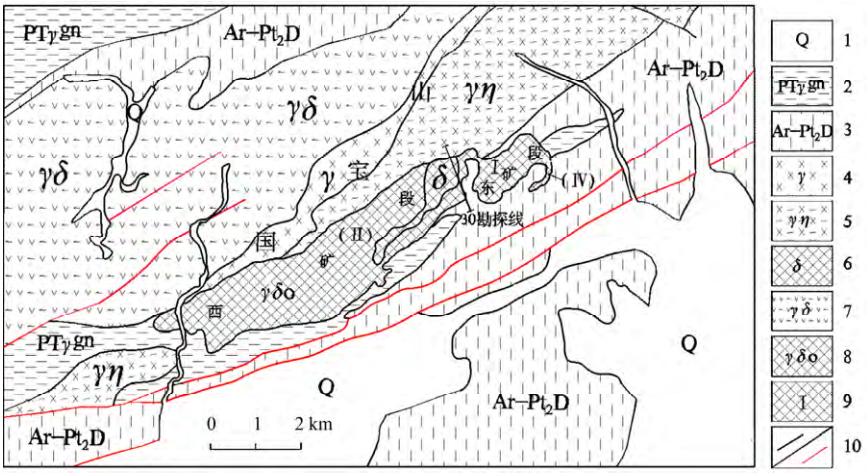


图 1 甘肃省稀有金属铷地质矿产图

Fig. 1. Geological sketch map for the distribution of rare metal Rb in Gansu Province, China.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



1-第四系；2-元古代花岗质片麻岩；3-晚太古-古元古代敦煌岩群；4-华力西中期中粗粒花岗岩；5-华力西中期似斑状中粗粒二长花岗岩；6-华力西中期含铷中粗粒闪长岩；7-华力西中期中粗粒花岗闪长岩；8-华力西晚期含铷中细粒英云闪长岩；9-铷矿体及编号；10-地质界线/断层

图 2　甘肃省瓜州县国宝山铷矿区地质图

Fig. 2. Geological sketch map for Guobaoshan rubidium deposit in Guazhou County, Gansu Province, China.

长 300 余 m，脉状、似层状。含矿岩石为钠长石化含天河石花岗岩。顶底板为花岗闪长质片麻岩，矿化连续、均匀，铷（Rb_2O）质量分数 0.1006%～0.1604%。Ⅳ号矿化体分布于东矿段南侧，呈脉状，长 800 m，宽 100～200 m。含矿岩石为肉红色细粒含铷二长花岗岩。矿体厚度 200～320 m，呈似层状产出，$w(Rb_2O)$ 0.04%～0.07%。值得注意的是，在 ZK4006 钻孔 700～1000 m 之下，岩性为中粒二长花岗岩体，$w(Rb_2O)$ 0.04%～0.06%，说明目前勘探深度（320 m）之下存在低质量分数的矿体，而且储量巨大。Ⅱ号矿化体主要分布于西矿段，30 勘探线以西，呈北东-南西向带状展布，长 7.7 km，宽 0.7～1.6 km，矿（化）体主要赋存在石炭纪第三阶段侵入的二长花岗岩中，含矿岩性为灰白色细粒二长花岗岩，$w(Rb_2O)$ 0.04%～0.08%。

矿石结构构造：矿体矿石以原生矿石为主。矿石构造为块状构造、斑杂构造，脉状构造和角砾状构造等。矿石结构主要有中细粒花岗结构、伟晶结构。矿石矿物为天河石、锂云母、黑云母等，脉石矿物主要为石英、钠长石、斜长石和石榴石等。

矿石类型及元素组合：矿石类型有 3 种：1 种是黑云母二长花岗岩型，$w(Rb_2O)$ 0.04%～0.06%；第 2 种主要为钠长石化含天河石花岗岩型，第 3 种为伟晶岩型，后 2 种 $w(Rb_2O)$ 0.1008%～0.1904%，平均 0.1338%，伴生 $w(Li_2O)$= 0.01%～0.13%，$(Nb+Ta)_2O_5$ 0.003%～0.015%。

围岩蚀变：岩体中后期蚀变作用十分明显，岩石具不同程度的褐铁矿化、钾化和钠长石化等，尤其是在钠长石化天河石花岗岩中矿化最好。

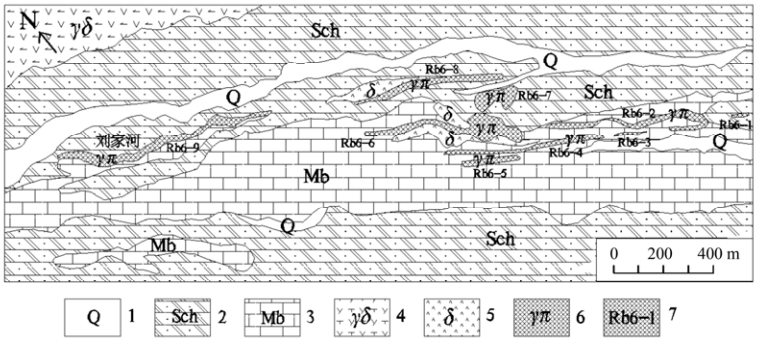
2.1.2　刘家河铷矿

矿区地质：刘家河铷矿位于敦煌地块北东缘，疏勒河隐伏断裂的北部。矿体的北东边为 NW-SE 向、近 EW 向呈弧形穿过的二道井－红旗山大断裂，矿体的南部为石头泉华力西期花岗闪长岩岩基。含矿花岗斑岩脉以长约 20 km，宽约 10～350 m 的不连续、不规则带状，沿 NW-SE 向在晚太古-古元古代敦煌岩群片岩和大理岩中展布，矿体的顶底板岩性主要为花岗斑岩、二云石英片岩和大理岩，局部为闪长玢岩，接触界线清晰。含矿花岗斑岩脉沿平行主断层（二道井－红旗山大断裂）的次级逆断层充填，受断裂构造控制（图 3）。

矿体特征：赋矿岩性为花岗斑岩，铷在花岗斑岩中质量分数基本稳定，$w(Rb_2O)$一般在 0.05%～0.2%，微斜长石（部分天河石）和云母是铷元素的主要载体。目前该矿区圈定了 23 条矿体，其中有 5 个为隐伏矿体，矿体形态主要为脉状，个别为透镜状，走向 NW，倾向 NE，长度 20～755.5 m，平均厚度 0.27～30.99 m，斜深 10.0～324.08 m。矿体 $w(Rb_2O)$ 0.1006%～0.1335%。根据目前工作程度，矿床规模已达大型以上。矿床类型为富含碱性长石花岗斑岩型。

矿石特征：含铷矿花岗斑岩为灰白色，斑状结构，基质微晶结构，块状构造，由斑晶和基质两部分组成，组成矿物主要由石英、钾长石、斜长石、黑云母及磷灰石等组成。风化面青灰色、肉红色、褐黄色。岩石后期受到轻微的脆韧性应力改造。岩石局部钾化。斑晶大小主要介于 0.5～4.0 mm 间，

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



1-第四系；2-晚太古-古元古代敦煌岩群二云石英片岩；3-晚太古-古元古代敦煌岩群大理岩；
4-花岗闪长岩；5-闪长岩；6-含铷花岗斑岩脉；7-铷矿体及编号

图 3 甘肃省玉门市刘家河铷矿区地质图

Fig. 3. Geological sketch map for Liujiahe rubidium deposit in Yumen County, Gansu Province, China.

大小连续。石英棱边圆滑状，斜长石微绢-白云母化，钾长石微高岭土化。斑晶矿物在岩石中基本均匀分布，有时构成聚斑晶 。基质中长英质矿物的大小主要在 0.015～0.05 mm 间，由于受力基质矿物略显定向分布。

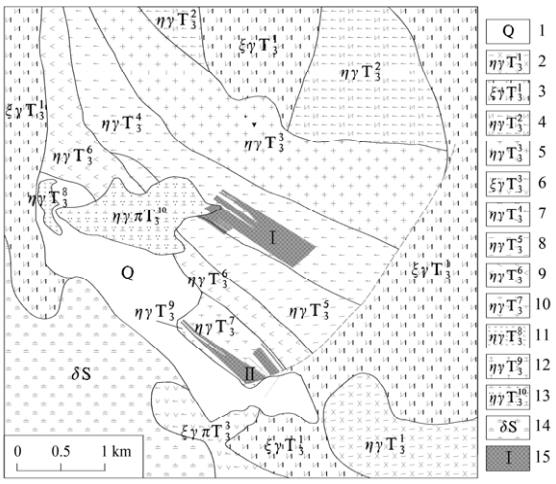
分析研究表明微斜长石（部分天河石）和云母是铷元素的主要载体，铷元素无独立矿物，它常分散在云母中，也呈钾的类质同象产于钾矿矿物中。金属矿物具它形晶粒状结构，稀疏浸染状构造，主要为黄铁矿，少量磁铁矿、赤褐铁矿等。围岩蚀变：含铷花岗斑岩蚀变有钾化、萤石化、褐铁矿化、黄铁矿化和黄铜矿化等。

2.1.3 六丈山铷矿

矿区地质：六丈山铷矿位于秦岭弧盆系的北秦岭岩浆弧构造单元党川古陆块北东缘。矿区内岩浆岩极为发育，大面积出露花岗岩类岩石，是铷等稀有金属元素矿产的主要赋矿岩石。矿区内地层出露较少，在岩体外围主要见有中元古代陇山岩群、晚元古代-古生代葫芦河群、陈家河群及白垩系、新近系等地层,部分地段岩体与围岩呈断层接触。

矿体特征：测区内划出了 2 条含铷矿化带，走向 NW，赋矿岩石为细粒黑云二长花岗岩（图 4）。Ⅰ号矿化带位于评价区北部，控制长 1200 m，宽 320 m，深 160～500 m，圈定了 23 条矿体，其中 13 条为盲矿体，铷（Rb_2O）平均质量分数 0.1%～0.12%，伴生 Nb、Ta。Ⅱ号矿化带位于评价区南部，控制长 1600 m，宽 10～100 m，深 150 m，圈定了 9 条矿体，其中 1 条为盲矿体，铷（Rb_2O）平均质量分数 0.1%～0.15%，伴生 Nb、Ta。根据初步勘查结果，该矿规模可达超大型。

矿化分带：矿床是以中粒-细粒二长花岗岩岩石系列为主体的全岩矿化岩体类型。按中粒黑云二长花岗岩-中细粒黑云二长花岗岩-细粒含黑云二长花岗岩顺序岩体铷质量分数呈明显递增趋势，岩体侵入期次也由老到新。



1.第四系 2.灰白色、浅红色粗粒黑云二长花岗岩 3.肉红色粗粒黑云正长花岗岩 4.肉红色中粒-细粒黑云二长花岗岩 5.灰白色略带浅红色中粒-中细粒黑云二长花岗岩 6.浅肉红色中细粒斑状黑云正长花岗岩 7.灰白色略带浅红色中细粒黑云二长花岗岩 8.肉红色中细粒黑云二长花岗岩 9.砖红色细粒二长花岗岩 10.浅肉红色中细粒黑云二长花岗岩 11.浅红色细粒黑云二长花岗岩 12.灰白色细粒黑云二长花岗岩 13.灰白色粗粒含斑黑云二长花岗岩 14.深灰色中粗粒闪长岩 15.铷矿带及编号

图 4 甘肃省天水市六丈山铷矿区地质图

Fig. 4. Geological sketch map for Liuzhangshan rubidium deposit in Tianshui City, Gansu Province, China.

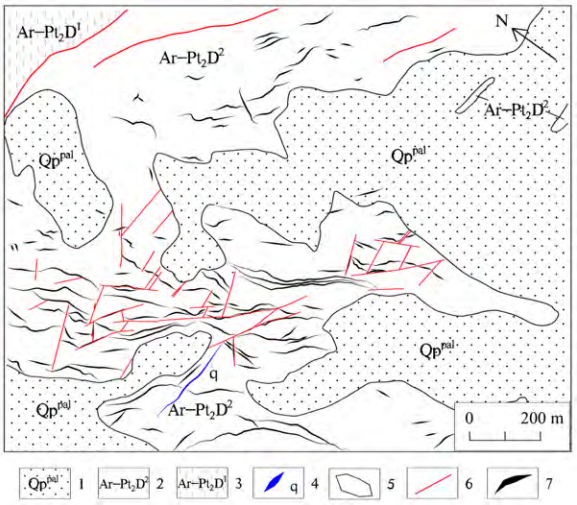
2.2 花岗伟晶岩矿床

包括白头山中型铷矿、王稀山铷矿点和 6 个矿化点。下面以白头山铷矿为例叙述其特征。

矿区地质：白头山铷矿处于塔里木板块基底北缘岛弧或活动大陆边缘。矿区出露地层为晚太古-古元古代敦煌岩群，岩层支离破碎呈近东西向断续

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

不规则带状展布。测区脉岩极发育，基性、中性、酸性均有出露，尤其以中酸性、酸性脉岩最发育，次为中性脉岩，基性脉岩零星分布。脉岩在空间分布上受区域断裂及裂隙控制。呈大量近平行排列的岩脉带（或脉群）出现。集中分布在测区裂隙发育地段。脉岩的宽度大，延伸长（数百米～1 km），呈粗大脉，地貌上形成鱼脊形山梁。铷矿化发育在花岗伟晶岩脉群中（图 5）。



1-第四系冲洪积砂、砾石；2-晚太古-古元古代敦煌岩群二岩组深灰色黑云斜长片麻岩，夹绢云绿泥片岩等；3-晚太古-古元古代敦煌岩群一岩组浅灰色粗晶大理岩、变安山质凝灰岩、火山角砾岩、眼球状片麻岩、麋棱岩、构造片岩等；4-石英脉；5-地质界线；6-断层；7-铷矿体

图 5　甘肃省肃北县白头山铷矿区地质图

Fig. 5. Geological sketch map for Baitoushan rubidium deposit in Subei County, Gansu Province, China.

矿体特征：白头山铷矿圈定铷矿脉 139 条，有工程控制的 71 条，脉长 40～800 m，宽 0.5～10 m，平均宽 2.9 m，铷（Rb_2O）质量分数 0.04%～0.29%，平均质量分数 0.072%，钻探控制证实矿体深部延伸稳定。

矿化特征：铷矿化赋存于片麻岩中的花岗伟晶岩脉、细晶岩脉及云英岩化片麻岩中，铷元素主要赋存在碱性长石和白云母中。伟晶岩和细晶岩铌钽也达到了工业要求，$(Nb+Ta)_2O_5$ 一般 0.015%～0.02%。矿床规模为中型。

3 区域成矿规律

3.1 成矿控制条件

3.1.1 地层条件

从矿产空间分布特征可以看出，甘肃省铷矿的主要含矿岩石为花岗岩和伟晶岩类侵入岩，而这些侵入岩的围岩地层具有很强的规律性，绝大部分岩体产出于晚太古-古元古界地层中，约占矿（化）点总数的 70%，特别是以北山地区的敦煌岩群为主要的含矿体围岩地层，其次有西秦岭的陇山岩群等。岩性主要为片岩、片麻岩、大理岩、混合岩等。

中上元古界葫芦河岩群、奥陶系锡林柯博组和上古生界石炭系白山组也是重要的含矿围岩地层。说明铷矿形成具明显的时代和岩性专属性。

3.1.2 构造条件

通过对全省铷矿的分布特征进行研究，发现其形成具特殊的大地构造专属性，矿化均产于古老地块的边缘，在北山造山带表现尤为明显。如北山地区的国宝山、白头山、红柳丘井一线的铷矿（化）分别产于星星峡地块、明水地块、旱山地块边缘；而刘家河、王稀山、张稀山、潘家井等地的铷矿(化)，分别产于敦煌地块的北缘和南缘。而在敦煌地块内部，如莫高窟、三危山一带，虽然有大量的伟晶岩脉发育，但没有矿化或矿化很弱。说明铷矿的形成与大地构造演化关系密切，稳定地块边缘受相邻构造活动带的影响，遭受强烈的构造作用，物质重组、岩浆活动作用较强，有利于铷矿产的形成。

3.1.3 岩浆岩条件

铷矿的形成与岩浆作用有着极为密切的关系，岩浆岩的分布直接或间接控制着铷矿的分布。铷矿赋存岩石主要为花岗岩和伟晶岩，其次为脉岩。

花岗岩类岩石的含矿性与岩浆侵入期次及分异有密切关系。国宝山铷矿区出露石炭纪花岗岩类岩石，可分为石炭早期花岗闪长岩和石炭晚期花岗岩基，其中后者为最主要的含铷岩体，该岩体为一多阶段侵入的岩体，自早至晚大体可分为：第 1 阶段：为似斑状粗粒二长花岗岩 [$w(Rb_2O)$=0.02%～0.03%]；第 2 阶段为黑云母中细粒二长花岗岩 [$w(Rb_2O)$=0.04%～0.08%]；第三阶段为锂云母钠长石化含天河石花岗岩 [$w(Rb_2O)$=0.1007%～0.2028%]；第四阶段为含天河石花岗伟晶岩脉，伟晶岩矿物组成主要为天河石和石英，天河石中含铷达 0.2%以上。在时间上多为连续逐渐变新、出露面积由大变小、岩性由富钾至富钠、岩石结构由粗变细。空间分布由内而外、自下至上具规律性分带的特点。六丈山铷矿化受岩浆侵入期次控制。最早的粗粒二长花岗岩含矿最差，粗粒钾长花岗岩次之，越晚期的岩体，尤其是晚期中-细粒二长花岗岩岩石粒度越细，分异越明显则铷矿化也越好。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3.2 主要成矿期

根据目前发现的铷矿资源情况来看，甘肃省铷矿成矿时代集中在华力西期，主要为石炭纪和二叠纪。

3.3 矿床分布规律

综上所述，甘肃省铷矿分布具有较强的规律性，北山地区矿床（点）分布最多，其次为西秦岭地区。绝大部分矿点产出于古老地块的边缘，晚太古-古元古界变质地层是主要的赋矿围岩地层，矿体主要产出于华力西中晚期侵入的花岗岩和伟晶岩中。

4 找矿前景分析

甘肃省以前未发现独立的铷矿资源，自 2010 年以来，针对铷等稀有金属矿产资源通过拉网式检查，发现了 3 处具有大型-超大型资源前景、1 处具有中型资源前景的铷金属矿产地和一批矿化线索，找矿效果极佳，说明我省铷等稀有金属成矿潜力巨大，通过进一步的地质勘查工作，可取得稀有金属找矿重大突破。根据铷等稀有金属成矿地质条件，在全省范围内划分出了 17 个稀有金属成矿远景区，其中 A 类远景区 4 个，B 类远景区 6 个，C 类远景区 7 个，找矿前景巨大。

参 考 文 献：

[1] 何世平, 任秉琛, 姚文光, 付力浦. 甘肃内蒙古北山地区构造单元划分[J]. 西北地质, 2002, 35(4): 30-40.
[2] 何世平, 周会武, 任秉琛, 姚文光, 付力浦. 甘肃内蒙古北山地区古生代地壳演化[J]. 西北地质, 2005, 38(3): 6-15.
[3] 邵厥年, 陶维屏, 张义勋, 等. 矿产资源工业要求手册[M]. 北京: 地质出版社, 2010: 216-251.
[4] 王登红, 王瑞江, 李建康, 赵芝, 于扬, 代晶晶, 陈郑辉, 李德先, 屈文俊, 邓茂春, 付小方, 孙艳, 郑国栋. 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.
[5] 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.
[6] 《矿业装备》. 甘肃发现一批稀有金属矿床[J]. 矿业装备, 2012, (9): 26.
[7] 《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.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net