若干宝（玉）石矿床形成机制述评

石其光

（江西地质科学研究所）

近年发现钾镁煌斑岩是含金刚石的类型，因而开拓了新的找矿前景。同时发现，宝（玉）石与紫苏花岗岩关系密切；并获知宝（玉）石矿床中Be、F的地球化学性状和稀土元素丰度。认为紫苏花岗质深成岩的残余溶液可以搬运Be，在深成脱硅作用下形成金绿宝石；基性成分进入刚玉—尖晶石形成假蓝宝石；F在花岗岩形成中、在稀有金属矿化和稀土元素迁移中起重要作用。含宝（玉）石的岩石一般富稀土元素，尤其是轻稀土元素及Dy和Er。

关键词：钾镁煌斑岩—金刚石；紫苏花岗岩—宝(玉)石；Be、F地球化学性状；稀土元素与宝（玉）石的关系

宝（玉）石矿物一向为人们所喜爱和珍重，因而这类矿床的形成与勘查受到普遍关注。近年来，地质学家通过室内外的深入研究，对宝（玉）石矿床的形成机制及其所含元素的地球化学性状提出了一些新概念。这既增加了矿石产量也开拓了新的找矿前景。为了有效而顺利地勘查宝（玉）石矿床，现据国内外一些新资料，对若干宝（玉）石矿床的形成机制简要述译如下。

含金刚石的新岩石类型——钾镁煌斑岩

宝石中的钻石（金刚石）与金伯利岩有关，这已为广大地质工作者所熟悉。金伯利岩最初（1887年）是H.C.刘易斯用以描述南非金伯利地区含钻石的母岩，当时没有明确的定义。后来，人们对此种岩石性质作了大量研究，提出了许多不同定义。1977年克莱门特等人提出经修正的金伯利岩定义为：金伯利岩是一种富挥发份的钾质超基性火山岩，呈小岩筒、岩墙和岩床产出；其细粒基质中嵌有细晶而具特殊的不等粒结构，基质中原生斑晶和石基内有橄榄石和金云母、碳酸盐、蛇纹石和单斜辉石、钙镁橄榄石、磷灰石、尖晶石、钙钛矿和钛铁矿等。一般含幔源的超镁铁质岩石包体，偶有壳源捕虏体和捕获晶，有的可能含钻石。但是，长期以来，人们一直以为金伯利岩是钻石的唯一母岩，以致影响开拓找矿的新思路。

近年来，地质学家对澳大利亚、美国和苏联等地一些含钻石的筒状侵入体进行详细研究后，终于确定另外一种含钻石的新岩石类型——钾镁煌斑岩（金云母火山岩）。钾镁煌斑岩最初（1923年）是P·尼格里称那些具特殊“尼格里参数”的岩石，如美国怀俄明州白榴石山的岩石。近年勘查研究表明[1]，钾镁煌斑岩是一种富钛的硅酸盐和氧化物，以缺少斜长石和大量黄长石而区别于其他富钾碱性岩，以富钾、镁挥发分而贫铝、钠为特征的岩石。具典型的斑状结构，斑晶为白榴石、金云母、单斜辉石（一般透辉石）、闪石(以富钛、钾质碱镁闪石为主)、橄榄石和透长石（以一种或数种为主）；基质矿物成分与斑晶的矿物成分基本一致，不同的是矿物颗粒细，且含一定数量玻璃质，

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

澳、美、苏钾镁煌斑岩的化学成分(重量%)　　表 1

地　点	岩　石	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO
澳大利亚	镁铁白榴钾镁煌斑岩	52.37	4.82	9.86	6.15	1.48	0.07	5.9	3.32
美　国	金云白榴响岩	50.23	2.27	11.22	3.34	1.84	0.05	7.09	5.99
苏　联	钾镁闪石钾镁煌斑岩	52.10	0.72	11.88	4.33	3.25	0.11	6.46	6.46

地　点	岩　石	BaO	SrO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	F	H_2O	合　计
澳大利亚	镁铁白榴钾镁煌斑岩	0.93	—	10.35	0.24	0.91	—	3.46	99.86
美　国	金云白榴响岩	1.23	0.24	9.81	1.37	1.89	0.5	2.65	100.40
苏　联	钾镁闪石钾镁煌斑岩	0.25	0.16	10.10	1.50	0.68	0.4	0.30	100.52

表明钾镁煌斑岩是急骤冷却的近地表环境下形成的。岩石的化学性质以钾、镁成分高，硅、铝较低为特征（表1）。

钾镁煌斑岩中的金云母，特别富含Ti（4～5%）而贫Al（6～10%），岩石基质中出现特征的贫钠矿物如白榴石、碱镁闪石等而与金伯利岩明显不同。钾镁煌斑岩的产状与金伯利岩也有很大不同：金伯利岩主要呈筒状，深度很大，火山通道深度超过2km（图1）；钾镁煌斑岩则为浅底漏斗形岩筒，深度一般仅300m左右（图2），其特点是火山口不规则，主要由火山碎屑物质和晚期侵入的呈熔岩湖形式的岩浆—钾镁煌斑岩所充填。钾镁煌斑岩的发现与确定，为寻找原生钻石开拓了新的境界。

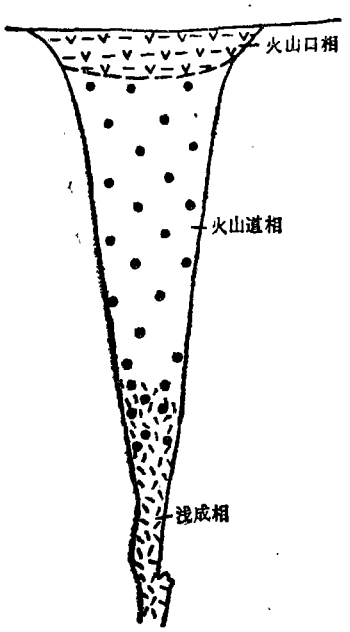

图 1　金伯利岩产状示意图
（一般最大深度大于2km）
（据 Hawthorne，1975）

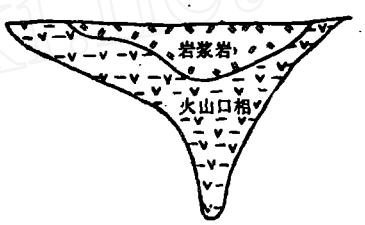

图 2　钾镁斑岩产状示意图
（一般最大深度为300m±）
（据B.H.Scott Smith，1984）

近据报道，我国贵州东部也发现白榴钾镁煌斑岩体数十个，呈岩床、岩墙及岩脉状侵位于寒武系娄山关组白云岩中，厚几至几十米，最大岩体面积420×4～10m，据同位素测定侵位年龄为3.16～4.12亿年；岩石中主要矿物为含钛金云母、透辉石、白榴石、橄榄石、碱镁闪石等；含SiO_2为40～45%，$K_2O+Na_2O>4\%$，$K_2O>Na_2O$，这与正常超基性岩有明显差别；Al_2O_3明显低于正常煌斑岩，MgO、NiO、Cr_2O_3含量低于金伯利岩，与白榴橄榄辉岩成分近似。这一发现，不但为扬子地台寻找新型金刚石原生矿床提供了重要地质依据，同时也为我国其他地质背景相似地区普查或重新评价此类岩石开拓了思路。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

印度南部片麻岩及紫苏花岗岩的化学成分(重量%)　　表 2

岩　石	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O
片麻岩	68.8	0.83	14.6	5.99	0.08	1.05	2.13	2.55	4.42
紫苏花岗岩	67.8	0.92	14.5	6.17	0.08	1.01	2.37	2.74	4.54

岩　石	P_2O_5	总　计	Ba*	RPb*	Sr*	Y*	Zr*	V*	Cr*	Ni*
片麻岩	0.18	100.63	830	233	156	68	273	48	166	17
紫苏花岗岩	0.19	100.33	920	202	179	62	327	31	121	17

(据拉维德拉库马，1986；带＊号为微量元素，含量单位ppm)

宝(玉)石与紫苏花岗岩关系密切

地质学家研究表明，宝（玉）石矿物的形成，多与前寒武纪地区的玄武质岩石及变质玄武岩类或紫苏花岗岩类岩石有关，如著名的斯里兰卡的宝（玉）石矿床，印度及格陵兰等地太古代层状斜长石杂岩内所含的红宝石；澳大利亚中部哈特山脉红宝石的围岩为变质火山岩；泰国许多宝（玉）石源于玄武质岩石；瑞典西南前寒武纪杂岩区，挪威南部连结环状花岗岩的紫苏花岗岩，南极埃德伯地产于麻粒岩相中的宝石矿物有硅镁铝石、硅镁晶石和铍蓝宝石等。

近年来，G·R·拉维德拉库马(Ravindra Keimer)[2]研究了印度喀拉拉邦南部紫苏花岗岩，认为有4种类型。

类型Ⅰ：是分层很好的石墨质石榴石—黑云母片麻岩，伴生均匀石榴石质含石墨紫苏花岗岩斑点。紫苏花岗岩由片麻岩发育的依据：①斑点穿切片麻岩片理；②紫苏花岗岩斑点可见残留片理；③常在具片麻状片理的穹丘顶部翘曲中形成；④紫苏花岗岩的线状条带一般常在被剪切的片麻岩区域，含正辉石和石墨的大晶体一般发育于线带内。

类型Ⅱ：紫苏花岗岩期后混合岩化，主要是混合岩化石榴石黑云母片麻岩，混合岩的浅色部分夹于片麻岩内，石榴石大团块常在淋滤斑点核内。

类型Ⅲ：含碳酸盐夹层及半泥质成分的紫苏花岗岩，是一套含正辉石＋黑云母＋石英±石榴石、堇青石的岩石组合，正辉石大晶体（1～5cm）常沿石英脉边缘存在。

类型Ⅳ：是混合岩化的石榴石—黑云母片麻岩，紫苏花岗岩密切和早期岩脉共生，并且沿岩脉边缘发育，岩脉内可见正辉石晶体。

据拉维德拉库马的研究，紫苏花岗岩形成于片麻岩之后，而且片麻岩和紫苏花岗岩的化学成分相似（表2），表明紫苏花岗岩不是岩浆侵入岩，而是沉积变质的片麻岩或麻粒岩脱水形成的。

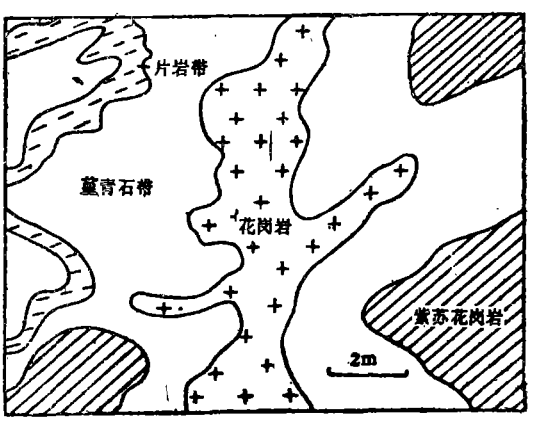

图 3　沿淡红色花岗岩侵入边缘紫苏花岗岩退化为堇青石片麻岩
(据拉维德拉库马，1986)

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

研究紫苏花岗岩的岩石学、地球化学及其野外相互关系认为，该类岩石对宝（玉）石矿物的形成起关键作用。紫苏花岗岩和其他基性侵入岩（如透辉石脉岩或岩床）受铝质沉积接触变质影响，致使发生脱硅作用变质形成宝（玉）石矿物。因此，紫苏花岗岩是宝(玉)石矿物的重要成矿母岩。紫苏花岗岩的定义，早在1900年由何兰德（Holland）厘定，系指具广泛花岗岩性质的含正辉石岩类；后来，地质学家在深变质区，据所含矿物成分不同，而分为酸性、中性和基性紫苏花岗岩。有人注意到酸性紫苏花岗岩常靠近玄武岩石，其成分趋于由基性至含钾稍高的酸性成员。穆莱辛格（Munasinghe)等人研究斯里兰卡前寒武纪紫苏花岗岩的微量元素地球化学，认为中性至基性紫苏花岗岩和玄武岩变质的角闪岩的化学性质相近。因此，在广泛分布的玄武岩区，如我国燕辽、东秦岭、江南台隆，武夷隆起，苏北和雷琼地区，尤其是受变质的角闪岩区是形成宝(玉)石的优良区域，值得我们高度注意。

据穆莱辛格的研究[6]，斯里兰卡宝(玉)石形成的过程是：①发生在太古代泥质沉积的高原盆地内的矿床，是来自富铝陆壳物质的风化和迁移；②由于碰撞造山运动，连续变质作用和在麻粒岩相条件下铝质沉积物变质，产生利于宝（玉）石矿物形成的变质岩石(如石榴石、硅线石、红柱石和堇青石)；③基性及超基性火成岩的侵位是由于基底再迁移与碰撞，大量泥质岩石脱硅形成刚玉和尖晶石，脱硅作用被假设为由于紫苏花岗岩和其他基性岩侵入所造成；④前寒武纪变质岩内，富铍伟晶岩溶液侵入基性及超基性岩，接触变质形成少量绿柱石、金绿宝石、黄玉、电气石和锆石等；⑤强烈风化和冲积重力形成斯里兰卡的拉特纳普拉及其他冲积层的宝（玉）石矿床。

据M.S.纳巴辛格（Rupasinghe）等人的研究[3]，伟晶岩与紫苏花岗岩的深成作用，在中深地壳开始熔融为700℃，伟晶岩侵位时的压力—温度，估计为7～8千巴和800～900℃；紫苏花岗岩系列的基性成分可能来自低温变质作用脱硅的铝质岩石，转移原来泥质成分进入刚玉—尖晶石，则会发生如下反应：

尖晶石＋硅线石⇌堇青石＋刚玉

在高温时，反应式的左边稳定；在低温时，则形成堇青石和刚玉。假蓝宝石和堇青石在以下反应中形成：

$$2(Mg,Fe)Al_2O_4 + SiO_2$$

尖晶石＋石英

$$\longrightarrow (Mg,Fe)_2Al_4SiO_{10}$$

假蓝宝石

$$(Mg,Fe)_2Al_4SiO_{10} + 4SiO_2$$

假蓝宝石＋石英

$$\longrightarrow (Mg,Fe)_2Al_4Si_5O_{18}$$

堇青石

沉积盆地的演化也非常重要。斯里兰卡前寒武纪沉积作用始于太古代克拉通槽向斜。该区位于玄武岩地壳之上，由邻近区域供给高铝碎屑物质，同时发生地壳—地幔混熔；在大陆碰撞时，上地壳内部分熔融的基底和侵位的火成岩重新活动。因此，能较好的形成紫苏花岗岩—花岗岩系列，由接触变质影响基性紫苏花岗岩侵入铝质沉积岩，引起持续的脱硅作用，以致形成刚玉和假蓝宝石等珍贵的宝石矿物。

宝(玉)石产出的地质环境

宝（玉）石矿物形成于不同环境和不同条件之下[4]，许多原生矿床出现于前寒武纪地盾区，也有的产于较新时期的地区。次生矿床则从前寒武纪至第四纪均有产出。年轻的矿床一般多位于中生代—新生代火山岩内，古生代和中生代的伟晶岩、超镁铁质岩石内也有产出。概括而言，宝（玉）石矿物大致形成于以下环境：

1. 金伯利岩和钾镁煌斑岩：钻石（金

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

刚石）；

2．超镁铁质岩石：蓝宝石、红宝石、尖晶石、镁铝榴石、钙铬榴石．软玉和硬玉；

3．伟晶岩：祖母绿、石榴石、天蓝石、金红石、蓝宝石、红宝石、蛇纹石、黄玉、电气石、锆石及红石英；

4．中一酸性火山岩：蓝宝石、红宝石、镁铝榴石；

5．接触变质大理岩：天蓝石、蛇纹石、红宝石、蓝宝石、祖母绿、锰铝榴石、钙铝榴石、钙铁榴石、镁铁榴石及电气石；

6．结晶片岩（部分变质）：祖母绿、红宝石、蓝宝石、海蓝宝石、金绿宝石、贵榴石、锰铝榴石、硬玉、软玉、碧玉、猫眼石及黄玉；

7．热液矿床：蛋白石、紫晶、岩晶、茶晶、碧玉、祖母绿、锰铝榴石、黄玉、电气石、蓝铜矿、孔雀石、硅孔雀石、绿松石和玛瑙；

8．有机岩系：琥珀、煤玉（坚硬黑色可加工的褐煤变种）及珍珠；

9．残积砂矿：钻石（黄色土比蓝色土富集高5～10倍）、红尖晶石；

10．冲积砂矿：在真正的“假”岩层砂砾的基底之上形成富集层（如冲积的粘土夹层之上）。缅甸、泰国、斯里兰卡、南非和西非等地的宝石矿床均属此种类型；

11．古砂矿：前寒武纪地区，如巴西、印度的钻石、波罗的海海岸第三纪琥珀等。

宝(玉)石矿床的主要地球化学特征

为了有效地寻找宝（玉）石矿床，除应加强基础地质工作和研究宝（玉）石矿床形成规律以外，据国外有关文献介绍，积极利用地球化学方法进行普查，是寻找宝（玉）石矿床的有效方法之一。

近年来，地质学家研究宝（玉）石矿床中Be、F的地球化学性状和稀土元素丰度，得到一些新认识，对有效寻找宝（玉）石矿床有一定帮助。

据M．S．纳巴辛格（1984）研究[5]，花岗质伟晶岩中铍矿物最丰富。在斯里兰卡的前寒武纪岩石中绿柱石（变质为各种海蓝宝石）和金绿宝石（变为各种紫翠玉和猫眼石）比较普遍，其中发现有大颗粒宝石矿物，如1876克拉的翠玉，100克拉的猫眼石及重于300克拉的海蓝宝石，以及含铍的新矿物硅镁晶石和硅铍铝石等，表明铍矿物与宝石的形成关系密切。因此，了解铍矿物的性状及其形成分布特性对寻找宝石矿床非常重要。

据埃沃斯特（Everset，1964）的研究，Be的地球化学性质主要受最小离子半径（0.3Å）及氧共同定位数的控制。Be的化合物有较大硬度和较高熔融温度，Be的极细粒子可避免被其他离子在晶体内交代。然而，Si^{4+}和Be^{2+}的离子半径非常相似，Be在SiO_4四面体内交代Si，这是已知矿物结构中Be的重要产出；它一般常和Al、碱土族元素、F、H_2O及OH离子在一起。岩浆内Be在似花岗状岩石内很丰富，而在基性及超基性岩石内缺乏。花岗质岩石的Be含量一般1～3ppm，白云母花岗岩Be的含量为10ppm；在深成、浅成和火山岩系列的岩石内Be的平均含量减少，表明Be的含量依赖于侵入深度。通常主要火成岩石中不含独立铍矿物，伟晶岩是富含Be独立矿物的岩石。比尤斯(Beus，1966)详细论述了伟晶岩内的结晶分异作用以确定Be的浓度，并且显示趋向岩浆分异晚期Be的富集浓度更高。

Be和Al的弱相关性，说明含Be硅酸盐从源区迁移不远。由于Be^{2+}离子电位高，它只释放Be^{2+}离子，故和细粒子结合得很好；特别是粘土内一般被认为地壳表面Be的活动性较弱，因而许多富Be矿物如绿柱石、金

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

斯里兰卡含宝石沉积岩的稀土元素丰度(ppm)　　表 3

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Tb	Gd	Dy
拉特纳普拉*	105.69	198.74	21.95	93.05	16.71	3.23	21.40	2.54	13.80
艾拉黑拉*	56.10	127.00	14.00	48.40	9.00	1.70	9.00	1.30	7.50
酸性紫苏花岗岩	49.41	96.50	—	34.53	5.75	0.85	—	0.63	3.00
太古代页岩（平均）	12.06	26.80	3.10	13.00	2.80	0.90	2.90	0.50	2.90

	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Th	U
拉特纳普拉*	3.55	8.66	—	7.75	1.15	8.77	1.19	3.92	18.21	3.09
艾拉黑拉*	1.50	4.20	—	4.40	0.64	11.80	2.18	2.50	31.50	6.10
酸性紫苏花岗岩	0.72	—	—	1.79	0.37	10.50	1.49	—	10.35	2.62
太古代页岩（平均）	0.80	1.80	0.30	1.80	0.30					

* 含宝石沉积岩。

（据M.S.纳巴辛格，1984）

绿宝石和硅铍石不易溶化而沉淀。

含Be岩石的分解是由两种方式促成风化以使Be在矿床内再沉淀：①作为分解岩石内碎屑残余内的铍酸盐；②从完全分解的岩石部分而形成离子溶液的混合物或化合物出现。有人研究后认为紫苏花岗质深成岩的残余溶液可以搬运Be。因此，铍矿化作用和紫苏花岗质岩浆作用共生，紫苏花岗岩也是铍的母岩；在深成作用下与沉积岩中Si、Al结合因脱硅作用而产生金绿宝石等矿物。

据M.S.纳巴辛格等人研究[6]，F在花岗岩形成中，在稀有金属矿化和稀土元素迁移中起重要作用。Be在酸性岩石内的矿物晶格中被Si的类质同象交代，当磷灰石、云母和辉石内出现阴离子F，则在气化和热液条件下，F和Be形成稳定复杂物；但在沉积岩中F和Be的相关性很小，其相关系数仅+0.07，因为在风化和沉积作用下，这两种元素有完全不同的地球化学行为；而在宝石沉淀内，F和Mg、Ca相关性较大，其相关系数分别为0.76和0.68。

F在碱性和钙碱性系列熔浆内既可集中也可分散，在碱性、晚期浅成岩石内含量增加。有时含F矿物达30～90%，一般黑云母内较多。当花岗岩内存在富F云母和辉石，F很象OH^-那样附于阴离子入晶格内与进入晶格内与Mg、Ca、Na、Al等组成化学键，但不与Si成键，说明F和Si的弱相关性。因此，花岗岩类岩石内的黑云母和萤石所含的Mg和Ca，根据Ca和Mg的相似地球化学行为，Ca和Mg因迁移而远离沉淀场所。

据M.S.纳巴辛格研究斯里兰卡宝石矿床的稀土元素表明，含宝石沉积物一般均富稀土元素（REE），尤其是以轻稀土元素（LREE）及富Dy和Er为特征，并且在所有含宝石沉积中具有不同的负Eu异常。通过与各类岩石比较，证明含宝石沉积与酸性紫苏花岗岩的REE分布型式相似。据胡伯格斯德（Hubbaxd，1977）研究，瑞典西南维伯戈（Verberg）紫苏花岗岩与花岗岩的REE分布型式一致；该地紫苏花岗岩——花岗岩套的紫苏在花岗岩La/Yb比值为11，花岗岩La/Yb比值为27，它们与斯里兰卡的酸性紫苏花岗岩La/Yb比值为28，沉积岩的La/Yb值非常相似。原地紫苏花岗岩具有其母岩的REE，深成紫苏花岗岩发育于麻粒岩环境的则富LREE。太古代沉积岩的La/Th比值

（下转第42页）

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

参 考 文 献

[1] R. N. W. D'labio et al., Ep'sodes, 1985, V. 8, No1, p. 39.

[2] 邱朝霞，科学通报，1986，第11期，第1118~1119页。

[3] 于学信，《吉林省矿物研究专辑》，地质出版社，1984年。

[4] 徐国风等，地球科学，1981，第2期。

[5] J. G. Wesbster et al., Jour. Geochem. Explor., 1984, V. 22, p. 21~42.

[6] R. W. 博伊尔，《金的地球化学及金矿床》，地质出版社，1984年。

[7] A. W. 亚当森，《表面的物理化学》，科学出版社，1984年。

[8] 闵乃本，《晶体生长的物理基础》，上海科学出版社，1982年。

[9] R. W. 卡恩，《物理冶金学》，科学出版社，1982年。

[10] B. W. 克列依捷尔，《论金—硫化物矿床氧化带金的性状》，中国工业出版社，1962年。

The Features of Microgranular Gold Grains in the Oxidation Zone of the Jinchangzi Au-deposit, Ningxia

Qiu Zhaoxia

The microgranular gold grains in the oxidation zone of the Jinchangzi gold deposit are occurred in different shapes (spheric, ellipsoidal, water drop, stalactitic, etc.). Each gold grain is composed of many crystals (multi-crystal form) and has a higher purity. The distribution of chemical compositions is uniform within each gold grain. These microgranular gold grains were formed by colloidization under a supergenous condition.

（上接第22页）

（3.6±0.4）比后太古代沉积的比值（2.7±0.2）高，含宝石沉积的La/Th比值为3.25，酸性紫苏花岗岩的La/Th比值为4.77（表3）。

化学迁移一般是玄武岩的普遍问题，尤其是深变质角闪岩或麻粒岩地区，在风化和沉积作用中，由于元素的不同迁移，将改变元素对的比值；因Zr是分解程度的标志，在多次变质条件下均较稳定。但斯里兰卡的酸性紫苏花岗岩与宝石沉积的Zr/Hf、Zr/Ce和Ti/Zr比值并无明显差异，这表明母岩风化和沉积时元素分馏程度很小。

上述一些有关紫苏花岗岩和含宝石沉积的主要元素地球化学特征，若能在普查找矿工作中加以很好地研究应用，无疑将有助于我们有效地寻找新的宝(玉)石矿床。

A Review of the Formation Mechanism of Some Gem (Jade) Deposits

Shi Qiguang

In recent years some diamond-bearing potash-magnesian lamprophyre masses were discovered. It opens up a new prospect for the exploration of gam (jade) deposits. In addition, we have discovered that gem (jade) deposits bear a close relationship with hypersthene granite. The geochemical behaviour of elements Be and F, and the abundance of rare earth elements in these deposits have also been clarified. It is believed that the residue solution of the plutonic mass of the hypersthene granite serves the function of transporting Be which forms chrysoberyl deposits under the desilication at depth. And their basic constituents enter into corundum-spinel to form sapphirine. The element fluorine plays important roles in the formation of granite and in the migration of rare metallic mineralizations and rare earth elements, while the rocks containing preecious stones are usually rich in rare earth elements (particularly light REE are Dy and Er).

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net