海相火山岩型伴生金矿床的时空分布特征及区域控矿作用*

黄 松 朱文凤
(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院 桂林 541004)

摘 要 从伴生金的角度对我国海相火山岩型伴生金矿床的时空分布特征及区域控矿作用进行了总结：划分出清源、蒙中、中条、北祁连、南祁连、康滇、玉树—义敦7个成矿带；海相火山岩型伴生金矿床最主要的成矿期为加里东期；海相火山岩型伴生金矿床在两大地台中，扬子准地台多于中朝准地台，在三大褶皱系中，古亚洲褶皱系最多；海相火山岩型伴生金矿床多产于受深大断裂或板块碰撞带控制的大陆边缘裂谷或岛弧裂谷中；控矿海相火山建造中基性火山岩及分异完整的双峰式火山岩的基性端元部分与成矿关系密切。

关键词 伴生金；海相火山岩型矿床；时空分布特征；区域控矿作用；中国
分类号 P618.510.62；P611.22；P612

海相火山岩型伴生金矿床是我国尤其是我国西部重要的伴生金矿床类型之一，其伴生金储量占西部总储量的46.37%（1996），加强该类伴生金矿床时空分布特征和区域控矿作用的总结，对丰富伴生金成矿理论及其找矿均具有重要意义。

1 海相火山岩型伴生金矿床的时空分布特征

1.1 伴生金矿床的空间分布

伴生金矿床空间分布最基本、最重要的控矿因素是深大断裂。因此，首先以构造体系作为一级成矿单元划分三大成矿域：滨太平洋成矿域、古亚洲成矿域、特提斯—喜马拉雅成矿域。其次，以Ⅰ、Ⅱ级大地构造单元作为二级成矿单元划分出5个成矿区。第三，以伴生金矿床分布特征、密集程度和矿床赋存区内的构造、地层、岩浆活动特征作为三级成矿单元划分7个成矿带（表1）。

三大成矿域中，海相火山岩型伴生金矿床主要分布于古亚洲成矿域，但在滨太平洋成矿域及特提斯—喜马拉雅成矿域中亦有一定程度的分布。

1.1.1 *滨太平洋成矿域辽东成矿区之清源成矿带* 位于辽东抚顺—清源一线，大地构造属华北地台之胶辽台隆，受北东向抚顺—密山岩石圈断裂控制，赋矿地层为太古代清源群红透山组变质岩。代表矿床为红透山矿。

1997年8月15日收稿，12月2日改回。
第一作者简介：黄 松，男，1967年出生，工程师，矿床学专业。
*中国有色金属工业总公司重点科研项目（项目号92K—01—03—01）成果之一。

1. 1. 2　*滨太平洋成矿域内蒙成矿区之内蒙成矿带*　位于内蒙古西部温都尔庙—抗锦后旗一线，处内蒙大兴安岭褶皱系与中朝准地台之交接部位，受中朝准地台北侧断裂系控制，该带可分成两个矿化集中区：狼山矿化集中区位于成矿带西端，属中朝准地台之内蒙地轴，区内各矿床均赋存于晚元古界狼山群中，其空间分布主要受火山沉积建造控制，代表矿床为东升庙矿、霍各乞矿、炭窑口；白乃庙矿化集中区位于成矿带西端，属内蒙大兴安岭褶皱系之内蒙优地槽褶皱带，控矿的东西向图刀林—武艺台深断裂为早古生代古蒙古海洋板块南侧俯冲于华北地台之下的俯冲消减带，赋矿地层白乃庙群则为温都尔庙古海沟与华北古陆板块之间的火山岛弧堆积。代表矿床为白乃庙矿。

1. 1. 3　*滨太平洋成矿域晋南成矿区之中条成矿带*　位于山西南部，大地构造单元属中朝准地台之山西断隆，带内线型褶皱发育，构造线走向主要为北东，各矿床均赋存于褶皱基底中之中元古界中条群变质岩中。代表矿床为比子沟矿、胡家峪矿。

表1　海相火山岩型伴生金矿床成矿域、区、带划分

Table 1　Metallogenic domain, province and belf of marince volcanic type associated gold deposits

成　矿　域	成矿区	成矿带	占该类伴生金总储量比（%）	
滨太平洋成矿域	辽东成矿区	清源成矿带	4. 51	31. 52
	内蒙成矿区	蒙中成矿带	12. 33	
	晋南成矿区	中条成矿带	14. 68	
古亚洲成矿域	祁连成矿区	北祁连成矿带	27. 11	40. 29
		南祁连成矿带	13. 18	
特提斯—喜马拉雅成矿域	川滇成矿区	康滇成矿带	25. 07	25. 07
		玉树—义敦成矿带	*	

*未获上表储量，下同。

1. 1. 4　*古亚洲成矿域祁连成矿区之北祁连成矿带*　为该类伴生金矿床最重要的成矿带，位于河西走廊边缘肃南—门源—白银一线，大地构造单元属祁连褶皱系之北祁连优地槽褶皱带。成北西西向展布的北祁连超岩石圈断裂控制了带内多期次海相火山岩的分布，寒武—奥陶纪的细碧角斑岩建造为主要赋存层位。代表矿床为白银厂、红沟、郭米寺、湾阳沟。

1. 1. 5　*古亚洲成矿域祁连成矿区之南祁连成矿带*　位于青海柴达木盆地北缘锡铁山—禄梁山—赛什腾山一线，大地构造单元属东昆仑褶皱系之柴达木北缘优地槽褶皱带。北西西向展布的柴达木北缘岩石圈断裂控制的晚奥陶世绿岩带为赋矿层位。代表矿床为锡铁山矿。

1. 1. 6　*特提斯—喜马拉雅成矿域川滇成矿区之康滇成矿带*　位于四川会理至云南新平一线，大地构造单元属扬子准地台之康滇地轴。东西向展布的安宁河岩石圈断裂控制的早元古代细碧角斑岩建造为赋矿层位。代表矿床为拉拉矿、大红山矿。

1. 1. 7　*特提斯—喜马拉雅成矿域川滇成矿区之玉树—义敦成矿带*　位于川西玉树—义敦一线，大地构造单元属松潘—甘孜褶皱系之玉树—义敦褶皱带。成矿带受金沙江—红河超岩石圈深断裂控制，赋矿层位为北北西向展布之晚三叠世海相火山岩系，为甘孜—理塘古洋壳向西俯冲于中咱徽古陆之下诱发的岛弧岩浆作用的产物。代表矿床为呷村矿、呷衣穷矿。

1. 2　我国海相火山岩型伴生金矿床的成矿时代

1. 2. 1　*我国海相火山岩型伴生金矿床的成矿时代特征*　根据我国大地构造演化特点，对《全国伴生金银地质数据库》① 中近60个海相火山岩型伴生金矿床的成矿时代进行了统计，

①“七五”国家重点攻关项目（项目号75—55—04—08）成果之一。该项目获有色金属工业总公司科技进步一等奖。

成矿时代按构造划分，但在寒武纪各构造期中因华北地台与扬子地台形成时间略有早晚，故归纳为阜平朝、龙川期（相当于五台期）、中条期三类，以使上述两个地台在早期地槽演化阶段形成的同生矿床，如成矿于早元古代的大红山、拉拉矿与成矿于中元古代的中条山矿在时间上得以区分（表2）。很明显，海相火山岩型伴生金矿床最主要的成矿期为加里东期，其次为龙川期与中条期。

表2　海相火山岩型伴生金矿床各成矿时代中金储量比率

Table 2　Gold reserve percentages of marine volcanic type associated gold deposits in different metallogenetic epochs

成矿期	矿床个数	占该类伴生金总储量比/%	实　例
阜平期	5	4.66	红透山、树基沟
龙川期	7	25.88	大红山、拉拉
中条期	7	15.15	比子沟、西裘
加里东期	25	54.31	白银厂、白乃庙、锡铁山
华力西期	5	*	可可乃克
印支期	7	*	呷村、呷衣穷

1.2.2　各构造期中海相火山岩型伴生金矿床概况　（1）阜平期：产于该期的海相火山岩型伴生金矿床现仅发现清源成矿带中红透山矿、树基沟矿等属此类成矿时代最老的矿床，矿床产于清源群红透山组变质岩中，原岩为一套钙碱系列以基性－酸性火山岩为主的火山－沉积建造，经区域变质后成为变粒岩、片麻岩。由于这些矿床成矿作用以火山－沉积作用为主，叠加的变质作用仅使矿体形态和矿物组合产生变化，故划属海相火山岩型矿床。

（2）龙川期：与阜平期相比，龙川期中海相火山岩型伴生金矿床明显增加，该期在优地槽下降阶段，海底火山活动剧烈、频繁，以钠质火山岩浆喷发溢流为主，形成一套细碧－角斑岩建造，代表矿床大红山矿、拉拉矿。

（3）中条期：为海相火山岩型伴生金矿床主要成矿期之一，该期矿床集中于中条成矿带。代表矿床比子沟矿、胡家峪矿等均产于中条群比子沟组变质岩中。岩石一般富钠，变钠质凝灰岩发育并为主要含矿岩石之一。与红透山矿相同，这些矿床的成矿作用亦以火山－沉积作用为主，故划属海相火山岩型矿床。

（4）加里东期：是海相火山岩型伴生金矿床最重要的成矿期，储量比占该类矿床一半以上，各矿床均分布于加里东期或受加里东期影响的优地槽褶皱系（带），如祁连褶皱系、北秦岭褶皱带、内蒙褶皱带内，而我国东部最重要的加里东褶皱系——华南褶皱系中迄今却未发现加里东期该类伴生金矿床，其原因与该褶皱系基底缺乏优地槽火山沉积建造有关。

（5）华力西期：是古亚洲成矿域最重要的构造期，海相火山岩系广泛分布于华力西期优地槽褶皱系（带），如北天山褶皱带、东西准噶尔褶皱带、阿尔泰褶皱系、东昆仑褶皱系内，可见多处小型矿床及矿化（点），但具一定规模的矿床目前尚未发现。

（6）印支期：是特提斯－喜马拉雅成矿域重要的构造期之一。海相火山岩系广泛分布于三江、松潘－甘孜印支地槽褶皱系中。已发现伴生金储量（估算）可达中大型的四川白玉呷村多金属矿及多处中小型矿床。上述印支褶皱系中寻找海相火山岩型伴生金矿床具较好远景。

2　区域控矿作用

2.1　大地构造的控矿作用

为了能定量地表征各大地构造单元中海相火山岩型伴生金矿床的分布情况，在《全国伴生金银地质数据库》的基础上进行了统计（表3）研究。

表 3　海相火山岩型伴生金矿床大地构造分区

Table 3　Geotectonic arealdivision of marine volcanic type assiciated gold deposits

大地构造分区	Ⅰ级大地构造单元	Ⅱ级大地构造单元	实　例	占该类伴生金总储量比/%		
准地台区	中朝准地台	胶辽台隆	红透山、树基沟	4.51	19.19	47.01
		内蒙地轴	东升庙、翟各乞	*		
		山西断隆	比子沟、胡家峪	14.68		
	扬子准地台	江南台隆	西裘	2.75	27.82	
		康滇地轴	大红山、拉拉	25.07		
褶皱系区	内蒙大兴安岭褶皱系	内蒙优地槽褶皱带	白乃庙	12.33		52.99
	祁连褶皱系	北祁连优地槽褶皱带	白银厂、红沟	27.11		
	东昆仑褶皱系	柴达木北缘优地槽褶皱带	锡铁山	13.18		
	三江褶皱系	哀牢山优地槽褶皱带	采山坪	0.37		
	松潘—甘孜褶皱系	玉树—义敦褶皱带	呷村	*		

2.1.1　地台与褶皱系比较　该类伴生金矿床在两者中的分布无明显差异（前者占 47.01%，后者占 52.99%），表明地台与褶皱系中均有利于海相火山岩型伴生金矿床产出的成矿条件。

2.1.2　地台与地台比较　两大地台中，扬子准地台中海相火山岩型伴生金矿床多于中朝准地台，其原因是前者活化程度较后者高所致。

2.1.3　地台内部比较　该类伴生金矿床均产于地台的褶皱基底（台隆、断隆、地轴）中，赋矿地层为原岩为火山岩系的变质岩。可见，产于地台的海相火山岩型伴生金矿床实际上是在古老的优地槽环境中形成。

2.1.4　褶皱系同褶皱系比较　从成矿学的角度可把我国褶皱系分为三大类：（1）滨太平洋褶皱系：包括吉黑褶皱系、内蒙—大兴安岭褶皱系、华南褶皱系、东南沿海褶皱系；（2）古亚洲褶皱系：包括祁连褶皱系、秦岭褶皱系、东昆仑褶皱系、天山褶皱系等；（3）古亚洲褶皱系：包括三江褶皱系、松潘—甘孜褶皱系等。三大褶皱系中海相火山岩型伴生金矿床的分布按古亚洲褶皱系（42.99%）—滨太平洋褶皱系（12.33%）—特提斯—喜马拉雅褶皱系（0.37%）依次减少，但这个统计并不完全准确，它同地质工作程度有明显关系，特提斯—喜马拉雅褶皱系有较好的远景，大型白玉呷村多金属矿床的发现即为一个重大突破。因此在该褶皱系内特别是印支期海相火山岩系中找寻海相火山岩型伴生金矿床可望有较大的进展。

2.1.5　褶皱系内部比较　该类伴生金矿床多集中于褶皱内优地槽褶皱带，与加里东期火山活动有关。

2.2　深大断裂的控矿作用

我国海相火山岩型伴生金矿床的分布无不与深断裂有着密切的联系，其成矿带的展布方向和延伸直接受断裂控制。这些深断裂规模巨大，往往由多条断裂组成一个宽几公里至几十公里的断裂带。它们常常是不同构造单元的分界线，沿深断裂带，特别是它们的上盘，有多期次的岩浆喷发和侵位，这些岩浆活动带来丰富的金属矿质，因此深断裂是将地幔或地壳深部的成矿物质带到地壳浅部或地表的通道。尽管成矿带与深断裂有种种联系，但矿床并不直接产于深断裂中，通常只位于深断裂的上盘，受深断裂派生的次一级构造控制，或位于另一组构造与深断裂复合的部位。

以断裂体系为线索，将各个成矿带加以归并，得出我国海相火山岩型伴生金矿床的区域

性分布特征：晋南的中条成矿带同辽东的清源成矿带分别受北北东向的大兴安岭—太行山—武陵山断裂系之中条深断裂、郯城—庐江断裂系之抚顺—密山深断裂控制；蒙中的内蒙成矿带受中朝地台北侧断裂系之内蒙地轴北缘深断裂系控制；祁连区之南、北祁连成矿带分别受北祁连—北淮阳断裂系之北祁连北缘深断裂、柴达木北缘—北淮阳断裂之柴达木北缘深断裂控制；川滇区之玉树—义敦成矿带同康滇成矿带分别受金沙江—红河断裂系之金沙江—红河深断裂、康滇地轴断裂系之安宁河深断裂控制。

2.3 海相火山建造的控矿作用

2.3.1 *控矿海相火山建造类型* 在一定构造单元中，海相火山岩型伴生金矿床与海相火山建造是同一时空上的有机体。根据含矿岩体及变质程度可将控矿建造归纳为：

片麻岩建造：含矿岩石为深变质，主要为变粒岩—片麻岩类及角闪质岩类，矿体赋存于由黑云母变粒岩以及角闪质岩互层的岩石中。产于该建造中的典型矿床为辽宁红透山矿。

细碧角斑岩建造：具浅—中深变质，富含钠质、含矿岩石为变质角斑凝灰岩、变质石英角斑凝灰岩、变钠质凝灰岩等。该建造是海相火山岩型伴生金矿床最重要的控矿建造，典型矿床为甘肃白银厂矿、云南大红山矿、四川拉拉矿。

绿色片岩建造：具浅—中等变质，含矿岩石为黑云母斜长片岩、绿泥石斜长片岩、绿色片岩凝灰岩，产于该建造中的典型矿床为内蒙白乃庙矿。

英安—流纹岩建造：该建造较少受变质作用影响，含矿岩石为流纹岩、英安—流纹质火山角砾岩、角砾熔岩，成分上具英安质—流纹质—高硅流纹质的演化过程。产于该建造中的典型矿床为四川呷村矿。

2.3.2 *海相火山建造岩石化学特征及其产出环境* 不同构造环境中的海相火山建造其岩石化学特征是不同的，根据这些差异，采用了都城秋穗 SiO_2与 TiO_2、<FeO>/MgO 变异图，里特曼—戈蒂尼 lg δ与 lg τ 图解来区分岩石系列，判别产出构造环境。

片麻岩建造：代表矿床辽宁红透山矿产于深变质的太古代海相火山岩中，由于变质交代、混合岩化作用等，一些造岩元素有一定程度的迁移，表现在：钾、钠及硅的带入，而镁、铁、钛的迁移不明显。与矿化密切相关的基性岩保持着岛弧拉斑玄武岩的基本特征（表4，图1、2、3）。但由于硅、碱组分的带入而使这两者含量较岛弧拉斑玄武岩相应组分略有超出（$Na_2O+K_2O>4\%$）。可见红透山矿的控矿海相火山建造——片麻岩建造产出于古岛弧环境。

表 4 各海相火山建造岩石化学特征

Table 4 Mean petrochemistry characteristic compositionsin in different marine volcanic formations %

编号	矿床名称	火山建造	岩性	样数	SiO_2	K_2O+Na_2O	$FeO+Fe_2O_3$	MgO	TiO_2	<FeO>/MgO	Al_2O_3	岩石系列	产出环境
1	红透山矿	片麻岩	基—中酸	16	50.22	4.01	11.32	6.44	0.92	1.76	15.74	拉斑玄武岩	古岛弧
2	白银厂矿	细碧角斑岩	基—中酸	21	49.88	5.00	9.20	6.11	0.95	1.50	15.46	钙碱系玄武岩	岛弧裂谷
3	大红山矿	细碧角斑岩	中基—酸	11	47.00	5.07	22.57	3.58	2.33	5.94	11.88	碱性玄武岩	陆缘裂谷
4	拉拉矿	细碧角斑岩	中基—酸	5	47.10	5.31	13.71	5.81	2.90	2.25	15.12	碱性玄武岩	陆缘裂谷
5	白乃庙矿	绿色岩片	基—中酸	18	48.69	4.32	10.66	8.67	0.76	1.18	14.64	拉斑—钙碱系玄武岩	岛弧裂谷
6	呷村矿	英安—流纹岩	中—酸	3	54.90	4.24	9.35	5.55	1.13	1.61	15.10	钙碱系玄武岩	岛弧裂谷

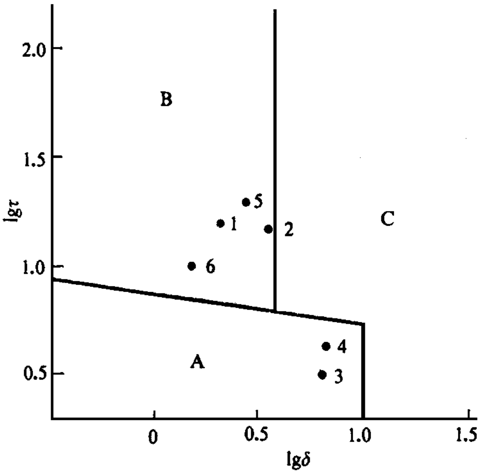

图 1　里特曼—戈蒂尼图解

（图中编号同表 4）

Fig　1　Diagram of lgτ— lgS

图中：A—非造山带火山岩；B—造山带及岛弧地区火山岩；C—A、B 两区派生的碱性岩

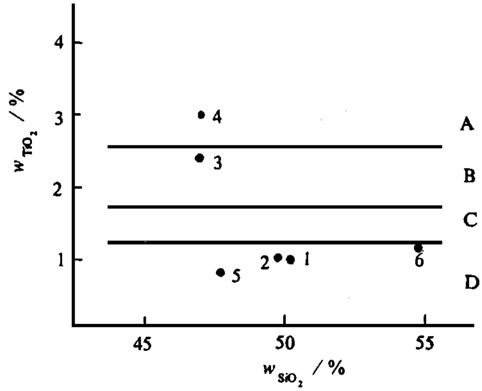

图 2　SiO_2— TiO_2 变异图解

（图中编号同表 4）

Fig.　2　Diagram of SiO_2— TiO_2

图中：A—大洋碱性橄榄玄武岩；B—大洋拉斑玄武岩、大陆拉斑玄武岩、大陆碱性玄武岩；C—大洋中脊玄武岩；D—岛弧及陆缘拉斑—钙碱系玄武岩

细碧角斑岩建造：分布较广，产于不同大地构造单元中的细碧角斑岩岩石化学特征各有不同，现以代表矿床白银厂矿及大红山、拉拉矿为例分叙之。

白银厂矿位于祁连褶皱系之北祁连优地槽褶皱带，控矿建造细碧角斑岩系火山岩以偏碱富钠为特征，Na_2O ＞K_2O。火山岩以基性及酸性岩为主，中性岩较少，具有双峰型火山岩特征，与矿化密切相关的基性岩组分具岛弧钙碱性玄武岩特征（表 4，图 1、2、3）。表明白银厂矿的控矿海相火山建造——细碧角斑岩建造产于岛弧裂谷环境。

大红山、拉拉厂位于扬子地台之康滇地轴，控矿建造细碧角斑岩系火山岩以富碱富钠、高铁高钛、低镁为特征，与矿化关系密切的基性岩属大陆碱性玄武岩系（表 4，图 1、2、3）。说明控矿海相火山建造——细碧角斑岩建造产于陆缘裂谷环境。

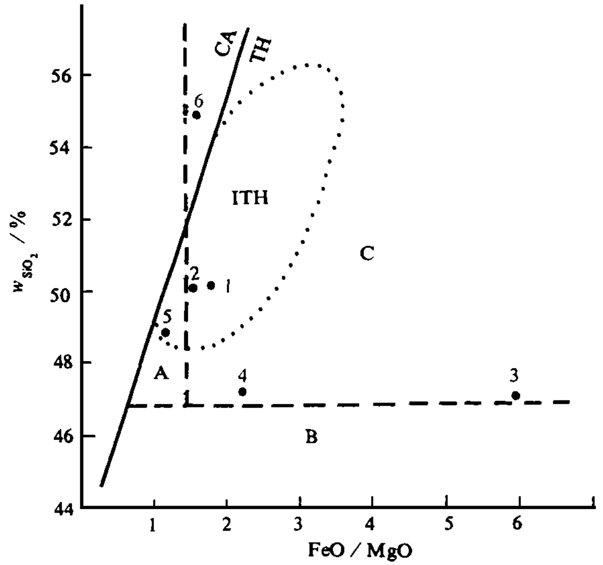

图 3　SiO_2—＜FeO＞/ MgO 变异图解

Fig　3　Diagram of SiO_2—＜FeO＞/ MgO

图中：A—大洋拉斑玄武岩、大洋中脊玄武岩；B—大洋碱性橄榄玄武岩；C—大陆碱性橄榄玄武岩、大陆拉斑玄武岩、岛弧玄武岩；CA—钙碱系玄武岩；TH—拉斑玄武岩；ITH—岛弧拉斑玄武岩

绿色片岩建造：代表矿床内蒙白乃庙矿控矿海相火山岩建造基性岩组分在 TiO_2-SiO_2 变异图中（图2）投于岛弧钙碱性玄武岩区，在＜FeO＞/MgO－SiO_2变异图中（图3）投于岛弧拉斑玄武岩区，结合其镁、铝含量，控矿的海相火山岩建造——绿色片岩建造应属产于岛弧裂谷环境的拉斑——钙碱系玄武岩。

英安－流纹岩建造：代表矿床四川白玉呷村矿控矿海相火山岩建造——英安－流纹岩建造中偏基性火山岩组分在图1、2、3上的落点均表明，控矿建造为产于岛弧裂谷环境的钙碱系玄武岩。

综上可知，海相火山岩型伴生金矿床的控矿建造——海相火山建造具如下特征：第一，产于受深大断裂或板块碰撞带控制的大陆边缘裂谷或岛弧裂谷的构造环境中；第二，基性火山岩或是分异演化完整的双峰式火山岩的基性端元部分与成矿关系密切；第三，其岩石系列，产于陆缘裂谷的多为碱性玄武岩，产于岛弧裂谷的多为钙碱系玄武岩。

参考文献

1 刘肇昌，李凡友，钟康惠，等．扬子地台西缘构造演化与成矿．成都：电子科技大学出版社，1996．1～12，220～228

2 侯立玮，戴丙春，俞　龙，等．四川西部义敦岛弧碰撞造山带与主要成矿系列．北京：地质出版社，1994．74～105

3 沈　苏，金明霞，陆元法．西昌－滇中地区主要矿产成矿规律及找矿方向．重庆：重庆出版社，1988．7～39

4 杨应选，仇定茂，阙梅英，等．西昌－滇中前寒武系层控铜矿．重庆：重庆出版社，1988．118～182

5 徐正余，陈福忠，郑延中，等．青藏高原主要矿产及其分布规律．北京：地质出版社，1991．94～114

6 黄汲清．中国大地构造及演化．北京：科学出版社，1980．80～98

7 向鼎璞，戴天富．北祁连火山成因硫化物矿床区域成矿物质特征．矿床地质，1985，4（1）：64～72

SPACE－TIME DISTRIBUTION AND REGIONAL ORE－CONTROLLING PROCESS OF MARING VOLCANIC TYPE ASSOCIATED GOLD DEPOSITS

Huang Song　Zhu Wenfeng

（*Research Institute of Geology for Mineral Resources，CNNC，Guilin*）

Abstract　This paper has sumarized the space－time distribution and regional ore－controlling process of marine volcanic type associated gold deposits in China from the aspect of associated gold, divided into 7 mineralization zones：Qingyuan，Central Nei Monggu，Zhongtiao，North Qilian，South Qilian，Xikang－Yunnan and Yushu－Yidun. The major mineralization epoch of the deposits is during Caledonian epoch. They are distributed are within two major platforms：Yangtze para－platform and Sino－Korean paraplatform，the former being more than the later for their destribution. They are mostly distributed in the Paleo－Asiatic fold system among the three major fold systems. The associated gold deposits mostly occur in continental margin rift or island－arc rift controlled by deep seated faults and plate subduction zone. In the marine volcanic formation, the basic volcanic rocks or the basic end－member part of the bimodal volcanic rocks which are completely differenciated, are closly related to the gold mineralization.

Key words　associated gold；marine volcanic type ore deposit；space－time distribution；regional ore－controlling process；china