文章编号:1007 - 3701(2001)04 - 0045 - 05

北祁连中段与碱性岩有关的金、稀土矿床地质特征及控矿因素

陈耀宇　朱四宏

(甘肃省地勘局第六地质矿产勘查院,甘肃 金昌 737100)

摘要: 对产于北祁连中段冷龙岭一带的青分岭金矿和干沙河稀土矿地质特征和控矿因素进行了概述,并将其与国内典型的河北东坪金矿和四川牦牛坪稀土矿进行对比研究,认为它们的成因与碱性岩有关,且干沙河稀土矿具有斑岩型矿床的特征。两矿的成矿期为海西中晚期(青分岭二长岩成矿年龄为 290～308 Ma,干沙河霓辉正长斑岩为 256 Ma)。

关　键　词: 金矿; 稀土矿; 碱性岩; 控矿因素; 北祁连

中图分类号: P611.1　　**文献标识码**: A

甘肃省地勘局第六地勘院在北祁连中段冷龙岭一带的甘肃省境内发现和评价了青分岭小型金矿和干沙河中型稀土矿,二者在空间上相距约 40 km,成矿背景相似,成矿作用又都与碱性岩有关。

1　成矿地质背景

北祁连中段冷龙岭及其北侧皇城 - 古浪一带,就大地构造而言,位于北祁连加里东褶皱带走廊过渡带内带。区域出露有古生代、中新生代地层,奥陶 - 志留系为海相中基性火山岩 - 碎屑岩建造,泥盆系为山前磨拉石建造,石炭系为海陆交互相含煤碎屑岩建造,二叠系为湖相碎屑岩建造,三叠系为河湖相碎屑岩建造,侏罗系为河湖、沼泽相的含煤碎屑岩建造。下中奥陶统车轮沟群与金、稀土成矿关系密切,出露厚度大于 3 995 m;区域岩浆活动强烈,加里东中期(443 Ma)侵入有毛藏岩基(出露长约 70 km,宽约 10 km,面积 643 km^2),为一复式岩体,具斜长花岗岩—花岗闪长岩—二长花岗岩—正长花岗岩—正长花岗斑岩的岩浆演化序列;海西期侵入有干沙河、青分岭碱性岩及葫芦沟超基性岩;构造活动以加里东期最强烈,形成以车轮沟群为主体的冷龙岭复背斜(由一系列相互平行的紧密背、向斜组成)和毛藏岩基南北缘的区域性 NWW 向逆断层,后者控制毛藏岩基的展布和区内主要矿产的形成(图 1)。

2　青分岭金矿地质特征及控矿因素

2.1　青分岭金矿地质特征

青分岭金矿位于走廊过渡带内带冷龙岭复背斜东段南翼,其基本地质特征[1]经与河北崇礼东坪金矿床[2]对比(表 1),二者的特征非常相似。东坪金矿床研究程度高,是公认的与碱性岩有关的金矿床(聂凤军等,1999; 袁忠信等[3]),据此笔者将青分岭金矿的成因类型归入与碱性岩有的金矿床或碱质类金矿床。

收稿日期: 2001 - 10 - 29

作者简介: 陈耀宇(1964—),男(汉族),高级工程师,从事矿产地质和技术管理工作.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

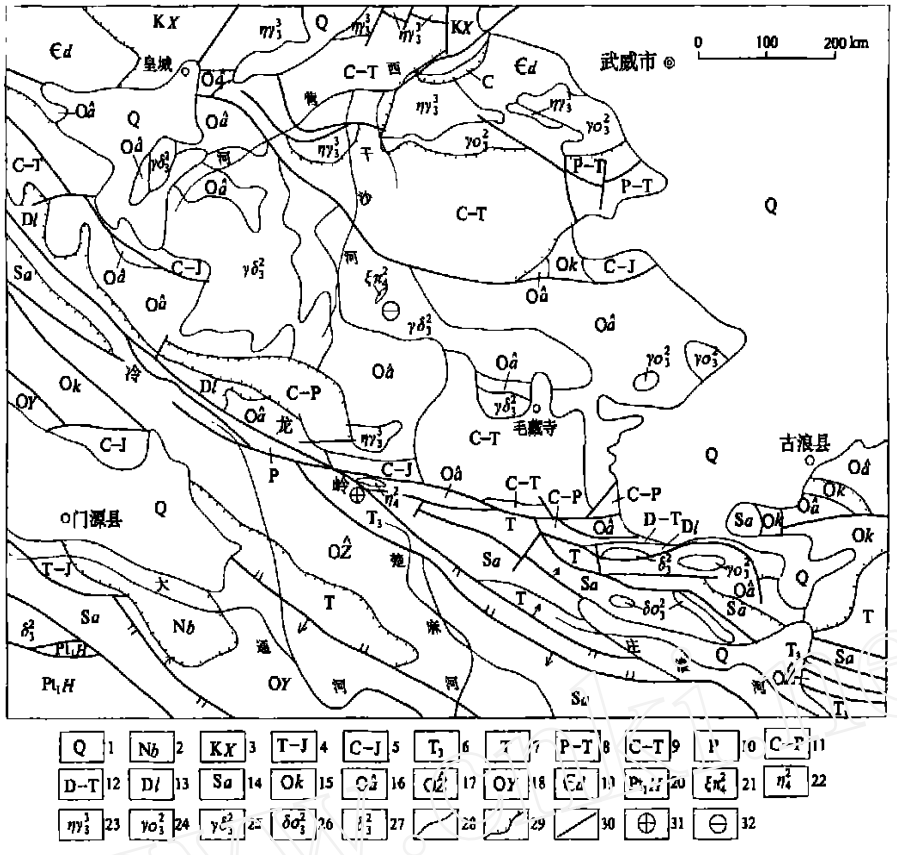


图 1 北祁连中段冷龙岭一带地质图

Fig. 1 Geological map of Lenglongling in the middle part of the northern Qilian

1. 第四系;2. 上第三系白杨河组;3. 下白垩统新民堡群;4. 三叠 - 侏罗系;5. 石炭 - 侏罗系;6. 上三叠统;7. 三叠系;8. 二叠 - 三叠系;9. 石炭 - 三叠系;10. 二叠系;11. 石炭 - 二叠系;12. 泥盆 - 三叠系;13. 下泥盆统老君山组;14. 下志留统肮脏沟组;15. 上奥陶统扣门子组;16. 中奥陶统车轮沟群;17. 中奥陶统中堡群;18. 下奥陶统阴沟群;19. 中寒武统大黄山组;20. 古元古代湟源群;21. 海西晚期霓辉正长斑岩;22. 海西中期二长岩;23. 加里东晚期二长花岗岩;24. 加里东中期斜长花岗岩;25. 加里东中期花岗闪长岩;26. 加里东中期石英闪长岩;27. 加里东中期闪长岩;28. 整合地层界线;29. 角度不整合地层界线;30. 断层;31. 青分岭金矿;32. 干沙河稀土矿

表 1 青分岭金矿与东坪金矿床地质特征对比

Table 1 Comparison of geology characteristics between Qingfenling and Dongping gold deposits

	东坪金矿床	青分岭金矿
构造环境	内蒙地轴南侧燕辽沉降带	北祁连加里东褶皱带
侵入地层及时代	太古宙片麻岩	早中奥陶世车轮沟群火山 - 沉积岩
侵入岩岩性及时代	海西期二长岩、碱性正长岩杂岩体(305～288 Ma)	海西期角闪(辉石)二长岩、二长(斑)岩杂岩体(308～290 Ma)
赋矿地质体	NE、近 SN 和 NW 向石英脉	NWW 向石英脉、硅化碱性岩
矿石构造	细脉浸染状	星点状、稀疏浸染状 - 裂隙状
矿石金属矿物	黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、斑铜矿、自然金、碲金矿和磁铁矿	自然金、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、磁黄铁矿,微量毒砂、针铁矿、磁铁矿、孔雀石、蓝铜矿
围岩蚀变	钾化、硅化、碳酸盐化、钙钒榴石化	硅化、绢云母化、碳酸盐化、黄铁矿化、高岭石化及部分绿泥石化、绿帘石化
规模、品位	大型,Au(3～371) $\times10^{-6}$,平均(5～20) $\times10^{-6}$	小型,Au(4.5～183) $\times10^{-6}$,平均(7～43) $\times10^{-6}$

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.2　青分岭金矿控矿因素

(1)地层控矿　矿区出露的车轮沟群系一套遭受浅变质的海相中-酸性火山喷出岩夹含炭泥质细碎屑及碳酸盐岩。其火山岩具有由基性(细碧玢岩、细碧岩、细碧凝灰岩)—中性(安山玢岩)—酸性(石英角斑岩)—碱性(钾角斑岩)的火山分异演化,有利于成矿。该套地层各类岩性 Au 丰度高(表 2),构成矿源层。

表 2　车轮沟群岩性及碱性岩 Au 丰度值

Table 2　The average contents of Au in Chelungou Group and alkaline rock

岩石名称	样品数/个	Au/10^{-9}	岩石名称	样品数/个	Au/10^{-9}
含碳硅质板岩	481	10.5	辉石二长岩	44	10.6
凝灰质硅质板岩	12	22.9	角闪二长岩	60	2.1
安山凝灰岩	38	6.3	蚀变角闪二长岩	58	4.8
安山英安凝灰岩	6	4.6	蚀变辉石二长岩	97	28.9
安山熔结角砾岩	9	5.3	石英脉	27	30.6

(2)碱性花岗岩控矿　沿区域性逆断层近北侧的车轮沟群侵入有海西期碱性花岗岩,呈岩枝状分布在长 3.8 km、宽 0.8～1.5 km 的地带内(面积 < 3 km^2),走向 NWW。其西段南侧和北侧分别产有石英脉型金矿、蚀变(碱性)岩型金矿。碱性岩主体岩性为角闪二长岩,由中心向边缘依次出现角闪二长岩、辉石闪长岩、辉石二长岩、角闪二长岩、二长岩、二长正长岩和正长岩等,形成杂岩体。侵入时代为 308 Ma 和 290 Ma(K-Ar 法),属海西中期。此二长岩类的含金丰度值高,其中蚀变岩石含金丰度又高于非蚀变岩石(表 2)。围岩蚀变发育(表 1)。角闪(辉石)二长岩的里特曼指数σ值为 4.18～5.08,$K_2O + Na_2O$ 为 5.72%～5.6%,属碱性岩。经单矿物硫同位素测定,毒砂 $\delta^{34}S = +9.7‰$,黄铁矿 $\delta^{34}S = +6.8‰$,属深源硫特征。产于二长岩中的矿化石英脉断续长 > 660 m,宽 30～112 m,所赋含金矿体长 15～310 m,宽 0.8～5.25 m,品位高,成分简单,属单一金矿石。自然金粒径 0.1～0.5 mm,可达 1 mm,属中—巨粒金。经包体测温,均一温度为 143 ℃～279 ℃。综上所述,具深源性质含金丰度值高的碱性杂岩体为该金矿的形成提供了物源及热源条件。

(3)构造控矿　矿区南、北侧发育两条区域性逆断层(分别为 F_2、F_1,走向 300°～305°)控制着海西中期二长岩类杂岩体的分布,断层形成宽数米至数十米的断层带,发育片理化、糜棱岩化和角砾岩化岩石。F_1 长 > 4 km,其次级的片理岩化蚀变带内形成矿区北带的蚀变岩型贫金矿化;F_2 长 > 8 km,其上盘的次级压性断层(330°～225°)与 F_2 的交切部位(30°锐夹角)贯入矿化石英脉,形成矿区南带石英脉型富金矿体。即区域性 F_1、F_2 断层具导岩、导矿作用,其次级压性断层、片理化带为储矿构造。

3　干沙河稀土矿地质特征及控矿因素

3.1　干沙河稀土矿地质特征

干沙河稀土矿位于冷龙岭复背斜东段近轴部,矿化赋存在侵入毛藏岩基中的霓辉正长斑或正长斑岩中。毛藏岩基在矿区一带由早到晚,由外到内具有从英云闪长岩—黑云母花岗闪长岩—二长花岗岩—正长花岗岩—正长花岗斑岩的岩浆演化序列,而正长斑岩处于中心部位。正长斑岩为一杂岩体,岩性以霓辉正长斑岩为主,次为碱长正长斑岩、霓辉碱长石英正长斑岩和霓辉碱长正长斑岩,各岩性间为相变过渡关系。岩体的 Rb-Sr 等时线年龄为(256.11 ±12.5) Ma,为海西晚期。岩石结构以不等粒斑状结构、似斑状结构为主,成分以碱性长石(条纹长石、正长石)为主,含霓辉石、磷灰石、榍石及透辉石,为一富含碱性矿物的浅成侵入体。

经对斑岩体北部的地表工程控制,圈出稀土矿体 12 个,铜铅矿体 5 个。单个稀土矿体长 300 m,宽 5～56 m,REO 平均 0.916%～1.011%,单样最高 5.89%,伴生 Cu 0.01%～0.12%,Pb 0.05%～0.32%,

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

共(伴)生 Mo 0.03 %～0.077 %,U 和 Th 平均为 0.0044 %和 0.0074 %;铜矿体长 45 m,宽 1.0 m,品位 0.53 %;铅矿体长 43～65 m,宽 1.5～4 m,品位 0.31 %～0.53 %,伴生 REO 0.240 %～0.374 %。

干沙河稀土矿基本地质特征经与云南马厂箐富碱斑岩铜矿[4]和四川昌北产于碱性岩中的牦牛坪稀土矿[5]对比(表 3),其与牦牛坪稀土矿特征非常相似,且具有富碱斑岩铜矿的一些特征,其矿床类型可以初步确定为碱性斑岩稀土矿床。

表 3 干沙河稀土矿与马厂箐富碱斑岩铜矿及牦牛坪稀土矿的对比

Table 3 Comparison of Ganshahe, Maoniuping REE deposits and Machangqian porphyry-type copper deposit

		云南马厂箐富碱斑岩铜矿	四川牦牛坪稀土矿	甘肃干沙河稀土矿
成矿侵入岩	构造环境及侵位地层	裂谷,下奥陶统细碎屑岩和泥盆系灰岩	台隆与地槽褶皱的过渡带,侵入最新地层为 T_3	岛弧,中下奥陶统车轮沟群海相基性-中酸性火山岩、碎屑岩
	岩石类型	似斑状碱性花岗岩、正长斑岩、石英正长斑岩(36 Ma)	霓石碱性花岗岩-碱性伟晶岩-碳酸盐杂岩体(78～134 Ma)	霓辉正长斑岩为主,次为碱长正长斑岩,霓辉碱长正长斑岩,霓辉碱长石英正长斑岩
	规模、形态、产状	1.3 km^2,岩株、岩脉	长 1400 余 m,宽 260～350 m,所侵入花岗岩体面积约 700 km^2	长 800m,宽 460m,面积 0.29 km^2,椭圆状,岩株或岩瘤,所侵入的花岗闪长岩体面积 643 km^2
	岩石化学	SiO_2 = 66.94 %～70.82 % $K_2O + Na_2O$ = 7.78 %～9.38 %,稀土组成总量高(244.9 × 10^{-9}),相对富轻稀土		SiO_2 = 58.94 %～64.45 % $K_2O + Na_2O$ = 9.74 %～10.96 %,稀土组成强烈富集轻稀土,δEu = 0.74～0.81,弱负铕
	蚀变特征	石英网脉带,次生石英岩化带	伟晶岩、伟晶状方解石碳酸岩脉体及其两侧同类型细(网)脉带	石英-萤石-方解石网脉带或复合脉体
蚀变特征	蚀变组合	硅化、钾长石化、绢云母化、绿泥石化	硅化、萤石化、重晶石化	硅化、萤石化、碳酸盐化、重晶石化、绿泥石化、绢云母化、钾长石化、钠长石化、高岭石化
	蚀变分带		由中心向外,由外硅化、萤石化→硅化、萤石化、重晶石化→重晶石化,萤石化、硅化减弱,重晶石化增强	从岩体中心向外形成强、中、弱近似环状的蚀变带,矿化形成于强蚀变带,矿化类型为稀土-铜-铅-钼型
矿化特征	元素特征	Cu,Mo,Ag,Au,S	REE 为主,共(伴)生 Pb,Mo,Bi,Ag,Nb,U,Th 及重晶石、钡天青石、萤石等	REE 为主,共(伴)生 Pb,Cu,Mo,伴生 U,Th 和萤石
	矿体规模、形态、产状	中型(Cu 0.5 %),透镜状、不规则状、脉状	大型(REO 1%～5 %),矿体长 60～1000 余 m,厚 4～90 m,脉状、分枝脉状、透镜状、网脉状	中型(REO 0.916 %～1.011 %),透镜状、脉状,具分枝复合
	矿化富集部位	斑岩体内、外和接触带	碱性杂岩体内	REE 全部产于斑岩体内,呈面型矿化;Cu,Pb 主要产于斑岩体内、外接触带;Mo 主要产于斑岩体内部
矿石特征	矿石结构、构造	细脉浸染状和浸染状	自形-半自形粒状,伟晶、交生、交代结构,半自形-他形粒状,镶嵌、交代残余花岗结构,斑杂状、条带状、细脉状、星散浸染状、细网脉状构造	自形柱状、他形粒状、交代、反应边、乳滴状,固溶体分离等构造(以前两者为主),稀疏浸染状、星点状(网)脉状构造
	矿石矿物	黄铜矿、黄铁矿、辉铜矿、斑铜矿、辉铜矿和磁黄铁矿	氟碳铈矿为主,其次氟碳钙铈矿、硅钛铈矿,伴生方铅矿、辉钼矿、辉铋矿、辉银矿、钍石和方铀钍石	以氟碳钙铈矿、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿为主,次为氟碳铈矿、独居石、磷钇矿、褐帘石、闪锌矿和钼铅矿等
	δ^{34}S/ ‰	-12～+4.4		-3.14(黄铁矿)～-11.24(方铅矿),前者近幔源,后者外生硫

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3.2　干沙河稀土矿控矿因素

(1)构造控矿　北祁连加里东褶皱带冷龙岭复背斜控制了毛藏岩基的巨量侵入,矿化碱性斑岩体外侧环状断裂为控岩控矿构造,碱性斑岩体内张性节理、裂隙的发育,为蚀变脉体的形成和矿化组分的迁移、富集与沉淀提供了通道和场所。

(2)岩浆控矿　中酸性 - 酸性岩浆的多期侵入,特别是来自深源的碱性斑岩的侵入,为稀土和 Cu,Pb,Mo 多金属及放射性元素矿化提供了物源及热动力条件。

(3)变质作用控矿　主要是受碱性岩侵入期后高温气化作用或自变质作用,形成了强烈的硅化、萤石化、碳酸盐化和重晶石化、绢云母化、钾长石化、钠长石化、绿泥石化、绿帘石化、黑云母化等,特别是强硅化、萤石化及碳酸盐化叠加蚀变地段形成稀土及多金属矿化。

(4)地球化学控矿　区域化探资料显示,毛藏岩基分布有 Pb,Bi,Ag,Sn,W,Mo,Cu,Zn,Ba,Au,Cd 和 V 等元素异常,在矿区一带形成 Pb,Bi,Ag,Sn,Mo,Zn,Cu,Cd,W,U,Th 和 Ba 等元素的综合异常。该矿区的主成矿元素为 REE,共(伴)生有益成分为 Cu,Pb,Mo 和 U,Th,萤石,并见重晶石,足见矿化元素与异常元素的一致性。矿区 1∶1 万化探圈出 La,Ce,Cu,Pb,Mo,Zn,Ag 和 Mn 的原生晕及次生晕综合异常,其内带为 Mn,过渡带为 Cu,Zn,La,Ce,Ag,外带为 Mo 和 Pb,异常分带性与钙碱性岩有关的斑岩铜矿相似。

(5)地球物理控矿　斑岩体所含放射性元素 U 和 Th 含量与 REO 呈显著正相关,矿化主组分氟碳钙铈矿含 U 0.057 %、Th 0.065 %,故在稀土矿化地段会引起较高放射性异常,使得碱性岩体内矿化与非矿化岩石间、碱性岩体与中酸性岩体间放射性伽玛强度 γ 值差异明显,碱性斑岩体一般 > 60γ,平均值为 91γ,蚀变斑岩平均 105γ,矿化斑岩平均 123γ,明显高于中酸性岩(18～48γ),以 61γ 值可大致圈定碱性斑岩体范围,以 100γ 值可大致圈定稀土矿化的范围。

4　结语

祁连山褶皱(造山)带地处华北地台(板块)西南缘,早古生代岩浆活动强烈,形成以奥陶系(486～445 Ma)为主体的具沟弧盆演化特点的中、基性火山岩系[6],构成冷龙岭复背斜和加里东中期中酸性侵入岩(毛藏岩基)。伴随着晚奥陶世—志留纪早古生代(445～428 Ma)北祁连洋盆的闭合和泥盆纪南北陆块(中祁连板块、华北板块)碰撞造山作用的发生和上叠盆地的沉积作用,形成了海西期的超基性岩和具深源或幔源性质的干沙河霓辉正长斑岩及青分岭辉石二长岩碱性岩的侵入与相伴生断裂的发育,形成青分岭区域逆断层及与其呈 30 锐夹角的导、储矿断层和干沙河环状断裂。以上北祁连大地构造的演化及岩浆作用的发生,造就了青分岭金矿和干沙河稀土矿两个与海西期碱性岩有关的矿床的形成。碱性岩浆深源侵入浅部成矿(干沙河浅成斑岩体兼有表生硫同位素特征,青分岭中低温成矿),可分别与国内典型的与碱性岩有关的金矿(河北东坪)和稀土矿(四川牦牛坪)进行对比,且干沙河稀土矿具有斑岩成矿的特征。这一认识的提出,可以开拓祁连区寻找与碱性岩有关的金、稀土等矿床的思路。

参考文献:

[1] 李藏珍. 甘肃青分岭金矿地质特征简介. 西北地质,1992,13(4).
[2] 陈毓川等. 当代矿产资源勘查评价的理论与方法. 北京:地震出版社. 1999. 213—221.
[3] 袁忠信,白鸽. 中国碱性侵入岩的空间分布及有关金属矿床. 地质与勘探,1997,33(1).
[4] 李朝阳等. 中国铜矿主要类型特征及其成矿远景. 北京:地质出版社,2000. 29—45.
[5] 陈从德,蒲广平. 牦牛坪稀土矿床地质特征及其成因初探. 地质与勘探,1991(5).
[6]夏林圻,夏祖春,任有祥,等. 祁连山及邻区火山作用与成矿. 北京:地质出版社,1998.

(下转第 57 页)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参考文献：
[1] 刘义茂，王昌烈，胥友志，等．柿竹园超大型钨矿床的成矿作用与矿矿条件．湖南地质，1995，14(3)．
[2] 郑基俭，罗国一，袁道泉，等．湖南省花岗岩单元 - 超单元划分及其成矿专属性．湖南地质，1995，8(增刊)．
[3] 赵子杰，袁忠信，高秉章，等．南岭花岗岩地质及其成因和成矿作用．北京：地质出版社，1989.
[4] 郑永飞，陈江峰，江博明，等．化学地球动力学．北京：科学出版社，1999.
[5] 高秉章，洪大卫，郑基俭，等．花岗岩类区 1∶5 万区域地质填图方法指南．武汉：中国地质大学出版社，1991.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND RELATED TIN-POLYMETALLIC MINERALIZATION OF THE QITIANLING GRANITE COMPLEX IN SOUTHERN HUNAN PROVINCE

ZHENG Ji-jian, JIA Bao-hua
(Hunan Institute of Geological Survey, Xiangtan 411100, *China)*

Abstract: The Qitianling A-type granite complex includes Triassic to middle-late Jurassic 3 intrusive series and 11 unites formed in a post-orogenic extensional settings, consisting mainly of syenogranite rich in silicon, alkali, stannum, uranium and fluorine. Tin-mineralization bodies occurred mainly in the wall-rock altered crush zone or in the granite intrusives which show the characteristics of high-heat granite. Skarn-type tin mineralization related to highly fractionated fine-grained granites only have secondary significance.

Key words: post-orogenic; A-type granite; tin-mineralization; Qitianling granite complex

(上接第 49 页)

GEOLOGIC CHARACTERISTICS AND CONTROL FACTORS OF GOLD AND REE DEPOSITS RELATED TO ALKALINE ROCKS IN MIDDLE PART OF THE NORTHERN QILIAN OROGENIC BELT

CHEN Yao-yu, ZHU Si-hong
*(No.*6 *Institute of Geology and Mineral Exploration, Gansu Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Jinchang* 737100, *China)*

Abstract: The Qingfengling gold deposit and Ganshahe REE deposit are two typic deposits in Lenglongling area of the middle part of the northern Qilian orogenic belt. Based on contrast study with the Dongping gold deposit in Hebei Province and Maoniuping REE deposit in Sichuan Province, it is concluded that the two deposits are related to alkaline rocks whose isotopic ages ranging from 256Ma to 290～380Ma and the Ganshahe REE deposit shows the characteristics of porphyry deposit. All the deposits in the studying area were formed during the Hercynian period.

Key words: gold deposit; REE deposit; alkaline rock; control factor; northern Qilian

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net