

河北邯邢地区洪山岩体地质地球化学及铜(金)矿化特征

姚士新 吴良士 裴荣富

(地矿部矿床地质研究所·北京)

洪山岩体是邯邢地区岩浆演化晚期产物。其形成具有多期性,从早到晚可分4次侵入活动,构成3套岩石组合,其地质、地球化学特征表明它们具有相同的来源,构成一个演化系列。与洪山岩体有关的铜、金矿化是岩浆演化的必然结果。

关键词 岩石组合 地球化学 铜(金)矿化 洪山岩体 河北省

本区出露规模较大的岩体共有8个,它们在形成时代、矿物组成等方面有很多相似之处。绝大多数岩体为中性、中偏基性和中偏碱性岩浆岩,侵位于中奥陶统碳酸盐岩地层中。伴生的矿化主要为铁矿化(“邯邢式”铁矿),另有少量铜矿化和黄铁矿化。唯洪山岩体主要由碱性正长岩类组成,侵位在石炭纪—二叠纪碎屑岩地层中,伴生矿化主要是铜、金矿化,少量为多金属及蓝石棉。洪山岩体与本区其他岩体既有联系又有区别,因此对其地质、地球化学及成矿特点进行研究,对于深入探讨本区乃至华北地台的成岩、成矿规律具有重要意义。

岩体形成期次及岩石组合

洪山岩体地表呈一不规则的椭圆状(图1),长轴延伸方向为北西西向,长约8km,短轴北北东向,长约6km,出露面积约46km²。

岩体与围岩之间呈侵入接触关系,围岩发生了大理岩化和角岩化,煤系地层也发生了变质作用。

岩体各主要岩石的K—Ar法同位素年龄见表1。结合岩体侵位的层位,推断岩体主要形成于燕山中晚期。

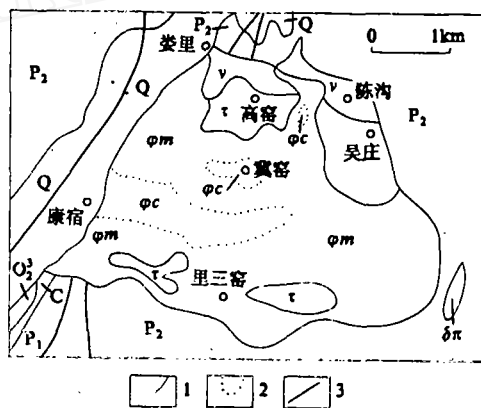


图1 洪山岩体地质简图

(据华冶518队资料修改)

Q—第四系; P₂—上二叠统; P₁—下二叠统; C—石炭系; O₂—中奥陶统; φ_m—中细粒正长岩; φ_c—粗粒正长岩; v—黑云辉石正长岩; τ—粗安玢岩—粗面岩; δπ—闪长玢岩; 1—地质界线; 2—相变线; 3—断裂

洪山岩体中的各种岩浆岩大致在同一时期分多次形成。在野外可见到以下几种穿插关系:

(1) 在高密村可见到粗面岩与黑云辉石粗安玢岩接触,界面明显,但未见相互穿插,从二者的同位素年龄来看,粗安岩先于粗面岩形成;

(2) 在吴庄—陈沟之间的冲沟中,黑云辉石正长岩中有大小不等的粗面岩捕虏体

表1 洪山岩体主要岩浆岩 K—Ar 法年龄

岩石名称	采样地点	测定对象	年龄值(Ma)
粗粒正长岩	洪山北沟水渠	全岩	109
辉石正长岩	永合会南水渠	全岩	110
粗面安山岩	高窠北西 80m	全岩	130
凝灰粗面岩	茆里村南	全岩	117

据华北冶金勘探公司 518 队、桂林冶金地质研究所等资料。

(或包体), 并有正长岩脉切割前二者 (图 2a);

(3) 在高窠村东可见粗面岩呈捕房体分布于正长岩中, 正长岩呈脉状分枝穿插粗面岩 (图 2b); 还可见正长岩呈脉状分枝穿插于黑云辉石正长岩中 (图 2c)。

根据岩浆岩的穿插关系和同位素年龄, 洪山岩体的形成可分为 4 次: 粗安 (玢) 岩 → 粗面岩 → 黑云辉石正长岩 → 正长岩。

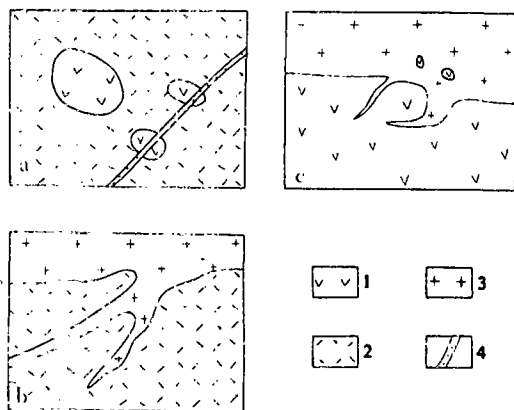


图2 洪山岩体主要岩浆岩之间的穿插关系

1—粗面岩—粗安岩; 2—黑云辉石正长岩; 3—正长岩; 4—细粒正长岩脉

华北冶金勘探公司 518 队等 (1972), 从岩石学角度把洪山岩体的岩浆岩分成 5 大类、15 种岩石。这种划分对岩石学研究是有意义的, 但对探讨各岩石类型之间的相互关系、空间分布特征及岩体形成过程等具有一定的局限性。为此, 我们根据岩石学特征及其野外产状, 将洪山岩体划分出 3 套岩石组合。

(1) 粗安玢岩—粗面岩组合。主要分布在岩体的南北两侧边部, 呈近东西向带状分布 (图 1)。在地形上主要分布在地势低洼

处或沟槽中。虽然在野外可见粗安玢岩与粗面岩之间存在明显的岩性界面, 但两者岩性相近, 在空间上密切共生, 推测两者的形成时间相近, 故把它们划归为同一岩石组合。

粗安玢岩—粗面岩组合主要由一套粗安玢岩、闪长玢岩、二长闪长玢岩、粗面岩、黑云辉石粗面岩和辉石粗面岩等中性及中偏碱性岩浆岩组成。按岩性又可分为粗安玢岩—(二长) 闪长玢岩类和粗面岩类。前者为灰黑色、深灰色, 斑状结构, 块状构造。斑晶以角闪石为主, 个别为辉石, 基质主要是钠长石、钾长石、黑云母和石英等。此类岩石在地表为粗安玢岩, 矿物颗粒较细, 在钻孔中为闪长玢岩或二长闪长玢岩, 矿物颗粒比粗安玢岩粗。后者呈灰色、绿灰色, 斑状结构, 基质具粗面结构, 斑晶主要为辉石和角闪石, 少量斜长石, 基质为板条状钾长石、钠长石、它们围绕斑晶作定向排列, 构成粗面结构。

(2) 黑云辉石正长岩组合。主要分布在岩体北部的低平地带, 呈北西西向展布, 北与二叠系接触, 南与其他岩石组合接触。华北冶金勘探公司 518 队等 (1972) 认为此类岩石是洪山岩体的边缘相, 但据我们观察, 黑云辉石正长岩与其他岩浆岩相之间存在明显的接触界线, 因而应作为一个独立岩石组合看待。

该岩石组合的特征是含黑云母、辉石特别多, 主要呈绿色、暗绿色、暗灰色、灰色、浅肉红色等, 中、细粒结构和斑状结构, 块状构造。主要矿物有正长石、条纹长石、黑云母、辉石等, 副矿物组合为磁铁矿+榍石+磷灰石。

该组合在空间上显示一定的岩性变化。从岩石组合的边部到核部, 矿物颗粒由细粒到中细, 局部为粗粒; 在岩石组合的不同部位, 暗色矿物 (特别是辉石) 的含量变化很大, 局部辉石含量大于 30%, 黑云母达 20%, 而钾长石 (正长石+条纹长石) 含量仅

30%~50%。以前将这种岩石定名为黑云正长辉石岩,但它与黑云辉石正长岩是连续过渡的,是该岩石组合中的一个端员。

(3) 正长岩组合 是岩体的主体岩石相,由辉石正长岩、正长岩、碱性正长岩、英碱正长岩等组成。岩石呈肉红色—浅肉红色,粒状及似斑状结构,主要矿物为条纹长石、正长石、另有少量钠长石、角闪石、辉石、黑云母、石英、霓辉石、霓石等,副矿物组合为榍石+磷灰石+磁铁矿。

正长岩组合的结构构造和矿物成分,从岩石组合出露地区的边部至中央,都具有一定的规律性,结构由细粒、似斑状结构→中、粗粒结构,在化学成分上, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含量越来越高,边缘部位一般不出现碱性矿物,而在中央可出现霓辉石、霓石等矿物。但这种分带不太规则,各带宽度在不同地段变化较大,有的地段由细粒、似斑状正长岩直接过渡到粗粒正长岩,有的地段细粒正长岩与粗粒正长岩混杂在一起。

由以上的描述可以看出,洪山岩体中的三套岩石组合是由多次岩浆活动形成的,其形成顺序为粗安玢岩—粗面岩组合→黑云辉

石正长岩组合→正长岩组合。根据其产出的地质特征推测,洪山岩体的形成环境是浅成—超浅成环境,以致形成较早的粗安玢岩—粗面岩组合具有火山岩的特征。

岩体物质成分及地球化学特征

洪山岩体中出露的三套岩石组合虽然形成时间不同,岩性不同,但其矿物组成类似,仅含量不等。钾长石、斜长石、钠长石、辉石、角闪石、黑云母是主要组成矿物,几乎在所有组合中都可见到。副矿物也类似,主要是磁铁矿、榍石、磷灰石组合。但霓辉石、霓石等碱性矿物分布局限,仅在正长岩组合的中央部位见到。

岩体中各种岩浆岩的化学成分列于表2。从表2可见,岩体主要由中性岩中的碱性系列岩石组成, SiO_2 含量54%~66%,里特曼指数 $\sigma_6\sim 7.5$, $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 含量均大于8%,最高12.33%, K_2O 含量略高于 Na_2O 或二者相近。反映岩石氧化—还原程度的 $\text{Fe}_2\text{O}_3/(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO})$ 值0.5~0.7,即 Fe^{3+} 含量高于 Fe^{2+} ,说明岩体是在较氧化的环境中形成的。

表2 洪山岩体化学成分(%)

岩石组合	岩石名称	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	里特曼指数	$\text{Fe}_2\text{O}_3/(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO})$
(1)	黑云辉石粗面岩	55.48	0.70	14.52	4.03	3.91	4.12	4.49	5.65	4.16	7.71	0.48
	黑云辉石凝灰粗面岩	55.96	0.70	14.78	5.52	2.49	3.91	4.55	5.21	4.60	7.41	0.66
(2)	中色黑云辉石正长岩	55.72	0.77	14.68	4.95	2.91	3.97	4.45	4.60	4.28	6.2	0.60
	黑云辉石正长岩	61.20	0.42	16.32	2.73	2.34	1.38	2.69	5.90	4.85	6.34	0.53
	含黑云辉石正长岩	62.30	0.40	17.39	1.92	1.96	0.74	1.78	5.80	5.30	6.38	0.47
	黑云辉石正长岩	56.70	0.77	15.47	4.70	2.27	0.98	3.86	5.31	4.25	6.67	0.65
(3)	辉石正长岩	61.27	0.50	16.71	4.77	1.64	0.99	2.56	5.46	5.42	6.48	0.73
	粗粒正长岩	62.95	0.35	17.19	2.80	1.44	0.43	1.14	6.70	5.40	7.34	0.63
	粗粒正长岩	64.66	0.23	18.63	1.49	0.68	0.36	0.17	6.10	6.23	7.02	0.67
	斑状细粒斑岩	64.78	0.29	18.30	1.31	0.95	0.19	0.46	5.53	6.10	6.21	0.55
	含霓石正长岩	63.92	0.22	18.52	2.06	0.90	0.83	0.40	5.86	6.05	6.78	0.68
	英碱正长岩	66.66	0.23	17.62	1.14	0.96	0.11	0.31	6.30	5.60	5.99	0.51

(原始数据引自华北冶金勘探公司518队等,1972,内部报告)

与戴里、黎彤同类岩石的平均化学成分相比,洪山岩体所有岩浆岩的 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含量偏高, CaO 含量偏低, MgO 、

$\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$ 含量在粗安玢岩—粗面岩组合和黑云辉石正长岩组合中偏高,而在正长岩组合中偏低。由于正长岩组合是洪山岩体的

主体岩石,因此岩体总体上是一个富碱、贫钙铁镁的岩体。

洪山岩体的岩石化学成分不仅在空间具有分带性,而且在时间上具有演化性。从表2中可以看出,在3套岩石组合形成过程中,岩浆从中偏碱性向碱性方向演化,CaO、MgO、Fe₂O₃+FeO等组分含量逐渐减少,而SiO₂、Na₂O、K₂O等组分含量逐渐增高。这个演化趋势与本区其他岩体的演化规律一致,只是总的碱含量高于其他岩体,这可能是因为洪山岩体是本区岩浆演化

晚期的产物。

稀土元素含量分析结果见表3。从表3可以看出,各岩石组合的稀土元素含量相近,稀土元素总量(Σ REE)为 $131.55 \times 10^{-6} \sim 169.90 \times 10^{-6}$,其中轻稀土(LREE)含量为 $121.64 \times 10^{-6} \sim 155.56 \times 10^{-6}$,重稀土(HREE)含量为 $9.91 \times 10^{-6} \sim 14.34 \times 10^{-6}$,轻、重稀土元素含量之比(LREE/HREE)10.85~12.27。 $Sm/Nd=0.18 \sim 0.20$, $Eu/Sm=0.21 \sim 0.32$, $\delta Eu=0.74 \sim 1.18$ 。

表3 洪山岩体部分岩石及矿石稀土元素含量($\times 10^{-6}$)

样品号	岩石名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
HH-2	中粒正长岩	32.10	57.93	5.66	21.28	3.87	0.80	3.19	0.43	2.46	0.51	1.42
HH-10	黑云辉石正长岩	30.80	55.14	5.69	24.46	4.74	1.55	3.89	0.46	2.78	0.62	1.36
HH-8	粗安玢岩	35.84	69.64	7.61	33.83	6.71	1.93	5.30	0.55	3.79	0.73	1.86
HH-12	矿石	16.33	25.43	3.10	12.82	2.96	0.89	2.49	0.30	2.05	0.42	1.22

Tm	Yb	Lu	Σ REE	Σ LREE	Σ HREE	LREE/HREE	Sm/Nd	Eu/Sm	δEu
0.21	1.50	0.19	131.55	121.64	9.91	12.27	0.18	0.21	0.74
0.20	1.24	0.15	133.08	122.38	10.70	11.44	0.19	0.32	1.18
0.26	1.63	0.22	169.90	155.56	14.34	10.85	0.20	0.29	1.05
0.19	1.37	0.28	69.85	61.53	8.32	7.40	0.23	0.30	1.07

岩矿测试研究所测定。

稀土元素的球粒陨石标准化分配模式(图3)显示洪山岩体3个岩石组合具有相

似的特征,均为向右倾斜的平滑曲线,属轻稀土富集型,基本无明显的Eu异常。

在 $\Sigma La-Nd-\Sigma Sm-Ho-\Sigma Er-Lu$ 三角图上(图4),3个岩石样品的投影点均集中

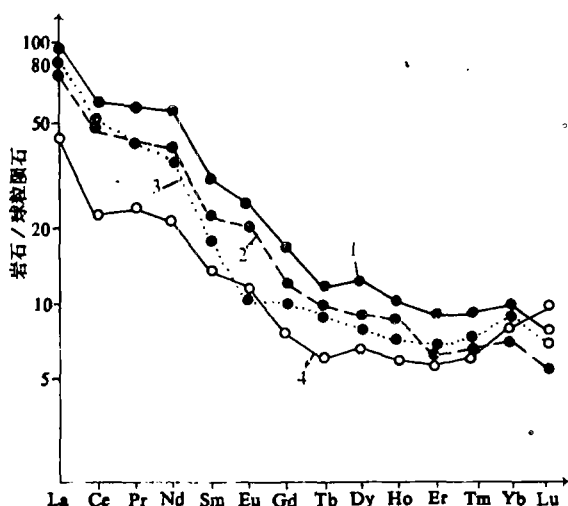


图3 稀土元素分配模式

1—矿石; 2—粗安岩; 3—正长岩; 4—黑云辉石正长岩

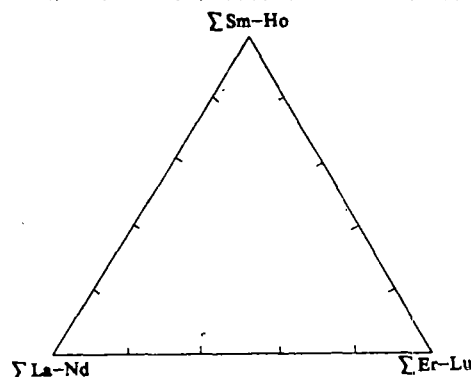


图4 $\Sigma La-Nd-\Sigma Sm-Ho-\Sigma Er-Lu$

在轻稀土元素($\Sigma La-Nd$)一角上,轻稀土含量占稀土总量的86%~89%,而中稀土、重稀土仅各占9%~11%和2%~3%。

以上特征表明,这3套岩石组合具有相似的稀土元素特征,说明它们具有相同的岩浆来源。从稀土元素分布模式来看,可能来源于上地幔或下地壳。与本区其他岩体稀土元素分布模式的相似性,反映洪山岩体是本区岩浆演化过程的晚期产物。

与本区其他岩体相比,洪山岩体更富含碱质,贫铁镁质。在矿物成分、岩石化学成分、稀土元素特征等方面相似,但也存在细微的差别,说明它们是在统一的地质、地球化学环境中形成的,由于分异演化的原因,又存在某些差异,致使与洪山岩体有关的矿化作用较为特殊。

与洪山岩体有关的铜(金)矿化特征

众所周知,本区以邯邢式铁矿而闻名。但洪山岩体由于其特殊的地质、地球化学特征而不发育磁铁矿化,与之有关的主要为铜(金)矿化。目前对这些成矿作用的研究非常粗浅,有待进一步深入。

1. 成矿地质特征

目前所发现的铜、金矿化主要发育于娄里、洪山沟、里三窑一线,即紫山—鼓山断裂带附近。矿体(点)主要发育在正长岩组合顶部和粗安玢岩—粗面岩组合中的破碎部位。由于未进行勘探,因此矿体的规模与形态不详。

洪山岩体的围岩蚀变类型主要为中低温的钠化、硅化、黄铁矿化、绿泥石化、高岭土化和绿帘石化等。钠化分布较普遍,表现为细粒钠长石沿其他矿物颗粒边缘交代或呈细脉状穿插;硅化有两种表现形式:一种是石英细脉或网脉的穿插;另一种是石英呈浸染状或团块状交代长石等矿物。黄铁矿化一般呈浸染状或团块状分布于矿物颗粒间隙中或交代其他矿物;高岭土化一般表现为高岭石等粘土矿物交代长石类矿物。上述蚀变中,与矿化关系密切的有硅化、黄铁矿化、

高岭土化和绿泥石化等。

铜、金矿化可分为细脉状和浸染状两种。细脉状矿化与石英细脉、网脉关系密切,浸染状矿化与浸染状的硅化和黄铁矿化有关。另外还有部分浸染状金矿化与表生褐铁矿化有关。主要含铜矿物有黄铜矿、斑铜矿和辉铜矿等。主要含金矿物为含银自然金。伴生金属矿物有黄铁矿、磁铁矿、镜铁矿和褐铁矿等。脉石矿物有石英、绿泥石、绢云母、黑云母、方解石和高岭石等。含金矿物与含铜矿物通常为共生关系。据温振宗(1983)研究,洪山岩体中金的产出状态可分4种,即包含金、晶隙金、裂隙金和空隙金,金矿物的粒度一般为0.01mm,最小不足0.5 μ ,需经电子探针或电子显微镜才能认出。

2. 成矿控制因素

矿化主要发育在正长岩组合和粗安玢岩组合中,而在黑云辉石正长岩组合中未见矿化现象。矿化受围岩蚀变控制较明显,在不发育围岩蚀变的地段基本不见矿化,在蚀变微弱的地段,矿化程度较低,矿石品位低,构不上工业品位,而蚀变较强地段,如娄里南的I号矿点,最高品位可达2%,一般0.8%,构成具有工业价值的小型铜矿体,金也可开采。围岩蚀变类型对矿化类型也有控制作用,铜矿化与硅化、绿泥石化、黑云母化有关,金矿化与硅化、黄铁矿化、高岭土化关系密切,这样在硅化、特别是石英脉发育处,铜、金矿物共生,而在硅化不强烈处,则以一种矿化为主,或者无矿化。

构造因素对矿化的控制尤为明显。总体上矿化呈北北东向的带状分布,与区域性的紫山—鼓山深断裂向的展布方向一致,且靠近断裂分布,说明紫山—鼓山断裂对矿化的形成起着不可忽视的作用。但对于矿化带中的某一矿化地段而言,矿化点又是呈北西西向排列的,这与北西西向的次级断裂或岩体的展布方向又是一致的。矿化主要发育在破

碎带中,破碎不太强烈的地方呈细脉、网脉状,而在破碎强烈处则呈浸染状、团块状。

华北冶金勘探公司 518 队等 (1972) 曾认为本区铜矿主要发育在凝灰岩、角砾状凝灰岩中。通过野外考察,我们发现这种凝灰岩定向分布,与北西西向断裂的展布方向一致,而且与细粒正长岩或粗面岩等呈过渡关系。镜下具碎裂结构和糜棱结构,因而不是凝灰岩,而是由于构造破碎形成的构造角砾岩碎斑岩、糜棱岩等。由于这些岩石受构造控制而呈带状分布,因而其中的矿化也呈带状分布,受断裂构造控制。

3. 成矿作用初步分析

从以上讨论可知,与铜、金矿化有关的岩浆岩为斑岩类或玢岩类岩石,矿化类型为细脉、浸染型,围岩蚀变为硅化、绿泥石化、黄铁矿化等中、低温热液蚀变,矿化主要集中在岩体顶部,而且受断裂控制。由此可以推测铜、金矿化属中、低温热液矿化,矿化—蚀变特征与斑岩铜(金)矿模式有些类似,但矿化和蚀变的规模、程度及分带性远远不如斑岩铜(金)矿模式,这可能与洪山岩体属碱性岩体有关。虽然与碱性斑岩类岩体有关的矿床不多,但也有发现,如加拿大铜山斑岩铜矿。

对比矿石与 3 个岩石组合样品的稀土元

素分配模式(图 3),它们的曲线形态极为相似,矿石的稀土元素分布曲线位于所有岩浆岩下方。也就是说,随着时间的推移,从粗安玢岩—粗面岩组合→黑云辉石正长岩组合→正长岩组合→矿石,稀土元素分布曲线的位置由高到低依次排列,表明成矿作用与岩浆演化是一个连续的过程,是岩浆演化的继续。

正长岩组合中的铜含量比其他岩石组合高 2~3 倍,达 0.03%。这可能就是洪山岩体的矿化有别于其它岩体的主要原因,同时也说明其中的铜可能为成矿提供了主要的物质来源。

主要参考文献

- [1] 李增慧等,天津地质矿产研究所所刊,1981,第 3 号。
- [2] 王人镜,地质科技情报,1983,第 3 期。
- [3] 邱家骥主编,《岩浆岩石学》,地质出版社,1985 年。
- [4] 温振宗,华北冶金地质,1983,第 1 期。
- [5] Brownlow, A. H., 1979, Geochemistry, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 07632.
- [6] Henderson, P., 1984, Rare Earth Element Geochemistry— Developments in Geochemistry 2, Elsevier Science Publishers B.V.

Geological, Geochemical and Mineralizational Characteristics of Hongshan Intrusive Complex in Handan-Xingtai Area, Hebei Province

Yao Shixin Wu Liangshi Pei Rongfu

Hongshan alkaline intrusive complex, which is located in the east of Handan-Xingtai area, is the late product of magmatic evolution in the area. Hongshan complex is of multiperiod in its history of formation, it could be divided into four intrusions and three series of rock assemblages, trachyandesitic porphyrite-trachyte assemblage, biotite-pyroxene syenite assemblage and syenite assemblage. The geological and geochemical characteristics indicate that the three rock assemblages have the same magmatic derivation, probably a deep source, and constitute an evolution series. The Cu and Au mineralization associated with Hongshan complex is the result of magmatic evolution.