

莱芜燕山期杂岩体副矿物特征及其成岩成矿分析

仲亚雄

各杂岩体地质特征概述

莱芜燕山期杂岩体同位素地质年龄为1.2亿年。根据岩体间穿插关系,结合岩石矿物特征对比,可分为五次侵入。

区内主要有四个杂岩体,即矿山、峨峪、铁铜沟、金牛山岩体,它们明显受区内不同构造体系控制(见图),主要地质特征见表1。

各杂岩体副矿物特征

人工重砂研究表明,各岩体主要岩石类型的副矿物组合特点、含量变化、晶形和物理性质大致相同,反映了各岩体岩石类型是同源岩浆成因。

但是,各杂岩体属多期多阶段产物,所处构造条件不同,分异作用程度各异,所以同一岩石类型副矿物特征具有一定差异性和规律性,兹分述如下。

1. 矿山岩体副矿物特征

①副矿物组合见表2。该岩体副矿物组合型为磁铁矿、磷灰石、榍石、金红石型,副矿物种类达20余种,并有高温矿物电气石和钛铁矿出现,为一套中性岩浆岩副矿物组合。

②副矿物磁铁矿含量极高,各岩石类型平均含磁铁矿达3158.49克/吨,但第四期侵入岩含量极低(仅117.05克/吨),锆石含量与磁铁矿、磷灰石一样,早期到晚期逐渐下降,榍石、金红石则逐渐增加。副矿物的含量变化反映了成矿母岩岩浆由基性向中偏碱性过渡的演化规律(见表2)。

③主要副矿物晶形特征见表3。早期锆石晶形复杂、种类繁多,晚期简单而种类较少;磷灰石晶形早晚基本相同,但早期侵入岩比晚期种类多些。

④主要副矿物物理性质,大部分保

持着自己特有的物理性质。

2. 峨峪岩体副矿物特征

①岩体副矿物组合为磁铁矿、磷灰石、锆石、榍石、金红石型,以磁铁矿、磷灰石为主,尤以含钛矿物发育,岩体原始岩浆硫化物矿物颇为发育。该岩体角闪闪长岩和角闪辉长岩是整个莱芜杂岩体唯一含铬铁矿的岩石。据野外调查,岩体相变清楚,内部相析离体发育。这与副矿物研究相一致,与岩体就地分异作用强密切相关。

②副矿物含量变化见表2。岩体磁铁矿和磷灰石含量分别达1485.14克/吨、302.6克/吨,两种矿物从岩浆早期到晚期含量逐渐降低,而锆石、榍石随岩浆多次侵入逐渐增加。最突出的是内部相斑状辉长岩含磁铁矿和磷灰石特高,分别达4110克/吨和1242克/吨。因为与岩浆就地分异作用和深部分异演化作用强烈有关,致使岩石类型间副矿物含量有差异。

③主要副矿物晶形特征随岩浆各种分异作用强烈程度之不同表现出不但种类较多而且晶形复杂。

锆石晶形从早期到晚期基本相似,但早期种类较多(表4)。

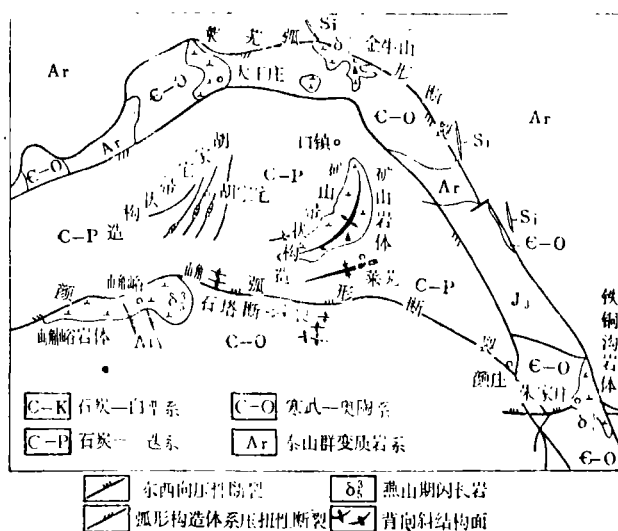


图1 莱芜盆地构造体系略图

莱芜燕山期杂岩体地质特征

表1

岩体名称	控岩构造	侵入层位	出露面积 (平方公里)	形态特征	产状	相变特征	发育 期次	主要岩石类型
矿 山	矿山带状构造	主要为 $O_2^1-O_2^6$, 局部侵入中石炭统底部	8	新月形	层状— 复杂岩盖	不甚清楚, 中间为闪长岩中性岩带, 边缘为辉石闪长岩基性边带	I IV	黑云母闪长岩 辉石闪长岩 正长闪长岩 石英二长岩 透辉闪长岩
崮 峪	颧嵴弧与北面 向白塔断裂交 切部位	底界 O_1 顶界 O_2^2	30	东宽西窄 卧倒葫芦 形	层状侵 入体	相变清楚, 可 分中央相、过 渡相、边缘相	I II III IV	角闪辉长岩 辉长闪长岩 闪长岩 斑状石英正长 闪长岩 石英二长岩 正长闪长岩
铁 铜 沟	清泥沟纬向断 裂与莱芜弧形 断裂反接复合 部位	可见于 $O_2^1-O_2^6$ — CP, 北部闪 长玢岩脉侵入 白垩系青山组	7	十字形	岩 株	可分中央相、 边缘相。过渡 相, 不甚清楚	I II IV V	辉石闪长岩 黑云母闪长岩 辉长苏长岩 闪长玢岩 透辉石正长闪 长岩 斑状花岗闪长 岩
金 牛 山	莱芜弧形断裂 内外弧与平行 弧的次级断裂 及相配套的低 序次断裂控制	$C_1-O_2^1$	8	零 乱	岩 墙 岩 床	不清楚	I II III IV	含黑云母闪长 岩 辉长闪长岩 辉长苏长岩 角闪闪长玢岩 透辉正长岩

④主要副矿物物理性质特征与矿山岩体基本相同。

3. 铁铜沟岩体副矿物特征

①副矿物组合为磁铁矿、榍石、磷灰石、锆石型。早期副矿物组合复杂, 晚期简单, 在苏长辉长岩中有伊丁石存在, 反映了某些岩石的基性程度。

②副矿物含量从早期到晚期有规律性增减。榍石含量在本区最高, 达220.5克/吨, 尤其斑状花岗闪长岩内含榍石更为突出, 平均达436.98克/吨。

③副矿物锆石晶形早期到晚期基本相似, 榍石晶形发育完整, 晚期比早期较为复杂(表5)。

4. 金牛山岩体副矿物特征

①副矿物组合为磷灰石、锆石、假象赤铁矿(磁铁矿)型。从早期到晚期副矿物种类逐渐减少, 岩浆期后热液矿物发育, 磁铁

矿已全部氧化呈假象赤铁矿。

②副矿物磁铁矿(氧化呈假象赤铁矿), 含量较本区各杂岩体均低, 平均仅497.36克/吨; 而磷灰石含量则居本区各杂岩体首位, 平均高达685.08克/吨。含钛矿物(榍石、金红石)为本区各杂岩体最低(几颗至微量)。

③副矿物锆石晶形复杂而种类较少(表6)。

④主要副矿物物理性质由于成岩时氧化条件好, 不少矿物随氧化条件的不同而改变, 磁铁矿全部氧化成假象赤铁矿, 而磷灰石特别发育, 晶体大而透明, 色泽新鲜。

各杂岩体副矿物特征与成岩 成矿条件分析

这里着重对第I与第IV期侵入岩之副矿物进行对比。第I期辉长—闪长岩类岩石构

岩体名称	重砂编号	岩石名称	侵入期	副矿物(括号为副矿物平均含量,单位:克/吨)	矿物种数
矿 山 岩 体	KI-2	辉石闪长岩	I	磁铁矿(6199.93)、磷灰石(658.79)、锆石(30.68)、黄铁矿、黄铜矿、金红石(微量)、榍石、萤石、钛铁矿、方铅矿、碳硅石、辉钨矿、绿帘石、褐铁矿、赤铁矿、蓝铜矿、孔雀石、自然铜、自然铅	19
	KI-3	含黑云母闪长岩			
	KI-4	"			
	KI-7	"			
岩 体	KI-1	透辉石化正长闪长岩	IV	磁铁矿(117.05)、磷灰石(191.68)、锆石(微量)、榍石(74.45)、金红石(20.88)、钛铁矿、碳硅石、电气石、萤石、黄铁矿、绿帘石、黄铜矿、蓝铜矿、孔雀石、褐铁矿、赤铁矿、自然铜、自然铅	20
	KI-5	正长闪长岩			
	KI-6	"			
峭 峪 岩 体	II-1	角闪辉长岩	I	磁铁矿(3226.81)、磷灰石(457.63)、榍石(0.15)、锆石(6.35)、金红石(0.13)、黄铁矿、黄铜矿、辉钨矿、绿帘石、方铅矿、铬铁矿、钛铁矿、碳硅石、自然铜、自然铅	16
	II-3	辉长闪长岩			
	II-5	斑状辉长岩			
	II-8	辉长闪长岩			
	II-9	"			
	II-7	角闪闪长岩	I	磁铁矿(611.76)、磷灰石(367.23)、锆石(少量)、榍石(0.98)、金红石(0.33)	
岩 体	II-10				
	II-6	斑状含石英闪长岩	II	磁铁矿(622)、磷灰石(324.4)、锆石(9.28)、榍石(122.7)、金红石(几颗)	
岩 体	II-4	含石英正长闪长岩	IV	磁铁矿(1480)、锆石(84.6)、磷灰石(59)、榍石(49.1)、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、金红石(几颗)、钛铁矿、褐铁矿、孔雀石、自然铅	12
铁 铜 沟 岩 体	tI-1	含黑云母闪长岩	I	磁铁矿(2591.75)、磷灰石(26.73)、榍石(40.2)、锆石(微量)、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、碳硅石、萤石、白钛石、绿帘石、金红石(微量)、辰砂、钛铁矿、褐铁矿、伊丁石、赤铁矿、孔雀石、自然铅	19
	tI-3	苏长辉长岩			
	tI-2	斑状花岗岩闪长岩	V	磁铁矿(808.5)、磷灰石(250.69)、榍石(436.98)、锆石(2.78)、金红石(少量)、黄铁矿、赤铁矿、碳硅石、绿帘石、黄铜矿、白钛石、萤石、褐铁矿、孔雀石、自然铅	15
	tI-4	"			
金 牛 山 岩 体	WI-2	闪长岩	I	磷灰石(102.96)、锆石(少量)、假象赤铁矿(磁铁矿, 219.73)、金红石(几颗)、蓝铜矿、方铅矿、辉钨矿、辉铋矿、辰砂、萤石、碳硅石、褐铁矿、赤铁矿、孔雀石、榍石(少量)、黄铁矿	16
	WI-1	含石英闪长玢岩	II	磷灰石(1267.20)、锆石(微量)、榍石(39.9)、金红石(几颗)、黄铁矿、假象赤铁矿(磁铁矿, 775)、褐铁矿、赤铁矿、绿帘石、蓝铜矿、电气石、孔雀石	12

各岩体岩石类型主体,也是以后各期的母岩浆;第IV期二长岩—正长闪长岩类,各岩体也都程度不同的发育,且接近成矿期。

1. 各杂岩体第I期主岩石头类型副矿物特征与成岩成矿条件分析

由表2可知,本区四个杂岩体第I期主体侵入岩矿山和峭峪岩体副矿物组合类型及组合特征相似,而铁铜沟与金牛山岩体亦有

许多共同点。

矿山岩体副矿物含量属于首位,磁铁矿含量极高,分别是峭峪、铁铜沟、金牛山三岩体的2,6,2倍,反映成岩温度的含钛矿物总量也较高。峭峪岩体主要副矿物含量接近矿山岩体,但铁铜沟与金牛山岩体主要副矿物含量与前两岩体差别较大,仅以磁铁矿、磷灰石为主,含量也显著减少。

经单矿物分析本区磷灰石为“氟磷灰石”，是具有挥发份F的矿物。据研究与其伴生的锆石也常伴随较高挥发份的岩浆大量出现，矿山与峭峪岩体磷灰石与锆石含量大大高于铁铜沟和金牛山岩体。

各杂岩体锆石与磷灰石晶形研究也可看出矿山、峭峪岩体晶形种类较多，锆石主要由{110}、{100}柱面及{131}、{311}、{111}锥面组成聚形，而金牛山、铁铜沟岩体锆石晶形主要以{110}柱面和{111}锥面组成聚形。

矿山、峭峪二岩体磷灰石晶形种类比铁铜沟、金牛山多而复杂。

以上特征表明，矿山与峭峪岩体成岩成矿条件相似，它们是在相对封闭、还原和高温、高压条件下形成的。铁铜沟与金牛山岩体是在相对开放、氧化作用强烈条件下形成的。各杂岩体副矿物特征的异同，取决于成岩成矿条件的同异，也是有利于解释矿山岩体周缘矿多、矿大，而其他岩体矿小，矿少

原因的一个例子。

2. 接近成矿阶段的第Ⅳ期侵入岩副矿物特征与成岩成矿条件分

对本区蚀变带和侵入期划分的研究认为，第Ⅳ期侵入岩之后为岩浆期后热液成矿阶段，野外资料表明，矿山和峭峪岩体Ⅳ期侵入岩最发育，其他岩体仅局部作脉岩产出。本区铁矿98%的储量集中在矿山岩体周缘，而峭峪岩体目前仅找到小型铁矿。这些事实表明，Ⅰ、Ⅳ期侵入岩其成岩条件有突出差异，两岩体Ⅰ、Ⅳ期的副矿物特征也差异甚大。由表2可见：

①矿山与峭峪两岩体Ⅰ、Ⅳ两期侵入岩的共性是，第Ⅳ期磁铁矿和磷灰石含量显著减少。含钛矿物榍石、金红石含量增高。这些“共性”符合岩浆正常演化规律。根据蚀变交代作用研究认为，与本区岩浆期后早期高温气水热液阶段的碱质交代作用，尤其与“钠化”作用有关，钠质交代产生铁的运移，结果使磁铁矿和难受高温强碱作用的

矿山岩体主要副矿物晶形图

表3

岩石类型	侵入期	矿物名称	物 品 形 图 (原大×67)
辉石闪长岩	Ⅰ	锆石	
含黑云母角闪闪长岩		磷灰石	
含黑云母闪长岩		磷灰石	
透辉石化正长闪长岩	Ⅳ	锆石	
正长闪长岩		磷灰石	

岩石类型	侵入期	物 品 形 图 (原大×67)
角闪辉长岩 辉长闪长岩 斑状辉长岩	I	
角闪闪长岩	II	
斑状含石英闪长岩	III	
含石英正长闪长岩	IV	

铁铜沟岩体主要副矿物晶形图 (原大×67)

表5

岩石类型	侵入期	辉石晶形图	榍石晶形图
含黑云母闪长岩 斑状苏长辉长岩	V		
斑状花岗岩闪长岩	I		

矿物发生转化, 磁铁矿显著减少, 而不受这种作用影响甚至热液中富含相同组份的稳定矿物则更加促其增长和再生。这是矿山岩体第IV期侵入岩内磁铁矿含量最低(117.05克/吨)的原因所在。

②矿山与峨嵋两岩体第IV期侵入岩副矿物特征的差异是: 矿山岩体第IV期侵入岩磁铁矿含量较第I期急剧下降(降低50多倍), 峨嵋岩体第IV期较第I期降低2倍。我们认为其主要原因是: 磁铁矿随岩浆分异而集

岩石类型	侵入期	锆石晶形图 (原大×67)
闪长岩	I	
含石英 闪长玢岩	III	

中,后期钠质交代产生铁的迁移。因而随着磁铁矿的高度分异,岩体内分散的磁铁矿含量必然相应降低并趋于聚集,所以矿山岩体周缘存在大型矿体。岩体中磁铁矿相对含量对其含矿性的研究有一定指示意义。

矿山岩体中金红石与榍石第IV期较第I期大幅度升高,嵛峪岩体第IV期较第I期仅榍石升高而金红石反而降低。

金红石为本区常见副矿物之一,它在矿山岩体第IV期侵入岩中含量最高(20.88克/吨)。本区各杂岩体赋矿性与金红石的含量关系十分密切,金红石含量越高,岩体赋矿性越好。

榍石的含量矿山岩体大大高于嵛峪岩体,榍石为中酸性深成岩的代表性副矿物,碱性岩中的钛基本上全部生成榍石。看来本区榍石含量高低与碱质交代作用有关。由表2可见,矿山与嵛峪岩体I、IV期侵入岩磁铁矿与榍石含量呈反消长,这除以岩浆正常演化有关外,也不可忽视,榍石是不易受碱质交代作用影响的稳定矿物。碱质交代作用与成矿关系十分密切,所以榍石含量也可作岩体赋矿性的依据之一。

矿山岩体第IV期侵入岩副矿物种类达20余种,而且组合复杂;嵛峪岩体仅有12种副矿物,组合类型也简单。以上可见:副矿物组合复杂、矿物繁多的岩体赋矿性好。

两岩体成矿条件的差别主要由以下因素决定:

其一,岩浆期后阶段嵛峪岩体成岩成矿条件发生显著改变。第I期侵入阶段封闭条

件相对好,具贫氧高温高压环境,随着区域构造继承性活动,成岩成矿条件相对开放。

其二,成岩成矿条件改变后,岩浆期后的高温气水碱质溶液易于逸散,即是说碱质交代作用及晚期其他热液和成矿溶液受开放条件制约,造成嵛峪岩体碱质交代弱,成矿溶液也不易集中。

然而矿山岩体从第I期—第IV期一成矿阶段,成岩成矿条件一直处于封闭程度极其良好的条件中,有利于岩浆期后各种热液与围岩产生蚀变作用,利于含矿溶液集中成矿,因此产生两岩体第IV期侵入岩副矿物的悬殊差异和铁矿储量的显著之别。

结 语

通过研究发现,嵛峪岩体与矿山岩体的第I期侵入岩成矿条件基本相似,尽管第IV期侵入岩两岩体有悬殊差别,但嵛峪岩体第IV期侵入岩也比铁铜沟、金牛山岩体发育。同时嵛峪岩体有碱质交代作用显示,所以两岩体成岩成矿条件在副矿物特征上有共同反映。

尽管嵛峪岩体主体侵入层位低,剥蚀深度大,但岩体北部仍有东西狭长的磁异常分布。这种层状侵入体北缘是否有穿插接触带乃至多层接触带,是极应注意的。

本文承徐国风、唐建文、胡仁健等同志审阅并提出宝贵意见,张启诚同志参加了专题研究工作,在此一并致谢。