

鲁东地区元古宙中深变质岩系 非金属矿含矿变质建造

王沛成

张成基

(山东省地质调查研究院) (山东省地质矿产局地科处)

摘要 鲁东地区较广泛地发育着元古宙中深变质岩系及非金属矿含矿变质建造,其中蕴藏的石墨、滑石、菱镁矿等非金属矿产在省内外占有重要地位。鲁东是山东省元古宙非金属矿重要成矿区。主要非金属矿含矿建造有:含石墨变粒岩-片麻岩变质沉积建造,含菱镁矿、滑石、透辉岩、大理岩富镁碳酸盐岩变质沉积建造,含红柱石、夕线石高铝云母片岩变质沉积建造,含石英岩砂质碎屑岩变质沉积建造;含石棉、蛇纹岩、磷灰石镁铁质-超镁铁质侵入岩建造等。

鲁东地区不同的非金属矿床,明显受控于不同类型的含矿建造;而不同类型的非金属矿含矿建造的形成又明显受控于不同的大地构造环境。

1 概述

鲁东地区的元古宙中深变质岩系形成于古一中元古代,其在鲁东地壳演化史上是一个重要的非金属矿成矿期,尤其是古元古代(表1)。

从原岩建造特征看,鲁东地区元古宙非金属矿含矿变质建造可分为两部分:其一,在古元古代形成的变质沉积岩系中赋存有大量的非金属矿产,其中石墨、滑石、菱镁矿等在省内外占有重要地位。其二,在古一中元古代变质镁铁质-超镁铁侵入岩系中赋存着磷矿、蛇纹岩及石棉等非金属矿产。

从变质作用及元古宙非金属矿含矿建造分布特征看,可大致划分为两种情况:其一,在麻粒岩相条件下形成的含矿变质沉积建造,主要分布于平度明村、莱西南墅及莱阳旌旗山、栖霞大庄头等地,总体呈NEE向展布,鲁东地区所有大、中型石墨矿产几乎全部产于该变质建造中,归属古元古代荆山群;其二,在麻粒岩相带的两侧大致呈对称分布的角闪岩相条件下形成的含矿变质建造,主要分布于莱州粉子山、蓬莱金果山、福山张格庄、莱阳荆山、五莲坤山等地,赋存有菱镁矿、滑石矿、透辉岩。大理岩及红柱石、石英岩等矿产,其层位主要属粉子山群,部分属荆山群。

不同的非金属矿产明显受控于不同的原岩建造类型和不同的变质相(图1,图2)及不同的大地构造背景。

本文 1996-03-27 收到,1996-07-02 改回。

表1 鲁东地区元古宙中深度质岩系非金属矿含矿变质建造特征

Table. 1 Characteristics of nonmetallic mineral-bearing metamorphic formations of the Proterozoic medium to high grade metamorphic sequence in eastern Shandong

含矿建造	形成时代	构造环境	主要岩石组合	含矿种类	矿床实例	岩系归属
含石墨变粒岩-片麻岩变质沉积建造	古元古代	胶北隆起	石墨片麻岩、石墨变粒岩、石墨透闪岩	石墨	莱西刘家庄	荆山群
富镁碳酸盐岩变质沉积建造	古元古代	胶北隆起	白云石大理岩、透辉岩、透闪岩、黑云变粒岩、浅粒岩、斜长角闪岩	菱镁矿	莱州粉子山	粉子山群
				滑石矿	栖霞李博士乔	粉子山群
					海阳徐家店	荆山群
				透辉岩	福山老官庄	粉子山群
					平度长乐	荆山群
高铝云母片岩变质沉积建造	古元古代	胶北隆起	石榴夕线黑云片岩、黑云变粒岩	红柱石、夕线石	五莲小宋、莱阳旌旗山	粉子山群 荆山群
砂质碎屑岩变质沉积建造	古元古代	胶北隆起、胶南-文威碰撞带	长石石英岩、石英岩、浅粒岩、大理岩夹黑云变粒岩、斜长角闪岩	石英岩	昌邑山阳、莱州小宋、五莲坤山	粉子山群
					莒南于家岭	胶南岩群
变质镁铁质-超镁铁质侵入岩建造	中元古代	胶南-文威碰撞带	橄辉岩、辉橄岩	蛇纹岩、石棉	日照梭罗树	四堡期 海阳所超单元
	古元古代	胶北隆起	角闪辉石岩、辉石角闪岩	磷灰石	莱州蒋家、彭家	吕梁期 莱州超单元

2 古元古代非金属矿变质沉积建造

2.1 古元古界及非金属矿含矿性概述

目前所知,山东元古宇,在鲁西地区除济宁一带钻孔中见有中元古代济宁岩群浅变质含铁岩系、鲁南及沂沭断裂带内和西侧出露新元古代土门群海相沉积岩系而外,古元古界均出露于鲁东地区(在鲁东地区尚有新元古代蓬莱群浅变质海相沉积岩系),并包含有重要的非金属矿含矿变质沉积建造。

鲁东地区古元古界包含有荆山群、粉子山群、胶南岩群和芝罘群^①。关于荆山群、粉子山群和胶南岩群之间的关系,是上下叠置,还是横向对应,尽管目前还没有一致的认识,但对于这三个群中所含非金属矿产及含矿岩石组合(含矿变质沉积建造)等的认识,却是大体一致的。

对荆山群、粉子山群、胶南群的变质岩系特征,是人们所熟知的,无须作过多的引述。

① 山东省地质矿产局区域地质调查队,1:50万鲁东地质图说明书,1992年。

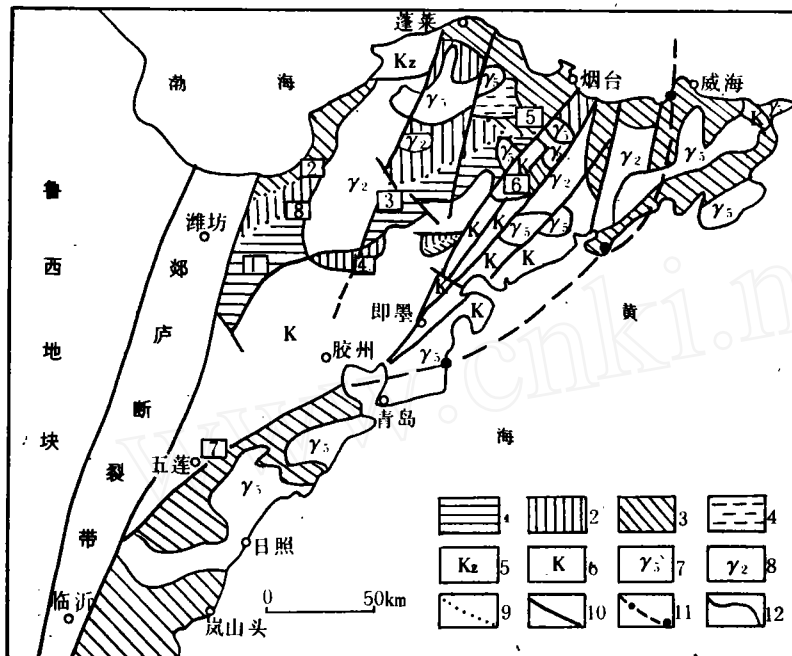


图 1 鲁东地区变质相带展布略图

Fig. 1 A sketch showing the metamorphic facies distribution in eastern Shandong

- 1—麻粒岩相;2—高角闪岩相;3—低角闪岩相;4—低绿片岩相;5—新生界;6—中生界;
7—中生代岩体;8—元古宙岩体;9—变质相界线;10—断裂;11—高压麻粒岩及线型带;
12—地质界线。图内各方框内数字为图 2 中各小图位置

为便于这些古元古代变质地层中非金属矿含矿建造的讨论,对其主要岩石组合和含矿性特征,作以简要叙述。

2.1.1 荆山群及其非金属矿含矿性

荆山群主要分布于胶北隆起的平度明村、莱西南墅、莱阳旌旗山和荆山、栖霞大庄头、海阳郭城、牟平光山等地。总体呈 NEE 向展布,图面上展示出复杂的褶皱变形。岩石经历了角闪岩相至角闪麻粒岩相的变质作用。自下而上划分为禄格庄组、野头组和陡崖组,每个组又可划分为下、上两个段。在荆山群中含有石墨、滑石、白云石大理岩、蛇纹大理岩、透辉岩、夕线石等非金属矿产。

(1) 禄格庄组 分布于莱阳荆山和旌旗山、莱西芝山、栖霞塔顶、牟平光山及海阳晶山等地。主要岩石组合:下段为石榴夕线黑云片岩,夹透辉岩、浅粒岩、黑云变粒岩、大理岩等,其中赋存有夕线石矿;上段为蛇纹石大理岩、白云石大理岩,为饰面石材及白云石大理岩产出层位。该组原岩为一套正常碎屑沉积的泥质岩、砂岩和富镁碳酸盐岩。

(2) 野头组 分布广泛,出露于莱阳大野头、莱西石庙、平度明村和张格庄、安丘担山、牟平祥山及海阳晶山等地。主要岩石组合:下段为透辉岩、透辉变粒岩、黑云斜长片麻岩,含有透辉岩矿;上段为白云石大理岩夹方解石大理岩,为滑石矿产出层位。野头组原岩为一套砂岩、粉砂岩和原岩组合。

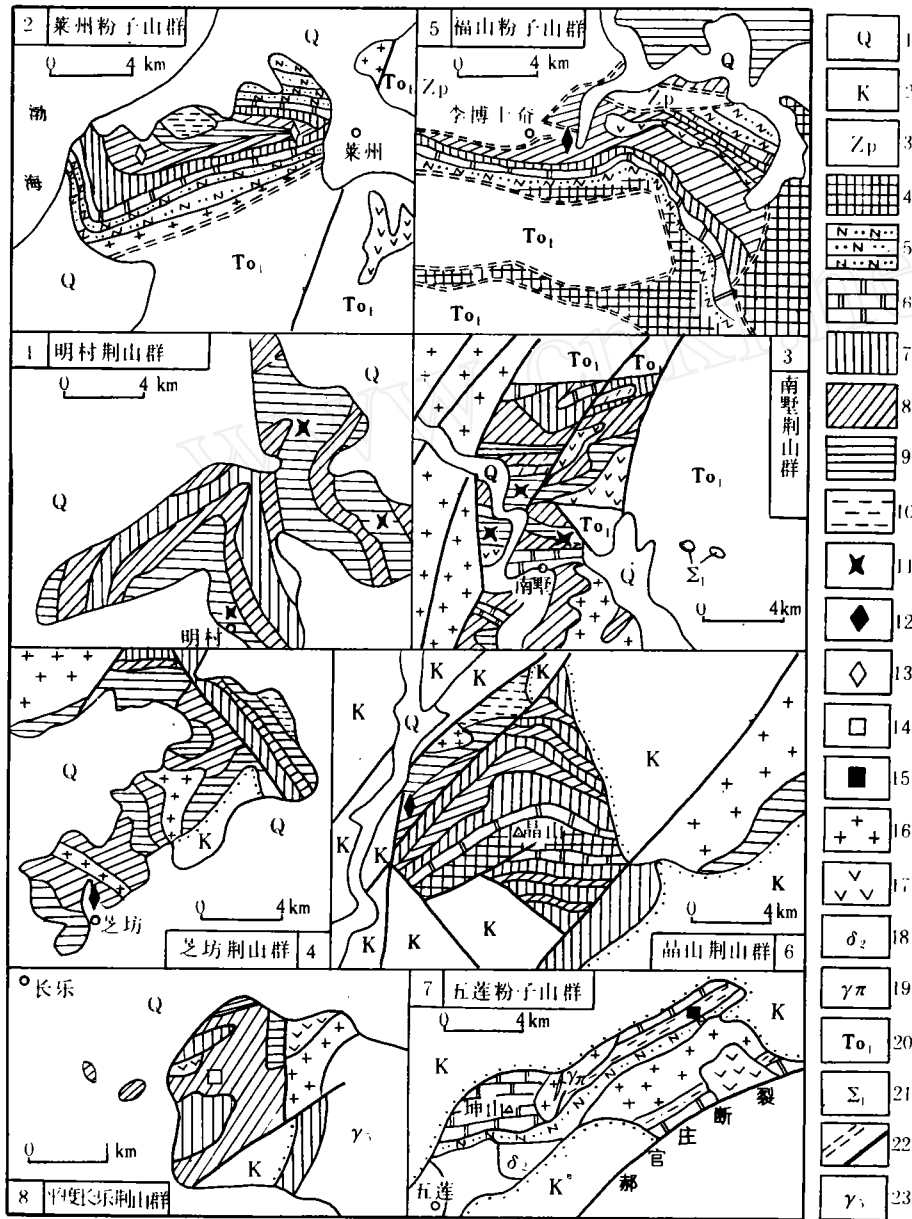


图2 鲁东地区元古代含矿变质建造分布简图

Fig. 2 A sketch showing the distribution of ore-bearing metamorphic formations of the lower Proterozoic erathem in eastern Shandong

1—新生界;2—中生界;3—震旦纪蓬莱群;4—下元古界底部高铝片岩;5—下元古界底部长英质岩系;6—荆山群禄格庄组二段、粉子山群张格庄组一段大理岩;7—钙镁硅酸盐岩变质建造;8—含滑石、菱镁矿碳酸盐岩变质建造;9—含石墨变质建造;10—下元古界顶部高铝片岩;11—石墨矿;12—滑石矿;13—菱镁矿;14—透辉石矿;15—红柱石矿;16—元古宙花岗岩;17—元古宙变质铁镁质岩体;18—元古宙闪长岩;19—花岗斑岩;20—太古宙英云闪长岩;21—太古宙超镁铁质岩;22—韧性剪切带及断裂;23—中生代花岗岩

(3) **陡崖组** 分布在莱阳陡崖后、莱西南墅、平度明村及牟平水桃林等地。主要岩石组合:下段为石墨黑云变粒岩、石墨黑云斜长片麻岩、石墨透辉岩及黑云变粒岩,为石墨矿产出层位;上段为石榴夕线黑云片岩夹浅粒岩、透辉岩、黑云变粒岩。陡崖组原岩为一套正常碎屑泥质、砂质含碳沉积岩组合。

2.1.2 粉子山群及其非金属矿含矿性

粉子山群主要分布在胶北隆起北部的蓬莱、栖霞、福山、烟台及莱州等地,胶莱拗陷南缘的五莲海眼口和坤山出露与其相似的一套岩石组合也划归粉子山群。粉子山群遭受强烈褶皱变形,经历了以低角闪岩相为主的区域变质作用。自下而上划分为小宋组、祝家乔组、张格庄组、巨屯组和岗崮组。在粉子山群中含有菱镁矿、滑石、白云石大理岩、透辉石、红柱石、石英岩等非金属矿产。

(1) **小宋组** 主要分布在莱州小宋和埠后、平度三埠李家、昌邑饮马、五莲坤山等地。主要岩石组合为黑云变粒岩、浅粒岩、磁铁石英岩、斜长角闪岩、长石石英岩,为石英岩矿产出层位。小宋组原岩为正常沉积岩和火山碎屑岩。

(2) **祝家乔组** 主要分布在栖霞甲家和小庄、蓬莱三十里堡、莱州粉子山和五莲小庄等地。主要岩石组合为黑云变粒岩、浅粒岩、长石石英岩、斜长角闪岩,局部夹有石榴夕线黑云片岩或红柱石(蓝晶石)黑云片岩,是红柱石(蓝晶石)的产出层位。该组原岩为一套正常碎屑、粘土和碳酸盐的沉积岩。

(3) **张格庄组** 主要分布在蓬莱金果山、福山邢家山、栖霞张格庄、莱州粉子山和五莲坤山等地。主要岩石组合:下段为大理岩、白云石大理岩,是白云石大理岩及饰面石材产出层位;中段为透闪岩、透闪变粒岩、黑云变粒岩;上段为大理岩、白云石大理岩夹滑石岩和菱镁岩,是菱镁矿、滑石、大理岩的产出层位。该组原岩为碳酸盐和细碎屑的沉积岩。

(4) **巨屯组** 分布于福山巨屯、蓬莱董家村和莱州粉子山等地。主要岩石组合为石墨方解石大理岩、石墨透闪岩、石墨透闪变粒岩等,为透闪岩的产出层位。原岩为含碳质正常沉积岩。

(5) **岗崮组** 主要分布在福山岗崮、蓬莱疃顶、莱州粉子山等地。主要岩石组合为疙瘩状石榴夕线黑云片岩、二云片岩夹透闪岩、浅粒岩、黑云变粒岩等。原岩为富铝粘土岩及细碎屑岩。

2.1.3 胶南岩群及其非金属矿含矿性

胶南岩群分布于胶南隆起区的胶南、诸城、莒南和日照等地,为一套正常沉积和火山沉积的中浅变质岩系。自下而上划分为火山沟岩组、邱官庄岩组、于家岭岩组和龙古岩组。其中的于家岭岩组主要分布于莒南于家岭、诸城桃园、胶南傅家屯等地,主要岩石组合为黑云片岩、黑云变粒岩、大理岩、浅粒岩、石英岩等,是白云石大理岩及石英岩的产出层位。于家岭岩组原岩为杂砂岩、碳酸盐岩和火山碎屑岩。

2.2 含夕线石、红柱石高铝云母片岩变质沉积建造

该变质沉积建造在层位上位于古元古界下部,包括荆山群禄格庄组下部(安吉村片岩段)及五莲地区粉子山群祝家乔组(?)以高铝片岩为主的岩石组合。其各地的岩性组合及横向对比如图3所示。

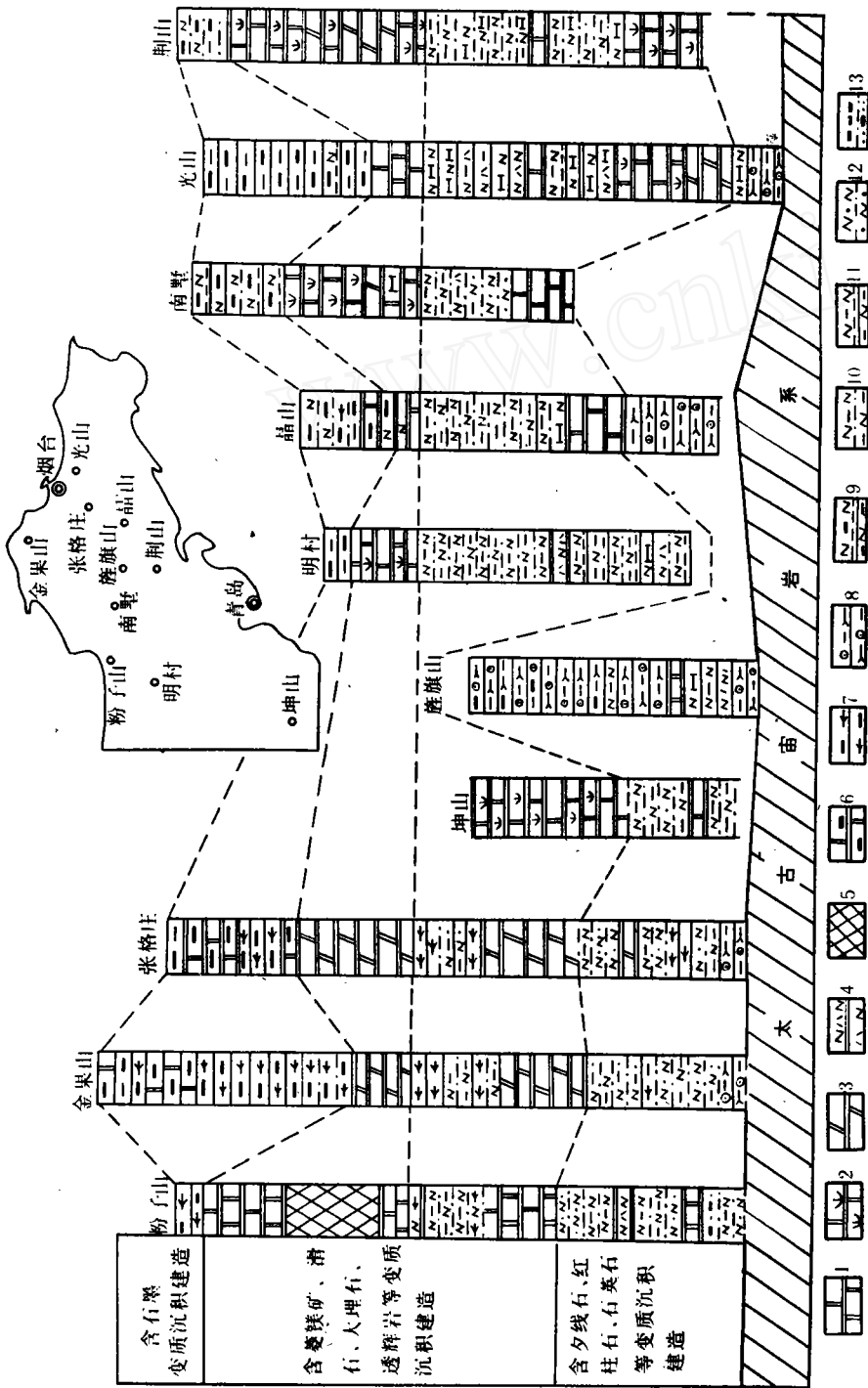


图3 鲁东地区古元界中非金属矿产变质沉积建造柱状对比图
 Fig. 3 Columnar correlation of the Proterozoic era them in eastern Shandong

formations of the Proterozoic era them in eastern Shandong
 1—大理岩; 2—蛇纹大理岩; 3—白云石大理岩; 4—斜长角闪岩; 5—菱铁矿; 6—石墨大理岩; 7—石墨透闪岩; 8—石斜夕线麻岩; 9—石墨斜长片麻岩; 10—黑云变粒岩; 11—黑云斜长片麻岩; 12—浅粒岩; 13—磁铁矿石英岩

表 2 鲁东地区元古宙下部部分变质基性岩、高铝云母片岩及菱镁矿化学成分表
 Table. 2 Chemical compositions of some metabasites, high-aluminum mica schist and magnesite in the lower part of the Proterozoic erathem in eastern Shandong

序号	野外编号	岩石名称	化 学 成 分 (%)													资料来源	
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	H ₂ O ⁺		烧失
1	WP I - 1 - 1	斜长角闪岩	49.00	1.00	12.75	2.55	10.78	0.21	6.61	8.76	3.17	0.62	0.12			1.95	长春地院
2	WP I - 5 - 1	斜长角闪岩	51.99	0.94	12.76	4.38	9.56	0.22	5.86	7.02	4.67	0.42	0.13		1.63		
3	Wtw - 2	斜长角闪岩	50.69	1.09	12.76	4.38	9.56	0.22	5.86	7.02	4.67	0.42	0.13		1.63		
4	(30)P ₃₈ -⑤GS ₁	斜长角闪岩	52.73	2.05	12.85	5.05	10.66	0.23	1.80	7.07	4.41	0.84	0.86	0.16	1.20	0.56	区调队
5	(30)P ₃₈ -⑥GS ₁	斜长角闪岩	49.62	2.13	12.52	5.06	10.61	0.23	5.31	8.63	2.52	1.09	0.23	0.12	1.34	0.84	
6	(30)P ₃₈ -⑦GS ₁	石英斜长角闪岩	49.08	1.20	14.38	4.30	8.01	0.19	7.29	9.30	2.18	0.93	0.08	0.05	2.28	2.00	
7	YQ - 02	含石榴夕线黑云片岩	58.35	0.44	20.04	1.73	6.52	0.07	3.23		0.70	3.86	0.05				地质四队
8	YQ - 09	含夕线石榴黑云斜长片麻岩	54.88	0.60	20.78	0.69	8.06	0.13	4.66		0.80	4.11	0.08				
9	YQ - 19	石榴夕线黑云二长片麻岩	57.06	0.80	22.43	1.10	9.40	0.14	4.06		0.65	3.48	0.03				
10	(25)201-①GS ₁	石榴夕线黑云片岩	59.56	0.63	18.27	1.96	6.20	0.06	3.82	0.63	1.05	3.92	0.10	0.05	3.42	3.20	区调队
11	101-③GS ₁	夕线石榴二云片岩	54.02	0.68	20.56	0.84	9.08	0.12	5.08	1.37	0.67	4.62	0.09	0.06	0.02	3.12	
12	(25)43GS ₂	含石榴富黑云变粒岩	55.68	0.58	19.61	2.71	5.24	1.12	4.36		1.76	4.64	0.08		2.43	0.12	
13	(30)P ₃₈ -⑧TS ₁	菱铁矿	2.31	0.025	0.80	0.09	0.39		46.35	0.84	0.06	0.11		49.37			区调队
14	(30)152-①TS ₁	菱铁矿	1.73	0.018	0.11	0.16	0.62		45.22	1.15	0.03			50.12			

2.2.1 含矿建造基本特征

该建造在胶北隆起荆山群分布区,主要出露于莱西直角山、莱阳旌旗山、栖霞大庄头、牟平安吉村等地,总体呈NEE向带状展布。主要岩性组合为石榴夕线黑云片岩、石榴夕线黑云斜长片麻岩、夹黑云变粒岩、大理岩、长石石英岩及透辉变粒岩等,是一套经历了高角闪岩相—角闪麻粒岩相的变质沉积建造。从各地区的发育特点看,安吉村地区厚533m,大庄头厚1297m,旌旗山地区厚3042m。其中的含高铝矿物岩石—石榴夕线黑云片(麻)岩呈灰褐色、粒状鳞片变晶结构,片状构造;主要矿物成分有石榴子石(10%~20%)、夕线石(20%~30%)、黑云母(20%~30%)、石英(30%) (片麻岩中则含较多的斜长石和钾长石);岩石以富铝和富含高铝矿物夕线石为特征, Al_2O_3 含量一般在18.27%~22.43%之间(表2),夕线石含量高者达30%以上(如旌旗山地区)。夕线石多呈柱状、针状、发状等多种晶形,晶粒细小,选矿及开发利用,尚待研究解决。

分布在胶莱拗陷南缘五莲地区的高铝云母片岩建造的主要岩石组合为黑云变粒岩、黑云片岩、大理岩、石英岩及斜长角闪岩,夹红柱石黑云片岩及红柱石黑云变粒岩,总厚584m。红柱石黑云片岩呈灰黑色,斑状变晶结构,片状构造。主要矿物成分为红柱石(20%~30%,呈较粗大的变斑晶,一般长3~12mm,多已蓝晶石化,呈红柱石假象)、黑云母(36%)、石英(24%)、石墨(8%)、绢云母(4.7%)及少量金属矿物。含红柱石黑云片岩以富铝为特色, Al_2O_3 含量一般为16%~20%。

从五莲红柱石黑云片岩、黑云变粒岩出露区的区域变质作用特点看,其主要为低角闪岩相变质,在这个变质相的温度条件下,难以形成粗大的红柱石晶体。但在红柱石矿体近处发育有侵位于这套高铝云母片岩系的元古宙花岗岩及富含稀土元素(稀土矿化)的花岗伟晶岩脉群,其可能导致了红柱石矿物晶体在区域变质作用基础上进一步加大,形成了目前可供工业采选利用的红柱石矿体。

含夕线石、红柱石高铝云母片岩变质建造的同位素测年资料大多集中于1988—2484Ma^[1],表明其形成时代为古元古代。

2.2.2 含矿建造原岩特征

该含矿变质沉积建造主要由含高铝矿物(红柱石、蓝晶石或夕线石)黑云片岩、变粒岩、大理岩及长石石英岩等组成,从岩石组合,变余组构及一系列岩石化学变异图解等多方面因素分析,其原岩无疑为一套正常沉积的粘土岩及部分成熟度比较高的细碎屑岩及碳酸盐岩等。是胶北地区太古宙地壳演化进入元古宙以后所形成的一套槽盆型复理式沉积建造。其岩石化学变异图解表明该套岩系当时沉积时物源区的气候条件是处于比较潮湿或干热的环境中,见图4。

2.3 含菱镁矿、滑石矿富镁碳酸盐岩变质沉积建造

该建造从层位上看,位于古元古界中部,包括荆山群野头组定国寺大理岩段及粉子山群张格庄组三段的变质岩石组合。分布于莱阳荆山、莱西芝山、海阳晶山、牟平光山、蓬莱金果山、莱州粉子山、五莲坤山、福山张格庄、平度八王埠等地。是一套经历了角闪岩相至角闪麻粒岩相的含矿变质沉积建造。

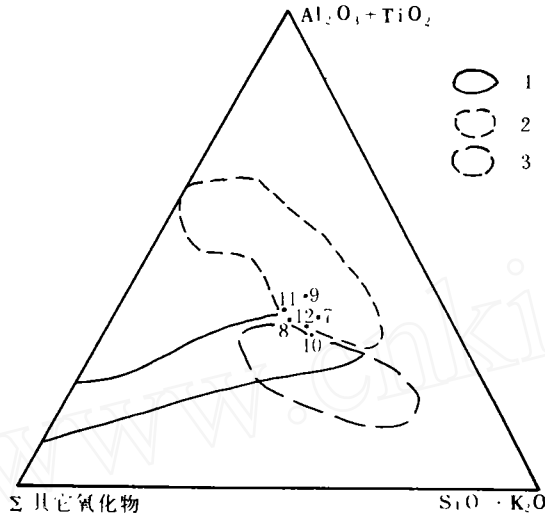


图 4 古元古界底部高铝云母片岩原岩
——粘土岩成分在不同气候带上的投影图解

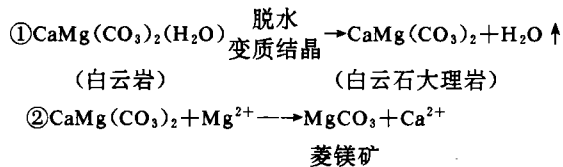
Fig. 4 Projection of the protolith composition of high-aluminium mica schists at the bottom of the palaeoproterozoic clayrocks in different climatic zones

1—干燥气候带的海相、湖相、泻湖相粘土成分区;2—潮湿和炎热气候带的陆相粘土岩成分区;
3—寒冷和中等寒冷气候带的粘土岩成分区。样品分析数据见表 2

2.3.1 含矿建造基本特征

从地层层位看,该建造包括了荆山群野头组定国寺大理岩段和粉子山群张格庄组三段之岩性。是一套经历了角闪岩相变质的建造类型。

菱镁矿主要赋存于莱州粉子山群张格庄组上段,在蓬莱山后李家、海阳徐家店及平度芝坊滑石矿区,均见有少量菱镁矿矿化^①。矿体呈似层状,延伸稳定,产状与围岩一致,主要围岩为白云石大理岩及透闪滑石片岩,绿泥滑石片岩等。在许多点上可以见到菱镁矿与白云石大理岩的交代穿插关系,(如图 5)。据统计,菱镁矿顶底板及夹层中高铝片岩与其它地区同种岩性相比,MgO 的含量要明显偏高,前者 8.39%(5 个样品平均),后者为 4.12%(6 个样品平均),分析数据表明,尽管对菱镁矿成因有多种观点^{②③},但具体到莱州粉子山菱镁矿的形成,笔者认为主要是由原生的白云岩经古元古代吕梁期的中级区域变质作用形成白云石大理岩,后经富镁的热液交代作用形成菱镁矿。基于此,在菱镁矿的整个形成过程中,下列反应是可能的:



① 山东省地质矿产局,山东省地质矿产志,1992 年。

② 山东省地矿局区调队,山东省区域矿产总结,1989 年。

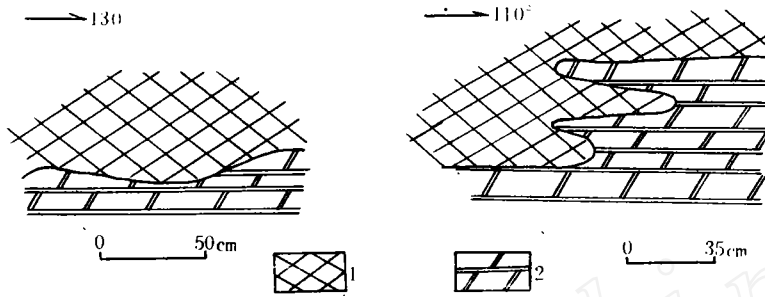


图5 菱镁矿与白云石大理岩的交代穿插关系(莱州粉子山)

Fig. 5 Replacement and crosscutting relationship between magnesite (Fenzishan, Laizhou) and dolomite-marble

1—白云石大理岩; 2—菱镁矿

此含矿建造中代表性滑石矿床主要有平度芝坊、海阳徐家店、栖霞李博士沓及莱州优游山滑石矿,其赋存层位前二者归为荆山群野头组定国寺大理岩段,后二者归属粉子山群张格庄组三段。滑石矿围岩主要为蛇纹石化白云石大理岩及透闪岩、透辉岩、斜长角闪岩等。白云石大理岩富含镁质,而在同一层位中的方解石大理岩镁质组分则较低,由此决定了二者在成矿性上的差异(表3)。

表3 大理岩 MgO 含量与滑石矿的成矿关系

Table 3 Relationship between MgO content of marble and talc mineralization

地区	层位	岩石名称	化学成分(%)		与成矿关系
			MgO	CaO	
莱州粉子山	粉子山群张格庄组三段	白云石大理岩	21.67	30.56	成矿
		方解石大理岩	2.66	39.26	不成矿
海阳徐家店	荆山群野头组定国寺大理岩段	白云石大理岩	28.32	14.48	成矿
		方解石大理岩	0.82	50.65	不成矿
平度芝坊	荆山群野头组定国寺大理岩段	白云石大理岩	20.66	28.36	成矿
		方解石大理岩	0.94	51.49	不成矿

据山东地矿局区调队,1987。

栖霞李博士沓滑石矿是鲁东地区规模最大的滑石矿床。矿体呈似层状、透镜状顺层产于白云石大理岩中。矿体及围岩均遭受了强烈的热液蚀变作用。据山东地质三队(1987)研究^①,依矿物的穿插、交代、包裹关系,可将矿物的生成顺序划分为四组,由老到新为:①白云石+透辉石;②透闪石+蛇纹石;③滑石+方解石;④蛇纹石+绿泥石+方解石。其中①组属区域变质作用期间形成的矿物组合,从该组合可以看出,其变质作用已达角闪岩相;②组属早期退变质作用形成的矿物组合;③组属中晚期热液交代形成的矿物组合,是

① 山东地质三队,山东省栖霞县李博士沓滑石矿区详细普查地质报告,1987。

滑石矿的形成阶段;④组则为晚期热液蚀变交代矿物组合。

此含矿建造中,除菱镁矿、滑石矿而外,尚赋存有可供作冶金辅助原料的白云石大理岩(莱州、栖霞、海阳、五莲等地)、水泥用方解石大理岩(福山、莱阳、牟平、海阳、五莲等地)及饰白石材(如莱州、平度、莱阳、海阳等地的灰色条带状白云石大理岩、白色白云石大理岩、肉红色方解石大理岩、蛇纹石化大理岩等)等矿产。此外,在这套含矿建造出露的莱阳、莱西、平度及福山、栖霞等地,尚含有透辉石岩、透闪石岩或透辉透闪石岩(工业上统称透辉岩),其为一种新型节能优质陶瓷原料,资源丰富。典型产地有平度长乐等。另外,在莱州优游山滑石矿体中,还伴生绿冻石(绿泥石岩)矿,是一种工艺美术软玉原料。

2.3.2 含矿建造原岩特征

鲁东地区这套富镁质的以白云石大理岩为主的含矿建造,其原岩无疑:为一套正常沉积的白云岩及灰岩,其为鲁东地区古元古代荆山群和粉子山群延伸稳定的碳酸盐岩沉积建造。

从该建造中所赋存的大量的滑石矿、菱镁矿分析,尽管其是后期变质、交代作用形成的,但从其产出层位和岩性看,原岩建造中的富镁碳酸盐岩系对其具明显的层控性。而富镁碳酸盐岩系白云岩的形成,目前多被认为是潟湖相或封闭、半封闭的海盆环境中形成的^[4],表明其在古元古代于华北板块东缘形成的陆缘海盆地,在该阶段沉积时是处于封闭、半封闭状态。

2.4 含石墨矿变粒岩-片麻岩变质沉积建造

该建造在层位上位于古元古界上部,为荆山群陡崖组徐村石墨岩系段,其以含有较多的石墨矿物为特征。

2.4.1 含矿建造基本特征

含石墨变质沉积建造在胶北地区广泛发育,具有工业意义的矿床,主要分布于平度明村、莱西南墅、牟平徐家、莱阳陡崖、文登臧格庄等地,总体呈NEE向展布。层位相当于陡崖组徐村石墨岩系段,是一套经历了以角闪麻粒岩相变质为主的含矿变质沉积建造,鲁东地区大、中型石墨矿全部产于该类建造中。

明村地区 主要岩性组合为石墨变粒岩、石墨透辉岩、石墨片麻岩夹斜长角闪岩等,该地区发育有明村、刘戈庄等几个大型石墨矿床,出露厚度222m。

南墅地区 主要岩性为石墨片麻岩、石墨黑云变粒岩夹大量的斜长角闪岩、发育有刘家庄等一系列大型石墨矿床,是我国重要的石墨矿生产基地。含矿建造在剖面上出露厚度160m。其特征岩石——石墨斜长片麻岩,为鳞片粒状变晶结构、片麻状构造,矿物成分:斜长石40%~60%、石墨4%~8%(最高达12%)、石英(15%~20%)、黑云母10%~20%。矿物粒度多在0.2~1mm之间,石墨鳞片片径最大(2~6mm×(0.5~1)mm,一般(0.4~1)mm×(0.1~0.2)mm。矿石化学成分见表4。

据山东省地矿局第四地质队对南墅石墨矿田的变质相进行多组矿物对温、压估测认为^①,南墅地区主期变质温度为760~875℃,压力在0.5GPa±,地热梯度为41—46℃/km

① 山东省地矿局第四,1:5万夏甸等四幅区调报告(送审稿),1995年。

表4 莱西刘家庄石墨矿区部分矿体化学成分全分析

Table. 4 Chemical compositions of some orebodies of the Liujiashuang graphite mining district in Laixi

含量 (%) 组 分	I	IV	VI
固定碳	4.10	4.40	5.02
挥发分	4.84	3.41	(300℃)0.09
灼 减	8.57	8.44	
吸附水	1.25	0.36	0.07
结晶水	3.94	2.85	1.87
无机碳	CO ₂	CO ₂	0.16
有机碳	1.10	1.78	0.01
灰 分	91.11	91.65	92.99
TiO ₂	0.60	0.56	0.60
SiO ₂	56.68	52.67	52.74
Fe ₂ O ₃	7.80	10.16	9.68
FeO	2.63	7.28	
Al ₂ O ₃	12.00	11.34	12.11
CaO	4.33	6.19	6.17
MgO	4.45	5.25	5.85
S	1.60	3.22	3.33
P			0.061
K ₂ O			2.35
Na ₂ O			1.80

据山东省地矿局第三地质队,1980年。

属低压相系麻粒岩相,从而使得原岩中的碳质在更有利的环境中结晶成晶片大的优质晶质石墨矿床。

在同一地层单位的非麻粒岩相发育区,如牟平徐家、海阳郭城、莱阳荆山等地的角闪岩相变质级发育区,其含矿性相差很大,变质程度越高,变质岩石中石墨晶片越大,含矿性越好,反映了变质作用与石墨矿形成的密切相关性(表5)。再如,分布在蓬莱瞳顶、莱州山张家(北)、福山巨屯和东厅等地的粉子山群巨屯组,其最主要的岩性为石墨透闪岩,岩石中含石墨5%~8%(高者达10%),因变质程度较低(低角闪岩相变质),其石墨结晶程度差,片径为0.03~0.1mm的细小鳞片状。由于石墨的结晶差,鳞片小,形不成任何成型的晶质石墨矿床,多以矿点或矿化点的形式存在。所以,“对于石墨矿而言,粉子山群巨屯组不是没有成矿的物质基础,而是缺乏后期热变质的成矿条件”^[1],只有低角闪岩相变质远不能满足优质晶质石墨矿结晶的温度条件。

表 5 石墨矿与控矿因素关系对照表

Table. 5 Relationship between graphite ore and ore-controlling factors

含矿地层	地区		石墨矿质量				控矿因素		矿产规模
			鳞片大小(mm)		固定碳含量(%)		碎屑成熟度	变质程度	
荆山群陡崖组	南墅	上矿层	2.15(5)	平均 1.53	3.10(6)	平均 3.49	较低	麻粒岩相	大型矿床
		下矿层	0.90(3)		3.87(5)				
	明村	1.5(1)		3.22(3)					
	荆山	1.0(3)		2.89(3)		较高	角闪岩相		
	夏丘	<1(1)							
	郭家寨	0.9(2)		3.21(3)					
粉子山群	巨屯组		0.03—0.1(2)				高	低角闪岩相	不成矿

注:括号内数字为统计样品数。

此外,在鲁东地区这套以含石墨为特征的变质岩石组合中,尚赋存有透辉岩矿层,如在平度长乐等地的荆山群野头组定国寺大理岩段中,赋存的透辉岩矿床,矿层中透辉石平均含量为 90.53%~93.44%;在相应的粉子山群巨屯组含石墨岩系中也产有透辉岩矿(福山老官庄),矿石品位(透辉石+透闪石)最低 50.09%、最高 96.08%、平均 77.55%。

2.4.2 含矿建造原岩特征

含石墨变粒岩—片麻岩变质沉积建造具明显的层控性,在空间上,与上、下相邻的岩系稳定延伸,是作为一个独立的段级地层单位存在的(徐村石墨岩系段)。其矿体的顶板、底板主要是高铝云母片岩及大理岩。据兰心俨^[5]对南墅石墨矿岳石、院后矿段 27 个石墨样品进行的 C 同位素测定后得出, $\delta C_{\text{PDB}}^{13}\text{‰} = -14.7 \sim -26.8$,多数在 $-21\text{‰} \sim -25\text{‰}$ 之间,从而认为石墨变粒岩及石墨片麻岩中的原始碳相当于有机质碳;而与矿体相邻的白云石大理岩中的 $\delta C_{\text{PDB}}^{13}\text{‰}$ 为 1.5~2.7(6 个样品),表明碳酸盐岩矿物的碳相当于沉积碳酸盐的成分。二者(石墨和白云石大理岩)碳的来源是不同的。从变质建造的岩石组合看,在石墨矿发育地段,其主要岩石组合为石墨变粒岩、石墨片麻岩,原岩主要为一套成熟度比较低的碎屑岩,代表了一种滨海相的沉积环境。在难以成矿的粉子山群巨屯组发育地段,其原岩主要为一套含碳质的钙镁硅酸盐岩沉积,局部过渡为硅质白云岩沉积,代表了一种浅海相的较稳定的沉积环境。

2.5 含石英岩砂质碎屑岩变质沉积建造

该建造在层位上为粉子山群小宋组及胶南岩群于家岭组。主要分布在莱州小宋和埠后、平度三埠李家、昌邑饮马、五莲坤山和小庄、诸城桃园、胶南傅家屯和莒南于家岭等地。这两套地层中含石英岩矿的主要变质岩石组合基本一致,主要为黑云片岩、黑云变粒岩、夹浅粒岩、石英岩及大理岩。典型产地有昌邑山阳、五莲坤山、莒南于家岭等。

含石英岩矿变质沉积建造的原岩为大陆边缘海盆中一套砂质碎屑岩、杂砂岩及碳酸盐岩组合。

3 元古宙变质镁铁质-超镁铁质含非金属矿侵入岩建造

鲁东地区元古宙变质镁铁质-超镁铁质侵入岩建造中的非金属矿产,主要赋存在两套侵入岩建造中。①石棉、蛇纹岩矿产于中元古代四堡期海阳所超单元中^⑥。这个单元的岩性为超镁铁质侵入岩,其主要发育在胶南-文威碰撞带内;②低品位磷矿产于古元古代吕梁期莱州超单元五州蒋家单元中^⑥。这个单元的岩性为角闪辉石岩,主要分布在胶北隆起区(图6)。

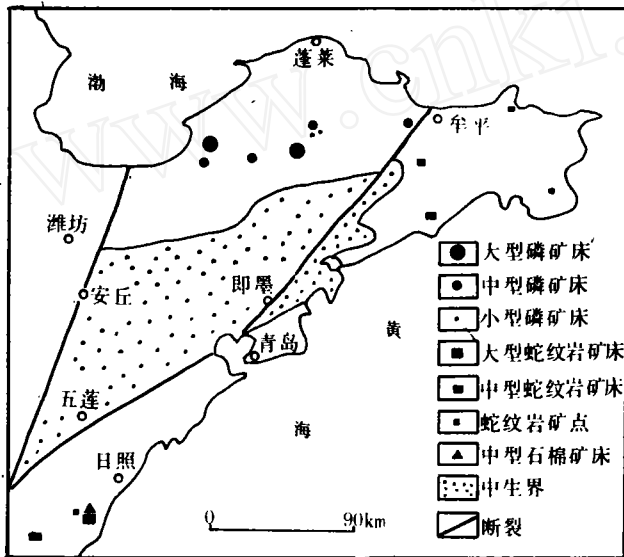


图6 鲁东地区变质镁铁质-超镁铁质侵入岩建造中磷矿、蛇纹岩矿、石棉分布简图

Fig. 6 Sketch showing the distribution of phosphorous, serpentinite, asbestos in metamorphosed mafic-ultramafic intrusive rock formations in eastern Shandong

3.1 含石棉、蛇纹岩变质超镁铁质侵入岩建造

在胶南-文威碰撞带上,超镁铁质侵入岩呈大小不等的包体状单个或群聚于新元古代晋宁期花岗质片麻岩中(即荣成超单元)。总体呈NE向带状展布。主要分布在日照梭罗村、诸城殷家涧、胶南西北龙古、青岛仰口、乳山海阳所和通海及威海羊角沟等地。原岩类型主要为纯橄岩、辉橄岩,但岩石大都已蚀变为蛇纹岩。

鲁东地区石棉矿不很发育。主要有日照梭罗树与蛇纹岩矿伴生的一处中型石棉矿床。石棉矿多分布于超镁铁质岩的边缘和强蛇纹石化地段。在强蛇纹石化地段,石棉矿化多呈带状出现,单个矿体呈脉状、透镜状。从石棉矿脉的相互穿插关系看,其形成至少有两期^⑦(图7),其中第二次矿化作用是生成矿期,是形成工业矿体的主要成矿阶段。

近年来的区调工作,将出露于胶南-文威碰撞带上的这套变质超镁铁质-镁铁质侵入岩建造进行了岩石谱系单位的划分,依据其成分演化特征将其划归为中元古代四堡期

① 山东地矿局区调队,1:20万赣榆幅区调报告(矿产部分),1982。

海阳所超单元⁽⁶⁾内的通海单元——橄榄岩(蛇纹岩)、烟墩山单元——辉石岩、角闪辉石岩和老黄山单元——斜长角闪岩,各单元的化学成分见表 6。鲁东地区几乎所有含石棉的蛇纹岩矿全部赋存于通海单元中。

由于该套岩系所处的大地构造位置恰是华北、扬子两大板块的碰撞带上,在日照梭罗树等地的超镁铁质岩中又见含有榴辉岩包体,在其它地段也常能看到超镁铁质岩与榴辉岩伴生成群出现,因而普遍认为,该套岩系可能经历了高温高压变质作用,其源岩无疑是地幔分异的产物。

赵运伦^①在牟平通海超镁铁质岩中采集了 Sm-Nd 全岩等时线测年样的投影点(图 8)具良好的线性关系,结果为 1282~1472Ma,表明该套岩系的形成时代为中元古代。

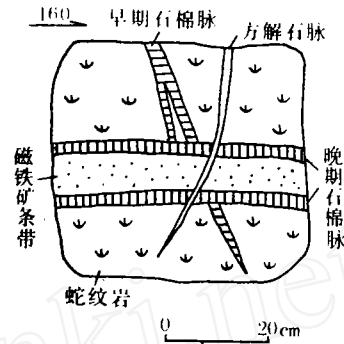


图 7 蛇纹岩体中早晚期石棉脉及方解石脉先后穿插关系

(据 1:20 万赣榆幅区调报告,1982)

Fig. 7 Crosscutting relations between the early and late of asbestos veins and calcite veins in serpentinite mass

表 6 海阳所超单元岩石化学成分表

Table. 6 Rock's chemical compositions of the Haliyang superunit

单元名称	岩石名称	样品数	氧化物含量 (%)												总量	
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O		烧失
老黄山	斜长角闪岩	4	47.05	0.83	14.27	2.21	10.97	0.18	8.09	11.36	2.31	0.71	0.06	1.11		99.68
烟墩山	辉石岩	2	44.29	1.02	4.49	4.15	4.81	0.13	20.60	16.17	0.42	0.03	—	3.63		100.00
通海	橄榄石	19	41.02	0.13	0.80	2.89	5.16	0.11	43.40	0.56	0.10	0.07	—	5.59	5.62	100.40

3.2 含磷变质镁铁质-超镁铁质侵入岩建造

鲁东地区的含磷矿变质侵入岩建造,主要分布于胶北隆起区,是一套变质的镁铁质-超镁铁质侵入岩建造。其主体岩性为辉石角闪岩、角闪辉石岩、斜长角闪岩等。这些岩体多呈脉状及岩株状侵入太古宙 TGG 质片麻状花岗质岩及古元古代荆山群变质地层中。诸如莱州彭家和蒋家、招远新村、栖霞观里和上马及牟平祥山等不同规模的磷矿床云母岩均是以岩脉、岩株的形式侵入不同时代的变质岩系中,总体呈 NEE 向展布,空间上位于高角闪岩相发育区段。

该建造含磷母岩,各地的岩性不尽相同。莱州彭家磷矿母岩为一角闪石岩体,莱州蒋家磷矿含矿母岩为角闪辉石岩体。这两处低品位磷矿床均是产于侵入太古宙 TTG 质片麻状花岗质岩的变质超镁铁质岩中。磷矿床中的磷灰石主要呈粒状分布于角闪石、辉石晶

① 山东地矿局第三地质队,1:5 万牟平等幅区调报告,1990。

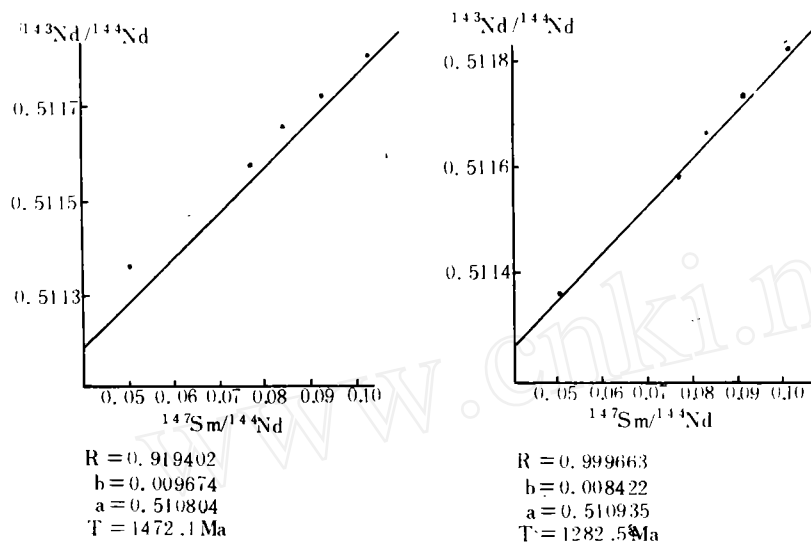


图8 通海单元 Sm - Nd 全岩时线

Fig. 8 The whole rock of Sm - Nd isochron of the Tonghai unit

隙间,且整个岩体普遍含磷较高,说明其成矿主要是在岩泉阶段^①。均属岩浆分结型磷矿床,局部有后期气液活动的叠加改造富集作用。

鲁东地区这套富含磷矿及其相关的一套变质镁铁质—超镁铁质侵入岩建造归属为莱州超单元彭家疃单元—辉石角闪岩及五佛蒋家单元—磷灰石角闪透辉岩^②。在同一超单元的西水沱单元中,测锆石 U - Pb 年龄样结果为 1 903Ma^③,表明其形成时代为古元古代。

大量的实验测试资料及由此而整理出的一系列变异参数、图样均以说明,该套含磷镁铁质—超镁铁质侵入岩建造,其源岩是上地幔和下地壳物质相混熔的产物。

参考文献

- 1 王沛成. 论胶北地区荆山群与粉子山群之关系. 中国区域地质, 1995, 1.
- 2 谢千里, 张本仁. 东秦岭秦岭群和宽坪群地球化学特征及古构造环境研究. 秦巴区域地球化学文集. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990.
- 3 张增清, 余宏川. 由钙、镁元素迁移规律, 讨论大石桥式菱镁矿床沉积成因的可能性. 武汉钢铁学院学报, 1983, 3.
- 4 刘宝珺. 沉积岩石学. 北京: 地质出版社, 1980.
- 5 兰心伊. 山东南墅前寒武纪含石墨建造的特征及石墨矿床的成因研究. 长春地质学院学报, 1981, 30~42
- 6 山东省地质矿产局地科处: 鲁东地区侵入岩岩石谱系单位划分序列(草案). 山东地质, 1996, 12(1): 1~9.

① 山东省地矿局区调队, 山东省区域矿产总结, 1989.

② 山东省地矿局第六地质队, 1996, 1: 5 万黄城等二幅区调报告(送审稿)。

METAMORPHOSED NONMETALLIC MINERAL — BEARING FORMATIONS IN THE PROTEROZOIC MEDIUM TO HIGH GRADE METAMORPHIC SEQUENCE IN EASTERN SHANDONG

Wang Peicheng

*(Regional Geological Institute, Shandong Bureau of
Geology and Mineral Resources)*

Zhang Chengji

(Science Division, Shandong Bureau of Geology and Mineral Resources)

Zhang Tianzhen

(Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences)

Abstract

The Proterozoic medium — to — high grade metamorphic rocks and nonmetallic mineral — bearing formations are distributed widely in eastern Shandong, where nonmetallic minerals, such as graphite, talc and magnesite, etc. rank an important position in our country. Eastern Shandong is an important ore — forming region of Proterozoic nonmetallic minerals. Major ore — bearing formations are as follows: graphite — bearing metasedimentary formation of leptynite — gneiss, metasedimentary formation of magnesite — and talc — bearing diopsidite, marble and magnesium — rich carbonate rocks; metasedimentary formation of andalusite, sillimanite and high — aluminium mica — gneiss; metasedimentary formation of quartzite sandy detrial rocks; formation of asbestos —, serpentin — and apatite — bearing mafic — ultramafic intrusive rocks, etc.

Various nonmetallic mineral deposits in eastern Shandong are controlled obviously by different ore — bearing formations; which are, controlled by different geotectonic environment.