

宽甸群中的层控矿床

姜春潮 刘光启

(沈阳地质矿产研究所)

宽甸群是中朝准地台东北部的一个很重要的含矿层位，其中含有一种独特的含硼建造，产有硼矿和硼镁铁矿-磁铁矿类型的矿床。

一、宽甸群的层序和含矿建造

笔者自1972年以来将辽吉东部地区的前寒武系由下到上划分为鞍山群、草河群、大栗子群、辽阳群、榆树砬子群和辽东震旦系。各群之间皆以不整合面相隔开。

宽甸群可分七个岩组，由下向上为：

(1) 双塔岭组(Ptk_1)：为堇青二云片岩，厚600米。在底部总有一层厚10米的石英岩层，不整合地盖在鞍山群和鞍山混合花岗岩(Mr_1)之上。

(2) 炒铁河组(Ptk_2)：厚500米。下部为黑云变粒岩段；上部为浅粒岩段，为含硼镁铁矿层位。

(3) 刘家河组(Ptk_3)：为层状角闪条痕混合岩，厚200—1000米。

(4) 高小岭组(Ptk_4)：厚500—1200米。下部为磁铁浅粒岩、角闪透辉变粒岩段；上部为黑云变粒岩、电气变粒岩、二云片岩段。翁泉沟式硼镁铁矿位于两个岩段的交界处。

(5) 林家台组(Ptk_5)：厚500—2000米，可分三个岩段：下部为条带状钙质大理岩段；中部为矽线石榴黑云片岩段；上部为镁质大理岩段，是变质热液再造矿床，如菱镁矿、玉石、滑石等矿床的赋存层位。

(6) 老营沟组(Ptk_6)：为层状角闪条痕混合岩，厚600—1000米。可分三个岩段：下部为角闪微斜浅粒岩段，有时为角闪条痕混合岩；中部为变粒岩、浅粒岩段，是硼矿的一个主要产出层位；上部为角闪条痕混合岩段。

(7) 砖庙组(Ptk_7)：厚度大于1500米。下部为浅粒岩、电气变粒岩段，为“白硼”矿层位；上部为黑云变粒岩夹斜长角闪岩、大理岩段，是杨林式铁矿和硫化铁矿层位。

总结上述，宽甸群中含硼层位有四个：“白硼”矿产于 Ptk_7 岩段中，为遂安石-硼镁石建造矿床；“黑硼”矿产于 Ptk_2 、 Ptk_4 、 Ptk_6 三个层位中，为硼镁铁矿-磁铁矿建造矿床。铁矿层位有三个： Ptk_4 、 Ptk_6 、 Ptk_7 。前两个层位与“黑硼”同属一个含矿建造，称翁泉式铁矿；后者则为磁铁矿-硫化物矿床，称杨林式铁矿。此外，还有产于 Ptk_5 镁质大理岩中的菱铁镁矿-磁铁矿矿床，称大安口式铁矿，规模较小。黄铁矿有两个层位： Ptk_4 、 Ptk_6 ，

矿床规模皆较大,很有发展远景。其他非金属矿床亦很多,有的还是这个群的特产,除硼矿外,还有玉石和石棉矿等。

二、宽甸群中层控矿床的特征

(一) 层控矿床的一般概念

层控矿床是指受一定的时间、地层单位控制的并产在一定的岩相单位内的具有各种成因的矿床。那些与围岩同时形成的矿床可称同成矿床,其中包括沉积矿床(同生的和成岩的)、海底火山喷发-沉积矿床、岩浆矿床以及卤水、盐滩矿床等。第二大类是再造矿床,其中包括同成再造矿床和变质热液再造矿床。前者是指那些原来为同成的,后经改造(包括区域变质再造)而形成的再造矿床,但仍保持其同成性质;而后者包括变质热液作用和超变质作用在内所形成的各种层控矿床。

(二) 含硼建造中“白硼”矿床的层控分析^①

宽甸群含硼建造中主要构成岩石,有各种变粒岩、浅粒岩、斜长角闪岩和大理岩等。各种变粒岩、浅粒岩的野外产状呈明显的层状,层位稳定,与大理岩成互层,具条带状构造,层理平直,延展很远。综合研究已有的岩石化学资料表明,这些变粒岩、浅粒岩,其中包括含电气石的岩石主要是沉积变质岩,斜长角闪岩大部分亦为沉积变质的产物。因此宽甸群中的含硼建造是沉积变质建造,可以应用沉积相分析的方法对其成矿条件进行探讨。首先对宽甸砖庙—杨木杆一带的 Ptk_1^{1-2} 的“白硼”赋存状态做一分析,以便从这一特定的成矿条件引出带有普遍性的层控规律。

1. 砖庙—杨木杆地区砖庙组第一岩段(Ptk_1^{1-2})的岩相变化

砖庙—杨木杆区 Ptk_1^{1-2} 岩段的含硼建造依其沉积旋回和含硼性可分上、下两个亚建造: Ptk_1^{1-1} 、 Ptk_1^{1-2} 为下亚建造; Ptk_1^{1-3} 、 Ptk_1^{1-4} 为上亚建造。含硼建造依其自然岩石组合可分如下五类:Ⅰ类岩石组合区:电气石变粒岩(TuG)+斜长角闪岩(Am)+大理岩(Mb)+黑云变粒岩(BiG)或浅粒岩(G);Ⅱ类岩石组合区:TuG+Am+Mb;Ⅲ类岩石组合区:TuG+Mb;Ⅳ类岩石组合区:TuG夹G;Ⅴ类岩石组合区:BiG+BiGn(黑云片麻岩)。

在砖庙—杨木杆区可将下亚建造圈出四个岩石组合区:Ⅰ类区有杨木杆、和平、砖庙;Ⅱ类区有大烟沟—刘家沟、二阳沟;Ⅲ类区只有南吊幌子;Ⅳ类区包括大汤石—泡子沿及其以北的广大地区(图1)。硼矿床主要形成在Ⅰ、Ⅱ类岩石组合区中。上亚建造可圈出三个岩石组合区:Ⅰ、Ⅳ、Ⅴ区,目前在上述亚建造中还未发现一处硼矿床。

在该区含硼建造中电气石变粒岩虽然厚度变化较大,但分布是相当稳定的,它可作为恢复区域构造和寻找含硼层位的一个重要标志层。

2. 砖庙组含硼建造中大理岩的特征

含硼建造中除 Ptk_1^{1-1} 中的透镜状大理岩为钙质外, Ptk_1^{1-2} 和 Ptk_1^{1-4} 中的大理岩皆为镁质。 Ptk_1^{1-2} 层大理岩是硼矿体的直接围岩,为白云菱镁大理岩和镁橄菱镁大理岩,具强烈蛇纹石化。在砖庙矿区 Ptk_1^{1-4} 大理岩由小汤石到老阳沟即由东向西MgO含量逐渐增高,

① 东北地质研究所614组,1964—1965,宽甸东部硼矿床及其分布规律。

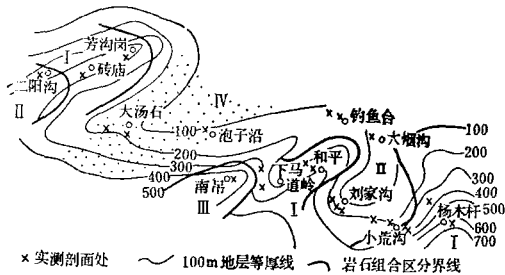


图1 含硼建造下亚建造岩石组合区分配示意图
Fig. 1. Diagrammatic geological map showing the distribution of rock associations in lower subformation of the boron-bearing formation.

在MgO含量高的地区即使热液蚀变很强烈也无硼矿体形成。

综上所述，可以说明硼矿体的形成是有一定层位的。即使在同一含硼建造中岩石组合和大理岩成分相似条件下，硼矿体亦只存在于 Ptk_7^{-2} 层中，表现出硼矿形成的同生性质，而与混合岩化作用、气成热液作用的强弱无多大关系。

3. 含硼建造大理岩的蚀变交代作用对含矿层的影响

砖庙含硼建造大理岩受到较明显的混合岩化蚀变交代作用，产生各种蚀变交代岩，使原始的含硼矿层发生矿物成分、矿体内部结构、构造的重大改变以及物质组分的局部迁移调整。

含硼建造中矿体的围岩主要有斜长角闪岩、电气黑云变粒岩、角闪变粒岩、镁质大理岩。围岩蚀变依原岩成分不同而表现不同。蚀变交代作用阶段依形成矿物组合和交代关系可划分成早—中期和晚期两个阶段：早—中期除表现为近矿围岩的重结晶和微斜长石交代作用外，热液中还有大量的B、F等挥发分，于是围岩中得以形成含有这些组分的蚀变矿物。硼矿物主要有板状硼镁石和透辉石。晚期阶段表现出低温热液蚀变交代作用非常强烈，可以大致分成前后两期：前期主要表现为硅镁石的蛇纹石化、透辉石的透闪石化和金云母的绿泥石化，以及早—中期形成的硼酸盐矿物的纤维硼镁石化和碳酸盐矿物的蛇纹石化和水镁石化；后期则主要表现为纤维硼镁石、石棉、绿泥石等细脉充填。

我们经常可以看到含硼大理岩与铝硅酸盐岩的接触带上有明显而稳定的分带性：

(1) 斜长角闪岩与大理岩的接触带：斜长角闪岩—透辉石金云母带—蛇纹岩带—硼镁石蛇纹岩带。

(2) 含电气石、黑云母或角闪石的变粒岩与大理岩的接触带：变粒岩—透闪电气石带—金云母带—蛇纹岩带。

这种蚀变分带现象不仅见于含硼矿体的大理岩，在镁质大理岩同铝硅酸盐岩接触带上同样可见。这种交代作用都是发生在硼矿体形成之后，而不是像混合岩化成矿说所解释的那样，硼是由外部带入的。其理由：①矿体产在固定层位中，这与由下而来的含硼热液交代成矿有明显矛盾。宽甸群中的镁质大理岩有多层，而林家台组(Ptk_5)更厚，从未发现有硼矿体存在。②现存的硼矿体不是产在蚀变交代带中，而是在大理岩的内部。现存的矿石矿物组合是区域变质和混合岩化的结果。蚀变交代作用对原生硼矿体只是一种叠加作用而已。

4. 砖庙硼矿体的产状

砖庙矿区在 Ptk_7^{-2} 中已确定有四个硼矿层，层位稳定。各个矿层中矿体呈盘状或透

镜状，其产状与围岩一致。各个矿体皆明显向西侧伏，倾伏角在 28° — 40° 之间。从图2中可以看出，砖庙含硼层中由西向东依次出现下列的硼矿体：西部老阳沟—花园沟只有下部两个矿层；中部砖庙沟则四个矿层皆发育；向东到栾家沟、小汤石一带则下部矿层逐渐消失，主要为上部两个矿层。矿体在含矿层中的这种配列方式和其产状说明，矿体的形成是同原始硼的富集状态有直接关系的。

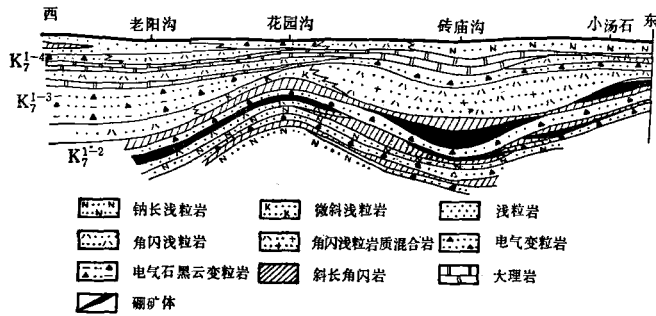


图2 砖庙矿区含硼建造相剖面示意图
Fig. 2. Diagrammatic geological section of boron-bearing formation in Zhuanmiao mining area.

(三) 硼-铁-稀土建造矿床的层控分析

1. 成矿系列时空分布的总特点 宽甸地槽中的硼-铁-稀土建造和含硼建造可分出一个集中带。在我国境内该带宽45公里，长400公里，其延长方向与地槽的中轴方向一致(图3)，

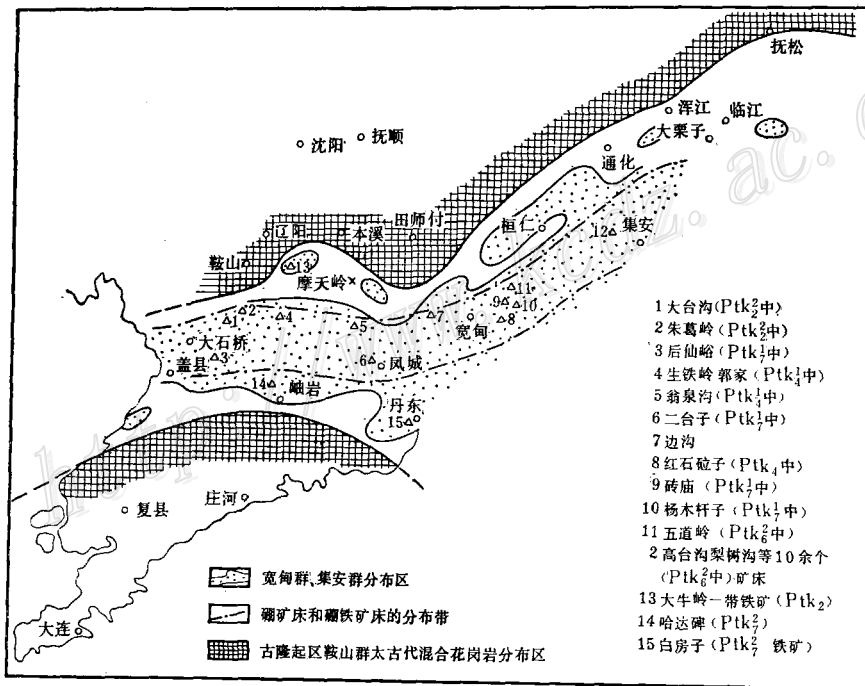


图3 宽甸地槽区硼-铁-稀土矿带分布略图
Fig. 3. Schematic geological map showing the distribution of B-Fe-TR ore zone in the Kuandian geosyncline.

可称中部硼-铁矿带,其两侧为铁矿带。在地层上,硼-铁-稀土建造共有三个层位: Ptk₂、Ptk₁、Ptk₃三个岩段。在空间上和在地层柱上,边部带同中部带比较在成矿上有很大差别,表现在:(1) 现有宽甸群(集安群)中所有硼矿床和硼-铁矿床全部集中在中部带中;边部带还未发现一处硼矿床;(2) 硼和铁元素富集的总趋势是由西向东铁的含量逐渐减少,硼的含量逐渐增高,由地槽边部向中部亦出现同样情况;(3) 地层柱上呈现出斜列式的分带现象(图4)。如在辽阳—海城一带Ptk₄岩组中有大量的磁铁浅粒岩,其中有生铁岭式的磁铁矿-稀土建造矿床产出;向东到翁泉沟则为磁铁矿-硼镁铁矿建造;到宽甸红石砬子则为硼镁铁矿-硼镁石建造。Ptk₃岩段由西向东,在辽阳岫岩一带未形成矿床,只偶尔见些小的铁矿扁豆体;向东到凤城袁家沟则有磁铁矿床出现,到宽甸则出现磁铁矿-硼镁铁矿建造;到牛毛坞五道岭、集安高台沟则为硼镁铁矿-硼镁石建造。因此硼-铁-稀土建造在空间和时间上由西向东或由地槽边部向中部出现三个亚建造,形成三个斜列带:(I) 磁铁矿-稀土亚建造,即生铁岭式铁矿;(II) 磁铁矿-硼镁铁矿亚建造,即翁泉沟式硼、铁矿;(III) 硼镁铁矿-硼镁石亚建造,如五道岭、高台沟等以硼矿为主的矿床。因此可以说从层控观点来考虑,硼-铁-稀土建造在各地区的矿石矿物组合虽不同,但它们的形成可能是一个统一的

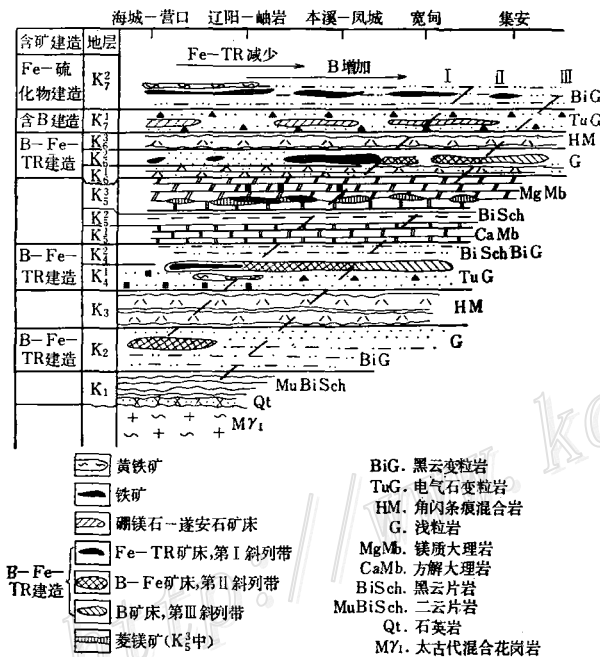


图4 宽甸群中层控矿床在空间和时间上分布规律示意图

Fig. 4. Schematic diagram showing distribution regularity in time and space of stratabound deposits in Kuandian Group.

内在因素在起控制作用,即处在同一个水盆地中,由原始的成矿因素,主要是由铁、硼、稀土和碳酸镁的富集状态决定的。接近盆地的周边地区则铁、稀土等大量聚集;向中部则硼含量逐渐增高。斜列带的出现可能是由于宽甸地槽范围逐渐收缩的结果造成的。因此不同类型矿床的出现取决于原始含矿层中的硼、铁的有无和多寡。

2. 磁铁矿-稀土亚建造(生铁岭式) 本亚建造是属于硼-铁-稀土建造的边部矿相带,即第I斜列带中的矿床。主要分布在辽阳—岫岩一带,产在环绕牧牛穹窿的 Ptk₄顶部的磁铁浅粒岩中,有固定层位。在塔子岭向斜南翼有生铁岭矿床,北翼有辽阳郭家矿床等。两者相

距有20公里,层位完全相当。

生铁岭矿床含矿层中是两个扁豆体群,矿体产状与地层完全一致。矿石呈致密块状,粒度较粗。金属矿物常见有磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿,较少的有磁赤铁矿、针铁矿、黄铁矿和极少的铜蓝和辉钴矿等,其他矿物有独居石、磷灰石、重晶石等。据杨忠杰^①研究认为矿石中的独居石多为浑圆砂状,表面呈毛玻璃状、矿石呈变余砂状结构,矿体呈层状产出,并有固定层位,据此他认为这种类型的矿床应属沉积变质成因。

3. 磁铁矿-硼镁铁矿亚建造(翁泉沟式硼铁矿) 本亚建造是硼-铁-稀土建造中第Ⅱ个斜列带中的矿床,包括凤城翁泉沟、宽甸大西岔等一系列硼、铁矿床(图4)。凤城县翁泉沟地区是一个被草河褶皱强烈改造了的穹窿,这一点和牧牛穹窿极其相似。穹窿的核部为宽甸群刘家河组(Ptk_3)的条痕状混合岩,其周边为 Ptk_4 和 Ptk_5 等岩组围绕。区内铁硼矿体皆赋存在 Ptk_4 岩组的下部变粒岩段,有两个铁、硼矿层。在该区西部铁硼矿层趋于尖灭,继之出现磷灰石矿,形成本区的铁硼-铀建造和磷-稀土建造的成矿系列。矿体产状与区域地层一致,呈整合接触,随地层同步褶皱。矿体形态与白云石大理岩一致,呈层状、似层状、透镜状,沿地层走向断续延伸,长达十几公里,反映出他们之间的同生关系。组成矿石的矿物达20余种,主要有磁铁矿、硼镁铁矿、柱状硼镁石以及各种硅酸盐矿物和碳酸盐矿物等。

4. 硼镁铁矿-硼镁石建造(高台沟式) 本亚建造的矿床是硼-铁-稀土建造中的第Ⅲ斜列带中的矿床。矿体呈似层状,以扁豆体群产出,有固定层位。矿石以硼镁石类为主,硼镁铁矿少量。这种类型的含矿建造、矿物组合和交代作用特点等类似于翁泉沟式,只是矿石中含铁较少,硼的含量增高,故主要做为硼矿的开采对象。

(四) 富硫化物的磁铁矿建造(杨林式铁矿)

该建造由黑云变粒岩、浅粒岩尤其以磁铁浅粒岩为主构成。其典型的含矿剖面由下向上是磁铁矿—黄铁矿—黄铜矿。矿体呈层状,似层状或扁豆状,其产状与围岩一致。由于变质热液的叠加,局部见有脉状矿体。矿体规模不等,长几十米至数公里,厚十几厘米到数米。矿石矿物主要是磁铁矿、假象赤铁矿、赤铁矿、黄铁矿和黄铜矿等。矿石类型为致密块状和条带状。脉石矿物有石英、绿泥石、绿帘石等蚀变矿物以及多量的粗粒微斜长石。这类矿石为混合交代产物。条带状矿石为磁铁矿和浅粒岩相间呈宽条带。铁矿物与石英、微斜长石呈均粒状镶嵌变晶结构。杨林式铁矿多为富矿,含硫一般在1%以上。矿石中常含钴、铜,它们或与铁矿共生,或单独形成硫化物矿体,而构成铜、钴、铁矿床,如营口市家卜子和丹东的白房子铁矿等。

(五) 菱铁镁矿-磁铁矿建造(大安口式铁矿)^②

以辽阳大安口铁矿为代表,矿床产在 Ptk_3 镁质大理岩层中。矿体基本上是呈整合的大透镜体。矿石分两种类型,菱铁镁矿+磁铁矿和菱铁镁矿+似铁白云石+磁铁矿。矿石矿物主要是磁铁矿,其次有针铁矿、水锰矿、黄铁矿、磁黄铁矿和黄铜矿。矿体近地表部位均发育有铁帽型褐铁矿。

① 杨忠杰,1979,生铁岭独居石型稀土矿床地质特征,《辽宁区域地质》,第四期。

② 全贵喜,1979年资料。

(六) 其他几种非金属矿床的层控特征

宽甸群中其他几种具有层控特点的非金属矿床包括黄铁矿、磷矿、玉石、滑石、石棉、菱镁矿等。这些矿产或为同成再造矿床, 或为变质热液再造矿床, 它们都是产在一定的地层层位中。

1. 黄铁矿: 宽甸群中具有层控特点的黄铁矿床分别产于 Ptk_4^1 、 Ptk_5^2 两个层位下部的浅粒岩和变粒岩层中, 为沉积变质型矿床。矿体呈层状或似层状, 与围岩整合接触。矿石具明显的条带状和条纹状构造。矿石矿物组分简单, 以黄铁矿为主, 含微量的磁黄铁矿和黄铜矿。

2. 磷矿: 在宽甸群中或相当的地层中有三种含磷建造类型, 即: 硼-铁-稀土建造型、变粒岩建造型和同斜长角闪岩型共生的磷矿。前两者的工业意义不大; 后者在胶东掖县和朝鲜双龙都有规模很大的矿床。从含矿建造、岩石组合和产出层位分析, 该两地的磷矿应产在相当于宽甸群的 Ptk_4 和 Ptk_5 岩组的过渡层中。这就给我们在辽吉地区寻找同斜长角闪岩共生的磷矿, 在层位上提出一个方向。

3. 菱镁矿、滑石、玉石、石棉等层控矿床: 这些层控矿床应属于变质热液再造矿床。它们的层控条件是由 Ptk_5^2 镁质大理岩的岩性决定的。菱镁矿、滑石在辽吉地区系受两个层位控制: 宽甸群中的 Ptk_5^2 和辽阳群的大石桥组。宽甸群中的菱镁矿, 产在中-高级区域变质岩石组合中, 其围岩的同位素年龄在21亿年以上。而辽阳群大石桥组的菱镁矿产于未变质或浅变质的碳酸盐中, 其围岩年龄在17—10亿年之间。

岫岩玉石矿以及石棉矿产于宽甸群 Ptk_5^2 岩段。与该岩段受到中高级区域变质和混合岩化作用有关。

参 考 文 献

- 〔1〕 中国科学院贵阳地球化学研究所、地质研究所 1974 东北内生硼矿床的矿物组成和矿床成因的研究 科学出版社
- 〔2〕 Gabelman, J. W., 1976, Classification of stratabound ore deposits, Handbook of Stratabound and Stratiform Ore Deposits. Vol. 1.

ON THE STRATABOUND MINERAL DEPOSITS IN THE KUANDIAN GROUP

Jiang Chunchao and Liu Guangqi

(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences)

Abstract

The stratabound mineral deposits in the Kuandian Group (PtK) are all transformed deposits and might be classified into two types: syngenetic transformed deposits, such as boron, iron, rare-earth, pyrite and apatite ores, and metamorphic hydrothermal transformed deposits, such as magnesite, asbestos and talc.

The boron deposits in the Kuandian Group are confined to the middle part of the Kuandian geosyncline 45km in width and 400km in length, constituting a boron ore zone trending in the same direction as the geosyncline itself. They may be classified commercially into two types, i. e., "white boron ore" and "black boron ore". The former, made up mainly of boronmagnesite and suanite, are rarely associated with ferruginous minerals, while the latter contains ludwigite and magnetite, forming ore of mixed type; the former occurs unexceptionally in PtK₁ while the latter can be found in three stratigraphic positions, i. e., PtK₂, PtK₃ and PtK₄. The B-Fe-TR formation has formed in time and space a metallogenic sequence and three obliquely arranged zones on account of the uneven distribution of useful element composition in the original strata. Within the Kuandian geosyncline, therefore, three subformations could be recognized from its periphery in inward succession: Fe-TR, B-Fe-TR and B-(Fe) subformations, accompanied by an increase in B and a decrease in Fe.

So far as economic significance is concerned, the iron deposits in the Kuandian Group are likely to be assigned to four types, namely, Fe-TR type (Shengtieling type), Fe-B type (Wengquangou type), Fe-rich and sulfide-bearing type (Yanlin type) and Fe-magnesite—magnetite type (Daankou type).

The "sedimentation-transformed" idea ought to be emphasized in the whole process of mineral exploration for stratabound deposits in Kuandian Group except for metamorphic-hydrothermal-transformed ones. Sedimentation is the base of being transformed, which has been verified by years of survey and prospecting.