

## 辽宁宽甸砖庙硼矿区成矿地质特征及找矿

刘敬党<sup>1,2</sup>, 肖荣阁<sup>1</sup>, 王生志<sup>2</sup>, 王翠芝<sup>1</sup>

(1. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 辽宁省化工地质勘查院, 辽宁 锦州 121000)

**摘要:**通过对砖庙硼矿区野外地质、地球化学、数学地质等深入研究,提出了研究区硼矿床经历了沉积成岩成矿作用和变质-混合岩化改造成矿作用两个成矿期,为沉积变质改造型硼矿床。本次研究工作查明了该区硼矿体总体向西侧伏的规律和北北东向断层为倾角小于 40°的逆断层,并以此为指导,在逆断层下盘找到了栾家沟硼矿、花园沟硼矿、二人沟硼矿 3 个大型隐伏硼矿床,取得了重大找矿突破。

**关键词:**砖庙硼矿区;成矿地质特征;北北东向构造;沉积变质再造;大型硼矿床

砖庙硼矿区位于华北地台辽东台背斜营口-宽甸古隆起的东部<sup>[1]</sup>,是我国重要特大型硼矿集中区。该区现已探明 3 个大型硼矿床和 1 个中型硼矿床(图 1)。

## 1 矿区地质特征

## 1.1 地层

矿区内出露地层为古元古界辽河群变质岩系,由里尔峪组、高家峪组地层组成(图 1),地层由老到新如下。

1.1.1 里尔峪组(Pt<sub>lhr</sub>)

该组地层分为 3 个岩段:

(1)混合岩段(Pt<sub>lhr1</sub>)。岩石类型为条痕状混合岩和混合质磁铁微斜浅粒岩,局部夹有斜长角闪岩或角闪岩。

(2)含硼变粒岩段(Pt<sub>lhr2</sub>)。由电气斜长变粒岩、电气微斜变粒岩、含硼蛇纹石化大理岩、斜长角闪岩组成,为赋矿层位。

(3)浅粒岩段(Pt<sub>lhr3</sub>)。岩石组合为磁铁微斜浅粒岩、电气二长浅粒岩及更长浅粒岩,夹角闪斜长变粒岩、黑云斜长变粒岩。

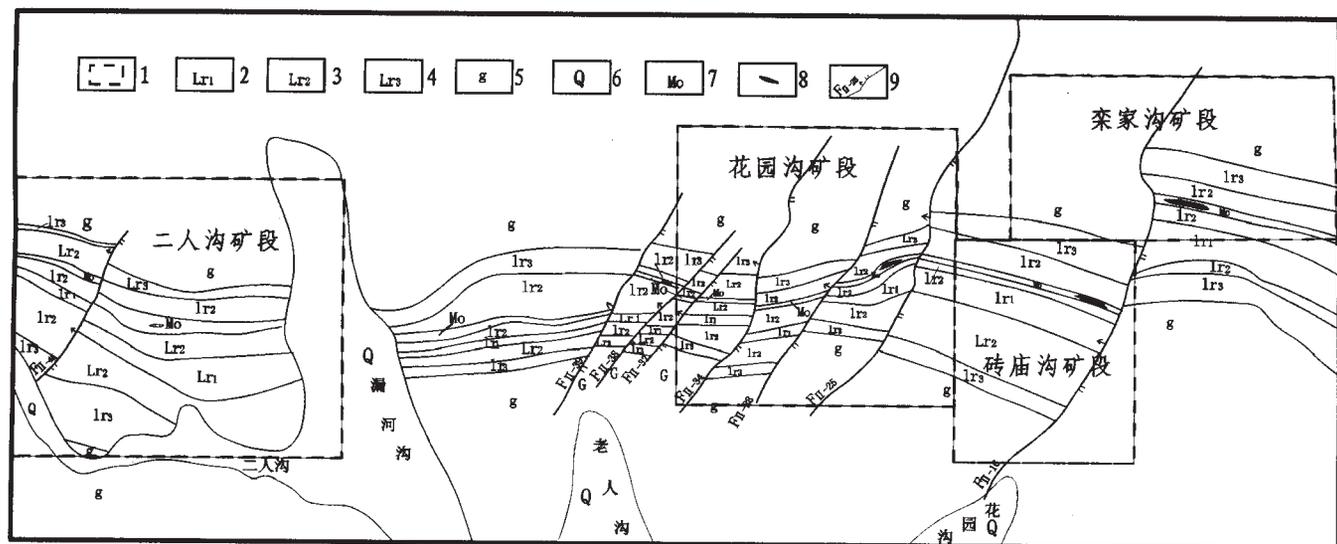


图 1 砖庙硼矿区地质简图

Fig. 1 Geologic map of Zhuanmiao borate ore-field

1—矿段范围(deposit limit) 2—辽河群里尔峪组一段(Member 1 of Lieryu formation, Liaohu group) 3—里尔峪组二段(Member 2 of Lieryu formation); 4—里尔峪组三段(Member 3 of Lieryu formation); 5—辽河群高家峪组(Gaojiayu formation of Liaohu group); 6—第四系(Quaternary); 7—蛇纹石化大理岩(serpentinized marble) 8—地表出露矿体(outcropped ore body) 9—断层及其编号(fault)

收稿日期 2005-02-24;修回日期 2005-04-04. 李兰英编辑.

1.1.2 高家峪组(Pt<sub>lhg</sub>)

以含石墨为特征,覆盖于里尔峪组地层之上,整合接触关系.岩石组合为含石墨榴夕线黑云斜长(二长)片麻岩、含墨透辉(角闪)斜长变粒岩,并见有黑云斜长变粒岩、斜长角闪岩、透辉方解大理岩和浅粒岩夹层.

1.2 构造

矿区内所见构造为东西向构造和北北东向构造.前者为褶皱构造,后者则为断裂构造(见图 1).

1.2.1 褶皱构造

矿区东西向褶皱构造,属迟家堡子复背斜次级褶皱,分布于矿区中部,背斜轴呈近东西向,核部为里尔峪组混合岩段地层.两翼由含硼岩系和高家峪组地层构成,两翼地层均向北陡倾,倾角 60~80°.南翼地层为倒转层位.

1.2.2 断裂构造

从图 1 中可看到,矿区内断裂构造主要为—组北北东向断层组成.该组断层对含矿层有一定影响,本次研究的对象,对该区找矿有重要的意义.

1.3 矿床地质特征

砖庙硼矿区矿层(体)产出严格受层位控制,具层控性.容(控)矿岩石为古元古界辽河群里尔峪组白云质大理岩,矿体围岩主要为白云质大理岩、电气斜长(微斜)变(浅)粒岩、斜长角闪岩、混合岩、混合花岗岩等.矿石类型主要为硼镁石—蛇纹石型、遂安石型、板状硼镁石—菱镁矿型 3 种类型.主要矿石矿物为纤维状硼镁石、遂安石、板状硼镁石、柱状硼镁石,脉石矿物主要为蛇纹石、白云石、菱镁矿、镁橄榄石、方解石、金云母、硅镁石、水镁石、透闪石等.矿体多呈似层状、层状,沿走向、倾向均呈膨缩明显的舒缓波状.矿区各矿段矿体均沿走向向西侧伏,侧伏角 30~45°,矿体厚度与大理岩厚度及矿石品位均呈正比关系.矿石结构主要为板状—柱状变晶结构、纤维状变晶结构、交代结构.矿石构造主要为带状构造、团块状构造,交错脉状构造、角砾状构造、反角砾状构造和花斑状构造.

1.4 常量元素、稀土元素及微量元素地球化学

砖庙矿区硼矿石及含硼大理岩以富镁为特征(表 1),局部可出现较富钙的岩石(仍以白云石为主).通过对该区硼矿石及含蛇纹石化大理岩样品全分析结果进行统计分析,表明 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 与 MgO 呈正相关,与 SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 CaO 呈负相关,其中 B 的富集与

岩石中 Mg 的含量关系密切,相关显著<sup>[2]</sup>.

含硼蛇纹石化大理岩及硼矿石微量元素和稀土元素化学分析结果(表 2、3、图 2)表明,矿石的 REE 丰度变化范围较大.其中未遭受明显橄榄石化、蛇纹石化样品的 REE 丰度值很低,REE 总量不到 5×10<sup>-6</sup>;而遭受明显橄榄石化、蛇纹石化的大理岩及矿石,其丰度值相对较高.蚀变越强,REE 丰度越高.与碳酸盐平均值相比(Turekian and Wedepohl,1961)这些含硼蛇纹石化大理岩和矿石中除了 B 明显富集外,还出现了 Sc、Hf、Nb、Ta、Co 和 Ba 的富集,个别样品还富 Sn(75×10<sup>-6</sup>),这表明硼酸盐、碳酸盐沉积时的物质来源中可能有酸性火山物质.

1.5 C、O 同位素地球化学

研究区 12 个含硼蛇纹石化大理岩样品的 δ<sup>13</sup>C 值为 -4.9‰ ~ +3.4‰,δ<sup>18</sup>O 值为 +9‰ ~ +23.3‰.根据 Keith 和 Weber(1964)提出的以 δ<sup>13</sup>C、δ<sup>18</sup>O 区分海相碳酸盐的公式,Z=2.048×(δ<sup>13</sup>C+50)+0.489×(δ<sup>18</sup>O+50),若 Z>120,则为海相沉积碳酸盐;Z<120,则为陆相沉积碳酸盐岩.本区 12 个含硼蛇纹石化大理岩样品 Z 值范围为 124.88~147.79,平均值为 135.53,

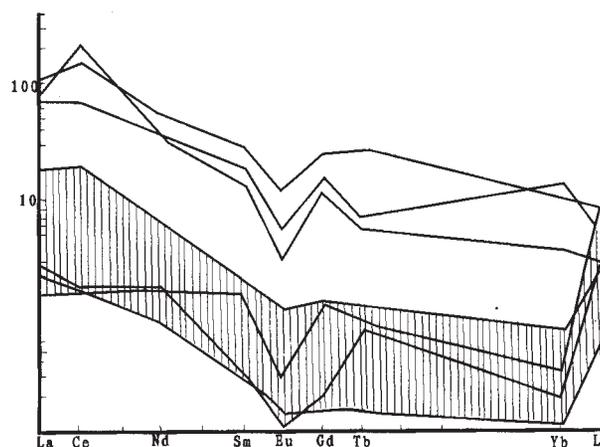


图 2 含硼大理岩和硼酸盐矿石的 REE 球粒陨石标准化分布型式

Fig. 2 REE standardized distribution patterns of boron-bearing marble and borate ores

阴影区为基本未蚀变的硼镁石—菱镁矿型矿石和大理岩,其余曲线为不同程度橄榄岩化的样品(大理岩或矿石)

表 1 硼矿石、大理岩常量元素分析结果

Table 1 Analysis result of common elements in boron ores and marble

序号	样品号	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	MnO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOS	Total
1	HHQ-01	32.96	6.97	6.50	4.95	28.21	0.19	2.89	2.58	0.51	1.00	0.12	7.79	2.74	97.41
2	HHQ-02	27.58	5.09	9.46	4.86	32.14	0.24	2.82	0.28	0.54	0.25	0.03	9.06	6.30	99.65
3	RHQ-01	6.29	0.69	2.78	4.11	45.63	0.32	2.65	0.16	0.66	0.05	0.02	36.97	0.63	100.93
4	LHQ-01	17.79	0.61	3.36	2.47	34.31	0.62	12.65	0.00	0.00	0.022	0.029	0.51	28.54	100.81
5	LHQ-02	1.01	1.43	0.99	0.84	33.55	0.20	18.15	0.003	0.11	0.07	0.00	3.52	37.04	96.91

测试单位:辽宁省地勘局测试中心.1、2 为花园沟矿段硼镁石—大理岩型矿石;3 为二人沟矿段硼镁石型矿石;4、5 为栾家沟矿段大理岩.含量单位 %.

表 2 含硼大理岩-硼酸盐矿石微量元素化学分析

Table 2 Chemical analysis of trace elements of boron-bearing marble and borate ores

序号	样品号	Rb	Sr	Ba	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Zr	Nb	Ta
1	R5-2-7	30.00	312	279.00	78.6	89.7	20.4	46.5	37.20	132.0	42.60	51.5	2.70
2	R5-1-1	26.30	317	239.00	116.0	83.9	28.6	44.0	43.60	181.0	78.00	66.4	2.90
3	LA-27	54.40	315	67.00	140.0	102.0	39.3	47.5	34.20	132	67.40	68.6	3.00
4	LA-22	8.81	288	9.00	85.3	73.6	25.7	61.0	23.50	82.5	7.52	28.5	2.80
5	LA-20	4.81	152	107.00	130.0	48.5	63.4	30.5	3.72	104.0	-	32.7	2.80
6	LA-19	8.73	222	1.00	88.7	62.4	31.2	60.6	14.20	86.7	16.80	33.1	3.00
7	H5-148	31.60	209	47.00	101.0	73.1	25.4	33.0	2.94	166.0	18.80	36.9	2.90
8	H5-161	57.20	314	179.00	150.0	89.0	34.6	40.6	30.70	139	69.90	56.3	3.20
9	碳酸盐平均	3.00	610	10.00	20.0	11.0	0.1	20	400	20.0	19.00	0.3	0.0x

序号	样品号	Th	U	Hf	Se	Sn	W	Pb	Mo	Li	Y	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	R5-2-7	4.03	0.16	4.8	12.4	-	0.02	9.50	0.61	0.40	0.17	7.57
2	R5-1-1	8.47	0.14	3.9	16.6	75.00	0.02	8.10	2.40	0.24	0.20	34.88
3	LA-27	11.70	4.26	3.7	10.1	-	0.03	10.10	0.55	1.43	18.20	26.40
4	LA-22	2.96	0.12	4.0	6.1	-	0.05	9.40	0.62	1.67	8.10	3.78
5	LA-20	-	0.18	3.5	4.7	2.68	0.34	8.40	0.62	1.90	3.03	0.55
6	LA-19	-	0.85	3.4	5.0	-	0.52	8.90	0.94	2.14	32.36	0.67
7	H5-148	7.91	12.00	3.6	8.9	20.60	0.02	17.20	0.97	2.38	23.70	17.28
8	H5-161	13.1	2.30	3.5	5.4	-	0.05	10.10	1.91	4.76	0.44	29.42
9	碳酸盐平均	1.7	2.2	0.3	10	0.x	0.6	9.00	0.40	5.00	30.60	0.0068

测试单位: 元素 Y 由辽宁省地勘局测试中心用等离子质谱仪(ICP)测定, 其他元素由长春地质学院 X 荧光光谱实验室测定. 1~3 为硼镁石-大理岩型矿石, 4~6 为蛇纹岩化含硼大理岩及矿石, 7、8 为硼镁石-橄榄石、透辉石型矿石, 9 据 Turekian and Wedepohl(1961). 含量单位: B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 为%, 其余为 10<sup>-6</sup>.

表 3 含硼大理岩-硼酸盐矿石 REE 分析

Table 3 REE analysis of boron-bearing marble and borate ores

序号	样品号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Σ
1	R5-2-7	0.85	1.42	0.11	1.04	0.13	0.01	0.04	0.12	0.06	0.069	<0.01	0.010	0.02	0.020	2.859
2	R5-1-1	0.72	1.36	0.03	0.50	0.13	<0.01	0.05	0.035	0.04	0.039	0.01	0.002	0.04	0.087	3.043
3	LA-27	20.96	54.17	4.67	20.73	3.53	0.36	4.02	0.300	3.75	0.601	2.01	0.221	2.89	0.186	117.858
4	LA-22	26.05	167.88	7.16	21.99	2.54	0.20	2.89	0.243	1.44	0.274	0.59	0.101	0.76	0.088	232.206
5	LA-20	0.47	1.36	0.19	0.98	0.29	0.02	0.34	0.041	0.43	0.153	0.27	0.039	0.67	0.295	5.548
6	LA-19	7.19	38.45	3.87	11.75	3.27	0.23	3.30	0.322	3.06	0.541	1.90	0.234	2.69	0.211	77.018
7	H5-148	35.98	128.51	11.78	32.39	5.37	0.83	5.82	1.197	3.26	0.698	2.40	0.507	2.16	0.263	231.165
8	H5-161	5.57	15.55	1.64	3.81	0.43	0.08	0.35	0.056	0.12	0.081	0.07	0.025	0.14	0.076	27.998

测试单位: 辽宁省地勘局测试中心用等离子质谱仪(ICP)测定. 含量单位: 10<sup>-6</sup>.

显示了海相沉积碳酸盐岩的特点.

#### 1.6 硼同位素地球化学

表 4 列出了研究区遂安石、硼镁石、电气石样品的 δ<sup>11</sup>B 值, 通过与地壳中硼库数据相比 (图 3), 可以看出地层及矿体中的硼质均来源于地壳深部.

#### 1.7 数学地质特征

对花园沟、栾家沟、二人沟、后仙峪等硼矿床的矿石及含硼大理岩样品分析结果进行了 R 因子分析及混合分析筛分, 结果表明<sup>[3]</sup>, 该区的硼矿床经历了漫长复杂的地质过程, 经历了 2 次

成矿作用, 即沉积成矿作用和变质-混合岩化成矿作用.

#### 2 关于矿床成因的讨论

据前述, 中国辽东-吉南古元古代硼镁石型硼矿床可划分为 2 个成矿期.

##### 2.1 沉积成岩成矿作用

##### 2.1.1 海底火山喷流、火山热泉成矿作用阶段

古元古代各硼矿区在各自构造盆地发展过程中, 由于同生断裂构造的长期及间歇性活动, 富 B、Mg、Fe 等物质的火山热

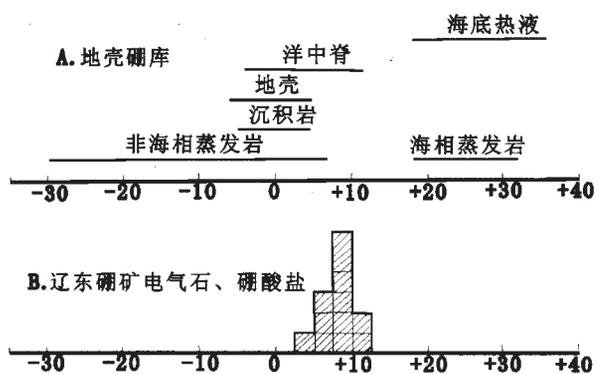


图 3 辽东硼矿床中电气石、硼酸盐和地壳中主要硼库的同位素组成

Fig. 3 Boron isotope compositions in tourmaline and borates from Eastern Liaoning and in the crust  
陆壳中硼库  $\delta^{11}\text{B}$  值主要据 John F. Slack(1980) 资料 ( $\delta^{11}\text{B}$  from John F. Slack, 1980)

流、火山热泉沿同生断裂溢出海底,促使各封闭盆地内海水中富含大量 B、Mg、Fe 等成矿物质,这是硼矿床硼物质的最初聚集,也是硼矿形成的重要阶段。

2.1.2 成岩成矿阶段

初始形成的富含 B、Mg、Fe 等成矿物质的封闭盆地,在后来干旱条件下蒸发、浓缩,沉淀出盐类矿物,最初的沉积物可能是水菱镁矿及硬石膏,随之为镁的硼酸盐(如多水硼镁石、柱硼镁石等),从而形成最初的硼矿层。

2.2 变质-混合岩化改造成矿作用

2.2.1 变质作用阶段

区域变质作用对原形成的硼矿层影响主要表现为随热流升高,一些矿物重结晶及含水硼酸盐矿物脱水,成矿物质并未进一步活化、转移。

表 4 遂安石、电气石和硼镁石的  $\delta^{11}\text{B}$

Table 4  $\delta^{11}\text{B}$  of suanite, tourmaline and boromagnesite

样品号	样品类型	矿物	$\delta^{11}\text{B}/\text{‰}$	
			1	2
501-5-2	电气石变粒岩	电气石	+6.9±0.4	+6.7±0.3
501-5-10	电气石变粒岩	电气石	+6.7±0.4	+7.0±0.4
K5-16	电气石变粒岩	电气石	+3.9±0.3	+4.5±0.3
K9-6-4	电英岩	电气石	+9.7±0.3	+9.5±0.3
M-3	电英岩	电气石	+9.4±0.2	+9.2±0.4
501-1-4	电英岩	电气石	+7.9±0.4	+8.3±0.3
501-1-7	矿体	遂安石	+10.9±0.3	+11.1±0.3
2R-16	矿体	硼镁石	+10.3±0.2	+9.6±0.4
501-4-6	矿体	硼镁石	+10.2±0.3	+10.1±0.2
采-2	矿体	遂安石	+12.767	
Hy-9	电英岩	电气石	6.835	
408-32	矿体	硼镁石	8.318	

2.2.2 混合岩化作用改造阶段

受变质作用后期混合岩化作用及构造变形作用影响,原硼矿层产生变形,硼质活化、迁移、重新富集就位,形成局部厚大、品位较高的硼矿床。

综上所述,辽东-吉南地区古元古代硼镁石型硼矿床为沉积变质改造型硼矿床。

3 北北东向构造研究及找矿

砖庙硼矿区最早在 1960~1966 年间由某地勘单位进行地质勘查工作,找到了砖庙沟矿段中型硼矿床,并提交了勘探地质报告,在对柞家沟、花园沟、二人沟 3 个矿段进行地质工作中,由于对矿段内北北东向构造认识不清,认为 3 个矿段不会存在有价值的硼矿床,因此,只对 3 个矿段简单进行了评价。

1979 年作者进入砖庙硼矿区,首先对柞家沟矿段资料进行深入综合研究,并对矿段 F<sub>II-16</sub> 号断层进行野外深入细致的研究。通过分析发现,F<sub>II-16</sub> 号断层沿北北东向展布,横贯南北,沿走向呈舒缓波状,倾向北西(图 4)。断层构造破碎带宽达 20 多米,挤压破碎明显,破碎带内糜棱岩发育,多为后期脉岩充填。断层近垂直切割矿区地层,东盘相对往东北扭动,西盘相对向南西扭动,断距较大。从地表及浅部看,断层倾向较陡,有些地方近乎直立。但经过从浅井深部观察,断层倾向呈变缓趋势,推测深部倾向可能小于 45°。通过分析研究,我们提出了 F<sub>II-16</sub> 号断层可能为倾向较缓的逆断层,根据矿区矿体向西侧伏的规律,判断在逆断层下盘可能会有厚大硼矿体存在。

基于上述研究成果,我们对该区的找矿思路进行了重大调整,把找矿勘查重点放在 F<sub>II-16</sub> 号断层的西盘(上盘)。首先选择在 176 线施工了 ZK71 号钻孔(见图 4),结果在孔深 14.5~

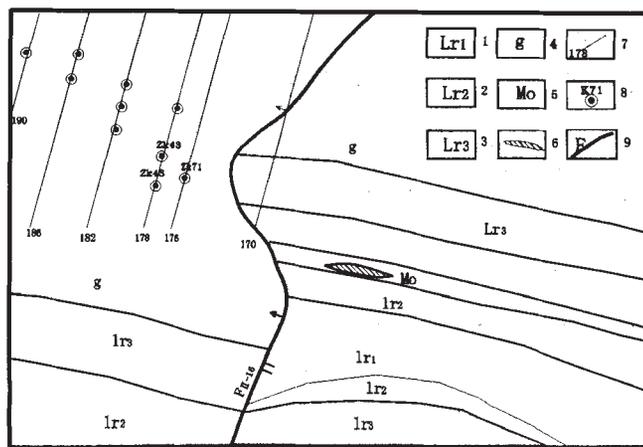


图 4 柞家沟矿段地质简图

Fig. 4 Geological sketch map of Luanjiagou ore block

1—辽河群里尔峪组一段 (Member 1 of Lieryu formation, Liaohe group); 2—里尔峪组二段 (Member 2 of Lieryu formation); 3—里尔峪组三段 (Member 3 of Lieryu formation); 4—辽河群高家峪组 (Gaojiayu formation of Liaohe group); 5—蛇纹石化大理岩 (serpentinized marble); 6—地表出露矿体 (outcropped ore body); 7—勘探线及其编号 (prospecting line); 8—钻孔及其编号 (drill hole); 9—断层及其编号 (fault)

32.6 m(标高 458~476 m)见到  $F_{II-16}$  号断层,穿过断层,在孔深 166.5~224.3 m(标高 248.5~303 m)见到硼矿体.在此基础上,我们又在 178 线施工了 ZK43 号钻孔,结果在孔深 61~72.5 m(标高 416~427.3 m)见到断层,在孔深 206~292.4 m(标高 200~286 m)见到硼矿体.接着我们又在 178 线施工 ZK76 号钻孔,结果在孔深 24.5~38 m(标高 422~435.2 m)见到断层,在孔深 320.5~372.4 m(标高 95~146 m)未见到硼矿体.利用 3 个钻探数据,经解析计算得出  $F_{II-16}$  号断层倾向  $281^\circ$ ,倾角为  $38.4^\circ$ ;矿体的产状倾向  $358^\circ$ ,倾角  $70^\circ$ ,矿体向西侧伏,侧伏角为  $40^\circ$ .在此结果基础上,我们在 176 线至 190 线发现了厚大隐伏矿体,于 1988 年提交报告,使栾家沟矿段成为储量 ( $B_2O_3$ ) 达到 96 万吨的大型硼矿床.

总结栾家沟矿段的找矿经验,1989~1993 年间,我们对花园沟矿段  $F_{II-28}$  号断层、二人沟矿段  $F_{II-45}$  号断层,重新进行了野外研究和综合分析,认为  $F_{II-28}$  号、 $F_{II-45}$  号断层与  $F_{II-16}$  号断层为同一时期,同一构造应力下的同一性质断层,特征基本一致.基于以上认识,我们分别对花园沟矿段  $F_{II-28}$  号断层和二人沟矿段  $F_{II-45}$  号断层以西(上盘)进行了钻探验证,结果在花园沟矿段

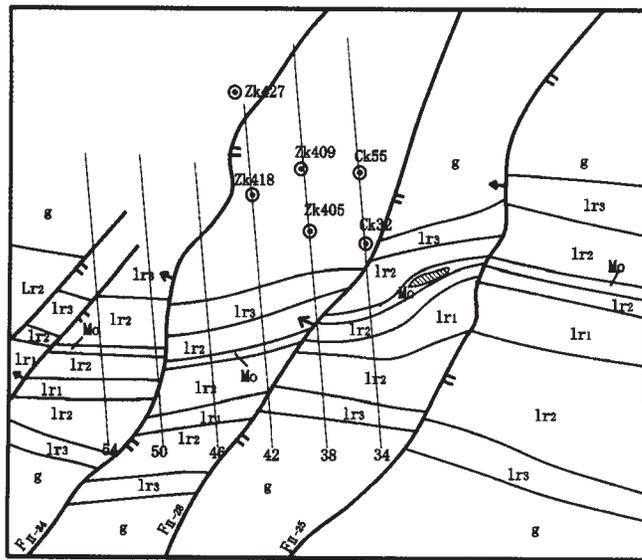


图 5 花园沟矿段地质简图

Fig. 5 Geological sketch map of Huayuangou ore block  
图例同图 4(the legend same as that in Fig. 4)

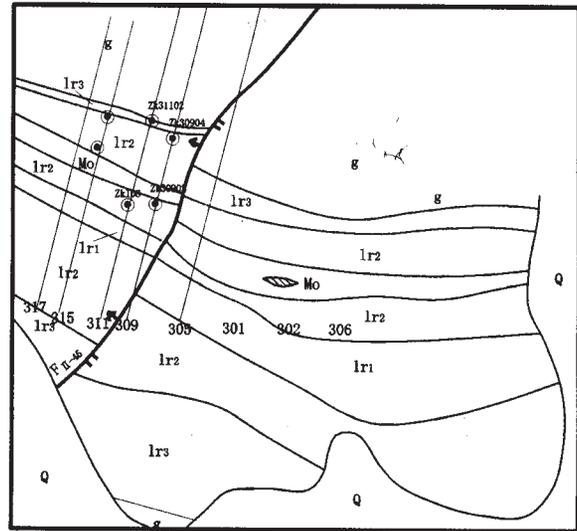


图 6 二人沟矿段地质简图

Fig. 6 Geological sketch map of Errengou ore block  
图例同图 4(the legend same as that in Fig. 4)

38 线~54 线(图 5)和二人沟矿段 309 线~315 线(图 6)分别在逆断层下找到厚大隐伏硼矿体,使 2 个矿段储量 ( $B_2O_3$ ) 分别达到 110 万吨和 61 万吨,均为大型硼矿床,取得了重大找矿成果,使砖庙硼矿区成为超大型硼矿集中区.

4 结语

本次工作对研究区矿床地质及矿区构造进行了系统研究,提出了该区硼矿床为沉积变质改造型矿床的成因观点,并查明该区硼矿体向西侧伏的规律及北北东向断层的产状和性质,在新的观点指导下,在  $F_{II-16}$ 、 $F_{II-28}$ 、 $F_{II-45}$  三个逆断层下盘分别找到栾家沟、花园沟、二人沟 3 个大型硼矿床,取得了找矿理论和找矿实践的重大突破.

参考文献:

[1]张秋生. 辽东半岛早期地壳与矿床[M]. 北京:地质出版社,1988.  
 [2]刘敬党. 辽东-吉南早元古宙硼矿地质特征及矿床成因——以砖庙矿区为例[J]. 辽宁地质,1995.  
 [3]刘敬党. 砖庙硼矿成因有关问题的数学地质判别[J]. 化工地质,1991,(4).

## GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND EXPLORATION OF ZHUANMIAO BORATE DEPOSIT LIAONING PROVINCE

LIU Jing-dang<sup>1,2</sup>, XIAO Rong-ge<sup>1</sup>, WANG Sheng-zhi<sup>2</sup>, WANG Cui-zhi<sup>1</sup>

(1. Faculty of Earth Science and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Liaoning Geological Survey for Chemical Industry, Jinzhou 121000, China)

**Abstract:** With study on field geology, geochemistry and geomathematics for the Zhuanmiao borate deposit, it is concluded that the borate mineralization within the studied area underwent two epochs, i. e. sedimentation and metamorphic migmatization, implying its sedimentary-metamorphic type of deposit. The ore bodies in general dip to west. The NNE-orientated faults in the ore field are reverse occurrence with dip angles less than 40°. Consequently, three large-sized concealed deposits were discovered within the lower walls of the faults, marking a breakthrough in the exploration for borate deposits in the area.

**Key Words:** Zhuanmiao borate deposit; minerogenetic characteristics; NNE-orientated structure sedimentary-metamorphic type; large-sized borate deposit

作者简介:刘敬党(1959—),男,教授级高级工程师,中国地质大学(北京)在职博士研究生,从事矿产勘查工作,通讯地址 辽宁省锦州市凌河区文兴里 34 号,邮政编码 121000, E-mail//liu@lnhk.com

(上接第 138页)

## GENESIS STUDY AND PROSPECTIVE PREDICTION FOR BORON DEPOSITS IN EASTERN LIAONING

QU Hong-xiang<sup>1</sup>, GUO Wei-jing<sup>1</sup>, ZHANG Yong<sup>1</sup>, TAN Wen-gang<sup>1</sup>, CHEN Shu-liang<sup>1</sup>, LI Quan-lin<sup>1</sup>, BIAN Xiong-fei<sup>2</sup>

(1. Liaoning Institute of Geological Exploration, Dalian 116110, China; 2. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110033, China)

**Abstract:** The boron deposits in Eastern Liaoning Province occur in Liaohe Group Lieryu formation, which is famous as the "boron-bearing rock series", showing obvious control by stratic lithology. Based on previous researches, combining with the data from regional geological surveying of 1: 250 000 in Dandong area, the origin of the boron deposits is studied. The deposits in this area are migmatized origin and enriched in later tectonic-metallogenic epoch, forming stratabound deposits. The potential area for boron deposits are divided into three classes. It will provide scientific basis for boron deposit searching in the area.

**Key words:** Eastern Liaoning Province; boron-bearing rock series; streaky granitic complex; migmatization

作者简介:曲洪祥(1960—),男,高级工程师,1983年毕业于长春地质学院,现从事区域地质调查工作,通讯地址 大连金州龙王庙 辽宁省地质勘察院,邮政编码 116110.