



辽东二台子地区物化探异常及硼矿找矿意义

蒋丽丽¹, 付海涛², 陈军典², 付海华³, 李金龙¹, 李伟昕^{1,4}, 郭率¹, 韩雪¹, 吴曼¹

1. 辽宁省物测勘查院有限责任公司, 辽宁 沈阳 110031; 2. 辽宁省地质勘探矿业集团有限责任公司, 辽宁 沈阳 110032; 3. 辽宁省第三地质大队有限责任公司, 辽宁 朝阳 122000; 4. 中国地质调查局 沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110034

摘要: 辽东-吉南是我国重要的硼矿矿产资源产地, 区内大型、超大型硼矿床众多。二台子硼矿位于辽东-吉南成矿带的中部, 矿床规模为中型, 勘探、开发较早并已闭坑。为了分析二台子硼矿外围硼矿资源潜力, 对区域物化探资料进行了研究。结果显示, 区域化探异常和重磁异常在研究区的中间都出现了错位现象, 由此推断 F1 断裂的存在。根据地质资料, F1 断裂的北东侧是由一个向斜和一个背斜组成的复式褶皱, 褶皱轴走向北东。二台子硼矿位于背斜的东翼南端, 位于航磁异常内, 位于剩余重力异常的边部。重磁异常相伴或重力异常区内的磁异常是寻找硼矿的有利部位。沿背斜东翼向北有多处与二台子硼矿床所在位置相似特征, 特别是北部褶皱的转折端, 重磁异常与化探异常相互套合, 是寻找硼矿的有利部位。

关键词: 硼矿; 物化探异常; 资源潜力; 找矿意义; 辽宁省

Geophysical-geochemical anomalies and prospecting significance of boron deposits in Ertaizi area, eastern Liaoning Province

JIANG Li-li¹, FU Hai-ao², CHEN Jun-dian², FU Hai-hua³, LI Jin-long¹, LI Yi-xin^{1,4},
GUO Shuai¹, HAN Xue¹, WU Man¹

1. Geophysical Measuring Exploration Institute Co., Ltd. of Liaoning Province, Shenyang 110031, China; 2. Liaoning Geological Exploration and Mining Group Co., Ltd., Shenyang 110032, China; 3. No. 3 Geological Brigade Co., Ltd. of Liaoning Province, Chaoyang 122000, Liaoning Province, China; 4. Shenyang Center of China Geological Survey, Shenyang 110034, China

Abstract: The eastern Liaoning-southern Jilin area is an important boron mineral resource base in China, with numerous large and super-large boron deposits. The medium-sized Ertaizi boron deposit, located in the central part of eastern Liaoning-southern Jilin metallogenic belt, had been explored and developed early before it was closed. To evaluate the boron resource potential in the periphery of Ertaizi boron deposit, the paper studies the regional

收稿日期: 2024-06-19; 修回日期: 2024-08-05. 编辑: 张哲.

基金项目: 辽宁省自然资源厅省级地质勘查项目“辽宁省凤城市硼矿重点找矿靶区验证”(JH23-210000-06464).

作者简介: 蒋丽丽(1979—), 女, 博士, 正高级工程师, 主要从事矿产勘查服务工作, 通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区宁山中路 42 号羽丰大厦, E-mail//6088137@qq.com

通信作者: 付海涛(1959—), 男, 博士, 教授级高级工程师, 主要从事成矿预测工作, 通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区宁山中路 42 号羽丰大厦, E-mail//lnfht@163.com

引用格式: 蒋丽丽, 付海涛, 陈军典, 付海华, 李金龙, 李伟昕, 郭率, 韩雪, 吴曼. 辽东二台子地区物化探异常及硼矿找矿意义 [J]. 地质与资源, 2025, 34(2): 168-176.

Jiang L L, Fu H T, Chen J D, Fu H H, Li J L, Li Y X, Guo S, Han X, Wu M. Geophysical-geochemical anomalies and prospecting significance of boron deposits in Ertaizi area, eastern Liaoning Province [J]. Geology and Resources, 2025, 34(2): 168-176.

geophysical and geochemical data. The results reveal that both the regional geochemical anomaly and gravity-magnetic anomaly show a dislocation in the middle of the study area, suggesting the existence of F1 fault. According to the geological data, on the northeast side of F1 fault, there is a complex fold composed of a syncline and an anticline, with a NE-trending fold axis. The Ertaizi boron deposit is situated at the south end of eastern wing of the anticline, within the aeromagnetic anomaly and on the edge of residual gravity anomaly. Areas where gravity-magnetic anomaly coincide or where magnetic anomaly occur within gravity anomaly zones are favorable targets for boron prospecting. A few areas along the eastern wing of the anticline to the north exhibit characteristics similar to those of Ertaizi boron deposit, particularly at the hinge of northern fold where gravity-magnetic anomalies overlap with geochemical anomalies, making these areas highly prospective for boron exploration.

Key words: boron deposit; geophysical and geochemical anomaly; resource potential; prospecting significance; Liaoning Province

0 引言

辽宁省二台子硼矿床位于丹东凤城市西北大约 5 km 处。矿体赋存于古元古界辽河群里尔峪组下部蛇纹石化镁质大理岩中。矿体呈不规则的透镜状、扁豆状,有 1 个主矿体和 6 个相互平行的小矿体。主矿体长 600 m,平均厚度 26.42 m,最大厚度 39.25 m,最大延深 200 m。全矿床 B_2O_3 平均品位 16.16%,为富矿石。矿床规模属中型。成因类型属火山-沉积变质再造型矿床。该矿床发现于 1943 年,勘探工作开始于 1956 年,至 1965 年累计探明 B_2O_3 储量 34×10^4 t。1955 年 10 月开始开采,历经 35 年至 1990 年 11 月闭坑^[1]。二台子硼矿在开采后期,1981—1983 年和 1987—1989 年原化工部地质勘探公司辽宁地质勘探大队又开展了矿床地表和深部的普查找矿工作。2008—2010 年,辽宁省第七地质大队在二台子硼矿外围开展了普查工作。

辽东地区硼矿研究成果很多,但大多关注的是后仙峪、翁泉沟、砖庙等大型硼矿床^[2-17]。以往关于二台子硼矿床的研究成果较少,除矿床发现史和少量文章^[18]中提到二台子硼矿外,未见有关二台子硼矿床的专题研究成果。为研究二台子硼矿床周边硼矿资源潜力和找矿方向,笔者对二台子地区的物化探资料进行了详细分析。通过研究认为,区域物化探资料能够为解决该区基础地质问题提供依据,1:5 万航磁和 1:5 万布格重力异常能够为硼矿勘查提供帮助,二台子硼矿床外围具有良好的硼(铁)矿找矿前景。

1 研究区地质概况

根据《辽宁省区域地质志》^[19],二台子硼矿床位于

华北陆块辽东新元古代—古生代拗陷带辽吉古元古代古裂谷之中。区内出露有古元古界辽河群里尔峪岩组、高家峪岩组、大石桥岩组和盖县岩组。根据 1:20 万岫岩幅和丹东幅地质图,里尔峪岩组由电气浅粒岩、电气变粒岩、磁铁浅粒岩、钠长浅粒岩、透辉透闪变粒岩组成,夹镁质大理岩。里尔峪岩组是硼矿赋矿层位,硼矿体赋存于蛇纹石化镁质大理岩中。高家峪岩组的岩性为黑云斜长变粒岩、石墨透闪变粒岩,夹斜长角闪岩。高家峪岩组的主要特点是含石墨。大石桥岩组主要是大理岩、透辉透闪岩。盖县岩组为绢云石英片岩、二云片岩,夹黑云斜长变粒岩、浅粒岩。从区域上看,辽河群分布在一个北东向的带状区域内,西北和东南分别为大面积出露的三叠纪花岗岩。在研究区的东北角和东南角出露有白垩纪花岗岩。此外,区内出露有北东、北西向花岗斑岩脉。区内断裂构造以北东向为主,局部见北西向断裂。区内辽河群呈复式褶皱产出,轴向北东,东侧为背斜,西侧为向斜,二台子硼矿位于东侧背斜东翼(图 1)。

据勘探报告^①,二台子硼矿区地层分 4 个岩段,自上而下为:1)含石榴夕线石墨黑云斜长片麻岩段,包括斜长角闪岩及含石墨斜长透辉透闪岩层(>199 m)和含石榴夕线石墨黑云斜长片麻岩及黑云斜长变粒岩(>236 m);2)浅粒岩夹白云大理岩段,包括斜长浅粒岩、含黑云斜长变粒岩夹白云质大理岩及白云菱镁大理岩层(>480 m),此岩段赋存硼矿;3)浅粒岩、变粒岩段,包括电气斜长变粒岩层(>175 m)和斜长浅粒岩夹含黑云斜长变粒岩、斜长角闪岩层(>155 m);4)变粒岩段,包括含黑云斜长变粒岩、含角闪斜长变粒岩夹斜

① 辽宁省第七地质大队. 辽宁省凤城县二台子硼镁石矿床最终勘探补充报告书(1956-1965). 1965.

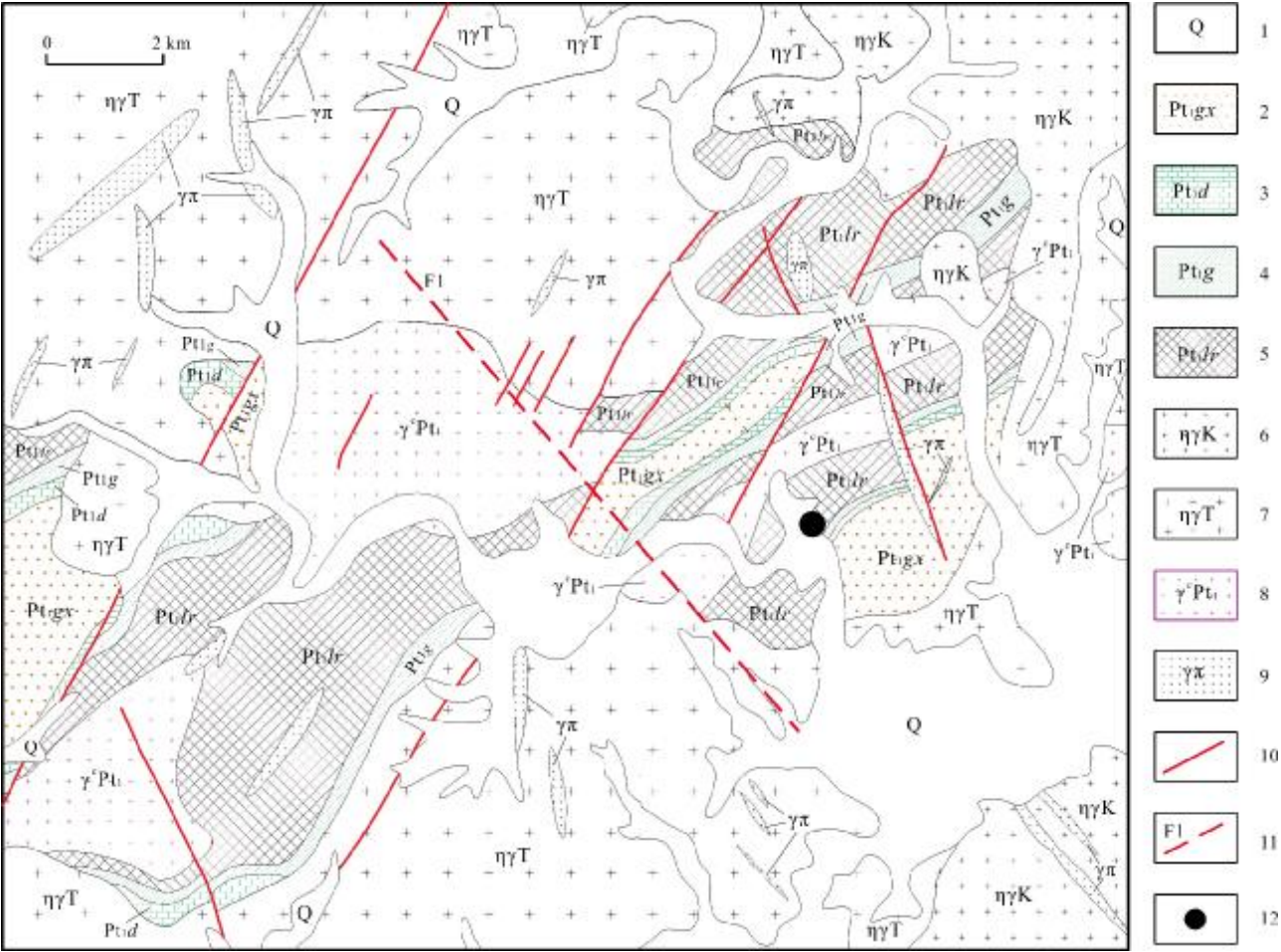


图 1 二台子地区地质略图
(根据 1:20 万地质图改编)

Fig. 1 Geological sketch map of Ertai area
(Modified from 1:200 000 geological map)

1—第四系(Quaternary); 2—盖县岩组(Gaixian rock fm.); 3—大石桥岩组(Dashiqiao rock fm.); 4—高家峪岩组(Gaojiayu rock fm.); 5—里尔峪岩组(Lieru rock fm.); 6—白垩纪二长花岗岩(Cretaceous monzogranite); 7—三叠纪二长花岗岩(Triassic monzogranite); 8—古元古代条痕状花岗岩(Paleoproterozoic streak granite); 9—花岗斑岩(granite porphyry); 10—实测断裂(surveyed fault); 11—推测断裂(inferred fault); 12—二台子硼矿(Ertai boron deposit)

长角闪岩层(>610 m),此段岩石受强烈混合岩化,已呈条痕状均质混合岩.

硼矿体赋存在浅粒岩所夹蛇纹石化镁质大理岩中,岩层倾向 130~150°,倾角 55~70°,矿体严格受镁质大理岩控制. 矿体呈不规则扁豆状,向北东倾伏,倾伏角 15~20°. 矿体地表出露长度 340 m,地下最大长度 400 m,向下延深 200 m. 硼镁石是本矿床的主要工业含硼矿物,可分为板状、柱状和纤维状硼镁石 3 个亚种. 脉石矿物主要有蛇纹石、金云母、磁铁矿、白云石、

方解石、阳起石、透闪石等. 矿石类型可分为硼镁石型、硼镁石-磁铁矿型、硼镁石-蛇纹石型和硼镁石-磁铁矿-蛇纹石型. 二台子硼矿伴生有磁铁矿、蛇纹石、石膏和沥青铀矿. 其中,磁铁矿含量可达 10%~30%,平均含量 22.78%. 以矿体为中心存在对称的带状蚀变,一般金云母岩、蛇纹岩组成内带,透闪石岩组成外带.

据研究,辽东硼矿区大中型硼矿床中含矿围岩均是镁质大理岩^[20].

2 区域化探异常特征

本次研究使用了辽宁省新一轮区域化探资料^①,该成果平均样品密度为 1 个样/km²,共分析 49 项元素(氧化物)。稀土元素分析则是用单点组合成样品密度为 1 个样/4 km²。由于采样定位准确,样品分析精密度、准确度高,此成果在研究二台子地区辽河群分布规律时提供了丰富信息。从图 2 可以看到,化探异常与辽河群出露范围具有良好的对应关系。其中,B、Ge、Sc、Zr、Fe₂O₃、MgO、稀土总量具有明显的高值异常,各元素高值区与条痕状花岗岩和里尔峪岩组的分布区高度吻合。而 Tl、Rb 元素则表现为明显的低值异常。不论是高值异常还是低值异常,都以 F1 断裂为界分成

南北两个部分,两部分的异常宽度相近。B 异常与里尔峪岩组出露区对应得很好,二台子硼矿位于一个浓集中心之中;二台子硼矿西侧、F1 断裂南侧有一处明显的 Rb、Tl 低值异常,该位置出露有条痕状花岗岩。由于硼矿赋存于里尔峪岩组,而矿体一般距离条痕状花岗岩不远^[21],在寻找硼矿时常常把里尔峪岩组和条痕状花岗岩放在一起讨论找矿靶区,因此这个条痕状花岗岩可能与其他地段的条痕状花岗岩有所不同。

3 研究区物探异常特征

1:5 万航磁和 1:5 万重力测量资料为研究本区基础地质问题提供了翔实的资料。

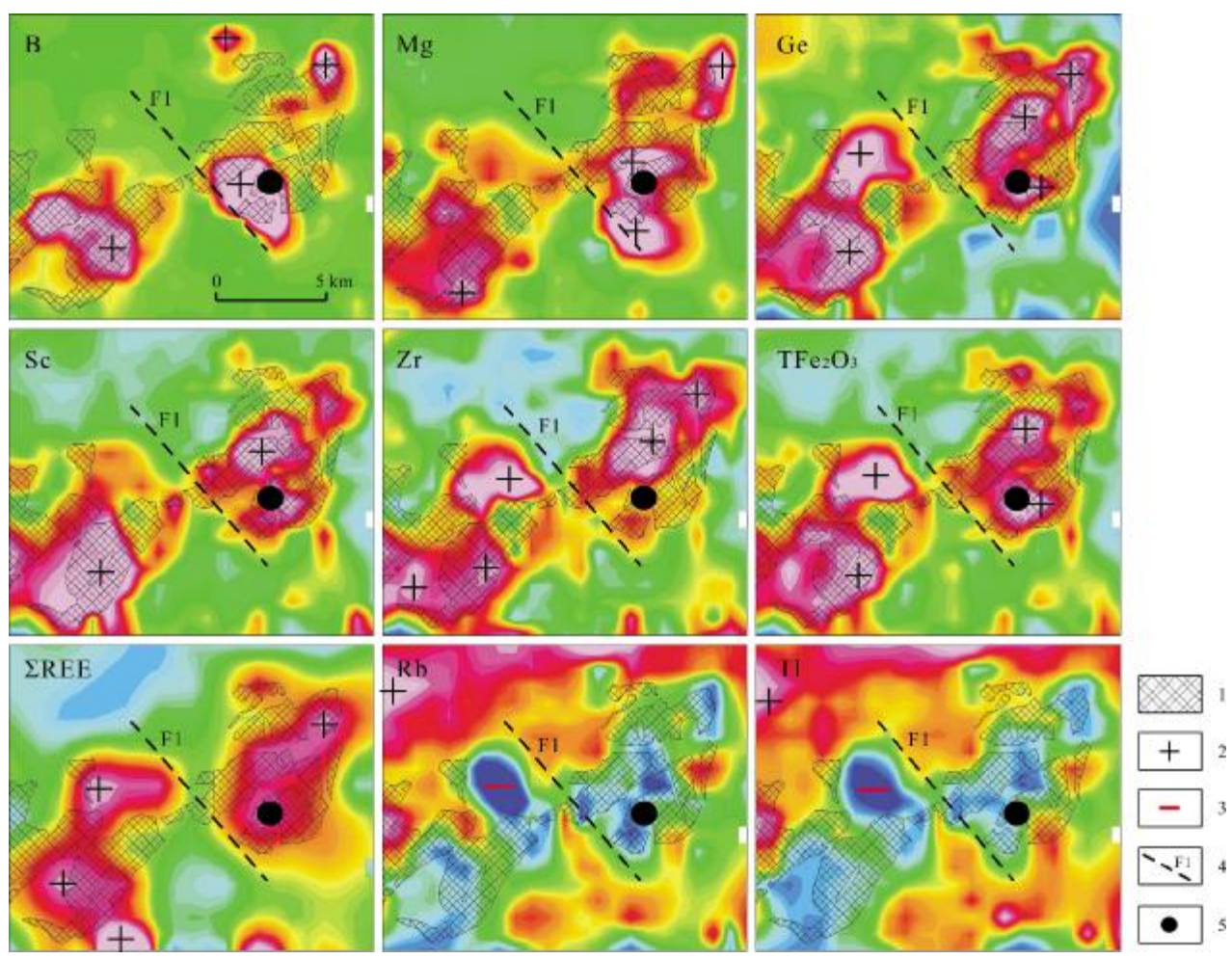


图 2 区域化探异常剖析图

Fig. 2 Analytical map of regional geochemical anomaly

1—古元古界辽河群(Paleoproterozoic Liaohe gr.); 2—高值区(high value area); 3—低值区(low value area); 4—推测断裂(inferred fault); 5—二台子硼矿(Ertaiqi boron deposit)

①辽宁省物测勘查院. 辽宁省 1:20 万水系沉积物地球化学测量, 2015.

本研究使用最新的 1:5 万航磁数据,采用最小曲率法进行网格化处理,网格间距 200 m,然后对网格化数据进行化极计算。结果显示,磁场呈中间高、两侧低的态势,高磁场的区域总体走向为北东向,与辽河群出露的范围大体一致。从图 3a 可以看到,磁场具有明显的局部异常,这些异常呈椭圆状、不规则状,分布在中等强度磁场中间。磁异常以 F1 断裂为界分成两个部分:北东段由若干个长轴为北东向的局部异常组成,最北端为一个单独的异常,其他地段为近于平行的两条异常带,两条异常带的外部边界宽约 5 km;南西段局部磁异常没有北东段清晰,但可以看出总体分布在北东向的带状区域内,带状区域的宽度也约为 5 km。在两部分的连接部位有北西走向的异常。

对 1:5 万重力数据采用最小曲率法进行网格化处理,网格间距 500 m,使用 RGIS 软件计算剩余重力异常,重力场总体上也是中间高两侧低,重力高值区呈条带状,走向北东,其北西和南东两侧的重力低对应了花岗岩出露区。与磁场相似,重力高部分也被 F1 断裂分为两部分。北东段的重力异常呈南宽北窄的尖角状,最宽处略大于航磁异常带的宽度;南西段重力高则呈明显的条带状,带宽略大于航磁异常带的宽度。

总体来说,剩余重力异常与航磁具有相似的分布特征:在北东段的南端为两条带,向北到最北端则合并为一条带;南西段则在重力异常带的边部呈现断续的环状(图 3b)。航磁异常与布格重力异常的分布范围总

体上是一致的,除北东段最北端外,航磁异常均分布在重力异常区之内。二台子硼矿床位于北东段南部重力异常条带的北缘、航磁异常的边部。

4 问题讨论

4.1 物化探异常的地质意义

不论是区域化探异常还是重磁异常,在研究区的中间都出现了错位现象。以 F1 断裂为界,北东侧异常的北部边界与南西侧异常的南部边界大致在一条连线上。由于物探资料的比例尺大于化探资料的比例尺,所以重磁异常的边界比化探异常的边界更清晰。F1 断裂北东侧重磁异常与条痕状花岗岩和盖县岩组之间有非常好关联性,条痕状花岗岩出露于断续分布的航磁和重力垂向导异常的中间,盖县岩组无磁异常,与重力垂向导异常具有一定的对应关系,里尔峪岩组的出露范围明显大于重磁异常的范围;F1 断裂南西侧里尔峪岩组的出露宽度与重磁异常大致相同,盖县岩组不在重磁异常范围之内,条痕状花岗岩出露区既有重力异常也有航磁异常。

根据以往工作成果,本区主要岩石磁性统计结果如表 1。为了讨论方便,将磁化率或磁化强度大于 $n \times 10^4$ 的岩矿石定义为强磁性, $n \times 10^3 \sim n \times 10^4$ 的岩矿石定义为中等磁性,小于 $n \times 10^3$ 的岩矿石定义为弱磁性。可以看出,4 种矿石类型中,硼镁石矿石和硼镁石-蛇纹石矿石具中等强度磁性,硼镁石-磁铁矿和硼镁石-磁

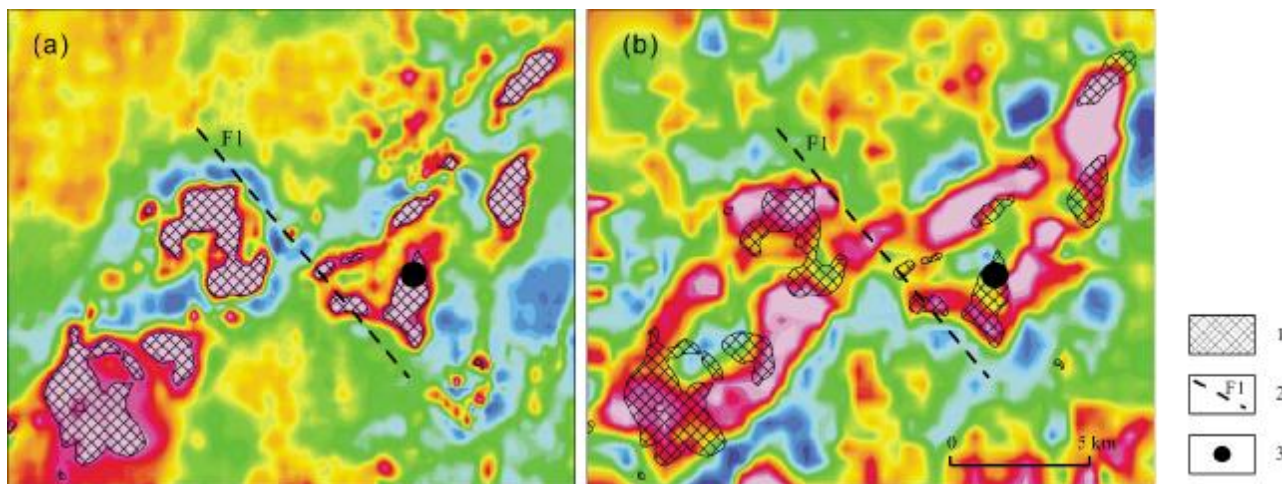


图 3 研究区重磁异常

Fig. 3 Gravity and magnetic anomalies in the study area

a—航磁异常(aeromagnetic anomaly); b—剩余布格重力异常(residual Bouguer gravity anomaly); 1—航磁 ΔT 化极异常(aeromagnetic ΔT reduction-to-pole anomaly); 2—推测断裂(inferred fault); 3—二台子硼矿(Ertai zi boron deposit)

表 1 二台子地区岩矿石磁性参数统计表
Table 1 Statistics of magnetic parameters
of rocks and ores in Ertaiqi area

岩石名称	磁化率/ (10 ⁻⁶ 4πSI)	磁化强度/ (10 ⁻⁶ 4πSI)	磁性
硼镁石矿石	3200	1000	中
硼镁石-蛇纹岩矿石	5870	600	中
硼镁石-磁铁矿矿石	400100	13200	强
硼镁石-磁铁矿-蛇纹石矿石	60000	13800	强
磁铁矿化透闪岩	25500	300	强
滑石磁铁矿透闪岩	60500	20800	强
磁铁矿化透闪石化大理岩	43500	123000	强
磁铁矿化金云透闪岩	2700	324	中
透闪石化黑色大理岩	2310	9910	中
金云透闪岩	0	0	弱
磁铁浅粒岩	31100	16400	强
蛇纹石化大理岩	1030	241	中
磁铁矿化蛇纹石化大理岩	4000	232	中
灰黑色白云质大理岩	4620	2720	中
灰黑色蛇纹石化白云质大理岩	1300	413	中
花斑状白云质大理岩	2020	480	中
夕卡岩化黑色大理岩	3690	2980	中
硅镁质大理岩	1110	374	中
磁铁蛇纹岩	8110	579	中
磁铁矿化绢云绿泥片岩	1880	621	中
电气变粒岩	2540	443	中
磁铁矿化钠长浅粒岩	3200	3020	中
磁铁矿化电气变粒岩	2050	6070	中
蛇纹石化白云质大理岩	161	28	弱
硅化大理岩	392	18	弱
蛇纹岩	91	18	弱
石英绿泥片岩	30	33	弱
绢云绿泥片岩	30	35	弱
黑云电气变粒岩	627	277	弱
钠长浅粒岩	716	187	弱
电气钠长浅粒岩	59	198	弱
绢云石英绿泥片岩	0	0	弱
黑云片岩	0	0	弱
黑云变粒岩	0	0	弱

据辽宁省第七地质大队《辽宁省凤城县二台子硼矿外围 1963 年物化探
工作报告》整理。

铁矿-蛇纹石矿石则具有强磁性,也就是说,所有矿石都具有较强磁性.就围岩蚀变而言,外带的透闪石岩具有较强的磁性,内带的金云母岩和蛇纹岩的磁性相对弱一些.除矿石具有较强磁性外,磁铁浅粒岩也是本区具有强磁性的地质体,各类蚀变的大理岩大多具有中等强度的磁性,片岩类以及除磁铁浅粒岩以外的变粒岩、浅粒岩均为弱磁性.根据磁性参数统计结果分析,在寻找硼矿过程中磁异常区都是需要重点研究的区域.但在使用磁测资料时,也需要结合其他资料研判哪些异常与硼矿(化)有关,哪些异常与磁铁浅粒岩有关.

根据以往研究成果,本区主要岩性的密度值见表 2.从表 2 可以看出,贫矿和表外矿石的密度小于研究区内大部分岩石的密度,富矿石则明显大于非矿岩石的密度.大理岩略高于其他岩石的密度,里尔峪岩组的电气浅粒岩密度与大理岩相似.条痕状花岗岩的密度明显低于其他岩石.因此,研究区的重力高异常可能与大理岩或电气浅粒岩的分布有关.如果存在未被发现的富硼矿体,其赋存于重力高异常内的可能性更大一些.

表 2 研究区岩(矿)石密度统计表
Table 2 Statistics of rock (ore) density in the study area

岩矿石	最小	最大	平均
盖县岩组片岩	2.56	2.92	2.72
大石桥岩组大理岩	2.54	2.88	2.76
高家峪岩组斜长变粒岩	2.36	2.83	2.57
里尔峪岩组浅粒岩	2.36	2.86	2.57
里尔峪岩组电气浅粒岩	2.44	2.84	2.78
里尔峪岩组二长变粒岩	2.56	2.66	2.61
里尔峪岩组蛇纹石化大理岩	2.57	3.04	2.79
条痕状花岗岩			2.60
富矿石			2.82
贫矿石			2.70
表外矿			2.69

岩石密度值据文献[22]整理;矿石密度据辽宁省第七地质大队《凤城二台子硼镁石矿床 1962 年度储量报告书》资料。

F1 断裂应该是研究区的一条重要断裂,它分割了

地球物理场和地球化学异常，其两侧的地质体分布也各具特色. F1 断裂北东侧，地层和条痕状花岗岩均呈带状展布，条痕状花岗岩位于重磁异常的中间低值区；F1 断裂南西侧，里尔峪岩组和条痕状花岗岩为面状展布，高家峪和大石桥岩组呈条带状分布在里尔峪岩组的边部，有大范围条痕状花岗岩与重磁异常重叠(图 4). 由于条痕状花岗岩的密度小于地层的密度，虽然地表出露的是条痕状花岗岩，推测该地段存在能够引起重磁异常的地层.

由于 F1 断裂两侧地质体分布特征不同，推测 F1 为右行走滑断裂，运动距离约 6 km. 由于 F1 两侧地质体出露宽度不是一一对应的，所以推测其左右两盘还存在垂向运动. 根据地表地质体的出露情况分析，南西盘是抬升的. 但该区域的重力异常不支持这一观点，因为这一块的重力异常明显高于北东盘，条痕状花岗岩的密度又小于其他岩石，所以无法解释图 4b 中条状痕花岗岩分布区的重力异常. 这一问题有待后续研究解决. 由于研究区除中部出露有北东向展布的辽河群外，北西和南东均为三叠纪花岗岩，根据更大范围布格重力异常和区域地质图，F1 断裂未切断三叠纪花岗岩体，因此推测 F1 断裂形成时间早于三叠纪.

4.2 二台子地区硼矿找矿方向

通过以上分析，认为二台子硼矿外围具备继续寻找硼矿的地质条件. F1 断裂的北东侧是由一个向斜和一个背斜组成的复式褶皱，根据 1:20 万地质图，条痕

状花岗岩两侧出露里尔峪岩组，形成东部背斜，西部是高家峪岩组两侧出露里尔峪岩组，形成西部向斜. 褶皱轴走向北东，二台子硼矿位于背斜的东翼南端. 沿此背斜东翼向北，有多处与二台子硼矿床所在位置相似的航磁异常和重力异常，特别是北部褶皱的转折端，重磁异常与化探 B 异常相互套合. 由于硼矿围岩——蛇纹石化大理岩——的密度高于里尔峪岩组其他岩性的密度，矿石又具有强磁性，所以重力高区域内的磁异常应作为重点找矿靶区. 背斜的西翼以往工作程度不高，重力异常和航磁异常很好地反映了地层的展布特征，该区域同样具备寻找硼矿的条件. F1 断裂南西侧有大面积条痕状花岗岩和里尔峪岩组出露，在北东走向的背斜之上叠加有走向北西的宽缓向斜，航磁异常、重力异常和化探 B 异常面积更大、强度更高，重力异常与里尔峪岩组分布区的关系更密切. 重磁异常与里尔峪岩组重叠的区域需要开展相应的找矿工作.

5 结 论

二台子地区区域化探异常反映了辽河群的范围. 二台子硼矿床所在区域 B 元素异常明显，研究区内还有若干处与之相似的异常；B、Mg、Ge、Sc、Zr、Rb、Tl 等元素分布特征揭示了研究区存在北西向右行断裂使辽河群分成两部分出露.

二台子硼矿床位于 1:5 万航磁异常内、剩余布格

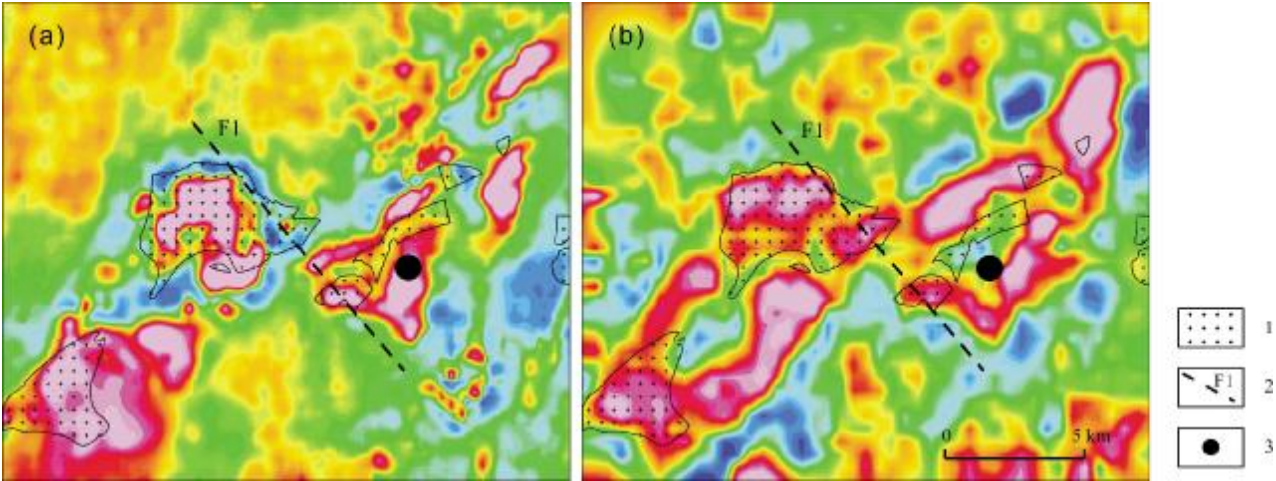


图 4 条痕状花岗岩与重磁异常关系图

Fig. 4 Relationship between streak granite and gravity-magnetic anomaly

a—航磁异常(aeromagnetic anomaly); b—剩余布格重力异常(residual Bouguer gravity anomaly); 1—古元古代条痕状花岗岩(Paleoproterozoic streak granite); 2—推测断裂及编号(inferred fault and number); 3—二台子硼矿(Ertaiqi boron deposit)

重力异常的边部,研究区内还有大面积相似地段,硼矿找矿潜力巨大;航磁与重力异常分布特征提供了存在北西向右行断裂的依据;重磁异常相伴或重力异常区内的磁异常是寻找硼矿的有利部位。

北西向右行走滑断裂的错动距离约为6 km,南西盘相对于北东盘是抬升的。

研究区还存在一些需要进一步研究的问题:区域化探和重磁资料显示,研究区内含硼岩系分布范围在北东展布的6~7 km宽的范围内,小于辽河群地表出露范围;重磁异常相互套合的区域地表出露的是条痕状花岗岩,而条痕状花岗岩的密度相对较小,不足以引起局部重力高异常;研究区西南部里尔峪岩组出露标高明显大于其上覆的高家峪和大石桥岩组。

致谢:感谢凤城地区硼矿勘查项目成员在本次研究中给予的支持。

参考文献(References):

- [1]《中国矿床发现史·辽宁卷》编委会. 中国矿床发现史: 辽宁卷[M]. 北京: 地质出版社, 1996: 81-83.
The Editorial Board. The discovery history of mineral deposits of China: Liaoning Volume[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996: 81-83.
- [2]王翠芝, 肖荣阁, 刘敬党. 辽东-吉南硼矿的控矿因素及成矿作用研究[J]. 矿床地质, 2008, 27(6): 727-741.
Wang C Z, Xiao R G, Liu J D. Ore-controlling factors and metallogenesis of borate deposits in eastern Liaoning and southern Jilin[J]. Mineral Deposits, 2008, 27(6): 727-741.
- [3]王生志, 徐大地, 张琦. 后仙峪硼矿区硼矿地质特征及其成因探讨[J]. 地质与资源, 2003, 12(4): 221-227.
Wang S Z, Xu D D, Zhang Q. A discussion on the geology and genesis of the boron deposits in Houxianyu ore-field[J]. Geology and Resources, 2003, 12(4): 221-227.
- [4]张艳飞, 刘敬党, 杨子荣. 辽东砖庙硼矿含硼岩系富镁大理岩地球化学特征及其成因[J]. 现代地质, 2010, 24(1): 166-174.
Zhang Y F, Liu J D, Yang Z R. Geochemical characteristics and genesis of Mg-rich marbles of the Zhuanmiao borate ore district in eastern Liaoning[J]. Geoscience, 2010, 24(1): 166-174.
- [5]胡古月, 李延河, 范昌福, 等. 辽东翁泉沟硼矿铁床海相蒸发成因: 来自稳定同位素地球化学证据[J]. 矿床地质, 2014, 33(4): 821-832.
Hu G Y, Li Y H, Fan C F, et al. Marine evaporative genesis of Wengquangou ludwigite deposit in eastern Liaoning Province: Evidences from stable isotopic compositions[J]. Mineral Deposits, 2014, 33(4): 821-832.
- [6]赵宇霆, 李子颖, 郭春影. 辽宁翁泉沟铁-硼-铀矿床成矿年代学研究[J]. 铀矿地质, 2021, 37(3): 433-445.
Zhao Y T, Li Z Y, Guo C Y. Metallogenic chronology of Wengquangou Fe-B-U deposit in Liaoning[J]. Uranium Geology, 2021, 37(3): 433-445.
- [7]曹洪亮, 李洋. 大石桥市后仙峪硼矿区硼矿床特征[J]. 国土资源, 2008(S1): 76-77.
Cao H L, Li Y. Characteristics of boron deposits in the Houxianyu boron mining area of Dashiqiao City[J]. Land & Resources, 2008(S1): 76-77. (in Chinese)
- [8]付海涛, 付海华. 辽东翁泉沟硼矿外围硼矿资源潜力与找矿方向[J]. 化工矿产地质, 2023, 45(3): 223-229.
Fu H T, Fu H H. Potential and prospecting direction of boron ore resources in the periphery of Wengquangou boron deposit in eastern Liaoning[J]. Geology of Chemical Minerals, 2023, 45(3): 223-229.
- [9]王慧媛, 彭晓蕾. 辽宁凤城翁泉沟硼矿床磁铁矿的成因研究[J]. 中国地质, 2008, 35(6): 1299-1306.
Wang H Y, Peng X L. Genesis of magnetite of the Wengquangou vonsenite deposit, Fengcheng County, Liaoning Province[J]. Geology in China, 2008, 35(6): 1299-1306.
- [10]刘焱, 刘肃敬, 曲亚财. 辽宁宽甸县砖庙沟硼矿构造与找矿[J]. 化工矿产地质, 2012, 34(2): 85-89.
Liu Y, Liu S J, Qu Y C. The construction and prospecting of Zhuanmiaogou boron, Kuandian County, Liaoning[J]. Geology of Chemical Minerals, 2012, 34(2): 85-89.
- [11]冯本智, 邹日. 辽宁营口后仙峪硼矿床特征及成因[J]. 地学前缘, 1994, 1(3/4): 235-237.
Feng B Z, Zou R. Characteristics and genesis of the Houxianyu boron deposit in Yingkou, Liaoning Province[J]. Earth Science Frontiers, 1994, 1(3/4): 235-237. (in Chinese)
- [12]刘敬党, 肖荣阁, 王生志, 等. 辽宁宽甸砖庙硼矿区成矿地质特征及找矿[J]. 地质与资源, 2005, 14(2): 126-131.
Liu J D, Xiao R G, Wang S Z, et al. Geological characteristics and exploration of Zhuanmiao borate deposit, Liaoning Province[J]. Geology and Resources, 2005, 14(2): 126-131.
- [13]李雪梅, 孙丰月, 李碧乐, 等. 辽东地区后仙峪及翁泉沟硼矿床流体包裹体特征研究[J]. 现代地质, 2007, 21(4): 645-653.
Li X M, Sun F Y, Li B L, et al. Study on the fluid inclusions from Houxianyu and Wengquangou borate deposits in eastern Liaoning Province[J]. Geoscience, 2007, 21(4): 645-653.
- [14]吴虹. 辽宁宽甸砖庙矿区硼矿床地球化学特征[J]. 化工矿产地质, 2005, 27(4): 206-210.
Wu H. Geochemical characteristics of the deposit in the Zhuanmiao area of Kuandian, Liaoning[J]. Geology of Chemical Minerals, 2005, 27(4): 206-210.
- [15]丁志刚. 辽宁省大石桥市后仙峪硼矿区成矿特征[J]. 有色矿冶, 2014, 33(4): 821-832.

- 2003, 19(6): 1-3.
- Ding Z G. The forming character about Houxianyu's boron mine in Dashiqiao City of Liaoning Province [J]. Non-Ferrous Mining and Metallurgy, 2003, 19(6): 1-3.
- [16] 温德娟, 滕寿仁. 辽宁省翁泉沟铁硼矿地球化学找矿模型初探[J]. 地质与资源, 2014, 23(3): 256-260.
- Wen D J, Teng S R. Preliminary discussion on the geochemical prospecting model for the Wengquangou iron-boron deposit in Liaoning Province[J]. Geology and Resources, 2014, 23(3): 256-260.
- [17] 李东明. 翁泉沟硼铁矿床地质特征[J]. 辽宁地质, 1988(1): 26-37.
- Li D M. Geological characters of Wengquangou boron-iron deposit[J]. Liaoning Geology, 1988(1): 26-37.
- [18] 刘敬党, 肖荣阁, 王文武, 等. 辽东硼矿区域成矿模型[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- Liu J D, Xiao R G, Wang W W, et al. Regional metallogenesis of borate deposit in eastern Liaoning, China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007.
- [19] 辽宁省地质勘察院. 中国区域地质志·辽宁志[M]. 北京: 地质出版社, 2017: 1171-1173.
- Liaoning Geological Exploration Institute. Regional Geology of China: Liaoning Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2017: 1171-1173.
- [20] 夏学惠, 赵玉海, 闫飞. 辽东-吉南地区硼矿床地质特征及成矿远景[J]. 化工矿产地质, 2007, 29(3): 169-177.
- Xia X H, Zhao Y H, Yan F. Metallogenic prospective and its geological characters of boron deposits in East Liaoning and South Jilin area [J]. Geology of Chemical Minerals, 2007, 29(3): 169-177.
- [21] 张景山. 辽东硼镁石型硼矿床地质特征及成矿作用[J]. 辽宁地质, 1994(4): 289-303.
- Zhang J S. Geological characteristics and mineralization of szaibelyite-type boron deposits in East Liaoning [J]. Liaoning Geology, 1994(4): 289-303.
- [22] 周永恒. 辽东地区硼矿矿产资源评价[D]. 长春: 吉林大学, 2011.
- Zhou Y H. The mineral resource assessment of boron in eastern Liaoning [D]. Changchun: Jilin University, 2011.
-
- (上接第 199 页/Continued from Page 199)
- [17] 张志焱, 张昌民, 侯国伟, 等. 东海盆地某凹陷 P 井区平湖组沉积微相及沉积模式[J]. 地质与资源, 2020, 29(2): 142-151, 160.
- Zhang Z Y, Zhang C M, Hou G W, et al. Microfacies distribution and sedimentary model of Pinghu Formation in P well area, East China Sea Basin [J]. Geology and Resources, 2020, 29(2): 142-151, 160.
- [18] 万达. 大庆油田密井网区典型单元沉积微相及沉积模式[D]. 大庆: 东北石油大学, 2017.
- Wan D. The study on sedimentary facies and deposition pattern of the dense well pattern area of Daqing Oilfield [D]. Daqing: Northeast Petroleum University, 2017.
- [19] 熊明依, 文慧俭, 马田田. 布木格油田 SⅢ油层组沉积微相研究[J]. 能源与环保, 2022, 44(3): 101-106.
- Xiong M Y, Wen H J, Ma T T. Research on sedimentary microfacies of SIII oil layer group in Bumuge Oilfield [J]. China Energy and Environmental Protection, 2022, 44(3): 101-106.
- [20] 范广娟. 大庆油田萨中密井网区萨葡油层高分辨率层序地层及剩余油研究[D]. 大庆: 东北石油大学, 2011.
- Fan G J. The study on high resolution sequence stratigraphy and remaining oil of the SaPu reservoir in dense well pattern area of Sazhong in Daqing Oilfield [D]. Daqing: Northeast Petroleum University, 2011.
- [21] 朱筱敏. 沉积岩石学[M]. 5 版. 北京: 石油工业出版社, 2020: 322-323.
- Zhu X M. Sedimentary petrology [M]. 5th ed. Beijing: Petroleum Industry Press, 2020: 322-323. (in Chinese)