

内蒙古包头地区铁矿资源远景预测

王海庆, 陈 玲

(中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

[摘 要] 在当今矿产资源形势紧张的情况下, 在已知矿区及其周边开展矿产资源远景预测工作将具有重要意义。内蒙古包头地区是我国重要的铁矿产区, 可在该地区开展铁矿资源的远景预测工作。本文就着重探讨了内蒙古包头地区铁矿资源远景预测的方法。研究过程中, 通过收集整理内蒙古包头地区地质资料、矿产资源分布与利用现状资料, 结合前人研究成果, 从地层、岩浆活动、构造三个方面研究总结了包头地区铁矿的成矿规律。并利用遥感手段, 采用 ETM 数据, 提取了该地区的蚀变异常信息。从以上四个方面出发, 对该地区进行了铁矿资源的远景预测。研究结果表明, 包头地区还有一定的找矿潜力, 希望能进一步开展调查工作。

[关键词] 铁矿 矿产资源预测 找矿远景区 遥感异常 包头地区 内蒙古

[中图分类号] P612+P627 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2011)03-400-06

Wang Hai-qing, Chen Ling. Prospective prognosis of iron ore resources in the Baotou area, Inner Mongolia[J]. *Geology and Exploration*, 2011, 47(3): 400-405.

包头地区是我国重要的铁铌稀土矿产区, 其中的白云鄂博铁矿是世界罕见的含有铁、稀土、铌等多种元素的大型共生矿床, 据当时资料显示, 白云鄂博共生矿的稀土含量超过了除我国外的世界总储量的 3 倍, 占全国储量的 98%。但随着我国经济的发展, 国家对钢铁的需求量日益加大, 包头地区现可开采的铁矿资源不足以满足国家需要, 还需要通过国内采购和进口的方式来弥补空缺(赵海燕, 2007)。在这种形势下开展包头地区铁矿资源远景预测有重要的意义。

白云鄂博地区前人的研究多集中于矿产资源成因机理、分布规律等方面。上世纪 80 年代起对白云鄂博矿床成因一直存在的争议: 部分学者研究认为白云鄂博矿床具有碳酸岩矿床的明显特征(孟庆昌, 1981; 刘铁庚等, 1986; 袁忠信等, 1991; 费红彩等, 2007); 部分学者研究认为白云鄂博矿床是以沉积作用为主、多种地质作用叠加的复杂矿床(侯宗林, 1982, 1989; 周煜双, 2006; 刘星等, 2009); 部分学者研究认为白云鄂博矿床是与非造山岩浆岩有关的热液交代白云鄂博群的产物(王一先等, 2002); 杜

小军等将白云鄂博铁、铌、稀土矿的成矿模式总结为“沉积变质-热液交代叠加”类型(杜小军等, 2008); 另外窦胜利运用计算机技术对白云鄂博主矿稀土与氟空间分布规律进行了详细的研究(窦胜利, 2001); 刘耀等研究了白云鄂博地区铁矿床成因与花岗岩关系(刘耀等, 2009); 安存杰等通过研究渣尔泰山群和白云鄂博群中 Pt、Pd 的地球化学特征也提出了相关的找矿建议(安存杰等, 2004)。但对矿产资源远景预测的研究还比较少。柳建勇等探讨了白云鄂博矿床东矿段深部及白云向斜核部探矿的可行性(柳建勇等, 2006); 杨占峰和柳建勇探讨了白云鄂博稀土矿床探矿的必要性与可行性(杨占峰等, 2007)。他们在探矿的可行性方面做了不少有意义的研究, 对今后的工作有一定的参考价值; 但他们的工作都集中于白云鄂博矿区, 对白云鄂博矿区以外的其它地区缺少研究。本文着重研究包头地区的铁矿资源远景预测, 希望能对相关工作提供帮助。

1 区域地质概况

内蒙古包头地区位于华北板块北缘(图 1), 大

[收稿日期] 2010-04-26; [修订日期] 2010-07-06; [责任编辑] 郝情情。

[基金项目] 中国地质调查局项目矿山开发遥感调查与监测成果集成与综合研究(编号: 1212010811046)和晋陕蒙能源矿集区遥感地质综合调查(编号: 1212010785002)资助。

[第一作者] 王海庆(1980 年-), 男, 2008 年毕业于中国地质大学(武汉), 获硕士学位, 工程师, 主要从事遥感地质综合调查工作。E-mail: whq0705@126.com。

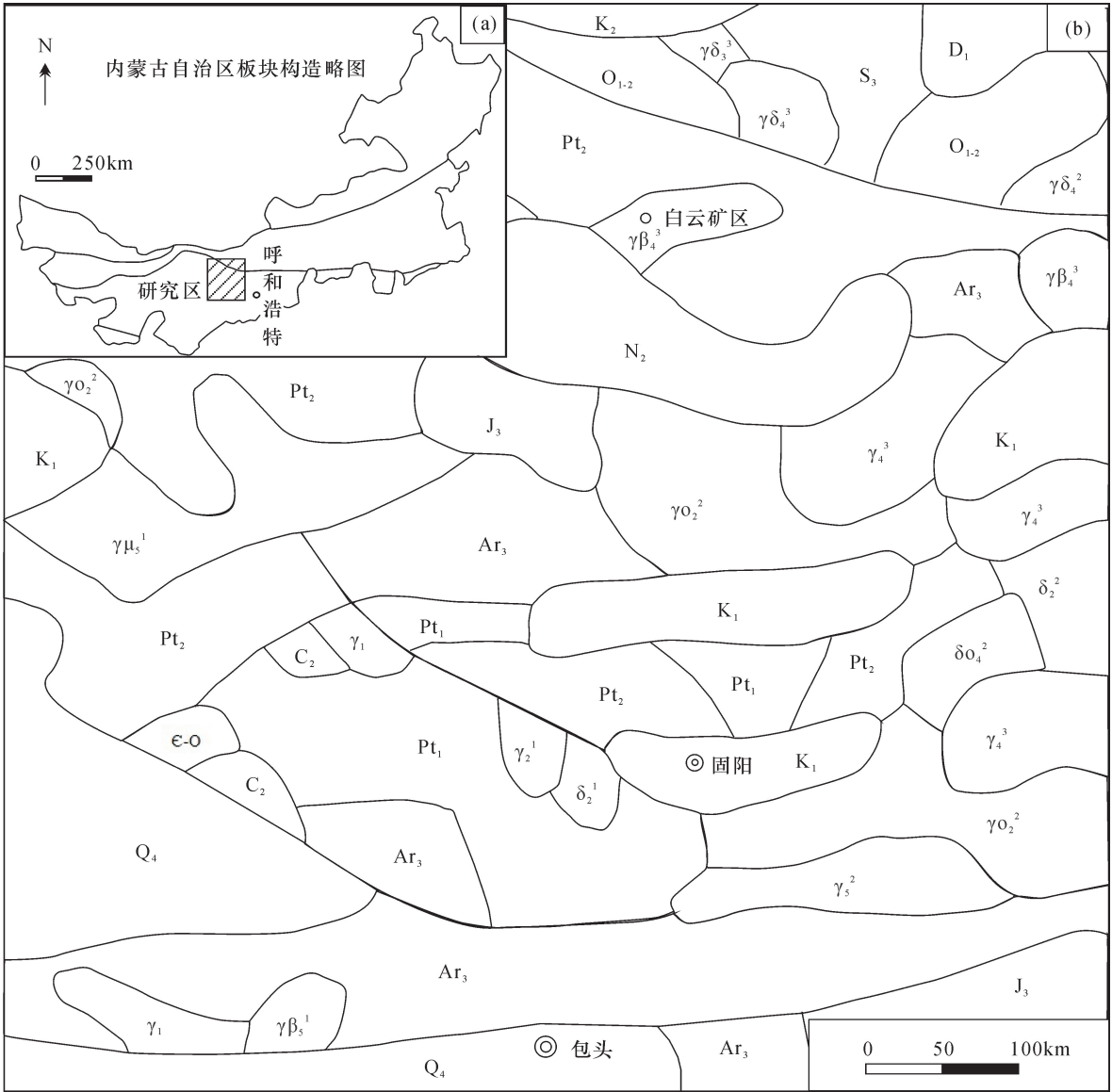


图1 内蒙古包头地区地质略图(据马丽芳,2002)

Fig 1 Simplified geological map of the Baotou area in Inner Mongolia(after Ma,2002)

Q₄-全新统;N₂-上新统;K₂-上白垩统;K₁-下白垩统;J₃-上侏罗统;C₂-上石炭统;D₁-下泥盆统;S₃-上志留统;O₁₋₂-下-中奥陶统;ε-O-寒武系-奥陶系;Pt₂-上元古界;Pt₁-下元古界;Ar₃-上太古界;γ₅²-燕山早期花岗岩;γβ₅¹-印支期黑云母花岗岩;γμ₅¹-印支期二云母花岗岩;γ₄³-华力西晚期花岗岩;γβ₄³-华力西晚期黑云母花岗岩;γδ₄³-华力西晚期花岗闪长岩;γδ₄²-华力西中期花岗闪长岩;γo₄²-华力西中期石英闪长岩;γδ₃³-加里东晚期花岗闪长岩;γo₂²-中元古期石英闪长岩;δ₂²-中元古期闪长岩;γ₂¹-早元古期花岗岩;δ₂¹-早元古期闪长岩;γ₁-太古期花岗岩;I-西伯利亚板块;I₁-兴安褶皱区;I₂-天山褶皱区;II-华北板块;II₁-华北地台;II₂-内蒙古褶皱区;II₃-祁连山褶皱区;Q₄-Holocene;N₂-Pliocene;K₂-Upper Cretaceous;K₁-Lower Cretaceous;J₃-Upper Jurassic;C₂-Upper Carboniferous;D₁-Lower Devonian;S₃-Upper Silurian;O₁₋₂-Lower-Middle Ordovician;ε-O-Cambrian-Ordovician;Pt₂-Upper Proterozoic;Pt₁-Lower Proterozoic;Ar₃-Upper Archean;γ₅²-granite of Early Yanshan;γβ₅¹-biotite granite of Triassic;γμ₅¹-Two-mica granite of Indosinian;γ₄³-granites of Late Variscan;γβ₄³-biotite granite of Late Variscan;γδ₄³-granodiorite of Late Variscan;γδ₄²-granodiorite of mid-Variscan;γo₄²-quartz diorite of mid-Variscan;γδ₃³-granodiorite of Late Caledonian;γo₂²-quartz diorite of Middle Proterozoic;δ₂²-diorite of Middle Proterozoic;γ₂¹-granitoids of Early Proterozoic;δ₂¹-diorite of Early Proterozoic;γ₁-granite of Pacific;I-Siberian plate;I₁-Xing'an fold zone;I₂-Tianshan fold zone;II-North China plate;II₁-North China platform;II₂-Inner Mongolia folded region;II₃-Qilian fold zone

部分地区属于内蒙古褶皱区,仅东北角属于华北地台。内蒙古包头地区内地层发育较齐全,构造活动频繁,岩浆活动具有多期次、多旋回的特点。

1.1 地层

内蒙古包头地区内地层发育较齐全,除缺失志留系、泥盆系、三叠系地层外,其余时代的地层都有

出露。地层岩性复杂多样,碎屑岩类和碳酸岩类都有发育。受构造和岩浆活动的影响,较老的地层一般经历了不同程度的变质作用。

1.2 构造

内蒙古包头地区内断裂构造尤其发育,深大断裂有临河—集宁深断裂,乌拉特前旗—呼和浩特深断裂,以及华北陆块北缘断裂带,这些断裂呈近东西向展布。临河—集宁深断裂在晚侏罗世—早白垩世期间表现为向南逆冲性质,新生代以来该断裂仍在活动。乌拉特前旗—呼和浩特深断裂在侏罗纪表现为向北逆冲性质,早白垩世以来,断裂表现为正断层性质。华北陆块北缘断裂带为板块拼接带。沿这些深大断裂发育一系列次级断裂,多呈近东西向展布,其次为北东向、北西向展布。

1.3 岩浆岩

内蒙古包头地区内岩浆岩极为发育,其出露面积约占内蒙古包头地区总面积的一半。岩浆活动具有多期次、多旋回的特点,从中太古代到白垩纪都有岩浆侵入活动。这些岩浆岩以中酸性为主,有少量基性岩浆岩,岩性主要有花岗岩、二长花岗岩、闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩等。

2 工作方法与步骤

矿产资源远景预测应以地质矿产分析为主,辅以遥感手段。具体工作流程见图 2。

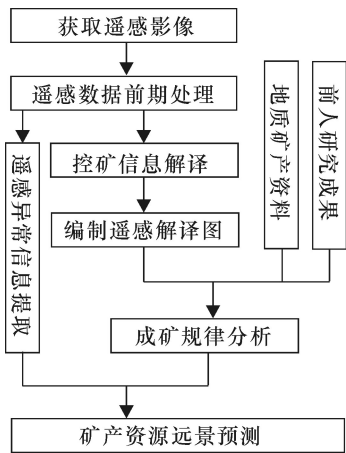


图 2 矿产资源远景预测工作流程

Fig. 2 Flow chart of mineral resources prediction

2.1 编制遥感解译图

使用遥感手段可以快速的获得内蒙古包头地区内的宏观信息。在开展小比例尺矿产资源远景预测时,利用遥感手段对内蒙古包头地区内的地质矿产

信息进行解译和提取,尤其是对控矿构造的解译和提取能有效的促进预测工作。

本次矿产资源远景预测尺度为 1:25 万,遥感方面采用空间分辨率优于 30m 的中等分辨率数据,即 ETM+数据和 TM 数据,开展地质矿产信息解译和提取工作。详细解译了与矿产资源相关的构造、地层、岩浆岩等信息,编制了遥感解译图。

2.2 地质矿产资料分析

地质矿产资料是矿产资源预测必不可少的基础资料,只有熟悉了内蒙古包头地区内的地质背景,掌握了内蒙古包头地区内的矿产资源孕育规律,明确了内蒙古包头地区内的矿产资源分布状况、开发利用现状,才能开展矿产资源远景预测工作。能否有效的收集到这些资料,并进行深入的分析研究,是影响预测成果的关键因素之一。

2.3 遥感异常信息提取

遥感异常是蚀变信息在遥感影像上的一种综合光谱信息,是遥感矿化信息识别和遥感找矿的重要标志(吕凤军等,2006)。开展遥感异常(羟基异常或铁染异常)信息提取工作,可以提高矿产资源预测的效率与可靠度。

用 TM1、TM4、TM5、TM7 波段做掩模主成分分析,提取出与含羟基(OH)⁻的热液蚀变矿物相关的蚀变遥感信息。用 TM1、TM3、TM4、TM5 波段做掩模主分量分析,或 TM3/TM1 提取出与含 Fe³⁺的热液蚀变矿物相关的蚀变遥感信息(杨金中等,2003;杨金中,2007)。将提取的遥感异常信息分级处理,得到的遥感异常分级图是矿产资源预测的辅助判据。

2.4 成矿规律分析

成矿规律分析是整个矿产资源预测工作中最重要的一个环节,成矿规律分析是否正确直接决定预测成果的价值。

根据地质学与矿床学基本原理,结合编制的遥感解译图、地质矿产资料分析结果、前人研究成果等资料,开展区域成矿背景、成矿/控矿条件、赋矿/容矿场所研究,分析内蒙古包头地区内铁矿的孕育规律,研究地层、岩体、构造等因素对成矿的作用,提出矿产资源预测的判据,详见本文第 3 部分。

2.5 矿产资源远景预测

根据成矿规律分析过程中得到的矿产资源预测判据,对整个内蒙古包头地区分析、研究,寻找地质条件符合预测判据的地区,并参考遥感异常信息提取结果,可圈定找矿远景区。

3 内蒙古包头内铁矿成矿规律分析

根据收集到的资料,从地层、岩浆岩、断裂构造三个方面分析铁矿的预测判据,遥感异常作为辅助判据参与矿产资源预测。

3.1 地层

地层是指一定时代、具有一定岩相特征的沉积物。地层控矿作用表现在地层层位(时代)和地层岩性两方面。从地层层位上看,内蒙古包头地区内的铁矿资源集中于前寒武纪地层中。

白云鄂博矿区的赋矿地层为白云鄂博群(Ch-QnB)的H8部分,即哈拉霍疙特组上段(Jxh³),由浅海相碎屑-碳酸盐岩沉积而形成的灰黑色-黑色灰岩、白云质灰岩和白云岩。

内蒙古包头地区内另一重要赋矿地层为色尔腾山群(Ar₃S)。根据矿点分布图和利用现状图可知,在内蒙古包头地区内与该地层有关的大中型铁矿有7个,正在开采利用的有6个。色尔腾山群是较典型的绿岩建造,以基性火山岩喷发为主,夹有陆源和火山碎屑岩的沉积。总体岩石类型以玄武岩为主,英安岩及安山岩、流纹岩次之,并有一定数量的混合岩化片麻岩和混合岩等(内蒙古自治区地质矿产局,1991)。

3.2 岩浆岩

岩浆活动是地壳运动的主要形式之一,岩浆活动能控制铁矿的形成和分布,是重要的成矿条件。内蒙古包头地区内与铁矿相关的岩体有三叠纪花岗岩、二叠纪花岗岩、石炭纪石英闪长岩、寒武纪辉长岩、古元古代花岗岩、新太古代变质深成侵入体,这些岩体涉及基性-中性-酸性岩浆岩,以酸性为主。

3.3 断裂构造

构造因素是控制矿床形成和分布的重要因素之一。断裂构造是矿物质流通、富集的通道,有断裂的地区往往容易富集成矿。笔者对内蒙古包头地区内断裂构造和铁矿的相关关系进行统计分析,认为近东西向断裂构造对铁矿的形成具有独特的作用,近东西向构造发育的地区往往有铁矿分布,另外北西向断裂也可为铁矿的发育形成提供条件。

3.4 遥感异常

通过主成分分析、比值分析等处理提取出遥感异常,并制作的遥感异常分级图是矿产资源预测很好的辅助资料,这些异常信息对矿产资源的预测有一定的帮助作用,能够提高预测的可靠度。

依据以上四点预测判据,建立三级预测体系,各预测级别的预测判据如表1所示。

表1 预测判据一览表
Table 1 Prediction criteria

预测级别	预测判据
一级	1. 哈拉霍疙特组(Jxh)地层区或色尔腾山岩群(Ar ₃ S)地层区
	2. 酸性岩浆活动地区
	3. 有近东西向断裂构造
	4. 一级遥感异常区
二级	1. 哈拉霍疙特组(Jxh)地层区或色尔腾山岩群(Ar ₃ S)地层区
	2. 岩浆活动地区
	3. 有近东西向或北西向断裂构造
	4. 二级遥感异常区
三级	1. 白云鄂博群(Ch-QnB)地层区或色尔腾山岩群(Ar ₃ S)地层区
	2. 附近有岩浆活动
	3. 有近东西向或北西向断裂构造
	4. 三级遥感异常区

4 预测结果

根据矿产资源预测判据,对整个内蒙古包头地区分析、研究,寻找地质条件符合预测判据的地区,并参考遥感异常信息提取结果,对内蒙古包头地区内的铁矿资源找矿远景进行预测。

将预测结果与铁矿资源分布信息对比分析,结果显示现有的铁矿矿点大部分都落在预测的一级远景区内,说明预测结果比较可靠。为了将预测成果与铁矿资源分布信息区别开,将含有铁矿矿点的远景区删除,仅保留没有铁矿矿点的远景区。共圈定了3个一级找矿远景区、4个二级找矿远景区、4个三级找矿远景区。各远景区基本信息如表2所示。

5 结束语

本次矿产资源预测工作采用地质与遥感结合的手段,充分利用地质信息、矿产资源分布与利用现状信息,结合遥感异常信息,研究总结了铁矿的孕育规律,对铁矿资源找矿远景进行了预测。得到以下三点认识。

(1) 内蒙古包头地区内铁矿与断裂构造关系密切,明显受近东西向、北西向断裂控制,并与岩浆活动密切相关。

(2) 遥感异常提取结果与地质矿产分析结果吻合性较好,说明遥感异常提取可以用于矿产资源预测工作,希望在其它地区开展类似工作。

(3) 从预测的远景区来看,包头地区还有一定的找矿潜力,希望能进一步开展相关的调查工作。

表 2 铁资源找矿远景区特征

Table 2 Characteristics of iron resources prospecting areas

序号	远景区名称	远景区面积	预测依据	预测级别
1	达尔罕茂明安联合旗一号远景区	1.06km ²	1. 哈拉霍疙特组地层 (J _{xh}) 区; 2. 三叠纪二长花岗岩活动地区; 3. 有近东西向断裂构造; 4. 一级遥感异常区	一级
2	乌拉特前旗一号远景区	1.93km ²	1. 色尔腾山岩群地层 (Ar ₃ S) 区; 2. 附近有中元古代斜长花岗岩活动; 3. 处于近东西向断裂构造带内; 4. 一级遥感异常区	一级
3	乌拉特前旗二号远景区	2.00km ²	1. 色尔腾山岩群地层 (Ar ₃ S) 区; 2. 附近有中元古代斜长花岗岩活动; 3. 处于近东西向断裂构造带内; 4. 一级遥感异常区	一级
4	达尔罕茂明安联合旗二号远景区	1.61km ²	1. 哈拉霍疙特组地层 (J _{xh}) 区; 2. 附近有三叠纪二长花岗岩活动; 3. 有近东西向断裂构造; 4. 二级遥感异常区	二级
5	达尔罕茂明安联合旗三号远景区	2.50km ²	1. 色尔腾山岩群地层 (Ar ₃ S) 区; 2. 附近有三叠纪二长花岗岩活动; 3. 有近东西向断裂构造; 4. 二级遥感异常区	二级
6	达尔罕茂明安联合旗四号远景区	6.83km ²	1. 哈拉霍疙特组地层 (J _{xh}) 区; 2. 附近有二叠纪花岗岩活动; 3. 附近有近东西向断裂构造; 4. 三级遥感异常区	二级
7	乌拉特中旗远景区	1.75km ²	1. 色尔腾山岩群地层 (Ar ₃ S) 区; 2. 奥陶纪辉长岩活动地区; 3. 有近东西向断裂构造; 4. 二级遥感异常区	二级
8	乌拉特前旗三号远景区	1.37km ²	1. 色尔腾山岩群地层 (Ar ₃ S) 区; 2. 附近有近东西向断裂构造; 3. 三级遥感异常区	三级
9	达尔罕茂明安联合旗五号远景区	1.14km ²	1. 哈拉霍疙特组地层 (J _{xh}) 区; 2. 附近有二叠纪花岗岩活动; 3. 附近有近东西向断裂构造; 4. 三级遥感异常区	三级
10	固阳县一号远景区	1.34km ²	1. 色尔腾山岩群地层 (Ar ₃ S) 区; 2. 有北西向断裂构造; 3. 三级遥感异常区	三级
11	固阳县二号远景区	1.72km ²	1. 色尔腾山岩群地层 (Ar ₃ S) 区; 2. 有北西向断裂构造; 3. 三级遥感异常区	三级

但是,由于内蒙古包头地区面积较大、涉及地质问题复杂、矿产资源丰富,在项目实施过程中又限于资金、人力的制约,对某些问题缺乏深入探讨,对预测的成矿远景区缺少实地验证和分析测试工作,希望今后的工作能给予重视。

致谢 本文得益于“矿山开发遥感调查与监测成果集成与综合研究”项目的资助和“晋陕蒙能源矿集区遥感地质综合调查”项目提供的大量资料。研究过程中得到了中国国土资源航空物探遥感中心杨金中研究员、王晓红教授、陈微高级工程师的指导和帮助,在此表示衷心的感谢!

[References]

An Cun-jie, Ding Tian-cai, Huang Zhan-qi, Zhang Zhi-xiang, Leng Fu-rong, Cong Li-juan. 2004. Geochemical characteristics of Pt and Pd in the Zhaertaishan and Bayan Obo groups, Inner Mongolia, and Ore-prospecting suggestions[J]. Regional Geology of China, 23 (11): 1149-1152 (in Chinese with English abstract)

Dou Sheng-li. 2001. Research on spatial distribution of RE and F at Baiyunebo Mine[J]. Science & Technology of Baotou Steel (Group) Corporation, 27(3): 4-7 (in Chinese with English abstract)

Du Xiao-jun, Zhang Qiang. 2008. Analysis the mineralization mechanism of Bayan Obo Iron, Niobium, Rare Earth ore[J]. Science & Tech-

nology Information, (24): 640-641 (in Chinese with English abstract)

Fei Hong-cai, Xiao Rong-ge, Hou Zeng-qian. 2007. Iron oxides and its significance to genesis of Bayan Obo Fe-Nb-REE deposit of Inner Mongolia in China[J]. Journal of the Chinese Rare Earth Societ, 25 (3): 334-343 (in Chinese with English abstract)

Hou Zong-lin. 1982. Discussion on the symbiotic - metamorphic genesis of Bayan Obo deposit symbiotic[J]. Geology and Prospecting, (8): 24-29 (in Chinese)

Hou Zong-lin. 1989. The Bayan Obo Fe - Nb - REE deposit: Its basic geological features, mineralization and mineralization model[J]. Geology and Prospecting, 25 (7): 1-5 (in Chinese with English abstract)

Inner Mongolia Bureau of Geology and Mineral Resources. 1991. Regional geology of Inner Mongolia autonomous region[M]. Beijing: Geological Publishing House; 33-35 (in Chinese)

Liu Jian-yong, Su Sheng-wang, Zhang Tai-rong, Zhang Yu-xu. 2006. A discussion on the practicability of prospecting in the deep part of the east mine and kernel part of the Bayan syncline, Bayan Obo Ore Field[J]. Geological Review, 52 (6): 821-825 (in Chinese with English abstract)

Liu Tie-geng, Qiu Ju-tian. 1986. Discussion on the genesis of Bayan Obo white carbonate again[J]. Geology and Prospecting, (8): 35-40 (in Chinese)

Liu Xing, Liu Xiao-hua, Zhang Fu. 2009. Research on the genesis of Bayan Obo Iron ore, Inner Mongolia[J]. Inner Mongolia Science Technology& Economy, (24):40-46(in Chinese)

Liu Yao, Zhang Qiang, Zhang Su-wang, Zhang Feng-xian. 2009. Genesis of the relationship between Bayan Obo iron mining and granite[J]. Science & Technology Information, (27):240-341(in Chinese)

Lv Feng-jun, Xing Li-xin, Fan Ji-zhang, Pan Jun, Meng Tao, He Quan-jun. 2006. Extracting alteration information of remote sensing based on alteration information field[J]. Geology and Prospecting, 42(2):65-68(in Chinese with English abstract)

Ma Li-fang. 2002. Geology Atlas of China[M]. Beijing:Geological Publishing House:141-143(in Chinese)

Meng Qing-chang. 1981. The genesis of Bayan Obo carbonatite deposit [J]. Geology and Prospecting, (3):10-17(in Chinese)

Wang Yi-xian, Qiu Yu-zhuo, Gao Ji-yuan, Zhang Gan. 2002. Bayan Obo mine Proterozoic anorogenic magmatic rocks and its constraints on the mineralization in Inner Mongolia[J]. Sciencein China (Series D) 32(Supplement):21-32(in Chinese)

Yang Jin-zhong, Fang Hong-bin, Zhang Jun-yu, Chen Wei. 2003. Remote sensing anomaly extraction in important metallogenic belts of western China[J]. Remote Sensing for Land & Resources, (3):50-53(in Chinese with English abstract)

Yang Jin-zhong. 2007. The technical system of multispectral remote sensing anomaly extraction[J]. Remote Sensing for Land & Resources, (4):43-46(in Chinese with English abstract)

Yang Zhan-feng, Liu Jian-yong. 2007. Necessity and feasibility of Baiyunebo rare earth deposit prospecting[J]. Chinese Rare Earths, 28(6):84-87(in Chinese with English abstract)

Yuan Zhong-xin, Bai Ge, Wu Cheng-yu, Zhang Zong-qing, Ye Xiao-jiang. 1991. Metallogenic epoch and genesis of the Bayan Obo Niobium-Ree-Iron deposit, Inner Mongolia[J]. Mineral Deposits, 10(1):59-69(in Chinese with English abstract)

Zhao Hai-yan. 2007. Thoughts of development and ore resources saving of Baotou iron & steel (Group) Co. Ltd[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, (4):9-124(in Chinese with English abstract)

Zhou Yu-shuang. 2006. Research on the genesis that deposit - hydrothermal metamorphic of Bayan Obo iron ore[J]. Inner Mongolia Science & Technology and Economy, (5):58-59(in Chinese)

[附中文参考文献]

安存杰,丁天才,黄占起,张志祥,冷福荣,丛丽娟. 2004. 内蒙古渣尔泰山群和白云鄂博群中 Pt、Pd 地球化学特征及找矿建议[J]. 地

质通报,23(11):1149-1152

窦胜利. 2001. 包头白云鄂博主矿稀土与氟空间分布规律的研究 [J]. 包钢科技,27(3):4-7

杜小军,张强. 2008. 浅析白云鄂博铁、铌、稀土矿的成矿机理[J]. 科技信息, (24):640-641

费红彩,肖荣阁,侯增谦. 2007. 内蒙白云鄂博 Fe-Nb-REE 矿床铁氧化物对矿床成因的指示意义[J]. 中国稀土学报,25(3):334-343

侯宗林. 1982. 关于白云鄂博共生矿床沉积-变质成因的探讨[J]. 地质与勘探, (8):24-29

侯宗林. 1989. 白云鄂博铁-铌-稀土矿床基本地质特征、成矿作用、成矿模式[J]. 地质与勘探,25(7):1-5

柳建勇,苏胜旺,张台荣,章雨旭. 2006. 白云鄂博矿床东矿段深部及白云向斜核部探矿的可行性探讨[J]. 地质论评,52(6):821-825

刘铁庚,邱聚田. 1986. 再论白云鄂博白云碳酸岩的成因[J]. 地质与勘探, (8):35-40

刘星,刘晓华,张福. 2009. 内蒙古白云鄂博铁矿成因研究[J]. 内蒙古科技与经济, (24):40-46

刘耀,张强,张速旺,张凤仙. 2009. 浅析白云鄂博矿区铁矿床成因与花岗岩关系[J]. 科技信息, (27):240-341

吕凤军,邢立新,范继璋,潘军,孟涛,何全军. 2006. 基于蚀变信息场的遥感蚀变信息提取[J]. 地质与勘探,42(2):65-68

马丽芳. 2002. 中国地质图集[M]. 北京:地质出版社:141-143

孟庆昌. 1981. 白云鄂博碳酸岩矿床的成因特征[J]. 地质与勘探, (3):10-17

内蒙古自治区地质矿产局. 1991. 内蒙古自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社:33-35

王一先,裘愉卓,高计元,张乾. 2002. 内蒙古白云鄂博矿区元古代非造山岩浆岩及其对成矿的制约[J]. 中国科学(D辑),32(增):21-32

杨金中,方洪宾,张玉君,陈薇. 2003. 中国西部重要成矿带遥感找矿异常提取的方法研究[J]. 国土资源遥感, (3):50-53

杨金中. 2007. 多光谱遥感异常提取技术方法体系研究[J]. 国土资源遥感, (4):43-46

杨占峰,柳建勇. 2007. 白云鄂博稀土矿床探矿的必要性与可行性探讨[J]. 稀土,28(6):84-87

袁忠信,白鸽,吴澄宇,张宗清,叶笑江. 1991. 内蒙白云鄂博铌、稀土、铁矿床的成矿时代和矿床成因[J]. 矿床地质,10(1):59-69

赵海燕. 2007. 包钢发展与白云鄂博矿产资源保护的思考[J]. 矿产保护与利用, (4):9-12

周煜双. 2006. 试论白云鄂博铁矿的沉积-热液交代变质成因[J]. 内蒙古科技与经济, (5):58-59

Prospective Prognosis of Iron Ore Resources in the Baotou Area, Inner Mongolia

WANG Hai-qing, CHEN Ling

(China Aero Geophysical Survey & Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083)

Abstract: With the increasing current shortage of mineral resources, it is of great importance to undertake prospective prognosis of mineral resources in the known ore districts and their vicinities. Baotou in Inner Mongolia is one of the most important areas of iron-ore production in China, and is an ideal place to carry out such prediction. This study collected data of geology, mineral resources and utilization status in this area, and summarized the metallogenic rules in the Baotou area from the aspects of strata, magma activities and tectonics. Besides, the alteration anomalies were extracted from ETM remote sensing data for this region. The result shows that there is still potential of mineral exploration in the Baotou area, and further investigation is recommended.

Key words: iron ore, mineral resource prediction, alteration anomaly, remote sensing, Baotou area, Inner Mongolia