

辽宁查马屯铁矿三维地质建模及深部预测

白银增,赵涌涛,王泽蛟,刘 幸,李 超

辽宁有色地质局 109 队,辽宁 朝阳 122000

摘 要: 查马屯铁矿是一处隐伏于中生代火山沉积岩之下的沉积变质型铁矿床,矿体规模大、埋藏浅,深部资源潜力巨大。利用三维地质体建模软件 Creatar,通过收集钻孔数据,建立地质数据库,生成三维钻孔。通过剖面定义、单工程矿体圈定、剖面编辑、曲面连接,建立矿体三维模型。依据“点-线-面-体”的思路,建立了辽宁查马屯铁矿三维地质模型。模型显示,查马屯铁矿体西南段向北西倾斜,北东部向南东倾斜,呈北东东向展布,应沿该方向部署找矿。矿体与磁异常复合关系表明,2 号矿体南部存在巨大找矿空间,查马屯村南部及北东部是下一步找矿勘探的重点方向。

关键词: 三维建模;深部预测;查马屯铁矿;辽宁省

3D GEOLOGICAL MODELING AND DEEP PROSPECTING PREDICTION IN CHAMATUN IRON DEPOSIT, LIAONING PROVINCE

BAI Yin-zeng, ZHAO Yong-tao, WANG Ze-jiao, LIU Xing, LI Chao

No. 109 Geological Team, Liaoning Bureau of Nonferrous Geology, Chaoyang 122000, Liaoning Province, China

Abstract: The Chamatun iron deposit is of a sedimentary metamorphic type buried beneath the Mesozoic volcanic sedimentary rocks with large orebody, shallow burial depth and great potential of deep resources. By applying the 3D geological modeling software Creatar and collecting borehole data, the authors establish geological database and generate 3D drilling. The 3D model of orebody is set up through section definition, single engineering delineation of orebody, section editing and surface connection. The 3D geological model of Chamatun iron deposit is built based on the thought of “point-line-plane-volume”. The model shows that the iron orebody is distributed in NEE direction, with southwest part inclined to northwest and the northeast part inclined to southeast, thus prospecting should be accordingly deployed. The compound relation between orebody and magnetic anomaly indicates that the south of No. 2 orebody has great prospecting potential, and the south and northeast of Chamatun village could be the key for further prospecting and exploration.

Key words: 3D modeling; deep prospecting prediction; Chamatun iron deposit; Liaoning Province

0 引言

查马屯铁矿床是 2012 年辽宁省有色地质局 109 队在区域航磁异常筛选查证工作中,新发现的隐伏于

中生代火山沉积岩盖层之下沉积变质型铁矿床。经过近几年的勘查工作,矿区内探获 5 条铁盲矿体。铁矿体呈似层状或大的扁豆体顺层产于新太古界建平群小塔

收稿日期:2018-10-11;修回日期:2019-04-04。编辑:张哲。

基金项目:中国地质调查局项目“辽宁阜蒙地区矿产地质调查”(编号 12120113059200)。

作者简介:白银增(1984—),男,地质工程师,主要从事地质矿产勘查工作,通信地址 辽宁省朝阳市朝阳大街四段 85 号,E-mail/www.15804282499@163.com

子沟组角闪斜长片麻岩中,工程控制铁矿体长 100~1200 m,控制矿体厚 1.35~38.00 m,铁矿石品位一般为 TFe 30%~40%,最高达 48.87%。初步估算铁矿资源量 3500×10^4 t。在前期工作基础上,利用 Creata 三维地质体建模软件,构建了查马屯矿区地质模型、单矿体结构模型。本文通过综合研究区域地质、地球物理资料结合构建三维地质模型,提出深部铁矿发育模式,为深部铁矿找矿提供一种新的思路。

1 区域地质背景

查马屯铁矿床大地构造位置处于燕山台褶带辽西台陷北镇凸起东段,新立屯拗陷黑山-车家屯隆起北东^[1]。基底构造层主要为新太古界建平岩群小塔子沟岩组变质岩系,是区内沉积-变质型铁产出的主要层位(图 1)。其上为中生界侏罗系及白垩系火山-沉积岩。区

内构造主要表现为北北东向盆缘断裂和一系列北北东向褶皱^[2]。岩浆岩主要为中生代火山岩及燕山期中酸性侵入岩。成矿单元位于内蒙古隆起东段 Fe-Au-Ag-Pb-Zn-Mo-U-磷-膨润土成矿亚带之旧庙断凸杨家店-哈尔套 Fe-萤石成矿单元内。

2 矿区地质特征

2.1 地质特征

矿区内出露地层主要为白垩系义县组一段及第四系,矿区西南部零星出露新太古界建平群小塔子沟组(图 2)。小塔子沟组总体呈单斜产出,为赋矿层。该组岩性主要为斜长角闪片麻岩、混合岩及磁铁石英岩,地层总体走向 60°,沿走向及倾向见有舒缓摆动。地层南西段倾向北西,倾角 70~90°。北东段段倾向南东,倾角 77~90°。

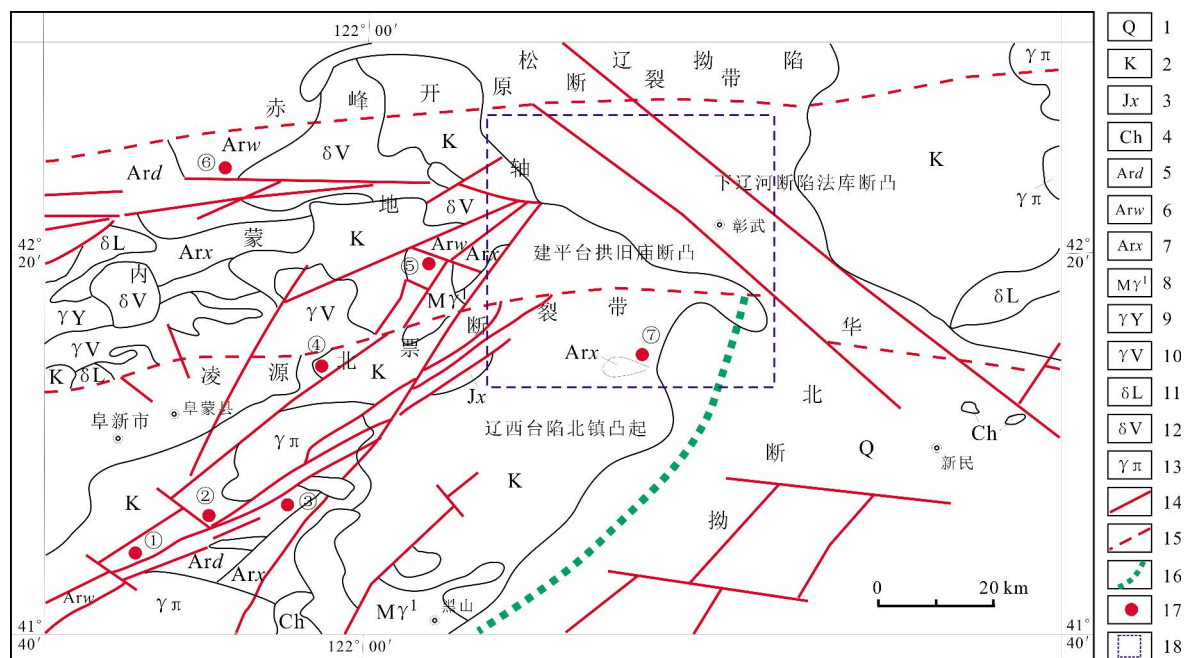


图 1 查马屯矿区大地构造位置图^①

Fig. 1 Geotectonic location map of Chamatun orefield

1—第四系(Quaternary); 2—白垩系(Cretaceous); 3—蓟县系(Jixianian sys.); 4—长城系(Changchengian sys.); 5—建平群大营子组(Dayingzi fm. of Jianping gr.); 6—建平群瓦子峪组(Waziyu fm. of Jianping gr.); 7—建平群小塔子沟组(Xiaotazigou fm. of Jianping gr.); 8—太古宙混合花岗岩(Archaeozoic migmatitic granite); 9—燕山期花岗岩(Yanshanian granite); 10—海西期花岗岩(Hercynian granite); 11—辽河期闪长岩类(dioritoid of Liaohe Age); 12—海西期闪长岩(Hercynian diorite); 13—花岗岩斑岩(granite porphyry); 14—断裂构造(fault); 15—推测构造(inferred structure); 16—韧性剪切带(ductile shear zone); 17—矿点(ore occurrence); 18—研究区范围(study area); ①—下水泉金矿(Xiashuiquan gold deposit); ②—排山楼金矿(Paishanlou gold deposit); ③—大板金矿(Daban gold deposit); ④—大樱桃沟金矿(Dayingtao gold deposit); ⑤—五家子金矿(Wujiazi gold deposit); ⑥—八楼子金矿(Balouzi gold deposit); ⑦—查马屯铁矿(Chamatun iron deposit)

① 辽宁省有色地质局 109 队. 辽宁阜蒙地区矿产地质调查报告. 2016.

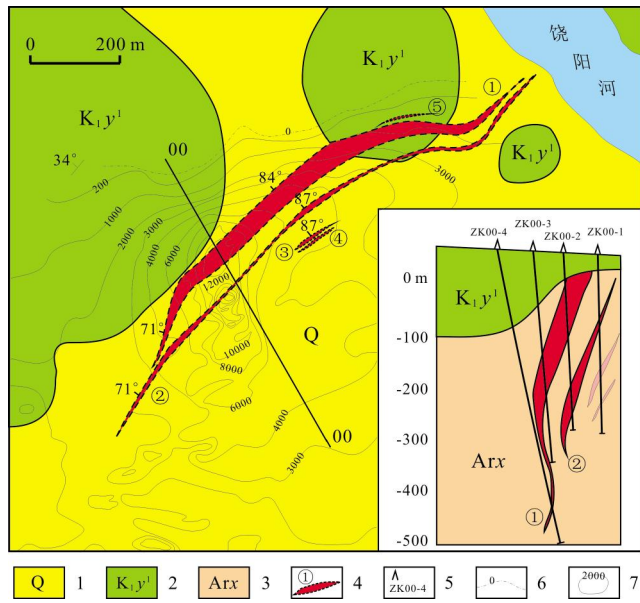


图 2 查马屯铁矿地质平面图及 00 线剖面图

Fig. 2 Geological map of Chamatun iron deposit and profile along exploratory line No. 00

1—第四系(Quaternary); 2—义县组一段(1st mem. of Yixian fm.); 3—建平群小塔子沟组(Xiaotazigou fm. of Jianping gr.); 4—矿体及编号(orebody and number); 5—钻孔(drill hole); 6—物探异常零等值线(zero geophysical anomaly contour); 7—物探异常正等值线(positive geophysical anomaly contour)

2.2 物探异常特征

查马屯矿区内磁异常呈北东向展布,磁异常强度高、规模大,总体走向与区域变质岩系片麻理走向一致。异常长 1200 m,宽 800 m,由 4 个子异常组成。异常强度一般为 2000~12000 nT,最高值达 24449 nT,异常的北东及南西延长方向均未封闭。

2.3 矿体特征

查马屯矿区以往对磁异常验证解译,于白垩系义县组火山岩覆盖层下,探获 5 条铁盲矿体,呈似层状或大的扁豆体顺层产于新太古界建平群小塔子沟组角闪斜长片麻岩中。其中 1、2 号矿体规模较大。

1 号铁矿体:工程控制矿体延长 1100 m,厚 3.00~38.00 m,火山岩覆盖层厚度 47~331 m。矿体总体走向 60°,南西段倾向北西,北东段倾向南东,倾角 70~90°。铁矿石平均 TFe 品位 34.44%^①。

2 号铁矿体:位于 1 号铁矿体的南东侧,与 1 号铁矿体近于平行产出,二者之间水平距离一般为 20~40

m。工程控制矿体延长 1200 m,厚 1.30~24.60 m,火山岩覆盖层厚度 47~331 m。矿体总体走向 60°,倾向北西,局部段倾向南东,倾角 70~90°。铁矿石平均 TFe 品位 31.35%^①。

3 查马屯铁矿三维地质结构模型构建

3.1 建模构建思路

以 Creatar 软件为工作平台,在收集整理地质资料、地球物理资料、钻孔已及遥感资料的基础上,依据“点—线—面—体”的思路^[3],通过合理的解译形成剖面,进而三维可视化表达,构建出三维地质结构模型。模型应该直观地展现出地形地貌、地质构造、地层岩性和矿体的空间分布形态和空间关系,辅助圈定深部找矿靶区,提出合理的勘查意见。

3.2 建模构建流程

3.2.1 数据处理

对查马屯铁矿床的钻孔数据深度整理,实现钻孔三维可视化(图 3)。对矿区地质勘探剖面、磁异常反演剖面进行数据整理,形成矿区地层模型及三维地质模型。

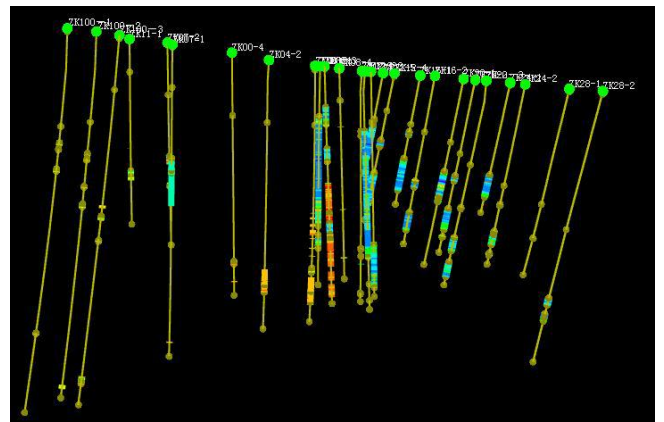


图 3 查马屯矿区钻孔三维可视化模型

Fig. 3 3D visualization model of drilling hole in Chamatun orefield

3.2.2 模型建设

将整理完成的剖面数据导入 Creatar 建模平台内,依据剖面属性提取地层线,整理出各个地层面的控制线,同时处理地层节点密度,形成合理的建模精度。然后依据线—面—体的思路,先生成地层面,后将地层面封

① 辽宁省有色地质局 109 队,辽宁省查马屯铁矿地质普查报告, 2012。

闭成相应的地层体,进而根据剖面中提取的矿体轮廓线,添加生成失踪线,利用 Moffer 技术拟合生成矿体,构建查马屯铁矿床地质结构模型(图 4)。

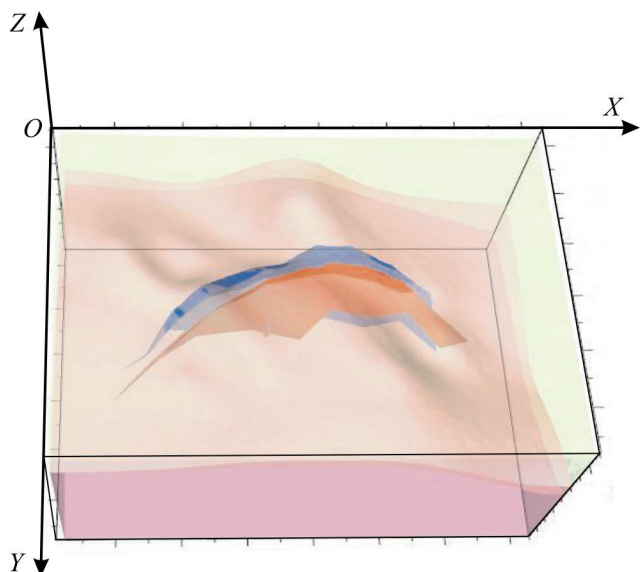


图 4 查马屯铁矿床地质结构模型

Fig. 4 Geological structure model of Chamatun iron deposit

4 基于查马屯铁矿三维地质结构模型的深部预测

4.1 预测要素提取

典型矿床预测要素是指在典型矿床预测工作中,有明显指示意义的找矿要素以及其他找矿标志。根据典型矿床预测要素对成矿预测过程中所起作用的大小,可将预测要素划分为必要、重要及次要三类^[4]。具体到查马屯铁矿床,必要要素指的是若没有该预测要素,则不存在查马屯铁矿床,如成矿时代、成矿层位;决定预测目标矿床的规模、品位的预测要素划分为重要要素,这样条件的存在与预测该类型矿床没有必然的联系;对于在预测工作中很难起到积极作用的其他条件划分为次要要素。

4.1.1 地质环境预测要素

查马屯铁矿大地构造位置外于燕山台褶带辽西台陷北镇凸起东段,处于凌源-旧庙印支-燕山期成矿带北东段,锦州-阜新太古宙、燕山期金成矿带东部,成矿条件优越。

新太古代时期该区处于萌地槽区,为铁矿床型形成提供稳定的沉积环境。自中元古代起至中生代该区发生一系列地壳运动,形成隆拗相间的构造格局,控制

区域矿产分布。根据基底岩系的含矿性及有利的赋矿围岩的空间分布特征,铁矿产往往多集中产于地台基底区及隆起区。而辽西地区只有在建平群小塔子沟组建造中才能找到查马屯类型铁矿,因此,小塔子沟组建造可作为寻找查马屯沉积变质鞍山式铁矿的必要预测条件。

4.1.2 地球物理预测要素

1) 磁性特征

查马屯铁矿床覆盖层为第四系及义县组一段,主要岩性为凝灰质砂岩,感应磁化强度(J_i)、剩余磁化强度(J_r)基本在 200×10^{-3} A/m 以下;赋矿层位为小塔子沟组,主要岩性为斜长角闪片麻岩、混合岩, J_i 、 J_r 基本为 $500 \times 10^{-3} \sim 600 \times 10^{-3}$ A/m;铁矿石主要为磁铁矿石,矿石品位较高、磁性较强, J_i 、 J_r 都大于 1000×10^{-3} A/m。不难看出,盖层几乎不具有磁性,而铁矿石的磁性约是片麻岩、混合岩的 2 倍,可形成有研究意义的异常场,是重要找矿标志。实际研究证明,磁异常与深部隐伏矿体吻合,异常强度随矿体埋深逐渐减弱。因此,磁异常可作为寻找查马屯沉积变质鞍山式铁矿的必要预测条件。

2) 重力特征

查马屯铁矿区内第四系沉积物与砂类结构松散,孔隙度大而导致密度较低,重力异常低值反映;片麻岩系的致密程度较高,较高重力异常反映;磁铁矿体具有较高密度,与围岩间的密度差在 1.40 g/cm^3 ,高重力异常反映。重力测量在已知矿体可发现较明显的宽缓重力异常,实测剩余重力异常幅值可达到 $480 \mu\text{Gal}$,显示查马屯铁矿床深部可能存在巨大的隐伏矿体。因此,重力异常可作为寻找查马屯沉积变质鞍山式铁矿的重要预测条件。

根据相似类比理论,在相同或相似的地质环境、地质构造条件、矿体产出位置等成矿背景条件下,可能会有类型相同或相似的矿床产出。因此,前面所总结的查马屯铁矿预测要素可以作为在调查区内寻找海相火山沉积变质型鞍山式铁矿的重要找矿依据。

4.2 预测模型分析

典型矿床预测模型图是在典型矿床预测要素研究成果的基础之上选取典型矿床预测要素图上具有代表性剖面,并叠加上此剖面上的重力、磁法异常等,用矿体三维结构模型、剖面图的形式来反映深部隐伏矿体形态、规模等与重力、物探异常的相互关系,及空间变

化特征。

本次工作依据查马屯铁矿地质环境、铁矿体空间展布特征、钻孔资料构建铁矿体模型,采用磁异常值进行三维克里金插值,生成三维磁异常模型。将两个模型组合构成查马屯矿床预测模型图(图5),以表达矿体、含矿建造等与磁异常相互关系。

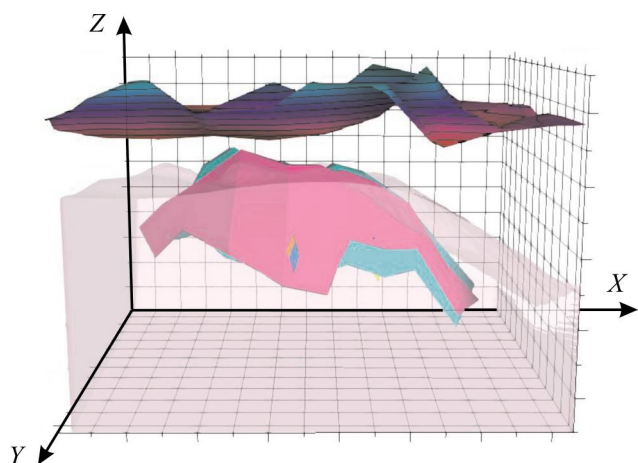


图5 查马屯铁矿预测模型图

Fig. 5 Prediction model of Chamatun iron deposit

4.3 深部成矿远景预测

针对查马屯区的预测要素及预测模型,以 Creator 为操作平台,通过计算证据因子的权重来衡量预测要素对成矿预测的贡献程度,进而计算目标区域铁矿产存在的概率值,圈定深部成矿预测远景区。

1)查马屯铁矿预测模型图显示,查马屯铁矿体西南段向北西倾斜,北东部向南东倾斜,呈北东东向展布,应沿该方向继续部署找矿工程。

2)矿体与磁异常复合关系表明,2号矿体南部存在巨大找矿空间,查马屯村南部及北东部是下一步找矿

勘探的重点方向。

3)1号、2号矿体深部延伸缺少工程控制,应加强控制实现进一步找矿突破。

4)查马屯矿区西南含铁建造出露地表,为强磁异常区,航磁异常值可达2000 nT以上,与已验证矿致航磁异常形态相似、规模相当,且被第四系覆盖,推断古近纪—新近纪的地质作用,使含铁建造经历再次沉降埋藏。预测该磁异常的埋深较小,具有良好的勘探价值。

5 结论

查马屯铁矿是近年新发现的中型“鞍山式”铁矿床,位于燕山台褶带辽西台陷北镇凸起东段,新立屯拗陷黑山—车家屯隆起北东,形成于新太古代。本文应用三维技术手段,构建矿床地质模型,剖析解译磁异常,形成预测模型,对查马屯铁矿进行了深部预测。经过对比分析认为,该铁矿床矿体深部仍有延伸,且有隐伏矿体存在,特别是查马屯西南部的航磁异常区有进一步的工作价值。在后续勘查工作中应加强对矿区南部、西南部覆盖区及深部矿体的勘查,完全有可能找到一个大型铁矿床。

参考文献:

- [1]辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989: 325-426.
- [2]赵磊,付庆,马利,等. 辽宁查马屯铁矿的发现及找矿意义[J]. 中国地质调查,2015,2(5):32-37.
- [3]王明华,白云. 三维地质建模研究现状与发展趋势[J]. 土工基础, 2006,20(4): 68-70.
- [4]李厚民,王登红,李立兴,等. 中国铁矿成矿规律及重点矿集区资源潜力分析[J]. 中国地质,2012,39(3):560-580.