

doi: 10.6053/j.issn.1001-1412.2018.01.007

辽宁省灯塔市大达连沟铁矿地质特征

张连强¹, 王洪波², 陈檬¹, 梁茗¹

(1. 辽宁省冶金地质勘查局四〇一队, 辽宁 大连 116100;

2. 辽宁金石源矿业有限公司, 辽宁 鞍山 114100;)

摘要: 辽宁省灯塔市大达连沟铁矿床位于灯塔市铍子镇, 为一隐伏的大型铁矿床, 埋深为 1 360 ~ 1 430 m, 已控制矿体走向延长 1 600 m, 倾斜延深 580 m, 平均厚度为 127 m。矿体呈陡立厚板状体, 夹石很少, 为单一矿体。矿石自然类型为透闪-阳起磁铁矿石, 工业类型为弱磁性铁矿石。矿石品位在走向和垂向上基本稳定, mFe 随着深度增加而减少, 有害组分含量低。矿床为典型的鞍山式铁矿床, 成因类型属沉积-变质型铁矿床。

关键词: 大达连沟铁矿; 地质特征; 樱桃园岩组; 矿床成因; 辽宁省

中图分类号: P613; P618.31 **文献标识码:** A

0 引言

在上世纪 70 年代的“鞍本铁矿会战”期间, 有关单位对鞍本地区实施了一系列航空磁测工作, 发现了多处低缓航磁异常, 经研究评价, 推测异常为隐伏铁矿引起, 但因当时钻探设备和施工工艺的限制, 未能进行深部工程验证。大达连沟低缓磁异常位于辽宁省灯塔市铍子镇西南 5 km 处, 2008 年, 辽宁省冶金地质勘查局四〇一队对该低缓磁异常进行钻探验证, 证实异常为鞍山式铁矿引起。通过 2010 ~ 2011 年和 2015 年共 3 年的工作勘查, 基本查明铁矿体的地质特征, 初步预测铁矿的远景资源量超过 10×10^8 t。

1 区域地质背景

鞍本地区的大地构造位置为华北陆块北缘东段胶辽台隆的太子河-浑江台陷, IV 级构造单元为辽阳-本溪凹陷, 还可分为 5 个 V 级单元: 鞍山凸起、

歪头山凸起、南芬凸起、辽阳凹陷和本溪凹陷^[1], 大达连沟低缓磁异常即处于辽阳凹陷中。

鞍本地区是太古宙花岗岩-绿岩带主要分布区之一, 也是重要的铁矿矿集区。前人将太古宙的含铁岩系按岩石组合特征分为 3 种建造类型^[1]: ①砂质泥岩-泥岩建造(樱桃园岩组), 由陆源沉积岩和火山物源沉积岩组成; ②含沉积岩的基性-中酸性火山岩建造(大峪沟岩组); ③基性火山岩建造(茨沟岩组和石棚子岩组)。这些绿岩建造经过区域变形-变质以及后期深成岩体侵入作用, 形成规模不等的块体被包裹于太古宙花岗岩之中, 形成鞍本地区的中-新太古界含铁岩系。这些含铁岩系区域上统称为鞍山群, 变质程度为绿片岩相-角闪岩相, 在鞍山地区被划分为樱桃园岩组、大峪沟岩组和茨沟岩组^[5,11], 其中的樱桃园岩组和茨沟岩组是主要的含铁地层, 其中的条带状磁铁矿石岩构成铁矿床(表 1, 图 1)。

鞍本地区中生界-元古界发育, 有古元古界辽河群的浪子山组和里尔峪组, 青白口系的钓鱼台组、南芬组和桥头组, 震旦系的康家组, 古生界的寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系, 中生代的侏罗系和白垩系均有分布。

收稿日期: 2017-12-05; 责任编辑: 余和勇

作者简介: 张连强(1987—), 男, 工程师, 从事地质找矿, 矿床勘探及研究工作。通信地址: 辽宁省大连市金州新区光明街道金钻路 13 号, 辽宁省冶金地质勘查局四〇一队; 邮政编码: 116100; E-mail: 15804125973@163.com

表 1 鞍本地区典型铁矿床一览表(据刘忠元^[2],略有修改)

Table 1 The schedule of typical iron deposits in Anshan-Benxi region

含铁岩系	矿床名称	规模	变质相
樱桃园岩组	东鞍山、西鞍山、齐大山、眼前山、黑石砬子、陈台沟、大台沟、张家湾	大型、特大型	绿片岩相
大峪沟岩组	徐家堡子、祁家沟、小岭子、贾家堡子	大型、中型	角闪岩相
茨沟岩组	南芬、弓长岭、思山岭、北台、歪头山、棉花堡子	大型	角闪岩相

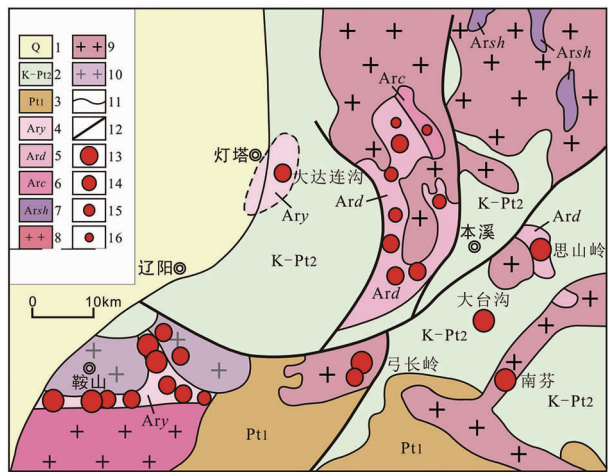


图 1 辽宁中太古代绿岩带及铁矿分布图
(据方如恒^[1],修改)

Fig. 1 Map showing distribution of iron deposit and Archean greenstone belt in Liaoning province

1. 第四系;2. 白垩系—中元古界;3. 古元古界;
4. 中-新太古界鞍山群樱桃园岩组:砂质泥岩-泥岩建造;
5. 鞍山群大峪沟组:含沉积岩的基性-酸性火山岩建造;
6. 鞍山群茨沟岩组:基性火山岩建造;7. 鞍山群石榴子岩组;
8. 中生代花岗岩;9. 新太古代花岗岩;10. 始-中太古代花岗岩;
11. 地质界线;12. 断裂;13. 特大型铁矿床;
14. 大型铁矿床;15. 中型铁矿床;16. 小型铁矿床

太古宙花岗岩是鞍本地区最古老的火成岩,多呈岩基或岩株产出。受区域变质作用的影响,花岗岩发生了变形-变质。太古代花岗岩侵蚀破坏了鞍山群地层,并将其包裹于花岗岩中,共同构成区域的古老结晶基底。

区域断裂构造发育,主要为 NE 向及近 EW 的区域性压性-压扭性断裂,代表性构造有 NE 向寒岭—偏岭断裂构造。辽阳一带的鞍山群与元古宇均呈断层接触。

2 矿区地质特征

2.1 地质特征

矿区地表被沉积物覆盖,地质构造简单,岩浆岩

不发育。经钻孔揭露,矿区内地层有奥陶系、寒武系、青白口系和中-新太古界鞍山群。岩性自上而下:奥陶系冶里组含石英白云岩夹薄层灰岩;寒武系上统凤山组、长山组、崮山组为薄层灰岩夹竹叶状灰岩和紫色、黄色页岩,中统张夏组为鲕状、碎屑灰岩,徐庄组为紫、黄绿色页岩夹鲕状灰岩,底部为含云母粉砂岩;下统毛庄组紫色泥质页岩,馒头组灰岩、砖红色泥岩夹含石膏白云岩,碱厂组灰岩夹石膏层;青白口系桥头组石英砂岩夹页岩,南芬组蛋清色泥灰岩,钓鱼台组含海绿石石英砂岩夹页岩,底部为底砾岩。这些盖层呈产状平缓地覆盖在含铁岩系之上,略向 SW 倾,产状 0°~9°,厚 1 320~1 430 m。鞍山群与沉积盖层的接触关系为角度不整合,根据其岩石组合认定其为樱桃园岩组,总体走向 10°,倾向 NW,倾角>80°,岩性有绢云绿泥石英片岩、黑云石英片岩、二云石英片岩、绿泥片岩、电气石英片岩、透闪磁铁石岩、阳起磁铁石英岩、碳酸磁铁石英岩等。

矿区内岩浆岩不发育,地表未见出露,仅在 ZK601、ZK602 中见零星煌斑岩脉。

矿区构造简单,盖层呈缓倾斜单斜层,无褶皱构造,断裂构造不发育,仅在 6 线、5 线垂深 300 m 处见岩石破碎。

2.2 磁异常特征

大达连沟航磁异常是鞍本地区著名深大磁异常之一^[11],大量资料分析显示^[10-11],异常为埋深较大的隐伏铁矿引起。经过 1:10 000 面积性磁法勘查,详细圈定了大达连沟磁异常^①。整个磁异常呈长条状展布,走向 20°。异常规模很大,按 800 nT 等值线圈定范围长 12 km,平均宽 2.1 km,异常规整、圆滑。异常强度 500~1 000 nT,极大值 1 580 nT。异常梯度变化较小,等值线两翼近于对称,曲线北陡南缓,向南开阔,显示了由北向南倾伏的二度体磁场特征。

3 矿床地质特征

大达连沟铁矿是一超深大型铁矿床。经过勘

查,证实该矿床为单一矿体组成。矿体顶部埋深在 1 360~1 430 m。经过与区域大型铁矿特征对比,该矿床属于沉积-变质型的鞍山式铁矿床,赋矿层位为樱桃园岩组。

3.1 矿体特征

铁矿体呈厚板状,走向 10°,倾向 280°,倾角 80°左右。计有 4 条勘探线 9 个钻孔控制矿体,矿体沿走向长度为 1 600 m,倾斜延深最大为 580 m。由于埋深大,多数钻孔未穿透矿体,仅 ZK8 穿透矿体,通过计算求得平均厚度为 127 m(图 2)。依据测定的矿石磁参数定量计算,大达连沟铁矿埋深向西南逐渐加深,总体呈现向 SW 侧伏,推断铁矿床体长度为 8 km,倾斜延深>800 m。矿体上盘围岩为绢云绿泥石英片岩、绿泥片岩,下盘围岩为黑云石英片岩、二云石英片岩,赋矿地层为含铁透闪石英岩,铁矿层内夹石较少。

钻孔岩心显示,铁矿石、含铁石英岩条带与围岩片理产状不完全一致,可能是区域变形变质作用多期次的原因。在 SZK202 孔见角砾状赤铁石英岩,ω(TFe)=44.41%,ω(mFe)=10.68%,表明矿头部位受古风化壳的氧化作用强烈,赤铁矿交代了磁铁矿,形成了赤铁矿石。

3.2 矿石特征

矿石中矿物成分较简单。矿石矿物主要为磁铁矿($\varphi=20\%\sim35\%$),含少量赤铁矿、微量褐铁矿、黄铁矿、黄铜矿等;脉石矿物有石英($\varphi=35\%\sim50\%$),闪石类矿物等($\varphi=20\%\sim30\%$),含少量方解石、铁白云石。镜下观察矿物种类有 10 余种,分别为氧化物、氢氧化物、硅酸盐、碳酸盐、硫化物 5 类。按生成环境分为原生矿物和次生矿物 2 类(表 2)。

含铁岩系沉积成岩后经历了多期(次)的复杂变形-变质,形成了不同的结构、构造类型。矿石具有不等粒变晶结构、纤维柱状变晶结构、鳞片粒状变晶结构和碎裂结构。矿石构造主要为条带状构造和条纹状构造,局部发育次生角砾状构造、小型揉皱构造、石香肠状构造和浸染状构造等。条带状构造的条带宽窄不一,最宽为 3.5 mm,最窄只有 0.03 mm。根据磁铁矿含量可划分为富铁条带和贫铁条带,富铁条带中磁铁矿含量为 35%~50%,呈自形、半自形晶及他形晶粒状,一般粒度为 0.1~0.8 mm,磁铁矿呈单晶或紧密的连晶,组成稠密浸染状结构;贫铁条带内磁铁矿含量<5%,粒度<0.1 mm,呈细粒或多晶连生形式,呈稀疏浸染状嵌布在富含石英集合体内(图 3)。

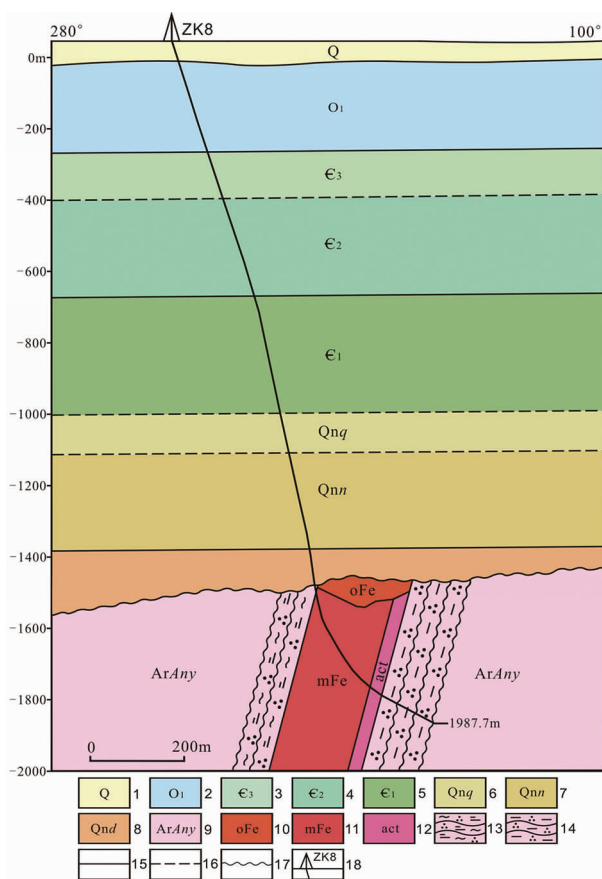


图 2 大达连沟矿区 X 线剖面图

(据张连强^②,修改)

Fig. 2 Geological section along line X of the Dadaliangou iron deposit

- 1. 第四系;2. 下奥陶统;3. 上寒武统;4. 中寒武统;5. 下寒武统;
- 6. 桥头组;7. 南芬组;8. 钓鱼台组;9. 樱桃园岩组;10. 赤铁矿体;
- 11. 磁铁矿体;12. 含铁透闪石英岩;13. 绢云绿泥石英片岩;
- 14. 黑云母石英片岩;15. 整合接触界线;16. 平行不整合接触界线;
- 17. 角度不整合接触界线;18. 钻孔及编号

表 2 铁矿石中矿物类型及组合

Table 2 Types of mineral and mineral assemblages in iron ore

类型	原生矿物	次生矿物
氧化物	磁铁矿、石英	赤铁矿
氢氧化物		褐铁矿
硅酸盐	透闪石、阳起石、绿泥石、电气石、黑云母、角闪石	
碳酸盐	方解石、铁白云石	
硫化物	黄铁矿、黄铜矿	

经粒度测定,矿石中铁矿物粒度主要分布在 21~208 μm 之间,铁矿物平均粒度 45.66 μm,铁矿粒度较细;脉石粒度主要分布在 10~147 μm 之间,脉石平均粒度为 31.34 μm,脉石(石英)的粒度也较

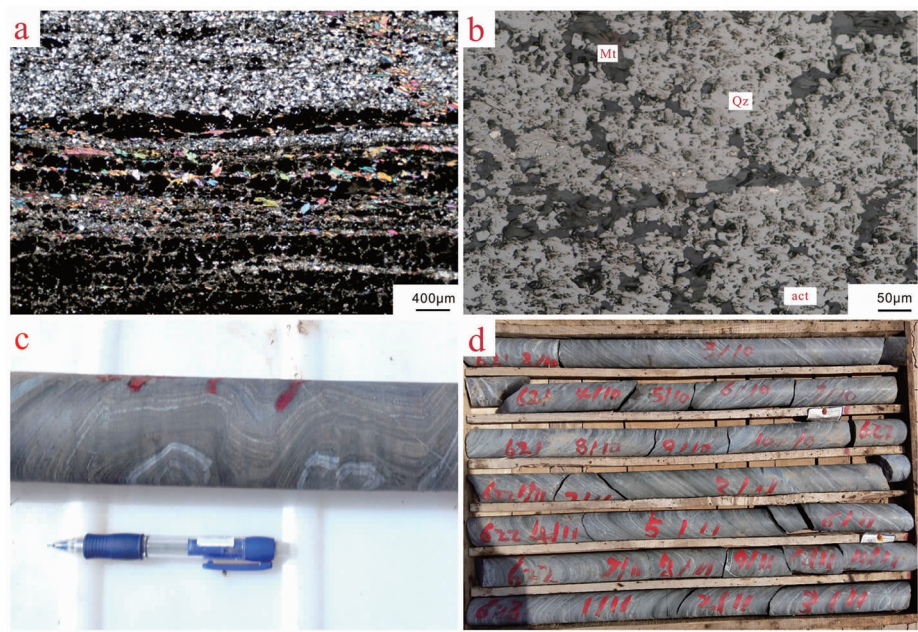


图 3 大达连沟铁矿床铁矿石结构构造特征

Fig. 3 Structure and tectonics characteristics of the iron ore

a. 阳起磁铁矿石英岩(正交偏光, $\times 25$); b. 阳起磁铁矿石英岩(反光, $\times 200$);
c. 铁矿石中的揉皱构造; d. 条带状构造

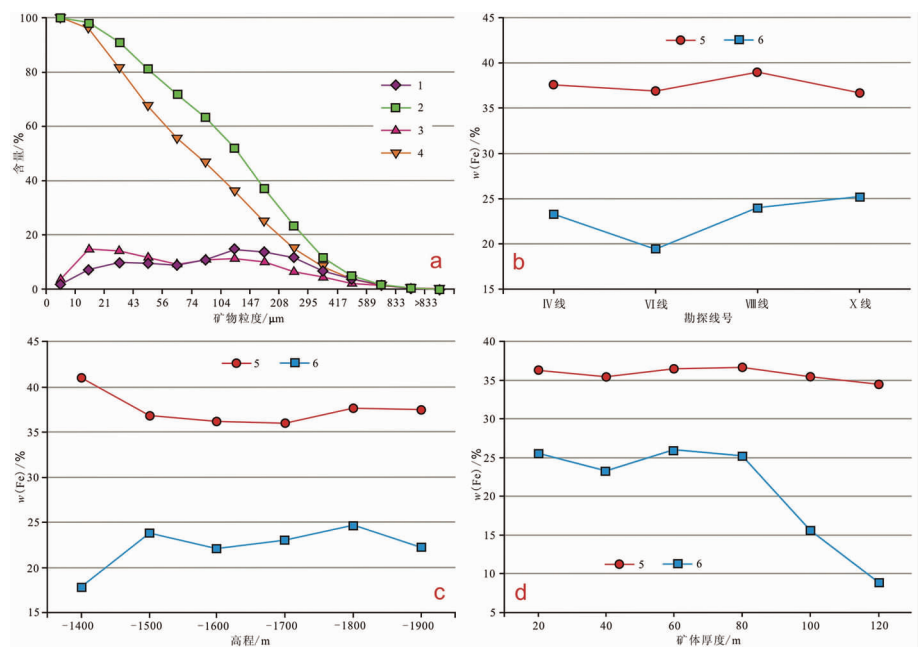


图 4 铁矿石粒度和品位变化曲线

Fig. 4 Change curve of granularity and grade of the iron ore

a. 矿石粒度分布曲线; b. 沿走向品位变化曲线; c. 沿垂向品位变化曲线; d. 沿厚度方向品位变化曲线;
1. 铁矿物各粒级含量(%); 2. 铁矿物各粒级累计含量(%); 3. 石英各粒级含量(%);
4. 石英各粒级累计含量(%); 5. TFe 品位变化曲线; 6. mFe 品位变化曲线

细。铁矿物和脉石矿物粒度分布较不均匀,符合对数正态分布(图 4)。

3.3 矿石组分、矿石类型

根据钻孔取样基本分析、物相分析以及组合分析结果显示,铁矿石中化学成分为 SiO_2 和 TFe, $w(\text{SiO}_2) = 23.58\% \sim 47.04\%$, 平均为 40.2% , w

($\text{SiO}_2 + \text{TFe}$) > 80%, 有害组分: $w(\text{P}) = 0.045\% \sim 0.200\%$, 平均为 0.089% ; $w(\text{S}) = 0.028\% \sim 1.512\%$, 平均为 0.309% 。 $w(\text{Mn})$ 较低, 平均 0.20% 。与鞍山式贫铁矿化学成分相对简单的特征是一致的。

铁矿石品位 $w(\text{TFe}) = 20\% \sim 40\%$, 最高 54.0% (矿体顶部为赤铁矿石), 赤铁矿 $w(\text{TFe})$ 总体高于磁铁矿; $w(\text{mFe}) = 10\% \sim 31.5\%$, 平均为 23.59% , 最低 2.05% (矿体顶部赤铁矿石)。矿石中 $w(\text{SiFe}) = 0.5\% \sim 15.5\%$, 波动范围较大, 平均为 7.55% ; $w(\text{CFe}) = 0.6 \sim 2.8\%$, 平均为 1.53% ; $w(\text{FeO}) = 8.65\% \sim 37.05\%$, 平均为 25.53% 。TFe、mFe 在走向上、垂向上变化不大, 属于均匀型变化; 在厚度方向上, mFe 与 SiFe 的含量呈共消长关系, 在 TFe 变化不大的情况下, mFe 含量逐渐减少, SiFe 含量增加 (图 4)。

矿石自然类型有阳起磁铁矿石、透闪磁铁矿石、角闪磁铁矿石、赤铁矿石等, 矿石由其中一种或几种组成。工业类型为需选贫铁矿石, 按选矿工艺类型划分为弱磁性铁矿石。

4 矿床成因

根据大达连沟铁矿床的矿体形态、矿石特征和矿石类型, 以及矿体的围岩特征, 对比鞍山地区大型铁矿床的地质特征, 认为大达连沟铁矿床属于典型鞍山式沉积变质型铁矿床, 形成时代为新太古代。前人的研究资料显示^[1-11], 鞍山式铁矿床与新太古代海相火山-沉积作用有关, 矿床的形成机理: 由海底基性火山活动带来的铁质由于缺氧而大量溶解在海水中, 稍后的大氧化事件使溶解在海水中的铁质

氧化物沉淀, 形成条带状铁建造 (BIF), 受后期区域变形-变质作用的影响, 条带状铁建造中的铁质受变质、分异、重组, 形成现今所见的条带状磁铁矿石。

注释:

- ① 夏凤裕, 王东. 辽宁省灯塔市大达连沟铁矿普查报告. 大连: 辽宁省冶金地质勘查局四〇一队, 2011.
- ② 张连强, 陈少龙, 张道奎, 等. 辽宁省灯塔市大达连沟铁矿、石膏矿详查 (续作) 报告. 大连: 辽宁省冶金地质勘查局四〇一队, 2017.

参考文献:

- [1] 方如恒. 辽宁铁矿类型与演化[J]. 辽宁地质, 1995(2): 106 - 147.
- [2] 刘忠元, 付海涛, 刘陆山. 鞍山地区超大型铁矿分布规律及特征[J]. 化工矿产地质, 2015, 37(2): 65 - 70.
- [3] 任群智, 姚玉增, 金成洙. 鞍山黑石砬子铁矿地质特征[J]. 地质与资源, 2007, 16(2): 95 - 99.
- [4] 洪秀伟, 庞宏伟, 刘学文, 等. 辽宁本溪大台沟铁矿地质特征[J]. 中国地质, 2010, 37(5): 1427 - 1433.
- [5] 张璟, 邵军, 鲍庆中, 等. 辽宁本溪大台沟铁矿地质特征及找矿标志[J]. 地质与资源, 2014, 23(4): 343 - 351.
- [6] 周世泰. 我国太古宙条带状铁矿研究及展望[J]. 地质与勘探, 1997, 33(3): 1 - 7.
- [7] 黎爱国, 王艳萍, 刘伟. “鞍山式”富铁矿的成因[J]. 辽宁科技大学学报, 2008, 31(5): 462 - 464.
- [8] 李厚民. 沉积变质型铁矿床的分类[J]. 矿床地质, 2012, 31(S): 117 - 118.
- [9] 李志红, 朱祥坤, 唐索寒. 鞍山一本溪地区条带状铁矿的 Fe 同位素特征及其对成矿机理和地球早期海洋环境的制约[J]. 岩石学报, 2012, 28(11): 3545 - 3555.
- [10] 张朋, 彭明生, 欧阳兆灼, 等. 辽宁鞍山地区铁矿床地质特征及找矿标志分析[J]. 地质与资源, 2012, 21(6): 516 - 520.
- [11] 周世泰. 鞍山一本溪地区条带状铁矿地质[M]. 北京: 地质出版社, 1994: 134 - 198.

Geologic characteristics of the Dadaliangou iron deposit in Dengta city, Liaoning province

ZHANG Lianqiang¹, WANG Hongbo², CHEN Meng¹, LIANG Ming¹

(1. *Liaoning Metallurgy Geology Prospecting Bureau 401 Branch,*

Dalian 116100, Liaoning, China;

2. Liaoning Jinshiyuan Mining co., LTD, Anshan 114100, Liaoning, China)

Abstract: Located in Huazi town of Dengta City, the Dadalaingou iron deposit is a concealed large ore deposit buried to dept of 1360—1430m. The ore body is a single steep tabular body with controlled extension 1600m along strike and 580m along dip. the average thickness is 127m. Natural type of the iron ore is tremolite-actinolite magnetite quartzite and Industrial type weakly magnetic iron ore. The ore grade is basically stable vertically and horizontally but mFe decrease to depth. Harmful component is low. This is a typical Anshan style sedimentary metamorphic iron deposit.

Key Words: Dadaliangou iron deposit; geologic characteristics; Yingtaoyuan Formation; genesis of deposit; Liaoning province