某地震旦系底部铁矿床地质特征

张甲忠　朱家永　贡文光

东北某铁矿区震旦纪底部有一层分布广、储量大的含有稀土和锰的铁矿层。该矿层，日伪时期曾被进行过掠夺式开采。这种矿石，前人称之为羚羊石（Chamosite，即鲕绿泥石），结论为“世界上很少当作铁矿床开采”、“品位太低，在目前之选矿基础上，尚无法利用”的硅酸铁。因此，未做全面系统的试验研究工作，长期沉睡于地下。

遵照毛主席关于“**开发矿业**”和“**人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进**”的教导，在无产阶级文化大革命的推动下，我们于1970年开始从普查勘探到冶炼试验的系统的研究工作。三年多的实践证明，“羚羊石”并非无法利用，它是含有多种有益金属的铁矿石。这是东北铁矿的一个新类型。它的发现和查明，对地方钢铁工业的发展具有一定的现实意义，并将为北方寻找同类型矿床提供新的线索。

一、矿床地质简况

本文所述的震旦系底部铁矿位于老岭背斜东南翼临江向斜，产于震旦系下部细河统钓鱼台组底部的石英岩、石英砂岩中，距下伏前震旦纪地层不整合面数十公尺。

矿体产出地质状况及钓鱼台组岩层的分布和层序见铁矿地质简图及柱状图。

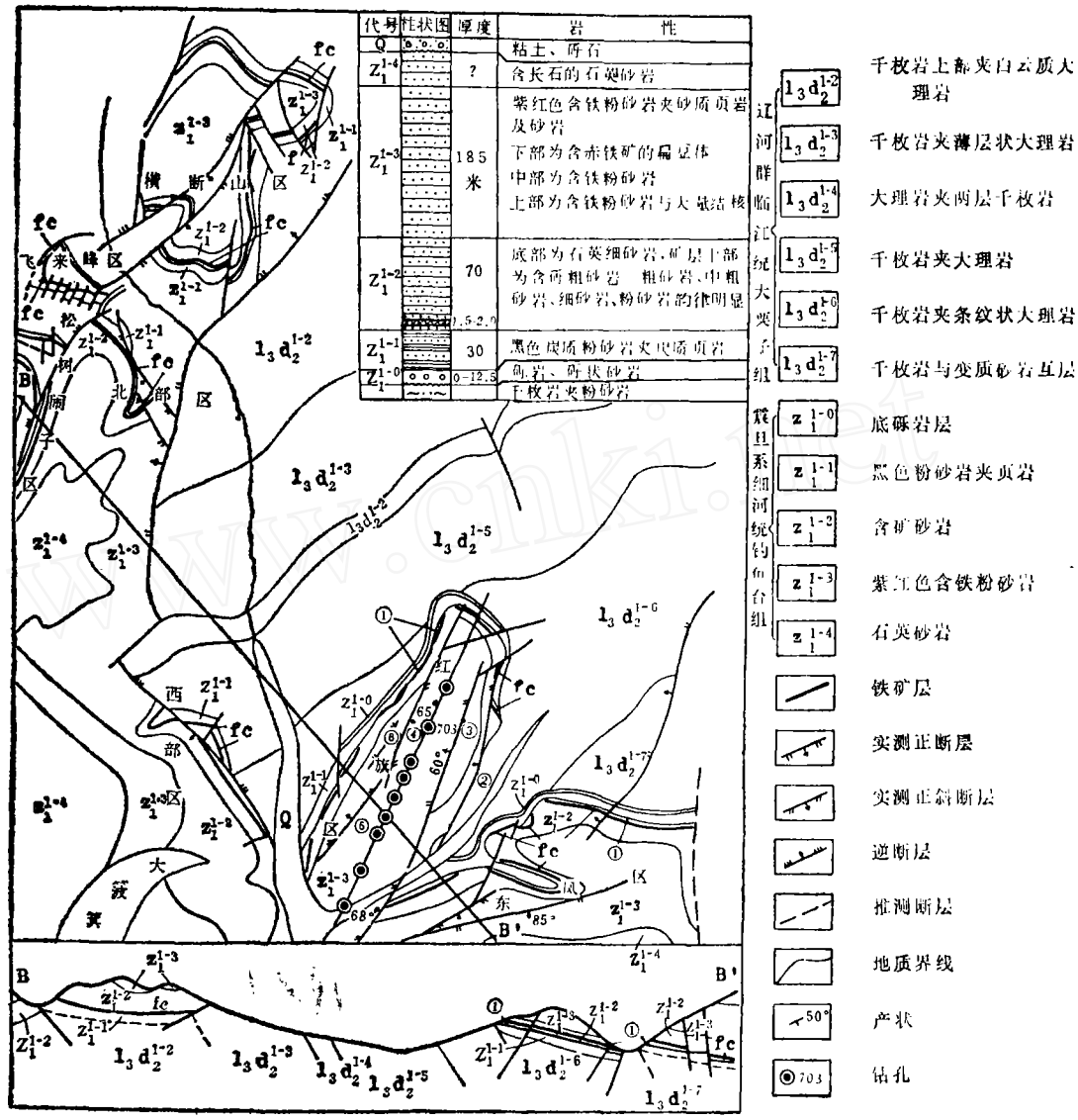
震旦系底部铁矿在矿区中的层位十分稳定。凡有细河统下部的石英砂岩存在，几乎就有此矿层。矿体与围岩整合接触，呈层状（图见）。厚度变化不大，在300米标高以上，一般为1.5～2米，最薄为0.9米，最厚3米多。矿层本身均夹有一至三层薄层页岩，单层页岩厚1～10厘米，将矿层分为三至五小层，往往是上部层铁低锰高，下部层锰低铁高。矿层近东西向延伸，向南倾斜，倾角15～20°，局部为30～40°。因矿层倾斜平缓，切割剧烈，故大片完整矿层被切成30～80平方米的矿块，四周均出露于地表。这些矿块包括红旗、东风、松树闹子、大-小飞来峰、横断山、西山、北部、小栗子等八个区段。

由于矿层受动力、热液和区域变质作用等影响，均有不同程度的变质。后期构造很发育，使矿层的稳定性和连续性受到破坏。

二、矿石特征

1.矿物成分及特点　震旦系底部铁矿石的矿物成分复杂，粒度极细（0.02～0.002毫米）。我们采用物理机械法、化学法和岩矿显微镜法等综合方法，对红旗区和东风区地表样品进行了矿物成分及其含量的查定。矿石矿物有赤铁矿、磁铁矿、菱铁矿、鲕绿泥石、菱锰矿、硬锰矿、软锰矿、褐铁矿、褐锰矿等。脉石矿物以石英为主，长石少

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



某地震旦系底部铁矿地质简图、剖面图及柱状图

量，次为含量不足1%的碎屑重矿物：磷钇矿、铈钇矿、铬尖晶石、独居石、锆石、钍石、电气石、萤石、锐钛矿、钛铁矿、金红石以及后期的金属硫化物。

这些矿物有下述特点：

（1）当前可被工业利用的几种主要含铁矿物，矿床内均有发育，既有碳酸盐相的矿物，又有硅酸盐相和氧化物相矿物，反映出矿床形成环境和沉积条件是复杂的。

（2）几种主要铁锰矿物，颗粒一般为0.02～0.002毫米，分离单矿物困难。

（3）铁锰矿物组成的鲕粒和胶结物，多半是两种成分以上，鲕粒的同心层由鲕绿泥石与菱铁矿、或与赤铁矿、或与磁铁矿，菱铁矿与磁铁矿等构成。单一成分的鲕粒或胶结物很少见。

（4）不同阶段形成的矿物迭加和互相交代的现象明显。交代顺序往往是鲕绿泥石—菱铁矿、菱锰矿—磁铁矿（Ⅰ）、硬锰矿—赤铁矿—磁铁矿（Ⅱ）。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（5）主要铁锰矿物在矿层分布部位上有明显特征。一般矿层顶部稳定地分布着几十厘米厚的锰层；上部以菱锰矿、鲕绿泥石、菱铁矿为主；中下部以赤铁矿为主；底部鲕绿泥石、菱铁矿占主要地位。

（6）磁铁矿、赤铁矿和鲕绿泥石密切共生。磁铁矿多呈分散或团块集合体以胶结物形式出现，赤铁矿主要分布在磁铁矿中沿（111）解理局部取代磁铁矿。鲕绿泥石主要有绿色与黄褐绿色两个变种，均为细小鲕片状集合体。

（7）碎屑矿物，特别是石英，粒度较粗，在0.1～0.01毫米之间，磨圆分选差，多具波状消光，被碳酸盐矿物交代，常为鲕粒的核心，也有的与菱铁矿、鲕绿泥石等呈同心层相裹出现，少数散布在铁锰矿物组成的胶结物中。

（8）稀土的独立矿物含量很少，东风区和红旗区颗粒结晶粗大，晶体形态完整，棱角清晰。其余区段则相反。在不同区段上的分布具有明显差异性，其中以大飞来峰、小飞来峰和松树闹子区为最好。

从上述各种矿物的百分含量（表1）可知，一直被人称为以鲕绿泥石（羚羊石）为主并无法冶炼利用的矿石，在矿石中的含量仅仅为10%左右，而易分解的菱铁矿、菱锰矿的含量却在20～30%，向深部还有所增加（如703孔为42.28%）。此外，尚有占矿物量40～50%的磁铁矿和赤铁矿。上述矿物组合及含量比表明矿石为含多种铁锰矿物的混合类型矿石。经过12次高炉及电炉冶炼试验证明，该矿石是半自溶性的（表2），具有溶点低、易还原、料速快、周期短、易接受高温风、适于低碱度冶炼等特点，完全可以直接入炉冶炼，不需选矿。

2.矿石的结构、构造特征 矿石主要由具同心层状的鲕状结构及少量不具同心层状的假鲕状结构构成。按鲕粒的大小可分为大鲕粒（>10毫米）、中鲕粒（10～2毫米）

表1 矿石矿物含量及化学成分

地区	项目 / 含量(%) / 采样地点	铁矿物					锰矿物				其他矿物		合计	化学成分								
		赤铁矿	磁铁矿	菱铁矿	鲕绿泥石	硅酸铁	菱锰矿	硬锰矿	软锰矿	方解石	石英及副矿物	铁矿物	锰矿物	其他矿物		SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	FeO	Fe_2O_3	MnO	H_2O^-	H_2O^+	挥发分
红旗区	高炉后山	39.40	9.11	6.53	6.54	1.96	3.62	4.32	2.65	1.95	17.35	63.54	10.59	19.30	93.43	22.40	0.87	0.47	5.95	11.03	37.40	6.21	1.49	5.56	5.61
	K20	50.65	8.04	3.54	2.32	0.68	2.66	4.39	5.86	1.36	16.43	66.26	12.91	17.79	95.96	12.35	0.76	0.50	7.83	3.84	47.02	10.35	3.10	9.47	2.79
	703孔	21.42	9.98	33.16	5.53	1.06	9.12	0.71	0.28	4.21	13.15	71.15	10.11	17.36	98.62	14.08	2.36	2.99	4.49	28.40	19.37	6.50	0.61	2.32	19.36
东风区	K8	20.64	26.42	9.47	10.10	1.50	15.49	0.21	0.00	3.13	10.54	68.13	15.70	13.67	97.50	20.29	0.34	0.22	4.95	0.69	58.30	5.69	1.28	4.88	1.17
	望一	29.92	6.52	14.73	12.83	1.46	8.65	0.68	0.00	1.99	21.92	65.46	9.33	23.91	98.70	12.60	1.61	1.08	7.14	17.43	33.42	8.64	1.16	5.27	12.32
	望二	61.54	2.26	0.98	0.87	1.59	0.36	1.70	4.78	0.61	23.84	67.24	6.84	24.45	98.53	24.60	1.15	0.60	7.66	16.57	29.47	5.98	0.85	3.73	9.81

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

造渣组分含量　　表2

区段	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO
东风区	11.73	5.03	1.19	2.86
红旗区	17.13	4.70	0.63	0.87
松树闹子区	15.59	7.90	0.55	2.00
西部区	7.50	4.69	0.40	5.52
飞来峰区	13.28	6.97	1.04	1.57
平均	13.05	5.86	0.76	2.56

注：$CaO+MgO/Al_2O_3+SiO_2$虽然比值不高，但矿石中$FeCO_3$、$MnCO_3$含量较高，易分解，经冶炼试验仍为半自溶性矿石。

和小鲕粒（＜2毫米），其外形一般为球形、椭球形和纺锤形等。鲕粒多为鲕绿泥石集合体，鲕绿泥石与菱铁矿、菱锰矿，菱铁矿与磁铁矿，鲕绿泥石与赤铁矿，鲕绿泥石与磁铁矿等组成的同心层状。鲕粒的核心多由石英碎屑构成，其次，或由鲕绿泥石团块、或已形成的鲕粒碎屑、或由数个较小的鲕粒集合体构成复鲕粒。

鲕粒的扁平方向与层面基本一致，中、小鲕粒具分选现象，造成水平层理或斜层理或呈条带状分布。鲕粒之间由菱铁矿、菱锰矿、鲕绿泥石等胶物胶结。

3.矿石主要化学成分及其赋存状况

铁　矿区内各区段矿石中铁含量相差不大，分布较均匀，一般为35%左右(表3)。全铁

矿区各区段铁、锰平均含量（%）　　表3

项目＼区段	红旗区	东风区	松树闹子区	飞来峰区	西部区	横断山区
TFe	34.56	36.91	34.11	37.23	37.19	33.65
Mn	6.70	8.24	6.68	9.35	5.48	5.08
Fe+Mn	41.26	45.15	40.79	46.58	42.67	38.73

和可溶铁相差无几，最多差2%，大多为0.5%左右。

锰　含锰是矿区特征之一。一般含量为5～9%，个别样品高达22%以上。在不同区段上有明显地差异性。铁锰合量通常在45%左右。

稀土　含稀土是矿区共有特征之一。迄今已分析的500多个样品都含有一定量的稀土元素。一般TR_2O_3为0.1～0.4%，最高可达1.11%，低于0.1%的为数不多。TR_2O_3的含量在不同区段往往相差很大，表现出不均匀性，最好的是红旗区，次为东风区（表4）。

矿区各区段稀土氧化物平均含量　　表4

部位＼区段（TR_2O_3%）	红旗区	东风区	松树闹子区	小飞来峰区	大飞来峰区	横断山区	西部区
矿层	0.329	0.272	0.241	0.169	0.247	0.113	0.168

经查明除了约占矿石总量0.01%左右的稀土独立矿物如锆英石、独居石、磷钇矿等外，对TR_2O_3含量起决定性作用的是沉积生成的铁矿物，其中以赤铁矿中含量最高，碎屑矿物和磁铁矿次之（表5）。

震旦系底部铁矿矿石中，特别值得重视的是重稀土含量相对高些，轻稀土和重稀土之比，红旗区为60.86：39.14，东风区为80.48：19.52。其中轻稀土中的钕和重稀土的钇较其他高。

矿石的选择性溶解和电渗析试验表明，稀土元素存在状态除部分为稀土独立矿物外，主要是吸附在胶状铁矿物中，成岩阶段稀土组分部分转入赤铁矿中。高炉冶炼试验证实了这一结论，稀土元素大部分进入炉渣，并且比原矿富集约3倍，铁中不含稀土。

三、对铁矿床成因的初步看法

震旦系底部铁矿床为震旦纪早期浅海相沉积矿床。物质来源于北面老岭隆起。在震旦纪早期缺氧的海水还原部位，铁、锰以硅酸亚铁、硫酸铁、碳酸锰胶体裹杂一些石英等碎屑矿物形成胶体凝集的鲕球，并被同物

（下转第36页）

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的初始参数是极为有利的。当然，应该指出，如进行上述的转换，事先要知道磁性体磁化强度的方向。因此，当判断或测定磁化强度的方向存在误差时，转换后的异会有多大畸变，将是一个值得研究的实际课题。

本文的初步研究表明三度异常与二度异常之间差别的规律，在不同的模型上反映是不一样(当然，异常的各个分量在三度与二度的差别规律上也是各不相同的)，因而还可以进一步探讨磁化方向（相对于磁性体的产状)、(磁性体大小相对于磁性体到磁场观测点的距离)，消磁系数等因素的作用；其次，两者的差别对不同的二度解释方法和所要推断的各种参数的影响也不一样；最后，要说明的是，本文实际上只讨论了三度体中最理想化的一类模型，即横截面沿走向稳定的物体（我们曾称之为"似二度体"国外有的文献称之为"$2\frac{1}{2}$度体"）因此，那种截面不稳定的物体所引起的三度异常还有待研究。

（上接第29页）

稀土元素在各矿物中的分布及百分含量　　表5

区段	矿物 / 稀土元素含量	磁铁矿	赤铁矿	菱铁矿	锰矿物	石英及其它碎屑矿物	样品数	原样 TR_2O_3%
红旗区	品位(%)	0.187	0.345	0.04	0	0.54	7	0.263
	TR_2O_3在矿物中的分配	7.69	47.94	3.55	0	33.77		
东风区	品位(%)	0.083	0.264	0.017	0	0.207	8	0.233
	TR_2O_3在矿物中的分配	8.75	46.77	2.36	0	23.39		

质胶体所胶结。在成岩过程中，部分鲕绿泥石、菱铁矿局部氧化成磁铁矿①，随后又进一步氧化为赤铁矿。在成岩阶段以后的地质时代中，这些矿物又受火成活动影响部份氧化形成了磁铁矿②。稀土组分主要以胶体吸附进入矿物中。在表生作用中，已形成的铁锰矿物局部氧化成针铁矿、褐铁矿、软锰矿和硬锰矿等，稀土元素更进一步的富集。

根据这一矿床的特征及成因，我们认为，此类型矿床在我国东北的南部邻近古陆边缘的震旦系分布区钓鱼台组碎屑岩系中，及代表原始沉积还原部位的黑色页岩上下是寻找和扩大该类型矿床的有利地段。

本文是根据吉林省冶金地质勘探公司中心研究室、602队和长春地质学院中心试验室组成的科研小组的1971至1972年科研报告综合整理而成。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net