要重视前震旦纪淋滤型富铁矿的找矿

贝 夫

建国以来，特别是无产阶级文化大革命以来，在毛主席的革命路线指引下，我国的铁矿找矿勘探工作取得了很大成绩。但是，还必须看到，当前铁矿、特别是可以直接入炉的优质富铁矿资源，还不能满足工农业生产发展的需要。大力寻找建设条件好的富铁矿，尽快突破富铁矿的找矿关，是摆在我们面前的一项艰巨而光荣的任务。

分析我国的地质条件，结合国外的经验，我们认为前寒武纪风化淋滤型铁矿是富铁矿的重要类型之一，必须引起足够的重视。当然对其他类型富铁矿也不能忽视。

一、风化淋滤型富铁矿的基本地质特征

据不完全统计，国外前寒武纪含铁石英岩中的富矿，约占富铁矿总储量的70%，其中风化淋滤型富矿占该时期富铁矿的99%。该类矿床，矿石量大质优（含铁高，含硫、磷和二氧化硅等有害杂质少），可直接入炉冶炼。据报道，一些国家利用这种富矿炼钢（没有说明利用废钢的数量），钢与铁矿石

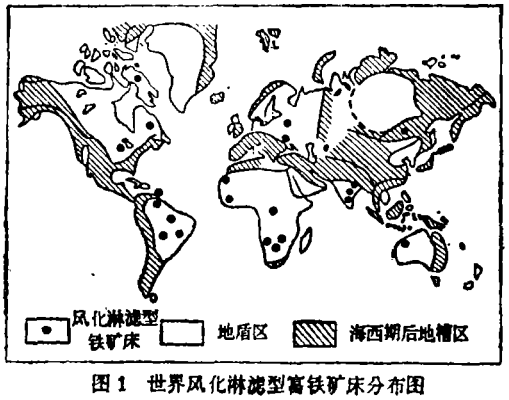


图1 世界风化淋滤型富铁矿床分布图

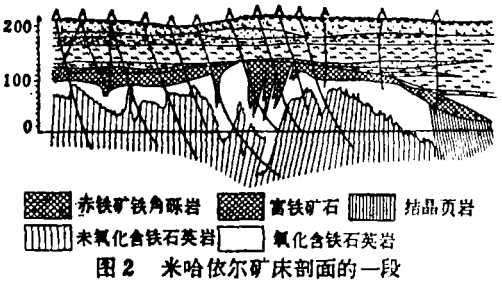


图2 米哈依尔矿床剖面的一段
（示矿体的垂直分带和铁角砾岩的分布）

之比约1∶1.6；而利用没有淋滤富化的含铁石英岩，钢与矿石之比则约为1∶5。这类矿石的入炉品位多在65%以上，有的国家出口的商品矿石含铁量高达68～69%，二氧化硅小于2%，硫、磷均在0.03%以下。与从含铁石英岩中选取的铁精矿（入炉品位约60～63%）相比，用风化淋滤富矿炼铁，可降低焦比10%左右，铁产量可增加约15%。

风化淋滤型富铁矿床的基本地质特征是：

（1）地质时代均为前寒武纪（由太古代到晚元古代），同位素年龄为19～22亿年，最小13～18亿年，最大25～34亿年。

（2）分布在古老的地盾区（图1）。

（3）富铁矿与含铁石英岩直接有关，主要富矿体分布于含铁石英岩的上部，并沿着有利淋滤的导生构造呈楔形向深部发育（图2）。矿石矿物主要为赤铁矿，褐铁矿越接近地表越发育。

（4）由富铁矿到含铁石英岩，一般可划分为：赤铁矿水解带、淋滤富集带、氧化弱淋滤带和原生磁铁石英岩带等四个带，带与

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

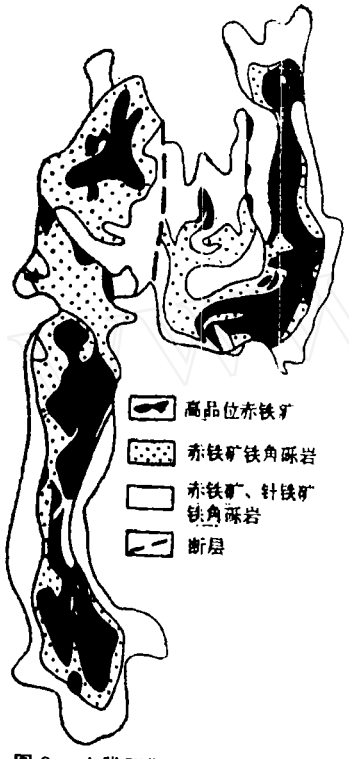


图3　卡腊贾斯北一4矿体及其铁角砾岩分布

带之间是渐变过渡的。一般的划分是根据技术经济指标加以圈定。在氧化弱淋滤带与淋滤富集带之间通常还有一个粉化石英岩带。

（5）在富铁矿体的附近及其斜坡和低洼部位常分布有富铁矿的角砾岩和再沉积富铁矿（图3）。

二、我国前震旦纪含铁石英岩的地质概况

华北准地台区广泛分布着前震旦系变质岩系，其中蕴藏着大量含铁石英岩，埋藏量可与世界其他一些地盾区相媲美。这种矿床多分布在隆起区和隆起与凹陷毗连的地区，呈带状分布，规模之大，储量之多是我国各类型铁矿所不能比拟的，已探明储量占我国总储量的一半以上，而远景储量又远远超过已探明的储量。

在已进行过详细勘探的几个主要矿田内，均发现有氧化淋滤现象和淋滤富集的富铁矿点，现将这些矿区的氧化淋滤和富集作用的地质情况简述如下：

（1）含铁石英岩层上部氧化淋滤现象普遍

含铁石英岩上部氧化带淋滤现象在辽东鞍山、冀东滦县、晋北岚县、豫西舞阳等地区普遍存在，氧化带的深度由几十米到几百米，磁铁矿氧化为假象赤铁矿、水针铁矿和褐铁矿。随着氧化程度的加强，二氧化硅有明显淋失。根据一些矿床的资料，氧化矿比原生矿含铁量一般高3～5％或更大。

如日伪时期已进行开采的大孤山矿区，据1922年前的资料，含铁的平均品位为37.57％（按方格法取样，417个样品的分析结果）。1937年在215米和185米两个中段取了36个样品，含铁平均品位为38.11％，FeO为9.06％（按工业指标划分应属氧化矿）。1955年详勘后，求得未氧化矿石含铁平均品位为33.95％驼龙寨铁矿勘探的第一层矿的工业矿量中，氧化矿的铁含量为35.02％，未氧化矿为29.01％。应该指出，有些矿床出现“反常”现象，对此要进行具体的地质分析。如胡家庙子矿区，按照勘探资料统计，未氧化矿的矿石品位比氧化矿高2～3％，后经研究，主要是由于本次勘探的未氧化矿的储量多分布在矿体下部含闪石的矿层中，这部分矿石比中上部不含闪石的矿石含铁普遍偏高，而不是由于氧化作用所致。

我们认为，在进行这一对比时，必须考虑矿层上下的对应性和稳定性，凡可能因受后期地质作用干扰致使原沉积环境稳定条件遭受破坏的部位均应排除，同时还应注意多组分对比，这样能更好地看出表生淋滤作用。

东鞍山铁矿床位于鞍山矿田的南部，属鞍山式厚层状条带状含铁石英岩，矿层呈单斜产出，北东—南西延长。铁矿层构成陡峻的山脊，比高150多米。因受表生氧化作用，假象赤铁矿化广泛发育。氧化带（按工业指标划分的氧化矿），深300米左右，个别地段更深，剖面上呈漏斗状，即矿体边部氧化带浅，中间延深大。矿石组分简单，主要为石英和磁铁矿。据矿石全分析资料，CaO、Al_2

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

矿区名称	取样地点 剖面	取样地点 工程	参加对比试样个数	主要化学组分，% TFe	FeO	SiO_2	S	P	备注
东鞍山铁矿床	I	地表探槽	47	36.21	0.73	45.95	0.0048	0.046	高差80～100米
		32米水平坑道	61	32.77	3.68	50.51	0.019	0.049	
	II	地表探槽	40	38.22	0.49	42.10	0.0038	0.0488	高差132～160米
		32米水平坑道	39	34.[illegible]8	10.45	46.06	0.1[illegible]3	0.056	

O_3、MgO、S、P、TiO_2等的含量仅3%左右。对这种矿石进行表生淋滤作用强弱的考察工作时，其他组分的干扰可忽略不计，只要把亚铁的变化作为衡量的尺度即可。据此，我们选了两个可比性较强的剖面(图4、5）进行比较，其结果列入上表。

从表中可以看出，FeO、SiO_2、S、P由深部向地表都是减少的趋势，唯独全铁含量是增加的趋势。FeO的减少，说明磁铁矿的假象赤铁矿化不断加强；S、P减少，说明是表生作用的结果。SiO_2含量随着磁铁矿假象赤铁矿化的增强而减少。这说明铁矿石的表生氧化与硅的淋失是在同一地质作用下发生的。

（2）淋滤型富铁矿分布在氧化带上部

含铁石英岩的表生氧化作用，已被绝大多数实际工作者所公认，但对一些由风化淋滤所形成的富铁矿还存在着不同的认识，这方面的研究工作过去没有得到应有的重视。下面只能根据片断的资料进行初步探讨。

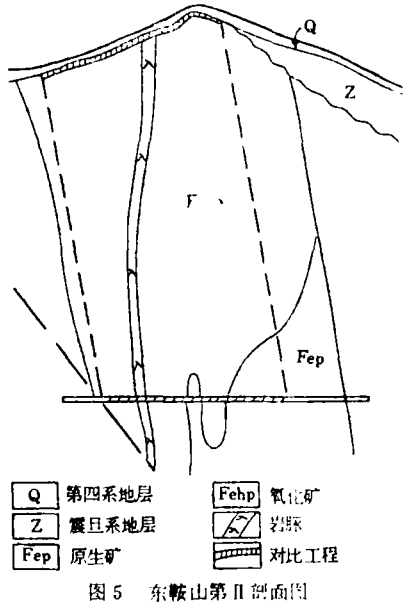


图5 东鞍山第II剖面图

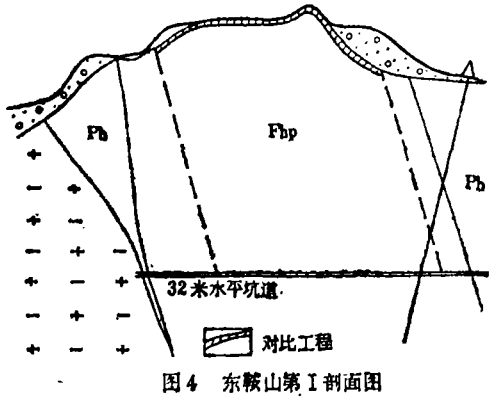


图4 东鞍山第I剖面图

鞍山地区 鞍山地区含铁石英岩（即鞍山式铁矿）氧化带的形态与风化淋滤型富铁矿的分布（应作为剥蚀残留地质体来研究）是我们研究风化淋滤型富铁矿的重要线索。鞍山本区已勘探的八个大型铁矿，其中两个以磁铁石英岩为主，其他六个在—200米以上

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

基本上都是氧化较深的假象赤铁石英岩矿石（即红矿），氧化程度的变化，可从亚铁的变化看出，其含量向深部是逐渐减弱的（图6）；从氧化带纵向变化曲线可以看出，氧化带的波状起伏是与地形的变化相近似，这说明氧化作用是与地表水的下泄活动有关（图7）。

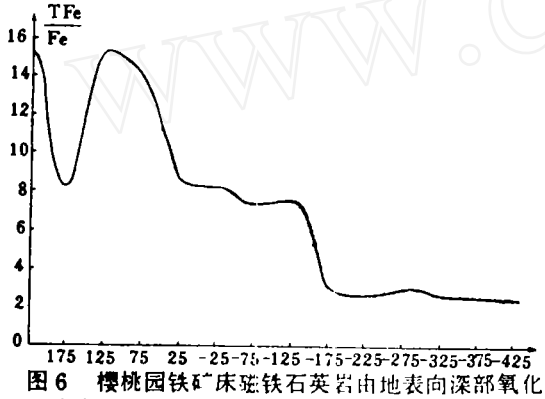


图6　樱桃园铁矿床磁铁石英岩由地表向深部氧化程度变化曲线图（据Ⅸ、Ⅰ、Ⅲ、Ⅻ、Ⅱ五条剖面资料）

在这种矿床的氧化带中，出现一些直接裸露地表、延深不大的赤铁富矿，从其矿体的形态、矿石结构、矿物相等特征观察，均似表生作用生成的。西鞍山矿区，震旦系石英岩不整合覆盖层下的假象赤铁石英岩上部的赤铁富矿，已被地方开采利用，根据野外观察和室内工作，均有明显的分带性：由上而下可分为褐铁矿带、氧化强淋滤带、氧化弱淋滤带。

褐铁矿带的矿石为蜂窝状，具同心圆的胶状构造，矿物以褐铁矿为主，针铁矿次之，赤铁矿微量；淋滤富集带以块状、条痕状为主，矿石矿物以赤铁矿为主，褐铁矿、针铁矿次之；脉石矿物有石英、水云母等，向氧化弱淋滤带方向赤铁矿的假象赤铁矿化增强。氧化弱淋滤带的矿石为条带状，矿石矿物主要为假象赤铁矿和石英。一、二两带的矿石含铁53.89～66.3%，亚铁—0.95～0.06%，二氧化硅—1.77～17.14%，多数在5%以下。个别淋滤不彻底的矿石尚能看到硅质条纹的痕迹，含铁45%左右，亚铁1～6%，二氧化硅约30%。含铁大于50%的矿石，孔隙度多在15%以上。据连续刻槽取样的多元素分析结果，绘出全铁、亚铁与二氧化硅的相关曲线（图8）。曲线反映出随着亚铁的降低（指示氧化程度的增高），矿石含铁增高，二氧化硅则相应降低。二氧化硅的淋失曲线表明，硅的大量淋失是在亚铁降低到1%以下时才出现的，对此，由于资料较少，尚难作出理论上的说明，今后应加强这方面的研究，如确有其规律性，则对其变化机理的阐明是有重要意义的。

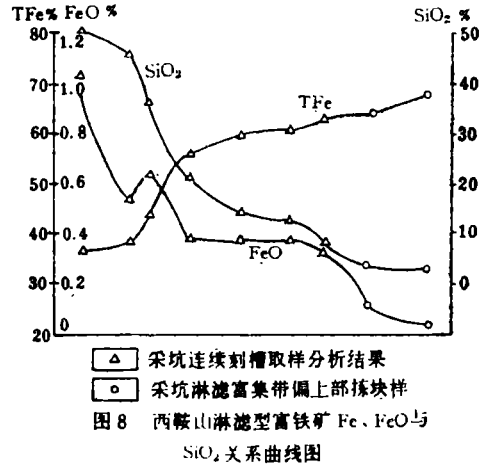


图8　西鞍山淋滤型富铁矿 Fe、FeO与 SiO_2 关系曲线图

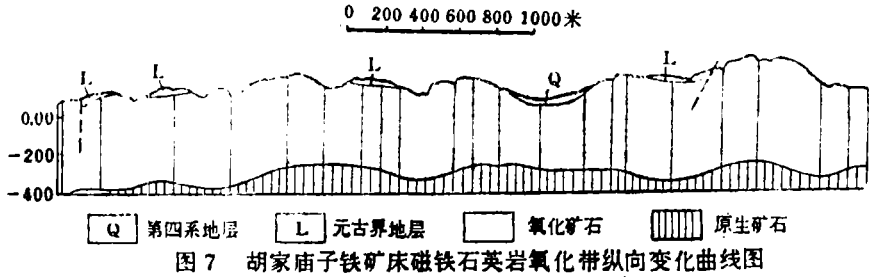


图7　胡家庙子铁矿床磁铁石英岩氧化带纵向变化曲线图
（示氧化带深度与地形的关系）

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

吕梁地区　吕梁地区的袁家村矿区，在寒武系不整合覆盖下含铁石英岩氧化带上部的赤铁富矿（图9），据曹用汉等1960年资料，认为疏松状结构的富铁矿体是风化淋滤形成的风化壳型富铁矿。他们指出了这类富铁矿体的三个特点：

1.含铁石英岩层原始地形平缓，低洼部位富铁矿发育，富铁矿体的厚度及延深亦随之增加。

2.矿石矿物以假象赤铁矿为主（局部有水针铁矿），次为赤铁矿、铁云母、镜铁矿、磁铁矿"残核"、菱铁矿；脉石矿物主要为石英。

3.矿石含铁55.65～64.78%，亚铁0.31～1.03%，二氧化硅—6.00～15.18%，孔隙度30.96%。矿区内未氧化的含铁石英岩含铁36.42%，亚铁—15.18%，二氧化硅—45.38%，孔隙度0.58%。

舞阳矿区　舞阳二矿区，矿石为条带状石英辉石磁铁石英岩，氧化带延深500多米，地表矿呈砖红色，含铁较未氧化的矿石有所增高（原生矿29.08%，半氧化矿30.12%，氧化矿30.77%），可溶铁增加量更为明显（原生矿24.23%，半氧化矿27.31%，氧化矿29.80%），局部有片状构造的赤铁富矿，铁含量达50%以上。在铁山庙东六公里的另一矿区，风化淋滤作用更为强烈，曾定名为赤铁-褐铁矿床。矿体呈缓倾斜多层状，直接为第四系覆盖，非矿夹层为云母片岩、斜长片麻岩、石英片岩等。矿石铁的平均含量37.14%，最高51.70%。主要矿物有赤铁矿、褐铁矿、石英、辉石，还有少量角闪石、黑云母、石榴石等，矿石化学分析亚铁多在1%以下。CK4号孔38～49.75米，铁矿层氧化为深褐色疏松状结构，矿石平均全铁含量42.92%，可溶铁42.73%，亚铁0.34%。

此外，在冀东、五台、皖西南、鲁西等地区一些前震旦系含铁石英岩矿区中也见到风化淋滤现象和一些风化淋滤的富铁矿点。

（3）含铁石英岩的氧化作用时期

研究氧化作用的开始时期和主要氧化作用的时代，直接关系到找矿问题。本溪地区红山岭矿区，上覆有震旦、辽河等时代厚达数百米的石英岩和泥质岩石，其下的各种结构构造含铁石英岩，都受到了强烈的氧化作用，氧化带垂深达数百米（图10）。鞍山地区，在震旦系石英岩盖层下的含铁石英岩层，广泛发育着假象赤铁矿化带。西鞍山的淋滤型富铁矿就赋存于两者不整合面间（图11）。此外，在晋北、鲁西等地区寒武系盖层

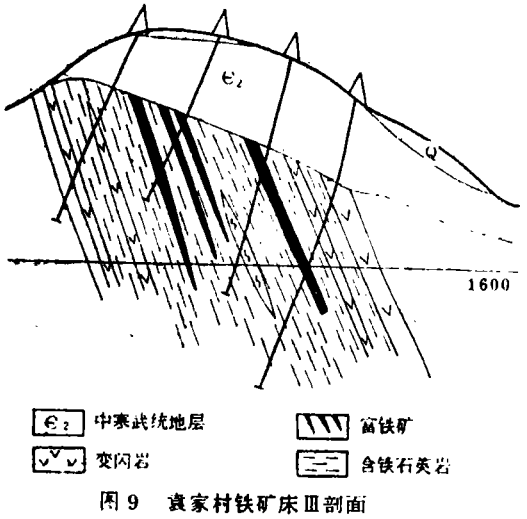


图9　袁家村铁矿床Ⅲ剖面
（示寒武系盖层下的富铁矿）

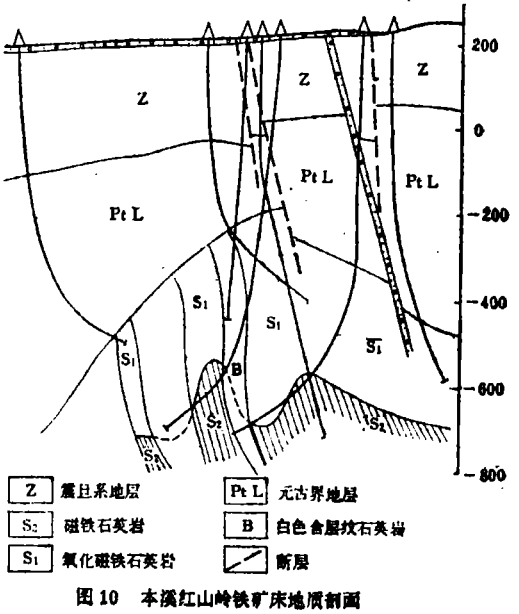


图10　本溪红山岭铁矿床地质剖面

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

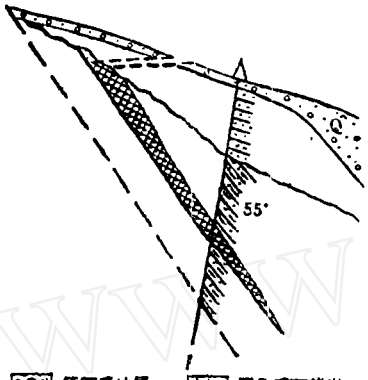


图11 西鞍山15号坑道剖面图

下的含铁石英岩，也有广泛发育的氧化带和局部淋滤富化的富铁矿；黑龙江双鸭山地区在侏罗系盖层下见到了氧化矿；舞阳地区第四系覆盖下的含铁石英岩受到了强烈的氧化淋滤作用；还有一些矿区直接裸露地表，其氧化带延深也很大。综合上述，几乎太古代以后各种盖层下和至今仍裸露地表的含铁石英岩，均有表生淋滤的氧化矿带存在，这说明我国北方前震旦系含铁石英岩的氧化作用开始于元古代辽河群地层沉积之前，震旦系地层沉积时氧化淋滤作用已经相当强烈，并有风化淋滤型富铁矿的形成。至于由元古代到第四纪这个漫长的地史时期，有几个主要氧化淋滤期？哪些时期是最主要的氧化淋滤期？这些问题尚待进一步研究。

鞍山地区氧化带的波状起伏与现代地形起伏相近似，这似乎表明表生氧化作用是近代的产物，然而由于这一地质现象出现在含铁石英岩带部分被元古代辽河群地层所覆盖的同一地区，覆盖层下的含铁石英岩的氧化程度并没有因盖层的保护而使其减弱，这就排除上述结论的可靠性，使我们只能作出该地区的古地貌和现代地貌在轮廓上基本相似的结论。

三、我国北方地区寻找风化淋滤型富铁的前景

综上所述，我国具有生成风化淋滤型富铁矿的各种有利条件，最主要的有如下几点：

（1）我国北方地区大部分为长期隆起的地台区，区内有大面积前震旦系含铁石岩系出露，据不完全统计，面积达33万多平方公里。这些含铁岩系的同位素年龄一般18～22亿年。

（2）含铁岩系中有丰富的形成风化淋滤型富铁矿的矿原层，这些矿原层分布广，厚度大，单层厚一般50到100米，最厚可达300多米。

（3）据现有资料，这些单层厚度大的矿层，绝大多数变质程度浅，组成矿物颗粒细，氧化程度深，有些矿区并有淋滤型富矿存在。

（4）多数矿区褶皱构造强烈，断裂发育，造成矿层叠加和重复，出现有利于风化淋滤型富矿形成的导生构造。

（5）有的地区，中一深度变质（闪岩相和麻粒岩相）的含铁石英岩中氧化带发育达数百米，说明我国北方曾有过较好的氧化条件。

（6）地台区内有长期隆起接受风化淋滤的台隆，也有不同时代的断陷凹地，并有不同时代的盖层。

（7）地台区内后期活化活动使地貌复杂化，既有长期的风化剥蚀区，也有有利于风化淋滤型富铁矿形成和保存的准平原和山间凹地。

（8）在华北准地台华北拗陷区周围，氧化矿发育区的展布形似环带，一些风化淋滤型矿点出现在氧化带发育区，构造带的倾没部位（或含铁石英岩的侧伏端），它可能指示着有工业价值矿床的找矿方向。

四、如何开展风化淋滤型富铁矿的找矿工作

寻找风化淋滤型的富铁矿是个新课题。要想在短期内取得成效，就必须认真学习马列主义和毛主席著作，以阶级斗争为纲，彻底批判邓小平的修正主义路线，坚持“鞍钢宪法”，破除迷信，解放思想，走我们自己地质科学发展的道路，树立必胜的信心，并尽

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

量采用新技术、新方法。

要用毛主席的光辉哲学思想指导找矿，坚持实践第一的观点，并不断总结经验。

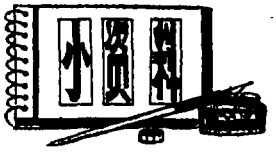
要全面系统地开展地台区的研究工作，包括地台发展史、地台每个地史阶段的活动特点、各盖层沉积的古地理环境、古气候特征、每个小的（三级或更小）构造单元的形态、褶曲和断陷的发育情况、区域变质作用、局部火成岩体的侵入活动等等，都要进行研究。研究工作，可先粗后细，先浅后深，有关图件的比例尺，可先小后大，在点面关系上，要区域展开，重点突破，逐步把找矿工作引向深入。

要尽量采用先进的综合找矿方法，对物探异常要进行综合推断解释，不断提高推断解释的准确性，提高验证工程的见矿率。

要加强探矿手段的研究，提高采心技术。第一性资料一定要取全、取准，不断提高探矿工程的地质效果。

回顾建国以来的地质工作历程，我们所取得的每一项成绩，都是在党的领导下，以毛主席的哲学思想为武器，同修正主义和形形色色的“无矿论”的斗争中不断前进。各种类型矿床，国外有的，我们经过工作逐个地得到了突破；国外还没有的，我们也有了新的发现。这条道路是前进的道路，是胜利的道路。我们将沿着这条道路继续前进。那种“有氧化无淋滤、“有成矿无保存”的观点，是片面的。这些观点夸大了成矿的不利因素，不符合我国的实际情况。从前述资料看出，我国北方广大地区的含铁石英岩，在元古代地层沉积前氧化淋滤作用已经开始了，在漫长的地史中这种氧化淋滤作用不仅能从矿石组分的相关关系中表现出来，而且淋滤形成的富铁矿在不少地区已被发现。至于后期的剥蚀作用，肯定是有的，但是不是完全被剥蚀仅有残迹而无大的富铁矿保存呢？我们认为是不可能的。事物的发展是不平衡的。华北准地台区内有隆起区遭受风化剥蚀是正常现象，而凹陷区内富铁矿被保存下来也是正常现象。

“世上无难事，只要肯登攀。”我们坚信，在毛主席革命路线指引下，经过几年的艰苦、认真的工作，前震旦纪风化淋滤富铁矿的找矿工作，一定会有新的更大的突破。



前寒武纪

在地质文献中，我们常常可以见到“前寒武纪”或“前寒武系”等一类术语。顾名思义，前寒武系地层，一般是指比寒武系地层更古老的地质体。从寒武纪开始，地质科学上又划分出一个泛生代，也就是地球上明显地出现植物和生命的时期。

地球上最古老的岩石，其时代大约是40亿年。如果说寒武纪和寒武纪以后直到现代的地层是在5～6亿年以内形成的话，那末前寒武纪所占去的时间就长达34亿年，也就是说占地球整个地质史的六分之五以上。

在前寒武系地层中，蕴藏着数量极其巨大的矿产资源。据估计，世界上约70%的铁矿石，63%的锰矿石，73%的铬铁矿，61%的铜，72%的硫化镍，大部分金、云母等矿产，均集中在前寒武系地层中。

由此可见，研究前寒武纪的地质过程和成矿作用是十分重要的。

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