

怎样找铁矿

云南省地质局第九地质队编



地 质 出 版 社

怎 样 找 铁 矿

云南省地质局第九地质队编

地 质 出 版 社

一九七三年十二月

在伟大领袖毛主席的无产阶级革命路线的指引下，我国的地质事业取得了很大的成绩。特别是经过史无前例的无产阶级文化大革命，群众性的找矿报矿、大打矿山之仗的运动正在蓬勃地向前发展。为了“认真总结经验”，适应综合找矿的需要，多快好省地找出更多的矿产资源，我们组织编写了一套找矿丛书，供广大从事普查找矿的地质人员和工农兵群众参考。

这套丛书包括：“怎样找铁矿”、“怎样找铜矿”、“怎样找铬铁矿”、“怎样找煤”、“怎样找地下水”、“怎样找磷矿”、“怎样找水晶”等二十余种。

由于我们的水平有限，经验不足，错误之处在所难免。欢迎读者批评指正。

一九七三年十二月

怎样找铁矿

云南省地质局第九地质队编

地质局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

张家口地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行。各地新华书店经售

1973年12月北京第一版·1973年12月第一次印刷

印数1—16,300册·定价0.19元

统一书号：15038·新40

前　　言

在毛主席革命路线的指引下，在中央和地方各级党委的领导下，大打矿山之仗和群众性的找矿报矿运动正在全国范围内广泛深入地发展。为了适应广大工农兵群众和有关方面综合找矿的需要，为了更好地为社会主义建设服务，我们编写了“怎样找铁矿”这本小册子，供大家阅读参考。

这本小册子在编写过程中得到了四川省地质局、河北省地质局和地质科学院地矿所不少同志的大力帮助。但是，由于我们本身的水平所限，又缺乏编写经验，缺点和错误一定不少，希望读者批评指正。

编　　者

1972年10月1日于云南

目 录

第一章	概述	(1)
一	铁矿的用途	(1)
二	铁的矿物种类和特征	(3)
第二章	铁矿石的一般工业要求和矿石类型的划分	(10)
第三章	铁矿床的主要类型	(15)
一	内生铁矿床	(16)
二	外生铁矿床	(20)
三	变质铁矿床	(24)
第四章	到什么地方去找铁矿	(27)
一	找矿先决条件	(27)
二	找矿标志	(29)
第五章	怎样找铁矿	(32)
一	找矿方法	(32)
1	河流碎石法	(32)
2	露头追索法	(34)
3	地球物理探矿法	(35)
二	探矿方法	(36)
1	探矿工程及其应用	(37)
2	取样、化验	(40)
3	测绘地质草图	(45)
4	简易储量计算	(49)
三	几种主要找矿、探矿工具及用途	(54)
第六章	群众找矿、报矿与矿床评价问题	(55)
附	主要专业名词解释	(61)

第一章 概 述

一 铁矿的用途

在人类历史上，继铜器时代之后，就开始了铁器时代。

我国大约在“春秋战国”（公元前八世纪～五世纪）便开始用铁制造工具，当时已开采了山东金岭镇等处的铁矿，到西汉后期，冶铁工业比较发达，这时已经开始利用煤炭炼铁。据说距今二千年前（纪元前一世纪左右），我国就出现了同现代高炉相类似的炼铁炉，生产很好的铸造生铁。但是，由于长期的封建统治和近百年来的帝国主义列强的疯狂掠夺，使得我国社会生产力提高很慢，炼铁事业不能得到应有的发展。1890年，在湖北汉阳建立了第一座钢铁厂，以后又相继在东北鞍山、上海、天津、唐山、大连和太原等地建立了几个钢铁企业，但生产水平仍然是很低的。1943年，铁产量为180多万吨，钢产量为92.3万吨。抗日战争胜利后，在国民党反动派统治之下，我国钢铁生产不但没有发展，反而下降，到解放前，生铁年产量仅五万吨。

中华人民共和国成立后，由于党和毛主席的英明领导，我国的钢铁事业得到了迅速的发展，在全党全民大办钢铁的方针指引下，中央和地方各省市先后改建扩建和新建了大批钢铁企业，如鞍钢、武钢、包钢、马钢、上钢等，促使我国钢铁产量迅速上升。1952年产钢135万吨，1957年产钢450万

吨；特别是经过无产阶级文化大革命，许多人觉悟了，钢铁工业在毛主席革命路线的指引下，得到更加迅速的发展。到现在我国的钢产量已经比解放前最高年产量增加了将近25倍。但是，我国还是一个发展中的国家。我国现在的钢铁工业还不能适应国民经济高速度发展的需要。今后，我们还要寻找更多更好的铁矿资源，保证我国钢铁工业继续突飞猛进的向前发展。

发展钢铁工业首先要大打矿山之仗。有矿才能炼铁，有铁才能炼钢。在现代世界上，铁矿是用量最多，储量也较大的金属矿产。目前在所有被利用的金属总量中，铁占90%以上，它按不同比例与锰、铬、铜、铅、锌、钨、钼、镍、钒等金属配合冶炼，可以制成各种不同牌号的合金钢和特种钢。随着社会发展和人类文化的提高，国民经济各部门，对钢铁的需要日益增加。在工业方面：一个规模巨大的工程需要大量的型钢、钢板、钢管和钢筋，建设任何一个机械制造厂，不论是纺织机械厂、电机设备厂、汽车、拖拉机制造厂，没有钢铁原料是不可能的；在农业上：铁犁、铁锄、铲子、镰刀、斧头等都是用铁做的，实现农业机械化，对钢铁的需要就更大了，各种拖拉机、收割机、播种机、脱粒机、磨面机、碾米机、榨油机等都需要用很多钢铁来制造；在交通运输方面：如汽车、火车、轮船、铁轨、桥梁都需要钢铁；在国防上：各种武器装备如飞机、大炮、坦克、火箭的制造更是离不开钢铁；在我们日常生活里，用途也很广。根据统计，制造一艘万吨轮船，就需要万吨左右的钢料，一台拖拉机，一辆载重汽车都需要几吨钢材，而修建一条从北京到南京那样长的铁路，仅仅钢轨一项，就需要10万吨以上。

由此可见，钢铁工业在国民经济建设上，是不可缺少的重要物质基础。

在世界上，近年来钢铁产量也提高很快。1970年钢产量达5.95亿吨，较1960年增加约74%；铁矿石产量达7.5亿吨，较1960年增加近50%。根据1970年统计，目前世界上铁矿石资源总量达7825亿吨，可供世界开采数百年。

我国是地大物博矿产丰富的国家。解放前由于帝国主义的侵略和封建主义、官僚资本主义的长期统治，铁矿资源的寻找和开发根本未被重视。旧中国搞了几十年，铁矿石储量只有1.5亿吨，解放后，23年来，在伟大领袖毛主席领导下，我国地质事业有了很大的发展，到1971年底，全国勘探的矿产达117种。我国探明的铁矿储量已比解放前增加了几百倍。并且发现和查明了大量的铁矿产地。但是，为了促进我国钢铁工业的进一步发展，我们还要更加努力，为寻找更多更好的铁矿资源而奋斗。

二 铁的矿物种类和特征

自然界含铁矿物很多，已知有300余种，在这300多种矿物中，有铁的氧化物、硫化物、碳酸盐、硅酸盐及自然铁等。目前工业上常用的主要铁矿物有磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿。在个别情况下还从钛铁矿及含铁的鲕绿泥石等矿物中附带取铁。

现将主要铁矿物特征及识别方法，依次叙述如下：

1. **磁铁矿**：化学成分为四氧化三铁（ Fe_3O_4 ），含铁量为72.4%，铁黑色，有时晶体带浅蓝色，具金属光泽或无光泽，不透明，粉末为黑色，硬度较大（摩氏硬度5.5~6.5

度），用小钢刀划不动，比重 $4.9\sim5.2$ ，具强磁性，能吸引小铁钉（图1），是良好的导电体。晶形属等轴晶系，单个晶体多为八个等边三角形组成的八面体，少数为菱形十二面体（图2）。磁铁矿一般为结构致密、晶粒微小的块状矿石，也有呈自形半自形浸染状矿石。主要见于内生铁矿床及变质铁矿床中。由于它在地表不易氧化，所以原来含有磁铁矿的岩石受风化破碎后，磁铁矿粒可以富集在漂砂里，形成铁砂矿床。

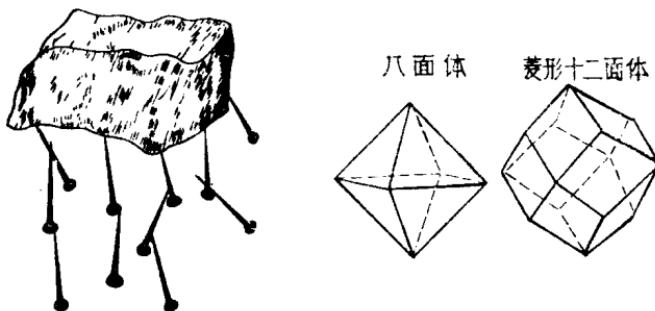


图2 磁铁矿

图1 磁铁矿吸引小铁钉

在找矿当中根据其颜色、硬度、粉末色以及所具有的强磁性的特点，而易被识别。

2. 赤铁矿：化学成分为三氧化二铁（ Fe_2O_3 ），含铁量为70.0%，其颜色有深红色、铁黑色及钢灰色。结晶的赤铁矿属三方晶系，具有金属光泽的叫镜铁矿，结晶体呈细鳞片状者叫云母状赤铁矿。不透明，在粗瓷器上刻划，其粉末为樱红色，硬度介于5~6之间，比重 $5\sim5.3$ ，不具磁性，在晶洞中的赤铁矿晶体有时可见呈片状的菱面体，常见的赤

铁矿石呈致密隐晶块状和片状或鳞片状集合体，主要产出于内生铁矿床中；不具晶形呈肾状、豆状、鱼子状赤铁矿矿石（图3）主要见于浅海沉积层状赤铁矿矿床中。野外鉴定，按其形状常为致密块状或鱼子状，粉末为红色及无磁性，可与磁铁矿相区别。

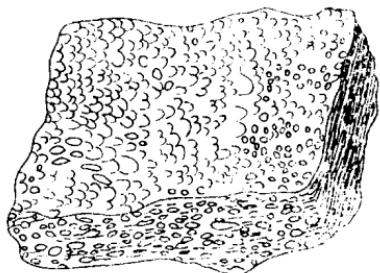


图3 鱼子状赤铁矿

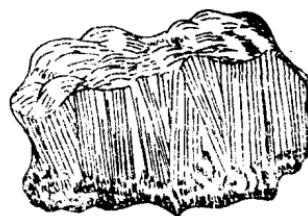


图4 肾状褐铁矿

3. 褐铁矿：化学成分为含水三氧化二铁($m\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)它的种类很多，如针铁矿($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)水针铁矿($3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)，水赤铁矿($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)等，它们由三氧化二铁与水的不同比例加以区别，含铁量为48~63%，褐铁矿的颜色为暗黄褐色至黑色，多数为淡黄褐色，土状到半金属光泽，粉末淡褐色或黄褐色，硬度4~5.5，用小刀可划动，风化后硬度变为2度左右，而且色浅，含水多，铁锈黄色易染手，比重3.3~4.0，无磁性。结晶体属斜方晶系，柱状或针状的晶体很少见，多为隐晶质和非晶质，呈肾状（图4），葡萄状、矿渣状、多孔状、粉末状，也有呈结核状和晶球状者，为不良导电体。

褐铁矿主要为地表氧化作用形成的铁的氧化物，分布很广。在外生淋积铁矿和铁帽矿床中最普遍，浅海或内陆湖

相铁矿床中的褐铁矿多为鲕状褐铁矿，内生铁矿床中仅形成于低温热液矿床中，在变质铁矿中只是呈次生矿物出现。然而褐铁矿若经变质，便可失水而成赤铁矿或磁铁矿。

在找矿过程中，往往以其形态、硬度，一般暗淡无光亮的外表，粉末为黄褐色等极易认识。

4. 菱铁矿：化学成分为碳酸铁（ FeCO_3 ），含铁量为48.3%，颜色新鲜时为肉黄色～浅灰色，玻璃光泽，风化后因氧化成为褐铁矿，呈棕褐色，粉末颜色较浅，为白色或浅黄色，硬度3.5～4.5，小刀易划动，比重为3.9，性脆，无磁性，属三方晶系，晶体习性是菱面体，晶面常弯曲与白云石相同，有时呈鳞片或马鞍状，矿物集合体多为粒状，也有时呈球形结核，土状、钟乳状、鱼子状等。

菱铁矿分布亦较广泛，在内生热液交代矿床及外生浅海相、湖相沉积铁矿和煤系中，都有菱铁矿的存在，但由于其颜色一般较浅，（含煤地层中的菱铁矿色较深，多为深灰色），且与碳酸盐类岩石肉眼不易识别。菱铁矿矿石通常为自熔性到半自熔性矿石，冶炼时无需加多少熔剂，故工业上对其含铁量要求较低。

在野外找矿当中，以其颜色、形状，可与以上含铁矿物相区别。若将盐酸滴在菱铁矿上，则被滴的地方渐变为绿黄色，并会冒出气泡，将菱铁矿碎块或粉末放在封闭的玻璃管中或炭火中烧时，颜色会变黑，碳酸铁变为四氧化三铁，因而亦有磁性，可与铁白云石相区别。

5. 钛铁矿：是钛和铁的氧化物，化学成分为 FeTiO_3 ，含铁量为36.8%，其中的铁一部分常被镁（Mg）和锰（Mn）所代替。钛铁矿的颜色为铁黑色或钢灰色，具金属光泽，粉

末为黑色或深褐至褐红色(因包裹着赤铁矿)，硬度5~6，钢针不能刻动，比重5左右，不带磁性或磁性微弱，导电性差，晶形属六方晶系，多为自形粒状，它的板状或片状晶体很少见，常见的是它分散在岩石里的粒状体或块状体。

钛铁矿常与磁铁矿在一起，散布在基性火成岩里(这时的磁铁矿里也常含钛)，在酸性火成岩里，钛铁矿有时和长石、黑云母、金红石共生。钛铁矿一般主要是用来提炼金属钛，用以制特种钢和颜料钛白(TiO_2)，铁相对说来只不过是一种付产品而已。

在鉴定方面，凭粉末颜色和磁性，仍不能和磁铁矿分别时，可将钛铁矿粉末与三倍的苏打合熔后，溶于盐酸，再在溶液内加金属锡煮沸，如得到紫色溶液，就证明钛的存在。

6. 镰绿泥石：化学成分为铁的铝硅酸复盐($Fe_4Al\langle Si_0_10\rangle \cdot \langle OH\rangle_6 \cdot nH_2O$)，含铁27~38%，颜色为绿色、黑绿色，一般不具光亮，有时略有玻璃光泽，粉末浅灰绿色，硬度3，小刀易划动，比重3~3.4，晶形属单斜晶系，常呈鱼子状，有时呈致密隐晶质块状或土状。

镰绿泥石的分布以外生铁矿床为主，浅海沉积岩层中有时很普遍。世界上已知的许多浅海相赤铁矿矿床都和镰绿泥石共生，并可以混合利用。

野外鉴定：以其颜色及粉末色，形状为鱼子状，易溶于盐酸，容易被认识。

镰绿泥石除可用来炼铁外，还可以作为找铁矿的标志。

此外，其他的含铁矿物像黄铁矿、白铁矿、磁黄铁矿等，都含有很高的铁，但一般不当铁矿开采，只是在提炼硫后，把剩下来的铁再设法利用。这种矿石炼出的铁常因本来

含硫高而影响其质量。

自然界含铁矿物虽多，但构成工业铁矿床而在地壳中分布最广的就是上述五、六种铁矿物，在地壳中按重量计磁铁矿和赤铁矿仅占3%，褐铁矿只占0.3%，而菱铁矿、鲕绿泥石等则更少。

附：主要铁矿物特征表（表1）

表 1

矿物名称	化学分子式	含铁量(%)	矿物颜色	光泽	条痕	硬度	比重	磁性及导电性	晶系	集合体	分布
磁铁矿	四氧化三铁 (Fe ₃ O ₄)	72.4	铁黑色	深红色	金属光泽	5.5~6.5	4.9~5.2	具强磁性是良好的导电体	等轴晶系(八面体菱形十二面体)	通常呈致密晶粒状及块状	主要见于内生铁矿床中
赤铁矿*	三氧化二铁 (Fe ₂ O ₃)	70.0	铁黑灰色	樱红色	金属光泽	5.5~6	5~5.3	不具磁性	三方	块状、片状及鳞片状、鱼子状、豆状	主要见于沉积铁矿床中
褐铁矿	含水三氧化二铁 (mFe ₂ O ₃ ·nH ₂ O)	48~63	暗黄褐色~多黄色为淡褐色	土状~半金属光泽	黄色	4~5.5	3.3~4	无磁性为不良导电体	斜方	块状、肾状、葡萄状、多孔状	主要见于粉未外生淋滤带
菱铁矿	碳酸铁 (Fe CO ₃)	48.3	新鲜时为肉色~风化后为棕色	玻璃光泽	白色~浅黄色	3.5~4.5	3.9	无磁性。烧变黑后变红, 具部变磁性, 分为磁铁矿	三方	粒状、球形、钟乳状、鱼子状	内生热液带及外生潟湖带沉积
钛铁矿	铁、钛氧化物 (Fe TiO ₃)	36.8	铁黑色或钢灰色	金属光泽	黑色	5~6	5.1	导电性弱, 不具磁性或弱	六方	自形粒状或致密块状	主要见于内生后期铁矿床
鲕绿泥石	铁的铝硅酸盐 (Fe ²⁺ Al ³⁺ [Si ₃ O ₁₀] _n H ₂ O)	27~38	绿色~略带黑色	有时有玻璃光泽	绿色	8	8~3.4	/	单斜	鱼子状或块状	主要见于外生浅海沉积

* 结晶的赤铁矿具有鳞片状金属光泽的叫镁铁矿, 结晶体呈细鳞片状的叫云母状赤铁矿。

第二章 铁矿石的一般工业要求 和矿石类型的划分

一 铁矿石的一般工业要求

了解铁矿石的一般工业要求，对从事找矿和探矿的人员来说，是十分重要的。因为工业要求的各项指标是评价矿床工业价值的主要根据之一。一般说来，任何含上述几种铁矿物较多的岩石都可以拿来炼铁，但如果含铁的品位过低且含大量有害杂质（硫、磷等）的矿石，它不但需要耗费过多的燃料和熔剂，而且炼出来的生铁还不适合工业上的要求。

各国对铁矿的平均品位、最低或边界品位以及有害杂质平均允许含量，都有一定的规定和要求。为了能广泛地发现和利用各种铁矿资源，在地质找矿工作中可参考下列的一般要求进行初步工作：

表 2

矿石类型	高炉富矿石		贫矿边界品位(%)
	平均品位(%)	最低品位(%)	
磁铁矿石	50	45	20~30
赤铁矿石	48~50	45	30
褐铁矿石	48~50	40	30
菱铁矿石	30~35	30	25~30

除了对矿石的品位要求和其中有害杂质如硫、磷等的平均允许含量以外，矿层或矿体的最低可采厚度，矿层中的夹石剔除厚度，也都按照矿床的开采条件如露天或地下开采而有不同的规定。在找矿评价工作中可以与有关部门联系，了解一般工业要求的情况。但是一般工业要求也不是固定不变的，它随着国民经济的发展和采矿、选矿、冶炼技术水平的提高而有所变动。实际开采时所使用的指标还要根据各地具体情况，由有关部门共同研究确定。

对于贫铁矿石，需预先经过选矿，以提高含铁量（达到高炉冶炼的要求）才能送去冶炼。铁矿石选矿有下列几种方法：

手选，焙烧磁化的电磁选，不需焙烧的电磁选，重力选和浮选。

磁选是铁矿石的主要选矿方法；处理粗粒矿石用干磁选；细粒矿石用湿磁选；赤铁矿和褐铁矿石需先经焙烧磁化后再进行磁选。重力选矿包括洗选、淘汰选、淘汰盘精选和重悬浮液选矿等方法。重力选主要用于分选赤铁矿石，也用于分选磁铁矿石。浮选法用于分选贫的细粒浸染状矿石，此法对磁铁矿、赤铁矿和菱铁矿石效果较好，对褐铁矿石效果较差，矿石中铁矿物及其集合体颗粒在20~200毫米之间时，可以用手选。原矿经粉碎选矿后所得的精矿，若块度小于2厘米时，还需要经过烧结，使它具有一定的块度(>2 厘米)，才能入炉冶炼。

我们对直接入炉冶炼的富矿，为什么需要限制有害杂质的含量呢？因为它们会影响生铁和钢的质量或妨碍生产效率。如：

硫 (S) : 在金属中有残存的硫，会降低抗张强度，使钢在高温下变脆。为要脱硫，需增加燃料和熔剂的消耗。硫在矿石中常存在于黄铁矿、磁黄铁矿、白铁矿等硫化物和石膏、重晶石等硫酸盐矿物中。冶炼时，平均允许含量一般不大于0.20%。

磷 (P) : 一般冶炼方法不易将其排除，进入金属中，使钢冷却时变脆，但当作铸铁、含磷生铁，托马氏生铁时可允许存在。磷在矿石中一般以磷灰石的形式存在，很少以蓝铁矿存在。在炼钢时，含磷的限制随炼钢的方法而有所不同。平均允许含量一般不大于0.15~0.2%。

铜 (Cu) : 矿石中含铜0.2%以下不作为有害杂质；0.2~0.5%时使钢材发生热脆，降低其热加工性能，因而需选矿处理，将铜分离回收；0.5%以上可作综合矿石。

铅、锌 (Pb、Zn) : 炼铁时锌蒸发浸蚀炉砖；铅熔化后通常聚于炉底，沿裂缝渗入炉身破坏炉衬，缩短炉的寿命。它们在矿石中往往以方铅矿和闪锌矿形式存在。铅的平均允许含量一般不得大于0.10%，锌一般不大于0.10~0.20%。

锡 (Sn) : 使铁、钢变脆，炼铁时炉壁结瘤，炉况不顺。平均允许含量不得大于0.08%。

砷 (As) : 使钢在高温下和冷却时变脆，焊接性差。平均允许含量不得大于0.07%。

二氧化硅 (SiO₂) : 增加炉渣量和粘度，妨碍脱氧、脱硫的进行，为稀释炉渣，需增加燃料和熔剂的消耗。

所谓有害杂质也是相对的，当上述物质大于允许含量而又达不到综合利用的标准时，自然便是有害的东西。反之，如果含量较高，可以综合利用，所谓有害杂质就变成了有用伴生组份了。

下面再把铁矿石中常含的几种有益元素介绍一下：

镍 (Ni)：是有益和贵重的元素。在炼合金生铁时，其含量应大于0.3~0.4%。当矿石的含铁品位小于15%，而镍含量大于1.5%时，可在高炉中用以炼镍铁。

钴 (Co)：是极贵重的有益元素。在接触交代铁矿床中，钴存在于黄铁矿和黄铜矿里面，钴和次生锰矿的关系也很密切。当矿石中含钴在0.01%以上时，应加以重视。

铬 (Cr)：含少量铬铁的矿石，尤其是当铬和镍共生（铬与镍之比不大于1.5:1）的矿石，可以冶炼铬镍生铁，但铬含量超过1.5~2.0%时，就变得非常有害，因铬能加速炉渣凝固，它的粘性大，对平炉炼钢不利。在炼铸造生铁时，矿石中铬的含量不大于0.03%，同时用选矿的方法去铬是困难的，所以含铬过高的矿石很少利用。

钒 (V)：这是一种少有而珍贵的合金元素，矿石中含 V_2O_5 大于0.2%时，可制造钒铁合金。钒多存在于钛磁铁矿和褐铁矿中。在高炉冶炼时，矿石中的钒约有70~90%进入生铁中，在生铁炼钢时，钒又进入炉渣中，所以我们可以再从炉渣中将钒提出。

钛 (Ti)：在钢中钛是一种有益元素，有时特别加钛合金于钢中。但在一般的高炉冶炼情况下，钛是一种有害的元素，因为钛进入炉渣，可以在高炉下部生成炉瘤。钛一般存在于钛铁矿、榍石和金红石中。

锰 (Mn)：这是一种有益元素，在冶炼时能够起到使金属脱氧去硫并稀释炉渣等作用，又能冶炼成各种特种合金，如锰铁、矽镁铁等，也可以改善矿石的烧结作用。

二 铁矿石类型的划分

划分铁矿矿石类型，对选矿、冶炼等意义很大，工业利用的铁矿石是由铁矿物和非金属矿物（称脉石矿物）组成的。通常根据矿物组份、含铁品位、氧化程度、脉石成分的不同，划分为以下几种不同的类型：

1. 根据铁矿物的不同，分为磁铁矿石、赤铁矿石、褐铁矿石、菱铁矿石等类型或混合类型；

2. 根据含铁品位，分为富矿（可直接入炉冶炼的）和贫矿（需选矿富集后才能入炉冶炼的），富矿又分为平炉富矿（用以炼钢）和高炉富矿（用以炼铁）；

3. 根据脉石成分中 $(\text{氧化钙} + \text{氧化镁}) / (\text{二氧化硅} + \text{三氧化二铝})$ 的不同比值（对炉料的配比有重要的意义）划分为：

酸性矿石，比值 < 0.5 ，冶炼时需配碱性熔剂（石灰岩）；

半自熔性矿石，比值 $= 0.5 \sim 0.8$ ，冶炼时需配部分碱性熔剂或与碱性矿石搭配使用；

自熔性矿石，比值 $= 0.8 \sim 1.2$ ，冶炼时可不配熔剂；

碱性矿石，比值 > 1.2 ，冶炼时需配酸性熔剂（硅石）或与酸性矿石搭配使用。

4. 根据氧化程度的不同，即全铁/氧化亚铁的不同比值（对选择选矿工艺流程有重要的意义），把磁铁矿床的矿石分为：

原生矿石（磁铁矿石），比值 < 2.7 ，易磁选；

混合矿石，比值 $= 2.7 \sim 3.5$ ；

氧化矿石（即赤铁矿石），比值 > 3.5 ，磁选困难。

第三章 铁矿床的主要类型

关于铁的矿物种类和主要铁矿物的特征，前面已经介绍过了。如果这些铁矿物只是均匀地分散在地壳岩石中，那也是没有用处的，只有当它聚集起来，含铁量达到工业的要求才能成为铁矿，也才可以被人们所利用。

铁矿是怎样生成的呢？地质学家认为主要是依靠如下三种作用生成的：一种是由地球内部力量所引起的作用，表现为地壳的缓慢上下活动，地壳的褶皱和断裂、地震，特别是岩浆侵入和火山喷发作用等，这种作用叫“内力作用”，由内力作用生成的矿床叫内生矿床；另一种是依靠地球表面的“外力作用”，即依靠地球表面的空气、雨水与河流、生物等对地壳表面的含铁岩石或原来的铁矿体发生作用使之风化、破碎，并将含铁矿物搬运或者将铁质溶解带入水内，再在适当的环境中进行堆积或沉淀而富集成矿，叫做外生矿床；第三种是一些外生作用或内生作用所造成的岩石或矿床，因地壳运动下降到地壳深处，由于温度和压力的增高而使其矿物成分、结构、构造发生改变，这种作用叫做“变质作用”，由变质作用造成的或由变质作用改造过的矿床，叫做变质矿床。

地质工作者按以上三种成矿作用把自然界已知的铁矿床，分为如下三大类型：

一 内生铁矿床

地质工作者认为，在地壳深处的岩石在一定的条件下，可以呈熔融状态存在，这种东西叫做“岩浆”。岩浆中含有许多金属物质，在高温、高压下它可以向上活动，在活动过程中，当地壳有些地方的岩石产生裂隙时，岩浆就向裂隙侵入，有的时候冲出地面，并喷出许多流动的岩浆和气体形成火山。这些喷出的岩浆，在地面上凝结起来，就变成火山喷出岩，如玄武岩、安山岩、流纹岩、以及喷发沉积的凝灰岩，凝灰角砾岩等。有些没有喷出地面的岩浆，在一定深度下冷却凝固起来，就成了侵入岩，如花岗岩、闪长岩、辉长岩和橄榄岩等（图5）。

因为岩浆中含有各种不同的金属和非金属元素，温度又很高，所以周围的岩石，都要受到它很大的影响，并随时和岩浆中的各种元素进行化学作用。由于岩浆向上（地面）活动，温度、压力慢慢降低，而岩浆中各种元素的熔点和结晶点不同，当温度冷却到一定时候，各种元素便按照它们自己的结晶点，依次凝结沉淀下来，互相分家，在合适的条件下聚集，形成了各种不同的矿床。铁矿也有这样生成的，这种铁矿，叫做内生铁矿。

内生铁矿床根据成分和形成时所处的岩浆活动过程的阶段的不同，又可分为岩浆晚期钒钛磁铁矿矿床，伟晶岩铁矿



图5 侵入岩和喷出岩
形成示意图

床，接触交代矽卡岩型磁铁、赤铁矿床，高温热液磁铁、赤铁矿床，中低温热液赤铁（及菱铁矿）矿床及火山岩区的铁矿床等，但在我国主要是以下几种类型：

1. 晚期岩浆凯、钛磁铁矿矿床：

这类铁矿床是在基性岩浆活动的最后阶段（晚期）生成的，它与基性火成岩（含铁、镁成分较多的暗绿色火成岩）有直接关系，经常生于辉长岩类岩石中，围岩有时候具绿泥石化。矿体有脉状、似层状及浸染状等多种，规模有的很大。它的特点是含有钒和钛，因此不论是贫矿或富矿，一般都要经过选矿，以降低矿石中含钛数量，才能入炉冶炼。脉状或似层状矿体一般延长可达1~2公里，厚1~10米，多为含铁较富的(50~57%)致密块状矿石，它是沿着基性岩体形成时所产生的裂隙（岩石冷却收缩形成的）充填而成的，多靠近岩体底部；浸染状矿体，一般分布较广阔，矿石的分布面积常在0.1~1平方公里，延长数十至上千米，厚度由数米到20米，矿体向下延伸可达200~300米，这种矿体矿石含铁约25%左右。这类矿床，主要矿物成分为磁铁矿、钛铁矿及少量硫化

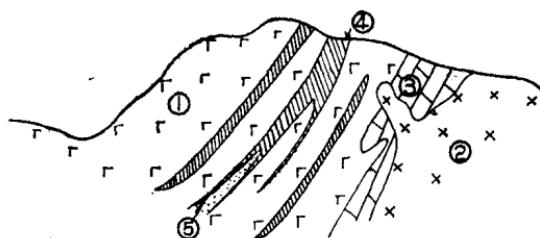


图 6 晚期岩浆铁矿床示意剖面图

1. 斜长岩
2. 花岗岩
3. 石灰岩
4. 含钛铁磁铁矿体
5. 含钛铁矿斜长岩

物，其中并含有钒、钴、镍、铜、铂等十几种有益元素，均可综合利用。其规模大小都有，如图6晚期岩浆铁矿床。

2. 接触交代矽卡岩型磁铁、赤铁矿床：

这是在工业上具有重要意义的一种铁矿床，通常与中酸性侵入岩（花岗岩、花岗闪长岩、石英闪长岩等）有关，矿床多生于中酸性侵入岩与石灰岩（或凝灰岩）的接触带上，围岩一般经过接触变质生成以透辉石、石榴石为主的矽卡岩。矿体一般呈似层状、脉状、凸镜状或不规则的囊状，规模不定，大小均有。大矿体常延长一公里以上，厚达十米到几十米，矿石矿物主要为磁铁矿和赤铁矿，其次为假象赤铁矿、镜铁矿及针铁矿，此外尚有黄铜矿、黄铁矿及铅、锌、钼、钴等金属硫化物。矿石主要为致密块状和浸染状两种，品位有贫有富，但以能直接炼铁的富矿较多，少数还能直接入平炉炼钢，含铁量一般为45~70%，铜的含量往往也高，局部达到0.5%。上述共生成分均可考虑综合利用。如（图7）

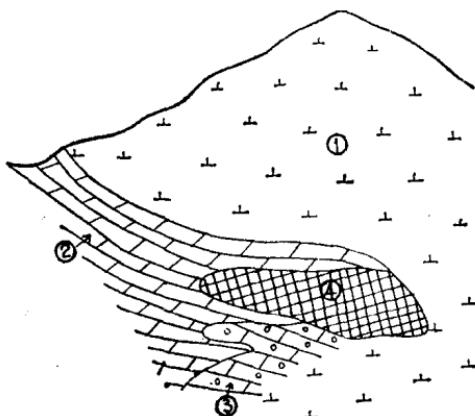


图7 接触交代铁矿床示意剖面图

1.闪长岩 2.大理岩 3.矽卡岩 4.铁矿

和（图8）都属接触交代铁矿床。

3. 热液铁矿床：主要有如下两种类型：

（1）高温热液磁铁矿床、赤铁矿床，矿床与碱性花岗岩有密切关系。矿体常产于接触带或远离侵入体岩石中，特别是常产于白云质灰岩中，呈脉状、似层状及巨大的扁豆状。矿物成分以磁铁矿及赤铁矿为主，并含有其他特殊组份，主要是稀土元素，与钠辉石、钠闪石及萤石等矿物伴生。围岩蚀变有绿帘石化、萤石化等。矿床规模大。如（图9）

高温热液铁矿床。

（2）中低温热液赤铁矿床：这是一种与较小的中酸性侵入体有相当距离而在成因上和它们有关系的铁矿。其中有些矿床以菱铁矿为主，有时含锰较高，这可能和有色金属矿床有密切关系。其围岩一般为石灰岩、砂岩和页岩。围岩蚀变有绢云母化绿泥石化等。矿体呈脉状、团块状、扁豆状。铁矿有富贫，形状较不规则，规模一般为中小型，分布地区比较广泛。我国湖北、扬子江中、下游，以及西南各省都有分布。

4. 火山岩区的铁矿床：

这种铁矿床有几种产出情况：一种是生在火山岩区的闪



图8 接触交代铁矿剖面示意图
1.闪长岩 2.石英闪长岩 3.磁铁矿体
4.矽卡岩 5.奥陶纪石灰岩

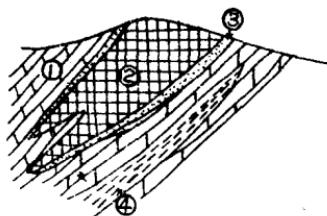


图9 高温热液铁矿床示意图
1.白云岩 2.铁矿 3.矿化带 4.黑云母岩

长班岩体内(如图10)，一种是生在闪长玢岩与火山岩层的接触地段(如图11)，一种是产在火山熔岩中或凝灰岩中，再一种是产于中碱性变钠质火山岩中(如图12)。这些

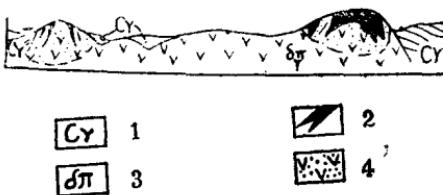


图10 铁矿剖面示意图

- 1.白垩纪建德系火山岩 2.致密状铁矿
3.闪长班岩 4.浸染状铁矿

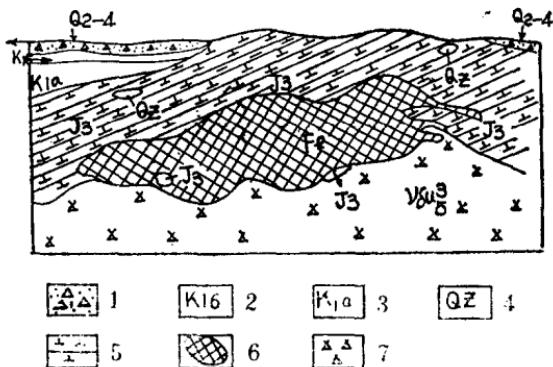


图11 江苏铁矿剖面图

- 1.坡冲积层 2.石英安山岩夹凝灰角砾岩 3.火山碎屑岩夹黑云母安山岩
4.次生石英岩 5.矽化高岑土化安山岩 6.铁矿体 7.辉长闪长玢岩

铁矿，矿体往往呈似层状、透镜状及脉状。铁矿物主要是磁铁矿，赤铁矿，富矿比例较大，含铁量常大于50%，有时伴生有磷灰石、钴、钒、硫等成分，可综合利用。

二 外生铁矿床

这类铁矿床种类很多，有由超基性岩石或菱铁矿风化而

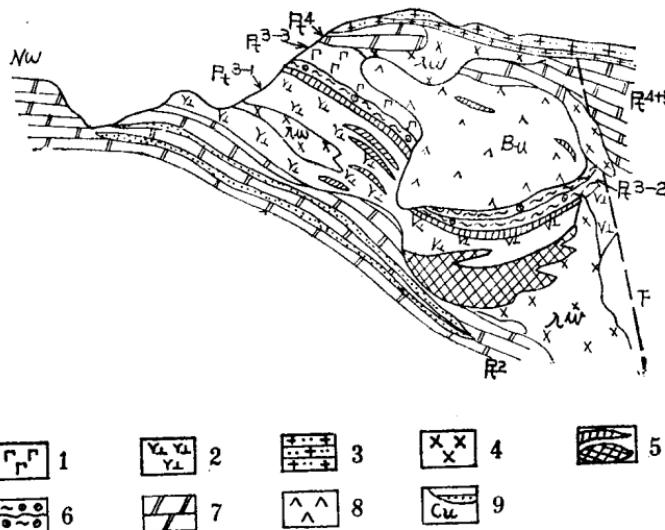


图12 云南铁铜矿剖面示意图

- 1.中基性火山岩
 - 2.中碱性侵入质火山岩
 - 3.上三迭纪石英长石砂岩
 - 4.辉长辉绿岩
 - 5.富铁矿 贫铁矿
 - 6.石榴角闪绿泥片岩
 - 7.大理岩
 - 8.变辉绿岩
 - 9.铜矿

成的红土型褐铁矿矿床（残留矿床），有由有色金属硫化物矿床风化而成的褐铁矿为主的铁帽矿床，有由地表含铁水溶液沿岩石裂隙沉淀而成的淋积铁矿床，还有主要见于我国沿海地区的机械沉积铁砂矿床以及古代湖泊、沼泽及浅海沉积的成层层状铁矿床，在我们国家已知的这类矿床，比较重要的主要是浅海沉积形成的鱼子状赤铁矿（菱铁矿）矿床，分别介绍如下：

1. 下震旦纪赤铁矿（菱铁矿）：

这是生在下震旦纪地层中的层状铁矿，铁矿不止一层，
累计厚度一般为几米，与共生的砂岩、页岩构成“含铁层”，

其上下大都是石英岩或石英砂岩，也有页岩，是古生代地台区浅海中的沉积。矿石一般为鱼子状构造。富矿、贫矿都有，大多含磷稍高。矿床规模大小不等。（如图13）。这种铁矿广泛分布于我国北方下震旦纪地层中，是我国已知的最重要

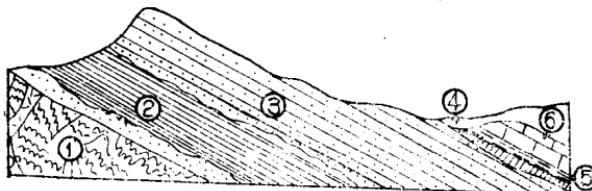


图13 铁矿剖面示意图

- 1. 前震旦纪变质岩
- 2. 砂质岩
- 3. 石英岩
- 4. 铁矿层
- 5. 黑色页岩
- 6. 石灰岩

沉积铁矿类型之一。

2. 中、上泥盆纪赤铁矿（菱铁矿）：

这是产于中泥盆纪或上泥盆纪地层中的层状铁矿，主要矿层1~3层，厚1~4米，累计厚度一般为几米，有时接近10米。围岩主要为砂岩、页岩、泥灰岩与铁矿在一起的岩石和生成的地质环境同以上宣龙式铁矿。富矿与贫矿均有，大都含磷稍高；有时含铁量虽较低（30~40%），但因含碳酸钙较多，所以也可直接冶炼，属自熔性矿石。矿石具典型的鱼子状构造。矿床规模有大有小，首先发现于湖南铁矿及鄂西南大铁矿即属这一类型。广泛分布于南方各省（如图14）。这是南方最大的沉积铁矿类型，适合于

大、中、小型钢铁厂的利用。



图14 湖南赤铁矿剖面示意图

- 1. 砂 岩
- 2. 铁矿层
- 3. 页 岩

3. 中石炭纪及以前的赤铁矿、褐铁矿：

这是生在北方奥陶纪石灰岩侵蚀面以上及其上的中石炭纪煤系地层下部或底部的铁矿。直接生在侵蚀面之上的或其洞穴中的是不规则的团块状或扁豆状，在中石炭纪煤系底部的则略成层状。由于矿石一般是富矿，矿体大小和厚薄变化虽较大，但还有一定的层位，在广大面积都有分布。适合于中小型钢铁企业的利用，矿床规模一般不大，但广泛分布于山西、山东、河南、辽宁、陕西等省。

4. 下二迭纪赤铁矿：

这种铁矿生于我国西南奥陶纪、志留纪或石炭纪地层侵蚀面以上的下二迭纪底部的页岩中，是古代的浅海沉积铁矿，厚度不大，有时和铝质页岩在一起，局部含锰。矿石有富有贫，含磷偏高，具有鱼子状及豆状构造。矿床规模一般较小，也有较大的。分布在四川南部、贵州中部、北部和云南东北部。

5. 不同时期煤系中的菱铁矿：

在不同时期的含煤地层中，包括秦岭和淮阳山脉以北的石炭二迭纪含煤地层、湖南和附近地区的石炭纪含煤地层，南方的二迭纪含煤地层，不同地区的侏罗纪含煤地层，广西右江流域和其他地区的第三纪含煤地层中的菱铁矿。这种菱铁矿一般呈豆状或结核状，偶而大致成层状，是海陆交替相或内陆湖相的沉积铁矿。一般规模很小，而且比较零星，但可与煤层一起开采，而且冶炼方便，分布很广，是地方小铁矿可以考虑利用的铁矿床之一。

三 变质铁矿床

我国已知分布较广的变质铁矿都是后来经过了变质作用的古老沉积铁矿床，这类铁矿床又叫做含铁石英岩矿床，主要生在经过变质的古老沉积岩层中，矿层上、下岩石多为石英岩、片岩、千枚岩等。矿体呈层状或大凸镜状，有固定层位，经常好几层重复出现。矿石致密坚硬具条纹条带状构造，含铁矿物主要是磁铁矿、赤铁矿，它们和硅质薄层相间构成条带状矿石（图15），含铁量一般20~40%，其中也有块状和板状富铁矿体，含铁达50~70%。这种矿床规模巨大，在我国已知铁矿中，储量大约占一半左右。我国辽宁鞍山铁矿（图16）山西五台山铁矿属这一类型。

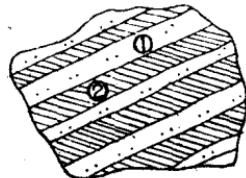


图15 鞍山式条带状磁铁矿石
1.石英岩 2.磁铁矿

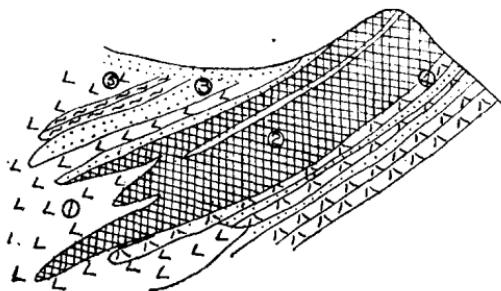


图16 鞍山式铁矿示意剖面图

1.伟晶质花岗岩 2.铁矿体 3.云母斜长石英粒岩 4.角闪岩 5.绿泥石片岩

此外生于下古生代寒武奥陶纪千枚岩中的我国甘肃某铁矿床，矿体成层状，扁平大凸镜状，常成紧密复式褶皱的向斜或陡立的单斜，厚度沿走向、倾向变化较大，主要矿物为镜铁矿、菱铁矿、碧玉、重晶石等，矿石呈条带状构造，含铁量一般30~45%，含硫较高，也属这一类型（图17）

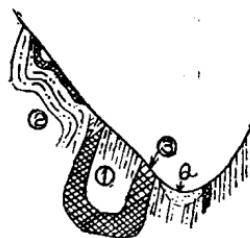


图17 变质铁矿床剖面示意图

1.灰黑色千枚岩 2.灰绿色千枚岩 3.铁矿层

附：铁矿主要类型特征表（表3）

表3

我国铁矿床主要类型特征表

矿床类型		矿体形态	矿物成分	围岩或母岩	伴生有用元素	规模大小	矿床实例
内生铁矿床	晚期岩浆铜铁矿床	脉状似层状 似层染状	磁铁矿少 磁铁矿硫化物 磁铁矿少 磁铁矿少 磁铁矿少	辉长岩或基性火成岩 生于中酸性侵入岩与 石炭岩类岩石接触带	个别是绿泥石化 以透辉石、石榴石 为主的矽卡岩化	小~大	北川 河西
	接触交代型磁铁矿床	似层状 脉状 凸或囊状	铁矿 少量黄铁矿 少 黄铁矿 磁铁矿 磁铁矿	白云质灰岩(高温) 白云质灰岩页岩(中低温)	绿帘石化、萤石化、 绢云母化、绿泥石化等	小~大	湖北 四川
	赤铁矿床	脉状 似层状 似层状 似层状 似层状 似层状 似层状 层状	铁矿 少 少 少 少 少 少 少	灰岩砂岩页岩等 火山岩(熔岩、凝灰岩等) 浅成侵入岩 火成岩等 石英岩或石英砂岩、页岩	硅化、绢云母化、透辉石化、阳起石化、绿泥石化等	中~大	内蒙古包头 河北宣化龙关
	热液铁矿床	脉状 似层状 似层状 似层状 似层状 似层状 似层状 层状	磁铁矿 赤铁矿 赤铁矿 赤铁矿 赤铁矿 赤铁矿 赤铁矿 少	火山岩(熔岩、凝灰岩等) 浅成侵入岩 火成岩等 石英岩或石英砂岩、页岩	C _o 、V、S 磷酸盐等	小~大	江西 苏南
外生铁矿床	下震旦纪赤铁矿(菱铁矿)	层状	赤铁矿少 量	鱼子状、豆状、肾状等	个别多锰及 少量	小~大	湖南
	中上泥盆纪赤铁矿	层状	赤铁矿少 量	砂岩、页岩、泥灰岩	砂岩、页岩	小~中	山西式铁矿
	中石炭纪及以前的赤铁矿	似层状 豆状	赤铁矿 褐铁矿	同上	同上	小~中	四川
	下二迭纪赤铁矿	层状	赤铁矿	含炭质砂页岩、煤层	同上	小	石炭纪、二迭纪侏罗纪...等煤系中
变质沉积变质铁矿床	不同时期的菱铁矿中的赤铁矿	豆状、结核状、偶有似层状	菱铁矿	石英岩、片岩、千枚岩	条带状及块状	大~特大	辽宁鞍山
	层状或大凸镜状	磁铁矿 赤铁矿 磁铁矿	石英岩、片岩、千枚岩				甘肃

第四章 到什么地方去找铁矿

前面我们已经概略地介绍了铁矿是怎样生成的，以及铁矿床的主要类型，现在面临的问题是：究竟到什么地方去寻找铁矿呢？我们的国家这么大，如果没有方向，没有远景地区，盲目地去找，其结果将会造成事倍功半，因此找矿必须有方向、有目的。为此我们谈谈如下两个问题：

一 找矿先决条件

唯物辩证法告诉我们，任何事物都是有规律的，它的存在和发展都要以一定的时间、地点、条件为转移。铁矿也不例外，一定类型的铁矿，是与一定的地层、岩石等地质条件分不开的。如果某一地区，具备某一类型铁矿的产出条件，就有可能找到这一类型的矿床。例如，当我们发现了像鞍山大孤山那样厚大的古老的变质石英岩、片岩，就有可能找到巨大的变质铁矿床。又比如当我们发现了像湖南某地那样地层层位的砂页岩，我们就有可能在附近找到分布面积很广的那种鱼子状赤铁矿。因此，一定的地层，岩石等条件的存在，就是找矿的先决条件（即控制成矿的地质条件）。

控制成矿的地质条件很多，如地层条件、岩性条件、火成岩条件、构造条件等。现着重介绍如下两种：

1. 地层、岩性先决条件：

特别是外生的沉积铁矿床及沉积变质铁矿床，它们都是

产生在一定时代的地层岩石中的，如果找到了某一地层和相应的岩性条件，就有可能找到一定类型的沉积铁矿及变质铁矿床。从全国来看，前面我们着重介绍的几个时代的地层中的几种沉积铁矿及变质铁矿类型是值得特别注意的。如果我们在某个地方找到了前震旦纪（元古代、太古代）的变质岩层及坚硬的致密石英岩、片岩我们就有可能找到象鞍山那样规模极其巨大的磁铁矿和赤铁矿。如果我们找到了象河北宣化龙关那样的下震旦纪地层及相当的砂页岩，我们就有可能找到象宣龙式那样的成层的鱼子状赤铁矿。又比如我们发现了常称呼为泥盆纪的红色砂岩、黄色、紫色页岩（俗称黄皮子）以及灰紫色石灰岩地层，这里就可能有象某地那样成层的鱼子状赤铁矿。还有当我们找到了石炭二迭纪的黑色页岩及含煤地层以及更新的含煤地层，在这些含煤地层里我们就可能找到一种深灰黑色成层的菱铁矿。总之，所有沉积铁矿及沉积变质铁矿，都产在一定时代的地层岩石当中，如果找到了那个时代的地层，就有可能找到那种铁矿。另外，内生铁矿床除受火成岩条件控制外，还常与石灰岩、白云岩、大理岩、泥质灰岩、火山凝灰岩等岩性有关，分布于火成岩附近或接触带的这类岩石，一般都容易被矿液交代，而产生大型的铁矿床。如象包头式铁矿是产于碱性花岗岩外缘的白云岩内，大冶式铁矿有部分是交代大理岩生成的，这是岩性条件控制成矿的范例。

总之，地层、岩性条件是寻找铁矿的最主要的先决条件，应该特别注意。

2. 火成岩先决条件：

前面介绍铁矿类型的时候已经提到：内生铁矿床的生成

和分布，往往与火成岩有密切的关系。譬如：晚期岩浆钒钛磁铁矿床常常产于暗绿色的基性辉长岩或基性杂岩中，且往往位于其底部。因此，凡是有基性辉长岩类存在的地方，都要注意可能找到这类的铁矿床；火成接触型磁铁赤铁矿床，常生于中酸性侵入岩与其周围的石灰岩类岩石接触带或附近，因此，凡在中酸性侵入岩分布区与周围岩石的接触带，应注意找这类铁矿。铁矿的生成时代，各地不同，地质工作者认为，在我国北部、东部和西南部主要和中生代燕山运动生成的中酸性侵入岩有关，在西北和东北北部，主要和上古生代的华力西运动产生的中酸性侵入岩有关；热液铁矿床，往往生于中酸性花岗闪长岩及碱性花岗岩附近或不远的围岩裂隙中，因此，这种花岗岩的存在也是寻找热液型铁矿的地质条件。最近云南省地质局在下元古界滇中山地区的昆阳群变质岩层中，也找到了一批小～中型的热液充填交代形成的富铁矿，为老地层中寻找同类铁矿提供了线索；近几年在火山岩分布地区，发现了大量的铁矿床，这些铁矿几乎都与火山岩（熔岩、凝灰岩、凝灰角砾岩等）有关，或者生在火山熔岩中，或者生在火山岩岩体中及其附近，因此，凡是有火山岩分布的地区，寻找铁矿是大有希望的。

上面介绍的是寻找铁矿的主要先决条件，其余还有不少，但由于不及上述条件显著，所以就不一一介绍了。不过要加以说明的是，每个地方还有每个地方的规律，今后应加总结，指导找矿。

二 找矿标志（或叫找矿线索）

单只有了可能找到某一类型铁矿的地质条件，还没有把

握找到铁矿，要迅速找到铁矿，还需要靠一些直接或间接的标志，来作为寻找铁矿的向导。依靠这种直接或间接的标志，紧紧跟踪追索，就有可能更快的找到矿体，在我们找矿过程中，通常被利用的标志有如下几种：

1. 铁矿碎块：是原生铁矿体破碎的产物，若发现了它，如果查明不是外地搬来的，说明原生（生根的）铁矿体就在附近，这是直接的找矿标志（线索）。

2. 铁矿露头：如果在山头、山沟、公路两旁或河流两侧切割很深的地方，发现了铁矿零星露头，这就说明已经发现了铁矿体，进一步跟踪追迹，就可能查明矿体形状、产状、大小。

3. 旧矿硐：我国开采铁矿历史悠久，几百年甚至几千年前我们的祖先就开采利用了铁矿，用以制造农具，遗留下来的老矿硐很多，若发现了旧矿硐，并查明是开采铁的，这就是找铁的直接线索。

4. 炉渣：古代炼铁的炉渣也是寻找铁矿的标志之一，由于古代运输条件差，这些炉渣不可能来自很远的地方，根据炉渣追索访问，也有可能很快找到铁矿体。

5. 铁帽：有些山头，常常见到大量铁锈色，多孔，疏松状的物质，这些虽然已经不是有用的铁矿，但它们往往和铁钉生锈一样，是由铁矿氧化而成，这种盖在山头的物质就是铁帽，在铁帽底下，可能仍有铁矿，而且可能有铜、铅、锌等硫化矿床。

6. 地名：有些地名是前人发现并开采过铁矿而后取的名称，如铁冲、铁岑、铁门坳、铁矿山等，在这些地方找矿，有详细追索访问的必要。

另外，内生铁矿矿体附近岩石的变化（近矿围岩蚀变），如矽卡岩化绿泥石化，火山岩特别是钠质火山岩中的硅化、绢云母化等，也是寻找铁矿的重要标志。

总之，在寻找铁矿过程中，根据找矿先决条件，可以有方向、有目的地在一定的地层、岩石条件下寻找某一类型的铁矿，而根据找矿标志，则可以比较有效的找到某种铁矿体。这些先决条件和标志是前人经验的总结，我们不但要在自己的工作中掌握它、运用它，而且应当有责任去补充、丰富它，完善它。

第五章 怎样找铁矿

前面简单地介绍了关于铁矿的基本知识及到哪里找铁矿的问题，这一节将着重讨论一下有关找矿方法，探矿方法及其合理运用以解决“怎样找”的问题。

一 找 矿 方 法

找矿方法有很多种，但是一般普通的常用的主要如下几种：

1. 河流碎石法（砾石法）：

这种方法就是详细勘察河谷、小溪、山沟以及山坡上的碎石（或砾石）其目的在于发现铁矿碎块，根据铁矿碎块来寻找铁矿原生露头。

大家知道，山上的铁矿往往因长期日晒雨淋而被破坏，形成大大小小的矿石碎块，这些碎块顺着山坡往下滚，分布在山坡、山谷中，或被河流、溪水带到较远的下游，沿着河流旁边散布。因此，发现了这种碎块后，应该逆河流或山坡而上，就可发现原生铁矿体（图18）。

例如，我们在河边发现了铁矿碎块，这时一个问题摆在我们面前，如何找到这块铁矿石的老家——铁矿体呢？是沿河流向上游走呢？还是就地往河边的山坡上去找呢？这就要看这些碎块的大小、多少和形状来定了。假如铁矿碎块很多，块度较大（直径达20厘米以上），稜角是尖的，我们就

可以判断，这些矿石碎块没有经过河流长距离搬运，而是附近山上滚下来的，于是我们就到附近山上去找。往山上找的结果，果然铁矿碎块越来越多，越来越大，稜角也越明显，这就说明矿体就在附近了，进一步往前找，就找到了铁矿原生露头，也就是找到了矿体。

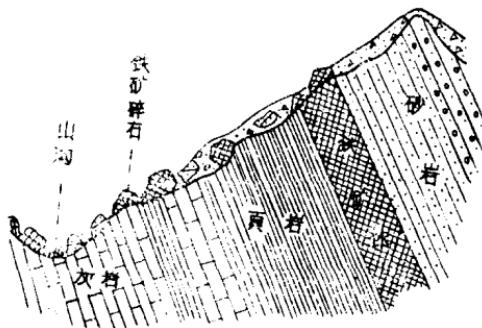


图18 铁矿附近碎石分布示意图

反过来说，要是起初在河边发现的矿石碎块是小的（直径约2厘米）而且是浑圆的，这就说明，它是从河流上游被河水带到这里的，在搬运的过程中，稜角被磨圆了，块度变小了，因此我们便应该往河流上游走，走的结果发现，铁矿碎块越来越多越大，稜角也越显著，最后发现很多块度大的矿石，但再向前走又没有了。这时我们便要停下来，调查周围的矿石块分布情况，结果发现在主河道旁边的山沟里，内外均分布着铁矿石，这就很清楚地告诉我们，不要往河流上游走了，而应向河边的山沟前进。往山沟里面走的结果，看到地上的矿石块逐渐多起来，块度也大了，稜角愈尖了，走到山脚下，发现大片矿石堆积，这时我们走上山去就会找

到这个铁矿的原生露头。

如果我们处在一个山区，距河流很远，我们就沿着山沟来找矿石碎块，在发现铁矿碎块后，同样按前述方法进行找矿。

2. 露头追索法：

这是找矿工作中最常采用的一种方法。当我们在山头、旧矿洞，河沟两侧，公路、铁路两旁由于天然或人工原因揭露露出基岩的地方，发现了铁矿露头，就要进行仔细观察，按照已发现的露头的一些特征（地形、浮土颜色、露头颜色、产状等）去寻找未被发现的铁矿露头，这样就可以查清楚铁矿体的分布和大小，这就叫露头追索法。

在追索露头的时候，应该注意那些方面呢？我们认为有下面几点：

1. 露头颜色：铁矿露出地表往往呈铁黑色（磁铁矿石）及棕褐色（赤铁矿褐铁矿石）与上下岩石不一样，比较醒目，因此根据露头颜色可以帮助我们寻找铁矿。

2. 地形地貌：铁矿往往比较致密坚硬，风化后常成凸起的正地形，而围岩，特别是沉积铁矿的上部围岩，由于质较松软，因此地貌上常较低凹。

3. 地质特征：例如我们知道已发现的铁矿露头产于花岗岩与石灰岩之间，这样我们就应利用这一地质特征在附近的花岗岩与石灰岩的接触带上或接触带附近去寻找（图19）。

4. 浮土：在浮土不深的地方，我们可以观察在铁矿体上部浮土的颜色、粗细等等，一般铁矿上部及附近浮土均为红色，其间并有棕褐色的铁矿碎块，根据这一点寻找同样的

浮土，来查清盖在浮土下的矿体或矿层。

3. 地球物理探矿法：

对寻找铁矿来说，主要是采用磁法。磁法就是根据铁矿与周围岩石的磁性不同使用仪器来进行找矿。经验证明，这是一种多快好省的找矿方法，在地质工作中很有发展前途。

目前，我国和国外应用物探找到了不少的矿床，特别是航空磁法和地面磁法在寻找铁矿（尤其是隐伏铁矿）中，效果十分显著。我国在旧社会，物探完全是空白，解放后有了迅速发展，现已拥有相当规模的专业队伍和设备力量。近几年来地质、物探紧密配合，发现了不少大型铁矿床。

在磁法探矿中，航空磁测和地面磁测相互配合可以增加磁力探矿效果。磁测普查有路线测量和地区测量两种，后者的观测点较密，不容易漏掉测量路线之间的磁力异常区。

在一个地区找矿，物探工作可进行在地质详查工作之前，但在进行物探时，必须考虑该区的地质条件。地质人员应与物探工作者密切配合。

在地质空白区域或边远的崇山峻岭区，最好先用航空磁测进行大面积普查，或先由地质工作者和物探人员一起在测区测制几条地质剖面，以确定图幅比例尺及测线方向，并采取各种岩石、矿石标本，以测定其磁化率。此外，地质工作者还应根据地质条件，指出在哪些地区可能有盲矿体存在，



图19

以便引起物探人员的注意。

在物探进行中，若发现了磁力异常，地质物探应及时共同研究，结合实际从理论上解释异常产生的原因，并决定是否需要用槽探、井探或钻探来检验。

地球物理探矿法，现阶段还只有专业地质队有条件运用。但是随着我国工业化程度的提高和科学技术的发展，可望在不远的将来也一定会普及到群众性的找矿工作中去，进一步发挥全党全民办地质的巨大威力。

二 探 矿 方 法

当我们找到了铁矿，并确定了认为有希望的地段之后，就必须对它作进一步的工作（矿点检查），以便了解铁矿的大小、形状、产状和含铁量的高低，以及伴生有益有害组份的情况。这样我们才能对该矿床进行评价，确定它是否能被利用，以及怎样才能更合理地利用它。

当铁矿体全部清楚地露在地面上时，我们的工作就简单多了，只须用皮尺量出矿体的延伸长度，罗盘量出它的延伸方向，及向地下倾斜的角度，再按一定间距测量矿体的厚度，适当地采些体重样进行测定或选用经验数据，再推断矿体的延深距离就可以知道矿体形状和储量规模，然后取一些化学分析样进行化验，就可以了解铁矿品位了。这对地方开采的小型铁矿来说，就基本上差不多了。

但是，在自然界里，并非象上述情况那样简单，很多地方，特别是低洼的地方，常常被浮土、碎石等掩盖着，这些掩盖物有时把矿体一部分掩盖了，只露出来一部分，我们为了要对矿体被掩盖部分进行观察、取样，必须将浮土石块等

东西铲除掉。

然而，常常由于浮土掩盖的范围较大，而且厚度不小，因此我们不可能把所有掩盖的地方都剥开，这样做不仅工作量大，不符合多快好省的原则，而且也没有必要。

为了能达到对被掩盖的铁矿部分进行观察、取样，而又尽量设法节约工作量，办法是按一定的方式来揭开被掩盖着的铁矿体，通常是根据实际情况分别采用剥土、槽探、浅井、坑道、钻孔来进行探矿。所以这些工程又叫探矿工程。

除了地表揭露矿体之外，还要取样、化验，并把矿体大小、周围地层、岩石等画在图上，进行储量计算，这种方法称为探矿方法。现按以下顺序分别予以介绍：

1. 探矿工程及其应用：

探矿工程一般分地表探矿工程（包括剥土、槽探、浅井等）和地下探矿工程（坑道、钻探），下面首先谈一下工程布置及施工原则，然后着重介绍地表探矿工程的应用：

甲 工程布置及施工原则：

1. 探矿工程的布置及施工，一般应遵循由浅到深，由稀到密，由已知到未知的原则（但也不能机械地执行这些原则）。

2. 剥土、槽探、浅井等探矿工程的长边应垂直铁矿体延长方向，并按一定间距布置（表4）。

3. 自铁矿已知露头开始，沿矿体延长方向向两端外推，布置探矿工程，直到经揭露后，见不到铁矿为止。

4. 为贯彻多快好省的方针，揭露矿体时能用剥土的不用槽探，能用槽探的不用井探……等。

5. 剥土、槽探、浅井等工程见到矿体后还要揭露 出新

鲜面，然后才能取样化验，槽探长度以揭露矿体全厚度并深入矿体上下岩石 $1\sim2$ 米为限。

乙 地表探矿工程的应用：

剥土： 形状不定，无一定规格，在矿体之上浮土厚仅 0.5 米以内时可使用，一般几把锄头就能够进行了。这种方法成本低，施工简单，将复盖在矿体之上的浮土剥去，使矿体露出来就行了。

槽探： 一般用于揭露浮土厚达 $0.5\sim3$ 米以内的被掩盖的矿体。形状呈长条形，好象一条深沟。

为了安全，沟两旁的土壁应削成 $60\sim80^\circ$ 左右的土坡，以防崩塌。槽子上宽 1.5 米左右，底宽 $0.6\sim1$

米左右（图20）槽底不要求削平，但要求揭露出生根的石头（基岩）及矿体露头，方才符合要求。槽子见矿后应及时取样、化验。槽长应突出铁矿体两侧（顶底板）岩石 $1\sim2$ 米。

如果矿区有平行排列的数层铁矿，则隔一定间距，应有穿过所有矿层的主干槽，其余中间的小槽只揭露每一层铁矿即可（图21）。

两个槽子间距的确定，主要依据铁矿规模大小，形状复杂程度和厚度变化大小来考虑。

槽探长边的方向，一定要与矿体（矿层）的走向垂直。

浅井： 当铁矿体上覆浮土大于 3 米时，采用浅井，若

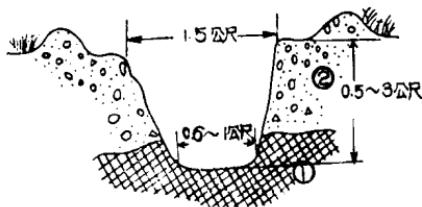


图20 探槽断面示意图

1.铁矿体 2.地表浮土

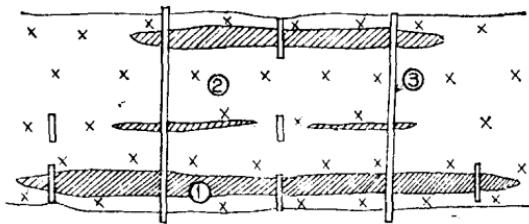


图21

1.铁矿体 2.围 岩 3.探 槽

超过25米时，一般情况下浅井也不能用了。浅井形状常见的有两种：一种叫小圆井，要求打井技术高，但可不用支架；另一种叫小方井，随着掘进工作进展，应随时用木头支护，如土质松，井壁与木架之间还要垫入木板、木条和杂草，实土则不需要。打井的目的是为了弄清矿体的形状、大小和取样化验，通过几个井里看到的情况，就可以确定矿体的范围（图22）。

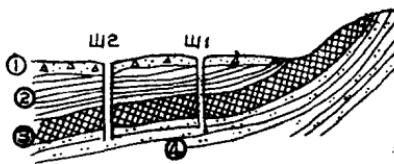


图22 浅井布置剖面示意图

1.浮 土 2.页岩（矿层顶板） 3.铁矿层 4.石英砂岩（矿层底板）
①②③④为浅井及编号

现将地表探矿工程形状、规格、应用条件、工程间距列表如下供参考：

表 4

工程 名称	形 状	规 格	应 用 条 件 (浮土深度米)	工 程 间 距	
				矿体形态简单	矿体形态复杂
剥 土	不 规 则		<0.5米		
槽 掘	长 条 形	上宽1.2~1.5M 壁坡 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 底宽0.6~1.00M	0.5~3米	100~200	50~100
浅 井	小 圆 井	直 径 1.5M	3~25米		
	小 方 井	$1.2 \times 1.6M$			

丙 地下探矿工程：

硐 探： 用打硐子的方法了解铁矿体在地下的形态、大小并进行取样化验，硐子有平硐和斜硐两种，根据实际情况采用之（图23）。

钻 探： 为了查明矿体的延深情况，厚度和质量要采用机械岩心钻探（图23）。

硐探和钻探在小型铁矿的矿点检查阶段，现阶段一般不用，将来探矿机械化程度提高了，轻便化了，也可视具体情况适当采用之，不是绝对的。

2. 取样、化验：

前面介绍了找到铁矿之后的一般探矿方法，还只限于对

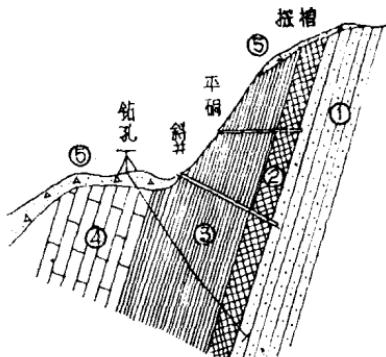


图 23 各种探矿工程布置剖面示意图

- | | | |
|--------|--------|--------|
| 1. 砂 岩 | 2. 铁 矿 | 3. 页 岩 |
| 4. 石灰岩 | 5. 浮 土 | |

矿体形状、产状、大小的了解，根据这些还不能对它作出评价，因此还必须对铁矿进行取样化验，才会知道哪里是矿，哪里不是矿，哪里是富矿，哪里是贫矿，矿石的加工和选矿性能如何？伴生的有益有害组份含量如何？根据化验鉴定结果，才能对铁矿作出评价。可见采样、化验的重要性。为达到上述目的，样品必须具有代表性，按一定方式、方法采取，不能随便在矿体上打一块或任意拣一块充数。

采样方法很多，主要的有拣块法、刻槽法、剥层法、全巷法、攫取法及岩心劈开法等，这里着重介绍如下几种常用的方法：

1. 拣块法：是直接在矿体露出地表部分用锤子沿着一定直线方向敲取。拣块法又可分二种：一种是连续拣块法，此法是在每一采样段中，从头到尾用锤子连续敲取大小相似的矿块，把所敲下来的矿石合并成一个样，装入布袋，在布袋外面标明地点及编号，以便送交化验（图24）；不连续拣块法就是在每一采样段中，从头到尾是按着一定间距来敲取大致相等的矿块（例如在每2米的一个样段中，从头到尾每隔10厘米或20厘米敲取一块）把敲下的矿石合并成一个样，同样装入布袋，注明采样地点及编号，以便送验。拣块法一般用在成分分布均匀的矿体上，在具体采样过程中要注意代表性，

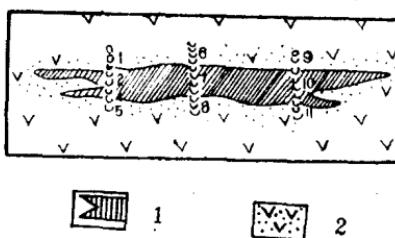


图24 连续拣块取样示意图

1.致密状铁矿体 2.含铁闪长班岩
1.3.5.6.8.9.11号为矿体直接顶底板围岩样
2.4.7.10号为铁矿样

不要尽采富矿，也不要多采贫矿，这一般用肉眼就能识别出来。利用不连续拣块时，成分变化大者间距应小一些，反之则可大一些，但也不宜太大，以免失去代表性。拣块法的优点在于工作过程简单，容易操作，效率高，又经济，基本上能反映出矿体的性质，特别适用于厚度大的矿体，对于小型铁矿来说，要求精度不象大型铁矿那么严格，因此我们认为拣块法在工作初期是可以广泛采用的。

2. 刻槽法：就是用钢钎沿着矿体的厚度方向进行刻槽，槽的形状为矩形，与火柴盒相似，不过其长度、宽度和深度比火柴盒都要大一些。从槽中刻出的矿石碎块就是样品，刻槽时必须先清理矿体表面的风化部分，刻取其新鲜部分。

刻槽的规格与矿体厚度大小有关，与成分分布的均匀程度有关。如矿体物质成分简单，分布均匀，厚度大，则断面小一些，反之则大一些。一般样槽宽5~15厘米，深2~3厘米，对小型铁矿采样来说，通常采用7×3厘米。刻槽长度(样长)一般每个0.5~2米，如果矿体成分分布均匀，矿体厚度大者可用4米。不同品级(贫矿、富矿)的矿石应分别采取，内生浸染状矿体或矿体围岩界线不清楚的，一般也应在顶底板围岩中适当取样，以免漏矿。

刻槽的位置：在地表槽探中，如矿体(矿层)产状很陡，则最好在槽底刻取，如矿体产状平缓，则在槽壁上刻取；在浅井中，如矿体成分变化不大，可在井的一壁刻取，如成分不均匀，可在两壁取样，但一般只取一壁即可。

刻槽方法：一般是沿矿体的厚度方向呈直线连续刻取。刻槽用的工具简单，只要几根钢针，一把铁锤即可。刻的时候，首先将要刻的矿体表面部分清理干净，把样槽按规格划

出来，先在槽边刻两条平行小沟，然后把两条沟之间的凸起部分刻下来（图25），刻槽时用油布在下面接住，使刻下的矿石不致崩走。当一个样品刻完后，就立即清理，把刻下的矿石装在一个布袋里扎好，在布袋上标上样品的地点及编号，使样品不致搞乱，这样就完成了一个样品的刻取，如此继续完成其他样品的刻取。为确保样品的代表性，刻槽时必须注意如下两点。

（1）刻槽方向必须和矿体变化最大的方向一致，多半是沿着矿体厚度方向刻，并截穿全厚度。

（2）样槽必须刻得合规格，假使是10厘米，从上到下都是10厘米，如果是5厘米，则从上到下都是5厘米。

刻槽法的优点是能够比较准确地反映矿石成分的含量，其缺点是花的功夫较大，但却是常用的方法。

3. 岩心劈取法：这种方法是把钻探取得的矿体或矿层的岩心，首先划出样段（样段的划分方法与刻槽法相同），然后把分好段的岩心沿纵长劈成两半，一半做为岩心保存，一半做为矿样，装入样袋，进行编号（注明钻孔号，矿层〈或矿体〉号及样号）以便送出化验。

样品采好之后，进行整理装箱，填制送样单，至少一式二份（一份随样送化验单位，一份自存），送样单应写上矿区名称，送样单位，样品编号，采集地点，样长及代表的矿

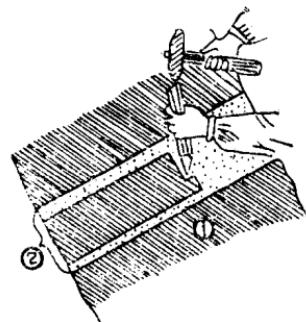


图25 刻槽方法

1.铁矿体 2.样槽

体厚度，样重，分析项目，及要求提交化验成果的时间等，然后寄送所在省地质局实验室（或有关单位），进行分析鉴定。

铁矿分析项目，在矿点检查阶段主要是：全铁（TFe），可溶铁（SFe）亚铁（FeO）。对少数样品还要分析有害杂质硫（S）、磷（P）及造渣组份二氧化硅（SiO₂），三氧化二铝（Al₂O₃），氧化钙（CaO），氧化镁（MgO），必要时应作光谱分析，以了解矿床中有益元素铜、钒、钛、镓、钴、锰等的含量情况，为尔后的综合评价，综合利用提供资料。

分析全铁（TFe）主要是了解矿石中金属铁的含量；分析可溶铁（SFe）是为了确定矿石中不溶铁的数量，如矽酸盐类中铁的含量（约等于全铁减可溶铁TFe - SFe），所以除矽酸铁含量多者外，每一个铁矿区在可溶铁分析了一定的数量得到了全铁与可溶铁的关系之后，在普通分析中即可不再分析可溶铁了，因为已经对矿石中铁的存在状态有了充分了解；分析亚铁（FeO）是为了确定氧化带和原生带，特别是对于许多磁铁矿矿石和菱铁矿矿石必须进行分析。在中到大型铁矿区的勘探阶段，为了减少化验工作量和检查普通分析结果是否正确，还要在普通分析的基础上，按探矿工程、勘探线或块段，将不同矿石类型、矿层、品级的矿石的普通分析矿样以一定的数目按比例合并成组合矿样进行组合分析。组合矿样的数目可以占普通分析矿样总数的15~20%，每一个组合矿样由5~10个普通分析矿样组成，样重100~200克。在普通分析和组合分析的基础上还要进行少量的全分析（一般每一矿区10~20个全分析即可）。组合分析和全分析的分析项目，根据光谱分析（或极谱分析）结果来定，由于矿床类型不同分析项目的确定也不一样，例如：

1. 浅海沉积铁矿床：

普通分析：TFe, P, S (SFe, FeO)

第一类组合分析：TFe, P, S, SiO₂, Mn(SFe, FeO)

第二类组合分析：TFe, S, P, SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Mn, As, 烧失量。

2. 沉积变质铁矿床：

普通分析：TFe, FeO, (FeO, SFe)

组合分析：TFe, FeO, S, P, SiO₂, Mn (FeO, SFe)。

3. 接触交代矽卡岩型铁矿床：

普通分析：TFe, FeO, Cu, SiO₂ (原生带确定后不再分析FeO)

组合分析：TFe, FeO, Cu, Co, Pb, Zn, S, P, SiO₂, Al₂O₃, BaO, MgO, 烧失量。

4. 包头式热液铁矿床：

普通分析：TFe, FeO, RE (FeO, SFe)

第一类组合分析：TFe, FeO, S, P, RE, SiO₂, F (FeO, SFe)

第二类组合分析：TFe, FeO, S, P, RE, CaO, MgO, SiO₂, Al₂O₃, F, SO₃, Mn, (FeO)

全分析：TFe, FeO, S, P, RE, As, SiO₂, CaF, MnO, Cu, CaO, MgO, Al₂O₃, BaO, V, Ni, CO, TiO₂, SrO, Fe₂O₃, Cl, Pb, Zn, Sn, SO₃烧失量等。

以上各类铁矿列举的分析项目，仅供参考。

3. 测绘地质草图：

为了合理地、全面地布置探矿工程和组织劳动力进行施工；为了便于矿点检查工作后期的储量计算和提交矿点检查

报告，都十分需要一张矿区平面地质图。在矿区没有现存的地质图、地形图及本单位（县、社）又没有测绘力量可以借用的时候，地方性的找矿组（或县、社地质队）可用半仪器法自行测制矿区地质草图。为阐明测制方法，下面简单地举例予以说明。

例如，某地群众找矿组发现了一个小型接触交代矽卡岩型富铁矿，很适合于地方小钢铁厂利用。铁矿体呈凸镜状，东西向延伸，长约100米，中部最大厚度32米，矿石矿物主要为磁铁矿、铁的品位55%以上。矿体生于花岗岩与石灰岩的接触带上，接触带之南为花岗岩，以北为石灰岩，接触带附近有矽卡岩化，矿区中部有大片浮土掩盖，已布AB、CD两条槽探予以揭露（图26），现在谈一下如何草测这一小型铁矿地质图：

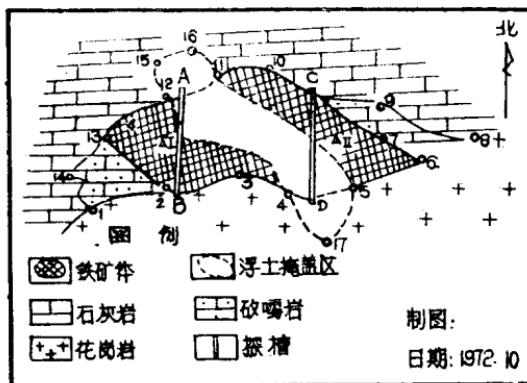


图26 ××省×××铁矿地质草图

1. 测绘对象：根据矿区情况应包括：铁矿露头，铁矿分别与花岗岩、矽卡岩、石灰岩的接触界线，浮土分布范围，已有的槽探工程AB、CD，这些均应反映到平面地质图上。

2. 测绘工具：必须具有地质罗盘一个，皮尺一把（或测绳一根，30~50米）量角器（半圆仪）一个，三角板一付（最好有三棱尺一根），旗杆一根，木桩若干（依测点的多少而定），野外记录簿一本。

3. 测绘步骤和方法：

在正规情况下，首先应测有代表性的1~2条横穿矿区的地质剖面，弄清矿区地层构造，划分不同地层、岩性，确定测绘对象（填图单元），拟订图式、图例，选择图的比例尺，然后沿各种地质界线（矿体、浮土边界线，不同地层，岩石的接触线）追索，观察，选择好各地质界线上的控制点（地质观察点），分别打上木桩，注明点号。观测点主要应布在接触线上及变化大的地方，点的间距与比例尺相适应，1:2000的比例尺一般点距20~50米，地质观测点必须系统编号，不许重复（如图26从1、2、3……17）各点应详细观察、记录，记录内容包括：点号、点的位置和性质，岩性（矿石）特征描述，地层产状等，在追索踏勘布置地质观测点的过程中，最好先随手勾绘一张矿区地质示意图，把应测绘的对象，所布置的点子均反映到示意图上，为加深矿区认识及正式测绘地质草图作参考。

当地质观测点布完之后，就可开始用半仪器法测绘矿区平面地质草图（布点也可与测图同时进行），测图之初，根据地质点的分布，在点比较集中的地段中心，通视良好的地方先选择适当的测站点（如插图26上的I、II），然后取一张硬白纸作图纸，先将I放在图纸上的适当位置，接着以I为基点，用罗盘定向，皮尺丈量I~II距离按比例尺将测站II放在图纸上。

随后依次在测站 I、II 进行测量。测量开始一个人站在测站 I 上担任测量工作，另一个人在旁边作记录，第三人拿着旗杆到附近的 I 号点上站好，把旗杆立直不动就行了，站在测站担任测量的人把罗盘对准旗杆，注意罗盘放水平，对好之后马上读出罗盘上的读数（如方位角 220°），然后用皮尺丈量 I—1 的距离为 30 米，这时记录人员就马上把刚才罗盘读数和 I—1 距离分别记在下表中 I—1 的方位角和距离栏内，用同样的方法测量其余的点子，把数据同样记在下表内。

××铁矿区地质观测点测量记录表 表 5

测 点	I—1	I—2	I—3	…… II—17	I—A	I—B	II—C
方 位 角 (度)	220						
距 离 (米)	30						

然后根据测量数据作图，在图纸的前端表示北方，接着分别以测站 I、II 为基点，把测得的各点（包括槽探端点）的数据用量角器和三角板按比例尺把各点放在图纸上，并根据各点的性质在野外把地质界线连起来（或在室内先大致连线再到野外校正），标上各点岩层产状（走向、倾向和倾角），最后划上岩性符号，用鲜红的颜色涂在铁矿体上，将浮土分布范围着上浅黄色，石灰岩着上蓝色，花岗岩着上桃红色（着色以醒目为准可以自己选择，若有地质人员在场，应考虑地质上的习惯），把图例绘在图的右下角空白的位置上，加上图名、比例尺，矿区岩性平面地质草图就告成了（如图 26）。

应该指出，在矿区地形坡度小于20度时，可按上法进行，当矿区地形坡度大于20度时，在测量点的时候，除丈量测站到地质点的斜距外，还要量出其坡度角，根据坡度角将斜距换算成水平距，再按比例尺依上法投点。水平距 = 斜距 $\times \cos\alpha$ (α = 坡度角)。

最后介绍一下用地质罗盘测量岩层走向、倾向、倾角的方法：

1. 岩层走向测量 把地质罗盘的长边（即NS边）与岩层面贴紧，然后把罗盘放水平，读出罗盘北针指着罗盘上的刻度，便是岩层的走向。（图27）。

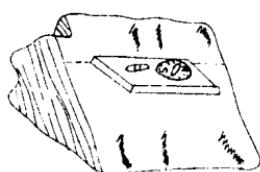


图27 走向的测量

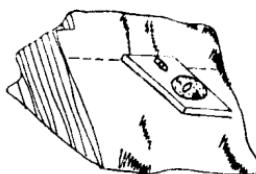


图28 倾向的测量

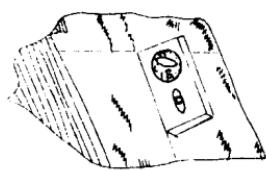


图29 倾角的测量

2. 岩层倾向测量 用罗盘的N端对着岩层面的倾斜方向，并使短边（EW边）与岩层面贴紧，同样把罗盘摆水平，读出罗盘上北针所指的刻度数字，便是岩层倾向（图28），由于走向与倾向总是相差90度，所以只要读出方向（如北东、北西）即可。

3. 岩层倾角测量 把罗盘长边贴紧岩层面，并与刚才量过的走向线垂直，然后读罗盘中小悬锤所指的角度，便是岩层倾角（图29）。

4. 简易储量计算：

找矿、探矿的目的是确定矿石量（即矿石的储藏量），

为此我们在探矿工程揭露、取样、化验和简测地质图的基础上，应该进行储量计算。

储量计算的方法很多，这里只介绍一种简便而迅速的算术平均法，根据这一方法求出矿体延伸的长度（L），矿体的平均厚度（M），矿石的平均品位（C），矿石的平均体重（D），矿体的计算深度（H），然后根据如下公式计算铁矿石的储量（Q）：

$$\text{公式是 } Q = L \times M \times H \times D$$

下面介绍一下，以上储量计算主要参数（参加计算的数据）的获得：

1. 矿体延伸的长度（L）：用相同于岩性地质图上的比例尺直接在图上量得，或用皮尺在实地从矿体的一端到另一端来回丈量两次取平均值得：如第一次丈量矿体水平延长为119米，第二次丈量为121米，

$$\text{则 } L = \frac{119 + 121}{2} = 120 \text{ 米}$$

2. 矿体（或矿层）的平均厚度（M）：沿矿体延长方向按一定的间距选几个探矿工程和矿体露头点，直接用皮尺，垂直矿体与围岩的接触界线量得每一点的矿体厚度（图30），或者用间接的办法求得每一点的矿体厚度，然后将不同地点所得的矿体厚度进行平均，就是矿体的平均厚度。

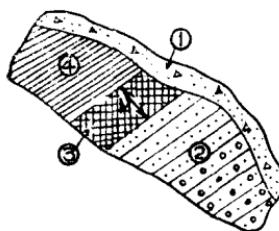


图30

- 1. 浮土
- 2. 石英砂岩砾岩
- 3. 铁矿体
- 4. 页岩

例如，某一矿体为大致等距离的两个槽子，一个浅井所控制，两个槽子中分别测得矿体厚度为30米和20米，一个浅井中矿体厚度为25米。

$$\text{则 } M = \frac{30 + 20 + 25}{3} = 25 \text{ 米}$$

地表矿体厚度往往多是用间接的办法求得的，下面谈一下间接求得矿体厚度的办法。

首先是野外测量，把槽中矿体界线与槽探底线的两个交点AB的距离l，坡度(α)以及矿层倾角 β 量出来，然后用三角计算法或作图法求矿体厚度。

三角计算法

(1) 槽底坡度与矿体倾向一致时(图31)计算矿体厚度的公式是 $M = AC = AB \sin(\beta - \alpha) = l \sin(\beta - \alpha)$

槽底坡度与矿体倾向相反时(图32)计算矿体厚度公式是 $M = BC = AB \sin(\alpha + \beta) = l \sin(\alpha + \beta)$

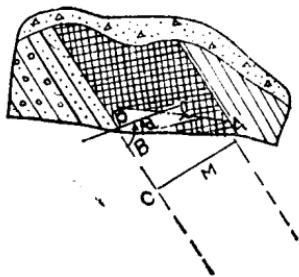


图31

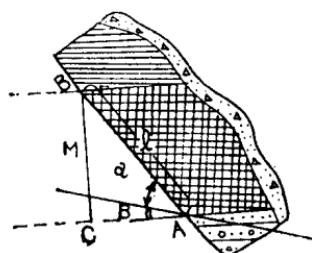


图32

几何作图法：(1) 槽底坡度与矿体倾向一致时，任取AC边，并作 $\angle CAB = \beta - \alpha$ ，划出AB线，并截取 $AB = l$ 在B点向

AC作垂直线交于C点，用尺量AC长度即为矿体厚度。（图33、34）

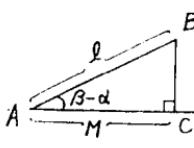


图33

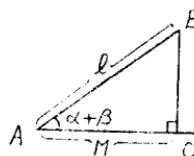


图34

(2) 槽底坡度与矿体倾向相反时作图法与上同，区别在于角度用 $(\alpha + \beta)$ 。

3. 矿石的平均品位(C)：把每个槽、井中或露头上的矿石样品的品位分别平均，然后把每个槽、井露头上的品位再平均便得到矿体的平均品位。例如，两个槽子一个井，两个槽中分别取了三个样和两个样，化验结果是35%，40%，45%和50%，56%。而井中取了两个样分别是45%，47%。两个槽中的平均品位分别为

$$C_1 = \frac{35 + 40 + 45}{3} = 40\% \text{ 和 } C_2 = \frac{50 + 56}{2} = 53\%$$

一个井中的平均品位为

$$C_3 = \frac{45 + 47}{2} = 46\%$$

因此整个矿体矿石的平均品位

$$C = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{3} = \frac{40 + 53 + 46}{3} = 46.3\%$$

计算铁矿的矿石品位及平均品位，是为了了解矿石质量划分矿石品级，故不参与储量计算。

4. 矿石的平均体重 (D)：矿石体重就是每一立方米矿石的重量 (吨)：按公式为矿石体重

(D) = $\frac{\text{矿石重量}(Q)}{\text{矿石体积}(V)}$ 。在小型铁矿区一般只作小体重，即测定小块矿石的体重即可。体重标本规格一般为5厘米见方，在选择体重标本时应注意代表性，致密块状铁矿与浸染状铁矿石都应按比例进行体重测定。

简易测定方法：取一块矿石标本，先称其重量 (Q) 记录下来，再将矿石投入装满水的口杯中，下面用瓷盆接着，这时排出来的水都到下面的瓷盆中了，再用量杯测量瓷盆中水的体积，就是矿石标本的体积 (V)，将矿石标本的重量和体积数据按上述公式计算即得矿石体重，最后将单位化为吨/米³就是矿石体重。

例如某矿石标本重 Q = 480 克，排水体积 V = 120 厘米³

则体重 D = $\frac{480}{120}$ = 4 克/厘米³ = 4 吨/立方米 将所测得

所有矿石体重 D₁、D₂、D₃、进行平均得

D = $\frac{D_1 + D_2 + D_3}{3}$ 这就是储量计算所需的体重。

5. 矿体的计算深度 (H)：由于我们没有对矿体的深部进行工作，因此不知矿体确切的延深，但可根据以往的经验，根据矿床类型特征一般习惯推矿体的计算深度为地面露头长度的 1/2 或 1/3。例如矿体成层状，厚度较大，品位较高且十分均匀，地表延伸长 200 米，这种情况可推断矿体计算深度 H = 100 米。

最后将以上各项数据代入储量计算公式

$$Q = L \times M \times \times D = 120 \times 25 \times 10 \times 4 = 120 \text{ 万吨}$$

三 几种主要找矿、探矿工具及用途

在找矿、探矿过程中，常用的有如下几种工具：

1. 铁锤：这是找矿时不可缺少的工具。主要用来敲打石头，看看里面是什么东西，同时还可以用来采集标本和矿样。

2. 地质罗盘：又叫地质指南针。主要用来定我们找矿路线的方向，测量岩层和矿层的产状（走向、倾向、倾角）以及测地形坡度、山脉延向等。

3. 放大镜：用它可将石头里很小的矿物放大5~20倍，便于我们仔细观察矿物形状、结构构造，帮助我们鉴定矿物、矿石和岩石。

4. 磁铁：就是通常叫的吸铁石，根据形态不同，有马蹄形和圆柱形等多种，因为它能吸引磁性铁矿碎屑，所以用米来帮助寻找磁铁矿，是最有效的工具。

5. 皮尺或测绳和小钢卷尺：主要用来丈量矿体的长度及厚度。

6. 铲头、铁锹、铁镐：主要做为挖槽，打井用。

7. 钢钎、八磅铁锤、凿岩机、取样钻、炸药、雷管、导火线：主要做为打眼放炮及取样用。

8. 土箕（或铁桶、矿车）：出土、出渣用。

9. 钻机（岩心钻探机）：用来揭露矿体在深部的厚度及质量等情况。

10. 油布、标本签、标本袋及采样袋：主要用来采集标本和样品。

11. 三角板、量角器（半圆仪）、标杆、木桩、铅笔、橡皮、野外记录本：主要用来作图和随时的地质记录。

第六章 群众找矿、报矿与矿床评价问题

我们的国家，是一个幅员辽阔，资源十分丰富的国家。为了寻找更多的地下宝藏，为社会主义工业、农业和国防建设服务，我们一定要坚持伟大领袖毛主席的教导：“社会主义革命和社会主义建设，必须坚持群众路线，放手发动群众，大搞群众运动。”要办好社会主义地质事业，也必须打破洋框框，发动群众报矿。1958年，由于贯彻了群众路线，实行了专业地质队与群众找矿报矿相结合，因而掀起了地质工作大跃进的高潮，一年就发现了十几万处矿点，取得了很大的成绩。直到现在许多正在开采和勘探的矿区，就是当时群众报矿发现的。

无产阶级文化大革命后，在毛主席革命路线和“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针指引下，群众性的找矿报矿运动更加广泛深入的开展起来了。各地群众报矿网，报矿领导机构，县地质队也陆续建立，并不断得到巩固和提高。

近年来，群众找矿报矿的结果，不仅有利于工农联盟，而且促进了地方工业的发展，为社会主义工农业建设提供了大量矿产资源。人民群众是大地的主人，他们对当地的一山一水，一草一木都非常熟悉。要查明地下情况，开发地下宝藏，必须依靠群众，发动群众找矿、报矿。群众找到矿后，应马上向附近报矿领导机构或地质队报矿。报矿一般应尽量

说明如下情况：

1. 找到矿石的详细地点（说明矿石所在省、县、社、队的什么位置）
2. 找到矿石的地方以前是否开过矿，有没有炼过矿的炉渣，地质队进行过工作没有？
3. 矿石是在一大片生根石头上打下来的，还是从乱石堆或泥土中拣到的。矿石分布是一层一层的，还是一块一块的，出露有多大的面积（长多少，宽多少），它周围的石头是什么样子。
4. 报矿时最好打几块矿石带去或寄去，如果没有打到矿石，报矿时要把矿石的样子讲清楚或在信上写清楚。
5. 说明报矿人的姓名，详细地址，发现矿石的时间等。

如果发现了大矿，更应迅速上报，以便由专业地质队尽快地进行勘探使之早日提交开采利用。假如是小矿，公社或县的群众找矿组或地方地质队，也可根据前面介绍的方法，进行一定的探矿工作，最后写一份简单的地质报告，对该矿作出初步评价。

评价就是说明矿床的储量、质量、开采技术条件、加工选矿冶炼性能以及各种经济因素（如位置、交通、燃料、动力、辅助原料等）最后作出是否需要进一步工作的结论。在矿点检查或普查找矿阶段，由于还只了解矿床接近地表的部分，所以仅根据有关要求编写一分矿点检查报告，进行概略评价即可；在详细勘探阶段，则应系统地阐述该矿床的各种地质、技术和经济资料，提供未来矿山企业所需的矿产储量，并全面地反映在最终勘探报告中，对矿床进行工业评价。

评价时必须实事求是，特别是对矿床储量，既不能夸大，也不能缩小，否则将会给国家造成极大的损失。

在找矿、探矿评价的过程中，一定要牢记一个重要原则：“矿山保护，综合利用很重要”。决不能“单打一”，而一定要贯彻“综合评价，综合找矿，大中小矿一起找，和近、浅、富，易”的原则。一定要把距离交通线近的，埋藏浅的，品位富的和易选、易炼的矿床，放在优先的地位。要反对那种贪大弃小的思想。大矿要找，小矿也不能丢。大矿可由省办或中央办，小矿可交给县办或公社办。小矿由于数目多，投资少，见效快，更利于大搞群众运动和全面开花。因此，不论矿大、矿小都要予以重视。

矿床规模要考虑，目的是为了更合理的确定探矿方法和考虑建厂规模。对铁矿来说，一般分为大型、中型和小型三类（如下表）：

表 6

	计算单位	大 型	中 型	小 型
铁 矿	矿石亿吨	>1	0.1~1	<0.1
富 铁 矿	矿石亿吨	>0.20	0.02~0.2	<0.02

矿石质量也必须注意，因为它涉及到我们所找的矿到底符不符合当前一般工业要求，如果符合就有进一步工作的价值，反之就不是矿，就没有进一步工作的必要。所以，我们在找矿过程中，首先必须熟悉和掌握现阶段我们国家对铁矿质量的一般工业要求（如前第三部分所述）。

综合找矿、综合评价这个原则要认真贯彻。许多矿床往往含有多种有用金属，进行综合评价可以使一矿变多矿，提

高矿床的经济价值，使伴生的各种有益元素都能被人们所利用。铁矿中除主金属铁之外，常伴生有其他有用组份，如钒钛磁铁矿往往伴生有钛(TiO_2)、钒(V_2O_5)、钴(Co)、镍(Ni)、(铬Cr)、铜(Cu)、铂(Pt)族等十几种有用金属，接触交代型铁矿常含有铜(Cu)、钴(Co)、硫(S)、铅(Pb)、锌(Zn)可综合利用，火山岩区的铁矿往往含有磷灰石、钒、硫、钴、镍、铅、锌、锡等有益元素，在探矿过程中应查清其赋存状态及含量。如果以下元素达到所列含量，或虽未达到但选矿回收效果好时，应计算储量：

表 7

元素或氧化物	含 量 %>	元素或其氧化物	含 量 %>
锰(Mn)	3.00		
钴(Co)	0.02	锡(Sn)	0.1
镍(Ni) 指硫化镍	0.2	钛(TiO_2)	5.0
铜(Cu)	0.2	钒(V_2O_5)	0.2
钼(Mo)	0.02	锗(Ge)	0.001
铅(Pb)	0.02	镓(Ga)	0.001
锌(Zn)	0.5	磷(P)	0.8

另外，有些铁矿还伴生有稀有、稀土金属；有些铁矿的上下层位或上下盘，常共生其他有用矿产，也要引起重视，以便考虑与铁矿同时开采。在铁矿附近，还应该努力寻找煤、耐火粘土、熔剂石灰石等黑色冶金辅助原料(或燃料)，这些原料(或燃料)是在炼铁或炼钢中必不可少的。

总之，在找矿、探矿工程中，要全面地对矿床进行评价，要把所有地质工作的成果，都反映到相应的报告中。

对于大中型铁矿地质报告，一般由专业地质队按有关规定编写，这里只简单介绍一下矿点检查报告编写的内容和要求。

矿点检查工作结束，应着手编写检查工作报告（矿点初步评价报告），报告的内容和要求，随矿体的规模大小，复杂程度，检查工作量的多少和技术力量的强弱来确定。一般对小型铁矿床的检查报告，在有地质人员或具有一定地质工作经验的人员共同参加工作时，报告的内容和要求，大致如下：

一、文字部分

1. 概论：力求简明扼要，主要包括下列内容：

- (1) 矿点的位置和交通
- (2) 矿区自然地理经济概况
- (3) 工作起止时间，使用的探矿工作量（包括槽探、浅井、坑道、钻探及取样，化验等）
- (4) 获得多少铁矿石储量。

2. 矿区地质特征：

- (1) 地 层 描述矿区及其周围的地层、岩石特征
- (2) 构 造 矿区有那些褶皱、断层、性质如何，与矿的关系
- (3) 火成岩 描述火成岩的种类、岩性、分布、大小与矿的关系
- (4) 矿 床 比较详细地描述矿区内的矿体（矿层）的数目，产出层位，顶底板岩性，各矿体形状、产状、大小（延伸长度、厚度），矿石品位，矿石类型，并简述矿床成因等。

3. 取样、化验及简易储量计算：

- (1) 取样、化验：说明取了些什么样，化验了那些项目，结果如何？含有那些有益有害元素等。
- (2) 储量计算。

4. 结 论：说明矿床利用价值、远景，有无必要进一步工作及存在的问题。

二、附 图 部 分

一般要求应附

- (1) 矿区平面地质草图 (1/200—1/500)
- (2) 取样位置图
- (3) 有代表性的槽、井、坑、钻素描图
- (4) 有代表性的地质剖面图
- (5) 储量计算图
- (6) 其 他

三、附 表

- (1) 样品分析结果表
- (2) 储量计算表等

附：主要专业名词解释

1. 地质学：地质学就是研究地球的科学，由于地球很大，对它的内部了解得很少，研究起来有很大困难，所以地质学主要是研究地壳。地壳是由各种岩石和矿产组成的，它是人类财富的宝库。地质学的任务就在于揭示它的本质，认识它发生发展的规律，并指出如何利用它，以造福于人类。

2. 岩 石：就是通常叫的石头。它是由一种或几种矿物组成的。如石灰岩是由一种矿物方解石组成的，花岗岩是由长石、石英、云母等几种矿物组成的。

3. 沉积岩：就是沉积作用生成的岩石。山上的各种石头，由于长期日晒雨淋而变成碎块、砂粒和土壤，这些东西经风吹和流水搬运，带到江河湖海中沉积（或沉淀）下来，由于不断沉积，上覆重量越来越大，在下面的就被压紧，胶结成坚硬的石头，这就叫沉积岩。常见的有各种砂岩、页岩、石灰岩等。

4. 火成岩：是由岩浆侵入地下或喷出地表冷却凝固而成的岩石。喷出岩如玄武岩、流纹岩、安山岩等，侵入岩如辉长岩、闪长岩、花岗岩等。

5. 变质岩：是沉积岩或火成岩遭受变质作用而生成的岩石。如页岩经变质成板岩、千枚岩、石英砂岩变成石英岩、石灰岩变成大理岩等，常见的变质岩有片岩、千枚岩、石英岩、大理岩、花岗片麻岩等。

6. 砂卡岩：是一种含矿石的接触交代作用的产物，在侵入的岩浆岩与碳酸类岩石接触带或其附近的一种接触交代

变质岩石。它主要是石榴石和透辉石，其次为角闪石、绿帘石、石英以及许多金属矿物所组成，这种岩石是找矿的重要标志。铁、铜、铅、锌、钨、钼……等矿床都与它有关。

7. 矿 物：是一种自然元素或多种元素的化合物。是在地壳中经天然化学反应生成的，他具有一定的化学成分和物理性质，如磁铁矿、赤铁矿、菱铁矿、石英、长石云母等都是矿物。

8. 矿 床：是在地壳中由成矿作用生成的有用矿物的聚集体，在质和量上可以供工业部门开采利用的叫矿床。

9. 矿 体：是矿床的基本组成单位，它是由有用矿物聚集而成并符合工业要求具有一定的形状、产状和大小。一个矿床可以由一个矿体组成，也可以由相邻的一系列的好些矿体组成。

10. 矿 层：是沉积作用生成的，成层状的有用矿物的堆积体，它与上下岩层由层面隔开，矿层在空间的分布形式，决定于产状（走向、倾向与倾角），矿层沿不同方向可以变薄尖灭，也可以膨胀扩大，矿层通常位于一定的地层层位中。

11. 矿 脉：是有用矿物沿岩石裂隙充填交代形成的矿体。

12. 矿 石：从矿床的矿体中开采出来的主要有用矿物或主要矿物集合体叫矿石。例如从铁矿床中开采出来的磁铁矿石、赤铁矿石等。

13. 矿 产：凡符合工业要求能被直接利用或从中得到金属或矿物而用于国民经济各部门的称为矿产。

14. 岩 层：沉积岩在自然界中的产状多是一层一层

的，每层之间有一个较明显的面隔开，这个面就叫层面，上下两个面之间的一层，就叫一个岩层。

15. 矿石品位：矿石中有用成分的含量用百分比来表示即是矿石品位，如铁矿石中的铁含量为50.50%，这50.50%就是铁矿石的品位。

16. 边界品位：就是划分矿与非矿界限的最低品位，即圈定矿体的最低品位。

17. 工业品位：就是工业上可利用的矿段或矿体的最低平均品位（只有矿段或矿体的平均品位达到工业品位时，才能计算工业储量）。

18. 露头：就是在地面上露出来的地下生根的岩石或矿体。

19. 光泽：是指矿物表面对光线反射的能力。如金属光泽反光最强半金属光泽及非金属光泽反光较弱或不反光。

20. 条痕：就是矿物粉末的颜色，如磁铁矿条痕（粉末）为黑色，赤铁矿条痕（粉末）为樱红色。

21. 硬度：是矿物抵抗磨擦和刻划的能力，确定矿物的硬度有刻划法，一般采用摩氏硬度计为统一硬度标准。由十种矿物组成由软到硬，共分十级次序为：1滑石，2石膏，3方解石，4萤石，5磷灰石，6正长石，7石英，8黄玉，9刚玉，10金刚石。

22. 磁性：矿物具有磁铁的性质，能吸引铁屑物质的性能。

23. 比重：矿物的比重，就是它的重量比同体积的水所大的倍数。

24. 晶体：结晶学名词。凡是内部物体的粒子（原

子、离子、分子)在三度空间作有规律的格子状排列其有限部分,在良好条件下,可以形成具有有规则的几何多面体外形的固体叫“晶体”。围绕晶体的天然平面叫“晶面”,两个晶面相交的交线叫“晶棱”。

25. 晶形:结晶学名词。结晶多面体的形状。晶形有“单形”和“聚形”之分。

26. 等轴晶系:也叫“立方晶系”。晶体对称分类之一,属高级晶族。对称型中必定具有四个三次对称轴($4L^3$)。晶体几何常数特征为: $a = b = c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ 。

27. 三方晶系:也叫“菱形晶系”或“三角晶系”。晶体对称分类之一,属中级晶族。对称型中必定有而且只有一个三次对称轴(L^3)。晶体几何常数特征为: $a = b = c$, $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$ 或 120° 。

28. 斜方晶系:晶体对称分类之一,属低级晶族对称型中只有对称面和二次对称轴,但对称面或二次对称轴二者中必有一种多于一个。晶体几何常数特征为: $a \neq b \neq c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ 。

29. 六方晶系:也叫“六角晶系”。晶体对称分类之一,属中级晶族。对称型中必定有而且只有一个六次对称轴(L^6)或六次旋转反映轴(Li^6)。晶体几何常数特征为: $a = b \neq c$, $\alpha = \beta = 90^\circ$, $\gamma = 120^\circ$ 。

30. 太古代:地球历史中最古老的一代。太古代的岩石主要由结晶片岩、片麻岩、花岗片麻岩和火成岩所组成,沉积岩很少见;只有在太古代后期的沉积中能见到石灰岩,石墨等。太古代的所有岩层都遭受过强烈的褶皱。也叫无生物代。因为在太古代的沉积物中未发现过有机物化石。

31. 元古代：地球历史的第二代，是太古代和古生代之间的阿尔冈代。元古代终结于五亿一千万年以前，开始的时期尚未定。属于这一代的有受强烈褶皱作用并为侵入体所穿插的前寒武纪上部的岩石，含有最古的原始无脊椎动物化石。也叫始生代。

32. 古生代：地球历史中的第三个代。又分为六个纪：寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪、二迭纪。古生代开始于 51,000 万年之前，结束于 18,500 万年之前经过 32,500 万年时间。在古生代期间，动物界大类群（四射珊瑚、三叶虫类、巨大的甲壳纲，硬皮鞭毛虫，坚头两栖类等）先繁盛而后又绝灭。在古生代下半期，植物中非常发展的有：树状的蕨类，石松等（形成石炭材料），在古生代期间发生强烈的构造运动（加里东褶皱，海西宁褶皱）和火山现象。动物界从原始的海生脊椎动物发展到地面上的爬虫类，植物界发展到松柏植物。

33. 燕山运动：代表中生代造山运动，这期运动以太平洋两岸为剧烈，又叫太平洋运动。这期造山运动在中国可分三期，第一期叫做印支运动，发生于三迭纪和侏罗纪中间，包括广西、湖南、江西、广东西部一些褶皱区；第二、三期叫做燕山运动，发生在侏罗纪和白垩纪中间，和上白垩纪末期，包括华北、华南、华东、西南大部分。燕山构造区多分布在陆台上包括华北、东北、东南、华中和西南。经过这次运动，中国陆台又合而为一，形成了东亚大陆的雏形。东非、南美和中亚大断裂也在此期形成。

34. 华力西运动：代表上古生代的造山运动，取名于法国华力西山脉，德国海西山脉也在这时期造成的，又叫海西

运动。其他著名山系如乌拉山、阿尔泰山、天山、外兴安岭、南山以及秦岭均在这期形成了褶皱。这期运动的结果使海洋面积缩小，而扩大了不少大陆上的山地。也就是扩大了陆台的面积。这期褶皱区包括新疆、青海、甘肃、东北、西南以及秦岭区和内蒙自治区。

地质年代简表

时代划分及符号		绝对年龄(百万年)		生物发展阶段		
纪		距今年龄	时代间距	动物界	植物界	
新生代 Kz	第四纪 Q	2或3	2—3	人类时代	被子植物时代	
	第三纪 R	晚第三纪 N	24	哺乳动物时代		
		25	25			
		早第三纪 E	45			
中生代 Mz		70				
		白垩纪 K	65	爬行动物时代	裸子植物时代 (苏铁、银杏、松柏)	
		135				
		侏罗纪 J	45			
古生代 Pz		180		(各种恐龙繁盛)		
		三迭纪 T	45			
		225				
		二迭纪 P	45			
元古代 Pt		270		两栖动物时代	陆生孢子植物时代	
		石炭纪 C	80			
		350				
		泥盆纪 D	50	鱼类时代		
太古代 Ar		400		海生无脊椎	海生藻类植物时代	
		志留纪 S	40			
		440				
		奥陶纪 O	60			
		500		动物时代		
		寒武纪 G	100			
		600				
		震旦纪 Z	1000 1800	400? 800?	最低等原始生物产生 (尚缺少充足的, 可靠的化石根据)	
太古代 Ar		4500	2700			

地球初期发展阶段 (地球的天文时代)

[注] 此表绝对年龄绝大部分根据李四光《天文、地质、古生物资料摘要 (初稿)》第30页附表; 只有元古代根据《天体、地球生命和人类的起源》第33页附表。



统一书号：15038·新40

定 价：0.19元

[General Information]

书名=怎样找铁矿

SS号=11276721