

钢铁生产知识

《钢铁生产知识》编写组 编

钢铁生产知识

《钢铁生产知识》编写组 编

冶金工业出版社出版

新华书店发行

北京印刷一厂印刷

*

开本大 32 印张 $6\frac{3}{4}$ 字数 168 千字

1972 年 12 月第一版 1972 年 12 月第一次印刷

印数 00,001~75,700 册

统一书号: 15062·3033 定价 (科二) 0.55 元

目 录

(一) 怎样找铁矿

一、铁矿的一般地质特征	3	3. 地球物理探矿	10
1. 矿物、岩石和矿石	3	4. 地球化学探矿	11
2. 铁矿物、铁矿石与铁矿床	4	三、矿床的勘探	13
二、找铁矿的方法	9	1. 矿区评价	13
1. 发动群众报矿	9	2. 坑道探矿	14
2. 地质测量	9	3. 岩心钻探	15
		4. 铁矿储量	16
		四、矿山地质工作	17

(二) 铁矿开采

一、狠抓矿山建设 大打矿山之仗	18	2. 地下开采	31
二、开采方法	19	三、矿山生产的主要技术经济指标	42
1. 露天开采	19		

(三) 铁矿石选矿

一、选矿流程	48	2. 重选法	55
二、选矿前的准备	49	3. 浮选法	55
1. 破碎和筛分	49	4. 强磁选法	55
2. 磨矿和分级	51	5. 焙烧磁选法	56
三、选矿方法	53	四、脱水	56
1. 弱磁选法	54	五、综合回收, 综合利用	56

(四) 烧结与球团

一、烧结	57	2. 烧结方法及设备	59
1. 烧结生产过程	58	3. 烧结矿的品种	63

4. 烧结矿的产量和质量	63	2. 球团焙烧设备	67
二、球团	65	3. 球团矿的品种和质量	69
1. 球团生产过程	65	4. 球团技术的发展	70

(五) 耐火材料

一、耐火材料种类	73	1. 耐火粘土	80
1. 按耐火度分类	74	2. 硅石	81
2. 按外形尺寸分类	74	3. 镁石	82
3. 按不同用途分类	74	五、耐火材料生产过程	82
4. 按化学矿物组成分类	74	1. 原料的准备	82
二、耐火材料的主要工作		2. 破碎、粉碎及筛分	83
性质	75	3. 配料及混合	83
1. 耐火度	75	4. 成型	84
2. 高温结构强度	76	5. 干燥	84
3. 热稳定性	76	6. 烧成	85
4. 高温体积稳定性	76	7. 检验和包装	86
5. 抗渣性	76	六、耐火材料的应用	86
三、各种耐火材料的主要性能	79	七、耐火混凝土	87
四、耐火材料用的原料	80	八、特种耐火材料	90

(六) 焦炭和焦化产品

一、炼焦用煤的选择	92	2. 近代炼焦法	101
二、配煤炼焦试验	96	五、现代炼焦炉	
三、焦炭质量鉴定	97	生产管理	104
1. 焦炭强度	97	1. 炼焦煤的质量	104
2. 焦炭的粒度	98	2. 焦炉调温	105
3. 焦炭的性能稳定性	98	3. 焦炉的压力制度	106
4. 焦炭的含硫量	98	4. 焦炉喷补	107
5. 焦炭的灰分	99	六、焦化产品的回收	108
四、生产焦炭的方法	100	七、炼焦化学工业展望	112
1. 土法炼焦	100		

(七) 炼 铁

一、炼铁原理及生产

过程.....115

1. 还原作用.....115
2. 造渣作用.....116
3. 渗碳作用.....117

二、高炉构造及附属

设备.....117

1. 上料系统.....118
2. 送风系统.....118
3. 除尘系统.....118
4. 渣铁处理系统.....119

三、高炉冶炼用的原料.....120

1. 铁矿石.....120
2. 燃料.....120
3. 熔剂.....121

四、高炉操作及副产品.....121

1. 炉况正常.....121

2. 炉况失常.....121

3. 出铁和出渣.....121

4. 高炉煤气.....122

5. 炉渣.....122

6. 炉尘.....122

五、高炉生产的主要技术

经济指标和技术

名词.....123

六、炼铁生产发展方向.....125

1. 高压操作.....125

2. 喷吹燃料.....126

3. 高风温.....126

4. 精料.....126

5. 改进高炉结构及设备.....126

(八) 铁合金生产

一、铁合金的产品和

用途.....128

二、冶炼原理.....129

1. 碳质还原剂.....129
2. 金属还原剂.....130

三、冶炼方法.....131

1. 高炉法冶炼.....131

2. 电炉法冶炼.....131

3. 炉外法冶炼.....134

4. 真空碳还原法冶炼.....135

四、技术经济指标.....135

五、铁合金生产发展

方向.....137

(九) 炼 钢

一、炼钢方法概述.....139

二、炼钢的基本原理.....142

1. 钢与生铁的区别.....142
2. 炼钢的基本任务.....142

三、平炉炼钢法.....143

1. 平炉的构造和工作

原理.....143

2. 平炉炼钢的原料和燃料.....144

3. 平炉炼钢过程.....144

4. 平炉生产主要技术

经济指标	146	4. 氧气顶吹转炉炼钢 的优点	149
四、氧气顶吹转炉 炼钢法	146	五、电炉炼钢法	150
1. 转炉炼钢法的发展 情况	146	1. 电弧炉炼钢	150
2. 氧气顶吹转炉设备 和原料	147	2. 感应电炉炼钢	153
3. 氧气顶吹转炉炼钢 操作	148	3. 电渣重熔法炼钢	154
		六、铸锭	155
		七、连续铸钢	156

(十) 压力加工

一、钢的轧制	161	新设备	179
1. 钢材的品种和用途	161	二、钢的锻造	180
2. 钢材的轧制	163	1. 锻造与其它加工 方法的比较	181
3. 轧钢机	164	2. 锻造的种类	181
4. 钢板生产	170	三、钢的挤压	182
5. 钢管生产	173	四、钢的冷冲压	183
6. 型钢生产	175	五、钢的拉拔	184
7. 轧钢生产的部分			

(十一) 钢的热处理

一、热处理原理	186	1. 钢的加热	189
1. 钢的内部组织	186	2. 钢的退火和正火	190
2. 钢中的相变	188	3. 钢的淬火	192
3. 马氏体相变	189	4. 钢的回火	194
二、热处理操作	189	5. 热处理缺陷的防止	195

(十二) 钢的分类及钢号表示方法

一、钢的分类	197	方法	202
1. 按冶炼方法分类	197	2. 我国国家标准钢号 表示方法	202
2. 按化学成分分类	197	3. 各类钢牌号的表示 方法	202
3. 按用途分类	200		
二、钢号表示方法	201		
1. 各国的钢号表示			

(一) 怎样找铁矿

我们知道，生产钢铁和有色金属、稀有金属用的矿物原料，以及冶炼时所需的各种辅助原料，如熔剂（石灰石、萤石），耐火材料（耐火粘土、硅石、菱镁矿、白云石等）和燃料（煤炭、石油）等，都是从地下开采出来的。因此，发展冶金工业，首先要建设矿山，“开发矿业”，解决工业的“粮食”问题。不建矿山，只搞加工工业，就是搞“无米之炊”。但是，无论建设新矿山，或扩大老矿山的生产，都要从地质勘探搞起，首先探明资源情况，没有资源，矿山建设也就无从谈起。

随着冶金工业的发展，对矿产资源需要的数量越来越大，以钢铁企业为例，建设一个年产一百万吨规模的钢铁厂，如果用的铁矿石含铁量为30~40%，生产1吨铁，需要4吨铁矿石，则每年要开采400万吨矿石。为了保证这样的企业能持续生产几十年（例如20~30年），需要预先准备好8千万到1亿2千万吨铁矿储量。

以炼铜厂为例，建设一个年产2万吨中等规模的冶炼厂，如果铜矿石含铜量为1%时，生产1吨铜，需要开采铜矿石150吨左右，则每年要开采300万吨铜矿石。为了保证工厂生产几十年，需要预先提供6千万吨铜矿石储量。所有这些矿产哪里有，有多少，建设条件怎样，都需要靠地质工作查明。

现代工业的发展，需要各种各样的金属材料、合金。例如制造高速切削刀头的高速钢，除了铁外，还要钨、铬、钒等；用作舰艇和高压容器的高强度钢，它的主要成分包括铁、镍、铬、钼等。又如冶炼时还需要许多辅助原料，例如生产1吨生铁，需要500公斤左右石灰石，500公斤左右焦炭（折合原煤约需1500公斤）；炼1吨钢，大约消耗耐火材料50公斤左右。由于这些原

因，决定冶金工业本身是综合性的，要有多种工业配合，它对矿物原料的需要因而也是多种多样的。供应这样多的矿物原料都需靠地质工作寻找和探明。

实践证明，大多数矿石都是许多有用的金属元素共生在一起。以铁矿为例，除含有大量的铁以外，尚伴生有多种黑色、有色、稀有金属，分散元素及一些非金属元素。据初步统计，各种铁矿的成分中共有 40 多种元素可供利用。有的铜镍矿石中，可取得的有用元素达 14 种以上。有的铅锌矿石中，可取得 16 种金属。由于矿产的成因比较复杂，所以矿石的成分及其存在形式也是各种各样的。查明矿石中各种有用成分，为今后开发、综合利用提供可靠的资料，是地质工作的一项重要任务。此外，在矿区内的不同地点和位置，或矿区附近，还可能同时存在其他矿产，例如煤矿区内的耐火粘土矿，铜矿区内的铀矿，钨矿区内的钽铌矿，以及各种金属矿区内的辅助原料和建筑材料等。综合利用矿产资源，是矿山保护的重要内容，也是多快好省发展冶金工业的重要途径。地质工作综合找矿和对矿床的综合评价，是综合利用矿产资源的必要前提。

由此可见，地质勘探工作对发展冶金工业是一个十分重要的环节。地质工作搞不好，就会影响整个冶金工业的发展。同时，由于地质条件一般都比较复杂，要探明一个矿区，弄清它的规模和矿石品位，往往需要两三年，甚至长达四、五年以上，所以，发展冶金工业地质工作必须先行。

在党的“九大”团结、胜利路线指引下，我国钢铁工业战线出现了新的发展局面。1971 年，我国钢产量达到了 2100 万吨，标志着整个工业上升到一个新的水平。地质勘探工作作为冶金工业的先行，要起到切实的尖兵作用，就必须根据大中小并举的方针不仅要探明足够的矿产储量，而且要使探明的矿产资源分布、矿产品种和就近配套方面，适应工业战略布局需要。同时既要努力满足当前建设对矿产资源的需要，又要适应长远规划的需要，抓

紧探寻长远建设所需要的矿产资源，提早五年或十年为国家建设准备更多、更好、可供选择的矿产地。与此同时还要考虑到现有矿山保护和资源综合利用等一系列问题，这是摆在地质勘探工作者面前的一项极为迫切的任务。

一、铁矿的一般地质特征

1. 矿物、岩石和矿石

地球的外壳是由石头即各种岩石组成的，岩石是由矿物组成的，而矿物又是由一定的化学元素按一定的结构组成的。

自然界里已经知道的化学元素，如氧、硅、铝、铁、钙、镁、磷、硫、铜、铅、锌等有九十多种，它们组成了三千多种矿物。但在地壳中分布最广，构成各种岩石的主要矿物却不过二、三十种，统称为造岩矿物。

有的岩石主要由单一的矿物组成，例如石灰岩；有的岩石则是由两种以上的矿物组成，例如主要由长石、石英、云母组成的花岗岩。

岩石按其成因可以分为三类：

火成岩 是由地壳内部熔融的岩浆冷却凝固而成，如花岗岩、闪长岩、流纹岩、玄武岩等。

沉积岩 是由地面的岩石，经过日晒雨淋破坏以后，被风、水、冰川等搬运到河、湖、海洋等低洼地方沉积下来，经过胶结硬化而成，如砂岩、页岩、石灰岩等。

变质岩 是由火成岩或沉积岩由于物理化学环境的改变（如产生高温高压）而变成的岩石，如大理岩、千枚岩、板岩、片岩等。

各种矿物，目前能够被工农业利用的只有二百来种，这些都叫做有用矿物或矿石矿物。在岩石中如果含有有用矿物，并且经过化验分析达到一定标准，可以为工农业生产利用的都叫做矿石。

大多数岩石本身就是矿石，例如在冶金上用的耐火材料（白云岩、粘土等）和熔剂（石灰石和白云岩），农业上用的肥料（磷块岩、钾盐等）。

矿石的标准是随技术的发展而变化的，例如过去不能利用的霞石岩，现在由于找到了一种分解方法从中提取铝，而使其成为重要的铝矿石。古代无法利用大量废弃的冶炼炉渣和废矿石，今天则成为很好的矿石。几十年前作为铁矿开采时，铁的品位（即含量）必须在50%以上，今天20~30%以上的品位就可以作为铁矿开采了。

2. 铁矿物、铁矿石与铁矿床

自然界含铁的矿物已知有300多种，但目前作为铁矿开采的矿物主要是磁铁矿、赤铁矿、菱铁矿和褐铁矿等。

磁铁矿，化学成分为四氧化三铁，带有磁性，一般呈黑色，很硬，份量也比较重。

赤铁矿，化学成分为三氧化二铁，一般没有磁性，为红色或土红色，常常象鱼子或肾状粘连在一起，硬度和重量与磁铁矿差不多。

褐铁矿，为含水的氧化铁，颜色象铁锈一样，有褐色、黑褐色、黄色、土黄色等，外形有的象泥土，有的象蜂窝，有的象葡萄。

菱铁矿是碳酸铁，与碳酸盐岩石相似，在找矿工作中要认真注意，但菱铁矿比重较大，还是容易与碳酸盐岩石区别开的。

这些有用矿物聚集在一起，其数量达到可以为工业利用时，就成为铁矿石。例如磁铁矿矿石（即一般所谓的黑矿）、赤铁矿矿石（即一般所谓的红矿）等等。

对于铁矿石质量的评价，主要根据矿石中铁的品位和杂质（硫、磷）的含量，一般含铁20%以上的皆可视为工业矿石，通常应用标准，见表1—1。

硫和磷根据选矿和烧结等技术水平而定。

表 1—1

矿 石 类 型	高 炉 富 矿 石		贫矿的边界品位 (%)
	平均品位 (%)	最低品位 (%)	
磁 铁 矿 矿 石	50	45	20~30
赤 铁 矿 矿 石	48~50	45	30
褐 铁 矿 矿 石	48~50	40	30
菱 铁 矿 矿 石	30~35	30	25~30

有些铁矿石中含有石灰质，如果达到一定比例，炼铁时就可以少加或不加石灰石，这种矿石叫做自溶性铁矿石，即使品位低一点，如40%以上，就可以当作富铁矿直接入炉。

自然界中铁矿石聚积达到相当规模时，就成为铁矿床。对于铁矿床来说，在岩石的各种成因中（火成的、沉积的、变质的）都可形成矿床，也就是说，在火成岩、沉积岩和变质岩分布地区都可能找到铁矿床。

火成（或内生）矿床 这种矿床都是由地下岩浆凝固过程中分离出来的矿液造成的。这种矿床有的产在基性岩（含二氧化硅在40~52%）中或其底部，呈脉状、扁豆状，如含钒钛的磁铁矿矿床，在我国分布广泛，在河北、西南、新疆、山东、湖北都有发现，有很大工业意义；有的产在火成岩（中性（含二氧化硅52~65%）和弱酸性（含二氧化硅65~70%）侵入岩）与石灰岩相接触的地带及其附近。由岩浆中温度很高的含矿气体与围岩成分之间互相替换而形成接触交代矿床，即一般所谓的矽卡岩矿床。矽卡岩型铁矿、铜矿是我国主要富铁富铜矿类型之一。这种矿床由许多矿体组成，但主矿体常占储量的大部分至绝大部分，矿体形态常呈扁豆状和脉状，长度可以由几米到一千米以上，宽度由几十厘米甚至到上百米。矽卡岩型铁矿床绝大部分是磁铁矿，品位一般都较富，规模有大型、中型、小型等。在我国所有

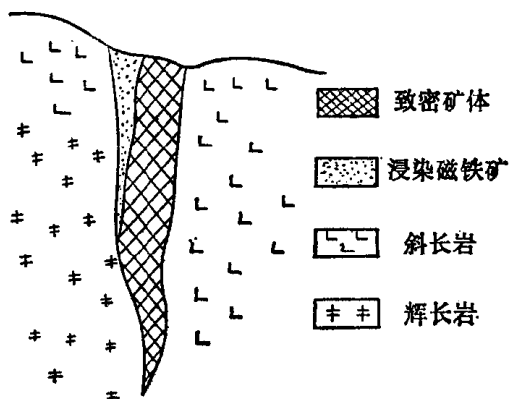


图 1—1 河北某矿山地质剖面图

省分都有，最有名的如河北的武安铁矿、湖北大冶铁矿等（见图 1—1）。

火山岩中的铁矿、铜矿在我国在世界都是重要的富铁、富铜矿类型之一，较早是在海底喷发的钠质火山岩中发现了大型的富铜矿，近年来在陆相喷发的火山岩中如玄武岩中发现有相当规模的铜矿，在安山岩和闪长玢岩分布地区发现有大型富铁矿等，我国火山岩特别是陆相火山岩分布广泛，因此对火山岩中的找矿工作应引起足够注意。

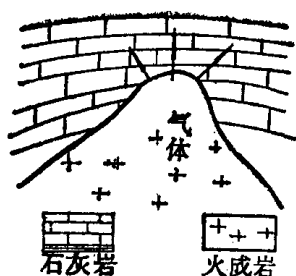


图 1—2 火成矿床剖面图

还有一种叫热液矿床的也很重要。所谓热液就是指由岩浆产生的热水溶液而言。根据形成时温度的不同，又分为高温热液矿床，中温热液矿床，低温热液矿床以及超低温热液矿床等，其所含的矿物成分也不同。

内蒙白云鄂博铁矿是火成矿床的一种特殊类型，称特种高温

热液矿床（见图1—2）。全部矿体都产于元古代* 地层中部的白云岩层中，由矿液交代白云岩而生成。矿石除磁铁矿、赤铁矿外，还含有大量稀土元素。

中低温热液矿床（又名南山式铁矿），产于侵入岩与围岩接触带或其附近。矿体成层状或脉状（见图1—3），矿石常由致密块状赤铁矿组成，多为优质富矿，规模一般为中小型，也有上亿吨的大矿，这种矿床一般都是成群成片出现，在我国长江中下游、云南、新疆和山东等地都有发现，具有很大的意义。本类型得名于安徽当涂南山铁矿。

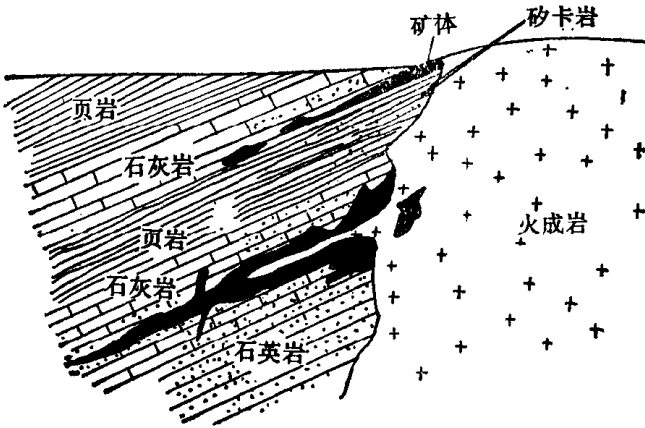


图 1—3 层状矿体剖面图

沉积（外生）矿床 岩石因受空气中氧、二氧化碳及水的作用而破碎，岩石中的铁被溶解而由雨水带到河里，直至搬运到海洋和湖泊时，在距岸边近的地方沉淀下来形成矿床，这种矿床常常成层状，有时只有一层，但常常有两、三层，多的会有四、五层以上，主要是赤铁矿，在距岸边较远的地方有时可形成菱铁矿床，规模有的很大，由于沉积铁矿具有这样相变特点，因此除寻找赤

* 地质时代从古到今分为太古代、元古代、古生代、中生代和新生代，共约 20~30 亿年。

铁矿外还要注意寻找在距岸较远处，是否有菱铁矿矿床。沉积赤铁矿床常常夹在砂岩或页岩中，一般面积较大，延长很远，有些是几百米，但大多数是几千米，甚至到一万米以上，河北龙烟铁矿、鄂东、湘东、湘西北就是这种矿床。由于矿石主要为赤铁矿，磁性比较弱，同时矿物结构小，嵌布细，因此选矿一般较其他矿石困难。

还有一种重要的富铁矿类型，就是气候炎热与潮湿的地方，化学风化作用进行得特别剧烈，岩石中一部分无用元素被水溶解而被搬运到远方，铁却留在原地相对地富集而成为很好的铁矿床。这种矿床产生在含铁多的岩石长期遭受风化浸蚀的地区，而又被晚期地层所覆盖，使富集的铁矿床被保留下来，这种风化壳矿床在国外规模很大，也很富，为铁矿资源来源之一，这种类型铁矿在我国也有所发现。

还有就是岩石内的铁矿物，受风化作用后并不改变其化学成分，也不被溶解，只是变成更细的碎粒，这些碎粒被地面水搬运到河滩或海岸，而成为河滩砂矿或滨海砂矿，这些砂矿主要是磁铁矿及钛铁矿(见图 1—4 a, 和图 1—4 b)。

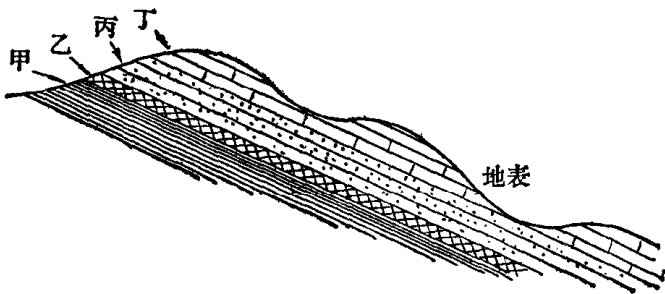


图 1—4 a 沉积铁矿剖面图

甲. 页岩; 乙. 赤铁矿; 丙. 砂岩; 丁. 石灰岩

变质矿床 这种矿床大多数是磁铁矿，常常成为层状或扁豆状，而且延长都很远，厚度又很大。在世界上这类矿床铁的埋藏

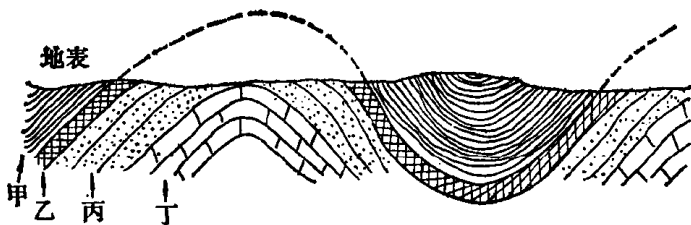


图 1—4 b 由于地层受到挤压发生褶皱，
地面以上被风化侵蚀掉的情况剖面图

量一般很大。我国有名的鞍山铁矿就是这一类型。

二、找铁矿的方法

现在我们来谈谈用什么方法找矿。

寻找矿床一般从普查开始，其任务就是尽可能寻找大量的有矿地点，然后从所找到的矿点中，标出最有远景的矿床。普查找矿的方法很多，现将主要的作一些简单介绍。

1. 发动群众报矿

我国幅员广阔，如单靠有限的专业地质队伍进行找矿是不能满足要求的。毛主席教导我们：“什么工作都要搞群众运动，没有群众运动是不行的。”“群众中蕴藏了一种极大的社会主义的积极性。”解放以来，通过群众报矿，找到了许多有价值的矿床。这是“开发矿业”的一条多快好省的道路，也是地质工作贯彻执行毛主席革命路线的一个重要方面。

2. 地质测量

矿床的形成与各种地质作用密切相关。地质测量就是进行地质调查，把有关地质现象记录下来，并标记在地形图上，编制各种地质图，对一切与成矿有关的地质因素进行全面的系统的研究，这是找矿工作的地质基础。

在几乎没有调查过的地区，一般就只进行探索性的概略找矿，编制一比一百万或一比五十万比例尺的地质图，目的是搞清

该地区地质构造的大概轮廓，并圈划出在地质上有利于进一步找矿工作的地区。这一工作，目前在全国范围内已基本完成，因此一般所讲的普查找矿是指在地质上有利的地区进行一比二十万、十万、五万、一万比例尺的地质测量，编制相应的地质图，目的是直接找到矿产，查明区域地质及矿产发育区，并为进一步找矿奠定基础。

3. 地球物理探矿

地球物理探矿方法（简称物探）是一种快速而有效的找矿方法。由于金属矿体与其周围的岩石的物理性质往往不同，故可用物理的方法即用各种仪器观测来研究地下的地质情况，寻找铁、铜等各种金属矿。例如磁铁矿具有磁性，因此可用磁力仪在地面测量磁场的分布，寻找由磁铁矿引起的磁异常；含镍、铜、铅、锌等金属的硫化矿，电阻低，电化学性质活泼，故可用各种电法仪器在地面观测电磁场的分布，寻找这类矿产。

冶金系统的物探工作，取得了显著的效果。在找铁矿方面，如邯郸、莱芜等地，根据磁异常打钻，找到了大量的富铁矿；又如梅山铁矿就是物探在1957年发现的。这个矿体贮存于火山岩中，过去一般认为火山岩中无矿，梅山铁矿的发现，打破了这个框框。在找铜镍等其他矿种方面，也有不少用物化探方法发现的。

物探方法的种类很多，大略可分以下六种方法：磁法、重力法、电法、放射性法、地震法及光学法等。不仅可在地面作物探，而且可在空中（航空）、海洋及地下（钻孔及坑道中）作物探，大大加快了勘测速度，并加大了勘探深度及探测范围。

在国外，物探发展也很迅速。资本主义国家对金属矿物探的投资，在1965年为2000万美元，1970年则增至6000万美元，增长率为每年25%。在运用近代科学技术的最新成就上，如侧视雷达、红外照相、相关光谱分析、自动数据处理等物探方面，发展了新的物探方法，提高了物探的地质效果，值得我们注意。国

外在探索人造卫星在地质工作中的可能用途，例如利用所谓“地球资源观测卫星”观测地表地球物理现象，以便根据卫星照片反映的地质特征进行找矿。

物探方法找矿的效果，近年来日益显著。据统计，由1951年起，截至1964年，国外采用物化探方法发现的重要金属矿床共有113个。其中加拿大最多，占66个，美国次之，占19个。直接用物化探方法发现的有95个，其中用地面物化探方法发现的有56个，航空物探方法发现的有39个，其余18个是用物化探配合地质工作发现的。

统计加拿大一些矿床的发现方法，见表1—2。

表 1—2

发现矿床数 手段	时 间				1966~1969 上 半 年
	1950年以前	1951~1955	1956~1960	1961~1965	
*常规方法	64	16	6	5	1
地质方法	11	14	4	3	3
物探方法	0	5	14	7	7
化探方法	0	0	0	1	0
合 计	75	35	24	16	11

* 所谓常规方法是指很早以前发现的老矿床，发现方法已无从考查。因当时认为品位低，或规模小而未开采，直至最近才开发的。

从统计结果可见，物探方法发现矿床的比例是一直上升的。

苏联从1963~1968年总共发现52个矿床，其中物探发现的有36个，占69%。用物探发现的铁矿床占发现铁矿床总数的84%。

解放以来，我国物探工作有很大的发展，取得了比较显著的效果，随着我国工业化水平的不断提高，物探工作在找矿勘探中具有广阔的前景。

4. 地球化学探矿