

铁矿石与钢材的 质量检验

王松青 应海松 主编



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

铁矿石与钢材的质量检验

王松青 应海松 主编

北 京

冶金工业出版社

2007

内 容 简 介

本书依据国际和国家相关标准,详细介绍了对进口铁矿石和各类钢材的成分及其含量和各项理化指标的检验标准和监测方法。全书分为铁矿石和钢材上、下两篇。具体内容有铁矿石概论、铁矿石取样和样品制备、铁矿石物理试验、铁矿石化学分析、铁矿石的质量评价、钢铁概论、钢的化学分析、钢材的物理检验、废钢铁及非正品钢检验等。

本书可供钢铁企业中有关开采、选矿、造块、焦化、冶炼方面的科研人员和工程技术人员阅读,也可供高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

铁矿石与钢材的质量检验/王松青,应海松主编. —北京:
冶金工业出版社,2007.6

ISBN 978-7-5024-4292-7

I. 铁… II. ①王… ②应… III. ①铁矿物—质量检验
②钢材—质量检验 IV. TF521 TG142

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 072731 号

出 版 人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 张 卫(联系电话:010-64027930;电子信箱:bull2820@sina.com)

马文欢(联系电话:010-64027931;电子信箱:whma2005@126.com)

美术编辑 张媛媛 版面设计 张 青

责任校对 王永欣 李文彦 责任印制 丁小晶

ISBN 978-7-5024-4292-7

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2007 年 6 月第 1 版,2007 年 6 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 27.25 印张; 526 千字; 420 页; 1—3500 册

68.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

编写委员会

主 审 王 新

主 编 王松青 应海松

副主编 鲁国苗 施 军 王振新 曹国洲

编撰人员 (按姓氏笔画排序)

许玉宇 孙锡丽 李 岩 应海松

宋武元 金献忠 周剑峰 封亚辉

胥成民 曹 标 曹国洲

副主审 于群利 郑建国 康继韬 陈建国

编 审 董 辉 俞卫中 孙立群 卢利军

欧阳昌俊 董秀文 蒋晓光 谷松海

李建军 章建胜 蔡志群

顾 问 周锦帆

序

铁矿石与钢材是我国钢铁工业的重要原料与产品。近几年来,随着我国国民经济的快速增长,2005年,我国铁矿石产量已达4.2亿t,进口铁矿石量达2.86亿t,粗钢产量达3.52亿t;2006年粗钢年产量已近4.18亿t。因此,无论是我国的铁矿石年自产量、进口铁矿石量,还是我国粗钢年总产量,都已成为世界第一。中国的钢铁工业在世界上的地位已经是举足轻重。

铁矿石与钢材的质量检验是整个钢铁原料及产品生产、贸易过程中的关键环节之一。我国加入WTO已经5年了,其铁矿石与钢材的质量检验技术也进一步与国际接轨。针对近几年来铁矿石及钢材的贸易形势,在国务院有关领导的指示下,质检总局制订了一系列的相关措施,其中一项就是加强检验人员的铁矿石及钢材质量检验技术的培训。除进出口贸易需要之外,铁矿石在入炉之前都要进行成分分析、物理及冶金性能测试,以求提高钢铁产品的质量,提高产出率;同时为评价钢材的质量优劣、进行工程设计、合理选择材料,在生产过程中改进加工工艺,更需要对钢材的质量进行检验。随着技术的进步,铁矿石及钢材的检验技术也日益发展,检测手段日臻完善。

铁矿石及钢材检验技术涉及的专业跨度大、学科交叉多。宁波检验检疫局是我国质检系统对进口铁矿石进行检验较早的口岸检验检疫局,其下属的国家级铁矿检测中心检验进口铁矿石累计超过4亿t,进出口钢材检验批量也有相当数量。宁波检验检疫局组织编写的《铁矿石与钢材的质量检验》,是一本针对铁矿石与钢材质量检验的技术手册,可以让从事该商品检验的工作人员及其贸易相关人员对铁矿石及钢材检验有更深入的了解,有利于相关人员有效地掌握检验技术。鉴此,我特为本书作序,对其出版表示祝贺。

徐金记
2007年2月

前 言

铁是世界上发现最早、利用最广、用量最多的一种金属,钢铁的消耗量占金属总消耗量的 95% 左右,钢铁工业的主要原料是铁矿石。

钢铁及钢铁制品广泛用于国民经济各部门和人民生活各个方面,是社会生产和公众生活所必需的基本材料。自从 19 世纪中期发明转炉炼钢法逐步形成钢铁工业大生产以来,钢铁在各国国民经济中占有极重要的地位,是社会发展的主要支柱产业,是现代化工业最重要和应用最多的金属材料。所以,人们常把钢、钢材的产量、品种、质量作为衡量一个国家工业、农业、国防和科学技术发展水平的重要标志。

与炼铁炼钢密切相关的铁矿石是一种极其重要的战略资源。一个国家的铁矿储量多少也代表了该国自然资源的富庶程度。与其他自然资源一样,铁矿石是不可再生的宝贵资源。铁矿石按矿物特性可分为赤铁矿、磁铁矿、褐铁矿、菱铁矿,按品种可分为粗精粉铁矿、细精粉铁矿、天然块铁矿、烧结矿、球团矿等,按我国海关的 HS 编码可分为已烧结或未烧结铁矿砂。

随着钢铁工业的快速发展,我国从 20 世纪七八十年代起,开始大规模进口铁矿,2004 年我国进口铁矿石数量已达 3 亿 t。

进口铁矿石一直受到国家质检部门的高度重视。全国各铁矿石进口口岸检验检疫局认真施检、严格把关,在有效维护国家利益的同时促进了国民经济的发展,国际上检验信誉也一直良好。目前,黄岛、日照、天津、宁波检验检疫局具有年检验进口铁矿石超过 3000 万 t 的能力,上海、嵊泗、防城、北海、湛江、蛇口、厦门、南京、南通、张家港、镇江、连云港、烟台、京塘港、辽宁、鲅鱼圈、秦皇岛等检验检疫局也承担进口铁矿石检验任务。

铁矿石及钢材检验技术涉及多种专业,且专业跨度大、学科交叉多,撰写本书的目的在于,针对铁矿石和钢材这类商品,让从事该商品检验的工作人员及其贸易相关人员尤其是新接触该项工作的人员对铁矿石和钢材检验有更深入的了解,尽快地增加进口铁矿石和钢材检验的相关技术知识,更好地用自己精湛的检验技术为贸易关系人服务,为促进我国钢铁工业发展发挥应有的作用。

本书共分 9 章,主要介绍铁矿石和钢材的生产过程、资源情况、检验分析与鉴定等基本知识,深入浅出地叙述了铁矿石、钢材的生产工序,检验内容、检验

现状及检验标准,以及一些长期从事进口铁矿石、钢材检验的专家的工作经验及工作技巧。

本书的编撰是在主编的组织协调下,由宁波、广东、江苏、辽宁、上海五个检验检疫局相关专家合作完成的,主要工作由应海松联络。本书第1~4章及5.1节由应海松编写;5.2~5.4节由孙锡丽编写;第6、9章及8.6~8.8节由曹标编写;8.1~8.5节由曹国洲编写;第7章的碳、硅、锰、磷、硫、镍、铬、铜测定由李岩编写;第7章的原子光谱仪器法(ICP、AAS、SPARK-OES)部分由周剑峰、许玉宇编写;第7章的铝、钼、钛、钒、铌、钨、钴测定由金献忠编写;第7章的铅、锡、砷、氮、氧、氢测定由胥成民编写;第7章的碳硫仪器、氧氮氢分析仪、X射线荧光光谱部分由宋武元、封亚辉编写。全书由应海松、曹国洲、曹标、宋武元统稿。

本书在编写过程中,余青、张建波、代发帮承担了部分校对工作,编委会专门组织专家对本书进行审稿。在此,对各位领导的关心支持及各位专家的辛勤劳动表示诚挚的感谢。

由于本书某些素材的来源或时域不同,部分内容定存在某些不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007年2月

目 录

上篇 铁矿石质量检验

1 铁矿石概论	3
1.1 铁矿石的地质特征	3
1.2 铁矿石生产过程	6
1.3 铁矿石资源	18
参考文献	38
2 铁矿石取样和样品制备	39
2.1 铁矿石取样和样品制备的基础理论	39
2.2 铁矿石取样和样品制备标准	47
2.3 铁矿石取样和样品制备的设备	51
2.4 铁矿石的取样	58
2.5 铁矿石的样品制备	85
参考文献	95
3 铁矿石物理试验	96
3.1 水分检测	96
3.2 粒度测定	103
3.3 转鼓指数的检测	115
3.4 抗压强度的测定	118
3.5 还原率与还原速率的检测	121
3.6 自由膨胀指数检测	130
参考文献	136
4 铁矿石化学分析	137
4.1 分析化学通则与样品预处理	137
4.2 分析试样中湿存水及化合水测定	147
4.3 全铁含量的检测	151
4.4 铁矿石中有害及有益杂质元素的检测	159
4.5 铁矿石其他常见项目的检测	199
参考文献	208
5 铁矿石的质量评价	209

5.1 铁矿石中有害元素的评估	209
5.2 不同产地铁矿石的品质特点	220
5.3 铁矿石品质的评价	237
5.4 铁矿石检测结果的评价方法	245
参考文献	251

下篇 钢材质量检验

6 钢铁概论	255
6.1 钢的基本知识	255
6.2 钢的分类	271
6.3 钢的生产与钢材加工简介	275
6.4 我国钢铁工业简况	279
参考文献	279
7 钢的化学分析	281
7.1 钢中碳、硫的测定	281
7.2 钢中氧、氮、氢的测定	285
7.3 钢中硅、锰、磷的测定	288
7.4 钢中铬、镍、铜、铝、钼的检测	294
7.5 钢中钒、铌、钛、钴、钨的检测	303
7.6 钢中铅、锡、砷的检测	311
7.7 钢的仪器及多元素同时分析	314
参考文献	319
8 钢材的物理检验	320
8.1 钢材的外观检验	320
8.2 钢材的宏观检验	326
8.3 钢材的金相检验	335
8.4 钢材的力学性能检验	353
8.5 钢材的工艺性能检验	365
8.6 钢材的物理性能检验	367
8.7 钢材的化学性能检验	376
8.8 钢材的无损检验	384
参考文献	391
9 废钢铁及非正品钢检验	392
9.1 概述	392
9.2 废钢铁资源	393

9.3 废钢铁加工及鉴别	401
9.4 废钢铁的检验	404
9.5 国外废钢铁标准	408
9.6 非正品钢材检验	411
参考文献	420

上篇

铁矿石质量检验

1 铁矿石概论

1.1 铁矿石的地质特征

从事进口铁矿石检验的人员首先应了解铁矿石。了解铁矿石的成因、种类、结构、组成等地质知识,对铁矿石检验人员开展检验工作有着重要的指导作用。目前,从事进口铁矿石检验的人员大多不是地质、矿产专业人员,因此,本节有必要对铁矿石的一般地质特征进行简要的普及性介绍。

1.1.1 岩石

矿物是由一定的化学元素按一定的结构组成,不同的矿物可组成不同的岩石,而地球的外壳是由各种岩石组成的。有的岩石由单一的矿物组成,例如石灰岩;有的岩石则是由多种的矿物组成,例如花岗岩。自然界里的氧、硅、铝、铁、钙、镁、磷、硫、铜、铅、锌等 90 多种化学元素,组成了 3000 多种不同的矿物。其中构成各种岩石的造岩矿物就有二三十种。

岩石按其成因可以分成三类:由地壳内部熔融的岩浆冷却凝固而成的叫做**火成岩**,如花岗岩、闪长岩、流纹岩、玄武岩等;由地面的岩石,经过大自然日晒雨淋破坏以后,被风、水、冰川等搬运到河、湖、海洋等低洼地方沉积下来,经过胶结硬化而成的叫做**沉积岩**,如砂岩、页岩、石灰岩等;火成岩或沉积岩由于物理化学环境的改变(高温、高压)而变成的岩石叫做**变质岩**,如大理岩、千枚岩、板岩、片岩等。含有用矿物、可以生产利用的岩石叫做**矿石**,大多数岩石本身就是矿石,自然界这种岩石只有 200 多种。

1.1.2 铁矿矿物种类

已知自然界含铁矿物有 300 多种,但目前作为铁矿开采的矿物主要是赤铁矿、褐铁矿、磁铁矿及菱铁矿等。

1.1.2.1 磁铁矿

磁铁矿形成于内生作用和变质作用过程,是岩浆成因铁矿床、接触交代—热液铁矿床、沉积变质铁矿床,以及一系列与火山作用有关的铁矿床中铁矿石的主要矿物。磁铁矿的化学结构为 Fe_3O_4 。磁铁矿中氧化亚铁的质量分数为 31.03%,氧化铁的质量分数为 68.97%。颜色为铁黑色,带金属光泽,不透明。硬度 5.5~6.5,密度 4.9~5.2 g/cm³。具强磁性。磁铁矿中常形成一些矿物亚种,如钛磁铁矿、钒磁铁矿、钒钛磁铁矿、铬磁铁矿、镁磁铁矿。磁铁矿氧化后可变成赤铁矿,即假象赤

铁矿、褐铁矿。

1.1.2.2 赤铁矿

赤铁矿是自然界中分布很广的铁矿物之一,形成于热液作用、沉积作用和区域变质的地质作用。赤铁矿的化学结构为 Fe_2O_3 。赤铁矿可由褐铁矿经脱水作用形成,但也可以变成针铁矿和水赤铁矿等。在还原条件下,赤铁矿可转变为磁铁矿,称假象磁铁矿。自然界中氧化铁有两种同质多象变种,即 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 和 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 。前者在自然条件下稳定,称为赤铁矿;后者处于亚稳定状态,称为磁赤铁矿。结晶赤铁矿为钢灰色,粉末状赤铁矿呈红色。带金属、半金属光泽。硬度 5~6。密度 5~5.3 g/cm³。赤铁矿会形成一些矿物亚种,如镜铁矿、云母赤铁矿、鲕状或肾状赤铁矿。

1.1.2.3 褐铁矿

实际上褐铁矿并不是一个矿物种,是针铁矿、纤铁矿、水针铁矿、水纤铁矿等以及含水氧化硅、泥质等的混合物。化学成分及含水量变化大。

(1) 针铁矿:化学构成 $\alpha\text{-FeO(OH)}$ 。含不定量吸附水的称为水针铁矿 $m\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。形态有针状、柱状、薄板状或鳞片状,通常呈豆状、肾状或钟乳状。有时呈致密块状、土状,也有呈鲕状。颜色红褐、暗褐至黑褐。经风化而成的粉末状、赭石状褐铁矿则呈黄褐色。硬度 5~5.5,密度 4~4.3 g/cm³。

(2) 纤铁矿:化学构成 $\gamma\text{-FeO(OH)}$ 。含不定量吸附水的称为水纤铁矿 $\text{FeO(OH)} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。颜色暗红至黑红色。硬度 4~5,密度 4.01~4.1 g/cm³。

1.1.2.4 钛铁矿

钛铁矿的化学结构为 FeTiO_3 。常呈不规则粒状、鳞片状或厚板状。在 950℃ 以上,钛铁矿与赤铁矿形成完全类质同象。钛铁矿的颜色为铁黑色或钢灰色,含赤铁矿包体时呈褐色或带褐的红色条痕。带金属、半金属光泽,不透明。硬度 5~6.5,密度 4~5 g/cm³。具弱磁性。钛铁矿主要出现在超基性岩、基性岩、碱性岩、酸性岩及变质岩中。

1.1.2.5 菱铁矿

菱铁矿的化学结构为 FeCO_3 。常见菱面体,晶面常弯曲。其集合体呈粗粒状至细粒状,亦有呈结核状、葡萄状、土状等。一般呈黄色、浅褐黄色(风化后为深褐色),带玻璃光泽。摩氏硬度 3.5~4.5,密度 3.96 g/cm³ 左右。

这些有用矿物聚集在一起,其聚集数量达到可工业利用时,就成为铁矿石。表 1-1 为一些国家的铁矿石的矿物组成。对于铁矿石质量的评价,主要根据矿石中铁的品位和杂质的含量,一般铁的质量分数达 20% 以上的矿石皆视为工业矿石。有些铁矿石中含有一定比例的石灰质,这种铁矿石炼铁时就可以少加或不加石灰石,即使矿石中铁的品位低一点,如大于 40%,也可以当作富铁矿直接入炉,这种矿石叫做自熔性铁矿石。

表 1-1 进口铁矿石的矿物组成(体积分数)

产 地		矿物组成 $\varphi/\%$						
		磁铁矿	赤铁矿	镜铁矿	假象赤铁矿	针铁矿	脉石	高岭土
澳大利亚	哈默斯利		66.6		1.4	25.4		5.2
	纽曼山	0.4	2.1		82.6	13.5		1.3
	杨 迪		12.9			83.6		1.4
	罗布河		11.4			83.6		2.4
巴 西				90			10	
印 度			96				4	

1.1.3 铁矿床

自然界中铁矿石聚积达到相当规模时,就成为**铁矿床**。岩石的各种成因都可形成矿床,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。

1.1.3.1 火成(或内生)矿床

火成矿床由地下岩浆凝固过程中分离出来的矿液形成,有很大的工业意义。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,即所谓的**矽卡岩铁矿床**。矽卡岩铁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 1000 m 以上,宽度由几十厘米甚至到上百米。矽卡岩铁矿床大部分是磁铁矿,品位都较高,各种规模都有。火山岩铁矿在世界上都是重要的富铁矿,我国火山岩特别是陆相火山岩分布广泛。

1.1.3.2 沉积(或外生)矿床

岩石因受空气中氧、二氧化碳及水的作用而破碎,岩石中的铁溶解后由水带到河、海洋和湖泊,在距岸边近的地方沉淀下来形成矿床,这种矿床往往呈层状,少的有一层,多的有四五层以上,但以两三层最为普遍,主要是赤铁矿。在距岸边较远的地方可形成菱铁矿床。沉积赤铁矿床常常夹在砂岩或页岩中,一般面积较大,有些延长几百米,但大多数几千米,甚至到 10000 m 以上。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。

还有一种重要的富铁矿床,是在气候炎热和潮湿的地方,由于化学风化特别强烈,岩石中一部分非铁元素被水溶解而被搬运到其他地方,而铁却留在原处,富集而成很好的铁矿床。这种矿床在含铁多的岩石长期遭受风化浸蚀后,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,在我国也有发现。

除此之外还有一种矿床,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,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。

1.1.3.3 变质矿床

这种矿床大多数是磁铁矿,常常呈层状或扁豆状,而且延绵很远,厚度又很大。世界上这类矿床铁的储量一般很大。

1.2 铁矿石生产过程

由于进入高炉炼铁或用于直接还原的铁矿石的特性需要满足炼铁生产的要求,而直接开采并能直接入料的具有高品位和一定冶金性能的富矿铁矿石资源又十分有限,因此世界上开采出来的铁矿石大都需要进行选矿富集才能使用。即使是能直接入料的块铁矿,也要进行破碎、筛选、分级等加工过程。经加工的铁矿石才是成品铁矿石。但在铁矿石入料前,一些成品铁矿石还需进行进一步加工。一些大中型炼铁企业都有原料加工厂或车间。一般进口铁矿石所涉及的成品铁矿石为天然块铁矿、粗精粉铁矿、细精粉铁矿、球团矿、热压块及原料生产过程中的筛下粉等。天然块铁矿石的粒度一般为 6~30 mm,可直接入料;粗精粉铁矿石的粒度一般为 0.15~9.5 mm,可加工成烧结矿;细精粉铁矿石的粒度一般为 0.045~0.15 mm,是加工球团矿的原料;进口球团矿的粒度以 9~16 mm 为多,可直接入料;热压块是一种金属化程度较高的铁矿石,它一般在炼钢过程中替代废钢作为冷却和添加物为多;筛下粉是近几年由于铁矿石资源紧张而发展起来的一种新的进口铁矿石品种,其规格目前尚无定论,但也需要进行再次深度加工才能入料。

1.2.1 矿床的勘查

寻找矿床一般从普查开始,就是尽可能多地寻找有矿储量的地点,然后从找到的矿点中,再标出最有发展前景的矿床。

地球幅员广阔,如单靠地质勘探人员找矿是不能满足要求的。通过大量非专业人员的报矿,可以找到许多有价值的矿床。我国在 20 世纪 50 年代末的大炼钢铁时期,虽然经济冒进,人们斗志激进,但通过发动群众,也确实找到了不少矿床。有些早期发现的老矿床或周围地区,当时因品位低或规模小而未被开采,甚至被认为是垃圾矿,也有一些环境条件比较恶劣的矿区,但随着科技进步后来被开发的也有不少。

矿床的形成与各种地质作用密切相关。可以通过地质测量对地质进行调查,在几乎没有调查过的地区,一般就只进行搜索性的概略找矿,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的地区。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,在有利的地区进行比例尺的地质测量,目的是查明区域地质及矿产发育区,直接找到矿产,对一切与成矿有关的地质因素

进行全面的系统的研究,为进一步找矿奠定基础。

地球物理探矿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有所不同,故可用各种仪器来研究地下的地质情况。例如,磁铁矿具有磁性,可以寻找由磁铁矿引起的磁异常点。物探方法很多,大略可分为磁法、重力法、电法、放射性法、地震法及光学法等。不仅可在地面上做物探,也可在空中、海洋及地下进行物探。人工地震法就是利用地波振动,通过检测波在地下不同物质传播速率的不同,用计算机模拟手段,进行找矿的一种方法。利用人造资源卫星观测地表地球物理现象,根据卫星取得的地质特征信息进行找矿是目前各国进行找矿的一种先进手段。

地球化学探矿也可应用于勘探。对于评价岩体及岩体构造,某一地区的含矿性及寻找矿床,特别是隐伏的、深部盲矿体,化探是一种很重要的手段。通过研究在矿床或矿体附近一定范围内分布着和矿床有关的矿物或岩石、土壤、植物及泉水中化学元素形成的相关信息的规律性,可得知矿床的存在。化探就是利用地面采集、坑道发掘、钻孔等手段有目的地采取岩石、矿物、土壤、植物、水系河底沉积物、泉水、气体等标本进行分析,根据分析结果找到异常区,再通过采取的岩石和土壤分析原生晕、次生晕和分散流。还有采取水样进行分析的水地球化学探矿,以及生物地球化学探矿、放射性地球化学探矿、气体地球化学探矿等。化探不仅应用于地面和地下找矿,甚至可应用于航空找矿。

地球化学探矿的发展,对化探分析方法提出了新的更高的要求。化探分析的灵敏度要求高、样品数量大,且每个样品中要分析的元素又多,这就要求设备仪器轻便,方法简单,准确快速,甚至要求不经取样和加工,现场就能直接测定出分析结果。近几年来国内外化探分析仪器发展很快,除传统仪器外,新光谱仪器有便携式能谱 X 荧光光谱、全谱电感耦合等离子光谱、中子活化等,一些传统仪器也已轻便化、小型化、多功能化。国家海洋第二研究所前几年从德国引进一台带 100 位自动进样器的波长色散 X 荧光光谱仪,可以用来检测海底不同部位、不同深度地质样品,以调查大陆架海底锰结核的情况。

物化探是用高灵敏度和高精度仪器,采用微量分析方法来找矿,因此发展物化探方法已成为促进找矿工作现代化的一个重要方向。地质、物探、化探和钻探互相配合,进行综合研究,就能更加准确地对矿床进行评价和推断,迅速地找到矿床。

发现矿床以后,首先进行地面地质研究,了解矿体分布的范围、形状、大小,以及倾斜方向,并采集各种矿石样品,了解矿石类型和各种有益或有害成分的含量,进行必要的选矿试验,从而对矿床做出有无勘探价值和工业意义的评价。然后把矿体上浮土覆盖层剥开。矿床地面露头大小,往往不一定完全反映矿床的大小,因此除了地面工作外,也可辅以少量的控制性钻探,以便了解矿床的深部情况和大致轮廓。矿区评价是确定矿区进行勘探的根据。评价工作的正确与否对勘探矿区的