



岩心钻探工人读本

第四分册 钻进工艺

长春地质学校 主编

地质出版社

岩心钻探工人读本

第四分册

钻进工艺

长春地质学校 主编

地质出版社

岩心钻探工人读本

第四分册

钻进工艺

：长春地质学校 主编

地质部书刊编辑室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

1979年11月北京第一版·1979年11月北京第一次印刷

印数1—77,090册·定价0.65元

统一书号：15038·新476

前 言

岩心钻探工人读本是为了适应野外广大岩心钻探工人自学并兼作工人训练班教材，由长春地质学校主编的。共分六个分册。

本分册共有六章及一附录。第九章由李延焕同志编写；第十章及第十一章由曹日照同志编写；第十二章由常同铎同志编写；第十三章由湖南省地质局 408 地质队莫佣夫同志编写；所附“钻进仪表及其在钻进中的应用”由武汉地院李砚藻同志编写；第十四章由河南省地质局第三地质队何玉田同志编写。并请邓兆伦、王让甲、耿瑞伦、胡耿寰、冯士安、徐连和等同志分别对各章进行了审查、补充和修改。

由于编者水平有限，书中难免有缺点错误，希读者指正。

目 录

第九章 地质基础知识	1
第一节 地球和地壳的概念	1
一、地球的内部构造	1
二、地壳的物质组成	1
三、地质年代表	2
第二节 矿物	2
一、什么是矿物	2
二、怎样认识矿物	3
三、常见矿物的基本特征	5
第三节 岩石	5
一、什么是岩石	5
二、岩浆岩	5
三、沉积岩	15
四、变质岩	18
第四节 地质构造	20
一、倾斜岩层	20
二、褶皱构造	21
三、断裂构造	21
四、地质构造与矿产的关系	23
第五节 矿产	23
一、有关矿产的几个基本概念	23
二、矿床的成因简介	24
第六节 勘探概述	26
一、查明矿体形状、产状	27
二、查明矿石质量	29
三、地质编录	30

四、矿产储量规模的查明	30
第十章 岩石的物理机械性质及其可钻性	32
一、岩石的物理机械性质	32
二、影响岩石物理机械性质的因素	39
第十一章 硬质合金钻进	46
第一节 硬质合金钻进原理	46
第二节 硬质合金	48
一、钻探对硬质合金的要求	48
二、硬质合金的成分与物理机械性质的关系	49
三、硬质合金的几何形状	50
第三节 硬质合金钻头	52
一、硬质合金钻头的结构分析	52
二、针状硬质合金钻头	58
三、几种常用的普通硬质合金钻头	62
四、对钻头加工质量的要求	71
第四节 硬质合金钻进技术参数	71
一、硬质合金钻进技术参数	72
二、硬质合金钻进技术操作及注意事项	76
第十二章 金刚石钻进	79
第一节 金刚石	80
一、金刚石的性质及用途	80
二、钻探用金刚石的种类及要求	82
三、金刚石钻进的优越性	85
第二节 金刚石钻头	87
一、金刚石钻头结构	87
二、金刚石钻头种类	91
第三节 金刚石扩孔器和卡簧	93
一、扩孔器的作用	93
二、扩孔器的结构和种类	93
三、卡簧	95
第四节 金刚石钻进参数的选择	96
一、轴心压力(钻压)	96

二、钻头转速	98
三、冲洗液量	102
第五节 金刚石钻进工艺	104
一、金刚石钻头的选择	104
二、金刚石钻头的使用	107
三、钻具振动的原因及防振措施	110
第六节 金刚石钻进操作注意事项	117
一、开孔	117
二、换径时应注意的事项	117
三、升降钻具注意的事项	117
四、钻进时应注意的事项	118
五、采取岩心时应注意的事项	119
第十三章 钢粒钻进	120
第一节 钢粒钻进破碎岩石的原理	120
第二节 钢粒与钢粒钻头	122
一、钢粒	122
二、钢粒钻头	123
第三节 钢粒钻进技术参数	126
一、轴心压力	127
二、钻头转数	127
三、投砂方法与投砂量	128
四、冲洗液量	129
第四节 钻进技术参数的分析	130
一、鉴别水量和砂量大小的分析	130
二、钻头变相分析	132
三、钻进技术参数对质量的影响	133
第五节 钢粒钻进操作注意事项	134
附：钻进参数仪表及其在钻进中的应用	135
一、钻进参数仪表	135
二、钻进参数仪表的应用	143
第十四章 冲孔和护孔	146
第一节 冲孔的一般知识	146

一、冲洗介质的种类	146
二、冲洗液的功能	147
三、冲洗液的循环方式	148
第二节 清水和盐类饱和溶液	148
一、清水	148
二、盐类饱和溶液	149
第三节 乳状液	150
一、乳状液的一般概念	150
二、活性剂的三个基本特性	151
三、活性剂的一般乳化机理	152
四、常用的活性剂	153
五、乳状液的优越性	155
六、需要注意的几个问题	156
第四节 泥浆	156
一、泥浆的组成	156
二、泥浆性能及其测量与调整	158
三、泥浆的处理剂	166
四、泥浆的分类介绍	172
五、泥浆的配制、净化与现场管理	174
第五节 护孔与堵漏	176
一、泥浆护孔	177
二、水泥护孔与堵漏	178
三、套管护孔	183
四、塑料护孔与堵漏	184

第九章 地质基础知识

第一节 地球和地壳的概念

地壳是我们开发矿业的主要场所，是地质工作者进行生产实践和科学试验的主要对象。而地壳只是地球的表层，它的发展与变化是与整个地球分不开的。所以研究地壳，必须首先对地球的现状和发展的历史有一个概括性的了解，进而才能对地壳的物质组成、结构以及促使地壳不断发生变化的各种自然界作用有一个正确的认识。

一、地球的内部构造

地球内部究竟是什么物质组成的，其物理状态又是如何呢？近代科学研究的成果证明，地球从外到内可划分为地壳、地幔和地核三个同心层圈（如图 9—1）。

地壳是由岩石组成的地球外壳，平均厚度为33公里。地幔是位于地壳以下至地下2900公里深度之间的层圈，主要是铁镁硅酸盐组成。地核为自地下2900公里至地心6371公里之间的层圈。主要是由铁镍所组成。

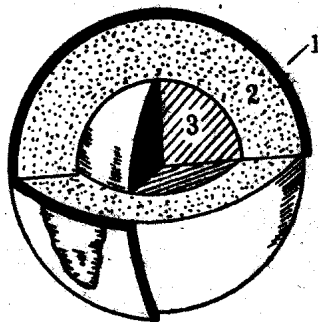


图 9—1 地球内部构造示意图

1—地壳；2—地幔；3—地核

二、地壳的物质组成

各种矿产资源都是从地壳中开发的，因此研究地壳的物质组成，在地质学中有着很重要的意义。

地壳是由各种岩石组成的，而岩石是由矿物组成的。通过矿物的化学分析，便可发现矿物是由各种化合物或自然元素组成的。由此可知，化学元素是组成地壳的基本物质。

人们通过长期的生产实践和科学实验，已发现地壳中含有的化学元素达 93 种，但是各种元素在地壳中的平均百分比含量相差悬殊，其中最主要的有氧 (O)、硅 (Si)、铝 (Al)、铁 (Fe)、钙 (Ca)、钠 (Na)、钾 (K)、镁 (Mg)、氢 (H) 等，上面九种元素占地壳总重量的 98.13%。而以氧和硅为最多。我们常见的岩石或矿产主要是由这几种元素组成的。而其他 84 种元素虽只占 1.87%，但是它们在经过地质作用（由于自然动力引起的地球和地壳物质成分、内部构造和表面形态的不断变化和发展的作用）以后，聚集起来，都能形成有经济价值的矿产。

三、地质年代表

地质年代表就是地壳发展历史的时间表。它是通过对地层生成次序的研究，由老到新排列成一个地层系统而编制成的。将地壳发展历史从老到新划分为五个代：太古代、元古代、古生代、中生代和新生代。每个代又分为若干个纪；每个纪又划分为若干个世……。

代、纪、世就是地质年代单位，与它们相对应的地层单位是界、系、统。例如，“界”是代表在一个“代”的时间内所形成的地层；“系”是代表在一个“纪”的时间内所形成的地层。

此外，还可以常见到运用一些地方性的地层单位，如群、组等。

下面将各地质年代的名称及年龄按生成先后列于表 9—1。

第二节 矿 物

一、什么是矿物

矿物在地球上分布非常广泛，到处都可以见到。它和人们的

生产活动和日常生活关系很密切，比如我们吃的盐，烧的煤，做铅笔芯用的石墨，中药用的朱砂（辰砂），雄黄等都是矿物。在日常生活中，我们经常接触到矿物的某些表面现象，比方说岩盐是白色透明的四方颗粒，有咸味；石墨是黑色，呈鳞片状，有滑感、污手；等等。但是进一步考察矿物的实质，我们就会认识到，岩盐是氯和钠两种化学元素组成的；石墨却是由单一的碳元素组成的。这些事实告诉我们：矿物是由一种或几种化学元素组成的，具有一定外表特征和物理化学性质的自然产物。

自然界里的矿物很多，现在已经知道的大约有三千多种，但目前能被利用的只有二百多种。毫无疑问，随着科学技术的飞跃发展，将会有更多的矿物被我们利用。

二、怎样认识矿物

我们认识任何东西，都是根据这些东西所具有的特性来进行的，同样，认识矿物也是如此，不同的矿物具有不同的特性，如不同的外表形态、颜色、条痕、光泽、硬度、比重等物理性质，矿物的这些物理性质，就是我们在野外条件下常用来认识矿物的可靠特征。对于一些物理特征不明显，不易辨认的矿物，则还需用化学分析、光谱分析等其他方法来分辨。

1. 形态：矿物的外表形态是多种多样的。这是因为矿物的成分、内部构造、生成的环境不同而造成的。例如，云母、绿泥石是一片一片的，叫片状；赤铁矿象鱼子叫鲕状；还有粒状、肾状、柱状、板状、针状、纤维状、块状等。

2. 颜色：矿物的颜色是认识矿物的重要标志，许多矿物首先是从颜色上加以区分。如自然金为金黄色，赤铁矿为红色，黄铜矿为铜黄色等等。当矿物中含有杂质时，它的颜色就会改变，例如，水晶本来是没有颜色的，但如果在生成时混入了其他杂质，就会带上各种颜色而成黄水晶、紫水晶、烟水晶等等。

3. 条痕：矿物的条痕就是矿物粉末的颜色。一般是看矿物在不带釉的瓷板或破碗磕口上划出来的线条的颜色，或者看矿物粉

末放在白纸上现出来的颜色。有些矿物的颜色与条痕色是一致的，如自然金的颜色和条痕均是金黄色，但有些矿物表面的颜色同条痕的颜色不相同，如黄铜矿的颜色是铜黄色，条痕却是绿黑至黑黑色。从矿物的条痕着眼认识矿物，比单从矿物表面的颜色去认识矿物更有效、更可靠。

4. 光泽：光泽是光线照射到矿物表面上反射出来的光亮色泽。通常把光亮耀眼的叫金属光泽，如金、银、黄铜矿、黄铁矿、方铅矿等；比金属光泽稍微弱一些的叫半金属光泽，如磁铁矿、黑钨矿。自然界的矿物多半是非金属光泽，按特点可以分为金刚光泽、玻璃光泽、油脂光泽、绢丝光泽、珍珠光泽、松脂光泽等。

5. 硬度：矿物的软硬程度叫硬度。认识矿物时，通常用一已知矿物去刻划被鉴定的矿物，确定其相对硬度。人们用这种互相刻划的方法，经过反复地实践，挑选了十种矿物作为标准，叫做矿物硬度计。现将各级硬度的典型矿物列表 9—2。

表 9—2

硬度级别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
典型矿物名称	滑石	石膏	方解石	萤石	磷灰石	正长石	石英	黄玉	刚玉	金刚石

在平时鉴定矿物时，常用一些代用品来加以确定。例如手指甲的硬度是 2.5，回形针是 3.5，小刀是 5.5，玻璃是 6。

6. 解理和断口：矿物被敲打后，沿着一定方向有规则破裂的性质，就叫解理。如方铅矿受敲打后成四方方的小块，叫立方体解理。方解石受敲打后成菱形小块，叫菱面体解理。另外一些矿物敲打后没有规则地裂开，就叫断口。形状象锯齿的叫锯齿状断口；象贝壳的叫贝壳状断口。

7. 比重：大家知道，石头掉进 水里就沉下去，是因为石头比水重。一块矿物与同样大小体积的水来比较，它们之间的重量比就叫做矿物的比重。矿物中除地腊等比水轻外，一般都比水重。

比重的具体测法一般是：用秤先称一下矿物的重量，然后放

在水中再称一下矿物的重量，用下列公式计算得出：

$$\text{比重} = \frac{\text{矿物重量}}{\text{矿物重量} - \text{矿物在水中的重量}}$$

在野外鉴定矿物时，通常是把矿物拿在手上掂一掂，粗略地估计比重的大致范围。比重在 2.5 以下的矿物拿在手上感到很轻，2.5—4 的中等，4—7 的感到比较重，7 以上就感到很重了。

除上述介绍的矿物的主要鉴定特征外，还有磁性，发光性，放射性等。在此不一一介绍了。

三、常见矿物的基本特征

要认识和区别各种矿物，就是要抓住它们各自的特点。当然矿物的详细鉴定还要借助于其他很多方法，而对于钻探工作人员，在野外主要就是靠肉眼等感觉来鉴定矿物。因此要求我们必须掌握矿物的基本特征。现将几种最常见的矿物及它们的特征列于表 9—3。

第三节 岩 石

一、什么是岩石

岩石是矿物的自然集合体。它具有一定的物质成分、结构、构造和产状。

地壳是由各种不同的岩石组成的，按照岩石生成的原因不同，可将岩石分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。

二、岩 浆 岩

岩浆岩是由岩浆冷却凝固而形成的岩石。根据它产出的特征，可分为喷出岩和侵入岩。由岩浆喷出地表凝固而形成的叫喷出岩（又叫火山岩），由岩浆侵入地壳中凝固而形成的叫侵入岩。侵入岩又按形成的深浅分为深成岩和浅成岩。

表 9-3 矿 物 特 征 表

矿物名称	化学成分	形态	颜色	条痕	光泽	硬度	解理或断口	比重	其它	用途
金刚石	C	晶体呈立方体、八面体、十二面体	无色透明		金刚光泽	10	八面体解理	3.47~3.56	脆性	主要用于切削、研磨材料和精密仪器的轴承
石墨	C	常呈鳞片状	暗灰至黑色	黑色	金属光泽	1	片状解理	2.1~2.3	薄片具挠性	主要用于原子能、电力和冶金工业方面,也用来作润滑油、铅笔、人造金刚石、染料等
磁铁矿	Fe_3O_4	八面体、菱形十二面体	铁黑色	黑色	半金属光泽	5.5~6	无解理	4.9~5.2	具强磁性	铁矿是钢铁工业的主要原料,是工农业生产、国防建设中不可缺少的物质基础
赤铁矿	Fe_2O_3	鲕状、肾状	暗红色、钢灰色	樱桃花红色	半金属光泽	5.5~6	无解理	5.0~5.3		
褐铁矿	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	钟乳状、肾状、蜂窝状	褐色、黄褐色	铁锈褐色	土状光泽	1~4	贝壳状断口	3.3~4.8		
软锰矿	MnO_2	粒状、粉末状	黑色	黑色	半金属光泽	2~6		4.7~5.0	污手	炼锰钢的重要原料。锰和铝的合金可做飞机上的零件
硬锰矿	$m\text{MnO} \cdot \text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	肾状、葡萄状、块状	黑色	褐黑色	半金属光泽	4~6	贝壳状断口	4.4~4.7		

续表

矿物名称	化学成分	形态	颜色	条痕	光泽	硬度	解理或断口	比重	其它	用途
铝土矿	$Al_2O_3 \cdot nH_2O$	豆状 片状 块状	灰褐色 灰白色	褐色	土状光泽	1~3		2.4~2.6	有土臭味	提炼铝的主要矿石。由于铝的比重轻、韧性强、导电性好，所以广泛用于航空、机械、电气、造船和建筑工业等
铬铁矿	$FeCr_2O_4$	粒状	黑色	褐色	半金属光泽	5.5~7.5	无解理	4.0~4.8	微具磁性	铬矿是冶炼特种钢材的重要原料
黑钨矿	$(MnFe)WO_4$	板状 柱状	褐黑色	褐色	半金属光泽	4.5~5.5	一组解理	6.7~7.5		炼钨的重要矿石。钨钢有耐高温而不变形的性能，主要用在国防工业和高速切削工具等方面，金属钨用来做各种灯泡的灯丝
白钨矿	$CaWO_4$	粒状 块状	灰白色 浅黄色	白色	油脂光泽 金刚光泽	4.5	参差状断口	5.8~6.2		
锡石	SnO_2	粒状 块状	黑色 棕色	褐色	金刚光泽 油脂光泽	6~7	贝壳状断口	6.8~7.0		提炼锡的原料。因锡可以防锈，常用于镀其他金属；并制耐磨合金、易熔合金、作焊锡等
辉钼矿	MoS_2	片状 鳞片状	铅灰色	带微蓝的灰黑色	金属光泽	1	一组解理	4.7~5.0	薄片具挠性，有滑感	炼钼的主要矿石。是制造特种钢和硬质合金的重要原料。广泛用于机械、国防、电气工业

续表

矿物名称	化学成分	形态	颜色	条痕	光泽	硬度	解理或断口	比重	其它	用途
辉铋矿	Sb_2S_3	柱状 针状 晶面上有纵纹	铅灰色	铅灰色	金属光泽	2~2.5	解理完全	4.6		炼铋的主要矿石。 主要用来制造耐腐蚀合金,作轴承和铅字等
黄铜矿	$CuFeS_2$	粒状 块状	黄铜色	绿黑色	金属光泽	3~4	无解理	4.1~4.3		炼铜的主要矿石。 由于铜具有很好的传热,导电性能,所以在电器工业和国防工业上应用很广泛
斑铜矿	Cu_5FeS_4	粒状 块状	暗铜红色 表面上有紫色、蓝色斑点	灰黑色	金属光泽	3	无解理	4.9~5.0		
孔雀石	$Cu_2[CO_3](OH)_2$	肾状 葡萄状	深绿色	淡绿色	玻璃光泽	3.5~4	贝壳状断口	3.9~4.0		大量产出时,可提炼铜。粉末可作染料
方铅矿	PbS	晶体 为立方体	铅灰色	灰黑色	金属光泽	2~3	解理完全	7.4~7.6		提炼铅的主要矿石。工业上用来作蓄电池、铅管、铅板,印制轴承用的合金,印刷铅字及子弹的弹头等
闪锌矿	ZnS	块状	棕色 棕黑色	白色 褐色	金刚光泽 半金属光泽	3~4	解理完全	3.9~4.0		提炼锌的主要矿石。主要用作镀锌铁器,可以防腐、防锈,锌的合金用来制锌板

续表

矿物名称	化学成分	形态	颜色	条痕	光泽	硬度	解理或断口	比重	其它	用途
黄铁矿	FeS_2	晶体 为立方体	浅铜黄色	绿黑色	金属光泽	6~6.5	参差状断口	4.9~5		是制取硫酸的主要矿石
毒砂	FeAsS	柱状	锡白色 钢灰色	黑色	金属光泽	5.5~6	无解理	5.9~6.2	用锤打 击能产生 蒜臭味	是制取砷化物的主要矿石。农业上用于制造杀虫剂
镍黄铁矿	$(\text{FeNi})_{9-10}\text{S}_8$	微粒状	青铜黄色	黑绿色	金属光泽	3~4		4.5~5.0		炼镍的主要矿石。合金主要用于机器制造、汽车、电气工业等
石英	SiO_2	晶体 为两端 带尖的 六多呈粒状	乳白色		玻璃光泽	7	贝壳状断口	2.65		无色透明的石英晶体叫水晶。压电水晶是一种重要的国防工业原料，广泛用于电子工业光学仪器。石英也是制造特种玻璃、陶瓷原料
斜长石	$\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8) \rightarrow \text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$	晶体 为板状 或柱状	灰白色		玻璃光泽	6~6.5	解理完全	2.6~2.7		可做陶瓷工业原料，建筑石材
正长石 (钾长石)	$\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	晶体 为短柱状	肉红色		玻璃光泽	6~6.5	解理完全	2.57		是陶瓷、玻璃的主要原料，还可以从中提取钾肥