怎样找矿

北京市地质局102队群众找矿报矿组



北京人民出版社

怎样找矿

北京市地质局102队群众找矿报矿组

北京人民出版社

怎 样 找 矿

北京市地质局102队群众找矿报矿组

北 京 人 民 出 版 社 出 版
新 华 书 店 北京发行所发行
北 京 印 刷 一 厂 印 刷

787×1092 毫米 32 开本 4.75 印张 102,000 字
1974 年 8 月第 1 版 1974 年 8 月第 1 次印刷
印数 1—16,000
书号：15071·4 定价：0.36 元

前　言

我们伟大领袖毛主席一向十分关心地质工作，对地质工作作了一系列的英明指示。建国以来，地质战线上的广大革命职工和全国人民一道，积极响应毛主席关于“**开发矿业**”的伟大号召，为祖国社会主义革命和社会主义建设找到了丰富的矿产资源。特别是通过无产阶级文化大革命，粉碎了刘少奇、林彪一伙推行的反革命修正主义路线，极大的焕发了广大人民群众的社会主义积极性。在伟大领袖毛主席“**备战、备荒、为人民**”的伟大战略方针指引下，一个规模更加广泛、气势更加磅礴，基础更加扎实的群众找矿、报矿运动正在蓬勃兴起。全国各地，在各级党组织及革命委员会的直接领导下，群众找矿、报矿组织象雨后春笋般地纷纷建立，许多县区和地方为适应“五小”工业蓬勃发展的大好形势和农业的需要，都成立了专门性的找矿机构，不少人民公社和生产队都建立起群众报矿网。

在这样大好形势下，我们光荣的参加了群众报矿工作。几年来在各级党委的正确领导下，深入山区、农村与广大劳动群众密切结合，共同上山找矿、报矿，经受了锻炼，思想上受到再教育，业务上得到了再学习。在工作中也使我们深深感到：当前的这一群众性的找矿、报矿运动，正在向着纵深发展。新形势提出了新的要求，不少群众迫切希望掌握有关找矿和探矿工作的基础知识。为此，结合我们工作中的点

滴体会，参阅了有关地质资料，编写出这本《怎样找矿》，向广大工农兵群众介绍一些基本地质知识和找矿、探矿方面的简单方法，以便为当前深入开展群众找矿、报矿运动，大打矿山之仗作一点贡献。

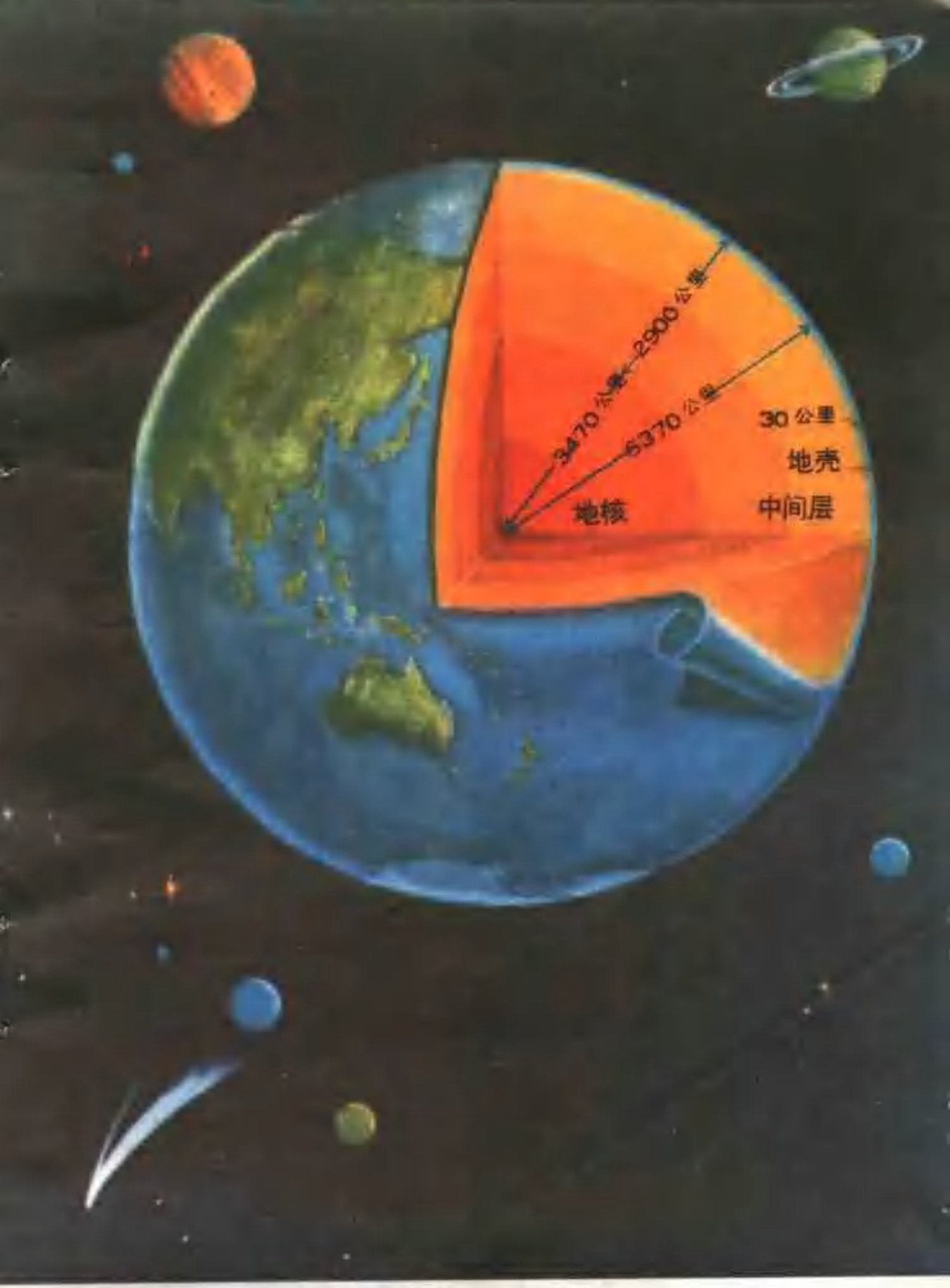


图1　地球内部构造示意图

目　录

前　言

一　为什么要找矿…… 1

二　先谈一点地质知识…… 2

地球的构造（2）——运动的地壳（3）——什么是矿物（5）——什么是岩石（6）——矿物、矿石、矿产、岩石之间的关系（9）

三　怎样认矿……11

颜色(11)——条痕(12)——透明度(13)——光泽(13)——晶形(14)——解理与断口(16)——硬　度（17）——比　重（18）——其他（20）

四　怎样找矿……23

到哪里去找矿，找什么矿（23）——找矿线索（34)——找矿方法（49)——探矿方法(64)——取样(81)——储量(矿量)估算(92)

五　找矿工作的一般步骤与措施……99

准备工作（99）　野外找矿（100)——室内整理工作（109）

六　充分发动群众，大打群众找矿、报矿的人民战争……110

附录：常见有用矿物特征、产状 ……111
钢铁工业用的矿物原料（111）——有色金属工业用的矿物原料（119）——尖端工业用的矿物原料（127）——化肥及农药用的矿物原料（133）——化工及其他工业用的非金属矿物原料（136）——燃料矿产（141）
编　后 ……145

一　为什么要找矿

大力发展社会主义工业，就要建立很多现代化的钢铁、石油、煤炭、发电、机械制造以及各种化工厂和尖端科学技术等。这样，就需要大量的矿产资源，建立充足的矿物原料基地。否则，就成了“无米之炊”。因此，就必须首先找矿，大打矿山之仗，弄清矿产资源情况，探明国家必需的矿产工业储量。只有这样，才能更好地为伟大祖国的社会主义革命和社会主义建设服务，支持世界革命。这就是我们找矿的根本目的。

无产阶级文化大革命以来，由于我国工农业的高速发展，人民生活不断提高，对我们的地质找矿提出了越来越多的要求。为了适应形势发展的需要，我们必须找到和力争提前为国家的社会主义建设准备好足够的矿产原料。特别是某些最急需的矿种，要尽快地找出和探明埋藏浅、品位富、收效快、获益大的矿产资源。为把我们伟大祖国建设成具有现代工业、现代农业和现代科学文化的社会主义强国贡献力量。

二　先谈一点地质知识

地球的构造

我们居住的地球，是一个巨大的实心椭球体。从地球表面到地球中心的距离(即地球半径)约有6300公里，相当于北京到天津距离的53倍。它的内部是怎样的呢？目前我们还无法直接看到。但是，随着生产和科学实验的不断发展，根据对钻井或采矿资料以及火山喷发物质的分析研究，可以推测地球内部的温度、压力和物质成分。在近半个世纪以来，通过对地震波来研究地球内部的构造和物理状况，已经收到了较大的效果。

据研究结果得知：地球的内部性质和外部并不相同。按其性质的不同可分为几个同心圈层。打个比方，好象个鸡蛋，主要分三层（图1），最外的相当于蛋壳的一层，叫"地壳"。它的厚度在陆地上一般不超过45公里，海底下最薄，有的地方还不到5公里；中间相当于蛋白的一层，叫"中间层"或叫"地幔"。厚度约2900公里；地壳中心相当于蛋黄的那部分，叫"地核"。这三个同心圈层的组成物质成分和性质都不相同。总的特点是，从地表到球心，组成物质的密度随深度的增加而增大；物质所受的压力随深度而增强；温度也随深度而增高。在地壳部分大约每增加100米，温度就要增高3°C（地质上称此为地壳增温律）。

地壳这一层的上层较轻，主要是含硅和铝这两种化学元素较多的岩石，叫做“花岗岩类”；下层较重，主要成分是硅和镁，叫做“玄武岩类”。

地壳与地核之间的中间层，主要是由硅酸盐类物质，如橄榄岩等组成，只是氧化硅成分较地壳里含量少；近地核部分则与地核的组成物质接近，主要是铁、镍金属氧化物。中间层的温度很高，大约在1000～3000°C，并且这里的物质还承受着50～150个大气压（一个大气压等于每平方厘米的面积上受到1.033公斤的压力）。由于高温高压的结果，使那里的物质处于熔融状态。

在地球的中心部分，物质的密度和它所承受的压力就更大了，可达350万个大气压，温度为4000～5000°C。在这样的高温、高压条件的长期作用下，地球中心的物质犹如树脂或腊一样的具有可塑性，但对于短时间的作用力来说，却比钢铁还硬。根据对陨星（陨石）的研究，推测地核可能是由铁、镍组成的。所以有人就把地核称铁、镍核心。

运动的地壳

自然界变化的原因主要是由于自然界内部矛盾的发展。地球内部矛盾的发展引起了地壳的不断运动。由于地壳的不断运动，以及地表水流、日晒、风吹、雨打等作用下，便形成了



图2 水平岩层



图 8　倾斜岩层

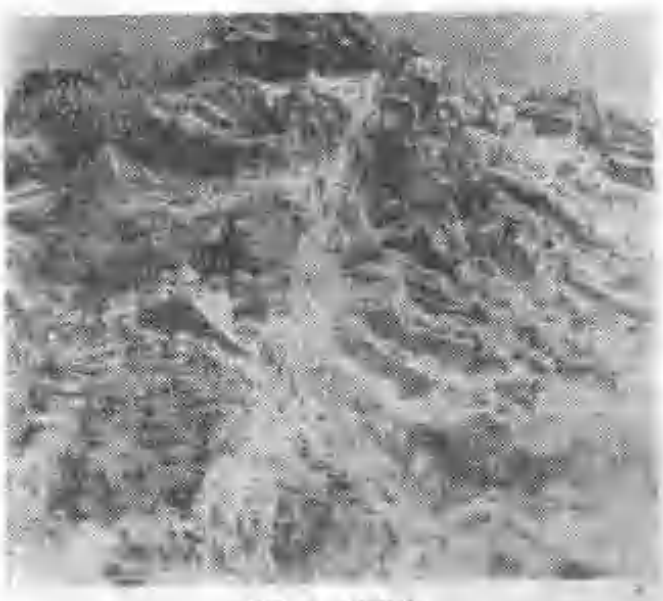


图 4　断裂

自然界的高山、平原、海、湖、江、河。地下的矿产资源也是在地壳运动的过程中，在一定的地质条件下有规律地形成的。

在过去的若干万万年中，地壳经历过多次的巨大变动。现在的高山，有些过去曾是平原或海洋；现在的平原，有些过去曾是高山。目前，我们在山里看到的石头，有的是水平的，一层一层的（基本上保持了其形成原始状态）（图 2），有的则由于经历了长期的反复运动和变化，而发生了倾斜（图 3）、褶皱、断裂（图 4）或不规则地相互挤压在一起，形成了极为复杂的地质构造。由于地壳不断运动的结果，加以各种外界因素的作用，组成地壳的岩石也在不断地发生变化。在这种变化过程中，在一定条件下，一些有用物质就会富集在一起，便形成了矿。

什么是矿物

自然界的矿物很多，分布也很广泛。矿物与人们日常生活和生产活动关系十分密切。比如，我们吃的盐，点豆腐用的石膏（俗称卤水），中药用的朱砂、芒硝、雄黄以及做铅笔芯用的石墨等，都是矿物。在这些矿物中，盐是由氯和钠两种元素组成的；石膏是由钙、硫、氢和氧等多种元素组成的；而石墨则是由碳这一种元素组成的。从它们的外表特征看，盐是白色的，四方的，一粒粒的，并且有咸味；石墨是黑色的，常呈鳞片状，有滑感和污手等现象。可见矿物是由一种或多种元素按一定的晶体结构组成的自然体。不同的矿物具有不同的化学成分、内部结构、物理和化学性质。我们可以根据这些特征来鉴别它们。

到目前为止，我们已知道，组成地球的物质成分有100多种元素。这些元素以各种不同的比例和不同形式组成了大约有三千多种矿物（包括液态的石油、水银；气态的天然气等）。其中已经被利用的矿物只有两百多种。当然，随着科学技术的飞速发展，毫无疑问会有更多的矿物将被我们发现和利用。目前，世界上已经产生了人工制造矿物的新工艺。因为，某些元素在一定的物理、化学条件下，就会产生新的矿物。如碳在高温、高压作用下，可以形成无色透明，硬度极大的金刚石；二氧化硅在一定的条件下，可以形成无色透明的六棱柱水晶，等等。根据这些原理，人们已经开始制造“人造金刚石”和“人造水晶”、“单晶硅”等。

什么是岩石

人们对岩石都很熟悉，常用来砌墙、铺路，有的也用来做磨、做碾子、滚子等。但要知道，岩石与矿物不同，矿物有固定的化学成分，而岩石却不然，比如，拿一块普通的花岗岩（也叫麻石）来说吧，粗看起来只不过是一块肉红色的或灰白色的石头罢了。可是仔细看看，它里面还有象猪油或玻璃一样的，一粒粒的石英，一小块一小块呈粉色或肉红色的板状长石；有一片片白色或黑色的云母。花岗岩主要就是由这三种矿物组成的。但是，它们的含量并不固定，有多，有少，特别是云母的含量变化更大。

自然界里的岩石，有的是由多种矿物组成的，有的只是由一种矿物组成。如大理岩是由方解石组成的；白云岩是由白云石组成的；蛇纹岩是由蛇纹石组成的等。不过，大多数的岩石都是由多种矿物组成的。前边谈到的花岗岩是其中的一个例子。再拿常用来做磨刀石的砂岩来说，它的成分除了石英之外还有许多长石、云母、角闪石、辉石以及磁铁矿等多种矿物。

尽管自然界里的岩石五花八门，种类很多。但从其形成的过程(成因)上看，可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。

一、岩浆岩

在地下深处不仅温度很高，而且承受着很大的压力，到一定的程度，会使物质成为成分十分复杂的炽热熔融体。这种象“铁水”一样的熔岩，叫做岩浆。当这种岩浆上升到地壳的某个部位，由于温度的下降，凝结而成的岩石，就叫做岩浆岩。如果岩浆在上升的过程中由于力量很大，便可喷出地表，

形成了火山喷发。火山喷发出来的物质冷凝后形成的岩石，叫喷出岩。常见的有黑色或黑绿色的玄武岩和浅色的流纹岩等。不喷出地表，而在地下冷凝的叫侵入岩。这类岩石主要有花岗岩、闪长岩、辉长岩和橄榄岩等。在侵入岩和它周围的岩石中，有时还可看到一条条的岩浆岩，叫做脉岩。常见的有伟晶岩脉、细晶岩脉等。

岩浆岩多成块状，没有层次(层理)，可以看到组成的矿物的颗粒成分。有的岩浆岩，如流纹岩和玄武岩，往往还保留有当初岩浆流动的痕迹（流纹）和放出气体后留下来的气孔。

按照组成矿物成分与性质的不同，岩浆岩可以分为超基性岩、基性岩、中酸性岩和碱性岩以及与它们相应的火山喷出岩。

二、沉积岩

通常所说的沉积岩，是指水成的沉积岩。广义的沉积岩还包括有风成的和火山灰沉积的沉积岩。

水成的沉积岩是地壳上已有的岩石，经过长期的风吹、日晒、雨打、冰冻(图 5)等风化作用以及树根中植物根的穿



图 5　由于热胀冷缩和风吹雨打使岩石风化破碎

插（图 6）后，逐渐被破坏成碎块或粉末，然后被水流带走（有的则溶化在水中）。这些物质在被水搬运过程中，由于水流速度变缓，有的便逐渐沉淀下来。天长日久，搬来的物质越来越多，越堆越厚，越压越实，最后，就象压豆腐干似的将水挤出，并逐渐胶结变硬而成为致密坚硬的岩石（图 7）。这样形成的岩石，叫沉积岩（也叫水成岩）。



图 6　由于树根的穿插使岩石风化破碎

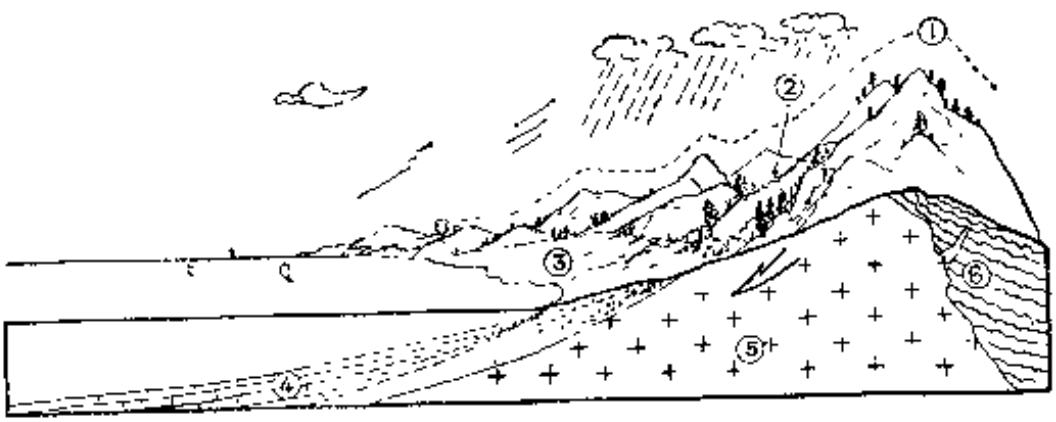


图 7　沉积岩形成过程示意图

① 原来地形轮廓　② 风化破碎　③ 搬运　④ 沉积成岩　⑤ 火成岩　⑥ 变质岩

沉积岩按其形成的过程或物质成分，又可分为机械沉积岩、化学沉积岩和生物沉积岩三类。按形成的岩石性质又有砂岩、砾岩、页岩、石灰岩、白云岩……之分。

沉积岩的特点是一层一层的（通常称之为层理）。象砂岩、

页岩、石灰岩等都是这样。此外，在沉积岩中还能找到古代的生物（动物和植物）的遗体或遗迹，不过，它们也都变成了石头，地质上称这些东西为生物化石。研究这些生物的进化过程，可以大致推断沉积岩的年龄。

三、变质岩

岩浆岩或者沉积岩，由于外界条件的不断变化，在高温、高压影响下，经过相当长的时间使其性质发生改变，并同时产生了某些新的矿物。经过这种变化的岩石，称为变质岩。比如，作建筑材料用的大理岩，是由石灰岩变来的；作耐火材料用的石英岩，是由砂岩变来的；有的片岩则是由页岩变来的，等等。也有的变质岩是由岩浆岩变来的，如橄榄岩可以变成蛇纹岩，花岗岩可以变为片麻岩等。

变质岩的特点，在外形上多呈板状或片状。有的用手便可剥开，有的岩石表面象丝绸一样发亮，有的用手摸有腻滑感。片麻岩里常有一条条暗色纹带（叫片麻构造）或象眼球一样的东西(叫眼球构造)，容易与其他岩石相区别。

矿物、矿石、矿产、岩石之间的关系

岩石是由矿物组成的。在现阶段，岩石中可以利用的矿物，称为有用矿物。当岩石中有用矿物，达到了可供开采利用的标准时，便成了矿石。一定数量的矿石集中起来就是矿产。在这里需要说明，开采利用的标准是相对的，不是一成不变的。它可以随着人们的认识水平和选矿、冶炼技术的不断提高而改变。所以，目前暂时还不能被利用的岩石，将来也可能成为重要的矿石。另外，还有一些岩石含有一定的有用矿物或有用元素，可是往往因达不到开采利用的标准，而

把它当“废石”看待。但是，若把其中所含的各种有用矿物或有用元素加以综合利用，“废石”也可以变成矿。由此可见，矿石与岩石之间的界限不是绝对的，在一定条件下，是可以改变的。至于基本上由某一种有用矿物组成的岩石，如做玻璃用的石英岩，做水泥和电石用的石灰岩，它们本身就是矿。

三　怎样认矿

自然界里的矿物种类很多，特点又各不相同，怎样来识别它们呢？

这和上山采药一样，先得知道各种药材是什么样子，生什么叶，开什么花，长在什么地方。不然，到山上碰着了也认不出来。矿物也和药材一样，长在一定的地方，各有各的特征。比如颜色、形态、硬度、比重、光泽等，这些都是矿物的物理性质。各种矿物都具有不同的固定的物理性质。根据矿物的这些性质，我们就可以初步的认识它们。

下面我们就简单介绍一些利用矿物的物理性质来认识矿物的方法。

颜　　色

矿物的颜色，是一种最明显最便于识别矿物的标志，所以我们经常用它来鉴定矿物和寻找矿产。

矿物颜色的来源，是矿物对光线中不同波长的光波吸收的结果，它可以分为自色、他色和假色三种。自色是矿物本身所固有的颜色，是由矿物的成分、结构决定的。如赤铁矿是红色，褐铁矿是褐色，黄铜矿是黄色，孔雀石是绿色等。而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，就会带上其他颜色而成为紫水晶、黄水晶、烟水晶等。这种由于杂质的

混入而呈现的颜色，称为他色。假色是由矿物内部的解理面（见解理与断口），薄层包体以及表面的氧化膜等所引起的光线干涉作用的呈色现象。如铜蓝和斑铜矿风化面的锖色，方解石解理面上的晕色等。

上述三种颜色，以自色最为重要。

矿物的颜色是随着生成时的温度不同而改变的。一般来说，温度高，颜色深，色单调，如岩浆岩矿物呈黑、绿及暗灰色；温度低并接近地表溶液析出的矿物，则色浅而多变。如氧化带中的矿物多为彩色，这一点常被用来做普查找矿的一种标志。

条　痕

矿物粉末的颜色叫条痕。正如我们用粉笔在黑板上写字一样，字是白的，因为粉笔的粉末是白的。看矿物条痕也是这样，通常是将矿物在粗瓷碗底或破碗碴口上划一下，上面便出现矿物的条痕，然后观察它的颜色，或者将矿物弄成粉末放在白纸上来观察它的颜色。不同的矿物条痕，有其固有的颜色，以此来鉴别它们。但要注意，有些矿物条痕的颜色与矿物表面的颜色大不相同，如黄铁矿是黄色的，而其条痕却是黑绿色的；闪锌矿和锡石的颜色差不多，都是黑褐色或棕黑色，但闪锌矿的条痕是棕黄色而锡石条痕的颜色却是白色的。可见，用矿物条痕的颜色来识别矿物也是一种很好的方法，它有时会比单从矿物表面的颜色来识别矿物更有效，更可靠。因为条痕色可以取消假色，减少他色，保有自色，因而更具有鉴别矿物的实际意义，特别是对不透明或深色半透明矿物。

透　明　度

矿物透光的能力称为透明度。有的矿物象玻璃那样，能透过光线，叫透明矿物，如水晶、石英、冰洲石等；有的矿物只有边缘较薄的部分才能透过少量的光线，叫半透明矿物。如辰砂、菱镁矿、闪锌矿等；还有的矿物一点光线都透不过去，叫不透明矿物，如磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿等。

但是，自然界里没有绝对透明的矿物，也没有绝对不透明的矿物。矿物的透明度是相对的。和水一样，浅水薄而呈无色透明；深水厚则呈蓝色而不大透明。所以在观察矿物的透明度时，要求同一厚度，才能比较。通常是以矿物碎片之边缘能否看见他物为标准。

此外，矿物的透明度还受矿物的颜色、裂隙、解理以及放射性等因素的影响。在矿物原料的选取上，透明度对某些矿物来说，是极其重要的条件之一，如透明的方解石（冰洲石）可用来做为极贵重的光学仪器原料。

光　　泽

矿物表面反光的能力称为光泽。换句话说，光泽就是光线照射到矿物新鲜面上反射出来的光亮程度和特点。通常把光亮耀眼的叫金属光泽，如金、银、铜、铁等；比金属光泽稍弱一些的叫半金属光泽，如黑钨矿、硬锰矿等；自然界的矿物多半是非金属光泽，可以分为以下几种：

玻璃光泽：光亮象玻璃，许多透明矿物或半透明矿物都具玻璃光泽，如水晶、萤石等。

丝绢光泽：光亮象丝绸一样，如绢云母、石膏、石棉等。

油脂光泽：光亮象猪板油(也叫脂肪光泽)，如石英的断口等。

松脂光泽：光亮象松香，如硫磺、闪锌矿等。

金刚光泽：具有金刚石那样好看的光彩，如锡石、白铅矿等。

珍珠光泽：象珍珠一样闪烁着光彩，如云母及滑石解理面等。

此外，还有土状光泽、沥青光泽、星芒光泽等。

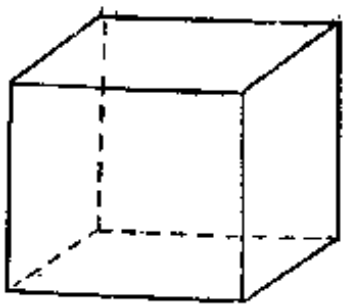
矿物的光泽与其颜色、条痕、透明度都有一定关系。比如就矿物的条痕可以帮助我们识别光泽。一般说来，具有黑色及金属色条痕的，为金属光泽；浅色或彩色条痕的为非金属光泽；而黑褐或褐红色的多界于两者之间，为半金属光泽。现将它们的关系列表如下(表1)：

表 1

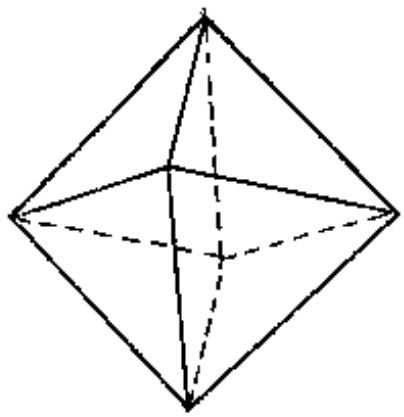
颜色	无色	浅色	彩色	黑色或金属色
条痕	无色或白色	浅色或无色	浅色或彩色	黑色或金属色
透明度	透明	半透明	不透明	
光泽	玻璃——金刚		半金属	金属

晶形

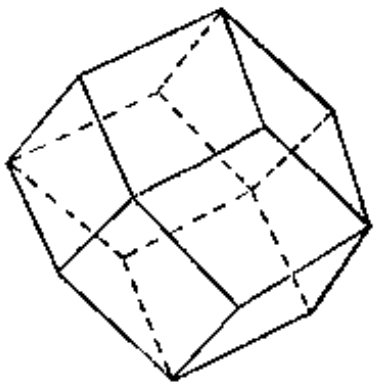
矿物的晶形是指矿物的单体或集合体的形状来说的。在自然界里，每一种矿物都具有一定的外部晶形(图8)，这是由于矿物成分、内部结构和生成时的环境不同而造成的。比如，云母是一片片的，叫做片状；角闪石象小柱子一样，叫它柱状；石膏象木板一样，叫它为板状；食盐和黄铁矿则象



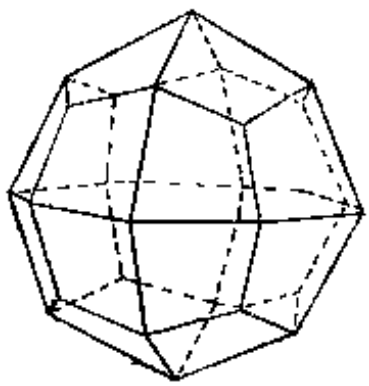
立方六面体
（方铅矿　黄铁矿　食盐）



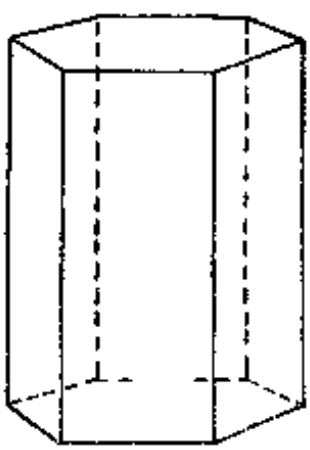
八面体
（磁铁矿）



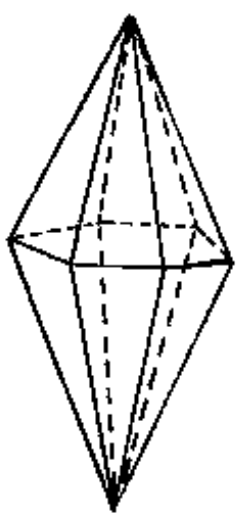
菱形十二面体
（磁铁矿　闪锌矿）



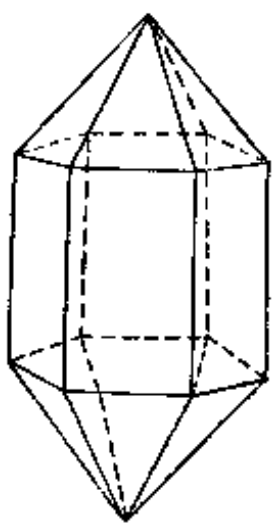
四角三八面体
（石榴子石）



六方柱
（石英）



六方双锥
（石英）



六方柱双锥
（石英）

图 8　部分矿物的晶体形态

火柴盒似的四四方方，叫它为四方六面体状。此外，还有粒状、鲕状、肾状、纤维状、树枝状、鳞片状以及钟乳状、致密块状等，五花八门，不胜枚举。我们所看到的矿物则多半是一些不规则的块状或其他形状。所以，在鉴定的过程中还必须考虑到多种因素。

解理与断口

矿物受外力冲击后，会发生断裂现象。断开后的破裂面，如果总是沿着一个方向有规则的破开，破开后的块块形状都是一样的，这种现象称为矿物的解理。断开后每一个平滑的面，称为'解理面'。如方铅矿打碎后成四四方方的小块块，叫立方体解理；方解石打碎后成菱形小块块，叫菱面体解理(图9)；云母打碎后成一片片的，叫片状解理等。

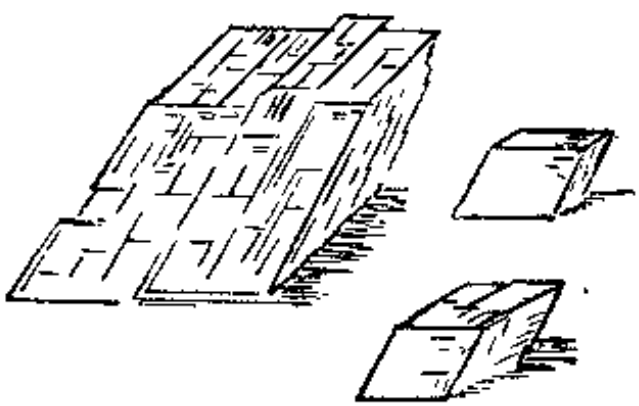
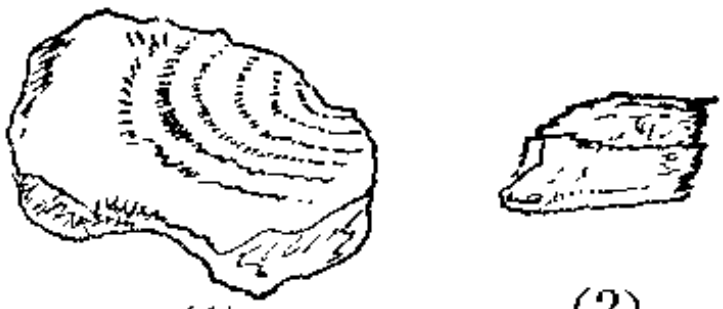


图 9　方解石的菱面解理

另外，还有一些矿物打碎后没有规则的裂开，且每一个破开面凹凸不平，这样的破开面叫做"断口"。根据断口的形状，给以不同的名称。断口若象锯齿一样，叫锯齿状断口；断口象贝壳那样，有一圈一圈的条纹，叫贝壳状断口(图10-1)；此外还有参差状断口(图10-2)、不平坦状断口、平坦状断口等等。根据矿物被打碎后的断口或解理情况，可以帮助我



(1)　　(2)

图 10　贝壳状断口(1)及参差状断口(2)

们认识不同的矿物。

硬　　度

我们用手指甲在木板上划一下，就会留下一条痕迹；如果再拿玻璃在手指甲上一划，就会在指甲上留下痕迹。这是因为指甲比木板硬，而玻璃又比指甲硬的缘故。每一种矿物都有一定的软硬程度，地质上把矿物的硬软程度叫矿物的硬度。

为了了解各种矿物的硬度，通过互相比较，反复实践，挑选了十种矿物的硬度作标准，叫做矿物的"硬度计"(表 2)。我们可以拿这些标准矿物去划别的矿物，这样就可以知道别的矿物的硬度了。现在，为了方便记忆，将十种标准矿物硬度，从软到硬可记住以下口诀：

滑膏方解萤磷长，
石英黄玉刚金刚。

如果我们没有表中所列矿物怎么办呢？那也不要紧，我们可以按照表 2 中右侧所列的方法，用手指甲或一些常见的工具刻划，也可以大致知道矿物的硬度。如手指甲(或硬币)的硬度是 2.5 度，铜笔套和大头针是 3～3.5 度，铁钉是

矿 物 硬 度 计　　表 2

硬 度	标准矿物名称	上法鉴定矿物硬度方法
1	滑 石	手指甲可以刻动
2	石 膏	手指甲可以刻动(硬石膏指甲刻不动)
3	方解石	手指甲刻不动，毛笔铜套和大头针能刻动
4	萤 石	毛笔铜套刻不动，玻璃碴可以刻动
5	磷灰石	铁钉刻不动，小刀可以刻动
6	长 石	小刀、玻璃碴很难刻动
7	石 英	小刀、玻璃碴都刻不动
8	黄 玉	小刀、玻璃碴都刻不动
9	刚 玉	小刀、玻璃碴都刻不动
10	金刚石	小刀、玻璃碴都刻不动

3.5～4 度，小刀是 5.5 度，玻璃碴是 6 度。一般矿物的硬度多在 2～6 度之间。

此外，风化、裂隙、脆性及矿物的集合方式等对矿物的硬度都会有影响。所以，在测定矿物的硬度时必须注意找寻单个矿物及其新鲜面，同时也要注意脆性、集合方式引起的假硬度。

比　　重

根据矿物的轻重，也可以帮助我们认识矿物。

大家知道，石头掉进水里就会沉下去，是因为石头比水重。矿物也是这样，除了石油、地腊一类比水轻的能浮在水面的特殊矿物外，一般矿物都比水重，掉进水里都会沉下去。比如，当你把一堆磁铁矿砂和水、石油三者混装在一个玻璃瓶里，你就会发现铁砂在下，水在中间，而石油在最上面的情景。这是由于铁砂比水重而石油比水轻的缘故。那

么，铁砂比水重多少，而石油比水轻多少呢？

为了解决矿物之间的轻重问题，地质上常以同体积的水与矿物作比较，看它们之间的重量比是多少，其比值叫矿物的比重。比如磁铁矿与同体积的水比较，磁铁矿比水重五倍，磁铁矿的比重就是5(水的比重是1)；石油比水轻，只有水的0.8倍。石油的比重就是0.8。

到目前为止，自然界常见矿物比重最大的是金和自然铂，最轻的是石油。在野外工作时，要了解矿物的比重通常是用手掂一掂，便可大致知道它的比重范围。一般来说，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以上的就感到很重了。常见矿物的比重见表3。

常见矿物比重表　　表3

金	15.6～18.3	褐铁矿	3.3～4.4
金刚石	3.47～3.56	硬锰矿	3.7～4.7
方铅矿	7.4～7.6	菱镁矿	2.9～3.1
闪锌矿	3.9～4.2	白云石	1.8～2.9
辰　砂	8.09～8.20	菱铁矿	3.7～3.9
黄铜矿	4.1～4.3	天然碱	1.42～1.49
雄黄、雌黄	3.4～3.6	重晶石	4.3～4.7
辉锑矿	4.5～4.6	石　膏	2.2～2.4
辉钼矿	4.7～5.0	明矾石	2.6～2.8
黄铁矿	4.9～5.2	黑钨矿	6.6～7.5
毒　砂	5.9～6.2	白钨矿	5.8～6.2
铬铁矿	4.0～4.8	磷灰石	3.18～3.20
赤铁矿	5.5～6.5	绿柱石	2.63～2.91
磁铁矿	4.9～5.2	海绿石	2.2～2.8
锡　石	6.8～7.1	高岭石	2.2～2.6
软锰矿	4.7～4.8	萤　石	3.18
非晶铀矿	10.3～10.6	钾　矿	1.97～1.99

其　他

以上介绍了识别矿物的八种方法，对于大多数矿物来说都是适用的，因此具有普遍的鉴定意义。但对于某些具有特殊性质的矿物来说，根据其所特有的物理性能来识别更为有效。

磁性：磁性是含铁、钴、镍（特别是铁）的少数矿物所特有的性质，如磁铁矿、磁黄铁矿、钛磁铁矿等。它们能被“吸铁石”或广播喇叭后面的磁铁吸起来，而且有时还能象“吸铁石”一样吸住铁钉和铁粉一类的东西。根据这一点，最易识别它们。

脆性：有些矿物用刀刻容易成粉末，用锤击会被粉碎，如硫黄、黄铜矿。但不可与硬度较大的矿物所具有的脆性两者相混。

柔性：用刀切成光滑片，用锤击后成粉，如石膏。

延展性：可锤成薄片，拉成细丝，刀刻后则留有光亮的痕迹，如金、铜、辉铜矿等。

挠性与弹性：有些矿物由于外力作用变形后，在外力取消后又不能恢复原状，这种现象称挠性，如石棉、绿泥石、石膏等；当外力取消后，在弹性限度内，能恢复原状的，这叫有弹性的矿物，如白云母。

发光性：有些矿物在受到外界能量的刺激，如紫外线、X射线、放射性射线的照射或者被打击、摩擦、加热（烧）之后常能发光。在能量刺激时发光，刺激消失后停止发光的叫‘萤光’；还能继续发光一段时间的叫‘磷光’。常见发萤光的矿物有萤石、白钨矿、金刚石；磷光矿物有磷灰石（萤石

有时也可以发磷光)；加热后可以发光的有萤石、黄玉；摩擦发光的，如浅黄色闪锌矿。

观察矿物的发光性须要在阴暗处进行，并且还要注意与某些易燃矿物燃烧时所发的火焰相区别。如自然硫、黄铁矿和有机矿物在燃烧时都可以发出不同颜色的火焰。此外，黄铜矿被烧也看到蓝绿色火焰。

人的感官所能觉察到的性质：如有的矿物用锤击或火烧后能产生臭味。有蒜臭的，是某些含砷的矿物，如雄黄、毒砂；有硫黄臭的，是硫黄、黄铁矿；有沥青（即臭油）臭味的，是油页岩；有土臭的，是高岭土和矾土矿等。

有些矿物手摸时有冷感，如银矿、铁矿、铜矿等；有的有滑感，如滑石、叶腊石、石墨；有的有软感，如石棉、白垩、软质粘土等。

有些矿物放在舌尖舐一下可能有不同的味道，如食盐有碱味；明矾石有涩味；芒硝有苦味等。而这些矿物都可以溶化在水里。

此外，还有一些矿物在用火烧时会膨胀起来，如蛭石；有的烧时会爆炸的很厉害，如重晶石。

这里，再特别谈一下关于含有放射性元素矿物的识别问题。因为放射性元素在国防尖端工业上，有着重要的意义。

怎样知道矿物有放射性呢？这除了用专门的仪器测定外，在没有仪器的情况下，还可以利用放射性矿物能使照相底片感光的性能进行试验。具体方法是先将要试的矿物或矿石标本的一面磨光，然后在暗室里把一张照相用的胶片贴在标本的磨光面上，用纸包好（注意贴紧），放在暗盒里，过一段时间后，将胶片拿来冲洗，假若胶片已经感光（胶片上显

现黑影或出现发暗的小点），则说明该矿物中含有放射性元素。至于在暗盒中放置时间的长短，要随矿物所含放射性元素的多少不同而异。

以上是我们介绍“土法”认矿的几种简单方法。这里要说明的是，这些方法并不是在认识每一种矿物时全部都要用到。有些矿物只用一种或两种方法就可以识别出来；而有些矿物则需要把多种方法结合起来才能识别。比如石英与方解石颜色都是白的，只根据这一点就不大好分别。还必须考虑其他特点，如方解石硬度小是菱面解理，而石英则硬度大并且是贝壳状断口，这样就把它们确切的区别开了。

除了根据矿物的物理性质来鉴别矿物之外，还有一些简单的化学方法，比如方解石和其他一些碳酸盐类矿物，滴上盐酸就会起泡，并发出咝咝的响声。用这种方法可以检查石灰岩和蓝铜矿、菱锰矿、菱铁矿等。还有一种用钼酸铵与硝酸按一定比例配成的溶液，是一种简易找磷矿的化学药品，如果是含磷的矿物，加此药水后，则会出现黄色磷钼酸铵沉淀。

此外，还有一些用仪器认识矿物的方法，由于条件的限制，这里就不多讲了。如果由于设备和技术条件所限而在鉴定中有困难时，可以把矿物标本送到附近的有关单位或地质队去，让他们帮助鉴定。

四 怎样找矿

伟大领袖毛主席教导我们："**马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。**"通过了解有关找矿方面的基本地质知识，我们就可以懂得一些地质客观规律，并能运用这些认识，去发现地下的宝藏。

到哪里去找矿，找什么矿

懂得了一些认识岩石的基本知识，这对找矿工作有很大帮助。比如，知道钨、锡、钼、铜、铅、锌等金属矿产的形成，多数是与岩浆活动密切相关，这就说明在有岩浆岩的地方有可能找到它们；知道了石油、煤、盐等的生成是在沉积岩区域里，所以要到沉积岩地区去找它们；有些金属或非金属矿与变质岩有关，那么，就得到变质岩地区去找。知道了这个道理，就可以知道找什么矿，到哪里去找矿了。所以，在找矿过程中，首先应对所遇到的各种岩石加以研究，根据岩石的特点及所含矿物成分，来判断它的成因，确定它是那类岩石。弄清了岩石的种类，并知道其中可能含有的矿产，这样，便能做到主动地、有意识地去找矿了。

一、与岩浆岩有关的矿产 我们知道，当地下深处的岩浆上升到一定部位后，由于温度、压力的降低而逐渐冷却和

凝固。在这种冷却与凝固过程中，岩浆本身也同时发生非常复杂的变化，各种矿物组分，不断分异，先后结晶出来。于是在不同的阶段，不同的空间部位，形成了不同性质的岩浆岩。性质不同的岩浆，在外界各种地质条件作用的过程中，便产生了各种不同类型的矿产。

与超基性岩有关的矿产：在岩浆冷却、凝固的最初阶段，形成的岩浆含二氧化硅(SiO_2)少，凝固而成的岩浆岩颜色深暗，呈深绿色或黄绿色，我们叫它为超基性岩，如橄榄岩、辉石岩等。与这种岩石有关的矿产有铂(白金)、铬、镍、金刚石及其他一些贵重矿物或稀有元素。这些矿物在岩石中常呈很细小的颗粒，星散分布，仅在少数情况下局部聚集成块或集结成板状，平时用肉眼不易看到。所以，当发现这类岩石之后，最好是取些新鲜的有代表性的样品，送到有关单位进行化验，以免漏掉有价值的矿产资源。

在寻找超基性岩时，要特别注意在颜色上的变化。因为经过风化或者自变质作用之后，会改变原来的颜色。如有的超基性岩风化后，呈赤红色或褐色；有的呈棕黄色的土状物；甚至有的呈灰白色很象硅化灰岩。因此，在野外找矿时，要特别注意这一点。此外，由于这类岩石含二氧化硅很少，较易风化，在地貌上常形成低凹地形，这也是一种很好的找矿标志。

与基性岩有关的矿产：基性岩也是在岩浆的最初阶段形成的。一般是指辉长岩和辉绿岩。这类岩石含二氧化硅也不多，但含长石较多。所以，颜色较超基性岩浅，常为灰绿色。结晶好的岩石肉眼可以看到长石晶体。在辉长岩里可以找到钒钛磁铁矿、铜矿、磁黄铁矿、钴、钼矿等；在辉绿岩里可

以找到镍矿、铂矿，有时还有铁矿；在喷出的基性岩里可以找到铜、铅、锌、镍等矿产。

在地质上，把与超基性岩和基性岩有关的矿产，叫做“岩浆矿床”。

与中性岩有关的矿产：在基性和超基性岩形成之后，留下的岩浆含二氧化硅较多，继续冷凝就会形成颜色较浅的岩石，如闪长岩、正长岩、花岗岩及花岗闪长岩等（其中闪长岩与正长岩属中性岩石）。这类岩石暗色矿物较少，特别是正长岩几乎全由肉红色的正长石所组成。闪长岩则是由斜长石（或含少量之正长石）和少量的角闪石所组成。在闪长岩与石灰岩之接触带附近往往有铜矿、钼矿和铁矿；在正长岩里有时有巨大的磁铁矿，还可能有铬矿、铜矿铀及金矿等伴生。

与酸性岩有关的矿产：这类岩石主要是花岗岩。它的主要组成矿物是长石、石英和云母，其次是角闪石。其中长石为最多，是灰白色或肉红色，常呈板状；石英为无色，并象玻璃一样呈颗粒状；角闪石为黑绿色或暗绿色，常为柱状，云母则呈片状。由于石英与长石硬度都很大，并且聚集又很紧密，所以不易风化，在野外多成为高峻的山峰，易于辨认。此外，加上花岗岩本身外表美观，故常用来做建筑材料。

花岗岩的分布较广，与其有关的矿产较多，其中有有色金属、特种金属、贵金属、稀有分散元素和放射性元素。但是，由于这类矿产（包括部分与中性岩有关的矿产）的形成与其周围的岩石性质密切相关，所以，矿产在空间分布上与岩体（亦称成矿母岩）的关系要比上述岩浆矿床复杂得多。它们有的在岩体的边缘，有的在岩体与围岩之接触带或附

地质年代、沉积特征与主要生物、矿产表　表 4

代	纪	绝对年龄（百万年）距今以前	绝对年龄（百万年）延续时间	沉积特点	主要生物	矿产举例
新生代	第四纪	0.5	0.5	冰川，黄土，洞穴堆积	人类出现，北京猿人	
	第三纪	70	70	湖相沉积，上部山麓堆积，红层及玄武岩喷发	哺乳动物，斑齿象，三趾马等	石油，褐煤，石膏，矽藻土
中生代	白垩纪	110	40～45	陆相沉积，砂岩，砾岩，泥灰岩，红层，花岗岩	恐龙极盛时代及绝灭时期，狼翅鱼	与花岗岩有关的金属矿
	侏罗纪	150	40	陆相沉积，煤系地层，页岩，砂砾岩	爬虫类，始祖鸟及菊石类	煤，铝土矿，锰矿，磷矿
	三叠纪	185	36	陆相，海相沉积，红色砂岩，灰岩，杂色页岩	爬虫类，鳍鳃类，头足类	石油，盐，铜
古生代 上古生代	二叠纪	225	40	陆相及海滨相沉积，主要煤系和灰岩	珊瑚，长身贝，鱼类	煤，铝土矿，锰矿，磷矿
	石炭纪	275	50	海滨相沉积，主要为灰岩，石英石，煤系，铁铝层	主要为纺锤虫，海百合，珊瑚，古鳞木	煤，山西式铁矿及铝土矿
	泥盆纪	310	35～50	海相沉积，主要为灰岩，页岩，泥灰岩	珊瑚，石燕，鱼类	宁乡式铁矿，石油
下古生代	志留纪	345	25～35	海相沉积，主要为笔石页岩及壳相灰岩	珊瑚，笔石，王冠虫，三叶虫	石油
	奥陶纪	390	45～57	海相沉积，主要为灰岩	珠角石，直角石及三叶虫	石灰岩及与火成岩有关的金属矿产，辰砂
	寒武纪		60～80	海相沉积，鳞状灰岩，竹叶状灰岩，紫色页岩	三叶虫，海绵	磷矿，沉积铁矿，沉积锰矿

续表 4

代	纪	绝对年龄（百万年） 距今以前	绝对年龄（百万年） 延续时间	沉积特点	主要生物	矿产举例
	震旦纪	450		海相沉积，石英砂岩，硅质灰岩，页岩	海藻类，古杯海绵	宜龙式铁矿、磷矿、石英矿
前震旦纪		约2100		古老的变质岩系		鞍山式铁矿

近，有的则离岩体很远，几十米，几百米甚至上千米。在寻找与中性和酸性岩有关的矿产时，需要特别注意研究它们成矿的规律性，并且应着重研究围岩的性质。尤其是，当围岩为石灰岩时，则要进一步研究它是否起了变化，一般说来，围岩有了变化，便可能有矿。

在酸性岩类中，还包括喷出的流纹岩、珍珠岩、松脂岩和黑曜岩等。其中珍珠岩、松脂岩和黑曜岩本身都是很有价值的非金属矿产。他们在高温（1300°C±）条件下，体积能迅速膨胀数倍至三十多倍。利用这种特性，可以烧制成膨胀珍珠岩。其广泛应用于冶金、石油、建筑及国防工业。

二、与沉积岩有关的矿产 沉积矿产是在沉积岩的形成过程中的某个阶段形成的。因为不同的地质时代有不同的沉积环境和成矿条件，沉积了不同的沉积矿产（表 4）。所以在寻找与沉积岩有关的矿产时，除了对沉积岩的性质、特点加以研究外，还要对它的沉积环境、沉积层次、先后顺序、生成时代以及地壳的发展历史进行研究。

研究地壳的发展历史，大都是根据沉积岩的性质进行

的。因为，沉积岩的性质反映了当时的海陆变迁情况，比如，石灰岩就代表了当时是海洋环境；砂岩或多数页岩则表示陆相。此外，沉积岩都有一定的时代（年龄），而不同沉积岩的时代又是根据岩层中所含的生物化石，根据其繁殖的种类、器官发育状况（演化过程）来确定的。比如，保存较好的，未经强烈改造的最老的沉积岩生成在震旦纪，距今约有4.5—5.5亿年的历史；最年轻的是第四纪岩石，距今也有50多万年了（图11）。



图 11　地壳的地质年代和生物的进化

现将与沉积岩有关的主要矿产归纳说明如下。

铁矿：沉积铁矿的形成是地表上的含铁岩石或原有的铁矿经过风化作用后，铁质和空气中的氧及其他元素化合并溶于水中，成为带有酸性的含铁胶质水溶液，这种溶液通过地壳水的搬运，到湖泊或海洋中沉淀下来，便形成沉积铁矿；也有的是含铁物质被雨水直接带到湖泊或海洋后，再经过某些生物细菌的作用，也能使铁质发生化学反应，然后形成沉积铁矿。

地壳变动对沉积铁矿的影响很大，成矿的规律与古地理有密切关系，并大都分布在古代海洋的边缘或湖泊中。

沉积铁矿主要是赤铁矿和菱铁矿。赤铁矿呈赤红色，常为颗粒状，象鱼子那样，在地质上称为鲕状构造；有时颗粒较大，似豆或肾、称豆状构造或肾状构造。矿体大都成很规则的层状，规模较大，是当前我国重要的铁矿资源之一。比如震旦纪著名的宣龙式铁矿就属这一种。

除此而外，在沉积铁矿中还有风化残余铁矿和堆积铁矿两种。前者多半是金属硫化物经风化作用后形成的，大都是褐铁矿；后者为已有的磁铁矿或含铁矿的岩石经过风化破碎后，铁矿颗粒被大风或雨水搬运到一定地方堆积下来而形成堆积铁矿。但这两种铁矿一般规模都不太大，但开采较为容易，故适用于地方开采利用。

锰矿：自然界已知的含锰矿物有 150 多种。其中有工业价值的是硬锰矿、软锰矿、碳酸锰矿和褐锰矿、黑锰矿、水锰矿等。在沉积岩地层中可以找到前三种。它们的共同特点是多呈褐黑色或黑灰色。生成环境和沉积铁矿相似，也受古地理环境控制。但从规模上看，除个别矿床外一般都远不及

沉积铁矿大。从形态上看，锰矿体常呈透镜状、团块状或小的结核状。此外，锰有时还与铁矿共生，特别是软锰矿常与褐铁矿在一起。

沉积锰矿从类型上看，可以分为风化型锰矿和沉积型锰矿两大类：风化型锰矿包括锰帽（或称淋积锰矿）和残积锰矿两种。前者为沉积或变质锰矿床以及含锰岩石经风化后形成的；后者为锰帽再经浸蚀、破碎和流水作用后堆积而成。沉积型锰矿又可分为海相沉积型和湖相或沼泽沉积型锰矿两种。海相沉积型锰矿，从规模上或质量上来说都是重要的。从古地理位置上看，生成于浅海近岸地带，并常在沉积间断（即非连续沉积，其间有一阶段无沉积）后的海浸（又开始沉积）期，具有一定层位；湖相沉积型一般都成不大的似层状矿体，成分较为复杂。

此外，沉积锰矿的形成还与浅水相硅质沉积物有密切关系，少数情况下产于砂泥质岩及碳酸盐岩层中。这一点，在找矿过程中亦应加以注意。

铝土矿：自然界的含铝矿物也有几百种。用来提炼金属铝的主要是一水铝石和一水硬铝石、水铝矿（三水铝矿）及高岭石等。

铝土矿也叫铝矾土，它是一种不结晶的土状矿物。铝土矿有不同的形状和颜色较难识别。常有豆状或鲕状结构，一般为灰白色、灰绿色或暗灰色，有时也有黄色、褐色或淡红色不等；比重和硬度却不大，但吸水性强（用舌舐粘舌头）。此外，由于铝土矿常产于石灰岩古代侵蚀面（灰岩形成后长期裸露地表遭受风化的面）的上部，有时同石灰岩不易区别。所以可以用盐酸加以区分：石灰岩加酸后起泡，铝土矿

则不然。

沉积铝土矿从工业类型上看，有风化红土型铝土矿和沉积型铝土矿两大类。其中前者主要产于气候湿润、古代或现代红土风化壳发育的地区。主要是基性玄武岩、硷性霞石正长岩或富含长石的花岗岩、花岗片麻岩等岩石经过风化之后，铝质富集而成的风化壳矿床。这些铝土矿的上部，常有红色、黄色的含铁粘土质岩石、页岩或砂岩，有时还会沉积有含煤地层。但是常常由于被剥蚀而消失。

沉积型铝土矿从规模上看远远超过风化型，它主要分布在石灰岩的侵蚀面上，并沉积有海相或陆相沉积岩系。如砂岩、页岩或含煤地层。有些矿层在底部常有一层角砾岩，多为灰岩碎块，并被铝土质所胶结。此外，有的页岩本身含铝质较高，称为铝土页岩，也是炼铝的原料。

磷矿：属沉积作用形成的磷矿主要是磷块岩，它是一种含胶磷矿的沉积岩。胶磷矿是一种没有完全结晶的磷酸盐矿物，为黑色、灰色、褐色及褐红色不等。这种矿较致密、均一、不发亮，和石灰岩大致相似。大的磷矿床往往都是胶磷矿。其中也有的胶磷矿产在石灰岩中，呈不规则的条带，有的呈球状、透镜状或结核状。从矿石的结构上看，有豆状、鲕状、竹叶状等。

磷块岩多生在石灰岩和页岩中或两者的过渡带；也有的在砂岩或角砾岩内，呈不规则状。

可燃有机矿产：这类矿产包括煤、石油、油页岩等。它们是由各种生物（动物和植物）遗体在沉积岩的生成过程中被埋在地下，经过物理、化学作用而形成的。这类矿产在沉积岩里具有特殊的找矿意义，其他岩石中是没有的。

此外，在沉积岩中还有食盐、钾盐、石膏和硬石膏等。在找寻这些矿产时，要注意陆相盆地或泻湖（与海水连通的湖泊）的研究。它们多是在较干旱的气候条件下生成的，并且也更受古地理条件的控制，由于篇幅所限，这里就不再多说了。

与沉积岩有关的矿产除上述之外，某些沉积岩的本身就是矿。比如用来烧石灰、作水泥或炼铁作熔剂的石灰岩；用作玻璃、砂砖等原料的石英砂岩、石英岩等，都是沉积岩中的重要矿产。

砂矿也是沉积矿产的一种。它在地质时代上生成最晚。一般都是由原生矿体经过风化破碎后，再经水流搬运堆积而成。在砂矿中往往有金砂、铂砂、锡石砂，独居石砂、钛砂矿、磁铁矿砂以及金刚石等。这些砂矿往往有很高的经济价值，在开采、冶炼方面都较方便。在找砂矿时，主要是在古河床或现代河床内寻找，因此，对于地貌和第四纪地质的研究，尤为重要。

三、与变质岩有关的矿产

变质铁矿：经沉积作用或岩浆作用生成的铁矿，或者是含铁质较高的岩石，因受地壳变动、地下热能以及其上部岩石的压力等诸因素的影响，使原来的铁矿层或含铁岩石中的铁矿物在形态与内部结构上发生了改变（重新结晶或大量富集），从而生成与原来不同的铁矿物和铁矿床。这种由变质作用而形成的铁矿，叫变质铁矿。变质铁矿中的主要矿物是磁铁矿，也有很少的赤铁矿和菱铁矿。它们一般颗粒都比较粗大，并常与某些变质岩，如石英岩、千枚岩、大理岩、片岩及片麻岩等在一起。矿体的规模都较大，并且也较规则，我

国著名的鞍山式铁矿，就是这种类型。

变质锰矿：变质锰矿的成因和变质铁矿一样，是由沉积锰矿或含锰较高的岩石受变质而成的。在变质过程中，软锰矿和硬锰矿因脱水而形成褐锰矿和黑锰矿。但若变质作用强烈，则会产生锰的矽酸盐，主要是所谓锰铝榴石，使锰矿失去工业价值。

变质磷矿：变质磷矿往往生于片麻岩与片岩之间，在这类矿石中，常含有粒状或柱状的磷灰石，颗粒大的用肉眼便可看到。但岩石中含磷(P_2O_5)一般较低，不过磷灰石很易选出，称低品位易选磷矿，适于小型开采。这类矿石按成分可以分为：角闪石磷灰石矿和黑云母透辉石磷灰石矿两类。

角闪石磷灰石型含大量的角闪石，颜色深，比较容易辨认。磷灰石在角闪石之间，呈黄色或橙黄色，呈半透明的短柱状或不规则的粒状颗粒。大小一般为 0.5～2.0 毫米，含量约 5～10%。矿石中还有黑云母、长石及小量的磁铁矿。长石含量越高，磷灰石含量就低。此外，因为它比较容易风化，地表常形成松软的砂土，地形上也比较低缓。

黑云母透辉石磷灰石型矿石呈灰绿色。主要由透辉石、石英、黑云母和磷灰石组成。磷灰石呈白色或浅黄色颗粒，一般均小于半个毫米，肉眼不易看到。

其他：在变质岩区内还可以找到石墨、滑石、石棉、蓝晶石及碧玉等。

此外，大理岩也是变质岩区重要矿产之一，它是建筑工程方面的重要原料（有汉白玉之称）。

上述各种矿产，是当前发现的主要矿产类型。这些类型，并不是一成不变的。因为，对于矿产和矿产类型的认识是随

着人类的生产实践和认识能力的提高不断总结出来的，今后还必将随着人类的生产实践和人们认识能力的不断提高和发展，有所发现，有所前进。

自然界的各种矿产，都不是孤立存在的，而大都是由多种矿物或元素错综复杂地组合而成的，各种矿产的形成都有一定的共同规律。所以在找矿过程中必须注意综合找矿，综合评价，综合利用。

综合利用在矿产资源保证中有十分重要的作用，一些分散元素，如硒、碲、铟、铼等主要是靠综合利用回收；对一些开采单独的组分来说，可能是无实际意义的贫矿石，但在综合利用后却成了很有价值的矿石。比如有一个铂矿，矿石品位的含量计算不够工业要求。但通过大搞综合利用，根据超基性岩富含镁的特点，先把矿石用于制造钙镁磷肥，使铂、钯、镍等金属在炉渣中富集，品位比原矿石提高了近十二倍，达到了工业要求，铂、钯、镍的回收率均达到了先进水平。

此外，综合利用还能使某些难于解决的急需矿产资源会得到解决；使一些废矿山、废矿堆可以重新开采利用。

总之，综合找矿，综合利用矿产资源是一项重要的技术经济政策，是地质工作中贯彻落实毛主席有关综合利用指示的具体体现，是多快好省地办地质的一个重要途径，必须切实注意。

找矿线索

矿产多数埋藏在地下，它的贮存与分布状况十分复杂，人们常常不能直接观察到它。所以，要找到它、探明它，还

必须通过细致的调查研究。通过地表看到的某些线索，加以去伪存真，由此及彼、由表及里的思索，从而构成判断，这就可以逐步认识地下的矿产资源情况。

找矿线索，就是指示找矿的某些现象。俗称"矿苗子"。地质上称为找矿标志。找矿线索可分为直接的和间接的两种。从形成的时间上看，有些是在矿产形成过程中生成的；有些则是在矿产形成之后而成的。

自然界的地质现象是复杂的，但都是有规律的可以认识的。那么，究竟哪些是找矿线索，怎样辨别找矿线索？不同的矿产又具有怎样的找矿线索呢？我们知道，任何一种矿产的形成都一定与某种或某几种岩石有关。因此，岩石的性质就是一种重要的找矿线索。

下面就简单介绍几种主要的找矿线索

一、原生矿产露头、油气苗、矿泉

原生矿产露头，是指直接出露地表，未经过风化，或者是经过轻微风化的金属及非金属矿体。它是在地下生成之后，经过长期的风化侵蚀作用，将复盖在上面的岩石剥掉而使其出露地表。这是矿床存在的最明显、最直接的找矿标志。

一般说来，物理及化学性质稳定的矿石，形成的矿体比较坚硬，在地表容易保存，有原生露头。如含钨石英脉，某些钒钛磁铁矿、铬铁矿；非金属方面的石英、菱镁矿、大理岩等，一般都有较好的原生露头。

天然气和石油的露头是气苗和油苗。都是寻找油田和天然气的直接标志(详见附录)。

矿泉是寻找有色金属及盐类的重要找矿线索，因为这些矿物会被水溶解，随着水流出地表。

二、有用矿物的原生分散晕

我们知道某些矿床，如钛磁铁矿、铬铁矿和硫化镍矿床等，都是由于岩浆岩中所含有用矿物在一定条件下集中（富集）而成的。而未经集中，仍处分散状态的有用矿物，则呈星点状分散在岩石之中这种现象称为有用矿物的原生分散晕。它的特点是，在大多数的情况下，分布范围较大，而且其浓度越近矿体浓度越大，是一种很好的直接找矿标志。特别是对找盲矿（矿在地下，地表看不到）来说意义很大。比如，若在超基性岩或基性岩中，发现有分散的磁铁矿或其他有用矿物的分散晕时，就可能找到有工业价值的矿床；其他矿产也是这样，如锡矿，在其周围的石英岩中有锡石的分散晕；辉钼矿周围的花岗岩中就有星点的辉钼矿；铜、铅、锌等也是这样。

三、矿体周围岩石成分变化(围岩蚀变)现象

矿体周围岩石成分的变化，是由于岩浆活动引起的。这种变化不仅使原来岩石的全貌改变，并使其矿物成分、化学性质以及矿物的组合方式均发生了很大变化。矿体周围岩石的这种变化，地质上称为近矿"围岩蚀变"，是一种与岩浆岩有关的矿产的重要找矿线索。但并不是所有的"围岩蚀变"都与成矿有关，在某些情况下，有"围岩蚀变"并不一定有矿，因而它只能作为一种间接的找矿标志。

不同的矿种和不同成因的矿床，它们围岩蚀变的情况也不相同。其种类、性质和蚀变的强度与广度，除了与含矿溶液的性质有关外，同时也与围岩的性质有关。现就根据围岩的原始性质将几种主要的围岩蚀变说明如下。

(一) 基性及超基性岩的蚀变

蛇纹石化：蛇纹石化是超基性岩典型的“蚀变现象”。超基性岩中的橄榄石受热液影响后变为蛇纹石，它是铬、镍、铂及石棉的找矿标志。特别是对找沉石棉意义更大。此外，在超基性岩中，有时可以看到含有黑云母（或金云母、蛭石、绿泥石）、阳起石、滑石及蛇纹石的岩石沿着超基性岩的边缘分布，再从颜色上看，与超基性岩有显著不同，这叫做“边缘作用带”，是寻找刚石的重要线索。

绿泥石化：绿泥石化的分布较为广泛，除了基性岩超基性岩或中性岩外，甚至在少数酸性岩内也有出现。从其成因来看，有区域变质或接触变质形成的、自变质形成的和热液作用形成的三种。其中最后一种与矿化关系密切。它的特点是呈不规则状或呈带状，分布范围较小，并经常与其他热液蚀变现象同时出现。作为找矿标志的绿泥石化有以下几种。

① 基性--超基性岩中的绿泥石化，一般均与蛇纹石化和滑石化(见后)同时存在，但也有单独存在的。前者是一种寻找铬铁矿和含铜、镍矿床的标志；后者是铅、锌矿的找矿标志。

② 石英—绿泥石化，是硫化物—锡石矿床和含铜黄铁矿及多金属矿床找矿标志。

③ 与绢云母--起的绿泥石化，是黄铁矿、多金属和含铜矿床的找矿标志。

④ 与电气石一起的绿泥石化，是锡石—硫化物矿床蚀变；与黑云母一起的绿泥石化，常分布在黄铁矿和斑岩铜矿床中。

此外，在矽卡岩中也有绿泥石化现象，这种现象可以用来寻找有关的铜、铁及稀有金属矿产。

滑石菱镁片岩化：在热液作用下，使超基性及基性岩中含有的铁、镁的深色矿物，变成白色，也有变成带黄绿色的滑石或菱镁矿，而且质轻有滑感，成片状岩石。这种岩石本身可以作为滑石矿物，同时也是含金石英脉和铜、钴、镍矿床时的找矿标志（也有许多滑石菱镁片岩，不含任何矿床）。

碳酸盐化：岩石由于受热液影响，也会产生了许多碳酸盐矿物。这种现象称为碳酸盐化，常见于基性和中性岩内，在酸性岩中较少在含长石质的岩石中，若碳酸盐化与绢云母、绿泥石和黄铁矿同时出现时，则是金、铜等金属矿床的围岩蚀变特征，它分布的范围较大，是重要的找矿标志。

青盘岩化：青盘岩化常发生在安山岩、英安岩及玄武岩等中性或基性喷出岩中。特点是原来岩石中的深色矿物全部变为黄色或绿色粒状，或放射状的绿泥石和绿廉石。它是找寻由砷化物、锑化物及碲化物所组成的金银矿床的可靠标志。但是要注意，当青盘岩化现象分布极为广泛时，则失去其找矿意义。

（二）中性及酸性岩的蚀变

云英岩化：这种蚀变现象主要分布在硅质成分很高的岩石中，尤其是在规模不大的花岗岩类中。云英岩化的特点是原来岩石中所含长石变成了石英和白云母。这种变化后的岩石叫云英岩，它在找矿中有以下几方面的重要性。

① 酸性花岗岩中的云英岩与锡石—钨矿床有关。如果含有黄玉（黄色柱状矿物）或电气石（黑色或红色的柱状矿

物），或者是电气石与绿泥石一起的云英岩时，一般来说是锡石的找矿标志；在某些情况下，也可能是金、砷、铅、锌、锡、铜及钛矿的找矿标志。若含有萤石（绿色或紫色半透明立方体矿物，质软）的云英岩时则是锡石的找矿标志。

② 与花岗闪长岩有关的云英岩，常含有铜、铁、砷、锡、铋、钼、铅、锌等矿产。

电气石化：电气石化主要发生在只有斑状结构的花岗闪长斑岩或花岗岩的边缘部分，它也是某些锡矿床的找矿标志。在少数情况下也是寻找金、砷、铅、锌、钨、钼及钴等矿床的标志，但也有的电气石化岩石中并不含矿。

绢云母化：在近矿围岩中，长石变为绢云母的现象称绢云母化。绢云母化形成的同时，岩石还常常发生退色现象。它是寻找铜、铅、锌、金、砷及稀有元素矿床的重要找矿标志。

黄铁细晶岩化：酸性岩中，如花岗岩、花岗斑岩、石英斑岩等，由于含矿溶液的作用，使其中的部分长石分解为次生云母和石英（偶尔有碳酸盐矿物产生），同时产生许多黄铁矿，称为黄铁细晶岩化。它是含金石英脉的找矿标志。有时也有多金属及铜矿床，并且在这种蚀变发育的地区也是找砂金矿的有利地区。

次生石英岩化：在中性和酸性岩石中，由于热液作用影响，使其中的硅质成分增高，在次生石英岩中时常含有许多矿，是一种重要的找矿标志。酸性岩石产生的次生石英岩，是刚玉—红柱石矿床的找矿标志；由中性岩形成的次生石英岩，是铜、铅、锌、金、银（部分可以是汞、锑、砷、钼、铁及锡、铋）矿床的找矿标志。

高岭石化：原岩中的长石，因受热液影响而变成高岭石。它是多金属矿、锡金萤石水晶及重晶石等矿的找矿标志。此外，当大量的岩浆岩或变质岩有遭受高岭石化的地区，则可能有风化壳存在，因而要注意寻找镍、铁、铝土、耐火粘土，以及其他类似的风化残积矿床。

（三）碳酸盐岩石的蚀变

矽卡岩化：矽卡岩是由中、酸性的岩浆岩侵入到石灰岩中，与石灰岩发生化学成分的交换并形成一些新矿物（称交代作用）而形成的。它主要是由各种柘榴石和辉石等矿物所组成，外貌和颜色不同，特别是以柘榴石为主的矽卡岩颜色更是多样化，以辉石为主的矽卡岩则常常有暗绿色及黑绿色；含硅灰石与方柱石的矽卡岩常为淡灰色或白色。此外，矽卡岩的比重一般比原岩要重。

与矽卡岩有关的矿产称为"矽卡岩矿床"，其中有用矿物常产于矽卡岩内或其附近的岩石的裂隙中。因此，矽卡岩是一种很好的找矿标志。与矽卡岩有关的矿产有铁、铜、铅、锌、钨、钼和铍、锡、钴、金等。

蛇纹石大理岩化：当酸性或基性岩体侵入到镁质较高的石灰岩内，并使石灰岩发生重结晶和产生蛇纹石新矿物，称为蛇纹石大理岩化。蛇纹石呈鲜绿色、玫瑰色或黄色、暗绿色不等，它是寻找石棉的良好标志。

白云岩化：由于热液的影响，使石灰岩变为白云岩称为白云岩化，是寻找铅锌矿、重晶石矿以及菱铁矿等的重要标志。它的特点是，形状不规则，分布不广，并常为裂隙控制，其颜色浅淡，结晶粗大。

此外，白云岩本身也是一种重要的冶金辅助原料。

硅化：硅化是指石灰岩或白云岩为硅质岩所交代硅化后的岩石，有的完全由细粒的石英或燧石所组成，层理很不明显，通常为致密、坚硬和具有贝壳状断口。它的生成可作为高温热液矿床，如铜、钨、铋、砷、磁黄铁矿—多金属；砷—多金属矿床的找矿线索；同时，也是热液矿床，特别是多金属矿床和某些低位温的铅、锌、锑、汞矿的找矿标志。

重晶石化：由于热液影响，使原来的石灰岩或白云岩变成了重晶石。它是铅锌矿床的重要标志，而重晶石本身也是一种重要的非金属原料。

铁锰碳酸盐化：由于热液影响，岩石中明显的加有铁、锰质，在颜色上呈褐黑色或褐红色，它是寻找多金属如铜铅锌等的找矿标志。

四、铁帽

出露在地表的某些硫化物矿体，经过长期的风化作用后，许多物质被水带走。留下来的物质，主要是由褐铁矿组成的红色、褐色的松散状成土状复盖物，它好象一顶帽子那样盖在矿体上面，所以称它为铁帽（图 12）。如果铁帽本身含铁很高，也可作铁矿开采。一般情况下，它是寻找铜、铅、锌等多金属矿产的好线索。因此，在野外，如果碰到了红色的土状物质，就要看它是不是铁帽。如果是铁帽就要进一步去找矿。

铁帽的颜色：不同的矿产往往形成不同颜色的铁帽。因此，根据铁帽的颜色就可以大致推断下面有什么矿。比如，黄褐色的铁帽，下面常有铅矿；暗褐色或棕褐色的铁帽，下面可能有黄铜矿；砖红色者，下面可能是黄铁矿；黄褐色—栗色者，下面可能有锌钼矿，等等。但是，在找矿过程中，单



图 12　铁帽形成示意图
① 残留原地及附近的褐铁矿　② 次生富集带　③ 原生矿体
④ 石灰岩

凭铁帽的颜色还不能确切推断原来矿物的种类，最好是与铁帽的构造对照起来加以研究，这样才更为可靠（详见表 5）。

铁帽的构造形态：铁帽的构造，实质上是硫化矿体经风化流失后剩下来的褐铁矿的形态，其外形有的象蜂窝，有的象丝瓜瓤。根据它的构造形态，也能大致推断出原来是什么矿。如粗网格状是黄铁矿；细网格状是黄铜矿；菱形网状是方铅矿等。

铁帽里的小孔硐形状：铁帽里的小孔硐是某些容易被水溶解的矿物，在被水溶解后留下来的部分。根据它们的形状大致判断原来的矿物，如方方正正的孔硐，原来是黄铁矿；带有梯状的方形孔硐，是方铅矿等（表 6）。

铁帽里的次生（氧化）矿物及残留矿物：原来的硫化矿，在风化后变成次生氧化物时，其中有变化不完全的，还残留在

铁帽构造、颜色及原生硫化矿物对照表 表 5

铁帽蜂窝构造形态	基本特征	颜色	原矿物
粗细胞状	粗，有棱角，具有薄而宽的坚固的壁；呈胞状或块状	褐色	黄铜矿
	硅质，具薄而坚固的棱角状壁	淡褐色	闪锌矿
细小细胞状	壁薄而小，且易碎；斑点状，胞状	黄橙色	斑铜矿——黄铁矿
	胞壁坚固，有带皱的褐铁矿质碧玉	淡褐色	闪锌矿
细胞状海绵状体	浑圆，厚而坚的中空的细胞状，有皱，多二氧化硅	微带褐色	闪锌矿
三角状	三角状细胞；厚而脆；带皮壳	赭橙色	斑铜矿
	三角状；屈曲	赭橙色	斑铜矿
等高线状	狭、长而有棱角的坚固细胞状	紫褐色	黝铜矿
凸起	无蜂窝状构造；仅有凸起表示硫化物的排列	深色	辉铜矿，砷兰，斑铜矿
沥青状褐铁矿	沥青状或油漆状无蜂窝构造	暗褐色	黄铁矿，斑铜矿
褐铁矿的皮壳	薄，脆，片状同心圆状的薄片	暗褐——黑色	辉铜矿
具有解理的蜂窝构造	由褐铁矿碧玉构成的薄而平行的方形板状体	赭橙色	方铅矿
菱形网状	呈菱形网状	赭橙色	方铅矿
砖体状	呈阶梯形排列	赭橙色	方铅矿
鳞片状	平滑、薄而圆的细胞	黄褐——黑色	辉钼矿

铁帽孔洞形状与原生矿物对照表 表 6

孔洞形状	原生矿物
方形	黄铁矿
方形带阶梯状	方铅矿
盾形或短柱状	毒砂
刀片状	砷硫铜矿
板状	辉钼矿，辉锑矿
菱状（斜方形）	菱锰矿

原来的矿物里。这是了解原来矿体中矿物成分的最可靠的“指示剂”。如铁帽里有灰白色葡萄状、粉末状及纤维状的水锌矿、白铅矿及残留的方铅矿时，说明下面有铅锌矿；有孔雀石、蓝铜矿、自然铜、赤铜矿时，说明下面有铜矿等。

五、矿石的转石与重砂

矿石经过风化后，形成碎块，分布在矿体的附近，或者经过滚动和流水的搬运，分散在山坡、山脚下（图 13），或河沟里。从而成为一种很好的找矿线索。

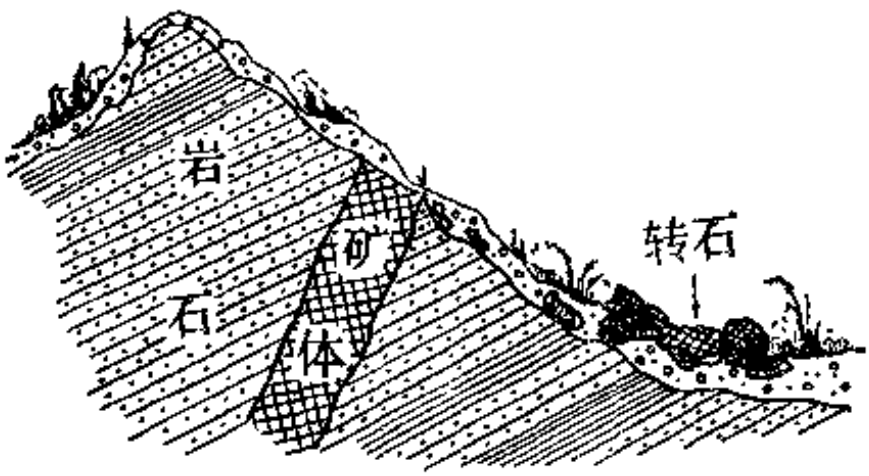


图 18　矿体附近转石示意图

矿石或岩石的碎块，在水流搬运过程中，由于相互的撞击或摩擦，会变得更细，其中坚硬的、物理化学性质稳定的一些有用矿物，由于水流速度变缓，在适当的地方沉淀下来。这种沉下来的矿物称为重砂，或称重砂矿物。比如，铬铁矿、磁铁矿、黑钨、锡石等。这些重砂矿物是找原生矿产的重要线索，同时，本身有时也会形成很有价值的砂矿。

六、石头或土壤的颜色

不少金属矿物经过风化作用后，会产生另一些新的矿物，呈现出各种不同的颜色。比如黄铜矿在变化后可形成蓝绿色

或绿色的孔雀石或蓝铜矿，这种矿物象薄膜一样附在石头的表面或裂缝里；方铅矿变化后会形成白色的白铅矿或铅矾。还有一些矿物变化后成土状或粉末状的东西，如锰矿和钴矿风化后成黑色的锰土矿和桃红色的钴土矿（钴体）等等（表7）。这些都是很重要的找矿线索。

野外常见矿物变化后的颜色　　表 7

原生矿物	变化后的颜色
黄铜矿	绿色、蓝色、翠绿色（孔雀石、蓝铜矿）
铁矿	赤红色、红色、褐色（褐铁矿）
方铅矿	黄、绿、白色等（白铅矿、铅矾）
镍矿	蓝色、蓝绿色（镍体）
锰矿	黑色
钴矿	桃红、淡红色（钴体）
铀矿	鲜绿色（铜铀云母、钙铀云母）

七、物质的次生扩散现象

自然界有许多有用物质被水溶解并搬运分散在附近的岩石裂缝里、土壤里或地下水中，这就是有用物质的次生扩散现象，地质上叫做原生矿床的次生分散晕。这也是一种找矿线索。

有用矿物的次生扩散现象，要注意在泉水中观察。有些泉水有味道，有的还带有某些颜色。比如：江西等地的大盐矿就是根据泉水和井水中有咸味找到的；在黄铁矿大量产出的地方，周围的积水常带蓝绿色，有硫黄臭味，这种水流过的地方植物也长不好；含有铜的水会带兰色；含锰的水是褐色；含铅的水带白色，等等。根据这些颜色，可以进一步找到原生矿床。另外，与石油有关的一些气苗、水面上的油花，

也是属于次生扩散现象的一种。有些石油就是根据这些现象找到的。

八、指示植物

植物的生长必须从土壤中吸收养料和水分，而这些又与矿产有密切关系。当某地某种元素分布多时，则某种特殊植物比较发育，因此，某些特殊植物也可成为一种找矿线索。比如，有些铜矿区，经常有一种铜的指示植物，叫海州香薷，也叫铜草(图 14；枝梢秋季开花，花为紫红色，有臭味)。它是铜的可靠的找矿标志。

在有些地区，车前草(图 15)是找锌矿的指示植物；问荆草(图 16)是寻找金矿的重要指示植物；紫云英(图 17)是



图 14　铜草(海洲香薷)



图 15　车前草

找铀矿的指示植物；毛地黄、四角菱是找锰矿的指示植物，等等。



图 16　问荆草　① 春季生枝　② 夏季生枝



图 17　紫云英

这些指示植物可能给我们指出找矿的方向和范围，但在找矿过程中必须结合当地植物的特点，因为在不少已知的矿区并没有相应的指示植物。

九、特殊地形

由于矿与周围的岩石软硬不同，在经过风化，剥蚀之后，往往会形成一些特殊的地形，利用这种特殊地形也会帮助我们进行找矿。比如，某些磁化矿体，两侧的围岩是花岗岩时，则矿体周围易风化成低凹地形，而花岗岩则成凸起地形；当矿体是含金石英脉时，风化后形成的地形，则与前者相反。因此，地形的起伏也是找矿的一种线索，特别是在发现矿体之后，进行追索的过程中，更为重要。

十、老硐、矿坑和炉渣

我国采矿事业，自古以来相当发达，古时采矿遗跡很多。因此，老硐、矿坑或炉渣都是最有效的找矿标志。在找矿过程中，如果遇到了这些现象，就要进行必要的工作。比如，了解它们的分布、形状、大小、数量以及开采和停采的原因和时间；了解前人开采的矿种以及现有矿渣中所含的物质成分等，以帮助我们进一步进行找矿。

十一、地名

我国许多地方的名字，都是古代采矿者根据当地所出的矿产特点起的，所以有些地名，也可以帮助我们找矿。比如银洞子可以找到铅、锌、银矿；在煤窑洞、煤炭山，可以找到煤矿；金牛山、黄金硐可以找到金矿；石油泉、石油河可以找到石油等。这种例子很多，只要遇到与矿产的某些特点有联系的地名，就应遵照毛主席关于"**调查就是解决问题**"的教导，一方面要进行群众访问，一方面还要作实地调查，以便证实是否有矿。

十二、磁力异常

在找矿过程中，有时候会遇到一些磁力异常现象。比如，到一个地区，若发现手表走时不准（或停走），指南针（或地质罗盘指针）失灵等。就说明这一带地下有磁性物体，它往往是由较大的磁铁矿引起的。因此，如果发现有磁力异常现象就有可能有磁铁矿存在。

自然界的地质条件是复杂的，各种矿产往往会有多种标志。因此在找矿过程中，需要综合考虑各种因素。只要我们运用辩证唯物主义的观点，对各种情况进行认真的分析，就可以减少些盲目性，更快地作出比较正确的判断。

找矿方法

广大劳动人民通过数千年的生产实践而总结和发展起来的找矿方法很多，概括起来可以分为三大类：地质测量法、地球化学法和地球物理法。

为了适应各地的需要，我们在这里只谈些一般的找矿方法。

一、碎石找矿法(或称河流砾石找矿法)

出露在地表的矿体，经过风化破碎、滚动或水流的搬运，分散在山坡上、山脚下或河套中，成为矿石的滚石（或称转石）。碎石找矿法就是根据矿石的这些滚石，来寻找原生矿床的一种找矿方法。

用这种方法找矿，要仔细观察山坡上或河床中的各种滚石，如果发现有矿石的滚石，就要从低处向高处进行追索。比如，在山坡下发现要向山上追索；在河床中发现，要向河床上游追索。在追索过程中，要注意研究矿石滚石的大小、形状以及出现的多少。一旦发现滚石越来越多，越来越大，而且棱角也越来越明显时，就说明离原生矿不远了。如果突然没有了，说明追过了地方，就应在附近仔细寻找。正象人们常说的那样："树有根来水有源，行人脚印留后边；山坡底下见滚石，滚石来自山上边；河流下游见滚石，逆流追索找矿源"。这是碎石找矿法的十分形象的概括。

此外，在山坡上进行追索时，如果覆盖层较厚，应详细研究山坡上所见到的碎石成分。当发现了矿石的碎块，就应当把它的大小多少和滚圆情况(一般棱角都较好)记录下来，并标在一定的图上，圈出一定的范围，再挖些探槽进行分析，

以便找到原生矿床的所在位置。

在布置探槽工程时，要考虑到圈出的矿块分布范围的形状。因为，在一般情况下它的形状与原生矿体的走向（延长方向）、山坡的坡度方向有一定的关系。按照一般的经验，当矿体方向与山坡的坡度方向一致时，分布范围的形状呈三角形；矿体走向与山坡方向大致垂直时，分布范围形状成梯形；当矿体走向与山坡方向斜交时，则呈不规则的四边形。

知道了这种关系，就可以根据圈出的矿块分布范围的形状，有意识的去布置槽探，以避免不必要的浪费。

二、重砂找矿法

重砂找矿法，是通过对重砂(见找矿线索有关部分)的研究，来寻找原生矿床和砂矿。具体作法，是在找矿范围内按一定距离取一定数量（大约0.1～0.2立方米)泥砂，放在淘洗盘中用水淘洗(详见后述)，把轻矿物和岩粉等淘掉，把重砂(较重矿物)收集起来加以研究，看其中有没有有用矿物。

在野外进行重砂找矿时，应和碎石找矿法一样，也要逆流或沿坡而上。逐次研究各个地点的重砂成分，并推测它们的来源，以逐步圈出原生矿床或砂矿所在的大致范围，然后再进行详细工作。

重砂找矿时，取样地点的选择和取样方法都非常重要。取样方法和取样地点不对头，往往有矿也找不出来。一般来说，在沿河流进行重砂取样时，取样地点应选在河流转弯的凸出部分（图18)、河流分叉（或河床由狭变宽）地点、支流汇入主流几处或者河中大石头的背后等。因为这些地方大都是水流速度突然变缓，重砂最易沉淀下来。此外，在取样时要在这些地方向下挖一定的深度，不要随便在表层取样。因

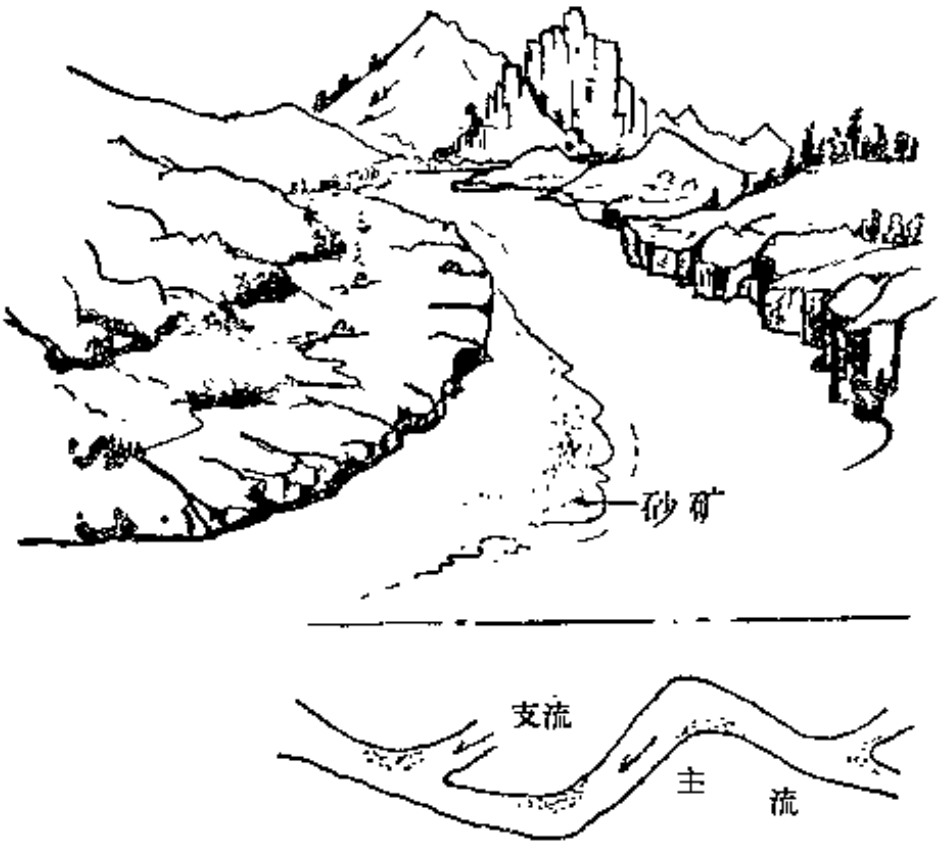


图 18　河流转弯处或支流汇入主流时形成砂岩

为重砂因其比重较大而大都沉于底部。在山坡上取重砂样时也应这样，要在地表岩石破碎层(地质上称坡积或残积层)的下部近原岩的地方进行取样。

在进行重砂取样时，最好要带一张该地区的地图（地质图或地形图），要随时把取样点的位置标在图上，要详细记录和描述取样点的松散沉积物的物质成分、砾石大小、滚圆度(带棱角的椭圆或圆状)、附近的地貌，以及所采重砂样的体积，以备计算每立方米砂样中有多少重砂和金属矿物。

沿河流取样，一般间距为 100～200 米。边取边进行就地淘洗，把淘洗后剩下来的重砂一一包好（一般要用小布口袋）并进行编号，标明取样地点、取样日期及取样人等。然后带回，凉干。

重砂晾干后，要用“吸铁石”将其中的磁铁矿吸出来，剩下来的用放大镜，分别进行鉴定。不过，由于各种矿物在搬运过程中受磨损而失去原来的面貌，鉴定会有一定困难。所以也可送到附近有关的化验室进行鉴定。最后，把鉴定结果，以不同的符号表示不同的成分与含量，画在一张图上，这就是重砂图(图 19)。通过对重砂图的具体分析，就可知道在这个地区可能有什么矿了。

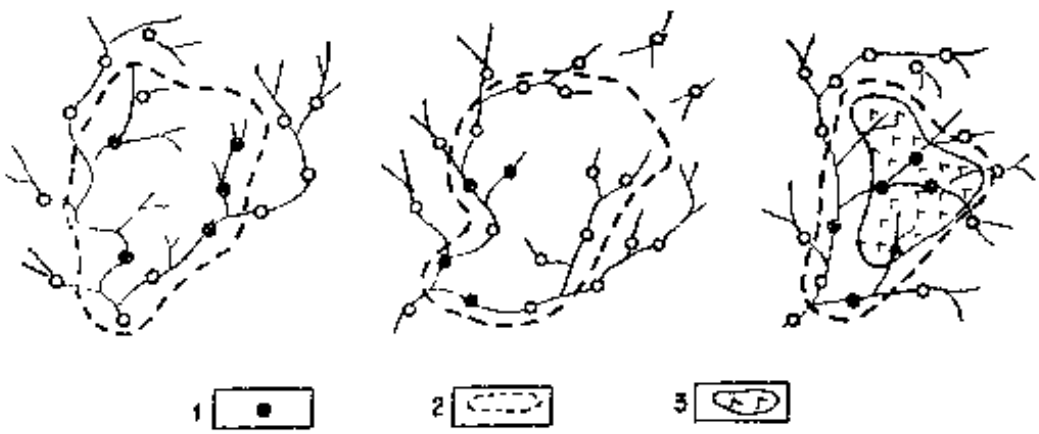


图 19　重砂分散晕边界的圈定
① 金属矿物含量高的采样点　② 所圈重砂分散晕边界线　③ 含砂岩体

重砂找矿法，在我国劳动人民中间很早就广泛运用了。尤其是在寻找砂金矿方面有着丰富的经验。在近代找矿过程中，这种方法常用来寻找化学性质稳定的金、铂、钨、锡、刚玉、金红石、钛铁矿以及某些稀土元素等砂矿。方法简便，而且有效。

三、金属量测量法

金属量测量法又叫岩石化学法，是利用原生矿床的次生分散晕进行找矿的。这种方法最适用于覆盖层（坡积—残积层）发育的地区。它和重砂找矿方法一样，要通过系统的采样和分析，根据分析结果圈定出各种金属次生分散晕分布范

围，再结合地质特点，指出找矿方向。

具体做法，是在找矿地区每隔 100 米或 50 米取样一个。在取样点上应先把表层土铲掉，挖一小坑，取近基岩的没有植物根的部分，重量约 100～150 克即可。样品要用小布袋(或纸袋)装好，编上号，注明取样点和取样日期及取样人。同时对样品的物质成分，取样深度，样品重量，取样点的位置，以及附近地质情况等要在笔记本上作必要的记录。然后，把样品送去化验室进行光谱（或极谱法及点滴法）分析；当分析结果出来后，要用不同的符号来表示不同成分和含量，并应画在一张图上，将各种金属含量相等的点子用不同的线条连起来，绘成"等金属量图"；最后，根据图上各种金属量含量较高的所在部位，结合地质情况，找出可能有矿的地方，再挖探槽，进一步详细分析。

金属量测量法的取样方法，可分以下几种。

（一）分散流法：是为查明金属矿化的远景区，常用于水系发育面积较大的地区，沿水系以一定间距采样。

（二）次生分散晕法：是为圈定矿化地段，用于盖层较厚的地区。取样需按一定的网度(方格或长方格)。采样密度较大，大都用于已知矿区，扩大远景或矿化远景区。

还有一种叫原生分散晕法，是用矿床的原生分散晕进行找矿的，适用于原岩出露较好的地区，采样就在原岩上，采样重量亦在 100～150 克。这种方法可以系统采样，也可以在有希望的地段重点采若干个样品。

金属量测量找矿法是一种技术性较强的工作，它不仅有大量的室内整理与研究工作，并且还需要其他地质工作配合进行。在具体的应用过程中，找矿初级阶段先不大量使用，

只是在有希望的地方，有重点的采少量的样品，待分析结果证明确有希望后，再考虑进行系统工作。

四、露头追索法

露头追索法是根据已发现的矿体露头（矿体地表的出露部分）特点，比如，地形特征、浮土颜色，组成矿物特点以及与其有关的地质现象等，去进一步追索、寻找未被发现的矿体，查明矿体的分布情况和矿体大小以扩大已知矿的远景。

（一）根据地形追索：在发现矿体之后，要先观察一下它在地形上的特点，是凸出的地形，还是凹低的地形？比如，某些硫化矿体，因一般较围岩容易风化，在地形上常呈现低凹的特点。这样，就应注意低凹的地形，要沿着低凹地形追索矿体。

（二）根据矿上浮土特征追索：矿上的浮土，在接近矿体部分往往会因受矿体影响而具有一定特征。比如，浮土的颜色、物质成分及其粗细。根据这些特征来寻找同样的浮土，来查清在浮土以下矿体或矿层。

（三）根据露头颜色追索：各种金属矿床的露头，由于氧化作用的结果，各种元素都形成氧化物或氧化盐类，呈现出各种颜色，成为追踪矿体的一种良好标志。现将常见的主要矿物经氧化后的露头颜色综合列表如下（表 8）。

（四）根据地质特征追索：在追踪矿体时，对有关地质特征的研究十分重要。它可以帮助我们从岩石的性质入手，依照矿床的成因进行找矿。比如，当矿体露头在花岗岩与石灰岩的接触带附近，就可以根据这种地质特征沿着花岗岩与灰岩的接触带及其附近进行追索。因为，矿的形成是与花岗岩

露 头 的 颜 色　　表 8

矿物或金属	露头颜色	氧化后的产物
硫化铁	黄，褐，枣红	针铁矿，赤铁矿，褐铁矿
铅	黄，黄绿	复硫酸盐、磷酸盐
锰	黑	氧化锰，锰土
铜	绿，蓝	碳酸盐，矽酸盐，硫酸盐
钴	黑，鲜粉红	氧化物、自然钴，钴华
镍	绿	镍华、矽镁镍矿
钼	鲜黄	彩钼铅矿，钼华
银	油绿色	氧化物，自然银
砷	褐黄	氧化物
铋	黄	铋华
锡	淡黄	氧化锡
铀	黄、绿，红，黑	各种次生铀化合物

和石灰岩的接触密切相关的（图 20）。

此外，在进行矿体露头追索时，还必然会遇到某些地质构造问题。比如，背斜、向斜和断层等。因为无论那类矿床

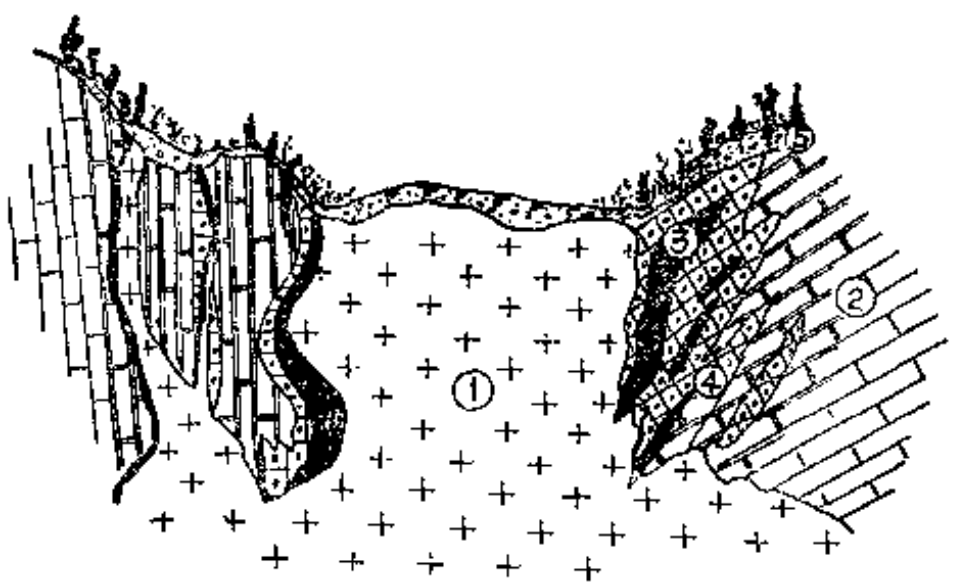


图 20　花岗岩与石灰岩接触带矿产形成示意图
①花岗岩　②石灰岩及大理岩　③矿体　④矽卡岩　⑤浮土

(除砂矿外)，在它的分布上都不同程度的受着这些构造的影响或控制。所以，在找矿过程中，查明矿化与构造的关系，对找矿和对矿床的评价具有十分重要的意义。

那么，什么叫背斜、向斜和断层呢？它们又是怎样形成的呢？我们知道，沉积岩的原始状态是一层一层的，从生成的时间上看，上边新下边老。但是后来由于受到强烈的地壳运动（垂直的或水平的）而发生褶皱（图 21）。地层向上凸起的部分，叫"背斜"或称"背斜构造"；下凹的部分叫"向斜"或称"向斜构造"，两者组成一个褶皱。作为一个褶皱来讲，不同部位给予不同的名称（图 22），这些名称是地质工作者



图 21 原来水平状态的地层发生了褶皱
①背斜构造 ②向斜构造 ③翼 ④假想剥蚀地形线

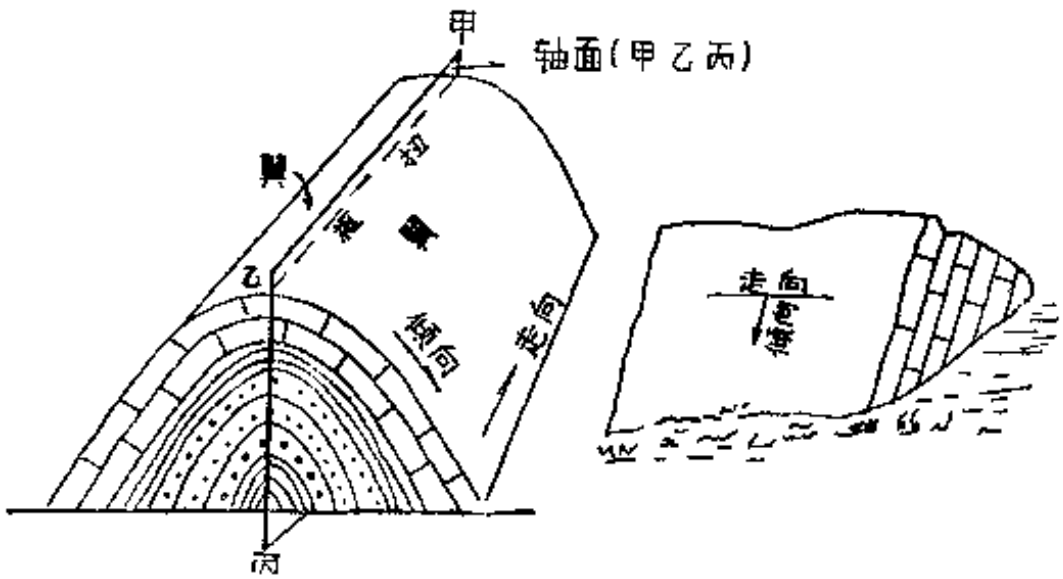


图 22 褶皱的几何要素（轴面枢纽）及岩层产状要素（走向、倾向、倾角）

通用的。

无论是背斜或向斜，在地质上还可进一步划分为若干类型。如两翼岩层倾角相等的，叫对称褶曲(图 23)；倾角不等的，叫不对称（或歪斜）褶曲（图 24)；倾角向同一个方向倾斜的，叫同斜褶曲，等等。如果若干个背斜和向斜连在一起，则叫做复式褶皱（图 25)。



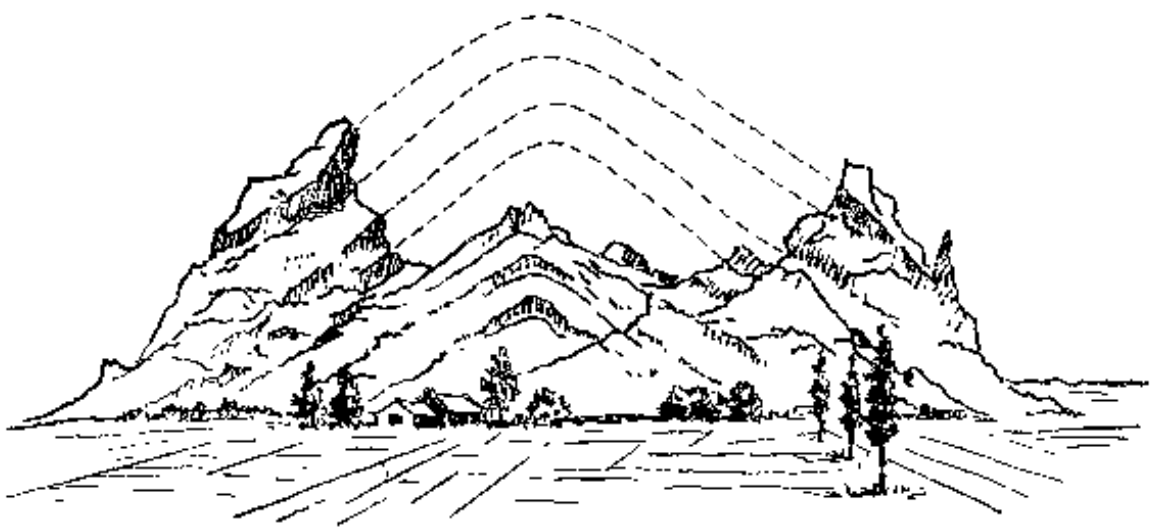


图 23　背斜（对称）褶曲素描图

一般来说，背斜构造的特点是以轴面为界，地层分别向左右两侧倾斜；从时代上看，中部（核）岩层时代老，向两翼逐渐变新，而向斜构造则与此相反。

根据岩层的新老关系来确定褶曲构造是十分重要的。比如，对一个同斜褶曲来说，如果单从岩层的倾斜情况看，而不考虑其新老就会误认为是单斜构造。再如，一个地区不同时代的地层在地表出露的情况如图 26 所示。若不考虑岩

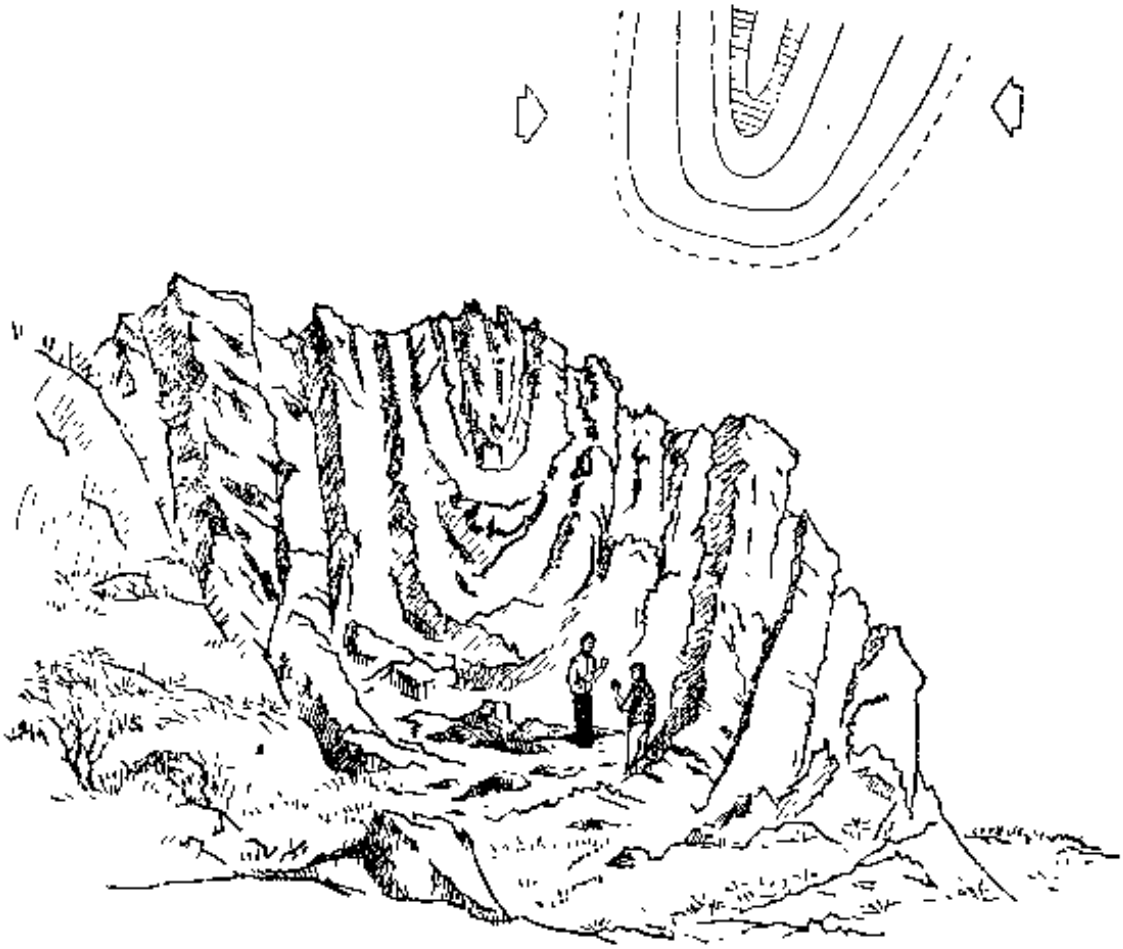


图 24　向斜（不对称）褶曲素描图



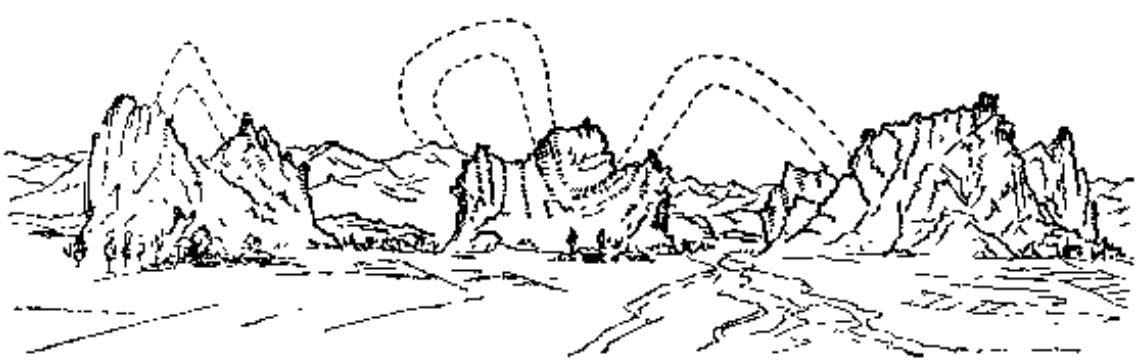


图 25　复式褶皱素描图

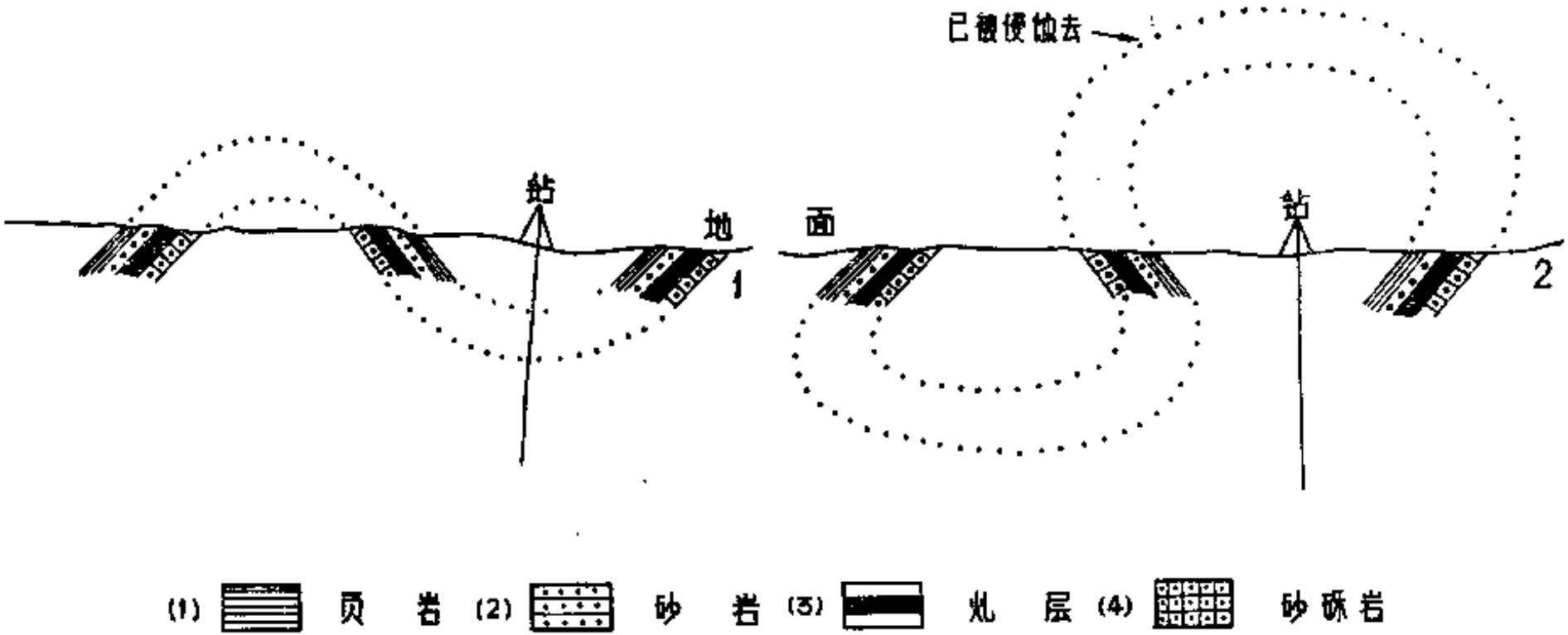
层的新老关系，只从岩层倾斜情况看，则很容易认为是图 26 中左边那样，即左边是个背斜，右边是个向斜。这样，如果在右边核心部位打钻，就不可能打到煤层；因为这个地区的构造实际上是图 26 中右边那样。由此可见，在找矿过程中对于构造的研究是十分重要的。

怎样来确定岩层的新老关系呢？对于沉积岩来说，一般是根据岩层中所含的生物化石来定。没有生物化石的岩层，可以在受构造运动影响不大的区域内，依其上下接触关系来定其新老。不同时代的岩层，或者同时代的岩层，由于沉积过程中条件的不断改变，所形成的岩石的化学成分和物理性质也不相同。因此，依其岩性也可以知道其新老。

到目前为止，一般都进行过不同程度的地质工作，都建立起一定的地层层序（新老关系），所以，也可以到当地有关地质部门去收集。以便帮助我们建立地层层序和新老关系的概念。

在这里还必须进一步说明，沉积矿产是在沉积岩的形成过程中某个时期形成的，它的产状和沉积岩产状一致，也将随着沉积岩的褶皱而褶皱。因此我们寻找或追索沉积矿产时，要随时注意对褶皱构造的研究。比如，当发现了沉积铁矿后，除了沿其走向进行追索，看它能延伸多远外，还要注意它所在地层产状是否有褶皱构造。若是单斜构造，那只有一层矿；是背斜或向斜构造，则还应到另一翼去找。这样，就有可能找到更多的矿。

还有一种，叫做断层的构造。这种构造也是由地壳运动造成的。它的特点是，岩层断裂（破裂）并且断层面（断裂切口）两侧岩层有上下或左右移动的现象。断层面上部的岩



(1) 到 (4) 岩层由老到新

图 26 根据岩层的新老确定背、向斜构造示意图

层叫上盘；下部的叫下盘（图 27），可根据断层面产状以及上下盘移动的情况，分为正断层(图 28 上盘相对下降)、逆断层(图 29上盘相对上升)、逆掩断层(图 30) 和平推断层(上下盘前后移动) 三种情况。

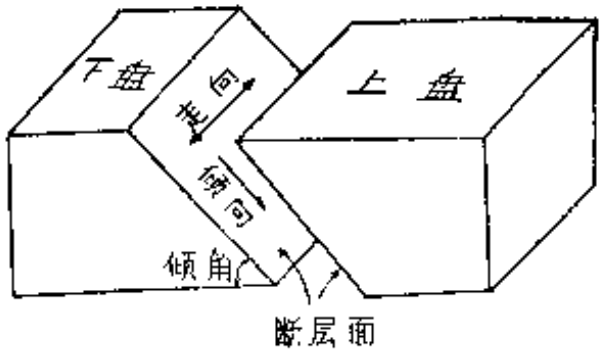
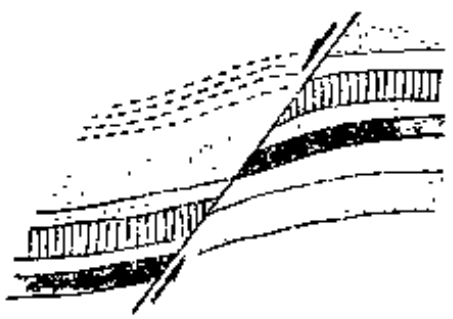


图 27　断层要素示意图



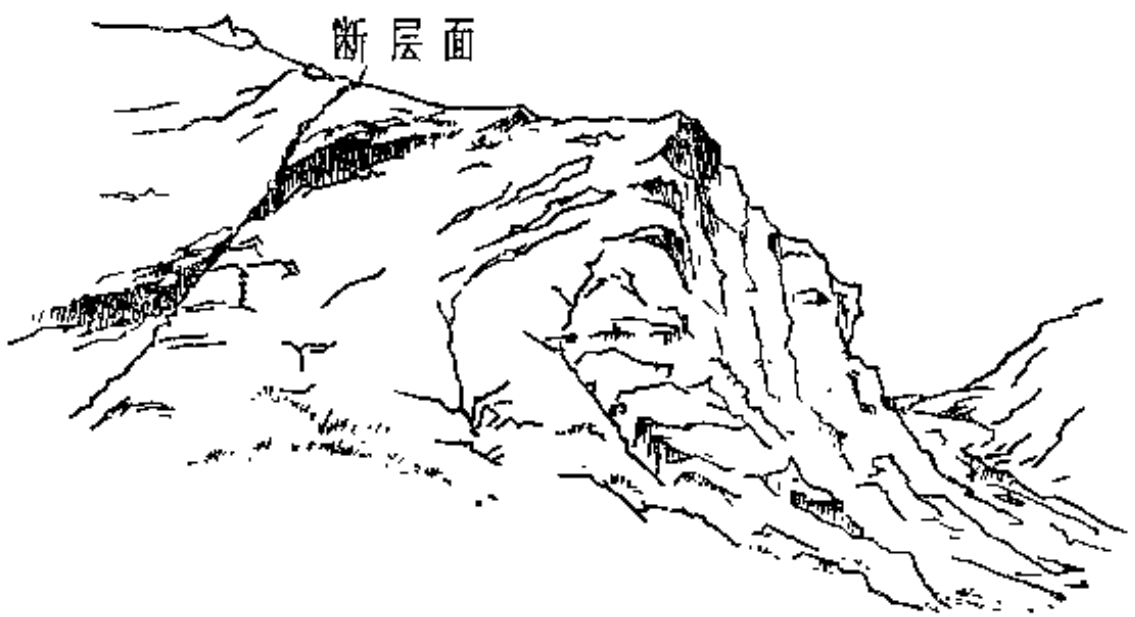


图 28　正断层素描

由于断层构造的影响，使矿层有缺失或重复出现现象，所以，在进行矿体露头追索时，当矿层突然没有了，就应当

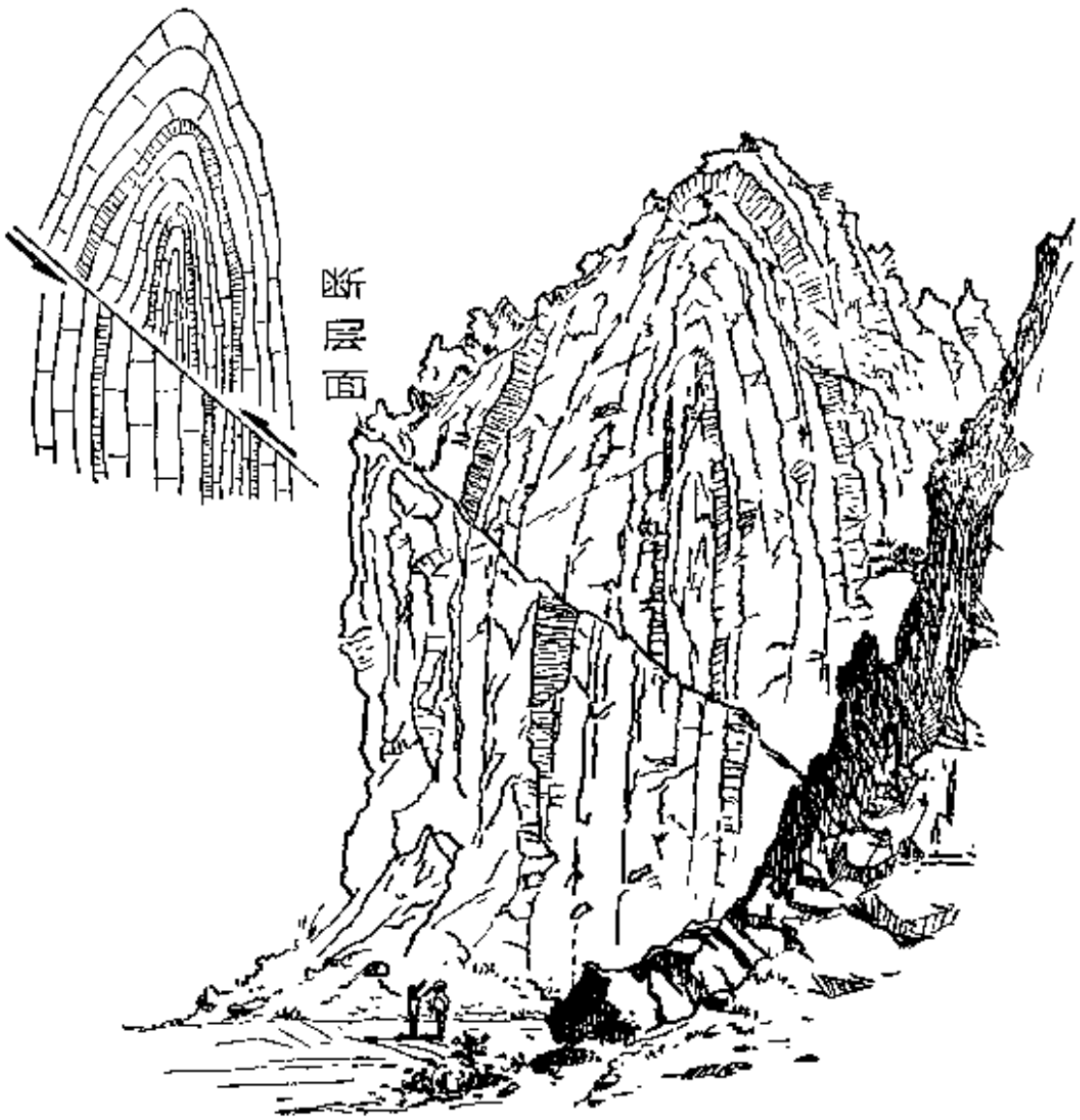


图 29　逆断层素描

看看，是不是受到断层的破坏，特别是延伸较稳定的沉积矿层，突然没有了，则往往是由于断层在捣鬼。这时，就要把断层追查清楚，看是什么性质的断层，以便考虑矿层被断到什么地方去了。

在野外工作时，一般说来断层是比较容易认识的。但由于在断层形成过程中，断层面两侧岩层发生了强烈的挤压和摩擦，使岩层破碎，成为多棱角的碎块或砂粒粘泥形成一条

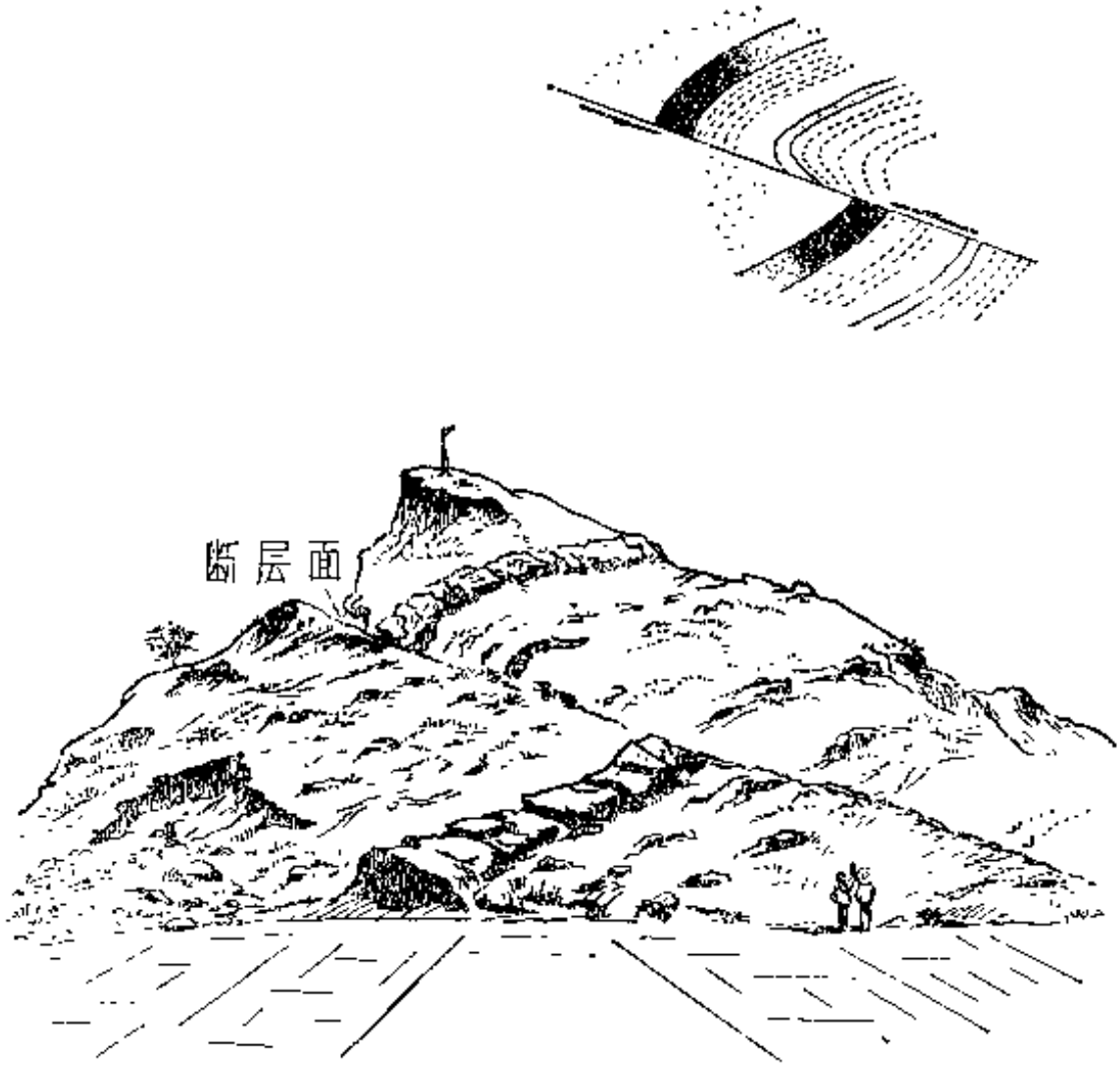


图 30　逆掩断层素描

狭长的破碎带，这叫做“断层破碎带”（图 31）并在断层面上留下了光滑的摩擦面和细长的擦痕，这叫做“断层擦痕”；同时，由于破碎带长期变化而胶结，便形成“断层角砾岩”（图 32）。这些都是断层的证

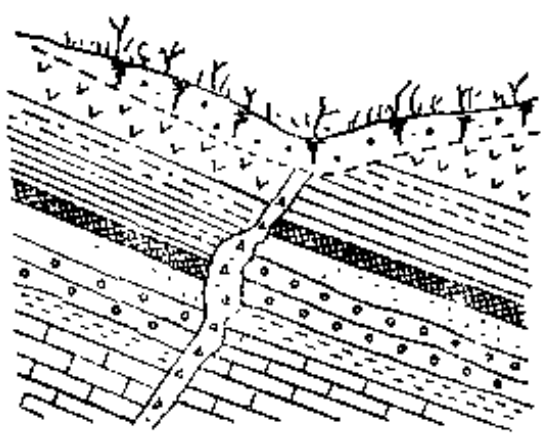


图 31　断层（正断层）破碎带

据。

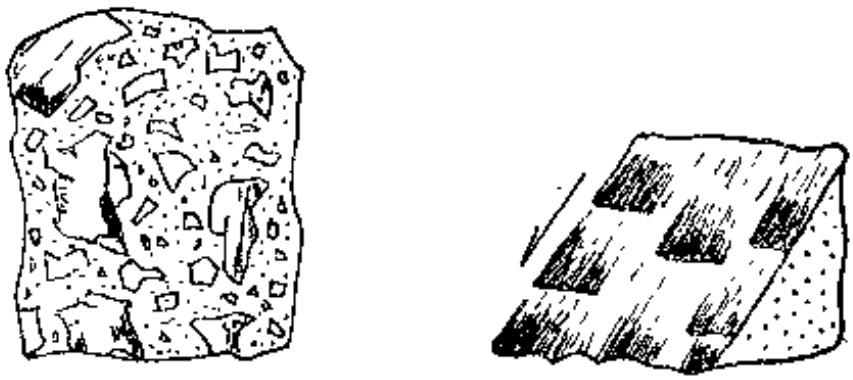


图 32　断层角砾岩（左）及断层擦痕（右）

从断层形成的时间与成矿的关系上看，有成矿后形成的断层(矿体将受到破坏。前边谈的主要是这一类)；有成矿前形成的断层(在找与岩浆岩有关矿产时会遇到)也有成矿期间形成的断层。成矿前形成的断层往往是矿液上升的通道，所以又被称为"导矿构造"，因而矿体会沿断层分布，这对我们找矿来说也是有一定的指导意义。这里就不再细说了。

探矿方法

我们找到了矿体以后，为了进一步了解矿体的分布范围、矿体的大小，形状、产状、规模和矿石质量，以及能否被工业利用等问题，必须采取一些措施，这些措施统称为"探矿方法"。一般说来，它包括探矿工程的应用、地质图件的测绘、矿石的采样化验及矿产储量计算等。

在未谈探矿方法之前，先介绍一下什么是矿体的形状、产状和规模：

矿体形状：矿体都有一定的外形，比如，有的是在沉积岩或变质岩里成一层一层的，叫"层状矿体"；有的在岩石的

裂缝里，叫“脉状矿体”；有的外形象扁豆或透镜一样，叫“扁豆状矿体”或“透镜状矿体”，等等。

矿体产状：矿体在岩石里的产出方式（存在状态），叫矿体的产状。矿体产状常用走向、倾向、倾角来表示。走向就是矿体水平延伸的方向；垂直矿体走向沿倾斜向下延伸的方向，叫倾向；矿体倾斜的角度，叫倾角（0～90度）。直立的矿体没有倾向，它的倾角是90度；而平躺着的矿体，既没有倾向，也没有倾角，称为水平产状。

矿体规模：是指矿体的长度、厚度、延深长度和蕴藏量的多少。

找到矿体之后，就要测其产状（方法见后）、量其厚度和沿走向延伸长度，并设法了解其沿倾向下延深的长度，以了解其形状、规模和求得矿量（储量）。

现在，简单介绍几种探矿方法。

一、常用的几种探矿工程

自然界里的矿体，大多数埋在地下。为了找到矿体和弄清矿体的形状、产状、规模和矿石质量，常常要用剥土、挖槽、打井、打硐和打钻等工程进行了解，这些工程统称为探矿工程。

（一）剥土：在覆盖层不超过一米的地方，根据需要把盖在矿上的浮土、碎石、或者植物的根茎挖掉，使矿体露出来。

（二）探槽：在覆盖层超过一米的地方，用挖槽子（象小水渠）的方法，把矿体揭露出来。槽子的延长方向一般要与矿体的走向垂直（图33）。槽子的长短要以挖出矿体两边的界线为准。形状要上宽下窄，以防坍塌。向下挖到新鲜矿体为止（图34），但深度一般不应超过3米。

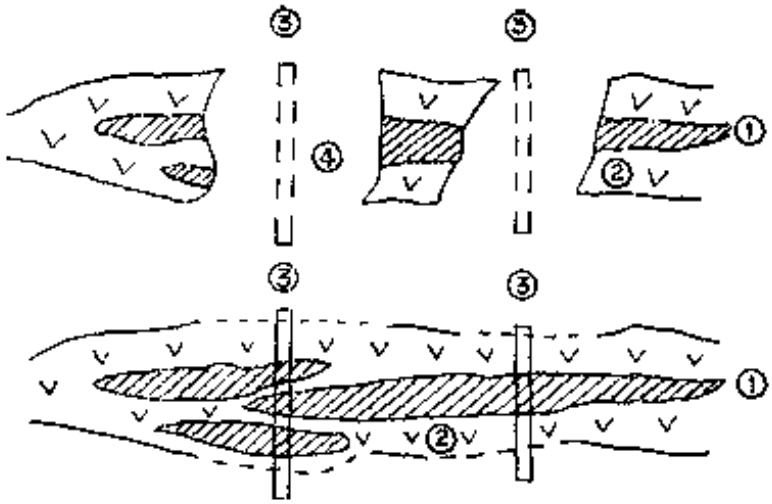


图 33　探槽工程平面示意图
①矿体　②含矿岩石　③探槽　④浮土

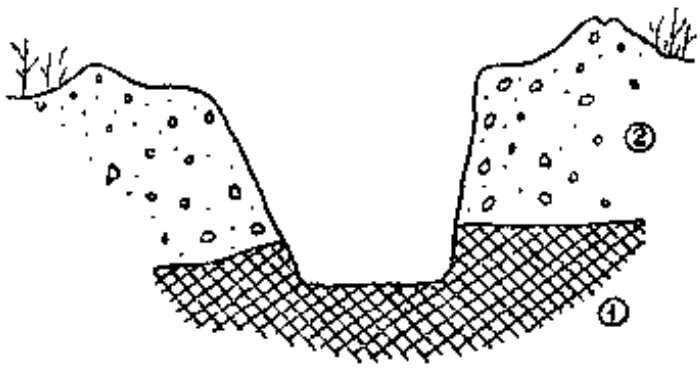


图 34　探槽断面示意图
①矿体　②浮土

（三）浅井：在矿体覆盖厚度超过 3 米的地方，往往用打井（象水井）的方法进行探矿（图 35），常用的浅井有方井和圆井两种。井口的大小和形状要根据实际需要来确定，以既便于工作又节省人力和物力为原则。

（四）硐探：根据地形条件和矿体产状，用打硐子的方法，了解矿体在地下的形状、大小和取样化验，可分为平硐（又叫平巷）和斜硐（又叫斜井）两种（图 36）。

在进行以上工程时，要注意安全。在岩石松软容易塌陷有水的地方，要设法排水。

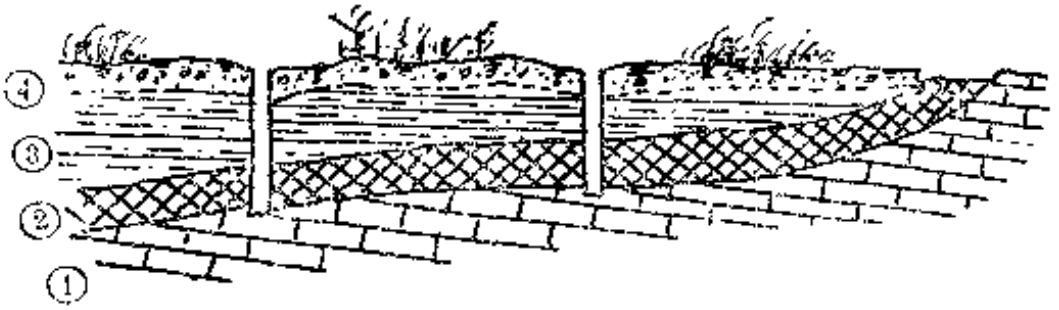


图 35　浅井工程剖面示意图
①底板围岩　②矿体　③顶板围岩　④浮土

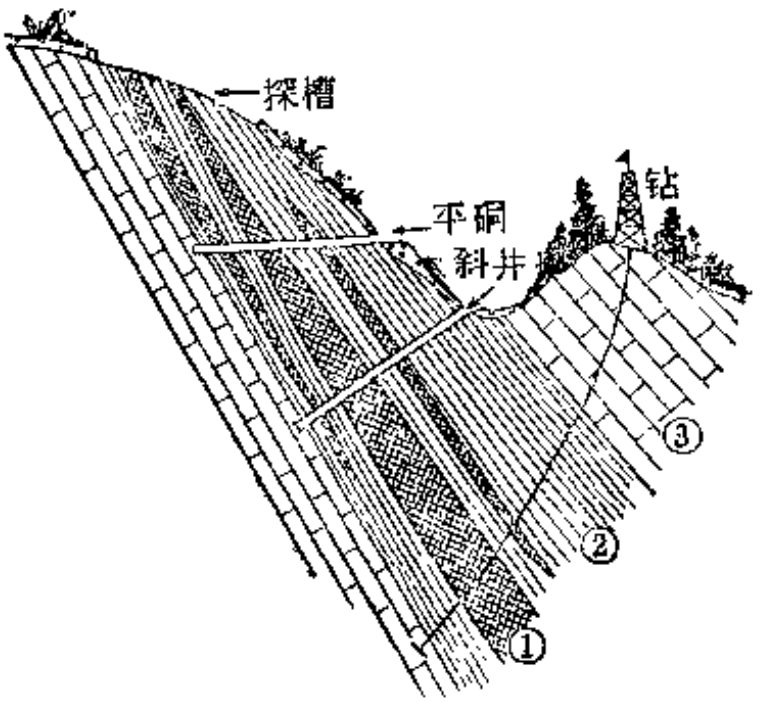


图 36　各种探矿工程剖面示意图
①矿体　②页岩　③石灰岩

（五）取样钻机探矿：采用取样钻机进行探矿，可以代替大部分的挖槽和打井工作。它既可节省人力物力又可加速探矿进程，实现地表探矿机械化。取样钻机的特点是体积小，重量轻，结构简单，而且成本低，效率高，运用方便。

（六）钻探：为查明埋藏较深的矿体情况，要用机械岩心钻探，将深处的矿样取上来。矿样的外形象小圆柱子，叫做矿心。钻探的深度可以从数米到数百米，甚至上千米。

除了上述之外，探矿工程中还有竖井和斜井两种。竖井和浅井差不多，但深度大于浅井，可达30米以上；斜井和斜硐差不多，深度较大，常用于倾斜角度较大的矿体上。

总起来说，剥土、探槽和浅井工程较简单，只适用于地表或埋藏较浅的矿体；竖井、斜井和钻探是用来勘探埋藏较深的矿体，工作量大，技术性高，花时间也多，小型矿体一般不采用。

二、探矿工程的地质编录

探矿工程完成之后，要进行地质编录。地质编录工作是找矿工作的重要组成部分。它是把直接观察和综合研究的结果，正确的、系统的用文字和图表表示出来，以便达到认识客观地质现象的本质和规律。这种工作要贯彻地质工作的始终。从编录的性质和内容上看，可以分为原始编录和综合编录两类，探矿工程编录是原始编录中的一部分。

（一）编录的主要内容

1．矿体是编录工作的主要对象：在圈定矿体的边界线时，要划分出矿体与围岩的分界线，并表示在图上。矿体的边界线有的比较清楚，如层状矿体和矿脉，用肉眼便可圈定；而有些矿体的边界线，如一些浸染状矿体，用肉眼不易区分，这样的矿体就要用取样化验结果来进行圈定。

在编录过程中，要追索研究矿体的形状及其变化；要随时测量和记录矿体的产状，以研究矿脉的分支复合情况，掌握其变化规律。

对矿体内部构造，如矿体内致密矿石与浸染状矿石之间；氧化矿石与原生矿石之间；矿石与矿体内部夹石之间，以及

富矿石与贫矿石之间的关系都要区别开来。研究矿石的结构构造，这有助于了解矿床的形成过程、成矿阶段和其分带性。

另外，要注意矿体中的矿物种类和分布，以及了解矿床的成因，并有助于划分矿石类型及工业品级(见后)。

2．矿体的围岩：如岩石的种类，物质成分，结构、构造及其成因；围岩蚀变的特点与矿化关系等。

3．构造变动：如断裂、折曲、节理的产状、规模、性质，以及与矿化的关系，这些都有助于了解成矿的规律。

（二）地质编录的基本要求

地质编录是对矿床评价的依据，要求十分严格。

1．编录格式应统一、简明，如岩石名称、地层划分标准、图式图例、探矿工程编号及统一编录方法等。

2．素描要重点突出，素描既象照相一样能反映客观事实；但素描的重点要突出那些主要的地质特征，而不是包括地质现象的所有细节。

3．文字描述要简短。

4．要采集具有代表性的矿石或岩石标本。

总之，无论是素描图件或文字材料，都要求正确反映客观实际。同时还要互相配合，实事求是，全面分析，不能主观臆断。否则便失去了编录的科学意义。同时，编录工作还要作到及时和经常的进行，否则也起不到认识了解、总结、提高和指导工作的作用。

（三）地质编录的基本方法

地质编录工作，在所有探矿工种中一般都应进行。但要根据工作的需要和编录对象的不同，编录的详细程度也有所

不同，具体做法如下。

1．在探矿工程施工之前，就要按不同的工种分别顺序编号。比如探槽编号为槽$_1$、槽$_2$、槽$_3$……；浅井编号为井$_1$、井$_2$、井$_3$……或者为书写方便常用某个字母来表示某项工程。如：汉语拼音音节的字首"Tc"表示探槽，则探槽编号为Tc_1、Tc_2、Tc_3……；以"J"表示浅井，编号为J_1、J_2、J_3……等等。为了避免错乱，还应把这些编号用红漆写在木桩或水泥桩上，标定在工程的醒目位置。

2．作展开素描图。探矿工程（包括探槽和浅井及剥土等）施工后，要及时进行地质编录，作工程展开素描图（硐探工程要边施工边进行编录）。具体做法是：

浅井：在进行地质编录时，要作井壁素描图。当矿体简单，只需作一壁；较复杂时要作相对的两壁；很复杂时，则四壁全作。一般有四壁十字展开法和四壁平行展开法（图37）两种。常用的为后一种。首先用罗盘测好方向，从测点0处展开（图37）；每壁面须注明方位，从0点往下标明深度。作图时先按比例尺在图纸上展开，然后按比例尺进行素描。素描时要分清浮土与基岩的界线，注明矿体的倾角，测量或换算好矿体的真厚度，画上刻槽取样或其他采样的位置等。当丈量好若干个点的距离之后，可连接各点，勾画出地质体的基本轮廓，然后再素描细节，直至图名、图例、比例尺全部画好。

探槽：通常是素描一底与一壁（图38）。在地质情况复杂时，素描一底与两壁；简单时，可只素描一底（图38—2）或一壁（图38—1）。作图时，一般先将槽壁按实际情况画出，槽底可用水平投影方法来画。

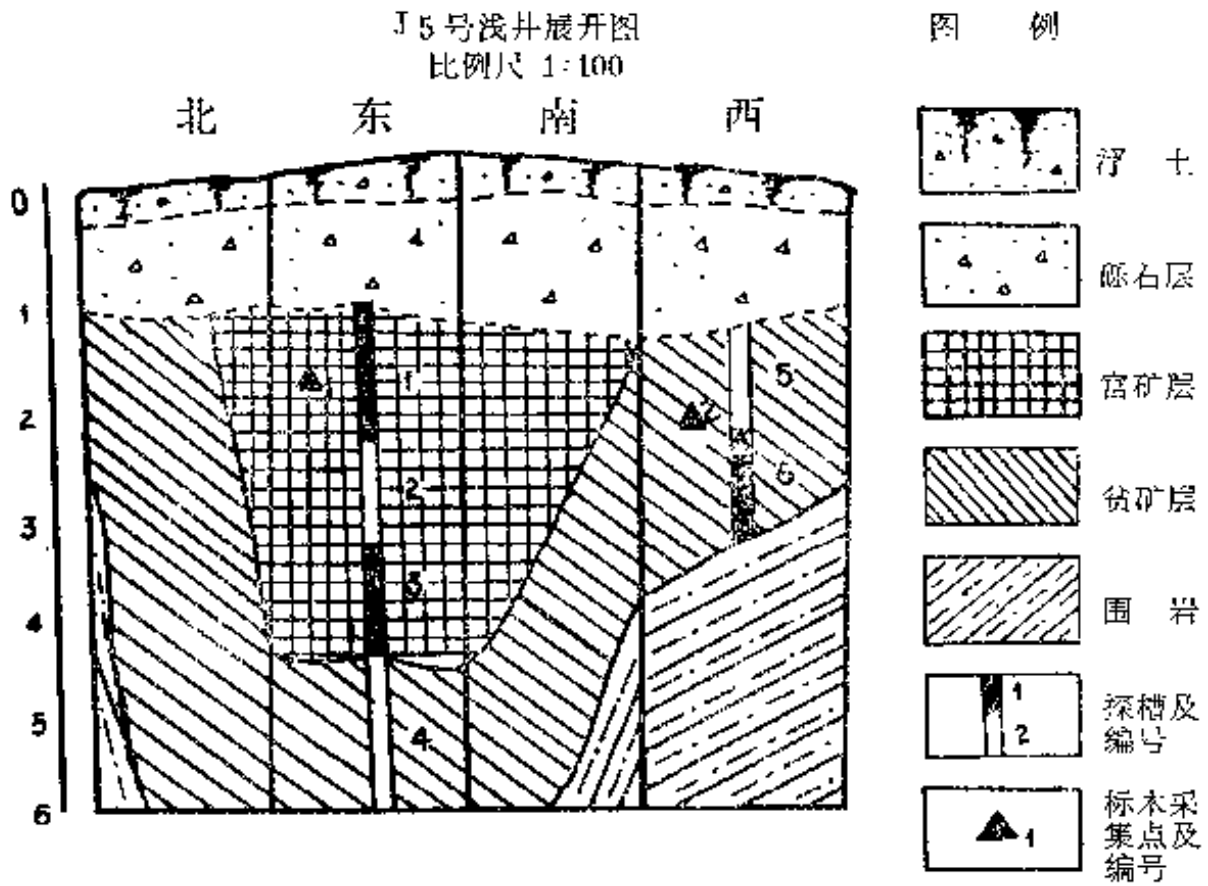
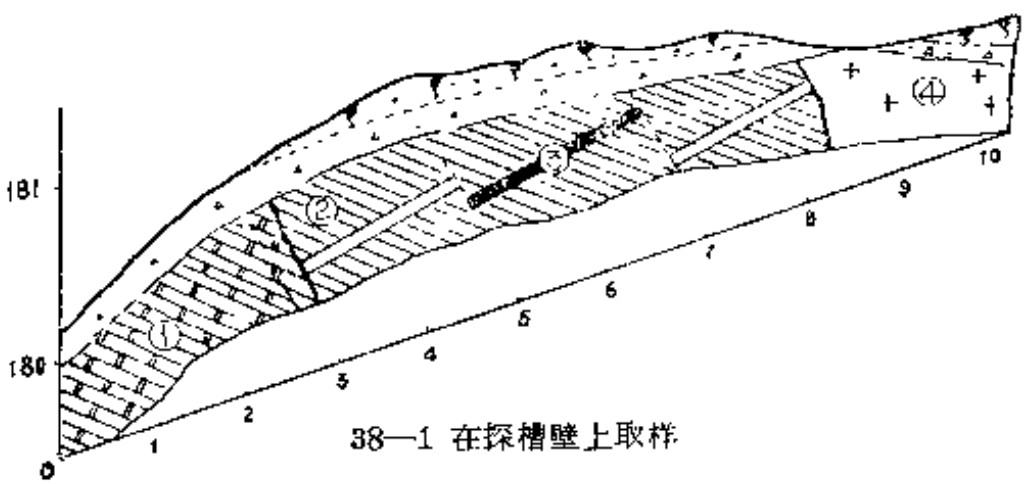
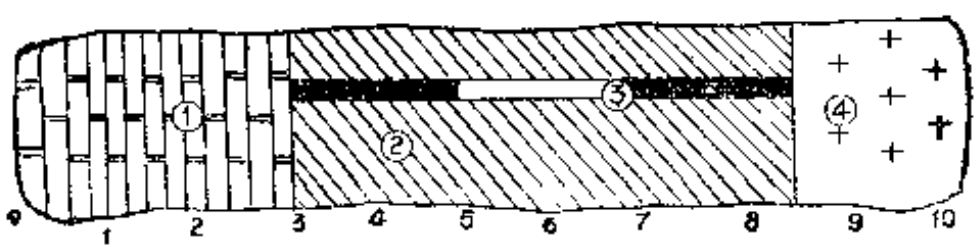


图 37 浅井井壁素描图



38—1 在探槽壁上取样



38—2 在槽底上取样

图 38 探槽素描图

① 大理岩 ② 矿体 ③ 样槽 ④ 花岗岩 ⑤ 砾石层 ⑥ 浮土

探槽素描图的展开方法，有坡度展开法和平行展开法两种，当槽子不长地形坡度不大的情况下，常用坡度展开法。编录时先从槽子的一端到另一端用皮尺拉一基线，然后丈量基线上下地质体距基线的距离，并按比例尺绘于图上。同样，先画出大体轮廓，再素描细节，直到最后成图。

在作图的过程中（或作图之后），除了要进行文字描述外，还要取样和采集有代表性（即能说明问题）的矿石或岩石标本。样品和标本都要统一编号，并及时进行登记（化学样可以“*E*”表示；标本可以“*A*”表示，字母之后依次编号）。

各种地质体或地质现象，在图上都要用规定的图例（或符号）花纹或线条来表示(称为统一图例)。

通过上述，可以看出地质编录或作图是一种了解客观地质现象的重要手段。在编录过程中要做到全面研究，综合分析，把所观察和收集到的一切地质现象，都要进行“**去粗取精，去伪存真，由此及彼，由表及里**”的思索。研究它们之间的内在联系，从而构成判断，抓住本质和规律。因此，地质编录的过程，实质上是人们对客观地质从感性认识发展到理性认识，又以理性认识来指导生产实践的过程。

三、简测地质图

简测地质图，实际上是一种大范围内的地质编录和素描。为了对矿体的总体有个全面系统的了解，从感性认识达到理性认识的飞跃，必须把与矿有关的地质现象：如矿体的露头、岩石的性质、各种地层的产状和时代、地质构造特点以及探矿工程的分布情况等，用各种符号或颜色综合反映在一张图上。这种图叫做地质图(图上带地形的叫地形地质图)。

从这种图上可以看出矿区地质情况，如：矿体的产状分布范围，以及矿体和周围岩石的关系，从而可进一步分析矿床的成因类型，有没有希望，或者能否在类似的地质情况下找到类似的矿体等。同时，这样的地质图也是矿量的计算以及矿产在开采利用时所必需的图件。因此，测制地质图是探矿工作中一个重要组成部分。

一般的说来，地质图都是平面图，同普通的地图一样，画的是地面上的东西，好象坐在飞机上从空中往下看的情形一样。地质图的简测方法是：

1．测量对象：矿体与围岩的界线，矿体露头，各种不同岩层的界线（包括分布较为广泛的蚀变岩石）、浮土掩盖范围以及探矿工程等。至于测量范围的大小，可视矿体的分布情况而定，一般的矿区地质图，要包括矿体的全部。

2．测量工具：地质罗盘（见后）一个，皮尺一把（30米或50米）；旗杆一根（长1.7米左右）；木桩若干个（按测点的多少而定，每个木桩长20～30厘米，要有一面光，以便写编号）；野外记录本一本。

3．测量方法：分地形坡角小于20度，和大于20度的两种情况。

①地形坡角小于20度的地面地质图简测方法：为清楚起见，现以实例说明（图39）。比如某地区，矿体已进行揭露，各地质点都进行了观察并用木桩作了标志，编了号。假设矿体与围岩界线编号为1.5.6.2.7.8.4……；浮土掩盖范围界线点号为6.7.10.11.12，探槽编号是 $A.B$, $C.D$。这样，只要把这些点的位置测出来，并按一定比例尺缩小画到一张图上，然后把相同的地质界线点连接起来。

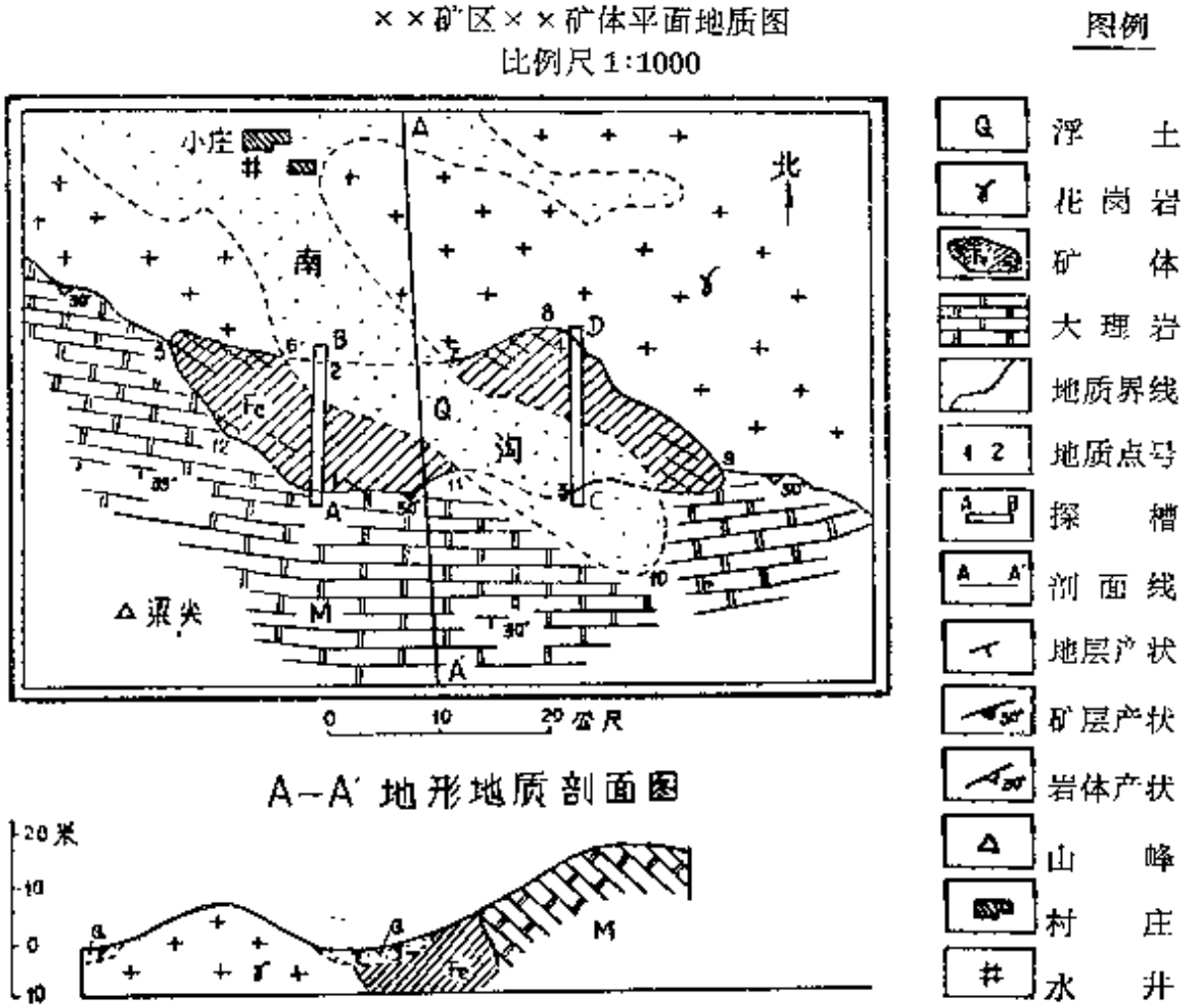


图 39　土法简测平面地质图

具体做法是：由一人站在 1 号点上（选在测图范围的中部）担任测量工作，另一人在旁边准备记录，第三人拿旗杆站到 5 点上，并把旗杆立直。站在 1 号的人，应用罗盘的N极对准旗杆（注意要把罗盘放平），当罗盘的指针稳定后，马上读数(读北针的指数)，方位角 315 度（简写 315° 以下同），然后由 1 点拉皮尺到 5 点，量得 1～5 点的距离为 20 米。记录人员便将这两个数字分别填写在野外记录本上事先画好的表格中。这样，第一点的测量工作就完成了。然后拿旗杆的人再到 6 点和其余各点(测量人员仍在 1 号点)，用同样的方

法进行测量。各点测量结果如表 9 所示。

××矿体地质点测量记录表　　表 9

测　点	1～5	1～6	1～2	1～7	1～8	1……
方位角（度）	315°	340°	0°	45°	60°	……
距　离（米）	20	13	12	16	28	……

野外测量工作结束后，要进行室内整理工作，把这些点展绘到图上，将地质图绘好，具体做法如下。

用具：白纸一张（大小视测图范围和比例大小而定）三角板、量角器各一个，直尺一把，铅笔、橡皮等。

做法：将白纸摆好，上为北，下为南，左为西，右为东。在纸中任取一点为 1 号点，通过这点上下平行白纸左右边，轻轻画一直线，表示南北方向，比例尺假定为 1:1000（即图上 1 毫米等于实地 1 米）。以 1 号点为基点，用量角器量出方位角 315°，作 1～5 点的连线并截取 1～5 点的距离为 2 厘米即为实地的 20 米。这样做画上了 5 号点的位置。根据记录表中所测数据，用同样方法分别依次把 6.2.7.8……诸点都画到图上。最后把 1.12.5.6.2.7.8.4.9.3.11 连起来，就是矿体的界线；6.7.10.11.12 相连，就是浮土的界线；同样，把 $A.B$ 及 $C.D$ 分别相连，即为两个探槽的位置。不过，在连接各地质界线时，应该是到野外实地去连，因为地质界线往往是不规则的，弯曲的，而所测地质点数量又有限，根据有限的若干地质点相连，自然就不能反映真实情况。所以，只有到野外实地按地质界线的实际情况连接才能使图上的界

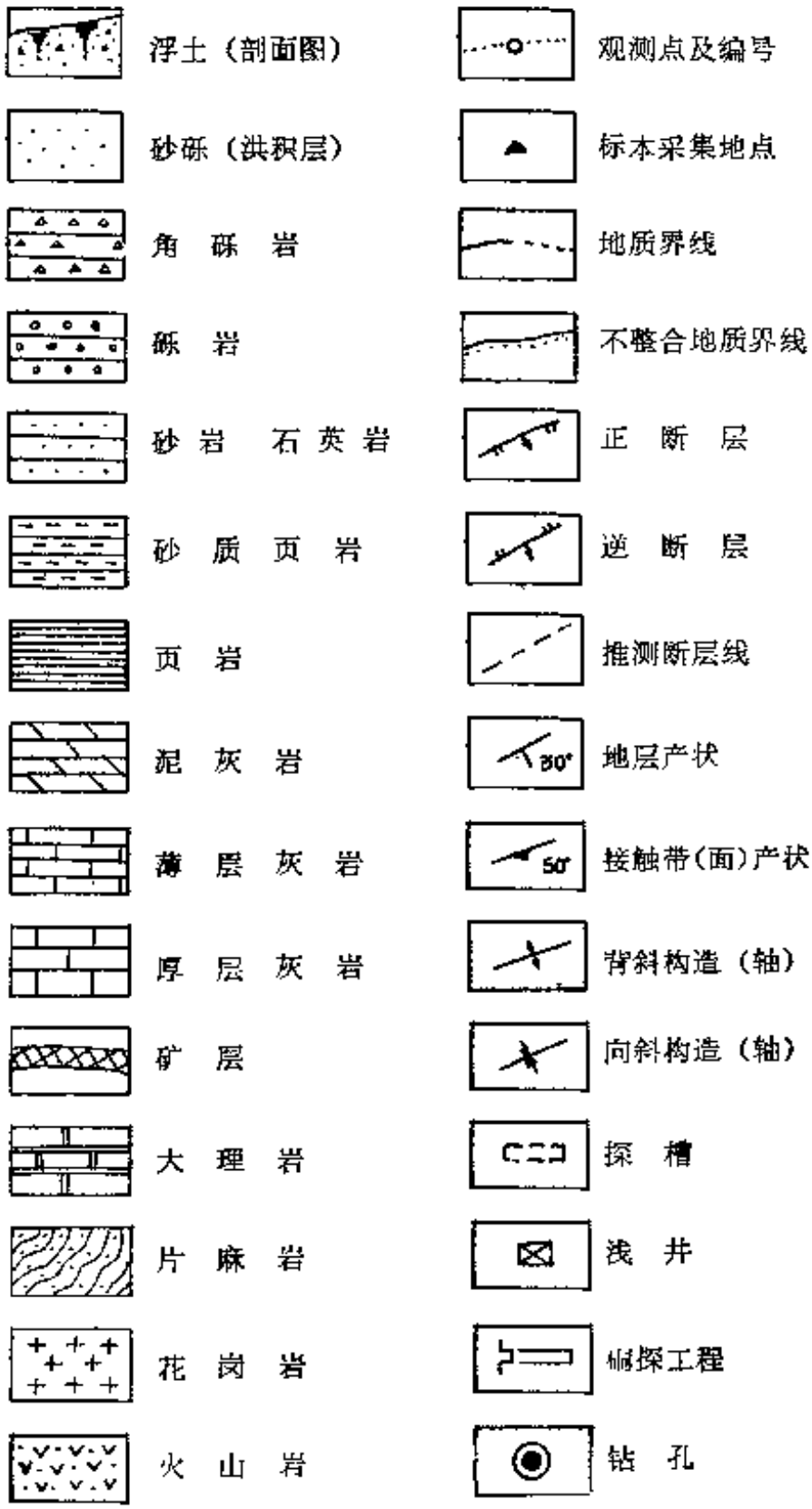


图 40 常用岩石花纹及地质符号

线符合实际。这一点很重要。

在连完各种地质界线后，还要把各地质体（矿体、岩石性质等）用规定的花纹符号(图 40) 或颜色画在图上；同时，要标明它们的产状。产状表示方法一般是用“$\perp_{30}$”（长线表示走向，短的表示倾向，30°表示倾角）表示。在那点量的就画在那个点上。画产状时要用量角器。最后，再写上“图名”，划上图例，注明比例尺，一张平面地质图就完成了。

下面谈谈测量地质产状的方法：测量地层产状要用地质罗盘(又叫矿山罗盘仪，是我国古代一大发明)。从外形上看有方形（或长方形）和八边形两种。它们主要由底盘、磁针、顶针和倾斜仪（一端套在顶针上，另一端自由下垂并能自由摆动，用来测倾角）等所组成（图 41)。另外，在底盘上还有带刻度的圆盘（刻度从 0～360°，但也有四个象限的 0～90°）和水准气泡。

罗盘的方向是，以“*N*”表示北(0 度)；“*S*”为南(180°)；“*E*”为东（90°)；“*W*”为西（270°)。比如测得一个数据是 80°，80°在北与东之间，则表示为 NE 80°；同样，若测得数据为 300°时，则表示为 NW 300°……，80°与 300°都称为磁方位角。

产状的具体测量方法是：测走向时，把地质罗盘的长边(即 NS 边）与地质体（矿层或岩层）层面贴紧、放平（水准泡在中心）稳定后，北针所指方向，即为走向（图 42-Ⅰ)。

测倾向时，用罗盘的 *N* 极对着层面的倾斜方向，使罗盘的短边（即 EW 边）与层面贴紧、放平，北针指数即为倾向（图 42-Ⅱ)。

测倾角时，将罗盘竖起以其长边贴紧层面，并与走向线

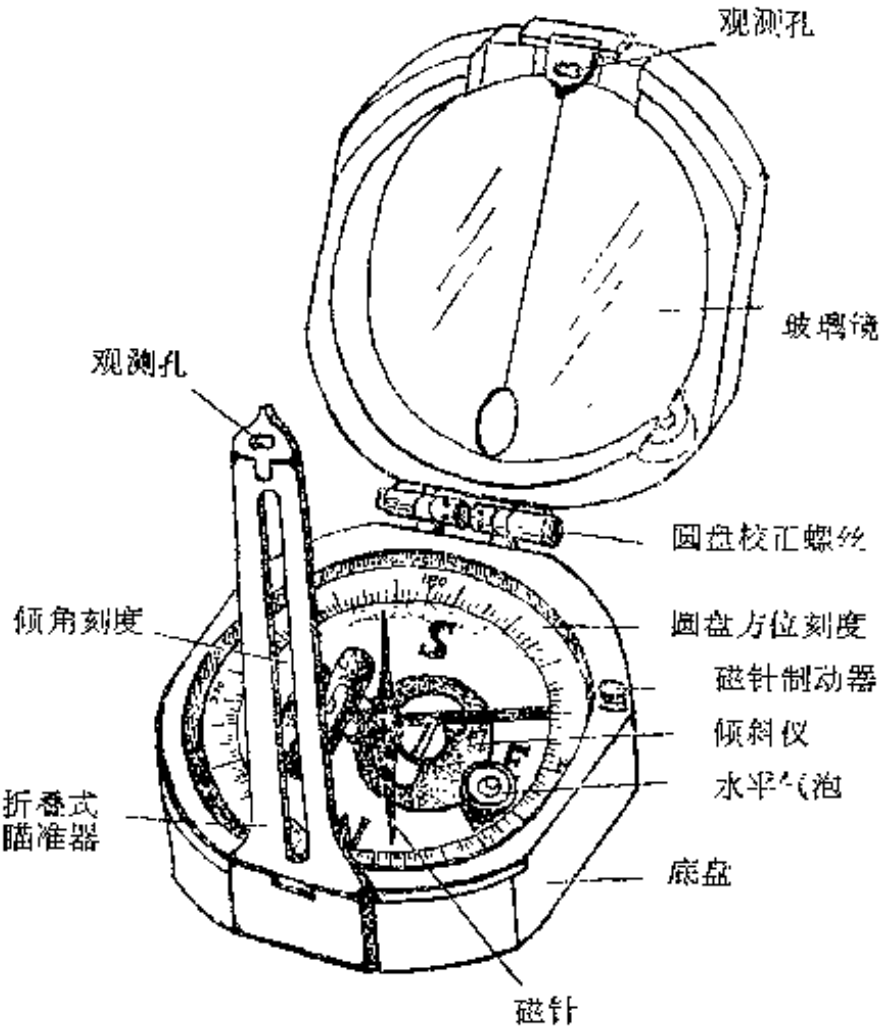


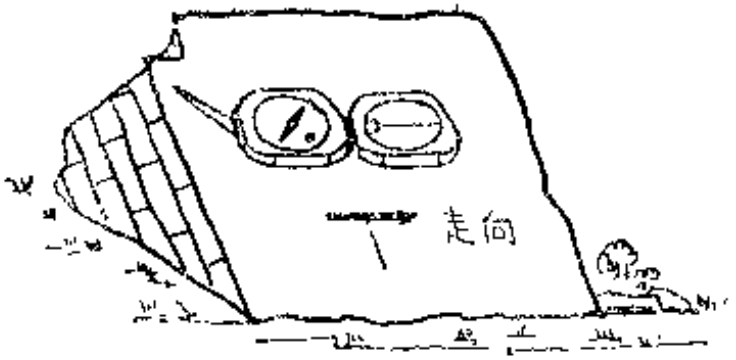
图 41　常用矿山地质罗盘仪

垂直，罗盘指针上挂的倾斜仪所指度数即为倾角（图 42-Ⅲ）。

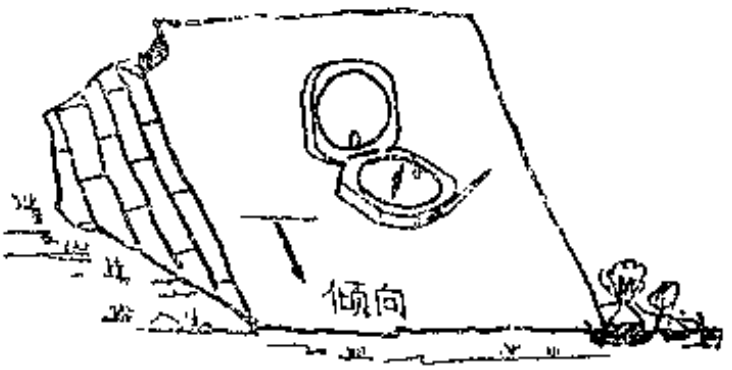
地质体的产状在记录时应力求简便。如测得倾向是130°，倾角是 50°，则可记为 SE 130° ∠ 50°。因为走向是与倾向相垂直，走向的具体数字，则就是倾向减去 90°，或加上 90°，所得出的数字。

②地形坡度大于 20 度的地面地质图的简测方法。

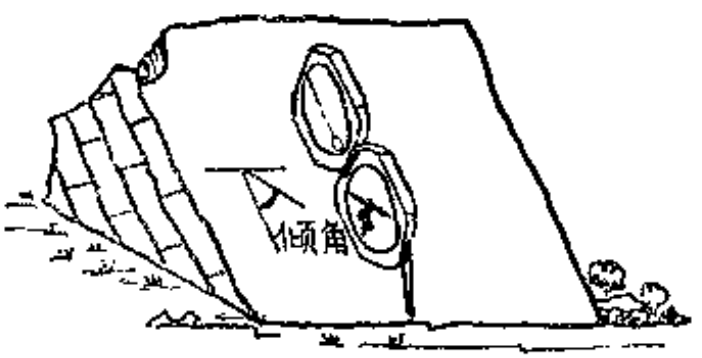
这种地质图的测制方法与第一种大体相似。不同的是由于地形有个坡度，因而用皮尺拉出来的长度不是水平长度（平距），而是倾斜长度（斜距），如图43 所示。而作图时要



（Ⅰ）



（Ⅱ）



（Ⅲ）

图 42　用罗盘测量岩层产状示意图

（Ⅰ）测岩层走向　（Ⅱ）测岩层倾向　（Ⅲ）测岩层倾角

求用平距。比如测得斜距是 20 米，若有 30° 地形坡度，则平距为 17.32 米，这样，若按斜距作图则扩大了 2.68 米（其实第一种情况也有这个问题，但由于坡角不大，影响可以忽略不计）。因此，在作图时，就必须将斜距换算成平距。

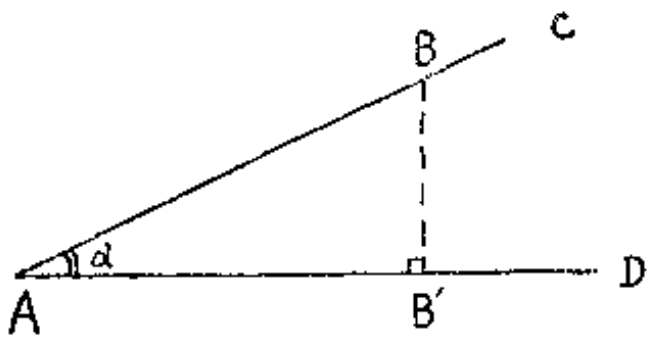


图 43 斜距和水平距关系图
AB—斜距 AB'—平距

为了把斜距换算成平距，在野外丈量斜距的同时，必须把地形的坡角测得。测量坡角的方法有两种：一种是在两点间距不大时（30 米左右），可在用皮尺量距离的同时，量地形的坡角，即将皮尺拉直使皮尺平行于地形线，象量地面的倾角一样，将罗盘竖起以长边贴紧皮尺，看倾斜仪读数，得地形的坡角（仰角或伏角）；第二种测法是在点距较大的情况下，可竖起罗盘并将长边的延长线对着扶旗杆人的头部（用眼睛瞄准）使倾斜仪自由下垂，记录人可以协助读出坡角的数据。然后将所测各点数据一一列入表内(如表 10)。再把斜距换算成平距。然后按平距作图。

××矿体地质点测量记录表　　表 10

测　点	1～5	1～6	1～2	1～7	1～8	1～……
方位角(度)	315°	340°	0°	45°	60°	
坡　角(度)	−30°	−35°	−40°	−35°	−20°	
斜　距(米)	20	19	12	16	28	
平　距(米)	17.32	10.53	9.24	12.96	26.32	

由斜距换算成平距的方法有二：即三角计算法和几何图解法。

三角计算法是通过换算求得平距。比如设斜距为 AB (图 38)，由 B 点作垂线垂直于 AD，则 AB' 为 AB 之平距。而 $AB'=AB\cdot\cos\alpha$。

当 $AB=20$ 米，$\alpha=30°$ 时

则 $AB'=20\times\cos 30°=20\times 0.866=17.32$ 米。

($\cos 30°=0.866$，查三角函数表，见表 11)。

几何图解法：仍以上述为例，可任取一点 A，由 A 点作水平线 AD，再作 AC 线，使 $\alpha°=30°$；在 AC 线上截取 $AB=2$ 厘米 (比例尺定为 1:1000)，作 BB' 垂直 AD，则 AB' 为 AB 之平距，用三角板量得它的长度为 1.65 厘米，按比例尺画在图上则为 1.65 厘米。

以上两种方法各有利弊，一般说来三角计算法计算精确，图解法较为粗糙。在应用时，可视图件的精度要求取舍。

取　样

一、取样的目的和种类

在矿体上取其代表性的一小部分，通过分析化验，了解其中含有什么物质、含量多少，能不能利用，这在地质上称为取样或称取样化验工作。只有通过这一工作，才会更清楚地知道：哪些是矿；哪些不是矿；哪是富矿；哪是贫矿。比如，同样是铁矿，有的可以直接入炉冶炼；有的则必须经过选矿，把杂质去掉一部分，才能冶炼，等等。要解决这些问题就得取样进行化验。因此，取样工作是找矿工作中不可缺少的重要环节。

三 角 函 数 表

表 11

°	正 弦 sin	正 切 tan	余 弦 cos	余 切 cot	°
0	0.0000	0.0000	1.0000	5 tnfin	90
1	.0175	.0175	.9999	27.2900	89
2	.0349	.0349	.9994	28.6363	88
3	.0523	.0524	.9986	19.0811	87
4	.0698	.0699	.9976	14.3007	86
5	.0872	.0875	.9962	11.4201	85
6	.1045	.1051	.9945	9.5144	84
7	.1219	.1228	.9926	8.1444	83
8	.1392	.1405	.9903	7.1154	82
9	.1564	.1584	.9877	6.3138	81
10	.1737	.1763	.9848	5.6713	80
11	.1908	.1944	.9816	5.1446	79
12	.2079	.2126	.9782	4.7046	78
13	.2250	.2309	.9744	4.3315	77
14	.2419	.2493	.9703	4.0108	76
15	.2588	.2680	.9659	3.7321	75
16	.2756	.2868	.9613	3.4874	74
17	.2924	.3057	.9563	3.2709	73
18	.3090	.3249	.9511	3.0777	72
19	.3256	.3443	.9455	2.9042	71
20	.3420	.3640	.9397	2.7475	70
21	.3584	.3839	.9336	2.6051	69
22	.3746	.4040	.9272	2.4751	68
23	.3907	.4245	.9205	2.3559	67
24	.4067	.4452	.9136	2.2460	66
25	.4226	.4663	.9063	2.1445	65
26	.4384	.4877	.8988	2.0503	64
27	.4540	.5095	.8910	1.9626	63
28	.4695	.5317	.8830	1.8807	62
29	.4848	.5543	.8746	1.8041	61
30	.5000	.5774	.8660	1.7321	60
31	.5150	.6009	.8572	1.6643	59
32	.5300	.6249	.8480	1.6003	58
33	.5446	.6494	.8387	1.5399	57
34	.5592	.6745	.8290	1.4826	56
35	.5736	.7002	.8192	1.4282	55
36	.5878	.7265	.8090	1.3764	54
37	.6018	.7536	.7986	1.3270	53
38	.6157	.7813	.7880	1.2799	52
39	.6293	.8098	.7772	1.2349	51
40	.6428	.8391	.7660	1.1918	50
41	.6560	.8693	.7547	1.1504	49
42	.6691	.9004	.7431	1.1106	48
43	.6820	.9325	.7314	1.0724	47
44	.6947	.9657	.7193	1.0355	46
45	.7071	1.0000	.7071	1.0000	45
°	cos 余 弦	cot 余 切	sin 正 弦	tan 正 切	°

在地质工作各个阶段(找矿阶段、勘探阶段和开采阶段)都要进行取样工作。但不同的矿产由于用途不同而取样目的、取样方法和试验目的也各不相同。一般说来，对于黑色金属、有色金属、稀有金属和贵金属矿产，以及部分非金属矿产如食盐、萤石、磷灰石等这类矿产，取样化验的目的，主要是了解它们的化学成分；有用元素的含量（含量不同、提取方法也不同)；有益有害杂质含量（有益杂质可以综合利用或从矿石中提取有用组分更加简单、容易；或使产品价值增高，质量更好。而有害杂质却与此相反)，以及这些组分在矿体中的结合特点等。因此对这类矿产，主要是用它们其中的某一种或几种元素进行化学分析就可以了。对于大部分的非金属和某些建筑材料来说，因为工业上主要是用它们的某些独特物理性质，所以，取样与试验的目的主要是了解这方面的性能。对于煤矿来说，通过取样来了解发热量、灰份、含硫量和挥发程度以及焦化性等。

由此看来，由于试验的目的不同，可把取样种类分为化学取样及物理性质试验样（包括技术加工试验样）两大类。

除此之外，在找矿过程中常用的还有如下两种。一种是岩矿鉴定样（或叫矿物取样)，这种样品的取样目的，是了解矿石或各种岩石中的矿物成分，用以了解它们的性质；另一种是光谱样，通过光谱分析，了解其中的绝大部分的成分与大体的含量（叫光谱半定量全分析)。通过这种样品的分析，有目的地选择几种元素再进行化学分析，在找矿的最初阶段特别重要。

二、取样方法

样品的取样方法很多，有适用于地下坑道中的采样方

法，如攫取法、打眼法、全巷法、方格法和刻槽法；有适用于地表槽、井探的采样方法，如刻槽法、拣块法等。在小型矿床进行探矿时，一般只做些地表工作，如槽探、浅井和少量的坑探，很少用地下坑道来了解矿体。

（一）刻槽取样法：刻槽取样法（简称刻槽法），就是用钢钎在矿体上刻个小槽子，把槽子里的矿石碎块和粉末收集起来，进行分析化验。槽子的形状一般为矩形，与火柴盒相仿，只是长度和宽度不同而已。其大小常以“长度×宽度×深度（厘米）”来表示。

1．刻槽的大小：刻槽规格大小，要看矿体的厚度大小与矿体成分的均匀性而定。如果矿体很厚，成分又不复杂，分布又较均匀，则槽子的断面（宽度×深度）可以小些，反之断面要大些。过去在勘探大型矿床时，曾采用过如下规格（表12），列出来供参考。

矿体刻槽取样槽形断面规格（厘米） **表 12**

矿体的含矿性	各种不同厚度矿体的刻槽断面		
	2.5～2米	2～0.8米	0.8～0.5米
极均匀和均匀	5×2	6×2	10×2
不均匀	8×2.5	10×2.5	10×2.5
极不均匀	10×3	12×3	15×3

目前，常采用的大体有如下三种：即10×5；10×3和5×3；样槽长度0.3～1米。选择哪一种，要在实际工作中看具体情况而定。

2．刻槽取样位置：在探槽中刻槽取样，槽子刻取的部位要根据矿层或矿脉的倾角大小而定，倾角大时，最好在探

槽的底部刻取；倾角小时，则在槽壁上刻取为宜（参看前图38）。

在浅井中刻槽取样时，一般都在井壁取样；若矿体物质成分变化不大，也可以在一壁取样。否则，要在二壁甚至四个井壁都要进行取样(参看前图 39)。

3．刻槽取样的具体做法：我们所用的都是直线连续刻槽法，要垂直矿体的走向进行刻取（取一个样或几个样，由矿体厚薄和样段的长度而定)，刻槽要保持一条直线，不能东歪西折（图 44)。

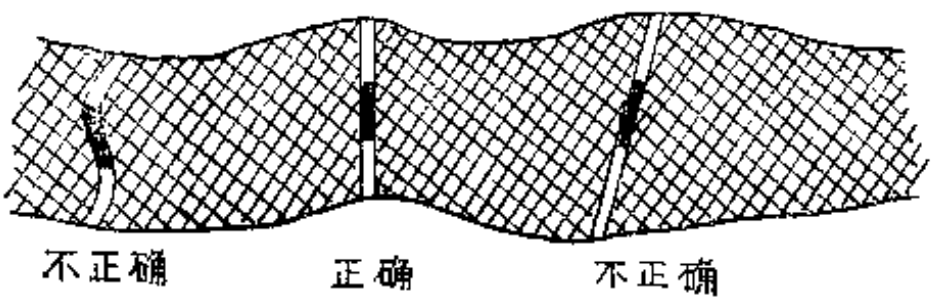


图 44　布样时要与矿层走向垂直

在刻槽取样之前，首先要清除矿体的风化面，并进行打平，然后将槽子的宽度和分段长度用笔画出来。开刻之后，为了刻得较为规则，可先在两边刻两条平行的小沟（小沟的间隔等于槽子的宽度)，然后再把两沟之间的矿石用钢钎慢慢的刻下来，最后达到刻槽要求的规格。

刻槽取样时，要用油布(取样布)接住矿样，不能将矿样飞损，同时也不能把不是样槽的物质混入样内，以免影响质量。一个样槽刻完后，立即清理矿石，装入口袋，并写一样签（包括样品编号、样品名称、取样地点、取样时间和取样人等)。放在袋内、扎好，同时将样品编号写在口袋上。这样，就完成了一个样品的刻槽取样工作。

4．刻槽取样应注意的问题：要注意样品的代表性。好的，不好的全都要取，不能只取好的或只取坏的。槽子的长度方向必须和矿体成分及含量变化最大的方向一致（一般垂直矿体走向，即沿厚度方向刻取），并截穿矿体的整个厚度（如果矿体厚度较大，可分几个样截取）。刻槽断面的规格不能随意改变，特别是同一个样槽的宽度与深度，要保持一定。

（二）拣块取样法：拣块法，也叫打块法。这种取样方法简单，可直接用锤子在矿层上沿着矿的厚度，直线敲取即可。具体方法有两种。一种是连续拣块取样(图 45)，是在取样段中从上到下，一块一块挨着敲取，中间并不间断。打下来的矿石大小应该相似，装入口袋，写好样签，编上号码；另一种叫不连续打块法，是在一个样段中，从头到尾不连续的按一定间距敲取大小相似的矿块。比如在铁矿中，假定每 2 米为一个样段，可在 2 米内每隔 10 厘米或 20 厘米敲取一块，把敲下来的矿石合起来做一个样。一般来说不连续拣块

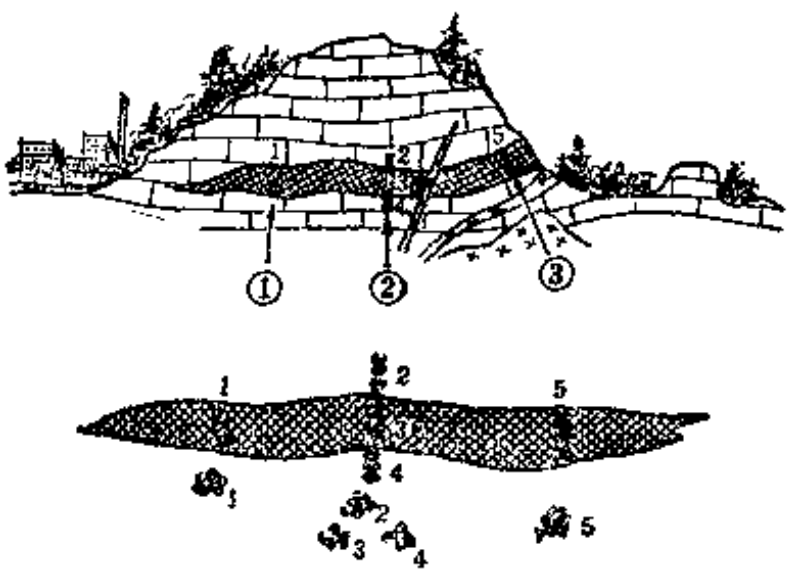


图 45　连续拣块取样示意图
①—1 号矿样　②—2、4 号围岩样，3 号矿样　③—5 号矿样

的间距，按矿体的具体情况决定，但不宜太大。

拣块取样法，一般均用于矿石成分分布较均匀的矿体。在取样过程中，应当注意其代表性，不能只取富的或贫的，特别是不连续拣块法取样，更要注意这一点。

拣块取样法的优点是：工作过程简单，效率高，适用于厚度大的矿体，基本上能反映出矿体的组分含量。因此，对于小型矿床精度要求不高的情况下，可以广泛采用。但对于组分含量变化较大的矿体，不太适宜。这一点应在工作中加以注意。此外，在找矿的最初阶段，大量的刻槽取样要消耗大量的人力和物力。尤其在一些肉眼难以区别的矿化地段和非矿化地段，更易造成浪费。在这种情况下拣块取样法显得尤为重要。

样品取完后，要及时送化验室进行化验分析。送样前，要把每个样品的重量秤一下，填好送样单，注明所要分析的项目(表 13)。

化学样品送样单(赤铁矿)　　表 13

顺序号	样品编号	取样地点	样品名称	重量(公斤)	袋数	分析项目				备注
1	1001	转山子 Tc_1 探槽中	赤铁矿	1.2	2	T_{Fe}	SiO_2	S	P	
2	1002	……								

送样单位：　　送样人：×××　　送样日期：×年×月×日

收样单位：　　收样人：×××　　收样日期：×年×月×日

送样单要填写一式二份。一份存化验室，一份经化验室收样并签署后带回留底。

三、技术加工(物性试验)样的采取

上述两种取样方法，常用于固体金属和部分非金属矿产，而对于某些特种非金属矿产，如云母、水晶等是不适用的。因为这些矿产的采样主要是了解它们的物理性质和含矿率。

对于云母来说，在我们找到了含云母的伟晶岩脉之后，先将表面清理干净（露出新鲜矿体），然后每隔一定间距挖(刻)出规则的槽或坑(其大小视矿体大小而定，要力求规则，方形或长方形)。挖出坑内的全部岩石和矿物，测量坑的体积，拣出面积大于 4 平方厘米的云母(大于 4 平方厘米的可用)并秤好重量，求出云母的含矿率（单位体积内含云母的多少)。另外对物理性质要做鉴定。最后把云母装入箱内贴好标签，填好送样单，送有关单位进行鉴定。

对于水晶矿的取样有两种：一种是在砂矿中取样，一种是在原生矿脉中取样。在砂矿中取样主要是用浅井，当遇到含水晶的矿层时，继续挖穿矿层，取出该层全部砂砾石，再在其中拣取水晶，然后秤好重量，量出体积，算出含矿率。因为水晶是生在晶硐中。所以当发现含水晶的矿脉后，要首先清理，使矿脉露出地表（或打硐子)，找出晶硐的个数及摸清晶硐的大小，数一下每个晶硐中含水晶的个数，并把它们全部取出，然后装箱送有关单位进行物理性质测定。

在这里需要说明，在取水晶样品时，要特别小心、谨慎。如因挖掘或提取不慎，产生裂纹或碰碎，不仅降低了水晶的价值，甚至会变成全无价值的东西，这对于少有的矿产来说，是很大的损失。

四、砂矿取样

我们知道，砂矿取样的目的：一个是为了寻找有工业价

值的某些贵金属，如金、白金、钨、锡、刚玉等砂矿床；另一是借重砂矿物的富集规律来寻找原生矿床。

（一）到什么地方去取砂矿。通过地貌及第四系松散堆积物的分析确定，在河流（包括古代河床）拐弯的凸出部位，河流分叉地点，小溪流入河流的近溪几处等，最容易形成砂矿。总之，到使水流由快转慢的地方，都有可能找到砂矿。

（二）怎样取砂矿样。在堆积层较薄的地方可以挖坑；厚的地方挖浅井或打钻。一般常用的是打浅井取样方法。

在打浅井过程中，要注意堆积物的粗细不均的层次，要按砂层的层次挖取，因为重砂矿物往往在砂层的底部，所以在要挖到基底(有基岩的地方)。此外，还要测量每层砂层的厚度。把每层砂样取出后，放在油布上拌匀，可取几公斤或十几公斤有代表性的砂样（用四分法：把砂样堆成圆堆，从中间画十字，切为四等份，取其对角两份为砂样，若砂样多时，可循环几次）进行淘洗。如果在一个浅井里，不只一层含重砂矿物的砂层，则每层各取一个砂样分别进行淘洗，并各取一个重砂样品，进行分析以便确定含量最多的重砂矿物。

（三）砂样的淘洗。淘洗工具，一般都用木制的淘砂盘(图 46)，但水瓢、饭碗、铁勺或洗脸盆也可以用。

淘洗方法：在我国劳动人民中间有丰富的经验，归纳起来有盘淘洗和构淘洗两种。

盘淘洗可分为三个程序：洗涤、排除泥质和砾石；淘出轻的矿物、岩石；分出重砂矿物。将砂样置入淘砂盘后，将其一端浸入水中，使淘盘的大部分同砂样一起浸水，然后用手或用铁扒子搅动砂样；同时用手搓擦，拣出砾石；再手持砂盘，在水中反复转动。由于水的涡动作用，便使较轻的岩

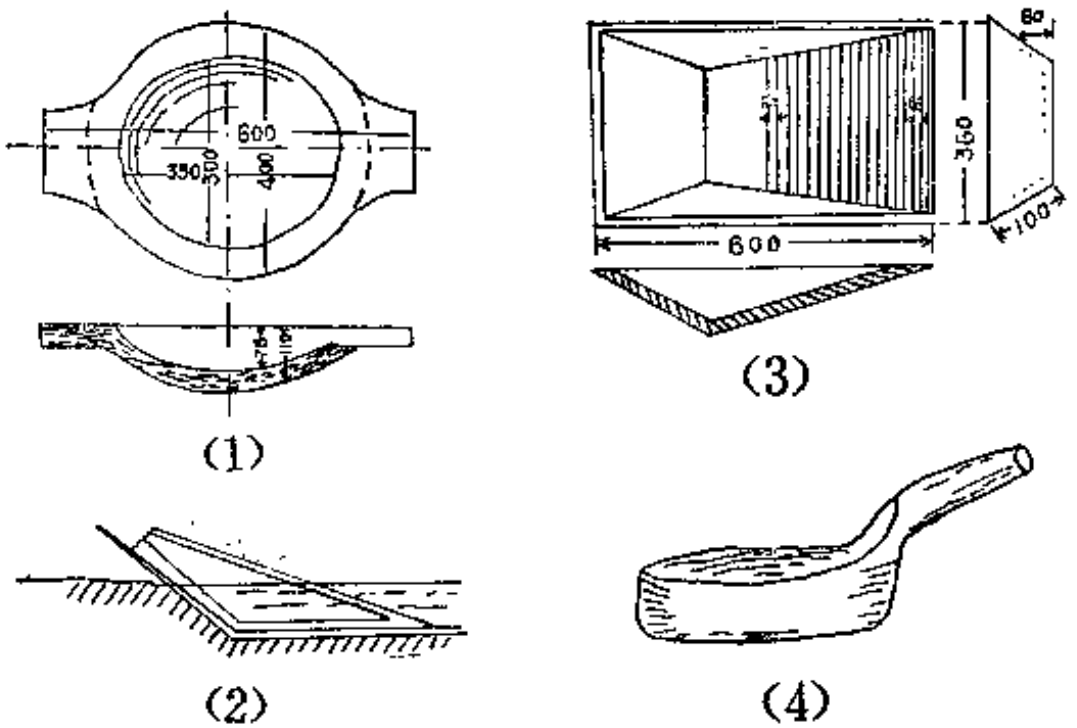


图 46　淘砂工具
①②③淘砂盘　④淘砂勺

石颗粒浮起，重矿物沉于盘底。此时，可将淘盘稍稍倾斜，并迅速前后移动，抛出浮起的砂粒。每次摇动都要使盘放进一些清水，如此往复进行，直到盘中只剩重矿物为止。

杓淘洗：是将有砂样的杓，慢慢放入水中，用手搅动、搓擦，浮出泥质，拣出卵石，然后在水中均匀地摆动杓把，在平面上作迴转摆动；在垂直方向上作上下移动。这样，便使轻矿物浮在上面，重矿物下沉到杓底。将杓微微倾斜，用水漂出轻矿物，剩下的就是重矿物（图 47）。

对上述两种方法，目前用淘砂盘比较多。因为淘砂盘之底盘刻有槽纹（图46），在淘洗过程中重砂不易沿底盘滑出，特别是对颗粒较细的砂样。但是无论何种淘洗方法，都不能粗枝大叶，否则重矿物也会随水漂出，达不到找矿的目的。

在砂样淘洗完后，将重砂矿物放在铁锹上凉干（或用火



图 47　在河滩上淘砂找矿

烘干），然后用纸袋装好。在纸袋上应写上样号、采样地点，以及采样层次、取样人、取样日期；再写好送样单送有关单位进行鉴定。

五、取样编录和样品分析结果的整理

取样点素描：画好取样线后，要在记录簿上进行样槽素描图，在图上要注明样槽所在位置、进行素描的日期和样品的编号。

取样点记录：采样后，对采样方法、样品规格以及采样日期及采样人等，要进行详细的记录和文字描述。

除了刻槽取样法外，其他方法的采样，也应根据实际情况进行素描或记录。

当分析结果出来后，要填在取样登记表内，并依次填入探矿工程编录图的有关表格中，计算好各种分析项目的平均

值，以便进行储量计算。

储量（矿量）估算

储量估算就是确定矿石（或者金属）的数量，这是找矿、探矿、取样化验等工作的最后阶段。

储量计算时，对不同的矿种和矿石类型，有着不同的要求，这叫做“矿产工业要求”或称“储量计算工业指标”。这些要求在计算储量，特别是在计算提交国家开采利用的矿产储量时，所必须遵循的。

关于矿量计算的方法有很多，但都离不开矿体的长度、厚度、延深长度、矿石的体重、矿石的品位（含量百分数）等数据。地质部门把这些数据，叫做储量计算参数。

一、矿体长度（以米为单位）：

矿体长度是指矿体沿走向方向的延伸长度（图48），可用皮尺直接量出，也可在图上（如地质图等）量其长度，再按比例尺计算出来。

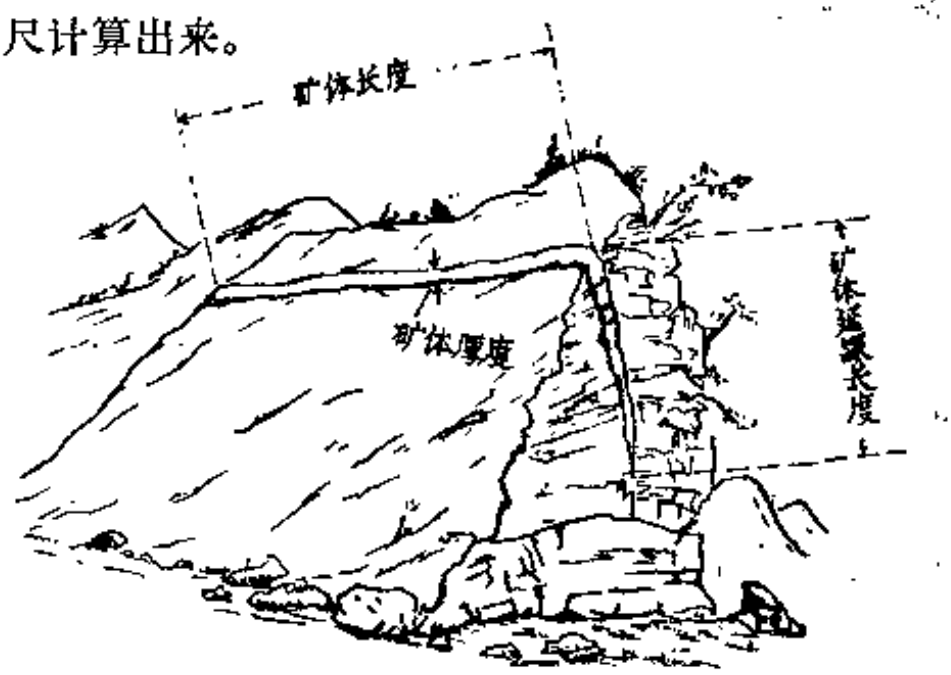


图 48　矿体长度，延深长度，厚度示意图

二、矿体的厚度(米)

矿体的厚度可以根据取样长度计算，也可以在地表露头，或从探矿工程中直接量出。但在丈量的时候，一定要使尺子与矿体的两边岩石分界线垂直，并且所量得的厚度要与该点的取样厚度符合。此外，如果矿体厚度变化较大，则应多量几个地方，取其平均值；如果矿体很厚，并有一定的倾斜，不易直接量出真厚度，可以通过计算求得。计算方法和由斜距换成平距的方法一样，即用三角计算或用图解的方法求得。

（一）三角计算法：

1．如果地面平坦无起伏时，已测出的矿体宽度为(l)，矿体倾角为(α)，可用下列公式求其真厚度(T)：

$$T=l\cdot\sin\alpha$$

2．若地面不平，当矿体倾向与山坡之坡向一致时，有两种情况：

一种是当矿体倾角（α）大于山坡的坡角(β)时（图49-Ⅰ），矿体的真厚度为：

$$T=l\cdot\sin(\alpha-\beta)$$

一种是当矿体倾角小于山坡之坡角时，则真厚度为：

$$T=l\cdot\sin(\beta-\alpha)$$

3．若地面不平，当矿体倾向与山坡之坡向相反时（图49-Ⅱ），真厚度为：

$$T=l\cdot\sin(\alpha+\beta)。$$

（二）几何图解法：

矿体的真厚度，也可以直接用几何图解法求出。根据所测数据按一定比例尺作图，在图上量其真厚度。当矿体倾角大于坡角时，图解的方法是：

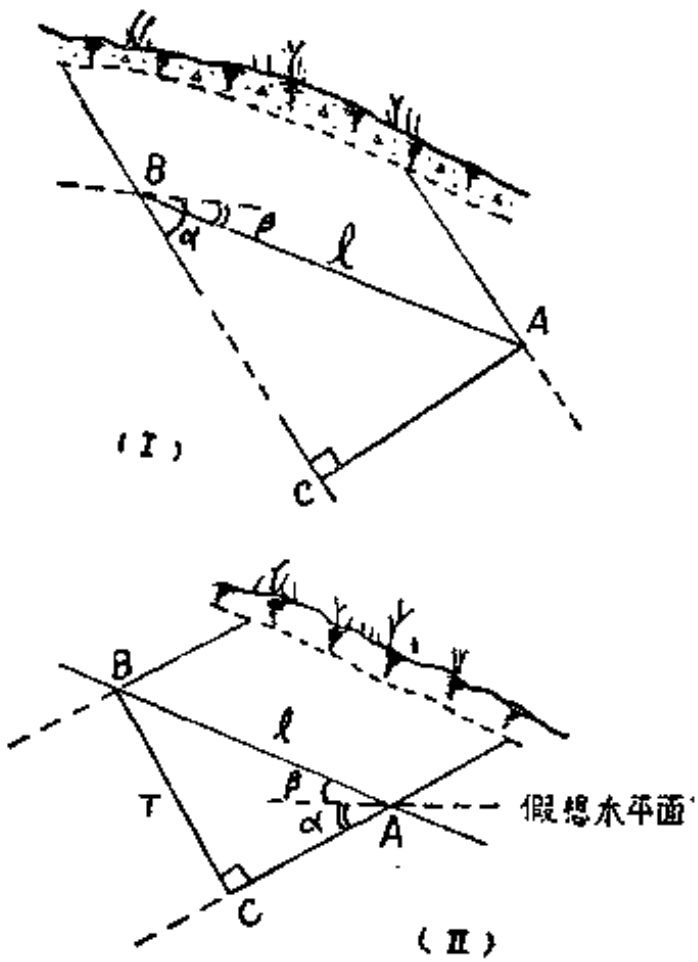


图 49　三角法计算矿层厚度示意图

l—矿层假厚度（斜距）　T—矿层真厚度

α—矿层倾角　β—地形坡角

已知矿体的倾角为 α，地形坡角为 β 矿体斜距为 l 时，则任取一点 B，作 β 角并截 B $A=l$；过 B 点作 BC，使 α 角为矿体倾角；再过 A 点作 AC 垂直于 BC，则 $AC=T$，然后用三角板直接量出 T 的长度就是矿体的真厚度。

在计算储量时，要用矿体平均厚度。平均厚度要从矿体的不同地段量得或求得的厚度中平均求得。

另外，需要说明的是，在计算矿产储量时，还会遇到工业上规定的“可采厚度”和“夹石剔除厚度”两项厚度的指标。

其中前者是指单矿体最小可采厚度，一般小于可采厚度的矿体不能计算工业储量(高品位者例外)；夹石剔除厚度，是计算储量时，必须要圈出的矿内夹石（矿内的岩石）的最小厚度。小于这个标准的夹石，应同矿体一并计算储量。

三、矿体的延深长度(米)：

这是指矿体自地表向地下延伸的长度。可以通过探矿工程（打井或钻探）来进行。没有探矿工程控制的矿体，应根据地表矿体的长度与厚度，适当地向地下推算。一般来说，可向下推算到矿体地表长度的二分之一到四分之一（不同矿体差别很大，较稳定矿床可多些；不稳定矿床少推些）。

四．矿石的体重(吨/立方米)：

矿石体重是指单位体积的矿石的重量。是通过测定和计算求得。计算方法，是用矿石的体积除以矿石的重量，即：

$$D(\text{体重}) = \frac{Q\ (\text{重量})}{V\ (\text{体积})}$$

测定体重的矿石要有代表性，不同类型的矿石要分别测定若干块，取其平均值。测定体积的矿石块度大小一般直径5～10厘米即可。

体重的测定方法是，先盛满一大杯水，在杯的下面放一脸盆，再把要测的矿石重量(Q)，秤好最后慢慢放入杯中(为操作方便，可用一细绳系住矿石，慢慢放入)，则杯中水向外溢流，到矿石全部浸到水中为止。排出来的水，用量筒量得体积为 V。比如称得的矿石重量 $Q=0.481$ 公斤；排出来的水的体积 $V=120$ 厘米^3，则被测的矿石的体重为：

$$D=\frac{Q}{V}=\frac{0.481}{120}=4\ \text{吨/米}^3.$$

也可以用一种更为简单的方法，这就是用矿石在水中减轻的重量，除以空气中的重量，即：

$$D=\frac{Q_1}{Q_1-Q_2}.$$

式中 Q_1：矿石在空气中重量。

Q_2：矿石在水中之重量。

具体做法是：先秤好矿石的重量是Q_1，用绳系住矿石，并浸入水中，秤得重量为Q_2。比如，某矿石在空气中的重量$Q_1=1.5$公斤；水中重量$Q_2=1.2$公斤。则该矿石的体重为：

$$D=\frac{Q_1}{Q_1-Q_2}=\frac{1.5}{1.5-1.2}=5\text{吨/米}^3.$$

以上两种方法，显然后一种比较简单，设备少，速度快，常被采用。

为了使用方便，将几种常见矿石的体重列表如下，供参考使用。

几种常见矿石体重表　　表 14

矿石名称	矿石体重	矿石名称	矿石体重
铁矿石	3.4~6	磷块岩	2.5
锰矿石	2.8~3	煤	1.3~1.5
铜铅锌	2.7左右	油页岩	2.2

注：铜、铅、锌的变化较大，表中所列体重为含量1%左右时的矿石体重。

五、矿石品位(%)：

是指在矿石中，有用组分的百分含量，用%来表示。有的矿，如砂金矿等用每立方米矿石中含有多少克(g/m³)表示。品位是衡量矿石质量的主要指标；在工业上，对不同的矿种

有不同的品位要求(叫工业品位)，符合工业要求的才叫做矿石，否则不是矿。根据品位的高低，矿石可分为富矿、贫矿，或者一级品、二级品等工业品级。

在计算储量时，要从已有的取样化验结果中求得矿体的平均品位。计算平均品位，不能把矿上或矿下品位太低的样品一併加进。因为虽然能使矿体厚度加大，但与矿石的本来面目（质量）不相符合。比如，某矿体的取样化验结果，依次分别为 $c_1=55\%$，$c_2=45\%$，$c_3=50\%$，$c_4=10\%$ 因为C_4样品挨进岩石，就不能把它加进去。前三个样的平均品位是50%，若加上 C_4，则平均品位降到40%，但矿体的品位大都为50%左右，故平均品位为50%，比较接近矿体的质量。所以，在计算平均品位时，应将 C_4 的品位剔除。被剔除的样品品位都有个标准，称之为"边界品位"。不同的矿种，在工业上要求的"边界品位"不同，应参照有关规定进行。

如果有品位很低的样品不在矿体之两侧，而在矿体中间时，需要考虑到夹石剔除厚度标准。样品厚度大于夹石剔除厚度时，才能剔除。

六、矿量估算方法：

根据上述方法，求得的矿体长度、平均厚度、延深长度、平均体重和矿石的平均品位等数据后，就可以求出矿石量以及其所含的金属量。估算公式：

矿石量(吨)＝矿体长度(米)×矿体平均厚度(米)×矿体延深长度(米)×矿石平均体重(吨/米^3)。

金属量(吨)＝矿石量(吨)×矿石平均品位(%)。

例如，某地有一小型铜矿，工程控制的矿体长度为1000米；矿体平均厚度为2.5米；矿体厚度沿矿体走向变化不

大，延深长度可推测为500米；根据取样化验结果，矿石的平均品位是1.5%；测得矿石的平均体重为2.9。则该铜矿的储量为：

铜矿石量：1000米×2.5米×500米×2.9吨/立方米=3,625,000吨

铜金属量：3,625,000吨×1.5%=54,375吨。

这种估算方法，是矿量计算方法中比较简单的一种，数据的可靠程度还应在生产实践中加以验证和修改。

地质部门在进行矿量计算时，常根据矿床的勘探程度和对矿石质量的研究程度等，把矿石储量分为若干等级，叫做"储量级别"。不同的级别储量有不同的工业用途：级别高的可作矿山开采设计依据，级别低的作进一步部署地质勘探工作和矿山建设远景规划依据。以往储量级别分为 A_1、A_2、B、C_1、C_2 等五级，其中前者级别最高，后者依次变低。

五　找矿工作的一般步骤与措施

通过前边的介绍，我们已经有了一些找矿知识，知道了矿长在哪里，它在地表有什么标志。学会了一些找矿和探矿的具体方法以及如何进行矿量的估算等等。这样，便可根据地方上的需要进行找矿了。现在，在这里再简单的介绍一些一般的找矿步骤与措施。

准 备 工 作

无论找什么矿，事先必须作好思想上和物质上的准备工作。

首先要明确找矿目的，提高思想认识。同时，对于要找的矿产的基本特点，以及它在自然界里存在状态进行了解。在有条件的地方最好能找些矿石标本，熟悉一下它们的特性，以增加感性认识。

物质上的准备主要有：锤子（或斧子）放大镜。同时，为更准确的识别矿物，还应准备一些简单的用具，如不带釉的粗瓷片（碗底、瓷碴等），以便观察矿物的条痕；小刀、玻璃碴或石英片，以试验矿物的硬度；“吸铁石”，用以试验矿物有无磁性。此外，还要有一些简单的化学药品，如稀盐酸、钼酸铵、硝酸等，用以试验矿物的化学反应等。

除此之外，还需要准备一个地质罗盘，一些取样钢钎、取样油布、装矿样的口袋、样品签、标本签、皮尺和各种登

记表格、野外记录薄以及各种文具等。

野外找矿

找矿工作要遵循“由浅入深，由表及里；从点到面，点、面结合”的原则进行。

在找矿时，不仅要仔细观察沿途每块岩石的性质，随时进行记录，采集各种不同性质的岩石和矿石标本，同时在地质情况复杂、并有一定成矿远景的地区，除文字记录外，最好能做一张路线地质图或信手剖面图。

一、路线地质图

路线地质图是反映找矿过程中所走路线上地质情况的一种示意性的图件。作法简单，在找矿途中边走边画，对不同的岩石，用不同的符号（或颜色）表示出来；用罗盘打方向，测岩石（或矿层）产状；步测距离（或用皮尺丈量），随时对采集来的各种标本，编上号，写好标签，用纸包好。把采集地点标在图上，岩石特点记在本上。就这样，逐点登记，逐点记录、绘图，直到走完了；路线地质图也就做完了（图50）。

作路线地质图是作地质草图的最基本的方法。只要在一定范围内，按一定间距作出若干条路线地质图，再将相邻的路线图上相同的地质界线连接起来，便可知道路线之间的地质情况，若干条路线就能控制整个面积，这就叫做地质草图（图51）。

地质草图不同于“土法简测地质图”；前者是了解矿体附近的地质情况，范围较小，比例尺较大（1:500～1:2000），精度也较高；而后者则是了解较大范围内的地质情况，比例

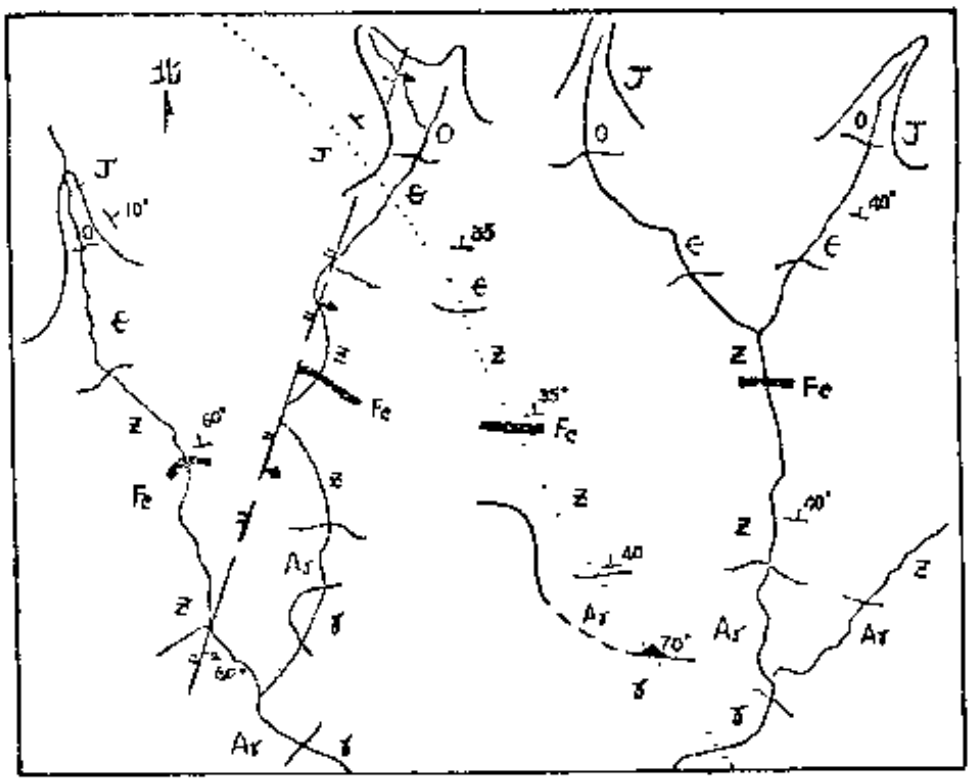


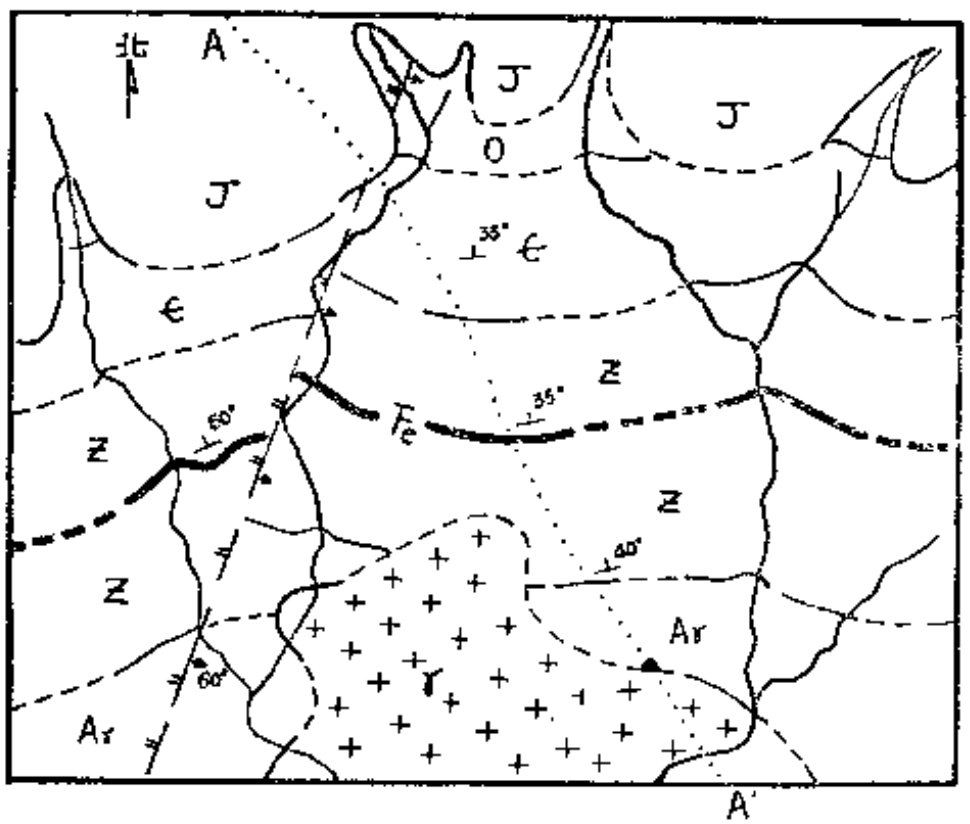
图 50　四条排列的路线地质图

① 水系　② 地质界线　③ 铁矿层　④ 地质产状　⑤ 岩体产状　⑥ 断层　⑦ 侏罗纪火山碎屑岩系　⑧ 奥陶纪石灰岩　⑨ 寒武纪薄层灰岩　⑩ 震旦纪硅质灰岩　⑪ 前震旦纪变质岩系　⑫ 花岗岩侵入体

尺较小（1:2000～1:10000 或更小），精度也差。

二、信手剖面面

信手剖面图反映的不是平面，而是垂直面上的情况。地质图上一般只能画出岩石的分布范围，岩石之间的界线，主要的地质构造线等。岩石的产状及它们之间的关系，则必须通过剖面图来反映。因为剖面图就象沿路线用刀从上向下切开一样，可以从剖面图上观察到岩石的产状和构造关系。



A—A' 路线地形地质剖面

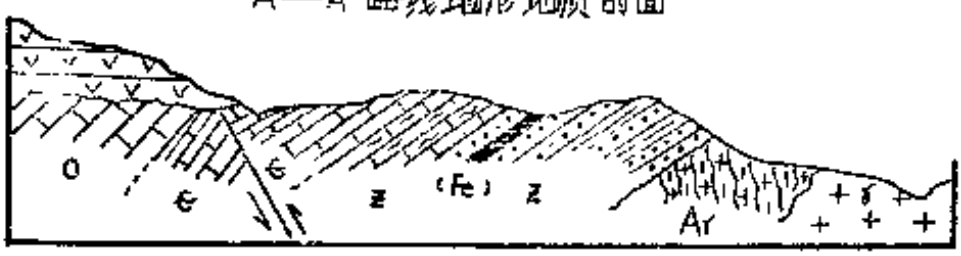


图 61　地质草图

剖面图分为横剖面和纵剖面两种，与地层走向大致平行的剖面，叫纵剖面；与地层走向大致垂直剖面的，叫横剖面。前者只在勘探和开采时有用；后者用处较广，在这里主要介绍的是这一种。不过，由于是随手画的，精度较差，所以叫“信手剖面图”。

信手剖面图的作法是，在工作地区选一条地层出露比较完全，方向与地层走向大致垂直的线路。然后边走边画边记录。画时可先按比例尺，在野外记录本上勾画出地形基本轮

廓，并将见到的地质现象，如岩石的性质、产状以及它们之间的构造关系（断层、褶曲）等，画在地形的相当部位上，如果前进的方向是曲折的，也可以同时作一条路线平面图(图52)。在野外作图时，有时因浮土掩盖，不易看清楚时，可用虚线表示。此外，还应将沿剖面观察到的主要地质现象和地物画上，但不能把离剖面太远的画上；如果剖面与走向垂直，可以画上岩层的真倾角，否则只能画“视倾角”（假倾角）。角度比真倾角小。剖面方向与地层走向交角越小，视倾角也越小；剖面与走向平行，则视倾角为0°。所以，在画图时地层产状不能一概画真倾角，而要把真倾角变为视倾角，换算方法见表15。

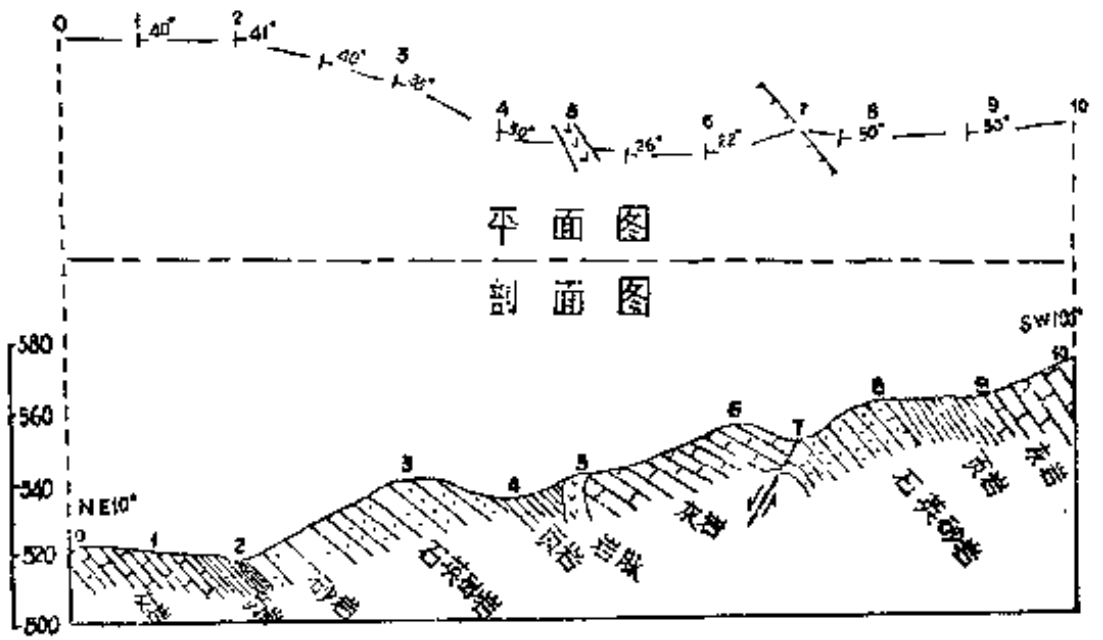


图 52　地质剖面图

关于剖面图的方向确定，一般左西右东，左北右南，如果路线不是正东西，或正南北，可以按它近似的方向画出。

为了对矿产有个大致的了解，还必须进行以下几方面的工作。

倾角换算表　　表 15

真倾角	岩层走向与剖面间夹角							
	80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°	45°
10°	9°51'	9°40'	9°24'	9° 5'	8°41'	8°13'	7°41'	7° 6'
15°	14°47'	14°31'	14° 8'	13°39'	13°34'	12°28'	11°36'	10° 4'
20°	19°43'	19°23'	18°53'	18°15'	17°30'	16°36'	15°35'	14°25'
25°	24°48'	24°15'	23°39'	22°55'	22° 0'	20°54'	19°39'	18°15'
30°	29°37'	29° 9'	28°29'	27°37'	26°34'	25°18'	23°51'	22°12'
35°	34°36'	34° 4'	33°21'	32°24'	31°13'	29°50'	28°12'	26°20'
40°	39°34'	39° 2'	38°15'	37°15'	36° 0'	34°30'	32°44'	30°41'
45°	44°34'	44° 1'	43°13'	42°11'	40°54'	39°19'	37°27'	35°16'
50°	49°34'	49° 1'	48°14'	47°12'	45°54'	44°17'	42°23'	40° 7'
55°	54°35'	54° 4'	53°19'	52°18'	51° 3'	49°29'	47°35'	45°17'
60°	59°37'	59° 8'	58°26'	57°30'	56°19'	54°49'	53° 0'	50°46'
65°	64°40'	64°14'	63°36'	62°46'	61°42'	60°21'	58°40'	56°36'
70°	69°43'	69°21'	68°49'	68° 7'	67°12'	66° 8'	64°35'	62°46'
75°	74°47'	74°30'	74° 5'	73°32'	72°48'	71°53'	70°43'	69°14'
80°	79°51'	79°39'	79°22'	78°59'	78°29'	77°51'	77° 2'	76° 0'
85°	84°56'	84°50'	84°41'	84°29'	84°14'	83°54'	83°29'	82°57'
89°	88°59'	88°58'	88°56'	88°54'	88°51'	88°47'	88°42'	88°35'

真倾角	岩层走向与剖面间夹角								
	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°	5°	1°
10°	6°28'	5°46'	5° 2'	4°15'	3°27'	2°37'	1°45'	0°53'	0°10'
15°	9°46'	8°44'	7°38'	6°28'	5°14'	3°33'	2°40'	1°20'	0°16'
20°	13°10'	11°48'	10°19'	8°45'	7° 6'	5°23'	3°37'	1°49'	0°22'
25°	16°41'	14°68'	13° 7'	11° 9'	9° 3'	6°53'	4°37'	2°20'	0°28'
30°	20°21'	18°19'	16° 6'	13°43'	11°10'	8°30'	5°44'	2°53'	0°35'
35°	24°14'	21°53'	19°18'	16°29'	13°28'	10°16'	6°56'	3°30'	0°42'
40°	28°20'	25°42'	22°45'	19°31'	16° 0'	12°15'	8°17'	4°11'	0°50'
45°	32°44'	29°50'	26°33'	22°55'	18°53'	14°30'	9°51'	4°59'	1° 0'
50°	37°27'	34°21'	30°47'	26°44'	22°11'	17° 9'	11°41'	5°56'	1°11'
55°	42°33'	39°20'	35°32'	31° 7'	26° 2'	20°17'	13°55'	7° 6'	1°26'
60°	48° 4'	44°47'	40°54'	36°14'	30°29'	24° 8'	16°44'	8°35'	1°44'
65°	54° 2'	50°53'	46°59'	42°11'	36°15'	29° 2'	20°25'	10°35'	2° 9'
70°	60°29'	57°36'	53°57'	49°16'	43°13'	35°25'	25°30'	13°28'	2°45'
75°	67°22'	64°58'	61°49'	57°37'	51°55'	44° 1'	32°57'	18° 1'	3°44'
80°	74°40'	72°75'	70°34'	67°21'	62°43'	55°44'	44°33'	26°18'	5°31'
85°	82°15'	81°20'	80° 5'	78°19'	75°39'	71°20'	63°15'	44°54'	11°17'
89°	88°27'	88°15'	88° 0'	87°38'	87° 5'	86° 9'	84°15'	78°41'	44°15'

（一）要进一步追索矿是长在什么岩石里，有多宽，延长多远，范围有多大？对不同的地方和不同类型的样品，要分别进行化验。

（二）经初步了解，矿石质量可以利用，便可按探矿方法如剥土、探槽或浅井等，对矿体进行揭露和分析（工程不能太密，要遵循由疏到密、由浅入深的施工原则），并需要再进行取样和编录，以及草测平面地质图。

（三）在地表矿体的分布和质量基本搞清后，就要采用硐探（平巷、斜井、竖井）和钻采等深部探矿工程，对矿体进行深部了解。在使用这些工程时，要因地制宜。在地形陡峻处，以用平巷为宜（图53-1）；在缓坡上使用斜井（图53-2）；在地形平坦而矿体产状又较平缓

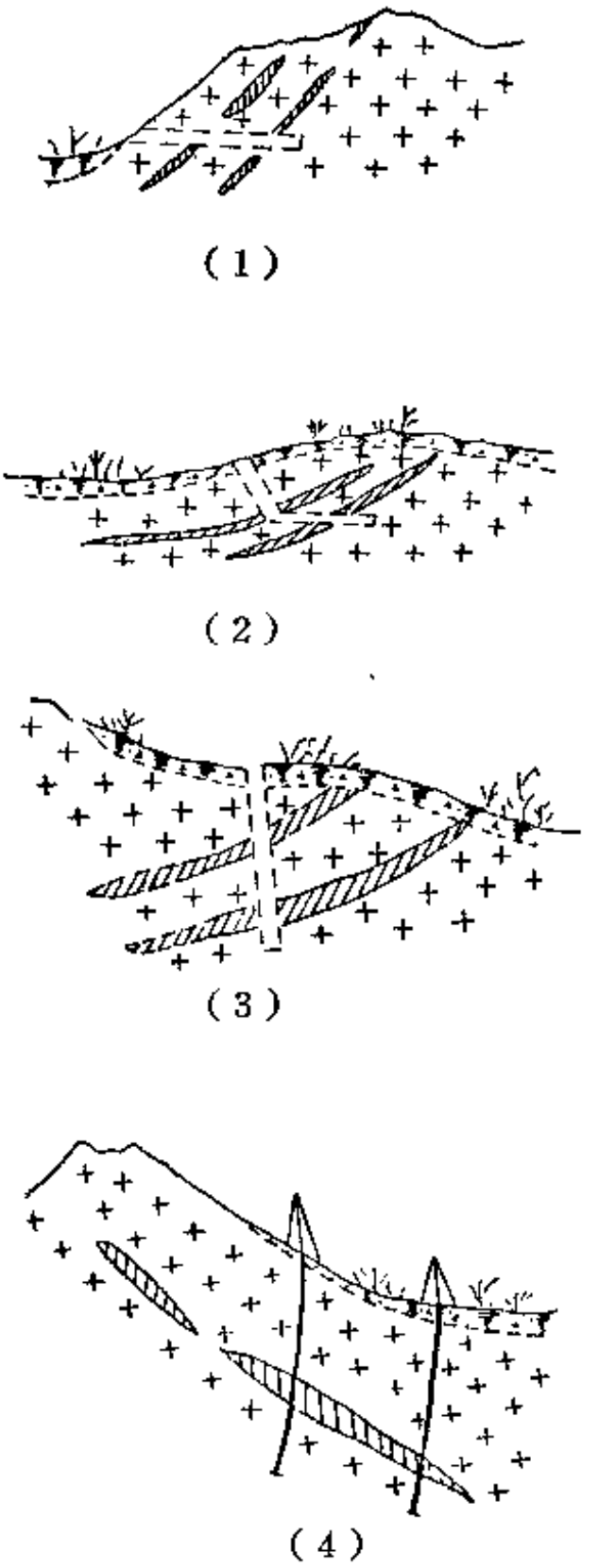


图 53 因地制宜的使用探矿工程

时则用竖井为好(图53-3)。在矿体埋深较大时，要考虑使用钻探（图 53-4)。另外，在布置工作时，掘进方向要尽量与矿体的倾向相反，同时，还要考虑到矿体有没有受构造（断层、褶皱）的影响。

另外再简单介绍一下实测地质剖面图、地层柱状剖面图和地形地质图等。这些图件，在一般地质报告中经常会用到。

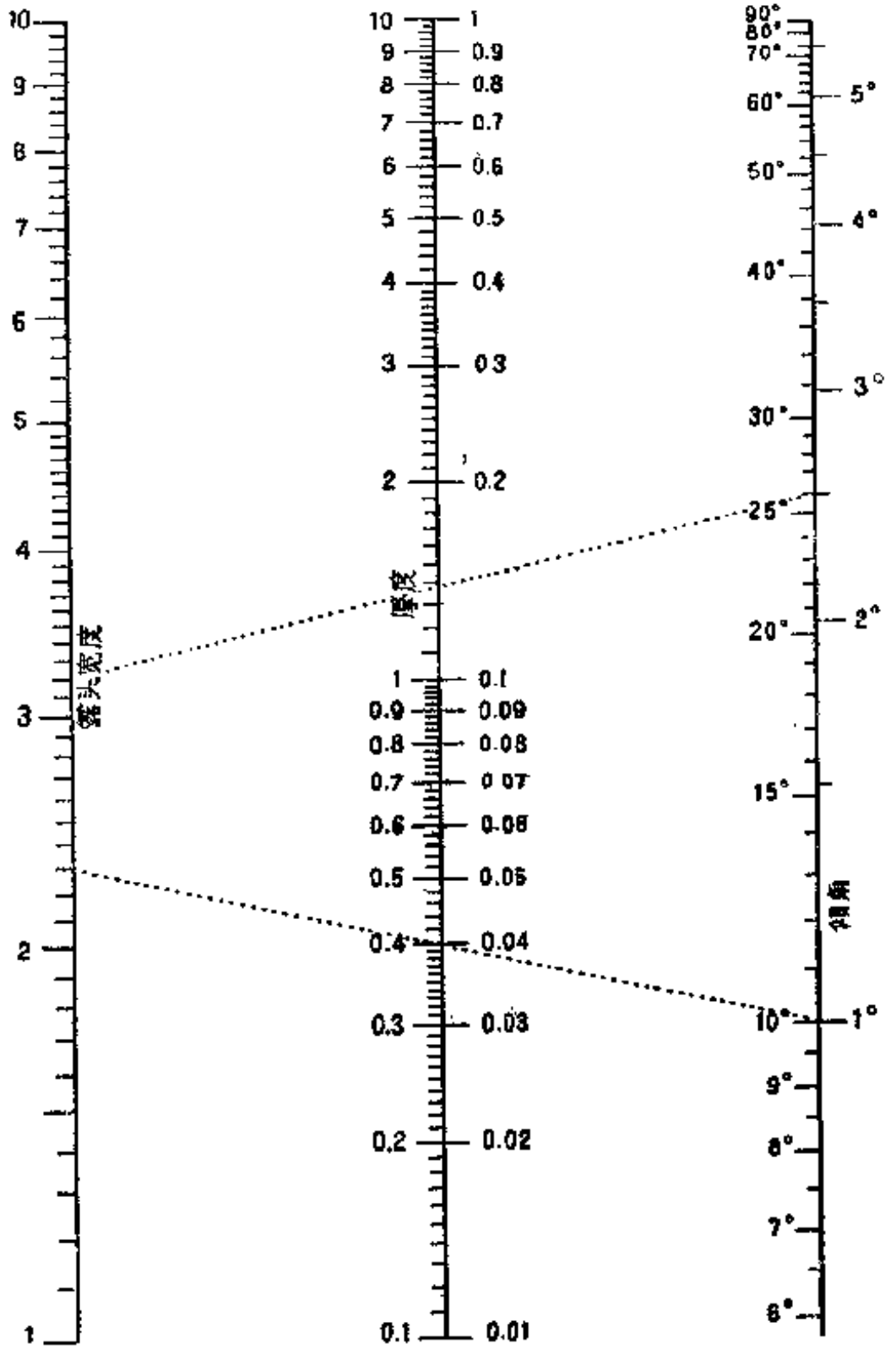
实测地质剖面图：这种图和信手剖面相似。不同的是地形坡角可用罗盘测；距离用皮尺量，作图时，要用量角器、三角板。在野外测量时，要注意作好记录。填写好实测地质剖面的记录表。

地层柱状剖面图：这是在剖面图的基础上编制出来的。它可以综合的表示出一个地区各种岩石（主要是沉积岩）的岩性、厚度和它们彼此之间的关系等。这种图件能使我们对一个地区的地质情况有个全面了解。

我们知道，在测制地质剖面时，要选择地层出露最全、构造最简单的地方。但实际上一个地方的岩石露头不可能包括全部地层，一般是只出露一部分。而综合柱状剖面图又要求反映一个地区的全部新老地层，这样，通常就要通过若干个相邻地段的若干个剖面，按地层的新老关系和接触关系综合而成地层柱状剖面图（图 54)。

编制综合地层柱状剖面图，沉积岩（包括矿层）要从下往上，由老到新画成水平的（也有画倾斜的)，并按画图比例尺画真厚度。剖面上的假厚度要按前边所谈计算矿层的办法换算成真厚度或按假厚度或叫露头宽度，及倾角查表(表 16)求出。岩层之间的接触关系若有不整合，要用波状线表示，假整合用断线表示。如果该区有岩浆岩出露时，也

露头宽度及其厚度倾角换算尺　　表 16



用法说明：在三数中任知二数，用直尺对准所通过的第三数即为所求之数(比例尺可以放大或缩小)，如虚线所示。

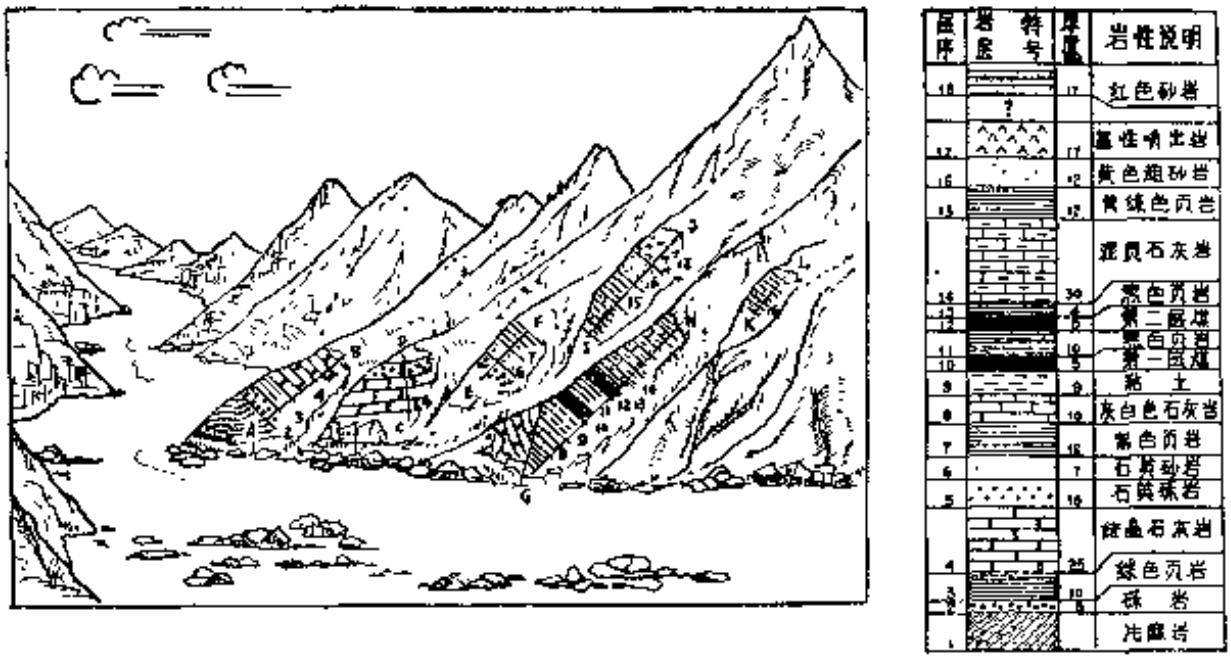


图 54　若干个孤立的地层剖面(左)综合成地层柱状图(右)

要在柱状图上表示，通常是画在柱子的一侧，并画到它侵入的最新的地层中，这样，就表示出了它侵入的时代。另外，由于在不同地方地层的厚度或岩性都可能有所变化，在作图时，就要根据岩相的变化或化石等作全面的比较，以选择最有代表性的厚度和岩性画到柱状图上。

三、地形地质图

这是以地形图（可以自测或向有关单位借用）为底图，把一个地区的不同时代的地层（岩石）的分布状况和产状、矿产的分布及各种地质构造等地质情况表示出来的一种平面图件。编制这种地质图的过程地质上叫做地质填图。在填图的过程中，由于填图范围较大，所以各地质点不能用皮尺实地丈量。测制矿区地质图（比例尺 1:1000～1:2000），地质点要用经纬仪测，更大范围的地质填图（比例尺 1:1 万或更小）的地质点，可根据地形、地物的情况，用地质罗盘交会的方法，标定在图上（地质上叫定地质点）。比如图55，已知

甲乙两点（居民点或山头，地形图上有），要把①号地质点标定在图上，则可站在①号点上，用罗盘对准甲点，测得方位角为300°；然后再用罗盘对准乙点，测得方位角为240°；再过甲乙两点分别按所测方位角画一线，则两线之交点即为①号地质点的位置。

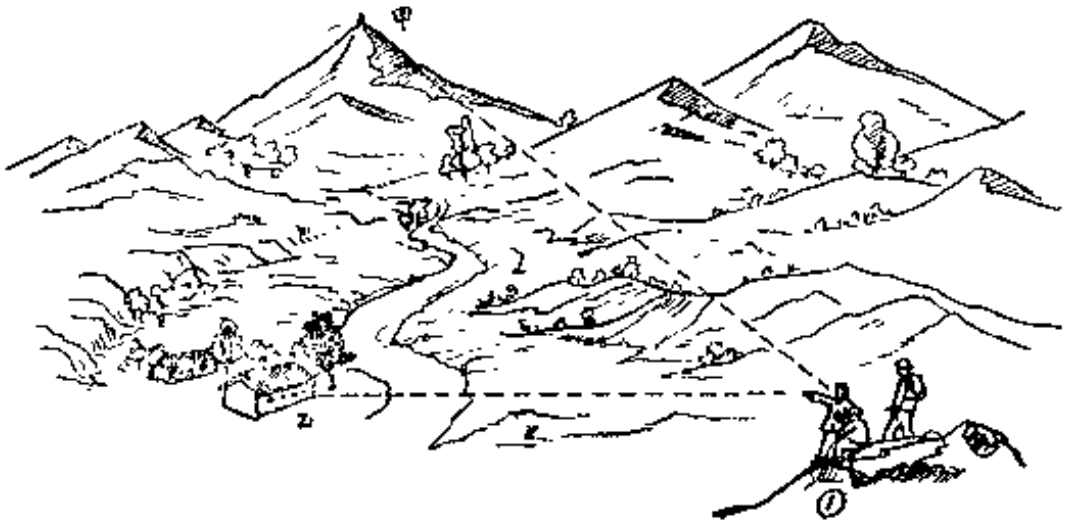


图 55　用罗盘交会定地质点示意图

室内整理工作

室内的整理工作，应该是随着野外工作随时进行，它包括资料的综合与分析、各种原始图件的整理与清绘以及样品的整理与分析结果的研究等。最后应当写出“地质工作报告”，提出对矿产开采利用的方案：矿量的多少，质量的好坏，分布状况，能够兴建多大规模的矿山，又可以综合利用哪些元素，以及是否还需要进行什么工作的问题等等。

地质工作报告还要有必要的插图和附图、附表。如平面地质图，工程及采样分布图，储量计算图及其有关的取样化验登记表，储量计算表等。

六　充分发动群众，大打群众找矿、报矿的人民战争

“群众是真正的英雄”。找矿工作必须要发动群众因为他们最熟悉当地的山川、水石、一草一木，并在长期的生产劳动实践中积累了丰富的找矿、认矿经验。因此，要想查明地下宝藏，开发矿业，以满足工农业建设高速发展的需要，就必须依靠群众，相信群众，放手发动群众，大打群众找矿、报矿的人民战争。

在找矿过程中，要注意综合找矿，综合评价。要提倡大、中、小矿一起找，特别要注意寻找易选、易采、交通方便的富矿。此外，在找矿过程中，不能有“贪大弃小”的思想，否则会大矿找不到，小矿也丢了。同时在找矿过程中，一定要过细的工作，不能粗枝大叶，走马观花。因为自然界的情况是复杂的，一个矿的发现以及被开发利用，往往是需要有多次反复。所以，只有对工作一丝不苟，才能做到大矿不丢，小矿不漏。

在找矿过程中，要提倡辩证唯物论和历史唯物论，反对唯心论和形而上学。在工作中既要“破除迷信”，“解放思想”，又要分析研究以往的地质理论和经验；既提倡综合找矿，综合评价，也要根据需要分清主次，保证重点；既要强调“自力更生”又要注意地方与专业地质队相结合。总之，要用“一分为二”的辩证观点，去揭示矛盾，分析矛盾，解决矛盾，防止片面性和绝对化。

附　录

常见有用矿物特征、产状

下面简单介绍一些常见的有用矿物的特征、产出环境及主要用途，供找矿时参考。

常见有用矿物按其用途可分六大类。

钢铁工业用的矿物原料

铁矿　铁矿是工业建设的主要矿物原料之一。它可以炼钢，用来制造各种机器、农具、火车、汽车、拖拉机等。人民生活中用的刀、斧、锅等也缺不了它。

含铁的矿物很多。常用来炼铁的铁矿石有磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿、镜铁矿和菱铁矿等。其中前两种最为常见，含铁量也较高。

1．磁铁矿（化学成分：Fe_3O_4）

特征：磁铁矿又叫黑铁矿，为黑色或铁黑色；条痕或粉末亦为铁黑色；通常多为致密块状、粒状，有时候还成单个颗粒磁铁矿晶体（呈八面体状）；硬度大，小刀刻不动，比重也较大。

磁铁矿的最大特点是，具有磁性，可以把铁钉吸起来（图1），在罗盘（指南针）附近移动，磁针就会随矿石转动。

产出环境：在变质岩中或花岗岩、闪长岩与石灰岩接触

的地方，往往可以找到磁铁矿。

2. 赤铁矿 （化学成分：Fe_2O_3）

特征：赤铁矿又叫红铁矿，颜色为赤红色、褐红色或猪肝色，但条痕或粉末均为樱桃红色。在油漆或粉刷方面用的"红土"，多数是赤铁矿的粉末。因此，在出产红色颜料或红土的地方，要注意看看有没有赤铁矿。例如，我国著名的龙烟铁矿，就是在发现有红色颜料以后发现的。



图 1　磁铁矿吸住小铁钉的现象

赤铁矿的另一特点是，在形态上象鱼子(称鲕状)、黄豆(称豆状)或猪肝（肾状）一样的颗粒粘结在一起（图版一），很硬，小刀刻不动；比重大。另外这种矿石经过火烧以后，也可以把铁粉吸起来；风化后可以变成褐铁矿。

产出环境：规模较大的赤铁矿，一般都产在沉积岩中，成为较规则的层状矿体。在变质岩中的赤铁矿，往往和磁铁矿在一起。

3. 镜铁矿 （化学成分：Fe_2O_3）

特征：镜铁矿，是赤铁矿的片状结晶集合体，为钢灰色或铁黑色；具有强烈的金属光泽象镜子一样；条痕或粉末都是樱桃红色。

产出环境：镜铁矿有的在变质岩中，可以单独形成矿产；有的和磁铁矿或赤铁矿在一起。

4. 褐铁矿 （化学成分 $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$）

特征：褐铁矿系非晶质体，没有任何晶形，多成块状，最常见的是钟乳状、肾状、蜂窝状或葡萄状和泥土状，等等。颜色有浅黄褐、深黄褐色，也有的是黑褐色，但条痕都是黄褐色，和铁锈的颜色一样。这种矿的硬度和比重都不大。

产出环境：褐铁矿是由其它含铁矿物，特别是含铁的硫化矿物，在经过风化后形成的。

5. 菱铁矿 （$FeCO_3$）

特征：菱铁矿是一种碳酸铁矿物。呈灰或深灰色，条痕或粉末为灰白色；比较重，滴上热盐酸后会发生起泡现象；硬度小用钢笔帽便可划动。在外形上，有块状或结晶成菱面体，晶面常有弯曲现象，呈鳞片状；有时还有放射状球形结核以及钟乳状、豆状等。矿体外表常有两三厘米厚的棕紫色外壳，含铁愈高，壳的颜色愈深。

产出环境：菱铁矿多在铜、铅、锌硫化矿体内见到，但含量很少。具有经济价值的菱铁矿，常在沉积岩地区的石灰岩和煤系地层内。

锰矿 除铁之外，在钢铁工业中用途最广泛的矿物要算锰矿了。锰和铁混在一起，可以炼成硬度不同的锰钢。锰钢又硬又韧，不怕磨、不易生锈，可以做碎石机采矿工具以及枪身、炮筒、装甲车等；锰铅合金还可做飞机上的零件。此外，颜料、油漆、玻璃、干电池、医药品等也都需要锰矿。

含锰的矿物很多，但有工业价值的主要是硬锰矿和软锰矿两种锰的氧化物。

1. 硬锰矿 （$mMnO \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$）

特征：呈灰黑色，条痕或粉末都是黑的；有钟乳状、肾

状，也有象葡萄一样的堆在一起的（图版二），成一块一块的；比重较大，小刀不易刻动。

2．软锰矿 (MnO_2)

特征：主要特点是软，用手指划就能刻动；为黑色，条痕或粉末也是黑色的，用手一摸就会把手染黑；常为黑色土状，也常成鱼子状或肾状、块状集合体。

产出环境：硬锰矿和软锰矿，都是由含锰的岩石或矿物，在经过风化以后，锰质随水流到适当的地方沉积堆积而成的。硬锰矿所以成葡萄状或钟乳状，是由于它是从水里一滴滴的慢慢沉淀的结果。在野外石缝里见到的象树一样的黑色花纹，以及有些地方出售的“松林石”和“书石”，这些都是软锰矿。

铬铁矿 ($FeCr_2O_4$或 $FeO\cdot Cr_2O_3$)

含铬的矿物很多，工业上有用的主要是铬铁矿。铬是冶炼特种钢材的重要原料，炼钢时加入它会使合金增加钢的硬度、韧性、延性、耐火性、耐磨性和防蚀性；还可以用来制软型不锈钢、滚珠轴承钢、弹簧钢及工具钢、特种钢。铬与镍、钴、钨、铝、钼等制成的贵重合金，广泛用于船舰、飞机、装甲车、坦克、枪炮、汽车、桥梁、机车、锅炉、抗酸水泵、巷道排水管、电气器材和机械制造等。此外，铬铁矿还可用于制造高级耐火砖及印刷、化学工业等方面的原料。

特征：铁黑色，条痕或粉末呈褐色或棕黑色，与磁铁矿相似，但磁性很弱；一般常成块状至点状、豆状、条带状等。这种矿在阳光下观察，显得特别亮，有时候表面有黄色斑点，小刀可以刻动。

产出环境：铬铁矿常产在绿色火成岩（橄榄岩、蛇纹岩）

中。

镍矿 镍被单独提炼出来，还是近200年的事。但它和铜、锌的合金，很早就用来作货币。在几千年前，我国就炼出了这种合金铜，因为它有光亮的颜色，所以叫做"白铜"。

镍的化学稳定性很高，具有良好的抗蚀性、韧性和机械强度，也是良好的磁性材料。它主要用于生产合金，其中以与铁、铬、铝、铜、锌等制成的各种合金最普遍。这些材料大量的被用在飞机、雷达、导弹、火箭、宇宙航行工具、潜水艇和常规武器等国防工业，以及电气、医疗器械等方面。

含镍的矿物很多，主要的是下面两种。

1. 镍黄铁矿 [(Fe, Ni)S]

特征：黄色或暗黄色，条痕或粉末为黑绿色；硬度不大，用针便能刻动；性脆，可用锤子砸成灰色粉末；没有磁性。同时，这种矿物易与黄铜矿相混，后者具有金黄色的光泽。

产出环境：主要产在深绿色的火成岩(辉长岩、橄榄岩)中，往往与磁黄铁矿和黄铜矿生在一起。

2. 暗镍蛇纹石 [$H_2(Ni, Mg)SiO_4 \cdot H_2O$]

特征：颜色鲜艳，常呈苹果绿、翠绿或黄绿色，条痕或粉末为白色或淡绿色，有土状、薄膜状、豆状、葡萄状等；具有油脂或松脂光泽；硬度不大，小刀能刻动；性脆，被敲打后的破开面成贝壳状，放在盐酸里可以溶化。

产出环境：产在各种绿色的橄榄岩或蛇纹岩，以及被风化后形成的猪肝色或黄绿色土层(风化壳)里。镍经风化后，形成"镍绿"，经常显示着草绿色的色彩，或苹果绿色彩，这是镍矿的很好的找矿标志。

钛矿 钛及钛的合金具有重量轻、强度高、耐高温、耐

超低温、耐腐蚀性等优良性能，是现代国防工业的重要原料，用来制造飞机、船舰、潜水艇、火箭等部件。钛在化学工业方面，也占有重要地位。

已知含钛的矿物有70多种，主要有以下两种。

1．金红石 (TiO_2)

特征：金红石是含钛的主要矿物之一，褐红色，条痕或粉末呈浅棕色；性硬而脆，小刀刻不动；外形象四方的小柱子，也有一粒一粒的。

产出环境：一般生在变质岩和深色的火成岩中，主要在砂矿中。

2．钛铁矿 ($FeO \cdot TiO_2$)

特征：呈铁黑色或褐黑色，条痕或粉末为黑色至棕黑色；常呈块状或板状；比较硬，小刀刻不动；微有磁性。此外，钛铁矿与赤铁矿、磁铁矿有时很相似，但在形状和矿粉的颜色方面并不相同，在找矿时要加以区别。

产出环境：钛铁矿的形成常与深色火成岩（辉长岩、辉石岩）有关，与磁铁矿、磷灰石等生在一起。

钨矿 钨是我国一大特产，它主要用来炼制合金钢，这种合金钢具有耐高温而不变软的性能，用以制造高速切削工具、枪管、炮筒、装甲钢板、内燃机气伐、喷气式飞机的引擎，以及弹簧、钟表等。此外，金属钨具有极强的拉张性，可用来制做各种灯泡的灯丝。

含钨的矿物常见的有黑钨矿和白钨矿。

1．黑钨矿 ($(Fe, Mn)WO_4$)

特征：黑钨矿中含有铁和锰，所以又称钨锰铁矿，一般为褐黑色，但含铁量高的呈黑色，条痕或粉末为深褐色或褐

黑色，外形常为板状（图 2 和图版三）；表面有不太强的金属光泽；不仅很重，也比较脆，用牙齿便可咬碎。

2. 白钨矿 ($CaWO_4$)

特征：白钨矿又叫钨酸钙矿，为灰白色，也有浅黄色或白色的，矿的粉末为白色；外形为粒状，表面同猪板油一样，很象石英；比石英重，却比石英软，小刀可以刻动。另外，白钨在萤光灯的照射下发萤光，在风化条件下常变成白色粉末。

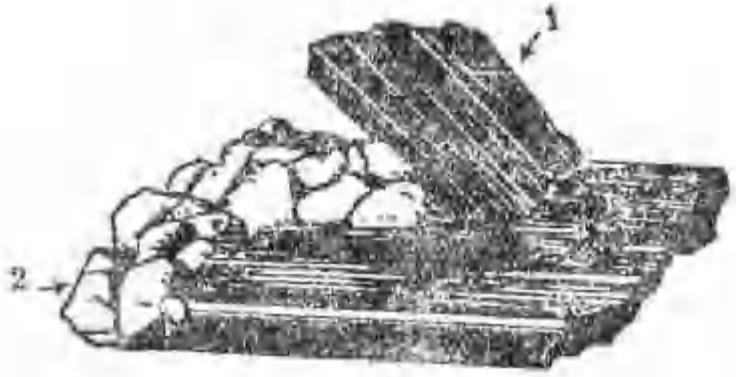


图 2 板状黑钨矿
1—黑钨矿 2—石英

产出环境：黑钨矿常与辉铜矿、锡石、黄铁矿、黄铜矿等生在石英脉中。产钨的石英脉，一般都生在花岗岩的顶部、边缘或者周围的岩石中。

钼矿 钼主要用来炼制各种特殊合金。因为在炼钢时加入钼，可以增加钢的韧性、耐腐蚀和耐高温等性能。另外，钼和钨有共同的特点，也是国防工业的重要原料。

辉钼矿 是含钼的主要矿物(MoS_2)

特征：辉钼矿非常软，这是它的最大特点，手指甲可以刻动；为铅灰色，用手摸有滑腻感，会污手，在纸上划一下便见蓝灰色线条；外形是一片一片的，有很强的韧性，可以搓

成团。它和石墨的区别是：辉钼矿被针扎后留有小圆孔，而石墨被针一扎就破。

产出环境：在花岗岩和变质岩中的石英细脉带；花岗岩和石灰岩接触的地方；含钨石英脉中也有分布。

辉钼矿常与钨、锡、铋等矿生在一起。

钴土 ($CoMn_2O_5 \cdot 4H_2O$)

钴土是钴矿物风化后的产物，其远在二千年前就被用于陶器的上色方面了(俗名叫"碗花")。在近代工业上钴土用来提炼金属钴、炼磁性钢、硬质合金和耐热合金，广泛用于国防工业、航空和化学工业以及食品、颜料、瓷釉、医疗等方面。

特征：钴土一般是黑色的，条痕或粉末也是黑的；硬度不大；外形为土状、片状，也有皮壳状或网状者。钴土矿中常含有钴、锰、铁等成分，一般象圆珠笔油一样的蓝色，色调越明显，含钴量越高。

产出环境：钴矿物主要分散在别的矿床中，如硫钴矿、辉砷钴矿、砷钴矿、菱钴矿、钴华等。它们风化后便形成钴土矿。除钴土之外，我国已发现在花岗岩与石灰岩的接触处也有钴矿。

钒矿 钒主要用于钢铁工业，炼制优质合金钢和各种合金，用来制造各种切削工具、发动机、船舰、飞机、坦克、机动车辆及各种机器部件。在化学工业中，用钒的氧化物作生产硫酸、精炼石油、制造染料的催化剂，也用来制造染料、化学药剂、色玻璃、彩色胶片、墨水等。

自然界钒的分布很分散、富集成单独工业矿床的很少，常与其它元素一块形成含钒的矿物。目前，已知的含钒矿物

有钒云母、绿硫钒矿、钒铅矿、钒钛磁铁矿，还有黄色的钒酸钾铀矿和黑色的水钒矿等。

钒的颜色很鲜艳在野外容易辨认。钒多分布在红色地层和杂色地层中；在有脉状或浸染状沥青沉积岩中亦有钒的存在；也可以在铅锌铜矿的氧化带中找到它。

有色金属工业用的矿物原料

铜矿 铜是很早就被利用的一种金属。在现代工业中除铁之外，铜占有非常重要的地位。由于铜和铜的合金具有良好的延展性和导电、导热性，所以被广泛用于电器工业、机械工业和国防工业上。

自然界里含铜的矿物有 170 多种。目前工业上用来提炼铜的主要有以下几种。

1. 黄铜矿($CuFeS_2$)

特征：黄铜矿是铜的硫化物，呈铜黄色(图版四)风化后表面常带蓝、紫、绿等色彩；具有金属光泽，硬度不大，小刀可以刻动；条痕或粉末呈绿黑色；外形多成块状。它常和黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿在一起。

黄铜矿容易与黄铁矿或自然金相混，在野外工作时要注意它们的区别：黄铜矿颜色比较深，硬度小；黄铁矿较脆，用锤打击时有硫磺气味；自然金有延展性（锤打成片）而黄铜矿则不然。

2. 辉铜矿(Cu_2S)

特征：辉铜矿是含铜矿物中含铜量最高的矿物，呈铅灰色，由于长期暴露在空气中，多变成黑色；没有光泽；表面常有一层蓝色薄膜；条痕或粉末是暗灰色的；硬度不大，小

刀可以刻动；刻出后有光亮的痕迹；用火烧有硫磺气味，并见有翠绿色的火焰。

3．斑铜矿(Cu_5FeS_4)

特征：古铜红色，表面常有紫色、蓝色或灰绿色斑点，所以叫斑铜矿（图版五）。条痕和粉末是灰黑色的；硬度不大，小刀可以刻动；多数为块状或粒状。由于它的表面常带蓝色，容易误认为是铜蓝，它们的区别是：铜蓝的硬度较小，手指甲可以刻动。

4．孔雀石[$CuCo_3 \cdot Cu(OH)_2$]，**蓝铜矿**

特征：孔雀石（俗名叫铜绿），颜色象绿色孔雀羽毛一样，呈翠绿色或鲜绿色，有时为暗绿色（图 3）；带有玻璃或丝绢光泽；硬度不大，小刀能刻动；通常呈片状、葡萄状（图 3），同心圆状或薄膜状等；断口或磨光面上有美丽的花纹，可以用来做装饰品。是重要的宝石原料。需要注意的是，蓝铜矿（又叫石青或石绿）颜色是天蓝色的，常与孔雀石共生，它的成分和生成环境也很近似，也是铜的碳酸化合物。



图 3　葡萄状孔雀石

除上述之外，常见的还有自然铜和赤铜矿。自然铜为铜

红色，多呈树枝状或不规则状态；硬度小；赤铜矿为红色，有时为铅灰色，条痕为棕红色，硬度也不大。两者与其它含铜矿物生于铜矿床的上部，单独成为矿床的很少。

产出环境：主要产在深色火成岩(辉长岩、橄榄岩)、沉积砂岩（含铜砂岩）中；花岗岩或闪长岩与石灰岩接触带；浅色火成岩顶部的网状石英细脉中的孔雀石、蓝铜矿以及自然铜、赤铜矿等均产于含铜硫化矿的氧化带中。

此外，铜矿也经常和方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿等产在一起。一般来说，含铜的矿石表面往往带有铜绿，象铜器上的铜锈一样，这是一种很重要的找矿标志。

含铜试验：把铜矿石打碎，溶解在盐酸里会使溶液变成绿色，再加上铵水溶液就变成蓝色；如果把小刀、铁片放在溶液里，过一段时间就会镀上一层金属铜的薄膜；用盐酸滴孔雀石或蓝铜矿上面会有起泡现象，用这种方法可以试验矿石中是否有铜存在。

铅锌矿 铅和锌常生在一起，故常叫铅锌矿。这是很重要的矿产资源。因为铅有许多特殊的优良性质，如放在空气中或地下深处和水里也不会变坏，并有耐磨、润滑作用，而且易于加工。所以，被大量用于制造蓄电池、铅管、铅丝、铅板和作印刷用的铅字，机械用的轴承，以及国防和原子能工业等方面。

由于锌在空气中很快能生成一层抵抗腐蚀的薄皮，所以，被用来镀在铁皮、铁丝和铁管的表面，用以防锈和防腐蚀。此外，锌的合金可用来制锌板压铸品等；锌的化合物还可用以制造萤光板、防腐板等方面的涂料；锌与铜的合金可用来焊接金属以及用于望远镜、汽车、坦克和拖拉机等机械

方面。

铅矿的种类很多，主要有方铅矿和白铅矿。

1．方铅矿(PbS)

特征：颜色是铅灰色的，条痕和粉末呈灰黑色；比重大，用小刀可以刻动；表面具有耀眼的强金属光泽。这种矿物无论敲到多碎，颗粒都是四四方方的，所以人们叫它方铅矿（图4）。

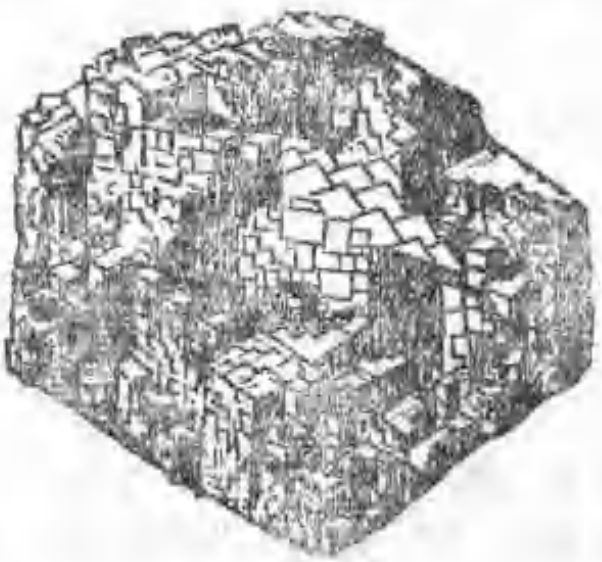


图4 方铅矿

2．白铅矿($PbCo_3$)

特征：常为白色，故叫白铅矿，有时为灰色或浅黄色，条痕或粉末为白色；是淡色矿物中比较重的一种；有柱状、葡萄状、片状和土状；硬度不大，用手指甲便可刻动。它是由方铅矿变来的，故常和方铅矿一起。野外找矿时，如在白铅矿上滴些硝酸，表面就被溶解，并起小泡；在封闭的玻璃管内燃烧，则易爆炸，并会产生氧化碳气体。这种气体初烧时变黄色，强烧时变暗红，冷后则仍变为黄色。

含锌的矿物主要是闪锌矿，其次是菱锌矿。

1．闪锌矿(ZnS)

特征：闪锌矿的颜色很不固定，一般是褐色、棕色或黑色，也有黄色、红色或淡绿色的，条痕或粉末为棕色或浅黄色；光泽象松香一样，比重较小，小刀可以刻动；硬度低。另外，闪锌矿可以溶于浓硝酸中，可以把硫析出。

2. 菱锌矿($ZnCO_3$)

特征：菱锌矿是由闪锌矿被风化后变来的，多为灰白色，用小刀能刻动；经常成葡萄状、钟乳状，有时为蜂窝状；当滴上盐酸或热醋会有起泡现象，放到木炭火上烧时，会结成一层薄皮，这层薄皮随着温度的变冷，颜色由黄变白。

产出环境：方铅矿与闪锌矿常与黄铁矿和黄铜矿一起，产于花岗岩或闪长岩同石灰岩的接触带；以及石英脉中；也有的成层状或脉状产于石灰岩中。

锡矿 锡是炼制易熔合金和抗锈合金的重要原料，与铜、钨、锑、镍的合金，可用来制造飞机汽车和发电机，并可制造白铁、马口铁、焊锡以及提炼陶瓷用的颜料、釉料等。

含锡的主要矿物是锡石。

锡石 (SnO_2)

特征：锡石大多数为棕色，或棕褐色，有时有黑、红、灰和白黄色的，但条痕或粉末都呈白色或浅棕色，新鲜面有松香或金刚石一样的光泽；硬度大，小刀刻不动，也很脆。外形多种多样，主要是两头尖的四方柱状，或粒状，也有一块块的；矿粉用火烧后会变成黄色。

产出环境：锡石多产在石英脉中，常和黑钨矿生在一起，也有和黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿生在一起的。由于锡石很硬，不易风化，所以经常形成砂锡矿。

辉铋矿 (Bi_2S_3)

金属铋可与铅、锡、镉等制成合金，熔点很低，常用来做电器上的保险丝、自动灭火器上的安全塞。此外，在印刷铸字、热电蓄电池的焊料、飞机上的薄质软管、雷达设备零

件，以及医药、染料、有色玻璃、陶瓷器等方面，也需要大量的铋。

特征：辉铋矿呈钢灰色，有时带淡黄色斑点，条痕或粉末为灰色或钢灰色；外形有针状的，也有细长柱状的，并常带有一条一条纵纹金属光泽；硬度小，指甲能刻动。

产出环境：常与钨、锡矿物一起，产于石英脉中。

辉锑矿 (Sb_2S_3)

我国锑矿也占世界首位。由于锑本身很脆，不能单独使用，常与锡、铅、锌、铜等炼成合金，用于制造轴承。锑的化合物可以用来做硫化橡胶、人造纤维、火柴、玻璃、医药，等等。



图 5 辉锑矿

特征：为铅灰色；表面具金属光泽；常见的是带棱的长条状（图 5、图版六），也有板状或针状的；在平滑的面上有一条一条的条纹；比较软，指甲便能刻动；在木炭上能烧化，冒出白烟，并有硫磺气味。

产出环境：主要产于石灰岩和变质岩中；也有产在砂岩和页岩中的；常和重晶石、方解石生在一起。

铝土矿 ($Al_2O_3 \cdot nH_2O$)

铝在空气中是一种不生锈的，在金属中是最轻（比铁大约轻三倍），所以它和铝的合金是制造飞机的主要材料；在电力工业方面，用它可以制造高压输电线，是国防和现代工业上的重要原料；它也广泛的用在日常生活及医药卫生方面。

特征：铝土矿主要呈白、灰白、深灰色；一般为块状，也有豆状或鱼子状的；硬度有硬，有软，软的用指甲可以刻动；比较轻，吸水性很强。用舌头舔，会粘舌头。

产出环境：具有一定规模的为层状铝土矿，产在沉积岩中。

菱镁矿 ($MgCo_3$)

这是一种提炼金属镁的主要矿物。镁在空气中易于被氧化合、燃烧、发出强光。镁粉可作燃烧弹、照明弹；镁和铝、锌、锰、镉等合金具有特殊的机械性能，是制造飞机、汽车、轮船、火车等零件的重要材料；此外，菱镁矿（或白云石）又是很好的耐火材料，可用来制造镁砖、铬镁砖；在化学、橡胶和医药等方面也离不开它。

特征：常为白色或灰白色，有时也呈淡黄色或棕色；通常为致密块状，同没有上釉子的瓷器相似；新鲜面有玻璃光泽，在边缘部分稍有透明；比较软，小刀能刻动。

另外，有一种炼镁矿物叫白云石 [$(Ca, Mg)CO_3$]，通常为块状，以灰色和白色为主，也有的呈灰色、淡红或黄色；有玻璃或珍珠光泽；比重小；小刀可以刻动。

产出环境：主要产在沉积岩中，常与石灰岩在一起。

辰砂 (HgS)

辰砂是含汞（水银）的主要矿物。汞是一种特殊的液体

金属。很早就用于医药方面。

汞在工业上用途很广，主要用来做雷管、起爆器；也用在电气、化学和仪器制造工业方面，如温度计、气压计等；在医药上也要用到汞，如红药水等。

特征：辰砂就是中药里的"朱砂"，颜色常为鲜红色，有时为黑红色或红褐色，条痕或粉末为朱红色；常成细小的颗粒，成大块或粉末状的也能看到；很软，用指甲可以刻动；比重大。

产出环境：多产在石灰岩和白云岩里，常和雄黄、辉锑矿、黄铁矿、方解石、萤石等一起生在石英脉里。

金矿（Au）

大家知道，由于金具有美丽的金黄色和耀眼的金属光泽，自古以来便被人们看做十分宝贵的东西，常用来做装饰品、奖章和货币。在近代工业上，主要用它来做人造丝喷嘴和钢笔尖，或者电镀到其他金属表面和用在精密仪器及空间技术方面。

特征：黄色，闪闪发亮；不生锈，耐高温；比重大也很软，并有延展性，可以用来打成薄片，抽成细丝。

产出环境：金有"山金"和"砂金"之分。山金又叫"脉金"，常产于石英脉中；"砂金"常产在河床；含金砾岩，产在砾岩中。

银矿（Ag）

银和金一样，自古以来用做货币和装饰品；近代工业上用它作照相、电影胶片的感光剂以及医药和化学工业方面。

用来提炼银的主要矿物，有辉银矿和自然银。

1．辉银矿（Ag_2S）

特征：矿物表面发黑，新鲜面为银灰色，条痕或粉末亦为银灰色；有强金属光泽；比重大，很柔软，用小刀可以切割。也可打成薄片。

2．自然银（Ag）

特征：自然银就是天然生成的银子，形状似树枝状或毛发状；表面总是有一层黑锈，剖去黑锈，便有发亮的银灰色；很软，能打成薄片。

产出环境：银矿总是和铅锌矿生在一起，尤其与方铅矿更为密切。

粗铂矿（Pt）

铂矿又叫白金矿，是一种很重要的矿产，主要用在国防工业上；在化学工业中常用铂作催化剂，也可用来制造耐腐蚀的化学仪器等。

特征：银白色，或钢灰色，表面很象银子，新鲜面有金属光泽；比重大，硬度小，小刀能刻动，也可用锤子打成薄片。

产出环境：铂常与铬铁矿生于绿黑色的火成岩（橄榄岩、辉石岩）里，也可在河边砂滩上形成砂矿。

尖端工业用的矿物原料

铀矿 铀是一种银灰色的金属，具有放射性，主要用于原子能工业和制造原子弹，是现代国防工业重要的能源之一。含铀的矿物主要有以下几种。

1．沥青铀矿（U_3O_8），含铀42～76%。

特征：有深灰色、褐黑色或纯黑色，条痕或粉末为褐黑

色或灰绿色；不透明，有油脂光泽；和沥青相似，但比重和硬度都比较大，用小刀刻不动；性脆，具贝壳状断口；外形成块状或葡萄状，具有放射性。沥青铀矿经风化后，表面常有氧化铀的淡黄色、桔红色或翠绿色的粒状小晶体，非常鲜艳夺目。

2. 铜铀云母 $[Cu(UO_2)_2P_2O_8\cdot 8H_2O]$含 U 42%±

特征：这是一种次生铀矿（由含铀矿物变化而成），颜色鲜艳，呈翠绿或苹果绿色；外形成鳞片状，象云母，但有的也成松软的土状；表面有珍珠光泽，具有放射性和微弱的萤光（在黑暗地方用萤光灯照射时，矿石发出绿色的光）。

3. 钙铀云母 $[Ca(UO_2)_2P_2O_8\cdot 8H_2O]$含 U 46～52%

特征：是一种次生铀矿，颜色也很鲜艳，有柠檬色、硫磺黄色、及苹果绿色等；外形一片片的，和云母差不多，有时也有薄板状或土状的；表面有珍珠或油脂光泽；大部分的钙铀云母可以用手指甲刻得动；性脆，并有放射性，用紫外线照射能发出亮黄，或者苹果绿色萤光出现。

4. 钒酸钾铀矿 $(K_2O\cdot 2UO_3\cdot V_2O_5\cdot 3H_2O)$含U 42～46%

特征：是一种次生铀矿，常呈鲜黄色粉末或块状产出，但因有时因含有机物质，颜色变暗，也会因某些杂质存在，可以带浅绿或浅褐黄色；光泽暗淡，有时带珍珠光泽；硬度很小，指甲刻得动，有放射性。

产出环境：通常多产在花岗岩、沉积岩和其他岩石的裂缝里或伴生在其他矿产，如银、钴、镍、铋等金属矿床中。铜铀云母、钙铀云母和钒酸钾铀矿，都是原生的含铀矿物经风化后形成的，因此前面两种多产于含铀矿床的上部氧化带里，后一种矿常成粉末状，被复或散布在砂岩或砾岩中，常

与孔雀石相伴生。

独居石 $(Ce, La, Dy)PO_4$ 含 Ce_2O_3 25～36%；$(La\cdots)_2O_3$ 20～30%。

独居石也叫磷铈镧矿，是铈、镧等，稀有元素和钍的主要矿物，它们主要用于原子能工业和空间技术方面，作耐热合金和高级耐火材料，也是无线电新技术和特种光学玻璃的原料。

特征：有棕黄色、棕色、褐色或红色；矿物颗粒一般都很小，颜色深的半透明，浅的透明；有油脂光泽；硬度不大，小刀能刻动；性脆，一压就碎。

产出环境：产于花岗岩和伟晶岩中，经常形成砂矿。

绿柱石 $(Be_3Al_2(SiO_3)_6$ 含 BeO 14%。

是含铍的主要矿物，铍主要用于原子工业、空间技术和无线电方面，是国防工业的重要原料。

特征：最常见的是浅黄绿色或粉绿色或翠绿色；具玻璃光泽，半透明或不透明；外形常为六边柱状结晶(图版七)，且柱体两端都是平的，柱面上有纵纹；比重小，但比石英还硬(7.5～8)。

产出环境：常在花岗伟晶岩、黑钨石英脉、锡石石英脉中，以及花岗岩与石灰岩的接触带。

锆英石 $(ZrSiO_4)$含 ZrO_2 67.1%。

锆英石也叫锆石，是炼锆的主要矿物。金属锆能耐高温、抗腐蚀；易加工，机械性能好，并有优良的核性能，是原子工业的重要原料；同时，在冶金工业上，锆可做超硬质合金和工具钢等，用途很广。

特征：一般为棕色、棕褐色、红色或无色；具油脂或金

刚光泽；外形为两头尖的四方柱；性脆，较硬，小刀刻不动。

产出环境：产在伟晶岩、花岗岩等火成岩中，主要形成砂矿。

铌钽铁矿 $(Fe\cdot Mn)(Nb\cdot Ta)_2O_6$ 含 Nb_2O_5 40～82.7%，Ta_2O_5 42～86.1%。

铌钽主要用来制造耐热合金和特种钢，并广泛用于原子能工业和国防尖端工业。

特征：一般为黑色或黑褐色，条痕或粉末暗红或黑色，表面常具有微褐色或黄色薄膜；新鲜断口有强沥青光泽；比较硬，小刀刻不动；性脆，比重大，常呈不规则的分散粒状集合体。

产出环境：主要产在淡灰、淡绿和黄色的花岗岩或花岗伟晶岩里，并常与长石、云母、绿柱石、电气石等一起。但由于它的比重和硬度大，不易风化，所以多形成砂矿。

锂矿 锂是最轻的金属，比重仅 0.534。它能生产热核所需要的锂-6，是氢弹、火箭、核潜艇和新式喷气飞机的重要燃料。锂和它的合金广泛用于国防尖端工业，和用来制造特种玻璃、特种焊条等。

已知含锂的矿物有 150 多种，而单独存在的锂矿物仅有 30 余种，最主要的是锂辉石，其次是锂云母。

1．锂辉石 $LiAl(SiO_3)_2$ 含 Li_2O 4.5～7.6%。

特征：为浅灰白色、浅黄绿色、淡红色和淡紫色不等；新鲜面有玻璃光泽；比重较小，小刀刻不动；外形呈长条状或短柱状。

2．锂云母 $KLi(F,OH)Al_2O_3\cdot 3SiO_2$ 含 Li_2O 4～6.4%。

特征：和云母一样，大片的有规则的迭在一起，小片的零乱堆在一起；有闪闪发亮的珍珠光泽；多为淡紫色和桃红色，也有的成白色。

产出环境：锂辉石与锂云母都产在伟晶岩中。

水晶 (SiO_2)

水晶是透明的石英晶体，又叫做马牙石、眼镜石。其中最好的叫压电水晶，是一种重要的国防工业原料，广泛用于电子工业。普通的水晶，多用于光学仪器、石英坩埚和特种玻璃；同时，也是单晶硅的重要原料之一。

特征：通常呈六棱柱状（图版八），一头尖（有时两头尖），柱面上有横纹；一般为无色透明，但常因含某些杂质而带有颜色，如成紫水晶、烟水晶、茶水晶、蔷微水晶等；比重不大，但硬度较大，很易辨认。

产出环境：主要产在石英脉和伟晶岩的空洞（晶洞）中，往往和很多大小不等水晶生在一起，叫晶簇。

冰洲石 ($CaCO_3$)

冰洲石是结晶完整、透明的方解石，具有很高的双折射率和偏光性能，主要用于国防工业和制造特种光学仪器。

特征：优质冰洲石为无色透明，打碎后成菱形小块，放在有字的纸上，可以看到字的双影(即双折射，图6)；比较软，小刀很易刻动；性脆，容易破碎，振动后便产生一条条白色裂纹。

产出环境：常产于玄武岩的裂缝和空洞中，或者在石英岩的溶洞以及方解石脉里。

金刚石 (C)

金刚石俗称金刚钻，是贵重的宝石。在现代工业上，它

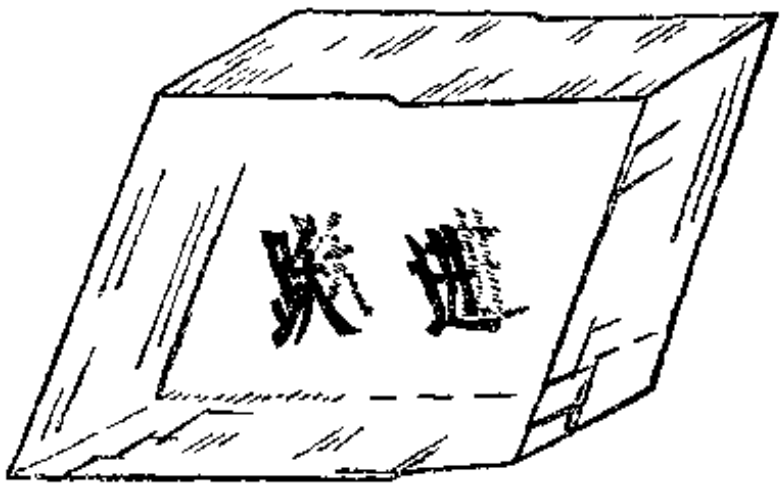


图 6　冰洲石

主要用来做切削研磨材料和精密仪器轴承。

特征：金刚石是自然界最硬的矿物，晶体折光率很强；新鲜解理面或人工琢磨面具有闪闪夺目的金刚光泽；纯碳结晶的金刚石呈无色透明(如水)，但一般都因含有某些杂质，多为黄、绿、黑、紫等颜色；性脆，比较轻。

产出环境：金刚石常在一种黑色岩石（角砾云母橄榄岩)中，也常形成砂矿。

云母

云母又叫千层皮、火玻璃、天皮或老刮金等。因成分不同，云母又分为白云母、金云母和黑云母等多种。由于前两种具有良好的电绝缘性与耐热性和强的抗酸、抗碱、抗压能力，大量的被用来作电器工

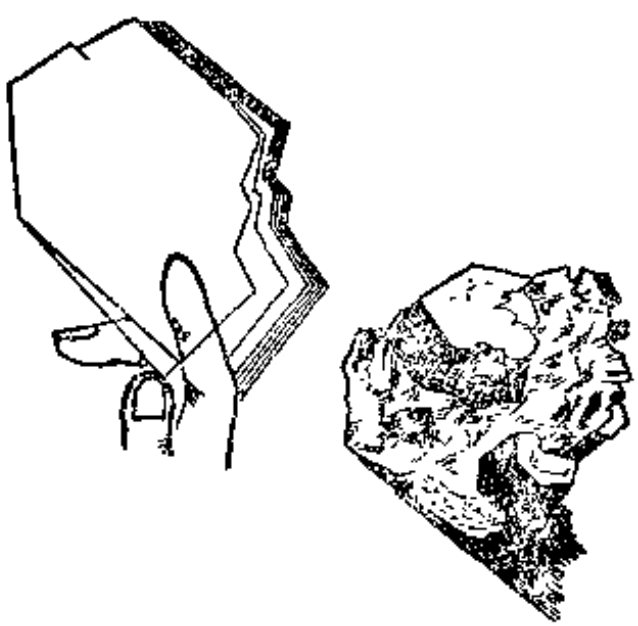


图 7　云母

业、电子工业等方面的材料。

特征：最大特点是，能剥成一片片象纸一样的薄片，薄片透明（图7），并有弹性。

产出环境：质量好，有利用价值的云母主要产在伟晶岩中。

化肥及农药用的矿物原料

磷矿 除主要用以制做磷肥外，也用来制取纯磷（白磷、赤磷）、磷酸、含氟高的磷矿石。白磷矿有剧毒，用来制造农药；赤磷用来制火柴；磷酸盐则用于糖、陶瓷、玻璃、纺织、医药等工业方面。

自然界含磷的主要矿物是磷灰石和磷块岩。

1. 磷灰石 ($Ca_5[PO_4]_3$) 含 P_2O_5 40～42%。

特征：磷灰石常因含有氟、氯、碳等不同成分，而成为不同类型的磷灰石。颜色上有白色、淡绿色、浅黄色、或褐色不等，但矿物粉末都为白色；结晶完好的磷灰石为柱状和板状，也有粒状和块状的；较硬，但比重不大；有玻璃光泽和参差状断口；磨擦时会发出毛皮烧焦的臭味。

产出环境：主要产于浅色火成岩，如伟晶岩或变质岩中；在有些基性岩或超基性岩、碱性岩中，磷灰石呈粒状、分散状，含量不高，但对一些缺磷地区说来也要很好利用起来。

2. 磷块岩

特征：磷块岩是一种沉积矿产，从外表看是一层一层的；有黄色、白色、褐色和灰白色等；矿石常成鱼子状或结核状。用钼酸铵和硝酸配成的溶液，滴在磷块岩上会变成黄

色。

产出环境：磷块岩是一种未结晶的"胶磷矿"，是由沉积作用形成的，常和石灰岩、砂岩、页岩等生在一起，也有和变质岩生在一起的。

砷矿 砷矿是有毒的矿物，主要用来做农药杀虫剂、制革药剂以及木材防腐剂和有色玻璃。砷铜合金可用来制造汽车、雷达部件；砷铅合金可用来制子弹头。此外，砷的化合物可制颜料、琺瑯、焰火等。

主要含砷矿物有以下几种。

1. 毒砂 (FeAsS)含砷(As)40.01%。

特征：颜色有锡白色或钢灰色，有时为铜黄色或灰色，条痕、粉末为黑色；硬度较小，刀刻不动；用火烧或锤打，会发出象大蒜一样的臭味；放在玻璃管里烧时，开始有红色气体，以后会有砷附在管壁上。

产出环境：主要产在花岗岩与其他浅色火成岩顶部及附近的岩石中；有的产在花岗岩与石灰岩的接触带，常和钨、锡、铋等矿在一起。

2. 雄黄 (AsS)含砷(As)70.1%。

特征：又叫鸡冠石，是一种橙红色或桔红色矿物（图版九）；具金刚光泽；很软，指甲就能刻动；常呈有颗粒状或块状；用火烧，会有蓝色火苗，并有蒜臭气。在封闭玻璃管中燃烧时，能变成暗红色液体；当变冷后，雄黄变为淡红色、黄色的固体。

3. 雌黄 (As_2S_3)含砷(As)60.98%。

特征：为淡黄色（很象"鸭梨"的颜色，图版九）；具有金刚或油脂光泽；很软，指甲能刻动；外形有薄片状的、花

叶状的、粒状的等，当打碎后具贝壳状断口。雌黄在玻璃管中烧后，产生的液体是黄色的；冷却后的固体也为黄色。

产出环境：雄黄和雌黄常在一起，多产于铅和银的矿脉中，和方铅矿、辉银矿、黄铁矿、辉锑矿、石英、方解石等共生，也有产在温泉附近的岩石中。

钾长石 ($K_2O \cdot A_2O_3 \cdot 6SiO_2$)含$K_2O$ 16.9%，Al_2O_3 18.4%，SiO_2 64.7%。

钾长石是生产钾肥的原料之一。也是制造瓷、电瓷、搪瓷、玻璃的原料、釉料和磨料。

特征：是岩石中最常见的矿物之一。一般为浅红或肉红色，条痕或粉末为白色；外形有板状的，也有柱状的；硬度较大，小刀刻不动；新鲜面有玻璃光泽，风化后常变成白色高岭土（也叫瓷土）。

产出环境：产在花岗伟晶岩中。

钾盐 (KCl)常含氮、碳酸气等杂质，其中KCl含15～30%。

钾盐除主要用做钾肥外，也广泛用在化工、医药等方面。

特征：钾盐主要由钾和氯两种元素化合而成，从外表看和食用的盐一样：无色、白色，或呈浅蓝色的四四方方的颗粒，放在水里很易溶化；有麻苦味；在火上烧时有紫色火苗；硬度不大，指甲能刻动。

产出环境：钾盐产在沉积岩中，也产在干旱和半干旱的盐湖里，常和石膏、岩盐（食盐）生在一起。

蛇纹岩、橄榄岩

蛇纹岩和橄榄岩不仅可以与磷矿一起燃烧制造出钙镁磷

肥，还可作耐火材料、提炼金属镁、镁的化合物及泻利盐的原料；同时，也是工艺品及建筑方面的重要材料。

特征：蛇纹岩是一种较软的块状岩石，小刀能刻动；有黑绿、黄绿以及灰色、褐色等；手摸有滑感，具有油脂光泽。橄榄岩呈深绿色或暗绿色，风化后可变成浅绿、棕绿或褐色。

产出环境：橄榄岩为超基性侵入岩；蛇纹岩主要由橄榄岩变来。

化工及其他工业用的非金属矿物原料

硫矿 （S） 主要用来制做硫酸和硫黄。硫酸主要用来制造化肥(如硫酸铵、过磷酸钙——磷肥)；也是化工、农药、医药、炸药、冶金、造纸、石油等部门的重要原料。硫黄又可用于橡胶、人造丝、医药、染料、玻璃工业；也可以用来生产火柴、水泥、蓄电池等。并用来做面粉、淀粉、制糖等需用的漂白剂等方面。含硫的主要矿物有两种。

1. 自然硫 (S)

特征：自然硫就是硫黄，多为黄色，少数为黄褐色或褐黑色，条痕或粉末亦为黄色或白色；常见有土状、瘤状和纤维状；指甲能刻动，又轻又脆；用火烧时会有蓝色火苗，并有硫黄臭味。

产出环境：自然硫常产在火山喷发岩和石灰岩，以及盐矿上部的石膏层中。

2. 黄铁矿 (FeS_2) 含硫 (S) 53.4%。

特征：黄铁矿又叫硫铁矿，是一种常见的矿物，颜色为浅铜黄色或黄白色；具黄亮的金属光泽，所以容易误认为是

黄铜矿或黄金；比黄铜矿和黄金硬度大；比黄金轻，比较脆；形状常是四四方方的；在火上烧时，有硫黄臭味。

产出环境：黄铁矿常与铜、铅、锌等生在一起，形成多金属矿床；有时在石灰岩、火山岩和煤层中，可形成单独的黄铁矿。

重晶石 ($BaSO_4$)

重晶石是石油、天然气钻井用的重要作泥浆加重剂；也是用来生产油漆、造纸、橡胶等的充填料，同时，在制糖、制革和白色颜料等方面也用到它。

特征：重晶石是非金属矿物中最重的矿物，通常为白色，也有灰色、黄色、紫色等，条痕或粉末都是白色；较软，磨擦时会发出一种臭味，用火烧则会炸裂(图 8)。

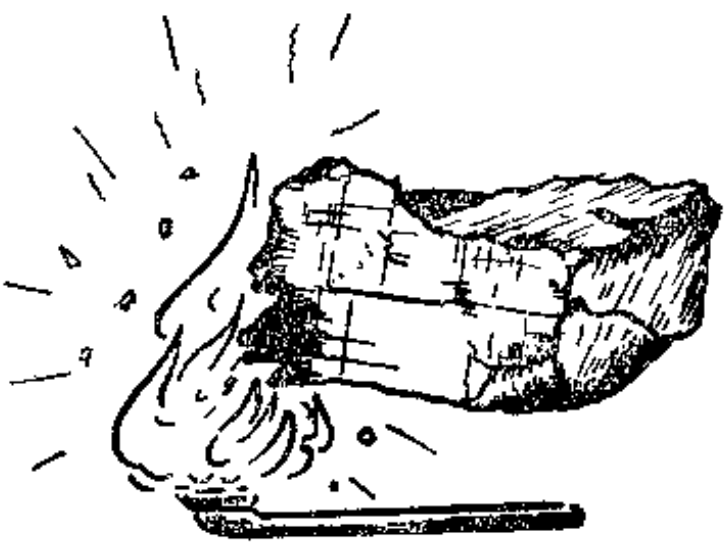


图 8　重晶石烧后炸裂

产出环境：重晶石常与萤石、方铅矿、闪锌矿和黄铜矿等一起成脉状产出；与方解石、石膏一起产于沉积岩中。

石膏 ($CaSO_42H_2O$)

石膏主要用来制造水泥、化肥和模型、塑像、粉笔等；

也可用来做造纸、油漆工业中的填料。

特征：常为白色透明，也有无色透明(似白开水一样)，或有带粉红或浅黄色，条痕都为白色；外形是一丝丝的(称纤维状)；有象丝绢(蚕丝或绸缎)一样的光泽；很软，指甲能刻动。

产出环境：石膏常与盐矿生在一起，产在红色或灰色沉积岩中，成一层层的石膏，也是找盐矿的一个线索。

岩盐 ($NaCl$)

岩盐就是平时吃的咸盐，它除了食用外，部分用于牧业饲料；也是重要的化工原料。

特征：岩盐为白色有透明或半透明的，为四四方方的颗粒；放到水里会被溶化，用火烧时也会炸开。

产出环境：岩盐多产于沉积岩中，常与石膏、钾盐、芒硝等在一起。现代咸水湖中也有。一般说来，有盐矿的地方流出的泉水和井水，都有咸味，这是找盐的重要线索。

芒硝 ($NaSO_4IOH_2O$)

化工上，芒硝用来制取硫酸钠、硫酸铵、元明粉、硫酸及硫化碱等重要原料；在玻璃、制革、造纸、染料、人造纤维、医药、冶金等部门也需要大量的芒硝。

特征：白色；很软，放在水里很容易溶化；有涩味；当火烧时，会有深黄色火苗。

产出环境：与石膏、岩盐在一起，产于沉积岩中。

石墨 (C)

石墨又叫笔铅或黑铅，它有良好的滑腻性、可塑性、导电性和传热性、耐火性、化学稳定性等；主要用在原子能、电力和冶金工业方面；也用来做润滑剂、铅笔芯、做涂料和

人造金刚石、染料等。

特征：石墨是一种发亮的铅灰色或黑色矿物，用手摸觉得很滑、容易污手；很软，也很轻，能在纸上写字；外形为鳞片状或纤维状集合体。

产出环境：主要产在变质岩中。

蛭石

蛭石有很好的绝热、隔音性能，大量被用在冶金、轮船、汽车制造工业方面；也用来制造橡胶、塑料、油布等方面需要的充填料；在建筑方面，是隔音室、保温室等的重要材料。



图 9　蛭石

特征：常为褐色或黑绿色；鳞片状，很象云母但没有弹性，用火烧时会有膨胀现象(5～15 倍)（图 9)；重量很轻，也很软。

产出环境：蛭石常与云母共生，大都由金云母或黑云母变来。

萤石 (CaF_2)

萤石在冶金工业中可用来作熔剂和电解铝用，也是制造氢氟酸、含氟塑料和玻璃的原料；无色透明，是制造精密仪器的贵重材料。

特征：萤石是含氟的一种矿石，颜色漂亮，有绿色、无

蓝色、紫色和黄色等，条痕或粉末都是白色；有块状的，也有方的；有半透明，也有透明；具有玻璃光泽；较轻，小刀能刻动；质脆，烧热后，在暗处可看到红、蓝或绿色的萤光。

产出环境：这种矿的生成与火成岩有关，常为脉状，产于石灰岩的裂缝里，或者在石灰岩与花岗岩的接触带中；在花岗岩的裂缝里也可以找到。

滑石 ($Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2$)

滑石主要用在造纸、橡胶、油漆、陶瓷、纺织、农药以及日用化学工业制品等方面。

矿物特征：质软光滑，手摸时有滑感，所以叫滑石。有白色、灰色、绿色或棕色等；指甲轻轻就能刻动；有玻璃或珍珠光泽；用火烧以后会变硬。

产出环境：滑石常产在变质岩，或在深色火成岩与白云岩接触带；产在蛇纹岩中的，常与绿泥石、蛇纹石、黄铁矿、白云石等共生。

石棉 ($H_4Mg_3Si_2O_4$)

石棉具有很好的绝缘性和耐热、耐酸性，因此，广泛用于工业。用石棉织成布、搓成绳、压成板，可以制成各种各样的防火、隔热、制动、绝缘和耐火、耐酸的器材和建筑器材。

特征：石棉是一种纤维状的矿物，外形有些象棉麻，有丝绢光泽，能做成又细又软的丝，可用来纺织。

产出环境：常产在蛇纹石及大理岩的裂隙中。

白云石 ($CaMg(CO_3)_2$)

白云石在冶金工业上，被用来作耐火材料和高炉熔剂；

在化工、建筑、陶瓷和玻璃工业中，用来做辅助原料。

特征：白云岩由白云石组成，常混有少量方解石，在外形上看是一块块的，有细粒状或粗粒状的石头；以灰色、白色为主，也有蓝灰、淡红和黄色的；具有玻璃或珍珠光泽；小刀能刻动；比较轻，和石灰岩很相似，加盐酸不起泡。

产出环境：主要产在沉积岩中，常与石灰岩生在一起。

石灰岩 ($CaCO_3$)

石灰岩又叫青石，它在冶金工业中用作熔剂；在化工生产中是制电石、碱、漂白粉的重要原料；在建筑方面，是生产水泥、石灰、石材的主要原料。

特征：从白色到黑灰色都有，但以灰白色为主；形状是一层一层的，滴上稀盐酸或热醋，会有起泡现象。

产出环境：石灰岩是一种沉积岩，常和页岩、砂岩生在一起。

石英岩 (SiO_2)

广泛用于建筑工业和化学工业、玻璃工业，也用来制造耐火材料以及研磨材料等方面。

特征：是一种很硬的岩石，由石英组成；有油脂或玻璃光泽，和它相似的还有石英砂岩和石英脉。

产出环境：石英岩是由石英砂岩变质来的。石英砂岩产在沉积岩地区；石英岩产在变质岩地区；石英脉产在各种岩石的裂缝里。

燃料矿产

煤是古代沼泽地带的繁茂植物，因地壳的缓慢下降，逐渐积成厚层，并埋没在水底或砂泥中，经过长期的物理化学

及生物作用变化而来。它的成矿时间很长，往往要几千万年甚至几万万年，主要成分是碳、氢、氧和氮，还常常渗有水、硫、灰分和其他杂质。煤层一般较软，露出地表经风化后，容易形成粘性的黑色泥土，并把附近的泥土染成灰黑色；有时还能看到煤层风化后形成的"煤线"。

根据煤的成分、质量和用途，一般可分为以下四种。

1．泥煤(又叫泥炭)

是质量最差的一种煤，有人叫它"还没有成熟的煤"，因为还有许多没有完全变成煤的树枝，或树枝的痕迹；含碳量少，水份多；颜色是黄褐色的，比较松软；燃烧时烟很大，一般只能作家庭用煤，有时用来作肥料。

2．褐煤

这是由泥煤进一步变质来的。质量比泥煤好一些；有时也能看到一些树枝的痕迹，但不含木质；含水份多，比较软，晒干后容易破成小块甚至粉末；颜色多是棕褐色，所以叫做褐煤。这种煤通常用来制造煤气以及用做化工原料。

3．烟煤

这种煤烧起来火很旺，冒浓烟，所以叫烟煤，由于烧着后，火苗是红的，所以又叫"红火煤"。一般都为黑色，结构比较细致，比褐煤要重而且硬度大，碳化程度较高，含水分也较少。它主要被用来做动力用煤和炼焦，是冶金工业必需的原料。

4．无烟煤

这是通常的家庭用煤，乌黑发亮；有半金属光泽；比较硬，烧起来不冒烟或烟很少。所以叫无烟煤，又因它的火苗是蓝色的，也把它叫做"蓝火煤"。这种煤的碳化程度最高，可达90%以上；水份的含量很少。

煤大量用来做燃料，如火力发电、机车、轮船燃料，冶金用焦炭等。此外，它也是化工方面的重要原料，可以用来做化肥、颜料、药品、香料、煤焦油、化学纤维，等等。

油页岩

这是一种能提炼石油的石头。因为它含油，并且形状象书那样一页页的迭在一起，所以又叫它"油页岩"。它生在沉积岩地区，样子象熏黑了似的，表面较光滑，用小刀可剥成一片片的，能点燃，并冒出很浓的油烟，发出煤油气味。

石油

石油是一种液体矿产。它特殊的臭味，象沥青一样；呈绿褐色或黑色的；腻手，有粘性，能点燃，燃时冒浓烟；比水轻，能漂在水面上；在阳光下往往有绿色或蓝色闪光。

石油在工业上好象人的血液一样重要，所以有人称它为"工业的黑色血液"。它主要用来发动机器，如飞机、汽车、拖拉机等都要用由石油提炼出来的汽油、柴油来发动。同时，从石油中还可以提炼出许多东西，如橡胶、塑料、人造丝、酒精、药品等。

石油产在地下很深的地方。有时候也会从岩石裂缝里溢出来，象小泉一样，叫做油泉。如果油溢出时间较久，一部分东西被挥发，剩下的东西有的象蜡烛一样叫作"地腊"；有的象沥青一样叫"天然沥青"；有时候流出的石油会浸透结构疏松的砂石，这种砂石叫"油砂"。另外，石油还可以漂浮在水面上，这种现象叫做"油花"，在水面上形成一种彩面油膜，同飘在水面上的铁锈一样。用棍子搅动一下，如果是铁锈膜，就会散开，形成带棱角的碎块；油花不易散开，则成一丝一丝地飘动在水面上，即是散开，也是成圆圆的形状，

并很快就能合拢起来。所有这些都是寻找石油的重要线索。

天然气

天然气是天然生成的，无色，无味，看不见，摸不着，往往不被人们注意。它的主要用途是做燃料，同时，也是一种重要的化工原料。

天然气常和石油在一起，是石油的一种找矿标志，它也经常沿着岩石的裂缝喷出地表。

有些天然气因喷出的力量很大，常会有粘土被带上来，象火山爆发一样，年长日久带上来的东西越积越多，形成几十米甚至几百米高的泥丘，所以它也是一种找石油的标志。

此外，在碰到下列情况时，就要注意天然气：

如水有气泡冒出，并且也可以用火点着，以及在没有易燃物的地方发现有突然着火现象时，就可能有天然气存在。

部分常见矿物特征对比表　　**附表 18**

颜　色	名　　称	鉴　　别　　特　　征
黄　色	白铁矿、黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿。	白铁矿的颜色比黄铁矿浅，可和黄铁矿区别。黄铁矿的颜色比黄铜矿浅，但比黄铜矿硬。磁黄铁矿最大特点是有弱磁性，可与其他矿物相区别。
铅灰色	方铅矿、辉锑矿、辉钼矿、辉铋矿。	方铅矿的形状是四四方方的。辉锑矿是长柱状，柱面有纵纹。辉钼矿多成片状，硬度小，污手。辉铋矿以针状、细片状和银白色为主要特征。
铁黑色	磁铁矿、软锰矿、黑钨矿。	磁铁矿的最大特点是有磁性。软锰矿硬度小，污手。黑钨矿较重，粉末为褐色。
棕褐色	闪锌矿、锡石、赤铁矿、褐铁矿。	闪锌矿硬度比锡石稍低。赤铁矿的粉末为红色，可与褐铁矿相区别。
绿　色	孔雀石、绿柱石。	绿柱石呈柱状，而孔雀石为片状、同心圆状。

编　后

编写本书过程中，我们得到了很多单位的支持和鼓励，特别是北京市延庆县革命委员会群众报矿办公室和国家计委地质局、地质博物馆等单位，给了我们许多具体的帮助和指导；提出了很多宝贵的修改意见。在此一并表示感谢。

由于我们学习不够，经验不足，加以编写时间仓促，难免会有缺点和错误。我们殷切地希望从事地质工作的同志和广大工农兵读者批评、指正，以便共同总结找矿、探矿、采矿工作中的实践经验，更好地为社会主义建设服务。