

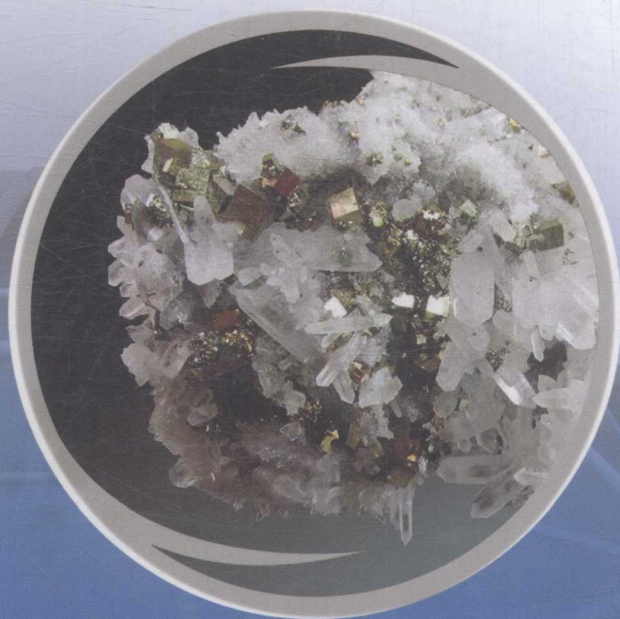


石家庄经济学院国家一类特色专业资源勘查工程系列教材
石家庄经济学院国家地学实验教学示范中心实践教学

矿床学实验教程

KUANGCHUANGXUE SHIYAN JIAOCHENG

● 李随民 等编著



地质出版社

国家一类特色专业资源勘查工程

国家地学实验教学示范中心

河北省地质矿产教育创新高地

河北省矿产普查与勘探重点发展

项目资助系列教材之二

矿床学实验教程

李随民 王青春 李红阳 王立峰
高永丰 牛树银 刘荣访 罗钧林 编著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本实验教程内容的编排次序及矿床的成因类型划分与姚凤良等主编的《矿床学教程》(地质出版社2006年出版)相一致,结合石家庄经济学院矿床教研究的标本情况,并参阅了中国地质大学(武汉)编写的《矿床学实习指导书》、裴荣富主编的《中国典型矿床》等资料编写而成。教程共安排了11个实验,每个实验精选了2~3个典型矿床实例。

本书可作为高等院校地质勘查类专业学生的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

矿床学实验教程/李随民等编著. —北京:地质出版社, 2010. 9
高等学校教材
ISBN 978-7-116-06879-7

I. ①矿… II. ①李… III. ①采矿地质学-实验-高等学校-教材 IV. ①P61-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第174819号

责任编辑:李凯明

责任校对:杜悦

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010) 82324508(邮购部);(010) 82324514(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82324340

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:787mm×1092mm^{1/16}

印 张:6.75

字 数:160千字

印 数:1—1200册

版 次:2010年9月北京第1版·第1次印刷

定 价:15.00元

书 号:ISBN 978-7-116-06879-7

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

实验课程是矿床学课程中必需的实践性教学环节。通过实践性教学,学生可以进一步理解和掌握矿床学的基本知识、基础理论和矿床地质研究的一些基本技能,从而实现理性知识与感性认知的有机融合,使综合分析问题的能力得到提升。

为了达到上述目的,充分调动学生的实践积极性与发挥教师的主动性是十分重要的。本教程结合石家庄经济学院矿床教研室的标本情况,收集了部分典型矿床的资料供学生实验时参考使用。

要上好实验课还必须调动学生的主观能动性。为提高学生的独立工作能力,教程一般只提供典型矿床实例资料,不给出结论;同时编入了部分未知矿区资料,以便在教师启发下,使学生逐步提高认识问题和分析问题的能力。

教程内容的先后次序及矿床成因类型划分与姚凤良和孙丰月主编的《矿床学教程》(地质出版社 2006 年 8 月出版)相一致。

在教程的编写过程中,参阅了中国地质大学(武汉)编写的《矿床实习指导书》、裴荣富主编的《中国典型矿床》等资料。2008 级硕士研究生李宾参加了资料的收集和编写工作;资源学院老师审阅了部分章节,并提出了具体修改意见。

本教程尽力在已有教学、科研资料的成果基础上,强化学生的实践动手能力、注重培养学生的思维拓展与知识融合的能力,其目的是推进矿床学素质教育的发展,强化学生的自我学习与理解能力,但实际效果如何,有待于教学实践的检验;任课教师可根据实际课时及不同专业方向选择使用实验内容和矿床实例。

由于时间仓促及编者水平有限,书中必然会存在不少错误或瑕疵,望读者批评指正。

目 录

前 言

实验一 矿石的概念	(1)
实验二 岩浆矿床	(5)
实验三 伟晶岩矿床	(21)
实验四 矽卡岩矿床	(28)
实验五 热液矿床	(43)
实验六 火山岩矿床	(58)
实验七 变质矿床	(69)
实验八 胶体化学沉积矿床	(81)
实验九 蒸发沉积矿床	(89)
实验十 生物化学沉积矿床	(93)
实验十一 风化矿床	(98)
参 考 文 献	(101)

实验一 矿石的概念

【目的及要求】

1. 正确理解并掌握矿石的概念。
2. 学会观察和描述矿石的方法。
3. 学会目估矿石品位的方法。

【实验资料】

(一) 矿石标本

铁矿石、铜矿石、钼矿石、钨矿石、汞矿石、萤石矿石、铅锌矿石

(二) 文字资料

1. 常见矿石结构 (图 1-1)

等粒结构: 矿物结晶颗粒大小相差不大, 基本呈均匀状态。

不等粒结构: 不同矿物结晶颗粒之间相对大小悬殊, 但矿物颗粒均为结晶态。

纤维状结构: 矿物在空间上显示出线状的结构, 多在流动环境中形成。

环带状结构: 矿物颗粒在不同的阶段围绕矿物中心形成的结构。

结晶定向结构: 指结晶颗粒在宏观上显示出按一定的方向结晶排列的结构。

交代结构: 先前形成的矿物被后期矿物交代, 或后期热液对其进行交代而构成的结构。

碎裂结构: 矿物颗粒大小不一, 无一定排列规律, 杂乱无章, 经受力作用形成的结构。

胶状结构: 指围绕一定的中心或某个点开始进行沉积, 空间上显示规律的环状等结构。此种结构在生物沉积环境中形成。

2. 常见矿石构造 (图 1-2)

块状构造: 有用矿物含量占 80% 以上, 矿物集合体为不定形状, 分布无方向性且结合紧密, 无空洞。

浸染状构造: 在脉石矿物基质中有 30% 以下矿石矿物集合体, 粒径一般小于 0.5cm, 它们呈星点状较均匀地散布于矿石中。当矿石矿物含量大于 30% 时, 称稠密浸染状构造。

斑点状构造: 矿石矿物集合体呈近等轴状斑点, 斑点大小较均匀, 粒径多数可达 0.5cm, 分布较均匀且无方向性的, 称斑点状构造。斑点形状不规则, 大小不一, 且分布不均匀的, 称斑杂状构造。

条带状构造: 由不同成分或成分相同而颜色不同, 或结构不同的矿物集合体在一个方向, 彼此相间分布构成条带。

角砾状构造: 一种或多种矿物集合体构成角砾, 被一种或多种矿物集合体胶结。

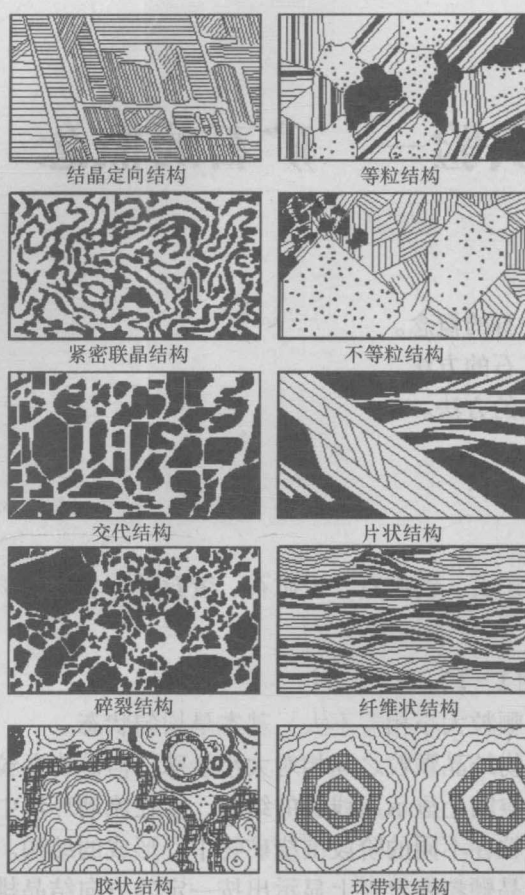


图 1-1 常见矿石结构

晶洞状构造：在矿石或围岩的空洞内，生长有一定晶形的矿物集合体（矿物一般垂直裂隙或空洞壁生长），保留有部分的空洞称晶洞状构造。洞内的矿物晶体群称为晶簇。

3. 矿石类型

(1) 按矿石中有有用矿物的工业性能可分为金属矿石（如铁矿石、铜矿石、钨矿石等）和非金属矿石（如萤石矿石、石棉矿石等）。

(2) 按矿石中所含有用矿物金属元素的多少可分为简单矿石（如钨矿石、汞矿石等）和综合矿石（如铅锌矿石、钨锡矿石等）。

(3) 按矿石中有用成分含量的多少可分为贫矿石（如条带状贫磁铁铁矿石，含铁 30% 左右）和富矿石（致密块状磁铁铁矿石，含铁 60% 左右）。

(4) 按矿石的结构构造可分为致密块状矿石、浸染状矿石、条带状矿石、角砾状矿石等。

(5) 按矿石受风化程度不同可分为原生矿石、氧化矿石和混合矿石。

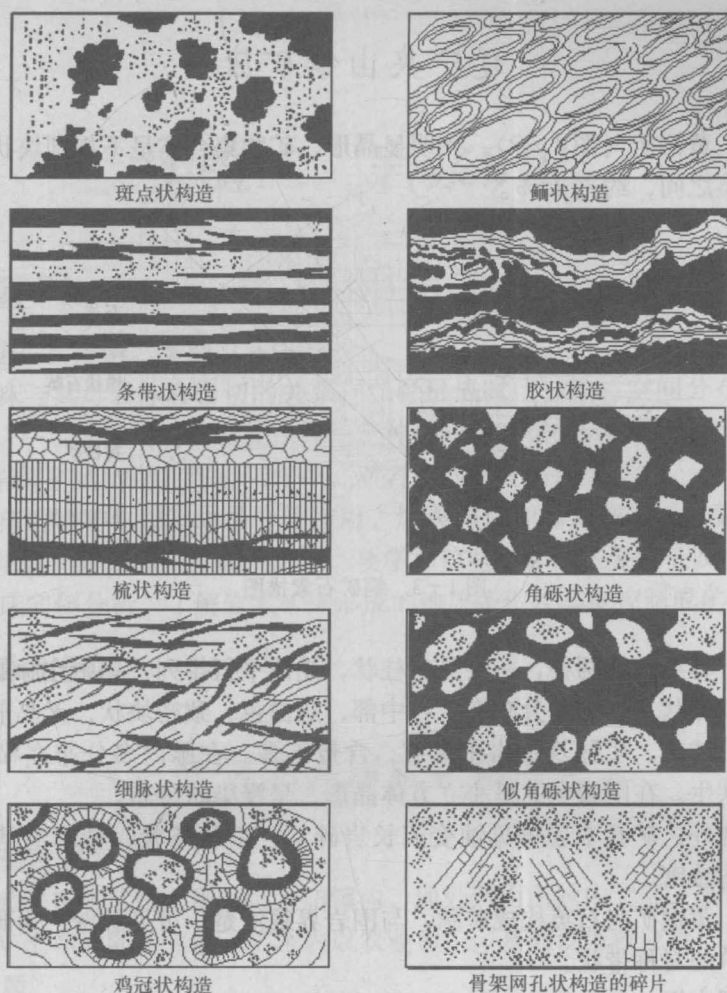


图 1-2 常见矿石构造

【实验指导】

1. 课前复习《矿床学教程》第二章的四、五、六、七小节。复习以下矿物鉴定特征和化学成分：磁铁矿、黄铜矿、辉钼矿、黑钨矿、方铅矿、闪锌矿、萤石、辰砂、重晶石、石英、方解石。

2. 观察矿石应首先认识矿物，然后区分出哪些是矿石矿物，哪些是脉石矿物。要注意观察矿物的形态、空间分布及矿物的共生关系。

3. 绘制矿石（平面）素描图，一定要有图名、图例、比例尺。

4. 确定矿石目估品位时，首先目估矿石矿物的百分含量，再查出矿石矿物的化学组成中有用元素的百分含量，然后按以下公式进行计算：

目估品位 = 有用矿物目估百分含量 × 矿石矿物中有用组分的百分含量

5. 对矿石的描述可参考以下实例。

辽宁夹山铜矿床

矿石矿物：黄铜矿（图1-3），无明显晶形，矿物集合体呈不规则块状，分布在块状石英与栉状石英之间，约占25%。

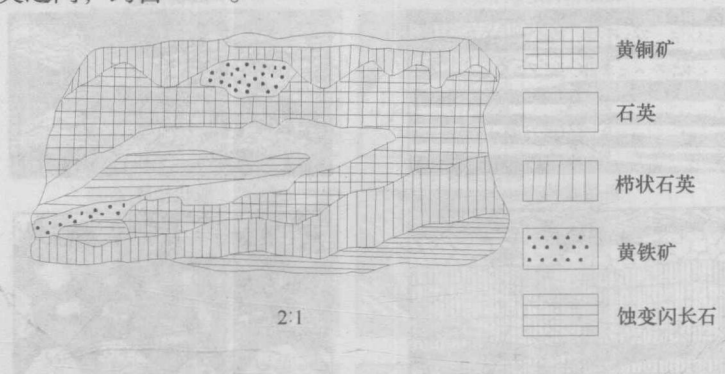


图1-3 铜矿石素描图

脉石矿物：石英，有两种，一种具有柱状，晶体平行排列，集中在脉的边部，长轴与脉壁垂直，形成栉状。另一种分布在矿石中部，灰白色，致密块状，无晶形，与黄铜矿界线很不规则。黄铁矿，矿脉及围岩中皆有，含量不多。在脉内多分布在栉状石英的顶尖部，与黄铜矿共生。在围岩中的呈小立方体晶形，呈浸染状分布。

除上述矿物外，矿石中还可可见蚀变闪长岩碎块，呈长条状，轮廓清楚。岩石为灰棕色，细粒，结构致密。

矿石构造：黄铜矿与石英构成矿脉，与围岩界线清楚，可见脉壁，为脉状构造。脉中矿物成分呈简单的对称带状。

品位：矿石中铜的目估品位 = $25\% \times 34.57\% = 8.6\%$ ，为富矿石。

【思考题】

1. 矿石与岩石有何异同？
2. “矿石矿物就是金属矿物，脉石矿物就是非金属矿物”这种认识是否正确？为什么？
3. 岩石的块状构造与矿石的块状构造有什么不同？
4. 矿石、矿体、矿床、围岩、母岩、夹石的相互关系如何？
5. 研究矿石有什么意义？
6. 描述一块矿石标本并附矿石素描图。

实验二 岩浆矿床

【目的及要求】

通过实验进一步理解、掌握以下内容：

1. 岩浆矿床与其母岩体有密切的关系，二者形成时代一致，空间分布一致，物质成分一致。此外，一定成分的岩浆岩往往与一定种类的矿产有关，其称为岩浆岩的成矿专属性，所以，在岩浆矿床的勘查评价工作中，对岩体的研究是很重要的。
2. 岩浆矿床的成矿作用有结晶分异作用、熔离作用和爆发作用，它们分别形成岩浆分结矿床、岩浆熔离矿床和岩浆爆发矿床。要掌握这些矿床的主要特征及成矿机理。
3. 通过矿床实例分析，了解岩浆矿床形成的地质条件及其他控制成矿的因素。

【典型矿床实例】

(一) 河北大庙钒钛磁铁矿床

1. 自然地理位置

大庙钒钛磁铁矿矿区位于承德市大庙镇内，地处燕山山脉中北部，属于中低山区，气候属半湿润—半干旱大陆性气候。矿区内以农业为主，基础设施较完善。

2. 矿区地质

(1) 大地构造位置

矿区位于中朝准地台（Ⅰ）燕山台褶带（Ⅱ）承德拱断束（Ⅲ）大庙穹断束（Ⅳ）构造单元大庙斜长岩体中，为大庙—红石砬、丰宁—隆化两条东西向平行的深断裂之间。

(2) 区域地层

区内地层出露面积很少，仅有第四系，主要出露于矿区东南沟谷低洼地带。

(3) 岩浆岩

岩浆活动频繁而强烈，断裂构造发育，为形成丰富的铁、磷、铂、铬、金、银等矿产提供了良好的地质环境和地质条件。其中，岩浆岩主要是苏长岩，是著名黑山—大庙基性杂岩体的一部分（图2-1，图2-2），且为钒钛磁铁矿的母岩。赋存于苏长岩中的钒钛磁铁矿为浸染状的分凝式矿体，赋存于斜长岩中的矿体为贯入式矿体。区内苏长岩的岩石类型主要有苏长岩、橄榄苏长岩及伟晶苏长岩。矿物成分有紫苏辉石、斜长石、普通辉石、橄榄石、钒钛磁铁矿、磷灰石、绿泥石、各类帘石、绢云母等。苏长岩主要结构为辉长结构、辉绿结构、中粗粒结构、伟晶结构；其构造有斑状构造、块状构造、斑杂角砾状构造。苏长岩中基性斜长石达40%~70%，紫苏辉石占20%~40%。苏长岩是本矿区分布最广的岩石。

脉岩主要有闪长玢岩、细粒闪长岩脉、石英脉和细方解石脉，但不发育。

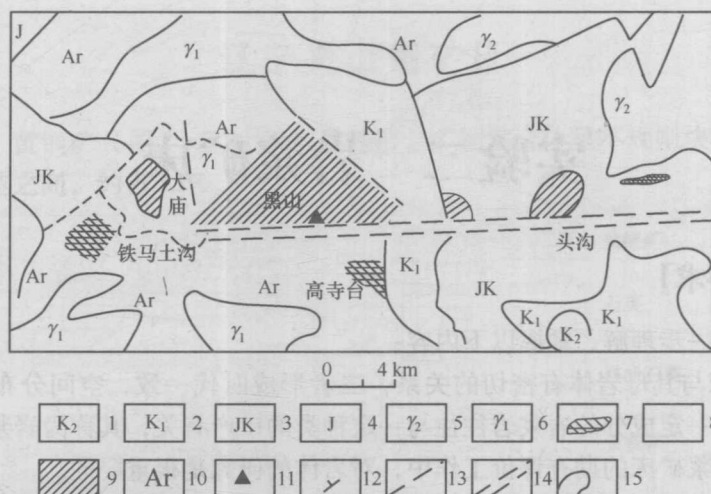


图 2-1 河北大庙区域基性-超基性岩体分布图

- 1—上白垩统粗面岩；2—下白垩统砾岩；3—侏罗-白垩纪火山岩；4—侏罗纪煤系；5—花岗闪长岩；
6—老花岗岩；7—苏长岩-辉长岩；8—斜长岩；9—超基性岩；10—太古宙变质岩；11—矿床或矿点；
12—岩层产状；13—断层；14—深大断裂；15—地质界线

3. 矿床地质

(1) 矿床分布

矿床(体)分布于苏长岩体内,共计大小矿体 40 余个。主要产在斜长岩和矿染辉长岩中以及两类岩石的接触带上,受 NNE 向构造裂隙控制(图 2-2)。

(2) 矿体特征

矿区可分为南、中、北 3 个矿带,以中、北两带矿化较好。地表矿体单独存在,但在深部几个矿体往往相连为一体。其中,矿区矿体主要有 3 个,分别为 Fe1、Fe2、Fe3。

矿体走向北东 30°~40°,倾向南东,倾角 70°,规模大者一般 300~500m,延伸 500m,厚 10m 至数十米;致密矿体受岩体原生裂隙构造控制,常含围岩角砾,多呈扁豆状、透镜状,作雁行式排列。

产于辉长岩中的矿体主要由浸染状矿石组成,与围岩界线不清,产状与岩体原生条带构造一致(图 2-3)。

(3) 结构构造

矿石结构最主要的为粒状镶嵌结构、海绵陨铁结构、嵌晶结构、固溶体分离结构。其中,矿区内最典型、分布最广的和最重要的结构类型为海绵陨铁结构。主要特征是铁钛氧化物矿物充填在先结晶的磷灰石、紫苏辉石及其他脉石矿物之间,构成了典型的海绵陨铁结构(图 2-4,图 2-5)。

(4) 围岩蚀变

矿体围岩为苏长岩,主要有绿泥石化、绿帘石花等蚀变。

矿床分带特征:由矿体中心至围岩,矿石构造常具有致密状→稠密浸染状→稀疏浸染状→含矿围岩(辉长岩)之变化。矿体上富下贫,但总体为贫矿。

(5) 矿石矿物

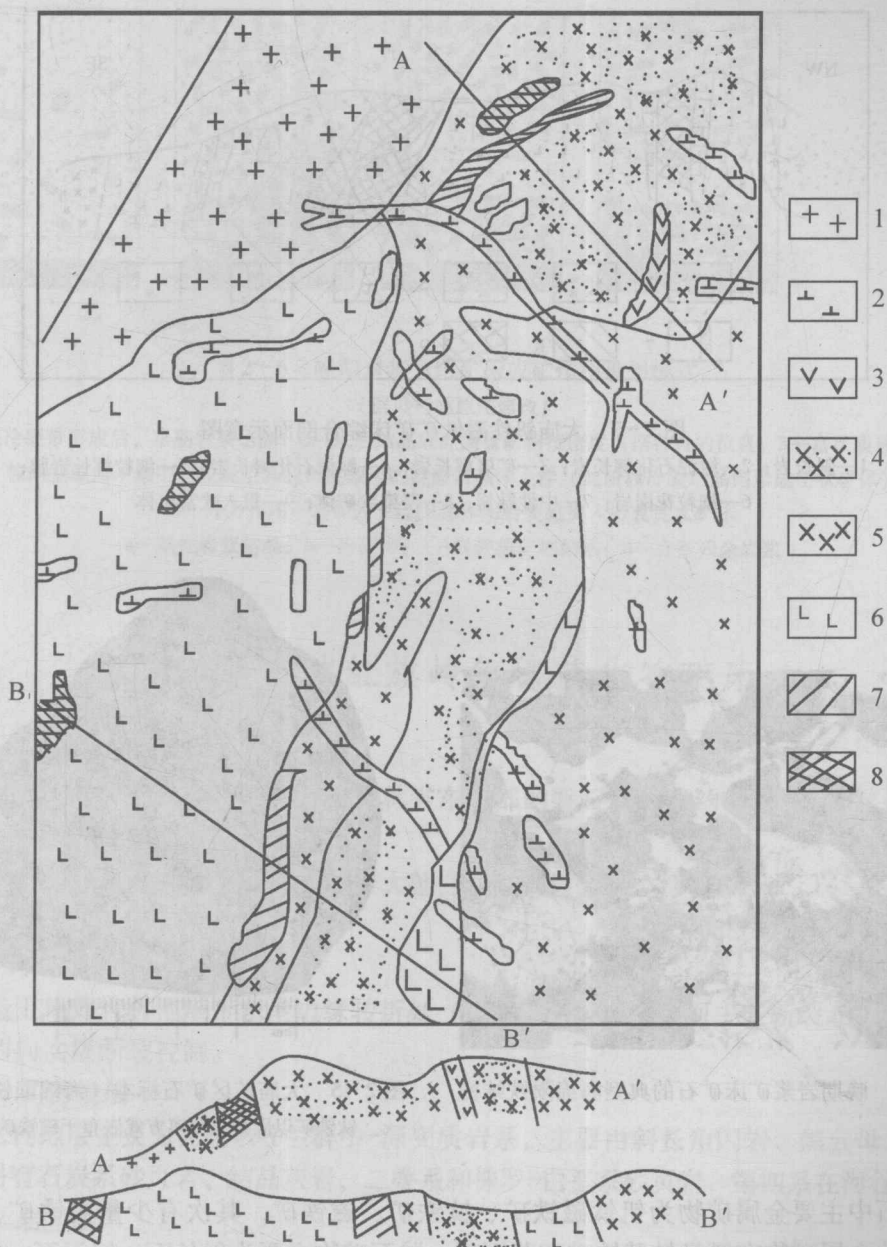


图 2-2 大庙矿区地质图及剖面图

1—细粒花岗岩；2—中性脉岩；3—细粒辉长岩；4—矿染辉长岩；5—绿泥石化辉长岩；
6—斜长岩；7—贫矿；8—富矿

按矿石组成，矿体可分为致密状和浸染状两类。其中，稠密浸染状矿石铁钛氧化物含量一般为40%~60%，TFe含量25%~35%；稀疏浸染状矿石铁钛氧化物含量一般在15%~40%以上，全铁品位为13%~25%。本矿区Fe1、Fe2号矿体稠密浸染状矿石占绝大部分，而Fe3号矿体多为稀疏浸染状矿石。

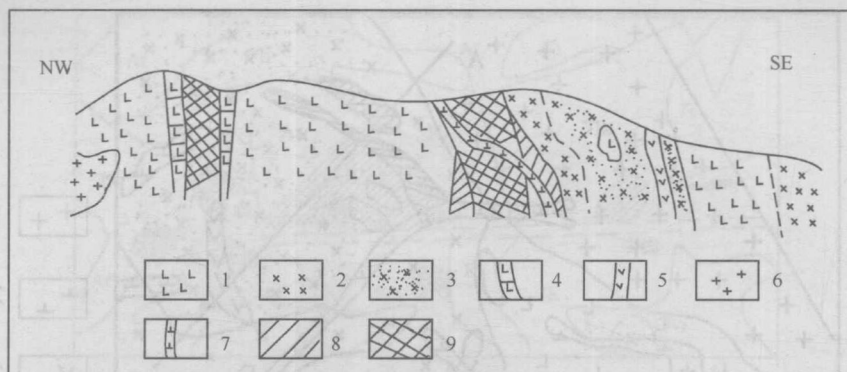


图 2-3 大庙钽钛磁铁矿矿床综合剖面示意图

1—斜长岩；2—绿泥石化辉长岩；3—矿染辉长岩；4—绿泥石化斜长岩；5—细粒辉长岩脉；6—细粒花岗岩；7—中性脉岩；8—浸染状矿体；9—贯入式富矿体

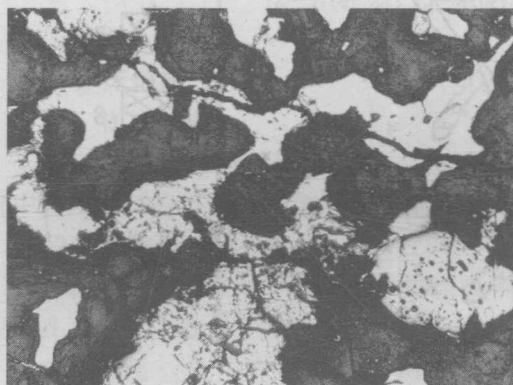


图 2-4 晚期岩浆矿床矿石的典型海绵陨铁结构



图 2-5 大庙矿区矿石标本（海绵陨铁结构）

钛铁矿以固溶体分离方式嵌布于磁铁矿中

矿石中主要金属矿物为钽钛磁铁矿、钛铁矿、磁铁矿，其次有少量褐铁矿、金红石等，其他金属矿物有微量钴黄铁矿和黄铜矿。脉石矿物主要为斜长石、绿泥石、纤闪石及紫苏辉石，其次为普通辉石、普通角闪石、石英、方解石、绿帘石、磷灰石等。钽多以类质同象存在于钛磁铁矿中，其含量 0.055% ~ 0.17%，与铁含量成正比；钛主要产于钛磁铁矿中；次为金红石、钛铁晶石；磷主要呈磷灰石产于浸染状矿石中，其含量 0.59% ~ 0.93%（致密块状矿石磷含量仅为 0.07% ~ 0.031%）。

4. 矿床成因

大庙钽钛磁铁矿矿床属岩浆分结矿床。其中，磁铁矿晶出多晚于辉石和斜长石，具有晚期岩浆分结矿床的结构构造特征或/和发育脉状贯入矿体，此观点已得到大多数学者的公认。理想成矿模式见图 2-6。

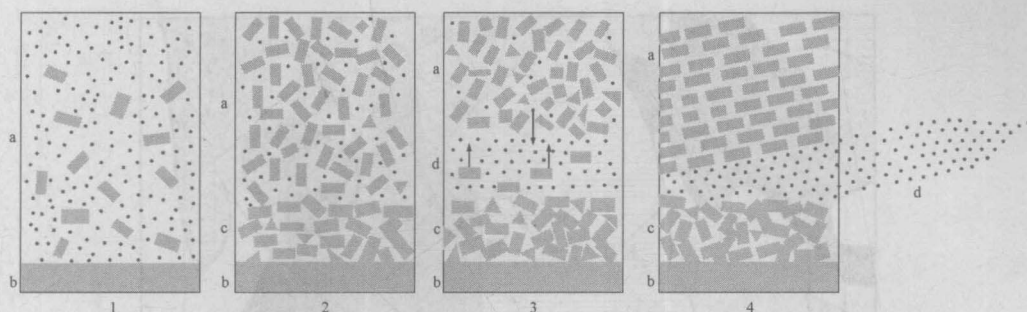


图 2-6 晚期岩浆分结矿床成矿作用理想模式

(据贝特曼原图修改)

1—在冷凝带形成后,早期岩浆结晶;2—先后结晶的硅酸盐矿物按密度占据各自的位置;3—富矿质残浆通过粒间空隙向下集中,较晚结晶的密度较小的硅酸盐晶体上浮(此阶段冷凝结晶则形成层状矿体);

4—外力作用下富矿残浆经压滤作用沿裂隙贯入形成贯入矿体

a—基性岩浆结晶;b—冷凝带;c—镁铁质矿物结晶;d—含矿残余岩浆

(二) 吉林红旗岭铜镍硫化物矿床

1. 自然地理位置

吉林红旗岭铜镍硫化物矿区位于吉林省东南部的磐石市东南约 39km 处。区内有铁路及乡村公路,交通相对便利。

矿区属于丘陵半山区,气候为温带大陆性季风气候。

2. 矿区地质

(1) 大地构造位置

构造上地处吉林褶皱带东南边缘转折处(图 2-7),即辉发河主干断裂北西侧,受该断裂北西向次级断裂控制。

(2) 矿区地层

区内内地层主要为泥盆系呼兰群中-深变质岩系,主要由斜长角闪岩、黑云母片麻岩等组成。另有石炭系砂页岩、结晶灰岩,二叠系和侏罗-白垩系砂页岩,第四系在河谷处发育。

(3) 岩浆岩

红旗岭地区岩浆活动频繁,主要以镁铁-超镁铁质岩浆活动为主;其次为侵入的大量花岗岩。主要的侵入岩类型为加里东期镁铁-超镁铁质侵入岩、海西期镁铁-超镁铁质侵入岩与燕山期镁铁-超镁铁质侵入岩,其中海西期超镁铁质岩浆侵入活动期为本区岩浆主要活动期,具有分布广,规模大的特征。花岗岩生成以后,于海西末期,辉发河断裂活动使北西向压扭性断裂复活与深断裂联系起来,导致大量镁铁-超镁铁质岩及其相关的脉岩先后侵入。这些岩体多沿北西向与北东向断裂的交汇部位侵入,并经深部与浅部熔离分异贯入形成岩浆硫化铜镍矿床。以红旗岭矿典型特征的第一岩带的 1 号岩体为例,同时也为工业主要开采岩体,其地质简图见图 2-8 与图 2-9。

(4) 构造演化

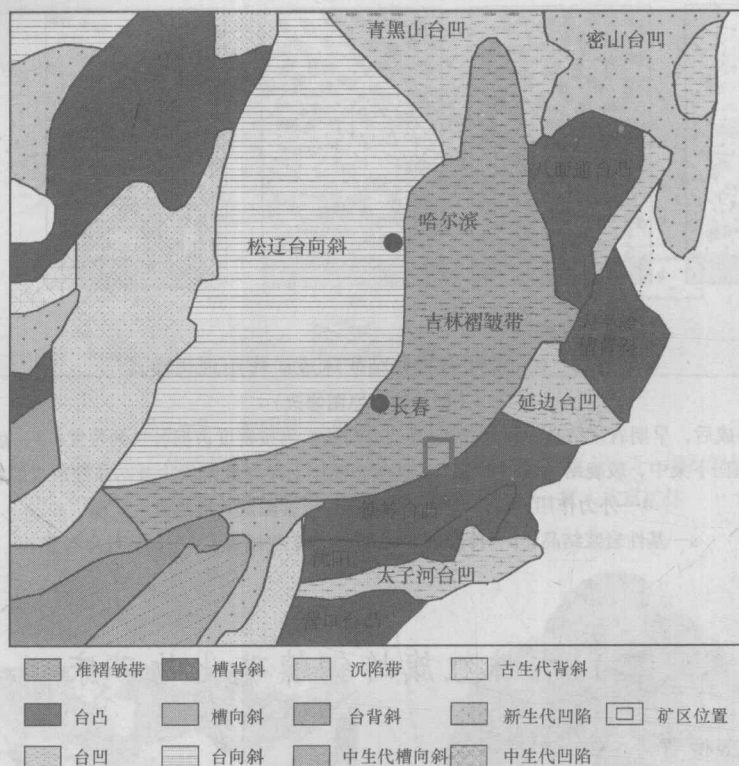


图 2-7 红旗岭铜镍硫化物矿区大地构造位置图

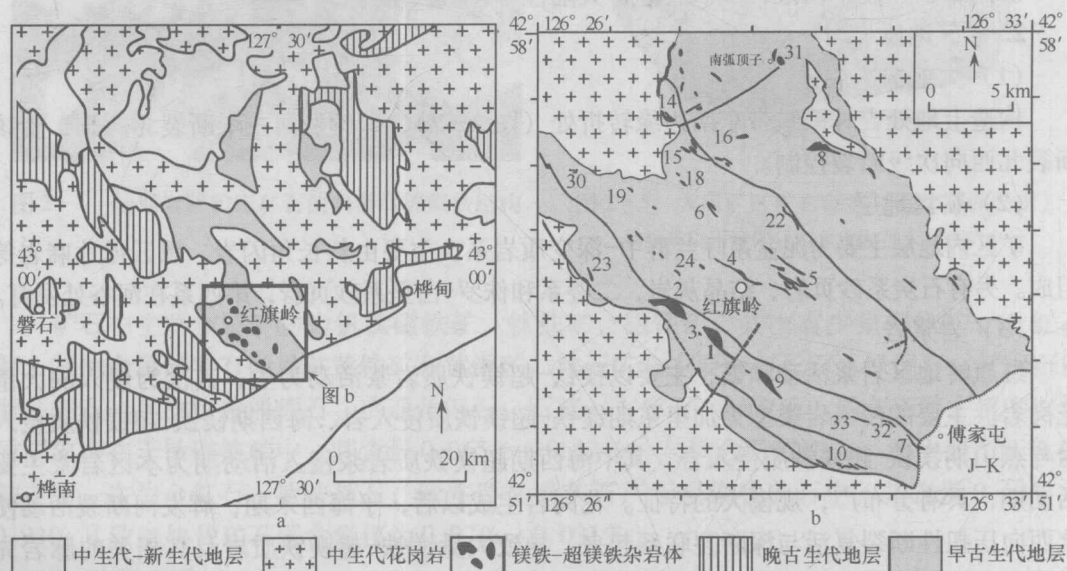


图 2-8 红旗岭铜镍硫化物矿区地质简图

(据张广良等, 2005)

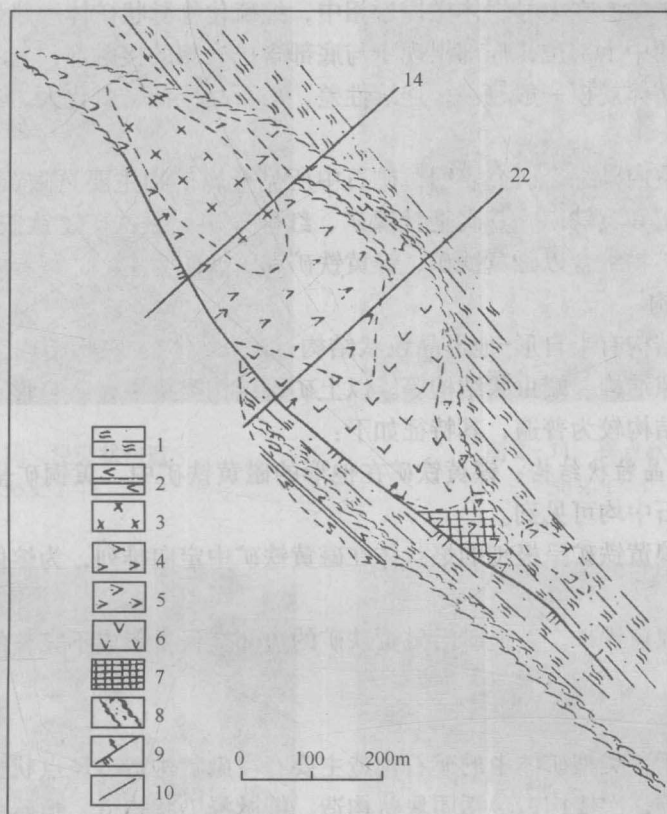


图 2-9 红旗岭铜镍硫化物矿床 1 号岩体地质简图

(据秦宽, 1995)

1—黑云母片麻岩; 2—角闪片岩; 3—辉长岩; 4—古铜辉石岩; 5—橄榄辉石岩;

6—橄榄岩; 7—工业矿体; 8—破碎带; 9—逆断层; 10—性质不明断层

该区位于华北古陆台边缘。经历了加里东期、海西期、燕山期等构造运动。

3. 矿床地质

(1) 矿体分布与矿体特征

其中, 1 号矿体为红旗岭地区目前勘探工程控制的规模大、矿石品位富的硫化铜镍矿之一。根据矿体与围岩的关系、矿体的形态与产状、矿体赋存的岩相等, 将本区 1 号矿体划分为以下类型, 即似层状矿体、脉状矿体、上悬透镜状矿体等。

似层状矿体: 这种矿体仅见于 1 号岩体中, 在本区矿床中占有比较重要的位置。其产于 1 号岩体的底部, 形态、产状严格受岩相的控制, 与所赋存的橄榄辉石岩相基本一致, 呈似层状, 通常与其上部的橄榄岩相界线清楚, 底部以混染带与围岩黑云母片麻岩呈不整合接触。在横剖面上其两侧向中心倾斜, 在纵剖面上向北西呈缓倾斜。

脉状矿体: 1 号岩体的 F_1 断层下盘岩体, 其含矿岩石主要是蚀变辉石岩、辉橄岩、橄榄岩, 偶见橄榄辉石岩或橄榄二辉岩。矿体往往在岩体的边部呈脉状, 偶尔贯入到围岩中。形态、产状受岩体内部的原生节理控制。矿体走向北西, 与岩体走向一致, 倾角较陡。矿体一般长数十米至数百米, 厚数十至数十米, 延深数百米。

上悬透镜状矿体：在1号岩体橄榄岩相中，纯硫化物脉状矿体一般呈平缓的扁平透镜状分布于该岩相的中上部，局部出现于与底部含矿岩相的接触部，与不含矿的橄榄岩呈渐变过渡关系。矿体规模一般较小，连续性差，矿石品位低、变化大，选矿性能不好，工业利用价值不大。

矿石矿物：室内外综合研究表明，矿石中所见金属矿物主要是磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿、紫硫镍矿和黄铁矿，其次是针镍矿、红砷镍矿、磁铁矿、钛铁矿、方铅矿等。1号矿体矿石中金属矿物组合以磁黄铁矿、镍黄铁矿和黄铁矿为主。

(2) 矿石结构

矿石的主要结构有半自形-他形晶粒状结构、焰状结构、网状结构、边环结构、定向斑点状结构、填隙结构、蠕虫状结构等。以上矿石结构类型中，半自形-他形晶粒状结构、焰状结构、边环结构较为普遍，其特征如下：

半自形-他形晶粒状结构：镍黄铁矿在他形的磁黄铁矿中，黄铜矿呈半自形颗粒。此类结构在各类矿石中均可见到。

焰状结构：镍黄铁矿呈极细的焰状体在磁黄铁矿中定向排列，为熔体分解而成。该类结构较常见。

边环结构：镍黄铁矿、黄铜矿沿磁黄铁矿的边部交代，形成不完整的边环。一般矿石中均可见到。

(3) 矿石构造

红旗岭镍矿床各类型矿体中的矿石构造主要有浸染状构造、斑点状构造、海绵陨铁状构造和块状构造等，次要构造包括团块状构造、细脉浸染状构造、角砾状构造等。其中主要简述以下4种构造特征：

浸染状构造：硫化物呈1~2mm的他形圆形或小点在矿石中稀疏浸染，局部地段呈中等浸染，在橄榄岩中的上悬矿体及底部矿体中最常见，其次则见于矿化辉长伟晶岩分离体中（图2-10）。

斑点状构造：硫化物呈3~6mm，少量可达8~10mm的大斑点，在矿石中稀疏浸染。此类构造常见于橄榄辉石岩及脉状的蚀变辉石岩矿体中，其次见于矿化斜方辉石岩与辉长伟晶岩分离体中（图2-11）。

海绵陨铁状构造：硫化物呈他形“胶结物”充填于自形的橄榄石、辉石晶体的间隙中。硫化物含量一般为15%~35%，极个地段可达60%~70%（图2-12）。

块状构造：矿石几乎全为金属硫化物组成，块状构造仅见于橄榄岩或斜方辉石岩的纯硫化物脉状矿体中（图2-13）。

(4) 蚀变特征

1号岩体由于自变质作用而引起岩体不同部位、不同矿物产生不同的蚀变，该现象较为普遍。总体看来，蚀变程度较轻，在脉岩两侧及构造破碎带附近及岩体边缘，由于岩脉贯入、动力变质叠加对围岩的同化混染作用而引起岩石比较强烈的蚀变。常见的类型有次闪石化、滑石化、绿泥石化、棕色角闪石化、金云母（包括黑云母）化、绢云母化、蛇纹石化及碳酸盐化，并以前三者为主，其特征如下。

次闪石化：为各岩相中最广泛发育的一种蚀变，可由斜方辉石、橄榄石、棕色角闪石等矿物蚀变而成。