

矿物学

汪正然 陈武 編

上海科学技术出版社

矿 物 学

汪正然 陈 武 編

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书包括緒論,通論——矿物的內部构造、化学成分、形态、物理性质、鉴定方法、研究方法、成因、分类和命名,矿物各論——自然元素、硫化物及其类似化合物、卤化物、氧化物、含氧盐,矿物的共生組合——內生过程、表生过程和变质过程的矿物共生組合,分十五章叙述,形成一个完整的科学体系。本书比較詳尽地闡述了基本理論,适当地联系了实际,可作为高等院校地质专业的教学参考书。

矿 物 学

汪正然 陈 武 編

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业許可証出 093 号

上海新华印刷厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 850×1156 1/32 印张 15 4/32 插頁 1 排版字数 396,000

1965 年 5 月第 1 版 1965 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—3,000

統一书号 13119·627 定价(科五) 1.70 元

前 言

1961年我組汪正然、陈武、楊美娥三同志，曾在我組历年所編的矿物学讲义和已有教材的基础上，編写了矿物学讲义。經過二年多的使用，发现其中存在有不少需要改正和补充之处。針對上述情况，我組决定再由汪正然、陈武二同志負責，进行全面修改并重行編写，完成出版本书的工作，以供教学参考之用。

本书第一章和第一部分通論是由汪正然执笔的，第二部分矿物各論和第三部分矿物的共生組合是由陈武执笔的。书中插图由我系繪图室蔣志超和高秀英同志清繪的。此外，我組林承裕同志曾参加了部分資料的收集工作。

在工作中，承我系李学清教授、孙鼎教授、王德滋同志的指导和协助，并承我系徐克勤教授和成都地质学院丁毅教授的詳細审查，在此一并表示衷心的感謝。

最后根据所提出的意見，进行了修改和补充。但由于編者的水平有限，书中錯誤和不当之处仍然在所难免，因此热忱地欢迎讀者多提意見，以便今后的改正和修訂。

南京大学地质系岩石矿物教研組

一九六四年七月

目 录

前 言

第一章 緒 論	1
一、矿物和矿物学的概念	1
二、矿物学发展簡史	3
三、我国矿物学概況	6
四、矿物学在国民經济事业中的作用	9
五、矿物学的現狀和任务	10

第一部分 通 論

第二章 矿物的內部构造和化学成分	14
一、矿物的內部构造	14
二、矿物的化学組成和化学式	26
三、水在矿物中的作用	39
四、胶体成因矿物的构造和成分	42
第三章 矿物的形态	47
一、矿物的单体形态	47
二、矿物的連生体形态	55
三、矿物的集合体形态	65
第四章 矿物的物理性质	74
一、矿物的光学性质	76
二、矿物的力学性质	87
三、矿物的比重	95
四、矿物的其他物理性质	99
第五章 矿物的鉴定和研究方法	108
一、矿物的分选	109
二、矿物外表特征鉴定法	109
三、物理方法鉴定和研究	110

四、化学方法鉴定和研究	112
五、物理化学鉴定和研究	114
第六章 矿物的成因	116
一、地壳中元素的分布量和迁移	116
二、岩石圈的热力带	120
三、形成矿物地质过程的简要特征	122
四、矿物的形成	132
五、矿物的变化	134
六、矿物的世代、形成顺序和共生组合	136
七、矿物的标型特征	139
第七章 矿物的分类和命名	142
一、矿物分类的目的和任务	142
二、分类原则的变更和发展	143
三、矿物分类的体系	144
四、矿物的命名	146

第二部分 矿物各论

第八章 第一大类 自然元素	150
一、概 述	150
二、分 述	154
1. 铁族 自然铁	154
2. 铜族 自然铜; 自然银; 自然金	155
3. 铂族 自然铂	159
4. 铁钨矿族 亮铁钨矿; 暗铁钨矿	159
5. 锗族 自然锗; 自然铋; 自然铊	161
6. 硫族 斜方硫	163
7. 碳族 金刚石; 石墨	165
第九章 第二大类 硫化物及其类似化合物	170
一、概 述	170
二、分 述	175
第一类 简单硫化物及其类似化合物	175
1. 辉铜矿族 辉铜矿; 方辉铜矿	175
2. 辉银矿族 辉银矿	177
3. 方铅矿族 方铅矿	178

4. 閃鋅矿族 閃鋅矿; 纖維鋅矿; 硫錳矿	180
5. 辰砂族 辰砂	184
6. 磁黃鉄矿族 磁黃鉄矿; 紅砷鎳矿; 鎳黃鉄矿	186
7. 輝銻矿族 輝銻矿; 輝鉍矿	189
8. 輝鉛矿族 輝鉛矿	192
9. 銅藍族 銅藍	193
10. 雌黃族 雌黃; 雄黃	195
11. 黃鉄矿族 黃鉄矿; 砷鉛矿; 輝砷鉍矿; 白鉄矿; 斜方砷鉄矿; 毒砂	197
12. 方鈷矿族 方鈷矿; 砷鈷矿-砷鎳矿	205
第二类 复杂硫化物	207
1. 黃銅矿族 黃銅矿; 黝錫矿; 斑銅矿	207
2. 黝銅矿族 黝銅矿-砷黝銅矿	211
3. 斜方硫砷銅矿族 斜方硫砷銅矿	212
4. 硫銻銀矿族 硫銻銀矿; 硫砷銀矿	213
5. 車輪矿族 車輪矿; 針硫鉍鉛矿	215
6. 脆硫銻鉛矿族 脆硫銻鉛矿; 硫銻鉛矿	217
第十章 第三大类 卤化物	219
一、概 述	219
二、分 述	222
第一类 氟化物	222
1. 螢石族 螢石	222
2. 冰晶石族 冰晶石	224
第二类 氯化物、溴化物和碘化物	225
1. 石盐族 石盐; 鉀盐	225
2. 光卤石族 光卤石	228
3. 角銀矿族 角銀矿	228
第十一章 第四大类 氧化物	230
一、概 述	230
二、分 述	234
第一类 简单氧化物	234
1. 冰族 冰	234
2. 赤銅矿族 赤銅矿	235
3. 紅鋅矿族 紅鋅矿	236
4. 剛玉族 剛玉; 赤鉄矿	237
5. 金紅石族 金紅石; 板鈦矿; 銳鈦矿; 錫石; 軟錳矿	240

6. 晶质铈矿族 晶质铈矿;方钍石	246
7. 石英族 石英;磷石英;白硅石	248
第二类 复杂氧化物	253
1. 钛铁矿族 钛铁矿	253
2. 钙钛矿族 钙钛矿	254
3. 褐铁矿族 褐铁矿	255
4. 尖晶石族 尖晶石;磁铁矿;铬铁矿	256
5. 金绿宝石族 金绿宝石	260
6. 铌铁矿-钽铁矿族 铌铁矿-钽铁矿	261
7. 黄绿石族 黄绿石;铌钇矿	263
第三类 氢氧化物	264
1. 氢氧镁石族 氢氧镁石	265
2. 三水铝矿族 三水铝矿	266
3. 纤铁矿族 纤铁矿;薄水铝矿	267
4. 硬水铝矿族 硬水铝矿;针铁矿	269
5. 水锰矿族 水锰矿	271
6. 硬锰矿族 硬锰矿	272
7. 蛋白石族 蛋白石	273
第十二章 第五大类 含氧盐	274
一、概 述	274
二、分 述	276
第一类 硅酸盐	276
亚类一 岛状构造硅酸盐	283
1. 橄榄石族 橄榄石	284
2. 硅铈矿族 硅铈矿;似晶石	286
3. 石榴石族 石榴石	288
4. 锆石族 锆石	291
5. 榍石族 榍石	292
6. 蓝晶石族 蓝晶石;红柱石	293
7. 十字石族 十字石	295
8. 黄晶族 黄晶	296
9. 符山石族 符山石	297
10. 绿帘石族 绿帘石;黝帘石;褐帘石	298
11. 异极矿族 异极矿	300
亚类二 环状构造硅酸盐	301
1. 绿柱石族 绿柱石	302
2. 蓝青石族 蓝青石	304

3. 透視石族 透視石	305
4. 电气石族 电气石	305
亚类三 鏈状构造硅酸盐	307
1. 輝石族 頑火輝石; 紫苏輝石; 透輝石; 鈣鉄輝石; 普通輝石; 硬玉; 鈍鈉輝石; 鋇輝石	310
2. 角閃石族 斜方角閃石; 透閃石; 阳起石; 普通角閃石; 藍閃石; 鈉鉄閃石	315
3. 硅灰石族 硅灰石	319
4. 蔷薇輝石族 蔷薇輝石	320
5. 硅綫石族 硅綫石	321
亚类四 层状构造硅酸盐	322
1. 滑石族 滑石	324
2. 叶蜡石族 叶蜡石	325
3. 蛇紋石族 蛇紋石	326
4. 高岭石族 高岭石	327
5. 多水高岭石族 多水高岭石; 硅鋁綠矿	328
6. 微晶高岭石族 微晶高岭石; 綠高岭石; 硅孔雀石	329
7. 云母族 金云母; 黑云母; 白云母; 鱗云母; 鉄鋇云母	331
8. 脆云母族 珍珠云母; 硬綠泥石	337
9. 綠泥石族 叶綠泥石; 斜綠泥石; 鲕綠泥石; 鱗綠泥石	338
10. 水云母族 水黑云母; 水白云母; 蛭石; 海綠石	341
11. 葡萄石族 葡萄石	343
亚类五 架状构造硅酸盐	344
1. 长石族 斜长石; 正长石; 鉀微斜长石; 鋇长石	346
2. 白榴石族 白榴石; 鈹榴石	354
3. 霞石族 霞石	356
4. 柱石族 柱石	357
5. 鈣霞石族 鈣霞石	359
6. 方鈉石族 方鈉石	360
7. 日光榴石族 日光榴石	361
8. 沸石族 鈉沸石; 鈣沸石; 方沸石; 菱沸石; 片沸石	362
第二类 硼酸盐	367
1. 硼鋁鉄矿族 硼鋁鉄矿	369
2. 纖維硼鋁石族 纖維硼鋁石	370
3. 硼砂族 硼砂	370
4. 硼鈉鈣石族 硼鈉鈣石	371
5. 方硼石族 方硼石	371
第三类 磷酸盐、砷酸盐和钒酸盐	372

1. 磷锶钼矿族 磷锶钼矿	374
2. 磷灰石族 磷灰石; 磷酸氯铅矿; 砷铅矿; 钒铅矿	374
3. 磷铝石族 磷铝石	379
4. 臭葱石族 臭葱石	379
5. 蓝铁矿族 蓝铁矿; 镍华; 钴华	380
6. 绿松石族 绿松石	382
7. 铀云母族 铜铀云母; 钙铀云母; 钒酸钙铀矿; 钒酸钾铀矿	382
第四类 钼酸盐、钨酸盐	386
1. 钨酸钙矿族 钨酸钙矿; 钼酸钙矿; 彩钼铅矿	386
2. 钨锰铁矿族 钨锰铁矿	389
第五类 铬酸盐	390
铬酸铅矿族 铬酸铅矿	391
第六类 硫酸盐	391
1. 无水芒硝族 无水芒硝	393
2. 硬石膏族 硬石膏	394
3. 重晶石族 重晶石; 天青石; 铅矾	395
4. 芒硝族 芒硝	398
5. 石膏族 石膏	399
6. 矾类族 泻利盐; 水绿矾; 胆矾	400
7. 明矾族 钾明矾	403
8. 明矾石族 明矾石; 黄钾铁矾	404
第七类 碳酸盐	405
1. 方解石族 方解石; 菱镁矿; 菱锌矿; 菱铁矿; 菱锰矿; 白云石	406
2. 文石族 文石; 白铅矿; 碳酸镉矿; 碳酸银矿	414
3. 孔雀石族 孔雀石; 蓝铜矿	418
4. 碱族 自然碱	420
第八类 硝酸盐	420
钾钠硝石族 钠硝石; 钾硝石	421

第三部分 矿物的共生组合

第十三章 内生过程矿物的共生组合	425
一、岩浆过程矿物的共生组合	425
1. 岩浆的概念	425
2. 岩浆矿物结晶作用的物理化学条件	425
3. 主要组分的含量及其作用	428
4. 岩浆岩和岩浆矿床的最主要矿物共生组合	432
二、伟晶气化过程矿物的共生组合	433

1. 伟晶岩的概念	433
2. 伟晶气化过程的发展阶段	433
3. 伟晶岩的类型及其矿物的共生组合	435
三、热液过程矿物的共生组合	440
1. 热液过程的特征	440
2. 支配热液过程矿物组合的因素	441
3. 热液过程矿物共生组合的基本类型	445
4. 金属矿物共生图解列举	447
第十四章 表生过程矿物的共生组合	451
一、岩石风化壳的矿物共生组合	451
1. 支配风化壳矿物共生组合的因素	451
2. 岩石风化壳矿物共生组合的类型	452
二、金属硫化物矿床氧化带的矿物共生组合	453
1. 金属硫化物矿床氧化带的化学作用	453
2. 支配氧化带矿物组合的因素	454
3. 金属硫化物矿床氧化带矿物组合的类型	455
三、化学沉积物的矿物共生组合	456
1. 化学沉积作用发生的原因	457
2. 结晶沉淀所形成的盐类矿物的组合	457
3. 胶体沉淀所形成的矿物组合	458
四、机械沉积的砂矿矿物组合	459
第十五章 变质过程矿物的共生组合	461
一、接触变质作用的矿物共生组合	462
1. 热变质作用的矿物组合	463
2. 接触交代作用的矿物组合	464
3. 接触交代作用矿物共生图解举例	464
二、区域变质作用的矿物共生组合	466
1. 变质岩的矿物共生组合	466
2. 区域变质作用矿物共生图解举例	467
主要参考书	

第一章 緒 論

一、矿物和矿物学的概念

矿物学是属于地质科学范疇中的一个分支，它研究組成地壳部分的自然元素和化合物——矿物。

矿物的概念是从远古采矿业的长期生产实践中所形成的。我国古文字中，矿作“𠩺”，象征采矿的工具；而其讀音为“Gǒng”，則源于采矿的声音。《周礼》注“金玉未成器曰矿”，而西方則来源于拉丁文“Minera”，总之，系指矿山中采出的矿石。由于长期生产发展和科学发展的結果，人們对矿物的認識日趋深入，因而在概念上也就日趋严謹。現代矿物学中，一般把矿物认为是地壳中（包括岩石圈、水圈、生物圈或各圈之間）各种地质作用的自然产物，其成分比較均一，組成岩石和矿石。它相对稳定于一定的地质条件之下，但当外界条件改变至一定程度时，就要发生变化。

矿物除少数是自然元素外，絕大多數是自然化合物。它們的化学成分，一般可用化学式表示。大部分的矿物是固体，有时也成为液体和气体状态存在。固体矿物具有一定的物理性质和化学性质，这些性质取决于它的結晶构造和化学成分。在不受空間限制和适宜的物理化学条件下，往往可以生成具有完整晶形的結晶多面体。显然，在液体矿物（如水与自然汞等）和气体矿物（如碳酸气和硫化氫气体等）中，其物理性质和化学性质与結晶构造之間的关系就不存在。

矿物学是研究矿物的科学。現代矿物学不仅研究矿物本身的組成、性质及其利用，并且还研究它在地壳中的发生、成长和变化的各种自然化学过程以及它們的自然組合。从而探討和追溯矿物的整个历史。从这一观点来看，矿物学可以认为是“地壳的化学”

和“自然的历史”。这一观点已经成为现代矿物学的基础。

此外,矿物学还研究在实验室条件下所获得的,而其組成和性质与自然矿物相当的化合物。为了区别于自然矿物,在矿物学中,将这些化合物称为人造矿物或合成矿物。这类研究对于了解自然矿物形成的物理化学条件及其相的平衡关系,均有很大帮助。同时可以根据研究結果,来生产人造矿物,故又有实际意义。

矿物学也研究隕石中的矿物,隕石虽然是自然作用的产物,但来自其它天体,并非出于地壳。为了与地壳中形成的矿物相区别,特称为隕石矿物。隕石矿物的研究对于了解天体物质的成分及其演变,具有重大意义。隕石矿物研究,也是对宇宙矿物研究的开始。

綜上所述可知,矿物学乃是一門研究矿物的化学組成、内部构造、外表形态、物理性质及其間相互关系,并闡明自然界中矿物形成和变化的过程和环境,時間和空間分布的規律,以及其实际用途的科学。在現代的矿物学研究中,它整个地貫穿着結晶化学(研究物质結晶构造、及其化学組成和晶体性质之間的相互关系)和地球化学(研究地壳中化学元素——原子的历史,及其在各种不同的自然界的熱动力与物理化学条件下的活动情况)的理論基础。

矿物学所研究的基本內容在頗大程度上广泛地牽涉到多种科学,因而矿物学和其他許多部門的科学就发生了密切的关系。現就基础理論科学、地质科学和技术科学三方面,加以扼要的說明。

在理論科学中,和矿物学最密切的是化学、物理学和結晶学。而这三門科学之間的中間科学,即物理化学、晶体化学和晶体物理学,則更和矿物学有重要的关系。它們是研究矿物各种性质及矿物之間关系的理論基础,同时也是測算矿物及其晶体的各种数据的根本依据。

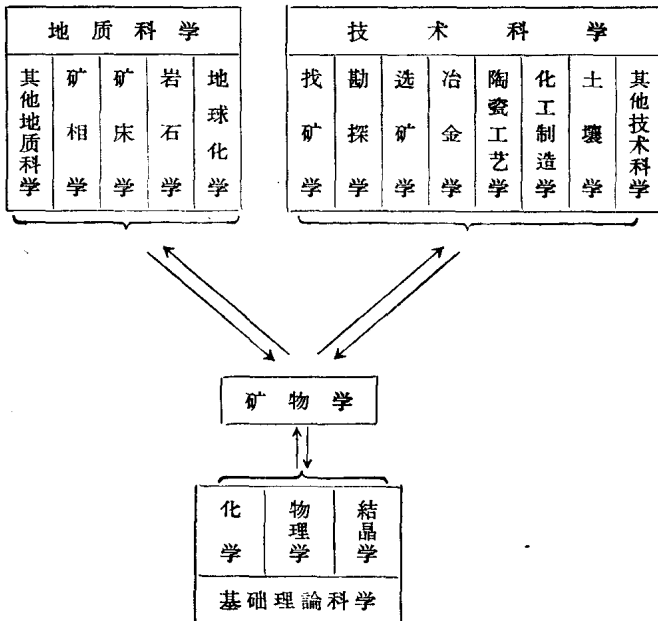
作为地质科学一个分支的矿物学,显然和地质科学的其他分支有着不可分割的联系。由于矿物是岩石和矿石的組成者,又是地壳中化学元素原子之間相互結合的相对稳定状态的体现者,因而就特別和岩石学、矿床学、矿相学和地球化学有着直接联系,矿

矿物学是研究这些地质科学分支的基础，而这些分支科学又在研究和闡明与矿物有关的成因問題上，提供了重要的依据。

許多矿物是各种工业和农业的原料或材料。矿物的种种性质，对找矿、勘探、采选、冶炼、加工、制造等一系列的生产技术，有着密切的关系。这样矿物学就必须为一系列有关的技术科学，提供有关矿物学的知識。在生产实践中所获得的种种資料和所发生的问题，一方面丰富了矿物学的内容；另一方面又为矿物学的研究提供了新的課題。

现将矿物学与其他科学之間的关系，列表 1-1，以資說明。

表 1-1 矿物学与其他科学的关系



二、矿物学发展簡史

人类远在原始时代，已经开始認識和利用了矿物和岩石。当时，坚硬的矿物和岩石直接作为劳动和斗争的工具。考古学的研

究証明,原始人类在旧石器时代就已經知道了不多于 20 种的矿物和大約 10 种的岩石。到新石器时代,則所知道的矿物已增至 40 种。

石器时代以后,人类从实践中逐渐認識了若干金属(最初为人类所熟悉的是自然金属)。他們除了利用自然金属——銅、金、銀以外,还知道識辨和寻找富含銅、錫和鉄的矿石,并且逐渐学会了开采这些矿石,并从中冶炼金属。人类能够提炼金属,乃是从石器时代过渡到銅、青銅和鉄器时代文化的先决条件。

据考古学材料推断,从事采矿业的古文化民族有埃及人、巴比倫人、中国人、希腊以及其他地中海沿岸的民族。好些地方的古代矿坑,至今仍有遗迹可考。不过由于当时几乎还没有文字,以致有关矿石和岩石的科学概念,在当时还不可能出现。矿工們累积起来的知識和經驗,只是由口头一代一代地傳授下来,又由一地傳至另一地。

在西方,最早用文字記載矿物并尝试将其分类的是希腊学者亚里斯多德(Aristotle, 公元前 384~322) 和他的門人提奧弗拉斯特(Theophrastus, 公元前 372~287)。亚氏把和金属相类似的矿物归属于“似金属类”。提氏写了一篇有关矿物学的专著《石头論》,他把矿物分成三类:金属、石头和土,并描述了 16 种矿物(主要是宝石)的形状:

在这以后的一段很长时期中,欧洲国家由于整个中世紀都陷于宗教統治的黑暗时代,因此,和自然現象有关的科学思想几乎完全停滯下来。在此期間(十一世紀初期),中亚細亚花拉子模(即現在烏茲別克)人阿尔-比魯尼(Ал-бируни, 972~1048)和伊布-辛(即阿維森納)(Ибн-Син, Авиценна, 980~1037)对矿物作了不少記述。

伊布-辛在其著作《群石論》中,把当时已知的矿物分为:石头和土;硫化矿物;金属;盐。

阿尔-比魯尼在其著作《識別珠宝的綜合报导》一书中,曾对矿物作了进一步的描述,并且用物理常数如相对硬度和比重等来鑑

定矿物和进行分类。

从十五世紀后半期欧洲文艺复兴时代开始,特别是在十八、十九世紀,随着商业資本的蓬勃兴起,自然科学逐渐摆脱宗教的束縛而进入了革命的发展阶段。矿物学和其他科学一样,也逐步发展成为独立的科学。

在此期間,十六世紀的欧洲文献中,有不少有关矿物学的著作。居住在捷克的德国 G. 鮑威尔(即阿格里科拉)(George Bauer, Agricola, 1494~1555),他总结了当时矿山实践的資料,在其《論矿物的起源》一书內,詳細地描述了能够鉴定矿物的物理特征,如顏色、透明度、光澤、硬度、比重、解理、味、臭等以及其外表形状。同时还指出岩石与矿物之間的区别;論及了矿床成因的問題。

作为矿物学組成部分而尚未发展为独立科学的結晶学,也在这一时期开始萌芽。丹麦的 N. 斯丹逊(Niels Stensen, 1638~1686)于1669年在石英和赤鉄矿的晶体上,发现了面角守恒定律。以后这个定律經过法国的 L. R. 德利尔(Louis Romé de l'Isle, 1736~1790)等借助于測角仪确定了对500多种矿物晶体的測量。

此后,物质构造的“微粒学說”,被用来解釋矿物晶体的几何外形。而吹管分析又被用来研究矿物的化学組成。

到十九世紀中叶,在矿物学領域里就出现了两个发展方向。一是着重研究矿物晶体的几何形状;而另一則着重研究矿物的化学成分。

在这一时期,显微镜的应用,对矿物学的发展起了曾良好的效果。英国的 H. C. 索尔貝(H. C. Sorby, 1826~1919)于1857年将偏光鏡装置于显微镜上,以研究透明矿物的光学性质。其后,弗氏台和反射显微镜在研究矿物上也起了一定的作用。

从十九世紀末至二十世紀初,矿物学由于其他科学的影响也进入了新的阶段。矿物学的研究已經不是孤立地去研究矿物的化学成分、晶体形态或物理性质,而是綜合地研究化学成分、結晶构造和物理性质之間的关系;并且也研究了矿物的形成过程及其物

理化学条件,为矿物学的进一步发展开拓了新的疆域。

E. C. 費多洛夫研究了晶体构造的几何理論,于1889年推导出了晶体构造中的230种空間群。1912年德国的M. V. 劳厄(M. V. Laue, 1879~)发现以倫琴射綫通过晶体所获的衍射現象以后,进一步对晶体构造进行了研究。統一了矿物的化学成分与結晶构造之間的关系。

矿物是地壳中原子在一定的物理化学条件下的結合,因而有人把矿物学看成是“地壳的化学”。把矿物的化学組成和自然的化学作用結合起来,也就是把矿物和它的成因結合起来。这样以地球化学的观点來說明矿物成因的理論称为“成因矿物学”。

远在十八世紀开始的實驗室人工合成矿物的研究,到十九世紀中叶以后才进行了比較系統的工作。最近几十年来陶瓷、冶金工业所获得的工艺研究以及矿物材料人工产品的物理化学研究的成果,引起了現代实验矿物学的发展。实验矿物学对于闡明和研究許多自然矿物形成的物理化学条件,具有极大的帮助。

最近十余年来固体物理学的发展和成就,对矿物晶体物理性质的研究提供了重要的实验和理論的依据。但是如何将固体物理学与矿物晶体物理性质結合起来进行研究,尙在萌芽之中。这正是矿物学最新开辟的又一个方向。

三、我国矿物学概况

我国古代祖先,在长期的生活和生产实践中,很早就开始了利用矿物,从事采矿事业,并从而在实践中累积了有关矿物学方面的丰富的知識。

在我国首都北京西南周口店地方所掘出的中国猿人(即北京人)时期的石器中,就有石英、水晶、燧石及砂岩等所制成的工具。这些石器工具經研究确定,是属于旧石器时代后期的文化遺物。此外,我国还在其他古文化遺址中掘出了大量的夏(公元前2100~1600)、商(公元前1600~1027)、周(公元前1027~256)各代銅鑄的