

## 前 言

化学物相分析是研究矿物原料及冶金产品物质组成的重要方法之一。它在地质学以及选矿、冶炼工艺研究和生产中，得到了广泛的应用。现在，化学物相分析已发展成为一种有效的分析方法，为开发矿产资源大搞综合利用创造了有利条件。

广大化学物相分析工作者，近年来做了大量工作，制定出一系列适合我国矿产资源特点的化学物相分析方法。为适应我国冶金工业发展的需要，遵照伟大领袖毛主席关于“要认真总结经验”的教导，将我院多年来在配合生产和科研实践中所采用的有关矿石及冶金产品的化学物相分析方法进行了总结，并吸收兄弟单位的一些宝贵经验，编写成《化学物相分析》一书。

本书叙述了化学物相分析的任务、内容、基本原理以及研究工作方法等；介绍了矿石中铜、铅等十七个元素和五种冶金产品中七个元素的化学物相分析方法。由于化学物相分析方法的局限性较大，所以本书不仅介绍了常用的、较成熟的方法，也简略地介绍了一些参考方法。为便利读者，在附录中列入了常见矿物的物理和化学性质等一些必要的资料。此书可供厂矿实验室和有关科研单位分析人员参考。

在本书编写过程中，曾得到了兄弟单位的热情支持和帮助，在此表示深切的谢意。

由于我们的水平不高，书中缺点和错误之处实属难免，恳请读者批评指正。

编 者

1976年9月

## 说 明

1. 除特别指出外, 试样在称取前须于 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干2小时并在干燥器中冷却之。

2. 进行化学物相分析的试样粒度应尽可能均匀, 粒度大小以 $160\sim 180$ 筛目为宜。

3. 所有浸取过程, 一般应在机械搅拌或振荡下进行, 如无此条件, 则应用手摇动。

4. 除指明外, 书中所称溶液, 均为水溶液。溶液浓度的百分数系指100毫升溶液中所含溶质的克数(对固体试剂)或体积的毫升数(对液体试剂)。

5. 室温系指 $15\sim 30^{\circ}\text{C}$ 范围内的温度。超出此限时, 应考虑温度对选择溶解的影响。

6. 受篇幅所限, 在分析手续中, 一般没有详细介绍元素的测定方法, 分析者可以根据具体情况选择测定方法。

7. 所用试剂纯度, 可按一般化学分析要求进行选择, 在不影响测定的条件下, 用于作溶剂的试剂的纯度要求, 可以适当降低。

8. 用以处理滤纸和其它有机物的硝硫混酸, 系指按体积比 $\text{HNO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 : 1$ 的混合酸。

9. 化学物相分析目前还没有标准试样和允许误差的规定, 分析者可以根据总量与各相含量的差值大小, 检查操作中的问题; 各相的分析允许误差, 可暂按现行矿石分析允许偶然误差规定执行。

10. 为避免浸取液中聚集过多的滤纸和缩短过滤所占用的时间, 化学物相分析手续中所指过滤, 一般均为减压过滤。正文中不再说明。

11. EDTA系指乙二胺四乙酸二钠盐。

# 目 录

## 第一部分 总 论

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第一章 绪论 .....                 | 1  |
| 一、化学物相分析的任务和作用 .....         | 2  |
| 二、化学物相分析的概况 .....            | 4  |
| 三、关于化学物相分析工作的开展 .....        | 5  |
| 第二章 选择溶剂的理论基础 .....          | 10 |
| 一、关于矿物的溶解 .....              | 11 |
| 二、平衡常数在选择溶剂中的应用 .....        | 18 |
| 三、某些因素对溶解过程的影响 .....         | 39 |
| 四、与选择溶解有关的其它问题 .....         | 48 |
| 五、矿物的化学性质 .....              | 59 |
| 六、化学物相分析的准确度和分析结果的校正计算 ..... | 74 |
| 第三章 选择溶解方法在物质组成研究中的应用 .....  | 83 |
| 一、选择溶解方法在元素赋存状态研究中的应用 .....  | 83 |
| 二、选择溶解方法在其它方面的应用 .....       | 97 |

## 第二部分 分 析 方 法

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 第四章 铜矿石物相分析 .....                      | 102 |
| 一、概述 .....                             | 102 |
| 二、铜矿石的物相分析 .....                       | 105 |
| 三、剧烈氧化带（包括铁帽和铁矿床氧化带）<br>铜矿石的物相分析 ..... | 112 |
| 四、铜矿石物相分析中的单相分析方法 .....                | 114 |
| 第五章 铅矿石物相分析 .....                      | 118 |
| 一、概述 .....                             | 118 |
| 二、铅矿石的物相分析 .....                       | 119 |
| 三、氧化矿石中铅的物相分析 .....                    | 124 |
| 四、含有锰结核的氧化矿石中铅的物相分析 .....              | 128 |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 第六章 锌矿石物相分析 .....                        | 131 |
| 一、概述 .....                               | 131 |
| 二、锌矿石的物相分析 .....                         | 131 |
| 三、锌矿石物相分析中的某些特殊情况——与锰矿物结合的<br>锌的分析 ..... | 137 |
| 第七章 铁矿石物相分析 .....                        | 138 |
| 一、概述 .....                               | 138 |
| 二、一般铁矿石的物相分析 .....                       | 141 |
| 三、钒钛磁铁矿石的物相分析 .....                      | 147 |
| 四、特种高温热液型铁矿石的物相分析 .....                  | 150 |
| 第八章 锰矿石物相分析 .....                        | 154 |
| 一、概述 .....                               | 154 |
| 二、一般锰矿石的物相分析 .....                       | 155 |
| 三、含硫锰矿的锰矿石的物相分析 .....                    | 158 |
| 四、关于“有效氧”的分析 .....                       | 160 |
| 第九章 镍矿石物相分析 .....                        | 162 |
| 一、概述 .....                               | 162 |
| 二、镍矿石的物相分析 .....                         | 165 |
| 三、磁黄铁矿中镍的分析 .....                        | 168 |
| 第十章 钴矿石物相分析 .....                        | 170 |
| 一、概述 .....                               | 170 |
| 二、钴矿石的物相分析 .....                         | 171 |
| 三、矽卡岩型铁铜硫化矿石中钴的物相分析 .....                | 173 |
| 四、风化壳氧化矿石中钴的物相分析 .....                   | 175 |
| 第十一章 钨矿石物相分析 .....                       | 177 |
| 一、概述 .....                               | 177 |
| 二、钨矿石的物相分析 .....                         | 177 |
| 第十二章 锡矿石物相分析 .....                       | 183 |
| 一、概述 .....                               | 183 |
| 二、锡矿石的物相分析 .....                         | 183 |
| 第十三章 钼矿石物相分析 .....                       | 187 |
| 一、概述 .....                               | 187 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 二、一般钼矿石的物相分析·····     | 188 |
| 三、复杂钼矿石的物相分析·····     | 190 |
| 第十四章 铋矿石物相分析·····     | 193 |
| 一、概述·····             | 193 |
| 二、铋矿石的物相分析·····       | 194 |
| 第十五章 铬矿石物相分析·····     | 198 |
| 一、概述·····             | 198 |
| 二、铬矿石的物相分析·····       | 199 |
| 第十六章 锑矿石物相分析·····     | 201 |
| 一、概述·····             | 201 |
| 二、一般锑矿石的物相分析·····     | 201 |
| 三、含脆硫锑铅矿的锑矿石物相分析····· | 205 |
| 四、含自然锑的锑矿石物相分析·····   | 207 |
| 第十七章 钛矿石物相分析·····     | 209 |
| 一、概述·····             | 209 |
| 二、一般钛矿石的物相分析·····     | 209 |
| 三、钛磁铁矿石中钛的物相分析·····   | 211 |
| 第十八章 汞矿石物相分析·····     | 213 |
| 一、概述·····             | 213 |
| 二、汞矿石的物相分析·····       | 214 |
| 第十九章 硫的物相分析·····      | 216 |
| 一、概述·····             | 216 |
| 二、自然硫的分析·····         | 216 |
| 三、硫酸盐中硫的分析·····       | 218 |
| 四、硫化物中硫的分析·····       | 219 |
| 第二十章 游离二氧化硅的分析·····   | 219 |
| 一、概述·····             | 219 |
| 二、游离二氧化硅的分析·····      | 220 |
| 第二十一章 离析产品的物相分析·····  | 222 |
| 一、离析产品中铜的物相分析·····    | 223 |
| 二、离析产品中铅、锌的物相分析·····  | 225 |
| 三、离析产品中锡的物相分析·····    | 228 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第二十二章 硫酸化和氧化焙烧产品的物相分析 ..... | 231 |
| 一、硫化铜精矿焙烧产品中铜的物相分析 .....    | 231 |
| 二、硫化锌精矿焙烧产品中锌的物相分析 .....    | 234 |
| 三、钴硫精矿焙烧产品中钴的物相分析 .....     | 237 |
| 四、旋涡熔炼烟尘焙烧产品中钨的物相分析 .....   | 239 |
| 第二十三章 红土矿还原焙烧产品的物相分析 .....  | 241 |
| 一、红土矿还原焙烧产品中金属镍的分析 .....    | 241 |
| 二、红土矿还原焙烧产品中金属铁的分析 .....    | 242 |
| 三、红土矿还原焙烧产品中铁的物相分析 .....    | 244 |
| 第二十四章 某些炉渣的物相分析 .....       | 246 |
| 一、酸钢炉渣中铁的物相分析 .....         | 247 |
| 二、炼铜转炉渣中铁的物相分析 .....        | 249 |
| 三、炼铜转炉渣中钴的物相分析 .....        | 250 |
| 四、闪速熔炼炉渣中金属铜的分析 .....       | 252 |
| 五、炼铜转炉渣中铜的物相分析 .....        | 253 |
| 六、旋涡熔炼炉渣中锡的物相分析 .....       | 256 |
| 七、熔炼炉渣中镍的物相分析 .....         | 257 |
| 八、炼锌蒸馏炉渣中锌的物相分析 .....       | 258 |
| 第二十五章 冰铜中金属铁和金属钴的分析 .....   | 259 |
| 一、冰铜中金属铁的分析 .....           | 259 |
| 二、钴冰铜中金属钴的分析 .....          | 260 |

### 第三部分 附 录

|                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 一、常见矿物的某些物理和化学性质 .....                                                                                                                                                                                            | 262 |
| 1. 自然元素 (262) ; 2. 硫化物及其类似化合物 (266) 3. 卤化物 (280) ; 4. 氧化物 (281) ; 5. 硅酸盐 (293) ; 6. 硫酸盐 (305) ; 7. 碳酸盐 (308) ; 8. 磷酸盐 (312) 9. 砷酸盐 (313) ; 10. 钒酸盐和铬酸盐 (314) ; 11. 钼酸盐和钨酸盐 (315) ; 12. 硼酸盐 (316) ; 13. 合成矿物 (317) |     |
| 二、重要难溶化合物的溶度积 .....                                                                                                                                                                                               | 338 |
| 三、一些络合物的不稳定常数 .....                                                                                                                                                                                               | 347 |
| 四、重要酸、碱的电离常数 ( $pK = -\lg K$ ) .....                                                                                                                                                                              | 350 |
| 五、标准氧化还原电位表 (对标准氢电极) .....                                                                                                                                                                                        | 354 |
| 六、常用酸、碱及试剂的当量浓度表 .....                                                                                                                                                                                            | 360 |
| 主要参考文献 .....                                                                                                                                                                                                      | 362 |