

杨顺梁 林任英 编

选矿知识问答

[第2版]



冶金工业出版社

选矿知识问答

杨 顺 梁
林 任 英 编

冶金工业出版社

内 容 简 介

本书以问答的形式介绍了选矿技术的基本知识,包括一般概念、破碎筛分与磨矿分级、重选、磁电选矿、浮选、化学选矿、选矿产品的脱水、选矿过程的取样与检查、尾矿处理等九章。原来只有八章,这次再版时对化学选矿作了补充和修改,并增加了第九章尾矿处理知识。

本书可供选矿工人和技校学生阅读,大、中专院校选矿专业学生和从事选矿工作的干部及技术人员也可参考。

本书经北京科技大学黄和慰副教授、武汉化工学院郭秉文教授和大冶有色金属公司何善述高级工程师审阅。

图书在版编目(CIP)数据

选矿知识问答/杨顺梁,林任英编. -2版. -北京:冶金工业出版社,1999.6

ISBN 7-5024-0274-8

I. 选… II. ①杨… ②林… III. 选矿-基础知识-问答
IV. TD9-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 19782 号

出版人 吕启云(北京沙滩嵩祝院北巷39号,邮编100009)

北京市东大街印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

1988年2月第1版,1993年12月第2版,1999年6月第4次印刷

850mm×1168mm 1/32:11.125印张;287千字;342页;10501~12500册
22.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64013877

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289031

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

目 录

第一章 一般概念

〔1〕 选矿的目的和意义是什么?	1
〔2〕 什么叫矿物? 常见的矿物有哪些?	1
〔3〕 什么叫岩石? 什么叫矿石?	2
〔4〕 什么叫有用矿物? 它有什么用途?	2
〔5〕 什么叫脉石? 什么叫围岩? 什么叫废石?	2
〔6〕 矿石品位的含义是什么?	5
〔7〕 常用的选矿方法有哪几种?	6
〔8〕 选矿过程由哪些基本作业组成?	6
〔9〕 什么叫粗选? 什么叫精选? 什么叫扫选?	6
〔10〕 什么叫精矿? 什么叫中矿? 什么叫尾矿?	7
〔11〕 什么叫产率? 如何计算?	8
〔12〕 什么叫回收率? 如何计算?	9
〔13〕 什么叫选矿比? 什么叫富矿比?	10
〔14〕 什么叫原矿处理量? 什么叫选矿日处理量? 如何计 算?	10
〔15〕 什么是选厂全员实物劳动生产率? 什么是选矿工人 实物劳动生产率?	11

第二章 破碎筛分与磨矿分级

〔16〕 筛分和分级的意义是什么? 筛分作业有哪几类?	12
〔17〕 什么是筛分效率? 如何计算?	13
〔18〕 什么是部分筛分效率? 怎样计算?	14
〔19〕 什么叫“等值筛分”? 它有什么意义?	15
〔20〕 影响筛分过程的主要因素有哪些?	16
〔21〕 筛分机械有哪几种? 各种筛分机械的工作原理及用 途如何?	17
〔22〕 矿石的破碎与磨矿一般分为几个阶段? 破碎与磨矿 常用机械力的作用方式有哪几种?	23
〔23〕 选矿厂常用的破碎与磨矿机械有哪几类?	25

〔24〕 顎式破碎机的规格如何表示? 最大给料块度与它的规格有什么关系?	27
〔25〕 顎式破碎机的构造及其工作原理是怎样的?	28
〔26〕 影响顎式破碎机工作的主要因素是什么?	28
〔27〕 顎式破碎机在工作中常见的故障有哪些?	29
〔28〕 圆锥破碎机的工作原理是怎样的? 它有哪些类型?	29
〔29〕 粗碎圆锥破碎机的基本构造是怎样的?	30
〔30〕 粗碎圆锥破碎机工作时应注意哪些事项?	31
〔31〕 粗碎圆锥破碎机与顎式破碎机相比各有哪些优缺点?	32
〔32〕 中、细碎圆锥破碎机的基本构造及其工作原理是怎样的?	32
〔33〕 中、细碎圆锥破碎机工作时有哪些常见故障? 如何排除?	35
〔34〕 液压圆锥破碎机的基本构造及其工作原理是怎样的?	36
〔35〕 辊式破碎机的工作原理如何? 它有哪些优缺点?	38
〔36〕 辊式破碎机在工作时应注意哪些事项?	33
〔37〕 反击式破碎机的基本结构及其工作原理如何? 它有哪些优缺点?	39
〔38〕 如何确定最合理的碎矿产品粒度?	40
〔39〕 选矿厂较为常见的破碎流程有哪几种?	42
〔40〕 什么叫破碎比? 怎样计算?	44
〔41〕 磨矿的目的是什么? 它与选别作业有什么关系?	44
〔42〕 什么是粒度? 什么是粒级? 什么是网目?	45
〔43〕 什么是浓度? 什么是细度?	46
〔44〕 磨矿过程的基本原理是怎样的?	46
〔45〕 什么叫磨矿效率? 它有哪些表示方法?	48
〔46〕 什么叫磨矿机的技术效率? 如何计算?	48
〔47〕 影响磨矿技术效率的主要因素有哪些?	50
〔48〕 如何提高磨矿机的技术效率?	51
〔49〕 什么是返砂比? 如何计算?	54
〔50〕 返砂比的大小对磨矿过程的影响如何?	54

〔51〕 什么叫磨矿机的临界转速？如何计算？	55
〔52〕 什么是磨矿机的利用系数？如何计算？	57
〔53〕 磨矿机生产率的表示方法有哪几种？	57
〔54〕 什么叫磨矿机的通过能力？怎样计算？	58
〔55〕 什么叫磨矿机的作业率？如何计算？	59
〔56〕 磨矿机“胀肚”有哪些现象？其原因是什么？	59
〔57〕 磨矿机发生“胀肚”时，在操作上应如何处理？	59
〔58〕 磨矿机“胀肚”时主电机的电流为什么会下降？	60
〔59〕 磨矿机有哪些基本类型？	60
〔60〕 分级的目的是什么？选矿厂常用哪些分级设备？	61
〔61〕 什么叫分级效率？怎样计算？	62
〔62〕 什么叫磨矿流程？常用磨矿流程有哪些？	62
〔63〕 什么叫自磨？自磨机的构造有什么特点？干式自磨 与湿式自磨各有什么优缺点？	63
〔64〕 自磨技术在我国的应用情况和发展动向如何？	65

第三章 重力选矿

〔65〕 重选的基本原理是什么？它有哪些应用？	69
〔66〕 重选作业可以分为哪几类？	69
〔67〕 如何判断矿石重选分离的难易程度？	70
〔68〕 重选过程中，矿粒在介质中沉降时受到哪些力的作 用？	71
〔69〕 什么叫自由沉降？什么叫干涉沉降？	73
〔70〕 什么叫沉降末速？	73
〔71〕 什么叫等降颗粒？什么叫等降比？	73
〔72〕 水力分级的基本原理是什么？它在选矿过程中有哪 些应用？	74
〔73〕 水力旋流器的构造及其工作原理是怎样的？其主要 用途有哪些？	74
〔74〕 影响水力旋流器工作的因素有哪些？	75
〔75〕 水力旋流器与其他分级机相比，它有哪些优缺点？	76
〔76〕 跳汰选矿的基本原理是什么？	76
〔77〕 跳汰机有哪些类型？	77
〔78〕 上动型隔膜跳汰机的基本构造是怎样的？它有哪些	

优缺点?	77
【79】下动型圆锥隔膜跳汰机的基本构造是怎样的? 有哪些 优缺点?	79
【80】梯形跳汰机的基本结构是怎样的? 有哪些特点?	80
【81】影响跳汰机工作的主要因素有哪些?	83
【82】在操作过程中如何判断跳汰机床层运动是否正常?	84
【83】隔膜式跳汰机怎样维护?	85
【84】摇床选矿的基本原理是什么?	86
【85】摇床选矿的用途及其优缺点怎样?	89
【86】摇床有哪些类型? 摇床的基本构造及其作用是怎样 的?	89
【87】摇床的摇动机构有哪几种? 各有什么优缺点?	91
【88】摇床的支承方式与调坡机构有哪几种?	96
【89】常用摇床的床面与床条有哪几种?	98
【90】影响摇床选别的因素有哪些?	100
【91】摇床操作中常见的故障有哪些?	102
【92】离心选矿机分选矿物的基本原理是什么?	103
【93】离心选矿机的构造及其工作过程是怎样的?	103
【94】离心选矿机选别的特点是什么?	105
【95】影响离心选矿机选别的主要因素有哪些?	106
【96】离心选矿机的操作要注意哪些方面?	109
【97】离心选矿机有哪些优缺点?	109
【98】螺旋选矿机的选别原理是怎样的?	110
【99】螺旋选矿机的优缺点及其应用如何?	111
【100】溜槽选矿的基本原理怎样? 它有哪些?	112
【101】重介质选矿的基本原理及其应用是怎样的?	113

第四章 磁电选矿

【102】磁选的基本原理是什么? 它有哪些应用?	116
【103】磁选过程中的矿粒分离的基本条件是什么?	117
【104】什么叫磁场? 磁场是怎样产生的? 磁场的强弱如何 表示?	117
【105】矿物颗粒为什么能磁化?	120
【106】磁矩、磁化强度表示什么意义?	121

〔107〕磁化系数与比磁化系数的意义是什么?	123
〔108〕在恒定磁场中, 作用于矿粒上的磁力主要取决于哪 些因素?	124
〔109〕为什么磁选机的磁场必须是不均匀磁场?	126
〔110〕什么叫磁选机的磁场力? 如何提高磁场力?	128
〔111〕矿物按磁性分类的依据是什么? 可以分为哪几类?	129
〔112〕强磁性矿物的磁性特点及其与外磁场的关系如何?	130
〔113〕矿石的粒度与形状对于强磁性矿物的磁性有什么影 响?	133
〔114〕矿石氧化程度对磁铁矿的磁性有什么影响?	137
〔115〕弱磁性矿物与强磁性矿物的磁性有什么不同?	138
〔116〕如何把一些弱磁性的铁矿物, 如赤铁矿、褐铁矿、 菱铁矿与黄铁矿等转变成强磁性矿物?	138
〔117〕磁选机有几种?	139
〔118〕强磁场磁选机与弱磁场磁选机的磁系结构有什么不同?	140
〔119〕湿式弱磁场永磁筒式磁选机的基本构造及其磁场特 性如何?	141
〔120〕湿式弱磁场永磁筒式磁选机的分选过程是怎样的?	144
〔121〕永磁筒式磁选机有哪几种型式? 各有什么特点?	144
〔122〕影响永磁筒式磁选机的选别因素有哪些?	147
〔123〕永磁筒式磁选机有哪些常见故障? 产生故障的原因 是什么?	149
〔124〕磁选机的开停车及操作过程应注意哪些事项?	150
〔125〕磁力脱水槽的基本结构及其应用范围是怎样的?	150
〔126〕磁力脱水槽工作的基本原理是怎样的?	152
〔127〕永磁型脱水槽如何操作? 常见故障有哪些?	152
〔128〕干式强磁场盘式磁选机的构造及其工作原理如何?	153
〔129〕立环湿式强磁场磁选机的结构及其特点如何?	154
〔130〕SHP型湿式强磁场磁选机的构造及其分选原理是怎 样的?	155
〔131〕SCC-6-2770型平环式强磁场磁选机的构造及其分选 过程如何?	157
〔132〕电选的简单原理是什么? 有哪些应用?	159

【133】光电选矿的简单原理是什么？其应用如何？	160
--------------------------	-----

第五章 浮 选

【134】什么叫浮游选矿（浮选）？其应用范围如何？	161
【135】浮选过程包括哪几个基本作业？	161
【136】什么叫化学键？化学键有哪些类型？各类键的基本特征是什么？	162
【137】矿物的晶体结构与可浮性有什么关系？	165
【138】矿物表面键能的不平衡状态是如何形成的？	169
【139】与浮选有关的主要界面现象有哪些？	170
【140】什么叫润湿现象？它与浮选有什么关系？	170
【141】为什么在固-液界面会出现双电层？其结构是怎样的？	171
【142】双电层的总电位 ψ 及电动电位 ζ 是怎样产生的？	172
【143】pH值对矿粒表面电位及其可浮性有什么影响？	174
【144】吸附现象是如何产生的？吸附的形式主要有哪几种？它对浮选起什么作用？	177
【145】固-液界面上发生的化学反应与化学吸附（或其他的作用形式）有什么不同？	179
【146】浮选金属硫化矿时，氧的存在有什么作用？	180
【147】浮选药剂的用途如何？它有哪些基本类型？	184
【148】捕收剂为什么能增强矿物表面的疏水性？它有哪些类型？	184
【149】黄药在矿物表面的作用形式有哪几种？	185
【150】目前国内较为常见的捕收剂有哪些？	187
【151】起泡剂为什么能使泡沫稳定？常用的起泡剂有哪些？	191
【152】抑制剂作用的机理怎样？常用的抑制剂有哪些？	194
【153】活化剂的作用机理如何？	197
【154】什么叫优先浮选？混合浮选？部分混合浮选及等可浮选流程？	198
【155】中矿处理的方法有哪几种？	200
【156】多金属硫化矿的无氰浮选有哪些方法？	202
【157】为什么细泥选别的效果不好？处理细泥的方法有哪些？	205
【158】什么叫浮选速度？浮选时间？浮选时间与选别指标	

有什么关系?	209
〔159〕 浮选粒度的大小与浮选指标有什么关系?	210
〔160〕 矿浆浓度对浮选有何影响?	212
〔161〕 什么叫pH值? 它对浮选有何影响?	214
〔162〕 什么叫药剂制度? 它与浮选的技术经济指标有什么 关系?	215
〔163〕 为满足浮选工艺的特殊需要, 浮选机应具备哪些基 本要求?	218
〔164〕 浮选机有哪些基本类型?	219
〔165〕 XJK型(A型)浮选机的构造及其工作原理怎样? 影响充气量的因素有哪些?	220
〔166〕 XJK型(A型)浮选机常见的故障有哪些? 如何处理? ..	223
〔167〕 我国试制的CHF-X14米 ³ 浮选机的工作原理及其主 要特点是什么?	223
〔168〕 JJF-20型浮选机的构造及其工作原理如何? 它有什 么特点?	225
〔169〕 棒型浮选机的工作原理及其结构特点怎样? ..	227
〔170〕 举例说明如何进行数质量流程的考查? 怎样计算数 量流程	229
〔171〕 举例说明如何计算实际生产所需要浮选机的槽数及 浮选时间?	232

第六章 化学选矿

〔172〕 什么叫化学选矿?	235
〔173〕 化学选矿包括哪些基本作业? 其原则流程怎样?	236
〔174〕 焙烧过程的一般原理怎样? 焙烧有哪些类型?	237
〔175〕 氧化焙烧与硫酸化焙烧的基本原理怎样?	238
〔176〕 还原焙烧的基本原理怎样?	239
〔177〕 氯化焙烧的基本原理怎样? 它有哪几种基本类型?	240
〔178〕 钠盐烧结焙烧的基本原理怎样?	241
〔179〕 什么叫煅烧?	243
〔180〕 浸出的目的是什么? 常用浸出方法有哪些?	244

〔181〕 浸出工艺中物料的浸出方法有哪几种?	244
〔182〕 常见的浸出流程有哪几种?	246
〔183〕 化学选矿的固液分离有哪些特点? 常用哪些方法?	247
〔184〕 离子交换净化法的基本原理及其原则流程怎样?	249
〔185〕 什么叫吸附净化法? 活性炭的吸附性能和哪些因素 有关?	250
〔186〕 什么叫化学沉淀法? 化学沉淀法有哪些类型?	251
〔187〕 溶剂萃取的基本原理是什么?	253
〔188〕 什么叫电积?	254
〔189〕 金属置换沉积法的基本原理怎样? 金属置换过程的 影响因素有哪些?	254
〔190〕 什么叫离析-浮选法? 它有哪些优缺点?	255
〔191〕 铜离析过程的机理是什么? 影响离析过程的因素有 哪些?	256
〔192〕 铜离析法在生产实践中的应用情况如何?	257
〔193〕 酸浸-萃取-电积法回收铜的原则流程如何? 这一工 艺有什么优缺点?	260
〔194〕 国内是否有应用浸出-萃取-电积法回收铜的实例?	261
〔195〕 细菌选矿的基本原理是什么? 它有什么优缺点? 它 在生产中的应用情况如何?	262
〔196〕 钨粗精矿除去有害杂质的常用方法有哪些?	265
〔197〕 低品位钨矿物原料用化学选矿法处理的原则流程 怎样?	268
〔198〕 混汞法提金的基本原理和原则流程怎样?	274
〔199〕 混汞法提金的回收率取决于哪些因素?	275
〔200〕 氰化法提金的基本原理怎样? 金的氰化浸出的影响 因素有哪些?	277
〔201〕 从氰化浸出液中提金的方法有哪些?	278
〔202〕 氰化炭浆法提金的基本原理怎样? 其工艺过程的主 要作业有哪些?	279
〔203〕 硫脲法提金的基本原理怎样? 影响硫脲溶金的主要 因素有哪些?	280

第七章 选矿产品的脱水

- 〔204〕 脱水的基本意义是什么? 有哪些主要的脱水方法? 283
- 〔205〕 物料中的水分有哪几种结合状态? 粘度与含水量有什么关系? 284
- 〔206〕 为了加速微细矿粒的沉淀有何较为有效的方法? 其作用原理怎样? 287
- 〔207〕 耙式浓密机有哪几种类型? 其基本构造及工作原理怎样? 289
- 〔208〕 耙式浓密机的计算方法如何? 并举例说明? 291
- 〔209〕 离心沉淀机的工作原理是怎样的? 294
- 〔210〕 影响矿浆沉淀浓缩的主要因素有哪些? 295
- 〔211〕 过滤的基本原理是什么? 过滤方法有哪几种? 296
- 〔212〕 浮选厂两段脱水的流程配置怎样? 过滤系统的配置有哪几种? 297
- 〔213〕 外滤式圆筒真空过滤机的基本构造及其工作原理是怎样的? 298
- 〔214〕 过滤速度与含滤机的生产率各表示什么意义? 在现厂怎样用简便方法求得过滤机的生产率? 302
- 〔215〕 如何提高过滤作业的技术经济指标? 305
- 〔216〕 怎样选择过滤机及其辅助设备? 并举例说明 307

第八章 选矿过程的取样与检查

- 〔217〕 选矿过程的取样与检查的目的是什么? 311
- 〔218〕 什么叫取样? 什么叫试样? 如何确定试样的最小重量? 311
- 〔219〕 什么是试样的代表性? 举例说明 312
- 〔220〕 选矿厂的取样分为哪几类? 各类的取样方法如何? 313
- 〔221〕 试样的加工一般包括哪几个工序? 各工序的操作方法是怎样的? 315
- 〔222〕 选矿过程的检查项目有哪些? 其检查方法怎样? 317
- 〔223〕 什么叫金属平衡表? 理论平衡表与实际平衡表有什么

么不同?	322
------------	-----

第九章 尾矿处理

[224] 选矿厂尾矿处理的意义是什么?	324
[225] 尾矿处理方法有哪些?	325
[226] 尾矿库的型式有哪几种? 尾矿库的选择应注意哪些问题?	325
[227] 尾矿库所需要的库容怎样计算?	326
[228] 尾矿库由哪几部分组成? 建筑尾矿坝应注意哪些问题?	328
[229] 建筑尾矿坝常用的方法有哪几种?	329
[230] 为了确保尾矿库的安全应该注意哪些事项?	331
[231] 怎样做好尾矿坝(库)的维护和管理的工作?	333
附录1 矿物的可浮性	334
主要参考资料	342

第一章 一般概念

〔1〕选矿的目的和意义是什么？

从地下开采出来的矿石叫做原矿，原矿一般都由有用矿物和脉石组成。原矿的品位一般都比较低，不能直接进行冶炼，需要先进行加工，除去其中大部分脉石与有害成分，使有用矿物富集成精矿，供下一步使用。对原矿进行这一加工的过程叫做选矿。例如，黑钨矿石一般含有大量的脉石，如石英，经过选矿除去大量的石英之类的脉石，使钨矿物成分得到富集，成为精矿产品。有的矿石含有对冶炼过程有害的元素，如铁精矿中硫和磷，它们的含量不能太高，不然会使生铁发脆。特别是一些多金属共生的矿石，其中所含各金属成分如 Cu-Pb-Zn-Fe 在冶炼时常常是相互为害的，只有经过选矿得到多种精矿产品后才能分别进行冶炼。此外，选矿对冶炼的技术经济效果也是十分明显的，例如，铜精矿品位从15%提高到16%，可使冶炼回收率提高0.1~0.15%，生产能力提高6~8%，燃料消耗降低6~7%；又如铁精矿品位提高1%，则高炉生铁产量可以提高2.5%，焦比下降1.5%。

综上所述，选矿的目的是除去矿石中所含的大量脉石及有害元素，使有用矿物得到富集，或使共生的各种有用矿物彼此分离，得到一种或几种有用矿物的精矿产品。可见，选矿对于开发矿业，充分利用矿产资源有着十分重要的意义。

〔2〕什么叫矿物？常见的矿物有哪些？

矿物是在地壳中经过自然的物理化学作用与生物化学作用后，所产生的具有固定化学组成和物理化学性质的自然元素或天然化合物。矿物是岩石和矿石的组成部分。矿物除了少数自然金 (Au)、自然银 (Ag)、自然铜 (Cu)、自然硫 (S)、石墨 (C)、金刚石 (C) 等为自然元素外，绝大部分为自然化合物，如磁铁矿 (Fe_3O_4)、石英 (SiO_2)、方铅矿 (PbS)、黄铜矿

(CuFeS_2)等。矿物的形态绝大多数为固体,也有少数为液体(如自然汞)或气体(如碳酸气)。

目前已知的矿物有3500多种,在现有的技术条件下可以得到利用的矿物仅有200多种,较为常见的矿物见表1-1。

〔3〕什么叫岩石?什么叫矿石?

构成地球外壳(岩石圈)的物质叫岩石。岩石是在各种不同的地质作用下,由一种或多种矿物组成的矿物集合体。主要由单一矿物组成的岩石叫单矿岩,如石灰石是由95%以上的 CaCO_3 所组成。由两种以上的矿物组成的岩石叫多矿岩,如花岗岩是由长石、石英、云母组成的。岩石按成因不同分为三大类:岩浆岩、沉积岩、变质岩。

所谓矿石就是在现在的技术条件下,能用工业方法从中提取金属及其他化合物的岩石。必须指出,矿石的定义是相对的,它不仅取决于现代的技术条件,而且还要根据一个国家的具体资源和国民经济的需要而定。

在矿石中只含有一种有用矿物或金属的称为单一矿石,如只含一种有用铜矿物的铜矿石。矿石中含有两种或两种以上有用矿物或金属的称为复合矿石,如铅锌矿石、铜钴镍矿石。

〔4〕什么叫有用矿物?它有什么用途?

有用矿物就是能被利用的矿物、矿石与岩石。在国民经济的每个部门都要用到有用矿物,或是由有用矿物加工所得到的产品。因为各种金属都是从有用矿物中提取出来的,而机械工业、电器工业、造船、铁路运输、航空及其他工业部门都离不开各种金属。可见有用矿物在国民经济中具有重要意义。

〔5〕什么叫脉石?什么叫围岩?什么叫废石?

矿石中没有使用价值或不能被利用的部分称为脉石,如钨矿多生成在石英脉中,这种石英脉就叫脉石。

矿体周围的岩石叫围岩。矿体的上部围岩叫上盘围岩或顶盘,矿体下围岩叫下盘围岩或底盘,夹在矿体中的岩石称为夹石。

矿体围岩和夹石通称为废石。废石与矿石的概念都是相对

常见矿物表

表 1-1

矿物名称	分子式	主要元素含量 (%)	密度(g/cm ³)	硬度(莫氏)
1. 铁矿物				
磁铁矿	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3)$	72.4Fe	5.2	5.5~6.5
赤铁矿	Fe_2O_3	70.6Fe	4.9~5.3	5.5~6.5
褐铁矿	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	59.9Fe	4.9~5.0	6.0~6.5
菱铁矿	FeCO_3	48.3Fe	3.9	3.5~4.9
2. 锰矿物				
褐锰矿	$3\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnSiO}_3$	63.6Mn	4.75~4.82	6~6.5
软锰矿	MnO_2	63.2Mn	4.8~4.9	6~6.5
水锰矿	$\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	62.5Mn	4.2~4.4	3.5~4.0
菱锰矿	MnCO_3	47.8Mn	3.3~3.6	3.5~4.5
3. 铬矿物				
铬铁矿	$\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$	68Cr ₂ O ₃	4.3~4.6	5.5~7.5
4. 铜矿物				
辉铜矿	Cu_2S	79.8Cu	5.5~5.8	2.5~3.9
黄铜矿	CuFeS_2	34.5Cu	4.1~4.3	3.5~4.9
斑铜矿	Cu_2FeS_4	63.3Cu	4.9~5.0	3
铜蓝	CuS	65.4Cu	4.6~6.0	1.5~2.9
孔雀石	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	57.5Cu	3.7~4.1	3.5~4.0
硅孔雀石	$\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	36.2Cu	2~2.2	2~4.0
黑铜矿	Cu_2O	79.85Cu	5.82~6.25	3.0~4.0
赤铜矿	Cu_2O	88.8Cu	5.8~6.2	3.5~4.9
5. 镍矿物				
针硫镍矿	NiS	66.7Ni	5.3~5.7	3~3.5
硫铁镍矿	$(\text{Fe} \cdot \text{Ni})\text{S}$	18~40Ni	4.6~5.1	3.4~4.0
硫砷镍矿	NiAsS	35.4Ni	5.6~6.2	5.5
砷镍矿	NiAs	28.1Ni	6.4~6.6	5.5~6.0
6. 铅矿物				
方铅矿	PbS	86.6Pb	7.4~7.6	2.5~2.75
白铅矿	PbCO_3	77.5Pb	6.4~6.6	3.0~3.5
硫酸铅矿	PbSO_4	68.3Pb	6.1~6.4	2.7~3.9
7. 锌矿物				
闪锌矿	ZnS	67Zn	3.9~4.1	3.5~4.1
菱锌矿	ZnCO_3	52Zn	4.1~4.5	5.0
异极矿	$\text{H}_2\text{Zn}_3\text{SiO}_5$	54Zn	3.3~3.6	4.5~5.0
8. 镉矿物				
硫镉矿	CdS	77.7Cd	4.9~5.0	3.0~3.5

续表 1-1

矿物名称	分子式	主要元素含量 (%)	密度 (g/cm ³)	硬度 (莫氏)
9. 钴矿物				
硫钴矿	Co ₃ S ₄	57.9Co	4.8~5.0	5.5
砷钴矿	CoAs ₂	28.2Co	6.4~6.6	5.5~6.0
钴土矿	CoMn ₂ O ₅ ·4H ₂ O	25Co	3.15~3.29	1~2.0
硫铜钴矿	Co ₂ CuS ₄	38Co	4.85	5.5
10. 铝矿物				
铝土矿	Al ₂ O ₃ ·2H ₂ O	73.9Al ₂ O ₃	2.4~2.6	1~3.0
刚 玉	Al ₂ O ₃	52.9Al	3.95~4.1	9
11. 镁矿物				
菱镁矿	MgCO ₃	47.6MgO	2.9~3.1	3.5~4.5
12. 锑矿物				
辉锑矿	Sb ₂ S ₃	71.4Sb	4.55~4.62	2
黄锑矿	Sb ₂ O ₃	78.9Sb	4.1	4~5
锑 华	Sb ₂ O ₃	88.3Sb	5.57	2.5~3.0
13. 铋矿物				
泡铋矿	Pi ₂ S ₃	81.2Bi	6.4~6.5	2.0~2.5
14. 锡矿物				
锡 石	SnO ₂	78.6Sn	6.8~7.1	6~7
黝锡矿	Cu ₂ FeSnS ₄	27.5Sn, 29.5Cu	4.3~4.5	4
15. 钨矿物				
钨锰铁矿	(FeMn)WO ₄	76.5WO ₃	7.3	5~5.5
钨铁矿	FeWO ₄	76.3WO ₃	7.5	5
钨锰矿	MnWO ₄	76.6WO ₃	7.2	4.0~4.5
白钨矿	CaWO ₄	80.6WO ₃	5.9~6.2	4.5~5.0
16. 钼矿物				
钼铅矿	PbMoO ₄	26Mo	6.3~7	2.75~3.0
辉钼矿	MoS ₂	60Mo	4.7~5.0	1~1.5
17. 钛矿物				
金红石	TiO ₂	60Ti	4.1~5.2	6~6.5
铁钛矿	FeTiO ₃	31.6Ti	4.5~5.5	5~6.0
18. 钒矿物				
绿硫钒矿	VS ₄ 或V ₂ S ₅	19±V	2.65~2.71	2.5
钒铅矿	Pb ₃ Cl(VO ₄) ₃	19.4V ₂ O ₅	6.7~7.2	2.8~3.0
19. 金				
自然金	Au	99Au	16~19	2.5~3.0