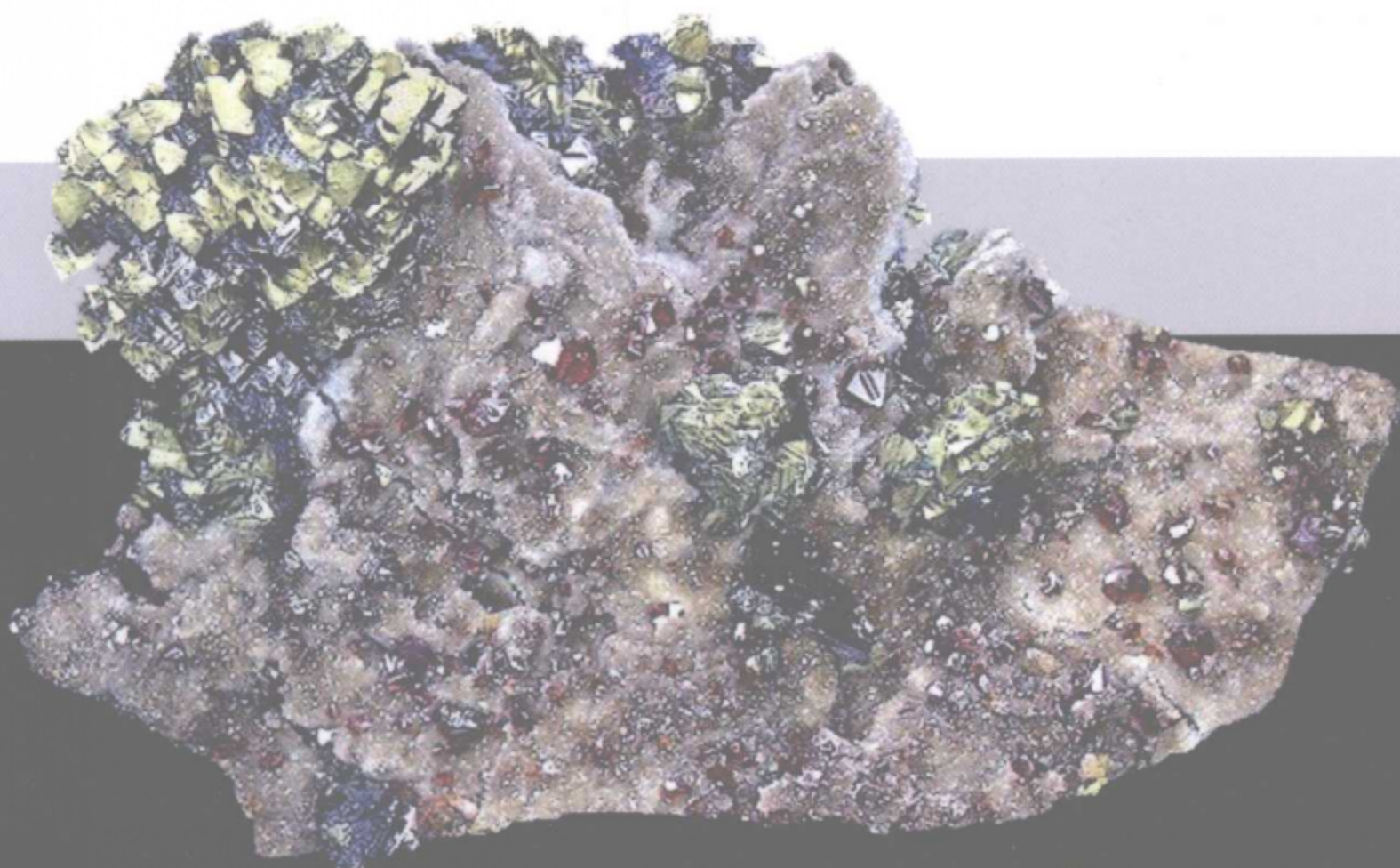


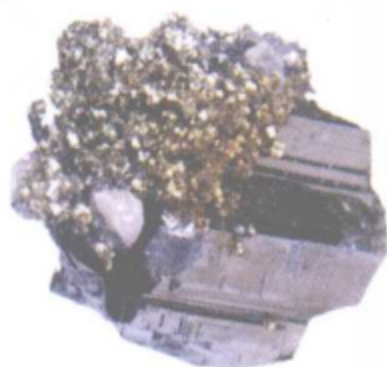
CAIKUANG
JISHURUMEN

采矿技术入门

李富平 孙光华 邱利 编



化学工业出版社



本书主要介绍采矿基础知识、矿山地质基础知识、凿岩爆破技术、井巷掘进与支护、露天开采技术、地下开采技术及工艺、矿山安全技术、矿山环境保护等内容。本书结合矿山生产实际编写，强调知识的普及性与实用性，通俗易懂。

作为一本入门级技术参考读物，本书适合采矿技术人员以及生产管理人员阅读，也可作为矿山技术工人培训教材或采矿专业高校学生的参考读物。



销售分类建议：矿业

ISBN 978-7-122-04572-0

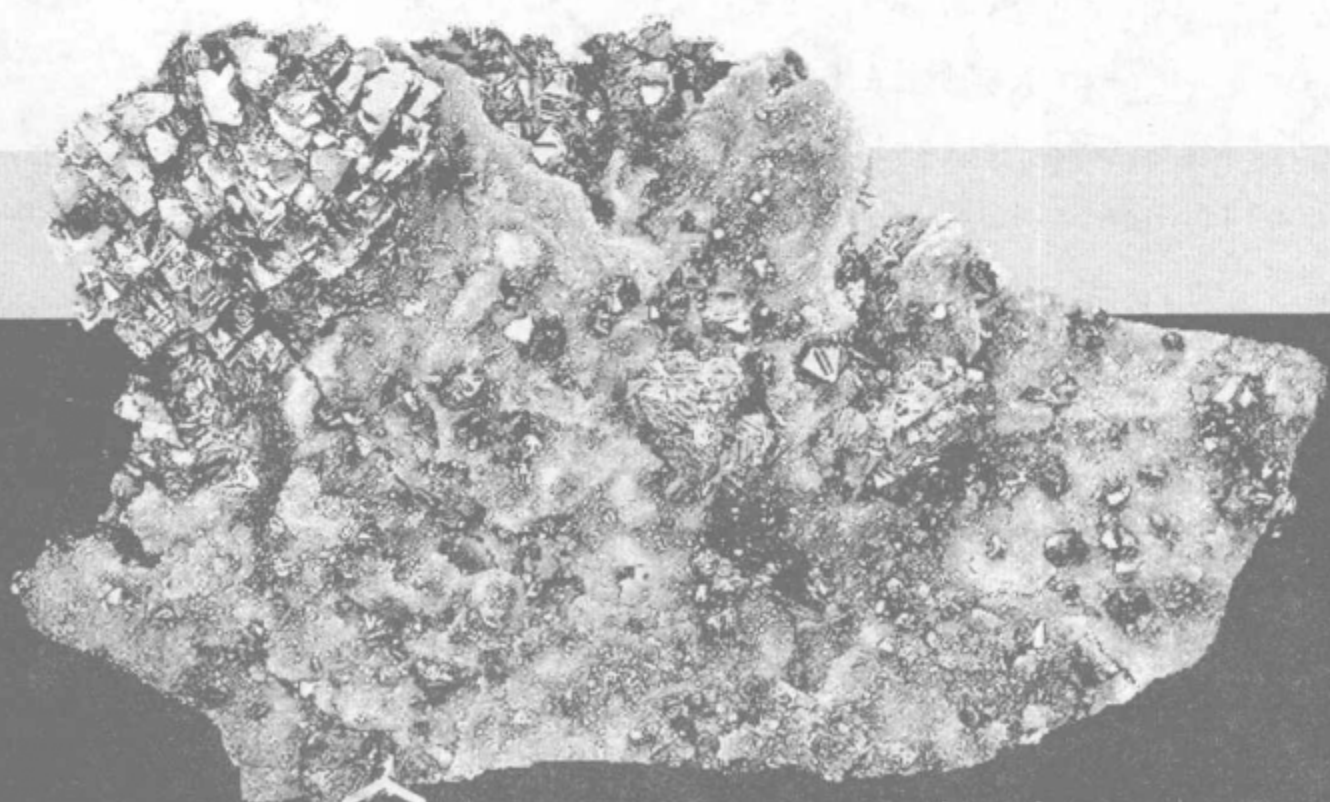


定价：28.00元

CAIKUANG
JISHURUMEN

采矿技术入门

李富平 孙光华 邱利 编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

采矿技术入门/李富平, 孙光华, 邱利编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 3

ISBN 978-7-122-04572-0

I. 采… II. ①李…②孙…③邱…… III. 矿山开采
IV. TD8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 002470 号

责任编辑: 王晓云

文字编辑: 荣世芳

责任校对: 周梦华

装帧设计: 杨 北

出版发行: 化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 10 字数 265 千字

2009 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

矿产资源是人类社会赖以生存和发展的重要物质基础。目前我国 95% 以上的能源和 80% 以上的工业原料都取自矿产资源，随着我国经济的快速发展，矿产资源的需求量与日俱增，其开发和利用已引起了社会各界的广泛关注，需要了解矿产资源开发相关知识的人群也越来越多。本书即是针对此需求而编写的一本有关采矿基本知识的入门图书。

自 20 世纪以来，由于数学和物理学等自然科学的成就成功地应用到采矿技术中，一些重要的采矿技术和经济问题得到定量的科学解答，特别是随着矿山岩石力学、爆破力学、矿山系统工程等科学技术的发展，形成了与矿山生产相关的技术、经济以及生态等方面结合起来的一门独立的学科。本书内容系统丰富，在介绍采矿相关基本知识与工艺方法的同时，对日益突出的矿山安全及环境问题也进行了简单介绍。全书共分 8 章，第 1 章主要对矿物、矿石、岩石、采矿等采矿基本概念及知识进行介绍；第 2 章主要介绍了作为采矿先导的矿山地质的相关概念，包括地质作用、地质构造、矿床勘探及矿床储量等基本概念及知识；第 3 章主要对凿岩、爆破、露天开采爆破、地下开采爆破以及特殊爆破等技术进行了介绍；第 4 章为有关井巷掘进与支护的基本方法介绍；第 5 章对露天开采铲装、运输、排土等工艺技术以及露天开采境界的圈定、矿山开拓、生产能力确定和采掘进度编制等进行了介绍；第 6 章对地下开采开拓及采矿方法等主体工艺技术进行了详细介绍，同时对矿井提升与运输等辅助工艺进行了简单介绍；第 7、第 8 章分别对作为现代矿产资源开发重要组成部分的矿山安全与矿山环境问题进行了简单介绍。

本书作为入门级读物，适合刚接触采矿技术的人员学习，也可作为采矿技术人员、生产管理人员以及相关高校学生参考阅读。

本书由河北理工大学李富平负责统稿和定稿。各章具体分工如下：李富平编写第1章、第2章、第8章，邱利编写第3章、第5章，孙光华编写第4章、第6章，李闻杰编写第7章。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中有不妥之处，敬请广大读者和同仁批评指正。

编 者

2009 年 1 月

目 录

第 1 章 采矿基础知识	1
1.1 概述	1
1.2 矿物	3
1.2.1 矿物集合体的形态	3
1.2.2 矿物的物理性质	4
1.2.3 矿物的分类及肉眼鉴定法	9
1.3 矿石	11
1.3.1 矿石品位	11
1.3.2 矿石损失与损失率	12
1.3.3 矿石贫化与贫化率	12
1.3.4 降低采矿贫化与损失的措施	13
1.4 岩石	14
1.4.1 岩石分类	15
1.4.2 岩石的物理力学性质	15
1.4.3 岩石的工业分级	17
1.4.4 岩石、矿石的其他工业特性	18
第 2 章 矿山地质基础知识	19
2.1 概述	19
2.2 地质作用	20
2.2.1 内力地质作用	21
2.2.2 外力地质作用	22
2.2.3 内外力地质作用的相互关系	24
2.3 地质构造	26
2.3.1 岩层产状	26

2.3.2	地质构造类型	27
2.3.3	地质构造与成矿关系	31
2.3.4	地质构造对矿山开采的影响	32
2.4	矿体和矿床	34
2.4.1	矿体	34
2.4.2	矿床	35
2.5	矿床勘探	38
2.6	矿床储量	39
2.7	矿山地质工作	42
2.8	矿山常用地质图件	45
第3章	凿岩爆破技术	47
3.1	概述	47
3.1.1	影响凿岩爆破的主要因素	47
3.1.2	矿心常用岩石分级	48
3.1.3	岩石的坚固性与凿岩爆破的关系	51
3.2	凿岩	51
3.2.1	凿岩方法	51
3.2.2	凿岩机械	54
3.3	爆破	58
3.3.1	爆破的概念及其分类	58
3.3.2	矿用炸药	62
3.3.3	起爆方法和起爆器材	66
3.3.4	爆破作用原理	77
3.3.5	爆破方法和控制爆破技术	81
第4章	井巷掘进与支护	84
4.1	井巷掘进技术	84
4.1.1	巷道掘进	84
4.1.2	竖井掘进	87
4.1.3	斜井掘进	88
4.2	井巷支护技术	88

4.2.1	水平巷道支护	88
4.2.2	井筒支护	91
第5章	露天开采技术	95
5.1	概述	95
5.1.1	露天开采的特点	95
5.1.2	露天开采的基本概念	96
5.1.3	露天开采步骤	99
5.2	露天开采穿孔爆破技术	100
5.2.1	穿孔工作	100
5.2.2	爆破工作	104
5.2.3	露天矿控制爆破技术	119
5.3	露天矿采装及运输	120
5.3.1	采装工作	120
5.3.2	运输工作	125
5.4	露天矿排土	132
5.4.1	露天矿排土场的选择和设计要素的确定	132
5.4.2	露天矿排土工艺设计	133
5.4.3	排土场的安全保护	136
5.4.4	土地复垦	138
5.5	露天开采境界	139
5.5.1	露天开采境界的确定的原则	140
5.5.2	确定露天开采境界	145
5.6	露天矿开拓	148
5.6.1	公路运输开拓	149
5.6.2	铁路运输开拓	152
5.6.3	胶带运输开拓	159
5.6.4	斜坡卷扬开拓	160
5.6.5	平硐溜井开拓	161
5.6.6	其他开拓方法	162
5.6.7	掘沟工程	162

5.7	露天矿生产能力与采掘计划	165
5.7.1	露天矿生产能力的确定	165
5.7.2	采掘进度计划的编制	169
5.8	露天矿的储备矿量	174
5.8.1	储备矿量的分类	174
5.8.2	储备矿量保有时间的规定	174
第6章	地下开采技术及工艺	176
6.1	概述	176
6.1.1	矿床回采单元的划分与开采顺序	176
6.1.2	矿床开采步骤与三级储量	180
6.2	矿床开拓	181
6.2.1	开拓方法	182
6.2.2	主要开拓巷道位置的确定	186
6.3	采矿方法概述	188
6.4	空场采矿法	189
6.4.1	全面采矿法	189
6.4.2	房柱采矿法	190
6.4.3	留矿采矿法	193
6.4.4	阶段矿房采矿法	195
6.4.5	矿柱回采和空区处理	199
6.5	崩落采矿法	201
6.5.1	有底柱分段崩落法	201
6.5.2	无底柱分段崩落法	205
6.5.3	阶段崩落法	210
6.6	充填采矿法	212
6.6.1	干式充填采矿法	212
6.6.2	水力充填采矿法	212
6.6.3	胶结充填采矿法	216
6.7	矿井提升与运输	218
6.7.1	矿井提升	218

6.7.2	矿山运输	219
6.8	矿井通风与除尘	225
6.8.1	矿井通风的意义	225
6.8.2	矿井通风系统	226
6.8.3	矿井通风方法	227
6.8.4	矿井除尘	228
第7章	矿山安全技术	230
7.1	矿井通风与安全	230
7.1.1	矿内有害气体	230
7.1.2	矿井通风的安全管理	231
7.1.3	矿井瓦斯的安全管理	233
7.2	矿山防排水	236
7.2.1	矿山水的分类及来源	236
7.2.2	矿山水的危害	237
7.2.3	矿山防水	237
7.2.4	矿山排水	240
7.2.5	矿井透水	242
7.3	矿山防灭火	243
7.3.1	概述	243
7.3.2	矿山火灾发生的原因	244
7.3.3	矿山火灾的预防措施	246
7.3.4	矿山火灾的扑灭	250
7.4	爆破安全	252
7.4.1	爆破器材安全管理	252
7.4.2	爆破安全技术	255
7.4.3	预防炮烟中毒	261
7.5	冒顶、片帮、岩爆的防治	262
7.5.1	冒顶、片帮及其预防	262
7.5.2	岩爆及其预防	264
7.6	掘进与回采安全	265

7.6.1	掘进安全	265
7.6.2	回采安全	268
7.7	提升、运输安全	269
7.7.1	竖井提升安全	269
7.7.2	运输安全	276
7.8	矿山救护	278
7.8.1	矿山救护队	278
7.8.2	矿工自救	278
第8章	矿山环境保护	282
8.1	矿山开发对环境的影响	282
8.2	矿山大气污染及其防治	283
8.3	矿尘的危害及其防治	284
8.4	柴油机废气的危害与防治	286
8.5	水污染及其防治	287
8.6	噪声危害及其防治	290
8.7	矿山固体废物的污染及其综合利用	291
8.8	矿山地表沉降、塌陷及其防治	293
8.9	矿山土地复垦	295
8.10	矿山文明生产及绿化	299
参考文献		303

第 1 章 采矿基础知识

1.1 概述

(1) 矿产资源及其分类 矿产资源是由存在于地壳中的矿物组成的可利用物质。矿产资源的“可利用”包含两层含义：一是可获取性，即矿物的存在形式、存在环境及其富集程度与数量，能够使人类在现有的和潜在的技术条件下将其从地层中挖掘出来，并从中提取出有用的矿产品；二是可盈利性，即从地壳中获取的矿产品，在现有的或潜在的经济环境中可带来盈利。在正常的市场经济条件下，矿产资源必须同时具有可获取性和可盈利性。

矿产资源的分类见表 1-1。

表 1-1 矿产资源的分类

矿 源				
气态矿产	液态矿产	固 态 矿 产		
如天然气	如石油	能源矿产	非能源矿产	
		如煤、铀	金属矿产	非金属矿产
			如铁、铜	如石灰石、磷、金刚石

(2) 采矿 采矿是从地壳中将可利用矿物开采出来并运输到矿物加工地点或使用地点的行为、过程和作业。采矿范围包括黑色金属、有色金属、放射性元素、化学工业原料与建筑材料等金属和非金属矿物的开采。

矿山是采矿作业的场所，包括开采形成的开挖体、运输通道和辅助设施等，开挖体暴露在地表的矿山称为露天矿，开挖体在地下

的矿山称为地下矿。

(3) 采矿工业特点 采矿工业是一种最基本的原料工业，是许多工业的基础，为许多工业和农业提供原材料和辅助材料。采矿工业的生产过程有如下特点。

① 矿山建设受矿产资源的限制，地点由矿床产地所决定，不能自由选择矿址，往往要在交通、水源、动力、生活等外部条件非常不利的地点建矿，从而使矿山建设的施工工程量大、投资多、周期长。

② 矿产资源是不可再生的资源，矿床的工业储量限制了矿山的生产年限，因此矿山存在一定的服务年限。在服务年限内，一个矿山为了保持正常生产，必须使开拓、采准、回采等工作互相协调，并使开拓和采准保持一定的超前关系。否则，如露天矿不及时进行剥离和掘沟，地下矿不及时进行开拓和采准切割，就会造成采掘（剥）失调，迫使矿山减产。

③ 由于矿产资源赋存条件复杂多样，采矿作业地点每时每刻都在随着作业面的推进改变，这更增加了矿山作业条件的多变性。因此，矿山开采的方法和工艺也要随着矿床的变化和采矿工作的推进而变化，加强生产矿山的地质勘探工作，加强矿山管理，及时调整生产进度与强度，有时随矿山的日益延深与扩大而进行及时的矿山改建或扩建，以适应矿山作业条件的变化，从而提高生产效率，降低成本。

④ 在采矿生产过程中，由于开采时不可避免地会混入废石而使矿石贫化，同时有部分矿石因技术或经济原因不能采出。有些非金属矿在开采过程中还会破坏其晶体，降低其使用价值，如石墨、云母、水晶、金刚石、石棉等。因此，开采过程中降低矿石的贫化率和损失率，保护特定非金属矿的晶体，是采矿生产中重要的质量要求。

⑤ 采矿作业受自然条件的限制，劳动量大，工作条件恶劣，安全性差，尤其地下采矿，更是如此。因此矿山生产更应特别注意安全作业，改善劳动保护和环境条件，保证矿工生命安全。

由于矿山自身的特点，加大了矿山管理工作的难度。因此必须加强科学管理，提高矿山人员的技术水平，确保矿山安全生产。

1.2 矿物

矿物是在自然条件下由一种或数种化学元素在地质作用中形成的天然单质或化合物，具有一定的形态和一定的物理化学性质。矿物是组成岩石和矿石的基本单位。

矿物种类繁多，其中有许多有用的矿物，是发展工业、农业、国防和科学技术不可缺少的原料。矿物绝大多数是固态，但也有液态（如石油、盐溶液）和气态（如天然瓦斯）。目前自然界中已知的矿物约有 3000 多种，能被工农业利用的约 200 多种，比较重要的有 100 多种，其中最常见的矿物有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、赤铁矿、石英、长石、云母、方解石等。

1.2.1 矿物集合体的形态

在自然界中，矿物集合体的形态反映了生成环境，所以常按集合体的形态来识别矿物。自然界中矿物集合体的形态很多，常见的有如下 8 种。

(1) 晶簇状 一种或多种矿物的晶体，其一端固定在共同的基底之上，另一端则自由发育成比较完好的晶形，显示它是在岩石的空洞内生成的，这种集合体的形态，称之为晶簇，如石英、方解石的晶簇。

(2) 粒状 是由各向均等发育的矿物晶粒集合而成的。按粒度的大小可分为粗粒、中粒和细粒三种，当颗粒过于细小，以致肉眼无法分辨其界限时，一般称为致密块状，如块状磁铁矿。按颗粒集结的紧密与否又可分为三种，即集结紧密者称致密状，集结疏松者称疏松状，松散未被胶结者称散粒状。

(3) 鳞片状 是由细小的薄片状矿物集合而成，如辉钼矿、石墨。

(4) 纤维状和放射状 是由针状或柱状矿物集合而成。如果晶

体彼此平行排列，称为纤维状，如蛇纹石、石棉；如果晶体大致围绕一个中心向四周散射者，则称为放射状，如电气石。

(5) 结核状 集合体呈球状、透镜状或瘤状者，称为结核状。它是晶质或者胶体围绕某一核心逐渐向外沉淀而成的，因而其横断面上常出现放射状或同心圆状，如沉积形成的黄铁矿和菱铁矿结核。颗粒像鱼子那样的结核状集合体，称之为鲕状，如鲕状赤铁矿。

(6) 钟乳状 是溶液或胶体因失去水分而逐渐凝聚所形成，因此它往往具有同心层状（即皮壳状）构造，如钟乳状方解石、孔雀石等。钟乳状可再细分为肾状（如肾状赤铁矿）、葡萄状（如葡萄状孔雀石和硬锰矿）、皮壳状（如皮壳状孔雀石）。

(7) 树枝状 它有时是由于矿物晶体沿一定方向连生而成的，如自然铜；有时是由于胶体沿岩石微小裂隙渗入凝聚而成的，如氧化锰。

(8) 土状 集合体疏松如土，是由岩石或矿石风化而成的，如高岭石。

1.2.2 矿物的物理性质

每种矿物的化学成分和晶体构造决定了其固有的物理性质，根据矿物的物理性质可以认识和鉴定矿物。肉眼和简单工具就能分辨的物理性质有以下几项。

1.2.2.1 颜色

颜色是矿物对可见光波的吸收作用所引起的。太阳光是由七种不同波长的色光所组成的，当矿物对它们均匀吸收时，可因吸收的程度不同，使矿物呈现出白、灰、黑色（全部吸收）；如果只吸收某些色光，就呈现另一部分色光的混合色。根据矿物颜色产生的原因，可将颜色分为自色、他色、假色三种。

(1) 自色 是矿物本身固有的颜色。自色比较固定，取决于矿物的内部性质，因而具有鉴定意义。

(2) 他色 是矿物混入了某些杂质所引起的，与矿物的本身性质无关。他色不固定，随杂质的不同而异。由于他色具有不固定的

性质，所以对鉴定矿物没有很大的意义。

(3) 假色 是由于矿物内部的裂隙或表面的氧化薄膜对光的折射、散射所引起的。其中由裂隙所引起的假色，称为晕色，如方解石解理面上常出现的虹彩；由氧化薄膜所引起的假色，称为锈色，如斑铜矿表面常出现斑驳的蓝色和紫色。

1.2.2.2 条痕

矿物粉末的颜色称为条痕，通常将矿物在素瓷条痕板上擦划得之。条痕可清除假色，减弱他色而显示自色，所以较为固定，具有重要的鉴定意义。例如赤铁矿有红色、钢灰色、铁黑色等多种颜色，然而其条痕却总是樱红色。但条痕对于鉴定浅色的透明矿物没有多大意义，因为这些矿物的条痕几乎都是白色或近于无色，难以区别。

1.2.2.3 光泽

矿物表面反射光线的能力，称为光泽。按反光的强弱，光泽可分为金属光泽、半金属光泽和非金属光泽。

(1) 金属光泽 类似于金属磨光面上的反射光，闪耀夺目，如方铅矿、黄铜矿、黄铁矿等。

(2) 半金属光泽 类似于金属光泽，但较为暗淡，如铬铁矿。

(3) 非金属光泽 可再细分为金刚光泽，如金刚石、闪锌矿；玻璃光泽，如水晶、萤石；油脂光泽，如石英断面上的光泽；丝绢光泽，如石棉；珍珠光泽，如白云母；蜡状光泽，如蛇纹石；土状光泽，如高岭石。

1.2.2.4 透明度

矿物透光的程度称为透明度。从本质上来说，透明度取决于矿物对光线的吸收能力。但吸收能力除和矿物本身的化学性质与晶体构造有关以外，还明显地和厚度及其他因素有关。因此，某些看来是不透明的矿物，当其磨成薄片时，却仍然是透明的，所以透明度只能作为一种相对的鉴定依据。为了消除厚度的影响，一般以矿物的薄片(0.03mm)为准。据此，透明度可以分为透明、半透明、不透明三级。