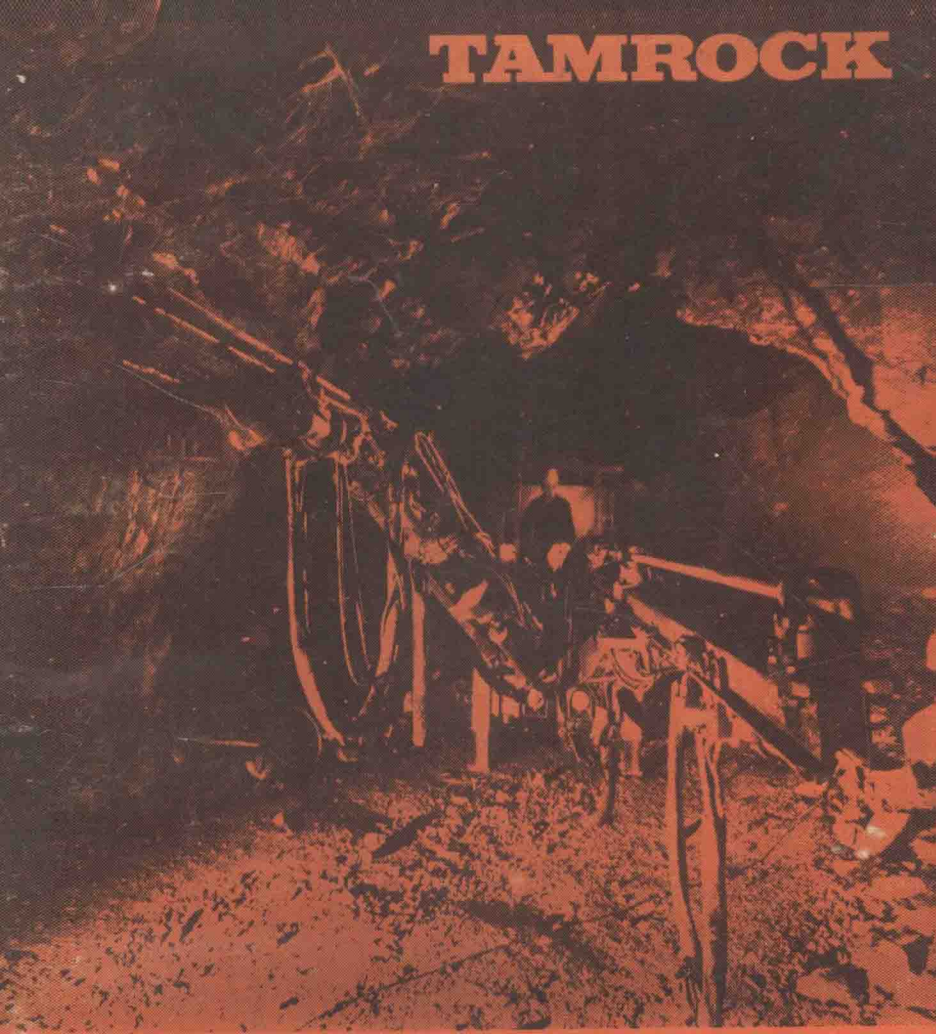


TAMROCK



地下凿岩手册

地 下 凿 岩 手 册

HANDBOOK
OF UNDERGROUND
DRILLING

一九八五年八月

序 言

这本手册的编制，主要为满足于井下采掘事业的需要，特别是需要某种形式凿岩的地方。

在开采中首先遇到的是典型岩石和矿物的结构、成因以及按凿岩特点的分类。然后研究作为井下条件使用的凿岩工序的理论和实践。这将导致我们对井下冲击式凿岩的最新技术和各种新设备进行分析。液压凿岩设备与风动凿岩设备的对比也将进行详细的介绍。

此手册包罗矿山经营者或承包者所需的一切技术资料，用以选择手头工作所需的正确方法和合适的工具。

本手册也期待对所有其它对此感兴趣的人们有所裨益。

编辑委员会

(中国冶金进出口公司译)

引 言

在过去十年中，液压化对各种形式的凿岩进行了改革，没有比冲击顶锤凿岩机改革得更彻底。在技术上，液压凿岩可使冲击能量和凿岩速度大幅度提高；同时还能延长钎钢寿命，降低能源费用。从环保观点上看，凿岩工的工作条件得到明显的改善，而且考虑到将来，液压凿岩在自动化和遥控方面几乎不受任何限制。

Tamrock 从开始发展至今已走在最前列，而且除其它产品外还创造出两台世界上功率最大的冲击式凿岩机。

Tamrock 是芬兰一家最大私人拥有的 Tampella 有限公司的一个独立的分公司。Tampella 有限公司是一家多种经营的公司，它生产很多的品种，如纸张、板材、木材厂副产品、加工工业锅炉、板材机械、压力磨床、水轮机、纺织品以及包装材料。

Tamrock 公司有三个独立的分部。最大的就是 Tamrock 钻机分部，它生产并销售多种系列的井下凿岩设备。Trackdrills 分部制造开凿台阶的液压台车，Tamrock Tools 分部专门制造轻型液压凿岩机和冲击式碎石机。

今天 Tamrock 已具有世界范围的子公司和批发网点。子公司分布在美国、加拿大、西德和瑞典等国，而批发网点则遍及所有重点从事采矿和土建工程的国家。

总公司领导机构和 Tamrock 钻机工厂坐落在芬兰的 Tampere。此外，组装厂则分布在美国的 Denver，加拿大的 Sudbury 和西德的 Essen。西德的分厂则专门制造煤炭工业用的采煤机械设备。

目 录

序言	1
----------	---

引言	3
----------	---

第一部分 一般数据

1. 岩石、矿物和可钻性因素	2
----------------------	---

1.1 岩石	2
--------------	---

1.2 矿物	7
--------------	---

1.3 可钻性因素	9
-----------------	---

2. 凿岩动力学	17
----------------	----

2.1 冲击	18
--------------	----

2.2 给进	18
--------------	----

2.3 回转	19
--------------	----

2.4 冲洗	20
--------------	----

2.5 液压凿岩	21
----------------	----

2.6 风动凿岩	23
----------------	----

2.7 岩石的破碎机理	26
-------------------	----

3. 巷道和隧道掘凿	27
------------------	----

3.1 概述	27
--------------	----

3.2 地下空间	27
----------------	----

3.3 隧道掘凿	32
----------------	----

3.4 钻孔排列	34
----------------	----

3.5 进尺长度	43
----------------	----

3.6 大隧道	44
---------------	----

3.7 掘凿巷道和隧道时凿岩机选择应考虑的因素	54
-------------------------------	----

4. 采矿方法	60
4.1 概述	60
4.2 房柱法	61
4.3 分段法	62
4.4 留矿法	63
4.5 后退式垂直崩落法	64
4.6 矿脉开采法	65
4.7 分层充填法	66
4.8 分段崩落法	67
4.9 矿块崩落法	70
5. 竖井下掘和上山掘凿	72
5.1 概述	72
5.2 竖井下掘	72
5.3 上山掘凿	77
6. 岩石锚杆法加固	85
6.1 概述	85
6.2 加固方法	85
6.3 锚杆类型	87
6.4 各种类型锚杆的机械化	89
7. 撬渣和撬渣机	91
7.1 岩石类型	91
7.2 撬渣方法	92
7.3 各种撬渣方法的用途	93
7.4 撬渣机	94
8. 二次破碎	95
8.1 二次爆破	95
8.2 劈开	96
8.3 冲击锤破碎	96
8.4 高速水流击破	97

8.5 二次破碎凿岩	97
9. 风动和液压凿岩	99
9.1 风动凿岩的能源供应	99
9.2 液压凿岩的能源供应	101
9.3 冲洗用水和压气	103
9.4 凿岩中的变化情况	104
9.5 液压与风动凿岩的经济学	106
9.6 工作环境	110
9.7 其它方面	112
9.8 近期前景	113
9.9 总结	115

第二部分 设备数据

1. 特制的标准	118
1.1 组合件	118
1.2 生产面向用户	119
1.3 特殊用途不存在问题	120
1.4 维修简单并节省经营费用	120
1.5 操作可靠	121
1.6 产品研制具有灵活性	121
1.7 泰姆洛克适应各种条件	121
2. 凿岩机	122
2.1 液压凿岩机	122
2.2 风动凿岩机	135
3. 悬臂和给进器	143
3.1 悬臂的分类及其应用	143
3.2 隧道用泰姆洛克中小型悬臂	145
3.3 隧道用泰姆洛克大型悬臂	146
3.4 悬臂可达范围综述	148
3.5 台车凿岩顺序实例	149
3.6 悬臂在隧道和平巷掘进中的技术性能	149

3.7	ZR 990 H 和 ZRU 1200 H 的快速移动	152
3.8	链式给进器在隧道掘进中的应用	153
4.	控制盘	190
4.1	液压控制盘 TA 400、TA 413、TA 414、TA 415	190
4.2	自动化防卡钻装置	193
4.3	泰姆洛克 T 形杆自动化装置	194
5.	动力箱和电器设备	196
5.1	液压动力箱 HP 414、HP 424、HP 424 S HP 434	196
5.2	电器设备和控制功能: MS 体系	197
5.3	接地保护装置和过电流控制器 VYK 20、VYK 100、VYK 150、VYK 200	199
5.4	电缆轮: MK 20、MK 70、AK 70、AK 150	201
5.5	选择表 3796—1、2、3 的使用	202
6.	载运车	206
6.1	Normet 载运车	206
6.2	Minejack 载运车	207
7.	附属件	209
7.1	水管和压气管轮 MW 35、MA 35、MW/A 35、AW 90	209
7.2	钎尾润滑装置 KVL 10、CL 10	210
7.3	液压支柱: HM 40、75、155、VHM 50	210
7.4	带篮的液压悬臂	212
7.5	安全的驾驶棚或驾驶室	214
8.	巷道掘进和隧道掘进用的凿岩台车	215
8.1	产品系列	215
8.2	隧道开凿用台车的标号	219
8.3	Micromatic 台车: $4 \sim 10 \text{ 米}^2$	221
8.4	Monomatic 台车: $5 \sim 25 \text{ 米}^2$	225
8.5	Monorondo 台车: $6 \sim 22 \text{ 米}^3$	229

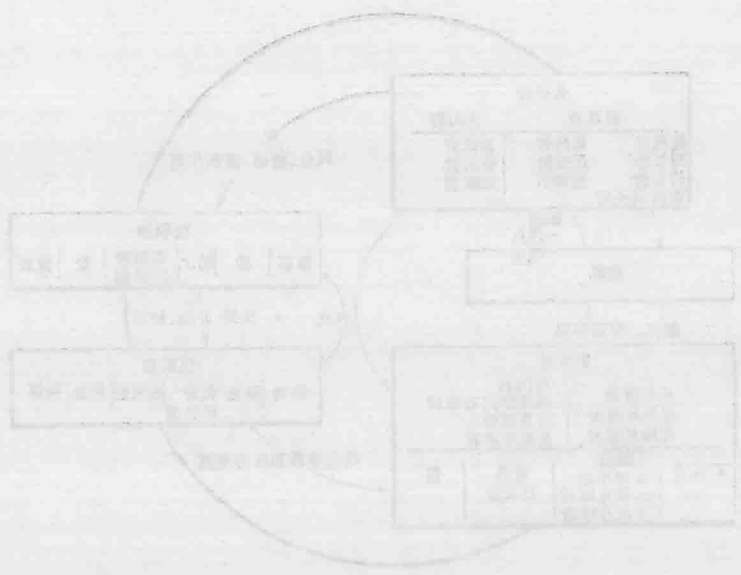
8.6	Minimatic 台车: 8~32 米 ³	234
8.7	Paramatic 台车: 12~70 米 ³	239
8.8	MaXimatic 台车: 15~93 米 ³	243
8.9	Supermatic 台车: 18~125 米 ³	247
8.10	履带式台车.....	250
8.11	轨道式台车.....	253
9.	竖井凿岩机台	257
10.	深孔凿岩机	261
10.1	风动和液压深孔凿岩机	261
10.2	生产凿岩	261
10.3	台车标志	269
11.	泰姆洛克岩石锚杆支护系统	294
11.1	概述	294
11.2	组合部件	295
11.3	选择锚杆支护台车的标准	299
11.4	ROBOLT 标志	300
12.	撬渣机	313
13.	冲击式凿岩用的钎子.....	319
13.1	概述	319
13.2	接杆钎子	320
13.3	螺纹	323
13.4	钎头	324
13.5	管形钎子	324
13.6	带钎尾的钎子	324
13.7	钎子接头	325
13.8	钎杆长度	326
13.9	各种钎尾的优缺点	327
13.10	凿岩工具的选择	328
13.11	使用寿命	331
13.12	钎子的保管	333

我國建設同時發展，百業興隆。

第一部分 一般数据

第一章 一般数据

加那利群岛位于大西洋中，由七组群岛组成，总面积约7,460平方公里，人口约1,500,000人。群岛的首府是拉斯帕尔马斯。群岛的气候是亚热带海洋性气候，全年温和，降水丰富。群岛的自然资源丰富，包括森林、矿产和渔业资源。群岛的经济发展主要依靠旅游业、农业和渔业。群岛的教育水平较高，人均GDP较高。群岛的地理位置重要，是连接欧洲和美洲的重要通道。群岛的文化多样，融合了欧洲、非洲和美洲的文化元素。群岛的生态环境良好，拥有丰富的生物多样性。群岛的社会稳定，人民生活水平较高。群岛的国际地位重要，是联合国教科文组织的世界遗产地。群岛的科技发展迅速，特别是在旅游业和农业领域。群岛的对外关系密切，与欧洲、美洲和非洲都有广泛的合作。群岛的未来发展前景广阔，特别是在旅游业和农业领域。



1. 岩石、矿物和可钻性因素

无论任何目的露天或井下采掘，都必须在岩石中进行。本手册以切合实际为出发点，是要对岩石和矿物加以概述——从钻孔和掘凿的角度来谈它们的成因，分类及特征。

1.1 岩 石

地球的地质条件是不不断变化的，而岩石和矿物在不断地形成和变化着。岩石乃是矿物的集合体，砂子和粘土与石灰石或花岗岩一样都是岩石。

岩石按其形成方式可大致分为三大类：火成岩，沉积岩和变质岩。它们彼此之间的关系可用地质循环图说明（图1）。

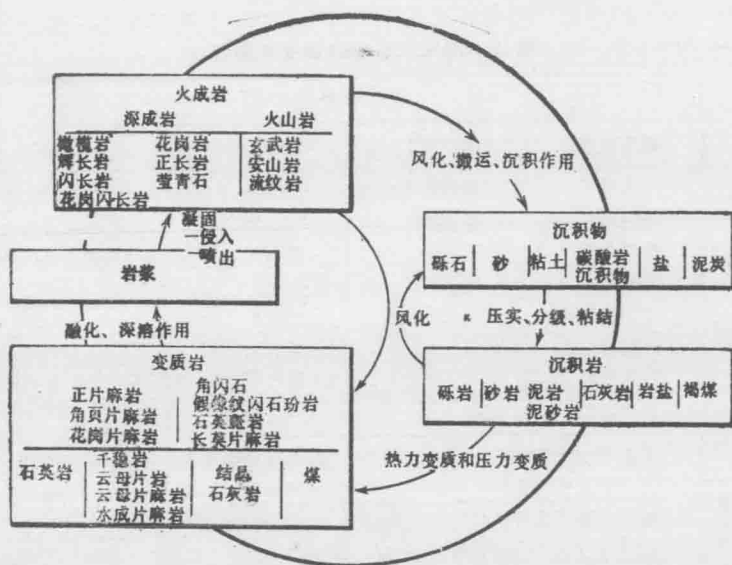


图 1 地质循环图

1.1.1 火成岩

由于地壳中熔融的岩浆上升极慢，它冷却并结晶为火成岩（表1）。如果它们是在地下深处形成，则称之为深成岩，一般具有中等粒度或是粗粒，即是说大的结晶粒。如果晶粒很大（粒径2厘米），则称之为伟晶体。

上升的岩浆在岩石的水平层理之间冲出一条路，形成侵入火成岩席，而上升进入垂直裂缝中，则固化成为岩脉。经常熔融的岩石中已经含有大的晶体。其余的岩石在岩席或岩脉中很快的凝固下来，而形成颗粒很细且含有大粒结晶体的岩体，则叫斑岩。

所谓侵入火成岩，即指简单地进入覆盖岩层的岩浆。但是，有时熔融的岩浆一直冲出地表，形成喷出岩，或称火山岩。这种岩石冷却很快，因此颗粒很细，如含有大粒结晶，则呈斑状。在地球表面形成的岩石则称为熔岩，而凝固后的火山灰，则称为凝灰岩。火山玻璃（例如黑曜岩）的形成，是由于冷却太快，而不容产生任何结晶作用。

表1 常见火成岩的硬度和磨蚀性

	硬度和磨蚀性			
	耐磨蚀的	中等的	不耐磨蚀的	风化的
岩 石	流纹岩 细晶岩 致密长石 花斑岩 花岗闪长岩 伟晶岩 水晶斑岩 花岗岩	橄榄石玄武岩 英安岩 橄榄石辉长岩 石英闪长岩	安山岩 玄武岩 粗面岩 粒玄岩 闪长岩 辉长岩 正长岩	蛇纹石 红玄武岩 高岭土化花岗岩
凿 岩	重型手持式凿岩机 （小直径炮孔） 重型支架式凿岩机 $\phi 50 \sim 102$ 毫米 DTH钻机 $\phi 102 \sim 150$ 毫米 重型回转式凿岩机 $\phi > 150$ 毫米		重型或中型手持 式凿岩机和支架 式凿岩机或DTH 钻机 重型回转式凿岩 机 $\phi > 150$ 毫米	平巷掘进机 回转式凿岩机 如出现新鲜岩 石面可用冲击 式钻机

深成火成岩一般为中等硬度到坚硬的，而且易于用冲击式凿岩机钻孔。

1.1.2 沉积岩

沉积岩(表2和表3)是由其它岩石受到震裂、磨蚀、水、风、温度和有机物的破坏而形成。这种过程称为风化作用。

受机械风化作用形成的岩石称为碎岩或者碎屑。化学成分并无变化。

另一方面，化学有机风化作用则改变岩石的化学性质，因而确定原生岩石类型非常困难。

煤和页岩是从有机物形成的，所以，严格地说，它们不能算岩石。但是它们确实是地壳的一个重要部分，而且一般像沉积岩一样，呈层状赋存。

表2 沉积岩的分类

碎 屑 岩			
分 级	粒度, 毫米	碎石类型	岩石名称
砾状的	—256—	巨砾	砾 岩
	—64—	大卵石	和 角砾岩
	—2—	卵石	
砂质的	—1/16—	砂	砂岩
	—1/256—	泥砂	泥砂岩
		粘土	泥岩、页岩

成 分	化 学 的	有 机 的
碳酸盐	鲕状、石灰岩、白云石	脉状和贝壳状石灰石、白垩
含硅的	燧石、黑硅石	白云石，硬化放射虫软土
含铁的	鲕状褐铁矿、红土	沼泽铁矿
含铝的	铝矾土	
含磷的	磷灰石	鸟粪石、煤质页岩
含盐的	岩盐、石膏、硬石膏	
含碳的		泥炭、褐煤、煤

破裂岩石碎片、沉积物一般情况被水送到别的地方形成近似水平的矿床。分级是这个过程的组成部分。重一点或大一点的碎块首先被抛出，而不经分级。它们生成如砾岩(粘结在一起的卵石)或角砾岩(粘在一起有角的石头)。轻的沉积物被带走，而且按其粒度(即重量)进行分级。在此过程中，最终成矿的一般粒度很细且均匀，如砂岩(细石英粒)和页岩(细粘土粒)。

冰碛层的形成，是自由岩石被冰川推动并运走，而不像其它沉积岩成层状。

沉积物一层一层地堆积，重量和压力将水挤出。矿物被压平(如云母)而花岗岩被紧密地压实(粘结)在一起。孔隙度下降，某些矿物被溶解，形成新的矿物。最后沉积物硬化而形成岩石。

表 3 常见沉积岩的硬度和磨蚀性

	硬度和磨蚀性				
	耐磨的 坚硬的	耐磨的 不硬的	耐磨的 易碎的	不耐磨的 坚硬的	不耐磨的 软的
岩 石	燧石 黑硅石 沉积石英岩 杂砂岩 石英砾岩	泥沙岩 火山岩 硅质岩 石灰石 凝灰岩 砂砾岩 集块岩	易碎的砂岩 钙质的砂岩 某些砂砾	石灰石 软泥岩 易切的砂岩	泥灰岩 泥岩 页岩 白垩 煤 鲕状岩
凿 岩	重型冲击式 凿岩机	中型冲击式 凿岩机或重 型迴转式凿 岩机	轻型迴转式 凿岩机 轻型冲击式 凿岩机	中型到重型 冲击式凿岩 机DTH凿 岩机或重型 迴转式凿岩机	切屑型钻头 迴转式 凿岩机

一般说，沉积岩机械强度低，因此，很容易用冲击式凿岩机钻孔，通常回转式凿岩机就足以奏效。由于沉积岩具有分层的特点，其凿岩特性在一定程度上取决于钻进方向。

在各种类型岩石中，以沉积岩蕴藏量最丰富。它们经常作为

工业矿物资源或者建筑材料使用，然而常见的铁矿、赤铁矿和菱铁矿也能以沉积矿床形式存在。

区分沉积矿床的基本特征，是其粒度的大小，主要划分为粗粒的(砾状的)、中粒的(砂质的)和细粒的(泥质的)岩石，(见表2)。

1.1.3 变质岩

变质岩表4是由火成岩或沉积岩受温度、压力和化学等作用后转化变质，而形成一种新的岩石，这种作用使其结构改变，并产生新的矿物。

变质岩划分为三大类：热力或接触变质，区域变质和动力或埋藏变质(受压力结果)。

热岩浆侵入大片的冷岩石中，即产生接触变质，由于急剧受热或受冷在交界面形成新的岩石和矿物。沉积岩可重新结晶，即纯石灰岩变为大理岩，而纯砂岩变为石英岩。含有其它矿物的岩石形成一组岩石，叫做角页岩。夕卡岩是一种钙质硅酸盐岩石，通常是大成岩接触变质而成。它常含有铁、锌、铅、铜等的硫化物。

区域变质存在于广泛地区内，它是由强大压力和高温促成的。

动力变质通过压力对岩石产生机械变化。泥岩和页岩转化成板岩的过程即是一例。新矿物的生成相对来说是不显著的。

表4 变质岩及其原岩

原岩	区域变质			接触变质
	低 的	中 等	高 的	
石英砂岩	石英页岩	石英岩	石英岩	石英岩
杂砂岩	片岩	片岩	片麻岩 花岗岩	
纯石灰石	大理岩	大理岩	大理岩	大理岩
不纯石灰石	钙质片岩	钙质硅酸盐岩	片麻岩	钙质角页岩
页岩/泥岩	板岩/千枚岩	片岩	片麻岩 花岗岩	角页岩
辉绿岩/玄武岩	绿色片岩	角闪石	角闪石 紫苏花岗岩 榴辉岩	基性角页岩

总之，变质岩为结晶性岩石，常含有大的晶粒。它们常含有大量云母，一般但不完全呈薄片或片状，都很致密，通常不含化石。

变质岩一般都属中等硬度到硬的以至很硬的，而且常常具有耐磨性表 5。

通常使用冲击式凿岩机，然而在露天采矿钻大直径深孔时采用大型回转式凿岩机。

表 5 常见变质岩的硬度及耐磨性

	硬度和耐磨性		
	硬的和耐磨的	中等的	较软的
岩石	白粒岩 石英片岩 石英岩 片麻岩	角闪石片岩 云母片岩 白云石大理石	板岩 千枚岩 绿泥片岩 大理石
凿岩机	重型冲击式凿岩机	中到重型冲击式 凿岩机 在软岩中用中到重型回转式凿岩机	

1.2 矿物

矿物可定义为自然生成的而且具有固定化学成份的无机物。它可分为含金属的（通常称为矿石）和不称为工业矿物的两种。表 6 列出金属和工业性矿物及其相应的常见矿石。

表 6 金属和工业矿物的矿石

金属或矿物	化学符号	常见矿石
铝	Al	铝矾土（水铝氧化物）
石棉		纤蛇纹石（水镁硅酸盐）
重晶石		重晶石（硫酸钡）
钴	Co	辉钴矿（硫钴矿含钴 35.5%） 砷钴矿（三砷化钴镍铁、含钴 21%）
钨	Cb	现称铌 Nb

续表

金属或矿物	化学符号	常见矿石
铬	Cr	铬铁矿 (铁铬氧化物)
铜	Cu	自然铜 黄铜矿 (硫化铜铁, 含铜34.5%) 辉铜矿 (硫化铜, 含铜79.8%)
金	Au	自然金
石膏		石膏 (含水硫酸钙)
铁	Fe	赤铁矿 (氧化铁, 含铁 70%) 磁铁矿 (氧化铁, 含铁 72.4%) 菱铁矿 (碳酸铁, 含铁 48%)
铅	Pb	方铅矿 (硫化铅, 含铅 86.6%)
镁	Mg	白云石 (钙, 镁碳酸盐) 菱镁矿 (碳酸镁)
锰	Mn	软锰矿 (二氧化锰)
汞	Hg	辰砂 (硫化汞, 含汞 86.2%)
云母		绢云母 (钾、铝硅酸盐) 黑云母 (钾、镁、铁、铝硅酸盐)
钼	Mo	辉钼矿 (二硫化钼, 含钼 60%)
镍	Ni	镍黄铁矿 (硫化铁镍, 含镍 22%) 红砷镍矿 (砷化镍, 含镍 43.9%)
铌	Nb	铌铁矿 (铌酸铁锰, 77% Nb_2O_5) 黄绿石 (Ca, Na, Ce) (Cb, Ti, Ta) ₂ (O, OH, F)
钾	K_2O	针碲金矿 (AuAg) Te_2 (氯化钾 63.2% K_2O 当量)
盐	NaCl	岩盐 (氯化钠)
银	Ag	自然银 辉银矿
锡	Sn	锡石 (氧化锡、78.6%、Sn)
钛	Ti	钛铁矿 (氧化铁钛, 31.6%, Ti)
钨	W	白钨矿 (钨酸钙, 80.5%, WO_3) 钨锰铁矿 (钨酸锰铁, 76.5%, WO_3)
铀	U	沥青铀矿 (氧化铀, 50~85%, U_3O_8) 沥青铀矿 (氧化铀, 50~58%, U_3O_8)
锌	Zn	闪锌矿 (硫化锌, 67%, Zn)

注: 表中百分数是在纯矿物中的理论金属或金属氧化物含量。