

非金属 矿床工业类型

A.E.科里亚金 著
聂良田 译
李正忻 校

地质矿产部科技司

非金属矿床工业类型

A. E. 科里亚金 著



地质矿产部科技司

一九八八年三月

本书系根据苏联《矿产》出版社1985年出版的《非金属矿床工业类型》(ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ)一书翻译的,是一本系统而全面地论述非金属矿床工业类型的专著。本书阐述了非金属矿床的地质构造特征和它们主要工业类型的形成和分布规律。对每一种原料(工业、农业、化工、建筑材料等)的矿物-化学特征、等级、应用范围、储量、开采量、矿床成因类型和矿床成因均作了阐述。该书是高等、中等地质院校师生,从事非金属矿产研究的科研人员和生产部门的工程技术人员的重要参考书。

本书由聂良田译,李正忻校;由樊素兰和汪美凤审阅。

图65,表7,参考文献50条。

前 言

矿产按传统习惯划分为金属矿产、非金属矿产和可燃性矿产。在国民经济中以矿物、矿物集合体和岩石的各种物理和化学性质为基础利用的矿产称为非金属矿产。

前面将矿产划分成三类，这在某种程度上是有条件的。因为随着科学技术的发展、矿产利用范围的扩大，它们之间的原则差别开始消失。例如，象磁铁矿、赤铁矿、金红石、铬铁矿、铝土矿、菱镁矿和其它典型的金属矿产，不仅可以用来提取金属—铁、钛、铬、铝和镁，也可以作为制取耐火材料（铝土矿、铬铁矿、菱镁矿）、工业液体加重剂（菱镁矿和方铅矿）、彩石（赤铁矿—血滴石）、钛白（金红石）、电炉刚玉、高铝水泥（铝土矿）用的非金属原料。非金属矿产霞石和高岭土是含铝矿石，制定从这种广泛分布的矿物（如长石）中提取铝的合理工艺问题已提到日程上来了。

主要作为动力燃料和化学原料用的可燃性矿产，有时也可用作生产肥料（泥煤）或彩石煤精的主要来源。金属铀和钍是原子能的来源，它们在世界总的动力平衡中逐渐在增长。非金属元素硼和氟可制取火箭燃料和一些其它种类的燃料。

尽管这三类矿产之间的界限在消失，其在历史上延续下来的划分原则仍然是有效的。非金属矿产是按一系列特征而区别于其它矿产的单独品级的矿物原料，其中最重要的是地球化学、岩石矿物学、成因、采矿技术、工艺和经济特征等。

至于提到某些术语问题，应当指出，目前非金属矿石和非金属矿产这两个术语是作为同义词对待的，但是杰出的地质学家，如

A. E. 费尔斯曼和П. М. 塔塔林诺夫, 则倾向于前一种术语, 因为它更能准确地反映事物的本质。近年来, 对于单个非金属矿产多半是使用矿石这一术语。例如, 磷灰石矿、磷块岩矿、硫矿、石棉矿、石墨矿、重晶石矿、钾盐矿等。同时, 对于像花岗岩、砂、粘土、石盐等这种非金属矿产来说, 矿石这个术语是不适用的。与金属矿石相比较, 可建议将那种能形成浸染状、细脉状、脉状、层状和不规则状矿体的矿物和矿物集合体, 并且能用选择性开采法或采用选矿方法从围岩中加以回收的非金属矿产称为矿石。

非金属矿产与金属矿产相比, 其特点是种类繁多, 尤其是变种就更多; 而非金属矿产的工业利用是以其本身固有的各种物理和化学性质或与其它非金属矿产配合使用为基础的。因此, 为了确定非金属矿产在工业上的适用性, 精确地研究非金属矿产的工艺性质和物理-化学性质是必须的, 它们不仅对加工工艺有影响, 而且对最终工业制品的质量也有影响。非金属矿产的成分和性质的多样性, 在使用它的任何一种生产中都起主要作用; 它导致这种原料的独有的专业化、制定更精确更严格的标准及工艺条件和在小范围内或某种生产部门制定出各种形状和等级标准和分类。

因此, 确定非金属原料矿床的实际价值与金属矿床相比是复杂的, 因为在这里除了确定矿产的储量、品位、采矿技术条件和工艺加工的可能性以外, 还必须确定矿产按不同物理-化学参数作出分类。例如, 纤维蛇纹石石棉在纺织工业、纸板-岩板工业或石棉水泥工业中的应用, 取决于纤维长度、抗断裂强度、延展性(弹性); 云母在电机工业中的应用取决于薄片晶体的大小、电容率、耐热性和无缺陷; 滑石在耐火材料工业、造纸工业和油漆颜料工业中的应用取决于颜色和存在有一定数量的有害化学物质和矿物杂质; 而岩石在各类建筑中的应用取决于强度、体积、孔隙度、抗寒性、接受抛光的能力等。

每种非金属矿产均可在不同生产部门中使用, 不同生产部门使

用它的某种性质。例如，萤石是冶金、化工、玻璃、宝石和光学材料生产的重要原料；滑石用于耐火材料、造纸、橡胶、电缆、建筑和制药等生产部门；硫用于化工、橡胶、造纸、食品等生产部门和农业部门；膨润土用于冶金、石油开采、食品加工和钻探泥浆方面。同时，具有某一相同性质的非金属原料可以相互替代。例如，重晶石、高岭土、滑石和叶腊石的惰性和无毒性可将其用作电木、制药、化粧品、甚至食品工业中的相互替代的填料。

所指出的非金属矿产的特征预示了研究非金属矿床的特殊途径，该过程不仅包括通用的地质调查方法，也包括物理-机械和化学工艺试验、分类、确定原料组成和性质的形体特征等，该特征可表明原料在某些生产部门应用的可能性。

该书提到的非金属矿产的工业分类是以它们的性质和在工业上应用的主要方面为依据的。据此可将非金属矿产分为三类。

I、工业原料：宝石、彩石和工艺石料—金刚石、红宝石、蓝宝石、祖母绿、石榴石、玛瑙、碧石；石墨；云母—白云母和金云母；纤维蛇纹石石棉和闪石石棉；滑石和滑石岩；菱镁矿和水镁石；压电石英和熔炼石英；萤石；重晶石和毒重石；冰洲石；沸石等。

II、化工和农业原料：矿物盐；磷酸盐原料—磷灰石和磷块岩；硫和硼原料。

III、矿物建筑材料和建材生产原料：陶瓷原料—伟晶岩、中国陶石、高铝硅酸盐、硅灰石；粘土和高岭土；砂和砾石；碳酸岩；石膏和硬石膏；活性矿物填料—硅藻土、板状硅藻土、蛋白土、粗面凝灰岩和白榴火山灰；制取轻质建筑材料的岩石—半石墨、珍珠岩、蛭石；铸石；天然建筑石料。

这种分类同其它分类一样在一定程度上是有条件的，因为一种原料由于性质的不同可应用于不同的部门，自然也可以对它们进行再分类。例如，萤石、石膏和硬石膏可以划到第二类，而菱镁矿和

水镁石可以划到第三类。

工业原料是具有特殊物理性质（高硬度、柔性、耐火性、纤维化、光学和压电及介电效应）的矿物。它们呈自然形式被利用，主要是用在机械加工上。

特殊岩石和矿物集合体（盐岩、磷块岩、磷灰石-霞石矿、磷灰石-磁铁矿和硫矿、硼酸盐）都属于化工原料；从中用化学处理方法能提取元素和各种化合物。这一类原料的质量评价近似该种金属的有用矿产的评价。

矿物建筑材料类包括广泛分布的复矿物岩石，其大部分呈自然形式使用，有一些要经过热处理或技术加工，以制造混凝土、铸石、陶瓷制品和粘合材料—雪花石膏、石灰和水泥等轻质填料。

对非金属矿产在发展国民经济中的作用和意义很难作出评价，实际上不可能有任何一种工业部门或技术部门不利用非金属原料的。非金属矿产在整个国民经济领域中的应用每年都在增长，这就导致对廉价的和广泛分布在自然界中的非金属原料新类型实行工业开发，农业对矿物肥料需求的急剧增加，住宅建筑、工业和道路建筑的猛烈增长和广泛运用化学方法处理各种原料等。所有这些原因，无论是在社会主义国家或在发达的资本主义国家的工业生产中都将把非金属原料摆在重要的位置。

近年来，国家特别重视对矿产和环境的保护。这个问题与矿石综合利用和采矿、选矿及冶金企业的尾矿的利用有关。在绝大多数情况下，这种尾矿可作为生产硫酸、水泥、混凝土的填料、铸石等的廉价原料使用，即它们实际上是非金属矿产的工艺矿床。

对于许多特别贵重的非金属（金刚石、石墨、云母、光学和压电矿物、宝石）来说，可广泛采用合成法来制造；合成矿物是以天然原料为基础进行的，并对其质量提出了特殊的要求。

从地球化学和岩石矿物学观点出发，非金属矿产与金属矿产有明显的区别，在非金属的组分中有成岩元素—氧、硅、磷、氯、

氟、碳、钙、镁、钠、钾和铝，它们占岩石圈总量的95%以上，并形成广泛分布的岩浆岩和沉积岩。非金属矿产的矿物成分是硅酸盐、氧化物、碳酸盐、卤化物、磷酸盐、硫化物和极少量的自然元素（金刚石、石墨和硫）。非金属矿产的最大富集与外成风化作用和沉积（化学沉积和生物沉积）有关。在许多沉积矿产（粘土、膨润土、沸石、磷块岩）的形成中，海解作用和成岩作用具有特殊意义。

内生非金属矿石成因的显著特点之一是围岩成分对有用工业矿物成分有直接影响，这就表明了在有形矿物成分形成中似化学反应起主导作用。这种化学反应是在岩浆期后溶液或变质溶液参与下从岩浆源中带出主要成矿组分完成的。滑石、石棉、菱镁矿、压电石英、沸石和许多其它种类的非金属原料矿床都具有这种形成条件，这就促使地质学家划分独特的矿床成因类型—热液变质成因类型，该种类型是我们熟悉的金属矿床成因类型，但也是非金属矿产中较常见的类型。

非金属矿床是在与金属矿床同一种地质过程中形成的，但是非金属矿床的特点是形成条件的范围很宽，这就预示要把像热液变质、封闭卤水和生物淋滤等成因类型引用到非金属矿床成因分类中去。

本书以П.М.塔塔林诺夫的矿床成因分类为基础，对教学来说是最简要而又方便的，但是在本书出版以后的一段时间内，在矿产这个学科的范围发生了重要变化，所以作者以B.И.斯米尔诺夫院士的巨著为基础在上述分类中作了一些补充。

非金属矿床成因分类

一. 内生矿床

I. 岩浆矿床（火成岩建筑石料—花岗岩、玄武岩、辉绿

岩、拉长岩、火山凝灰岩、珍珠岩等)。

1. 早期岩浆矿床(金刚石), 2. 晚期岩浆矿床(石墨、磷灰石), 3. 熔离矿床(硫化物硫)。

II. 伟晶岩矿床(长石、白云母、石英、宝石和彩石、刚玉和金刚砂、光学萤石)。

III. 碳酸盐矿床(磷灰石、金云母、蛭石、碳酸岩、贵橄榄石)。

IV. 岩浆期后矿床

1. 钠长岩-云英岩矿床(宝石)

2. 接触-交代和矽卡岩矿床(纤维蛇纹石石棉、金云母、贵尖晶石等)。

3. 高、中、低温深成和中深成热液矿床:

1) 与小侵入体有关的侵入期后深成和浅成矿床(金云母、磷灰石、萤石等);

2) 热液变质矿床(纤维蛇纹石石棉和闪石石棉、滑石和滑石岩、菱镁矿、水晶);

3) 层状和远成热液—似岩浆成因矿床(萤石、重晶石等)。

4. 浅成火成热液和近地表高、中、低温热液矿床:

1) 海底优地槽—黄铁矿类矿床(黄铁矿、重晶石);

2) 风成外生和喷气矿床(萤石、重晶石、沸石、玛瑙、明矾石、冰洲石、硫、硼酸盐)。

5. 火成(喷气)-沉积矿床:

1) 海底矿床(重晶石, 可能有一些磷块岩);

2) 风成火山口湖矿床(苏打、硼酸盐、沸石、硫)。

二. 外生矿床

I. 风化矿床

1. 碎屑矿床—残积砂矿和坡积砂矿(金刚石、石墨、重晶石、宝石、滑石、砂、粉石英)。

2. 残余矿床

1) 粘土、高岭土和红土风化壳矿床（粘土、高岭土、铝土矿）；

2) “铁帽”型矿床（硼酸盐、重晶石、孔雀石、蓝铜矿）；

3) 淋滤和生物淋滤矿床（磷块岩、重晶石、菱镁矿、硼酸盐、石膏、硫）。

II. 沉积矿床

1. 机械沉积矿床：

1) 冲积、近海沉积、海积、湖积、冰水沉积和风成砂矿（砂、砾石、金刚石）和胶结型岩石（砂岩、细砾岩、砾岩）；

2) 风化细分散产物的再沉积物（粘土、高岭土、膨润土、菱镁矿）。

2. 化学沉积矿床：

1) 由胶体溶液形成的矿床（铝土矿、矿物颜料等）；

2) 由真溶液形成的矿床（矿物盐、硼酸盐、灰岩、白云岩、泥灰岩）。

3. 生物化学或生物矿床（灰岩、磷块岩、硅藻土、硅藻岩、蛋白土、硫）。

三、变质矿床

I. 受变质矿床（磷灰石）

II. 变质矿床（红柱石、硅线石、蓝晶石、大理岩、石英岩、石墨、宝石、片麻岩、瓦板岩等）

四、工业富集型

采矿厂的废石、选矿厂的“尾矿”、冶炼厂的矿渣。

注：某些伟晶岩、矽卡岩和热液变质矿床按形成条件可列入变质成因矿床。

目 录

前 言	(I)
-----	-------

第一篇 工业原料矿床

第 一 章 宝石、彩石和工艺石料	(1)
第 二 章 金 刚 石	(15)
第 三 章 石 墨	(33)
第 四 章 云 母	(44)
第 五 章 石 棉	(58)
第 六 章 滑石和滑石岩	(70)
第 七 章 菱镁矿和水镁石	(79)
第 八 章 压电光学石英和熔炼石英	(89)
第 九 章 萤 石	(102)
第 十 章 重晶石和毒重石	(118)
第十一章 冰洲石	(126)
第十二章 沸 石	(132)

第二篇 化工和农业原料矿床

第十三章 盐类矿床	(139)
第十四章 磷酸盐原料(磷灰石和磷块岩)	(163)
第十五章 硫原料	(192)
第十六章 硼原料	(209)

第三篇 建筑材料矿床和生产建材的原料

第十七章 陶瓷原料(伟晶岩、中国陶石、高铝硅酸盐、硅灰石)	(223)
-------------------------------	---------

第十八章	粘土和高岭土.....	(241)
第十九章	砂和砾石.....	(258)
第二十章	碳酸盐岩类.....	(265)
第二十一章	石膏和硬石膏.....	(275)
第二十二章	活性矿物填料.....	(282)
第二十三章	天然建筑材料.....	(290)
参考文献		(298)

第一篇 工业原料矿床

第一章 宝石、彩石和工艺石料

概 况

宝石和彩石（宝石原料）是制备成制品具有一定艺术价值的矿物和岩石。这些物料最重要的性质是透明度、颜色、光泽、高折光率、散布率、蛋白光、虹彩、晕彩、星彩、硬度。

透明度是以楞角形或猫眼石形使用的宝石的重要特性。裂隙、矿物包体和气-液相包体是降低天然晶体透明度的主要缺陷。但是，在许多情况下这些包体引起有趣的光学效果，利用这种光学效果可把一些石头制成宝石制品。在有許多半平行的针状或纤维状包体存在时，会呈现出“猫眼石”、“鹰眼石”和“虎眼石”特有的虹彩。这种宝石的形成与平行的纤维状青石棉集合体硅化有关。相似的光学效果在许多其它矿物中也有发现。

按彼此间关系和按含包体矿物的主轴的关系有规律的定向排列的金红石针状包体，在星彩兰宝石中形成星彩性效应。在红宝石、石榴石、石英中也见有星彩效应。排列不规律或呈束状群分布的含金色金红石针状包体的石英-发晶制品非常精制动人。

月长石和拉长石晕彩是由产于一定结晶晶面中的钾长石中的斜长石以及斜长石中的钛铁矿、赤铁矿和金红石的片状和针状包体形成的。这些效应可能是与斜长石的双晶结构特点有关。

贵蛋白石的**晕彩**是由以非晶质二氧化硅最细小球有规律分布的

贵蛋白石结构所形成的。这种小球体形成体干涉格子。

宝石的**光泽**在很大程度上由宝石的折光率所决定。在透明宝石中金刚石具有最强的光泽，其折光率达2.42。在这方面与金刚石媲美的还有闪锌矿、锡石和金红石，它们都具有金刚光泽。锆石、楣石、石榴石、刚玉的光泽介于金刚光泽和玻璃光泽之间。其余大多数透明宝石的光泽均接近玻璃光泽。

在宝石中呈现出最鲜艳的磨成楞角形宝石的**变彩**是由折光率色散所形成的。金刚石在可见光谱部分范围内的折光率的差值（430—687纳米）为0.044。在这方面，金刚石胜过所有的无色宝石，但不及楣石、锡石、石榴石和某些合成宝石。

宝石的**硬度**介于摩斯硬度10（金刚石）~4.5（蛋白石和绿松石）之间。另外一些宝石-彩石和彩石的硬度更小些，如孔雀石、煤玉、透石膏、寿山石等。高硬度可以保证贵重宝石的耐久性。贵重宝石制品能用几个世纪。

宝石的**颜色**往往是确定宝石价值的重要性质之一。属同种矿物类型的宝石，在颜色方面有很大区别，如绿柱石系列矿物：铯绿柱石、海兰宝石、祖母绿，再如刚玉系列矿物：兰宝石、红宝石。颜色常常是不稳定的，矿物在太阳光、加热、 γ -辐射的影响下会变色。此时颜色能够加深、减弱、退色或者改变色度特征。根据矿物的这些性质来选取有色的宝石。

在个别情况下，宝石中一些有趣的可供观赏价值的特性是由裂隙所形成的。蔷薇辉石和碧石中次生矿物沿裂隙发育，使其形状具有最完美的画面。在煅烧琥珀时人工形成的花瓣状裂隙，使这种宝石-彩石均匀透明的差值更为明显。

宝石和彩石的许多特性在工艺中得到广泛应用，因此将工艺宝石划分出一些特殊的类型。高硬度和耐磨性（金刚石、刚玉、石榴石）、微粒状和细纤维状集合体（玛瑙、软玉）的均一性、坚固性和韧性、压电性质（石英、电气石）、形成旋光介质的能力（红宝

石、兰宝石)是宝石的特性。所以工艺宝石分为光学宝石和压电宝石、研磨宝石和精密宝石。

根据确定矿物美感外形的物理性质、透明度和相应的价值,将宝石和彩石分为许多类。按E.Я.基耶夫连克分类法分出下列几类:

1. 宝石(珍贵宝石): 钻石、祖母绿、红宝石、兰色兰宝石(I级); 翡翠、橙色兰宝石、紫色兰宝石和绿色兰宝石、黑色贵蛋白石、贵硬玉(II级); 翠榴石、尖晶石、贵蛋白石、火蛋白石、海兰宝石、黄玉、石榴石、电气石(III级); 贵橄榄石、锆石、黄色绿柱石、绿色绿柱石、粉红色绿柱石、紫锂辉石、绿松石、紫水晶、镁铝榴石、铁铝榴石、月长石、日长石、绿玉髓、黄水晶(IV级);
2. 宝石-彩石: 青金石、硬玉、软玉、孔雀石、琥珀、水晶、查拉石(I级); 玛瑙、天河石、蔷薇辉石、赤铁矿-血滴石、虹彩黑曜岩、普通蛋白石、不透明虹彩长石(II级);
3. 彩石: 碧石、文象花岗岩、硅化木、大理岩质缟玛瑙、滑石菱镁片岩、黑曜岩、煤玉、透石膏、萤石、砂金石石英、寿山石、花纹燧石、有色大理岩。

透明宝石主要制成以楞角形为主的装饰品。根据自然形状的原形及其大小和宝石性质选择琢磨的形式(图1)。小型宝石用最简单的琢磨工艺,大而稀少的宝石用复杂的琢磨工艺。使半透明和不透明的宝石具有猫眼石形式。宝石-彩石和彩石一般作平面镶嵌和作猫眼石使用。用彩石也可制作石刻制品:刻成图画的宝石、装饰用的小雕像、烟灰缸、花瓶、手饰箱等。

珍贵宝石和彩石的质量,由不同的国家标准和技术规程作出规定。主要评价参数是无缺陷部分的大小、异物包体和孔洞的数量和大小、密度、颜色分布的色调和均匀性、画面的观赏性、光学效应显示鲜艳程度—晕彩、蛋白光、虹彩、星彩。

除金刚石外,所有的珍贵宝石在加工以后都保持自己原来的名称。金刚石在琢磨以后称为钻石。珍贵宝石与贵金属都是国家财产的货币等价物,其中最大的和十分精美的宝石是国宝。

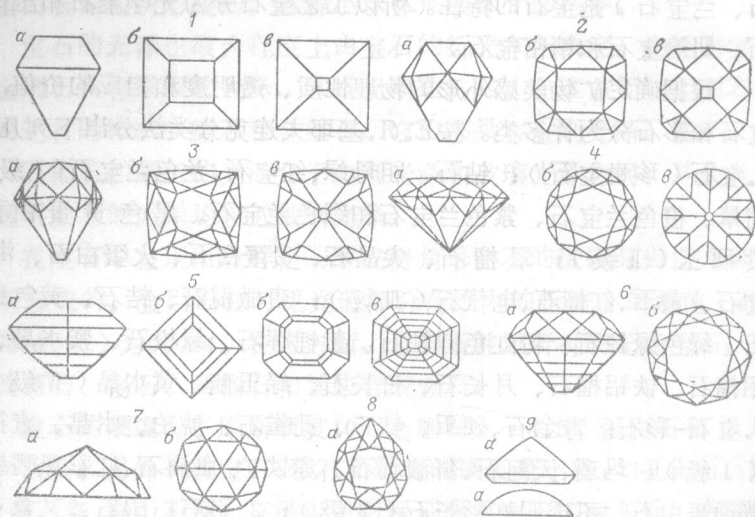


图1 珍贵宝石琢磨的主要形式

(按E. Я. 基耶夫连克, а—侧面外形, б—上面外形, в—下面外形)

- 1、2—制备小型宝石的简单棱形；3—旧刚石棱形；
4—现代刚石棱形；5—阶状棱形；6—联合棱形；
7—“蔷薇花形”；8—花环形；9—猫眼石形式。

宝石的价值主要是以它的质量和重量确定的(表1),一般用克拉(1克拉=0.2克)称重。

工艺石料广泛地用来制造精密仪器的小部件(立轴承、轴承、标准棱镜、轴套、钟表钻石)、实验室设备(玛瑙研钵、碧石研钵、研棒)和其它制品(拉丝模、导纱器、熨衣用的和磨光用的小轴和熨板、研磨器具)。工艺石料的质量由结构的均匀性、无包体和裂隙、颗粒的大小所确定。天然的和合成的工艺石料(红宝石、兰宝石、祖母绿)广泛地用于量子发生器,以便形成旋光介质。

美国优质宝石零售价格对比表（按1975~1978年资料） 表1

矿 物	宝 石	宝石重量 (克拉)	价 格 (1克拉/美元)
刚 玉	红宝石 兰色兰宝石 橙色、绿色、紫色兰宝石	1~10	200~10000 100~2000 20~600
绿柱石	祖母绿 海兰宝石 铯绿柱石(红绿宝石) 普通绿柱石	1~8 5~10 5~10 5~15	250~7000 20~300 10~100 2~35
金绿宝石	翡翠	3~10	100~5000
硬 玉	贵硬玉	5~15	300~1000 (石料)
蛋白石	黑色贵蛋白石 白色贵蛋白石 火蛋白石	1~10	100~1500 25~300 10~200
石榴石	翠榴石 镁铝榴石 红榴石 铁铝榴石	1~10	100~1000 5~80 10~200 5~80
尖晶石	橙尖晶石(橙色) 红尖晶石 绿尖晶石(绿色)、假兰宝石(浅兰色)、铁铝榴石尖晶石(深红色)		20~300 10~200 5~100
黄 玉	玫瑰色黄玉 深红色和橙色黄玉	5~10	20~250 10~100
电气石	红电气石 绿电气石、兰电气石等	5~15	10~300 5~100
橄榄石	贵橄榄石(橄榄石)	1~10	5~100
锂辉石	紫锂辉石	5~10	5~50
锆 石	红锆石等	1~15	2~50
绿松石	绿 松 石	10~20	5~50
石 英	紫 水 晶 黄 水 晶	5~15	3~30 1~10
玉 髓	绿 玉 髓	10~20	10~100 (石料)