

裝飾用天然石材的加工

A. M. 奧爾洛夫 著

建 筑 工 程 出 版 社

內容提要 本書包括：各種裝飾用天然石材的概述，造岩礦物的特性，石材的試驗研究方法，以及使用蘇聯和外國的現代化機械進行石材加工時所必需的工藝知識。書中引用的術語均是最近蘇聯有關技術規程和細則中所採用的新術語。

本書被批准作為蘇聯工藝學校的教學用書，也可作石材加工工業的工程技術人員及工匠的實用參考書。

本書的譯者為高雅琴，卫民康，彭葭生，李恭平，刘伯誠和刘佩衡。校對者為刘佩衡。

原本說明

書 名 ОБРАБОТКА ПРИРОДНОГО ДЕКОРАТИВНОГО
КАМНЯ

著 者 А. М. Орлов

出 版 者 Государственное издательство литературы по
строительству и архитектуре

出版地点 及 年 份 Москва—1956

裝 飾 用 天 然 石 材 的 加 工

刘 佩 衡 等 譯

*

1959年7月第1版 1959年7月第1次印刷 2,545册

850×1168 $\frac{1}{32}$ • 130千字 • 印張 $5\frac{1}{4}$ • 插頁8 • 定價(10) 0.85元

建築工程出版社印刷廠印刷 • 新華書店發行 • 書號：1604

建築工程出版社出版（北京市西郊百萬莊）

（北京市書刊出版業營業許可証出字第052號）

目 录

序	(5)
---------	-------

第一篇 石材学原理

第一章 天然石材的分类	(7)
一、按成因分类	(7)
二、按工艺分类	(10)
三、按耐久性分类	(12)
第二章 天然石材的矿物組成	(12)
一、矿物的概念	(13)
二、造岩矿物的物理性能	(15)
第三章 裝飾用石材的概述	(18)
一、硬石材	(19)
二、中硬石材	(21)
三、軟石材	(29)
第四章 天然石材物理力学性能的試驗方法	(30)

第二篇 天然石材的开采

第一章 苏联开采块石的方法	(35)
一、硬石材的开采	(35)
二、中硬石材和軟石材的开采	(33)
第二章 外国开采块石的方法	(44)
第三章 块石的技术条件	(47)

第三篇 天然石材的加工

第一章 石材的劈凿加工(冲击加工)	(51)
一、制作工具用的材料	(51)
二、冲击加工用的工具	(52)
三、粗冲击加工	(59)

四、精冲击加工	(64)
五、冲击加工的安全技术和施工組織	(74)
第二章 石材的切削加工	(75)
一、磨削加工	(75)
(一)磨削加工用的材料	(76)
(二)磨具	(78)
(三)粗磨加工	(83)
(四)精磨加工	(92)
二、用刀具加工石材	(104)
三、石材切削加工的安全技术	(108)
第三章 石材的琢面加工	(109)
一、剥凿琢面	(110)
(一)剥凿琢面的特征	(110)
(二)剥凿琢面的加工方法及其加工工具	(110)
二、磨削琢面	(117)
(一)磨削琢面的特征	(117)
(二)琢面加工的程序	(120)
(三)磨削琢面的加工机械	(120)
三、琢面加工的安全技术	(131)
四、琢面加工用的磨料及磨具消耗量	(131)
第四章 石材的特殊加工方法	(133)
一、噴砂加工	(133)
二、大理石的化学加工法	(133)
第五章 石材天然缺陷的修补	(135)
一、石材的胶补	(135)
二、石材的粘合	(138)
第六章 生产組織、定額及工資	(138)
一、石材加工厂的工艺流程	(138)
二、生产組織	(143)
三、技术定額	(145)
四、工資制度	(143)
第七章 質量檢查与运输	(147)

一、配件的質量檢查	(147)
二、配件的包裝與運輸	(150)

第四篇 裝飾石材的飾面工程

第一章 石材制品的名目	(153)
第二章 飾面工程	(157)
一、石材與琢面的選擇	(157)
二、飾面配件的固定法	(159)

序

第二十次党代表大会向苏联人民提出了一个宏伟的基本建设任务。在1956年到1960年期间基本建设的总投资额为9900亿卢布，即比第二个五年计划期间的总投资额多67%。今后在继续实现建筑业工业化的基础上，广泛采用装配式结构及配件，实现施工的綜合机械化，改善劳动組織和减少辅助作业的劳动消耗量。按照第六个五年计划的规定，建筑业的劳动生产率至少应提高52%。

对石材加工企业的工作人员来说，这项指示尤有特别重要的意义。因为石材加工企业中使用手工劳动的程度还很大，产品成本还很高。

一些先进工厂——莫斯科石材加工厂、列宁格勒石材加工厂及地下铁道工程公司大理石工厂的工作经验表明，技术熟练的工匠掌握了新技术是能取得很大效果的。例如，现在一台“斯坦卡斯脱罗伊”型轻便立式机床的生产率几乎比1940年时提高了一倍，人工送料的修边机的生产率几乎提高到4倍等。在系统地提高产品质量的条件下，产量有着如此迅速的提高乃是科学地对待先进工人的生产经验，研究和改善石材加工技术的结果。

掌握现有一些机床的构造，并不是提高劳动生产率 and 产品质量的唯一方法。苏联的设计师们不断地在改进石材开采及石材加工用的机械，以便采用新的较完善的工作原理，实现操作过程的全盘机械化。操作过程的全盘机械化为实现生产流程的自动化創造了有利的条件。

近几年来，我們已制出极为完善的石材加工机床，如BIII-3型及BIII-5型研磨—抛光机床，3-AC型大型的定型磨床等。在石材开采方面，我們应用的一些机械，能采得形状規矩石料。用这些石料制作飾面配件，能够比通常情况少出一些廢料。为了

开采石灰岩和石膏岩的块材，还生产了适合于露天开采和地下采掘的，由K.П.卡拉宁及H.A.茹琴科夫等设计的采石机。

结构复杂的机床在采石工业及石材加工工业中的出现，对使用这些机床的工长和工人提出了新的要求。现代石材加工工业的工长应具备多方面的机械知识。现在只掌握一些实际操作方法已经不够了，必须了解操作的实质，全面地掌握技术，而这些只有当工长具有较高的文化和专业知识时才有可能做到。

本书是为用作工艺学校教材而编写的，它研究在利用新型设备及先进工艺的条件下，进行石材开采及石材加工的现代操作技术。为了扩大未来的工长的眼界，本书对石材的切削过程及研磨过程的理论实质，也予以一定的注意。有关石材加工用的工具，包括现在苏联所生产的各种硬质合金刀具，书中也作了介绍。

本书还简要地提到了目前国外所采用的一些石材加工机械，以便于未来的工长明了其他国家在这方面的设计思想朝着哪个方向发展。

由于本书只是工艺学校的教学用书，并且是按培养花岗石工和大理石工的教学大纲而编写的，因此它不强求全面讨论和阐述有关石材加工的一切问题。

著者在编写机械构造及操作方法时，曾蒙有关方面的专家供给资料，并利用了苏联建筑科学院建筑及装饰用石材试验室的一些研究报告。著者在编写过程中，深得B.B.瓦西利耶夫斯基、A.A.基尔桑诺夫、П.Е.莫尔杜霍维契、A.Е.穆雅斯尼科夫及C.C.赫鲁斯达列夫等同志的协助，又承Г.М.舍里工程师亲自参加本书一些章节的撰稿工作，统此併致谢忱。

第一篇 石材学原理

第一章 天然石材的分类

矿石是由一种或几种矿物迭堆积聚而成的坚密石質体，它在地壳里占很大部分。

矿物是化学元素或有着固定成分的天然化合物。在自然界中发现的矿物是不同尺寸的顆粒、頁片和纖維状体，但是它們时常具有由一定稜面所形成的整齐的几何形状。矿物的这种形状叫作結晶。

聚积成矿石的結晶体的大小，极不相同，其尺寸从小到連肉眼也不能辨别的直到几公分大的。結晶体的形状，根据其形成条件可分为有規則的几何形，或无規則的几何形（变形体）。

因此，矿石的种类，按其矿物組成和构造有各式各样，現今已知者約有1000种。虽然矿石种类极多，但其形成則有一定的規律，用精确的方法进行显微鏡檢驗和化学分析的結果表明，可以根据小片岩石决定其成因和矿物組成，并能洞悉其工艺特性。研究矿石的科学叫作岩相学。

有些矿石不只是有着美丽的顏色和层理，而且具有一定的强度，良好的气候稳定性以及足够的整体性。可以从这些矿石中制成大块石材（块体）用于建筑上或用于建筑物及构造物的飾面上。这类矿石叫作裝飾用天然石材。

天然石材的分类可以根据下列一些特征：成因（按成因分类）、可加工性（按工艺分类）和气候的稳定性（按耐久性分类）。

一、按成因分类

矿石根据其成因可分成下列三类：火成岩、水成岩和变質岩。

火成岩 由地壳深处噴出的熔融岩浆經冷却后而形成的矿石

称为火成岩或噴出岩。

由于火山作用，岩浆可以在地壳深处（在高压力和緩慢降低溫度的情况下）或是在地壳表层（在小压力和急剧降低溫度的情况下）冷却。因冷却的条件不同，火成岩在結構方面及物理性能方面有着很大的差別。

岩浆在地壳深处冷却时，結晶作用进行得比較完全，岩浆的所有組成部分都晶体化而变成大块的結晶。这样就形成所謂全晶質构造深成岩。

岩浆在地壳表层冷却时，岩浆成分来不及結晶化，在这种情况下形成的岩石称为穩晶質构造的，非晶形构造的或斑状构造的噴出岩。^①

岩浆的高溫度，使許多矿物性能发生急剧的改变，例如大家熟知的以結晶形式存在于水晶矿、石英砂和碧石中的氧化矽（化学分子式 SiO_2 ）具有很高的强度和耐久性，它在普通溫度下不与化学元素起作用，但在高溫时，氧化矽岩浆本身却呈酸性而与金屬形成坚固的化合物——矽酸盐。地壳的3/4由矽酸盐构成。

根据氧化矽的含量，火成岩分成下列五种：

- 碱性的， SiO_2 含量多于40%的火成岩；
- 碱性的， SiO_2 含量达52%的火成岩；
- 中性的， SiO_2 含量达65%的火成岩；
- 酸性的， SiO_2 含量达75%的火成岩；
- 超酸性的， SiO_2 含量多于75%的火成岩。

上述分类除具有純学术意义外，还具有工艺意义。因为在岩浆中含有大量氧化矽时，岩浆則分成石英顆粒：石英顆粒是一种很硬的矿物，加工时非常困难。

水成岩 水成岩是早期形成的別种岩石，它在地壳表层特有的較低溫度和較低压力的作用下受到破坏；水成岩也可能由海底动植物和有机体殘骸形成。

水成岩的成因特点可分为三种：机械沉积，化学沉积和有机

① 斑状构造的噴出岩以含有配置多少密实基岩的晶形侵染体評定。



图 1 角礫岩（布什途里产地的大理石）

物沉积。

机械沉积是由于水流作用而形成的。水流在本身的連續运动中，把受风化破坏的原始矿石搬送得很远，然后将其沉积在海中和大洋中，并根据矿石的比重和大小而分类。

分布最广的机械沉积水成岩便是砂岩。砂岩主要是由石英砂构成，石英砂顆粒用天然胶結物，即各种成分的盐类相互胶合在一起。用砂質胶結物和灰質胶結物胶結的砂岩强度最高，它在建筑工程中得到广泛的应用。含粘土質胶合物的砂岩，含鉄質胶合物的砂岩和含石膏質胶合物的砂岩还不够坚固，故不宜在建筑工程中应用。

較稀見的机械沉积水成岩是角礫岩和礫岩，角礫岩（图 1）由不規則而棱銳的各种岩石块体所构成，岩石块体与矿岩块体之間用坚实的天然胶結物粘接。与此类似的岩石叫作礫岩，它是由圓形石块聚积而成的（图 2）。

化学沉积是由于溶解在水中的盐类的沉积作用而形成。材料沉积的原因很多，主要原因之一是物理机械条件的改变（例如：蒸发，水解質溫度的降低等等）。由于两种溶液互相作用，或由

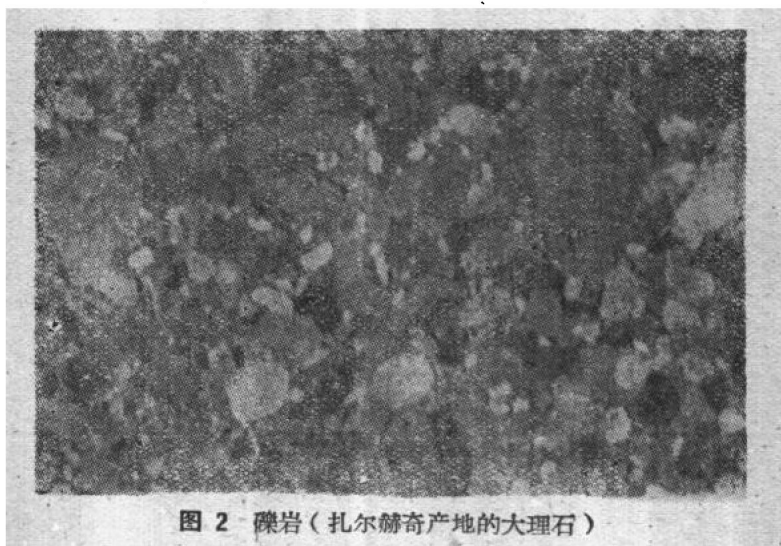


图 2 燧岩（扎尔赫奇产地的大理石）

于生物的化学变化，生物有机体促使矿物在溶液中沉积，也会形成化学沉积。

有机沉积是由动植物有机体残骸形成的。

由贝壳碎片构成的数量极大的石灰岩证明，在自然界中曾大规模地进行了矿物的有机形成。

* * *

变质岩 变质岩是由水成岩或火成岩在高温和高压的影响下进行了或多或少的变质作用而形成的。

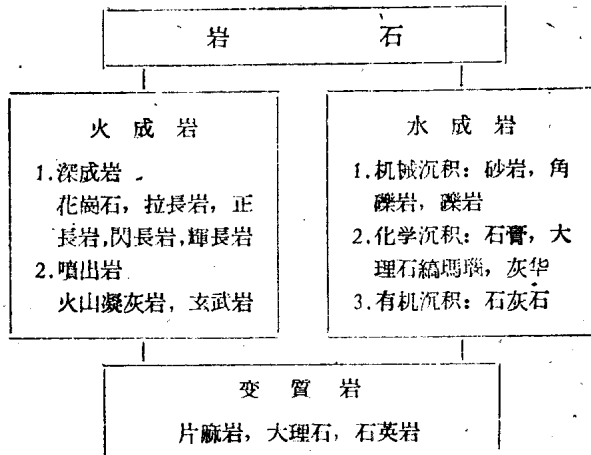
在大多数情况下，由水成岩形成的变质岩（例如，大理石）具有晶体结构。在弱变质作用下，岩石变态可能不完全，例如，大理石、石灰石在这时就保持原始结构的痕迹。

表 1 示在建筑工程中应用最广的岩石一览表，表中并附有成因。

二、按工艺分类

如果从可加工性（工艺性能）的角度来鉴别石材，则所有的石材又可分为下列三种主要类别：硬石材、中硬石材和软石材。

表 1



这三类石材的特性示于表 2。

石材的工艺分类, 主要是根据构成石材的矿物的硬度(用莫氏相对硬度計測定, 見表 4); 由几种矿物构成的石材, 其硬度是根据构成岩石的主要矿物的硬度而定。

石材加工厂的实践表明, 上述分类并不能滿足确定工作定額和單价的需要。在很多情况下, 石材所具有的一些独特特点, 使得加工更加复杂化。例如, 在有层理的石材, 橫着石材层理进行劈削要比順着层理劈削困难些; 由于晶体的剝落, 大結晶体異种岩石不宜用冲击工具进行加工。如花崗石和大理石中的石英含量增高, 則石材的硬度比較大, 加工也比較困难。

表 2

石材类别	莫氏硬度	石 材 品 种	工 艺 性 能
硬石材	6—7	花崗岩, 正長石, 拉長石, 石英石	用鋼車刀切不开, 只能用磨具和滚动切削工具进行加工
中硬石材	3—5	大理石, 石灰石, 砂岩, 凝灰岩	用鋼車刀加工, 用磨具容易切开
軟石材	1—2	滑石和石膏石	用鋼車刀容易加工, 用齿鋸锯开

这些情况有助于鑑定石材的工艺特性并区分石材加工的复杂性。例如，在現行定額中，就中硬石材和硬石材的加工复杂性而規定为几种类別。

三、按耐久性分类

石材既然能供建筑物和构筑物裝飾用，因此也可以从石材耐久性方面（对气候的稳定性），即用作建筑物外部飾面的使用时间来加以估量。

表 3

耐 久 性 类 别	屬 于 該 类 的 岩 石	初期破坏 (年)	完全破坏 (年)
最耐久的	石英岩，細粒和中粒的花崗岩	500	1500
耐久的	粗粒花崗岩，正長岩，拉長岩，輝長岩，火山凝灰岩	200	700
比較耐久的	白大理石，含砂質胶合物的坚密的砂岩，坚密的石灰岩	150	450
不耐久的	彩色大理石，有孔的石灰岩，石膏石	—	50

在这种情况下，一切的天然石材均可分成四类（見表 3），上述按耐久性分类表是苏联科学院岩石物理力学研究所根据長期試驗研究天然石材后的結果，并观察古老建筑物和构筑物裝飾石材的情况而編制成的。

第二章 天然石材的矿物組成

在自然界中有着两千种以上的矿物，但它們在岩石的形成时程度不同。在岩石成分中最常見的是这样一些化学元素，如：氧和矽；含鋁、鉄、鈣、鈉、鎂和鉀的矿物較少，含其它种元素的矿物則更少。

在岩石构造中最多的矿物叫做造岩矿物。岩石的特性决定于

构成矿石的造岩矿物的性能，因此对造岩矿物的性能应特别仔细，加以研究。

一、矿物的概念

矿物按其外征而言，有各式各样。一些矿物完全透明（水晶、方解石），其它矿物则具有各种颜色并完全不透明；一些矿物分裂成表面有规则的形状，其它矿物则具有贝壳状、锯齿状和其它形状的断口。各种矿物断口新平面的光泽彼此区别很大；一种是明亮的、玻璃状的、金属状的、珍珠贝状的光泽；另一种是晦暗的、油脂状的光泽；第三种则几乎没有光泽。

也可以根据形状来区别矿物：某些矿物具有极完整的晶体形状；自然界中的矿物大多是致密的颗粒集聚体，其中单个颗粒并不具有结晶形状。

也可以根据其它物理性能：硬度，比重，熔点，解理等等来区分矿物。

结晶形状 根据晶系和结晶形成的条件，矿物的结晶形状的差别很大。例如食盐结晶（立方晶系）具有光滑棱边和整齐的立方形。但是，晶体也可能在一个主要方向增长，这时便得到一种伸长的针状结晶。这种情况的唯一突出的例子是金红石结晶，这种结晶有时在透明水晶的内部形成（图3）。

在自然界中时常遇到仅在两个方向发展的片状结晶。这种结晶叫云母结晶，它容易分裂成片体。



图3 用水晶雕琢成并在水晶的晶体里形成了针状金红石结晶的小花瓶

透明性 物質讓光綫透過其本身的性能叫做透明性。在結晶體中，透明性的大小取決於它吸收光綫的程度，因此一切礦物在透明性方面分為以下幾類：透明的（有水晶結晶體，岩鹽結晶體及其它），半透明的（有乳石英，縞瑪瑙）和不透明的（有黑雲母）。

顏色 礦物的色彩是決定其裝飾性的最重要的特徵。

石材顏色的視覺感受是由構成石材的礦物的顏色的配合及其量比決定的。例如，我們把紅色正長石、石英和黑雲母構成的花崗石叫做紅色花崗石，這是因為其中大半是紅色正長石的結晶體，而石英和雲母的結晶體只是均勻散布在岩石中，並且為量極少，連肉眼也幾乎看不見。

現在都根據B.奧斯特瓦理特色度計進行顏色分類，奧氏曾編了包括680種色彩的色譜（用不脫色塗料塗成的）。

在鑑定石材顏色時，並不使用這樣複雜的色譜。在大多數情況下，均以某種確定的顏色和非常熟悉的顏色相對照而加以確定。這樣雖然會使顏色的名稱有些複雜化，但卻可使其具有一個較準確的概念。例如，常說的乳白色是着重指出材料的乳狀顏色和半透明性；綠寶石是着重指出綠色的色彩；鉛灰色是指出灰色的特點。

光澤 光澤是石材裝飾性的重要因素之一，它由反射光綫的性能決定。

確定光澤特性的一項重要因素是表面狀況。鏡般光滑的表面有着玻璃、金屬、金剛石及其它等等一樣的光澤。在粗糙表面上，反射的光綫有些擴散，因此光澤具有暗晦特點或完全消失。具有類似纖維紋理結構的礦物，其光澤則有絲狀的特性和其它。

解理 解理是晶體按礦物定向劈開的能力。

根據表面的光澤和平整性，可以很容易地判定斷口的解理面。

礦物的解理是各式各樣的，它們包括由最完全的（雲母）到實際上不可區分的（石英）。

斷口 斷口實際上就是石材斷裂面的外觀。礦物斷口性質由其解理程度而定，而岩石斷口的性質則由礦物成分而定，例如，

貝壳狀斷口象貝壳表面一樣，鋸齒狀斷口象木材的橫斷口和其它表面一樣。

硬度 礦物的硬度是礦物對任何一種外部機械作用特別是摩擦的抵抗能力。通常研究岩石時，可用相對硬度計(莫氏硬度計)測定，用這種硬度計得出的硬度數不是絕對值。莫氏硬度示於表4。

莫氏硬度用刻痕的方法測定，例如，被研究的礦物在磷灰石(5)上刻出擦痕，而它本身又用正長石(6)刻出擦痕，如果，它的硬度在5和6之間，那末通常就確定為5.5。

表 4

作為硬度標準的礦物名稱	莫 氏 硬 度
滑 石	1
石膏或岩鹽	2
方 解 石	3
螢 石	4
磷 灰 石	5
正 長 石	6
石 英 石	7
黃 玉	8
剛 玉	9
金 剛 石	10

脆性 脆性是指礦物在壓力下破壞的性質而言。這個性質是根據用銳利小刀在所研究的礦物表面上刻出的划痕的特點而確定；礦物的表面可能是毛糙的(脆性礦物)或是光滑、光亮的(塑性礦物)。

二、造岩礦物的物理性能

在天然裝飾石材的成分中，主要是矽酸鹽和碳酸鹽的礦物。

在岩石成分中最常見的是石英石，長石，方解石和其它礦物。

茲分別敘述如下。

石英石 石英石在自然界中分布極廣。純石英石是无色而透明的，其晶体是六面体形状，晶体棱面具有强烈的玻璃光泽，断