

《实用技术专辑》·上·

大理石的开采与加工



中国专利局文献中心发行科北京金桥专利事务所

大理石的开采与加工

我国利用大理石资源已有悠久的历史，储量居世界首位，但产品质量低，规格小，成本高，产量少，出口额在国际市场上所占比重很小，因此，从矿山的开采技术到加工水平均有待提高。本文就这些方面介绍一些近期的技术资料。

一、大理石矿床勘探

“凡是具有装饰性的、易于磨光的、有一定强度的碳酸盐类岩石和其它类型岩石均称为大理石”，它包括方解大理石、白云大理石、各种灰岩、白云岩，含有大量碳酸盐的碳酸盐类接触岩，以及砂卡岩，砂卡岩化大理岩、蛇纹岩(块状)，蛇纹石大理岩等。

对大理石矿床进行地质找矿与勘探工作时，须进行比例尺为1:10000~1:2000的地形地质测量，并配合一定间距的地表槽探和合理的钻探工作，对矿体进行揭露、原样，圈定矿体和剔除夹层，计算储量。这里应特别注意裂隙的研究和岩溶的调查。

裂隙的研究，是对大理石矿床评价的重要依据，它不仅直接影响大理石矿床的可采块度、出荒率，开采技术条件和开采方法，而且决定矿床的命运。裂隙从成因上分为层理裂隙、构造裂隙和风化裂隙。层理裂隙决定单层厚度大小，风化裂隙影响矿体厚度和开采剥离量。构造裂隙是在成岩过程或地质构造运动中产生的，其深度和广度都是全局性的，因此直接影响矿床的评价。构造裂隙的特点：

1、按宽度可分为微细裂隙($<0.5\text{mm}$)、细裂隙($<2\text{mm}$)，宽裂隙($2\sim10\text{mm}$)，

开裂隙($>10\text{mm}$)。

2、按长度可分为短裂隙($<1\text{m}$)和长裂隙($>1\text{m}$)。

3、按形状可分为隐藏裂隙(被矿物质充填)，明裂隙、直裂隙和弯曲裂隙。

4、按方向可分为沿走向裂隙、沿倾斜裂隙和对角裂隙(叙交裂隙)。

5、按密度可分为最密的(间距 $<5\text{cm}$)，密的(间距 $50\sim100\text{cm}$)，次密的(间距 $100\sim170\text{cm}$)和稀疏的(间距 $>170\text{cm}$)。

6、按规律性可分为规则裂隙(有裂隙系)和不规则裂隙(无裂隙系)。

对于上述裂隙特点应综合分析研究。当裂隙宽度小，形状平直且平行可采块石的长度方向，或裂隙被成份性质相近的矿物充填，一般说来对矿床质量影响不大。对矿床影响最大的是裂隙的形状，密度、方向及有无规律裂隙系。例如弯曲裂隙，对角裂隙，密度大的裂隙，无裂隙系的裂隙等都降低矿床的开采价值。

根据裂隙的分布规律和特点可以计算出大理石矿床上的最大和最小可采块度及出荒率。

$$\text{出荒率} = \frac{\text{求出的符合规格的荒料体积}}{\text{可采用的矿石体积}} \times 100\%$$

实际上整个矿区的出荒率只有通过收集更多的资料统计计算才能得出。如：

1、某大理石矿能开采出大面规格为 $220 \times 510\text{cm}^2$ 的荒料，此种规格荒料的成材率大致7%左右。

某大理石矿床荒料的主要规格应是大面

面积为 $160 \times 100 \text{ cm}^2$ ，此规格的荒料率可达20%。

2. 为了计算出荒率，根据国内外对大理

石荒料与板材规格的一般要求，结合加工设备锯切、调的有效尺寸，以及多数矿地床质构造特点，提出下列可采块度规格：

长度 (cm)	84	68	98	116	130	195	140	160	220	250	300	340
高度 (cm)	44	68	68	85	65	98	130	100	150	160	180	200
宽 (厚度) (cm)	>25	>25	>25	>25	>25	>25	>25	>25	>25	>25	100	200
等级	五 级			四 级		三 级	二 级		一 级		特级	

表列可采块度规格等级较能充分利用资源，但加工成本不宜太高。因此一个矿山四、五级品所占比例不应大于40%，出荒率不应低于30%。

我国大理石矿床目前多为露天开采，复盖层厚薄直接影响矿床开采的经济效果。风化带的厚度随不同矿床而异，取决于大理石的结构粗细、矿物成份和含量的差异、抗风化能力的强弱及地形地质条件等。一般沉积型矿床风化带厚度在0.5~2m不等。变质型矿床风化带厚度在2~5m不等，个别大于10m。大理石矿床愈向深部矿石质量越好，出荒率越高。风化带的特征是颗粒易于脱落，强度低，部分被矿物充填的隐微裂隙溶蚀成为明裂隙，内部风化裂隙丛生并多为粘土质充填，污染严重。

层状大理石单层最小厚度应大于30cm，倾角一般以小于20°或大于70°为好，以利于开采。

为了保证开采矿量，要对岩溶进行调查，查清溶洞的大小、形状和分布规律。因为近代大理石的开采，主要是采用钢丝锯切割的方法来进行，而钢丝锯在工作过程中是需要加磨料和水的。若岩溶调查不仔细，在工作面上存在有没有堵塞好的溶洞，使水和磨料大量流失，将会造成烧锯、卡锯和埋锯的危险。

对大理石矿床进行地质找矿和勘探必须

进行一定的物性试验，包括磨光度、抗压、抗折、抗冻、耐磨率、吸水率和容重等项试验。其中磨光度试验是最基本的试验，磨光样是最基本的试验样品。它是确定大理石颜色和品种的依据。根据待试面积的大小，磨光样可分为大、中、小三种，其规格见下表：

种类	大磨光样	中磨光样	小磨光样
待试面积(cm^2)	$<30 \times 30$	8×12	6×8

小磨光样是进行地质工作时所要采取的主要样品。样品必须沿矿体厚度或颜色、花纹和光泽度变化最大的方向按一定间距布置。其间距大小视矿石颜色、花纹和光泽度变化的大小而定。一般间距为3~5m，经找矿阶段，证明其变化小的，可放稀到10m左右。但每一工程，每一品种或每一矿石类型的磨光样，不应少于3个，且一个矿区内，每一矿体的取样总数不得少于30个。每个磨光样一般需测试3个面（个别平行于层面，走向和倾向）。如果已确定荒料的两个大面只能是平行于层面或颜色的分布无方向性时，则只须测试一个面就行。

在勘探阶段，特别是对于小磨光样较少和颜色（花色）变化较大的矿床，采取一定数量的中磨光样和大磨光样，校正小磨光样的试验结果是十分必要的。它们应布置在高

级块段内，其数量一般每个矿体不少于3块。

其它物性试验样，应按矿石品种、类型，分矿体在不同部位采取。

抗压样每组6块，其规格为 $10 \times 10 \times 10 \text{ m}^3$ 或 $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ ，分别测定平行于层面和垂直于层面的风干、干燥和饱和状态下的抗压强度，每次试验不得少于3组。

抗折强度试样的待试面应与荒料大面一致，规格为长 $\times$ 高 $\times$ 厚 $=13 \times 4 \times 2 \text{ cm}^3$ ，每次试验不得少于3个。

耐磨率试验样规格为直径2.5cm，高6cm的圆柱体，每次试验试样不得少于2个。

容重和吸水率试验的规格一般为 $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ ，每次试验不少于3个。

抗冻试验试样规格与抗压强度试样一致，数目不少于3个。当大理石吸水率 $< 0.5\%$ 时，可不作抗冻试验。

以上各种试样，凡有明显裂纹者不得采用。取样时须彻底去掉风化层，并不得用大锤砸取。

大理石矿床的勘探，一般采用槽探和钻探。对变化不大的矿床或找矿阶段，探槽间距一般为200m；对变化较大的矿床或勘探阶段，探槽间距应 $\leq 100 \text{ m}$ ，且一个矿区的探槽数不应少于3条。钻孔的网度，在找矿阶段和变化不大的矿床，可用 $200 \times 200 \text{ m}$ 的网度；勘探阶段和变化较大的矿床，采用 $200 \times 100 \sim 100 \times 100 \text{ m}$ 的网度。一个矿区的钻孔数一般不应少于3个。

松散覆盖物较浅的地区，探槽底的宽度为80cm；覆盖物较厚、探槽较深时，探槽底宽不应小于60cm。

钻孔的终孔直径不得小于75mm，最好为91mm。在一个矿区中，至少应有一部分钻孔在矿体中钻进时，须采用双管单动钻具钻进，以保持矿体的原始构造。

至于储量计算方法，多采用断面法。在大理石矿床勘探报告中，应交待本矿床的荒料出成率及其估算方法，以供设计部门参考。

二、大理石矿的开采

大理石矿床主要是露天开采，而深处开采质量较高。通常露天开采机械以钢丝绳锯为主，坑道开采则以链条锯为主。

(1) 穿透凿岩机(两用钻孔机)。主要用于配合钢丝绳锯进行V形断沟切割，以代替目前使用爆破开凿断沟的破坏性方法。其主要构造是二根管状立柱，其中一根对整机起支撑固定作用，上装齿轨，并用套管衔接在两侧的两条管状滑轨上，使动力设备带动钻杆上下滑动；另一根立柱则起钻杆作用。钻机本身带有动力装置，有液压、电动与内燃三种方式。工作步骤：先在钻杆上装钻头钻孔，然后换上压绳轮及进行V型断沟切割，断沟开成后，钢丝绳锯进入开采工序。

(2) 风动台架式凿岩机 主要构造是一带四个固定爪的桁架，桁架上有导轨，导轨上装有带风钻给进装置，可带2~4个风钻，凿岩机给进方式有两种，一种为链式(风动机带动)，另一种为风动活塞式。钻速1米/分，可打垂直孔、水平孔及斜孔，深可达15—20米。国外已推广使用。

(3) 液压顶石机。用于顶开和翻倒经钢丝绳分割或风钻排孔分离的大石块料。由液压传动的小车和一对活塞顶石器组成。每一顶石器推力可达80—150吨。

(4) 桅吊杆。多用于采用钢丝绳锯和台架式风钻的矿山上，有两种型号，一种工作范围是 220° ；另一种为 360° 。臂长从12米到40米不等，起重范围15—30吨，可吊运荒料，移动大块石料，以及其它重物。

目前开采大理石的钢丝绳锯，其磨料采用石英砂和河砂，其优点是开采质量好，表

面光滑,避免了凿岩爆破法开采造成的石材内伤,设备投资和维修费用低;缺点是产量有限,安装费力,石英砂来源困难。目前有一种新式开采工具——串珠式金刚石绳锯。该设备的最大优点是不使用磨料石英砂和河砂,而且占地面积小,安装方便。其切割工具是金刚石串珠钢丝绳,标准长度20米,绳的线速度是24米/秒(砂子钢丝绳锯的绳线速度为15米/秒),单位切割率为4—6米/小时。每根绳平均可切大理石500米²,可用150—250小时,切割成本15元/米²(使用砂子做磨料的钢丝绳锯36元/米²),这样成本可降低60%。这种串珠式金刚石绳锯由两个基本部分构成:一部分是工作机械,由机架和机架上的传动装置组成;另一部分是动力机构及控制装置。切割部件的金刚石串珠钢丝绳,由四种部件构成,在每根标准长度的钢丝绳上有1000个金刚石串珠。这种绳锯每台价约合人民币10526元。

目前我国不少矿山,仍采用凿岩爆破、普通楔形人工劈裂,或打眼放炮的方法开采,技术方法陈旧,效率甚低。现介绍两种效果较好的方法。

(一)“近人爆破”法。

“近人爆破”在素混凝土、钢筋混凝土基础及各类构筑物的拆除工程中已有应用,实践证明在大理石开采过程中效果较好,尤其在新的开采设备没配套之前,应用于大理石开采,技术上是可行的。

“近人爆破”使用的材料是一种不属于危禁品的低燃速(0.16—1.05米/秒)的金属燃烧剂,起爆不用雷管而用电阻丝或点火头。金属燃烧剂系由金属氧化剂(二氧化锰或氧化铜)和金属还原剂(铝粉)按一定比例搅拌成的混合物。使用时,将其制成“药包”,装进由凿岩机钻成的炮孔内,在“药包”上部的孔用含水量小于15%的黄土充填5—10厘米,用捣固棒轻轻捣实,然后边充

边用八磅大锤敲击捣固棒顶部,使黄土压实以避免“冲炮”。最后给电阻丝或点火头通电点燃起爆。目前燃烧剂和点火头已由南京军区工程兵7317厂专业化生产供应。“近人爆破”不象一般炸药那样产生极强烈的冲击波,只产生龟裂现象,所以对矿体不会造成新的裂隙,没有较大块的飞石,而且石块飞出距离小,约0.5—10米。

确定爆破参数的一般原则(见图1):

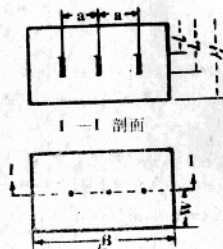


图1 爆破参数示意图

1、最小抵抗线(W)

$$W = (0.8 \sim 1.2) H \text{ 米}$$

式中: H—爆破体的深度, 米

2、炮孔间距(a)

$$a \leq 0.8 W \text{ 米}$$

3、炮孔深度(L)

$$L = (0.67 \sim 0.75) H \text{ 米}$$

4、炮孔充填长度(l)

$$l \geq 1.5 W \text{ 米}$$

当条件受限制时, $l = a$ (或 W) 米, 否则将产生冲炮。

5、燃烧剂用量(Q)

$$Q = \frac{CBH}{a} - 1$$

式中: C——单位面积燃烧剂重量, 克/米²

B——爆破体的宽度, 米

$\frac{B}{a} - 1$ ——为炮孔数, 若 $\frac{B}{a}$ 不成整

数可将余量分配给一端或两端的边距，边孔的“药”量可按 B/a (边距) 大小适当增减。

用“近人爆破”法开采大理石，其合理的垂直切割缝宽度，要根据实际需要而定，一般要控制在能放入慢动绞车上的粗钢丝绳，使能够把爆下的长条带状矿体拉开即可，缝宽10—20厘米为宜。

与常规爆破相比，“近人爆破”有如下优点：

(1) 爆破音响小，震波弱，炮烟少，几乎无大块飞石，即使有，其抛掷距离可控制在0.5—10米范围内；爆破时不产生一氧化碳、一氧化氮等有毒气体。

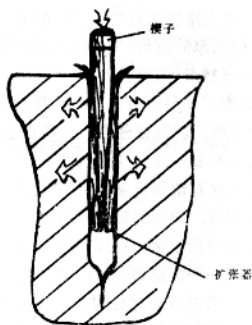
(2) 使用的燃烧剂，系非火工品，因此储存、运输、使用安全，瞎炮处理容易。

(3) 燃烧剂材料来源广，配制工艺简单，爆破操作易于掌握，便于推广。

(4) 爆破参数选择得合理，爆开切割面基本平整，矿体内不产生新裂隙，可提高板材率。

缺点是“近人爆破”要求有严格的密封条件，因此在风化破碎带应用尚存在一定问题，因而还不能完全取代其它炸药。

(二) 复合楔开采法。



图二：复合楔示意图

复合楔由扩张器和楔子两部分组成(见图二)。

扩张器由两个相同部分复合而成。扩张器的半径略小于孔径(孔径据所用的凿岩设备定，一般为38—40mm)，上薄下厚，紧紧地贴在眼壁上，其长度为30厘米，或根据矿山的岩层单层厚度确定，扩张器的上部做成弧形，以便在安放扩张器时，不致掉入孔中。

楔子为角锥形矩形截面，长度为40厘米，上部厚5厘米，下部厚0.5厘米。(楔子的长度主要根据扩张器之间形成的锥度而定)。操作时：首先将扩张器放入孔内，再将楔子打入扩张器之间，由一人操作打楔，使扩张器对孔壁产生均匀的应力，块石沿着预先定的线形成裂缝。

复合楔一般用在块石的分割中，当块石从原岩上分离出来后，用凿岩机在块石上凿排孔，孔距一般为10—20厘米，孔深为块石的2/3，少数孔允许凿穿。然后每隔1—2个孔打入复合楔，(空孔作导向作用)，使块石分割成所需尺寸的荒料。在实际操作中应注意：钻孔要尽量垂直，排孔要在一条直线上，安放复合楔时要使其方向一致，即扩张器的接合处在一条线上，这样才能保证切割的荒料形状规整。

该分割方法与普通爆破法开采相比：①开采不用炸药，操作安全可靠。②对原有微裂隙的影响小，对岩石基本无损伤，成荒料率和荒料出材率都较高。③操作简单、方便。

这种分割方法与普通楔分割法相比：①劳动强度低。②效率高，对于同样大小的块石，楔开的时间可比普通楔少一半以上。③该分割法开采的石料形状规整，出荒率优于普通楔开采，且不降低荒料的出材率。

复合楔不仅可用于大理石、花岗石的开采，而且可用于普通石料的开采。复合楔在石材开采中的应用，势必会对减轻劳动强度，提高荒料率和出材率有所帮助。

三、大理石板材加工

近十几年来,在大理石加工技术中大量采用了金刚石刀具,提高了切削效率,使大理石的加工技术有了飞跃发展。现介绍两种加工设备:

1. 金刚石大锯。 用于将荒料开成毛板,优点是锯割速度快,可以提高产量和劳动生产率;减少钢材消耗;降低成本;无需砂子及加砂设备;简化管理,改善环境。

这种大锯根据降锯速度可分为快速锯与慢速锯,确定二种类型的摆动系数为:锯框摆动次数/分钟 $\times$ 锯框行程(毫米) $=50000$,高于此系数为快速锯,低于此系数为慢速锯,有效工作模范:长 $\times$ 宽 $\times$ 高 $=3.5\times2.0\times2.0$ 米;所需荒料规格为 $2.7\sim3.5\times0.8\sim2.0\times1\sim1.5$ 米。装3米长、金刚石齿数为33~39的锯条50~80根。理论生产能力按80根锯条算,进锯速度0.12米/小时,荒料长3米、高1.2米,每班生产288米²,年工作日为250天,则年产量可达7万余米²,理论上年需荒料2000米³左右。若是加工多种硬度大理石,最好用快速锯,这样有利于发挥电机功率。

2. 双向切机及配套设备。双向切机有两种类型,一种是两立柱型,一种是四立柱型。主要组成有垂直和水平的金刚石圆锯片。可切整形和不整形荒料(后者居多),规格最大为 $3.5\times2.5\times2.0$ 米,主要生产大理石板条,板条宽为100~400毫米,厚10毫米、20毫米、30毫米不等。该机垂直锯片电机功率一般在80~180马力,水平锯片的一般在15~20马力。可装直径625~1200毫米的垂直锯片和直径350毫米的水平锯片。

双向切机一般不能单独进行生产,必须有配套设备组成生产线而生产出产品。其配套设备有:

切断机。将双向切机切下的板条横切成

规格小板。圆锯片是金刚石片,可装一片或几片。锯道式工作台,工作台有一靠模,可保证切割角度准确。

多头连续研磨机。规格较大的板材研磨抛光采用单头或双头桥式磨机,狭长的小板则采用多头连续磨机。这种磨机的磨头为6~10个不等,第一个磨头都是金刚石磨头,起找平作用,相继为粗磨、中磨、细磨抛光头。磨头的升降、摆动、加压,冷却水的断通等的液压控制的居多,有的用压缩空气控制。可同时研磨不同厚度的板材。工作台的传送带宽度400~600毫米,有的宽达1800~2000毫米。

这三种设备组成的生产线可充分利用非人工整形荒料,直接生产常用规格(如150 $\times$ 300毫米)铺地砖小板、楼梯踏步板、窗台板等。每班可生产97米²,若年工作日以250天,每天一班计,年产量可达2~2.5万米²。

下面介绍一种大理石薄板生产方法:

工序1):将未整形荒料(2.5 $\times$ 1.5 $\times$ 1.1米)用双向切机切成宽150毫米,厚不低于21毫米的长条板。每班8小时生产80米²。

2):将长条板截成300 $\times$ 150毫米规格的板材,扣除损失10%,还余72米²。

3):将上述加工好的板材在对破机上破成7毫米厚的薄板。扣除15%的损失,实际可生产122米²薄板。

4) 研磨。先将薄板非研磨面喷涂树脂和玻璃纤维,以保证强度,然后研磨。每吨石材可生产8~15米²抛光薄板。

上述大理石切割机多采用金刚石锯片,成本较高,切割的最大厚度也只有500毫米,设备结构复杂,操作和维修都不方便。目前有一种新型切割机,不用金刚石类切割刀片,采用普通材料制成,成本大大降低,每片刀片可连续切割10~15米²的大理石。该机切割大理石荒料的规格为700 $\times$ 700

×1800毫米或700×1000×2000毫米，切割板料的切割厚度可有10毫米，15毫米，20毫米。每台切割机可日（24小时）切200～300米²板料，且切割出的半成品不需粗磨，此较平整，打花细磨就可抛光。设备的结构简单，操作维修方便，躁声低。每台切割机约3万元左右。这种切割机已通过四川省专利服务中心代理部，并组织转让生产。

四、大理石的粘结与修补

大理石由于天然裂缝或加工、搬运不慎等原因造成破碎，加之边角废料未能合理利用，导致石材的破碎率高，出材率、大板率和正品率低，不仅造成原石料的浪费，也使产品成本大大提高，经济效益明显降低。粘结和修补技术是弥补大理石破碎和缺陷的有效途径。

粘结与修补是按其工艺特点来区分的。大理石的粘结指的是把已断裂的或有裂缝、可能断裂的毛板、半成品板、成品板粘结成整体；切成规格的边角小料用粘结法生产桥花大理石也属粘结的范畴；修补则是弥补产品的边角缺陷或天然缺陷（如小孔、砂眼等）。为使粘结、修补后的产品符合质量标准，必须使它们的正面没有明显的粘、补痕迹，颜色与正面花色近似。

粘结与修补用的粘结剂可采用环氧树脂或*307-2胶或*196胶，填充料则采用滑石粉、立德粉、色粉等。下面分别加以叙述。

用环氧树脂粘结、修补大理石

1. 配制胶合剂

（1）将*6101（E634）环氧树脂、乙二胺（固化剂）、滑石粉，按100:6～8适量，并充分搅拌均匀，使胶合剂各部分性能均匀。

（2）根据待粘、补产品正面的花色，调入需用的色粉并调匀，使胶合剂的颜色

与产品正面花色近似，以期粘、补后产品正面无明显痕迹，并使胶合剂的粘度适于在粘补面上涂抹，以利粘、补工艺的进行。

（3）配制粘结用胶合剂时，滑石粉的用量应略多于配制修补用胶合剂的用量，以提高粘结强度。

（4）每次配胶量不要过多，随配随用，以免超过胶的适用期造成浪费。

2. 粘结的工艺

（1）清理待粘结部位，除去灰尘、微粒等杂质。

（2）将待粘的平板用电烘箱加热至100℃左右，对工艺品则加热至40～50℃，以加速固化，提高粘结强度。

（3）将待粘的产品置于垫纸的工作台上，对准粘结部位，其间涂以胶合剂，用力挤紧。注意涂层不要过厚，以不超过0.3毫米为宜。否则，粘结缝太宽，影响产品的外观。

（4）常温下固化2～4小时后，在树脂未完全固化、易于铲除时，把板面多余的树脂铲除，把板面铲平。

（5）将粘结的产品重行粗磨、半细磨、细磨、精磨、抛光，使其达到成品的质量标准。

3. 修补工艺

（1）清理修补部位，除去灰尘、微粒等杂质。

（2）将胶合剂涂于该部位，填实、刮平，在外侧面贴纸，防止胶合剂流淌。

（3）常温下固化2～4小时后，把板面铲平，并用酒精擦拭干净。

（4）连续操作时，板间应用胶垫相隔，以保护板面，防止板间粘合。

（5）为便于配胶，修补应按产品的色泽，分类进行，以提高工作效率。

用*307—2胶或196胶粘结、修补大理石

采用环氧树脂粘结、修补大理石的实践表明，在生产中采取这一措施是有效的。但由于环氧树脂的价格较高，粘结的工艺较复杂，应用面较窄（通常仅应用于粘、补破碎的或有缺陷的成品），所以，近几年来，我国的部分石材加工厂已推广应用*037-2胶、*196胶作为粘、补大理石的粘结剂。这类粘

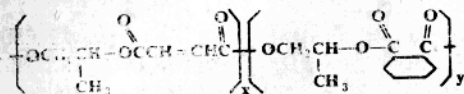
结剂除可粘、补成品板外，还可进行毛板、半成品板的粘结、渗透粘结、用边角废料生产拼花大理石，效果很好。下面以*307-2胶为例说明这一问题（*196胶的用法相同）。

1. *307-2胶及其性能简介

(1) *307-2胶的固化机理

A、*307-2胶

*307 胶由于丙二醇、顺丁烯二酸酐、邻苯二甲酸酐进行酯化反应而得的不饱和聚酯树脂，参考结构式为：



*307-2胶是*307胶在苯乙烯 $\left(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2 \right)$

和双键。在引发剂和促进剂的作用下，使苯乙烯与之共聚发生交联作用，从而生成三相交联的不溶不融的聚合物。反应简式如下：

E、填充料

在生产实践中，为提高*307-2胶的粘结强度，并防止胶液流塌，节约胶的用量，通常在配制粘、补大理石的用胶时，均掺入立德粉作为填充料，为配色起见，还可视需要掺入各种色粉。自然，立德粉与色粉的总量等于填充料量。

(2) *307-2胶配方的选择

试验研究及生产实践证明：为了达到良好的粘结效果，*307-2胶的配方应随粘接、固化时的环境温度而改变，现将北京市大理石厂的试验结果列于表1，以供生产中选用。

*307-2胶配方的选择 表1

*307-2 胶粘结固 化时的环 境温度	*307- 2胶单 体的用 量	过氧化 环己酮 浆的用 量	苯甲酸 酐溶液 的用量	填充料 的用量
30℃以上	100%	3%	1%	110%
20~30℃	100%	3%	2%	110%
20℃以下	100%	4%	3~4%	110%

(3) 各种大理石粘结强度的对比试验

中的溶液。在这里，苯乙烯既是溶剂，也将是*307-2胶固化时的交联剂。

B、引发剂——过氧化环己酮浆

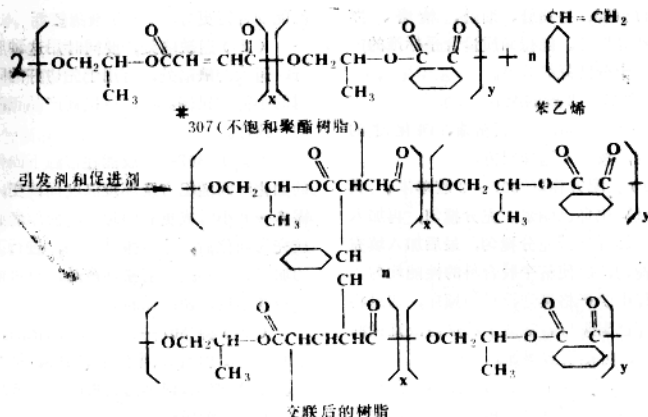
过氧化环己酮浆是过氧化环己酮在邻苯二甲酸二丁酯中的50%的浆状溶液，它用作*307-2胶的冷固引发剂时，能分解出游离基，诱导*307-2胶单体产生连锁反应而聚合。引发剂的用量要适当，过少，不能产生足够的游离基，过多时，可能产生暴聚。

C、促进剂——苯甲酸酐苯乙烯溶液

苯甲酸酐苯乙烯溶液系*307-2胶的冷固促进剂，它的作用是降低引发剂的正常分解温度，加快引发剂分解出游离基的速度，以促进*307-2胶单体在常温下进行聚合。显然，它的用量应随*307-2胶使用时的环境温度而改变。环境温度高，用量可少；反之，用量应多。

D、*307-2胶的固化机理

由A可知，*307胶是一种不饱和聚酯树脂，主要原料之一是顺丁烯二酸酐。因此，在其树脂的长链上，存在着或多或少的不饱



北京大理石厂进行的各种大理石粘接强度的对比试验结果列于表 2。

各种大理石粘结强度的对比试验 表 2

大理石品种	整体试件的抗折强度(兆帕)	粘结试件的抗折强度(兆帕)
汉白玉	13.5	14.2
雪花	16.4	16.7
晚霞	23.6	18.2
紫豆瓣	23.1	20.6
金玉	38.7	27.9

注: 1. *307—2 胶粘结、固化时的环境温度 32℃

2. *307—2 胶的配方: *307—2 胶单体 100%, 过氧化环己酮浆 3%, 苯酸钴苯乙烯溶液 1%, 填充料 110%

表列数据说明:

A、就软质大理石(汉白玉、雪花)而言, 粘结试件的抗折强度略高于相应石材本体试件的抗折强度。

B、对晚霞、紫豆瓣、金玉等硬质大理石来说, 粘结试件的抗折强度虽低于相应石

材本体试件的抗折强度, 但均高于软质大理石本体试件的抗折强度。这表明: 对任何一种大理石来说, 用 *307—2 胶粘结时的粘结强度足以承受加工载荷, 且能完全满足装修使用的需要。

(1) *307—2 胶的其它性能简介

工程上, *307—2 胶主要用来制造玻璃钢增强塑料。这种塑料具有比重轻, 强度高, 耐一定的化学腐蚀, 吸水率低, 耐热性、耐候性、电绝缘性良好。广泛应用于电机、造船、铁路、交通运输、化工设备油槽设备等方面。所以, 就大理石的实际应用范围而言, 用 *307—2 胶粘结的产品, 其性能符合要求, 这是不言而喻的。

2. 用 *307—2 胶粘结、修补大理石的工艺

(1) 毛板、半成品板的粘结

大理石由于天然裂缝, 在将原料锯制成毛板时, 已经破碎; 同时, 还可能因加工、搬运不慎、在加工过程中造成破碎, 这是导致石材的出材率低、特别是大板率低的主要原因。试验研究及生产实践的经验证明: 用

*307—2 胶把破碎的毛板、半成品板粘结起来，再行粗磨、半细磨、细磨、精磨、抛光、切断等加工，能得到质量合乎标准的产品，收到十分良好的效果。

A、*307—2 胶的配制

(a) 根据*307—2 胶粘结、固化时的环境温度，按表 1 选择配方。

(b) 按配方称取*307—2 胶单体，其主加入过氧化环己酮浆，充分搅匀，再加入羧酸钴苯乙烯溶液充分搅匀，最后加入填充料充分搅匀，以使整个胶合料的性能均匀。配制过程中要严格遵守投料的顺序，切忌将过氧化环己酮浆与羧酸钴苯乙烯溶液直接混合，否则，可能引起爆炸。

(c) 称量必须准确。填充料量等于立德粉用量与色粉用量之总和，其中色粉的种类与数量必须根据待粘结板材的色泽来选择，以使粘结后的产品正面无明显痕迹，颜色与正面花色近似。

(d) 注意事项

配好的胶液要尽快用完，否则自行胶化不能再用。

每次配胶量不要太多，用多少，配多少，以免浪费。

B、毛板、半成品板的粘结工艺

(a) 将毛板、半成品板待粘的断面尽可能保护好，以减少缺陷，提高粘结效果。

(b) 毛板、半成品板的粘结以立粘为好，这样，利用板的自重，使粘结缝能更好的吻合。

(c) 清理待粘断面，并用酒精擦拭干净，以避免灰尘、微粒等杂质使粘结度降低。

(d) 将配制好的*307—2 胶均匀的涂抹于待粘断面上，并使待粘的两面合缝。在这里，把胶合料涂抹均匀是很重要的，只有这样，才能使断面各处的粘结强度相等，不致出现薄弱环节。

(e) 用木槌轻击 结后板的顶部，使

粘结缝的胶液略有挤出，这样，粘结的双方就能吻合得更好。

(f) 遇缺陷处，要同时用这种胶修补好；遇大的缺陷处，可用预先切好的同一石材的小薄片镶嵌其中，以提高产品正面花色的一致性。

(g) *307—2 胶能在常温下固化，它的固化时间随配方及环境温度而改变，通常需 5~6 小时或更长的时间，操作者必须等胶完全固化后，才可搬动产品，进行下一步的加工。若在此以前搬动产品，很可能因粘结强度不足而使产品断裂。

(h) 待*307—2 胶完全固化后，对粘结的产品实施粗磨、半细磨、细磨、精磨、抛光、切断等加工，使其达到成品的质量标准。

(2) 渗透粘结

生产中，经常遇到虽未断裂，但已有裂缝的毛板和半成品板，这样的板材很可能在随后的加工过程中破碎，即使不破碎，也因成品中带有裂缝而影响其质量，它们有的不能出口，有的不能成为内销正品。因而大大降低了出材率、大板率和正品率。

试验研究及生产实践的经验证明：用*307—2 胶对这样的板材进行渗透粘结，能圆满的解决上述问题，收到十分理想的效果。

渗透粘结的要点是：必须用苯乙烯对*307—2 胶单体进行稀释，并且不掺填充料，这样，才能达到使胶液从板的正面渗透到背面的目的。下面叙述渗透用胶的配制及渗透工艺。

A、渗透用胶的配制

(a) *307—2 胶单体、过氧化环己酮浆、羧酸钴苯乙烯溶液的用量仍根据渗透粘结时的环境温度按表 1 选择。

(b) 按配方准确称取*307—2 胶单体，其主加入占*307—2 胶单体用量 30~40% 的苯乙烯（化学纯）调匀，再加入过氧化环己酮浆调匀，最后加入羧酸钴苯乙烯溶液

调匀，胶液即配制完成。

B、渗透粘结工艺

(a) 渗透粘结必须平粘，为此，应把待粘板平置于工作台上，正面朝上，并使其大致水平，以保证胶液能顺利地沿裂缝从正面而向背面渗透。

(b) 用医疗注射器吸取配好的胶液，依次往裂缝中注射，直至板材的止，反面都有胶液渗出为止。也可用玻璃棒蘸胶液往裂缝中渗透。无论注射器还是玻璃棒用完都应及时用酒精洗净，否则，残留的胶液固化将使它们失去再次使用的效能。

(c) 待“307—2”胶完全固化后，再进行进一步的加工。

(3) 成品的粘结与修补

在大理石的生产中，即使我们尽力采取了上述两项措施，但在加工完成的某些产品中，仍不可避免的会存在这样那样天然缺陷或加工过程不慎造成的缺陷。因此，对有缺陷的成品进行粘结与修补，仍是提高大理石出材率、大板率、正品率的必不可少的措施。

成品的粘结与修补是大理石加工厂一直在进行的一项工作，但通常使用的是环氧树脂，不仅成本高，而且工艺较复杂，例如，为了提高粘结强度，需对粘石材进行加热处理。若用“307—2”胶代替，则粘结成本不到环氧树脂的1/2，且工艺简单，无需热处理。所以用“307—2”胶代替环氧树脂进行成品的粘结与修补，是行之有效的途径，可大力采用。

成品粘结与修补的用胶和毛板粘结用胶相同，其粘、补工艺与前而叙述过的相同，这里不再赘述。

(4) 用边角废料生产拼花大理石

试验研究及生产实践的经验证明：把大理石的边角废料切成一定的规格，用“307—2”胶粘结起来，再进行打磨和抛光，能得到色泽鲜艳的拼花大理石。这种大理石在工程

上应用时，按事先设计的图案进行拼装，能收到造价低廉、美观大方的实效。现以装修墙面、地面的305×305毫米的拼花大理石为例，说明这一问题。

A、305×305毫米拼花大理石的单元体，如图1所示。

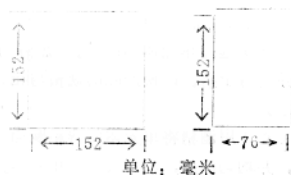


图1 305×305毫米拼花大理石的单元体
(单元体厚度均为20毫米)

B、305×305毫米拼花大理石的几种型式，如图2所示。

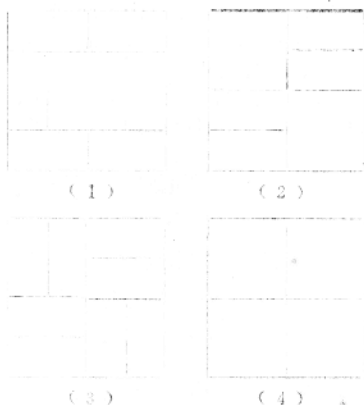


图2 305×305毫米拼花大理石的几种形式

必须指出：就305×305毫米的拼花大理石来说，还可采用其它型式的单元体，制出其它型式的拼花大理石，但为叙述方便，我们仍以图示拼花大理石为例说明。

C、拼花大理石用“307—2”胶的配制

“307—2”胶的配方仍按表1选择，但应

注意：填充料仅用立德粉，无需着色粉。胶的配方上乙与乙板粘用胶相同。

1、拼花大理石的生产工艺

(a) 拼花大理石的粘必须平粘，为此，要求工作台面平整，台上垫纸，这样才能保证粘产品正面的平度，并且容易将产品从工作台上取下。

(b) 选择单元体的品种、规格与花色，并进行了拼，以便产品的规格与花色符合要求。

(c) 用酒精将单元体的待粘断面擦拭干净，并均匀涂胶，以角尺作为单元体拼粘的依据，逐块粘。其时，使单元体的正面朝下，粘一块，翻转一块，直至拼粘完毕。遇粘缝缺胶时，要及时补胶。这里，角尺的使用是很重要的，因为它作为拼粘的标准，能使产品的角度规格得到保证。

(d) 待*307—2胶完全固化后，再进行研磨、抛光、方边。

(e) 由于*307—2胶固化时间较长，所以大量生产时，拼粘所需的车间面积较

大。为解决这一问题，可予制若干架式的架子，并准备与之相应的用水泥石棉板制成的托板，使拼花大理石的粘过程在托板上进行，然后连同托板存放于架子上进行固化，这样就能达到大大减少车间面积的目的。

2、其它形式的拼花大理石

生产实践证明：用*307—2胶粘法，不仅可以生产305×305毫米的拼花大理石，还可生产茶几面、桌面、柜台面及工程用料等多种形式的拼花大理石，它们都是以小拼大，工艺雷同，故不再赘述。

3、安全操作

(1) 调制胶粘剂应先将过氧化环己酮加入聚酯树脂中调均，后加环烷钻液。切不可将过氧化环己酮与环烷钻液混溶，否则有引起爆炸危险。

(2) 调胶、涂胶和现场操作工都必须戴好防护口罩，站在上风头操作，操作完毕应立即离开现场。

(3) 渗透粘接工场不应与其他工种混杂一处，以免苯毒气体挥发毒害他人。

