

# 意大利大理石矿山洞采（硐采）技术 在中国的应用



总经理：邱勇华  
四川华泽源矿业有限公司



CONTENTS

目录

1

大理石开采发展的概况

2

大理石洞采技术的发展过程

3

大理石洞采技术在意大利及其他国家矿山的应用

4

大理石洞采技术在中国的应用

5

洞采技术对比传统开采的优势及问题

6

关于石材洞采的矿山设计及规划研究

7

携手共赢

# 一、大理石开采发展的概况

人类开采并使用石材已经有几千年的历史了，古埃及、古印度、古巴比伦和古代中国，大量建筑都采用石材。由于石材很重，不方便运输，在过去几乎所有的城市附近都有自己的石材矿山，比如罗马附近的洞石矿山、雅典附近的白色大理石矿山都为城市建设提供了大量的石材。矿山开采从非常原始的手工开采，逐步发展为采用各种机械设备进行开采，特别是近代，随着科学技术的发展，石材矿山开采技术也得到了很大的提高。

目前大理石矿山主要有三种开采形式：

- 1、山坡台阶式平台开采，典型的是意大利卡拉拉矿山，还有世界各地大多数石材矿山采用的开采方式。
- 2、地下负地形露天坑采，典型如意大利罗马洞石矿山采用的开采方式。
- 3、地下洞采矿山，意大利卡拉拉大理石矿山采用的开采方式。



山坡台阶式平台开采



山地负地形露天开采



地下洞采矿山



# 一、大理石开采发展的概况

目前大理石矿山开采的主要机械设备：

1、金刚石串珠绳锯，50年代英国人最先发明了电镀金刚石串珠绳切割。在意大利，从70年代开始用金刚石串珠绳锯替代原来的钢丝绳砂锯，并成为现在石材矿山最常用的切割设备。绳锯给石材开采带来了革命，随着绳锯的普及，使得意大利矿山形成了规矩的平台阶地形状。

2、链臂锯是镶嵌了硬质合金或者金刚石切割齿的链条在一个长的切割臂上旋转，通过刮削岩石来实现切割，同时机器也沿着轨道行走。链臂锯的切割速度可以达到每小时5-7 平米。

3、洞采专用链臂锯。Benetti公司的TCM988 和Fantini公司的GU70. 这两种机器是专门为洞采而设计的，可以自己行走，自动旋转，进行上下不同高度的水平切割和左右不同间距的垂直切割。



# 一、大理石开采发展的概况

中国大理石矿山开采从打眼放炮，使用膨胀剂，再使用水钻，到2000年后开始推广使用金刚石串珠绳锯。现在国内的大理石矿山基本都是在用金刚石串珠绳锯开采，为数不多的矿山使用链臂锯。现在大家越来越明白爆破对石材的破坏，因此大部分的矿山已经彻底放弃了爆破的方法。中国几乎所有的大理石矿山都在进行露天平台开采，只有个别矿山试图进行洞采，但是都没有成功。2013年初，甘肃金润玉石业公司首家从意大利引进了最先进的洞采设备，开始了真正意义上的洞采实践。我们华泽源公司有幸从一开始就参与到洞采的开采工作中。





## 二、大理石洞采技术的发展过程

在17世纪，法国巴黎郊区的石灰岩矿山就已经开始了地下开采，近30年来，出于对环境保护的重视和石材开采的规范化，许多矿山转入地下开采，大大降低了对环境的影响，提高了石材的成材率。

初期的洞采大多是由各个矿山自己的工人摸索着进行，没有相关的法律规范，没有地质采矿工程师的研究，也没有正规的矿山设计，更没有什么安全支护或监测，都只是靠工人的经验来判断。

随着地下开采的推广，地下开采洞室越来越大，比如有的地下开采洞室达到120米宽，50米长，80米高，随着矿主的意识提高和国家管理要求，地下开采矿山必须做正规的开采设计，安全防护，相关的地质分析等工作，且地质、采矿专家开始参与到开采的研究中并跟踪指导。特别是在意大利得到很大的发展，并推广到世界各地，在希腊、葡萄牙、法国、土耳其、美国等国家，越来越多的饰面石材矿山采用洞采。

关于在什么情况下选择洞采，意大利专家奥杰瑞先生认为在下面五种情况下，选择地下洞采是有优势的或者是有必要的：

- 1) 矿山位于地形非常倾斜和不规则的（山区）；
- 2) 地表相对平缓，但是覆盖层很厚；
- 3) 土地成本和恢复植被的费用过高；
- 4) 选定开采的石材被限制在一定的围岩之中；
- 5) 安全要求和稳定性的特点不再适合继续进行露天开采。



当选择了要进行地下开采后，下面五个因素必须要考虑：

- 1) 岩体是否有比较好的结构条件（一般装饰石材矿山这方面都比较满意）；
- 2) 开采技术（主要是把荒料从岩体中切割出来的机械技术）；
- 3) 石材的商业特征（一些特性，例如颜色和粒度，由于石材矿体的均匀性有限而不总是相同的，需要考虑到其颜色变化还有色线及包裹物等）；
- 4) 露天开采和地下开采的经济效益对比（需要考虑地下洞采需要留一些结构支撑的矿柱，这样会造成采矿面会损失一部分，但是也要考虑地下洞采可以节约地表覆盖剥离和排渣的费用）；
- 5) 安全和环境保护。

## 三、大理石洞采技术在意大利及其它国家的应用

### 3.1 大理石洞采主要设备介绍:

大理石洞采设备主要是链臂锯。最早的洞采设备是把链臂锯安装在一个框架上，配有液压缸来推进和移动，机器在框架上完成垂直和水平切割。这种设备每次移动和安装都需要一定的时间。



### 三、大理石洞采技术在意大利及其它国家的应用

近20年，意大利的Fantini公司研发了可自动行走和旋转的洞采专用链臂锯 GU系列。这一设备大大提高了开采的效率，使得在世界各地的大理石矿山大多数都采用这种设备来进行洞采。

当然还有Benetti公司的TCM988洞采链臂锯。



凡蒂尼链臂锯GU70



2013 04 14

本尼链臂锯GU70



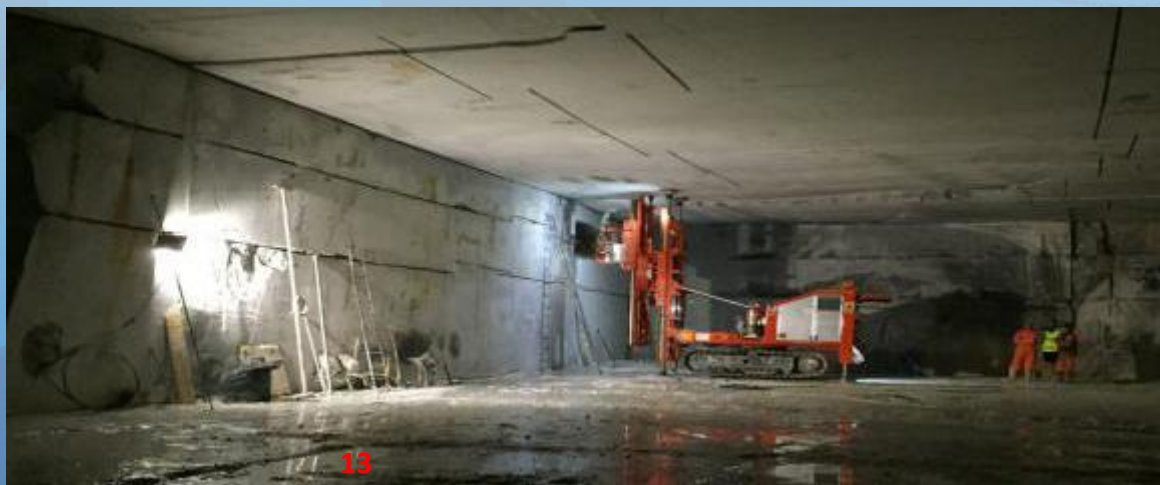
### 3、大理石洞采设备工作现场



## 3.2 国外洞采矿山

### 意大利卡拉拉矿山

1) 利用废弃的火车隧道，进行洞采



## 3.2 国外洞采矿山

### 意大利卡拉拉矿山

2) 负地形开挖的矿山，已经无法再进行平台开采，通过洞采，给矿山带来了新生

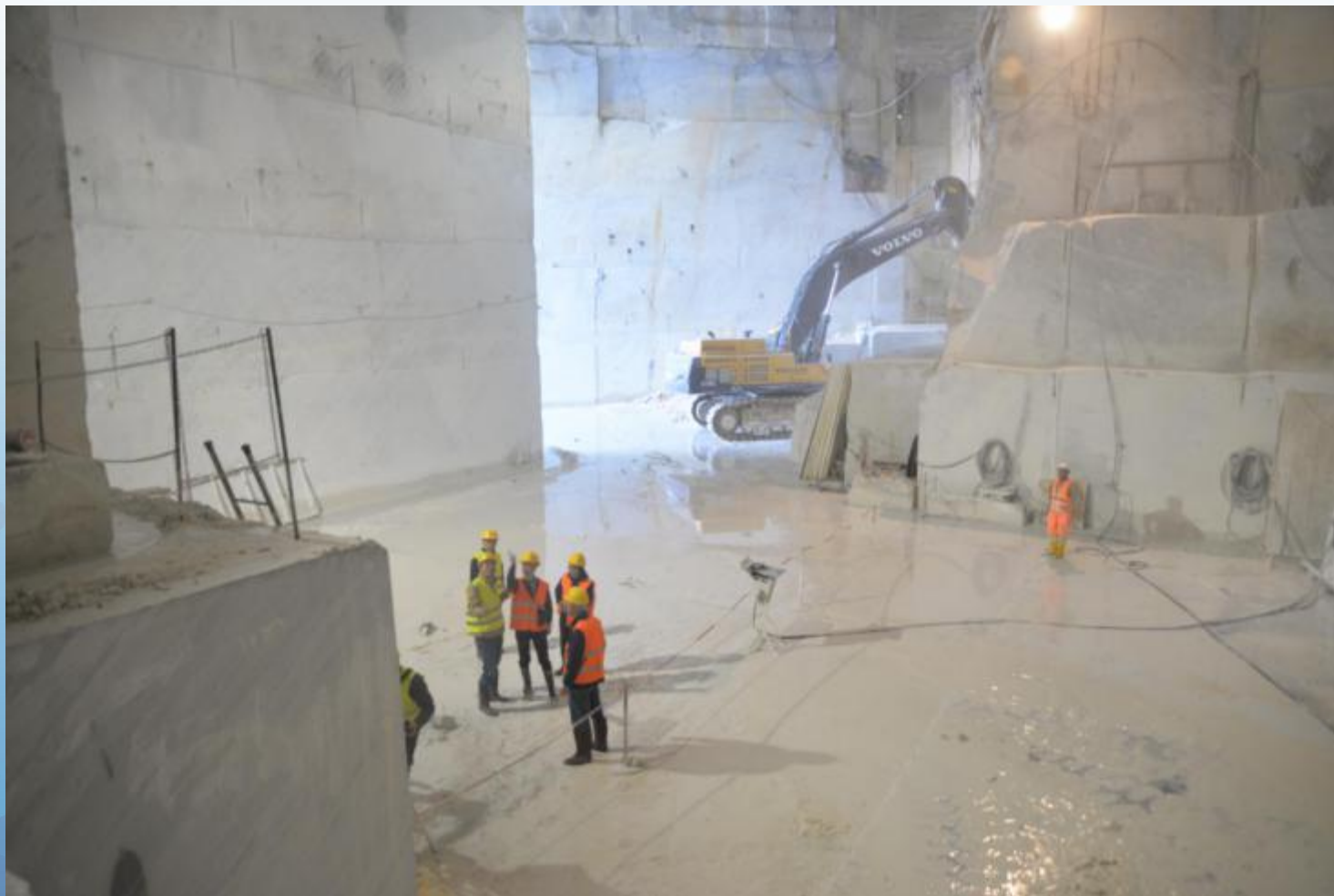
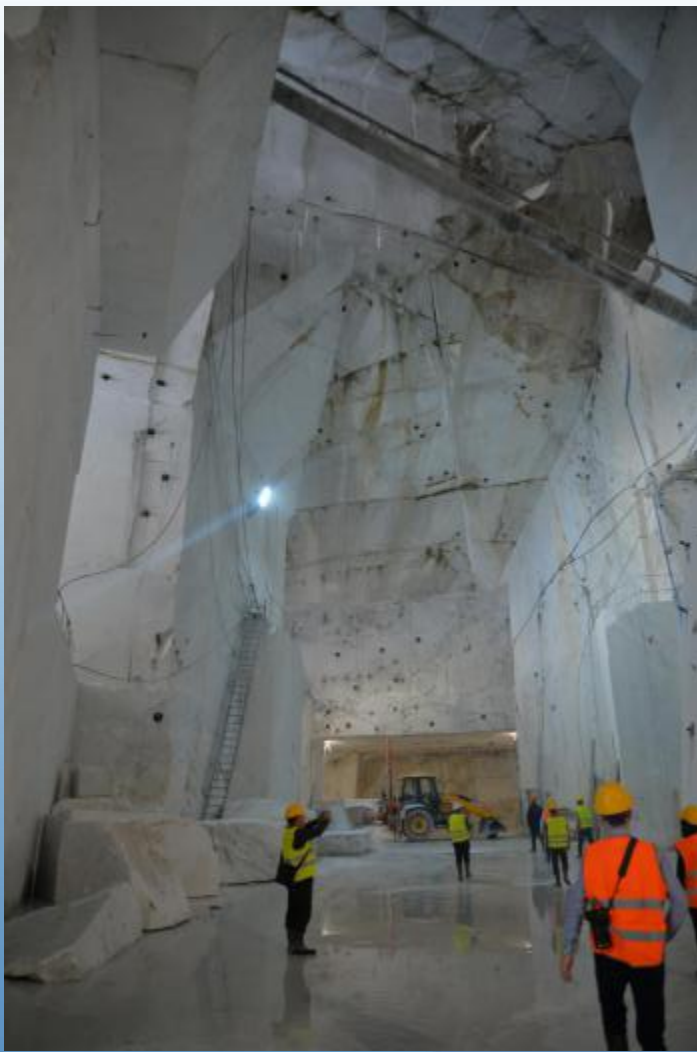


## 3、大理石洞采技术在意大利及其它国家的应用

### 3.2国外洞采矿山

#### 意大利卡拉拉矿山

3) 洞室开采空间，高度超过30米



## 意大利卡拉拉矿山

### 3.2国外洞采矿山

4) 山顶平台开采，陡峭直壁，通过洞采来进一步拓展



## 3.2 国外洞采矿山

### 意大利石灰岩矿山

山体植被覆盖没有任何破坏，矿柱及通风通道设计，及安全监控设施



## 三、大理石洞采技术在意大利及其它国家的应用

### 希腊白色大理石矿山

#### 3.2 国外洞采矿山

矿山露天开采成材率10%左右，洞采大大提高了成材率，预留矿柱，L型开采

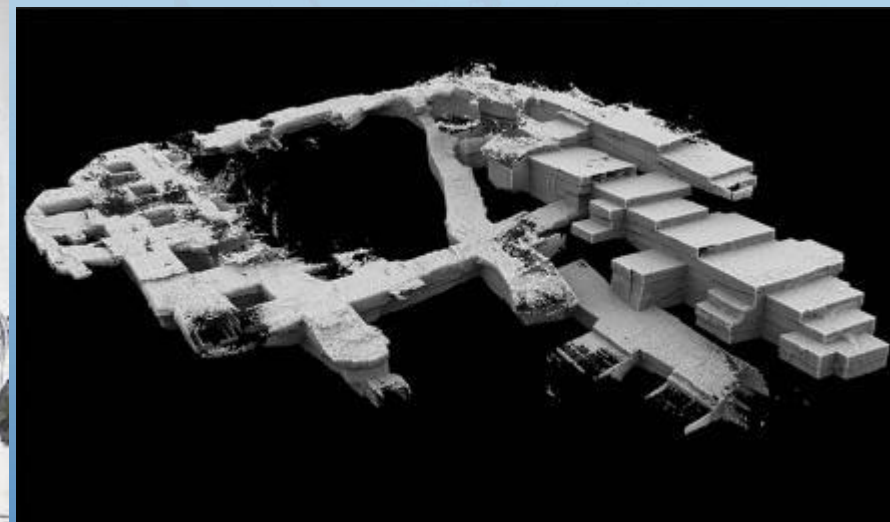
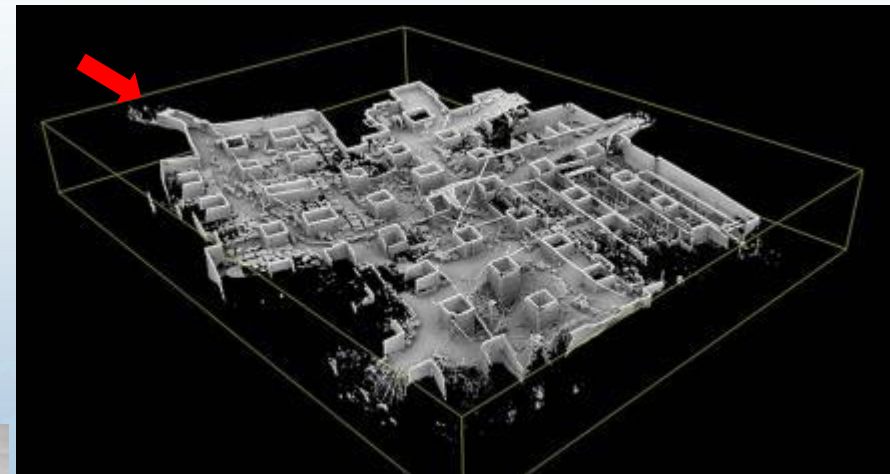


# 三、大理石洞采技术在意大利及其它国家的应用

## 3.2 国外洞采矿山

### 美国白色大理石矿山

号称世界上最大的大理石洞采矿山，进入山体3公里



## 四、大理石洞采技术在中国的应用

大约在2000年，国内就有大理石矿山尝试进行洞采，但是只开了个约两米多深的门就停止了。2013年甘肃金润玉公司首家引进了最先进的意大利洞采设备，开始了真正的洞采实践。

### 4.1 大理石洞采技术在甘肃金润玉矿山的应用

金润玉石业领导从矿山建设初期就以最大程度的保护地表植被，尽可能减小对环境造成破坏、降低工人劳动强度，提高出荒率为出发点，达到保护生态环境和资源利用的平衡点。结合自己以前做有色金属矿地下开采的经验，确定地下开采大理石为自己的采矿方法。公司多次派人去意大利考察，先后引进了多台意大利Benetti和Fantini公司最先进的洞采设备，并通过研究分析大理石矿山的地质构造和产状，根据岩芯取样资料，确定石材品种，对三个矿山设计了不同的开采方案。



## 四、大理石洞采技术在中国的应用

### 4.1.1 洞采设备

主要洞采设备包括意大利Benetti公司的TCM988型和Fantini公司的GU70型洞采链臂锯。配套设备是金刚石串珠绳锯、30吨石材矿山专用叉装机、挖掘机等。



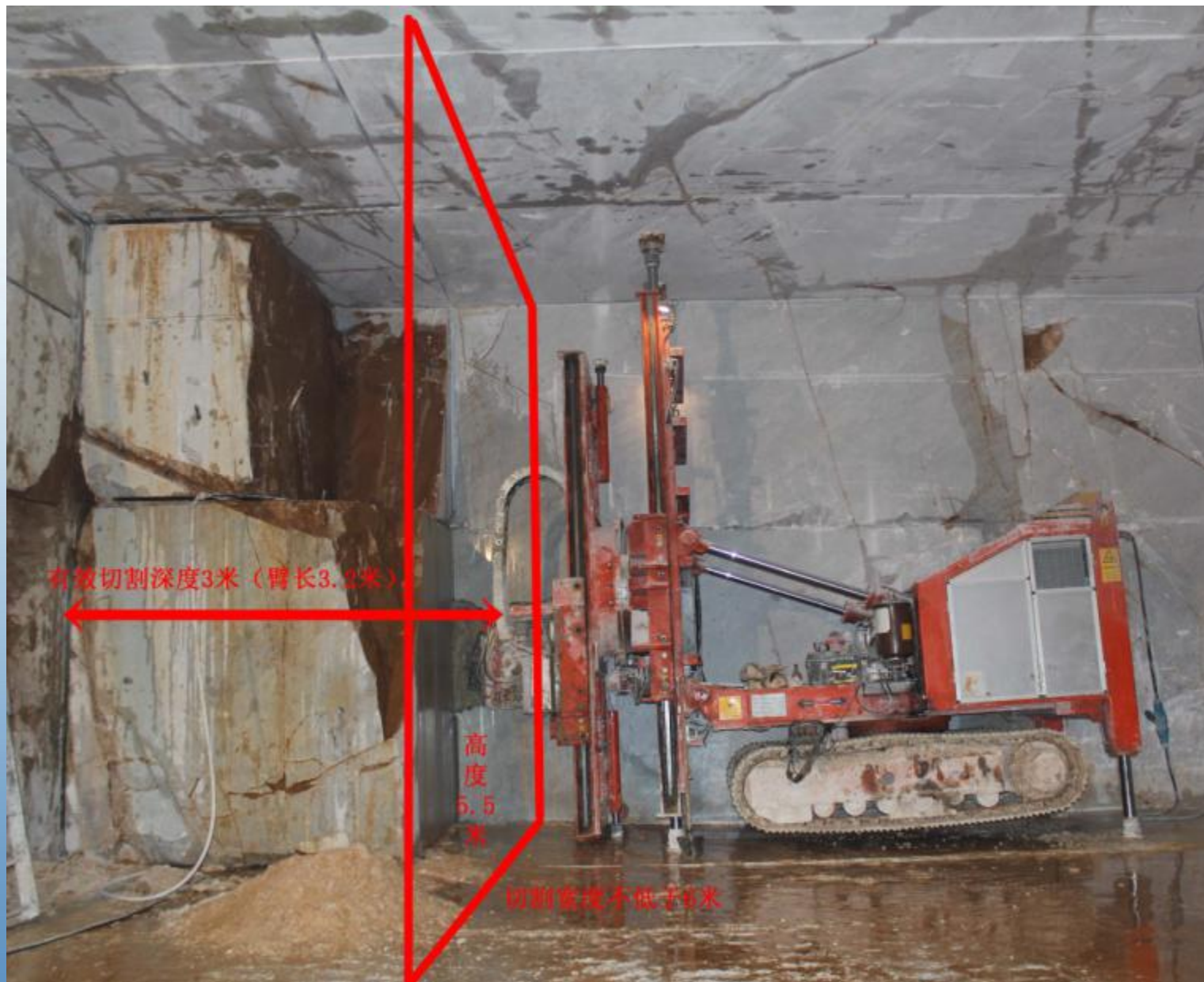
## 四、大理石洞采技术在中国的应用

### 4.1.2 洞采具体实施过程

由于矿山地表植被非常发育，风化层厚，通过勘探研究，发现所需的白色大理石在山体里面约270米的位置，就确定先通过人工爆破开挖隧道的方法，开辟了一个7米x 7米的隧道，并用钢筋混凝土对隧道口进行支护处理，保证了隧道口的安全，通过3个多月的开挖，总共掘进276米，到达设计的要开采的白色大理石位置。从这里开始使用意大利的洞采链臂锯继续向矿体内部切割掘进。



## 四、大理石洞采技术在中国的应用



下面我介绍一下我们使用Fantini公司的GU70进行挖掘通道切割的过程。

GU70是目前世界上较先进的大理石地下洞采设备，是一台履带式自动行走的链臂锯，配有3.2米的切割臂，可以自动旋转，进行水平和垂直切割。机器的切割高度5.5米。宽度不低于6米。有效切割深度3米（臂长3.2米）。

## 四、大理石洞采技术在中国的应用



机器安装固定



水平第一刀



水平第二刀



水平第三刀



水平第四刀

## 四、大理石洞采技术在中国的应用



## 四、大理石洞采技术在中国的应用

所有过程完全没有用炸药，通过这种方式，3米为一个深度，逐步推进，我们每天3班作业，可以实现3天前进3米。

推进过程中遇到岩层不稳定的地方，要特别小心，需要进行锚杆支护或加防护网来确保安全。



## 四、大理石洞采技术在中国的应用

设备的切割速度，根据石材的软硬，有所不同，一般硬度的大理石每小时可以切割5-7平米，对于相对较硬的大理石，利用金刚石齿可以提高切割速度。



合金齿



金刚齿

## 四、大理石洞采技术在中国的应用

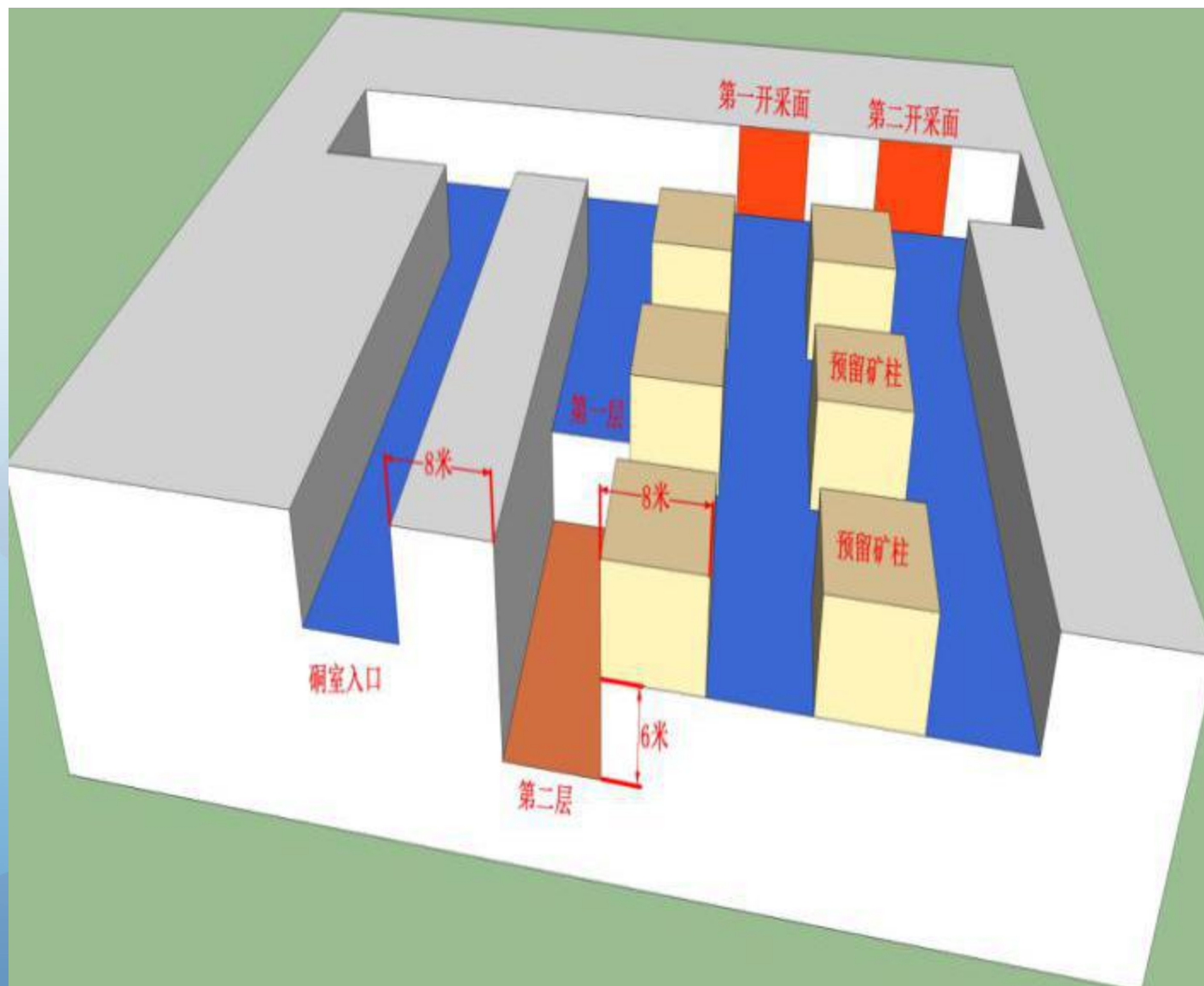
当掘进通道达到设计的要求后，我们开始用洞采链臂锯向左右沿着所需的岩脉进行开采，开采面宽度12米，我们的开采通道始终跟着岩脉的走向走，随着岩脉走向的变化而变化。同时根据地质构造情况，我们在开采中，分别预留了8—12米不等的矿柱，以确保开采空间的安全。在开采空间，尽可能的多形成“L”形状的开采截面，这样就可以结合绳锯机和链臂锯一起切割。



## 四、大理石洞采技术在中国的应用

一般我们采用同时在岩体开挖两个工作面，这样做的目的是为了最大化的使用洞采链臂锯。当链臂锯完成开采面1的水平切割后，就移到开采面2进行水平和垂直切割，此时开采面1可以用金刚石串珠绳锯等进行盲切和分解荒料工作。这样左右开弓，齐头并进。

我们在开采通道第一开采面间隔约8米处，又开始了第三和第四开采通道的挖掘工作，我们设计逐步会把平行的开采通道打通，之间留下一段的10米x10米左右的矿柱。而在打通部分可以形成30米x20米的开采空间，具体也要考虑地质构造的情况。随着开采空间的扩大，下一步，我们会开始再下一层，约6米。这样在洞里我们就可以使用平台开采的模式，链臂锯和绳锯配合，进行台阶式开采。



## 四、大理石洞采技术在中国的应用

### 洞采技术应用的经验总结：

综合我们四川华泽源公司在这三个大理石矿山洞采实践，我们认识到大理石洞采技术是一个非常先进的开采技术，我们从四年的具体实践中总结了许多经验。首先，必须了解熟悉机器的使用规范，就连最简单的机器的移动和搬运，都不能大意。每一台洞采设备就像一台法拉利跑车，必须要有技术过硬的专业人员操作，要细致的对待。机器每个部位指定用的机油，液压油，齿轮油的型号，一定要严格按照要求的型号保养或定期更换，这样才能保证机器的使用寿命和效率。其次，对于操作人员要进行严格的培训，配备充盈常用的零配件，以保证矿山开采工作有序进行。



## 四、大理石洞采技术在中国的应用

### 4.2 大理石洞采技术在四川白色大理石矿山的应用

四川宝兴的大理石矿山都位于非常陡峻的大山中，以前一致是以放大炮的方式来开采，不仅破坏环境，还造成资源的极大浪费。近些年来，很多矿山试图进行平台式开采，但是由于地表风化层厚，需要花费巨大的资金和时间去剥离。综合各方面因素，洞采是最佳的开采方式。2014年，四川有两个矿山也引进了Fantin公司的GU70履带式自动行走洞采链臂锯，开始了大理石洞采的实践。

#### 4.2.1 洞采设备

在这里主要采用的是Fantin公司的GU70履带式自动行走链臂锯。



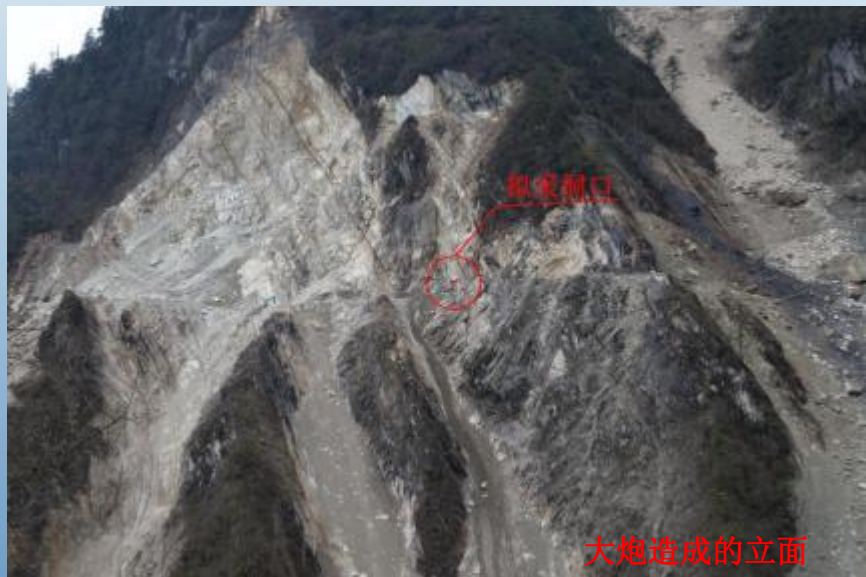
## 四、大理石洞采技术在中国的应用

### 4.2.2 洞采具体实施过程

#### 矿山1:

此矿山原有开采面是的历年来由放大炮造成的立面

根据矿山的具体情况， 选择了一个相对稳定的位置直接用洞采链臂锯切进去， 切割通道6米宽， 5.5米高。



## 四、大理石洞采技术在中国的应用

根据地质勘查，确定的采矿方案是使用洞采设备一直切进去50米，然后向左转，再切进去20米，到达最好的岩体，然后在这个位置开始顺岩体走向切割开采。

由于开采面过去是由放大炮形成的，岩体都有内伤，我们切进去30米深，取出来的石料都有内伤，可见以前爆破的威力之大。

从开采过程中，我们可以看到，随着向山体内部开挖，岩石的完整性越来越好。开挖50米长开采通道的费用比起整个山体的剥离费用要小很多。



## 四、大理石洞采技术在中国的应用

### 矿山2:

此矿山也是山势陡峭，山顶覆盖极厚。通过地质研究，我们选择了一个相对岩体完整的部位，直接切割开洞，我们设计开挖两条平行的宽度7.5米的开采通道，两条通道间隔8米，按照穿层的方向到需要的矿体部位，然后沿着岩脉走向开挖。一定的时候，把两条通道打通，留下约8米x10米的矿柱。

随着开采空间的扩大，下一步就要向下开挖下一个平台，降低6米。





## 五、洞采技术对比传统开采的优势及问题

洞采对比传统的平台开采有很多优点：

1) 一是保护生态和自然环境。实施洞采将有效地使林业、植被、水土保持和谐发展，使自然生态保持天空蓝、大地绿、水源清，避免了青山挂白，返原了大地的原貌。表面处理，分区问题和环境危害都不再是问题；减少了剥离和修复的要求。

2) 充分开发和提高资源利用率。石材是不可再生资源，发展石材依赖于资源，以环境的代价换取资源的时代已经过去了。通过洞采可以充分地发掘和利用资源，使废弃矿山和名贵珍稀紧缺的石材资源起死回生，同时也可避开一些风景区、禁区对露采的制约，既可有效地利用资源，又可在不影响地形、地貌的条件下，一举两得地发展经济和保护生态。

## 五、洞采技术对比传统开采的优势及问题

洞采对比传统的平台开采有很多优点：

3) 提高矿山开采的安全度。大理石地质结构较完整，石质坚实，硐采技术可以大大提高开采的生产安全，避免露天开采的气候和边坡、滚石、排渣等影响，又可以避免地质灾害的种种因素，机械化的硐采开采技术也减轻了工人的劳动强度，有效地提高了生产的安全性。

4) 受矿山所在地的气候条件。当大理石矿山位于严寒、多雨地区，每年生产作业时间最短的可能只有半年时，选择硐采方式，以便是高寒的北方全年都可开采作业，不受气候变化的影响生产。

5) 降低矿山的开采成本和工人劳动强度。选择硐采是在地质资料清楚的基础上，根据山石结构选择硐口位置，如果岩石结构好，在硐口10米之内就可以一边开拓平巷作业一边采矿，与露采相比减少了大量的剥离的前期投入，提高成材率，延长矿山寿命，增加作业周期。根据我公司的硐采核算略高于露天开采成本。机械化程度高，平时一班工作只需3-5人，水除尘，无粉尘，大大降低了工人劳动强度，改善工作环境。有值得推广的经济价值和社会价值。



## 六、关于石材洞采的矿山设计及规划研究

对于石材洞采矿山的设计和规划，需要地质专家，岩石力学专家的广泛介入，因为每个矿山的地质构造，矿体结构都不同，不能简单的去套用一种方案，必须通过前期的地质勘查，确定开采方案，根据构造发育情况，确定安全合理的开采方案。在开采中，需要专业人员安装安全应力应变测量装置，对开采洞室进行即时的有效的监测，要对断裂带或可能引起安全隐患的地方进行锚杆加固或者加装防护网。对于大理石洞采矿山设计和规划的研究，在意大利、葡萄牙、法国、希腊都有很多相关的大学和研究所进行这方面的研究。在国内几乎是空白，基于这个原因，我们公司和西南科技大学，意大利国际大理石研究所合作，正在开始对国内的大理石洞采矿山进行研究，希望能够推动这一领域更快的发展。同时我们公司和意大利国际大理石研究所计划在意大利组织专门的洞采技术培训，希望有兴趣的同仁参加，共推大理石洞采石业长足发展。



谢 谢！！

欢迎各位领导，业界同仁与华泽源  
共同交流，共谋发展！

非常有缘

欢迎携手



微信二维码



网站二维码