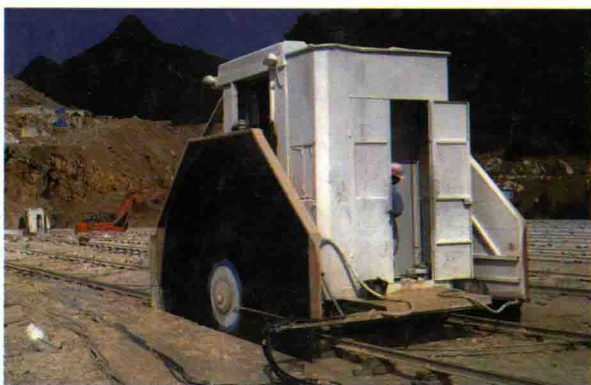


中国石材协会推荐读物

S HIMIAN SHICAI
KUANGSHAN KAICAI SHEBEI XUANXING JI SHIYONG

饰面石材 矿山开采设备选型及使用

廖原时 ◎ 著



中国建材工业出版社

饰面石材矿山开采设备选型及使用

廖原时 著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

饰面石材矿山开采设备选型及使用 / 廖原时著. —北京: 中国建材工业出版社, 2014. 3

ISBN 978-7-5160-0749-5

I. ①饰… II. ①廖… III. ①石料-非金属矿开采-采矿机械
IV. ①TD42 ②TD87

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 021767 号

内 容 简 介

本书分 10 章, 以介绍目前国内外石材矿山机械化开采设备(主要为圆盘锯、臂式锯和串珠锯及其辅助开采设备)的结构特点、用途、设备选择原则、各种开采工艺方法、开采设备操作使用、维修保养、常见故障分析及解决方法为目的, 书中附大量图片、照片和示意图展示设备的结构细节和工艺方法。

本书可供石材矿山开采企业的决策者, 生产和技术管理、设备使用、维修机操作人员, 以及技术工人阅读和参考使用; 还可供石材矿山开采设备制造企业的研发、设计及制造管理人员参考使用; 也可作为石材开采专业课教材, 供大专院校的师生使用和参考。

饰面石材矿山开采设备选型及使用

廖原时 著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 29.5

字 数: 730 千字

版 次: 2014 年 3 月第 1 版

印 次: 2014 年 3 月第 1 次

定 价: 350.00 元



本社网址: www.jcbbs.com.cn 微信公众号: zgjcgycbs

广告经营许可证: 京西工商广字第 8143 号

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010)88386906

序 一

中国的石材业在国内外市场的拉动下，近三十年来取得了快速发展，中国已经成为世界的石材生产大国与消费大国。石材矿山是石材业重要的基础，在三十年的快速发展中，中国的饰面石材矿山正逐步从传统的爆破（热）开采转变为现代的机械化（冷）开采，饰面石材矿山走向现代的重要标志就是有了指导这种转变的《装饰石材露天矿山技术规范》等一系列饰面石材矿山管理的技术规范，有了一大批适应现代的机械化（冷）开采的矿山开采设备。

《饰面石材矿山开采设备的选型及使用》一书正是依据《装饰石材露天矿山技术规范》的要求，向读者系统介绍了目前国内外饰面石材矿山开采的设备与相关工艺，可以作为石材矿山企业业主、科技工作者及技术工人的工具书，也可以作为饰面石材开采与加工专业的教学参考书。

本书作者廖原时是我国石材业界知名的专家，曾参加了意大利石材开采与加工理论与技术的培训，实践了国内现代饰面石材矿山的建设与管理。我们希望本书的出版对我国建设技术先进、管理科学、资源节约、环境友好的现代石材业起到积极的推动作用。

中国石材协会会长



2014年春节于北京

序 二

近年来，中国石材行业的崛起为世人有目共睹。如今中国已取代意大利成为世界上最大的石材原材料进口国，同时又是全世界最大的石材贸易市场。在天然石制品中，制成品的出口最有价值，中国在这方面的出口已位居第一。由于石材的不可再生资源属性，矿山开采凸显其重要性，只有将矿山开采的源头抓好才能带动整个产业链的有序运作。

为顺应节能环保的潮流，当前石材开采企业需要进一步提高自身的生产水平、装备水平、环保水平，以及石材荒料的综合利用率，这就更需要具备实践操作性的石材工艺技术与方法作为指导来提升企业的整体开采水平。《饰面石材矿山开采设备的选型及使用》一书依据作者长期从业经验和丰富的理论知识较好地提供了这方面的专业指导。它既向读者详细介绍了传统开采技术的发展，同时又结合石材矿山生产实践引进了国外先进的工艺技术与方法，可以说较全面地为石材相关从业人员提供了具备实际操作性的技术指导与教学参考。

成熟和有长远战略考量的石材矿山企业既需要充足的资金来源，更需要整体战略规划和可靠合作伙伴。中国民生银行石材产业金融事业部作为国内目前唯一一家总行级石材金融专业服务机构，在提供丰富金融产品的同时，可以向矿山企业提供投资咨询、资源撮合、产业园区整合和建设、矿山新品推广、荒料销售撮合等各环节的投行创新服务，从而实现资源最高效利用和互利共赢。在石材专业技术层面上，石材事业部也希望和像廖原时先生这样的石材界知名专家们一道，致力于推进先进理论知识向开采生产实践的转化，为石材行业的可持续生产和发展贡献一点力量。

很高兴与石材界各位朋友一道学习本书。希望石材业与金融业共勉之，共荣之。

中国民生银行石材产业金融事业部总裁



学 而 优 以 致 远

——推荐廖先生力作兼谈职业学习之意义

大约至少是十二三年前，我应葡萄牙有关机构约请前往当地参加有关商务考察活动。期间，我们被安排参观了当地的石材开采工场。当时映入眼帘的工场现场至今依旧记忆犹新，很少的工人，紧凑的厂区，干净的现场，梯次开发的石材开采现场远远望去犹如一间工艺品加工厂，坚硬的山石在现代化的开采设备面前似乎变成了柔软的可以任意切割的豆制品一般。对比之前在国内参观过的石材开采现场，感叹油然而生：与欧洲同行相比，国内石材产业的差距不仅仅体现在加工和产成品上，在最初的开采环节上我们实际上就已经存在着不小的距离了。

经过十几年的发展，国内石材开采在各个方面都取得了显著的进步，科学性得以提高，环保意识得以强化，尤其是在开采的技术和装备方面取得了长足进步，比如金刚石串珠锯和串珠绳的应用与改进等。机械与装备的进步既是产业进步的基础，也是产业进步的结果。在环境保护、资源消耗以及人力成本约束不断强化的形势下，机械装备现代化就成为推动产业升级和企业转型发展的必由之路。于是，高端装备制造业成为由国家层面推动鼓励的产业发展方向之一。机器人制造的日益兴盛、3D 打印技术的发展等，已经成为服务于各个行业和企业转型发展的有力技术装备支撑。

有了先进的技术装备，还需要有具备相应素质和知识技能的技术骨干和技术工人与之匹配。操作人员能力水平不够或者是素养底下，即便是再先进的设备，同样也难以发挥其应有的功能和作用，甚至于适得其反。人的因素是决定企业兴旺与衰落的根本因素，德国制造业发达的一条重要经验就是因为有一支具有现代素养和职业技能的技师队伍，职业培训常规化、制度化，以公司、企业为主体的职业培训为高端制造业的发展奠定了牢固的人才基础。

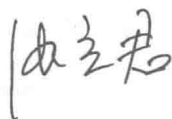
石材来自天然，开采出来后，经过加工处理即成为人们喜爱的具有高端气

质与品味的装饰材料。单是从呵护其资源的稀缺性而言，也足以需要业内人士从开采的源头上予以倍加重视，做到更加注重开采的科学性、合理性，更加重视节约开采、环保开采，而不仅仅是注重开采效率，更不应该是掠夺式开采。石材开采机械装备的现代化为实现以上追求提供了可能性，还需要完成的一个必要性就是要保证石材开采职业技师能够更加科学、合理地使用和维护这些现代机械装备，这就需要抓紧抓好石材开采人员的职业学习与培训。业内资深人士廖原时先生的力作《饰面石材矿山开采设备选型及使用》的出版恰逢及时雨，为我国各地的石材开采工场提供了一本很权威、很实用的技术类专业读物，一本很好的学习、培训和能力提升读物。

我是一年多以前在内蒙古某旗举办的地方石材展示招商会议上与廖先生相识的。当是聆听了廖先生关于石材开采机械装备应用方面的专题演讲，即感受到了廖先生在专业领域里的深入与权威，并随即和我们的编辑同志一道与廖先生认识、接洽，最终达成了今天面世的《饰面石材矿山开采设备选型及使用》一书的写作出版意向。我相信，廖先生的这本力作的出版，对于服务并推动我国石材开采工作不断走向科学化、合理化，实现节约开采、环保开采、效率开采和可持续开采等，都具有显著的积极意义。其意义，不仅在于今天，更在于明天。

廖先生的这本力作，不仅具有很好的权威性、实用性，还具有很好的适时性和超前性，感谢廖先生为推动我国石材开采产业不断实现科学化而付出的心血。作为一个出版人和媒体人，我不仅体会到了廖先生渗入力作中的强烈的社会责任感，更愿意把这种责任感推荐给广大的行业人士，通过阅读、学习、吸收、消化和提升，以期共同为实现我国石材开采产业的现代化而努力。

中国建材工业出版社总编辑



前 言

人类为建造建筑物而开采天然石材已有几千年的历史。如今，世界石材开采已经全面进入机械化开采时代，新技术、新工艺、新设备层出不穷。许多沿用千百年的传统开采石材的技艺，随着现代化、机械化开采工艺装备的出现而成为历史。目前，机械化开采饰面石材在发达国家已经成为开采石材矿山的主流。如开采大理石矿山用的金刚石串珠锯、臂式锯以及相应的辅助配套机械等设备，已经被广泛地用于开采大理石荒料。同时，开采花岗石用的火焰切割机、金刚石串珠锯、各种结构形式的单、多头台架式凿岩机、车载式凿岩系统、开采圆盘锯、液压劈裂机、液压顶石机、气压和水压顶推袋等花岗石的主要和辅助开采机械设备，也得到广泛应用。此外，包括桅杆式起重机、叉装机在内的各种吊装运输设备，同样在石材矿山开采中得到了使用和推广。这些设备经过不同形式的搭配组合，形成了不同风格、不同开采工艺和不同生产规模的成套开采设备，基本满足了机械化开采饰面石材的需要。

作者从20世纪80年代中期开始从事石材开采、加工技术和装备的研究工作，亲自参与了采用机械化开采工艺技术的花岗石矿山的开发建设，并在国内石材矿山首次尝试了使用金刚石串珠锯全锯切高台阶开采花岗石的工艺方法获得成功；同时也参与了国内最大规模使用圆盘锯与串珠锯组合低台阶开采大理石矿山的技术及生产管理工作。作者将多年学习、实践、收集和积累的关于机械化开采石材方面的工艺技术和经验、开采设备的选型原则编入本书。根据国内外石材矿山的具体情况，作者在书中整理汇编提出了一整套使用石材开采设备、机具在露天开采大理石、花岗石，以及洞采大理石的实用开采技术和开采工艺方法，力求全面展示当今国内外机械化开采饰面石材的最新技术和最先进的工艺方法。同时回顾了一些传统的和已经被取代的开采方法和设备，用以介绍和展示机械化开采石材的发展历程。本书不仅着重介绍目前石材开采的生产

技术及设备，同时也对石材开采领域内的未来发展做了一定的预测。本书作为系统介绍石材矿山开采工艺技术、设备选型和使用、安全操作规程及保养要求的专业工具书，具有较高的实际指导意义。

同时，作者还将多年积累的大量关于石材开采机械设备选型要求、机械化开采石材工艺技术和经验写入本书，根据国内外石材矿山的具体情况，提出了如何根据不同矿体产状、外部条件以及花色等实际情况，选择合适的石材开采工艺方法及开采设备；结合石材矿山生产实际，汇总了开采设备安全操作和使用规程，维修保养及常见故障的处理方法等。

本书力求内容全面、通俗易懂、图文并茂，选用的照片、图片和手工绘制的示意图 680 幅，以满足不同层次读者的需求。书中的主要技术数据均来源于近年国内外石材矿山开采作业的技术实践，尽量系统全面地收录目前国内外石材矿山开采实践中使用的各种传统和先进的工艺技术和方法，为从事石材开采技术人员、企业决策者和普通技术工人提供一本石材开采技术和装备的技术类读物。

本书在写作过程中得到福州天石源超硬材料工具有限公司总经理陈礼干先生，意大利 Benetti 公司的 Giulio Milazzo 先生、Marco Pieretti 先生、Massimo Giari 先生、意大利 Bettini & Porro 石材咨询机构的 Giacomo Porro 先生，意大利 Benetti 公司和 Fantini 公司，以及甘肃金润玉石业有限公司副总经理郭凤俊先生等的鼎力支持和帮助，并提供了宝贵的图片和照片，作者在此表示衷心的感谢。

尽管作者在石材行业工作了近三十年，但由于石材开采技术涉及众多领域，而且还有许多需要完善和发展的地方，因此书中的一些观点仅代表作者个人的想法和意见，如有不妥之处，真诚希望得到读者指正，以便本书修订时改进。



2013 年 12 月 6 日

作者介绍



廖原时，高级工程师。1982年2月毕业于华东工程学院（现南京理工大学）机械系机械设计与制造专业。1988年获得意大利外交部国际合作中心学习石材开采、加工技术的奖学金，到意大利学习国际上最先进的石材开采、加工理论和技术，并接受了实际操作训练。回国后又多次赴意大利参加各种石材开采、加工技术的培训和研讨，对国内外石材开采、加工技术、生产装备和生产工艺都比较了解。从20世纪80年代中期开始至今一直从事石材开采、加工技术和装备的研究以及石材矿山的生产与管理工作。

作为厦门新安德石业发展有限公司总经理和三利达矿业公司总经理，亲自参与了福建南平翡翠绿花岗岩矿山机械化开采的矿山建设、生产、技术和管理工作，并在国内花岗岩矿山首次尝试了金刚石串珠锯全锯切高台阶开采花岗岩的工艺方法，获得成功。作为中国金石矿业控股有限公司执行董事，参与了四川省江油市金石达石业有限公司下属金石米黄大理石矿山开采过程中，使用圆盘锯结合串珠锯全锯切低台阶机械化开采的矿山建设、生产、技术和管理工作。

作者曾编著出版《饰面石材的机械化开采——金刚石串珠锯的应用与发展》《异型石材》《金刚石串珠锯在饰面石材生产中的应用技术》以及《石材矿山开采工艺及设备》4本石材专业书籍，并在《石材》《中国建材》和《国际石材商情》以及意大利《DIAMANTE》等杂志上发表过近百篇石材专业技术文章。作为第一编写人，作者参与编写了《石材矿山开采设备 金刚石串珠锯》（JB/T 11114—2010）行业标准，还参与编写了《装饰石材工厂设计规范》（GB 50897—2013）（2014年5月1日起实施）。

作者自2004年起受聘为中国建筑装饰协会材料委员会专家组成员，2005年起受聘为中国石材协会矿山资源委员会专家组成员（两届至2015年），2009年7月由中国石材协会聘为石材机械与工具专业委员会专家组成员，2010年4月由福建省安监局聘为福建省非煤矿山安全生产专家组成员，2012年由全国工商联石材业专家委员会聘为专家委员。



中国建材工业出版社
China Building Materials Press

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业/个人定向出版、设计业务、企业内刊等外包、代选代购图书、团体用书、会议、培训，其他深度合作等优质高效服务。

编辑部
010-68342167

图书广告
010-68361706

出版咨询
010-68343948

图书销售
010-68001605

设计业务
010-88376510转1008

邮箱：jccbs-zbs@163.com

网址：www.jccbs.com.cn

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

(版权专有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。举报电话：010-68343948)

目 录

第 1 章 石材矿山的类型及开采工艺流程·····	1
1.1 露天型石材矿山·····	1
1.2 地下开采型石材矿山·····	27
第 2 章 饰面石材开采设备的种类·····	35
2.1 开采设备的种类·····	35
2.2 开采辅助设备及机具·····	36
2.3 吊装及运输设备·····	36
第 3 章 开采圆盘锯·····	38
3.1 开采圆盘锯的种类·····	38
3.2 开采圆盘锯机构介绍·····	40
3.3 开采圆盘锯机的技术参数·····	48
3.4 开采圆盘锯的选型原则·····	50
3.5 开采圆盘锯的用途·····	53
3.6 开采圆盘锯机的开采工艺方法及适用性·····	59
3.7 圆盘锯机开采工艺步骤及要求·····	64
3.8 圆盘锯的操作规程·····	70
3.9 锯机的维护保养·····	81
第 4 章 金刚石串珠锯·····	84
4.1 石材开采用串珠锯的分类·····	84
4.2 串珠锯的机构·····	85
4.3 串珠锯的技术参数·····	120
4.4 串珠锯的选型原则·····	128
4.5 串珠锯的用途·····	134
4.6 串珠锯的安装、使用和操作规程·····	145
4.7 串珠锯的安全使用·····	171
4.8 串珠锯的日常维护保养·····	177
第 5 章 金刚石串珠绳·····	178
5.1 串珠绳的结构·····	178
5.2 串珠的结构类型·····	184
5.3 串珠绳的连接结构·····	188
5.4 串珠绳用钢丝芯绳·····	192
5.5 串珠绳的选用·····	194

5.6 与串珠绳配套使用的辅助装置和工具	200
第6章 臂式锯	206
6.1 臂式锯的分类	206
6.2 开采臂式锯的机构特点	217
6.3 整形用臂式锯	250
6.4 臂式锯的技术参数	255
6.5 臂式锯的选择	259
6.6 臂式锯的用途	265
6.7 臂式锯的使用	265
第7章 石材开采用钻孔设备	317
7.1 石材开采用凿岩机的分类	317
7.2 各种凿岩机的特点及选用	318
第8章 石材开采用辅助设备和装置	340
8.1 火焰切割机	340
8.2 高压射流水切割设备	345
8.3 顶推及翻倒设备和装置	348
8.4 矿山开采用荒料整形设备	369
8.5 石材劈裂设备	383
8.6 大孔径钻机使用的刀具及辅具	387
8.7 凿岩机的钎杆和钎头	393
8.8 开采圆盘锯使用的金刚石锯片	395
8.9 用于石材开采的其他辅助工具	396
第9章 吊装及运输等设备	400
9.1 起重设备	400
9.2 装载设备	424
9.3 叉车	436
9.4 挖掘设备	438
9.5 运输车辆	442
第10章 各种开采方法的比较	445
10.1 石材开采方法的分类	445
10.2 花岗石开采方法适用性的分析对比	445
10.3 大理石开采方法适用性的分析对比	451
10.4 不同开采方法的特点比较	453
参考文献	457

第1章 石材矿山的类型及开采工艺流程

饰面石材矿山（简称石材矿山）分为露天开采矿山和地下开采矿山，露天开采矿山又分为山坡露天开采、凹陷露天开采和井式开采矿山，地下开采矿山又分为山洞型开采和巷道型开采矿山。井式开采矿山实际上是凹陷露天开采矿山的后期阶段，有时也是井巷式开采和洞采矿山的初始阶段。表 1-1 是石材矿山的类型和位置特点。

建筑装饰石料路缘石、板岩和文化石等通常都从露天矿山开采获得，有些板岩矿山是建在山洞或地下的，建筑装饰石料不在本书讨论范围之内。

表 1-1 石材矿山类型及特点

类 别	具体类别		矿山位置特点
露天矿山	山坡露天矿山		依山而建
	凹陷露天矿山	平面凹陷露天矿山	大面积采面、水平及向下扩展
		井式凹陷露天矿山	小面积采面、深入地下
地下矿山	山洞型矿山		自山坡外侧面开始、逐渐水平和垂直深入
	巷道型矿山		位于巷道深部、向两侧推进

石材开采工艺技术的选择与石材种类、矿山类型等因素有关。不同材质的石材、不同的地质条件以及不同的矿山外部条件决定了应该选择哪种开采方法和具体实施的工艺技术。

按照石材矿山的具体类别，将石材开采的基本工艺流程归纳为山坡露天矿山开采、凹陷露天矿山开采和地下矿山开采三大类。

按照石材的种类不同，可将石材基本分为花岗石类硬质石材、大理石类软质石材和建筑装饰石料三类，目前使用的石材开采方法都是针对这三类石材。开采工艺方法选择是否得当，关系开采作业能否实施、开采成本是否合适、对矿体资源的保护和利用是否合理。每种石材开采工艺方法虽有不同，但石材的基本开采工艺流程大致一样。

石材矿山的设计、建设和开采的实施必须按照中华人民共和国建材行业标准《装饰石材露天矿山技术规范》(JC/T 1081—2008)的要求进行。矿山开采前必须进行开采准备工程(采准工程)，完成基础设施、水电气的供应系统、开采道路运输系统的建设。开采位置选定后，还必须完成覆盖层和风化层岩石的剥离工作。

本章将按照露天和地下（简称洞采）两大类石材矿山，又细分为山坡露天、凹陷露天、山洞型和巷道型四个类型的矿山，分别介绍和讨论与其相适应的基本开采工艺流程。

1.1 露天型石材矿山

露天型石材矿山是指需要先将石材矿体表面的覆盖层和风化层剥离，然后才能进行开采的石材矿山，分为山坡露天和凹陷露天石材矿山，图 1-1 和图 1-2 分别是露天开采的花岗石矿山和大理石矿山。



图 1-1 露天开采花岗石矿山



图 1-2 露天开采大理石矿山

1.1.1 山坡露天石材矿山

山坡露天石材矿山的采面一般位于采场侵蚀基准面以上，其特点是开采工作面一般在倾斜的山坡上修建，向下推进开采。图 1-3 是山坡露天开采花岗石矿山，图 1-4 是山坡露天开采大理石矿山。

为了使矿山开采的布局更加合理、作业环境更加安全以及能够持续进行开采，石材矿山的开采推进必须按照自上而下顺序开采的原则进行。对山坡型石材矿山进行露天开采时，不论是选用桅杆吊、抱杆吊等固定式吊装设备，还是选用汽车吊或装载机等移动式吊装设备，矿山首采点的位置应该选择在吊装设备能够达到的最高作业位置，然后分层向下开采。在使用金刚石串珠锯（简称串珠锯）锯切开采石材时，首先要在矿山上形成比较规则、至少具有 2~3 个自由面的开采台阶，才能安装串珠锯或其他开采设备进行切割等作业。开采作业的顺序应该是先形成初始工作平台，锯切采准（开拓）堑沟，然后再进行长条块石的分离切

割、位移和翻倒、分解和整形以及碎石废渣的清运等。



图 1-3 山坡露天开采花岗石矿山



图 1-4 山坡露天开采大理石矿山

1.1.2 山坡露天石材矿山的开采工艺流程

石材矿山的开采原则必须遵循自上而下，逐层深入的原则。对于山坡露天开采石材矿山而言，在投资合理、首采点选择合适和道路修建可能的前提下，应尽量将矿山的首采部位选择在山坡顶部或尽量高的部位，以获得最大的可采荒料储备量。图 1-5 所示大理石矿山，因其山形比较平缓，首采位置基本可达山顶；图 1-6 所示大理石矿山，因其山形陡峭，其首采位置设置在距离山顶一段距离的位置，而且是在条件允许情况下能够达到的最高位置。

山坡露天石材矿山基建和采准工作完成后，形成的开采台阶通常有三个自由面（图 1-7），可直接进入荒料开采阶段。我们将以只有两个自由面（图 1-8）的开采台阶为例，介绍包含初始堑沟开拓在内的山坡露天矿山开采工艺流程，具体如下：



图 1-5 首采位置位于山顶的山坡露天开采大理石矿山



图 1-6 首采位置接近山顶的山坡露天开采大理石矿山

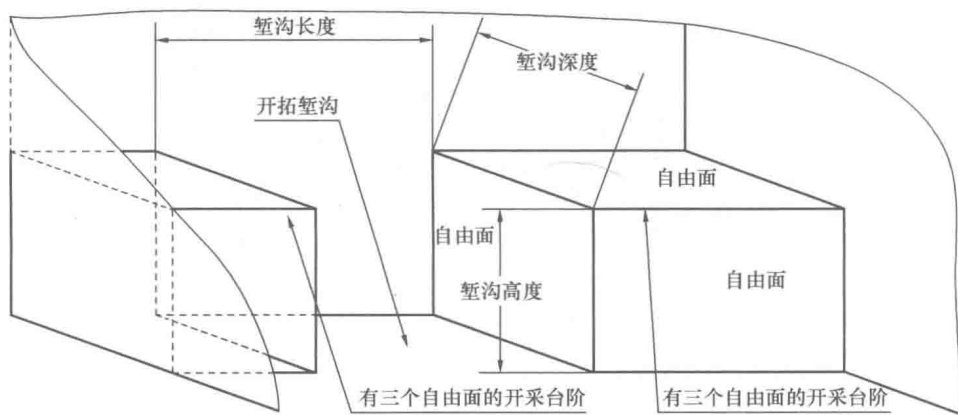


图 1-7 有三个自由面的开采台阶

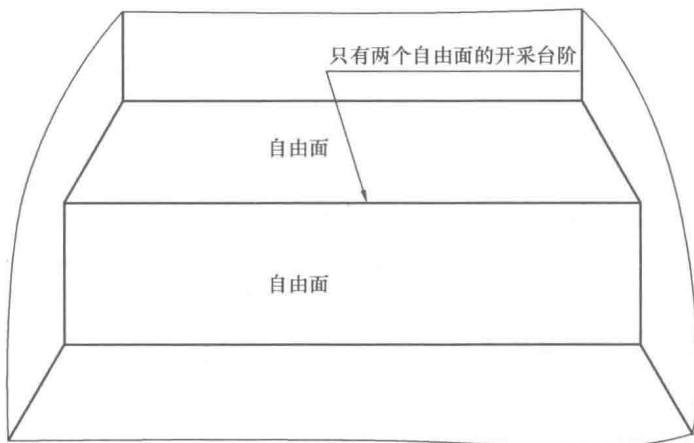


图 1-8 有两个自由面的开采台阶