

金刚石串珠锯

在饰面石材生产中的应用技术

廖原时 著



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

金刚石串珠锯在饰面石材 生产中的应用技术

廖原时 著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2009

内 容 提 要

本书共分 10 章,第 1 章回顾石材开采历史、石材开采的基本方法和金刚石串珠锯的发展历程;第 2 章介绍石材开采用金刚石串珠锯的机型种类、结构和技术特点;第 3 章介绍石材加工用串珠锯的机型种类、结构、技术特点和应用;第 4 章介绍各种结构类型、不同用途的金刚石串珠绳,以及与使用串珠绳有关的各种辅助工具和装备;第 5 章和第 6 章分别介绍大理石、花岗石露天开采的工艺方法和技术要求,分析对比多种与串珠锯有关的石材开采成本,不同开采工艺系统所适用的矿山条件;第 7 章介绍山洞型石材矿山开采的工艺方法和技术要求,以及串珠锯进行洞采花岗石的未来设想;第 8 章介绍与串珠锯开采系统配套的辅助工艺装备、工程机械以及这些装备的使用要求;第 9 章介绍使用串珠锯开采石材矿山前期准备工作的内容,开采设备和矿山生产、辅助人员的配套方案,矿山管理机构和责任范围,以及石材矿山的布局等;第 10 章具体介绍金刚石串珠锯的使用、操作、维护和保养的要求。

本书照片图 400 余幅,示意图将近 300 幅。书中的主要技术数据均来源于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与串珠锯有关的先进工艺方法和开采技术。

本书可供从事石材开采和加工的技术人员、企业的决策者和技术工人阅读,也可供大专院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

金刚石串珠锯在饰面石材生产中的应用技术/廖原时著.

—北京:冶金工业出版社,2009.1

ISBN 978-7-5024-4741-0

I. 金… II. 廖… III. ①石材开采法—机械设备
②石料—加工 IV. TD872 TU521.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 202566 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 李培禄 美术编辑 张媛媛 版式设计 张 青

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4741-0

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2009 年 1 月第 1 版,2009 年 1 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16;39 印张;943 千字;608 页;1-3000 册

108.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

石材是人类历史上应用最早的建筑材料,以其强度坚硬、性能优良和丰富的储藏量,在不同时期都受到人们的青睐。作为建筑的基石,石材承受着千百年来酷暑严寒,却仍屹立于现代建筑之林。石材为人类建筑史谱写了不朽的篇章,世界各地仍保留着许多石材建筑的杰作。

国际石材工业如今已全面进入机械化、自动化生产时代,新技术、新工艺、新设备层出不穷。金刚石串珠锯切割石材的技术最早出现于 20 世纪 50 年代,真正应用于大理石矿山开采是在 70 年代末,这是串珠锯锯切开采石材的一个转折点,使得已经沿用了—个多世纪且陈旧落后的石材矿山开采方式相形见绌,同时标志着大理石开采和加工工艺技术进入了一个全新的领域。串珠锯切割技术已成为今后开采大理石的技术主宰。90 年代初期,随着切割花岗石串珠绳的技术突破,串珠锯工业化开采花岗石成为可能,串珠锯终于以主宰石材开采设备的地位牢牢地扎根于石材开采领域。

经过 20 多年的发展历程,人们已经认识到,串珠锯开采技术不仅使传统的石材矿山开采作业更显现代化,原始恶劣的矿山工作条件得到改善,而且奠定和巩固了非破坏性石材开采和有利于环境保护的开采工艺基础。今天的串珠锯切割技术已日臻完善,成为—项成熟、先进、普遍并被各国石材矿山和加工厂所接受的完整技术体系。

作为高效率开采、加工石材的金刚石串珠锯,已经成为当今世界石材开采的主流设备,以及高精度、高效率石材加工的代表性机械设备之一。使用串珠锯加工石材的技术也成功地运用了将近 20 年,多绳串珠锯、多维数异型制品加工串珠锯已经成为石材加工领域内的高技术含量的顶尖机械产品。随着国内石材工业的高速发展,金刚石串珠锯开采、加工石材的生产技术和装备的应用水平也在不断提高。特别是近几年金刚石串珠锯开采技术在国内石材矿山的迅速普及和大量使用,推动了国内石材矿山开采工艺的技术进步,缩短了与国际先进水平的差距,明显地提高了国内石材产品在海外的竞争能力。

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,考取并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,于 80 年代末期到意大利学习国际上最先进的石材开采理论和加工技术,并从事了实际操作训练。回国后遂确定以金刚石串珠锯开采、加工石材为研究方向,至今已近 20 年。其间多次赴意大利参加各种石材开采、加工技术的培训和研讨

工作,对国外石材开采、加工技术装备和生产工艺比较了解,并一直从事石材开采、加工机械的技术管理和研发工作,亲自参与了采用机械化开采工艺技术的花岗岩矿山的开发建设,并在国内花岗岩矿山首次尝试了金刚石串珠锯全锯切开采花岗岩的工艺方法,获得成功。为此,作者将多年积累的大量关于串珠锯开采、加工石材方面的工艺技术和经验编入本书,根据国内石材矿山的的具体情况,提出了一整套使用金刚石串珠锯露天开采大理石、花岗岩,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金刚石串珠锯开采、加工石材的最新技术,最先进的工艺方法。本书不仅着重介绍串珠锯目前的生产技术,同时也对金刚石串珠锯在石材开采、加工领域内的未来发展做了一定的预测,作为国内首部系统介绍金刚石串珠锯开采、加工石材技术的专业工具书,具有较高的现实指导意义。

本书作者曾编著出版过《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》等石材专业书籍,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 80 篇专业技术文章。本书力求内容全面、通俗易懂、图文并茂,其中选用照片、图片 400 多幅,手工绘制的示意图将近 300 幅,以满足不同层次的读者需求。书中的主要技术数据均来源于国内外石材矿山开采和加工作业的技术实践,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与串珠锯有关的先进工艺方法和开采技术,为从事石材开采和加工的技术人员、企业的决策者和技术工人提供可供参考的技术读物。

本书在编写过程中得到福州天石源超硬材料工具有限公司陈礼干先生、意大利 BENETTI 公司 Giulio Milazzo 先生的鼎力支持和帮助,他们还提供了宝贵的技术资料和图片;意大利 PELLEGRINI 公司、BIDese 公司等也提供了相应的技术资料和帮助;本书的编写也得到了桂林矿产地质研究院郑超先生的支持和帮助;本书的出版还得到了福州天石源超硬材料工具有限公司的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

尽管作者在石材行业工作了 20 多年,但由于石材开采、加工技术涉及到众多的技术领域,而且串珠锯生产技术还有许多需要完善和发展的方面,因此书中的一些观点只代表作者的个人想法和意见,如有不妥之处,真诚希望得到读者的指正,以便改进。

作 者

E-mail: liaoyuanshi197@sina.com

2008 年 5 月 28 日

目 录

第1章 饰面石材的开采	1
1.1 人类使用饰面石材历史的回顾	1
1.2 饰面石材开采的发展历程	2
1.3 我国石材开采工业的现状与发展历程	3
1.4 金刚石串珠锯的发展历程	5
1.5 饰面石材开采方法介绍	6
1.5.1 劈裂开采法	6
1.5.2 控制爆破开采法	7
1.5.3 锯切开采法	8
1.5.4 联合开采法	9
1.6 建筑石料开采方法和开采设备介绍	12
1.6.1 建筑石料的开采方法	12
1.6.2 建筑石料矿山开采设备介绍	12
第2章 石材开采用金刚石串珠锯	14
2.1 金刚石串珠锯的分类	14
2.1.1 按照机动方式分类	14
2.1.2 按照用途分类	14
2.1.3 按照动力方式分类	14
2.1.4 按照控制系统分类	15
2.2 金刚石串珠锯的机构	15
2.2.1 金刚石串珠锯的动力机构	15
2.2.2 金刚石串珠锯的行走机构	21
2.3 串珠锯的辅助机构	26
2.3.1 主电机的支承结构	26
2.3.2 主飞轮的侧向回转机构	28
2.3.3 主飞轮轴向平行移动机构	32
2.3.4 主飞轮和导向轮的结构和摩擦衬垫	33
2.4 金刚石串珠锯的电器及控制系统	35
2.4.1 主动力控制系统	35
2.4.2 张紧力控制系统	36
2.4.3 金刚石串珠绳线速度的调节	37
2.4.4 金刚石串珠锯的控制柜和控制面板	38

2.5 与串珠锯配套的辅助装置	40
2.5.1 金刚石串珠绳的护板和保护带	41
2.5.2 进给切割立柱和压轮	43
2.5.3 金刚石串珠锯配套导向轮	45
2.6 金刚石串珠锯的技术参数	53
第3章 石材制品加工用金刚石串珠锯	59
3.1 荒料整形用金刚石串珠锯	59
3.1.1 石材矿山使用的荒料整形用串珠锯	59
3.1.2 石材加工厂使用的荒料整形用串珠锯	60
3.2 板材加工用金刚石串珠锯	70
3.2.1 加工石材大板的单绳串珠锯	70
3.2.2 加工石材大板的多绳串珠锯	74
3.2.3 意大利生产多绳串珠锯的情况介绍	84
3.3 花岗石砂锯与多绳金刚石串珠锯主要技术性能比较	97
3.3.1 锯切规格参数	97
3.3.2 锯切技术参数和生产效率	98
3.3.3 结构技术特点	99
3.3.4 控制功能对比	100
3.3.5 加工成本分析	101
3.3.6 锯缝石料消耗和板材表面加工质量	104
3.3.7 磨屑排放量的比较	104
3.3.8 基本建设投资	105
3.3.9 与砂锯相比多绳串珠锯的其他优点	105
3.3.10 多绳串珠锯的发展趋势	106
3.4 异型石材制品加工用金刚石串珠锯	106
3.4.1 数控金刚石串珠锯	107
3.4.2 立式金刚石串珠锯	113
3.4.3 异型石材制品加工用多绳串珠锯	116
3.5 金刚石串珠锯在其他领域中的应用	118
3.5.1 在混凝土构件拆除和建筑施工中使用的串珠锯	118
3.5.2 混凝土构件切割专用串珠锯的使用方法	123
3.5.3 串珠锯在文物保护中的使用	125
第4章 金刚石串珠绳	128
4.1 金刚石串珠绳的结构类型	128
4.1.1 串珠绳的装配结构	129
4.1.2 串珠的结构类型	134
4.1.3 串珠绳的连接结构	141

4.1.4 串珠绳用钢丝芯绳	145
4.2 金刚石串珠绳的应用	148
4.2.1 石材开采切割用串珠绳	148
4.2.2 石材荒料整形和板材切割用串珠绳	150
4.2.3 异型石材制品切割用串珠绳	151
4.2.4 加工石材板材制品的多绳串珠锯用串珠绳	153
4.2.5 台式串珠锯加工大理石板材制品用串珠绳	153
4.2.6 混凝土切割用串珠绳的选用	153
4.3 与金刚石串珠绳配套使用的辅助装置和工具	155
4.3.1 手动液压钳	155
4.3.2 手动机械式压钳	157
4.3.3 杠杆式液压钳	157
4.3.4 装配弹簧型串珠绳的工作台	158
4.3.5 剪线钳	159
4.3.6 与液压钳口配套的压模	159
4.4 金刚石串珠绳的使用方法和要求	160
4.4.1 串珠绳的张紧力控制	160
4.4.2 串珠绳的预加载旋转	160
4.4.3 串珠绳的连接方法和要求	161
4.4.4 串珠绳的开刃处理	164
4.4.5 串珠绳的使用方向性	165
4.4.6 磨损程度不同的串珠绳混接使用	165
4.4.7 新旧串珠绳的替换使用要求和替换方法	166
4.4.8 串珠绳线速度的确定	167
4.4.9 冷却水的加入方法和要求	167
4.4.10 串珠绳的维护、保养和修复	170
4.5 金刚石串珠绳的穿引	171
4.5.1 开采作业时串珠绳的穿引	171
4.5.2 异型加工时串珠绳的穿引	177
4.5.3 固定式荒料整形机串珠绳的穿引	178
第5章 金刚石串珠锯露天开采大理石的工艺方法	179
5.1 金刚石串珠锯的基本锯切方法	179
5.1.1 水平面切割方法	179
5.1.2 垂直面切割方法	182
5.1.3 封闭垂直背面的锯切方法——“背切法”	188
5.1.4 使用进给切割立柱的其他切割方法	192
5.1.5 倾斜面切割方法	193
5.2 山坡露天开采	193

5.2.1	开拓初始工作平台	194
5.2.2	锯切开采准备堑沟	202
5.2.3	大理石荒料的锯切开采工艺	224
5.2.4	金刚石串珠锯的开采能力与设备配置	241
5.3	凹陷露天开采	241
5.3.1	开采准备堑沟的锯切	242
5.3.2	荒料的开采	249
5.3.3	凹陷露天矿山开采堑沟开掘的成本计算	253
5.3.4	井式大理石矿山开采介绍	256
5.4	金刚石串珠锯全锯切开采大理石的 cost 分析	258
5.4.1	开采工艺方法和工艺要求	258
5.4.2	计算依据和假设条件	258
5.4.3	串珠锯全锯切开采法的直接开采成本计算方法和计算依据	261
5.4.4	产量计算方法和依据	265
5.4.5	直接开采成本的计算图表	266
第 6 章 金刚石串珠锯露天开采花岗石的工艺方法		268
6.1	金刚石串珠锯开采花岗石的基本锯切方法	269
6.1.1	水平面切割方法	271
6.1.2	垂直面切割方法	275
6.1.3	锯切作业时导向轮的安装要求和结构	281
6.1.4	花岗石开采准备堑沟的开拓方法	282
6.1.5	开拓初始工作平台的方法	288
6.1.6	倾斜面切割方法	288
6.2	山坡露天型花岗石矿山开采	289
6.2.1	混合法开采花岗石	290
6.2.2	金刚石串珠锯全锯切法开采花岗石	294
6.3	金刚石串珠锯开采花岗石的 cost 分析	299
6.3.1	计算依据和假设条件	300
6.3.2	不同开采方法的直接开采成本计算	303
6.3.3	不同开采方法的分析对比	333
6.3.4	降低花岗石矿山开采成本的途径	342
6.4	金刚石串珠锯露天开采凹陷类型花岗石矿山	348
6.4.1	开采准备堑沟的切割	350
6.4.2	凹陷露天花岗石矿山中荒料的开采	355
6.4.3	井式花岗石矿山开采介绍	355
第 7 章 金刚石串珠锯在山洞型石材矿山中的应用		357
7.1	洞采大理石矿山的配套装备	357

7.1.1 矩形通道开掘设备	358
7.1.2 洞采大理石矿山的主要锯切设备	361
7.1.3 洞采大理石矿山的其他配套设备和辅助装置	362
7.2 洞采大理石矿山的开采工艺	364
7.2.1 矩形开拓通道的切割	365
7.2.2 形成开采台阶和开采洞室	383
7.2.3 大理石荒料的洞采	386
7.2.4 洞采矿山的安全和其他注意事项	386
7.3 洞采大理石荒料的成本分析	387
7.3.1 劈裂法开拓矩形通道的成本估算	387
7.3.2 锯切法开掘矩形通道的成本估算	390
7.3.3 不同方法开拓矩形通道的成本分析	392
7.3.4 矩形通道扩展锯切成本	393
7.3.5 洞内台阶式开采成本	393
7.4 洞采花岗石荒料的设想	393
7.4.1 楔形切割取石法在花岗石洞采矿山中的应用	394
7.4.2 高压射流水开采技术在山洞式花岗石矿山开采中的应用前景	400
第8章 配合串珠锯开采的辅助开采设备和对应的开采方法	402
8.1 封闭面切割设备	402
8.1.1 组合钻具	403
8.1.2 臂式开采锯机	404
8.1.3 贯通孔凿岩设备	417
8.1.4 火焰切割设备	418
8.1.5 高压射流水切割设备	421
8.2 交汇孔钻凿设备和钻孔方法	425
8.2.1 液压钻孔机	425
8.2.2 大孔径气动凿岩机	427
8.2.3 大孔径全液压式凿岩机	428
8.2.4 混合动力大孔径凿岩机	429
8.2.5 水平标杆式凿岩机	430
8.2.6 手持式凿岩机	431
8.2.7 交汇孔的钻凿方法	432
8.2.8 交汇孔贯通情况的检查	437
8.2.9 钻孔设备的安装方法和要求	438
8.3 分离体的顶推和翻倒设备	442
8.3.1 分离体的位移和翻倒设备	442
8.3.2 分离体顶推位移和翻倒的方法	449
8.3.3 其他位移和翻倒分离体的设备	455

8.4 矿山开采用荒料整形设备	457
8.4.1 固定式金刚石串珠整形机	457
8.4.2 单锯条整形机	458
8.4.3 荒料整形链臂锯	459
8.4.4 固定式金刚石带锯整形机	464
8.4.5 小型移动式串珠锯整形机	467
8.4.6 荒料整形用串珠锯轨道台车	468
8.4.7 大直径圆盘锯式荒料整形机	470
8.4.8 台架式凿岩机用于荒料的整形和分离体解体	471
8.4.9 小型移动式切割机修整荒料	472
8.5 石材矿山开采使用的起重和吊装设备	472
8.5.1 桅杆吊	472
8.5.2 自行式起重机	475
8.5.3 抱杆式起重机	478
8.5.4 简易起重装置	483
8.5.5 拖拽机械	484
8.6 石材矿山使用的工程机械	487
8.6.1 国产普通装载机	487
8.6.2 大型装载机	490
8.6.3 挖掘机	492
第9章 金刚石串珠锯开采的前期准备及生产管理体系	495
9.1 串珠锯开采工艺方案的选择论证和前期工作	495
9.1.1 石材矿山建设的前期工作	495
9.1.2 大理石矿山开采	497
9.1.3 花岗石矿山开采	498
9.2 采场的准备	499
9.2.1 山坡露天开采的开拓工程	500
9.2.2 凹陷露天开采的开拓工程	503
9.2.3 山洞式开采的开拓工程	504
9.2.4 巷道式开采的开拓工程	505
9.2.5 其他开拓方式	506
9.2.6 剥离工程	507
9.3 矿山生产和生活设施的准备	507
9.3.1 生产设施	507
9.3.2 生活设施	518
9.4 辅助工程机械和其他设备的准备	518
9.5 金刚石串珠锯开采系统的配套方案	519
9.5.1 大理石开采	520

9.5.2 花岗石开采	526
9.6 使用串珠锯开采系统时矿山的劳动定员和管理机构	535
9.6.1 石材矿山的组织机构	535
9.6.2 石材矿山各个岗位的职能	537
9.6.3 石材矿山的劳动定员	543
9.7 金刚石串珠锯开采系统在石材矿山上的整体布局	545
9.7.1 金刚石串珠锯开采系统在大理石矿山上的整体布局	545
9.7.2 金刚石串珠锯开采系统在花岗石矿山上的整体布局	551
9.8 意大利大理石矿山使用串珠锯的开采作业与管理	554
9.8.1 意大利大理石矿山的生产管理	555
9.8.2 意大利石材矿山的装备情况	557
9.8.3 意大利大理石矿山产品质量的评定	558
9.8.4 意大利大理石矿山的生产效率	559
9.8.5 意大利大理石矿山使用串珠锯的开采成本	560
9.8.6 荒料产品的销售	560
9.8.7 开采设备的使用、管理与维修	560
9.8.8 矿山工人的技术水平	561
9.8.9 矿山员工的薪酬和福利	561
9.8.10 荒料的运输、道路和水电供应	562
第10章 金刚石串珠锯的使用、操作和维护保养	563
10.1 串珠锯的安装	563
10.1.1 垂直锯切时串珠锯的安装和调整	563
10.1.2 水平锯切时串珠锯的安装和调整	570
10.1.3 倾斜锯切时串珠锯的安装	574
10.1.4 冷却水加入点的要求	576
10.2 串珠锯的操作	578
10.2.1 开机前的准备	579
10.2.2 开机操作	579
10.2.3 停机操作	580
10.3 使用串珠锯的安全注意事项	581
10.4 串珠锯的维护和保养	585
10.4.1 串珠锯的润滑保养	585
10.4.2 电气装置的安全使用和保养	585
10.4.3 锯机的存放	586
10.4.4 零部件的检查和保养	586
10.4.5 易损件的检查	586
10.4.6 正确使用串珠锯的气候条件	586
10.4.7 移动和运输	586

10.4.8 锯机的清洁和保养	586
10.5 串珠锯使用前需要准备的器材	587
10.5.1 串珠锯工作场地准备	587
10.5.2 串珠锯供电设施的准备	587
10.5.3 与大孔径凿岩机配套的供气设备	587
10.5.4 供水设备	588
10.5.5 防雨、防晒棚	588
10.5.6 其他工具和物品的准备	588
10.6 几种不同类型串珠锯的使用说明书介绍	589
10.6.1 国产 TSY-KS 37G 型电动式金刚石串珠锯使用说明书	589
10.6.2 国产 JJS-30 型电动式金刚石串珠锯使用说明书	599
10.6.3 国产 CGJ120 型液压金刚石串珠锯使用说明书	605
参考文献	608

第1章 饰面石材的开采

1.1 人类使用饰面石材历史的回顾

石材是人类历史上应用最早的建筑材料。石材以其强度坚硬、性能优良和丰富的储藏量,被各个时期的人们所青睐。作为建筑的基石,石材承受着千百年来的酷暑严寒,却仍屹立于现代建筑之林。石材为世界建筑史谱写了不朽的篇章,世界各地仍保留着许多石材建筑的杰作。

建筑石材,不仅仅作为建筑基石使用,还以它特有的色泽和纹理的美丽,在建筑物的室内外环境中得到广泛的应用,尤其是在建筑装饰方面,石材始终起着重要的作用。在古今中外的建筑物中,不论是墙面、地面、柱面,还是窗台、楼梯,只要使用石材来装饰,都为建筑增添了动人的魅力和光彩。在世界上众多的优秀建筑中,几乎都使用了石材的装饰。在世界建筑史上,石材既是建筑物千古不朽的基础材料,又是锦上添花的装饰材料,同时还是表现历史、特质常驻、永不褪色的建筑材料。

人类为建造建筑物而开采天然石材已有几千年的历史了,而将天然石材作为建筑装饰材料也有同样长的历史,世界上运用天然石材创造的装饰艺术渊远流长。从古至今的各个历史时期,石器、石雕、石材建筑的艺术,就像一条永恒的长河,不断地流淌。从远古英国的巨石阵,爱尔兰的纽格莱奇陵墓,古希腊大理石建造的巴台依神庙,古罗马大理石、石灰华建成的竞技(斗兽)场,古埃及人建造的金字塔、凯尔奈克神庙,以色列的耶利哥古城,土耳其山姆鲁特山上的巨石人、兽雕像,非洲大津巴布韦石头结构建筑遗址;到后来中美洲墨西哥人建造的托尔提瓦卡城的太阳金字塔、图拉的羽毛蛇神金字塔,南美洲哥伦比亚的雕像之谷,玻利维亚蒂亚瓦纳科的独块巨石雕像和建筑,复活节岛上面对大海默默沉思数千年的巨石像,玛雅人建造的花岗石天文台,意大利雕塑家米开朗基罗大量不朽的石雕作品,以及众多的石材艺术作品等,都记录了人类文明史上石材艺术的辉煌。

在我国,我们的祖先发现和利用石材的历史可追溯到 80 万年前的蓝田人和旧石器时期的河套人、山顶洞人,使用砾石、燧石、石英石块制成棱角石片用于生产和生活是人类应用石材的朦胧阶段。石刀、石斧、石铤、石镞、石环和石磨等具有一定使用目的的石器工具的使用,使人类进入了新石器时代。

夏商时期遗址殷墟出土的石质水牛、鸮、饕餮等鸟兽饰品,使石材的使用进入艺术领域。秦汉时期建造陵墓时使用了天然石材,如陵园石雕和陵墓前的石像生。魏、晋、南北朝时期,佛教石窟中石佛像、石菩萨像、石金刚像和精美的摩崖石刻比比皆是。隋朝建造了赵州石桥,唐朝陵墓使用了石雕华表、石翼鸟、石鸵鸟、石独角兽、石狮和石制的文臣武士。宋、辽、金时期的宋陵石像生、灵隐寺双石塔、闸口白石塔、密山法海寺石塔、泉州开元寺镇国石塔与仁寿石塔、金代兴建的北京卢沟桥,体现了石雕造型艺术的精美。元、明、清时期的石材装饰体现了少数民族的文化特征,如北京居庸关门洞上的四大雕像、北京天安门前的石制金水

桥、故宫内的石制盘龙御道、石阶踏步、天坛中的石制圆丘台、石碑坊等均为汉白玉大理石装饰;明十三陵神道两旁的石像生、定陵地下宫殿的石材装饰;清代颐和园中的十七孔大石桥、玉带石桥、昆明湖中的石坊、天安门前的精雕石华表、圆明园遗址中的石雕残柱仍显现着当年的生动和辉煌;河北易县的清西陵、遵化的清东陵,使用了非常精美的石雕装饰。

民国时期的连年战乱,影响了石材开发与应用,但1926~1929年落成的南京中山陵,仍使用了大量的石材制品,成为我国石材建筑的一个里程碑。

新中国成立后,特别是20世纪80年代改革开放以来,随着国民经济的高速发展,我国天然石材的开发利用得到了突飞猛进的发展。各类天然石材制品广泛应用于饭店、宾馆、城市公共、民用建筑、交通设施等各个建筑领域,可以说,石材的使用无处不在,已经深入到了百姓的日常生活之中。

1.2 饰面石材开采的发展历程

饰面石材的生产主要由荒料开采和石材加工两大部分组成。人力和手工是古代人类开采石材的主要手段,最早的开采方法是利用石材矿体天然的裂隙,用工具撬或将干燥的木楔插入这些裂纹中,浇水后利用木楔膨胀产生的胀裂力将石块与岩体分离。也有用燃烧木材的办法,利用花岗岩成分不同、线膨胀系数不一样的原理,使石材碎裂并在岩体上形成沟槽,使石块从岩体上分离下来。

进入工业革命时期后,在原有的使用铁锤、钢钎和钢楔人工在岩体上凿孔、劈裂开采的基础上,人们发明了早期的机械顶石装置,将带有正反螺旋机构的顶石装置放入石缝中,依靠机械力量将石料从岩体上分离下来,这就是今天使用的液压顶石机的原始雏形。100多年前,比利时人发明了世界上第一台钢丝绳锯石机,使大理石的开采工艺有了重大突破。当然,这种锯石机使用的钢丝绳比现代锯石机的要粗,钢丝绳的线速度也较低。但正是由于有了这些简单的石材开采设备,才逐渐发展演化到了今天先进的机械化开采设备。

图1-1~图1-4是一组拍摄于意大利CARRARA石材矿山开采博物馆,表现早期石材开



图 1-1 早期石材开采的采面模型



图 1-2 手工开采作业的石雕像

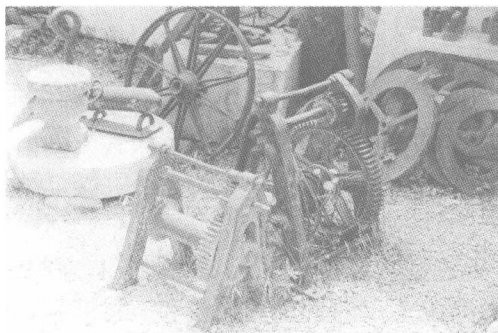


图 1-3 简易机械绞盘



图 1-4 人工大理石荒料整形机

采作业和简易石材开采机械的图片。

近几十年来,随着世界工业技术的飞速发展,石材开采工艺、开采方法和开采设备不断得到改进和提高。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。像开采大理石矿山用的钢丝绳锯机(最早的大理石锯切开采机械,十几年前就已被金刚石串珠锯取代)、金刚石串珠锯、臂式开采锯、金刚石开采带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。像开采花岗石用的火焰切割机、金刚石串珠锯、各种结构形式的单头或多头台架式凿岩机、液压劈裂机、液压顶石机、气压和水压顶推袋等开采花岗石的主体和辅助机械设备,以及各种桅杆式起重机等吊装设备,也在花岗石开采中得到广泛的应用。这些设备经过不同形式的搭配组合,形成了不同格局、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。

1.3 我国石材开采工业的现状与发展历程

中华民族有着几千年的文明历史,开采和利用石材的历史虽然悠久,但石材开采技术的提高和进步却是在新中国成立后才开始的,真正向着机械化方向发展,并缩小与世界先进石材开采水平的差距乃是在改革开放以后的 20 多年中实现的。

20 世纪 50 年代初,在一些采石场开始使用气动凿岩机代替人工铁锤、钢钎凿孔,这是以机械代替手工开采石材、向机械化开采石材迈出的第一步。

60 年代末期,杭州大理石厂从意大利引进了钢丝绳锯石机,在其所属的大理石矿山,第一个使用了钢丝绳锯石机,成为我国第一个实现部分机械化开采大理石的矿山。后来这台设备也成了我国石材行业认识了解国外先进大理石开采工艺方法的窗口,培养出许多国内石材矿山技术和管理人员。随后江苏宜兴大理石矿、广东云浮大理石矿,也先后使用了钢丝绳锯石机,成为当时国内机械化开采大理石的典范。

70 年代我国曾研制了一些机械化开采石材的设备,像链臂式开采锯机、火焰切割机和钢丝绳锯石机等设备,为我国石材矿山实现机械化开采打下了基础。

进入 80 年代,国内许多从事石材开采的企业相继进口了由钢丝绳锯石机、金刚石串珠锯、液压钻孔机、液压顶石机、桅杆吊式起重机等设备组成的大理石矿山用机械化开采的成套设备,还少量进口了当时最先进的链臂式开采锯机,由火焰切割机、台架式凿岩机等设备组成的花岗石矿山机械化成套设备,从而装备和建立了一批使用这些具有世界先进水平石材开采装备的矿山。

90 年代和进入 21 世纪后,与前 15 年相比,国内石材矿山企业进口石材机械的速度减慢许多,但所进口的石材开采机械设备的专业化程度却更高,进口设备的档次也有所提高,如具有国际先进水平、用于开采硬质大理石的金刚石开采带锯和普通链臂式开采锯机、当时在国外使用也并不很普遍的开采花岗石用金刚石串珠锯、相配套的大孔径液压或气动凿岩机等开采设备,使得部分国内石材矿山的装备水平非常接近当时国外先进石材开采的装备水平。

即便是这样大规模地进口石材机械和高速度地装备高水平设备,与石材加工行业相比,石材矿山开采业的发展速度仍然要低得多。因此,石材矿山的现代化建设和石材开采机械化的推广这一重要问题,被从事矿山生产的经营者们逐渐重视起来,并引起了石材行业的管理部门——中国石材工业协会和原国家建材局等政府部门的重视。80 年代中期,国内第一套具有当时国际先进水平的开采大理石和花岗石的机械化设备研制成功,填补了我国生产先进石材开采机械设备的空白,缩短了在这一领域内国内外技术水平的差距,为国内石材矿山装备具有国外一流水平、质优价廉的石材开采机械提供了保证。

近年来,这些国产石材开采设备的改进和升级换代也一直在进行。目前国内已有多家企业开发研制和生产出机械化的石材开采设备,如钢丝绳锯石机(已经停产)、不同结构和不同用途的金刚石串珠锯、液压钻孔机、液压顶石机、液压劈裂机、水平单头标杆式凿岩机、双头垂直台架式凿岩机、大孔径凿岩机和桅杆式起重机等。国内许多金刚石刀具制造厂家,也可以生产出高品质、用于花岗石和大理石开采的各种金刚石串珠绳,在为锯切法开采石材荒料、供应性能价格比合适的国产化刀具和耗材方面提供了保证。国内企业与意大利企业合资生产的矿山用链臂式开采锯机已经投入实际使用,使得从国内配套购买高档石材开采设备成为可能。

从最早使用钢丝绳锯石机和金刚石串珠锯的江苏宜兴大理石矿山和最早使用国产台架式凿岩机的山东荣成花岗石矿山开始到现在,国产石材开采机械设备的装备率已经远远超过了进口石材开采设备。特别是从 2003 年起,国内石材矿山掀起了一股技术改造的热潮,很多石材矿山已经从采用机械化开采石材的认识阶段,迅速进入到了落实和实施阶段。在短短的 3~4 年间,国内许多石材矿山,特别是花岗石矿山先后装备了大量的金刚石串珠锯,实现了金刚石辅助机械化开采石材的目标。同时也有大约 15 家企业先后自主开发或与国外合作生产金刚石串珠锯,以及与其配套的石材开采设备,国内石材矿山正向着机械化开采的方向前进。

到目前为止,国内一些石材品种的矿山开采,已经形成了一定的开采规模,并达到了一定的机械化开采水平,像福建的 G3597 三立达翡翠绿花岗石矿山,G3603、G3623 等系列的花岗石矿山,山东的石岛红系列和山东白麻系列等花岗石矿山,还有许多大理石矿山,在以金刚石串珠锯为主开采和辅助开采方面,都取得了成功。其中采用金刚石串珠锯全锯切开采工艺的福建省南平市 G3597 三立达翡翠绿花岗石矿山,在 2006 年 11 月中国石材工业协会举办的“全国石材矿山开采技术现场交流会”上,作为机械化开采石材的示范矿山,得到了与会代表的观摩和肯定。

我国石材矿山短期内发展的速度是很快的,除了国内生产的先进石材开采设备的装备外,还有进口的先进开采机械的不断补充。但是由于国内石材开采业是建立在一个十分落后的基础上,无论从人们对石材开采的认识水平,还是从矿山开采人员的技术素质水平,以