

新世纪石材工程技术丛书

石材矿山 开采技术

张进生 张政梅 王 志 毕研鑫 编著

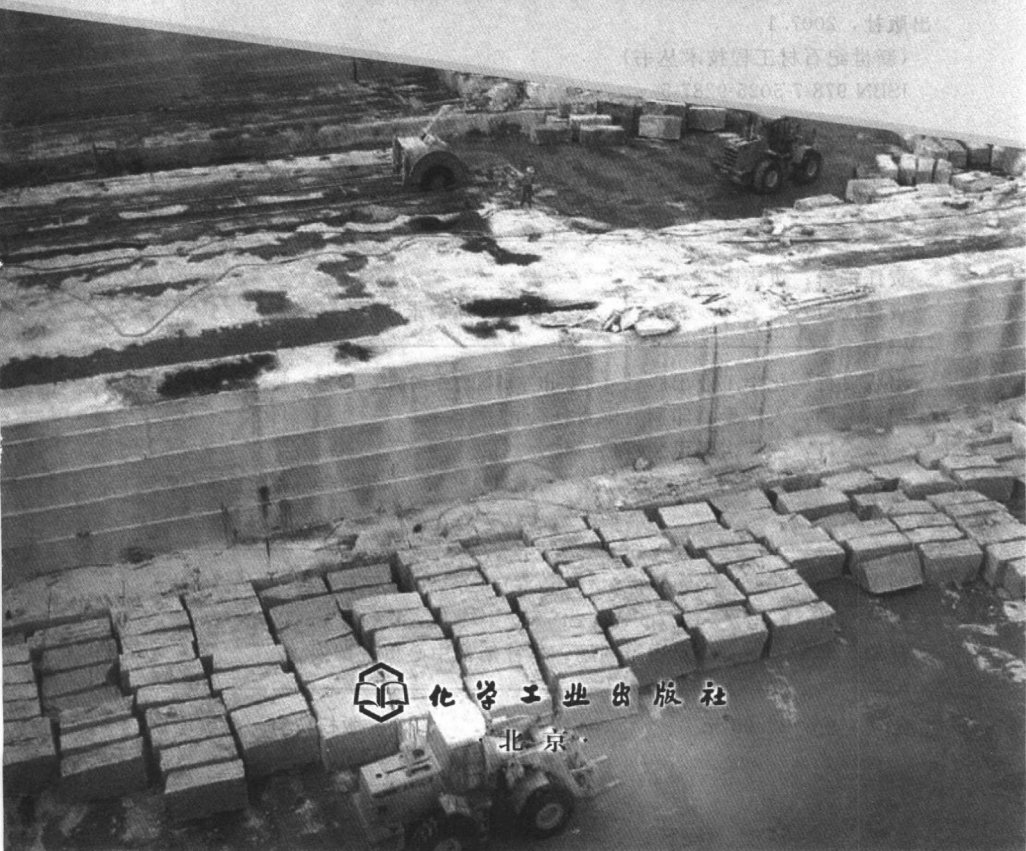


化学工业出版社

新世纪石材工程技术丛书

石材矿山 开采技术

张进生 张政梅 王志 毕研鑫 编著



化学工业出版社

北京

本书简要对石材矿床地质进行了概述,分析了石材矿床勘探、分析研究及评价,系统论述了石材矿山规模划分、生产能力分析、场地、安全、环保等规划设计,详细阐述了矿山开采理论、技术与设备,介绍了吊装、搬运技术与设备等;尤其对应用比较普遍的各种矿山开采技术与设备进行了全面、系统的论述,总结了各种开采技术的特点和适用场合;通过示例对近年来应用越来越广的金刚石串珠锯进行了重点论述。

本书理论与实践密切结合、深入浅出,内容较为翔实、系统。书中所列举的资料和数据、图片等均来自于生产实践。

本书既可以作为石材工程相关专业的教材,也可作为石材工程行业相关人员进行规划、设计、生产等的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

石材矿山开采技术/张进生等编著. —北京:化学工业出版社, 2007. 1

(新世纪石材工程技术丛书)

ISBN 978-7-5025-9287-5

I. 石… II. 张… III. 石材-矿山开采 IV. TD87

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 010187 号

责任编辑:仇志刚

责任校对:宋 玮

装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市延风装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张12½ 字数329千字 2007年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:28.00 元

版权所有 违者必究

序 言

石材制品以其天然华丽的色彩和稳定的物理化学性能使其在建筑装饰、精密机械、生活用具、工艺制品等方面得到大量应用。我国石材资源储量大，品种多，分布广，遍及全国各地。据统计，全国已发现和利用的天然石材品种达 1542 种，其中大理石 663 种，花岗石 829 种，板岩和砂岩约 50 种。花岗石地质储量达 360887 万立方米，大理石地质储量达 39792 万立方米。

经过二十多年的快速发展，中国石材工业取得了可喜的成绩，国际地位日趋提高，国际交流更加活跃，竞争力日益增强。2005 年我国石材规模以上企业生产花岗石、大理石板材超过 1.5 亿平方米，石材的产量、用量及进出口贸易量等多项指标连续多年位居世界第一位。尤其是随着“中国石材之乡”、“中国石都”、“中国石材城”、“中国石雕工艺城”、“中国石材基地中心”等集资源开采、产品加工、展览及进出口贸易于一体的大型石材基地的功能建设，石材产业集群的水平得到进一步提升，集群规模进一步壮大，石材产业链进一步完善。中国特色的“石头歌”更加响亮，中国正在由石材大国向石材强国快速迈进。

张进生教授作为山东大学石材工程技术研究方向的开拓者和国内首家省级研究中心——“山东省石材工程技术研究中心”的创始人，十几年来，带领他的团队致力于石材工程新技术和装备的研究、开发和推广应用，先后主持完成了国家、省及企业委托的石材高效加工技术与设备的科研课题 40 余项；在国内率先研制、开发了具有原创性的数控石材制品系列加工设备、矿山开采机械、专用机具等 20 余种，打破了进口设备的垄断，技术与设备推广到 20 余个省市，取得重大经济效益；先后获教育部和山东省科技进步一、二等奖 6 项，获专利 7 项，发表论文 70 余篇。为此，张进生教授

荣膺“十五”中国石材行业杰出人物。

张进生教授策划、主编的这一套《新世纪石材工程技术丛书》，内容涉及石材矿山、加工、施工、养护等，系统阐述了石材工程的基础理论和技术方法，总结了近年来石材行业的新技术和新机具，提出了新技术和新机具的研究开发及其实验方法，指出了发展趋势。丛书结构完整、内容系统、资料翔实，理论联系实际，是我国首部系统论述石材工程技术的书籍。

我相信，《新世纪石材工程技术丛书》的编著、出版，将对石材行业人才培养、推广石材工程新技术，新机具，提高石材资源的综合利用率，树立科学发展观，实现石材工业的可持续发展，推动石材行业技术水平的提升，实现石材产业升级，完善石材产业链，提高石材行业的综合竞争力等起到很好的促进作用。

中国工程院院士、山东大学教授



2006年6月6日

《新世纪石材工程技术丛书》

前 言

随着建筑装饰业和科学技术的发展,以及人们审美情趣的提高,石材制品及其工程日益呈现艺术化、高档化、个性化、规模化使用的趋势。同时,石材矿山资源管理的规范化和石材行业生产链的不断完善,使石材行业普遍认识到只有通过创新才能提高矿山资源的综合利用率、实现循环经济模式,只有创新才能提高石材制品和加工机具的质量,只有创新才能提升行业的整体水平和综合竞争力。当今石材行业发展的形势对行业从业人员、生产技术、工具、装备等提出了更高的要求。

近几年,石材加工产业发展迅猛,石材工程领域的科学研究、工具、设备制造等有了很大的发展,大量石材专用、高效加工技术与设备涌现出来,石材工程施工技术和防护养护技术也有了长足的进步。这些新技术新装备需要总结,需要推广,以更好地促进石材行业的健康发展。

基于上述情况,由山东大学、山东省石材工程技术研究中心和山东石材工业协会牵头,在中国石材工业协会、《石材》杂志社等单位的指导、帮助下,策划、编写了这套《新世纪石材工程技术丛书》。

本套丛书首期规划了《石材矿山开采技术》、《饰面石材加工技术》、《石材异型制品加工技术》、《石材工程的防护和保养》、《石材工程施工技术》、《石材加工设备的操作与维护》六个分册,内容涉及石材矿山开采、生产加工、工程施工、防护养护及设备操作维护等石材工程领域各方面,力求使之成为一套理论与实践密切结合的全面、系统反映石材工程技术及其发展的书籍。

《石材矿山开采技术》内容为石材矿山综述、规划、设计、评价,矿山开采、搬运技术与设备,矿山安全与卫生和典型矿山介

绍;《饰面石材加工技术》内容为石材制品的锯切、磨抛机理,加工技术与设备,板材工厂设计等;《石材异型制品加工技术》内容包括石材异型制品的定义、分类、应用,加工技术、工具与设备,石材特种加工方法,同时针对石材异型制品的结构、加工特点,介绍石材异型制品加工设备的设计开发、石材加工中心及石材设备数控系统的内容;《石材工程的防护和保养》内容包括石材养护、防护技术与产品,石材清洗、日常保养及翻新技术等;《石材工程施工技术》介绍了石材工程施工项目、常见的施工技术,石材幕墙的设计、施工,石材工程质量控制等;《石材加工设备的操作与维护》重点分析了石材制品生产设备的原理、结构特点、常用工艺参数的选择应用,使用操作与维护、故障诊断与排除。

丛书编委会主任为张进生教授,副主任为王志、周克继。在编写和审定过程中,《石材》杂志社谭金华主编,中国石材工业协会行业部林玉华主任,山东石材工业协会张乐林副理事长、周克继秘书长、聂燕珍主任,原山东省建材设计研究院毕研鑫总工程师,山东华兴石材机械有限公司的王兆生副总经理,山东冠鲁建材工业集团王得坤总经理、李成经理,蒙阴新华石材有限公司李成经理,山东勇进石材有限公司刘勇进董事长,高时石材集团公司吴志伟董事,烟台奥亚石材维护有限公司王建秋总经理,山东美丽石材有限公司邢美丽董事长,青岛北方石材有限公司曲宝亭总经理,环球石材(山东)有限公司翟玉义经理,荣成京润石材有限公司郭文照总经理等参与了大纲的审定工作,并对整个书稿的编写提出了许多宝贵的建议。其中山东华兴石材机械有限公司的王兆生副总经理,蒙阴新华石材有限公司李成经理,为本丛书提供了大量素材。山东大学机械工程学院、山东大学建材与建设机械研究中心和有关企业的领导和技术人员给予了大力帮助,在此表示衷心的感谢!

编委会
2006. 10

前 言

经过二十多年的快速发展，中国石材工业取得了可喜的成绩，石材矿山资源的开采、利用技术有了长足的进步。尤其是随着国务院《关于全面整顿和规范矿产资源开发秩序的通知》的贯彻实施，以及即将颁布的《石材露天矿山技术规范》的要求，石材矿山资源作为发展石材工业和开发国内外市场的基本物质条件，日趋受到重视，贯彻落实科学发展观，规范、合理、综合开采和利用石材资源，实现石材矿山资源可持续发展已逐步成为石材行业发展的共识和工作准则。

目前，我国石材资源储量大，品种多，分布广，数千座石材矿山遍及全国各地。在不同的省份，不同的位置，石材矿山开采的方法与技术的成熟度千差万别，开采技术先进、位置较好的矿山，浪费少，成荒率高；而开采技术落后或采用原始的爆破开采的矿山，浪费严重。显然，总结先进矿山的技术经验，推广应用先进的矿山规划、开采技术，规范、整合开采资源与矿山资源，提高矿山效益，减少资源的浪费十分必要。

《石材矿山开采技术》是在上述背景和要求下，分析总结国内外石材矿山规划设计和开采技术等经验基础上编写的，以期为推动先进的矿山开采技术与装备，规范和整合现有矿山资源，提高我国石材资源开发利用水平减少资源浪费等，全面提高我国石材矿山开采业水平，推动石材业走出一条科技含量高、经济效益好、资源利用率高、环境污染少、安全有保障、人力资源优势得到充分发挥的新路子，促进我国石材开采业良性健康发展，实现“建设资源节约型、环境友好型社会”的目标，把石材工业进一步做大做强，提升我国石材工业的国际地位，增强国际竞争力。

《石材矿山开采技术》是《新世纪石材工程技术丛书》之一，

内容包括石材矿床地质概述, 石材矿床勘探、分析研究及评价, 石材矿山规模划分、生产能力分析、场地、安全、环保等规划设计, 矿山开采技术与设备, 吊装、搬运技术与设备等, 尤其对应用比较普遍的各种矿山开采技术与设备进行了详细、系统的论述, 总结了各种开采技术的特点和适用场合, 对近年来应用越来越广的金刚石串珠锯进行了重点论述。

书中所列举的资料和数据、图片等均来自于生产实践, 内容较为翔实, 系统, 具有很高的参考价值。在编写过程中, 厦门新安德石业有限公司廖原时先生提供了许多宝贵资料; 为了系统、全面论述石材矿山开采技术与设备, 更好地为石材矿山的规划、设计、开采等提供技术支持, 特参考引用了石材杂志和已发行的相关图书等有关资料, 在此向相关作者表示衷心感谢。

本书由张进生任主编, 张政梅、毕研鑫、王志任副主编, 第 1 章由张进生、毕研鑫编写; 第 2 章、第 4 章由毕研鑫、王志编写; 第 3 章、第 6 章由张进生、毕研鑫、张政梅编写; 第 5 章张进生、张政梅编写; 第 7 章由张进生、张政梅、王志、郭波、黄波编写; 第 8 章由张政梅、张进生、王志编写; 第 9 章、附录由王志、张政梅、袁杰编写; 第 10 章由王志、张政梅、吴军涛编写; 第 11 章由张进生、王志、王日君编写。

由于作者水平和经验所限, 书中存在的不当之处, 恳请指正。

作者
2007 年 1 月

目 录

第 1 章 石材矿床地质概述	1
1.1 石材矿床地质	1
1.1.1 石材的分类及特征	1
1.1.2 天然石材的统一编号	9
1.1.3 石材的物理力学性能及测试	9
1.2 石材矿床成因及分类	17
1.2.1 花岗石矿床类型	20
1.2.2 大理石矿床类型	25
1.2.3 板石矿床类型	27
第 2 章 石材矿床勘探及评价	31
2.1 找矿与勘探	31
2.1.1 找矿	31
2.1.2 石材矿床勘探	32
2.2 地质勘查报告的分析研究	36
2.2.1 矿产勘查工作的四个阶段	37
2.2.2 石材矿床地质勘查规范简介	39
2.3 石材矿床裂隙的研究	45
2.3.1 裂隙及其成因	46
2.3.2 裂隙的统计方法	48
2.3.3 裂隙调查	48
2.3.4 裂隙统计图	49
2.3.5 裂隙综合分析	51
2.4 石材矿床评价	54
第 3 章 石材矿山规划设计	55
3.1 石材矿山规模划分及生产能力的确定	55
3.1.1 矿山规模及服务年限	55
3.1.2 矿山工作制度	55

3.1.3	生产能力的计算	56
3.2	石材矿山开采经济性分析	57
3.2.1	石材矿山荒料开采的主要技术经济指标	57
3.2.2	影响石材矿山经济效益的主要因素	58
3.3	石材矿山总体设计	61
3.3.1	设计在石材矿山建设中的地位和作用	61
3.3.2	设计阶段和内容深度要求	62
3.3.3	石材矿山开采设计	64
3.4	石材矿山公路设计	68
3.4.1	石材矿山公路运输的特点	68
3.4.2	石材矿山公路设计标准	69
3.4.3	矿山公路的纵向坡度和平面定线	69
3.4.4	线路设计	70
3.4.5	矿山公路路基和路面	72
3.4.6	防洪排水设计	74
3.4.7	公路设计图样	75
3.5	矿山工业场地设计	75
3.5.1	矿山工业场地位置的选择	75
3.5.2	矿山工业场地的布置	76
3.5.3	矿山爆破材料库	77
3.5.4	荒料堆放场	78
3.5.5	矿山总平面布置图	78
3.6	石材矿山环保工程设计	78
3.6.1	石材矿山环境保护的内容	79
3.6.2	石材矿山环境保护设计	79
3.7	矿山安全与卫生设计	81
第4章	石材矿山开采技术	84
4.1	石材矿山开采的分类	84
4.1.1	开采方法分类	84
4.1.2	有关石材开采的术语	88
4.2	石材矿山露天开采工艺	90
4.2.1	开采方法	90
4.2.2	开采要素	92

4.3 石材矿床开拓及剥离工程	94
4.3.1 石材矿床开拓及运输工程	94
4.3.2 石材矿床剥离工程	99
第5章 凿岩劈裂开采法技术及设备	101
5.1 人工劈裂开采法	102
5.1.1 楔子的种类与规格	102
5.1.2 楔窝打楔劈裂开采法	103
5.1.3 圆形人工复合楔分离方法	104
5.2 液压劈裂开采技术	105
5.2.1 楔子的种类	106
5.2.2 分离方法	106
5.2.3 劈裂设备	107
5.3 石材矿山凿孔设备	107
5.3.1 风动台架式凿岩机	108
5.3.2 全液压导轨凿岩机	126
5.3.3 凿岩机开采花岗石技术	133
第6章 凿岩爆裂开采技术	137
6.1 爆破器材	138
6.1.1 炸药的爆炸性能及分类	138
6.1.2 起爆材料	142
6.1.3 爆破仪表	147
6.2 爆破机理及爆破参数	150
6.2.1 爆破机理	150
6.2.2 爆破参数及其影响因素	152
6.2.3 主要参数的计算 (对普通的预裂爆破)	155
6.3 黑火药爆破开采技术	157
6.4 金属燃烧剂爆破技术	159
6.5 膨胀剂静态爆破技术	160
6.6 导爆索爆破技术	162
6.7 无填塞导爆索小药卷技术	163
6.8 黄色炸药爆破技术	164
6.9 专用炸药爆破技术	166
6.10 切槽爆破技术	166

6.11 聚能爆破技术	167
6.11.1 聚能串珠控制爆破	168
6.11.2 无罩双侧聚能爆破	169
第7章 机械锯切开采技术	170
7.1 钢丝绳锯机及其开采技术	170
7.1.1 钢丝绳锯机的工作原理	171
7.1.2 钢丝绳锯机的结构	175
7.1.3 钢丝绳锯机的安装	179
7.1.4 钢丝绳锯机的操作	182
7.1.5 钢丝绳锯机的开采技术	185
7.2 金刚石串珠锯及其开采技术	191
7.2.1 金刚石绳锯机的类型及技术性能	192
7.2.2 液压式金刚石串珠锯的结构及原理	202
7.2.3 新型金刚石串珠锯	206
7.2.4 金刚石绳锯机的开采技术	210
7.2.5 荒料整形用的轻型金刚石串珠绳锯	214
7.2.6 金刚石串珠绳锯用于矿山开采分析	215
7.3 链臂锯机及其开采技术	217
7.3.1 链臂锯机的工作原理	217
7.3.2 链臂锯机的类型及技术性能	218
7.3.3 链臂锯机的结构	219
7.4 圆盘式锯石机及其开采技术	236
7.4.1 圆盘式锯石机工作原理	236
7.4.2 圆盘式锯石机的基本结构	236
7.4.3 圆盘式锯石机的适用条件	237
7.4.4 盘式锯石机的开采工艺	238
7.5 辅助配套机具	239
7.5.1 潜孔钻机	239
7.5.2 液压钻机	242
7.5.3 液压自动压线切割机	248
7.5.4 液压顶石机	250
第8章 射流开采技术	254
8.1 火焰切岩机的工作原理	255

8.2	火焰切岩机的使用与操作	259
8.3	火焰切岩机开采方法	263
第9章	联合开采技术	266
9.1	钻机密集钻孔-凿岩爆破联合开采	266
9.2	金刚石串珠锯锯切-凿岩爆破联合开采	267
9.3	金刚石串珠锯锯切-凿岩劈裂联合开采	268
9.4	金刚石串珠锯-链臂锯机联合开采	269
9.5	火焰切割-凿岩爆破联合开采	270
9.6	金刚石圆盘式锯石机-凿岩劈裂联合开采	271
第10章	吊装机械	273
10.1	桅杆吊	274
10.1.1	斜撑固定式桅杆吊	274
10.1.2	缆索固定式桅杆吊	284
10.2	履带式起重机	285
10.2.1	履带起重机基本结构	286
10.2.2	履带式起重机的稳定性计算	287
10.3	轮式起重机	289
10.3.1	轮式起重机的用途、分类和型号	289
10.3.2	轮式起重机的基本构造	289
10.4	装载机	291
10.4.1	装载机的工作装置	291
10.4.2	装载机的生产率	292
10.4.3	装载机的用途、分类及编号	292
10.4.4	轮式装载机的基本构造	294
10.5	牵引绞车	303
10.5.1	牵引绞车的技术数据	303
10.5.2	牵引绞车的基本结构	304
10.5.3	传动与电气原理	304
10.5.4	安装与试运转	306
10.6	单斗挖掘机	307
10.6.1	单斗挖掘机的分类	307
10.6.2	单斗液压挖掘机的基本构造	307
10.6.3	单斗液压挖掘机的工作过程	322

10.6.4 单斗液压挖掘机的主要技术性能	322
第 11 章 花岗石矿山规划与开采示例	324
11.1 三立达翡翠绿花岗石矿山规划与开采	324
11.1.1 矿体资源概况	324
11.1.2 石材质量和性能	325
11.1.3 开采的规划和实施	325
11.1.4 采场后勤保障设施	328
11.1.5 矿山开采的远景规划	329
11.2 金刚石串珠锯开采花岗石的成本分析	329
11.2.1 成本分析计算的依据和假设条件	330
11.2.2 不同开采方法的直接开采成本计算	333
11.2.3 不同开采方法的分析对比	343
11.3 石材开采用金刚石串珠锯及配套机具	353
11.3.1 钻贯通孔的钻孔设备	353
11.3.2 顶推设备	354
11.3.3 辅助工具	355
11.3.4 金刚石串珠绳常用技术参数	356
附录 I 全国各省的天然石材统一编号	358
附录 II 部分石材放射性数据及放射性类别	363
附录 III 国家安全生产监督管理局 国家煤矿安全监察局 第 19 号令	368
附录 IV 金属、非金属矿山建设项目初步设计《安全专篇》 编写提纲	372
参考文献	378

第1章

石材矿床地质概述

1.1 石材矿床地质

1.1.1 石材的分类及特征

石材作为矿产资源商品，按照其商品属性，一般分为大理石（Marble，M）、花岗石（Granite，G）和板石（Slate，S）三类。我国关于天然饰面石材的国家行业标准中对其材质本身的性能提出了统一要求，如表 1-1 所示。

表 1-1 我国标准对天然饰面石材性能的技术要求

类别 性能	天然花岗石 (GB/T 18601—2001, JC/T 204—2001)	天然大理石 (JC/T 79—2001, JC/T-202—2001)	天然板石 (GB/T 18600—2001)
体积密度/(g/cm ³)	≥2.56	≥2.60	—
吸水率/%	≤0.60	≤0.50	饰面板:≤0.70 瓦板:≤0.50
干燥压缩强度/MPa	≥100.0	≥50.0	—
弯曲强度/MPa	≥8.0	≥7.0	饰面板:≥10.0 瓦板:≥40.0
耐气候性软化深度/mm	—	—	饰面板:≤0.65 瓦板:≤0.35
干湿稳定性	—	—	瓦板中部不允许含有可氧化的贯穿型黄铁矿结晶

自然界中用于饰面石材的岩石种类很多，表 1-2 是用于花岗岩和大理石的常见岩石种类。

表 1-2 用于花岗岩和大理石的常见岩石种类

商品 分类	地 质 分 类		商品品质 及用途	实 例
	岩石名称	矿体及矿石特征		
花 岗 石	辉长岩	呈岩墙、岩脉状产出，矿石为黑色和黑色 夹杂白点	墓碑石、板材	太白青
	辉绿岩	呈岩墙、岩脉状产出，矿石为黑色或绿色	墓碑石、板材	万年青
	橄辉石	呈岩墙、岩脉状产出，矿石为黑色，辉石 斑晶可闪现晕彩	板材	黑金刚
	玄武岩	呈岩被状产出，垂直岩体层面发育六棱 柱状解理。矿石为黑色	板材	建平黑
	霞石正长岩	呈岩株状产出，矿石为棕色。鸭蛋青色	板材	杜鹃红
	歪碱正常岩	呈岩株状产出，含有 3~5mm 的歪长石 斑晶，具蓝闪烁光	板材	燕山蓝
	闪长岩	呈岩株、呈岩墙状产出，矿石为灰色细-中 粒结构	墓碑石、板材	
	次火山岩	呈岩株、呈岩墙状产出，矿石为红色，散 布有黑色角闪石斑晶	板材	宝石红
	凝灰岩	呈厚层状产出，有灰、绿及淡粉色	建筑块石、 公路渣石	
	角岩	似层状产出，黑色、黑色底上均分布有由 红柱石和蓝青石组成的深黑色树叶状斑纹	板材	黑中花
	花岗岩	呈岩体产出，多为浅色	板材	白珍珠
	蚀变花岗岩	呈岩体产出，矿石为深黑色以外的各种 颜色	板材	中国红
	石英岩	厚层状产出，矿石为灰蓝色	板材	马库巴蓝 (巴西)
	石英砾岩	厚层状产出，基质为灰色，砾石为各种 颜色	板材	嵩山卵
	硅质砾岩	厚层状产出，基质为棕色、青绿色，砾石 为各种颜色	板材	五彩石
	片麻岩	岩体、岩株、透镜体状产出，矿石为各种 颜色的条纹状图案	板材	太行红
	混合岩	岩体、岩株、透镜体状产出，矿石有各种 颜色，具有肠状纹图案	板材	幻彩红