

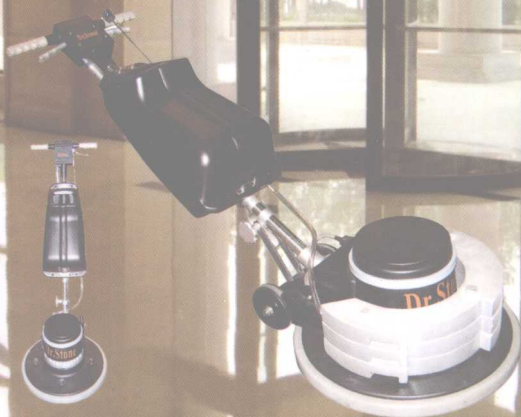
新世纪石材工程技术丛书

石材工程的 防护和保养

张进生 王 志 杨 哲 等编著



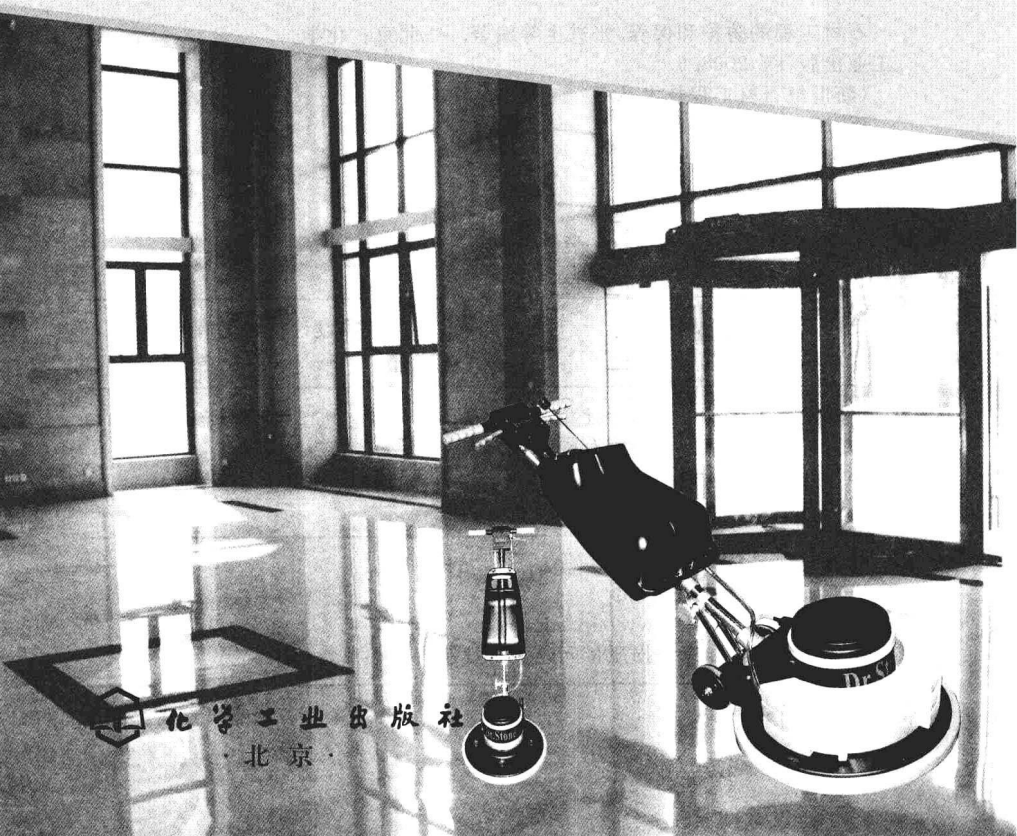
化学工业出版社



新世纪石材工程技术丛书

石材工程的 防护和保养

张进生 王 志 杨 哲 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书简要介绍了石材的基本概念、组成和性能参数、命名等,分析了石材的工程应用情况,综述了石材制品的选择和安装技术,重点论述了石材防护,养护原理与技术、防护、养护产品的选择应用,结合实例对石材制品常见的病症、成因及治理进行了较系统的阐述,对装饰石材的清洗、翻新和深加工等技术作了介绍和简要说明。

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。

本书可作为石材工程相关专业的教材,也可作为石材工程技术人员进行规划、设计、施工的培训教材或参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

石材工程的防护和保养/张进生等编著. —北京:化学工业出版社, 2008.6

(新世纪石材工程技术丛书)

ISBN 978-7-122-02914-0

I. 石… II. 张… III. ①石料-防护②石料-保养
IV. TU521.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第072298号

责任编辑:仇志刚
责任校对:王素芹

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 装:北京云浩印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张6¼ 字数155千字
2008年8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:18.00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。

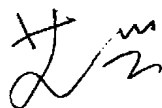
张进生教授作为山东大学石材工程技术研究方向的开拓者和国内首家省级研究中心——“山东省石材工程技术研究中心”的创始人，十几年来，带领他的团队致力于石材工程新技术和装备的研究、开发和推广应用，先后主持完成了国家、省及企业委托的石材高效加工技术与设备的科研课题 40 余项；在国内率先研制、开发了具有原创性的数控石材制品系列加工设备、矿山开采机械、专用机具等 20 余种，打破了进口设备的垄断，技术与设备推广到 20 余个省市，取得重大经济效益；先后获教育部和山东省科技进步一、二等奖 6 项，获专利 7 项，发表论文 70 余篇。为此，张进生教授

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，是我国首套系统论述石材工程技术的图书。

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、规模化使用的发展趋势。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》。

本套丛书首批规划了《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图书。

《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

本书前言

石材以其天然华丽、典雅大方的饰面效果和良好且稳定的物理化学性能，使其在建筑装饰、生活用具、艺术制品等方面得到广泛应用。随着现代石材生产技术的快速发展。石材及其制品已成为各种建筑物饰面材料的首选，厅堂内选用石材制品装饰也成为一种时尚。

天然石材是由各种矿物组成的一种岩石，其中某些活性矿物经长期风吹雨打和日晒，开始风化，某些成分和颜色开始有所改变，产生蚀变等缺陷和褪色现象，使石材失去了原有的靓丽容颜。再加上石材矿物组织间的疏松、坑洞、施工问题等，装饰板材应用一段时间后，其光泽度，防水、防污、抗风化能力，板面的完整状态及色泽等方面一般均会出现问题。因此如何防止石材工程出现问题、长久保持其装饰效果或修复出现问题等技术日益受到重视。目前，石材工程的防护、保养和修复技术已成为石材工程技术的重要组成部分。随着科学技术的发展，石材防护、保养新技术、新产品的出现和应用有效提升和保证了石材工程的质量与效果，并促进了石材行业的发展。

《石材工程的防护和保养》是“新世纪石材工程技术丛书”之一，书中简要介绍了石材的基本概念、组成和性能参数、命名等，分析了石材的工程应用情况，综述了石材制品的选择和施工技术，重点论述了石材防护，养护原理、技术，防护产品的选择应用，结合实例对石材制品常见的病症、成因及治理进行了较系统的阐述，对装饰石材的清洗、翻新和深加工技术等作了简要说明。

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，为了系统、全面论述装饰石材施工设备与步骤，更好地为石材工程的防护和保

养工程提供技术支持，参考引用了《石材》杂志和相关书籍，在此向作者表示衷心感谢。

本书编著者如下。第一章由张进生、王志编写；第二章由王志、张进生、杨哲编写；第三章由张进生、王志、刘玉梅编写；第四章由郑春英、王志、张进生编写；第五章由刘玉梅、杨哲、王志编写；第六章由杨哲、王志、张进生编写；第七章由王志、刘玉梅、张进生编写；第八章由张进生、王志、郑春英编写；第九章由杨哲、王志编写。

由于作者水平和经验所限，书中难免存在不妥之处，恳请指正。

作 者

2008.5

目 录

第 1 章 石材概述	1
1.1 石材的基本概念、分类	1
1.1.1 石材的基本概念	1
1.1.2 石材的分类	5
1.2 石材的组分	6
1.2.1 石材的化学成分	6
1.2.2 石材的矿物组成	6
1.3 石材的主要物理特性	9
1.4 天然石材的综合利用	16
第 2 章 石材的工程应用	20
2.1 石材在建筑装饰工程中的应用	20
2.1.1 建筑石材和装饰用石材的常用种类和主要用途	21
2.1.2 天然石材的主要产品和应用领域	21
2.2 饰面石材的命名及编号	23
2.2.1 饰面石材应具备的基本条件	23
2.2.2 天然饰面石材术语的定义	24
2.2.3 我国天然装饰石材的命名	25
2.2.4 天然石材统一编号	26
2.3 石材荒料	28
2.3.1 石材荒料的定义	28
2.3.2 石材荒料的命名与标记的认识方法	29
2.4 饰面石材的加工应用	30
2.4.1 天然花岗石	30
2.4.2 天然大理石	32
2.4.3 其他饰面石材	34
第 3 章 石材的选择和安装	39
3.1 石材的选择	39

3.1.1 石材应用环境的选择	39
3.1.2 石材颜色的选择	42
3.1.3 经济方面的选择	43
3.1.4 关于复合板和染色板	44
3.1.5 企业和矿山的考察	45
3.2 石材的安装	45
第4章 石材防护和防护产品	51
4.1 石材防护的意义	51
4.2 石材的毛细作用和防护机理	51
4.3 石材防护产品分类及特点	54
4.4 石材防护剂的评价标准和指标	57
4.4.1 石材防护剂性能的评判	57
4.4.2 防护剂的主要成分	58
4.5 石材防护剂的正确选择和使用	59
4.5.1 石材的防护处理	59
4.5.2 防护剂的选择和使用	61
4.5.3 对石材防护剂的再认识	62
4.6 防护剂在红砂岩石材工程中的应用	64
4.7 石材防护剂新技术、新产品	66
4.7.1 含氟石材防护剂	66
4.7.2 有机硅双涂层大理石防护剂	74
4.7.3 纳米技术在装饰石材防护剂上的应用	75
4.7.4 三合一防护剂	78
4.8 某水景广场石材防护	78
4.8.1 工程概况	78
4.8.2 防护施工方案	78
第5章 石材养护	81
5.1 概述	81
5.1.1 石材养护的概念	81
5.1.2 产品的养护原理	81
5.1.3 石材养护的重要性	81
5.2 养护剂的种类和发展	86
5.3 养护剂的比较实验	91

5.4	石材养护剂适用与否的简单判断法	95
5.5	石材养护剂操作的标准方法及注意事项	96
5.6	石材地面养护具体实施方案	97
第6章	石材常见病症、成因及治理应用实例	100
6.1	石材病变种类概述	100
6.2	石材各种病变与成因	101
6.2.1	水斑	101
6.2.2	白华	104
6.2.3	锈黄	105
6.2.4	污斑	106
6.2.5	泛碱	107
6.2.6	石灰剥蚀	108
6.2.7	苔藓植物破坏	108
6.2.8	龟裂	109
6.3	石材病变治理应用实例	109
6.3.1	地下建筑水斑发生原因、分析及处理	109
6.3.2	某购物中心干挂石材墙面变黄原因分析及治理	113
6.3.3	某地铁站内干挂石材圆柱面局部污染原因分析与治理	117
6.3.4	餐厅操作间地面石材中长石、石英晶体粒状脱离原因 分析与治理	118
6.3.5	某银行大楼多处水斑分析及治理方案	120
6.3.6	广场喷水池白色流挂形成的分析与治理方案	122
6.3.7	码头候船厅台湾大花绿风化的原因分析与治理	124
6.3.8	大理石表面多次防护后变乌原因分析及治理	125
第7章	石材的清洗与翻新	128
7.1	石材清洗的意义	128
7.2	石材的清洗技术及应用	129
7.2.1	石材的物理清洗	129
7.2.2	石材的化学清洗	130
7.2.3	花岗岩的清洗	131
7.2.4	大理石的清洗	133
7.3	石材翻新	133
7.3.1	翻新的基本概念及方法	133

7.3.2	花岗石翻新工艺	135
7.3.3	大理石翻新工艺	136
7.3.4	清洗与翻新后的防护	137
7.4	石材清洗与翻新应用实例	138
7.4.1	大花绿复原本色的清洗与步骤	138
7.4.2	酥松大理石的现场修补与翻新处理	140
第8章	石材的整体研磨	144
8.1	石材整体研磨工艺流程	144
8.1.1	石材整体研磨工艺流程简介	144
8.1.2	各工序制定的目的	144
8.2	地面花岗岩石材整体研磨处理施工工艺	146
8.3	石材整体研磨的质量要求和检测验收标准	149
8.4	“洞石”地面的修补与打磨	152
8.4.1	概述	152
8.4.2	某城市图书馆	153
第9章	石材的深加工	160
9.1	概述	160
9.2	石材染色及其工艺	161
9.2.1	石材染色技术的发展历史	161
9.2.2	石材染色配方与工艺	164
9.3	石材加工使用冷却润滑液	172
9.3.1	石材加工使用冷却润滑液的作用	172
9.3.2	石材加工用冷却润滑液的性能与参数	175
9.3.3	石材切削冷却润滑液配方及使用	176
参考文献		178

第1章

石材概述

1.1 石材的基本概念、分类

1.1.1 石材的基本概念

石材 (stone) 是指从沉积岩 (sedimentary rock)、岩浆岩 (magmatic rock)、变质岩 (metamorphic rock) 三大岩系的天然岩体中开采出来岩石, 经过加工、整形而成板状、块状和柱状材料的总称。石材是具有一定块度、强度、稳定性、可加工性以及装饰性能的天然岩石。

石材是一种特殊的建筑材料, 作为一种具有建筑和装饰双重功能的材料有着悠久的历史, 无论是欧洲那些古老的建筑还是中国古代大量的石雕石刻, 都体现着人类文明和智慧。现在, 人类社会科学和文明的快速发展和进步, 石材更被应用和发挥得淋漓尽致。在大型的建筑和楼宇中你会看到建筑物的花岗石外墙使其显的古朴典雅或庄重气派; 室内大厅也被各种颜色和纹路的石材装点得富丽堂皇或清新明亮; 各种石材雕刻和拼花无不透着人们的智慧和大自然的神气。石材装点着我们的生活, 石材记录着历史。

但是, 石材是大自然的产物, 不同品质的石材有着不同的理化

性能和特点，其抵御自然破坏的能力也是不同的，所以我们也会看到一些建筑中的石材应用效果不尽人意，给业主、设计师、装饰商留下了许多遗憾：石材看不到自然的色彩，呈现给人们的是暗淡的斑斑水迹或锈迹，大理石铺贴在外墙上，短短的时间就褪色的面目全非；室内的石材地面有的污迹斑斑，有的磨损无光，有的裂爆的千疮百孔。尽管这样，人们对石材的追求和热情有增无减，因为石材有着其他建材无与伦比的魅力和美丽。客观地讲，我们不能把出现的这些问题归咎于石材本身，也不能说哪一种石材不好，因为石材是天然的，它被动地被我们来选择和使用。我们人类发展到今天，就是在利用大自然留给我们的产物，科学利用扬长避短，使我们的一切更完美，更理想。因此，只要充分认识石材的自然属性，科学选材，正确安装，合理防护，石材一定会完美的体现人们对美的追求，长久保持自然色彩。

1.1.1.1 石材应用的历史

自古以来，天然石材一直是建筑工程中重要的结构材料和装饰材料。人类利用天然石材作建筑材料已有数千年的历史，据《水经法》记载，公元 282 年，河南洛阳东六七里有一座用石建的“旅人桥”，“下圆以通水”，这是见于记载最早的石桥。河北省赵县的赵州桥（又叫安济桥、大石桥），据推算，始建年代为隋大业年间（605～616），是保留至今最古老、最著名的石拱桥。古希腊公元前 432 年完工的雅典卫城巴特隆神殿天然大理石建筑、意大利著名的全用大理石建成的比萨斜塔、举世闻名的用汉白玉建造的故宫宫殿基座和栏杆堪称人类古典石材建筑的精华，是人类宝贵的建筑遗产。随着现代科学技术的日新月异，天然石材作为结构材料正逐渐被混凝土所代替。然而，作为建筑装饰材料，天然石材因其独具的材质，色彩的多样性、耐久性及其资源的有限性，为任何一种人造装饰材料所无法媲美。加之现代石材开采、安装工艺的进步，使天然石材在现代建筑中，特别是在建筑装饰中得到了越来越广泛的应用。

1.1.1.2 石材的基本知识

天然饰面石材一般指的是用于建筑饰面上的大理石、花岗石及部分的板石，主要是指其镜面板材，也包括火烧板、亚光板、喷砂板和饰面用的块石、条石、板材等。“石”在地质学上一般指非金属矿物，如长石、辉石等，不指岩石，而大理岩、花岗岩、板岩只不过是许许多多岩石中的一种。因此，大理石、花岗石、板石既 not 指特定的矿物也不指特定的岩石，而是一种工艺上、商业上的名称。

凡具有装饰性、成块性及可加工性的各类碳酸盐岩或镁质碳酸盐岩以及有关的变质岩，统称为大理石。常见的岩石有大理岩、石灰岩、白云岩等。其中大理岩是我国大理石矿床主要来源，许多名贵品种的大理石都产自大理岩。如汉白玉、艾叶青、蜀白玉、雪花白等。

凡具有上述性能的各类岩浆岩和以硅酸盐矿物为主的变质岩，统称为花岗石。常见的岩石有花岗岩、闪长岩、辉长岩、玄武岩、片麻岩、混合岩等。其中花岗岩以其巨大的资源量、优良的物理性能和装饰性能成为花岗石材最主要的类型，广泛应用于建筑饰面、工程石料、工艺雕刻、工业用石等方面。花岗岩是岩浆岩中最坚固、最稳定、色彩最多的岩石，其性能不但优于大理石，且优于其他岩石。

凡具有板状构造，沿板理面可剥成片，可作装饰材料用的，经过轻微变质作用形成的浅变质岩统称为板石。常见的板石有硅质板岩、黏土质板岩、云母质板岩等。

大理石、花岗石、板石统称为天然石料。天然石料目前主要用于装饰板材，用作装饰板材的天然石料必须具备一定的块度，一定的强度，可加工性和装饰性。也就是说天然石料虽然花纹和颜色美观协调，富有装饰性，但若没有一定的块度和强度，切不出可需要的荒料和板材就不能成为饰面石材。反之，天然石料虽有一定的块度和强度，但不具备美观的装饰性能，也不能称为饰面石材。

1.1.1.3 大理石、花岗石

(1) 大理石 (marble) 天然大理石是由石灰岩与白云岩在高温高压作用下矿物重新结晶, 变质而成。它具有致密的隐晶结构, 主要造岩矿物是方解石或白云石, 其主要化学成分为碳酸盐 (碳酸钙或碳酸镁)。纯大理石为白色, 我国常称汉白玉。大理石中一般常含有氧化铁、二氧化硅、云母、石墨、蛇纹石等杂质, 如含碳则成黑色; 含氧化铁则成玫瑰色、橘红色; 含氧化亚铁、铜则成绿色等。因而大理石能呈现出白、黄、红、黑、绿、灰、褐等各色斑纹, 花色品种可达上百种。大理石抛光后光洁细腻, 如脂如玉, 美丽典雅, 具有优良的装饰效果。大理石的体积密度为 $2.5 \sim 2.8 \text{ g/cm}^3$, 抗压强度为 $100 \sim 300 \text{ MPa}$, 莫氏硬度 (3~4) (肖氏硬度 40~55), 较花岗石易于切割、雕琢、磨光成天然大理石板材。常用规格为 $(300 \sim 1220) \text{ mm} \times (150 \sim 915) \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ 。天然大理石板材可分为普型板材 (N) 和异型板材两类。普型板材为正方形或方形板材, 异型板材为其他形状的板材。

(2) 花岗石 (granite) 花岗石属于深成火成岩, 是火成岩中分布最广的岩石, 是由石英、长石及少量的云母和暗色矿物 (橄榄石类、辉石类、角闪石类及黑云母等) 组成的全晶质的岩石。而建筑上所说的花岗石则泛指具有装饰功能并可以磨光、抛光的各类岩浆岩及少量其他类岩石, 主要是岩浆岩中的深成岩和部分喷出岩和变质岩等。其化学成分随产地不同而有所区别。花岗石属块状构造, 按花岗岩的晶粒大小和组成可分为伟晶、粗晶和细晶三种, 但以细粒构造性质为好, 有灰、白、黄、粉红、红、纯黑等多种颜色, 具有鲜明的色彩和绚丽的花纹, 装饰效果极佳。花岗石的体积密度为 $2.5 \sim 2.8 \text{ g/cm}^3$, 抗压强度为 $120 \sim 300 \text{ MPa}$, 孔隙率低, 吸水率为 $0.1\% \sim 0.7\%$, 莫氏硬度为 6~7 (肖氏硬度 75~110), 耐磨性好, 耐冻性也强, 可经受 $100 \sim 200$ 次以上的冻融循环。用花岗石荒料加工制成的花岗石板材, 耐久性好, 耐冻性也强, 使用年限达 75~200 年。花岗石板材按形状分为普型板材 (N) 和异型板材两种。普型板材为正方形或长方形板材, 其他形状的板材为异