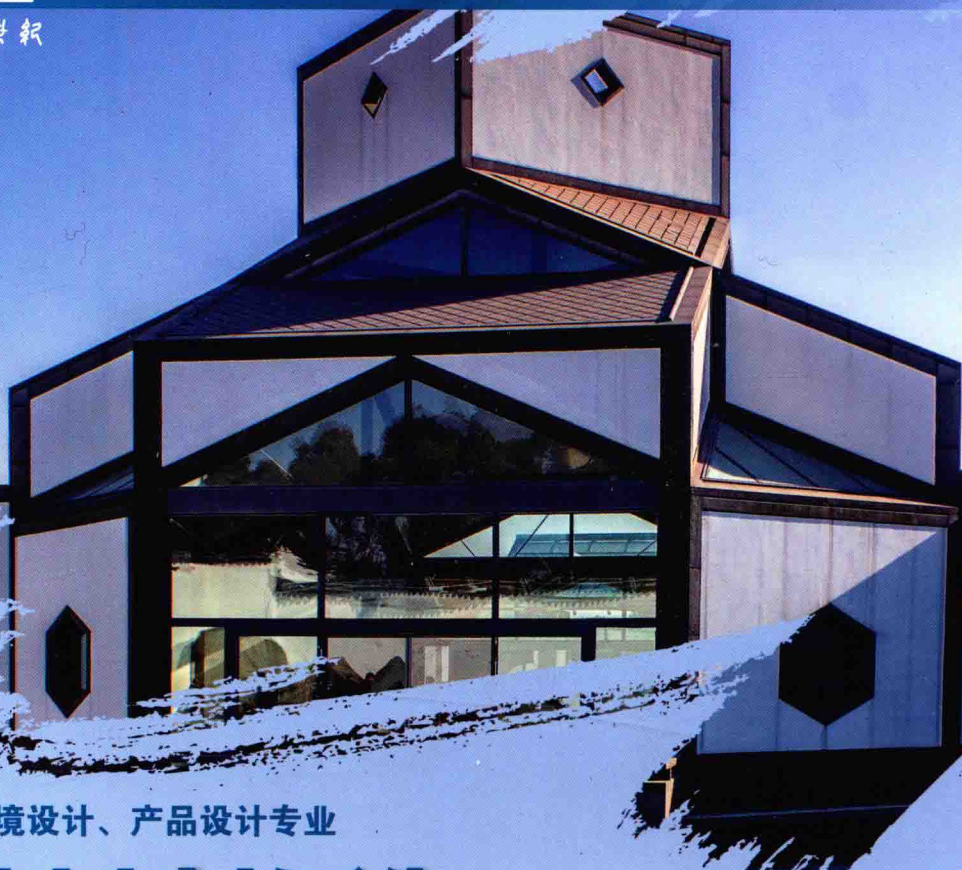




新世纪普通高等教育艺术学类课程规划教材

新世纪



适用于环境设计、产品设计专业

材料构造 与 施工工艺

CAILIAO GOUZAO YU SHIGONG GONGYI

编 著 金啸宇 钱海燕 樊岩绯



大连理工大学出版社

ZUP86
58



新世纪普通高等教育艺术类专业课程规划教材

新世纪



适用于环境设计、产品设计专业

材料构造

与

施工工艺



CAILIAO GOUZAO YU SHIGONG GONGYI

编 著 金啸宇 钱海燕 樊岩绯



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

材料构造与施工工艺 / 金啸宇, 钱海燕, 樊岩绯编
著. — 大连: 大连理工大学出版社, 2017. 2
新世纪普通高等教育艺术学类课程规划教材
ISBN 978-7-5685-0612-0

I. ①材… II. ①金… ②钱… ③樊… III. ①景观—
建筑材料—高等学校—教材②景观—建筑工程—工程施工
—高等学校—教材 IV. ①TU986

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 269157 号

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市软件园路 80 号 邮政编码: 116023

发行: 0411-84708842 邮购: 0411-84708943 传真: 0411-84701466

E-mail: dutp@dutp.cn URL: <http://www.dutp.cn>

大连市东晟印刷有限公司印刷

大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm×260mm
2017 年 2 月第 1 版

印张: 18 字数: 432 千字
2017 年 2 月第 1 次印刷

责任编辑: 王晓历

责任校对: 何雨佳

封面设计: 张莹

ISBN 978-7-5685-0612-0

定 价: 59.00 元

大连理工大学出版社



前言

《材料构造与施工工艺》是新世纪普通高等教育教材编审委员会组编的艺术学类课程规划教材之一。

近 20 年来,除传统的“八大美院”之外,全国许多普通高校先后开设了艺术设计类专业,艺术设计类专业在某种程度上变成了一种热门专业。这一方面反映出中国经济的不断发展、大众审美水平的不断提高和对青少年美学教育的更加重视,另一方面也反映出面对越来越多的艺术设计类专业设置和不断扩招的艺术设计类学生的数量,高校的师资、软、硬件设备和专业课程的积累都面临着巨大的挑战,同时也对高校的教学培养方案和课程改革提出了新的要求。

当今中国的高校在艺术设计类专业课程的标准、设置上具有较大的差异,存在重理论轻实践,课程设置缺乏重点等问题。本教材的编写正是为了培养学生的设计与创新能力,突出实践应用,将理论与实践结合,以满足 21 世纪对人才的需求。

材料是设计的物质基础,材料特性是环境设计和工业设计用料的选择依据和构造变化因素。形式、技术和经济作为设计的三个属性,材料不仅都与之相关,而且还是一个关键的要素。作为设计的物化工程作品,无论是使用功能还是精神功能的满足,都是要通过对材料的选择与构造来实现的。材料构造与施工工艺之间的关系是互为辩证的。一方面,要根据材料的物理、化学性能来选择与之相适应的施工工艺;另一方面,新的施工工艺的突破也对材料的选择提出了更高的要求。

本教材以培养实践、应用能力和方案创新设计能力为目标,在内容编排上贯穿了以设计为主的思想,强调以实际应用为主要目的。内容阐述方面,注重基本概念和基本理论,合理安排顺序,突出工程应用;从材料构造与施工工艺的基础知识





出发,除了介绍材料的相关物理、化学性能,材料的形态特点以及生态环保材料的选择之外,还结合材料介绍了一些前沿的施工工艺技术,最终使设计方案能够很好地转化为物质产品。

在编写本教材的过程中,编者与实际设计项目紧密结合,着重阐述项目中常见的材料与施工方法,极具现实指导意义。通过对本教材的学习,学生可以了解相关的实践知识,为相关专业大学生创新、创业提供一定的帮助。

考虑到相关设计类专业的特点与要求,以及学科之间的交叉,本教材创新性地分为三篇。第一篇,景观设计篇,包括景观混凝土材料、石质材料、木质材料、烧结材料及金属材料与施工工艺;第二篇,家居与商业空间设计篇,包括家居空间与商业空间中的装饰涂料、玻璃材料、陶瓷材料、装饰石材、地面装饰材料、顶棚装饰材料及墙面装饰材料与施工工艺;第三篇,产品设计篇,包括产品设计材料的表面处理、质感,产品设计金属材料、塑料材料、木质材料与成型工艺。三篇内容分别从各自的专业角度出发,精心编写,力求能够给予在校学生或设计师有价值的指导。

本教材由大连艺术学院金啸宇,大连工业大学艺术与信息工程学院钱海燕、樊岩绯编著而成。

在编写本教材的过程中,我们参考、借鉴了许多专家、学者的相关著作,对于引用的段落、文字尽可能一一列出,谨向各位专家、学者一并表示感谢。

尽管我们在教材特色的建设方面做了许多努力,但由于编者水平有限,教材中难免存在疏漏和不妥之处,恳请教学单位和读者多提宝贵意见,以便下次修订时改进。

编者

2017年2月

所有意见和建议请发往: dutpbk@163.com

欢迎访问教材服务网站: <http://www.dutpbook.com>

联系电话: 0411-84708445 84708462



第一篇 景观空间中的材料与施工工艺

第一章 景观混凝土材料与施工工艺	3
第一节 混凝土材料的基础知识	3
第二节 混凝土材料在景观中的应用	4
第三节 混凝土材料的施工工艺	19
第二章 景观石质材料与施工工艺	23
第一节 石质材料的基础知识	23
第二节 石质材料的施工工艺	29
第三章 景观木质材料与施工工艺	34
第一节 木质材料的基础知识	34
第二节 木质材料的施工工艺	37
第四章 景观烧结材料与施工工艺	41
第一节 烧结材料的基础知识	41
第二节 烧结材料的施工工艺	45
第五章 景观金属材料与施工工艺	49
第一节 金属材料的基础知识	49
第二节 金属材料的防腐	56
第三节 金属材料的施工工艺	59

第二篇 家居空间与商业空间中的装饰材料与施工工艺

第六章 家居空间与商业空间中的装饰涂料与施工工艺	63
第一节 装饰涂料的基础知识	63
第一节 外墙涂料	68
第三节 内墙涂料	71
第四节 地面和顶棚涂料	73
第五节 防火涂料	74
第六节 漆类涂料	77
第七节 装饰涂料的施工工艺	78
第七章 家居空间与商业空间中的玻璃材料与施工工艺	85
第一节 玻璃材料的基础知识	85
第二节 玻璃材料在室内设计中的运用	86
第三节 玻璃材料的施工工艺	100

第八章 家居空间与商业空间中的陶瓷材料与施工工艺	102
第一节 陶瓷材料的基础知识.....	102
第二节 外墙面砖.....	105
第三节 内墙面砖.....	107
第四节 地面砖.....	108
第五节 陶瓷锦砖.....	109
第六节 陶瓷材料的施工工艺.....	111
第九章 家居空间与商业空间中的装饰石材与施工工艺	115
第一节 装饰石材的基础知识.....	115
第二节 大理石.....	118
第三节 人造石材.....	124
第四节 文化石.....	128
第五节 装饰石材的施工工艺.....	130
第十章 家居空间与商业空间中的地面装饰材料与施工工艺	133
第一节 木制地板.....	133
第二节 塑料地板.....	137
第三节 橡胶地板.....	141
第四节 活动地板.....	142
第五节 地 毯.....	144
第六节 地面装饰材料的施工工艺.....	148
第十一章 家居空间与商业空间中的顶棚装饰材料与施工工艺	151
第一节 石膏板.....	151
第二节 矿棉装饰吸声板.....	155
第三节 玻璃棉装饰吸声板.....	157
第四节 钙塑泡沫装饰吸声板.....	158
第五节 金属微穿孔装饰吸声板.....	160
第六节 铝合金天花板.....	161
第七节 顶棚装饰材料的施工工艺.....	163
第十二章 家居空间与商业空间中的墙面装饰材料与施工工艺	167
第一节 木饰面板.....	167
第二节 装饰薄木.....	172
第三节 人造装饰板.....	174
第四节 金属装饰板.....	175
第五节 合成装饰板.....	181
第六节 塑料饰面.....	185
第七节 壁 纸.....	187
第八节 装饰墙布.....	188
第九节 墙面装饰材料的施工工艺.....	190

第三篇 产品设计中的材料与施工工艺

第十三章	产品设计材料的表面处理	197
第一节	材料表面处理的目的	197
第二节	材料表面处理的分类	197
第三节	表面预处理	198
第四节	镀层被覆	200
第五节	有机涂装	202
第六节	珐琅被覆	208
第七节	金属的表面改质处理	209
第八节	表面精加工	210
第十四章	产品设计材料的质感	211
第一节	质感的属性	211
第二节	质感的分类	211
第三节	质感的设计	213
第十五章	产品设计金属材料与成型工艺	216
第一节	金属材料概述	216
第二节	金属材料的成型工艺	217
第三节	切削加工	226
第四节	常用金属材料	232
第五节	金属材料在产品设计中的应用	240
第十六章	产品设计塑料材料与成型工艺	242
第一节	塑料材料概述	242
第二节	塑料材料的基本特性	245
第三节	塑料材料的成型工艺	249
第四节	常用塑料材料	260
第五节	塑料材料在产品设计中的应用	266
第十七章	产品设计木质材料与成型工艺	268
第一节	木质材料概述	268
第二节	木质材料的成型工艺	270
第三节	常用木质材料	276
第四节	木质材料在产品设计中的应用	278
参考文献		280

第一章 景观混凝土材料与施工工艺

第一篇 景观空间中的材料与施工工艺

进入二十一世纪,随着经济的高速发展和人们生活水平的提高,景观空间越来越被人们所重视,对混凝土的使用不再仅仅局限于土木工程中,小试、庭院、广场、公园等场所也开始运用混凝土作为装饰材料来营造独特的景观效果。混凝土不仅在传统的结构方面发挥作用,在现代景观中,也已结合其他技术和工艺,起到了较好的美化环境的作用。所以,我们需要对混凝土材料及其施工工艺有所了解,通过对其恰当巧妙的应用,达到节约资源,节能,减少环境污染的目的,更重要的是使混凝土材料能够焕发出新的魅力。

第一节 混凝土材料的基础知识

一、混凝土的概念

混凝土,简称“砼”,是由胶凝材料将骨料胶结在一起的复合材料。在土木工程中,混凝土是一种最常用的结构材料。混凝土中,石子和水灰比是影响混凝土性能的两个主要因素。混凝土的强度、耐久性等性能都与这两个因素密切相关。

- 第一章 景观混凝土材料与施工工艺
- 第二章 景观石制材料与施工工艺
- 第三章 景观木制材料与施工工艺
- 第四章 景观烧结材料与施工工艺
- 第五章 景观金属材料与施工工艺

二、混凝土的分类

(一)按表观密度分类

1. 重混凝土

重混凝土指的是表观密度为 2900 kg/m^3 以上的混凝土。重混凝土通常是由重骨料(如铁矿石、磁铁矿、重晶石等)和水泥砂浆配制而成的。重混凝土具有抗辐射、抗冲击、抗腐蚀等性能,广泛应用于核工业的屏蔽结构。

2. 普通混凝土

普通混凝土指的是表观密度为 $2000\sim 2800\text{ kg/m}^3$ 的混凝土。普通混凝土是由普通骨料(如砂、石子)和水泥砂浆配制而成的。普通混凝土广泛应用于各种建筑的结构。

3. 轻混凝土

轻混凝土指的是表观密度为 $1000\sim 1900\text{ kg/m}^3$ 的混凝土。轻混凝土通常是由轻骨料(如膨胀珍珠岩、膨胀蛭石、陶粒等)和水泥砂浆配制而成的。轻混凝土具有轻质、保温、隔热等性能,广泛应用于非承重结构。

(二)按胶凝材料分类

按胶凝材料的不同,混凝土可分为水泥混凝土、聚合物混凝土、复合混凝土等。

景观空间中的植物配置工程工艺

景观空间中的植物配置工程工艺	第一章
景观空间中的植物配置工程工艺	第二章
景观空间中的植物配置工程工艺	第三章
景观空间中的植物配置工程工艺	第四章
景观空间中的植物配置工程工艺	第五章

第一章 景观混凝土材料与施工工艺

进入二十一世纪,随着社会生产力和经济的快速发展,混凝土材料在施工过程中越来越被人们所重视,对混凝土的使用不再仅局限于土木工程中,小区、庭院、广场、公园等场所也开始运用混凝土作为施工材料来营造出独具特色的景观效果。混凝土不仅是在传统的结构方面发挥作用,在现代景观中,也已结合其他技术和工艺,起到了较好的美化环境的作用。所以,我们需要对混凝土材料及其施工工艺有所了解,通过对其恰当巧妙的应用,达到节约资源、能源,减少环境污染的目的,更重要的是使混凝土材料能够焕发出新的魅力。

第一节 混凝土材料的基础知识

一、混凝土的概念

混凝土简称“砼”,是指由胶凝材料将集料胶结成整体的工程复合材料的统称,是当代最常用的土木工程材料之一。常用的水泥混凝土是由石子、砂子、水泥和水按一定比例均匀拌合,灌注在所需形体的模板内捣实,硬结后而成的人造石材。

在混凝土中,石子和砂起骨架作用,称为骨料。水泥和水构成水泥浆,包裹了骨料颗粒并填充空隙。骨料和水泥复合发挥作用,构成混凝土整体。

二、混凝土的分类

(一)按表观密度分类

1. 重混凝土

重混凝土指的是表观密度为 $2\ 900\text{ kg/m}^3$ 以上的混凝土,通常采用高密度的骨料制成,因为有重晶石和铁矿石等骨料,所以重混凝土具有阻挡 X 射线、 γ 射线的功能,就是人们常说的防辐射混凝土,它广泛应用于核工业的屏蔽结构上。

2. 普通混凝土

普通混凝土指的是表观密度为 $2\ 004\sim 2\ 840\text{ kg/m}^3$,以水泥为胶凝材料,采用天然的普通砂石作为骨料配制而成的混凝土。普通混凝土是建筑工程中应用最广、用量最大的混凝土材料,主要用于各种建筑的承重结构。

3. 轻混凝土

轻混凝土指的是表观密度小于 $2\ 000\text{ kg/m}^3$ 的混凝土。按组成材料可分为三类,即轻骨料混凝土、多孔混凝土、大孔混凝土。按用途可分为结构用、保温用和结构兼保温用三种。

(二)按胶凝材料分类

混凝土按照所用胶凝材料的不同可分为水泥混凝土、石膏混凝土、聚合物混凝土、聚合

物水泥混凝土、水玻璃混凝土、沥青混凝土和硅酸盐混凝土几种。

(三)按用途分类

混凝土按其用途可分为结构混凝土、防水混凝土、装饰混凝土、耐热混凝土、耐酸混凝土、防辐射混凝土、膨胀混凝土、道路混凝土和水中不分散混凝土等。

(四)按生产工艺和施工方法分类

混凝土按生产工艺和施工方法可分为泵送混凝土、喷射混凝土、压力灌浆混凝土、离心混凝土、真空脱水混凝土、碾压混凝土、挤压混凝土等。按配筋方式可分为素(即无筋)混凝土、钢筋混凝土、钢丝网水泥、纤维混凝土、预应力混凝土等。

三、混凝土的性质

由于混凝土材料的特殊性,其性能包括两个部分:一是混凝土硬化之前的性能,即和易性;二是混凝土硬化后的性能,包括强度、变形性和耐久性等。

混凝土的和易性又称工作性,是指混凝土拌合物在一定的施工条件下,便于各种施工工序(拌合、运输、浇筑、振捣)的操作,以保证获得均匀密实的混凝土性能。和易性是一项综合技术指标,反映混凝土拌合物易于流动但组分间又不分离的一种特性,包括流动性(稠度)、黏聚性和保水性三个主要方面。

混凝土强度是混凝土硬化后的主要力学性能,反映混凝土抵抗载荷的量化能力。混凝土强度包括抗压、抗拉、抗剪、抗弯及握裹强度。其中以抗压强度最大,抗拉强度最小。

混凝土的变形性是指混凝土在硬化和使用过程中,由于受到物理、化学和力学等因素的作用,发生各种变形的性能。由物理、化学因素引起的变形称为非载荷作用下的变形,包括化学收缩、干湿变形、碳化收缩及温度变形等;由载荷作用引起的变形称为在载荷作用下的变形,包括在短期载荷作用下的变形及长期载荷作用下的变形。

混凝土的耐久性是指混凝土在实际使用条件下抵抗各种破坏因素的作用,长期保持强度和外观完整性的能力,包括混凝土的抗冻性、抗渗性、抗蚀性及抗碳化能力等。

第二节 混凝土材料在景观中的应用

混凝土的诸多特点使其应用范围特别广泛,不仅应用于各种土木工程中,在造船业、机械工业、海洋开发等方面也大量应用。在现代环境景观营造中,对混凝土材料的应用也是很普遍的,各种功能和形式的景观既需要用丰富的景观材料来表达,也需要材料能够展现和发挥其多样的形式和作用。混凝土材料在景观中除了作为基础结构外,通常还应用于景观道路和广场等场地的铺装,水池、花池、景墙、文化柱等的砌筑及表面装饰,预制景观中的地砖、廊架、座椅、汀步、盖板、道牙、浮雕、栏杆等的构筑,除此之外,还包括对废弃混凝土制品及凝结块的再利用等。目前,混凝土是景观材料的重要组成部分,景观中常见的有沥青混凝土、装饰混凝土、纤维混凝土、绿化混凝土、透水性混凝土和混凝土制品等。

一、普通混凝土

普通混凝土的组成材料如下。



(一) 水泥

配制混凝土所用的水泥应符合国家现行标准有关规定。除此之外,在配制时应合理地选择水泥品种和强度等级。

1. 水泥品种

水泥品种应根据工程特点,所处环境条件及设计、施工要求进行选择。

2. 水泥强度等级

水泥强度等级应与混凝土设计强度等级相一致,原则上是高强度等级的水泥配制高强度等级的混凝土。

(二) 细骨料

混凝土用砂可分为天然砂、人工砂两类。天然砂是由自然风化、水流搬运和分选、堆积形成的粒径小于 4.75 mm 的岩石颗粒,但不包括软质岩、风化岩石的颗粒组成。按产源不同,天然砂分为河砂、湖砂、山砂、淡化海砂。

人工砂是经除土处理的机制砂、混合砂的统称。机制砂是由机械破碎、筛分制成的粒径小于 4.75 mm 的岩石颗粒,但不包括软质岩、风化岩石的颗粒组成;混合砂是由机制砂、天然砂混合制成的砂。

砂子按技术要求分为Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类。Ⅰ类宜用于强度等级大于 C60 的混凝土;Ⅱ类宜用于强度等级在 C30~C60 及抗冻、抗渗或其他要求的混凝土;Ⅲ类宜用于强度等级小于 C30 的混凝土和建筑砂浆。

根据《建筑用砂》(GB/T 14684—2011),对砂的技术要求如下。

1. 颗粒级配及粗细程度

①颗粒级配。颗粒级配是指不同粒径的砂粒互相搭配的情况。砂子的空隙率取决于砂子各级粒径的搭配程度。级配良好的砂,不仅可以节省水泥,而且混凝土结构密实,强度、耐久性高。

②粗细程度。粗细程度是指不同粒径砂粒混合在一起的总体粗细程度。在相同质量的条件下,粗砂的总表面积小,包裹砂表面所需的水泥浆就少;反之,细砂的总表面积大,包裹砂表面所需的水泥浆就多。因此,在和易性要求一定的条件下,采用较粗的砂配制混凝土,可减少拌合用水量,节约水泥用量。

在拌制混凝土时,砂的粗细程度和颗粒级配应同时考虑。当砂含有较多的粗颗粒,并以适当的中颗粒及少量的细颗粒填充其空隙时,则既具有较小的空隙率又具有较小的总表面积,不仅节约水泥,而且还可以提高混凝土的密实性与强度。

③砂的粗细程度与颗粒级配的评定采用一套标准的方孔筛,孔径依次为 0.15 mm、0.3 mm、0.6 mm、1.18 mm、2.36 mm、4.75 mm。称取试样 500 g,将试样倒入按孔径大小从上到下组合的套筛(附筛底)上,然后进行筛分,称取留在各筛上的筛余量,计算各筛上的分计筛余百分率 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 及累计筛余百分率 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 ,累计筛余百分率与分计筛余百分率计算关系见表 1-1。



表 1-1 累计筛余百分率与分计筛余百分率计算关系

筛孔尺寸/mm	筛余量/g	分计筛余百分率/%	累计筛余百分率/%
4.75	m_1	$a_1 = (m_1/500) \times 100\%$	$A_1 = a_1$
2.36	m_2	$a_2 = (m_2/500) \times 100\%$	$A_2 = a_1 + a_2$
1.18	m_3	$a_3 = (m_3/500) \times 100\%$	$A_3 = a_1 + a_2 + a_3$
0.6	m_4	$a_4 = (m_4/500) \times 100\%$	$A_4 = a_1 + a_2 + a_3 + a_4$
0.3	m_5	$a_5 = (m_5/500) \times 100\%$	$A_5 = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5$
0.15	m_6	$a_6 = (m_6/500) \times 100\%$	$A_6 = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6$

细度模数 M_x 的计算公式如下：

$$M_x = (A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 - 5A_1) / (100 - A_1)$$

式中, M_x 为细度模数; $A_1 \sim A_6$ 分别为 4.75 mm、2.36 mm、1.18 mm、0.6 mm、0.3 mm、0.15 mm 筛的累计筛余百分率。

细度模数越大表示砂越粗。普通混凝土用砂的细度模数范围一般在 3.7~1.6, 其中 3.7~3.1 为粗砂, 3.0~2.3 为中砂, 2.2~1.6 为细砂, 1.5~0.7 为特细砂。

对细度模数为 3.7~1.6 的普通混凝土用砂, 根据 0.6 mm 筛的累计筛余百分率分成三个级配区, 见表 1-2, 混凝土用砂的颗粒级配应处于三个级配区中的任一级配区。

表 1-2 砂的颗粒累计筛余百分率级配 %

累计筛余级配区 方孔筛	I 区	II 区	III 区
9.50 mm	0	0	0
4.75 mm	10~0	10~0	10~0
2.36 mm	35~5	25~0	15~0
1.18 mm	65~35	50~0	25~0
0.6 mm	85~71	70~41	40~16
0.3 mm	95~80	92~70	85~55
0.15 mm	100~90	100~90	100~90

注: 1. 砂的实际颗粒级配与表中所列数字相比, 除 4.75 mm 和 0.6 mm 筛孔外, 可以略有超出, 但超出总量应小于 5%;

2. I 区人工砂中 0.15 mm 筛孔的累计筛余百分率可以放宽到 100~85, II 区人工砂中 0.15 mm 筛孔的累计筛余百分率可以放宽到 100~80, III 区人工筛中 0.15 mm 筛孔的累计筛余百分率可以放宽到 100~75。

2. 含泥量、泥块含量和石粉含量

含泥量为天然砂中粒径小于 75 μm 的颗粒含量; 泥块含量指砂中原粒径大于 1.18 mm, 经水浸洗、手捏后粒径小于 600 μm 的颗粒含量。泥通常包裹在砂颗粒表面, 妨碍了水泥浆与砂的黏结, 使混凝土的强度、耐久性降低。

天然砂的含泥量和泥块含量规定见表 1-3。

表 1-3 天然砂的含泥量和泥块含量

项 目	指标		
	I 类	II 类	III 类
含泥量(按质量计)/%	<1.0	<3.0	<5.0
泥块含量(按质量计)/%	0	<1.0	<2.0

石粉含量是人工砂中粒径小于 75 μm 的颗粒含量。过高的石粉含量会妨碍水泥与骨

料的黏结,对混凝土无益,但适量的石粉含量不仅可弥补人工砂颗粒多棱角对混凝土带来的不利,还可以完善砂子的级配,提高混凝土的密实性,进而提高混凝土的综合性能,反而对混凝土有益。因此人工砂石粉含量分别定为3%、5%、7%,比天然砂中石粉含量放宽2%。为防止人工砂在开采、加工等中间环节掺入过量泥土,测石粉含量前必须先通过亚甲蓝(MB)试验检验。

人工砂中的石粉含量和泥块含量的规定见表 1-4。

表 1-4 人工砂中石粉含量和泥块含量

项 目				指标		
				I 类	II 类	III 类
1	亚甲蓝试验	MB 值<1.4	石粉含量(按质量计)/%	<3.0	<5.0	<7.0
2		或合格	泥块含量(按质量计)/%	0	<1.0	<2.0
3		MB 值≥1.4	石粉含量(按质量计)/%	<1.0	<3.0	<5.0
4		或不合格	泥块含量(按质量计)/%	0	<1.0	<2.0

3. 有害物质含量

配制混凝土的细骨料要求清洁,不含杂质,以保证混凝土质量。国家标准中规定,砂中不应混有草根、树叶、树枝、塑料、煤块等杂物,并对云母、轻物质、有机物、硫化物及硫酸盐、氯化物等含量做了规定,见表 1-5。

表 1-5 有害物质含量

项 目	指 标		
	I 类	II 类	III 类
云母(按质量计)/%	<1.0	<2.0	<2.0
轻物质(按质量计)/%	<1.0	<1.0	<1.0
有机物(比色法)	合格	合格	合格
硫化物及硫酸盐(按 SO ₃ 质量计)/%	<0.5	<0.5	<0.5
氯化物(以氯离子质量计)/%	<0.01	<0.02	<0.06

4. 坚固性

砂的坚固性是指砂在自然风化和其他外界物理、化学因素作用下,抵抗破坏的能力。天然砂采用硫酸钠溶液法进行试验,砂样经 5 次循环后其质量损失应符合表 1-6 的要求。

表 1-6 天然砂坚固性指标

项 目	指 标		
	I 类	II 类	III 类
质量损失/%	<8	<8	<10

人工砂采用压碎指标法进行试验,压碎指标值应符合表 1-7 的规定。

表 1-7 人工砂压碎指标

项 目	指 标		
	I 类	II 类	III 类
单级最大压碎指标/%	<20	<25	<30

5. 表观密度、松散堆积密度、空隙率

砂的表观密度、松散堆积密度、空隙率应符合如下规定:表观密度大于 2 500 kg/m³;松散堆积密度大于 1 350 kg/m³;空隙率小于 47%。



粗骨料(三)粗骨料

粒径大于 4.75 mm 的骨料称为粗骨料,常有碎石和卵石两种。碎石是天然岩石或卵石经机械破碎、筛分制成的粒径大于 4.75 mm 的岩石颗粒;卵石是由自然风化、水流搬运和分选、堆积而成的粒径大于 4.75 mm 的岩石颗粒,卵石按来源不同可分为河卵石、海卵石、山卵石等。碎石与卵石相比,表面比较粗糙、多棱角,表面积大、空隙率大,与水泥的黏结强度较高。因此,在水灰比相同的条件下,用碎石拌制的混凝土,流动性较小,但强度较高;而卵石则正好相反,即流动性较大,但强度较低。

碎石、卵石按技术要求分为 I、II、III 类。I 类宜用于强度等级大于 C60 的混凝土;II 类宜用于强度等级在 C30~C60 及抗冻、抗渗或其他要求的混凝土;III 类宜用于强度等级小于 C30 的混凝土。

《建筑用卵石、碎石》(GB/T 14685—2011)对粗骨料的技术要求如下。

1. 颗粒级配和最大粒径

粗骨料颗粒级配好坏的判定也是通过筛分法进行的。取一套孔径分别为 2.36 mm、4.75 mm、9.50 mm、16.0 mm、19.0 mm、26.5 mm、31.5 mm、37.5 mm、53.0 mm、63.0 mm、75.0 mm 及 90.0 mm 的标准方孔筛进行试验。各筛的累计筛余百分率须满足表 1-8 的规定。

表 1-8 粗骨料的颗粒级配

方孔筛/mm	2.36	4.75	9.50	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5	53.0	63.0	75.0	90.0
连续粒级	5~16	95~100	85~100	30~60	0~10	0						
	5~20	95~100	90~100	40~80	—	0~10	0					
	5~25	95~100	90~100	—	30~70	—	0~5	0				
	5~31.5	95~100	90~100	70~90	—	15~45	—	0~5	0			
	5~40	—	90~100	70~90	0	30~65	—	—	0~5	0		
单粒级	10~20		—	85~100	55~70	0~15	0					
	16~25		95~100	95~100	85~100	25~40	0~10					
	20~40			95~100		80~100		0~10	0			
	40~80					95~100		70~100		30~60	0~10	0

粗骨料的颗粒级配按供应情况分连续粒级和单粒粒级两种。

最大粒径是用来表示粗骨料粗细程度的,公称粒级的上限称为该粒级的最大粒径。例如,5~31.5 mm 粒级的粗骨料,其最大粒径为 31.5 mm,粗骨料的粒径增大则该粒级的粗骨料总表面积减小,包裹粗骨料所需的水泥浆量就少。在一定和易性和水泥用量条件下,则可减少用水量而提高混凝土强度。对中低强度的混凝土,尽量选择最大粒径较大的粗骨料,但一般不宜超过 40 mm。

除此之外,最大粒径不得超过结构截面最小尺寸的 1/4;不得超过钢筋最小净距的 3/4;对于实心板,不得超过板厚的 1/3 且不得超过 40 mm;对于泵送混凝土,最大粒径与输送管道内径之比,碎石不宜大于 1:3,卵石不宜大于 1:2.5。

2. 泥、泥块及有害物质的含量

粗骨料中含泥量是指粒径小于 75 μm 的颗粒含量;泥块含量是指粒径大于 4.75 mm,

经水浸洗、手捏后粒径小于 2.36 mm 的颗粒含量。粗骨料中泥、泥块及有害物质含量应符合表1-9、表 1-10 的规定。

表 1-9 粗骨料含泥量和泥块含量

项 目	指 标		
	I 类	Ⅱ类	Ⅲ类
含泥量(按质量计)/%	<0.5	<1.0	<1.5
泥块含量(按质量计)/%	0	<0.5	<0.7

表 1-10 粗骨料的有害物质含量

项 目	指 标		
	I 类	Ⅱ类	Ⅲ类
有机物	合格	合格	合格
硫化物及硫酸盐 (按 SO ₃ 质量计)/%	<0.5	<1.0	<1.0

3. 针、片状颗粒含量

卵石和碎石颗粒的长度大于该颗粒所属相应粒级的平均粒径 2.4 倍者为针状颗粒；厚度小于平均粒径 0.4 倍者为片状颗粒(平均粒径指粒级上、下限粒径的平均值)。针、片状颗粒易折断，且会增大骨料的空隙率和总表面积，使混凝土拌合物的和易性、强度、耐久性降低。因此应限制其在粗骨料中的含量，针、片状颗粒含量可采用针状和片状规准仪测得，其含量规定见表 1-11。

表 1-11 粗骨料的针、片状颗粒含量

项 目	指 标		
	I 类	Ⅱ类	Ⅲ类
针、片状颗粒(按质量计)/%	<5	<15	<25

4. 强度

为了保证混凝土的强度必须保证粗骨料具有足够的强度。粗骨料的强度指标有两个：一是岩石抗压强度，二是压碎指标。

①岩石抗压强度。岩石抗压强度是将母岩制成 50 mm×50 mm×50 mm 的立方体试件或 φ50 mm×50 mm 的圆柱体试件，在水中浸泡 48 h 后，取出擦干表面水分，测得其在饱和水状态下的抗压强度。《建筑用卵石、碎石》(GB/T 14685—2011)中规定火成岩应不小于 80 MPa，变质岩应不小于 60 MPa，水成岩应不小于 30 MPa。

②压碎指标。压碎指标是测定碎石或卵石抵抗压碎的能力，可间接地推测其强度的高低，压碎指标应符合表 1-12 的规定。

表 1-12 压碎指标

项 目	类 别		
	I 类	Ⅱ类	Ⅲ类
碎石压碎指标/%	<10	<20	<30
卵石压碎指标/%	<12	<16	<16

5. 坚固性

坚固性是指卵石、碎石在自然风化和其他外界物理、化学因素作用下抵抗破裂的能力。