

土木工程 专业专升本系列教材

TUMUGONGCHENGZHUANYE
ZHUANSHENGBENXILIEJIAOCAI

新型 建筑 材料

王福川

主编

本系列教材编委会

组织编写

XINXINGJIANZHUCAILIAO

中国建筑工程工业出版社

土木工程专业专升本系列教材

新型建筑材料

本系列教材编委会 组织编写

王福川 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新型建筑材料/王福川主编. —北京: 中国建筑
工业出版社, 2003
(土木工程专业专升本系列教材)
ISBN 7-112-05445-1

I. 新... II. 王... III. 建筑材料-高等学
校-教材 IV. TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第026279号

土木工程专业专升本系列教材

新型建筑材料

本系列教材编委会 组织编写

王福川 主编

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 17 字数: 340 千字

2003 年 7 月第一版 2003 年 7 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 24.00 元

ISBN 7-112-05445-1

TU·4769 (11059)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书以土木工程类专科毕业生为对象,在简要复习通用水泥、普通混凝土、建筑钢材等常用结构材料基本理论知识的基础上,系统介绍了新型结构材料(轻骨料混凝土、砌块、蒸压灰砂砖、复合墙体等)、生态建筑材料(高性能混凝土、再生骨料混凝土、加气混凝土、生态烧结制品)、化学建筑材料以及建筑装饰材料等新型建筑材料的组成、生产工艺、技术性能及其在建筑工程中的应用知识。为了方便自学,章名列出了学习要点,每章末给出了适量思考题。

本书具有内容新颖、方便自学、加强应用、体现国家最新技术规范的特点,除作为土木工程类专业专升本的教材外,也可供土建施工、设计、科研及管理人员学习参考。

* * *

责任编辑:陈 桦

土木工程专业专升本系列教材编委会

- 主 任：**邹定琪（重庆大学教授）
- 副主任：**高延伟（建设部人事教育司）
- 张丽霞（哈尔滨工业大学成人教育学院副院长）
- 刘凤菊（山东建筑工程学院成人教育学院院长、研究员）
- 秘书长：**王新平（山东建筑工程学院成人教育学院副院长、副教授）
- 成 员：**周亚范（吉林建筑工程学院成人教育学院院长、副教授）
- 殷鸣镛（沈阳建筑工程学院书记兼副院长）
- 牛惠兰（北京建筑工程学院继续教育学院常务副院长、副研究员）
- 乔锐军（河北建筑工程学院成人教育学院院长、高级讲师）
- 韩连生（南京工业大学成人教育学院常务副院长、副研究员）
- 陈建中（苏州科技学院成人教育学院院长、副研究员）
- 于贵林（华中科技大学成人教育学院副院长、副教授）
- 梁业超（广东工业大学继续教育学院副院长）
- 王中德（广州大学继续教育学院院长）
- 孔 黎（长安大学继续教育学院副院长、副教授）
- 李惠民（西安建筑科技大学成人教育学院院长、教授）
- 朱首明（中国建筑工业出版社编审）
- 王毅红（长安大学教授）
- 苏明周（西安建筑科技大学副教授）
- 刘 燕（北京建筑工程学院副教授）
- 张来仪（重庆大学教授）
- 李建峰（长安大学副教授）
- 刘 明（沈阳建筑工程学院教授）
- 王 杰（沈阳建筑工程学院教授）
- 王福川（西安建筑科技大学教授）
- 周孝清（广州大学副教授）

前 言

本教材适用于土木工程类专业专科毕业生升入本科后学习之用。这类专业包括全日制高等学校、继续教育学院以及职业技术学院所开办的“工业与民用建筑”、“建筑工程管理”、“土木工程”、“概预算”以及“建筑装饰”等专业。

教材以国家最新技术规范为依据,在内容上推陈出新,全面介绍了各类新型建筑材料的最新科技发展。在文字上力求通俗易懂、层次清晰。为方便自学,每章章名下给出了学习要点,每章末给出了适量思考题。

本教材由西安建筑科技大学王福川主编并负责统稿,耿维恕教授主审。河北建工学院元敬顺为副主编。编写分工如下:第一章、第三章、第四章第一节和第三节——王福川;第二章第一节、第二节、第四章第四节、第五节、第六节——元敬顺;第二章第三节、第四节、第四章第二节——孙南屏(广东工业大学);第五章——缪汉良(南京工业大学)。

由于编者水平所限,不妥之处谨请批评指正。

编者

2003年4月

目 录

第一章 常用结构材料	1
第一节 通用水泥	1
第二节 普通混凝土	8
第三节 建筑钢材	17
思考题	23
第二章 新型结构材料	24
第一节 轻骨料混凝土	24
第二节 砌块	43
第三节 蒸压灰砂砖	55
第四节 复合墙体	59
思考题	78
第三章 生态建筑材料	79
第一节 高性能混凝土	79
第二节 再生骨料混凝土	97
第三节 加气混凝土	108
第四节 生态烧结制品	114
思考题	120
第四章 化学建筑材料	121
第一节 合成高分子材料	121
第二节 建筑涂料	129
第三节 防水材料	147
第四节 建筑塑料	166
第五节 竹、木材料	178
第六节 胶粘剂	190
思考题	202
第五章 建筑装饰材料	204
第一节 建筑装饰材料的基本知识	204

第二节 建筑陶瓷	207
第三节 装饰玻璃	223
第四节 装饰石材	242
第五节 金属装饰材料	252
思考题	261
参考文献	262

第一章 常用结构材料

学 习 要 点

本章就建筑工程常用的传统结构材料——通用水泥、普通混凝土和建筑钢材的主要内容加以简述，以帮助同学们温故而知新。

第一节 通用水泥

水泥有很多品种。通常按其性质和用途可分为通用水泥、专用水泥和特种水泥。通用水泥是工业与民用建筑等土木工程中应用最为广泛的水泥，它包括六大品种：硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥。专用水泥是以所用于工程的名称来命名的，如道路硅酸盐水泥、砌筑水泥等。特种水泥是具有某种突出特性的水泥，如低热矿渣硅酸盐水泥、快硬硫铝酸盐水泥等。按水泥的矿物组成则可分为：硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥、铁铝酸盐水泥等。

一、硅酸盐水泥

凡由硅酸盐水泥熟料、0~5%石灰石或粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，称为硅酸盐水泥。不掺加混合材料的称Ⅰ型硅酸盐水泥；在硅酸盐水泥熟料粉磨时掺加不超过水泥质量5%的石灰石或粒化高炉矿渣混合材料的称Ⅱ型硅酸盐水泥，代号分别为P.Ⅰ和P.Ⅱ。硅酸盐水泥即国外通称的波特兰水泥。

所谓硅酸盐水泥熟料，是指以适当成分的生料烧至部分熔融，所得以硅酸钙为主要成分的产物，简称熟料。

1. 矿物组成

硅酸盐水泥熟料由四种主要矿物成分所构成，其名称及含量范围如下：

硅酸三钙 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ，简写为 C_3S ，含量 37% ~ 60%；

硅酸二钙 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ，简写为 C_2S ，含量 15% ~ 37%；

铝酸三钙 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ，简写为 C_3A ，含量 7% ~ 15%；

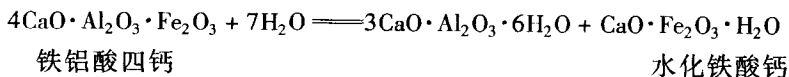
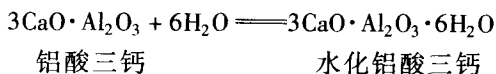
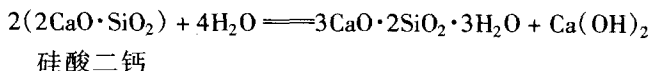
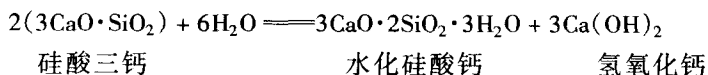
铁铝酸四钙 $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ，简写为 C_4AF ，含量 10% ~ 18%。

其中硅酸钙含量为 75% ~ 82%，而 C_3A 和 C_4AF 仅占 18% ~ 25%。

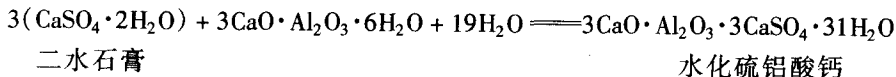
除四种主要矿物成分外，水泥中尚含有少量游离 CaO 、 MgO 、 SO_3 及碱 (K_2O 、 Na_2O)。这些成分均为有害成分，国家标准中有严格限制。

2. 矿物成分的水化反应

工程中使用水泥时，首先要用水拌合。水泥颗粒与水接触，其表面的熟料矿物立即与水产生水化反应并放出一定热量。



在上述水化反应进行的同时，水泥熟料磨细时掺入的石膏也参与了化学反应：



不同矿物成分的水化特点是不同的。

硅酸三钙的水化反应速度很快，水化放热量较高。生成的水化硅酸钙几乎不溶解于水，而立即以胶体微粒析出，并逐渐凝聚而成凝胶体，称为托勃莫来石凝胶。生成的氢氧化钙在溶液中很快达到饱和，呈六方晶体析出。硅酸三钙的迅速水化，使得水泥的强度很快增长。它是决定水泥强度高（尤其是早期强度）最重要的矿物。硅酸三钙在 28d 内通常可水化 70% 左右。

硅酸二钙与水反应的速度慢得多，约为 C_3S 的 1/20，水化放热量很少，早期强度很低，但在后期稳定增长，大约一年左右可接近 C_3S 的强度。

铝酸三钙与水反应的速度最快，水化放热量最多，但强度值不高，增长也甚微。

铁铝酸四钙与水反应的速度较快，水化放热量少，强度值高于 C_3A ，但后期增长甚少。

3. 硅酸盐水泥的技术性质

(1) 细度

水泥颗粒的粗细程度对水泥的使用有重要影响。水泥颗粒粒径一般在 7 ~ 200 μm 范围内，颗粒愈细，与水起反应的表面积就愈大，水化反应进行愈快、愈充分，早期强度和后期强度都较高。一般认为，水泥粒径在 40 μm 以下的颗粒才

具有较高的活性，大于 $100\mu\text{m}$ 的活性就很小了。但水泥颗粒过细，将使研磨水泥的能耗大量增加，储存时活性下降过快，若在空气中硬化时，收缩值也会增大。

水泥的细度可用比表面积或 0.080mm 方孔筛的筛余量（未通过部分占试样总量的百分率）表示。所谓比表面积是指单位质量水泥颗粒表面积的总和（ m^2/kg 或 cm^2/g ）。硅酸盐水泥的比表面积应大于 $300\text{ m}^2/\text{kg}$ ，一般常为 $317\sim 350\text{ m}^2/\text{kg}$ 。

一般出厂水泥如符合国家标准的要求，使用单位可不检验水泥的细度。

（2）标准稠度用水量

国家标准规定检验水泥的凝结时间和体积安定性时需用“标准稠度”的水泥净浆。“标准稠度”是人为规定的稠度，其用水量用水泥标准稠度测定仪测定。硅酸盐水泥的标准稠度用水量一般为水泥重量的 $21\%\sim 28\%$ 。

影响标准稠度用水量的因素有矿物成分、细度、混合材料种类及掺量等。熟料矿物中 C_3A 需水性最大， C_2S 需水性最小。水泥越细，比表面积愈大，需水量越大。生产水泥时掺入需水性大的粉煤灰、沸石粉等混合材料，将使需水量明显增大。

（3）凝结时间

凝结时间分初凝时间和终凝时间。初凝时间为水泥加水拌合至标准稠度的净浆开始失去可塑性所需的时间；终凝时间为水泥加水拌合至标准稠度的净浆完全失去可塑性并开始产生强度所需的时间。为使混凝土或砂浆有充分的时间进行搅拌、运输、浇捣和砌筑，水泥的初凝时间不能过短。当施工完毕，则要求尽快硬化，增长强度，故终凝时间不能太长。

国家标准规定，水泥的凝结时间是以标准稠度的水泥净浆，在规定温度及湿度环境下用水泥净浆凝结时间测定仪测定。硅酸盐水泥的初凝时间不得少于 45min ，终凝时间不得超过 $6\text{h}30\text{min}$ 。实际上，国产硅酸盐水泥的初凝时间多为 $1\sim 3\text{h}$ ，终凝时间多为 $3\sim 4\text{h}$ 。

影响水泥凝结时间的因素主要有：①熟料中 C_3A 含量高，石膏掺量不足，使水泥快凝；②水泥的细度越细，凝结愈快；③水灰比愈小，凝结时的温度愈高，凝结愈快；④混合材料掺量大，将延迟凝结时间。

（4）体积安定性

水泥体积安定性是水泥浆硬化后因体积膨胀而产生变形的性质。它是评定水泥质量的重要指标之一，也是保证混凝土工程质量的必备条件。体积安定性不良的水泥应作废品处理，不得应用于工程中，否则将导致严重后果。

造成水泥体积安定性不良的原因，主要是由于熟料中所含游离氧化钙（ f-CaO ）过多。当熟料中所含氧化镁过多或掺入石膏过量时，也会导致安定性不

良。熟料中所含游离氧化钙或氧化镁都是过烧的，结构致密，水化很慢，加之被熟料中其他成分所包裹，故在水泥已经硬化后才进行熟化：



这时体积膨胀 97% 以上，从而引起不均匀体积膨胀，使水泥石开裂。当石膏掺量过多时，在水泥硬化后，残余石膏与固态水化铝酸钙继续反应生成高硫型水化硫铝酸钙（钙矾石），体积增大约 1.5 倍，从而导致水泥石开裂。

国家标准规定，水泥的体积安定性用雷氏法或试饼沸煮法检验。当用雷氏法检验时，标准稠度水泥净浆试件沸煮 3h 后膨胀值不超过 5mm 为体积安定性合格；当用试饼沸煮法检验时，标准稠度水泥净浆试饼沸煮 4h 后，经肉眼观察未发现裂纹，用直尺检查没有弯曲为体积安定性合格，反之为不合格。当用这两种方法检验结果相矛盾时，以雷氏法结论为准。

上述两种方法均是通过沸煮加速游离氧化钙水化而检验安定性的，所以只能检查游离氧化钙所引起的水泥安定性不良问题。水泥中的氧化镁只有在压蒸条件下才能加速熟化，石膏的危害则需长期浸在常温水中才能发现，所以检查氧化镁、石膏导致安定性不良问题应分别采取压蒸法和长期浸水法。国家标准规定，水泥中氧化镁含量不宜超过 5.0%，若水泥经压蒸安定性试验合格，允许放宽到 6.0%。水泥中三氧化硫含量不得超过 3.5%，以保证出厂水泥安定性合格，使用水泥单位一般不必检验。

(5) 强度

强度是评价硅酸盐水泥质量的又一个重要指标。强度除受到水泥矿物组成、细度、石膏掺量、龄期、环境温度和湿度的影响外，还与加水量、试验条件（搅拌时间、振捣程度等）、试验方法有关。

我国采用以水泥胶砂强度评定水泥强度的方法，所用砂子的规格和品质也将直接影响评定结果。国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》（GB 175—1999）和《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》（GB/T 17671—1999）规定，检验水泥强度所用胶砂的水泥和标准砂按 1:3 混合，加入规定数量的水，按规定方法制成标准试件，在 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 的水中养护，测定其 3d 和 28d 的强度。按照测定结果，将硅酸盐水泥分为 42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5、62.5R 六个强度等级。各等级硅酸盐水泥在不同龄期的强度最低值列于表 1-1。

(6) 水化热

水泥矿物在水化反应中放出的热量称为水化热。大部分的水化热是在水化初期（7d 内）放出的，以后逐渐减少。

水泥水化热的大小及放热的快慢，主要取决于熟料的矿物组成和水泥细度。通常水泥强度等级越高，水化热量越大。凡对水泥起促凝作用的因素（如掺早强

剂 CaCl_2 等) 均可提高早期水化热。反之, 凡能延缓水化作用的因素 (如掺混合材或缓凝剂) 均可降低早期水化热。

硅酸盐水泥各龄期的强度要求 (GB 175—1999) 表 1-1

强度等级	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
	3d	28d	3d	28d
42.5	17.0	42.5	3.5	6.5
42.5R	22.0	42.5	4.0	6.5
52.5	23.0	52.5	4.0	7.0
52.5R	27.0	52.5	5.0	7.0
62.5	28.0	62.5	5.0	8.0
62.5R	32.0	62.5	5.5	8.0

注: 表中 R 表示早强型, 其他为普通型。

水泥的这种放热特性直接关系到工程应用。对大体积混凝土工程 (水坝、大型设备基础等), 由于水化热积聚在内部不易散发而使混凝土内外温差过大 (可达 $50 \sim 80^\circ\text{C}$), 以致造成明显的温度应力, 使混凝土产生裂缝。因此, 大体积混凝土工程应用低热水泥或减少水泥用量。反之, 对采用蓄热法施工的冬期混凝土工程, 水泥的水化热则有助于水泥的水化反应和提高早期强度, 所以是有利的。

二、普通硅酸盐水泥 (代号 P. O)

普通硅酸盐水泥简称普通水泥。它是一种由硅酸盐水泥熟料、6% ~ 15% 混合材料、适量石膏共同磨细而制成的水硬性胶凝材料。国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB 175—1999) 规定: 掺活性混合材料的, 最大掺量不得超过水泥质量的 15%; 掺非活性混合材料不得超过水泥质量的 10%。

普通水泥分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R 六个强度等级。各强度等级水泥在不同龄期的强度要求见表 1-2。

普通硅酸盐水泥各龄期的强度要求 (GB 175—1999) 表 1-2

强度等级	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
	3d	28d	3d	28d
32.5	11.0	32.5	2.5	5.5
32.5R	16.0	32.5	3.5	5.5
42.5	16.0	42.5	3.5	6.5
42.5R	21.0	42.5	4.0	6.5
52.5	21.0	52.5	4.0	7.0
52.5R	26.0	52.5	5.0	7.0

注: 表中 R 为早强型。

普通水泥的细度为 0.080mm 方孔筛筛余量不得超过 10%, 终凝时间不得迟

于 10h, 初凝时间、安定性等要求均与硅酸盐水泥相同。

由于普通硅酸盐水泥中掺入了少量混合材料, 因此, 比硅酸盐水泥多了两个较低强度等级, 有利于工程中合理选用。由于混合材料掺量少, 故矿物组成变化不大, 基本性能特点与硅酸盐水泥相近, 故国家标准将这两种水泥列于一个标准中。普通水泥是土木工程中应用最为广泛的水泥品种。

三、矿渣硅酸盐水泥 (代号 P. S)

矿渣硅酸盐水泥简称矿渣水泥。它是一种由硅酸盐水泥熟料和粒化高炉矿渣、适量石膏共同磨细而成的水硬性胶凝材料。国家标准《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》(GB 1344—1999) 规定: 矿渣水泥中粒化高炉矿渣掺加量按质量百分比计为 20% ~ 70%。为了改善水泥性能, 允许用石灰石、粉煤灰、火山灰质混合材料、窑灰中的一种材料代替矿渣, 代替质量不得超过水泥质量的 8%。替代后水泥中粒化高炉矿渣不得少于 20%。在矿渣水泥中, 石膏既起调节凝结时间的作用, 又起硫酸盐激发剂的作用, 所以原则上石膏掺量比普通水泥多。

矿渣水泥分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.6R 六个强度等级。各强度等级不同龄期的强度要求列于表 1-3, 对细度、凝结时间及安定性的要求与普通硅酸盐水泥相同。

矿渣水泥、火山灰质水泥及粉煤灰水泥的强度要求 (GB 1344—1999) 表 1-3

强度等级	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
	3d	28d	3d	28d
32.5	10.0	32.5	2.5	5.5
32.5R	15.0	32.5	3.5	5.5
42.5	15.0	42.5	3.5	6.5
42.5R	19.0	42.5	4.0	6.5
52.5	21.0	52.5	4.0	7.0
52.5R	23.0	52.5	4.5	7.0

注: 表中 R 为早强型。

四、火山灰质硅酸盐水泥 (代号 P. P)

火山灰质硅酸盐水泥简称火山灰水泥。它是一种由硅酸盐水泥熟料、火山灰质混合材料和适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料。国家标准《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》(GB 1344—1999) 规定: 火山灰水泥中火山灰质混合材料掺加量, 按水泥质量百分比计为 20% ~ 50%。

火山灰水泥的强度等级划分及其各龄期的强度要求同矿渣水泥 (表 1-3)。细

度、凝结时间、安定性的要求与普通硅酸盐水泥相同。

五、粉煤灰硅酸盐水泥（代号 P. F）

粉煤灰硅酸盐水泥简称粉煤灰水泥。它是一种由硅酸盐水泥熟料和粉煤灰及适量石膏磨细而成的水硬性胶凝材料，国家标准《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》（GB 1344—1999）规定：粉煤灰水泥中粉煤灰掺量按水泥质量百分比计为 20% ~ 40%。

粉煤灰水泥的强度等级划分及各龄期强度要求与矿渣水泥相同（表 1-3）。细度、凝结时间及安定性的要求同普通硅酸盐水泥。

六、复合硅酸盐水泥（代号 P. C）

复合硅酸盐水泥是由硅酸盐水泥熟料、两种或两种以上规定的混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，简称复合水泥。国家标准《复合硅酸盐水泥》（GB 12958—1999）规定：该水泥中混合材料总掺量按质量百分比计应大于 15%，不超过 50%，且不应与 GB 1344 重复。

复合水泥是一种新型的通用水泥，它与普通水泥的区别在于混合材料的掺加数量不同，普通水泥的混合材料掺加量不超过 15%，而复合水泥的混合材料掺加量应大于 15%。复合水泥与矿渣水泥、粉煤灰水泥、火山灰水泥的区别有两个，其一是复合水泥必须掺加两种或两种以上的混合材料，后三种水泥主要是单掺混合材料，在规定的小范围内允许混合材料复掺；其二是复合水泥扩大了可用混合材料的范围，而后三种水泥的混合材料品种仅限于矿渣、粉煤灰、火山灰、石灰石和窑灰。

复合水泥的强度等级划分及各龄期强度要求如表 1-4 所列。细度、凝结时间及安定性的要求同普通硅酸盐水泥。

复合水泥的强度要求（GB 12958—1999）

表 1-4

强度等级	抗压强度（MPa）		抗折强度（MPa）	
	3d	28d	3d	28d
32.5	11.0	32.5	2.5	5.5
32.5R	16.0	32.5	3.5	5.5
42.5	16.0	42.5	3.5	6.5
42.5R	21.0	42.5	4.0	6.5
52.5	22.0	52.5	4.0	7.0
52.5R	26.0	52.5	5.0	7.0

注：表中 R 为早强型。

第二节 普通混凝土

普通混凝土是由水泥、水和砂石骨料制成的混凝土。水泥和水形成水泥浆，包裹骨料的表面并填充其空隙。在硬化前，水泥浆起润滑作用，赋予拌合物一定的施工和易性。水泥浆硬化后，则将骨料胶结成一个坚实的整体。在混凝土中，砂、石起骨架作用，故称为骨料，它们在混凝土中还起到填充作用和减小混凝土在凝结硬化过程中的收缩作用。

一般对混凝土质量的基本要求是：具有符合设计要求的强度；具有与施工条件相适应的施工和易性以及具有与工程环境相适应的耐久性。混凝土的技术性质在很大程度上是由原材料的性质及其相对含量决定的。同时施工工艺（配料、搅拌、成型、养护）对混凝土的质量也有很大影响。

随着科学技术的发展，在普通混凝土中掺入化学外加剂和矿物掺合料已经成为改善其技术性能的重要技术途径。这些新技术的采用，将使普通混凝土在工业与民用建筑、给水与排水工程、公路、铁路、水利等土木工程中获得更为广泛的应用。

一、砂、石骨料

粒径在 0.16 ~ 5mm 之间的骨料为细骨料，粒径大于 5mm 者为粗骨料。

1. 细骨料

普通混凝土用细骨料主要有河砂、山砂、人工砂等。主要质量指标如表 1-5。

(1) 有害杂质含量

配制混凝土的细骨料要求清洁，以保证混凝土的质量。但细骨料中常含一些有害杂质，如配制混凝土的天然或人工砂中常含有黏土、淤泥、有机物、云母、硫化物及硫酸盐等杂质。黏土、淤泥粘附在砂粒表面，妨碍水泥与砂的粘结，增大用水量，降低混凝土的强度、抗冻性和耐磨性，并增大混凝土的干缩。但在配制水泥用量较少的低强度等级混凝土时，如果砂中含有适量细粉，可以改善混凝土拌合物的和易性，提高混凝土的密实度。云母呈薄片状，表面光滑，与水泥粘结不牢，会降低混凝土的强度。有机物杂质易于腐烂，析出有机酸，对水泥产生腐蚀作用。硫化物和硫酸盐对水泥也产生腐蚀作用，它与水泥的水化产物反应生成钙矾石，使水泥石体积膨胀，造成混凝土的破坏。海砂中含有氯化钠等，对钢筋有锈蚀作用，因此对使用海砂拌制混凝土时，必须严格按照有关规定执行。根据我国建设部标准《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》(JGJ 52—1992)，混凝土用砂的有害物质含量应符合表 1-5 的规定。

砂、石中杂质含量及石子中针片状颗粒含量的规定

(JGJ 52—1992) (JGJ 53—1992)

表 1-5

项 目		质 量 标 准	
		高于或等于 C30 的混凝土	低于 C30 的混凝土
含泥量, 按重量计, 不大于 (%)	碎石或卵石	1.0	2.0
	砂	3	5
硫化物和硫酸盐含量 (折算为 SO_3) 按重量计, 不大于 (%)	碎石或卵石	1	
	砂	1	
有机物含量 (用比色法试验)	碎石或卵石	颜色不得深于标准色, 如深于标准色, 则应以混凝土进行强度对比试验, 抗压强度比应不低于 0.95	
	砂	颜色不得深于标准色, 如深于标准色, 则应进行水泥胶砂强度对比试验, 抗压强度比不应低于 0.95	
云母含量, 按重量计, 不宜大于 (%)	砂	2	
轻物质含量, 按重量计, 不宜大于 (%)	砂	1	
针片状颗粒含量, 按重量计, 不大于 (%)	碎石或卵石	15	25

(2) 砂的粗细程度和颗粒级配

配制混凝土的强度应当达到设计强度等级的要求并节约水泥。砂的粗细程度与颗粒级配与上述要求有密切关系。

砂的粗细程度是指不同粒径的砂粒, 混合在一起后的总体的粗细程度, 通常分为粗砂、中砂、细砂和特细砂。在相同重量条件下, 粗砂的表面积较小, 细砂的表面积较大。在混凝土中, 砂的表面需由水泥浆包裹, 砂的表面积越小, 则需要包裹砂粒表面的水泥浆越少, 从而在保证混凝土质量的前提下节省水泥, 因此配制混凝土用粗砂比用细砂省水泥。

砂的颗粒级配, 表示砂的大小颗粒搭配的情况。在混凝土中砂粒之间的空隙是由水泥浆所填充, 为了达到节约水泥和提高强度的目的, 就应当尽量减小砂粒之间的空隙。从图 1-1 可以看到: 如果是同样粒径的砂, 空隙最大 (图 1-1a); 两种粒径的砂搭配起来, 空隙减小

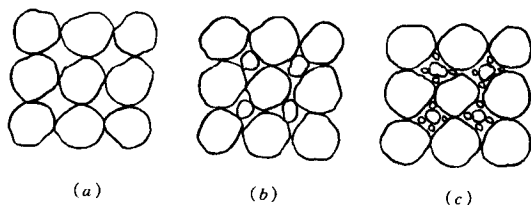


图 1-1 骨料颗粒级配