

混凝土工工艺学

重庆市建筑管理局

主编

四川科学技术出版社

人 工 建 筑
技 术
中 级
培 训 教 材



建筑工人中级技术培训教材

混凝土工工艺学

江苏工业学院图书馆
藏书章

四川科学技术出版社

一九八七年·成都

责任编辑：吕华琦

封面设计：朱德祥

建筑工人中级技术培训教材

混凝土工艺学

重庆市建筑管理局 主编

出版：四川科学技术出版社

印刷：成都前进印刷厂

发行：四川科学技术出版社

开本：787×1092 毫米 1/32

印张：5.5

字数：113千

印数：15501—20600

版次：1987年7月 第一版

印次：1988年3月第二次印刷

书号：15298·348

定价：1.25元

ISBN 7-5364-0133-7/TU·7

内 容 简 介

本书结合我国现行“规范”、“标准”等有关规定，对混凝土材料及混凝土工程施工工艺，以实践为重点，作了较详尽的介绍。同时，对一些必要的理论也作了深入浅出的阐述。文字通俗易懂，易于接受。故本书不仅可作为建筑工人中级技术培训教材，并可供从事混凝土工程施工专业人员参考。

本书由王家强 编写

前 言

为了贯彻国办法(1984)33号文件精神,适应中级技术教育的需要,提高广大建筑工人的技术素质,我们根据城乡建设环境保护部颁发的《建筑安装工人中级技术理论教学计划 and 教学大纲》的规定,结合现行施工技术的规范要求,以及近年来建筑施工的实践资料,编写了这套建筑工人中级技术培训教材。本教材由五门基础学科和六门专业学科组成,五门基础学科为《建筑识图与制图》、《建筑测量》、《建筑力学》、《建筑机械》、《建筑电工》,六门专业学科为《抹灰工工艺学》、《砖瓦工工艺学》、《钢筋工工艺学》、《混凝土工工艺学》、《混凝土制品工工艺学》、《石工工艺学》。编写时,力求作到简明扼要,通俗易懂,以便适合具有或相当初中以上文化程度的职工自学及建安企业中级技术工人的生产指导和中级技术培训使用。本教材也可作为建筑技工学校、施工员培训班和职业高中教师和学生参考。

这套教材由重庆市建筑管理局组织编写。由局科技处、教育处、局建筑质量监督站、重庆建筑职工大学、重庆建筑职工中等专业学校以及各建安公司等单位的高级工程师、工程师、技师、教师等四十多位同志参加,其中主要编审人员有:王宜钧、张义、戴兆鏞、刘锦善、甘播光、周湘渝、李仲书、刘顺友、古文明、陈邦祺、卢光位、黄东梅、官秉义、

张荣泽、朱性敦、郭伯威、王家强、陈兰勋、万敬国。

这套教材经过近一年的试用，受到23个省（市）自治区190多个兄弟单位的好评，被四川省建委定为四川省的建筑工程中级技术培训教材，并经城乡建设环境保护部认可，全国均可采用。为了使本教材更适合当前的需要，再次进行了修改与增补，内容更为完善，并委托四川科学技术出版社正式出版。在此，向各有关单位和参加编审的同志表示衷心的感谢。

重庆市建筑管理局

1987年元月

目 录

第一章 混凝土

第一节	混凝土的种类	1
第二节	混凝土的材料	3
第三节	混凝土的标号	17
第四节	混凝土的配合比	18

第二章 混凝土的施工

第一节	混凝土施工前的准备工作	50
第二节	混凝土的制作与运输	53
第三节	混凝土的施工	70

第三章 整体结构的浇筑

第一节	基础	86
第二节	设备地坑及池子	90
第三节	现浇框架	98
第四节	大模板施工	111
第五节	滑模施工	115
第六节	泵送混凝土	115
第七节	现浇混凝土结构的允许偏差	119

第四章 预应力钢筋混凝土施工

第一节	先张法预应力混凝土施工	124
第二节	后张法预应力混凝土施工	142

第一章 混凝土

第一节 混凝土的种类

一、混凝土的定义

混凝土是由胶结材料、水和骨料按适当比例配制，经凝结、硬化而成的一种人造石材。

二、混凝土的种类

1.按所用的胶结材料品种的不同可分为：水泥混凝土、沥青混凝土、水玻璃混凝土、蒸养粉煤灰混凝土、塑料混凝土、石膏混凝土、硫磺混凝土等。

2.以水泥为胶结材料配制的混凝土，按其容重大小可分为：重骨料混凝土，是以特重骨料如重晶石、铁屑、铁矿石配制，容重大于 2600kg/m^3 ；普通混凝土（简称混凝土）以普通砂石为骨料，干容重在 $1900\text{kg/m}^3\sim 2500\text{kg/m}^3$ 之间；轻骨料混凝土，以浮石、陶粒、膨胀矿渣、煤渣等轻骨料配制，干容重小于 1900kg/m^3 ；多孔混凝土，如泡沫混凝土、加气混凝土，不含有骨料、散布着大量气孔、容重小于 1200kg/m^3 。

3.按其用途不同可分为:

(1) 结构混凝土, 用于制作工业与民用建筑的基础、柱、梁、地坪、楼板、屋架等。要求有足够的强度和耐久性, 如各种水泥混凝土。

(2) 道路混凝土, 用于路面、机场跑道等。要求耐磨、抗弯及抗冻, 如沥青混凝土、高标号水泥混凝土等。

(3) 水工混凝土, 用于堤坝、船闸等。要求密实不透水和抗冻等, 如各种防水混凝土等。

(4) 耐热混凝土, 用于高温车间、高炉基础、烟道、烟囱等。要求耐高温, 如水泥耐热混凝土、水玻璃耐热混凝土等。

(5) 耐酸混凝土, 用于化学工业的输液管、洗涤池、车间地面等。要求能抵抗强酸(硫酸、硝酸、盐酸)和腐蚀性气体的侵蚀, 如硫磺耐酸混凝土、沥青混凝土、水玻璃耐酸混凝土等。

(6) 耐碱混凝土, 用于冶金及化学工业的设备构筑物、车间地面等。要求能抵抗碱性(如苛性钠等)的腐蚀, 如水泥耐碱混凝土等。

(7) 隔热混凝土, 用于有隔热要求的屋面或外墙。要求导热性能小, 如轻骨料混凝土、多孔混凝土等。

(8) 耐油混凝土, 用于石油化工厂的贮油罐以及与油类经常接触的油泵设备基础和车间地面等。要求对油类具有一定的抗渗透性能, 如各种抗油混凝土、掺外加剂的水泥混凝土等。

(9) 其他, 如防止射线穿透的重晶石混凝土; 对坚硬物体具有足够的耐磨性的钢屑混凝土; 在坚硬物体碰撞下不

起火花的不发火混凝土以及耐低温混凝土，高强混凝土等。

4.按其坍落度的大小又可分为：干硬性混凝土、低流动性混凝土和塑性混凝土。干硬性混凝土的坍落度为零，适用于预制构件，特别是预应力空心板和翻模构件。低流动性混凝土的坍落度为1~3cm，它适用于机械振捣的一般结构混凝土。塑性混凝土的坍落度为3~7cm，它适用于配筋密列或特别密列的结构。如薄壁、斗仓、筒仓、细柱等。近年来我国引进了混凝土输送泵，泵送的混凝土的坍落度规定为8~18cm，叫大流动性混凝土。

5.按其含筋与否可分为：钢筋混凝土和素混凝土。

6.按其施加预应力与否又分为：预应力混凝土和非预应力混凝土。

7.按其使用的骨料分为：碎石混凝土、卵石混凝土、炉渣混凝土、特细砂混凝土、石屑混凝土和山砂混凝土等。

尽管混凝土的分类很多，一般来讲不外乎从材料、性能、用途来划分。

第二节 混凝土的材料

混凝土的胶结材料分为两大类

1.无机胶结材料，常用的无机胶结材料有各种水泥、石膏、菱苦土、水玻璃等。它们与水或适当的盐类水溶液混合后，经过物理、化学变化，由浆状或可塑状、逐渐凝结、硬化，并把松散的骨料胶结成整体。

无机胶结材料按其硬化条件又可分为两种：

(1) 气硬性胶结材料，这类胶结材料只能在空气中硬

化，在空气中长久保持强度，并继续提高强度。如石膏、菱苦土、水玻璃等。

(2) 水硬性胶结材料，这类材料除能在空气中硬化、长久地保持强度或继续提高强度外，当其在空气中开始硬化后，还能在水中继续硬化，长久地保持强度和继续提高强度。各种水泥即属于此类材料。

2. 有机胶结材料，常用的有沥青、塑料、树脂等有机化合物。

建筑工程中应用的混凝土以水泥混凝土为最多、最普遍。因此这里仅介绍水泥的性能。

一、水泥

1. 水泥的种类及组成

水泥的种类很多，常用的水泥有硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥。不常用的有快硬硅酸盐水泥、塑化硅酸盐水泥、矾土水泥、抗硫酸盐水泥、膨胀水泥等。

(1) 硅酸盐水泥，由石灰质原料（如石灰石、白垩、泥灰质石灰石等）和粘土质原料（如粘土、泥灰质粘土等），按适当的比例配成生料，在高温下（ $1300\sim 1450^{\circ}\text{C}$ ）烧至部分熔融，所得以硅酸钙为主要成分的熟料，加入适量的石膏，磨成细粉而制成的水硬性胶结材料即为硅酸盐水泥。

(2) 普通硅酸盐水泥，简称普通水泥。在硅酸盐水泥熟料中掺入不超过水泥成品重量15%的活性混合材料（如火山灰、粒状高炉渣等），或掺入不超过10%的非活性混合材料（如石英砂、石灰岩等）；或同时掺入总数不超过15%的活性与非活性混合材料，但非活性混合材料不得超过10%。

(3) 矿渣硅酸盐水泥, 简称矿渣水泥。在硅酸盐水泥熟料中按水泥成品重量均匀地加入 20% 至 70% 粒化高炉矿渣, 同时加入适量石膏共同磨细而成。其中部分粒化高炉矿渣, 可以用不超过混合材料总量 $1/3$ 的火山灰质混合材料或粉煤灰来代替, 但代替的数量最多不得超过水泥重量的 15%。

(4) 火山灰质硅酸盐水泥, 简称火山灰质水泥。在硅酸盐水泥熟料中掺入 20~50% 火山灰质混合材料 (允许用不大于混合材重量 $1/3$ 的粒化高炉矿渣代替部分火山灰质混合材), 并加入适量石膏共同磨细而成。

(5) 粉煤灰硅酸盐水泥, 简称粉煤灰水泥。在硅酸盐水泥熟料中掺入 20~40% 的粉煤灰混合材 (允许掺不超过混合材总掺量 $1/3$ 的粒化高炉矿渣。此时混合材总掺量可达 50%; 但粉煤灰掺量仍不得超过 40%)。

混合材指火山灰、硅藻土、烧页岩、粉煤灰、浮石及人工制成的矾土渣、烧粘土等。

2. 水泥标号

水泥标号的测定, 无论硬炼或软炼, 均采用砂浆法。砂浆又按胶砂的可塑性状态分为干硬性胶砂和塑性胶砂。由用水量较少的干硬性胶砂来作水泥标准强度试验的方法叫硬练法, 由用水量较多的塑性胶砂来作水泥标准强度试验的方法叫做软练法。

3. 水泥软练标号的划分及质量检验方法

由于水泥胶砂强度检验方法由硬练法改为软练法, 因此水泥标号划分有了根本的变化, 新标号末尾以 25 号表示。五个品种水泥标号划分见表 1—1。

表1—1

水泥标号划分的

水泥品种	标 号 (kg/cm ²)					
硅酸盐水泥			425	525	625	725
普通水泥	275	325	425	525	625	725
矿渣水泥	275	325	425	525	625	
火山灰质水泥	275	325	425	525	625	
粉煤灰水泥	275	325	425	525	625	

水泥的安定性是很重要的质量指标，人们很容易忽视它。安定性是指水泥硬化以后体积变化是否均匀。水泥中含有游离石灰、氧化镁和硫化物等，在水泥砂浆凝结硬化以后才开始反应，如果水泥中含有的这类物质超过了一定限量，就使得混凝土产生裂缝，受到损坏，给工程留下隐患。有的工程完工几十年后还受到水泥安定性不合格的影响，使混凝土破坏，发生倒塌。因此，安定性是检验水泥质量的重要指标之一。使用水泥时，一定要注意这个问题。

4. 各种水泥的主要特性及适用范围（见表1—2）

5. 水泥的初凝与终凝

水泥加水时起至水泥开始变稠凝结的这段时间称初凝时间，终凝时间是自水泥加水后到完全变成凝固体的时间，两个时间的确定是用专门的仪器（维卡仪）测定的。对水泥来讲初凝时间不要太短，因为混凝土的搅拌、运输、浇捣都要一定的时间。初凝时间太短，就妨碍这些工序正常进行。为了保证在这一系列工序中水泥不致发生凝结，国家规定水

表1-2

品种	硅酸盐水泥	普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥	粉煤灰水泥
组成	不掺混合材	以硅酸盐水泥熟料为主允许加15%以下的混合料	在硅酸盐水泥熟料中掺20~70%的矿渣	在硅酸盐水泥熟料中加20~50%火山灰质混合材	在硅酸盐水泥熟料中加20~40%粉煤灰
比重	3.00~3.16	3.00~3.15	2.90~3.10	2.80~3.00	2.30~3.00
容量	1000~1600	1000~1600	1000~1200	1000~1200	1000~1200
标号	425, 525, 625	225, 275, 325, 425, 525, 625,	225, 275, 325, 425, 525,	225, 275, 325, 425, 525,	225, 275, 325, 425, 525,
主要特性	1. 快硬早强 2. 水化热高 3. 耐冻性好 4. 耐腐蚀性较差 5. 耐热性较差	1. 早强 2. 水化热高 3. 耐冻性较好 4. 耐热性较差 5. 耐腐蚀性较差	1. 早强低, 后期强度增长较快 2. 水化热较低 3. 耐热性较好 4. 抗硫酸盐类侵蚀和抗水性较好 5. 抗冻性较差 6. 干缩性较大	耐热性较差 抗渗性较好 其他和矿渣水泥相同	干缩性较小 抗碳化能力较差 其他和矿渣水泥相同

续前

品种	硅酸盐水泥	普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥	粉煤灰水泥
适用范围	适用快硬早强工程配制高标号混凝土	适用于地上、地下及水中的混凝土, 包括受冻融循环的结构及早期强度要求较高的工程, 配制建筑砂浆	1. 适用于大体积混凝土 2. 配制耐热混凝土 3. 适用于蒸汽养护构件 4. 适用于一般地上、地下及水中混凝土 5. 配制建筑砂浆	1. 适用于有抗渗要求的混凝土 2. 适用于大体积混凝土 3. 适用于一般钢筋混凝土 4. 配制建筑砂浆	1. 适用于地上、地下及大体积混凝土 2. 适用于蒸汽养护的构件 3. 适用于一般钢筋混凝土工程 4. 配制建筑砂浆
不适用范围	1. 不宜用于大体积混凝土工程 2. 不宜用于受化学侵蚀及压力水作用的结构	与硅酸盐水泥相同	1. 不宜用于早期强度要求较高的混凝土工程 2. 不宜用于严寒地区和水位升降范围内的混凝土工程	1. 不宜用于干燥环境的混凝土工程 2. 不宜用于耐磨要求的工程 3. 其他与矿渣水泥相同	1. 不宜用于抗碳化要求的工程 2. 其他与矿渣水泥相同

6. 常用水泥的选用 (见表1—3)

表1-3

环境条件	混凝土工程特点和所处工作环境条件	优先选用	可以使用	不得使用
环境条件	在普通气候环境中的混凝土	普通水泥	矿渣水泥、火山灰质水泥、粉煤灰水泥	火山灰质水泥、粉煤灰水泥
	在干燥环境中的混凝土	普通水泥	矿渣水泥	
	在高温环境中或永远处在冷水中的混凝土	矿渣水泥	普通水泥、火山灰质水泥、粉煤灰水泥	
	严寒地区的露天混凝土寒冷地区的处在水位升降范围内的混凝土	普通水泥 (标号 $\geq 325^*$)	矿渣水泥 (标号 $\geq 325^*$)	火山灰质水泥、粉煤灰水泥
	严寒地区处在水位升降范围内的混凝土	普通水泥 (标号 $\geq 425^*$)		火山灰质水泥、粉煤灰水泥
环境条件	受侵蚀性环境水或侵蚀气体作用的混凝土	根据侵蚀介质的种类、浓度等具体条件按专门(或设计)规定选用		
	要求快硬的混凝土	快硬硅酸盐水泥、硅酸盐水泥	普通水泥	矿渣水泥、火山灰质水泥、粉煤灰水泥
	高强 ($>400^*$) 的混凝土	硅酸盐水泥	普通水泥、矿渣水泥	火山灰质水泥、粉煤灰水泥
	有抗渗性要求的混凝土	普通水泥、火山灰质水泥		不宜用矿渣水泥
环境条件	有耐磨性要求的混凝土	硅酸盐水泥、普通水泥 (标号 $\geq 325^*$)	矿渣水泥 (标号 $\geq 352^*$)	火山灰质水泥、粉煤灰水泥

注：蒸汽养护时用的水泥品种，应根据具体条件通过试验确定。

泥的初凝时间不得早于45分钟。当混凝土浇筑完毕以后，为了及早投入下一步施工或拆除模板，又要求水泥终凝时间不要太长才好，因此，规定水泥终凝时间不得大于12小时。

二、粗骨料

拌制水泥混凝土用的主要材料是水泥、石子、砂子和水（有些混凝土还掺外加剂），其中水泥与水是起胶结作用的。外加剂可以改善混凝土的性能，而砂、石在混凝土中则起骨架作用，石子形成混凝土体积的骨架，砂子来填充石子空隙，同时砂子又把石子隔开，而水泥浆则是填充砂子的空隙并把它们胶结成一整体，所以，砂子和石子在混凝土中就和人体的骨骼一样，是起骨架作用的材料，因此统称它们为骨料。又把石子称为粗骨料，砂子称为细骨料。

1. 石子的定义

由天然岩石或卵石经破碎筛分，粒径大于5mm的岩石颗粒称为碎石或碎卵石。岩石由于自然条件作用而形成的粒径大于5毫米的颗粒称为卵石。

2. 碎石或卵石的颗粒级配范围（见表1—4）