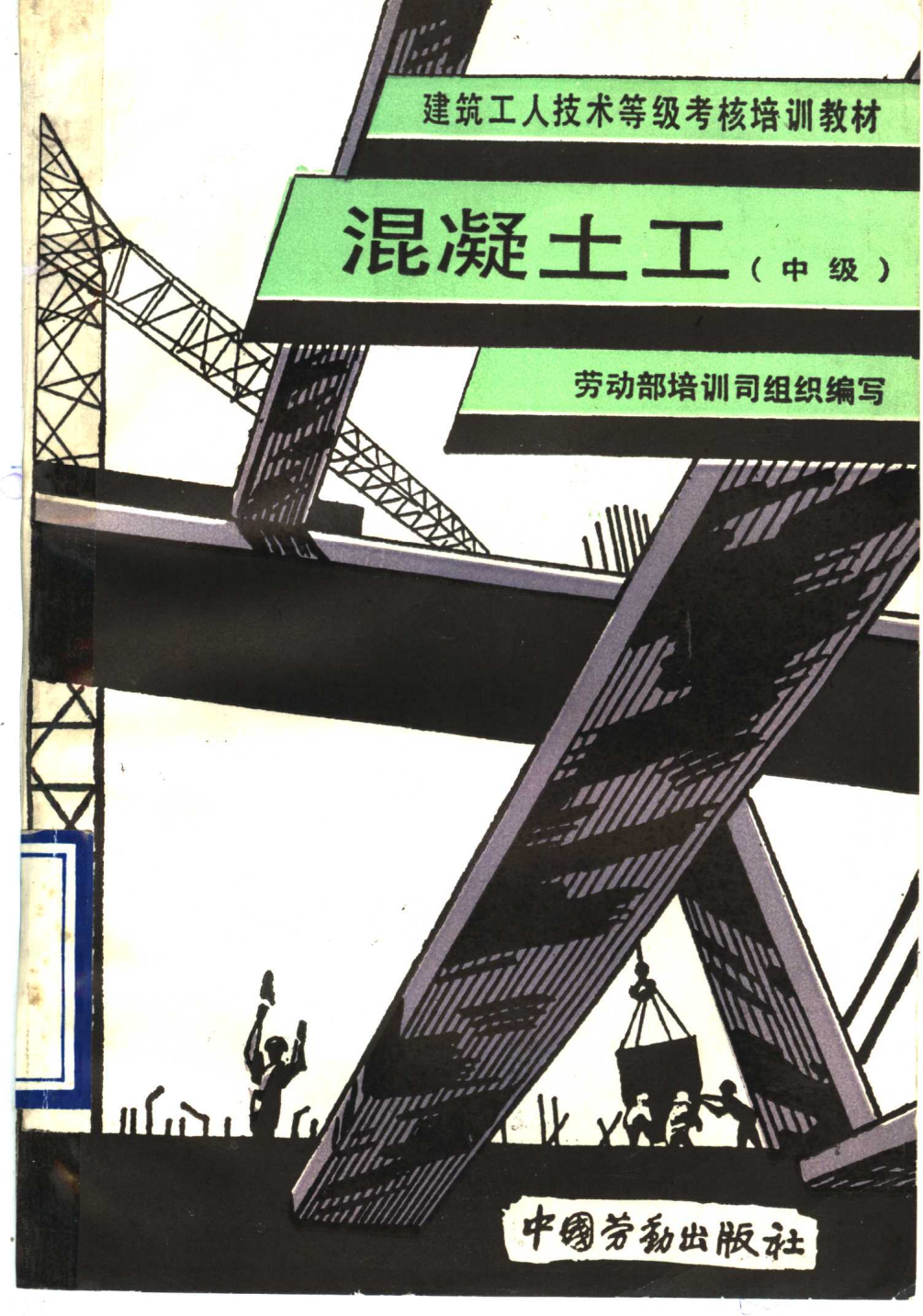




建筑工人技术等级考核培训教材

混凝土工 (中级)

劳动部培训司组织编写

中国劳动出版社

建筑工人技术等级考核培训教材

混 凝 土 工



中国劳动出版社

(京) 新登字114号

本书是为了贯彻《工人考核条例》，根据 城建部颁发的《土木建筑工人技术等级标准》的应知、应会要求，由劳动部培训司组织编写的全国建筑工人技术等级考核培训教材。

本书内容包括两部分：第一部分为基本知识，包括混凝土的组成和分类，混凝土的外加剂和掺和料，混凝土与钢筋混凝土，混凝土的配制与运输，混凝土的浇筑，混凝土的施工缝和养护，商品混凝土和泵送，特种混凝土，特殊气候下混凝土的施工，施工方案的编制，工种管理和与其他工种的关系；第二部分为试题与答案。

本书可作晋级考核前的自学和培训教材，也可供其他有关人员参考。

本书由赵五一、王秀芬主编，包企生、曹进审稿，包企生主审。

混 凝 土 工

(中 级)

劳动部培训司组织编写

张震海

中国劳动出版社出版

(北京东直门大街1号)

北京怀柔东茶坞印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

787×1092毫米 32开本 9.375印张 298万千字

1993年6月北京第1版 1993年6月北京第1次印刷

印数：8000册

ISBN 7-5045-1167-6/TU·015 定价：7.00元

前 言

为了贯彻《工人考核条例》，适应工人岗位培训的需要，我们会同有关部门按照经济发展的实际需要和建筑行业的具体要求，编写了供建筑类中级工考核培训使用的教材。

本套教材计有：瓦工、架子工、抹灰工、混凝土工、建筑油漆工、水暖工、管道工、安装起重工、木工、钢筋工、装饰工、电梯安装维修工及通风工共13种。

本套教材以建设部最新颁布的“工人技术等级标准”为依据。并兼顾其他行业同类工种的特点，围绕中级工应知应会的要求进行编写，注意突出基础知识、基础理论和基本技能。在编写过程中既注意了建筑类工人目前的实际技术状况，也考虑了建筑行业未来发展的需要。在内容编排上，将全书分为两大部分，第一部分是技术基础理论，主要介绍本工种中级技术水平的生产工艺、设备调整与维修等操作技能和技术理论知识，以及有关的新技术、新工艺、新材料和新设备知识；第二部分是习题与答案，其中汇集了名词解释、填空、选择、判断、问答及计算等各种类型的习题。

由于对编写这类教材缺乏经验，难免存在缺点和不足，希望广大读者提出宝贵意见，以便今后修订，逐步完善。

劳动部培训司
一九九二年三月

目 录

第一部分 基本知识

第一章 混凝土的组成和分类	1
§ 1-1 混凝土的分类和特点	1
§ 1-2 混凝土的组成材料	5
§ 1-3 外加剂和掺和料	21
第二章 混凝土与钢筋混凝土	40
§ 2-1 混凝土的技术性能	40
§ 2-2 混凝土与钢筋的结合	48
§ 2-3 构件的受力知识	52
§ 2-4 预应力混凝土	61
第三章 混凝土的施工准备工作	66
§ 3-1 技术准备工作	67
§ 3-2 材料、机具、人工的准备	70
§ 3-3 交接检查的内容和方法	76
第四章 混凝土的配制与运输	81
§ 4-1 混凝土的配制	81
§ 4-2 混凝土的运输	93
第五章 混凝土的浇筑	99
§ 5-1 混凝土浇筑的基本要求	99
§ 5-2 混凝土的入模	100
§ 5-3 混凝土的振捣	113

第六章 混凝土的施工缝和养护.....	120
§ 6-1 混凝土的施工缝	120
§ 6-2 混凝土的养护	131
第七章 商品混凝土和泵送.....	139
§ 7-1 流动性混凝土和商品混凝土	139
§ 7-2 泵送混凝土	144
第八章 特种混凝土.....	150
§ 8-1 耐化学腐蚀混凝土	150
§ 8-2 耐热混凝土	157
§ 8-3 防水混凝土	164
第九章 特殊气候下混凝土的施工.....	171
§ 9-1 冬期施工	171
§ 9-2 暑期及雨季施工	183
第十章 施工方案的编制.....	186
§ 10-1 施工方案的内容和编制方法.....	186
§ 10-2 施工方案的技术经济分析.....	194
§ 10-3 施工方案的贯彻.....	196
第十一章 本工种管理和与其他工种的关系.....	198
§ 11-1 混凝土工种的管理.....	198
§ 11-2 本工种与其他工种的关系.....	207

第二部分 试题与答案

试题.....	214
一、名词解释.....	214
二、填空.....	215
三、选择.....	222
四、判断.....	226

五、问答.....	231
答案.....	236
一、名词解释.....	236
二、填空.....	241
三、选择.....	245
四、判断.....	245
五、问答.....	246
附：培训大纲.....	287

第一部分 基本知识

第一章 混凝土的组成和分类

§ 1-1 混凝土的分类和特点

一、混凝土的定义

混凝土是由胶凝材料、粗细骨料和水,按适当比例配合,有时按需要掺入一定的化学外加剂或掺和料,经均匀搅拌后硬化而成的一种人造石材。

二、混凝土的种类

按不同的分类方法,一般将混凝土分为如下几种:

1. 按容重分

(1) 特重混凝土 容重大于 2500 千克/米³ 的混凝土。

(2) 重混凝土 容重在1900~2500千克/米³的混凝土。

(3) 轻混凝土 容重小于1900千克/米³的混凝土。
包括以下三种:

①轻骨料混凝土 采用容重小的骨料配制的混凝土。

②多孔混凝土 不用骨料,内部充满大量细小、封闭且均匀分布的气泡的混凝土。

③大孔混凝土 仅由粗骨料、胶凝材料及水配制的混凝土。因粗骨料之间没有砂,因而形成较大的孔隙,所以又

称无砂大孔混凝土。

(4) 特轻混凝土 容重小于 600千克/米^3 的多孔混凝土。

2. 按胶凝材料的品种分

(1) 无机胶凝材料混凝土 又分为：

①水泥混凝土 用各种水泥制成的混凝土，在建筑上应用最广。

②硅酸盐混凝土 以磨细的硅质材料（如粉煤灰）和石灰为胶凝材料，必要时加少量石膏，经过常压或高压蒸汽养护而成的混凝土，并以所采用的硅质材料命名。如采用的硅质材料为粉煤灰时，则称该混凝土为粉煤灰硅酸盐混凝土。

③石膏混凝土 是以石膏作为胶凝材料的混凝土。主要用于作内隔墙、天花板和建筑物的装饰品。掺一定量水泥的石膏混凝土具有较好的耐水性，因此使用范围有所扩大。

④水玻璃耐酸混凝土 采用水玻璃，并加入促凝剂氟硅酸钠作为胶凝材料的混凝土，具有耐酸、耐火的性能，可用作耐酸及耐热混凝土。

⑤镁质胶凝材料混凝土 是以苛性菱苦土或苛性白云石作为胶凝材料，将木屑或植物纤维胶凝在一起而成的混凝土。

(2) 有机胶凝材料混凝土 按有机胶凝材料分为：

① 沥青混凝土 是用沥青作为胶凝材料的混凝土。广泛地应用于公路和工业厂房的地面。

② 聚合物胶凝混凝土，又称树脂混凝土，是以树脂代替水泥作为胶凝材料的混凝土，具有良好的耐蚀、耐磨及力学

性能。主要用于路面、桥梁面层、化工厂地面，修补、建筑物结点或制作特殊用途的混凝土制品。

③有机与无机复合胶凝材料混凝土 如：

1) 聚合物水泥混凝土 是以水泥和聚合物共同作为胶凝材料的混凝土。有机聚合物增加了混凝土的耐腐蚀、耐磨性能及粘结力。多用现场浇筑及预制构件。

2) 聚合物浸渍混凝土 是将已硬化的混凝土经干燥后浸入由单体聚合物及助剂组成的混合液体中，再经加热或辐射等方法，使浸入混凝土孔隙中的单体低分子聚合物聚合成高分子聚合物而成的混凝土。聚合物浸渍混凝土具有高强、耐腐蚀、抗渗、抗冻、耐磨、抗冲击等良好性能，可用于海洋建筑物，有腐蚀介质浸蚀的路面、桥面、管柱等。

3. 按用途分

(1) 结构混凝土 用于一般建筑的基础、梁、板柱等。要求有足够的强度和耐久性。

(2) 防水混凝土 用于水工及地下、水中的建筑等。要求有良好的抗渗、抗冻、耐腐蚀、耐冲击振动和耐一定的温度作用。

(3) 道路混凝土 用于道路及机场跑道，要求耐磨及有较高的抗弯强度、抗渗和抗冻能力。

(4) 耐热混凝土 为多用于高温环境中的混凝土。如高温车间、烟囱、烟道及热工设备基础等。

(5) 耐酸混凝土 用于有酸性介质侵蚀的混凝土工程。如化学工业的酸性输液管、洗涤池、车间地坪等。

(6) 耐碱混凝土 用于受强碱侵蚀环境中的混凝土工程。如一些冶金、化工的构筑物、碱性粉尘和受污水污染等环境中的混凝土工程。要求混凝土具有抵抗强碱的性能。

(7) 耐油混凝土 用于贮油的构筑物及与油接触的地面、设备基础等。要求有足够的抗渗性能。

(8) 其他混凝土 如防辐射混凝土、耐磨混凝土、纤维混凝土、高强混凝土等。

4. 按流动性分 见表1-1。

表 1-1 混凝土按流动性分类

项 次	混凝土的种类	坍落度(厘米)
1	干硬性混凝土	<1
2	低流动性混凝土	1~3
3	塑性混凝土	3~8
4	流态混凝土	18~20

三、普通混凝土的优缺点

普通混凝土（简称混凝土）被广泛地应用于建筑工程，是由于其具有如下的特点：

1. 混凝土的优点

(1) 混凝土的拌和物具有良好的可塑性，可以浇筑成任意形状和尺寸的构件或构筑物。

(2) 调整 and 改变混凝土的组成成分，可以使混凝土具有不同的物理、化学及力学性能，以满足工程的需要。

(3) 混凝土具有很高的抗压强度。

(4) 混凝土具有很好的短时耐火性，遇火灾只能损伤其表面，不易损伤其内部结构。

(5) 混凝土具有良好的耐久性，对于一般自然环境的干湿冷热变化、风吹日晒雨淋、磨擦碰撞都有较强的抵抗能力，耐久性可达50年以上。

(6) 制作混凝土结构耗能少, 环境污染少, 维修费用少。

(7) 混凝土原材料易得、成本低、施工简单。

2. 混凝土的缺点

(1) 自重大、运输安装不方便。

(2) 抗拉、抗折强度低、易干缩、产生裂缝, 属脆性材料。

(3) 现浇成形需大量模板、浇筑后需一定的养护条件及时间, 因而增加费用, 延长了工期。

(4) 现浇混凝土受气候影响很大, 尤其冬季低温对混凝土的凝结硬化很不利, 必须采取适当措施。

(5) 混凝土的加固维修较为困难。

§ 1-2 混凝土的组成材料

普通混凝土的组成材料包括: 水泥、砂、石子和水。

一、水泥

水泥与水拌合成水泥浆, 可将砂子、石子等固体颗粒胶结成人造石材——混凝土。水泥属水硬性胶凝材料, 即它不但能够在空气中吸收空气中的水凝结硬化, 而且在水中能更好地凝结硬化, 长久地保持并提高强度。

下面介绍各种水泥的特性、使用方法和适用范围。

1. 水泥的共性

水泥品种虽各异, 但大多数都存在着以下共同特点。

(1) 水化热 水泥与水拌和后立即发生水化反应, 并放出热量, 此热量称为水化热。水化热主要在水泥水化的初期放出, 并加速水泥的凝结硬化过程。

水泥水化热的大小与以下因素有关：水泥的标号愈高，所含铝酸三钙成分愈多，颗粒愈细，水化热愈高。对于表面系数（单位体积所含冷却面积）大的混凝土，冬期施工时，高水化热可提高其早期强度。而对于表面系数小的大体积混凝土，高水化热是不利的。因水化热在内部不易散失，使混凝土内外温度相差悬殊，内部膨胀，外表面收缩，造成混凝土表面开裂。此时宜采用低水化热的水泥。如使用高水化热的水泥时，应采取必要的降温措施。

（2）水泥硬化时的体积变化 一般水泥在空气中硬化时体积收缩；在水中不收缩，甚至稍有膨胀。水泥颗粒愈细，铝酸三钙含量愈多，水灰比愈大，体积收缩愈大。纯水泥浆硬化收缩使表面开裂，所以水泥必须与砂石等混合使用，以降低其收缩影响。各种水泥在硬化初期必须加强养护，防止干燥过快造成表面裂缝。

（3）水泥的凝结 在常温下，水泥浆经过一段时间会逐渐变稠，开始失去塑性，称为初凝；水泥浆完全失去塑性，开始具有强度称为终凝；终凝后强度继续增长称为硬化。凝结与硬化是一个连续的不可分割的过程，总称为硬化过程。

（4）安定性 指水泥在硬化过程中体积变化是否均匀的性质。

引起水泥安定性不合格的因素主要有二个：一是水泥中含有过多的游离氧化钙和氧化镁，遇水熟化的速度很慢，以致水泥终凝以后它仍在其中继续熟化，引起体积膨胀。二是在水泥中含有过多的硫酸盐，由于硬化中能生成含水硫铝酸钙，使体积膨胀剧烈。混凝土在终凝以后产生膨胀，会使混凝土结构产生膨胀裂缝、翘曲、甚至崩裂破坏。因此必须对

水泥进行安定性试验。安定性不合格的水泥是废品，在工程中禁止使用。

(5) 水泥在使用方法上的共性 用水泥配制砂浆或混凝土时，应注意标号的选择，应用高标号水泥配制高等级混凝土；用低标号水泥配制低等级混凝土或砂浆。具体见表1-2。

表 1-2

水泥标号的选择

混凝土标号	≤ 100	150~250	300~400	≥ 500
混凝土强度等级	$\leq C_4$	$C_{15} \sim C_{25}$	$C_{28} \sim C_{38}$	$\geq C_{48}$
水泥标号	275	325~425	425~525	525~725

当用高标号水泥配制低等级混凝土时，应掺入适量的混合材料。禁止用低标号水泥配制高等级混凝土。

2. 各种水泥的特性、使用方法、适用范围。

(1) 五种常用水泥的特性及适用范围，见表1-3。

使用方法：上述五种水泥的使用方法如第四、五、六章所述。对矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥还应注意加强洒水养护，冬期施工注意保温，特别适于蒸养。

(2) 特种水泥的特性、使用方法及适用范围：

① 快硬硅酸盐水泥(快硬水泥) 其特点为凝结硬化快、初凝不早于45分钟，终凝不迟于10小时。一天的强度达20兆帕(200千克力/厘米²)，三天即达到标准强度，故以三天强度划分标号。从包装之日起，存放超过一个月须重新测定其强度，酌情使用。快硬水泥适用于配制早强高强混凝土，紧急抢修工程及冬期施工的工程。

表 1-3

五种常用水泥的特性及适用范围

名称	硅酸盐水泥	普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥	粉煤灰水泥
主要特性	(1) 快硬早强 (2) 水化热高 (3) 抗冻性好 (4) 耐热性差 (5) 耐水性差 (6) 耐腐蚀差	(1) 早强 (2) 水化热较高 (3) 抗冻性能较好 (4) 耐热性较差 (5) 耐腐蚀性差 (6) 干缩及泌水性较小 (7) 抗水性较差	(1) 凝结硬化慢, 早期强度低, 后期强度增长较快 (2) 水化热低 (3) 耐热性较好 (4) 抗冻性较差 (5) 抗水性较好 (6) 抗硫酸盐的腐蚀性能力强 (7) 干缩较大 (8) 泌水性较大 (9) 抗渗能力差	(1) 硬化慢, 早期强度低, 后期强度增长较快 (2) 水化热低 (3) 耐热性较差 (4) 抗冻性较差 (5) 抗水性较好 (6) 抗硫酸盐的腐蚀性能力强 (7) 干缩较小 (8) 抗碳化能力较差	(1) 硬化慢, 早期强度低, 后期强度增长较快 (2) 水化热低 (3) 耐热性较差 (4) 抗冻性较差 (5) 抗水性较好 (6) 抗硫酸盐的腐蚀性能力强 (7) 干缩较小 (8) 抗碳化能力较差
适用范围	适用于快硬早强工程、配制C ₃₀ 以上的混凝土工程、预应力混凝土、地下工程喷射里村、耐磨混凝土工程	适用于配制地上地下及水中的混凝土、钢筋混凝土、预应力混凝土、受冻融的混凝土、早期强度要求较高的工程、配制建筑砂浆	适用于大体积工程、配制耐热混凝土、适于蒸汽养护的混凝土、适于一般地土、水中的混凝土及钢筋混凝土结构、	适用于大体积工程、有抗渗要求的工程、适于蒸汽养护, 可用于一般混凝土及钢筋混凝土, 配制砂浆	适用于大体积地上地下的混凝土工程、适于蒸汽养护的构件, 适于一般混凝土和钢筋混凝土工程, 配制砂浆

续表

名称	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	(1) 不适用于大体积混凝土工程 (2) 不宜用于受化学侵入水及水压力水作用的	浆 (1) 不适用于大体积混凝土工程 (2) 不适用于受化学侵入水及压力水作用的	配制砂浆 (1) 不适用于早期强度要求高的结构 (2) 不适用于严寒地区并在水位升降范围内的混凝土工程	(1) 不适用于早期强度要求高的混凝土工程 (2) 不适用于严寒地区，并在水位升降范围内的混凝土工程 (3) 不适用于干燥环境的混凝土工程 (4) 不宜用于耐磨要求的工程	(1) 不适用于早期强度要求高的混凝土结构 (2) 不适用于严寒地区并在水位升降范围内的混凝土工程 (3) 不适用于有碳化要求的工程

② 特快硬硅酸盐水泥(特快水泥)其特点为:强度发展极快,12小时即达到标准强度。特快水泥适用于对早期强度有特殊要求的工程,如紧急抢修工程、国防工程及配制预应力混凝土构件。

③ 高级水泥 其特性为快硬早强,可代替高标号硅酸盐水泥使用。可配制高等级混凝土(如 $C_{78}\sim C_{98}$)。适用于薄壳,钢丝网水泥结构及抢修工程等。从包装之日起,存放期超过一个半月需做试验,检查是否符合标准。使用时要严格控制水灰比。

④ 矾土水泥(高铝水泥) 其特点为快硬早强,三天即可达到标准强度,水化热高,耐腐蚀能力强,抗渗、耐热、抗冻性好,易受潮,应及时使用。用其浇筑混凝土后应注意早期养护,硬化温度宜保持在 $4\sim 25^{\circ}\text{C}$ (最佳硬化温度为 15°C)。适用于配制耐热混凝土、耐热砂浆、膨胀水泥及自应力水泥(硬化时产生膨胀能,用以张拉钢筋,同时使混凝土产生预压应力的水泥)。矾土水泥还适用于快硬早强、紧急抢修、冬期施工、有硫酸盐侵蚀的工程及有抗冻性要求的工程。不经试验不得加入任何物质,严禁与碱接触。矾土水泥的长期强度有下降的趋势。禁止采用蒸汽养护。

以上四种为快硬水泥,使用时先将干料拌匀再加水拌和,严格控制水灰比。混凝土的和易性损失很快,应即拌即用。如需缓凝可加适量缓凝剂。若已凝结,不可再加水拌和。并特别注意早期养护。

⑤ 抗硫酸盐水泥 特性为抗硫酸盐的侵蚀能力强,抗冻性好,水化热低。适用于受硫酸盐侵蚀、冻融及干湿交替作用的工程等。使用方法同硅酸盐水泥。

⑥ 膨胀水泥 在硬化过程中能够产生体积膨胀的水泥