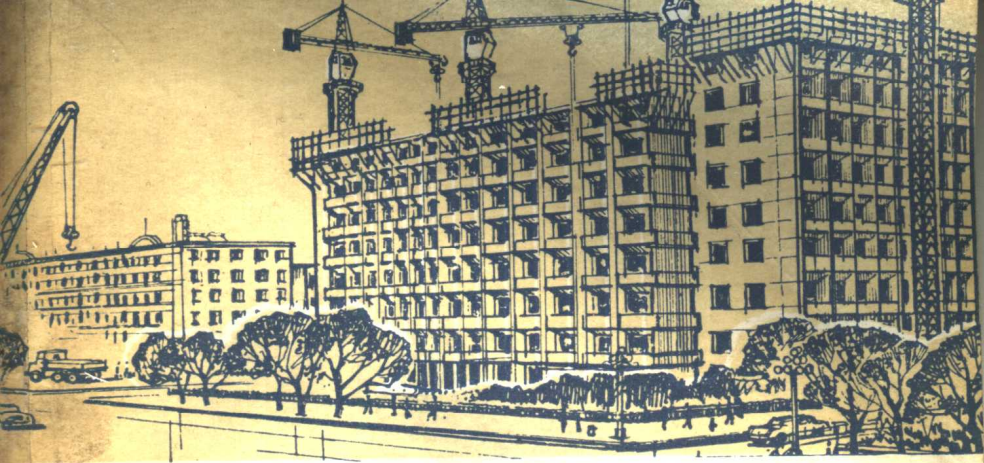




建筑工人技术学习丛书

混凝土工

(增订版)

中国建筑工业出版社

本书系建筑工人技术学习丛书之一。叙述建筑工程中常用的普通混凝土组成材料的主要性能、技术要求、成分配合和混凝土的搅拌、运输、浇灌、振捣、养护等施工操作方法，并对各种现浇整体结构和预制构件的施工工艺及保证质量措施作了详细介绍。此外，对冬季施工以及特种混凝土施工作了简介。

本书可供混凝土工作自学读物，也可作技工培训读物。

* * *

参加增订工作和增订版讨论的单位有：

黑龙江省第二建筑工程公司；

湖南省湘潭混凝土制品厂；

北京市第三建筑构件厂；

陕西省第八建筑工程公司。

建筑工人技术学习丛书

混 凝 土 工

（增 订 版）

陕西省第三建筑工程公司

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 $1/32$ 印张：7 $1/8$ 字数：160千字

1977年10月增订版 1977年10月第三次印刷

印数：274,906—343,635册 定价：0.46元

统一书号：15040·3117

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

独立自主，自力更生。

一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。

增订版说明

《建筑工人技术学习丛书》第一版于1973年起陆续出版。这里提供读者的是增订第二版。增订版同第一版比较，大体上作了以下一些补充和修改：

一、补充了近年来各地比较成熟的、行之有效的新技术、新工艺、新机具、新材料。同时，为了支援农村的社会主义建设，对各地区较有代表性的传统操作技术和简易可行的工具也作了某些反映。

二、内容范围比第一版有所扩大，篇幅一般都有较大的增加。充实补充了一些操作技术，特别是充实了老工人的实践经验。

三、同国家新的规范、标准不一致的地方，内容陈旧、错误的地方作了改正。

这套丛书可供具有初中文化程度的工人作自学读物，也可作技工培训参考读物。

丛书虽经增订，但肯定还有许多不足，希望广大读者提出意见，以便不断修改，使之更好地适应广大建筑工人的需要。

增订过程中，我们得到各编写单位和全国许多省、市、自治区建筑部门的大力支持和帮助，谨在此表示感谢。

中国建筑工业出版社编辑部

一九七七年三月

目 录

第一章 概述	1
第一节 混凝土的组成	1
第二节 混凝土的分类	2
第三节 钢筋混凝土与预应力混凝土	3
第四节 普通混凝土的特点	6
第二章 混凝土的组成材料	8
第一节 水泥	8
第二节 砂、石、水	19
第三节 混凝土的成分配合	25
第四节 混凝土的外掺材料	36
第三章 混凝土施工工艺	45
第一节 准备工作	45
第二节 搅拌	47
第三节 运输	60
第四节 浇捣	69
第五节 养护	85
第六节 拆模	96
第四章 整体结构的浇捣	98
第一节 基础	98
第二节 设备地坑及池子	108
第三节 柱子与肋形楼板	116
第四节 地坪与道路	129
第五节 楼梯、圈梁和雨篷	133
第六节 特种结构	134
第五章 整体结构施工新工艺	138
第一节 滑动模板施工	138

第二节	大模板施工	143
第三节	喷射混凝土施工	146
第六章	预制构件的浇捣	150
第一节	屋架	150
第二节	鱼腹式吊车梁	156
第三节	柱子	161
第四节	空心板与槽形板	163
第五节	预应力空心屋面板	167
第六节	槽瓦	177
第七章	预制构件施工新工艺	181
第一节	空心板挤压成型	181
第二节	空心板拉模成型	183
第三节	大型墙板施工	186
第四节	热拌混凝土施工	194
第八章	冬季施工	196
第一节	温度对混凝土的影响	196
第二节	原材料加热	197
第三节	养护方法	198
第九章	质量要求	203
第一节	质量检查	203
第二节	构件表面缺陷的修整	209
第十章	特种混凝土	212
第一节	水玻璃耐酸混凝土	212
第二节	耐热混凝土	216
第三节	防水混凝土	218

第一章 概 述

第一节 混凝土的组成

混凝土是由胶结材料、骨料和水(或其它液体)组成的。

胶结材料可分为两大类:

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,能长久保持其强度,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:这类胶结材料除能在空气中硬化和保持强度外,还能在水中硬化,并能保持和继续提高其强度。如各种水泥。

2. 有机胶结材料 常用的有沥青、塑料、树脂等有机化合物。

骨料在混凝土中除起骨架作用承受外力外,还决定混凝土的容重,并直接影响混凝土的隔热、抗磨、耐腐蚀以及防止射线等各种性能。骨料又分为粗骨料和细骨料两种。目前常用的粗骨料有砾石(天然岩石风化冲积而成)和碎石(坚硬的天然岩石经人工破碎而成)。用作轻混凝土骨料的多孔

质石料可采用天然多孔材料，如浮石、凝灰岩、贝壳石灰岩和硅藻石等，亦可采用人工多孔骨料，如膨胀矿渣、粘土陶粒、粉煤灰陶粒、页岩陶粒和碎砖等。常用的细骨料为天然砂（河砂、海砂、山砂），在特种混凝土中也可采用重晶砂、钢屑、冶金镁砂等。

拌制混凝土的用水一般可用自来水或清洁天然水。

第二节 混凝土的分类

混凝土按其胶结材料不同，可分为水泥混凝土、石膏混凝土、水玻璃混凝土、沥青混凝土、塑料混凝土、树脂混凝土、硫磺混凝土等。

混凝土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，如各种水泥混凝土等。

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和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. 其它 如防止射线穿透的重晶石混凝土；对坚硬物体具有足够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。

混凝土按其容重不同可分为：

1. 特重混凝土 容重大于2700公斤/立方米，以钢屑、重晶石为骨料。

2. 重混凝土 即普通混凝土，容重为2100~2600公斤/立方米，以普通砂、石为骨料。

3. 稍轻混凝土 容重为1800~2000公斤/立方米，以碎砖、矿渣为骨料。

4. 轻混凝土 容重为1000~1800公斤/立方米，以浮石、膨胀矿渣、粉煤灰陶粒、页岩陶粒、膨胀珍珠岩、膨胀蛭石等为骨料。

5. 特轻混凝土 容重小于1000公斤/立方米，如泡沫混凝土、多孔混凝土等。

第三节 钢筋混凝土与预应力混凝土

普通混凝土的抗压能力很强，但抗拉能力很差，不到抗

压能力的十分之一。由于混凝土受拉时很容易断裂，因而普通混凝土的使用范围受到限制。为了弥补这个弱点，在混凝土构件的受拉区域内配置一定数量抗拉能力很强的钢筋来承受拉力，使混凝土和钢筋共同受力，发挥其各自长处，这样

便得到抗拉和抗压能力都很强的钢筋混凝土。

例如：混凝土梁承受荷载后，便会产生弯曲，其上部受压，下部受拉，在梁的下部中央很容易出现裂缝。如在下部受拉区配置通长的钢筋，便可成为抗弯能力很强的钢筋混

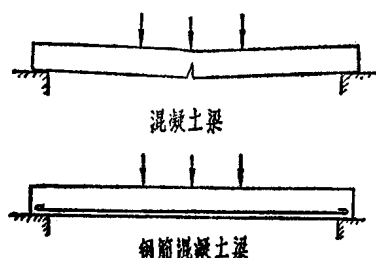


图 1-1 混凝土梁与钢筋混凝土梁

凝土梁（图1-1）。当然，钢筋混凝土梁内还配置有架立筋、箍筋等，以满足构造、施工和复杂受力的需要。

钢筋和混凝土为什么能紧密结合共同受力呢？这是因为混凝土硬化后，钢筋和混凝土有很强的粘结力。在温度变化过程中，它们的膨胀和收缩几乎相同。

钢筋混凝土在使用中比普通混凝土优越，但仍然存在一定的缺点。以钢筋混凝土梁为例，当梁受弯变形时，受拉区的钢筋和混凝土均被拉长，随着拉力的增大，混凝土就出现裂缝，并随着钢筋的伸长，裂缝的宽度和长度也不断增加。在裂缝继续增大后，包裹在混凝土内的钢筋必然会暴露在外，受到空气中水分作用慢慢生锈，影响构件的耐久性。梁的挠度增大，也将影响构件的正常使用。在大跨度和重荷载的情况下，上述现象会更加严重。为了避免混凝土出现不允许的裂缝，并使构件的挠度控制在允许的范围内，往往在设

计中采取使受拉区减小拉力的方法，但这样不能充分发挥钢筋的抗拉作用，同时使得构件更加粗笨，不但浪费材料，而且增加施工的困难。为了从根本上解决这个矛盾，可以采取人工的办法，对钢筋混凝土构件预先施加一个力量，并使这种力量的作用方向和分布状况，同使用时所受的力量相反。当构件受力时，预先施加的力就会把构件所受的力抵销一部分或者全部，这种预先施加的应力，就称为预应力。这种钢筋混凝土，叫作预应力混凝土。预应力混凝土构件的生产按照施加应力与构件制作的先后，可分为先张法和后张法。

先张法就是先将钢筋混凝土构件中的主要受拉钢筋拉长，并固定在台座上（或钢模上），然后浇捣混凝土，混凝土凝结硬化后，便与钢筋紧紧地粘结在一起，再松开拉长的钢筋，由于钢筋的弹性作用要回缩，便对混凝土预加了压力（图1-2）。

后张法就是先浇捣混凝土，并留出钢筋孔道，待混凝土达到一定强度后，将钢筋穿入孔道中，再张拉钢筋，当拉到要求拉力时，用锚具（或自锚混凝土）将钢筋两端锚固起来。同样，由于钢筋的弹性回缩，对混凝土预加了压力（图1-2）。

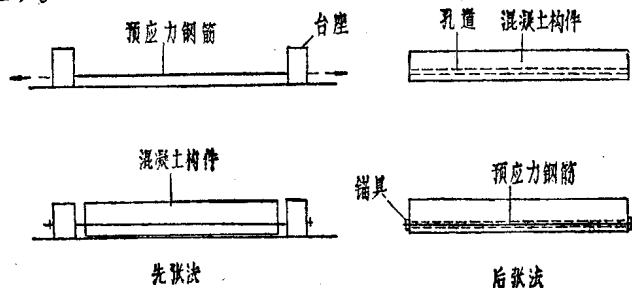


图 1-2 先张法与后张法

当预应力混凝土构件承重后，受拉区的混凝土受到的拉力，首先要与预加的压力相抵销，然后才随着受力的不断增加而使混凝土开始受拉，这样不但充分发挥了钢筋的作用，减小了构件的断面，节约了材料，同时避免了混凝土产生不允许的裂缝，甚至可不产生裂缝，这就显示了预应力混凝土的优越性。

第四节 普通混凝土的特点

普通混凝土习惯上简称为混凝土。

混凝土在工程中应用只有一百多年历史，现在已成为基本建设工程中的主要建筑材料，其所以发展这样快，应用如此广，是由于它具有很多优点：

1. 具有很高的强度，能承受较大的荷载，在外力作用下变形小。并可以通过原材料和配合比的变化配制出不同强度要求的混凝土。

2. 混凝土凝结以前具有良好的塑性，可以根据建筑结构的需要，利用模板浇捣成各种形状和尺寸的构件。如把建筑结构浇捣成钢筋混凝土整体式结构，使其具有良好的抗震和抗冲击能力；亦可在工厂或现场预制，有利于构件预制装配化的推广。

3. 所用砂、石都是地方材料，量大价廉，可以就地取材。

4. 经久耐用，维修费用少。混凝土对自然气候的干湿变化、冷热变迁、冻融循环、雨水冲刷及外力的碰撞和磨损等都具有较强的抵抗力，在正常情况下耐用年限较长，可达50年以上。

5.耐火性好，混凝土是热的不良导体，遇火只能损伤其表面，而不易破坏其内部。

但是，混凝土也存在不少缺点：

1.本身重量大，构件的运输和安装比较困难。

2.浇捣后自然养护时间较长。

3.现场浇捣易受气候条件（低温、曝晒、雨季等）影响，低温季节施工时要采取加温或保温措施，增加了设备和费用，延长了施工时间。

4.加固修理比较困难。

此外，对于有特殊要求的结构构件，普通混凝土还不能满足需要，如耐酸、耐热、抗渗、防射线等，这些问题只有采用耐酸、耐热、防水、重晶石等特种混凝土才能得到解决，但这类混凝土的强度或某些性能又往往要比普通混凝土差。正是因为事物都具有两重性，人们才根据不同的结构要求，找出主要矛盾，配制出各种类型的混凝土，以适应不断发展的建筑需要。

第二章 混凝土的组成材料

第一节 水 泥

一、水泥的种类及组成

目前国内生产的水泥品种很多，在混凝土工程中常用的有普通硅酸盐水泥（简称普通水泥）、矿渣硅酸盐水泥（简称矿渣水泥）、火山灰质硅酸盐水泥（简称火山灰质水泥），必要时亦可采用快硬硅酸盐水泥（简称快硬水泥）、塑化硅酸盐水泥（简称塑化水泥）、矾土水泥、抗硫酸盐水泥等。

普通水泥 是用石灰质（如石灰石、白垩、泥灰质石灰石等）和粘土质（如粘土、泥灰质粘土等）原料，按适当比例配成生料，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。在熟料磨细时，允许均匀掺入不超过水泥成品重量15%的活性混合材料（如火山灰、粒状高炉矿渣等）；或掺入不超过10%的填充性混合材料（如石英砂、石灰岩等）；或同时掺入总数不超过15%的活性与填充性混合材料，但填充性混合材料不得超过10%。

矿渣水泥 在普通水泥熟料中，按水泥成品重量均匀地加入20~85%的粒状高炉矿渣，并按需要加入适量石膏，磨成细粉而制成的水硬性胶结材料。允许用不超过15%火山灰质的混合材料代替部分粒状高炉矿渣。

火山灰质水泥 在普通水泥熟料中，按水泥成品重量均

匀地加入20~50%火山灰质的混合材料（天然的火山灰、硅藻土、烧页岩、粉煤灰、浮石及人工制成的矾土渣、烧粘土等多种），并按需要加入适量石膏，磨成细粉，制成的水硬性胶结材料。

快硬水泥 是以适当成分的生料，烧至部分熔融，所得以硅酸钙为主要成分的熟料，加入适量的石膏，磨成细粉，而制成的水硬性胶结材料，具有早期强度增长较快的性能。

塑化水泥 是将普通水泥熟料、石膏和塑化剂共同磨细所制成的水泥。

矾土水泥 是以适当成分的生料，经烧结或熔融，所得以弱碱性铝酸钙为主要成分的熟料或熔融块，磨成细粉，而制成的水硬性胶结材料，具有早期强度增长较快的性能。

抗硫酸盐水泥 是以适当成分的生料，烧至部分熔融，所得以硅酸钙为主要成分的特定矿物组成的熟料，加入适量石膏，磨成细粉，而制成的水硬性胶结材料，具有较高的抗硫酸盐性能。

从各种水泥的组成成分可以看出，水泥品种不同是因为它所包含的矿物种类不同，同时各种矿物在水泥中所占的比例也不同。而水泥的性质主要取决于各种矿物的性质以及各种矿物在水泥中的含量。因此，不同品种的水泥，其性质也不同。

这可以从普通水泥的组成加以说明。普通水泥的主要成分及其含量为：硅酸三钙占37~60%；硅酸二钙占15~37%；铝酸三钙占7~15%；铁铝酸四钙占10~18%。在四种主要矿物成分中，铝酸三钙的水化速度最快，水化时放热量最高，硬化时体积收缩也最大，强度的发展是早期最快，但不高，后期却逐渐缓慢。如果这种成分在水泥中含量过多，会

使水泥很快变硬，形成急凝。硅酸三钙的水化速度也较快，体积收缩较小，水化时放热量及放热速度次于铝酸二钙，强度发展也较快，且不断增长，是决定水泥强度的主要成分。铁铝酸四钙的水化速度也很快，仅次于铝酸三钙，其早期强度发展较慢，后期强度发展较快，收缩较大。硅酸二钙的水化速度最慢，水化放热最低，体积收缩最小，强度的发展是早期较慢，后期却较快，是保证水泥后期强度的主要成分。由于这四种矿物成分的性质不同，以及它们在水泥中所占的比例不同，便形成不同品种的水泥，其性质也不同。

二、水泥的凝结硬化

普通硅酸盐水泥的主要成分是硅酸三钙和硅酸二钙，是不含水分的。当水泥加水拌和成水泥浆后，水泥颗粒被水所包围，于是水泥与水就发生化学变化，放出一定的热量，同时水泥颗粒逐渐分解形成一种凝胶，这种凝胶不但具有很高的粘结能力，而且经过一定时间后就逐渐结晶硬化，有很高的强度，这个过程称为水泥的水化作用。

水泥从加水拌和后1.5~3小时，水泥的凝胶开始凝结，这时间称为初凝；至拌和后6~8小时，水泥凝胶的形成大致終了，这时间称为终凝。但这时所形成的水泥凝胶还处在软塑状态中，还需要等几小时以后才能逐渐硬化，变成固体状态，一般把水泥拌和后自流动状态变为固体状态的这段时间称为“凝结过程”，而把以后逐渐产生强度的时间称为“硬化过程”。

在水泥浆初凝以前，它具有流动性，在这时间里宜进行运输、浇灌、捣固等工作。自初凝到终凝以前，它的流动性逐渐消失，如再经振动，则已凝结的胶体还能闭合，但自拌

和后6小时（即近于终凝时）至18小时，它已丧失流动性，遇有损伤则不能自行闭合，而同时又未具强度，不能承受外力，所以在这段时间内要加强养护，切实避免一切外力的影响，以免遭受损坏。

水泥加水拌和后，大约经过18~24小时的凝结后，即进入硬化过程，其强度的增长速度与温度的高低、水泥的品种等有关。

水泥的凝结和硬化过程时间的长短，还可利用加入各种掺料来调整。如加入各种促凝剂，就能加速水泥的凝结和缩短硬化时间；加入各种缓凝剂，则能延缓水泥的凝结和硬化时间。

水泥的硬化过程，必须在潮湿环境下进行，如在干燥空气中，由于水分蒸发完毕，硬化作用就会停止，而易产生裂缝。试验证明，在水中硬化的水泥比在空气中硬化的水泥，其强度为高。为此，在水泥硬化过程中必须浇水养护。

三、水泥的技术特性

1. 细度 水泥细度就是水泥颗粒的磨细程度，一般颗粒愈细，凝结硬化愈快，水泥的强度（特别是早期强度）也愈高。因为水泥的水化作用是从颗粒的表面逐渐向核心进展，而且愈往深处愈困难，所以颗粒愈细，从表面到核心的距离愈近，完成水化作用所需的时间也愈短，水化进展相对加快。另一方面，水泥磨得愈细，颗粒数量也就愈多，和水接触的总面积也就愈大，加水拌和后，水化作用就愈充分，也就是有更多的水参加水化作用，因而同样地加速了水化作用的进展。

其次，由于参加水化作用的水增多了，水泥浆内的游离