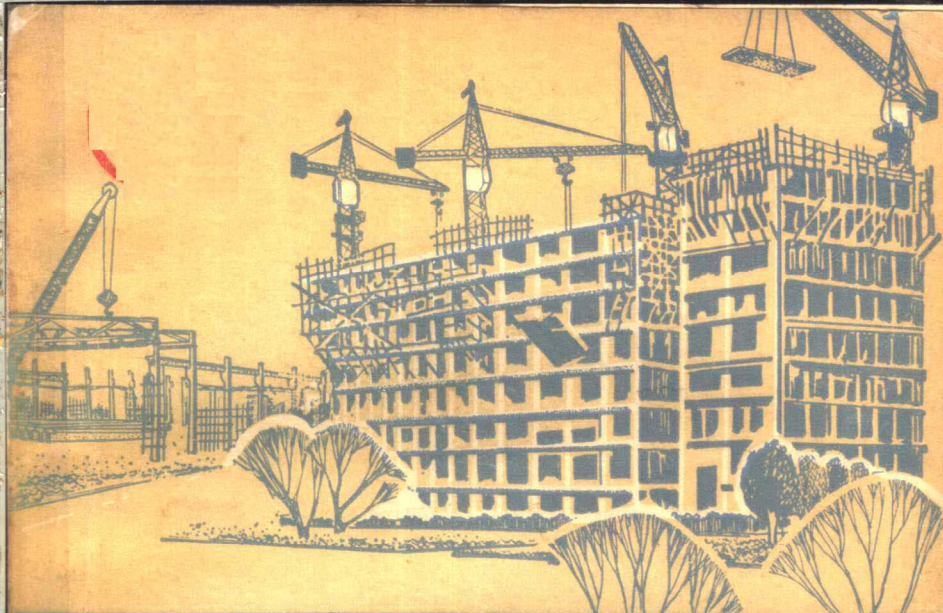




建筑工人技术学习丛书

混凝土工

中国建筑工程出版社

建筑工人技术学习丛书

混 凝 土 工

陕西省建筑工程局《混凝土工》编写组

中国建筑工业出版社

本书系建筑工人技术学习丛书之一。介绍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、振捣机械的操作，并着重对各种现浇整体结构（基础、柱子、肋形楼板、地坪等）和预制构件（屋架、吊车梁、柱子、空心板等）的施工操作及保证质量的措施作了详细叙述。此外，对混凝土的养护、冬季施工以及特种混凝土作了简要的介绍。

本书可供混凝土工作自学读物，也可作技工培训读物。

本书由陕西省第三建筑工程公司主编。

派出人员参加审查讨论的单位有：

陕西省建筑工程局教材编审组；

陕西省第一建筑工程公司；

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

陕西省建筑工程局《混凝土工》编写组

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：4 3/4 插页 字数：103千字

1974年4月第一版 1974年4月第一次印刷

印数：1—182,705册 定价：0.31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。

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。

要把一个落后的农业的中国改变成
为一个先进的工业化的中国，我们面前
的工作是很艰苦的，我们的经验是很不
够的。因此，必须善于学习。

出版说明

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国基本建设战线形势一片大好。“百年大计，质量第一”的思想深入人心，新老工人为革命钻研技术的热情更加高涨。

为了适应广大建筑职工，特别是青年工人学习技术的需要，陕西省建筑工程局和北京市建筑工程局等单位，以工人、技术人员和领导干部相结合的方式，组织编写了这套“建筑工人技术学习丛书”。

这套丛书基本上是按工种编写的，计划分《木工》、《瓦工》、《混凝土工》、《钢筋工》、《抹灰工》、《油漆工》、《架子工》、《防水工》、《预应力张拉工艺》、《材料试验》、《中小型建筑机械操作与维护(上、下册)》等册，将陆续出版。

这套丛书的深浅程度，一般是按一至四级技工应知应会的内容编写的，着重介绍操作技术，辅以必要的理论知识；对于工程质量标准和安全技术，作了适当的叙述；各工种有关的新技术、新机具和新材料，也作了必要的介绍。

这套丛书可供具有初中文化程度的工人作自学读物，也可作技工培训读物。

目前，有关的规范、规程正在修订、编制过程中，本书如有同规范、规程不一致的地方，以规范、规程为准。

中国建筑工业出版社

1973年8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 钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土	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、水及掺料	17
第三节 混凝土的成分配合	23
第三章 混凝土的施工方法	30
第一节 准备工作	30
第二节 搅拌	32
第三节 运输	37
第四节 浇捣的一般规定	41
第五节 振捣机械	43
第六节 整体结构的浇捣	50
第七节 预制构件的浇捣	91
第八节 养护	122
第九节 拆模	124
第四章 质量要求	126
第一节 质量检查	126
第二节 构件表面缺陷的修整	129
第五章 冬季施工	133
第一节 温度对混凝土的影响	133

第二节	原材料加热	134
第三节	养护方法	135
第六章	特种混凝土	140
第一节	耐热混凝土	140
第二节	耐酸混凝土	142
第三节	防水混凝土	144

第一章 概 述

第一节 混 凝 土 的 组 成

混凝土是由胶结材料、粗细骨料和水（或其它液体）所组成的。

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，经过物理化学变化过程，能由浆状或可塑状，逐渐凝结、硬化，并能把松散的骨料胶结为整体。

（2）有机胶结材料：常用的有沥青、焦油、塑料等有机化合物。

按照硬化条件，无机胶结材料又可分为两种：

（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。

粗细骨料在混凝土中除了起着骨架作用承受外力外，在某些混凝土中，骨料还起着减少容重、增强隔热性能、抗磨和防止射线等作用。目前常用的粗骨料有砾石（天然岩石风化而成）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采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、沥青混凝土、塑料混凝土等。

按其用途不同可分为：

（1）普通混凝土：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。

（2）道路混凝土：用于路面、机场跑道等。要求耐磨、抗弯及抗冻。

（3）水工混凝土：用于堤坝、船闸等。要求密实、不透水和抗冻等。

（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。

（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。

（6）隔热混凝土：用于屋面或外墙隔热。要求导热性能小。

（7）其它：如防射线混凝土、钢屑混凝土等。要求能

防止射线的穿透和对坚硬物体有足够的耐磨性。

按其容重可分为：

(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，以炉渣、浮石、陶粒为骨料。

(5) 特轻混凝土：容重小于 1000 公斤/立方米，如泡沫混凝土及其它多孔混凝土等。

第三节 钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土

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。当结构构件受荷重时，往往在局部区域由于弯曲承受拉力，而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，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，混凝土梁在受到荷重时，便会产生弯曲，其上部受压，下部受拉，在梁的下部中央就容易出现裂缝。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凝土梁(图1-1)。当然，钢筋混凝土梁内实际上还配置有受压和受剪的钢筋，以满足构造、施工以及复杂受力的需要。

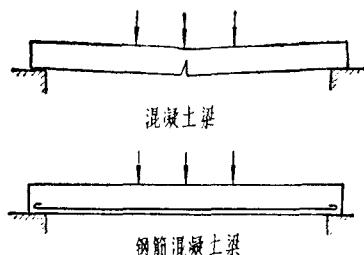


图 1-1 混凝土梁与钢筋混凝土梁

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。

钢筋混凝土在实际使用中，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，受拉区的钢筋与混凝土均被拉长，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地增长。在裂缝继续增大后，包裹在混凝土内的钢筋必然暴露在空气中，慢慢生锈，影响构件的耐久性；梁的挠曲增大，也将影响构件的使用。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，并使构件的挠曲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，因而浪费材料，并增加施工的困难。

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消一部分或者全部，这种预先施加的应力，就叫做预应力。

施加应力的方法很多，常用的有先张法、后张法、自张法等。

先张法就是先将钢筋混凝土构件内主要承受拉力的钢筋拉长，并固定在台座上，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恢复原来的长度，也就是要缩短，便使得混凝土预加了压力（图1-2）。

后张法就是先浇捣构件的混凝土，并留出钢筋孔道，待混凝土凝结硬化后，将钢筋穿入孔道中，再张拉钢筋，当张拉到要求拉力时，用锚具（或自锚混凝土）将钢筋两端锚固起来，同样，由于钢筋的弹性作用，使得混凝土预加了压力（图1-2）。

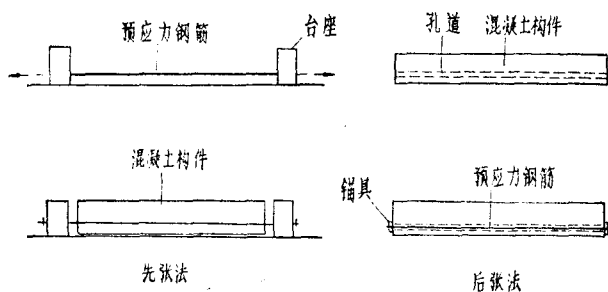


图 1-2 预加应力方法

当预应力钢筋混凝土构件承重后，受拉区的混凝土受到的拉力，首先要与预先受到的压力相抵消，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，甚至可以不产生裂缝，这就显示了预应力钢筋混凝土的优越性。

第四节 普通混凝土的特点

混凝土在工程中应用只有一百多年的历史，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，是由于它具有很多的优点：

（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）混凝土凝固以前具有良好的塑性，可以根据建筑结构的需要，利用模板浇灌成各种形状和尺寸的构件。

（3）可以把建筑结构浇灌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。

（4）所用砂石都是地方材料，量大价廉，可以就地取材。

（5）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、化学侵蚀及外力的撞冲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。

（6）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。

当然，事物都是“一分为二”的，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) 浇捣后养护时间较长。

(3) 现场浇制易受气候条件(低温、雨季) 影响, 低温季节施工时要采取加温和保温措施, 增加了设备和费用, 延长了施工时间。

(4) 加固修理比较麻烦。

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、重晶石等混凝土才能得到解决, 但这类混凝土的强度及其他性能都要比普通混凝土差。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。

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，在工业与民用建筑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）。此外，有些特殊工程还常采用矾土水泥、快硬硅酸盐水泥（简称快硬水泥）、硅酸盐膨胀水泥、抗硫酸盐硅酸盐水泥等。

·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。

硅酸盐膨胀水泥：以适当成分的硅酸盐水泥熟料、膨胀剂和石膏按一定比例混合磨细而制得的水硬性胶结材料。

抗硫酸盐硅酸盐水泥：用适当成分的硅酸盐水泥熟料加石膏经过磨细制成的水泥。

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。

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。当水泥加水拌合成水泥浆后，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。

水泥从加水拌合后1.5~3小时，水泥的凝胶开始凝结，这时间称为初凝；至拌合后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，一般把水泥拌合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，但自拌合后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，不能承受一切外力，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。

水泥加水拌合后，大约经过18~24小时的凝结过程，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