

92175/67
21687

混凝土基本知识

中国建筑工程工业出版社

混 凝 土 基 本 知 识

《混凝土基本知識》編写組編

中国建筑工程出版社

本书叙述了普通混凝土的主要組成材料——水泥、砂、石和水的特性、技术要求及配合比設計方法，詳細地談到了混凝土施工时攪拌、运输、灌筑、振搗、养护和拆模等各工序的操作方法、技术要点和质量要求，并介紹了一种攪拌站的布置方案以及冬季施工的要求和方法等。

本书可供混凝土工人、土建施工人員、土建院校學員閱讀。

参加編写单位：

天津市建設局第三建筑工程公司

天津市建設局建筑构件公司

天津市建設局建設科学研究所

混 凝 土 基 本 知 识

《混凝土基本知識》編写組 編

*

中国建筑工业出版社出版（北京西外向东路13号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

北京印刷六厂印刷

*

开本：787×1092 1/32 印张：2³/₄ 字数：57千字

1972年6月第一版 1972年6月第一次印刷

印数：30800册 定价：0.20元

統一书号：15040·3008

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省
地建设社会主义。

抓革命，促生产，促工作，促战
备。

有工作经验的人，要向理论方面
学习，要认真读书，然后才可以使经
验带上条理性、综合性，上升成为理
论，然后才可以不把局部经验误认为
即是普遍真理，才可不犯经验主义的
错误。

目 录

一、概述	1
1. 什么叫混凝土、钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土	1
2. 混凝土的主要性质	5
二、混凝土的主要組成材料	6
1. 水泥	7
2. 砂	13
3. 石	16
4. 水	19
三、怎样設計配合比	20
1. 配合比設計的原則	20
2. 配合比設計方法	22
3. 配合比設計举例	29
四、施工前的准备	31
1. 模板的准备	35
2. 鋼筋、預埋件和墊塊的检查	38
3. 劳动組織、施工机具及其他准备工作	39
五、施工	40
1. 攪拌	40
2. 运输	45
3. 灌注和振搗	47
4. 养护	59
5. 拆模	62
六、攪拌站的布置	64
1. 攪拌站的总体布置	65
2. 攪拌站分部工艺的布置	65

七、质量要求	71
1. 构件质量的检验	72
2. 混凝土表面缺陷的修补	74
八、冬季施工	75
1. 混凝土受冻对强度的影响	75
2. 冬季施工方法	76

一、概 述

混凝土是基本建設工程中重要的建筑材料，它在工程中的应用已有一百多年了。而在我国只是解放后才得到比較迅速的发展，从現場浇灌到預制装配，从普通鋼筋混凝土到預应力鋼筋混凝土，从普通混凝土到各种功能的特种混凝土，从大型的混凝土构件到各种薄壁輕型构件，从半机械化的攪拌到机械化的攪拌站等等，施工工艺不断革新，施工技术水平日益提高，应用范围逐漸扩大。特別是一九六四年伟大領袖毛主席发出了开展群众性設計革命的伟大号召后，广大建筑职工对刘少奇一类騙子推行的“洋奴哲学”、“专家路线”展开了革命大批判，在党的一元化领导下，由工人、技术人員、干部組成的“三結合”技术革新小組不断涌現，一場改革“肥梁、胖柱、厚地坪、重屋盖、深基础”的技术革新运动蓬勃展开，各种新型的混凝土构件相继出現，因而对混凝土施工提出了更高的技术要求。

我国社会主义建設的蓬勃发展，使混凝土在工业与民用建筑、交通、农林、水利等工程中的应用日益广泛。“人們为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。”随着社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三項实践的深入，我們将在混凝土这个自然里得到更大自由，混凝土将获得更加迅速的发展。

1. 什么叫混凝土、钢筋混凝土和 預应力钢筋混凝土

混凝土是一种人造石材，它是由石子、砂子、水泥和水

按照一定的配合比，拌合均匀后，灌注在模板里并捣固密实，经养护而成的。混凝土能承受很大的压力，但是抵抗拉力的能力却很低，大约是抗压能力的十分之一。混凝土受拉时很容易断裂，因此使用范围受到限制。而在工程结构中，往往要求混凝土构件承受弯力和拉力，例如梁、板等，在受力时是上部受压下部受拉（图1-1）。如用混凝土做这类构件，受力后就会因为经受不了拉力而断裂。矛盾产生了，我们只能“用不同的方法去解决不同的矛盾”，也就是要针对混凝土抗拉能力低这一具体情况，在构件受拉部位配上一种抗拉能力很强的材料——钢筋，让混凝土和钢筋共同受力，使它们发挥各自的特长，分别承担两种不同性质的力量。这就解决了混凝土只能受压不能受拉的矛盾。这种配有钢筋的混凝土叫做钢筋混凝土（图1-2）。

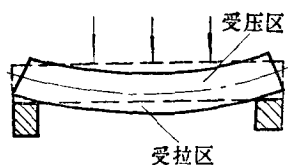


图 1-1 受弯构件示意图

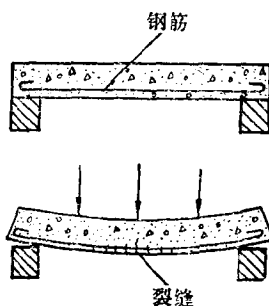


图 1-2 钢筋混凝土示意图

钢筋混凝土在实际使用中比普通混凝土优越，但是仍然存在一定的缺点。譬如，在构件受力之后，常有这样的情况出现，就是钢筋还没有完全发挥它的作用时，混凝土就出现了裂缝。这是因为钢筋混凝土受拉区在拉力作用下钢筋可以

伸长，而混凝土不能受这样大的拉力，它就会被拉裂了，而且裂缝随着外力的增加，不断开展。

另外，普通钢筋混凝土的另一缺点是自重太大，特别是用作大跨度结构时，就显得很笨重，施工吊装困难，经济上也不合算。为了减轻结构的自重和节约材料，就要采用高标号混凝土和高强度钢筋。高强度钢筋可以承受很大的拉力和更大的变形，而混凝土提高标号之后，它的允许相对变形并没有增加多少，所以构件受拉区的裂缝反而更加宽了。

“研究任何过程，如果是存在着两个以上矛盾的复杂过程的话，就要用全力找出它的主要矛盾。”从以上分析可以看出，普通钢筋混凝土中钢筋的相对伸长值和混凝土的最大相对伸长值相差太大，引起构件受拉区混凝土产生裂缝，这是主要矛盾。**“捉住了这个主要矛盾，一切问题就迎刃而解了。”**预应力钢筋混凝土就是为解决这个矛盾而出現的。这一矛盾中，混凝土的允许相对拉伸变形小是矛盾的主要方面，我们要促使这不利的一面向有利的一面转化。于是制作构件时，在它的受拉部位用人工的方法，使混凝土预先受压产生一定的压缩变形，当构件受力时混凝土受拉产生的拉伸变形，首先要与预先所受的压缩变形互相抵消，然后才随着受力的不断增加而使混凝土受拉和出现裂缝。这就充分发挥了钢筋的作用，而延缓了混凝土构件裂缝的出现和开展，并且通过合理的设计，也可以使构件在一定受力范围内而不出现裂缝。

怎样使得混凝土预先受压并产生一定的压缩变形呢？这可以通过钢筋预先受拉而达到。例如，首先用强力张拉钢筋，使钢筋伸长后固定在构件两端的台座上，接着就灌注混凝土，等混凝土具有一定强度后，再把张拉的钢筋放松（图1-3）。

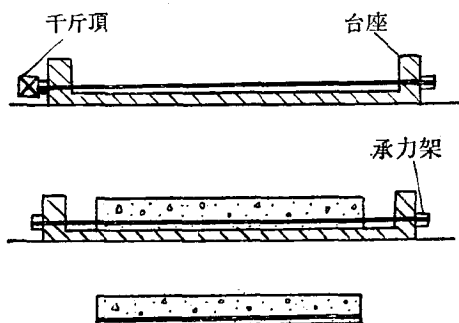


图 1-3 先张法

这时钢筋由于弹性作用要恢复原来的长度，也就是要缩短，可是由于钢筋已和混凝土粘結在一起，便使得混凝土受到挤压，并产生一定的压缩变形。用这种制造预应力钢筋混凝土的方法叫做先张法。

制造预应力钢筋混凝土构件还可以用另外一种方法，就是灌注混凝土时，在要放钢筋的地方留有能穿过钢筋的孔道，等混凝土达到一定强度之后把钢筋穿进去，再进行张拉，并

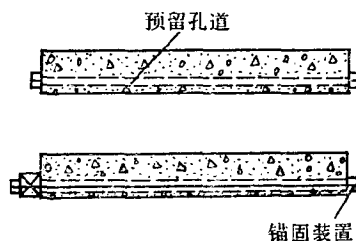


图 1-4 后张法

把两头锚固，然后在孔道内灌入灰浆，灰浆把钢筋和混凝土粘結在一起，张拉后的钢筋缩短时，便使混凝土也受到了压缩，这种方法叫做后张法（图1-4）。

在总结现有预应力钢筋混凝土生产经验的基础上，广大建筑职工遵照伟大领袖毛主席关于“打破洋框框，走自己工业发展道路”的教导，

創造了一些預应力鋼筋混凝土生产新工艺，如后张自錨預应力工艺和703型錨具預应力后张工艺等，为自力更生地发展預应力技术作出了新贡献。

用后张自錨工艺生产預应力鋼筋混凝土构件的方法是先灌筑混凝土，并預留鋼筋孔道（孔道在构件端部扩大为錐形孔，用来灌筑自錨头混凝土），混凝土达到一定强度后穿进鋼筋，用承力架和张拉夹具张拉鋼筋，然后灌筑自錨头混凝土，再在預留孔道內压入灰浆，当自錨头混凝土达到一定强度时便可割断鋼筋。

目前，天津等地采用了703錨具后张工艺，它与后张自錨工艺的不同点是把张拉后的鋼筋用瑪鋼錨塞錨固（把这种錨具叫做703型錨具），这种錨具的成本比卡片錨具低。由于张拉后的鋼筋当时就可以錨固，所以不需要装配式夹具及承力架，显著地提高了工作效率，加快了施工进度。

2. 混凝土的主要性质

人們为了解决各种工程的特殊要求，可以利用特种水泥或在普通混凝土中掺入各种附加剂或采用特种骨料，就能拌合成不同类型的混凝土，例如耐酸混凝土、耐热混凝土、抗渗混凝土、快硬混凝土、防輻射混凝土以及多孔混凝土、輕质混凝土等等。本书只介紹应用最广的普通混凝土。

混凝土之所以能够成为一种应用非常广的建筑材料，主要是由于具有以下特性：

1) 混凝土类似于天然石材，有比較高的强度，并且在外力作用下变形較小，同时可以通过原材料和配合比的变化，配制出滿足不同使用要求的混凝土。

2) 新拌制的混凝土具有和易性，能在自重及振搗作用

下均勻密实地填滿模板，可以根据建筑物各部位的不同要求，做成各种不同形状和大小的构件。

3) 耐久性好，混凝土建筑物使用寿命比較长。

4) 可以連續灌筑成一个整体，所以比較穩固，能經受地震和风浪袭击而不容易倒塌。

5) 是較好的耐火材料。

除此之外，混凝土还有許多优点，如所用砂、石是天然材料，可以就地取材。用混凝土代替鋼木結構，不但能節約大量鋼材和木材，而且建成后維修費用也比較少。

毛主席教导我們要用“一分为二”的辯証观点对待一切事物，混凝土这一材料也存在着一一些缺点，如本身重量大，灌筑之后需要較長時間的养护，冬季施工要采取一定的保溫 and 养护措施，增加設備和費用等等。这些缺点在我們掌握了它的規律之后，是可以克服的。

二、混凝土的主要組成材料

伟大領袖毛主席教导我們：“唯物辯証法认为外因是变化的条件，內因是变化的根据，外因通过內因而起作用。”水泥、砂、石加水拌合后具有一定的和易性，并且硬化后具有較高的强度与耐久性，主要是由于它們的內在因素决定的，即由这些原材料的性质决定的。当然配合比設計、攪拌、灌筑和养护的好坏都对混凝土的质量有极大的影响，但这些終究是外因，它必須通过內因才能起作用。因此，我們要得到优质的混凝土，首先就要把好好原材料这一关。

混凝土所用材料的选择應該根据不同要求，因地制宜，就地取材，一定要“厉行節約、反对浪費”，避免舍近求远

增加运输费用。

1. 水 泥

毛主席教导我们：“唯物辩证法的宇宙观主张从事物的内部、从一事物对他事物的关系去研究事物的发展，即把事物的发展看做是事物内部的必然的自己的运动，而每一事物的运动都和它的周围其他事物互相联系着和互相影响着。”

水泥在混凝土组成材料中起着什么作用呢？这要从水泥本身的内部特性及它与砂、石、水之间的关系来分析。

水泥加水拌合后形成水泥浆，水泥颗粒被水包裹，于是与水发生化学反应，放出一定的热量，而同时水泥颗粒逐渐分解形成一种胶体物质，具有很高的粘结能力，可以把砂、石胶结在一起成为一个整体，并逐渐凝结、硬化，产生强度。因此水泥又叫做胶结材。在水泥浆凝结之前，除了填充砂、石孔隙外，还包裹在砂、石的表面，好象涂了一层润滑油，使得混凝土具有和易性，便于施工。

水泥在混凝土原材料中起着主导作用，因此水泥的性质直接决定了混凝土的特性。

（一）常见水泥的品种、特性及适用范围

混凝土常用的水泥有普通硅酸盐水泥（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，为了适应各种不同工程的特殊需要，还有许多其他品种的水泥，如快硬水泥、塑化水泥、抗硫酸盐水泥、膨胀水泥、高级水泥、白水泥等等。现将常用的水泥品种、特性和用途介绍如下。

普通水泥 它是由石灰质原料和粘土质原料经适当配合后，在高温下烧至部分熔融，所得以硅酸钙为主要成分的熟

料，然后掺入一定数量的石膏，磨成細粉，制成的水硬性胶凝材料。在磨細时，可均匀地掺入不超过水泥重量的15%的活性混合材料（火山灰质物质或粒状高炉矿渣），或加入不超过10%的惰性混合材料（石英砂、石灰岩等），也可以同时掺入以上两种材料（其中惰性材料不超过10%，总数不超过15%）。

火山灰质水泥 是在硅酸盐水泥熟料中，按水泥成品的重量，均匀掺入20~50%的火山灰质混合材料（如頁岩、凝灰岩），并且掺入适当数量的石膏，经过磨細而成的。

矿渣水泥 是在硅酸盐水泥熟料中，按水泥成品重量，均匀掺入20~85%的粒状高炉矿渣和适量的石膏，经过磨細而成的。

普通水泥、矿渣水泥、火山灰质水泥的特性和用途，詳見表 2-1。

表 2-1

水泥 品种	特 性		适 用 范 围	
	优 点	缺 点	适 用 于	不适用于
普通 硅 酸 盐 水 泥	1. 28天以前早期强度比其他两种水泥高 2. 低温环境下(10°C以下), 凝結硬化速度比其他两种水泥快 3. 耐冻性比其他两种水泥好	耐腐蝕性与耐水性較差	1. 混凝土、鋼筋混凝土及預应力混凝土的地上、地下和水中結構，其中包括受反复冰冻作用的結構 2. 早期强度要求較高的工程	1. 大体积混凝土工程 2. 受化学作用浸蝕的工程

續表 2-1

水泥 品种	特 性		适 用 范 围	
	优 点	缺 点	适 用 于	不适用于
火山灰质硅酸盐水泥	1. 耐腐蝕性（含烧粘土的火山灰质硅酸盐水泥除外）和耐水性较强 2. 水化热比普通水泥低 3. 蒸养强度发展比普通水泥快 4. 在潮湿环境中后期强度增进率较大	1. 早期强度低，凝結緩慢 2. 耐冻性比普通水泥差 3. 干縮性比普通水泥大 4. 吸水性比普通水泥稍大	1. 混凝土、鋼筋混凝土的地下及水中結構 2. 蒸养构件 3. 大体积工程	1. 受反复冻融循环及干湿变化作用的結構物 2. 处在干燥环境中的結構 3. 对早期强度要求較高的結構
矿渣硅酸盐水泥	1. 耐腐蝕性和耐水性比普通水泥强 2. 耐热性比其他两种水泥好 3. 水化热比普通水泥低 4. 蒸养强度发展比普通水泥快 5. 潮湿环境中后期强度增进率较大	1. 早期强度低，凝結緩慢 2. 耐冻性比普通水泥差 3. 干縮性比普通水泥大 4. 粘性較差，常有泌水現象 5. 和易性較差	1. 混凝土、鋼筋混凝土和預应力混凝土的地上、地下和水中結構 2. 大体积工程 3. 蒸养构件	对早期强度要求高的工程

（二）水泥的标号及其主要技术特性

水泥的标号是用来表示水泥强度大小的，把水泥和标准砂子以 1:3 的比例，用硬练方法做成 $7.07 \times 7.07 \times 7.07$ 立方厘米的水泥砂浆試块，在标准养护室中（温度为 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ ，相对湿度 90% 以上）养护 28 天后，作抗压与抗拉强度試驗，

根据試块破坏时每平方厘米面积上所承受压力及拉力的数值，就可以定出它的标号来。在定标号时，一般都是以抗压强度为依据。例如，試驗得到的抗压强度为330公斤/平方厘米，那末水泥的标号就定为300号(大于300公斤/平方厘米而小于400公斤/平方厘米的都叫300号)。

目前我国經常使用的水泥标号为400号、500号、600号几种。

水泥划分为标号是为了合理地选用，在配制高标号混凝土时，就采用高标号水泥。

钢筋混凝土和預应力钢筋混凝土中采用的水泥标号，在一般情况下，应比配制的混凝土标号高100号，并且所选用水泥的标号不低于300号。

配制低标号混凝土时，最好选用低标号水泥。在缺乏低标号水泥的情况下，可以在高标号水泥中加入适当数量的掺合料，如粘土、粉煤灰等，以便降低水泥的标号，节约水泥用量。加入掺合料的数量要經試驗后确定。

水泥除有标号要求之外，还有其他技术上的要求，如水泥的細度、凝結時間以及安定性等。

水泥細度 就是指水泥磨細的程度。水泥愈細，性能愈好，强度也就愈高。水泥細度的标准要求是，用每平方厘米4900孔的篩子进行篩分水泥时，篩余量不得超过15%。

水泥凝結時間 水泥浆开始結硬的时间，对于建筑工程的施工有很大的影响。如果結硬時間过短，則砂浆和混凝土制备困难，往往来不及灌筑成型就已經开始凝結，不便于操作，也影响工程质量。如果凝結太迟，当混凝土施工完毕之后还不能很快地硬化，这就会影响混凝土的繼續施工。因此，要求普通水泥、矿渣水泥和火山灰质水泥的初凝時間，

不得早于45分钟，終凝時間不能晚于12小时。

水泥体积的安定性 就是当水泥成分中有过量的游离石灰、氧化鎂以及石膏等，就会使凝結硬化的混凝土产生剧烈的不均匀的体积变化（体积膨胀）和裂紋，使混凝土遭到破坏，甚至造成严重的质量事故。这种强烈的不均匀的体积变化，叫作水泥体积的安定性不良。因此，水泥必須經過試驗，証明体积安定性良好才能使用。

（三）水泥的保管和受潮后的处理

水泥应当注意保管，防止受潮。因为水泥受潮后，和水发生作用会結成硬块，降低水泥的原有胶結能力。受潮严重时，会全部結成硬块而不能使用。

为了防止水泥受潮，最好选用棚車运输，水泥上面应盖上蓬布。散装水泥运输时，最好用专用車；如用普通車輛运输，事先要把車底打扫干净，避免杂质掺进水泥，影响混凝土质量。

不同品种、牌号和标号的水泥，应分别运输和存放，并做好标记，装卸时防止掺混。注意作到先来先用。

水泥庫的屋面、地板和四周牆壁都应防潮，防水，防雨。

散装水泥最好放置在专用的斗仓內，如果没有这种设备，也应堆放在室內；在施工現場可用砌筑的水泥池或大木箱存放，但应严格地采取防潮措施。

露天存放水泥的时间不能太长，并应用防雨蓬布盖严，底板要求垫高，同时采取防潮措施。

工地上最簡便的檢驗水泥受潮程度的方法，就是看水泥結块的情况。受潮的水泥可参考表2-2进行处理后，再根据具体情况使用。