

水泥·混凝土·砂漿 基本常識

(增訂本)

建築工程部技術司編

10
建築工程出版社



水泥、混凝土、砂漿

基本常識

(增訂本)

建築工程部技術司編

建築工程出版社出版

• 1959 •

內容提要 本書是根據「使用多品種多標號水泥先進經驗推廣大會」的資料，參考一些蘇聯的有關文件和國內的一些具體經驗編成的。除了介紹國產水泥的品種、標號和一般使用問題，並着重地說明了混凝土及砂漿配合比的設計方法與施工方法。關於水泥、砂、石的選擇，黏土品質的檢驗，集料的有機物含量，粒度級配和空隙率等的測定法，及水泥保管注意事項，作了簡明的敘述。同時，對混凝土拆模時間及強度發展，也提供了參考材料。

本書可作為建築部門設計施工技術員及材料管理人員的業務學習資料並供工程師參考，也可選擇一部分作為工人教材。

水泥·混凝土·砂漿
基本常識
建筑工程部技術司 編

1954年2月第1版 1960年1月第3次印刷 40,001—43,510册

787×1092 $1/32$ · 75千字 · 印張 $2^{10}/16$ · 插頁1 · 定價 0.50元

建筑工程出版社印刷廠印刷 · 新華書店發行 · 書號：001

建筑工程出版社出版（北京市西郊百萬莊）

（北京市書刊出版業營業許可証出字第052號）

編 者 的 話

水泥是基本建設的重要材料，它的供應與使用情況，將直接影響國家工業化的速度與建設的質量。生產與使用多品種多標號水泥是蘇聯的先進經驗；兩年來在我國推行的結果已取得了巨大的成績，並證明了這一先進經驗是增加水泥產量和保證工程質量的有效辦法。爲了滿足建設上對水泥產量和性能上的需要，今後還必須大力推行。但是經驗證明，在推行過程中，一方面必須加強宣傳教育工作，克服保守思想，另一方面還必須掌握各種水泥的特性，用得適當，不然就會在工程中造成不少缺點甚至損失。爲了介紹使用多品種多標號水泥的重大意義和技術上的基本常識，求得國產水泥的合理使用，從而保證基本建設的順利進行，特編寫本書。

水泥主要用於拌製混凝土和砂漿。兩年來很多工程已經按照蘇聯的先進方法進行混凝土結構的設計；不少施工部門也採用了科學的方法進行混凝土的配合，保證了混凝土的強度，節約了大量的水泥。但是仍有一些施工部門至今尚因循舊習，按固定體積比配合混凝土，不但造成水泥的嚴重浪費，不能保證混凝土的強度，而且不能與生產多品種多標號水泥和推行先進設計方法相適應。同時在磚石結構方面，今後也將廣泛推行蘇聯的先進設計方法，將砂漿分別標號，並採用混合砂漿。這樣在使用水泥方面又給施工部門提出了配合要求標號的水泥砂漿和混合砂漿的新問題。

本書初版由於編寫時間匆促，又趕在冬訓期間出版，內容上只着重介紹了混凝土和砂漿配合成分的設計方法，以及與此相適應的施工操作方法和必要的試驗方法；對於其他問題

47741/02

涉及較少。

適當地選用材料是保證工程質量和降低工程成本的重要條件之一，然而我們在過去是做得不夠的，就是現在也還沒有都做得很好。在設計上，我們常只注意從力學的觀點去考慮工程的安全和經濟，很少從材料的性能方面加以考慮；在施工中，也往往只注意操作的一面，而忽略了材料品質檢驗的一面。因此，不是輕率地採用材料影響工程質量，就是盲目地要求質量過高的材料而造成浪費。這方面的缺點在混凝土和砂漿中表現得尤為突出。有鑒於此，在再版中，又根據蘇聯的先進經驗，在材料選擇方面增編了一些基本常識，包括選擇一般混凝土、砂漿中所用的水泥和集料以及混合砂漿中所用的混合材料的理論常識與技術要求；同時也介紹了一些簡單的試驗方法。

關於正確地掌握拆模時間，再版中也增加了一些必要的參考資料。在水泥的運輸保管方面，也增加了一些注意事項。

本書初版所介紹的抹面砂漿的配合成分，是以蘇聯一九五〇年出版的「建築師手冊」為根據的，重版中又參照了蘇聯一九五三年版的「塑抹工」（原文見本書主要參考文獻之八）做了修正。此外，在混凝土震動問題和砂漿的拌和問題等方面，也作了若干補充。

最後，本書在再版時，承中央人民政府重工業部建築材料工業局的幫助，送來國產水泥一覽表，特附於文內以供參考。

建築工程部技術司

一九五四年五月

目 次

第一章 水 泥

一、多品种多标号水泥的介绍	8
二、国产水泥的品种和标号	13
(一) 国产水泥的品种	13
(二) 国产水泥的标号	14
三、掺混材料水泥的优点和特性	16
(一) 掺混材料水泥的优点	16
(二) 掺混材料水泥的特性	17

第二章 混凝土

一、好的混凝土有四个基本条件	21
二、怎样配合好的混凝土	22
(一) 废除固定体积配合比	22
(二) 大力推行科学配合比	23
(三) 尽量减少拌和水量	23
(四) 选择适宜的水泥	24
(五) 选择适宜的集料	24
(六) 选择适宜的坍落度	24
三、混凝土材料的选择	27
(一) 水泥的选择	27
(二) 集料的选择	28
四、混凝土科学配合比设计	34
(一) 设计步骤	34
(二) 试配调整	35
(三) 计算实例	35

五、混凝土施工注意事項.....	42
------------------	----

第三章 砂 漿

一、概 說.....	57
二、砂漿应有的性能.....	58
三、怎样配合好的砂漿.....	59
四、混合砂漿的优点和应用範圍.....	60
五、砂漿材料的選擇.....	61
(一) 水泥的選擇.....	61
(二) 混合材料(石灰和粘土)的選擇.....	63
(三) 砂的選擇.....	64
六、怎样选定砌筑砂漿的配合成分.....	64
(一) 决定砂漿强度的主要因素.....	64
(二) 水泥配合量計算.....	65
(三) 水泥最小配合量.....	66
(四) 混合材料的配合量計算.....	66
(五) 混合材料最大配合量.....	67
(六) 混合砂漿的体积配合比.....	68
(七) 砌筑砂漿配合比与水泥配合量表.....	68
(八) 加水量和适宜稠度.....	69
(九) 試 驗.....	69
七、怎样選擇抹面砂漿的配合成分.....	73
八、水泥砂漿和混合砂漿施工注意事項.....	73

第四章 常用的試驗方法

一、概 說.....	76
二、砂 石.....	75
(一) 取 样.....	75
(二) 測定砂石粒度級配.....	75

(三) 測定砂石空隙率.....	78
(四) 測定砂石有机物含量(比色試驗).....	79
(五) 測定砂石含泥量.....	80
(六) 測定砂石含水量.....	80
三、混凝土.....	81
(一) 測定混凝土坍落度.....	81
(二) 混凝土耐壓試塊的制造及強度的確定.....	82
四、砂漿.....	84
(一) 測定砂漿稠度.....	84
(二) 砂漿分層度試驗.....	85
(三) 砂漿耐壓試塊的制造.....	86
五、砂漿中的混合材料(石灰和黏土).....	89
(一) 氣硬性石灰等級鑑定簡法.....	89
(二) 粘土品質檢驗法.....	89
第五章 水泥的保管.....	94

第一章 水 泥

一 多品種多標號水泥的介紹

生產和使用
多品種多標號水
泥是蘇聯的先進
經驗

水泥的生產和使用的科學，全世界上要算蘇聯是最先進的。在水泥的品種方面，蘇聯有十大種類，五十多個名稱；在標號方面也有十個等級，從 25 號直到 600 號。這些水泥都被廣泛地、各得其所地使用到不同的工程上，發揮着經濟和技術的效果。生產和使用多品種多標號水泥，是蘇聯在社會主義制度下科學技術優越成就之一，我們必須虛心努力學習。

生產和使用
多品種多標號水
泥的經濟意義和
技術意義

多品種多標號水泥的生產，就是在水泥的熟料中，摻入適當數量的混合材料，來擴大水泥的品種和標號。這些材料都是工業上的廢品和價廉易得的礦產。在生產過程上很簡單，只要在現有的水泥廠中增加一些粉磨和烘乾的設備就可以大量生產。因此，生產摻混合材料水泥是水泥增產節約的最迅速和最有效的辦法。過去兩年中東北和華北部分的水泥廠，在蘇聯專家的幫助下，由於生產了摻混合材料的水泥，在水泥產量上增加了約百分之二十五，大約相當於增建了三個大型水泥廠的產量；同時生產成本還節約了約百分之十。若用節約成本的資金，每年可以建造十萬

平方公尺的工人宿舍。這在增產節約上是具有重大意義的。過去出產一種高標號的水泥，用到強度較低的工程上的確是個浪費。例如砌磚用的砂漿，一般用到200號水泥就夠了，但却用了400號的水泥，僅砂漿一項就有大量的浪費。其他低標號混凝土用高標號水泥來配製，更是浪費。如今選用適當標號的水泥，這種浪費現象就可以避免。另一方面因為在水泥的熟料中，摻進不同的混合材料，還可以改善水泥的性能（如增加水泥的耐水性、耐蝕性、和易性，並可減少水泥的水化熱等），以滿足各種性質的工程的需要，保證各種工程的質量。這在技術上的成就也是巨大的。

兩年來的事實證明了這一先進經驗在我國使用是成功的

一九五二年以來，東北和華北部分水泥廠在蘇聯專家指導下，已經生產的摻混合材料的水泥，有礦渣水泥、頁岩水泥、壩埠水泥、煤灰水泥等好幾種。這些種類的水泥已經配製了大量的混凝土和砂漿用到各種不同性質的工程上。我國工業基地鞍鋼在需要耐熱的工業設備基礎中，採用了大量的礦渣水泥；在需要耐蝕的基礎中，採用了大量的頁岩水泥；在無縫鋼管廠的大體積設備基礎中，應用了壩埠水泥，利用它的水化熱低和凝結慢的特點，便利了施工。在重要的水利工程上，如官廳水庫，也採用了大量礦渣水泥，以滿足工程上耐水性和低水化熱的需要。在一般房屋建築中，摻混合材料水泥的應用更是廣泛。經過以上實地的應用，都證實了只要應用得恰當，操作方法正確，它的效果不但不比普通水泥差，反有普通水泥所不能得到的優點。工人們都說：「操作上沒有什麼困難，只要遵守操作規程，一定可以把工程做好。」

用好這一先進經驗是土木工程部門執行總路線的具體行動之一

水泥是一項建設工程上必需的主要材料，不論是工業和民用建築，或是交通和水利工程都需要它。而且不同性質的工程所需要的水泥，在品種和標號方面也不一樣。我們國家正在進行着大規模的經濟建設，按照國家過渡時期總路線逐步過渡到社會主義去，建設一天比一天擴大，對水泥需要也一天一天增加。水泥的供應和使用的情況將直接影響我們建設的規模和質量，也直接影響着我們工業化的速度。所以在大规模經濟建設的時期，大力推廣多品種多標號水泥，達到增產節約，保證工程質量的目的，就顯得特別重要。我們努力學習這一先進經驗，用好這一先進經驗，就是我們土木工程部門執行總路線的一項具體行動。

什麼是
混合材料

可以摻到水泥熟料中的混合材料是磨細的粉狀物質，有兩大類：一類叫做活性混合材料，也叫做水硬性混合材料。這類混合材料細分起來又有兩種，如水淬鹼性高爐礦渣就是屬於第一種，礦渣在化學成分上大體與水泥熟料近似（註一），因此此種混合材料本身可說是有一些獨立表現的膠結性能；火山灰質的混合材料則屬於第二種，它本身雖不能在水中硬化，但是與石灰化合就可以先在潮濕空氣中硬化，然後在水中硬化，它

註一：礦渣與水泥熟料相比，只是氧化鈣（ CaO ）含量少一些，二氧化矽（ SiO_2 ）和三氧化二鋁（ Al_2O_3 ）的含量多一些，經過水淬後更使礦渣具有化學的活性，和水泥熟料摻在一起時，因水泥硬化時將分解出游離石灰，所以就成了它起硬化作用的媒介物。

摻在普通水泥中 將增加水泥對淡水 和礦物水侵蝕的耐性(註二)。另一類混合材料叫做磨細填充料, 也叫做非水硬性混合材料, 不起化學作用, 只起填充作用, 摻在水泥中的目的是改善水泥的和易性或節約水泥。

目前我國已經找到的混合材料約如表一所列, 但還沒有全部用於生產。

全國各地區混合材料一覽表 表一

類別	混合材料性能	混合材料名稱	來源
活性混合材料	①具有輕微的可以獨立表現的膠結性能; ②增加水泥的耐水性和耐蝕性。	(1)高爐礦渣 (2)煤灰 (3)頁岩 { 赤頁岩 廢頁岩 灰 { 燒綠色頁岩 (4)凝灰岩 (5)矽藻土 (6)浮石 (7)火山灰 (8)燒黏土(磚、瓦、陶土之碎屑) (9)泥灰土 (10)集塊岩 (11)膨潤土 (12)白土 (13)壩埽	煉鐵工業廢品 工業廢品 天然原料 製油廠廢品 天然原料 天然原料 天然原料 天然原料 天然原料 窯業廢品 天然原料 天然原料 天然原料 天然原料
填充性混合材料	①可以增加黏性與和易性; ②節省高級水泥的材料。	(14)石灰石 (15)水泥岩 (16)白雲石 (17)砂岩 (18)河砂 (19)矽石 (20)長石 (21)花崗岩 (22)石英砂	天然原料 天然原料 天然原料 天然原料 天然原料 天然原料 天然原料 天然原料

註二：因為此種混合材料將與水泥硬化時分解出來的游離石灰化合生成不溶於水的矽酸鹽。

摻混合材料
的水泥不是水泥
摻假

過去很多人對於摻混合材料的水泥有着錯誤的見解，以為是水泥摻了假的東西，成為不好的水泥，沒有普通水泥純淨了，一定會影響品質，減低強度。這種見解，主要是對製造這類水泥所摻用的混合材料不明瞭的緣故。目前我國出產的摻混合材料水泥，所加的混合材料，都必須由水泥廠慎重選擇，分析它的化學成分，經過多次的試驗，肯定加進去沒有害處，可以利用時，再呈請中央重工業部鑑定，經過批准以後才能夠摻用生產。同時混合材料的數量也要受到嚴格的限制。必須使生產出來的成品完全符合國家所規定的水泥標準，要達到標準上所規定的最低強度，這樣才允許出廠。所以我們可以完全放心使用。

單純要求高
標號的普通水泥
是不對的

過去我們只有一種普通水泥，大家都認為強度愈高愈好。現在雖然有了多品種多標號的水泥，可是大家根據習慣，還是只認識高標號的普通水泥。不論甚麼工程都要求用高標號的普通水泥做。這是不科學的，也是不經濟的。還有人懷疑我國水泥標號不夠標準，硬把水泥標號降低使用。這種浪費現象也是不能容許的。我國的水泥經過試驗與蘇聯的標準對比，證明標號是相符的，不必懷疑。如果怕水泥貯藏期間強度受到了損失，也要經過試驗，不可盲目降低標號使用。

多品種多標
號的水泥要注意
選擇和使用

水泥的品種和標號多了，就要求我們熟習它們的特性，使用得正確，這樣才能達到保證質量和節約的目的。有的人不是努力學習新品種水泥的特性和使用範圍，不嚴格遵守操作規程，等到工程出了毛病，又硬把責任推到摻混

合材料的水泥上，這是要不得的。

二 國產水泥的品種和標號

(一) 國產水泥的品種

目前我國所出產的水泥，依照中央重工業部1953年2月批准實施的暫行標準的規定，分為四大類：就是矽酸鹽水泥、火山灰質矽酸鹽水泥、礦渣矽酸鹽水泥和混合矽酸鹽水泥。

1. 矽酸鹽水泥

這種水泥為水硬性的膠結材料，也就是說它可以和水起化學作用，並在水中硬化。用碳酸鈣和黏土，或具有同樣成分的天然材料（石灰質泥灰岩），加以適當配合，經過煅燒到部分熔融的時候，所得到以矽酸鈣為主的東西，叫做水泥熟料。水泥熟料再加入適當數量的石膏（加入石膏的作用是為調節凝結時間快慢），共同磨細，所得到的成品就叫做矽酸鹽水泥，也就是大家所熟悉的普通水泥。

在水泥熟料磨細的時候，允許按照水泥成品的重量均勻地摻入15%或15%以下的活性混合材料，或摻入10%或10%以下的填充性混合材料，共同磨細。這樣生產出來的成品，在性質上和沒有摻入混合材料的矽酸鹽水泥沒有什麼不同，所以還叫做矽酸鹽水泥。

2. 火山灰質矽酸鹽水泥

在矽酸鹽水泥熟料中，按照水泥成品的重量均勻地摻入20%到50%的火山灰質活性混合材料，再加上適當數量的石膏，共同磨細，生產出來的成品，就叫做火山灰質矽酸鹽水泥（簡單叫做火山灰質水泥）。屬於火山灰質的水硬性混

合材料有很多種，所以火山灰質水泥是按摻入混合材料的名稱來定水泥的名稱。目前我國生產的火山灰質水泥有凝灰岩水泥、頁岩水泥、爐灰水泥和壩壩水泥等幾種。

3. 礦渣矽酸鹽水泥

在矽酸鹽水泥熟料中，按照水泥成品重量均勻地摻進20%到85%的鍊鐵爐礦渣，再加入適當數量的石膏，共同磨細，所得到的成品，叫做礦渣矽酸鹽水泥（簡單叫做礦渣水泥）。

4. 混合矽酸鹽水泥

在矽酸鹽水泥的熟料中，按照水泥成品重量均勻地摻入10%以上的填充性混合材料，再加入適當數量的石膏，共同磨細，所得到的成品，就叫做混合矽酸鹽水泥（簡單叫做混合水泥）。非水硬性混合材料種類很多，所以混合水泥是按摻入非水硬性混合材料的名稱來定水泥的名稱。

在去年以前我們曾經把所有摻混合材料的水泥，都叫混合水泥，沒有按它的種類分別給它名稱。現在的混合水泥只是指上述的混合矽酸鹽水泥，不是指所有摻混合材料的水泥。

現在某些水泥廠所生產的水泥，有的摻有數種混合材料，並且列為混合矽酸鹽水泥。但是因為所摻混合材料中也有活性的，所以在性能上又接近摻活性混合材料的水泥，遇有這種情況在施工時應注意根據水泥說明書中所提出的特性加以使用。

（二）國產水泥的標號

國產的矽酸鹽水泥、火山灰質矽酸鹽水泥、礦渣矽酸鹽水泥和混合矽酸鹽水泥都分為200號、250號、300號、400號、500號及600號等六個標號。

水泥的標號，是代表水泥28天的強度的。按標準方法做出的水泥砂漿試體28天的耐壓強度就稱為水泥的標號。例如耐

压强度为400公斤/平方公分,标号就是400号。强度超过400公斤/平方公分,而不到500公斤/平方公分时,水泥厂也当做400号出厂。其他各级标号也是这样。不同种类的水泥,只要标号相同,它的28天耐压强度就都是符合上述规定的。

三 摻混合材料水泥的優點和特性

(一) 摻混合材料水泥的優點

(1) 有較強的耐水性和耐侵蝕的能力：各種天然水對混凝土建築物大部分是有害的，它會使建築物部分或全部受到破壞。就是不含任何雜質的淡水，對矽酸鹽水泥的混凝土建築物，也有很大的破壞作用。若是含有礦物鹽的水或海水，那麼它的破壞作用就更厲害。

使水泥破壞的因素主要是水泥本身。水泥硬化時將分解出游離石灰，這些游離石灰和水中其他物質化合而成的新化合物是能溶解於水的。因此在受水壓作用的工程（例如水壩）中，這些溶解於水的物質就隨水滲出，使混凝土或砂漿內部空虛而逐漸崩潰。如果水中含有硫酸鹽類時，這些游離石灰與硫酸鹽類化合生成的新化合物體積膨脹很大（好幾倍）；這樣，混凝土或砂漿就被這種膨脹作用從內部脹垮了。

普通水泥經過和水的化合作用後，不可避免地就要產生游離石灰。但是，我們現在知道，游離石灰假如碰到某種化合物（如活性二氧化矽或三氧化二鋁等）就會起另一種化學變化，生成不溶解於水，體積也不膨脹的化合物。這樣就不再起破壞作用了。火山灰質混合材料中就含有大量活性二氧化矽，所以使用火山灰質矽酸鹽水泥來建造水中或海水中的建築物，就不會像用普通水泥那樣很快就破壞了。根據試驗的結果，普通水泥的試體，浸在含有硫酸鹽的水中經過三個月強度就開始降低，到六個月就崩潰了。可是火山灰質水泥的試體到六個月時，強度仍然增長着。這很明顯地說明，火山灰質水泥的耐水性和耐蝕性強。礦渣水泥的耐蝕性和耐水性比火山灰質水泥差一些，但是也比普通水泥好得多。