

鋼筋混凝土

〔苏联〕A.П.席琳娜著

中華全國科學技術普及協會出版

3.9
41

鋼筋混凝土

(苏联) A. П. 席琳娜著

王

異譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

科 普 小 冊 子

基本建設的設計工作	沈寶書 著	1 角
施工組織設計	Г. С. 阿列克謝也夫 著	1 角 1 分
基本建設的施工工作	呂有佩 著	1 角 6 分
工業建築基本知識	張家宣 著	1 角 5 分
建築材料基本知識	吳柳生 著	1 角 2 分
祖國的建築	梁思成 著	3 角 2 分
木工	許國幹 著	1 角 1 分
基本建設科學知識	馬紀孔等 著	1 元 1 角 5 分

出版編號: 191

鋼筋混凝土

ЖЕЛЕЗОБЕТОН

原 著 者: (蘇聯) А. Л. ШИЛИНА

原出版者: ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОРБЖНО-
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
ГУШОСДОРА МВД СССР
1952

譯 者: 王

異

出 版 者: 中華全國科學技術普及協會
(北京市文津街3號)

北京市書刊出版業營業登記證出字第(53)號

發 行 者: 新 華 書 店

印 刷 者: 北 京 市 印 刷 一 廠

(北京市西便門大街21號)

開本31×43公

印張: 1-1/2

字數: 24,000

1955年9月第1版

印數: 5,500

1955年9月第1次印刷

定價: 1角5分

本書提要

本書先對鋼筋混凝土的發展歷史作了概述，然後又比較詳細地分析了它的組成部分（水、砂石、水泥、鋼筋），它的主要性質、優點和特點等。不但有許多具體事例，而且還從科學道理上給以明白易懂的闡述。最後本書對蘇聯在鋼筋混凝土方面的許多最新成就（如裝配式鋼筋混凝土、預加應力鋼筋混凝土等）都作了介紹。

目次

鋼筋混凝土的歷史	3
鋼筋混凝土的組成部分	5
鋼筋混凝土的實質	13
鋼筋混凝土的主要性質	17
鋼筋混凝土中鋼筋的保護	19
鋼筋混凝土結構的優點與特點	19
鋼筋混凝土結構的主要構件	21
裝配式鋼筋混凝土	29
多層焊接鋼筋結構	32
預加應力鋼筋混凝土結構	34
橫向肢解式鋼筋混凝土結構	38

这本小册子是讲述现代使用最普遍的建筑材料之一——钢筋混凝土的。

钢筋混凝土具有优良的建筑性质，所以被广泛的使用于各个建筑部门。

用钢筋混凝土可以修建巨大的体育场看台、游泳池、厂房

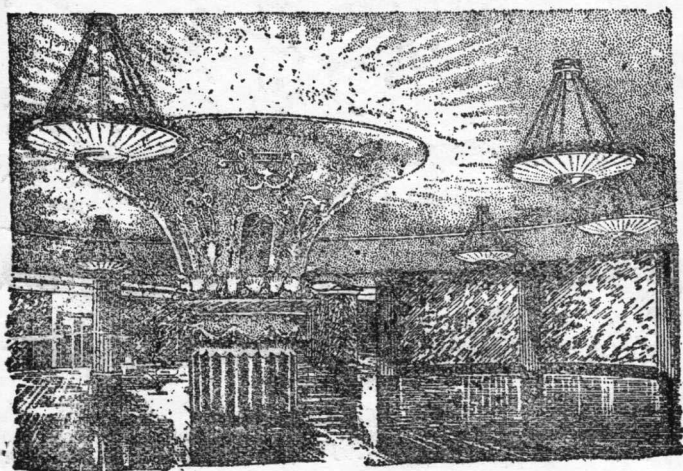


圖1 莫斯科地下鐵道車站的鋼筋混凝土柱子。

的骨架、水電站、高層房屋、溢水壩、運河、閘門、碼頭、防波堤、燈塔、公路、橋梁與隧道等。

在我們的時代裏，沒有任何一個建築部門是可以不使用鋼筋混凝土的。下面所舉出的許多例子就能說明這一點。

莫斯科地下鐵道是世界上最好的。它的隧道和站台的堅固持久的承重結構，就是用鋼筋混凝土製成的（圖1）。

在「迪納摩」體育場的鋼筋混凝土看台上，成千上萬的觀眾向體育競賽的勝利者鼓掌歡呼。

在莫斯科有許多摩天樓，它們的骨架都是鋼筋混凝土的，外面穿着漂亮的花崗石和大理石的新裝。

鋼筋混凝土的拱橋，橫跨過水流急湍和水量豐富的大河（圖2）。

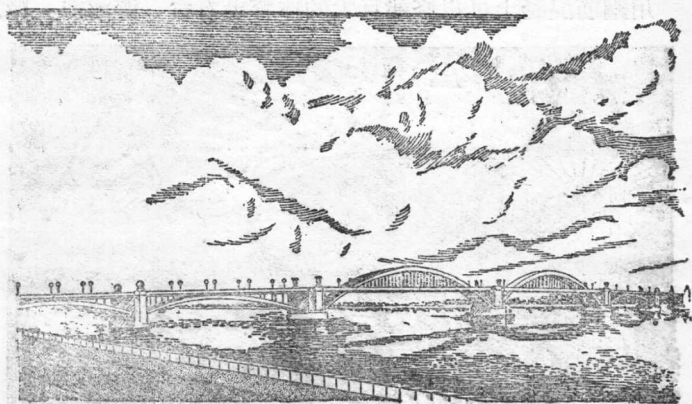


圖2 鋼筋混凝土拱橋。

德聶泊、齊姆良及其他水力發電站的鋼筋混凝土溢水壩攔住了蘇聯江河的巨流（圖3）。

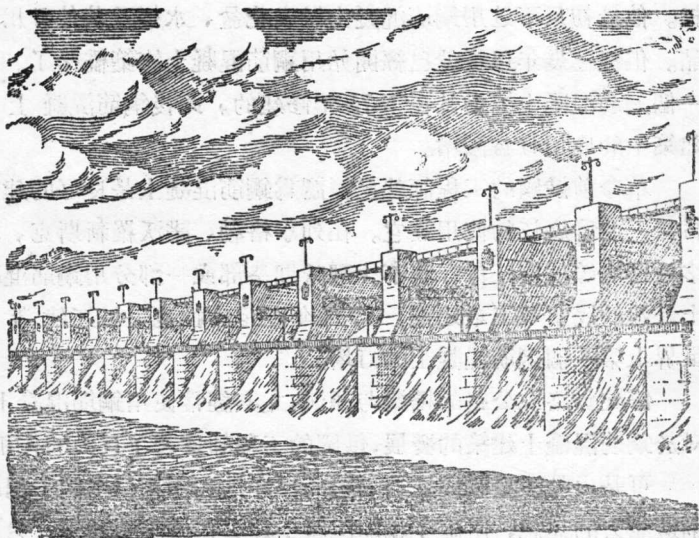


圖3 齊姆夏水電站的鋼筋混凝土溢水壩。

从細薄的板直到世界上最雄偉的共產主義水利工程建築，——鋼筋混凝土的应用範圍就是這樣廣闊。

鋼筋混凝土到底是一種什麼樣的建築材料？什麼性質使它在建築中有這樣廣泛的应用呢？本書就要對這些問題提出解答。

鋼筋混凝土的歷史

鋼筋混凝土被採用為建築材料的時間並不長，它還不到100年。正式認為鋼筋混凝土出現的日期是在1867年。法國的園藝家蒙約第一個得到了將鋼筋混凝土作為建築材料的專利

权。他最初只不过用鋼筋混凝土做成花盆、水桶及其他日用物品。但經過幾年以後就已經開始用鋼筋混凝土修築橋梁了。第一個鋼筋混凝土橋梁是在 1875 年修建的。此後鋼筋混凝土在建築中的应用日益激增。

革命前俄國的工程師就已經認為鋼筋混凝土是良好的建築材料，並曾廣泛的使用过它。在列寧格勒、諾沃羅新斯克、波多爾斯克等城市还保存着不少那時期全部或部分用鋼筋混凝土修建的民用及工業建築。1904 年在尼古拉也夫城还建造了世界上第一個鋼筋混凝土的灯塔。

修建鐵路或公路的橋梁与涵洞，尤其經常使用鋼筋混凝土。對於鋼筋混凝土建築的發展，俄國的工程師曾起了巨大的作用。

可是由於沙皇俄國統治階級的保守性和不相信本國工程師創造能力的思想，阻礙了鋼筋混凝土建築在俄國的發展。只有在偉大的十月社會主義革命後，鋼筋混凝土才在苏联所有的建築部門中獲得了应有的重要地位。

列寧的俄羅斯電氣化計劃的第一個成就——沃爾霍夫水電站的建成，就是大量地採用了鋼筋混凝土為建築材料（1919—1926 年）。

在這個建設工程之後使用鋼筋混凝土作為主要結構的有德聶泊水電站（1927—1932 年）、斯維爾水電站（1928—1933 年）等。

在第一個斯大林五年計劃年代裏，修建了像克拉馬托爾斯克工廠、德聶泊鋼鐵聯合廠、查坡洛什鋼鐵聯合廠等巨大的工業建築，它們的承重結構全是用混凝土和鋼筋混凝土築成的。

苏联学者对鋼筋混凝土科学有巨大的貢獻。嶄新的鋼筋混

混凝土結構的計算方法是蘇聯首先研究出來的。它要比陳舊的、依據所謂古典理論的計算方法先進得多。此外，蘇聯還創造了混凝土與鋼筋混凝土冬季施工的新方法。

在廣泛運用新的、蘇維埃的技術基礎上，蘇聯已開始實行了建築施工的工業化（其中包括鋼筋混凝土施工），這是建築工程中的巨大變化。它將發展過渡到徹底工業化的階段，把蘇維埃建築提高到新的水平。

鋼筋混凝土的組成部分

混 凝 土

混凝土是人造石材。它是由水泥在膠結材（水泥）、天然石材（砂、礫石或碎石）與水的混合物中硬化而成的。在近代水泥尚未出現以前，主要是使用無水泥的石灰混凝土和石膏混凝土。

水泥混凝土（以後就簡稱為混凝土）的抗壓強度很大。但是它的抗拉強度很小，大約僅為抗壓強度的 $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{15}$ 。

要想增加結構的抗拉能力，就得在混凝土中放置鋼筋。這種金屬（鋼筋）和混凝土合在一起的材料，就叫作鋼筋混凝土。

混凝土能夠很堅定的抵抗自然界的侵蝕作用。在許多場合下，它都是不可缺少的建築材料。用它修建的建築物可以保證耐久到幾十、以至幾百年。而且混凝土的成份裏僅有 $\frac{1}{10}$ （以重量計）是人造材料——水泥，其餘的 $\frac{9}{10}$ 都是幾乎到處都容易取得的、而又相當便宜的天然石材和水。

如果沒有水泥混凝土，很難想像人們將怎樣進行規模巨大

的建設工程！

只是在有了水泥混凝土後，才出現了許多新的結構型式，如堤壩、混凝土公路、涵洞等。

水泥灰漿與混凝土可以在水裏硬化，這是它們一個非常可貴的性質。人們就廣泛的利用這個性質與水災進行鬥爭。

水泥為混凝土最重要的組成部分。它是微細的礦物質粉末。它和水拌合就成為塑性混合物，會逐漸硬化變成人造石材。它是用天然原料——泥灰石或石灰石與粘土的混合物——在高溫（攝氏 1400 度到 1500 度）下煅燒而成的。煅燒是在特製的爐中進行，把所得的燒結材料（通常稱為水泥熔塊）磨成細粉後就是水泥。

近代的水泥有很高的強度，它能迅速的在與水的混合物中硬化，並能在水裏繼續硬化。這種水泥的生產，還是在十九世紀初葉才開始的。

第一個有關生產細水泥的指示，曾記載於俄國科學院院士謝委爾金（1792 年）的著作及依果爾·切利耶夫的書中。切利耶夫總結了在修復莫斯科克里姆林宮宮牆時所使用的水泥之製造經驗，並敘述了水泥的性質及生產技術。這種水泥比被錯誤認為在 1824 年由英國人阿斯蒲丁首先發明的水泥要好得多。

俄國的水泥素來就以質量優良著名。建立在自己國家的科學與經驗基礎上的蘇聯水泥工業，更是出產着日益增多的優質水泥。

蘇聯的水泥工業與建築工程，不論是從它的規模與發展速度上，或是從使用水泥的合理性及對水泥質量的技術檢查機構上來看，都居世界上的首要地位。

水泥与水拌合，製成水泥漿。水泥漿靜置 1—2 小時後，即開始變稠，發生所謂「凝結」的現象。再經 5—7 小時則逐漸變硬，終於成為牢固的石头，叫作水泥石。这种石头，不論我們怎樣去浸濕它都不會變軟。相反的，在水中它却會變得更加堅固。

攪入砂与碎石的水泥漿能將分散的砂与碎石膠合成爲具有很高強度的一個整體。它的強度和我們所使用水泥的質量，石料的強度，石料与水泥的黏着力等有關。

水泥漿、砂、碎石（或礫石）的混合物，在硬化前叫作混凝土混合物；在硬化後就叫混凝土。

混凝土的強度不僅和水泥的質量有關，還特別和拌合混凝土混合物所用的水量有關。製造易澆灌的混凝土混合物需要的水量，通常爲水泥重量的 60%—70%。

加入混凝土混合物中的水，大部分不但不与水泥起化學變化，反使混合物易於流動，增加空隙體積並降低混凝土的強度与密度。爲了減少製成混凝土的用水量和改善它的「易澆灌性」（塑性），在混凝土中要加入少量的所謂表面活性物質。這些物質分佈在水泥顆粒的表面，像塗抹上一層薄膜，這樣就會增大混凝土的流動性。

這種物質（增塑攪料）作用的科學原理，是蘇聯科學院院士列賓捷爾研究出來的。因爲增塑劑能提高混凝土混合物的流動性，所以可以改善混凝土的工藝性質，特別是抗凍性和不透水性；也能減少水泥的使用量。

在斯大林獎金獲得者謝斯托彼洛夫領導下，道路科學研究院對於增塑水泥進行了巨大的研究工作。

水泥在使用前要經過試驗。將養護 28 天後的標準試件進行抗压試驗所得之強度，作為水泥的標号。

苏联採用了必須嚴格遵守的水泥与混凝土的標準試驗方法，以便能獲得在工廠及工地進行試驗的比較資料。混凝土的標号，就是尺寸為 $20 \times 20 \times 20$ 厘米的試件經養護 28 天後，用標準方法進行試驗得出的以每平方厘米所承受的公斤數表示的抗压強度。

對於道路及橋梁建築，可以用 300 号至 400 号或更高標号的水泥；對於民用建築，使用的水泥標号較低。

除強度外，還要知道水泥的細度、凝結能力、體積變化的安定性、比重、單位重量（容重）、水化熱、耐凍性、耐磨性、耐蝕性与抗水性等物理性質。

當已知水泥及組成混凝土其他材料的性質後，實驗室即可設計出能够滿足規定要求的混凝土組成（即配合比）。

混凝土的密度對一切鋼筋混凝土建築均具有重大的意義。混凝土越緊密，它保護鋼筋不受空氣侵蝕的作用就越好，就越能保證在鋼筋混凝土結構中的鋼筋不會生鏽。

為了使混凝土達到最緊密的程度，現時採用機械化的混凝土澆灌法，用特殊的機械——震動器來使混凝土緊密。由於震動的結果，混凝土混合物形成稠密的液體在模板內流動，充滿模板以及包裹住鋼筋。採用震動器可以澆灌含水量較少的硬性混凝土混合物，因此經震動後的混凝土可以具有很高的密度。

從製造混凝土混合物開始，到它完全硬化為止，要經過一定的養護時期。時間的長短要看所使用水泥的種類、硬化時的溫度及濕度而定。它可以從幾天到幾個月甚至一年。在此期

間，混凝土混合物由可以流動的塑性物質逐漸變為堅固的人造石材。

當溫度為攝氏零下2度時，混凝土就停止硬化。正常的硬化溫度是攝氏15度，這時為了使它很好的「凝固」，必須向上面澆水。在攝氏12—15度溫度下，經過2—3天，混凝土就能達到足以拆除結構側面模板的強度。當溫度較高時，混凝土的硬化可以大為增快。

蘇聯大部分地區的氣候都較寒冷，很多時候氣溫均不宜於混凝土的硬化。因此建築工作者有時就必須給澆灌混凝土創造人工的濕度與溫度的條件。蘇聯的學者及工程師已經研究出了冬季澆灌混凝土的卓有成效的方法，使全年都能在工地進行混凝土施工工程。

在冬季，混凝土混合物和水拌合前必須將材料預先加熱。並且當已澆灌的混凝土還沒有達到強度的70%以前，必須繼續加熱養護，以防止它因冷卻受凍而損壞。

蘇聯的建築技術中，廣泛地採用了蒸氣加熱、電加熱、空氣加熱等快速養護的混凝土冬季施工法。

混凝土比起其他各種建築材料較為耐久，但是它也會隨著時間而「衰老」，逐漸佈滿裂紋，終至破壞。

含有鹽類的水對混凝土結構有極為強烈的破壞作用。

除了所謂「浸析」的溶解作用外，水還會滲入混凝土的縫隙與小孔中，先凍結，後融化，就能破壞了混凝土的結構。

混凝土或鋼筋混凝土製成的橋梁支座、洩水管道、特別是水工建築，都經常受水的作用。結構物的地下部分雖然可以不受嚴寒及乾旱的影響，但是却要受到最危險的水的溶解作用與

天然水中所含鹽類的化學作用。當水滲入混凝土的內部時（即所謂「滲入」），鹽的作用特別強烈。對混凝土特別有害的是硫酸鹽，它們可以和已經硬化之水泥石材的組成部分發生化學反應，成為可溶性的物質。

混凝土雖具有冷縮熱漲的性質，但耐火性却是混凝土一個非常寶貴的性質。在砌築物中混凝土受熱很慢。當發生火災時，建築物的混凝土部分在多數場合下並不會受到很大的損害。

無論怎樣都不能把混凝土與木材相提並論。木材容易燃燒、也容易腐朽，所以不能製造永久性的建築物；即使是鋼材，因為它的導熱性大，在發生火災時也比混凝土容易被破壞。

總之，混凝土是修建公路、橋梁、涵洞與水工建築的不可缺少的材料。

鋼筋

一般使用的鋼筋為直徑在 40 毫米以下的棒狀圓鋼筋或者是把它們編織成鋼筋骨架。

按鋼筋的不同功用，可分為受力鋼筋、分佈鋼筋、鋼箍及架立裝置鋼筋等幾種。

受力鋼筋的作用主要是承受鋼筋混凝土結構的自重及外加荷重所引起的拉應力。

分佈鋼筋的作用正像它的名字一樣，是使荷重平均分佈於受力鋼筋之間；這樣就把作用於局部的荷重分佈在較大的面積上，如同鐵軌把壓力分佈給枕木一樣。此外，分佈鋼筋還把受力鋼筋連結在一起，可以避免在澆灌混凝土時，受力鋼筋的位置發生移動。

鋼箍的作用是保證受力鋼筋的地位不變動，並同時支持部分的受拉主力。

架立裝置鋼筋的作用是保證鋼箍的適當地位，並為集成鋼筋構架所必需。

除圓鋼筋外，也使用正方形的、條形的、卵形的或其他形狀截面的鋼筋。為了增加鋼筋和混凝土的黏着力，常將上述各種截面鋼筋的表面，製成許多凸緣。

這些凸出部分如同接好的鎖齒，能阻止鋼筋由混凝土中脫出。為此目的，有時使用螺旋鋼筋及雙股絞合鋼筋等（圖4）。

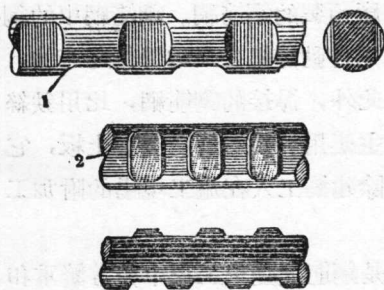


圖5 冷壓的竹節鋼筋：
1—在阿瓦科夫機床上製成者；
2—在雅可福列夫機床上製成者。

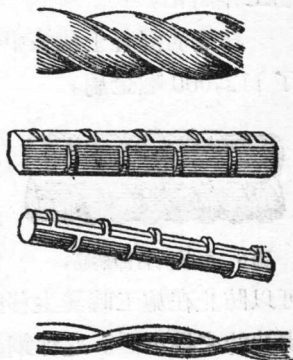


圖4 鋼筋混凝土結構中鋼筋的各種斷面形狀。

現在蘇聯還生產一種具有很高強度的竹節鋼筋。

如圖5所示，是在工程師阿瓦科夫與工程師雅可福列夫所設計的特殊機床上冷加工製成的鋼筋。鋼筋上每經過一定長度有一個凹穴，換言之，即經過一定的週期後出現一次，因此把它叫作竹節鋼筋。鋼條經機床軋製後，發生所謂「強化」作用（冷作硬化），變得更加堅固了。

从1951年9月1日起，開始頒行了新的全蘇工業建築中央科學研究院規定的「鋼筋混凝土結構中的熱軋竹節鋼筋」的國家標準。這種鋼筋是帶有凸緣的圓條，凸緣係沿着有兩個縱肋的螺旋線條（圖6）。

使用竹節鋼筋的鋼筋混凝土結構，因鋼筋的强度高，與混凝土的黏着良好，所以能節省金屬25—27%，並且可以使配筋工作簡化。

在鋼筋混凝土建築中採用竹節鋼筋，僅在1952年就節省了112,000噸金屬。



圖6 熱軋的竹節鋼筋。

除了在結構中個別放置的鋼條或在施工現場綁紮的鋼筋骨架外，還使用工廠預製的鋼筋網。鋼筋網中的鋼條是用自動焊機交叉地焊接起來的，可以防止在施工時發生移動。此外，焊接的鋼筋網，比用鐵絲綁紮的來得牢固。這種鋼筋網主要用於製造鋼筋混凝土板，它很容易在現場安置，這就能解除建築工人在施工現場的附加工作。

在模板中安裝單個的鋼筋是鋼筋混凝土工程中非常繁重和麻煩的工作。所以要儘量避免安裝單個的鋼筋，而代之以裝置預先在工地製好的鋼筋骨架。依骨架的重量和尺寸的大小不同可以用人力將骨架放入模板中（例如製造鋼筋混凝土管道的骨架環），或者利用機械來安裝。在偉大的共產主義建設工程中，要在混凝土裏安置數千噸的鋼筋，假如要一根一根的去安裝，那麼就需要成千上萬的工人。因此，在這些工程中都是製成許多重達10噸的鋼筋骨架，用強大的起重機把它們安放到結構物

中去。

直徑在 40 毫米以下的圓鋼筋或其他截面的鋼筋 称为「柔性鋼筋」。由軌道鋼、工字鋼、槽鋼及其他斷面的軋軋型鋼組成的鋼筋，或是用有連續護板的鉚接鋼梁或具有金屬拉桿的桁架組成的鋼筋称为「勁性鋼筋」，它們不經常被採用。勁性鋼筋的優點是不需用特別作支承用的脚手架就可以將模板吊在鋼筋上，它的缺點是要消耗大量的金屬。雖然如此，勁性鋼筋混凝土結構還是比鋼結構節省金屬。在高層建築的骨架中，使用勁性鋼筋更為合算，它可以比鋼結構骨架節省 30—50 % 的金屬。

鋼筋混凝土的實質

拿一塊普通學生用的橡皮，在它狹長的兩側上，劃兩條交叉於它厚度中心的直線。然後將橡皮兩端支起，在上面捺壓使它彎曲，則可以看見橡皮下部綫端張開，上部的綫端互相靠近。這說明橡皮的上部受壓，下部受拉。

其次，我們還可以看見伸長最大和縮短最多的部分都在橡皮的表面。越近中間，長度的變化越小，正中心則沒有變化。將橡皮分為受拉部分與受壓部分的綫，叫作中和綫或中和軸（圖 7）。

在任何承受彎曲的結構裏，不論結構物是用何種材料製成，都必然有上述現象發

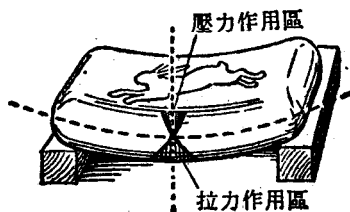


圖 7 表明壓力作用與拉力作用的實驗。上部為受壓區域，下部為受拉區域。