



五不用新建筑经验介绍

建筑科学研究院西安分院 編 著
陕西省科学技术委员会建筑組

陝西人民出版社

在我国社会主义建設飞躍發展的形势下，建筑工業的任务是：应当更大、更好、更全面地为国民經济建設創造有利条件，进一步促进生产的更大躍进。

1959年，我国将在充分發揮原有生产能力的同时，进行比1958年更大規模的基本建設，这一新形势的出現，給建筑工業带来的矛盾是：建筑材料不足，特别是鋼材、木材、水泥等不足。为了及时解决这一矛盾，在建筑工業中开展一个以節約三大材料（鋼筋、木材、水泥）为中心的技术革命，就有着極其重大的意义。陝西地区，最近試建的几座“五不用”（不用鋼筋、木材、水泥、砖、瓦）建筑，就是在这方面的一个新的嘗試，同时，也是建筑工程上的一个新方向。

这几座“五不用”建筑的共同特点是：广泛的采用了地方材料、工业廢料和代用品等，这就为節約三大材料開闢了广闊的途徑，这是建筑工業上一个新的技术革命，它为今后陝西地区基本建設任务的胜利完成，創造了物質基础。

本書主要介紹，在陝西地区如何采用玻璃絲、矿渣、菱苦土、矽酸鹽、竹筋以及其他新产品来代替鋼筋、木材、水泥等建筑材料的經驗。同时，本書就“五不用”建筑的經濟价值、技术效果等方面，也作了扼要的論述。此外，还介紹了“五不用”建筑的体会和今后推广的意見。

本書由陝西省与西安市建筑工程局所屬有关单位供給材料，范俊同志执笔整理。由于我們水平有限，編写仓促，欠妥之处，定所难免，希望讀者指正。

1959年4月

目 录

前 言

一、几种主要构件的生产与应用 (1)

(一) 玻璃絲增强矿渣混凝土板、樑的生产与应用.....(1)

(二) 玻璃絲菱苦土板、樑的生产与应用.....(18)

(三) 玻璃絲矽酸鹽板、樑的生产与应用.....(32)

(四) 竹筋矿渣混凝土板、玻璃絲矿渣混凝土叠合樑
的生产与应用.....(48)

(五) 經濟效果分析.....(58)

二、关于灰砂砖(矽酸鹽砖)和灰土砖的生产

与应用.....(59)

(一) 灰砂磚.....(60)

(二) 灰土磚.....(69)

(三) 經濟价值比較.....(72)

(四) 目前生产中存在的几个問題.....(73)

三、几种无熟料砂漿的生产与应用 (74)

(一) 10[#]石灰泥灰磚筑砂漿.....(74)

(二) 25[#]生石灰磚筑砂漿.....(82)

四、其它几种新建筑材料的应用价值 (85)

(一) 泡沫石灰.....(85)

(二) 玻璃絲瀝青防水层.....(89)

(三) 輕質大磚.....(97)

五、今后推广的几点意見 (99)

一、几种主要構件的生产与应用

(一) 玻璃絲湿碾矿渣混凝土板、梁的生产与应用

1. 玻璃絲湿碾矿渣混凝土板、梁的平面布置

建筑科学研究院西安分院 1958年12月份試建的“五不用”試驗楼房, 寬为3.5M, 长为5.5M, 建筑面积为38.5M², 分上下兩層, 砖牆厚24Cm, 使用湿碾矿渣玻璃絲混凝土; 在樓板結構方面采用空心樓板, 虽然空心樓板不易振搗密实, 但其优点較多:

(1) 較板梁混凝土工作量減少。

(2) 樓板的主拉应力区, 不要配置剪力配筋, 可以減少玻璃絲筋。

(3) 省去砖墩, 簡化牆身結構, 減少砌牆及基础工作量。(圖1)

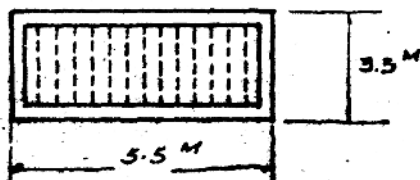


图1 樓板結構形式

樓板的規格为18×39.5×325cm, 樓板为短向擱置, 長向牆上不置砖墩, 屋面板的擱置方向与樓板同, 其結構形式与樓板也采用同一規格, 仅受拉玻璃絲筋用量較少。

底層門窗过梁寬度为24cm, 高度为18cm。屋面板擱置

下面采用通过楔（腰箍）一道，这样可增加建筑物及施工的稳定性，为使预制通过楔在安装后具有連續性，在通过楔的接合处埋置 $\Phi 12\text{mm}$ 鋼筋4根，俟通过楔安装后再另加4根 $\Phi 12\text{mm}$ 的鋼筋焊牢。（圖2—4）

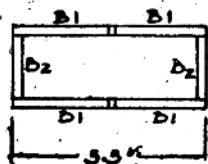


图2 通过楔位置

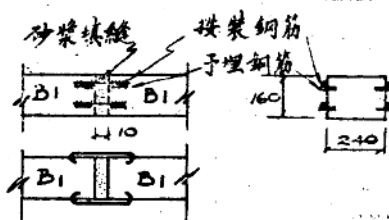


图3 通过楔縱向接头

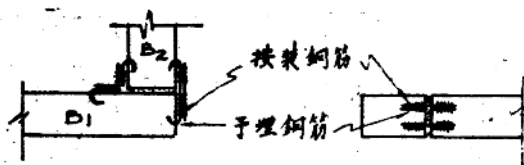


图4 通过楔轉角处接头

2. 玻璃絲濕碾礦渣混凝土構件的設計

由于目前生产的玻璃纖維均質性較差，强度波动范围很大，塑性指标的变化也很大，再加上湿碾矿渣混凝土的均質系数和物理力学性能还没有比較成熟的資料，若按極限状态的計算方法来进行結構計算困难較多，为此，根据試驗积累資料对玻璃絲湿碾矿渣混凝土結構的計算是按破損阶段原則进行的。

(1) 材料的計算强度及安全系数:

在實驗室里，湿碾矿渣混凝土的强度會达到400—500

号,但考虑到施工时材料的均質性差,湿碾時間較短,構件断面窄小表面振動器不易振搗密实,再加上冬季施工和养护条件差等客观情况,所以構件的設計标号确定为150[#];混凝土撓曲受压强度 R_u 采用 142kg/cm^2 。所用玻璃絲的細度为22 μ —32 μ ,平均細度24 μ ,成束强度 1600kg/cm^2 — 1900kg/cm^2 ,另外,考虑到用水泥分皮刮漿法将出现乱絲、断絲及弯絲現象,影响玻璃絲筋的强度,故計算强度采用 1500kg/cm^2 。又因为采用低温养护,所以玻璃絲强度損失未予考虑。

一方面考虑到構件的配筋百分率較低,另一方面又估計到湿碾矿渣混凝土后期强度較高,在这种情况下,構件到达破损阶段,将决定于玻璃絲筋达到其强度極限,同时也还考虑到玻璃絲配筋混凝土的靜力疲劳問題,目前尚未得出結論,玻璃絲的彈性模量又較低,故所采用的設計强度安全系数为 $k=2$,主拉应力安全系数 $K_1=2.2$ 。

(2) 構件断面的計算:

構件断面的計算方法与一般鋼筋混凝土計算相同,但需將計算所得的玻璃絲断面折算成实用玻璃絲重量(玻璃絲的比重用2.45)。楼板、屋面板及底層門窗过樑按均布簡支樑計算。屋面通过樑,按門窗的計算跨度采用均布計算,弯矩系数采用 $1/12$,構件的切力及主拉应力均由混凝土負担,故未設置剪力配筋,仅在楼板、屋面板及底層門窗过樑的两端上部由于嵌入牆中有負弯矩,故均設置有50公分长的玻璃絲配筋。

空心樓板計算:

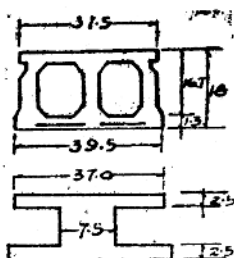


图5 空心樓板計算

$$\text{砗: } R_{28} = 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_{np} = \frac{1300 + 150}{1450 + 3 \times 150} \times 150 = 114 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_N = 1.25 \times 114 = 142 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_p = \frac{1}{2} \sqrt[3]{150^3} = 0.5 \times 282 = 141 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{玻璃絲: } \sigma_f = 1500 \text{ kg/cm}^2$$

$$r_f = 2.45$$

$$\text{安全系数 强度 } k = 2.0$$

$$\text{主拉应力 } k_1 = 2.2$$

① 荷載:

$$\text{自重} = 215 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{粉刷 } 0.011 \times 1800 = 20 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{平頂} = 4 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{找平層 } 0.020 \times 1800 = 36 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{菱苦土地坪貼面層 } 0.025 \times 2000 = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{荷載} \quad \frac{200 \text{ kg/m}^2}{525 \text{ kg/m}^2}$$

$$525 \times 0.4 = 210 \text{ kg/m}$$

$$\text{② 內力計算: } M = 0.125 \times 210 \times 3.14^2 = 260 \text{ kg}\cdot\text{m} \\ = 26,000 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$Q = 0.5 \times 210 \times 3.14 = 330 \text{ kg}$$

③ 断面选择:

1) 受拉重筋 $h_0 = 18 - 1.3 = 16.7 \text{ cm}$

$$b = 39.0 \text{ cm}$$

$$KM = bh^2 \mu_t, 6t \left(1 - 0.5 \mu_t \frac{6t}{R_u} \right)$$

$$52,000 = 39 \times 16.7^2 \times \mu_t \times 1500 \left(1 - 0.5 \mu_t \frac{1500}{142} \right)$$

$$86,000 \mu_t^2 - 16,300 \mu_t + 52 = 0$$

$$\mu_t = 16.300 \pm \sqrt{\frac{16300^2 - 4 \times 86,000 \times 52}{2 \times 86,000}}$$

$$= \frac{16300 \pm 15700}{172,000}$$

$$\mu_t M_{q_x} = \frac{32000}{172000} = 0.186$$

$$W \mu_{t \min} = \frac{600}{172000} = 0.0035$$

$$\begin{aligned} \text{玻璃絲断面 } F_t &= \mu_t \times 6 \times R_2 = 0.0035 \times 39 \times 16.7 \\ &= 2.27 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{玻璃絲重量 } W_t = 2.27 \times 2.45 \times 325 = 1800 \text{ g}$$

2) 端部架立筋

$$\text{原用244冷拔鋼筋 } A = 2 \times 0.125 = 0.25 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{換算玻璃絲断面 } F_t &= 0.25 \times \frac{4500 \times 0.85}{1500} \\ &= 0.375 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{換算玻璃絲重量 } W_t = 0.375 \times 2.45 \times 50 = 46.0 \text{ g}$$

3) 復核主拉应力

$$h_0 = 16.7 \text{ cm}$$

$b = 7$ (考虑灌漿不密实)

$$\frac{R_p}{k} = \frac{14.0}{2.2} = 6.35 \text{ kg/cm}^2$$

考虑端部振捣不密实强度降低 0.7×6.35

$$= 4.45 \text{ kg/cm}^2.$$

$$Q = 330 \text{ Kg}$$

$$6 \text{ m} = \frac{Q}{0.875 \times 7.0 \times 16.7} = \frac{330}{0.875 \times 7.0 \times 16.7}$$

$$= \frac{330}{102} =$$

$$3.24 \text{ kg/cm}^2 < 4.45 \text{ kg/cm}^2$$

可以不设置配筋主拉应力由砗負担

④ 配筋構造

楼板、屋面板、門窗过樑及通过樑的配筋構造見(圖 6—8)

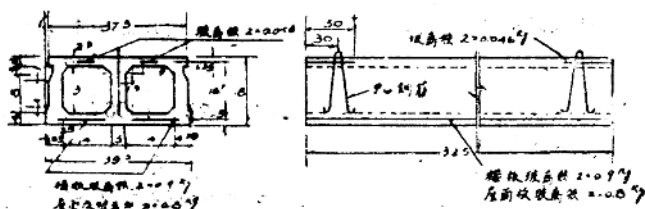


图 6 楼板及屋面板配筋構造

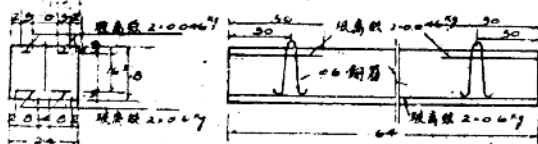


图 7 一层門窗过樑配筋構造

①分絲：分絲的質量能直接影響玻璃絲筋的強度，所以應盡量要求減少斷絲，亂絲及彎絲，其方法是按配筋的用量預先斷料，平行鋪放，然後一人壓絲，另一人迅速將絲撕開，分開的玻璃絲應垂直懸掛，並編號說明。



圖10 分絲方法示意圖

樓板的受拉玻璃絲筋總用量為1.8kg，分二條筋鋪設，每條0.9kg分絲時，每條再分成四股，每股

0.225kg

屋面板每股玻璃絲為0.2kg，門窗過樑每股玻璃絲為0.15kg，屋面通樑為0.1875kg，構件上部配筋的分絲與主筋一樣，僅用量有所不同。

②浸漿：浸漿用水泥為400號普通水泥，水灰比為0.5，將水泥漿調入木槽中（圖11）然後將分好的玻璃絲浸入水泥漿中，再用木制滾筒（圖12）順玻璃絲長度方向滾壓，經壓後即成為8—10cm的一片，然後鋪設，鋪好後上面再用較稠的水泥漿塗刷一層。（圖11—12）



圖11 浸漿用木槽

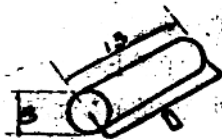


圖12 滾壓用木滾

③刷漿：將浸漿後的玻璃絲平放，在其上面塗刷一層水

灰比为0.35并加有0.2%塑化剂的水泥漿，然后再照樣疊上四股玻璃絲，俟塗刷完畢后即成一条玻璃絲筋。塗刷成型后的玻璃絲筋，最好在水泥漿初凝前鋪設在構件內，以免水泥漿結硬。在玻璃絲筋制作全部过程中应严格注意安全設備。

4. 湿碾矿渣混凝土的配合比及湿碾加工

湿碾矿渣混凝土是用高爐粒化矿渣，以少量水泥或石灰作活化剂，并加入一定份量的塑化剂及氧化鈣（作活化、塑化、促凝剂使用）以及适量的水一同在輪碾机进行湿碾而成的。在湿碾过程中矿渣将同时受到碎裂、摩擦及混合三个作用，这样就可使矿渣顆粒表面所形成的膠凝層被擦去，露出新的表面，繼續进行水化，随着顆粒表面活化物質增长，膠体数量的增加以及逐漸形成微小的結晶結構，使矿渣砂漿体产生很高的强度，西安建筑科学分院蒸气养护的湿碾矿渣混凝土曾經做到 $600\text{kg}/\text{cm}^2$ ，自然养护28天也會达到 $485\text{kg}/\text{cm}^2$ 。因此，我們認為湿碾矿渣混凝土最适宜用于薄壁高强的構件，这次采用的樓板設計标号为150[#]，原因是考慮到施工条件远远沒有在實驗室那样完善。現就湿碾矿渣混凝土的配合成份与湿碾加工方法說明如下：

（1）湿碾矿渣配合比的选择：

①矿渣的选择：我們曾先后采用了两种矿渣：一种是水淬矿渣，一种是非水淬矿渣，經試驗証明非水淬矿渣强度較低，研磨不易，并且强度發展慢，因之，我們采用了水淬矿渣，但为了进一步观察非水淬矿渣的实际效果，我們也采用了4塊非水淬矿渣的屋面板及樓板。

②活化剂及其成份的选择：

活化剂的选择及配合比对强度的影响

表 1

活化剂种类	掺入量 %	活化剂 %	氯化钙 %	用水量 %	蒸后28天强度 kg/cm ²	正常28天强度 kg/cm ²
水 泥	5	0.025	1.5	13	245	130
”	10	0.05	1.5	13	421	333
”	15	0.075	1.5	13	557	485
”	20	0.100	1.5	13	204	380
生石灰粉	5	0.025	0	15	221	85
”	10	0.05	0	15	369	115
”	15	0.075	0	15	368	274
”	20	0.100	0	15	438	306

由上表可知，用生石灰粉作活化剂其强度较用水泥作活化剂有所降低，同时考虑到当时施工条件差，为了保证质量，争取施工进度决定采用水泥作活化剂，其掺入量一般以10%为宜，后曾采用生石灰粉作活化剂进行了试验，其强度也可达到要求，所以我们认为若施工条件好，进度要求不紧时亦可使用生石灰粉作活化剂。

③湿碾时间的确定：

輪 碾 时 間 对 强 度 影 响 表

表 2

輪 碾 时 間 (分)	砂 漿 强 度 kg/cm ²
5	463
7	587
10	599
12	630
15	664
20	752

从上表結果可以看出輪研時間与砂漿强度成正比例，其中以研磨 7 分鐘以后的强度增长較为显著，所以湿碾時間一般可以根据一次灌搗混凝土構件的体积所需的全部時間，和不超过水泥的初凝時間为限，我們用的是12分鐘。

④用水量的选择：

用水量与砂漿强度表

表 3

用水量 %	蒸后强度 kg/cm^2	正常养护28天强度 kg/cm^2
12	427	385
13	493	461
14	435	112

上表說明，用水量以13%时的强度最高，但用水量高于13%的强度較低于13%的强度降低为小，但考虑到在参加石子后为了使混凝土易于搗实，故实际用水量采取在13—15%之間。

砂漿及砼的强度的發展規律表

表 4

期令 (天)	砂漿强度 kg/cm^2	砂漿 + 卵石(以自重的1.5 %水潤湿)强度 kg/cm^2	砂漿 + 卵石(以自重3%水 潤湿)强度 kg/cm^2
7	345	259	224
28	461	380	308

以砂漿：卵石=1：1配制成的混凝土，其强度为砂漿强

度的65—75%，砂漿的7天强度为28天的75%，混凝土7天强度为28天强度的68—74%，若用水量过大則28天强度将要降低19%。

(2) 湿碾矿渣砂漿的湿研加工及混凝土的拌制:

①混凝土的选用成份

矿渣(临潼水淬矿渣) 100%

水泥 400[#]普通水泥 10% (按矿渣用量)

塑化剂 (粉状)	40	} (按水泥用量)
鹽酸	23	
水	100	

氯化鈣(工业用) 1.5% (按矿渣用量)

用水量 13% (按矿渣用量) } 矿渣砂漿

卵石 (0.5—1.0cm) 100%	} 50% 骨料	} 湿碾矿渣混凝土 100%
潮湿用水量 2% (外加)		

②矿渣砂漿的配制与湿碾: 矿渣經水淬后已成为直径約 3—6 mm 的熟散顆粒, 故不必再經過粉淬。由于限于輪碾机的碾磨能力, 我們每次砂漿的配料总量为19公斤, 俟将称好的矿渣、水泥及塑化剂、氯化鈣与需要的用水量 (应扣除塑化剂及氯化鈣溶液中的含水量) 拌合均匀然后倒入輪研机进行湿研。

根据輪碾時間与强度的試驗資料, 結合構件要求全部搗完的时间, 我們采用的輪碾時間为13分鐘, 这时的磨細程度可以达到要求, 有25—50%的砂漿可以通过4900孔/cm²的篩子。

③混凝土的拌合: 砂漿与粗骨料的比例为1:1, 将称好

的石子，先用按石子重量2%的水湿润，然后用等量的砂浆进行搅拌均匀，由于混凝土的干硬度高，故在搅拌时采用混合与擦压相结合的方法，混凝土的搅拌时间以全部石子表面均附有砂浆为度。

5. 构件的捣制与养护

(1) 构件的捣制:

捣制构件时应结合材料的特性及捣制要求进行，因此与普通钢筋混凝土构件或一般玻璃丝水泥混凝土构件的捣制略有不同，其差异之处在于：

①湿碾矿渣混凝土中掺有水泥及氯化钙，故一个构件所用的全部混凝土自配料起直至振捣完毕所需时间应不超过矿渣砂浆的初凝时间，我们所用的时间约为90分钟左右。（当时室外温度为零下5°C左右）

②湿碾矿渣混凝土具有很高的干硬度，为使玻璃丝筋很好的与混凝土粘结，玻璃丝周围应裹以少量的水泥浆，使构件振捣后，这部份水泥浆渗透至混凝土内，从而保证混凝土与玻璃丝有很好的锚固作用。

③为了避免振动时石子对现铺玻璃丝的剪压力，玻璃丝的四周应先铺设砂浆，然后再浇灌混凝土，并尽量避免在上面加压振动。

④板、梁的捣制方法:

甲、楼板及屋面板:

1)在构件的底部先铺一层矿渣砂浆用平板震动器振捣至8m/m厚左右。

2)砂浆上抹一层厚约1m/m，水灰比为0.35—0.4的水泥浆，然后再铺设预先制就的玻璃丝筋，在已铺设的玻璃丝

筋另三面各涂刷水泥漿一道。

3) 在玻璃絲筋上鋪設砂漿一層，緊緊拍實，拍實后的高度應超過芯模底部約 $3-5 \text{ m/m}$ 。

4) 穿入芯模放置吊鉤后，澆灌第一層混凝土其高度約為構件高度之半，並進行夯實。

5) 澆灌第二層混凝土后，再用表面振動器振搗約10分鐘。

6) 扒開構件上部配筋處的混凝土，塗刷一層水泥漿，再鋪設構件上部的玻璃絲筋，然後填以砂漿用鐵板拍實抹平。

(圖13-14)

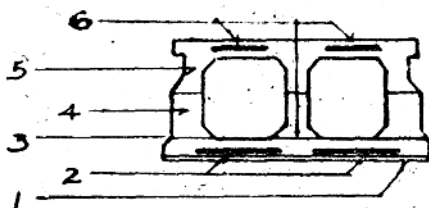


圖13 空心樓板澆制工序

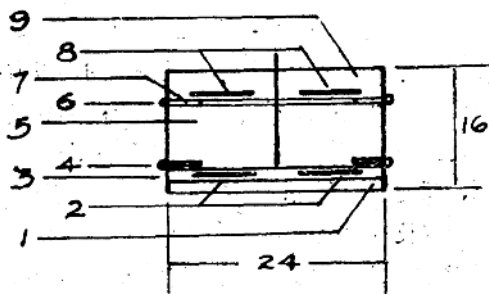


圖14 通過樑澆制工序

乙、通過樑：

① 在構件底部先鋪一層經振搗密實的砂漿厚約 8 m/m ，