

工业与民用建筑中应用装配式 钢筋混凝土的经验

苏联中央建筑情报研究所

建筑工程出版社

目 录

序 言	2
一、居住与民用房屋的装配式钢筋混凝土结构	4
1、牆和骨架构件	4
2、楼板结构	11
3、楼梯	25
4、基础	27
二、工业厂房的装配式钢筋混凝土结构	31
1、屋面板和牆壁预制板	32
2、屋蓋承重结构	40
3、工业厂房的骨架构件	50

序 言

应用装配式钢筋混凝土结构,是保证建筑工业发展,改进建筑事业,加速施工进度和降低工程造价的主要措施之一。

苏联共产党中央委员会和苏联部长会议在1954年8月19日的决议中指出:“在工业、居住、公用建筑中应用装配式钢筋混凝土结构能节约金属,减少木材用量,保证提高劳动生产率和加速施工进度。”

决议规定要扩建现有的工厂,并建造新的钢筋混凝土结构工厂。应该建造大量的工厂和预制场来生产各种装配式钢筋混凝土结构和配件,且其生产能力要能保证满足居住房屋、工业厂房和其它房屋建造的需要。

1954年12月所召开的全苏建筑工作者会议非常重视装配式钢筋混凝土建筑,1955年5月30日到6月3日在莫斯科举行的全苏钢筋混凝土和混凝土会议,也是讨论这一问题。在这两个重要的会议上,拟定了关于进一步发展装配式钢筋混凝土结构的一些具体措施,并研究了其制造和安装的方法。

苏联共产党第二十次代表大会在关于1956~1960年发展苏联国民经济的第六个五年计划的指示中规定:装配式钢筋混凝土结构和配件的生产,1960年比1955年约增加4.8倍;1960年在建筑中应用装配式钢筋混凝土结构预计达28,000,000立方公尺。

除了扩大生产普通装配式钢筋混凝土结构外,还规定进一步发展装配式预应力钢筋混凝土结构,这种结构是最有效而又是最经济的。现在,钢筋混凝土结构工厂正在大量兴建。设计机构和科

学研究院正在进行研究各种房屋(居住、公用、工业和农业)的定型設計及其装配式鋼筋混凝土結構方面的巨大工作。

中央建筑情报研究所經常在刊物上介紹装配式鋼筋混凝土建筑的經驗。在不同时期出版了有关这一問題的PI叢書、報告集,在“建筑技术通报”雜誌上发表了論文。本書中的这些材料是改写过的,各章节也系統化了。

对于大型预制板、大型砌块建筑和制造装配式結構的方法,本書叙述得比較簡略,因为这些問題在中央建筑情报研究所早先出版的一些專門著作中^①已有詳尽的說明。

此外,本書也采用了定期刊物上所发表的介紹不同建筑部門应用装配式鋼筋混凝土的經驗的一些資料。

本書是苏联中央建筑情报研究所一級科学研究员、技术科学候補博士Я.А.諾威科夫編写的。

苏联中央建筑情报研究所

^① 應用大型砌塊建造居住房屋的經驗,國立建筑書籍出版社 1955 年出版。利用預制塊制造装配式鋼筋混凝土構件的經驗,國立建筑書籍出版社 1955 年出版。装配式工業居住房屋的牆壁預制板,國立建筑書籍出版社 1954 年出版。工業廠房大型装配式鋼筋混凝土屋蓋構件,國立建筑書籍出版社 1954 年出版。

一、居住与民用房屋的装配式

钢筋混凝土結構

1. 牆和骨架构件

在现代居住和民用建筑中，多层装配式钢筋混凝土房屋有有骨架的和无骨架的。

由装配式构件组成的钢筋混凝土骨架，是第一类房屋的主要承重结构。第二类房屋的承重内、外牆是用砖、砌块或大型预制板砌筑的。在这种情况下，装配式钢筋混凝土铺板或层间楼板预制板，就直接安放到牆上或承重隔牆上。

骨架预制板房屋的主要构件是：柱、横梁、铺板或楼板预制板、牆壁预制板。在骨架预制板房屋中，通常应用两种牆壁预制板：带窗口的主要牆壁预制板（一个楼层高）和窗间牆预制板（一或两个楼层高）。

在大型预制板建筑发展的初期，莫斯科的牆壁结构是由下列部分组成：厚为5公分的外部钢筋混凝土肋形预制板、厚为20公分的泡沫混凝土隔热层（用于窗间牆预制板）；而用于带窗预制板时，泡沫混凝土隔热层的厚度则为14公分（1942~1952年霍罗舍夫斯基大道两旁的4层房屋建筑）。

把油纸粘贴在泡沫混凝土层的瀝青上，然后在油纸上安放石膏板；预制板外表面用装饰混凝土装修。表1中列出的是霍罗舍夫斯基大道两旁房屋的牆壁预制板的指标。

预制板用埋设金属零件同骨架构件连接。

近几年来，莫斯科新沙街建造了许多7~10层高的骨架预制板房屋，这些房屋都是用快速法建造的。重量为3~5吨的装配式构

予制板的技术经济指标

表 1

予制板型式	予制板重量 (公斤)	体 积 (立方公尺)	
		170號鋼筋混凝土	泡沫混凝土保温層
窗間牆予制板	1285	0.348	0.72
帶窗予制板	900	0.285	0.41

件,用起重量很大的塔式起重机安装。

第一批骨架予制板房屋的鋼筋混凝土柱,上面予制有用來支承橫梁的懸臂;但是,帶懸臂的柱子在制造和安装时很不方便,所以就改用无懸臂的柱子了。这种柱子(截面为 30×40 公分)是莫斯科和柳別爾崔鋼筋混凝土結構工廠制造的,它的高度为一个楼层时,采用3.3公尺,两个楼层时,則采用6.6公尺。制造时,柱內要予埋金屬零件,这是柱与柱彼此連接和与橫梁連接所必需的;柱內埋設的鋼筋也可以用来承受橫梁內發生的支點力矩(图1)。

柱子的等截面为 30×40 公分;根据荷載的不同,只是混凝土标号和配筋的百分率有所改变。

柱子借金屬柱头互相銜接于高出樓板50~60公分处。

无懸臂的柱子,制造簡單,运输也很方便,它的重量为1.3~2.6吨。

橫梁采用相同的橫截面(16×60 公分),在荷載不同以及长度为5.2、5.6、6.0和6.4公尺时,只是混凝土标号与鋼筋的百分率有区别(图2)。每公尺橫梁的重量为240公斤,而其总重,根据长度的不同,約为1.2~1.5吨。

橫梁用焊接平面骨架或者高强度予应力鋼絲配筋,予加应力是利用特制的装置(科学研究实验所研究成功的金屬切削机床)进行的。以普通鋼筋(骨架)配筋的橫梁是用200号混凝土制造的,而以高强度予应力鋼絲配筋的橫梁則是用500号混凝土制造的。

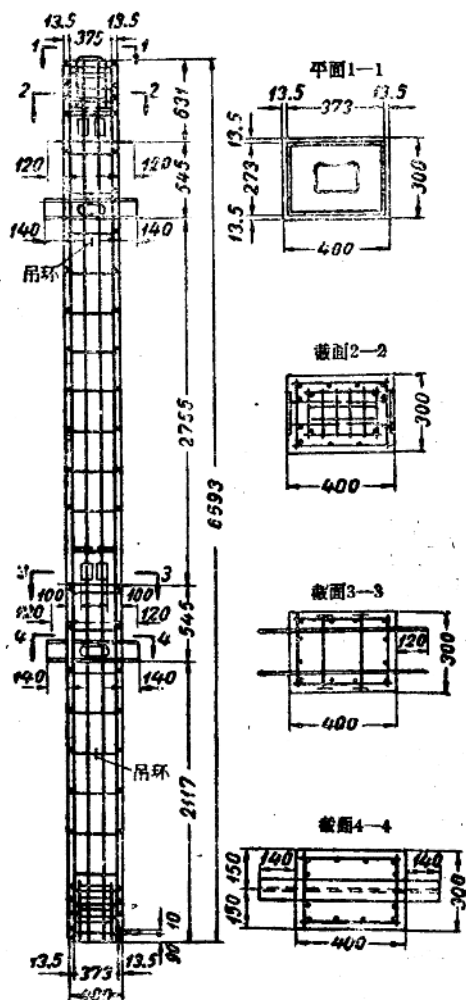


图 1 骨架的柱结构

除骨架予制板多层房屋的建筑以外，許多城市(莫斯科、馬格尼托戈爾斯克等)还建造了无骨架 予制板房屋。房屋用予制板来装配,板的宽度与房間的宽度相等,高度与楼层的高度相等。

馬格尼托戈爾斯克房屋的外牆予制板由下列各层組成:两层外层都是鋼筋混凝土的,厚度各为 4 公分,一层內层是泡沫混凝土制成的,厚度为 22 公分。外牆予制板的正面用裝飾混凝土复盖,它的內表面是光滑的。

予制板用冷拔鋼絲制成的輕 焊接骨架配筋,骨架沿予制板四边和靠窗边配置,它借焊接接头处的鋼制埋設零件互相連接。

在莫斯科十月广场第 6 条大街上建造 5~7 层无骨架大型予制板居住房屋所采用的牆壁予制板是一层的,是用容重为 1000~1200 公斤/立方公尺的矿渣混凝土制成,用焊接網配筋的。予制板的外层用裝飾混凝土制成;內表面光滑,宜于用花紙裱糊或者粉刷。

表 2 中列出了无骨架居住房屋牆壁予制板的指标。

无骨架房屋牆壁予制板的技术經濟指标(每平方公尺予制板) 表 2

工 程 項 目	予制板重量 (公斤)	体 積 (立方公尺)			鋼材用量 (公斤)
		結構用混凝土 (170號)	泡沫混凝土	裝飾混凝土	
馬格尼托戈爾斯克的房屋	283	0.078	0.23	—	1.35
十月廣場第 6 條大街上的房屋	420	0.29 (礦渣混凝土)	—	0.03	1.70

多层骨架予制板和大型予制板(无骨架的)居住房屋建筑比砖造房屋具有許多极其重要的优点。但是应当指出,鋼筋混凝土予制板和它的装配接头需要消耗相当多的金属。

随着骨架予制板和无骨架大型予制板房屋建筑发展的同时,

大型砌块建筑也有了显著的发展（在列宁格勒、莫斯科和其它城市）。

大型砌块建筑是现代房屋建筑最先进的形式。用大型砌块建造房屋时，安装起来很简单；同时，因为不需要应用金属联接构件，就能大大节约金属。此外，既减轻了房屋的重量，也减少了劳动的消耗，因而比砖造房屋就能降低工程造价。

战前时期，莫斯科曾建造了 100 多幢用大型砌块来砌墙的房屋，总体积约为 1,700,000 立方公尺。在那些年代里所应用的砌块的重量达 1.5 吨。

伟大卫国战争时期，大型砌块建筑停止了，战后在列宁格勒又重新开始建筑；而在其它城市大型砌块建筑则开始得比较晚了一些。

1951 年，莫斯科动力建筑工程公司开始用大型砌块来建造房屋，并曾组织了利用卡希拉发电厂的矿渣制造大型筑墙砌块的生产；在柳别尔崔和契列穆什卡建造过总体积为 30,000 立方公尺的大型砌块房屋。在莫斯科的沙街区也用大型砌块建造过电热厂的厂房。

1954 年，在北博戈罗迪茨克、华沙大道，乌拉基米尔大街和波克朗山上，莫斯科建筑工程总局曾用大型砌块建造过许多学校和医院。

罗斯托夫建筑工程公司在农业建筑方面广泛应用大型砌块，所以它有丰富的大型砌块建筑的經驗。

由于大型砌块建筑的广泛发展，苏联部长会议国家建设委员会曾批准了居住和民用建筑大型筑墙砌块的目录和规格。筑墙砌块的容重通常是 1000~1500 公斤/立方公尺。混凝土的容重超过 1600 公斤/立方公尺时，制成的砌块可带有直径为 18 公分的内部孔洞。外墙砌块的艺术加工过的表面是用白色或有色水泥拌制的装

飾砂漿做成的。

居住房屋 双行式^① 牆壁 是以所批准的大 型砌块 目录 为基础的,在这种情况下,砌块重量不超过 3 吨(表 3)。

筑牆砌块的类型和尺寸

表 3

砌塊名稱	數量	高度(公分)	寬度(公分)	
			由	到
外 牆 砌 塊				
窗間牆砌塊.....	6	269	99	199
窗台砌塊.....	6	89	99	219
過梁砌塊.....	9	58	278	378
過梁砌塊(帶陽台的).....	7	58	278	398
平砌式圈梁砌塊.....	7	58	58	378
平砌式勒腳砌塊.....	3	89	79	159
簷口砌塊.....	3	89	119	199
交接處垂直砌塊.....	2	269	$b+119^*$	119
轉角處圈梁砌塊.....	2	58	$b+119$	119
轉角處勒角砌塊.....	2	89	$b+99$	99
轉角處簷口砌塊.....	2	89	$b+39$	39
補充砌塊.....	2	269	—	39
內 牆 砌 塊				
垂直砌塊.....	5	249 *	79	159
水平砌塊.....	5	54—79	79	354
樓梯間的砌塊.....	9	249以內	39	199
補充砌塊.....	6	329	59	199

*b——砌塊厚度(公分)

砌块目录是根据 居住房屋楼层的統一高度330 公分拟定的。外牆砌块规定有三种厚度:40、50和60公分。內牆砌块采用一种,厚度为40公分。

① 原文為“ДВУХРЯДНАЯ РАЗРЕЗКА СТЕНЫ”，意指每層樓的牆壁主要由兩行不同型式的砌塊(窗間牆砌塊和過梁砌塊)砌成，為簡單起見，譯作双行式牆壁——譯者註。

除表中所列的以外，还研究出了建造学校和医院用的砌块的补充类型（砌筑外牆用的有 25 种类型，砌筑内牆用的则有 13 种类型）。

砌筑牆壁时，砌块的竖縫用稀水泥砂浆填灌。内外牆交接处和内牆连接处要安放特制的金属拉結条。砌块砌筑的牆壁是用金属锚栓来同楼板构件联接。

近来正开始应用砖制的大型筑牆砌块。莫斯科伏龙芝濱河路上的第 118~120 号的 10 层房屋是用砖砌块建造的房屋实例。

砖砌块是設在建筑工地上（在塔式起重机的工作区域内）的预制场预制的。

2、 楼 板 結 构

不同型式的鋪板 和预制板，是建筑实践中应用最广的装配式钢筋混凝土楼板构件。

在大批少层建筑中仍旧应用梁式楼板，梁間的空間（50~100 公分）用装配式钢筋混凝土板、矿渣混凝土块和陶块等填充。多年来，在建造居住和公用房屋时，馬格尼托建筑工程公司都是应用带有丁字形梁和矿渣混凝土夹层板的楼板。

梁（軸綫）間距及其横截面尺寸若保持不变，就可以制造一种规格的夹层板。长度不同的梁，在截面相同的情况下，其区别只是配筋百分率和混凝土标号有所不同。承重能力不同的梁可以利用同一套金属模板制造。夹层板类型不同（包括石膏混凝土夹层板）的楼板結構，許多建筑工程公司都应用过。

在列宁格勒的居住建筑中，曾大量应用列宁格勒設計院研究成功的梁式楼板結構。双孔矿渣混凝土块可做楼板丁字形梁間的填料。楼板安装后，梁与块材之間的縫隙用水泥砂浆填灌，这样澆注成的整体能保証梁和填料共同受力，以提高楼板的刚性和承重

能力。因此，在楼板承重部分高27公分时，结构高度就能增加到6公尺（净跨）。某些建筑机构应用四孔块材来填充丁字形梁间的空间。

标准块材的高度有三种尺寸：190、250和520公厘；宽度有两种尺寸：60和80公分。混凝土容重为1600公斤/立方公尺时，标准块材重16.7~26.8公斤。块材结构是承受荷载的，包括块材的自重在内，每平方公尺楼板承受荷载达850公斤。

为了减少安装工程的劳动量，现在都逐渐应用大尺寸铺板和预制板来代替小尺寸楼板构件了。

铺板 现在莫斯科是应用以类型相同的钢筋混凝土构件（宽度为0.5~2公尺）制成的铺板楼板结构。彼此紧密铺设的铺板构件形成实心的楼板承重结构。

第一批铺板形式在建筑实践中应用最广的一种是肋形（槽形）铺板。多年来，在建造多层居住房屋时，这种肋形铺板楼板是楼板的主要形式。槽形铺板通常是在木模板内用肋向下的方法制造，而在结构内肋则是向上的；地板铺设在龙骨上，这时，天花板表面有大量缝隙，所以天花板要抹灰。为了使天花板表面平整，铺板最好利用台座制造（板向下）。

为了铺设上述类型铺板的地板，必须设置龙骨，因此，又研究出了另外几种铺板（例如：双孔的，多孔的），这几种铺板在屋盖的上下皮都有实心的表面。此外，在空心结构的情况下，还能大大减轻楼板的重量。

空心铺板 大约从1948年起，苏联建筑材料工业部所属的各工厂就开始制造双孔铺板构件。铺板的尺寸：长为3~7公尺，宽为29.5~32.5公分，高为14~22公分，孔洞直径为10.5~15.5公分，铺板的折算厚度为8.4~10.6公分。双孔铺板在多层房屋的楼板中应用最广泛。

双孔鋪板用平面焊接骨架配筋，如果跨度大，就用 C_T.5 号予应力变形鋼筋配筋，这样不但能提高鋪板的刚性，而且当跨度为 7 公尺，荷载达 725 公斤/平方公尺时，能把截面高度限制于 20 公分以内。根据鋼筋的种类，每平方公尺地面所需的金属用量为 4.5~15 公斤。鋪板用 200 号混凝土制造。把鋪板构件安放好以后，用水泥砂浆灌縫，使其連成整体。

这种鋪板可以在工厂里和在予制场上利用金属模板制造。鋪板的孔洞是用胶皮孔模或金属孔模形成的。

双孔鋪板宽度不大，因此，在天花板上有大量的縫隙，即使鋪板构件制造得十分精确，这种縫隙还是看得出来的；抹灰层不容易粘附在密实混凝土光滑的表面上，安装这种鋪板也很費力。

为了减少天花板上的縫隙，就轉而制造大尺寸鋪板，并增加孔洞的数量。莫斯科軍事建筑工程局在赫魯曉夫大道两旁建造（1950~1951年）骨架予制板房屋时，研究成功了一种圆形孔多孔鋪板，并曾把它用之于建筑工程中。鋪板构件的平面尺寸为 1195~3180 公厘，厚（高）为 140 公厘。

每一块鋪板构件都能有 4~10 个圆柱形孔洞，直径为 105 公厘；这时，鋪板的折算厚度总共为 7.66 公分；重量为 200 公斤/平方公尺。用两个焊接網（上部的和下部的）配筋，焊接網是用直径为 5.5 公厘的冷拔鋼絲（受力鋼筋）和直径为 4 公厘的冷拔鋼絲（分布鋼筋）制成的。安装好的鋪板，要用水泥砂浆浇灌构件間的縫隙，使鋪板連成整体。

多孔鋪板可以在工厂里或在予制场上利用金属模板制造。

鋪板的孔洞是用鋼管制成的刚性孔模形成，孔模用导向振荡器取出，这样，澆注在孔洞上方的上面那层已搗实的混凝土，在取出孔模时不会破坏；真空混凝土变得更干硬了，取出孔模后也不会损坏。

制成的鋪板构件中的全部孔模是用专门装置来同时取出的，这种装置的生产能力，在一班制作业的情况下，每年能生产35,000平方公尺予制板。

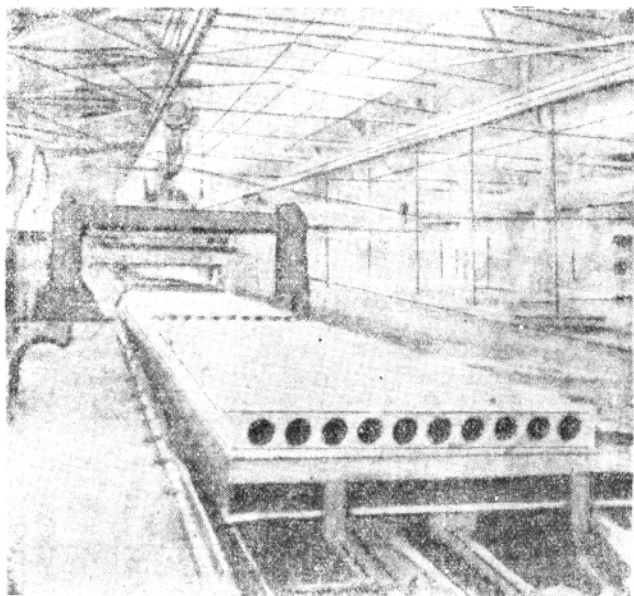


图 3 圓形孔多孔鋪板

有10个圓孔，宽度为2公尺的多孔鋪板(图3)，是莫斯科鋼筋混凝土結構工廠利用有填块的专门模板制造的。

列宁格勒第20建筑工程公司应用尺寸为 $1.20 \times 0.22 \times 6.26$ 公尺的大尺寸橢圓形孔双孔鋪板(图4)来建造居住房屋，現在正制造有4~6个橢圓形孔的鋪板。鋪板构件是在沒有专门机械化装置的，即是在沒有沿台座軌道移动的小車(图5)的加热混凝土台

座上，利用台座法以制品成型器制成。椭圆形孔用空心金属填块形成。

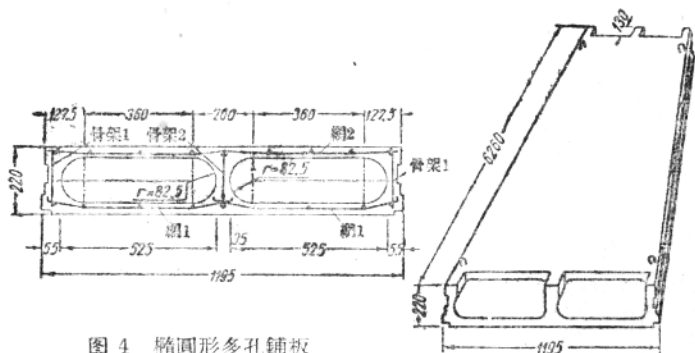


图 4 椭圆形多孔铺板

铺板用真空作业法制造，在作业过程中取出孔模。

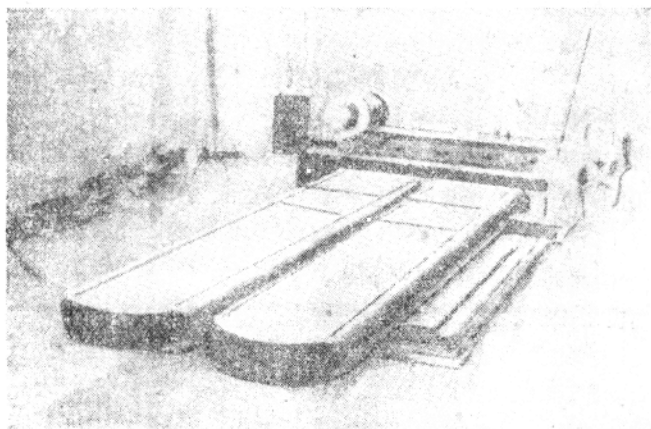


图 5 成型机

在有效荷载数值相当大的情况下，用双孔铺板构件铺设的层

間樓板具有足够的刚性;此外,这种結構所組成的天花板的表面很光滑不需要全部抹灰),拼花地板或板材下的地面也很平整。

椭圆形孔鋪板的混凝土用量之圆形孔鋪板要少 20 % 左右,所以在鋪板承重能力相同的情况下,其重量能得到相应的減輕。鋪板的折算厚度为 8.5 公分,而圆形孔予制板则为 10.5 公分。

国立莫斯科大学实验大楼的楼板是用长方形孔双孔鋪板鋪設的。鋪板构件的宽度达 103 公分,根据鋼骨架 横向框架的間距,其长度为 3.3~4.25 公尺。混凝土的 折算厚度約为 12 公分。在有效荷載大(达 1000 公斤/平方公尺)的情况下,应用这种結構能保証樓板具有足够的刚性。

鋪板用 250 号混凝土制造,用平面焊接骨架(腹板用)和焊接網(板用)配筋。这种鋪板的金屬用量,每立方公尺混凝土約为 100 公斤。

鋪板直接利用加热混凝土台座制造,孔洞用金屬孔模形成,孔模用薄鋼板做成輕型骨架的型式,里面装有 振動器。在澆注混凝土以后,过 7~8 分鐘,就用絞車取出孔模,先取一个,然后再取另外的,这时真空作业不要停止。

肋形鋪板 馬格尼托建筑工程公司鋼筋混凝土結構車間生产过(利用移动式模板)肋形樓板鋪板,其宽度为 1.6 公尺,长度为 3.2~3.6 公尺,面积为 4.5~6 平方公尺。鋪板的四周有肋和一个縱肋。一間房間需要 2~3 块鋪板。

鋪板用冷拔鋼絲制成的焊接網和焊接骨架配筋,用金屬模板制造。模板的底板是用 12 号槽鋼(双向配置的)制成的框架,其端壁紧紧固定,側壁則可以拆卸。模板重量为 600~800 公斤。

制造鋪板的过程如下:在装好模板并加以滑潤后,就把鋼筋骨架放入模板,然后沿着滾軸 輸送机用絞車把模板送到料斗下方澆注混凝土。澆注完毕,就把悬挂在起重机上的振動填块(重 1.5 吨)