

来华技术座谈资料

西德砖瓦工业粘土原料的制备、储存及成型
设备和制砖工厂自动化生产工艺的新发展

国家建筑材料工业总局
技术情报标准所

前 言

一九七七年十月二十五日至三十日，我们与西德“奥托·沃尔夫”(OTTO WOLFF)公司、“汉德尔”(HÄNDLE)公司和“克勒尔”(KELLER)公司举行了粘土砖生产工艺设备的技术座谈。西德方面参加座谈的有“奥托·沃尔夫”公司亚洲部经理赖克劳(Klaus G. Reh)、“汉德尔”公司业务部经理弗兰克·汉德尔(Frank HÄndle)和“克勒尔”公司设计部主任瓦尔特·贝尔恩特(Walter Berndt)三人。我方参加座谈的单位有北京市建筑材料工业局墙体材料工业公司，南湖渠砖厂，豆店砖瓦厂，江苏省基本建设局，镇江市城市建设局，南京新宁砖瓦厂，无锡利农砖瓦厂，常熟砖瓦厂，陕西省第一建筑设计院和砖瓦研究所，以及国家建筑材料工业总局科技组、生产组、出口公司和技术情报标准所。

座谈内容包括“砖瓦工业粘土原料的制备、储存及成型设备”和“制砖工厂自动化生产工艺的新发展”两大部分。现将这次座谈的有关资料整理于后，供有关单位参考。由于我们的水平所限，难免有不当和错误的地方，请批评指正。

粘土砖技术座谈小组

一九七八年一月



录

前 言

一、概况.....	1
二、砖瓦品种.....	2
三、原料的制备和储存.....	20
四、砖坯成型.....	31
五、干燥和焙烧	39
六、码坯、卸砖和包装.....	47
七、自动化控制	59
八、工艺流程举例.....	63

一、概 况

“汉德尔”(HANDLE)和“克勒尔”(KELLER)是目前西德两家最大的粗陶制品(包括各种粘土砖、瓦、陶管、陶粒等)设备制造公司,在世界粗陶工业中也有一定的影响。“汉德尔”公司建立于一八七〇年,在澳大利亚和巴西设有分公司。该公司除生产砖瓦原料加工和成型设备外,还生产塑料加工机械和铸造工业设备,并拥有一个相当规模的试验室,进行粘土原料基本性能和理论的研究工作。“克勒尔”公司建立于一八九四年,在美国设有分公司,年产值一亿二千万德国马克,共有职工一千多人,其中包括一支由二百五十多名工程师、设计师组成的专业技术队伍,并设有砖瓦工艺试验室。这两家公司生产的砖瓦机械设备,是按生产工艺进行分工的。“汉德尔”公司主要生产粘土原料的各种加工机械、储存设备以及成型机械等共十一大类;“克勒尔”公司则主要经营砖瓦厂的工艺设计和提供粘土制品从挤出成型以后的全套砖瓦生产设备,包括切坯机、码坯机、码砖机、成品包装机、干燥室、隧道窑以及各生产工序之间的连接、输送和自动检测、控制装置等。这两家公司经常通过“奥托·沃尔夫”(OTTO WOLFF)公司进行合作,向世界各大洲其中也包括欧洲的英国、比利时、奥地利和东欧各国输出成套砖瓦生产设备和技術,出口量约占其设备总产量的70~80%。

综合分析“汉德尔”和“克勒尔”两家公司介绍的砖瓦工艺设备资料,主要有以下几个特点:

(一) 特别重视对粘土原料的加工处理。这两家公司认为,很好的制备粘土原料,是生产高强薄壁空心制品的重要条件。对粘土原料加工处理的好坏,不仅直接影响

半成品的质量以至最终产品的质量,同时也是实现生产过程机械化、自动化的重要保证。因此,他们在泥料处理上,一般采用多次碾压,或采用具有破碎、搅拌和捏合多种功能的加工设备,使粘土颗粒控制在1毫米以下,并通过自动水分调节器控制成型水分误差不超过 $\pm 0.5\%$ 。粘土经破碎后都在料仓(或土库)内经过一定的储存期(有时根据粘土情况进行加热或加压储存),使泥料均湿和增塑。制品成型一般采用真空挤出机,排除泥料中的气体以提高坯体的致密性和对干燥的抗裂性。据介绍,由于加强了对粘土原料的处理,西德生产的空心粘土砖,孔洞率可达50%以上,承重空心砖的标号可达400~600#,半成品的成型损失率和干燥损失率减少到接近于零,从而保证了机械化和自动化生产过程的稳定进行。

(二) 生产工艺对产品的适应性较强。“克勒尔”公司设计的砖瓦生产工艺,基本上还是沿袭了过去以室式干燥室和与之相配套的板条升降架输送系统为中心的机械化生产方式,但在生产过程中对一些设备和自动化联结有了较大的发展。例如根据不同制品研制了各种切坯机,并提高了切坯机对不同规格产品的适应性;在板条升降架输送系统的基础上发展了一种大型坯板叠装输送系统;在干燥方面发展了与室式干燥室的规格和形式相类似的隧道干燥室;同时,不论在室式或隧道式干燥室内,都采用了移动轴流风机,以使干燥介质均匀分布,循环流动;并可根据不同制品的最佳干燥曲线调整干燥制度和改变干燥周期。因此,这种工艺对变更产品具有较大的适应性,一个工厂可以生产多种空心制品而不受设备的限制。据介绍,西德的砖瓦厂生产的品种一般都在七种以上,最

多的达七十种。

(三) 机械化和自动化程度较高。目前,这两家公司设计的最现代化的砖瓦厂,从原料开采到成品包装,全部实现了机械化,相当多的工序采用了光电控制、程序控制和电视监视等自动化装置。为了配合码窑机械化,采用了钢架吊顶的大型平顶隧道窑,窑宽达6~9米,并发展了适合各种规格产品的码窑、卸车和成品包装的一系列机械设备。目前,西德的一个年产6000万块德国标准砖(规格为 $240 \times 115 \times 71$ 毫米相当于我国标准砖的1.3倍)的现代化砖厂,一般需用岗位工人30~35人(不包括矿山、机修和备用人员)。最现代化的砖厂,年产5000万块砖,只用9人。工人劳动生产率为200~500万块/年·人。

(四) 生产工艺过于复杂,设备多,耗电量大。“克勒尔”公司以板条升降架输送系统为中心的机械化生产线,砖坯干燥周期长(24~60小时),砖坯托板(金属或木材)用量大,托板的储存和回输系统使用的设备也很多。一个年产5000万块标准砖的工厂,设备容量高达1000千瓦,每一千块砖的耗电量高达50~60度,甚至80度。另外,坯料多

采用气体或液体燃料。

粘土制品目前在西德仍然是筑墙的主要材料之一,花色品种达一百多种,基本上全是空心制品,空洞率为10~50%,一般承重砖为30~35%,空心粘土砖不仅用于砌筑墙体,而且可预制成砖梁、砖楼板和大型砖墙板,用于预制砖墙板的空心砖约占5%。目前,西德的粘土制品,正进一步向大型的方向发展,除已大量生产 $490 \times 300 \times 238$ 毫米的轻质承重空心砖(容重800公斤/米³,标号150*)外,有五个砖厂研制 $2700 \sim 3000 \times 700 \times 300$ 毫米的一层楼高的大型粘土空心条板砖,据介绍1978年可投入市场。在六十年代,由于新型墙体材料的发展,人们曾一度把粘土制品看成是过时的材料,在一个时期内粘土制品的发展停滞不前,甚至出现产量下降。但随着粘土砖向高强、多孔、大型制品发展,使其对各种建筑结构和外墙造型的适应性、经济性和建筑物理性能大大提高,甚至优于其他材料,因而,经过一段时间的实践以后,人们又回过头来重视粘土制品的发展。1970年西德粘土砖的产量曾下降到50亿块,1973年回升到55亿块,1976年又增加到60亿块。

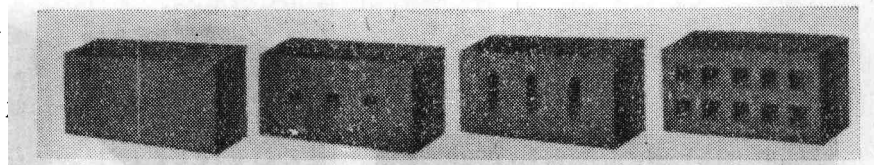
二、砖瓦品种

西德砖瓦制品品种日益发展,有多种规格,传统的小砖产量大大下降,空心制品已占总产量的90%以上。目前还生产了大量各种用途的大型制品,孔洞率最高的达60~70%,容量最低的已降到600公斤/米³以下,轻质砖的抗压强度多在350公斤/厘米²以上,已试制成大型条板砖,长为2.6~3.6米、宽0.7米、厚0.3米,并投入了小批量生产。粘土砖已从过去仅作为手工砌墙的建筑材料,发展成为墙体承重、饰面、楼板、隔板以至机械化预制板的多用材料。这次

“汉德尔”公司提供的资料,就有一百多种产品,其用途达十几种。据介绍,目前西德砖瓦厂都向多品种方向发展,一个工厂最少生产七种产品,多的达七十种。

(一) 品种简介

1. 实心砖 按西德标准,实心砖包插孔洞率在15%以下的带孔砖。西德标准砖尺寸为 $240 \times 115 \times 71$ 毫米,代号(NF)。如图2-1中序号1~11。

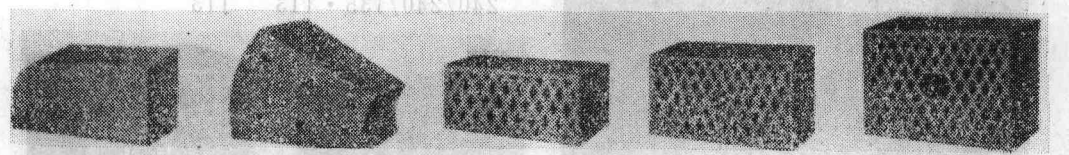


1. 高层建筑砖
DIN105
240/115/52DF

2. 圆孔空心砖
240/115/71NF

3. 长孔空心砖
240/115/71NF

4. 侧壁用砖
220/105/71



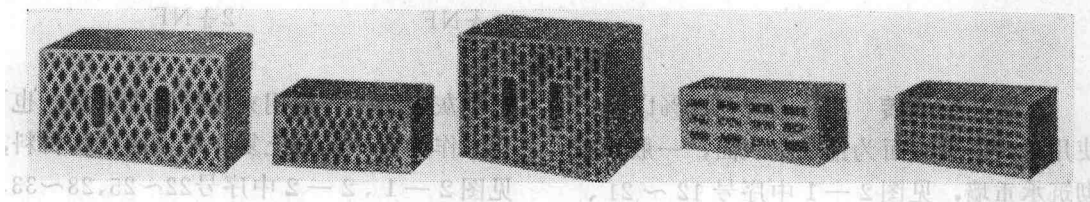
5. 直角砖
240/115/71

6. 砌拱砖
250/120/65

7. 格子砖
240/115/113

8. 格子砖
250/120/104

9. 格子砖
240/175/113
2 1/2 NF



10. 格子砖
250/180/104SF

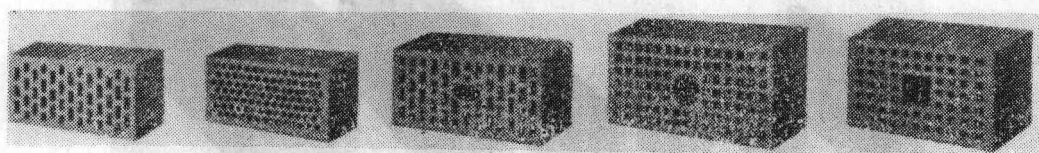
11. 蜂窝砖
240/115/113
1 1/2 NF

12. 竖孔空心砖
240/240/238
6NF

13. 竖孔空心砖
240/115/71NF

14. 竖孔空心砖
240/115/71NF

300/240/113SF 240/115/71NF



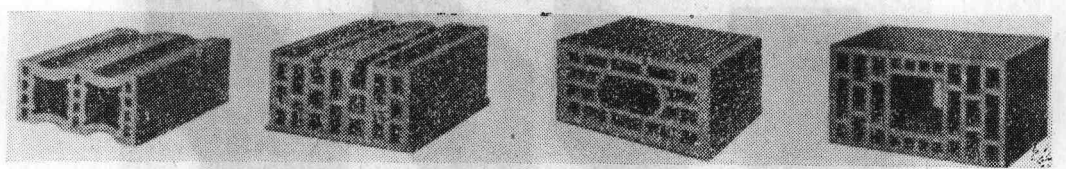
15. 竖孔空心砖
240/115/71
NF

16. 蜂窝砖
240/115/71
NF

17. 竖孔空心砖
240/115/71NF

18. 竖孔空心砖
300/145/113SF
300/240/113SF
700/175/113SF

19. 竖孔空心砖

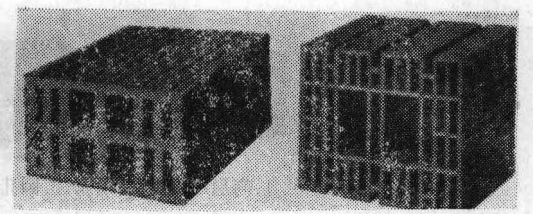
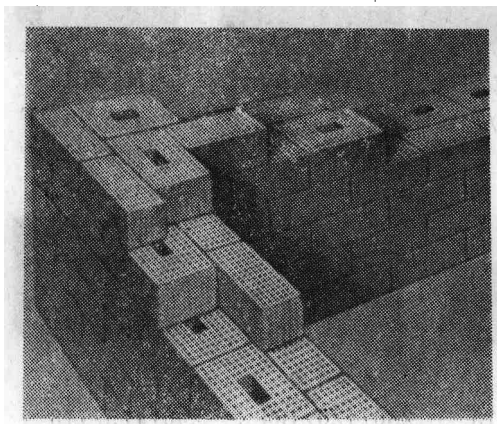


20. 竖孔空心砖
250/250/140

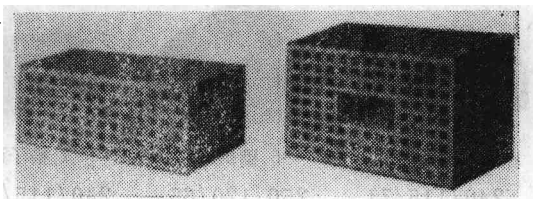
21. 竖孔空心砖
250/250/140
242/240

22. 隔热砖
250/150/135

23. 水平孔隔热砖
250/150/135



24. 水平孔隔热砖	25. 水平孔隔热砖
250/250/145	240/240/115
240/240/135 • 113	113



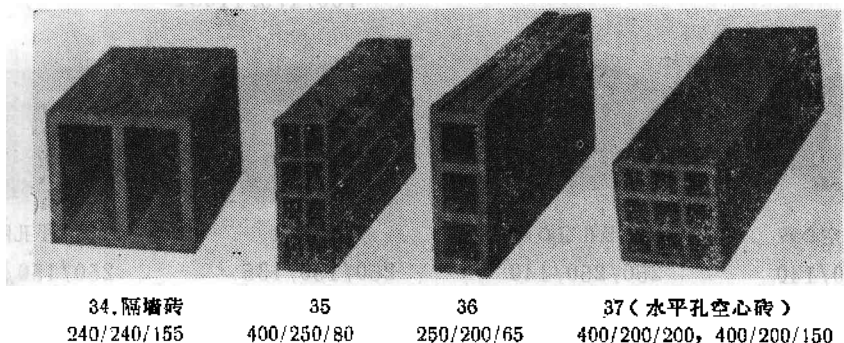
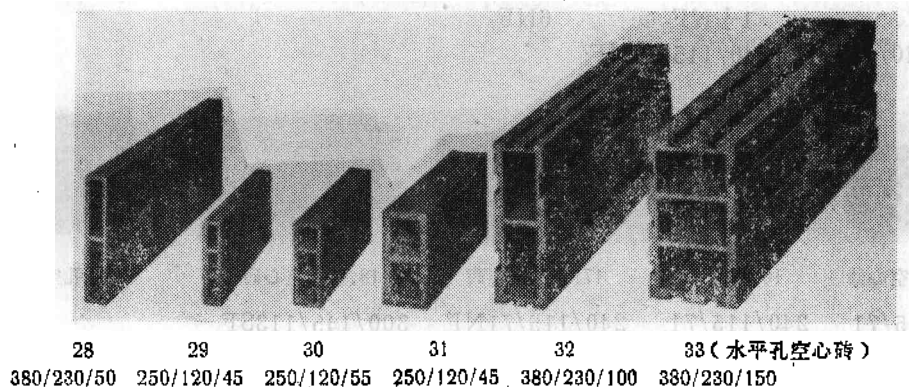
26. 砌墙用砖	27. 砌墙用砖
240/115/113	240/175/113
$\frac{1}{2}$ NF	$2\frac{1}{4}$ NF

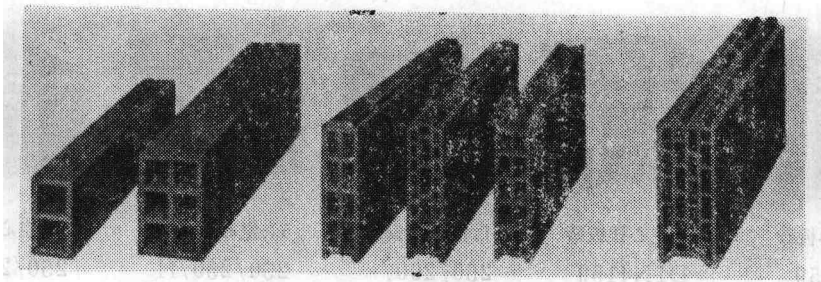
图 2-1

2. 竖孔空心砖 其孔洞率在20%以上，使用时砖的带孔面为铺灰浆表面，一般用来砌筑承重墙，见图2-1中序号12~21、26~27。

3. 水平孔空心砖 使用时孔洞方向平行

于铺灰表面，一般用来作隔墙或保温，也可用来作为砖—混凝土复合墙板的结构材料，见图2-1、2-2中序号22~25、28~33、38、39。





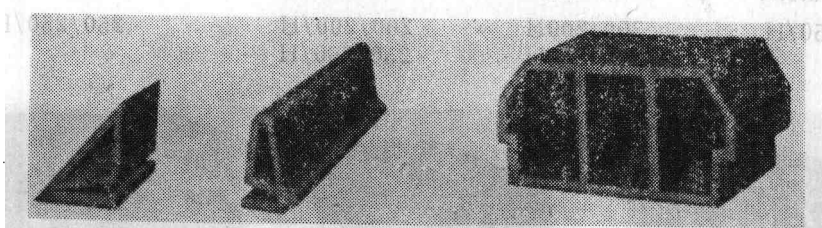
38 39(水平孔空心砖) 40 41 42(水平孔空心砖) 43(隔墙砖)
 240/115/71—115 250/250/100
 240/240/115—240 400/250/100

图 2-2

4. 隔墙空心砖 见图 2-2 中序号 34~37、40~43, 作隔墙用, 有很高的孔洞率, 其宽度方向上一般有二至三排水平孔, 热阻

大。

5. 空心楼板砖 它具有很薄的壁和很高的孔洞率, 见图 2-3、2-4、2-5 中

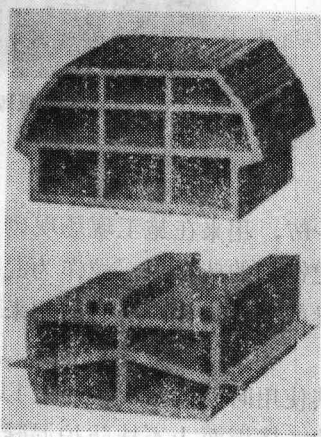
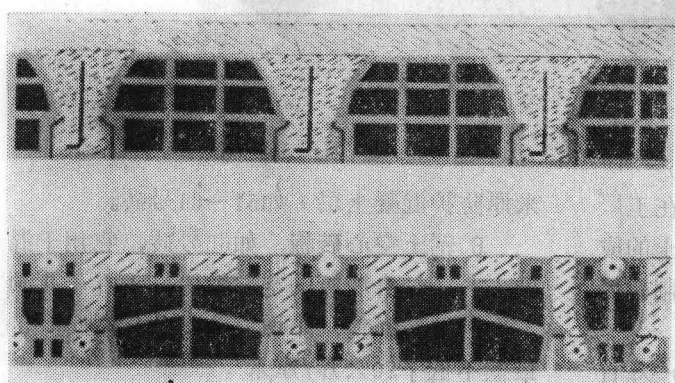
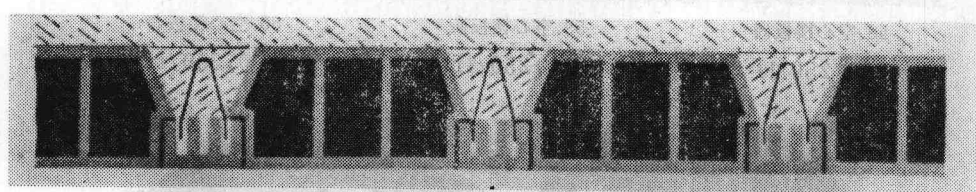


44. 支座砖

45. 支座砖

46. 空心楼板砖

470/250/H



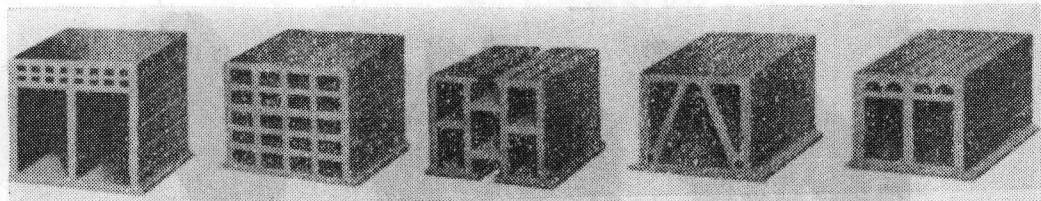
47. 空心楼板砖

250/
200/H

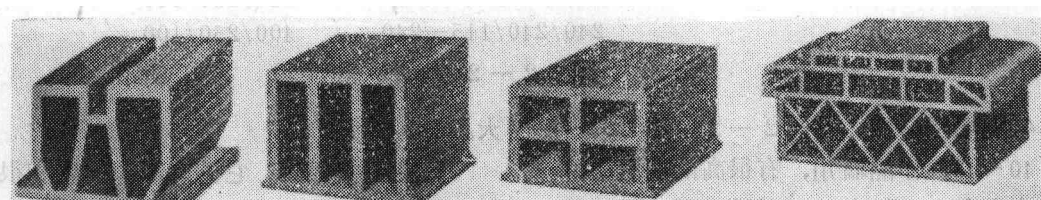
48. 空心楼板砖

250/
200H
340/
200H

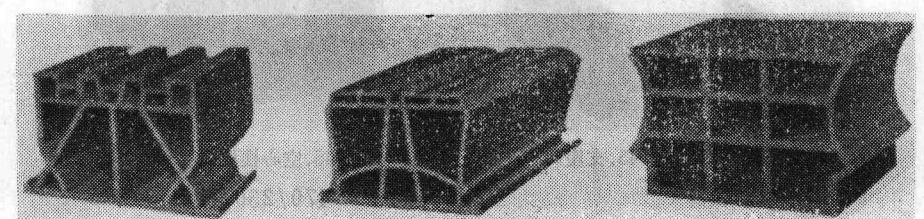
图 2-3



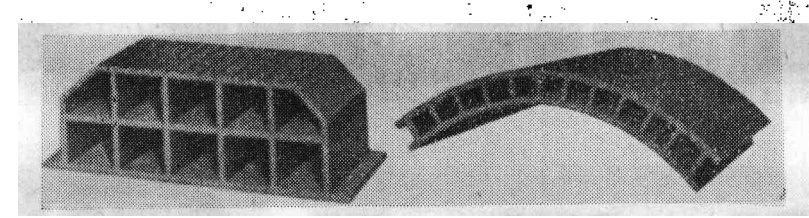
49. 空心楼板砖	50. 空心楼板砖	51. 空心楼板砖	52. 空心楼板砖	53. 空心楼板砖
DIN4159	DIN4159	250/200/	250/250/H	250/250/H
250/250/H	250/250/H	100 • 280		



54. 空心楼板砖	55. 空心楼板砖	56. 空心楼板砖	57. 空心楼板砖
250/250/H	200/200H	200/200/H	250/250/H
	200/250H	250/250/H	



58. 空心楼板砖	59. 空心楼板砖	60. 空心楼板砖
250/250/H	250/250/H	350/250/H



61. 空心楼板砖	62. 空心楼板砖
-----------	-----------

图 2—4

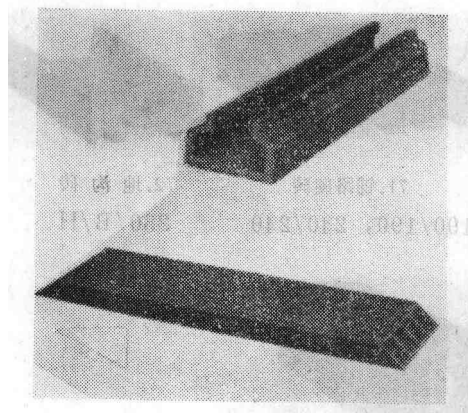
序号46~67, 用来在施工现场现砌或在工厂预制成配钢筋的砖楼板, 或作为混凝土的或预制砖梁的填充构件, 还有的用来预制砖墙板。

按其使用时受力情况, 还可以分为直接受力的(楼板面上不抹防护混凝土层)如49号砖, 和不直接受力的(楼板面上抹50毫

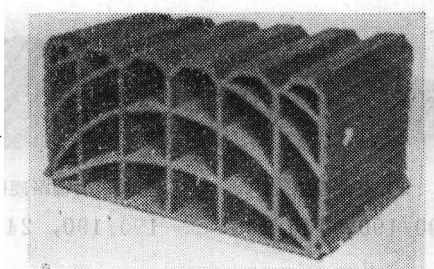
米厚防护混凝土层)如51~61号砖。

6. 粘土空心砖板 如63号砖, 它用于混凝土—砖结合墙板的空心物体, 垂直于孔洞方向的抗压强度, 平均值为25公斤/厘米², 最低不低于20公斤/厘米²。

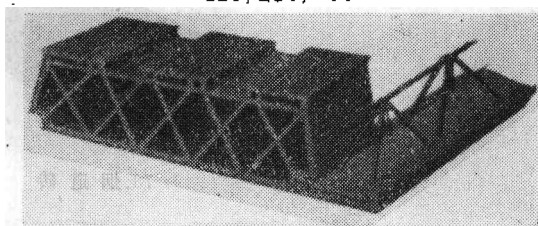
7. 铺地砖 用于铺砌地面、路面, 见图2—6 序号68~71。



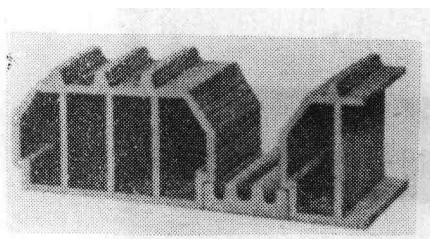
63. 空心楼板砖
DIN278
500—1000/200
250/35—100



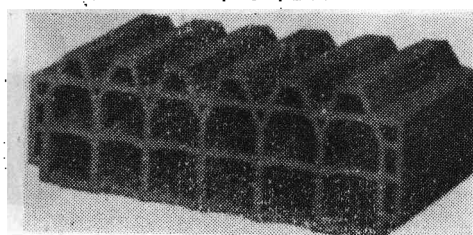
65. 空心楼板砖
410/250/200



66. 空心楼板砖
430/250/160



64. 空心粘土砖



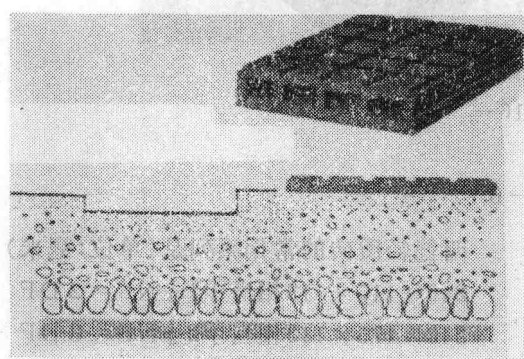
67. 空心楼板砖
420/300/185

图 2—5

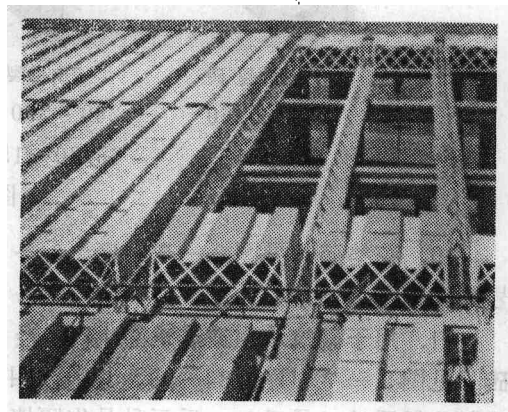
8. 陶管 见图 2—6 中序号 72~76。

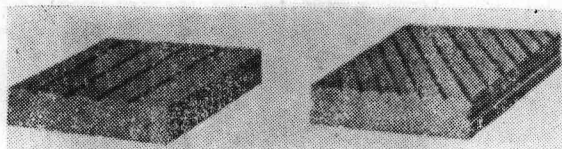
9. 劈裂砖 通常用来作建筑物的外墙饰面，因挤出成型后从厚度上劈开成两块，故

称劈裂砖，其表面上釉，见图 2—6、2—7 中序号 77、78、80。



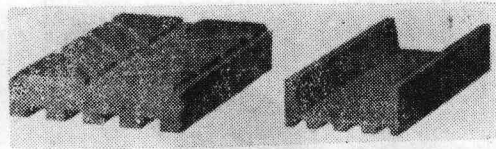
68. 畜舍铺地砖
190/190, 240/240





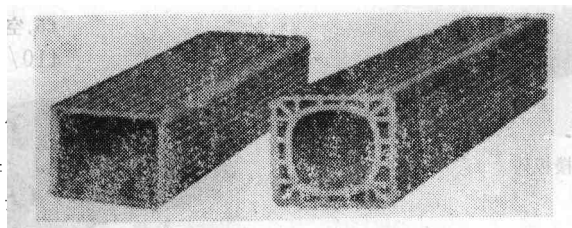
69. 盲面铺地砖
190/190, 140/240

70. 铺路硬砖
190/190, 240/240



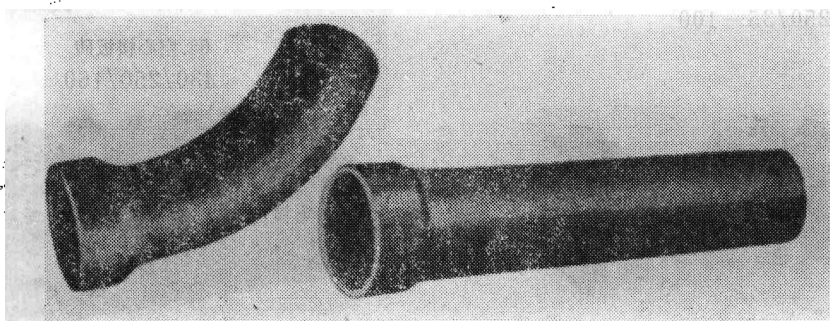
71. 铺路硬砖
190/190, 240/240

72. 地沟砖
250/B/H



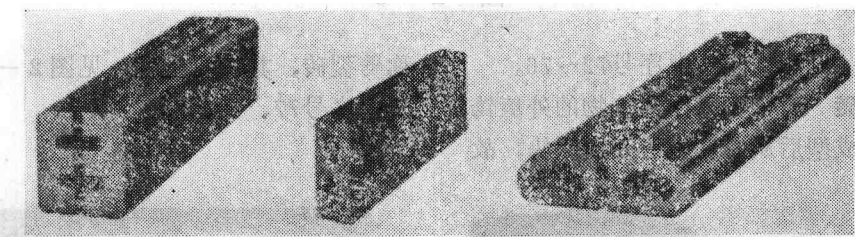
73. 烟道砖

74. 烟道砖



75. 陶管弯头
公称内径100—250

76. 陶管
公称内径100—250



77. 劈裂砖
250/65/60

78. 劈裂砖和条型砖
240 · 300 · 310/16—
65/30—150

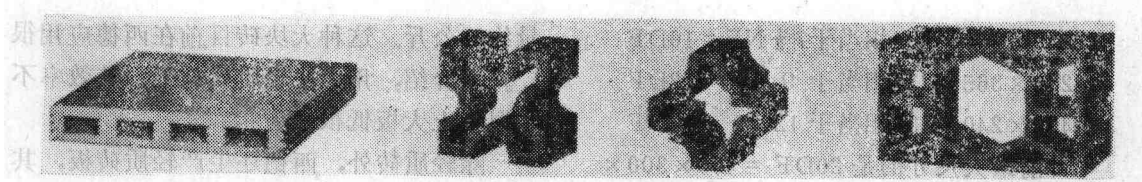
79. 导型砖

图 2—6

10. 花格砖 见图2—7中序号81~83号砖, 用作装饰用。

11. 用于砌筑承重或非承重墙的轻质砖 见图2—7中序号84~90。其中前四种是竖孔轻质砖(承重), 后三种是作隔墙的轻质砖。

西德轻质砖的常用系列是(单位:毫米):
 $240 \times 115 \times 113$ 相当于 $1\frac{1}{2} \text{ NF} = 2 \text{ DF}$
 $240 \times 175 \times 113$ 相当于 $2\frac{1}{4} \text{ NF} = 3 \text{ DF}$
 $240 \times 240 \times 113$ 相当于 $3 \text{ NF} = 4 \text{ DF}$
 $240 \times 300 \times 113$ 相当于 $3\frac{3}{4} \text{ NF} = 5 \text{ DF}$
 $240 \times 365 \times 113$ 相当于 $4\frac{1}{2} \text{ NF} = 6 \text{ DF}$

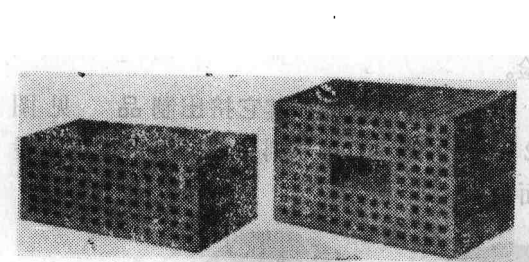


80. 铺地·砖
240/240/18—45

81. 花格砖
200/200/100

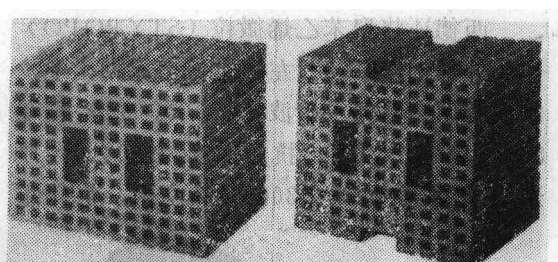
82. 花格砖
120 • 250/120/60

83. 花格砖



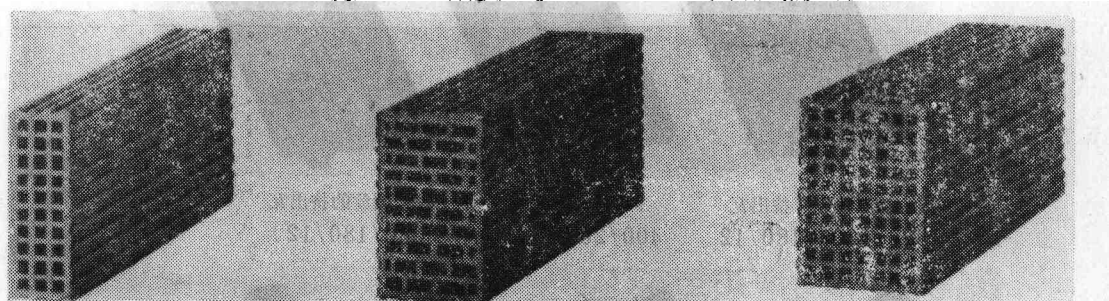
84. 轻质坚砖
DIN18505
240/115/113 1½ NF

85. 轻质竖孔空心砖
240/175/113
2½ NF



86. 轻质竖孔空心砖
300/240/113

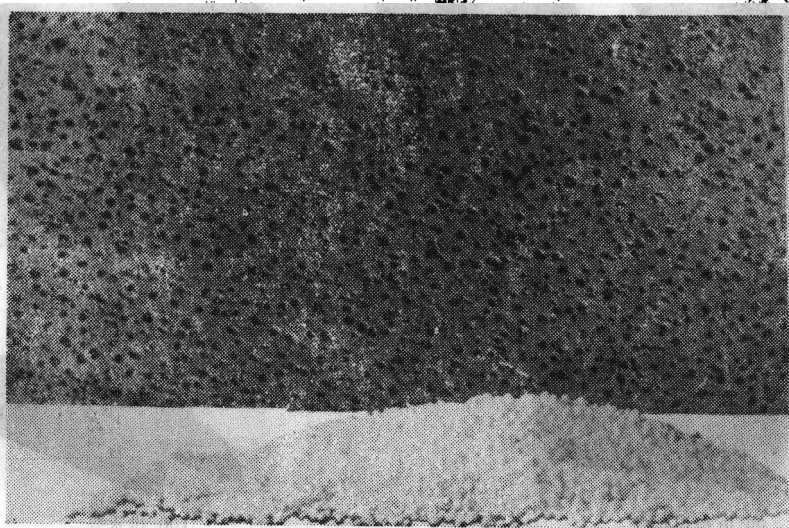
87. 轻质竖孔空心砖
240/300/238
300/240/238



88. 轻质隔墙砖
320/80/240

89. 轻质隔墙砖
320/120/240

90. 轻质隔墙砖
320/175/240



91. “波罗托”轻质砖的断面

图 2—7

240×300×238相当于7½NF=10DF

240×365×238相当于9NF=12DF

490×240×238相当于12ND=16DF

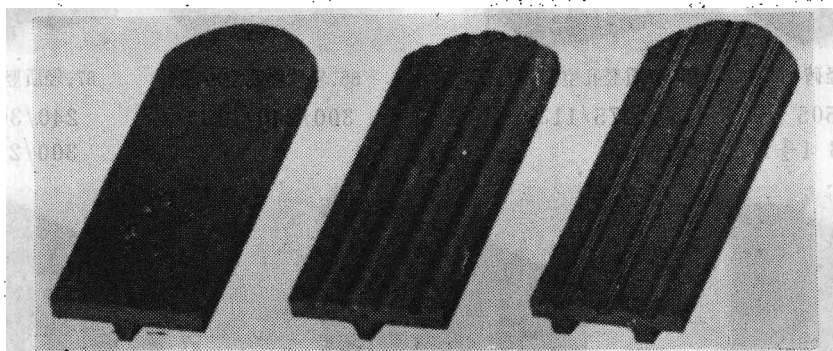
目前最大尺寸的是20DF=490×300×238的大型砌块(NF——德国标准砖, DF—240×115×52毫米)。

西德还将聚苯乙烯微粒(STYROPO)作为外加剂,以20%左右比例掺入粘土中,制成所谓多孔粘土砖波罗托。它的容重在800公斤/米³以下,抗压强度为150公斤/厘米²,其规格为490×300×238毫米,每块重

量约28公斤。这种大块砖目前在西德应用很广。据介绍,用大块轻质砖施工,其效率不比混凝土大板低很多。

除轻质砖外,西德还生产轻质砖板,其规格为长(320、490、990毫米),宽(175、240、320毫米),厚(40、50、60、70、80毫米)。每块板必须能承受50公斤弯曲试验。

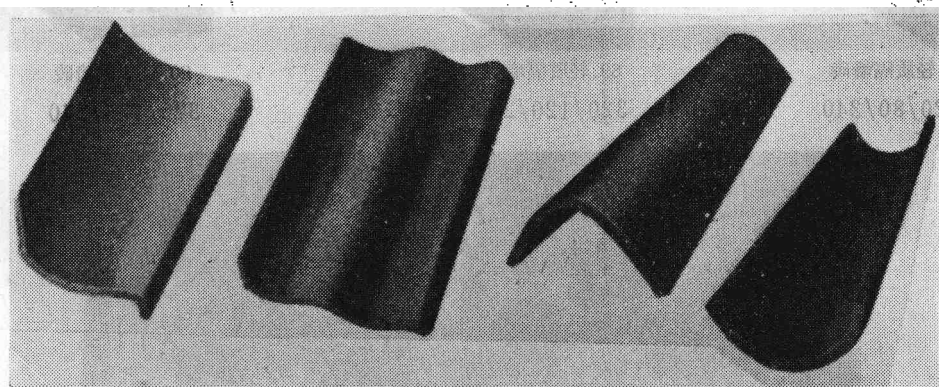
12. 挤出平瓦和其它挤出制品 见图2—8中92~100号制品。挤出平瓦用作屋面材料。



92. “海狸尾”挤出瓦
380/160×180/12

93. 挤出瓦
400/200/25

94. 带槽纹的挤出瓦
380/180/12

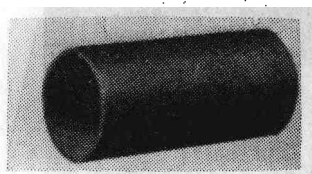


95. 短断面单坡瓦
400/235/12

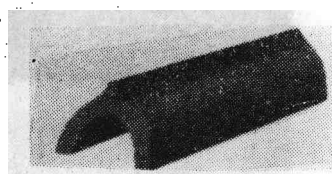
96. 双坡瓦

97. 盖瓦—仰瓦
400/110

98. 仰瓦
400/210



99. 电缆保护管
DIN279
公称内径50—100



100. 排水管
DIN1180
公称内径50—200

图 2—8

(二) 楼板砖

砖作为楼板材料，是它仅作为墙体材料又向前迈出了一大步。这种新应用也为它的发展提供了更广阔的前景。下面介绍一下西德楼板砖的种类、应用及效果。

1、钢筋——砖楼板用的楼板砖。分两种型式：

第一种为全高灌浆缝楼板砖，见图2—9。此种楼板砖的寸尺系列为（单位毫米）：

宽度 b	长度 l	厚度 d_0	底脚宽度 a (最小)	灌浆缝 宽 S_b	深 S_t
		90	20	40	80
		115	20	40	105
	166	140	20	40	130
	250	165	25	40	155
250					
	333	190	25	40	180
	500	215	25	40	205
		240	25	40	230
		265	25	50	255
		290	25	50	280

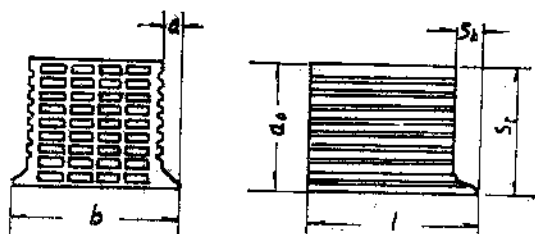


图2—9 全高灌浆缝楼板砖

第二种为半高灌浆缝楼板砖，见图2—10。

10。此种楼板砖的尺寸系列为（单位：毫米）：

宽度 长度 厚度 底脚度 灌浆缝 压力
板厚

250	333	215	25	40	65	70
	500	240	25	40	70	75
		265	25	50	75	80
		290	25	50	80	85

宽 深
 S_b S_t d_1
(最小) (最小)

以上两种楼板砖的抗压强度因容重而异：

b	l	d_0	a	S_b	S_t	d_1
		115	20	40	45	50
		140	20	40	50	55
	166	160	25	40	50	60
	250	190	25	40	60	65

容重 (公斤/分米 ³)	抗压强度 (平均值)(公斤/厘米 ²)
0.60	225
0.80、1.00、1.20	225、300

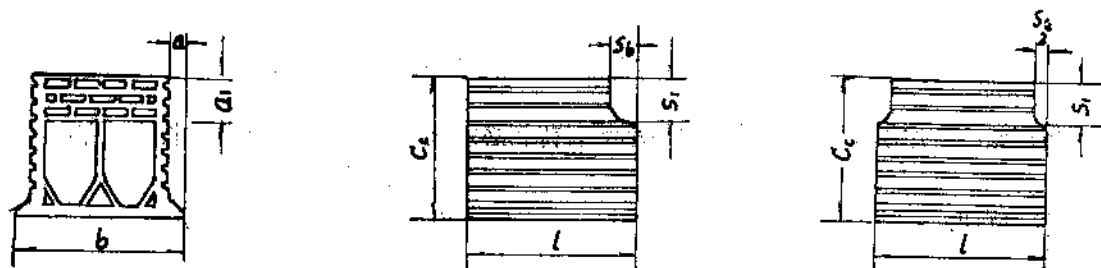


图2—10 半高灌浆缝楼板砖

2、有钢筋混凝土肋的楼板用楼板砖(图2—11), 此种砖的规格如下(单位:毫米):

宽度	长度	厚度	底脚宽		灌浆缝		压力板厚
b	l	d ₀	a (最小)		宽度	深度	d ₁
			b = 333时, b ≥ 500时		S _b	S _t	(最小)
		115	25	35	40	45	50
		140	25	35	40	50	55
		165	25	35	40	55	60
333	166	190	25	35	40	60	65
500	250	215	30	40	40	65	70
625	333	240	30	40	40	70	75
		265	30	40	50	75	80
		290	35	40	50	80	85
		315	35	40	50	85	90
		340	35	40	50	90	95

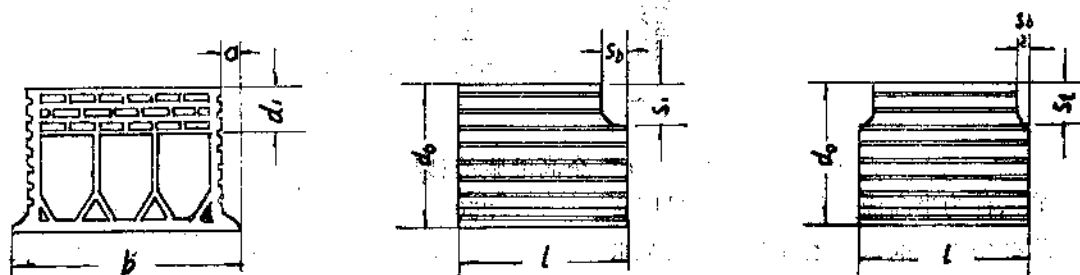


图2—11 有钢筋混凝土肋的楼板用楼板砖

3、作为钢筋混凝土肋楼板填充构件的楼板砖, 见图2—12。

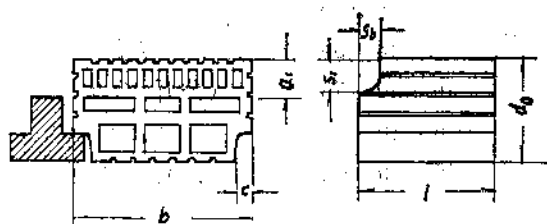


图2—12 作为钢筋混凝土肋楼板填充构件的楼板砖

强度要求: 作填充构件的楼板砖最小断裂荷载必须大于或等于1.2倍砖的长度, 即:

$$P \geq 1.2l \quad (\text{公斤})$$

例如:

$$l = 166 \quad P \geq 200 \text{ 公斤}$$

$$l = 250 \quad P \geq 300 \text{ 公斤}$$

$$l = 330 \quad P \geq 400 \text{ 公斤}$$

此种砖的尺寸系列如下(单位:毫米):

肋轴距	长度	厚度	在预制 肋上支承宽度	灌浆缝 宽度 深度	压力板 厚度
	1	d_0	C (最小)	S_0 S_1	d_1
		115	25	40 45	50
		140	25	40 50	55
		165	25	40 55	60
333	106	190	25	40 60	65
500	250	215	25	40 65	70
625	333	240	25	40 70	75
750		265	25	50 75	80
		290	25	50 80	85
		315	25	50 85	90
		340	25	50 90	95

以上四种楼板砖在使用时,其面上不再铺砌混凝土面层。由以上四种楼板砖制成楼板的热阻和单位重量规定如下:

楼板厚(毫米)	热阻(米 ² ·时·℃/千卡)	楼板重(公斤/米 ²)
单排孔 { 105	0.17	160
120	0.18	180
140	0.19	205
楼板厚(毫米)	热阻(米 ² ·时·℃/千卡)	楼板重(公斤/米 ²)
上下双排孔 { 160	0.26	230
180	0.28	260
200	0.29	290
225	0.30	320
250	0.32	350
280	0.34	370

4、需铺混凝土面层的楼板砖(图2-13 A、B),此种砖在建造楼板时,需要在其上面铺50毫米厚的混凝土作为面层,这种砖的容重允许有两级600公斤/米³和900公斤/米³,其断裂荷载最小要求为 $P=1.21$ 公斤。

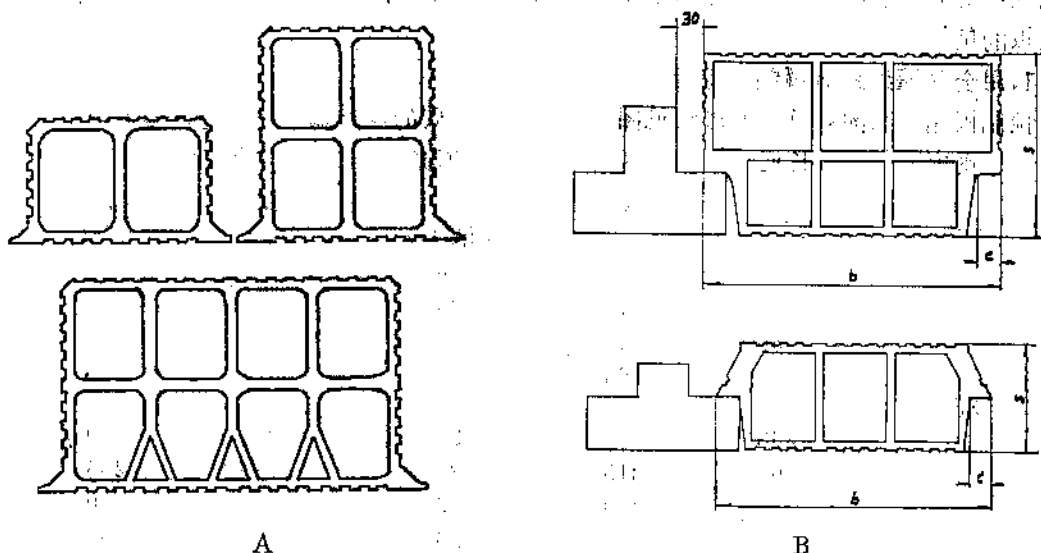


图2-13 需铺混凝土面层的楼板砖

砖的规格如下所列（单位：毫米）：

长 度	宽 度	厚 度	底脚宽度a(最小)	
l	b	d。	当b=333时	当=500时
		140	25	35
		165	25	35
		190	25	35
		215	30	40
166	333	240	30	40
250	500	265	30	40
333		290	35	40
		315	35	40
		340	35	40

使用这种楼板砖制成楼板（加砌混凝土面层）的热阻和单位重量如下：

	厚度（毫米）	热阻（米 ² ·时·℃/千卡）	楼板重（公斤/米 ² ）
单 排 孔	130+50	0.23	280
	150+50	0.24	300
	170+50	0.25	320
上下双排孔	190+50	0.33	350
	210+50	0.34	380
	230+50	0.35	400
	250+50	0.36	420
	270+50	0.37	440

（三）砖的新用途——预制砖墙板

为适应建筑工业化的需要，一些国家的砖瓦工业向预制化方向发展。预制砖墙（楼）板的出现，对砖瓦的品种和规格提出了新的要求。下面根据西德工业标准的规定，简介几种预制砖板的结构。

1. 用全高灌浆缝砖预制的墙板

预制板用全高灌浆缝砖的形状见图2—14。此种砖的规格如下（单位：毫米）：

宽度	长度	厚度	底脚宽	灌浆缝尺寸	
b	l	d。	a (最小)	宽度 S ₁	深度 S ₂
		90	20	40	80
		115	20	40	105
	166	140	20	40	130
250	250	165	25	40	155
	233	190	25	40	180
	500	215	25	40	205
		240	25	40	320
		260	25	50	255
		290	25	50	280