

新型框架轻板建筑材料

中国建筑工业出版社

新型框架轻板建筑材料

《新型框架轻板建筑材料》编写组

中国建筑工业出版社

本书简述建筑材料革命的必要性和迫切性，提出采用框架承重代替墙体承重、墙体改用轻板的新型建筑材料体系的意见；介绍新型框架轻板建筑的基本组成、建筑处理和轻型框架结构；叙述新型框架轻板建筑材料（结构构件、轻质墙板、防水材料和装饰材料）的基本性能、生产及应用知识。此外，还就基本建设部门职工所关心的几个问题谈了自己的看法。

本书由褚承祖、李桂青、陈作璋、左凌源、余永年等编写，曲通馨、王健行、陈燕等审阅。

本书供基本建设部门，特别是建筑材料部门职工阅读参考。

新型框架轻板建筑材料

《新型框架轻板建筑材料》编写组

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米1/32 印张：2 1/2 字数：56 千字

1978年9月第一版 1978年9月第一次印刷

印数：1—34,300册 定价：0.16元

统一书号：15010·3473

目 录

引 言	1
第一章 新型框架轻板建筑	4
第一节 基本组成	4
第二节 建筑处理	7
一、框架柱网	7
二、轻质外墙板	8
三、轻质内墙板	13
第三节 轻型框架结构	17
一、结构类型	17
二、节点	19
三、抗震性能	21
第二章 新型框架轻板建筑材料	25
第一节 结构构件	25
一、轻型大楼板	25
二、离心混凝土管柱	28
第二节 轻质墙板	31
一、石膏板	31
二、加气混凝土板	37
三、石棉水泥板	40
四、矿棉及矿棉制品	42
五、轻质复合墙板	46
第三节 防水材料和装饰材料	49
一、防水材料	49
二、装饰材料	56

第三章 新型框架轻板试验建筑	61
第一节 实例简介	61
一、北京框架轻板试验建筑	61
二、天津框架轻板试验建筑	64
三、苏州框架轻板试验建筑	66
第二节 综合技术经济效果	67
结束语	71

引 言

建筑材料是基本建设的物质基础。建筑材料工业担负着全国人民住房，为工农业基本建设和国防建设提供建筑材料的任务，它属于原材料工业，属于基础工业。

建筑材料的发展推动着建筑技术的发展。如粘土砖的出现，产生了砖木结构；水泥和钢筋的出现，产生了钢筋混凝土结构；轻质、高强建筑材料的出现，推动着现代建筑 and 高层建筑的发展。随着建筑技术的发展，又不断地对建筑材料提出新的更高的要求。

建国以来，在党的正确领导下，工业、民用建筑大量兴建，建筑材料工业有了很大发展。一九七七年水泥产量比一九四九年增长几十倍，粘土砖产量也增长了几十倍，其它建筑材料产量也显著增加，质量逐步提高，品种有所扩大。但小块粘土砖瓦在数量上仍占主要地位。以墙体材料为例，粘土砖占墙体材料的百分之九十以上。在一般民用建筑中，仅砖砌墙体就约占总造价的百分之三十，占总用工量的百分之四十，占总重量的百分之六十。经过长期实践，人们认识到用粘土砖瓦盖房存在以下问题：

第一、与农争地，原料供应紧张。基本建设规模逐年增大，建筑材料产需之间的矛盾愈来愈大。作为一般建筑的主要材料粘土砖，矛盾更为突出。基本建设要求大量砖瓦，但是一般情况下（生产粘土砖要大量吃土毁田，生产一亿块砖，就得毁田约一万亩），严重影响农业发展。有些砖厂就

是因为土源枯竭，有减产和停产之势。

第二、妨碍建筑工业化。用小砖小瓦建造房屋，劳动强度大，生产效率低，施工进度慢，建设周期长，难以实现机械化施工。我国建筑业在很大程度上至今仍处于手工业生产方式，这同建筑材料有直接关系。

第三、建筑自重大，抗震性能差。砖混建筑的自重每平方米约一吨半左右，也就是说一幢一万平方米的房屋就需要材料约一万五千吨。由于建筑材料用量多，造成运输繁重，供应紧张。一九七六年七月二十八日唐山、丰南地震中，许多砖石砌造的建筑物，由于自重大，强度低，延伸性小，整体性不好，无力抵抗强震和多次余震而大量倒塌，进一步暴露出小砖建筑的弱点。因此，改革“秦砖、汉瓦”已成为一个必然趋势。建筑材料革命势在必行。建筑材料量大面广，我们必须从我国实际情况出发吸取国外先进经验，就地取材，因地制宜，采取多种途径，大力发展轻质、高强、多功能的新型建筑材料，进行建筑材料革命。

十多年来，我国在墙体改革方面已经取得可喜成就，先后出现了砌块建筑、大板建筑等等。这就说明：粘土砖瓦是可以不用的；装配化程度是可以迅速提高的；工业废渣是可以充分利用的；在建筑材料和构件上，采用多孔，空心，轻骨料的技术方案，建筑物的自重可以有所降低；设计上采取适当措施，抗震能力也是能够提高的。

近年来，我们又在积极试制研究新型框架轻板建筑材料。它的特点是把粘土砖墙体改革掉，将其承重作用改用框架承担，将其围护作用改用轻板承担，各尽所长，把好材料用在刀刃上。

目前有些地区已试制一批新型建筑材料，建成一批新型

框架轻板试验性建筑。这些建筑使用了新型结构构件，新型轻质墙板及配套的新型防水材料、装饰材料和建筑用粘结剂等。初步实践证明，这类框架轻板建筑可以满足建筑功能上的要求；建筑物自重大幅度减轻，可达每平方米四百公斤左右；建筑材料的用量和运输量大大减少，抗震性能大大改善；装配化程度大大提高；建筑物的综合技术经济效果也是较好的。因此，框架轻板试验建筑为我们开拓了思路，为新材料的生产展示出又一条新的途径。

通过初步实践，我们认为必须配套地解决建筑材料问题。建筑物上、下、内、外、表、里，都要有适当的材料和构件。为此，要组织生产一整套建筑材料去满足现代建筑的需要，亦即要形成完整的框架轻板建筑材料体系。我们认为还必须从综合技术经济效果去观察问题，以彼处所得，补此处所失，给新材料之间提供取长补短的机会。对于新型框架轻板材料要综合地进行比较。这样做，对于发展新型建筑材料是有积极意义的。

我们根据近几年来各地实践经验，编写这本普及读物，主要介绍新型框架轻板建筑材料，也略涉及有关框架轻板建筑和结构方面的一些问题。

第一章 新型框架轻板建筑

什么是框架轻板建筑？它是怎样组成的？在建筑处理与结构体系上有什么特点？抗震性能如何？这些就是本章所要介绍的内容。

第一节 基 本 组 成

一般建筑是由多种材料盖成的，通常称为混合结构房屋。这类房屋基本上由墙体与楼板（屋盖）所组成。墙体按其在空间的位置分为外墙与内墙。外墙与屋盖构成房屋的外壳，主要作用是挡雨挡风，防寒隔热，使人们在室内工作、休息不受或少受外界的影响。这些作用统称为围护作用。内墙主要用来分户分室，要求能隔声，还常起承重作用。楼板在房屋内部用来分隔楼层空间，承受人和物的重量，包括它本身的重量，因此需要一定的强度和抵抗变形的能力（即刚度），也要求能隔声等。厨房、厕所的楼板还要求能防水。在混合结构房屋中，楼板支承在墙体上。通常把支承楼板的墙体叫做承重墙，其余墙体则叫非承重墙。凡承重墙，首先要满足强度的要求，因此需要有一定的厚度。在北方地区，砖砌外墙因要同时满足承重和保温双重要求，致使墙体很厚，重量很大。据统计，现有的砖砌房屋每平方米自重平均为一吨半左右，东北地区则高达二吨以上，其中砖墙的重量，约占建筑物总重量的百分之六十，甚至还要更多一些。

由此可见，建筑物由墙体承重主要重在墙体；如果跳出墙体承重的框框，把楼板支承在梁、柱组成的框架上，则墙体就只起围护与分隔的作用了。这类建筑称为框架建筑。这类建筑过去建造得也不少，但因没有适宜的围护墙体材料，所以，一般还是使用粘土砖。虽不承重，但需保温隔热，而且为保证墙体的稳定，也不能太薄，为此仍需要有一定厚度。如东北地区的房屋，为了达到保温要求，外墙至少一砖半厚（370毫米），因此一般的框架建筑的自重，虽然比混合结构房屋的自重轻了一些，但降低也不多。

既然在框架建筑中，墙体只起围护、分隔作用，能否改用重量轻，而保温、隔热、隔声等其它性能都比较好的轻质材料呢？也就是说，能否将框架与轻板相结合而构成一种新的建筑体系呢？通过这几年的努力，这种设想正在变为现实。我们称这种由框架与轻板组成的建筑为新型框架轻板建筑。

图1是一幢新型框架轻板住宅建筑的示意图。从图中可以看出，这类建筑的最大特点是改革了墙体，用轻质板材代替“秦砖”。这些板材厚度薄，重量轻，墙板的内表面用彩色塑料壁纸粘贴，或用彩色涂料喷涂，简洁、新颖、适用而美观。楼板下面有吊顶，用作吸声和隔声，同时起装饰效果。外墙板可以自承重或用各种办法支承于框架上。内墙板全都置于楼板或梁上，楼板及梁又都支承在柱上，通过柱把重量传到基础与地基上。柱的基础可以根据工程地质情况采用常见的独立式基础或桩基。这样，整个房屋就由梁、板、柱和基础组成了承重结构，亦即框架结构。图1所示的框架结构同常见的框架结构的区别，就在于它由板梁合一的肋形板与空心柱组成，是一种新的结构类型，叫做板-柱框架结构或简称板柱结构。

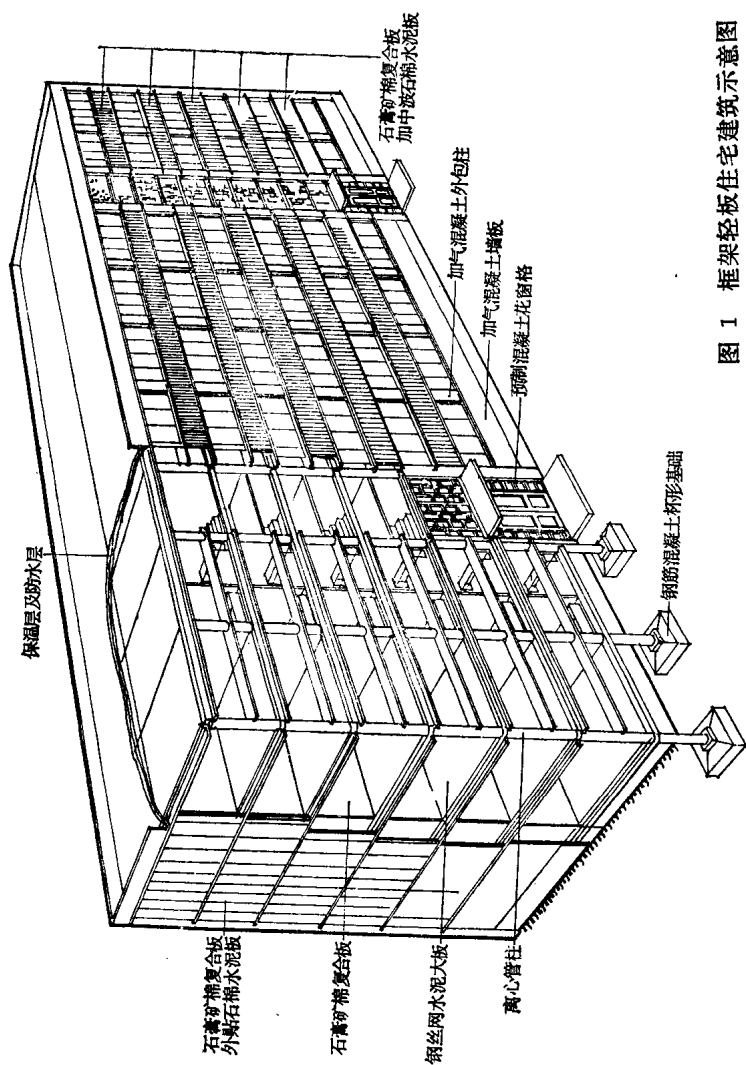


图 1 框架轻板住宅建筑示意图

第二节 建筑处理

建筑处理涉及到建筑物的平面、立面及内部的各个方面，这一节我们只结合框架轻板建筑的特点简述几个主要问题：框架柱网，外墙板及内墙板的处理。

一、框架柱网

框架轻板建筑是由预制构件装配起来的。

首先，柱网布置应力求简单，规整。这种布置方法既符合抗震设计原则，又可以减少构件类型，有利于构件的工厂化生产。由于框架轻板建筑是用轻板分隔房间的，轻板的重量小，可以按照需要在楼板上任意分隔，上下层的墙板也不必正对着，所以在平面布置上是很灵活的，不会影响使用要求。

其次，柱网布置应优先考虑采用整间一块的轻型大模板，在选择开间、进深尺寸时应考虑当前构件的生产能力、水平及技术经济的合理性。

第三、柱网尺寸要模数化，要考虑各类轻板的规格、尺寸，以利拼装。

根据上述原则和建筑设计要求及当前的实际情况，柱网布置（图2）在进深方向可以是单跨、两跨、三跨或多跨

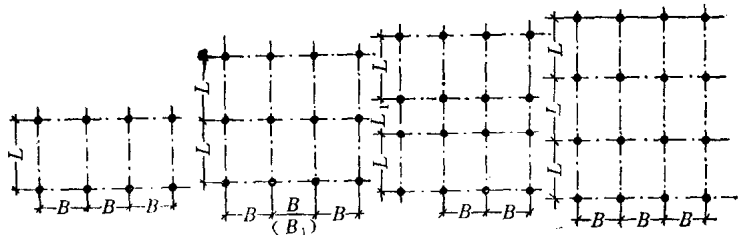


图 2 框架柱网

的,对住宅来说以两跨为宜;在开间方向可以是等柱距的或不等柱距的,以等柱距或两种距为宜(图2中 B 与 B_1)。两跨柱网可以是相同两跨或不等两跨,以相同两跨为宜。三跨柱网可以是相等三跨或中间跨小的三跨形式(图2中 L 与 L_1)。

柱网尺寸在进深方向可以采用4200、4500、4800、5100、5400、5700和6000毫米等跨度;在开间方向可以采用2400、2700、3000、3300、3600、3900和4200毫米等以及按三模制的更大柱距。用于楼梯间等部位的小开间,可以配合采用1800、2100、2400、2700和3000毫米等柱距。

现将我国已建成或已设计的部分框架轻板试验建筑的柱网尺寸列于表1,供分析参考。

几幢框架轻板试验建筑的柱网尺寸

表 1

项 目	柱网进深		柱网开间		进深 跨度	注
	L (米)	L_1 (米)	B (米)	B_1 (米)		
北京试验建筑	4.85	—	6.00	3.00	2	$L \approx B \approx B_1$
天津试验建筑	4.50	—	4.50	—	2	$L = B$
苏州试验建筑	5.00	—	3.30	—	2	$L \approx B$
沈阳试验建筑	7.50	—	3.00	—	1	$L \approx B$
武汉试验建筑设计	4.50	—	3.60	2.40	2	$L \approx B \approx B_1$

二、轻质外墙板

(一) 类型

外墙板是框架轻板建筑的重要组成部分。近年来已经研制成功或正在研制的轻质外墙板有很多种,按其构造特点可以分为两类:

1. 单一材料板: 如加气混凝土板。

2. 多层复合板: 如石棉水泥板、矿棉板和石膏板共同组成的复合板, 钢丝网水泥板和加气混凝土组成的复合板, 陶

粒混凝土矿棉夹芯板，预应力肋形薄板内复石膏板等。

单一材料板工艺简单；多层复合板则能物尽其材，充分发挥组成材料的各自特点，因而用料少，重量轻，是轻质板材发展的趋势。以北京试验建筑所用的石棉水泥矿棉复合外墙板来说，总厚度只有12厘米，每平方米的重量只有60公斤，还不到一砖半墙（37厘米厚）重量的十分之一。

（二）性能

这样薄的轻质外墙板究竟坚固不坚固？我们认为，一幢房屋坚固不坚固，主要取决于承重结构是不是坚固。在框架轻板建筑中，框架起承重作用，轻质外墙板不担负承重的任务，只起围护的作用，因此对它的坚固性的要求与承重墙体是不同的。那么，对轻质外墙板的强度有哪些基本要求呢？

首先是风荷载要符合要求。风荷载的大小因地区而异，北京、沈阳等地区的基本风压约为45公斤/米²，其它地区稍小或稍大。墙板所实际受到的风荷载除与基本风压有关外，还与房屋的体型、高度、环境及墙板在房屋中的部位等有关。以北京地区一幢六层的房屋来说，在最不利的条件下，墙板受到的风荷载一般不超过60公斤/米²。而总厚度仅为12厘米厚的石棉水泥矿棉复合板的破坏荷载，在3米跨度的情况下高达300公斤，相当于每平方米100公斤以上，可见对抗风来说是安全的。

其次是冲击强度要符合要求。因为日常生活及施工过程中的撞击是有可能的。我国因为使用轻质墙板的时间较短，目前还没有制定冲击强度的标准，但参照日本的规定做过一些试验。日本工业标准（JIS）规定用于墙板的石棉水泥板复合密实的轻板（B种复合轻板）的冲击强度标准是：“对5或6.3毫米厚的石棉水泥板，用1公斤重的锤在0.5米高度落

下，一击不坏；对8毫米厚的板，0.7米高度落下，一击不坏，即为合格”。北京有关单位曾用上海、沈阳生产的6毫米厚的石棉水泥板，做成三种构造形式进行过类似试验：

（1）板内架空（模拟通风空气层）；（2）板内填黄土（模拟填矿棉毡等，复合不密实，称A种复合轻板）；（3）板内填均匀的细砂（模拟填充硬质矿棉板等，复合密实，称B种复合轻板）。用1公斤茄形铁锤，不同高度落下，冲击板面。试验结果是：当锤高为0.5米，0.7米时，全部三击不坏；当锤高达1米时，A种复合轻板一击即坏，但B种复合轻板三击不坏。这说明我国上海、沈阳生产的石棉水泥板的冲击强度已高于日本标准的规定。

在使用过程中，房屋的首层有受到意外冲击的可能，为此可考虑用于首层的石棉水泥复合外墙板的石棉水泥板厚度增加到8~10毫米，或者首层外墙板采用钢丝网水泥复合板、加气混凝土配筋条板等，这样就稳妥、牢靠了。

试验和实践还说明，加气混凝土板、石棉水泥板和钢丝网水泥板的耐久性都符合要求，加之还应用一些防水、外饰面材料，可以保证外墙的坚固耐久。

这样薄的轻质外墙板保温性能好不好？这里，我们先介绍一下保温的知识。保温就是保持室内的热量不要传递到室外去，要绝对不传递出去是不可能的，我们只能要求传递慢一些。显然，热量传递的快慢，首先与室内外的温差有关系，通常用“热阻”值来衡量墙的保温性能好坏。热阻值的单位是 $\text{米}^2 \cdot \text{时} \cdot ^\circ\text{C} / \text{千卡}$ ，意思是在1平方米的墙面上，当墙两侧（即室内和室外）温度相差 1°C 时，传出1千卡热量所需时间的小时数。热阻值越大，墙的保温性能就越好。建筑物外墙所要求的热阻值是根据各地区的气候条件和房屋的功

能而定的，设计房屋的有关规范中列有计算方法与具体指标。如北京地区要求墙体总热阻值不小于 $0.57\text{米}^2\cdot\text{时}\cdot^\circ\text{C}/\text{千卡}$ ，沈阳地区要求墙体总热阻值不小于 $0.8\text{米}^2\cdot\text{时}\cdot^\circ\text{C}/\text{千卡}$ 等。墙的热阻值决定于什么？大家很容易想到厚薄的问题，厚一些热阻值就大。这种直观的概念有对的地方，例如一砖墙（包括20毫米厚的室内抹灰）的总热阻值为 $0.56\text{米}^2\cdot\text{时}\cdot^\circ\text{C}/\text{千卡}$ ，一砖半墙为 $0.74\text{米}^2\cdot\text{时}\cdot^\circ\text{C}/\text{千卡}$ 。但是墙的热阻值除决定于它的厚薄外，更与所用的材料有很大关系。现在框架轻板建筑所用的外墙板之一，石棉水泥复合板是用矿棉板或毡一类材料作保温层的。它是由比头发还要细的矿棉加少量粘结剂制成的，纤维之间空隙很多，就象棉花一样，传热很慢，保温性能好；8厘米厚的矿棉板或毡的保温效果就超过37厘米厚的砖墙。试验已经证明：用石棉水泥板、矿棉板和石膏板复合成的12厘米厚，每平方米60公斤的墙板，其保温性能比37厘米厚、每平方米重730公斤的砖墙好得多。很显然，对于各种房屋的保温要求，采用这种新型保温材料就比较容易满足了。

我国南方地区，夏季气候炎热，还有一个隔热问题。轻质外墙板的隔热性能不象它的保温性能那样优异，但一些轻质板材隔热性能也不比砖差，如容重 $700\text{公斤}/\text{米}^3$ 的加气混凝土，其20厘米厚的外墙不比24厘米厚的砖墙差。为了提高墙体的隔热效果，还可以用房屋通风、遮阳和改变墙面颜色等建筑构造措施加以解决，或在外墙板的保温层和“外壳”之间，设置一个空气间层，做成一个垂直通气的空腔，因温差而产生由下向上的空气流动，将“外壳”传入的热量带走一部分，从而降低外墙板的热度。

（三）轻质外墙板的建筑处理

上面讲的是单块板的性能，把它们装配成房屋还必须处理得当，否则会影响使用效果。同时外墙又是房屋的外壳，因此在可能条件下也要适当顾及美观。

首先，墙板的规格必须模数化，这样可以减少类型，并有利于装配。其次，墙板虽大，装配成的房屋总是有缝的，如果处理不当，不仅下雨要渗水，保温效果也要受到影响。因此接缝处理是一个很重要的问题，不可掉以轻心。目前有三种处理办法：一是用构造的方式处理接缝，就是在墙板接缝处设计特殊的构造缝，如滴水、空腔、挡雨片等用以防水。二是采用材料防水，即将防水材料，主要是将有弹性的嵌缝塑料、压条材料、嵌缝油膏等嵌入接缝口。三是采用构造与材料防水相结合的方法。这种方法在实践中用的较多，效果也较好。

外墙板的支承方式，大体上可分为两种：一为自承重力式；二为悬挂式（或称幕墙），两者都不承受楼面或屋面的荷载。在自承重力式中多数采用分层自承重，即墙板按每层高度支承在每层的边梁上，只承受墙板本身的重量。但如层数不多而墙板强度较好时，也可采用多层自重方式。

外墙板按其支承方式的不同，也有不同的设置方案，基本上可分设在框架之间与设在框架外表两种。前者在建筑处理上可以突出框架，突出垂直柱，或突出水平的横梁。后者的设置方案在建筑立面上重点表现整个轻板墙面，同时保温效果也好一些（图3）。

按照上述不同的设置方式，又表现为不同的建筑立面。我国已建或设计完成的试验建筑，总的看来，建筑物新颖、简洁，在造型、色彩和表面质感方面，都有较好的效果。北京的试验建筑（图4）采用支承在边梁的复合板外墙，立面