

# 新型建筑材料及其应用

四川省建材工业科学研究所

葛汝成 张世燕

四川科学技术出版社

# 新型建筑材料及其应用

四川省建材工业科学研究所

葛汝成 张世燕

四川科学技术出版社

责任编辑：崔泽海

## 新型建筑材料及其应用

---

四川科学技术出版社出版 重庆印制一厂印刷  
新华书店重庆发行所发行

---

开本850×1168毫米 1/32 印张 8.375 字数 205 千  
1985年 4 月第一版 1985年 4 月第一次印刷  
印数：1—21,509 册

---

书号：15298·74 定价：1.60 元

# 前 言

建筑材料是各行各业、人民生活都离不开的物资。建材工业是国民经济的基础工业之一。要开展大规模建设，必须建材工业先行。

我国的建材工业与发达国家相比，无论在品种、质量、技术水平和人均占有数量，都处于很落后的地位。近年来，与建设和人民住房关系密切的房屋建筑材料，产量迅速增加，其中新型建筑材料(特别是装饰装修材料)，涌现出许多新品种、新花色，大面积推广使用，比过去大大前进了一步。随着高层建筑的不断兴建，墙体改革真正提上议事日程了。但人们对新型建筑材料的生产方法、产品性能等还很不熟悉，为了推广和发展这些新材料，还需多方努力宣传、普及有关新型建筑材料的知识，让更多的人了解。

所谓新型建筑材料，是与传统的砖、瓦、灰、砂石及三大材料相对比而提出的概念，包括的范围比较广。这里面既包括世界上才开发的最新材料品种，包括别的国家早就有了而我国才开始发展的品种，也包括我国自行研制的或过去已有小量生产、近几年才推广开来的品种，还有消除环境污染、综合利用工业废渣发展的品种。新型建筑材料中有墙体屋面材料，也有装饰装修、防水、保温等功能材料，门类很多。

介绍建材的专著很多，但综合介绍新型建材的普及读物还不多。我们编写这本小册子，主要是想为宣传推广新型建材、普及新型建材的技术知识，为有关工厂、部门职工的技术学习，贡献一点菲薄的力量。因为新型建材正雨后春笋般发展，选材主要考

# 目 录

第一章 轻骨料和轻骨料混凝土	
第一节 概 述	( 1 )
第二节 轻骨料的种类和性能	( 3 )
第三节 轻骨料生产	( 13 )
第四节 轻骨料混凝土	( 27 )
第二章 蒸压加气混凝土	
第一节 概 述	( 47 )
第二节 原材料品种及技术要求	( 48 )
第三节 加气混凝土的基本生产工艺和简要原理	( 59 )
第四节 加气混凝土的品种和材料性能	( 67 )
第五节 加气混凝土制品在建筑上的应用	( 74 )
第三章 硅酸盐混凝土及其制品	
第一节 概 述	( 80 )
第二节 硅酸盐混凝土的原材料及技术要求	( 82 )
第三节 硅酸盐混凝土的结构形成	( 92 )
第四节 硅酸盐混凝土砌块	( 97 )
第五节 硅酸盐砖	( 132 )
第六节 硅酸盐混凝土墙板及其它制品	( 143 )
第四章 轻质建筑板材	
第一节 概 述	( 154 )
第二节 石膏板材	( 158 )
第三节 石棉水泥板	( 172 )
第四节 纤维增强水泥板	( 179 )

第五节	水泥刨花板	(184)
第六节	稻草板	(190)
第七节	矿棉半硬板	(194)
第八节	钙塑板	(200)

### 第五章 建筑涂料

第一节	概 述	(208)
第二节	建筑涂料的基本组成及制造施工的基本 方法	(211)
第三节	聚乙烯醇水玻璃涂料	(222)
第四节	聚乙烯醇缩甲醛涂料	(227)
第五节	无机涂料	(233)
第六节	乳液涂料	(241)
第七节	地面涂料	(250)

# 第一章 轻骨料和轻骨料混凝土

## 第一节 概 述

轻骨料混凝土是用轻粗骨料、轻细骨料（或普通砂）和水泥配制而成的一种轻质混凝土。它与普通混凝土相比具有自重轻、相对强度高、保温、抗震性能好、易于施工等优点。轻骨料混凝土的容重一般在 $600\sim 1800$ 千克/米<sup>3</sup>以内，比普通混凝土约轻 $1/4\sim 1/3$ ，抗压强度与普通混凝土相近，约在 $3.5\sim 60$ 兆帕之间，用高强轻骨料还可配制强度高达 $80$ 兆帕的轻骨料混凝土。由于轻骨料混凝土可以根据不同用途和结构性能的要求配制出不同容重和强度的混凝土，加之轻骨料混凝土的生产工艺简便，施工适应性强，它同普通混凝土一样不需要特殊的生产设备，便于制成各种形状的构件与构筑物。因此，轻骨料混凝土应用于建筑上，既可减轻建筑自重，又有利于实现建筑业的机械化和预制装配化，是发展装配式建筑和高层、大跨度建筑不可缺少的一类新型建筑材料。

在二次世界大战以后，特别是六十年代以来轻骨料混凝土在世界各国获得了极为广泛的应用，轻骨料也成为建筑材料工业中发展较快的轻质高强材料之一。目前各国生产的轻骨料品种很多，有天然轻骨料如浮石、火山渣等，人造轻骨料如粘土陶粒、页岩陶粒、膨胀珍珠岩、膨胀蛭石等，工业废料轻骨料如粉煤灰陶粒、煤矸石陶粒、膨胀矿渣珠等。几十年来，各国根据本地资源条件，发展了各种品种的轻骨料。据有关资料统计，目前国外轻骨料的生产从产量来看，苏联居第一位，美国次之，日本近来发展很快，跃居第三位。从质量来看，美国的轻骨料质量较好，

品种达11种，且世界上名列前三名的最大的轻骨料生产厂均在美国。从使用轻骨料的品种来看，西德和日本大量采用天然浮石；英国以工业废渣轻骨料为主，约占其总产量的70%；苏联则以人造轻骨料为主，但也注意了工业废料的利用。由于人造轻骨料和工业废渣轻骨料的质量比较稳定，还可以根据所用原料、工艺的不同，对它的性能指标人为地加以控制和调整。因而，近年来国外比较注意发展人造轻骨料，尤其是页岩陶粒和粘土陶粒，便于就地取材，并适合于配制高强度的轻混凝土，发展更为迅速；利用工业废料生产轻骨料，既可处理工业废渣减少城市污染，又可降低成本增产建筑材料，具有极为显著的经济效益，也是发展轻骨料的重要途径之一。

我国轻骨料的发展，是从研制人造轻骨料开始的，1956年曾先后在山东、天津、上海等地试制成功粘土陶粒和页岩陶粒，并建立了生产试验线，还较系统地进行了生产工艺的试验研究工作。又于1958年开始利用工业废料粉煤灰研制和生产了粉煤灰陶粒，随后又生产了膨胀矿渣珠、大颗粒膨胀珍珠岩等。到目前为止，全国已建成各种轻骨料厂20余个，主要有粘土陶粒、页岩陶粒、粉煤灰陶粒、膨胀矿渣珠以及大颗粒膨胀珍珠岩轻骨料等品种，总设计生产能力已近60万 $m^3$ /年。全国已建成轻骨料混凝土建筑约500万平米，并在工业与民用建筑、道路、桥梁、水利建设等工程中得到使用。

我国轻骨料的研制和生产虽然经历了二十余年的历程，但发展缓慢，与某些国家相比，差距较大。除少数大厂外，大都属于规模较小的中间试验线，年产量仅在1~2万立方米左右，劳动生产率低、燃料耗费大，成本也较高，这些因素在一定程度上影响了我国轻骨料及轻骨料混凝土的发展。自1975年以来，随着墙体改革和建筑工业化的进展，我国轻骨料生产又有了许多新的布点，得到了进一步的重视和发展。如上海、辽宁、河北等地设计和兴建了一批陶粒厂，单机产量一般都在5~10万立方米以上，辽宁清



河还兴建了我国最大的粉煤灰陶粒厂，年产30万立方米，是由三台单机产量为10万立方米的烧结机组成的。

国内外生产实践表明，发展人造轻骨料必须相应地采用先进的生产工艺和大型、高效的生产设备，才能更有效地提高劳动生产率，降低产品成本，使人造轻骨料得到迅速地发展。据有关资料介绍，当轻骨料的设备生产能力从年产1.25万立方米提高到5~10万立方米时，每立方米人造轻骨料的成本可降低1~2倍。可见，轻骨料的生产品特点是宜向大型化的方向发展，才更有利于经济效益的进一步提高。

为进一步减轻结构自重，改善建筑功能，加速建筑工业化的进程，应当充分利用地方资源和工业废料努力发展各种轻骨料，深入研究轻骨料混凝土配合比设计理论，寻求新的生产工艺及高效率的新设备，以进一步降低燃料和成本，使轻骨料混凝土以更为显著的技术经济效益为我国四化建设服务。

## 第二节 轻骨料的种类和性能

### 一、轻骨料的分类

轻骨料是以地方天然资源及工业废料为主要原料生产的一种多孔轻质骨料。其材料来源广泛，便于就地取材，各地区可按自己的资源条件及工业废渣来源，因地制宜地进行发展。因此，轻骨料的品种很多，其分类方法也各不相同。国内外一般是按所用原材料的来源、焙烧工艺以及轻骨料使用功能的不同加以分类。

(一) 按焙烧工艺不同可分为：

1. 烧胀型陶粒；
2. 烧结型骨料。

(二) 按使用功能可分为：

1. 结构用轻骨料；
2. 结构保温用轻骨料；
3. 保温用轻骨料。

(三) 按原材料来源可分为:

1. 天然轻骨料;
2. 工业废渣轻骨料;
3. 人造轻骨料。

此外,轻骨料又按其粒径的大小分为轻粗骨料和轻细骨料。一般粒径在5毫米以上,最大松散容重不超过1000千克/米<sup>3</sup>者,称为轻粗骨料;粒径在5毫米以下,最大松散容重不超过1200千克/米<sup>3</sup>者,称为轻细骨料(简称轻砂或陶砂)。

## 二、轻骨料的品种与性能

由于轻骨料的品种很多,因而各品种轻骨料的性能差异也很大。一般说来,轻骨料的性能主要因各品种的矿物组成、形成条件以及它们的孔隙结构和表面质量情况等因素的不同而有较大的差别。我国目前生产和使用的轻骨料,按原材料来源划分,主要有下列品种:

### (一) 天然轻骨料

1. 浮石:浮石是火山爆发时,岩浆喷至天空后急剧冷却而形成的一种轻质多孔岩石。我国黑龙江、吉林、辽宁、山西及内蒙等地均有较丰富的蕴藏量。浮石经开采后,一般不需要特别加工可直接利用,有的仅破碎、筛分后便可使用。浮石一般为浅灰色块状,表面较粗糙,具有泡沫状结构,气孔较多,呈圆形或椭圆形。

2. 火山渣:火山渣也是因火山喷发而形成的轻质多孔岩石。主要分布在东北火山群,以黑龙江、吉林省最多。据调查,吉林省的龙岗火山群,仅辉南县大椅山附近,粒径20毫米左右的火山渣储量就达一亿六千多万立方米,矿层厚度约30米,开采十分方便。这些火山渣多为铁黑色或咖啡色,外观呈松散的煤渣颗粒状,具有发达的浮岩结构,气孔极多,表面极不规则,棱角较多。

由于矿物组成和形成条件的不同,天然轻骨料的性能变化较

大，松散容重最轻的仅有 $240\text{千克/米}^3$ ，而最重的却达 $900\text{千克/米}^3$ ，筒压强度一般偏低，在 $1.1\sim 1.9$ 兆帕斯卡之间，吸水率变化较大在 $10\sim 40\%$ 之间。

## (二) 工业废渣轻骨料

1. 粉煤灰陶粒：粉煤灰陶粒是以电厂废渣—粉煤灰为主要原料，经成球、烧结或烧胀而成的多孔轻质骨料。它是我国目前使用较多的一种轻骨料。外观为圆球形，松散容重在 $650\sim 900\text{千克/米}^3$ 之间，筒压强度一般在4兆帕斯卡以上，高的可达8兆帕斯卡，是各种轻骨料中筒压强度最高的品种之一。适用于配制300~500号结构轻骨料混凝土。

2. 膨胀矿渣珠：膨胀矿渣珠（简称膨珠）是利用熔融状高炉矿渣经离心成球，急剧冷却而形成的一种轻骨料。外观呈圆球形，表面光滑，内部结构为1毫米微细气孔组成的无定形玻璃质。其松散容重在 $950\sim 1400\text{千克/米}^3$ 之间，是容重最大的一种工业废渣轻骨料，筒压强度 $2\sim 4$ 兆帕斯卡，吸水率 $3\sim 5\%$ 。采用膨珠配制的混凝土与同容重的其它轻骨料混凝土相比，它具有弹性模量高，保温性能好，吸水率低等优点。

3. 煤矸石轻骨料：烧制煤矸石轻骨料是国外采用较为普遍的一种工业废渣轻骨料。一般是把煤矸石破碎后，用烧结机进行烧结，然后经破碎、筛分而成。也有将选好的煤矸石破碎后，再按一定的工艺成球，经烧结或烧胀而制得。烧制煤矸石轻骨料质量较好，性能稳定，省燃料，成本比其它工业废料及人造轻骨料低。一般可用于配制结构用轻骨料混凝土。

煤矸石中含有较多的挥发分及含碳量，堆积后有的可以自燃，有的需点火自燃，再经破碎、筛分可得碎石状的自燃煤矸石轻骨料。自燃煤矸石骨料不耗燃料，成本低，但由于自燃温度不均匀，故性能差异较大，质量不够稳定。

我国目前尚未建立烧制煤矸石轻骨料的生厂，但北京、湖南等地正在试验研究中。

### (三) 人造轻骨料

1. 粘土陶粒和页岩陶粒：粘土陶粒和页岩陶粒是以粘土、页岩等天然地方资源为原料，经加工制粒、烧胀而成的一种人造轻骨料。人造轻骨料的性质一般随它们所用原材料的成分和生产工艺的不同，而有较大的差别。但是一般可以根据使用要求人为地加以控制，使其性能满足所要求，这是人造轻骨料的极重要的特点。因此人造轻骨料的松散容重较小，可以控制在 $350\sim 900$ 千克/米<sup>3</sup>之间，其强度较高可达 $2\sim 6$ 兆帕斯卡，吸水率较低，在 $3\sim 15\%$ 以内。而且质量较稳定，比其它种类的轻骨料更具有轻质高强的特性，是轻骨料向轻质、高强度发展的方向之一。

采用不同品种的人造轻骨料，既可配制容重较小的保温或结构保温用轻混凝土，又可配制轻质、高强度的承重用结构轻混凝土。

3. 膨胀珍珠岩骨料：珍珠岩矿石是火山喷出的酸性玻璃质熔岩，由于地表温度、压力急剧下降，粘度减低，熔岩体收缩冷凝而被分割成较小的圆形珍珠状玻璃质裂隙结构集合体，具有玻璃光泽，故称珍珠岩。珍珠岩性硬而脆、容易破碎。其容重约为 $1200$ 千克/米<sup>3</sup>、平均比重约 $2.3$ 克/厘米<sup>3</sup>，软化温度为 $1300^{\circ}\text{C}$ 左右。我国东北、华北地区有较丰富的蕴藏量。

膨胀珍珠岩骨料是由珍珠岩矿石经过破碎、筛分、预热、焙烧、冷却、釉化或憎水等工艺过程而制得的一种人造轻骨料。它的松散容重大致为 $350\sim 450$ 千克/米<sup>3</sup>，筒压强度在 $1.2\sim 1.5$ 兆帕斯卡之间，是我国目前生产的轻骨料中容重较小者。它具有容重轻、强度较高、导热系数小、化学稳定性好等优点，可用于配制容重小于 $1000$ 千克/米<sup>3</sup>的保温或结构保温轻骨料混凝土，尤其在保温性能上大大优于其它轻质混凝土。现将我国各地生产的轻骨料的主要性能列于表1-1。

#### 三、轻骨料的主要性能指标与技术要求

轻骨料的性能主要以颗粒级配、松散容重、筒压强度、吸水

率、粗骨料的颗粒容重和抗冻性等指标来衡量。

### (一) 颗粒级配

轻粗骨料累计重量筛余小于10%的该号筛孔尺寸，称为该轻粗骨料的最大粒径。粗骨料的最大粒径对轻骨料混凝土的工作性、砂率、水泥用量、干缩和强度等性能均有一定影响。一般说来，用最大粒径较小的粗骨料所拌制的混凝土的强度比最大粒径较大的轻骨料所拌制的混凝土强度要高些。因此，为了配制各种性能均能满足要求的轻骨料混凝土，轻粗骨料应具有良好的颗粒级配。一般结构轻骨料混凝土用的粗骨料的最大粒径不宜大于20毫米；保温及结构保温轻骨料混凝土用的粗骨料的最大粒径不大于30毫米。

表1-1 我国轻骨料的主要性能

类 别	产 地	松 散 容 重 (公斤/米 <sup>3</sup> )	筒压强度压入2厘 米* (兆帕斯卡)	1 小 时 吸 水 率(%)
粉煤灰陶粒	上海	670~760	2~4.5	9~18
	天津	660~760	3~4	16~20
	西安	700~890	4~8	6~10
膨胀矿渣珠	北京	950~1200	2~4	3~5
粘土陶粒	北京	590~750	1.7~4	4~6
	上海	650~760	3~6	4~5
页岩陶粒	北京	550~700	2.5~3.5	4~6
	辽宁	675~700	3	11
	四川	684~719	4.8~6.5	4~4.5
浮石 火山渣	吉林	240~445	1.1~1.8	20~40
	吉林	650~850	1.4~1.9	10~23
煤矸石陶粒	北京	723	3.5	5.1

\* 1 兆帕斯卡≈10千克力/厘米<sup>2</sup> (以下简称兆帕)

根据我国国家标准 GB2838-81《粉煤灰陶粒和陶砂》、GB 2039-81《粘土陶粒和陶砂》、GB2840-81《页岩陶粒和陶砂》和GB2841-81《天然轻骨料》中规定，轻粗骨料的级配应符合表1-2的要求。

表1-2 轻骨料的颗粒级配要求

项 目 种	粒 径 (mm)	筛 孔 尺 寸				混合级 配空隙 率(%)	
		D最小	$\frac{1}{2}D$ 最大	D最大	2D最大		
		累计重量筛余(%)					
粉煤灰 陶 粒	5~10					≥47	
	10~15	≤90		≥10	0		
	15~20						
粘土陶粒	5~10					≥50	
	10~20	≤90		≥10	0		
	20~30						
页岩陶粒	5~10	普通型陶 粒混合级 配	≤90	30~70	≥10	0	≥50
	10~20	圆球型陶 粒及单 粒级					
	20~30		≤90	0	≥10	0	
天然粗 骨 料	5~10	混合级配	≤90	40~60	≥10	0	
	10~20						
	20~30	单一粒级	≤90	0	≥10	0	
	30~40						
项 目 种	细度模数	筛 孔 尺 寸				混合级 配空隙 率(%)	
		0.160	0.630	5.00	10.0		
		累计筛余量(%)					
粉煤灰陶砂	≥3.7	≤75	25~65	≥10	0		
粘土陶砂	≥4.0	≤90	40~80	≥10	0		
页岩陶砂	≥4.0	≤90	30~70	≥10	0		
天然轻 骨 料	粗 砂	>90	50~80	0~10	0		
	中 砂	>80	30~70	0~10	0		
	细 砂	>70	15~60	0~5	0		

## (二) 松散容重

轻骨料在某一级配条件下，自然堆积状态的单位体积重量称为轻骨料的松散容重，以千克/米<sup>3</sup>表示。其测定方法和普通混凝土骨料的容重测定方法基本相同，均采用量筒法。由于轻骨料多孔，故容重比普通重骨料轻得多，它的容重变化幅度在200~1000千克/米<sup>3</sup>范围以内。通常，容重较小者，其强度也较低；反之容重较大者强度也较高。不同用途的轻骨料混凝土对轻骨料的松散容重有不同的要求，如配制保温用的低标号混凝土，可采用松散容重在300千克/米<sup>3</sup>以下的轻骨料；欲配制150号以下的结构保温兼用的混凝土，宜采用松散容重在300~500千克/米<sup>3</sup>以内的轻骨料；而要配制结构用高强度轻混凝土时，则要用松散容重大于500千克/米<sup>3</sup>，甚至采用更大容重的轻骨料。

各种轻骨料的松散容重因它们的原材料性质、生产工艺、骨料孔化程度、粒度和级配的不同而有较大的差异。但对同一品种而言，当原材料和生产工艺相同时，其松散容重的变化却是较小的。国家标准规定轻骨料松散容重的变异系数应不大于0.05~0.15，这说明轻骨料的生产品比较稳定，产品质量也较均匀，用它们配制的轻骨料混凝土具有较好的匀质性。

根据我国国家标准规定，上述几种轻骨料的松散容重等级应按表1-3进行划分。

## (三) 筒压强度

轻骨料的筒压强度是将10~20毫米粒级的轻粗骨料装入截面积为100厘米<sup>2</sup>的圆筒内作抗压试验，取其压入深度为2厘米时的抗压强度指标，作为该轻骨料的筒压强度。

用筒压强度测定轻粗骨料的强度时，粗骨料的表面结构对它的强度有影响。表面呈开孔状的碎石型骨料，其筒压强度偏低。由于骨料在筒内为点接触，在荷载作用下，是多向挤压而破坏的，故其抗压强度指标不是轻骨料颗粒的极限抗压强度，而只是一个相对的强度指标。不过，它在一定程度上也反映了轻骨料的

表1-3 轻骨料容重等级划分

品 种	容 重 等 级		松散容重范围 (千克/米 <sup>3</sup> )	松散容重 的变异系数
	轻粗骨料	轻砂 (陶砂)		
粉煤灰 陶 粒	700	700	610~700	≧0.05
	800	800	710~800	
	900	900	810~900	
粘土陶粒	400	—	310~400	≧0.10
	500	—	410~500	
	600	600	510~600	
	700	700	610~700	
	800	800	710~800	
	900	900	810~900	
		1000 1100	910~1000 1010~1100	
页岩陶粒	400	—	310~400	≧0.10
	500	—	410~500	
	600	600	510~600	
	700	700	610~700	
	800	800	710~800	
	900	900	810~900	
		1000	910~1000	
天然轻 骨 料	300	—	<300	≧0.15
	400	—	310~400	
	500	500	410~500	
	600	600	510~600	
	700	700	610~700	
	800	800	710~800	
	900	900	810~900	
	1000	1000	910~1000	
	—	1100 1200	1010~1100 1110~1200	



表1-4 轻骨料筒压强度与容重等级的关系

品 目	容 重 等 级	筒 压 强 度	
		(千克力/厘米 <sup>2</sup> )	MPa (兆帕斯卡)
粉 煤 灰 陶 粒	700	≤40	(4.0)
	800	≤50	(5.0)
	900	≤55	(6.0)
粘 土 陶 粒	400	≤5	(0.5)
	500	≤10	(1.0)
	600	≤20	(2.0)
	700	≤30	(3.0)
	800	≤40	(4.0)
	900	≤50	(5.0)
页 岩 陶 粒	400	≤8	(0.8)
	500	≤10	(1.0)
	600	≤15	(1.5)
	700	≤20	(2.0)
	800	≤25	(2.5)
	900	≤30	(3.0)
天 然 轻 骨 料	300	≤2	(0.2)
	400	≤4	(0.4)
	500	≤6	(0.6)
	600	≤8	(0.8)
	700	≤10	(1.0)
	800	≤12	(1.2)
	900	≤15	(1.5)
	1000	≤18	(1.8)