

保温绝热材料与应用技术

Thermal Insulation Materials & Application Technology

陈春滋 朱未禺 编著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

保温绝热材料与应用技术 /陈春滋, 朱未禹编著.

北京: 中国建材工业出版社, 2005.4

ISBN 7-80159-863-6

I. 保... II. ①陈... ②朱... III. ①保温材料
②隔热材料 IV. TB35

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 019020 号

保温绝热材料与应用技术

Thermal Insulation Materials & Application Technology

陈春滋 朱未禹 编著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm×960mm 1/16

印 张: 14

字 数: 260 千字

版 次: 2005 年 4 月第 1 版

印 次: 2005 年 4 月第 1 次

定 价: 25.00 元

网上书店: www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

自从人类脱离洞穴而开始使用天然土石、草木等建房,以达到保温隔热为目的原始绝热材料算起,迄今已有几千年的历史了。现代意义上的绝热材料,它是从 18 世纪 60 年代开始的工业革命之后,随着以手工业劳动为基础的工场手工业转入机器大工业生产而逐步发展起来的。20 世纪 70 年代,由于爆发了世界性的能源危机,使世界各国更加重视节能工作,从而促进了绝热材料的迅速发展。人们不断地研制、开发各种新型的绝热材料,以提高能源的使用效率。如今,高效节能型绝热材料已成为发展的主流。

绝热材料是保温、保冷、隔热材料的总称。一般导热系数小于 $0.174\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的材料被称为绝热材料。绝热材料均具有保温、保冷和隔热的功能。

绝热材料可广泛地应用于建筑、冶金、化工、电力、轻工、纺织和交通运输等各种行业。它是各种建筑物、锅炉、热交换器、储罐、蒸馏塔、工业窑炉、车船、空调等的保温、保冷、隔声和吸声的多功能材料。

本书将重点介绍各种无机绝热材料和有机绝热材料的品种、规格、性能以及它们在建筑和工业中的应用技术。

此外,根据目前矿物棉(岩棉、矿渣棉总称)是世界上应用最为广泛和用量最大的保温绝热材料品种的现状,书中以作者多年从事矿物棉设备设计、制造的经验,在吸收国外先进技术装备的基础上,介绍了年产 2 万 t 的摆锤法生产矿物棉的先进技术及生产工艺,借此为推动我国矿物棉生产技术的进步和走向世界做出努力。该部分承蒙南京玻璃纤维研究设计院李振伟先生进行审核;中国船舶科学研究中心科技信息中心张明先生对英文部分进行审核,在此深表谢忱。

Foreword

It has been thousands of years since man left caves and started using natural sand ,rocks ,grasses and wood for the purpose of thermal protection. The modern thermal insulation materials started right after the industrial revolution in the 1760s and developed gradually with the workshop handicraft industry based on handicraft work transformed to machinery mass production. In 1970s ,as result of the global energy crisis ,more attention was paid to energy saving ,thus stimulating the rapid development of thermal insulation materials. Various new types of thermal insulation materials are continuously developed and manufactured to increase the energy use efficiency. At present ,high-efficiency energy-saving thermal materials has become the mainstream in the development.

Thermal insulation materials are the general term for heat preservation ,cold preservation and heat insulation materials. Generally speaking ,Materials with a thermal conductivity coefficient of less than $0.174\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ are called thermal insulation materials. Such materials have the functions of heat preservation ,cold preservation and heat insulation.

With functions of heat preservation ,cold preservation ,sound insulation and sound absorption ,thermal insulation materials can be widely applied in various buildings ,boilers ,heat converters ,storage tanks ,distilling towers ,industrial kilns , vehicles ,ships and A/Cs in construction ,metallurgy ,chemical industry ,power industry ,light industry ,textile industry and transportation.

This book will put emphasis on the introduction of the types ,specifications , performances of various thermal insulation materials and their application in construction and industry.

Moreover ,in consideration of the present situation that mineral wool (the general term for rock wool and slag wool)is most widely used as thermal insulation material in the world ,this book has summarized the authors 'years of experience in designing and manufacturing mineral wool facilities ,introduced the advanced mineral wool manufacturing technology and techniques (forming with pendulum with a yearly output of 20 ,000 tons)by merging the advanced foreign facilities , This

book is intended to push forward our national mineral wool technologies and make some contribution to the development of our national mineral wool technologies and facilities. Thanks are given to Mr. Li Zhenwei of Nanjin Glass Fiber Research and Design Institute for his examination and verification of this book and also to Mr. Zhang Ming of China Ship Scientific Research Center for his English translation.

目 录

第一章 无机保温绝热材料.....	1
第一节 膨胀珍珠岩.....	1
第二节 膨胀蛭石.....	8
第三节 泡沫玻璃	11
第四节 (微孔)硅酸钙	14
第五节 岩棉、矿渣棉.....	19
第六节 玻璃棉	25
第七节 泡沫石棉	31
第二章 有机保温绝热材料	34
第一节 聚氨酯泡沫塑料	35
第二节 聚苯乙烯泡沫塑料	38
第三节 其他有机保温绝热材料	43
第三章 保温绝热材料在建筑中的应用	45
第一节 外墙保温	46
第二节 屋面保温.....	104
第四章 保温绝热材料在工业中的应用.....	109
第一节 管道的保温.....	110
第二节 管件的保温.....	114
第三节 设备的保温.....	121
第四节 保温绝热材料的施工.....	125
附录 岩棉、矿渣棉生产新技术	130

Content

Chapter 1	Inorganic Thermal Insulation Materials	1
Section 1	Expansion perlite	1
Section 2	Expansion vermiculite	8
Section 3	Cellular glass	11
Section 4	Microbore calcium silicate	14
Section 5	Rock wool slag wool	19
Section 6	Glass wool	25
Section 7	Foam asbestos	31
Chapter 2	Organic Thermal Insulation Materials	34
Section 1	Polyurethane foam plastics	35
Section 2	Polystyrene foam plastics	38
Section 3	Other organic thermal insulation materials	43
Chapter 3	Application of Thermal Insulation Materials in Construction	45
Section 1	Exterior wall thermal insulation	46
Section 2	Roof thermal insulation	104
Chapter 4	Industrial Application of Thermal Insulation Materials	109
Section 1	Pipe thermal insulation	110
Section 2	Thermal insulation of pipe accessories	114
Section 3	Equipment thermal insulation	121
Section 4	Construction of thermal insulation materials	125
Appendix	New Production Technology for Rock Wool & Slag Wool	166

第一章 无机保温绝热材料

Chapter 1 Inorganic Thermal Insulation Materials

With a long history of application ,the output of inorganic thermal insulation materials occupies a majority of that of thermal insulation materials ,mainly as a result of the abundant resources of inorganic thermal insulation materials ,simple manufacture techniques ,low price ,low or non-flammability of materials and suitability for the application in construction and industry.

This chapter introduces in great detail inorganic thermal insulation materials , manufacture techniques ,types ,specification and performance(as per state code or industry code). Inorganic thermal insulation materials include expansion perlite , expansion vermiculite ,cellular glass ,microbore calcium silicate ,rock wool ,slag wool ,glass wool and foam asbestos.

无机保温绝热材料的产量占保温材料的绝大多数 ,应用的历史也最长。这主要是由于无机保温材料的资源丰富 ,生产工艺较简单 ,价格低廉(相对有机保温材料而言) ,而且均为难燃材料或不燃材料 ,更适应建筑的防火要求。

我国目前在建筑和工业中使用的无机保温材料主要有 : (1)硬质微孔结构的膨胀珍珠岩及其制品、膨胀蛭石及其制品和泡沫玻璃等 ,其中以膨胀珍珠岩及其制品的产量最大 ,应用最为广泛。 (2)软质微孔结构的泡沫石棉和泡沫岩(矿)棉。 (3)纤维结构的岩(矿)棉制品和玻璃棉制品 ,其中以岩(矿)棉制品近年生产发展迅速 ,产量也较大 ,是一种很有发展前途的保温材料。

第一节 膨胀珍珠岩

Section 1 Expansion perlite

膨胀珍珠岩是最常见的保温材料 ,其原料来源广泛 ,价格低廉 ,加工简单。若与不同的胶结材料(如水泥、沥青、水玻璃、石膏等)配合 ,可分别制成不同品种

和形状的制品 ,广泛地被用于建筑、化工、冶金、电力等行业。

珍珠岩矿主要分布在美国、前苏联、意大利、匈牙利、中国、希腊等国 ,其中以美国、前苏联、希腊三国产量最大。目前世界年总产量约为 200 万 t ,美国约占总产量的 1/3。我国储量也比较丰富 ,主要分布在黑龙江、内蒙古、吉林、辽宁、河北、河南及浙江等省。美国于 20 世纪 40 年代生产和应用膨胀珍珠岩 ,是世界上最早的研制该种产品的国家。我国是从 20 世纪 50 年代开始研制的 ,60 年代初才在工业上较多地应用 ,目前全国年产量约 500 万 m³ ,居世界第三位 ,约占全国保温材料总产量的 50 %。

珍珠岩是由地壳中的酸性岩浆随火山爆发喷出地面凝结后而形成的熔岩。该熔岩像玻璃一样透明 ,在显微镜下可以看到一圈一圈的圆弧裂隙 ,犹如美丽的珍珠 ,故名为珍珠岩。由于其中含有铁、钛、锰等金属离子 ,故矿石呈现出黄、灰、褐、棕、黑等颜色。我国生产膨胀珍珠岩的矿石主要有三种 ,即珍珠岩、松脂岩、黑曜岩 ,其化学成分 ,参见表 1-1。通常把用这三种矿石所生产的产品统称为膨胀珍珠岩 ,其化学组成 ,参见表 1-2。

表 1-1 珍珠岩的化学成分(%)

名 称	成 分									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	MnO ₂	H ₂ O
珍珠岩	68~74	9~14	0.5~4.0	0.4~1.0	0.8~2.0	2.5~4.0	2~5	0.12~0.17	0.03~0.05	2~6
黑曜岩	72.36	12.76	3.36	0.10	0.60	3.34	4.49	0.01	0.17	<2
松脂岩	68~72	10~13	0.14~2.4	0.05~1.5	0.3~4.4	1~5	0.7~4	0.1~0.3	0.03~0.2	>6

表 1-2 膨胀珍珠岩的化学成分(%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	K ₂ O+Na ₂ O	烧失量
68~76	11~16	2~5	<2	<2	<2	5~9	8~11

膨胀珍珠岩现已颁布其行业标准 ,膨胀珍珠岩制品现已颁布其行业标准 :《膨胀珍珠岩》JC 209-1996。

一、特性及构成

膨胀珍珠岩具有低容重、低导热系数 ,良好的耐热性能和吸声性能 ,电绝缘性能好 ,耐酸性好 ,能与不同胶结剂配合制成各种形状的制品 ,而且价格低廉。缺点是吸水率高、不耐碱。

膨胀珍珠岩是以珍珠岩矿石为原料 ,经过破碎、筛分 ,然后预热至 400~

500℃ ,再于回转窑中焙烧至 1250~1300℃ 后 ,经冷却而成。

二、品种和性能

(一)膨胀珍珠岩

膨胀珍珠岩的性能要求 ,参见表 1-3 和表 1-4。

表 1-3 膨胀珍珠岩的物理性能要求

标 号	堆积密度	重量含水率	粒 度				导 热 系 数		
	kg /m ³	%	%				W /(m·K) [kcal /(m·h·℃)]		
	最大值	最大值	5mm 筛孔 筛余量	0.15mm 筛孔 通过量			平均温度 298±5K 温度梯度 5~10K /cm		
			最大值	最大值			最大值		
				优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
70 号	70	2	2	2	4	6	0.047 (0.040)	0.049 (0.042)	0.051 (0.044)
100 号	100						0.052 (0.045)	0.054 (0.046)	0.056 (0.048)
150 号	150						0.058 (0.050)	0.060 (0.052)	0.062 (0.053)
200 号	200						0.064 (0.055)	0.066 (0.057)	0.068 (0.058)
250 号	250						0.070 (0.060)	0.072 (0.062)	0.074 (0.064)

表 1-4 膨胀珍珠岩的堆积密度均匀性要求

等 级	堆 积 密 度 均 匀 性
一 等 品	5 袋试样中最大堆积密度或最小堆积密度与 5 袋试样堆积密度平均值之差的绝对值不超过 5 袋试样平均值的 10%
二 等 品	5 袋试样中最大堆积密度或最小堆积密度与 5 袋试样堆积密度平均值之差的绝对值不超过 5 袋试验平均值的 15%
合 格 品	5 袋试样堆积密度的平均值符合表 1-3 的规定

(二)膨胀珍珠岩制品

膨胀珍珠岩制品是以膨胀珍珠岩为骨料 ,以水泥、水玻璃等为胶结剂 ,按一定的工艺过程制成砖、板、瓦、管等各种形状和规格的产品。膨胀珍珠岩制品主要有 水泥膨胀珍珠岩制品、水玻璃膨胀珍珠岩制品、磷酸盐膨胀珍珠岩制品、沥青膨胀珍珠岩制品等数种。目前国家已颁布《膨胀珍珠岩绝热制品》GB 10303-1989的国家标准 ,在此标准中没有特定指出是针对上述哪一种制品 ,因此它具有广泛的适用性。

膨胀珍珠岩制品的尺寸偏差要求 ,参见表 1-5。

表 1-5 膨胀珍珠岩制品的尺寸偏差要求(mm)

项 目		板		管 壳	
		优 等 品	合 格 品	优 等 品	合 格 品
尺 寸 公 差	长 度	± 3	± 5	± 3	± 5
	宽 度	± 3	± 5	—	
	厚 度	± 3	± 5	± 3	± 5 3
	对角线差	≤6	≤10	—	
	内 径	—		+ 3 0	+ 5 0
裂 纹		优等品 :长度不超过裂纹方向制品边长 1 /4 的裂纹不超过一条 ; 合格品 :长度不超过裂纹方向制品边长 1 /3 的裂纹不超过二条。两条裂纹不得在一直线上			
缺 棱		优等品 1. 深度小于 10mm 的缺棱不得超过所在边长的 1 /6 ,同条边的缺棱长度应累计 ; 2. 不得有深度超过 10mm 的缺棱 合格品 1. 深度小于 20mm 的缺棱不得超过所在边长的 1 /3 ,同条边的缺棱长度应累计 ; 2. 不得有深度超过 20mm 的缺棱			
掉 角		优等品 深度小于 10mm 的掉角不得超过一个 ; 合格品 深度小于 20mm 的掉角不得超过二个			
最大弯曲值		优等品≤3		合格品≤4	
垂 直 度		—	—	≤3	≤5
配合间隙		—	—	≤5	≤7

膨胀珍珠岩制品的物理性能要求 ,参见表 1-6。

表 1-6 膨胀珍珠岩制品的物理性能要求

项 目	200		250		200		350	
	优等品	合格品	优等品	合格品	优等品	合格品	优等品	合格品
密度(kg /m ³)	≤200		≤250		≤300		≤350	
导热系数 25 ± 5℃ [W /(m·K)]	≤0.056	≤0.060	≤0.064	≤0.068	≤0.072	≤0.076	≤0.080	≤0.087
抗压强度(kPa)	≥392	≥294	≥490	≥392	≥490	≥392	≥490	≥392
重量含水率(%)	≤2	≤5	≤2	≤5	≤3	≤5	≤4	≤6

1. 水泥膨胀珍珠岩制品

水泥膨胀珍珠岩制品是以膨胀珍珠岩为骨料 ,以水泥为胶结材料 ,按一定配

比混合(一般体积比为 42.5 级水泥:膨胀珍珠岩 = 1:10)加水后,经搅拌、成型、养护而成。该种制品具有容重较小,导热系数低、承压能力较高、施工方便、经济耐久等特点。

水泥膨胀珍珠岩制品的物理性能,参见表 1-7。

表 1-7 水泥膨胀珍珠岩制品的物理性能

项 目		性 能 数 据	备 注
表观密度(kg /m ³)		300~400	采用的胶结剂为 52.5 级硅酸盐水泥。水泥:膨胀珍珠岩 = 1:10(体积比)制品有砖、板、管等
抗压强度(MPa)		0.5~1.0	
导热系数 [W/(m·K)]	常 温	0.058~0.087	
	低 温	0.081~0.116	
	高 温	0.067~0.152	
抗折强度(MPa)		>0.3	
吸湿率 24h(%)		0.87~1.55	
吸水率 24h(%)		110~130	

水泥膨胀珍珠岩制品的吸声性能,参见表 1-8。

表 1-8 水泥膨胀珍珠岩制品的吸声性能

原 料 规 格		配 比		吸声系数 (音频(Hz)) 吸声系数
膨胀珍珠岩	水 泥	水泥:膨胀珍珠岩 (体积比)	石灰比	
表观密度 <1200kg /m ³ 粒 径 <1.5mm	32.5 或 42.5 级 (普通硅 酸盐水泥)	1:10	约 1:2	$\frac{250}{0.5} \frac{320}{0.64} \frac{400}{0.71}$, $\frac{500}{0.71} \frac{640}{0.67} \frac{800}{0.62}$, $\frac{1000}{0.66} \frac{1250}{0.69} \frac{1600}{0.72}$, $\frac{2000}{0.70} \frac{2500}{0.75} \frac{3200}{0.70}$, $\frac{4000}{0.80}$

2. 水玻璃膨胀珍珠岩制品

水玻璃膨胀珍珠岩制品是以膨胀珍珠岩为骨料,以水玻璃为胶结材料,并加入赤泥(炼铝废渣),按一定配比混合(一般重量百分比为膨胀珍珠岩:水玻璃:赤泥 = 43.6:54.8:1.8。其中膨胀珍珠岩表观密度应为 60~150kg /m³,水玻璃的波美浓度为 38~42°Bé。比重为 1.38~1.42),经搅拌、成型、干燥、烘焙而成。该种制品具有表观密度小、导热系数低、耐热性好、吸声性能好等特点,而且施工方便。

水玻璃膨胀珍珠岩制品的物理性能,参见表 1-9。

表 1-9 水玻璃膨胀珍珠岩制品的物理性能

项 目	性 能 数 据	备 注
容 重(kg/m^3)	200~300	吸湿率的试验条件 相对湿度 93~100%
抗压强度(MPa)	0.6~1.2	
导热系数[$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]	0.056~0.065	
吸水率 _{96h} (%)	120~180	
吸湿率 _{20d} (%)	17~23	
最高使用温度($^{\circ}\text{C}$)	650	

水玻璃膨胀珍珠岩制品的吸声性能,参见表 1-10。

表 1-10 水玻璃膨胀珍珠岩制品的吸声性能

品 种	试件状况	吸 声 率 (%)												
		100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz
膨胀珍珠岩的 颗粒粒径为 0.6~1.2mm	基本干燥	—	35	52	62	64	64	63	59	59	62	62	63	64
	吸水 70%	13	19	31	42	51	61	61	57	54	55	59	56	59
膨胀珍珠岩的 颗粒粒径为 <0.6mm	基本干燥	30	42	57	63	60	58	57	56	54	60	60	62	66
	吸水 70%	16	21	31	37	40	44	44	42	41	42	44	41	46

注:试件厚度均为 9mm。

3. 磷酸盐膨胀珍珠岩制品

磷酸盐膨胀珍珠岩制品是以膨胀珍珠岩为骨料,以磷酸铝和少量的硫酸铝、纸浆废液作胶结材料,按一定配比混合(一般重量百分比为:膨胀珍珠岩占 45.1、磷酸铝溶液占 34.1、硫酸铝溶液占 11.3、纸浆废液占 9.1。其中磷酸铝溶液是由浓度为 85%的工业磷酸稀释至 50%,再将其与工业氢氧化铝按 7:1 的重量比混合搅拌而成;硫酸铝溶液是由工业硫酸铝按 1:2 的重量比与水混合而成)、搅拌、成型、干燥、烘焙而成。该种制品具有容重小、导热系数低、耐高温性能好(可用作工业设备的耐高温材料)。

磷酸盐膨胀珍珠岩制品的性能,参见表 1-11。

表 1-11 磷酸盐膨胀珍珠岩制品的性能

项 目	性 能 数 据	备 注
容重(kg/m^3)	200~250	原料配比(重量百分比) 膨胀 珍珠岩粉 45.5%,磷酸铝溶液 34.1%,硫酸铝溶液 11.3%,纸 浆废液 9.1%
抗压强度(MPa)	0.6~1.0	
导热系数,常温[$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]	0.044~0.052	
使用温度($^{\circ}\text{C}$)	<1000	

4. 沥青膨胀珍珠岩制品

(1)石油沥青膨胀珍珠岩制品

石油沥青膨胀珍珠岩制品是以膨胀珍珠岩为骨料 ,以石油沥青为胶结材料 ,按一定配比混合 (一般膨胀珍珠岩与石油沥青的体积比为 11:1 ,当成型压缩比为 1.9 时 , 1m^3 的制品需用膨胀珍珠岩为 1.65m^3 ,石油沥青为 160kg。其中膨胀珍珠岩容重小于 $120\text{kg}/\text{m}^3$,石油沥青为 10 号建筑石油沥青)、加温搅拌、压制成型而成。该种制品具有容重小、导热系数较低、吸水率低、耐水性好等特点 ,故常用于屋面保温层或低温设备的保冷材料。

石油沥青膨胀珍珠岩制品的性能 ,参见表 1-12。

表 1-12 石油沥青膨胀珍珠岩制品的性能

项 目	制 品 容 重 (kg/m^3)		
	220~300	300~400	400~500
抗压强度(MPa)	0.3~0.4	0.4~0.7	0.7~1.0
导热系数[W/(m·K)]	0.05~0.078	0.07~0.09	0.08~0.10
使用温度(℃)	-45~80	-50~80	-50~80
吸湿率(%)	<1	≤1	≤1

(2)乳化沥青膨胀珍珠岩制品

乳化沥青膨胀珍珠岩制品是以膨胀珍珠岩为骨料 ,以乳化沥青为粘结材料 ,在常温下按一定配比混合 ,经搅拌、成型、干燥而成。该种制品具有容重较小 ,导热系数较低 ,成型方便 ,防水性能好的特点 ,故多用于建筑物的墙体和屋面的保温层材料(有时也采用施工现场现浇的方法)。

乳化沥青膨胀珍珠岩制品的性能 ,参见表 1-13。

表 1-13 乳化沥青膨胀珍珠岩制品的性能

项 目	性 能 数 据
容重(kg/m^3)	250~400
抗压强度(MPa)	2.33~5.10
导热系数[W/(m·K)]	0.056~0.068
使用温度(℃)	-50~60
吸湿率(%)	0.2

5. 石膏膨胀珍珠岩制品

石膏膨胀珍珠岩制品是以膨胀珍珠岩为骨料 ,以石膏为粘结材料 ,按一定配比加水混合 ,经搅拌、成型、干燥而成。该种制品一般为砌块、空心条板等墙体材料 ,其最大特点是较传统墙体材料容重小 ,保温性能较好 ,施工也较快。但因其往往不是仅出于保温隔热的目的应用于建筑保温和工业保温隔热的 ,故在此不再赘述。

第二节 膨 胀 蛭 石

Section 2 Expansion vermiculite

膨胀蛭石是一种常见的建筑保温材料。其原料来源丰富,价格低廉,加工工艺简单,它是以蛭石为原料加工而成的。

蛭石是属于含水硅酸盐的云母,具有片状结构的矿石。它有一般云母的外貌,呈金黄色、银白色和褐色,比重为 $2.4 \sim 2.7 \text{g/cm}^3$,含水量大约为 $5\% \sim 15\%$ 。蛭石在建筑中不能直接使用,但当其在 $800 \sim 1100^\circ\text{C}$ 受热后,由于水分迅速蒸发,而导致体积突然发生膨胀 $15 \sim 20$ 倍,其形态酷似水蛭(俗称蚂蝗)的蠕动,故名为蛭石。受热膨胀后的产物就称为膨胀蛭石。蛭石的化学组成,参见表1-14。

表 1-14 蛭石的化学成分

成 分	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	H ₂ O	K ₂ O 和 Na ₂ O
化学组成(%)	37~42	14~23	3~10	5~7	1~3	8~18	不定

膨胀蛭石在工业上大量应用是始于 20 世纪 30 年代。目前,世界产量在 60 万 t 左右,其中以美国、南非的产量最大,约占总产量的 90%。我国蛭石的开采和应用始于 20 世纪 50 年代末期。我国的蛭石资源比较丰富,主要分布在河南、山西、河北、陕西、内蒙古、四川、新疆、山东等地区。由于蛭石资源丰富、加工工艺简单、价格低廉,并且有容重小、导热系数低、耐火、防腐、吸声等特点,所以被广泛地应用于建筑、冶金、热力等行业。

膨胀蛭石现已颁布其部级标准:《膨胀蛭石》JC 441-1991。

一、特性及构成

膨胀蛭石的主要特点是:表观密度小、导热系数低、耐热性能好(最高使用温度可达 1000°C),有一定的吸声性能、耐碱性好,而且价格低廉。缺点是:不耐酸、吸水率高、电绝缘性能较差。

膨胀蛭石的生产工艺如下:

膨胀蛭石是以蛭石矿石为原料,经过破碎、筛分,再在采用立窑(或回转窑)中于 $800 \sim 1100^\circ\text{C}$ 进行煅烧,并经冷却而制成。

二、品种和性能

(一)膨胀蛭石

膨胀蛭石按其颗粒级配来分,可分为 5 种,参见表 1-15。

表 1-15 膨胀蛭石的级配分类

累计筛余 筛孔直径 (mm) 类别	10	5	2.5	1.25	0.63	0.25	0.16
1 号	30~80	—	80~100	—	—	—	—
2 号	0~10	—	—	90~100	—	—	—
3 号	—	0~10	40~90	—	90~100	—	—
4 号	—	—	0~10	—	—	90~100	—
5 号	—	—	—	0~5	—	60~98	90~100

膨胀蛭石的物理性能要求 ,参见表 1-16。

表 1-16 膨胀蛭石的物理性能要求

指 标 项 目	等 级	优 等 品	一 等 品	合 格 品
表观密度(kg /m³)		≤100	≤200	≤300
导热系数 ,平均温度 25 ± 5℃ [W/(m·K)]		≤0.062	≤0.078	≤0.095
含水率 (%)		≤3	≤3	≤3

(二)膨胀蛭石制品

膨胀蛭石制品是以膨胀蛭石为骨料 ,以水泥、水玻璃等为胶结材料 ,按一定的工艺过程制成砖、板、瓦、管等各种形状和规格的产品。膨胀蛭石制品主要有 :水泥膨胀蛭石制品、水玻璃膨胀蛭石制品、沥青膨胀蛭石制品等数种。

1. 水泥膨胀蛭石制品

水泥膨胀蛭石制品是以膨胀蛭石为骨料 ,以水泥为胶结材料 ,并加水 ,按一定配比经混合、搅拌、成型、养护而成。

水泥膨胀蛭石制品的性能 ,参见表 1-17。

表 1-17 水泥膨胀蛭石制品的性能

配比(体积比)	膨胀蛭石:水泥		
	9:91	15:85	20:80
表观密度(kg /m³)	300	400	500
导热系数[W/(m·K)]	0.076	0.087	0.110
抗压强度(MPa)	0.196	0.519	1.127
使用温度(℃)	<600		

2. 水玻璃膨胀蛭石制品

水玻璃膨胀蛭石制品是以膨胀蛭石为骨料 ,以水玻璃(或经水稀释后)为胶

结材料 ,按一定配比 ,经混合、搅拌、成型、干燥、焙烧而成。

水玻璃膨胀蛭石制品的性能 ,参见表 1-18。

表 1-18 水玻璃膨胀蛭石制品的性能

表观密度(kg /m ³)	300	350	400	450
导热系数[W /(m·K)]	0.079	0.081	0.084	0.093
抗压强度(MPa)	0.34	0.54	0.64	0.83
使用温度(℃)	<900			

3. 水玻璃耐火黏土膨胀蛭石制品

水玻璃耐火黏土膨胀蛭石制品是以膨胀蛭石为骨料 ,以水玻璃为胶结材料 ,以耐火黏土为胶结材料兼填料 ,按一定配比 ,经混合、搅拌、成型、干燥、焙烧而成。

水玻璃耐火黏土膨胀蛭石制品的性能 ,参见表 1-19。

表 1-19 水玻璃耐火黏土膨胀蛭石制品的性能

配比(重量比)	水玻璃:膨胀蛭石:耐火粘土		备 注
	1:0.4:5.2	1:0.4:13.2	
表观密度(kg /m ³)	620	760	容重为 110°烘干后的值抗压强度为 800℃加热 4 小时后的值
抗压强度(MPa)	0.8	2.3	
使用温度(℃)	<800		

4. 淀粉石棉膨胀蛭石制品

淀粉石棉膨胀蛭石制品是以膨胀蛭石为骨料 ,以淀粉(淀粉水溶液)为胶结材料 ,以石棉(经松解)为增强材料 ,以膨润土为填料 ,按一定配比 ,经混合、搅拌、成型、干燥、烘焙而成。

淀粉石棉膨胀蛭石制品的性能 ,参见表 1-20。

表 1-20 淀粉石棉膨胀蛭石制品的性能

项 目	淀粉:膨胀蛭石:V 级石棉:膨润土	备 注
	1:17:5:2	
表观密度(kg /m ³)	≤300	膨胀蛭石容重应≤120kg /m ³ ,粒径应为 1~7mm ,含水率不小于 10%
抗压强度(MPa)	0.15	
导热系数[W /(m·K)]	0.093	
使用温度(℃)	<600	

5. 沥青膨胀蛭石制品

沥青膨胀蛭石制品是以膨胀蛭石为骨料 ,以沥青(乳化沥青)为胶结材料 ,按一定配比 ,经混合、搅拌、成型、干燥而成。