

矿棉吸声板

Г.А.伊萨科维奇 著
[苏] H.A.尼科利斯卡娅

杜寿全 译 高建枢 校

中国建筑工业出版社

矿棉吸声板

[苏] Г.А.伊萨科维奇 著
H.A.尼科利斯卡娅

杜寿全 译
高建枢 校

中国建筑工业出版社

本书研究了以矿棉和玻璃纤维为基材的各种主要吸声制品，并进行了分类。书中介绍了吸声板现代工艺的特点，对各种生产方法进行了比较、评价；详尽地叙述了苏联及其它国家生产的矿棉和玻璃纤维吸声板的主要建筑装饰性能、吸声性能、物理机械性能及使用性能；叙述了公共建筑物中的房间进行声学处理时吸声材料的应用原则；概述了吸声材料的选择，并按照房间的用途介绍了声学处理方法。

本书可供科研人员和建筑、设计部门的工程技术人员参考。

**ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЕ
МИНЕРАЛОВАТНЫЕ ПЛИТЫ**

Г. А. Исакович

Н. А. Никольская

Москва, Стройиздат, 1975

矿棉吸声板

杜寿全 译

青建院校

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：4 7/8字数：110 千字

1980年4月第一版 1980年4月第一次印刷

印数：1—5,620册 定价：0.40元

统一书号：15040·3701

036942

前 言

建筑技术正同时向许多方向发展，方向之一是根据房屋和建筑物的功能、用途，赋予它们以某些特定的性质。对行政机关和工业建筑中的公用房间重要功能要求之一，是建立使用时的正常声学制度。声学设施包括旨在降低外界的噪声级、提高房间内部的音响质量以及选择适于工作和休息的正确的声学制度等一整套措施。

为了从声学角度提高房间的舒适性，需要建立有效的衡量尺度，这就需要先研究声音对人的机体影响的各个方面，研究声波在一个封闭的空间里传播时所发生的过程，以及研究隔声和吸声的理论基础，所有这些都包含在一门独立的学科——建筑声学中。

在这门学科发展过程中所研究出来的一些原理，对于建筑上使用的专门的声学材料和结构的研究工作是一个推动因素。建筑工业这个年轻的分支，苏联是在五十年代开始发展的，到目前已建立了一系列专业化生产部门，它们主要生产以矿棉和玻璃棉为基材的各种吸声材料。

根据现代建筑学和现代建筑的要求，需要扩大吸声材料品种，提高质量并增加产量，从而要求建立专门的科学机构，以便专门从事技术研究和对工厂所生产的吸声制品性质的研究。六十年代初期，全苏新型建筑材料科学研究所开始进行这方面的研究，从而导致建立了苏联的吸声材料（水泥纤维吸声板和采用合成粘结剂与胶体粘结剂的矿棉吸声制

品)的生产工艺,以及促进了关于合理地利用这些材料的方法的研究,在研究合理的使用方法时最大限度地考虑它们的物理力学性能,声学性能和使用性能。与此同时,对吸声材料的建筑艺术方面的优点进行了评价,一般来说,吸声材料在公用建筑中起着内部装饰的作用。

最近,苏联预定要急剧增加吸声材料的生产(阿克米格兰板和阿克米尼特板,合成粘结剂矿棉板,由钻孔屏板和吸声材料构成的吸声结构等)。同时,全苏新型建筑材料科学研究所和全苏热绝缘科学研究所及其它一些研究机构,在制造新型吸声材料方面进行了成功的研究工作,这些新的吸声材料包括矿棉板和西拉克波尔多孔混凝土装饰板等。设计部门正在设计高度机械化的年产25~200万米²吸声板和吊顶骨架件的生产线。

要扩大吸声材料的生产和应用,不能不具备关于这些新型建筑制品的工艺、性能及应用方法的知识,本书的目的就是向广大的建筑师和建筑工人介绍有关矿棉和玻璃纤维吸声制品的知识。

通过对苏联国内外吸声制品性能的资料,以及吸声制品的特性与原料种类、吸声材料结构及表面处理方式之间关系的资料进行综合,可以获得一种分类,这种分类可以使读者获得一个关于吸声材料和制品的生产及应用方面的总的概念。

吸声材料的现代化工艺包含了相邻工业部门的成就(矿棉纤维和合成粘结剂矿棉制品的生产等),并且在物料制造、成型、干燥和制品固化等过程中采用了一些先进工艺,而分散体系所特有的物理和物理化学现象,则是这些技术的基础。在本书专门的一章中,作者尝试对吸声制品的生产工

艺原理作出简要叙述，并对控制改变材料的结构与性质的各个过程作了分析。

考虑到赋予吸声材料装饰性能有重大意义，作者决定专辟章节讲述吸声板的正面形成过程（板的表面处理、涂色）。改变吸声板正面的特性是一个大量增加吸声制品品种的有效途径。

吸声性能一章，在叙述多孔物体中吸声物理时，是根据文献资料，此外还引用了作者曾经参加的全苏新型建筑材料科学研究所的实验资料。

作者期望读者在阅读本书介绍的矿棉和玻璃纤维吸声材料应用的章节后，能够获得一系列有用的实际知识。在编写本书的这一部分时，吸取了近年来对公共建筑物的房间进行建筑装饰时采用吸声材料的经验。

目 录

前 言

第一章 吸声材料和制品的分类	1
----------------------	---

第二章 矿棉和玻璃纤维吸声板的工艺特点	7
---------------------------	---

矿棉和玻璃纤维	7
---------------	---

合成粘结剂粘结的矿棉板和玻璃纤维板	17
-------------------------	----

以淀粉为基材的复合粘结剂硬质矿棉板	25
-------------------------	----

1. 生产工艺流程	25
-----------------	----

2. 硬质吸声板用粘结剂	30
--------------------	----

3. 矿棉的疏松和制粒	34
-------------------	----

4. 物料的制备和坯板的成型	37
----------------------	----

5. 坯板的干燥	39
----------------	----

6. 机械加工	41
---------------	----

7. 表面处理方法	43
-----------------	----

第三章 矿棉吸声板的建筑装饰性能	49
------------------------	----

吸声板表面处理的主要类型	49
--------------------	----

表面加工	51
------------	----

吸声板的尺寸	56
--------------	----

第四章 矿棉和玻璃纤维板的吸声性能	59
-------------------------	----

多孔材料的吸声物理原理	59
-------------------	----

材料层厚度的影响	67
----------------	----

吸声板表面加工和处理的影响	74
---------------------	----

吸声板声学试验方法	83
-----------------	----

第五章 吸声板的物理力学性能和使用性能	89
强度和变形性	89
吸湿性和形状稳定性	96
耐火度	100
抗菌性	102
第六章 矿棉吸声板的应用	104
矿棉吸声板的固定结构种类和安装方法	104
1. 借助金属支架吊顶的装置	104
2. 导向型钢安装前的准备工作	107
3. 导向型钢的安装	108
4. 吸声板的安装	108
利用胶粘剂和胶液固定吸声板	109
1. 基面的种类和对它的要求	109
2. 胶液与胶粘料的成分	110
3. 吸声板粘贴在基面上	111
房间的声学状况	112
声学设施的计算基础和吸声材料的选择	116
根据房间的使用情况来选择吸声材料	123
采用吸声材料的建筑特点	126
1. 表面的反光	127
2. 吸声板表面的图案	134
吸声材料生产和使用的技术经济指标	144
参考文献	147

第 一 章

吸声材料和制品的分类

随着吸声材料和制品生产工艺的发展，吸声材料和制品的种类不断增多，性能不断改善。这就促使建筑人员根据房屋的种类及使用条件来考虑所采用的吸声材料的功能特性。

尽管吸声材料的种类繁多，但其生产工艺还有很大潜力，还可以取得新的发展，以满足现代建筑的需要。

吸声材料工艺和其性能之间的相互关系，可用类别特点来表示，按类别特点能把所有制品统一划为若干大类和小类。分类的依据是原材料相似程度、结构特性和主要质量指标相近程度等。准确的组成分类可以使专业人员看出该类材料发展的总趋势。

按照物理机械性能，使用性能和装饰性能等全部特点对吸声材料统一分类进行了多次尝试，都不能在实践中有效地应用。这些分类不能给工艺和建筑人员提供有关某一种材料的成分，结构和性能之间的相互关系的准确概念，更主要的是，在对不同用途房间进行声学处理时不能按照这些分类合理地选用吸声材料。

在《建筑规范和规则》I-B、26-62《隔热、吸声材料和制品》^[63]中作了分类。原材料种类和制品塑弹性能是此分类的基础。此分类是极其一般化的，总的来说，不符合吸声材料的现代概念。A.Γ.巴季洛^[4]、Φ.瓦德松^[10]、B.埃万斯^[69]、希罗雅马^[88]等提出了一些更加不具体的分类。

它们仅列举了材料和制品的种类。

最全面和最合理的分类是A. R. 谬耳斯^[71]提出的, 此分类与美国联邦分类SS-A-18-相符^[72], 两者具有同等的准确性。

全苏新型建筑材料科学研究所制定的吸声材料分类法对实际应用有很大的意义。按照这种分类法, 所有材料、制品和构件都按结构, 原料和构件三方面的特点来系统分类^[73]。按原料特点(表1-1)进行的分类并加上一些详细说明, 从而提供了有关苏联和其他国家生产的吸声材料和制品名称最完整的概念。

吸声材料和制品按原料的分类

表 1-1

原料	材料或制品	填 充 剂	粘 结 剂	可 燃 度
有机的	泡沫塑料 软木板 木纤维板等	— 软木渣 植物纤维	— — —	能燃并能自熄 难燃 能燃烧
混合(复合)的	矿棉和玻璃纤维制品	粘状矿棉、棉束、纤维	有无机添加剂的淀粉合成树脂聚合物及它们的复合物	难燃
	纤维板	木纤维、木刨花	矿物粘结剂	难燃
	多孔矿物填料板(轻质型化混凝土)	浮石、凝灰岩、珍珠岩、蛭石等	合成树脂和聚合物	难燃和可燃
无机的	多孔混凝土、泡沫玻璃、多孔陶瓷	—	—	不燃
	轻质混凝土板	多孔矿物填料	矿物粘结剂	不燃

对国内外文献、标准及工厂生产的吸声材料的说明书进行分析之后，使得有理由认为，吸声材料的结构是最普通的特点，而材料的结构是为了获得所规定的性能的工艺的最终结果。以吸声材料结构为基础，实际上有可能对工艺生产的所有已知种类的制品进行综合分类（示意图）。此分类系统未涉及到由纤维吸声材料和带孔屏极组成的吸声结构的应用情况，但是，从吸声观点看，这类结构的基础是纤维板或纤维毡，而它们的类属在所研究的系统中已反映出来了。

在所提出的综合分类中尚未列出吸声和艺术——装饰性能等很重要的使用特性，也不可能把这些性能放到所选定的分类系统内。在声波同材料相互作用时，用声波能量损失分额的具体数据所表达的吸声性能是一系列变量（声频吸声层厚度，吸声结构的安装特点等）的函数，因此对各类制品不可能给出总的或是平均的吸声数值。同样，象表面特性、表面处理类型、颜色和尺寸等制品的建筑装饰性能是不可能仅由原料种类和材料结构所决定，而原料种类和材料结构则是综合分类的基本特征。

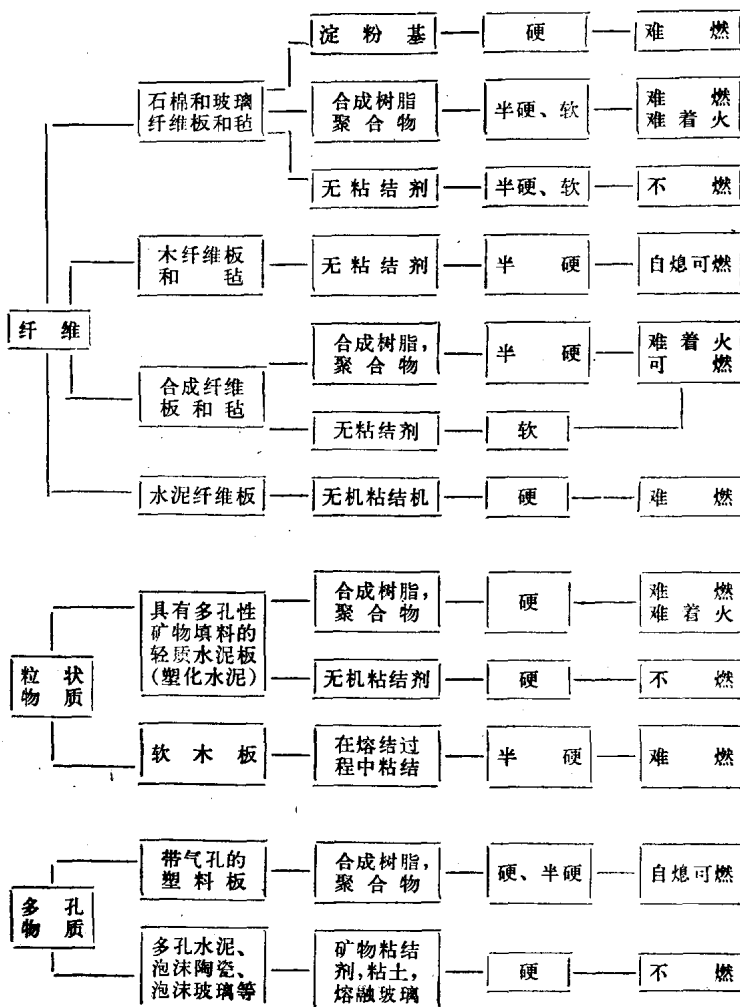
为了获得具体制品的充分完整的概念，必须去查看规定制品质量的标准文件。关于各种工艺和结构因素对矿棉和玻璃纤维制品物理机械，吸声和建筑装饰性能影响的一般规律性，在本书以后各章将叙述到。

同时，在大多数情况下，对苏联和进口制品的具体种类和牌号给出索引，这些制品都是实际中使用的。

当向矿棉和玻璃纤维吸声板的系列化过渡时，还要给分类增加附加特征，这些附加特征与填充剂，以及吸声板的表面和表面处理的特性有关（表1-2）。这样做，在分类中就能给出具有代表性的典型制品，它们具有该类别制品的所有

工厂制造的吸声材料和制品的综合分类:

材料构成 制品种类 粘结剂种类 硬 度 可 燃 度



矿棉和玻璃纤维吸声板分类

表 1-2

原料种类		填 料	板的 硬度	表面与加工特性	制 品		
纤维	粘 剂				苏 联 牌 号	国 外 牌 号	
矿 棉	以淀粉为主的 复合粘结剂	矿棉颗粒	硬	有裂纹的平滑表面, 有裂纹的凹凸表面	全苏新型建筑材料科学 研究所阿克米尼特 (АКМИНТ) 巴甫申科联合工厂阿克 米格兰(АКМИГРАН) 全苏新型建筑材料科学 研究所 姆夫普(МВР)	美国阿尔蒙斯特洛 克公司特拉维尔顿	
		矿棉束	硬	有裂纹的平滑表面, 有裂纹的凹凸表面		美国波尔特宾-希 尔公司斯塔耶尔顿	
		纤维	硬	有钻孔的平滑表面, 带钻孔的凹凸表面		美国约翰斯、曼维尔 公司斯皮顿	
玻 璃 纤 维	以合成树脂和 聚合物为主的复 合粘结剂	矿棉毡	半硬	在玻璃布表面涂色 的,在有钻孔的玻璃 布表面涂色	红色建设者联合工厂 ПА/О, ПА/Д, ПА/С	法国克留茨维克和 哈尔特曼公司 西兰	
		玻璃纤维毡毡	半硬 软	覆盖有薄膜的板,在 玻璃布表面涂色的板 覆盖有薄膜或玻璃 布的板		— —	美国欧文思·康宁 公司菲贝格拉斯斯 法国圣-哥本公司 帕诺·康科尔特
		无粘结剂	半硬	覆盖有薄膜或玻璃 布的板		—	法国季法斯公司 阿古斯顿

特点。由上述分类可见，硅酸盐纤维板硬度级别取决于粘结剂种类，粘结剂显著影响吸声板表面处理的工艺方法。表中个别部分实例充分说明了公有靠制品的工艺特点才能使吸声制品获得所需综合性能。

第二章

矿棉和玻璃纤维吸声板的工艺特点

矿棉和玻璃纤维

矿棉和玻璃纤维等纤维状填料是吸声板取得所需物理力学性能和声学性能的基本的结构原料。起骨架作用的各种纤维填料（颗粒状、束状、分散纤维、毡）影响着吸声板的强度、硬度、成型稳定性和吸声性。对吸声板用的矿棉和玻璃纤维的质量有一系列特殊要求，有时这些要求超出了将这些材料用于隔热时的质量标准范围。

全苏新型建筑材料科学研究所的研究确定了用合成粘结剂粘结的矿棉板的断裂强度极限与纤维的平均直径、长度和非纤维杂质含量的关系（图2-1a, 6, B）。他们认为，随纤维直径减小，纤维在材料单位体积内的数量增加的同时，纤维相互间的交叉点也增加，从而提高了制品的强度。其指标是纤维比表面积随直径的减小而急剧增大。事实表明^[47]，直径由10微米降到5微米可使比表面积由1600厘米²/克增大到3200厘米²/克。当非纤维杂质“渣球”含量增加时，制品的强度降低，也是由于这个原因。渣球作为纤维的渣杂，它只会额外消耗一部分粘结剂。矿棉纤维的增强效果，随纤维长度的增加而加强。具体说，纤维每长10毫米，板的强度就平均增加 15×10^2 牛顿/米²。

纤维直径大小对纤维弹性影响很大，而弹性则影响纤维粒料化过程，随着直径的增大，纤维弹性降低，也就不可能把

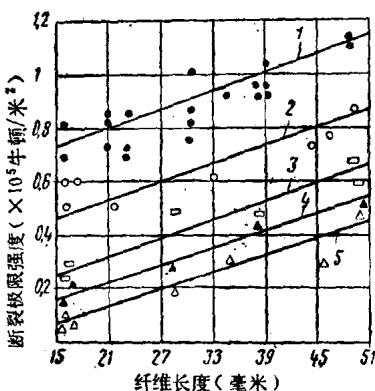
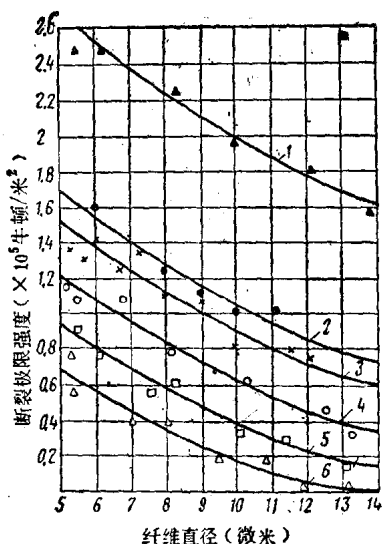
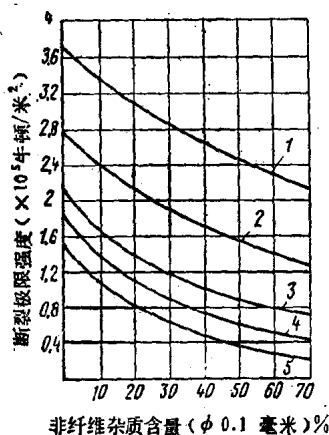


图 2-1 矿棉板强度与纤维直径(a), 长度(b)和非纤维杂质含量(c)的关系

- 1— $\gamma=200$ 公斤/米³;
- 2— $\gamma=150$ 公斤/米³;
- 3— $\gamma=130$ 公斤/米³;
- 4— $\gamma=100$ 公斤/米³;
- 5— $\gamma=75$ 公斤/米³;
- 6— $\gamma=50$ 公斤/米³



它滚轧成小颗粒。仅使用具有低的堆积容重的大型颗粒会造成淀粉粘结矿棉板强度的降低和使中频范围内的吸声系数有某些增加。缺乏细颗粒还会恶化板的加工—装饰性能。

B.M. 罗苗采夫^[47]引用了有关阿克米格兰矿棉板的性质与粒料尺寸和容重的有趣数据(表11-1)。由表可见,

当使用不同粒径粒料混合物时，制品达到了最佳指标。为了得到此种粒度；矿棉纤维的平均直径应在5~8微米范围内。

矿棉和玻璃纤维的质量指标取决于将硅酸盐熔体加工成纤维的方法。矿物纤维的现代化生产方法主要是在一定的控制下，将机械力和气体动力作用于冶金矿渣、岩石和玻璃的熔体，这类熔体的酸度系数在1.2以上，并具有相应的流变特性，能保证使熔体形成流股或薄片，继之破坏其连续性，分裂和拉伸成型为单根纤维。酸度系数表示熔体中酸性氧化

粒料尺寸和容重对阿克米格兰矿棉板性能的影响

表 2-1

粒料尺寸分级 (毫米)	粒料容重 (公斤/米 ³)	板的容重 (公斤/米 ³)	弯 曲 强 度 ($\times 10^5$ 牛顿/米 ²)	在1000赫兹时 的吸声系数
2~5	180	400	19.5	0.37
		410	20.4	
		390	19.5	
5~7	160	376	13.6	0.43
		360	14.6	
		370	13.6	
7~10	142	354	12.7	0.45
		358	13.6	
		344	11.7	
10	136	355	13.6	0.5
		370	11.7	
		360	11.7	
未 分 级	150	354	11.7	0.57
		362	12.2	
		364	13.2	