

结 论

从双程插入损耗的概念出发,基于自发自收换能器的梅森等效电路,我们提出了采用脉冲频谱法测量换能器双程插入损耗的方法,并将实验值与理论计算进行了对比。理论和实验基本符合,说明了采用脉冲频谱法测量换能器双程插入损耗是可行的。这种方法有进一步推广应用价值。本工作是在清华大学物理系声学

研究室完成的,工作中得到了诸国桢教授和本室其他同事的支持帮助,在此表示谢意。

参 考 文 献

- [1] Desilets Charles, S., Fraser John D., Kino Gordon, S., *IEEE Trans. SU-25* (1978), 115—125.
- [2] Sherar M. D., Foster F. S., *Ultrasonic Imaging* 11(1989), 75—94.
- [3] PROCEEDINGS of The I. R. E. 1951, 899.
- [4] 周铁英、王守强、庄咏璆,应用声学, 10—2(1991), 23—27.

纺织品帘幕的吸声性能

钟 祥 璋

(同 济 大 学)

1990年5月21日收到

利用帘幕作为吸声处理是一种比较方便和灵活的措施。帘幕广泛作为遮光和分隔室内空间之用,本身又具有装饰效果。本文旨在介绍这种多孔材料的吸声性能以及它们在不同安装布置时的吸声效果。

一、引 言

一般帘幕是由装饰纺织品制成。随着纺织工业的发展,新型装饰纺织品的产量和品种与日俱增,特别是近年来阻燃织物的面世,更受用户的青睐,使得其从高级宾馆到居民住宅的室内装修,推广到车辆、船舶以及飞机客轮中应用,给人们的生活空间创造了一个高雅、舒适和宁静环境,其中窗帘是装饰纺织品中使用最广泛的一大门类。

窗帘的功能是遮挡光线和装饰美化环境,同时又具有隔热保暖和吸声降噪的作用,帘幕还可用来分隔室内空间。本文主要是考虑其声学作用。装饰织物从声学的用途来看,它是一种多孔性吸声材料。

在进行广播、电视和电影录音室以及多功能用途厅堂等^[1-2]音质设计时,为了能达到最佳的室内音质效果,通常应根据不同的节目或用

途来调节所需的混响时间。其中利用帘幕改变吸声是一种比较简便和有效的方法。

迄今有关这方面的吸声系数资料还比较少^[3],为此我们选择一些新型和常用的装饰纺织品帘幕,对它的吸声性能进行了较为系统的实验研究。

本文主要是通过混响室法对一些装饰纺织品帘幕材料进行吸声系数的测定,分析了材料质地、后背空腔及打折程度对吸声性能的影响。

二、测试材料和方法

窗帘用料的品种规格繁多,按质地的厚薄可分呢、绒、布、绉四类,包括它们的混纺织品。测试试件既选较厚实的彩绒呢、灯芯绒和来福呢,又选较为薄质的绉料以及平绒和大红布制成的双层遮光窗帘。这些织物的组织结构、经纬密度、门幅和单位面积的重量,见表1。

吸声系数是在混响室内按国家标准^[4]进行

表1 帘幕材料试件的织物名称和规格

织物名称	组 织 结 构		经纬密度 根/10cm	单位面积 重量g/m ²	门幅 cm
	经 向	纬 向			
彩绒呢	32/2S 涤粘本色线	甲纬: 10/2S 棉线 乙纬: 3S 腈纶雪尼尔线(豆沙色) 丙纬: 3S 腈纶雪尼尔线(黄色)	194×142	375	144
来福呢	(8S+28S) 60 涤/30 粘/10 麻	6S 涤/粘/毛尘笔纱	139×139	165	150
香罗帘	120D 粘胶长丝 (咖啡色)	粘胶短纤 30S (墨绿色) 涤纶 30S (白色)	378×236	227	150
云鳞绉	45S 涤粘纱	75D 涤纶长丝	410×285	100	114
灯芯绒				337	
兰色平绒和大红布 制成的双层窗帘				457	

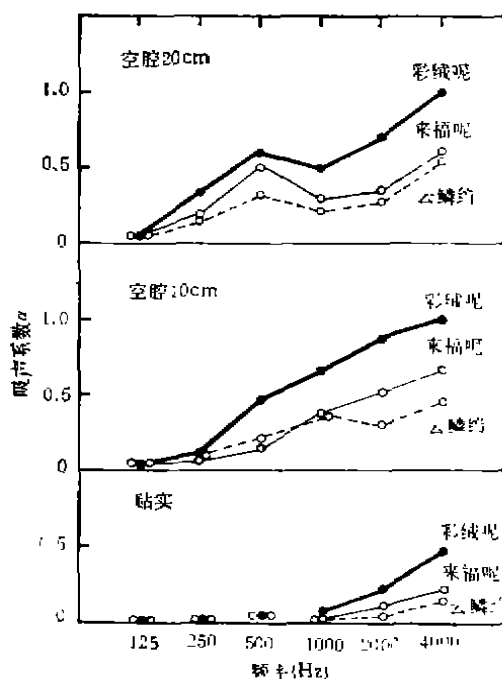


图1 各种纺织品材料吸声系数比较

测量的。一般窗帘与窗扇玻璃约有 10—20cm 的间距,为了研究窗帘后背空气层对吸声的影响,试件布置分贴实(空腔为零)、空腔 10cm 和

应用声学

20cm 三种。纺织品帘幕是多孔吸声材料,在调整房间的混响时间时,需利用帘幕的打折来提高吸声性能。为了比较打折程度对吸声的影响,分别对不打折(帘幕拉平)、打折 100% (帘幕的实际宽度为不打折时增加 1 倍)和打折 200% (帘幕的实际宽度为不打折时增加 2 倍)等情况也作了研究。

三、织物质地对吸声的影响

纺织品织物的质地应包括材料成分、组织结构、经纬密度以及单位面积的重量等。为简化和便于比较分析,我们仅以织物单位面积重量的变化来反映它的厚薄。把织物单位面积高于 320g/m² 的彩绒呢、灯芯绒等当作厚质型材料,200—300g/m² 的来福呢、香罗帘等当作中等厚型材料,而 100g/m² 左右的云鳞绉当作薄型材料。

帘幕拉平(未打折)时厚、中、薄型织物吸声系数的比较,见图 1 所示。由于材料的厚度相对于声波波长来说是很小的,中低频的吸声系数均很小,特别是无空腔时更小,几乎没有什么

吸声作用。高频时具有一定的吸声作用,并且随材料厚度的增加而提高。

香罗帘与来福呢单位面积的重量分别为 $227\text{g}/\text{m}^2$ 和 $265.4\text{g}/\text{m}^2$, 两者是比较接近的,但因纤维材料组织结构和经纬密度不同,来福呢比较松厚,香罗帘比较密薄,因此来福呢的吸声系数较高。两种帘幕平均吸声系数的比较,见图 2。结果表明,不同空腔和打折程度吸声系数相差大小不同,约在 36%—100% 之间。

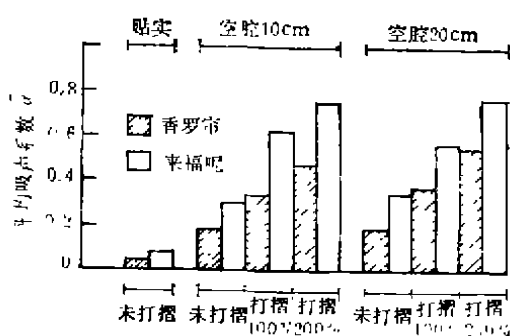


图2 织物组织结构不同的两种帘幕平均吸声系数比较

四、帘幕后背空气层对吸声的影响

如前所述,各种织物的帘幕,贴实(后背无空腔)时的吸声作用均很小。但当后背留有 10—20cm 的空气层时,除 125Hz 的低频外吸声系数均有较大的提高。图 3 为各种织物拉平(未打折)时不同空腔的吸声系数。结果表明,帘幕留有 10cm 空腔时中高频的吸声系数提高显著,当空腔增加到 20cm 时,材料低频的吸声性能有进一步的提高,但高频变化不大,其中有些材料高频的吸声系数甚至有所下降。两种空腔均有一个吸声峰,前者峰值频率为 1000Hz,后者为 500Hz,即空腔厚度大致为吸声峰值频率相应波长的四分之一。从平均吸声系数来看,20cm 空腔比 10cm 空腔吸声系数增加得并

不多,但为了提高低频的吸声效果,适当地增加材料后背的空气层仍然是必要的。

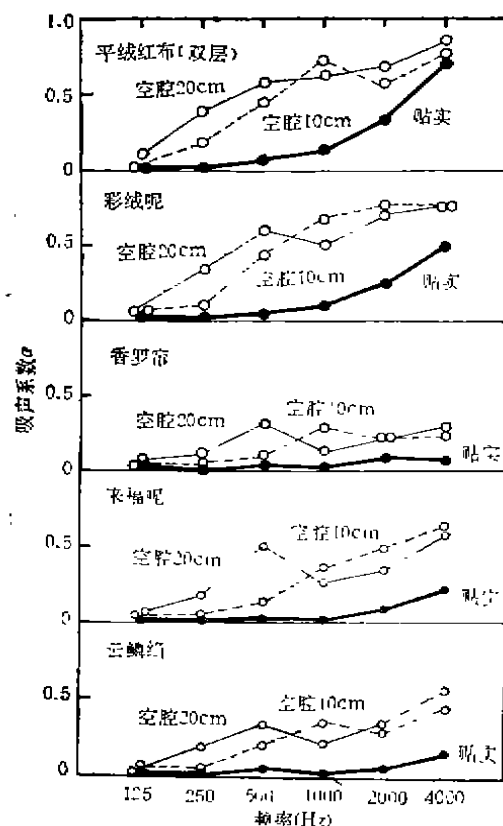


图3 空腔对帘幕吸声的影响

五、打折对吸声的影响

在音质设计中,常采用翻板式和旋转式的可变吸声体,或利用帘幕的张开和收拢来改变吸声面积,从而调节室内的混响时间,其中后者是一种较为简单、方便、经济和有效的方法。

纺织品帘幕的吸声除与质地、后背空腔有关外,还与打折程度有关。图 4 为三种帘幕不同打折程度吸声系数的比较。各类织物帘幕除 125 Hz 的低频外,吸声系数均随打折程度的增加而提高,其平均吸声系数(125—4000Hz)的变化见表 2 所示。

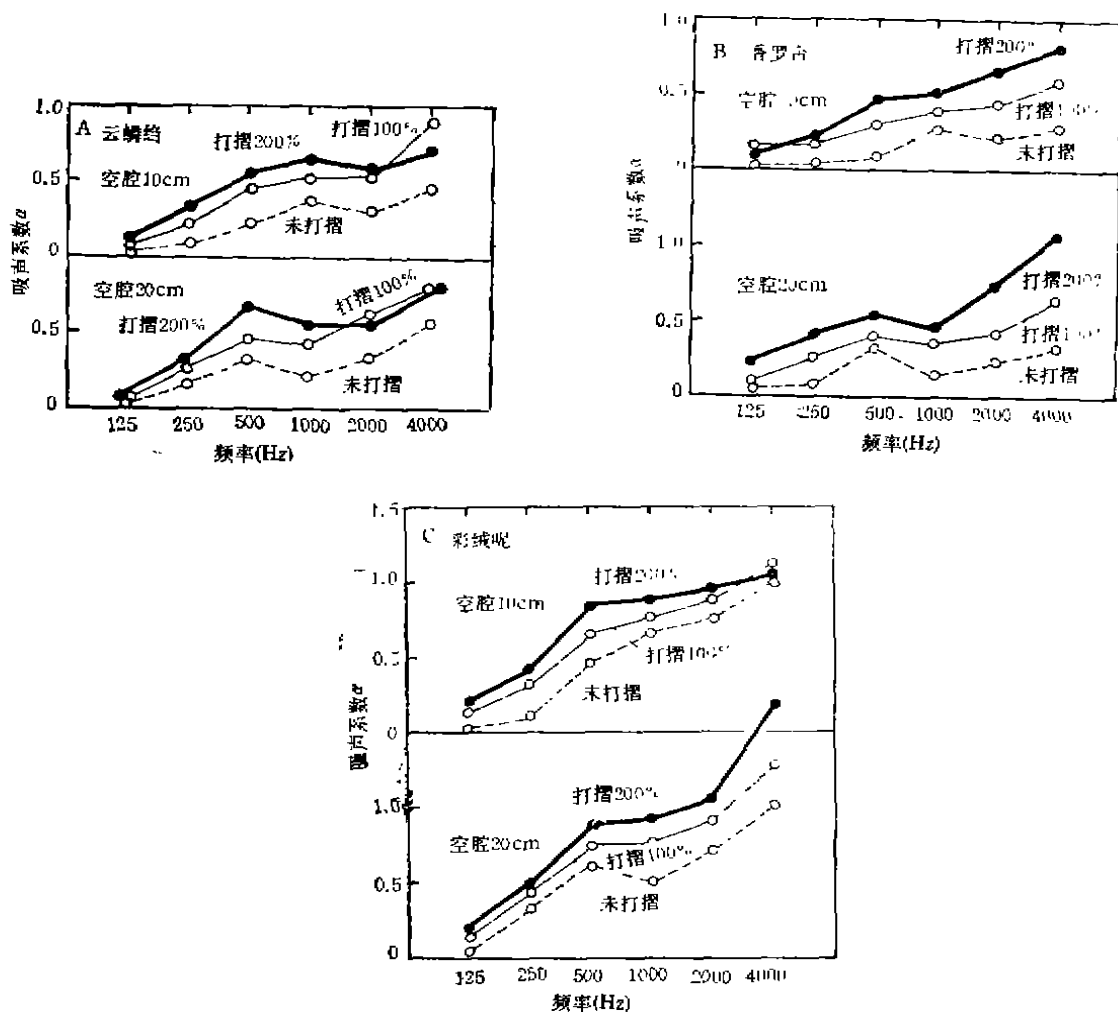


图4 云锦绉、香罗帘和彩绒呢不同打折程度吸声的变化

表2 各类帘幕不同打折程度的平均吸声系数

材 料 名 称	平 均 吸 声 系 数					
	空腔 (10cm)			空腔 (20cm)		
	不打折	打折 100%	打折 200%	不打折	打折 100%	打折 200%
彩 绒 呢	0.50	0.65	0.72	0.54	0.72	0.87
来 福 呢	0.30	0.61	0.75	0.34	0.57	0.77
香 罗 帘	0.18	0.34	0.47	0.18	0.36	0.56
云 锦 绉	0.32	0.45	0.48	0.28	0.44	0.49
灯 芯 绒	0.42	0.57	0.64	0.40	0.62	0.72
平绒, 红布(双层)	0.39	0.62	0.84	0.47	0.65	0.79

六、帘幕悬挂在房间中央的吸声作用

帘幕有时可用来分隔室内空间, 为了了解

应用声学

这种布置的吸声作用, 我们把平绒与红布制成的帘幕试件(高×宽为 2.8m×5.4m)悬挂在混响室的中央, 试件的下边边缘碰到地面, 左右两侧边缘离墙 70cm, 而上边边缘离平顶 260cm。测得的吸声系数如图 5 所示。125—4000Hz 的

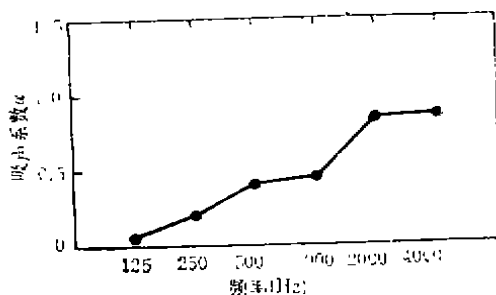


图5 平绒与红布制成的双层帘幕悬挂在房间中央时的吸声系数

平均吸声系数达 0.63, 其吸声比不打折时的效果好得多, 相当于打折 100% 空腔为 10cm 时的吸声系数。

七、结 论

纺织品帘幕的吸声系数与材料组织结构、

附录: 一些帘幕材料的吸声系数(混响室法)

材料名称	空腔(cm)	打折程度(%)	单位面积重量 (g/m ²)	125	250	500	1k	2k	4k
灯芯绒	10	未打折	337	0.02	0.16	0.53	0.48	0.59	0.74
	10	100	674	0.05	0.25	0.80	0.84	0.84	0.62
	10	200	1011	0.23	0.42	0.92	0.83	0.81	0.61
	20	未打折	337	0.04	0.24	0.41	0.51	0.64	0.56
	20	100	674	0.03	0.48	0.77	0.89	0.82	0.74
	20	200	1011	0.31	0.44	0.91	1.05	1.02	0.61
平绒与红布组成的 双层窗帘	10	未打折	457	0.05	0.13	0.21	0.73	0.66	0.53
	10	100	914	0.12	0.44	0.83	0.88	0.81	0.65
	10	200	1371	0.18	0.66	1.01	1.09	0.95	1.15
	20	未打折	457	0.10	0.40	0.51	0.56	0.55	0.67
	20	100	914	0.11	0.56	0.74	1.03	0.81	0.62
	20	200	1371	0.19	0.49	1.02	0.98	0.94	1.11
	挂在房间中央		未打折	457	0.11	0.29	0.56	0.77	1.09
彩绒呢	10	未打折	375	0.04	0.11	0.46	0.66	0.75	1.00
	10	100	750	0.13	0.31	0.65	0.77	0.89	1.12
	10	200	1125	0.21	0.41	0.85	0.87	0.95	1.02
来福呢	10	未打折	265	0.04	0.06	0.15	0.37	0.52	0.66
	10	100	530	0.10	0.35	0.58	0.70	0.77	1.15
	10	200	795	0.26	0.51	0.85	0.80	0.99	1.11
香罗帘	10	未打折	227	0.02	0.05	0.19	0.28	0.23	0.28
	10	100	454	0.16	0.18	0.30	0.39	0.44	0.58
	10	200	681	0.12	0.23	0.47	0.51	0.66	0.82
云锦绉	10	未打折	100	0.04	0.06	0.15	0.37	0.52	0.66
	10	100	200	0.10	0.35	0.58	0.70	0.77	1.15
	10	200	300	0.26	0.51	0.85	0.80	0.99	1.11

参 考 文 献

- [1] 项端祈, 吴佩刚, 应用声学, 4-1(1985), 26-31.
[2] 项端祈, 王峰, 吴竹莲, 陈金京, 葛视刚, 工程声学, 北

京大学出版社, 1988, 62-81.
[3] 中国建筑科学研究院物理研等编, 建筑声学设计手册, 中国建筑工业出版社, 1987, 167-177.
[4] 中华人民共和国国家标准, 混响室法吸声系数测量规范, GBJ 47-83, 化学工业出版社, 1983.

厚薄(单位面积重量)、后背空气层以及打折程度等因素有关。通过一些材料的实验结果表明, 空腔 10cm 和打折 100% 比无空腔和不打折时的吸声系数提高显著。当增大空腔到 20cm 和打折 200% 时, 其吸声系数仍有所提高, 但增量较小。

许多材料帘幕通过留空腔和打折后的平均吸声系数可高达 0.7—0.9 左右, 起到了强吸声的效果, 因此它不仅可用于厅堂音质调节混响时间, 而且还可利用它进行吸声降噪。尤其是阻燃防潮织物产品的生产, 使帘幕的声学应用场合更为广泛。

苏州纺织品研究所提供了一些测试材料, 张士龙和朱芳英同志参加测试工作, 王季卿教授对本文提过宝贵意见, 作者在此表示感谢。