

(64) 出国参观考察报告之74

英国絕緣材料考察报告

(内部資料・注意保存)

中华人民共和国科学技术委员会情报局編印

一九六四年十月

說 明

我有关部门曾派程震文等同志，赴英参观今年在伦敦举办的国际绝缘材料展览会，并在会后参观英国有关企业单位。该组同志回国后，将参观所见整理成册，现印发有关部门参考。

本报告中第一部分由张瑞敬同志编写；二、六部分由郭鍾福同志编写；三、五、七部分由沈文瑜同志编写；第四部分由郭鍾福、张瑞敬同志共同编写。

本报告仅供内部参考，請勿公开引用。

目 录

一、英国振动绝缘概况.....	(1)
二、英国建筑用泡沫塑料.....	(8)
三、烟灰陶粒.....	(24)
四、米特兰有机硅公司 (Midland Silicones Ltd.) 技术服务部 (Tech. Service Dept.) 参观报告——有机硅的技术应用.....	(29)
五、喷射泡沫混凝土.....	(36)
六、氯化石蜡在聚氯乙烯加工中的应用.....	(39)
七、喷射尿醛泡沫塑料.....	(42)

英国絕緣材料考察报告

赴英絕緣材料考察小組

一、英国振动絕緣概况

(一) 概 况

振动和噪音随着机器设备的广泛采用给人们带来的麻烦越来越显著了，机器的振动通过基础传给其他设备，造成干扰和损失，给操作人员带来很大痛苦，增加疲劳，偶然事故也随着增多，使生产力降低，因此振动绝缘的要求越来越迫切。

随着科学的发达，精密仪表和电子设备的采用已大幅度的增加，为了保证它们的精度，必须要采用减振装置，尤其高空设备(军事航空、导弹)及艦船，在振动环境和特殊条件下，使它们不因振动的干扰而影响工作，对减振装置的要求更加突出。

因此，减振装置近来已发达成为不可少的装置，是安装设备十分重要配件。各国对减振的研究及其装置的生产大量增加，供应越来越多的需要，英国在这次绝缘材料展览会上展出的24家中生产减振器的就有6家，占25%，未参加展出的减振器制品工厂也可能不会少。估计，研究和生产减振器的工作人员约有20,000人，形成一支专业性的队伍。

减振器随着科学的发展，品种不断增加，结构不断改进，生产的规格也不断增多，以适应客观的需要。从生产采用的原材料看，英国目前已有五种类型减振器，即是弹簧减振器、空气减振器、橡胶减振器、软木减振器和钢丝垫减振器。弹簧和空气减振器适用于减小频率低的振动，软木减振器则适用高频。弹簧减振器发展最久，空气减振器和钢丝垫减振器则为最近的新产品。橡胶减振器应用最广，生产的品种规格最多，在这次展览会上展出的6家公司中就占5家。钢丝垫减振器为适应特殊环境工作条件(高空)而设计的，因为它的性能优越，现在一般工业设备和其他部门也采用了，目前英国生产这种减振器只有一家公司，他们的产品也在这次展览会上展出了。

就这次展出及参观了解到的一些情况看，英国在减振器方面是较先进的，就某些产品看是世界水平的(如钢丝垫减振器和橡胶与金属胶粘各种减振器)。橡胶减振器英国已向欧洲各国作技术出口。

(二) 橡 胶 减 振 器

1. 减振垫和水平减振架 (Level Mounts)

橡胶减振器最简单的一种就是橡胶减振垫，它是一种用氯丁橡胶做成的柔软垫子，可以耐油，垫子上有凸出减振筋或有分布的圆柱形(钉头形)的凸出。

Metalastic 公司的减振垫规格如下：

代 号	型 式	尺 寸
15/1279	有圆柱形凸出的	$15\frac{1}{4}"$ 方 $\times$ $1\frac{1}{8}"$ 厚
15/1280	有筋的	$15" \times 12" \times 1"$ 厚
15/1281	压缩柱	$15\frac{1}{2}" \times 12" \times \frac{3}{4}"$ 厚

用不同橡胶配方,可以得到能承受各种负载的垫子,每平方英尺可承受的最大额定负载分别如下:15/1279, 860磅, 15/1280, 5850磅, 15/1281, 14400磅。

使用时,在机器底脚下垫一层减振垫,非常简易,效果却很显著,可减小振动90%以上。

Vulcascot 公司生产的双面有交叉筋条减振垫,标准厚度为 $5/16"$,大小有 $14" \times 18"$, $18" \times 18"$ 两种,额定负载为 $3\frac{1}{4}$ 吨/呎²。英国有200多家工厂向他们订购这种减振垫,Vulcascot 公司利用减振垫与金属板粘在一起组成水平减振架,用螺钉订在减振架上,同时用来调整机器底脚高低,安装机器非常方便,不需在基础上打地脚螺钉孔,免除了在底脚下加垫片的麻烦,给搬动机器重新安装创造了条件,机器底脚厚 $5"$ 时, $9" \times 9"$ 的水平减振架,每块可承受4500磅的负载。(图1)

减振垫除直接垫在机器底脚下及与钢板组合作成水平减振架外,尚可垫在混凝土基础块下作振动绝缘用,按机器尺寸及重量设计安装混凝土基础块,如绝缘原动机时,在基础块的下面及四周都加上减振垫,如绝缘外界力的振动时,只在基础块下面加减振垫就可以了,在基础四周要留有间隙,如图2所示,一家工厂在安装一台精密曲轴磨床时采用基础块下面加减振垫的方式解决了50码远一台重型锻锤的影响。

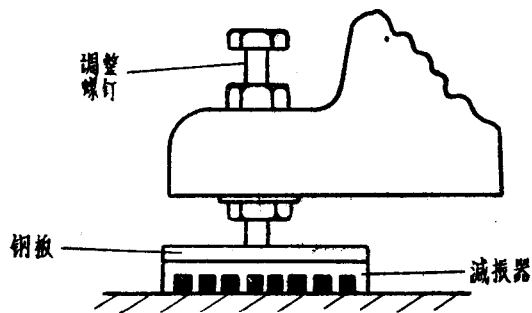


图 1

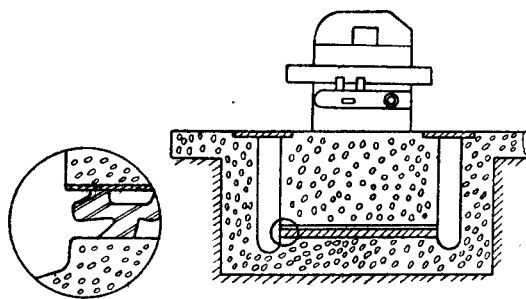


图 2

设计基础块时应收集下列数据:

- (1) 安装机器设备的描述;
- (2) 机器设备的总重;
- (3) 机器底脚的全部尺寸;
- (4) 设备的重心位置(大概);
- (5) 主要的扰动频率(disturbing frequency);
- (6) 不平衡力的介绍;
- (7) 安装基础块周围土壤情况;
- (8) 全部空间限止。

Metalastic 公司的减振垫还可用来作试验室、广播室的噪音和振动绝缘。英国广播公司 (B.B.C) 的一些广播室就“浮”建(floated)在该公司的减振垫上,以防止从50呎处地下火车传来噪音的干扰。一般土木建筑分布其重量在一大片面积上是不现实的,该公司又设计了一部能承受大负载的夹心减振装置 (bonded rubber sandwich mounting), 类似的减振装置可用于桥及其他建筑上,以容许它们能有相对运动。

2. 橡胶与金属胶粘的减振装置

橡胶与金属胶粘技术在英国发展很快,英国帝国化学公司有专门研究机构研究这一工作,他们把氯化橡胶20 (橡胶配方), 16.6%; 二氯乙烷1:2, 50%; 及异氰酸酯TX, 33.4% 作胶粘剂把橡胶与金属胶粘,已取得满意的结果,得到的最大负载如下:

金属名称:	铝	黄铜	生铁	紫铜	软铜	磷青铜	不锈钢
最大负载(磅/吋 ²)	1105	1200	1190	400	1250	1160	900

Metalastic 公司的橡胶减振器就采用了胶粘法(用什么胶粘剂不知)。如使用在战艦上的双“U”型减振器,有较大的弹性,它是靠橡胶承受负载,胶粘剂受剪力。他们把橡胶与光滑钢表面胶粘,可达到60公斤/厘米²的粘合力,通常使用时考虑到安全系数,只采用3—5公斤/厘米²,在出厂检查时要经过每平方厘米10公斤力的试验。

双“U”型减振器可保护装在战艦上的仪表和电子设备,避免了振动和冲击的影响。它的结构简单,由钢板变成两个“U”形尺寸不同的固定架,口对口,小的套在大的中间,在两个“U”固定架间用胶粘剂与橡胶胶粘,然后再检查试验。(图3)

Metalastic 公司cushyfoot 型减振器用来绝缘内燃机,发电机组、压缩机,纺织机和印刷机……等的振动的。减振器设计在剪力和压力下承受负载。长度铅垂和前后三个方向有不同的弹性,长度方向最大,铅垂方向其次。前后方向可受压力,硬度最大,这对于某个方向要求有较大变形时特别有利,当围绕一垂直轴对称装置三个或三个以上同型减振器时,各个方向可得到相同的变形。

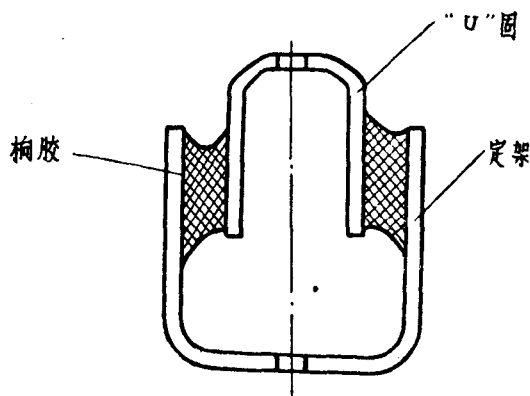


图 3

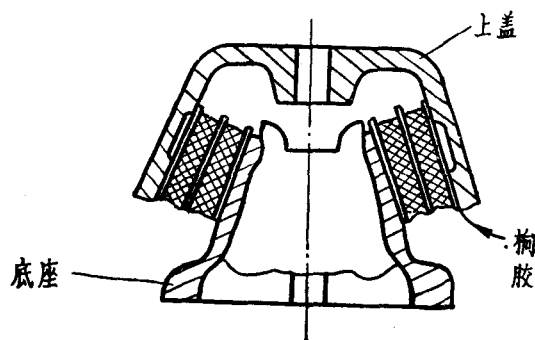


图 4 Cushyfoot型的剖面图

选择减振器首先要考虑低频减振,如低频率振动问题解决了,高频自然不会振动,因为共振都发生在低频。在适宜的减振作用时,减振器的挠度与扰动频率有关,每个扰动频率都有一个最小的允许挠度,超过这个限制时将得不到良好的效果,加大的当然无问题,太大时不经

济, 减振器最小的允许挠度 (Δ) 与扰动频率 (f) 的关系如下:

f (rpm) 400, 500, 700, 800, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000。

Δ (英寸) 1, 0.6, 0.35, 0.25, 0.2, 0.1, 0.07, 0.05, 0.04。

几个例子:

(1) 一底板下用 6 个减振器, 减振点固定重量 W 和有关尺寸如图 5。

把重量 W 分为 w_1 (作用 AB 间) 和 w_2 (作用 BC 间) 分别作用相邻减振器间, 沿 AB 中线取力矩, 则 $w_1 b = w_2 a$

$$\text{在 A, A}_1 \text{ 处减振器的负载} = \frac{w_1}{4}$$

$$\text{在 C, C}_1 \text{ 处减振器的负载} = \frac{w_2}{4}$$

$$\text{在 B, B}_1 \text{ 处减振器的负载} = \frac{w_1}{4} + \frac{w_2}{4} = \frac{W}{4}$$

根据扰动频率及允许的挠度与负载选择合适的减振器。

(2) 一底板下放 4 只减振器, 减振点固定如图 6。

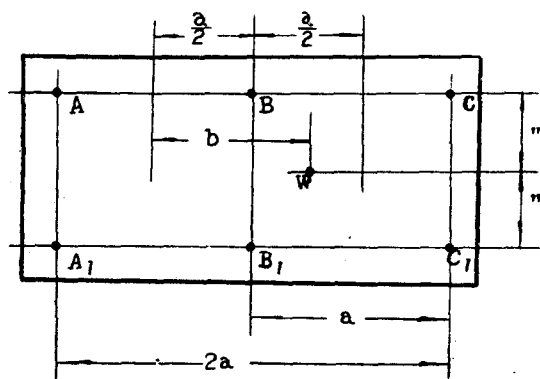


图 5

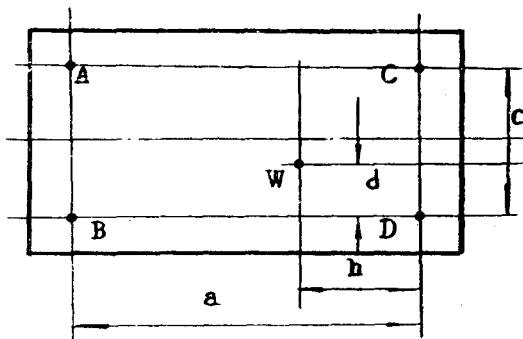


图 6

用取力矩法先求得作用在 A, B, C, D 各点重量得:

$$W_A = W \frac{b}{a} \cdot \frac{d}{c}$$

$$W_B = W \frac{a-b}{a} \cdot \frac{d}{c}$$

$$W_C = W \frac{b}{a} \cdot \frac{c-d}{c}$$

$$W_D = W \frac{a-b}{a} \cdot \frac{c-d}{c}$$

已知各减振器承受的重载, 可根据扰动频率及允许的挠度选择合适的减振器。

柴油机组大多数在 1000 转/分或者高一点, 一般 cushyfoot 型减振器可以适用, 但单缸柴油机具有比较重活塞者例外, 柴油机使用减振器并不能减少机器本身振幅, 只是把振动与地板和其他设备绝缘起来, 故与柴油机和一切连接应该用弹性连接, 才能保证不受柴油机振动影响。

在楼上安装机器时,应注意楼板因跨度引起的变形,设楼板变形为 d ,则选择减振器的挠度应考虑更大些,考虑挠度为 $3d$,如图7。

低频率橡胶减振器,主要用于仪表和电子设备,它可承受负载小,挠度大,可受冲击,结构很简单,一个橡胶环胶粘两个固定用螺钉,如图8,当受压力时能受严重冲击,安装时一定要避免使它连续受拉力。

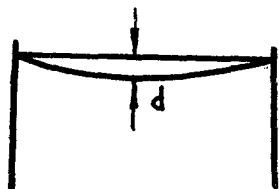


图 7

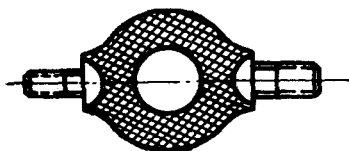


图 8

(三) 鋼絲墊減振器

第二次世界大战末期,美国发明了钢丝垫减振器,到现在生产已二十多年,两年前英国 Delaney Gallay 公司自美国购买该减振器专利在英国制造,在英联邦国家销售,现在英国生产该减振器只有他们一家。

在第二次世界大战期间,美国人 C·S 鲁宾逊负责航空摄影工作,由于发动机与气流的影响,飞机上振动得很厉害,不能得到良好的空中摄影,于是他就专心思索安装在飞机上的设备的减振问题,通过研究发明了钢丝垫减振器,它能满足高空设备的减振要求。该减振器开始只用于军事航空,导弹特种设备,现在已推广于民用航空,车辆,舰船及一般工业设备。

有机材料不能满足高空工作条件,因此采用金属材料制造用于高空的减振器,但钢弹簧又不是理想的减振设备,因为要达到良好的减振效果,减振器的自然频率必须低于扰动频率的 $7/10$,也就是说,必须得到低频率的减振器。要弹簧达到频率低时,必须降低它的硬度,硬度降低,设备安装在它上面就不稳定;另一方面,有效的冲击绝缘却需要一个硬度大的减振器,这就产生了矛盾。而且,弹簧缺乏固有的阻尼作用,如存在自然频率的谐波与扰动频谱相同时,有加大振动趋势,冲击后,衰减周期加长,防冲效果很差。

钢丝垫代替弹簧完全满足了既能减振又能防冲击的要求。钢丝垫减振器的钢丝垫为该减振器的主要部分,它是用直径为 0.10 毫米的不锈钢丝制成的,用类似织袜机把不锈钢丝先编织成袖筒形开口网,把它折皱,再卷成圆柱形的垫子,根据设计要求,在适当形状的模式中加压,压力要超过钢丝的弹性极限,于是就制成有固定形状和一定尺寸的钢丝垫,利用不同的钢丝和其他辅助零件可以做成各种减振器。

钢丝垫有一个重要特性,即它象一个有变化阻尼作用的弹簧,它的挠度与负载不成直线变化,负载增加大时,挠度增加小,因此在负载变化很大范围内,减振器的自然频率实际上是不变的。在振动条件下,非线性阻尼特性随位移大小而变化,在频率高振幅低时,阻尼小,当低频率挠动,振幅较大时,阻尼增大,而使通过减振器传出的振动就有效的压低了。

图9是用橡胶减振器与钢丝垫减振器在冲击激发下的示波图,钢丝垫的优越就显得十分突出了。

钢丝垫减振器因为用不锈钢丝的减振垫与不锈钢或氧化轻金属的辅助零件制造的,它的

抗腐蚀能力特别强，其特点如下：

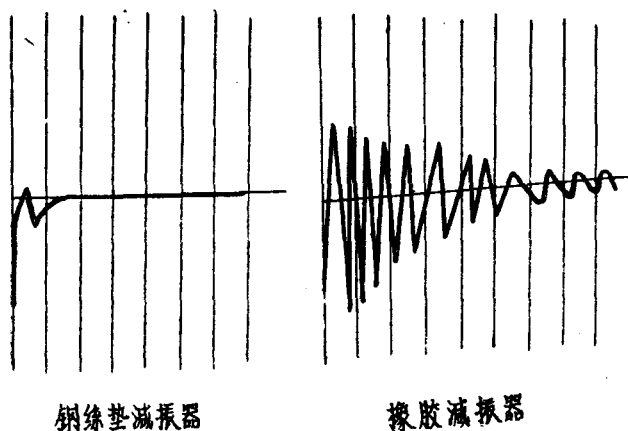


图 9

1. 独特的变化阻尼特性，可以降低在共振时的振动（比橡胶的强3倍），在低频率时有良好的减振性能。

2. 安装设备非常简便和稳固。

3. 在负载变化很大范围内，能维持工作性能。

4. 不受腐蚀物质的影响（如盐，臭氧）。

5. 可在 -90°C 到 $+195^{\circ}\text{C}$ 温度范围内工作。

6. 不怕油、菌和阳光照射。

7. 不受砂、灰尘、水……等的影响。

8. 寿命较长。

最近一个最有趣的发展就是伦敦州（LCC）为了减轻在运送途中由于振动冲击给严重病号带来的痛苦，用钢丝垫减振器装在野战医院的担架床上做试验，取得满意的效果。把一张床放在一块振动台上，中间加钢丝垫减振器，将床及振动台的振动信号送到示波器，当振动台以较大的振幅在示波器中显出该波形正在振动时，床几乎不振动，在示波器中显出的是一条近似直线的波形。

为说明钢丝垫的阻尼大，在展览台上他们做了表演，在一个底座上安装三个相同的杆子（约200毫米长），一个杆子下面用弹簧减振器，一个下面用橡胶的，另一个下面用钢丝垫的，各减振器的尺寸基本相同，用手把杆子搬斜一个角度，然后放手，观察各个杆子运动的情况。

用弹簧减振器的杆子，来往摆动很久，摆幅很大。

用橡胶的杆子，比用弹簧的摆动小，停止也较快。

用钢丝垫的杆子马上停止摆动。

另一个有趣的表演，是在一台振动台上放两只架子，在每只架子上放一装着乒乓球的匣子，架子与振动台中间加不同的减振器，一只架子下用钢丝垫减振器，一只下用橡胶减振器，当振动台以不同频率和振幅振动时，用橡胶减振器匣子里的乒乓球跳动都很厉害，共振时跳得更高，但用钢丝垫减振器匣子里的乒乓球基本不跳动，当共振时跳一下即停止。这个例子也说明钢丝垫减振器性能的优越性。

现在美国和西欧各国已生产了约1500000只钢丝垫减振器用于各种设备中，Delaney Gally公司生产的品种从轻型的（每只能承受 $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{3}{4}$ 磅负载）到重型的（每只10000—20000磅），应用情况大致如下：

用 途	减振器型号
军事航空，导弹的电子设备	9301, 9302, 9303, 9304, 及 K 375（满足美国军事说明：MIL-E-5272A, MIL-E-5400, MIL-T-5422

的要求)。

民用航空

K 710, 1374, K 109, 1995, K 740, 867。

直升飞机

1355

艦船设备

w 734, w 583, w 302, w 113。

車輛

w 504, w 1047, w 681。

工业设备

1133, w 300, w 139, w 104, w 117, w 227, w 866。

装箱

w 519, w 442, w 441, w 582。

选择减振器时,要使减振器的自然频率约为设备最低扰动频率的 $\frac{1}{2}$,很低的频率可以看作冲击,选择减振器时,自然频率应该为它的两倍,这样才可能避免发生共振或接近共振现象。当振动有几个扰动频率时,应该研究其中主要的一个。其次要注意重量分布,如在底板上安装机组时,则要知道底板及每台机器的重量,以及它们的重心位置,按预定安装位置和分布求出每减振器的负载,然后再选择减振器。

如空气压缩机等振动较大的设备,最好把基础加重些(大于机器的10倍),使重心下移。

选择几只减振器好,要根据底板的刚度而定。如刚度差,则多用几只减振器,一般講用小型的。多用几只比用大型的少用几只经济些。

(四) 試驗研究工作

英国生产减振器的各公司都非常重視研究工作。从我们这次参观訪問的几家看,都有比较完整的试验室、试验设备和相应的研究人员,根据参观交談,他们的研究工作大致可分为三类。

(1) 改进结构,提高产品质量和发展新产品的研究;

(2) 改进生产工艺的研究;

(3) 为用户作技术服务的研究。

其中以为用户技术服务为重点。他们的出发点是为了推銷产品,多得利润,但的确为用户解决了一些问题,一般講用户在这方面的专门知识缺乏,也沒有专门的试验设备,疑难问题也必须找制造公司代为研究解决。当标准的减振器不能解决某一振动问题时,他们根据试验数据专门为解决该问题设计新产品。

Delaney Gallay公司有测量噪音,研究振动的专题设备。他们采用晶体换能器 (crystal transducers) 貼于被试物件上适当部位,测量振动。从换能器来的信号可以直接供給频率分析仪 (frequency analyser) 和记录器或先供給记录带,振动值可用位移来测量 (范围0.0001到0.5),化为加速度自0.001g到10000g。

他们用晶体加速表 (crystal accelerometer) 貼于被试物件的适当部位测量冲击;用示波器信号供給与照相机组合而成,在10到15秒的时间里,照下冲击波形并测出冲击值,其测量范围0.1g到10000g。

Delaney Gallay公司有2台美国制造的(型号all America st.) 低频率振动试验台,可试重量100磅、频率至60赫、振幅至 $\pm 0.075"$,可以在垂面或水平面内作正弦波振动。频率高至5000赫的试验在一台大型振动台(V·1001型)上进行,这个试验台可试 $\pm 0.5"$ 的位移,士3500磅的推力。它是英国减振器制造厂试验室中最大的一台,这个振动台是用自动振动激发机 (Bruel & Kjaer automatic vibration exciter) 控制的,能自动地通过任何已

給頻率范围和控制振幅或加速度。

用这些设备可以研究各种振动问题，而求得解决。

此外在Metalastic公司参观了几个试验室。在一个小型试验室，他们在自制的一个可加5吨负载的振动台上，正做机车轮轴减振器的自然频率试验，研究最适宜的机车用减振器的结构。据说，英国火车轮轴上已采用他们制造的橡胶减振器代替了弹簧减振器。它的优点是寿命长，不用维护。在另一个试验室他们自制了一台简易冲击试验设备。两根钢管的杆子（A）互相距约1米远竖立在那里，象跳高架的杆子一样，上面有几个放横杆的档（B），

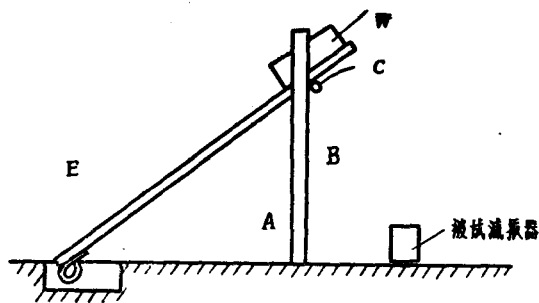


图 10

档梢上放横杆（C），在通过竖杆（A）中垂线约1米处在地上固定一铰链（D），铰链上焊着一根支持杆（E）在支持杆的另一端有重物（W），试验时把横杆（C）向外拨，重物就突然下落給被试物件以冲击。这是一个土办法，也没什么先进处，但很简单，侧视图如图10。

在另一个试验室里他们正在作双“U”型减振器的静剪力试验，是利用一台压床，几只千斤顶做成简易设备。

另有一个大约100米²的试验室，分成几个小型试验间，有小型振动台设备，有测量振幅和频率的测量仪表：一只是西德（Auskania）的用机械法测量振幅和频率自动记录测量仪器，还有一只简单电子管仪器（SKIM型），可测量20—25g的振幅。

制造减振器的材料除本文談到的五种外，最近国外又研究用泡沫塑料制造减振设备。但从最近发展看，橡胶减振器仍将在一般应用范围内保持它的优势；在特殊工作条件下，钢丝垫减振器则应该受到重视，由于它有不受温度、湿度、霉菌及腐蚀性物质的影响，又有优异的阻尼和减振防冲击性能，为高空、海洋环境中良好的减振设备。

二、英国建筑用泡沫塑料

（一）概 說

近年来泡沫塑料工业生产，发展很快，建筑业上，应用日多。

英国1962年塑料在建筑业上总用量为130,000吨，同年建筑总投资为30亿英镑，塑料费用占2%。塑料中泡沫塑料仅占4,000吨（3%总量）。但就体积言，塑料固体总用量为4,800,000呎³，部份固体制成的泡沫塑料即有8,000,000呎³，不能说是小数字了。

1963年，就泡沫聚苯乙烯耗用量言，每千万人口，消费吨数，西德为3,570吨，美国1,670吨，英国925吨。

泡沫塑料结构，分闭孔及开孔两大类，闭孔结构间，互不贯通；开孔则透气、液体能串透。一般闭孔的硬质多，开孔的软质多，建筑上为绝热计，采用闭孔的硬质较多。

泡沫塑料种类甚多。常用的有聚苯乙烯、聚氨酯、尿醛、橡胶等。每种塑料,各有特长,选择时从价格、物理性能、加工难易程度等考虑,兹据立脱尔公司(A. D. Little Ltd.)统计,美国1962年各种泡沫塑料用量及1970年估计量,摘录如下,作参考。

美国泡沫塑料消费统计(单位:百万磅)

应用场所分列:

软质及半软质泡沫	1962年	1970年	材 料 名 称
家 具	30	130	聚氨酯、乙烯类
汽 车	40	80	聚氨酯、乙烯类、聚烯烃类
床 具	12	80	聚氨酯
衣着内衬	7	20	聚氨酯
地 毯	少量	35	聚氨酯
包 装	2	20	聚氨酯、乙烯类、聚烯烃类
设备护罩	1	10	聚氨酯、乙烯类、聚烯烃类
其 他	10	25	聚氨酯、乙烯类、聚烯烃类
合 计	152	400	
硬质泡沫			
建 筑 业	20	180—480	聚氨酯、聚苯乙烯
包 装	20	70—200	聚苯乙烯
低温绝热			
用具及陈列品	10	75	聚 氨 酯
冷藏及加工室	14	30	聚 氨 酯
运 输	10	40	聚氨酯、聚苯乙烯
浮 标	10	15	聚氨酯、聚苯乙烯
军用及宇宙空间	3	10	聚氨酯、聚苯乙烯
其 他	13	25	聚氨酯、聚苯乙烯、其他
合 计	100	445—875	

材 料 品 种

软质及半软质泡沫	1962	1970
聚 氨 酯	140	350
乙 烯 类	10	30
聚 烯 烃 类	2	20
	152	400
硬 泡 沫		
聚 氨 酯	18	225—475
聚 苯 乙 烯	77	200—380
环 氧	2	10
酚 醛	2	5
其他(尿醛、聚酰胺、硅树脂、醋酸乙烯等)	1	5
	100	445—875

聚醚制造软聚氨酯泡沫量,1963年统计如下:

挪、瑞典、芬、丹	5,000吨
比、荷	2,000
法	5,000
西 德	4,000
聚酯型制泡沫量	11,000
英	10,000
日	5,000
澳大利亚	1,800
新 西 兰	500
南 非	1,200

(二) 硬聚氨酯泡沫

1. 组成

硬聚氨酯泡沫的原料及组成，主要有以下几种：

- | | |
|------------|-----------|
| (1) 聚醚； | (2) 异氰酸酯； |
| (3) 发泡剂； | (4) 接触剂； |
| (5) 泡沫稳定剂； | (6) 阻燃剂； |
| (7) 填料。 | |

2. 配方举例

兹以几家硬泡沫的配方，举例如下：

壳 牌 公 司 (Shell)		亨内维尔公司 (Honeywill Atlas)	
聚醚, Caradol G300	100份	G. 2410	47
异氰酸酯, Caradate 30	168	TDI	38.2
TCFM 11	20	TCFM 11	14.0
水	2		4
三乙基胺	1.5		
有机硅 DP2529	1	有机硅 DP2529	0.5
DABCO	0.5	DABCO	0.3

ICI (絕 緣 用)		ICI (大 块 用)	
聚醚 Daltolac 60	100	Daltolac 50	100
三氯乙基磷酸酯	15	TCFP	30
触媒 SFC	1.0	—	—
月桂酸二丁基錫	0.2	DBTL	0.5
硅有机 L520	1.0	L 520	1.0
TCFM-11	25	TCFM-11	45
异氰酸酯 SuPrasec D	145	SuPrasec D	196
		甘油	10
		水	1.0

3. 施工法选择因素

施工法有小量手混，机械混和，喷射等。选择时，视下列諸因素而定：

(1) 何类泡沫成型法：

- ①预聚体法； ②一步法；
- ③浇入法； ④喷射法；
- ⑤预发泡法。

(2) 设备选择适应单一的，还是多种方法的。

(3) 泡沫比重范围。

(4) 泡沫用途。

(5) 一次用量多少，注入处体积多大。

(6) 应用连续法还是间断法。

(7) 加入料自桶內吸取，还是从槽车引入。

(8) 设备与材料，工作时在何种地区，有无溫度控制必要。

(9) 其他施工特点。

4. 施工法举例

(1) 手混法——在未掌握产品性能前，先用手混和，从而确定大量施工方法及配方修正。

如以二组分预聚体1:1体积比，以电钻式手提混合，搅拌机转速1000转/分，每次混量约40磅，室温下10—15秒即完成，混合旋叶以铁片制成，如图11。

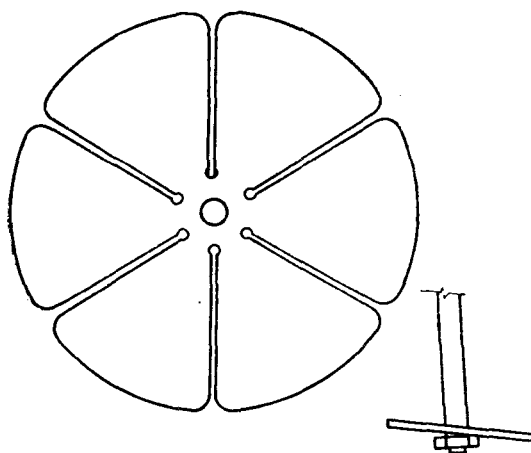


图11 搅拌器

小电机接一变压器，可调节动力，能避免飞散及空气旋入等弊病。

组成物配就后，放置溫度于20~25°C下，低温可久储，但使用前，须预热至室温。高温储存，能使Freon 11散失，同时亦使储器受压，肇致爆破危险，故最好不放在受热的地方。

组份 A：半预聚体 (Quasi-Prepolymer)，內有部分聚醚 G. 2400 (Honeywill)，发泡剂及全部异氰酸酯，已与聚醚化合，故游离异氰酸酯含量很少，比重1.23 α 25°C，粘度6泊， α 25°C (11泊 α 20°C 20

泊 α 15°C) 此处异氰酸酯都系精制过，故价格较后述一步法用粗制品的为贵。

组份 B：配方中余下的聚醚部份及发泡剂、接触剂、稳定剂等，粘度7泊， α 25°C，11泊 α 20°C，18泊 α 15°C。(注)

二组分等体积量好后，分别放入干燥洁净的容器，同时倾入适当容量的混合器中，开始搅拌混合，10~15秒后，即可倾出入模。

混和后情况：

A : B

1 : 1

成乳状时间

29秒

〔注〕现场浇注粘度小些，制块状体粘度大些，须用大混合机。

发泡时间	200秒
不粘手时间	200秒
硬化时间	314秒
硬泡沫物理性能:	
板条比重	2.3磅/呎 ³
筒心比重	1.9磅/呎 ³
%开孔	11.3
%可压性 (磅/吋 ²)	16.8
%可压性 (磅/吋 ²) (潮湿处理后)	12.0
%体积变形 (潮湿处理后)	+4.2
热变形 (°F)	266
剪力强度 (磅/吋 ²)	16.8
抗拉强度 (磅/吋 ²)	40.6
吸水性 (% , 48小时)	4.3
透水湿率 (perms/吋)	3.4
K-值(始值)	0.112
K-值(140°F, 10天后)	0.126

如硬泡沫须具有阻火自灭性能, 则用三组分, 第三组分C主要为阻火剂, 在发泡之前, 先加入组分B, (B + C) 一般储存期不超过十天, 如过期, 少量试用成功以后, 再正式使用。

重量配比如下:

组分	A	50
	B	35
	C	15

使用时 $A/(B + C) = 1:1$

混合结束后, 容器及搅拌机宜立即以丙酮或二氯甲烷清洗, 若等硬固后, 虽能剥下, 但费工。

发泡结束后, 多余的物料桶, 必须盖紧, 一面防止Freon11损失, 一面防止水湿浸入, 在预聚体中水份能引起作用, 产生压力, 故开桶盖时要注意。

异氰酸酯与聚醚作用时, 有强烈刺激味, 必须在排气良好的地方带轻型面具操作。

如有组成物或混合物, 溅及身上, 必须以冷水, 立即冲洗干净, 溅入服内, 立即灌冲大量清水。

(2) 喷射法——壳牌化学公司, 以一步法喷射成硬泡沫, 加有阻火剂。推荐配方如下:

组分A: “Caradol” S. I. 聚醚	100份 (重)
组分B: “Caradati” 30二异氰酸二苯甲烷	168
TCFM-11 三氯氟甲烷	50
三氯乙基磷酸脂 阻火剂	18.5

使用时, 以“凡京”公司(Viking Eng. Co.)型号VA双组分计量机及“凡京”公司型号V喷射枪(扇形喷口)组合成套, 能喷射此二组分, 成保护涂层作绝热防腐等。比现场框架浇注法, 无须装架, 又快又经济。(见图12, 附图13—15)。

关于使用“凡京”机组, 该公司提供详细说明书。主要有二只活塞泵, 其间隙制造精度

为±5微米，能精确计量用料，经PTFE导管，到喷射枪，每分钟射量9磅，导管到喷枪间有橡胶质单向阀，用压缩空气混和喷射射量随枪上扳机而变，扳机借电连接到计量机TVA的马达上，同时有自动计时装置，可予定位置，范围在0.4到1000秒之间。

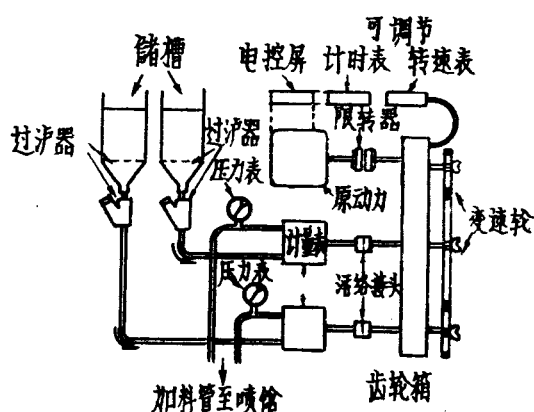


图12 计量机组

任何倾斜角度的面即使如天花板下面，也可喷涂。砖、石、铁板，可直接喷上，铝、钢板使表面毛糙些有利，太光滑的面，不易粘附，表面需无油污。聚酯类可以作打底材料，但聚丙烯、聚乙烯，PVC、聚苯乙烯不宜使用。

喷射时，人持枪，离待涂面3~4呎距离。如涂直立墙面，可自底部，水平条状地喷上，往复上行，扇形口可直立，使每个水平条的阔度，可达18吋。一般喷射量每分钟5磅，空气

压力60~80磅/吋²。喷射速度，每分钟约20呎²。每层泡沫厚度约1吋，比重约3磅/呎³。可每次1吋厚，继续喷叠到4~6吋厚，喷射温度20℃。

喷枪始终垂直于直立墙面，人身高所限，只能上下4~5呎，再高时须有脚手架子。

喷射时与温度有关。二组分起化学作用时，生成胶体，然后硬固产生热量，使TCFM-11气化，形成泡沫。三氯乙基磷酸脂不发生反应，仅留在泡沫中起阻火作用。如基层面较冷，则第一次涂层，表面不粘手的时间较长，影响以后涂层的硬固时间。在5~15℃时，24小时内可固化。

如喷射时温度低于10℃，则发泡时间长，垂直墙上，易使下流，遇到此情况，注意调节组份A，或涂层面加预热，或用快速移动枪口使第一层先薄些。

又过高的空气压力，亦会使组分温度降低，使涂层下延流失，减低压力可改善些，但过低亦不利于化学品的均匀混和，一般60~80磅/吋²为宜。

在喷射过程中，注意带面罩、手套。因压缩空气使化学品分散成雾，操作人易露着或呼吸着，室内须有良好通风，该类设备，下列二家可联系供应：

Plysu Products Ltd, Waburn Sands, Bletchley, Buckinghamshire, England.
R.F.D.Co.Ltd, Industrial Safty Div. Godalming, Surrey, England.

滤器，控制阀等，下述公司，亦可联系：

Spembly Ltd, Nuclear Energy Division, New Road Avenue, Chatham, Kent, England.

硬固后泡沫性能如下：

比重	2.5磅/呎 ³
闭孔率	91%
K-值	0.146
抗压：延上升向	52磅/吋 ²
垂直上升向	37磅/吋 ²
抗弯折：延上升向	56磅/吋 ²

燃性	自灭
用ICI喷射配方如下:	
(a) 树脂配比	份 (重量)
Daltolac 40	100
三乙醇胺	12
"Pluronic" L61	4
三氯乙基磷酸脂	30
水	$\frac{1}{147}$ (合计)

(b) 泡沫混合比:	
混合树脂 (a)	100
arcton 11	20
suprasec D	151

(c) 泡沫性能	
比重	2.7磅/呎 ³ (43公斤/米 ³)
抗压 (10%压缩)	29磅/吋 ²
闭孔率	85%
透水性	0.7Perms
吸水性	0.9% (体积)

(3) 空孔结构填充聚氨酯泡沫增加强度施工法:

矿山中支柱或冷藏货船上油槽架等, 都可采用矽聚氨酯泡沫。如矿中支柱, 填充硬泡沫配方如下:

Propylan RF-11(Lankro)聚醚	35.25
水	0.08
DABCO	2.5
B 617 (SiO ₂ 类)	0.40
Ethylene PB	0.5
PAPI异氰酸酯	490.8
细砂	261.9

各组份分别配混后, 一起倾入砂中, 用铲拌合, 约十余分钟。如水泥砂浆, 比较干厚, 即注入空心钢支柱中, 让其自行发泡固结。

空心钢支柱 (横断面100×400, 钢板厚约5毫米) 经此加固后机械强度可增大一倍。

油槽架, 未加强前, 二吨负荷, 8呎跨度, 中间弯陷 $28 \times \frac{1}{64}$ 吋, 加强后, 只 $19 \times \frac{1}{64}$ 吋, 一般强度可增高75%。

(4) 孔注层压法:

冷冻器、建筑墙板等多采用型材, 框架模留孔浇注, 层压成型。此外要求泡沫塑料定型后长度少变, 收缩要小, 故须注意多加些注料, 型架设计, 留孔分布适当, 产品比重控制在2.0~2.2磅/呎³间。

混和浇注机械供应, 可与下列单位联系:

Singer-Cobble Ltd, Gatc St. Works, Blackburn, Lanc, England.

Viking Eng. Co., 57 st. Simon Street, Salford 3, Lanc., Egland.

伦克魯化学公司用进口美制设备二台,制造厂为Admiral Equipment, Arkron, Ohio. 层压填充夹板,可增大强度与重量之比,作建筑及绝热之用。

面板可用纸板、木板、陶瓷板、PVC塑料板、石棉板、铝板、铁板等。框架放入压机 (ICI用LFGG Press、2米×1米,温度45°C,压力300克/厘米²) 周边密封好,留几个注入孔及四角放气孔(φ3毫米)。上下模板面积,视混和机能力(10~15秒内注完)及混和发泡物的流动性而定,一般为1米×1.2米。压机温度在35~45°C。按排好计量及计时器,以分布注射器伸入板框中。如机组能力为10~15公斤/分钟,可伸入10厘米,各加入口须满注到10~15%过量为止。此时压机压力约5磅/吋²。

板层厚3厘米,在热板上放置5分钟后取出(无加热设施,在压机上放置15分钟以上),如板厚8厘米,须20分钟,可作试验后确定。

成品比重为:

1 厘米板	70公斤/米 ³
2 厘米板	50公斤/米 ³
3 厘米板	38公斤/米 ³
4 厘米板	34公斤/米 ³

伦克魯化学公司介绍,美国勃脱魯公司(New Butler) F-103金属板面,硬质聚氨酯填充的建筑板材,总导热系数 μ 为0.10,板材1吋厚(板面有加固筋槽),能与12吋砖,加1/2吋一般绝热板,和1/2吋墙泥的绝热能力相比。F-103板每方呎重2.4磅,跨度14呎,图示两端架起后,能站立八人,设计耐风压强度到50磅/吋²。作建筑用墙板、屋面、农场上作蓄类房。施工很方便。

伦克魯公司又介绍加拿大亨脱公司(Humter Douglas Ltd.)亦做填充聚氨酯板材,建筑业上乐于采用。

(5) 预发泡法——(Pre-frothing)

喷嘴口设计,加出口螺槽,使混合料有时间在内预发泡,约当总量的3~5倍,喷出后,继续发泡约4~7倍,合计发泡(4×7)约为30倍,这样有多层,减压,散热量少等优点。伦克魯公司用立式有机玻璃框,自下部注入,制成块板(约6'×4'×6")。

米特兰公司介绍有机硅乳剂作泡沫孔均匀控制用时,亦推荐预发泡法。

5. 异氰酸脂类的防毒问题

该类化学品有毒。如TDI,空气中允许量为0.02PPm时能引起气喘,须储存户外,或通风好的仓库内,使用人需戴手套、面罩、围裙。如误吞入口,即饮大量水或食盐水使稀释或使吐出后,饮水及牛乳。如皮肤着着,用大量水或皂水洗涤,如面积不大,可用30%异丙醇水液擦洗然后以水或皂水清洗。

溅入眼目立即用水冲洗,(防止水压急射眼球)

场地清洗,可任择下列方法:

(1) 固体清场剂:

①陶土	38.5份	木屑	23.0份
②异丙醇	19.2份		
氨水 (0.88)		3.8	
三乙醇胺		3.8	