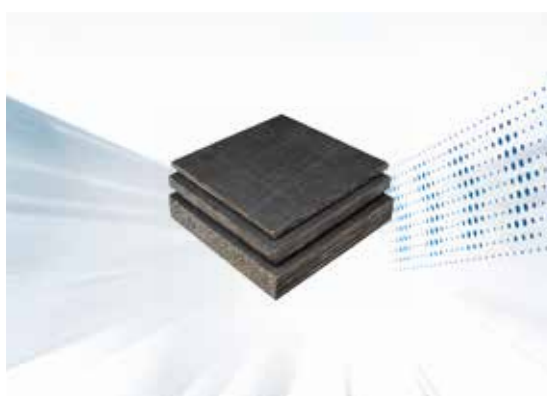
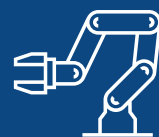




FABREEKA®
PAD减振材料/垫

STABILUS

机械工程与自动化





自 1936 年 以 来， 在 解 决 振 动 和 冲 击 问 题 领 域 Fabreka 公 司 一 直 都 居 于 领 导 地 位。 我 们 的 公 司 为 各 个 行 业 提 供 振 动 和 冲 击 问 题 的 整 体 解 决 方 案。

我 们 的 减 振 系 统 是 完 全 依 据 严 谨 的 工 程 理 论 和 成 功 的 实 践 经 验 设 计 的。

Fabreka 公 司 提 供 的 不 仅 是 减 振 器， 更 可 以 为 客 户 提 供 解 决 振 动 和 冲 击 问 题 的 工 程 方 案。

服 务

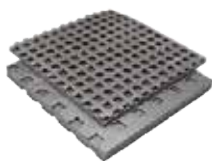
方 案

产 品

了 解 更 多 有 关 产 品、 服 务 以 及 相 关 应 用。 您 可 以 与 我 们 遍 及 全 球 的 分 公 司 联 络。



空气弹簧隔振系统



Fabcel 减震垫



减震套管



Fabcel 垫脚



DIMFAB

Fabreeka Pad 减震垫概述

Fabreeka® 弹性层压织物垫是一种科学设计并制造的材料，该材料由多层紧密编织轻量级的织布组成。每一层都充满含有霉菌抑制剂的弹性化合物。Fabreeka 的性能特别适合用于降低冲击、振动和结构传递噪声。

Fabreeka 符合以下规格

美国军标 MIL-C-882

美国军用环境标准 MIL-E-5272A

美国联邦汽车运输安全管理局

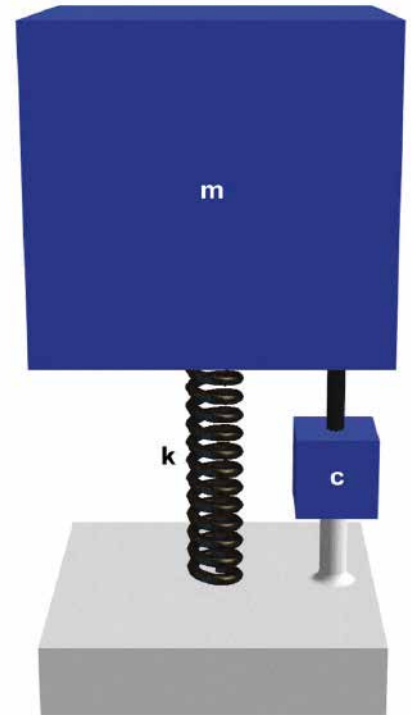
联邦公路项目道路和桥梁施工标准规范（1985 年）
P85 第 555.17 段，
第 378 页，预成型织物垫
第 506 页，FP96 中砌筑板的垫层。

美国国家公路与运输协会标准

公路桥梁的标准规范。预制织物垫：
第 16 版 - 18.10.2
第 17 版 - 18.4.9.1
第二版 ED.LRFD - 18.10.2

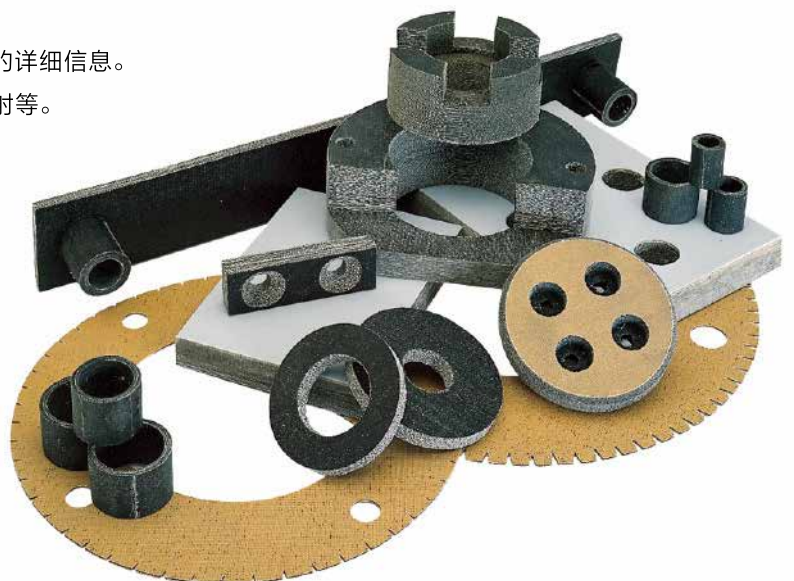
预制预应力混凝土研究所

设计手册（第五版），第六部分
6.10.3, Bearing Pad



Fabreeka 的工程部门可以提供工程设计说明和咨询服务。
在给出建议之前，需要知道以下信息：

1. 振动问题的性质。
2. 机器运行的速度和需要被隔离的干扰频率。
3. 机器的一般描述，包括重量分布。
4. 机器的安装位置，固定方式，支撑结构。
5. 地基的大小和形状，包括所有基础螺栓的大小和位置的详细信息。
6. 使用环境条件，例如温度、酸性、油脂、溶剂及辐射等。



Fabreeka Pad 减震垫特性

抗压强度

在击穿前，Fabreeka 将承受 10000 psi (69 MPa) 至 20000 psi (138 MPa) 的负载，具体取决于衬垫的大小和厚度。一般来说，压缩应力不应超过 2000 psi (13.8 MPa)，以延长使用寿命，不受设置和高安全系数的限制。

压缩特性

Fabreeka 由于其成分可压缩，并且不依赖于流动来提供必要的偏转。它在压缩和冲击下基本上保持了原来的长度和宽度。

永久形变和蠕变

Fabreeka 最大的优点之一是由于长期蠕变而增加的挠度限制在原始厚度的 5% 左右。当应力被移除时，Fabreeka 的永久变形也被限制在原始厚度的 5% 左右。这就解释了为什么 Fabreeka 在长时间的连续重负荷工作状态下仍然具有很高的隔离效率。

密度

1185 Kg/m³

压缩模量

Fabreeka 的荷载 - 挠度曲线是非线性的，因此其模量随荷载变化，并由下式确定

$$M = 1.5 \times \frac{\text{stress}}{\text{strain}}$$

在高达 2,000 psi (13.8 MPa) 的载荷下，它接近最大 23,000 psi (158 MPa)

与压缩模量一样，Fabreeka 的静态弹簧速率随载荷的变化而变化。这个公式是

$$K = M \times \frac{A_f}{T_f}$$

or

$$K = 1.5 \times \frac{\text{Force}}{\text{Deflection}}$$

阻尼

Fabreeka 具有高阻尼值（阻尼常数为 0.14）。它的连续振幅的比（2 到 1）是天然橡胶的 4 倍，是钢的 100 倍。对数衰减量是 0.69。Fabreeka 的高阻尼是由于它在每个周期的能量损失（滞后）为 25% 到 45%。

硬度和稳定性

Fabreeka 的 shore A 硬度值很高，达到 90 ± 5。这与有限的可压缩性相结合可以提供比其他类型的隔振器更高的稳定性。

使用寿命

Fabreeka 不寻常的强度及其在室内外承受使用情况的能力可确保长久的使用寿命和持续高效的性能。

电气绝缘特性

Fabreeka 的介电强度为 12500 伏特 (210 伏特 / 米)，电阻率为 $8.5 \times 10^9 \Omega$ 。（绝缘材料分级要求电阻率大于 $10^5 \Omega$ 。）天然橡胶的电阻率为 $10^{15} \Omega$ 。介电常数为 9.34，功率因数为 0.201，损耗指数为 1.881。上述所有值均为 Fabreeka 在 23°C 和 50% 相对湿度的标准室温条件下的值。

防水，耐油和耐热

Fabreeka 不受大多数油的影响，并且抵抗蒸汽、水、霉菌和盐水的影响。长期使用的持续温度暴露限值最高为 95°C，最低为 -55°C。

制造

Fabreeka 可以根据客户的要求和图纸提供垫片、垫圈、衬套和特殊的模具形状。也可以提供与 Fabreeka 结合的钢或塑料的特殊装置。

公差

垫长 / 宽	1.6 mm
垫厚度（平均）	5%
垫圈（外 / 内）	1.6 mm
衬套外径 / 内径	0.8 mm
衬套长度	0.8 mm

尺寸

Fabreeka 制造的标称厚度为：

1.6 mm	7.0 mm
2.4 mm	8.8 mm
3.2 mm	12.7 mm
4.0 mm	16.0 mm
4.8 mm	19.0 mm
6.0 mm	25.4 mm

Fabreeka 垫作为隔热垫时的性能

$$K = 1.9 \text{ BTU/Hr/ft}^2\text{/in/}^\circ\text{F} \quad K = 0.274 \text{ W/m}^2\text{K}$$
$$R \text{ 值} = T/K \quad R \text{ 值} = \text{热流阻力}$$
$$K = \text{热导率} \quad T = \text{隔振垫厚度 (in, mm)}$$

Fabreeka 垫可用于以下应用

- 需要一个减震垫和断热 / 绝热
 - 需要振动控制和断热 / 隔热（即屋顶安装设备、管道等）
 - 不平整的或纹理化的表面（即混凝土到混凝土或混凝土到钢柱）
 - 其他仅施加压缩载荷的应用
- 不建议 Fabreeka 垫用于结构节点连接，如阳台和檐篷。

Fabreeka Pad 如何吸收冲击

介绍

工业中遇到的冲击震动和振动问题以及由此造成的效率损失，修理费用和人体不适在过去一直很严重，随着重型冲击机械和高速机床的出现而加剧。

Fabreeka 将行业几乎所有阶段超过 65 年的实践经验与其产品的良好工程原理和知识相结合，具备了良好的装备来分析这些问题并提出建议。本主题简要说明了 Fabreeka 在减少冲击震荡传播方面的作用和有效性。

减震理论

根据其执行的工作，将机器传递给其基础的机器引发不同强度的干扰。为了说明冲击减震理论，可以考虑在其基础上刚性安装一台机器（锻锤，冲床等），这种冲击冲击最大限度地传递到周围的地面和结构中。随之而来的干扰通常非常明显，除了减少机器本身的使用寿命外，还禁止相邻设备的正确操作。

冲击震动条件的一个简单例子是给定重量的刚性物体通过给定的垂直距离落在地板上。参见图 1A。传送到地面的最大冲击力取决于使物体静止所需的地板挠度。地板挠度越小，最大冲击力就越大（如果给定的重量和垂直距离保持不变）。

为了确定这个冲击力，必须计算物体接触地面之前的动能。这个动能等于物体的重量乘以它落下的垂直距离。在撞击后，地板必须吸收这种动能来使物体静止下来。

例如：

$$\begin{aligned} \text{Object Weight} &= 2000 \text{ lbs. (8896 N)} \\ \text{Vertical Falling Distance} &= 50 \text{ in. (1.27 m)} \\ \text{Kinetic Energy Developed} &= KE \\ \text{ENGLISH} & \quad \text{METRIC} \\ KE &= 2000 \text{ lbs.} \times 50 \text{ in.} \quad KE = 8896 \text{ N} \times 1.27 \text{ m} \\ KE &= 100,000 \text{ in-lbs.} \quad KE = 11,300 \text{ joules} \end{aligned}$$

现在假设地板是一个正常刚性混凝土结构，在物体静止之前它将偏转 1/64" (0.4 mm)，我们必须分析地板的荷载 - 挠度曲线以确定最大冲击力 (F_1) 传输。

可以安全地假定曲线将是一条直线。换句话说，地板上的任何负载（力）都是地板产生的偏转的线性函数。参见图 1B。

图 1B 中的地板荷载 - 挠度曲线下方的阴影区域表示地板在使物体静止时吸收的动能。由于这个区域是一个简单的三角形，因此 (F_1) 传递的碰撞力，地面挠度和吸收动能的关系为：

$$\begin{aligned} KE &= \text{Curve Area} = \text{Area of a triangle} \\ KE &= 1/2 \times F_1 \times \text{Deflection} \end{aligned}$$

F_1 计算如下：

$$F_1 = \frac{2 \times KE}{\text{Deflection}}$$
$$\begin{aligned} \text{ENGLISH} & \quad \text{METRIC} \\ F_1 &= \frac{2 \times 100,000}{1/64} \quad F_1 = \frac{2 \times 11,300}{0.000397} \\ F_1 &= 2 \times 100,000 \times 64 \quad F_1 = 2 \times 11,300 \times 2,519 \\ F_1 &= 12,800,000 \text{ lbs.} \quad F_1 = 56,936,960 \text{ N} \end{aligned}$$

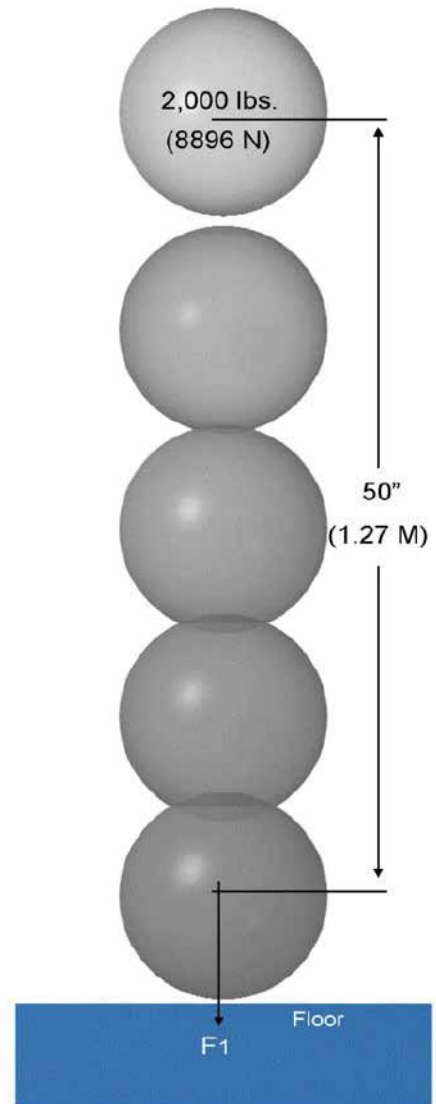


图 1A - 对地板的直接影响

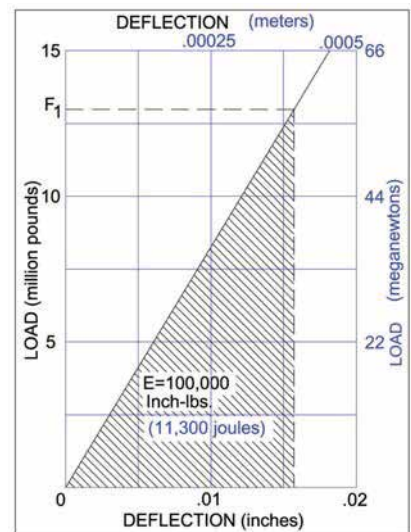


图 1B - 地板负载与挠度

这意味着当物体撞击地板时，由于地板同时偏转 0 到 1/64"（0.4 mm）吸收掉落物体的动能，因此传递到地板的冲击力从 0 值增加到最大值 12.8 × 10⁶ 磅（56.94 × 10⁶ 牛顿 [N]）。

让我们假设这个力的大小是有异议的，必须减少 75%。为了实现这种大幅度降低，Fabreeka 垫将被放置在地板的顶部，以充分吸收掉落的物体并吸收大部分动能。地板吸收的剩余能量将是在不使用 Fabreeka 垫的情况下增加最大 25% 的冲击力。另外，地板的挠度大大降低。

$F_2 = 0.25 \times F_1$

ENGLISH

$F_2 = 0.25 \times 12,800,000$
 $F_2 = 3,200,000 \text{ lbs.}$

METRIC

$F_2 = 0.25 \times 56\,936\,960$
 $F_2 = 14\,234\,240 \text{ N}$

See Figure 2A, B & C

请注意图 2B 中地板（E_s）和图 2C 中 Fabreeka 垫（E_f）的阴影区域，它们分别代表它吸收的初始动能的一部分。

很明显，在地板和 Fabreeka 衬垫之间产生的力一定存在一种平衡状态，因为它们吸收坠落物体的动能。该力为 F₂ 或 3,200,000 磅（14.2 × 10⁶ N）。

现在我们必须计算每个动能吸收的部分；即地板和 Fabreeka 垫分别为：

Floor:
 $E_s = \frac{1}{2} \times F_2 \times D_s$
Where:
 $D_s = \text{Floor deflection at } 3,200,000 \text{ lbs.}$
 $(14.2 \times 10^6 \text{ N})$

由于已知负载为 12.8 × 10⁶ 磅 (56.94 × 10⁶ N) 在地板上产生 1/64"（0.4 mm）的挠度，地板荷载 - 挠度曲线的斜率恒定，按比例计算 D_s 如下：

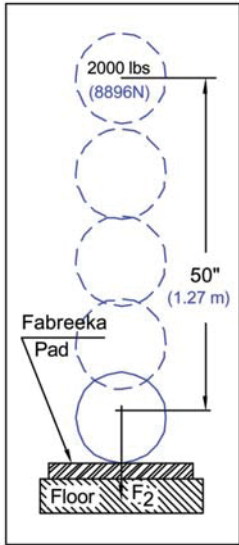


图 2A - 带有减震器

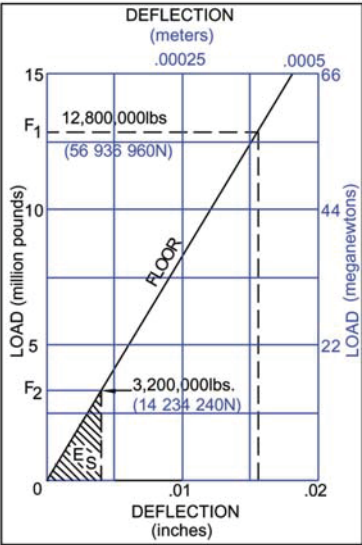


图 2B - 地板负载与挠度

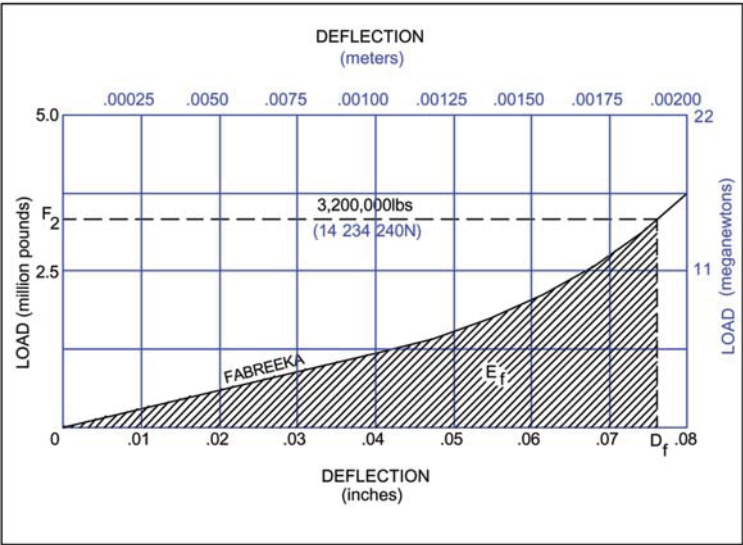


图 2C- Fabreeka 隔振器 - 负载与偏转

ENGLISH

$\frac{12,800,000}{1/64} = \frac{3,200,000}{D_s}$
 $D_s = \frac{3,200,000}{12,800,000 \times 64}$
 $D_s = 0.0039''$

METRIC

$\frac{56\,936\,960}{0.0004} = \frac{14\,234\,240}{D_s}$
 $D_s = \frac{14\,234\,240 \times 0.0004}{56\,936\,960}$
 $D_s = 0.0001 \text{ m (0.10 mm)}$

已知（D_s），我们现在可以计算 E_s

$E_s = \frac{1}{2} \times 3,200,000 \times D_s$
 $E_s = 1,600,000 \times 0.0039$
 $E_s = 6250 \text{ in-lbs.}$

$E_s = \frac{1}{2} \times 14\,234\,240 \times D_s$
 $E_s = 7\,117\,120 \times 0.0001$
 $E_s = 712 \text{ joules}$

记住

$KE = E_s + E_f$

现在，我们可以计算出 Fabreeka 垫吸收的原始 KE 的部分。

FABREEKA

$E_f = KE - E_s$

ENGLISH

$E_f = 100,000 - 6,250$
 $E_f = 93,750 \text{ in-lbs.}$

METRIC

$E_f = 11\,300 - 712$
 $E_f = 10\,588 \text{ joules}$

备注：Fabreeka 吸收 KE 的 93.75%，而地板只吸收 6.25%。

下一步是确定 Fabreeka 衬垫的面积和厚度，以满足既定的条件。

如果冲击不频繁，Fabreeka 的安全工作应力可高达 2,000 psi (13.9 MPa)。相反，如果频繁发生冲击（每秒一次），压力就限制在 500psi (3.5 MPa)。然而，由于 Fabreeka 的压缩应力超过 10,000 psi (69 MPa)，安全系数至少为 5 比 1。在这个例子中，我们假设冲击是相对频繁的，因此将工作应力限制在 1,000 psi (6.9 MPa)。最小面积 (A_f) 为：

$$F_2 = \text{Working Stress} \times A_f$$

$$A_f = \frac{F_2}{\text{Working Stress}}$$

ENGLISH	METRIC
$A_f = \frac{3,200,000}{1000}$	$A_f = \frac{14\,234\,240}{6.9 \times 10^6}$
$A_f = 3200 \text{ in}^2$	$A_f = 2.063 \text{ m}^2$

我们现在必须找到 Fabreeka 吸收动能而产生的应力之间的数学关系。这种关系来自于 Fabreeka 的应力与挠度曲线。为了方便起见，我们绘制了原始厚度百分比的应力和挠度。（参见图 3）。这样就可以确定任何厚度的 Fabreeka 的挠度。该曲线下方的面积给出了每单位体积 Fabreeka 储存的能量，其单位如下：

$$\text{Curve Area Units} = F/A_f \times 100 \left(\frac{D_f}{T_f} \right)$$

Where:

- A_f = Area of FABREEKA
- T_f = Original thickness of FABREEKA
- F = Force on FABREEKA
- D_f = Deflection of FABREEKA

ENGLISH	METRIC
Curve Area Unit = C A U	Curve Area Unit = C A U
$C A U = \frac{\text{lbs}}{\text{in}^2} \times 100 \frac{\text{inches}}{\text{inch}}$	$C A U = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times 100 \frac{\text{meters}}{\text{meter}}$
$C A U = 100 \times \frac{\text{in-lbs}}{\text{in}^3}$	$C A U = 100 \times \frac{\text{meter-N}}{\text{m}^3}$
$\frac{C A U}{100} = \frac{\text{in-lbs}}{\text{in}^3}$	$\frac{C A U}{100} = \text{joules}$
	Note: $\frac{\text{meter-N}}{\text{m}^3} = \text{joules}$

Fabreeka 减震垫平均变形量

负 载		厚 度							
PSI	MPa	14 层 15/64" 6 mm	17 层 9/32" 7 mm	21 层 11/32" 9 mm	31 层 1/2" 13 mm	39 层 5/8" 16 mm	48 层 3/4" 19 mm	64 层 1" 25 mm	
50	0.35	.08 mm	.10 mm	.13 mm	.15 mm	.20 mm	.25 mm	.33 mm	
100	0.69	.13 mm	.15 mm	.18 mm	.25 mm	.33 mm	.38 mm	.53 mm	
200	1.40	.20 mm	.23 mm	.30 mm	.43 mm	.53 mm	.64 mm	.86 mm	
300	2.10	.25 mm	.36 mm	.38 mm	.56 mm	.71 mm	.84 mm	1.12 mm	
400	2.80	.30 mm	.38 mm	.46 mm	.69 mm	.84 mm	1.02 mm	1.35 mm	
500	3.40	.36 mm	.43 mm	.53 mm	.79 mm	.97 mm	1.17 mm	1.55 mm	
600	4.10	.41 mm	.48 mm	.61 mm	.86 mm	1.10 mm	1.32 mm	1.75 mm	
700	4.80	.46 mm	.53 mm	.66 mm	.97 mm	1.22 mm	1.45 mm	1.93 mm	
800	5.50	.48 mm	.58 mm	.71 mm	1.05 mm	1.30 mm	1.57 mm	2.08 mm	
900	6.20	.51 mm	.61 mm	.76 mm	1.12 mm	1.37 mm	1.68 mm	2.21 mm	
1000	6.90	.56 mm	.66 mm	.81 mm	1.19 mm	1.47 mm	1.78 mm	2.36 mm	
1200	8.30	.61 mm	.74 mm	.91 mm	1.32 mm	1.65 mm	1.98 mm	2.64 mm	
1400	9.70	.69 mm	.81 mm	.99 mm	1.45 mm	1.80 mm	2.16 mm	2.87 mm	
1600	11.00	.74 mm	.89 mm	1.07 mm	1.57 mm	1.96 mm	2.34 mm	3.12 mm	
1800	12.40	.79 mm	.94 mm	1.14 mm	1.68 mm	2.11 mm	2.54 mm	3.35 mm	
2000	13.80	.84 mm	.99 mm	1.22 mm	1.78 mm	2.23 mm	2.67 mm	3.56 mm	

备注：1 MPa = 1 MN/m² = 1 N/mm² = 10 Kg/cm²

用数学方法确定了应力 - 应变曲线下的面积，并绘制了一条新的曲线，该曲线与 Fabreeka 单位体积内的应力与储存能量有关。（参见图 4。）

现在，我们可以使用图 4，在 1000 psi (6.9 MPa) 的应力下找到 Fabreeka 垫所需的厚度：

ENGLISH	METRIC
$\frac{E_f}{A_f \times T_f} = 36 \frac{\text{in-lbs}}{\text{in}^3}$	$\frac{E_f}{A_f \times T_f} = 24.84 \times 10^4 \text{ joules}$
$T_f = \frac{E_f}{36 \times A_f}$	$T_f = \frac{E_f}{24.84 \times 10^4 \times A_f}$
$T_f = \frac{93,750 \text{ in-lbs}}{36 \times 3,200}$	$T_f = \frac{10\,588 \text{ joules}}{24.84 \times 10^4 \times 2.063}$
$T_f = 0.814" \text{ (approx. 13/16")}$	$T_f = 0.02066 \text{ m (approx. 21 mm)}$

下面的 Fabreeka pad 需要将对地板的冲击力降低 75%。

ENGLISH	METRIC
$3200 \text{ in}^2 \times \frac{13}{16} \text{ thick}$	$2.063 \text{ m}^2 \times 21 \text{ mm thick}$

一个纯数学的解决方案而不是图解的解决方案也是可能的。图 4 中曲线的方程可以如下使用：

$$F/A_f = \left(\text{Constant} \times \frac{E_f}{A_f \times T_f} \right)^{3/5}$$

ENGLISH	METRIC
$F/A_f = \left(2693 \times \frac{E_f}{A_f \times T_f} \right)^{3/5}$	$F/A_f = \left(985\,000 \times \frac{E_f}{A_f \times T_f} \right)^{3/5}$

重新排列条件并求解 T_f ：

$T_f = \frac{2693 \times E_f}{A_f \times (F/A_f)^{5/3}}$	$T_f = \frac{985\,000 \times E_f}{A_f \times (F/A_f)^{5/3}}$
$T_f = \frac{2693 \times 93,750}{3200 \times (1000)^{5/3}}$	$T_f = \frac{985\,000 \times 10\,588}{2.063 \times (6.9 \times 10^6)^{5/3}}$
$T_f = 0.79"$	$T_f = 0.0202 \text{ m}$

图形和数学公式答案的误差范围在 5% 内。

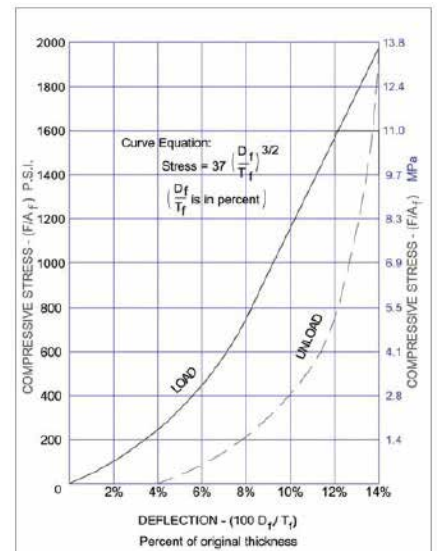


图 3 - Fabreeka 的压力与挠度

复杂冲击问题的解决

刚刚分析的冲击问题相对比较简单，但所使用的能量理论也可以用来解决工业中遇到的更困难的问题。例如，在钢铁厂中，Fabreeka 部件已经被设计并用于减震器组件中，用于阻止热锭的运动，或缓冲操作台受翻转锭的冲击。在锻造车间，同样的能量理论与其他基本工程法则一起使用，设计用于锻锤的 Fabreeka 铁砧垫。

除了缓冲初始冲击，Fabreeka 提供了高的固有阻尼。这意味着一小部分吸收的能量将以回弹的形式排出。在 Roelig 测试机器上进行的动态负载测试表明，每个周期的能量损失范围是 Fabreeka 存储的总机械能的 25% 到 45%。

冲击机器不仅产生冲击震动，而且冲击本身也产生内部振动，如果不渐次减弱震动的话，内部振动是非常有害的。Fabreeka 由于其高阻尼或内部迟滞而具有这种能力。

Fabreeka 垫具有双重功能，即冲击震动（本节讨论）和隔震（下一节将讨论）。

冲击案例的研究——缓冲器应用

这个特别的案例研究围绕着一家需要减震器来缓冲运输一堆钢板的钢厂。下面的计算适用于任何类型的减震器应用。

假设：

钢板捆重量 = 15000 磅（6803 公斤）

在 120 英尺 / 分钟 (36.6 米 / 分钟) 处可获得的减震器面积 = 9" × 9" (0.229 米 × 0.229 米)

步骤 1：将 Fabreeka 的应力集中限制在 1500 psi (10.35 MPa)。

$$KE = \frac{1}{2} MV^2$$
$$KE = \frac{1}{2} \times \frac{15,000 \text{ lbs}}{32.2 \frac{\text{ft.}}{\text{sec}^2}} \times \left(\frac{120 \text{ ft}}{60 \text{ sec}} \right)^2 \quad KE = \frac{1}{2} \times 6803 \text{ kg} \times \left(\frac{36.6 \text{ m}}{60 \text{ sec}} \right)^2$$
$$KE = 932 \text{ ft-lbs} \quad KE = 932 \times 12 = 11,180 \text{ in-lbs} \quad KE = 1265 \text{ joules}$$

Fabreeka 单位体积储存的应力与能量在 1500 psi (10.35 MPa) (见图 4)。

$$KE/\text{Volume} = 70 \frac{\text{in-lbs}}{\text{in}^3} \quad KE/\text{Volume} = 48.3 \times 10^4 \frac{\text{joules}}{\text{m}^3}$$

步骤 2：将 KE/ 单位体积分成总 KE，得到所需的 Fabreeka 垫体积。

$$\frac{11,180 \text{ in-lbs}}{70 \frac{\text{in-lbs}}{\text{in}^3}} = 160 \text{ in}^3 \quad \frac{1265 \text{ joules}}{48.3 \times 10^4 \frac{\text{joules}}{\text{m}^3}} = 0.0026 \text{ m}^3$$

步骤 3：将体积除以减震器面积，得到适当的 Fabreeka 垫厚度。

$$\text{Bumper Area} = 81 \text{ in}^2 \quad \text{Bumper Area} = 0.052 \text{ m}^2$$
$$T_f = \frac{160 \text{ in}^3}{81 \text{ in}^2} = 2'' \text{ thick} \quad T_f = \frac{0.0026 \text{ m}^3}{0.052 \text{ m}^2} = 0.05 \text{ m}$$

参考图三可以得出位移量：

$$2'' \text{ thick @ } 1500 \text{ psi} \quad 50 \text{ mm @ } 10.35 \text{ MPa}$$
$$\text{Deflection} = 0.236'' \text{ (approx. } \frac{1}{4}'') \quad \text{Deflection} = 6 \text{ mm}$$

因此，板束停止在 1/4" (6 mm) 位移 (偏转) 代替了其他瞬间停止。记住，所产生的冲击力与停止距离成正比 (在此情况下的偏差)，较大的停止距离意味着较小的冲击力，反之亦然。

结论

可选用以下尺寸的 Fabreeka 减震垫：

$$9'' \times 9'' \times 2'' \text{ thick} \quad 229 \text{ mm} \times 229 \text{ mm} \times 50 \text{ mm thick}$$

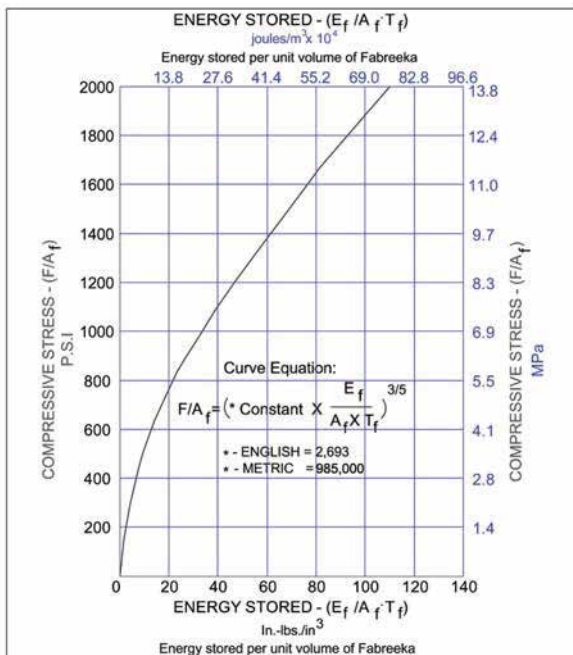


图 4 - 每单位体积存储的机械能 vs 合成应力

Fabreeka 如何降低震动的传播和结构噪音

介绍

稳态振动的解析处理与冲击条件的处理有着本质的区别。振动是一种持续的扰动，其中振荡运动以恒定频率或频率组合存在。当振动幅模式在每个周期中重复时，这是一个稳态条件。每当模式重复并连续减小振幅时，就存在阻尼振动。

任何具有质量和弹性的机械系统都能振动。具有振动能力的系统在形式上有明显的变化，可能经常执行复杂的运动。描述系统运动所需要的独立坐标的数量指定了系统的自由度的数量。因此，振动被划分为“一个”、“两个”或“多个”自由度。

与振动相反，冲击是瞬态的，系统的平衡被突然施加的力或力方向的突然变化所破坏。这种干扰以及系统在恢复平衡方面的后续反应构成了一种冲击的状态。振动或冲击的隔离是能量的暂时储存，随后的释放，实质上是整体的，但在不同的时间关系中。因此，隔离与能量的吸收或耗散是截然不同的。

隔离原则的两个方面是：

- 1) 运动的隔离——减少承受冲击或振动引起运动的构件的应力和挠度。
- 2) 力的隔离——减少机械操作所产生的力的。

隔振器是一种具有控制弹性和阻尼的弹性元件，它在正确安装在机械系统中时将控制该系统的动态力和运动。

隔振器是一种具有控制弹性和阻尼的弹性元件，它在正确安装在机械系统中时将控制该系统的动态力和运动。

首先将 Fabreeka 隔振器简化为最简单的形式，可以更好地理解它的功能。参见图 5。该系统包括一个刚性质量 (m)，由一个具有粘性阻尼 (c) 的无质量弹簧 (k) 支撑。安装的设备由质量表示，而弹簧和阻尼器共同模拟 Fabreeka 隔振器的弹性和阻尼。隔振是通过适当的频率关系来实现的；也就是说，将干扰振动的频率与隔振器上的质量（设备）的固有频率进行比较。

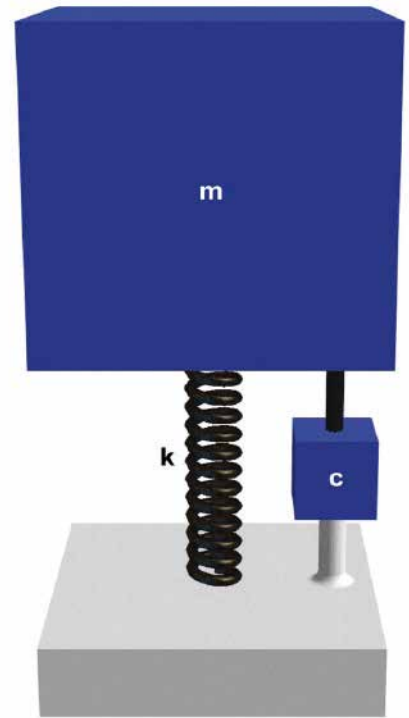
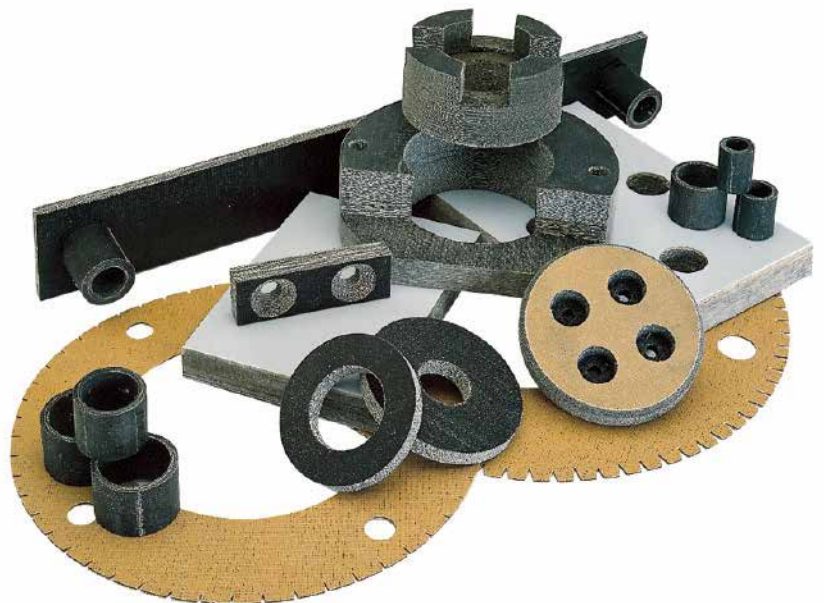


图 5



固有频率

在一个稳态单自由度系统中，自然频率是一个安装系统在偏离其平衡并允许自由振动时以单位时间执行的垂直振荡周期数。

每当重物（质量）安装在弹性材料上并承受突然移除的外力时，它将在其安装次数上下自由摆动，直至振荡消失。参见图 5A。这种自由振动的一个完整循环涉及重物从平衡位置（M），最高位置（N），最低位置（O），最后返回到平衡位置再次（P）。这个周期的幅度是最高位置（N）和平衡位置之间的距离（A）。任何后续循环的幅度都被类似地测量。这种自由振荡的重复性或速率是以每秒周期数（赫兹）来衡量的。

有两个参数会影响系统的自然频率，是在自然频率（ N_f ）公式中看到的质量（重量）和刚度（弹簧刚度）。

增加重量（质量）或降低弹簧刚度会产生较低的固有频率，反之减轻重量或增加弹簧刚性将导致较高的固有频率。

使用 Fabreeka 垫时，上述内容如下所示：重量的增加或减少会在 Fabreeka 中产生相应的应力变化。厚度增加或减少会导致弹簧刚度变化；即更薄的 Fabreeka 垫增加弹簧的速度，而更厚的垫会降低速率。这很容易在图 6 中看到。观察 Fabreeka 的固有频率随着载荷增加到 400 psi（2.8 MPa）的水平而下降，在那里它基本上与载荷无关。

进行了测试以确定 Fabreeka 在各种负载下各种厚度的实际共振频率（固有）。施加强迫振动并且电子监测振幅以确定针对 Fabreeka 的各种负载和厚度的峰值振幅或共振出现的频率。

这些广泛测试的结果如图 6 所示，其中静态负载（应力）和厚度固有（共振）频率绘图。该曲线是动态测试的结果，因此比从静态信息获得的固有频率更可靠。

$$N_f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

ENGLISH

$$N_f = 3.13 \sqrt{\frac{k}{w}}$$

Where:
 N_f = C.P.S.
 k = Spring rate (lbs/in)
 w = Weight (lbs).

METRIC

$$N_f = 0.159 \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Where:
 N_f = Hertz
 k = Spring rate (N/m)
 m = mass (kg)

如果所提到的重量代表一台机器，它的安装上就会有一定的固有频率。此外，它在运行时可能会产生自身的干扰振动。后面的振动是由机器内的不平衡运动部件引起的，或者是由于正在执行的工作引起的不平衡状态引起的。这些振动被称为强迫振动，其频率称为强迫频率。主要强迫（干扰）频率通常是机器最重部分的运行速度。然而，较高的二次频率有时会产生比运行速度本身造成的更多的干扰，因此要求这些二次频率也被隔离。在某些情况下可能需要仪器来确定干扰频率。

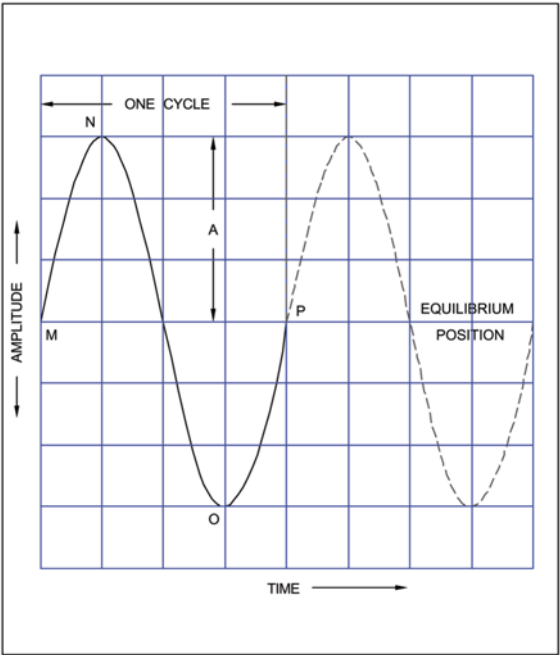


图 5A- 幅度与时间的关系

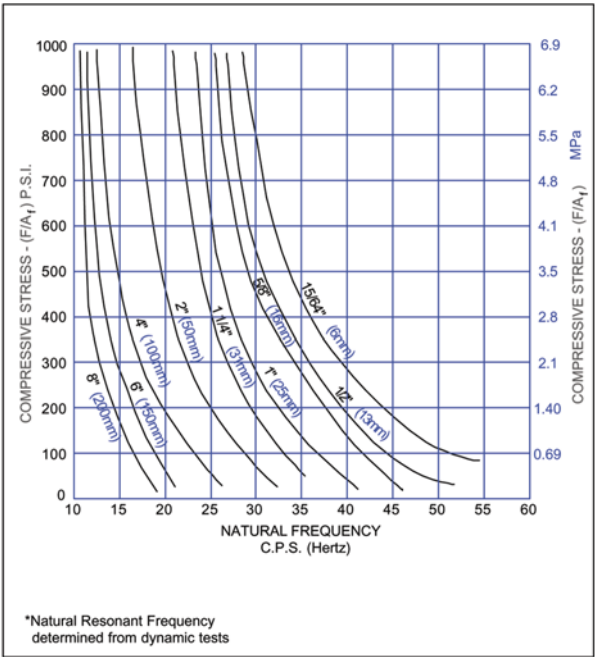


图 6 - 固有频率与压缩应力和厚度

频率比

干扰频率除以固有频率是指示隔振器有效性的比率。见图 7。

$$\text{Frequency Ratio} = \frac{F_f}{N_f}$$

Where:
 F_f = Forcing Frequency in C.P.S. (Hertz)
 N_f = Natural Frequency in C.P.S. (Hertz)

可传输性是通过隔离器（固定的）传输的干扰的百分比。它由振动幅度或力的比例表示；即传递的振幅或力与产生的振幅或力的比值。

例如：如果隔离器的目的是减少传递给支撑的力，那么：

$$T = \frac{F_t}{F_d}$$

Where:
 T = Transmissibility
 F_t = Force Transmitted
 F_d = Disturbing Force

另一方面，如果支持装置必须减少，那么：

$$T = \frac{X_t}{X_d}$$

Where:
 T = Transmissibility
 X_t = Amplitude Transmitted to system
 X_d = Disturbing Amplitude of support

请注意，在这两种情况下，只有当传输率小于 1 时才会减少。

Fabreeka 隔振器（垫）的设计使得传输到基础的力只是产生并作用在系统上的不平衡力的一小部分。这是通过设计一个自然频率低于干扰频率或频率（谐波）的 Fabreeka 隔离器来实现的。

由此获得的隔离度量称为可传递性。如果机器刚性地安装到其支撑或基座（无隔离器）上，则传输性将是一致的，因为传输的幅度或力等于不平衡机器产生的幅度或力。这种情况由图 7 中的 AB 线表示。

对于理论上完美的隔离而言，零的可传递性是必需的；然而，从传递率曲线可以看出，频率比必须是无限大的。

可选地，当隔离器没有阻尼时（图 7 中的虚线曲线）并且频率比为 1，则获得无限大的传输率。当固有频率等于强迫频率时，存在后一种情况，称为共振。显然，必须不惜一切代价避免谐振条件，因为它将初始扰动放大了其原始值的许多倍。进一步证明，在 Fabreeka 隔离器中引入阻尼（实线）可以大大降低这种放大倍数。

直到频率比值超过 1.414 时，才会发生干扰减少，并且所有低于此值的值都会导致放大。理想的是具有尽可能低的自然频率。然而，并不总是可以获得所需的低固有频率，而不会产生非常软的，因此不稳定的安装。在这些情况下，可以使用有效的妥协安装。这将在“理论与实践的和解”标题下更详细地讨论。

阻尼

振动消失所需的时间取决于隔离器的阻尼特性。隔离器的这种固有特性可抵抗运动，从而使自由振荡迅速消失。Fabreeka 具有很大的内部阻力，称为滞后（内部摩擦）。正是这种滞后特性将运动的机械能转化为热量然后消散。在自由振动中，大部分能量在每个循环期间以热量的形式消散，导致振动迅速衰减。

用来表示系统中阻尼量的一个术语是阻尼比：

$$\frac{C}{C_c}$$

Where:
 C = damping in the system
 C_c = damping in a “critically-damped-system”

一个临界阻尼系统当从其平衡位置上移开时，将立即恢复平衡而不发生振动。

Fabreeka 的阻尼系数为临界值的 14.3% 或：

$$C = 0.143 C_c$$

另一个术语是对数递减，它是自由振荡中两个连续振幅周期比的自然对数。

已经进行了实验室测试以确定 Fabreeka 上自由振荡的衰减速率。一个重的质量（重量）放在 Fabreeka 上（产生一个静态偏转），然后对这个质量 - Fabreeka 系统施加一个很大的外力，这样诱导的动态偏转大于静态偏转。力量被释放并且重量允许在 Fabreeka 自由地摆动。幅度 - 时间记录被做出。见图 8，使用重量，外加力和 Fabreeka 厚度的条件模拟实际使用条件。连续幅度 A/B 或 B/C 等的平均比率是 2。

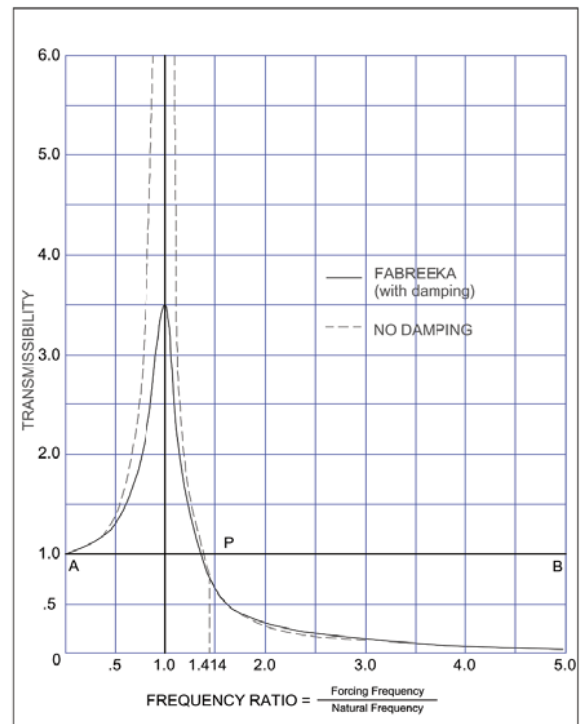


图 7 - 传输率与频率比

Fabreeka 的对数递减是 0.69。

例如，这种高比例的连续振幅解释了为什么，例如，Fabreeka 隔离器上的锻锤砧座的自由运动被迅速消除。在下次打击之前，铁砧一动不动是非常重要的。

阻止 Fabreeka 自由振荡所需的时间取决于振荡的固有频率和初始振幅。低频和高初始幅度需要比高频和低初始幅度的反向条件更多的时间消失。在图 8 中，耗费四分之一秒（0.25 秒）的 Fabreeka 典型振荡就会消失。总的来说，用 Fabreeka 抑制典型应用的最大时间大约是半秒。

在许多情况下，机器在运行速度或从运行速度减慢时，将通过与隔离器的共振。机器的运动可能会达到这样的程度，即如果其隔离器未被阻尼则会发生损坏。另一方面，阻尼隔离器可防止过度运动，因此阻尼可防止安装的机器过度移动。

有趣的是（在图 7 中）注意到，在频率比高于 1.414 时，无阻尼（虚线）曲线显示出比阻尼（实线）曲线稍小的传输率。使用高阻尼材料（例如 Fabreeka）时，效率会出现轻微的损失，但这大大抵消了共振条件的改善。

隔振器需要阻尼来防止共振时的过度运动，并迅速抑制与震动和冲击相关的运动。Fabreeka 就是这样一个隔离器。

将机器从外部干扰中隔离

有时需要隔离特定的机器或设备，使其免受源头无法隔离的传入干扰。例如，执行精密加工的大型磨床必须与附近操作的锻锤（震源）产生的干扰隔离开来。如果冲击和振动没有得到消除，可能会导致工件磨损。在这种情况下，更为实际的是隔离被冒犯的单位而不是犯罪单位。但是，

只要有可能，应该首先考虑源头隔离问题。有时需要隔离干扰接收器和发射器。用于减少传播振动的相同振动理论用于隔离进入的干扰。换句话说，隔离器的固有频率必须低于输入干扰频率。

理论与实践的妥协

通常在机器中存在多于一个的干扰频率。作为一般规则，应该尝试隔离产生最大振动幅度的频率，同时避免与其他干扰频率共振。

还有一些情况，人们对特定频率（通常很高）的不利反应成为主要考虑因素。例如，单相电动机具有两个主要的干扰频率。一个是运行速度，另一个是当前频率的两倍。如果电机的运行速度为 1200 RPM 且电流频率为每秒 60 个周期，则有两个强制频率，即 1200 除以 60，或每秒 20 个周期的工作频率，以及 2 个 60 或 120 个周期 / 每秒，次要强迫频率。由于不利的人类反应，后一个次要频率可能更令人不安。可以设计 Fabreeka 隔离器以隔离较高的次级频率，同时避免与较低频率或电动机的运行速度共振。

如果选择的隔离器具有 40 cps 的固有频率，则其与次级频率之间存在频率比 3，导致该干扰的传输减少 84%。参见图 7，另一方面，工作速度和隔离器之间的频率比为 0.50，这表示放大率很小。虽然传输了更多的低频振幅，但我们已经减少了最麻烦的干扰。实践经验表明需要这种妥协隔离。次要性质的高频振动经常传递令人讨厌的结构噪声，其影响个人舒适度。

Fabreeka 可用于有效隔离这些干扰。这方面的一个例子是在海洋工业中，Fabreeka 用于隔离船用推进发动机，使其不会在整个船舶中传输（谐波频率）结构噪声。

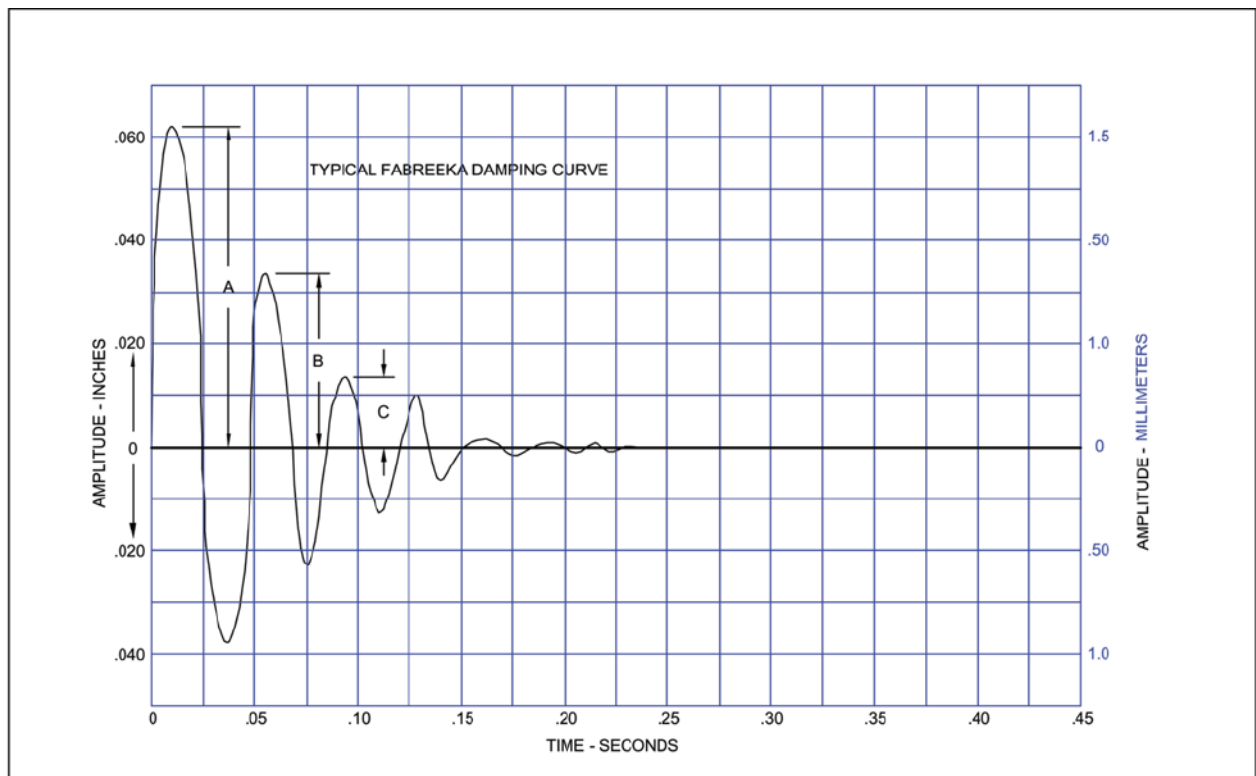


图 8A- 振幅与时间

实践中的考虑

在解决振动问题时，可以使用公认的理论设计理想的隔离器，并从实用的角度来看最终得到不令人满意的性能。一个典型的例子是稳定性。在不考虑稳定性要求的情况下很难设计隔离器。

Fabreeka 具有有限的弹性，最小的挠度和高强度，通常比较软的材料更实用。例如，船上柴油发动机的隔离器可以按照接受的振动理论进行设计，但却产生了比解决的更大的问题。在高速或波涛汹涌的海面上，隔振器的强度和稳定性对于保持轴系的正确对准以及避免过度运动至关重要，这可能导致螺栓和连接断裂。

Fabreeka 具有有限的偏转，在许多情况下已被证明是理想的解决方案，在这种情况下必须保持驱动器和驱动器之间的对齐；即，隔离器之间的相对偏转必须最小。

因此，令人满意的隔离往往是理论与实际应用之间的妥协。具有有限弹性，最小偏转，高强度和 Fabreeka 高阻尼的材料通常产生比仅基于理论考虑选择的较软材料更好的解决方案。因此，Fabreeka 是减少冲击和振动的实用材料。

结构噪声隔离

政府法规规定的噪音暴露限制引入了噪音问题。

Fabreeka 在隔离噪声方面的作用是减少结构噪声。Fabreeka 减少了可以转换为空气噪声的机械振动。例如，机器的操作在建筑物结构内建立振动。这些振动在整个结构中传播，导致墙壁，面板，天花板或其他表面脉动。Fabreeka 在隔离噪声方面的作用是减少结构噪声。Fabreeka 减少了可以转换为空气噪声的机械振动。例如，机器的操作在建筑物结构内建立振动。这些振动在整个结构中传播，导致墙壁，面板，天花板或其他表面脉动。

隔离结构噪声时，必须阻止所有导电振动路径。Fabreeka 的多层结构提供了多种接口，可提供高阻抗阻抗，从而减少声学能量或声音传输的传递。因此，需要 Fabreeka 垫，垫圈和衬套来完全破坏隔离单元与其支撑件之间的金属与金属的接触。所有与设备的连接，如管道，电缆，通风管道，以及灵活的连接等都必须隔离。

直接从机器（设备）辐射的空气噪声可以通过采用声学处理的外壳来控制。这在源头是孤立的。在某些情况下，将房间，办公室或投诉区域与有害噪声进行声学隔离（绝缘）可能更为实际。

总之，Fabreeka 减少了机械振动并阻止了声能的传递，这两者都起到隔离结构噪声的作用。

低频振动

如果振动干扰频率较低，则在选择和应用隔离系统时必须给予特殊考虑。

在某些情况下，将隔离器直接放置在违规单元下方可能是不切实际的。例如，可能需要非常柔软且因此不稳定的安装座，在这种情况下，惯性块可以放置在待隔离的单元下方。这增加了单元的抗质量和稳定性。然后可以在惯性块和其支撑基础之间放置合适数量的隔离器。

因此通过采用惯性块获得更有效和稳定的隔离系统。惯性块通常由钢筋混凝土制成；然而，有些人使用钢板。其他人已将违规机器连接到一体化结构钢基座上，然后将混凝土浇注到该钢框架中，从而形成惯性块。

有时 Fabreeka 不适用于低频振动，需要更柔软的材料，例如我们的 Fabcel® 垫。请联系我们以获取 Fabcel 工程指南的副本

选择合适的 Fabreeka 减震器

Fabreeka 隔离器设计非常简单 以下示例说明了使用的过程：

示例：参见图 6 和图 7。一台机器在运行速度为 3600 RPM 时候形成主要的干扰源。

Forcing Frequency = $\frac{3600}{60}$
Forcing Frequency = 60 cps (Hertz)

机器的重量和承载面积使 Fabreeka 隔离器的压力为 200 psi（1.40 MPa）。注意：Fabreeka 的轴承区域与机器的轴承区域相同。我们想要一个隔离器，其固有频率小于令人不舒服的频率的一半：

$N_f = \frac{F_f}{2}$
 $N_f = \frac{60 \text{ cps}}{2}$
 $N_f = 30 \text{ cps (Hertz)}$

在图 6 中，我们看到在 200 psi（1.40MPa）的载荷和 1-1 / 4"（31 mm）的厚度下，我们得到的自然频率为 30 cps（Hz）。在图 7 中，频率比为 2 时显示 0.40 的传输率。这意味着原始干扰的 40% 被传输，因此减少了 60%。通过降低 Fabreeka 的固有频率可以获得更大的减少。这可以通过以下的方法实现：

- 1）增加 Fabreeka 垫的厚度
- 2）减少 Fabreeka 垫的面积，由此提高垫片上的应力

为方便起见，列出了以下频率比率及其相应的传输率和降低值：

频率比	传输比	震动衰减 %
1.414	1.0	0
1.75	0.48	52%
2	0.33	67%
3	0.13	87%
4	0.07	93%

只有 Fabreeka（或任何隔离器）上的自由浮动重量用于确定固有频率。只有在观察到 Fabreeka 垫圈中的轻微凸起时，才能拧紧地脚螺栓上的螺母。过紧的螺栓会通过增加其固有频率来降低 Fabreeka 的效率。

不要错误地认为额外的螺栓负荷会增加 FABREEKA 的应力，会降低固有频率。这是错误的，因为你实际上正在加速或增加 FABREEKA 的弹簧率，而自由静态重量仍然是相同的。请参见第 9 页的固有频率公式。

正确应用 Fabreeka 隔振的步骤

1. 确定最麻烦的干扰（强制）频率。
2. 选择提供所需隔离度的频率比率。请参阅第 13 页上的图 7。
3. 确定将产生选定频率比的固有频率
4. 确定必要的 Fabreeka 的最小总面积，以确保对机器的稳定支持。在此过程中，将 Fabreeka 区域的总面积设置为必要的垫块数量，以便提供适当的支撑并避免基底失真。每个垫的面积应与其所承载的负载成比例，以便所有垫上的单位负载或应力大致相同。
5. 将机器重量（包括工作负载）除以最小总面积，以得到在 Fabreeka 上的静态应力。（如果使用混凝土或钢底座，则其重量应包含在要安装的总重量中。）
6. 获得所需的 Fabreeka 厚度以获得所需的固有频率。请参阅第 13 页上的图 6。
7. 如果使用地脚螺栓，请提供一个由钢制垫圈覆盖的 Fabreeka 垫圈，如果需要，可在每个螺栓周围安装 Fabreeka 衬套。（见图 8）
8. 为所有管道，轴系和其他与安装单元的连接提供灵活性。
9. 当两个或两个以上的单元刚性连接或齿轮连接在一起（即电动机组）时，应将其牢固地固定在普通金属或混凝土底座上以保持其对齐。然后在 Fabreeka 上分离该子基础。
10. Fabreeka 必须得到坚定的支持（坚实的基础）才能正常运作。在动态条件下隔振器而不是其支撑偏转很重要。柔软灵活的支撑将大大降低 Fabreeka 隔振的有效性。
11. 如果隔振单元的基础直接位于岩石（壁架）或地下水袋上，并且目的是减少传输干扰，则需要更大程度的隔离。石头和水是极好的振动和冲击波的导体。



**Fabreeka 的工程部门可以提供工程设计说明和咨询服务。
在给出建议之前，需要知道以下信息：**

1. 振动问题的性质。
2. 机器运行的速度和需要被隔离的干扰频率。
3. 机器的一般描述，包括重量分布。
4. 机器的安装位置，固定方式，支撑结构。
5. 地基的大小和形状，包括所有基础螺栓的大小和位置的详细信息。
6. 使用环境条件，例如温度、酸性、油脂、溶剂及辐射等。



Fabreeka 垫的震动衰减百分比

Fabreeka 15/64" (6 mm) 厚度								
受力 频率	负载 - PSI / MPa							
CPS HZ	50 0.35	100 0.69	150 1.04	200 1.40	400 2.80	600 4.10	800 5.50	1000 6.90
50	-	-	-	-	-	28	37	41
60	-	-	-	-	40	55	61	62
70	-	-	12	27	59	68	71	72
80	15	29	40	49	69	76	78	79
90	38	48	56	61	76	82	84	85
100	53	60	64	69	81	86	88	88
120	69	73	76	79	88	92	93	93
140	78	80	84	86	93	94	94	95
160	84	86	88	90	94	95	96	96
180	88	90	92	93	95	97	97	97
200	91	93	93	94	97	97	98	98
240	94	94	95	96	97	98	98	98
280	95	96	97	97	98	98	98	98
320	97	97	98	98	98	99	99	99

Fabreeka 1/2" (12.5 mm) 厚度								
受力 频率	负载 - PSI / MPa							
CPS HZ	50 0.35	100 0.69	150 1.04	200 1.40	400 2.80	600 4.10	800 5.50	1000 6.90
50	-	-	-	-	20	39	48	53
60	-	-	-	17	52	62	67	69
70	6	23	35	44	67	73	76	78
80	38	46	55	61	75	80	82	83
90	54	61	66	70	80	84	86	87
100	65	70	73	76	84	87	88	89
120	76	79	82	83	89	91	92	93
140	83	85	87	88	92	94	94	94
160	87	88	90	91	94	95	95	95
180	89	90	92	93	95	95	95	95
200	91	93	94	94	95	95	95	95
240	94	95	95	95	95	96	96	96
280	95	95	95	95	96	96	96	96
320	95	95	96	96	97	97	97	97

Fabreeka 5/8" (16 mm) 厚度								
受力 频率	负载 - PSI / MPa							
CPS HZ	50 0.35	100 0.69	150 1.04	200 1.40	400 2.80	600 4.10	800 5.50	1000 6.90
40	-	-	-	-	-	-	13	25
50	-	-	-	-	33	53	54	58
60	-	-	17	28	58	67	70	73
70	20	34	45	53	71	76	78	80
80	45	54	60	66	78	82	83	85
90	59	66	70	74	83	86	87	88
100	69	73	76	79	86	88	89	91
120	79	81	83	85	91	92	93	94
140	84	86	88	89	93	94	94	95
160	88	89	91	92	94	95	95	95
180	91	92	93	94	95	95	95	95
200	93	94	94	94	95	95	95	96
240	94	95	95	95	96	96	96	96
280	95	95	95	95	96	96	96	97
320	95	95	96	96	97	97	97	98

Fabreeka 1" (25 mm) 厚度								
受力 频率	负载 - PSI / MPa							
CPS HZ	50 0.35	100 0.69	150 1.04	200 1.40	400 2.80	600 4.10	800 5.50	1000 6.90
40	-	-	-	-	10	32	39	48
50	-	-	6	23	53	61	65	69
60	14	33	45	54	69	74	77	79
70	44	55	63	69	77	81	83	84
80	60	67	73	76	83	85	87	88
90	70	75	79	80	87	88	90	90
100	76	80	83	85	89	91	93	93
120	83	86	88	90	93	94	94	94
140	87	90	91	92	94	95	95	95
160	90	92	94	94	95	95	95	95
180	93	94	94	95	95	95	96	96
200	94	95	95	95	95	96	96	96
240	95	95	95	96	96	96	96	97
280	95	95	96	96	96	97	97	97
320	96	96	97	97	97	98	98	98

Fabreeka 2" (50 mm) 厚度								
受力 频率	负载 - PSI / MPa							
CPS HZ	50 0.35	100 0.69	150 1.04	200 1.40	400 2.80	600 4.10	800 5.50	1000 6.90
30	-	-	-	-	-	25	35	45
40	-	-	24	38	57	63	68	70
50	24	46	58	64	72	78	80	81
60	52	64	72	75	83	85	88	89
70	67	74	79	84	88	90	92	93
80	74	81	85	88	92	93	94	94
90	80	86	90	92	94	94	95	95
100	85	90	92	94	95	95	96	96
110	88	92	94	94	96	96	96	96
120	91	93	94	95	96	96	96	96
130	93	94	95	96	97	97	97	97
140	94	95	96	97	97	97	97	97

Fabreeka 4" (100 mm) 厚度								
受力 频率	负载 - PSI / MPa							
CPS HZ	50 0.35	100 0.69	150 1.04	200 1.40	400 2.80	600 4.10	800 5.50	1000 6.90
30	-	-	18	33	54	61	65	69
40	28	50	61	68	75	79	81	84
50	59	69	76	79	85	88	90	91
60	72	79	85	87	92	93	94	94
70	80	86	90	92	94	94	95	95
80	86	90	93	94	95	96	96	97
90	90	93	94	95	96	97	97	97
100	93	94	95	96	97	97	97	98
110	94	94	95	95	95	95	96	96
120	95	95	95	95	96	96	96	96
130	95	95	96	96	97	97	97	98
140	96	96	96	97	97	98	98	98

Stabilus China

上海市浦东新区盛荣路388弄百佳通园区4号楼9楼

info.cn@stabilus.com

<http://group.stabilus.com/cn>

扫描下方二维码, 与我们联系!

