



中 壢 廠

兆山辰精密科技股份有限公司
JSC Scientific Controls Co., Ltd.

總 公 司：台北市內湖區瑞光路358巷30弄8號7樓

電話：(02) 8751-8115 傳真：(02) 8751-3115

台中分公司：台中市西區東興路3段160號10F之5

電話：(04) 2327-3181 傳真：(04) 2327-3298

高雄分公司：高雄市三民區德山街30巷1號

電話：(07) 396-3080 傳真：(07) 396-3070

中 壢 廠：中壢市中壢工業區東園二路4號

電話：(03) 462-1888 傳真：(03) 452-6822

兆山辰科技(深圳)有限公司

深圳市寶安區福永街道白石廈龍王廟工業區29棟

電話：(0755)6150-6966~67 傳真：(0755)6150-6968

<http://www.jsc.com.tw>

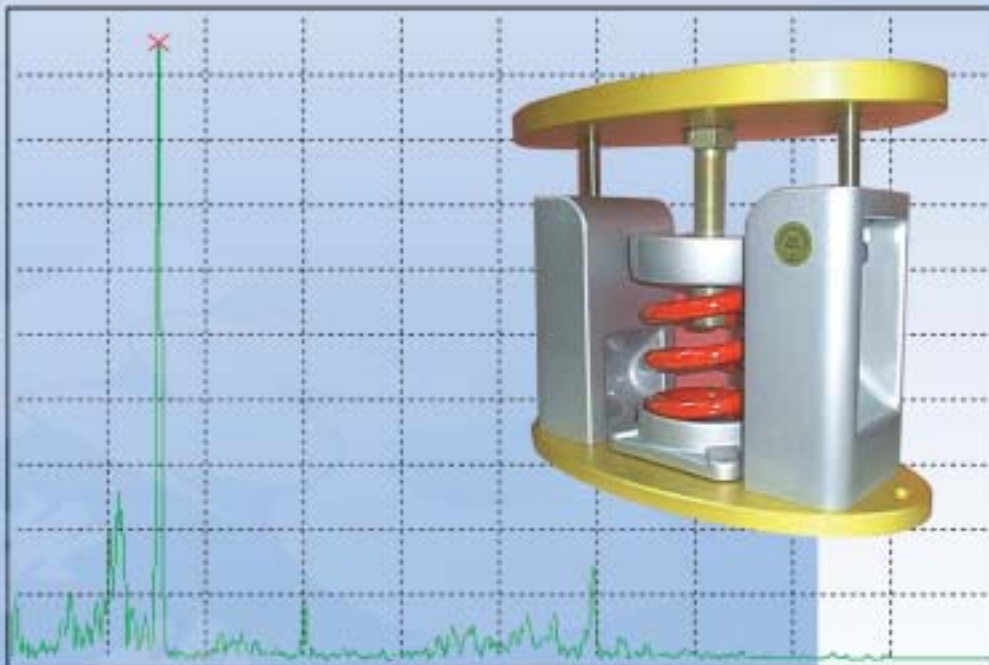
E-mail: jsc@jsc.com.tw

防 振 技 術

www.jsc.com.tw



J.S.C.防振系列



兆山辰 精密科技股份有限公司
JSC Scientific Controls Co., Ltd.

ISO-9001國際品保認證

防振原理

把一質量M的物質快速上下運動，此時上下移動所受之阻力，不是來自彈簧而是質量M本身的慣性；假設質量上下移動的幅度為A，頻率為f週波/秒，此質量必依正弦波動亦稱(諧和振動)方式上下抖動，以數學式表示如下：

X:由中心點往上或下之移動距離

$$X = A \sin(2 \pi ft)$$

A:最大振幅

因此克服來自彈簧剛度的力量為

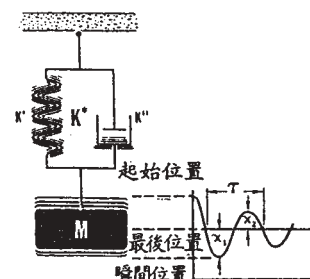
$$F_s(\text{彈簧}) = KX = KA \sin(2 \pi ft) \quad K = \text{彈簧剛度}$$

而質量M上下運動所產生的慣性力量為質量M乘上加速度a即得:

$$F(\text{慣性}) = ma = \frac{W}{g} \cdot \frac{d^2}{dt^2} [A \sin(2 \pi ft)]$$

$$= - \frac{W}{g} (2 \pi ft)^2 A \sin(2 \pi ft)$$

$$= - \frac{W}{g} (2 \pi ft)^2 X$$



負號代表慣性力與彈簧力呈反方向作用，也就是彈簧力量在運動抵達谷底時，必定把質量M往上推舉到靜止時位置；但是運動的慣性卻繼續把質量M往上推至衝程的頂點。來自慣性的運動阻力與運動之頻率成正比，頻率越高慣性力越大；但是不管頻率的高低，彈簧的力量都是不變。因此這兩個反方向的力在某一特定的運動頻率時，會相互平衡抵消；在理論上當質量M在此頻率運動時，無須借助任何力量，即可產生很大位移，除非有磨擦阻力或其它阻尼力量來牽制其自由運動。這特定頻率我們稱它為此系統的自然頻率(Natural Frequency)。

如果彈簧力與慣性力互相抵消則 $F_s = F$

$$F_s(\text{彈簧}) + F(\text{慣性}) = 0$$

$$kA \sin(2 \pi ft) - \frac{W}{g} [(2 \pi fn^2 A \sin(2 \pi ft))] = 0$$

$$\text{簡化後得 } fn = \frac{1}{2 \pi} \sqrt{\frac{g}{d}}$$

$$fn = 15.76 \sqrt{\frac{1}{d}} \text{ Hz (公式, } d \text{ 單位為mm)}$$

$$fn = 3.13 \sqrt{\frac{1}{d}} \text{ Hz (英式, } d \text{ 單位為in)}$$

fn: 自然頻率

d: 靜力壓縮距 $d = W/k$

g: 自由落體加速度

($g = 9.8 \text{ m/sec}^2$ 或 32 ft/sec^2)

如果此時系統之自然頻率與彈簧之自然頻率相吻合，則此系統必定會以極大之振幅上下激烈振盪，這種現象我們稱之為共振(Resonance)。

防振原理

振動傳導率和隔振效率

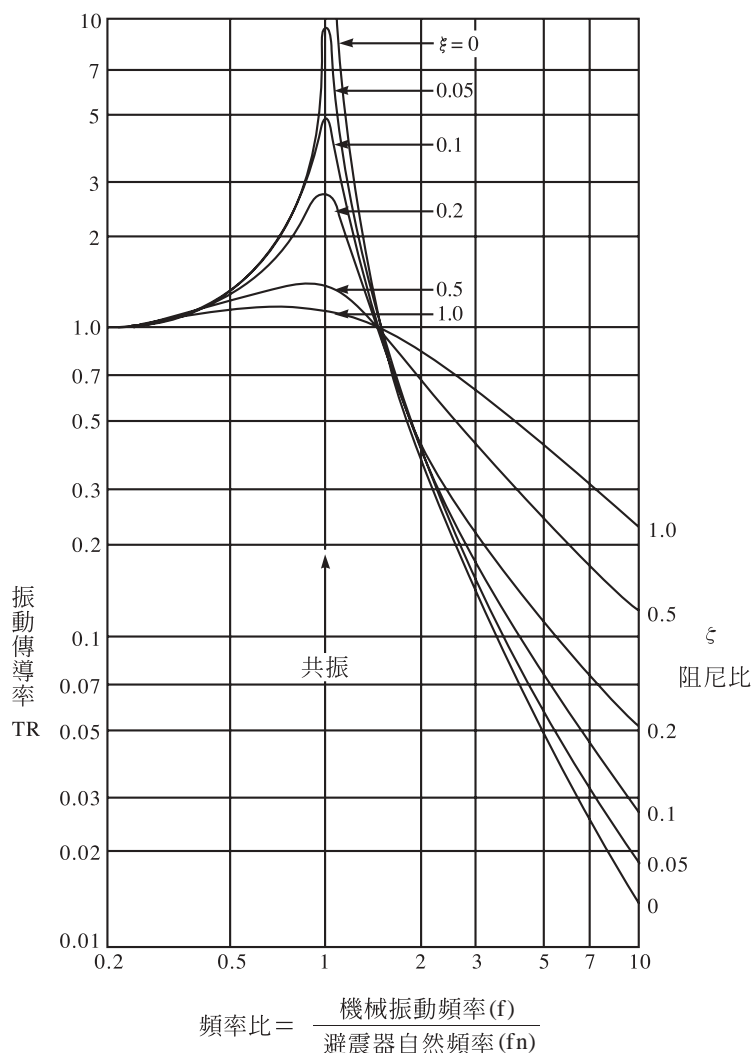
振動傳導率其定義為 $TR = \frac{\text{經避震器傳達基礎的傳遞力, } F_v}{\text{隔絕設備所產生之激勵力, } F_m}$

又假設此一防振系統為一低阻尼系統振動傳導率可用下式表示

$$TR = \frac{1}{1 - \left(\frac{f}{f_n}\right)^2}$$

TR: 振動傳導率
f: 機器振動頻率
fn: 避震器自然頻率

隔振效率(Isolation Efficiency)即以 $\eta = 1 - TR$ 代表之又因振動傳導率常以百分比表示所以振動傳導率也可以用 $\eta = (1 - TR) \times 100\%$ 表示。(參下圖)



$$\xi (\text{阻尼比}) = \frac{C}{C_c} = \frac{1}{2} \times \tan \delta$$

C=材料阻尼值

C_c=臨界阻尼值

$$\tan \delta = \text{損失係數} \approx \frac{1}{TR}$$

阻尼比值越高，機構經共振區時越快回復平衡狀態。

振動傳導率是由機器振動頻率與避振器自然頻率之比值而定，比值越大效果越佳。又由公式我們可得右表之關係。

| 頻率比 | 傳導率 | 隔振效果 |
|-------------------------|-----|-------|
| f/f _n =1 | T→∞ | 共振 |
| f/f _n =1.414 | T=1 | 無隔振效果 |
| f/f _n >1.414 | T<1 | 有隔振效果 |

防振原理

依機器之大小,按裝場所,機器之種類可決定標準之振動傳導率

| 依機器之出力 | | | |
|---------|------------|------------|------------|
| 動力 HP | 振動傳導率 | | |
| | 地下室 地面層 | 上階層 重構造 | 上階層 輕構造 |
| ~5 | 以防音 為目標 | 50 | 10 |
| 7.5~15 | 50 | 25 | 7 |
| 20~40 | 20 | 10 | 5 |
| 50~100 | 10 | 5 | 2.5 |
| 100~300 | 5 | 3 | 1.5 |

| 依機器之種類 | | | |
|------------|----------|----|-------|
| 種類 | 振動傳導率 | | |
| | 地下室 | 工廠 | 上階層 |
| 箱型冷氣機 | 30 | | 10 |
| 離心式冷凍機 | 20 | | 10 |
| 往復式 冷凍機 | ~10 HP | 30 | 15 |
| | 15~50 HP | 25 | 10 |
| | 60~150HP | 20 | 5 |
| 冷卻水塔 | 30 | | 15~20 |
| 配管類 | 30 | | 5~10 |
| 泵 | ~3 HP | 30 | 20 |
| | 5 HP~ | 20 | 5 |

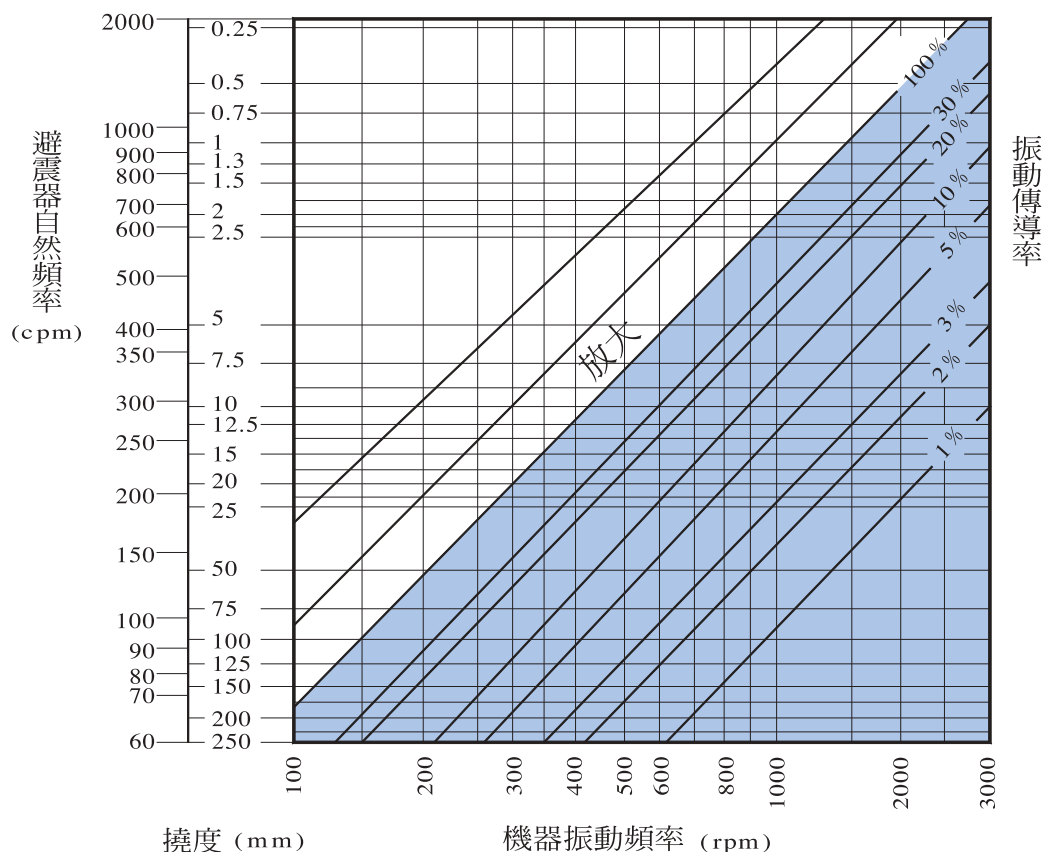
| 撓度& 防振效率對照表 | | | |
|-------------|---------------|---------------|---------------|
| 振動頻率 rpm | 荷重撓度 25 mm | 荷重撓度 40 mm | 荷重撓度 50 mm |
| 1750 | 98.8 % | 99.3 % | 99.4 % |
| 1500 | 98.4 % | 99.0 % | 99.2 % |
| 1250 | 97.7 % | 98.5 % | 98.8 % |
| 1000 | 96.3 % | 97.7 % | 98.2 % |
| 750 | 93.2 % | 95.9 % | 96.7 % |
| 500 | 83.3 % | 90.2 % | 92.3 % |
| 300 | 34.1 % | 67.0 % | 75.2 % |

自然頻率: 以Hz或cps (rad/sec)或
cpm (rad/min)為單位。

$$fn(\text{Hz}) = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k \cdot g}{w}} = 15.8 \sqrt{\frac{1}{\delta}}$$

δ = 彈簧之下壓撓度 單位: mm

機器振動頻率、避震器自然頻率、撓度及振動傳導率之相互關係



JSC避震器的選擇次序

1. 避震器按裝支點位置之決定，決定支稱點位置時，應盡量使個各支稱點的靜荷重，成等分佈狀態。
2. 由機器及按裝地點來決定避震器自然頻率值f及彈性常數k值。
3. 避震器規格之選擇決定，依據求得之k值及已知之容許載重按裝方式，由J.S.C.目錄選擇適當之規格。

計算例:

避震器自然頻率之計算

1. 依機器之出力可決定防振效率要求為98.5%，則避震器之振動傳導率為1.5%。則由機器振動頻率、避震器自然頻率、撓度及振動傳導率之相互關係圖可查出避震器自然頻率需為142CPM約2.36(Hz)。

彈性常數(K)計算

因為每一點荷重為 $(1300+980+800)/8=385\text{Kg}$
因此彈性常數可由下列式中求得

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{kg}{W}} \text{ (Hz)}$$

$$\text{可求得 } k = (2\pi f)^2 \frac{W}{g} = (2 \times 3.14 \times 2.36)^2 \times \frac{385}{980} = 86.3 \text{ kg/cm}$$

彈簧式避震器之選擇

由上述結果得知，每一支稱點之靜荷重為385kg，彈簧常數為K:86.3kg/cm
由目錄中可選擇JAS-1-450避震器(K=90kg/cm)

驗算

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{kg}{W}} \text{ (Hz)}$$

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{90 \times 980}{385}} \text{ (Hz)}$$

$$f_n = 2.41 \text{ (Hz)} = 144.6 \text{ (cpm)}$$

$$TR = \left| \frac{1}{1 - \left(\frac{n}{f}\right)^2} \right| \times 100 = \left| \frac{1}{1 - \left(\frac{1200}{144.6}\right)^2} \right| = 0.0147$$

隔振效率

隔振效率為： $(1-TR) \times 100\% = (1-0.0147) \times 100\% = 98.5\%$

設計諸元

機械:發電機(100 Hp)

按裝地點:頂樓

重量:引擎 1300Kg

發電機 980Kg

聯軸器 800Kg

基盤

週轉數:引擎 常用:1200(RPM)

最高:1500(RPM)

按裝支點數: 8Pcs

立管防震設計原理

立管防震設計原理

為使立管防震系統能有效隔絕噪音與振動，同時考慮地震來襲時所引起的水平與垂直方向外力及共振所可能引起的破壞，因此立管配管的長度、支撐點的間隔距離、防振橡膠避震器的選擇及伸縮軟管的安裝，應依照下列要點來設計立管防震系統。

1. 軸向壓縮荷載考量

立式配管的長度 h 必須考慮滿水時的總重量，不可超過管件的最大容許壓縮應力 σ 範圍，又基於地震時鉛直方向可承受外力的安全考量，將安全系數 f_s 定為 2 使系統可承 1G 的加速度，即得式 (1)。

$$h \leq (\sigma * S) / (f_s * W_2) \text{ -----(1)}$$

2. 樓層發生移位所引起的彎曲距

地震水平方向的力若引起樓層間的位移 δ ($\delta \leq 20\text{mm}$)，所產生的彎曲距 M 必需在最大容許應力 σ 範圍內，所以支撐點的最小間距應如式(4)。

$$M = (12 * E * I * \delta) / l^2 \text{ -----(2)}$$

$$\sigma \geq M * r / I \text{ -----(3)}$$

$$\Rightarrow l \geq (12 * E * r * \delta / \sigma)^{1/2} \text{ -----(4)}$$

r : 平均半徑

l : 支撐間距

3. 地震時與建築物之共振檢討

一般地震的振動頻率約 1~2 Hz，為必免發生共振所以支撐間距要使配管的第一自然頻率 fn_1 大於 5Hz 以上如式(6)。

$$fn_1 = (\lambda^2 / 2 \pi l^2) * (E I g / W_2)^{1/2} \text{ -----(5)}$$

$$\Rightarrow l \leq [(\lambda^2 / 2 \pi * 5) * (E I g / W_2)^{1/2}]^{1/2} \text{ -----(6)}$$

g : 980 cm/s^2

λ : 常數 4.73

4. 防震與隔音效果

為了能有效隔絕固體噪音與振動的傳遞，防振橡膠避震器的選擇，要使配管系統鉛直方向的自然頻率低於 20Hz，再依前述的地震考量自然頻率 fn 設計應在 $5 < fn < 20$ 的範圍內如式(7)。(通常是以實際重量乘上 1.5 倍後的值來選擇避震器即可)

$$fn = (1 / 2 \pi) * (k * g / W)^{1/2} \text{ -----(7)}$$

5. 配管之冷縮熱膨脹效應

為消除因溫度變化所產生的壓縮或拉伸應力，應在各支撐點間應安裝一合適的伸縮接頭，以吸收因熱脹冷縮所引起的軸向變位，一般鋼管在 0~100°C 間之線膨脹係數平均值 $\sigma = 0.011 \text{ mm/M} * ^\circ\text{C}$ 。

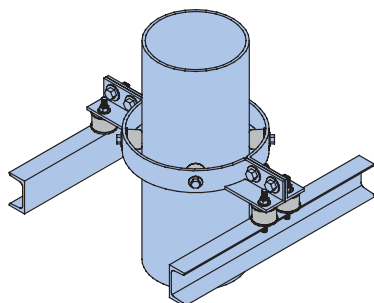
例：試計算配管長度 15 米，由 5°C 升溫至 35°C 時之軸向變位量。

$$\Delta = 0.011 * 15 * (35 - 5) = 4.95 \text{ mm}$$

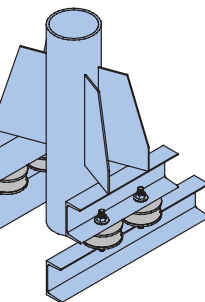
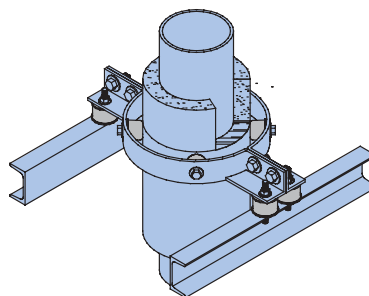
6. 防震支撐點之安裝

防振支撐點可分為水平活動式及軸向固定式兩種，其安裝必需依照下列幾點進行。

1. 不論是水平活動式或軸向固定式每點的間距必需符合(6)、(7)兩式所得之值。
2. 每隔 2~3 處水平活動式必需設一軸向固定式支撐點以承載立管的重量。
3. 配管的起、終兩端必需各設置一軸向固定式支撐點。



水平活動式



軸向固定式

立管防震設計原理

配管用碳素鋼管(SGP)

| JIS公稱管徑 | 外徑 Do(mm) | 內徑 Di(mm) | 厚度 t(mm) | 斷面二次力距 I (mm ⁴) | 斷面積 (mm ²) | 管材重量 W1(Kg/m) | 含水重量 W2(Kg/m) | 平均半徑 r (mm) |
|---------|--------------|--------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|------------------|------------------|----------------|
| 40A | 48.6 | 41.6 | 3.5 | 1.27E+05 | 495.9 | 3.9 | 5.3 | 22.6 |
| 50A | 60.5 | 52.9 | 3.8 | 2.73E+05 | 676.9 | 5.3 | 7.5 | 28.4 |
| 65A | 76.3 | 67.9 | 4.2 | 6.20E+05 | 951.3 | 7.5 | 11.1 | 36.1 |
| 80A | 89.1 | 80.7 | 4.2 | 1.01E+06 | 1120.2 | 8.8 | 13.9 | 42.5 |
| 100A | 114.3 | 105.3 | 4.5 | 2.34E+06 | 1552.3 | 12.2 | 20.9 | 54.9 |
| 125A | 139.8 | 130.8 | 4.5 | 4.38E+06 | 1912.8 | 15.0 | 28.4 | 67.7 |
| 150A | 165.2 | 155.2 | 5 | 8.08E+06 | 2516.4 | 19.7 | 38.7 | 80.1 |
| 200A | 216.3 | 204.7 | 5.8 | 2.12E+07 | 3835.6 | 30.1 | 63.0 | 105.3 |
| 250A | 267.4 | 254.2 | 6.6 | 4.60E+07 | 5407.6 | 42.4 | 93.2 | 130.4 |
| 300A | 318.5 | 304.7 | 6.9 | 8.20E+07 | 6754.5 | 53.0 | 125.9 | 155.8 |
| 350A | 355.6 | 339.8 | 7.9 | 1.30E+08 | 8629.4 | 67.7 | 158.4 | 173.9 |
| 400A | 406.4 | 390.6 | 7.9 | 1.96E+08 | 9890.2 | 77.6 | 197.4 | 199.3 |
| 450A | 457.2 | 441.4 | 7.9 | 2.81E+08 | 11151.0 | 87.5 | 240.5 | 224.7 |
| 500A | 508 | 492.2 | 7.9 | 3.88E+08 | 12411.8 | 97.4 | 287.7 | 250.1 |

縱彈性係數 $E = 212 \times 10^2 \text{ kg/mm}^2$

最大容許壓縮應力 $\sigma = 12 \text{ kg/mm}^2$

一般配管用不銹鋼管(SUS304)

| JIS公稱管徑 | 外徑 Do(mm) | 內徑 Di(mm) | 厚度 t(mm) | 斷面二次力距 I (mm ⁴) | 斷面積 (mm ²) | 管材重量 W1(Kg/m) | 含水重量 W2(Kg/m) | 平均半徑 r (mm) |
|---------|--------------|--------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|------------------|------------------|----------------|
| 40A | 48.6 | 46.2 | 1.2 | 5.022E+04 | 178.7 | 1.4 | 3.1 | 23.7 |
| 50A | 60.5 | 58.1 | 1.2 | 9.831E+04 | 223.6 | 1.8 | 4.4 | 29.7 |
| 65A | 76.3 | 73.3 | 1.5 | 2.466E+05 | 352.5 | 2.8 | 7.0 | 37.4 |
| 80A | 89.1 | 85.1 | 2 | 5.192E+05 | 547.3 | 4.3 | 10.0 | 43.6 |
| 100A | 114.3 | 110.3 | 2 | 1.113E+06 | 705.6 | 5.5 | 15.1 | 56.2 |
| 125A | 139.8 | 135.8 | 2 | 2.056E+06 | 865.8 | 6.8 | 21.3 | 68.9 |
| 150A | 165.2 | 159.2 | 3 | 5.029E+06 | 1528.7 | 12.0 | 31.9 | 81.1 |
| 200A | 216.3 | 210.3 | 3 | 1.144E+07 | 2010.3 | 15.8 | 50.5 | 106.7 |
| 250A | 267.4 | 260.6 | 3.4 | 2.457E+07 | 2819.9 | 22.1 | 75.5 | 132.0 |
| 300A | 318.5 | 310.5 | 4 | 4.887E+07 | 3952.1 | 31.0 | 106.7 | 157.3 |

縱彈性係數 $E = 197 \times 10^2 \text{ kg/mm}^2$

最大容許壓縮應力 $\sigma = 13 \text{ kg/mm}^2$

配管防振

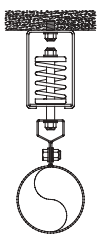
一般懸吊配管避震器之選擇

以附表的配管重量表為基準，可算出適當支持間隔的每一點負荷重量，然後再依JH負荷表，選定適當的JH懸吊式避震器。

選例一

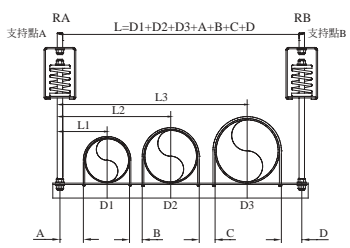
將配管管徑125A 之單管，以支稱間隔4M為支持點時，其應選用之避震器規格。

| 條件 | 無保溫 | 有保溫 |
|------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1.最大支持間隔重量(4M) (由配管重量表查知) | 136.5 Kg | 143.4 Kg |
| 2.支持間隔2M 重量 | 28.44x2x1.2=68.3Kg | 29.88x2x1.2=71.7Kg |
| 3.避震器規格 | JH-070-S | JH-070-S |



選例二

將配管管徑50A、65A、80A以支持間隔為2M時，選擇其適用之懸吊式避震器規格。



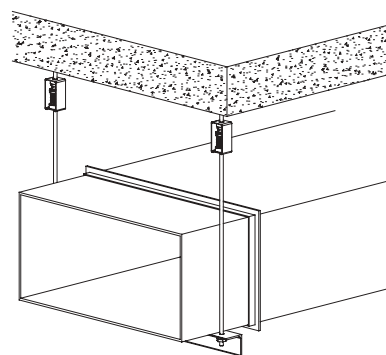
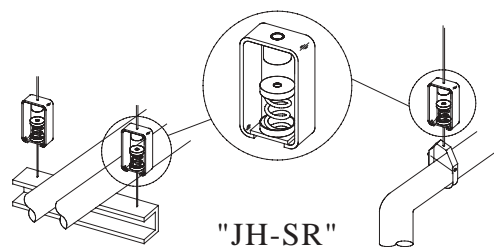
| 管別 | D1 | | | D2 | | | D3 | | | | | | | | | | |
|--------|-----|-------------|---------|---------|-------|---------|---------|---------------|------|---------|---------|---------|-----------------|-----------|----------|----------|---------|
| | 管直徑 | SGP 50A | SGP 65A | SGP 80A | 管直徑 | SGP 50A | SGP 65A | SGP 80A | 管直徑 | SGP 50A | SGP 65A | SGP 80A | | | | | |
| 外徑 | mm | Do | 60.5 | 76.3 | 89.1 | 厚度 | mm | t | 3.8 | 4.2 | 4.2 | 斷面積 | mm ² | S | 2.7E+05 | 6.2E+05 | 1.0E+06 |
| 內徑 | mm | Di | 52.9 | 67.9 | 80.7 | 管材重量 | Kg/m | W1 | 5.3 | 7.5 | 8.8 | 含水重量 | Kg/m | W2 | 7.5 | 11.1 | 13.9 |
| 最大支稱間隔 | m | Lmax | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 設計支稱間隔 | m | LS | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 各點荷重 | Kg | P=W2*LS | 15.0 | 22.2 | 27.8 |
| 距離A點距離 | mm | L=1000mm Ln | 250.0 | 500.0 | 750.0 | 各管影響支稱點 | Kg | RA=P*(L-Ln)/L | 11.3 | 11.1 | 7.0 | 各管影響支稱點 | Kg | RB=P*Ln/L | 3.8 | 11.1 | 20.9 |
| 位置 | | | 點A | 點B | | 支撐點荷重 | | | 29.3 | 35.7 | | 產品型號 | | | JH-050-S | JH-070-S | |

配管重量表

| 管徑 | | 單位管重量 | | | 最大支稱間隔 | 最大支稱間隔重量 | |
|-----|-------|-------|-------|------|--------|----------|----|
| A | B | 含水 | 含水 | 含保溫材 | | 無保溫 | 保溫 |
| | | Kg/m | Kg/m | | Kg | | |
| 15 | 1/2 | 1.5 | 1.8 | 1.8 | 2.7 | 3.3 | |
| 20 | 3/4 | 2.1 | 2.4 | 1.8 | 3.7 | 4.3 | |
| 25 | 1 | 3.0 | 3.4 | 2 | 6.1 | 6.8 | |
| 32 | 1 1/4 | 4.4 | 4.8 | 2 | 8.8 | 9.6 | |
| 40 | 1 1/2 | 5.3 | 6.0 | 2 | 10.5 | 11.9 | |
| 50 | 2 | 7.5 | 8.0 | 3 | 22.5 | 23.9 | |
| 65 | 2 1/2 | 11.1 | 12.0 | 3 | 33.3 | 36.1 | |
| 80 | 3 | 13.9 | 14.9 | 3 | 41.7 | 44.8 | |
| 90 | 3 1/2 | 16.9 | 18.0 | 4 | 67.6 | 72.2 | |
| 100 | 4 | 20.9 | 22.1 | 4 | 83.6 | 88.5 | |
| 125 | 5 | 28.4 | 29.9 | 4 | 113.8 | 119.5 | |
| 150 | 6 | 38.7 | 40.3 | 4 | 154.6 | 161.5 | |
| 200 | 8 | 63.0 | 65.1 | 5 | 315.0 | 325.3 | |
| 250 | 10 | 93.2 | 93.6 | 5 | 465.9 | 468.2 | |
| 300 | 12 | 125.9 | 129.9 | 5 | 629.5 | 649.5 | |

※最大支持間隔距離，保溫厚(管內5℃/周圍溫度30℃/相對溫度85℃)是依據HASS107-1977標準。

※JH重量負荷表請參考JSC懸吊式避震器目錄。



振動標準

ISO 2372 振動管制標準

| ISO 2372 振動管制標準 | | 振動管制標準 vs 機器馬力 | | | |
|-----------------|--------------|----------------|-----------|-----------|----------|
| In/Sec (PK) | mm/Sec (RMS) | Class I | Class II | Class III | Class IV |
| | | < 20 HP | 20-100 HP | > 100 HP | > 100 HP |
| 0.015 | 0.28 | A | A | A | A (好) |
| 0.025 | 0.45 | | | | |
| 0.039 | 0.71 | | | | |
| 0.062 | 1.12 | B | B | B | B (允許) |
| 0.099 | 1.8 | | | | |
| 0.154 | 2.8 | C | C | C | C (可容忍的) |
| 0.248 | 4.5 | | | | |
| 0.392 | 7.1 | D | D | D | D (不允許的) |
| 0.617 | 11.2 | | | | |
| 0.993 | 18 | | | | |
| 1.54 | 28 | | | | |
| 2.48 | 45 | | | | |
| 3.94 | 71 | | | | |

分類

Class I : 15kW 以下設備
Class II : 15kW~75kW 以下設備
Class III : 75kW 以上有剛性基礎設備
Class IV : 75kW 以上有撓性基礎設備

| 靈敏設備地板振動規範表 | | | |
|-------------|------------------|--------------|---|
| 準則曲線 | 最大位準 (μinch/sec) | 製程最高解析度 (μm) | 適用場合 |
| 工廠 | 32000(90) | * | 可清楚的感覺到振動，適用於工廠及對振動不敏感的區域。 |
| 辦公室 | 16000(84) | * | 稍微可感覺到振動，適用於辦公室及對振動不敏感的區域。 |
| 住宅區 (白天) | 8000(78) | 75 | 幾乎感覺不到振動，一般的臥室或起居室都符合此一要求，大部分的電腦設備、測試用的探頭設備及低倍率的顯微鏡(X 20倍以下)均可勝任。 |
| 手術室 | 4000(72) | 25 | 感覺不到振動，適用於低倍率的顯微鏡(X 100倍以下)及其他對振動敏感度較低的儀器。 |
| VC-A | 2000(66) | 8 | 放大倍率至400倍的光學顯微鏡在此環境下均可勝任。 |
| VC-B | 1000(60) | 3 | 1000倍以下的光學顯微鏡、3 μm製程的光學檢測設備及光學平板印刷設備(包括步機-Steppers) 均可適用於此一規格。 |
| VC-C | 500(54) | 1 | 此準則為 1 μm製程的光學檢測設備以及光學平板印刷設備的一良好之規範標準。 |
| VC-D | 250(48) | 0.3 | 大部份的設備包括電子顯微鏡(TEM及SEM)及E-Beam系統在運轉時都會要求振動環境要在此範圍內才可保障設備的性能可充分發揮。 |
| VC-E | 125(42) | 0.1 | 在大部份的情況下此一標準不易達到。通常是一些以雷射為主、行程較長、聚焦點較小的設備或其他的系統才會要求如此的振動環境。 |

*頻率範圍8~100Hz。
*後面括弧內顯示的數值為dB,reference level: 1 μinch/sec。

空調設備避震器選擇建議表

| 設備類型 | 設備位置 | | 在地面上 | | |
|------------------|---------------------|--------------|------|-------|-------------|
| | 馬力或其他 Hp | 轉數 RPM | 基座型式 | 避震器型式 | 最小撓度 m/m |
| 冰水主機 | | | | | |
| 外露式 | All | All | A | 2 | 6 |
| 往覆式 | All | All | A | 2 | 6 |
| 離心式 | All | All | A | 1 | 6 |
| 開放離心式 | All | All | C | 1 | 6 |
| 吸收式 | All | All | A | 1 | 6 |
| 空氣壓縮機和真空泵浦 | | | | | |
| 櫃式 | Up to 10 | All | A | 3 | 20 |
| | 15 and over | All | C | 3 | 20 |
| 基座式 | All | All | C | 3 | 20 |
| 大型往覆式 | All | All | C | 3 | 20 |
| 泵浦 | | | | | |
| 聯軸式 | Up to 7.5 | All | B | 2 | 6 |
| | 10 and over | All | C | 3 | 20 |
| 立式 | 5 to 25 | All | A | 3 | 20 |
| | 30 and over | All | A | 3 | 45 |
| 臥式和雙吸式 | Up to 40 | All | C | 3 | 20 |
| | 50 to 125 | All | C | 3 | 20 |
| | 150 and over | All | C | 3 | 20 |
| 冷卻水塔 | All | Up to 300 | A | 1 | 6 |
| | | 301 to 500 | A | 1 | 6 |
| | | 500 and over | A | 1 | 6 |
| 鍋爐、蒸氣產生器 | All | All | A | 1 | 6 |
| 軸流式、箱型風機 | | | | | |
| 直徑 < 550m/m | All | All | A | 2 | 6 |
| 直徑 > 600m/m 或 超過 | Up to 50m/m. s.p. | Up to 300 | B | 3 | 65 |
| | | 300 to 500 | B | 3 | 20 |
| | | 501 and over | B | 3 | 20 |
| | 51m/m s.p. and over | Up to 300 | C | 3 | 65 |
| | | 300 to 500 | C | 3 | 45 |
| | | 501 and over | C | 3 | 20 |
| 離心式風機 | | | | | |
| 直徑 < 550m/m | All | All | B | 2 | 20 |
| 直徑 > 600m/m 或 超過 | Up to 40 | Up to 300 | B | 3 | 65 |
| | | 300 to 500 | B | 3 | 45 |
| | | 501 and over | B | 3 | 20 |
| | 50 and over | Up to 300 | C | 3 | 65 |
| | | 300 to 500 | C | 3 | 45 |
| | | 501 and over | C | 3 | 25 |
| 冷凍系統 | All | All | A | 1 | 6 |
| 風管 | | | | | |
| 小型風扇 | Up to 600 cfm | All | A | 3 | 13 |
| 箱型送風機 | 601 cfm and over | All | A | 3 | 20 |
| 發電機 | All | All | A | 3 | 20 |

基座型式：

- A. 沒有基座，避震器直接裝在設備
- B. 結構用鋼軌或基座(CN、CN-A、CF、CFS 防震基座)
- C. 混凝土慣性基座(如CE防震基座)
- D. 無避震器的基座(水泥基礎)

振動標準

| 6 公尺樓板跨距 | | | 9 公尺樓板跨距 | | | 12 公尺樓板跨距 | | |
|----------|-------|-------------|----------|-------|-------------|-----------|-------|-------------|
| 基座型式 | 避震器型式 | 最小撓度 m/m | 基座型式 | 避震器型式 | 最小撓度 m/m | 基座型式 | 避震器型式 | 最小撓度 m/m |
| C | 3 | 20 | C | 3 | 45 | C | 4 | 65 |
| A | 4 | 20 | A | 3 | 45 | A | 4 | 65 |
| A | 4 | 20 | A | 3 | 45 | A | 3 | 45 |
| C | 4 | 20 | C | 3 | 45 | C | 3 | 45 |
| A | 4 | 20 | A | 3 | 45 | A | 3 | 45 |
| A | 3 | 20 | A | 3 | 45 | A | 3 | 45 |
| C | 3 | 20 | C | 3 | 45 | C | 3 | 45 |
| C | 3 | 20 | C | 3 | 45 | C | 3 | 45 |
| C | 3 | 20 | C | 3 | 45 | C | 3 | 45 |
| C | 3 | 20 | C | 3 | 20 | C | 3 | 20 |
| C | 3 | 20 | C | 3 | 45 | C | 3 | 45 |
| A | 3 | 45 | A | 3 | 45 | A | 3 | 45 |
| A | 3 | 45 | A | 3 | 45 | A | 3 | 65 |
| C | 3 | 20 | C | 3 | 45 | C | 3 | 45 |
| C | 3 | 20 | C | 3 | 45 | C | 3 | 65 |
| C | 3 | 45 | C | 3 | 45 | C | 3 | 65 |
| A | 4 | 89 | A | 4 | 89 | A | 4 | 89 |
| A | 4 | 65 | A | 4 | 65 | A | 4 | 65 |
| A | 4 | 20 | A | 4 | 20 | A | 4 | 45 |
| B | 4 | 20 | B | 4 | 45 | B | 4 | 65 |
| A | 3 | 20 | A | 3 | 20 | C | 3 | 20 |
| C | 3 | 89 | C | 3 | 89 | C | 3 | 89 |
| B | 3 | 45 | C | 3 | 65 | C | 3 | 65 |
| B | 3 | 45 | B | 3 | 45 | B | 3 | 45 |
| C | 3 | 89 | C | 3 | 89 | C | 3 | 89 |
| C | 3 | 45 | C | 3 | 65 | C | 3 | 65 |
| C | 3 | 45 | C | 3 | 45 | C | 3 | 65 |
| B | 3 | 20 | B | 3 | 20 | C | 3 | 45 |
| B | 3 | 89 | B | 3 | 89 | B | 3 | 89 |
| B | 3 | 45 | B | 3 | 65 | B | 3 | 65 |
| B | 3 | 20 | B | 3 | 20 | B | 3 | 45 |
| C | 3 | 89 | C | 3 | 89 | C | 3 | 89 |
| C | 3 | 45 | C | 3 | 65 | C | 3 | 65 |
| C | 3 | 45 | C | 3 | 45 | C | 3 | 65 |
| A | 4 | 20 | A | 4 | 45 | A/D | 4 | 45 |
| A | 3 | 13 | A | 3 | 13 | A | 3 | 13 |
| A | 3 | 20 | A | 3 | 20 | A | 3 | 20 |
| C | 3 | 45 | C | 3 | 65 | C | 3 | 89 |

隔離器型式：

1. 墊片、橡膠、或玻璃纖維(如橡膠墊片、JH-R TYPE)
2. 橡膠式避震器或橡膠懸吊式避震器(如JN、JRA、JH-R、JH-A、JH-E TYPE)
3. 彈簧式避震器或彈簧懸吊式避震器(如JB、JC、JS、JK TYPE)
4. 抑制式彈簧避震器(如JA、JG、JS、JK TYPE)
5. 補強抑制式

單位換算

振動單位換算表

加速度

$$1g = 32.174 \text{ ft/sec}^2$$

$$1g = 9.807 \text{ m/sec}^2$$

$$\text{in/sec}^2 = 0.0254 \text{ m/sec}^2$$

位移

$$1\text{mil} = 0.001 \text{ in}$$

$$1\text{mil} = 0.0254 \text{ mm}$$

$$1\text{in} = 25.4 \text{ mm}$$

$$1\text{cm} = 10 \text{ mm}$$

頻率

$$1\text{Hz} = 1 \text{ cps}$$

$$1\text{Hz} = 0.159 \text{ rad/sec}$$

$$1\text{Hz} = 60 \text{ rpm}$$

$$1\text{rpm} = 0.0167 \text{ Hz}$$

$$1\text{rpm} = 1 \text{ cpm}$$

dB 值

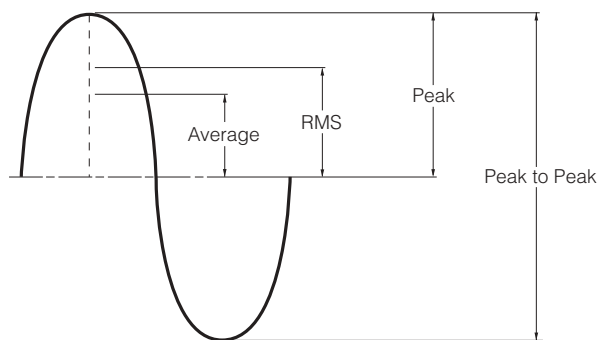
| dB | Gain |
|-----|-------|
| 60 | 1000 |
| 40 | 100 |
| 20 | 10 |
| 10 | 3.16 |
| 6 | 2 |
| 3 | 1.41 |
| 1 | 1.12 |
| 0 | 1 |
| -1 | 0.891 |
| -3 | 0.708 |
| -6 | 0.501 |
| -10 | 0.316 |
| -20 | 0.1 |
| -40 | 0.01 |
| -60 | 0.001 |

$$\text{dB} = 20 \log (V/V_{\text{ref}})$$

$$V_{\text{ref}} = 10^{-9} \text{ m/s}$$

振動參數換算

| 公制 | 英制 |
|--|--|
| $g = 2.013f^2D$ $g = 0.641Vf$ | $g = 0.0511f^2D$ $g = 0.0162Vf$ |
| $v = \pi fD$ D=m , Peak to Peak V=m/s , Peak f=Hz(cps) $g = 9.80665\text{m/s}^2$ | $v = \pi fD$ D=inch , Peak to Peak V=inch/s , Peak f=Hz (cps) $g = 386.1 \text{ inch/s}^2$ |



$$\text{Average Value} = 0.637 \times \text{Peak Value}$$

$$\text{RMS Value} = 0.707 \times \text{Peak Value}$$

$$\text{Peak Value} = 1.414 \times \text{RMS Value}$$

$$\text{Peak to Peak Value} = 2 \times \text{Peak Value}$$

$$\text{Peak to Peak Value} = 2.828 \times \text{RMS Value}$$

振動表示模式換算表

| | Peak | Peak to Peak | RMS | Average |
|--------------|-------|--------------|-------|---------|
| Peak | 1 | 0.5 | 1.414 | 1.57 |
| Peak to Peak | 1 | 1 | 2.828 | 3.14 |
| RMS | 0.707 | 0.354 | 1 | 1.11 |
| Average | 0.637 | 0.319 | 0.901 | 1 |