

流體狀況 與過濾

分析與
比較照片

PASSION T  PERFORM



目录

介绍	2
概述	4
顆粒尺寸分析	4
NAS 1638 和 AS4059 差異	4
較小顆粒的計數	4
計數大顆粒及纖維	5
使用微分顆粒計數確定AS 4059等級	5
各尺寸範圍等級定義	5
取樣 程序	6
清淨度 等級標準	8
NAS 1638清淨度等級標準	8
ISO 4405重量分析等級	9
ISO 4406清淨度分級系統	9
SAE AS4059G流體清潔度等級 (SAE 航太標準)	10
污染物 尺寸	12
ISO 4407顆粒尺寸分布	12
比較 照片	13
清淨度等級建議	16
油壓 系統 目標 清淨度等級	17
標準清淨度等級比較	17
濾心過濾精度	18
雷諾數	19
技術資訊	19
不同管徑油洗資訊	19
黏度換算表	20
液壓油和潤滑油裡的水分	21
含水量	21
飽和度	21
吸水介質	22
壓差評估與流量特性	23
過濾器選用	24
研發實驗室	25



完整的液壓過濾和配件系列



... 因為 污染 費錢!

70-80%的液壓系統故障
和高達 45% 的軸承故障
都是由於液壓油中的污染物造成的



在液壓流體動力系統中，動力透過封閉迴路內的加壓液體進行傳輸和控制。液體既是潤滑劑也是動力傳輸介質。

液體中存在固體污染物顆粒會抑制液壓油的潤滑能力並導致零件磨損。流體中的污染程度對系統的性能和可靠性有直接影響，因此有必要將固體污染物顆粒控制在適合相關系統的水平。

顆粒污染的定量測定需要精確地取得樣本和確定污染程度。MP Filtri 的污染監測產品 (CMP) 系列採用消光原理。這已成為確定污染程度的公認方法。

NAS 1638 報告格式是為以光學顯微鏡為主要顆粒計數手段而開發的，顆粒大小根據 ARP598 的最長尺寸來確定。當污染監測產品 (CMP) 開始使用時，它提供了一種比 ARP598 方法更快分析樣品的方法。開發了一種校準污染監測產品 (CMP) 的方法，儘管他們測量的是面積而不是長度，這樣就可以從同一樣本獲得與 ARP598 相當的結果。現在，污染監測產品 (CMP) 是用於計數顆粒的主要方法，顆粒的投影面積決定了大小。由於這兩種方法測量顆粒大小的方式不同，污染監測產品 (CMP) 和光學顯微鏡並不總是提供相同的結果。

NAS 1638 現已不再適用於新設計，並經過修訂以表明它不適用於污染監測產品 (CMP) 的使用。

顆粒尺寸分析

基於不同物理原理的多種方法和儀器可用於確定航空流體中懸浮顆粒的尺寸分佈。不同尺寸範圍內發現的顆粒數量表徵了這種分佈。因此，單一顆粒的等效直徑與所使用的計數方法的數量一樣多。

圖 1 顯示了由顯微鏡分析 (陰影) 的顆粒的尺寸 (作為其最長弦) 和根據當前校準標準使用消光顆粒計數器校準的 APC (使用標準參考材料 NIST SRM 2806, 按等效投影面積確定尺寸)。

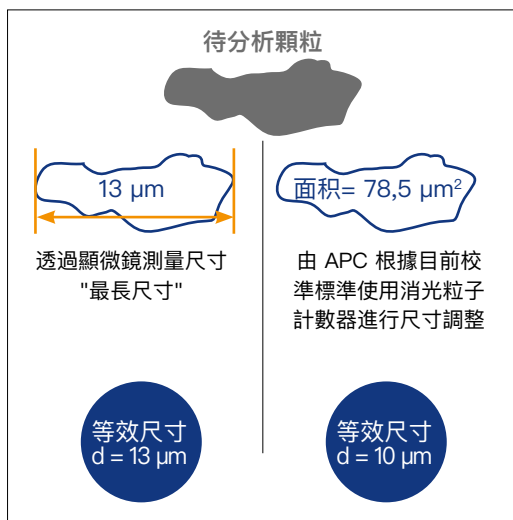


圖1

NAS 1638 和 AS4059 差異

AS4059 是作為過時的 NAS 1638 格式的替代/等效標準而開發的，其中表 2 涉及舊的 AS4059D 標準，表 1 是等效的 NAS 1638 標準。然而，也存在差異。特別是表 2 (累積顆粒計數)。

較小顆粒的計數

AS4059 允許分析和報告比 NAS 1638 更小的顆粒尺寸。

計數大顆粒及纖維

在一些樣本中，觀察到許多大於 100 微米的顆粒是纖維。然而，污染監測產品 (CMP) 根據投影面積而不是最長尺寸來確定顆粒大小，並且不區分纖維和顆粒。因此，纖維將被報告為尺寸遠小於纖維長度的顆粒。纖維的一個問題是它們可能不存在於系統中的流體中，而是由於採樣技術不良或分析過程中處理不當而被引入。

使用微分顆粒計數確定 AS 4059 等級

此方法適用於目前使用 NAS 1638 類別並希望維護與 NAS 1638 中指定的方法/格式和結果等效的人。表 1 (第 11 頁) 適用於基於微分顆粒計數的驗收標準，並提供了 00 至 12 級顆粒限值的定義。報告的樣品類別是任何給定顆粒範圍尺寸中的最高類別。

注意 表 1 中的類別和顆粒計數限值與 NAS 1638 相同。可以使用污染監測產品 (CMP)、光學或電子顯微鏡來測量顆粒計數。測量和報告的尺寸範圍應根據測量方法從表 1 中確定。

各尺寸範圍等級定義

污染監測產品 (CMP) 可以計算多個尺寸範圍內的顆粒數量。如今，不同尺寸範圍中的每一個通常需要不同程度的清潔度。可以說明各種尺寸範圍的要求並輕鬆報告清潔度。可以為每個尺寸指定一個等級，從 A 到 F (*)。下面提供了一個範例：

7B/6C/5D 是數字-字母表示，其中數字表示清潔度等級，字母表示該等級適用的顆粒尺寸範圍。它還表明每個尺寸範圍的顆粒數量不超過以下最大顆粒數量：

尺寸 B: 38.924 每 100 ml / 3.38 fl oz

尺寸 C: 3462 每 100 ml / 3.38 fl oz

尺寸 D: 306 每 100 ml / 3.38 fl oz

(*) 請檢查尺寸/類別定義的標準

取樣程序定義於ISO 4021 中。從操作系統的管線中提取流體樣本。容器應按DIN/1505884進行清潔。清潔度應根據 ISO 3722 進行驗證。

建議方法

方法 1

使用適用的具有PTFE 閥座的取樣閥

- 在穩定流量或紊流條件下，在壓力或回流管線（閉環狀態）的適當位置安裝取樣閥
- 取樣前，系統至少運作 30 分鐘
- 清潔取樣閥外部
- 開啟取樣閥至適當的流速，並用至少一公升流體流經閥門做沖洗
沖洗後請勿關閉閥門

方法 2

使用非指定的取樣閥

- 將閥安裝在回流管或流量穩定且不超過 14 bar / 203 psi 的適當位置
- 取樣前，系統至少運作 30 分鐘
- 將至少 45 公升/11.89 美制加侖流過閥門返回儲槽來沖洗採樣閥
- 在閥門打開且流體流動的情況下，斷開從閥門到儲槽的管路

- ● 從取樣瓶上取下蓋子。確保蓋子面朝下握在手中。
- ● 將瓶子放在取樣閥下方。將瓶子裝滿至頸部。蓋上瓶子並擦拭。
- ● 關閉取樣閥
- ● 在瓶子上貼上分析所需的信息，例如油品類型、運轉時間、系統描述等

使用適當的容器從液壓迴路中取樣的方法

從儲槽取樣

方法 3

僅當無法使用方法一和方法二時才使用

- 採樣前系統運作至少一小時
- 徹底清潔儲槽入口點周圍的區域
- 將取樣瓶連接至取樣裝置
- 小心地將取樣軟管插入儲槽的中間點。盡量不要觸摸儲槽內的側面或隔板。
- 使用真空幫浦萃取樣品並填充至約 75% 體積
- 釋放真空，斷開瓶子並丟棄液體
- 重複以上三個步驟3次，以確保設備的沖洗
- 將確認清潔的取樣瓶連接到取樣裝置 – 收集最終液體樣品
- 從採樣裝置取下瓶子並上蓋 – 貼上適當資訊的標籤

浸瓶方式

方法 4

由於可能存在大量污染，因此是最不建議的方法

- 採樣前系統運作至少一小時
- 徹底清潔要置入取樣瓶的儲槽入口點周圍的區域
- 使用過濾溶劑清潔經過確認清潔的取樣瓶的外部，使其蒸發乾燥
- 將取品瓶浸入儲槽中，蓋上蓋子並擦拭
- 重新密封儲槽入口
- 在瓶子上貼上分析所需的信息，例如油品類型、運轉時間、系統描述等

確保在採樣過程中評估所有危險並採取必要的預防措施。

液體樣品的處置必須遵循與 COSHH 和 OSHA 指南相關的程序。



注意

NAS 1638

清淨度等級標準

NAS 系統最初於 1964 年開發，用於定義飛機零件內污染物的污染等級。因為當時不存在其他標準，該標準的應用擴展到工業液壓系統。

此編碼系統定義了不同尺寸間隔（差異計數）下 100 毫升體積允許的最大數量，而不是像 ISO 4406 那樣使用累積計數。儘管標準中沒有給出如何引用等級的指導，但大多數工業用戶引用了所有尺寸中記錄的最高的單一代碼，MP Filtri 污染監測儀亦使用此原則。

污染等級由數字（從 00 到 12）定義，該數字表示在給定尺寸範圍內每 100 毫升的最大顆粒數，以差異為基礎進行計數。

尺寸範圍等級（以微米為單位）

每 100 ml / 3.38 fl oz 最大污染限值					
等級	5 - 15	15 - 25	25 - 50	50 - 100	>100
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1 000	178	32	6	1
3	2 000	356	63	11	2
4	4 000	712	126	22	4
5	8 000	1 425	253	45	8
6	16 000	2 850	506	90	16
7	32 000	5 700	1 012	180	32
8	64 000	11 400	2 025	360	64
9	128 000	22 800	4 050	720	128
10	256 000	45 600	8 100	1 440	256
11	512 000	91 200	16 200	2 880	512
12	1 024 000	182 400	32 400	5 760	1 024

5-15 μm = 42 000 顆粒數

15-25 μm = 2 200 顆粒數

25-50 μm = 150 顆粒數

50-100 μm = 18 顆粒數

> 100 μm = 3 顆粒數

等級 NAS 8

ISO 4405 重量分析等級

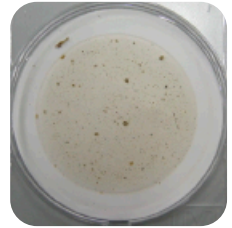
透過檢查實驗室薄膜收集的顆粒重量來確定污染程度。

必須使用標準規定的液體和條件對薄膜進行清潔、乾燥和乾燥。

使用合適的抽吸系統透過薄膜過濾一定量的流體。透過檢查流體過濾前後膜的重量來確定污染物的重量。



清潔的薄膜



汙染的薄膜

ISO 4406 清淨度分級系統

國際標準組織標準 ISO 4406 是評估樣本中固體污染物顆粒數量的首選方法。污染程度是透過計算每單位體積流體中特定尺寸的顆粒數量來定義的。測量由污染監測產品 (CMP) 執行。

這些數字代表一個代碼，用於識別 1 毫升液體中特定尺寸顆粒的數量。每個代碼都有特定的尺寸範圍。

第一組數字表示每毫升流體中等於或大於 $4\mu\text{m}(c)$ 的顆粒數量；

第二組數字表示每毫升流體中等於或大於 $6\mu\text{m}(c)$ 的顆粒數量；

第三個刻度數字表示每毫升流體中等於或大於 $14\mu\text{m}(c)$ 的顆粒數量。

表5 ISO 4406 – 等級數字數量分配

等級	每ml/fl oz的顆粒數	
	大於	小於
28	1 300 000	2 500 000
27	640 000	1 300 000
26	320 000	640 000
25	160 000	320 000
24	80 000	160 000
23	40 000	80 000
22	20 000	40 000
21	10 000	20 000
20	5 000	10 000
19	2 500	5 000
18	1 300	2 500
17	640	1 300
16	320	640
15	160	320
14	80	160
13	40	80
12	20	40
11	10	20
10	5	10
9	2.5	5
8	1.3	2.5
7	0.64	1.3
6	0.32	0.64
5	0.16	0.32
4	0.08	0.16
3	0.04	0.08
2	0.02	0.04
1	0.01	0.02
0	0	0.01

$\geq 4\mu\text{m}(c)$ = 350 顆粒數

$\geq 6\mu\text{m}(c)$ = 100 顆粒數

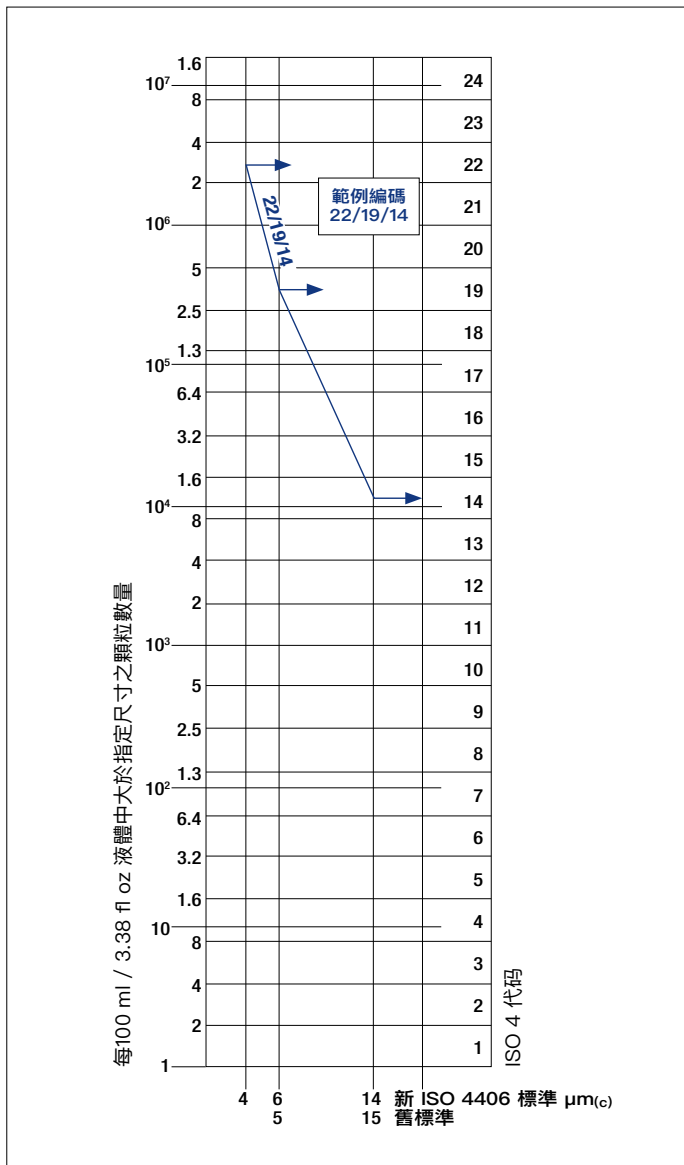
$\geq 14\mu\text{m}(c)$ = 25 顆粒數

> 16 / 14 / 12

顯微鏡計數檢查顆粒的方式與污染監測產品 (CMP) 不同，且代碼僅包含兩個刻度數字。這些尺寸為 5 μm 和 15 μm ，相當於污染監測產品 (CMP) 的 6 $\mu\text{m(c)}$ 和 14 $\mu\text{m(c)}$ 。

清淨度代碼表

樣品量為 100 ml / 3.38 fl oz



SAE AS 4059 – REV. G

流體清潔度等級 (SAE 航太標準)

此 SAE 航太標準 (AS) 定義了液壓油顆粒污染的清淨度等級，並包括報告與污染等級相關的數據的方法。下面的表 1 和表 2 分別提供了透過污染監測產品 (CMP) 獲得的計數的微分和累積顆粒計數，例如 LPA3。

差分測量等級

表1

等級	污染物尺寸 每100 ml / 3.38 fl oz 的最大污染限值				
	5-15 μm	15-25 μm	25-50 μm	50-100 μm	>100 μm
	6-14 $\mu\text{m}_{(c)}$	14-21 $\mu\text{m}_{(c)}$	21-38 $\mu\text{m}_{(c)}$	38-70 $\mu\text{m}_{(c)}$	>70 $\mu\text{m}_{(c)}$
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1 000	178	32	6	1
3	2 000	356	63	11	2
4	4 000	712	126	22	4
5	8 000	1 425	253	45	8
6	16 000	2 850	506	90	16
7	32 000	5 700	1 012	180	32
8	64 000	11 400	2 025	360	64
9	128 000	22 800	4 050	720	128
10	256 000	45 600	8 100	1 440	256
11	512 000	91 200	16 200	2 880	512
12	1 024 000	182 400	32 400	5 760	1 024

6 – 14 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 15 000 顆粒數

14 – 21 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 2 200 顆粒數

21 – 38 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 200 顆粒數

38 – 70 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 35 顆粒數

>70 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 3 顆粒數

SAE AS4059 REV G – 等級 6

累積測量等級

表2

等級	污染物尺寸 每100 ml / 3.38 fl oz 的最大污染限值					
	>1 μm	>5 μm	>15 μm	>25 μm	>50 μm	>100 μm
	>4 $\mu\text{m}_{(c)}$	>6 $\mu\text{m}_{(c)}$	>14 $\mu\text{m}_{(c)}$	>21 $\mu\text{m}_{(c)}$	>38 $\mu\text{m}_{(c)}$	>70 $\mu\text{m}_{(c)}$
000	195	76	14	3	1	0
00	390	152	27	5	1	0
0	780	304	54	10	2	0
1	1 560	609	109	20	4	1
2	3 120	1 217	217	39	7	1
3	6 250	2 432	432	76	13	2
4	12 500	4 864	864	152	26	4
5	25 000	9 731	1 731	306	53	8
6	50 000	19 462	3 462	612	106	16
7	100 000	38 924	6 924	1 224	212	32
8	200 000	77 849	13 849	2 449	424	64
9	400 000	155 698	27 698	4 898	848	128
10	800 000	311 396	55 396	9 796	1 696	256
11	1 600 000	622 792	110 792	19 592	3 392	512
12	3 200 000	1 245 584	221 584	39 184	6 784	1 024

>4 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 45 000 顆粒數

>6 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 15 000 顆粒數

>14 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 1 500 顆粒數

>21 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 250 顆粒數

>38 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 15 顆粒數

>70 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 3 顆粒數

SAE AS4059 REV G
cpc* Class 6 6/6/5/5/4/2

* 累積顆粒數

1) 光學顯微鏡測量尺寸範圍，基於根據 AS598 或 ISO 4407 測量的最長尺寸。

2) CMP測量尺寸範圍，根據 ISO 11171 或具有影像分析軟體的光學或電子顯微鏡進行校準，基於投影面積等效直徑。

3) 污染等級和粒子數限制與NAS 1638一致。

本頁和上一頁轉載資訊由2022年修訂之SAE AS4059 Rev.G 摘錄。需更詳細資訊和解釋，請參閱完整標準。

ISO 4407 顆粒尺寸分布

污染程度是透過計算每單位流體體積由實驗室薄膜收集的顆粒數量來定義的。測量是透過顯微鏡完成的。

必須使用標準規定的液體和條件對薄膜進行清潔、乾燥和乾燥。使用合適的抽吸系統透過薄膜過濾流體體積。

透過將薄膜劃分成設定數量的區域並使用合適的實驗室顯微鏡對污染物顆粒進行計數來確定污染程度。



顯微鏡控制和測量

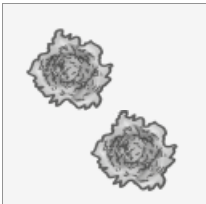
物質	Microns (微米)	
	自	至
沙灘沙	100	2,000
石灰石粉塵	10	1,000
碳黑	5	500
人類毛髮 (直徑)	40	150
碳塵	1	100
水泥粉塵	3	100
滑石粉	5	60
細菌	3	30
顏料	0.1	7
菸草煙霧	0.01	1

1 Micron* = 0.001 mm

25.4 Micron* = 0.001 inch

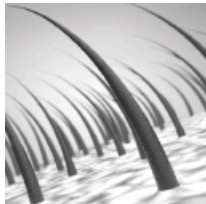
實際上，1 微米或更小的顆粒永久懸浮在空氣中。

100 μm



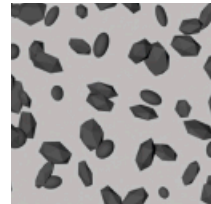
灰塵顆粒 (皮屑)

75 μm



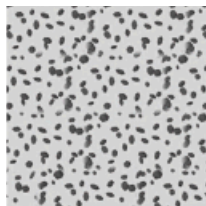
人類毛髮

40 μm



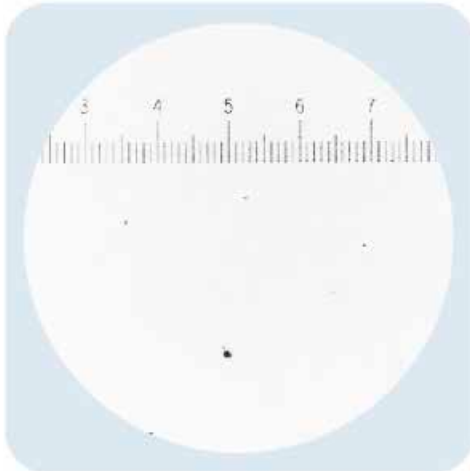
人眼可見的最小尺寸

4 – 14 μm

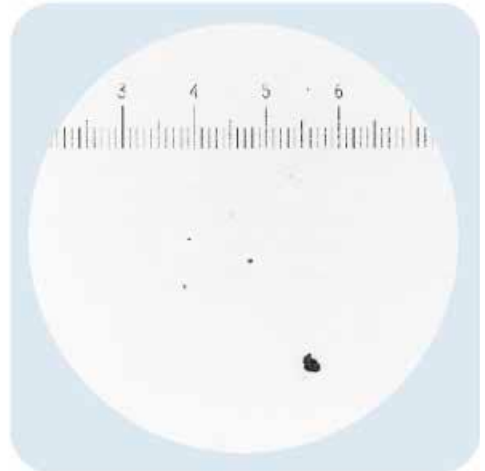


液壓迴路中的典型污染物尺寸

* 正確名稱 = Micrometre

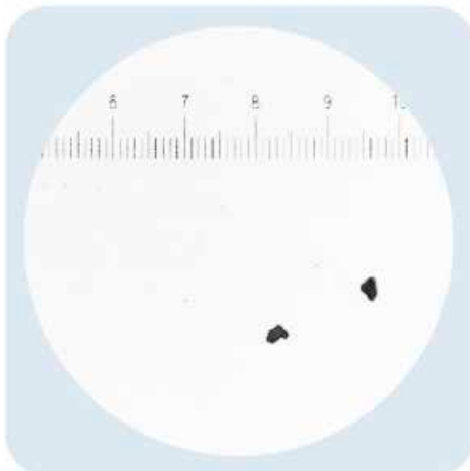


ISO 4406	Class 14/12/9
SAE AS4059 表1	Class 3
NAS 1638	Class 3
SAE AS4059 表2	Class 4A/3B/3C

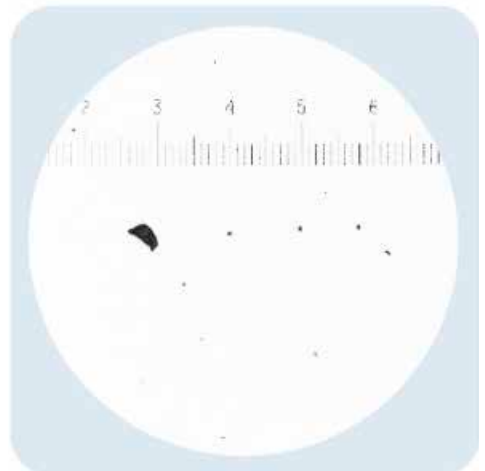


ISO 4406	Class 15/13/10
SAE AS4059 表1	Class 4
NAS 1638	Class 4
SAE AS4059 表2	Class 5A/4B/4C

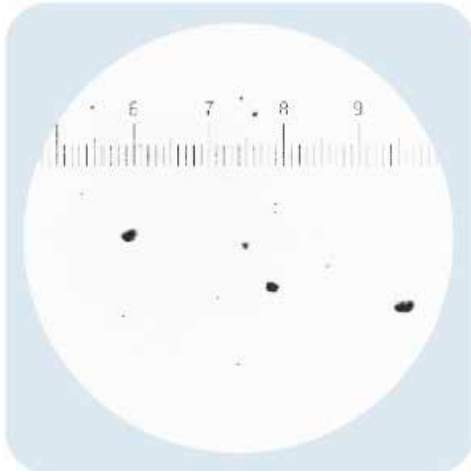
1 刻度 = 10 μm



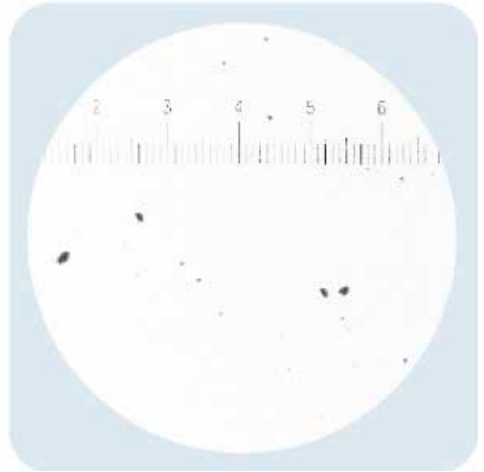
ISO 4406	Class 16/14/11
SAE AS4059 表1	Class 5
NAS 1638	Class 5
SAE AS4059 表2	Class 6A/5B/5C



ISO 4406	Class 17/15/12
SAE AS4059 表1	Class 6
NAS 1638	Class 6
SAE AS4059 表2	Class 7A/6B/6C



ISO 4406	Class 18/16/13
SAE AS4059 表1	Class 7
NAS 1638	Class 7
SAE AS4059 表2	Class 8A/7B/7C

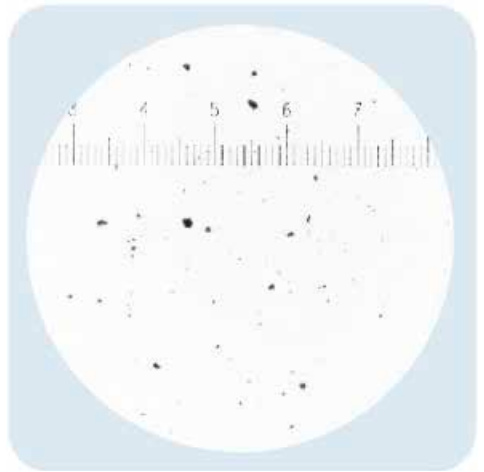


ISO 4406	Class 19/17/14
SAE AS4059 表1	Class 8
NAS 1638	Class 8
SAE AS4059 表2	Class 9A/8B/8C

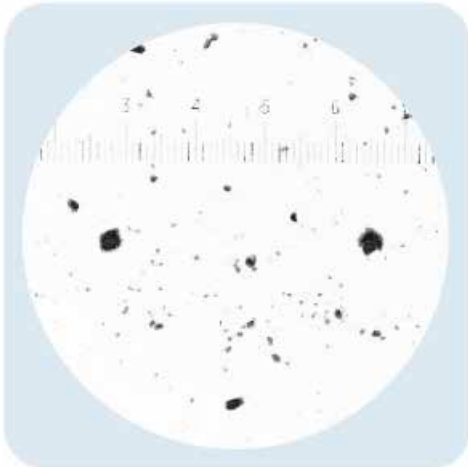
1 极差 = 10 μm



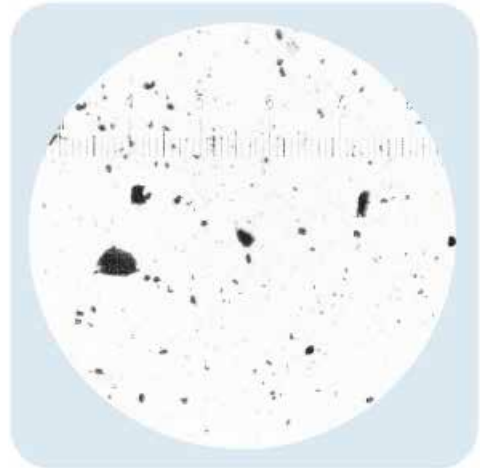
ISO 4406	Class 20/18/15
SAE AS4059 表1	Class 9
NAS 1638	Class 9
SAE AS4059 表2	Class 10A/9B/9C



ISO 4406	Class 21/19/16
SAE AS4059 表1	Class 10
NAS 1638	Class 10
SAE AS4059 表2	Class 11A/10B/10C



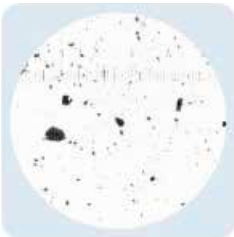
ISO 4406 Class 22/20/17
 SAE AS4059 表1 Class 11
 NAS 1638 Class 11
 SAE AS4059 表2 Class 12A/11B/11C



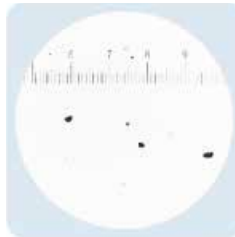
ISO 4406 Class 23/21/18
 SAE AS4059 表1 Class 12
 NAS 1638 Class 12
 SAE AS4059 表2 Class 13A/12B/12C

1 刻度 = 10 μm

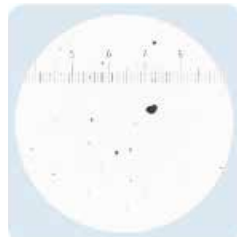
污染等級



NAS 12
ISO 23/21/18
 使用全新有保證的
 205 公升低碳鋼桶交
 運的新油



NAS 7
ISO 18/15/13
 使用全新有保證的小
 型容器交運的新油



NAS 9
ISO 21/18/15
 使用油輪交運的新油



NAS 6
ISO 17/15/12
 現行大部分液壓系統
 需要的

大多數零件製造商都知道污染等級的增加對其部件的性能產生相應的影響，並發布了最大允許污染等級。他們指出，使用比規定的更清潔的流體來操作零件將延長使用壽命。

然而，液壓系統在壓力、工作循環、環境、所需潤滑、污染物類型等方面的多樣性使得幾乎不可能預測零件的使用壽命超出合理預期。

此外，如果沒有重要的研究成果和標準污染物敏感性測試的存在，發布比競爭對手更清潔的建議的製造商可能會被視為擁有更敏感的產品。

因此，在比較不同來源所建議的清淨度等級時，可能存在相互矛盾的資訊來源。

下表給出了通常由組件製造商發布的最大污染等級的選擇。這些與使用正確黏度的礦物液有關。如果操作條件惡劣，例如負載高頻波動、高溫或高故障風險，則可能需要更清潔的等級。

壓力低於 140 bar – 2031 psi 時建議的污染程度範例

固定流量活塞泵	•					
可變流量活塞泵			•			
固定流量葉片泵		•				
可變流量葉片泵			•			
引擎	•					
液壓缸	•					
執行器					•	
試驗台						•
止回閥	•					
換向閥	•					
流量調節閥	•					
比例閥				•		
伺服閥					•	
平面軸承			•			
球軸承				•		
ISO 4406 CODE	20/18/15	19/17/14	18/16/13	17/15/12	16/14/11	15/13/10
建議過濾精度	β _{21(c)}	β _{15(c)}	β _{10(c)}	β _{7(c)}	β _{7(c)}	β _{5(c)}
β _{x(c)} ≥ 1.000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
MP Filtri 濾心編碼	A25	A16	A10	A06	A06	A03

油壓系統目標 清淨度等級

如果液壓系統使用者能夠在一段夠長的時間檢視清淨度等級，則可以驗證可接受清淨度等級。因此，如果沒有發生故障，則測得的平均值可以作為基準。

然而，如果條件發生變化，或者如果系統中增加了特定的對污染敏感的零組件，則可能必須修改等級標準。對更高可靠性的需求可能還需要提高清淨度等級。

可接受等級依下面三條件決定:

- 零組件的污染敏感性
- 系統的運作條件
- 所需的可靠性和期望使用年限

汙染等級 ISO 4406			對照號碼 NAS 1638	建議過濾精度	典型應用
> 4 $\mu\text{m}_{(c)}$	> 6 $\mu\text{m}_{(c)}$	14 $\mu\text{m}_{(c)}$		$\beta_{x(c)} \geq 1.000$	
14	12	9	3	3	高精度及實驗室伺服系統
17	15	11	6	3 - 6	伺服系統
18	16	13	7	10 - 12	非常敏感 高可靠性系統
20	18	14	9	12 - 15	敏感的 可靠的系統
21	19	16	10	15 - 25	一般設備 有限的可靠度
23	21	18	12	25 - 40	低壓設備 非連續運轉

標準清淨度等級比較

儘管 ISO 4406 標準在液壓行業中廣泛使用，但有時也需要其他標準，並且可能需要進行比較。

下表提供了大致的比較，但由於涉及不同的標準和尺寸，通常無法進行直接比較。

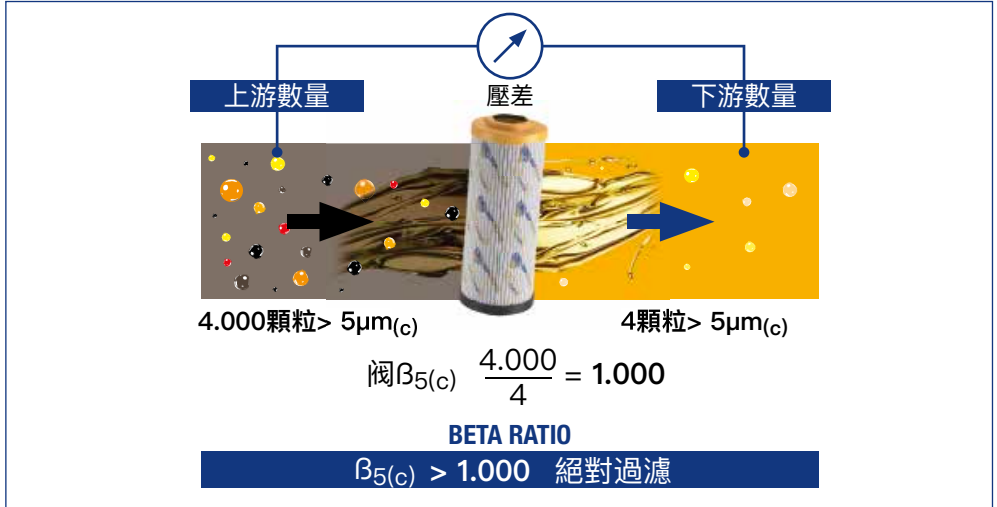
ISO 4406	SAE AS4059 表2	SAE AS4059 表1	NAS 1638
> 4 $\mu\text{m}_{(c)}$ > 6 $\mu\text{m}_{(c)}$ 14 $\mu\text{m}_{(c)}$	> 4 $\mu\text{m}_{(c)}$ > 6 $\mu\text{m}_{(c)}$ 14 $\mu\text{m}_{(c)}$	4-6 6-14 14-21 21-38 38-70 >70	5-15 15-25 25-50 50-100 >100
23 / 21 / 18	13A / 12B / 12C	12	12
22 / 20 / 17	12A / 11B / 11C	11	11
21 / 19 / 16	11A / 10B / 10C	10	10
20 / 18 / 15	10A / 9B / 9C	9	9
19 / 17 / 14	9A / 8B / 8C	8	8
18 / 16 / 13	8A / 7B / 7C	7	7
17 / 15 / 12	7A / 6B / 6C	6	6
16 / 14 / 11	6A / 5B / 5C	5	5
15 / 13 / 10	5A / 4B / 4C	4	4
14 / 12 / 9	4A / 3B / 3C	3	3

濾心過濾精度

過濾器 BETA比率 [BETA RATIOS]

Beta 比率等於過濾器上游最大給定尺寸的顆粒數量與下游發現的相同尺寸和更大尺寸的顆粒數量之比。簡而言之，Beta 比率越高，過濾器的捕捉效率越高。

Beta比率



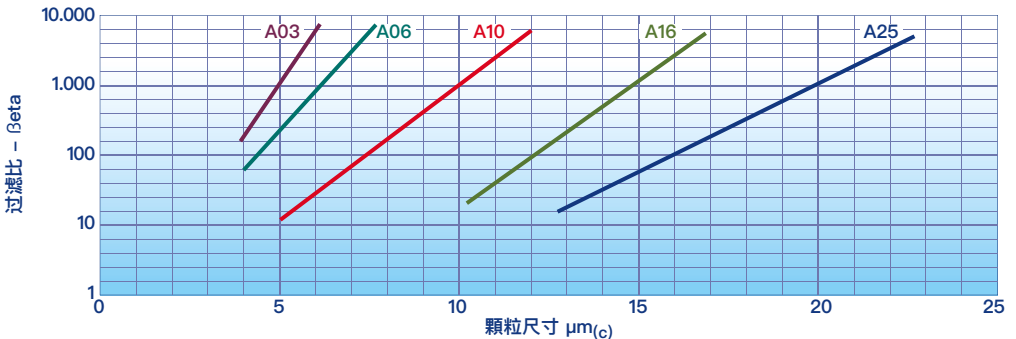
過濾效率 – Beta Ratio

Beta	2	10	50	75	100	200	1000	2000
%	50	90	98	98.7	99	99.5	99.9	99.95

過濾 ISO 標準比較

MP FILTRI 過濾代碼	ISO 4572 $\beta_x > 200$	ISO 16889 $\beta_{x(c)} > 1000$
A03	3 µm	5 µm(e)
A06	6 µm	7 µm(e)
A10	10 µm	10 µm(e)
A16	18 µm	15 µm(e)
A25	25 µm	21 µm(e)

過濾代碼 – Beta Ratio



技術資訊

流體的流動（層流或紊流）是透過評估流動的雷諾數來確定的。雷諾數是根據Osborn Reynolds的研究，是由流動的物理特性所組成的無量綱數。

於實際定義，如果雷諾數小於 2000，則流動為層流。如果大於 3500，則流動為紊流。雷諾數在 2000 到 3500 之間的流動有時稱為過渡流。

在應用中，當雷諾數大於 4000 (Re > 4000) 時，液壓/潤滑系統就會出現紊流。

$$\text{雷諾數由此算式算出 (Re)} = 21220 \times \frac{Q}{d_i \times V}$$

定義:

Q = 體積流量 (litres/min)

d_i = 最大流道內徑或當量直徑 (mm)

v = 正常沖洗溫度下沖洗液的黏度 (Cst)

不同管徑的油洗資訊

只有產生紊流，部件清潔/沖洗系統才能有效。

以下準則適用於流體密度為 86 kg/m³ / 0.718 lb/gal（典型礦物油）和黏度為 30 cSt 的流體。

公称管道尺寸	Core		流量 [Re = 4000]	
	[in]	[mm]	[l/min]	[gpm]
1/4"	0.451	11.5	65	17.17
1/2"	0.734	18.6	105	27.74
1"	1.193	30.3	171	45.17
1 1/4"	1.534	39.0	220	58.12
1 1/2"	1.766	44.9	254	67.10
2"	2.231	56.7	320	84.54

黏度換算表

STD 等級與溫度的關係

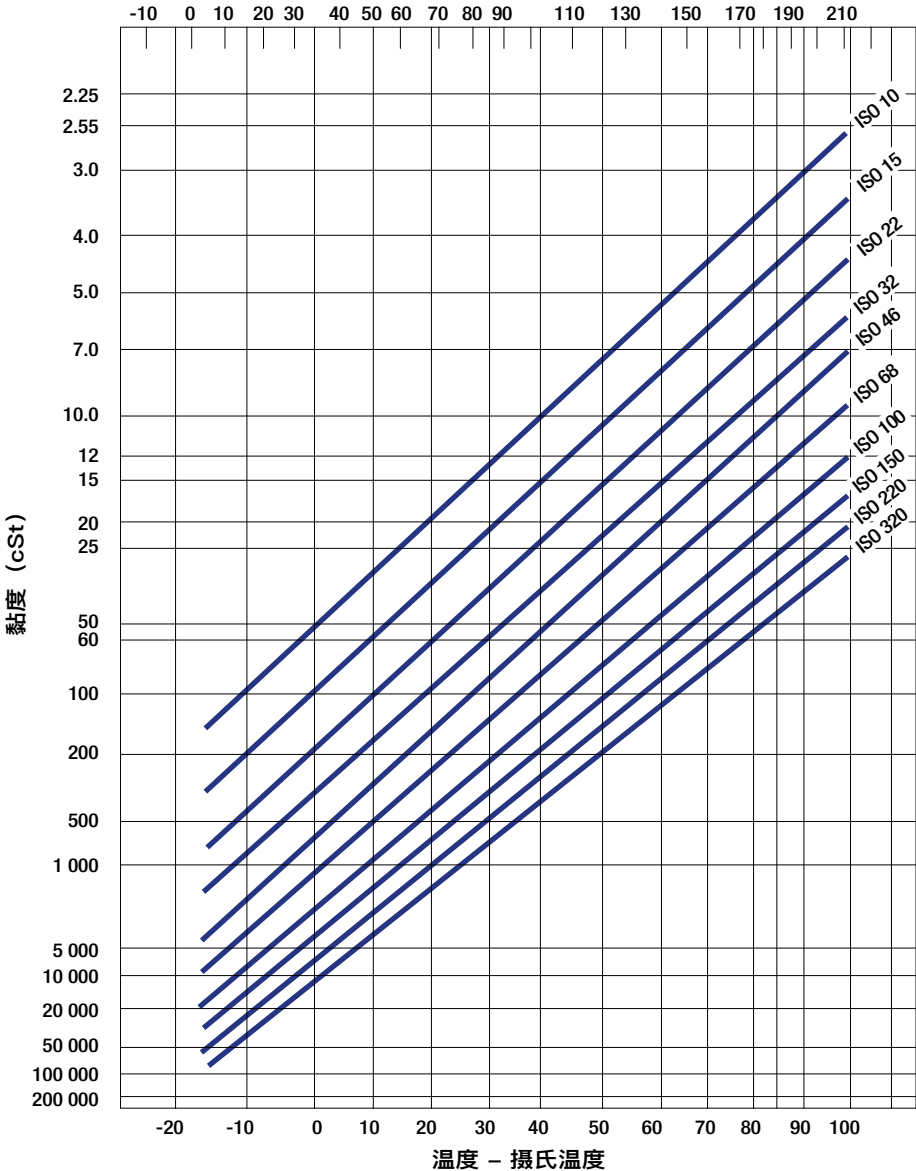
油黏度/溫度表

所示線條表示油品 ISO 等級，黏度指數為 100。

低黏度油品會有更陡的斜率。

高黏度油品斜率會比較平緩。

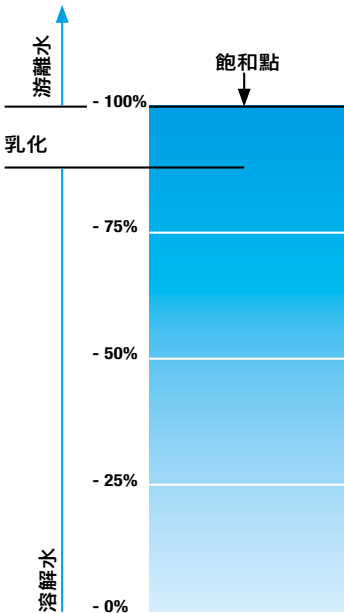
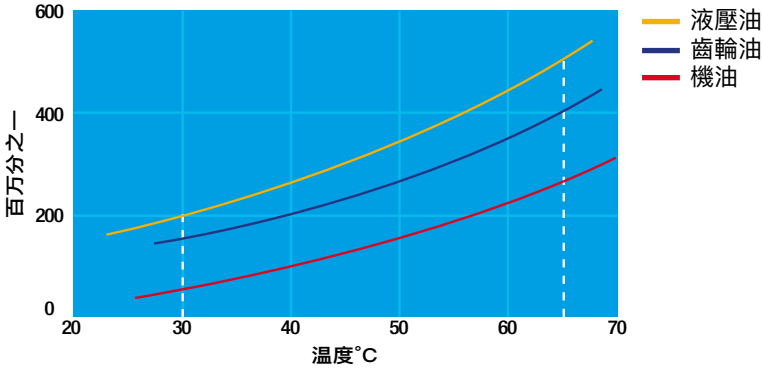
溫度 - 華氏



含水量

在礦物油和非耐水液體中，水是不受歡迎的。礦物油的含水量通常為 50–500 ppm (@40°C / 104°F)，可支持該含量而不會產生不良後果。一旦含水量超過約 500 ppm，油就開始顯得渾濁。高於此水平，系統中低流量區域有遊離水積聚的危險。這會導致腐蝕和加速磨損。

同樣，耐火液含有天然水，可能與礦物油不同。



飽和度

由於遊離水（也稱為乳化水）的影響比溶解水的危害更大，因此水位應保持在遠低於飽和點的水平。

然而，即使溶液中的水也會造成損害，因此應盡一切合理努力保持飽和度盡可能低。水不存在太少的情況。作為指引，我們建議將所有設備的飽和度保持在 50% 以下。

新油的典型水飽和度

例：

液壓油@ 30°C = 200 ppm = 100% 飽和

液壓油@ 65°C = 500 ppm = 100% 飽和

液壓油和潤滑油裡的水分

吸水介質

在儲存、處理和維修過程中，水無所不在。

MP Filtri 過濾元件採用吸收介質，可保護液壓系統免受顆粒和水污染。

MP Filtri 過濾元件技術適用於過濾 25 μm 等級的無機微纖維介質（因此介質名稱為 WA025，可絕對過濾固體顆粒至 $\beta(c) = 1000$ ）。吸收介質由吸水纖維製成，吸水纖維在吸收過程中尺寸會增加。因此，遊離水與過濾介質結合併完全從系統中去除（甚至無法被擠出）

過濾介質

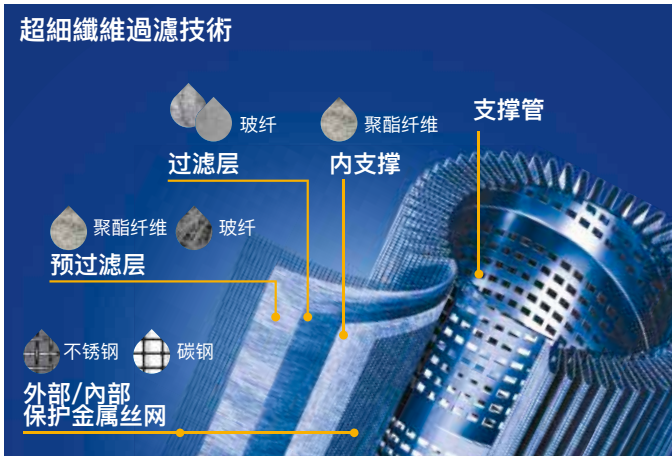


吸水織品

吸收介質層



過濾介質已吸收水份

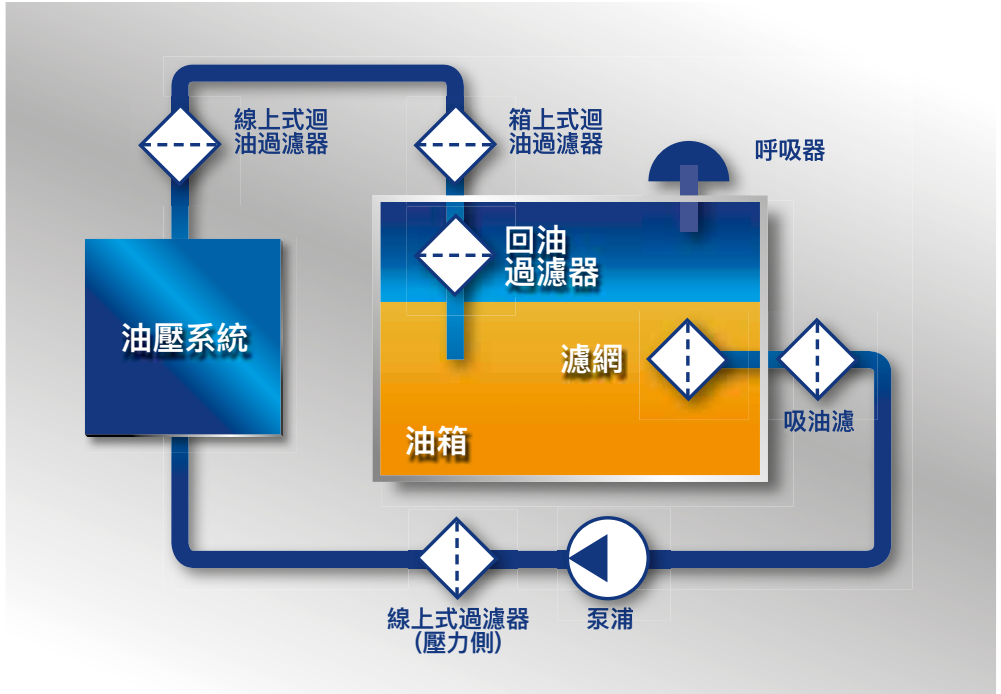


通过从流体动力系统中除水，您可以避免以下关键问题：

- 腐蚀（金属蚀刻）
- 失去润滑能力
- 加速液压部件的磨蚀磨损
- 气门锁
- 轴承疲劳
- 粘度变化（润滑性能降低）
- 添加剂沉淀和油氧化
- 酸度增加
- 导电性增加（介电强度损失）
- 控制系统的响应慢/弱

增加液壓系統中的壓力意味著

- 提高油的壓縮性
- 增加油的黏度



由於壓力增加而導致黏度變化

ISO VG (cSt)	壓力 [bar / psi]					
	bar	50	100	200	300	400
	psi	725	1450	2900	4350	5800
黏度增加 (cSt)						
32	35	38	46	54	66	
46	50	55	66	77	94	
68	75	81	98	114	140	
100	109	119	143	167	205	
220	240	261	315	367	450	
320	349	380	458	534	655	

新的、乾淨的過濾器允許的最大總壓降 (Δp_{max})

應用	范围 [bar / psi]
吸油器	0.08 - 0.10 bar
	1.16 - 1.45 psi
回流過濾器	0.4 - 0.6 bar 5.80 - 8.70 psi
回流 - 吸油器 (*)	0.8 - 1.0 bar
	11.60 - 14.50 psi
低&中 壓力過濾器	0.4 - 0.6 bar 返回線
	5.80 - 8.70 psi
	0.3 - 0.5 bar 潤滑線
高壓過濾器	4.35 - 7.25 psi
	0.3 - 0.4 bar 電力系統離線
	4.35 - 5.80 psi
	0.1 - 0.3 bar 測試台離線
不銹鋼過濾器	1.45 - 4.35 psi
	0.4 - 0.6 bar 超增壓
	5.80 - 8.7 psi
	0.8 - 1.5 bar
	11.60 - 21.75 psi
	0.8 - 1.5 bar
	11.60 - 21.75 psi

(*) 吸入流量不應超過回流流量的30%

壓差評估與流量特性

過濾器選用

正確的過濾器選用必須基於總壓降，具體取決於應用。

例如，最大總壓力 過濾器必須在0.4 – 0.6 BAR / 5.80 – 8.70 psi 範圍內

壓降計算是加總過濾器外殼與濾心壓降數值得而得。過濾器本體壓降 Δpc 與流體密度(kg/dm³ / lb/ft³)成正比。

其黏度 (mm²/s / SUS), 修正係數 Y 必須在油粘度不同於 30 mm²/s (cSt) / 150 SUS.

單一濾心、頂部安裝型選用資料

Δpc = 過濾器外殼壓降 [bar/psi]

Δpe = 濾心壓降 [bar/psi]

Y = 修正係數Y (見對照表), 取決於過濾器類型, 濾心

尺寸, 濾芯長度及濾心材質

Q = 流量 (l/min – gpm)

V1 = 參考油黏度 = 30 mm²/s (cSt) / 150 SUS

V2 = 操作油黏度 mm²/s (cSt) / SUS

F油黏度不同於30 mm²/s (cSt) / 150 SUS

時的濾芯壓降計算

International system:

$$\Delta pe = Y : 1000 \times Q \times (V2:V1)$$

Imperial system:

$$\Delta pe = Y : 17.2 \times Q \times (V2:V1)$$

$$\Delta p \text{ Tot.} = \Delta pc + \Delta pe$$

验证公式

$$\Delta p \text{ Tot.} \leq \text{容許 } \Delta p$$

過濾器計算範例

應用資料:

箱頂回油過濾器

壓力 Pmax = 10 bar / 145.03 psi

流量 Q = 120 l/min / 31.7 gpm

黏度 V2 = 46 mm²/s (cSt) / 216 SUS

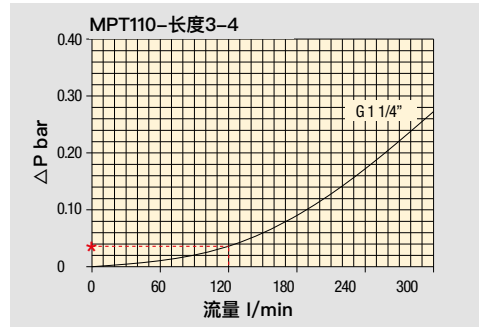
油品密度 = 0.86 kg/dm³ / 53.68 lb/ft³

所需過濾效率 = 25 μm 絕對過濾

附旁通閥和 G 1 1/4" 入口連接

計算:

$$\Delta pc = 0.03 \text{ bar} / 0.43 \text{ psi (見下圖)}$$



過濾器外殼 Δp 壓力降。這些曲線是使用符合 ISO 3968 標準, 密度為0.86 kg/dm³ / 53.68 lb/ft³ 的礦物油繪製的。 Δp 隨密度成比例變化。

$$\Delta pe = (2.00 : 1000) \times 120 \times (46 : 30) = 0.37 \text{ bar}$$

$$\Delta pe = (2.00 : 17.2) \times 32 \times (216 : 150) = 5.36 \text{ psi}$$

濾心	絕對過濾 H系列					標稱過濾 S系列			
	類型	A03	A06	A10	A16	A25	P10	P25	M25 M60 M90
回油 過濾器	1	28.20	24.40	8.67	8.17	6.88	4.62	3.96	1.25
	2	17.33	12.50	6.86	5.70	4.00	3.05	2.47	1.10
MF 100	3	10.25	9.00	3.65	3.33	2.50	1.63	1.32	0.96
MFX 100	4	6.10	5.40	2.30	2.20	2.00	1.19	0.96	0.82

$$\Delta p \text{ Tot.} = 0.03 + 0.37 = 0.4 \text{ bar}$$

$$\Delta p \text{ Tot.} = 0.43 + 5.36 = 5.79 \text{ psi}$$

此選擇是正確的, 因為總壓降在箱頂回流過濾器的允許範圍內。

如果未驗證允許的最大總壓降, 則需要改變過濾器長度/尺寸來重複計算。

MP Filtri 的新的最先進的研究和開發設施是數百萬歐元的技術投資以及與義大利一些領先科研機構長期智慧合作的結晶，已成為卓越技術和技術的中心。

這座 1,200 平方米/12,917 平方英尺的科學研究設施位於米蘭佩薩諾康博納戈，專注於實際工業應用。它的創建是為了引領市場領先產品的創新系列的開發；提高現有產品組合的品質和可靠性，並支援創建客戶驅動的原型設計。

MP Filtri 對卓越科學研究的奉獻精神建立在與米蘭理工學院、博洛尼亞大學以及摩德納和雷焦艾米利亞大學建立的密切合作夥伴關係的基礎上。



其設施不僅僅是一個測試實驗室，還包括：專業培訓區、舒適的會議室和學習區，使客戶能夠將學術和理論培訓與在最先進的測試台上的實踐工作結合起來。

這為掌握設備如何處理流體污染創造了絕佳的機會；並在現實的工作環境中獲得經驗。



實驗室的「心臟」是測試台設施，專門設計用於驗證濾芯和過濾器的操作特性和性能。這些先進的工作站可精確測量壓力下油中固體顆粒的污染程度。所有測試均按照國際標準進行，並重現受控和過濾氣候室內任何液壓迴路的壓力和流量的精確條件。

- 16 座測試台
- 8 部用於分析污染的實驗室設備
- 15 種 ISO 和 DIN 國際標準
- 29 種不同的測試

每年：

- 行 200 多項測試需求
- 測試超過 1500 個零組件
- 超過 90 次的複合測試



A series of horizontal lines for writing, starting from the top right below the logo and extending across the width of the page.



本出版物中包含的所有数据、细节和文字仅供有技术资质的人员酌情使用，不作任何保证。

由于技术和/或商业原因，MP Filtri 保留随时修改所述产品型号和版本的权利。

如需了解最新信息，请访问我们的网站：www.mpfiltri.com。

产品的颜色和图片仅供参考。

严禁部分或全部复制本文件。

严格保留所有权利

遍及世界的网络

加拿大 ● 中国 ● 法国 ● 德国 ● 印度 ● 新加坡
阿拉伯联合酋长国 ● 英国 ● 美国

HQ
ITALY



PASSION TO PERFORM

in @ y t f



mpfiltri.com

MF01000077
CN - 2024.09