



流体条件 和过滤 手册

分析和图像对比手册



目录

介绍	2
常规信息	4
粒子计数分析	4
NAS1638和AS4059E间的差异	4
小颗粒计数	4
大颗粒和纤维计数	4
使用微分粒子计数确定AS4059E级别	4
使用累积粒子计数确定AS4059E级别	5
为每个粒度范围指定一个级别	5
使用微分粒子计数确定AS4059F级别	5
使用累积粒子计数确定AS4059F级别	5
取样程序	6
清洁度报告格式	8
NAS 1638 清洁度划分标准	8
ISO 4405重量级	8
ISO 4406 清洁度代码	9
SAE AS4059E 液压油清洁度分级 (SAE航空航天标准)	10
SAE AS4059F 液压油清洁度分级 (SAE航空航天标准)	11
污染物尺寸	12
ISO 4407 粒度的累积分布	12
对比照片	13
推荐的污染等级	16
液压系统 目标清洁度等级	17
标准清洁度代码对比	17
过滤比信息	18
雷诺数	19
技术信息	19
不同管径的冲洗信息	19
粘度换算表	20
液压油和润滑液中的水	21
含水量	21
饱和度	21
吸水	22
压差评估 vs. 流量特性	23
过滤粒度	24
研发实验室	25



完整的液压过滤
&附件范围



...because contamination costs!

液压系统中70-80%的故障和多达45%
的轴承故障是由液压油中的污染物所导致



在液压流体动力系统中，通过封闭回路内处于压力下的液体进行动力的传输和控制。液体既是润滑剂又是动力传输介质。

液体中存在的固体污染物颗粒会抑制液压流体润滑的能力，并导致组件磨损。流体的污染程度直接影响系统的性能和可靠性，因此有必要将固体污染物颗粒控制在适合相关系统的水平。

颗粒污染物的定量测定要求精确获得样品、确定污染程度。**液压自动粒子计数器(APC) – MP Filtri 产品**，基于消光原理进行工作。这已成为确定污染程度的公认方法。粒子计数数据的准确性可能会受到用于获取该数据的技术的影响。

NAS 1638报告格式是专为光学显微镜作为主要粒子计数手段而开发的，其颗粒尺寸按照ARP598的最长尺寸。当APC进入使用时，它提供了一种比ARP598更快分析样品的办法。

已开发了一种校准APC's的方法，尽管它们测量的是面积而不是长度，但是可以从同一样品中获得与ARP598相当的结果。现在，APC's是用于粒子计数的主要方法，粒子的投影面积决定了尺寸。由于使用两种方法确定颗粒大小，APC's和光学显微镜并非总是提供相同的结果。

现在NAS 1638对新设计已无效，并且经过修订表明它不适用于APC's。

粒子计数分析

使用基于不同物理原理的几种方法和仪器确定悬浮在航空流体中的颗粒的尺寸分布。不同尺寸范围内发现的颗粒数量表征了这种分布。因此，单颗粒的等效直径和所用计数方法的数量一样多。

图1显示了显微镜所分析（阴影）颗粒的最长弦长的尺寸，以及根据目前校准标准，利用消光粒子计数器使用标准参考材料NIST SRM 2806对APC进行校准后等效投影面积的尺寸。

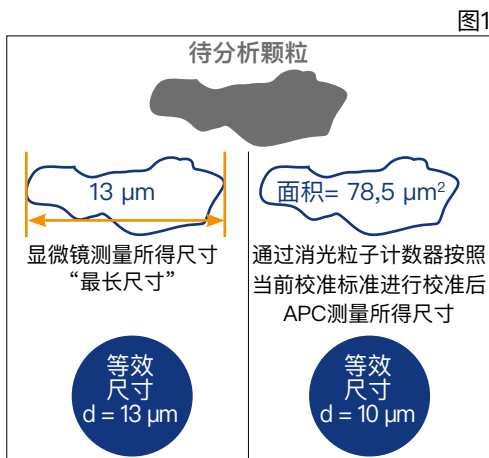


图1

NAS1638和AS4059E间的差异

AS4059E被开发作为替代/等效于过时NAS 1638的格式，其中表2与旧的AS4059D标准相关，表1与NAS1638标准等效。但是存在差异。尤其是在表2（累积粒子计数）。

更小粒子计数

和NAS1638相比，AS4059E允许分析和报告更小的粒度。

大颗粒和纤维计数

在某些样品中，已经观察到许多大于100微米的颗粒都是纤维。但是，APC的，粒子尺寸是基于投影面积而不是最长尺寸，并且无法区分纤维和颗粒。因此，纤维将被报告为尺寸明显小于纤维长度的颗粒。纤维的问题在于，它们可能不是展示在系统的流体中，而是被介绍成采样技术不佳或分析过程中处理不当的结果。

使用微分粒子计数确定AS 4059E级别

此方法适用于当前正在使用NAS 1638等级并希望维持该方法/格式的对象，其结果与NAS 1638中指定的方法/格式相同。

表1（第10页）适用于基于微分颗粒计数的验收标准，并提供了00级至12级的颗粒限值定义。应为每个粒度范围确定一个等级。在任何给定的粒度范围内，报告的样品级别均为最高级。

注意 表1中的级别和粒子计数限制和NAS 1638一致。可以通过使用自动粒子计数器、或光学、或电子显微镜来测量粒子计数。测量和报告的粒度范围应基于测量方法根据表1确定。

使用累积粒子计数确定AS 4059E级别

该方法适用于使用AS4059先前版本的方法和/或累积粒子计数的方法。应由表2（第10页）中的适当级别指定该方法的清洁度等级。

为了提供多功能性，可以通过以下方式确定适用的清洁度等级：

- a. 将级别基于多种粒度范围的最高级别
- b. 粒子总数大于指定粒度
- c. 为每个粒度范围指定一个类别

为每个粒度范围指定一个级别

APC's可以计数多个粒度范围内的粒子。如今，经常每个不同粒度范围都需要1个不同级别的清洁度。可以陈述要求，并且可以轻松报告多个粒度范围的清洁度。从A到F（*）的每个粒度都可以指定一个级别。

示例如下：

7B/6C/5D是数字-字母表示形式，其中数字表示清洁度等级，而字母表示该等级适用的粒度范围。它还表明每个粒度范围内的粒子数不超过以下最大粒子数：

粒度B: 38,924/100 ml

粒度C: 3462/100 ml

粒度D: 306/100 ml

(* 请检查粒度/级别定义的标准

使用微分粒子计数确定AS 4059F级别

此方法适用于当前正在使用NAS 1638等级并希望维持该方法/格式的对象，其结果与NAS 1638中指定的方法/格式相同。

表1（第11页）适用于基于微分颗粒计数的验收标准，并提供了00级至12级的颗粒限值定义。应为每个粒度范围确定一个等级。在任何给定的粒度范围内，报告的样品级别均为最高级。

注意 表1中的级别和粒子计数限制和NAS 1638一致。可以通过使用自动粒子计数器、或光学、或电子显微镜来测量粒子计数。测量和报告的粒度范围应基于测量方法根据表1确定。

使用累积粒子计数确定AS 4059F级别

该方法适用于使用AS4059先前版本的方法和/或累积粒子计数的方法。应由表2（第11页）中的适当级别指定该方法的清洁度等级。

为了提供多功能性，可以通过以下方式确定适用的清洁度等级：

- a. 将级别基于多种粒度范围的最高级别
- b. 粒子总数大于指定粒度
- c. 为每个粒度范围指定一个类别

ISO 4021定义了采样程序。从操作系统的行中提取液体样本。
插座应根据DIN/1505884进行清洁。
清洁度应通过ISO 3722验证。

首选方法

方法 1

使用合适的采样阀和PTFE阀座方法

- 在恒定流量或湍流条件下，将采样阀安装在压力或回流管路（处于关闭状态）的适当位置上
- 取样前至少运行系统30分钟
- 清洁取样阀外部
- 打开采样阀从而提供适当的流量，并使用至少1升的液体冲洗阀。
冲洗后请勿关闭阀

方法 2

使用未指定的采样阀

- 将阀安装在回流管路或流量恒定且不超过14bar的适当位置
- 取样前至少运行系统30分钟
- 通过使至少45升的水流回取样阀来冲洗取样阀
- 在阀门打开和流体流动的情况下，断开从阀门到蓄水池的管线

- ● 从采样瓶上取下盖子。确保盖子保持在手面向下。
- ● 将瓶子放在采样阀下。将瓶子装满至瓶颈。盖上瓶子&擦拭。
- ● 关闭采样阀
- ● 在瓶身贴上分析所需的信息，例如 机油类型、运行时间、系统说明等。

取样

方法 3

仅当无法使用方法1和方法2时使用

- 取样前至少要运行系统1小时
- 的入口附近要彻底清洁
- 将采样瓶连接到采样设备
- 小心地将采样软管插入中点。尽量不要碰到蓄水池内的侧面或挡板
- 使用真空泵提取样品并填充至约75%的体积
- 释放真空，断开瓶子并丢弃液体
- 重复上述3个步骤3遍，以确保冲洗设备
- 将超清洁的采样瓶连接到采样装置-收集最终的流体样本
- 从采样装置&盖子上取下瓶子-标记上适当信息

瓶浸

方法 4

最不推荐使用的方法，因为可能会造成大量污染

- 取样前至少要运行系统1小时
- 彻底清洁入口周围插入取样瓶的区域
- 使用过滤后的溶剂清洁超清洁采样瓶的外部，使其蒸发干燥
- 将采样瓶浸入，盖上盖子并擦拭
- 重新密封入口
- 在瓶身贴上分析所需的信息，例如 机油类型、运行时间、系统说明等。

确保在采样过程中评估了所有危险并且采取了必要的预防措施。

流体样品的处理必须遵循COSHH的有关程序。



注意

NAS 1638

清洁度划分标准

NAS系统最初于1964年开发，用于定义飞机部件中污染物的污染等级。

该标准的应用扩展到工业液压系统，仅仅是因为当时没有别的标准可用。

编码系统定义了在各种大小尺寸间隔（差异计数）里100ml体积允许的最大颗粒数量，而不是像ISO 4406中那样使用累积计数。尽管标准中没有给出如何报告清洁度等级的指导原则，但大多数工业用户都引用了单个代码来表示，并且这个代码取的是所有尺寸记录的最高代码。这个惯例也被应用到了MP Filtri的 APC上。

污染等级由一个数字（从00到12）定义，该数字表示在给定的尺寸范围内每100 ml的最大颗粒数（以差异为基础进行计算）。

尺寸范围等级（以微米为单位）

每100毫升的最大污染限值					
等级	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 粒子
15 - 25 μm	=	2 200 粒子
25 - 50 μm	=	150 粒子
50 - 100 μm	=	18 粒子
> 100 μm	=	3 粒子
等级 NAS 8		

ISO 4405 重量级

通过检查实验室膜收集的粒子重量来确定污染水平。

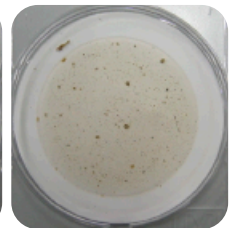
膜必须使用标准定义的液体和条件进行清洗、干燥和干贮。

使用合适的抽吸系统将一定体积的流体通过膜过滤。

通过在流体过滤前后检查膜的重量来确定污染物的重量。



清洁膜



污染的膜

ISO 4406 清洁代码系统

国际标准化组织的 ISO 4406 标准是引证样品中固体污染物颗粒数量的首选方法。

通过计算每单位流体体积中特定尺寸的粒子数来确定污染水平。测量由自动粒子计数器 (APC 自动粒子计数器 - PCM 粒子污染监测仪)。

这些数字代表一个代码，用于识别 1ml 流体中特定尺寸的颗粒数量。每个代号都有一个特定的尺寸范围。

第一个刻度数字代表每毫升流体中大于或等于 $4 \mu\text{m}_{(c)}$ 的颗粒数；

第二个刻度数字表示每毫升流体中大于或等于 $6 \mu\text{m}_{(c)}$ 的粒子数；

第三个刻度数字表示每毫升流体中大于或等于 $14 \mu\text{m}_{(c)}$ 的粒子数。

表5 ISO 4406 - 比例尺数分配

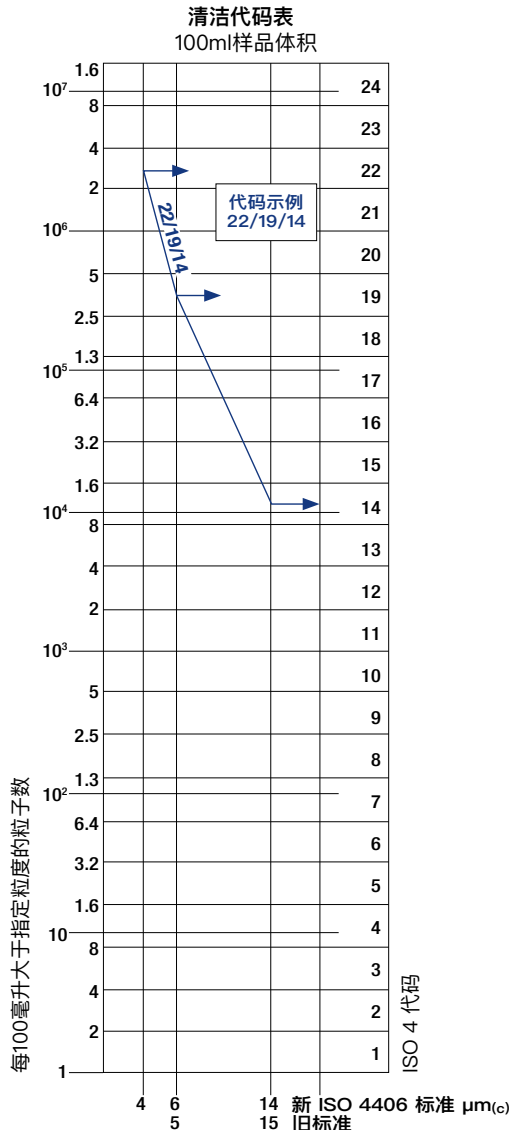
等级	每毫升粒子数	
	超过	高达
28	1 300 000	2 500 000
27	640 000	1 300 000
26	320 000	640 000
25	160 000	320 000
24	80 000	160 000
23	40 000	80 000
22	20 000	40 000
21	10 000	20 000
20	5 000	10 000
19	2 500	5 000
18	1 300	2 500
17	640	1 300
16	320	640
15	160	320
14	80	160
13	40	80
12	20	40
11	10	20
10	5	10
9	2.5	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

$\geq 4 \mu\text{m}_{(c)} = 350$ 粒子
 $\geq 6 \mu\text{m}_{(c)} = 100$ 粒子
 $\geq 14 \mu\text{m}_{(c)} = 25$ 粒子

> 16 / 14 / 12

显微镜计数以不同于APCs的方式检查粒子，并且仅给出两个比例尺数的代码。

它们分别为 $5 \mu\text{m}$ 和 $15 \mu\text{m}$ ，相当于APC的 $6\mu\text{m}_{(c)}$ (c) 和 $14\mu\text{m}_{(c)}$ 。



清洁度报告格式

SAE AS 4059 – REV. E

液压油清洁度分类 (SAE航空航天标准)

该SAE航空航天标准 (AS) 定义了液压油颗粒污染的清洁度等级, 并包含报告污染度相关数据的方法。下方表1和表2分别提供了通过自动粒子计数器获得的微分和累积粒子计数, 例如, LPA3。

微分测量等级

表1

等级	污染物尺寸 每100毫升的最大污染限值				
	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粒子
14 – 21 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 2 200粒子
21 – 38 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 200粒子
38 – 70 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 35粒子
>70 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 3粒子
SAE AS4059 REV E – 等级 6

累积测量等级

表2

等级	污染物尺寸 每100毫升的最大污染限值					
	>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粒子
>6 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 15 000粒子
>14 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 1 500粒子
>21 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 250粒子
>38 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 15粒子
>70 $\mu\text{m}_{(c)}$ = 3 粒子
SAE AS4059 REV E 6A/6B/5C/5D/4E/2F

本页和上一页中复制的信息摘自2005年5月修订的SAE AS4059Rev.E。有关更多详细信息和说明, 请参阅完整标准。

SAE AS 4059 – REV. F

液压油清洁度分类 (SAE航空航天标准)

微分测量等级

表1

等级	污染物尺寸 每100毫升的最大污染限值				
	5-15 μm	15-25 μm	25-50 μm	50-100 μm	>100 μm
	6-14 μm _(c)	14-21 μm _(c)	21-38 μm _(c)	38-70 μm _(c)	>70 μm _(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 μm _(c)	= 15 000 粒子
14 – 21 μm _(c)	= 2 200 粒子
21 – 38 μm _(c)	= 200 粒子
38 – 70 μm _(c)	= 35 粒子
>70 μm _(c)	= 3 粒子
SAE AS4059 REV F – 等级 6	

- (1) 粒度范围、显微镜粒子计数，根据AS598或ISO 4407基于最长尺寸测量。
 (2) 粒度范围，根据ISO 11171校准的APC或具有图像分析软件的光学或电子显微镜，基于投影面积等效直径。
 (3) 污染等级和粒子数限制与NAS 1638一致。

累积测量等级

表2

等级	污染物尺寸 每100毫升的最大污染限值					
	>1 μm	>5 μm	>15 μm	>25 μm	>50 μm	>100 μm
	>4 μm _(c)	>6 μm _(c)	>14 μm _(c)	>21 μm _(c)	>38 μm _(c)	>70 μm _(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 μm _(c)	= 45 000 粒子
>6 μm _(c)	= 15 000 粒子
>14 μm _(c)	= 1 500 粒子
>21 μm _(c)	= 250 粒子
>38 μm _(c)	= 15 粒子
>70 μm _(c)	= 3 粒子
SAE AS4059 REV F cpc* 等级 6 6/6/5/5/4/2	

- (1) 粒度范围、光学显微镜，根据AS598或ISO 4407基于最长尺寸测量。
 (2) 粒度范围，根据ISO 11171校准的APC或具有图像分析软件的光学或电子显微镜，基于投影面积等效直径。

* 累计粒子数

ISO 4407 粒子大小的累积分布

通过计数实验室膜收集的粒子数量来确定污染水平。

通过显微镜完成测量。

膜必须使用标准定义的液体和条件进行清洗、干燥和干贮。

使用合适的抽吸系统，通过膜过滤流量。

通过将膜划分为预定数量的区域并使用合适的实验室显微镜对污染物颗粒计数，可以确定污染物的水平。



显微控制和测量

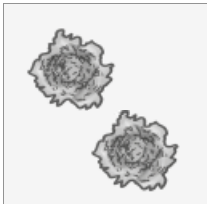
物质	微米	
	最小	最大
沙滩沙子	100	2.000
石灰石粉尘	10	1.000
碳黑	5	500
人发 (直径)	40	150
碳尘	1	100
水泥粉尘	3	100
滑石粉	5	60
细菌	3	30
颜料	0.1	7
烟草烟雾	0.01	1

1微米* = 0.001 mm

25.4微米* = 0.001 英尺

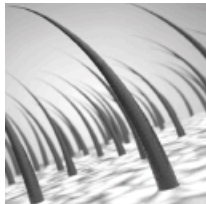
出于实用目的，尺寸为1微米或更小的颗粒永久悬浮在空气中。

100 μm



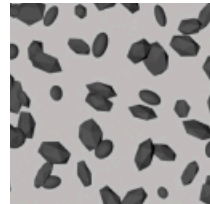
尘粒 (死皮)

75 μm



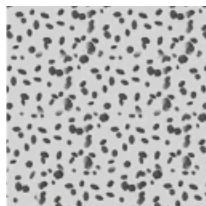
人发

40 μm



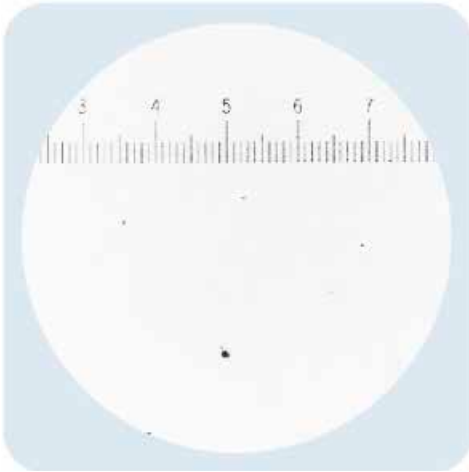
人眼可见最小尺寸

4 – 14 μm

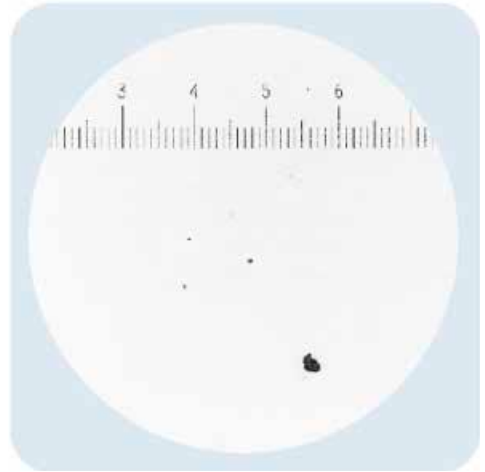


液压电路中的典型污染物尺寸

* 正确的名称 = 微米

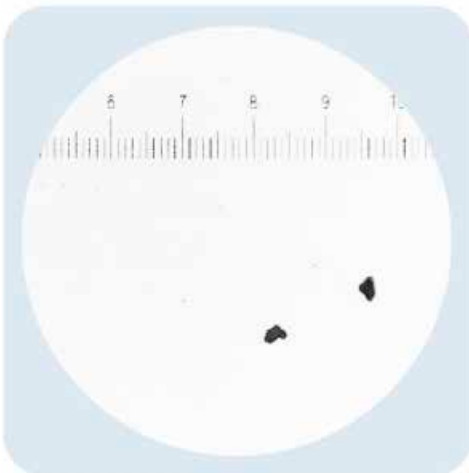


ISO 4406	等级 14/12/9
SAE AS4059E表1	等级3
NAS 1638	等级3
SAE AS4059E表2	等级 4A/3B/3C

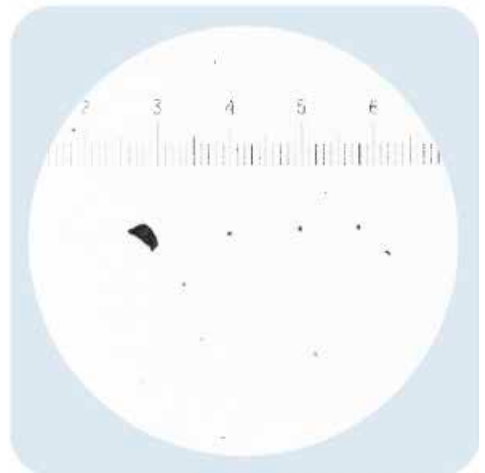


ISO 4406	等级 15/13/10
SAE AS4059E表1	等级4
NAS 1638	等级4
SAE AS4059E表2	等级 5A/4B/4C

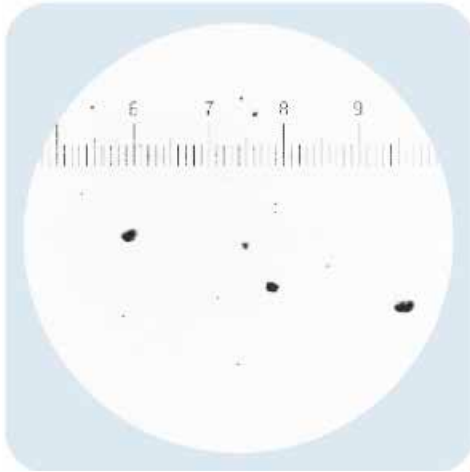
1 极差 = 10 μm



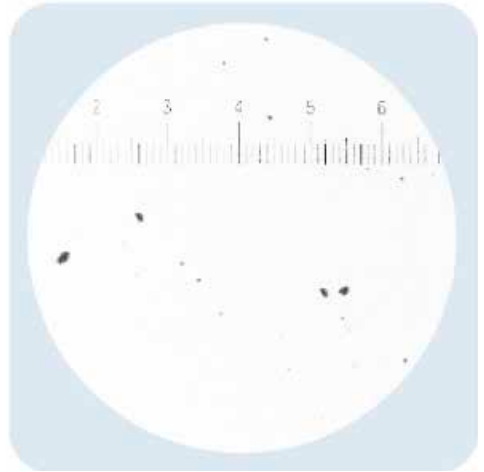
ISO 4406	等级 16/14/11
SAE AS4059E表1	等级5
NAS 1638	等级5
SAE AS4059E表2	等级 6A/5B/5C



ISO 4406	等级 17/15/12
SAE AS4059E表1	等级6
NAS 1638	等级6
SAE AS4059E表2	等级 7A/6B/6C

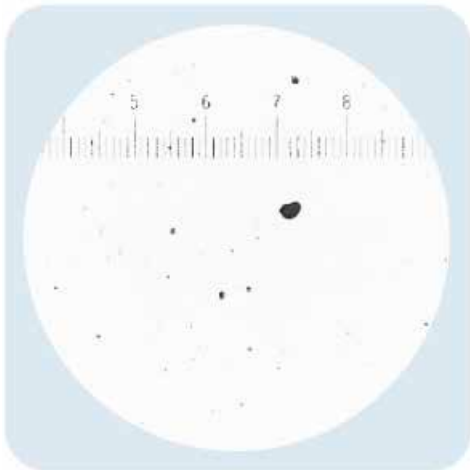


ISO 4406	等级 18/16/13
SAE AS4059E表1	等级7
NAS 1638	等级7
SAE AS4059E表2	等级 8A/7B/7C

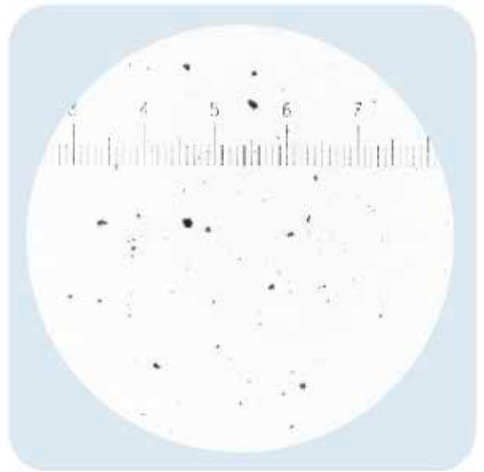


ISO 4406	等级 19/17/14
SAE AS4059E表1	等级8
NAS 1638	等级8
SAE AS4059E表2	等级 9A/8B/8C

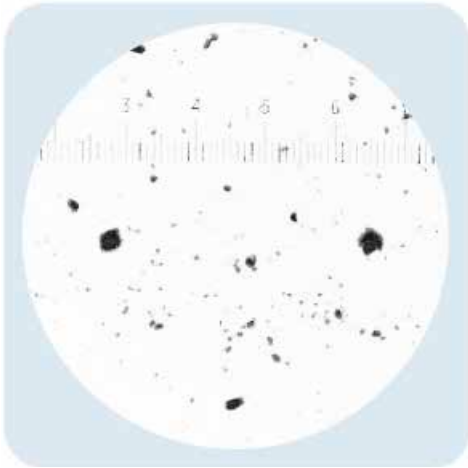
1 极差 = 10 μm



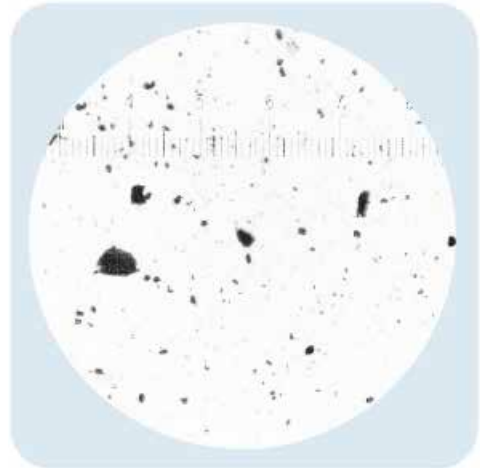
ISO 4406	等级 20/18/15
SAE AS4059E表1	等级9
NAS 1638	等级9
SAE AS4059E表2	等级 10A/9B/9C



ISO 4406	等级 21/19/16
SAE AS4059E表1	等级10
NAS 1638	等级10
SAE AS4059E表2	等级 11A/10B/10C



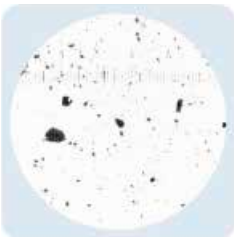
ISO 4406 等级 22/20/17
 SAE AS4059E表1 等级11
 NAS 1638 等级11
 SAE AS4059E表2 等级 12A/11B/11C



ISO 4406 等级 23/21/18
 SAE AS4059E表1 等级12
 NAS 1638 等级12
 SAE AS4059E表2 等级 13A/12B/12C

1 极差 = 10 μm

污染等级



NAS 12
ISO 23/21/18
 典型新油通过新认证的250升低碳钢桶交付



NAS 7
ISO 18/15/13
 典型新油以新认证的迷你容器交付



NAS 9
ISO 21/18/15
 油轮交付的典型新油



NAS 6
ISO 17/15/12
 大多数现代液压系统都需要

大多数组件制造商都知道，增长的污垢水平对其组件的性能会产生相应的影响，
 并会发布允许的最大污染级别。他们声明，使用比规定更清洁的流体操作组件能延长使用寿命。

但是，鉴于液压系统在压力、工作循环、环境、所需润滑、污染物类型等方面的多样性，
 几乎不可能预测出超出合理预期范围的组件使用寿命。

此外，如果不是得益于大量研究材和标准污染物敏感性测试的存在，
 则发布比竞争对手更清洁建议的制造商可能会被视为拥有更敏感的产品。

因此，在比较不同来源推荐的清洁度水平时，可能会有冲突信息源。

该表提供了通常由组件制造商发布的最大污染水平的选集。
 这些和使用正确粘度的矿物油有关。如果操作严苛，
 例如存在负载的高频波动、高温或高故障风险，
 则甚至可能需要更高清洁度。

在压力低于140bar时污染水平的推荐值

固定流量活塞泵	•					
可变流量活塞泵			•			
固定流量叶片泵		•				
可变流量叶片泵			•			
引擎	•					
液压缸	•					
执行器					•	
试验台						•
止回阀	•					
换向阀	•					
流量调节阀	•					
比例阀				•		
伺服阀					•	
平面轴承			•			
球轴承				•		
ISO 4406 CODE	20/18/15	19/17/14	18/16/13	17/15/12	16/14/11	15/13/10
推荐过滤	$\beta_{21(c)}$	$\beta_{15(c)}$	$\beta_{10(c)}$	$\beta_7(c)$	$\beta_7(c)$	$\beta_5(c)$
$\beta_{x(c)} \geq 1.000$	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
MP Filtri 介质代码	A25	A16	A10	A06	A06	A03

如果液压系统用户能够在相当长的一段时间内检查清洁度水平，则可以验证这些水平的可接受性与否。因此，如果没有发生故障，则测得的平均水平很可能是基准。

但是，如果条件发生变化，或者如果向系统中添加了对污染物敏感的特定组件，则可能必须修改此级别。对更高可靠性的需求也可能需要提高清洁度。

可接受程度取决于三个功能：

- 组件的污染敏感性
- 系统的运行条件
- 所需的可靠性和预期寿命

污染代码 ISO 4406			对应代码 NAS 1638	推荐过滤度	典型应用
> 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	高精度和实验室伺服系统
17	15	11	6	3 - 6	机器人和伺服系统
18	16	13	7	10 - 12	非常敏感的高可靠性系统
20	18	14	9	12 - 15	灵敏可靠的系统
21	19	16	10	15 - 25	可靠性有限的通用设备
23	21	18	12	25 - 40	低压设备不连续使用

标准清洁度代码比较

尽管液压行业广泛使用ISO 4406标准，但有时仍需要其它标准，并且可能需要进行比较。下表进行了常规比较，但由于涉及的级别和粒度不同，通常无法进行直接比较。

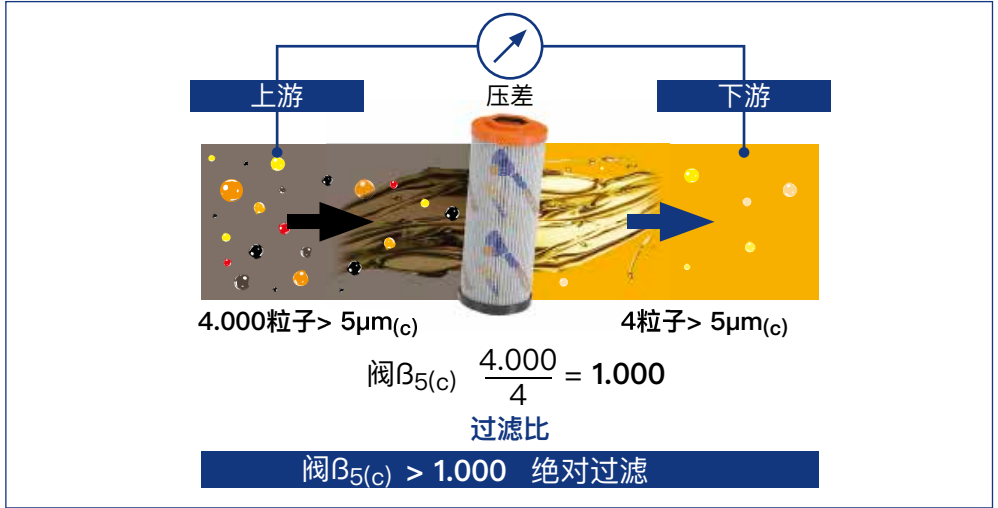
ISO 4406	SAE AS4059 表2	SAE AS4059 表1	NAS 1638
> 4 $\mu\text{m}_{(c)}$ > 6 $\mu\text{m}_{(c)}$ 14 $\mu\text{m}_{(c)}$	> 4 $\mu\text{m}_{(c)}$ > 6 $\mu\text{m}_{(c)}$ 14 $\mu\text{m}_{(c)}$	4-6 6-14 14-21 21-38 38-70 >70	5-15 15-25 25-50 50-100 >100
23 / 21 / 18	13A / 12B / 12C	12	12
22 / 20 / 17	12A /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

过滤比信息

过滤比

过滤比是过滤器上游所含大于某一给定尺寸的颗粒数与经过滤器后下游所含大于同一尺寸的颗粒数之比。简而言之，过滤比越高，过滤器的捕获效率就越高。

过滤比



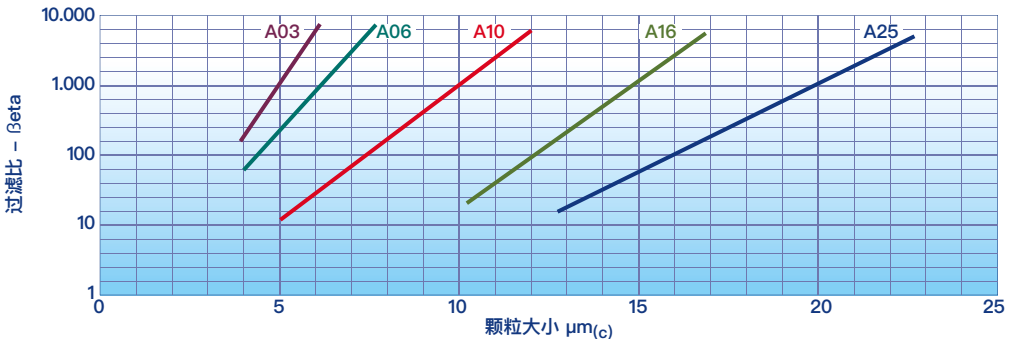
过滤效率 - Beta 过滤比

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

过滤ISO 标准比较

MP FILTRI 过滤等级	ISO 4572 $\beta_{x(c)} > 200$	ISO 16889 $\beta_{x(c)} > 1000$
A03	3 μm	5 $\mu\text{m}_{(e)}$
A06	6 μm	7 $\mu\text{m}_{(e)}$
A10	10 μm	10 $\mu\text{m}_{(e)}$
A16	18 μm	15 $\mu\text{m}_{(e)}$
A25	25 μm	21 $\mu\text{m}_{(e)}$

过滤等级 - Beta 过滤比



技术信息

通过评估流量的雷诺数确定流体（层流或湍流）的流量。基于Osborn Reynolds的研究，雷诺数是由流体的物理特征组成的无量纲数。

出于实用目的，如果雷诺数小于2000，则该流为层流。如果大于3500，则表明流体为湍流。雷诺数在2000到3500之间的流有时称为过渡流。

实际上，在液压/润滑系统中，当雷诺数大于4000 (Re> 4000) 时，就会实现湍流。

$$\text{雷诺数 (Re)} = 21220 \times \frac{Q}{d_i \times v}$$

注释：

Q = 体积流量(litres/min)

d_i = 最大流道的内径或等效直径 (mm)

v = 正常冲洗温度下冲洗液的粘度 (Cst)

不同管径的冲洗信息

组件清洗/冲洗系统仅在达到湍流的情况下才有效。

以下准则适用于流体密度为86- kg/m³ (典型矿物油) 和30 cSt粘度的流体。

公称管道尺寸	核心		流体雷诺数= 4000
	[in]	[mm]	[l/min]
1/4"	0.451	11.5	65
1/2"	0.734	18.6	105
1"	1.193	30.3	171
1 1/4"	1.534	39.0	220
1 1/2"	1.766	44.9	254
2"	2.231	56.7	320

粘度换算表

STD等级对应温度

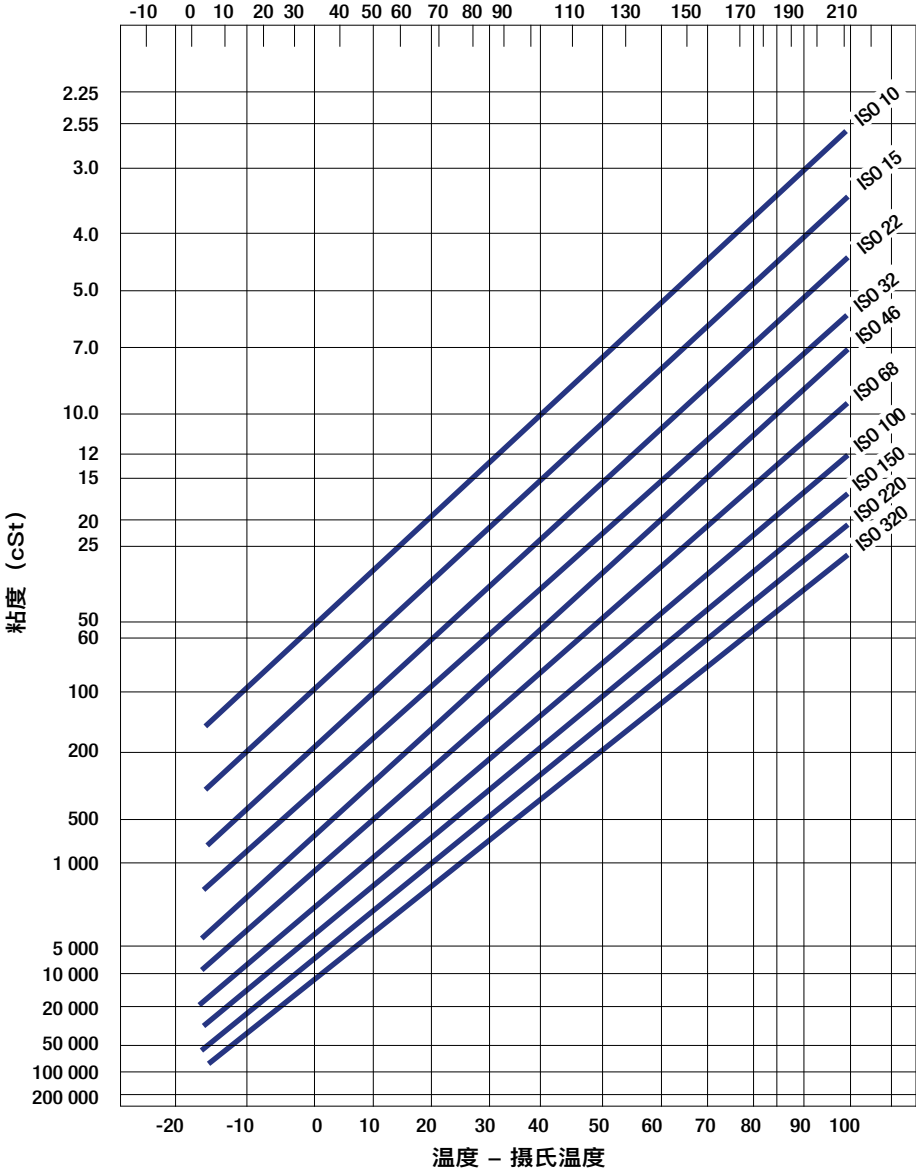
油粘度/温度表

显示的线表示油的ISO级粘度指数为100。

低粘度油将具有更陡的斜率。

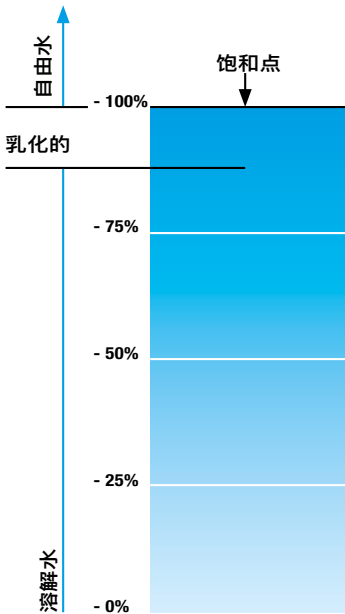
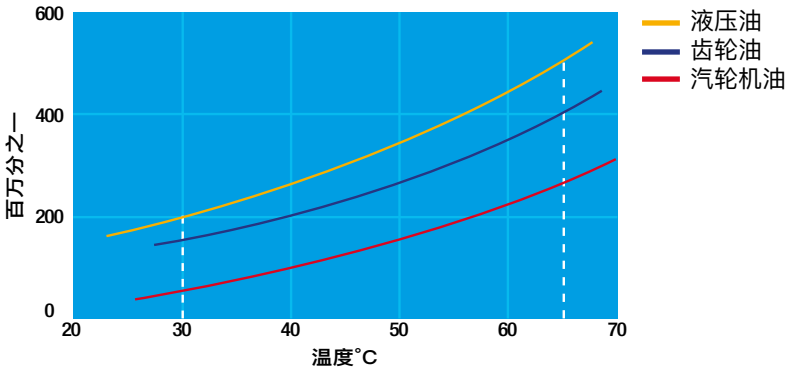
高粘度油将具有更平坦的斜率。

温度-华氏度



含水量

在矿物油和非耐水性流体中，不需要水。矿物油的含水量通常为50–500 ppm (@ 40°C)，可以支撑而不会产生不利影响。一旦水含量超过约500ppm，油就会开始变得浑浊。高于该水平，则存在低流量区域系统中积聚自由水的危险。这会导致腐蚀和加速磨损。相似地，耐火流体的天然水可能与矿物油不同。



饱和度

由于游离水（亦是乳化的）的影响比溶解水的危害更大，因此水位应保持在饱和点以下。

但是，即使是溶液中的水也会造成损坏，因此，应该尽最大努力使饱和度保持在尽可能低的水平。

水可以尽可能少。作为指导，我们建议在所有设备中将饱和度保持在50%以下。

新油的典型水饱和度

示例：

液压油@ 30°C = 200ppm = 100%饱和度

液压油@ 65°C = 500ppm = 100%饱和度

液压油和润滑液中的水

吸水

在存储、处理和维修期间，到处都有水。

MP Filtri滤芯具有吸收性介质，可保护液压系统免受颗粒物和水的污染。

MP Filtri的滤芯技术可用于过滤等级为25 μm 的无机超细纤维介质（因此以介质名称WA025进行标识），

可对 $\beta_{x(C)}=1000$ 的固体颗粒进行绝对过滤。

吸收介质是由吸水纤维制成的，吸水纤维在吸收过程中尺寸会增加。

因此，自由水结合到过滤介质上，并从系统中完全被除去（甚至不能被挤出）。

过滤介质

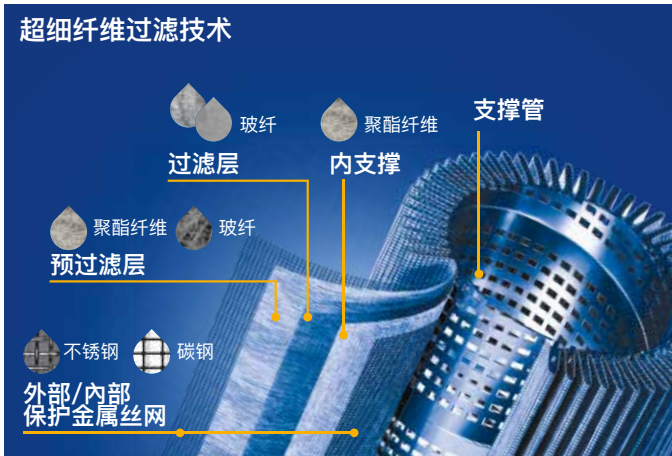


过滤介质已吸收水

吸收介质层



过滤介质已吸收水

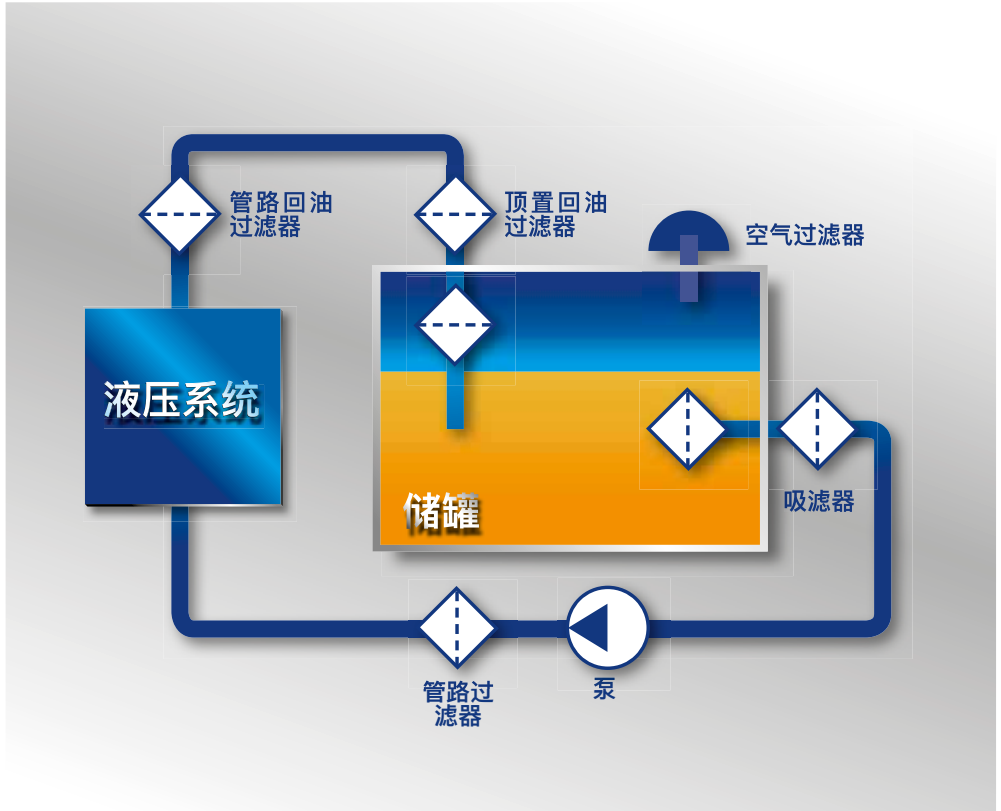


通过从流体动力系统中除水，您可以避免以下关键问题：

- 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

液压系统中压力的增加意味着

- 增加油的可压缩性
- 增加油的粘度



压力增加导致粘度变化

ISO VG	压力 [bar]				
	50	100	200	300	400
	粘度增加				
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

全新且洁净的过滤器允许的最大总压降 (Δp_{max})

应用	范围 [bar]
吸滤器	0.08 - 0.10
回流过滤器	0.4 - 0.6
回流 - 吸滤器(*)	0.8 - 1.0
低&中	0.4 - 0.6 返回线
压力过滤器	0.3 - 0.5 润滑线
	0.3 - 0.4 电力系统离线
	0.1 - 0.3 测试台离线
	0.4 - 0.6 超增压
高压过滤器	0.8 - 1.5
不锈钢过滤器	0.8 - 1.5

(*) 吸入流量不应超过回流流量的30%

压差VS流量特性的评估

过滤粒度

正确的过滤器粒度必须根据应用的总压降来确定。

例如，新的干净的回流过滤器允许的最大总压降必须在0.4–0.6 BAR的范围内。

通过将壳体的值与过滤器元件的值相加来执行压降计算。外壳的压降 Δp_c 与流体密度 (kg / dm^3) 成正比。

滤芯压降 Δp_e 与粘度 (mm^2 / s) 成正比，如果油的粘度不同于 $30 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt)，则必须使用校正系数Y。

单个过滤器元件的尺寸数据，顶部

Δp_c = 过滤器机壳压降[bar]

Δp_e = 过滤器元件压降[bar]

Y = 校正系数Y (请参见对应表)，取决于过滤器类型、过滤器元件尺寸、过滤器元件长度和过滤器介质

Q = 流量 (l/min)

V1 = 参考油粘度 = $30 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt)

V2 = 工作油粘度 mm^2/s (cSt)

油粘度小于 $30 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt)的滤芯压降计算

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

$\Delta p_{\text{总}} = \Delta p_c + \Delta p_e$

验证公式

$\Delta p_{\text{总}} \leq \Delta p_{\text{最大允许}}$

通用过滤器计算示例

应用数据:

罐顶回流过滤器

压力 $P_{\text{max}} = 10 \text{ bar}$

流量 $Q = 120 \text{ l/min}$

黏度 $V2 = 46 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt)

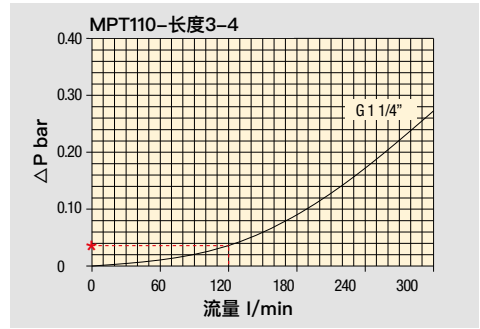
油密度 = $0.86 \text{ kg}/\text{dm}^3$

所需过滤效率 = $25 \mu\text{m}$ 带吸滤

带有旁通阀和G 1 1/4"入口连接

计算:

$\Delta p_c = 0.03 \text{ bar}$ (请参见下图)



过滤器外壳 Δp_c 压降。使用符合ISO 3968，密度为 $0.86 \text{ kg} / \text{dm}^3$ 的矿物油绘制曲线。 Δp_c 与密度成比例变化。

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

过滤元件	绝对过滤 H系列					标称过滤 S系列		
类型	A03	A06	A10	A16	A25	P10	P25	M25 M60 M90
回流过滤器	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

$\Delta p_{\text{总}} = 0.03 + 0.37 = 0.4 \text{ bar}$

选择正确，因为总压降在罐顶回流过滤器允许的范围。

如果未验证允许的最大总压降，则需要重复计算从而更改过滤器的长度/尺寸。

MP Filtri最新技术研发中心已经成立，作为卓越技术和创新中心，投入了数百万欧元的技术资金，与意大利领先科研机构进行了长期智力合作。

这座占地1.200平方米的科研机构位于米兰的Pessano con Bornago，聚焦实际工业应用。其创建是为了带头开发一系列创新的市场领先产品；提高现有产品组合的质量和可靠性，支持定制的客户驱动原型设计的创建。

MP Filtri致力于卓越科学研究的基础是与米兰理工大学、博洛尼亚大学、摩德纳大学和雷焦艾米利亚大学建立的紧密合作伙伴关系。



设施不仅包括考试中心，还包括：专业培训区、舒适的会议室和学习区—使客户能够将学术和理论培训与最新测试台上的实际操作结合起来。

这为掌握设备如何处理流体污染创造了绝佳的机会；增进与会代表的知识和专业技术；并在现实的工作环境中积累经验。



中心的“心脏”是测试台设备，该设备专门设计用于验证元件和过滤器的工作特性以及性能。这些先进的工作站可精确测量压力下油中固体颗粒的污染程度。

所有测试均按照国际标准进行，并且再现了受控已过滤气候室内所有液压回路的精准压力和流量条件。

- 16个试验台
- 8台用于分析污染的实验室设备
- 15项ISO和DIN国际标准
- 29种不同测试

每年

- 超过200个测试请求
- 超过1500种经过测试的组件
- 超过90个多通道



注意

A series of horizontal lines for writing.

本出版物所载的数据及信息仅供参考之用。
MP Filtri保留随时出于技术和/或商业原因更改所述产品型号和版本的权利。
产品的颜色和照片纯属指示性的。
严禁部分或全部复制本文件。
版权所有。



遍及世界的网络

总部

摩裴过滤设备股份公司
Pessano con Bornago
Milano
Italy
sales@mpfiltri.com

分支机构

意大利过滤设备有限责任公司
Moscow
Russia
mpfiltrirussia@yahoo.com

摩裴过滤设备加拿大股份有限公司
Concord, Ontario
Canada
sales@mpfiltricanada.com

摩裴过滤设备法国有限公司
Lyon
AURA
France
sales@mpfiltrifrance.com

摩裴过滤设备德国有限公司
St. Ingbert
Germany
sales@mpfiltri.de

摩裴过滤设备印度私人有限公司
Bangalore
India
sales@mpfiltri.co.in

摩裴过滤设备（上海）有限公司
Shanghai
P.R. China
sales@mpfiltrishanghai.com

摩裴过滤设备东南亚私人有限公司
Singapore
sales-sea@mpfiltri.com

摩裴过滤设备英国有限公司
Bourton on the Water
Gloucestershire
United Kingdom
sales@mpfiltri.co.uk

摩裴过滤设备美国股份有限公司
Quakertown, PA
U.S.A.
sales@mpfiltriusa.com

激情演绎



mpfiltri.com