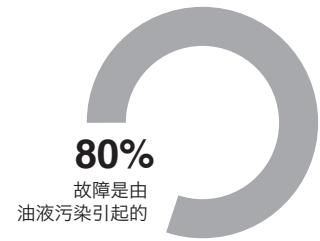


# 过滤指南

液压油的清洁度是所有液压系统设计中需要优先考虑的方面，因为大约80%的故障是由固体污染引起的。

固体污染物不能完全清除，但可以通过液压过滤器（高压管式和回油式，见第2节）持续减少和控制固体污染物，这样对于特殊类型的系统，油液中存在的颗粒的数量和尺寸（污染等级）是可接受的。

本文的目的是提供有关不同类型过滤器的信息以及正确使用这些过滤器的建议。通过优化的过滤系统，可以获得合适的油液清洁度，从而减少污染造成的损害，延长机器的使用寿命，防止生产停机。



## 1 推荐的污染等级

推荐的油液污染等级是某一液压系统可接受的最大污染等级，且取决于过滤系统的结构。

在评估油液污染等级时，必须考虑以下几个参数：

- 安装在系统中的液压元件类型：所需的清洁度等级必须根据最敏感的元件，如是否存在伺服比例阀来确定
- 应用场合和周围环境：特殊的粉尘环境，如陶瓷压机，需要特殊的过滤线路和方式来防止固体污染物进入系统油箱(增压箱)
- 工作循环周期：高负载和高压要求更好的污染等级
- 预期系统寿命
- 操作特点和启动温度

指定液压系统的油液污染等级与在油箱中测量的污染物等级相对应。

下表提供了建议的污染等级，具体取决于液压元件及其预期使用寿命。污染等级必须根据安装在系统中最敏感的部件进行选择。

| 标准        | 典型污染等级   |            |          |            |            |            |             |
|-----------|----------|------------|----------|------------|------------|------------|-------------|
|           | 15/13/10 | 16/14/11   | 17/15/12 | 18/16/13   | 19/17/14   | 20/18/15   | 21/19/16    |
| ISO 4406  | 15/13/10 | 16/14/11   | 17/15/12 | 18/16/13   | 19/17/14   | 20/18/15   | 21/19/16    |
| NAS 1638  | 4        | 5          | 6        | 7          | 8          | 9          | 10          |
| SAE 5049  | 5A/4B/4C | 6A/5B/5C   | 7A/6B/6C | 8A/7B/7C   | 9A/8B/8C   | 10A/9B/9C  | 11A/10B/10C |
| 推荐滤芯      | F03      | F03<br>F06 | F06      | F06<br>F10 | F10<br>F20 | F20<br>F25 |             |
| <b>元件</b> |          |            |          |            |            |            |             |
| 比例阀       |          | 更长寿命       |          | 正常操作       |            |            |             |
| 电磁阀&常规阀   |          |            |          |            | 更长寿命       | 正常操作       |             |
| 变量泵       |          |            |          | 更长寿命       |            | 正常操作       |             |
| 定量泵       |          |            |          |            | 更长寿命       | 正常操作       |             |
| 油缸        |          |            |          |            | 更长寿命       | 正常操作       |             |

## 2 液压过滤器类型

过滤系统的结构包括使用具有特殊性质的不同类型的液压过滤器，通常为“高压管式”和“回油式”过滤器。

液压系统中使用的油液类型会影响过滤器的选择。我们始终建议验证油液特性与所选过滤器的兼容性。

### 2.1 管式过滤器

管式过滤器通常安装在系统主油路中，紧接在泵后或阀组前，以保护所有下方元件免受污染。

它们必须根据系统最大压力和流量来确定尺寸。

Atos 管式过滤器 FPS（螺纹端口）和 FPH（SAE 6000 法兰端口）适用于高达 420 bar 的最大工作压力。

管式过滤器可提供带或不带旁路阀两种形式：

- 在过滤元件堵塞的情况下，采用带旁路阀的过滤器可用来疏通流量。堵塞是比较严重的情况，应提前采用正确的维护来避免。
- 不带旁路阀的过滤器用来保护关键元件，如同比例阀；在这种情况下，过滤器元件可以承受更高的压差（破坏压力）。

管式过滤器可以配备堵塞指示器，告知过滤器元件的状态，并允许在过滤器旁路(如有)打开之前替换元件，参见第 6 节。



FPS



FPH



FRS



FSS

### 2.2 回油过滤器

该型号过滤器对从液压回路返回到油箱的油液进行过滤，确保元件磨损产生的所有污染物不会进入油箱，也不会再循环到系统中。在整个机器循环过程中，必须考虑回流油路的最大流量来选型；特别是对于差动油缸，回流流量可能大于泵的流量。

回油过滤器可以安装在管路中或液压油箱顶部，必须根据回油管路压力进行选择。

Atos FRS 型回油过滤器为油箱上置式安装方式，可承受最大 8 bar 的工作压力。

回油过滤器配有旁路阀，以防止由于过滤器元件堵塞而导致回流油路中产生危险的过大背压。在所有工作情况下，过滤器出口必须始终位于液面以下，以防止油箱内液体可能产生泡沫。

### 2.3 吸油过滤器

这类过滤器用于防止泵吸入粗污染物。Atos FSS 型吸油过滤器设计为直接安装在泵的吸入管路上。

为了避免泵气蚀的风险，吸油过滤器的尺寸需足够大，具有高过滤精度和低压差的特性。

吸油过滤器也必须考虑冷启动操作工况，因为较低的油温会加剧气蚀现象。

由于气蚀的原因，这类过滤器通常会避免用于变量柱塞泵。

### 2.4 滤芯

Atos Filtration Plus 滤芯在效率 ( $\beta$  比  $> 1,000$ ) 和稳定性与压降增加方面具有出色的性能。

基于微纤维介质的特殊结构，这些元件的特点是具有非常高的纳污能力 (DHC) - 参见第 4 节，比其他介质高出 30%。

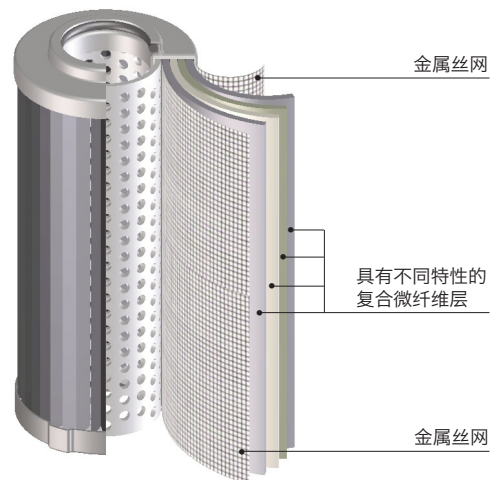
较高的 DHC 与较低的压降相结合，有助于显著延长滤芯的使用寿命，从而降低维护成本。

F+ Filtration Plus 滤芯可提供标准过滤等级：

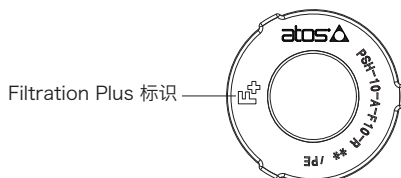
5 $\mu$ m、7 $\mu$ m、12 $\mu$ m、22 $\mu$ m 适用于 FPS 和 FPH 型管式过滤器

7 $\mu$ m、12 $\mu$ m、27 $\mu$ m 适用于 FRS 型回油过滤器

FPS 和 FPH 型过滤器可根据要求提供 4 $\mu$ m(c) 的过滤等级，适用于需要极高油液清洁度的应用场合。



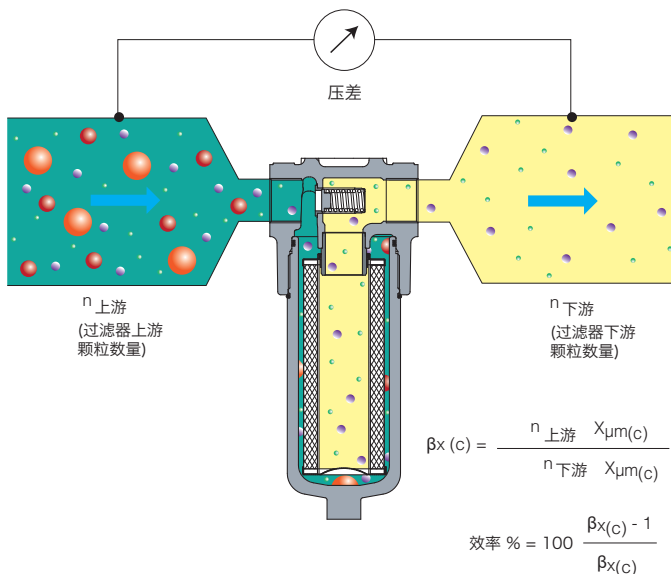
PSH 滤芯



### 3 过滤效率和BETA比

过滤效率是指过滤器对一定数量的颗粒进行过滤的能力，这些颗粒的数量等于或大于所定义的尺寸。  
 行业中最常用的等级是Beta比  $\beta_{x(c)}$ ，定义为过滤器上游给定尺寸的颗粒数除以过滤器下游相同尺寸的颗粒数。Beta比越高，过滤效率越高。

| 过滤器上游颗粒数量 | 过滤器下游颗粒数量 | Beta比 $\beta_{x(c)}$ | 效率 % |
|-----------|-----------|----------------------|------|
| 1,000,000 | 500,000   | 2                    | 50   |
|           | 100,000   | 10                   | 90   |
|           | 50,000    | 20                   | 95   |
|           | 13,000    | 75                   | 98.7 |
|           | 5,000     | 200                  | 99.5 |
|           | 1,000     | 1,000                | 99.9 |



#### 3.1 Beta比测定标准

自1999年起，ISO16889标准已取代旧的ISO 4578标准，成为新的国际标准，以规范多路测试，评估滤芯的Beta值。

ISO16889标准认为过滤效率 = 99.9% ( $\beta$ 比 > 1000)，而对于旧的ISO 4572标准，效率较低 = 99.5% ( $\beta$ 比 > 200)，为避免误解，根据ISO16889测量的颗粒被标识为  $\mu m(c)$

根据参考标准，下表列出了Atos滤芯的Beta值。

| 微纤维滤芯 | $\beta_{x(c)} > 1000$ (ISO16889) | $\beta_x > 200$ (ISO4572) |
|-------|----------------------------------|---------------------------|
| F03   | 5 $\mu m(c)$                     | 3 $\mu m$                 |
| F06   | 7 $\mu m(c)$                     | 6 $\mu m$                 |
| F10   | 12 $\mu m(c)$                    | 10 $\mu m$                |
| F20   | 22 $\mu m(c)$                    | 20 $\mu m$                |
| F25   | 27 $\mu m(c)$                    | 25 $\mu m$                |

| 纤维素滤芯 | $\beta_{x(c)} > 2$ (ISO16889) | $\beta_x > 2$ (ISO4572) |
|-------|-------------------------------|-------------------------|
| C10   | 10 $\mu m(c)$                 | 10 $\mu m$              |
| C25   | 25 $\mu m(c)$                 | 25 $\mu m$              |

ISO 4572和ISO 16889标准之间的污染等级和压降值保持不变

### 4 纳污能力

Beta比并没有给出任何关于过滤器在使用寿命期间可能截留的污染物总量的指示。此参数被定义为纳污能力 (DHC)，它是指在达到最大允许背压或压降等级之前，滤芯可以截留和保持的污染物数量。一般来说，有效过滤面积越大的滤芯，纳污能力越大，使用寿命也就越长。

### 5 过滤油路

常规元件磨损引起的固体污染是流体污染的主要来源。为了避免液压系统中安装的元件发生故障和逐步损坏，必须设计合适的过滤油路。

以下推荐方案可帮助用户设计优化过滤油路。建议根据下表的目标污染等级选择过滤油路，有关推荐的污染等级见第1节。

| ↑ 出 纳 量 | 过滤油路 | D | C        | B        | A        |          |          |          |          |
|---------|------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|         |      |   |          |          |          |          |          |          |          |
|         |      |   |          |          |          |          |          |          |          |
|         |      |   |          |          |          |          |          |          |          |
|         |      |   | 21/19/16 | 20/18/15 | 19/17/14 | 18/16/13 | 17/15/12 | 16/14/11 | 15/13/10 |

过滤等级

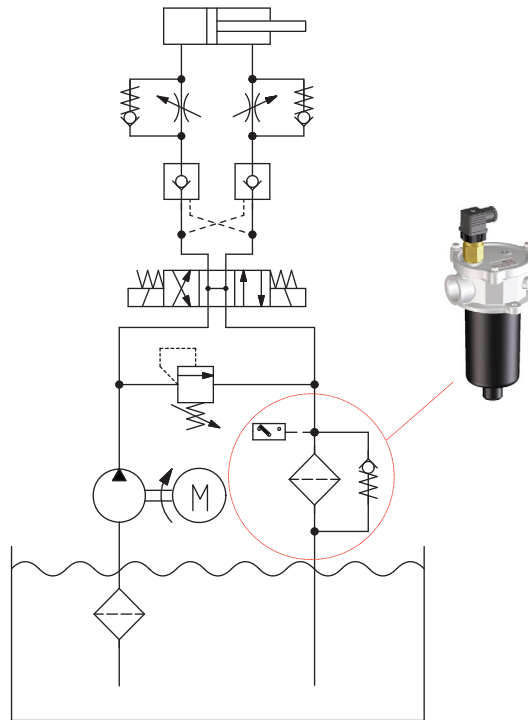
→ 更高的过滤效果

确保液压系统最佳工况应遵循的一般规则：  
 - 液压油箱的设计必须恰当，以限制外部污染物的进入  
 - 必须进行维护工作以避免污染物的进入。  
 有关过滤油路的正确设计，请咨询ATOS技术部以获得更多支持。

## 油路 A

回油式过滤器确保系统运行期间产生的所有污染物在进入油箱之前都经过正确过滤。这种解决方案经济有效，主要用于开关阀系统。

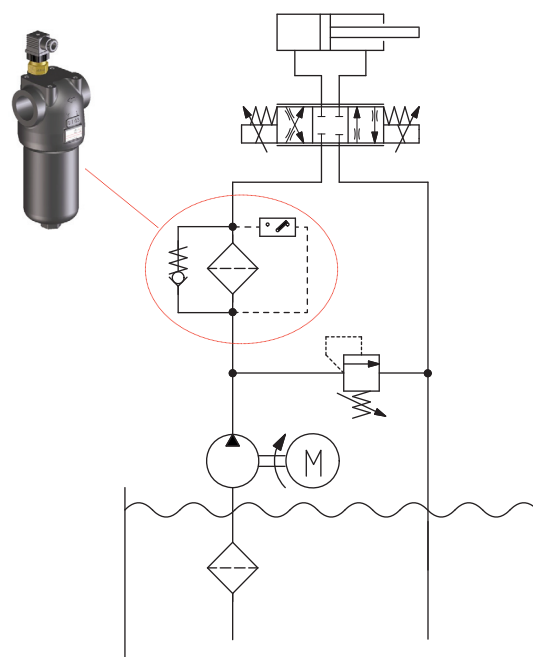
这种配置不能保证液压元件免受因泵产生的磨损而引起的故障。



## 油路 B

高压管式过滤器通常紧靠在泵之后安装，以确保在油液到达液压元件之前对油液进行正确过滤。这种解决方案尤其适用于比例阀和伺服比例阀的防护。

这种配置不能确保液压元件不受下游产生的污染物的影响，也不能确保泵不受返回到油箱中的污垢的污染。



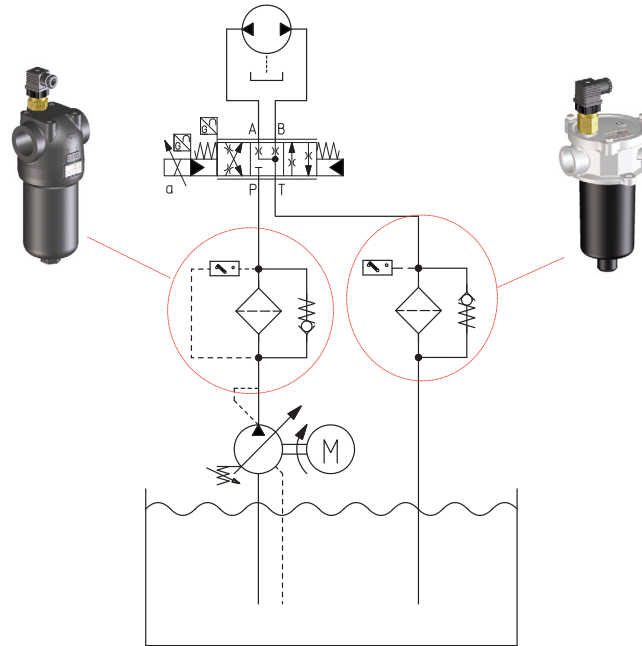
## 油路 C

此示例为同时具有高压管式过滤器和回油过滤器的油路。  
它是提高整个系统有效性的理想解决方案。

此系统配置可确保：

- 正确保护元件免受因泵产生的磨损而引起的故障
- 正确过滤流回油箱的油液，清除因元件磨损而进入系统的所有污染物。

如果整个泵的流量通过过滤器，则可以保证有效的污染控制。  
因此，这种系统配置不适用于在长时间无流量条件下运行的变量泵油路。



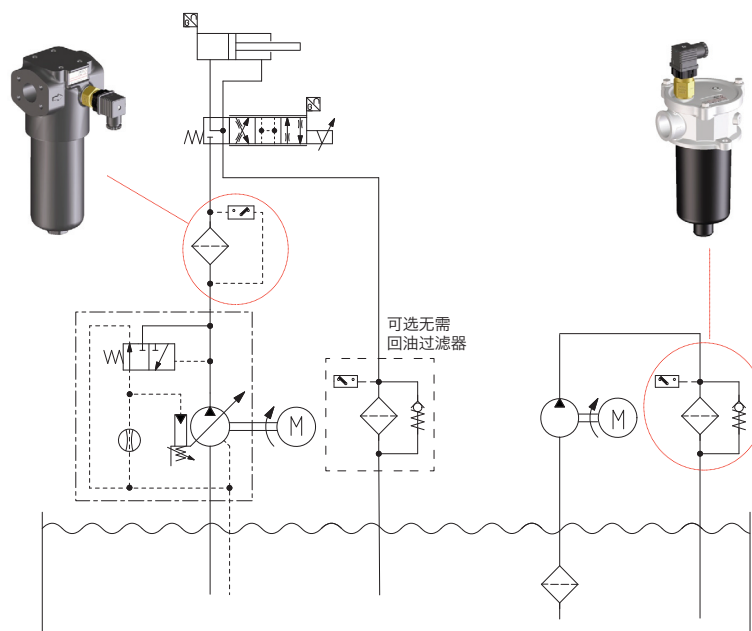
## 油路 D

此类类似于油路C，但是需通过一个额外的离线过滤系统来实现。  
当系统流量预计会有较大变化时，或当系统配备有长时间零流量运行的变排量泵时，这是一个理想的解决方案。  
额外的离线过滤系统可以保持对油箱内油液的持续过滤，避免污染颗粒的积聚。

此系统配置将确保：

- 良好的清洁度等级，独立于主油路的工作循环周期
- 更大的纳污容量和更高的过滤效率
- 由于可以在不停止机器工作的情况下更换滤芯，因此更容易进行维护操作。

为了保护关键元件，如同服比例阀，建议采用不带旁路阀的高压管式过滤器。



## 6 堵塞发讯器

当滤芯接近堵塞时，指示器会通知操作员，必须更换滤芯。  
建议将其用于管式和回油过滤器，以避免由于滤芯堵塞而产生的高压导致过滤器旁路打开，从而将污染物释放到液压回路中。

根据液压过滤器的类型，会使用不同的堵塞指示器：

### - 目视发讯器，Atos型号CIA-V，通常用于回油过滤器

它是一个压力表，用于测量滤芯前端的压力，并通过彩色扇区显示堵塞状态：  
绿色区域（范围0 ~3bar）= 滤芯状况良好；  
红色区域（>3）= 需立即更换滤芯

它需要操作员进行持续的目视检查，以核实过滤状态



CIA-V

### - 电气发讯器，Atos型号CIA-E，通常用于回油过滤器

它是一个压力开关，测量滤芯前端的压力，通过开关切换触点（常开或常闭）显示堵塞状态  
如果出厂压力设置为2 bar，则切换压力对应于旁路阀开启压力的70%  
电子触点通常与机器CNC连接，用于自动监测过滤状态



CIA-E

### - 目视压差发讯器，Atos型号CID-V，通常用于管式过滤器

它是一个压力开关，用于测量滤芯上的 $\Delta p$ ，通过色带显示堵塞状态：  
绿色 = 滤芯状况良好；  
红色 = 需立即更换滤芯

如果出厂压力设定为5 bar，则切换压力对应于旁路阀开启压力的80%  
对于没有旁路阀的过滤器，如果出厂压力设置在8 bar，则切换压力为8 bar  
它需要操作员进行持续的目视检查，以核实过滤状态



CID-V

### - 电气压差发讯器，Atos型号CID-M，通常用于管式过滤器

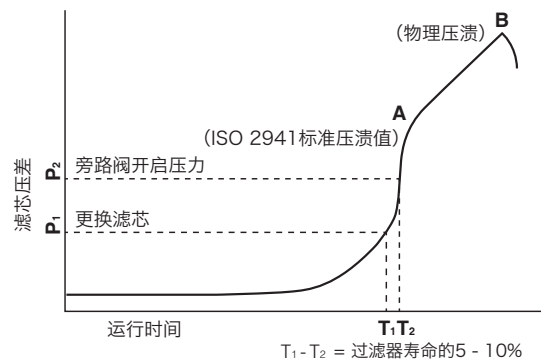
它是一个压力开关，用于测量滤芯上的 $\Delta p$ ，通过开关切换触点（常开或常闭）显示堵塞状态  
如果出厂压力设定为5 bar，则切换压力对应于旁路阀开启压力的80%  
对于没有旁路阀的过滤器，如果出厂压力设置在8 bar，则切换压力为8 bar  
电子触点通常与机器CNC连接，用于自动监测过滤状态  
可选项，编码CID-L，附带LED指示灯以指示过滤器阻塞情况



CID-E

### 关于电气压差发讯器机能的注意事项

电气压差发讯器在压力 $P_1$ 处切换，表明在旁路阀开启压力为 $P_2$ 之前必须更换滤芯。为了保护系统不受污染，堵塞指示器的设定值 $P_1$ 需始终低于旁路阀的开启压力 $P_2$ 。对于不带旁路阀的管式过滤器，在较高的 $\Delta P$ 下持续运行会导致过滤性能下降（图中A点）。在最坏的情况下，滤芯可能会崩溃，失去其完整性（图中B点）。因此，在不带旁路阀的管式过滤器中，通常配置具有高压溃压力值的滤芯。



## 7 ISO标准

下列清单旨在提供与液压过滤有关的确切的ISO标准文件

- ISO 2941 液压传动 - 滤芯 - 压溃/爆破压力等级的验证
- ISO 2942 液压传动 - 滤芯 - 制造完整性的验证和第一泡点的确定
- ISO 2943 液压传动 - 滤芯 - 材料与流体兼容性的验证
- ISO 3723 液压传动 - 滤芯 - 端向负荷试验方法
- ISO 3724 液压传动 - 滤芯 - 使用颗粒污染物测定抗流动疲劳性
- ISO 3968 液压传动 - 过滤器 - 压差与流量特性的评估
- ISO 4406 液压传动 - 流体 - 固体污染等级编码方法
- ISO 16889 液压传动 - 过滤器 - 评估滤芯过滤性能的多孔法
- ISO 23181 液压传动 - 滤芯 - 使用高粘度流体测定抗流动疲劳性能
- ISO 11170 液压传动 - 验证滤芯性能特性的一系列试验
- ISO 10771-1 液压传动 - 金属承压外壳的疲劳压力测试 - 测试方法