Pall Corporation

www.pall.cn

# 冶金行业流体污染控制技术及应用

*Filtration. Separation. Solution.SM*

# 全球高科技过滤、分离和纯化专家

## 关于颇尔公司

颇尔集团（Pall Corporation）为丹纳赫集团（纽约证券交易所代码：DHR）生命科学平台旗下运营公司，是全球高科技过滤、分离和纯化方面大型跨国企业，为广大生命科学和工业领域的客户提供解决方案，满足各类关键的流体管理需求。颇尔集团与客户一同努力促进健康、安全与环保科技的进步。颇尔集团提供的高科技产品实现了生产流程与产品的创新以及减少排放与浪费。

颇尔（中国）有限公司是颇尔集团在华独资企业，在中国历经二十多年的发展，已经由一个专注于过滤产品的公司发展为全方位、全行业过滤、分离和纯化解决方案的专家。从上游研发到规模生产，从售前技术支持到售后服务，从产品销售到提供全方位解决方案，颇尔不仅提供给客户高科技的产品和应用，更扮演着权威技术及创新品质的先锋角色。

## 关于丹纳赫集团

丹纳赫是全球科学和技术的创新者，致力于帮助我们的客户在全球各地应对复杂的挑战和改善生活品质。我们在最前沿和富有吸引力的领域拥有众多世界一流的品牌。我们是一支超过59000 名员工的多样化团队，遵循同一个文化— 丹纳赫商业系统（DBS），该体系引领我们始终在日益激烈的商业竞争中处于领先地位。

# 目录

## 过滤知识及术语


基础知识 ..... 01

污染物的来源及控制 ..... 08

PALL 新一代滤芯产品的优点 ..... 21

流体污染控制领域的好搭档 ..... 27

广泛的技术服务能力 ..... 28

用户冶金行业的产品 ..... 29

工业流体污染控制 ..... 31

液压润滑系统中颗粒污染物的去除 ..... 33

液压润滑系统中水污染的去除 ..... 34

工艺流体中的颗粒污染物去除 ..... 35

污染监测/诊断设备 ..... 36


## 产品及相关应用


PCM 清洁度检测仪在冶金领域的典型应用 ..... 38

PALL OMDS 油液品质在线监测诊断系统 ..... 39

HNP/HLP 净油机在冶金领域的典型应用 ..... 40

SUPRAdisc™ 过滤膜堆在冶金领域的典型应用 ..... 41

用于工业含油废水的分离系统 ..... 43

颇尔熔吹反洗式过滤滤芯 ..... 46

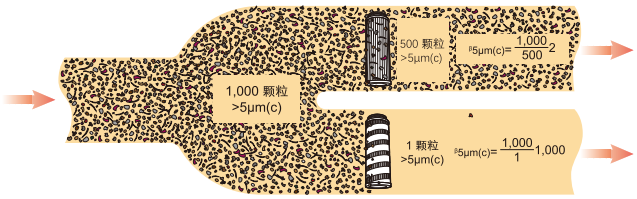
压缩空气过滤在冶金行业的应用 ..... 48

# 基础知识

## ß 比（Beta Ratio ）

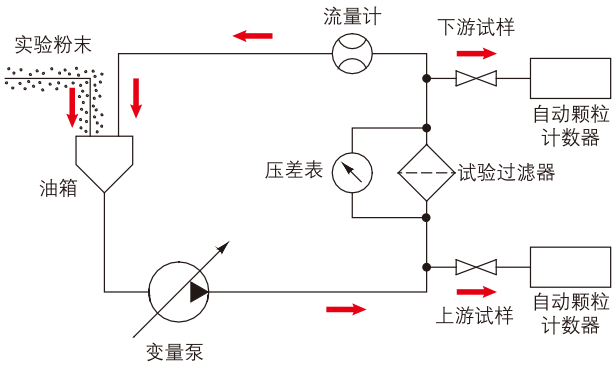
过滤比或 β 值指的是 ISO 16889（过滤器滤芯的过滤性能试验（多次通过性能实验））
中规定的过滤器的颗粒去除能力值，由以下公式得出：

$$\text{过滤比 } \beta(c) = \frac{\text{上游大于尺寸 x 的颗粒数}}{\text{下游大于尺寸 x 的颗粒数}}$$



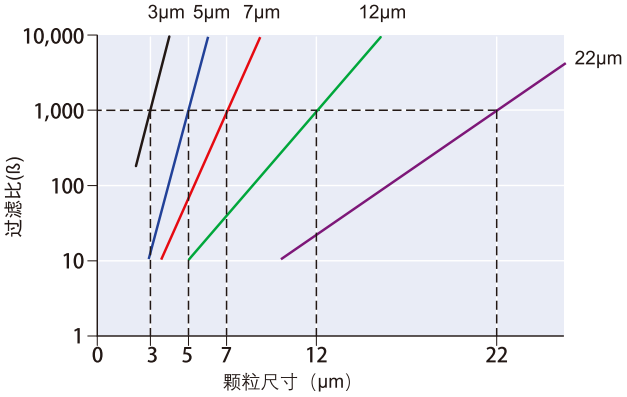

## 多次通过性能试验 (ISO 16889)

多次通过试验是一种快速的测试方法用来在过滤效率（过滤比）和纳污量方面评价过滤器性能。多次通过试验规定为模拟循环流体系统。

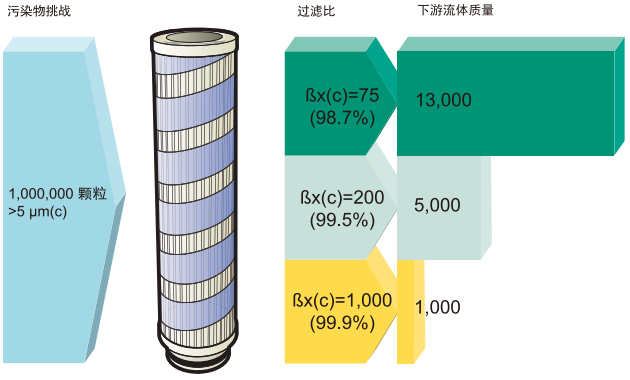



## 滤芯精度等级（Filtration Rating ）

用多次通过测试后，平均过滤比 β 比1000 对应的颗粒尺寸来表达。参见下表：




## β 比和下游流体质量




过滤器的上游存在 1,000,000 个大于 5 μm(c) 的颗粒时，则过滤器下游所通过的颗粒数量决定了 ß 值。β 值为 1,000 的过滤器下游的流体的清洁度是 β 值为 200 的过滤器的 5 倍，是 β值为 75 的过滤器的 13 倍。
从过滤效率分别为 99.9%、99.5% 和 98.7% 来看，无法明确得知颗粒去除性能的差别，但如果用过滤器的 β 值或下游通过的颗粒总数表示，则可以明确得知性能的差别。

## 介质清洁度等级（Fluid Cleanliness Level）

清洁度等级的定义来自每毫升介质中含有固体颗粒数量，颗粒数量通常采用自动颗粒计数的方式测定。
常用的评价方法有两种，ISO4406 和 NAS1638:
ISO4406，用三段式数字表达污染度等级，三段数字分别表达4微米，6 微米和 14 微米的颗粒数量。数字越大，污染物颗粒数量越多。
NAS1638，用相对简明的一个代码表达，以各等级污染物档位中，最为恶劣的的污染物等级表达为清洁度等级，数字越小，污染物颗粒数量越低。

# 基础知识

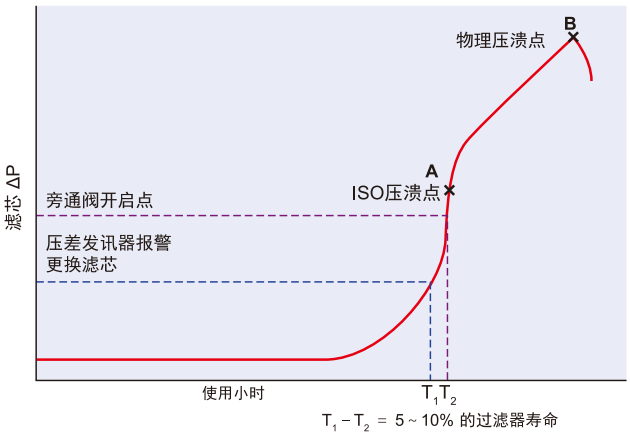
## 纳污容量（Dirt-Hold Capacity）

滤芯从开始使用到压差达到规定的使用终点，捕获拦截到固体颗粒污染物的能力，通常用克（g）表达。这个指标通过多通测试（Filtration Performance Test or Multi-Pass Test），按照 ISO16889 测定。

## 滤芯压溃压力（Collapse and Burst Resistance）

按照 ISO2941 测定，滤芯被污染物堵塞时，能够保持不发生结构破坏，可承受的最大上下游压差。

- 滤芯的压溃值被解释为两个不同的压差值 – 以 ISO 2941 国际标准定义的压差 – A 点：压差上升曲线的倾斜开始变平，表示过滤性能下降 – 物理压溃压力 – B 点：组成滤芯的部件损坏（如内骨架压溃）
- 正确的滤芯支撑结构保证了过滤器的最大化压溃值。通常在过滤器壳体上安装旁通阀防止产生 ISO 压溃（A 点），旁通阀开启压力小于滤芯的 ISO 压溃值。




过滤器的压差随着滤材截留污染物的增多而上升。在旁通阀打开之前，压差指示器发出信号，指明应更换滤芯。
旁通阀用以保护过滤器和系统，以免压差过大以及 / 或因此而造成的滤芯压溃。

## 滤芯完整性测试，又叫做泡点试验（Verification of Fabrication Integrity，or Bubble Test）

按照 ISO2942 测定。

## 介质相容性（Compatibility with Hydraulic Media）

按照 ISO2943 测定。

## 滤芯流量疲劳特性（Flow Fatigue Characteristic）

按照 ISO3724 测定。

## 流量压差特性（Flow Characteristic）

采用 ISO3968 测定。

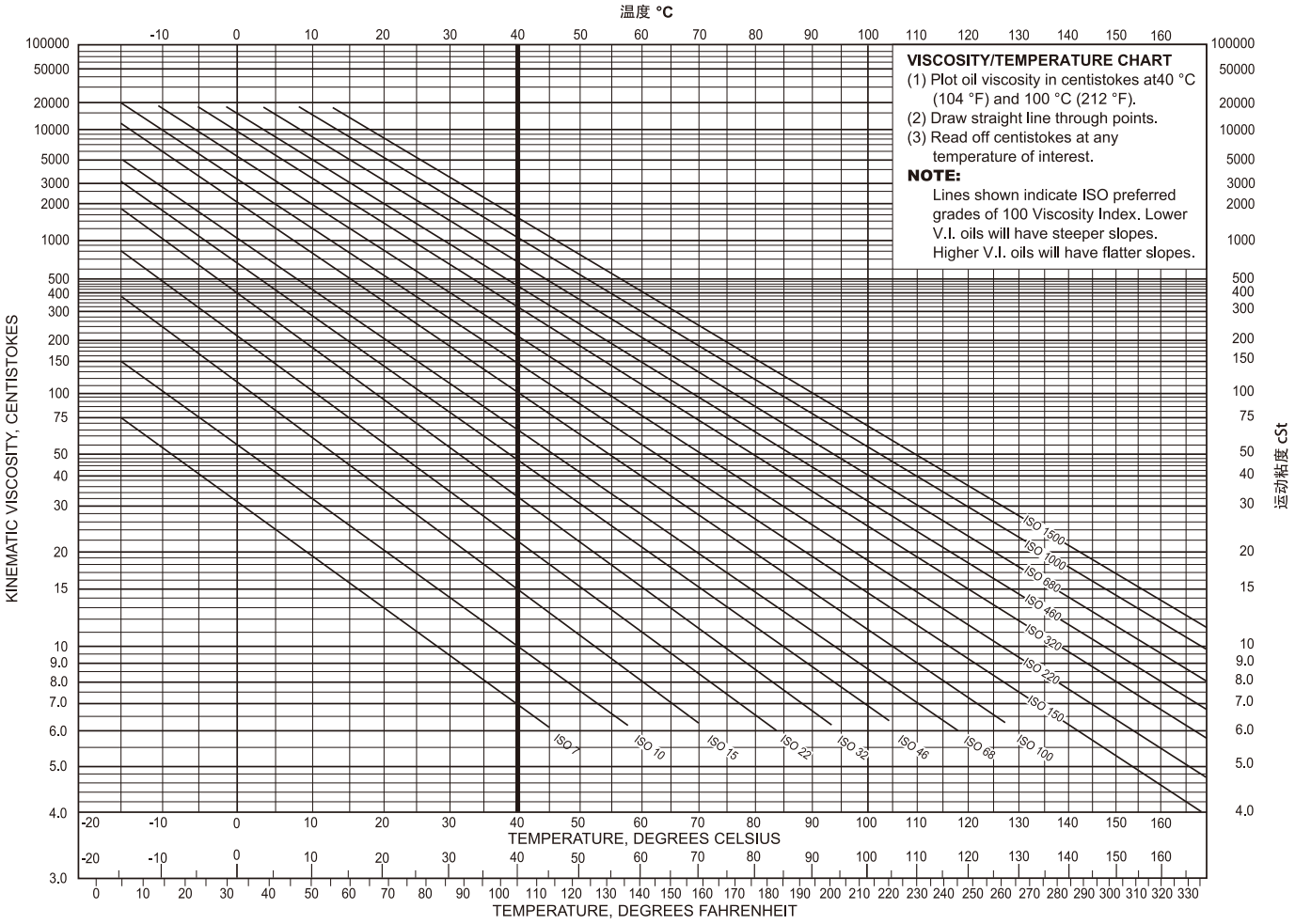
## 压差（Differential Pressure）

流体通过过滤器总成，上下游的压力差值为过滤器总成压差。流体通过干净的新滤芯，滤芯上游压力与下游压力的差值叫做滤芯初始压差。随着滤芯在使用中污染物的堆积，介质流经滤芯阻力也会随着逐步增高，压差就会上升，流体的粘度越大，流通阻力越大，压差值也就会越高。介质流经未装滤芯的过滤器壳体，就叫做过滤器壳体压差。
压差，压力损失或者压损，压降是一个概念，是这个概念的相似表达方法。

## 粘度（Viscosity）

用来描述介质的流动特性，粘度越高的介质，流动阻力也越大。常用运动粘度（Kinematic Viscosity•）表达，单位是 $mm^2/s$，符号是 cSt；中文名称厘丝。通常，介质的温度越高，粘度越低。46 号液压油，粘度代码为 VG46，指的是在油温 40 摄氏度时，运动粘度为 46cSt。用来表达温度与粘度关系的表格叫做粘温表，参见下图。

# 基础知识


温度 °C
VISCOSITY/TEMPERATURE CHART
(1) Plot oil viscosity in centistokes at40 °C (104 °F) and 100 °C (212 °F).
(2) Draw straight line through points.
(3) Read off centistokes at any temperature of interest.
NOTE:
Lines shown indicate ISO preferred grades of 100 Viscosity Index. Lower V.I. oils will have steeper slopes. Higher V.I. oils will have flatter slopes.
KINEMATIC VISCOSITY, CENTISTOKES
运动粘度 cSt
ISO 1500
ISO 1000
ISO 680
ISO 460
ISO 320
ISO 220
ISO 150
ISO 100
ISO 68
ISO 46
ISO 32
ISO 22
ISO 15
ISO 10
ISO 7
TEMPERATURE, DEGREES CELSIUS
TEMPERATURE, DEGREES FAHRENHEIT

# 基础知识

## 过滤器壳体的压力，分为下面几个方面：

1）最高工作压力（Maximum Operating Pressure）

过滤器可持续工作，不出现结构损坏，系统施加在过滤器内部的，压力数值基本稳定的最高压力指标。

2）额定疲劳压力（Rated Fatigue Pressure）

过滤器在系统中，可承受一定的交变脉冲压力，额定疲劳压力指标来自通过模拟测试验证，测试采用美国国家流体协会标准（NFPA 2.6.1），测试的可靠性为 90%，交变脉冲压力载荷循环次数是一百万次@3Hz，通过专用的压力疲劳试验台测定。

通常，过滤器产品的额定疲劳压力数值会低于最高工作压力。

3）爆破压力（Burst Pressure）

过滤器壳体，保持结构不损坏，能够承受的最高压力。

4）试验压力或耐压试验（Proof Pressure）

为过滤器最高使用压力的 1.5 倍，由专用的试验台在安全箱内测试。过滤器出厂前，按照规范抽检。铸铁型的高压过滤器零部件，要 100% 进行耐压测试。

## 流量（ Flow Rate ）：

1）过滤器，滤芯的最大流量：

过滤器或滤芯，在最大可接受压降条件下，可以通过的最大流量。各产品系列推荐的最大流量，前提条件是，介质粘度比较低，过滤精度也相对比较低。选型计算时请注意。

在选型时，要根据介质的温度，粘度指标，参考粘温曲线表。

提醒注意：介质的温度和粘度密切相关，粘度越高，流动阻力越大，粘度对滤芯的通流能力影响非常显著。

2）流经过滤器和滤芯的最大流量：

在做选型计算时，特别要注意，因为液压缸有杆腔/无杆腔的面积比，蓄能器，多个油缸动作点同时工作等工况，通过过滤器的流量可能会被放大，不能单纯的用泵总流量直接算。而且流量可能也不稳定，有流量脉动。滤芯的结构强度对剧烈流量脉动比较敏感，容易损坏。较为剧烈的流量脉动也对过滤性能有不利影响。颇尔新型的 Coralon 和 Athalon 滤材，对流量脉动状态下的过滤效果有非常明显的改进。

## 使用温度的概念（Temperature Range）

氟橡胶密封件：

- −29˚C到 120˚C（−20˚F到 248˚F），密封选项“Z”
- 在 HWCF 或水乙二醇流体中最高温度为 60˚C（140˚F）
- 丁腈橡胶密封件，密封选项“H”
- −43˚C到 107˚C

注意：普通材质的密封圈，在高水基介质中，推荐的最高使用温度是 60 ˚C。

## 滤材的种类（Element material ）：

液压和润滑的滤材常见的有以下几种：

1）惰性无机纤维，即玻璃纤维，颇尔的 Coralon 和 Athalon 均使用此类型滤材。优点是，纤维直径比较细，相同单位面积的过滤材料上，有更多的过滤孔道，过滤器效率较高，纳污容量较大。颇尔的玻璃纤维滤材，通过玻璃纤维细丝叠加形成，上游孔径较大，下游孔径较小的渐变孔结构，充分利用滤材的厚度，进一步增加滤材的纳污容量。同时在玻璃纤维细丝堆集叠加时混入精确控制的环氧树脂，有效而牢固的将纤维细丝的交联点固定住，显著提升了滤材耐受介质流动和流量脉动冲击时，孔径保持不变的稳定性，提升了滤材的流量稳定性。

2）植物纤维，即通常的纸质滤材，多用于空气过滤和要求不高的过滤场合。

3）金属纤维，即常见的金属网滤芯，通常采用不锈钢细丝编制网，缺点是只能利用到金属的表面进行过滤，污染物不能存积到滤网的中间，限制了滤芯的纳污容量。因为编织网的物理特性和技术限制，过滤精度通常限定在50 微米以上。优点是，具有一定的重复使用能力，可以通过清洗而复用若干次，但随着复用次数的增加，过滤性能和纳污容量逐渐下降。

# 基础知识

## 滤芯的使用寿命（Service life）

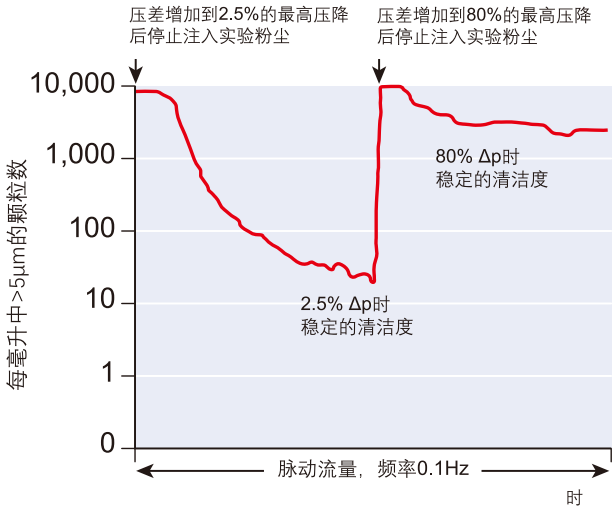
滤芯在实际使用中的寿命是指从开始使用到压差报警装置报警的时间总长。

## 脉动稳定性测试（SAE ARP4205）

脉动稳定性测试（简称：CST）是近年来开发的过滤器性能测试方法，它可以证明过滤器的堵塞如何影响去除效率。

## 多次通过性能实验的局限

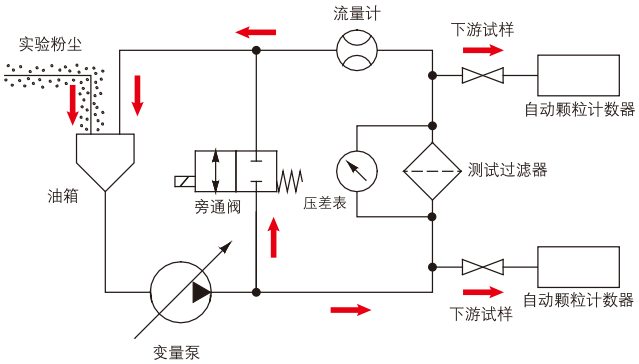
- 测试颗粒的浓度较高（是实际系统的 1000~10000 倍）
- 只使用稳流状态测试
- 不能正确的反映实际系统的运行状态，例如流量压力的脉动变化和较低的污染物侵入率
- 报告显示的只是平均去除率，不能反映贯穿过滤器整个生命周期的性能



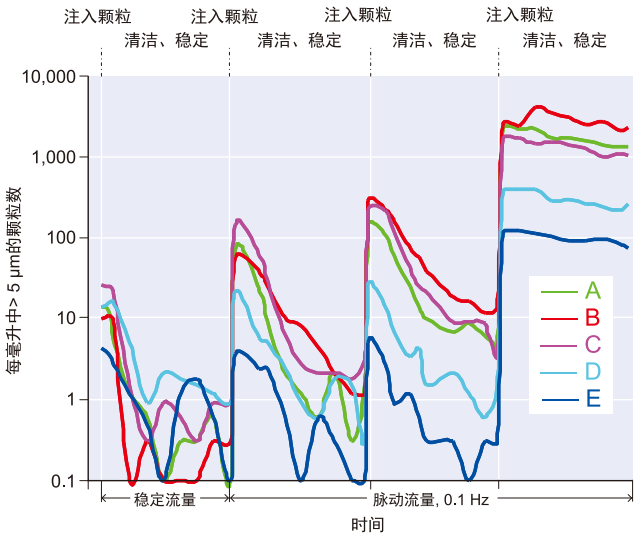

为了更清晰的说明，只用每毫升>5 μm(c)颗粒数来说明

## 脉动稳定性测试（SAE ARP4205）

- 改变为脉动流量的多次通过测试（流量的 25%~100%）
- 在循环条件下记录过滤比
- 在压差极限值的 2.5% 和 80% 处停止
- 过滤器净化系统到达稳定状态
- 纪录稳定状态下的清洁度




## 脉动稳定性测试过滤器性能比较




上图表示的是在多次通过性能实验中，具有同等颗粒去除性能的5种过滤器对 CST 中的过滤器下游的颗粒数变化进行测量后得到的结果。从该试验结果可以得知，在过滤器滤芯刚刚投入使用或流量稳定的情况下，对大于 5 μm(c) 的颗粒控制良好；但在污染注入和脉动流量状态情况下，控制颗粒数的能力有较大差异。例如，过滤器 B（红色）在流量稳定的试验条件下，是性能表现最好的滤芯之一，而在脉动流量和污染注入时颗粒控制能力最差。下表所示

## 脉动稳定性测试方法（CST）的优点

- 脉动稳定性试验测试过滤器在脉动流量状况下流体的清洁度，反映了大部分液压系统工作状况
- 脉动稳定性试验测试过滤器在低污染侵入状况下维持的流体清洁度，反映了大部分实际现场情况
- 流体清洁度是以 ISO4406 标准在压差到达其 80% 最高压降时（最差运行状态）给出

的是此时大于 4 μm(c)、大于 6 μm(c)、大于 14 μm (c) 的颗粒数的比较。

| 稳定在 80% 最高压降时每毫升颗粒数 | | | |
|---|---|---|---|
| 过滤器 | 4 μm(c) | 6 μm(c) | 14 μm(c) |
| A | 4,200 | 540 | 20 |
| B | 7,200 | 970 | 47 |
| C | 3,400 | 420 | 18 |
| D | 1,100 | 70 | 0.8 |
| E | 380 | 31 | 0.4 |

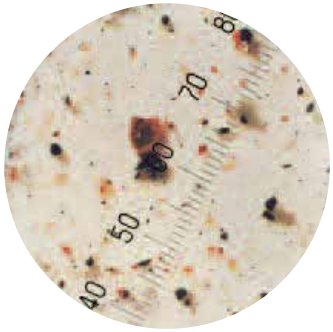
采用 CST 测试，用类似的 Beta 值比较过滤器，展现真实的性能差异：

- 过滤器 A 对比过滤器 E：大于 6 μm 颗粒数量超过 17 倍
- 过滤器 B 对比过滤器 E：大于 6 μm 颗粒数量超过 31 倍
- 过滤器 C 对比过滤器 E：大于 6 μm 颗粒数量超过 13 倍
- 过滤器 D 对比过滤器 E：大于 6 μm 颗粒数量超过 2 倍

## CST 测试过滤器性能对比

以下所示的清洁度是在采用CST 法对采用 ISO16889 多次通过性能实验的 5 μm 过滤精度的过滤器进行评估。通过采用 CST 法，可以知道过滤器下游的清洁度有较大不同，过滤器的颗粒去除性能也有所不同。这里所显示的 3 个过滤器中，过滤器 3 在脉动下仍然保持着优越的颗粒去除性能。

以下是在光学显微镜下拍摄的油品清洁度分析膜片照片（油液清洁度与 CST 法试验结果相符）。




过滤器 1 清洁度代码（ISO4406）

20/17/13

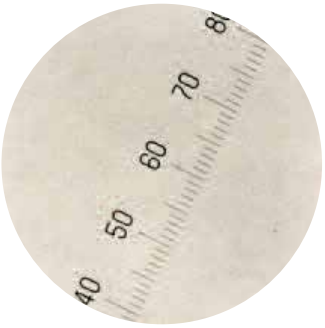
| 颗粒尺寸 | 每毫升颗粒数 |
|---|---|
| > 4 μm(c) | 7,200 |
| > 6 μm(c) | 970 |
| > 14 μm(c) | 47 |

过滤器 2 清洁度代码（ISO4406）

19/16/11

| 颗粒尺寸 | 每毫升颗粒数 |
|---|---|
| > 4 μm(c) | 4,200 |
| > 6 μm(c) | 540 |
| > 14 μm(c) | 20 |

# 过滤技术术语




过滤器 3 清洁度代码（ISO4406）

12/07/02

| 颗粒尺寸 | 每毫升颗粒数 |
|---|---|
| > 4 µm(c) | 25 |
| > 6 µm(c) | 0.8 |
| > 14 µm(c) | 0.02 |

## 过滤精度 – 高性能控制磨损的过滤器

| 代码 | ßx(c)≥1,000 （按照 /ISO 16889） | CST 等级 |
|---|---|---|
| AZ | 4,200 | 540 |
| AP | 7,200 | 970 |
| AN | 3,400 | 420 |
| AS | 1,100 | 70 |
| AT | 380 | 31 |

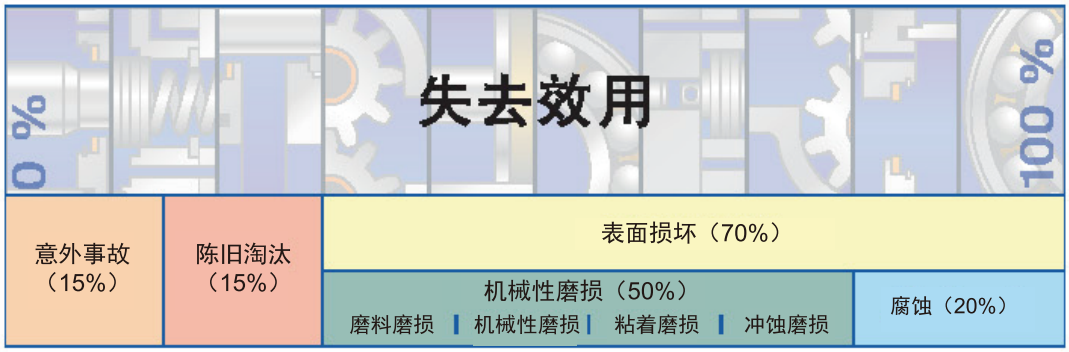
* CST: 循环稳定试验是根据 SAE ARP4205 在应力条件下确定的过滤器清洁度等级。

注意：这些 ISO 代码是在标准条件下的实验室测量结果。在实际工作中的清洁度测量将取决于工作条件及取样方法。

# 污染物的来源及控制

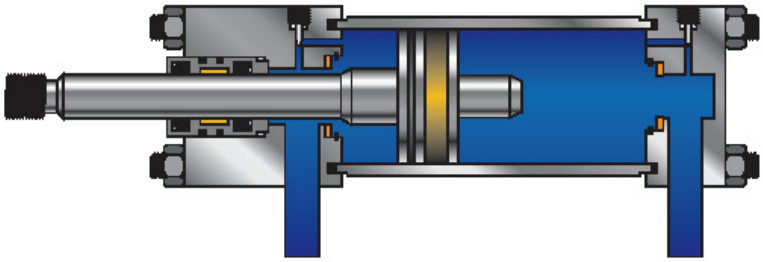
## 影响设备使用寿命的因素

据估计，设备的失效有70%是由于表面损坏所导致的。在液压和润滑系统中，20%失效是缘于腐蚀，50%是缘于机械性磨损。




## 流体的作用

- 润滑/承载
- 传热散热
- 动力输送
- 缓冲、传递污染物
- 减少元件磨损



## 流体特性对系统的影响

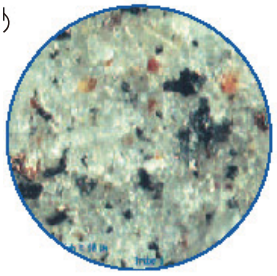
- 运动粘度
- 密度
- 可压缩性
- 热化学稳定性
- 热容及热传导性
- 导电性

# 污染物的来源及控制

## 污染源

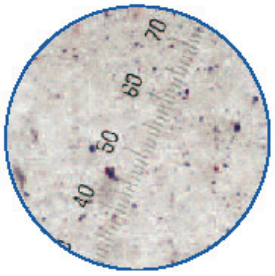
### 固有污染物（制造、安装时产生）

- 铸造、机加工产生的碎屑（氧化硅、金属）
- 软管碎屑（橡皮、金属）
- 抛光材料（氧化铝）
- 纤维及其它材料
- 流体污染物



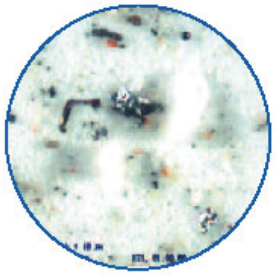
### 磨损产生的碎屑

- 金属
- 密封材料



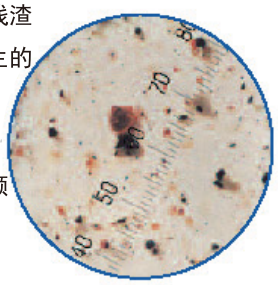
### 日常维护

- 外界浸入污染物
  - 矿物质污染物（灰尘）
  - 水
- 内部生成污染物
  - 元件磨损（金属、密封材料）
  - 流体介质变质（流体介质因受热而缓解，添加剂析出等）

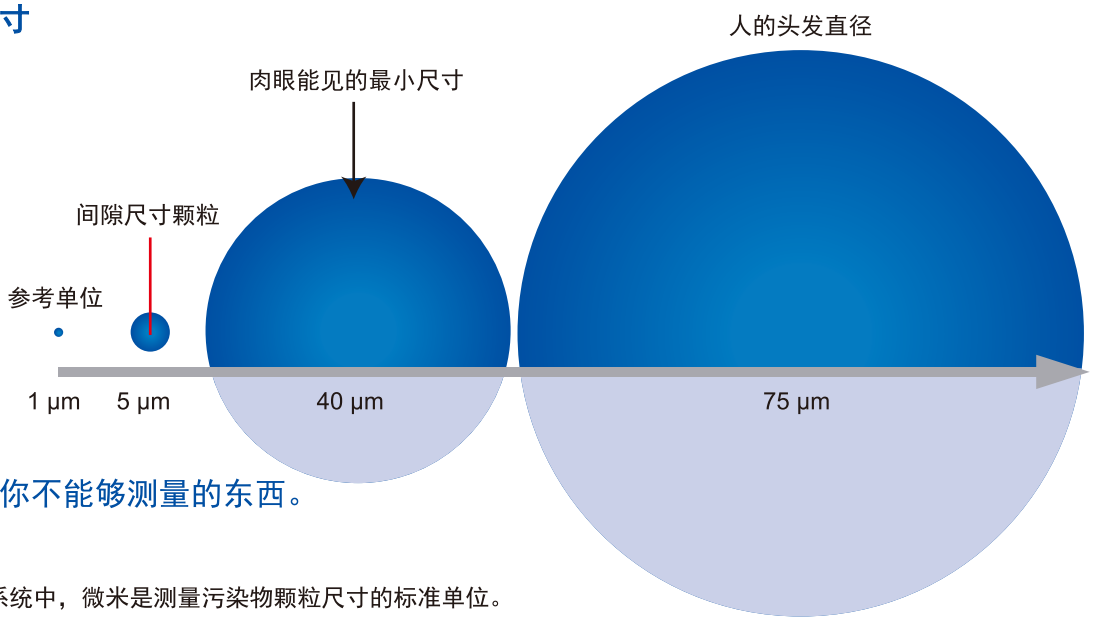


### 维修中造成之污染

- 附在更换元件上的残渣
- 机械在试运行时产生的碎屑
- 流体污染物
- 工作环境所产生的颗粒污染物



## 污染物的尺寸




### 你无法控制你不能够测量的东西。

### 微米“μm”

在润滑及液压系统中，微米是测量污染物颗粒尺寸的标准单位。

“MIcron”=微米=μm

1微米=0.001 mm

10微米=0.01 mm

用肉眼可以看到的最小黑点≈40 μm，

人的头发直径≈75 μm

# 污染物的来源及控制

## 油液污染度测定法

| 方法 | 单位 | 操作 | 优点 | 局限性 |
|---|---|---|---|---|
| 光学显微镜 | 每毫升颗粒数，清洁度代码 | 离线、实验室 | 提供准确颗粒尺寸及颗粒分布。不受油样的透明度、水分及空气的影响。 | 试样的准备以及分析时间长。取样人员需要充分的训练和经验。 |
| 自动颗粒计数法 | 每毫升颗粒数，清洁度代码 | 离线、在现场使用 | 迅速、重复性好 | 对颗粒浓度及非颗粒性污染物：如水、空气、胶质很敏感 |
| 滤网堵塞法 | 清洁度代码 | 离线、在现场使用 | 不受油样的透明度、油中的游离水分及气泡的影响。 | 只有两个颗粒尺寸范围 |
| 显微镜油液污染比较法 | 目视比较，清洁度代码 | 离线、在现场使用 | 在现场能迅速测出系统油液清洁度等级，也可以帮助确定污染物的种类。 | 只能提供近似的污染度等级 |
| 铁谱分析法 | 标定大/小颗粒数目 | 离线、实验室 | 提供铁及磁性颗粒的浓度，大小，颜色等参数。 | 无法检测非铁金属颗粒（青铜、黄铜、硅土等） |
| 光谱分析法 | ppm | 离线、实验室 | 验明污染物种类及含量。 | 5 μm以上的粒子受仪器敏感度限制，准确性较差。 |
| 重量分析法 | mg/L | 离线、实验室 | 显示污染物总重量。 | 无法测污染物尺寸大小。不适合污染颗粒少即清洁度高的情况下（例如：ISO18/16/13以上的清洁度） |

# 污染物的来源及控制

## 磨损机理

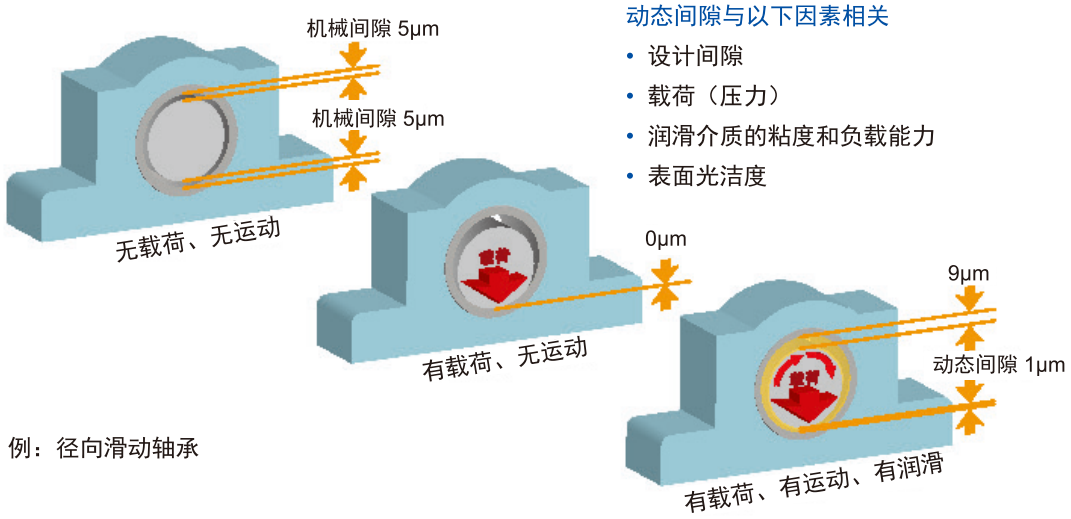
| 磨损形式 | 产生的主要原因 | 受影响的机械名称 |
|---|---|---|
| 磨料磨损 | 颗粒夹在相邻两活动面之间 | – 泵<br>– 滑动轴承<br>– 柴油发动机的活塞<br>– 液压执行机构<br>– 齿轮 |
| 疲劳磨损 | 颗粒夹在相邻两活动面之间反复作用 | – 减摩轴承<br>– 滑动轴承<br>– 齿轮 |
| 冲蚀磨损 | 高速颗粒冲击 | – 控制阀<br>– 喷嘴 |
| 淤塞/粘滞 | 颗粒在间隙内堆积 | – 控制阀<br>– 热交换器<br>– 液压缸 |
| 粘着磨损 | 褶皱面上产生的润滑不良，粗糙面互相接触，因接触压力而焊接后，呈现卷边的磨损形态。 | – 所有机器 |
| 腐蚀磨损<br>（参照“水污染物控制”一章的第31页） | 水与污染颗粒机器之间的相互化学作用 | – 所有机器 |
| 气蚀<br>（参照“空气污染控制”一章的第36页） | 带气流体 | – 液压泵<br>– 液压缸<br>– 控制阀 |

无论是哪一种磨损形态，都会产生固体颗粒（废料），导致进一步损坏机器。

# 污染物的来源及控制

## 动态（运行）间隙

动态运行间隙指的是在泵或轴承等机器内滑动的两个平面间的间隙，随着运行时作用在两个平面上的载荷、两个平面的相对速度、间隙内的油温、压力等而产生变化。理解污染颗粒对于元件磨损产生怎样的影响，与动态间隙相关的知识非常重要。




动态间隙与以下因素相关

- 设计间隙
- 载荷（压力）
- 润滑介质的粘度和负载能力
- 表面光洁度

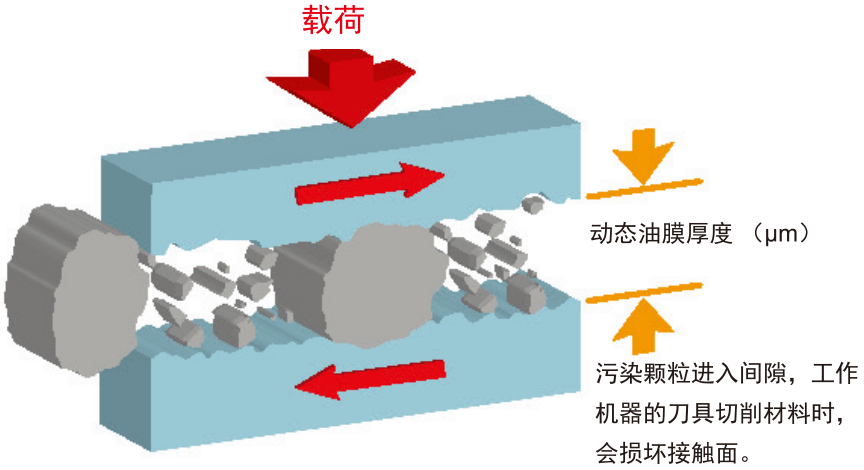
例：径向滑动轴承

## 典型动态间隙

| 元件 | 详情 | 间隙 |
|---|---|---|
| 阀 | 伺服 | 1 – 4 μm |
| | 比例 | 1 – 6 μm |
| | 方向 | 1 – 8 μm |
| 变量柱塞泵 | 柱塞和孔道 | 5 – 40 μm |
| | 阀板和缸体 | 0.5 – 5 μm |
| 叶片泵 | 顶端到壳体 | 0.5 – 1 μm |
| | 边部到壳体 | 5 – 13 μm |
| 齿轮泵 | 齿顶到壳体 | 0.5 – 5 μm |
| | 齿到滑板 | 0.5 – 5 μm |
| 球轴承 | 油膜厚度 | 0.1 – 0.7 μm |
| 滚子轴承 | 油膜厚度 | 0.1 – 1 μm |
| 径向滑动轴承 | 油膜厚度 | 0.5 – 100 μm |
| 密封 | 密封和轴 | 0.05 – 0.5 μm |
| 齿轮 | 啮合面 | 0.1 – 1 μm |

# 污染物的来源及控制

## 磨料磨损



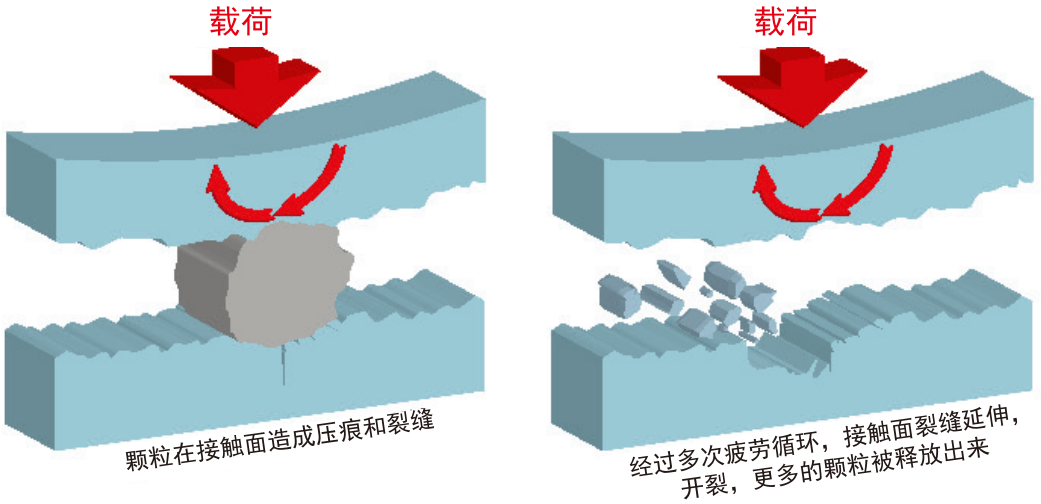

**磨料磨损结果**

- 尺寸变化
- 泄漏
- 泵的效率降低
- 更多的磨损

**容易遭受磨料磨损的典型元件**

- 所有液压元件（泵、马达、电磁阀、油缸）
- 径向滑动轴承
- 齿轮

## 疲劳磨损




**疲劳磨损结果**

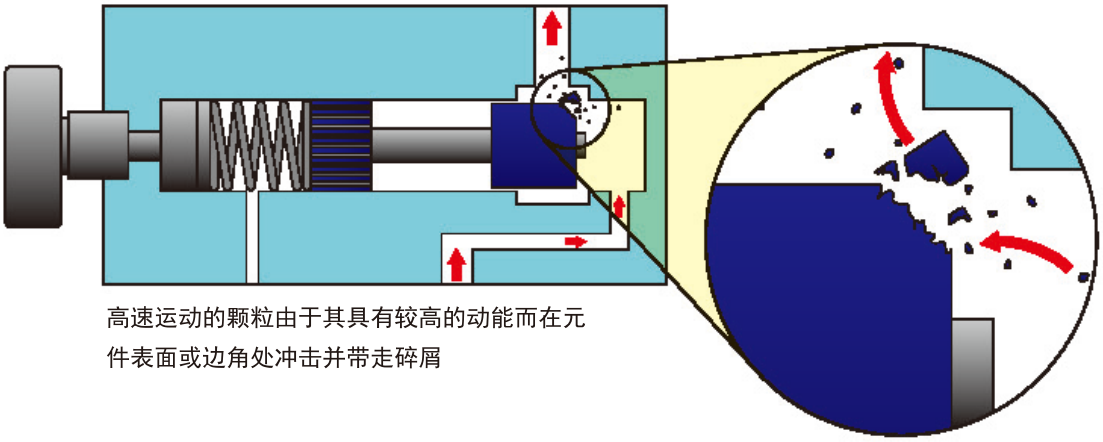
- 造成颗粒磨损
- 偏心和振动

**容易遭受疲劳磨损的元件**

- 滚子轴承
- 静压轴承
- 径向轴承
- 齿轮

# 污染物的来源及控制

## 冲蚀磨损



高速运动的颗粒由于其具有较高的动能而在元件表面或边角处冲击并带走碎屑

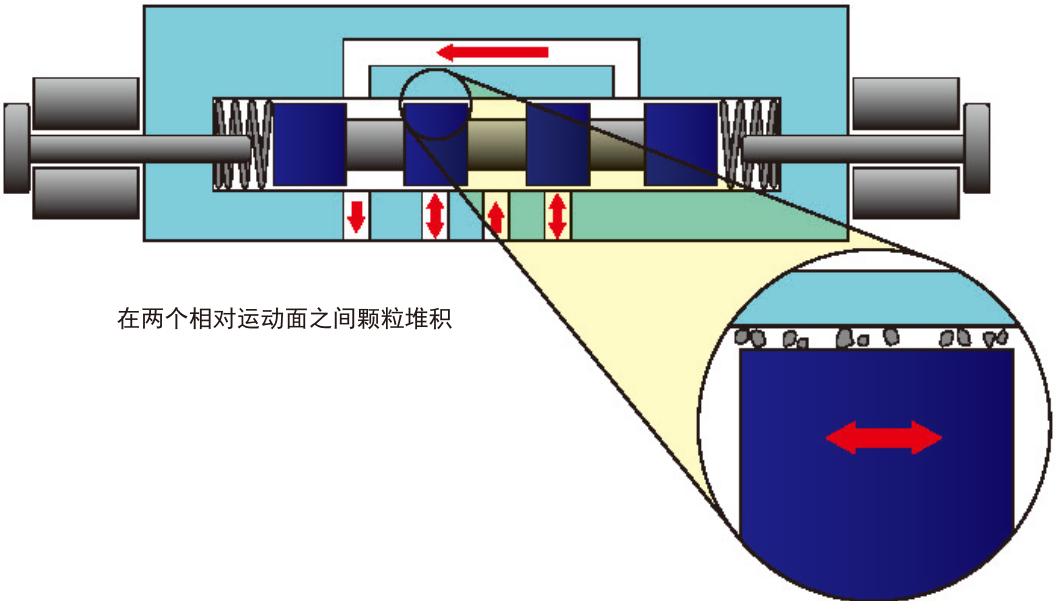
### 冲蚀磨损的后果

- 元件尺寸改变
- 阀泄漏
- 阀的功能不佳
- 喷嘴喷射方式不佳

### 容易遭受冲蚀磨损的元件

- 各种阀（伺服、比例、方向）
- 喷嘴

## 淤塞/粘滞



在两个相对运动面之间颗粒堆积

### 淤塞/粘滞的后果

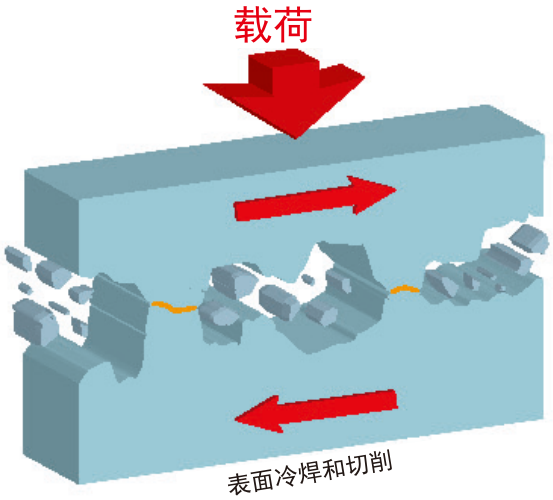
- 相应慢，不稳定
- 阀芯堵塞
- 电磁阀烧毁
- 影响热交换特性

### 容易遭受淤塞/粘滞的元件

- 伺服阀
- 比例阀
- 方向控制阀
- 热交换器
- 油缸

# 污染物的来源及控制

## 粘着磨损




**粘着磨损的后果**

- 金属和金属的点接触
- 表面形成“冷焊”
- 表面切削

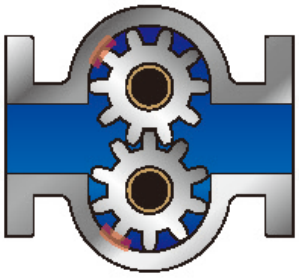
**容易遭受粘着磨损的元件**

- 所有运动元件

## 元件磨损

### 泵磨损（磨料磨损）

液压泵是对污染物最敏感的元件之一。间隙尺寸颗粒会加剧泵的磨损从而导致泄漏量增大，温度升高、泵的压力降低及效率降低。



**齿轮泵**

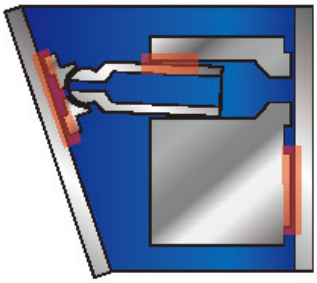
动态间隙

| | |
|---|---|
| 齿到侧板 | ：0.5–5 μm |
| 齿顶到泵壳 | ：0.5–5 μm |
| 相关颗粒敏感度 | ：中 |

**叶片泵**

动态间隙

| | |
|---|---|
| 叶片侧间隙 | ：5–13 μm |
| 叶片顶间隙 | ：0.5–1 μm |
| 相关颗粒敏感度 | ：中/高 |



**柱塞泵**

动态间隙

| | |
|---|---|
| 柱塞和孔洞 | ：5–40 μm |
| 阀板到油缸 | ：0.5–5 μm |
| 相关颗粒敏感度 | ：高 |

# 污染物的来源及控制

## 元件磨损 – 阀磨损（冲蚀、淤塞、粘滞）

颗粒污染会造成阀相应慢、反应不准、泄漏及堵塞。

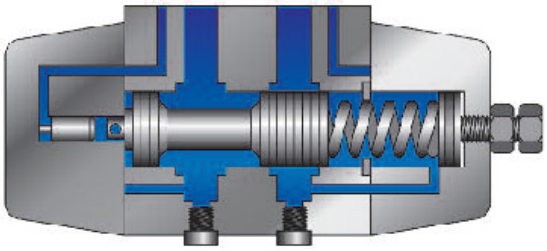
动态间隙

伺服阀 ：1-4 μm

比例阀 ：1-6 μm

方向阀 ：2-8 μm

相关颗粒敏感度 ：高



## 元件磨损 – 缸磨损（磨料磨损）

颗粒污染的后果

活塞杆密封磨损 ：漏油，同时污染物侵入

铜瓦磨损 ：活塞杆偏心

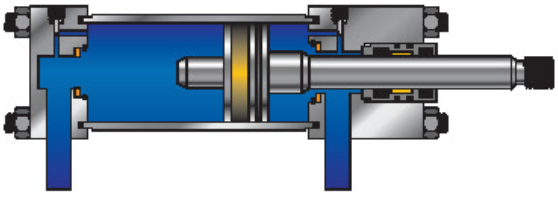
活塞密封磨损 ：油缸失速，位置不能保持

活塞轴 承磨损 ：偏心

典型油缸动态间隙

0.2 μm–250 μm

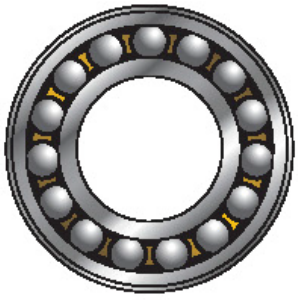
相关颗粒敏感度 ：中



## 元件磨损 – 轴承磨损（疲劳磨损）

由于疲劳和磨料磨损会明显地减少轴承寿命。

动态间隙

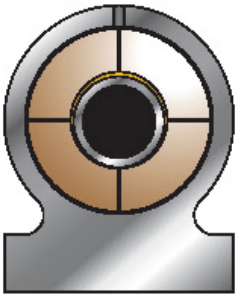


**滚子轴承**

动态间隙

滚子轴承 ：0.1–1 μm

相关颗粒敏感度：高

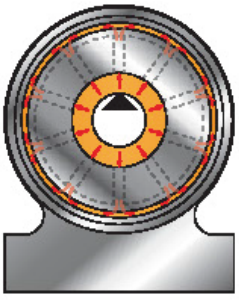


**径向滑动轴承**

动态间隙

径向滑动轴承 ：0.5–100 μm

相关颗粒敏感度：中/高



**静压轴承**

动态间隙

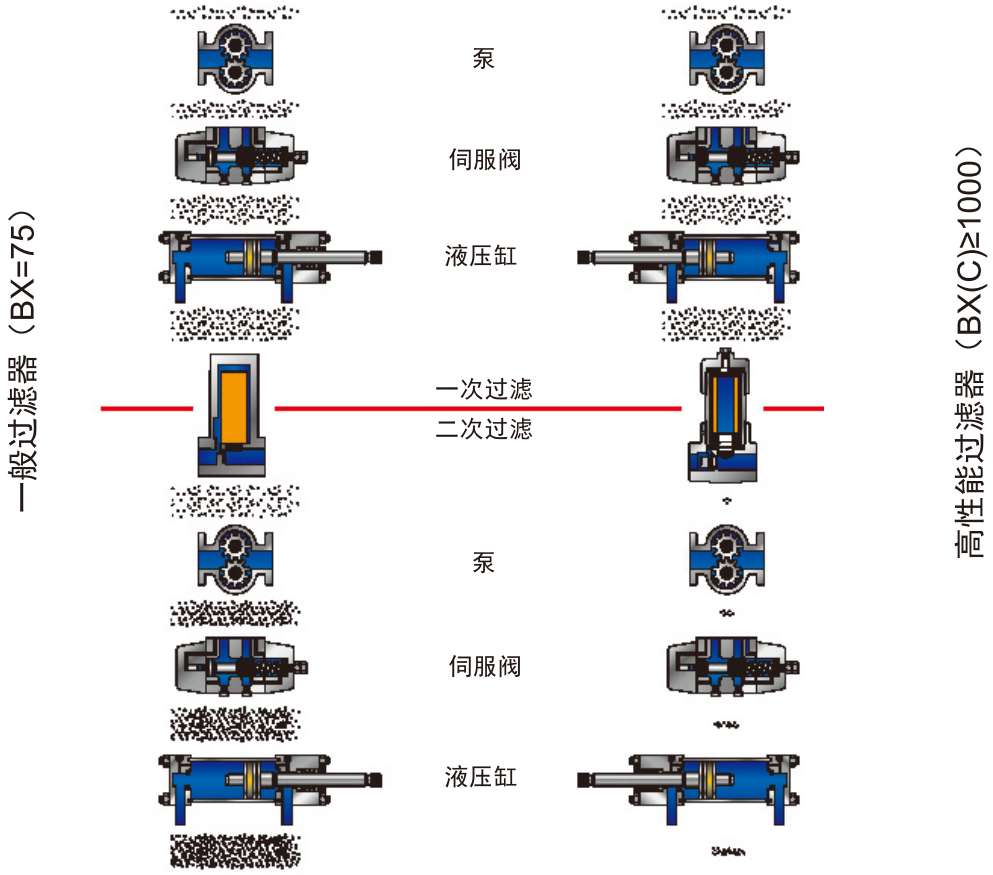
静压轴承 ：1–25 μm

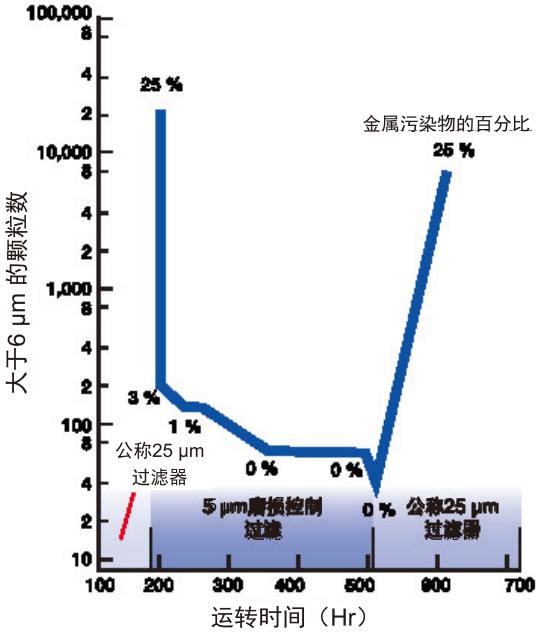
相关颗粒敏感度 ：中

# 污染物的来源及控制

## 消除磨损的链式反应

当元件的间隙被金属颗粒、沙粒、油泥或其它磨损颗粒所淤塞，这时就会产生磨损的链式反应。链式反应的产生，是因为系统中的磨损污染物不能得到有效的控制，使得系统元件进一步磨损，产生更多的颗粒。高性能的过滤器可以滤除这些有害的磨料颗粒，延长系统元件的寿命。

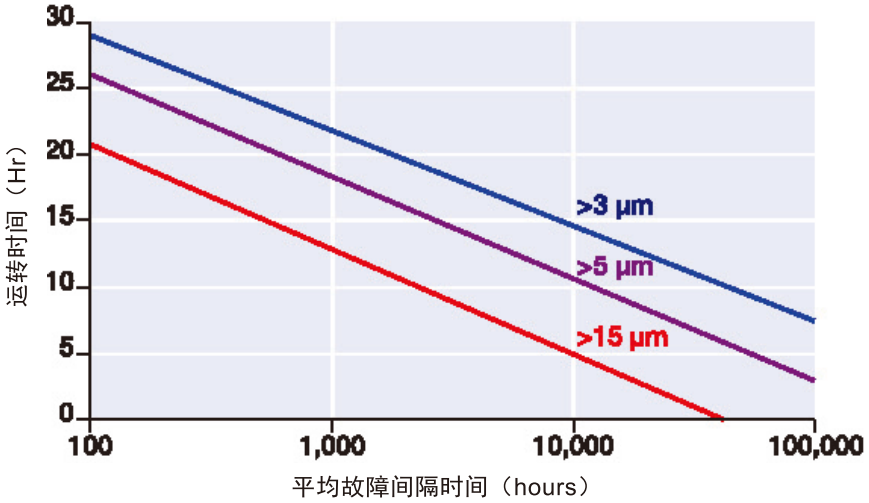



由于系统上安装的过滤器去除颗粒的性能不充分，系统内含有包括高金属含量（机器磨损征兆）在内的高污染状态趋于稳定。将过滤器替换为高性能的磨损控制过滤器后，可切断磨损的链式反应，迅速改善系统内的清洁度，和有效的金属颗粒去除。此后，如果替换回原来的性能不充分的过滤器后，由于链式反应重新产生导致污染和金属含量迅速上升。

# 污染物的来源及控制

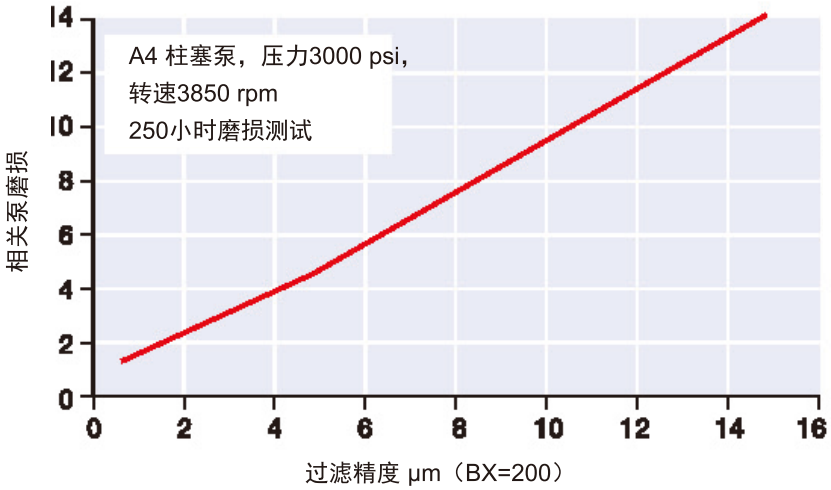
## 改善颗粒污染物，延长平均故障间隔时间（MTBF）




上图描述了流体污染度和设备可靠性的调查结果。根据调查报告，60%以上的故障是因流体中的颗粒污染物而起。可以说油液中的颗粒污染物是影响液压系统使用寿命和可靠性的最重要的因素。

摘自：英国工业和和贸易部文献

## 过滤对液压泵磨料磨损的影响




泵的测量部位：

- 柱塞和柱塞孔
- 通用型连接销的间隙
- 压力补偿导向阀的间隙
- 压力控制柱塞的直径
- 泵的排量

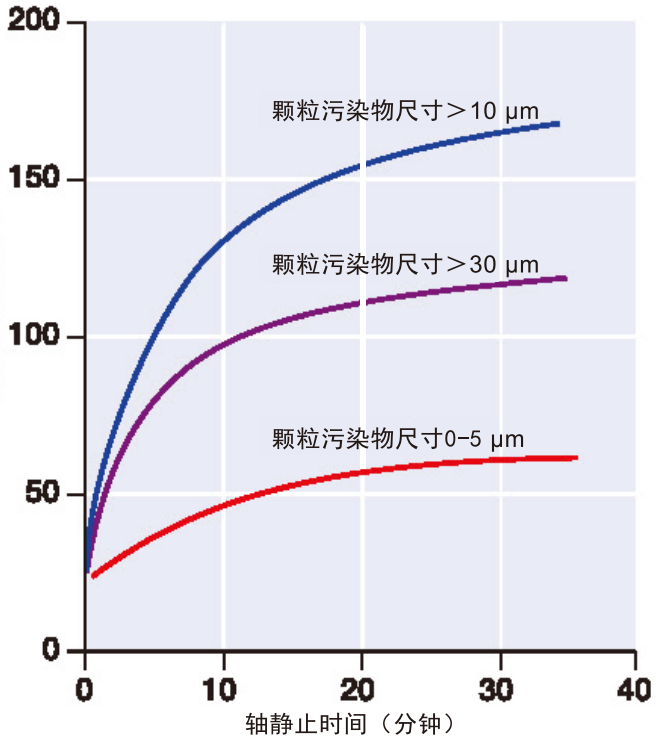
# 污染物的来源及控制

## 颗粒污染物对阀的驱动力的影响

**方向控制阀**

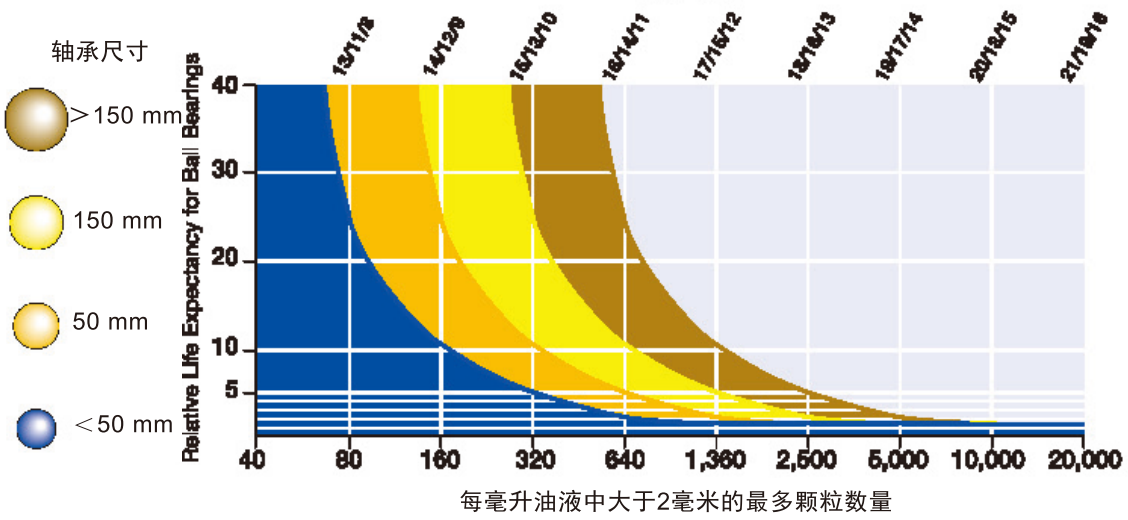
- 试验流量：57 L/min
- 试验压力：21 MPa
- 径向间隙：8 μm
- 驱动力测量前，阀在试验压力下保持静止

研究表明，滑动表面由于颗粒堆积导致的阀淤塞/粘滞造成阀驱动力增加，值得注意的是，在挑战试验时，动态间隙尺寸的颗粒（～10μm）导致阀所需的驱动力最大。




## 颗粒污染物对轴承寿命的影响

FAG 给出了一个不同形式及尺寸的滚子轴承的寿命和油液清洁度等级之间关系的公式。




“计算滚子轴承的经济性和安全性”，FAG 和颇尔合作研究

# 污染物的来源及控制

## 元件寿命与磨损控制的关系

为了使磨损最小而元件的寿命最大，必须将间隙尺寸颗粒从系统中除去。

| 元件 | 提高 |
|---|---|
| 泵/马达 | 泵和马达的寿命延长4～10倍 |
| 静压传动装置 | 静压传动装置寿命延长4～10倍 |
| 阀 | 阀的寿命延长5～300倍 |
| 滑阀 | 消除滑阀的粘滞 |
| 滚子轴承 | 可使滚子轴承的疲劳寿命延长50倍 |
| 径向滑动轴承 | 可使径向滑动轴承的寿命延长10倍 |
| 流体 | 可以通过去除污染物增加液压的寿命，<br>减缓油液变质的速度 |

## 工业流体清洁度推荐值

### 清洁度推荐基于以下因素

- 系统操作压力及工作负载
- 操作环境
- 元件的敏感性和预期寿命
- 设备停机的经济损失
- 安全因素

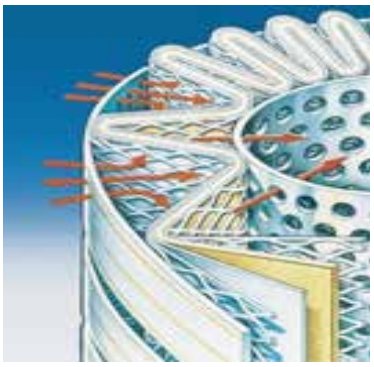
系统所要求的清洁度等级的确定方法在本书的清洁度管理部分（第39页）中有详细说明，可以帮助你确定系统的清洁度要求。以下所示的是典型的工业流体清洁度推荐*。

| 系统元件 | <140 bar<br>(<2000 psi) | <140–210 bar<br>(2000–3000 psi) | >210 bar<br>(>3000 psi) |
|---|---|---|---|
| 伺服阀 | 16/14/11 | 15/13/11 | 14/12/10 |
| 比例阀 | 17/15/12 | 16/14/12 | 15/13/11 |
| 变量泵 | 17/16/13 | 17/15/12 | 16/14/11 |
| 定量柱塞泵 | 18/16/14 | 17/16/13 | 17/15/12 |
| 压力/流量阀 | 19/17/14 | 18/16/14 | 17/16/13 |
| 齿轮泵 | 19/17/14 | 18/16/14 | 18/16/14 |

*基于试样瓶取样后检测的结果，采用在线颗粒监测的清洁度推荐更旺，对于现有的运行系统状态，建议采用在线监测。

# PALL 新一代滤芯产品的优点

## Pall Coralon 高效滤芯 ( 简称：标准滤芯 )



- 滤除固体污染物速度快、效率高（$\beta_{X(C)} \geq 1000$）
- 滤材由专利纤维和树脂通过特有工艺制成，具有固定的空隙结构，滤材无脱落。被拦截的污染颗粒不会因压差和流量的脉动而产生 " 卸料 " 现象。
- 采用由表及里、沿流动方向逐渐缩小的渐变孔径结构，分层拦截不同尺寸的污染颗粒实现深层纳垢，从而大大提高了使用寿命。
- 采用螺旋缠带加强的支撑，保证滤材稳固。

## Pall Coralon Coreless filter ( 简称：无芯轴滤芯 )

- 高性能同 Coralon 滤芯。
- 滤芯的中间没有芯轴，芯轴是永久性固定在滤壳内。
- 降低废旧滤芯处理费用。

## Dirt-Fuse 滤芯 ( 简称：高压差滤芯 )

- 高压溃压力，可达 210 bar
- 保护比例，伺服系统更可靠
- 采用 Coralon 高性能滤材

## ATHALON 滤芯

**专业技术的打褶设计**

- 使用过滤面积最大化
- 增加流量处理能力
- 更小滤芯外形
- 产生均匀的流量分布

**无芯轴、无外罩的构造**

- 可焚化
- 减少废物处理成本

**抗冲击疲劳滤材**

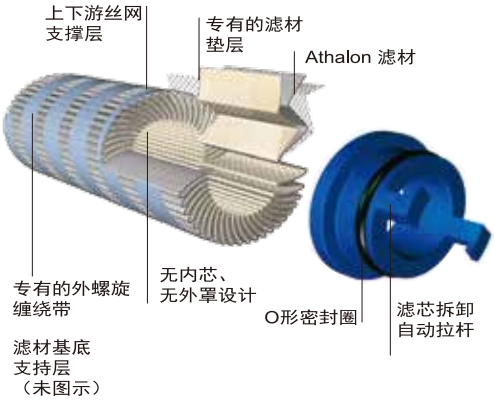
- 提高流体清洁度的稳定性
- 提高现场恶劣条件下的过滤性能

**抗静电构造**

- 使静电荷的产生和放电最小化
- 防止静电破坏过滤元件、外壳或流体

**由内向外的流向**

- 减少更换滤芯时发生交叉污染的可能性



# PALL 新一代滤芯产品的优点

## 高性能滤芯的结构

由内向外的方式：

确保污染物截留在滤芯内部

优点：

减少更换滤芯时污染物再次污染系统

上游支持层：

提供滤材支撑和保护

优点：

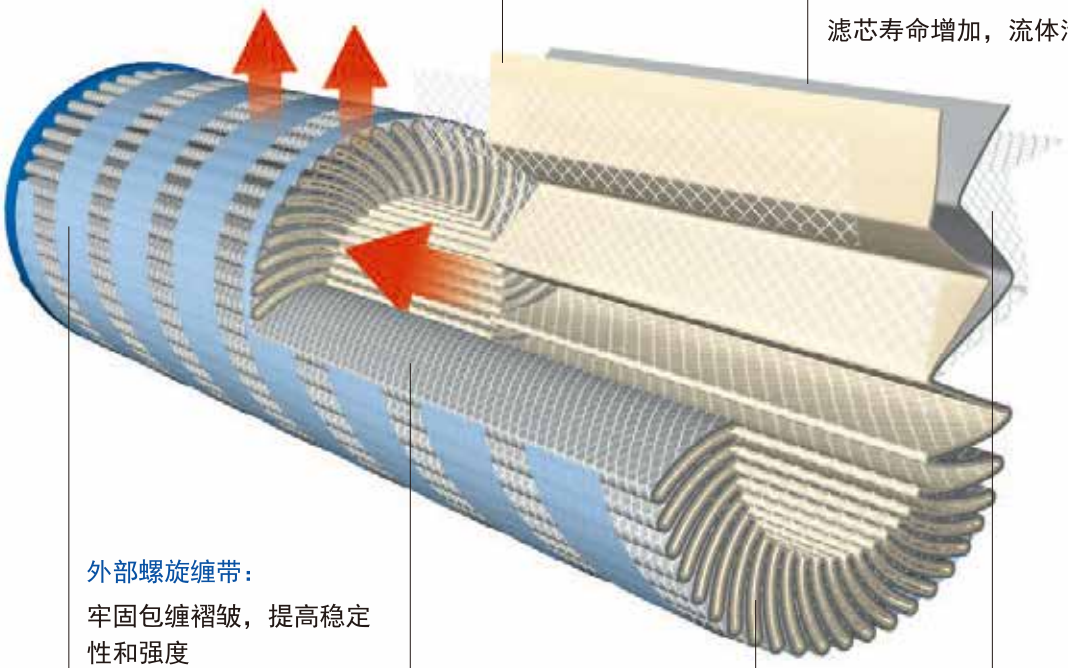
可靠，表现连续性好

高效的过滤介质：

惰性无机纤维，固结式渐变孔径结构，增加抗系统应力能力，如脉动流量和污染物卸载。改善滤芯使用性能，获得更稳定的流体清洁度。

优点：

滤芯寿命增加，流体清洁度稳定



外部螺旋缠带：

牢固包缠褶皱，提高稳定性和强度

优点：

可靠连续的表现，可承受严峻的操作条件

抗静电设计

滤芯内的特殊材料大大减少静电产生，消除放电现象

优点：

可使滤芯、滤筒或系统内其它元件不受静电的损害，也使流体的变质降到最低限度

无芯轴设计

滤芯支撑骨架成为滤壳的一部分

优点：

轻便，环保，废弃处理成本低，容易更换

上、下游滤层：

编织网支撑层

优点：

以低成本得到较长的使用寿命

月牙褶皱：

最大化过滤面积，能够改进褶皱支撑，抗折弯

优点：

减小滤芯的尺寸，提高对循环、冲击和冷启动的抵抗能力

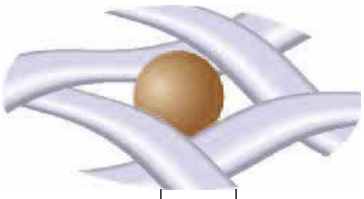
# PALL 新一代滤芯产品的优点

## 过滤介质

### 纤维尺寸的重要性

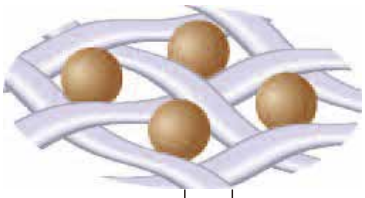
纤维的尺寸和密度决定着滤材的孔径和空隙率。

纤维素



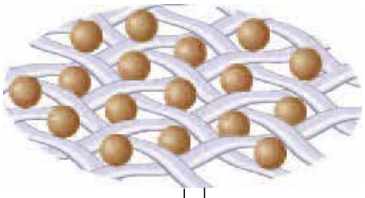
15～25 μm

聚合物



10～15 μm

玻璃纤维



1～5 μm

### 细纤维的优点

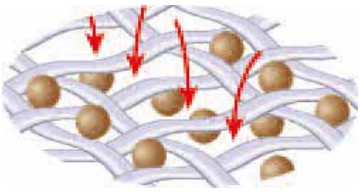
- 高纳污能力
- 低压降
- 长寿命

### 惰性无机纤维优点

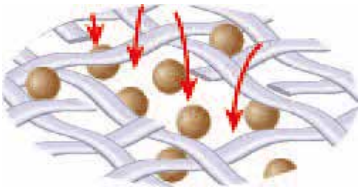
- 广泛的化学兼容性
- 不会膨胀
- 无存储期限

### 固结孔和非固结孔结构

固结孔隙的滤材，其纤维采用特制的树脂粘接以防止因压力、流量波动、温度、老化这些因素造成的破损。非固结孔隙滤材的纤维粘结不均或不良，容易造成纤维因压力和流量波动而迁移，导致颗粒穿过滤材，同时纤维也可能脱落进入系统造成新的污染。



形成通道

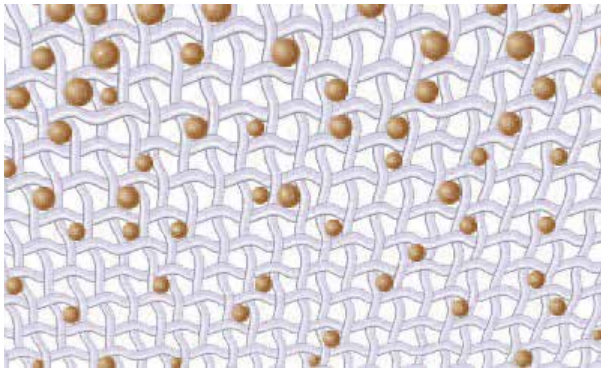


卸载

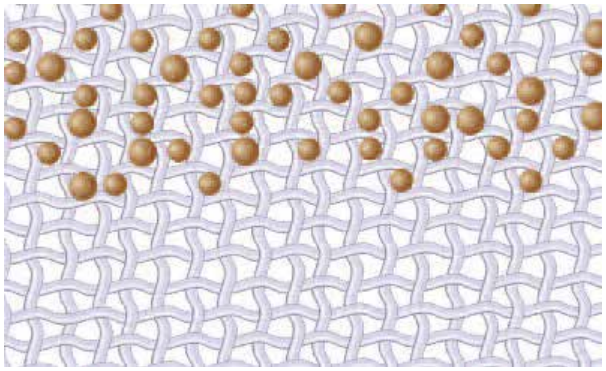
滤材脱落

# PALL 新一代滤芯产品的优点

### 渐变孔结构



### 均匀孔结构



### 渐变孔径

底层的细小孔径的滤材拦截间隙尺寸的颗粒。结合最大的颗粒拦截能力，延长使用寿命，从而降低成本。

另外，细小直径纤维相对于采用传统的较粗玻璃纤维，在相同孔径下，孔隙率更多，纳污容量更大。

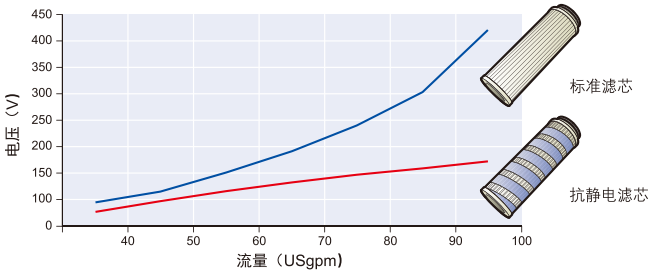
### 均匀孔径

限制了滤材有效地扑捉颗粒。

使用成本增加，寿命降低。

## 抗静电结构

静电是碳氢系流体在经过过滤器滤芯的介质时产生的。电导率较低的流体产生的静电被称为摩擦电，储存在过滤器滤芯的介质和流体中。若带电量增加，超过流体的击穿电压时会放电，发出的异响会对过滤器滤芯、壳体和流体带来损伤。

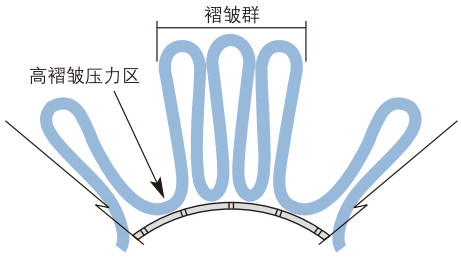



- 典型的树脂玻纤材质的滤材由于流体和玻纤的摩擦易于产生静电
- 静电释放（通常有噼啪声）会引起：
  - 过滤器及系统元件损坏
  - 油液变质
- 高性能抗静电滤材（TCR 滤材）
  - 消除过滤器和元件由于静电产生的的损伤
  - 降低油液变质的可能性

## 滤芯的支撑和流道

无支撑滤芯

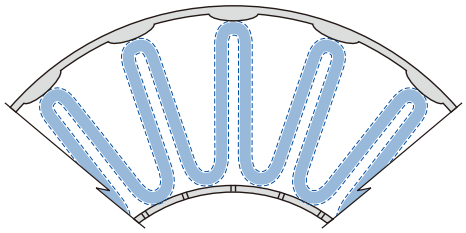
过滤器滤芯的支撑结构不充分，因流量喘振、高压差、冷起动等而产生流动阻力，受到如下图所示的影响。




减少可用过滤区域、流道，滤芯寿命在高压差和冷起动时降低。

## 有支撑滤芯

过滤器滤芯具有如下图所示的坚固的支撑结构，可以阻止流量喘振、高差压、冷起动时的流动阻力相对的阻力。



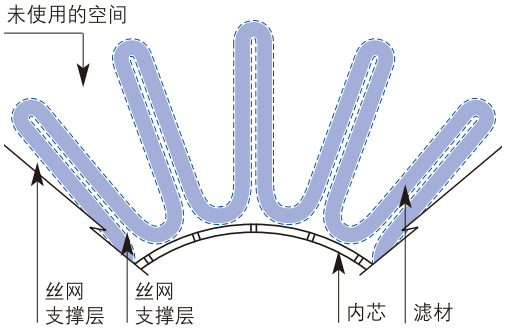
在高压差和冷起动时有稳定的表现，寿命长。

# PALL 新一代滤芯产品的优点

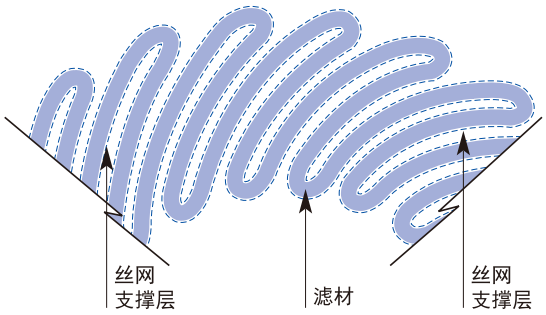
## 月牙褶与扇形褶

### 过滤面积

传统的扇形褶滤芯的褶皱是以过滤器的内芯为中心向四周呈放射线状。褶皱之间具有较宽的空间，而这些空间在过滤时是不使用的（过滤器介质除外）。与此相对的是，若过滤器滤芯的褶皱呈横向（月牙形状），则褶皱之间不存在多余空间。月牙褶形状可使滤芯的可用过滤面积最大化。




传统的扇形褶滤芯

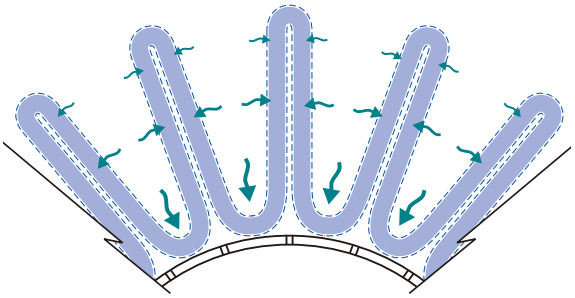



月牙褶滤芯

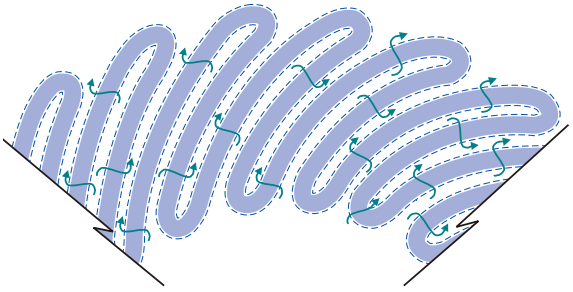
### 流量分配

传统的扇形皱褶滤芯的结构使某些部分的液体流动受限少，而其它部分受限多。通过顶端的液体比通过皱褶末端的液体受到流量通道更高的流动阻力。正如不同大小的流动箭头所示，大部分的液体流动最初是经过皱褶的末端。这种不均匀的流动分布在操作过程中使过滤器滤芯产生不均匀的污物负载。

相比之下，月牙形皱褶设计的滤芯在整个皱褶长度内皱褶相互支持。除了液体沿着皱褶流动经过介质的以外，其总流动阻力是相同的（相同大小的流动箭头所示）。这样就形成了经过过滤器滤的流动速度是均匀的，在过滤介质内的污物负载也是均匀的。因此，具有更大的纳污容量并延长过滤器的使用时间。



扇形褶



月牙褶

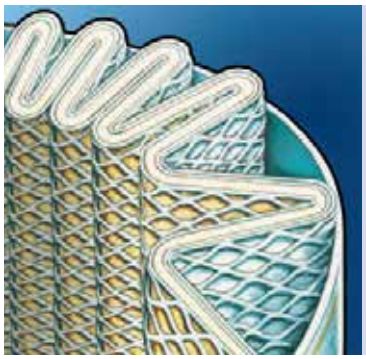
# PALL 新一代滤芯产品的优点

## 无芯 / 无骨架结构

有关废油和滤芯处理的环境保护法规正在进一步延伸，许多工业正在寻找减少废弃物的方法。

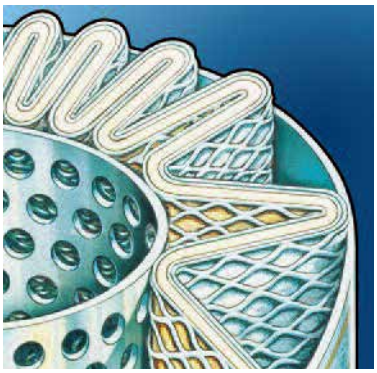
将支撑滤芯的金属骨架设计为滤壳的一部分，滤芯采用加强型高分子聚合物包缠。这种设计的无芯 / 无骨架滤芯在保持结构完整性的同时更加环保。

### 无芯滤芯



- 与有内骨架结构的滤芯相比，可减少重量的60%
- 使用后容易被压缩处理
- 能够被用于垃圾焚烧废物利用的原料

### 有骨架滤芯

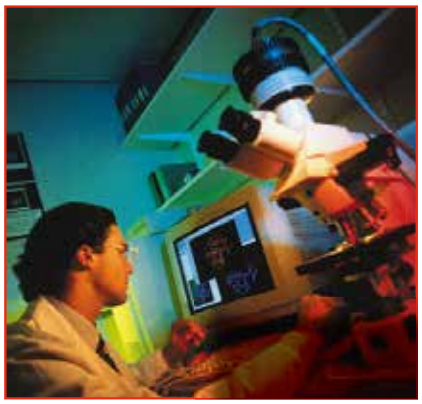


# 流体污染控制领域的好搭档

颇尔公司在过滤、分离和净化行业中处于全球领先地位。通过类型广泛的产品和优良的服务，颇尔公司不断展示它的能力，为客户解决污染问题；改善流体质量；通过优化客户工厂设备的性能和可靠性以及完善工艺过程提高客户的收益率。

## 颇尔作为解决方案的提供者，受到冶金行业制造商以及原始设备商的广泛赞誉

在液压油、润滑油、水基溶液中存在的固体、液体和可溶性污染物会造成作为冶金行业铸造工艺中一个组成部分的液压、润滑、冷却和其他流体系统的操作问题并增加系统的维护。如果不采取措施控制，这些污染物会增加操作和维护费用，降低设备的效率，影响最终产品的质量。这些问题可以通过正确地采用高效、高可靠性的过滤和分离技术来实现。



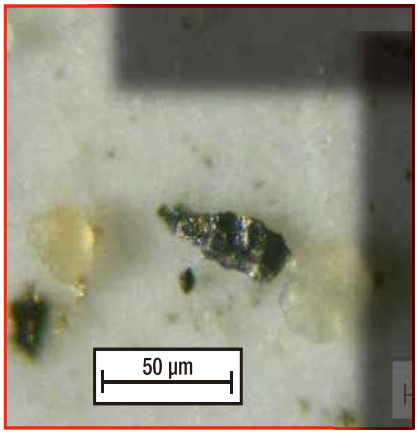
## 工艺改进及系统设备的可靠性

冶金行业产品生产厂商始终为降低成本、改进操作方法和提供高利润而努力。为实现这一目标，制造商必须不断寻找新的改进生产效率，同时持续生产高质量、拥有利润的产品。颇尔通过实施全面清洁度管理（TCM）项目，在这个持续不断地改进过程中充当了一个重要角色。通过全面清洁度管理，我们能够帮助您改进工艺，获得强大的竞争优势。

## 什么是全面清洁度管理

全面清洁度管理是由颇尔倡导的一种方法，用于帮助客户在其整个生产过程中保持规定的流体清洁度。全面清洁度管理是生产与服务的结合，能够对客户的产量、生产设备的可靠性、产品的质量、生产过程的安全性以及环境保护各方面进行优化，从而减少客户整体运行成本，提高生产效率。

颇尔通过优质产品和服务为冶金行业提供“不可代替”的价值



# 广泛的技术服务能力

## 科学与实验室服务部（SLS）

颇尔组建了一个由遍布全球的、各领域专家组成的、包括超过150位科学家和工程师的部门，为颇尔遍布全球的客户提供专业的技术服务。我们的实验室配备了最先进的分析仪器，用以支持复杂的污染和过滤方面的问题。我们的 SLS 团队一直采用工业领域可接受的评价标准，对新的分离技术和产品进行评判。

## 流体分析服务

颇尔提供专门用于客户设备检修和维护部门使用的油液分析项目。我们的专家将与您一起工作建立取样频率、清洁度目标和基本的油液分析需求。流体分析是监控润滑系统和液压系统正常运行的最有效手段。

## 设备检查与故障诊断

颇尔通常会通过进行现场调查了解客户现有设备的运行情况和查找改进客户生产设备、生产流程的机会。我们有丰富经验的技术人员将会记录现有设备情况、操作条件、设备运行情况以及其他相关数据，从而决定是否需要进行改进或升级。我们将会发布一份技术报告记录我们的对于设备改善的调查研究结果和建议。

## 污染控制研讨会

通过有效的现场研讨会，颇尔能够帮助客户提高工厂员工关于污染控制和过滤方面的知识。在这类研讨会上，颇尔提供关于污染物对系统运行和可靠性影响的详细说明，并通过已往获得的案例分析结果印证这些说明。研讨会可以根据客户的需要定制相关内容。

## 工艺审核

工艺审核的目的是了解现有设备的运行情况和分析污染物的侵入方式及其对产品和工艺造成的影响。如今商业环境下，产品质量和资源管理是非常重要的。各工厂都在致力于实现产业废弃物的零排放，强化自然资源的有效利用。

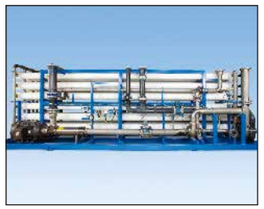
## 调试和冲洗

颇尔在全世界范围内拥有广泛的经销商和客户服务中心网络，为客户提供所需的支持。在客户设备进行大修和系统定期清洗时，颇尔可以提供清洗、监控和咨询服务。采用颇尔的产品、监控设备和现场专家意见，客户可以更快速和高效地恢复生产，节省宝贵的时间和资金。这样能够带来更高的产量和营业利润。

## 用户冶金行业的产品

Aria
微滤系统
用于将地表水过滤为可饮用水

反渗透过滤系统
用于工艺补给用水



集中式润滑系统
用于热轧驱动系统

高压过滤器
用于自动板厚控制系统

液压系统过滤器
用于板带热轧机的液压系统

大流量净油机
用于2000m m 宽带材轧机润滑系统

液压过滤器
用于连铸机设备中的液压系统

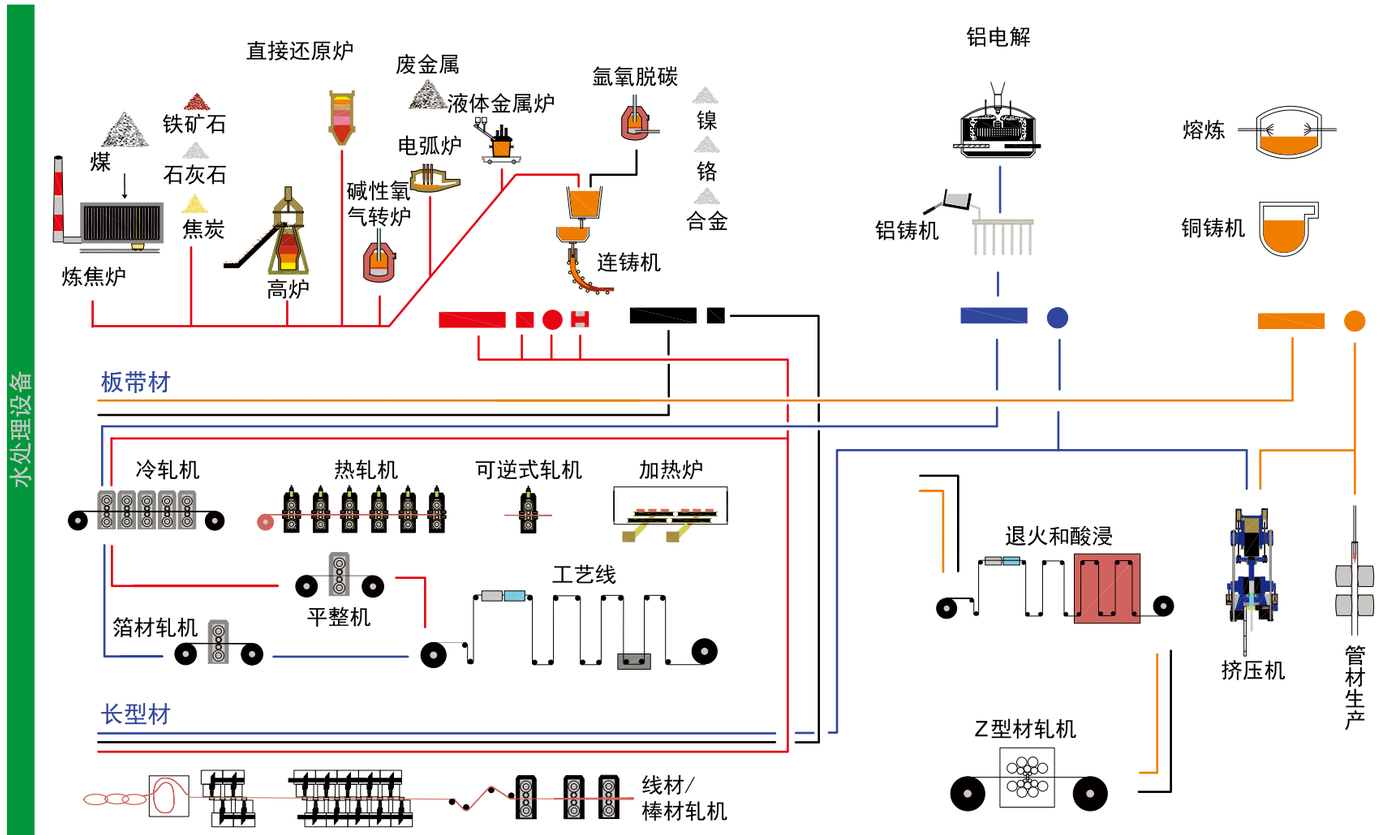
钢材 | 不锈钢钢材

净油机
用于液压润滑系统

铝

Ultipleat 大流量过滤器
用于处理水基流体

铜



双筒过滤器
用于保护高压泵

循环过滤器
用于冷轧支承辊润滑系统

陶瓷膜系统
用于处理镀锌线生产中的带腐蚀性的脱脂液

多联过滤器
用于辅助液压站回油管路

多滤芯滤壳
用于线材/棒材轧机润滑系统

陶瓷膜系统
用于处理冷轧工艺中的乳化液废水

终端过滤器
用于铜制冷轧、冷却液和润滑系统

反冲洗过滤器
用于不锈钢轧机轧制油的过滤。左图中的500支滤芯用于二级反冲洗处理

循环系统过滤器
用于铝板冲压设备

空气滤清器（特制品）
用于油液箱，可防止空气中的有害污染物进入系统

水份检测器
用于检测液压和润滑系统中的水份

# 工业流体污染控制

颇尔设计并提供了广泛的产品来去除液体和气体当中的污染物。我们的产品，配合我们的服务和专业技术，可以完成所有钢铁及有色金属行业的各种流体净化要求。

## 污染控制产品

### 一、液压和润滑系统过滤

Ultipleat SRT 过滤器

Ultipleat SRT 过滤器为液压和润滑应用提供革命性的过滤技术。其特点包括更小的外形尺寸、更高的抗系统变应压力性能、更大的流量，基于 SAE ARP4052 过滤器性能试验的清洁度 ISO 精度。客户更有利于提高清洁度控制，加强设备保护和系统可靠性。

### 二、去除液压和润滑油中的水

真空脱水净油机

液压和润滑液油中的水、气体及固体污染物对系统的运行有着极大地危害。为了维护这些系统的正常运作，必须去除游离和溶解在液体里的水和气体。

颇尔的真空净油机能去除100%的游离气体和水（在稳态情况下），并可以去除高达80%溶解气体和水。我们的净油机设计了去除3 μm(c) 以上颗粒的效率达到99.9%的高性能过滤器，可以去除固体污染物。

### 三、冷却液和工艺应用

熔喷滤芯

考虑到不同的应用会造成污染物导入的量、形状及材质都不相同。我们可提供各种不同的熔喷滤芯产品以满足润滑、冷却和其他工艺过程的要求。颇尔的熔喷滤芯系列是通过不断挤压细小纤维形成高孔隙率、高强度连续渐变孔径滤芯结构。此种连续渐变孔径结构滤芯拥有卓越的上游使用寿命，较低的滤膜压降和稳定的污染物去除性能。

### 四、供水

Aria 水处理系统

颇尔公司 Aria 水处理系统是专门设计，用于生产符合严格水质标准的饮用水设备。特殊的中空纤维膜可去除地下水及地表水中的浊度、微生物、胞卵和卵囊体、铁、锰，以及对二级处理废水进行处理。

### 五、废水和碱性溶液

陶瓷膜过滤系统

陶瓷膜过滤系统用于去除乳状液中的浮油，并已证明对冶金行业当中的碱性脱脂液的过滤十分有效。有了这种新的处理方法，不仅减少了化学品的使用，而且使得排放的废水和污泥量更少。颇尔公司的陶瓷膜系统在面对强酸碱性和高温水的时候，具有很强的耐高温耐酸碱性。该陶瓷膜便于清洗和反复利用，使用寿命长，给客户带来至高的经济效益。

5

### 六、轧机冷却系统

微滤（MF）系统

颇尔提供一系列微滤系统，可去除高污染度的液体中的悬浮物。颇尔中空纤维膜技术具有超强的特性，使得这些系统可以处理高污染的液体。这种技术为铝加工、不锈钢轧制和铜材加工中众多过程冷却液的处理提供了新的方法。

6

## 污染监测

### 七、颗粒污染物监测仪

为了监测异常的污染度水平，快速获得准确可靠地流体清洁度数据是保证液体系统所需要清洁度的一个重要因素。颇尔可提供便携式仪器，使设备操作人员可以简单、快速和可靠地测量液体的清洁度。颇尔提供两种类型的清洁度检测仪，一种基于滤网堵塞原理，可适用于乳化液和水基流体；一种激光颗粒计数仪，适用于矿物基油以及合成油。

7

### 八、水分检测仪

液压和润滑系统运行时必须尽量降低油中的水分。颇尔水分检测仪检测流体中的溶解水含量，显示在测试温度条件下该种流体的饱和水分含量的百分比，或对于确定牌号的流体可采用百万分率（PPM）。仪器类型包括探入式直接读数的手持式水分检测仪或者可以提供连续或定时监控的固定式水分检测仪。

8

### 九、流体分析服务

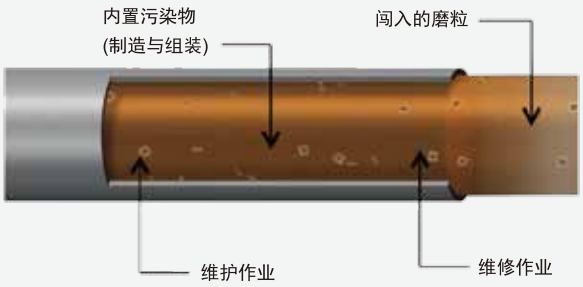
我们提供多种级别的液体分析设备来满足客户的不同需求。I 级流体分析服务，采用颇尔便携式流体污染物分析设备— 一种流体污染度对比工具，提供快速、现场的液压润滑系统运行状况的实时评价。这种服务提供大概的流体污染物等级、颗粒尺寸分布和污染物类型的简单鉴别。II 级流体分析服务，提供流体污染度定量分析，可以根据各个工厂的需求进行定制服务。颇尔流体分析项目是监测液压润滑系统运行状况的非常有效的工具。

9

# 液压润滑系统中颗粒污染物的去除

- 50% 零部件更换源于机械磨损
- 90% 润滑或液压回路中循环的颗粒污染物尺寸小于15 μm
- ISO 4406 清洁度代码是行业最常用的编码方式，用于表示流体清洁度等级
- 有害磨损颗粒可通过高性能、磨损控制过滤，如 Coralon® 或 Athalon® 过滤器进行有效控制

## 污染源

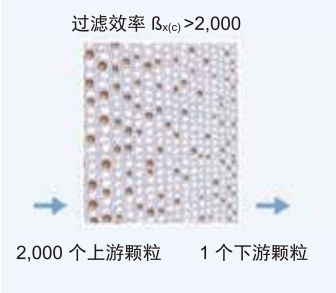



接近零部件动态操作间隙的磨损颗粒因不受控而在系统内积聚并产生更多颗粒时会出现磨损连锁反应。

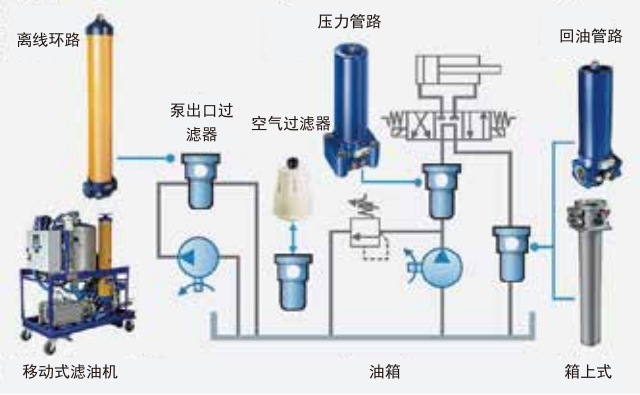
## 颇尔过滤技术

### 抗应力技术（Athalon）滤材：

经设计和制造耐受液压系统压力，如循环流、流冲击、冷启动、压力峰值和污物装载。



### 润滑和液压过滤器位置




典型应用

- 液压和润滑油
- 放电加工油
- 磷酸酯
- 传动液
- 燃油
- 水-乙二醇
- 水基流体

颇尔过滤技术提供独特的经济解决方案：

- 控制一般系统清洁程度；
- 加大对零部件的磨损保护
- 提高设备可靠性
- 降低采购成本

**要 点**

- 与所需系统流体清洁度相比，新油液通常更脏！
- ISO 4406 为业内常用标准，用于报告流体清洁度
- 只有高性能过滤才能阻止液压或润滑系统内磨损连锁反应
- 必须阻止细小颗粒进入零部件动态间隙，以防进一步损坏零部件

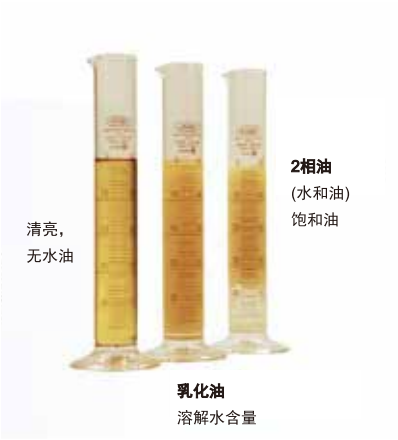
# 液压润滑系统中水污染的去除

为什么很重要？

20% 零部件更换源于腐蚀

我们在查找什么？

- 2种形式的油包水：游离和溶解 —取决于油液的类型和温度
- 通常用 PPM（百万分率）表示含水量：1,000 PPM = 0.1%。对于大多数液压或润滑液，工作温度下建议的最大饱和度为50%（50%饱和）




**检查点！**

200 L桶中一杯水：
~ 0.20 L /200 = 1,000 ppm，
远高于大多数润滑和液压油的饱和点= **油中游离水**

## 颇尔净油机技术

### 去除游离和溶解的水和气体

- 真空脱水（通过真空蒸发传质）

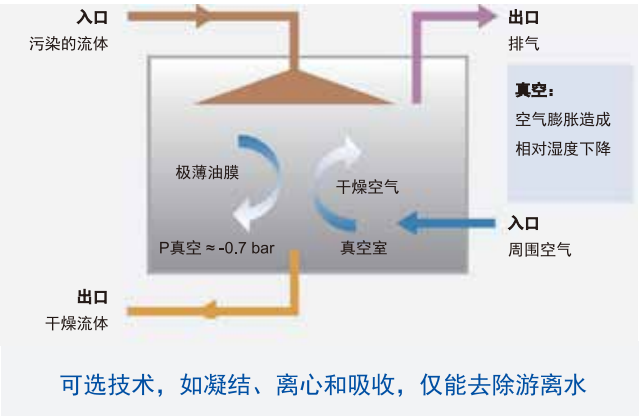
净油机在通常展示无限去水容量的肾形回路中工作。

| | |
|---|---|
| | |
| **HNP023**<br>流量高达 22 L/min<br>（6 US gpm）<br>最大粘度：700 cSt | **HNP076**<br>流量高达 75 L/min<br>（21 US gpm）<br>最大粘度：700 cSt |

典型应用

- 液压和润滑油
- 绝缘油
- 磷酸酯
- 淬火油

颇尔净油机如何工作？




颇尔净油机为节省成本提供各种机会，包括：

- 延迟设备正常运行时间，改善机器性能
- 降低零部件更换成本
- 降低维护人工成本
- 降低换油和处理费用

**要 点**

- 去除游离水绝对不够！
- 颇尔净油机，基于真空脱水技术，可去除90%的溶解水和气体... 这是使用其他技术无法达到的。

# 工艺流体中的颗粒污染物去除

为什么很重要：

- 由于工艺流体的清洁度等级会直接影响产品的品质，因此通常非常重要

典型过程应用

- 部件加工
- 部件清洗
- 部件电镀、涂装
- 系统测试和冲洗
- 填充液

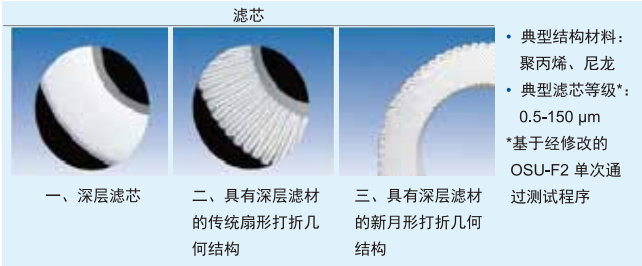
典型过程流体

- 工业用水
- 水基流体、乳液
- 轻石油基流体、燃油
- 油漆、冷却液等

过程和液压润滑应用之间的典型差异

- 低粘度流体（< 10 cSt）
- 广泛粒径范围（μm - mm）
- 污染物连续进入系统
- 较高污染等级（mg/L）
- 水性流体中可能存在细菌、真菌等

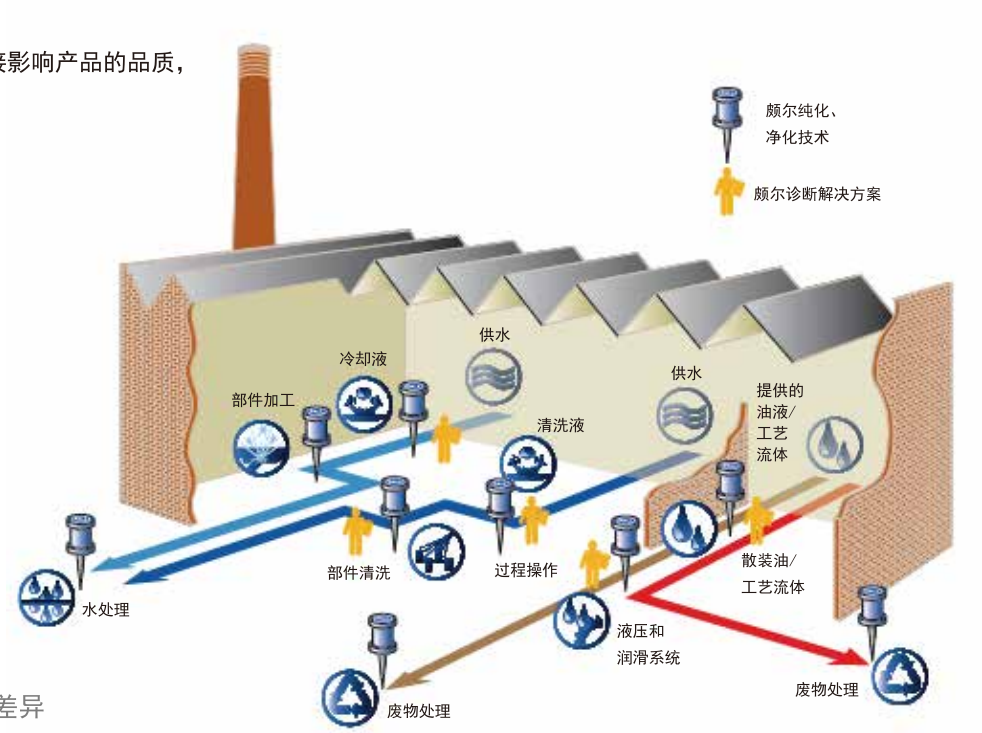
与液压和润滑过滤产品相比，工艺流体过滤应用有各种滤材配置，每种配置可在各种操作环境中实现最高性能。




| 1 | 2 | 3 | |
|---|---|---|---|
| • | | • | 高入口速率 |
| | | • | 大流量 |
| | • | • | 存在凝胶/胶体 |
| | • | • | 高粘度 |

典型工艺流体过滤解决方案

- 深层滤芯或袋式过滤器（耗材）
- 系统
  （可清洁元件或膜）




颇尔过程过滤技术给各种客户带来好处，包括：

- 提高零部件清洁度和部件表面光洁度
- 延长刀具、系统零部件和流体的使用寿命
- 降低因固体污染物造成的部件不合格率
- 延长流体使用寿命（去除固体、油液、细菌、真菌等）
- 与 HSE 标准兼容

**要 点**

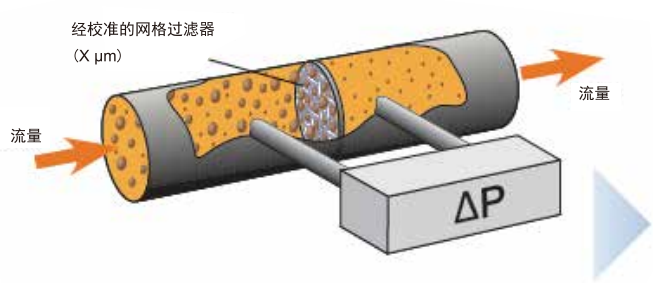
- 工艺流体清洁度等级直接影响
  - 制造产品的质量
  - 加工性能和机器调整要求
- 水基流体本质上对主要操作参数（如 pH、过滤性、水硬度或蒸发率）极其敏感
- 如果不加以控制，滤芯会过早堵塞，流体使用寿命也会因存在真菌、细菌、化学聚合等而降低
- 过程应用中典型滤芯/滤袋等级为0.5 - 150 μm

# 污染监测/诊断设备

| 为什么很重要： | | 我们在测量什么？ |
|---|---|---|
| • 50% 零部件更换源于机械磨损（固体污染物）<br>• 20% 零部件更换源于腐蚀（水污染物）<br>• '你无法控制你不能测量的' | | • 油中2种主要污染物<br>• 固体颗粒<br>• 水 – 游离、溶解 |

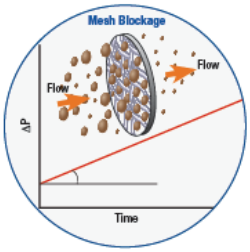
## 如何测量固体污染物

### 颇尔筛网堵塞技术



**PCM500**
清洁度检测仪

将压差积聚转换成 ISO 清洁度代码。




与自动颗粒计数器相比，筛网堵塞技术适用于更广泛的应用，颇尔清洁度检测仪能够在流体中游离水或空气或流体不透明的情况下提供可靠结果。

| Mesh Blockage | 筛网堵塞 |
|---|---|
| Flow | 流量 |
| Time | 时间 |

**要 点**

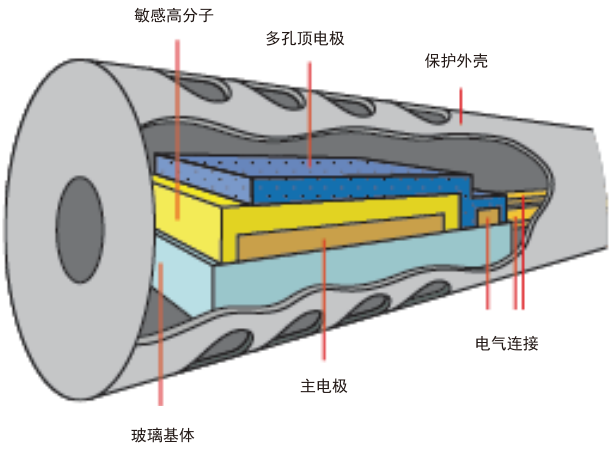
- 筛网堵塞技术不受流体容量、游离水或空气、流体样品中“淤泥”或凝胶的影响
- PCM 是预测性维护程序理想的便携式诊断监测设备。提供3位 ISO 代码

适用于矿物油、合成油、水-乙二醇、燃油和水基流体。可以永久在线安装或用作日常监测的便携设备。

# 污染监测/诊断设备

## 如何测量水污染

### 电容技术

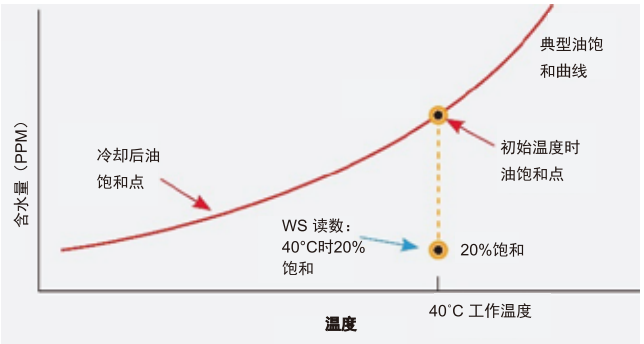



- 高分子介质的介电常数随着吸收水而变化
- 电容变化与水浓度成比例

**WS19**
便携式水分
传感器

%饱和度原因？

- PPM 中的绝对含水量值不允许操作员定义水的形式，如游离或溶解
- %饱和度可使操作员根据饱和曲线准确定位工作温度下的实际流体状态



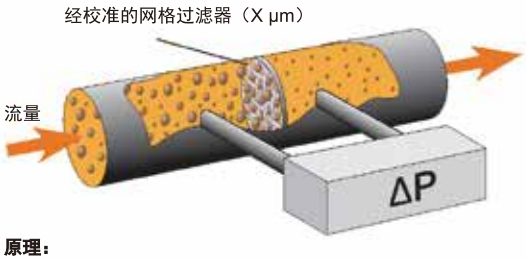

**要 点**

- 电容技术用于监测液压和润滑油中的水含量（%饱和度@温度）
- 传感器可以永久地安装在回路上或用作系统间的便携式设备

# PCM 清洁度检测仪在冶金领域的典型应用

**PCM500**
清洁度检测仪

筛网堵塞技术




**原理：**
将压差积聚转换成 ISO 清洁度代码

与 APCs‡ 相比的主要优势：
不受以下因素影响的结果

- 流体容量
- 游离水
- 空气（乳液）
- 凝胶、聚合物

| 典型流体应用 | 分级供应商和制造/装配厂 | 符合 APC 功能限制的常用流体条件 |
|---|---|---|
| 水-乙二醇 | 铁/铝铸造车间 | APC 经校准，具有符合 ISO11171 的轻质油，即：光水中衍射和折射的不同指数 |
| 散装柴油 | 灌装线试验台（发动机） | 高浓度空气（乳液），接近100%水饱和度（典型值：200ppm） |
| 传输流体 | 灌装线试验台（传动） | 许多添加剂和聚合物（通常浓度过高） |
| 润滑和液压油 | 机器人、成型/注塑机、机床 | 获得游离水、凝胶、胶体、淤泥等的可能性高 |

使用 PCM500 获得的准确、可靠 ISO 代码

使用 APC 获得的无规律或高估的颗粒计数结果

部件清洗液或发动机油方面的 PCM500 应用，有关更多信息，请联系 SLS

## PCM500 价值主张

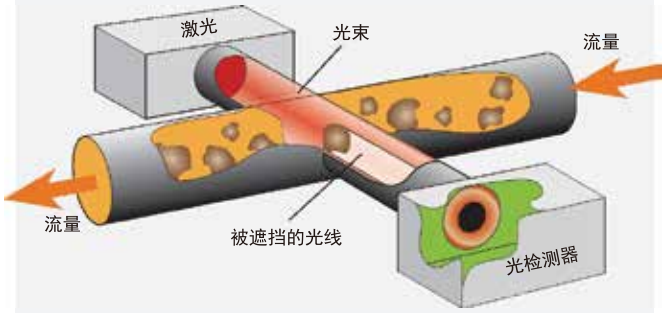
### 实时流体状态监测

- 准确的3位 ISO 清洁度代码在6分钟内产生（在线和离线污染物分析）
- 筛网堵塞技术意味着结果不受空气、水或流体容量影响
- 组装系统的“未通过”清洁度测试表明是否符合清洁度规范
- 通过快速检测异常流体清洁度条件，防止系统受到灾难性损坏

相关 ISO 标准：

ISO 21018-3 - 监控流体中颗粒杂质的含量 - 第3部分：采用筛网堵塞技术

‡APC: 基于轻型堵塞技术的自动颗粒计数器




对空气、水、凝胶、淤泥和乳液敏感的技术

# PALL OMDS 油液品质在线监测诊断系统

PALL OMDS 油液品质在线监测诊断系统针对工业4.0需要设计制造。可对含水量、水活性、污染度，粘度、密度、介电常数、温度数据实现实时监测，还可定制液位，滤芯寿命判定，颗粒度类型等监控参数。监测数据稳定可靠。操作界面友好，全自动运行。操作面板上设置 LCD 显示屏，本地显示设备运行状态和各项监控指标。并且通过联通的4G网络，采取“云”技术，将监测设备运行状态和各项油品参数上传，通过手机，平板，电脑客户端查询，进行处理后系统可自动生成各项运行指标的状态趋势，报告，并储存于服务器。

## 特 点

- 检测传感器测试准确，稳定，可靠。
- 无需人工取样，无需人工维护。
- 24小时实时数据监测。
- 云技术，手机，平板和电脑均可监控数据。

## 产品规格

| PN | 功能 |
|---|---|
| OMDS2000 | 水份，颗粒度，流体特性，云服务 |
| OMDS2001 | 水份，颗粒度，云服务 |
| OMDS2002 | 水份，颗粒度，流体特性 |
| OMDS2003 | 水份，颗粒度 |

此产品为定制化产品。如果您有更多的需求，请联系颇尔的销售代表与经销商。

## 产品性能参数

| | |
|---|---|
| **工作压力：** | <10 bar |
| **工作介质温度：** | −10−60˚C |
| **工作环境温度** | −40−85˚C |
| **水含量：** | <5000 ppm (溶解水，根据实际介质溶解度标定） |
| **污染度：** | NAS1638, 00−12 精度 ± 1（ISO4406, SAE4059) |
| **粘度：** | 0~50 cSt 精度：±2%；50~500cSt 精度:±10% |
| **介电常数：** | 1−6 精度：±1% |
| **密度：** | 0.65g/cm³~1.5g/cm³ 精度：±1% |
| **温度：** | −40~150˚C；精度：±0.2 ˚C |
| **IP 等级：** | IP55 |
| **工作环境相对湿度：** | 95% max |
| **系统入口压力：** | −0.9 bar ~10bar |
| **供电：** | 380 VAC |
| **功率损耗：** | <0.5 KW |

## 产品应用

- 钢铁冶金行业液压油/润滑油系统
- 与 PALL 真空滤油机配合使用

# HNP/HLP 净油机在冶金领域的典型应用

HLP 净油机

HNP 净油机

与其他技术相比的主要优势*：

- 无限水和空气去除能力
- 去除100%游离水，多达90%的溶解水和气体
- 无需加热（低功耗）
- 易于操作和维护

‡ 见下图

| 典型流体应用 | 分级供应商和制造/装配厂 | 水污染控制 |
|---|---|---|
| 工业磷酸酯流体 | 铁/铝铸造车间 | 耐火流体具有极高的饱和曲线游离水时生成强酸、凝胶、污泥等。 |
| ISO 4113 适合柴油喷射设备的校准流体 | 散装罐试验台（喷射器） | 通常接近100%水饱和度（典型值：200 ppm） |
| 传输流体 | 散装罐，灌注线试验台（传动） | 长链添加剂对水极为敏感（游离水时形成沉淀） |
| 润滑和液压油 | 机器人、成型/注塑机、机床 | 20%零部件更换都是因水进入液压和润滑系统（ASLE 的 Rabinowitz 研究） |

去除游离水绝对不够！

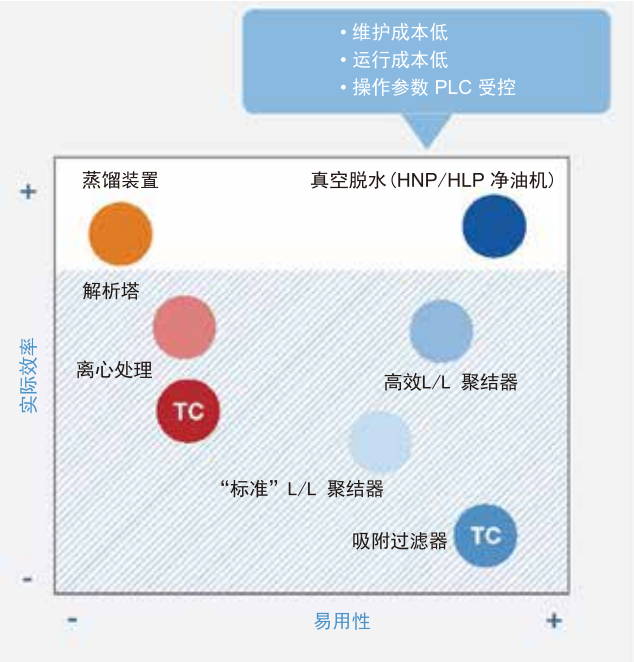
## 颇尔净油机采用的技术是目前行业最合适的选择（去除石油基流体内溶解水）

如果在工作温度时仅去除游离水，油液冷却时油内有害的游离水量会大大增加。因此，水问题仍然存在！

**图例：**

TC: 冶金行业内常用的竞争性技术

功能限制：仅去除游离水



# SUPRAdisc™ 过滤膜堆在冶金领域的典型应用

过滤膜堆为离线过滤提供高效解决方案：

- 除油泥
- 去除凝胶和胶体
- 提高流体过滤性能
- 去除游离水（少量）
- 高效率吸附细小污染物

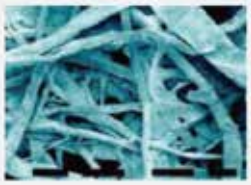
冶金领域的典型应用：

- 冷轧机
- 热轧机
- 所有液压和润滑液，油回收

SPV 系列容器

低流量密度过滤器技术仅适合离线应用

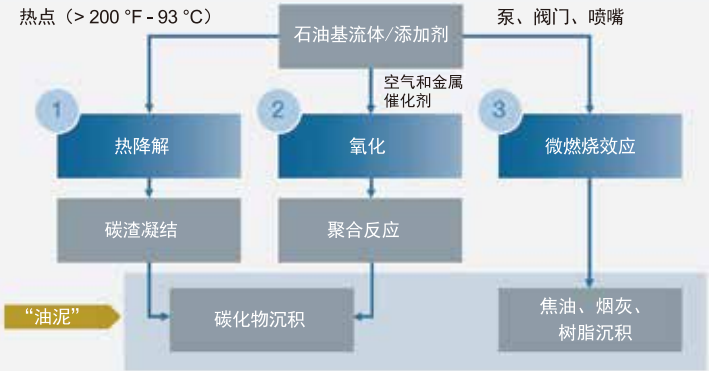
- 最多15 Lpm/模块（3.3 US gpm）或DPo：最多0.3 bard (3.4 psid)



由纤维、硅藻土和/或珍珠岩和合成聚合物制成的滤材

VRF 除油泥装置

## 1、除油泥




润滑油和液压油热氧化降解形成高分子量化合物。

这些前体油泥在整个流体系统的关键表面形成薄薄的不溶沉积物，通常称为“油泥”。

**对伺服阀的不利影响（示例）：**

阀芯上的油泥造成：

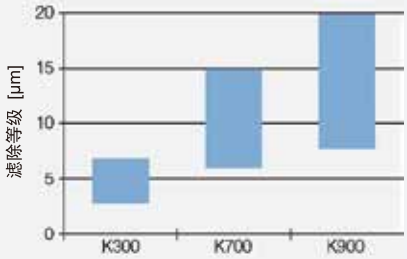
- 反应缓慢、不准确、不稳定
- 阀芯卡住
- 电磁线圈烧坏

# SUPRAdisc™ 过滤膜堆在冶金领域的典型应用

## 2、去除凝胶、胶体，提高过滤性能 - 示例

SUPRAdisc 模块：2 个模块(12” Ø)
等级：K300
流速：10 Lpm (2.6 US gpm)

过滤器模块被凝胶和胶体堵塞。

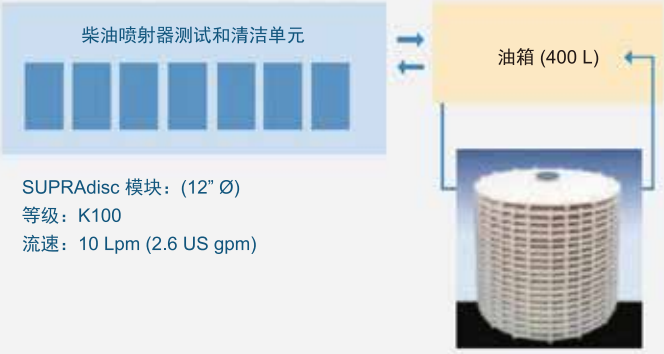



等级 K300 至 K900 包括液压和润滑中大部分应用，精滤到粗滤。

**优 势**

延长 Coralon 滤芯使用寿命

## 3、高效率吸附细小污染物 - 示例




SUPRAdisc 模块：(12” Ø)
等级：K100
流速：10 Lpm (2.6 US gpm)

校准流体清洁度等级

上游
SUPRAdisc 模块
不可数

单次

下游
SUPRAdisc 模块
-/13/9依据ISO4406

**优 势**

喷射器符合清洁度规范

# 用于工业含油废水的分离系统

**概述**

颇尔 Clarisep 切向流过滤系统可移除水基型流体中的浮油、悬浮固体和细菌，从而使液体保持最优化状态，以实现更长的使用寿命。

该系统还可用于处理含油废水，从而最大程度地减少从现场移除的废水量。

## Clarisep 系统

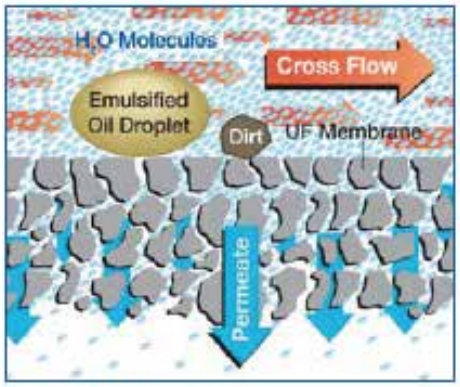
Clarisep 切向流过滤系统采用全自动化控制，用户界面友好，操作简单，同时需要极少监控。

所有操作均通过可编程的逻辑控制器（PLC）控制，操作面板内置一个显示屏，可在液体分离清洁周期的所有阶段提供清晰准确的指示说明和信息。

## 切向流过滤原理

不同于流体与纤维过滤介质垂直的传统过滤方式，颇尔® 切向流系统可在多孔陶瓷膜表面对液体流动进行导向。流体在陶瓷膜表面上的扫刮动作可防止薄膜材料上形成污染物。乳化油和脂、细菌、真菌和悬浮固体物因大于薄膜孔而被阻挡。由于溶液中的水分子和化合物小于薄膜孔，因此优选穿过薄膜，从而制成清洁的渗透溶液。

所有 Clarisep 系统将自动在原位重新生成薄膜，从而延长使用寿命。



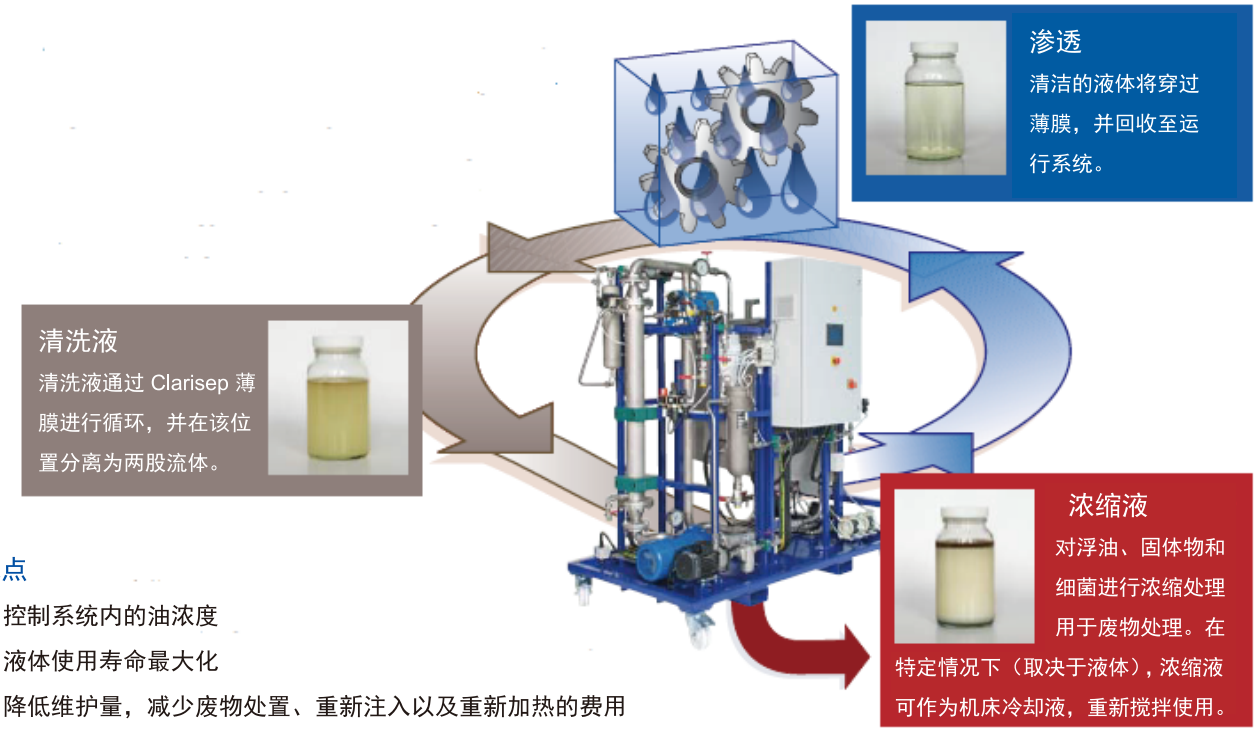

Clarisep 薄膜

颇尔 Schumasiv™
六角通道薄膜

# 用于工业含油废水的分离系统

## 应用示例 - 清洗液

清洗液经常由于出现浮油（之前机加工操作携带过来的油）而过早进行更换。随着此类污染物浓度的增加，残留物可能会留在离开清洗系统的组件上。Clarisep 交叉流动系统可将这些污染物从清洗液体中移除，从而使部件更为清洁，同时提高清洗液体的使用寿命。




### 优点

- 控制系统内的油浓度
- 液体使用寿命最大化
- 降低维护量，减少废物处置、重新注入以及重新加热的费用
- 使组件更为清洁，且无油污。

## 应用示例 - 含油废水

废弃液体废物处置管理规定的涵盖面越来越广泛。很多以前允许的废物处置方式，如今已不可接受，或需要另外采用成本高昂的特殊废物处置方法。

在众多工业制造工厂，大量含油废水由经批准的承包商通过油罐车从工厂现场移除。其中98%含量为水。Clarisep 切向流系统可将水从油/水乳化液中分离，例如使用的机床加工冷却液。此类水可随后进行回收，在现场重新利用，或通过排水管道进行废物处置（需遵照当地的规定），从而大幅降低废物处置成本。

### 优点

- 降低废物处置成本
- 更高效的环境保护

# 用于工业含油废水的分离系统

## 颇尔解决方案

我们的工程师将和您共同开发用于流体处理问题的整体解决方案。请联系颇尔，以便获得选择适合您应用的 Clarisep 分离系统的相关协助。

颇尔通过其特有科学和实验服务（SLS）部门和技术支持团队（TSG）提供持续性的产品支持。

颇尔的科学家和实验室员工已准备就绪，可提供从初始测试到系统启动，到选择应用特定技术以及更多其他应用的相关支持。我们致力于通过可量化的改善措施，持续改善我们的技术和服务能力，以实现绝对绩效水平。颇尔专注于为我们的客户提供寻找具有成本效率的可靠解决方案的相关科学方法。

## 其他系统

除上述标准、自封闭式切向流过滤系统外，颇尔公司还可设计和制造用于集中废水处理应用和给水装置的大型系统。请联系颇尔，以便获得此类大型应用的相关支持。

# 颇尔熔吹反洗式过滤滤芯

颇尔熔吹反洗式过滤器滤芯具有极佳的过滤性能，可保持辊磨机冷却剂的清洁度，同时改善产品质量。颇尔过滤器在用于初级过滤和次级过滤回路时有助于减少最多5%的表面缺陷 ，避免出现意外维护停机，并为备份滚柱轴承元件提供保护。

- $Beta_{x(c)}$ ≥1000* 额定高密度尼龙滤材
- 可耐受 >2000 次反洗循环
- 端封结构采用高温焊接纤维
- 碳氟化合物密封件

** 根据 ISO 16889*

*WK 系列反洗过滤器滤芯*

*WK 过滤器滤芯参见初级系统管板*

## 规格

**过滤器等级：**

5,10,15 μm 其中 $Beta_{x(c)}$ ≥1000

**温度额定值：**

−29°C 至 120°C (−20 F 至 248 F)

**建议采用的反洗压力：**

1.2 bar（17 psi）±10% 位于管板

备注：采用更高的反洗压力会降低滤芯的疲劳寿命，并造成滤芯损坏。

**建议采用的反洗循环次数 [1]：**

3000次 用于初级循环

500次 用于次级循环

**建议采用的流量密度：**

13英寸规格的滤芯：0.8 lpm (0.21 US gpm)

16英寸规格的滤芯：1.0 lpm (0.26 US gpm)

20英寸规格的滤芯：1.3 lpm (0.34 US gpm)

[1] *根据现场使用经验以及颇尔反洗性能测试*

## 特点与优势

使用颇尔 WK 过滤滤芯，客户可获得以下产品优势。

| 特 性 | 优 势 | 客户获益 |
|---|---|---|
| 熔吹微纤维构造 | 高效颗粒物截留，$\beta_{x(c)}$ ≥1000 以及各个批次保持一致性 | 储存罐具有低固体物水平，可减少产品质量缺陷，并延长滚柱轴承的使用寿命 |
| 尼龙滤芯结构 | 兼容碳氢化合物基础油和添加剂 | 可灵活调节液体化学成分，以符合规定的翻滚要求 |
| 高密度滤芯结构 | 采用可实现数千次反洗循环的设计和优化 | 使用寿命长且性能稳定更换滤芯所需停机时间更少 |
| 滤材到端封之间采用火焰焊接接合，且扭矩经过测试 | 滤材和端封之间采用整体接合方式 | 在滤芯使用寿命周期内保持长久稳定的性能 |

# 颇尔熔吹反洗式过滤滤芯

## 产品规格

| 构造材料 | |
|---|---|
| 滤材 | 尼龙 |
| 端封和芯部 | 玻璃填充尼龙 |
| O 型圈 | 氟橡胶 |

## 颗粒物截留 (μm)

| 滤芯名称 | $\beta_x$ ≥1000[2] 99.9% 移除效率 | 清洁 △P[3] (mbar/lpm) |
|---|---|---|
| N 级 | 5 μm | 100 |
| S 级 | 10 μm | 40 |
| D 级 | 15 μm | 17 |

*[2] 截留特性参照 ISO 16889 进行调整*

*[3] 压降值基于 8cst 液体粘稠度*

## 订购信息

P/N: WK 1 FN 2 ZND

**表1：滤芯长度**

| 代码 | 长度 |
|---|---|
| 13 | 13英寸 标称长度 |
| 16 | 16英寸 标称长度 |
| 20 | 20英寸 标称长度 |

**表2：滤芯等级**

| 代码 | 等级根据 ISO 16889 |
|---|---|
| N | 5微米 |
| S | 10微米 |
| D | 15微米 |

**经过调整*

## 尺寸（标称）

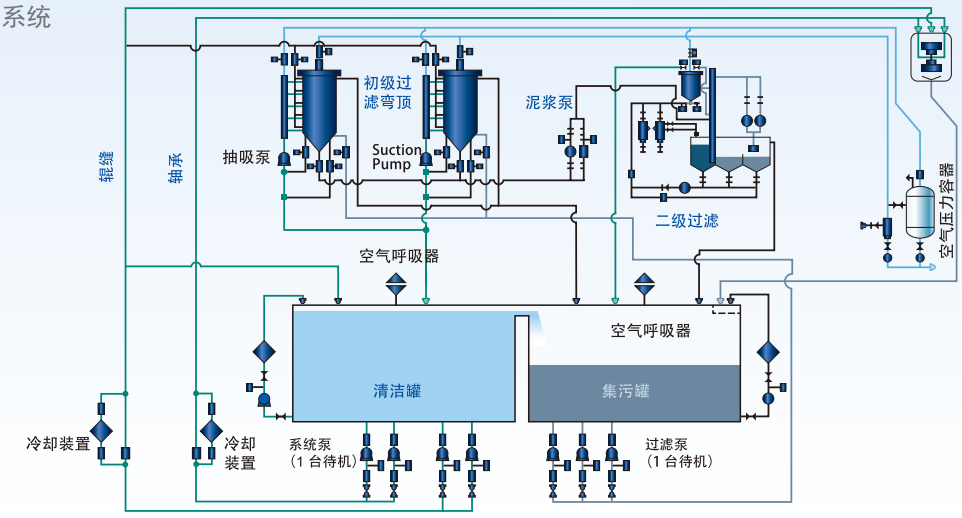
| 构造材料 | |
|---|---|
| 外径 | 56 mm (2.20英寸) |
| 长度 | 330 mm (13.0英寸)<br>400 mm (15.8英寸)<br>515 mm (20.3英寸) |
| 紧配合： | ½ 英寸 BSP 螺纹 |
| 锁紧扭矩： | 5.5 Nm |

## 预估油清洁度水平4

| 滤芯名称 | 以重量表示的污染程度 mg/L | ISO 标准（根据 ISO 16889） |
|---|---|---|
| N 级 | < 2 | 15/13/7 |
| S 级 | < 5 | 18/16/9 |
| D 级 | < 10 | 21/19/10 |

*[4] 在正常运行条件下*

CRM 冷却剂过滤系统



# 颇尔压缩空气净化过滤装置

颇尔气/液聚结器广泛应用于冶金、电子、制药和食品饮料行业，从气体中脱除固体颗粒及液体污染物，起到气体净化、保护下游工艺和设备的功效。

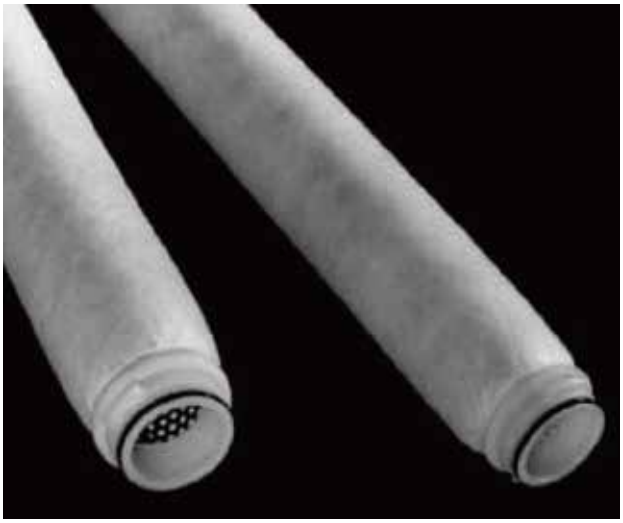
## 1. 气/液聚结器滤芯

颇尔公司有多种气/液聚结器滤芯，适应不同工艺条件和物料的应用。对于压缩空气净化操作，推荐使用颇尔 SepraSol™ 单开口气/液聚结器。滤芯外形如右图所示。

### 1.1 滤芯性能

该气/液聚结器能提供高的液体和固体污染物的去除效率，降低由于气体污染而引起的维修和运行费用。采用专利的化学表面处理技术，强化了滤芯聚结排放功效，改善了性能，使得系统体积缩小、压力降降低及快速地从液涌中恢复的能力。

颇尔 SepraSol 气/液聚结器几乎能去除气流中所有的固体和液体污染物。下游气体中液体含量可降至 0.003 ppmw， 对固体颗粒的去除精度可达到0.3 μm (99.99% 去除效率)。



### 1.2 滤芯特征

- **正向密封：**该滤芯采用 O 型环密封，可防止污染物的泄漏。通常使用丁腈橡胶，与石油基和合成压缩机油以及多种气体相容。采用旋转式锁紧销，固定滤芯，防止其脱落。
- **金属支撑芯核：**由一根不锈钢多孔管做支撑芯核，以提供滤芯轴向强度，同时为液涌提供保护。
- **打折的聚结器滤材：**聚结器由树脂粘结的大面积、多皱介质构成，包裹在无纺聚合物支撑层和排液层之间。在很低的压降下，可在很宽的流动条件下实现高效分离。
- **外部排液层：**外层包裹着聚合物，起着排出聚结的液体，同时防止夹带的作用。在流动速度和液雾浓度波动的情况下，依然具有一致的高效性。
- **专利的疏油/疏水处理：**经颇尔专利的疏油/疏水处理后，降低了介质的表面能。既使在高的气体流动速度下，也具有很高的排液能力，防止液沫夹带。同时也会缩小聚结器单元的体积。
- **聚丙烯端盖：**整个滤芯采用颇尔专利技术熔封入聚丙烯端盖中，可防止污染物旁通，并起着增加滤芯强度的作用。

### 1.3 滤芯型号及尺寸

气/液聚结器滤芯型号：CC3LGA7H13

滤芯尺寸： 外径，70 mm；长度，762 mm

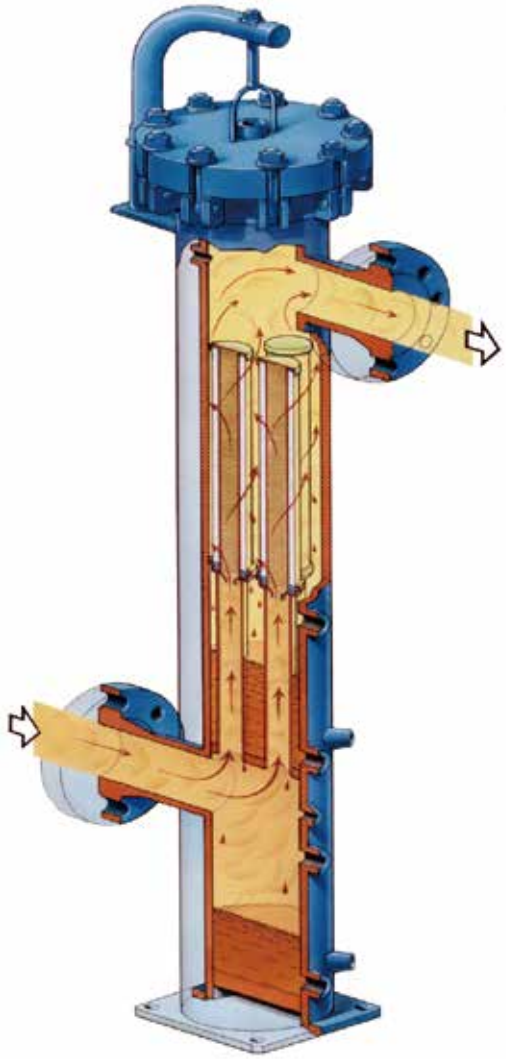
过滤面积： 0.88 m2

最高使用温度： 65°C

建议的滤芯更换压差：0.1 MPa

## 2. 气/液聚结器滤壳及操作

颇尔气/液聚结器滤壳外形图及剖面图如下所示。



携带固体颗粒及液体的气体从滤壳下部进入聚结器滤壳。因为流通面积加大，流速降低，其中夹带的液滴（水滴及油滴）会沉降到滤壳底部积液包。之后，气体从下往上流动，通过滤芯支管进入到各个滤芯的内部。在气体从内到外流经滤芯介质时，首先将几乎所有固体颗粒截留，随后将细小的水雾和油雾融合变成较大的水滴和油滴。最终，净化的气体沿着滤芯向上流动，汇集在一起，从滤壳出口流出；同时液滴沿着滤芯向下流动，积累在滤壳中部的积液包中。

使用玻璃板液位计及/或其它液位监测仪表，可以测量上下两个积液包的液位，便于及时排液。可采用手动或自动方式，分别排出两个积液包中的液体。使用上下游两个压力表，或采用压差表，可检测聚结器滤芯的压差，以监控其使用情况。

随着固体颗粒在聚结滤芯上的积累，滤芯的压差会有所增加。**颇尔建议的滤芯更换压差是0.1 MPa**。压差再升高，会影响到滤芯的聚结效果。

## 3. 操作条件及过滤装置选型

压缩空气通常的操作条件及颇尔压缩空气净化过滤装置选型如下表所示。

| 项 目 | 参 数 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 操作/设计压力，MPag | 0.6 – 0.8 / 1.0 | | | |
| 操作/设计温度，°C | 0 – 40 / 65 | | | |
| 设计流量，$NM^3$/分钟 | 30 | 50 | 60 | 90 |
| 滤芯支数，只 | 5 | 7 | 9 | 11 |
| 滤壳进出口规格 | DN100 | DN150 | DN200 | DN200 |
| 滤壳直径，mm | O.D.325 | I.D.350 | I.D.400 | I.D.400 |
| 滤壳高度，mm | ~2000 | ~2450 | ~2650 | ~2650 |
| 滤壳订货型号 | 5LG12A5H13-CN | 7LG14A6H13-CN | 9LG16A8H13-CN | 11LG16A8H13-CN |
| 滤壳材质 | 304 不锈钢 | | | |


Pall Corporation

**北京地址：**
北京市经济技术开发区宏达南路12号
（100176）

**上海地址：**
上海市浦东新区张江高科技园区上科路88号
（201210）

**广州地址：**
广州市海珠区滨江中路308号海运大厦11DE室
（510220）

请浏览我们的网站：**http://www.pall.cn**
请发邮件至我们的邮箱：**China@pall.com**

颇尔官方微信

咨询热线：
**4000-168-800**


*Filtration. Separation. Solution.SM*


The information provided in this literature was reviewed for accuracy at the time of publication. Product data may be subject to change without notice. For current information consult your local Pall distributor or contact Pall directly.

© 2020, Pall Corporation. Pall, PALL are trademarks of Pall Corporation. ® indicates a trademark registered in the USA and TM indicates a common law trademark. ***Filtration. Separation. Solution.*** is a service mark of Pall Corporation.