

流体污染

流体污染是指在液压流体中存在的外来颗粒和物质，分为3类（固体污染、水污染和空气污染），它们会对液压元件产生不同的影响。这方面是所有液压系统的主要问题，导致故障和机器停机时间增加，从而给最终用户带来沉重的代价。

本文旨在提供液压元件上流体污染的类型、来源和影响的基本信息。尤其侧重于液压系统中最常见的固体污染，并介绍了其如何测量和分类的国际方法。

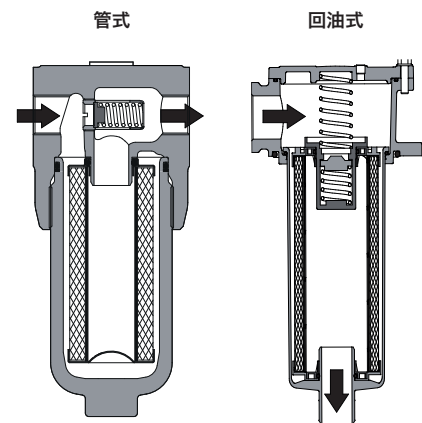
1 固体污染

它是造成液压元件磨损和损坏的主要原因，约占液压系统故障的80%。固体污染物可以从外部环境进入液压系统，也可以在系统运行期间产生。有关流体污染潜在原因的详细分析见第4节。

影响：固体污染会导致加速磨损和粘附现象，从而使内部泄漏增加，液压元件调节不准确。在最坏的情况下，它可能会导致元件损坏。第5节详细分析了固体污染物对液压元件的影响。

去除方法：固体污染物不能完全去除，但可以通过**液压过滤器(管式和回油式)**将其持续降低到可接受的水平。使用特定的空气过滤器和增压油箱也可以防止来自外部环境的污染。

技术样本LF020对过滤器类型、污染等级和建议的过滤回路进行了详细说明。



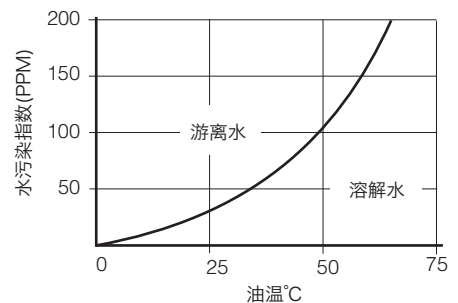
2 水污染

根据水的浓度和流体温度的不同，水可以以溶解水(乳化液)或游离水的形式存在于液压流体中。在注油过程中，水可以通过油箱盖或环境中的空气湿度进入液压系统。

影响：水污染会导致金属零件的氧化和腐蚀，以及液压油化学特性的改变。

去除方法：室外安装系统时，通常使用密封罐，以防止水滴入。离心分离机是一种有效的去除液压油中水乳状液的方法。空气过滤器通常用于去除进入油箱的空气中的湿度。

备注：有关清除水污染的详细信息，请咨询ATOS技术部。



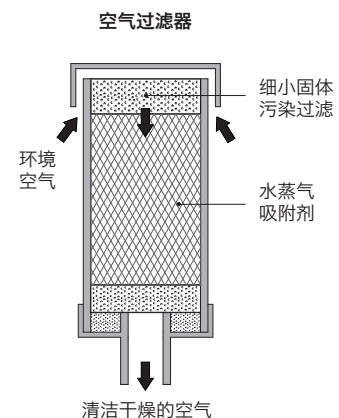
3 空气污染

在液压系统调试之前，空气总是存在于液压系统中，或者在维护过程中也会引入空气。

影响：空气的存在会造成气蚀、液压阀调节不准确和振动，可能导致泵损坏。

去除方法：排气点通常存在于液压系统的上部 and 液压元件中。在系统调试后的维护操作中，必须执行完整的排气程序。

备注：有关排气程序的详细信息，请咨询ATOS技术部。系统调试另见www.atos.com上的技术样本P002。



4 固体污染源

固体污染有两个主要来源：

原液污染，由劣质液压油或储存在肮脏油罐中的液体引起的

系统渐进性污染，在系统工作过程中产生，由金属零件和橡胶管磨损造成

通过更详细地分析，可确定以下污染源：

4.1 首次充液

来自集装箱的油污污染级别通常高于大多数液压系统可接受的标准：除非经过仔细过滤，否则不能假定油液是干净的。

4.2 内置污染

在新的系统中可以发现不同的污染物，它们与制造和装配操作直接相关。

4.3 自生污染

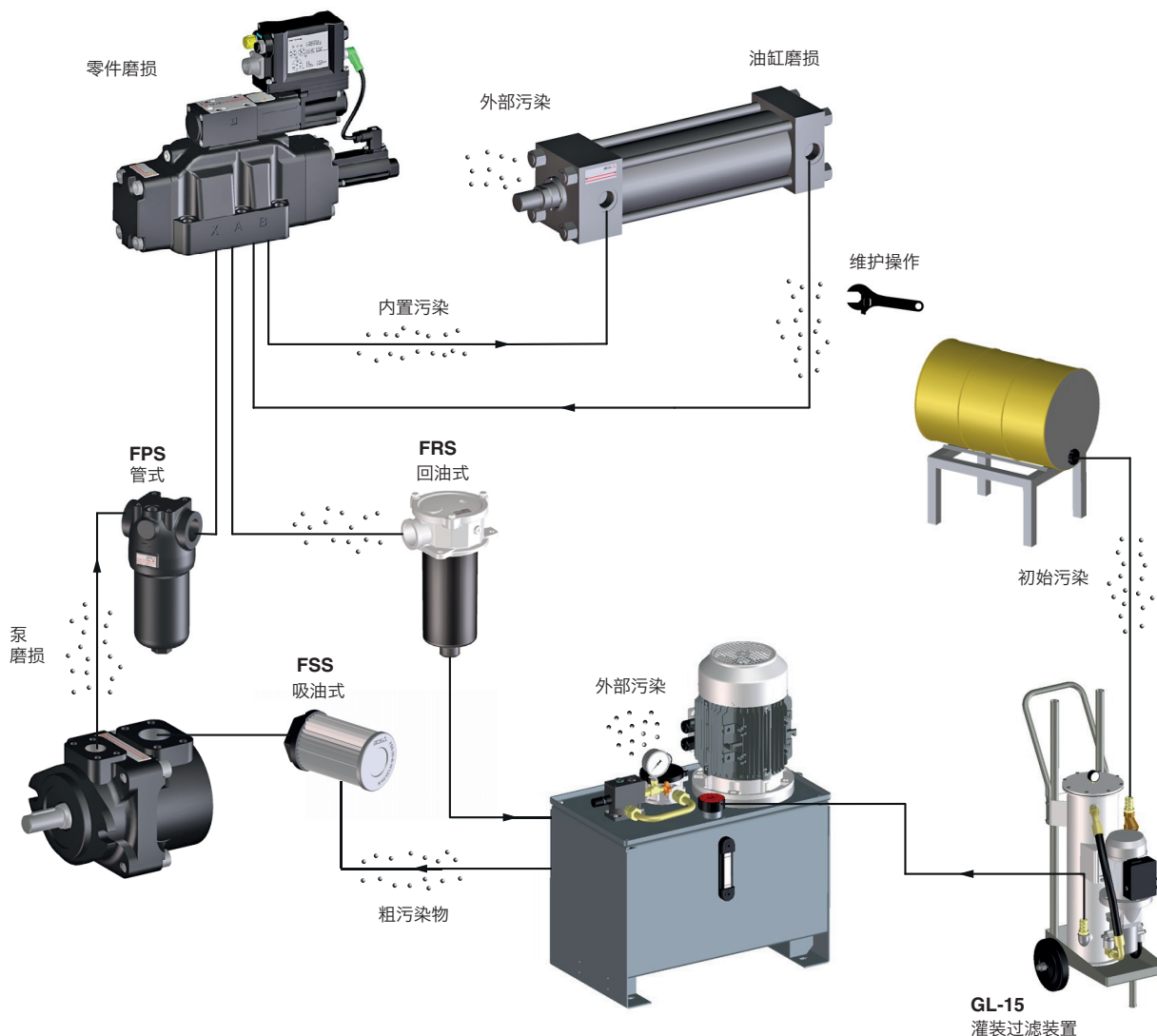
主要污染源直接来自正常的液压系统运行。大多数污染物是由软管内壁释放的橡胶造成的，有些污染物来自泵和阀等液压元件的运动部件。

4.4 外部污染

来自周围环境的污染物可能通过油箱通气帽和磨损的油缸杆密封件进入液压油中。

4.5 维护引起的污染

在维护过程中，来自周围环境的污染物会进入系统。更换故障部件后对管道进行不正确的清洗可能会导致进一步的污染。



5 固体污染的影响

液压油中存在固体污染物会对泵、阀和执行器等液压元件的正确操作和使用寿命产生有害影响。

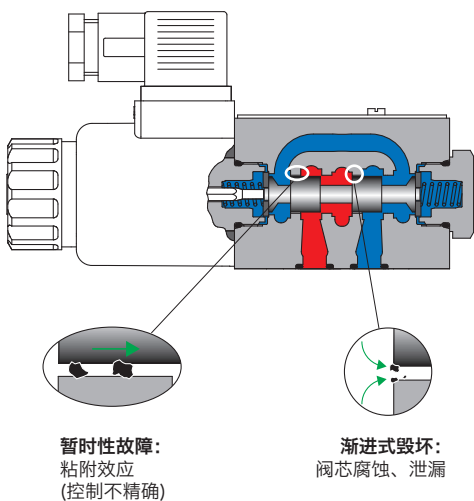
它们主要对元件表面造成磨损、腐蚀和疲劳影响，主要后果如下：

- 内部泄漏增加
- 粘附效应
- 运动部件的永久磨损

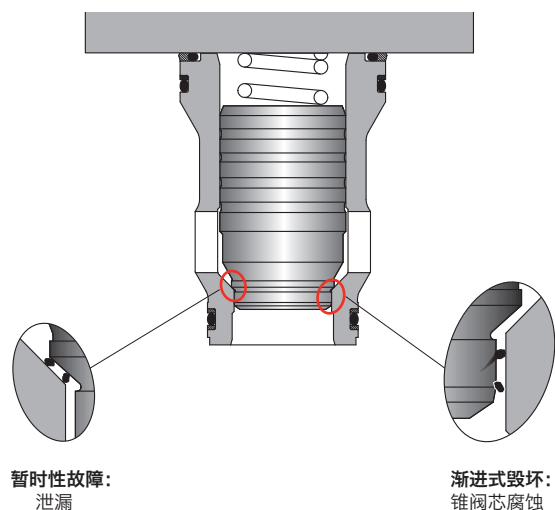
固体污染造成的典型故障可分为以下几类：

- **暂时性故障**，当颗粒进入元件导致其暂时故障。一旦颗粒被油液除去，元件就会恢复正常运行。
- **渐进式毁坏**，当颗粒引起元件表面的微腐蚀和磨损时，元件会逐步毁坏。这种故障会导致性能的逐步下降，直到元件的功能被完全破坏。
- **不可修复的故障**，当颗粒进入移动元件之间的间隙会导致突然卡住。这种故障可以通过清洁元件的内部零件来解决，在最坏的情况下，必须更换整个部件。

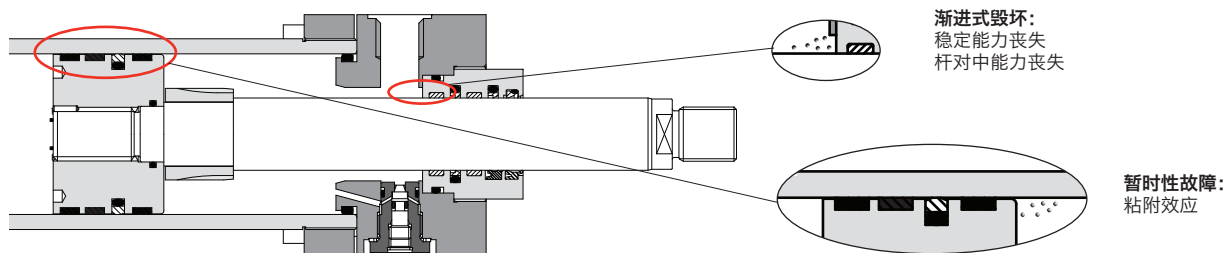
滑阀型阀典型故障



锥阀芯型插件典型故障



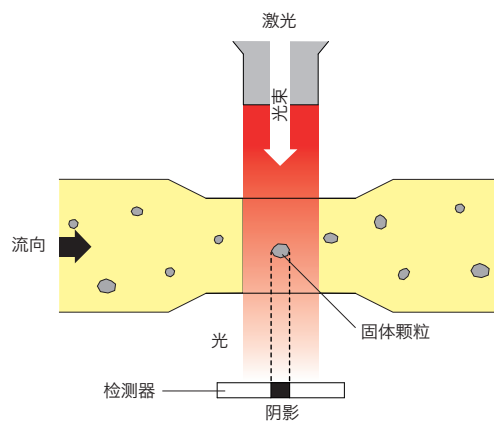
油缸典型故障



6 固体污染物的测量

工业上用于固体污染分析的最常用方法之一是自动颗粒计数器(APC)。它是根据光束通过被测流体样品投射的原理来分析的。

当固体颗粒穿过光束时，会产生与颗粒大小成正比的可测量的能量降。该方法可实现测量流体中固体颗粒的数量和尺寸，并用于流体污染级别的分类，如第[5]节所述。



7 污染级别分类

污染级别显示了液压流体中存在的固体颗粒的数量和尺寸。
它根据欧洲标准ISO 4406/1999对其进行分类，而在北美则按照SAE 4059或NAS 1638标准进行分类。

7.1 ISO 4406 标准分类

ISO 4406 标准是广泛应用于工业液压领域的欧洲标准，用于流体污染的测量和分类。
污染级别是通过计算100毫升液体中存在的一定尺寸的颗粒数量来测量的。
它由3个代码组合表示，如：**20/18/15**，分别表示污染物尺寸 > 4 μm(c), > 6 μm(c) 和 > 14 μm(c) 时的数量，如下表所示

ISO编码 (ISO 4406标准)	颗粒数量/100ml	
	从	到
5	16	32
6	32	64
7	64	130
8	130	250
9	250	500
10	500	1.000
11	1.000	2.000
12	2.000	4.000
13	4.000	8.000
14	8.000	16.000
15	16.000	32.000
16	32.000	64.000
17	64.000	130.000
18	130.000	260.000
19	260.000	500.000
20	500.000	1.000.000
21	1.000.000	2.000.000
22	2.000.000	4.000.000
23	4.000.000	8.000.000
24	8.000.000	16.000.000
25	16.000.000	32.000.000
26	32.000.000	64.000.000
27	64.000.000	130.000.000
28	130.000.000	250.000.000

20 / 18 / 15

>4μm(c) >6μm(c) >14μm(c)

污染级别分类举例

更高的过滤级别

7.2 SAE AS 4059 标准分类

这种分类法通常在北美采用，特别是在航空航天工业中。污染等级由3种代码组合而成，如**7B/6C/5D**，显示存在于100毫升液体中的一些尺寸的污染物的数量。

尺寸编码		A	B	C	D	E	F
颗粒尺寸		> 4 μm(c)	> 6 μm(c)	> 14 μm(c)	> 21 μm(c)	> 38 μm(c)	> 70 μm(c)
		颗粒数量/100ml					
污染级别	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	1.220	217	39	7	1
	3	6.250	2.430	432	76	13	2
	4	12.500	4.860	864	152	26	4
	5	25.000	9.730	1.730	306	53	8
	6	50.000	19.500	3.460	612	106	16
	7	100.000	38.900	6.920	1.220	212	32
	8	200.000	77.900	13.900	2.450	424	64
	9	400.000	156.000	27.700	4.900	848	128
	10	800.000	311.000	55.400	9.800	1.700	256
	11	1.600.000	623.000	111.000	19.600	3.390	1.020
	12	3.200.000	1.250.000	222.000	39.200	6.780	

更高的过滤级别

7.3 NAS 1638 标准分类

NAS 1638（国家航空航天标准）是北美使用的一种分类。

它将颗粒的尺寸分布划分为间隔（5-15 μm、15-25 μm等），并根据下表为每个间隔分配代码，其中还列出了与ISO 4406和SAE AS 4059标准的比较。

ISO 4406	SAE AS 4059	NAS 1638
14/12/09	4A/3B/3C	3
15/13/10	5A/4B/4C	4
16/14/11	6A/5B/5C	5
17/15/12	7A/6B/6C	6
18/16/13	8A/7B/7C	7
19/17/14	9A/8B/8C	8
20/18/15	10A/9B/9C	9
21/19/16	11A/10B/10C	10
22/20/17	12A/11B/11C	11
23/21/18	13A/12B/12C	12

更高的过滤级别