



中华人民共和国国家标准

GB/T 30508—2014/ISO 28521:2009

船舶和海上技术 液压油系统 清洁度等级和冲洗导则

**Ships and marine technology—
Hydraulic oil systems—Guidance for grades of cleanliness and flushing**

(ISO 28521:2009, IDT)

2014-02-19 发布

2014-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用 ISO 28521:2009《船舶和海上技术 液压油系统 清洁度等级和冲洗导则》(英文版)。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下:

GB/T 3141—1994 工业液体润滑剂 ISO 黏度分类(eqv ISO 3448:1992)

GB/T 8923.1—2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级(ISO 8501-1:2007, IDT)

GB/T 14039—2002 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号(ISO 4406:1999, MOD)

GB/T 17489—1998 液压颗粒污染分析 从工作系统管路中提取液样(idt ISO 4021:1992)

GB/T 19848—2005 液压元件从制造到安装达到和控制清洁度的指南(ISO/TR 10949:2002, IDT)

GB/T 20110—2006 液压传动 零件和元件的清洁度 与污染物的收集、分析和数据报告相关的检验文件和准则(ISO 18413:2002, IDT)

GB/T 30507—2014 船舶和海上技术 润滑油系统和液压油系统 颗粒污染物取样和清洁度判定导则(ISO 28523:2009, IDT)

本标准做了下列编辑性修改:

- 将 ISO 28521:2009 的 12.3.2 中的“过滤特性和冲洗时间的关系(见 12.4)”,修正为“过滤特性和冲洗时间的关系(见 12.5)”;
- 将 ISO 28521:2009 的表 1 中的压力“>16 MPa”,修正为“≥16 MPa”;
- 将压力单位“巴”换算为“兆帕”[见表 1 和式(6)];
- 将 ISO 28521:2009 的 12.4.1 中的编号 c)、d)修正为 a)、b)。

本标准由中国船舶工业集团公司提出。

本标准由全国船用机械标准化技术委员会(SAC/TC 137)归口。

本标准起草单位:中国船舶工业综合技术经济研究院、射阳远洋船舶辅机有限公司、上海航海设备有限责任公司、上海海迅机电工程有限公司、江苏华阳重工股份有限公司、重庆华渝电气仪表总厂。

本标准主要起草人:祁超、索成将、张瑞明、徐建伟、丁郁华、邹强、丁晓阳。

船舶和海上技术

液压油系统 清洁度等级和冲洗导则

1 范围

本标准规定了液压油系统的管路的清洁及清洁度等级要求。液压油管路系统的管路及附属部件的清洁对保证液压系统的正常工作非常重要。

本标准还规定了带有附件的液压系统中特殊零部件的清洁方法和所需设备。

清洁工作的目的是清除安装过程中遗留的污染物,检查管路及保证液压系统有足够的清洁度。

当雷诺数 $Re \leq 3\,000$ 时,系统的清洁过程为透洗;当雷诺数 $Re \geq 3\,000$ 时,系统的清洁过程为冲洗。雷诺数是流体为层流或紊流的一个指标。

本标准假定液压系统管路的清洁可部分采用酸洗方法、部分采用机械方法。此外,假定由系统供应商提供的运动组件和静止组件都是足够清洁的(见第5章)。

各产品制造商都有产品清洁度要求及清洁准则,本标准所提出的要求是对其进行补充,并不能替代。在可行的情况下,优先使用制造商的产品清洁度要求及清洁准则。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO 3448 工业液体润滑剂 ISO 黏度分类 (Industrial liquid lubricants—ISO viscosity classification)

ISO 4021 液压颗粒污染分析 从工作系统管路中提取液样 (Hydraulic fluid power—Particulate contamination analysis—Extraction of fluid samples from lines of an operating system)

ISO 4406 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号 (Hydraulic fluid power—Fluids—Method for coding the level of contamination by solid particles)

ISO 8501-1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级 (Preparation of steel substrates before application of paints and related products—Visual assessment of surface cleanliness—Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings)

ISO/TR 10949 液压元件从制造到安装达到和控制清洁度的指南 (Hydraulic fluid power—Component cleanliness—Guidelines for achieving and controlling cleanliness of components from manufacture to installation)

ISO 18413 液压传动 零件和元件的清洁度 与污染物的收集、分析和数据报告相关的检验文件和准则 (Hydraulic fluid power—Cleanliness of parts and components—Inspection document and principles related to contaminant collection, analysis and data reporting)

ISO 28523 船舶和海上技术 润滑油系统和液压油系统 颗粒污染物取样和清洁度判定导则 (Ships and marine technology—Lubricating and hydraulic oil systems—Guidance for sampling to determine cleanliness and particle contamination)

3 符号

下列符号适用于本文件。

- A ——管子通流截面积, mm^2 ;
- β_x ——颗粒过滤比;
- d ——管子内径, mm ;
- Δp ——压降, MPa ;
- K_1 ——冲洗滤器系数;
- Re ——雷诺数;
- Q_1 ——过滤器流量, L/min ;
- Q_2 ——系统流量, L/min ;
- ν ——运动黏度, $\text{cSt}^\text{①}$;
- W ——流速, m/s ;

4 管路清洁度的推荐等级

4.1 管路预制期间和之后的清洁度等级

4.1.1 黑色钢管和其他材质管路加热或焊接后的氧化层清理

- 4.1.1.1 焊接后, 预制管路和附件都应进行内部清洁, 清洁可采用化学方法(碱洗和酸洗)或使用机械喷砂清理方法, 喷砂处理后的清理等级宜达到 ISO 8501-1 规定的 $Sa\ 2\ \frac{1}{2}$ 级(即非常彻底的喷射清理)。
- 4.1.1.2 喷砂清洁不宜使用钢砂, 主要是为了防止钢砂被磁力或者铁锈粘附, 宜使用铜砂(Cu)代替。喷砂时密封表面应做好机械防护。

4.1.2 精钢管路和其他材质的管路交付和保存时的氧化层清理(无加热和焊接)

不经过加热或焊接方式连接而采用卡环等方式连接的管路及其附件, 在切割和修边处理后应采用下列方法之一或其中几种方法进行清洁:

- a) 化学方法(使用一种碱洗方法);
- b) 通过高压气体吹除;
- c) 使用不起毛的布(如绵绸布)进行管内清拉处理。

4.2 表面处理

- 4.2.1 为了在上船安装前保持管路和附件的清洁度, 建议在管路和附件两端的内表面、外表面使用合适的油品进行处理。为了防止灰尘和沙子进入管路和粘附在内表面, 应对管端进行封堵。
- 4.2.2 选用的油品不应改变冲洗油或系统油的特性。

4.3 预制管路和附件的贮存

已完成清洁和表面处理的预制管路和附件应进行封堵并贮存在干燥、易于控制的环境下。如果不能实现, 应对管路进行防雨保护, 并且确保管路所有外表面的通风顺畅。不合适的贮存条件可能需要额

① $1\ \text{cSt} = 10^{-6}\ \text{m}^2/\text{s}$

外的清洗和表面处理。

5 清洁度等级

关于系统中经预测试和涂油的零部件：

- a) 零部件供应商应标明所交付零部件的清洁度等级，该要求同时适用于运动件和固定件；
- b) 能够采用 ISO/TR 10949 和 ISO 18413 中关于评价和证明清洁度等级的方法。除了交付时的清洁度等级外，船厂和系统供应商还应预先就系统需要的用油清洁度等级以及清洁系统达成一致，以获得长期和可靠运行。

6 管路系统的装配和安装

6.1 在管路系统的装配和安装时应避免焊接及管路加热(易产生氧化物)。如果无法避免上述情况，管路应重新进行清洗和保护，特别要将焊渣清除掉。

6.2 宜在安装过程的后期拆除保护盖，以防止污染物(来自于安装过程)进入管路系统。宜使用聚四氟乙烯密封液和胶条。

7 压缩气体吹扫与管内清拉处理

在管路系统与机器、仪表盘、泵站等设备连接前，所有的管路内部都应经过干燥压缩空气或氮气吹扫清洁。如果不能实现(因为管子直径)则应采取管内清拉处理，使用不起毛的布(如绵绸布)清拉管路。这是采用最有效的方法去除散落的污染物，同时保证管路内部干燥(氮气有助于去除管路内部凝结的水汽)。

8 连接说明

8.1 设计阶段

8.1.1 在设计阶段，例如设计液压图时，应仔细考虑在实际应用中如何对整个系统(包括各个组件)进行冲洗操作。

8.1.2 在组建管路系统时，有以下注意事项：

- a) 在冲洗过程中不允许有死角(可通过更换接头来避免)；
- b) 整个管路应保持连通；
- c) 应考虑管路连接的相关性(相同管径的管件相连以避免较大损失压力)。

8.2 其他注意事项

还应考虑以下事项：

- a) 会阻碍流体高速流动的零部件、或者易被高速流体损坏的零部件应开设旁路；
- b) 冲洗前应将内置滤芯移除；
- c) 泵站、组合单元以及辅助元件这些没有经过预测试的设备应分别进行冲洗；

注：这同样适用于装船后船舱空间条件不允许进行冲洗的管路系统。

- d) 在实际冲洗工作期间应该提取具有代表性的油样留存，这是很重要的。应按 ISO 28523 和

ISO 4021 的相关要求从动态系统中取样。

9 密封性试验

在注入冲洗油之前应进行密封性试验,可按照下列步骤进行:

- a) 连接管路系统(旁通或隔离元件),使用洁净干燥的空气或氮气对管路增压,用肥皂水进行管路外部试验或通过一段时间内的压降监控来判定管路是否存在泄漏;
- b) 充入冲洗油后,系统的密封性可通过振动或压力试验测定(见第 11 章)。

10 注入冲洗油

10.1 关于油的种类和质量的选择,见 12.3 的要求。

10.2 注入程序如下:

- a) 连接管路系统(旁通元件);
- b) 按照系统元件的清洁度等级要求(见第 5 章),运用便携式泵站设备对油箱进行清洗;
- c) 经过过滤装置后将冲洗油注入系统直到油箱满为止。

10.3 过滤器的过滤能力应比系统指定的固体颗粒污染等级代号至少低两个等级(见 ISO 4406)。在注入冲洗油的操作中应注意不应混入气泡;若有必要,系统在注满冲洗油后采取排气措施。

11 振动压力测试

振动压力测试的方法如下:

- a) 连接管路系统(旁通元件),确保系统注满冲洗油;
- b) 将管路系统压力提高到相应的测试压力,然后打开泵站上的溢流阀,在没有其他特殊规定的情况下至少重复 25 次。

12 船厂安装管路系统的冲洗

12.1 连接

将管路系统连接起来(旁通或隔离元件)。振动设备应能覆盖较宽的频率范围。应在冲洗过程中多次改变流体的流动方向。

12.2 专用泵设备

12.2.1 可使用液压蓄能器和脉冲阀(例如电磁溢流阀)通过管路发送压力/流量脉冲来清洁管路系统。

12.2.2 管路系统的内径较小时,因为压降大所以很难达到紊流状态,可使用专用的气/油泵设备将整个管路系统充满并加压到一定负荷;当负荷释放时,气穴膨胀,管路内形成紊流。

12.3 冲洗过滤器

12.3.1 过滤能力

12.3.1.1 在冲洗过程中不应使用系统中固有的过滤器;在冲洗的过程中,为了将过滤能力增大到设定范围而设置的专用冲洗过滤器可以和便携式泵站一起使用。

- 12.3.1.2 为减少整个冲洗时间,宜在压力管路与回油管路上同时安装过滤器。
- 12.3.1.3 过滤器容量的选择需考虑滤芯使用寿命的要求。
- 12.3.1.4 在其他条件相同的情况下,滤芯使用寿命主要取决于过滤器的纳污量。
- 12.3.1.5 由于很难确定纳污量的要求以及很难从制造商那里获得关于纳污量的相关信息。因此,常以过滤器流量 Q_1 (以 L/min 表示)作为选择过滤器的参考依据。
- 12.3.1.6 过滤器流量 Q_1 可按系统流量 Q_2 乘以系数 K_1 计算, K_1 值通常在 2.5~3.5。高压系统选择高 K_1 值,低压系统选择低 K_1 值。
- 12.3.1.7 Q_2 的计算方法在 12.3.3 中给出,表 2 给出了它的应用实例。
- 12.3.1.8 Q_1 为压降 Δp 在 0.03 MPa 时、滤芯在洁净状态下的对应流量,宜根据制造商的使用说明书选取。
- 12.3.1.9 在冲洗过程中,当过滤器的压降 Δp 达到极限时(可采用压力表或污染堵塞指示器读取),滤芯应更换。
- 12.3.1.10 在旁通阀开启前,污染堵塞指示器应给出一个信号。因为在不同的冲洗操作下想通过计算并获得不同的过滤器的流量是不可能的。实际上,鼓励各制造商依据上述的基本要求和他们自己的参数,在限定条件下计算和使用一个或多个“标准过滤器”。
- 12.3.1.11 式(1)~式(4)用于计算如何选择过滤器:

$$Q_1=Q_2\times K_1$$
$$Q_2=W\ A$$
$$W=(Re/1\ 000)\times(\nu/d)$$
$$A=\pi(d^2/4)$$

.....(1)

.....(2)

.....(3)

.....(4)

式中:

Q_1 ——过滤器流量,单位为升每分(L/min);

Q_2 ——系统流量,单位为升每分(L/min);

K_1 ——冲洗滤器系数;

W ——流速,单位为米每秒(m/s);

A ——管子通流截面积,单位为平方毫米(mm²);

Re ——雷诺数;

ν ——运动黏度,单位为厘斯(cSt);

d ——管子内径,单位为毫米(mm)。

- 12.3.1.12 Q_2 、 W 、 Re 、 ν 和 d 值的计算在 12.3.3.4 中有示例予以说明。 Q_2 值的选取可见表 2。
- 12.3.1.13 因为 Re 值能够确定,比如取 3 000;由于在恒温下冲洗油的质量稳定, ν 也能保持恒定;仅 d 和 K_1 是变量。
- 12.3.1.14 管路直径相对较小的地方, K_1 值最大(高压系统),反之最小(低压系统);制造商会发现确定冲洗过滤器的流量很方便,能够在工厂完成所有的任务。

12.3.2 过滤特性及可达的清洁度等级

- 12.3.2.1 冲洗过滤器的过滤特性应根据系统供应商要求的清洁度水平选择,例如,系统许用清洁度等级(ACL)。ACL 代表一个可接受的污染度等级,ACL 应同时与最敏感的系统部件所能接受的污染度等级以及过滤器的许用寿命相协调。如果 ACL 没有明确,那么 ISO 4406 中规定的标准类别可作为选择过滤器精度的指南,具体见表 1。
- 12.3.2.2 过滤特性和冲洗时间的关系见 12.5。

表 1 ISO 4406 的分类作为选择过滤器精度的指南

船舶装置示例	压力	起动冲洗装置	试验后产品提交的清洁度	可承受污染物的极限值	典型的过滤器精度要求 $\beta_x^a>75$
		ISO 4406	ISO 4406	ISO 4406	
带伺服阀的减摇装置	$\geq 16\text{ MPa}$	15/13/10	16/14/11	18/16/13	$3\text{ }\mu\text{m}\sim 5\text{ }\mu\text{m}$
带变量泵的舵机					
带比例阀的门式起重机		16/14/11	17/15/12	20/17/14	$5\text{ }\mu\text{m}\sim 10\text{ }\mu\text{m}$
自动张紧的高压绞车					
液压阀系统		17/15/12	18/16/13	21/18/15	
定位系统					
船首吊门、闸门和舱门					
比例遥控绞车控制器	$< 16\text{ MPa}$	18/16/13	19/17/14	22/19/16	$10\text{ }\mu\text{m}\sim 20\text{ }\mu\text{m}$
带伺服阀的可调螺旋桨系统					
不带伺服阀的可调螺旋桨系统			21/17/14		
船首和船尾推进器					
低压绞车和起重机					
注：通常，找到元件最优清洁度水平。例如，一个比例阀通常的清洁度要求是 18/16/13，为了保持相应的清洁度，运行要求为 17/15/12，冲洗装置要求为 16/14/11。					
^a 颗粒过滤比 β_x 的定义是：过滤器入口颗粒物($\geq x\text{ }\mu\text{m}$)的数量/过滤器出口颗粒物($\geq x\text{ }\mu\text{m}$)的数量，“x”是以 μm 计量的颗粒物尺寸。					

注 1：多数过滤器制造商采用颗粒过滤比 β_x ，也有其他参数来说明过滤特性；这方面可参见 ISO 16889。

注 2：“名义精度”和“绝对精度”也是过滤特性参数。例如， $10\text{ }\mu\text{m}$ 绝对精度实际上相当于 $\beta_{10} > 75$ 。

12.3.2.3 由于 β 值越高，总的冲洗时间越短，宜使用 $\beta > 75$ 的过滤器。

12.3.3 流速和流量

12.3.3.1 当流速相对较高、黏度相对较低时，冲洗最有效率，因此，冲洗时应在管路系统内制造紊流。当雷诺数 $Re > 3\,000$ 时，产生紊流。雷诺数 Re 计算式如式(5)：

$$Re = 1\,000 \times \frac{Wd}{\nu}$$

.....(5)

式中：

Re —— 雷诺数；

W —— 流速，单位为米每秒(m/s)；

d —— 管子内径，单位为毫米(mm)；

ν —— 运动黏度，单位为厘斯(cSt)($1\text{ cSt} = 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$)。

12.3.3.2 $Re > 3\,000$ 时，将保持紊流状态。为了使内部管壁上的层状边界更薄，宜取 $Re \geq 4\,000$ 。

12.3.3.3 与系统在标准黏度和最大流量条件下的 Re 值相比，冲洗时应执行更高的 Re 值。经验显示，冲洗时流速应是正常工作流速的两倍，保持紊流。

12.3.3.4 系统流量 Q_2 的选取可见表 2；也可根据式(2)~式(4)计算系统流量 Q_2 (见示例 1~示例 3)。

示例 1: 冲洗管路 $d=40$ mm, 冲洗油在 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时 $\nu=27$ cSt。当系统油黏度为 ISO VG 68, 计算系统流量 Q_2 (L/min), 可使用式(2)、式(3)和式(4):

$$W = (Re/1\ 000) \times (\nu/d) = (3\ 000/1\ 000) \times (27/40) = 2.025\text{ m/s}$$

$$Q_2 = W A = 2.025 \times [\pi(d^2/4)] = 2.025 \times [3.141\ 6 \times (0.001\ 6/4)] = 0.002\ 544\ 7\text{ m}^3/\text{s}$$

将 Q_2 的单位转化为 L/min:

$$(0.002\ 544\ 7\text{ m}^3/\text{s}) \times (1\ 000\text{ L/m}^3 \times 60\text{ s/min}) = 152.7\text{ L/min}$$

圆整后 Q_2 为 153 L/min。

示例 2: 若用于冲洗的系统油在 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时 $\nu=43$ cSt, 那么 $Q_2 \approx 244$ L/min。

示例 3: 若系统油只加热到 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (没有推荐的情况下), 那么 $Q_2 \approx 385$ L/min。由此可见, 在确定系统流量 Q_2 的过程中, 冲洗油的黏度非常重要。

12.3.4 系统类型、过滤器和清洁度水平的关系

若冲洗油(例如系统油)变黑了或在冲洗之后变混浊, 那么应该进行化学分析查明原因(例如: 氧化或水污染)。总体上, 冲洗油在以下几种情况下不适合使用:

- a) 黏度变化超过 $\pm 15\%$;
- b) 水的含量超过总量的 0.05% ;
- c) 中和每克油使用的氢氧化钾含量高于 1.2 mg 。

注: 上述情况不考虑颗粒计数是否取得令人满意的结果。

12.4 冲洗油

无论系统油或专用冲洗油都可用于冲洗。若使用冲洗油, 供应商应确保该冲洗油能够与系统油相容, 且它不危害系统部件(特别是垫片)。若使用系统油, 应尽量避免在冲洗后油中混入水分。如果出现这种情况, 应采取除水措施。

检查油中是否含水的设备应是船舶新系统必备的。专用冲洗油应对黏性颗粒物有清洁作用, 对密封材料没有危害, 对润滑、防腐蚀等性能没有影响。

冲洗油应有相对低的运动黏度, 特别是当冲洗时不能将油加热的情况下(加热易焦化), 例如, 在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时运动黏度约为 15 cSt (见 ISO 3448), 并且相对密度相对较高。冲洗油应能达到系统供应商的要求。

如果设计要用到泵(轴承), 那么就要使用“加锌油”。但是, 这类油容易形成易堵塞过滤器的物质, 特别是当油被水污染的情况下。

冲洗油经过过滤器的操作要求和过滤条件等应遵循系统油的相关要求, 见第 13 章 c)。

12.4.1 温度

12.4.1.1 加热冲洗油将有助于清洗管路中的污染物, 同时降低其黏度, 更有利于达到紊流状态。但是冲洗油宜保证达到下列条件:

- a) 黏度保持高于冲洗泵要求的最低值;
- b) 温度保持 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下以防止油氧化; 但若用于冲洗后的油不再次使用, 油温的增加是可接受的, 但不能高于 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

12.4.1.2 可通过溢流阀将冲洗油迅速加热。在实际冲洗期间伴随着正常流量, 通常是可以保持冲洗油温度的。在低环境温度下, 尤其在大风天气, 可能需要:

- a) 用一种加热装置补充加热(静止油最多 1 W/cm^2 ; 循环油最多 1.5 W/cm^2);
- b) 用油布或类似覆盖物盖住管路。

12.4.2 管路压降

12.4.2.1 为达到所需要的流速,尤其对于内径较小的管路,冲洗过程中需要较高的压力。

12.4.2.2 压降 Δp ,单位为兆帕,计算见式(6):

$$\Delta p = (W^2/d) \times 0.019\ 59 \dots\dots\dots (6)$$

式中:
 Δp —— 压降,单位为兆帕(MPa);
 W —— 流速,单位为米每秒(m/s);
 d —— 管子内径,单位为毫米(mm)。

12.4.3 紊流状态下各参数值

紊流状态下各参数值见表 2。

表 2 雷诺数 $Re=3\ 000$ 时,系统流量 Q_2 、速度 W 、压降 Δp 之间的数值关系

管路内径 d / mm		冲洗油温下的运动黏度 ν /cSt												
		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
4	Q_2 /(L/min)	6	8	11	14	17	20	23	25	28	31	34	37	40
	W /(m/s)	7.50	11.25	15.00	18.75	22.50	26.26	30.01	33.76	37.51	41.26	45.01	48.76	52.51
	Δp /(MPa/m)	0.276	0.620	1.102	1.722	2.480	3.376	4.409	5.581	6.890	8.337	9.921	11.644	13.504
5	Q_2 /(L/min)	7	11	14	18	21	25	28	32	35	39	42	46	49
	W /(m/s)	6.00	9.00	12.00	15.00	18.00	21.00	24.00	27.01	30.01	33.01	36.01	39.01	42.01
	Δp /(MPa/m)	0.141	0.317	0.564	0.882	1.270	1.729	2.258	2.857	3.528	4.268	5.080	5.962	6.914
6	Q_2 /(L/min)	8	13	17	21	25	30	34	38	42	47	51	55	59
	W /(m/s)	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00	17.50	20.00	22.50	25.00	27.51	30.01	32.51	35.01
	Δp /(MPa/m)	0.082	0.184	0.327	0.510	0.735	1.000	1.307	1.654	2.041	2.470	2.940	3.450	40.01
7	Q_2 /(L/min)	10	15	20	25	30	35	40	45	49	54	59	64	69
	W /(m/s)	4.29	6.43	8.57	10.72	12.86	15.00	17.15	19.29	21.43	23.58	25.72	27.86	30.01
	Δp /(MPa/m)	0.051	0.116	0.206	0.321	0.430	0.630	0.823	1.041	1.286	1.556	1.857	2.173	25.20
8	Q_2 /(L/min)	11	17	23	28	34	40	45	51	57	62	68	74	79
	W /(m/s)	3.75	5.63	7.50	9.38	11.25	13.13	15.00	16.88	18.75	20.63	22.50	24.38	26.26
	Δp /(MPa/m)	0.034	0.078	0.138	0.215	0.310	0.422	0.551	0.698	0.861	1.042	1.240	1.455	16.88
10	Q_2 /(L/min)	14	21	28	35	42	49	57	64	71	78	85	92	99
	W /(m/s)	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00	16.50	18.00	19.50	21.00
	Δp /(MPa/m)	0.018	0.040	0.071	0.110	0.159	0.216	0.282	0.357	0.441	0.534	0.635	0.745	8.64
12	Q_2 /(L/min)	11	17	23	28	34	40	45	51	57	62	68	74	79
	W /(m/s)	1.67	2.50	3.33	4.17	5.00	5.83	6.67	7.50	8.33	9.17	10.00	10.84	11.67
	Δp /(MPa/m)	0.005	0.010	0.018	0.028	0.041	0.056	0.073	0.092	0.113	0.137	0.163	0.192	2.22
15	Q_2 /(L/min)	21	32	42	53	64	74	85	95	106	117	127	138	148

表 2 (续)

管路内径 d / mm		冲洗油温下的运动黏度 ν /cSt												
		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
15	W /(m/s)	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00
	Δp /(MPa/m)	0.005	0.012	0.021	0.033	0.047	0.064	0.084	0.106	0.131	0.158	0.188	0.221	2.56
20	Q_2 /(L/min)	28	42	57	71	85	99	113	127	141	156	170	184	198
	W /(m/s)	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.25	6.00	6.75	7.50	8.25	9.00	9.75	10.50
	Δp /(MPa/m)	0.002	0.005	0.009	0.014	0.020	0.027	0.035	0.045	0.055	0.067	0.079	0.093	1.08
25	Q_2 /(L/min)	35	53	71	88	106	124	141	159	177	194	212	230	247
	W /(m/s)	1.20	1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00	6.60	7.20	7.80	8.40
	Δp /(MPa/m)	0.001	0.003	0.005	0.007	0.010	0.014	0.018	0.023	0.028	0.034	0.041	0.048	0.55
32	Q_2 /(L/min)	45	68	90	113	136	158	181	204	226	249	271	294	317
	W /(m/s)	0.94	1.41	1.88	2.34	2.81	3.28	3.75	4.22	4.69	5.16	5.63	6.09	6.56
	Δp /(MPa/m)	0.001	0.001	0.002	0.003	0.005	0.007	0.009	0.011	0.013	0.016	0.019	0.023	0.26
40	Q_2 /(L/min)	57	85	113	141	170	198	226	255	283	311	339	368	396
	W /(m/s)	0.75	1.13	1.50	1.88	2.25	2.63	3.00	3.38	3.75	4.13	4.50	4.88	5.25
	Δp /(MPa/m)	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004	0.006	0.007	0.008	0.010	0.012	0.14
50	Q_2 /(L/min)	71	106	141	177	212	247	283	318	354	389	424	460	495
	W /(m/s)	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	3.90	4.20
	Δp /(MPa/m)	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.006	0.07
65	Q_2 /(L/min)	92	138	184	230	276	322	368	414	460	506	551	597	643
	W /(m/s)	0.46	0.69	0.92	1.15	1.38	1.62	1.85	2.08	2.31	2.54	2.77	3.00	3.23
	Δp /(MPa/m)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.03
80	Q_2 /(L/min)	113	170	226	283	339	396	452	509	566	622	679	735	792
	W /(m/s)	0.38	0.56	0.75	0.94	1.13	1.31	1.50	1.69	1.88	2.06	2.25	2.44	2.63
	Δp /(MPa/m)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.02
100	Q_2 /(L/min)	141	212	283	354	424	495	566	636	707	778	848	919	990
	W /(m/s)	0.30	0.45	0.60	0.75	0.90	1.05	1.20	1.35	1.50	1.65	1.80	1.95	2.10
	Δp /(MPa/m)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.01
125	Q_2 /(L/min)	177	265	354	442	530	619	707	795	884	972	1 061	1 149	1 237
	W /(m/s)	0.24	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84	0.96	1.08	1.20	1.32	1.44	1.56	1.68
	Δp /(MPa/m)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
150	Q_2 /(L/min)	212	318	424	530	636	742	848	954	1 061	1 167	1 273	1 379	1 485
	W /(m/s)	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40
	Δp /(MPa/m)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00

12.5 冲洗时间

12.5.1 在温度和流速相对较高及过滤效率较高的情况下冲洗时间将降低。

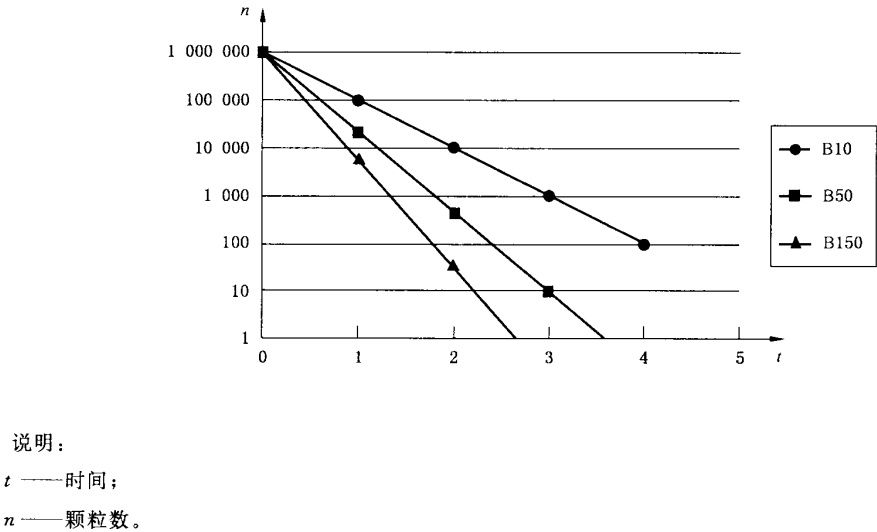


图 1 β_x 对冲洗时间和清洁度水平的影响

12.5.2 一个粗滤器(见图 1)需要较长的冲洗时间且不能取得较高的清洁度水平。 β_x 值越高,在其他条件相同的情况下,冲洗时间越短。

12.5.3 为了将冲洗时间降低到一个可接受水平,需要选择一个效率高的过滤器。冲洗时间缩短节约的费用远超过选择高效过滤器付出的额外费用。因此,冲洗时间取决于冲洗过程中能否采用高效设备。

12.5.4 无论如何,持续冲洗直到滤芯的压降 Δp 不再增加(可通过污染堵塞指示器读取)。若有必要,更换滤芯。如果油中混有太多水[见 12.3.4 b)],应更换冲洗油。然后检查冲洗油的清洁度水平。系统的清洁度水平应遵守系统供应商的要求,若没有相关要求,应遵守表 1 的要求。

12.6 检查清洁度水平的方法

冲洗后的清洁度水平可通过各种方式确定或证明。在下列子条款中描述了可选的方法。方法 4 作为方法 1 和方法 3 的补充,推荐在船厂实际冲洗操作过程中进行采样以进一步确定清洁度水平。

系统真实的清洁度水平可由达到设定清洁度水平时的冲洗速度反映,同样可由冲洗回路中的过滤器污染堵塞情况反映。

当污染物保持稳定时的水平被称为系统真实的清洁度水平。

12.6.1 基于压力变化评定的方法

方法 1:过滤器压降的评定

查看冲洗过滤器滤芯更换条件对应的 Δp 压降表,当 Δp 水平不再增加时更换一个新的清洁滤芯(可通过污染堵塞指示器读取),当冲洗过程中过滤器达到更换要求时,按 12.3 的要求更换冲洗过滤器。

使用这种方法要选择正确的冲洗过滤器(见 12.3),特别是过滤精度特性(采用 β_x)。

方法 2:过滤器压力上升的评定

原理与方法 1 相同。但在这种情况下,过滤器前的压力增加是采用这种方法的基础。

由于温度条件的变化会带来相应的黏度变化,因此这些方法被认为是不精确的。

12.6.2 基于目视对比以及颗粒计数的方法

颗粒计数法可采用自动颗粒计数法(参见 ISO 11171)或人工颗粒计数法,人工颗粒计数法具体方法如下:

方法 3:直接收集法

根据更加详细的规定,可采用一套过滤工具直接收集样品。在船上可通过目视检查过滤结果,例如通过与标准玻片比较。目视检查的样品可通过颗粒计数法进行分析或通过便携式颗粒计数器再次检查。

方法 4:间接收集法

冲洗油样品根据 ISO 28523 的方法收集在容器中。将样品送达实验室后通过颗粒计数的方法进行分析。

12.7 密封性试验

当出厂的管路系统足够清洁时应准备进行管路系统压力测试。管路连接后根据第 9 章的要求进行密封性试验。

13 系统启动

当清洁度达到要求后,应进行下列操作:

a) 排出冲洗油;

注:若经过清洁的冲洗油通过分析显示仍符合供应商关于杂质和黏度的要求,且含水量不高,则冲洗油可以再次使用。

b) 拆卸便携式泵站并安装系统本身的泵站,安装的滤芯其过滤能力和特性应符合系统供应商的要求,或者要求永久的过滤装置符合 12.3 的要求,在最初的试运转中使用更精细的过滤器;

c) 按照供应商说明通过过滤器向系统注油,系统油的清洁度水平应符合系统要求(见表 1);除非另有规定,一台泵对应一个过滤器;

d) 系统充满油排气,调整压力达到规定值;

e) 启动系统,然后运转到工作压力;

f) 测试系统性能。

注 1:系统供应商应对系统进行必要的检查。

注 2:提取油样进行分析并进行清洁度水平记录作为系统交付试验的结果。

附录 A
(资料性附录)
颗粒计数范例

A.1 图 A.1 给出了一个颗粒计数的范例。

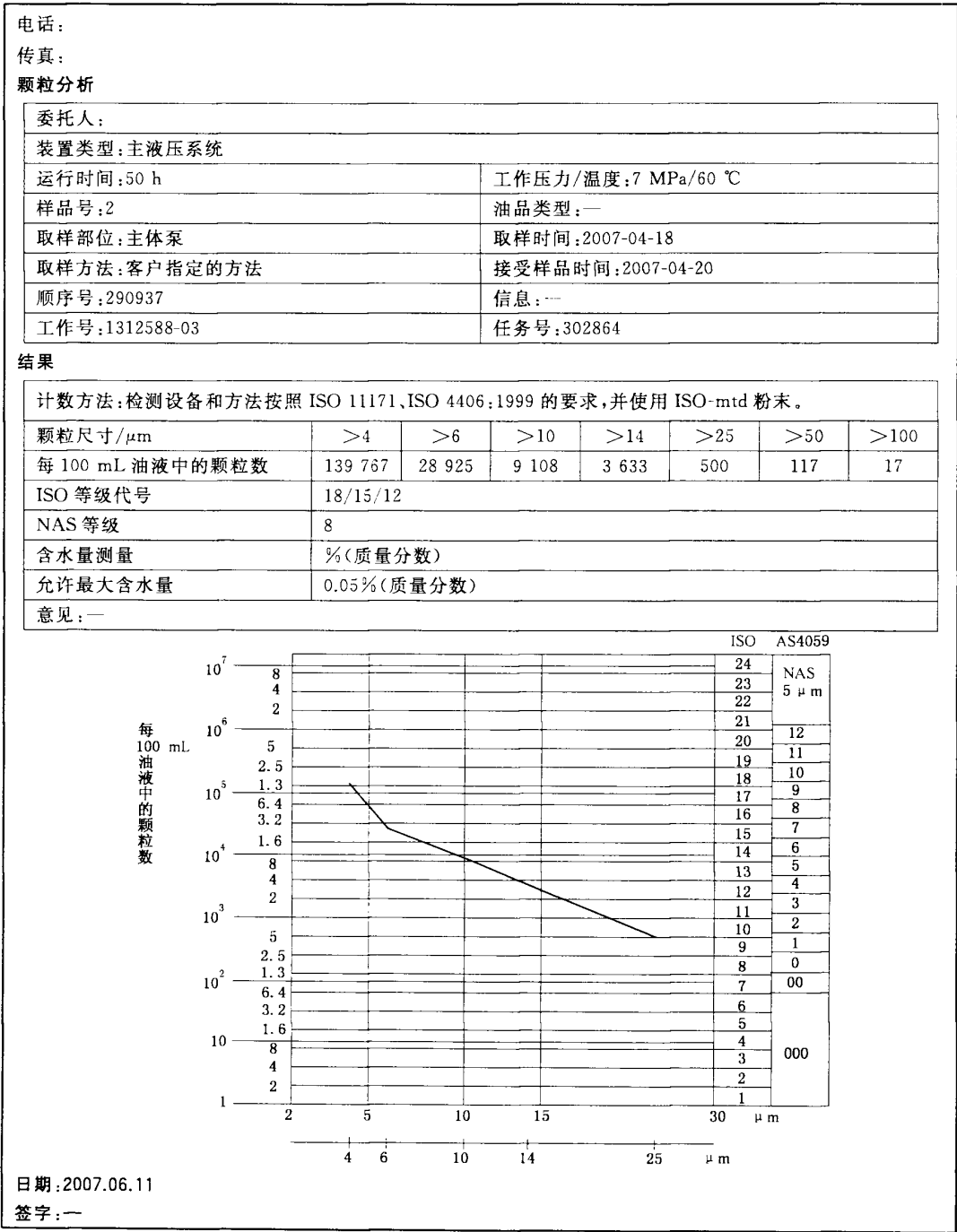


图 A.1 颗粒计数的范例

参 考 文 献

- [1] ISO 4021 液压颗粒污染分析 从工作系统管路中提取液样
 - [2] ISO 8501-1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
 - [3] ISO/TR 10949 液压元件从制造到安装达到和控制清洁度的指南
 - [4] ISO 11171 液压传动 液体自动颗粒计数器的校准
 - [5] ISO 16889 液压传动过滤器 评定滤芯过滤性能的多次通过方法
 - [6] ISO 18413 液压传动 零件和元件的清洁度 与污染物的收集、分析和数据报告相关的检验文件和准则
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
船舶和海上技术
液压油系统 清洁度等级和冲洗导则
GB/T 30508—2014/ISO 28521:2009

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 28 千字
2014年4月第一版 2014年4月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-48941 定价 21.00 元



GB/T 30508-2014

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107