



中华人民共和国国家标准

GB/T 20082—2006/ISO 4407:2002

液压传动 液体污染 采用光学显微镜 测定颗粒污染度的方法

**Hydraulic fluid power — Fluid contamination — Determination of particulate
contamination by the counting method using an optical microscope**

(ISO 4407:2002, IDT)

2006-01-23 发布

2006-08-01 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

目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语及定义	1
4 计数原理	3
5 试验装置	3
6 试剂及化学制品	5
7 玻璃器皿清洗程序	5
8 校准程序	5
9 试片制作	6
10 颗粒计数尺寸选择和计数程序	8
11 结果表示	9
12 标注说明(引用本标准时)	9

前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 4407:2002《液压传动 液体污染 采用光学显微镜测定颗粒污染度的方法》(英文版)制定。

为便于使用,本标准对 ISO 4407:2002 做了以下修改:

- 图 1 中增加一个视图,并将图注重新编排;
- 图 3 改为表 2,图 3 的“注”改为表 2 的表注;
- 引用标准以对应的国家标准代替国际标准。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国液压气动标准化技术委员会(SAC/TC3)归口。

本标准起草单位:中国航空工业颗粒度计量测试站。

本标准主要起草人:路红、张素芳、郭桂霞、王燕。

本标准是首次发布。

引 言

在液压系统中,功率是借助于密闭回路中的受压液体来传递和控制的。该液体既是润滑剂又是功率传递介质。

液体中存在的颗粒污染物会影响润滑的能力和引起元件的磨损。与系统密切相关的液体污染度直接影响到系统的可靠性和性能,必须控制到一定等级。

要求准确地获取具有代表性的液样,测定颗粒污染物数量并确定污染度等级。使用光学显微镜计数法测定颗粒污染物,颗粒计数数据准确性与对方法的掌握程度有关。

本标准详细介绍了用真空过滤收集液样中的颗粒污染物和用显微镜技术分析滤膜上颗粒污染物的方法,包括用透射光或入射光人工计数及用图象分析技术两种方法。标准还详细规定了保证计数结果准确和一致性的方法。

液压传动 液体污染 采用光学显微镜 测定颗粒污染度的方法

警告:本标准的应用可能涉及危险的材料、操作和设备。本标准未提出所有与使用相关的安全问题,使用者有责任确保安全和健康操作,并在使用前确定应用的局限性。

1 范围

本标准规定了采用光学显微镜通过对收集在滤膜表面的污染物颗粒计数,测定液压系统液体的颗粒污染度的方法,包括应用透射或入射光学系统,人工进行颗粒计数和图象分析两种方式。

尺寸 $\geq 2\text{ }\mu\text{m}$ 的颗粒可采用本方法计数,但结果的分辨率和准确度与使用的光学系统及操作者的能力有关。

所有液压系统液体的污染度等级都可根据本标准进行分析。在有细的沉淀物或高颗粒浓度的液样中,如果为了使更小尺寸的颗粒能够被计数而减少过滤体积,将会增加大尺寸颗粒计数的不确定度。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 12804 实验室玻璃仪器 量筒(GB/T 12804—1991,eqv ISO 4788:1980)

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 17446 流体传动系统及元件 术语(GB/T 17446—1998,idt ISO 5598:1985)

GB/T 17484 液压油液取样容器 净化方法的鉴定和控制(GB/T 17484—1998,idt ISO 3722:1976)

GB 50073—2001 洁净厂房设计规范

3 术语及定义

GB/T 17446 给出的以及下列的术语和定义适用于本标准。

3.1

空白计数 blank count

检验试验条件可能带来的附加污染。如检验试剂、玻璃器皿和滤膜制备过程的清洁度。(见9.2)。

3.2

计算因数 calculation factor

有效过滤面积与总计数面积之比。

3.3

有效过滤面积 EFA effective filtration area

过滤时液体流经滤膜形成的圆形面积。

注:在8.2中介绍了EFA及有效过滤直径EFD。

3.4

纤维 fibre

颗粒长度大于 $100\text{ }\mu\text{m}$,且长与宽的比大于或等于10:1。

3.5

固定剂 fixative liquid

通过加热,使滤膜附在玻璃载片上,形成不透明薄膜的一种液体。

3.6

方格 grid square

在滤膜上印制的用于颗粒统计计数的方格,其名义尺寸为 3.1 mm。

注:方格滤膜不适用于图象分析。

3.7

图象分析仪 image analyser

能够自动分析滤膜上颗粒尺寸和计算颗粒数量的仪器。

注:根据颗粒与背景的颜色差别,把显微镜下颗粒分布的视场通过摄像机转换为视屏上的影像,并自动计算出颗粒尺寸与数量,显示在视屏上。

3.8

浸渍油 mountant liquid

处理固定滤膜用的一种液体。加热可以使滤膜变成透明并粘附在玻璃片上(见 5.7)。

3.9

颗粒尺寸 particle size

指颗粒的最长尺寸。

3.10

溶剂 solvent

易与液样混合,而且物理性能和化学性能与液样相容的液体。

注:溶剂可以用于稀释液样,也可以用于清洗和冲洗器皿。溶剂的化学性能应与器皿相容,但是不能溶解滤膜和滤膜上的颗粒。

3.11

统计计数 statistical counting

在滤膜上一定区域内,至少 10 个不同单元的颗粒总数不少于 150 个时,进行的计数和统计。

注 1:统计计数要求整个滤膜表面的颗粒分布均匀,如果颗粒分布不均匀,该滤膜不能用来计数。

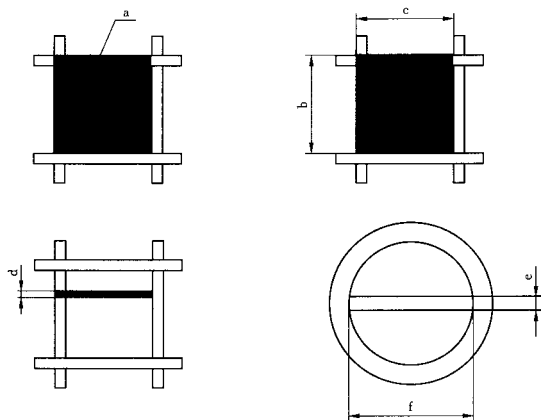
注 2:统计 150 个颗粒计数的不确定度为 8%,如果统计多于 150 个颗粒,则计数的不确定度应减少。

3.12

单元面积 unit area

为便于统计计数所规定的滤膜上的一定面积。

注:在人工计数时,单元面积是由滤膜相邻两条平行的格线和由显微镜目镜测微尺或附加投影的两条平行线所围成的矩形面积,如图 1 所示。进行图象分析时,则是由光学或电子系统定义的固定视场面积。



图中:

- a——统计计数的方格面积;
- b——方格宽度,mm;
- c——方格长度,mm;
- d——选取计数单元的宽度;
- e——无方格滤膜单元的宽度;
- f——滤膜的有效过滤直径。

图 1 单元面积示例

4 计数原理

已知体积的液样通过真空过滤,将颗粒污染物收集到滤膜上,制备成不透明或透明的试片。通过显微镜入射光或透射光进行颗粒计数,按照颗粒的最长尺寸统计出颗粒的尺寸和数量。

5 试验装置

5.1 干燥箱,能将温度控制在 $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。

5.2 外置灯,高度可调节,要求试片载物台有倾斜度。

5.3 过滤装置,由下列元件构成:

- 漏斗,300 mL 容量,其体积刻度经过校准[例如 (25 ± 2) mL];
- 漏斗盖(例如,培蒂氏培养皿);
- 夹紧装置;
- 滤膜支撑盘;
- 防止在真空过滤时产生静电的装置。

5.4 带刻度的量筒,用来测量液样体积,精度符合 GB/T 12804 要求或体积刻度经过校准的取样瓶。体积刻度的精度应为 $\pm 2\%$ 。

5.5 图象分析仪,主要由带物镜镜头和三目(双目镜头和另作照相记录用的镜头)目镜镜头的显微镜及连接有摄像机的图象显示器组成。图象分析仪将在显微镜中选取的颗粒分布的视场通过摄像机传输到显示器的屏幕上,利用电子装置和计算机对屏幕上颗粒影像区域进行分辨,测定并统计颗粒的尺寸与数量。

虽然可用人工的 X-Y 载物台调节焦距,但建议用电控软件调节来测定颗粒。

5.6 滤膜,应与液样和使用的溶剂及制备过程所用的化学试剂相容。通常滤膜的直径为 47 mm,白色,带有方格(每个方格边长为 3.1 mm,面积为有效过滤面积的 1/100),孔径小于 1.5 μm 。人工计数时,可用孔径 2 μm 的滤膜。直径 47 mm,白色、无格,孔径小于 1.5 μm 的滤膜可用于图象分析。允许使用不同直径的滤膜。

用于统计最小尺寸的颗粒数和显示液样的状态时,允许使用不同标准孔径的滤膜。但滤膜的孔径对最小尺寸颗粒的分离效率应达到 99.9%。

滤膜也可选择与所观察的颗粒污染物有最大对比度的颜色。例如,如果绝大多数污染物是半透明的、透明的或白色的,应优先考虑使用黑色的滤膜。

5.7 显微镜玻璃载片和盖片,仅用于透射光方法,其尺寸应大于滤膜直径。盖片厚度应保证颗粒在所用显微镜最大放大倍数的焦距上。

5.8 滤膜固定器,塑料或其他带盖子的器皿,用于支撑和保护滤膜(仅用于入射光方法)。

5.9 用于颗粒计数的显微镜,配有物镜镜头、目镜镜头,能测定 $\geq 2 \mu\text{m}$ 的颗粒。显微镜由以下部分组成:

- 粗调焦距调节旋钮;
- 用于入射光方法的镜头和用于透射光方法的底部光源;
- 可调节观察到试片上滤膜有效过滤面积的机械载物台;
- 在机械载物台上,用于安全存放滤膜固定器或试片的装置;
- 带有最小分度值的目镜测微尺,不对在特定放大倍数下最小颗粒计数。而且带有适当的刻度;
- 用透射光计数,最好的设备是带有显示屏的投影式显微镜,远距离连接目镜和旋转载物台。

注 1: 如进行图象分析,应选用光源稳定的控制软件,在自动调节光源和亮度转换时减小亮度的波动。

注 2: 用入射光方法进行颗粒计数时,显微镜应带有附加的倾斜光源(见 5.2)。人工计数时,名义放大倍数的光学组合见表 1。

表 1 名义放大倍数的光学组合

放大倍数(名义)	目镜	物镜	建议最小颗粒尺寸/ μm
$\times 50$	$\times 10$	$\times 5$	20
$\times 100$	$\times 10$	$\times 10$	10
$\times 200$	$\times 10$	$\times 20$	5
$\times 500$	$\times 10$	$\times 50$	2

5.10 塑料薄膜,0.05 mm 厚,边长为 50 mm 的正方形。如果取样瓶盖无内部密封垫,则置于瓶盖与取样瓶中间。此薄膜应是洁净的,且与液样相容。

5.11 取样瓶,名义容量 250 mL,最好为平底、螺纹广口,瓶盖内有氯丁橡胶密封垫。

5.12 液样搅拌装置,用于弥散液样中的污染物。该装置由一个实验室用瓶镊子,一个三轴晃动器及一个功率为 3 000 W/ $\text{m}^2 \sim 10\,000 \text{ W}/\text{m}^2$ 的超声波发生器组成。使用该装置应保证不改变污染物的基本尺寸和分布状态。

5.13 溶剂冲洗瓶,用于喷射溶剂冲洗器皿的压力瓶,其喷管中装有孔径不大于 1 μm 的滤膜。

5.14 物镜测微尺,在 0.1 mm 和 0.01 mm 长度内划分刻度线,且经过校准,量值可溯源至国家标准。

5.15 手掀计数器,用于在有效区域内对某一尺寸范围的颗粒计数的装置。

5.16 镊子,材质为不锈钢,夹持部位扁平光滑。

5.17 真空装置,能保证 86.6 kPa($\approx 0.87 \text{ bar}$, 650 mmHg)的真空度。

5.18 真空瓶,用于支撑过滤装置,存留液样。

6 试剂及化学制品

6.1 试剂洗涤液和分析纯溶剂

- 6.1.1 异丙醇。
- 6.1.2 液体清洗剂,无固体残渣。
- 6.1.3 蒸馏水或软化水。
- 6.1.4 溶剂,清洗器皿和稀释液样用。

如果液样是石油基或合成油品,则选择石油醚(沸点 $100^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$)或等效的溶剂;如果液样是水基的,则选择蒸馏水或软水。溶剂的物理和化学性能都应与液样和器皿相容。

警告:因为溶剂是易燃品,使用时应尽量选用低闪点的。为避免人体吸入这些有害的溶剂气体,应采取适当的预防措施。通常可选用合适的防护设备,使室内通风,以保证人体的安全和健康。

6.2 能使滤膜透明的试剂(透射光方法)

- 6.2.1 固定剂,见 3.5。
- 6.2.2 浸渍油,见 3.8,其折射率应与玻璃盖片的折射率相近。

7 玻璃器皿清洗程序

7.1 按照 GB/T 17484 要求清洗并检验过滤用的器皿:带有刻度的量筒(5.4)、取样瓶(5.11)、玻璃载片和盖片(5.7)、滤膜固定器(5.8)。如果液样是石油基或合成油品,采用石油醚或等效的溶剂;如果液样是水基的,采用异丙醇或蒸馏水,在试验前后进行清洗。

7.2 器皿要求的清洁度(RCL)应使污染物不影响整个计数结果。取样瓶的 RCL 值为每 100 mL 容积中大于 $5\text{ }\mu\text{m}$ 的颗粒数少于 250 个。

所有用于清洗和冲洗的溶剂都需经过 $1\text{ }\mu\text{m}$ 或更细滤膜的过滤。

8 校准程序

8.1 显微镜校准

- 8.1.1 显微镜每年至少应校准一次。在对光源作重大调整或改变后都应立即校准。物镜测微尺每五年校准一次。
- 8.1.2 用于手动计数的显微镜,应首先选择合适的放大倍数,然后将一个校准过的物镜测微尺放在载物台上,调节显微镜的焦距和视场,使视场中的物镜测微尺与目镜测微尺在同一焦距上。
- 8.1.3 调节显微镜载物台的位置,使物镜测微尺零线与目镜测微尺零线重合,校准显微镜在该放大倍数时,在物镜测微尺的刻度范围内,目镜测微尺某一范围内分度值的(例如 50)尺寸。
- 8.1.4 重复 8.1.2~8.1.3,校准显微镜颗粒计数使用的所有放大倍数的目镜测微尺某一范围分度值的尺寸,在相应的校准记录表中记录数据。
- 8.1.5 根据不同类型的图象分析仪,按与 8.1.3 相似的程序校准。由于仪器不同,校准方法可参考生产厂家的说明书。

8.2 有效过滤面积(EFA)的校准

- 8.2.1 使用一个新过滤装置的上部漏斗前,应按本程序进行校准,以后每 5 年应重新校准 1 次。
- 8.2.2 制备一种适合着色的有色粉末悬浮液样,通过滤膜过滤,校准滤膜的有效过滤面积。最好选用红色氧化物作为有色粉末,加入一定量的溶剂,按约 1 mg/L 浓度制备,充分晃动并用超声波发生器弥散 1 min。
- 8.2.3 在已校准过的过滤装置中装入 1 片 $1\text{ }\mu\text{m}$ 滤膜,并牢牢夹紧。过滤约 25 mL 或能使滤膜清楚着色的悬浮液体,真空抽滤至干燥。
- 8.2.4 打开夹紧装置,小心从滤膜支撑盘上取下滤膜,在已着色滤膜的边缘内 0.1 mm 处测量其直径[有效过滤直径(EFD)]。根据至少两次测量结果的平均值,计算有效过滤面积(EFA),并在漏斗上做一个合适的标记,在相应的校准记录表中填入结果。

9 试片制作

9.1 液样处理

9.1.1 给所有液样瓶标上详细识别号,并去掉所有其他的标签,以保证液样瓶具有唯一标记。用已过滤的溶剂冲洗液样瓶外面,特别是盖子外面。

9.1.2 如果该液样已存放一段时间,颗粒可能会沉淀,甚至结块。在分析前,应将结块振开,并使液样中的污染颗粒重新弥散均匀。

9.1.3 用手剧烈摇晃液样至少 1 min,或用一种合适的方法混合均匀,例如使用三轴晃动器至少晃动 5 min,以重新分散取样瓶中的颗粒污染物。这种方法不应改变污染物颗粒的尺寸分布。

9.1.4 如果使用超声波振荡的方法振开结块颗粒,则把液样瓶放在超声波发生器中,超声波发生器中液体的液面应低于取样瓶,且至少在取样瓶的 3/4 处。超声波振荡时间不超过 1 min,然后用手晃动约 30 s。

9.2 空白分析试验

9.2.1 每个液样分析前都要进行空白分析试验。除非证明不用进行空白分析试验,否则在计数程序开始前应做此试验,或至少有 1 次空白分析试验过程。

9.2.2 按 9.3 进行制片,用溶剂代替液样,将 100 mL 已过滤的溶剂倒入放有滤膜的过滤装置中,真空过滤并抽吸至干燥。

9.2.3 按 10.3 进行统计计数,计数 $\geq 5 \mu\text{m}$ 尺寸的颗粒,如果 $\geq 5 \mu\text{m}$ 尺寸的颗粒计数超出下面“注”中给出的颗粒数,则表示清洁度不够,重新清洗这些器皿并重复 9.2.2 和 9.2.3。

注:空白分析计数的颗粒数应小于被分析液样预计颗粒数的 10%。如果超出,则应将 100 mL 溶剂中 $\geq 5 \mu\text{m}$ 尺寸颗粒过滤到少于 100 个。

9.2.4 重新清洗后,若空白数仍较高,则需重新检查整个过程,即器皿清洗程序、溶剂的过滤程序、准备过程和环境。

9.2.5 在显微镜颗粒计数表上记录空白数。(见表 2)

表 2 显微镜颗粒计数表

液样编号		显微镜编号			操作者	
滤膜的有效过滤直径 D/mm		滤膜的有效过滤面积 A/mm^2			滤膜孔径/ μm	
单元面积的长度 L/mm		液样体积 V/mL			光源方法(入射光/透射光)	
颗粒尺寸/ μm						纤维 ^a
空 白	颗粒数 n					
	单元数 f					
	单元的宽度 $W/\mu\text{m}$					
	每 100 mL 中颗粒数 N^b					
液 样	颗粒数 n					
	单元数 f					
	单元的宽度 $W/\mu\text{m}$					
	每 100 mL 中颗粒数 N^b					
说明:						
操作日期:						
^a 长宽比大于或等于 10,尺寸 $\geq 100 \mu\text{m}$ 的颗粒。 ^b 根据本公式计算颗粒数: $N = \frac{A \times n \times 10^5}{f \times L \times W \times V}$ (每 100 mL 中)。						

9.3 真空过滤收集污染物

9.3.1 按 GB 30073—2001 要求的空气洁净度等级控制环境,环境洁净度应达到 5 级或更好。按 9.1 程序处理液样。

9.3.2 确保所有使用的器皿都达到要求的清洁度标准。

9.3.3 用滤过的溶剂冲洗镊子,从滤膜盒中取出滤膜,小心冲洗上表面,然后将滤膜放在滤膜支撑盘中。将冲洗干净的上部漏斗压在滤膜上,盖住漏斗盖,用夹紧装置夹紧整个组件,并连上防静电电线。将真空装置连接到长颈瓶的侧臂上。在操作过程中注意不要移开漏斗的盖子。

9.3.4 按 9.1.3 说明重新弥散液样后,按确定的体积将液样倒入量筒中测量后,再倒入上部漏斗。将量筒中的剩余液样彻底冲洗干净,再倒入上部漏斗;如果取样瓶或上部漏斗刻度已校准过,可将液样直接倒入上部漏斗,盖上漏斗盖子,抽真空过滤。

9.3.5 当漏斗内液体已滤至很少体积时(例如 20 mL),关掉真空泵。用装有洁净溶剂的冲洗瓶按螺旋方向冲洗漏斗内壁,注意不要使液流搅动滤膜表面的颗粒。用足够量的洁净溶剂冲洗漏斗,直至液样中的污染物完全沉附到滤膜上,然后真空抽滤至滤膜干燥。

9.3.6 用干净镊子从滤膜支撑盘上取下滤膜,小心放到干净滤膜固定盒的载片上,使滤膜的格线与载片的边线平行。盖上盖子以防滤膜被外界污染,并在滤膜固定盒上做出标记用于识别。

9.3.7 对于水基液样,真空抽滤滤膜干燥较难,需用干燥箱烘干。因此需用一合适盖子盖住载片上的滤膜,以防止空气的污染和潮气。放入温度在 55℃~60℃ 的干燥箱中至少 1 h。如果滤膜上仍有剩余液样的痕迹,不要抖动滤膜上的污染物,应按 9.3.2~9.3.6 程序重新进行制片。

9.4 计数适用性的评价

9.4.1 按照 9.3 用(100±5) mL 液样制备成试片,在×50 放大倍数下,采用入射光进行观察,检查试片有效过滤面积上颗粒的分布状态。

注:对于试片上重叠的或接近单一较大的颗粒,需在放大倍数×100 或×200 下观察。

9.4.2 试片上颗粒分布均匀且无颗粒重叠现象,按第 10 章计算出颗粒数。如果观察颗粒分布无规律,则废除此试片,再重新制作试片。

9.4.3 如果观察到的重叠颗粒估计是 $\geq 5 \mu\text{m}$ 的颗粒,为了获得准确的颗粒计数,根据被过滤的液样体积,再次取合适体积的液样,按 9.3 重新制作试片。在工作单上记录该液样的体积。

9.4.4 如果在 100 mL 液样未过滤完时滤膜已接近堵塞,则应将漏斗中剩余的液样倒回量筒中,然后冲洗漏斗内壁,真空过滤,抽滤至干燥。

9.4.4.1 如果是颗粒浓度高引起的堵塞,根据估计量出可以获得适当的颗粒分布需要的体积,按 9.3 重新制作试片。在工作单上记录该液样的体积。

9.4.4.2 如果是细碎颗粒沉淀引起的堵塞,应选择较粗的滤膜或减少一定体积,按 9.3 重新制作试片。在工作单上记录该液样的体积和滤膜孔径。

注 1:若用粗滤膜,则对于较小尺寸的颗粒来说,收集效率会降低。

注 2:若用粗滤膜,则计数的最小颗粒尺寸会增大。按照说明书,最小计数颗粒的尺寸应为滤膜平均孔径的 1.5 倍。

9.4.5 当过滤体积和/或滤膜孔径配置得当时,用入射光或透射光对试片上的颗粒计数(第 10 章)。

9.5 用于透射光计数试片的制备

9.5.1 取一干净玻璃载片,用已过滤的溶剂冲洗干净并涂上足够浸透滤膜的固定液。

9.5.2 用镊子小心地从滤膜支撑盘上或滤膜固定盒中取出滤膜,滤膜有污染颗粒的面向上,滤膜格子与玻璃载片边缘平行,放在涂有固定剂的玻璃载片上。为便于识别,在载片上做出标记。

9.5.3 为防止在加热或晾干时滤膜被环境污染,用培养皿罩住放有滤膜的玻璃载片,放入温度为 55℃~60℃ 的干燥箱中,烘干约 1 h。滤膜固定在玻璃载片上时应为不透明和白色的。

9.5.4 从干燥箱中取出玻璃载片并罩住,晾 2 min~3 min,使其与外界温度平衡。晾干后,取一玻璃盖片,用滤过的溶剂冲洗其接触面,晾干,并立即在洁净面上涂上浸渍油。

9.5.5 取掉玻璃载片上的盖子,再盖上涂有浸渍油的盖片前,应排出载片与滤膜间的空气,对齐载片和盖片的位置后,固定试片。

注: 注意避免盖片碰掉滤膜上的颗粒。

9.5.6 小心将组合好的试片放到干燥箱中,在 55℃~60℃ 温度下烘干至少 90 min。

注: 如要保证试片的持久性。需在上述温度下继续烘干(至少 36 h)。

9.5.7 干燥后,从干燥箱中取出试片,晾至室温。

10 颗粒计数尺寸选择和计数程序

10.1 颗粒计数尺寸的选择

根据要求选择的尺寸,至少应包括下列部分或全部尺寸: $\geq 2\ \mu\text{m}$ 、 $\geq 5\ \mu\text{m}$ 、 $\geq 15\ \mu\text{m}$ 、 $\geq 25\ \mu\text{m}$ 、 $\geq 50\ \mu\text{m}$ 、 $\geq 100\ \mu\text{m}$,以适合各种污染度等级标准的需要。若需要的数据在计数要求的尺寸范围内,也可根据累积颗粒数的最终结果计算出差分颗粒数。

纤维(见 3.4)包括在 $\geq 100\ \mu\text{m}$ 尺寸的颗粒数中,但应单独注明。

10.2 名义放大倍数的选择

按照计数颗粒尺寸的范围,选择表 1 中合适的放大倍数。

10.3 统计计数程序

10.3.1 将滤膜固定盒(人射光)或试片(透射光)放在显微镜载物台上,调节焦距和滤膜方格的方向,如果用倾斜光源,调整角度和亮度,以保证最好的颗粒清晰度。

10.3.2 为更好地进行图像分析,根据厂家的说明书调整亮度、设置参数和修正明暗度。

10.3.3 选择被计数试片的面积和与计数最大颗粒尺寸相匹配的放大倍数(见表 1)。观察第一个单元面积并根据尺寸的定义(3.9)计数大于或等于被选择尺寸的颗粒数。

注: 为了减少颗粒失落的影响,获得更具有代表性的统计结果,应首先统计最大尺寸的颗粒。

10.3.4 按 3.11 的定义选择计数的单元面积,统计滤膜上的总颗粒数。

10.3.5 再选择滤膜的另一区域,计算它的单元面积,计数包括已被单独确认为纤维的所有颗粒。继续选择滤膜独立区域,或任一组合方式(见图 2 建议的选取方式)或任意地选择面积,计数所选尺寸的颗粒数,直到对至少 10 处独立的区域统计总数不少于 150 个颗粒数。在数据表中记录颗粒数及统计的区域个数。

注 1: 所选择的单元面积应该均匀分布在整个滤膜的有效过滤面积上,而不能从相近区域选择。

注 2: 如果颗粒处在格子的上边线和左边线上时,应算作该格子的颗粒数。颗粒处在下边线和右边线上时,则不算作该格子的颗粒数。

注 3: 如果某区域滤膜上的颗粒浓度很低或在 10 处独立区域计数到的颗粒数不足(少于 150 个),继续计数其他区域的颗粒,直到颗粒数达到计数要求为止。

10.3.6 选择其他尺寸的放大倍率,重复 10.3.1~10.3.5。

10.4 颗粒总数的计算

每 100 mL 液样中大于等于所选尺寸的颗粒数,用 N 表示:

$$N = \frac{A \times n \times 10^3}{f \times L \times W \times V}$$

式中:

A ——滤膜的有效过滤面积,单位为平方毫米(mm^2);

n ——大于等于所选尺寸的颗粒数;

f ——计数的单元数;

10^3 ——规范单位所用的因子;

L ——单元的长度或方格的尺寸或直径长度,单位为毫米(mm);

W ——单元的宽度,单位为毫米(mm);

V ——液样过滤的体积,单位为毫升(mL)。

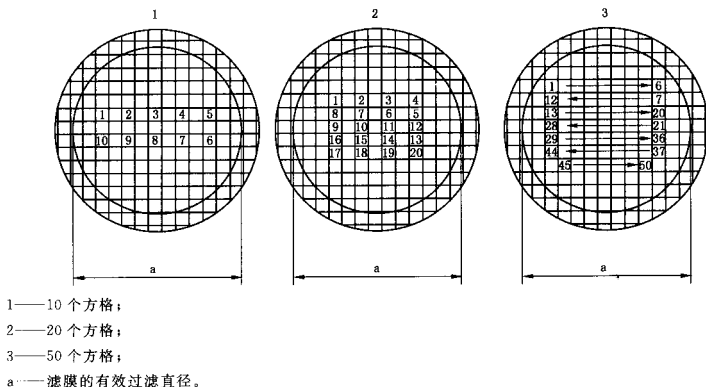


图2 10、20和50个计数方格选择示例

10.5 数据的确认

检测结果发出前,必须进行数据检查确认。分析大尺寸颗粒数逐渐减少的原因,或按 GB/T 14039—2002的图 A.1,在污染图表上查验数据。同时检查确认也是为了分析颗粒尺寸的增大,颗粒数减少或颗粒尺寸增大计数变化较小的原因。两者都说明滤膜分布不均匀,如果检查确认是数据统计的错误,则应对滤膜特定尺寸或所有尺寸重新计数。

11 结果表示

在工作表中详细记录所有的试验结果。报告至少应包括如下信息:

- 液样名称;
- 每 100 mL 液样所有被计数尺寸的颗粒数;
- 空白试验中每 100 mL 液样计数的颗粒数;
- 滤膜的有效过滤面积及孔径;
- 统计方法(手动或图象分析)和所用光源类型(入射光或透射光);
- 分析所用的液样体积, mL;
- 其他说明。

12 标注说明(引用本标准时)

当选择使用本标准时,可在试验报告、产品样本及销售文件中作如下说明:“用显微镜入射光或透射光测定固体颗粒污染度的方法,符合 GB/T 20082—2006/ISO 4407:2002《液压传动 液体污染 采用光学显微镜测定颗粒污染度的方法》”。