



中华人民共和国国家标准

GB/T 21540—2008/ISO 11943:1999

液压传动 液体在线自动颗粒计数系统 校准和验证方法

Hydraulic fluid power—On-line automatic particle-counting
systems for liquids—Methods of calibration and validation

(ISO 11943:1999, IDT)

2008-03-31 发布

2008-09-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
液 压 传 动 液 体 在 线 自 动 颗 粒 计 数 系 统
校 准 和 验 证 方 法

GB/T 21540—2008/ISO 11943:1999

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

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 27 千字
2008年6月第一版 2008年6月第一次印刷

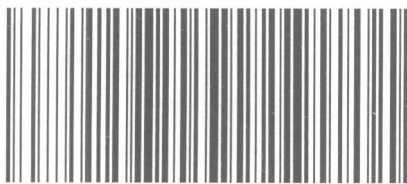
*

书号:155066·1-31874 定价 18.00 元

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)68533533



GB/T 21540-2008

前 言

本标准等同采用 ISO 11943:1999《液压传动 液体在线自动颗粒计数系统 校准和验证方法》(英文版)。

本标准等同翻译 ISO 11943:1999。为便于使用,本标准做如下编辑性修改:

——删除国际标准 6.3 的注和 6.5 的注 1;

——增加 9.9 的注 2;

——删除国际标准的附录 B 和附录 C。

本标准的附录 A 为资料性附录。

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/TC 3)归口。

本标准负责起草单位:航空工业过滤与分离机械产品质量监督检测中心。

本标准参加起草单位:北京化工大学、新乡市平菲滤清器有限公司。

本标准主要起草人:马书根、郝新友、金涛、李方俊、吕寄中、王绍青。

引 言

液压传动系统中,能量的传递与控制是通过封闭回路中的受压液体来实现的。液体既是润滑介质又是能量传递介质。

为得到可靠的系统性能,需要对液体介质进行控制。对于液体介质中颗粒污染物的定性和定量的测定,要求在取样及确定颗粒污染物的尺寸和分布时保证其精确性。

采用自动颗粒计数器是测定液体中颗粒污染物的尺寸和分布的可行方法。仪器本身的精度是通过校准确定的。

自动颗粒计数器的在线使用消除了对取样容器的需要,提高了检测精度,并可更快地获得颗粒计数的信息。本标准为在线自动颗粒计数器的校准和验证建立了指南。



目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测量单位 1

5 要求 1

6 试验设备 1

7 测量设备的精度和试验条件 2

8 离线校准程序 2

9 在线样液配制设备的验证和二次校准标准的确定 2

10 在线二次校准和检验程序 6

11 在线稀释系统的验证 8

12 注意事项 10

13 标注说明 11

附录 A（资料性附录） 典型在线校准和验证系统的设计指南 12

液压传动 液体在线自动颗粒计数系统 校准和验证方法

1 范围

本标准为液体中悬浮颗粒的在线自动计数系统制定了校准和验证规程。主要用于按 GB/T 18853 进行的过滤器多次通过试验。

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 3100 国际单位制及其应用(GB 3100—1993,eqv ISO 1000:1992)

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

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

GB/T 18853 液压传动过滤器 评定滤芯过滤性能的多次通过方法(GB/T 18853—2002,
ISO 16889:1999,MOD)

GB/T 18854 液压传动 液体自动颗粒计数器的校准(GB/T 18854—2002,ISO 11171:1999,
MOD)

ISO 12103-1:1997 道路车辆 用于过滤器评定的试验粉末 第1部分:亚利桑纳州试验粉末

3 术语和定义

GB/T 17446 确立的术语和定义适用于本标准。

4 测量单位

本标准采用符合 GB 3100 的国际单位制。

本标准采用 $\mu\text{m}(\text{c})$ 作为颗粒尺寸的单位,表示颗粒尺寸的测量是使用按 GB/T 18854 校准的自动颗粒计数器进行的。

5 要求

操作者应具有操作颗粒计数器和过滤器试验设备的特定技能,并在校准和验证过程中采用正确的样液处理方法。

6 试验设备

6.1 具有两个独立传感器的液体自动颗粒计数器或液体颗粒计数器。

6.2 校准用品应符合 GB/T 18854 的规定。

6.3 ISO 中级试验粉末(ISO MTD)应符合 ISO 12103-1:1997 规定的类型 A3,在 $110^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 的条件下烘干至少 1 h。试验粉末在加入试验系统前,先与试验液体混合并充分搅拌,然后用 $3\,000\text{ W}/\text{m}^2$

至 10 000 W/m² 功率密度的超声波设备进行超声分散。

6.4 试验液体应符合 GB/T 18853 的规定。

6.5 在线样液配制设备,用于混合和提供二次校准和验证的液体,设备包括:

- a) 油箱、泵、液体调节元件和仪器仪表,能够满足第 9 章的验证要求;
- b) 净化过滤器应保证液体初始颗粒浓度达到每毫升液体中大于 5 μm(c)的颗粒数少于 5 个;
- c) 在预期的试验时间内不会改变颗粒分布的系统(见 GB/T 18853);
- d) 液体取样装置,应符合 GB/T 17489;
- e) 为颗粒计数器提供恒流和恒温污染液体的系统,其流量和温度的变化应在表 1 限定的范围内。

注:附录 A 给出了较满意的典型结构,可供选择。

6.6 液压回路,适于在线颗粒计数器与多次通过试验台的连接。如果需要,应包括稀释设备。

7 测量设备的精度和试验条件

7.1 所使用测量设备的精度应在表 1 限定的范围内。

表 1 测量设备精度和试验条件

试验条件	SI 单位	仪器读数精度(±)	允许的试验条件变化范围
流量	L/min	0.5%	2%
运动黏度	mm ² /s	1%	2%
压力	Pa(bar)	1%	2%
温度	°C	0.5°C	1°C
时间	s	0.05 s	0.1s
体积	L	0.5%	1%
质量	g	0.1 mg	1%

警告:保证试验条件在表 1 限定的范围之内,并不意味着就可以满足验证要求。已经证明,满足验证要求的最有效方法是既保证表 1 给定的试验条件,又采用正确的颗粒计数程序等。

8 离线校准程序

8.1 按照颗粒计数器制造商的建议或 GB/T 18854 的规定,对新的或大修后的颗粒计数器进行尺寸校准。

8.2 根据 GB/T 18854 指定的程序确定每个颗粒计数器和传感器的颗粒浓度极限;或者使用制造商采用同样方法得到的推荐值。

9 在线样液配制设备的验证和二次校准标准的确定(见图 1)

9.1 当使用两个计数器(传感器)时,执行本章描述的程序只需要一个计数器和传感器。

9.2 使用一个按 8.1 校准的颗粒计数器和传感器,设置为累积计数模式,并且在颗粒尺寸范围内有针对性的设置至少 6 个不同的阈值。

9.3 调整并测量样液配制设备中的液体总体积(单位为 L)达到预定值,误差为±1%,保持液体黏度为(15±0.3)mm²/s。

9.4 使用净化过滤器,使液体初始颗粒浓度达到每毫升液体中大于 5 μm(c)的颗粒数少于 5 个。

9.5 确定用于校准和验证的液体颗粒污染浓度。液体颗粒污染浓度应保证最小计数颗粒尺寸的最高

浓度为 8.2 规定的颗粒计数器浓度极限的 50% 左右。

- 9.6 将根据 6.3 准备好的 ISO MTD 按需要量加入油箱,循环大约 15 min。记录 ISO MTD 的批号。
- 9.7 启动在线自动颗粒计数器开始试验(推荐样液体积为 25 mL),试验时间为 1 h,计数间隔为 2 min;试验时间超过 1 h,则采用 30 个平均分配的计数间隔。
- 9.8 按照表 2 要求,填写每一个观察到的原始颗粒数值。对每一个设定阈值的颗粒尺寸,计算其所有数据的平均值 $\bar{x}$,并用下列公式计算标准偏差 σ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n (x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}}$$

式中:

x_i ——各设定阈值所对应的第 i 次颗粒计数的颗粒数;

n ——颗粒计数的总次数。

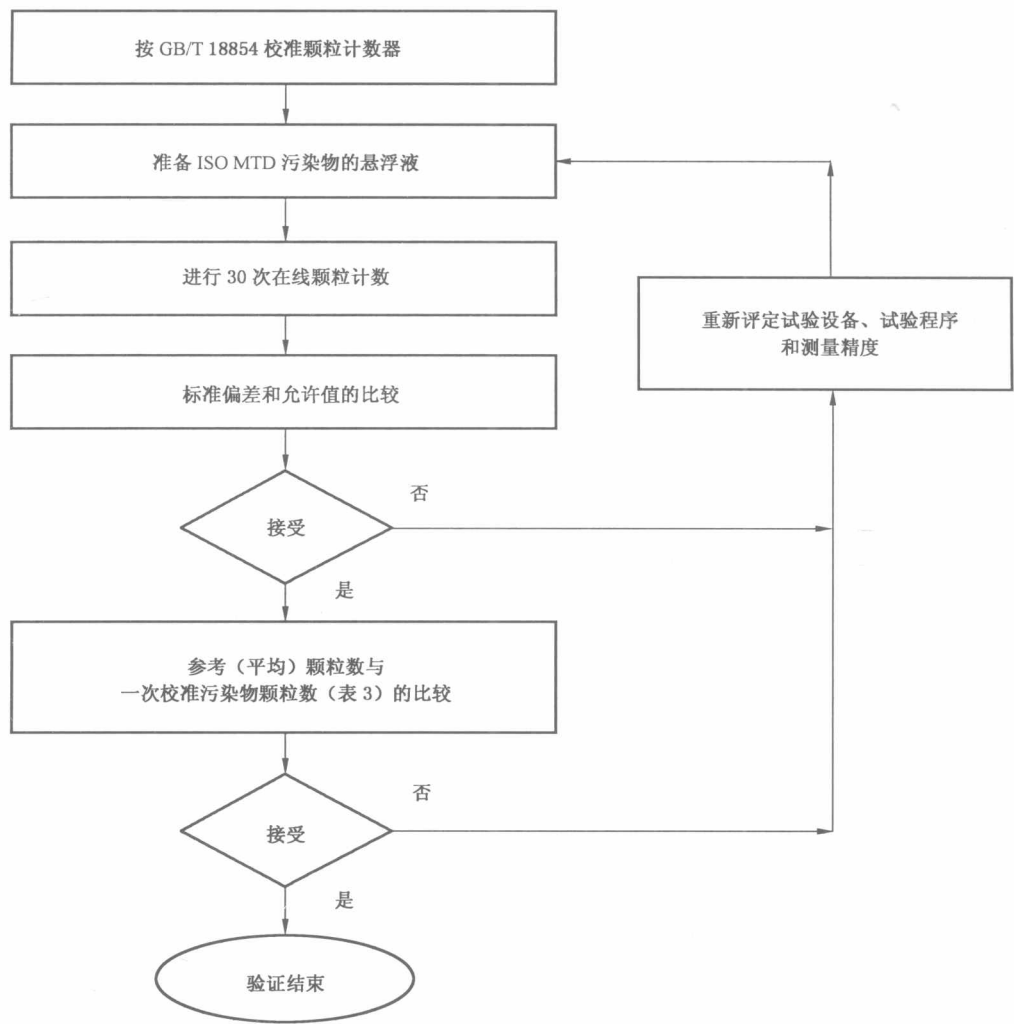


图 1 在线样液配制设备和二次校准标准测定的验证程序流程图

表 2 二次校准粉末数据表

ISO MTD 批号: _____

浓度: _____ mg/L

颗粒计数体积: _____ mL

操作者: _____

日期: _____

颗粒计数器型号: _____

颗粒计数器序列号: _____

传感器型号: _____

传感器序列号: _____

GB/T 18854 一次校准日期: _____

项 目	颗 粒 数
尺寸/ $\mu\text{m}(\text{c})$ >	
第 1 次计数	
第 2 次计数	
第 3 次计数	
第 4 次计数	
第 5 次计数	
第 6 次计数	
第 7 次计数	
第 8 次计数	
第 9 次计数	
第 10 次计数	
第 11 次计数	
第 12 次计数	
第 13 次计数	
第 14 次计数	
第 15 次计数	
第 16 次计数	
第 17 次计数	
第 18 次计数	
第 19 次计数	
第 20 次计数	
第 21 次计数	
第 22 次计数	
第 23 次计数	
第 24 次计数	
第 25 次计数	
第 26 次计数	
第 27 次计数	
第 28 次计数	
第 29 次计数	
第 30 次计数	
平均值	
σ	
σ_{a}	

表 3 ISO MTD 颗粒数

[所有颗粒数都是累积值,并以 1 μg(对于 1 mg/L 的浓度,每 mL 的颗粒数)的 ISO MTD 为基础]

颗粒尺寸/ μm(c)	一次校准污染物的 颗粒数 (见 9.14)	ISO MTD(批号: 的参考颗粒数 (见 9.13)	±校准极限 (见 9.15)	传感器之间的允许 偏差 (见 9.17)
>1				
>2				
>3				
>4				
>5				
>6				
>7				
>10				
>12				
>14				
>15				
>20				
>30				

注 1: 上述协定的校准极限基于颗粒尺寸偏差为 5%,此时颗粒数偏差在 1σ(泊松分布)范围内,σ 是由国际联合研究得出的。

注 2: 计数器之间的偏差基于 2.5σ(泊松分布),σ 是由国际联合研究确定的。此时两计数器间的最大允许颗粒数之差在平均颗粒数的±10%之间。

9.9 计算各颗粒尺寸的允许标准偏差 σ_a ,公式如下:

$$\sigma_a = 2 \sqrt{x + 0.0004x^2}$$

注 1: 该允许标准偏差 σ_a 是国际联合研究中得到的平均标准偏差的 2 倍。

注 2: 国际联合研究是指在 ISO 11943:1999 制定前期,由 ISO/TC 131/SC 8/WG 9 组织的一次对液体在线颗粒计数器在线校准和验证的国际性联合试验。本次国际联合研究共有 8 个国家的 21 个实验室参加。

9.10 如果各颗粒尺寸的标准偏差都小于或等于其允许标准偏差,则验证通过,继续进行 9.12。

9.11 如果某颗粒尺寸的标准偏差超过其允许标准偏差,则需要重新评估样液配制设备和程序、在线颗粒计数设备的流量和颗粒计数体积,并采取恰当的方法重复程序 9.3~9.10。

9.12 对应于每个设定阈值的颗粒尺寸,计算每毫升的颗粒浓度:平均颗粒数除以颗粒计数的液体体积。

9.13 把 9.12 中得到的颗粒浓度除以样液浓度(mg/L)转换为每微克的颗粒数(对于 1 mg/L 的浓度,每毫升的颗粒数)。将这些参考颗粒数记录于表 3 中。

9.14 将 8.1 中使用的一次校准污染物的颗粒数(每微克的颗粒数)记录于表 3 中。

9.15 使用以下公式计算每个颗粒尺寸允许的校准极限,并记录在表 3 中:

$$\text{校准极限} = 0.37 \times (\text{表 3 中的一次校准污染物的颗粒数})^{0.85}$$

注: 这些商定的校准极限基于颗粒尺寸偏差为 5%,此时颗粒数偏差在 1σ(泊松分布)范围内,σ 是由国际联合研究得出的。

9.16 如果参考颗粒数与表 3 中给出的一次校准污染物颗粒数之间的误差小于表 3 中校准极限的 1.3

倍,则设备验证和参考颗粒数被接受。

注: 这些参考颗粒数确定了二次校准污染物(9.5 中使用的特定批号)的颗粒尺寸分布,这些颗粒数将在第 10 章和第 11 章的二次校准和检验中使用。

9.17 当使用多个计数器或传感器时,用以下公式计算传感器或计数器之间对于每个颗粒尺寸的允许偏差,并填入表 3 中。

允许偏差=0.6+0.05×(表 3 中的一次校准污染物的颗粒数)

注: 计数器之间的偏差基于 2.5σ(泊松分布),σ是由国际联合研究确定的。

10 在线二次校准和检验程序(见图 2)

10.1 在每次一次校准后和最长间隔 6 个月或颗粒计数差值可疑或明显时,均要进行在线校准检验。

注: 当使用两个颗粒计数器(传感器)时,应采用 10.1~10.10 的程序对一个计数器(传感器)进行校准和检验,第二个计数器(传感器)应根据 10.11 进行调整,与第一个相匹配。

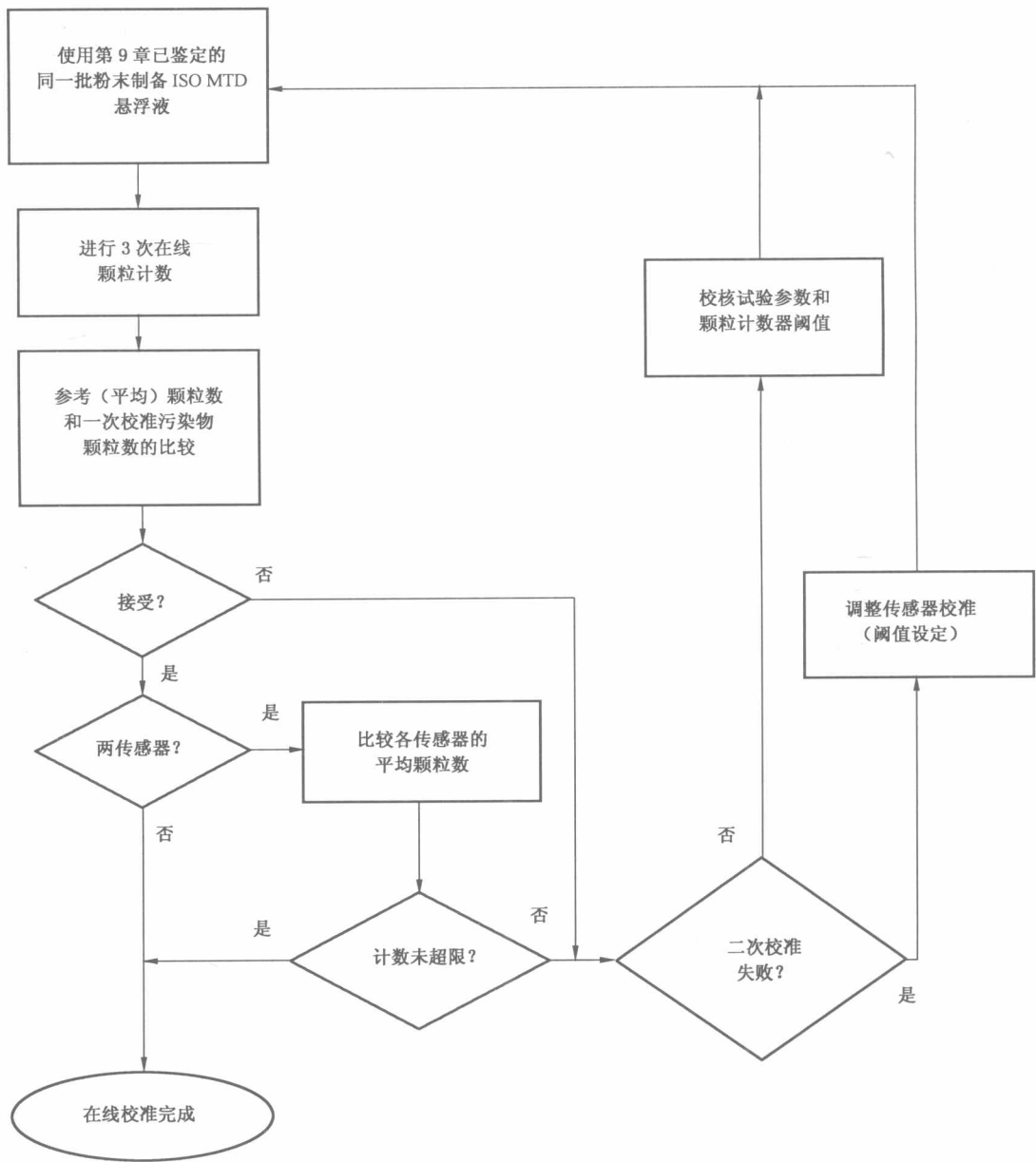


图 2 在线校准检验程序流程图

- 10.2 使用最近 24 个月内按第 9 章验证的在线样液配制设备。
- 10.3 只能使用与第 9 章二次校准鉴定合格的同一批号的 ISO MTD(见表 3)。
- 10.4 根据 9.3~9.6 描述的程序准备校准检验悬浮液。
- 10.5 按希望的颗粒尺寸设置颗粒计数器的阈值,但仅限于按照第 9 章确定的参考颗粒数所对应的颗粒尺寸(见表 3)。
- 10.6 使允许校准检验悬浮液以一次校准的流量通过颗粒计数传感器。
- 10.7 对几个设置的颗粒尺寸进行实际检验,所设置的颗粒尺寸应覆盖计数器将要检测的颗粒尺寸范围。

注:在检验点之间内插阈值是允许的,但是不允许外插阈值。

- 10.8 获得至少三个连续的在线颗粒计数值(颗粒计数稳定以后)。
- 10.9 计算每个颗粒尺寸阈值设定所对应的每微克平均颗粒数(对于 1 mg/L 的浓度,每毫升的颗粒数),该数是用平均颗粒数除以样液计数体积(mL)和样液浓度(mg/L)得到的,把求得的值记录在表 4 中。

表 4 校准检验数据表

ISO MTD 批号: _____

浓度: _____ mg/L

颗粒计数体积: _____ mL

操作者: _____

日期: _____

颗粒计数器型号: _____

颗粒计数器序列号: _____

GB/T 18854 一次校准日期: _____

尺寸/ $\mu\text{m}(\phi)$	颗粒数					
	>					
上游传感器: 型号和序列号: _____ _____						
颗粒数 1						
颗粒数 2						
颗粒数 3						
平均值						
平均值/ $\mu\text{g}(10.9)$						
下游传感器: 型号和序列号: _____ _____						
颗粒数 1						
颗粒数 2						
颗粒数 3						
平均值						
平均值/ $\mu\text{g}(10.9)$						

10.10 对于每个计数的颗粒尺寸,在 10.9 中求得的所有颗粒数应等于表 3 中的参考颗粒数加上或减去表 3 中的校准极限。

注:上述协定的校准极限基于颗粒尺寸偏差为 5%,此时颗粒数偏差在 1σ (泊松分布)范围内, σ 是由国际联合研究得出的。

10.11 当同时使用上游和下游计数器(传感器)时,第二个传感器校准应使用和第一个传感器相同的校准检验悬浮液,通过调节第二个计数器(传感器)的阈值,使每个计数颗粒尺寸所对应的每微克平均颗粒数(也记录在表 4 中)与第一个计数器(传感器)的平均颗粒数相匹配,二者间的偏差在表 3 所给出的允许偏差内。

注:当上游和下游传感器对换时,建议重做第 10 章的内容。

10.12 如果 10.9 得到的颗粒数在规定的极限内,则检验完成并进行第 11 章。

10.13 如果 10.9 得到的颗粒数超出规定的极限,则在采取纠正措施后,重新准备二次校准悬浮液,并重复 10.4~10.12 的检验过程。确保:

- a) 正确的传感器流量;
- b) 正确的颗粒尺寸阈值;
- c) 液体完全除气;
- d) 正确的样液重量和体积等。

10.14 如果 10.13 检验得到的颗粒数仍超出规定的极限,则需要按照 GB/T 18854 规定的程序校准颗粒计数器,而不使用为在线校准提供的二次校准液体和表 3 中规定的参考颗粒数。

10.15 重复 10.4~10.12 所描述的程序进行校准检验。

11 在线稀释系统的验证(见图 3)

11.1 以在线二次校准检验同样的频率对在线稀释系统进行验证。

11.2 所使用的稀释液应过滤,达到的污染度为每毫升中大于 $5\mu\text{m(c)}$ 的颗粒数少于 5 个,除非稀释液更高的污染度不会对颗粒计数结果产生大于 1% 的误差。

11.3 首先在最小稀释比的条件下进行验证。

11.4 根据 9.3~9.6 准备 ISO MTD 二次校准悬浮液,但浓度为 8.2 中得到的浓度极限的 $(50\pm 10)\%$ 乘以所选择的稀释比。

注:例如,若稀释比为 2 (1 份稀释液比 1 份悬浮液),则使用的样液浓度等于 2 乘以计数器浓度极限的 50%。

11.5 在颗粒尺寸范围内有针对性地颗粒计数器设置至少 6 个阈值。

11.6 使用所选的稀释比,每个传感器至少获得 3 个连续的 1 min 测得的颗粒数(颗粒计数稳定以后),并计算每个颗粒尺寸的稀释样液的平均颗粒数。

11.7 对于每个设定阈值的颗粒尺寸,用平均颗粒数除以计数液体体积(mL)计算每毫升的平均颗粒数。

11.8 由 11.7 得到的颗粒数除以样液浓度(mg/L)并乘以稀释比,转换为每微克的颗粒数,并记录在表 5 中。上游和下游传感器使用不同的数据表分别记录。

11.9 对于每个计数的颗粒尺寸,11.8 得到的所有颗粒数应等于表 3 中的参考颗粒数加上或减去表 3 中的校准极限。另外,当使用上游和下游计数器时,对于每个计数的颗粒尺寸,从两个计数器(传感器)得到的平均颗粒数应在表 3 所给出的允许偏差之内。

11.10 在最大稀释比和至少两个中间稀释比的条件下,重复 11.4~11.9 的验证过程。

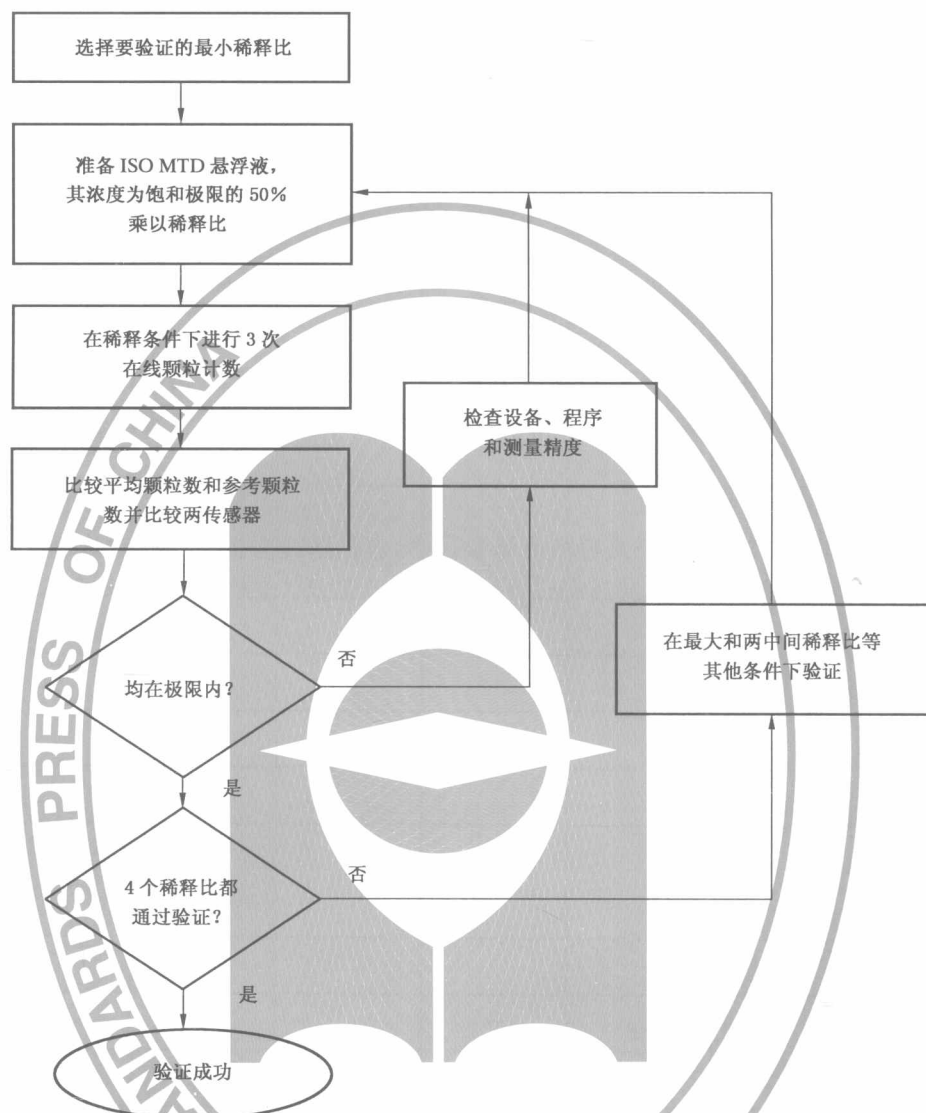


图 3 在线稀释系统验证程序流程图

表 5 在线稀释设备验证数据表

ISO MTD 批号:_____ 颗粒计数体积:_____ mL 日期:_____

传感器安装在被试过滤器的上游/下游:_____

尺寸/ $\mu\text{m(c)}$ >	颗粒数					
浓度:_____ mg/L 稀释比:_____						
颗粒数 1						
颗粒数 2						
颗粒数 3						
平均值/ $\mu\text{g(11.8)}$						
浓度:_____ mg/L 稀释比:_____						
颗粒数 1						
颗粒数 2						
颗粒数 3						
平均值/ $\mu\text{g(11.8)}$						
浓度:_____ mg/L 稀释比:_____						
颗粒数 1						
颗粒数 2						
颗粒数 3						
平均值/ $\mu\text{g(11.8)}$						
浓度:_____ mg/L 稀释比:_____						
颗粒数 1						
颗粒数 2						
颗粒数 3						
平均值/ $\mu\text{g(11.8)}$						

12 注意事项

- 12.1 对于 ISO MTD 中尺寸大于 40 $\mu\text{m(c)}$ 的颗粒,在线颗粒计数时需要采取措施,以保证颗粒没有沉淀。应对最大颗粒尺寸的校准进行在线检验(见第 10 章)。
- 12.2 用在线颗粒计数器测试粗过滤器需要较高的稀释比,这需要使用高精度的流量测试方法。

- 12.3 当颗粒计数器的浓度超过极限时需要进行稀释。颗粒浓度很高可能会影响被测颗粒尺寸的颗粒数,在这种情况下应使用较高的稀释比。
- 12.4 当需要进行在线稀释时,稀释液体应与被计数的试验液体相同。
- 12.5 试验液体中游离水或空气的存在将会对结果产生不利影响,应该采取一定的预防措施来消除这些影响。
- 12.6 颗粒计数传感器应与机械振动隔离开,以防振动产生的误差。
- 12.7 把颗粒计数器和其他大型设备进行电隔离,以防止电干扰的影响。
- 12.8 泵的流量脉动可能影响颗粒计数结果。验证系统中配置蓄能器,可抑制泵的流量脉动影响。
- 12.9 使所有的管路长度最小并使流量最大,以得到较短的滞后时间(样液从多次通过试验台流出到被颗粒计数器检测的时间),计数滞后时间应少于 30 s,上游和下游传感器的滞后时间差应在 10 s 以内。
- 12.10 在操作过程中,应尽量减少阀的调节,以减少由此产生的颗粒计数误差。
- 12.11 系统地反冲各传感器,以防止其部分或全部堵塞。传感器的部分或全部堵塞将产生颗粒计数误差,并非所有的颗粒计数设备都有内置或可靠的指示器来显示传感器的堵塞情况。

13 标注说明

当选择完全遵守本标准时,可在试验报告、产品目录和销售文件中采用以下说明:液体在线自动颗粒计数系统的校准和验证方法,符合 GB/T 21540—2008/ISO 11943:1999《液压传动 液体在线自动颗粒计数系统 校准和验证方法》。

附录 A
(资料性附录)

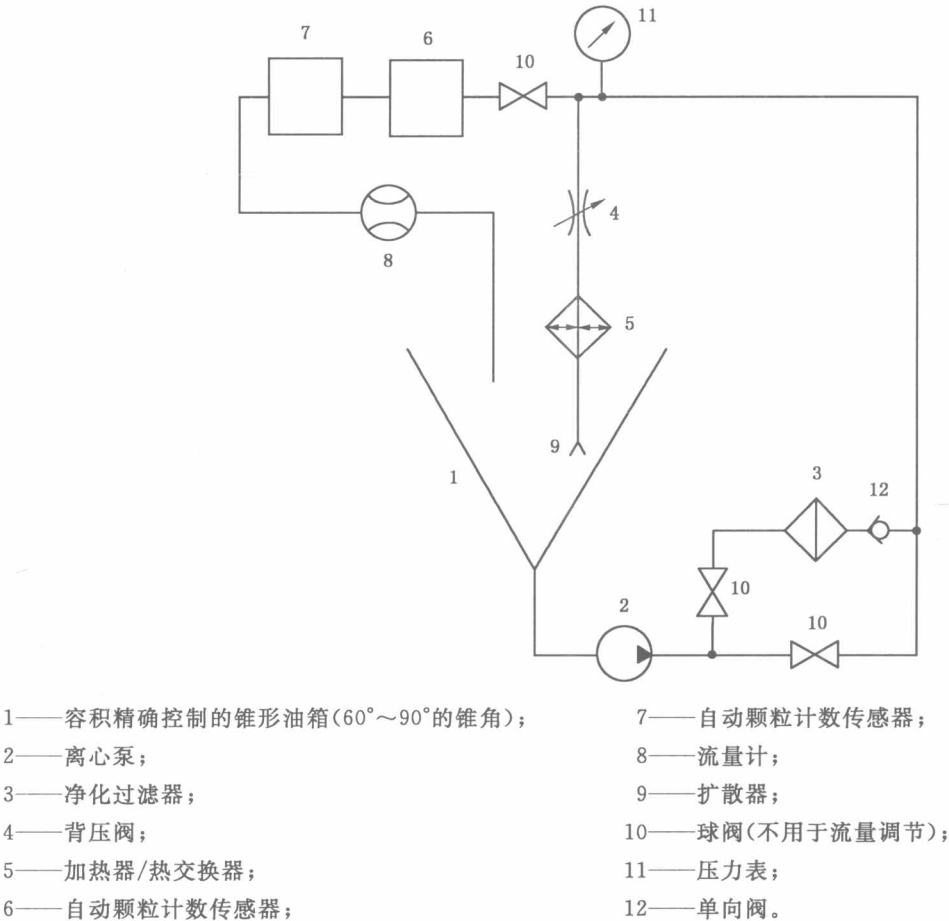
典型在线校准和验证系统的设计指南

A.1 总则

- A.1.1 在线校准和验证需要一个验证程序来确定设备在执行要求的功能时是否合格。
- A.1.2 本附录旨在为制造符合本标准验证要求的设备提供基本指导。
- A.1.3 本附录仅提供结构方面的准则，并不保证设备成功地通过验证。

A.2 在线样液配制设备

图 A.1 为一典型装置的原理图。



- 1——容积精确控制的锥形油箱（60°~90°的锥角）；
- 2——离心泵；
- 3——净化过滤器；
- 4——背压阀；
- 5——加热器/热交换器；
- 6——自动颗粒计数传感器；
- 7——自动颗粒计数传感器；
- 8——流量计；
- 9——扩散器；
- 10——球阀（不用于流量调节）；
- 11——压力表；
- 12——单向阀。

注：校准台可以做成移动式（在脚轮上），以便根据需要移动到在线颗粒计数器旁边进行校准或检验。

警告：如果第一个传感器的压降太大，串联的两个传感器可能会由于空穴现象而产生问题。

图 A.1 在线校准和验证系统示例

A.2.1 管道

所有管道尺寸应能使液体处于紊流状态，应避免采用长直管道。

A.2.2 管接头

管接头内部不宜有可能存留污染物的暴露螺纹或唇口。