

# LPC-5D

在线颗粒计数器

V1.1



精准、坚固

## 产品简介



LPC-5D 型在线颗粒计数器，又称污染度传感器、清洁度传感器，是一款基于光阻法（遮光法）原理的紧凑型流体颗粒计数器，可以实时在线安装并测量液压油和润滑油等各类液体的污染程度，以 NAS1638、ISO4406、GJB420A、GJB420B 或其他标准输出液体的清洁度等级。产品小巧坚固，十分适用于液压、润滑等工业设备的油品状态监测，是预防性维护、先进智造之可信赖产品。

## 适用液体

液压油、润滑油、绝缘油、透平油、发动机油、航空煤油、柴油、乙二醇抗燃液压油、磷酸酯液压油、食用油、切削液、超纯水、药液、化学试剂等液体

## 适用行业

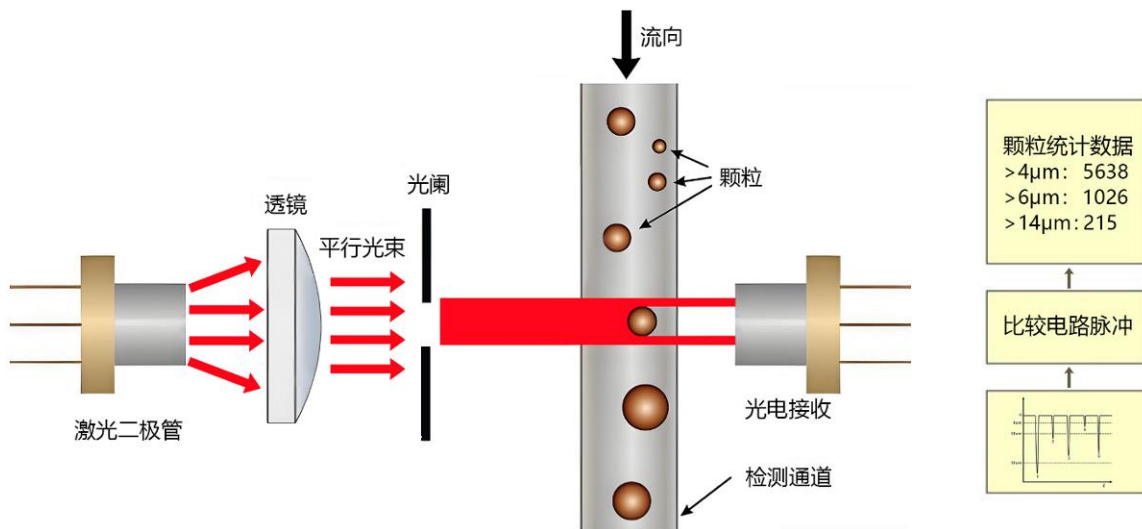
航空、航天、军工、石油、化工、电力、能源、冶金、钢铁、交通、港口、滤油、工程、机械、液压、汽车、制药、电子、半导体、科研、实验室等行业



## 测量原理

LPC-5D 在线颗粒计数器采用光阻法（遮光法）原理，使用 MTD（ISO Medium Test Dust, ISO11171）或 ACFTD（Air Cleaner Fine Test Dust, ISO4402）标准物质校准。

LPC-5D 拥有高性能半导体激光器，通过准直透镜，将平行光束照射计数器内部油液检测通道，同时搭配高性能 PIN 光电转换器作为信号接收单元，实时检测颗粒数量和污染等级。



当液体中无颗粒通过时，检测电路输出恒定电压。当颗粒通过检测通道时，由于颗粒的遮挡使光束减弱，光电转换器接收到的光电信号也随之衰减，此时检测电路输出一个脉冲信号。由于检测通道足够小，保证液体中的颗粒按顺序逐一通过检测通道。因此，光电转换器每接收到一个脉冲就表示有一颗颗粒经过了检测通道。通过计数脉冲的个数就可以得知所通过颗粒的个数。

该负脉冲的幅值大小与颗粒的粒径的关系如下式所示。实现了对油中固体颗粒的计数，并依据不同标准，完成液体污染度的实时在线检测和等级判断工作。

$$E = \frac{E_0}{S} A = \frac{E_0}{S} \times \frac{\pi d^2}{4}$$

- E —— 代表颗粒通过检测区域时引起的电压脉冲值，mV
- E<sub>0</sub> —— 无颗粒通过检测区域时，光电检测器产生的电压基准值，mV
- A —— 光电检测器的有效接收面积，μm<sup>2</sup>；
- S —— 颗粒在光束方向上的投影面积，μm<sup>2</sup>；
- d —— 当颗粒为球形则为颗粒粒径，μm。

产品还可选配溶解水分含量 (以 ppm 表述) 和水活性 (aw、水分饱和度 RH%) 及温度测量功能, 型号为 LPC-5D-W。

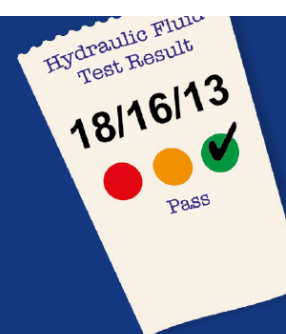
LPC-5D-W 通过集成高分子聚酰亚胺薄膜电容测量水活性, 配合 PT100 铂电阻, 实现油中溶解水分的实时检测, 依托内置的多条水分溶解标定系数, 完成了对溶解水分含量 ppm 和水活性 aw 的实时测量, 始终确保油品水分处于饱和点以下, 为您的贵重设备提供多维度诊断依据。

## 重要特点

- 高精度激光和光电收发元件, 确保测量精度
- 适用各类液体, 24 小时实时监测清洁度等级
- 确保液压、润滑系统安全运行, 避免污染超标
- 可选配在线检测油中水分饱和程度, 增强判断
- 内部可存储 3000 条检测记录结果
- 小巧, 坚固, 耐用, 智能, 易集成
- 具有流量估算功能, 确保检测的准确度
- 异常污染和磨损检测, 保障资产安全运行
- 连续测量与间隔测量可自由设置
- 快速响应, 累计和测量周期可调
- 优良的耐化学腐蚀和耐压特性
- EMC 及防爆双认证, 恶劣环境长期稳定工作
- 无活动件和消耗件, 十年设计寿命
- 2.5kV 隔离型 RS485 Modbus 通讯



仅需要 10 克试验粉尘 (MTD),  
可使 10,000 升完全清洁的流体 (0/0/0)  
的清洁度达到 ISO 19/17/14  
(该清洁度水平可能会导致故障发生)

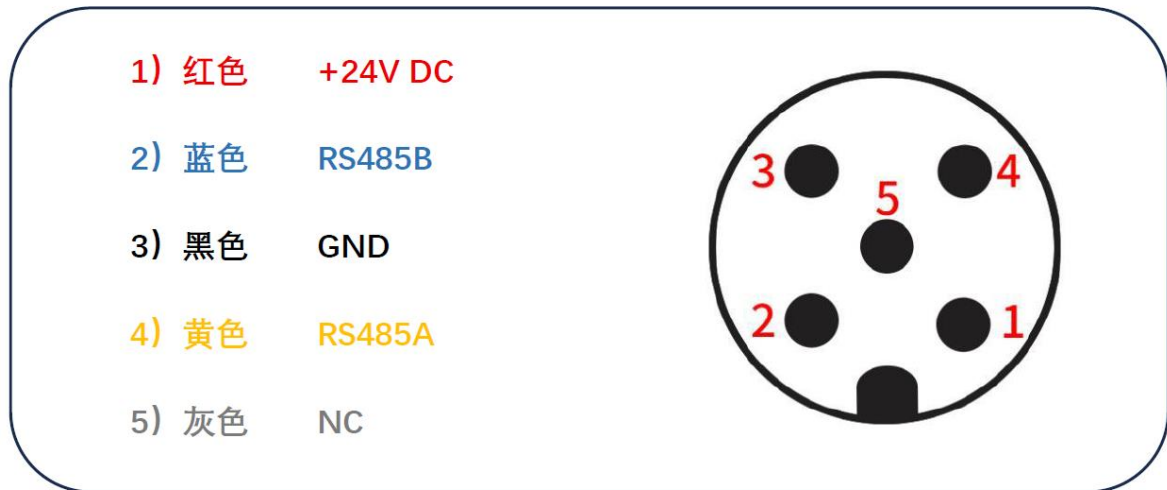


## 技术参数

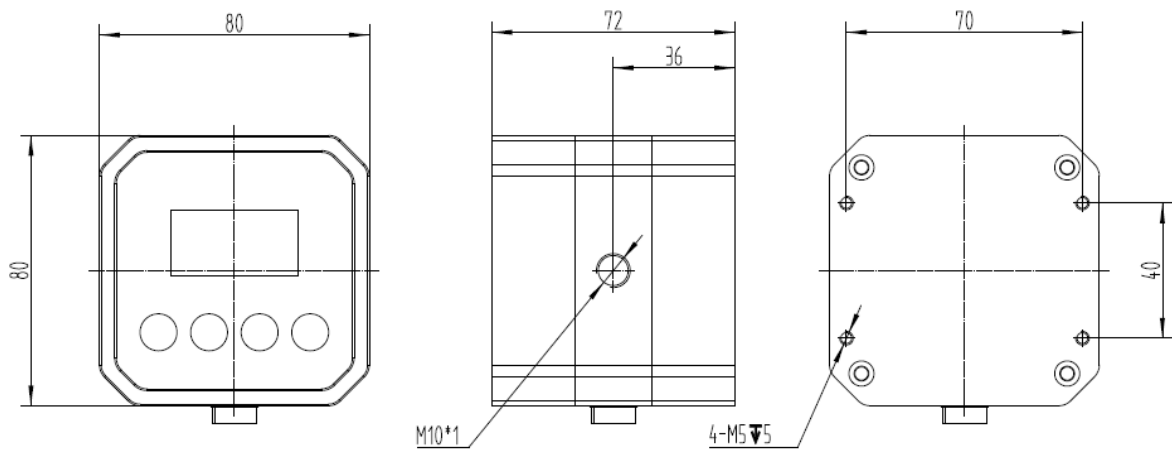
测量原理	光阻法（遮光法、Light Extinction Method）
检测元件	半导体激光器、光电转换器
检测范围	1~100 $\mu$ m（ISO 4402）， 4~70 $\mu$ m(c)（ISO 11171、GB/T18854）
检测通道（8通道）	ISO 4402: 1、2、5、10、15、25、50、100 $\mu$ m 或 ISO 11171: 4(c)、4.6(c)、6(c)、10(c)、14(c)、21(c)、38(c)、70 $\mu$ m(c)
灵敏度	ISO 4402: 1 $\mu$ m 或 ISO 11171: 4 $\mu$ m(c)
校准标准	ISO 4402 (ACFTD、GBW(E)120017)、ISO 11171 (ISO MTD、GBW(E)120083)
内置标准	ISO 4406 0...28 级
	NAS 1638 00...12 级
	GJB 420A、GJB 420B 000...12 级
	GB/T 14039 0...28 级
	SAE AS4059 000...12 级
	GOST 17216 00...17 级
检测精度	$\pm$ 0.5 污染度等级（取决于流量的稳定性）
允许流量	10~500mL/min（最优 25mL/min）
液体粘度	$\leq$ 680cSt
重合误差极限	20000 粒/mL
允许油压	0~3Mpa，瞬时峰值 5Mpa，选配减压阀可达 42Mpa
油路接口	M10 $\times$ 1.0mm 内螺纹
数字输出	RS485 Modbus RTU 隔离电压 2kV
工作电源	DC 10~28V， < 60mA@DC24V， 2W Max
适用流体	润滑油、液压油、煤油、试剂、水基等液体，磷酸酯类液体需定制
流体温度	-20 ... 85 $^{\circ}$ C
环境温度	-20 ... 60 $^{\circ}$ C
存储温度	-40 ... 85 $^{\circ}$ C
外壳材质	不锈钢（防爆款）或阳极氧化铝（工业款），聚碳酸酯
接液材质	NBR, FKM, 玻璃, 不锈钢, 铝合金
结构尺寸	80 $\times$ 80 $\times$ 72mm（长 $\times$ 宽 $\times$ 高）
重量	<800g
防护等级	IP66
连接电缆	2米5芯电缆，M12 $\times$ 1.5-5芯连接器，或M12葛兰头
电磁兼容	EN 61000, EN 61326-1, EN 61326-2, EN 61326-4
振动耐受	2g
防爆等级（可选）	Ex ib IIC T6 Gb

微量水分 (选配)	0~5000ppm (依据油样校准), 精度±10%
水活性 (选配)	0~1aw (同 0~100%RH 水分饱和度), 精度±3%
油温 (选配)	-40~85°C, 精度±0.5°C

## 接口定义(M12 母头法兰座视角)

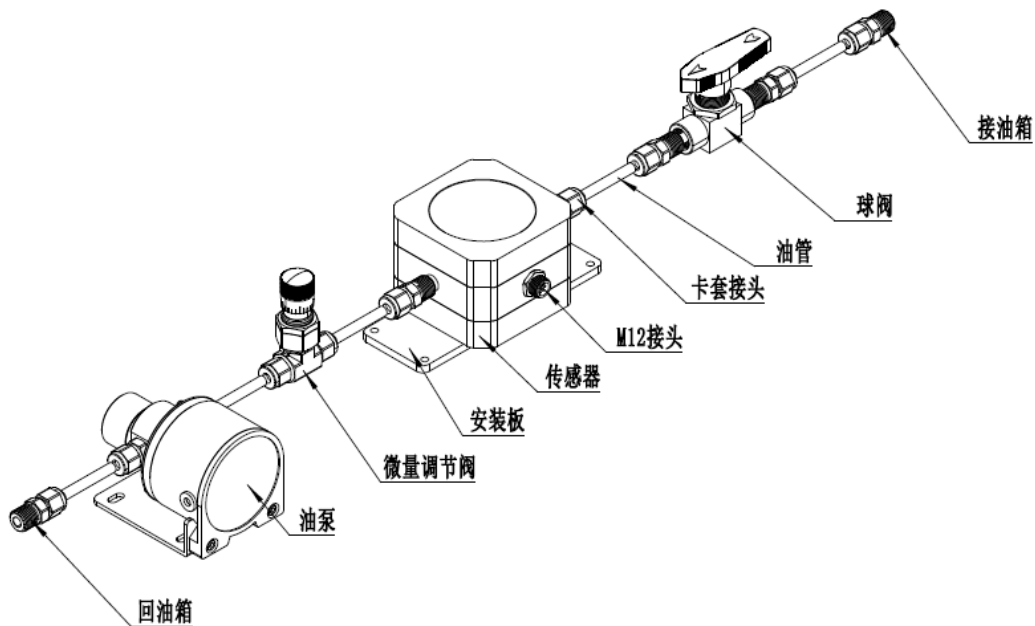


## 结构尺寸 (mm)



注意: 不锈钢款外壳 (防爆款), 铝合金阳极氧化外壳 (工业款)

## 安装示例



注意，上图仅为示意，可根据实际应用选择测量回路元件。

## 注意事项

- 1、传感器应串联安装于循环油路中，从带滤网侧接口进油。
- 2、传感器应安装于油循环回路中压力稳定的位置，压力不得超过 3Mpa。
- 3、传感器应确保通液流量稳定，建议 25ml/min，可搭配调节阀进行流量调节。
- 4、传感器应远离振动源和热源，以及变频器、电机、泵、变压器等强干扰源。
- 5、传感器进出油口尽量垂直于地面安装，保证传感器内部不积聚、残留空气。
- 6、如检测结果偏大，甚至到最大等级，可能是液体存在气泡，游离水珠等原因。
- 7、如检测结果偏小，甚至到最小等级，可能是液体没有流经传感器，或流量过小，滤网堵塞等原因。
- 8、如液体不透光，会造成无法检测，影响传感器测量。
- 9、使用一段时间，如发现数据异常，可拆卸滤网并用 90-120 石油醚清洗。



地址：深圳市宝安区航城街道 ICC 产业城 E 栋 3 层

电话：0755-86577091 传真：0755-26905171

网址：[www.inlimt.com](http://www.inlimt.com)

邮箱：[wangyc@inlimt.com](mailto:wangyc@inlimt.com)

## 污染度等级

ISO 4406:2021 Hydraulic fluid power-Fluids-Method for coding the level of contamination by solid particles

单位：每 1 毫升中的固体颗粒数量；

每毫升的颗粒数		ISO4406等级
大于	小于等于	
0.00	0.01	0
0.01	0.02	1
0.02	0.04	2
0.04	0.08	3
0.08	0.16	4
0.16	0.32	5
0.32	0.64	6
0.64	1.3	7
1.3	2.5	8
2.5	5	9
5	10	10
10	20	11
20	40	12
40	80	13
80	160	14
160	320	15
320	640	16
640	1,300	17
1,300	2,500	18
2,500	5,000	19
5,000	10,000	20
10,000	20,000	21
20,000	40,000	22
40,000	80,000	23
80,000	160,000	24
160,000	320,000	25
320,000	640,000	26
640,000	1,300,000	27
1,300,000	2,500,000	28
2,500,000		> 28

1、小于 8 时，重复性受液样中所测的实际颗粒数的影响。原始计数值应大于 20 个。

2、用的情况下，在报告可用 “\*” (表示颗粒数太多而无法计数)或 “-” (表示不需要计数)两个符号来表示代码。

如：

\* /19/14 表示油液中  $\geq 4\mu\text{m(c)}$  的颗粒数太多而无法计数

- /19/14 表示油液中  $\geq 4\mu\text{m(c)}$  的颗粒不需要计数。

ISO 4406 是一个三位数的代码，分别表示在  $\geq 4\mu\text{m(c)}$ 、 $\geq 6\mu\text{m(c)}$  及  $\geq 14\mu\text{m(c)}$  下每毫升的颗粒总数量，并以此数量与表中对比从而确定其污染等级。

例如：22/18/13

“22” 代表每毫升液体中直径  $\geq 4\mu\text{m(c)}$  的颗粒数在 20000~40000 之间 (包括 40000 在内)。

“18” 代表每毫升液体中直径  $\geq 6\mu\text{m(c)}$  的颗粒数在 1300~2500 之间 (包括 2500 在内)。

“13” 代表每毫升液体中直径  $\geq 14\mu\text{m(c)}$  的颗粒数在 40~80 之间 (包括 80 在内)。

备注： $\geq 4\mu\text{m(c)}$  的颗粒统计数据中包括了  $\geq 6\mu\text{m(c)}$  和  $\geq 14\mu\text{m(c)}$  的颗粒数据；

**NAS1638 Cleanliness Requirements of Parts Used in Hydraulic Systems**

单位：每 100 毫升中的颗粒数量

污染等级	5-15µm	15-25µm	25-50µm	50-100µm	>100µm
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1000	178	32	6	1
3	2000	350	63	11	2
4	4000	712	126	22	4
5	8000	1425	253	45	8
6	16000	2850	506	90	16
7	32000	5700	1012	180	32
8	64000	11400	2025	360	64
9	128000	22800	4050	720	128
10	256000	45600	8100	1440	256
11	512000	91200	16200	2880	512
12	1024000	182400	32400	5760	1024

上表显示每 100 毫升油液中不同范围区间的颗粒数量。例如：在 NAS6 等级下，每段规定范围内的颗粒物数量须低于表中第 6 等级下每 100 毫升油液中应包含的最大颗粒数量。

习惯上，用户会选择一个 NAS 等级输出，该 NAS1638 中的污染等级和 5 个通道中最大颗粒数对应的等级相同。

NAS1638 在实际应用和客户群体中更为常见和接受，虽然于 2001 年被 SAE AS 4059 取代。

**NAS1638 和 ISO4406 的检测结果，可以用下表进行粗略换算：**

NAS	ISO	NAS	ISO
0	12/10/7	8	19/17/14
2	13/11/8	9	20/18/15
3	14/12/9	10	21/19/16
4	15/13/10	11	22/20/17
5	16/14/11	12	23/21/18
6	17/15/12	>12	24/22/19
7	18/16/13		

**GJB420A 飞机液压系统用油液固体污染度分级**  
 单位：每 100 毫升中的颗粒数量

污染等级	颗粒尺寸范围 (/ μm)				
	>2	>5	>15	>25	>50
000	164	76	14	3	1
00	328	152	27	5	1
0	656	304	54	10	2
1	1310	609	109	20	4
2	2620	1220	217	39	7
3	5250	2430	432	76	13
4	10500	4860	864	152	26
5	21000	9730	1730	306	53
6	42000	19500	3460	612	106
7	83900	38900	6920	1220	212
8	168000	77900	13900	2450	424
9	336000	156000	27700	4900	848
10	671000	311000	55400	9800	1700
11	1340000	623000	111000	19600	3390
12	2690000	1250000	222000	39200	6780

**GJB420B-2015 航空工作液固体污染度分级**  
 单位：每 100 毫升中的颗粒数量

尺寸	A	B	C	D	E	F
污染度等级	>1 $\mu$ m	>5 $\mu$ m	>15 $\mu$ m	>25 $\mu$ m	>50 $\mu$ m	>100 $\mu$ m
	>4 $\mu$ m(c)	>6 $\mu$ m(c)	>14 $\mu$ m(c)	>21 $\mu$ m(c)	>38 $\mu$ m(c)	>70 $\mu$ m(c)
000	195	76	14	3	1	0
00	390	152	27	5	1	0
0	780	304	54	10	2	0
1	1560	609	109	20	4	1
2	3120	1220	217	39	7	1
3	6250	2430	432	76	13	2
4	12500	4860	864	152	26	4
5	25000	9730	1730	306	53	8
6	50000	19500	3460	612	106	16
7	100000	38900	6920	1220	212	32
8	200000	77900	13900	2450	424	64
9	400000	156000	27700	4900	848	128
10	800000	311000	55400	9800	1700	256
11	1600000	623000	111000	19600	3390	512
12	3200000	1250000	222000	39200	6780	1020

**GB/T14039 液压传动油液固体颗粒污染等级**  
 单位：每 1 毫升中的固体颗粒数量；

颗粒数		代码
大于	小于等于	
0.00	0.01	0
0.01	0.02	1
0.02	0.04	2
0.04	0.08	3
0.08	0.16	4
0.16	0.32	5
0.32	0.64	6
0.64	1.3	7
1.3	2.5	8
2.5	5	9
5	10	10
10	20	11
20	40	12
40	80	13
80	160	14
160	320	15
320	640	16
640	1300	17
1300	2500	18
2500	5000	19
5000	10000	20
10000	20000	21
20000	40000	22
40000	80000	23
80000	160000	24
160000	320000	25
320000	640000	26
640000	1300000	27
1300000	2500000	28
2500000		>28

**SAE AS 4059F Aerospace Fluid Power – Contamination Classification for Hydraulic Fluids**

单位：每 100 毫升中的固体颗粒数量；

ACFTD	>1um	>5um	>15um	>25um	>50um	>100um
ISO MTD	>4 um(c)	>6 um(c)	>14 um(c)	>21 um(c)	>38 um(c)	>70 um(c)
污染等级	A	B	C	D	E	F
000	195	76	14	3	1	0
00	390	152	27	5	1	0
0	780	304	54	10	2	0
1	1560	609	109	20	4	1
2	3120	1217	217	39	7	1
3	6250	2432	432	76	13	2
4	12500	4864	864	152	26	4
5	25000	9731	1731	306	53	8
6	50000	19462	3462	612	106	16
7	100000	38924	6924	1224	212	32
8	200000	77849	13849	2449	424	64
9	400000	155698	27698	4898	848	128
10	800000	311396	55396	9796	1696	256
11	1600000	622792	110792	19592	3392	512
12	3200000	1245584	221584	39184	6784	1024

举例：A6/B6/C5/D5/E4/F3

不同组件，对清洁度的要求（ISO 4406）

泵	
轴向柱塞泵	21/18/15
径向柱塞泵	21/18/15
齿轮泵	21/18/15
叶片泵	20/17/14
阀	
方向控制阀（电磁阀）	21/18/15
压力阀	21/18/15
流量控制阀	21/18/15
单向阀	21/18/15
比例阀	20/17/14
伺服阀	17/14/11
马达	
轴向柱塞马达	21/18/15
径向柱塞马达	21/18/15
齿轮马达	21/18/15
叶片马达	20/17/14
油缸	
	21/18/15

通过提升设备系统内部的流体清洁度，可以延长液压和润滑系统的使用寿命

系统类型	初始 ISO 代码	目标 ISO 代码	使用寿命延长倍数
液压	-/19/17	-/14/11	4 倍
润滑	-/21/19	-/15/12	3 倍

### 校准标准及标准物质

使用 ISO MTD (ISO Medium Test Dust, ISO 11171, 国内标准 GB/T 18854) 校准或使用扫描电镜测试的尺寸, 基于投影面积等效直径, 单位为微米, 用 $\mu\text{m}(\text{c})$ 表示,  $\mu\text{m}$  后面(c)表示经认证, 自动颗粒计数器。

ISO MTD 国外标准物质有 NIST SRM2806, 国内有 GBW(E)120082~120085。

使用 ACFTD (Air Cleaner Fine Test Dust, ISO 4402) 校准或使用光学显微镜测试的尺寸, 单位为微米 $\mu\text{m}$ ;

标准物质	ISO MTD (ISO Medium Test Dust, ISO11171)	ACFTD (Air Cleaner Fine Test Dust, ISO4402)
尺寸定义	以颗粒投影等效圆面积的直径定义颗粒尺寸	以颗粒最长弦定义颗粒尺寸
单位	$\mu\text{m}(\text{c})$	$\mu\text{m}$
测量范围	1 $\mu\text{m}$ —50 $\mu\text{m}(\text{c})$	1 $\mu\text{m}$ —100 $\mu\text{m}$
测定方法	采用库尔特多尺寸分析器的电极区分技术进行测定	采用罗勒分析器或激光衍射技术来测定每批的平均体积颗粒尺寸分布
换算	4 $\mu\text{m}(\text{c})$	2 $\mu\text{m}$
	6 $\mu\text{m}(\text{c})$	5 $\mu\text{m}$
	14 $\mu\text{m}(\text{c})$	15 $\mu\text{m}$
	21 $\mu\text{m}(\text{c})$	25 $\mu\text{m}$
	38 $\mu\text{m}(\text{c})$	50 $\mu\text{m}$
	70 $\mu\text{m}(\text{c})$	100 $\mu\text{m}$