

---

国家计量技术规范规程制修订

《生物气溶胶采样器校准规范》

实验报告

全国生物计量技术委员会

# 实验报告

## 一、实验目的

验证《生物气溶胶采样器校准规范》的适用性和可行性。

## 二、实验地点

验证实验在北京市计量检测科学研究院生态环境与能源资源研究所的实验室完成。

## 三、环境条件

实验过程中温度为(15~35)°C，相对湿度不大于85%。。

## 四、实验仪器与实验设计

在验证实验中,对北京工匠生物科技有限公司、深圳朗司医疗科技有限公司、苏州宏瑞净化科技有限公司、青岛众瑞智能仪器股份有限公司等生产的共4台生物气溶胶采样器进行了验证实验,覆盖了国内颗粒物监测领域常用的生物气溶胶采样器类型。

## 五、测量标准及其他设备

### 5.1 流量校准装置

流量范围：(1~1000) L/min, MPE: ±1.5%。

### 5.2 秒表

分度值0.01s。

### 5.3 气溶胶粒径谱仪

粒径测量范围能覆盖目标粒径,如(0.3~20)μm,粒径示值误差不超过±15%,颗粒计数效率(100±20)%。

### 5.4 颗粒物

选用有证标准物质,粒径范围能覆盖目标粒径的单分散聚苯乙烯微球,如(0.3~20) μm,  $U_r \leq 5\%(k=2)$ 。

### 5.5 颗粒物气溶胶模拟舱

该装置用于采样物理效率的检测,被检仪器所占体积不能超舱内体积的10%;整个检测过程保持舱内微正压,产生的颗粒物气溶胶浓度在一个检测周期内(如果周期<10min,则按10min考核)稳定性偏差≤5%,均匀性偏差≤5%。

### 5.6 生物气溶胶模拟舱

该装置用于生物存活率的检测，被检仪器体积与标准采样器所占体积不能超舱内体积的10%；整个检测过程保持舱内微负压，舱内温度（25±2）℃，相对湿度（50±10）%，产生的生物气溶胶浓度在一个检测周期内（如果周期<10min，则按10min考核）稳定性偏差≤5%，均匀性偏差≤5%。

### 5.7 检验用指示微生物

采用粘氏沙雷氏菌、噬菌体PhiX174、萎缩芽孢杆菌、发面酵母、嗜酸乳杆菌等有证标准物质。

### 5.8 参照标准采样器

Andersen 6级空气微生物采样器、AGI-30或Biosampler空气微生物采样器，应使用额定流量，采样流量示值误差不超过±5%，粒径为1μm时的采样物理效率不小于70%，采样生物效率不小于70%。

## 六、实验结果

### 6.1 北京工匠生物科技有限公司BCT WL-4H验证实验

根据校准规范的要求，对北京工匠生物科技有限公司BCT WL-4H进行验证实验，结果如下所示。

#### 6.1.1 流量示值误差

设定流量 L/min	流量测量值 (L/min)			平均值 L/min	示值误差 %
	1	2	3		
400.0	381.89	388.67	405.55	392.04	2.0

#### 6.1.2 流量重复性

流量 (L/min)										重复性 %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
381.89	388.67	405.55	408.48	384.45	386.29	383.90	402.25	415.27	403.16	3.1

#### 6.1.3 流量稳定性

流量 (L/min)						稳定性 %
0min	1min	2min	3min	4min	5min	
389.89	382.99	394.43	391.80	389.68	400.16	4.4

#### 6.1.4 计时误差

时间 (s)	平均值 (s)	计时误差 (s)

300.26	299.06	300.11	299.81	0.19
--------	--------	--------	--------	------

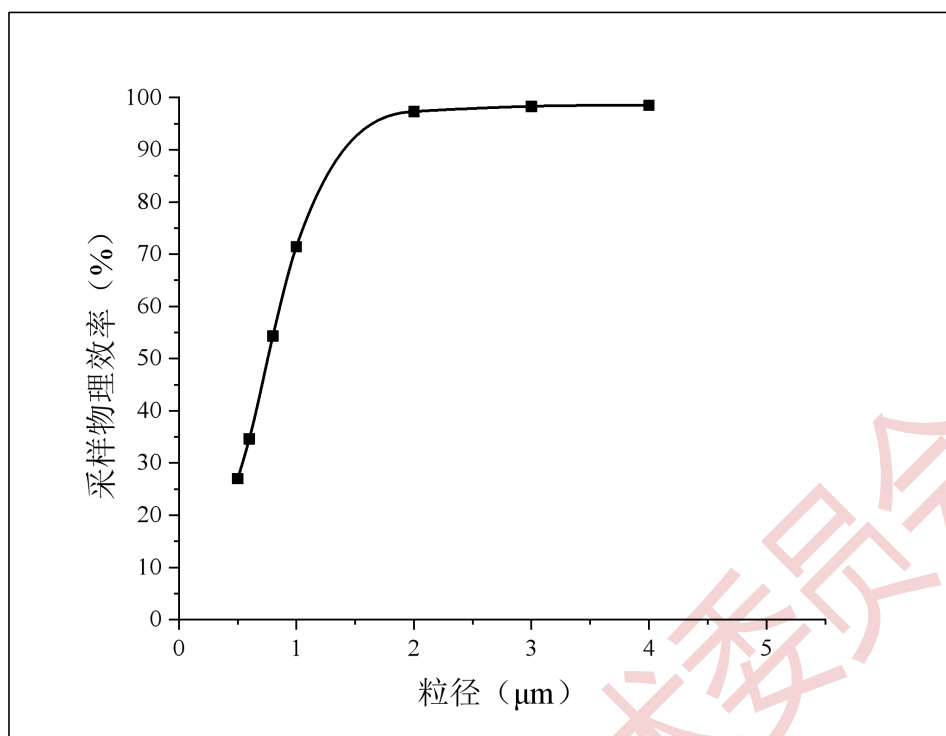
### 6.1.5 采样物理效率

粒径 $\mu\text{m}$	位置	测量浓度 (个)			采样物理效率 %
		1	2	3	
0.5	采样器上游	8196	9241	9649	27.0
	采样器下游	32	36	40	
0.6	采样器上游	23175	23381	23245	34.6
	采样器下游	8032	8046	8046	
0.8	采样器上游	12307	7849	6498	54.3
	采样器下游	5214	3501	3254	
1.0	采样器上游	11686	6683	5412	71.4
	采样器下游	3214	1868	1645	
2.0	采样器上游	7928	3983	3067	97.3
	采样器下游	211	105	84	
3.0	采样器上游	17899	17505	18408	98.3
	采样器下游	17638	17315	17955	
4.0	采样器上游	7338	6668	6447	98.5
	采样器下游	7244	6585	6318	

### 6.1.6 采样生物效率

参照采样器采集生物粒子数 $N_{ref}$				参照采样器流量 $Q_{ref}$	待测采样器采集生物粒子数 $N_{test}$				待测采样器流量 $Q_{test}$	相对采样生物效率 $S_{test-eff}$
1	2	3	平均值		1	2	3	平均值		
212	204	220	212	12.5	524	506	530	520	400	76.6%

采样物理效率曲线如下图：



## 6.2 深圳朗司医疗科技有限公司ASE-200p验证实验

根据校准规范的要求，对深圳朗司医疗科技有限公司ASE-200p进行验证实验，结果如下所示。

### 6.2.1 流量示值误差

设定流量 L/min	流量测量值 (L/min)			平均值 L/min	示值误差 %
	1	2	3		
300.0	301.2	306.8	310.9	306.3	2.1

### 6.2.2 流量重复性

流量 (L/min)										重复性 %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
307.5	309.1	291.9	302.7	307.1	306.2	309.1	308.2	292.9	303.6	2.1

### 6.2.3 流量稳定性

流量 (L/min)						稳定性 %
0min	1min	2min	3min	4min	5min	
293.2	302.1	305.2	306.2	307.2	300.4	4.6

### 6.2.4 计时误差

时间 (s)	平均值 (s)	计时误差 (s)

299.21	300.23	298.88	299.44	0.56
--------	--------	--------	--------	------

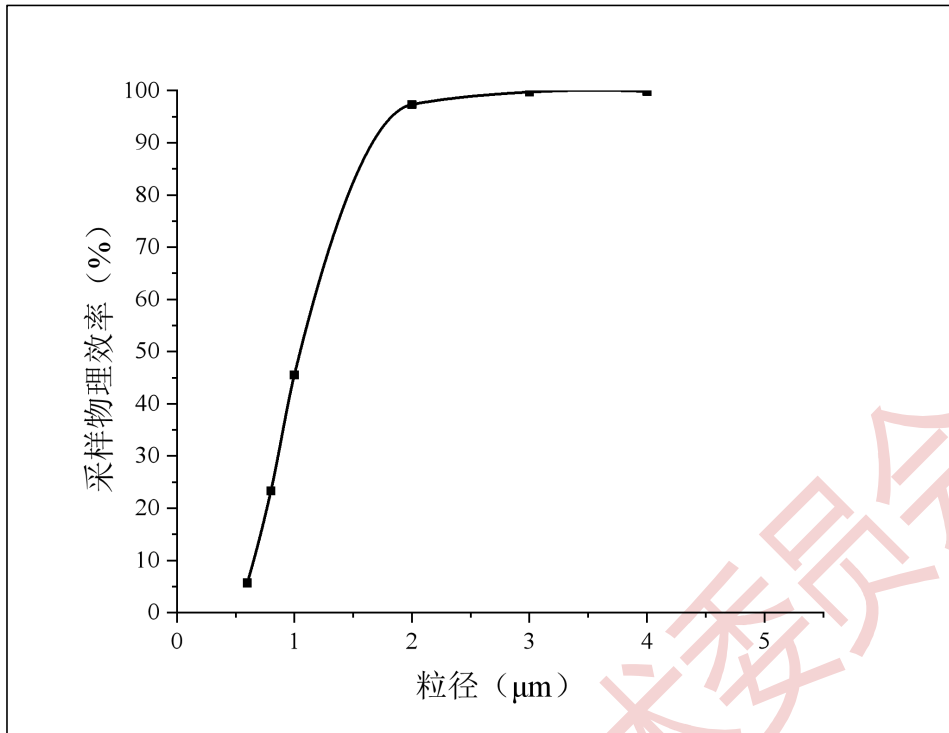
### 6.2.5 采样物理效率

粒径 $\mu\text{m}$	位置	测量浓度 (个)			采样物理效率 %
		1	2	3	
0.6	采样器上游	8943	8952	8718	5.7
	采样器下游	497	505	508	
0.8	采样器上游	9825	9293	9474	23.3
	采样器下游	2294	2212	2155	
1.0	采样器上游	8712	8648	8689	45.5
	采样器下游	3968	3872	4008	
2.0	采样器上游	14498	14075	14230	97.3
	采样器下游	14116	13614	13912	
3.0	采样器上游	16137	15927	15570	99.7
	采样器下游	16084	15891	15521	
4.0	采样器上游	9360	9377	9141	99.8
	采样器下游	9358	9354	9099	

### 6.2.6 采样生物效率

参照采样器采集生物粒子数 $N_{ref}$				参照采样器流量 $Q_{ref}$	待测采样器采集生物粒子数 $N_{test}$				待测采样器流量 $Q_{test}$	相对采样生物效率 $S_{rest-eff}$
1	2	3	平均值		1	2	3	平均值		
193	186	188	189	12.5	122	119	113	118	100	73.8%
201	194	205	200	12.5	223	242	246	237	200	74.1%
211	224	216	217	12.5	389	377	383	383	300	79.8%

采样物理效率曲线如下图：



### 6.3 苏州宏瑞净化科技有限公司FSC-V验证实验

根据校准规范的要求，对苏州宏瑞净化科技有限公司FSC-V进行验证实验，结果如下所示。

#### 6.3.1 流量示值误差

设定流量 L/min	流量测量值 (L/min)			平均值 L/min	示值误差 %
	1	2	3		
100.0	101.7	102.8	103.6	102.7	2.7

#### 6.3.2 流量重复性

流量 (L/min)										重复性 %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
103.2	99.9	103.2	101.5	98.1	104.8	104.7	103.6	102.9	102.1	2.1

#### 6.3.3 流量稳定性

流量 (L/min)						稳定性 %
0min	1min	2min	3min	4min	5min	
101.2	99.7	100.1	100.9	101.2	102.3	2.6

#### 6.3.4 计时误差

时间 (s)	平均值 (s)	计时误差 (s)

300.68	299.89	298.98	299.58	0.42
--------	--------	--------	--------	------

### 6.3.5 采样物理效率

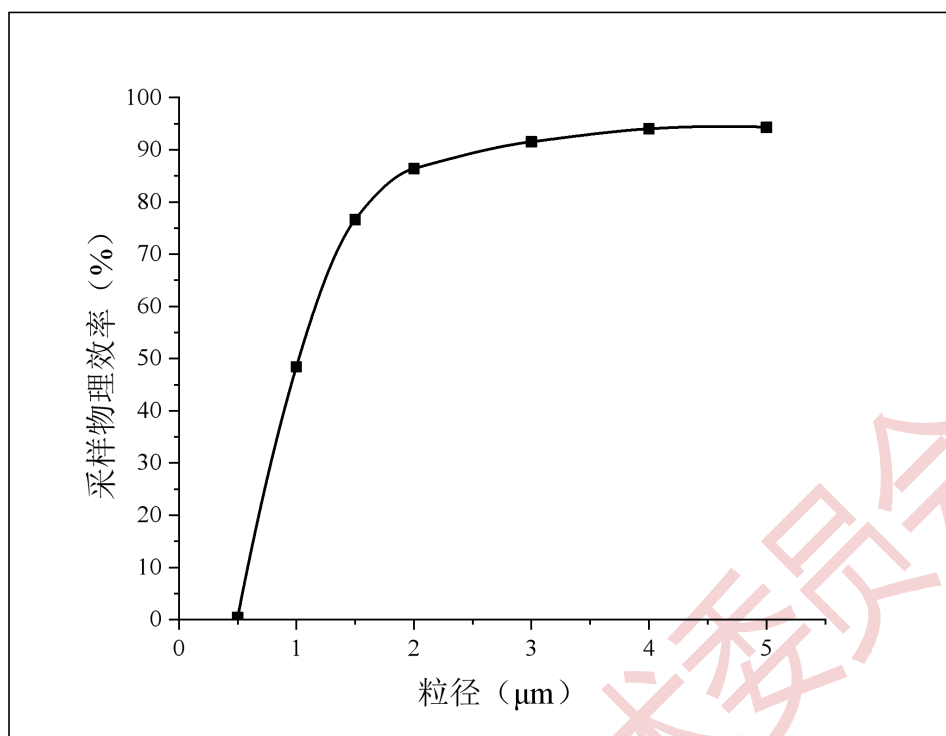
粒径 $\mu\text{m}$	位置	测量浓度 (个)			采样物理效率 %
		1	2	3	
0.5	采样器上游	8196	9241	9649	0.4
	采样器下游	32	36	40	
1.0	采样器上游	13159	15149	15888	48.4
	采样器下游	6439	7209	7733	
1.5	采样器上游	9083	10474	10894	76.6
	采样器下游	7194	7806	8297	
2.0	采样器上游	10602	11951	12185	86.4
	采样器下游	9104	10318	10602	
3.0	采样器上游	11631	11328	11551	91.5
	采样器下游	10653	10349	10559	
4.0	采样器上游	12988	12706	12803	94.0
	采样器下游	12245	11902	12048	
5.0	采样器上游	7087	7996	8126	94.3
	采样器下游	6689	7520	7671	

### 6.3.6 采样生物效率

参照采样器采集生物粒子数 $N_{ref}$				参照采样器流量 $Q_{ref}$	待测采样器采集生物粒子数 $N_{test}$				待测采样器流量 $Q_{test}$	相对采样生物效率 $S_{rest-eff}$
1	2	3	平均值		1	2	3	平均值		
180	176	199	185	12.5	111	108	121	114	100	77.0%

采样物理效率曲线如下图：





#### 6.4 青岛众瑞智能仪器股份有限公司ZR-2050A验证实验

根据校准规范的要求，对青岛众瑞智能仪器股份有限公司ZR-2050A进行验证实验，结果如下所示。

##### 6.4.1 流量示值误差

设定流量 L/min	流量测量值 (L/min)			平均值 L/min	示值误差 %
	1	2	3		
100.0	102.5	103.3	103.8	103.2	3.2

##### 6.4.2 流量重复性

流量 (L/min)										重复性 %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
103.5	103.1	97.9	102.7	103.1	102.2	102.1	103.2	97.9	103.6	2.1

##### 6.4.3 流量稳定性

流量 (L/min)						稳定性 %
0min	1min	2min	3min	4min	5min	
100.5	102.4	101.9	99.5	102.6	99.1	3.5

##### 6.4.4 计时误差

时间 (s)	平均值 (s)	计时误差 (s)

300.22	300.42	300.32	300.32	-0.32
--------	--------	--------	--------	-------

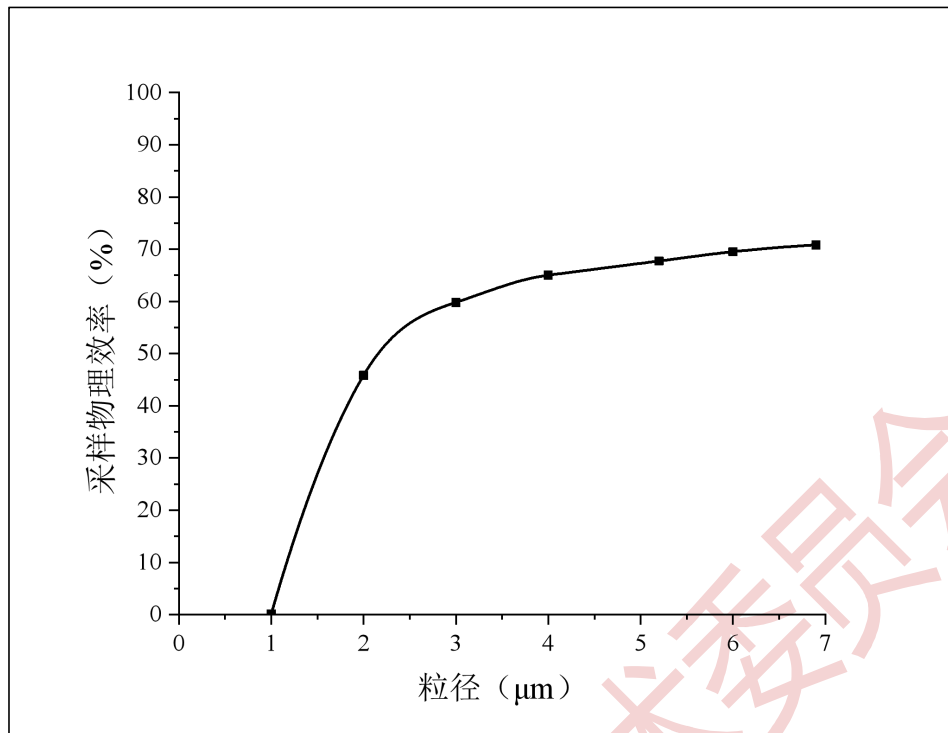
#### 6.4.5 采样物理效率

粒径 $\mu\text{m}$	位置	测量浓度 (个)			采样物理效率 %
		1	2	3	
1.0	采样器上游	11037	12004	12018	0.1
	采样器下游	8	7	7	
2.0	采样器上游	11725	11777	11650	45.8
	采样器下游	5327	5361	5428	
3.0	采样器上游	14818	14900	14901	59.8
	采样器下游	8812	8899	8968	
4.0	采样器上游	34736	38199	38047	65.0
	采样器下游	22208	25113	24868	
5.2	采样器上游	30691	31659	32521	67.7
	采样器下游	19852	21809	22651	
6.0	采样器上游	23342	25143	26148	69.5
	采样器下游	15783	17539	18636	
6.9	采样器上游	23804	25449	26470	70.8
	采样器下游	16985	17671	18934	

#### 6.4.6 采样生物效率

参照采样器采集生物粒子数 $N_{ref}$				参照采样器流量 $Q_{ref}$	待测采样器采集生物粒子数 $N_{test}$				待测采样器流量 $Q_{test}$	相对采样生物效率 $S_{rest-eff}$
1	2	3	平均值		1	2	3	平均值		
205	198	197	200	12.5	143	105	121	124	100	77.5%

采样物理效率曲线如下图：



## 七、实验结论

通过对北京工匠生物科技有限公司、深圳朗司医疗科技有限公司、苏州宏瑞净化科技有限公司、青岛众瑞智能仪器有限公司等生产的共4台生物气溶胶采样器进行验证，证明制定的《生物气溶胶采样器校准规范》能够很好的评价生物气溶胶采样器的流量示值误差、流量重复性、流量稳定性、计时误差、采样物理效率和采样生物效率等计量特性，从而实现量值传递，保证生物气溶胶采样器性能评价的准确性。