

空气洁净技术原理

KONGQI JIEJING JISHU YUANLI

许钟麟 著

同济大学出版社

空气洁净技术原理

许钟麟 著

同济大学出版社

内 容 提 要

本书为 1983 年出版的国内关于这门技术的第一本理论专著的新一版。与 1983 年版相比, 不仅反映了最新技术成果, 更突出了理论上的系统性和解决实际问题的指导作用。

本书系统地建立了洁净室理论体系, 首次提出洁净室特性指标, 均匀分布与不均匀分布特性、最小检测容量、新风处理新概念等许多新观点、新方法, 是作者 30 多年的科研成果与心得的总结。它的理论性、新颖性和系统性, 使其成为空调净化专业的技术人员、研究人员及大专院校师生的必备参考书。

全书分十六章, 系统地论述了空气洁净技术的基本原理, 内容主要包括微粒及其分布特性; 大气尘特性和我国大气尘的分布规律; 悬浮微粒的特性和在室内的运动特性; 过滤机理和过滤器的各项特性及高效过滤器的结构设计计算; 空气洁净度级别的理论基础以及它和成品率的关系; 工业洁净室和生物洁净室以及局部洁净区的作用原理、特性、计算理论和具体计算方法以及采样和检测的理论与方法。书中还提供了一些设计和测试用的数据、公式、计算方法及步骤等。每章未列有参考文献, 书末列有常用术语(中、英、日对照)和索引。

本书也可供环保、医药、食品、纺织、电子、仪表、气溶胶、精细化工、大气物理、生物工程、农业工程以及文物档案保管等专业技术人员参考。

空气洁净技术原理

许钟麟 著

出版 同济大学出版社(上海四平路 1239 号)

发行 新华书店上海发行所

印刷 上海市印刷七厂

开本: 787×1092 1/16 印张: 35 字数: 896 千字

1998 年 4 月第 1 版 1998 年 4 月第 1 次印刷 印数: 1-5000

ISBN 7-5608-1817-X/Q·5

定价: 69.00 元

序

诞生于 60 年代初的我国空气洁净技术，在这 14 年间获得了很大的发展。不仅军工、高新技术必需这门技术，而且在环保、医疗、制药、食品、纺织、农业等行业中也得到广泛应用，特别是近几年在我国集成电路生产、特殊疾病的手术和治疗护理以及制药行业推行质量管理标准（GMP）方面发挥了重要作用，确确实实已成为我国生产活动和科学实验现代化的标志之一。从而促使更多的人需要了解和掌握空气洁净技术及其原理。

1983 年，中国建筑工业出版社出版了拙著《空气洁净技术原理》，该书出版后受到各方面读者的厚爱，直到最近索要此书的信函、电话还很多，甚至出国学习、工作的人士也辗转托人代为索取。由于当时印行的一万册书早已售完而无法满足他们的要求，至感遗憾，总感到对热心的读者和同行欠缺了点什么。当然，从另一个角度来说，这无疑也是对作者的莫大鼓励。

于是，三年以前，作者在好友——同济大学出版社副社长吴味隆教授的建议、联系和鼓励下，决定重写这样一本书。为了方便读者，仍用《空气洁净技术原理》的书名，新写、改写和补充都在原框架中进行。现在这本书，除了三章基本保留 1983 年版的原样外，其余各章或新写或大部分重写、补充，并使章数由原来的 13 章增至 16 章，字数则由 50 万字增至 90 万字。

具体地说，本书内容是这样安排的：

第一章、第二章和第六章是关于空气洁净技术的处理对象——微粒的知识，它是这门技术最重要基础之一。第一章关于微粒分布的特性虽然是统计分布知识的应用，但紧密结合空气洁净技术，自成体系。第二章讲大气尘，是对处理对象的进一步深入了解，除了提供比较多的基础知识以外，着重介绍关于我国大气尘的分布规律，计算公式，在双对数纸上呈直线性分布的验证，影响其浓度和分布的因素等成果。第六章则介绍微粒在室内的运动特性，是研究室内污染控制所不可缺少的内容。

第三章至第五章是关于处理微粒的知识，即过滤机理和过滤器的原理。关于微粒的过滤理论头绪纷繁，诸说并存，而本章力求从这纷繁的头绪中深入浅出地理出一个比较清晰的系统。第四章则具体地论述了过滤器和滤料的参数和特性。第五章专门运用前两章的原理，详细介绍了高效过滤器最佳结构设计理论。

第七章至第九章是关于运用过滤器等基本手段构成控制微粒的环境——洁净室的原理。第七章关于洁净环境的空气洁净度级别，阐述了对构成空气洁净度级别的诸因素的认识及其理论基础、计算方法，给出了探求产品合格率、成品率和洁净度之间关系的理论方法。第八章则主要是关于洁净室具体原理的系统总结，形成比较清晰的体系，特别是对乱流、单向流和辐流洁净室的作用原理，单向流洁净室的特性指标，压差控制原理与人、物净的关系，新风处理理论，全顶棚送风两侧下回风洁净室的特性等提出了新概念。第九章

是专门关于生物洁净室的原理。

第十章至第十四章完全是关于洁净室和局部洁净区的具体计算理论、方法和特性的研究成果。

第十五、十六章是关于采样理论和检测理论的内容，并介绍了具体的步骤、做法和评定原则。

作者在重写本书时，尽可能遵循理论性、系统性和新颖性三个原则。即一切问题围绕“原理”这个核心去展开，对从实践中提出的问题都在阐述了原理后给出充分的理论分析；力求在读者面前系统地展现出空气洁净技术的体系，特别是完整的洁净室原理体系，而不是个别领域知识的简单堆积；力求尽可能多地反映最新的成果，直到最新的科技信息，最新的国家统计数据，最新的国际标准内容。当然，限于个人水平，动机和效果不一定都能取得较好地一致，不妥之处，还望读者指正。

对于本书的此次出版，除了衷心感谢我的挚友吴味隆教授的关心帮助外，还要感谢中国建筑工业出版社原副总编吴文侯编审和姚荣华副编审给予的支持和方便。本书的出版，如果能对从事有关空气洁净技术工作的读者有所帮助的话，作者就十分欣慰了。”

许钟麟

1997年3月16日于北京

目 录

第一章 微粒及其分布特性	(1)
1-1 微粒的分类	(3)
1-1-1 按微粒的形成方式分类 1-1-2 按微粒的来源分类 1-1-3 按微粒的大小 分类 1-1-4 微粒的通俗分类	
1-2 微粒大小的量度	(4)
1-2-1 粒径 1-2-2 平均粒径	
1-3 微粒的统计分布	(10)
1-3-1 粒径分布曲线 1-3-2 按粒径的正态分布和对数正态分布 1-3-3 在双对 数纸上的粒径分布 1-3-4 按密度的分布	
1-4 微粒大小的集中度	(27)
1-5 对数正态分布的应用	(29)
1-5-1 集中度的确定 1-5-2 平均粒径的计算 1-5-3 粒径分布的几种关系	
1-6 粒数统计量	(32)
参考文献	(34)
第二章 室外空气中的悬浮微粒——大气尘	(35)
2-1 大气尘的概念	(37)
2-2 大气尘的发生源	(37)
2-2-1 自然发生源和人为发生源 2-2-2 大气尘的发生量	
2-3 大气尘的组成	(41)
2-3-1 无机性非金属微粒 2-3-2 金属微粒 2-3-3 有机性微粒 2-3-4 有生 命微粒 2-3-5 大气尘的一般组成	
2-4 大气尘的浓度	(51)
2-4-1 浓度表示方法 2-4-2 大气尘浓度的自然基础值 2-4-3 计重浓度 2-4-4 计数浓度 2-4-5 计数浓度和计重浓度的对比	
2-5 大气尘的粒径分布	(61)
2-5-1 全粒径分布 2-5-2 在双对数纸上的分布 2-5-3 在垂直高度上的分布	
2-6 影响大气尘浓度和分布的因素	(69)
2-6-1 风的影响 2-6-2 湿度的影响 2-6-3 绿化的影响	

2-7 大气微生物的分布	(77)
2-7-1 浓度分布 2-7-2 粒径分布	
参考文献	(80)

第三章 对微粒的过滤机理

3-1 过滤分离	(85)
3-2 过滤器中的基本过滤过程	(87)
3-3 纤维过滤器的过滤机理	(87)
3-3-1 拦截 (或称接触、钩住) 效应 3-3-2 惯性效应 3-3-3 扩散效应	
3-3-4 重力效应 3-3-5 静电效应	
3-4 计算纤维过滤器效率的步骤	(91)
3-5 孤立单根纤维对微粒的捕集效率——孤立圆柱法	(92)
3-5-1 拦截捕集效率 3-5-2 惯性捕集效率 3-5-3 扩散捕集效率 3-5-4 重力捕集效率 3-5-5 静电捕集效率 3-5-6 孤立单根纤维对微粒的总捕集效率	
3-6 过滤器内单根纤维对微粒的捕集效率——纤维干涉的影响和修正方法	(98)
3-6-1 有效半径法 3-6-2 结构不均匀系数法 3-6-3 实验系数法 3-6-4 半经验公式法	
3-7 计算纤维过滤器总效率的对数穿透定律	(101)
3-7-1 对数穿透定律 3-7-2 对数穿透定律的适用性	
3-8 影响纤维过滤器效率的因素	(105)
3-8-1 微粒尺寸的影响 3-8-2 微粒种类的影响 3-8-3 微粒形状的影响	
3-8-4 纤维粗细和断面形状的影响 3-8-5 过滤速度的影响 3-8-6 纤维填充率的影响 3-8-7 气流温度的影响 3-8-8 气流湿度的影响 3-8-9 气流压力的影响 3-8-10 容尘量的影响	
3-9 毛细管模型概说	(116)
3-10 颗粒过滤器的效率	(122)
参考文献	(123)

第四章 空气过滤器的特性

4-1 空气净化系统中过滤器的作用和分类	(127)
4-2 过滤器的特性指标	(128)
4-3 面速和滤速	(128)
4-4 效率	(129)
4-4-1 效率 4-4-2 穿透率 4-4-3 净化系数	
4-5 阻力	(130)
4-5-1 滤料阻力 4-5-2 过滤器全阻力	
4-6 容尘量	(137)
4-7 过滤器的设计效率	(138)
4-8 过滤器的串联效率	(142)

4-8-1 高效过滤器串联效率	4-8-2 中效过滤器串联效率	
4-9 使用期限		(144)
4-9-1 过滤器寿命	4-9-2 寿命和运行风量的关系	
4-10 计重效率的估算		(148)
4-11 滤纸过滤器		(149)
4-11-1 折叠形滤纸过滤器	4-11-2 管形滤纸过滤器	4-11-3 滤纸过滤器所用的滤纸
4-11-4 滤纸的一般特性	4-11-5 滤纸过滤器的发展	
4-12 纤维层过滤器		(163)
4-13 发泡材料过滤器		(166)
4-14 静电自净器		(168)
4-14-1 静电自净器的用途	4-14-2 静电自净器的工作原理	4-14-3 静电自净器的结构
4-14-4 静电自净器的效率	4-14-5 二次电离式静电自净器	
参考文献		(175)
第五章 高效过滤器的结构设计		(177)
5-1 高效过滤器气道内的流动状态		(179)
5-2 高效过滤器的全阻力		(180)
5-2-1 滤料阻力 ΔP_1	5-2-2 气道摩擦阻力 ΔP_2	5-2-3 进出口阻力 C
5-3 最佳波峰高度		(184)
5-4 最佳深度		(185)
5-5 波峰角		(188)
5-6 无分隔板过滤器的结构参数		(189)
5-7 管形过滤器的计算		(192)
参考文献		(194)
第六章 室内微粒的运动		(195)
6-1 作用在微粒上的力		(197)
6-2 微粒的重力沉降		(197)
6-3 微粒在惯性力作用下的运动		(201)
6-4 微粒的扩散运动		(202)
6-5 微粒在表面上的沉积		(202)
6-5-1 微粒在无送风室内垂直表面的扩散沉积	6-5-2 微粒在无送风室内底(平)面上的沉积	6-5-3 微粒在送风室内平面上的沉积
6-6 气流对微粒运动的影响		(208)
6-6-1 影响室内微粒分布的因素	6-6-2 微粒的迁移	6-6-3 热对流气流的影响
6-6-4 人走动的二次气流影响		
6-7 气流中微粒的凝并		(217)
6-8 平行气流中点源的污染包络线		(218)
6-8-1 点源污染包络线	6-8-2 污染源的实际微粒分布	6-8-3 污染包络线的计算

参考文献	(227)
第七章 空气洁净度级别	(229)
7-1 空气洁净度标准 (级别) 的沿革	(231)
7-2 空气洁净度级别的数学表达式	(235)
7-3 表示空气洁净度级别的平行线	(237)
7-4 空气洁净度所要控制的对象	(239)
7-4-1 控制的最小粒径 7-4-2 控制的微粒数量	
7-5 被控制的含尘浓度的具体条件	(241)
7-6 由成品率确定空气洁净度的理论方法	(242)
7-6-1 空气洁净度和单道工序合格率的关系 7-6-2 多道工序的成品率	
参考文献	(246)
第八章 洁净室原理	(247)
8-1 控制污染的途径	(249)
8-2 气流的状态	(249)
8-2-1 几种基本流动状态 8-2-2 紊流过程的物理状态	
8-3 乱流洁净室原理	(252)
8-3-1 乱流洁净室原理 8-3-2 乱流洁净室的风口 8-3-3 乱流洁净室的效果	
8-4 单向流洁净室原理	(255)
8-4-1 单向流洁净室的分类 8-4-2 单向流洁净室原理	
8-5 单向流洁净室的三项特性指标	(262)
8-5-1 流线平行度 8-5-2 乱流度 8-5-3 下限风速	
8-6 辐流洁净室原理	(273)
8-6-1 辐流洁净室的形式 8-6-2 辐流洁净室原理	
8-7 洁净室的压力	(275)
8-7-1 静压差的物理意义 8-7-2 静压差的作用 8-7-3 洁净室与邻室间防止缝 隙渗透的静压差的确定 8-7-4 洁净室与室外 (或与室外相通的空间) 之间防止缝 隙渗透的静压差的确定 8-7-5 乱流洁净室防止开门时进入气流污染的静压差的 确定 8-7-6 单向流洁净室防止开门时进入气流污染的静压差的确定 8-7-7 建议采 用的压差	
8-8 入室的缓冲与隔离	(280)
8-8-1 缓冲室和气闸室 8-8-2 空气吹淋室	
8-9 全顶棚送风、两侧下回风洁净室的特性	(288)
8-9-1 线汇模型 8-9-2 流场的特点 8-9-3 允许室宽	
参考文献	(300)
第九章 生物洁净室原理	(301)
9-1 生物洁净室的应用	(303)

9-2	微生物的主要特性	(305)
9-3	微生物的污染途径	(310)
9-4	生物微粒的等价直径	(311)
9-5	生物微粒的标准	(313)
	9-5-1 微生物的尺度 9-5-2 浮游细菌数量和标准 9-5-3 沉降细菌数量和标准	
9-6	沉降菌和浮游菌的关系	(317)
	9-6-1 奥梅梁斯基公式的证明 9-6-2 沉降量公式的修正	
9-7	过滤除菌	(321)
	9-7-1 高效过滤器对微生物的过滤效率 9-7-2 细菌对滤材的穿透 9-7-3 微生物在滤材上的繁殖	
9-8	消毒灭菌	(323)
	9-8-1 概念 9-8-2 主要消毒灭菌方法 9-8-3 紫外线消毒灭菌	
9-9	一般生物洁净室	(331)
	9-9-1 形式 9-9-2 风速 9-9-3 局部气流问题	
9-10	隔离式生物洁净室	(334)
	9-10-1 标准 9-10-2 隔离方式 9-10-3 生物安全柜	
	参考文献	(339)
第十章	洁净室均匀分布计算理论	(341)
10-1	洁净室三级过滤系统	(343)
10-2	乱流洁净室含尘浓度瞬时式	(344)
10-3	乱流洁净室含尘浓度稳定式	(346)
	10-3-1 单室的稳定式 10-3-2 多室的稳定式	
10-4	有局部净化设备时的含尘浓度稳定式	(349)
10-5	瞬时式和稳定式的物理意义	(350)
10-6	乱流洁净室其他计算方法	(351)
10-7	单向流洁净室含尘浓度计算法	(352)
10-8	乱流洁净室自净时间和污染时间的计算	(353)
	10-8-1 概念 10-8-2 自净时间的计算 10-8-3 发尘污染时间的计算	
10-9	单向流洁净室的自净时间	(358)
	参考文献	(360)
第十一章	洁净室不均匀分布计算理论	(361)
11-1	不均匀分布的影响	(363)
11-2	三区不均匀分布模型	(365)
11-3	三区不均匀分布的数学模型	(367)
11-4	$N-n$ 通式的物理意义	(369)
11-5	不均匀分布计算和均匀分布计算对比	(370)
	参考文献	(370)

第十二章 洁净室特性	(371)
12-1 静态特性	(373)
12-2 动态特性	(378)
12-3 不均匀分布特性曲线	(381)
12-4 浓度场的不均匀性	(386)
12-4-1 主流区和回风口区浓度之比	12-4-2 涡流区和主流区浓度之比
12-4-3 涡流区和回风口区浓度之比	12-4-4 不均匀分布和均匀分布浓度之比
12-5 新风尘浓负荷特性	(389)
12-5-1 新风三级过滤的技术效果	12-5-2 新风尘浓负荷比
12-5-3 新风尘浓负荷比与部件寿命的关系	
参考文献	(394)
第十三章 洁净室的设计计算	(395)
13-1 室内外计算参数的确定	(397)
13-1-1 大气尘浓度	13-1-2 室内单位容积发尘量
13-1-3 新风比	
13-2 高效空气净化系统计算	(404)
13-2-1 N 的计算	13-2-2 n 的计算
13-2-3 ψ 的计算	13-2-4 三种设计计算原则
13-2-5 例题	
13-3 中效空气净化系统计算	(413)
13-4 有局部净化设备场合的计算	(415)
13-4-1 既有集中式空调系统又有专用空调机的机房	13-4-2 只靠专用空调机加新风处理的机房
参考文献	(417)
第十四章 局部洁净区	(419)
14-1 主流区概念的应用	(421)
14-2 部分围挡壁式洁净区	(426)
14-3 气幕洁净棚	(427)
14-3-1 应用	14-3-2 空气幕的隔离作用
14-3-3 气幕洁净棚隔离效果的理论分析	14-3-4 气幕洁净棚的性能
14-4 围帘洁净棚	(436)
14-4-1 应用	14-4-2 净化效果的理论分析
14-4-3 实验效果	
14-5 洁净隧道用层流罩	(442)
14-5-1 抗污染干扰的要求	14-5-2 操作面上辅助送风的作用
参考文献	(444)
第十五章 采样理论	(445)
15-1 采样系统	(447)
15-2 等速采样	(452)

15-2-1 在有速度气流中采样	15-2-2 在静止空气中采样	15-2-3 采样口直径 计算	
15-3 采样管中微粒的损失			(458)
15-3-1 采样管中的扩散沉积损失	15-3-2 采样管中的沉降沉积损失	15-3-3 采 样管中的碰撞损失	
15-3-4 采样管中的凝并损失	15-3-5 与实验对比	15-3-6 综合结论	
15-4 最小检测容量			(471)
15-4-1 问题的提出	15-4-2 非 0 检验原则	15-4-3 最小总粒子数原则	
15-4-4 浮游菌最小采样量			
15-5 最小沉降面积			(478)
参考文献			(479)
第十六章 测定和评价			(481)
16-1 微粒浓度的测定			(483)
16-1-1 计重浓度法	16-1-2 计数浓度法——滤膜显微镜计数法	16-1-3 计数 浓度法——光散射式粒子计数器计数法	
16-1-4 其他计数浓度法	16-1-5 相对浓 度法	16-1-6 生物微粒测定法	
16-2 过滤器的测定			(499)
16-2-1 测定范围	16-2-2 过滤器效率的测定	16-2-3 过滤器容尘量的测定	
16-3 检漏			(513)
16-3-1 高效过滤器的检漏	16-3-2 隔离式生物洁净装置的检漏		
16-4 洁净室的测定			(516)
16-4-1 洁净室测定的种类	16-4-2 洁净室的测定状态	16-4-3 必要测点数	
16-4-4 连续采样方法	16-4-5 影响测定结果的因素		
16-5 洁净度级别的评定			(525)
16-5-1 洁净度级别的评定标准	16-5-2 动静比	16-5-3 大气尘浓度的修正	
参考文献			(531)
常用术语 (中、英、日对照)			(533)
索引			(539)

第一章

微粒及其分布特性

空气洁净技术的目的，就是要极大程度地将空气介质中的悬浮微粒除掉。含有分散相——悬浮微粒的空气介质是一种分散体系，被称为气溶胶。

具体地说，根据国际标准化组织 ISO 的定义^[1]，气溶胶“系指沉降速度可以忽略的固体粒子、液体粒子或固体和液体粒子在气体介质中的悬浮体”。

气溶胶的微粒在空气中如何运动和分布，是空气洁净技术的重要基础。为了叙述方便，先介绍微粒及其分布特性，其他章节再说明微粒在室内的运动。

1-1 微粒的分类

1-1-1 按微粒的形成方式分类

(1) 分散性微粒 固体或液体在分裂、破碎、气流、振荡等作用下变成悬浮状态而形成。其中固态分散性微粒是形状完全不规则的粒子，或是由集结不紧、凝并松散的粒子组合而又形成球形的粒子。

(2) 凝集性微粒 通过燃烧、升华和蒸气凝结以及气体反应而形成。其中固态凝集性微粒，一般是由数目很多的有着规则结晶形状或者球状的原生粒子结成的松散集合体组成；液态凝集性微粒是比液态分散性微粒小得多、多分散性也小的粒子。

1-1-2 按微粒的来源分类

(1) 无机性微粒 例如金属尘粒、矿物尘粒和建材尘粒等。

(2) 有机性微粒 例如植物纤维，动物毛、发、角质、皮屑，化学染料和塑料等。

(3) 有生命微粒 例如单细胞藻类、菌类、原生动物、细菌和病毒等。

1-1-3 按微粒的大小分类

气溶胶的微粒的范围从 10^{-7} cm 到 10^{-1} cm，在这么宽的范围内，随着微粒大小的变化，它的物理性质和规律都将发生变化。

(1) 可见微粒 肉眼可见，微粒直径大于 $10\mu\text{m}$ 。

(2) 显微微粒 在普通显微镜下可以看见，微粒直径为 $0.25\sim 10\mu\text{m}$ 。

(3) 超显微微粒 在超显微镜或电子显微镜下可以看见，微粒直径小于 $0.25\mu\text{m}$ 。

1-1-4 微粒的通俗分类

在气溶胶的技术领域中，经常采用如“灰尘”“烟”“雾”等术语，空气洁净技术中的一些名词概念也常涉及这些术语，（如空气含“尘”浓度，油“雾”仪等等）这就是对微粒的通俗分类。

(1) 灰尘 包括所有固态分散性微粒。这类微粒在空气中的运动受到重力、扩散等多

种因素的作用，是空气洁净技术接触最多的一种微粒，也称为粉尘。

(2) 烟 包括所有固态凝集性微粒，以及液态粒子和固态粒子因凝集作用而产生的微粒，还有从液态粒子过渡到结晶态粒子而产生的微粒。

根据 ISO 的定义，具体说明烟“通常系指由冶金过程形成的固体粒子的气溶胶。它是由熔融物质挥发后生成的气态物质的气凝物，在生成过程中总是伴有诸如氧化之类的化学反应”。一般情况下，烟的微粒大小远在 $0.5\mu\text{m}$ 以下（如香烟的烟，木材的烟，油烟，煤烟等），在空气中主要呈布朗运动，有相当强的扩散能力，在静止空气中很难沉降。在空气洁净技术中常用发烟剂的烟流来检查空气过滤器有无渗漏。

(3) 雾 包括所有液态分散性微粒和液态凝集性微粒。

根据 ISO 定义，雾概括为“系属于气体中液滴的悬浮体的总称。在气象中指造成的能见度小于 1km 的水滴的悬浮体。”微粒大小因生成状态而异，介于 $0.1\sim 10\mu\text{m}$ 之间。其运动性质主要受斯托克斯定律支配。例如从 SO_2 气体产生的硫酸雾，因加热和压缩空气的作用产生的油雾，就都是这种微粒，后者可作为试验空气过滤器的标准尘源。

(4) 烟雾 包括液态和固态，既含有分散性微粒又含有凝集性微粒。微粒大小从十分之几微米到几十微米，例如工业区空气中由煤粉尘、二氧化硫、一氧化碳和水蒸汽所形成的结合体（典型的如伦敦雾就是烟与雾的混合物，还有钢铁厂产生的氧化铁烟雾）就是这种烟雾型微粒。但是根据 ISO 的定义，则烟雾“通常系指由燃烧产生的能见气溶胶”，“不包括水蒸汽”，说明和雾略有差异。

图 1-1 给出了气溶胶微粒的大小和范围。

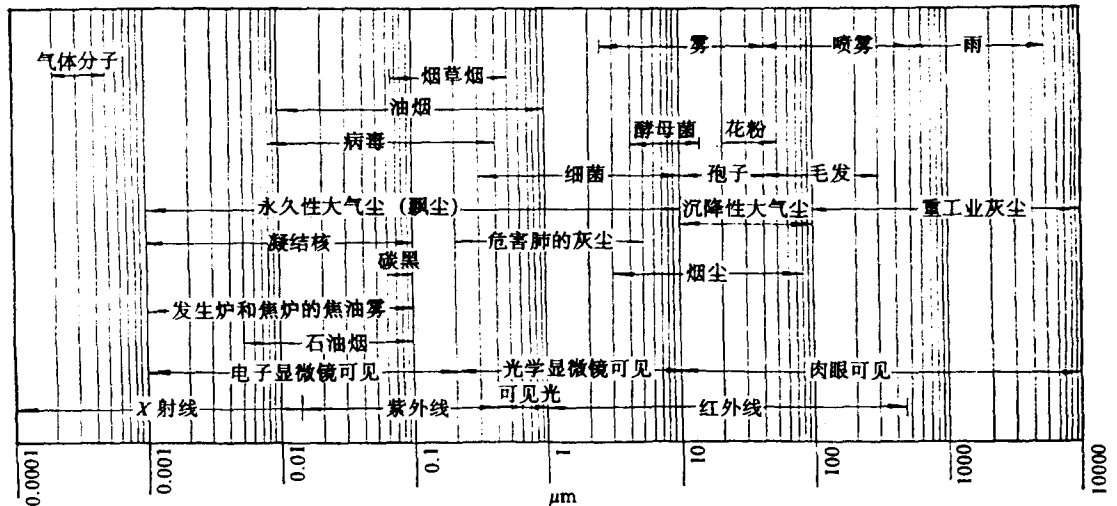


图 1-1 微粒的大小和范围

1-2 微粒大小的量度

1-2-1 粒径

微粒的大小通常以粒径表示。但是微粒特别是灰尘粒子并不都具有球形、立方形等规则的几何外形，因此，通常所称微粒的“粒径”，并不是指真正球体的直径。在气溶胶及空气洁净技术中，“粒径”的意义通常是指通过微粒内部的某个长度因次，而并不含有规则几何形状的意义。在分析微粒大小的时候，“粒径”就是指的这种含意。

具体地说，粒径可分为两大类，一类是按微粒几何性质直接进行测定和定义的，如显微镜法确定的粒径。

例如，在灰尘采样以后，用普通光学显微镜来观测时，使灰尘标本向一个方向移动通过标尺，此时微粒投影通过测微标尺时，为标尺刻度线所切的两端的长度就代表粒径。顺序地、无选择地逐粒进行量测，遇尘粒的长径则测其长径，遇短径则测其短径（如图 1-2 所示）。这里的长径和短径叫做定方向切线径，也称随遇直径，当被测微粒足够多时，结果能正确反映样本尘粒的平均断面。这样，对测定比较方便。但是也有规定只取投影最大线距为微粒直径的，例如美国早年关于洁净室的几个标准就是如此。显然，这就必须在测定时旋转测微尺，而且也不可能精确确定最大线距位置，所以日本的“洁净室中悬浮微粒测定法”（工业标准 JIS）就说明不必旋转测微尺，而只要估测投影最大径，并认为引起的误差很小。对于正方体也有采用对角线为其粒径的，那就要以 $\sqrt{3}$ 乘以边长；如投影为矩形，可以取长短边之平均值，也可以仍以短边为准，换算成对角线为粒径，下面讲到氯化钠微粒，因其晶体投影一般为方形，即用对角线法确定粒径。

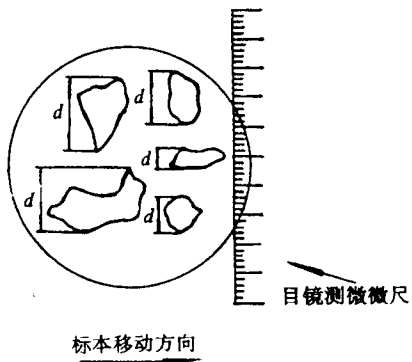


图 1-2 确定粒径的一种方法

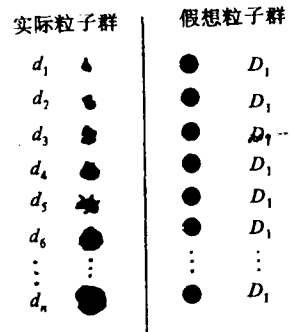


图 1-3 假想的粒子群和平均粒径

另一类是按微粒某种物理性质间接进行测定和定义的，如沉降法、光电法确定的粒径，这实际上是一种当量直径或等价直径。即使在此直径下，作为参照微粒的某物理性质、物理量，相当于（等价于，等效于）该群微粒的某物理性质、物理量。

例如，用光散射式粒子计数器测定时，“粒径”是指将所测微粒与标准粒子（如聚苯乙烯小球）作散射光强度的等效比较，而得到的综合效果，代表着某一个几何尺寸的范围。还可以测出微粒沉降速度，按第六章所述斯托克斯定律求出沉降速度与所测速度相等的球体直径，称为沉降直径，一般小于其他直径。西德标准 VDI-2083 就定义粒径为与测量方法有关的当量直径，美国联邦标准 209C 至 209E 则说明可以用微粒的最大视在线性长度，也可以用自动仪器测量到的当量直径来表示粒径。

1-2-2 平均粒径