

912466

工业通风 与除尘

常华编



3
空工业出版社

3计

书

图书馆

订本

品除外

字图书

关技

合甲方以相应赔偿

本

5663

904

912400

工业通风与除尘

常 华 编

航空工业出版社

1989

管

送厚

nm)

5.0

8.0

内 容 提 要

本书根据高校安全工程专业教学大纲的要求编写，并按通风除尘系统的“四大块”——排尘罩、除尘器、通风管道和通风机的次序进行论述，对每“块”的原理、结构型式、设计计算及其选择等都作了较为详细的介绍。它综合了国内外同类教材的特点，注重了基础理论部分的论述，力求做到理论联系实际。

本教材可作为高校安全工程、环境工程、卫生工程等专业的教材，也可作为安全技术干部的培训教材，或供安全技术工作人员参考。

工 业 通 风 与 除 尘

常 华 编

航空工业出版社出版发行
(北京市和平里小关东里14号)
— 邮政编码：100013—
全国各地新华书店经销
沈阳航空工业学院印刷厂印刷

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷
开本：787×1092 1/16 印张：16.625
印数：0001—1500册 字数：394千字

ISBN 7-80046-134-3/TB·003

定价：3.40元

前 言

根据1987年3月原航空工业部教材编委会的有关专业小组教材选题讨论会精神以及航空工业部安全工程专业教学大纲的要求,编写了《工业通风与除尘》。本书对通风除尘系统作了全面论述。书中以工业通风除尘为重点,对其他除尘措施以及与通风有关的一些问题(如工艺上防尘措施、建筑上防尘措施、空气平衡、热平衡等)也作了适当介绍。

东北工学院采矿系教授王金波对全书进行了审稿并给予充分肯定。

本教材在编写过程中曾得到原航空工业部生产调度局技安处张振昌处长、部教材编审室刘述尧教授、航空工业出版社李德英主任、沈阳航空工业学院赵春伟工程师等大力支持和帮助,为此深表感谢。

全书在编写中,力求内容准确,语言精炼,理论联系实际,并注意反映通风除尘工程上的实际水平。但由于编者水平所限,难免有不妥之处,恳请专家、同行、读者批评指正。

编者

1989年2月

10167

目 录

绪 论

- § 0.1 《工业通风与除尘》研究对象.....(1)
- § 0.2 通风方法的分类.....(1)
- § 0.3 粉尘的来源及其危害.....(3)
- § 0.4 粉尘浓度、卫生标准、排放标准.....(4)
- § 0.5 防治生产性粉尘的综合措施.....(6)

第一章 粉尘的性质

- § 1.1 尘的涵义.....(8)
- § 1.2 粉尘的表示方法.....(8)
- § 1.3 粉尘粒径的分布.....(9)
- § 1.4 粉尘的性质.....(12)
- § 1.5 含尘气体的特性.....(17)

第二章 尘粒在气体中的运动

- § 2.1 尘粒的运动方程.....(19)
- § 2.2 气体对尘粒的阻力.....(21)
- § 2.3 气体对加速运动尘粒的阻力.....(23)
- § 2.4 有限空间气体对尘粒运动的阻力.....(25)
- § 2.5 含尘多的气体对尘粒的阻力.....(26)
- § 2.6 非球形尘粒的运动.....(27)

第三章 排尘罩

- § 3.1 粉尘的抛散与控制.....(28)
- § 3.2 排尘罩基本型式及设计要求.....(29)
- § 3.3 外部排尘罩(吸尘罩).....(31)
- § 3.4 密闭式排尘罩.....(45)
- § 3.5 柜式排尘罩.....(49)
- § 3.6 吹吸式排尘罩.....(49)

第四章 除尘器

- § 4.1 除尘器的分类.....(65)
- § 4.2 除尘器的性能指标.....(66)
- § 4.3 重力沉降室.....(70)
- § 4.4 惯性除尘器.....(74)
- § 4.5 旋风式除尘器.....(75)
- § 4.6 过滤式除尘器.....(89)
- § 4.7 湿式除尘器.....(103)
- § 4.8 电除尘器.....(106)

§ 4.9	除尘器的选择	(126)
第五章	通风除尘系统管道设计	
§ 5.1	管内流动状态	(130)
§ 5.2	管内气体流动阻力	(131)
§ 5.3	风管内的压力分布	(141)
§ 5.4	通风管道的设计计算	(144)
§ 5.5	均匀送风管道设计计算	(153)
§ 5.6	集中送风	(161)
§ 5.7	管道设计中的有关问题	(162)
第六章	通风机	
§ 6.1	关于风机的概述	(167)
§ 6.2	离心式通风机的基本方程	(169)
§ 6.3	叶轮中气体能量的分配	(173)
§ 6.4	叶轮的型式及其性能	(174)
§ 6.5	离心式风机的性能曲线	(176)
§ 6.6	相似理论基础	(180)
§ 6.7	离心式风机的相似准则	(183)
§ 6.8	风机的比转数	(185)
§ 6.9	风机的无因次曲线及其应用	(188)
§ 6.10	离心式通风机在管网中的运行	(196)
§ 6.11	离心式通风机联合运行	(200)
§ 6.12	尘粒在风机叶轮通道内的运动	(203)
§ 6.13	轴流式通风机	(205)
§ 6.14	通风机的选择	(208)
§ 6.15	通风机的安装与使用	(214)
§ 6.16	关于通风机的噪声	(216)
第七章	通风除尘中的空气平衡与热量平衡	
§ 7.1	通风量的确定	(220)
§ 7.2	通风中的送排风方式	(223)
§ 7.3	通风中的空气平衡	(224)
§ 7.4	通风中的热量平衡	(225)
§ 7.5	有害物散发量的确定	(228)
第八章	其它防尘技术	
§ 8.1	活动式除尘净化设备	(231)
§ 8.2	防尘技术措施	(234)
§ 8.3	含尘气体的高空排放	(238)
§ 8.4	建筑上的防尘措施	(245)

- 附录1 摩擦阻力计算图
 - 附录2 当量直径计算图
 - 附录3 局部阻力系数图表
 - 附录4 通风管道统一规格表
- 主要参考文献

绪 论

§ 0.1 工业通风与除尘研究对象

空气流动即成为“风”。

空气之所以流动是由于气体的压力差促成的。如果在局部空间人为地使气体处于负压状态（低于大气压力的状态），这样，局部空间的气体与其周围环境的大气之间就形成了压力差，于是空气就要流动，这就是所谓的通风。

由于种种原因，空气中往往含有相当数量的微细固体颗粒（以后称其为粉尘）。特别是随着工业生产的发展，某些工艺过程，如采矿、铸造、锻造、热处理、喷漆、发电、建材生产、纺织以及食品加工等，产生大量的粉尘、湿和热，污染人们生活的空气环境，对生产者的健康将造成极大的危害。人们长期在这种含有粉尘、湿热的空气环境中工作会感到不适、疲倦等，严重时会引起各种职业病，如得肺病等。同时，也将使生产设备以及产品受到危害，如仪表、机械设备精度降低、产品质量得不到保证等。

为此，人们以“通风”为手段，控制含有粉尘、湿热的气体，并加以适当处理，使其净化（除尘），这就是本书要说及的“通风除尘”。

“通风除尘”是净化环境，保护人类健康的一门综合性的应用科学。近年来，随着科学技术的发展，它引起人们的极大重视。“通风除尘”把劳动保护与环境科学紧密地联系在一起。它主要应用物理、化学、流体力学、工程热力学、传热学等基础知识来研究：

1. 粉尘的性质；
2. 含尘气体的运动规律；
3. “通风除尘”各种专门设备的结构原理；
4. “通风除尘”系统的设计与计算；
5. “通风除尘”的测试技术等。

通风除尘的任务旨在将房间内含有污浊物空气捕集，使其净化，然后向大气排放，改善人类的生存环境，保证人们的健康，保证机器正常运行，提高产品质量，促进科学技术发展。

§ 0.2 通风方法的分类

通风是作为控制含有污浊物（尘、毒、湿、热）气体的重要手段，也是劳动保护工作中的积极有效的技术措施之一。它在改善车间环境，保护工人身体健康，保证产品质

量等方面起着不可忽视的作用。

按组成通风系统的不同方式可有下列的分类方法：

按通风系统的动力来分，有自然通风和机械通风。

1. 自然通风

由于室内外空气温度不同引起气体密度的差异而形成压力差（风力），使房间内空气与外界大气得以交换的一种通风方式，称为自然通风。该种通风方式是自然界的风力为其提供了动力，见图0—1。

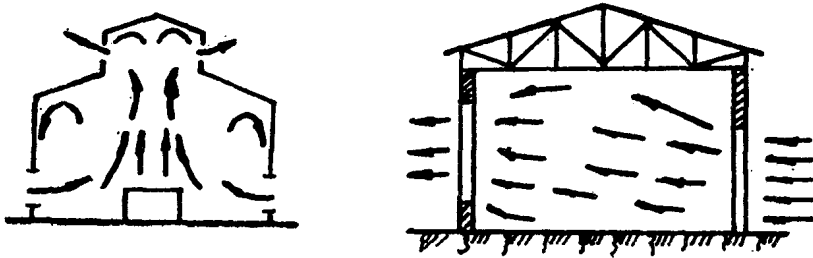


图 0—1 自然通风

(a) 热压作用的自然通风

(b) 风压作用的自然通风

人们很早以前就知道利用自然通风来改善车间环境，这是一种行之有效而又经济的通风方法。目前仍在广泛应用。

2. 机械通风

借助于通风机产生的动力（压力差），推动空气从室内的某局部按规定路线流向室外，以达到通风换气的目的，此种方式称为机械通风。由于这种通风方式是人为提供动力，强迫空气流动，所以又称其为强迫通风，见图0—2。

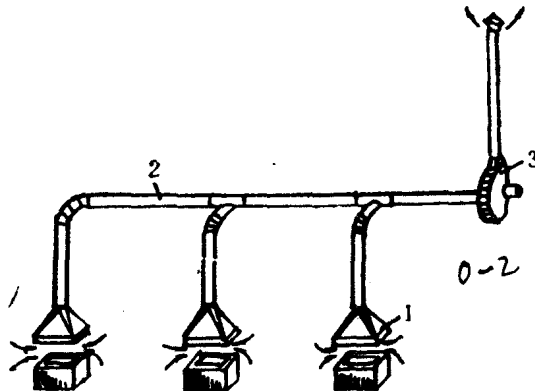


图 0—2 机械排风系统

1—局部吸气罩； 2—风道； 3—风机

按通风系统的作用范围来分，有全面通风和局部通风。

1. 全面通风

1. 全面通风

在房间内全面地进行通换气，其目的在于将空间内的污浊物的浓度冲淡，以使人们的空气环境符合卫生标准。全面通风可以借助机械通风来实现，也可以利用自然通风方式进行。

5. 局部通风

在房间内产生污浊物的局部区域人为地形成负压区，使其与周围大气形成压力差，这样局部区的污浊物被抽走，该通风方式称为局部通风。确切地说，这实际上是局部排风。

局部通风，还包括局部送风。它是将符合卫生标准的新鲜空气送到需要的局部。有时局部通风与全面通风联合使用，可称其为联合通风。

§ 0.3 粉尘的来源及其危害

在矿业、冶金、机械、建材、电力、轻工等许多生产部门所使用的原料、辅助材料以及成品、半成品、副产品的生产过程中散发出大量的微细的固体颗粒飘浮在空气中，这称为气溶胶（即气体作为分散系，微粒作为固态分散相——粉尘）。治理悬浮于空气中的粉尘是通风除尘的主要任务。

粉尘主要来源于以下几个方面：

1. 固体物料的机械粉碎过程，如破碎机、球磨机等加工物料的过程；
2. 粉状料的混合、筛分、包装运输等过程，如制药、水泥、面粉等生产加工、运输过程；
3. 物质的燃烧过程，如煤在燃烧中会有大量的微细炭粉散发出来；
4. 固体表面的加工过程，如打磨、抛光等工艺过程；
5. 物质被加热时发生氧化、升华、蒸发与凝结等，在其过程中产生并散发出固体微粒。

总之粉尘来自方方面面，而且种类繁多。

按粉尘的性质分有无机性粉尘、有机性粉尘和混合性粉尘。

1. 无机性粉尘

- ① 矿物性粉尘，例如石英、石棉、滑石等粉尘；
- ② 金属性粉尘，例如铁、铝、铜、铅等粉尘；
- ③ 人工无机粉尘，例如水泥、玻璃纤维等粉尘。

2. 有机性粉尘

- ① 煤炭类的粉尘；
- ② 植物性粉尘，例如棉花、亚麻、谷物、烟草等粉尘；
- ③ 动物性粉尘，例如动物的角质、毛发、骨质等粉尘；
- ④ 人工合成的有机性粉尘，例如有机染料等粉尘。

3. 混合性粉尘

工农业生产很复杂，生产过程发生的粉尘很少是单一的，而往往是上述各种粉的混

合体，这称为混合性粉尘。

各种粉尘尺寸大小不同，按粉尘粒径大小可分为可见性粉尘、显微性粉尘、超显微性粉尘。

1. 可见性粉尘，即用眼睛可以直接分辨的粉尘，这类粉尘粒径一般大于 $10\mu\text{m}$ ；
2. 显微性粉尘，在普通显微镜下可以分辨的粉尘，其粒径为 $0.5\sim 10\mu\text{m}$ ；
3. 超显微粉尘，在高倍显微镜或电子显微镜下才可以分辨的粉尘，其粒径一般小于 $0.25\mu\text{m}$ 。

粉尘的危害不容忽视，主要有三个方面：

首先是对人体健康的影响，粉尘对人体的危害程度取决于粉尘的化学性质、空气中粉尘浓度以及粉尘的分散度等。

有些金属性粉尘如铬尘、锰尘、铅尘等，由于其化学性质的作用，进入人体后会直接引起中毒或发生病变，严重时可能导致死亡。铬尘会引起鼻中隔溃疡或穿孔，甚至导致肺癌；铅尘使人贫血，损坏人的神经及肾脏等。

再有，空气中粉尘浓度大、分散度大，对人体危害程度就愈严重。因为粉尘浓度大，即空气中粉尘含量多，被人们吸入体内的机会增多；分散度大即粉尘粒径小，特别是粒径小于 $5\mu\text{m}$ 的粉尘，容易通过呼吸道进入肺部，以至在肺泡内沉积，久而久之，导致“尘肺”，例如 SiO_2 粉尘引起的矽肺病，等等。所以要注意空气中浓度大、分散度也大的粉尘的防治。

以上所述均为粉尘对人的直接危害。另外粉尘在空气中也会吸附细菌或病毒，进入人体内，会由于细菌或病毒使人发病；这样粉尘就成了传播疾病的媒介，这就是粉尘对人体的间接危害。

其次是粉尘对仪器设备、以及产品的危害。在粉尘环境中工作的仪器、设备，粉尘沉降在其运转部位上，尘粒成了研磨膏，使运转部件磨损，从而降低其精度、缩短使用寿命；粉尘降落在生产产品上，将直接影响产品的质量，改变产品的性能，甚至使其报废。有时粉尘浓度超标还可能酿成重大事故（如粉尘爆炸）。

§ 0.4 含尘浓度、卫生标准、排放标准

粉尘在空气中的含量称为含尘浓度。含尘浓度有两种表示方法，一是质量浓度表示法，一是颗粒浓度表示法。

质量浓度——每立方米空气中所含粉尘的毫克数，以 $[\text{mg}/\text{m}^3]$ 表示。

在通风除尘技术中一般采用质量浓度表示，颗粒浓度主要用于空调间的超级净化。

卫生标准是《工业企业设计卫生标准》的简称。为保证工人的身体健康，对空气中的尘毒含量要加以限制，并规定接触尘毒物以每天八小时，每周六天计算，长期在尘毒环境中工作时，人体不致于发生任何病理改变的最高允许浓度称为“卫生标准”。卫生标准中的最高允许浓度是根据车间现场卫生调查和工人健康状况动态的观察，以及动物实验研究资料，并考虑到我国的经济、技术条件制定的。例如《卫生标准》规定，车间空气中一般粉尘的最高允许浓度为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，含有10%以上游离二氧化硅的粉尘则为 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

为了保证大气环境，对向大气中排放的尘毒物浓度要加以限制，在《卫生标准》的基础上制定排放标准。向大气排放尘毒物浓度，经大气稀释后应符合《卫生标准》规定的最高允许浓度，这就是《排放标准》

卫生标准、排放标准见表0—1、0—4。

生产粉尘卫生标准表

表0—1

粉尘名称	车间空气中最高允许含尘浓度 (mg/m ³)
含10%以上游离SiO ₂ 的粉尘	2
含80%以上游离SiO ₂ 的粉尘	宜不超过1
含10%以下游离SiO ₂ 的滑石粉	4
含10%以下游离SiO ₂ 的其他粉尘	10
石棉尘及含10%以上石棉粉尘	2
烟草及茶叶粉尘	2
铝、氧化铝、铝合金粉尘	4
玻璃棉和矿渣棉粉尘	5
含10%以下SiO ₂ 的水泥粉尘	9

有毒粉尘卫生标准表

表0—2

有毒性粉尘名称	车间空气中最高允许含尘浓度(mg/m ³)
铅 烟	0.03
铅 尘	0.05
金属汞	0.0
五氧化二钒烟	0.1
五氧化二钒粉尘	0.5
铍及其化合物尘	0.001

生产烟尘排放标准表

表0—3

烟尘名称	排放浓度 (mg/m ³)
工业及采暖锅炉烟尘	200
冲天炉及炼钢电炉烟尘	200
水泥粉尘	150
含>10%游离SiO ₂ 、石棉、玻璃棉、铝化物等尘	100
含10%以下的游离的SiO ₂ 的煤尘及其他	150

国外粉尘排放标准表

表0—4

国名	粉尘排放标准
美国	美国环境保护局1970年规定 烟尘： $50\text{mg}/\text{m}^3$ 电炉： $12\text{mg}/\text{m}^3$ 各州还分别制定了排放标准
苏联	冲天炉、煤尘： $100\text{mg}/\text{m}^3$ 车间内排出粉尘： $80\text{—}100\text{mg}/\text{m}^3$
日本	冲天炉、电弧加热炉等 排气量 $40000\text{m}^3/\text{h}$ 以上时，排放标准： $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 排气量 $40000\text{m}^3/\text{h}$ 以下时，排放标准： $0.4\text{mg}/\text{m}^3$ 有关地区还根据以上全国标准规定了本地区排放浓度
西德	冲天炉： $14\text{t}/\text{h}$ $1.5\text{—}0.4\text{t}/\text{h}$ （铁） $14\text{t}/\text{h}$ 以上时 $0.25\text{t}/\text{h}$ （铁）

§ 0.5 防治生产性粉尘的综合措施

粉尘来自方方面面，对所有的人都会造成危害。本教材主要研究工业生产过程中的生产性粉尘的防治办法。防治粉尘，首先应考虑建立通风除尘系统。一般通风除尘系统主要由四大部分即通风罩（吸气罩）、除尘器、管路、通风机等组成（俗称四大件）。见图0—3。

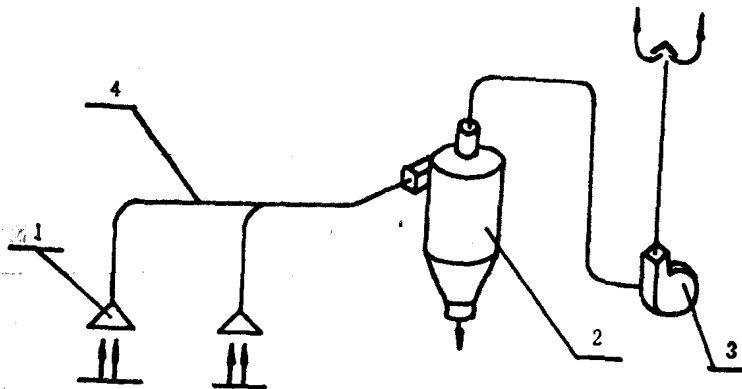


图 0—3 通风除尘系统图

1—吸尘罩； 2—除尘器； 3—通风机； 4—管路

为了防尘，应尽量使生产过程自动化、机械化、密闭化，避免尘毒物直接与人接触造成危害。

2. 建立严格的检查管理制度

要做好防尘，劳动保护工作，必须建立健全严格检查管理制度和专门的组织机构。

首先是对已建立起的通风除尘系统、通风设备加强维修和管理，以保证取得良好通风除尘效果。定期测定产尘点空间的空气中的含尘浓度，看是否符合《卫生标准》。

其次是对接触尘毒的人员的身体定期进行检查，做到早期发现病患，及时治疗，并及早调离接触尘毒作业工作。

粉尘的防治工作，既有技术工作，也有组织管理工作，两者缺一不可。我国在防尘工作实践中，总结一整套综合防尘措施，概括为八个字：宣、革、水、密、风、护、管、查。

宣 即宣传教育。要求专业人员对上、对下进行宣传教育。首先使厂矿领导重视防尘工作，组织人力、物力治理粉尘。同时，也要教育操作人员，为了自身的健康自觉做好防尘工作。

革 即改革工艺。这是防治粉尘的根本途径。

水 即水降尘，也称湿法作业。这一措施只适于亲水性粉尘。采用此法时，要考虑粉尘是否回收，回收的粉尘不可用此法。

密 即密闭尘源。将尘源与操作人员隔离。

风 即通风除尘。是本教材研究的重点。

护 即个人防护。这是综合措施中的一辅助措施，要求操作人员按规定使用个人防护用具。

管 即加强管理。组织防尘专业队伍，建立必要的规章制度。

查 即定期检查。有两个方面，一是检查维护防尘设备，一是检测产尘点的含尘浓度，并定期对作业人员进行体检。

总之，为了改善环境，保护工人身体健康，保证机器设备可靠运行，提高产品质量，必须采用综合防尘措施。

第一章 粉尘的性质

本书的核心是研究防尘的理论与技术措施。为了有效地控制粉尘，合理地设计通风除尘系统，首先要弄清粉尘的性质及含尘气体的特性。

§ 1.1 尘的涵义

“除尘”的主要对象是悬浮于空气中的固体微粒。空气作为溶剂（分散系），固体微粒作为溶质（固态分散相），所以悬浮于气体中的尘称为气溶胶。

种种原因产生的固体微粒，习惯上有许多称呼，例如，灰尘、尘埃、尘土、砂尘、粉末、烟尘、烟雾等等。前面这些名称没有明确的界限，为了统一起见，对其予以定义：

不论何种原因产生的，细至0.1微米，粗至数百微米的固体微粒，统称为“粉尘”。一般情况，无需特殊说明，将“粉尘”作为上述习惯叫法的总称。

实际上，一些习惯叫法不是没有道理的，例如烟尘，系指因物理化学过程而产生的微细固体粒子。在冶炼、焊接金属过程中，由于蒸发、升华、氧化以及冷凝而形成的微细粒子，人们习惯称其为烟尘。烟雾系指燃烧柴草、木柴、油料、煤等生成的黑烟。无论是烟尘，还是烟雾，其涵义均说明固态颗粒很细很细。粉末的称呼，是指比较粗的固体颗粒，一般作为生产中的原料或成品。如果分散在空气中，回收后还可以直接利用。

粉尘的概念是近几年提出来的。各国对其定义不同。国外称其为“fine particulates”，可译成“微粒”。美国、法国将 $3\mu\text{m}$ 以下的固态或液态的粒子定为微粒；土耳其、芬兰将 $3.5\mu\text{m}$ 以下的粒子定为微粒；瑞典、西德将 $7\mu\text{m}$ 以下的粒子定为微粒；等等。

粉尘对大气环境的污染日益严重，引起了世界各国的关注。随着科学技术的发展，空气中需要控制的微粒应愈来愈细，排放标准制定得应愈来愈严格。

§ 1.2 粉尘的表示方法

粉尘颗粒的大小是其重要的物理性质之一，许多问题均与其有关。例如，粉尘对人体的危害程度取决于颗粒大小，粉尘的几何尺寸影响对其控制和捕捉，等等。因此，对粉尘颗粒大小这个特性要有一明确表示。

由于粉尘产生的原因、方式各不相同，因而形状、大小各异。呈现圆球形或其他规则形状的情况是极少的，而大多是不规则的形状。如果粉尘是圆球形可用其直径表征该特性；对于形状不规则的粉尘可用一有代表性的数值来表征，如投影径，几何当量径、物理当量径。用于表征固体微粒——粉尘特性的数值（直径、投影径、当量径）称为粉尘的粒径，以“ d_p ”表示。

一般说来，粉尘粒径（除圆球直径外）有四种表示方法：投影径、几何当量径、物理当量径和平均径。

1. 投影径。指尘粒在显微镜下所观察到的粒径。图1-1为尘粒的投影，图中有四种粒径：1.面积等分径，指将粉尘投影面积二等分的直线长度；2.定向径，指尘粒投影面上两平行切线间的距离；3.长径，不考虑方向的最长径；4.短径，不考虑方向的最短径。

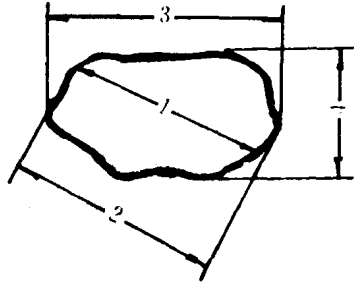


图 1-1 尘粒的投影径

1—面积等分径； 2—定向径； 3—长径；
4—短径

2. 几何当量径。取粉尘的某一几何量（面积、体积等）相同的圆球形尘粒直径，例如投影等面积径 d_A 、等体积径 d_V 。

① 投影等面积 d_A ，与粉尘的投影面积相同的某一圆面积的直径。

$$\sqrt{\frac{4A_c}{\pi}} = 1.128\sqrt{A_c} \quad (1-1)$$

② 等体积径 d_V ，与粉尘体积相同的某一圆球体的直径。

$$d_V = \sqrt{\frac{6V_c}{\pi}} = 1.24\sqrt{V_c} \quad (1-2)$$

3. 物理当量径。取尘粒的某一物理量相同时的圆球形尘粒的直径，例如阻力径 d_R 、自由沉降径 d_f 、空气动力径 d_a 等。

① 阻力径 d_R ，在相同粘性的气体中，速度相同，粉尘所受阻力 P_R 与圆球受到的阻力相同时的圆球直径。

② 自由沉降径 d_f ，在特定气体中，因重力影响，密度相同的尘粒自由沉降所达到的末速度与圆球所达到的末速度相同的球体直径。

③ 空气动力径 d_a ，在静止空气中尘粒的沉降速度与密度为 $1g/cm^3$ 的圆球沉降速度相同时的球体直径。

4. 平径粒径，一般情况下，粉尘都是大大小小不同粒子组成的聚合物，为表示这聚合体的平均特性，往往用引用平均粒径，例如算术平均径 \bar{d}_{10} 、表面积平均径 \bar{d}_{20} 、体积平均径 \bar{d}_{30} ，等等。

§ 1.3 粉尘粒径的分布

如前所述，粉尘均由粒径不同的颗粒组成。粉尘粒径的分布情况称为分散度。通常按粉尘粒径大小进行分组，例如，按 $0\sim 5\mu m$ 、 $5\sim 10\mu m$ 、 $10\sim 20\mu m$ 、 $20\sim 40\mu m$ 、 $40\sim 60\mu m$ 、 $>60\mu m$ 的粒径分组，粒径分组的质量百分数称为粒径频率，这也是表示粉尘粒径的分布，也称其为分散度。分散度愈高说明尘粒的颗粒愈细，对人体的危害程度也就愈大。

粉尘的分布情况可有三种表示方法，即列表法、图线表示法、分布函数表示法。

1. 列表法

例如取石英粉尘200g，其中 $0\sim 5\mu m$ 的为20.8g、 $5\sim 10\mu m$ 的为28g、 $10\sim 20\mu m$ 的为

39.2g、20~40um的为44.8g、40~60um的为28g、>60um的为39.2g。则其分散度 $\Delta\phi$ ：

$$\Delta\phi = \frac{m_d}{m_o} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中 m_d ——取样粉尘中粒径为 d 的粉尘质量 [g]； m_o ——取样粉尘的总质量 [g]。

$$\Delta\phi_{0-5} = \frac{20.8}{200} \times 100\% = 10.4\% \quad \text{同理,}$$

$$\Delta\phi_{5-10} = 14\% , \quad \Delta\phi_{10-20} = 19.6\% , \quad \Delta\phi_{20-40} = 22.4\%$$

$$\Delta\phi_{40-60} = 14\% , \quad \Delta\phi_{>60} = 19.6\% , \quad \text{见表1-1。}$$

粒径的频率分布表

表1-1

粒径范围 $d_{e1} \sim d_{e2}$ (um)	粒径间隔 $\Delta(d_e)$ (um)	平均粒径 $\bar{d}_e = \frac{d_{e1} + d_{e2}}{2}$ (um)	粒径频率 $\Delta\phi$ (%)	累计频率 $\phi = \int_0^{d_{e2}} d\phi$ (%)
0~5	5	2.5	10.1	10.4
5~10	5	7.5	14.0	24.4
10~20	10	15	19.6	44.0
20~40	20	30	22.4	66.4
40~60	20	50	14.0	80.4
>60			19.6	100.0

2. 图线表示法

为了直观表示粒径分布可用直方图，见图1-2，图中曲线是由直方图光滑化后的粒径分布曲线。为了消除因粒径间隔 Δd_e 的取法不同所造成的曲线形状差异，取纵坐标 $y = f(d_e) = \frac{d\phi}{d(d_e)}$ ，仍以 d_e 为横坐标，得到的曲线为粒径的相对频率分布曲线。因为粒径分布是连续的，粒径频率分布曲线可用函数 $f(d_e)$ 表示。在 $d_e \pm \frac{1}{2} \Delta d_e$ ($\Delta d_e = d_{e1} -$

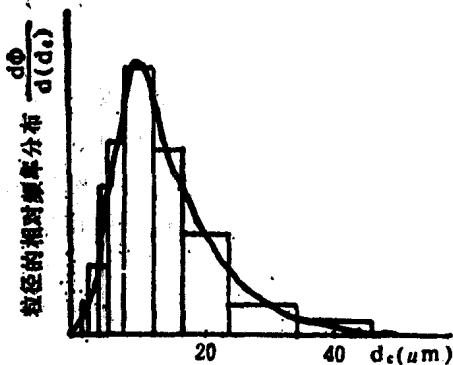


图 1-2 粒径分布的直方图

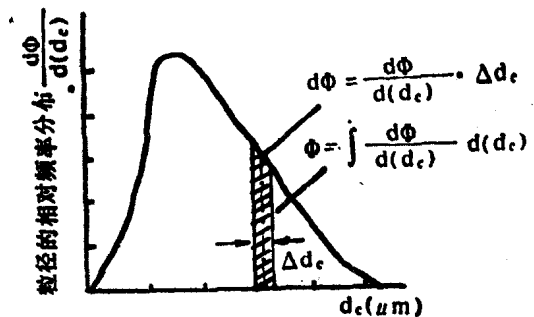


图 1-3 粒径的相对频率分布曲线