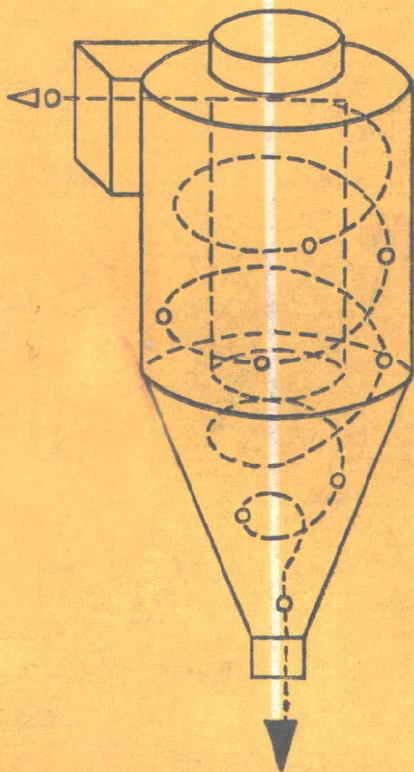


952/122
40546

劳动保护丛书



林明清 何泽民 编
钱 恒 苏汝维

通风除尘

化学工业出版社

劳动保护丛书

通风除尘

林明清
钱恒

何泽民
苏汝维

编

化学工业出版社

本书是劳动保护丛书之一，书中介绍采用通风手段进行除尘的基本知识。分别叙述了粉尘性质及控制的有关标准、通风除尘四大件（罩、管道、除尘器、风机），气力输送、通风除尘的测量技术以及国内外一些除尘实例，如对铸造车间主要设备的除尘经验等。

本书还介绍了通风除尘系统设计的有关计算公式和技术参数。

本书可作为技安员自学读物或培训教材，也可供从事通风除尘有关人员参考。

劳动保护丛书

通风除尘

林明清 何泽民 编
钱恒 苏汝维

化学工业出版社出版

（北京和平里七区十六号楼）

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本787×1092¹/₃₂印张11³/₈插页1字数248千字印数1-12,200

1982年3月北京第1版1982年3月北京第1次印刷

统一书号15063·3337定价0.94元

出版说明

建国三十年来，在党的领导下，我国的劳动保护工作取得了很大成绩。企业里劳动条件有了很大的改善，职工伤亡事故、职业病和职业中毒显著下降，从而保障了广大职工在生产中的安全与健康，促进了我国社会主义建设的发展。这充分显示了我国社会主义制度的无比优越性。

1975年全国安全生产会议纪要中指出：为了搞好安全生产，做好劳动保护工作，对职工群众要加强安全教育，“对特殊工种工人，要进行专业安全技术训练”。为了适应这一需要，我们着手出版一套《劳动保护丛书》，这套《丛书》包括《用电安全技术》、《起重机及其安全技术》、《工业锅炉安全技术》、《焊接安全技术》、《工业噪声控制》、《通风除尘》、《工业防毒技术》、《受压容器》。

《丛书》可作为生产工人和技安人员的安全培训教材，也可供其它工作人员参考。

化学工业出版社
一九八〇年六月

前 言

为了对从事劳动保护工作的工人、技术人员和干部，普及除尘方面的知识，提高技术业务水平，改善生产过程中发生粉尘的作业环境，保护人民健康，我们编写了这本《通风除尘》。

本书的第一章由何泽民编写，林明清编写第二章、第四章（不包括第七节）及第六章，钱恒编写第三章、第五章，苏汝维编写第七章、第八章及第四章的第七节。本书自第二章至第八章均由林明清修改完稿。

承蒙第一机械工业部设计总院吴贻芬同志、国家劳动总局孙连捷同志、北京市劳动保护科学研究所苗鸿迪同志、北京起重机器厂阎康年同志等审阅本书稿，深表感谢。

由于我们水平有限，书中缺点和错误在所难免，请广大读者批评指正。

编者

1980.1.

目 录

第一章 绪论	1
第一节 粉尘及其性质	1
一、粉尘.....	1
二、粉尘的性质.....	3
第二节 粉尘的危害	6
一、对人体的危害.....	6
二、经济上的损失.....	8
第三节 两个标准	10
参考文献.....	12
第二章 吸尘罩	13
第一节 吸尘罩的作用与罩口气流流动特点	13
第二节 吸尘罩的设计原则	15
一、通.....	15
二、近.....	17
三、顺.....	19
四、封.....	21
五、便.....	21
第三节 伞形罩	21
一、外形尺寸的确定.....	21
二、伞形罩的几种结构改进.....	23
三、伞形罩的排风量计算.....	24
第四节 条缝罩	28
一、自由悬挂条缝吸尘罩.....	29
二、工作台上条缝吸尘罩.....	30

II

三、工作台上有边条缝吸尘罩	30
第五节 密闭罩	33
一、密闭罩的形式	33
二、密闭罩的构造要求	37
三、合理组织罩内气流	37
四、密闭罩的排风量	38
第六节 吹吸罩	47
一、吹吸罩的原理	47
二、吹吸罩风量的计算	50
第七节 空气幕	58
一、空气幕的原理	58
二、带空气幕吸尘罩的设计	61
三、空气幕风量的计算	63
参考文献	69
第三章 通风管道	71
第一节 流体在管内流动的理论	71
一、流体的物理性质	71
二、流体在管内流动的规律	75
第二节 流体在管内流动的状态和阻力	78
一、层流和紊流	78
二、层流状态下的摩擦压损	80
三、紊流状态下的摩擦压损	82
四、局部压损	88
第三节 通风管道中的压强分布	92
第四节 通风管道计算	96
一、风道计算的基本公式	96
二、风道的压损平衡	97
三、风道计算方法	99
第五节 通风管道的设计与运转管理	108

一、风道布置原则	108
二、风道材料与构造	109
三、通风系统的运转管理	112
〔附录3-1〕 决定每米长度风管压力损失的线解图	插页
〔附录3-2〕 弯管局部阻力系数	113
〔附录3-3〕 变断面部件局部阻力系数	114
〔附录3-4〕 吹入口和吹出口局部阻力系数	115
〔附录3-5〕 三通局部阻力系数	116
〔附录3-6〕 送气三通局部阻力系数	118
〔附录3-7〕 吸气三通局部阻力系数	119
〔附录3-8〕 吸气罩局部阻力系数	120
〔附录3-9〕 风帽局部阻力系数	121
参考文献	121
第四章 除尘器	122
第一节 净化程度及除尘器分类	122
一、净化标准	122
二、除尘器的分类	123
第二节 除尘器的性能	124
一、除尘器阻力	124
二、除尘器效率	125
第三节 沉降室与惯性除尘器	128
一、粉尘的沉降与悬浮	129
二、沉降室基本尺寸的确定	132
三、惯性除尘器	134
第四节 旋风除尘器	136
一、旋风除尘器的工作原理	137
二、CLT/A型旋风除尘器	138
三、XLP型旋风除尘器	139
四、扩散式旋风除尘器	143

IV

五、双级蜗旋除尘器	144
六、多管旋风除尘器	148
七、旋风除尘器的选择与使用	149
八、排尘装置	151
第五节 过滤式除尘器	154
一、袋式除尘器	154
二、颗粒层除尘器	164
第六节 湿式除尘器	167
一、除尘原理	167
二、湿式除尘器的分类	168
三、重力喷雾除尘器	172
四、湿式旋风除尘器	175
五、自激水雾除尘器	178
六、泡沫除尘器	186
七、文丘里除尘器	188
第七节 静电除尘器	192
一、静电除尘器的工作原理	193
二、静电除尘器的主要部件	196
三、影响静电除尘器效率的主要因素	204
四、静电除尘器的设计计算	206
五、静电除尘器的应用	212
第八节 超声波除尘器	216
第九节 除尘器的选择	217
一、分级效率	217
二、灵活性	217
三、排出物容易处理	218
四、容易操作与维修	218
五、费用	219
〔附录4-1〕 除尘器型式代号统一编制办法	222

参考文献	225
第五章 通风机	226
第一节 离心式通风机的构造与工作原理	226
第二节 离心式通风机的性能参数	228
一、风量	228
二、风压	229
三、功率	230
四、效率	230
五、通风机的性能曲线	231
六、转速	232
七、噪音	233
第三节 离心式通风机在管道系统中的运转	234
一、通风管道的特性	234
二、通风机在管道中的工作特性	235
第四节 离心式通风机的选择	238
一、离心式通风机型号的编制方法	239
二、常用离心式通风机的性能	243
三、离心式通风机的选择步骤和注意事项	246
第五节 离心式通风机的安装与使用	247
一、离心式通风机的安装	247
二、离心式通风机的使用	248
三、离心式通风机的调整	249
四、离心式通风机的主要故障及其产生原因	251
参考文献	251
第六章 除尘实例	252
第一节 车床除尘	252
一、确定方案	252
二、确定排风量	255
三、除尘器的选择	256

VI

四、效果	258
第二节 电炉除尘	258
一、电炉的烟尘	258
二、电炉排烟的方式	260
三、炉盖排烟罩	264
四、摆线活动联接管	264
五、排风量的计算	270
六、净化设备的选择	276
[附录6-1] 过滤温度时的焓与比容	277
第三节 落砂机的除尘	284
一、密闭罩	285
二、侧吸罩	286
三、固定通风柜	289
四、气指罩	290
五、空气幕	291
六、吹吸罩	296
第四节 控制移动的污染源	300
参考文献	303
第七章 气力输送	305
第一节 几种常用的气力输送系统	305
一、低真空吸送系统	306
二、高真空吸送系统	307
三、高压压送系统	307
第二节 气力输送系统的主要设备和部件	309
一、进料器	309
二、分离器与除尘器	311
三、锁气器	312
四、风机	312
第三节 气力输送系统的设计计算	312

一、布置管路	312
二、计算空气量	313
三、计算输料管直径	313
四、计算系统阻力	315
五、选择风机	318
六、计算能耗指标 P	319
第四节 气力输送系统的运行与管理	323
一、漏风的危害与防止措施	324
二、阻塞的检查与排除方法	324
三、减小磨损的主要措施	325
参考文献	326
第八章 测定技术	327
第一节 工作点空气含尘浓度的测定	327
一、测定原理	327
二、粉尘采样装置	328
三、测定方法及步骤	330
第二节 风管内压力、流速和流量的测定	332
一、测压管	332
二、测压计	334
三、测定截面的选择	336
四、测点布置	337
五、流速和流量的计算	339
第三节 吸气罩阻力和吸气量的测定	340
一、吸气罩的阻力	340
二、吸气罩的吸气量	341
第四节 除尘器效率和阻力的测定	342
一、测定装置	342
二、等速采样	345
三、采样点的布置	347

四、测定方法和步骤	348
五、计算除尘效率	350
六、除尘器阻力的测定	350
第五节 风机风压和风量的测定	351
参考文献	352

第一章 绪 论

有些产品在生产过程中常有粉尘发生，使生产场所的空气受到污染。要把空气中含尘浓度控制在国家规定的标准以下，就必须采取各种除尘措施，通风除尘正是效果较好、应用较广的一种。当然，用改变生产方式或者改革工艺等办法从根本上消除粉尘形成的可能性，如石粉的湿式作业、石棉的新法提纯等，那将是最理想、最彻底的除尘方法。不过，这种方法还不能普遍应用到各种有粉尘发生的作业中去，所以，现阶段国内外大量使用的仍是通风除尘。

通风除尘就是把含尘气流用风机经管道送至除尘器，将粉尘除去。由罩、风管、风机和除尘器这四种主要部件——通称“四大件”便组成通风除尘系统。一套效果良好的通风除尘系统，在设计时必须了解粉尘性质，熟悉“四大件”的基本知识，运用这些知识进行精确计算、选用部件，投入使用以后还要注意维护管理。本书所介绍的就是有关这方面的知识，以供从事通风除尘工作者参考。

第一节 粉尘及其性质

一、粉尘

粉尘是能够较长时间呈浮游状态存在于空气中的一切固体微小颗粒。从胶体化学观点来看，粉尘是一种分散体系。分散相是固体微小颗粒，分散媒是空气。这种分散体系叫做气溶胶。

在许多生产部门中都能散放出大量的粉尘称为生产性粉尘。如化学工业，固体原材料，半成品的加工和成品的包装等过程中发生粉尘；轻工业中搪瓷、纺织以及皮毛加工等生产过程中发生粉尘；机械工业的铸造、研磨等工序发生粉尘；冶金工业的选矿、烧结、耐火材料等生产过程中发生粉尘；煤炭以及各种矿石、岩石的开采和加工发生粉尘；农业的耕种、收获等也都能发生粉尘。粉尘发生的过程概括起来有两类：一是机械过程，其中包括固体物质的粉碎、研磨等，粉末状或散粒状物料的混和、过筛、输送、包装等。二是物理化学过程，其中包括物质的不完全燃烧或爆炸，物质被加热时产生的蒸气在空气中凝结或被氧化。

关于粉尘的分类，常用的有以下两种：

(一) 按粉尘的本质划分

1. 有机性粉尘

- 1) 植物性粉尘，如棉、亚麻、面粉、菸草、茶等。
- 2) 动物性粉尘，如兽毛、角、骨等。
- 3) 人工有机性粉尘，如有机染料、炸药、塑料等。

2. 无机性粉尘

- 1) 金属性粉尘，如铅、锰、铁、铜等。
- 2) 矿物性粉尘，如砂、石棉、滑石等。
- 3) 混合性粉尘，系指以上各种混合存在的情况。

(二) 按粉尘颗粒的大小划分。

1. 灰尘 粉尘粒子直径大于10微米。
2. 尘雾 粉尘粒子直径在10~0.1微米之间。
3. 尘烟 粉尘粒子直径在0.1~0.001微米之间。受气体分子冲撞呈布朗运动，存在于空气中有相当强的扩散能力，在静止空气中几乎不降落或非常缓慢、曲折地沉降。

这一种分类名叫吉布斯 (Gibbs) 法, 在卫生、工程技术书籍中多采用它。灰尘 (dust)、尘雾 (fume)、尘烟 (smoke) 均系翻译的名称, 各书不尽相同。

二、粉尘的性质

(一) 分散度

分散度是表示物质被粉碎程度的一个概念, 用来说明成分散相的粉尘粒子大小组成。它是用粉尘颗粒直径分组重量百分比来表示。在除尘技术中常按 0~5 微米、5~10 微米、10~20 微米、20~40 微米、40~60 微米、大于 60 微米的颗粒直径分组。按下式计算:

$$M_d = \frac{G_d}{G_0} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 M_d ——粒子直径为 d 的粉尘分散度, %;

G_d ——取样粉尘中颗粒直径为 d 的粉尘重量, 克;

G_0 ——取样粉尘总重量, 克。

(二) 比表面积

物质的分散度愈高, 其单位质量的总表面积即比表面积愈大。例如某物质为每边长为 1 厘米的立方体, 它的表面积等于 6 平方厘米, 把它粉碎成每边长为 1 微米的立方体后, 其表面积则增加为 6 平方米, 比原来增加了 10,000 倍; 如继续把它再粉碎成边长为 0.1 微米的立方体, 则其表面积等于 60 平方米, 比原来增加 100,000 倍。由于表面积的增大, 物质的物理化学活性就增高。诸如比表面积增大, 显著增加了尘粒在溶液中的溶解度; 比表面积愈大, 尘粒与空气中氧的反应也就愈剧烈, 由于这种反应的结果, 可能发生粉尘自燃和爆炸; 比表面积的增大, 尘粒表面层对空气中气体分子的

吸附能力也就增大，由于吸附气体的结果，尘粒上形成一层特有的薄膜，阻碍了粉尘的凝集，大大提高了粉尘的稳定程度。此外，粉尘粒子还能吸附有毒气体，如一氧化碳、氮氧化物等，该特性在卫生学有重要意义。

(三) 荷电性

高分散度的粉尘粒子通常带有电荷，此种电荷可由粉碎时产生；也可由直接吸附空气中的离子，或和运动着的粉尘相摩擦而产生；也还可由与其它带电表面直接接触而得到。电量的多少决定于尘粒的大小和重量等，如温度升高带电量增多，湿度大带电量减少。

尘粒的荷电性对其在空气中稳定程度有一定影响。如果尘粒带有相同电荷时，则因相斥而不易凝集，使稳定性增高；反之，带相异电荷时，就互相吸引，易于凝集，加快沉降。

根据实验，带电尘粒比不带电尘粒容易被阻留在体内；尘粒带电程度还能影响细胞吞噬作用的速度。

(四) 形状与硬度

粉尘粒子的形状是多种多样的，有块状、片状、针状、线状及其它。尘粒的形状在某种程度上也能影响粉尘的稳定程度，质量相同的尘粒，形状愈接近球形，下落愈快。这是因为在下落时受到的空气阻力比非球形的尘粒要小。坚硬而锐利的尘粒作用于上呼吸道、粘膜和皮肤时能引起较大的损伤。

(五) 溶解度与比重

粉尘溶解度的大小与对人体危害程度的关系因粉尘性质的不同而异。毒性粉尘，随着溶解度的增加，有害作用也加强；对人体主要起机械性刺激的粉尘，尘粒溶解得越迅速、