

纺织工厂通风与除尘

戴元熙

甘长德

编著

中国纺织大学出版社

纺织工厂通风与除尘

戴元熙 甘长德 编著

中国纺织大学出版社

内 容 提 要

本书是根据高等院校暖通专业教材委员会制定的基本要求编写的。全书着重介绍了80年代后发展的通风除尘新型材料、新型风机、新型除尘设备的性能和规格,测试方法,实验指示书和大作业等,并举有均匀送吸风实例,几种新型除尘设备设计实例,以及间歇吸落棉、程序控制器、串级调速电路原理等,并附有较多附录以便于学习和设计时查阅。通过学习后,不仅在通风除尘工程的理论上能深化认识,在实践上亦可达到技术设计的要求。

本书可作为大专院校纺织、暖通专业教学用书和通风除尘技术人员的设计参考用书。

(沪)新登字 209 号

纺织工厂通风与除尘

戴元熙 甘长德 编著

中国纺织大学出版社出版

(上海延安西路 1882 号 邮政编码 200051)

新华书店上海发行所发行 常熟高专印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 25.25 字数: 646 千字

1994 年 2 月第 1 版 1994 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1—2 000

ISBN 7-81038-029-X/TS·06 定价: 18.00 元

前 言

通风除尘工程是随着科学技术的不断发展和人民生活水平不断改善而日趋重要,现在已成为许多工业生产部门所不可缺少的一个重要组成部分,它对于保护劳动人民的身体健康,防止大气污染和促进生产力的发展均起着十分重要的作用。但是通风除尘这方面的专业书籍较少,特别是适用于纺织工业方面的通风除尘书籍更少,为了培养这方面的人才,使专业学生能掌握这方面的基础知识,并能提供广大从事通风除尘工作的工程技术人员作参考之用,故本书一方面力求阐明通风除尘方面的基本规律和基本理论为主,另一方面尽可能及时反映本学科的最新技术成果和发展方向,使从事通风除尘的工作人员能理论联系实际地担负起这方面的崇高职责,为创造良好的生产环境和生活环境,促进工业生产的发展和生活条件的改善作出应有的贡献。

本书还介绍了一些通风除尘工程方面常用的测试仪表和测试方法,以便于日常工作中的应用,并附有实例,供工厂技术人员参考应用。

另外还编入几个实验,以供专业学生做实验之用,并可作为工程技术人员在工厂进行测定分析之用。最后附有一些常用的通风机与电机的规格,以备专业学生做课程设计和工厂技术人员设计时的参考。

关于空气被处理至进气的温湿度状态等设备与内容,则根据教学大纲规定在《空气调节》教材中讲述,其它如流体力学和通风机等原理则规定在《流体力学、泵与风机》中讲述,故均从略。

本书第一、二、三、五、六、七、八、九章等由戴元熙编写;第四章由甘长德编写。

本书承由郁履方教授,刘锦章高工审阅。书中有关电气部分承由孙培德讲师提供资料和协助编写,在此一并表示感谢。

由于近年来通风除尘技术发展很快,我们的积累经验不多,收集到的资料还不全,以及由于编者水平的限制,错误缺点在所难免,敬请读者们批评、指正。

编 者

1993年7月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 通风除尘的重要意义.....	(1)
第二节 粉尘与有害气体的来源、危害性与控制标准.....	(2)
第三节 热量与湿量的来源、危害性与控制标准	(15)
第四节 车间空气环境与人体健康的关系	(21)
习 题	(23)
第二章 控制车间热量、湿量和有害物的通风方法	(24)
第一节 局部通风	(24)
第二节 全面通风	(25)
第三节 自然通风与机械通风及其它注意事项	(26)
习 题	(28)
第三章 全面通风	(29)
第一节 全面通风量的计算	(29)
第二节 空气平衡与热平衡	(32)
第三节 送风管道的设计计算原则	(35)
第四节 等截面与变截面管道的摩擦阻力计算法	(39)
第五节 局部阻力计算及其理论分析	(44)
第六节 管道阻力与风量和管径的关系	(58)
第七节 风管内空气的压力分布	(80)
第八节 降低管道阻力的措施	(82)
第九节 等截面与变截面管道的均匀送风设计法	(83)
第十节 车间全面送风的方式与出风口型式.....	(106)
第十一节 均匀吸风管道的设计法.....	(112)
第十二节 吸风口与回风窗的型式.....	(116)
第十三节 车间的气流组织方式.....	(120)
第十四节 风道的制作材料.....	(122)
第十五节 垫料.....	(126)
第十六节 保温材料与保温层结构.....	(127)
第十七节 通风系统风量的调整原理和方法.....	(128)
习 题	(132)
第四章 局部通风	(136)
第一节 局部排风罩的基本型式.....	(136)
第二节 吸气口的气流流场分布.....	(137)
第三节 伞形排风罩.....	(141)

第四节	柜式排风罩	(151)
第五节	槽边排风罩	(152)
第六节	吹吸式排风罩	(156)
第七节	密闭式排风罩	(159)
第八节	空气幕	(160)
第九节	空气淋浴	(165)
第十节	喷雾风扇	(167)
习 题		(168)
第五章	自然通风	(169)
第一节	热压作用下的自然通风	(169)
第二节	风压作用下的自然通风	(171)
第三节	自然通风的计算	(172)
第四节	自然通风的气流组织与调节	(174)
第五节	风帽	(174)
习 题		(176)
第六章	除尘	(177)
第一节	粉尘与其性质以及其分布规律	(177)
第二节	粉尘在气体中的运动规律	(183)
第三节	除尘装置的种类及除尘效率	(186)
第四节	重力沉降室	(189)
第五节	惯性除尘器	(191)
第六节	旋风除尘器	(192)
第七节	静电除尘器	(204)
第八节	湿式除尘器	(215)
第九节	过滤式除尘器	(222)
第十节	布袋除尘器及其布置与程序控制喷灰的电路原理	(229)
第十一节	A171、A172—AU052 与 SFC 除尘器及其布置	(242)
第十二节	外吸式 (仿 Luwa) 除尘器及其布置	(247)
第十三节	XLZ 除尘器及其布置	(260)
第十四节	内吸式 (仿 LTG) 除尘器及其布置	(264)
第十五节	仿罗瓦 (Luwa) 板式除尘器及其布置	(273)
第十六节	吸尘式回风过滤器及其布置	(286)
习 题		(304)
第七章	气力输送及除尘管道与风机的选择	(306)
第一节	气力输送系统设计的主要参数	(306)
第二节	除尘管道的设计与布置	(312)
第三节	地沟风道的结构	(314)
第四节	间歇式吸落棉	(315)
第五节	风机型号的性能与选用	(317)
习 题		(321)

第八章 通风系统与除尘系统的测试与维护管理	(322)
第一节 通风系统风量、风压的测定.....	(322)
第二节 空气含尘浓度的测定.....	(325)
第三节 除尘设备效率的测定.....	(333)
第四节 通风除尘系统的维护与管理.....	(333)
习 题	(334)
第九章 实验	(335)
实验一 管道内风速、风量的测定和均匀送风试验.....	(335)
实验二 粉尘粒径分布的测定 (A)	(337)
粉尘粒径分布的测定 (B)	(341)
实验三 旋风除尘器性能测定.....	(344)
实验四 局部排气罩性能测定.....	(348)
实验五 演示认识实验.....	(350)
(1) 旋风除尘器演示对比试验	(350)
(2) 电除尘器	(350)
(3) 空气含尘浓度测定试验	(351)
(4) 显微镜观察多种纤维粉尘试验	(352)
(5) 颗粒计数器观察试验	(353)
附 录	(356)
附录 1 单位名称、符号、工程单位和国际单位的换算	(356)
附录 2 通风管道统一规格	(357)
附录 3 通风除尘工程上常用的几种风机规格	(359)
附录 4 通风除尘工程上常用的几种电动机规格	(389)
附录 5 常用的导轨规格与皮带及减震器规格	(393)
附录 6 湿空气焓湿图 ($i-d$ 图)	(397)

第一章 绪 论

第一节 通风除尘的重要意义

通风除尘是一门新兴的学科，是随着工业生产的不断发展而发展起来的。它肩负着保护人民的身体健康，防止大气污染，改善车间的工作环境和促使工业生产优质高产的重任。目前已成为许多工业部门所不可缺少的一个重要组成部分。例如现代的电子工业工厂中，在制造半导体元件和集成电路块等车间，不仅要控制车间的温度和湿度，以保证半导体元件特性参数的稳定，又由于其间连接的导线极细以微米 (μm) 计和为了提高正品率，故对于车间的含尘浓度必须控制得极小，以防止粉尘污染导线与元件，造成断路及短路现象，所以配有高精度的通风除尘设备。又如医院手术室应为无菌室，故送入室内的空气既要有温湿度的保证，又应该洁净无菌，所以亦要配有严格的通风除尘与净化设备。在其它的工业生产过程中，由于许多工艺设备在运行时将有大量的热量、水汽、粉尘或有害气体产生，所以都必须采取有效的方法和防护措施，以改善车间的工作环境，避免大气污染，使工艺生产得以顺利进行。这也就是通风除尘学科所要研究和解决的问题。对于我们纺织工业，通风除尘是工艺生产过程中一个不可缺少的重要环节。例如在纺纱织造车间，机器很多，运转时耗电很大，这些电能的绝大部分转化为热能散发在车间，因而必须通风降温。另外，纺纱的加工原料如棉、毛、丝、麻等物料中，都会含有相当数量的叶屑、尘土、破籽、蛹屑、棉梗以及草等杂质，在纺纱工艺过程中必须及时清除，而其中部分尘杂和短纤维在纺纱过程中尚会散逸出来，污染空气，所以除在工艺机械本身有着大量的除尘任务外，而且还有着稀释和净化室内空气的任务。又如织部的浆纱机和印染厂的漂练染整机器上，均有大量的水雾汽产生，因此对于这些车间需要进行排雾排汽，特别是印染厂和化纤厂中还有着各种有害气体产生，例如漂练车间用漂白粉 $[\text{Ca}(\text{ocl})_2]$ 或次氯酸钠 (Naocl) 进行漂洗布匹时，会有氯气产生，人造丝厂（粘胶纤维）的黄化车间（用二硫化碳使碱素纤维溶解成黄色粘液的车间）则有二硫化碳 (CS_2) 气体发生，它不但有毒，而且与空气混合后易着火、爆炸，故需注意劳动保护与安全，维纶厂的缩醛车间有甲醛 (CH_2O) 气体产生，染阿尼林 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) 黑色布时有氰化氢及苯胺气体产生，染重氮染料时会散发氧化氮气体，染硫化染料时有硫化氢散发出来。这些有害气体均需采取措施进行排除，并要对这些车间的工人操作地点，送以符合人体温湿度要求的新鲜空气。而且在各种化纤厂的纺丝工艺过程中，亦需设置高要求的通风设备，例如对熔融纺的化纤（涤纶、锦纶、丙纶），则要求吹送洁净的温度较低的冷风，使化纤凝聚牵伸成丝，对于采用干法纺的化纤（腈纶、维纶、氯纶），则需吹送洁净的热风，使溶剂挥发，纤维固化牵伸成丝。所以这些空气均需预先经过温湿度处理和高度净化后方能送入工艺设备，以保证生产的顺利进行。而挥发出来的有害气体，则需及时排除，以保障操作工人的身体健康。尚有少量漏入车间的有害气体及散入车间的热量等，则还需要有维护人体舒适的生产环境通风。所以化纤厂有工艺空调通风和环境空调通风之分。总之，纺织工业生产中的通风除尘工程是占有极为重要的地位。

另外，还必须注意从车间排出的有害气体及烟尘，一般是不允许直接排至室外，以免污

染大气，影响人体健康和农作物的生长以及对金属材料、油漆涂层等腐蚀作用。对于大气的污染大致可分为煤烟、二氧化硫等化学烟雾和光化学作用于废气所形成烟雾等三代污染物质。如果大气污染严重，会造成人类的伤亡事故，例如1952年12月伦敦上空因无风造成连续5天浓重的酸雾，使许多人患呼吸道疾病，且造成4000人死亡的严重事件。故对于有害气体与烟尘的排放，必须严格处理，需符合国家的排放标准，方能排入大气。

解放前，我国工业生产落后，旧社会对劳动人民的身体健康漠不关心，除尘设备简陋，几乎没有什么通风设备，纺纱厂粉尘弥漫，织布厂犹如蒸笼，非常闷热，肺病成为从事纺织工业生产的职业病，解放后，我国政府就极为关心劳动人民的劳动环境与身体健康。在解放初期，就全国纺织厂提出了要保护劳动人民的身体健康，要求普遍地建立安装通风除尘设备，同时在全国举办了多期的通风训练班，并在大学内设置了采暖通风专业。党中央在1952年对工业企业发出了“在实施增产节约的同时，必须注意职工的安全、健康和必不可少的福利事业”的指示；1956年国务院发布的“工厂安全卫生规程”中指出：“改善劳动条件，保护劳动者在生产中的安全健康，是我们国家的一项重要政策，也是社会主义企业管理的基本原则之一”。1962年国家计委和卫生部公布了“工厂企业设计卫生标准”，〔(GBJ) 1—62〕对生产车间接空气中的有害气体、蒸汽和粉尘的最高容许浓度以及空气的温湿度标准都作了明确的规定。1973年我国又颁布了〔(GBJ) 4—73〕《工业“三废”排放试行标准》。1987年进一步作了修改与补充，发布了〔(GBJ) 19—87〕关于《采暖通风与空气调节设计规范》，更详细地规定了许多指标。所以我国的通风除尘工程事业，在中国共产党的正确领导下，随着社会主义建设事业的迅速发展而不断地深入向前发展，担负起为广大劳动人民服务的光荣职责，为多快好省地建设社会主义事业作出了巨大的贡献。

第二节 粉尘与有害气体的来源、危害性与控制标准

一、粉尘的来源及其危害

工厂中粉尘的来源有四个：

1. 在生产过程中被粉碎或分解时所产生的粉尘；
2. 不完全燃烧的结果所产生的粉尘；
3. 从原料中带进来的砂土、叶屑、杂质等；
4. 物质被加热时产生的蒸汽在空气中凝结或被氧化成固体微粒（通常在冶金企业产生）。

在许多工业生产部门，如选矿、烧结、耐火材料、铸造、水泥、玻璃、冶金等生产场所，都会散发出大量粉尘，对人体健康及工农业生产都会造成极大危害。

纺织工厂的粉尘绝大部分都是在生产过程中分解出来的，有着相当多的被打断的纤维性粉尘，这是因为棉花、羊毛、丝、麻、化纤等原料在纺纱过程中，都需要先分解成单纤维状态才能进行纺纱，因而在开松梳理原料成单纤维时，其中的尘土杂质纷纷被击落和梳理出来，在此同时有些纤维被击断或梳断，这些尘杂和短纤维中的一小部分通过机器的缝隙泄漏出来，这叫一次尘化气流，造成局部地点污染。在退解或引导棉卷、棉条、粗纱条等时，有些没有缠结在一起的纤维飘逸出来，以及在引导和交织时机件与纱线间互相摩擦振动亦会脱离出来粉尘，这些粉尘一般直径较小，通常纤维直径只有10~30 μm （微米），亦有些粗的麻、毛直径达100（ μm ）左右的。这些纤维性粉尘沉降速度很小，随同散发出来粒径很小的尘土、棉尘屑等，受车间空气流动速度（0.2~0.5m/s）的影响，飘浮于空气中，这叫二次尘化气流，带着

局部地点的含尘空气在整个车间内流动,使粉尘散布在整个车间,而污染空气。关于一次尘化气流,其所以仅能污染局部地点,可推证如下:

设粉尘由机械作用力使其抛出,速度为 v_0 ,由于受空气阻力使其降速,经过时间 t 后,降速至 v ,则可列出如下方程式:

$$3\pi\mu d_c v = -m \frac{dv}{dt} = -\rho_c \frac{\pi d_c^3}{6} \frac{dv}{dt}$$

式中: μ —— 空气的动力粘性系数, (Pa·s);

d_c —— 粉尘粒径, (m);

v —— 速度, (m/s);

ρ_c —— 粉尘密度, (kg/m³);

m —— 粉尘质量, (kg);

t —— 时间, (s)。

把上式简化后进行积分

$$\int_0^t -\frac{18\mu dt}{d_c^2 \cdot \rho_c} = \int_{v_0}^v \frac{dv}{v}$$

得:
$$\frac{-18\mu t}{d_c^2 \rho_c} = \ln \frac{v}{v_0}$$

令:
$$\frac{d_c^2 \rho_c}{18\mu} = \tau$$

则:
$$\frac{-t}{\tau} = \ln \frac{v}{v_0}$$

∴
$$v = v_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (1-1)$$

【例】 设有粉尘直径 10 (μm), 密度 $\rho_c = 2700$ (kg/m³), 从机内抛出速度 $v_0 = 10$ (m/s), 空气的动力粘性系数 $\mu = 1.79 \times 10^{-5}$ (Pa·s), 经过时间 0.01 (s) 后, 求此时粉尘的流动速度为多少? 又求粉尘移动多少距离?

答:
$$\tau = \frac{d_c^2 \rho_c}{18\mu} = \frac{(10 \times 10^{-6})^2 \times 2700}{18 \times 1.79 \times 10^{-5}} = 0.000838 \text{ (s)}$$

$$v = v_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = 10 \times e^{-\frac{0.01}{0.000838}} = 10 \times 6.568 \times 10^{-6} = 6.568 \times 10^{-5} \text{ (m/s)}$$

设移动距离为 s , 则

$$s = \int_0^t v dt = \int_0^{0.01} v_0 e^{-\frac{t}{\tau}} dt = -v_0 \tau e^{-\frac{t}{\tau}} \Big|_0^{0.01} = v_0 \tau - v_0 \tau e^{-\frac{0.01}{\tau}} \\ = 10 \times 0.000838 - 10 \times 5.50468 \times 10^{-9} = 0.00837994 \text{ (m)} \approx 0.00838 \text{ (m)}.$$

从例内分析可知一次尘化气流粉尘速度很快衰减,而且移动距离亦小,故不足以使整个室内空气污染,而主要是由二次尘化气流方才造成整个车间污染。

胶体化学上通常把固体或液体微粒浮游分散在气体介质中的情况,统称为气溶胶,分散在气溶胶中的固体微粒称为粉尘,分散在气溶胶中的液体微粒称为雾,粉尘对人体的危害程度,取决于粉尘的性质、空气含尘量的多寡和粉尘粒径的大小有关。粉尘的粒径(通称粒度)是危害人体健康不可忽视的一个重要因素,一般所遇到的粉尘可以大致区分如下:

尘粒 (Grit) 比较粗的颗粒,大于 75 (μm) [如翻砂车间的型砂等,俗称液态的毛毛雨亦近似此值至 500 (μm)]。

粉尘 (Dust) 小于 75 (μm) 而大于 1 (μm) 者(颗粒大小相当于面粉、水泥、飞灰等,纤维直径一般在 10~30 (μm),但长度大多数较长,液态雾珠 (Mist) 近似在此范围,细菌约为 0.4~15 (μm),肉眼大约可看到 10 (μm)。

烟 (Smoke) 和 雾 (Fume) 粒径大小可由 0.01 (μm) 到 1 (μm) 者。“烟”一般指燃烧

过程或其它化学过程形成的飞灰与未完全燃烧的炭粒混合悬浮物。“尘”是指固态颗粒如金属等经蒸发后冷却凝结而成。(在这样粒径范围内有炭黑、香烟、沥青烟、细的转炉粉尘等，一般红血球粒径亦在此范围内约 $0.2\sim 0.9\ (\mu\text{m})$ ；病毒约 $0.01\sim <0.4\ (\mu\text{m})$ ；可见光波长为 $0.4\sim 0.77\ (\mu\text{m})$ 。故小于 $0.4\ (\mu\text{m})$ 的微尘一般光学显微镜不能看到，需用电子显微镜观察)。

粉尘粒径愈小，愈不容易沉降，长时间浮游在空气中容易被吸入体内，细小的容易深入肺部。直径在 $100\ (\mu\text{m})$ 以上的尘粒会很快在空气中沉降，一般不会被人体吸入，在 $15\ (\mu\text{m})$ 以下的粉尘即属可吸入粉尘，而 $10\ (\mu\text{m})$ 以上的尘粒可以阻留在呼吸道中； $5\sim 10\ (\mu\text{m})$ 的尘粒大部分会在呼吸道沉积，被分泌的粘液吸附，可以随吐痰排出；小于 $(5\mu\text{m})$ 的尘粒能深入肺部，引起各种尘肺病，因而对于人体危害最大。另外，粉尘愈小，则单位质量的表面积（通称比表面积）愈大，提高了粉尘的物理化学活性，增加了吸附空气中有害气体及其他污染物质，加剧了病理生理效应的发生与发展，而且也是细菌的媒介物，吸入这些粉尘后，就会引起鼻炎、咽炎、气管炎、肺炎等，当粉尘进入肺内而未被呼出，这时部分微尘沉积在肺泡中，挤满至一定程度时，可引起尘肺，例如吸入石棉、水泥、可能引起石棉肺、水泥肺，吸入过多棉尘会引起棉尘病，即感到胸闷或咳嗽。严重的会造成持久性的呼吸气量减退，影响工作能力，故近年来对棉纺厂的棉尘控制日趋重视，吸入含有二氧化硅为主的粉尘，则可引起矽肺，矽肺病危害很大，较其它尘肺严重，能使海绵性肺组织纤维化，日久变硬，以致不能呼吸。故粉尘含量中通常以含有 10% 的游离二氧化硅量为界订出空气中容许含尘量的标准数。

含尘量的多寡通常以质量浓度表示，质量浓度是指每立方米空气中所含粉尘的毫克数表示，符号以 (mg/m^3) 表示，〔亦有以毫克/升表示，其符号为 mg/l 〕；尚有用克/公斤表示，其符号为 (g/kg) ，故必须注意〕。

为了确保劳动人民的身体健康，我国的《工业企业设计卫生标准》规定了不同工矿企业工作地点的生产性粉尘最高容许浓度，见表 (1-1)，它的制订是以保障工人在此浓度下长期进行生产劳动而不会引起急性或慢性职业病为基础而定的。

表 (1-1) 工作地点生产性粉尘的最高容许浓度

序 号	物 质 名 称	最高容许浓度 (mg/m^3)
1	含有 10% 以上游离二氧化硅的粉尘 (石英、石英岩等)①	2
2	石棉粉尘及含有 10% 以上石棉的粉尘	2
3	含有 10% 以下游离二氧化硅的滑石粉尘	4
4	含有 10% 以下游离二氧化硅的水泥粉尘	6
5	含有 10% 以下游离二氧化硅的煤尘	10
6	铝、氧化铝、铝合金粉尘	4
7	玻璃棉和矿渣棉粉尘	5
8	烟草及茶叶粉尘	3
9	其他粉尘②	10

注：①含有 80% 以上游离二氧化硅的生产性粉尘，不宜超过 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

②其他粉尘系指游离二氧化硅含量在 10% 以下，不含有毒物质的矿物性和动植物性粉尘。

从表 (1-1) 可知，纺织厂最高容许浓度为 $10\ (\text{mg}/\text{m}^3)$ 。对于具体纺织厂的各车间所容许的含尘浓度，根据过去某些国家的规定，列于表 (1-2)，以供参考。

我国在 50 年代后期，纺织工业部参照了表 (1-2) 的标准，结合了我国当时的加工原料，考虑了当时纺织厂的具体设备情况，制订了棉纺织厂各车间容许浓度标准，大约普遍要比表

表 (1-2) 纺织厂各车间容许含尘浓度

厂 别	车 间	容许含尘浓度 (mg/m ³)	备 注
棉 纺 织 厂	混开棉	6	
	清 棉	4	
	梳 棉	5	
	并 粗	3	
	精 纺	2	
	织 布	3	
	检 验	5	
	拣 花 (废品车间)	8	
亚 麻 纺 织 厂	手工梳麻	8~10	允许含尘浓度范围是根据麻纤维的品质决定的, 如果麻纤维品质很差时, 可以用容许含尘浓度的上限
	机械梳麻	6~8	
	梳麻机	6~10	
	除尘机	10	
	前纺、并条、粗纱	4~5	
	干纺	4~5	
	织布	3~4	
毛 纺 织 厂 (粗 纺)	选毛、分级	8	
	除尘 (清毛间)	5	
	和油 (加油混毛间)	4	
	梳毛	3	
	毛纺	2	
	织造	2	
	洗毛	6	
	废毛处理	7	
毛 纺 织 厂 (精 纺)	选毛、分级	6	
	除尘 (清毛间)	5	
	和油 (加油混毛间)	4	
	梳毛	4	
	精梳	3	
	条粗	2	
	精纺	2	
	织造	2	

(1-2) 所列数字高 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 左右, 我国在 60 年代初曾对含尘浓度较高的前纺车间操作工人进行健康检查, 接受检查人员均系两年以上的运转操作工人, 调查结果, 患棉尘病率平均为 6.5%, 以开清棉、梳棉车间较多, 并条车间较少, 而细纱和织布车间经医务人员多年观察, 未曾发现工人患有棉尘病的症状, 这证明前纺车间可吸入粉尘浓度远大于后纺与布机车间。近年来, 许多国家根据纺织厂工人在所控制的容许含尘浓度条件下, 长期工作后的患病情况分析, 订出了更严格的容许含尘浓度标准。美国与澳大利亚等国所订标准为以可吸入粉尘含尘浓度为准, 把小于 $15\mu\text{m}$ 能吸入人体的粉尘量作为标准, 是用立式淘析器采样仪进行测定, 规定最高容许浓度为 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 。而苏联、波兰等国则以空气中含有粉尘总量计算, 粉尘采样器与我国现用粉尘采样器相同, 则规定最高容许浓度为 $4\text{mg}/\text{m}^3$ 。意大利、比利时等国则规定最高容许浓度为 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 。我国纺织工业部目前尚未订出新的容许含尘浓度标准, 但根据我国现在棉纺织厂各车间的含尘浓度已能普遍控制在 $4\sim 5\text{mg}/\text{m}^3$ 左右, 有的车间已可控制 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下, 为了保障工人的身体健康, 1983 年中国纺织工程学会在湘潭开的除尘会议期间, 建议在新建的棉纺织厂各车间最高容许含尘浓度可订为 $2.5\text{mg}/\text{m}^3$, 老厂可订为 $3.5\text{mg}/\text{m}^3$, 毛纺织

厂除选毛、开毛车间可订为 $8\text{mg}/\text{m}^3$ 以外，其他车间的容许含尘浓度与棉纺织厂相同；麻纺织厂除掉苧麻纺织厂容许含尘浓度可较高外（但不得超过 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ），其它麻纺织厂的拣麻、软麻、梳麻三个车间可订为 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ，其它车间可订为 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 。

现将室外大气中的含尘浓度大致情况列于表（1-3）

表（1-3） 大气中的粉尘质量浓度

地 点	粉 尘 质 量 浓 度 (mg/m^3)
农村或远郊	0.2~0.8
城市中心	0.8~1.5
轻工业厂区	1.0~1.8
重工业厂区	1.5~3.0

通风除尘技术中还采用另一种含尘浓度标准，即颗粒浓度，它是指每立方米空气中所含粉尘的颗粒数，以符号（个/ m^3 ）表示，它是主要用于超净化车间的一种标准，并且常用每升中含有粉尘颗粒数，以符号（个/ l ）表示，现将大气中的粉尘颗粒浓度表列于表（1-4）；把超净化车间内容许的颗粒浓度列于表（1-5），以供参考。

表（1-4） 大气中的粉尘颗粒浓度表

地 点	含尘计数浓度 $\geq 0.5\mu\text{m}$ (个/ l)
农村地区	3.0×10^4
大城市内	12.0×10^4
工业中心	25.0×10^4

表（1-5） 超净化车间内容许含尘浓度标准

国 内 标 准		国 外 标 准	
级 别	每升空气中 $\geq 0.5 (\mu\text{m})$ 尘粒数	级 别	每升空气中 $\geq 0.5 (\mu\text{m})$ 尘粒数
I	3 个/ l	I	3.5 个/ l (100 个/ ft^3) 又名百级
II	30 个/ l	II	350 个/ l (10000 个/ ft^3) 又名万级
III	300 个/ l	III	3500 个/ l (100,000 个/ ft^3) 又名十万级
IV	3000 个/ l		
V	30000 个/ l (普净)		

不同粒径时的尘粒级别可查图 1-1 求得。

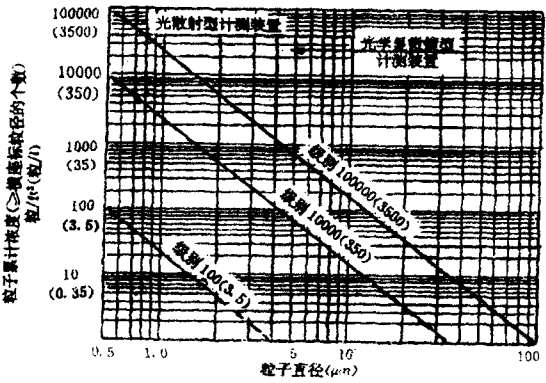


图 1-1

况，以质量百分比与颗粒百分比表示列于表（1—6），从表中可看出，颗粒直径小的虽然所占质量百分比很小，但颗粒百分比却很大。

表（1—6） 大气中粉尘粒径分布情况表

范 围 (μm)	平均粒径 (μm)	各区间的比例%		范 围 (μm)	平均粒径 (μm)	各区间的比例%	
		质 量	颗 粒			质 量	颗 粒
30~>10	20	28	0.05	3~>1	?	6	1.07
10~>5	7.5	52	0.17	1~>0.5	0.75	2	6.78
5~>3	4	11	0.25	0.5~>0	0.25	1	91.68

为了保护环境卫生，保障人民身体健康和不妨碍工农业生产为前提下，我国颁布和制订了“三废”排放标准中规定烟尘及生产性粉尘的排放标准列于表（1—7）。

表（1—7） 烟尘及生产性粉尘排放标准

有害物质名称	排放有害物企业	排 放 标 准		
		排气筒高度 (m)	排放量 (kg/h)	排放浓度 (mg/m ³)
烟尘及生产性粉尘	电站（煤粉）	50	82	
		45	170	
		60	310	
		80	650	
		100	1200	
		120	1700	
		150	2400	
	工业及采暖锅炉			200
	炼钢电炉			200
	炼钢转炉			
	（小于12吨）			200
	（大于12吨）			150
	水 泥			150
	生产性粉尘			
	（第一类）			100
	（第二类）			150

注：①系指局部通风除尘后所允许的排放浓度。第一类指：含10%以上游离二氧化硅或石棉的粉尘、玻璃棉和矿渣棉粉尘、铝化物粉尘等。第二类指：含10%以下的游离二氧化硅的煤尘及其他粉尘。

二、有害气体的来源及其危害

在化工、造纸、金属冶炼、浇铸、电镀、酸洗、喷漆等过程中，均产生大量的有害蒸汽和气体。对人体健康危害极大。在纺织企业产生有害气体的主要场所是印染工厂、人造丝工厂和合成纤维工厂以及一些处理原料的车间。这一些地方产生的有害气体约有下列几种：

1. **一氧化碳 (CO)** 这是一种比空气还要轻一些的气体，它的质量与空气质量的比是0.97。一氧化碳能够阻碍血液中氧气和血红素的结合，使我们感觉头晕，虚弱引起窒息性中毒，一直到麻木死亡。一氧化碳产生于印染工场的烧毛机和存在不完全燃烧的地方。由于它无色无味，能均匀地和空气混合，不易被人发觉，因此必须注意防备。

2. **氯气 (Cl₂)** 氯气比空气重，氯气的质量与空气质量的比是2.5，在印染工场漂练车间的酸洗、漂洗、堆布池这一些地方产生得最多。氯气有强烈的刺激性，它对人体的呼吸系统有严重的损害作用，它能使人脸色发青，患支气管和肺病等，氯气浓度很大时，甚至能使人立刻死亡。

3. **二氧化硫 (SO₂)** 二氧化硫对空气的质量比是2.26，二氧化硫从印染工厂的硫酸中

产生，在金属矿物的焙烧、毛和丝的漂白，化学纸浆和制酸等生产过程亦有含二氧化硫的废气排出。二氧化硫是无色、有硫酸味的强刺激性气体，是一种活性毒物，在空气中可以氧化成三氧化硫，形成硫酸烟雾，其毒性要比二氧化硫大十倍。使鼻、咽喉和支气管发炎。

4. **硫化氢 (H_2S)** 硫化氢与空气的质量比是 1.19。硫化氢的主要来源也是硫酸，是生产人造丝用硫酸处理粘胶人造丝时产生的气体，其它化学和制药工业中用酸类作用于硫化物、用多硫化物制造硫化染料、开采和提炼含硫石油、从含硫矿石中提炼有色金属等作业环境中均可遇到硫化氢气体。此外，含硫有机物腐败时也产生硫化氢。故修理清除下水道、化粪池和污水坑的工人也经常接触到硫化氢气体，它是一种刺激呼吸系统、眼角膜和神经系统的毒气。

5. **二硫化碳 (CS_2)** 二硫化碳流体的沸点是 46°C ，它的蒸汽与空气质量比是 2.62。二硫化碳是制造粘胶人造丝工厂所必须用的化学用料。又由于二硫化碳是良好的溶剂，也应用于橡胶、树脂、制药及其它化学工业上，它的溶液在浓度很大时，有麻醉作用，是一种强烈损害神经系统的有害气体，在浓度较小时，它也常会引起人们的慢性中毒。二硫化碳主要以蒸气形式从呼吸道进入人体，也能经皮肤吸收。它是一种侵害神经组织的毒物。

6. **氮的氧化物 (NO 和 NO_2)** 一氧化氮和二氧化氮是从印染工场染色车间的硝酸和硝酸盐里产生的。其它工业如合成硝酸生产过程中，以及用硝基苯炸药开山筑路、矿坑内爆破中，均会产生大量氧化氮气体，在化学工业中制造照相软片或软片燃烧时，也产生氧化氮气体。它刺激呼吸系统，引起咳嗽以致肺部发炎；一般在中毒 2~12 小时以后，开始发生虚弱无力、寒颤和发烧的现象。

7. **阿尼林 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$)** 阿尼林是印染工场染黑布的一种化学原料。它在一般室温下成油状，氧化后变成黑色。在标准大气压力下阿尼林油的沸点是 183°C 。但是它在室温情况下也能蒸发，它的蒸汽与空气的质量比是 3.2。阿尼林能减低血液中血红素的活动能力。引起头痛、虚弱、脸色发青等现象。

8. **氰酸 (HCN)** 氰酸是一种具有特殊臭味的无色液体，在标准大气压力下，它的沸点是 25.6°C ，是印染工场的产物，合成纤维聚丙烯腈（人造羊毛）单体丙烯腈，类同氰化氢，毒性大，主要由于氰离子抑制细胞代谢过程中的一种酶的作用，使细胞内氧化作用障碍，不能利用血液中的氧气而造成细胞内呼吸困难（称内窒息）。所以氰酸急性中毒症状是心跳、呼吸困难、昏迷和呼吸停止；慢性中毒时会发生全身疲劳、呕吐、失神等现象。

9. **氨 (NH_3)** 氨在常态下是一种无色的然而有强烈刺激性臭味，在标准大气压力下，它的沸点为 -33.4°C ，气态氨与空气的质量比是 0.596，是有些纺织或印染工厂冷冻机房采用氨作为制冷剂时，常会泄漏出来的，其它工业如氮肥厂硝酸厂等均用氨，会有氨气逸出，氨对人体来说，如果少量吸入是没有什么危害的，但过多吸入体内，就有害处，当空气中按体积计算含有 1% 以上的氨就可能使人窒息中毒，如容积浓度为 0.5% 时，人在其中停留半小时，也要中毒，低浓度的氨引起流泪、流涕、咽喉充血，日久发生鼻炎、咽炎，高浓度的氨可引起气管炎、肺炎，严重缺氧时，有口唇青紫、喉头水肿发生窒息。

10. **苯 (C_6H_6)** 苯是一种无色、透明、有芳香味的易燃流体，沸点 80.1°C ，极易挥发，苯蒸气与空气质量比为 3，苯用途极广，可作为制造染料、杀虫剂、防腐剂、医药的原料，可以溶解橡胶、磷、硫等物质，是一种廉价的好溶剂，因此，在炼焦、橡胶、印刷、化工、肥料、颜料、油漆等行业另大量应用，对油漆是一种极好的稀薄剂，通常用的香蕉水，含苯量达 50~60%。苯主要以蒸气形式通过呼吸道侵入人体，皮肤亦可少量吸收，吸入后主要影响

神经系统和血液系统。一般先有白细胞数下降，继则出现血小板和红细胞数减少和贫血，严重者有恶心、呕吐、神态不清，昏迷和呼吸中枢麻痹。

11. **光气** (COCl_2) 制冷剂氟利昂燃烧后形成光气，四氯化碳遇高温或火焰时亦分解出光气，光气又是制造染料和医药工业的中间体，对肺有强烈的刺激作用，引起化学性肺炎或肺水肿。

12. **汞** (Hg) 汞是一种剧毒物质。汞即使在常温或 0°C 以下时，也会大量蒸发，当汞蒸气通过呼吸道或胃肠道进入人体后与蛋白质的巯基 ($-\text{SH}$) 相结合，使细胞酶的作用受到抑制，影响了细胞的正常新陈代谢，而引起中毒。汞的急性中毒症状主要表现在消化器官和肾脏上，慢性中毒则表现在神经系统上（易怒、头痛、记忆力减退等），以及口腔炎，肌肉震颤、贫血和体重减轻等症状。

13. **锌** (Zn) 锌的熔点 419°C ，沸点 907°C ，在冶炼和铸造含锌物质时，均会有大量锌蒸气逸出，在空气中迅速氧化，成为氧化锌白色浓烟。含锌金属的焊接，亦会产生氧化锌烟尘，氧化锌烟尘进入人体作用于呼吸道细胞，产生变性蛋白，经吸收后即可引起发热反应，体温可升到 $38\sim 39^\circ\text{C}$ 或更高，喉咙干燥，感觉有金属甜味，有时伴干咳、胃口不好、疲倦感等，俗称“铸造热”。铜、钴、锑、镁、镉、钨、锰、汞和铍等烟尘都能引起铸造热，故在有色金属冶炼、翻砂、焊接、气割及有色合金铸等工业部门均可发生，特别是吸入大量的镉、铍烟尘和汞蒸气，起初出现铸造热症状，以后可能出现化学性肺炎，故需特别注意。

14. **铅** (Pb) 铅的熔点 327°C ，加热至 $400\sim 500^\circ\text{C}$ 时即有大量铅蒸气逸出，并在空气中迅速氧化凝聚成颗粒极细的氧化铅烟尘，通过呼吸道进入人体，铅蒸气产生于有色金属冶炼、红丹（铅丹）、蓄电池、橡胶等生产过程中，进入人体后，一部分在体内积累，损害消化道时，有阵发性脐周隐痛，腹绞痛与便秘。损害造血器官时，造成贫血，严重时脸呈土灰色称“铅容”。损害神经系统时，造成头晕、头痛、失眠等。

15. **甲醇** (CH_3OH) 甲醇又称木醇，为无色易燃的挥发性液体。工业上常用作溶剂、燃料和甲基化剂等，生产涤纶（聚酯树脂）过程中使用甲醇。工业急性甲醇中毒是由于吸入大量蒸气造成。误服也可致严重中毒。甲醇也能由皮肤吸收，经肺及肾缓慢地排出体外。甲醇在体内氧化为甲醛和甲酸。甲醇具有蓄积作用，故可引起慢性中毒。急性中毒轻者出现头昏、头痛、喉痛及干咳、胸闷、食欲不佳、恶心、视力模糊、酒醉状态、失眠等，重者除上述症状明显加剧外，并有眼球疼痛、瞳孔扩大或缩小等危险症状。慢性中毒可发生头痛、耳鸣、失眠、晕眩、易疲乏等。胃肠道不适可出现恶心、呕吐、腹痛、便秘，以及步态不稳、视力逐渐减退等症状，并有湿疹、皮炎、上呼吸道炎及结膜炎等。

生产聚苯乙烯（保温材料），尼龙（包括卡普隆、锦纶等）过程中因原料内使用苯，则要注意防止苯中毒，生产维纶（聚乙烯醇）过程中使用大量甲醇及甲醛，则要注意防止甲醇、甲醛中毒。这些有害气体发生处一般都需设计伞形罩和密封罩进行抽气排除，泄漏至车间数量很少，因而类同含尘浓度一样，必需控制车间内有害气体浓度在容许标准范围内。

现把纺织企业常遇到的一些有害物质在车间中最高容许浓度摘录于表（1-8），是以工人在此浓度下长期进行生产劳动而不会引起急性或慢性职业病为基础制订的。居住区大气中有毒物质的最高容许浓度摘录于表（1-9），其中一次最高容许浓度，一般是根据不引起粘膜刺激和恶臭而制订的；日平均最高容许浓度，主要是根据防止有害物质的慢性中毒而制订的。制订最高容许浓度还需考虑到国家的经济和技术水平。

表 (1-8) 车间空气中有害物质的最高容许浓度

编号	物质名称	最高容许浓度 (mg/m ³)	编号	物质名称	最高容许浓度 (mg/m ³)
1	氟、氟化氢	1	20	戊醇、醋酸甲酯、醋酸戊酯	100
2	氯化氢、盐酸、二氧化硫	15	21	醋酸乙酯、醋酸丙酯、羧酸丁酯	200
3	氨、氯乙烯	30	22	氯苯、二氯乙烷、三氯乙烯	50
4	一氧化碳①	30	23	苯 (皮)	40
5	阿尼林、酚 (皮)、苯胺	5	24	苯的硝基及二硝基氯化物	1
6	甲苯胺、二甲苯胺 (皮)	5	25	苛性碱 (换算成 NaOH)	0.5
7	甲醛、乙腈	3	26	丙烯醛、敌敌畏 (皮)、滴滴涕	0.3
8	硫化氢、二硫化碳 (皮)	10	27	氧化镉、升汞、六六六	0.1
9	丙烯腈 (皮)、氯丁二烯 (皮)	2	28	金属汞、三乙基氯化锡 (皮)	0.01
10	四氯化碳 (皮)	25	29	硫化铅	0.5
11	氧化氮 (换算成 NO ₂)	5	30	铅烟、黄磷	0.03
12	硫酸及三氧化硫	2	31	铍及其化合物	0.001
13	汽油、煤油、松节油	300	32	五氧化二砷、砷化氢	0.3
14	乙醚	500	33	四乙基铅	0.005
15	氰化氢、氢氰酸盐 (换算成 HCN)	0.3	34	糠醛	100
16	光气	0.5	35	磷化氢	0.3
17	甲醇、环己酮、环己醇	50	36	联苯-联苯醚	7
18	乙醇	500	37	溴甲烷 (皮) 碘甲烷 (皮)	1
19	丙醇、丁醇	200	38	萘烷、四氯化萘	100

注：①一氧化碳的最高容许浓度在作业时间短暂时可予放宽：作业时间1小时以内，一氧化碳浓度可达到50 (mg/m³)；半小时以内可达到100 (mg/m³)；15~20分钟可达到200 (mg/m³)。在上述条件下反复作业时，两次作业之间须间隔2小时以上。

②有 (皮) 标记者为除经呼吸道吸收外，尚易经皮肤吸收的有毒物质。

表 (1-9) 居住区大气中有害物质的最高容许浓度

编号	物质名称	最高容许浓度 (mg/m ³)		编号	物质名称	最高容许浓度 (mg/m ³)	
		一次	日平均			一次	日平均
1	一氧化碳	3.00	1.00	18	环氧氯丙烷	0.20	
2	乙 醛	0.01		19	氟化物 (换算成 F)	0.02	0.007
3	二 甲 苯	0.30		20	氨	0.20	
4	二氧化硫	0.50	0.15	21	氧化氮 (换算成 NO ₂)	0.15	
5	二硫化碳	0.04		22	砷化物 (换算成 As)		0.003
6	五氧化二磷	0.15	0.05	23	敌 百 虫	0.10	
7	丙 烯 腈		0.05	24	酚	0.02	
8	丙 烯 醛	0.10		25	硫化氢	0.01	
9	丙 酮	0.80		26	硫 酸	0.30	0.10
10	甲基对硫磷 (甲基 E605)	0.01		27	硝 基 苯	0.01	
11	甲 醇	3.00	1.00	28	铅及其无机化合物 (换算成 Pb)		0.0007
12	甲 醛	0.05		29	氯	0.10	0.03
13	汞		0.0003	30	氯丁二烯	0.10	
14	煤 烟	0.15	0.05	31	氯化氢	0.05	0.015
15	苯	2.40	0.80	32	铬 (六价)	0.0015	
16	苯 乙 烯	0.01		33	锰及其化合物 (换算成 MnO ₂)	0.03	0.01
17	苯 胺	0.10	0.03	34	飘 尘	0.50	0.15