

劳动保护技术教材

国家劳动总局主编



工业通风与防尘

上海科学技术出版社

劳动保护技术教材

工业通风与防尘

国家劳动总局主编
中国医学科学院卫生研究所 邵强编

上海科学技术出版社

劳动保护技术教材
工业通风与防尘
国家劳动总局主编
上海科学技术出版社出版
(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海东方印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 15.25 插页 1 字数 334,000

1983年5月第1版 1988年2月第2次印刷

印数 50,651—56,650

ISBN 7-5323-0440-X / R · 120

统一书号: 15119·2254 定价: 3.15 元

内 容 提 要

本书系统地阐述了工业通风的基本原理及设计计算方法。其中贯穿着通风防尘、排毒、防暑降温措施等主要内容,也介绍了空气的物理性质和状态过程、全面通风、局部排风、风道、风机、除尘以及有害气体的净化等。

此外,书中还扼要地介绍了有害气体的排放和扩散、通风系统的测试技术。

本书主要供从事劳动保护技术人员和管理人员在学习工业通风基本原理时参考之用,也可作为有关部门举办工业通风专业培训的教学参考资料。

前 言

劳动保护是我们社会主义国家和社会主义企业的神圣职责，也是全国一切经济部门和生产企业的头等大事。建国三十多年来，党和政府一直是关怀与重视劳动保护工作的，把它看成是消除生产中不安全和不卫生因素、防止伤亡事故和职业病的发生、保障劳动者安全顺利地完成任务的一项重大措施。

十年内乱，给劳动保护工作带来很大的破坏。自党的十一届三中全会确定工作重点放到经济建设上以后，党的安全生产方针得到了进一步贯彻，劳动保护工作取得了新的成就。

建设四个现代化的社会主义强国，需要有一支宏大的有社会主义觉悟、有科学文化知识、有专业技术和经验的职工队伍。劳动保护是国家经济建设中的一个重要组成部分。为适应经济建设发展的需要，必须发展劳动保护事业。发展劳动保护事业，首先应当壮大劳动保护专业队伍。没有一支专业队伍，所谓加强劳动保护，只能是一句空话。

我局主编出版的一套劳动保护技术教材，计有《劳动保护概论》、《工业通风与防尘》、《工业防毒技术》、《射频辐射防护技术》、《噪声控制技术》、《电气安全技术》、《起重安全技术》、《焊接安全技术》、《锅炉与压力容器安全》和《煤矿安全》等十种。这套教材较为详细地阐述了安全技术与工业卫生技术的原理和方法，可供各地区、各工矿企业劳动部门培训劳动保护干部之用；也可供企业单位劳动保护干部和生产管理干部学

习参考;并可作为中等专业学校的劳动保护教材。

由于编写时间仓促,书中恐有错误、不妥之处,敬希读者批评指正,俾在重版时改正。

1981年10月

重 印 说 明

由原国家劳动总局主编的一套劳动保护技术教材,原拟编辑出版十种,后《劳动保护概论》因故未编,实为九种。

在当前普遍开展安全教育的形势下,对这套教材需求甚切。我社为满足读者需要,现决定姑按老版本重印一次,并由内部发行改为公开发行。

上海科学技术出版社

1987年6月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 工业通风在劳动保护中的作用	1
第二节 对生产环境的卫生学要求	2
一、车间空气中粉尘的最高容许浓度	2
二、车间空气中有毒物质的最高容许浓度	2
三、车间内作业地带及工作地点的夏季空气温度规定	2
第三节 对大气环境的卫生学要求	7
一、居住区大气中有害物质的最高容许浓度	7
二、有害物质的排放标准	7
第四节 防尘、防毒、防暑降温综合措施	12
一、防尘综合措施	12
二、防毒综合措施	14
三、防暑降温综合措施	15
第五节 通风方法的分类	17
一、按通风系统的工作动力不同分类	17
二、按组织车间内的换气原则分类	20
第二章 空气的物理性质及状态过程	24
第一节 空气的物理性质	24
一、空气的组成	24
二、空气的压力	24
三、空气的温度	26
四、空气的湿度	26
五、空气的容重	31

六、空气的比热	52
七、空气的焓	52
第二节 湿空气的状态过程	33
一、湿空气的 $i-d$ 图	33
二、 $i-d$ 图的应用	35
第三章 全面通风	44
第一节 气流组织方式	44
一、气流组织原则	44
二、送、排风口位置对通风效果的影响	45
第二节 全面通风换气量的确定	50
一、消除余热的通风换气量	50
二、消除余湿的通风换气量	53
三、消除有害气体的通风换气量	54
第三节 空气平衡及热平衡	56
一、空气平衡	56
二、热平衡	57
第四节 热、湿及有害气体散发量的计算	60
一、散热量的计算	60
二、散湿量的计算	68
三、有害气体散发量的计算	73
第四章 局部排风	77
第一节 概述	77
一、局部排风系统的组成	77
二、对局部吸尘(气)罩的原则要求	79
三、吸气口的气流特性	80
第二节 密闭吸尘罩	82
一、影响密闭罩性能的因素	82
二、密闭罩抽风量的确定	84
第三节 矩形吸气罩(通风柜)	97
一、影响通风柜性能的因素	97

二、通风柜抽风量的确定	100
第四节 旁侧吸尘(气)罩	102
一、旁侧吸尘(气)罩吸气特性	103
二、旁侧吸尘(气)罩抽风量的确定	105
第五节 伞形排气罩	111
一、冷过程伞形排气罩	112
二、热过程伞形排气罩	116
第六节 槽边吸气罩	120
一、槽边吸气罩的特性和形式	120
二、槽边吸气罩抽风量的确定	126
第五章 风道	134
第一节 基本概念	134
一、有效截面、风速及风量	134
二、空气沿风道流动时的压力	134
三、空气沿风道流动时的能量转换	136
四、两种流动状态	137
第二节 空气在风道内流动时的阻力	139
一、摩擦阻力	139
二、局部阻力	146
第三节 风道内的空气压力的分布	151
一、简单风道内的空气压力的分布	151
二、带有异形部件的风道内的空气压力的分布	155
第四节 风道的设计计算	162
一、风道计算步骤	163
二、风道设计中应注意的问题	173
第六章 通风机	178
第一节 通风机的分类和用途	178
一、分类	178
二、用途	180
第二节 离心式通风机的构造及工作原理	181

一、构造	181
二、工作原理	185
第三节 离心式通风机的性能参数和特性曲线	185
一、性能参数	185
二、离心式通风机的特性曲线	189
第四节 离心式通风机的运行和调节	195
一、管网特性曲线	195
二、通风机在管网中的工作特性	197
三、通风机的联合运行	198
四、通风机的调节	202
第五节 轴流式通风机	205
一、轴流式通风机的构造及工作原理	205
二、轴流式通风机的特性	206
第六节 通风机的选型、安装和使用	207
一、通风机型号的选择	207
二、通风机的安装	215
三、通风机的启动与运转	215
第七章 除尘	216
第一节 概述	216
一、除尘设备的种类	216
二、含尘气体的特性	217
三、粉尘的特性	219
第二节 重力沉降室	222
一、原理	222
二、结构和性能	224
第三节 旋风除尘器	226
一、普通旋风除尘器	226
二、旁路式旋风除尘器	231
三、扩散式旋风除尘器	232
四、旋风组与多管除尘器	236

五、旋风除尘器的运行管理	248
第四节 过滤式除尘器	241
一、简易袋式除尘器	241
二、脉冲袋式除尘器	247
三、颗粒层除尘器	250
第五节 湿式除尘器	254
一、冲击式水浴除尘器	254
二、水膜旋风除尘器	258
三、文丘里除尘器	262
第六节 电除尘器	270
一、工作原理	270
二、结构和性能	271
第七节 除尘器性能评价的主要指标	276
一、除尘效率	276
二、阻力	280
第八章 有害气体的净化	283
第一节 气体吸收法	283
一、基本概念	283
二、吸收机理	294
三、吸收计算	298
四、常用吸收设备	304
第二节 固体吸附法	314
一、基本概念	314
二、吸附机理	316
三、吸附剂的解吸	318
四、常用吸附设备	319
第三节 有害气体的净化实例	324
一、二氧化硫的净化	324
二、硫化氢的净化	329
三、含氯废气的净化	332

四、含氧化氮废气的净化	334
五、含氟尾气的净化	335
六、含汞废气的净化	337
第九章 有害气体的排放和扩散	342
第一节 影响有害气体扩散的因素	342
一、气象条件的影响	342
二、地形影响	346
三、排放参数的影响	348
第二节 烟柱抬升高度的计算	349
第三节 烟气落地时的浓度的计算	356
第十章 隔热与降温	364
第一节 隔热	364
一、建筑物隔热	364
二、设备隔热	366
第二节 自然通风	371
一、自然通风的作用原理	372
二、自然通风的计算	377
三、进风窗与避风天窗	389
四、自然通风的设计原则	393
第三节 局部送风	396
一、风扇和喷雾风扇	396
二、空气淋浴	398
第十一章 通风系统的测试技术	403
第一节 车间气象参数的测定	403
一、温度和湿度的测定	403
二、空气流速的测定	408
三、辐射热强度的测定	411
第二节 车间空气中有毒物质浓度的测定	413
一、生产性粉尘浓度的测定	413
二、有害气体浓度的测定	416

第三节	通风系统的风量和风压的测定	425
一、	测定截面的选择和测点位置的确定	425
二、	风道中风压及风量的测定	429
第四节	风道内尘粒浓度的测定	439
一、	等速采样	439
二、	采样装置和采样系统	441
三、	风道中尘粒浓度和排放量的计算	447
附录 1	空气的主要物理性质表	450
附录 2	湿空气 $i-d$ 图	插页
附录 3	钢板制圆形风道摩擦阻力计算线解图	452
附录 4	确定风道当量直径的线算图	453
附录 5	局部阻力系数(ζ)表	454
附录 6	各种粉尘爆炸浓度下限	466
附录 7	气体和蒸气的爆炸极限浓度	467
附录 8	几种进、排风窗及避风天窗局部阻力系数值	468
附录 9	单位名称、符号、工程单位和国际单位的换算	471
参考文献	473

第一章 绪 论

第一节 工业通风在劳动保护中的作用

伴随人们的生产活动,在各种产品的生产过程中,会程度不同地产生诸如粉尘、有害气体和热、湿等生产性有害因素。对这些有害因素如不采取适当的控制措施,听任其散发到生产环境中去,就会使生产环境的空气质量变坏。这样,就有可能使工人的身心健康受到危害,甚至使他们受到职业病的危害。工业通风的主要任务是利用技术手段,合理组织气流,控制或消除生产过程中产生的粉尘、有害气体、高温和余湿,创造适宜的生产环境,达到保护工人身心健康的目的。

工业通风、防尘、排毒、防暑降温在安全生产中占有相当重要的地位,是劳动保护工作中必不可少的内容。

在党和政府的关怀下,我国工矿企业中工人的劳动条件得到了很大改善。其间,工业通风起到了相当大的作用。在防尘、排毒、防暑降温各项措施中,应用或辅以通风技术措施取得显著效果的工矿企业为数不少。这些单位除了领导重视通风防尘、排毒工作,有妥善的组织措施和管理措施外,还在于坚持了通风除尘、排毒系统的合理设计、正确安装和维持良好运行几个环节,使车间工作地点空气中有害物浓度长期低于国家卫生标准规定的容许浓度,杜绝了职业病患者的发生,消除了工人的后顾之忧,提高了劳动生产率。

工业通风不仅是解决劳动保护问题的一项重要技术手

段,它还与环境保护科学有着密切的关系。在某种意义上说,工业通风把劳动保护和环境保护中某些技术环节联系起来。近些年来发展起来的环境工程学、人机工程学等边缘学科中也渗透有工业通风的基本原理,而这些新兴学科的发展又丰富了工业通风的内容。

第二节 对生产环境的卫生学要求

为了贯彻执行“预防为主”的卫生工作方针和我国宪法中有关国家保护环境和自然资源、防治污染和其它公害以及改善劳动条件、加强劳动保护的规定,使工业企业的设计符合卫生要求,保障人民身体健康,促进“四化”建设的发展,我国于1979年修订颁布了《工业企业设计卫生标准》(TJ36-79)。在标准中对车间卫生作了37条具体规定,给出了防尘、防毒、防暑等必须遵循的要求,还给出了车间空气中有害物质的最高容许浓度以及车间工作地点的夏季空气温度规定。

一、车间空气中粉尘的最高容许浓度

《卫生标准》中根据粉尘的种类规定了不同的最高容许浓度,保证工人长期在这个浓度下每天工作八小时不会患尘肺病。我国目前测定车间工作地点空气中粉尘浓度采用重量法,即用每立方米空气中所含粉尘的重量(毫克)表示,见表1-1。

二、车间空气中有毒物质的最高容许浓度

《卫生标准》中根据毒物的种类规定了不同的最高容许浓度,其中有毒气体或蒸气占86种,其余为烟、微尘或液态颗粒状物质,总计111种,其最高容许浓度见表1-2。

三、车间内作业地带及工作地点的夏季空气温度规定

《卫生标准》中对车间内作业地带及工作地点的夏季空气温度的规定,是以外界气温为基础的,系根据当地夏季通风室

表 1-1 车间空气中粉尘最高容许浓度

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

注: ① 含有 80% 以上游离二氧化硅的生产性粉尘, 宜不超过 1 毫克/米³。

② 其它粉尘系指游离二氧化硅含量在 10% 以下, 不含有害物质的矿物性和动植物性粉尘。

表 1-2 车间空气中有毒物质的最高容许浓度

编 号	物 质 名 称	最高容许浓度 (毫克/米 ³)	编 号	物 质 名 称	最高容许浓度 (毫克/米 ³)
1	一氧化碳*	30	13	二异氰酸甲苯酯	0.2
2	一甲胺	5	14	丁烯	100
3	乙醚	500	15	丁二烯	100
4	乙腈	3	16	丁醛	10
5	二甲胺	10	17	三乙基氯化锡(皮)	0.01
6	二甲苯	100	18	三氧化二砷及五氧化二砷	0.3
7	二甲基甲酰胺(皮)	10		二砷	
8	二甲基二氯硅烷	2	19	三氧化铬、铬酸盐、重铬酸盐(换算成 CrO ₃)	0.05
9	二氧化硫	15	20	三氯氢硅	3
10	二氧化硒	0.1	21	己内酰胺	10
11	二氯丙醇(皮)	5	22	五氧化二磷	1
12	二硫化碳(皮)	10			

(续表)

编号	物质名称	最高容 许浓度 (毫克/ 米 ³)	编号	物质名称	最高容 许浓度 (毫克/ 米 ³)
23	五氯酚及其钠盐	0.3	49	环己酮	50
24	六六六	0.1	50	环己醇	50
25	丙体六六六	0.05	51	环己烷	100
26	丙酮	400	52	苯(皮)	40
27	丙烯腈(皮)	2	53	苯及其同系物的一硝 基化合物(硝基苯及硝 基甲苯等)(皮)	5
28	丙烯醛	0.3	54	苯及其同系物的二及 三硝基化合物(二硝基 苯、三硝基甲苯等)(皮)	1
29	丙烯醇(皮)	2	55	苯的硝基及二硝基氯 化物(一硝基氯苯、二硝 基氯苯等)(皮)	1
30	甲苯	100	56	苯胺、甲苯胺、二甲苯 胺(皮)	5
31	甲醛	3	57	苯乙烯	40
32	光气	0.5	58	钒及其化合物:	
	有机磷化合物:		59	五氧化二钒烟	0.1
33	内吸磷(E059)(皮)	0.02	60	五氧化二钒粉尘	0.5
34	对硫磷(E605)(皮)	0.05	61	钒铁合金	1
35	甲拌磷(3911)(皮)	0.01	62	苛性碱 (换算成NaOH)	0.5
36	马拉硫磷(4049)(皮)	2	63	氟化氢及氟化物 (换算成F)	1
37	甲基内吸磷 (甲基E059)(皮)	0.2	64	氨	30
38	甲基对硫磷 (甲基E605)(皮)	0.1	65	臭氧	0.3
39	乐戈(乐果)(皮)	1	66	氧化氮(换算成NO ₂)	5
40	敌百虫(皮)	1	67	氧化锌	5
41	敌敌畏(皮)	0.3	68	氧化镉	0.1
42	吡啶	4		砷化氢	0.3
	汞及其化合物:				
43	金属汞	0.01			
44	升汞	0.1			
45	有机汞化合物(皮)	0.005			
46	松节油	300			
47	环氧氯丙烷(皮)	1			
48	环氧乙烷	5			