

机械工业 环境保护 实用手册

机械工业环境保护实用手册编写组 编

机械工业出版社



机械工业环境保护实用手册

机械工业环境保护实用手册编写组 编

机械工业出版社

一九九四年一月六日

(京)新登字054号

本手册是为机械工业环境保护服务的工具书，以国内现有的防治技术和经验为主，同时吸收部分国外先进技术和经验。内容包括基本原理、治理方法、技术条件和技术参数等，同时也列入了部分计算例和实用例，以及操作注意事项和管理经验等。

本手册共分五篇十五章，有大气污染防治；水污染防治；噪声、振动、电磁干扰防治；固体废物处理和利用以及工厂环境绿化和总图布置；工厂环境管理和环境影响评价等篇章。

本手册可供机械工业或相近行业从事环境保护工程的设计人员、工厂环保管理人员、治理和维修环境保护设施的操作人员以及大专院校相应专业的师生参考使用。

机械工业环境保护实用手册

机械工业环境保护实用手册编写组 编

责任编辑：常燕宾 责任校对：孙志筠

封面设计：肖 晴 版式设计：霍永明

责任印制：王国光

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

邮政编码：100037

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₁₆·印张27¹/₄·字数671千字

1993年9月北京第1版·1993年9月北京第1次印刷

印数 0 001—2 000·定价：32.00元

ISBN 7-111-03622-0/X-8

前 言

工业的飞速发展,不可避免地带来了环境污染,为对机械工业环境污染进行防治;同时为更好贯彻和执行《机械工业环境保护设计规定》(试行)(JB16—88),机械电子工业部有关部门特组织编写了这本《机械工业环境保护实用手册》(以下简称《手册》),供有关设计、管理人员参考。

本《手册》以现有国内机械工业环境保护治理技术为主,同时吸收了部分国外先进技术。《手册》以实用为主,适当编入了一些试验研究实例和工厂实际使用例。部分章、节中还附有计算实例,供在使用中参考。

《手册》由机械电子工业部建设司、工程建设中心组织编写,由机械电子工业部第七设计研究院涂锦葆、熊成德主编,参加编写的单位有:机械电子工业部设计研究院、机械电子工业部第五、第六、第七设计研究院、湖北省机电研究院等。

编写分工:第一、第七、第十四章由涂锦葆编写,第二章由邹孚泳编写,第三章由王建中编写,第四章由杨泽来编写,第五、第十五章由熊成德编写,第六章由涂锦葆、刘天牧、王明朗、张祖澄编写,第八章由李芳年编写,第九章由刘纯康编写,第十章由范生瀚编写,第十一章由耿建编写,第十二章由李国珍编写,第十三章由刘茂龄编写。

各篇、章审阅人员为:第一篇熊成德、伍貽芬,第二篇涂锦葆,第三篇第八章汪明清,第九章李席珍,第十章蒋孟厚教授,第四篇蔡建成,第五篇第十三章韩佩才,第十五章司全印副总工程师。(审阅人员均为高级工程师)。

《手册》在编写过程中得到了各方面支持和帮助,特此致谢。

由于我们编写水平有限,本《手册》在形式、内容等各方面存在的不足和错误之处,热忱希望读者给予批评指正。

编 者

AB 201/05

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 机械工业的主要污染物 及其危害	1
第二节 环境保护和环境污染 的防治措施	4
第一篇 大气污染防治	7
第二章 工业粉尘治理	7
第一节 尘源及危害	7
第二节 粉尘的性质	9
第三节 除尘系统	12
第四节 排尘与粉尘净化	18
第五节 除尘器	32
参考资料	48
第三章 锅炉烟尘治理	49
第一节 概述	49
第二节 锅炉烟尘特性	50
第三节 锅炉烟气流计算	52
第四节 锅炉烟气除尘	53
附录A 锅炉烟尘排放标准 (GB13271—91)	58
附录B 大气环境质量标准 (GB3095—82)(摘录)	60
参考资料	60
第四章 工业炉窑烟尘治理	61
第一节 概述	61
第二节 冲天炉烟尘净化	63
第三节 燃油工业炉烟尘的防治	72
第四节 燃煤工业炉烟尘的防治	78
第五章 有害气体净化	85
第一节 有害气体污染	85
第二节 有害气体净化方法	87
第三节 氮氧化合物的净化	88
第四节 酸雾净化	92
第五节 有机废气净化	95
第六节 铅烟净化	98
第七节 沥青烟气净化	99
第八节 工业炉窑有害气体的净化	100

第二篇 水污染防治	104
第六章 废水处理	104
第一节 概述	104
第二节 含悬浮物废水	107
第三节 含油废水	117
第四节 乳化液废水	126
第五节 酸碱废水	133
第六节 涂装废水	140
第七节 含铅废水	148
第八节 电镀废水	152
第九节 发生炉煤气洗涤废水	172
第十节 绝缘材料厂含酚废水	179
参考资料	188
第七章 机械工厂废水的回用	189
第一节 机械工厂排放的废水 水质概况	189
第二节 回用水的水质要求	190
第三节 处理流程	191
第四节 回用水设计和管理上 的注意事项	192
第五节 使用实例	193
参考资料	197
第三篇 噪声、振动和电磁波 干扰防治	198
第八章 噪声控制	198
第一节 噪声源	198
第二节 噪声评价与噪声标准	205
第三节 噪声测量与计算	210
第四节 控制噪声对环境的影响的 工厂设计	216
第五节 吸声减噪	221
第六节 隔声	230
第七节 消声器	246
第八节 噪声控制设计步骤和 应用实例	259
参考资料	262
第九章 振动控制	263
第一节 概述	263

第二节 振动源	264	参考资料	366
第三节 振动控制标准	270	第十二章 城市垃圾处理	367
第四节 振动控制方法	276	第一节 城市垃圾概况	367
参考资料	308	第二节 城市垃圾的收集与贮运技术	370
第十章 电磁波干扰防治	309	第三节 城市垃圾处理和资源化技术	374
第一节 概述	309	第四节 城市垃圾处理设备	377
第二节 几种射频电磁波干扰源的干扰 频率和场强值	310	第五节 实例	386
第三节 射频电磁波的防治	317	参考资料	391
第四节 屏蔽效能测试	331	第五篇 环境绿化、环境管理和 环境影响评价	392
附录A	332	第十三章 工厂总平面布置与绿化	392
附录B	333	第一节 工厂总平面布置与环境保护	392
参考资料	334	第二节 工厂绿化	396
第四篇 固体废物的处理和利用	335	参考资料	410
第十一章 工业固体废物的处理 和利用	335	第十四章 工业企业的环境管理	411
第一节 概述	335	第一节 概述	411
第二节 乙炔发生炉(站)的电石渣	340	第二节 工业企业的环境管理	412
第三节 煤气发生炉的焦油渣	343	第十五章 环境影响评价	415
第四节 锅炉房炉渣和粉煤灰	347	第一节 评价的基本内容	415
第五节 钢渣和化铁炉渣	352	第二节 评价的基本程序	416
第六节 废旧型砂	360	第三节 环境背景调查	416
第七节 盐浴炉渣	364	第四节 污染源调查	417
		第五节 环境质量现状评价	419

第一章 绪 论

环境保护是我国社会主义现代化建设的一项基本国策，是社会主义物质文明和精神文明建设的重要组成部分，它直接关系到全国人民的根本利益，在建设四个现代化的事业中，经济建设和环境保护是相互协调和相互促进的，重视环境保护也是经济发展的一条重要方针。

我国的环境问题主要有两点：一是自然资源受到破坏，二是环境受到污染，影响人民健康和经济发展。而环境污染主要是由工业污染造成的，工业生产创造了财富，但也污染了环境，破坏了生态平衡。《中华人民共和国环境保护法》中规定：“保护和改善生活环境与生态环境，防治污染和其他公害，保障人体健康，促进社会主义现代化建设的发展”。为实现这一目标，还规定了基本的国家环境保护政策，即“国家制定的环境保护规划必须纳入国民经济和社会发展规划，国家采取有利于环境保护的经济、技术政策和措施，使环境保护工作同经济建设和社会发展相协调”。

不论在机械工厂的生产过程中或是最后所生产的机械产品，都在不同程度上给环境带来了污染，有的还十分严重。因此，要有计划有步骤地进行解决。实践证明，采取措施后，工业污染是可以得到控制和改善的。在生产过程中，各级领导既要有生产观点，也要有生态观点，不仅要抓产品，还要运用现代环境科学的理论和方法，预防和治理环境污染，以求得经济、社会和环境效益的统一。同时要普及环境保护知识，引起广大职工对环境保护的普遍重视，大家动手共同努力来搞好机械工业的环境保护，使之在实现社会主义现代化的进程中，为人民创造一个美好的环境。

第一节 机械工业的主要污染物及其危害

一、机械工业的主要污染物和污染的来源

所谓污染物就是这部分物质进入环境后，使环境的正常组成和性质发生直接或间接有害于人类的变化的物质。而造成环境污染的污染物发生的来源称为污染源，一般是指向环境排放有害物质或对环境产生有害影响的场所、设备和装置。多数工业污染源是属于点污染源。

机械工业的污染物主要是在生产使用的原料、材料和燃料，以及中间产品、最终成品的加工等过程中产生的废气、废水、废渣或以其他形式释放到环境中的某些物质，及噪声、振动、电磁波等。

污染物按其性质不同可分为化学性污染物、物理性污染物和生物性污染物三种类型。化学性污染物主要分为无机污染物和有机污染物两种，物理性污染物主要有噪声、振动、热污染等，生物性污染物主要为细菌、病毒等污染物。机械工业主要污染物和污染来源概况见表1-1。

表1-1 机械工业主要污染物和污染源概况

序号	类别	主要污染物	主要来源
1	大气污染	燃煤烟尘	各种工业炉窑、工业锅炉、冶炼炉等

(续)

序号	类别	主要污染物	主要来源
1	大气污染	工业烟尘和粉尘： 砂、煤粉、金属氢氧化物等	铸造车间
		金属切削粉尘	机械加工车间等
		木屑、刨花等	木工车间
		刚玉、碳化硅、石墨、炭、石英、长石、铝矾土、瓷粉等	砂轮厂、电炭厂、电瓷厂等
		焊药烟尘、金属氢氧化物等	焊接车间
		铜粉、铝粉、铅粉、铅烟、氧化铝等	电缆厂、电瓷厂、砂轮厂、电炭厂、铅蓄电池厂等
		云母粉、玻璃纤维、纸屑、树脂粉等	绝缘材料厂、电缆厂等
		有害气体： 氮氧化物、二氧化硫、碳氢化合物、一氧化碳、二氧化碳等	各种工业炉窑、工业锅炉、冶炼炉、电镀车间、动力机械试验车间等
		酸雾、油雾、漆雾等	电镀车间、酸洗车间、涂装车间、铅蓄电池厂、绝缘材料厂、油料加工车间等
有机气体(如苯类、酚类、醇类等)、沥青烟气等	绝缘材料厂、电缆厂、电机厂、电炭厂、涂装车间等		
2	水污染	悬浮物： 铜粉、炭粉、铅粉、瓷粉、刚玉、碳化硅、电石渣、炉渣、砂等	铸造车间、锅炉房、乙炔站、避雷器车间、砂轮厂、电炭厂、电瓷厂、铅蓄电池厂等
		重金属离子： 铬、汞、铅、镉、铜、锌、镍、金、银、铝、铁、钨、钴等	印制电路板车间、电镀车间、涂装车间、酸洗车间、铅蓄电池厂、电炭厂、电缆厂、电工仪器厂、整流器厂等
		有机物： 酚、醛、苯、醇等、颜料、表面活性剂等	绝缘材料厂、电镀车间、涂装车间、烟煤煤气站、锅炉房、铸造车间、热处理车间等
		氰化物、氟、硫化物等	电镀车间、印制电路板车间、热处理车间、整流器厂、无烟煤煤气站等
		酸、碱和盐	电镀车间、酸洗车间、热处理车间、化成车间、绝缘材料厂等
		油类： 石油类、乳化油(液)、沥青焦油等	机械加工车间、水压车间、锻造车间、油料加工车间、油料库、煤气站、空压机站等
3	热污染	辐射热、高温热气、热水等	铸造车间、锻造车间、热处理车间、锅炉房、电镀车间、绝缘材料厂等
4	固体废物	冶炼渣、煤渣、粉煤灰、铸造废砂等	各工业炉窑、工业锅炉、铸造车间等
		各种金属切屑、金属粉末、金属边角料、残次金属产品、废旧机件、模具等	机械加工车间等
		焦油渣、废油渣、油泥等	烟煤煤气站、油料加工车间
		含重金属离子污泥、含有机物残毒污泥等	废水处理站

(续)

序号	类别	主要污染物	主要来源
4	固体废物	废旧橡胶和塑料等	各种类型厂
		各类残次产品	各种类型厂
		其他(如木屑、玻璃、陶瓷、纸屑、沙、石、废砖瓦等)	各种类型厂
5	噪声	车间噪声	铸造车间、锻造车间、冲压车间、金属铆焊车间、木工车间、轴承厂钢球车间、空压机站、煤气站、锅炉房、风机房、各类高噪声试验车间等
		室外噪声	冷却塔、落锤、机动车辆、厂内火车等
6	振动		锻锤、落锤、压力机、冲床、造型机、气体压缩机、各类风动工具以及机动车辆、厂内火车等
7	电磁污染	电磁波	高压电器试验站、高频加热炉、电火花加工设备等
8	生物污染	细菌、病毒等	职工医院

二、环境污染的影响和危害

环境污染的产生是一个由量变到质变的发展过程。当某种污染物进入环境的浓度或其总量超过环境的自净能力时，就会发生危害。

环境污染对人体健康危害一般有以下形式：

(1) 污染物如大气、水等可通过多种途径，直接地长期影响人们的健康，其影响面大，涉及到整个人群甚至母体内的胎儿。

(2) 污染物的浓度一般较低，但持续时间长，有时多种毒物同时存在，联合作用危害人体。

(3) 污染物在环境中通过生物的或理化的转化、富集等，改变其性状和浓度，从而产生不同的危害。例如工业生产中，排入环境的有毒废水污染了水体或地下水，用这部分水养殖的鱼类、水生生物，或用以灌溉的作物，在其生长时，就会在体内将废水中的毒物浓缩、积累，或通过微生物转化等，然后通过食物链扩散开来，增大了危害的范围。日本的“水俣病”和“痛痛病”事件就是由于鱼类和水生生物等富集了汞、镉所引起的中毒事例。

环境污染物对人体的健康影响是很复杂的，它可以从各种途径侵入人体。如大气中的烟尘和有害气体主要通过呼吸道作用于人体，水体和土壤中的毒物主要通过饮用水或食物被人体吸收等等。至于各类污染物（包括噪声、振动、电磁波等）对人体的影响，将在以下有关章节、节中论述。

环境污染除对人类健康产生极大的危害外，还对生物种群、群落以及整个生态结构和功能产生很大的影响。大气污染会造成林木枯黄、作物减产，甚至形成酸雨从而扩大了危害面；水的污染会造成鱼类、水生生物减产和阻碍作物的生长，以及鱼类、植物等体内积累残毒等。环境的污染和生态的破坏将制约经济的发展，影响我国的现代化建设，因此，要结合国情有效地控制我国的环境污染并使环境有所改善，减轻污染的危害。从而发展经济，造福人民，给子孙后代留下一个美好的环境。

第二节 环境保护和环境污染的防治措施

所谓环境保护就是采用行政的、法律的、经济的、科学技术的多方面手段，调整生产与环境的关系，合理地利用自然资源，维持生态平衡，防治环境污染，以保障生活环境的舒适无害和扩大有用自然资源的再生产。

一、环境保护的任务

所谓环境保护大致包括两个方面，即保护自然环境和防治环境污染。也就是说，要运用现代环境科学的理论和方法，在更好地利用自然资源的同时，深入认识、掌握污染和破坏环境的根源及危害，预防环境恶化，控制环境污染，促进人类和环境协调发展。

为此，环境保护的主要工作内容有：污染源调查和污染物监测；环境背景调查和环境质量评价；环境污染的控制和防治；自然环境保护的宏观控制；环境标准、规定的制订和实施；环境科学研究和宣传教育；环境规划和预测等。

二、合理利用自然资源

自然环境的保护必须建立在合理利用自然资源的基础上，“三废”的污染实质上是由资源、能源的不合理使用和浪费造成的。

机械工业的环境污染和其他工业一样，首先是要合理利用自然资源，防止原材料、燃料以及水资源等的浪费和流失，以减少对环境的污染。

机械工业中绝大部分是中、小型厂，工业污染的主要原因是生产工艺落后和装备陈旧及物资和能源的浪费。因此，要从改造落后的生产工艺和装备，提高企业的科学管理水平，开发资源和能源的合理利用、综合利用着手，使资源、能源最大限度地转化为产品，使资源和能源由单一利用变为综合利用，由低效利用变为高效利用，由一次利用变为多次利用、循环利用尽可能提高其利用率，减少工业污染物的排放量。即使作为排放的“三废”也要尽量使其变废为宝，以使生产过程中尽可能多地生产出产品来，达到尽可能少使“三废”进入环境的目的，这样不但带来了环境效益，而且也带来了经济效益。

三、环境污染的防治措施

我国的环境污染主要是工业污染，防治工业污染，必须实行“防治结合，以防为主，综合治理”的方针。“防”就是一靠环境政策，二靠环境管理；“治”主要靠科学技术，运用各种治理手段进行综合治理。

机械工业污染的防治要有如下的指导思想：

(1) 机械工业要有计划地开发研制能耗低、效率高、污染少的新型机电产品，更新改造现有产品，淘汰陈旧落后污染严重的产品。有污染的产品要切实做到环保设备和主机同时研制，同时生产，配套出厂。同时要积极开发环保机械，提供优质的环保装备，这也是机械工业对改善环境面临的主要任务之一。

(2) 把环境效益同经济效益和社会效益统一起来。保护环境的目的促进社会和经济的发展，因此，要注意防止不适合国情的，过高的环境要求，否则会影响经济的发展。

(3) 把防治工业污染同生产活动紧密结合起来。工业“三废”是在生产过程中产生的，因此，只有把防治工业“三废”的措施列为生产过程中的一个组成部分，才能从根本上防止工业污染。

(4) 调动各方面的积极因素, 挖掘企业内在潜力, 以少花钱、多办事、讲究实效的精神来搞好企业的污染治理工作。

四、环境保护的主要途径

防治工业污染主要是抓好“三废”的资源化和无害化两个环节, 其主要途径和对策是:

1. 合理工业布局, 严格控制新污染

新建、改建和扩建的工业企业应按规划合理布局, 并对原有不合理的老企业(或项目)进行调整, 这是控制工业污染和节约资源、能源的有效途径之一。

在规划工业布局时, 既要考虑发挥地区的经济、资源和能源的优势, 有利于地区、企业间的横向经济联系, 又要注意自然环境的客观条件, 有利于防止工业污染和保护生态环境。

对铸造、锻造、热处理、电镀等污染严重的项目, 应进行专业和地区协调, 提高资源、能源利用率, 减少污染, 保护好环境, 这在实践中已取得了较好的成效; 对于锅炉房、煤气站等应根据条件设计集中供热、供煤气的建设方案, 以便集中治理, 减少污染; 对于工业废渣、废液等宜进行厂际、地区协作, 统一综合治理或综合利用。对暂时还无法治理的有毒、有害废弃物也应统筹规划, 统一安排堆置场地或深埋处置等, 避免污染扩散。至于老企业的污染问题, 必须采取总体规划, 分期实施, 结合产品调整、技术改造等途径, 逐步治理。

2. 结合技术改造, 把工业污染消除在生产过程中

结合技术改造, 把工业污染消除在生产过程中是防治工业污染的主要途径。首先应采用无污染、少污染和节约资源、能源的新工艺、新设备, 代替污染严重、浪费资源和能源的陈旧工艺和设备, 并尽量在不影响产品性能和质量的前提下, 以低毒、无害的原材料代替有毒、有害的原材料; 同时还要合理设计、开发和研制少污染和无污染产品, 积极改进老产品, 达到保护环境的要求。

3. 开展“三废”的综合利用, 实行“三废”资源化

工业“三废”的综合利用不仅是改善环境的有效措施, 也是挖掘企业内部资源、能源潜力, 自力更生筹集资金, 增加经济效益的途径之一。如开展闭路循环、一水多用、提高水的重复利用率, 减少工业废水的排放; 开展余热回收利用工作; 以及把工业“三废”中有用物质以分离回用或进一步加工, 使原来的废弃物转化为新产品等。在开展综合利用过程中, 要打破行业界线, 进行厂际协作, 横向联营, 如使一个厂的废料作为另一个厂(如乡镇企业等)的原料等等。

4. 开发和推广工业“三废”治理技术, 进行无害化处理, 达标后排放

要积极研制技术先进、效率高、能耗低、占地少、操作方便的处理工艺和设备。对目前还无法处理的工业“三废”要组织技术攻关, 对一部分目前由于技术、经济等原因还无法解决的“三废”要妥善处置, 尽可能减少其污染程度, 并防止二次污染。

作为机械工业提供的环保机械, 应从产品质量入手, 调整产品结构, 增加品种, 提高技术水平, 使其配套成龙, 形成系列, 更好地为环境保护服务。

5. 加强建设项目(包括技术改造项目)的环境管理, 严格执行“三同时”等规定

建设项目的前期工作中, 在进行可行性研究报告的同时, 必须开展环境影响评价工作。对环境进行调研、分析并做出经济、社会和环境效益的综合评价, 论证建设项目的布局、选址等是否可行, 研究防治环境污染和生态破坏的技术对策和措施。环境影响报告书(表)必须经当地环保主管部门审查同意后, 才能准许立项和批准计划任务书。建设项目的“环境保

护篇”也必须经当地环保主管部门审查同意后，才能批准初步设计。在建设项目的设计、施工中，要严格执行“三同时”规定，即防治污染工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

实践证明，严格执行“三同时”规定和环境保护管理制是防止新污染和控制污染继续恶化环境的有效措施之一。并已取得明显成效。

6. 加强工业企业的环境管理

加强工业企业的环境管理是防治工业污染的基本保证。据对一些企业的调查表明，机械工业“三废”排放量中有一半左右是由于管理不善造成的。因此，加强工业企业的基层环境保护管理工作是一个很重要的环节。要健全环保机构，充实技术力量，制定环保制度，推行环保经济责任制，并应落实到车间、班组各个岗位。只有真正抓好工业企业的环境管理工作，才能把防治工业污染落实到实处。

第一篇 大气污染防治

第二章 工业粉尘治理

第一节 尘源及危害

一、尘源

凡是向环境排放粉尘和烟尘的设备、装置、场所以及作业过程都叫尘源。机械工业的主要尘源如表2-1所示。

表2-1 机械工业的主要尘源

序号	作业类别	尘源	粉尘种类
1	铸造	冲天炉 电弧炉 造型 浇注 落砂 铸件表面清理 砂处理	金属氧化物、焦炭等 金属氧化物和其他粉尘 砂、土、煤粉等 砂、金属氧化物等 砂和其他灰分 砂、铁与氧化铁 砂、粘土、煤粉
2	机械加工	制芯 砂轮机 刃磨 表面清理	砂、粘结剂 磨料、铁屑 同上 铁屑、砂、纤维、氧化铁皮
3	木工	刨床 锯床 钻床 车床	木屑、刨花 同上 同上 同上
4	陶瓷	原料破碎 过筛 混配料 坯件窑件吹灰 焙烧 喷铝	粘土、长石、石英 同上 同上 同上 煤粉、游离炭墨 铝粉
5	绝缘材料	板材切割 云母处理	环氧树脂、玻璃纤维、酚醛树脂、纸屑、布屑 云母
6	蓄电池	球磨机 铅熔炉	铅尘 铅烟、铅尘
7	电碳	破碎 筛分 配料	碳粉 碳粉 碳粉、铜

(续)

序号	作业类别	尘源	粉尘种类
7	电碳	焙烧	烟尘、氮、沥青烟
8	砂轮	切割	碳粉
		破碎	刚玉、长石、石英、焦炭、铝矾土
		冶炼	氧化铝、长石、石英、焦炭、粘土、铝矾土、碳化硅
		混配料	刚玉、碳化硅、粘土、长石、树脂
		成形锻造	硫磺、硫酸镁、氧化钙等
9	焊接	筛分分级	刚玉、碳化硅、石墨、硫磺、糊精粉、铁砂、叶腊石
		砂轮加工	刚玉、碳化硅、橡胶、树脂、石墨
10	油漆	焊机	焊药粉尘、金属氧化物
11	炉子	干打磨	腻子、磨料
		工业锅炉	} 焦炭、煤粉、飞灰
		炉窑	
12	电缆电机		铜粉、沥青烟

二、尘的危害

在生产过程中散发的粉尘与烟尘不但直接影响生产人员的健康，磨损加工设备，降低产品质量，而且污染环境影响大气质量。

(一) 对人体的危害

对长期在粉尘作业环境中工作的生产人员将会引起皮肤、耳目、呼吸与神经系统等各种疾病。如当人体吸入肺部的粉尘量达到一定数量后，就会发生病变而导致尘肺病。各种粉尘引起的职业病见表2-2。

表2-2 各类粉尘引起的职业病

序号	病症	致病粉尘
1	尘肺	游离二氧化硅、石棉、滑石粉、水泥、煤粉、碳黑、石墨、钴矾等
2	急性肺炎	锰、铍、镉、钡等氧化物
3	慢性支气管炎	木棉、亚麻
4	中毒	铅、砷、氧化锰、氰化钙、氟化物
5	皮肤、粘膜障碍	生石灰、碳、玻璃纤维、氰化钙
6	金属热(发烧到38℃)	锌、镍、铬、铅、铜、钨、钒等氧化物
7	癌症	砷、石棉、镍铬烟雾化合物

(二) 对大气的污染

排入大气的粉尘与烟尘，其中颗粒较大的粉尘会很快沉降下来，当其飘落在树木、草原、农田、牧场上时，将会影响农业植物的生长，导致牲畜得病。颗粒较小的飘尘(粒径 $<10\mu\text{m}$)则会飘浮在大气中，人吸入肺部后就会引起呼吸器官的疾病。此外，飘尘会形成烟雾，降低大气透明度，妨碍阳光照射，对人体的健康与寿命以及动植物的生长均有危害，国外对其危害性的调查与统计资料见表2-3。

(三) 对生产和产品的影响

当生产过程中产生的粉尘散落在设备运转部件上时，将会加速运转部件的磨损，影响设

备的使用寿命和加工精度。此外，车间内弥漫的粉尘与烟尘将会降低车间内的能见度，妨碍正常操作，降低生产率，有时，甚至会引发生产事故，造成人体伤亡与经济损失。

表2-3 飘尘对人的危害

飘尘浓度(mg/m ³)	危害
100(全年24h平均值)	慢性支气管炎等非传染性呼吸道疾病增加，幼儿气道不畅，呼吸紧张
150(24h平均值) 150(300~75)	病患者、体弱者、老人死亡增加，视程不到8 km，飞行困难
300(1h平均值) 从80增加到100(年平均) 从140降到60(年平均)	死亡率增加(美国实践证明) 人的痰量也相应减少(英国的统计)
600(1200~300)	视程减少到2 km以内，生病增加，交通事故增加。

第二节 粉尘的性质

一、粉尘的分类

按照特性，粉尘分为以下两类：

1. 呼吸性粉尘

指能进入人体细小支气管达到肺泡并沉积在肺部的粒径 $\leq 5\mu\text{m}$ 的粉尘。这种细小的粉尘对人体危害最大；

2. 非呼吸性粉尘

指不能吸入人体的粉尘。一般情况，粉尘的成分与产生粉尘的物料成分基本相同。粉尘中的游离 SiO_2 （指不与其他元素的氧化物结合在一起的 SiO_2 ）对人体的危害最大。

二、粉尘的粒径和分散度

尘粒的大小常用粒径来表示，由于实际尘粒形状是不规则的，故只能用某一个代表性的尺寸来表示。在除尘和气力输送技术中常用沉降直径和空气动力直径来表示尘粒的粒径。

生产过程中散发的粉尘均由不同粒径的尘粒组成。粉尘中各种不同粒径尘粒所占的百分比叫作粉尘的分散度(又称粒度)。各种粒径的尘粒所占的质量或颗粒数的百分比，分别称为质量分散度和颗粒数分散度。粒径细小的尘粒所占百分比大，就表示分散度高。中粒径(指大于或小于该粒径所占百分比均为50%)越小也表示分散度越高。分散度是选用除尘器的一个主要技术参数。

三、粉尘密度

粉尘密度分为：

1. 堆积密度(又称容积密度)

指自然堆积(颗粒内部及颗粒之间均存有空隙)状态下,单位体积粉尘的质量(kg/m^3 或 g/cm^3)；

2. 真密度(又称尘粒密度)

指在密实状态下所测得的单位体积粉尘的质量。

计算除尘器灰斗容积和测定粉尘分散度用堆积密度。计算重力沉降室、惯性或旋风除尘器的工作性能与效率应用真密度。常见粉尘的密度见表2-4。

表2-4 常见粉尘的密度

序号	粉尘名称	真密度(g/cm ³)	堆积密度(g/cm ³)	备注
1	I	2.63	1.55	标准筛 105 μ m通过
	硅砂粉 II	2.63	1.45	沉降法得 d=30 μ m
	III	2.63	1.15	同上 d=8 μ m
	IV	2.62	1.26	同上 0.5~72 μ m
2	精制滑石粉	2.70	0.70	同上 1.5~45 μ m
3	滑石粉 S100	2.75	0.53~0.62	d=1.6 μ m
	滑石粉 N013	2.75	0.56~0.66	d=2.7 μ m
	滑石粉 N011	2.75	0.59~0.71	d=3.2 μ m
4	烟灰 I	2.20	1.07	沉降法得 d=0.7~56 μ m
	II	2.15	1.20	球状粒子
5	烟道粉尘 K-1	4.88	1.11~1.25	d=5.6 μ m
	M	5.07	0.29~0.33	d=0.24 μ m
6	硅酸盐水泥 I	3.12	1.50	沉降法得 d=0.7~91 μ m
	硅酸盐水泥 II	3.05	1.64	
7	氧化铜 (CuO)	6.40	2.62	沉降法得 d=0.9~42 μ m
8	碳黑烟尘	1.85	0.04	
9	造型用粘土	2.47	0.72~0.80	d=4.6 μ m
10	烧结矿粉尘	3.8~4.2	1.5~2.6	
11	混砂机干(湿)型砂	2.13~2.30		
12	落砂机干型砂	2.42~2.64		

四、粉尘的附着性和凝聚性

粉尘在管壁、器壁或水膜表面上贴附的性质称为粉尘的附着性。尘粒之间凝聚成粒子团的性质称为粉尘的凝聚性。这两种性质合称为粉尘的粘性。粉尘粘性的强弱主要取决于粉尘的形状、粒度、湿度、荷电性以及外界条件(如空气的温湿度、尘粒的运动状态、电场力和磁场力等)。

五、粉尘的润湿性

粉尘能否被液体润湿或被润湿的难易性质称为粉尘的润湿性,它取决于粉尘的成分、分散度、生成条件、温度与荷电性等。容易被水润湿的称为亲水性粉尘(如硅砂、锅炉飞灰等)。不易被水润湿的称为疏水性粉尘(如石墨、碳黑等)。有些粉尘(如水泥、石灰等)虽能亲水,但一旦被水湿润就粘结成硬块,这种粉尘就称为水硬性粉尘。

粉尘的润湿性除粉尘本身性质外,还与液体性质有关,表面张力小的液体(如汽油)容易润湿粉尘,表面张力大的液体不易润湿粉尘。

六、粉尘的磨损性

粉尘的磨损性与粉尘本身的硬度、形状、大小和密度有关,尖棱形、粗颗粒比圆滑形、细颗粒粉尘的磨损大。另外,粉尘的磨损性又跟气流速度的2~3次方成正比,在一定浓度范围内会随气流含尘浓度的增加而增大。

七、粉尘的荷电和导电性

悬浮在空气中的尘粒通常带有电荷。电荷量的大小与粉尘的种类、含湿量、温湿度、比表面积有关。温度高、含湿量小、比表面积大的粉尘，其荷电量就大，反之则小。尘粒荷电后，物理性质就会改变，如附着性和凝聚性将会增强。粉尘的导电性常用比电阻（又称视电阻）来表示。比电阻小的粉尘其导电性强，反之则弱。导电性强的粉尘其荷电和放电均较快，故不稳定，反之则稳定。

用自然堆积的断面为 1.0cm^2 高为 1.0cm 的粉尘圆粒堆，沿高度方向所测得的电阻值称比电阻。

粉尘的比电阻与单一物质的电阻不同，它与粉尘的各种成分的电阻、粒度、湿度、温度、表面性质以及粉尘堆的空隙率、空隙中气体的导电性等因素有关。对于由多种成分组成的混合粉尘，其比电阻应是混合粉尘的比电阻。工业中常见粉尘的比电阻见表2-5。

表2-5 工业中常见粉尘比电阻

粉尘种类	温度 (°C)	湿度 (%)	比电阻 ($\Omega\cdot\text{cm}$)
水泥窑尘	120~180		$5\cdot 10^9 \sim 5\cdot 10^{10}$
水泥磨和烘干机尘	60	10	10^{12}
	95	10	10^{13}
铜焙烧烟尘	144	22	2×10^9
	250		1×10^8
铅烧结机烟尘	144	10	1×10^{12}
	52	9	2×10^{10}
	40	7.5	1×10^6
铅鼓风炉烟尘	204	5	4×10^{12}
	149	5	2×10^{13}
含锌渣烟化炉烟尘	204	1.3	4×10^9
	149	1.3	2×10^{10}
回转窑氧化镍烟尘	20		3×10^{10}
	65.5		8×10^9
	121		6×10^9
	177		5×10^8
	232		1×10^8
回转窑氧化铝微尘	20		3×10^8
	65.5		3×10^{11}
	121		2×10^{12}
	177		5×10^{10}
	232		8×10^8
烧结机粉尘	烘干		1.3×10^{10}
高炉粉尘	未烘干		$2.2 \times 10^8 \sim 3.40 \times 10^8$
转炉粉尘	烘干		2.18×10^{11}
白云石粉尘	150		4×10^{12}
石灰石粉尘	130		5×10^{12}
菱镁矿、镁砖、镁砂粉尘	160		3×10^{13}