

实用过滤器 技术

SHIYONG GUOLUQI JISHU

戴天翼 编著



化学工业出版社

实用过滤器 技术

SHIYONG GUOLUQI JISHU

戴天翼 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

《实用过滤器技术》总结了作者近 60 年的工作经验，内容共分 3 篇，分别介绍了空气过滤器、液压机器系统过滤器、发动机燃油系统、润滑系统过滤器等三大类过滤器的作用、设计、选材、应用、选择以及检测方法。附录中列出了书中涉及的标准、常用标准代码及简称，并给出了制定通过过滤材料检测项目及其标准的建议，是一本全面介绍过滤器设计、制造和使用状况的工具书。

本书内容丰富、实用，可供液压工程师、汽车、航空航天的流体系统污染控制实施的工程技术人员，烟粉尘排放企业的排污控制工程技术人员，以及环保部门的监控人员参考阅读，也可供相关专业师生参考阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

实用过滤器技术/戴天翼编著. —北京: 化学工业出版社, 2013.9
ISBN 978-7-122-18220-3

I. ①实… II. ①戴… III. ①过滤机 IV. ①TQ051.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 195539 号

责任编辑: 王清颖

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 徐贞珍

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 18½ 字数 347 千字 2014 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

| 前言 |

| FOREWORD

随着社会的进步，过滤器及过滤技术越来越受到人们的重视。以行走类机械设备的油路系统和空气系统为例，要运行正常，其系统介质就必须清洁。但是机械设备的系统污染控制在中国兴起的时间要比西方晚一些。飞机制造业污染危害的概念大约是20世纪60年代由前苏联传到中国的。机械运行中免除污染侵害的这个概念大约是20世纪80年代流传到中国的。同时由于外国一些企业在过滤器制造技术上对我国的技术封锁，目前我国的过滤器制造业尚处于落后状态。尤其是过滤材料的生产，我国目前的棉木浆滤纸或玻璃纤维滤纸仍处于只会生产，不能实施精度检测和纤维搭配技术的阶段，这就造成过滤器滤后微米颗粒尺寸不能控制的落后局面，而原材料的欠缺导致了成品质量上不去，同时，这也反映出制造工艺、元件品质检测和过滤器总成性能检测的问题。

值得高兴的是燃油过滤器的十余家过滤精度检测的联合比对活动已举办了第一次，这是将过滤器制造行业大步向前推进的开端。只是此次比对所采用的滤材却是进口的，检测用台架是符合国际标准的（ISO 16889），国内仅十几家有这种台架。可以说，我国的过滤器品质从原料生产到生产工艺环节还有许多需要继续努力改善的方面。但是，相信通过各位同行以及协会的努力，我们的过滤器制造行业一定会大有作为。

过滤技术是一门边缘性学科。同样说“过滤”，车用过滤器（含飞机、坦克等军工机械）和纺织印染工业的生产流程中的过滤截然不同，和食品豆制品生产过程的过滤工序也截然不同。本书主要介绍的是当今运输机械设备中燃料、润滑和液压系统中的油品净化问题。书中重点介绍了机载过滤器的制造和使用，其中，制造方法以国际通用的方法为主，过滤产品的结构和测试方法也是以国际标准为基础，介绍了国际间各国通用的方法。书中采用的标准一律是国际标准。书中结合最新的标准ISO 16889，希望本书能够令各位同行了解过滤器，准确使用过滤器，并从理论上明确油品洁净的原理，也希望本书能为中国过滤行业的发展尽到微薄之力。

此书在引用国际标准、中国航空标准方面得到金涛同志的帮助，谨向他表示感谢。

戴天翼

| 目录 |

| CONTENTS |

| | |
|-----------------------------|------------|
| 第 1 篇 空气过滤器 | 001 |
| 第 1 章 大气污染危害 | 002 |
| 1.1 大气污染对人类健康的危害 | 002 |
| 1.2 大都市空气污染造成的灾难 | 004 |
| 1.3 人类各种生产、生活区域空气污染的危害 | 006 |
| 第 2 章 空气过滤器 | 007 |
| 2.1 空气过滤器的类型和保护区域 | 007 |
| 2.1.1 空气过滤器保护区域的标准 | 007 |
| 2.1.2 空气过滤器安装及应用位置 | 007 |
| 2.2 空气过滤器的滤材和使用要点 | 009 |
| 2.2.1 空气过滤器滤材的选用 | 009 |
| 2.2.2 空气过滤器主要性能的检测方法 | 009 |
| 2.2.3 空气过滤器滤芯形体、安装及特殊点 | 010 |
| 2.3 空气过滤器保护区域的污染源及滤除要求 | 010 |
| 2.3.1 空气过滤器使用场合的空气状况 | 011 |
| 2.3.2 空气过滤器的过滤能力 | 011 |
| 2.3.3 车辆(及其他行走机器)的吸气和排气 | 012 |
| 第 3 章 保护机器类的空气过滤器 | 013 |
| 3.1 车用三滤中的空气过滤器 | 013 |
| 3.1.1 车用空气过滤器结构 | 013 |
| 3.1.2 车用(工业用)空气过滤器考核试验 | 015 |
| 3.1.3 工业空气过滤器试验 | 019 |
| 3.1.4 带引射器空气过滤器的性能试验 | 020 |
| 3.2 考核试验中的重要装备 | 021 |
| 3.2.1 考核试验中的加灰与用灰 | 021 |
| 3.2.2 绝对过滤器 | 022 |
| 3.2.3 透气度测定 | 023 |
| 3.2.4 滤芯设计 | 024 |
| 第 4 章 洁净空间(厂房)类空气过滤器 | 029 |
| 4.1 洁净空间(厂房) | 029 |
| 4.1.1 洁净空间(厂房)等级及应用场合 | 029 |
| 4.1.2 过滤特性 | 031 |

| | | |
|--------------|-------------------------|------------|
| 4.2 | 过滤器结构和效率 | 031 |
| 4.2.1 | 形状和尺寸规格 | 032 |
| 4.2.2 | 过滤效率的分级和分类 | 036 |
| 4.2.3 | 典型应用场合 | 037 |
| 4.2.4 | 可吸入颗粒物的控制 | 038 |
| 4.2.5 | 某些场合的污染来源 | 038 |
| 4.3 | 过滤效率试验 | 039 |
| 4.3.1 | 一般效率和高效过滤器的测试方法 | 039 |
| 4.3.2 | 国外测试方法标准的实施 | 041 |
| 4.3.3 | 试验用气溶胶 (DOP) 产生方法 | 043 |
| 4.3.4 | 测量方法及测量仪器 | 045 |
| 4.3.5 | 理想的高效空气过滤元件的检测方法 | 046 |
| 第 5 章 | 向大气排放烟粉尘控制用空气过滤器 | 050 |
| 5.1 | 大气污染控制标准 | 050 |
| 5.2 | 大气污染源 | 051 |
| 5.2.1 | 主要工业企业排放污染物的成分 | 052 |
| 5.2.2 | 不同行业污染物排放标准 | 053 |
| 5.2.3 | 典型污染源排放点 | 056 |
| 5.3 | 大气污染控制类空气过滤器 | 057 |
| 5.3.1 | 过滤式除尘与其他方式除尘的比较 | 057 |
| 5.3.2 | 袋式除尘器 | 057 |
| 5.3.3 | 筒式除尘器 | 057 |
| 5.3.4 | 不同污染源的治理 | 059 |
| 5.3.5 | 除尘器设计与选型 | 059 |
| 5.4 | 除尘器的清灰 | 061 |
| 5.4.1 | 脉冲反吹清灰 | 063 |
| 5.4.2 | 逆流清灰 | 063 |
| 5.5 | 除尘器选材 | 064 |
| 5.5.1 | 针刺毡 | 065 |
| 5.5.2 | 滤料驻极 | 065 |
| 5.5.3 | DURAPEX™ 过滤材料 | 066 |
| 5.5.4 | 不锈钢纤维过滤毡 | 069 |
| 5.5.5 | 活性炭毡应用 | 070 |
| 5.5.6 | 活性炭毡滤袋 | 072 |
| 5.6 | 空气过滤器的检测 | 074 |

| | | |
|--------------|------------------|------------|
| 5.6.1 | 国际的检测方法 | 075 |
| 5.6.2 | 我国空气过滤器滤材检测方法 | 076 |
| 第 2 篇 | 液压机器系统过滤器 | 077 |
| 第 6 章 | 液压系统污染控制 | 078 |
| 6.1 | 污染的危害 | 078 |
| 6.1.1 | 固体颗粒的分类及危害 | 079 |
| 6.1.2 | 过滤精度在液压系统中的作用 | 081 |
| 6.1.3 | 液压系统污染控制平衡 | 082 |
| 6.2 | 油液污染度的分级方法 | 084 |
| 6.2.1 | 国际上常用的分级方法 | 084 |
| 6.2.2 | ISO 4406 污染等级 | 085 |
| 6.2.3 | NAS 1638 污染等级 | 088 |
| 6.3 | 污染控制工程 | 089 |
| 6.3.1 | 液压元件的自身清洁度 | 089 |
| 6.3.2 | 新油的清洁度 | 090 |
| 6.3.3 | 杜绝污染物的侵入 | 090 |
| 6.3.4 | 污染源 | 092 |
| 6.3.5 | 液压元件污染敏感度 | 093 |
| 6.3.6 | 自动颗粒计数器工作原理 | 093 |
| 6.3.7 | 液样检测 | 094 |
| 第 7 章 | 液压系统过滤器 | 101 |
| 7.1 | 液压过滤器的分类 | 101 |
| 7.1.1 | 吸油过滤器 | 101 |
| 7.1.2 | 压力管路高压过滤器 | 101 |
| 7.1.3 | 回油过滤器 | 104 |
| 7.1.4 | 液压系统油箱空气过滤器 | 106 |
| 7.1.5 | 双联过滤器 | 107 |
| 7.2 | 液压过滤器的附件 | 108 |
| 7.2.1 | 旁通阀 | 108 |
| 7.2.2 | 发讯器 | 110 |
| 7.2.3 | 滤芯 | 115 |
| 7.3 | 液压过滤器的流通形式 | 119 |
| 7.3.1 | 直通式过滤器 | 119 |
| 7.3.2 | T形过滤器 | 119 |
| 7.3.3 | Y形过滤器 | 121 |
| 7.4 | 液压过滤器的过滤精度 | 121 |

| | | |
|---------------|--------------------|------------|
| 7.4.1 | 液压过滤器过滤精度的新概念 | 122 |
| 7.4.2 | 液压过滤器过滤精度的确定原则 | 128 |
| 7.5 | 高压过滤器壳体设计 | 129 |
| 7.5.1 | 下壳体强度计算 | 129 |
| 7.5.2 | 上下壳体螺纹强度计算 | 133 |
| 第 8 章 | 液压过滤器的选择和使用 | 136 |
| 8.1 | 过滤器使用寿命的影响因素 | 136 |
| 8.2 | 过滤器的旁路现象 | 137 |
| 8.3 | 过滤器的选择要点 | 138 |
| 8.3.1 | 主要过滤器和最后机会过滤器 | 138 |
| 8.3.2 | 表面型过滤与深度型过滤 | 139 |
| 8.3.3 | 液压系统过滤器的合理布置 | 141 |
| 8.4 | 液压系统的清洗与净化 | 142 |
| 8.4.1 | 飞机液压油箱的清洗 | 142 |
| 8.4.2 | 工程机械液压系统的清洗 | 144 |
| 8.4.3 | 滤油机 | 146 |
| 8.4.4 | 液压过滤器应用范围与场合 | 147 |
| 第 9 章 | 过滤元件和过滤材料 | 149 |
| 9.1 | 液压油滤芯 | 149 |
| 9.1.1 | 滤芯考核标准 | 150 |
| 9.1.2 | 液压滤芯的安装位置及选择 | 177 |
| 9.1.3 | 打褶滤芯的结构设计 | 181 |
| 9.1.4 | 滤芯压降设计 | 186 |
| 9.2 | 水及其他液体用滤芯 | 188 |
| 9.2.1 | 毛线滤芯 | 189 |
| 9.2.2 | 熔喷滤芯 | 191 |
| 9.2.3 | 聚乙烯醇 (PVA) 发泡滤芯 | 192 |
| 9.2.4 | 熔体滤芯 | 194 |
| 9.2.5 | 蜂房式线绕滤芯的制作 | 195 |
| 第 10 章 | 滤芯制造 | 200 |
| 10.1 | 打褶与修整 | 200 |
| 10.2 | 粘合与合缝 | 201 |
| 10.2.1 | 端盖的粘合 | 201 |
| 10.2.2 | 合缝 | 202 |
| 10.2.3 | V 形片压合 | 202 |
| 10.2.4 | 胶粘合缝 | 202 |

| | | |
|---------------|-----------------------------|------------|
| 10.3 | 胶黏剂 | 202 |
| 10.3.1 | 胶黏剂的使用要求 | 203 |
| 10.3.2 | 常用胶黏剂供应现状 | 203 |
| 10.4 | 滤芯组装与包装 | 205 |
| 10.4.1 | 滤芯组装 | 205 |
| 10.4.2 | 完整度检测 | 206 |
| 10.5 | 包装 | 208 |
| 第 11 章 | 通油过滤材料 | 209 |
| 11.1 | 通油过滤材料的种类 | 209 |
| 11.1.1 | 金属丝编织网 | 210 |
| 11.1.2 | 棉木纸浆滤纸 | 212 |
| 11.1.3 | 玻璃纤维滤纸 | 214 |
| 11.1.4 | 不锈钢纤维滤毡 | 217 |
| 11.1.5 | 无纺滤布(化纤滤材) | 218 |
| 11.2 | 通油过滤材料的性能及测试方法 | 220 |
| 11.2.1 | 通油过滤材料的性能 | 220 |
| 11.2.2 | 通油过滤材料的测试方法 | 224 |
| 第 3 篇 | 发动机燃油系统、润滑系统过 滤器 | 229 |
| 第 12 章 | 燃油系统污染危害 | 230 |
| 第 13 章 | 燃油过滤器 | 233 |
| 13.1 | 内燃机三滤中的燃油过滤器 | 233 |
| 13.1.1 | 柴油罐装过滤器结构特点与性能要求 | 234 |
| 13.1.2 | 柴油罐装过滤器流量阻力试验 | 235 |
| 13.1.3 | 过滤特性和容尘能力测定 | 235 |
| 13.1.4 | 清洁度要求 | 236 |
| 13.1.5 | 滤芯破损试验 | 237 |
| 13.1.6 | 适应环境能力试验 | 237 |
| 13.1.7 | 安装密封可靠性试验 | 238 |
| 13.1.8 | 耐压试验 | 239 |
| 13.1.9 | 压力脉冲试验 | 239 |
| 13.1.10 | 振动疲劳试验 | 240 |
| 13.1.11 | 真空度试验 | 241 |
| 13.1.12 | 燃油中含水 | 241 |
| 13.2 | 飞机发动机燃油过滤器 | 242 |
| 13.2.1 | 燃油过滤器结构特点 | 243 |

| | | |
|---------------|-------------------------|------------|
| 13.2.2 | 冲刷流燃油过滤器 | 244 |
| 13.2.3 | 主系统燃油过滤器 | 245 |
| 13.2.4 | 双级过滤器和双级发讯器 | 246 |
| 13.3 | 燃油过滤器质量保障 | 247 |
| 13.3.1 | 飞机燃油过滤器的性能要求 | 247 |
| 13.3.2 | 飞机发动机对滤芯的特殊要求 | 247 |
| 13.3.3 | 过滤精度和纳污容量的新含义 | 248 |
| 13.3.4 | 纳污量试验 | 248 |
| 13.3.5 | 燃油过滤器过滤效率试验 | 251 |
| 13.3.6 | 滤芯吸水试验 | 254 |
| 13.3.7 | 燃油过滤器低温状态的性能试验 | 257 |
| 13.3.8 | 燃油过滤器滤芯的使用寿命和耐 高低温考核 | 261 |
| 13.3.9 | 流量压差考核 | 261 |
| 13.3.10 | 其他特殊要求 | 262 |
| 13.4 | 典型的燃油系统过滤方案 | 262 |
| 第 14 章 | 润滑系统过滤器 | 265 |
| 14.1 | 内燃机机油过滤器 | 265 |
| 14.2 | 机油过滤器容灰能力试验 | 266 |
| 14.2.1 | 加灰器 | 266 |
| 14.2.2 | 试验台 | 268 |
| 14.3 | 机油过滤器的一次通过粒子试验 | 269 |
| 14.4 | 环境适应性试验 | 270 |
| 14.5 | 美国康明斯发动机机油过滤器滤芯试 验规范 | 271 |
| 14.5.1 | 残留微粒试验(过滤效率试验) | 272 |
| 14.5.2 | 使用寿命及油箱污染度试验 | 273 |
| 附录 | | 275 |
| 一、 | 书中涉及的标准(部分) | 275 |
| 二、 | 标准代码、简称及名称 | 278 |
| 三、 | 制定通油过滤材料检测项目及其标准的 建议 | 278 |
| 1. | 确定统一检测项目的意义 | 278 |
| 2. | 对下游产品性能具有实际意义的检测项目 | 279 |
| 3. | 检测项目的解释和定义 | 279 |
| 4. | 不予推荐的检测项目 | 281 |
| 5. | 确定的检测方法应具有的实际意义 | 281 |

| | |
|-------------------|-----|
| 6.制定检测项目对应的检测方法标准 | 282 |
| 7.需要制定的检测方法标准 | 282 |
| 参考文献 | 284 |

第1篇

Part 01

· 空气过滤器



第1章

大气污染危害

1.1 大气污染对人类健康的危害

(1) 微粒粉尘分类

大气尘的主要组成成分和比例见表 1-1，其主要分类如下。

① 灰尘 包括固态分散性微粒，又称粉尘。

② 烟 固态颗粒和液态颗粒凝聚作用而产生微颗粒。

ISO 定义为：由冶金过程形成的固体颗粒气溶胶。一般情况下烟的粒径为 $0.5\mu\text{m}$ 以下，如吸的香烟、木材、油、煤等燃烧过程产生的微颗粒。它们在空气中呈布朗运动状态，具有很强的扩散力，在静止空气中很难沉降。

③ 雾 所有液态分散性的微颗粒和液态凝聚性微颗粒。在 ISO 中定义：属于气体中液滴的悬浮体总称。在气象学中指造成的能见度小于 1km 的水滴悬浮体。

④ 烟雾 包含液态和固态，既含有分散性微颗粒，又含有凝聚性微颗粒。微粒尺寸为 $1\mu\text{m}$ 以下。如：工业区上空飘浮的煤粉尘、二氧化硫、一氧化碳及水蒸气所形成的结合体。（典型的 1952 年伦敦雾就是烟与雾的混合物，当然也有钢铁厂产生的氧化铁烟雾）。

ISO 定义是：烟雾是指由燃烧产生能见的气溶胶，不包括水蒸气。该定义是说烟雾和雾有区别。

⑤ 花粉 季节性产生，产生量大，特别在春夏之交。

(2) 大气微尘计量方式

① 计数浓度 单位体积空气中含有的微尘颗粒数，粒/L；

② 计重浓度 单位时间和单位体积上自然沉降的微尘质量表示， $\text{mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{天})$ ；

③ 沉降浓度 以单位时间和单位面积上自然沉降下来的微尘颗数或者质量表示， $\text{粒}/(\text{cm}^2 \cdot \text{h})$ 或 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$ 。

计数浓度标称主要考虑人体呼吸器官各部位对污染颗粒大小敏感度和沉着度；计重浓度标称主要用于标准制定、执行的方便，但也能包括单位质量中各尺寸颗粒的分布状态，间接了解颗粒计重浓度对人体内部器官的危害程度。

(3) 微尘浓度与人类健康的关系

① 全年每 24h 平均浓度 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 时, 慢性气管炎人数增加, 儿童易患气喘病。

② 24h 平均浓度 $150\text{mg}/\text{m}^3$ 时, 患病者增加, 老人死亡者增加。

③ 每小时平均浓度 $300\text{mg}/\text{m}^3$ 时, 能见度小于 8km , 飞机飞行有困难; 人口死亡率增加。

④ 每小时平均浓度 $60\text{mg}/\text{m}^3$ 时, 能见度小于 2km , 交通事故增加, 患病者和死亡者均增加。

⑤ 年平均若从 $140\text{mg}/\text{m}^3$ 下降到 $60\text{mg}/\text{m}^3$ 时, 人产生的痰量也相应减少。

(4) 大气浮尘粒度对人体的危害

大气尘组成成分和比例见表 1-1。大气尘计数浓度标准的确定, 主要考虑对人健康特别是呼吸系统的影响。尘粒深入呼吸系统并在其中沉着的情况见表 1-2。

表 1-1 大气尘组成成分和比例

| 组 成 | 含有率/% |
|----------------|-------|
| 矿物碎粉、燃烧飘浮细渣 | 10~90 |
| 烟雾、花粉 | 0~20 |
| 棉等植物纤维 | 5~40 |
| 煤、炭、水泥、建筑等细粉 | 0~40 |
| 腐败的植物、动物排放的皮毛屑 | 0~10 |
| 金属粉末 | 0~0.5 |
| 微生物 | 极微 |

表 1-2 微尘粒径对呼吸系统的影响

| 微尘粒径/ μm | 到达人体内部器官的部位 |
|---------------------|----------------------------|
| 30 | 可到达背部气管, 未达到支气管部分以上 |
| 10 | 到达末端支气管 |
| 3 | 到达肺泡道 |
| 1 | 在肺泡道和肺泡囊中大量沉着(有 2.6%再呼出去) |
| 0.3 | 在肺泡囊中大部分沉着(有 6.5%再呼出去) |
| 0.1 | 在肺泡囊中大部分沉着 |
| 0.03 | 在肺泡道上和肺泡囊中大部分沉着(有 34%再呼出去) |

(5) 大气浮尘中最危险的微颗粒 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$

大气浮尘中最危险的微颗粒是 $10\mu\text{m}$ 和 $2.5\mu\text{m}$ 两种尺寸的微颗粒。因而国际上出现“可吸入颗粒物”这一专用词汇。

原来空气中微颗粒（灰尘）通过人的鼻腔阻拦一部分后，大部分小颗粒都随气流进入肺部。一般情况下，人体自有免疫力抵抗这些微尘，但如果数量过大，免疫系统就会出现困难。如果吸入致命的菌类颗粒，传染疾病就会蔓延。即使这些颗粒没有病毒，它们的聚集也会让人肺变成“尘肺”；进入血液也会导致血栓……小于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒不会被鼻腔阻拦，它们被称为“可吸入颗粒物”进入气管沉积在肺部。将空气中“总悬浮颗粒物”去掉大于 $10\mu\text{m}$ 的大颗粒，其余就是“可吸入颗粒物”，国际上称其为 PM_{10} ；将其 $2.5\sim 10\mu\text{m}$ 的颗粒去掉，余下的“可吸入颗粒物”称其为 $\text{PM}_{2.5}$ 。

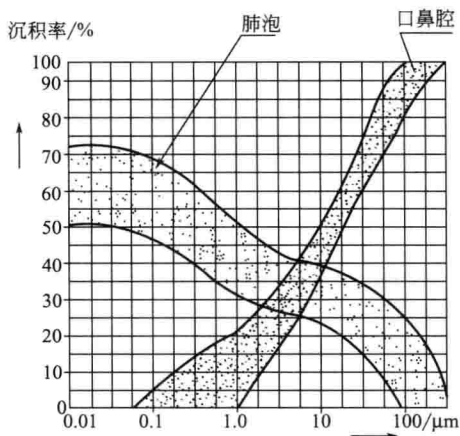


图 1-1 $10\mu\text{m}$ 以下颗粒在人体呼吸系统的沉积率

从图 1-1 中可看到，在浮尘中生活（工作）的人，吸入空气中的微尘后，大于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒在口、鼻腔可 100% 截留，甚至有小于 $1\mu\text{m}$ 的颗粒被阻滞在鼻腔；而小于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒，至少有 25% 被积存在肺泡中，小于 $2.5\mu\text{m}$ 的颗粒在肺泡中的滞留量也达 30%。即可吸入颗粒物对人体的危害是显而易见的，也是潜移默化的。人类在发展经济的同时，必须杜绝烟粉尘的大量排放，减少空气中的可吸入颗粒物。

1.2 大都市空气污染造成的灾难

(1) 伦敦雾事件

1952 年 12 月 5~8 日英国伦敦发生了严重空气污染事件。一连几天伦敦上空浓雾不散，遮天蔽日。但见工厂的无数烟囱向空中继续冒黑烟，煤烟味、硫黄味呛得人们不能喘气。所有车辆都开灯缓慢爬行。交警都戴防毒面具……正巧这期间伦敦在举办一场牛展览会，参展的乳牛不能及时撤回，纷纷倒在地上口吐白沫、抽搐不停。350 头参展牛有 52 头严重中毒，14 头奄奄一息，1 头当场死亡。

伦敦人第一天就有多人出现胸闷、咳嗽、呕吐等症状，5日到8日四天中死亡人数达4000人。后来人们称此为伦敦雾现象。伦敦雾以后又在1957和1962年发生。后来经研究分析，是由于烟雾粉尘中的三氧化铁促成空气中的二氧化硫氧化而生成硫酸液，此液黏附于尘粒和雾珠上进入人畜呼吸道，促使那些慢性病人死亡。

(2) 洛杉矶烟雾

美国工业城市洛杉矶由于其地势和汽油消耗量巨大而产生的光化学烟雾事件，最早发生于1943年，然而由于人们忽视它的危害，1955年此事件酿成大祸。其症状是许多人眼部、鼻喉及呼吸道黏膜都受刺激感染，出现红眼、流泪、胸痛和呼吸困难等现象。65岁以上的老年人两天内死去400余人；家畜患病、农作物枯黄、果树生害、橡胶老化……此事件经调查研究得知是由于大气中的碳氢化合物和氮氧化物（汽车尾气），因为光照作用产生了有害烟雾。烟雾中许多化学元素经过一系列反应生成过氧乙酰硝酸酯（PAN）和醛类等多种化合物，统称光化学氧化剂，它形成的浅蓝色烟雾称光化学烟雾。

(3) 四日市哮喘病事件

日本东部沿海城市四日市（每四天一次农贸集市而得名），1961年该市哮喘病大发作，占总人口95%的人得慢性支气管炎、哮喘和支气管哮喘。

1964年在该市又发作该病，连续三天烟雾不散，开始有人死亡。

1967年再次发作时有人不堪忍受而自杀。

1970年发作此病时有10人死亡，500多人患病。

1974年此病患者高达6376人。

此病是工业排放二氧化硫总量超过人体允许限量5~6倍所致。二氧化硫氧化后可产生无水硫酸和硫酸。而那些工业用油中含有的有害重金属颗粒成为人们常年不可躲避的可吸入颗粒物，使人类排除污染功能大大减退，于是产生多种呼吸道疾病。此病称四日市哮喘。

(4) 广州黑肺

中国工程院院士钟南山2008年6月12日在珠江三角洲大气污染防治高峰论坛上指出：“50岁以上的广州人肺都是黑色的！”这是钟院士根据临床和手术统计的显示数据，这是因吸入污染物过多形成的。

“珠三角正面临着复合型大气污染的威胁！”钟南山说。复合型污染的直接后果，就是导致光化学污染和阴霾天增多，并对人体造成巨大的危害。钟南山举例说，美国洛杉矶在20世纪40年代出现光化学污染，导致数百人死亡，数千人住院治疗。而目前，包括广州在内的珠三角地区，也面临着类似的污染问题。钟南山说，根据2006年的数据显示，仅仅是大气中氮氧化物的浓度，在此前的25年间就增长了3倍多。

钟南山又说：“每个人每天要呼吸 2 万多次，如果空气质量不好，对人的危害太大了！”人的肺部原本是有自我净化功能的，但钟院士通过临床和手术等途径的统计数据发现，因大量污染物被吸入肺部，广州居民的肺脏已丧失了自我净化能力而遭到威胁，无论是有病还是没有病，50 岁以上广州人的肺都是黑色的！

1.3 人类各种生产、生活区域空气污染的危害

人类各种生产、生活区域空气污染形成的危害见表 1-3。

表 1-3 人类各种生产、生活区域空气污染形成的危害

| 序号 | 空气污染场合 | 污染危害产生 | 后 果 |
|----|------------|--|--|
| 1 | 使用的工具、设备 | 汽车、工程机械、航空器等发动机进气时，空气中尘埃对进气道侵害 | 机件在滑动部位磨损造成发动机短寿、燃料系统喷嘴堵塞、发动机熄火 |
| 2 | 工厂、车间 | 产生粉尘、烟尘、纤维尘的工厂车间和劳动场地，操作工人长时间吸入污染颗粒 | 可吸入尘粒对人体肺部严重侵害，20 年后疾病缠身，甚至死亡 |
| 3 | 公共场馆 | 电影院、游艺厅、商场、理发厅等人员集中场所，空气中菌类集中 | 传染病容易发生。换气时无防护也会使大气污物侵害人体，这些场合最易使人产生疾病 |
| 4 | 居住、办公 | 人一生有 70% 的时间在居住、休息和办公室生存。这里的换气工具如果无防尘装置，大气灰尘会进入，厨房烟气也会进入 | 虽然相比室外大气，空气可能清洁一些，但因人类在此生存的时间长，也会造成人体不适或产生疾病 |
| 5 | 精密产品组装线 | 精密电子元件装配、液压精密件装配等场合，空气尘埃落入机件中形成颗粒残留物 | 手机、电视机等无线电工具寿命短，液压装备的飞机、起重机、轧钢机等会因颗粒卡死精密阀体，工作中会发生事故和灾难 |
| 6 | 文化、体育场馆、场地 | 文物、图书等馆藏珍品受污染空气侵害 | 物品损坏，失去价值 |
| | | 体育馆空气污染，可呼吸颗粒侵害人体 | 运动员在运动中活动量增大，呼吸量大，颗粒容易在肺泡中沉积 |
| 7 | 医疗 | 手术室、治疗室，污染空气中的微尘、菌类，对手术部位、器械产生侵入 | 手术部位感染 |