

# 工业污染控制技术问答

李美庆 编

冶金工业部冶金安全教育指导站



# 工业污染控制技术问答

李 美 庆 编

冶金工业部冶金安全教育指导站

## 前 言

在人类的生产活动与能源开发和利用过程中，大量污染物进入生态环境，给人类的正常生活带来极大的危害。为保护人类赖以生存的环境，在环境保护立法的约束和社会舆论的压力下，促进了工业污染控制技术的迅速发展。

在当前城乡经济体制改革的热潮中，为普及工业污染控制技术的基础知识，给企业的污染治理提供资料，笔者汇集了国内外部分较实用的污染控制技术资料，以问答形式编成这本小册子，供从事此项工作的技术管理干部参考，同时也可作为厂矿企业环境保护与污染控制岗位工人的培训教材。

本书在编写过程中承蒙冶金部安全环保司徐孟任副总工程师指教并负责审校定稿，对此深表谢意。

笔者

一九八七年十月

ADA99/07 05

## 内 容 提 要

本书以问答形式阐述了工业污染控制技术的基本原理、方法和工艺流程；介绍了常见的各类工业粉尘、有毒气体、废水的来源、控制技术措施和控制设备；对污染监测技术的常见方法和仪器也作了通俗的解答。

本书内容通俗易懂，可供从事污染控制工作的工程技术人员及工人阅读，也可作为环保短训班辅助教材。

## 工业污染控制技术问答

李美庆编

冶金工业部冶金安全教育指导站

冶金工业部安全环保研究院印刷厂印刷

1988年5月

# 目 录

<b>第一章 污染控制技术基础知识</b> .....	( 1 )
1. 何谓工业污染?.....	( 1 )
2. 主要工业污染物有哪些?.....	( 1 )
3. 工业污染物的主要危害有哪些?.....	( 2 )
4. 何谓工业污染疾病?.....	( 5 )
5. 工业污染疾病有哪些表现?.....	( 5 )
6. 何谓污染控制技术?.....	( 6 )
7. 污染控制的主要方法有哪些?.....	( 6 )
8. 何谓污染控制标准?.....	( 7 )
9. 何谓污染控制管理?.....	( 8 )
10. 环境质量评价与污染控制有什么关系? .....	( 9 )
<b>第二章 尘源控制技术</b> .....	( 11 )
一、工业尘源.....	( 11 )
11. 水泥炉窑烟气有哪些特点? .....	( 11 )
12. 钢铁企业烧结烟气有哪些特点? .....	( 12 )
13. 炼铁厂高炉烟气有哪些特点? .....	( 14 )
14. 炼钢电炉烟气有哪些特点? .....	( 15 )
15. 炼钢平炉烟气有哪些特点? .....	( 16 )
16. 炼钢转炉烟气有哪些特点? .....	( 18 )
17. 铁合金电炉烟气有哪些特点? .....	( 19 )
18. 炼焦炉烟气有哪些特点? .....	( 20 )
19. 热电厂烟气有哪些特征? 有何危害? .....	( 22 )
20. 耐火材料厂尘源点粉尘的特点是什么? .....	( 24 )
21. 电弧焊接烟尘的特征及危害如何? .....	( 25 )
22. 碳素厂的主要污染源及烟尘特点是什么? .....	( 26 )

23.	铸造车间尘源点的特点是什么? .....	( 28 )
24.	纺织厂粉尘的主要特点有哪些? .....	( 29 )
25.	煤矿井下煤尘有哪些特点? .....	( 31 )
26.	非铀矿山放射性气溶胶有哪些特点? .....	( 33 )
27.	露天矿尘源点及其特点是什么? .....	( 34 )
二、工业粉尘污染控制 .....		( 35 )
28.	如何控制水泥炉窑烟尘污染? .....	( 35 )
29.	如何控制钢铁企业烧结烟尘污染? .....	( 36 )
30.	如何控制炼铁厂高炉煤气尘污染? .....	( 38 )
31.	如何控制炼钢电炉烟尘污染? .....	( 39 )
32.	如何控制炼钢平炉烟尘污染? .....	( 41 )
33.	如何控制炼钢转炉烟尘污染? .....	( 44 )
34.	如何控制铁合金电炉烟尘污染? .....	( 46 )
35.	如何控制炼焦炉烟尘污染? .....	( 47 )
36.	如何控制耐火材料厂粉尘污染? .....	( 48 )
37.	如何控制石棉制品厂粉尘污染? .....	( 52 )
38.	如何控制焊接烟尘污染? .....	( 53 )
39.	如何控制热电厂烟尘污染? .....	( 55 )
40.	如何控制铸造车间烟尘污染? .....	( 56 )
41.	如何控制纺织厂纤维粉尘污染? .....	( 58 )
42.	如何控制煤矿井下煤尘污染? .....	( 59 )
43.	如何控制露天矿粉尘污染? .....	( 61 )
三、除尘系统与装置 .....		( 62 )
44.	尘源控制的原则是什么? .....	( 62 )
45.	密闭罩有几种基本形式, 其布置原则如何? ...	( 62 )
46.	敞口吸风罩的类型及设计原则是什么? .....	( 63 )
47.	除尘系统的类型有几种? 如何配置? .....	( 66 )

48. 除尘系统常用的风机的代号是如何标注的? ... (68)
49. 常用除尘系统离心风机有哪些特点? ..... (69)
50. 常用旋风除尘器的结构特征及应用范围是什么? ..... (70)
51. 常用袋式除尘器的结构特性及如何维护管理? ..... (73)
52. 常用湿式除尘器的结构特征有哪些? 应用范围如何? ..... (77)
53. 选用电除尘器时应注意哪些条件? ..... (81)
54. 如何维护管理干式电除尘器? ..... (85)
55. 管式电除尘器的结构特征及应用范围如何? ..... (87)
56. 如何选用除尘装置? ..... (89)
- 第三章 气态污染物控制技术** ..... (92)
- 一、工业气态污染源 ..... (92)
57. 含氟气态污染物的来源及特点是什么? ..... (92)
58. 含氯气态污染物的来源及特点是什么? ..... (94)
59. 含硫气态污染物的来源及特点是什么? ..... (95)
60. 多环芳烃 (PAH) 污染物的来源及特点是什么? ..... (97)
61. 汽车内燃机排气中所含碳、氮、铅等气态污染物的特点是什么? ..... (98)
62. 化工生产所排放的气态污染物的主要来源及特点是什么? ..... (100)
63. 恶臭污染物的来源及特点是什么? ..... (101)
- 二、有毒气体污染控制技术 ..... (103)

64. 如何控制热电厂低浓度SO<sub>2</sub>烟气污染? ..... ( 103 )
65. 如何控制电解铝厂含氟废气污染? ..... ( 106 )
66. 如何控制含氮氧化物烟气污染? ..... ( 110 )
67. 如何控制含氯废气污染? ..... ( 115 )
68. 如何控制含硫化氢废气的污染? ..... ( 117 )
69. 如何控制含汞废气的污染? ..... ( 118 )
70. 如何控制恶臭物质的污染? ..... ( 120 )
71. 如何控制有机溶剂废气的污染? ..... ( 122 )
72. 如何控制沥青烟气的污染? ..... ( 124 )
73. 如何选择净化厂区空气的植物? ..... ( 125 )
- 三、有害气体净化装置..... ( 130 )
74. 有害气体净化装置分为几类? 主要特征是什么? ..... ( 130 )
75. 喷淋塔的结构特征及应用范围如何? ..... ( 131 )
76. 填料塔的结构特征及应用范围如何? ..... ( 132 )
77. 湍球塔的结构特征及应用范围如何? ..... ( 133 )
78. 加压液体旋风洗涤器的结构特征及应用范围如何? ..... ( 135 )
79. 加压文丘里洗涤器的结构特征及应用范围如何? ..... ( 136 )
80. 加压引射洗涤器的结构特征及应用范围如何? ..... ( 137 )
81. 板式塔的种类及特征如何? ..... ( 138 )
82. 筛板塔的结构特征及应用范围如何? ..... ( 138 )
83. 泡罩塔的结构特征及应用范围如何? ..... ( 141 )
84. 浮阀塔的结构特征及应用范围如何? ..... ( 142 )
85. 穿流塔的结构特征及应用范围如何? ..... ( 144 )



86. 旋流板塔的结构特征及应用范围如何? ..... ( 145 )
87. 鼓泡塔及斜网塔的结构特征及应用范围如何?  
..... ( 147 )
88. 固定床吸附器的特征及应用范围如何? ..... ( 149 )
89. 移动床与流化床吸附器的结构特征及应用范围  
如何? ..... ( 151 )
- 第四章 水污染控制技术**..... ( 153 )
- 一、水体污染源..... ( 153 )
90. 水体污染的途径有哪几种? 主要污染源有哪些?  
..... ( 153 )
91. 污染水体的物质有哪几种? ..... ( 153 )
92. 含汞废水的来源、特征及危害如何? ..... ( 156 )
93. 焦化厂含酚废水的特征及其危害如何? ..... ( 157 )
94. 含氟废水的来源、特征及危害如何? ..... ( 159 )
95. 钢铁厂酸洗废液、废水的来源, 特征及危害如  
何? ..... ( 161 )
96. 炼铁和轧钢废水的来源及其特征如何? ..... ( 162 )
97. 含铅废水的来源、特征及危害如何? ..... ( 164 )
98. 纺织工业废水的来源、特征及危害如何? ..... ( 166 )
99. 含油废水的来源、特征及危害如何? ..... ( 168 )
100. 造纸废水的来源、特征及危害如何? ..... ( 170 )
101. 基本有机合成工业废水的来源、特征及危害如  
何? ..... ( 173 )
102. 含氰废水的来源、特征及危害如何? ..... ( 175 )
103. 有色金属矿山废水的来源、特征及危害如何?  
..... ( 177 )
104. 放射性废水的来源、特征及危害如何? ..... ( 178 )

105. 制革废水的来源及特征如何? ..... ( 181 )
- 二、废水处理技术..... ( 182 )
106. 含氟废水处理技术的特征及应用情况如何?  
..... ( 182 )
107. 含油废水处理技术的特征及应用情况如何?  
..... ( 183 )
108. 毛纺废水处理技术的特征及应用情况如何?  
..... ( 186 )
109. 含放射性物质的废水处理技术的特征及应用情  
况如何? ..... ( 189 )
110. 制革废水处理技术的特征及应用情况如何?  
..... ( 191 )
111. 含重金属离子废水的处理方法及应用情况如  
何? ..... ( 194 )
112. 电镀废水处理技术及应用情况如何? ..... ( 197 )
113. 矿山废水处理技术及应用情况如何? ..... ( 199 )
114. 含酚废水处理技术及应用情况如何? ..... ( 201 )
115. 造纸废水处理技术及应用情况如何? ..... ( 203 )
- 三、废水处理装置..... ( 206 )
116. 沉淀池的种类、结构特征及应用情况如何?  
..... ( 206 )
117. 泥渣循环分离型澄清池的特征及应用情况如  
何? ..... ( 208 )
118. 浮上分离装置的种类、特征及应用情况如何?  
..... ( 210 )
119. 加压溶气浮上水处理装置的特征及应用情况如  
何? ..... ( 214 )

120. 电解浮上水处理装置的特征及应用情况如何?  
..... (217)
121. 粒状介质填料层水处理装置的种类、特征及应用情况如何? ..... (218)
122. 废水生物处理装置的种类、特征及应用情况如何? ..... (220)
123. 纯氧曝气池的结构特征及应用情况如何? ... (223)
124. 深井曝气池的特征及应用情况如何? ..... (224)
125. 塔式生物滤池的特征及应用情况如何? ..... (226)
126. 生物转盘的特征及应用情况如何? ..... (229)
127. 生物塘的特征及应用情况如何? ..... (231)
128. 膜分离废水处理装置的种类、特征及应用情况如何? ..... (233)
- 第五章 污染测定技术**..... (238)
129. 常用测尘仪器与测尘方法有几种? ..... (238)
130. 何为透射光式测尘仪? ..... (240)
131. 何为散射光式测尘仪? ..... (240)
132. 何为接触带电式测尘仪? ..... (241)
133. 何为 $\beta$ 射线透射式测尘仪? ..... (241)
134. 何为电天平式测尘仪? ..... (243)
135. 何为压电晶体振荡式测尘仪? ..... (244)
136. 沉降法测定粉尘粒径分布的原理是什么? ... (244)
137. 库尔特法测定粉尘粒径分布的原理是什么?  
..... (246)
138. 巴柯法测定粉尘粒径分布的原理是什么? ... (246)
139. 串级冲击器法测定粉尘粒径分布的原理是什么?  
..... (247)

140. 原子吸收法测定环境污染物的原理是什么?  
..... (249)
141. 中子活化法测定环境污染物的原理是什么?  
..... (250)
142. 气相色谱仪的原理、种类及特征是什么? ... (251)
143. 液相色谱仪的原理、种类及特征是什么? ... (254)
144. 离子色谱的原理及特征是什么? ..... (255)
145. 红外线式测定仪的原理及特征是什么? ..... (256)
146. 溶液电导式SO<sub>2</sub>测定仪的原理及特征是什么?  
..... (257)
147. 库仑法测定NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>的原理特征是什么?  
..... (258)
148. 电化学气敏传感器(GS)的原理及特征是什么?  
..... (262)
149. 化学发光式气体测定仪的原理特征是什么?  
..... (263)
150. 放射性污染测定的特征是什么? ..... (264)
151. 噪声污染测定的特征是什么? ..... (266)

# 第一章 污染控制技术基础知识

## 1. 何谓工业污染？

在工业生产过程中，由于某些因素会破坏生态平衡，使人类生存的环境失去或超过自净能力，而不能恢复到原有的平衡状态。当这种由工业生产活动而使环境的组成或状态发生变化时，将对自然环境或人体健康、动植物生长，社会经济和社会福利等造成严重危害，这就称为工业污染。

通常，工业污染有二种方式：直接污染和食物链污染。前者是指工业污染物的毒性、浓度和作用时间足够直接对人体、生物和社会经济、福利产生威胁。例如1952年英国伦敦的“烟雾”事件，四日内死亡4000人。后者是指工业污染物通过食物链逐级转移，积累浓缩，即生物富集的过程。例如日本的水俣病事件，就是通过水域食物链把无机汞转移浓缩为有机汞的汞中毒事件。

## 2. 主要工业污染物有哪些？

工业生产过程中的污染环境的物质称为工业污染物，按其性质可分为化学、物理和生物污染物三类。按其形态分为工业废气、工业废水、工业废渣、工业噪声与振动，工业热、磁、高频辐射等。

化学污染物中含有无机物（汞、镉、砷、铬、铅、氰化物、氟化物等）和有机物（有机磷、有机氯、多氯联苯、酚类、多环芳烃等）；物理污染物包括噪声、振动、高频电磁波、热污染等；生物污染物包括细菌、病毒、原虫等病原微生物。目前，主要工业污染物的分类和污染源概况见表1—

1。

表1—1 主要工业污染物的分类和污染源概况

类别	污 染 物	污 染 源
工业废气 (尘)	工业烟粉尘：微尘、黑烟、烟雾、酸雾 有害气体：硫氧化物，氮氧化物，碳 氢化物，氟化氢、氯化氢 一氧化碳，二氧化碳等	燃料燃烧过程及化工，冶炼过程 各种工业生产过程，交通运输业 及废物处理过程
工业废水 (液)	有毒污染物 Hg、Cd、Pb、Cr、 As、CN、苯酚等 酸碱污染物：酸或碱类 油脂污染物：油、脂类 营养性污染物：蛋白质、氨基酸、洗 涤剂、硝酸盐、碳化合 物、铵盐、磷酸盐等	电镀、冶炼、化工、煤气、炼焦 电气、涂料、制革等 化工，造纸、印染、制碱、金属加 工、冶炼等 石油化工、机械加工、选矿、屠 宰、食品、海上运输 厂区生活污水、食品、化肥、造 纸、化工、纺织医院废水等
工业废渣	工业锅炉渣、粉煤灰，冶金渣(有色 冶炼渣、钢渣、高炉渣、铁合金渣) 选矿厂尾矿和废石。 建筑废料(砂、石、砖头瓦块、木屑) 污泥、纸屑、废旧塑料，玻璃、陶瓷 碎片	工业炉窑、热电厂、有色金属冶 炼、炼钢、采矿、选矿等。 建筑、建材工业，废水处理及湿 法除尘过程。金属、木材、纸、塑 料、玻璃等加工过程。
工业噪声 与振动	噪声、振动	交通运输，各类工业生产过程及 建筑施工过程
工业放射 性与非电 离电磁辐 射	铀、钍、镭等放射性元素，电磁波	核燃料的开采、冶炼、加工过程 核动力、核爆炸，核反应堆等核 工业过程；雷达、激光器、微波、 高频加热器等
工 业 热 污 染	热辐射及热源	热电厂和各类工业的冷却过程， 工业炉窑的排气过程

### 3. 工业污染物的主要危害有哪些？

工业污染物的危害主要表现在对人类所生存的环境（大

气、水体、土壤、气候等)的污染及对器具、动植物及人体的损伤。

工业污染物排入大气，破坏纯净大气的组成。目前，被污染的大气中 $\text{SO}_2$ 含量已增高1000倍， $\text{CO}$ 含量增高400~700倍， $\text{NO}_x$ 增高200倍，非烃碳氢化物(NMHC)增高1000倍， $\text{O}_3$ 增高25倍。故使大气物理状态发生变化，影响太阳辐射及低层大气逆温层，加之大量工业排放烟尘在空中悬浮，不仅影响能见度，造成交通事故，更有甚者产生光化学烟雾，直接威胁动植物的生存和人的生命。

工业污染物排入水体，污染饮用水源，使水生物、土壤及农作物受害。例如：水体污染造成内蒙乌拉特前旗居民饮用水含氟1.5~2.0mg/l，使氟骨病的发病率高达91.7%；目前，全国被镉污染的耕地有20余万亩，波及11个省、市，25个地区，每年生产1亿斤含镉稻米；被汞污染的耕地有48万亩，波及15个省、市，21个地区，年产含汞稻米3.9亿斤。此外，还年产含铅、砷的稻米数亿斤。总之，水体污染使我国粮食作物每年减产50亿斤，被污染农作物总量达100亿斤/年。

水体污染直接对水生物、鱼类造成严重危害。据抽样检查，我国残寿鱼占鱼产量的70%左右。由于工业废水的污染，山东省胶州湾沧口潮间带生物种数从1963~1964年的144种，逐年下降到1974~1975年的30种和1980年~1981年的17种。

工业污染物影响气候，使空气浑浊，降低能见度、减少阳光直接辐射强度。大量工业废热排入空气之后，引起地面长波辐射的变化，飘浮在大气中的工业污染物微粒与水蒸气发生凝结核作用，会使全球或局部地区的气温、湿度和雨量

均发生明显的变化，尤其是SO<sub>2</sub>气体的大量排放，引起酸雨，其危害十分严重。

工业污染物对器具造成损伤，使工业区金属材料制品的腐蚀加剧，腐蚀深度每年可达数微米至数十微米；有些工业污染物与皮革有强烈的亲和性，能降低皮革的强度，使皮革2至3年便脆化。同样对纸张、布匹、橡胶制品、涂料等也有污损，并大大降低其强度。也会使碳酸钙质材料污损，使电线绝缘性能下降，导致工伤事故发生。

工业污染物对人的神经系统、血液系统、呼吸系统、消化系统、循环系统、泌尿系统等均有危害。

**神经系统的损伤：**导致大脑皮质功能或植物神经功能失调，或伴有多种器官功能紊乱，引起头晕、头痛、乏力、失眠、记忆力差、易激动、心悸、腹胀、食欲不振等，但临床体检无阳性体征。当受到有毒化学污染物危害时，人体周围神经受损，引起多发性神经炎，或使人体中枢神经受损，继发脑缺氧，或引起精神障碍。

**血液系统的损伤：**白细胞减少，血红蛋白变性，引起溶血性贫血。

**呼吸系统的损伤：**刺激上呼吸道，引起支气管炎、肺炎、肺水肿及肺纤维化等。

**消化系统的损伤：**口腔炎、呕吐、食欲不振，腹泻、便秘、中毒性肝炎等。

**循环系统的损伤：**工业污染物砷、钡、有机汞、一氧化碳、苯胺等可以直接或间接地引起心肌损伤。对于中毒性肺水肿及晚期矽肺或其它尘肺患者则可发生肺原性心脏病。

**泌尿系统的损伤：**铅污染中毒者可引起间质性肾炎；升



汞、四氯化碳、铀中毒会导致肾小管坏死性肾病。

#### 4. 何谓工业污染疾病？

工业污染疾病是指由于工业污染物对环境（工作环境和生活环境）的污染，影响人们正常的工作、生活、健康而引起的人体疾病。人们习惯上把工业污染物污染作业环境（又称为内环境），而使从事生产作业的人员受害所患的疾病叫做“职业病”；把工业污染物污染生活环境（又称为外环境）而使不直接从事有毒、有害作业的人们受害所患的疾病叫做“公害病”；把一些工矿企业中，作业人员受工业污染物污染生活环境和生产环境的影响，抗病能力下降，而较一般人群易患的不直接取决于生产性有害因素的疾病叫做“厂矿多发病”。上述三类疾病总称为工业污染疾病。

#### 5. 工业污染疾病有哪些表现？

工业污染病按其类别（职业病、公害病、工矿多发病）有不同的表现形式：

职业病（急性和慢性职业病）可表现为全身症状，也可表现为局部某些器官、系统的症状。尽管某些职业病的临床表现有一定的选择性（如有毒粉尘、气体、放射性氩及子体会引起呼吸系统受损），但许多职业病早期症状常表现为神经衰弱症状，体检时无特殊变化。当人体的血液系统、呼吸系统、消化系统、循环系统、泌尿系统受工业污染物毒害而受损，出现临床症状时，方能通过综合诊断，确定为职业病。

公害病的主要表现在于：遭到污染的地区不论男女老少，甚至胎儿均有可能导致公害病。同时，除急性中毒外，通常因接触者昼夜暴露在低浓度的综合重复污染环境中，故发病的时间较长，致病原因复杂。另外，人体摄入污染物