

# 工业废气污染控制与利用

童志权 陈焕钦 编著

化学工业出版社

# 工业废气污染控制与利用

童志权 陈焕钦 编著

化学工业出版社

## 内 容 提 要

本书从实用观点出发, 简明扼要地介绍了大气污染物稀释扩散控制、颗粒污染物控制和气态污染物控制的原理、方法和主要设备的设计计算。着重从工业废气的治理角度对含SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、HF、SiF<sub>4</sub>、Cl<sub>2</sub>、HCl、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、恶臭、有机化合物、汞、铅、铬等污染物废气的净化与利用方法, 包括流程和主要技术经济指标进行了系统的分类阐述; 同时介绍了国内外在工业废气治理方面的最新技术成就。

本书可供工矿企业的环保工程技术人员和科研、设计部门的环境专业人员以及高等院校的有关师生参考。

## 工业废气污染控制与利用

童志权 陈焕欬 编著

责任编辑: 张婉如

封面设计: 许立

\*

化学工业出版社 出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

顺义县燕华营印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

\*

开本 850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 印张 23<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 字数 633千字  
1989年1月第1版 1989年1月北京第1次印刷

印 数 1—8000

ISBN 7-5025-0307-2/TQ·241

定 价: 8.40元

## 前 言

自世界工业革命以来，由于工业的迅猛发展，各工厂企业排放的废气在数量与种类方面也随之迅速增加。这些废气的排放，不仅污染环境，危害人们的身体健康，损坏社会财产、设备和建筑物，而且也造成了资源和能源的巨大浪费。因此，控制工业废气对环境的污染，尽可能地回收利用废气中的有用物质，是各工业企业的迫切任务之一。

自七十年代以来，我国各地区、各部门在工业废气的污染控制与利用方面开展了许多工作，取得了一定成绩。但是，由于工业废气排入大气后有较大的扩散空间，大气污染造成的危害往往是潜在的，有时不象工业废水的危害那样直观。因此，工业废气造成的危害尚未引起人们的普遍的重视。另一方面，工业废气的治理在某些情况下难度较大，对技术、设备和投资的要求往往较高。这些都使得我国工业废气的污染控制和利用工作进展缓慢，不少工厂的废气既未治，也未利用。随着大气污染严重危害的逐渐暴露和人们对这种危害的认识的加深，以及人们对环境质量要求的提高，控制和利用工厂排放的废气已成为人们迫切要求解决的问题。

随着“四化”建设的发展，我国还将建设更多的工厂企业。根据环境保护法规定的基本建设厂与三废治理“三同时”的原则，这些新建企业也存在废气污染控制与利用问题。

本书从实用观点出发，对大气污染物稀释扩散控制、粒子污染物控制和气态污染物控制的原理、方法和主要设备的设计计算进行了简明扼要的阐述；在收集我国近十五年来工业废气污染控制与利用的经验的基础上，并结合国外近年来的有关先进技术，分别对含各种大气污染物废气的净化与回收利用方法、流程和主要技术经济指标等作了系统的介绍，以期对各工矿企业和环保工作者进行的工业

废气污染控制与利用工作有所裨益。

本书共十七章，其中第一、三、四、六、八、十、十二、十四等章由陈焕钦编写；第二、五、七、九、十一、十三、十五、十六、十七等章由童志权编写。在编写过程中得到了华南工学院、湘潭大学和许多工厂企业、科研设计单位的支持和帮助，在此一并表示深切的谢意。

由于我们水平有限，编写时间仓促，书中会有不少缺点和错误，敬请读者批评指正。

**编著者**

**1988年**

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	( 1 )
第一节 引言 .....	( 1 )
第二节 空气污染物的定义及浓度表示法 .....	( 1 )
第三节 空气污染物的来源及其对人类的危害 .....	( 4 )
第四节 空气污染物的类别 .....	( 8 )
一、 粒子物质 .....	( 8 )
二、 含硫化合物 .....	( 9 )
三、 有机化合物 .....	( 10 )
四、 含氮化合物 .....	( 10 )
五、 一氧化碳 .....	( 11 )
六、 卤素及其化合物 .....	( 12 )
七、 放射性物质 .....	( 13 )
第五节 大气污染物的常规分析指标 .....	( 15 )
一、 总悬浮颗粒物 .....	( 15 )
二、 降尘 .....	( 15 )
三、 总氧化剂 .....	( 16 )
四、 氮氧化物 .....	( 17 )
五、 二氧化硫 .....	( 18 )
六、 一氧化碳 .....	( 19 )
七、 总碳氢化合物 .....	( 19 )
第六节 大气环境质量与污染物排放标准 .....	( 20 )
一、 我国大气环境质量标准 .....	( 20 )
二、 美苏大气环境质量标准 .....	( 30 )
第七节 控制空气污染的法律制订过程及发展趋势 .....	( 31 )
第八节 空气污染的控制 .....	( 34 )
一、 粒子污染物的控制 .....	( 34 )
二、 气态污染物的控制 .....	( 34 )
<b>第二章 工业废气的稀释扩散控制</b> .....	( 37 )
第一节 大气概述 .....	( 37 )

一、大气的分层 .....	( 37 )
二、主要气象因素 .....	( 38 )
第二节 影响污染物在大气中扩散的因素 .....	( 40 )
一、气象因素 .....	( 40 )
二、地形地物 .....	( 47 )
第三节 大气污染浓度估算 .....	( 49 )
一、高斯扩散模式的基本形式 .....	( 49 )
二、一般气象条件下大气污染浓度估算 .....	( 50 )
三、特殊气象条件下大气污染浓度估算 .....	( 65 )
四、长期平均浓度的计算 .....	( 73 )
第四节 烟囱高度的计算 .....	( 74 )
一、烟囱高度的计算方法 .....	( 75 )
二、烟囱高度计算中应注意的几个问题 .....	( 76 )
<b>第三章 粒子污染物的控制</b> .....	( 78 )
第一节 概论 .....	( 78 )
一、粒子的种类 .....	( 78 )
二、除尘器的种类 .....	( 78 )
第二节 重力沉降室 .....	( 80 )
一、沉降室中的层流流动 .....	( 80 )
二、沉降室的湍流流动 .....	( 83 )
三、沉降室的压力降 .....	( 85 )
四、沉降室的合理尺寸 .....	( 86 )
第三节 旋风除尘器 .....	( 87 )
一、旋风除尘器的效率 .....	( 88 )
二、旋风除尘器的压力降和消耗的功率 .....	( 92 )
三、旋风除尘器的分类 .....	( 94 )
四、旋风除尘器的选择 .....	( 98 )
第四节 湿式除尘器 .....	( 116 )
一、喷雾室洗涤器 .....	( 116 )
二、旋流式洗涤器 .....	( 121 )
三、文丘里洗涤器 .....	( 123 )
第五节 袋滤器 .....	( 126 )
一、引言 .....	( 126 )

二、袋式除尘器的特性 .....	( 128 )
三、脉冲反吹袋式除尘器 .....	( 132 )
四、机械振动袋式除尘器 .....	( 133 )
五、反向流动袋式除尘器 .....	( 134 )
六、压力降 .....	( 136 )
七、收集效率 .....	( 137 )
<b>第六节 静电除尘器 .....</b>	<b>( 139 )</b>
一、引言 .....	( 139 )
二、基本工作原理 .....	( 140 )
三、收集效率 .....	( 145 )
四、粒子的荷电 .....	( 148 )
五、粒子的移动速度 .....	( 149 )
六、电场强度 .....	( 151 )
七、电阻值的改变 .....	( 152 )
<b>第四章 气体吸收 .....</b>	<b>( 155 )</b>
第一节 概述 .....	( 155 )
第二节 吸收过程的气液相平衡 .....	( 157 )
一、平衡溶解度 .....	( 157 )
二、亨利定律 .....	( 159 )
第三节 吸收过程的机理 .....	( 161 )
一、对流传质理论 .....	( 161 )
二、吸收速率方程式 .....	( 162 )
第四节 填料塔的设计基础 .....	( 165 )
一、物料衡算和操作线 .....	( 165 )
二、最小的和设计的液-气比 .....	( 167 )
三、单位塔高的压降和塔径计算 .....	( 169 )
第五节 吸收塔的计算 .....	( 177 )
一、填料高度的计算 .....	( 177 )
二、传质单元数的计算 .....	( 179 )
三、传质单元高度的计算 .....	( 185 )
四、理论塔板数的计算 .....	( 188 )
第六节 解吸和多组分吸收 .....	( 189 )
一、解吸 .....	( 189 )



二、多组分吸收 .....	( 194 )
<b>第七节 化学吸收</b> .....	( 201 )
一、化学吸收法的特点 .....	( 201 )
二、化学应对对相平衡的影响 .....	( 201 )
三、增强因子 .....	( 202 )
四、化学吸收塔设计基础 .....	( 202 )
<b>第五章 气态污染物的吸附法控制</b> .....	( 212 )
<b>第一节 吸附现象与吸附剂</b> .....	( 213 )
一、吸附现象 .....	( 213 )
二、吸附剂及其选择 .....	( 215 )
<b>第二节 吸附理论</b> .....	( 219 )
一、吸附平衡 .....	( 219 )
二、吸附速率 .....	( 225 )
<b>第三节 固定床吸附过程计算</b> .....	( 227 )
一、吸附负荷曲线与透过曲线 .....	( 229 )
二、透过曲线的计算 .....	( 234 )
三、等温固定床吸附器的计算 .....	( 237 )
<b>第四节 吸附剂的再生</b> .....	( 248 )
一、再生方法 .....	( 248 )
二、吸附剂的劣化现象与残余吸附量 .....	( 251 )
<b>第五节 吸附浸渍</b> .....	( 253 )
<b>第六章 燃烧和催化燃烧</b> .....	( 255 )
<b>第一节 概述</b> .....	( 255 )
<b>第二节 直接燃烧</b> .....	( 257 )
<b>第三节 热力燃烧</b> .....	( 258 )
一、热力燃烧的反应温度与驻留时间 .....	( 259 )
二、燃烧化学和热力学 .....	( 260 )
三、燃烧室的设计 .....	( 261 )
<b>第四节 催化燃烧</b> .....	( 264 )
一、概述 .....	( 264 )
二、催化燃烧原理 .....	( 266 )
三、催化燃烧用催化剂 .....	( 279 )
<b>第七章 气态污染物的冷凝与膜分离法控制</b> .....	( 289 )

第一节 冷凝法 .....	( 289 )
一、冷凝设备 .....	( 289 )
二、冷凝原理及污染物热力学性质 .....	( 290 )
三、冷凝计算 .....	( 292 )
第二节 膜分离法 .....	( 302 )
一、气体分离膜的特性参数 .....	( 303 )
二、气体膜分离机理 .....	( 307 )
三、Prism分离器回收合成氨弛放气中的氢 .....	( 310 )
<b>第八章 硫氧化物的控制</b> .....	( 313 )
第一节 引言 .....	( 313 )
第二节 含二氧化硫废气的控制方法 .....	( 314 )
一、高烟囱扩散稀释 .....	( 314 )
二、采用低硫燃料 .....	( 314 )
三、燃料脱硫 .....	( 315 )
四、废气脱硫 .....	( 315 )
第三节 石灰或石灰石湿式洗涤法 .....	( 316 )
一、反应原理与工艺流程 .....	( 316 )
二、影响吸收反应的因素 .....	( 318 )
第四节 双碱法 .....	( 320 )
第五节 亚硫酸钠循环吸收法 .....	( 322 )
第六节 亚硫酸钠法 .....	( 325 )
第七节 氨吸收法 .....	( 329 )
一、氨-酸法(氨-硫酸法) .....	( 329 )
二、碳酸氢铵法 .....	( 333 )
第八节 氧化镁法 .....	( 335 )
第九节 稀硫酸吸收法 .....	( 337 )
一、化学原理 .....	( 337 )
二、影响吸收效率的因素 .....	( 338 )
三、工艺流程 .....	( 339 )
第十节 柠檬酸钠法 .....	( 340 )
第十一节 吸收二氧化硫的膜法工艺 .....	( 342 )
一、吸收过程 .....	( 342 )
二、分水部分 .....	( 343 )

三、释放硫酸盐 .....	( 345 )
第十二节 烟气脱硫的喷射鼓泡法 .....	( 347 )
一、喷射鼓泡反应器 .....	( 347 )
二、化学反应 .....	( 349 )
三、工艺流程 .....	( 352 )
第十三节 吸附法除二氧化硫 .....	( 353 )
一、影响吸附回收SO <sub>2</sub> 的因素 .....	( 353 )
二、吸附剂的种类 .....	( 353 )
三、吸附SO <sub>2</sub> 的方法 .....	( 354 )
第十四节 干法脱二氧化硫 .....	( 355 )
一、概述 .....	( 355 )
二、循环喷雾干燥法 .....	( 356 )
<b>第九章 含氮氧化物废气的净化与利用 .....</b>	<b>( 361 )</b>
第一节 环境中氮氧化物的来源、危害和氮氧化物污染控制现状 .....	( 361 )
一、环境中氮氧化物的来源 .....	( 361 )
二、大气中氮氧化物的危害 .....	( 361 )
三、氮氧化物污染及其控制现状 .....	( 362 )
第二节 还原法和分解法净化NO <sub>x</sub> 废气 .....	( 366 )
一、非选择性催化还原法 .....	( 366 )
二、氮选择性催化还原法 .....	( 367 )
三、炽热碳还原法 .....	( 373 )
四、催化分解法 .....	( 374 )
第三节 液体吸收法 .....	( 375 )
一、水吸收法 .....	( 375 )
二、酸吸收法 .....	( 376 )
三、碱液吸收法 .....	( 381 )
四、氧化吸收法 .....	( 388 )
五、液相还原吸收法 .....	( 392 )
六、液相络合吸收法 .....	( 396 )
第四节 吸附法 .....	( 398 )
一、分子筛吸附法 .....	( 398 )
二、活性炭吸附法 .....	( 403 )
三、硅胶和泥煤吸附法 .....	( 405 )

第五节	几种治理NO <sub>x</sub> 主要方法的技术经济比较	(407)
<b>第十章</b>	<b>含氟废气的净化与利用</b>	(408)
第一节	概述	(408)
一、	气体氟化物的性质及对人类的危害	(408)
二、	含氟废气的来源	(410)
三、	含氟废气的净化与综合利用	(412)
第二节	含氟废气的水吸收	(413)
一、	吸收原理	(413)
二、	水吸收流程	(414)
三、	水吸收设备	(417)
第三节	利用含氟废气生产冰晶石	(420)
一、	人造冰晶石的生产	(420)
二、	碱液吸收法制取冰晶石	(425)
三、	生产冰晶石的其他方法简介	(431)
第四节	含氟废气的其他利用	(432)
一、	氟硅酸钠生产	(432)
二、	氟化铝生产	(434)
三、	氟化钠的生产	(435)
四、	氟硅酸镁的生产	(437)
<b>第十一章</b>	<b>含氯及氯化氢废气的净化与利用</b>	(440)
第一节	含氯及氯化氢废气的来源及危害	(440)
一、	含氯废气的来源	(440)
二、	含氯废气的危害	(441)
第二节	氯和氯化氢的主要性质	(444)
第三节	含氯废气的液体吸收净化法	(446)
一、	水吸收法	(446)
二、	碱液吸收法	(448)
三、	氯化亚铁溶液或铁屑吸收法	(454)
四、	溶剂吸收法	(457)
第四节	含氯废气的联合净化法和其他净化方法	(464)
一、	氢氧化钙-硫酸法	(464)
二、	燃烧-水吸收和燃烧-水吸收-电解法	(465)
三、	冷凝-淋洗-压缩冷冻法	(466)

四、压缩冷冻法 .....	( 467 )
五、吸附法 .....	( 467 )
第五节 含氯化氢废气的净化与综合利用 .....	( 468 )
一、含氯化氢废气的净化 .....	( 468 )
二、工业废氯化氢的综合利用 .....	( 470 )
三、氯化尾气的精制 .....	( 476 )
第六节 含氯废气净化方法的应用 .....	( 478 )
一、根据废气中氯含量选择处理方法 .....	( 478 )
二、按废气组成选择处理方法 .....	( 479 )
三、按废气量大小选择处理方法 .....	( 480 )
<b>第十二章 硫化氢废气的净化与利用</b> .....	( 481 )
第一节 概述 .....	( 481 )
第二节 净化尾气回收硫磺的克劳斯法 .....	( 484 )
一、克劳斯法的基本原理与流程 .....	( 484 )
二、克劳斯硫磺回收装置的尾气净化法 .....	( 488 )
第三节 催化转化(干法)脱除硫化氢 .....	( 501 )
一、氢氧化铁法 .....	( 501 )
二、活性炭法 .....	( 501 )
三、氧化锌脱硫 .....	( 502 )
四、铁、锰、锌混合氧化物脱硫 .....	( 503 )
五、铋钒催化剂脱硫 .....	( 504 )
第四节 有机溶剂吸收法 .....	( 507 )
一、醇胺吸收法 .....	( 507 )
二、环丁砜法和改良甲醇法 .....	( 509 )
三、A·D·A法(葱醌二磺酸盐法) .....	( 510 )
四、非醌芳香族化合物法 .....	( 511 )
第五节 碱液吸收法 .....	( 516 )
一、碳酸钠吸收法 .....	( 516 )
二、氨水吸收法 .....	( 516 )
三、石灰乳吸收法(制硫脲) .....	( 517 )
四、氢氧化钠吸收法 .....	( 517 )
五、碱液管道喷射法除 $H_2S$ .....	( 518 )
<b>第十三章 含氮 一氧化碳和二氧化碳废气的净化与利用</b> .....	( 521 )

第一节 含氮废气的净化与利用 .....	( 521 )
一、大气中氮的危害及氮的物化性质 .....	( 521 )
二、含氮废气的净化与利用 .....	( 523 )
第二节 含一氧化碳废气的净化与利用 .....	( 537 )
一、一氧化碳的性质、来源及危害 .....	( 537 )
二、含一氧化碳废气的净化与利用 .....	( 542 )
第三节 含二氧化碳废气的综合利用 .....	( 548 )
一、大气中二氧化碳的来源及对环境的影响 .....	( 548 )
二、含二氧化碳废气的综合利用 .....	( 551 )
<b>第十四章 臭气及其控制</b> .....	( 562 )
第一节 概述 .....	( 562 )
第二节 臭味物质的性质与来源 .....	( 563 )
一、臭味物质的化学结构特征 .....	( 563 )
二、臭气物质的物理特性 .....	( 564 )
三、臭气的来源 .....	( 566 )
四、臭气的危害 .....	( 566 )
第三节 臭味的测量标准和阈值浓度 .....	( 568 )
一、臭味的性质分类 .....	( 568 )
二、臭味强度及测量 .....	( 569 )
三、臭气的阈值浓度 .....	( 570 )
四、臭味的浓度单位 .....	( 571 )
第四节 控制臭气的物理方法 .....	( 574 )
一、掩蔽法 .....	( 574 )
二、稀释扩散法 .....	( 574 )
第五节 控制恶臭的化学方法的工艺与设备 .....	( 576 )
一、空气氧化法 .....	( 576 )
二、化学氧化法 .....	( 578 )
三、洗涤法 .....	( 531 )
四、吸附法 .....	( 582 )
五、联合法 .....	( 589 )
六、脱臭剂 .....	( 592 )
<b>第十五章 含有机化合物废气净化与利用</b> .....	( 595 )
第一节 概述 .....	( 595 )

一、含有机化合物废气的来源及危害 .....	( 595 )
二、净化方法及选择 .....	( 598 )
第二节 含烃类废气的直接燃烧 .....	( 601 )
第三节 含烃及其衍生物废气的催化燃烧和溶剂吸收 .....	( 605 )
一、含烃及其衍生物废气的催化燃烧 .....	( 605 )
二、烃类废气的溶剂吸收 .....	( 609 )
第四节 含卤代烃类废气的吸收、吸附净化 .....	( 612 )
一、含氯乙烯废气的净化 .....	( 612 )
二、含四氯化碳废气的净化 .....	( 619 )
第五节 冷凝法的应用 .....	( 619 )
一、直接冷凝法回收净化含癸二腈废气 .....	( 619 )
二、吸收-冷凝法回收氯乙(甲)烷和丙烷 .....	( 620 )
三、吸附-冷凝法净化含二氯乙烷尾气 .....	( 624 )
第六节 含沥青烟气的净化 .....	( 625 )
一、沥青的分类及组成 .....	( 625 )
二、沥青烟气的来源及危害 .....	( 625 )
三、氧化沥青尾气的净化 .....	( 627 )
四、沥青烟气的净化 .....	( 633 )
第七节 含氧有机物废气的净化 .....	( 636 )
一、含醛类废气的净化 .....	( 636 )
二、含酚废气的净化 .....	( 640 )
三、合成脂肪酸尾气的治理 .....	( 643 )
四、苯酐尾气的净化与综合利用 .....	( 644 )
第八节 其他有机化合物废气的净化 .....	( 646 )
一、含有机硫化物废气的净化 .....	( 646 )
二、含有机氮化物废气的净化 .....	( 650 )
<b>第十六章 含汞废气的净化 .....</b>	<b>( 653 )</b>
第一节 环境中汞的来源及危害 .....	( 653 )
一、环境中汞及其化合物的来源 .....	( 653 )
二、汞对人体的危害 .....	( 654 )
第二节 汞及其主要化合物的性质 .....	( 655 )
一、汞的性质 .....	( 655 )
二、汞的化合物 .....	( 658 )

三、汞齐 .....	( 655 )
第三节 国内汞蒸气的净化方法 .....	( 661 )
一、溶液吸收法 .....	( 661 )
二、固体吸附法 .....	( 673 )
三、联合净化法 .....	( 681 )
四、气相反应(碘升华)法 .....	( 684 )
第四节 含汞化合物气体的净化 .....	( 685 )
一、氯化汞气体的净化 .....	( 685 )
二、消化吸附法治理雷汞废气 .....	( 688 )
第五节 国外汞蒸气净化方法简介 .....	( 689 )
一、吸附法 .....	( 689 )
二、吸收法 .....	( 692 )
三、纤维过滤法——Brink除汞器 .....	( 693 )
<b>第十七章 含铅、砷废气的净化</b> .....	( 694 )
第一节 含铅废气的净化 .....	( 694 )
一、铅污染的来源及危害 .....	( 694 )
二、含铅烟气的净化 .....	( 697 )
第二节 含砷废气的净化及含砷物料的利用 .....	( 709 )
一、砷及其主要化合物的性质 .....	( 709 )
二、环境中砷的来源及危害 .....	( 711 )
三、砷污染控制 .....	( 713 )
四、含砷物料的综合利用 .....	( 718 )

## 参考文献

## 单位换算表



# 第一章 绪 论

## 第一节 引 言

生活在地球上的人类，每分钟都离不开空气，人在5天内不吃饭、不饮水有可能生存，但断绝空气5min就会死亡。一个成年人每日所消耗的食物约1.5kg，而需要的空气量约为15kg(约 $12\text{m}^3$ )，相当于食物需要量的10倍。以地球上48亿人口计算，则人类每天要呼吸约 $720 \times 10^9\text{kg}$ 的空气。从原始社会到公元1900年，地球上人口增加到17亿，到2000年估计人口将接近70亿，随着人口的增长和人类生活水平的提高，人类对空气的需要量也越来越大。

在人类社会的进步和现代化生活的发展过程中，空气被污染的现象也伴随着发生。在生产能量，生产产品，运输产品和人类生活过程中，空气污染物作为一种副产品也产生了。主要的空气污染源来自燃烧，而燃烧对人类又是至关重要的。在完全燃烧的过程中，燃料中的碳、氢和空气中的氧相结合，产生热、光、二氧化碳和水蒸气。然而如果燃料中有杂质，燃烧时燃料和空气的比例不合适，燃烧温度太高或太低等等，都会产生一氧化碳、硫氧化物、氮氧化物、飞灰等空气污染物。

地球大气圈存在于地球表面至数百公里高空的范围内，其总重量约为 $6 \times 10^{16}\text{t}$ 。地球上的空气和土地、水源及其他物质一样，其存在量是有限的。因此，对空气的质和量的保护是十分必要的。

## 第二节 空气污染物的定义及浓度表示法

早在1272年，英国就有了限制空气污染的经验。但空气污染成为人类社会的主要问题并受到广泛重视则是近几十年来在经历了几次大的污染事件之后的事。1930年比利时的缪士(Meuse)山谷重工业化地区，经历3天大雾，生病和死亡人数比平常大10倍。1948年美国宾西法尼亚的多诺拉(Donora)的一个小镇，由于钢铁和化