



普通高等教育规划教材

大气污染控制工程

邵振华 主编



DAQI WURAN KONGZHI
GONGCHENG



化学工业出版社

普通高等教育规划教材

大气污染控制工程

邵振华 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书较系统地介绍了大气污染现状、废气收集输送系统设计、工业废气治理工程设计流程、废气治理常用设备(例如 RTO)、废气治理设施自动控制、废气治理常用材料(例如活性炭纤维)及各行业(例如电镀、涂装、焊接)废气污染控制技术等内容。随着大气污染控制工程的科学发展,书中增加了典型废气设计案例的内容,简要地介绍了废气工程设计案例。

本书可供普通高等院校环境工程、高职类环境监测与治理专业学生使用,也可供从事大气污染控制工程设计、科研和管理工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

大气污染控制工程/邵振华主编. —北京:化学工业出版社, 2015. 8

普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-122-24184-9

I. ①大… II. ①邵… III. ①空气污染控制-高等职业教育-教材 IV. ①X510.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 152053 号

责任编辑:张双进 廉 静

装帧设计:王晓宇

责任校对:王素芹

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 装:高教社(天津)印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 13 $\frac{3}{4}$ 字数 343 千字 2016 年 3 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: 32.00 元

版权所有 违者必究



FOREWORD

前言

当今中国大气污染已经成为全民关注的热点问题，大气污染控制已是重大民生工程，同时也成为高等院校环境专业毕业生的一个重要就业方向，所以“大气污染控制工程”几乎成为了所有高等院校环境专业的核心课程。现有的优秀教材和专著大多侧重于大气污染控制理论方面的论述，而对这些理论在不同行业及生产过程中的应用则介绍得相对较少。本书编写的特色在于将大气污染控制的原理与污染行业及生产过程紧密结合，使理论与实际应用案例成为有机的整体。

编者有幸接触大气污染控制工程实际工作，并考察过国内外多家优秀环保公司大气污染控制成功案例，也亲身参与了部分治理设备的加工制作和工程安装调试，在此基础上经过梳理、归纳、总结，并广泛参考了其他优秀的教材和专著，编写了本书。

本书首先分析了目前比较突出的大气污染问题和污染源，介绍了空气质量 AQI 指数的评价和计算方法，并概括性地介绍了废气治理的设计流程。本书还重点介绍了各种大气污染收集、治理常用材料与设备及其自动控制。本书最后部分介绍了几个典型污染行业的大气污染控制案例，使读者能理论与实际有机结合，更深刻理解大气污染控制工程的现实意义和重要性。本书可作为普通高等院校环境专业教材，参考学时为 64~96 学时，也可作为实际从事大气污染控制工程的技术人员参考用书。

本书由邵振华任主编，河北省邯郸市环境保护局刘锐参编，在本书编写过程中，曾多次与杭州科瑞特环境技术有限公司顾佳涛、蓝太可环保科技（上海）有限公司魏正义、扬州市恒通环保科技有限公司陆誉文、江苏保丽洁环境科技股份有限公司钱振清等多位国内外行业内环保公司技术负责人进行交流探讨，他们对该书提出了许多宝贵意见，金奇超、肖新霞也为本书做了有益的工作。对上述同志以及书中引用文献的作者表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，希望读者批评指正。

编者

2015 年 6 月



CONTENTS 目录

第1章 大气污染现状

1.1 大气成分	/1
1.2 大气污染物来源	/2
1.2.1 燃料燃烧	/2
1.2.2 工业生产过程	/3
1.2.3 二次污染	/7
1.3 空气质量评价指标	/9
1.3.1 空气污染指数	/9
1.3.2 空气质量指数	/9
1.3.3 评价指标的变更	/11
1.4 污染控制治理措施	/12
1.4.1 治理方针政策	/12
1.4.2 废气治理路线图	/13

第2章 废气收集输送系统设计

2.1 污水站密闭加盖设计	/14
2.1.1 玻璃钢盖板	/14
2.1.2 钢支撑反吊膜结构	/15
2.2 操作工位吸风罩设计	/16
2.2.1 密闭罩	/16
2.2.2 柜式排风罩	/18
2.2.3 外部吸气罩	/19
2.2.4 热源上部接受式排风罩	/20
2.2.5 槽边排风罩	/22
2.2.6 吹吸式排风罩	/24
2.3 空间整体换风设计	/25
2.3.1 全面通风方法	/25
2.3.2 全面通风设计	/26
2.3.3 全面通风换气次数计算	/27
2.4 废气输送管道设计	/28
2.4.1 常用材质	/28

2.4.2	管道的组成件	/30
2.4.3	管道系统图的画法	/34

第3章 废气治理工程设计流程

3.1	废气治理相关资料收集	/37
3.1.1	准备	/37
3.1.2	整理	/37
3.2	污染企业现场勘察	/38
3.2.1	前期准备	/38
3.2.2	现场勘察内容	/38
3.2.3	勘察分析	/39
3.2.4	勘察报告编制	/39
3.3	废气通风管道系统设计	/39
3.3.1	设计计算步骤分解	/39
3.3.2	压力损失估算	/44
3.3.3	案例分析	/45
3.4	废气治理工艺设计	/47
3.4.1	吸收过程	/47
3.4.2	填料塔技术	/48
3.4.3	案例分析	/52
3.5	废气治理工程投资估算	/55
3.5.1	管道材料部分投资估算	/55
3.5.2	标准设备部分投资估算	/55
3.5.3	非标设备部分投资估算	/56

第4章 废气治理常用设备

4.1	吸收塔	/57
4.1.1	填料塔	/57
4.1.2	降膜吸收塔	/60
4.1.3	旋流板塔	/61
4.2	吸附器	/64
4.2.1	立式罐吸附器	/64
4.2.2	卧式罐吸附器	/64
4.2.3	碳纤维吸附器	/65
4.2.4	转轮吸附器	/65
4.2.5	移动床和流化床吸附器	/66
4.3	RTO	/67
4.3.1	原理	/67
4.3.2	主体设备介绍	/68
4.3.3	流程说明	/73
4.4	换热器	/76
4.4.1	概述	/76

4.4.2	换热器分类	/76
4.4.3	换热器的计算	/79
4.5	风机	/82
4.5.1	概述	/82
4.5.2	风机特性曲线	/83
4.5.3	风机风量调节	/84
4.6	循环泵	/86
4.6.1	概述	/86
4.6.2	性能特点	/86
4.6.3	选型依据	/88
4.6.4	选型原则	/88
4.7	加药泵	/88
4.7.1	概述	/88
4.7.2	分类	/89
4.7.3	结构原理和特性	/89
4.7.4	加药泵选型原则	/89
4.8	仪表	/90
4.8.1	ORP 计	/90
4.8.2	pH 计	/91
4.8.3	液位计	/92
4.8.4	可燃气体探测器	/95
4.8.5	LEL	/96
4.9	光催化氧化设备	/96
4.9.1	工作原理	/96
4.9.2	光催化氧化净化技术	/98
4.10	低温等离子体	/101
4.10.1	等离子体工艺原理	/101
4.10.2	介质阻挡放电	/102
4.10.3	电晕放电	/102
4.11	除尘设备	/106
4.11.1	滤筒除尘器	/106
4.11.2	电除尘(油)器	/111
4.11.3	湿式电除尘(油)器	/120

第 5 章

废气治理设施自动控制

5.1	吸收设备自动控制	/129
5.1.1	风机启停控制	/129
5.1.2	系统静压控制	/132
5.1.3	循环泵自动控制动作	/133
5.1.4	加药泵自动控制动作	/133
5.1.5	补水阀自动控制动作	/134
5.1.6	排水阀自动控制动作	/134

5.1.7	药品供应控制动作	/137
5.2	吸附设备自动控制	/137
5.2.1	控制系统简介	/137
5.2.2	吸附装置工作过程介绍	/137
5.2.3	控制系统简介	/137

第6章

废气治理常用材料

6.1	吸收剂	/140
6.1.1	还原吸收剂	/140
6.1.2	氧化吸收剂	/143
6.2	吸附剂	/145
6.2.1	吸附剂物理性能	/145
6.2.2	吸附剂的脱附再生	/145
6.2.3	吸附剂种类	/146
6.3	漆雾过滤材料	/149
6.4	催化剂	/149
6.4.1	贵金属催化剂	/149
6.4.2	光催化剂	/151
6.4.3	SCR 催化剂	/153
6.4.4	催化剂失活类别	/155
6.5	蓄热体	/157
6.5.1	材质	/158
6.5.2	结构类型	/158

第7章

各行业废气污染控制技术

7.1	涂装行业喷漆废气治理技术	/163
7.1.1	工程概况	/163
7.1.2	工艺流程	/164
7.1.3	主要设备计算	/165
7.1.4	热平衡计算	/166
7.1.5	混合气体爆炸安全性分析	/168
7.1.6	工程案例照片	/168
7.2	化工行业有机溶剂回收及治理技术	/169
7.2.1	吸附原理	/169
7.2.2	吸附流程	/169
7.2.3	工艺计算	/171
7.2.4	工程案例	/174
7.3	污水站恶臭废气治理技术	/176
7.3.1	生物除臭法	/176
7.3.2	工程案例	/177
7.4	码头油气回收技术	/180
7.4.1	安全可靠的“船岸界面”	/180

7.4.2	冷凝+变压吸附技术	/183
7.4.3	冷凝计算	/185
7.5	纺织印染行业定型机废气治理技术	/190
7.5.1	污染源分析	/191
7.5.2	处理技术	/191
7.5.3	主流工艺	/192
7.5.4	工程案例	/195

附录

附录 1	大气污染物综合排放标准 (摘自 GB 16297—1992)	/199
附录 2	恶臭污染物厂界标准值 (摘自 GB 14554—93)	/204
附录 3	恶臭污染物排放标准 (摘自 GB 14554—93)	/204
附录 4	锅炉大气污染物排放标准 (摘自 GB 13271—2014)	/206
附录 5	橡胶工艺污染物排放标准 (摘自 GB 13271—2014)	/206
附录 6	合成革与人造革工业污染物排放 标准	/207
附录 7	电镀污染物排放标准	/209
附录 8	储油库大气污染物排放限值	/209

参考文献



第1章



Chapter 01

大气污染现状

随着人类工业化道路的不断拓展，人们的生活质量持续上升，生活资料也不断增加，但与此同时，日益恶化的生态环境也对人类的生存和发展带来了很大的困扰。近年来，大气污染引起的雾霾、温室效应、臭氧层破坏、光化学烟雾等严重的环境问题已经引起了人们的广泛关注。

为了解决这些污染问题，就需要正视和了解大气，包括大气的成分，大气的污染来源，以及如何控制这些污染。

1.1 大气成分

大气中的成分分为两类：占其主要部分（约 99.03%）的氮气（约 78.08%）和氧气（20.95%），以及占其很少一部分（约 0.97%）但重要性不容小觑的稀有气体，包括水蒸气（0.01%~4%）、氩气（约 0.93%）、二氧化碳（约 0.033%）和微量的氦、氖、氩、臭氧（不足 0.01%）等。干洁大气组成见表 1.1。

表 1.1 干洁大气组成

成分	体积分数/%	相对分子质量	临界温度/K	临界压强/ $\times 10^5$ Pa
氮	78.08	28.016	-420.35	33.5
氧	20.95	32.000	-392.05	49.7
氩	0.93	39.944	-395.15	48.0
二氧化碳	0.03	44.010	-242.15	73.0
氦	0.0018	20.183	-501.15	26.0
氖	0.0005	4.003	-531.05	2.3
氩	0.00006	48.000	-278.15	92.3
臭氧	0.00005	2.016	-513.15	12.8
氦	微量	83.700	-336.15	54.0
氩	微量	131.300	-257.15	58.2

这些成分都在人类的生存和生产活动中起到了重要的作用： N_2 、 O_2 、 CO_2 、 H_2O 等都是构成生物体及参与生物新陈代谢等活动的重要成分； O_3 能够吸收穿过大气层的过量紫外线；水汽和大气中的固体杂质还是成云布雨的前提条件。

大气垂直分布见图 1.1。

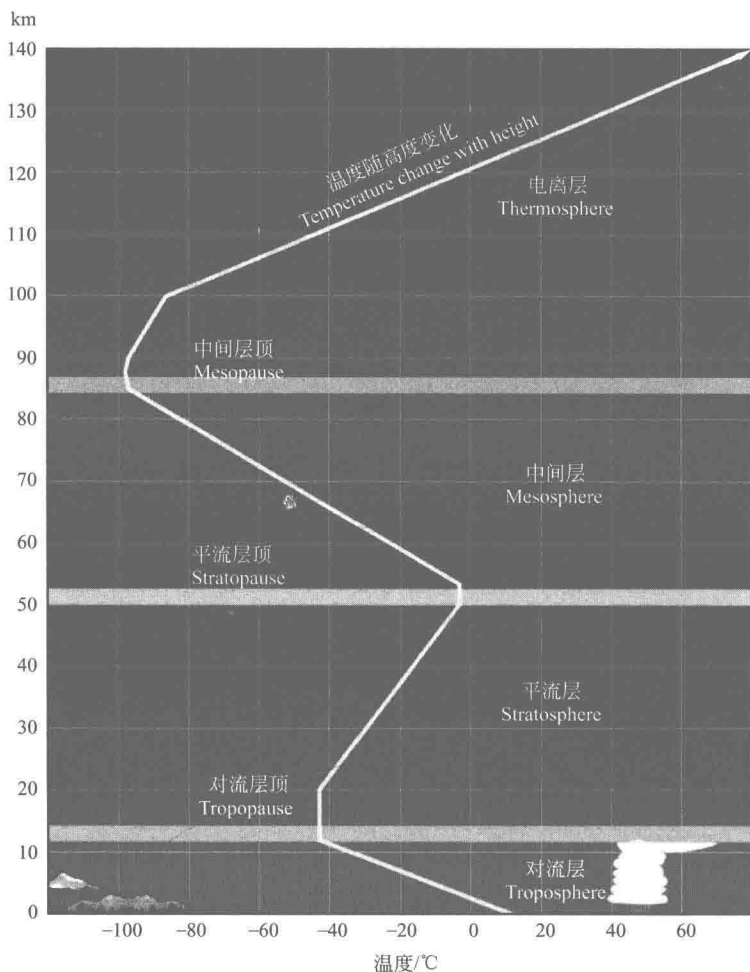


图 1.1 大气垂直分布图

由此可见，大气的成分十分复杂，再微量的成分也都有其重要意义，而人类工业生产一旦打破了大气的气体平衡，随之而来的就是生存和生产受到极大的威胁。

1.2 大气污染物来源

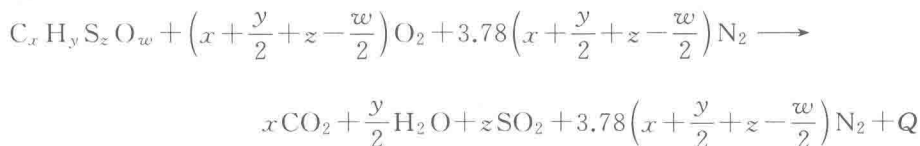
1.2.1 燃料燃烧

火力发电厂、钢铁厂、炼焦厂等工矿企业的燃料燃烧，各种工业窑炉的燃料燃烧以及各种民用炉灶、取暖锅炉的燃料燃烧均向大气排放出大量污染物。燃烧排气中的污染物组分与能源消费结构有密切关系。发达国家能源以石油为主，大气污染物主要是一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物和有机化合物。我国能源以煤为主，主要大气污染物是颗粒

物和二氧化硫。

燃料燃烧的排放量与燃料的数量和组成有关，一般来说，燃料含的杂质越多，它的燃烧需氧量对应的燃烧理论空气量就越大。

对于构成为 $C_x H_y S_z O_w$ 的可燃性化合物来说，燃烧方程式如下：



单位燃料所需的理论空气量为

$$22.4 \times 4.78 \left(x + \frac{y}{2} + z - \frac{w}{2}\right) / (12x + 1.008y + 32z + 16w)$$

煤的单位燃烧理论空气量在 $4 \sim 7 m^3/kg$ ，液体燃料如汽油在 $11 \sim 12 m^3/kg$ 。

燃料的燃烧还会产生大量颗粒物，人们通过颗粒物的类型将其进行了分类：飞灰、黑烟、雾、烟和粉尘。而通过颗粒物的粒径分布，又单独列出两类粒径的颗粒物作为空气质量评价指标的一部分：细颗粒物 $PM_{2.5}$ 、可吸入颗粒物 PM_{10} ，此外，还有被称为总悬浮颗粒物的 PM_{100} ，这些颗粒物有的能进入人体呼吸系统造成疾病，也可能在地面附近聚集造成视线受阻，具有广泛危害。

1.2.2 工业生产过程

1.2.2.1 化工行业

在化工行业的生产过程中，从生产到使用、从原料成为产品，所有阶段都有造成环境污染的可能，因此，在生产和使用共同作用下导致了化工污染物的产生，换句话说，不仅生产化工产品能够导致化工污染，使用化工产品也是造成环境污染的原因。但是，通常人们所说的化工污染，多指生产过程中导致的环境污染。

生产化工产品的过程中，很多途径都能导致污染物的产生，例如，冷却过程产生的冷却废水、管道和设备的泄漏、燃烧所排放的废气、发生副反应的生成物、不完全反应导致出现的废料等，如果没有妥善处理这些物质也没有进行回收，这将有可能造成环境的污染。使用化工产品导致的环境污染主要是因为使用不恰当，或使用过度。

化工企业产生有机废气的部位主要为：

- ① 储罐区大小储罐日常进出料产生的呼吸尾气；
- ② 输送系统-真空泵的排放口；
- ③ 反应釜固体投料口及呼吸口；
- ④ 高位槽的呼吸口；
- ⑤ 离心机及烘干机的无组织排放。

[化工行业生产举例——生产73号红产品]

在重氮锅中加入450kg硫酸，少量冰，亚硝酰硫酸（40%）395kg，待温度下降后缓慢加入邻氟对硝基苯胺200kg，保温4h以上，准备偶合。在偶合锅中加入冰水3000kg稀释重氮盐，加10kg氨基磺酸后，缓慢滴加N-乙基N-氟乙基苯胺320kg，反应6h，过滤，打浆，水洗可得产品。

73号红重氮化反应釜产生的氮氧化物为：1.11kg/批，同时生产的最大批数为7批，排

气时间为 5h, 因此按最不利原则, 氮氧化物的最大排放量为: 1.55kg/h。

73 号红产品生产工艺流程如图 1.2 所示。

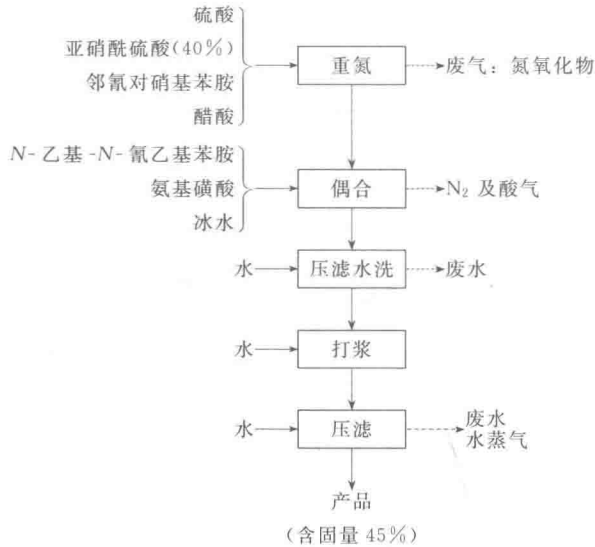


图 1.2 73 号红产品生产工艺流程

1.2.2.2 涂装行业

涂装行业主要是产生的挥发性有机物 VOC (Volatile Organic Compounds, 简称 VOC) 及颗粒粉尘的污染, 一般涂装行业均有底漆和面漆两道工序以及打磨工序。在工件喷涂工序中, 喷涂废气主要来自于溶剂和稀释剂, 通常在手动喷漆及自动喷漆房中挥发一部分, 另一部分在烘房区域产生; 颗粒粉尘主要来自于成膜物质或者打磨工序, 如不进行处理, 会对操作工的身心健康造成一定的影响, 不利于企业的长期发展。

要想从源头上消除或减轻喷涂废气的污染, 首先要从涂料的选择上考虑, 采用挥发分含量低的环保涂料, 特别是水性涂料, 它是解决喷涂废气污染环境的有效措施。水性涂料是采用水溶性及水分散性树脂及各种助剂制成, 不需加入含苯稀释剂, 以水稀释即可; 污染物主要是醇类和醚类等污染相对低的有机物, 对环境的影响较小, 同时也利用末端对其进行处理分解。

涂装行业产生的有机废气其污染物主要为甲苯、二甲苯、醋酸乙酯、醋酸丁酯、醇类及醚类等。

1.2.2.3 染整行业

染整行业中的工业油烟是工厂生产过程中使用油脂在润滑、冷却、清洗、飞溅过程中雾化、蒸发, 产生大量的烟雾。

(1) 染整过程

染整行业过程复杂, 主要包括染色工程及整理加工, 染色后织物的外观及触摸感尚不完整, 为使之美化并提高其效用性, 后续常用定型 (一般整理) 或树脂加工 (处理加工) 等整理加工程序。定型是利用织物具有热可塑性, 使织物内部纤维分子因受热疏松达到某种程度经冷却以固定其型, 而后低于此温度的热处理无法改变其型, 可分预先施加的预定型与在最后工程施加之整理定型。

预定型是为了避免织布在精练、染色过程中发生伸缩或形变, 一般所谓的定型大多指整

理定型而言，是为了除掉工程中产生的歪曲或变形并防止制品因洗涤发生形变或伸缩等情况而施行的。定型所需的热源可以是天然气直接加热、电力加热、蒸汽锅炉或热煤油炉，目前广泛采用的方法是吹热风式定型。定型机由于喂布时是以针或夹固定织布而适度拉张，同时又有定型定幅的效果，所以又称为拉烘机或者定型烘干机。实际过程中，整理定型多与树脂加工的热处理同时开始，一般在定型机前端设有上浆系统，使树脂液均匀饱和地渗入织布纤维内，这样，定型程序除了具有烘干定型拉幅的功能外，又可以通过热处理作用促使纤维树脂化，达到树脂加工的各种功效。

染整行业染整定型工艺全过程见图 1.3。

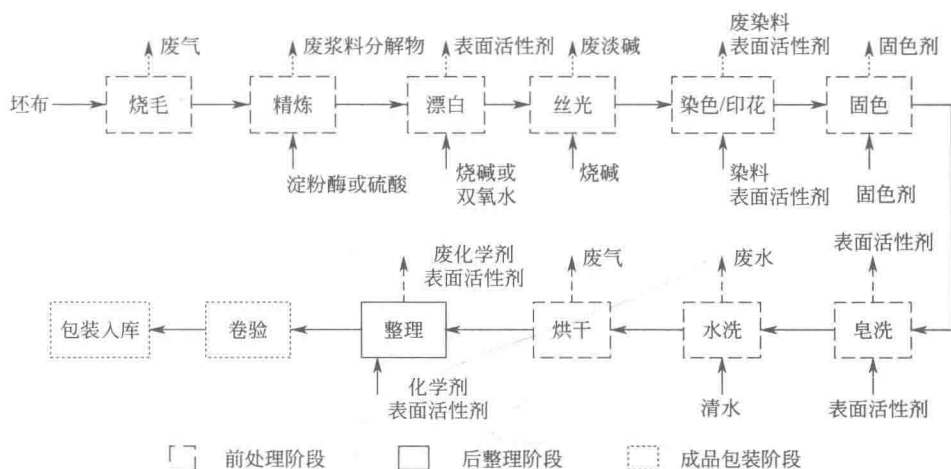


图 1.3 染整行业染整定型工艺全过程

(2) 定型机操作特点

定型机系统构造如图 1.4 所示。用热煤油烘干时，一般常用锅炉燃烧重油加热后的热煤油，通过管路输送至热交换器散发热量，使空气加热再经鼓风机吹入热气流至定型室内，进行烘干定型，热煤油再到锅炉循环利用，一般热煤油温度比定型机操作温度高 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

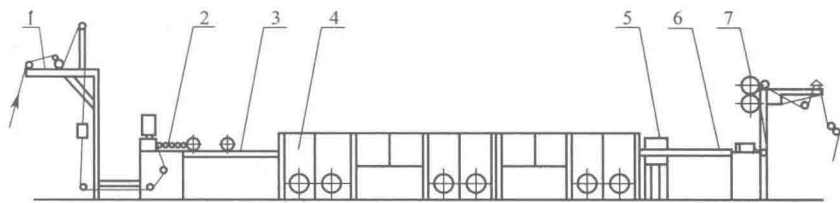


图 1.4 定型机系统构造示意

1—进布装置；2—超喂上针装置；3—伸幅装置；4—热定型烘房；5—冷却喷风；6—输出装置；7—冷却落布

因为对处理时间、布速及温度的考虑，定型机大多为 7 室或 8 室，也有长至 10 室或短至 4 室以下。单室长约 2.5m 或 3m，每室设有两台热风循环风机使部分热气流循环使用，排气风机装在顶部以收集各室气体，大多仅设置一台，各室排气支路皆设有挡板以控制排气风量。

树脂定型的操作温度及处理所需时间，因织物种类、药剂种类及特殊性能要求等不同而有差异，染整业常见定型操作的程序分类如表 1.2 所示。

表 1.2 一般染整业定型操作温度控制表

织物品名	常用染料	定型机操作温度/℃
纤维素纤维 (棉、麻)	直接染料 反应染料	120~140
蛋白质纤维 (羊毛、蚕丝)	酸性染料 反应染料	130~140
聚酰胺纤维 (耐隆)	酸性染料 分散染料	150~160
聚酯纤维(特多隆)	分散染料	180~210
醋酸纤维	分散染料	170~180
聚丙烯腈纤维(亚克力)	盐基性染料	170~180

(3) 废气特性分析

定型机废气成分复杂,常含有大量亚微米级的黏稠性颗粒,单一的常规工艺处理效率不高,需采用包括高压静电除尘技术在内的组合工艺,对烟气进行深度处理,才能达到良好的净化效果。

定型机烟气的出口温度一般在 100~190℃。当废气排入大气、温度降至露点以下时,其中的水蒸气冷凝成为白色水汽,高沸点的有机化合物因降温而凝聚,形成由大量微小粒径、黏稠性颗粒组成的淡蓝色烟雾,并带有难闻的气味。

废气中的油雾颗粒,粒径分布主要介于 0.01~1.0 μm ,是目前定型机废气处理的难点和重点,在加工定型化纤品时含量较高,加工纯棉织物时含量较低。气态污染物包括醛、酮、烃、脂肪酸、醇、酯、内酯、杂环化合物、芳香族化合物等。

据调查,高温定型机油烟废气的典型参数为:废气量 12000~20000 m^3/h ,油烟质量浓度 200~700 mg/m^3 ,颗粒物质量浓度 300~600 mg/m^3 。

锦纶纺丝油烟废气的冷凝油状物的化学成分及相对质量分数见表 1.3。

表 1.3 锦纶纺丝油烟废气的冷凝油状物的化学成分及相对质量分数

编号	化学成分	分子式	相对质量分数/%
1	乙二醇	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$	1.98
2	丁醇	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	0.59
3	丁酸	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	0.49
4	甲基二缩乙二醇	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_3$	21.06
5	二缩乙二醇	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$	3.88
6	甲基乙丙醚	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	0.67
7	<i>N</i> -甲基- <i>N</i> -硝基丙胺	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}$	0.54
8	乙酸 2-[2-(2-甲氧乙氧)乙氧基]酯	$\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}_5$	0.40
9	2-甲基- <i>N</i> -硝基吡啶	$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{N}_2\text{O}$	0.91
10	甲基三缩乙二醇	$\text{C}_7\text{H}_{16}\text{O}_4$	0.89
11	多羟基类化合物		52.7
12	异丁氧基-2-丙醇	$\text{C}_7\text{H}_{16}\text{O}_2$	0.45
13	三缩乙二醇	$\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_4$	2.09
14	己二酸二辛酯	$\text{C}_{22}\text{H}_{42}\text{O}_4$	10.56
15	未定		0.63
16	15-冠醚-5	$\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_5$	0.61

1.2.2.4 油品存储行业

(1) 加油站

加油站在日常加油过程中油品的自然蒸发是挥发性有机物 (VOC) 排放的一个重要来源, 油气中所含 VOC 的化学活性非常高, 因此其对臭氧生成的贡献率不容忽视; 而 VOC 物质自身具有很强的毒性, 含有苯、二甲苯、乙基苯等致癌物质, 油气挥发物被吸入人体后, 会对人体产生直接危害; 同时, 油气遇烟火、金属碰撞、发电机排气管喷火等都可导致火灾, 由于绝大多数的加油站都位于城镇交通要道等人群相对集中的地方, 因而存在较大的潜在危险。实施油气回收, 可以从根本上解决污染, 切断危险源的存在, 消除可能导致爆炸、燃烧等的安全隐患。

(2) 油库

油库储罐日常进出料巨大, 在装卸过程中, 会有大量的油品自然蒸发; 另外储罐日常呼吸气同样存在大量的有机物。

1.2.3 二次污染

1.2.3.1 光化学烟雾污染

在人们的生产生活中, 不仅有直接排放的污染物, 还有在大气环境中发生化学反应再次造成危害的二次污染物。二次污染物中危害最大, 也最受到人们普遍重视的是光化学烟雾。光化学烟雾主要有如下类型。

(1) 伦敦型烟雾

大气中未燃烧的煤尘、 SO_2 , 与空气中的水蒸气混合并发生化学反应所形成的烟雾, 也称为硫酸烟雾。

(2) 洛杉矶型烟雾

汽车、工厂等排入大气中的氮氧化物或烃类化合物, 经光化学作用所形成的烟雾, 也称为光化学烟雾。

(3) 工业型光化学烟雾

在我国兰州西固地区, 氮肥厂排放的 NO_x 、炼油厂排放的烃类化合物, 经光化学作用所形成的光化学烟雾。

1.2.3.2 污水处理站恶臭

污水处理站在进行废水处理过程中, 在微生物氧化分解过程中, 含硫/氮等有机物也会产生二次污染物, 其二次污染物阈值较低, 在常温下均会散发出阵阵的恶臭, 感观效应差。

污水处理厂的进水提升泵房产生的主要臭气为硫化氢, 初沉淀池污泥厌氧消化过程中产生的臭气以硫化氢及其他含硫气体为主, 污泥消化稳定过程中会产生氨气和其他易挥发物质。垃圾堆肥过程中会产生氨气、胺、硫化物、脂肪酸、芳香族和二甲基硫等臭气。好氧化及污泥风干过程可能产生少量的硫化氢, 但主要有硫醇和二甲基硫气体产生。主要恶臭物质如下。

(1) 氨气

氨气在污水中的浓度通常不高, 主要由污水中的固体颗粒经过厌氧消化和好氧消化而产生。

(2) 硫醇

硫醇和其他含硫的污水气态化合物 (如甲基二硫化物、二甲基二硫化物) 由于在低浓度

极限时也可以产生强烈的恶臭，而成为污水处理厂恶臭控制的难点。这些含硫气态化合物和硫化氢产生的途径相同，且存在于同样的废气中。

(3) VFAs (挥发性脂肪酸)

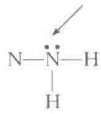
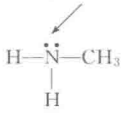
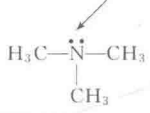
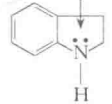
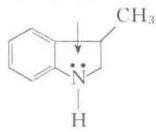

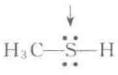
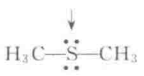
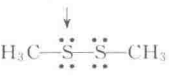
VFAs 是有机物在缺氧或厌氧条件下分解产生的，包括丁酸（臭鼬味）、乙酸（醋）和丙酸。它们的特点是恶臭阈值低，强度大、VFAs 是由污泥和污水的分解产生的。在整个处理厂内，只要是氧气浓度低或为零且 pH 值相对较低的地方，都可能产生 VFAs。

(4) VOCs (挥发性有机化合物)

VOCs 包括一系列合成和自然生成的有机化合物，有些是恶臭的，有些是气态有毒物。它们大多数来自工业污染源，且通常是不能进行生物降解的。污水处理工艺中搅动的地方可以挥发出 VOCs。

常见恶臭物质官能团见表 1.4。

表 1.4 常见恶臭物质官能团

分 类	名 称	分子式或结构式 (箭头指发臭官能团)	发臭官能团	味道
含还原态氮化物	氨		还原态氮(负三价)	氨味
	甲胺		还原态氮(负三价)	
	三甲胺		还原态氮(负三价)	鱼腥味
	吲哚		还原态氮(负三价)	粪味
	粪臭素		还原态氮(负三价)	粪味
含还原态硫化物	硫化氢		还原态硫(负二价)	臭鸡蛋味
	甲硫醇		还原态硫(负二价)	腐菜味
	二甲硫醇		还原态硫(负二价)	腐菜味
	二甲硫二醇		还原态硫(负二价)	洋葱味