

梁治齐 主编

实用

清洗技术手册

第二版

Chemical Industry Press



化学工业出版社

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

实用清洗技术手册/梁治齐主编. —2 版. —北京:
化学工业出版社, 2005. 4
ISBN 7-5025-6803-4

I. 实… II. 梁… III. 工业生产设备-清洗-技
术手册 IV. TB4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 023375 号

实用清洗技术手册

第二版

梁治齐 主编

责任编辑: 路金辉 陈 丽

责任校对: 陈 静 于志岩

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 35 字数 878 千字

2005 年 6 月第 2 版 2005 年 6 月北京第 4 次印刷

ISBN 7-5025-6803-4/TQ·2177

定 价: 69.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

第一版前言

清洗技术是一门涉及范围非常广泛，内容十分丰富的实用技术。它不仅在日常生活中有着重要的实际意义，而且在工业领域中也有着普遍的应用。在清洗过程中不仅经常要使用水和各种有机溶剂，还要使用表面活性剂、酸、碱、氧化剂、络合剂、缓蚀剂、杀菌剂等多种化学药剂，而且常常需要利用热能、流体喷射压力、机械研磨等多种物理作用。近年来也越来越多地使用到超声波、紫外线、等离子体、激光等高新技术，吸附剂和生物酶也成为常用技术。随着工业的发展，在精密仪器、半导体电子元件等行业超精密工业清洗技术显得越来越重要。

目前中国尚缺少全面综合介绍清洗技术的理论与实践的工具书籍，为了给清洗技术相关部门的技术人员提供一本具有实用价值的参考资料，作者参考国内外最新资料编写了此书。

全书共分五篇，第一篇清洗基础知识，介绍清洗的各种基本概念，着重介绍各种清洗材料以及污垢的性能特点。第二篇清洗剂，分别对水和非水溶剂，表面活性剂，吸附剂，酸、碱、氧化剂、络合剂、杀菌剂、熔融剂等化学试剂，酶制剂等的性能、结构、使用特点作了详细介绍。同时对热能、流体动力、喷射压力、机械研磨、超声波、电解、紫外线、等离子体等物理清洗作用的原理及应用特点作了较全面介绍。第三篇民用清洗技术，对衣物的水洗、干洗；皮肤和头发、牙齿的清洗以及生活环境中的其他清洗所使用的洗涤剂性能和特点作了广泛的介绍。第四篇清洗系统的建立与管理，对工业清洗系统的建立过程、常用的清洗设备、清洗过程中的分析监测以及清洗废水的处理与环境保护等工业清洗过程中涉及到的问题作了系统的介绍。第五篇工业清洗技术，对包括金属加工、机械工业、食品工业、纺织工业、造纸工业、电子工业、石油及化学工业、电力工业、原子能工业、交通运输工业、印刷工业等工业部门涉及到的清洗技术分别作了具体介绍。以期达到帮助读者了解清洗的有关理论及技术，开阔视野、有所借鉴的目的。

编写过程中力求做到综合性、实用性、简明性和语言通俗易懂，因此尽量避免使用过多的数学公式，对理论性较强的概念在保持科学性的前提下作了简化处理。

本书由梁治齐主编。王岩编写了第三十章“中央空调的清洗与水质处理”。在编写过程中得到中国蓝星化学清洗总公司的大力支持，并得到北京理工大学熊楚才教授，张薇娜、张娣华、卫芳、邱春华老师，北京联合大学商务学院院长助理刘允新副教授，黄亚声教授、蔡炳珍、胡静仪、刘书田、王树兰、翟晶老师，天津先光化工有限公司章永年高级工程师，邮电部北京通讯原件厂张敬华高级工程师以及国家图书馆安宁、潘岩铭、王媛、周小平等同志的指导和帮助，在此表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限，错漏之处难免，请读者指正，不胜感激。

梁治齐

1999.10

第二版前言

《实用清洗技术手册》出版五年来，受到广大读者的厚爱，已先后多次印刷。随着时间的推移和清洗技术的发展，已有必要对其中某些内容进行修订和更新，为此化工出版社决定出版《实用清洗技术手册》的第二版。

在《实用清洗技术手册》(第二版)的修订过程中删去了一些过时或已显陈旧的内容，对新近出现的新型清洗剂、清洗技术进行了介绍。近年来清洗技术发展的一个突出特点是随着人们环境保护意识的增强，对清洗技术的环保性能要求大大提高。判断一种清洗剂的好坏，不再单纯看它的清洗效果，所以过去曾经被广泛使用的一些性能优良的清洗剂，由于环保方面的原因正在被淘汰，最典型的例子就是 CFC-113 等对大气臭氧层有破坏作用的 ODS 清洗剂正在被禁用，随之摆在世界各国面前的任务是尽快研究出相应的非 ODS 清洗剂和配套的清洗技术。虽然目前这些新清洗剂和清洗技术还存在一些不完善之处，但这已成为不可逆转的发展趋势。为此在本书第二版中增加了专门针对这方面的有关内容的介绍，特别是在印制电路板、液晶显示器、半导体硅片等近年来获得飞速发展的高新技术领域的精密工业清洗中的应用情况。另外近年来人们在二氧化碳、机能水等新型环保清洗剂的研究方面也取得明显进展，所以也增加了相当的篇幅，对这些新型清洗剂的性能特点、应用状况及发展前景做了专门介绍。

近年来清洗行业的另一特点是物理清洗技术取得了长足的进步，超声波清洗技术又有了新的新发展，高压水射流清洗、清管器(Pig)清洗、激光清洗、等离子清洗等技术得到了广泛的应用，为此在第二版中增加了许多物理清洗新技术的相关内容。

随着清洗行业在中国的国民经济中已成为第三产业新的增长点，各类清洗公司在全国各地如雨后春笋般大量涌现，建筑物的外墙清洗、室内建筑材料的清洗、清洗机器人的使用已成为民用清洗领域清洗技术研究的热点，为适应民用清洗技术发展的需要特在第二版中增加了建筑物清洗一章。

随着人民生活水平的提高，对日常生活中遇到的清洗问题也越发关注，因此改编时在民用清洗技术部分也增加了家用电器清洗、洗车新技术等相关内容。

在编写本书第二版的过程中得到日本产业洗净协议会的小田切力、中川善一、司徒伯荫；中国洗净工程技术合作协会的孙良欣、徐海、常燕生、王荣年、王锡光、严国谨、周志春、朱家淇、臧金明、张亚平、毛宗雄、李静、董鹏华、谢宽、赵晓梅、苏亭忠、贺俊杰、冀风芳、李东、李娟、刘赞；北京普兰德洗染公司的齐大同总技师；北京联合大学商务学院的佟宗先、刘承桓、胡静仪、陈治、李英以及熊楚才、张薇娜老师的大力帮助，在此深表谢意。在编写过程中参考了许多在“化学清洗”、“清洗世界”和“洗净技术”杂志上发表的文章，但并未在主要参考文献中一一列出，在此特作声明，并对作者表示感谢。由于本人水平所限，错漏之处在所难免，恳请读者指正，不胜感激。

梁治齐

2005年2月于北京

内 容 提 要

本书共分五篇三十三章。主要介绍与清洗有关的各种基本概念；化学清洗使用的溶剂、表面活性剂、酸、碱、氧化剂、络合剂、杀菌剂等化学药剂及酶制剂的性能、结构、应用；热能、流体动力、高压水射流、机械研磨、超声波、等离子体、激光、清管器等物理清洗的原理、作用、应用特点；民用清洗技术，包括衣物的水洗、干洗，皮肤、头发的清洗，家居用品的清洗，建筑物外墙的清洗，日常生活环境中的其他清洗及其使用的洗涤剂的性能、特点；清洗系统的建立与管理，包括常用的工业清洗系统及设备，清洗过程中的分析、监测，以及清洗废水处理等环境保护问题；工业清洗技术，包括金属加工、机械、石油化工、电力、纺织、造纸、交通运输、农产品加工等多个工业部门涉及到的清洗技术，并详细介绍了中央空调的清洗技术。

本书力求系统性、综合性和实用性，适用于从事清洗剂、清洗技术的研究人员、工程技术人员、教学人员、生产技术人员学习和参考。

目 录

第一篇 清洗技术基础知识

第一章 概论	1	第三节 水垢	19
第一节 清洗体系的组成	1	一、水垢的成因	19
第二节 介质的作用	1	二、水垢成分的定性分析方法	19
一、湿式清洗与干式清洗	1	三、水垢的特性及其危害	20
二、介质在清洗过程中的作用	2	四、防止水垢生成的方法	21
第三节 清洗的目的和意义	2	五、溶解去除水垢的方法	22
第四节 选择清洗方法应注意的问题	3	第四节 锈垢	23
第二章 清洗材质	4	一、铁锈	23
第一节 纺织纤维	4	二、铜锈	24
第二节 金属材料	4	三、铝锈	24
一、碳素钢与铸铁	5	第五节 微生物污泥	25
二、合金钢和不锈钢	7	一、水中常见微生物	25
三、铜	8	二、微生物泥垢危害的机理	26
四、铝	9	三、控制工业用水系统中微生物的方法	27
五、镀金属钢材	10	四、微生物污泥的清洗方法	27
第三节 硅和硅酸盐材料	10	第六节 其他类型的污垢	27
一、硅	10	一、大气尘垢	27
二、玻璃	11	二、旧漆膜垢	28
三、其他硅酸盐材料	13	三、指纹印	28
第四节 塑料	13	四、混合污垢	28
一、通用塑料	14	第七节 污垢的形成与危害	29
二、工程塑料	14	第四章 清洗的分类方法	30
三、塑料表面的性质	15	第一节 民用清洗与工业清洗	30
四、各种因素对塑料性质的影响	15	一、民用清洗	30
第三章 污垢	16	二、工业清洗	30
第一节 污垢的分类	16	第二节 根据清洗原理的分类方法	31
一、根据污垢存在的形状分类	16	一、物理清洗与化学清洗的范围	31
二、根据污垢的化学组成分类	16	二、物理清洗与化学清洗的优缺点	31
三、根据污垢的亲水性和亲油性分类	16	三、微生物清洗	32
四、根据在物体表面存在状态分类	17	四、按清洗对象所处的状态分类	32
第二节 衣物上的污垢	18	五、按被清洗对象分类	32
一、衣物上污垢的成分	18	六、根据清洗作用或清洗剂的分类方法	32
二、衣物上污垢的来源	18		

第二篇 清 洗 剂

第五章 水	33	第一节 水分子的结构特点	33
-------------	----	--------------------	----

一、水分子的结构	33	一、阴离子表面活性剂	74
二、水分子结构对其性质的影响	33	二、阳离子表面活性剂	81
第二节 水的优缺点	34	三、两性表面活性剂	83
一、水的优点	34	四、非离子表面活性剂	84
二、水的缺点	35	第四节 表面活性剂洗涤剂的成分及性能	90
第三节 水中的杂质	36	一、表面活性剂	90
一、水的来源及含杂质情况	36	二、洗涤助剂(助洗剂)	92
二、杂质对水质的不良影响	37	三、添加剂	96
三、水的净化与纯化	40	第五节 表面活性剂的使用方法	98
第六章 非水溶剂	46	一、使用浓度	98
第一节 溶解规律	46	二、使用表面活性剂应注意的问题	99
一、溶解规律的理论研究	46	第八章 化学清洗剂	101
二、判断溶剂溶解能力的指标和方法	47	第一节 清洗中常用的酸	101
第二节 溶剂的安全性	50	一、清洗中常用的无机酸	102
一、溶剂的可燃性	50	二、清洗中常用的有机酸	108
二、溶剂的爆炸性	51	三、酸清洗剂的发展趋势	113
三、溶剂的毒性	52	第二节 酸洗缓蚀剂与钝化剂	113
第三节 使用溶剂清洗时应注意的问题	55	一、缓蚀剂与缓蚀作用	113
一、经济性	55	二、酸洗缓蚀剂的组成	115
二、有机溶剂的纯度	55	第三节 清洗常用的碱	116
三、溶剂对环境的污染	56	一、各种碱的性质	117
第四节 有机溶剂主要种类及性能	56	二、碱对清洗对象的腐蚀性	119
一、烃类溶剂	56	三、碱对污垢的去除作用	120
二、卤代烃溶剂	56	四、用碱洗涤应注意的问题	121
三、醇类溶剂	57	第四节 清洗中常用的氧化剂	122
四、酮类溶剂	58	一、卤素及其化合物	122
五、酯类溶剂	58	二、过氧化物	123
第五节 混合溶剂	58	第五节 金属离子螯合剂	124
一、混合溶剂的形成和使用方法	58	一、螯合剂的概念	124
二、乳液液与加溶混合液的区别	60	二、无机金属离子螯合剂	124
三、共沸混合物溶剂	61	三、有机金属离子螯合剂	125
第七章 表面活性剂	64	第九章 吸附剂	128
第一节 表面活性剂的有关概念	64	第一节 吸附现象与机理	128
一、表面张力与表面活性剂	64	一、吸附是固体表面的特征性质	128
二、表面活性剂的 HLB 值	65	二、物理吸附与化学吸附	128
三、表面活性剂在水中状态与临界 胶束浓度	67	第二节 吸附剂	130
第二节 表面活性剂水溶液的性能	70	一、吸附剂的特性	130
一、润湿渗透作用	70	二、吸附剂的种类	131
二、乳化作用	70	第十章 物理清洗	135
三、悬浮分散作用	71	第一节 热能在清洗过程中的作用	135
四、发泡作用	72	一、对其他的清洗作用力因素有促进 作用	135
五、增溶作用	72	二、使污垢的物理状态发生变化	135
六、表面活性剂的其他作用	73		

三、使清洗对象的物理性质发生变化·····	136	(UV-O ₃ 法)·····	164
四、使污垢受热分解·····	136	第八节 等离子清洗技术·····	165
第二节 流动液体的清洗作用·····	136	一、等离子体清洗的原理·····	165
一、界面上液体流动方向与清洗的 关系·····	136	二、等离子清洗设备的结构及工作 原理·····	167
二、搅拌的作用·····	136	三、等离子体清洗技术的实际应用·····	168
三、流动液体在管道清洗中的作用·····	138	四、使用等离子体清洗时应注意的 问题·····	171
第三节 压力在清洗中的作用·····	139	第九节 激光清洗·····	172
一、喷射清洗原理·····	139	一、激光清洗原理·····	172
二、利用持续性泡沫的喷射清洗·····	142	二、激光清洗的方法·····	173
三、高压水射流清洗技术的应用·····	142	三、激光清洗的应用·····	173
四、高压喷射清洗的去污效果·····	144	第十节 空气爆破清洗技术·····	175
第四节 摩擦与研磨清洗·····	145	一、空气爆破清洗技术的特点·····	175
一、摩擦清洗·····	145	二、空气爆破清洗技术的工作原理·····	175
二、研磨清洗·····	145	三、空气爆破清洗使用的设备·····	177
三、磨料喷砂清洗的应用·····	148	四、空气爆破清洗技术的应用·····	178
第五节 超声波的清洗作用·····	149	第十一节 清管器清洗技术·····	182
一、超声波清洗装置·····	149	一、清管器清洗技术简介·····	182
二、超声波发生器的工作原理·····	150	二、Pig清洗的原理及特点·····	183
三、超声波在媒液中的传播·····	151	三、Pig清洗的应用实例·····	185
四、超声波的清洗作用原理·····	153	第十一章 微生物清洗技术 ·····	188
五、超声换能器对清洗机质量的影响·····	154	第一节 概论·····	188
六、超声波清洗应注意的问题·····	156	一、微生物清洗与微生物清洗剂·····	188
七、超声波清洗技术的改进·····	157	二、微生物催化剂——酶的特性·····	188
八、超声波清洗的应用·····	160	三、微生物清洗技术的应用·····	189
第六节 电解清洗·····	161	第二节 酶在清洗中的应用·····	191
一、电解脱脂·····	161	一、酶在衣物洗涤中的应用·····	191
二、电解研磨去锈·····	162	二、洗涤剂中使用的酶及其性能·····	191
第七节 紫外线的清洗作用·····	163	三、酶在清洗中的其他应用·····	195
一、紫外线及其作用·····	163		
二、紫外线-臭氧并用清洗法			

第三篇 民用清洗技术

第十二章 衣物清洗 ·····	197	第一节 皮肤清洁剂·····	213
第一节 衣物的水洗·····	197	一、皮肤的清洗·····	213
一、衣物水洗使用的清洗剂·····	197	二、沐浴香波·····	213
二、衣物洗涤剂的配制·····	198	第二节 发用清洗剂·····	214
三、衣物的水洗技术·····	199	一、洗发香波用表面活性剂·····	214
四、衣物上污斑的去除·····	206	二、洗发香波用调理剂·····	215
五、衣物的漂白·····	209	第十四章 厨房用具清洗 ·····	216
第二节 衣物的干洗技术·····	210	第一节 蔬菜水果的清洗·····	216
一、单独使用有机溶剂的干洗·····	210	第二节 餐具的清洗·····	216
二、加有变性皂的干洗·····	211	一、餐具的手工清洗·····	216
第十三章 人体个人卫生清洗 ·····	213	二、洗碗机及其应用·····	218

三、餐具消毒清洗	222	六、家用饮水机的清洗	242
第三节 厨房设备清洗剂	223	第四节 家庭用品的清洗	243
一、炊具的清洗	223	一、隐形眼镜的清洗护理	243
二、灶具和厨房设备的清洗	223	二、油烟机的清洗	244
第十五章 硬表面清洗剂	225	三、运动鞋的清洗保养	245
第一节 玻璃清洗	225	四、摩托车的清洗	245
一、窗玻璃清洗	225	五、钻石的清洗和护理	246
二、其他玻璃制品的清洗	226	六、浴缸的清洗	246
第二节 卫生设施的清洗	226	七、清除织物上的油性色素污渍	247
一、卫生设施的一般清洗	226	八、清除衣物上的浮色	247
二、卫生设备的去霉斑清洗	227	第十七章 建筑物清洗	248
第三节 厕所清洗	228	第一节 建筑物外墙的清洗	248
一、酸性清洗液清洗	228	一、建筑物外墙的污染	248
二、碱性清洗液清洗	228	二、建筑物外墙的清洗方法	249
第四节 地板清洗	229	三、外墙装饰铝材的清洗	254
第五节 漆层的清除	230	四、装饰石材的清洗	256
一、碱性脱漆剂	230	第二节 建筑装饰石材的清洗与养护	259
二、金属表面旧漆膜的物理清洗方法	231	一、常见石材的种类	259
第十六章 其他民用清洗	233	二、装饰石材的病因	259
第一节 医院用品的清洗	233	三、常见的石材病症	260
一、医疗器械清洗	233	四、石材的清洗方法	261
二、医院使用衣物及织物的清洗	234	五、石材的翻新	264
三、手术腔镜的清洗	234	六、清洗与翻新后的防护	264
第二节 地毯的清洗	236	第三节 清洗机器人及其应用	266
一、液体地毯洗涤剂	236	一、清洗机器人的构成	266
二、粉状地毯清洗剂	237	二、清洗机器人的主要类型及在国内外	
三、地毯清洗小窍门	237	的研制应用情况	267
第三节 家用电器的清洗	237	第四节 火灾探测器的清洗	270
一、个人用计算机及其部件的清洗	237	一、火灾探测器的性能特点	270
二、家用空调的清洗	240	二、火灾探测器污染造成的危害	270
三、微波炉的清洗	241	三、火灾探测器的清洗及相关技术	
四、打印机喷嘴的清洗	241	要求	271
五、电冰箱清洗	242		

第四篇 清洗系统的建立与管理

第十八章 常用清洗系统	272	一、循环清洗系统组成	277
第一节 浸渍清洗	272	二、循环清洗工艺的特点	278
一、浸渍清洗系统组成	272	第三节 喷射清洗	278
二、浸渍清洗系统类型	273	一、喷射清洗的特点	278
三、浸渍清洗系统可能出现的问题及解决办法	274	二、喷射清洗的分类	279
四、浸渍清洗过程中溶剂相转换	276	第四节 蒸气清洗系统	280
第二节 循环清洗系统	277	一、有机溶剂蒸气清洗原理	280
		二、蒸气清洗对使用的有机溶剂的	
		要求	281

三、蒸气脱脂清洗中存在的问题	281	一、定量测定方法	288
四、多槽式蒸气清洗装置	282	二、简易定性评价洁净度的方法	290
第五节 其他清洗设备	282	第二十章 清洗废水处理及环境保护	293
一、刷洗设备	282	第一节 清洗对环境的要求	293
二、热处理专用清洗设备	283	一、对空气进行无尘无菌处理	293
第十九章 洁净度的检验	284	二、对清洗环境的卫生管理	295
第一节 取样方法	284	三、对清洗环境的安全管理	296
第二节 实验室测定洁净度的方法	285	第二节 清洗与环境保护	296
一、使用仪器的测定方法	285	一、防止对大气的污染	297
二、示踪法	286	二、防止对水质的污染	298
三、表面膜判定法	286	第三节 化学清洗废水处理	299
四、生锈法	287	一、化学清洗废水及其危害	299
五、其他方法	287	二、化学清洗废液的处理	301
第三节 清洗现场测定洁净度的方法	288		

第五篇 工业清洗技术

第二十一章 金属材料的清洗	306	三、其他洗涤剂	325
第一节 金属的脱脂清洗	306	第二节 盛食品玻璃容器的清洗	326
一、碱洗脱脂	306	第三节 食品加工设备和机器的清洗	327
二、溶剂脱脂	307	一、喷射清洗及使用的碱性洗涤剂	327
三、表面活性剂水溶液和混合溶剂脱脂清洗	308	二、杀菌消毒清洗	327
四、酸洗脱脂	309	第四节 糖垢清洗	329
五、电解脱脂清洗	309	一、糖垢生成的原因	330
第二节 金属去锈清洗	310	二、糖垢的化学成分及物理性质	330
一、磨料喷砂清洗	310	三、预防和减少积垢生成的方法	331
二、酸蚀去锈	311	四、积垢的清除方法	332
三、盐浴法清理氧化皮	311	五、管外油垢和铁锈的清除	333
四、碱液除锈	313	第五节 牛奶加工过程中的清洗	333
五、超声波除锈	313	一、牛奶及其他乳制品的生产过程	333
第三节 金属材料清洗工艺	313	二、牛奶加工过程中形成的污垢	334
一、电镀前清洗工艺的基本流程	313	三、清除牛奶污垢用的清洗剂	335
二、电镀前清洗的工艺实例	314	四、挤奶机的清洗	336
三、焊接前的清洗工艺	315	五、牛奶厂设备的清洗	338
四、涂漆前的清洗工艺	317	六、牛奶厂清洗废水的处理	341
五、钢板的清洗	318	第六节 啤酒厂车间的清洗	341
六、机械领域的金属清洗	319	一、清洗对啤酒生产的重要性	341
七、除油、除锈、防锈“三合一”清洗	320	二、CIP原位循环清洗工艺	342
第二十二章 食品工业中的清洗	322	三、啤酒生产设备的清洗	342
第一节 生鲜食品的清洗	322	四、清洗过程中的常见问题	343
一、用清水清洗	322	第二十三章 纺织工业中的清洗	344
二、用表面活性剂水溶液清洗	324	第一节 羊毛的清洗	344
		一、羊毛上的污垢	344
		二、羊毛清洗的方法	345
		三、羊绒的清洗	348

第二节 羽绒的清洗	348	五、大型油罐的清洗	398
第二十四章 造纸工业中的清洗	351	六、硫化亚铁污垢的络合清洗	399
第一节 废纸脱墨清洗	351	第二节 化工生产设备的清洗	401
一、脱墨用废纸种类	351	一、化工生产设备开车前的清洗	401
二、脱墨使用的化学药品	351	二、开工后的清洗	404
三、脱墨工艺	352	第二十七章 电力工业中的清洗	407
第二节 黑液蒸发器的清洗	354	第一节 锅炉的清洗	407
一、蒸发黑液的目的	354	一、锅炉及其污垢	407
二、黑液蒸发器污垢及清洗方法	355	二、常用锅炉清洗药剂	408
第三节 造纸机械及设备的清洗	356	三、锅炉清洗工程的实施	409
一、造纸毛布的清洗	356	第二节 核电站蒸汽发生器的清洗	413
二、造纸机械和设备的清洗	358	一、清洗方式的分类	413
第二十五章 电子工业中的清洗	359	二、蒸汽发生器的物理清洗方法	414
第一节 半导体集成电路清洗技术	359	三、蒸汽发生器的化学清洗	417
一、集成电路制造对环境超洁净的		第三节 电力通讯设备的带电清洗	418
要求	359	一、电力通讯设备的污染及其危害	418
二、集成电路生产过程中的主要污染物		二、电力通讯设备的传统清洗方法	418
及其危害	359	三、新型带电绝缘清洗剂的原理	419
三、半导体集成电路制备过程中的		四、带电清洗剂应注意的性能指标	419
清洗	360	五、带电清洗剂的应用	420
四、硅片清洗方法的分类	360	第二十八章 中央空调的清洗与水质	
五、RCA 清洗法	361	处理	421
六、硅片清洗工艺的机理	361	第一节 中央空调的结构	421
七、对 RCA 清洗工艺的改进	363	一、制冷机组	421
八、湿法清洗硅片使用的设备	364	二、冷凝器	424
九、硅片的气相清洗	366	三、蒸发器	425
第二节 印制电路板的清洗	369	四、其他换热设备	426
一、印制电路板上的污垢及其危害	369	五、冷却塔	426
二、印制电路板的清洗工艺	370	六、空调的水系统	427
三、选择替代技术应考虑的主要因素	375	七、空气调节系统	428
第三节 液晶显示器的清洗	376	八、其他辅助设备	430
一、传统的液晶显示器清洗工艺	376	第二节 中央空调的结垢、腐蚀及其	
二、液晶显示器清洗技术的新进展	381	危害	430
第四节 其他电子产品的清洗技术	386	一、存在的问题	430
一、选择电子产品清洗剂的原则	386	二、危害	432
二、厚膜电路的清洗	387	第三节 中央空调的清洗	432
三、真空开关管的清洗	389	一、循环水系统的清洗范围	432
四、显像管电子枪金属零件的清洗	393	二、清洗方法	433
第二十六章 石油化工设备的清洗	395	三、循环水系统停机化学清洗的程序	434
第一节 石油工业中的清洗	395	四、中央空调循环水系统化学清洗	
一、原油输油管的清洗	395	药剂	436
二、积蜡的清洗	397	五、循环水系统不停机清洗	441
三、油垢的清洗	397	六、制冷剂系统的化学清洗	442
四、原油贮罐淤渣的清洗	397	七、清洗周期及质量标准	443

第四节 中央空调的水质处理	443	技术	487
一、水质处理的目的是	443	第一节 保护大气臭氧层的工作刻不	
二、水质处理药剂	443	容缓	487
三、复合水处理剂	445	一、大气臭氧层	487
四、蓝星系列水处理药剂	446	二、消耗臭氧层物质	487
五、离子棒静电水处理	447	三、消耗臭氧层物质破坏臭氧的机理	487
第五节 中央空调清洗实例	447	第二节 水基清洗技术和溶剂清洗技术	489
第二十九章 大型运输工具的清洗	448	一、水基清洗技术	489
第一节 车辆的清洗	448	二、溶剂清洗技术	489
一、概论	448	三、非 ODS 有机溶剂清洗剂的性能与	
二、汽车空调的清洗	451	应用	489
三、洗车新技术	453	四、溶剂型清洗剂的重要性能指标	498
第二节 火车、轮船的清洗	455	第三节 半水基清洗技术	499
一、铁路车辆的清洗	455	一、半水基清洗剂的组成与特征	499
二、油轮贮油舱的清洗	456	二、半水基清洗剂的基本类型	500
三、轮船发动机系统的清洗	459	三、半水基清洗剂的优缺点	500
四、其他有关清洗	460	四、半水基清洗工艺流程	501
第三节 飞机的清洗	461	五、半水基清洗剂的典型应用	502
一、飞机外壳的清洗	461	第三十二章 二氧化碳清洗技术	504
二、飞机机身内部的清洗	461	第一节 干冰清洗技术	504
三、飞机发动机的清洗	462	一、干冰清洗的机理	504
四、飞机外壳上旧漆膜的剥离去除	465	二、干冰清洗系统	505
第四节 海上泄漏石油的清理技术	466	三、干冰清洗的优点	505
一、清理石油污染的物理方法	466	四、干冰清洗技术的应用	506
二、处理泄漏石油的化学方法	468	五、干冰清洗的缺点及存在的问题	506
第三十章 其他工业的清洗	471	第二节 二氧化碳雪清洗技术	506
第一节 玻璃及其仪器的清洗	471	一、二氧化碳雪清洗系统	506
一、普通玻璃(窗玻璃)的清洗	471	二、二氧化碳雪清洗的机理	507
二、要求高度清洁的玻璃表面清洗	471	三、二氧化碳雪清洗的实际应用	509
三、光学透镜的清洗	473	四、使用二氧化碳雪清洗应注意的	
第二节 印刷油墨的清洗	475	问题	510
一、印刷油墨的组成及性能	476	第三节 液体二氧化碳在衣物干洗中的	
二、印刷油墨的清洗	477	应用	511
三、新型印刷油墨清洗剂的研制	477	一、液体二氧化碳的性能特点	512
第三节 塑料电镀及其前处理清洗	480	二、液体二氧化碳干洗机的构造及工作	
一、塑料电镀制品的应用	480	原理	512
二、塑料电镀工艺原理	480	三、CO ₂ 干洗机的洗涤过程	513
第四节 过滤膜的清洗	481	四、用液体二氧化碳洗衣的优点及存在	
一、膜污染及其影响因素	481	的问题	513
二、膜清洗的方法	482	第四节 超临界二氧化碳清洗技术	515
第五节 汽车轮胎模具的清洗	485	一、有关超临界二氧化碳清洗的概念	515
一、轮胎模具的传统清洗方法	485	二、超临界二氧化碳清洗技术的可行性	
二、清洗轮胎模具的新方法	485	研究	515
第三十一章 淘汰 ODS 清洗剂的清洗		三、超临界二氧化碳清洗的工艺流程及其	

优点	516	八、电解碱性水清洗的特色	527
四、几个相关问题的讨论	517	九、电解碱性水在农业方面的应用	528
五、超临界二氧化碳清洗在微电子工业 的应用	518	第二节 臭氧水在清洗中的应用	529
第三十三章 机能水及其在清洗中的 应用	520	一、臭氧水的性能	529
第一节 电解机能水及其应用	521	二、臭氧水的制备方法	530
一、水的电解反应	521	三、臭氧水在清洗中的应用	532
二、电解机能水的制备	522	四、使用臭氧水清洗应注意的问题	536
三、电解酸性水的应用	523	第三节 含氢机能水及其在清洗中的 应用	537
四、电解机能水的微观结构特点	523	一、含氢机能水的制备方法	537
五、电解碱性水的洗涤去污能力	523	二、含氢水的化学特征	539
六、用化学试剂配制的酸、碱溶液与 电解得到的酸、碱性水溶液性质 的区别	524	三、含氢水清除微粒污垢的作用机理	541
七、电解碱性水在清洗中的应用	525	四、含氢水在硅晶片清洗中的应用	542
		五、含氢水在液晶显示器玻璃基板清洗 中的应用	543
		主要参考文献	545

第一篇 清洗技术基础知识

第一章 概 论

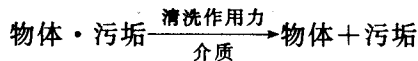
第一节 清洗体系的组成

清洗是与人们生活与生产实践关系十分密切的一种劳动，人们从远古时期就从事这种劳动。随着生产力发展和社会的进步，清洗已发展成一门涉及范围非常广泛，内容十分丰富的实用技术。

污垢是物体受到外界物理的、化学的或生物的作用，在表面上形成的污染层或覆盖层。虽然可以把从物体上清除污垢的过程统称为清洗，但通常都是把污垢从固体表面上清除的过程叫做清洗。

由于待清洗的物体都存在于特定的介质环境中，因此清洗过程中必然存在3种物质：被清洗的固体物体、存在于固体表面的污垢以及周围的介质。而在3种物质之间必然存在一定作用力才能使清洗过程发生。把这种作用力称为清洗作用力。

因此，一个清洗体系包括4个要素，即清洗物体、污垢、介质及清洗作用力。清洗过程可以用如下简式表示：



即在一定的介质环境中在清洗作用力的作用下，使物体表面上的污垢脱离去除，恢复物体表面本来面貌的过程。

在这4个要素中以介质较简单，因此本章先对介质进行介绍，其他3个要素在后面再专门介绍。

第二节 介质的作用

一、湿式清洗与干式清洗

通常清洗都是在溶液中进行的，如在水、各种水溶液和有机溶剂中进行清洗，把在液体介质中进行的清洗称为湿式清洗。

在有些情况下清除污垢是在空气中或在氮气、氩气等惰性气体介质中进行的，这种以气体为介质的清洗方法称为干式清洗。在家庭中以吸尘器去除房间灰尘就是一种最简单的干式清洗实例。

干式清洗不使用液体，因此有不需清洗后进行干燥的优点，但由于气体介质使从固体表面解离分散下来的污垢粒子稳定分散的能力不强，所以污垢粒子可能会再吸附到物体表面造成再污染使清洗不彻底，这是它的缺点，也是人们更倾向于采用湿式清洗的原因。

但是在高精密工业清洗领域往往采用干式清洗可以获得比湿式清洗更高的洁净度，如后面将要介绍的紫外线-臭氧法和等离子体法等干式清洗新技术就可以把精密电子元件或光学仪器上的极微小有机物污垢或水分去除干净。

二、介质在清洗过程中的作用

介质在清洗过程中的作用主要表现在两个方面。

1. 对清洗作用力起传输作用

众所周知，肥皂是一种具有很强清洗力的物质，但如果将它直接涂在沾有污垢的衣物上并不能很好发挥它的清洗效力，而只有把肥皂溶于水而形成水溶液后，在介质（水）的作用下，肥皂分子才能吸附到污垢表面并深入到其内部，同时又吸附到衣物的纤维上，并将纤维间的细孔中空气赶出来，结果使织物与污垢都被洗涤液润湿而膨胀，使衣物与污垢间结合力减弱，此时再借助机械搅拌或手工搓揉、加热等物理作用，就会把污垢转移到水中而达到清洗目的。如果没有水这种介质的作用，这个过程是不会发生的。

在利用机械作用力去除污垢的过程中，没有水和空气等介质的传输作用，水力、风力、超声波等这些作用力也是不可能发挥其作用的。

2. 防止解离下来的污垢再吸附的作用

介质有使从物体表面解离下来的污垢悬浮分散的作用，因此可以防止解离下来的污垢再吸附到已被洗净的物体表面上。并且随着介质的流动，污垢可被永久清除掉。

但是不同介质分散稳定污垢的能力是不同的，如用超声波对浸泡在水中的表面沾有油性污垢的物体进行清洗处理时，油性污垢会脱离物体表面而解离分散到水中，但当超声波停止作用时，油性污垢又会重新附着在清洗对象表面。这是因为水这种介质对油性污垢的分散作用稳定性差。因此用超声波清洗油性污垢时，更多使用对油性污垢解离分散作用强的表面活性剂水溶液和亲油性好的有机溶剂作介质。

在选择清洗介质时要充分考虑到所选介质在清洗过程中能充分发挥上述两种作用。

第三节 清洗的目的和意义

由于清洗物体的性能和清洗要求各不相同，因此在此只能笼统介绍一下清洗的目的和意义。根据常识即可知道，物体表面去除污垢之后，无论是衣物、家庭用品或工业用品的品质都将得到改善，在工业部门具体表现如下。

(1) 提高产品的加工性能 如金属工件在进行电镀、涂漆、真空镀膜等精加工之前必须经过清洗，清除金属表面的污垢，加工才能更顺利，产品品质也会更好。

(2) 提高产品性能 工业机械，特别是精密机械在清洗之后性能才能更好发挥，因此重要的精密机械都需定期进行清洗。

(3) 有利于维护装置设备的性能 工业锅炉和大型石油化工生产设备在使用前和使用一段时间之后都要进行清洗。不仅可以保证设备性能更好发挥，也有利于延长设备的使用寿命；金属表面的污垢去除之后也有利于防止锈蚀的发生。

(4) 提高产品的质量 如在造纸工业中纸浆经过漂白、清洗和去除树脂等杂质之后，纸浆中纤维素纯度提高才成为高级造纸原料。

在日常生活中人们更关心清洗对提高生活质量的作用，列举如下。

(1) 有利于人体健康 在人体的皮肤、毛发以及衣物上附着的污垢中既含有对人体有害

的病菌等微生物，也含有这些微生物赖以生存繁衍的营养物质，去除这些污垢之后，大大减少病菌对人体健康危害的可能性。

(2) 提高饮食卫生标准 蔬菜水果及饮食餐具经过清洗之后才更加符合卫生标准，减少病从口入的可能性。

(3) 提高物体外观感觉上的价值 如清洗干净的衣物，白度会提高，有颜色的织物，色泽变得更加鲜艳，风格也得改善。家居物品清洗干净，使人生活在一个清新愉快的环境中都有利于人的身心健康。

(4) 有利于保护人类的生活环境 当各种有毒及有恶臭的污垢物质从人的周围环境中清洗去除之后，使人的生活环境得到美化，有利于人的健康。

总之，清洗对人的生活和生产都有着十分明显的重要意义。

第四节 选择清洗方法应注意的问题

通常在选择清洗方法时要考虑到以下几个方面的情況。

(1) 清洗物体的材料性能 如清洗物体是金属材料，则应考虑到钢铁、不锈钢、铝材、铜材制成的物体在强度、耐化学腐蚀性能上都有很大差别。由木材、皮革、玻璃、塑料、橡胶等非金属材料制成的物体在性能上也有很大差别。因此在清洗中要充分了解这些材料的性能，有针对性地选用合适的清洗剂与清洗方法。

(2) 清洗物体的表面状况 光滑平整的物体表面与粗糙不均匀的物体表面用同样方法清洗，取得的效果是大不相同的。在选择清洗方法时要充分考虑到物体的表面状况。

(3) 污垢的情况 对于不同的污垢要采用不同的清洗剂，对于金属表面以油脂为主的污垢与以水垢、氧化物为主的污垢所选用的清洗剂及清洗方法是大不相同的。又如由于饮食习惯的差异，亚洲人餐具上污垢以淀粉为主，而欧美人餐具上污垢以脂肪为主，因此选用的餐具清洗剂配方也有很大差别。

(4) 要求洗净的程度 对于普通金属零件和高精度电子元件，由于对表面加工精度要求不同，洗净去污的要求不同，因此选用的方法也不同。随着洗净度要求提高，生产成本也迅速提高。因此必须兼顾洗净度要求与经济性两方面，选择合适的清洗剂与方法。

(5) 使用的清洗设备 使用高级的清洗设备可以取得较好的清洗效果，但也要考虑到实际需要的必要性。

(6) 使用的洗涤剂安全性 在选择洗涤剂时要充分了解洗涤剂的性能，如是否易燃易爆，对皮肤刺激性如何，对人有无毒性以及废水如何处理等，以免在清洗过程中造成不必要的意外事故。

(7) 清洗的效率 提高清洗去污的效率是十分重要的，如用单纯浸泡的方法去除金属表面的油污耗时较多，而采用循环流动，伴有搅拌、超声波处理或蒸气清洗时去污时间就可大大缩短。对于大批量工业零件的清洗，采用流水线可以大幅度提高生产效率。因此要根据实际需要选择不同的清洗方法。

(8) 经济性 在选择清洗方法时，必须考虑生产成本。在保证清洗度的前提下，使用最便宜的方法，即是最合理的选择。

因此在考虑清洗方法时，必须对上述有关问题做出全面的综合了解，才能选择出最合理的方案。

第二章 清洗材质

将待清洗的物体称为清洗材质（又称清洗对象）。组成衣物、家庭用品、机器零件、电子元件及各种工业设备的材料主要有纺织纤维、金属材料、玻璃、陶瓷、塑料等。

了解组成清洗材质这些原材料的性质，特别是其表面物理、化学性质是十分重要的。下面分节介绍这些材料的主要性质特点。

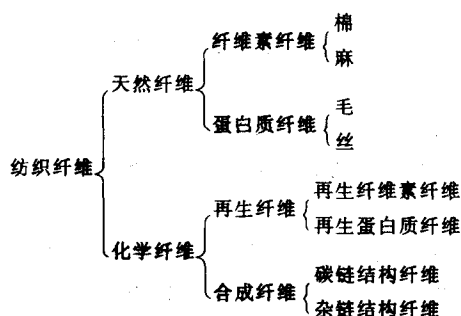
第一节 纺织纤维

纺织纤维根据原料来源分为天然纤维与化学纤维两大类。

天然纤维主要包括植物纤维和动物纤维。植物纤维的主要化学成分是纤维素，所以又称为纤维素纤维。它主要包括棉、麻两大类。动物纤维的主要化学成分是蛋白质，所以又称为蛋白质纤维。它主要包括从动物身上得到的毛纤维（如绵羊毛、山羊绒、骆驼绒、兔毛、牦牛毛等）和从桑蚕、柞蚕等得到的蚕丝，也包括从奶酪和花生提炼得到的酪素纤维、蛋白纤维等。

化学纤维包括再生纤维和合成纤维两大类。以天然高分子物质为原料经过化学处理和机械加工得到的化学纤维叫再生纤维，如把蔗渣、木材等天然纤维素材料经化学加工得到的黏胶纤维、铜氨纤维、醋酸纤维称为再生纤维素纤维。而把以煤、石油产品为原料经过化学合成形成的高分子纤维材料称为合成纤维。它又根据高分子主链结构而分为碳链纤维和杂链纤维两大类，如聚丙烯腈纤维、聚丙烯纤维、聚乙烯醇缩醛纤维属于碳链纤维，而聚酯纤维、聚酰胺纤维、聚氨酯纤维则属于杂链纤维。表 2-1 列有纺织纤维的分类情况。

表 2-1 纺织纤维的分类



第二节 金属材料

通常使用的金属材料有碳素钢、合金钢等铁合金以及铝、铜等有色金属。这些金属材料的表面有着不同的物理性质和化学性质。