

实用

Shiyong Qingxi Jishu

清洗技术

实用技工技术教材编写组 编

广东省出版集团

广东科技出版社（全国优秀出版社）

实用清洗技术

实用技工技术教材编写组 编

广东省出版集团
广东科技出版社
· 广 州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

实用清洗技术/实用技工技术教材编写组编. —广州:
广东科技出版社, 2007.12

ISBN 978 - 7 - 5359 - 4415 - 3

I. 实… II. 实… III. 清洗—技术 IV. TB4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 133184 号

责任编辑: 致元

封面设计: LH2H

责任校对: 山林 陈杰锋

责任印制: LHZH

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www.gdstp.com.cn

经 销: 广东新华发行集团股份有限公司

印 刷: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

(南海区狮山科技工业园 A 区 邮码 528225)

规 格: 787mm×1 092mm 1/32 印张 19.75 字数 400 千

版 次: 2007 年 12 月第 1 版

2007 年 12 月第 1 次印刷

印 数: 1~3 000 册

定 价: 45.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

实用技工技术教材编写组
编委会

主	编	程 军
本分册主	编	边翠珍
编	委	司弘波
		谢志远
		刘本刚

内 容 提 要

本书共分为九章，主要介绍清洗的基本知识、清洗系统组成、清洗剂的选用、化学清洗技术及其废液处理、物理清洗技术、微生物清洗技术、常用民用清洗技术以及洁净度的检验等。以清洗操作技术人员的角度入手，以实用性、可操作性和方便性为特点，并列举了生产实践中许多应用实例，便于理解和实操应用。

本书系统性和综合性强，适用于从事清洗剂及清洗技术的科研人员、工程技术人员及生产技术人员学习和参考。

前 言

清洗技术是一项涉及范围广、内容丰富的实用技术，不仅在工业领域有着重要的实际意义，在日常生活中也有着普遍的应用。清洗过程中不但要常用到水和各种有机溶剂，还要使用各种化学药剂，有的还要利用加热、研磨等物理作用。近年来新技术发展，越来越多地使用到超声波、激光技术等，吸附剂、生物酶等也越来越常用了。

全书分为九章，介绍了清洗的基本知识、清洗系统组成、清洗剂的选用、化学清洗技术及废液处理、物理清洗技术、微生物清洗技术、常用民用清洗技术以及洁净度检验等。

本书突出实用性，由长期工作在生产一线、具有丰富经验的工程师、技师编写；注重技能性，注重知识和技能的紧密联系；强调新颖性，既介绍传统的工艺技术，又将已在企业中普遍运用或较成熟的新技术、新工艺加以介绍。编写过程中力求做到综合、实用、简明和语言通俗易懂，因此尽可能避免过多使用公式，对理论性较强的概念在保持科学性的前提下做了简化处理。

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愈发关注，因此书中单设一章对民用清洗技术加以介绍。

编写过程中，参考了大量书籍、文献资料，在参考文献中大部分已列出，在此对这些文献的作者及同行表示衷心感谢。由于水平有限，书稿中难免会存在些许不妥或错漏之误，恳请读者给予指正和谅解。

编 者

2007 年 12 月

目 录

第一章 清洗的基本知识	1
第一节 清洗的概念、分类及原理	1
第二节 清洗体系的组成	2
第三节 清洗的目的和意义	3
第二章 清洗系统	5
第一节 浸渍清洗	5
第二节 循环清洗系统	16
第三节 喷射清洗	19
第四节 蒸气清洗系统	23
第五节 其他清洗设备	28
第三章 清洗剂	30
第一节 水	30
第二节 清洗中常用的酸	56
第三节 清洗中常用的碱	68
第四节 有机溶剂	73
第五节 杀菌、除藻、污泥剥离剂	85
第六节 表面活性剂	89
第七节 化学清洗常用的助剂	173
第八节 吸附剂	184
第四章 化学清洗技术	198
第一节 确定清洗时机	198
第二节 清洗对象的分析和清洗方案的初步确定	206

第三节	清洗的有关计算	214
第四节	清洗设备的选择	229
第五节	清洗质量保证体系及方案的制订	237
第六节	常见的清洗方法	238
第七节	化学清洗安全	243
第五章	化学清洗废液及处理	269
第一节	化学清洗废液种类及其特征	269
第二节	化学清洗废液危害	273
第三节	清洗废液处理方法	276
第四节	碱洗废液处理方法	284
第五节	钝化废液处理方法	288
第六节	水基清洗剂废液处理	289
第七节	石油溶剂类清洗废液处理与回收利用	292
第八节	氟氯有机溶剂清洗废液处理方法	293
第九节	清洗废液检测项目和分析方法	294
第六章	物理清洗技术	352
第一节	高压水射流技术	352
第二节	PIG 清管技术及其应用	367
第三节	干冰清洗技术	376
第四节	空气爆破清洗技术	379
第五节	超声波清洗技术	393
第六节	高压电磁脉冲技术	395
第七节	气脉冲清洗	400
第八节	电解清洗	402
第九节	紫外线的清洗作用	407
第十节	等离子清洗技术	412

第十一节	激光清洗	427
第七章	微生物清洗技术	434
第一节	概论	434
第二节	酶在清洗中的应用	440
第八章	常用民用清洗技术	454
第一节	衣物清洗	454
第二节	厨房用具清洗技术	486
第三节	硬表面清洗剂	503
第四节	建筑物清洗	518
第五节	其他民用清洗	550
第九章	洁净度的检验	581
第一节	取样方法	581
第二节	实验室测定洁净度的方法	582
第三节	清洁现场测定洁净度的方法	590
附录	常用酸碱试剂的浓度与相对密度 (20℃)	
		602
参考文献		613

第一章 清洗的基本知识

第一节 清洗的概念、分类及原理

1. 清洗的概念

物体表面受到物理、化学或生物的作用而形成污染物或覆盖层称作污垢，去除这些污染物或覆盖层而使其恢复到原表面状况的过程称为清洗。

2. 清洗的分类

(1) 按作用和原理

①化学清洗。化学清洗是采用一种或几种化学药剂（或其水溶液）清除设备工艺侧或水侧表面污垢的方法。它是借助清洗剂对物体表面污染物或覆盖层进行化学转化、溶解、剥离以达到脱脂、除锈和去污的效果。

②物理清洗。物理清洗借助各种机械外力和能量使污垢粉碎、分解并剥离离开物体表面，达到清洗的效果。现在常用的物理清洗方法有高压水射流清洗、PIG清洗、水冰清洗、激光清洗和爆破清洗等。

③微生物清洗。微生物清洗是利用微生物将设备表面附着油污分解，转化成为无毒无害的水溶性物质的方法。这种清洗把污染物（如油类）和有机物彻底分解，是一种真正意义上的环保型清洗技术。

(2) 按清洗的范围

①工业清洗。主要为工业生产设备、运输工具、航海及

航天设备等的清洗。

②民用清洗。主要为市政设施、家用设施及器皿等的清洗。

(3) 按清洗对象所处的状态

①停产前清洗。新建装备投产前进行全面的清洗和防腐处理。

②不停产清洗。装置运行过程中，进行除垢去污、预膜处理及水处理。

③停产检修清洗。装置运行一段时间后，利用检修时间清洗除垢，恢复设备使用性能。

(4) 按被清洗对象

有锅炉清洗、小型工业设备清洗、大型成套装置清洗、楼宇清洗、船舶清洗、文物清洗和核污染物清洗等。

3. 清洗的原理

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清洗的介质，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，我们把这种作用力称为清洗作用力。

第二节 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，清洗已发展成为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。

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：

$$\text{物体} \cdot \text{污垢} \xrightarrow[\text{介质}]{\text{清洗作用力}} \text{物体} + \text{污垢}$$

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。

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，因此在这里仅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，在工业部分具体表现如下：

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。

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。

第二章 清洗系统

第一节 浸渍清洗

将清洗物体放在洗涤液中浸泡，在洗涤剂作用下，污垢被润湿，并被剥离去除而使物体被洗净的湿式清洗叫做浸渍清洗或浸泡清洗。

在工业生产中用浸渍清洗的方法可以去除金属表面的油垢或锈垢、水垢。用这种方法对数量多的小型清洗物体特别合适，通常用于清洗沾有油垢或锈垢的金属零件。

1. 浸渍清洗系统组成

以下讨论以去除油垢为主要目的浸泡清洗系统。一般浸渍清洗系统是由清洗、漂洗、干燥 3 个部分组成。

(1) 清洗工艺

清洗工艺是指把污垢从清洗物体表面解离下来并分散到溶剂中的工艺。使用的溶剂不仅应对污垢有很好的溶解或分散能力，同时能使解离下来的污垢在溶剂中间稳定地分散。当被清洗物体表面存在多种类型的污垢时，清洗工艺应分阶段进行。应把油性污垢的清除当作重点先除去，因为清洗物体表面存在油膜时，往往会妨碍其他类型污垢与洗液的接触。当某一种污垢数量较多，一次清洗不能使它完全溶解去除时，清洗操作应重复进行几次，当清洗工艺完成时，应保证污垢完全转入溶剂，在清洗对象表面已无污垢残留存在。在清洗工艺中同时使用加热搅拌、喷射、超声波、摩擦等物

理手段，它们与清洗液的溶解、分散作用相辅相成可以发挥更好的清洗效果。

(2) 漂洗工艺

清洗完成之后在清洗物体表面上附着一层含有污垢的洗液，这层洗液称作含垢洗液。用清洁的媒液把含垢洗液从清洗物表面置换出来的过程叫漂洗。漂洗工艺包括用清洁溶剂（或水）反复浸泡的方法以及使溶剂流动的喷射或淋洗的方法。

由于十分清洁的溶剂才对污垢有较好的稳定分散作用，所以漂洗用的溶剂（或水）的量是比较大的，因此应尽量使用价格便宜的溶剂或水作漂洗剂以降低生产成本。

为了使后续干燥工艺易于进行，要求漂洗使用的溶剂具有易被干燥的特点。由于清水价格便宜，容易大量获得，同时它有能把清洗工艺中难以去除的亲水污垢溶解、分散的优点，因此被广泛利用在漂洗工艺中。

(3) 干燥工艺

漂洗完成之后，洗净的物体表面仍附着一部分溶剂，干燥工艺是通过汽化的方法使溶剂去除获得清洁干燥表面的过程。

为使干燥顺利进行，通常把洗净的物体在高温干燥环境中放置一段时间使其自然干燥。在工业清洗中为了提高干燥速度往往通入温和的干燥热风进行干燥。干燥的速度主要由送入的空气温度、湿度、风速以及清洗对象表面温度等条件决定。如使用易燃、安全性差的溶剂作清洗剂时，使用的通风空气温度有一定限制。

清洗物体表面温度越高，干燥效率越高。对热传导效率

比较低的清洗物体，漂洗工艺中温度保持较高对后续干燥工艺是有利的。提高风速有利溶剂从清洗物体表面扩散和汽化蒸发，为了使清洗物体各个表面都受到均匀的风力作用，应该使清洗物体之间保持有一定的间隔，用气刀状喷嘴形成的强风速进行干燥，容易获得良好的效果。

对高沸点清洗溶剂或残存在清洗物体表面狭窄缝隙中的溶剂进行干燥时，使用真空干燥的方法效果较好。由于溶剂汽化时吸热会使清洗物体表面温度下降而不利于蒸发，因此在干燥之前应尽可能提高被清洗物体的温度。

2. 浸渍清洗系统类型

浸渍清洗系统有 3 种基本类型。

(1) 清洗槽使用溶剂、漂洗槽用清水的浸渍清洗系统

如在清洗槽中使用表面活性剂水溶液或有机溶剂作清洗剂，而在后续的漂洗槽中用水作漂洗剂的。水作为漂洗剂有价格便宜、安全性好的优点，而且能使在清洗槽中未被安全去除的水溶性污垢被溶解去除。

如果清洗槽中使用的是亲油性有机溶剂作清洗剂，为了使带入漂洗槽的有机溶剂能很好分散到水中，可在漂洗槽水中加入少量表面活性剂帮助有机溶剂乳化分散或者在清洗槽和漂洗槽之间加一个盛有乙醇或异丙醇等亲水有机溶剂的中间槽，也可以用一個淋洗器代替这个中间槽，进行一次预漂洗。

使用这种浸泡清洗系统应注意的是，由于漂洗时使用的清水中含有微量杂质，在干燥后会留在清洗对象表面影响其洁净度。在洁净度要求特别高的情况下，在清水漂洗之后要用纯水或超纯水进一步漂洗。另外，用水作漂洗剂往往产生