



节能减排技术丛书

J I E N E N G J I A N P A



机械工业废水处理技术 及典型工程

张林生 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

节能减排技术丛书

机械工业废水处理技术 及典型工程

张林生 主编



机械工业出版社

机械、汽车工业是国民经济的重要支柱产业,其生产过程涉及钢铁酸洗、机械切削加工、金属磷化、电泳、喷涂、电镀等,其生产废水中含有各类污染物,处理难度大,治理技术复杂。

本书基于清洁生产和循环经济的理念,综合吸收国内外机械工业废水治理的先进技术和工程经验,汇编成书。内容包括钢铁酸洗脱脂、机械切削加工、汽车电泳涂装、金属电镀及表面处理、电路板加工等工序的生产工艺特点,废水污染物特性,废水处理的基本工艺路线,单元设备处理原理及设计计算方法,组合工艺技术的选择,深度处理与中水回用技术,典型的工程实例等。

本书可作为相关企业新建和改建废水处理系统的指导书,亦可做从事废水处理工作的技术人员、操作人员和相关领域管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械工业废水处理技术及典型工程/张林生主编. —北京:机械工业出版社, 2008. 3

(节能减排技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 111 - 23414 - 2

I. 机… II. 张… III. 机械工业—工业废水—废水处理
IV. X760.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 017900 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 邝 鸥 责任编辑: 高依楠

责任校对: 申春香 责任印制: 李 妍

北京蓝海印刷有限公司印刷

2008 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 14.5 印张 · 2 插页 · 503 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 23414 - 2

定价: 46.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379732

封面无防伪标均为盗版

前 言

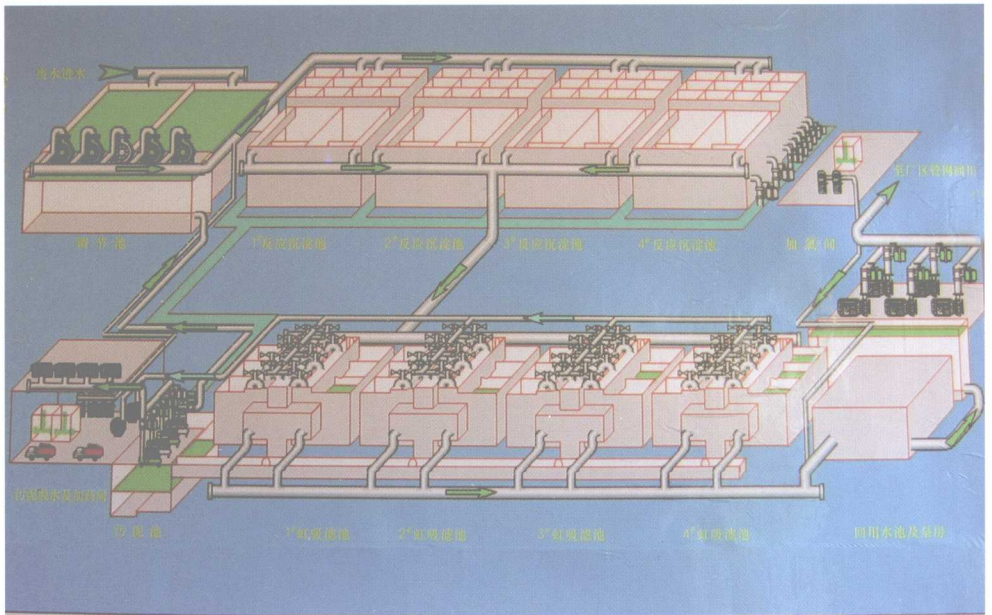
机械、汽车工业是国民经济的重要支柱产业，关系到国计民生和对外贸易。机械、汽车工业涉及钢铁酸洗、机械切削加工、金属磷化、表面调整、电泳、喷涂、金属热处理、电镀及表面处理、电路板加工等行业，其生产过程产生的大量工业废水中含有各类污染物，包括酸（盐酸、硫酸、磷酸等）、碱、盐，金属氧化物，矿物油，各类乳化剂、润滑剂、防锈剂、分散剂、防腐剂及各种表面活性剂，各种颜料、染料、涂料、漆料，各类醇、醛、醚、酮、苯系、萘系有机化合物，各种铜、锌、铅、镍、铬、镉、汞、金、银等重金属。可以认为，在各类工业污染中，机械工业废水的污染程度、毒性危害是不容忽视的。

为了提高机械工业废水的治理水平，防止对环境产生污染，我们基于清洁生产 and 循环经济的理念，综合吸收国内外机械工业废水治理的先进技术和工程经验，汇编成书。本书内容包括钢铁酸洗脱脂、机械切削加工、汽车（及家电等）的磷化、表面调整、电泳涂装、金属电镀及表面处理、电路板加工等工序的生产工艺特点，废水污染物特性，废水处理的基本工艺路线，单元设备处理原理及设计计算方法，组合工艺技术的选择，深度处理与中水回用技术，典型的工程实例等，可供相关专业人员参考。

本书吸收了诸多文献的研究成果，在此谨向相关文献作者表示衷心感谢。本书由张林生主编，参加编写的有戴舒、王亚东、谢翡、张晓昱、邵建安、周瑜、黄鸣荣等。本书在编写过程中得到核工业南京格林水处理有限公司、苏圣科技（无锡）有限公司等单位提供的部分工程实例资料，采用了已毕业的研究生叶峯、鞠宇平、耿震、张勇、张显球、徐洪斌等人的研究成果，在此一并表示感谢。

限于作者水平，本书的疏漏之处欢迎读者及同行专家批评指正。

张林生



某钢铁工业废水处理流程图



某钢铁工业废水工程虹吸滤池



某厂含油废水工程破乳气浮池



某厂电泳涂装废水水解池及出水堰



某厂电泳涂装废水工程调节池



某厂电泳涂装废水中水过滤器



某厂废水处理氧化沟系统



某厂磷化电泳废水调节系统



某电镀废水投药系统



某电镀废水含氯、含铬废水处理系统

目 录

前言

第 1 章 钢铁酸洗工艺及酸洗废水	1
1.1 钢铁酸洗工艺简介.....	1
1.1.1 钢铁酸洗工艺过程.....	1
1.1.2 钢铁酸洗实施清洁生产的途径.....	3
1.2 钢铁酸洗废水的来源及性质.....	5
第 2 章 酸洗废水处理技术	7
2.1 混凝沉淀法.....	7
2.1.1 混凝沉淀的原理.....	8
2.1.2 混凝剂与助凝剂.....	9
2.1.3 混凝沉淀的工艺过程.....	11
2.1.4 沉淀池的类型及计算.....	13
2.2 中和法.....	16
2.2.1 药剂中和法.....	16
2.2.2 过滤中和法.....	22
2.2.3 升流式膨胀中和滤池.....	25
2.3 渗析法.....	28
2.3.1 电渗析法回收酸.....	29
2.3.2 扩散渗析法回收酸.....	31
2.4 钢铁酸洗废液的回收及综合利用.....	33
2.5 钢铁酸洗废水处理典型工程.....	37
2.5.1 衡阳某钢管集团公司酸洗废水处理.....	37
2.5.2 河北某小型冷轧钢厂酸洗废水处理改造工程.....	39
2.5.3 江西某钢厂酸洗废水处理工程.....	41
2.5.4 美国某钢厂酸洗废水处理工程.....	43
第 3 章 机械切削废液的处理技术	44
3.1 机械切削加工工艺简介及机械切削液.....	44
3.1.1 机械切削工艺简介.....	44

3.1.2	机械切削液的种类及成分	45
3.2	机械切削液的净化再生技术	50
3.2.1	机械切削液的过程净化技术	50
3.2.2	废切削液中油料的处理与回收	54
3.3	机械切削含油废水的产生及其表面化学性质	55
3.3.1	机械切削含油废水的水质水量	56
3.3.2	机械切削含油废水的表面化学性质	58
第4章 机械加工含油废水的处理技术		61
4.1	机械切削含油废水的处理方法	61
4.2	隔油与除油	62
4.2.1	隔油池	62
4.2.2	除油罐	65
4.3	含油废水的离心分离	67
4.3.1	离心分离原理	68
4.3.2	离心设备	68
4.4	乳化液的破乳反应	71
4.4.1	破乳的原理及方法	72
4.4.2	混凝破乳	74
4.4.3	酸化破乳及电解破乳	76
4.4.4	破乳的反应设备及计算	77
4.5	气浮分离	83
4.5.1	气浮的原理	84
4.5.2	电解气浮法	86
4.5.3	叶轮气浮法	89
4.5.4	加压溶气气浮法	91
4.5.5	加压溶气气浮池的设计	98
4.6	核桃壳过滤除油技术	101
4.6.1	核桃壳过滤的工艺流程	102
4.6.2	核桃壳过滤工艺的设计参数	104
4.6.3	核桃壳过滤在乳化液处理中的应用	104
4.7	超滤	105
4.7.1	超滤的工艺方法	105
4.7.2	超滤在含乳化油废水处理中的应用	108

4.8	机械切削含油废水处理的组合工艺及典型工程	109
4.8.1	机械切削含油废水处理的组合工艺	109
4.8.2	南京 NAVECO 发动机厂乳化液的处理	109
4.8.3	宁波市乳化液处置中心设计实例	110
4.8.4	五羊—本田摩托(广州)有限公司废水站机械加工冷却乳化液 处理工程	114
第5章 涂装工艺及其废水的产生		116
5.1	漆前表面处理工艺概述	117
5.1.1	脱脂除油	117
5.1.2	表面调整与磷化	118
5.2	电泳涂装工艺概述	120
5.2.1	电泳涂装原理	120
5.2.2	电泳涂装工艺流程	123
5.3	喷漆工艺概述	124
5.3.1	喷涂工艺	124
5.3.2	漆雾净化	125
5.4	电泳涂装废水水质与水量	126
5.4.1	前处理脱脂磷化废水的水质与水量	126
5.4.2	电泳废水的水质与水量	126
5.4.3	喷漆废水的水质与水量	127
第6章 涂装前处理废水处理技术		129
6.1	脱脂含油废水的处理方法	129
6.1.1	含油废水的一般处理方法	129
6.1.2	脱脂含油废水生物处理工艺特点	130
6.2	磷化废水化学沉淀法处理技术	130
6.2.1	化学沉淀法除磷原理	131
6.2.2	化学沉淀法除磷的影响因素	135
6.2.3	化学沉淀法除磷工艺	136
6.3	结晶法除磷技术	139
6.3.1	结晶法除磷原理及影响因素	139
6.3.2	结晶法除磷工艺及应用	141
6.4	磷化废水生物处理的工艺特点	143
6.4.1	生物除磷的基本原理	143

6.4.2	生物除磷的工艺特点	144
6.4.3	生物除磷工艺	146
6.4.4	生物除磷工艺设计要点	147
6.5	合肥某公司磷化废水处理工程实例	149
第7章 电泳喷漆废水处理技术		153
7.1	超滤法 (UF)	154
7.1.1	超滤的计算	154
7.1.2	超滤在电泳涂装废水处理中的应用	155
7.2	混凝沉淀法	156
7.2.1	电泳磷化废水混凝沉淀的主要特点	157
7.2.2	电泳磷化废水混凝沉淀处理的设计与计算	157
7.3	气浮法	162
7.3.1	电泳喷漆废水气浮分离的工艺特点	163
7.3.2	电泳喷漆废水加压溶气气浮系统	165
7.4	化学氧化法	167
7.4.1	O ₃ 氧化法	168
7.4.2	Fenton 试剂氧化法	172
7.5	喷漆废水的吸附法处理技术	174
7.5.1	吸附的基本原理	175
7.5.2	吸附的操作方式	178
7.5.3	活性炭吸附塔的设计	182
7.6	电泳涂装废水生物处理的工艺特点	183
第8章 涂装废水综合处理工艺及典型工程		185
8.1	涂装废水处理组合工艺	185
8.1.1	分流—合流制综合处理系统	185
8.1.2	电泳涂装废水的调节	189
8.1.3	涂装废水处理组合工艺选择	191
8.2	涂装废水典型处理工程	193
8.2.1	跃进汽车股份有限公司废水处理站	193
8.2.2	NAVECO 汽车有限公司废水处理站	196
8.2.3	湖南省三湘客车集团有限公司生产废水污水处理工程	200
8.2.4	上海机电设计院对某汽车厂的涂装废水的处理	204
8.2.5	广西某汽车配件厂涂装废水处理	208

VIII

8.2.6	五羊—本田（广州）摩托车有限公司涂装废水处理工艺	210
8.2.7	江铃集团公司涂装废水处理工艺	212
8.2.8	重庆某中外合资塑料制品公司的涂装废水处理工艺	214
8.2.9	某公司研磨涂装废水处理工艺	216
8.2.10	合肥江淮汽车制造厂涂装废水处理工艺	218
第9章 金属电镀工艺及其废水的产生		220
9.1	金属电镀工艺简介	220
9.1.1	电镀工艺概述	220
9.1.2	各类金属电镀工艺简介	221
9.2	电镀废水来源、性质	230
9.2.1	电镀废水的来源	230
9.2.2	电镀废水的性质和分类	231
9.2.3	电镀废水的危害	232
9.3	电镀废水的水量与水质	235
第10章 电镀废水单元处理方法		236
10.1	化学沉淀法和混凝沉淀法	236
10.1.1	化学沉淀法	236
10.1.2	混凝沉淀法	241
10.2	化学氧化还原法	243
10.2.1	氧化法	244
10.2.2	还原法	244
10.3	电解法	246
10.3.1	电解基本原理	246
10.3.2	电解的影响因素与操作条件	247
10.3.3	电解槽的计算	248
10.4	离子交换法	250
10.4.1	离子交换树脂的结构和性能	250
10.4.2	离子树脂交换作用	254
10.4.3	离子交换的运行	256
10.4.4	离子交换在电镀废水中的应用	257
10.5	反渗透法（RO）	258
10.5.1	反渗透（RO）的特点	258
10.5.2	反渗透（RO）技术在电镀废水处理中的应用	259

10.6	特种处理法	259
10.6.1	蒸发与结晶	259
10.6.2	腐殖酸法	260
10.6.3	离子浮选法	261
10.6.4	不溶性淀粉黄原酸酯法	262
10.6.5	活性炭吸附法	265
10.6.6	生物法	266
第11章 各类电镀废水的处理技术		269
11.1	含氰废水处理技术	269
11.1.1	碱性氯化法	269
11.1.2	臭氧氧化法	273
11.1.3	电解法	274
11.1.4	二氧化氯协同氧化剂破氰法	277
11.1.5	活性炭催化氧化法	278
11.2	含铬废水处理技术	279
11.2.1	亚硫酸盐还原法	279
11.2.2	硫酸亚铁-石灰法	282
11.2.3	铁氧体处理法	283
11.2.4	电解法	287
11.2.5	离子交换法	291
11.3	含锌废水处理技术	294
11.3.1	化学沉淀法	294
11.3.2	石灰法处理铵盐镀锌废水	297
11.3.3	离子树脂交换法	298
11.4	含铜废水处理技术	300
11.4.1	化学沉淀法	301
11.4.2	离子交换法处理硫酸铜镀铜废水	301
11.4.3	离子交换法处理焦磷酸铜镀铜废水	304
11.4.4	离子交换法处理氰化镀铜锡合金废水	305
11.4.5	电解法	310
11.5	含镉废水处理	312
11.5.1	化学沉淀法	312
11.5.2	铁氧体法	314
11.5.3	离子交换法	314

11.6	含镍废水处理	317
11.6.1	化学沉淀法	317
11.6.2	离子交换法	318
11.6.3	反渗透法	321
11.7	酸、碱废水处理技术	322
11.7.1	电镀酸、碱废水的特点	322
11.7.2	药剂中和法	323
11.7.3	过滤中和法	324
第12章	电镀废水处理组合工艺和典型工程	326
12.1	电镀废水处理组合工艺	326
12.1.1	铁/炭内电解技术处理混合电镀废水	326
12.1.2	多级化学沉淀-砂滤-离子交换组合工艺处理电镀废水	329
12.1.3	化学沉淀-气浮法处理工艺	329
12.1.4	离子交换-反渗透法组合工艺	331
12.2	电镀废水处理典型工程	332
12.2.1	某金属结构公司电镀废水处理工程	332
12.2.2	南京某厂电镀废水处理	334
12.2.3	鞍山某机械加工厂电镀废水处理	335
12.2.4	邳州某电镀厂生产废水处理	337
12.2.5	北京某五金厂含铬废水处理	338
12.2.6	上海某滚镀厂含镍废水处理	339
12.2.7	上海某复印机厂含锌废水处理	340
12.3	电镀工艺和废水处理技术发展	341
12.3.1	电镀工艺清洁生产	341
12.3.2	电镀废水处理技术展望	343
第13章	重金属污泥的回收和利用	345
13.1	重金属污泥处理处置的主要方法	345
13.2	含铬污泥的处理和利用	346
13.3	混合污泥及浓电镀液的处理	347
13.4	电镀重金属污泥综合利用的途径	348
第14章	电路板生产工艺及其废水处理	350
14.1	电路板制作与网版印刷概述	350
14.2	电路板制作工艺	351

14.3	电路板废水的产生及排放	354
14.4	电路板废水处理方案	355
第15章 机械工业废水生物处理技术		358
15.1	生物处理基本原理	358
15.1.1	厌氧生物处理原理	359
15.1.2	好氧生物处理原理	361
15.2	厌氧生物处理技术	362
15.2.1	厌氧消化反应动力学及其影响因素	363
15.2.2	水解酸化反应池	364
15.2.3	厌氧折流板反应器 (ABR)	366
15.2.4	升流式厌氧污泥床反应器 (UASB)	368
15.2.5	升流式厌氧污泥膨胀床 (AAFEB)	371
15.3	好氧生物处理技术	375
15.3.1	活性污泥法的基本原理与流程	375
15.3.2	活性污泥反应动力学	381
15.3.3	氧传递过程与曝气充氧技术	384
15.3.4	间歇式活性污泥法 (SBR)	387
15.3.5	CAST 工艺	391
15.3.6	氧化沟工艺	396
第16章 机械工业废水的深度处理与回用技术		404
16.1	中水回用的相关标准	404
16.1.1	废水再生利用的水质指标	404
16.1.2	废水再生利用的水质要求	405
16.2	过滤	410
16.2.1	无阀滤池	411
16.2.2	压力滤池	412
16.2.3	双层滤料过滤	413
16.2.4	硅藻土过滤	414
16.2.5	核桃壳过滤	415
16.2.6	纤维球过滤	415
16.3	膜技术	416
16.3.1	超滤 (UF)	418
16.3.2	反渗透 (RO)	421