

工业与商业用化学洗净技术

〔日〕間宮富士雄 著

化学工业出版社

19.6

工业与商业用化学

洗净技术

〔日〕 間宮富士雄 著
张 秀 眉 译

化学工业出版社

間宮富士雄 著

化学洗浄の技術

工学図書株式会社（昭和54年1月15日発行・東京）

*

工业与商业用化学洗净技术

〔日〕 間宮富士雄 著

张秀眉 译

责任编辑：孙绥中

封面设计：任 辉

*

化学工业出版社出版

（北京和平里七区十六号楼）

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张7 字数158千字印数1-9,100

1984年4月北京第1版1984年4月北京第1次印刷

统一书号15063·3566定价0.75元

内 容 提 要

本书原文书名为《化学洗净の技術》，主要介绍用化学方法清洗附着在金属、纤维、木材、塑料、玻璃、食品等表面上的油脂、尘埃、腐蚀生成物和水垢等污染物。

全书共分三章。第一章介绍化学清洗的现状；第二章介绍金属加工工业、化学工业、石油化学工业、纺织工业、造纸工业、食品工业、电力工业、航空工业、建筑工业、洗衣业、交通运输以及玻璃、塑料等化学清洗方法。第三章为化学清洗废液的处理方法。

原文书中“各种工业使用洗涤剂一览表”中译本予以删除。

本书由张秀眉同志翻译，于浦义同志做过审改，安家驹同志进行了全面审查修改。

本书可供各工业部门生产技术人员，安装及防腐人员；商业部门、食品、蔬菜、水果的保管储运人员及环境保护人员参考。

序 言

今天，一提起污染，立刻会使人联想到大气与河川等的污染问题，这是与所谓公害联系在一起的社会性问题。而本书要处理的污染，则是以附着在金属、纤维、木材、塑料、玻璃、食品等表面上的油脂、尘埃、腐蚀生成物以及水垢等为对象的。

近来，为除去这些污染而要求的清洁程度已经非常严格了。

就是说，目前已达到这样一个阶段，某种工业如果对这类污染没有适当管理，其产品、设备性能及质量就不可能得到保证。

像宇宙、航空、电子、化学、原子能、车辆、船舶、精密机械等工业自不待言，就连医学、制药、生物等领域内，也不可忽视这种污染在科学和技术上的含义。

本书对于清洗污染的技术与管理方面较为落后的日本来说是一本指南。其内容包括从化学清洗的现状到各种工业中采用化学清洗的实际情况，以及随着产生的废液的处理问题等。

另一方面，对日本工业标准（JIS）中提到的防锈预处理清洗方法的原有方案进行了研究，感到总算对清洗加深了认识。

为此，殷切期望本书作为日本关于污染管理方面的唯一文献，能广泛地对各有关方面有所裨益。

同时，本书擅自引用了不少著作和论文，对原作者深表谢意，以此作为序文的结尾。

间宫富士雄

1978年11月

目 录

第一章 化学清洗的状况	1
第二章 各工业部门的化学清洗	4
第一节 金属加工工业	4
一、电镀预处理清洗	4
二、涂漆前预处理清洗	15
三、粘接预处理清洗	22
四、氧化铝膜预处理清洗	31
五、钢铁领域中的清洗	35
六、机械领域中的清洗	44
七、搪瓷的预处理清洗	47
八、电子设备领域中的清洗	48
九、热处理操作中的清洗	50
第二节 食品工业	56
一、农产品的清洗	57
二、畜产品的清洗	60
三、水产品的清洗	64
四、容器、器具的清洗	65
五、食品工业中的灭菌	69
六、食品加工车间与设备等的清洗	75
第三节 纺织工业	77
一、原毛的洗涤	79
二、棉纱与丝绸的洗涤	81
三、合成纤维的洗涤	83
四、纺织用油剂的洗涤	83

第四节 洗衣业	85
一、“洗衣业”方式的洗涤	85
二、湿洗	87
三、干洗	89
第五节 造纸工业	93
一、纸浆的脱树脂清洗	95
二、毛毡的洗涤	96
三、为脱除油墨的清洗	100
四、金属网与辊筒清洗	101
五、纸浆厂的机械清洗	102
第六节 化学工业	103
一、新建装置的清洗	104
二、开工后装置的清洗	105
三、石油化工装置的清洗	106
四、给水管道的清洗	109
五、沉淀渣的清洗	110
六、不锈钢、高压给水加热器的清洗	112
七、原油贮罐淤渣清洗	114
八、气体吸收装置的清洗	115
第七节 电力工业	117
一、锅炉清洗情况	119
二、原子能反应堆的清洗	127
第八节 车辆工业	134
一、铁路车辆的外部清洗	134
二、汽车、轿车的外部清洗	137
三、铝制拖车的清洗	142
四、车辆的内部清洗	143
五、走行部分的清洗	145
六、车辆部件的清洗	145

第九节 船舶工业	150
一、油船的清洗	151
二、排除油舱气体	154
三、深舱的清洗	155
四、双层底油船的清洗	158
五、发动机的清洗	160
六、用于造船部件的清洗	163
七、漏油的处理方法	165
第十节 航空工业	166
一、飞机机身外部的清洗	166
二、飞机机身内部的清洗	171
三、发动机的清洗	173
四、油漆涂料的剥离方法	176
第十一节 建筑工业	179
一、铝材建筑物的清洗	179
二、不锈钢与铜合金的清洗	182
三、建筑物内部的清洗	184
第十二节 其它的清洗	190
一、玻璃的清洗	190
二、塑料的清洗	191
第三章 化学清洗的废液处理	197
第一节 金属工业	198
第二节 食品工业	202
第三节 造纸工业	204
第四节 石油化学工业	206
第五节 电力工业	208
第六节 纺织工业	211

第一章 化学清洗的状况

一切工业部门都有某些形式的清洗。作为工业清洗(Industrial Cleaning), 包括化学清洗与物理清洗两个方面, 这里主要谈谈各种工业中化学清洗的状况。

例如, 金属加工工业中的化学清洗就是用来提高产品的加工性能和保证产品的使用性能; 食品工业中的化学清洗就是为了制造出合乎卫生要求的食品; 纤维工业中的化学清洗是为了提高产品的质感; 纸浆造纸工业中的化学清洗是用来提高产品的纯洁度, 而化学工业中的化学清洗则是为了保护装置和设备。

化学清洗效果的好坏, 不仅关系到产品质量、工作效率和成本, 而且同工厂的设备维修、劳动生产率, 以至工厂的用水计划、废水处理等等都有着密切的联系。

化学清洗工作, 因污垢种类和要求的净化度不同而有所不同, 关键则是如何有效地、经济地清除污垢。

不过, 化学清洗的根本点在于选择什么样的洗涤剂。在选择洗涤剂时应考虑以下几个问题。

一、需要清洗的产品的材质

需要清洗的产品有由单一金属组成的、两种以上的金属组成的, 或由金属与非金属组成的。而非金属材料又有木材、皮革、塑料、涂料和橡胶等多种多样。在选择洗涤剂时, 首先应考虑是否会腐蚀这些材料, 是否会留下导致生锈的残渣。

尤其在清洗由复合材料组成的产品时, 最好是将不同的材料拆开分别清洗。拆卸有困难时, 则必须极其慎重地考虑清洗

剂对这些材料的影响。

二、产品的表面状态

大家知道，清洗金属时，其表面的粗糙度会影响清洗的效果。同时，有无氧化膜，清洗效果也不同。这对非金属来讲也是一样。就是清洗涂层表面时，老化的涂层会因某些洗涤剂而出现剥落现象。除是否有氧化层外，即使在一块金属板表面上也会由于材质的非均匀性或其它原因，造成局部清洗程度的差异。

三、需要除去的污垢种类及性质

污垢种类不同，洗涤剂的选择当然也就不同。大致区分有油脂类的脱脂剂，氧化物的除锈剂以及水垢的去垢剂。脱脂剂里又有溶剂型、碱型、乳液型等，应根据油脂的种类选择最适宜的脱脂剂。对氧化物和水垢来讲也是如此。

四、要求的洁净度

应根据要求的洁净度选择不同的洗涤剂。也就是说，洁净度的要求，按照金属表面加工程度，精度的允许量，表面的重要程度以及后期防锈处理方式等各不相同。

例如，滚珠轴承、电子器件就不允许存在微量的尘埃和锈迹，否则会影响这些元件的性能。而铸件类或对尺寸精度要求不严的制品，洁净度差些问题也不大。

五、清洗用的设备和器具

在采用机械清洗时自不待言，在化学清洗时，选择设备和器具也和选择洗涤剂一样重要，因为都会影响清洗的效果。和洗涤剂一起使用的设备和器具有蒸汽清洗器、喷射清洗机、Butterworth清洗机、超声波清洗机等。

六、洗涤剂的安全性与公害性

在各种洗涤剂中，应该特别考虑到有机溶剂的易燃性、其

蒸气对人体的危害，以及碱性洗涤剂对皮肤的危害。误食含有氰化物的洗涤剂将威胁人的生命，处理时尤应小心。此外，近来清洗下来的水洗废液以及处理液的废水处理颇伤脑筋。从防止环境污染考虑，对洗涤剂的选择成了重要问题。因此现在倾向使用无公害的洗涤剂，那怕洗涤性能差些。

七、清洗时间

过去主要采用浸渍法清洗，而现在是用传送带大量传送产品，于是改为喷雾清洗，以缩短时间。在采用浸渍法时就需要剧烈搅动产品，搅拌液体，或使用电流、超声波等，否则无法缩短清洗时间。为了缩短清洗时间，还有蒸汽清洗机、喷射清洗、Butterworth清洗机等。

八、清洗的经济效果

清洗的经济性问题自然也是个生产成本的问题。无论多好的洗涤剂，如果成本高，它的价值就要降低。关键在于采用一套充分满足净化要求的、成本低廉的方法和设备，并选择相应的洗涤剂。

第二章 各工业部门的化学清洗

下面介绍各工业部门化学清洗的基本做法，着重叙述化学清洗时的注意事项。

但是由于表面活性剂的种类繁多，对其使用条件无法一一加以核对，因此希望按照商品名称跟制造厂具体联系，为使各工业的清洗和商品名称结合在一起，采用相互参照的方式编号。

第一节 金属加工工业

一、电镀预处理清洗

电镀预处理标准是，为了在金属表面上得到附着良好的镀层需经历下列四个预处理阶段：

- (1) 预洗：用溶剂清洗大部分污垢；
- (2) 中间清洗：剩余的污垢用碱除掉；
- (3) 最终电解清洗：清除极少量的固状附着物，尤其是附着较牢固的杂质；
- (4) 酸处理与表面修整：消除清洗工序中产生的氧化物，对表面进行细微的浸蚀加工。

以上在ASTM B 322-58T的标准中做了最通俗易懂，一目了然的概括。

(一) 碳钢的预处理 一般采用下列方法：

1. 预洗：电镀前碳钢表面附着大量的油脂或其它污垢时，可用乳化清洗、溶剂清洗或碱洗中任何一种；
2. 阳极电解清洗：在30~50g/l的无水碳酸钠和 30g/l 氢

氯化钠的水溶液中，以工件为阳极，在 $90\sim 100^{\circ}\text{C}$ 、电流密度 $5\sim 10\text{A}/\text{dm}^2$ 、 6V 的条件下电解 $1\sim 2\text{min}$ ；

3. 冷水冲洗：用冷水冲洗 $10\sim 15\text{s}$ ；
4. 酸洗：在室温下浸渍在 $25\sim 80\%$ （体积）的盐酸中；
5. 冷水冲洗；
6. 阳极电解清洗：方法同前；
7. 冷水冲洗；
8. 酸浸：室温下浸在 $4\sim 10\%$ （体积）的硫酸中 $5\sim 15\text{s}$ ；
9. 冷水冲洗。

低碳钢的预处理，在ASTM B183-49中有详细规定。当在高碳钢表面出现因酸洗过度而产生的粉状物时，可浸渍在 $45\text{g}/\text{l}$ 的氯化钠溶液中。如生成大量粉状物时，可在常温下，用氯化钠溶液以 $1.5\sim 2\text{A}/\text{dm}^2$ 进行 $30\sim 60\text{s}$ 的阳极处理除去。再者，为提高附着力，有时使用 $250\sim 1000\text{g}/\text{l}$ 的硫酸溶液，在低于 25°C 的温度中，以 $15\text{A}/\text{dm}^2$ 的电流密度，作 1min 以内的处理。这就是最后的阳极浸蚀处理。高碳钢的预处理在ASTM B242-54中有详细规定。

（二）不锈钢的预处理 一般采用下列方法。

1. 预洗和水洗：通常采用乳化清洗或碱洗；
2. 电解清洗和水洗：用碱液电解清洗，或用 56°Be 硫酸（ 69.5% 硫酸占 2.5 份，水占 57.5 份）与硼酸饱和溶液进行电解浸蚀。它在室温下以铅或铅合金做阴极；
3. 活化与水洗：活化的方法有以下几种。
 - （1）硫酸 1.0% ，盐酸 0.1% ，在常温下浸渍 30s ；
 - （2）在盐酸或 $5\sim 50\%$ 的硫酸中，常温，以 $0.5\sim 2.5\text{A}/\text{dm}^2$ 电流密度，阴极电解 $1\sim 5\text{min}$ ；
 - （3）在氯化镍 $30\sim 300\text{g}/\text{l}$ ，盐酸 $15\sim 150\text{g}/\text{l}$ 中，以镍

做阳极，常温， $0.5 \sim 10 \text{ A/dm}^2$ ，阴极电解 $0.5 \sim 5 \text{ min}$ ；

水洗用水的pH值应保持在 $2.5 \sim 3.5$ 之间。处理不锈钢时，在ASTM B254-53中有详细规定。

(三) 已抛光的铜与铜合金的预处理，采用下列方法。

1. 预洗：可用三氯乙烯蒸汽清洗、溶剂清洗或碱洗中任何一种；

2. 水洗；

3. 阳极电解清洗：电解清洗使用的洗涤液的组成如下：

无水碳酸钠	40~50%
氢氧化钠	10~25%
磷酸钠	25~40%
表面活性剂	1%

合计	100%
----	------

将上述组成的洗涤液配成 $30 \sim 40 \text{ g/l}$ 的水溶液，在 $60 \sim 70^\circ \text{C}$ 的温度、 $1 \sim 3 \text{ A/dm}^2$ 的电流密度下，阳极电解 $5 \sim 10 \text{ s}$ ；

4. 水洗；

5. 酸洗：用 $5 \sim 10\%$ 的硫酸或 $10 \sim 20\%$ 的盐酸；

6. 氰化钠溶液浸渍：室温下浸渍在 $15 \sim 45 \text{ g/l}$ 的氰化钠水溶液中；

7. 水洗。

(四) 锌铸件的预处理 JIS 列有预处理标准。其概要如下：

1. 预洗：当电镀前铸件表面附着大量油脂或其它污垢时，可按下列方法预洗。

(1) 溶剂清洗：将工件浸入汽油、煤油、三氯乙烯、四氯乙烯等溶剂中，或是在这些溶剂的乳液中浸洗；

(2) 碱洗: 这种铸件镀前表面活性很强, 需注意洗涤液的温度、pH 值和浸渍时间。一般采用表 2-1 中所列的组成。

表 2-1 洗涤液组成示例

组 成	种 类	(a)	(b)
正硅酸钠, g/l		20~30	—
无水碳酸钠, g/l		20~30	20~30
氢氧化钠, g/l		1~10	—
十二水合磷酸钠, g/l		—	10~20
表面活性剂		适量	适量
温度, °C		50~60	50~60

2. 电解清洗: 电解清洗是作为预洗的精加工脱脂法使用的, 要注意净化脱脂液。电解清洗一般有阴极法与阳极法两种:

(1) 阴极电解清洗: 被洗件作阴极, 铁槽或铁板作阳极, 电流密度约 $5\sim 10\text{A}/\text{dm}^2$, 电解 $20\sim 60\text{ s}$ 。清洗液采用类似表 2-2 的组成。

表 2-2 清洗液组成示例

组 成	种 类	(a)	(b)
正硅酸钠, g/l		20~30	—
无水碳酸钠, g/l		0~10	0~20
氢氧化钠, g/l		0~5	0~5
十二水合磷酸钠, g/l		—	20~30
表面活性剂		适量	适量
温度, °C		40~70	40~70

(2) 阳极电解清洗: 以被洗件作阳极, 铁槽或铁板作阴极, 比起阴极法来, 此法一般电流密度低、时间短。其组成如

表2-3所示。处理条件为电流密度约 $5\text{A}/\text{dm}^2$ ，电解 $3\sim 30\text{ s}$ ，

表 2-3 清洗液组成示例

组 成 \ 种 类	(a)	(b)
正硅酸钠, g/l	10~20	—
无水碳酸钠, g/l	0~20	0~10
十二水合磷酸钠, g/l	—	10~30
表面活性剂	适量	适量
温度, $^{\circ}\text{C}$	30~50	30~50

3. 水洗：铸件的化学活性强，且多数形状复杂，水洗效果差，需特别注意；

4. 弱酸处理：对电解清洗后的工件作弱酸处理，用电镀除去有害氧化膜等。由于铸件活性强，须严密控制处理时间与浓度，最好尽可能采用大容量的处理方法。

(1) 清洗液组成：一般采用 $1\sim 3\%$ （重量）的盐酸、硫酸、氢氟酸、醋酸或氨基磺酸的稀酸。也有在清洗液中加入适量上述酸的盐类。在处理过程中会发生毛坯材料被溶解或带入预处理液，为此，应不时作化学分析和适当补充酸，最好根据使用程度定期更换清洗液。

(2) 处理条件：一般在常温下浸渍 $1\sim 10\text{ s}$ 后立即进行仔细水洗。此毛坯材料，由于其化学性能、形状与表面状态等原因，即使处理条件相同，效果也不尽一致。若能确定各品种的标准处理条件，则易于实现机械化连续作业。

处理时间的长短，要根据铸件表面的颜色形状，产生气体的状况而定。也有颜色异常，气体发生不均的现象。对这类坯料就不能进行正常的电镀。

关于锌铸件的预处理，在ASTM B252-53中有详细规定。

(五) 铝的预处理法有锌置换法（锌酸盐法），锌镍置换

法、阳极氧化法、镀锌或镀黄铜法、化学镀法等。所有这些方法对合金没有一种能完全不发生镀膜气泡的，但其中锌酸盐法操作简单、费用低廉，从而被广泛地采用。而且次品率较低的也是这种方法。

现将铝的各种预处理方法及电解液组成列表如下：

1. 锌酸盐法

处 理 液 组 成	程 序
氢氧化钠 500g/l 氧化锌 100g/l 酒石酸钾钠 10g/l 氯化铁 2g/l 常温，30s~2min	(a) 脱脂、水洗 (b) 酸洗、水洗 (c) 锌酸盐处理、水洗 (d) 镀锌 (e) 最好是按(a)、(b)反复进行两次的双重法

2. 阳极氧化法

处 理 液 组 成	程 序
磷酸 25~30% 电压 30~50 V 时间 5~10min 液温 20~25℃	(a) 脱脂、水洗 (b) 在氢氧化钠5%的水溶液中浸渍10~15s，或是酸洗、水洗 (c) 阳极氧化处理、水洗 (d) 电镀

3. 镀锌法

处 理 液 组 成	程 序
氯化锌 0.5g/l 氯化钠 0.5g/l 氢氧化钠 10g/l 电流密度 0.5~1.0 A/dm ² 常温， 5~15min	(a) 脱脂、水洗 (b) 酸洗、水洗 (c) 碱中和、水洗 (d) 镀锌 (e) 水洗