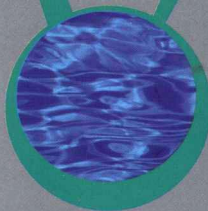


工业清洗 及实例精选

窦照英 编著



- 专家50余年现场实践和科学研究的结晶。
- 数百个工程实例，生动贴切，分析一针见血。
- 工程技术人员在学习与实践可举一反三，成就事业！



工业清洗 及实例精选

窦照英 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

前 言

清洗作业无处不在，清洗技术应用广泛，已形成重要行业。自笔者《实用化学清洗技术》问世以来的十多年发展更为迅猛，清洗知识仍是被渴求的热门知识。

清洗技术包括化学清洗和物理清洗，它始于对锅炉和热交换器水垢的清除。随着受热面和传热面上垢种的变化，清洗剂和各种助剂得到相应发展；不同材料的腐蚀特性促进了缓蚀剂的发展；为提高清洗效果，清洗方法相应得到发展。物理清洗是机械清洗的延伸拓展，在化学清洗难以奏效之处，射流清洗发挥了威力。

化学清洗为锅炉防腐蚀和防超温起到了重大作用。1980年前后，在我国煤炭供应空前紧张之际，锅炉酸洗收到年节煤 1000 万吨的效益；火电厂凝汽器酸洗降低煤耗 $10\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ ，成为重要的节能手段。

在知识和财富相通的时代，清洗技术曾被分割封锁，影响其进展。《实用化学清洗技术》则打破了这种限制，促进了清洗事业的发展。本书亦本此初衷，普及清洗技术，应是利国利民之举。

窦照英

简明目录

第 1 章	工业清洗概述	1
1.1	无处不在的清洗技术	1
1.2	物理清洗	6
1.3	化学清洗	11
1.4	清洗对象之锅炉	18
1.5	清洗对象之凝汽器与热交换器、小锅炉	28
1.6	承压设备材料延寿的适用、实用技术	36
第 2 章	化学清洗基础	49
2.1	对化学清洗的监督管理	49
2.2	化学清洗使用的药剂	58
2.3	化学清洗中的检测与监测	67
2.4	污垢的形成及其危害和污垢分析	77
2.5	防止结垢的诸多措施之水质管理处理	96
2.6	化学清洗作业的安全、环保和健康管理	111
第 3 章	化学清洗工艺	119
3.1	清洗的各种有关规定	119
3.2	钙镁水垢的溶解清除清洗工艺	130
3.3	腐蚀产物（氧化铁）垢的溶解清除清洗	144
第 4 章	盐酸溶垢清洗例证	155
4.1	热交换器、生活锅炉和采暖锅炉的清洗	155
4.2	高中低压发电锅炉的盐酸溶垢浸泡清洗	167
4.3	高参数锅炉的盐酸循环清洗诸例	174

第 5 章 溶垢清洗实例	183
5.1 腐蚀失效锅炉的溶垢清洗延寿作用	183
5.2 以锈垢为主锅炉的 EDTA 除垢清洗例证	192
第 6 章 以水和碱液为主的除污去垢清洗	201
6.1 用水和水蒸气清洗	201
6.2 用碱洗与碱煮清除硅垢	210
6.3 碱加表面活性剂清洗和多相流水冲洗	223
第 7 章 其他化学清洗实例	231
7.1 输灰管道和中央空调热交换器的清洗	231
7.2 中央空调设备的清洗	238
7.3 油污设备和去污、装饰品的清洗	245
第 8 章 化学清洗中各类失误及其补救	253
8.1 奥氏体不锈钢清洗及水压引起的腐蚀	253
8.2 对酸洗中的争议进行仲裁咨询和解决	260
8.3 对氢氟酸清洗工艺和钝化工序的建议	267

详细目录

第1章 工业清洗概述 / 1

1.1 无处不在的清洗技术	1
1.1.1 清洗渗透在日常生活中	1
1.1.2 清洗浸透在所有的工业部门	2
1.1.3 清洗保持清洁的市容市貌	3
1.1.4 各行业的清洗	3
1.1.5 清洗带动各种清洗药剂生产	4
1.1.6 清洗业的发展提供了就业机会	5
1.2 物理清洗	6
1.2.1 力量和速度相结合的物理清洗操作	6
1.2.2 物理清洗工具	6
1.2.3 物理清洗介质之水	7
1.2.4 物理清洗介质之砂和风	9
1.2.5 物理清洗介质之火、金、木	9
1.2.6 物理清洗介质之各类溶剂（含超声、激光辅助）	10
1.3 化学清洗	11
1.3.1 化学反应进行的条件及难溶垢种的处理	11
1.3.2 盐酸清洗反应	11
1.3.3 其他酸液清洗反应	12
1.3.4 络合清洗反应	14
1.3.5 煮炉中的化学反应	16
1.3.6 溶垢化学清洗中不希望发生的反应	17
1.4 清洗对象之锅炉	18
1.4.1 锅炉概要介绍及材料延寿与清洗的关系	18
1.4.2 采暖锅炉和工业锅炉	19

1.4.3	亚临界参数和超临界参数锅炉	23
1.4.4	锅炉主要辅助设备	23
1.4.5	锅炉常用材料	24
1.4.6	化学清洗中的材料与介质适配问题	27
1.5	清洗对象之凝汽器与热交换器、小锅炉	28
1.5.1	凝汽器和热交换器简介	28
1.5.2	热交换器使用材料（以凝汽器为代表）	30
1.5.3	小型和常压热水锅炉和铝制锅炉	32
1.5.4	压力容器和压力管道	33
1.5.5	承压设备的安全重在监管	34
1.5.6	对化学清洗单位的认证管理	35
1.6	承压设备材料延寿的适用、实用技术	36
1.6.1	承压设备材料延寿的防腐蚀技术	36
1.6.2	承压设备材料延寿的水质处理技术	38
1.6.3	承压设备材料延寿的化学清洗技术	41
1.6.4	承压设备材料延寿的失效分析技术	43
1.6.5	承压设备材料延寿的设备诊断技术	44
1.6.6	承压设备材料延寿的风险评估技术	46

第2章 化学清洗基础 / 49

2.1	对化学清洗的监督管理	49
2.1.1	对低压锅炉化学清洗从业单位的监督管理	49
2.1.2	有关化学清洗的规则、导则	52
2.1.3	对 3.8MPa 及以上锅炉化学清洗从业单位的管理	53
2.1.4	对采暖锅炉和工业锅炉化学清洗的管理	55
2.1.5	对电站锅炉化学清洗的管理	56
2.1.6	对凝汽器化学清洗的监督管理	57
2.2	化学清洗使用的药剂	58
2.2.1	溶垢清洗剂	58
2.2.2	络合清洗剂	60
2.2.3	溶垢清洗中的助剂	61
2.2.4	酸洗缓蚀剂	63
2.2.5	钝化剂	64

2.2.6	化学清洗后的停用保护剂	65
2.3	化学清洗中的检测与监测	67
2.3.1	检测基础知识	67
2.3.2	化学清洗中常用检测方法之中和法	68
2.3.3	常用容量分析法之络合滴定、氧化还原和沉淀法	69
2.3.4	离子敏感电极检测 pH 值和氟离子含量	72
2.3.5	垢量测量和腐蚀量测量	73
2.3.6	酸洗除垢率评定和钝化效果的检查判断	75
2.4	污垢的形成及其危害和污垢分析	77
2.4.1	锅炉和热交换器沾污的原因	77
2.4.2	污垢的成分及分类	80
2.4.3	各种污垢的定量分析概说	84
2.4.4	大宗垢样的仪器分析	87
2.4.5	细菌鉴别及微生物膜分析	89
2.4.6	污垢引起材料寿命减损的各种表现	91
2.5	防止结垢的诸多措施之水质管理处理	96
2.5.1	使水质保持合格是最重要的防垢措施	96
2.5.2	对水汽质量应进行有效的监督管理	98
2.5.3	水汽质量合格下的结垢腐蚀及期望值问题	101
2.5.4	国家标准中写入期望值是防垢的基本措施	102
2.5.5	防止结垢的锅内水处理和炉外水处理	102
2.5.6	循环冷却水处理（以凝汽器为代表）概要	106
2.6	化学清洗作业的安全、环保和健康管理	111
2.6.1	化学清洗作业的安全管理	111
2.6.2	规章制度管理	111
2.6.3	化学清洗作业的安全管理之清洗安全规程	112
2.6.4	环境质量标准	114
2.6.5	环境友好措施	115
2.6.6	以人为本理念	117

第 3 章 化学清洗工艺 / 119

3.1	清洗的各种有关规定	119
3.1.1	以水和其蒸汽为介质的冲洗与吹扫的规定	119

3.1.2	碱液煮炉的有关规定	121
3.1.3	低压锅炉化学清洗的有关规定及其发展	122
3.1.4	水冷壁管碱腐蚀失效质疑碱煮炉	124
3.1.5	电站锅炉化学清洗的有关规定	125
3.1.6	新建的电站锅炉无需进行启动清洗的论证	126
3.2	钙镁水垢的溶解清除清洗工艺	130
3.2.1	生活锅炉、采暖锅炉和工业锅炉的浸泡清洗	130
3.2.2	10~120t/h 工业锅炉的循环清洗溶垢工艺	133
3.2.3	≥10MPa 锅炉的氮气鼓泡清洗溶垢工艺	135
3.2.4	低压小容量锅炉的煮洗除垢	137
3.2.5	凝汽器水垢的盐酸溶解清洗（含氨基磺酸）	138
3.2.6	热交换器和输灰管道碳酸钙垢的酸溶清洗	142
3.3	腐蚀产物（氧化铁）垢的溶解清除清洗	144
3.3.1	≥10.8MPa 锅炉投产前锈垢的循环清洗	144
3.3.2	10.8MPa 锅炉的盐酸循环溶垢清洗	145
3.3.3	≥15.7MPa 锅炉的盐酸溶垢清洗	147
3.3.4	亚临界参数锅炉的甲酸和羟基乙酸清洗	149
3.3.5	有强烈腐蚀锅炉的 EDTA 二钠盐络合清洗	151
3.3.6	过热器和直流锅炉的柠檬酸铵络合清洗	153

第 4 章 盐酸溶垢清洗例证 / 155

4.1	热交换器、生活锅炉和采暖锅炉的清洗	155
4.1.1	热交换器和小容量机组凝汽器的盐酸清洗	155
4.1.2	大型凝汽器的盐酸溶垢清洗	157
4.1.3	引进的大机组凝汽器结垢酸洗	160
4.1.4	硫酸亚铁成膜保护	162
4.1.5	其他成膜保护方法用于黄铜凝汽器管	163
4.1.6	生活锅炉和采暖锅炉的煮洗及酸洗除垢	164
4.2	高中低压发电锅炉的盐酸溶垢浸泡清洗	167
4.2.1	低压发电锅炉的盐酸清洗	167
4.2.2	中压锅炉碳酸钙和磷酸盐混合垢的浸洗	168
4.2.3	高压锅炉碳酸钙垢和磷酸盐垢的浸泡清洗	169
4.2.4	高压锅炉锈垢的浸泡清洗（进退“呼吸”酸洗）	171

4.2.5	高压锅炉锈垢的氮气鼓泡溶解清除	172
4.2.6	中压锅炉恢复运行前的盐酸清洗代替煮炉	173
4.3	高参数锅炉的盐酸循环清洗诸例	174
4.3.1	某厂4号锅炉水冷壁管腐蚀穿孔后的酸洗	174
4.3.2	某厂2号锅炉水冷壁管腐蚀脆爆后的酸洗	175
4.3.3	某厂5台锅炉相继脆爆失效后的酸洗延寿实例	176
4.3.4	某厂燃油锅炉两次腐蚀爆管后的两次酸洗	178
4.3.5	某厂含硅、含铁水垢的盐酸强化溶垢清洗	180
4.3.6	某厂4号锅炉投产前的除锈垢盐酸清洗	180

第5章 溶垢清洗实例 / 183

5.1	腐蚀失效锅炉的溶垢清洗延寿作用	183
5.1.1	结水垢超温、腐蚀锅炉的溶垢清洗延寿	183
5.1.2	结垢与腐蚀纠缠一起的失效分析与处理	184
5.1.3	天津某电厂超高压直流锅炉的化学清洗	185
5.1.4	天津某电厂亚临界参数锅炉失效后的清洗	186
5.1.5	某电厂亚临界参数锅炉投产前的再次酸洗	189
5.1.6	较严重锈蚀的新建锅炉投产前除锈垢酸洗	190
5.2	以锈垢为主锅炉的EDTA除垢清洗例证	192
5.2.1	山东某电厂次高压燃油锅炉的EDTA钠清洗	192
5.2.2	北京某两热电厂燃油高压锅炉的EDTA清洗	193
5.2.3	大同某电厂超高压锅炉脆爆后的EDTA清洗	194
5.2.4	亚临界参数锅炉锈垢的EDTA清洗延寿	195
5.2.5	中压锅炉锈垢运转中和停炉时的络合清洗	196
5.2.6	新建大容量锅炉EDTA钠盐除锈清洗之失误	197

第6章 以水和碱液为主的除污去垢清洗 / 201

6.1	用水和水蒸气清洗	201
6.1.1	不同参数锅炉机组的水冲洗	201
6.1.2	水蒸气的吹扫与溶解盐垢作用实例	204
6.1.3	大容量锅炉机组快速冲洗的实践	206

6.1.4	压力水冲洗除污去垢与胶球连续清洗防污	208
6.1.5	水力驱动的管道清污装置 conco 与 pig	209
6.1.6	高压水射流清洗除垢	209
6.2	用碱洗与碱煮清除硅垢	210
6.2.1	锅炉尾部受热面污垢的碱洗清除	210
6.2.2	低压锅炉硫酸钙垢和中压锅炉硅垢的碱煮	211
6.2.3	氢氧化钠热态洗硅工艺替代引进洗硅技术	212
6.2.4	用氢氧化钠煮洗除去汽轮机叶片硅垢	216
6.2.5	中低压汽轮机组硅垢的碱煮清除	218
6.2.6	用氢氧化钠转化溶解磷酸盐铁垢	220
6.3	碱加表面活性剂清洗和多相流水冲洗	223
6.3.1	锅炉化学清洗中的碱加表面活性剂清洗	223
6.3.2	在役锅炉发生腐蚀故障后的增强碱洗工序	224
6.3.3	表面活性剂及其增强碱洗作用用于水处理	225
6.3.4	水与表面活性剂结合的两相流清洗与灭污	226
6.3.5	中央空调冷却系统清洗中使用表面活性剂	227
6.3.6	多相流水冲洗用于火电厂中污垢的清除	228

第7章 其他化学清洗实例 / 231

7.1	输灰管道和中央空调热交换器的清洗	231
7.1.1	火电厂输灰管道结垢的严重后果及其处理	231
7.1.2	输灰管除垢清洗的要点及实施方法	234
7.1.3	输灰管溶垢酸洗实例	236
7.2	中央空调设备的清洗	238
7.2.1	中央空调设备的发展与热交换器结垢过程	238
7.2.2	中央空调设备的防垢、防蚀、防污塞处理	239
7.2.3	中央空调冷却水系统的防垢和结垢清洗	243
7.3	油污设备和去污、装饰品的清洗	245
7.3.1	油污设备的除污垢清洗和油污部件清洗	245
7.3.2	矿物油造成的各种污染的清除与清洗	247
7.3.3	小型设备油垢的清除清洗	248
7.3.4	装饰品和家用器物的除垢清洗	249
7.3.5	建筑物外壁和有关设施的保洁清洗	250

7.3.6 对重度油污部件用无害清洗剂取代氟里昂	252
--------------------------------	-----

第8章 化学清洗中各类失误及其补救 / 253

8.1 奥氏体不锈钢清洗及水压引起的腐蚀	253
8.1.1 奥氏体不锈钢高压釜因盐酸清洗失效报废	253
8.1.2 从事商业清洗业务中遇到的奥氏体钢问题	254
8.1.3 奥氏体钢再热器和过热器的氯脆泄漏实例	255
8.1.4 渭河某电厂高温过热器的晶间裂纹分析	256
8.1.5 北京某热电厂奥氏体钢热网加热器之腐蚀	257
8.1.6 奥氏体不锈钢板式换热器的成功清洗	258
8.2 对酸洗中的争议进行仲裁咨询和解决	260
8.2.1 对两台低压工业锅炉酸洗后争议的调解	260
8.2.2 对北京某轮胎厂3台锅炉清洗状况的评估	261
8.2.3 对单宁煮炉后锅筒烧毁原因的分析及解决	262
8.2.4 对超高压锅炉启动酸洗失误的争议与补救	263
8.2.5 对已有晶间腐蚀锅炉所用清洗介质的取决	264
8.3 对氢氟酸清洗工艺和钝化工序的建议	267
8.3.1 关于新建锅炉氢氟酸清洗环境影响的论证	267
8.3.2 对于氢氟酸化学清洗废液环境影响的防治	267
8.3.3 磷酸盐钝化液 pH 值对钝化效果的影响	269
8.3.4 无机混酸“一步法”清洗产生的酸腐蚀及治理	270
8.3.5 微酸性除铜钝化的失误及其引起的结垢腐蚀	272
8.3.6 化验检测失误及清洗终点判断失误的腐蚀	274

工业清洗概述

1.1 无处不在的清洗技术

1.1.1 清洗渗透在日常生活中

清洗有许多同义语，如清洁、清除、清扫、清理、洗涤、洗净等。电子行业对清洗的称谓就是“洗净”。清洗与粘污（沾污）是反义词，清洗是对抗污秽的有力工具。

技术乃“技”与“术”之组合。技，也作伎，是能力之意，指工匠。有了歌舞伎专用名词后，避讳伎字。术也是能力，和“技”有所区别。技偏于体能手艺，术则着重思维方法，技术合为一词，将技艺扩展为道理方法，和外来语 technique 相通。

清洗是一种作业，是作业就讲究技术。以洗手为例，要依据手的沾污程度确定清洗方法，按照水的性质和污垢特点选择洗涤剂，根据手的面积和体积计算用水量和器具。儿童就餐前的洗手用点香皂即可，遇到严重的疾病流行，则不可马虎。青岛市的自来水，遇到香皂起泡沫甚多；北京的自来水则生成一层硬脂酸钙。水的硬度和油污一起争

夺皂液。在节水已成为美德的今天，打开水龙头任其流淌，不心疼钱，也心疼水。只洗儿童的小手，不必像成人洗脸一样放一大盆水。用毛巾蘸皂液擦手指和指甲或用毛刷洗刷指甲是儿童玩泥巴后的清洗作业，这是最简单的清洗工具。清洗中专用工具是必不可少的。

人生命活动的衣食住行，每件事都离不开清洗。

“长安一片月，万户捣衣声。”把衣服泡在水盆中用手搓洗费时费力。在水边大石上捶打快捷得多，但是这一切都不如洗衣机解脱得彻底。吃饭之后一大堆油腻的碗盘，如果没有洗涤剂的帮忙，人的生命中 1/10 的时间要虚掷在洗碗池旁。窗明几净是居室的基本要求，但是要做到谈何容易。每天的清洁卫生工作，吸尘器作为机具在很多的方面可以为人代劳。40 年前买辆自行车，逢到假日必须进行保养清洗，而今后辈们把车开到洗车房时，可曾想到这是清洗业的内容之一。

1.1.2 清洗浸透在所有的工业部门

中国自古有 360 行之说，这是指行业之多。要列出需要清洗的工业或其他企业，名单长而枯燥，不如列举无需清洗的行当。静下来想想，实难列出无需清洗的行业。

笔者刚参加工作就在青岛某电厂跟着班长酸洗热交换器和凝汽器，不酸洗它们就是废铜烂铁，无法再用，洗过还能再用 1~2 年。再结垢，再酸洗。1958 年跟着前苏联女专家阿克谢丽露德酸洗吉林某热电 230t/h 高压锅炉。洗前频繁穿孔爆（水冷壁）管、洗后去掉水垢，腐蚀也停止。就这样结垢腐蚀到一定程度就酸洗，一直延续到 1995 年退役。刚接触高压锅炉时，根据高温管道的持久强度，确定的服役寿命为 10 万小时。可是到了 15 万小时后仍然舍不得报废停用。依靠更换部分管道部件以及对过热管的冲洗和对锅炉本体酸洗，这批高压锅炉工作了 40 余万小时。冲洗和清洗对锅炉延寿应居首功。

1960 年保定某热电厂投产 25MW 高压机组，运行 1 个月后出力下降到 14MW。对凝汽器酸洗除垢，才使该机组恢复额定出力。

100MW 汽轮发电机组凝汽器管超过 1 万根，为其选择管材时，不只是确定牌号，还包括工艺。某铜加工厂就是由于生产工艺中有对拉伸加工后铜管的清洗除油工艺，避免铜管在退火时残留的润滑油转变为残碳膜，屡屡得到订单。

所有的机电产品及其零部件，都要经过一道道的清洗工序。从零

部件加工制造，到整体组装，清洗是质量保证的必要条件。清洗作业贯穿于机械加工过程中，由工序间清洗到总装完成使残余油污量合格，都靠清洗。从电子管器件清洗，到半导体元器件清洗，到集成电路清洗，清洗质量要求越来越高。没有清洗作业就没有电子产品，这已不止是寿命问题。

1.1.3 清洗保持清洁的市容市貌

1951 年开展爱国卫生运动，青岛市以其红瓦绿树、碧海蓝天，街道整齐清洁，市民卫生习惯良好，位列全国清洁城市之冠。

1978 年以后，改革开放加快了城市化步伐，城市则加快了现代化步伐，标志之一是高层楼群拔地而起，清洗保洁由地面抬升到半空。

有起早遛弯习惯的老人，可以见证街道路面保洁净化的发展轨迹。在几十年间由大扫帚发展为清洁车，保洁车过后洒水、清扫和收集污物一气呵成。更应感谢悬吊半空的保洁人群，对大厦墙面的保洁清洗使一幢幢大楼焕然一新。

2008 年，我国承办第 29 届夏季奥运会。在诸多的准备工作中，不可或缺的一项就是清洗。市容的美化清洗理所当然，不在话下。厨房是每个宾馆饭店除油清洗的重点，油泥的沉积常是火灾之源。中央空调的清洗是大型宾馆饭店和游乐场所的重点。冷却系统热交换器的清洗，是为了保证制冷效率；1976 年美国费城军团菌使 180 余名与会者致病，显示出风道清洗的重要性。

奥运举办成功，在世人面前展示了我国清洁文明、健康兴旺的良好形象；展现了北京古都的新风貌，其中有清洗之功。

1.1.4 各行业的清洗

清洗是一项被反复使用着的技术，不同的行业有各自的特点。

在火电厂中，当锅炉、凝汽器和其他热交换器发生腐蚀结垢故障时，才用得着清洗作业。只是在认清了碱腐蚀的实质后，用新建锅炉的启动酸洗取代启动碱煮炉，才有了半专业性的酸洗队伍，组成锅炉机组启动调试的 1 个环节。这已经是 1964 年以后的事了。

在钢铁冶金企业中，清洗常是成品的最后一道工序，其操作者应算是专职的清洗人员。但是，这种有固定配方、在固定设备中进行的清洗，个人的创造发展空间较狭窄。

在涂装行业中,基本工件必须经过清洗除去轧皮和氧化膜,除去防锈油脂和表面污物,才能刷漆和施镀。在造船业中就有专职清洗工。

在连续运转的化工制造行业、石油化学行业,在定期的检修中,必须对管道容器进行清洗和清扫,以除去工艺中形成的渣滓垢锈和油脂蜡层,这类行业无专职清洗组织和人员,多由技术人员指导,雇佣力工作业。

机械制造过程中,经常要对工件进行清洗,成品也常要经过清洗后包装,因此形成了专门的清洗技术和专业的清洗人员。在精密设备制造、军工产品生产加工中,都有清洗作业保障产品质量,也会形成清洗作业队伍。

电子行业的清洗虽然和其他工业部门的清洗不同,和民用清洗不同,但是都相当专业化。因此清洗是产品合格的要素。

当前,清洗作为一项民用和工业都需要的技术,已走上市场。

1.1.5 清洗带动各种清洗药剂生产

清洗要使用各种清洗药剂,包括清洗缓蚀剂和各种助剂以及钝化剂。清洗工程要使用各类设备,化学清洗需要管道、耐酸泵、大容量循环泵,耐酸贮罐、大容积箱罐和压力表、流量计等必备的热工仪表。物理清洗要用各种机具、控制装置和高压水泵以及相应的射流元件。清洗事业的发展带动了这些行业的繁荣。

就清洗剂而言,除了常见的盐酸之外,有硝酸、氢氟酸、氨基磺酸、柠檬酸,还有二乙胺四乙(醛)酸(EDTA)。在清洗工艺中还要配合使用氨水、联氨、氢氧化钠、磷酸三钠、亚硝酸钠和粉状石灰,以及浸润、渗透、消泡、防雾等助剂。电站锅炉的清洗,酸量以吨计,其他药剂总量也超过数吨。

酸洗缓蚀剂成为研究的热门,许多研究院所配缓蚀剂获利颇丰。大的清洗公司以自己的产品占领市场很大份额,如蓝星公司的 825。

一项清洗工艺救活 1 个制药厂听起来有点玄虚,但却是事实。上海某制药厂和济南某化工厂生产的 EDTA 主要用于香烟的过滤嘴材料,销量和产值都有限,企业不景气。当 EDTA 被用于清洗大容量锅炉时,用量每台以 10t 计,使 EDTA 售价由 1.5 万元/吨猛增到 2.5 万元/吨以上,产值接连翻番。类似的例证在氢氟酸生产上也可发现。

大宗的清洗剂还是盐酸。不同参数的锅炉清洗首选盐酸,仅当受所用材料的限制或者是受腐蚀程度(例如以沿晶为主的腐蚀)限制不

能使用盐酸时，才寻求其他清洗剂。低压锅炉和热交换器所结的垢适合用盐酸清洗，每年上万台次的清洗量，需要大量工业盐酸，洗涤输灰管道要用几百吨浓盐酸，需求量大，则产品紧俏，简单的经济规律使盐酸身价倍增。

1.1.6 清洗业的发展提供了就业机会

不仅是锅炉、热交换器和输灰管道需要清洗，所有使用工业冷却水的设备都有除垢清洗的需求。除了水垢之外，油垢、污垢、锈垢危害生产设施，影响正常生活，都需要靠清洗解决。

1980年在廊坊开办的某清洗公司，头一项业务是为北京市最早的一座高层（8层）楼清洗下水道管路。该楼建成于1954年，污垢的日积月累使卫生洁具无法正常使用，该公司成功地使其恢复通畅。随即有了人大大会堂和国宾馆等重要客户的垂询，并获得了许多宾馆酒店油烟清洗、锅炉热交换器等清洗维护业务。

到20世纪80年代末，北京市大大小小的清洗公司多达百家，对规模较大的清洗企业进行培训考核取得市级锅炉监察单位颁发C级证书的达30家，其余为各区县锅炉监察单位颁发的D级证书，无证而仅从事热交换器和中央空调设备清洗的也有上百家。

直到目前，骑着电动摩托车或自行车，带着简单的工具、药剂，走街串巷为居民清洗油烟机、热水器和空调机的单体从业人员随处可见。他们用自己的劳动和简单的清洗知识，与水垢油泥作战，给别人解决困扰，换来养家糊口之资。

在北京也有持A级和B级清洗证的单位，他们可以承担中压、高压、超高压锅炉和更高参数锅炉的清洗。这些单位技术力量雄厚，清洗设施装备一流，清洗经验丰富，业绩非凡，是清洗行业的带头人，这些单位还以转让技术、培训清洗专业人才等方式进行有偿服务，例如蓝星公司通过培训和转让技术，将许多单位收入自己的清洗网络，在国内清洗业中形成团队力量。

在北京还有具备清洗单位资质认证的单位，可以对所培训考核的队伍酌情颁发不同级别的资质证书，如中国工业水处理协会、中国电力企业联合公司等。此外，还有许多科研院所和大专院校具有清洗的实力。例如原子能研究院所对水力射流清洗和防止核沾污的情况有独到之处，电子研究机构对半导体器件清洗有深入研究。

民用清洗事业近年有很大发展。餐馆的清洗消毒，宾馆用品清洗，