

奋斗的 年代

中国工业清洗30年的足迹

中国工业清洗协会 编著



化学工业出版社

奋斗的年代

中国工业清洗30年的足迹

中国工业清洗协会 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

《奋斗的年代——中国工业清洗30年的足迹》以时间为主线，以1984～2014年的发展过程为重点，用朴实的文字、真实的故事讲述了我国工业清洗行业从无到有、从小到大的发展历程，记录了工业清洗行业开拓者、奋斗者不懈追求、转战南北的光辉足迹，探索了工业清洗行业发展的基本规律，诠释了工业清洗行业在工业行业发展中不可或缺的价值与意义。本书附有中国工业清洗大事记及中国工业清洗行业知名企事业单位名录。

本书适合于工业清洗行业的从业人员以及相关行业的设备管理和维护人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

奋斗的年代——中国工业清洗30年的足迹/中国工业清洗协会编著. —北京: 化学工业出版社, 2014. 11

ISBN 978-7-122-21915-2

I. ①奋… II. ①中… III. ①工业生产设备-清洗-工业史-中国-1984～2014 IV. ①F426.89

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第227650号

责任编辑: 黎秀芬 段志兵
责任校对: 王 静

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市胜利装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张14³/₄ 字数323千字 彩插13 2015年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 98.00元

版权所有 违者必究

奋斗的年代——中国工业清洗30年的足迹

顾问委员会

主 任：任建新

副 主 任：沈忠厚 雷志宏 杨兴强 陆晓宝 陈 虹 白忻平 张立军
高建军 李彩萍

编辑委员会

主 任：陆韶华

副 主 任：葛书义 孙伟善 肖世猛 王 峰 曾艳丽 王建军 焦庆祝

委 员（按姓氏拼音排序）：

白剑利	葛书义	韩福龙	郝志刚	黄代军	焦庆祝	焦永涛
康 维	柯 宜	连文涛	刘 洁	陆韶华	马志刚	全玉臣
孙 震	孙伟善	田民格	王 峰	王计桥	王建军	王泉生
王新文	席羽昕	肖世猛	徐效华	杨开林	曾艳丽	张 栋
张志文	周 方	朱 波				

编写人员名单

主 编：赵智科

副 主 编：叶建华 周新超 杜 斌

编写人员（按姓氏拼音排序）：

陈鸿章	陈怀宇	陈康宗	杜 斌	段绍蓉	傅忠龙	谷晓红
韩玉峰	黄俊博	姜 波	姜少华	焦福斌	焦 阳	金 羽
瞿庆华	康东平	柯于进	李爱兵	李德福	李东周	李军政
李梦佳	林 林	刘建强	刘素平	娄陇筑	马春玲	马 奇
潘迎春	彭和冬	祁 胜	渠云鸿	全无畏	孙立源	孙 卫
孙永庆	谭建忠	王 杰	王立兵	王利民	王晓凡	王旭明
文吉银	翁渭荣	吴月玲	肖和平	徐庆宝	许桂顺	许利锋
杨小彪	叶建华	易晓斌	尹正子	余菁华	曾蔚然	张 丽
张全根	张晓青	张晏琦	赵广文	赵智科	郑 莉	周新超

序

在中国工业清洗协会会员单位和协会秘书处的共同努力下,《奋斗的年代——中国工业清洗30年的足迹》一书和读者见面了。这部书以朴实的文字、真实的故事讲述了我国工业清洗行业从无到有、从小到大的发展历程,记录了工业清洗行业开拓者、奋斗者不懈追求、转战南北的光辉足迹,探索了工业清洗行业发展的基本规律,诠释了工业清洗行业在建设美丽中国、实现生态文明中的价值和意义。

回首30年前,改革开放极大地促进了生产力的发展,但生产方式简单而粗放,效益和速度是第一位的,对资源、环境的保护并不像现在这样看得清楚、做得认真。那个时候的工业清洗,从理念到行业还都是一片空白。而当时获得国家科技发明奖的“Lan-5硝酸酸洗缓蚀技术”被束之高阁已整整5年。怎么才能把好的技术服务于工业,服务于社会,用于节能降耗、清洁生产呢?

任建新做出了正确的选择和回答,那就是把它用于实践,将科技成果转化为生产力!他秉承“兴业报国”的责任和理念,靠着一万元借款和这项专利技术,带领几个年轻人创办了我国第一家工业清洗公司——化工部化工机械研究院清洗公司(即今天中国蓝星(集团)股份有限公司的前身,以下称“中国蓝星”),开启了工业清洗服务的专业化之路,并将中国蓝星发展成为世界上最大的专业化清洗公司。

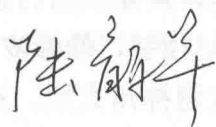
30年来,任建新和工业清洗行业同志们一道,围绕结构调整和转型升级,不断推动整个行业发展和进步:应用清洗技术,宣传清洗意义,引导市场需求;推广清洗技术,建设清洗队伍,培育清洗行业;积极开拓国际市场,引进国际先进技术、工艺及设备,提升行业实力;促进行业交流,规范行业发展,创办《化学清洗》杂志(现名为《清洗世界》);成立国家化学清洗技术研究推广中心、全国清洗行业信息中心,组建中国工业清洗协会,服务和联系整个行业。

30年弹指一挥间。一路走来,清洗技术的应用已经覆盖到整个工业领域:从海底管道到神舟飞船,从绵延数公里的大型工业装置到细如发丝的电子器件,从地下到天上,从宏观到微观,每一个角落都能看到清洗人的智慧结晶。工业清洗行业已经成为社会化的服务性行业,各种专业化的清洗企业

不断涌现，整个行业蓬勃发展，形成了产品生产、装备制造、技术研发和技术服务俱全的完整体系。

党的十八届三中全会提出了“五位一体”的发展战略，把生态文明建设融入到经济建设、政治建设、文化建设、社会建设的各方面和全过程。尊重自然、保护生态，建设美丽中国，已成为全国各行各业的共识，工业清洗行业迎来了新的发展机遇。

创新没有边界，发展没有止境，服务没有尽头。在中国工业清洗行业开创30年之际，看到《奋斗的年代——中国工业清洗30年的足迹》成书出版，作为中国工业清洗协会理事长，格外高兴和自豪！此时此刻，请允许我代表协会向中国工业清洗行业的创始人、中国工业清洗协会名誉理事长任建新同志致敬，向参与本书编辑的会员单位和工作人员致谢。“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”，让我们不断创新，开拓进取，以更加奋发有为的精神、创造更加辉煌的业绩，共同谱写中国工业清洗行业的新篇章！



2014年9月于北京

前言

中华民族既是一个勇于创新的民族，又是一个善于总结的民族。为全面总结中国工业清洗行业的发展规律，更好地推动全行业的科学发展，中国工业清洗协会秘书处组织各会员单位编写了《奋斗的年代——中国工业清洗30年的足迹》这本书。

工业清洗是一个年轻的朝阳产业，是国民经济的重要组成部分，为清洁文明生产和节能降耗环保提供了强大的物质支持和智力支持，创造了丰厚的社会效益和经济效益。本书以时间为轴，记录30年来中国工业清洗行业发展过程中的重大事件，讲述30年来清洗行业的同仁们筚路蓝缕、开疆拓土、敬业奉献、兴业报国的感人故事。

“忆往昔，峥嵘岁月稠”。当历史的车轮驶入20世纪80年代，经济改革的春风吹遍神州大地。在古丝绸之路上的兰州，时任化工部化工机械研究院团委书记的任建新同志，怀揣“兴业报国”的梦想，将青春激情与先进技术融合，凭借一项技术、七个半人、一间工棚、一万元借款、一辆“大篷车”，成立了第一家专业化的清洗公司——化工部化工机械研究院清洗公司（“中国蓝星”的前身），踏上了开创“第三百六十一行”的征程。

这是第一次将清洗技术与大工业相结合，从此培育出了一个全新的工业服务产业——工业清洗业。

“一花独放不是春，百花齐放春满园”，中国蓝星以博大的胸怀，将自己的核心技术推向全国，在大江南北、长城内外形成燎原之势，为民营企业发展和社会民众就业提供了广阔平台，让成千上万的有志有识之士实现了创业梦想。

中国蓝星将总部由大西北迁到了首都北京，将“蓝星清洗”股票在深交所上市，使工业清洗进入民众的视野，成为千万民众自己的公司，为中国工业清洗的腾飞插上了翅膀。

中国蓝星，以及中石油管道局、华阳恩赛、沈阳仪表院、西安热工院、河南中拓……那个时代的志愿者们，用智慧和辛劳，打破了跨国公司的垄断，让工业清洗服务成为中国人自己主导的一片蓝色星空。正是他们，融合了全世界的清洗技术，将专业化的服务业务拓展到了海外，为祖国赢得荣誉。还

是他们，成功筹建中国工业清洗协会，凝聚行业力量，规范行业标准，规划行业发展，促进全行业的可持续发展。

子曰：“三十而立”。回首身后的一串串脚印，抖落南征北战的征尘，我们欣慰、我们自豪，也有对未来发展的思考和憧憬。当然我们更懂得感恩，“滴水之恩当以涌泉相报”，我们不会忘记化工部、国资委、民政部、中国石油和化学工业联合会以及各会员单位和领导给予我们的指导、理解和支持。

“前事不忘，后事之师”，总结是为了更好的发展。随着生态文明建设纳入国家的总体发展战略，随着人们对工业清洗利国、利企、利民价值的深刻发掘，工业清洗必将长足发展，必将成为富有生命力的朝阳产业，具有广阔的发展空间。展望未来，任重道远。

“大道远行，始于足下”。让我们同心同德，牢记责任，勇于担当，凝聚起全行业的聪明才智，共铸美好明天！

编著者

2014年9月

目录

第一章 行业发端，源远流长 /001

第一节 清洗家族，门类简述 /002

第二节 历史点滴，技术初成 /003

第三节 缓蚀技术，一枝独秀 /004

第二章 行业春秋，挥斥方遒（1984—1995） /007

第一节 草根初创，星火燎原 /008

第三百六十一行 /008

“让这伙年轻人闯去！” /009

从一把水壶开始 /011

点豆成兵与点石成金 /013

第二节 技术推广，行业形成 /016

为自己制造竞争 /016

清洗行业初长成 /019

第三节 艰苦创业，戮力经营 /021

扬子江畔扬威名 /021

太行山下铸经典 /022

将市场延向国际 /025

山重水复清洗路 /028

电力锅炉清洗标准出台 / 031
高压水清洗应用在摸索中起步 / 032
打开高压水清洗设备新局面 / 034
一次跨洋联姻 / 037
让“水洗”替代“油洗” / 038
清洗剂市场的急先锋 / 040
超声清洗技术引入中国 / 042
“蜘蛛人”开拓建筑清洗市场 / 043
椰岛上的清洗之星 / 045
扬名长江三角洲 / 047
攻克硫酸盐垢清洗难题 / 049
“我们的华阳” / 050
精神不滑坡，办法总比困难多 / 052

第三章 行业经纬，风起云涌（1996—2010） / 057

第一节 行业骄子，业务多元 / 058

横跨东西的战略转移 / 058
“兴业报国”与业务多元化 / 061

第二节 行业组织，格局初布 / 063

行业发展有了“革命根据地” / 063
清洗行业的“第一次” / 065
清洗行业交流新局面 / 067
清洗操作成为国家新职业 / 069

第三节 前浪后浪，汹涌向前 / 070

“一对一工业服务”经营新理念 / 070
一开始就要有大企业的样子 / 072
不享清闲只想节约资源 / 075

从学徒工到职业经理人 / 079
石油储罐机械清洗技术的引入 / 080
开辟大庆油田储罐清洗新天地 / 081
为国防事业保驾护航 / 083
全自动清洗工程车问世 / 085
台风警报下的98小时 / 086
把辉煌写在西气东输上 / 089
让“八国联军”折服 / 090
移动式锅炉化学清洗平台诞生 / 092
中原油田的女企业家 / 093
销售设备首先要保障服务 / 095
打响ODS淘汰的战役 / 096
碳氢溶剂清洗技术的突破 / 098
开启超声清洗国际化进程 / 099
为毛主席纪念堂“添彩” / 100
清洗机器人研发之路 / 102
高中毕业的创新企业家 / 104
气压脉冲技术“洗”出健康 / 105
干冰清洗技术的孵化 / 106
通洁的文化建设之路 / 107
走出长春服务全国 / 110
大型化工储罐的旋转喷淋清洗 / 113
气脉冲化学清洗技术 / 114
清洗行业的“兄弟”公司 / 116
工业清洗行业的“许三多” / 118
从“门外汉”到争做行业标兵 / 119
清洗人致富不忘家乡 / 121
SARS促生的清洗市场 / 122
给建筑大楼洗洗“肺” / 124
“长江第一坝”电机定子清洗 / 126
从航空设备清洗维护起步 / 127
废料清洗再生节约3000万 / 128

把工业清洗工厂化 / 130

一次意外的“偷听” / 132

把老师请到家里来 / 133

化学清洗国家标准诞生 / 135

250MPa 高压清洗泵国产化 / 137

让轨道交通更洁净 / 138

清洗“非洲明珠” / 139

高压水清洗安全新理念 / 140

第四章 行业方圆，大步向前（2011年至今） / 143

第一节 清洗新颜，美好明天 / 144

守得云开见月明 / 144

打造“三驾马车” / 146

职业培训不断创新 / 148

巡欧访美，取长补短 / 151

科技创新铺开“清洗梦” / 155

没有规矩不成方圆 / 158

没有标准难图发展 / 161

引导行业关注新市场 / 164

第二节 时代前沿，企业新风 / 165

“八面玲珑”的高压水清洗设备 / 165

实现储罐清洗“绿色”梦 / 167

从保洁公司到环保企业的转变 / 169

国产多功能储罐机械清洗设备问世 / 170

管道清洗“精益求精” / 171

清洗行业的“接班人” / 173

脱硫塔的在线清洗 / 175

追求卓越与行业共成长 / 176

管道服务集成化之路 / 177

镀锌设备酸洗缓蚀剂量产 / 179

自动船体表面清洗机落户中国 / 179

新一代蓝星人践行“事在人为” / 181

过热器氧化皮“去无踪” / 182

蓝星清洗南海石油项目获表扬 / 183

项目不断创新不断 / 184

第三节 美好前景，大道远行 / 185

附录 / 189

附录1 中国工业清洗大事记（1984—2014） / 189

附录2 入编企事业单位名录 / 214

附录3 中国工业清洗行业知名企事业单位名录 / 215

后记 / 223

第一章

行业发端，源远流长

一切事物都有它的历史。

历史就是对这些事物的记录、诠释和研究。

对于工业清洗技术的描述，在我国早已有之，《后汉书·蔡伦传》中第一次以书面形式介绍了蔡伦改良后的造纸技术，其中就有清洗工序，使用的就是最简单的清洗介质——水。

一项技术或一个人足可以让事物的历史从根本上得到改变，这样的情况在工业革命之后是屡见不鲜的，“蒸汽机与瓦特”就是这“一项技术与一个人”的完美诠释。蒸汽机并不是瓦特发明的，1712年纽可门在前人技术的基础上发明了第一台实用的蒸汽机，但瓦特对纽可门的蒸汽机进行了一系列重大革新后，蒸汽机才被广泛应用。机器动力从此替代了人力畜力水力等自然力，蒸汽机成了为机器工业提供“万能原动力”的“大力神”，开启了工业革命的大幕，从此人类的发展进入了狂飙突进的全新时代。

新中国成立后，经过几十年的发展，中国工业经济逐渐繁荣，“中国制造”也扬名于世界。

工业生产中，解决实际问题的需要，推动了各行各业的技术人员对各自领域内清洗技术的关注和研究。工业清洗虽然有改善产品质量、延长设备寿命、减少能源消耗、提高生产能力、降低生产成本、减少生产事故、改善设备外观、美化生产环境、有利人体健康等作用，但一直没有得到应有的重视，没有得到大力的推广。

要想真正像“瓦特与蒸汽机”一样，把“清洗技术”转化为对工业经济做出巨大贡献的生产力，总是需要一些领路人走在时代的前列，规划前景，付出努力，发挥作用。

工业清洗行业也期待着领路人的出现。

第一节

清洗家族，门类简述

新中国成立后，工业清洗技术的专业研究开始于对金属表面的处理以及锅炉或热交换器中水垢的清除。随着对化学清洗中被清洗设备材质和污垢种类研究的深入，不同的清洗剂和助剂相继涌现。同时，对不同材料腐蚀特性的研究促进了缓蚀技术的发展，化学清洗技术随之脱颖而出。

随着我国工业化进程的加速，清洗服务的范围也从单一的锅炉清洗进入到了各行各业，在石油工业、化学工业、食品工业、纺织工业、造纸工业、印刷工业、交通运输业、电力工业、金属加工业、机械工业、仪器仪表、电子工业、邮电通讯、家用电器、医疗仪器、光学产品、军事装备、航空航天、原子能工业等领域得到了实际应用，取得了长足的发展，并衍生出多种新技术，形成了庞大的清洗技术家族。

现在，工业清洗可选择的清洗方法越来越多。一般而言，工业清洗可以按照以下三种方式进行分类。

按照清洗后洁净度要求的不同，可分为一般工业清洗、精密工业清洗和超精密工业清洗三大类。一般工业清洗包括各种工业设备、零部件及交通工具的内外表面的清洗，一般以去除污垢不损伤基体为目的，清洗后物体的洁净度可采用视觉法进行判断；精密工业清洗包括各种产品加工生产过程中的清洗，各种材料及设备表面的清洗等，以能够去除微小的污垢粒子为目的；超精密工业清洗包括精密工业生产过程中对机械零件、电子元件、光学部件等的超精密清洗，以清除极微小污垢颗粒为目的。

根据清洗方法的不同，可以分为物理清洗、化学清洗和生物清洗。利用力学、声学、光学、电学、热学的原理，依靠外来能量的作用，如机械摩擦、超声波、高压水射流、激光、蒸汽等去除物体表面污垢的方法叫物理清洗；依靠化学反应的作用，利用复合化学清洗剂或单一溶剂清除物体表面污垢的方法叫化学清洗，如用各种无机或有机酸去除物体表面的锈迹、水垢，用氧化剂去除物体表面的色斑，用杀菌剂、消毒剂杀灭微生物并去除霉斑等；生物清洗又叫微生物清洗，是利用微生物产生的催化酶，对清洗对象（油脂等污垢）进行分解，转化成无毒、无害的水溶性物质的清洗方法。

根据清洗媒介的不同，工业清洗技术可以分为湿式清洗和干式清洗：一般将在液体介质中进行的清洗称为湿式清洗，将在其他介质中进行的清洗称为干式清洗。传统的清洗方式大多为湿式清洗，而人们比较容易理解的干式清洗也就是吸尘器吹扫清洗。近年来，干式清洗发展迅速，如激光清洗、紫外线清洗、等离子清洗、干冰清洗等在高精尖工业技术领域得到快速发展。

近年来，其他新技术也不断地被应用于清洗技术之中。如随着生物技术的发展，越来越多的酶和微生物在清洗技术中被使用，利用的是生物化学反应；在空气净化和污水处理过程中，活性炭的使用也越来越普及，利用的是吸附作用；另外还有电解清洗等。

第二节

历史点滴，技术初成

从1949年到1984年，是国内工业各领域因生产的需要自发进行清洗技术研究和规模化应用前的准备期。

新中国成立后，随着国家对工业经济的重点扶持，各工业领域相继开工建设，投入生产，为解决建设和生产中的问题，各领域都涌现出了具有一定特点的清洗技术。然而，从现有的文献论述来看，各个细分领域清洗技术出现的时间点比较分散，描述也比较笼统，从业人员还比较分散，尚没有规模化的企业出现。

解放初期，新建工厂数量逐渐增多，稍有规模的工厂一般都会安装蒸汽锅炉，依赖蒸汽来供热、提供制造条件和拖动机械等。国内锅炉厂家和用户在锅炉的使用过程中就发现，锅炉在运行中不可避免地出现了水垢、锈蚀问题。锅炉形成水垢的主要原因是：给水经过高温、高压并不断蒸发浓缩以后，水中溶解的钙镁离子等在炉内发生一系列的物理、化学变化，最终在受热面上形成坚硬、致密的水垢。不及时进行清洗，将会降低换热效率，情况严重时甚至会引发事故。凌廷佐在《蒸汽锅炉的维护及管理——确保安全及提高效率》（1950年第4期《机械制造》）中就提到“准备汽锅内部检查与清洗”，但是描述比较简单，还没有比较系统的清洗方法。

与此同时，在表面处理行业，对化学清洗的研究也有了一些进展。王士璠在《镀铬法》（1952年2月14日出版的《化学世界》，第2期）“镀前处理”部分提到：“有机溶剂中之清洗，常先于碱性溶液的处理，以除去物件上的重油和脂类。琐碎的零件，则常用电极清洗法。阳极清洗法已成为最时髦的应用，特别是钢料物件在适当的复合清洗剂中，用阳极清洗法已经得到非常满意的结果。钢料的浸洗常于室温下，在18°Bé（波美度）的盐酸溶液中之，或于66～77℃的温度下，在10%～75%溶剂的盐酸中之。若盐酸溶液中已用制蚀剂（Inhibitor）以减少对于钢料的侵蚀作用，则物件须预先浸于未用制蚀剂的盐酸中，经过一个很短的时间，然后再在有制蚀剂的盐酸中照常清洗。钢料中的锻件，特别是铸铁一类的东西，常用吹沙法，来把它弄干净。铜和紫铜上的垢壳或锈迹，只要用冷的稀硫酸就行了；这些黄铜和铜料的物件，又常在硫酸、硝酸和盐酸的混合液中浸一浸，使得它们的表面发亮好看。”

新中国第一台拖拉机于1958年7月20日正式生产下线，在此之前，在所有大型的农场里能见到的只有苏联产的拖拉机，德特-54型拖拉机就是颇具传奇色彩的一款拖拉机。在农业工作者心中，这种拖拉机不仅以性能可靠、操作简单而著称，而且在20世纪为苏联集体农庄开垦新土地做出了重要的贡献。在按苏联著名作家肖洛霍夫的同名小说改编的电影《被开垦的处女地》中，使用的就是德特-54型拖拉机。国营农场管理局机务处在1952年6月25日发表的《德特-54拖拉机保养技术》（《机械化工》，现为《中国农垦》，1952年第Z1期）一文中，对拖拉机的保养技术提出了五种保养方案，在每种方案中都提到了“清洗”。可见，当时的人们对这种拖拉机的爱护程度，这也是较早的比较

系统地介绍机车清洗技术和规程的研究论文。

毛礼镛在1955年发表《广东亚硫酸法蔗糖厂蒸发罐积垢的生成与清除》一文，提到“糖厂蒸发罐的效率，依目前各厂来讲，除了设备、操作等因素的影响外，主要的是积垢的影响。各厂为了提高蒸发效率，每3~5天必须轮流清洗蒸发罐，15天全部通洗一次。由于积垢的影响，我们浪费了大量的热和减少了生产时间和能力，使国家财富造成了巨大的损失。因此糖厂蒸发罐积垢是一个重要的问题”。他专门总结了结垢厚度增加对蒸发传热效率降低的影响关系，并分析了结垢的成分、污垢的来源，介绍了几种清洗方法（发酵、机械、化学处理等），总结了当时制糖企业在清洗污垢技术方面的经验方法（《化学世界》，1955年第2期）。

新中国成立初期，许多新建和扩建厂矿的工业装置来自于苏联或各人民民主国家，为了防止运转过程中产生腐蚀，在出厂时，这些设备都涂有防锈油。一开始，都是用汽油把这些防锈油清洗干净，既费工也费料。于景惠在1955年8月29日发表了《节约汽油、人工和时间的一种方法：机械设备的三油清洗方法》，第一次以清洗为文章标题，对比论述了新建和扩建厂矿的工业装置防锈油（黄乾油）的清洗方法，总结出了用“三油清洗法，在清洗机械设备时可以节省材料和人工，缩短清洗时间”（见原《机械工人》，现为《金属加工（冷加工）》，第8期）。

为了给工农业提供足够电力，各地电力设施的投建数量迅速增大，需要运行的电厂锅炉数量越来越多。锅炉投产前不彻底清洗会导致锅炉水汽质量不达标，难以正常投入运行；而运行中难以避免的结垢问题则会增加运行能耗，严重时会引起锅炉鼓包、胀管、爆管，甚至爆炸，酿成生产事故，带来巨大的损失。锅炉中污垢的清洗问题引起了运行管理和科技人员的关注。窦照英在1979年发表《结垢和积盐引起的过热爆破》（见《北京电力技术》1979年第6期，现用刊名为《华北电力技术》）对此进行了分析，并提出“中参数锅炉水垢超过3.5毫米，高参数锅炉超过1毫米，超高参数0.3毫米，就必须进行化学清洗，除去水垢和腐蚀产物。”因为化学清洗中的清洗介质可在锅炉封闭空间内流动，可以与污垢充分接触，并利用化学作用，将坚硬污垢变松软，或者将污垢溶解、络合，然后通过介质的流动将污垢带出锅炉系统，达到清洗干净的目的，具有独特的优越性，所以化学清洗在电力锅炉清洗中得到了优先发展。

化学清洗技术中最常用的工艺是煮炉和酸洗。用磷酸三钠与氢氧化钠煮炉可使水垢转化为松散的水渣而除去，煮炉还可使金属表面形成磷化膜提高耐蚀能力。酸洗是水垢去除率较高、清洗周期短的清洗技术，但因为在酸洗过程中会对锅炉本体造成腐蚀，如何在清洗污垢的同时降低腐蚀，成为了酸洗技术应用中必须解决的首要问题。

第三节

缓蚀技术，一枝独秀

酸洗在金属材料、机械、冶金、电力、化工等行业有着广泛的用途。用强酸清洗