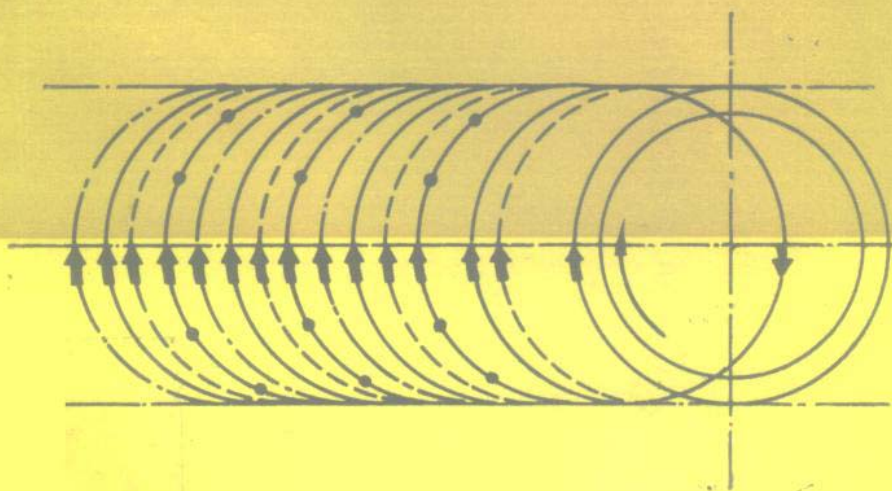


机械制造清洗技术

韩路鹏 张信华 编著



机械工业出版社

机械制造清洗技术

韩熙麟 张岱华 编著



机械工业出版社

本书是机械制造过程中清洗技术的一本专著,共分六章,系统地介绍了各种清洗液选择与配制,特别是水基清洗液的组分和配制,并列有实用的工艺参数,同时还阐述了浸洗、喷洗、高压喷射清洗、气相清洗、电解清洗、超声波清洗和多步清洗等方法及其设备的设计要点,清洗质量检查标准及方法。此外还论述清洗作业劳动安全与保护,其中还略述通风净化,废水治理和噪声治理等安全卫生技术。内容比较全面,具有较强的实用性。

本书可供机械制造工厂和科研院所从事技术工作的技术人员阅读,也可供高等院校师生教学参考。

机械制造清洗技术

韩熙麟 张岱华 编著

责任编辑:曹敬曾

封面设计:田淑文

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

河北省永清县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₃₂·印张6·字数127千字

1988年1月北京第一版·1988年1月北京第一次印刷

印数 00,001—5,750·定价:1.70元

ISBN 7-111-00066 8/TH·15

前 言

机械产品的清洁度是产品质量的一项考核指标，必须由生产过程的清洗质量来保证，因此，如何提高产品和零部件的清洗质量正在成为企业领导、工程技术人员、生产班组长和操作人员十分重视的问题。

清洗是机械制造生产过程中反复进行的一项作业，工件进行油漆、电镀、热处理、防锈和装配前，以及产品装配过程中都需要清洗，因此，清洗质量的提高贯穿于整个机械制造生产过程中，既需要严格的生产管理，更需要应用先进的清洗技术。

近三十年，机械制造清洗技术有很大发展，其中尤以水基清洗液发展迅速，正在越来越多的场合取代汽油、煤油和柴油。高效率清洗方法如高压喷洗、气相清洗、超声波清洗和多步清洗等的应用，及其相应的清洗设备的发展，使清洗作业趋向机械化和半自动化，改善了作业条件，减轻了劳动强度，提高了产品清洗质量，提高了经济和社会效益。

本书是论述机械制造过程中清洗技术的专业书。编写本书，力求从工作实践出发，总结机械制造过程中清洗作业的工艺经验和科研成果，结合引进的先进清洗设备的应用，扼要介绍国内自行设计制造、业已投入使用的清洗设备的应用经验，同时简述国外先进的清洗技术资料。以冀做到既系统阐述清洗技术理论，又较为系统地介绍其生产实践；既要反映国外的先进技术水平，又要突出阐述国内已做过的工作，

对国内尚处于发展阶段的清洗技术也作了必要的简要介绍，以求适应从事清洗作业生产实践的工程技术人员、车间管理和工艺人员的需要，同时也兼供从事清洗技术方面的科研、教学人员参考。

本书共分六章，顺序为：概述、清洗液、清洗方法、清洗设备、清洗质量检查和清洗作业安全卫生技术。详细阐述浸洗、喷洗、高压喷射、电解、气相、超声波清洗和多步清洗的工作原理、工艺参数、清洗作业要点和适用性，以及与各种清洗方法相对应的清洗设备的结构特点和应用工艺。同时，对清洗液的选择、特别对水基清洗液的组份和配制，提供了较多的实用配方及其工艺参数。此外，还概略介绍清洗作业的通风净化、废水治理和噪声治理等安全卫生技术。

本书的编写得到上海市化学化工学会和上海市涂料工业公司的帮助，上海市机电设计研究院沈珑高级工程师和上海市涂料研究所姜英涛高级工程师对稿件进行了审阅和修改，并热情提供技术资料，在此谨致衷心的感谢。

由于水平所限，书中错误、缺点和不足之处，敬请读者给予批评、指正。

目 录

前 言

第一章 概述	1
1 清洗作业的重要性	1
2 清洗作业三要素	3
3 清洗作业的分类与发展趋向	4
第二章 清洗液	7
1 清洗液的分类	7
1.1 单组份清洗液	8
1.2 双组份清洗液	9
1.3 三组份清洗液	9
1.4 四组份清洗液	10
2 清洗液的选择原则	10
3 EW型与BEW型清洗液的配制与应用	13
3.1 主要特性	13
3.2 清洗机理	14
3.3 组份与配制	19
3.3.1 非离子型表面活性剂的类型及其特性	19
3.3.2 国产常用金属清洗剂的性能特点	20
3.3.3 金属清洗剂的选择	25
3.3.4 常用助剂及其选择	27
3.3.5 常用水基清洗液的配方与工艺参数	29
4 BW型清洗液的配制及其应用	32

5	ESW型清洗液的配制及其应用	34
6	S型及其复配清洗液的选择与应用	36
6.1	S型清洗液的选择原则	36
6.2	三氯乙烯	37
6.3	稳定化 1 : 1 : 1 三氯乙烯	39
6.4	三氟三氯乙烯	40
第三章	清洗方法及其应用	43
1	清洗方法的选择	43
2	高压喷射清洗	45
2.1	高压喷射清洗的适用性与工 作原理	45
2.2	高压喷射清洗的工艺参数选择	48
2.3	喷嘴的类型及选择	50
2.4	防止形成和消除梳状漏喷	52
3	气相清洗及其组合清洗	54
3.1	气相清洗及其组合清洗的特点	54
3.1.1	气相清洗	54
3.1.2	气-浸组合清洗	56
3.1.3	气-喷组合清洗	57
3.1.4	气-浸-喷组合清洗	59
3.2	组合清洗方法的选择	60
3.3	气相组合清洗的工艺要点	60
3.3.1	添加稳定剂及其选择	60
3.3.2	清洗液槽体防腐蚀措施	62
3.3.3	使用中的安全性	64
4	电解清洗	64
4.1	电解清洗的作用机理与适用性	64
4.2	电解清洗的工艺参数	65
4.3	电解清洗作业的电极选择	68

5	超声波清洗	69
5.1	超声波清洗机理	70
5.2	清洗液选择	71
5.3	超声波清洗工艺	72
5.3.1	超声波清洗的工作频率和功率	72
5.3.2	清洗液温度	74
5.3.3	超声波清洗时间	74
5.3.4	超声波清洗工艺要点	74
6	多步清洗	75
6.1	液压件四步式清洗生产线	76
6.2	柴油机油泵油嘴五步式清洗生产线	77
6.3	光学元件八步式清洗生产线	77
第四章	清洗设备的设计与应用	79
1	清洗槽设计	79
1.1	清洗槽的类型、组成与材料	79
1.2	清洗槽的设计要点	81
1.3	清洗槽槽体尺寸计算	83
1.4	常用带加热器的清洗槽的结构与尺寸	86
2	清洗槽液加热装置	87
2.1	热源选择	87
2.2	加热装置计算	88
2.2.1	直接蒸汽加热所需蒸汽消耗量	88
2.2.2	间接蒸汽加热所需蒸汽消耗量	89
2.2.3	蒸汽加热器传热面积与尺寸	91
2.2.4	电加热及其管状加热器计算	93
2.2.5	清洗槽加热升温时间确定	95
3	喷射清洗装置设计与应用	95
3.1	装置壳体与槽体	96
3.2	喷射系统	98

3.3	喷射清洗装置的传送链保护措施	104
3.4	常用喷射清洗装置	105
3.4.1	固定式喷管喷射清洗装置	105
3.4.2	旋转式喷管喷射清洗装置	105
3.4.3	工件旋转式喷射清洗装置	107
4	气相清洗装置设计与应用	110
4.1	气相清洗槽设计	110
4.2	气相-组合清洗装置的设计与应用	113
4.2.1	组成及其材料选择	113
4.2.2	液水分离器主要尺寸的确定	114
4.2.3	局部通风装置	115
4.2.4	监测控制措施	116
4.3	气相清洗与气相组合清洗装置	117
4.3.1	大批量生产用气相清洗装置	117
4.3.2	气相清洗与气-浸组合清洗装置	117
4.3.3	气相清洗与气-喷组合清洗装置	119
5	超声波清洗装置的设计与选用	120
5.1	超声波清洗槽设计	120
5.2	换能器与超声波发生器的选用	123
5.3	超声波清洗装置	125
5.3.1	微型工件半自动超声波清洗机	125
5.3.2	多步超声波清洗生产线	127

第五章 清洗质量检测130

1	清洗质量的评价指标	130
1.1	产品清洁度	130
1.2	工件表面清洁度的等级	131
1.3	清洗液性能失效的检测	133
2	工件清洗质量的检测	134
2.1	挂水法与喷雾法	135

2.2	荧光法与硫酸铜法	136
2.3	专用试纸法	136
2.4	接触角法	137
2.5	重量法	139
3	水基清洗液的清洗能力检测	140
3.1	人工油污的配制与涂复	140
3.2	试件清洗工艺	142
3.3	浓度检测	144
第六章	清洗作业的劳动安全与环境保护	146
1	清洗作业安全的紧迫性与重要性	146
2	清洗作业的安全技术要求	148
2.1	清洗作业场所的劳动安全要求	148
2.2	清洗作业场所的卫生技术要求	149
2.3	各种清洗作业方法的主要安全措施	151
3	清洗作业的通风净化	152
3.1	清洗作业场所的通风设计要求	152
3.2	清洗作业工位的局部排风	154
3.2.1	一般设计原则	154
3.2.2	清洗槽槽边局部排风工作原理	155
3.2.3	排风罩的选择	156
3.2.4	风速的选择	160
3.3	清洗作业场所的全面通风	161
3.3.1	全面通风换气量计算	161
3.3.2	全面通风的气流组织	163
3.4	碱性清洗液的碱雾净化	164
4	清洗作业的废水治理	166
4.1	清洗作业的废水源及其特征	166
4.2	清洗作业废水的治理方法与装置	167
4.2.1	治理方法选择	167

4.2.2 治理装置.....	174
5 清洗作业场所的噪声治理.....	171
5.1 清洗作业场所的主要噪声源与治理要求.....	171
5.2 清洗槽加热蒸汽的气流噪声的治理.....	173
5.3 清洗作业场所风机与风管噪声治理.....	175
5.3.1 风机噪声特性.....	175
5.3.2 风机噪声治理措施.....	176
5.3.3 风管噪声的综合治理.....	178
参考文献	179

第一章 概述

1 清洗作业的重要性

产品清洁度是机电产品的一项主要质量指标。产品清洁度下降往往造成机电产品的性能下降,如轴承“抱轴”、气缸“拉毛”、导轨“咬合”,一些配合副、磨擦副出现过度磨损,产品的精度丧失等。因此产品清洁度通常成为反映机械工厂的清洗技术水平、组织文明生产和工厂技术管理水平的一个综合性评价指标。

工业发达国家生产的机电产品,出厂时对产品清洁度都有严格规定,如日本生产的100马力以下的柴油机,对主要零部件的清洁度分别有规定,如气缸体的残留油污量规定不超过70mg,曲轴为17.6mg,连杆为12mg等等。美国生产同类产品的清洁度要求也很高,检查工件清洗质量时规定用5 μ m滤纸,凡属5 μ m以上的污垢和油污均作为残留油污量计算。对于电子器件和精密零件生产,清洗作业属于生产中的关键工艺,清洁度不合格即造成产品质量降级,甚至产品报废。

产品清洁度主要由工件的清洗质量来保证,要提高产品清洁度就必须从工件清洗质量做起,而清洗是多种工艺过程中反复进行的一项工序,为此要求在生产过程的各个环节做好清洗作业,其中比较重要的环节如下:

机械加工生产线的开始和终结以及重要加工工序前后,如精密磨削加工前后,都需要设置清洗工位,对工件进行清洗。这种清洗作业一般称为工序间清洗。

热处理工序前后要求工件进行一般性清洗。由于热处理后工件表面往往有残留浴盐，污垢程度比较严重。

装配前和装配过程中要求严格清洗，其清洗质量直接影响产品的清洁度，清洗的质量要求高。装配过程中有零件和部件的清洗。

防锈封存前的工件必须进行必要的清洗，以便在其表面涂覆防锈或防锈膏。封存时间要求长，相应地清洗要求严格。否则，直接影响工件或产品的防锈封存有效期。

电镀前的工件必须清洗除油干净。否则，镀层与工件基体不能结合牢固，因此清洗质量要求高。

涂装前的工件必须清洗除油干净。否则，涂层（常称底漆）与工件基体不能结合牢固，因此清洗质量要求高。有的涂装工艺要求在底漆前，先作磷化处理，同样要求工件清洗洁净，否则磷化膜与工件基体不能结合牢固，反而脱落。

防锈前、电镀前和涂装前的除油清洗工序是一项基础工作！除油清洗质量差，将导致除油清洗后的所有作业都归于无用，以至不得不重新进行除油清洗，重复以上作业。

关于各种工艺过程中的清洗质量要求，国内尚未有分级规定的标准，国外有按分级规定清洗质量的技术要求，系按工件的单位表面积允许的残留油污量计算，其参考数值如下：

热处理后清洗	$1.25 \sim 0.75 \text{ mg/cm}^2$
机械加工过程中清洗	$1.0 \sim 0.55 \text{ mg/cm}^2$
防锈前清洗	$0.55 \sim 0.1 \text{ mg/cm}^2$
电镀前和涂装前清洗	$0.1 \sim 0.01 \text{ mg/cm}^2$
装配前和装配过程中一般工件清洗	$0.15 \sim 0.05 \text{ mg/cm}^2$

此外，电子器件、精密零件，光学元件等清洁度要求高

的工件或部件，则应按其专业标准规定的控制值进行质量检查。

2 清洗作业三要素

清洗是借助清洗设备（或工具）将清洗液作用于工件表面，用一定的清洗方法除去工件表面粘附的油脂污垢，并使工件表面达到一定的清洁度。在有些情况下，要求清洗后的工件具有一定的缓蚀性。

清洗作业有三要素：清洗液、清洗方法和清洗设备（或工具）三者缺一不可。惟有三者互相配合协调，才能使清洗作业取得良好的技术经济效果。

清洗是从工件表面除去所粘附的油脂和污垢。为此，有必要了解、分析这类油脂和污垢的组成及其性质。这类油脂和污垢从其化学性质区分，包括有机物和无机物两类；从其物理状态区分，包括液态、半固态和固态三类。

属于有机物的有：多种矿物油、动物油、植物油、蜡、旧漆、脂肪酸混合物等。属于无机物的有：灰尘、抛光膏和研磨膏的残留物等。

油脂和污垢按照物理状态区分，作为液态存在的有多种油类，作为半固态存在的有各种脂类、蜡、粘附的肥皂等，作为固态存在的有旧漆、灰尘、泥巴、抛光膏和研磨膏中的颗粒物及混合污垢等。

通过清洗除去上述各类和各种状态的油脂和污垢，主要依靠清洗液和清洗方法两者作用于工件表面的各种能力，主要是属于清洗液本身性能所具备的有：溶解能力、表面活性力和化学反应产生中和或分解。

属于清洗所产生和施加于工件表面的能力有：冲击力、

搅拌力、电解（或振动）。

清洗设备则是清洗液和清洗方法产生上述各种能力，并且是充分发挥作用的必要条件。

因此，清洗液、清洗方法和清洗设备三者是互相依存、互相促进的三要素。为了提高清洗水平，必须提高清洗液的各项性能和清洗方法的效率，以及提高清洗设备的技术经济效益。

3 清洗作业的分类与发展趋向

关于清洗作业的分类，国内迄今未有统一方法，以至分类叫法比较混乱。近年国家劳动人事部下达《涂装前处理工艺安全规程》国家标准编制任务。此项国家标准审定稿中将清洗作用清洗方法进行分类，具体分为：手工清洗、机动工具清洗、浸渍清洗、喷淋清洗、高压喷射清洗、电解清洗、超声波清洗和多步清洗。

过去习惯于沿用清洗液分类，分为：汽油清洗、柴油清洗、煤油清洗、水剂清洗、三氯乙烯清洗和碱液清洗等。但当采用超声波清洗方法用于清洗作业时，就称作超声波清洗，因为超声波清洗可以配用汽油、煤油、三氯乙烯、水基清洗液等清洗液，采用清洗液分类则无法体现超声波清洗这一特征。同样，当采用气相清洗、高压喷射清洗等也有这样的矛盾，当配用多种清洗液时，就不得不采用清洗方法来分类。由此可以比较，采用清洗方法分类比用清洗液分类更为准确地反映清洗作业的特征。按照清洗方法分类能及时反映清洗技术的发展，将新发展起来的清洗方法在分类中得到反映。近四五十年來，清洗技术发展表明，清洗液是比较稳定的，目前沿用的清洗液，其中大多数，在国外，四十年代就

已经使用。至于清洗方法的发展较为活跃，高压喷射清洗是近二三十年发展起来的。高压喷射清洗的压力从原来4.9 ~ 5.8MPa提高到19.6MPa左右，近来则提高到98.1MPa左右。至于多步清洗，每步清洗工序可以采用上下清洗工序，也可采用不相同的清洗液，组织清洗生产线，更属近二三十年发展起来的。

清洗设备相对于清洗液和清洗方法而言，发展较为缓慢。目前清洗设备仅有两三种类型和少数几种技术规格进行小批生产，大多数的清洗设备仍然处于非标准设备状态，距离通用化、系列化、商业化尚远，更没有形成一个行业。清洗技术的科研中心亦未形成，清洗技术的科研规划分散在几个行业进行。

当前清洗技术的发展趋向主要有以下几个方面：

(1) 从坚持向国际标准过渡和靠拢的要求出发，首先抓紧制订钢铁工件清洗质量的国家标准，将清洗质量检查分级、统一，并有成套的检查方法、检查仪器和检查试剂。使工件清洗质量的检查具有重现性。

(2) 从节省能源推广“以水代油”的政策出发，积极推广水基清洗液代替有机溶剂。

按照全国部分地区粗略统计，业已实现用水基清洗液代替石油系列溶剂用作清洗液的工厂，按照消耗量计算约占15%左右。可知水基清洗液的推广应用很有可为，任务很重。

近年国内市场上出现的金属清洗剂牌号很多，有一百三十种之多，极大多数生产厂为集体所有制的县、乡、村办工厂。其中大部分金属清洗剂的组份，性能相似或相近，经同类型归并后，主要类型约有三四十种，其中可供常温下使用的

类型品种很少，极大部分需要加热使用。

为推广水基清洗液代替石油系列溶剂用作工厂的清洗液，要求相应地解决以下三项配套技术：

其一为筛选高效多功能水基清洗液，将其主要组份实现粉体化、商品化，方便用户，从市场购回直接加水使用，改变目前由工厂用户自行设计制造、调配清洗液配方的状况。

其二与水基清洗液配套的带加热器的清洗槽、过滤器、局部排风装置配套供应，定点生产，实现通用化、系列化、商品化。

其三由于应用水基清洗液，为防止工件清洗后的冲洗水（或漂洗水）连续排放造成环境污染，将其废水治理装置定点生产，配套供应。

（3）常温下使用的水基清洗液，节省工件清洗的加热能源。

（4）发展和提高多步清洗，组织清洗生产线，使清洗作业实现高清洁度和高生产率。

（5）加强清洗技术研究，形成清洗技术研究中心，制订清洗技术长远发展规划，将清洗设备纳入通用化、系列化轨道，逐步形成清洗设备制造行业，加强专业化，推动清洗技术不断发展前进。