

（初级技能 中级技能 高级技能）

劳动和社会保障部
中国就业培训技术指导中心
组织编写

涂装工

国家职业资格培训教程
专用于国家职业技能鉴定

中国劳动社会保障出版社



专用于国家职业技能鉴定

国家职业资格培训教程
涂 装 工

(初级技能 中级技能 高级技能)

劳 动 和 社 会 保 障 部
中国就业培训技术指导中心 组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

涂装工：初级技能 中级技能 高级技能/劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心
组织编写. —北京：中国劳动社会保障出版社，2004

国家职业资格培训教程

ISBN 7-5045-4060-9

I. 涂… II. 劳… III. 涂漆-技术培训-教材 IV. TQ639

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 009541 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

*

·世界知识印刷厂印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 9.25印张 229千字

2004年9月第1版 2004年9月第1次印刷

印数：5000册

定价：16.00元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64911190

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64911344

国家职业资格培训教程

涂 装 工

编审委员会

主 任 陈 宇

副主任 陈李翔 李 玲

委 员 王宝金 陈 蕾 袁 芳 葛 玮 刘永澎

沈照炳 应志梁 楼一光 秦克本 宋安祥

马剑南 焦恒昌 吕一飞 徐文彦 陈寿龙

朱庆敏 李智康 吴伟年 何春生 朱初沛

张海英 吴以平 王一飞 应国强

本书编审人员

主 编 张怀琛

编 者 李 骥 林宣乐 王路路 高宏伟

主 审 吴一昌

前 言

为推动涂装工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在涂装从业人员中推行国家职业资格证书制度，劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业标准——涂装工》（以下简称《标准》）制定工作的基础上，组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家，编写了《国家职业资格培训教程——涂装工》（以下简称《教程》）。

《教程》紧贴《标准》，内容上力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色；结构上针对涂装工职业活动的领域，按照模块化的方式，分初级、中级、高级、技师、高级技师5个级别进行编写。《教程》的基础知识部分内容涵盖《标准》的“基本要求”；技能部分的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”。

《国家职业资格培训教程——涂装工（初级技能 中级技能 高级技能）》适用于对初级、中级、高级涂装工的培训，是职业技能鉴定的指定辅导用书。

本书由张怀琛（上海机床厂有限公司）、李骥（上海市高级技术学校）、林宣乐（上海大众汽车有限公司）、王路路、高宏伟（以上均属中国第一汽车集团公司）编写，张怀琛主编；吴一昌（上海大众汽车有限公司）主审。

由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎读者提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心

目 录

第一部分 初级涂装工工作技能

第一章 涂装前工件表面预处理	(1)
第一节 机械法表面处理	(1)
第二节 化学法表面处理	(7)
第三节 非金属表面处理	(15)
第二章 工件及产品涂装	(18)
第一节 刷涂	(18)
第二节 浸涂	(22)
第三节 淋涂	(23)
第四节 滚涂	(24)
第五节 喷漆修补	(26)
第六节 高压无气喷涂	(35)
第七节 静电喷涂	(37)
第八节 粉末涂装	(41)
第九节 电泳涂装	(44)
第三章 涂装安全文明生产	(48)
第一节 涂装生产中的安全措施	(48)
第二节 涂料的保管及防火、防爆	(50)

第二部分 中级涂装工工作技能

第四章 涂装前工件表面预处理	(53)
第一节 金属表面化学处理	(53)

第二节 木材制品表面处理	(60)
第五章 工件及产品涂装	(62)
第一节 刷涂	(62)
第二节 浸涂	(63)
第三节 淋涂	(64)
第四节 滚涂	(66)
第五节 喷漆修补	(67)
第六节 高压无气喷涂	(69)
第七节 静电喷涂	(72)
第八节 粉末喷涂	(73)
第九节 电泳涂装	(77)
第六章 质量检验及分析	(83)
第一节 涂料产品质量检验的特点	(83)
第二节 涂膜一般制备法	(84)
第三节 涂料产品常规性能的检验	(86)

第三部分 高级涂装工工作技能

第七章 涂装前工件表面预处理	(100)
第一节 金属表面化学处理	(100)
第二节 塑料制品表面处理	(105)
第八章 工件及产品涂装	(107)
第一节 涂装方法及涂料品种的选择	(107)
第二节 浸涂	(109)
第三节 喷漆修补	(111)
第四节 高压无气喷涂的技术参数及质量控制	(118)
第五节 高速旋杯静电自动喷涂的特征参数	(120)
第六节 粉末喷涂	(121)

第七节 电泳涂膜的缺陷及排除.....	(122)
第九章 质量检验及分析.....	(124)
第一节 涂膜常规性能的检验.....	(124)
第二节 涂料及涂膜检验仪器的维护和保养.....	(135)

第一部分 初级涂装工工作技能

第一章 涂装前工件表面预处理

第一节 机械法表面处理

黑色金属表面一般都存在氧化皮，俗称铁锈。在涂漆前必须将它们清除干净，否则会严重影响涂膜的附着力、装饰性和使用寿命，造成不必要的经济损失。

氧化皮是黑色金属在空气中发生氧化作用形成的，主要由氧化亚铁 (FeO)、四氧化三铁 (Fe_3O_4)、三氧化二铁 (Fe_2O_3) 组成。如果黑色金属表面存在氧化皮，涂漆后涂膜被锈层隔离而不能牢固地附着于金属表面，同时由于铁与氧化皮形成原电池，从而造成金属的进一步腐蚀，使铁锈质地疏松，并含有水分、体积增大，从而造成涂膜起泡龟裂脱落。所以，充分彻底地除去金属表面氧化皮（铁锈）是极为重要的。现介绍几种常用的除锈方法。

一、手工法

手工除锈的常用工具如图 1—1 所示，有锤子、铲刀、刮刀、钢丝刷和挫刀等。在除锈后，

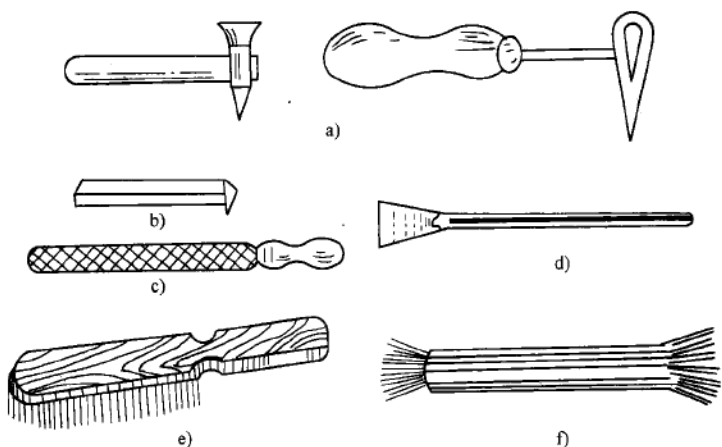


图 1—1 手工工具

a) 尖头锤 b) 弯头刮刀 c) 图纹粗挫 d) 刮铲 e) 钢丝刷 f) 钢丝束

要用吸尘器、清洁干燥的压缩空气或清洁的刷子将表面清理干净，然后尽可能早地涂上第一道漆，以免再次锈蚀。

手工除锈方法简便，但是生产效率低，劳动强度大，操作场所环境恶劣，而且除锈质量差，一般只能除去疏松的铁锈和鳞片状的旧漆，不能除尽氧化皮，所以仅适用于局部修理，或难于进行机械除锈和弹丸除锈的地方。

二、半机械法

半机械法是使用风动或电动除锈工具，以压缩空气或电能为动力，使除锈工具产生圆周运动或往复运动，并与被加工的金属表面接触产生摩擦力或冲击力，从而达到除锈目的。常用的工具有以下四种。

1. 风砂轮

风砂轮主要用于清除铸件毛刺、修光焊缝及大型机械装配时用于修磨表面。其动作原理为（见图 1—2）压缩空气由接合螺母 1 经滤风网 2 进入柄体 3，扳动压柄使进风阀 4 打开，压缩空气进入风箱 5 作用在叶片 6 的凸出部位上推动叶片，使回转子 7 旋转。通过键 8 将驱动力传递给主轴 9，主轴端装有砂轮，于是主轴带动砂轮旋转进行工作。完成推动工作后的废气，由风箱的排气孔经过挡风板 10 的缺口排出。进气和排气是连续进行的，于是砂轮连续旋转。

2. 风动钢丝刷

风动钢丝刷是用压缩空气驱动电动机带动钢丝轮转动实现对加工件表面清理的风动钢丝刷如图 1—3 所示。其设备简单，使用方便，适用于小面积和焊缝的清理，但表面处理的质量比弹丸差。

3. 风动打锈锤

风动打锈锤俗称敲铲枪，其外形结构如图 1—4 所示。它是一种比较灵活的除锈工具，适用于比较狭窄的地方。它是由锤体和手柄构成。锤的端部有梅花形凸出的棱角，锤的往复运动是由压缩空气驱动的，所需压缩空气的压力为 $0.4 \sim 0.6 \text{ MPa}$ 。由于锤的往复运动撞击金属表面铁锈，从而达到除锈目的。它的往复次数可达 $1\,000 \sim 3\,000 \text{ 次/min}$ 。锤的直径一般为 25 mm ，手柄的端部装有启闭压缩空气用的旋塞（开关）和压缩空气接头。不同型号的风动打锈锤用途也不相同。带有梅花形棱角的锤，一般适用于平面的除锈。图 1—5 所示的尖形锤端打锈锤和图 1—6 所示的针束除锈器适用于边角和凹陷处的除锈。

4. 风动齿形旋转式除锈器

风动齿形旋转式除锈器利用高速旋转的齿形片与金属表面的锈层摩擦和撞击实现对加工

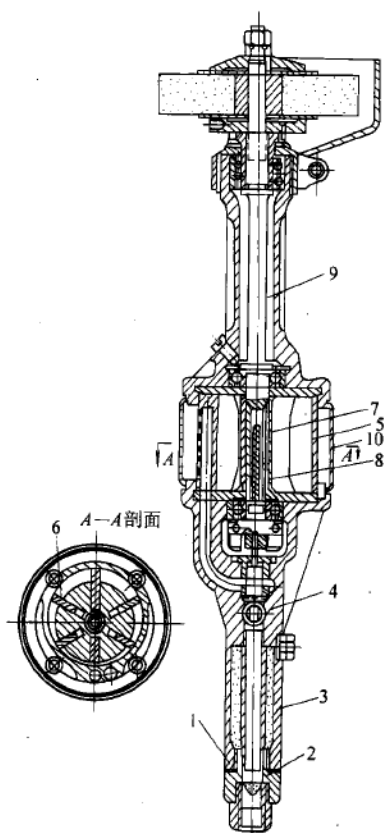


图 1—2 风砂轮结构

- 1—接合螺母 2—滤风网 3—柄体
4—进风阀 5—风箱 6—叶片 7—回
转子 8—键 9—主轴 10—挡风板

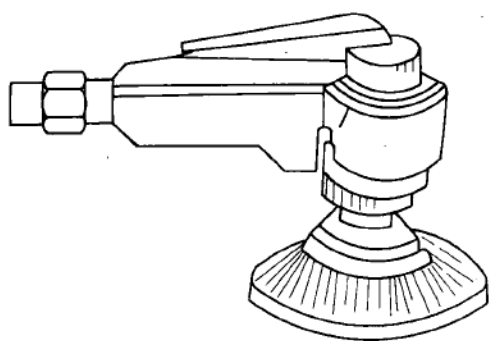


图 1—3 风动钢丝刷

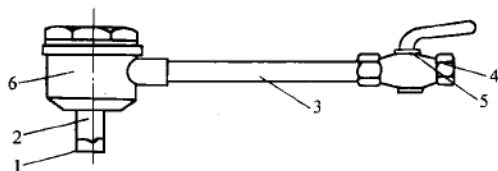


图 1—4 风动打锈锤

1—梅花形锤端 2—锤 3—手柄
4—压缩空气入口 5—旋塞 6—锤体

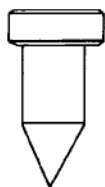


图 1—5 尖形锤端

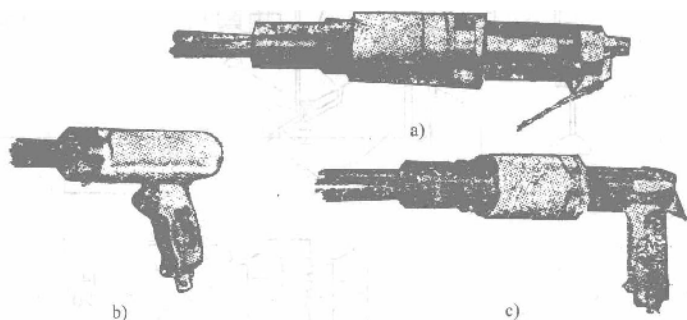


图 1—6 针束除锈器

a) 一般型 JC20 b) 轻作业型 JC16 c) 强力型 JC28

件的除锈，主要由齿轮除锈转盘与风动机两部组成，如图 1—7 所示。齿轮除锈转盘由两块圆形金属夹板及 5 根定距离支柱组成笼形转盘，在每根支柱上串有 8~11 片直径为 35 mm 的齿形片。当转盘以高速转动时，齿形片在离心力的作用下撞击金属表面。

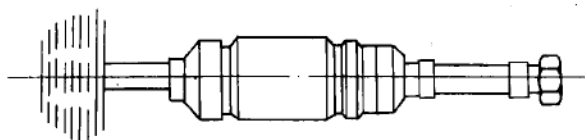


图 1—7 风动齿形旋转式除锈器

风动机部分由带有活动叶片的转子和壳体组成。当输入 0.5~0.7 MPa 的压缩空气时，驱使转子高速旋转，转速可达 8 000 r/min，从而带动齿轮转盘高速旋转。这种工具适用于清除钢板表面的薄锈层和旧涂膜。

三、机械法

机械法除锈相对于手工除锈和风动除锈大大地提高了除锈量、工作效率，并降低了劳动强度。除锈后钢板表面具有一定的粗糙度，有利于涂膜的附着。机械法除锈采用的弹丸（砂）除锈方法主要有干弹丸、湿喷砂、真空弹丸和抛丸等。

1. 干弹丸除锈

干弹丸除锈是利用压缩空气作动力，直接将铁丸推进并从喷嘴喷出，冲蚀钢材表面的铁锈、氧化皮和其他污染物，从而达到除锈清理的目的。

干弹丸设备一般包括三个系统，即弹丸除锈系统、铁丸回收系统和全室除尘系统。

(1) 弹丸除锈系统

弹丸除锈系统工艺流程如图 1—8 所示。来自压缩机的压缩空气，经压缩空气进口阀 17 进入气液分离器 16，一路进入空气过滤器 14 到防护服头盔供操作人员呼吸用；另一路经总阀 11 后再分两路。其中一路经三通阀 7 进入丸缸 9 压丸；一路经气阀 12 进入弹丸管路将铁丸推进，从喷嘴 3 喷出。

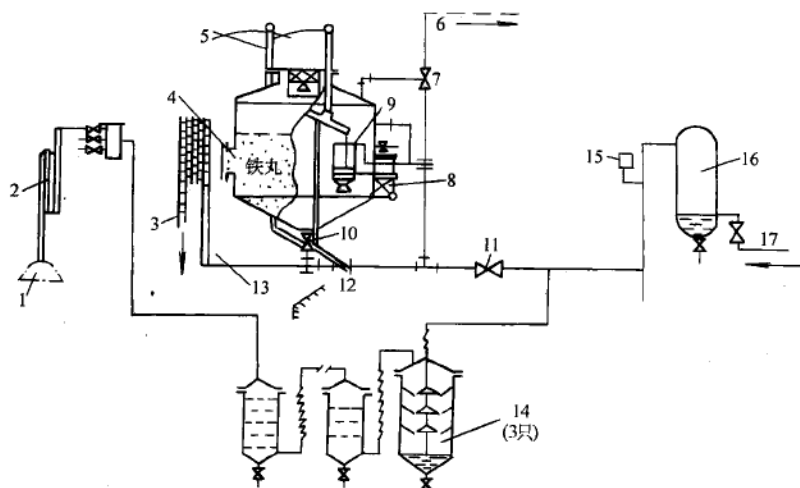


图 1—8 弹丸工艺流程

- 1—防护服头盔 2—小胶管 3—喷嘴 4—检查门 5—手操柄 6—丸缸排气管 7—三通阀
8—电控气阀 9—丸缸 10—放丸阀 11—总阀 12—气阀 13—弹丸胶管 14—空气过滤器
15—压力表 16—气液分离器 17—压缩空气进口阀

操作过程为：弹丸工人穿好防护服、戴好头盔进入喷砂车间；先将铁丸装满丸缸，然后打开压缩空气进口阀开始供呼吸用气，随后打开总阀，再打开三通阀，压缩空气进入丸缸，丸缸上部弹簧阀受到压力后自动关闭，待丸缸内压力达到平衡后，打开气阀，再打开放丸阀，此时即可弹丸除锈。

工作完毕，关闭放丸阀，再关闭进气总阀和气阀，将三通阀接通排气管，把丸缸内压缩空气放出，使缸内压力与外界大气压平衡，最后关闭压缩空气进口阀。工人脱卸防护服装。

弹丸所用的丸粒有铁丸、钢丸、钢丝段等。目前国内主要用铁丸作为磨料。铁丸直径大小的选用取决于被喷射钢板的厚度及弹丸嘴口径的大小。钢板厚度与铁丸直径的关系及喷嘴口径与铁丸直径的关系，分别见表 1—1 及表 1—2。

表 1—1

钢板厚度与铁丸直径的关系

mm

喷件钢板厚度	铁丸直径	喷件钢板厚度	铁丸直径
2~3	0.5	4~6	1.0
3~4	0.8	7~12	1.5

表 1—2

喷嘴口径与铁丸直径的关系

mm

喷嘴口径	铁丸直径	喷射对象
8~10	0.8~1.0	薄钢板件
10~12	1.5	厚钢板件
14~16	2.0	铸件

(2) 铁丸回收系统

铁丸回收系统用于铁丸的输送和回收，铁丸的输送方法一般有机械输送和气力（即抽真空）输送两种，有时也混合使用有机械输送和气力输送方法。

机械输送由水平输送和垂直（或倾斜）提升两部分组成。水平输送有螺旋输送、皮带输送、括板输送和振动槽输送等。垂直提升一般使用斗式提升。

(3) 全室除尘系统

在弹丸工作过程中，所产生的粉尘使室内能见度降低，劳动条件恶劣。为了提高能见度，改善劳动条件，必须装置全室除尘系统。除尘风机采用低压离心风机，吸风管道的吸风口和进风口的安排应能使粉尘迅速下降，通常吸风管道安装在集丸坑格子铺板的下面，也有因位置关系安装在弹丸间两侧的附壁上，或者两种方法混合使用。但吸风口都接近地面和向下开口，从而避免吸入铁丸，使粉尘迅速下沉。室内新鲜空气是通过自由流入式的进风口进入室内的，这些进风口都安排在弹丸间的顶部，气流自上而下，进风口的进风量与风机的排风量相当，并保证室内维持一定的负压，防止粉尘外扬。全室除尘系统如图 1—9 所示。

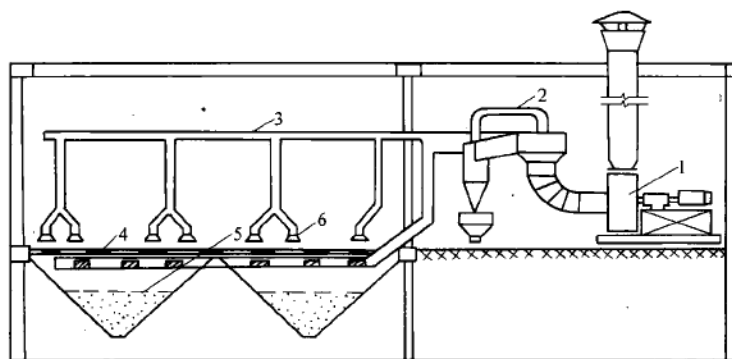


图 1—9 全室除尘系统图

1—低压风机 2—双级螺旋除尘器 3—排风管 4—铁丸过滤网 5—集丸坑 6—吸尘口

除尘过程：开动风机，含粉尘的气流从进风口进入排风管，经双级螺旋除尘器，粉尘被除去，净化空气经风机排出室外。

2. 湿喷砂除锈

砂子作为除锈磨料，其来源丰富，亦比较经济，但在喷砂过程中灰尘飞扬严重，容易使操作工人得矽肺病。采用湿喷砂可以克服这一缺点。湿喷砂又称水喷砂，是水和砂子分别进入喷嘴，在出口处汇合，并通以高压空气，使水和砂子高速喷出，形成严密的环形水屏，从而大大地减少了灰尘的飞扬，并有良好的除锈效果。

湿喷砂装置主要由砂缸、水缸和喷嘴组成。其工作原理如图 1—10 所示。

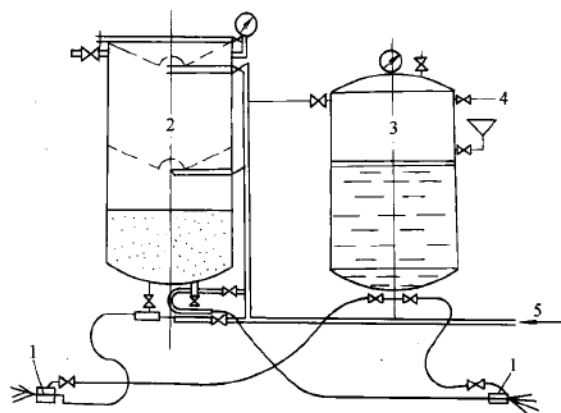


图 1—10 湿喷砂装置原理

1—喷头 2—储砂缸 3—储水缸 4—从水泵来的水 5—压缩空气

湿喷砂操作由 2 人配合进行。操作前，先将橡皮管分别连接在储砂缸和储水缸底部的出口上，再将砂料过筛后装入储砂缸中，分别启动空气压缩机和泥沙泵，使储砂缸和储水缸分别达到所需要的工作压力，然后将喷嘴旋紧在喷头上。操作时要穿戴好防护服和防护帽，双手握住喷头，与工件保持平行，喷枪的喷射角度为 $45^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，从里往外，由上至下，按照顺序一枪一枪地喷射。

湿喷砂用的材料主要是水和黄砂，其比例是 1:2（体积比）。为了防止除锈后在短时间内再次生锈，一般在水中预先加入适宜的化学钝化剂，如磷酸三钠、亚硝酸钠、碳酸钠或乳化液，使金属表面钝化，可短时期起防锈作用。

3. 真空弹丸除锈

弹丸除锈虽然有生产效率高的特点，但粉尘会在一定范围内飞扬，工作环境较恶劣，操作时需要穿戴防护服，而且只能在固定的弹丸间或密封室进行。真空弹丸除锈既保持了除锈质量高的优点，又解决了除锈过程中粉尘的飞扬问题，实现了无尘弹丸除锈，而且这种除锈设备可以到现场进行除锈。

真空弹丸除锈机是利用压缩空气将铁丸从一个特殊的喷嘴，喷射到被处理表面上，同时又利用真空原理吸回喷出的丸粒及产生的粉尘，再经分离器和滤网，把粉尘和杂质除去，清洁的丸粒又回到储丸槽，再从喷嘴喷出，如此循环地进行除锈，其整个除锈过程都是在密闭条件下进行的。

4. 抛丸除锈

抛丸除锈与弹丸除锈的根本区别是抛丸的动力是机械力，而弹丸的动力是高压空气。抛丸除锈的特点是能使钢材表面清理得均匀，抛丸以后可提高材料 80% 的抗疲劳强度和 1 倍的抗腐蚀应力，对材料的表面硬度也有一定程度的提高，并且改善了劳动条件，提高了生产效率。

5. 高压喷水除锈

高压喷水除锈具有效率高、效果好、成本低、改善劳动强度和劳动条件等优点，尤其适用于船舶的二次除锈，它可以除净锈蚀麻孔中的铁锈。高压喷水除锈和喷砂除锈相比每平方米的除锈费可降低 50% ~ 60%。高压喷水能除去船体上的污物，如藤壶、海草、盐分、铁

锈、耗完毒性的防污涂层及剥离的防腐涂层等，而不会损伤附着良好的防污防腐涂层。但高压水除锈后，待水干后应及时涂漆，防止再次生锈。

四、除锈工具、设备的维护保养

手工法除锈工具的维护保养比较简单，注意用后随时清理，随时注意工具的除锈效果和安全性。

半机械除锈设备的维护保养除日常的清理保养外，还要注意电气及机械装置的维护与保养。

机械除锈设备的维护与保养非常重要，它是除锈效果和操作安全的充分保证。机械除锈设备的维护与保养要包括供电、供气、机械等主要部分的保养，还有其他附属部件的维护与保养，这些设备维护与保养需要较深的专业知识，因此维护人员需要经过专业的技术培训。

第二节 化学法表面处理

一、脱脂

工件制造过程中，由于机械加工和防锈的需要，经常接触各种润滑油、拉延油、防锈油以及磨光剂、抛光膏等，在搬运过程中也常染上油污，因此油污是被涂物金属制件在进入涂装车间时最常见的污垢。在涂装前洗净被涂物上油污的工序称为除油（又称脱脂）。最常见的涂装前除油方法有碱液清洗、有机溶剂清洗、表面活性剂清洗、乳化液清洗等。它们的基本原理是借助于溶解力、物理作用力（如热、搅拌力、压力、摩擦力、研磨力、超声波、电解力等）、界面活性力、化学反应力（如皂化、氧化、还原等）、吸附力等清除被涂物上的油污。除油方法的选择取决于油污的性质、污染程度、被清洗物的材质及生产方式。常用的除油方法有碱性清洗法、表面活性剂清洗法和有机溶剂清洗法，现分别介绍如下。

1. 碱液清洗法

它是以碱的化学作用为主的一种比较古老的清洗方法，价格比较低廉，且使用简便，故目前仍广泛使用。

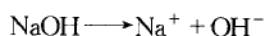
(1) 碱液清洗的原理

碱液清洗主要是利用碱液对油污的皂化、乳化、分散、溶解和机械等作用。用碱液清洗动植物油脂和矿物油污的洗净原理有区别。清洗动植物油时上述五种作用都存在，但清洗矿物油时，皂化作用不是主要的。

(2) 碱的种类和性质

清洗金属常用碱清洗剂的种类及性质如下：

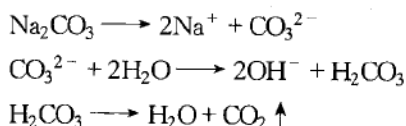
1) 氢氧化钠 又称苛性钠，属强碱性化合物，化学分子式为 NaOH 。它在清洗时主要与酸性污垢或动植物油脂起化学反应，生成水溶性盐或皂，从而将油污除去。 NaOH 在水中直接电离，提供碱度。其反应式为：



氢氧化钠水溶液在常温、中温下对钢铁无侵蚀作用，在高温条件下会产生缓慢的腐蚀；对于有色金属具有较强烈的腐蚀作用，如对铝、锌能生成水溶性铝盐和锌盐，因此不用于有色金属的清洗。

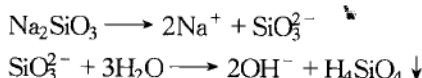
氢氧化钠有很强的杀菌作用，价格便宜，但是对人的皮肤等有强烈腐蚀作用，因此操作时应十分注意。

2) 碳酸盐 又叫苏打，是一种价格低廉的碱，化学分子式为 Na_2CO_3 。它在水解时生成 OH^- ，提供碱度。其反应式为：



因此，碳酸钠具有缓冲作用，不像强碱那样侵蚀某些有色金属。

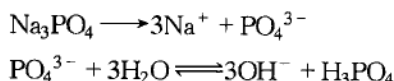
3) 硅酸钠 有偏硅酸钠 $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、原硅酸钠 $2\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 和水玻璃 $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ 等硅酸盐，硅酸盐在水解时提供碱度。其反应式为：



水解时生成的硅酸不溶于水，而以胶体状悬浮在槽液中，对固体污垢有分散作用，能避免污垢在工件上的再沉积。

原硅酸钠在它们之中的碱性最强，接近苛性钠的碱性，它对有色金属和人的皮肤等都有较强的侵蚀作用，因此使用时要注意。因硅酸钠所含硅酸的胶体性强，对污物的分散能力优越，所以在钢铁等的清洗时经常与苛性钠并用。

4) 磷酸盐 作为碱清洗剂用的磷酸盐有磷酸三钠、焦磷酸四钠和三聚磷酸钠三种。磷酸盐在水解时生成离解度很小的磷酸，从而获得了碱度。其反应式为：



磷酸盐具有较显著的分散作用，可将大颗粒状污垢分散成近似胶体粒子的小颗粒。应用最普遍的复磷酸盐是三聚磷酸钠 ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) 或六偏磷酸钠 ($\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$)。磷酸盐的共同特性是能抑制金属的腐蚀。由于磷酸盐的碱性弱，而且在碱类中的价格也较贵，所以很少作清洗金属的主剂，而经常与价格便宜的强碱并用。

(3) 碱清洗液的配方

工件清洗液经常由各种碱按不同比例配制而成，可根据被清洗油污的种类、清洗方式等选定。黑色金属常用的碱清洗液的配方见表 1—3。

表 1—3 黑色金属常用的碱清洗液配方

材料名称	配方序号 质量分数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
苛性钠		16	—	50	16	16	15	8	—	30	36
碳酸钠		46	10	—	26	31	40	—	13	70	18

续表

材料名称	配方序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	质量分数										
磷酸三钠		32	—	—	32	32	45	35	50	—	9
焦磷酸钠		—	—	4	20	—	—	5	—	—	—
四磷酸钠		—	—	—	—	15	—	—	—	—	—
偏硅酸钠		—	—	40	—	—	—	50	30	—	29
原硅酸钠		—	84	—	—	—	—	—	—	—	—
表面活性剂		6	6	6	6	6	—	2	7	10	8

(4) 清洗的方法

清洗的方法有浸渍法、喷射法、电解法和超声波清洗法等，作为涂装前处理最常用的是前两种。浸渍法可采用比较多的阳离子和非离子型表面活性剂，以明显提高洗净效果。还要求适当搅拌清洗液或晃动被清洗物等机械作用，在清洗钢铁件时温度可接近煮沸。喷射法是以较低浓度的清洗液进行强烈喷射，因而希望清洗液的起泡性小，不宜采用易起泡的阴离子型表面活性剂，也可完全不加活性剂，清洗液温度控制在 60℃ 以上，喷射压力为 0.1~0.4 MPa。浸渍和喷射两种清洗方法各有优缺点，可结合起来使用。碱液清洗工艺见表 1—4。

表 1—4

碱液清洗工艺过程及操作

工 序	工艺条件	清洗方法	
		浸渍法	喷射法
脱脂	时间 (min)	3~5	0.5~1
	温度 (℃)	70~100	55~80
	清洗液含量 (g/L)	30~60	2~4
水洗	时间 (min)	0.25~0.5	0.25 左右
	温度 (℃)	常温~50	常温~50
热水洗	时间 (min)	0.5~2	0.2~0.3
	温度 (℃)	70~90	50~70
热风吹干	时间 (min)	1~3	0.5~1
	温度 (℃)	70~105	70~105

2. 表面活性剂清洗法

表面活性剂具有表面张力低，浸透湿润性好，乳化力强等特性。以表面活性剂为主来洗净金属表面油污的方法称为表面活性剂清洗法。其原理是将带油污的钢板放进清洗液中，靠清洗液的浸透湿润和乳化作用，把钢板表面的油污拉到清洗液里，达到除油的目的。当然，实际的洗净过程常伴随着复杂的因素。

随着各种新型合成表面活性剂的开发，尤其是在研制成无泡或少泡、清洗能力强、能生物降解的表面活性剂之后，表面活性剂清洗法在金属清洗中已得到广泛采用。

表面活性剂清洗法所用的清洗剂一般是由多种表面活性剂、各种助剂（如消泡剂、防锈剂等）配制而成。其清洗性能主要取决于表面活性剂的种类和特性。这种清洗方法具有下列特点：