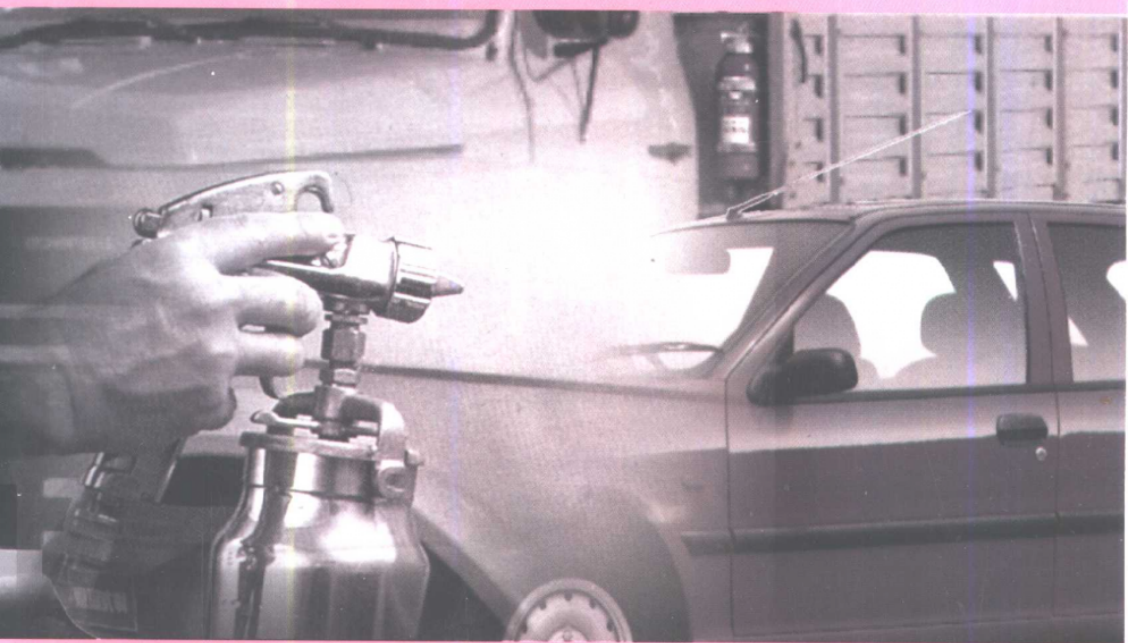


机械工业技师考评培训教材

# 涂装工

## 技师培训教材

机械工业技师考评培训教材编审委员会 编



- ★ 机械行业首套技师培训教材
- ★ 按照技师考评要求编写
- ★ 集教材与试题库于一体



机械工业出版社  
China Machine Press

机械工业技师考评培训教材

# 涂装工技师培训教材

机械工业技师考评培训教材编审委员会 编



机械工业出版社

本书是根据原劳动部、机械工业部颁发的《职业技能鉴定规范(考核大纲)》和《工人技术等级标准》编写的。编写原则是以高级涂装工的专业知识为主,兼顾中级工的要求,并另有一部分提高内容以充分考虑到工人技师和高级技师的知识要求。内容包括:涂装表面预处理、涂料的分类及其组成、涂料的调制与配色、涂料与涂装、涂装工艺方法、涂膜的干燥、涂膜的病态与防治、机械设备及电工产品的涂装工艺、涂料及涂膜的质量检查、涂装安全生产及环境保护、涂装工艺及管理。为便于技师复习考试、晋升,书末还附有试题库、答案、考核试卷样例及技师论文写作与答辩要点。

本书可供高级涂装工、技师及本专业技术人员使用,也可供考工培训部门作为培训教材和出题使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

涂装工技师培训教材/机械工业技师考评培训教材编审委员会编. —北京:机械工业出版社, 2001.6

机械工业技师考评培训教材

ISBN 7-111-08853-0

I. 涂... II. 机... III. 涂料—技术培训—教材  
IV. TQ63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 18664 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:何月秋 版式设计:张世琴 责任校对:李汝庚

封面设计:方 芬 责任印刷:郭景龙

中国农业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

890mm×1240mm/A5·12.375 印张·365 千字

0 001—4000 册

定价:23.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677—2527

# 机械工业技师考评培训教材

## 编审委员会名单

主 任：郝广发 苏泽民

副 主 任：施 斌 李超群

委 员：（按姓氏笔画排序）马登云 边 萌 王兆山

王听讲 朱 华 朱卫国 刘亚琴 江学卫

何月秋 张乐福 余茂祚 卓 炜 季连海

荆宏智 姜明龙 徐从顺

技术顾问：杨溥泉

本书主编：瞿云才

参 编：朱福祥

本书主审：赵征祥

参 审：陈瑞彬

# 前 言

技师是技术工人队伍中具有高级技能的人才，是生产第一线的一支重要力量，他们对提高产品质量、提高产品的市场竞争力起着非常重要的作用。积极稳妥地开展技师评聘工作，对于鼓励广大技术工人钻研业务、提高技能水平、推动企业生产技术进步以及稳定技术工人队伍有积极的促进作用。

为适应经济发展和技术进步的客观需要，进一步完善技师评聘制度，以加快高级技能人才的培养，拓宽技能人才成长通道，促进更多的高级技能人才脱颖而出，1999年，劳动和社会保障部发出了《关于开展技师考评社会化管理试点工作的通知》，《通知》中提出了如下指导意见：扩大技师考评的对象及职业范围，完善技师考评的依据及内容，改进技师考评方式方法，实行技师资格认定与聘任分开等，并在全国部分省市开始技师考评社会化管理试点。

为配合技师评聘工作的开展，满足机械行业对工人技师培训和考评的需要，加快技师培训教材建设，我们经过到上海、江苏、四川等地进行广泛的调研，并结合《通知》精神，确立了教材编写的总体思路；组织了一批由工程技术人员、教师、技师、高级技师组成的编写队伍，编写了这套《机械工业技师考评培训教材》。全套教材共22种，包括四种基础课教材和车工、钳工、机修钳工、工具钳工、铣工、磨工、焊工、铸造工、锻造工、热处理工、电工、维修电工、冷作工、涂装工、汽车维修工、摩托车调试修理工、制冷设备维修工、电机修理工等18个专业工种教材。

基础课教材以原机械工业部、劳动部联合颁发的机械工业《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》相关工种高级工“知识要求”中的“基本知识”和“相关知识”为主编写；专业工种教材则以本工种高级工“知识要求”中的“专业知识”为主编写，在此基础上，加强了工艺分析方面内容的比重，并增加了新知识、新工艺、新

技术、新方法等方面的内容，以适合新形势的需要。

每本书的内容包括两大部分：第一部分为培训教材，第二部分为试题库，试题库后还附有考核试卷样例。教材部分内容精炼、实用，有针对性和通用性，主要介绍应重点培训和复习的内容，不强求内容的系统性；试题部分出题准确、题意明确，有典型性、代表性、通用性和实用性，试题题型有是非题、选择题、计算题和简答题等，并附有答案。书末还附有技师论文写作与答辩要点。

全套教材汲取了有关教材的优点，略去了低起点的内容，同时采用了最新国家标准和法定计量单位。全套教材既适合考前短期培训用，又可作为考前复习和自测使用，也可供技师考评及职业技能鉴定部门在命题时参考。

本书第十一章由赵征祥编写，附录由朱福祥编写，其余均由瞿云才编写。

由于我们是首次尝试编写技师培训教材，因此教材中难免存在不足和错误，诚恳地希望专家和广大读者批评指正。

机械工业技师考评培训教材编审委员会

# 目 录

## 前言

|            |                        |            |
|------------|------------------------|------------|
| <b>第一章</b> | <b>涂装表面预处理</b> .....   | <b>1</b>   |
| 第一节        | 金属腐蚀的分类及其基本原理 .....    | 1          |
| 第二节        | 金属材料涂装前的表面预处理 .....    | 6          |
| 第三节        | 有色金属材料涂装前的表面预处理 .....  | 26         |
| 第四节        | 塑料涂装前的表面预处理 .....      | 66         |
| <b>第二章</b> | <b>涂料的分类及其组成</b> ..... | <b>71</b>  |
| 第一节        | 涂料的分类、命名及其型号 .....     | 71         |
| 第二节        | 涂料的性能 .....            | 76         |
| 第三节        | 涂料的组成和作用 .....         | 85         |
| 第四节        | 涂料的用途及其适用范围 .....      | 89         |
| 第五节        | 国内外新型涂料的生产现状 .....     | 95         |
| <b>第三章</b> | <b>涂料的调制与配色</b> .....  | <b>100</b> |
| 第一节        | 涂料的选择 .....            | 100        |
| 第二节        | 颜料的分类及增塑剂 .....        | 112        |
| 第三节        | 涂料配套使用的原则 .....        | 122        |
| 第四节        | 涂料与颜料的配色 .....         | 123        |
| 第五节        | 调制涂料的注意事项及方法 .....     | 133        |
| <b>第四章</b> | <b>涂料与涂装</b> .....     | <b>139</b> |
| 第一节        | 涂装方法的选择 .....          | 139        |
| 第二节        | 涂装方法对涂膜质量的影响 .....     | 143        |
| 第三节        | 溶剂及辅助材料 .....          | 148        |
| <b>第五章</b> | <b>涂装工艺方法</b> .....    | <b>162</b> |
| 第一节        | 静电喷涂工艺 .....           | 162        |

|             |                             |            |
|-------------|-----------------------------|------------|
| 第二节         | 电泳涂装工艺 .....                | 165        |
| 第三节         | 粉末涂装工艺 .....                | 171        |
| 第四节         | 美术涂料涂装工艺 .....              | 177        |
| 第五节         | 高压无气喷涂工艺 .....              | 188        |
| <b>第六章</b>  | <b>涂膜的干燥 .....</b>          | <b>191</b> |
| 第一节         | 涂料的成膜机理 .....               | 191        |
| 第二节         | 涂膜的干燥方式 .....               | 193        |
| <b>第七章</b>  | <b>涂膜的病态与防治 .....</b>       | <b>197</b> |
| 第一节         | 涂料在制造及储藏中的病态及防治 .....       | 197        |
| 第二节         | 涂装过程中易产生的病态及防治 .....        | 200        |
| 第三节         | 粉末与电泳涂装过程中的病态及防治 .....      | 204        |
| <b>第八章</b>  | <b>机械设备及电工产品的涂装工艺 .....</b> | <b>210</b> |
| 第一节         | 机床涂装工艺 .....                | 210        |
| 第二节         | 交流电机涂装工艺 .....              | 218        |
| 第三节         | 高压电器涂装工艺 .....              | 222        |
| 第四节         | 开关板涂装工艺 .....               | 229        |
| <b>第九章</b>  | <b>涂料及涂膜的质量检查 .....</b>     | <b>233</b> |
| 第一节         | 涂料的质量检查 .....               | 233        |
| 第二节         | 涂膜的质量检查 .....               | 237        |
| <b>第十章</b>  | <b>涂装安全生产及环境保护 .....</b>    | <b>244</b> |
| 第一节         | 涂料施工的安全管理 .....             | 244        |
| 第二节         | 防火安全技术 .....                | 245        |
| 第三节         | 卫生安全防护 .....                | 249        |
| 第四节         | 涂装的三废处理技术 .....             | 250        |
| <b>第十一章</b> | <b>涂装工艺及管理 .....</b>        | <b>257</b> |
| 第一节         | 涂装工艺 .....                  | 257        |
| 第二节         | 涂装的工序 .....                 | 264        |
| 第三节         | 原材料消耗定额及经济核算 .....          | 267        |

|                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| 第四节 涂装检查 .....              | 273                |
| 第五节 涂装的环境 .....             | 274                |
| 第六节 涂装的工艺管理 .....           | 276                |
| 第七节 精益生产管理 .....            | 278                |
| <b>试题库</b> .....            | <b>281</b>         |
| 一、 .....                    | 是非题 (281) 答案 (340) |
| 二、 .....                    | 选择题 (302) 答案 (342) |
| 三、 .....                    | 计算题 (328) 答案 (344) |
| 四、 .....                    | 简答题 (337) 答案 (356) |
| <b>考核试卷样例</b> .....         | <b>371</b>         |
| 第一套试卷 .....                 | 371                |
| 第二套试卷 .....                 | 375                |
| 第三套试卷 .....                 | 378                |
| <b>附录 技师论文写作与答辩要点</b> ..... | <b>383</b>         |

# 第一章 涂装表面预处理

**培训要点** 掌握金属腐蚀产生的原因以及腐蚀的基本原理。根据工件材质的不同，学会选择各自适合的涂装前表面处理方法。

## 第一节 金属腐蚀的分类及其基本原理

### 一、金属腐蚀的分类

金属腐蚀是指金属表面与周围的介质（通常是液体和气体）发生化学或电化学反应而受到损坏的过程。金属腐蚀通常分为化学腐蚀和电化学腐蚀两大类。

1. 化学腐蚀 化学腐蚀是指金属表面与非电解质直接发生纯化学反应而引起的破坏。在化学腐蚀过程中，电子的传递是在金属与氧化剂之间直接进行的，因而没有电流产生。如：金属在干燥气体和非电解质溶液中发生的腐蚀；含硫石油等有机物质在金属上作用所产生的腐蚀；高温加工和处理时因氧化而产生的氧化皮等，都属于化学腐蚀过程。

化学腐蚀的特点是反应全部直接在金属表面发生，生成的腐蚀产物多紧密地附着于金属表面而形成膜层。形成的膜层的厚薄和疏松紧密程度，直接影响到金属腐蚀的速度。即膜层疏松，金属腐蚀快；膜层紧密，金属腐蚀慢。

2. 电化学腐蚀 电化学腐蚀是指金属表面与有离子导电的介质发生电化学反应而产生的破坏。在电化学腐蚀过程中，电子的传递是通过金属从阳极区流向阴极区的，其结果必然导致电流的产生。例如：金属在大气中的腐蚀是因金属与大气中的潮气（使金属上存在水膜）、氧共存发生电化学反应所致，潮气或氧任缺其一时，腐蚀都不会发生。电化学腐蚀的机理，实际上是一个短路的伽伐尼原电池的电极反应结果，这种原电池又称为腐蚀原电池。做一个简单的实验（如图 1-1 所示）来证明。

先分别准备一块锌和铜试片浸在稀硫酸溶液中，然后用一根导线将锌和铜试片连接起来，在导线中间串联一个电流表和一个电阻。此时可看到电流表上有一定的电流流过，电流的方向是从铜极流向锌极，即电子从锌极流向铜极。锌的电位比铜负，锌在硫酸溶液中发生了化学反应，逐渐地以正离子状态进入溶液，使锌电极失去正离子，这样自由电子便过剩而通过导线流向电位较正的铜电极（正极），在铜极上发生还原反应而产生氢气。由此可见，铜片上放出氢气，不是铜片与稀硫酸发生化学反应导致的，而是溶液中的氢离子在铜片上获得了从锌原子放出的电子，从而变成氢分子的结果。

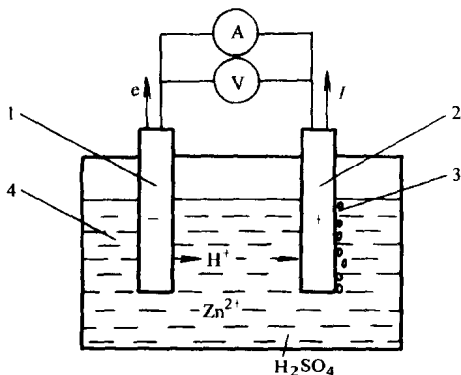


图 1-1 Zn-Cu 原电池  
1—锌极 Zn 2—铜极 Cu 3—氢气 H<sub>2</sub>  
4—稀硫酸溶液

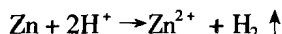
锌片和铜片上的化学反应式是：

在锌片上  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$

在铜片上  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$

结果是电极电位比铜负的锌片被不断地消耗或腐蚀。

整个反应为：



电化学腐蚀产生的过程是由阳极发生氧化反应、电子流动、离子迁移和阴极发生还原反应等四个环节组成的。

## 二、金属的大气腐蚀及金属锈蚀的产物

1. 大气腐蚀 金属腐蚀是因与大气中的潮气（使金属上存在水膜）、氧共存而造成的，当潮气或氧任缺其一时，腐蚀都不会发生。该腐蚀属于电化学腐蚀。大气腐蚀的影响因素有以下几点：

(1) 湿度 空气中含有水蒸气。湿度表示空气中水蒸气的含量。绝对湿度是指单位体积空气中所含水蒸气的质量，以  $\text{g/m}^3$  表示。相

对湿度是指空气中水蒸气含量对同一温度时空气中饱和水蒸气含量的比值，以百分数表示。

当空气中的相对湿度达到一定浓度时，金属表面会形成一定厚度的水膜，电化学腐蚀速度会突然上升。此时的相对湿度相对于每种金属而言，称为它的临界相对湿度。影响金属腐蚀的实际上是相对湿度。钢铁件在相对湿度为 65% 以上时，会产生锈蚀。

(2) 氧气 中性介质中的金属腐蚀主要因为氧的去极化过程。没有氧气，金属的大气腐蚀不会发生。金属表面吸附的水膜相当薄，使空气中的氧很容易溶解、扩散到金属表面的阴极区，造成氧的去极化过程非常顺利，因此氧在大气腐蚀中起主要作用。

(3) 温度 金属的锈蚀速度随温度的提高而加快，主要由于化学反应在温度提高时速度加快。金属在大气中腐蚀时，只有在空气中的相对湿度处于临界相对湿度以上时，反应速度才随温度的提高而加快。反应速度用下式表示：

$$A = (H - 65) \times 1.054t/10$$

式中  $A$ ——锈蚀度，是用于锈蚀比较的数据；

$H$ ——空气相对湿度 (%)；

$t$ ——摄氏温度 (°C)。

从上式可知，当相对湿度为 65% 时， $A = 0$ ，则表示无锈蚀；当相对湿度低于 65% 时， $A$  为负值，此时无论在什么温度下，金属是不容易生锈的；当相对湿度大于 65% 时，金属腐蚀明显加剧。如温度升高 10°C，锈蚀速度会加快 1 倍左右。

温度降低时，空气中的相对湿度增加，会使金属表面结露而造成金属表面锈蚀。因此，温度的变化也会加快金属腐蚀的速度。

(4) 空气中的污染物 大气中的有害气体如  $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{HCl}$  等，与空气中的水雾接触时，会溶解在雾滴中，形成酸性电解质，从而加速金属腐蚀。大气中的灰尘液落在金属表面，易结露并吸附有害气体而产生腐蚀。

(5) 金属表面状况 金属表面粗糙的易吸附潮气并形成水膜，又易积聚灰尘，所以它的腐蚀速度较金属表面光洁得快。金属制品的凹处、缝隙、沟槽、不通孔等均能明显降低水膜的蒸汽压，从而降低形

成水膜的临界相对湿度，促进大气中电化学腐蚀的产生。

在大气腐蚀中，影响腐蚀最大的因素是空气的湿度和工业大气中的污染物，而温度的影响则没有相对湿度的影响那么显著，温度变化的影响也不如相对湿度变化的影响大。所以，在温度高而相对湿度低的沙漠地带金属材料不容易生锈（其腐蚀主要是化学腐蚀）。在大气中，温度和相对湿度共同作用，才会造成金属材料腐蚀。在高温高湿的条件下，金属最容易生锈。

2. 金属锈蚀的级别 金属锈蚀可分为以下四级：

(1) 初锈（微锈） 光亮的金属表面失去光泽，呈灰暗色，表明此时有初锈产生。

(2) 浮锈（轻锈） 金属表面出现的一层淡棕色或黄色的细粉末状的锈迹，称之为浮锈。

(3) 迹锈（中锈） 金属表面呈现的棕褐色或淡褐色且较明显的锈蚀粉末状产物，称之为迹锈。锈蚀产物被清除后的金属表面变得较粗糙，甚至留有锈痕。

(4) 层锈（重锈） 金属表面呈现了黑色片状产物，甚至有凸起的锈蚀斑点，此时表明产生了层锈。锈蚀产物被清除后，金属表面呈现麻点锈坑。

### 三、黑色金属表面主要污物的类型及其对涂膜的影响

1. 氧化皮 氧化皮是黑色金属在高温下发生氧化作用而形成的腐蚀产物，由氧化亚铁（ $\text{FeO}$ ）、四氧化三铁（ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）、三氧化二铁（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）组成。一般存在于热轧钢板、热处理零件、锻件和焊接件等的表面。氧化皮的结构由3层组成，从内到外为：氧化亚铁（ $\text{FeO}$ ）、四氧化三铁（ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）、三氧化二铁（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）。其中氧化亚铁（ $\text{FeO}$ ）结构疏松，保护作用较弱，而四氧化三铁（ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）、三氧化二铁（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）结构致密，有较好的保护性。

氧化皮质脆，没有延伸性，在机械作用和热加工作用下很容易产生龟裂而脱离。氧化铁和氧化亚铁在水汽作用下生成氢氧化铁，使得氧化皮体积膨胀而龟裂，甚至脱落。

在厚的氧化皮上，总是存在着深达基体的裂纹。当电解质渗进裂

纹后，铁和氧化皮构成原电池。在这个原电池中氧化皮是阴极，铁作为阳极而被加速腐蚀。因此，氧化皮的面积越大，金属基体的腐蚀速度越快，腐蚀越严重。

2. 铁锈 铁锈是铁的氧化物与氢氧化物及其含水分分子氢氧化物的混合物。锈蚀初始的金属表面发暗，轻锈呈暗灰色，进一步发展成褐色或棕黄色，严重的呈棕色或褐色，且有疤或锈坑。

铁锈与铁形成腐蚀原电池，铁作为阳极，从而造成铁的进一步腐蚀。形成的腐蚀产物（铁锈）质地疏松，水汽容易被吸入，这又加剧了电化学腐蚀，使得腐蚀产物的体积膨胀，从而造成涂膜起泡、龟裂甚至脱落。

3. 焊渣 焊渣由金属的氧化物、无机盐类、氯化铵（ $\text{NH}_4\text{Cl}$ ）、氯化锌（ $\text{ZnCl}_2$ ）、松香等物质组成。由于焊渣性质脆、多孔，水气容易进入焊缝，促使涂膜下的金属腐蚀，造成覆盖涂膜的破坏，失去涂膜的保护作用。

4. 油污 金属原材料及其制品在生产加工和储运过程中带来的油污有以下四种：由于防锈的要求而带来的油污，如防锈油、防锈脂等；在机械加工和成形过程中污染上的油污，如各种润滑油、拉延油、切削油、乳化油、抛光膏、磨光剂等；在搬运过程中污染上的油污，如汗水、悬链的润滑剂等；在加工场地污染上的灰尘等。

在涂装前如果不把被涂物表面的上述油污清除掉，就会影响涂膜的附着力、外观、耐湿热性和耐腐蚀性等。

5. 旧漆 机械、电工产品在经过一段时间的使用后或库存的时间太久，其上的涂料褪色，其表面涂膜出现龟裂、碰伤或脱落露底等，表明原有的涂膜已失去作用，这层旧涂膜就被称为旧漆。

如果被涂物表面的旧涂膜未被清理干净就涂装，就会影响涂膜与被涂物的结合力，严重时涂膜会成片脱落。

6. 表面缺陷 表面缺陷是指在工件表面、不影响工作性能和使用性能，但影响涂装施工和涂装质量的缺陷，如加工飞边、锐边，浇铸件的金属瘤、冒口、尖棱锐边、无规则凸凹部位等，还有焊缝间的不连续处，临时工艺搭焊的焊疤、工序间的转运搭焊处等。

飞边、锐边等部位的涂膜不容易覆盖，涂膜厚度薄、防护性能

差。焊缝不连续、焊缝不平，有微孔焊渣存在，都会影响涂膜的外观质量和耐腐蚀性能。

#### 四、表面处理的目的

1. 保证涂膜具有良好的耐腐蚀性能并保证涂膜与被涂物表面具有良好的附着力 金属表面存在的氧化皮、铁锈、焊渣、油污、水、灰尘及旧的不坚固的涂膜，都直接影响涂膜与被涂物表面的附着力和耐腐蚀性能。表面处理的目的，就是要彻底清除这些污物，以提高涂膜的附着力和耐腐蚀性能。

2. 提高涂膜的外观质量 被涂物表面的粗糙度，由于材料的性质和加工方法各异导致表面状况的不同而不同。如用普通法造型的铸件，其表面粗糙。而改用树脂砂造型的铸件，其表面较平整。可采用机械的方法来消除被涂物的机械加工缺陷并创造涂装所需要的表面粗糙度。又如大型的焊接件采用整体喷砂处理、用锤平的方法平整被涂钣金件凸凹不平的缺陷，锉掉毛刺等、对铸件进行平整预处理等。有了平整的金属表面，要想得到优质的涂膜，还要取决于所选用涂料的性能和正确的施工方法。

3. 提高涂膜的附着力和耐腐蚀性 如对钢铁制件在涂装前进行磷化处理、对铝制件在涂装前进行氧化处理，以提高涂膜与工件的附着力并增加耐腐蚀能力；对需涂装的塑料制件在涂装前进行特种化学处理，以提高涂膜与塑料物面的结合力等等。

## 第二节 金属材料涂装前的表面预处理

### 一、金属表面油污的处理方法

1. 油污的分类及性质 按油污的化学性能，油污可分为皂化类和非皂化类两大类。

(1) 皂化类的油污 由动植物体制备的、不溶于水而密度较水轻的油膩物质称为油脂，它属于可以皂化的油类，是一种复杂的有机化合物的混合物，主要成分是脂肪（甘油三酸酯）。在油脂中脂肪约占质量分数 95% 以上。脂肪是甘油与高级脂肪酸构成的脂，油脂与碱起作用而分解成能溶于水的脂肪酸盐（肥皂）和甘油，这类油脂属于皂化油脂。

(2) 非皂化类的油污 是采用化学方法由矿物中提炼或合成的油脂,如汽油、凡士林、各种润滑油等,但同油脂的成分、性质不同。矿物油是烃类碳氢化合物的混合物。这类油不溶于水,称为非皂化类。

## 2. 脱脂方法

(1) 有机溶剂脱脂 有机溶剂脱脂指应用有机溶剂溶解皂化油脂和非皂化油脂。常用的有机溶剂有煤油、汽油、甲苯、四氯化碳、三氯乙烯等。其中最有效的为三氯乙烯、四氯化碳。它们不会燃烧,可以在较高的温度下进行脱脂。用易燃的有机溶剂来脱脂时,应准备两个以上的有机溶剂槽,分初浸、二次浸、最后浸三个步骤,依次将产品用毛刷刷净油污。对表面油污较厚的油膜,应放在专用槽反复清洗并更换干净的溶剂作最后一道清洗,做到彻底清除干净。

采用不燃性有机溶剂的脱脂方法很多,可以用溶剂直接浸洗,也可以用溶剂的蒸气脱脂,或用溶剂喷洗脱脂。采用溶剂清洗,尤其是三氯乙烯,毒性较大,必须在良好的封闭式脱脂设备中进行并且有良好的通风设备。

有些有色金属产品在碱液中进行表面脱脂时,材料表面会有不同程度的损伤,因此适合用有机溶剂脱脂。如锌及锌合金及有色金属和非金属的压制品,使用溶剂脱脂的方法是合适和有效的;铝、镁及其合金不适于采用三氯乙烯脱脂,应采用四氯化碳。在有机溶剂脱脂后,必须进行补充脱脂。因为产品表面在溶剂挥发后,总是留有一层极薄的油膜,所以必须再用碱液或其它方法将它除净。只有在特殊的要求下,才用有机溶剂清洗,一般情况下不采用。为了降低生产成本,节约能源消耗,尽可能少用有机溶剂脱脂。用溶剂清洗不仅会造成浪费,而且容易造成火灾事故、中毒事故等。

(2) 化学碱液脱脂 化学碱液是由一定比例的碱和碱性盐类以及一些表面活性物质溶解在水中组成。常用的碱和碱性盐类有:氢氧化钠( $\text{NaOH}$ )、碳酸钠( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )、磷酸三钠( $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ )、硅酸钠( $\text{NaSiO}_2$ )、正硅酸钠( $2:1\text{Na}_4\text{SiO}_4$ )、偏硅酸钠( $1:1\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ),其中氢氧化钠是强碱,皂化作用较强,但润湿作用和乳化作用较差,脱脂效果不理想;水洗性也不好(即不宜用水清洗干净);对有色金属有腐

蚀性，如：使黄铜变色。碳酸钠也是如此。磷酸三钠具有一定的表面活性作用，水洗性极好。硅酸钠具有良好的表面活性，当与其它表面活性剂组合时，硅酸钠是碱类中最佳的润湿剂、乳化剂和分散剂，脱脂效果好。

偏硅酸钠在有色金属脱脂中被用做碱液中的缓蚀剂，其它的还有磷酸氢钠、磷酸钠、碳酸氢钠、碳酸钾等，它们溶于水且都呈碱性。使用碱性清洗剂脱脂时，应根据金属材质的不同，相应地控制碱性清洗剂的 pH 值。用不同 pH 值的清洗剂清洗不同的金属材料，防止碱液造成腐蚀。部分金属产生腐蚀的 pH 值见表 1-1。

表 1-1 部分金属产生腐蚀的 pH 值

| 材质 | 锌  | 铅  | 锡  | 黄铜   | 钢铁 |
|----|----|----|----|------|----|
| pH | 10 | 10 | 11 | 11.5 | 13 |

二、金属表面除锈的方法

金属表面除锈的方法通常为机械法、化学法等。

1. 机械除锈法 通常有喷砂、喷丸或抛丸、手工除锈等除锈方法。

(1) 喷砂处理 喷砂处理可分为干喷砂和湿喷砂两种方法。

干喷砂方式有吸入式、压力式、自流式、离心式等，企业中常用的是吸入式和压力式。吸入式设备简单，但效率低，适用于小零件的生产。压力式设备大（主要适用于中、大型零件），功率大，效率高，因此适用性广，多用于批量大、产品大的生产单位使用。

湿喷砂的方式通常有雾化喷砂、水-气喷砂和水喷砂三种。湿喷砂是在砂料中加入定量的水和防锈剂使之成为砂-水混合物。湿喷砂能减缓砂料对金属材料的冲击作用，减少金属材料的去除量，使金属的表面粗糙度更细。湿喷砂的工作原理及特点见表 1-2。

表 1-2 湿喷砂的工作原理及特点

| 种 类  | 工 作 原 理                                | 特 点                    |
|------|----------------------------------------|------------------------|
| 雾化喷砂 | 即低压喷砂，砂料从装有文氏管的压缩空气系统至喷头，以雾化水-砂流冲击零件表面 | 只有通过改变砂料粒度才能改变被喷砂表面粗糙度 |