

电 镀 工 艺

国营惠丰机械厂电镀车间

电镀工艺编委会编著



机械工业出版社

电 镀 工 艺

国营惠丰机械厂电镀车间

电镀工艺编委会编著

机械工业出版社

1959

出版者的話

本書是惠丰机械厂电鍍車間的工人同志們集体編写的，是他們几年来实际工作經驗的总结。

全書共計十五章：第一章詳尽地介紹了鍍件鍍層前的表面清潔的各种方法，第二章起至第八章，分述鍍鋅、銅、黃銅、錫、鎳、鉻、合金等各种不同配方及操作方法。各章內对鍍層疵病、产生的原因和消除的方法以及質量不良的鍍層的退除、补鍍等，各有詳尽的叙述。第九、十章对鋁及鋁合金的阳極氧化处理，磷化处理の工艺作了闡述。最后几章是关于各种电解液的定期分析，管理，鍍層的質量檢驗，电鍍用化学材料，电鍍車間設備和使用的工夹具以及关于电鍍車間設計几个問題。

本書着重介紹了电鍍工艺方面的实际經驗，特别是操作方法。它可以作为电鍍工人的学习課本，也可以供电鍍工作方面的技術人員参考之用。

NO. 3020

1959年9月第一版 1959年9月第一版第一次印刷

850×1168 $\frac{1}{32}$ 字数 149千字 印張 6 $\frac{1}{4}$ 0,001— 8,100册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业營業許可証出字第 008 号 定价(11) 1.30 元

序 言

中国共产党第八届二次全国代表大会向全党和全国人民提出了鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线。在总路线的光辉照耀下，我国各项事业的发展，如同万马奔腾，开创了前所未有的飞跃局面，使我们进入了马克思所预言的“一天等于二十年”的伟大的年代里。在劳动创奇迹的形势鼓舞下，在党的不断关怀和大力支持下，我们集思广益，发挥集体智慧，大家动笔，完成了这本书的编写工作。

我们车间在工作上经历了许多困难，得到了许多教训。在党的领导下，从实践当中逐渐成长起来，从小缸小盆到今天的现代化设备，从质量大量退修到今天的正常生产，从不懂电镀到今天的创造改进。这里面包含着中苏友谊的结晶，和同志们刻苦的钻研。这本书就是这些实践经验的总结，也是我们劳动中的心血结晶。

在破除迷信，敢想敢干，解放思想的启发下，我们这些普通工人拿起笔杆，干什么写什么，写出了自己工作中的体会。我们著书立说，是想把我们经历过的失败的教训和成功的经验告诉别人，并借此抛砖引玉，以求得我们共同事业的全面发展，使我国电镀技术得到更进一步的提高。

这本书着重介绍了若干电镀工艺上的工作经验，特别是操作方法，它可以为电镀工人的学习课本，也可以供电镀工作方面的技术人员参考之用。

本书初稿曾经鍾世杰同志详细校阅，改正了一些错误和缺陷，我们在这里深表谢意。

我们对电镀技术方面知识懂得的还很有限，经验还不够成熟，特别是缺乏写作经验，错漏之处在所难免，我们欢迎一切善意的批评和指导。

目 录

序言	3
第一章 电镀前的准备工作	9
一 概述	9
二 用机械方法清除油污和氧化物	9
三 用化学和电化学方法除去油污	10
四 用化学腐蚀法除去氧化物	14
第二章 氰化镀锌	21
一 概述	21
二 氰化镀锌的溶液成份及其配制	21
三 电解液各种成份作用及其原理	23
四 操作过程	25
五 镀层疵病及其产生原因和解决办法	27
六 质量不良的镀层的退除和补镀	31
第三章 氰化镀铜	33
一 概述	33
二 氰化电解液成份及其作用	34
三 电解液的配制	35
四 操作过程及其原理	37
五 发生疵病的原因和消除疵病的办法	38
六 快速镀铜	39
七 铜镀层的退除和修理	40
八 氰化物电解液的安全操作	40
第四章 氰化镀黄铜	43
一 概述	43
二 黄铜电解液工作原理	43
三 溶液成份及其配制方法	44
四 各种成份的影响	46
五 操作中应注意事项	48
六 镀黄铜用电解液在工作中的毛病及其消除方法	49

第五章 碱性镀锡	52
一 概述	52
二 碱性电解液成份规范及其工作原理	53
三 电解液的配制	56
四 操作过程	59
五 結論	61
六 碱性镀锡电解液工作中的故障及其發生的原因和消除的办法	62
七 加速镀锡过程	62
八 不合格锡層的退除和补镀	63
第六章 镀镍	65
一 概述	65
二 电解液成份及其配制調整	65
三 镀镍的操作过程	69
四 镀硬镍	77
五 镀镍电解液在工作中的毛病及其消除的方法	78
六 質量不良的镀镍層的退除和补镀	80
七 镀镍的技术安全	82
第七章 镀铬	83
一 概述	83
二 电解液成份及其配制方法	84
三 镀铬电解液的工作原理	85
四 操作过程	86
五 镀铬电解液工作中的毛病及其消除的方法	90
六 質量不好的镀铬層的退除和补镀	91
第八章 镀铜锡锌光亮合金	92
一 概述	92
二 电解液的配制	92
三 溶液成份及工作规范	94
四 各种因素对镀層的影响	94
五 镀合金的操作过程	97
六 电镀过程的故障、發生的原因和消除的方法	99
七 不合格镀層的退除与补镀	100

第九章 鋁及鋁合金的陽極氧化處理	102
一 概述	102
二 氧化處理的工作規範及其作用	103
三 氧化的操作過程	106
四 鋁零件氧化處理時的故障	108
五 不合格氧化層的退除	109
第十章 磷化	110
一 概述	110
二 磷化的工藝過程	110
三 磷酸鹽溶液的配製和調整	115
四 磷酸鹽溶液的工作原理	117
五 磷化過程的疵病、發生的原因及其消除的方法	118
六 加速磷化過程	120
七 不合格磷化層的退除	120
第十一章 電解液的定期分析，管理及其分析方法	121
一 電解液的定期分析和管理的	121
二 正確的提取試樣	122
三 鹼性鍍錫電解液的分析	122
四 黃銅電解液的分析	125
五 紫銅電解液的分析	129
六 鍍鎳電解液的分析	129
七 鋅電解液的分析	133
八 鍍鉻電解液的分析	136
九 磷化溶液中游离酸總酸度的分析	139
十 鍍銅鋅錫合金電解液的分析	140
十一 快速鍍錫電解液中 NaAc 的分析	140
十二 快速鍍銅（含有硫氰化鉀成分）電解液內游离氰的分析	141
十三 鋁零件陽極氧化處理用硫酸電解液的分析	141
十四 鹼液去油溶液的分析	143
第十二章 鍍層的質量檢驗	145
一 外觀檢驗	146
二 如何提高外觀檢驗效率	148

三 零件尺寸檢驗	149
四 鍍層厚度檢驗	152
五 鍍層的孔隙度檢驗及其工作原理	159
六 氧化与磷化層的防腐性能試驗	161
第十三章 电鍍用化学材料	163
一 化学材料的純度要求	163
二 若干电鍍用材料之制备方法	166
三 如何節約材料	169
四 材料庫房的設備	172
第十四章 电鍍車間設備和使用的工夹具	175
一 槽子	175
二 半自动化和机械化裝置	178
三 过滤設備	181
四 电鍍用的工夹具	183
第十五章 关于电鍍車間設計的几个問題	189
一 关于設計的指导思想問題	189
二 关于工艺布置問題	190
三 关于土建的問題	195
四 关于管路問題	198

第一章 电鍍前的准备工作

一 概述

要求电鍍的零件表面必須沒有油污和氧化物。

油污附在零件表面上，在电鍍过程中，会使电解液和零件基層金屬隔离开来，也会造成該处絕緣而不导电，結果鍍不上。

当油污輕微时，由于小油点周圍鍍积扩展的結果，虽然在小油点上也盖上了鍍層，但是小油点仍然使鍍層和零件基層金屬隔离，使鍍層与基層金屬不能紧密的結合。因此，油点上的鍍層起泡，或者起皮，或者剝落。

氧化物也和油污一样，会使电解液和零件基層金屬隔离，不导电，鍍不上。輕微的氧化物也和小油点一样，由于周圍鍍积扩展的結果盖上了鍍層，但鍍層是疏松的、多孔的，沒有和基層金屬紧密的結合起来，也同样会起皮，起皮或剝落，即使不这样，也会由于鍍層疏松多孔，而防腐力很低。如果鍍層是阴極鍍層，即鍍層电化次序位于基層金屬以下的金屬，則零件表面比不鍍前还要容易被腐蝕。

由于以上原因，要使鍍層与零件基層金屬紧密而牢固的結合起来，就必須在电鍍前将零件表面上的油污和氧化物全部清除。

零件表面上油污和氧化物的清除方法有三，即：机械法；化学法；电化学法。

二 用机械方法清除油污和氧化物

机械法清除油污和氧化物，是借机械的作用将油污和氧化物同时清除。

常用的有下述几种：

1. 磨光：用裝在拋光機上粘有金剛砂或塗有拋光膏的布輪，在高速旋轉下來拋磨零件表面達到要求的光潔度，附帶的除去油污和氧化物。按零件表面粗細情況，依次用粘有粗、中、細粒度的金剛砂布輪進行磨光。再用塗有拋光膏的布輪進行拋光。表面光潔度較高的零件，可以不經磨光工序，僅進行拋光即可。拋光後用汽油洗去或用布擦去零件上的拋光膏。接着經過電化學脫脂、弱酸酸洗，就可進行電鍍。拋光後放置的時間不可過長，以防拋光表面的氧化。實際上採用這種方法只是一些表面要求防護裝飾性高的零件。油污和氧化物是在拋磨表面的同時，附帶的去掉了。

2. 噴砂：鑄鐵零件或帶有氧化膜的鋼零件，用噴砂機的砂流打掉零件上的氧化膜和油污，這種方法生產效率較高。

3. 滾光：在滾筒內裝入 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 容積的零件和適量的鐵屑，轉動滾筒後，零件與零件，零件與金屬屑互相摩擦以滾去零件表面上的氧化物和油污。滾筒是木質製成的，其尺寸為長1米、直徑500毫米，可以裝零件約50公斤。鑄件的油污和氧化物較厚的零件，則在滾筒內加入水至 $\frac{2}{3}$ 容積，濃硫酸400~500毫升，皂角0.2~0.5公斤和鐵屑少許，以加速氧化物和油污除去的作用。根據具體情況滾0.5~2小時，就可使零件表面滾光，除去氧化物和油污。這種方法，主要是用於鑄件及黑皮很厚的零件。它的生產效率高、成本低，而且也減輕了體力勞動。經滾光的零件，由滾筒倒出，用水清洗和篩離皂角及鐵屑後，再經弱酸洗，水洗，就可投入生產。

三 用化學和電化學方法除去油污

化學方法去油

1. 在有機溶劑內清洗，使油脂溶解於溶劑內，以除去零件上的油脂。最常用的溶劑是汽油。汽油能溶解除蓖麻子油外的一切油脂。精度要求高的零件採用航空汽油，因為航空汽油溶解油的能力強，而且揮發較快。但因成本較高，一般都採用普通汽油。

先在一道汽油內洗10分鐘，然后再在第二道汽油內洗一下取出。如果零件上的油污不多，可在一道汽油內浸10分鐘以上，取出用压缩空气吹干，或在沸水中冲洗，使附在零件表面上的汽油和油污一齐去掉，不致因为汽油揮發后，油污仍殘留在零件表面上。經汽油洗过的零件，表面上仍然还有汽油揮發后殘留的油污和揮發不掉的汽油，因此还必須在碱液內进行化学或电化去油。

2. 在碱液內借皂化作用和乳化作用以去掉零件上的油污。鋼、銅及黃銅零件可在下列成份的溶液和工作規範中进行。

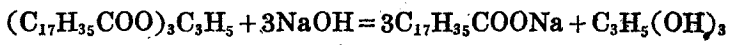
氢氧化鈉	60~100克/升
碳酸鈉	20~40克/升
磷酸鈉	15~20克/升
水玻璃	2~4克/升
溫度	80~沸騰

上述規範中，所用磷酸鈉的价格較水玻璃貴，而且作用不显著。可采用如下的溶液代替。

氢氧化鈉	60~100克/升
碳酸鈉	40~60克/升
水玻璃	30~50克/升

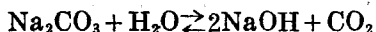
采用这种去油溶液，須于去油后加强热水清洗工作，洗去水玻璃。

零件上的油为动物油或植物油或矿物油。动物油和植物油能与溶液中的氢氧化鈉起化学变化生成肥皂，溶于溶液中。这种碱与可皂化油脂变为肥皂的化学作用称为皂化作用，其代表反应为：



矿物油不能与氢氧化鈉起化学变化变成肥皂，而只能和溶液中的磷酸鈉与水玻璃起物理变化，形成乳状小球，浮于溶液里面，不再附到零件上去。这是因为乳化剂分子对表面的湿润作用，使油膜与金屬面間的附着力减小。当油滴的表面張力大于附着力时，油滴收縮成小球，离开零件表面。乳化剂使油膜收縮成一球的作用称为乳化作用。

去油溶液中氫氧化鈉是皂化作用的主要成份，濃度大、溫度度高，皂化作用就強，因此在實用中都採用上限濃度和上限溫度。但氫氧化鈉濃度過高（超過 100 克/升）也不好，會使零件表面產生較厚的氧化膜。碳酸鈉在溶液中起緩沖作用。當氫氧化鈉不足時，碳酸鈉就水解：



產生氫氧化鈉，以補充溶液中氫氧化鈉的消耗，使溶液中的氫氧化鈉保持較高的濃度。碳酸鈉的水解也是在溫度較高的情況下容易進行。磷酸鈉和水玻璃是乳化劑，它的乳化作用也必須在較高的溫度下進行。總的說來，去油過程要在氫氧化鈉等成份保持在上限濃度，溫度也要保持在上限，去油能力最大。溫度低了，不但去油能力很差，而且會使零件表面發暗。

去油溶液的配制和維護方法：首先加入 $\frac{2}{3}$ 槽積的自來水，然後按規定標準計算加入各化學藥品，溶解後補充自來水至刻綫水平。加熱至 80°C 以上就可使用。去油溶液各成份按分析結果（每周分析一次）進行補充，如果分析有困難，可以根據實際使用情況定期補充。去油溶液表面上如浮有油污，可用紗布網撈出。溶液內如有很多沉淀，可於沉淀澄清後，採用虹吸法吸出澄清液，然後用水流沖洗掉沉渣，再將溶液吸回，並根據經驗適當的添加各成份。

鋁、鋅、錫、鉛等兩性金屬及其合金，既能被酸腐蝕，也能被鹼腐蝕。這些金屬零件在鹼液內進行去油的過程，也是腐蝕的過程，因此不能在如上的溶液中進行去油，只能在含有少量的苛性鹼或碳酸鈉的溶液中進行。一般的鋁件在下列成分的溶液和工作規範中進行去油。

氫氧化鈉	5~10 克/升
溫度	50~70°C
時間	3~10 秒

或

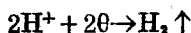
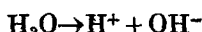
碳酸鈉	25~30克/升
磷酸鈉	25~30克/升
	(或水玻璃20~30克/升)
溫度	80~90℃

錫、鋅、鉛可在第二種溶液中進行。

去油溶液的溫度對腐蝕的均勻性有很大的影響。溫度在上限內作用快而均勻，能得到滿意的結果。

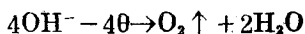
電化學方法去油 電化學去油的溶液成份和鹼溶液去油相同，其中氫氧化鈉的濃度可以降低一些。同樣，溫度高，去油能力就強。因此溫度高一些好。

零件可以掛在陰極上去油，也可以掛在陽極上去油。但在陰極去油後，還得轉到陽極上作很短時間的去油。這可以利用配電盤上裝有倒順開關來轉換陰陽極位置。其去油原理，在於以零件作為一極而以鐵板作為另外一極，通電後，水電解，在陰極上產生氫氣，在陽極上產生氧氣。這些氣泡撕破零件上的油膜；剝離下來的油污形成乳狀液，散布於溶液內。當然也有化學去油的作用，但是它是次要的作用。



當零件掛在陰極上時，氫離子帶正電，走向陰極，取得陰極上的電子，中和放出氫氣泡，撕破油膜，使油污從零件上剝離下來。在陰極上去油能力強，因為陰極上產生的氫氣泡要比陽極上產生的氧氣泡多一倍。但氫氣會滲到金屬內部，產生氫脆性。故需要抗力和彈性的零件不許在陰極上去油，只能在陽極上去油。如果溶液中含有金屬雜質，如鋅、錫、鉛，於陰極去油時會沉積在零件表面影響鍍層的附着力。

當零件掛在陽極上時，



氫氧離子帶負電走向陽極，放電後產生氧氣，撕破零件上的油膜

剥离下来。并可以将零件在酸洗时产生的接触铜和在阴极去油时沉积的金属及其他沉渣等物去掉，渗到金属内部的氢扩散到溶液中。但阳极去油，速度较慢，而且易使表面氧化，因此一般的都采用先阴极后阳极电化学去油。如采用镀过铜或锡或锌的工具装零件进行先阴极后阳极电化学去油，则溶液中含有这些金属离子很多。会沉积到零件上。这时采用阳极电化学去油为宜。

在碱溶液中能溶解的金属则不采用电化学去油。

简单零件进行电化学去油，效果很大，能缩短去油时间，有很大的经济意义；形状复杂的零件，有深孔窄槽，不适于电化学去油。因为溶液在深孔窄槽内的着落能力不好，电流分布极不均匀，尖端和凸起的部位电流密度大，而深孔窄槽等深凹的部位电流密度小，甚至没有，致尖端去油能力强，而深孔窄槽部位去油能力极差。因此复杂零件只进行电化学去油是不适宜的。

化学或电化学去油后，必须在热水（60~100°C）中冲洗，使附在零件表面的碱液洗去。去油溶液中各成份及皂化作用产生的肥皂，特别是水玻璃易溶于热水，而难溶于冷水，和酸作用生成硅胶，附在零件表面将会影响镀层的附着力。因此去油后必须先用水清洗。因为零件本身温度很高，一进入酸洗就会使零件表面腐蚀过度，造成废品，所以热水洗以后，再经冷水洗，一方面进一步洗尽碱液，一方面降低零件温度。精度要求不严的零件，可以不用冷水洗。

为了保证去油质量，必须在零件进入冷水或从冷水取出时要检查零件，如上面有不沾水或有水珠的地方，就表示油尚未去尽，还得继续去油，没有不沾水和水珠的情况，就证明油已除尽。

四 用化学腐蚀法除去氧化物

用化学腐蚀方法除去金属表面上的氧化物，是在酸或碱溶液中进行。根据金属的性质，表面氧化层的特性与厚度，及其腐蚀前后的机械加工的特性来选择腐蚀溶液和腐蚀条件。

在酸溶液中进行腐蝕前必須先进行去油。但零件經退火或热处理后，表面上确无油迹，可以不去油。

1 黑色金屬氧化物的清除

黑色金屬（鋼、鐵）用化学腐蝕除去氧化物。鋼鉄表面上有下述四种氧化物。

三氧化二鉄 金屬或金屬零件在沒有空气或少空气的情况下，进行退火时产生三氧化二鉄的淺藍色或藍白色的氧化膜。較氧化亞鉄膜厚，輕微的可在盐酸中去掉。但所需時間較長，而且也比較难除去，因此都用加热的硫酸溶液除去。

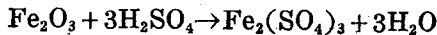
四氧化三鉄 金屬在有空气的情况下灼燒（退火）产生四氧化三鉄 Fe_3O_4 （或 $FeO \cdot Fe_2O_3$ ）。赤热的鉄进行鍛压后，也产生这种氧化物（鉄滓）。它是藍黑色的磁性氧化物，氧化膜很厚，在盐酸中更难除去。

三氧化二鉄和四氧化三鉄在前述两种氧化过程中都同样产生，只是比例不同：前者四氧化三鉄少；后者四氧化三鉄多。而且两种氧化物中，还有一种碳化鉄的东西，它不溶于盐酸，也不溶于硫酸，只能溶于硝酸、硫酸和食盐的混合酸中。

去除上述二种氧化皮是在下述溶液和工作规范中进行。

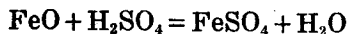
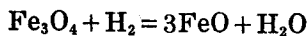
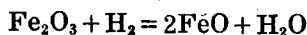
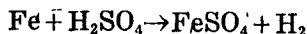
硫酸.....	80~150克/升
温度.....	40~60°C
時間.....	到去掉为止；不超过四十分鐘

它們和硫酸的作用为：

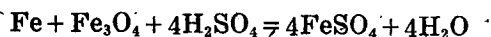


这两个反应式特别是后者，进行很慢。在腐蝕过程中，由于酸和金屬鉄或黑皮中的鉄作用，产生大量的氫气泡，借氫气泡的机械作用，一方面撕破黑皮，使酸易于腐蝕，一方面剝落黑皮。放出的氫气还能使三氧化二鉄和四氧化三鉄还原为氧化亞鉄，和

酸易于作用，加速腐蝕。其反应为：



因此总的反应为：



腐蝕过程中，硫酸对铁的腐蝕力很强。为了有效的制止硫酸与已经去除氧化物的金属铁的作用，防止造成过腐蝕，在溶液中加入抗蝕剂，使抗蝕剂沾附于已经腐蝕过的光滑表面上，以阻止酸的浸蝕和渗入更多的氢气。常用的抗蝕剂有二甲苯、硫化猪血粉等。加入量可根据零件精度的要求而定。一般粗加工零件可以不加。二甲苯是易揮发的油状液体浮于溶液表面，加入量只需使液面上浮有一层就够了。在腐蝕过程中，必须抖动零件，出入于液面，使零件沾上二甲苯。否则二甲苯就不起作用。硫化猪血粉是用新鲜的猪血干燥研成粉末浸入硫酸中，取出干燥而制成。不经硫酸磺化的猪血粉也可以使用。用量为5~8克/升，同时加入5~10克/升的食盐。使用猪血粉效果良好。

零件表面上的油污在用硫酸腐蝕前必须除尽。腐蝕的时间，根据氧化膜的特性，适当地掌握。轻的三氧化二铁在5~10分钟就可以除尽。重的四氧化三铁则需20~40分钟。在腐蝕过程中还必须抖动几次。随时检查氧化皮去掉程度。检查的方法可以用肉眼观看，或者抹拭零件表面。当零件表面上原来的黑皮都除掉时，表面发灰乌色，或者原有的黑皮大部分已除掉而其余的也已疏松时，抹拭后黑皮掉落，或者经混酸洗一下就发亮了，这就可判断腐蝕完毕。取出后用冷水洗去残液并降低零件的温度。接着进行混酸光洁处理，使表面光亮。

零件在硫酸溶液中去黑皮后，表面有黑色污物，或者黑皮疏