



# 电镀实践

## 900例

郑瑞庭 编著



化学工业出版社

# 电镀实践

## 900例

郑瑞庭 编著



化学工业出版社

·北京·

本书是作者几十年电镀实践工作经验和心得的结晶。书中以实例形式，不仅介绍了电镀前处理（包括除油、除锈等）、常规电镀与特种电镀（包括镀镍、镀铬、镀锌、镀铜、镀银及镀锡等）、（铝阳极）氧化与钝化工艺中常见的技术难题与质量故障及相关检测手段与解决措施，而且对电镀生产实践中相关工具与设备、生产与技术管理中的有关问题提出了改进方法。

本书可供电镀及相关领域的技术、管理人员参考，也可供该领域的科研人员阅读。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电镀实践 900 例/郑瑞庭编著. —北京: 化学工业出版社, 2007. 1

ISBN 978-7-5025-9827-3

I. 电… II. 郑… III. 电镀 IV. TQ153

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 011619 号

---

责任编辑: 段志兵 刘丽宏

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 史利平

---

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: 北京市振南印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 17½ 字数 470 千字 2007 年 3 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: 39.00 元

版权所有 违者必究

## 序

《电镀实践 600 例》是在 2004 年 1 月出版发行的，到了 2005 年 8 月，仅一年多的时间，共印刷了 4 次，这是我所了解的电镀专业图书从来没有过的记录，不愧为一本最受欢迎的书。

编者不满足已有的成绩，自觉《电镀实践 600 例》尚欠全面、尚欠完整，有的内容不能代表当今水平。为此，他进一步收集资料，总结实践经验，并认真地整理、补充、完善，经过辛勤的耕作，《电镀实践 900 例》在 2007 年上半年出版。修改后的总字数为四十七万字，由原来的八章补充到十七章。

出版社的编辑和作者再次邀我写序，这是对我的器重，亦是给我一次再学习的机会。一是要学习编者孜孜不倦的精神，二是要学习他精益求精、实事求是的科学态度，三是要学习他深入实际，遵循实践—理论—实践的科学规律。《电镀实践 900 例》内容更为全面丰富，定将受到广大电镀技术人员和生产工人更大的欢迎。

当前，电镀行业面临着实现清洁生产综合工程，我愿与同行们共同努力，勇于改革，勇于创新，为把我国建成电镀工业强国，为保护环境、为子孙后代的健康和幸福生活作贡献。

北京电镀学会副理事长

张允诚

2007 年 1 月

## 前 言

拙著《电镀实践 600 例》出版以来深受同行朋友欢迎，经常有读者朋友来信、来电赞誉，称在该书中汲取到许多生产知识，解决了不少关键技术问题，表示谢意；有的要求建立师徒关系拜师学艺。

虽然《电镀实践 600 例》出版以来受到如此欢迎，但总感到存有遗憾，存在欠缺。当时过于匆促，资料收集方面限于已发表的文章，今天看来尚欠全面、欠细致；有的章节安排上牵强附会，例题的解答上也有不够妥贴之处，有的内容已不能代表当前的实际发展水平。

通过几年来的酝酿、收集、修改、整理，今已将《电镀实践 600 例》中较为浅显的内容进行删节，对部分与电镀工艺技术关系不够密切的语句进行重新整理，补充大量有用的实例。根据电镀生产的现实情况和陆续同读者交流的成果，对内容结构也进行了大幅度调整。对电镀毛坯的接收、挂具与夹具的使用、镀前处理等关系到电镀层质量的内容单列出章，以示强调；对电镀生产管理、清洁生产及环境保护等深受关注的内容，则进一步予以细化，列举实例，以有助于生产发展。

重整之中，新增 300 余例，对原书中 200 余例进行调整补充，删去原书中近 80 例，最后形成本书，共 17 章，900 余例，遂名《电镀实践 900 例》，比前书内容更为全面，更切合电镀生产实际。

由于理论水平不高，编写经验欠缺，书中难免出现疏漏之处，恳请读者批评指正。

郑瑞庭

2007 年 1 月

## 《电镀实践 600 例》前言

在电镀生产中会遇到许多难题。如果缺乏实践经验，对有的难题便会束手无策，我年轻时在电镀第一线上对此就有很深的感受。于是我逐渐认识到，一个电镀技术人员要到生产实际中去，要学会电镀、掌握电镀、控制和管理电镀。几十年来我始终坚持这个信念，坚持在生产第一线中磨炼，提高了自己解决实际问题的能力，积累了较为丰富的经验，很想写出来与年轻的同行们分享。退休后有了空闲时间，我就不断写些小文章，发表在专业刊物上。现在有机会对几十年的实践经验进行整理和补充，最后编写成《电镀实践 600 例》这本书，我感到很欣慰。

本书以电镀生产的实践经验为主，对生产中发生的难题，以实例形式予以剖析、排除，也有部分以体会与教训的例子写出来与同行朋友们交流，希望以此为戒，加强防范。

北京电镀学会张允诚先生在本书的编写过程中，给了我莫大的鼓励、支持和帮助，并热情为本书作序，对此十分感激！另外书中引用了少量电镀同行发表的电镀经验的文字，在此对原作者表示感谢！

由于理论水平不高，编写经验欠缺，书中难免出现错误和不完善的地方，热忱地希望读者批评指正。

郑瑞庭

2003 年 8 月 1 日

## 简要目录

第一章	电镀产前准备与毛坯接收 .....	1
第二章	电镀挂具与夹具 .....	20
第三章	镀(涂)件的绑扎 .....	63
第四章	镀(涂)前的除油 .....	73
第五章	浸蚀除锈与机械除锈 .....	91
第六章	镀(涂)件表面的整平与修饰 .....	107
第七章	常规电镀 .....	120
第八章	特种材料电镀 .....	285
第九章	滚镀、筛网镀、篮筐镀与布兜镀技术 .....	309
第十章	氧化与钝化 .....	326
第十一章	镀(涂)件的干燥与防护 .....	386
第十二章	电镀溶液的维护与保养 .....	406
第十三章	工具与设备改进实例 .....	416
第十四章	生产管理与技术管理 .....	450
第十五章	与结构设计师及机械工艺师的配合和协作 .....	476
第十六章	镀(涂)工艺中的清洁生产与环境保护 .....	490
第十七章	安全生产与火警预防 .....	500

# 详细目录

## 第一章 电镀产前准备与毛坯接收

<b>第一节 电镀前准备工作</b> .....	1
1. 电镀前准备工作内容与操作方法 .....	1
2. 生产进度的统筹安排 .....	2
<b>第二节 电镀毛坯件的验收</b> .....	4
3. 镀件与图纸的对照验收 .....	4
4. 图纸所标材料与镀件本身材料对照验收 .....	4
5. 机械加工工序是否已走完全程的验收 .....	4
6. 大型电镀件的验收 .....	5
7. 镀件数量的验收 .....	5
8. 镀件材料的性质是否符合电镀加工要求的验收 .....	5
9. 形状过于复杂件的验收 .....	6
10. 镀后尚需机械加工件的验收 .....	6
11. 镀后尚需喷涂工件的验收 .....	6
12. 铝质化学或电化学抛光件的验收 .....	7
13. 返镀件的验收 .....	7
14. 局部电镀件的验收 .....	7
15. 局部抛光件的验收 .....	7
16. 未注明磨、抛光位置件的验收 .....	8
17. 表面有缺陷件的验收 .....	8
18. 精加工件的验收 .....	8
19. 有未加工面工件的验收 .....	9
20. 装饰性镀件的验收 .....	9
21. 毛刺件的验收 .....	10
22. 簧片、拉、压簧件的验收 .....	10
23. 渗碳、渗氮件在发蓝（氧化）前的验收 .....	10
24. 经盐炉中淬火件的验收 .....	11



25. 用电火花加工工件的验收 .....	11
26. 热轧钢板制件的验收 .....	11
27. 热加工时遗有焦糊物件的验收 .....	11
28. 被磁化件的验收 .....	12
29. 银焊件的验收 .....	12
30. 锡焊件的验收 .....	12
31. 铜焊件的验收 .....	13
32. 点焊件的验收 .....	13
33. 电焊件的验收 .....	14
34. 粘过胶工件的验收 .....	14
35. 镀件表面留有乳胶手套拿过的痕迹工件的验收 .....	14
36. 电镀件有过小内锐角及凸出尖角件的验收 .....	15
37. 异类金属组合件的验收 .....	15
38. 空腹件的验收 .....	16
39. 盲孔件的验收 .....	16
40. 喷砂件的验收 .....	17
41. 镀件上有深孔要求电镀的验收 .....	17
42. 划有定位线件的验收 .....	17
43. 镀层需作理化试验件的验收 .....	17
<b>第三节 技术要求的核实</b> .....	18
44. 检查图上所标的涂覆标记是否清楚 .....	18
45. 检查所标的镀层厚度是否合理 .....	18
46. 在用文字标注时如未注全名的要作进一步核实 .....	19
47. 染色件应附有标准色板 .....	19
<b>第二章 电镀挂具与夹具</b>	
<b>第一节 电镀挂具的设计、制作、维护与使用</b> .....	20
48. 电镀挂具的结构设计 .....	20
49. 挂具的制作方法 .....	21
50. 挂具使用时的注意事项 .....	22
51. 挂具的维护要求 .....	22
<b>第二节 装挂实例</b> .....	23
52. 薄片件的装挂 .....	23

53. 双头尖形件的装挂 .....	23
54. 易窝气的边框挂镀 .....	24
55. 狭形片状件的装夹 .....	25
56. 中等长度圆棒的装夹 .....	25
57. 拉簧件的装挂 .....	26
58. 螺钉镀装饰铬夹具 .....	27
59. 长形棒材镀件专用挂具 .....	28
60. 线材挂镀方法 .....	30
<b>第三节 镀硬铬夹具的设计与装夹 .....</b>	<b>30</b>
61. 一体式夹具的设计要求 .....	30
62. 夹具与辅助电极之间要可靠绝缘 .....	31
63. 夹具与镀件之间的可靠连接 .....	31
64. 饼状件的装夹 .....	31
65. 缸状件的装夹 .....	32
66. 管状件的装夹 .....	32
67. 圆形件内腔镀硬铬阳极配置 .....	33
68. 方形件内腔镀硬铬阳极配置 .....	34
<b>第四节 镀黑镍夹具的设计与装夹 .....</b>	<b>34</b>
69. 夹具的设计与装夹注意事项 .....	34
70. 夹具使用前原镀层必须退尽 .....	35
71. 管状件的装夹 .....	35
72. 带棱角部位装夹 .....	36
<b>第五节 塑料电镀夹具的设计与装夹 .....</b>	<b>36</b>
73. 塑料电镀夹具的设计与装夹注意事项 .....	36
74. 盖状件的装夹 .....	36
75. 管状件的装夹 .....	36
76. 利用孔眼的装夹 .....	37
<b>第六节 阳极氧化用夹具 .....</b>	<b>37</b>
77. 铝阳极氧化夹具的具体要求 .....	38
78. 一体式夹具的制作 .....	39
79. 夹具的维护 .....	39
80. 阳极氧化工件的装夹 .....	39
<b>第七节 阳极氧化夹具装夹实例 .....</b>	<b>40</b>

81. 带孔板状件的装夹 .....	40
82. 大型板状件的装夹 .....	41
83. 管状件的装夹 .....	42
84. 杯状件的装夹 .....	42
85. 长棒件的装夹 .....	43
86. 毛衣针的装夹 .....	43
87. 带螺孔件的装夹 .....	44
88. 薄片件的装夹 .....	44
89. 球形件的装夹 .....	46
90. 有孔厚型板材的装夹 .....	46
91. 无孔厚形板材的装夹 .....	46
92. 部分绝缘散热器件的装夹 .....	47
93. 多角形小件的装夹 .....	47
94. 多边形棍、棒状件的装夹 .....	48
95. 带小孔件装夹 (一) .....	50
96. 带小孔件装夹 (二) .....	51
97. 带有棱角杂件的装夹 .....	51
98. 板状件装夹 (一) .....	51
99. 板状件装夹 (二) .....	51
100. 板状件装夹 (三) .....	52
101. 板状件装夹 (四) .....	52
102. 螺杆件的装夹 .....	53
103. 圆柱体的装夹 .....	53
104. 长方体的装夹 .....	54
105. 钛、铝组合式夹具 .....	55
<b>第八节 镀 (涂) 件的局部绝缘 .....</b>	<b>56</b>
106. 倒置工艺程序的绝缘 .....	57
107. 圆棒件捆绑式的绝缘 .....	58
108. 工件端头帽套式的绝缘 .....	58
109. 圆形件端头帽套式的绝缘 .....	58
110. 孔眼内部的绝缘 .....	58
111. 镀硬铬件孔眼内部的绝缘 .....	58
112. 平面部位采取涂覆的绝缘 .....	59

113. 平面部位仿形压板式的绝缘 .....	60
114. 管状件内孔的绝缘 .....	60
115. 螺孔的绝缘 .....	61
116. 以双极性电镀的绝缘 .....	61
117. 涂绝缘胶程序不当引起质量故障 .....	61
118. 涂胶时严防绝缘胶滴在非绝缘部位 .....	62

### 第三章 镀（涂）件的绑扎

<b>第一节 准备绑扎材料 .....</b>	<b>63</b>
119. 铝丝的配备 .....	63
120. 铁丝的配备 .....	63
121. 紫铜丝的配备 .....	63
122. 线材的规格要齐全 .....	64
<b>第二节 了解绑扎要求 .....</b>	<b>64</b>
123. 绑扎位置的选择 .....	64
124. 一串镀件绑扎的长度 .....	65
125. 一串镀件中镀件的间距 .....	65
126. 绑扎松紧程度的调节 .....	65
<b>第三节 绑扎实例 .....</b>	<b>65</b>
127. 细小件的绑扎 .....	65
128. 螺钉的绑扎 .....	66
129. 短棒件的绑扎 .....	66
130. 角钢形制件的绑扎 .....	66
131. 厚板制件的绑扎 .....	67
132. 薄片件的绑扎 .....	67
133. 菱形件的绑扎 .....	68
134. 空腹件的绑扎 .....	68
135. 附有“耳朵”片状件的绑扎 .....	69
136. 无孔件的绑扎 .....	69
137. 两件以上件的绑扎 .....	70
138. 压簧件的绑扎 .....	70
139. 挂钩与极梗的连接 .....	71

## 第四章 镀(涂)前的除油

<b>第一节 有机溶剂除油</b> .....	73
140. 确定工件是否用有机溶剂除油 .....	74
141. 不同工件的有机溶剂除油 .....	74
142. 除油后不容忽视晾干过程 .....	74
143. 有机溶剂除油时对其他污物的处置 .....	74
<b>第二节 化学除油</b> .....	75
144. 化学除油溶液中水玻璃含量过高影响镀层结合力 .....	75
145. 化学除油之前详细做表面检查 .....	76
146. 氢氧化钠浓度过高影响镀层质量 .....	76
147. 化学除油之前先除尽螺孔内的污物 .....	76
148. 化学除油溶液温度的确定 .....	77
149. 化学除油件表面出现碎冰状花纹的故障 .....	77
150. 片状件除油时相互贴合引起的除油质量问题 .....	77
151. 由除油时工件露出液面引起质量故障 .....	78
152. 由配方单一引起的除油质量故障 .....	78
153. 除油溶液温度过低影响除油效果 .....	79
<b>第三节 擦刷除油</b> .....	79
154. 擦刷除油必须与其他除油工艺相配合 .....	79
155. 镀层下出现擦刷印痕 .....	80
156. 由擦刷程序不当引起镀层暴皮 .....	80
157. 用铜丝刷刷的工件镀后易暴皮 .....	80
<b>第四节 滚筒除油</b> .....	81
158. 除尽工件上角落等处的油污 .....	81
159. 合理应用除油、除锈一步法 .....	81
160. 滚筒内装载量的控制 .....	81
161. 选定滚筒形式 .....	82
162. 挑选出不适宜采用滚筒除油的工件 .....	82
163. 滚筒除油后不宜直接电镀 .....	82
<b>第五节 电化学除油</b> .....	82
164. 电化学除油程序错乱引起镀层起泡 .....	83
165. 电化学除油后工件腐蚀的原因 .....	84

166. 电化学除油溶液中组分配比不当引起故障 .....	85
167. 洗净剂过量影响底镀层的结合强度 .....	85
168. 除油后未用热水洗烫影响镀层结合力 .....	85
169. 电化学除油溶液的表面要清洁 .....	86
170. 电化学除油溶液对极的选择 .....	86
171. 电化学除油后出现红色锈迹的原因 .....	87
172. 电化学除油后工件表面出现粗糙的故障 .....	87
173. 电化学除油之后时有发现尖角凸出部位无镀层沉积 .....	87
174. 电化学除油之后某些件易发脆 .....	88
175. 电化学除油后某些件内角部位镀层易掉皮 .....	88
<b>第六节 其他方法除油</b> .....	88
176. 电镀-退镀镀层法除油 .....	88
177. 一步法除油、除锈 .....	89

## 第五章 浸蚀除锈与机械除锈

<b>第一节 钢铁件除锈前、后的注意事项</b> .....	91
178. 浸蚀处理之前必须先除油 .....	91
179. 浸蚀处理之前需先蔽去焊渣 .....	92
180. 工件浸蚀处理之前要考虑到会渗氢 .....	92
181. 浸蚀处理之前黑色焦糊物的除去 .....	93
182. 浸蚀处理之后工件表面挂灰 .....	93
183. 浸蚀处理之后勿忘防锈处理 .....	94
<b>第二节 普通钢铁件在盐酸中浸蚀</b> .....	94
184. 用盐酸浸蚀有利于减轻氢脆影响 .....	94
185. 用盐酸浸蚀有利于加速除去黑色氧化铁 .....	94
186. 用盐酸浸蚀有利于提高溶液的利用率 .....	95
187. 用盐酸浸蚀有利于降低缓蚀剂的消耗 .....	95
188. 用盐酸浸蚀注意事项 .....	95
189. 浸蚀后出现工件边缘无镀层沉积的现象二例 .....	96
<b>第三节 普通钢铁件在硫酸溶液中浸蚀</b> .....	96
190. 注意局部腐蚀性浸蚀后易造成过度腐蚀 .....	96
191. 注意酸液浓度与浸蚀速度的关系 .....	97
192. 注意酸液温度与浸蚀速度的关系 .....	97

193. 注意切不可用浸蚀代替除油工艺 .....	97
<b>第四节 铜及铜合金件的强浸蚀</b> .....	97
194. 强浸蚀前未经预浸蚀会发生过度腐蚀 .....	97
195. 薄片件浸蚀时要严防漂散 .....	98
196. 严格控制浸蚀液的温度 .....	98
197. 浸蚀过的工件出现麻点的故障 .....	99
198. 黄铜件在三酸强蚀时出现色泽变化的原因 .....	99
199. 黄铜件浸蚀时出现置换铜的原因 .....	100
<b>第五节 镀(涂)前的活化</b> .....	100
200. 活化时间不宜过长 .....	100
201. 铜质件不可与钢铁件共用一个活化槽 .....	101
202. 活化后的清洗必须采用流动水 .....	101
203. 要保持活化液的配方浓度 .....	102
204. 镀液对氯离子敏感时活化液不宜用盐酸配制 .....	103
205. 活化溶液液面必须保持清洁 .....	104
<b>第六节 电化学方法除锈</b> .....	104
206. 采取电化学除锈致密氧化层注意事项 .....	104
207. 采取阴极电化学除锈注意事项 .....	104
208. 采取阳极电化学除锈注意事项 .....	105
209. 采取阴、阳极联合除锈工艺 .....	105
<b>第七节 机械除锈</b> .....	105
210. 工件成型前机床上除锈 .....	105
211. 喷砂除锈 .....	106
212. 磨光除锈 .....	106
213. 用锉刀除锈 .....	106
214. 振光法除锈 .....	106

## 第六章 镀(涂)件表面的整平与修饰

<b>第一节 磨光</b> .....	107
215. 磨光之前工件须进行除锈处理 .....	107
216. 磨光轮使用不久金刚砂自行脱落 .....	108
217. 磨光件表面难以磨尽道痕 .....	109
218. 磨光时工件始终要对着磨轮的平面 .....	109

219. 机械加工、磨光、抛光要各司其职 .....	109
220. 磨光时要根据工件部位掌握力度 .....	109
221. 磨料的黏合剂选用不当会引起磨轮报废 .....	109
<b>第二节 机械抛光</b> .....	110
222. 抛光时工件抛损的四种可能原因 .....	110
223. 镍层上抛光镀铬后发花的补救方法 .....	111
<b>第三节 刷光</b> .....	111
224. 洗刷用工具、设备的配备 .....	111
225. 润滑剂的使用要求 .....	112
226. 洗刷时需注意的问题 .....	112
227. 刷光后的退铜处理 .....	112
<b>第四节 滚光</b> .....	112
228. 不适宜使用滚光的工件举例 .....	113
229. 滚光磨料与工件的合理配比 .....	113
230. 过于精细的软质材料制件的磨料 .....	113
231. 滚光时工艺条件的选择 .....	113
<b>第五节 喷砂</b> .....	113
232. 喷砂四要点 .....	114
233. 局部处不喷砂的保护 .....	114
234. 喷砂后的表面保护 .....	115
235. 铝质喷砂件阳极氧化前的碱蚀 .....	115
<b>第六节 振动擦光</b> .....	115
236. 振动擦光工艺的操作注意事项 .....	115
237. 严重腐蚀件不适宜直接振动擦光 .....	116
238. 含油污件的擦光方法 .....	116
<b>第七节 铝及铝合金化学抛光</b> .....	116
239. 抛光液中硝酸含量控制 .....	116
240. 抛光件出现点状腐蚀时的处理 .....	116
241. 抛光溶液中要防止水分的带入 .....	117
242. 要控制配方中铜的加入量 .....	117
243. 抛光时需要注意的问题 .....	117
244. 溶液维护要点 .....	117



245. 化学抛光与电化学抛光的优劣比较 .....	118
<b>第八节 镍层电化学抛光 .....</b>	<b>118</b>
246. 抛光后尚需镀铬的需先经活化处理 .....	118
247. 镀镍层厚度要留有抛光余量 .....	118
248. 需电化学件镀前的绑扎不可过紧 .....	119
249. 电化学抛光后需经钝化处理 .....	119

## 第七章 常规电镀

<b>第一节 氰化镀铜 .....</b>	<b>120</b>
250. 氰化镀铜溶液中镀不上铜 .....	120
251. 氰化镀铜层上镀镍出现镍层发花 .....	121
252. 氰化镀铜溶液中氰化物消耗过快 .....	122
253. 氰化镀铜溶液被铬雾污染 .....	123
254. 氰化镀铜溶液被铅离子污染 .....	124
255. 氰化镀铜溶液中氰化钠含量过高 .....	124
256. 对不符合防渗碳铜工艺的纠正 .....	125
257. 清洗水遭到污染引起镍层脱落 .....	125
258. 氰化镀铜溶液治理不当而影响生产进度 .....	126
259. 氰化镀铜后再酸性镀铜引起镀层掉皮 .....	127
260. 游离氰化钠浓度过低引起镀层掉皮 .....	127
261. 氰化镀铜溶液中铜离子下降 .....	127
262. 氰化镀铜溶液中碳酸钠过快积累 .....	128
263. 氰化镀铜工艺中六点注意事项 .....	129
264. 用硫化钠处理氰化镀液中重金属杂质 .....	129
<b>第二节 硫酸盐光亮镀铜 .....</b>	<b>130</b>
265. 酸性光亮镀铜层发雾发花的六大因素 .....	130
266. 酸性亮铜溶液中硫酸含量渐低 .....	131
267. 酸性亮铜出现光亮度不足 .....	131
268. 酸性亮铜溶液中硫酸铜结晶析出 .....	131
269. 酸性亮铜层表面产生毛刺 .....	132
270. 酸性亮铜层表面出现橘皮状皱纹 .....	133
271. 酸性亮铜前的预镀 .....	133
272. 酸性亮铜溶液被氯离子污染 .....	134