

77.821
335
C.2

金属涂镀技术问答

林春华 编

内 容 提 要

书中较全面地介绍了金属涂镀的基本原理、涂镀时使用的电源、涂镀工艺、涂镀时使用的工具、辅助工具及辅助材料、镀液的种类、镀液的性能和用途、控制和计算镀层厚度的方法、涂镀各种金属、以及检验镀层与基本金属之间的结合强度的方法、涂镀的安全常识等。

可供从事涂镀工作的工人、工程技术人员学习，亦可供技工学校师生参考。

金属涂镀技术问答

林春华 编

中国铁道出版社出版

责任编辑 杨宾华 封面设计 程 凯

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 印张：6.625 字数：143 千

1987年6月第1版第1次印刷

印数：0001—7,500册 定价：1.35元

目 录

第一部分 金属涂镀技术简介

1. 什么叫涂镀?	1
2. 试述金属涂镀技术的发展概况	2
3. 金属涂镀技术有哪些特点?	2
4. 金属涂镀技术可用于哪些部门? 主要用途有哪些?	4
5. 金属涂镀技术能代替焊接、喷涂和槽镀技术吗?	5
6. 涂镀时对操作者有危害吗? 怎样防止危害?	6
7. 推广金属涂镀技术的经济效益如何?	7
8. 怎样计算涂镀的经济效益?	8

第二部分 涂镀用电源、工具、 辅助工具及辅助材料

9. 涂镀工艺对电源有哪些要求?	11
10. 什么样的电源可用于涂镀?	11
11. 什么样的电源叫恒压式涂镀电源?	12
12. 在使用恒压式涂镀电源时为什么选用电压值作为工艺 规范的指标?	14
13. 什么样的电源叫恒流式涂镀电源?	14
14. 在使用恒流式涂镀电源时为什么用电流值作为工艺规 范指标?	15
15. 怎样正确地使用涂镀电源?	15
16. 涂镀前一般需要校核涂镀电源的哪些部分?	17
17. 如何校核涂镀电源上的直流电流表和直流电压表?	17
18. 在什么情况下需要校验涂镀电源中的安培小时计精 度? 如何校验?	17
19. 在什么情况下需要校验涂镀电源中的快速过流保护装	

置的灵敏度? 如何校验?	18
20. 电流的极性是怎样规定的?	19
21. 涂镀电源中为什么要设置输出电流高低挡开关?	19
22. 怎样选择涂镀电源的高、低挡电流?	19
23. TD型直流涂镀电源常见故障有哪些? 怎样排除?	20
24. 涂镀电源的交流输出有什么用途?	21
25. 在使用涂镀电源的交流输出时要注意哪些问题?	22
26. 在同一台涂镀电源上可以同时接出几支涂镀笔进行涂 镀操作吗?	22
27. 在同一台涂镀电源上同时接出几支涂镀笔进行涂镀操 作要注意哪些问题?	22
28. 两支同样型号的涂镀笔并联到涂镀电源上, 工作电流 并不恰好增加一倍, 为什么? 对镀层的厚度有什么影 响?	23
29. 涂镀用的工具和辅助工具有哪些? 对它们有什么要 求?	24
30. 涂镀工艺对阳极有哪些要求?	26
31. 什么样的阳极叫不溶性阳极?	26
32. 哪些材料可以用来制作不溶性阳极?	26
33. 涂镀作业中是否也使用可溶性阳极?	27
34. 怎样设计阳极?	27
35. 怎样包裹阳极?	29
36. 阳极的常见故障有哪些? 怎样排除?	30
37. 阳极连接螺母和石墨体之间接触不良的标志是什么? 有何影响?	31
38. 怎样保证阳极连接螺母与石墨体之间具有良好的电接 触?	31
39. 导电手柄的作用是什么?	31
40. 试述导电手柄的构造	31
41. 设计导电手柄应注意哪些问题?	32
42. 怎样正确使用涂镀笔?	33
43. 哪些材料可用来包裹阳极? 对它们有什么要求?	34
44. 阳极包套能回收使用吗?	35
45. 叶片式镀液供送泵和蠕动式镀液供送泵的特点和用途 是什么?	36

第三部分 涂镀用溶液

46. 涂镀用溶液有哪些种类? 它们的用途是什么?37
47. 目前有哪些金属可制成单金属镀液?38
48. 有哪些金属可制成合金镀液?39
49. 涂镀用金属镀液与槽镀用金属镀液有何不同?39
50. 什么叫金属镀液的综合工艺性能图?40
51. 金属镀液综合工艺性能图有什么用途?41
52. 怎样进行金属镀液综合工艺性能图的测定?41
53. 什么是金属镀液的耗电系数?44
54. 怎样测定金属镀液的耗电系数?45
55. 怎样从金属镀液的综合工艺性能图鉴别镀液性能的好
坏?45
56. 什么叫“富集型”金属镀液? 什么叫“空乏型”金属
镀液?47
57. 涂镀用溶液能够长期存放吗?48
58. 储存镀液时要注意什么问题?48
59. 怎样从外观上判断涂镀用溶液的质量?49
60. 在现场怎样区分电净液(TGY--1)、1号活化液
(THY--1)和2号活化液(THY--2)?50
61. 怎样选用活化液?51
62. 怎样选用金属镀液?52
63. 金属镀液在使用过程中要注意哪些问题?54
64. 特殊镍(TDY101)镀液的性能和用途有哪些?56
65. 快速镍(TDY102)镀液的性能和用途有哪些?57
66. 低应力镍(TDY103)镀液的性能和用途有哪些?58
67. 镍—钨合金(TDY104)镀液的性能和用途有哪些?59
68. 快速镍(TDY102)镀液在高温下会不会失效?60
69. 使用快速镍(TDY102)镀液涂镀时, 阳极包套里为什
么会产生黑色的粉末和灰白色的沉淀物? 有什么影
响?61
70. 镍涂镀层的硬度有什么特点?62
71. 镍涂镀层的耐磨性如何?63
72. 快速铜(TDY401)镀液的性能和用途有哪些?65
73. 碱性铜(TDY403)镀液的性能和用途有哪些?66

74. 锡镀液的性能及规范有哪些?	68
75. 锡涂镀层的性能和用途有哪些?	70
76. 锌涂镀液的性能及规范有哪些?	71
77. 锌涂镀层的性能和用途有哪些?	73
78. 铜涂镀液的性能及规范有哪些?	76
79. 铜涂镀层的性能和用途有哪些?	77
80. 钴涂镀液的性能和规范有哪些?	80
81. 钴涂镀层的性能和用途有哪些?	81
82. 使用铁涂镀液要注意哪些问题?	82
83. 铁涂镀层的性能和用途有哪些?	83
84. 铬涂镀液的特点和用途有哪些?	83

第四部分 涂 镀 工 艺

85. 涂镀前对工件表面有什么要求?	85
86. 什么叫电净? 怎样进行电净的操作?	86
87. 电净处理的特点是什么?	86
88. 正极性电净和反极性电净各有什么优缺点? 它们的适用范围是什么?	86
89. 电净时用强规范好还是用弱规范好?	87
90. 什么叫活化? 怎样对金属表面进行活化?	87
91. 工件表面不进行电净处理, 直接进行活化好不好?	88
92. 什么叫过渡层?	88
93. 过渡层的作用是什么?	89
94. 怎样选择过渡层?	89
95. 什么叫工作镀层?	90
96. 怎样选择工作镀层?	90
97. 什么叫组合镀层? 为什么要使用组合镀层?	91
98. 什么叫无电擦拭?	92
99. 无电擦拭的作用是什么?	92
100. 什么叫遮蔽?	92
101. 涂镀和槽镀作业中对工件表面的遮蔽有什么不同?	93
102. 遮蔽作业有什么重要性?	93
103. 什么叫工件表面的填充?	94
104. 怎样对工件的键槽和油孔进行填充?	95

105. 涂镀液是怎样供送到涂镀区的?96
106. 采用泵供送涂镀液后, 涂镀工艺要注意哪些问题?98
107. 在使用恒压式直流涂镀电源时, 镀层的厚度为什么不用通电时间来控制?100
108. 在使用恒压式涂镀电源时, 如何控制镀层的厚度?100
109. 在使用恒流式直流涂镀电源时, 怎样控制镀层的厚度?101
110. 哪些因素会使涂镀层的实际厚度与计算值有出入?102
111. 不用电源中的安培小时计控制镀层的厚度, 而用千分表或其它测量方法控制镀层厚度是否可以?104
112. 在变换涂镀工序时, 工件表面应当怎样处理?104
113. 各种金属工件涂镀维修和保护的步骤有哪些?106
114. 涂镀工艺把哪些金属划归为低碳钢类?107
115. 怎样涂镀低碳钢类金属?107
116. 涂镀工艺把哪些金属划归为中碳钢和高碳钢类?108
117. 怎样涂镀中碳钢和高碳钢类金属?108
118. 怎样涂镀铸铁或铸钢?109
119. 涂镀工艺把哪些金属划归为镍和镍铬不锈钢类?111
120. 镍和镍铬不锈钢类金属怎样涂镀?111
121. 涂镀工艺把哪些金属划归为铬钢类?112
122. 铬钢类金属涂镀有哪些困难?113
123. 铬钢类金属怎样涂镀?113
124. 目前在哪些铝和铝合金表面上可以比较可靠地进行涂镀作业?114
125. 铝、含镁量 $<10\%$ 的铝镁合金和锻造的铝硅合金怎样涂镀?115
126. 铜和铜合金怎样涂镀?116
127. 铅、锌、锡、软钎料和巴氏合金怎样涂镀?117
128. 石墨和碳素材料怎样涂镀?117
129. 钼、钛、钨、钽及超高强度钢怎样涂镀?117
130. 镍和镁合金怎样涂镀?118
131. 玻璃、塑料等非金属材料怎样涂镀?118

132. 硅半导体材料怎样涂镀?119
133. 怎样判断工件属于哪种金属类型?119
134. 在实际工作中经常会遇到哪些特殊的金属材料组合类型?120
135. 在特殊场合下怎样进行试镀?120
136. 涂镀工艺为什么对基体金属有广泛的适应性?121
137. 涂镀时, 阳极(通过包套)与工件表面接触并相对运动有什么作用?122
138. 在设计工件和阳极相对运动方案时要考虑哪些问题?123
139. 工件和阳极相对运动方式主要有哪些?123
140. 怎样选择工件和阳极的运动方式?123
141. 工件和阳极相对运动速度对镀层质量有何影响?125
142. 工件和阳极合适的相对运动速度是怎样确定的?125
143. 在特殊场合下, 工件和阳极的相对运动速度无法保证在最佳值时怎么办?127
144. 阳极与工件表面接触压力的大小对镀层的质量有何影响?127
145. 提高涂镀生产率的途径主要有哪些?128
146. 哪些因素能导致镀层剥离? 怎样克服?130
147. 检验镀层与基体金属的结合力时要注意哪些问题?134
148. 目前用哪些方法检验涂镀层与基体金属之间的结合强度?135
149. 常用镀层结合强度检验方法的适用范围是什么?138
150. 工业用金属的表面构造如何? 为什么涂镀过程中要保持工件表面的湿润?139
151. 怎样防止油脂进入涂镀区?141
152. 涂镀层的表面为什么随着厚度的增加而变得粗糙?141
153. 在什么情况下会碰到在已有镀层上继续加厚镀层的问题?142
154. 在已有镀层上继续加厚镀层的技术关键是什么?142
155. 举例说明在已有镀层上怎样继续加厚镀层?142
156. 为什么在涂镀工艺中规定快速镍(TDY102)镀层每达到 $200\sim 250\mu\text{m}$ 厚就要进行一次层间清理?143

157. 在快速镍(TDY102)镀层上继续加厚镀层时,为什么要先镀特殊镍(TDY101)夹心层?144
158. 怎样提高铜、锡、锌、镉等镀层在基体金属上的结合强度?145
159. 镍和铜涂镀层经加热处理会产生剥离吗?146
160. 钢铁工件在涂镀结束时用自来水冲洗镍镀层,在镀层表面往往会产生网状锈迹,这是为什么?147
161. 怎样防止在钢铁工件表面的镍镀层产生锈迹?147
162. 涂镀工艺对基体金属的疲劳强度有影响吗?148
163. 涂镀工艺使基体金属疲劳强度降低的原因是什么?149
164. 什么叫“镧脆”?149
165. 软金属镀层在什么条件下能引起钢产生“镧脆”性?150
166. 在涂镀工艺中怎样防止产生“镧脆”性?150
167. 镉—镍、铜—镍组合镀层抗粘附磨损性能如何?151
168. 为什么推荐采用镉—镍或铜—镍组合镀层而不推荐采用镉或铜单一镀层作抗粘附磨损的镀层?151
169. 怎样测量涂镀层的硬度?152
170. 在涂镀镍—钨合金镀层时表面有时产生深灰色的条纹,这是为什么? 怎样克服?153
171. 在涂镀铜镀层时表面有时产生深褐色的条纹,这是为什么? 怎样克服?154
172. 镍涂镀层在高速旋转的轴颈表面使用性能如何?154
173. 镍涂镀层在承受高频脉冲负荷的轴颈上使用效果如何?154
174. 镍涂镀层在往复运动的轴类表面上使用效果如何?155
175. 镍涂镀层在静配合和过渡配合的工件表面上使用情况如何?155
176. 镍、钴、铁等硬的涂镀层可用哪些方法进行镀后的加工?156
177. 对镍、钴、铁等硬的涂镀层可选用哪些磨削加工的方法进行加工?156
178. 用什么规范对镍、钴、铁等硬镀层进行磨削加工?156
179. 镍、钴、铁等硬的涂镀层怎样进行车削加工?157

180. 涂镀层怎样进行电解腐蚀加工?	158
181. 滚动轴承的哪些部位可用涂镀维修?	158
182. 怎样选择涂镀维修滚动轴承的镀层和工艺?	158
183. 涂镀维修滚动轴承时怎样计算镀层厚度?	159
184. 涂镀小孔时要注意哪些问题?	159
185. 涂镀小型键槽和凸缘应注意哪些问题?	160
186. 涂镀维修单孔箱体要注意哪些问题?	161
187. 涂镀维修多孔箱体要注意哪些问题?	162
188. 举例说明一个完整的涂镀维修过程应考虑哪些问题?	163

第五部分 涂镀的安全操作和涂镀工的培训

189. 涂镀的安全操作常识主要有哪些?	168
190. 工件夹在机床上涂镀, 能否造成车头箱中齿轮啮合面烧伤和主轴与瓦表面烧伤?	169
191. 涂镀作业时会不会腐蚀机床? 怎样防止?	170
192. 涂镀工的“应知”主要有哪些?	171
193. 涂镀工的“应会”主要有哪些?	174

第六部分 附 录

附录一、四种TD型直流涂镀电源主要技术指标	177
附录二、TYB型涂镀液供送泵	178
附录三、TD型针织套管主要规格	179
附录四、TD-150型涂镀设备名细表	180
附录五、常用阳极型号及适用范围	183
附录六、镍镀层质量检验(中华人民共和国第三机械工业部部标准HB5038-77摘录)	185
附录七、常用金属材料采用特殊镍(TDY101)过渡层和快速镍(TDY102)工作层时的涂镀工艺	189
附录八、常用涂镀溶液的性能和用途	190
附录九、十种沉积金属镀液的主要工艺参数	191
附录十、工件和阳极相对运动速度、转速、直径的关系表	192
附录十一、常用公式和物理数据	194
附录十二、零件涂镀修复卡片	196
附录十三、涂镀维修经济性统计表	197

第一部分 金属涂镀技术简介

1. 什么叫涂镀?

涂镀是在工件表面指定的区域, 快速电沉积金属的新技术。

涂镀又叫“电刷镀”, 它与过去所说的刷镀仅在操作方法上相似, 在电源、镀液、阳极、工艺方法和应用范围等方面有明显的不同。

涂镀的原理如图 1 所示。

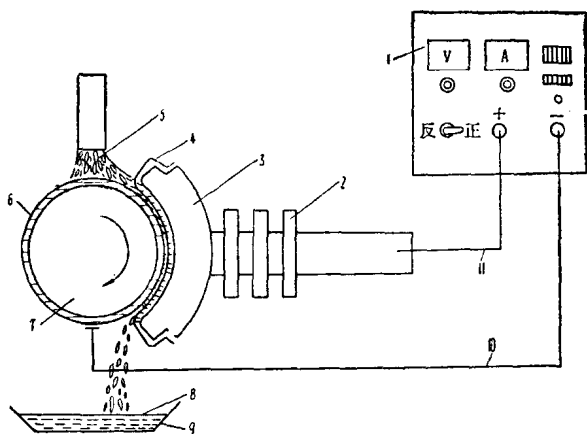


图 1 涂镀原理

- 1 —— 涂镀电源, 2 —— 导电柄, 3 —— 阳极, 4 —— 包套,
5 —— 涂镀液, 6 —— 镀层, 7 —— 工件, 8 —— 循环镀液,
9 —— 拾液盘, 10 —— 阴极电缆, 11 —— 阳极电缆。

涂镀时，将直流电源的负极用电缆线与工件连接；正极用电缆线接到镀具——涂镀笔上。涂镀笔上的阳极用棉花、涤纶布等不导电的纤维及其织物包裹，这些包裹物通常称为阳极包套。

阳极通过包套与工件表面接触并相对运动，涂镀液供到工件表面和阳极之间，镀液中的金属离子在电场的驱动下迁移到工件（阴极）表面，放电后结晶沉积在工件表面上。由于工件和阳极的相对运动，使整个需镀表面获得连续的镀层。随着通电时间的延长和通过电量的增加，镀层也相应增厚，直到达到需要的厚度为止。镀层的厚度决定于涂镀时所耗用的电量。该电量由电源中的安培·小时计来控制（恒压式涂镀电源），或由通电的时间来控制（恒流式涂镀电源）。镀层的种类取决于选用的镀液。

2. 试述金属涂镀技术的发展概况

当电镀件从镀槽中取出后发现局部没镀上时，通常用以下三种方法处理：①报废；②去掉所有镀层，重新入槽电镀；③局部修补。第三种处理方法最有吸引力，因为这种处理方法工艺简单，从镀槽中由电源的正极接出一根导线，夹住一团棉花，蘸上电解液，把工件靠在电源的阴极极杠上，在需要修补的地方来回擦抹，就能修补上镀层。但镀层的结合力低等工艺问题长期没获得解决。

金属涂镀镀层的结合强度、生产率等技术问题获得解决以后，涂镀技术才获得迅速的推广应用。国外（如法国、美国）大约在六十年代开始广泛地应用涂镀技术。国内在七十年代末期才真正大规模地研究涂镀技术，并获得成功而迅速推广。

3. 金属涂镀技术有哪些特点？

涂镀技术的主要特点是：

(1) 设备简单

不用镀槽，不需要大量的电解液。涂镀电源功率小，使用方便，因而可省去土建工程和专用的供电网络，投资小，见效快。

(2) 工艺灵活，操作简便

不受工件的形状和尺寸限制，如难以搬动和难以入槽的大型工件，可以用涂镀方法维修。孔类零件，特别是小孔和工件内部的孔，用涂镀维修比较方便，即可在现场工件不解体的情况下进行维修，省去拆装和搬运工序，确保组件的精度。

操作工艺相对来说比较容易掌握。有一定经验的电镀工、机床工和钳工，经短期培训（约十天左右）就可开展工作，且能较快地掌握涂镀工艺。

(3) 镀层与基体金属的结合强度高

镍镀层在碳钢上的结合强度 $\sigma > 70 \text{ MPa}^*$ ，经加热后可提高到 $\sigma \geq 200 \text{ MPa}$ 。

(4) 涂镀过程中对工件的加热温度低

在涂镀过程中，工件的最高温度 $< 70^\circ\text{C}$ ，不会引起工件的变形和基体金属金相组织的变化。精密工件、细长的杆类工件和低熔点金属材料的工件，都可用涂镀维修。

(5) 镀层厚度可精确控制

在镀层厚度 $\delta < 200 \mu\text{m}$ （指单边厚度，不是指直径上的厚度，下同）时，厚度的精度可达 $\delta \pm 10\%$ 。在过渡配合或过盈配合下使用的孔或轴颈，如原始表面光洁，几何形状误差小和镀层厚度 $\delta < 200 \mu\text{m}$ 的话，涂镀之后不加工就可投入运用。如果镀层厚度 $\delta > 200 \mu\text{m}$ ，几何形状不规

* $1 \text{ kgf/mm}^2 = 9.80665 \times 10^6 \text{ Pa} \approx 10 \text{ MPa}$ ，

Pa——帕斯卡，

则（例如失圆、偏磨等），或者在滑动配合下工作的工件，镀后需进行机加工。涂镀件的机加工工作量小，容易进行。

（6）可沉积多种用途的镀层和组合镀层。

（7）沉积速度快

涂镀的沉积速度比槽镀沉积速度大几倍至十几倍。

（8）节约能源。

在薄层维修作业中，涂镀需要的能源比焊接、槽镀和喷涂所需要的能源节约几倍至二十几倍，具有明显的经济效益。

（9）涂镀适用于薄镀层的保护和维修。

按技术上合理和经济上合算的原则，推荐镀层厚度 $\delta < 500\mu\text{m}$ 。如果继续提高镀层的厚度，在技术上是可能的。例如，在填补凹坑时，镀层的厚度可达 $\delta = 3000\mu\text{m}$ 。在平面和轴上可达 $\delta = 1500\mu\text{m}$ 。

（10）目前，涂镀主要采用手工操作。今后，凡是在可能的场合下，应当尽量采用机械化操作。因为涂镀层的质量受人的因素影响较大，所以应当强调掌握基本功和对涂镀工的培训工作。

（11）涂镀过程对环境的污染较小。

镀液中不含有剧毒成分，镀液的使用量很少，在涂镀过程中只产生极少量的废液和废水，便于集中处理，对环境污染小。

4. 金属涂镀技术可用于哪些部门？主要用途有哪些？

涂镀工艺国内已在飞机、机车、车辆、舰船、汽车、冶金、矿山、建筑、兵器、石油、化工、纺织、印刷、机床、电机、电力、电器、仪表、模具和文物修饰与保护等部门获得应用。到目前为止应用的范围还在继续扩大。

概括起来讲，涂镀技术的作用主要有三方面：①技术维护；②修理；③改善工件表面性能。

技术维护是指在新的工件表面，根据使用要求，预先涂镀保护性镀层，使工件或组件具有和保持良好的工作状态。

修理是指在使用过的工件表面上，采用涂镀的方法恢复原型尺寸或某一技术等级尺寸，同时使工件本身具有良好的工作状态。

改善工件表面性能，是指为了制造目的而进行的中间表面处理过程。例如在钢的表面涂镀铜层防渗碳和防渗氮；在钢表面上涂镀锡层催渗氮化；涂镀钴层催渗硼，以及为了改善钎焊性能而在接头的一个或两个表面上涂镀适当的镀层，等等。

5. 金属涂镀技术能代替焊接、喷涂和槽镀技术吗？

从广义来说，不能。

对具体的工件来说，要具体分析，不能一概而论。

涂镀不能直接地将金属连接起来，也不能修复裂纹和疏松。涂镀层的结合强度不如焊接层，在需要施敷的镀层较厚（ $\delta > 500\mu\text{m}$ ）时，生产率低于焊接。在许多承受冲蚀或磨粒磨损的场合，涂镀层的耐磨性不如堆焊层。

涂镀的生产率低于喷涂，对厚层涂镀时，其经济性就不如喷涂。在获得合金镀层，特别是含有非金属（石墨、硅藻土、碳化物和陶瓷）的复合镀层方面，有时不如喷涂方便，因而在承受磨粒磨损的场合，涂镀层的应用受到限制。

在大批量生产时，涂镀的生产率一般来说比槽镀的生产率低。在工件表面的装饰性方面，涂镀不如槽镀。目前，涂镀铬层的性能还不如槽镀的铬层。

一般来说，对在薄镀层（ $\delta \leq 500\mu\text{m}$ ）、中小批量、大件、局部、不加工或少加工、不解体或现场维修的场合，在

恢复尺寸，提高金属间摩擦、磨损性能，以及金属工件表面改善理化性能等方面，采用涂镀技术是合适的。

6. 涂镀时对操作者有危害吗？怎样防止危害？

有轻微的危害。

涂镀过程中，人体接触镀液和由镀液挥发出来的气体都会造成危害。

涂镀操作类似机床工在操纵机床或焊工在进行焊接作业，操作者始终位于涂镀作业的中心区，接触涂镀气体和镀液的机会较多（取拿镀液、装卸镀件、清洗镀具等），对操作者应当给予劳动保护。

气体的来源有二种，一种是自然挥发，在生产镀液的现场（储存镀液的库房以及涂镀的现场），由于镀液易挥发的组份，例如冰乙酸和氨水等的挥发而产生的气体；另一种是在涂镀过程中，由于使用的电流密度很大，在阳极与工件表面之间的镀液薄层内产生较多的电阻热，使镀液中的水和易挥发物大量蒸发而产生的气体。

气体对涂镀工人来说，主要影响视觉和呼吸道，刺激眼睛流泪，个别人感觉呼吸道干燥，兼有头晕和食欲减退现象。所以在涂镀区应装设抽风装置。抽风装置的吸口应设置在操作者对面和涂镀区附近（只要有轻微的负压就可将气体抽走）。不要把排风扇安装在涂镀间的墙壁上，呈“空调”式。

废液有二种，一种是经循环使用后剩余的废镀液；另一种是在工序间用来冲洗工件表面而产生的废水和废镀液。前者的数量很少，知道废镀液的大体组成，但含量不清楚。后者的数量也很少，但多于前者，成分复杂，主要是水，同时含有电净液、活化液、镀液和其它杂质。

应当指出，产生废液的主要场合是使用后的阳极包套，

据测定，大约30~50%的废液产生在使用后的阳极包套里。如果能对使用后的阳极包套正确处理，则可大大减轻废液对环境的污染问题。目前对使用过的阳极包套处理十分不当，或者用自来水冲洗，让废液和废水直接排放，或者不冲洗就扔入垃圾堆，被雨水冲洗后废液仍然排放到自然环境中。正确的处理方法应当是将使用过的阳极包套放到集料桶内（如需回收包套中吸附的镀液，可先挤出），然后放到炉中锻烧，使废液中的有机物分解氧化，金属离子变成氧化物和炉渣。

减少人体接触废液的机会会有以下几个途径：采用泵供送镀液；拆卸阳极包套时带橡胶手套；用刷子清洗阳极；采取措施降低工件转速，防止镀液溅射到皮肤上和眼睛里等等。

7. 推广金属涂镀技术的经济效益如何？

有明显的经济效益。可从以下六个方面体现出来：

（1）投资小，见效快，对国内数百个使用单位的调查资料证明，应用涂镀技术以后，均能当年收回投资并创造利润。由于企业性质不同，产品各异，计算标准不同，利润的大小也不同，一般利润额是投资额的3~5倍，个别情况下可达数十倍。

（2）缩短修理周期，减少停机损失。涂镀在联动线的检修作业中，在关键设备的抢修作业中，发挥了巨大的作用。例如某电厂的碎煤机主轴突然损坏，使两台发电机停机，每天损失近百万元，按常规的抢修方法需5—7天，采用涂镀技术修理，仅花费4小时。某出口机组在总装时发现缸体合缝面间隙超差，重新机加工或钳工研刮需十天时间，用涂镀的方法，一个晚上修复完毕。

（3）抢修关键零部件，提高自主能力。修复进口机械（如印刷机、高精度机床、施工机械、仪器、机车车辆、各