

第3章 零件电镀修复技术

柳台夫

第1节 镀铬

镀铬是用电解法修复零件的最有效方法之一。镀铬不仅能修复机器零件的摩擦表面的尺寸，而且在相当大程度上能改善零件的质量，特别是提高表面耐磨性。

(一) 铬镀层的特性及其使用范围

根据不同的电解条件，可获得不同的物理-力学性能的铬镀层，见表3-1-1。

表3-1-1 铬镀层的物理-力学性能

铬镀层的类别	电镀工艺条件	镀层的物理力学性能
无光泽铬镀层	电解液温度低 电流密度较高	硬度高、脆性大、结晶组织粗大，有稠密的网状裂纹、表面呈暗灰色
光泽铬镀层	中等的电流密度和电解液温度	脆性小、较高的硬度（约为HV800~1200），结晶组织细致，有网状裂纹，表面光亮
乳白色铬镀层	较高的温度和较低的电流密度	孔隙率小，硬度低（约为HV400~700）、脆性小，而韧性好、能承受较大的变形而镀层不致剥落，表面为烟雾状的乳白色，经抛光后可达到镜面般的光泽

铬镀层的硬度随着电解规范的不同而在较大的范围内变动（400~1200HV）。当加热到300~500℃时，铬镀层的硬度几乎没有变化。当加热到500~800℃时，它的硬度才能较大的变化。

在适当条件下，铬镀层硬度高于渗碳钢和氮化

钢，见表3-1-2。与渗碳钢和氮化钢的硬度不同，铬的硬度不因镀层深度增加而有所改变，而基体金属的硬度对铬镀层的硬度也没有显著的影响。

表3-1-2 铬与钢的硬度

金 属	硬度（HV）	金 属	硬度（HV）
铬镀层	800~1200	渗碳钢	625
未经热处理的钢	225~345	氮化钢	650~750

铬的滑动摩擦系数只有钢和铸铁的50%左右。

由于铬镀层的摩擦系数低、硬度高和抗氧化的化学稳定性高，在摩擦工作条件下铬具有较高的抗磨性。与无铬镀层的零件相比较，镀铬零件的抗磨性要高2~50倍。

铬具有较高的化学稳定性，在大气中能长时间保持光泽。铬镀层的导热率比钢和铸铁的导热率高40%。

镀铬的重要特性就是铬与基体金属有很好的结合强度。实践表明：铬镀层与零件表面的结合强度较高于它自己的结晶间的结合强度。

铬镀层的主要缺点是性脆。它只能承受均匀分布在其表面上的载荷，在集中的冲击力作用下将易遭到破裂。而且，随着铬镀层厚度的增加，镀层的强度也就降低，而疲劳强度也随着降低。由于铬镀层有网状裂纹，对保护基体金属不受腐蚀也是不可靠的。

铬镀层的一般允许厚度为0.2~0.3mm。但当受冲击负荷或比压大时，铬镀层厚度应尽量选得小一些。

铬镀层可分为平滑铬镀层和多孔性铬镀层两类。

平滑铬镀层具有很高的密实性和较高的反射能力，但其表面不易贮存润滑油，而多孔性铬镀层的

外表面形成无数网状沟纹和点状孔隙,能保存足够的润滑油以改善摩擦条件。根据它们的性能的不同,决定了两种铬镀层的使用范围,见表3-1-3。

表3-1-3 平滑铬镀层和多孔性铬镀层的使用范围

铬镀层名称	使用范围	实 例
平滑铬镀层	1.修复静配合的零件的尺寸 2.用于提高模具的工作面的光滑度,并且降低工作时的摩擦力 3.用于延长在较低压力的磨损条件下工作的零件的使用期限	锻模 冲压模 测量工具(塞规、量规、卡规)
多孔性铬镀层	修复在相当大的比压力、温度高、滑动速度大和润滑油不能充分的条件下工作的零件 修复切削机床的主轴(大磨床砂轮轴慎用)泵轴及其他机器零件	内燃机曲轴、主轴、汽缸套筒、排气阀杆、活塞销、活塞环(活塞胀圈)及其他零件 车床主轴、镗床镗杆

(二) 镀铬工艺

1. 镀铬的一般工艺

(1) 镀铬前的表面处理

1) 机械准备加工。为了取得正确的几何外形,工件要进行准备加工和消除锈蚀,以获得均匀的镀层。例如,对机床主轴,电镀前一般要加以磨削。

2) 护屏和绝缘处理。对于锐边和尖角的零件,由于铬的边缘效应大,在边缘处铬沉积得快,会产生粗糙颗粒,因此锐边要倒圆。除此之外,还应采用特别的护屏(用线材或金属箔制成的辅助阴极)。在局部电镀时,不需镀覆的表面部分要加以绝缘处理。通常采用的绝缘材料有赛璐珞、硝化纤维素清漆、过氯乙烯清漆、乙烯塑胶管、乙烯塑胶带等。镀铬零件的孔眼则用铅堵孔。镀铬的阳极材料为铅板。

3) 除去油脂和氧化皮。为了使镀层与零件表面有良好的结合强度,必须在电镀前或化学表面处理前,用有机溶剂(苯、丙酮等),碱溶液等将零件表面上的油脂、氧化皮、锈迹及其它的脏物仔细地清除。零件在除油及清洗后还要进行弱酸性,以清除零件表面上的极薄的氧化膜,同时使表面受到

轻微的浸蚀,呈现出金属的结晶组织,增强镀层与基体金属间的结合性。

(2) 常用的电解液 在设备修理中,常用的镀铬电解液的成分是 CrO_3 150~250 g/L, H_2SO_4 0.75~2.5 g/L。工作温度(温差 $\pm 1^\circ\text{C}$)为 55~60 $^\circ\text{C}$ 。

(3) 镀铬零件的热处理 对镀铬厚度超过 0.1mm 的较重要的零件应进行热处理,以提高铬镀层的韧性和结合强度。镀铬零件的热处理是在热的矿物油或空气中进行。温度一般采用 180~250 $^\circ\text{C}$, 时间是 2~3 h。

2. 镀铬新工艺

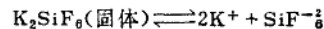
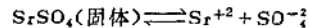
一般来说,镀铬所使用的电解液为普通硫酸镀铬电解液,这有一些缺点,如电流效率低,沉积速度慢,工作稳定性小等。尤其电解液中铬酸与硫酸之比值,在电镀过程中会逐渐发生变化,因而必须经常地分析和校正电解液。近年来,用有限溶解盐硫酸锶 SrSO_4 和氟硅酸钾 K_2SiF_6 代替硫酸,加入铬酸溶液而配成自动调节电解液,可以解决普通硫酸镀铬的缺点。

该镀铬新工艺的原理是,在一定温度、一定浓度的 CrO_3 溶液中, SrSO_4 和 K_2SiF_6 的溶解度积为常数。

$$L_{\text{SrSO}_4} = [\text{Sr}^{+2}] \cdot [\text{SO}_4^{-2}] = K_1 (\text{常数})$$

$$L_{\text{K}_2\text{SiF}_6} = [2\text{K}^+] \cdot [\text{SiF}_6^{-2}] = K_2 (\text{常数})$$

如由于某因素使电解液中的 SO_4^{-2} 或 SiF_6^{-2} 离子浓度改变时,就打破了下面的公式的动态平衡,而使方程向左进行,产生盐的沉淀,或使方程向右进行,沉积槽底的盐加速溶解,恢复原有的平衡。保持 K_1 、 K_2 值不变。



快速自调镀铬规范推荐如下:

铬酐 CrO_3 250 g/L (工业用)

硫酸锶 SrSO_4 7.5 g/L (工业用)

氟硅酸钾 K_2SiF_6 20 g/L (工业用)

蒸馏水 H_2O 1L

温度 55~65 $^\circ\text{C}$

电流密度 30~100 A/dm²

该新工艺优点如下:

1) 生产率高,电流效率可达 17%~24%。

2) 在镀液比例变化时,有自动保持硫酸锶和氟硅酸钾浓度的能力。

3) 铬层厚达1mm或更大时, 物理力学性能仍很高。

4) 镀液成分改变, 电流密度和温度有很大波动时, 镀槽工作稳定, 仍能获得高质量的铬镀层。

5) 成本低。

第2节 不对称交流-直流 低温镀铁

(一) 不对称交流-直流镀铁的特点及性能

一般的工业用交流电, 两个半波是相等的, 用这种电是不能镀出镀层的, 因为通电后一个半波使工件呈阴极极性, 镀上一层镀层, 相等的另一个半波使工件呈阳极极性, 把镀层(甚至基体金属)电解掉, 这样的电流不能用于电镀。不对称交流电是通过一定手段, 使两个半波不相等, 通电后较大的半波使工件呈阴极极性, 镀上一层镀层; 较小的另一个半波使工件呈阳极极性, 只把一部分镀层电解掉。为与一般交流电相区别, 把它叫做不对称交流电。

不对称交流-直流低温镀铁有以下特点:

1) 不对称交流-直流镀铁由于在开始镀前10~20min里, 采用的是不对称交流, 使得镀层的颗粒较均匀, 表面较平滑, 因此它的内应力比同电流密度下的直流电镀层小, 在同样的外力作用下, 不脱落, 结合强度比直流电镀层高得多(结合力可达450N/mm²)。

2) 不对称交流-直流低温镀铁是在较低温度下进行的(4℃即可开始镀), 所以不需特殊的加热设备, 镀液的温度低了, 酸的蒸发也就慢了, pH值变化就少, 镀层质量易保证。

3) 由于不对称交流-直流镀是在较低的温度条件下, 用较大的电流密度进行的, 因而有利于提高镀层的硬度(最高可达HRC63~65, 所需硬度可控制)和耐磨性, 有利于提高生产率(沉积速度约每小时0.60~1.00mm)。

4) 不对称交流-直流镀铁与镀铬比较, 还有原料便宜。镀层厚(可达2mm), 镀的过程无毒气产生, 简便易行, 节省电力(电流利用率达95%)等优点。因而是一种很有发展前途的修复工艺。

(二) 镀铁工艺

1. 准备工作

(1) 清除油锈 零件虽经清洗, 仍不合电镀要求, 镀前必须除油, 以免带入电解液造成镀层局部脱落。除油可用有机溶剂擦洗, 或用10%~30%碱溶液煮洗, 或用废电石浆水刷洗。不易除油的油孔、油道, 可用绝缘物(木棍、胶塞等)堵死, 使油渗不出来。锈迹可用砂纸打磨, 点蚀较深要用磨床磨平。

(2) 装挂具绝缘 镀件挂具要有足够的导电截面积, 保证易于排氢、不兜带电解液, 与极杠、镀件导电的接触面要够用(可溶性电极, 极板面积应为被镀面的2.5倍), 每个极板要保证与被镀表面距离基本均等、位置适中、导电良好, 挂具的铜质部分不得浸入电解液。

安装好后, 把浸入电解液的不镀部分和非工作面, 应用挂腊、涂绝缘漆、包塑料布等方法可靠地绝缘好。

(3) 阳极刻蚀 在30%工业硫酸中, 以铅板为阴极。阴、阳极面积比为4~8:1。按表3-2-1通入直流电, 以除去表面的氧化层并生成钝化膜, 保护纯净的金属表面在空气中不被氧化。刻蚀后低碳钢工件呈银白色, 中碳钢、铸铁件呈灰色。工件取出后, 应立即用净水冲去残留在表面的硫酸。

表3-2-1 阳极刻蚀电流选择表

被镀表面 材 质	钢、 铸铁	20钢 渗碳	45钢 正火	45钢 高频 淬火	40Cr 高频 淬火	18CrMnTi 渗 碳	12CrNi 渗 碳
电流密度 (A/ dm ²)	10(70)	40	20	60	70	50	40
刻蚀时间 (min)	2(0.5)	2	2	2	2	2	2

(4) 退钝化膜(浸渍) 把镀件浸入电解液, 先不通电浸0.5~4min, 以溶解掉钝化膜, 确保铁离子能在纯净的活化表面放电沉积。在一般情况下, 退钝化膜时间按表3-2-2所列数值掌握。

表3-2-2 退钝化膜时间

材 质	阳极刻蚀		不同电解液温度所需时间 (s)						
	电流密度 (A/ dm ²)	时间 (min)	50℃	55℃	60℃	65℃	70℃	75℃	
钢、铸铁	70	0.5	12	11	10	9	7	7	
45*高频淬 火	60	2	50	45	40	35	30	30	

退钝化膜是纯化学过程,所需时间除受刻蚀电流密度和时间影响之外,也受盐酸浓度和电解液温度的影响,还受镀件体积、笨重程度、操作条件和操作习惯的影响(氯化亚铁浓度的影响不大,变化又很小,可不考虑)。刻蚀电流密度大、时间长、电解液温度低、盐酸浓度小、镀件体积大、能迅速冲击硫酸溶液,所需时间应当长些,有时达4min,反之应适当短些,甚至立即通电起镀。据了解,绝大多数单位镀层脱落都是没控制好退钝化膜时间所造成,它不能通过计算确定,也不应机械地搬用资料,要先在一种镀件上经过反复试验来确定。

2. 镀铁规范

通过实践,认为采用下列的电解液浓度及镀铁规范(表3-2-3)比较合适。

表3-2-3 镀铁规范

电解液浓度(g/L)	300±50
电解液的酸值	pH=1.5~2
电解液的温度(°C)	28~35
直流镀的电流密度 $J_{\text{直}}(\text{A}/\text{dm}^2)$	$J_{\text{直}}=20\sim35$
起镀有效电流密度 $J_{\text{有效}}(\text{A}/\text{dm}^2)$	$J_{\text{有效}}=1.5\sim2.5$

一般在电解液温度20°C以上时即可起镀,但最高不可超过40°C,可以在电解液中加入氯化锰(0.25~2.5g/L)以改善镀层的质量。

镀铁分起镀、过渡镀、直流镀三个过程。

(1) 起镀 为了减低镀层的内应力,使它与基体金属有足够的结合强度,在退钝化膜后,用不对称交流电起镀。起镀的正半波电流密度与负半波电流密度要满足下列两个条件:

$$\frac{J_{\text{正}}}{J_{\text{负}}} = \beta = 1.3$$

$$J_{\text{正}} - J_{\text{负}} = J_{\text{有效}}$$

为了简化计算,经过实践,一般 $J_{\text{有效}}$ 取2.1 A/dm²。

解方程式得:

$$J_{\text{正}} = 9 \text{ A/dm}^2$$

$$J_{\text{负}} = 7 \text{ A/dm}^2$$

因此起镀时:

$$\text{正半波的电流 } I_{\text{正}} = 9 \times S \text{ A}$$

$$\text{负半波的电流 } I_{\text{负}} = 7 \times S \text{ A}$$

式中 S ——镀件需镀部分表面积(dm²)。

操作时先调正半波,后调负半波,并停留1~3min。

(2) 过渡镀 目的是使镀层的内应力及硬度均匀地而不是突然地增加,使接近选定值,为转换到直流电镀作好准备。

操作方法:先将正半波电流在4~5min时间内缓慢上升到 $I_{\text{正}} = \frac{I_{\text{直}}}{2}$,然后再将负半波电流同样在4~5min时间内缓慢下降到 $I_{\text{负}} = -\frac{I_{\text{正}}}{8}$;此时 β 从1.3上升到7~8。

(3) 直流镀 过渡阶段完成后,可换成直流镀,调整电流到选定值。算出电镀所需时间,达到所需厚度后,断电,取出镀件。

另一种方法是:

起镀正半波电流取 $I_{\text{正}} = \frac{I_{\text{直}}}{2}$,起镀负半波电流取 $I_{\text{负}} = I_{\text{正}} - I_{\text{有效}}$ ($J_{\text{有效}}$ 从表3-2-3中选取, $I_{\text{有效}} = J_{\text{有效}} \times S$)。起镀后停留1~3min。

过渡时 $I_{\text{正}}$ 不变,在17~20min时间内将负半波电流缓慢下降到 $I_{\text{负}} = -\frac{I_{\text{正}}}{8}$ 或到零,然后转换成直流镀。

起镀有效电流密度与电解液温度的关系如下:

电解液温度(°C)	<30	35	40
起镀有效电流密度 (A/dm ²)	1.9	2.0	2.1

(4) 镀后处理 镀件自镀槽中取出后,应立即用水冲洗。为了防止镀件表面生锈,可将它泡入碱溶液、溶解油溶液或10%亚硝酸钠溶液中。

拆除挂具后,要彻底清除涂在镀件表面的绝缘涂料,否则在装配使用时会造成油道堵塞,发生事故。

(三) 电解液

1. 电解液的选用

电解液的选用原则主要有:①原材料易购、便宜;②配制容易;③使用简便;④性能稳定;⑤对其它因素影响小。

根据常用的硫酸亚铁和氯化亚铁两种镀铁电解液比较(表3-2-4),氯化亚铁电解液有很多优点。为了使温度变化最小,一般选用电阻最小的浓度350~450g/L。根据很多单位的经验,盐酸的浓度以保

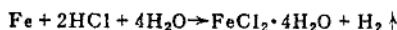
表3-2-4 硫酸亚铁和氯化亚铁电解液的比较

电解液	指标	铁盐浓度 (g/L)	酸 浓 度 (pH)	工作温度 (°C)	电流最大 密度 (A/dm ²)	电流效率 (%)	沉积速度 (mm/h)	对酸度变化	工作性能
硫酸亚铁		420	2.0~2.1	40±1	10	0.31~0.52	0.04~0.07	很敏感	不稳定
氯化亚铁		120~900	1.0~2.0	4~106	80	0.95以上	0.1~1.7	不敏感	很稳定

持pH≈1.5为宜,此时镀层质量最易控制。

2. 电解液的配制

电解液中的主要成分氯化亚铁可用低碳钢屑(或中碳钢屑)加盐酸制取。其化学反应如下:



配制不同重量的氯化亚铁时,钢屑和盐酸的需要量,其计算公式如下:

1) 钢屑的需要量为

$$x = \frac{\text{Fe} \cdot K}{(\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) A} = \frac{0.28 K}{A}$$

2) 工业盐酸的用量为

$$y = \frac{2\text{HCl} \cdot K}{(\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) B} = \frac{0.37 K}{B}$$

式中 x ——钢屑需用量(g);

y ——工业盐酸用量(g);

K ——需要制备 $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 的浓度(g/L);

A ——低碳钢屑的含铁量,一般以98%计算;

B ——工业盐酸的浓度,一般为27.66%,密度为1.14。

先将盐酸倒入塑料槽中,然后在良好通风条件下,将已除油的钢屑分四、五次放入槽内,静置24小时,用亚麻布、的确良布和快速定性滤纸过滤,加蒸馏水稀释到所需浓度即成。

电解液也可用三氯化铁配制:

1) 按要求浓度称取 FeCl_3 (一般按357 g/L投料),用蒸馏水溶解为酱油色,并需通电处理。

2) 采用阴、阳极面积之比为1:4(阴、阳极用10#低碳钢或化工纯铁),为提高效果,极板应尽可能接近槽底。

3) 电流不大于10 A/dm²。

4) 温度 室温。

5) 时间 每升电解液36~40 A·h。

6) 经过电处理后此溶液比重为1.2~2。

7) pH值为0.5~1.5。

8) 将溶液过滤后为草绿色,然后方可试镀。

3. 电解液的处理

氯化亚铁中的铁离子是正二价,很不稳定,在常温下易氧化为三价的铁离子。三价铁离子积聚多了,影响镀层质量和性能。所以每次使用之前,都须通电处理,使三价离子还原为二价铁离子。可按阴极面积通15~20 A/dm²直流电,阳极为阴极工作面积4~8倍,直到阴极板边缘呈现许多明亮的圆球时即可使用。

4. 电解液的维护

1) 电解液中严防有害杂质如:铜、铝、铬、汞、银、镍、锡的离子和碳,硫酸根等带入。

2) 溶液中如有大量的硫酸根离子,可用氯化钡与其作用,使生成硫酸钡沉淀。

3) 电解液中如有大量肉眼能看见的悬浮物和沉淀物,可采取静置沉淀或过滤的方法,去掉电解液中的杂质。

4) 当工件镀完,如暂时不镀,必须向镀槽中加入过量的盐酸和挂上处理溶液用的大极板(假阴极),防止二价铁离子氧化为三价铁离子。

5) 镀前必须把阳极板刷净,在镀的过程中,每隔半小时左右也需将阳极板上的阳极泥清刷一次,以保持极板干净。

6) 假阴极在任何情况下都不得做阳极板使用,否则电解液将被大量“溶解”下来的有害杂质污染,需长时间通电处理。

(四) 典型低温镀铁电源

低温镀铁电源有单相、三相两种。目前通常采用可控硅整流三相电源,其容量取决于生产规模、批量或最大镀件的被镀面积。

镀铁电源应能满足下列工艺要求:

1) 应能供给负载单相交流电,其正负半波应可以单独进行调整。该电源同时也能供给负载以可调的直流电。

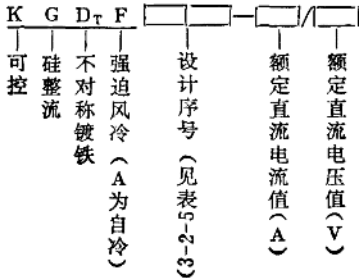
2) 在不断电的条件下,交直流可以相互转换。

3) 输出的交直流电单独运行都应正常、可靠。电压、电流表指示灵敏、准确。

4) 输出的波形整齐无缺并且平稳。

哈尔滨整流器厂生产的专用镀铁电源只需一只镀槽, 设备简单。其 KGD_TF 系列的参数简介如下:

(1) 型号的命名



(2) 技术特性

1) 额定输入、输出 参见表3-2-6。

2) 输出特性

① 对称交流 280A, 9V, 不超过7min, 手控时可持续30min。

② 不对称交流 350A, 6V, 不超过1h。

③ 直流 8V以上连续输出1000A, 4V时连续输出500A, 其它电压电流按比例使用。

④ 周期不对称 直流时间与不对称时间之比为(10~20):1。

表3-2-5 设计序号的意义

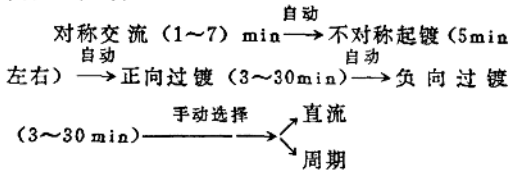
设计序号	结构特征	附注
11	输入为单相220V, 不对称输出为单相50Hz, 直流输出为单相全波可控整流	
21	输入为2相380V, 输出同上	
31	输入为3相380V, 不对称输出为单相50Hz, 直流输出为三相半波可控整流	
33	输入为3相380V, 不对称输出为三相半波二组反并联, 直流输出为三相半波可控整流	不对称频率为5~40Hz
36	输入为3相380V, 不对称输出同33序号, 直流输出为双反星带平衡电抗器六相可控整流	不对称频率为波数选择

表3-2-6 额定输入、输出值

规格	交流输出			直流输出		不对称输出		备注
	电压(V)	电流(A)	相数	电压(V)	电流(A)	电压(V)	电流(A)	
300/15	220/380		1/2	15	300	50	150	
750/15	220/380		1/2	15	750	50	300	
1000/16	380	43	3	16	1000	50	350	
1000/16	380	45.6	3	16	1000	5~40	500	
2000/16	380	80	3	16	2000	波数选择	100	波数在70以内任意组合

3) 控制方式 有自动和手动二种。

4) 自动控制程序和时间调节范围 采用对称交流活化时:



5) 输出电压调节范围 0~额定值

6) 负荷种类 I类(100%连续)。

7) 外形尺寸 800×550×1480(mm)[长×宽×高]

8) 使用条件

- ① 海拔高度不超过1000m。
- ② 周围介质温度不低于-10℃, 不高于+40℃。
- ③ 相对湿度不大于85% (温度20±5℃时)。
- ④ 没有导电及易爆尘埃, 没有腐蚀金属和破坏绝缘的气体的场所。
- ⑤ 无剧烈震动和冲击及垂直倾斜度不超过5°的地方。

(五) 无刻蚀低温镀铁新工艺

用低温镀铁工艺来修复磨损件, 效果良好。但其工艺过程中有阳极刻蚀处理, 即在镀铁前用30%的硫酸电解液处理工件表面, 处理过后要冲洗残酸, 这不仅污染环境, 若残酸冲洗不净而带入镀液, 还会使镀液质量变坏, 严重影响镀铁的质量和性能。近年来, 无刻蚀镀铁新工艺的出现使镀铁工艺有了

新突破。无刻蚀镀锌层结合强度高，质量稳定可靠，成品率高。

无刻蚀低温镀锌的要求是：

- 1) 镀锌电源、镀液质量均应满足工艺要求。
- 2) 零件下槽瞬间，欲镀表面要有酸性水膜，不应有碱性水膜和氧化膜。
- 3) 在 Fe^{+2} 沉积时，欲镀表面不应存在微观障碍物。
- 4) 要破坏其表面钝化层。
- 5) 施镀方法要合理。

总之，要交流对称活化，并且不对称起镀要匹配，这样才能获得应力小、结合牢的镀层。细述如下：

1. 无刻蚀镀锌电源

要求如前所述。

2. 无刻蚀镀锌液

镀液应采用氯化亚铁单盐镀液，可适量添加镍或锰以及抗氧化剂 V_2O_5 。镀液质量合乎标准的标志是：(1) 镀液呈透明绿色；(2) 洁净，盛在量杯里用肉眼看不见或仅能看见极少数微小杂质。(3) 电解处理时，阴极板上结瘤是银白色球状、坚实而光滑，边缘无细刺。

为保证镀液质量，必须防止氧化和有害元素及不溶性杂质和有机杂质的污染。生产环境空气要清晰、粉尘量要小，日常水质要经分析处理，并调节好浓度、酸度、温度。要经常电解处理镀液，防止阳极泥进入阴极区，阳极材料宜用低碳镇静钢，电解处理时阳极与阴极面积比为 $(3\sim 5):1$ ，阳极电流密度 $10\sim 12\text{ A/dm}^2$ 。要经常过滤镀液、适量添加新的氯化亚铁溶液，过滤后，至少要电解处理24 h，达到要求后才能使用。

3. 无刻蚀镀锌工艺参数

(1) 电极配比 交流电时阳极面积是阴极的 $0.8\sim 1.5$ 倍，正常镀锌时为 $2\sim 4$ 倍。

(2) 镀液 温度 $30\sim 45^\circ\text{C}$ ；密度 1.20 ± 0.2 ($\text{FeCl}_2\cdot 4\cdot \text{H}_2\text{O}$, $350\pm 33\text{ g/L}$)； $\text{pH}0.6\sim 0.8$ (试纸为上海试剂三厂产品 $0.5\sim 5$ 精密试纸)。

(3) 电流

1) 交流活化 $\beta = 1$, $I = J_{\text{正}}S$, $t = 6\sim 8\text{ min}$

2) 交流起镀 $\beta = 1.29\sim 1.3$, $I_{\text{正}} = J_{\text{正}}S$, $I_{\text{负}} = J_{\text{负}}S$, $t = 10\text{ min}$ 。

3) 交流过渡镀 $I_{\text{正}}$ 逐渐调到 $10(\text{A/dm}^2)S$,

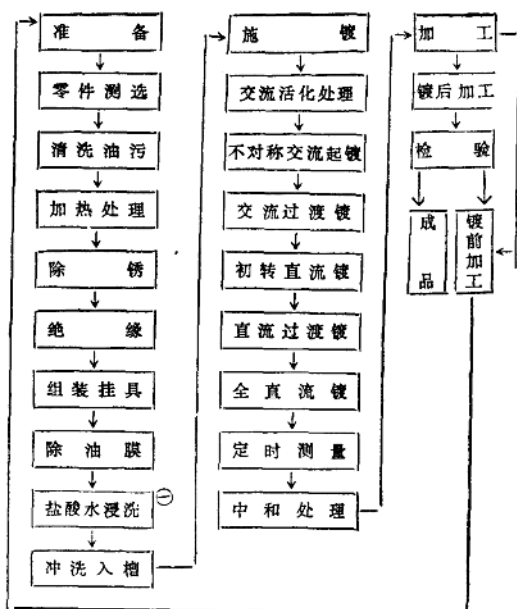
$t = 5\text{ min}$; $I_{\text{负}}$ 逐渐降到 $\frac{10(\text{A/dm}^2)S}{6}$, $t = 20\text{ min}$ 。

4) 初转直流镀 $I = 10(\text{A/dm}^2)S$, $t = 15\text{ min}$ 。

5) 直流过渡镀 $I = 10(\text{A/dm}^2)S$ 逐渐调到 $J_{\text{正}}S$, $t = 15\sim 20\text{ min}$ 。

6) 全直流镀 $I = J_{\text{正}}S$, $J_{\text{正}} = 15\sim 25\text{ A/dm}^2$ 施镀面积大于 50 dm^2 的 $J_{\text{正}} = 8\sim 15\text{ A/dm}^2$ 。

(4) 无刻蚀镀锌工艺流程



第3节 电刷镀技术

电刷镀原名金属涂镀、快速笔涂电镀等。

(一) 电刷镀原理

电刷镀是一项在工件表面快速电沉积金属的技术。刷镀时，专用电源的负极接到工件上，正极和刷镀笔连接，蘸上沉积金属溶液，与工件接触并相对运动，溶液中的金属离子在电场作用下向工件表面迁移，放电后结晶沉积在工件表面上形成镀层，随着时间的延长，沉积层逐渐增厚，直至所要求厚

⊙ 盐酸水浸洗即用15%~20%盐酸水溶液刷洗欲镀表面2~3 min，腐蚀性去除氧化膜，中和去除碱性水膜，形成酸性水膜。

度。如图 3-3-1 示。

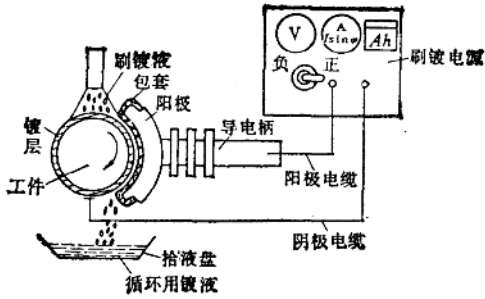


图3-3-1 电刷镀原理图

（二）电刷镀技术的特点

电刷镀技术是四种基本的金属维修技术（焊接、喷涂喷熔（焊）、槽镀、电刷镀）之一。其特点如下：

1) 设备简单，工艺灵便，不需镀槽，工件可大可小，尤其是可以在现场不解体而进行电刷镀修复，给设备维修或机加工的超差件的修旧利废带来极大的方便。

2) 结合强度高。由于电刷镀层是在电、化学、机械力（涂笔与工件的摩擦）的作用下沉积的，因而结合强度比槽镀的高，比喷涂更高。喷涂层结合强度约为 $30 \sim 50 \text{ N/mm}^2$ ，电刷镀层结合强度大于 70 N/mm^2 。另外，电刷镀层根据工况的耐磨、耐蚀、耐热、防渗碳、防氮化等需要，可随欲选到合适的沉积金属溶液。

3) 沉积速度快。因电刷镀的沉积溶液金属离子浓度较高，故比槽镀速度快 5 倍以上，辅助时间少、效率高。

4) 工件加热温度低，通常小于 70°C ，不会引起变形和金相变化。

5) 镀层厚度基本可以精确控制。镀后一般不必加工，表面粗糙度低，可以直接使用；即使进行机械加工，留的加工余量小，可大大减去不必要的浪费。

6) 污染小。不象镀铬那样有氰化物产生，故公害小。

7) 适应材料广。常用金属材料基本都可刷镀修复，如低碳钢、中碳钢、高碳钢、合金钢、铸铁、铝和铜及其合金，淬火钢、氮化钢等。焊接层、喷涂层、镀铬层等的返修或局部返修也可应用

电刷镀技术；淬火层、氮化层不必进行软化处理，不必破坏原工件表面，可直接电刷镀修复。

8) 修复磨损件时，因电刷镀的是镀层等能改变原摩擦副，从而能大大延长使用寿命。

（三）电刷镀的应用范围

该项技术在国外应用和发展较快。我国 1980 年开发，近年来推广甚速。在航空、船舶、机车、电子、化工、石油、汽车、机械、冶金以至文物保护部门都获得广泛应用，已取得明显经济效益。在机修部门主要用于：

1) 恢复磨损或超差零件的名义尺寸，使零件表面具有耐磨性。尤其适用于精密零件的修复。

2) 新件防护层，用于防磨、防蚀、抗高温氧化等场合，使零件具有工况需要的特殊性能，节约贵重金属。

3) 大型及精密零件如轴、套、油缸、柱塞、机体、导杆、导轨等局部磨损、划伤、凹坑、腐蚀的修复。

4) 改善零件表面的冶金性能。如改善材料的钎焊性，在铜和铝的表面经过电刷镀过渡层即可实现铝铜之间的钎焊；如需要局部防渗碳、防氮化，只需刷镀一层碱铜即可；如想提高喷涂层的结合强度，可以在喷涂前电刷镀一层过渡层等。

5) 改善轴承和配合面的过盈配合性能，电刷镀后顺应性良好。

6) 用于模具的修理与防护。另外也能实现模具刻字、去毛刺等。

7) 通常槽镀难于完成的作业，如盲孔、超大件，难拆难运件等，也常用来修补裂纹。

8) 电气触点、接头、开关的保护及维修。

（四）电刷镀的工艺装备

1. 电刷镀专用电源

专用电源是电刷镀技术的主要设备。目前已研制成功并投放市场的有 SD-10（原 TD-10，下同）、SD-30、SD-60、SD-100、SD-150、SD-300 等。

电源的主电路供给无级调节的直流电压和电流，控制线路中具有快速过电流保护装置、安培小时计及各种开关仪表等。

四种常用电源的主要技术指标见表 3-3-1。其中中小件适用的 SD-60 专用电源的外特性是微降而平硬的。其常见故障及排除方法见表 3-3-2。

表3-3-1 四种刷镀电源主要技术指标

序号	项 目	SD-10型	SD-30型	SD-60型	SD-150型
1	输 入	单相交流220V $\pm 10\%$, 50Hz			
2	输 出	直流0~20V 0~10A 无级调节	直流0~35V, 0~3A, 0~30A, 无级调节	直流0~40V, 0~6A, 0~60A 无级调节	直流0~20V, 0~75A, 0~150A 无级调节
			交流0~35V, 0~20A (外接电流表控制)	交流0~40V, 0~40A (外接电流表控制)	
3	刷镀层厚度 监控装置(安 培小时计)	机械计数, 无设定, 分辨率0.001Ah, 电流 大于0.5A开始计数, 电流大于1A计数误差 不大于 $\pm 10\%$	六位荧光数码管显 示, 分辨率0.001Ah, 电流大于0.6A开始计 数, 电流大于2A计数 误差 $\pm 10\%$	六位荧光数码管显示, 分 辨率0.001Ah, 电流大于 1A开始计数, 电流大于2A 计数误差 $\pm 10\%$	机械计数或六位荧光 数码管显示, 分辨率 0.001Ah, 电流大于 2A开始计数, 电流大于 10A计数误差 $\pm 10\%$
4	环境温度	$-10 \sim +40^{\circ}\text{C}$			
5	快速过电流 保护装置	超过额定电流的10%时动作, 切断主电路时 间0.01s, 不切断控制电路		超过额定电流10%时动 作, 切断主电路的时间接近 0.02s, 不切断控制电路	超过额定电流的10% 动作, 切断主电路时间 0.035s, 不切断控制 电路
6	工作制式	间断: 在额定电流下可连续工作两小时 连续: 在额定电流的50%以下可连续工作			
7	温 升	$<75^{\circ}\text{C}$			
8	体积(m^3)	0.14 $\times$ 0.28 $\times$ 0.32	0.43 $\times$ 0.33 $\times$ 0.34	0.56 $\times$ 0.56 $\times$ 0.86	0.495 $\times$ 0.5 $\times$ 0.77
	重量(kg)	10	32	80	100
9	适 用	电子、仪表及小件刷 镀	小中零件的刷镀 阳极与工件一次性接触 面积 $S \leq 1\text{dm}^2$	中等零件刷镀阳极与工件 接触面积 $S \leq 2\text{dm}^2$	大件刷镀 阳极与工件接触面积 $S \leq 4\text{dm}^2$

表3-3-2 SD-60型刷镀电源常见故障及排除方法

故 障 现 象	故 障 原 因	排 除 方 法
1. 控制电源不通, 所有指示灯不亮	1. 输入电源未接通 2. 控制电源熔断丝断路	1. 设法接通电源 2. 检查输入电缆线 3. 更换0.5A管状熔断丝
2. 主电路不通, 无直流输出电压	1. 主接触器(大功率继电器、中间继电器)发 生故障 2. 主回路熔断丝断	1. 检查修理更换 2. 更换熔断丝
3. 主电源通, 但空载直流电压不到 40V	1. 一只或二只整流管击穿, 击断 2. 全波整流管一边断线	1. 更换新管 2. 接通线路
4. 主电源接通后即断开	过电流调整不当	重新调整

故 障 现 象	故 障 原 因	排 除 方 法
5.安培小时计有显示,但不计数	1.V—f 转换电路有故障 2.线性放大器有故障 3.计数板有故障	1.检查更换 2.更换新管 3.更换新计数板
6.快速过电流保护装置不动作	1.过电流保护环节有故障 2.过电流定值太高	1.更换该环节 2.调整动作电流值
7.个别数码管不显示,不清零	该数码板故障	更换该板
8.输出电压不稳	1.调压器有污物 2.调压器碳刷磨损	1.清洗 2.更换新刷
9.镀层的实际厚度与设定厚度不符	1.可能安培小时计不准确 2.其它非电源设备的因素	1.校正电位器 2.对症分析有关部分
10.数码管计数,进位紊乱	1.计数板故障 2.按码盘上二极管焊错,损坏	1.更换新计数板 2.更正及更换二极管

2. 电刷镀溶液

根据用途,电刷镀溶液分为表面准备溶液、沉积金属溶液,去金属溶液和特殊用途溶液。用量最大的是表面准备溶液和沉积金属溶液。

(1) 表面准备溶液 镀层是否有良好的结合力,工件表面的制备情况是个关键。为此,电刷镀技术采用专用的溶液,通电进行电-化学处理,再经擦拭的机械作用,可以得到近乎“化学净”的表面。

常用的表面准备溶液有四种:电净液、1号活化液、2号活化液、3号活化液。其性能和用途见表3-3-3。另外4号活化液也时常使用。

(2) 金属刷镀溶液(沉积金属溶液)

沉积金属溶液与槽镀液不同,主要的区别是:1)金属离子浓度高,故沉积速度快;2)不是无机盐的简单混合液,刷镀液是络合物的水溶液,稳定,不需要中间调节;3)无氰化物;使用温度区域宽,可长期放置。

常用刷镀液性能用途及工艺参数分别见表3-3-3和表3-3-4。

此外还有金镀液、银镀液、铝镀液、镉镀液、铬镀液。继之又研制开发了国外尚无的镍铁钨和镍铁钴等镀液。为便于运输,各镀液的固体制剂也被开发出来了。

表3-3-3 常用电刷镀溶液的性能和用途

溶液名称	代 号	主 要 性 能	主 要 用 途
电净液	SGY-1	无色透明,碱性, pH=12~13,手摸有滑感, -10℃不结冰,经-40℃冰冻试验,回升到室温性能不变	具有较强的去油作用和轻度去铁锈能力,用于各种金属材料电解去油
1°活化液	SHY-1	无色透明,酸性, pH=0.8~1,经-40℃冰冻试验,回升到室温性能不变	适用于不锈钢、铬镍合金、铸铁、高碳钢等去除金属表面氧化膜
2°活化液	SHY-2	无色透明,酸性, pH=0.6~0.8,经-40℃冰冻试验,回升到室温后性能不变	适用于铝及低镁的铝合金、铜、铁、不锈钢等去除表面氧化膜
3°活化液	SHY-3	淡兰色,弱酸性, pH=3~5,经-40℃冰冻试验,回升到室温后性能不变	适用于去除经1°或2°活化液活化的碳钢和铸铁表面残留的石墨(或碳化物)或者是不锈钢表面的污物
4°活化液	SHY-4	无色透明,酸性, pH>1	适用于钝态的铬、镍或铁素体钢的活化

(续)

溶液名称	代 号	主 要 性 能	主 要 用 途	
沉积金属溶液	特殊镍	SDY101	深绿色, pH=0.9~1, 有较强烈的醋酸味, 在-5℃左右可能有结晶析出, 加热后, 结晶重新溶解, 性能不变。使用时加热到50℃	适用于铸铁、合金钢、镍、铬及铜、铝等材料 的过镀层和耐磨表面层
	快速镍	SDY102	兰绿色, 中性pH=7.5~8.0, 略有氨的气味	刷镀层具有多孔倾向和良好的耐磨性, 在铁、铝、铜和不锈钢上都有较好的结合力, 用来恢复尺寸和作耐磨层
	低应力镍	SDY103	深绿色, 酸性, pH=3~3.5 有醋酸气味。在5℃左右可能有结晶析出, 加热后结晶物溶解, 溶液性能不变。使用时加热到50℃	刷镀层组织致密孔隙少, 镀层内具有压应力, 可用作防护层和组合镀层的“夹心层”
	镍钴合金	SDY104	深绿色, 酸性, pH=1.8~2, 有轻度醋酸气味。在-5℃左右可能有结晶析出, 加热后结晶物溶解, 溶液性能不变。使用时加热到50℃	刷镀层较致密, 耐磨性很好, 具有一定的耐热性, 可用作耐磨表面层。不能沉积过厚
沉积金属溶液	镍钴合金	SDY105	绿褐色, 酸性, pH=2, 有醋酸味	刷镀层耐磨性好, 致密, 具有良好的导磁性性能
	酸性钴	SDY201	红褐色, 酸性, pH=2, 有醋酸味	镀层致密, 在铝、钢、铁等金属上具有良好的结合强度。作过渡层。具有良好的抗粘附磨损的性能和导磁性
	快速铜	SDY401	深兰色, 酸性, pH=1.2~1.4, 溶液的冰点在-16℃左右。恢复到室温后性能不变	适用于镀厚及恢复尺寸。不能直接在钢铁零件上刷镀, 需加过渡层, 交变载荷的工况禁用
	碱铜	SDY403	紫色, 碱性, pH=9~10, 溶液在-21℃左右结冰, 回升到室温后性能不变	刷镀层组织致密, 孔隙率小, 在钢、铸铁、铝、铜等金属上有很好结合强度。主要作过渡层和防渗碳、防氮化层、改善钎焊性的镀层和抗粘附磨损的镀层等
	厚沉积铜	SDY404	兰紫色, 中性。pH=7~8	镀层厚度增厚时, 不产生裂纹, 用于恢复尺寸和修补擦伤
	酸性锡	SDY511	无色透明, 酸性, pH=1.2~1.3	沉积速度快, 结合强度高, 用于恢复尺寸和防氮化层, 减磨层, 防护层等
	酸性锌	SDY521	无色透明, 酸性, pH=1.9~2.1	沉积速度快, 耐蚀性好, 用于恢复尺寸和防腐蚀镀层
	碱性铜	SDY531	淡黄色, 碱性, pH=9~10, 要求密封存放	沉积速度快, 致密, 结合力好。用于防海水腐蚀, 抗粘附磨损密封, 润滑等

3. 镀具

刷镀笔是电刷镀的主要工具。它由导电手柄和阳极组成。目前生产有五种常用型号的刷镀笔。此外新开发的还有修复划伤、狭小沟槽及窄面棱角的铂铱合金不溶性阳极。

常见刷镀笔结构见图3-3-2至图3-3-5, 导电柄及阳极型号等参见表3-3-5和表3-3-6。

4. 辅具和辅助材料

(1) 转胎 用以夹持工件, 保证刷镀层均匀。转胎应能调节转速 (0~600 r/min), 并带有尾架顶尖, 一般可利用旧车床代替。

(2) 镀液循环泵 连续供给刷镀液, 以减少辅助时间。现研制成功的有 SYB-5 和 SYB-15, 参见表3-3-7。

表3-3-4 常用刷镀溶液的主要工艺参数

溶液名称	颜色	pH值 (36℃)	金属离子含量 (g/L)	金属密度 (g/cm³)	适用电压 (V)				极性 要求	合适的工件 阳极相对速度 (m/min)	耗电系数 $A \cdot h / (dm^2 \cdot \mu m)$	单-镀 层的安 全厚度 (mm)	镀层硬度	
					刷 镀 笔									
					SDB- 1	SDB- 2	SDB- 3	SDB- 4						
表面 准备 溶液	电净液	无 色	>11			6~16				正极性	4~15			
	1号活化液	无 色	<2			6~16				正或负	4~15			
	2号活化液	无 色	<2			6~15				负 极 性	4~15			
	3号活化液	浅绿色	3~5			10~25					4~15			
沉 积 金 属 溶 液	快速镍	兰绿色	7.5	50	8.8	8~15	12~18	15~20	8~15	正 极 性	6~35	0.1132	0.25	500HBW
	特殊镍	深绿色	<2	70	8.8	10~15	12~18	15~20	10~15		6~20	0.245		500HBW
	低应力镍	绿 色	3~3.5	75	8.8	6~12	8~15	15~20	6~12		6~20	0.21	0.03	350HBS
	镍钴合金	深绿色	2~3	95	9	6~12	8~15	12~20	6~12		6~20	0.21	0.13	750HBW
	高速铜	深兰色	1.5~2.5	85	8.9	4~12	8~15	12~18	4~12		10~40	0.095	0.13	300HBS
	碱 铜	兰紫色	9~10	40	8.9	6~12	8~15	12~18	6~12		6~20	0.18	0.13	250HBS
	酸性钴	暗红	2	73	8.9	10~12	12~15	12~18	10~12		3~8	0.245		600HBW
	酸性锡	无色	1.3	130	7.3	6~10	8~12	10~15	6~10		15~40	0.07		1HBS
	酸性锌	无色	1.9~2.1	136	7.2	6~12	8~15	12~18	6~12		10~30	0.0755	0.13	70HBS
	碱性铜	黄棕色	9 ~10	70	7.3	10~12	12~15	15~18	10~12		10~20	0.071		1HBS



图3-3-2 刷镀笔

(3) 医用脱脂棉 包裹阳极、储存镀液、防止阳极与工件产生电弧以致灼伤工作面、过滤掉石墨粒及盐类。工业脱脂棉因含糊精、易污染镀液,不宜使用。

(4) 漆棉套管 包敷在棉花外面,提高耐磨性。成分为60%漆40%棉。包裹时注意外漆内棉用于硬镀层的刷镀;外棉内漆用于软镀层(如铜)的刷镀。常用针织漆棉套管规格有 $\phi 20, 40, 60,$

80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 250, 300 mm。

尼龙套虽然耐磨,但是在高温时容易溶解到含有冰乙酸的镀液中而污染镀液,使镀层龟裂,不能使用。

(5) 塑料盘、挤压瓶及烧杯 盛装和回收镀液、冲洗工件、加热镀液用。

(6) 油石、刮刀和成型小砂轮 清整工件表

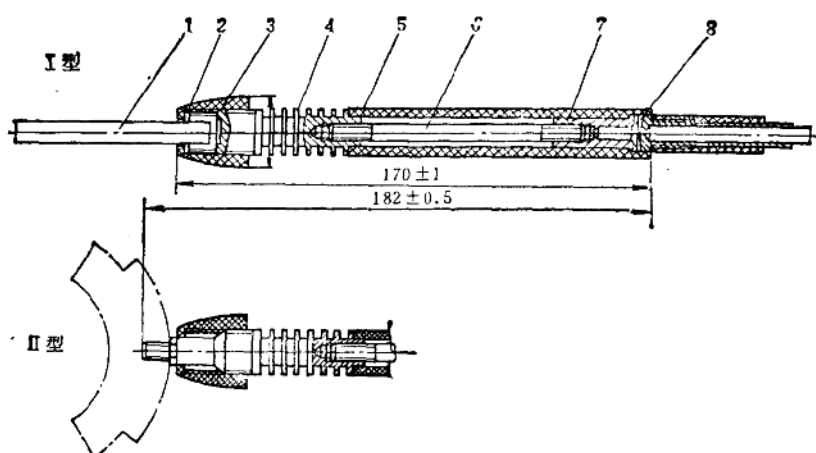


图3-3-3 SDB-1型导电柄

1—阳极 2—“O”型密封圈 3—锁紧螺母 4—柄体 5—尼龙手柄 6—导电螺栓 7—尾座 8—电缆插头

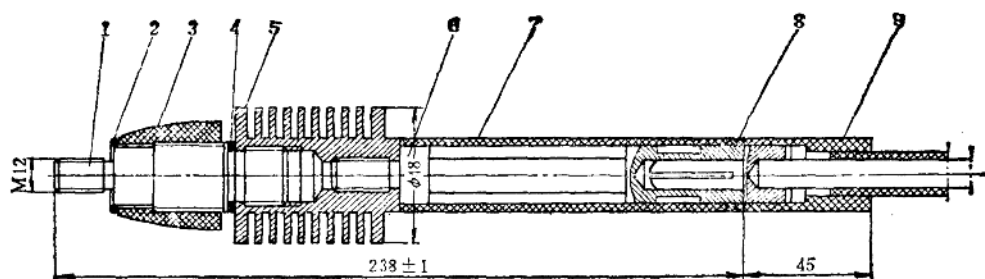


图3-3-4 SDB-3型导电柄

1—连接体 2, 4—“O”型密封圈 3—锁紧螺母 5—散热体 6—连接杆 7—尼龙手柄 8—尼龙螺母 9—电缆插头

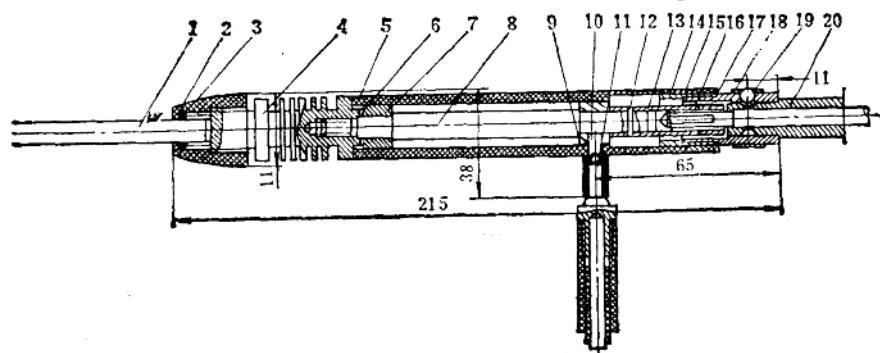


图3-3-5 SDB-4型导电柄

1—阳极 2—锁紧螺母 3—“O”型密封圈 4—连接体 5—尼龙手柄 6—垫圈 7—滑动轴承 8—旋转轴 9—绝缘套管 10—电缆插座 11—电缆插头 12, 14, 15—空芯柳钉 13—尼龙扭矩管 15—编织套管 17—连轴接头 18—弹簧管 19—钢球 20—转动软轴

表3-3-5 各种导电柄型号和特点

型 号	适用电流 (A)	特 点
SDB-1(I)	25	压入式
SDB-1(II)	25	拧入式M6
SDB-2	50	拧入式M10
SDB-3	90	拧入式M12
SDB-4	25	旋转式M16
SDB-5	150	拧入式M20

面用。油石不得浸泡在油中，可浸泡在水或镀液中。200[#]金相水磨砂纸必须常备。

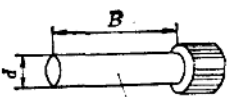
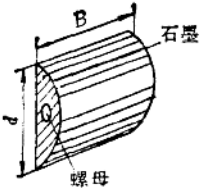
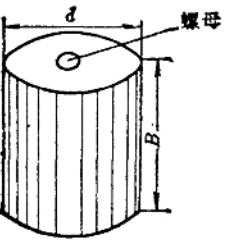
(7) 涤纶胶纸和绝缘漆 保护工件，屏蔽工件不需刷镀处，以防污染镀液。

(8) 带软轴的旋转台 刷镀大件时，驱动刷镀笔作相对于工件的圆周运动；转速0~600 r/min。

(9) 捆扎绳 捆绑阳极包套，有空芯塑料绳或橡皮筋。

上述辅具中，近两年已有新产品供应。如转

表3-3-6 各种石墨阳极型号、尺寸、适用范围

	型 号	特 征 尺 寸 (mm)		配用导电柄	电 流 (A)	适用范围
		d	B			
 石墨 圆棒型	CDY4×50	4	50	SDB-1(I)	5	小平面
	CDY6×70	6	70	SDB-1(I)	7	小内孔
	CDY8×75	8	75	SDB-1(I)	10	棱角
	CDY10×80	10	80	SDB-1(I)	15	划伤凹坑
 石墨 半圆型	CB30×30	30	30	SDB-1(II)	15	内圆面
	CB40×40	40	40	SDB-1(II)	15	平面
	CB50×50	50	50	SDB-1(II)	20	
	CB80×60	80	60	SDB-2	30	
	CB100×60	100	60	SDB-2	50	
	CB150×60	150	60	SDB-3	60	
 石墨 圆柱型	CDL15×90	15	90	SDB-1(II)	10	较深内孔 及局部平 面、中型 和大型内 孔平面及 孔的底面 和棱面
	CDL20×90	20	90	SDB-1(II)	15	
	CDL25×90	25	90	SDB-1(II)	20	
	CDL30×35	30	35	SDB-1(II)	20	
	CDL40×50	40	50	SDB-2	25	
	CDL50×50	50	50	SDB-2	30	
	CDL75×50	75	50	SDB-2	30	
	CDL100×50	100	50	SDB-3	50	
	CDL125×50	125	50	SDB-3	60	

(续)

月牙型

型 号	特 征 尺 寸 (mm)			配用导电柄	电 流 (A)	适用范围
	d	B				
CY40×25	40	25		SDB-1(Ⅱ)	15	各种轴类 套环的外 圆
CY60×30	60	30		SDB-1(Ⅱ)	30	
CY80×40	80	40		SDB-2	40	
CY100×50	100	50		SDB-3	50	
CY120×70	120	70		SDB-3	60	
CY200×100	200	100		SDB-5	100	
CY200×200	200	200		SDB-5	150	

平板方条型

型 号	特 征 尺 寸 (mm)			配用导电柄	电 流 (A)	适用范围
	L	B	H			
CP40×35×20	40	35	20	SDB-1(Ⅱ)	20	各种平面
CP60×45×20	60	45	20	SDB-2	30	
CP80×50×25	80	55	25	SDB-2	40	
CP120×65×30	120	65	30	SDB-3	60	
CF20×40×25	20	40	25	SDB-1(Ⅱ)	20	
CF20×80×25	20	80	25	SDB-1(Ⅱ)	25	
CF25×120×25	25	120	30	SDB-2	50	

不溶性金属阳极 (铂—钛合金阳极)

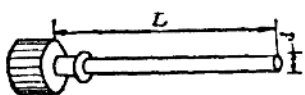
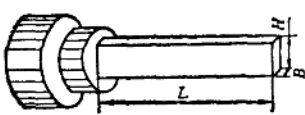
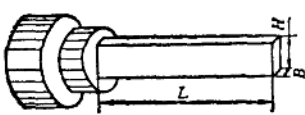
	型 号	特征尺寸 (mm)				配用导电柄	电流 (A)	适用范围
		d	L	B	H			
	PD0.6×50	0.6	50			SDB-1(Ⅰ)	5	凹坑深孔窄面 棱角划伤 小平面
	PD1.5×50	1.5	50			SDB-1(Ⅰ)	5	
	PD2.5×50	2.5	50			SDB-1(Ⅰ)	5	
	PP0.5×3×50		50	0.5	3	SDB-1(Ⅰ)	5	
	PP1×6×50		50	1	6	SDB-1(Ⅰ)	5	

表3-3-7 电刷镀液供送泵性能表

指 标	型 号	
	SYB-5	SYB-15
电压 (V)	380	380
流量 (L/min)	0—5连续可调	0—15连续可调
扬程 (m)	3	3
最大溶液量 (L)	4	20
最小溶液量 (L)	<0.8	<0.8
用 途	配SD-30 SD-60 刷镀设备	配SD-150型 刷镀设备

胎、带软轴的旋转胎、输液泵、清水泵连同刷镀电源合并一起,命名为刷镀机(SDJ),也有定点厂家生产。医用药棉和针织涤纶套管也有了合二而一的新产品(TD-A型绒棉涤纶针织包套。该产品厚度均匀,不用棉花、耐磨,可反复使用,提高沉积速度10%)。

(五) 电刷镀工艺

电刷镀工艺包括两大部分:工件表面准备阶段和电刷镀阶段。宜把机械准备、电净、活化称为工件表面准备阶段;而把刷镀过渡层和工作层称为电

(续)

金属种类	工件表面准备阶段						电刷镀阶段					
	电 净			活 化			刷 镀 过 渡 层			刷 镀 工 作 层		
	溶液	规范	工件表面情况	溶液	规范	工件表面情况	溶液	规范	工件表面情况	溶液	规范	工件表面情况
铝及铝合金	电	正极性 10~15V	水膜均匀摊开	2号 活化液	负极性 12~15V	均匀灰色	特殊镍或减铜镀层 $\delta = 2\mu\text{m}$	正极性 8~15V	淡黄色或玫瑰色	快速镍或高速铜	正极性 14~15V	淡灰色或铜紫色
铜及铜合金	净	正极性 8~15V						$v = 15\text{m/min}$			$v = 15\text{m/min}$	
镍、铬、不锈钢	液	正极性 10~15V		2号 活化液	负极性 10~18V	先绿后灰色		正极性 14~15V			先无电擦拭, 正极性	
				1号 活化液	负极性 10~12V	均匀灰色		$v = 15\text{m/min}$ 镀层 $\delta = 2\mu\text{m}$	淡黄色	快速镍	14~15V $v = 15\text{m/min}$	淡灰色

(六) 工艺说明

(1) 无电擦拭的作用 ①除去工件表面在工序间产生的微量氧化膜; ②使工件表面的 pH 值与刷镀液一致; ③将金属离子涂布到工件表面上。该工序对质量至关重要, 但亦非随意滥用, 应试验后决定。

(2) 电净、活化的目的是彻底除油除锈, 决不可敷衍。电净的标准是水膜均摊, 活化的标准是指定颜色, 未达到标准不可存侥幸心理而马虎过去, 那样, 势必影响质量。

(3) 电净、活化清洗表面十分彻底, 对粘接修复等亦可借鉴。即涂胶前用此工件表面准备的工艺方法, 效果甚佳。

(4) 各工序宜连续进行, 中间停歇则出现干斑会造成镀层剥离。因此, 自始至终要使得镀及正在刷镀的工件表面保持湿润。一旦出现干斑, 则应从头开始。

(5) 刷镀工艺温度 镀液预热 50℃ 为宜, 工件升温不要超过 70℃。冬季气温低时, 可温水浸泡工件加温; 夏季太热, 应勤换刷镀笔等。

(6) 镶键堵孔 镶键堵孔材料可用石墨、胶木、杉木等, 不要用污染镀液的材料, 如铅、松木; 安装键堵的时间应在电净活化之后, 键和堵应在镀液中事先浸泡。

(7) 阳极与阴极(工件)的相对运动的参数

1) 相对速度 工件转速(或刷镀笔速度)即阳-阴极的相对线速度依镀液不同而不同。镍镀层合适的阳-阴极相对速度为 6~20m/min, 为提高生产率, 通常取 15m/min。换算转速公式见(13)。

2) 接触压力 接触压力不可过大或过小。过大的压力会挤掉阳极表面的溶液, 使阳极与工件表面得不到新鲜溶液产生浓差极化; 接触压力太小即不产生回路。所以, 要保持阳极与工件轻轻均匀接触, 使镀液在接触面上渗流即为适宜。

3) 接触面积 阳极与工件的接触面积的比例以取被刷镀的总面积的 1/3 或 1/4 为宜。如工件太大, 可多笔同步刷镀, 如保证不了接触面积的比值, 则靠调整电压电流来调解。

4) 相对运动形式 原则是保持被刷镀面积上各处运动速度相等, 其运动形式有三: ①阳极动, 阴极不动; ②阴极动、阳极不动; ③阳极与阴极皆动。

(8) 阳极的包裹 包裹前, 将阳极先在清水中浸沾一下, 敷一层高效滤纸, 然后包裹医用脱脂棉, 最后套以针织涤棉套管并扎紧。包裹的原则是薄、匀、紧。单面包层厚度总值为 5~8mm。厚度愈大, 沉积速度愈慢。