



光亮硫酸盐镀锡工艺的选择及工艺参数的确定与生产应用

王 戊

热处理分厂 助理工程师

摘 要：本文通过对比碱性镀锡与酸性镀锡的特点，确定采用酸性硫酸盐光亮镀锡工艺，介绍了光亮硫酸盐镀锡中各成分作用及工艺流程。通过试验确定镀锡液中各成分含量、工艺参数及操作过程的注意事项。

关键词：碱性镀锡 光亮硫酸盐镀锡 影响 工艺参数

1 锡课题的提出

东风型机车电气部分导电铜排、软连接等配件需要进行表面镀锡工序，起防腐、增强导电性能、美观等作用。作为机车牵引部分的重要配件，产品质量对于保证机车正常运行起着至关重要的作用。

尽管同行业的兄弟工厂都有着完备的镀锡生产工艺，但我们公司在此领域仍是空白，镀锡配件一直委外加工。因此，尽快研究镀锡生产工艺并保证检修机车需要的产品质量是我分厂一项关键性工作。如果这道关键性工艺过程受阻，公司的产业能力必将受到用户的置疑。

2 性镀锡与酸性镀锡的比较

锡原子的电子壳层上外层 $5s^25p^2$ 结构令其化合物呈 2 价或 4 价，并易相互转换。因此，2 价或 4 价的锡都能用来分别进行酸性或碱性镀锡，各有其优缺点。

2.1 碱性镀锡

在碱性条件下,锡以锡酸根的形式存在。碱性镀锡的镀层与基体结合力好,对镀前清洗要求不高。碱性镀锡的优缺点如下:镀液成分简单;分散能力较好,几乎是各种碱性镀液中最好的,对于形状复杂,有空洞、凹坑的零件非常适合;镀层结晶细致,孔隙率较小;对杂质容忍度大(二价锡离子除外);焊接性能好;不易引起零件设备腐蚀;镀液比较稳定,容易维护。缺点是:能耗大;电流密度范围窄,电流效率低,锡的沉积速度慢,阳极行为影响大;不能直接获得光亮镀层;镀液工作温度范围 70~85℃,镀液成分挥发,消耗较大。

2.2 酸性镀锡

酸性镀锡液中锡离子呈+2价,因而还原所用时间较少。酸性光亮镀锡的优点如下:阴极电流效率高,接近100%;电流密度大,分散能力也比一般的酸性镀液好;沉积速度快,生产效率高;镀液常温工作,无须加热;整平性好,可获得全光亮镀层,外观漂亮耐久;有很好的防腐装饰作用,应用范围广。但酸性光亮镀锡存在着分散能力稍差,孔隙率稍高,焊接性能较碱性镀锡差,设备需要耐酸材料的缺点。由于酸性硫酸盐镀锡液本身没有去油能力,镀前处理要严格,但只要仔细脱脂,镀层的结合力是很好的。

2.3 选择光亮硫酸盐镀锡工艺的基本依据

硫酸盐镀液为强酸性,工艺简单。其电极反应是二价锡放电,且电流效率高,因而节省电能。其镀液成分简单,原料易得,可在常温下工作,成本较低。镀层光亮银白,结晶细致,是目前主要的镀锡工艺。因为酸性镀锡受热区易出现锡瘤,这样安装在机车电气部分转换开关、组合接触器、电控接触器、牵引整流柜上的软连接当出现故障时就会产生锡瘤,以便及时发现问题,防止列车运行中故障的发生。尽管酸性镀锡焊接性较碱性镀锡稍差,但我们的产品主要是机车电气部分各类导电排及软连接,起防止氧化、增强导电性能和美观作用,使用过程中不涉及焊接过程,酸性镀锡完全可以满足产品使用要求。综合以上因素,我们选择酸性硫酸盐光亮镀锡工艺。

3 主要试验步骤

根据分厂实际情况,经反复分析研究,初步制定光亮硫酸盐镀锡工艺主要试验步骤:

- (1) 设计光亮硫酸盐镀锡生产线。
- (2) 工艺参数试验。
- (3) 工艺参数确定、工艺文件编制。
- (4) 槽液配制。
- (5) 组织生产。



4 光亮硫酸盐镀锡工艺的研究

4.1 试验中的难点问题及纠正措施

试验初期, 我们根据实际经验对试验方案进行反复研究, 仔细分析, 从阴极移动设备配置的必要性到锡阳极制作的标准要求; 从工装的设计到工艺参数的确立, 力求合理准确。采取了如下措施解决问题:

(1) 配置阴极移动设备。

(2) 采用专门容具熔化锡, 保证锡阳极的纯度。减小锡阳极厚度, 克服镀锡槽过窄, 阴阳极距离过小困难。

(3) 制做不对称工装, 解决电镀过程中遮挡问题。

4.2 镀液中各成分的作用

光亮硫酸盐镀锡液主要成分为硫酸亚锡、硫酸和添加剂, 生产中其含量随所采用的添加剂不同而不同。

4.2.1 硫酸亚锡

硫酸亚锡为主盐, 主要提供二价锡离子。

镀液的组成及操作条件:

硫酸 (g/L)	170
SYT846A-7 (mL/L)	35
电流密度 (A/dm ²)	1.2
时间 (min)	20
温度 (°C)	20
硫酸亚锡 (g/L)	10; 13 ; 15 ; 18 ; 20; 25

试验结果表明, 在允许范围内, 提高二价锡的浓度可相应提高阴极电流密度, 加快沉积速度; 但浓度过高 (20 g/L 以上) 镀液的分散能力下降, 镀层色泽偏暗, 结晶较粗, 光亮区缩小, 甚至大大缩短镀液处理周期。硫酸亚锡的浓度范围是 10~20 g/L, 最佳值是 15 g/L。

4.2.2 硫酸

硫酸具有降低亚锡离子的活性, 抑制二价锡离子氧化, 防止其水解, 提高镀液导电性能和均镀能力, 促使镀层结晶细密以及能加速阳极化学溶解, 提高阳极电流效率等作用。从动力学的观点分析, 当有足够的硫酸时, 可以减慢二价锡离子的水解, 稳定镀液。当硫酸量不足时, 亚锡离子氧化成四价锡, 镀液会出现不溶性沉淀物, 镀层出现结晶粗糙。但

也要防止过高, 否则会影响阴极电流效率, 而且污水处理负担加重。

镀液的组成及操作条件:

硫酸亚锡 (g/L)	15
SYT846A-7 (mL/L)	35
电流密度 (A/dm^2)	1.2
时间 (min)	20
温度 ($^{\circ}C$)	20
硫酸 (g/L)	150; 160; 170 ; 180 ; 190 ; 200

试验结果表明: 硫酸含量的变化对镀层外观无明显影响。生产中范围值 150~200 g/L, 其中 170 g/L 为最佳值。

4.2.3 添加剂

我们选用的添加剂包含光亮剂和稳定剂成分。光亮剂有提高阴极极化, 使镀层细致光亮, 提高硬度等作用。稳定剂可以防止镀液发生混浊, 以利于镀出合格产品。

镀液的组成及操作条件:

硫酸亚锡 (g/L)	15
硫酸 (g/L)	170
电流密度 (A/dm^2)	1.2
时间 (min)	20
温度 ($^{\circ}C$)	20
SYT846A-7 (mL/L)	30; 35 ; 40 ; 45 ; 50

试验结果表明: 添加剂含量对镀层外观影响较大。添加剂含量在 30~45 mL/L 时, 镀层外观随添加剂含量的增加, 光亮区逐渐扩大; 在 45~50 mL/L 时, 镀层外观随添加剂的增加, 光亮区逐渐缩小, 漏镀面积逐渐增大。我们选择添加剂含量的工艺范围 30~45 mL/L, 最佳值为 35 mL/L。

4.2.4 工艺流程

工件→化学除油→水洗→装挂→电退→水洗→电解除油→水洗→酸洗→水洗→酸性镀锡→热水洗→冷水洗→拆挂

4.3 操作条件对镀层外观的影响

4.3.1 电流密度对镀层外观的影响

镀液的组成及操作条件:

硫酸亚锡 (g/L)	15
硫酸 (g/L)	170



时间 (min)	20
温度 (°C)	20
电流密度 (A/dm ²)	0.6; 0.7; 0.8; 1.0; 1.2; 1.3; 1.5; 1.6; 2.0

从试验结果可知, 电流对镀层外观的影响较大。0.7~1.5A/dm² 内, 镀层光亮区随电流密度的增加逐渐增大; 1.5~2.0A/dm² 内, 镀层光亮区随电流密度的增加而逐渐变窄。在允许范围内, 阴极电流密度随主盐的浓度提高而提高。但阴极电流密度过高引起镀层疏松、粗糙、多孔; 零件边缘容易烧焦; 还可能使镀层中出现脆性而影响结合力。阴极电流密度过低 (0.7A/dm² 以下) 时, 沉积速度缓慢而影响生产效率, 得不到全光亮的镀层。我们选取电流密度工艺范围 0.7~1.5A/dm², 其中 0.8~1.2A/dm² 作为最佳值。

4.3.2 温度对镀层外观的影响

由于亚锡盐的氧化水解和添加剂的消耗均随镀液温度升高而加快, 故酸性硫酸盐光亮镀锡工作温度范围 15~25°C。镀液温度高, 混浊和沉淀增多, 镀层粗糙, 光亮区缩小, 镀层均匀性差, 镀层变暗, 必要时应采取冷却措施。镀液温度低则工作电流密度范围变窄, 镀层容易烧焦。最佳工作温度 18°C。

4.3.3 搅拌

酸性硫酸盐光亮镀锡一定要用阴极移动。这样不但能提高镀层均镀能力, 提高阴极电流密度, 防止镀层烧焦、针孔、条纹的出现, 而且有利于得到光亮镀层, 并且能提高劳动生产率。为防止亚锡氧化, 不能采用空气搅拌。

4.3.4 阳极

酸性镀锡要求采用 99.9% 以上的高纯锡阳极。纯度低带入杂质, 而且容易导致阳极钝化。

4.4 确保镀锡产品质量的必要条件

- (1) 零件入槽前必须进行彻底的除油, 并用清水反复洗净, 保证无杂质带入镀槽。
- (2) 镀件入槽要用冲击电流, 特别是复杂的零件, 防止因镀液的强酸性使零件深凹处腐蚀而污染镀液。
- (3) 光亮剂要勤加、少加, 浑浊的光亮剂不能使用。每次净化处理后的镀液要加适当的开缸剂 (1:4), 以保持分散剂的含量。
- (4) 不能为追求镀层外观盲目地最大限度地添加光亮剂, 防止镀层中夹杂有机物过多镀层变色。
- (5) 严格控制阴、阳极面积比, 不得小于 1:1, 以防止阳极钝化。
- (6) 为防止锡离子的水解而使溶液浑浊, 必须按工艺要求控制锡离子与游离酸的含量。同时应注意保持镀液的温度较低。

(7) 大量水冲入镀槽后, 要马上加入硫酸至工艺中规定的含量, 以免 Sn^{2+} 水解成 Sn^{4+} , 使镀液性能变坏。

(8) 平时补加硫酸亚锡可用镀液直接溶解或用稀硫酸溶解, 严禁用水溶解。颜色发黄的硫酸亚锡不能使用。

5 结论

- (1) 选择酸性硫酸盐光亮镀锡工艺。
- (2) 工艺参数范围及最佳值 (见表 1)。

表 1 光亮硫酸盐酸性镀锡工艺参数表

项 目		
范围值	最佳值	
硫酸亚锡(g/L)	150~200	170
硫酸(g/L)	10~20	15
SY846A-7(mL/L)	30~45	35
电流密度(A/dm ²)	0.7~1.5	0.8~1.2
温度(℃)	15~25	18
阴极移动频率(次/分)	20	
时间(min)	20~40	视产品要求而定

6 结束语

目前, 光亮硫酸盐镀锡已进入批量生产阶段。实践证明, 通过光亮硫酸盐镀锡工艺试验确定的电镀工艺参数是适合生产需要的。自光亮硫酸盐工艺规程运行以来, 总结了如下经验:



(1) 通过光亮硫酸盐镀锡工艺试验, 重点解决了阴极移动设备配置、锡阳极纯度、软连接镀层不均等三方面问题, 确定了光亮硫酸盐镀锡工艺的可操作性。

(2) 工艺技术人员查阅了大量的应用资料, 在提高专业理论的同时, 其应用和指导生产能力明显得到增强。生产工人也能在工艺员的指导下注意槽液变化的警示和电流状态的调整、时间和温度的把握、配件前处理标准的确定等。这些过程既体现了技术与生产作业的密切结合, 又反映了质量控制过程的严密性, 为实现产品的合格与稳定奠定了良好的装备、工艺及操作者的技能基础。

镀锡工艺线的投入生产, 必将对增强我公司在同行业中的竞争力、提高公司总体经济效益起到良好的促动作用。