无镀层烧结新工艺在双金属衬套生产中的应用

东风汽车有限公司工艺研究所 （湖北十堰 442023） 刘晔红 刘立炳 王红洲
东风新星车辆有限公司 （湖北十堰 442023） 王拥军 曾宪梁

1. 双金属衬套的功能特性

双金属衬套系列产品的材料是以优质低碳钢钢背为基体，表面烧结铜铅合金粉末，经数次高温烧结和致密轧制而形成的铜-钢一体的双金属带材。然后按衬套尺寸下料，经压弯、成形、整形、机械加工和镀锡等工序制成双金属衬套。由于该产品的合金层是由铜铅合金粉末经高温烧结而成，宏观来看其组织是致密的，而微观组织则是呈蜂窝状，因此合金层含油、储油性能好，从而其减磨、耐磨性能优越。整体产品质量稳定可靠，具有体积小、重量轻、结构强度高、承载能力强、减磨、耐磨性能优越等优点，特别适用于中速中载及低速高载等场合，适应不同润滑工艺条件下使用，从而产品在汽车发动机、底盘、悬挂和动力转向等系统中得到广泛应用。

2. 无镀层烧结工艺与镀铜、镀锡工艺的应用

在双金属衬套带材的生产过程中有一个关键的技术问题，就是钢带与铜铅合金层的联结。铜在铁中的溶解度小，铜铅合金中含有的铅不利于钢带与铜铅合金层的联结。若联结不好，以后轧制或使用时，二者的联结可能进一步恶化，甚至开裂。为使铜铅合金层与钢带联结牢固，钢带表面必须预先清洗干净或镀铜。

根据企业的发展与产品的要求，我公司采用的是片状钢带钢背镀铜，这样既保证了材料的结合力，又兼顾了生产作业周期，但仍然存在焦磷酸盐镀铜成本高、铜镀层易氧化等问题。为此，我们一直在寻求一种成本较低、预处理效果良好的钢板净化与防氧化的工序间表面处理工艺。

通过大量对比试验，我们选择采用研制的DDS无镀烧结新工艺来取代钢板烧结前的镀铜处理。其工艺配方为：

DDS	3～5g/L
三乙醇胺	3～5g/L
LL成膜剂	4～6g/L
润湿剂	0.2～0.4g/L
温度	常温
浸渍处理时间	1～3min

另外，由于发动机部分的衬套产品仍需要镀铜处理，我们又对镀铜工艺进行改进。其工艺配方为：

Cu^{2+}	20～30g/L
柠檬酸钾	250～350g/L
DDT—1	4～6mL/L
DDT—2	2～4mL/L
DDT—3	2～3mL/L
pH值	8.5～9.3
电流密度	50～100A/m^2
温度	45～60℃
时间	15min
阳极材料	磷铜板（含磷0.01%～0.3%）
阴阳极面积比	1：1～2

采用了自行研制的柠檬酸盐镀铜新工艺，溶液配制与维护简单，镀层均匀，废品率下降，取消了预浸铜，并进行铜层防变色处理，使得镀铜质量得到了保证，简化了生产工序，降低了生产成本。

双金属衬套成品为了保证其与轴承座孔装配时不发生咬口现象和产品的抗锈蚀能力，根据产品要求我们对双金属衬套采用了镀锡工艺，但由于有关厂家等客户对零件外观质量要求的不断提升，我们原采用的碱性镀锡工艺已不能满足客户的新要求，所镀零件存在着外观发暗、表面粗糙和厚度不均等问题，镀层的抗氧化变色能力差，只能保持15～20天。为此，我们必须对镀锡工艺进行改进。

通过大量试验，我们采用自行研制的常温光亮镀锡工艺。其工艺配方为：

硫酸亚锡	25～70g/L
硫酸	70～90mL/L
ST—770A	13～17mL/L
ST—770C	25～35mL/L
温度	常温
时间	5～10min

生产应用结果表明，镀锡零件镀后锡层厚度均匀、外观光亮细致，孔隙率下降，装配尺寸好，防锈能力增强，而且溶液维护简单，节约了能源，改善了操作环境，使镀锡成本降低，零件的抗氧化变色可达90～120天。

3. 工艺现场的实施

自2002年3月起，在生产上我们开始采用研制开发的DDS无镀烧结等新工艺，即抛弃原焦磷酸镀铜工艺，采用无镀层烧结和柠檬酸盐镀铜新工艺（发动机部分双金属产品仍需要镀铜）进行钢带的表面处理；改原采用的碱性镀锡工艺为常温光亮镀锡新工艺。

（1）无镀烧结工艺与镀铜工艺　原镀铜工艺流程：前处理→装挂→电解除油→弱酸洗→浸酸→浸铜→焦磷酸镀铜→中和（钝化）→烘干。采用新工艺后，我们利用原镀铜线的布局，将浸酸、浸铜取消，穿插无镀浸渍处理液，成为现在的混流生产线。工艺流程为：前处理→装挂→电解除油→（无镀浸渍）→柠檬酸镀铜→中和（钝化）→烘干。

（2）镀锡工艺　取消原来的碱性镀锡工艺，应用常温光亮镀锡新工艺，生产线不需要增加投资即可实现。由于新工艺可常温生产，溶液控制、调整都很简单、方便，镀层厚度均匀，产品外观质量好，操作环境得到大大改善。工艺流程为：除油→酸洗→镀锡→中和→干燥。

4. 产品性能检验与工艺对比情况

（1）产品采用镀铜烧结工艺与无镀层烧结工艺的产品性能对比（见附表）。

镀铜烧结工艺与无镀层烧结工艺的产品性能对比

检验项目	性能指标要求	原镀铜工艺	无镀层烧结新工艺
合金层硬度 HV	>75	80～100	80～100
抗剪切强度/MPa	>180	>200	>220
抗折弯次数/次	4	4	5

产品检验情况表明：其合金层硬度、钢背硬度、冶金质量和粘接强度各项指标均达到或超过产品质量技术要求。

以上新工艺的生产应用已两年，经过效益考核核算，每年可为公司节约生产成本176万元。至今，累计已节约生产成本达352万元。

5. 结语

经过两年多的生产应用证明，无镀层烧结工艺完全可以替代铜镀层，满足双金属衬套生产，增强铁基体与铜粉之间的结合力，烧结时无漏烧、过烧和缩边现象，并减少了生产工序，节约了生产成本。柠檬酸盐镀铜替代原来的焦磷酸盐镀铜工艺，解决了焦磷酸盐镀液温度要求高、镀层不均匀、分散能力差以及铜层易氧化变色等问题；酸性光亮镀锡以及抗氧化处理工艺的应用，解决了双金属衬套镀锡层孔隙率高、分散能力和深镀能力差，镀层厚度不易控制，产品外观呈灰色、无光泽、不均匀等缺点，提高了双金属衬套的外观装饰性能，改善了装配润滑性。使双金属衬套产品在生产过程控制和产品质量上都上了一个新台阶，全面提升了双金属衬套产品在市场上的竞争能力，并取得了显著的经济效益和社会效益，在国内同行业中处于技术领先地位。

（20051124）

（上接第48页）

表4　RTA84T机型试验工艺参数

组别	电压/V	电流/A	行走速度/mm·min^{-1}	主轴转速/r·min^{-1}	频率/kHz	淬火介质
第一组	440	450	100	80	2.8	水
第二组	425	480	120	50	2.8	水
第三组	485	490	150	50	2.8	水
第四组	485	500	150	30	2.8	水
第五组	500	510	120	80	2.8	水

经过一定的时间冷却后，打磨表面，进行表面硬度测试，然后装炉进行回火。根据实践情况我们最终确定回火温度为200～270℃，最后按照预先确定的切片方案进行切片，通过金相、SEM、TEM、X射线探伤，对活塞杆的显微组织进行检查比较。

（20050928）