

铝花纹块表面强化处理技术的研究与应用

胡海明^{1,2}, 郭建章¹

(1. 青岛科技大学 机电工程学院/山东省高分子材料先进制造技术重点实验室, 山东 青岛 266061; 2. 青岛软控精工有限公司, 山东 青岛 266101)

摘要:研究铝花纹块表面强化处理技术。采用化学镀镍工艺处理方法, 花纹块表面硬度可提高至 800 HV 以上。化学镀合金镀层具有优良的耐腐蚀性和良好的结合力, 经过实际硫化生产验证, 该技术对保护铝花纹块表面具有突出的效果。

关键词: 轮胎模具; 铝花纹块; 表面强化处理; 硫化

中图分类号: TQ330.4⁺1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-890X(2014)11-0688-04

轮胎模具花纹块的材质一般为钢材和铝材, 钢花纹块常用于全钢模具, 铝花纹块常用于半钢模具, 一些轮胎生产厂家也将铝制材料应用于全钢模具花纹块中。运用铝质材料的优点是模具传热快, 且温度分布均匀, 有研究表明, 全钢模具使用铝花纹块硫化时花纹块上下点的温差在 0.4 °C 以内。而使用铝花纹块的缺点是铝材表面硬度低。由于轮胎模具长期处于高温下的腐蚀性工作环境, 在硫化过程中, 活性硫和含硫化合物等有害气体会对模具型腔表面腐蚀, 腐蚀产物及胶料表面粘附的微粒、污垢残留在模具表面, 导致模具表面逐渐粗化, 形成坚硬致密的痂垢层, 同时堵塞排气孔, 严重影响硫化的传热效果及脱模效果, 因此模具要求经常清洗。目前轮胎模具采用的清洗方法主要有干冰清洗、激光清洗和喷砂清洗, 清洗中模具表面会受到强烈的喷刷, 磨损较严重, 磨损和表面形态的恶化均会造成模具精度降低、表面粗糙度提高甚至模具的失效。

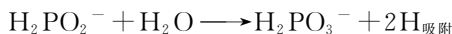
对轮胎模具进行表面强化处理的目的是在基体原有性能的基础上在其表面再赋予新的性能, 使工件表面耐腐蚀、耐磨损、耐热疲劳、抗粘附、抗热咬合, 并且适宜多次修整。该技术是模具制造中一项重要的辅助工艺技术, 一直是世界各国着力研发的课题之一, 是保证模具性能的重要工艺过程。本工作研究的强化处理技术采用化学镀镍

工艺处理方法, 花纹块表面硬度可提高至 800 HV 以上。化学镀合金镀层具有优良的耐腐蚀性, 施镀后镀层对基体具有良好的保护作用 and 一定的装饰作用, 且无电镀的边角效应, 仿型性好, 因而应用范围较电镀更广。

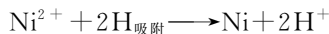
1 化学镀镍原理

化学镀镍是利用镍盐溶液在强还原剂次亚磷酸钠的作用下, 使镍离子还原成金属镍, 同时次亚磷酸盐分解析出磷, 因而在具有催化表面的镀件上获得合金镀层。其过程如下。

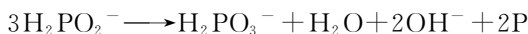
①镀液在加热时, 通过次亚磷酸盐在水溶液中脱氢, 形成亚磷酸根, 同时放出初生态原子氢, 即:



②初生态的原子氢吸附催化金属表面而使之活化, 使镀液中的镍阳离子还原, 在催化金属表面上沉积金属镍, 即:



③随着次亚磷酸根的分解, 还原成磷, 即:



④镍原子和磷原子共同沉积而形成 Ni-P 固溶体。

这些反应都发生在催化活性表面上, 需要外界提供能量, 即在较高的温度 ($60 \leq T \leq 95$ °C) 下, 除金属镍之外, 还形成分子氢。此外, 形成的氢离子使镀液变得更加酸性, 同时还生成亚磷酸

离子 H_2PO_3^- 。

2 化学镀镍工艺流程

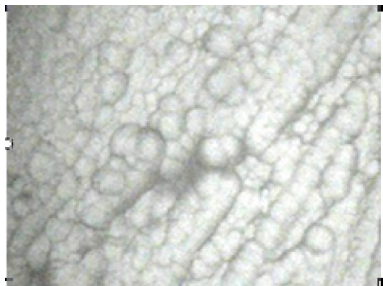
碱液除油除锈(65℃)→水洗→硝酸出光→水洗→一次浸锌→水洗→硝酸褪锌→水洗→二次浸锌→水洗→碱性预镀(35℃)→水洗→施镀(90℃)→水洗→吹干。

3 镀层特性

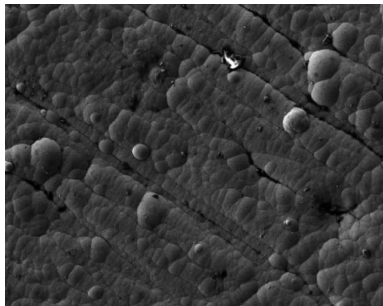
3.1 镀层的表面形貌

镀层的形成是胞状生长模式,最初沉积在镀件表面上的镍、磷原子不是连续的原子层而是岛状的分散粒子,然后经过岛状分散粒子的区域扩大,最后连成完整的镀层,同时岛状分散粒子还向厚度方向发展,岛状粒子团此起彼伏发展,形成表面胞状形貌。通过 XJP-6A 型正置式金相显微镜和 JSM-6700 型冷场发射扫描电子显微镜对镀层表面形貌进行观察。

图 1 所示为铝件镀层的金相显微镜照片和扫描电子显微镜照片,可以看出镀层由胞状凸起物组成,立体感明显,胞致密,胞的大小均匀。



(a)金相显微镜(放大 400 倍)



(b)扫描电子显微镜(放大 500 倍)

图 1 铝件镀层的金相照片和扫描电子显微镜照片

3.2 镀层的耐磨性

采用 SFT-2M 销盘式摩擦磨损试验机对镀

层和铝基体的摩擦因数进行测定,结果如图 2 所示,可知铝镀层的摩擦因数不断提高,最终镀层被破坏,达到铝原件的摩擦因数。同样,镀层的摩擦因数要低于铝原件的摩擦因数。

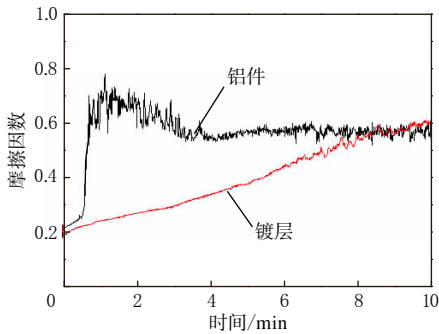
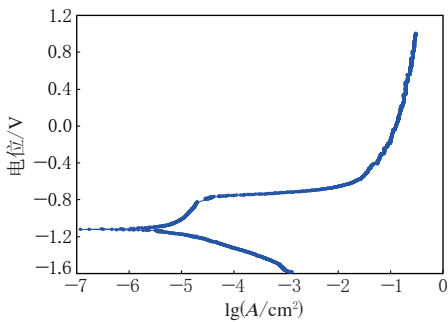


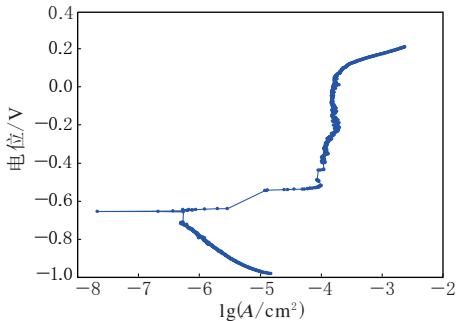
图 2 铝件及镀层的摩擦因数

3.3 镀层的耐腐蚀性

图 3 所示为通过 2273 电化学工作站得到的铝基体及其镀层的极化曲线。由图 3 可知:铝基体的自腐蚀电位约 -1.12 V ,明显低于其化学镀层的自腐蚀电位(-0.65 V);同时,镀层在钝化区腐蚀电流密度为 $0.2\text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$,铝基体无明显钝化区。可知,铝件镀层比铝基体难于出现腐蚀,腐蚀的速度也明显低于铝基体的腐蚀速度。



(a)铝基体



(b)铝表面镀层

图 3 铝基体及表面镀层的极化曲线

3.4 镀层的强度特性

图4所示为镀层的XRD衍射图谱。可以看出镀层已为晶态的尖峰。产生这种现象的原因是发生原子的互扩散,导致非晶发生重结晶,生成金属镍的晶胞和金属间化合物(如Ni₃P),从而引起镀层的硬化。镀层的硬度通过HVS-1000型显微硬度计测定,所加载荷为25 g,加载时间为10 s,取5个试样进行硬度测试,结果如表1所示。

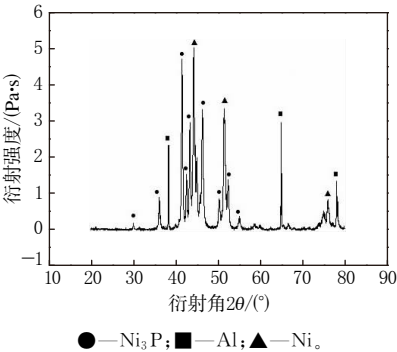


图4 镀层的XRD衍射图

表1 铝镀件的硬度值		
试 样	硬度/HV	
1	827	
2	787	
3	852	
4	806	
5	867	
平均值	828	

3.5 镀层的结合力

镀层附着强度通常称为镀层结合力,是指镀层与基体或中间镀层结合的程度。镀层与基体的结合力是衡量化学镀件质量的又一重要指标,它表示镀层与基体间的结合强度,即单位面积的镀层从基体金属上剥离所需要的力。基体与化学镀层结合力的测量方法虽然很多,但定量测量比较困难,通常使用定性或半定量的方法测量。采用划线、划格试验定性检测镀层的结合力,具体方法如下:用一刀口为30°的硬质钢划刀,在镀层表面上划两条相距2 mm的平行线,观察平行线之间的镀层是否翘起或剥离。如果划痕之间镀层有任何部分脱离基体金属,则认为结合力不好。

图5所示为镀件镀层结合力的定性测试结果,通过对表面划痕的观察,从划痕形貌看出镀层



图5 镀层结合力定性测试结果

与基体之间并无剥落现象,边缘较整齐清晰,可知镀层与基体的结合良好。

4 硫化

对圆形铝件试样施镀并进行硫化实验,试验条件及结果如下。

4.1 实验1

- (1)胶料:全钢子午线轮胎胎侧胶。
- (2)硫化时间为30 min,硫化温度150℃。

4.2 实验2

- (1)胶料:全钢子午线轮胎胎面胶。
- (2)硫化时间为30 min,硫化温度160℃。

4.3 实验3

- (1)胶料:输送带胶。
- (2)硫化时间10 min,硫化温度190℃。

4.4 实验4

- (1)胶料:半钢子午线轮胎胎面胶。
- (2)硫化时间10 min,硫化温度170℃。

通过以上多次试验,硫化后胶料如图6所示,硫化部位与试样接触部位表面光泽,胶料中未出现粘胶现象,脱模容易。



图6 硫化后胶料

应用如图7所示铝花纹块进行半钢子午线轮胎硫化生产,经15天连续硫化后进行喷砂清洗,清洗后花纹块如前一样,表面无损伤。硫化轮胎

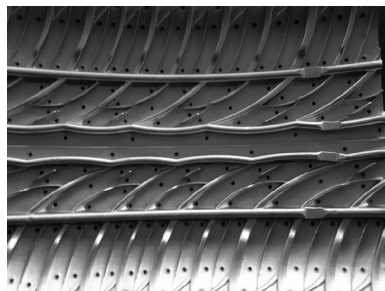


图 7 铝花纹块



图 8 硫化轮胎

如图 8 所示,轮胎经检验符合轮胎质量外观要求。

5 结语

铝花纹块经表面强化处理后,具有高硬度及

耐强酸、强碱腐蚀的优良特性,同时经过实际生产证明,该技术对铝花纹块表面具有良好的保护作用,应用前景广阔。

收稿日期:2014-05-19

Research and Application of Surface Strengthening Technology for Aluminum Segments

HU Hai-ming^{1,2}, GUO Jian-zhang¹

(1. Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China; 2. Qingdao MESNAC Precision Industry Co., Ltd, Qingdao 266101, China)

Abstract: The surface strengthening technology for aluminum segments of tire mold was investigated. By using chemical nickel-coating, the surface hardness of aluminum segments could reach more than 800 HV, and corrosion resistance and higher bonding force could be obtained. Through actual vulcanization production verification, this technology provided excellent protection on the surface of aluminum segments.

Key words: tire mold; aluminum segments; surface strengthening treatment; vulcanization

化工行业的绿色未来——朗盛

HSE 体系研讨会

中图分类号:TQ333 文献标志码:D

在 2014 中国(青岛)橡胶工业博览会期间,朗盛公司携手中国石油和化学工业联合会及橡胶谷于 2014 年 8 月 16 日共同举办了“化工行业的绿色未来——HSE(健康、安全、环保)体系研讨会”,共同分享在环境保护、职业健康以及安全方面的经验和最佳实践。

来自中国石油和化学工业联合会、青岛市政府的领导、供应商及媒体代表出席了研讨会。中国石油和化学工业联合会常务副会长李寿生在会上阐述了中国化工产业可持续发展面临的挑战及解决方案。朗盛 HSE 方面的专家介绍了朗盛在生产、运输、供应链管理和产品管理等领域的 HSE 理念及实例。

朗盛在 31 个国家分布 52 个生产基地,2013 年销售总额为 83 亿欧元,其核心业务包括开发、生产和销售塑料、橡胶、化学中间体产品和特殊化学品。朗盛已被纳入领先的可持续发展指数道琼斯世界可持续指数(DJSI)、FTSE4Good 和碳信息披露领袖企业指数(CDLI)中。

在 8 月 15 日举行的 2014 年度首届化工橡胶行业“金橡奖”颁奖典礼上,朗盛获得了“最佳责任典范奖”殊荣,这表明朗盛领先的技术和专业知识和中国橡胶行业可持续发展做出的贡献得到了肯定。“我们很高兴能获得这个奖项,它体现了我们在专业领域内的追求和卓越不懈的努力。”朗盛大中国区首席执行官钱明诚在颁奖典礼上说,“作为世界上最大的合成橡胶生产商,朗盛凭借环保的技术和产品推动中国橡胶工业的发展,我们深感自豪。”

(本刊编辑部 吴淑华 黄丽萍)