

橡胶衬套电镀锌镍合金层与橡胶粘接工艺改进

陆伟强,倪超

(宁波拓普集团股份有限公司,浙江 宁波 315800)

摘要:对橡胶衬套中钢铁件电镀锌镍合金层与橡胶的粘接工艺进行改进,包括对电镀锌镍合金工艺进行优化、喷涂或刷涂较薄的底涂胶粘剂并预固化、喷涂或刷涂较厚的面涂胶粘剂。结果表明:与传统粘接工艺相比,采用改进粘接工艺的电镀锌镍合金层与橡胶的粘接力明显提高,钢铁件表面附胶率达到90%以上,粘接性能大幅提高。

关键词:橡胶衬套;电镀;锌镍合金;粘接工艺;预固化;胶粘剂;粘接性能

中图分类号:TQ336.4⁺3;TQ330.6⁺8

文章编号:2095-5448(2023)03-0139-04

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2023.03.0139



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

电镀锌镍合金是近20年兴起的一种钢铁阳极型防护镀层^[1-2]。锌镍合金通常指镍质量分数在10%~15%的低镍含量合金。此类合金镀层不仅耐蚀性优于镀锌层,更拥有良好的上漆性、可焊性和成型性,因而被广泛用作汽车、航空航天、轨道机车、轻工机械和五金家电等的钢铁防护^[3]。另外,电镀锌镍合金还具有低氢脆的优点,可替代镉镀层在工业中使用^[4]。电镀锌镍合金于20世纪80年代相继在日本、德国和美国等发达国家投入生产并得到广泛的工业应用,主要用作钢铁材料的耐蚀保护镀层,用于取代镉镀层和镀锌层,其应用范围目前仍在迅速扩大中。目前国内外汽车生产厂家越来越多地要求对发动机悬置、变速箱悬置和底盘衬套等橡胶减震件的骨架钢铁件进行电镀锌镍合金处理,以增强零件的耐腐蚀性能并延长其使用寿命。但是一直以来电镀锌镍合金层与橡胶之间硫化反应活性弱,粘接强度低,硫化过程中容易产生脱胶现象,零件装车后也易过早损坏而失效。

本工作对电镀锌镍合金工艺进行优化,并对

作者简介:陆伟强(1976—),男,浙江桐乡人,宁波拓普集团股份有限公司高级工程师,主要从事汽车用橡胶减震材料的设计与工艺研究工作。

E-mail:lwq@tuopu.com

胶粘剂涂布工艺进行特殊处理,以期大幅提高钢铁件电镀锌镍合金层与橡胶之间的粘接力。

1 粘接理论

粘合指两种相同或不同材料表面通过各种界面力而结合在一起的状态^[5]。高强度的粘合过程大致可分为两个阶段:第1阶段是流动粘合,即粘合材料浸润、扩散、渗透到被粘物中的过程;第2阶段是粘合结构形成过程,即经过粘合材料的固化、交联(硫化)和其他化学反应,在粘合材料与被粘物体之间的界面上形成各种物理和化学的结合^[6-7],如图1所示。

2 粘接工艺改进

电镀锌镍合金层钢铁件与橡胶的传统粘接工

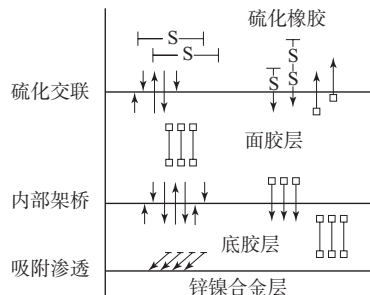


图1 粘接理论结合示意

艺如下: (1) 钢铁件电镀处理(化学除油→电解除油→酸洗→电镀锌镍合金→活化→钝化→封闭处理); (2) 胶粘剂涂布(电镀锌镍合金层钢铁件底胶涂布→烘干→面胶涂布→烘干); (3) 加热硫化。采用传统粘接工艺的零件的破坏力测试表明, 零件粘接力小, 并且破坏后钢铁件表面附胶率(橡胶附着面积占总粘接面积的百分比) 仅为20%~30%。

结合张利兴等^[8]的粘接缺陷原因及对策分析, 本工作对传统粘接工艺进行改进, 采取特殊的前处理工艺和胶粘剂涂布工艺后进行热硫化, 使电镀锌镍合金层钢铁件与橡胶牢固粘接, 具体工艺如下。

2.1 电镀锌镍合金层表面处理

采用质量浓度为 $50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的有机金属除油剂在 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下化学除油420 s, 再用冷水清洗; 采用质量浓度为 $50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氢氧化钠溶液和 $30\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的碳酸钠溶液, 在阳极电流密度为 $10\text{ A}\cdot\text{dm}^{-2}$, 温度为 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下电解除油420 s, 再用冷水清洗; 采用 $200\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 的盐酸(工业级饱和浓盐酸) 溶液常温酸洗120 s, 再用冷水清洗; 采用质量浓度为 $10\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氧化锌水分散液、 $12\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的硫酸镍水分散液、 $100\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氢氧化钠溶液、 $25\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 的乙二醇水分散液、 $40\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 的三乙醇胺水分散液, 阴极电流密度为 $3\text{ A}\cdot\text{dm}^{-2}$, 锌板作阳极, 在常温下电镀锌镍60 min, 再用冷水清洗; 采用 $200\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 的盐酸溶液常温浸泡活化10 s, 再用冷水清洗; 采用 $150\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 的钢铁钝化剂在常温下钝化60 s, 再用冷水清洗(取消封闭处理, 而传统工艺会在室温下封闭处理60 s); 最后在 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下烘烤30 min。

2.2 底涂胶粘剂涂布

对已表面电镀锌镍合金层的钢铁件在48 h内喷涂或刷涂开姆洛克底涂胶粘剂CH298, 其关键在于底胶涂层厚度要控制在 $2\sim 5\text{ }\mu\text{m}$, 小于常规底胶涂层厚度($5\sim 13\text{ }\mu\text{m}$), 然后将已涂布好底涂胶粘剂的电镀锌镍合金层钢铁件进行预固化, 预固化条件为 $150\text{ }^{\circ}\text{C}\times 15\text{ min}$, 底涂胶粘剂预固化可极大地增进底胶与金属表面的吸附渗透和架桥交联。

2.3 面涂胶粘剂涂布

对底胶已预固化的电镀锌镍合金层钢铁件喷

涂或刷涂开姆洛克面涂胶粘剂CH6100, 其关键在于面胶涂层厚度要控制在 $20\sim 32\text{ }\mu\text{m}$, 大于常规面胶涂层厚度($12\sim 25\text{ }\mu\text{m}$), 然后将已涂布好面涂胶粘剂的电镀锌镍合金层钢铁件进行干燥, 干燥温度为 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$, 干燥时间约为10 min。

2.4 热硫化

电镀锌镍合金层钢铁件在硫化前还需要充分预烘, 预烘温度为 $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, 预烘时间约为10 min, 通过预烘可将聚集在面胶表面的潮气等去除, 同时可以适当缩短硫化时间, 提高生产效率。预烘结束后及时将钢铁件放入模具中, 并注入胶料进行热硫化, 上下模温度为 $160\text{ }^{\circ}\text{C}$, 硫化时间为在胶料 t_{90} 的基础上再延长4~6 min。

2.5 冷却停放

热硫化结束刚出模时, 橡胶与胶粘剂之间的交联反应还没有完全停止, 粘接效果还没有达到最佳状态, 所以硫化出模后零件必须在室温下自然冷却停放16 h以上才可以受力装车使用或进行破坏力测试。

3 结果与讨论

本工作采用某车型底盘的橡胶衬套为例, 橡胶衬套的钢铁内芯棒要求进行电镀锌镍合金处理, 然后再与橡胶硫化成型。对分别采用改进粘接工艺和传统粘接工艺的橡胶衬套进行粘接性能测试(测试标准为ASTM D 429—2014), 粘接性能分别如表1和2所示, 粘接破坏曲线分别如图2和3所示, 粘接破坏面情况分别如图4和5所示。

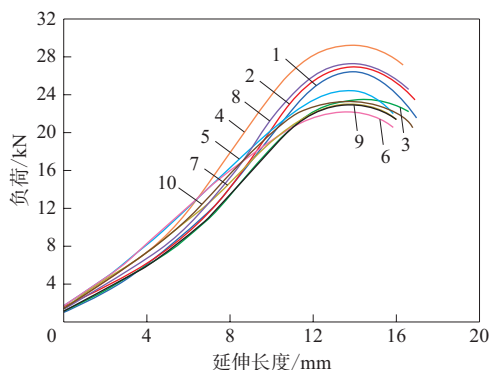
从表1和2、图2和3可以看出, 与传统粘接工艺相比, 采用改进粘接工艺的橡胶衬套的粘接力明

表1 采用改进粘接工艺的橡胶衬套的粘接性能

试样编号	粘接力/N	附胶率/%
40	26 334	100
41	26 918	100
42	23 790	100
43	29 436	100
44	24 119	100
45	23 011	100
46	23 265	100
47	27 225	100
48	23 885	100
49	23 410	100

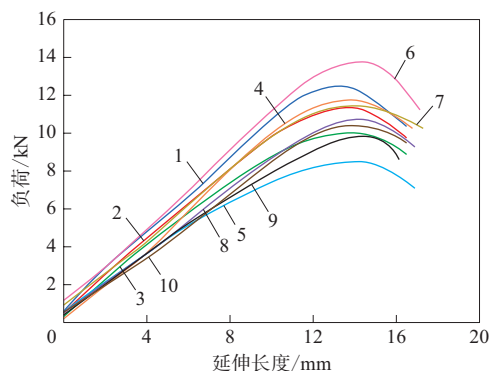
表2 采用传统粘接工艺的橡胶衬套的粘接性能

试样编号	粘接力/N	附胶率/%
50	12 512	25
51	11 324	33
52	10 030	25
53	11 911	30
54	8 633	20
55	13 890	33
56	11 336	30
57	10 837	25
58	9 968	25
59	10 493	33



试样编号: 1—40; 2—41; 3—42; 4—43; 5—44; 6—45; 7—46;
8—47; 9—48; 10—49。

图2 采用改进粘接工艺的橡胶衬套的粘接破坏曲线



试样编号: 1—50; 2—51; 3—52; 4—53; 5—54; 6—55; 7—56;
8—57; 9—58; 10—59。

图3 采用传统粘接工艺的橡胶衬套的粘接破坏曲线



图4 采用改进粘接工艺的橡胶衬套的粘接破坏面



图5 采用传统粘接工艺的橡胶衬套的粘接破坏面
显提高, 电镀锌镍合金层与橡胶粘接牢固, 钢铁件表面的附胶率得到了极大地提高。

从图4和5可以看出, 采用传统粘接工艺的电镀锌镍合金层钢铁件破坏时表面附胶极少, 采用改进粘接工艺的电镀锌镍合金层与橡胶粘接得非常好, 表面附胶率达到了100%, 极大地提高了产品的一次合格率, 同时延长了橡胶零件的使用寿命。

4 结论

对橡胶衬套中钢铁件电镀锌镍合金层与橡胶的粘接工艺进行改进, 包括对电镀锌镍合金工艺进行优化、喷涂或刷涂较薄的底涂胶粘剂并预固化、喷涂或刷涂较厚的面涂胶粘剂。结果表明: 与传统粘接工艺相比, 采用改进粘接工艺的电镀锌镍合金层与橡胶的粘接性能明显提高, 钢铁件表面附胶率达到90%以上, 粘接性能大幅提高; 硫化工序中粘接不良品的产生率降低, 产品一次合格率极大地提高, 同时延长了橡胶零件的使用寿命。

参考文献:

- [1] 田伟. 电镀锌镍合金电镀工艺及性能研究[D]. 西安: 西北工业大学, 2004.
- [2] 梅嘉容, 朱春东, 张易. 汽车表面防护技术现状及底盘零部件耐腐蚀性研究[C]. 第八届全国腐蚀大会暨第217场中国工程科技论坛论文集. 厦门: 中国工程院、中国腐蚀与防护学会, 2015: 425.
- [3] 许坤芳, 于桂斌, 舒旭东. 电镀锌镍合金工艺浅析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2015, 5(12): 4721-4723.
- [4] 冯力群. 电镀锌镍合金工艺、性能及应用[J]. 中国电镀材料信息, 2002, 2(5): 49-51.
- [5] 尹仪成. 橡胶与金属粘合概述[J]. 中国胶粘剂, 1998, 8(1): 38-41.
- [6] 周琴, 李杨, 钟代飞, 等. 芳纶纤维的热氧化处理及对环氧树脂界面黏结的影响[J]. 塑料科技, 2021, 49(5): 1-6.
- [7] 张保生, 王郡余, 杨坤, 等. 单涂型胶粘剂在橡胶支座中的应用研究[J]. 橡胶工业, 2021, 68(10): 756-759.
- [8] 张利兴, 裴清馨. 橡胶金属减振器常见外观缺陷其原因及对策[J]. 特种橡胶制品, 2000, 21(2): 38-41.

收稿日期: 2022-11-10

Improvement of Bonding Process between Electroplated Zinc-Nickel Alloy Layer and Rubber of Rubber Bushing

LU Weiqiang, NI Chao

(Ningbo Tuopu Group Co., Ltd, Ningbo 315800, China)

Abstract: The bonding process of the electroplated zinc-nickel alloy layer of the steel part and the rubber in the rubber bushing was improved, including optimizing the zinc-nickel alloy electroplating process, spraying or brushing a thin layer of primer adhesive and pre-curing it, and then spraying or brushing a thicker layer of surface coating adhesive. The results showed that compared with the traditional bonding process, the adhesion between the electroplated zinc-nickel alloy layer and rubber with the improved bonding process was obviously improved. The rubber coverage rate on the surface of steel parts reached more than 90%, and the bonding property was greatly improved.

Key words: rubber bushing; electroplating; zinc-nickel alloy; bonding process; pre-curing; adhesive; bonding property

7个橡胶行业项目荣获2022年度中国石油和化学工业联合会科学进步技术奖

日前,2022年度中国石油和化学工业联合会(简称石化联合会)科学技术奖获奖名单公布,包括技术发明奖39项(一等奖10项,二等奖9项,三等

奖20项)、科技进步奖220项(特等奖1项,一等奖38项,二等奖64项,三等奖117项)、青年科学技术突出贡献奖13人、创新团队奖4个。其中,荣获石化联合会科技进步奖的橡胶和轮胎行业项目如表1所示。

表1 荣获石化联合会科技进步奖的橡胶和轮胎行业项目

奖 项	项目名称	主要完成单位	主要完成人
二等奖	网架式载重免充气空心轮胎关键技术及应用	江苏江昕科技股份有限公司,北京化工大学,江苏绿源橡胶资源循环利用创新中心有限公司	王明江,刘力,温世鹏,王峰,卢猛,叶青,陈波,朱平,刘斌,倪高国
二等奖	高二聚体含量TMQ橡胶防老剂绿色合成工艺开发及产业化项目	圣奥化学科技有限公司,山东圣奥化学科技有限公司	石松,王博,曹凤显,高世明,苏斌,焦仁平,郭湘云,李庆华,高杨,贾璐
二等奖	轮胎用RFID电子标签四项国际标准	软控股份有限公司,北京橡胶工业研究设计院有限公司,赛轮集团股份有限公司,深圳市金瑞铭科技有限公司,山东金宇轮胎有限公司,万力轮胎股份有限公司,三角轮胎股份有限公司	董兰飞,陈海军,李淑环,许叔亮,靳春光,许爱军,高建刚,杨晓光,朱可辉,陈少梅
二等奖	高性能不溶性硫磺绿色关键技术开发	山东阳谷华泰化工股份有限公司,北京化工大学,国家橡胶助剂工程技术研究中心(山东省橡胶助剂技术创新中心)	杜孟成,王维民,王文博,曹达鹏,魏承磊,马德龙,郭庆飞,董瑞国,李云峰,师利龙
三等奖	高芳碳环保芳烃橡胶油成套技术开发及工业应用	中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院,中国石油化工股份有限公司济南分公司	彭东岳,夏季祥,管翠诗,刘天波,王玉章
三等奖	绿色轮胎用高性能萜烯树脂产业化技术及应用	江苏麒祥新材料有限公司,苏州麒祥新材料有限公司,淮阴工学院	彭华龙,姚翔,徐黎明,洪坤,李斌斌
三等奖	基于低温平衡硫化的耐热氧抗切割轮胎关键技术与产业化	三角轮胎股份有限公司	周鹏程,董凌波,于志勇,崔晓,孙佳佳

(本刊编辑部)