

助剂对现场成型式导电胶性能的影响

李 静 张贵恩 李炳章 范晋锋 王执乾 李克训

(中国电子科技集团公司第三十三研究所,太原 030006)

摘 要 以 α, ω -二羟基聚二甲基硅氧(107 胶)、铜银粉为原料,通过添加触变剂、偶联剂、抑制剂等助剂,制备了室温固化导电胶,考察了各种助剂对导电胶性能的影响。结果表明:制备的导电胶拉伸强度为 3.5MPa,扯断伸长率为 185%,体积电阻率为 $0.020\Omega\cdot\text{cm}$,长宽比为 0.78,具有良好的触变效果和优异的综合性能。

关键词 导电胶,助剂,力学性能,导电性能

Influenced of different additives on the property of FIP conductive adhesive

Li Jing Zhang Guien Li Bingzhang Fan Jinfeng Wang Zhiqian Li Kexun

(33th Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Taiyuan 030006)

Abstract RTV conductive adhesives were prepared using α, ω -dihydroxy polydimethylsiloxane and copper silver powder as raw materials, adding thixotropic agent, coupling agent and inhibitor agent as additives. The research on the effects of the additives on the properties of conductive adhesives was focused. The results showed that the tensile strength of the conductive adhesive was 3.5MPa, tensile elongation was 185%, volume resistivity was $0.020\Omega\cdot\text{cm}$, and the aspect ratio was 0.78, which has good thixotropic effect and excellent comprehensive performance.

Key words conductive adhesive, additive, mechanical property, conductivity

随着现代电子技术的迅猛发展,电子电器等设备已广泛应用于各行业,同时向集成化、功能化、数字化和高频化发展,但是由此带来的电磁干扰危害也无法避免^[1-2],因此必须采取有效措施保护信号不受干扰,同时保证外部环境中的敏感元件正常工作。现有技术中常用的导电胶存在操作困难、可靠性差和密封性不好等问题^[3-4],因此研究综合性能强的现场成型式导电胶具有十分重要的意义^[5]。单组分室温固化导电胶使用方便且能满足现场成型的特性,广泛应用于移动基站腔体的电磁屏蔽密封。为了使导电胶达到更好的密封效果,提高其力学性能和导电性能,可通过添加助剂的方法制备导电胶^[6-10]。

本研究以 α, ω -二羟基聚二甲基硅氧(107 胶)、铜银粉为原料,通过添加触变剂、偶联剂、抑制剂等助剂,制备了室温固化导电胶,考察了各种助剂对导电胶性能的影响。

1 实验部分

1.1 原料与仪器

107 胶(黏度 $5000\text{mPa}\cdot\text{s}$),浙江合盛硅业有限

公司;铜银粉,山西金利恒运科技有限公司;气相二氧化硅,山东寿光昌泰微纳化工厂;乙烯基三丁酮肟基硅烷,成都硅宝科技股份有限公司;有机锡催化剂,常州凯瑞化学科技有限公司; γ -氨丙基三乙氧基硅烷,上海邦成化工有限公司;炔醇,上海麦克林生化科技有限公司。

万能材料试验机(GMT-8703 型),深圳万测设备试验有限公司;双行星搅拌机(HY-XGJ 型),广州红运混合设备有限公司;旋转粘度测试计(SNB-2 型),三诺仪器仪表有限公司;电热恒温鼓风干燥箱(101-0BS 型),上海基伟试验仪器设备有限公司;真空干燥箱(DZF6020 型),广州康恒仪器有限公司;封装机(DPM-2 型),奎特机电有限公司。

1.2 导电胶的制备过程

(1)107 胶的预处理:为防止胶料混合过程中产生局部硫化现象,要预先将抑制剂炔醇与 107 胶混合。

(2)铜银粉的预处理:将铜银粉在偶联剂 γ -氨丙基三乙氧基硅烷中搅拌 2~4h,混合均匀后,放在真空干燥箱中加热到 $120\sim 150^\circ\text{C}$,去除表面多余的

偶联剂待用。

(3)混合胶的制备:准确称量经过预处理的 107 胶及铜银粉,加入双行星搅拌机反应舱中,真空脱水状态下搅拌,然后加入触变剂——气相二氧化硅混合均匀。

(4)导电胶的制备:在混合胶中按顺序加入交联剂、催化剂,继续保持真空下搅拌,充分反应后得到导电胶,将其封装至密封管中待用。

1.3 分析与测试

按照 GB/T 528—2009 对导电胶力学性能进行测试;按照 SJ 20673A—2016 对导电胶导电性能进行测试;采用旋转粘度计对导电胶黏度进行测试。

2 结果与讨论

2.1 偶联剂对导电胶力学性能的影响

图 1 为偶联剂对导电胶力学性能的影响。由图可以看出,随着铜银粉添加量的增加,添加偶联剂的导电胶其拉伸强度和邵氏硬度总体呈上升趋势,扯断伸长率呈下降趋势。添加偶联剂后,铜银粉与基体 107 胶之间有一层更利于二者结合的有机物,使得导电胶内部结构更加致密的同时变硬,因此导致扯断伸长率降低,邵氏硬度和拉伸强度上升。

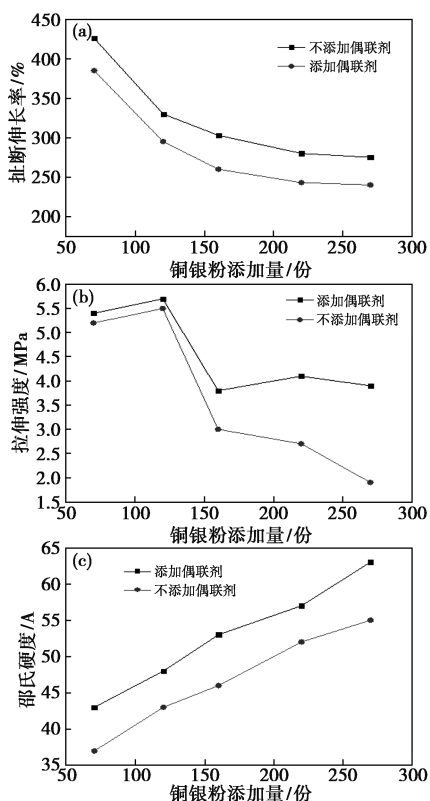


图 1 偶联剂对导电胶力学性能的影响

[(a) 扯断伸长率; (b) 拉伸强度; (c) 邵氏硬度]

表 1 为偶联剂添加前后导电胶体积电阻率以及高温(100℃、48h)条件下导电胶体积电阻率的变化情况。从表可以看出:添加偶联剂后导电胶体积电阻率变大,导电性能变差;未添加偶联剂且经过高温处理后,导电胶的体积电阻率小于添加偶联剂且经常高温处理的导电胶,说明添加偶联剂有助于提高导电胶的稳定性。主要原因是经过偶联剂处理的导电粒子表面被包覆,使得铜银粉粉体与外界接触更少,不易被氧化,因此导电稳定性提高。然而由于偶联剂的致密包覆作用使得铜银粉粉体之间的直接接触机会变少,因此导致导电胶的导电性变差。

表 1 偶联剂添加前后及高温条件下导电胶的体积电阻率

项目	未添加偶联剂	添加偶联剂	未添加偶联剂+高温处理	添加偶联剂+高温处理
体积电阻率/ ($\Omega \cdot \text{cm}$)	0.013	0.020	0.025	0.026

2.2 触变剂对导电胶力学性能的影响

制备的导电胶应具备现场成型的特点,因此必须保证固化后其长宽比在合理范围内。通过实验发现,未添加触变剂的导电胶胶条固化后长宽比约为 0.2,难以满足要求,因此需要添加触变剂来改善导电胶的触变性。图 2 为触变剂对导电胶力学性能的影响。

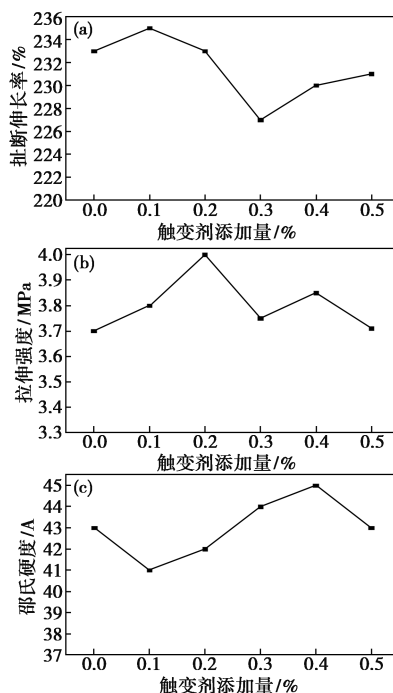


图 2 触变剂对导电胶力学性能的影响

[(a) 扯断伸长率; (b) 拉伸强度; (c) 邵氏硬度]

注:触变剂添加量为质量分数,下同。

影响。从图可知:添加触变剂前后导电胶的力学性能变化较小,提升触变性能所添加的触变剂几乎不会影响导电胶的使用性能。

图3为触变剂对导电胶胶条长宽比的影响。从图可以看出:导电胶胶条的长宽比随着触变剂添加量的增加而变大,当触变剂添加量为0.5%时,导电胶胶条长宽比为0.78,符合使用要求。

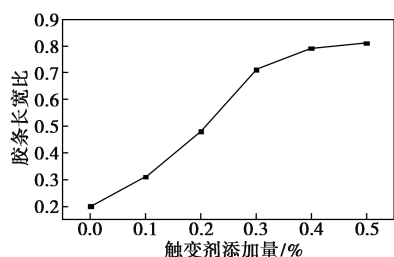


图3 触变剂对导电胶胶条长宽比的影响

2.3 抑制剂对导电胶黏度和力学性能的影响

图4为添加抑制剂后导电胶黏度随时间变化的曲线图。由图可以看出:添加抑制剂后导电胶黏度在保存初期(45d左右)存在少许波动,但是波动幅度很小;保存时间由40d延长到120d时,导电胶黏度基本未发生变化,保持在340Pa·s,说明添加抑制剂的导电胶稳定性较好。

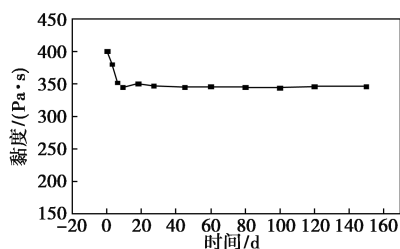


图4 添加抑制剂后导电胶黏度随时间变化的曲线图

图5为添加抑制剂后导电胶力学性能随时间变化的曲线图。由图可以看出:与黏度变化规律类似,在40d保存期内扯断伸长率和拉伸强度有少许波

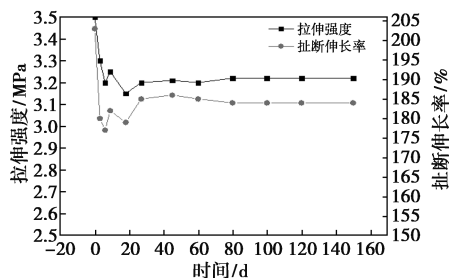


图5 添加抑制剂后导电胶力学性能随时间变化的曲线图

动,拉伸强度由3.5MPa降低为3.2MPa,扯断伸长率由203%降低为185%;保存时间由40d延长到160d时,扯断伸长率和拉伸强度基本不再变化,此时拉伸强度为3.2MPa,扯断伸长率为185%,说明制备的导电胶具有良好的稳定性。通过实验成功制备了室温固化导电胶,其拉伸强度为3.5MPa,扯断伸长率为195%,体积电阻率为0.020Ω·cm,长宽比为0.78,具有良好的触变效果和优异的综合性能。

3 结论

通过研究发现,偶联剂的添加使得导电胶扯断伸长率下降,拉伸强度和邵氏硬度上升;同时,偶联剂的添加使得导电胶的体积电阻率增大,导电性变差,但高温处理后其体积电阻率变化幅度较小;触变剂的添加在保证良好触变效果的同时对导电胶的力学性能几乎没有影响;抑制剂的添加有利于导电胶的保存,制备的导电胶具有良好的触变效果和优异的综合性能。

参考文献

- [1] 湖北省电磁兼容学会.电磁兼容性原理及应用[M].北京:国防工业出版社,1996:1-8.
- [2] 郑玉玲,于建军,覃竟亮,等.电磁污染的危害与防护研究进展[J].职业与健康,2011,27(6):689-691.
- [3] 马颖峰,施杰,刘宇盖.一种具有电磁屏蔽性能的导电橡胶及其制造方法:中国,101050307A.12[P].2007-10-10.
- [4] 王玲,赵浩峰.一种电磁屏蔽导电橡胶复合材料及其制备方法:中国,101503534A.12[P].2009-08-12.
- [5] 郭建华,曾幸荣,罗全焜,等.气相白炭黑对氟橡胶/硅橡胶共混胶性能的影响[J].合成材料老化与应用,2009,38(3):4-8;27.
- [6] 刘丰,李晓俊,刘小兰,等.单组分室温硫化硅橡胶的开发与应用[J].新技术新工艺,2005(3):40-43.
- [7] 罗德莲,潘慧铭,王跃林.硅烷偶联剂改性碳酸钙对室温硫化硅橡胶密封胶的性能影响[J].中国胶粘剂,2008,17(9):35-37.
- [8] 邸明伟,张丽新,何世禹,等.室温硫化硅橡胶的增强改性研究进展[J].中国胶粘剂,2005,14(3):36-40.
- [9] 王忠,陈立贵,付蕾,等.硅橡胶力学性能的改善[J].机械工程材料,2007,31(8):54-55.
- [10] 戴丽娜,张志杰,赵云峰,等.聚硅氧烷交联剂与掺杂SiO₂协同增强RTV硅橡胶的研究[J].有机硅材料,2009,23(4):225-229.

收稿日期:2019-01-16

修稿日期:2019-09-23