

# Study on the Optimum Mixing Ratio of High Conductive Silicone Rubber Conductive Powder with Glass Silver Plating

Yankui Li, Rui Zhang, Guien Zhang, Xiaojiong Yang

The 33rd Research of China Electronic Technology Group Corporation, Taiyuan Shanxi  
Email: roma1982@qq.com

Received: Mar. 28<sup>th</sup>, 2018; accepted: Apr. 18<sup>th</sup>, 2018; published: Apr. 25<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

Conductive silicone rubber is conductive material filled with conductive particles in silicone rubber, which is formed by high temperature vulcanization. It can be widely used in such fields as electromagnetic interference, sealing and environmental seal. The conductive rubber has electrical conductivity, anti shielding performance and high and low temperature resistance [1]. In this paper, high conductivity silicone rubber with a bulk resistivity of  $10^{-2}$  cm is prepared by using silver plated glass particles. The conductive and mechanical properties of high conductive rubber are tested and analyzed. The test shows that the optimum mixing ratio of mixed compound with glass silver plating powder is 1:2.33 - 1:2.58.

## Keywords

Glass Silver Plating, Bulk Resistivity, Optimum Mixing Ratio of Mixed Compound

---

# 玻璃镀银高导电硅橡胶导电粉体填量最佳配合比研究

李彦奎, 张锐, 张贵恩, 杨晓炯

中国电子科技集团公司第三十三研究所, 山西 太原  
Email: roma1982@qq.com

收稿日期: 2018年3月28日; 录用日期: 2018年4月18日; 发布日期: 2018年4月25日

## 摘要

导电硅橡胶是在硅橡胶中填充导电颗粒通过高温硫化而形成的导电材料,可广泛用于抗电磁干扰密封和环境密封等场合。导电橡胶具有导电性能、抗屏蔽性能、耐高低温性能[1]。本文通过采用玻璃镀银颗粒制备体电阻率达到 $10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 级的高导电硅橡胶,并对高导电橡胶的导电性能和力学性能进行了测试分析。试验表明,混炼胶与玻璃镀银粉的最佳配合比范围是1:2.33~1:2.58。

## 关键词

玻璃镀银, 体电阻率, 最佳配合比

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

按照导电性能区分,不同材料可分为导体、半导体、绝缘体。绝缘体的体电阻率一般定义为大于 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ ,导体的体电阻率一般定义为小于 $10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ ,而半导体的体电阻率介于两者之间,一般为 $10^3 \Omega \cdot \text{cm} \sim 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 。硅橡胶为传统意义上的绝缘体,其体电阻率在 $10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 左右。要想实现高导电硅橡胶必须在硅橡胶中加入导电性良好的导电颗粒。高导电硅橡胶是在硅橡胶中填充金属填料其具有导电性且体积电阻率 $\rho$ 为 $10^{-4} \sim 1 \Omega \cdot \text{cm}$ 的复合材料[2]。

随着科学技术的发展,导电硅橡胶在高级电气电子设备中使用的要求也越来越高,玻璃镀银高导电硅橡胶是近年来的热点材料。本文通过制备体电阻率为 $10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 级的玻璃镀银高导电橡胶,分析混炼胶与玻璃镀银粉的最佳配合比,对玻璃镀银高导电橡胶的制备有一定参考意义。

## 2. 实验

### 2.1. 原材料

硅橡胶: 甲基乙烯基硅橡胶, 牌号 121, 乙烯基含量  $\geq 0.10\%$ , 中蓝晨光公司生产。

导电填料: 玻璃镀银粉: 牌号 JLH-SG40-S12, 山西金利恒运公司生产。

硫化剂: 双二五, 2, 5-二甲基-2, 5 己烷, 兰州助剂厂生产。

### 2.2. 实验设备

开炼机, 上海茶陵橡塑机械公司制造。

硫化机, 江苏拓威橡塑机械公司制造。

烘箱, 成都赛普斯天宇试验设备公司制造。

微机控制电子万能试验机, 深圳三思制造。

宽带电阻表, 天津中环电子仪器公司制造。

### 2.3. 实验方法

#### 2.3.1. 配料(混炼胶和导电粉重量配合比)

分别制备七种不同配合比的胶料(表 1)。

### 2.3.2. 混炼(开炼机)

按一定比例将硅橡胶、硫化剂、导电粉依次加入开炼机中，混炼一定时间，混炼均匀后出片。

### 2.3.3. 模压硫化(硫化机)

硫化温度：180℃。

硫化时间：15 分钟。

压力大小：15 MPa。

### 2.3.4. 二段硫化(烘箱)

硫化温度：200℃。

硫化时间：240 分钟。

## 2.4. 性能测试

微机控制电子万能试验机测试力学性能(表 2)。

宽带电阻表测试电阻并计算出体电阻率(表 3)。

**Table 1.** Mixing ratio of mixed compound with conductive powder

**表 1.** 混炼胶与导电粉不同配合比

混炼胶	1	1	1	1	1	1	1
导电粉	0	1.00	1.50	1.86	2.33	2.58	3.00

**Table 2.** The relationship between the tensile strength of conductive rubber and the amount of glass silver plating powder

**表 2.** 导电橡胶抗拉强度随玻璃镀银粉添加量变化关系

混炼胶与导电粉重量比	抗拉强度(MPa)	扯断伸长率%
0	5.98	402.05
1:1.00	4.76	327.11
1:1.50	3.52	295.24
1:1.86	2.56	174.21
1:2.33	1.53	138.62
1:2.58	1.02	109.17
1:3.00	0.83	89.18

**Table 3.** The relationship between the bulk resistivity of the conductive rubber body and the amount of glass silver plating powder

**表 3.** 导电橡胶体电阻率随玻璃镀银粉添加量变化关系

混炼胶与导电粉重量比	体电阻率( $\Omega\cdot\text{cm}$ )
0	$10^{14}$
1:1.00	60
1:1.50	0.4000
1:1.86	0.0200
1:2.33	0.0120
1:2.58	0.0101
1:3.00	0.0088

### 3. 结果与讨论

#### 3.1. 玻璃镀银粉不同添加份数对导电橡胶力学性能的影响

玻璃镀银导电橡胶的抗拉强度随着玻璃镀银粉的份数的增加逐渐降低, 变化趋势表 2 中给出。当玻璃镀银粉的添加量为 0 时候, 橡胶的抗拉强度为 5.98 MPa, 随着添加量的增加, 抗拉强度和扯断伸长率逐步下降, 当添加量比达到 1:2.58 时候, 抗拉强度降至 SJ20673 规定的最低极限值(1 MPa)。

#### 3.2. 玻璃镀银粉不同添加份数对导电橡胶导电性能的影响

玻璃镀银导电橡胶的体电阻率随着玻璃镀银粉的份数的增加逐渐降低, 导电性越来越好, 变化趋势表 4 中给出。添加玻璃镀银粉比例由 1:1.00 到 1:1.50 的硅橡胶体积电阻率由  $60 \Omega \cdot \text{cm}$  一跃达到了  $0.4 \Omega \cdot \text{cm}$ ; 当添加量继续上升至 1:2.33 时候, 体积电阻率可以达到  $0.012 \Omega \cdot \text{cm}$  使得硅橡胶由绝缘体变成优良导体, 且满足 SJ20673-1998 中电磁屏蔽橡胶电阻率的规定, 这表明金属填料的性质是高导电硅橡胶导电性能的决定因素[3]。当玻璃镀银粉添加量继续上升, 体积电阻率继续降低, 当添加比例大于 1:2.58 时候, 体电阻率下降趋势减缓。

### 4. 结论

混炼胶与玻璃镀银粉的配合比在 1:2.33~1:2.58 范围内时, 导电硅橡胶的导电性, 力学性能同时满足行军标 SJ20673 要求, 且成本效益最低。因此, 对于制造体电阻率达到  $10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$  级的高导电硅橡胶, 混炼胶与玻璃镀银粉最佳配合比范围是 1:2.33~1:2.58。

### 参考文献

- [1] 耿新玲, 刘君, 任玉柱, 等. 导电硅橡胶研究进展[J]. 航空材料学报, 2006, 26(3): 283-288.
- [2] 生楚君. 高电导率导电橡胶的研制及应用[J]. 电子工艺技术, 1997, 18(5): 191.
- [3] 郭卫红, 汪济奎. 现代功能材料及其应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 28.

#### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7613, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ms@hanspub.org](mailto:ms@hanspub.org)