

Effect of Plasticizers on Silver Conductive Silicone Rubber Mechanical Property

Rui Zhang, Cunrui Zhang

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

Received: Mar. 17th, 2017; accepted: Mar. 28th, 2017; published: Mar. 31st, 2017

Abstract

In this paper, the effect of the amount of plasticizer on the mechanical properties of pure silver conductive silicone rubber was studied through the experiment of the change of the amount of plasticizer in the formula of silver conductive rubber. The results show that adding appropriate proportion of propylene glycol plasticizer on physical properties of conductive silicone rubber and processing properties have a certain degree the promotion.

Keywords

Propylene Glycol, Plasticizer, Conductive Silicone Rubber, Physical Property

增塑剂对纯银导电硅橡胶物理机械性的影响

张 锐, 张存瑞

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: 2017年3月17日; 录用日期: 2017年3月28日; 发布日期: 2017年3月31日

摘 要

本文通过纯银导电橡胶配方中增塑剂添加量变化的实验, 对丙二醇增塑剂对纯银导电硅橡胶中机械物理性能的影响进行了研究, 研究结果表明适当添加比例的丙二醇增塑剂对导电硅橡胶的物理性能和加工性能都有一定程度的提升。

关键词

丙二醇, 增塑剂, 导电硅橡胶, 力学性能

Copyright © 2017 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

导电硅橡胶是指在硅橡胶中掺进导电填料使本来近于绝缘体的硅橡胶获得一定程度导电性, 同时又兼顾保持其原有物理机械性能的复合材料。由于既具有良好的导电性又继承了硅橡胶优异的性能特点, 使得导电硅橡胶在航空、航天、电子电气、工业仪表、汽车和医疗等领域得到广泛的应用[1]。

导电硅橡胶中的纯银导电硅橡胶由于导电性能最佳, 广泛应用于军品和高端民品。纯银导电橡胶的填料是纯银粉, 纯银粉的添加一定程度上会破坏硅橡胶基体的加工性能和物理机械性能。通过添加增塑剂, 可以降低橡胶的玻璃化温度, 增强橡胶的可塑性、流动性, 改善加工工艺性能, 同时改善橡胶的某些物理性能。醇类增塑剂是硅橡胶常用的一类增塑剂。

本研究从配方实验的角度, 详细阐述了醇类增塑剂添加量变化对导电硅橡胶物理机械性的影响。

2. 实验部分

2.1. 主要原材料

110-2 甲基乙基硅橡胶: 中蓝晨光产品; 2,5-二甲基-2,5-双(叔丁基过氧基)己烷(DBPMH): 上海万锐达化学品有限公司产品; 银粉, 波特公司产品; 1,2-丙二醇: 分析纯, 扬州金石化工有限公司产品。

2.2. 基本配方方案

硅橡胶、DBPMH、银粉固定质量份, 增塑剂变量。

2.3. 生产工艺

胶料混炼在 XK-230 开炼机上进行, 其加料顺序依次为 110-2 甲基乙基硅橡胶、结构控制剂、气相法纳米白炭黑、染色剂, 再在开炼机上加增塑剂和硫化剂, 并混炼均匀。

一段硫化在平板硫化机上进行, 硫化温度、硫化时间和硫化压力参数恒定; 二段硫化在烘箱中进行。

2.4. 测试样件的制备

用制好的导电硅橡胶板按照 GB/T528-2009 截取拉伸试样, 按照 GB/T529-2009 制备截取撕裂强度试样。按照 GB/T7759.1-2015 制取压缩永久变形试样。

2.5. 性能测试

按照 Q/GB177-2003 硫化橡胶拉伸性能测试方法测定硫化硅橡胶的拉伸强度、扯断伸长率、永久变形率; 按照 Q/GB58.1-87 方法测定硅橡胶的剪切强度。

3. 结果与讨论

3.1. 丙二醇增塑剂对导电硅橡胶性能的影响

宋义虎等研究了二甲基硅油、丙三醇和 1,2-丙二醇等对硫化胶模量的影响, 结果表明 1,2-丙二醇对硅橡胶的增塑效果较好, 可显著降低硅橡胶硫化胶模量, 与其它配合剂的匹配性较好, 且不影响白炭黑的补强效果[2] [3]。因此本实验首先选用 1,2-丙二醇作为导电硅橡胶增塑剂, 分析醇类增塑剂用量对导电硅橡胶机械性能的影响(配方中增塑剂为变量, 其余相同)。表 1 为增塑剂 1,2-丙二醇对导电硅橡胶的物理性能影响的效果。随着 1,2-丙二醇用量的增加, 由图 1 可以看出弹性模量明显下降, 说明 1,2-丙二醇对硅橡胶有明显的增塑作用; 随着 1,2-丙二醇用量的增加, 由图 2 可以看出硅橡胶的扯断伸长率逐步增加; 随着 1,2-丙二醇用量的增加, 由图 3 可以看出硅橡胶的扯断强度逐步增加; 随着 1,2-丙二醇用量的增加, 由图 4 可以看出硅橡胶的压缩永久变形总体呈增加趋势, 当 1,2-丙二醇用量为 6 份时, 硅橡胶压缩永久变形达到最大值, 说明增塑剂对压缩永久变形有极大影响, 应当尽量减少用量。结合弹性模量、扯断伸长率、扯断强度三个力学性能指标, 增塑剂的最佳用量是 2~3 质量份。

Table 1. Effect of dosage of propylene glycol plasticizer on physical properties

表 1. 丙二醇增塑剂用量变化对物理性能影响表

增塑剂用量(份)	模量/MPa	扯断伸长率/%	扯断强度/MPa	压缩永久变形%
0	0.44	98	0.95	8
2	0.35	102	1.45	6
4	0.30	158	2.51	9
6	0.28	215	2.90	10
8	0.27	273	3.03	12
10	0.21	331	3.11	18

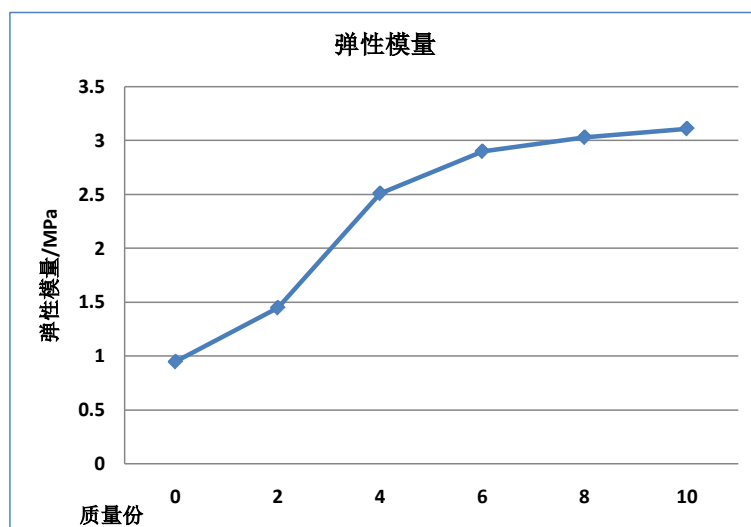


Figure 1. Effect of the amount of propylene glycol plasticizer on the elastic modulus

图 1. 丙二醇增塑剂用量变化对弹性模量的影响图

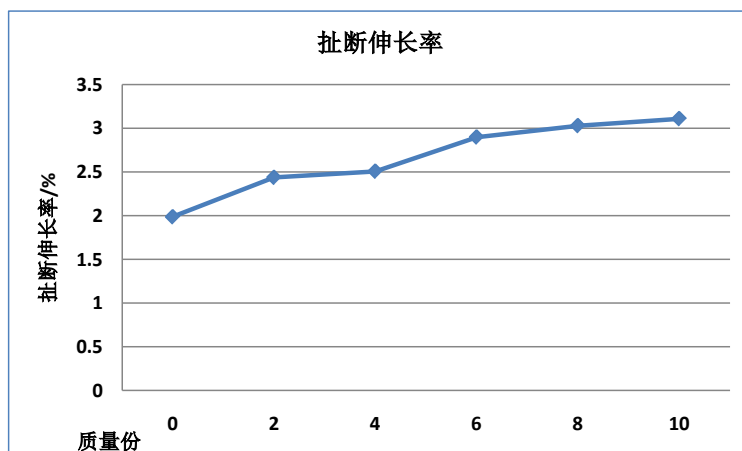


Figure 2. Propylene glycol plasticizer influence on the elongation
图 2. 丙二醇增塑剂用量变化对扯断伸长率的影响图

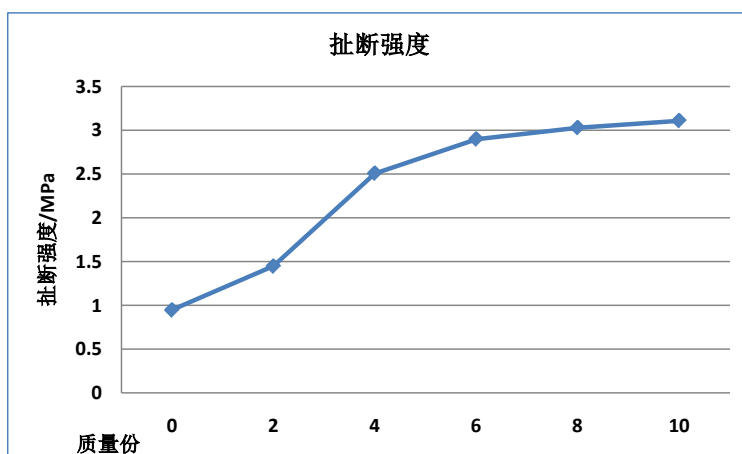


Figure 3. Propylene glycol plasticizer influence on the tensile strength
图 3. 丙二醇增塑剂用量变化对扯断强度的影响图

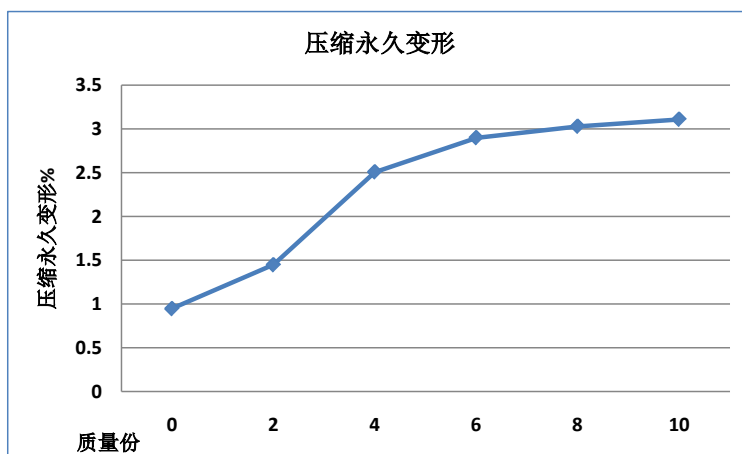


Figure 4. The influence of the amount of propylene glycol plasticizer on compression permanent deformation
图 4. 丙二醇增塑剂用量变化对压缩永久变形的影响图

丙二醇中的羟基(-OH)有一定极性, 随着增塑剂 1,2-丙二醇用量增加, 初始阶段随着羟基极性对硅橡胶分子链之间的范德华力也增加, 一定程度上增加了硅橡胶的扯断强度和扯断生产率[4] [5]。但是随着丙二醇用量超过一定范围, 范德华力增加会导致硅橡胶回弹性的下降, 也就是压缩永久变形值增大, 对于橡胶基体会产生一定程度的破坏[6] [7]。

3.2. 增塑剂对导电硅橡胶加工性能的影响

醇类增塑剂对导电硅橡胶力学性能的影响为改善胶料的整体性能, 提高硫化胶的柔性, 降低硫化胶的弹性模量, 使得加工中切割橡胶和添加银粉变得更容易, 因此 1,2-丙二醇对于导电硅橡胶的混炼加工性能有益处。采用增塑剂增塑的硅橡胶, 降低了橡胶分子的内聚能, 在降低硅橡胶剪切模量的同时, 也改善了硅橡胶与填料的相容性, 这可能是由于增塑剂中某原子在高温作用下, 在硅橡胶-增塑剂-银粉填料中产生了特殊的“架桥”作用, 提高了硅橡胶与银粉加工性能[8]。

4. 结论

- 1) 增塑剂 1,2-丙二醇能有效降低导电硅橡胶的模量, 但对导电硅橡胶的压缩永久变形性能有较大影响, 应当严格控制添加量。
- 2) 增塑剂 1,2-丙二醇不仅能有效降低导电硅橡胶的模量, 而且还有利于提高导电硅橡胶在混炼过程中的加工性。

参考文献 (References)

- [1] 王鹏宇, 李斌, 金旺贤, 张学勇, 付朝阳. 填料体系对导电硅橡胶导电-物理机械性能的影响及研究进展[J]. 化工新型材料, 2014, 37(2): 3-5.
- [2] 宋义虎, 等. 降低 MVQ 硫化胶模量的研究[J]. 橡胶工业, 1997, 15(6): 333-336.
- [3] 宋义虎, 等. 配合剂对 MVQ 硫化胶性能的影响[J]. 橡胶工业, 1997, 22(2): 80-83.
- [4] 李文昌. 硫化橡胶力学拉伸性能研究[J]. 科技创新导报, 2014, 26(1): 16.
- [5] 王松岛. 硫化橡胶力学性能试验结果分析研究[J]. 科技资讯, 2013, 19(2): 54.
- [6] Wang, L.H., Ma, F.F., Shi, Q.S., *et al.* (2011) Study on Compressive Resistance Creep and Recovery of Flexible Pressure Sensitive Material Based on Carbon Black Filled Silicone Rubber Composite. *Sensors and Actuators A: Physical*, **165**, 207-215. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2010.10.023>
- [7] Ding, T.H., Wang, L.H. and Wang, P. (2007) Changes in Electrical Resistance of Carbon Black Filled Silicone Rubber Composite during Compression. *Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics*, **45**, 2700. <https://doi.org/10.1002/polb.21272>
- [8] Kang, I., Khaleque, M.A., Yoo, Y., *et al.* (2011) Preparation and Properties of Ethylene Propylene Diene Rubber/Multi Walled Carbon Nanotube. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, **42**, 623-630. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2011.01.021>

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

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

期刊邮箱：ms@hanspub.org