

# 液体硅橡胶材料的研究进展

刘晶晶 李亚斋 海竣超 王南南 陈昭莹

天津平高智能电气有限公司 河北 天津 300300

**【摘要】**在众多有机硅材料当中,液体硅橡胶作为发展较为迅速的一个品种,其有着可自动化生产、生产效率高、能耗低、成本低等优势,在婴儿器具、医疗器械、建筑以及管道密封、电子元器件密封等方面应用极其广泛。伴随着现代科技的飞速发展,传统的混炼硅橡胶已经无法满足人们的各项需求,也因此推动了具备各项功能的液体硅橡胶的发展,其改性液体硅橡胶的方法有:添加功能材料、改变原材料的配比、对硅橡胶主链进行接枝改性等。

**【关键字】**发展方向;有机材料;液体硅橡胶

## 引言

液体硅橡胶因其耐候性、耐电性以及耐热性等优势在很多领域得以推广应用。液体硅橡胶根据硫化机理可划分成加成反应型、缩聚反应型以及有机过氧化物引发自由基交联型。本文通过对液体硅橡胶类型的了解,针对新型改性液体硅橡胶进行了简要探讨,希望对液体硅橡胶材料的进一步研究发展有推动作用。

## 1 液体硅橡胶材料分类

这一材料在空气当中以水作为催化剂或者引发剂,在加热环境下进行硫化交联的一种弹性体。根据反应类型的差异可将其分成加成型与缩合型液体硅橡胶。其中加成型液体硅橡胶在硫化作用期间是将氢硅氧烷和乙烯基通过加成反应完成交联,没有去除小分子<sup>[1]</sup>。而缩合型液体硅橡胶在硫化作用时通过将丙酮、酰胺、乙醇以及羧酸等小分子脱除,进而形成Si-O-Si的网络结构。另外,根据包装方式的不同将其划分成单、双组分液体硅橡胶。根据功能的差异又可将其划分成高粘结性、阻燃以及导电和导热液体硅橡胶。不同功能的液体硅橡胶,在使用期间发挥的作用不同<sup>[2]</sup>。

## 2 新型改性液体硅橡胶

### 2.1 传导性液体硅橡胶

#### 2.1.1 电导性液体硅橡胶

这一类型主要是将液体硅橡胶作为基胶,向其中添加导电材料能够配置出导电性能良好、高弹性的复合型导电材料,这一材料常用于电子产品中导电部位。比如张洁等人使用17.275nm 超导电炭黑作为导电材料,配制出拉伸强度10.02MPa,邵氏硬度为46-48,100%模量为0.79MPa,300%模量为1.30MPa、高强度室温硫化导电橡胶。比如Vil-cakova J等人将体积质量分数达到2%-4%的吡咯加入到硅橡胶当中以后,其导电率就会下降到理论值的16%-17%,如果加入8.5%的吡咯,硅橡胶的导电率将迅速上升。这一类型的导电硅橡胶在微电子领域当中应用较为普遍。

#### 2.1.2 热导性液体硅橡胶

当前,这一材料主要是通过向其中添加导热材料,通过控制导热材料的颗粒大小,将不同粒径的导热材料

进行配合,以达到散热与导热的目的,这一类型的材料在航空航天、冷缩电缆附件以及电子元器件密封领域应用较为普遍。导热硅橡胶当中常用的导热材料主要有AlN、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等金属氮化物以及MgO、ZnO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等金属氧化物以及Ag、Al、Cu等金属。比如马凤国等人通过制备的70份ZnO作为导热填料,配制出热导率达到2.142W/m·k的单组分脱醇型室温硫化导热硅橡胶,这一类型的橡胶不仅有着极强的导热性能,其撕裂、拉伸强度也随着上升。另外Jun Horikoshi等人将液体硅橡胶作为基胶,然后使用直径0.2-300微米球状氧化铝作为导热填料,以此制备导热硅橡胶,其导热效率能够达到2.4-2.5W/m·k,这一类型的导热硅材料在计算机领域使用较为普遍。单一填料液体硅橡胶的导热率明显低于双类型填料,并且功能单一,无法达到使用需求;如果将不同类型的填料进行并用,能够同时增加液体硅橡胶的阻燃性以及导热性。另外,要想有效增强体系导热率,并且还要保证较强的高温性能,Zhou Wenyi等人利用了SiCw、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>混合填料,获得的硅橡胶混合填料的填充体积为50%,在这两种填料的质量比为9:1时,这一材料的导热性能可达到1.48W/m·k。

### 2.2 耐油与耐溶剂液体硅橡胶

在汽车行业中使用的密封垫圈与密封剂都是使用耐溶剂或者耐油液体硅橡胶配置而成,增强液体硅橡胶耐油性的方法一般是将甲基三氟丙基硅氧烷结构引入到LSR当中,而且还使用碱土金属氧化物或者氢氧化物接受体填料<sup>[3]</sup>。常用的引入氟的方法为缩合反应。比如杨忠文等人通过阴离子开环聚合方法配置成了粘度高达4.5-170Pa·s的羟基封端液体氟硅橡胶,在1500C的1#以及3#标准油当中浸泡硫化材料72小时,其质量以及体积变化率均不大于1%。引入氟的方法除了有缩合反应之外,还有加成反应。比如Takao Matsushita等人通过将含有不饱和烯烃的液体硅橡胶作为基础胶,配置而成的耐油加成型硫化氟硅橡胶,其中100份基础胶,至少含有两个氢或者是官能团的有聚硅氧烷1-80份,一定量的硫化剂以及增强填料10-100份。

### 2.3 高透明液体硅橡胶

在纺织商标、食品保鲜膜以及医用胶管当中对这一类型的橡胶使用较为普遍<sup>[4]</sup>。对于这一类型的橡胶经常利用气相法MQ型硅树脂以及白炭黑作为填料获取。比如许永现等人,通过加成反应配置而成的透明泛滥的加成型医用高透明液体硅橡胶,其结果显示,表面积至少大于200m<sup>2</sup>/g,种类Aerosil-380以及QS-40的气相白炭黑填料,其透明度比较高,但粘性低,满足FDA医用标准。此后,这一作者除了添加白炭黑之外,还添加了乙烯基MQ树脂10-20份,稀释剂二甲基硅油2-4份,最终结果为半透明泛白的纺织用液体硅橡胶。

### 2.4 绝缘性液体硅橡胶

为了有效增强输变电设备的防污闪效果,不断提高其外绝缘性能,常见的方法有:向其中添加阻燃与耐漏电起痕迹、纳米级绝缘填料填充硅橡胶、提高涂层的耐老化与自恢复作用<sup>[5]</sup>。比如Liu Qian等人使用粒径大小为30-40nm的Si2O3,而且和十溴二苯醚混合使用,

这样不仅提高了防污闪土料阻燃,此外还很好地增强了涂层强度。再比如Wacker使用2-10微米的氢氧化铝来增强阻燃以及漏电起痕,以确保耐电弧性超过420秒。此外还有陈石刚等人通过气相法白炭黑作为漏电起痕补强材料或者添加剂,制作出拉伸强度达到8.2MPa,体积电阻率达到5\*10<sup>15</sup>欧姆厘米的冷缩电缆附件用于液体硅橡胶,其电气强度高达35kV/mm,耐电气起痕高达1A4.5级。

## 3 结语

因为液体硅橡胶有着很强的操作性,使用起来简单便捷,向其中添加各种功能的填料以及接枝改性能够获得耐油、导电、导热以及阻燃等各种功能的硅橡胶,液体硅橡胶也因此在很多领域得以应用。但当前液体硅橡胶的应用范围还不够广泛,因此高性价比与多功能性的液体硅橡胶在未来是其主要发展方向,随着研究的深入,将会有更多类型、更多功能的新型改性液体硅橡胶应运而生。

## 【参考文献】

- [1] 李婷婷,夏志东,聂京凯.Ni/C纤维提高Ni/Al球形颗粒导电硅橡胶性能研究[J].电子元件与材料,2015,000(003):24-28.
- [2] 吴其光,张海燕,张琇滨.碳包覆纳米铜颗粒/硫化硅橡胶导热复合材料的制备及性能[J].高分子材料科学与工程,2016,32(01):147-151.
- [3] 廖治强,张凯,杨文彬,等.h-BN用量对h-BN/MVQ导热绝缘复合材料性能的影响[J].高分子材料科学与工程,2016,32(02):70-75.
- [4] 王文旭,黄冰玉,谈利承.加成型液体硅橡胶的研究进展[J].应用化学,2018,35(09):38-45.
- [5] 胡树,郭辉,陈祥超.硅橡胶静电耗散材料的研究进展[J].弹性体,2018.