

# 玻璃纤维骨架材料及其与硅橡胶的复合

竺林, 张寅

(南京玻璃纤维研究设计院 第一研究设计所, 江苏 南京 210012)

**摘要:** 介绍了玻璃纤维骨架材料及其与硅橡胶的复合工艺。玻璃纤维具有抗拉强度高和稳定性好等特点, 作为骨架材料, 多采用平纹组织织物。硅橡胶是一种线形分子结构的高相对分子质量聚有机硅氧烷, 所用填料主要是白炭黑。二者复合的工艺主要有浸渍和压延。复合制品主要应用于电气绝缘和非金属补偿器等领域。

**关键词:** 玻璃纤维; 硅橡胶; 复合工艺

**中图分类号:** TQ330.38<sup>+</sup>9; TQ333.93 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-890X(2002)11-0662-02

玻璃纤维复合硅橡胶为一种新型材料, 具有强度高、耐高温等特点, 目前在一些领域得到了广泛的应用。本文从骨架材料与胶体两方面来介绍这种材料的特点, 并对加工工艺问题进行了讨论。

## 1 玻璃纤维的特点

玻璃纤维作为一种人造无机纤维, 与其它纤维骨架材料相比具有一些特殊的性能。

### (1) 抗拉强度和延伸率

玻璃纤维比强度极高, 超过了其它纤维与金属, 同时它的模量极高, 具有很好的抗变形能力, 断裂伸长率小于 4%。

### (2) 长期蠕变性

在长期荷载情况下, 玻璃纤维不会发生蠕变, 使其橡胶复合产品能长期保持各种性能。

### (3) 热稳定性

玻璃纤维的熔点在 1 000 ℃以上, 作为骨架材料, 在高温环境中能保持性能稳定。

### (4) 物理化学稳定性

玻璃纤维的主要成分为硅酸盐, 除氢氟酸、磷酸外, 不受其它酸类、油类和有机溶剂的侵蚀<sup>[1]</sup>。

## 2 玻璃纤维织物形式

玻璃纤维在拉制过程中经过浸润剂的作用,

获得了柔软性, 易于纺织。

在大多数情况下, 玻璃纤维必须要有一定的组织形式才能充分发挥它的性能。玻璃纤维织物分为机织物与针织物两大类, 其中作为骨架材料, 一般采用机织物。机织物的基本组织形式有下述 3 种<sup>[2]</sup>:

(1) 平纹组织, 经纬纱每间隔一根纱线就进行一次交织, 织物挺括、坚牢。

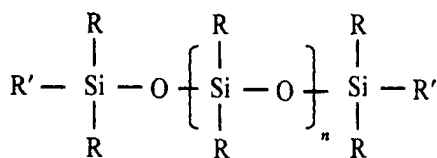
(2) 斜纹组织, 组织图上有经组织点或纬组织点构成的斜线, 织物表面有经或纬浮长线构成的斜向织纹, 坚牢度差、手感柔软。

(3) 缎纹组织, 相邻两根经纱上的单独组织点相距较远, 所有单独组织点分布有规律, 布面平滑匀整、富有光泽、质地柔软。

作为骨架材料, 平纹组织采用得最多, 斜纹组织也有应用, 缎纹组织很少使用。

## 3 硅橡胶的特点

硅橡胶是一种线形分子结构的高相对分子质量聚有机硅氧烷, 其通式为:



通式中,  $n$  代表聚合度,  $\text{R}'$  是烷基或羟基,  $\text{R}$  通常是甲基、乙基、烯基、苯基和三氟丙基等。引入何种基团取决于需要硅橡胶具有何种性能, 例如为

作者简介: 竺林(1968-), 男, 江苏南京人, 南京玻璃纤维研究设计院高级工程师, 工学学士, 主要从事玻璃纤维加工应用方面的研究和开发工作。

提高耐油性可引入三氟丙基, 而提高耐热性则引入亚苯基团<sup>[3]</sup>。

由于聚有机硅氧烷分子间作用力小, 生胶单独硫化后物理性能差, 在加入补强型填料后, 可大大提高其物理性能, 例如补强后, 可将硫化胶的强度提高 20~30 倍。需要强调的是, 填料品质的不同显著影响硅橡胶的强度。目前填料主要是白炭黑, 一种是由气相法制得, 另一种是由沉淀法制得, 两者在电学性能与热稳定性方面存在差异, 气相法白炭黑的质量优于沉淀法白炭黑。同时即使是同一种白炭黑, 粒子的细度、颗粒的形状、表面积的大小、杂质的含量以及 pH 值不同, 其补强效果和对胶料工艺性能和耐热性的影响也有差别。另外, 随填料用量增大, 硅橡胶硬度提高、扯断伸长率减小, 而其拉伸强度有一最高值<sup>[4]</sup>。

#### 4 玻璃纤维织物与硅橡胶的复合

从复合材料的观点来看, 玻璃纤维织物/硅橡胶的复合体是一种复合材料, 复合的目的是使得复合体兼具有两者的物化特性<sup>[5]</sup>。目前复合的工艺主要有两种: 浸渍与压延。浸渍工艺是先用适当的分散剂将硅橡胶制成溶液, 再将玻璃纤维织物浸渍在硅橡胶的溶液中, 然后干燥、硫化使得硅橡胶在织物表面形成均匀、致密的胶层, 该工艺适合作薄层织物的双面涂层; 压延工艺是指利用压延设备, 例如三辊压延机、四辊压延机等, 在压力的作用下将硅橡胶直接压在玻璃纤维织物的表面上再进行硫化, 该工艺适合用来作织物的单面或双面涂层处理。

无论采用哪种复合工艺, 对于玻璃纤维织物与硅橡胶的复合都需要解决一个重要问题, 就是使得玻璃纤维织物与硅橡胶二者能够良好亲和。从微观角度来说, 硅橡胶能够在玻璃纤维表面铺展开, 即对玻璃纤维织物有良好的浸润性。要解决这个问题, 必须使硅橡胶对玻璃纤维表面的物理吸附远高于硅橡胶内聚强度, 因此一方面要降低硅橡胶的内聚强度, 即采用适当的分散剂使得有机硅氧烷分子彼此的相互作用减弱; 另一方面要加强硅橡胶与玻璃纤维表面的物理吸附, 在玻璃纤维拉丝过程中使用偶联剂 (KH-550, KH-

560, KH-570 和 KH-580 等), 在硅橡胶表面与玻璃纤维表面形成一中间层, 该中间层除了与玻璃纤维表面产生粘合外, 还能“紧束”硅橡胶结构, 这样便不容易发生分层<sup>[4]</sup>, 从而较好地解决了这个问题。

#### 5 玻璃纤维织物/硅橡胶制品的应用

玻璃纤维/硅橡胶制品是一种新型复合材料, 国外近几年发展速度很快, 基本以每年递增 15% 的速度增长, 主要应用于以下领域:

##### (1) 电气绝缘

硅橡胶涂覆玻璃纤维膜结构材料具有较高的电绝缘等级, 能承受高电压负荷, 可制成绝缘布和套管等产品。

##### (2) 非金属补偿器

非金属补偿器作为管道的柔性连接器件, 它可以解决热胀冷缩对管道的破坏问题, 硅橡胶涂覆玻璃纤维膜结构材料作为柔性膨胀节的基材, 具有较高的使用温度、防腐性及耐老化性能, 且弹性及柔韧性极好。现已广泛应用于石油、化工、水泥、钢铁和能源等领域, 并已取得良好的使用效果。

##### (3) 防腐方面

硅橡胶涂覆玻璃纤维可作为管道、储罐的内外防腐层, 防腐性能优良, 耐高温性能好, 强度高, 是一种理想的防腐材料。

##### (4) 其它领域

硅橡胶涂覆玻璃纤维膜结构材料可应用于建筑密封材料、高温防腐输送带和包装材料等领域。

#### 参考文献:

- [1] 张耀明, 李巨白, 姜肇中. 玻璃纤维与矿物棉全书[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001. 5.
- [2] 蔡隆霞. 织物结构与 设计[M]. 北京: 纺织工业出版社, 1990. 37.
- [3] 吴森纪. 有机硅及其应用[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1990. 23.
- [4] 周宁琳. 有机硅聚合物导论[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 25.
- [5] 刘雄亚, 谢怀勤. 复合材料工艺与设备[M]. 武汉: 武汉工业大学出版社, 1994. 112.