

## 喷硫及喷霜的原因

喷霜又名喷出 (blooming)，是橡胶加工过程中常见的质量问题，它是指未硫化胶或硫化胶中所含的配合剂迁移到表面并析出现象。有时，这种喷出物呈霜状结晶物，故习惯上称“喷霜”。较多见的喷霜物为硫，因为硫黄是通用橡胶中应用最广泛的硫化剂，且在橡胶中的溶解度低因而容易产生喷霜。其实从喷出物外观来看，也未必都呈霜状，也有呈油状（硫化剂、增塑剂）或粉粒状（多为填充剂、防老剂、促进剂）的物质喷出，甚至炭黑喷出也有所见。

喷霜的原因是什么？

1) 过量配合 各种助剂在橡胶中的溶解度不同，助剂在橡胶中的溶解度越小，越易出现由过量配合（即橡胶中助剂的含量超过其在橡胶中的溶解度）而引起的喷霜。过量配合而喷霜时，往往会带动其他组分一起喷出（这种现象称为被动喷霜），尽管这些被动喷霜物在橡胶中远未达到饱和状态。

2) 温度变化 助剂在橡胶中的溶解度随温度变化而变化，一般情况下，温度高时溶解度大，温度降低时溶解度减小。由于橡胶制品通常在室温下使用，一旦外界温度低于室温，配方中一些助剂的含量接近其溶解度而析出，产生喷霜。

3) 欠硫 助剂在橡胶中的溶解状况受硫化条件影响。以 NR 为例，在正硫化条件下，交联密度最大，游离硫减小，喷硫概率降低，其他助剂穿梭于三维网络的机会也降低，因而喷霜概率降低；反之，在欠硫状态下，网络交联密度相对较小，喷霜概率相就增大。

4) 老化 老化意味着硫化胶三维网络结构的局部因键断裂而受损，从而削弱了网络结构和固锁配合助剂的能力，助剂向表面迁移导致喷霜。

5) 受力不均 橡胶受到外力作用时，往往导致应力集中而使表面破裂，使原来呈过饱和状态的配合助剂微粒加速析出，在裂纹表面形成喷霜，并向周边延扩。

6) 混炼不均 混炼不均导致配合剂在橡胶中分散不均，局部会出现配合助剂超过溶解度而产生喷霜。