

有机硅主要分类

有机硅主要分为硅油、硅橡胶、硅树脂和硅烷偶联剂四大类。分别介绍如下：

一、硅油类产品介绍

硅油是一种不同聚合度链状结构的聚有机硅氧烷。它是由二甲基二氯硅烷加水水解制得初缩聚环体，环体经裂解、精馏制得低环体，然后把环体、封头剂、催化剂放在一起调聚就可得到各种不同聚合度的混合物，经减压蒸馏除去低沸物就可制得硅油。

最常用的硅油，有机基团全部为甲基，称甲基硅油。有机基团也可以采用其它有机基团代替部分甲基基团，以改进硅油的某种性能和适用各种不同的用途。常见的其它基团有氢、乙基、苯基、氯苯基、三氟丙基等。近年来，有机改性硅油得到迅速发展，出现了许多具有特种性能的有机改性硅油。

硅油一般是无色（或淡黄色），无味、无毒、不易挥发的液体。硅油不溶于水、甲醇、二醇和-乙氧基乙醇，可与苯、二甲醚、甲基乙基酮、四氯化碳或煤油互溶，稍溶于丙酮、二恶烷、乙醇和了醇。它具有很小的蒸汽压、较高的闪点和燃点、较低的凝固点。随着链段数 n 的不同，分子量增大，粘度也增高，因此硅油可有各种不同的粘度，从 0.65 厘沱直到上百万厘沱。如果要制得低粘度的硅油，可用酸性白土作为催化剂，并在 180 温度下进行调聚，或用硫酸作为催化剂，在低温下进行调聚，生产高粘度硅油或粘稠物可用碱性催化剂。

硅油按化学结构来分有甲基硅油、乙基硅油、苯基硅油、甲基含氢硅油、甲基苯基硅油、甲基氯苯基硅油、甲基乙氧基硅油、甲基三氟丙基硅油、甲基乙烯基硅油、甲基羟基硅油、乙基含氢硅油、羟基含氢硅油、含氟硅油等；从用途来分，则有阻尼硅油、扩散泵硅油、液压油、绝缘油、热传递油、刹车油等。

硅油具有卓越的耐热性、电绝缘性、耐候性、疏水性、生理惰性和较小的表面张力，此外还具有低的粘温系数、较高的抗压缩性）有的品种还具有耐辐射的性能。

有机硅乳液

有机硅乳液是硅油的一种形式。下面从硅油织物柔软整理剂和硅油乳液型消泡剂两方面来介绍。

一、硅油织物柔软整理剂

有机硅乳液主要是用作硅油织物柔软整理剂。第一代的有机硅织物整理剂是二甲基硅油和含氢硅油（及其衍生物）的机械混合物。第二代的有机硅织物整理剂是羟基封端聚二甲基硅氧烷乳液，它是由八甲基环四硅氧烷单体、水、乳化剂、催化剂等原料在一定条件下进行乳液聚合而成的。由于聚合和乳化是一步完成，因而具有工时短、工效高、设备简单、操作方便等优点，而得到的乳液又非常稳定，颗粒十分均匀、制得的聚合物两端带有活性基团（羟基）可以进一步反应成膜，有利于提高乳液的应用效果，这是机械乳化硅油所不及的。

羟基硅油乳液按其所采用的表面活性剂不同又可分为阳离子、阴离子、非离子、复合离子等几种类型的乳液。

1. 阳离子型羟基硅油乳液

阳离子型羟乳聚合所采用的乳化剂一般是季胺盐类（国外文献报道的是十八烷基三甲基氯化铵），催化剂为氢氧化铵。阳离子型羟乳可用于各种纺织品的后整理，具有改善织物手感、提高织物弹性及清爽、挺括之性能；它的另一独特优点是织物的理想防水剂，与甲基含氢硅油乳液并用，防水性能及防水耐久性皆可达到相当高的水平，可用作维纶篷盖帆布的防水剂、涂卡布的防水剂等。

2. 阴离子型羟基硅油乳液

阴离子型羟乳的特点是在织物整理剂中配伍性好，乳液十分稳定。尤其纺织品印染中的助剂大部份为阴离子型，若采用阳离子型羟乳往往容易引起破乳漂油，而阴离子型羟乳可以避免此弊病，所以更受用户单位欢迎，用途十分广泛。

3. 复合离子型羟基硅油乳液

阳离子型羟乳虽然是一种优良的织物柔软整理剂，但这种乳液不耐硬水，还不能与二羟甲基二羟基乙烯脲树脂（2D）树脂、催化剂氯化镁和阴离子型增白剂同浴使用，因此在使用上有一定的局限性。此外，由于乳液稳定性差，有机硅高聚物易从乳液中分离出来，漂在液面上，俗称“漂油”。若在乳液聚合过程中，采用阳离子型与非离子型乳化剂进行复配，则可克服阳离子型乳化剂制备羟基硅油乳液的缺点，制得的有机硅乳液能耐硬水、能与 2D 树脂、氯化镁和增白剂 VBL 等同浴使用，并具有良好的耐热性和耐冷冻性。

4. 非离子型羟基硅油乳液

非离子型羟乳比离子型羟乳的适应性强，稳定性更好，因此许多国家都大力研究非离子型羟乳。如瑞士汽巴嘉基公司生

产的新产品 UltrateX FSA，是一种分子量在 20 万以上的羟基封头聚二甲基硅氧烷的非离子型乳液，比美国陶康宁公司的 Dc-1111 阴离子型羟乳前进一步。

5. 其它活性基团的有机硅整理剂

为了适应各类织物高级整理的需要，改善有机硅整理织物的抗油污、抗静电和亲水性能，并使化纤织物具有天然织物的许多优点，有机硅工作者研究了在有机硅分子上引入其它活性基团如氨基、酰胺基、酯基、氰基、羧基、环氧基等。这些基团的引入使有机硅整理剂具有特殊的效果，例如，有机硅分子引入氨基适于毛织品的防缩和柔软整理；引入酰胺基适于防污整理，柔软性也大有提高；引入氰基耐油性好，聚氧化乙烯醚和有机硅的共聚物防静电效果良好；有机氟改性的有机硅具有拒油、防污、防静电、拒水等许多优点。

二. 硅油乳液型消泡剂

硅油乳液型消泡剂一般为水包油型（O/W）乳液，即水是连续相，硅油是非连续相。它是将硅油、乳化剂及增稠剂等进行预混，然后逐步加水搅匀，最后在胶体磨中反复研磨直至得到合乎要求的乳液。

硅油乳液型消泡剂是有机硅消泡剂中使用面最广、用量最大的一种消泡剂。它的特点是易分散在水体系中，可广泛用作水相体系的消泡剂。使用时，将乳液直接加入起泡体系中，即可获得良好的消泡效果。为提高乳液的消泡效果及计量的准确性，一般不直接使用 10% 以上的浓硅油乳液；而是先将其用凉水或直接用起泡液稀释至 10% 以下使用。禁忌使用过热或过冷的液体稀释，否则将引起乳液破乳。乳液稀释后稳定性会变差，存放过程也可能发生分层（漂油）现象，也即破乳。故稀释后的乳液宜尽快用完。如果需要，可加入增稠剂以提高乳液的稳定性。对于间歇操作过程，硅油乳液可以在体系运转前一次加入，也可采用分批补加的方式；对于连续操作过程，硅油乳液应在系统的适当部位连续地或间断地加入。

使用乳液型消泡剂时，特别要考虑起泡体系的温度及酸、碱性等条件，因为硅油乳液比较娇气，超过它的使用范围，乳液就会过早破乳，变成低效或无效（硅油乳液的用量，一般为起泡液重量的 10~100ppm（按硅油计））。当然，特殊情况下也有少于 10ppm 和多于 100ppm 的。其最宜用量主要是通过试验来确定。

一般的硅油乳液型消泡剂大多为水包油型。根据硅油种类的不同，硅油乳液型消泡剂有如下几种类型：

1. 以二甲基硅油为主体的硅油乳液

这类消泡剂是由二甲基硅油加上乳化剂和水等配制而成，可广泛应用于发酵、食品、造纸、纤维、制药、合成树脂等方面。

2. 以甲基乙氧基硅油为主体的硅油乳液

这类消泡剂是由甲基乙氧基硅油及配合剂制成。

3. 以乙基硅油为主体的硅油乳液

近年来，有机硅消泡剂正朝着有机硅—聚醚嵌段共聚（或接枝共聚）方向发展。这类消泡剂由于兼具有机硅和聚醚的特性，因而使消泡力大大提高；有机硅—聚醚共聚型消泡剂又可分为自乳化型的有机硅消泡剂，它是在有机硅分子链中嵌段（或接枝）亲水性的氧化乙烯链或氧化乙烯氧化丙烯链，使疏水的硅氧烷部分与亲水的聚醚结合在一起，这样的分子具有较大的极性，作为消泡剂来说铺展系数大，能在发泡介质中分散均匀，消泡效力高，是一类新型的高效消泡剂。这类无须使用乳化剂的自乳化硅油，消泡效果对某些体系来说是相当满意的，它特别适用于那些不宜使用一般硅油乳液和一般硅油乳液难于胜任的场合。

硅橡胶类产品介绍之一

高温硫化硅橡胶

高温硫化硅橡胶是高分子量（分子量一般为 40~80 万）的聚有机硅氧烷（即生胶）加入补强填料和其它各种添加剂，采用有机过氧化物为硫化剂，经加压成型（模压、挤压、压延）或注射成型，并在高温下交链成橡皮。这种橡胶一般简称为硅橡胶。

高温硫化硅橡胶的硫化一般分为两个阶段进行，第一阶段是将硅生胶、补强剂、添加剂、硫化剂和结构控制剂进行混炼，然后将混炼料在金属模具中加压加热成型和硫化，其压力为 50 公斤/cm² 左右，温度为 120~130℃，时间为 10~30 分钟，第二阶段是将硅橡胶从模具中取出后，放入烘箱内，于 200~250℃ 下烘数小时至 24 小时。使橡皮进一步硫化，同时使有机过氧化物分解挥发。

硅橡胶的补强填料是各种类型的白炭黑，它可使硫化胶的强度增加十倍。加入各种添加剂主要是降低胶的成本、改善胶料性能以及赋予硫化胶各种特殊性能如阻燃、导电等。交链剂是各种有机过氧化物，如过氧化苯甲酰，2,4-二氯过氧化苯甲酰，二枯基过氧化物，2,5-二特丁基过氧己烷等。结构控制剂是为了避免混炼胶料放置时间过长、产生“结构化”使胶料变硬变硬，难以加工熟化而加入的，可采用甲基羟基硅油或二苯基二羟基硅烷作为结构控制剂。

硅橡胶主链上的侧基可以是甲基、乙基、乙氧基、苯基、三氟丙基等。最常用的是甲基，也可引入其它基团以改善加工

性能和其它性能。因此，根据侧基基团和胶料配方的不同，可以得到各种不同用途的硅橡胶，一般可分为下面几种类型：通用型（含甲基和乙烯基）、高温和低温型（含苯基、甲基和乙烯基）、低压缩永久变形（含甲基和乙烯基）、低收缩（去挥发份）和耐溶剂（氟硅橡胶）等。下面介绍几种重要类型的硅橡胶。

一. 甲基硅橡胶

二甲基硅橡胶是投入商业化生产最早的一种硅橡胶，可在-60~200 范围内保持良好的弹性，耐老化性能好，有优异的电绝缘性能以及防潮、防震和生理惰性等特点。

二甲基硅橡胶主要用于强物涂覆，也可制成各种挤出及压延制品用于机电、航空、汽车及医疗等行业。但由于二甲基硅橡胶硫化活性低，用于制造厚制品时，硫化困难，内层易起泡且高温压缩永久变形大，故目前已被甲基乙烯基硅橡胶所取代。

二. 甲基乙烯基硅橡胶

由于硅橡胶大分子结构中引入少量乙烯基可大大改善硅橡胶的硫化加工性能，因此在目前应用的硅橡胶中，大多含有乙烯基。甲基乙烯基硅橡胶是最通用的一种硅橡胶，目前在国内外硅橡胶的生产中占主导地位。由于它在侧链上引入部份不饱和的乙烯基，使它的加工性能和物理机械性能均优于二个基硅橡胶。它除具有二甲基硅橡胶一般特性外，还具有较宽的使用温度范围，可在-60~260 范围内保持良好弹性，它比二甲基硅橡胶容易硫化，具有较小的压缩永久变形，较好的耐溶剂的膨胀性和耐高压蒸汽的稳定性以及优良的耐寒性等，而且又因为采用活性较低的过氧化物进行硫化，从而减少了硫化时产生气泡及橡胶稳定性差的弱点。故一般用甲基乙烯基硅橡胶可制做厚度较大的制品。甲基乙烯基硅橡胶是硅橡胶中应用最广泛的品种，近年来不断涌现的各种高性能和特殊用途的硅橡胶，大都是以乙烯基硅橡胶为基础胶，例如高强度硅橡胶、低压缩永久变形硅橡胶、不需后硫化硅橡胶、耐热导电硅橡胶和医用硅橡胶等。甲基乙烯基硅橡胶在航空工业上，广泛用作垫圈、密封材料及易碎、防震部件的保护层；在电气工业中可作电子元件等高级绝缘材料，耐高温电位器的动态密封圈，地下长途通信装备的密封圈；在医学上，由于甲基乙烯基硅橡胶对人体的生理反应小、无毒，故用作外科整形、人造心脏瓣膜、血管等。

三. 甲基苯基乙烯基硅橡胶

甲基苯基乙烯基硅橡胶是在甲基乙烯基硅橡胶的分子链中引入甲基苯基硅氧链节或二苯基硅氧链节而得的产品。

在聚硅氧烷的侧基上引入苯基，由于破坏了二甲基硅氧烷结构的规整性，大大降低了聚合物的结晶温度，扩大了该聚合物材料的低温应用范围。因此，甲基苯基乙烯基硅橡胶除了具有甲基乙烯基硅橡胶所有的压缩永久变形小、使用温度范围宽、抗氧化、耐候、防震、防潮和良好的电气绝缘性能外，还具有卓越的耐低温、耐烧蚀和耐辐照等性能。这些性能随分子链中苯基含量的不同而有所变化，一般来说，苯基含量（苯基与硅原子之比）在5~10%时称低苯基硅橡胶，它具有独特的耐寒性能，在-70~-100 仍能保持橡胶的弹性，是所有橡胶中低温性能最好的一种，加之它兼有甲基乙烯基硅橡胶的优点且成本不高，因此大有取代甲基乙烯基硅橡胶趋势。苯基含量20~40%时称中苯基硅橡胶兼有甲基乙烯基硅橡胶的优点且成本不高，因此大有取代甲基乙烯基硅橡胶趋势。苯基含量20~40%时称中苯基硅橡胶，它具有卓越的耐燃特性，一旦着火可以自熄。苯基含量在40~50%时称高苯基硅橡胶，它具有优异的耐辐射性能，耐 γ -射线为 1×10^8 伦琴。一般说来，随着苯基含量的增加，硅橡胶分子链的刚性逐渐增大，硅橡胶的耐低温性能逐渐下降，但随着苯基含量的增加，提高了硫化胶的耐燃性和耐辐照性。

甲基苯基乙烯基硅橡胶是宇航工业、尖端技术和国民经济其它部门的重要材料之一，可供制做各种模压和挤出制品用作航空工业的耐寒橡胶和用于耐烧蚀、耐热老化或耐辐射部位的密封圈、垫、管材和棒材等。

四. 氟硅橡胶

氟硅橡胶是指-三氟丙基甲基聚硅氧烷。氟硅橡胶具有优良的耐化学物质、耐溶剂和耐润滑油性能，此种硅橡胶在非极性溶剂中的膨胀率小，耐寒性及热稳定性好，抗着火性也好，故在飞机、火箭、导弹、宇宙飞行、石油化工中用作与燃料油和润滑油接触胶管、垫片、密封圈、燃料箱衬里等，也可用于制造耐腐蚀的衣服、手套以及涂料、粘合剂等。

五. 腈硅橡胶

由于聚合物分子侧链中含有-腈乙基或-腈丙基强极性基团，大大增加了分子链间作用力，提高了耐油、耐溶剂性能。同时，由于引入一定量的腈烷基，破坏了聚合物结构的规整性，也大大改善了耐寒性。腈烷基的类型及其含量，对性能影响很大，如含有7.5克分子%-腈丙基的硅橡胶，低温性能与低苯基硅橡胶相似（其玻璃化温度为-114.5 ），耐油性比苯基硅橡胶好。随-腈丙基含量增加至33~50克分子%，耐寒性降低，耐油性改善。用-腈乙基代替-腈丙基能提高腈硅橡胶的耐热性，可耐250 热空气老化。

腈硅橡胶的主要优点是耐油和耐溶剂的性能优异，可在-60~180 的范围内保持弹性，因此，可做成耐油橡胶制品用于航空工业、汽车工业和石油工业上；也可作为高性能飞行器的环境密封剂及油箱密封剂，在-54 至200 以上能保持密封。

睛硅橡胶可用普通设备进行加工。

六. 苯撑硅橡胶

苯撑硅橡胶的主要特点是具有优良的耐辐射性能，其耐辐射性能为通用的甲基乙烯基硅橡胶的 10~15 倍，为高苯基硅橡胶的 5~10 倍，因此，可用于宇航工业、原子能工业和核反应堆等作为耐高能辐射的电缆、护套、垫圈以及热收缩管等。

七. 乙基硅橡胶

在聚硅氧烷侧链上引入乙基制得的二乙基硅橡胶，其突出的性能是耐寒性特别好，耐寒性优于二甲基硅橡胶和一般的甲基乙烯基硅橡胶。乙基含量越高，耐寒性越好。但乙基的反应活性比甲基大，因此，随乙基含量越大，耐热性随之下降。作为低温使用的乙基硅橡胶，以在聚合物中含有二乙基硅氧链节为 8 克分子%为宜。乙基硅橡胶的使用温度一般为 -70~200 。

八. 硅氮橡胶

硅氮橡胶的主要优点是具有卓越的热稳定性，在 430~480 不分解，有的甚至能耐 500 以上的高温。硅氮橡胶的突出弱点是水解稳定性差，曾一度被认为没有发展前途。后来发现主链中引入环二硅氮烷的聚合物具有很好的热稳定性。用硅芳撑改性的含环二硅氮烷的弹性体，在空气中加热到 425 不失重，570 时失重仅为 10%，且具有较好的水解稳定性。

硅橡胶类产品介绍之二

室温硫化硅橡胶

室温硫化硅橡胶 (RTV) 是六十年代问世的一种新型的有机硅弹性体，这种橡胶的最显著特点是在室温下无须加热、加压即可就地固化，使用极其方便。因此，一问世就成为整个有机硅产品的一个重要组成部分。现在室温硫化硅橡胶已广泛用作粘合剂、密封剂、防护涂料、灌封和制模材料，在各行各业中都有它的用途。室温硫化硅橡胶由于分子量较低，因此素有液体硅橡胶之称，其物理形态通常为可流动的流体或粘稠的膏状物，其粘度在 100~1000000 厘沱之间。根据使用的要求，可把硫化前的胶料配成自动流平的灌注料或不流淌但可涂刮的腻子。室温硫化硅橡胶所用的填料与高温硫化硅橡胶类似，采用白炭黑补强，使硫化胶具有 10~60 公斤/厘米² 扯断强度。填加不同的添加剂可使胶料具有不同的比重、硬度、强度、流动性和触变性，以及使硫化胶具有阻燃、导电、导热、耐烧蚀等各种特殊性能。

室温硫化硅橡胶按其包装方式可分为单组分和双组分室温硫化硅橡胶，按硫化机理又可分为缩合型和加成型。因此，室温硫化硅橡胶按成分、硫化机理和使用工艺不同可分为三大类型，即单组分室温硫化硅橡胶、双组分缩合型室温硫化硅橡胶和双组分加成型室温硫化硅橡胶。

单组分和双组分缩合型室温硫化硅橡胶的生胶都是，-二羟基聚硅氧烷；加成型室温硫化硅橡胶则是含烯基和氢侧基（或端基）的聚硅氧烷，因为在熟化时，往往在稍高于室温的情况下（50~150）能取得好的熟化效果，所以，又称低温硫化硅橡胶 (LTV)。

这三种系列的室温硫化硅橡胶各有其优缺点：单组分室温硫化硅橡胶的优点是使用方便，但深部固化速度较困难；双组分室温硫化硅橡胶的优点是固化时不放热，收缩率很小，不膨胀，无内应力，固化可在内部和表面同时进行，可以深部硫化；加成型室温硫化硅橡胶的硫化时间主要决定于温度，因此，利用温度的调节可以控制其硫化速度。

一. 单组分室温硫化硅橡胶

单组分室温硫化硅橡胶的硫化反应是靠空气中的水分来引发的。常用的交链剂是甲基三乙酰氧基硅烷，它的 Si-O-C 键很易被水解，乙酰氧基与水中的氢基结合成醋酸，而将水中的羟基移至原来的乙酰氧基的位置上，成为三羟基甲基硅烷。三羟基甲基硅烷极不稳定，易与端基为羟基的线型有机硅缩合而成为交链结构。平时，将含有硅醇端基的有机硅生胶与填料、催化剂、交链剂等各种配合剂装入密封的软管中，使用时由容器挤出，借助于空气中的水分而硫化成弹性体，同时放出低分子物。交链剂除甲基三乙酰氧基硅烷外，还可以是含烷氧基、肟基、胺基、酰胺基、酮基的硅烷。当与烷氧基交链后放出醇，称为脱醇型单组分室温硫化硅橡胶，当与肟基交链后生成肟，称为脱肟型室温硫化硅橡胶、因此，随着交链剂的不同，单组分室温硫化硅橡胶可为脱酸型、脱肟型、脱醇型、脱胺型、脱酰胺型和脱酮型等许多品种，但脱酸型是目前最广泛使用的一种。单组分室温硫化硅橡胶的硫化时间取决于硫化体系、温度、湿度和硅橡胶层的厚度，提高环境的温度和湿度，都能使硫化过程加快。在典型的环境条件下，一般 15~30 分钟后，硅橡胶的表面可以没有粘性，厚度 0.3 厘米的胶层在一天之内可以固化。固化的深度和强度在三个星期左右会逐渐得到增强。

单组分室温硫化硅橡胶具有优良的电性能和化学惰性，以及耐热、耐自然老化、耐火焰、耐湿、透气等性能。它们在 -60~200 范围内能长期保持弹性。它固化时不吸热、不放热，固化后收缩率小，对材料的粘接性好。因此，主要用作粘合剂和密封剂，其它应用还包括就地成型垫片、防护涂料和嵌缝材料等。许多单组分硅橡胶粘接剂的配方表现出对多种材料如大多数金属、玻璃、陶瓷和混凝土上的自动粘接性能，例如对裸露的铝，抗剪强度可达 200 磅/吋²，撕裂强度可达 20 磅·呎/吋²（0.35 焦耳/厘米²）。当粘接困难时，可在基材上进行底涂来提高粘接强度，底涂可以是具有反应活性的硅烷单体或树脂，

当它们在基材上固化后，生成一层改性的适合于有机硅粘接的表面。

单组分室温硫化硅橡胶虽然使用方便，但由于它的硫化是依赖大气中的水分，使硫化胶的厚度受到限制，只能用于需要 6 毫米以下厚度的场合。

单组分室温硫化硅橡胶的硫化反应是从表面逐渐往深处进行的，胶层越厚，固化越慢。当深部也要快速固化时，可采用分层浇灌逐步硫化法，每次可加一些胶料，等硫化后再加料，这样可以减少总的硫化时间。添加氧化镁可加速深层胶的硫化。

双组分室温硫化硅橡胶双组分室温硫化硅橡胶又可分为缩合型和加成型。

二. 双组分缩合型室温硫化硅橡胶

双组分缩合型室温硫化硅橡胶是最常见的一种室温硫化硅橡胶，其生胶通常是羟基封端的聚硅氧烷，再与其它配合剂、催化剂相结合组成胶料，这种胶料的粘度范围可从 100 厘沱至一百万厘沱之间。双组分室温硫化硅橡胶的硫化反应不是靠空气中的水分，而是靠催化剂来进行引发。通常是将硅生胶、填料、交链剂作为一个组分包装，催化剂单独作为另一个组分包装，或采用其它的组合方式，但必须把催化剂和交链剂分开包装。无论采用何种包装方式，只有当两种组分完全混合在一起时才开始发生固化。常用的交链剂是正硅酸乙酯，催化剂为二丁基二月桂酸锡。并根据所需最终产品的性质加入适当的填充剂和添加剂。近年来，许多国家由于二丁基二月桂酸锡属于中等毒性级别的物质，在食品袋和血浆袋中禁止加入二丁基锡，基本上已被低毒的辛基锡所取代。

双组分缩合型室温硫化硅橡胶的硫化时间主要取决于催化剂的类型、用量以及温度。催化剂用量越多硫化越快，同时搁置时间越短。在室温下，搁置时间一般为几小时，若要延长胶料的搁置时间，可用冷却的方法。双组分缩合型室温硫化硅橡胶在室温下要达到完全固化需要一天左右的时间，但在 150 的温度下只需要 1 小时。通过使用促进剂 一氨基丙基三乙氧基硅烷进行协合效应可显著提高其固化速度。双组分室温硫化硅橡胶可在 -65~250 温度范围内长期保持弹性，并具有优良的电气性能和化学稳定性，能耐水、耐臭氧、耐气候老化，加之用法简单，工艺适用性强，因此，广泛用作灌封和制模材料。各种电子、电器元件用室温硫化硅橡胶涂覆、灌封后，可以起到防潮（防腐、防震等保护作用。可以提高性能和稳定参数。双组分室温硫化硅橡胶特别适宜于做深层灌封材料并具有较快的硫化时间，这一点是优于单组分室温硫化硅橡胶之处。双组分室温硫化硅橡胶硫化后具有优良的防粘性能，加上硫化时收缩率极小，因此，适合于用来制造软模具，用于铸造环氧树脂、聚酯树脂、聚苯乙烯、聚氨酯、乙烯基塑料、石蜡、低熔点合金等的模具。此外，利用双组分室温硫化硅橡胶的高仿真性能可以复制各种精美的花纹。例如，在文物复制上可用来复制古代青铜器，在人造革生产上可用来复制蛇、蟒、鳄鱼和穿山甲等动物的皮纹，起到以假乱真之效。

双组分室温硫化硅橡胶在使用时应注意几个具体问题：首先把基料、交联剂和催化剂分别称量，然后按比例混合。通常两个组分应以不同的颜色提供使用，这样可直观地观察到两种组分的混合情况，混料过程应小心操作以使夹附气体量达到最小。胶料混匀后（颜色均匀），可通过静置或进行减压（真空度 700 毫米汞柱）除去气泡，待气泡全部排出后，在室温下或在规定温度下放置一定时间即硫化成硅橡胶。

双组分室温硫化硅橡胶硅氧烷主链上的侧基除甲基外，可以用其它基团如苯基、三氟丙基、氰乙基等所取代，以提高其耐低温、耐热、耐辐射或耐溶剂等性能。同时，根据需要还可加入耐热、阻燃、导热、导电的添加剂，以制得具有耐烧蚀、阻燃、导热和导电性能的硅橡胶。

1. 甲基室温硫化硅橡胶

甲基室温硫化硅橡胶为通用硅橡胶的老品种，具有耐水、耐臭氧、耐电弧、耐电晕和耐气候老化等优点。它可在 -60~200 温度范围内使用。因此，广泛用作电子电器元件的灌注和密封材料，仪器仪表的防潮、防震、耐高低温灌注和密封材料。也可用于制造模具，用于浇铸聚酯树脂、环氧树脂和低熔点合金零部件。也可用作齿科的印模材料。用甲基室温硫化硅橡胶涂布在棉布、纸袋上，可做成用于输送粘性物品的输送带和包装袋。

2. 甲基双苯基室温硫化硅橡胶

甲基双苯基室温硫化硅橡胶除具有甲基室温硫化硅橡胶的优良性能外，比甲基室温硫化硅橡胶具有更宽的使用温度范围（-100~250 ）。苯基含量在 2.5~5% 的低苯基室温硫化硅橡胶（108-1）可在 -120 低温条件下保持弹性，是目前硅橡胶中低温性能最好的一个品种；苯基含量在 10~20% 的室温胶（108-2）具有很好的耐辐照、耐烧蚀和自熄性，若在其中加入一定量的耐热添加剂如 Fe₂O₃，等可提高热老化性能，适用于 250 以上高温下使用或做耐烧蚀腻子涂层和包封材料等。

甲基苯基室温胶与其它室温胶一样，可做浸渍、印模和脱膜使用。如欲增加与其它材料的粘着力，必须在使用该材料之前，对被粘着的材料进行表面处理，表面处理的步骤如下：用丙酮溶剂对材料表面清洗 1~2 次，然后用表面剂处理 1~2 次，在 60 烘箱内烘数分钟，此时在材料表面形成一层少有粘手的膜，就可上胶。

3. 甲基嵌段室温硫化硅橡胶

甲基嵌段室温硫化硅橡胶是甲基室温硫化硅橡胶的改性品种，它是由羟基封头的聚二甲基硅氧烷（107 胶）和甲基三乙氧基硅烷低聚物（分子量 3~5）的共聚体。在二丁基二月桂酸锡的催化下，聚二甲基硅氧烷中的羟基和聚甲基三乙氧基硅烷中的乙氧基缩合生成三向结构的聚合体。经硫化后的弹性体比甲基室温硫化硅橡胶具有较高的机械强度和粘接力，可在 -70~200 温度范围内长期使用。

甲基嵌段室温硫化硅橡胶具有防震、防潮、防水、透气、耐臭氧、耐气候老化、耐弱酸弱碱性能。它的电气绝缘性能很好，还具有很好的粘结性，而且成本低。因此，可广泛用于灌封、涂层、印模、脱模、释放药物载体等场合。用甲基嵌段室温胶灌封的电子器件有防震、防潮、密封、绝缘、稳定各项参数等作用。把甲基嵌段室温胶直接涂布到扬声器上，可减少和消除扬声器的中频各点，经硫化后扬声器谐振频率性能可降低 20 赫芝左右。在甲基嵌段室温胶中配合入一定量的添加剂后可用作纸张防粘剂。在食品工业的糖果、饼干传送带上涂上一层薄薄的甲基嵌段室温胶后，可改善帆布的防粘性能，从而改善了食品的外观，提高原料的利用率。

在甲基嵌段室温胶中加入适量的气相法白炭黑，可用于安装窗户玻璃、幕墙、窗框、预制板的接缝、机场跑道的伸缩缝。此外，还可做电子计算机存储器中磁芯和模板的粘合剂，还可做导电硅橡胶和不导电硅橡胶的粘合剂等。用甲基嵌段室温硫化硅橡胶处理织物可提高织物的手感、柔软和耐曲磨性。

4. 室温硫化腈硅橡胶

室温硫化腈硅橡胶是聚-腈乙基甲基硅氧烷，室温硫化腈硅橡胶除具有硅橡胶的耐光、耐臭氧、耐潮、耐高低温和优良的电绝缘性能外，主要特点是耐非极性溶剂如耐脂肪族、芳香族溶剂的性能好，其耐油性能与普通耐油丁腈橡胶相接近，可用作油污部件及耐油电子元件的密封注料灌。

5. 室温硫化氟硅橡胶

室温硫化氟硅橡胶是聚-三氟丙基甲基硅氧烷，它的主要特点是具有耐燃料油、耐溶剂和高温抗降解性能，还具有良好的挤出性能。主要用于超音速飞机整体油箱的密封、嵌缝，氟硅橡胶垫圈，垫片的粘结固定；硅橡胶和氟硅橡胶的粘合，以及化学工程和一般工业上耐燃料油；耐溶剂部位的粘结。

6. 室温硫化苯撑硅橡胶

室温硫化苯撑硅橡胶是硅苯（联苯）撑硅氧烷聚合物，它的突出优点是具有优异的耐高能射线性能。试验证明经受 1×10^9 伦琴 γ -射线或 1×10^{18} 中子/厘米² 的中子照射后，仍可保持橡胶弹性，比室温硫化甲基硅橡胶大 10~15 倍，比室温硫化苯基硅橡胶大 5~10 倍。

室温硫化苯撑硅橡胶可适用原子能工业、核动力装置以及宇宙飞行等方面作为耐高温、耐辐射的粘接密封材料以及电机的绝缘保护层等。

三. 加成型室温硫化硅橡胶

双组分加成型室温硫化硅橡胶有弹性硅凝胶和硅橡胶之分，前者强度较低，后者强度较高。它们的硫化机理是基于有机硅生胶端基上的乙烯基（或丙烯基）和交链剂分子上的硅氢基发生加成反应（氢硅化反应）来完成的。

在该反应中，含氢化物官能的聚硅氧烷用作交链剂（硫化剂）氯铂酸或其它的可溶性的铂化合物用作催化剂。硫化反应是在室温下进行的。不放出副产物。由于在交链过程中不放出低分子物，因此加成型室温硫化硅橡胶在硫化过程中不产生收缩。这一类硫化胶无毒、机械强度高、具有卓越的抗水解稳定性（即使在高压蒸汽下）、良好的低压缩形变、低燃烧性、可深度硫化、以及硫化速度可以用温度来控制等优点，因此是目前国内外大力发展的一类硅橡胶。

加成型室温硫化硅橡胶的包装方式一般是分 M、N 两种组分进行包装：将催化剂和含乙烯基有能团的有机硅聚合物作为一种组分；含氢的聚硅氧烷交链剂作另一种组分。

高强度的加成型室温硫化硅橡胶由于线收缩率低、硫化时不放出低分子，因此是制模的优良材料。在机械工业上已广泛用来制模以铸造环氧树脂、聚酯树脂、聚氨酯、聚苯乙烯、乙烯基塑料、石蜡、低熔点合金、混凝土等。利用加成型室温硫化硅橡胶的高仿真性、无腐蚀、成型工艺简单、易脱模等特点，适用于文物复制和美术工艺品的复制。

硅橡胶类产品介绍之三

硅凝胶

加成型室温硫化硅橡胶为无色或微黄色透明的油状液体，硫化后成为柔软透明的有机硅凝胶。这种凝胶可在 -65~200 温度范围内长期保持弹性，它具有优良的电气性能和化学稳定性、耐水、耐臭氧、耐气候老化、憎水、防潮、防震、无腐蚀，且具有生理惰性、无毒、无味、易于灌注、能深部硫化、线收缩率低、操作简单等优点，有机硅凝胶在电子工业上广泛用作电子器件的防潮、偷运、绝缘的涂覆及灌封材料，对电子元件及组合件起防尘、防潮、防震及绝缘保护作用。如采用透

明凝胶灌封电子元器件,不但可起到防震防水保护作用,还可以看到元器件并可以用探针检测出元件的故障,进行更换,损坏了的硅凝胶可再次灌封修补。

有机硅凝胶由于纯度高,使用方便,又有一定的弹性,因此是一种理想的晶体管及集成电路的内涂覆材料,可提高半导体器件的合格率及可靠性;有机硅凝胶也可用作光学仪器的弹性粘接剂。

在医疗上有机硅凝胶可以用来作为植人体内的器官如人工乳房等,以及用来修补已损坏的器官等。

泡沫硅橡胶

泡沫硅橡胶是以缩合型的羟基封端的硅生胶为基料,羟基含氢硅油为发泡剂,乙烯基铂络合物为催化剂(加热型催化剂为二丁基二月桂酸锡),在室温下发泡硫化而成的一种带孔的海绵状弹性体。为了提高泡沫体的质量还要加入一些其它组份,如含硅油,使硫化过程产生较多的气体;提高泡沫体的手感和减小密度。加入二苯基硅二醇不但能控制泡沫体结构,又能控制住胶料在存放过程中粘度增大,但其用量不能太多,否则会影响泡沫体的电气性能。为了提高泡沫体的物理机械性能,还可加入透明硅橡胶。催化剂氯铂酸的乙烯基络合物的用量不能太多,以操作方便为准,否则会使粘度增大不利于操作;当催化剂用量不足时,硫化不完全,泡沫体表面发粘,弹性不好,软而带有塑性,强度差。

泡沫硅橡胶硫化前呈液态,适宜作灌封材料。硫化后的泡沫体可在-60~159℃下长期使用,经150、72小时老化,或一60~十70℃十次冷热交变使用,泡沫体仍保持原来性能。泡沫硅橡胶由于具有较高的热稳定性,良好的绝热性、绝缘性、防潮性、抗震性,尤其是在高频下的抗震性好,因此是一种理想的轻质封装材料。用于"三防"保护作用。此外还可做绝热夹层的填充材料及盐雾气氛中的漂浮材料以及密封材料。泡沫硅橡胶在医学上还可做为矫形外科的填充、修补及膈膜材料。美国防康宁公司为了适用输电线路的防火要求,研制成阻燃型室温硫化泡沫硅橡胶DC3-6548。这种泡沫硅橡胶主要用于电线电缆通过处(例如屋顶、墙壁、楼房等处孔洞)的防火密封,阻燃性能非常好,其极限氧指数达39(绝大多数塑料的极限氧指数只有20),使用寿命长达50年。目前,这种阻燃室温硫化泡沫硅橡胶已广泛用于核电站、电子计算机中心、海上采油装置等环境条件苛刻,或防火要求特别高的场所。

硅树脂类产品介绍

硅树脂是高度交联的网状结构的聚有机硅氧烷,通常是用甲基三氯硅烷、二甲基二氯硅烷、苯基三氯硅烷、二苯基二氯硅烷或甲基苯基二氯硅烷的各种混合物,在有机溶剂如甲苯存在下,在较低温度下加水分解,得到酸性水解物。水解的初始产物是环状的、线型的和交联聚合物的混合物,通常还含有相当多的羟基。水解物经水洗除去酸,中性的初缩聚体于空气中热氧化或在催化剂存在下进一步缩聚,最后形成高度交联的立体网络结构。

硅树脂的固化通常是通过硅醇缩合形成硅氧键来实现的。当缩合反应在进行时,由于硅醇浓度逐渐减少,增加了空间位阻,流动性差,致使反应速率下降。因此,要使树脂完全固化,须经过加热和加入催化剂来加速反应进行。许多物质可起硅醇缩合反应的催化作用,它们包括酸和碱,铅、钴、锡、铁和其它金属的可溶性有机盐类,有机化合物如二丁基二月桂酸锡或N,N,N',N'-四甲基胍盐等。

硅树脂最终加工制品的性能取决于所含有有机基团的数量(即R与Si的比值)。一般有实用价值的硅树脂,其分子组成中R与Si的比值在1.2~1.6之间。一般规律是,R:Si的值愈小,所得到的硅树脂就愈能在较低温度下固化;R:Si的值愈大,所得到的硅树脂要使它固化就需要在200~250℃的高温下长时间烘烤,所得的漆膜硬度差,但热弹性要比前者好得多。此外,有机基团中甲基与苯基基团的比例对硅树脂性能也有很大的影响。有机基团中苯基含量越低,生成的漆膜越软,缩合越快,苯基含量越高,生成的漆膜越硬,越具有热塑性。苯基含量在20~60%之间,漆膜的抗弯曲性和耐热性最好。此外,引入苯基可以改进硅树脂与颜料的配伍性,也可改进硅树脂与其它有机硅树脂的配伍性以及硅树脂对各种基材的粘附力。硅树脂是一种热固性的塑料,它最突出的性能之一是优异的热氧化稳定性。250℃加热24小时后,硅树脂失重仅为2~8%。硅树脂另一突出的性能是优异的电绝缘性能,它在宽的温度和频率范围内均能保持其良好的绝缘性能。一般硅树脂的电击穿强度为50千伏/毫米,体积电阻率为 $10^{13} \sim 10^{15}$ 欧姆·厘米,介电常数为3,介电损耗角正切值在10-30左右。此外,硅树脂还具有卓越的耐潮、防水、防锈、耐寒、耐臭氧和耐候性能,对绝大多数含水的化学试剂如稀矿物酸的耐腐蚀性能良好,但对溶剂的性能较差。

鉴于上述特性,有机硅树脂主要作为绝缘漆(包括清漆、瓷漆、色漆、浸渍漆等)浸渍H级电机及变压器线圈,以及用来浸渍玻璃布及石棉布后制成电机套管、电器绝缘绕组等。用有机硅绝缘漆粘结云母可制得大面积云母片绝缘材料,用作高压电机的主绝缘。此外,硅树脂还可用作耐热、耐候的防腐涂料,金属保护涂料,建筑工程防水防潮涂料,脱模剂,粘合剂以及二次加工成有机硅塑料,用于电子、电气和国防工业上,作为半导体封装材料和电子、电器零部件的绝缘材料等。

硅树脂的固化交联大致有三种方式:一是利用硅原子上的羟基进行缩水聚合交联而成网状结构,这是硅树脂固化所采取的主要方式,二是利用硅原子上连接的乙烯基,采用有机过氧化物为触媒,类似硅橡胶硫化的方式:三是利用硅原子上连接的乙

烯基和硅氢键进行加成反应的方式，例如无溶剂硅树脂与发泡剂混合可以制得泡沫硅树脂。因此，硅树脂按其主要用途和联接方式大致可分为有机硅绝缘漆、有机硅涂料、有机硅塑料和有机硅粘合剂等几大类。

硅烷偶联剂类产品介绍

硅烷偶联剂是由硅氯仿 (HSiCl_3) 和带有反应性基团的不饱和烯烃在铂氯酸催化下加成，再经醇解而得。硅烷偶联剂实质上是一类具有有机官能团的硅烷，在其分子中同时具有能和无机质材料（如玻璃、硅砂、金属等）化学结合的反应基团及与有机质材料（合成树脂等）化学结合的反应基团。可用通式 $\text{Y}(\text{CH}_2)_n\text{SiX}_3$ 表示，此处， $n=0\sim 3$ ；X - 可水解的基团；Y - 有机官能团，能与树脂起反应。X 通常是氯基、甲氧基、乙氧基、甲氧基乙氧基、乙酰氧基等，这些基团水解时即生成硅醇 ($\text{Si}(\text{OH})_3$)，而与无机物质结合，形成硅氧烷。Y 是乙烯基、氨基、环氧基、甲基丙烯酰氧基、巯基或脲基。这些反应基可与有机物质反应而结合。

因此，通过使用硅烷偶联剂，可在无机物质和有机物质的界面之间架起“分子桥”，把两种性质悬殊的材料连接在一起，起提高复合材料的性能和增加粘接强度的作用。硅烷偶联剂的这一特性最早应用于玻璃纤维增强塑料（玻璃钢）上，作玻璃纤维的表面处理剂，使玻璃钢的机械性能、电学性能和抗老化性能得到很大的提高，在玻璃钢工业中的重要性早已得到公认。目前，硅烷偶联剂的用途已从玻璃纤维增强塑料（FRP）扩大到玻璃纤维增强热塑性塑料（FRTP）用的玻璃纤维表面处理剂、无机填充物的表面处理剂以及密封剂、树脂混凝土、水交联性聚乙烯、树脂封装材料、壳型造型、轮胎、带、涂料、胶粘剂、研磨材料（磨石）及其它的表面处理剂。

在硅烷偶联剂这两类性能互异的基团中，以 Y 基团最重要、它对制品性能影响很大，起决定偶联剂的性能作用。只有当 Y 基团能和对应的树脂起反应，才能使复合材料的强度提高。一般要求 Y 基团要与树脂相容并能起偶联反应。所以，一定的树脂得选择含适当 Y 基团的硅烷偶联剂。当 Y 为无反应性的烷基或芳基时，对极性树脂是不起作用的，但可用于非极性树脂，如硅橡胶、聚苯乙烯等的胶接中。当 Y 含反应性官能基，要注意它与所用树脂的反应性及相容性。当 Y 含氨基时，是属于催化性的，能在酚醛、脲醛、三聚氰胺甲醛的聚合中作催化剂，也可作为环氧和聚氨酯树脂的固化剂，这时偶联剂完全参与反应，形成新键。氨基硅烷类的偶联剂是属于通用型的，几乎能与各种树脂起偶联作用，但聚酯树脂例外。x 基团的种类对偶联效果没有影响。

因此，根据 Y 基团中反应基的种类，硅烷偶联剂也分别称为乙烯基硅烷、氨基硅烷、环氧基硅烷、巯基硅烷和甲基丙烯酰氧基硅烷等，这几种有机官能团硅烷是最常用的硅烷偶联剂。

硅烷偶联剂的应用大致可归纳为三个方面：

一．用于玻璃纤维的表面处理，能改善玻璃纤维和树脂的粘合性能，大大提高玻璃纤维增强复合材料的强度、电气、抗水、抗气候等性能，即使在湿态时，它对复合材料机械性能的提高，效果也十分显著。

目前，在玻璃纤维中使用硅烷偶联剂已相当普遍，用于这一方面的硅烷偶联剂约占其消耗总量的 50%，其中用得较多的品种是乙烯基硅烷、氨基硅烷、甲基丙烯酰氧基硅烷等。

二．用于无机填料填充塑料。可预先对填料进行表面处理，也可直接加入树脂中。能改善填料在树脂中的分散性及粘合力，改善工艺性能和提高填充塑料（包括橡胶）的机械、电学和耐候性等性能。

三．用作密封剂、粘接剂和涂料的增粘剂，能提高它们的粘接强度、耐水、耐气候等性能。硅烷偶联剂往往可以解决某些材料长期以来无法粘接的难题。

硅烷偶联剂作为增粘剂的作用原理在于它本身有两种基团；一种基团可以和被粘的骨架材料结合；而另一种基团则可以与高分子材料或粘接剂结合，从而在粘接界面形成强力较高的化学键，大大改善了粘接强度。硅烷偶联剂的应用一般有三种方法：一是作为骨架材料的表面处理剂；二是加入到粘接剂中，三是直接加入到高分子材料中。从充分发挥其效能和降低成本的角度出发，前两种方法较好。

硅烷偶联剂在胶粘剂工业的具体应用有如下几个方面：

1．在结构胶粘剂中金属与非金属的胶接，若使用硅烷类增粘剂，就能与金属氧化物缩合，或跟另一个硅烷醇缩合，从而使硅原子与被胶物表面紧紧接触。如在丁腈酚醛结构胶中加入硅烷作增粘剂，可以显著提高胶接强度。

2．在胶接玻璃纤维方面国内外已普遍采用硅烷作处理剂。它能与界面发生化学反应，从而提高胶接强度。例如，氯丁胶胶接若不用硅烷作处理剂时，胶接剥离强度为 1.07 公斤 / 厘米²，若用氨基硅烷作处理剂，则胶接的剥离强度为 8.7 公斤 / 厘米²。

3．橡胶与其他材料的胶接方面，硅烷增粘剂具有特殊的功用。它明显地提高各种橡胶与其它材料的胶接强度。例如，玻璃与聚氨酯橡胶胶接时，若不用硅烷作处理剂，胶的剥离强度为 0.224 公斤 / 厘米²，若加硅烷时，剥离强度则为 7.26 公斤 / 厘米²。

4．本来无法用一般粘接剂解决的粘接问题有时可用硅烷偶联剂解决。如铝和聚乙烯、硅橡胶与金属、硅橡胶与有机玻璃，都

有机硅主要分类：www.ytnyq.com www.bjytn18.com

可根据化学键理论，选择相应的硅烷偶联剂，得到满意的解决。例如，用乙烯基三过氧化叔丁基硅烷（Y-4310）可使聚乙烯与铝箔相粘合；用丁二烯基三乙氧基硅烷可使硅橡胶与金属的扯离强度达到 21.6~22.4 公斤/厘米²。

一般的粘接剂或树脂配合使用偶联剂后不仅能提高粘合强度，更主要的是增加粘合力的耐水性及耐久性。如聚氨酯甲酸酯和环氧树脂对许多材料虽然具有高的粘合力，但粘合的耐久性及耐水性不太理想；加入硅烷偶联剂后，这方面的性能可得到显著的改善。

硅烷偶联剂的其它方面应用还包括：

1. 使固定化酶附着到玻璃基材表面；
2. 油井钻探中防砂；
3. 使砖石表面具有憎水性；
4. 通过防吸湿作用，使荧光灯涂层具有较高的表面电阻；
5. 提高液体色谱柱中有机相对玻璃表面的吸湿性能。

硅烷偶联剂新开发的一项重要应用是用于生产水交联聚乙烯，这项工艺是美国陶康宁公司开发的，目前已商业化。近年来，国内在用有机硅乳液处理毛纺织物的试验中，发现用硅烷偶联剂与有机硅乳液并用，可以提高毛纺织物的服用性能。