

橡胶配方的设计与运用

1. 设计配方应在多个方面综合考虑， 1. 确保指定的物性。
所谓物性大体是在如下几个方面拉伸强度、撕裂强度、定伸应力、硬度、磨耗、疲劳与疲劳破坏、回弹力、扯断伸长率等。

2. 胶料加工过程中，性能优良，确保产品高产、省料。

3. 成本低价格便宜。

4. 所用的原材料很易采购到。

5. 生产力高，加工方便，制造过程中能耗少。

6. 符合环保及卫生安全要求。

一， . 对各种橡胶物性要有充分地了解。

天然胶物性：

A. 天然橡胶加热后慢慢软化， 到 130 —140 度则完全软化至熔融状态，温度降低至零度时渐变硬，到 -70 度变成脆性物质。天然胶的回弹率在 0-100 度内可达 50-85% 升至 130 度时仍保持正常的使用性能。 伸长率最高可达 1000% 。天然橡胶是一种结晶性橡胶，自补强性大，具有非常好的机械性能。纯胶的拉伸强度达 17—25MPA ，补强硫化胶达 25—35MPA ，曲绕达到 20 万次以上，这是因为天然胶，滞后损失小，生热低的结果。天橡胶具有较好的汽密性。天然橡胶的老化性能差，不加老防剂的橡胶，在强烈的阳光下曝

晒 4—7 天后即出现龟裂现象。与一定浓度的臭氧在几秒钟内即发生裂口。

天然胶耐碱性好，但不耐强酸。耐极性溶剂，故不耐非极性溶剂，耐油性差。

天然胶的配合，普通硫化体系硫黄用量 2.0-2.4 促进剂用量 1.2-0.5 。半有效硫化体系硫黄 1.0-1.7 促进剂 2.5-1.2 ，有效硫化体系硫黄 0.4-0.8 ，促进剂 5.0-2.0 。普通硫黄体系多硫交联键多，而单硫键少。多硫键能低，稳定性差，耐热、耐老化性差。但综合物理机械性能好。普通硫黄硫化体系，硫黄加多时易喷硫，可用不溶性硫黄替代，不溶性硫黄可改善硫化胶料半成品的物理机械性能，解决高温下出现的橡胶返原因题。可以改善拉伸、定伸应力、及弹性，胎面胶使用还可以改善磨耗。但有一个缺点，硫化快易焦烧。

有效硫化体系不发生硫化返原现象，一般用于制造要求低蠕变率、高弹性、生热低的优良制品。硫黄加量一般为 0.6—0.7 份，氧化锌为 3.5-5 份，载硫体一般采用 TMTD 及 N，N'-二硫化二二吗啡啉硫黄给予体。有效硫化体系的老化性能也大大地得到了改善。

半有效硫化体系，有着硫黄硫化体系的机械物理性能，有效硫化体系的低蠕变、弹性、生热低等物性。硫化返原现象在两者之间。可使用秋兰姆类，但有易喷霜、焦烧等缺点。常用硫黄给予体 DTDM 二硫代二吗啡啉，在硫化中 DTDM

可完全替代硫黄时，形成有效硫化体系。它的优点是焦烧时间长、不喷霜不污染，硫化胶的物理机械性能良好。在全天然胶配方中，胶料的耐磨性、动态性能、耐老化性、抗返原性。和曲绕性能都明显提高。DTDM 在天然胶中的用量是 0.5 份相当于 1 份硫黄。在 70/30 天然 /顺丁中相当于 0.6-0.8 份硫黄。50/50 时相当于 0.5 份硫黄。DTDM 的用量不宜超过 1 份。

天然橡胶可以用有机过氧化物硫化。最常用的是过氧化二异丙苯，DCP 具有良好的热稳定性，耐高温老化性、蠕变小、压缩永久变形小、动态性能好，抗返原性好。缺点是硫速慢、易焦烧、撕裂强度低与抗臭氧剂不相容硫化模具易积垢。天然胶的最佳硫化温度是 143 度，高于 150 度出现反原现象。

B. 丁苯橡胶分乳聚丁苯、溶聚丁苯、羧基丁苯。苯乙烯与丁二烯的含量决定了聚合物的性能。含量在 23.5% 的共聚物综合性能最佳平衡，含量 50—80% 共聚物称高苯乙烯丁苯胶。

乳聚丁苯主要有以下物点：

- 1.硫化曲线平坦，胶料不易焦烧
- 2.耐磨性、耐热性、耐油性和耐老化性比天然胶好、高温耐磨性好。
- 3.加工分子量降到一定程度后不再降低，因而不易过练。

硫化硬度变化小。

4.提高分子量可达到高填充，充油丁苯加工性好。

5.很容易与其它不饱和通用橡胶并用。

与天然、丁苯并用可以克服丁苯的缺点。硫黄是丁苯胶的主要硫化剂，用量比天然胶少一般是 1.0—2.5 份，硫化速度比丁苯胶慢，可以增加促进剂或提高温度来加快硫速。硫黄的用量直接影响硫化胶的物理机械性能。随着硫黄用量的增加，硫化时间缩短，交联密度增高。硬度、定伸应力、拉伸强度回弹率者都会增大，但伸长率、永久变形、热老化、屈挠性下降。丁苯胶的最佳硫化温度是 150 度它不象天然胶不会出现反原现象。在 150 度下硫化可获得优质的产品。160-175 度硫化可获得很好的弹性各和抗变形性能。溶聚丁苯具有浅色、较好的压出物尺寸稳定性、较快的硫化速度、较好的硫化平坦性，以用耐曲绕、耐低温和较高的回弹率。但拉伸强度稍低。

高苯乙烯丁苯橡胶 对橡胶 具有一定的补强作用。可与天然、丁苯、顺丁、异戊丁睛及氯丁橡胶等二烯烃类橡胶共混。可用硫黄进行共硫化。具有以下优点

1.提高橡胶硬度

2.耐老化性能

3.聚磨性好

4.电绝缘性能好

5.易着色

6.易混练加工

7.具有热塑性，流动性强适于制造复杂的橡胶制品。

8.高温下具有撕裂性好，易脱模，表面光滑。

缺点低温性差、永久变形大、对温度依赖性大。丁苯胶随着苯乙烯含量的增加，硫化胶的定伸应力、拉伸强度撕裂强度、耐磨性有所提高，而永久变形和抗曲绕龟裂性能降低。

C. 顺丁橡胶，分为溶聚丁二烯橡胶、乳聚丁二烯橡胶、丁纳橡胶。最常用的还是溶聚丁二烯橡胶，可分为高顺式、低顺式、反顺式 -1.4 聚丁二烯橡胶。顺丁橡胶的主要物性是

1.高弹性是当前所有橡胶中弹性最高的一种橡胶。并在很宽的范围内显示出高弹性，在 -40 度时还能保持一点的弹性。与天然、丁苯并用时可改善它们的低温性能。

2.分子会迅速回复原状。因此滞后损失小，生热小。

3.低温性能好，主要表在玻璃化温度低为— 105 度左右，而天然胶为 -73 丁苯为 -60 所以掺用顺丁胶的胎面在高寒地区仍可保持使用性能。

4.耐磨性能优异仅次于丁睛胶。

5.耐曲绕性能优异，动态裂口性能良好，

6.填充性好，与丁苯。天然胶相比顺丁胶可填充更多的操作油及补强填料。有较强的碳黑润湿能力。可使碳黑较好地分散有利于降低成本。

7.与天然、丁苯、氯丁都能互溶。 与丁睛并用不超过 25% 仍有较高的耐油性能。

8.胶料的 门尼度低对胶料的口型膨胀及压出速度无影响。

9.模内的流动性好。 10.吸水性低， 可用于电线等耐水制品。

但顺丁胶也有众多缺点

- 1.拉伸、撕裂强度低。
- 2.抗湿滑性差。
- 3.用于胎面时中后期出现花纹崩掉现象、
- 4.粘着性能差 5.加工性能差温度高时易脱辊。
- 5.较易冷硫。
- 6.在无补强剂的情况下拉伸强度很低基本无实用价实。

D.异戊橡胶（ IR ）称人造天然胶，它具有天然胶相似的化学组成，整体结构和物理机械性能。但和天然胶存在着一定的差异。与天然胶相比有以下优点

- 1.质量匀一，纯度高
- 2.塑练时间短，混练加工简便。
- 3.颜色浅
- 4.膨胀收缩小，这与异戊橡胶的分子量及凝胶的含量有一定的关系。
- 5.胶料流动性好，在注压或传递模压成型过程中异戊橡

胶的流动性匀好于天然橡胶。

但也有缺点

1.纯胶胶料的拉伸强度低。这主要是异戊橡胶的分子量小，生胶的强度低有关。

2.与等量碳黑的天然胶相比，拉伸强度、定伸应力、撕裂强度都较低，硬度也低于天然胶。异戊橡胶的硫黄用量通常比天然胶少 10-15% 一般不超过 2.5 份。用量过多，拉伸强度迅速下降。天然胶含有脂肪酸、蛋白质等物质，硫化中起活化作用，所以促进剂用量相应要增加 10-20% 这样可以获得优良性能的硫化胶。促进剂选用一般用次磺酰胺类为主促进剂，秋兰姆类为副促进剂。与天然胶相比，混练胶拉伸强度低、弹性小，自粘性大、粘着性差，挺性小，流动性也差。

为了改进异戊橡胶的加工性能、提高其硫化胶的物理机械性能。对其进行一定的改性

一.是混练阶段添加改性剂，二.是在聚合阶段引入改性官能团。

E. 乙丙橡胶，分为二元一丙、三元一丙、改性乙丙、热塑性乙丙橡胶 乙丙橡胶 是一种无定形非结晶橡胶其分子主链上乙烯与丙烯单体单元呈无规排列，失去了聚乙烯或聚乙烯的规整性。 是具有一定弹性的橡胶。 .乙丙橡胶具有优良的耐老化性能，

1. 它的耐臭氧不但大大优于通用橡胶，而且也优于一般认为耐老化性能很好的丁基橡胶。其中 DCPD—EPDM 的耐臭氧性能最好。

2. 耐候性能好，可在阳光下晒三年不发生龟裂其中 EPM 的耐候性最佳。

3. 耐热性能好，可在 120 度环境中长期使用。最高使用温度可达 150 度。

二. 具有耐化学药品性。如醇、酸、强碱、氧化剂、洗涤剂、动植物油、酮和酯类等均有较大的耐候性。但对脂肪族、芳香族溶济，如汽油甲苯等稳定性较差。

三，电绝缘性好，电性能接近于丁基、氯磺化聚乙烯、聚乙烯。特别适用于电气绝缘制品、制水中作业的电线。

四。冲击弹性和低温性能。弹性仅次于天然、顺丁胶。最低极限低温使用温度达 -50 度。

五，具有低密度及高填充性能。它的比重在 0.87 左右。可以加入大量的填充油和填充剂。最多高达 200 份，降低了成本。

六，乙丙橡胶具有较好的耐蒸汽性能，甚至优于其耐热性能。用过氧化物硫化的乙丙橡胶耐过热水性能优于硫黄硫化的硫化胶。但是乙丙橡胶也有众多的缺点

1. 硫化速度最慢，不能和二烯烃类橡胶共硫化。因而限制了它的用途。

2.自粘性互粘性很差，因而对加工工艺带来了很大的困难。处理不当会造成脱层及海绵状。

3.耐然性、汽密性差。

4.耐油性及耐多数烃类溶剂性差。

在乙丙橡胶中，三元乙丙橡胶的用量最为广泛。因为三元乙丙橡胶有第三单体，第三单体含量越高越易与二烯烃类橡胶共硫化。

1，在硫黄硫化体系中，由于硫黄在乙丙橡胶中的溶解度极低最易喷霜，一般用量控制在1—2份随着硫黄的增加硫化焦烧缩短，硫化速度加快。拉伸、定伸、硬度增高，扯断伸长率下降。耐热性能下降。为了防止喷霜促进应选用三种、及三种以上并用。各促进剂用量严格控制在溶解度以下。增加氧化锌、硬脂酸的用量来提高活化程度，增加交联密度及抗反原性。

2，用硫黄给予体、半有效硫化体系，可以改善耐热性及高温下的压缩变形。延长焦烧但还是易喷霜，应选用多种促进剂并用，减少秋兰姆类的用量，如典型的配合 M1.5 TMTD 0.8 TeDDC0.8 DTDM0.8 硫黄。这就是常说的防止EPDM 喷霜的三八促进剂搭配。但是没有绝对的，这是一个优良的典例。

F.氯丁橡胶，是一种通用特种橡胶，除了有一般的橡胶良好的物性外还具有耐候、耐然、耐油、耐化学腐蚀性，在

各种橡胶中占有特殊的地位。有如下特性

1.氯丁橡胶的强伸性能与天然橡胶相似。其生胶有很高的拉伸强度及扯断长率，是自补强性橡胶。纯胶配合的硫化胶可达 27.5MPA，扯断伸长率可达 800% 以上。

2.优良的耐老化性能。即，耐候、耐臭氧、及耐热性能。其性能在通用橡胶中仅次于三元乙丙橡胶和丁基橡胶。优于天然、丁苯、顺丁、丁睛。能在 90—110 度下使用 4—5 个月。

3.优异的耐然性是通用橡胶中最好的橡胶。在高温下分解出氯化氢气体。

4.且具有一定的耐化学腐蚀性。及耐油、耐溶剂性。在通用橡胶中仅次于丁睛胶。

5.电性能，它的绝缘性能一般、只适用于 600 伏以下使用。由于它具有耐候、老化、难燃的特点常被用于低压电缆。

6.耐水、透气性比其它合成橡胶好。气密性仅次于丁基，比天然胶大 5—6 倍。

7.具有良好的粘合性能而被广泛用作胶粘剂。胶粘剂的特点是粘合强度高、适用范围广但是它有很多缺点，

1.耐寒性差，温度下降橡胶失去弹性，产生结晶，橡胶发脆。

2.结晶性，长期停放会产生结晶丧失粘性。

氯丁橡胶的配合方法和二烯类橡胶比较是有不同的。

1.不采用硫黄硫化体系。即使采用硫黄也是起辅助硫化作用。

2.必须使用金属氧化物。虽然氧化锌在其它橡胶中也使用，但作用机理不同的。

3.硬度、拉伸强度、伸长率等一般物理机械性能，可通过填充剂、软化剂及其它配合助剂的组合而获得的。

4.通过防老剂及其它配合剂可获得耐老化等特殊性能。
它的基本配方为，氯丁胶、金属氧化物、填充剂、防老剂、软化剂及其它加工助剂。

氯丁胶因具有优良的耐候性，常与天然、丁晴、顺丁、乙丙橡胶并用。氯丁胶广泛用于制造胶管、胶带、电线包皮、印刷胶辊、胶板、各种垫片、胶粘剂等。

G.丁晴橡胶，具有优异的耐油性能耐著称，其耐油性能仅次于，特种橡胶，聚硫橡胶、聚丙烯酸酯、氟橡胶。丁晴橡胶分为通用型丁晴橡胶，和特殊型丁晴橡胶。通用型丁晴胶主要是丁二烯与丙烯晴的共聚物，用途很广。特殊型的是引进第三单体的共聚物。丁晴胶字母为丁晴胶，前二位数表示，丙烯晴含量，第三位 O 是硬丁晴胶（污） 1---硬丁晴非污 2---软丁晴 3---硬丁晴微污 4—聚稳丁晴 5—羟基丁晴 6—液体丁晴 7—无规则液体丁晴。第四位表示门尼粘度。
丁晴有以下性能

1.物理机械性能，它是一种非结晶性无定形聚合物。必须补强才具有使用价值。弹性低于天然胶但优于丁基胶弹性随着丙烯晴含量的增加而下降，耐磨性而提高，耐油性能也随着提高。与天然胶的相溶性越差。

2.具有优异的耐油性能。

3.耐寒性比其它通用橡胶差，丙烯晴含量越高耐寒性越差。

4.耐热性能较通用橡胶好，丙烯晴含量越高，耐热性能越好。

5.耐汽密性好，它和丁基橡胶同属汽密性良好的橡胶。丙希晴含越高汽密越好。

6.耐化学腐蚀对碱及弱酸有良好的抗耐性。

7.耐水性较好，丙烯晴越高，耐水性变差。

8.电绝缘性能不佳，是半导体橡胶。丁睛橡胶的极性非常强，相容性一般不太好。 但与极性强的化合物并用相当好。也常与天然、丁苯、顺丁橡胶并用。

1.与酚醛树脂并用可提高硫化胶的拉伸、 撕裂、耐磨性、硬度，改进耐热、耐曲绕、电绝缘、耐化学腐蚀。

2.与聚酰胺树脂并用可明显改进硫化胶的拉伸、 耐磨性、耐寒性、耐油性和耐溶剂性。 3.与 20—30 份 ABS 并用可改进丁睛胶的耐磨、强度、压出性。

3.与天然胶并用，可改善加工性和低温性，但天然胶用

量越多，耐油性下降越大。少量的天然胶起到增塑、增粘剂作用。

4.与丁苯并用，为了提高耐寒性能常与丁苯胶并用。在耐油底配方中，用 NBR/SBR 为 60/40 它的耐油性相当于氯丁胶。

5.与顺丁胶并用为了改进丁睛的耐磨性、耐寒性和耐曲绕性，可适当并用顺丁胶，当耐油要求不高时加以增加顺丁胶的用量。

6.为了保持其耐候性有时与氯丁胶并用，因为两种胶硫化体系不同，很难达到最佳状态。硫黄调节型氯丁胶超过 20 份时需配 4 份氧化镁、5 份氧化锌。

7.为了改进丁睛胶的耐候性、耐热性可适当掺用少量的三元乙丙橡胶并用 10% 有明显的效果。当增至 20 份时耐候性显著改善。

8.与氯化丁基胶并用的产品具有耐油、耐热、耐老化、耐腐蚀等特性。

9.与氯黄化聚乙烯橡胶并用做艳色制品，可改进耐臭氧性、耐候性和老化变色性。

10.与氯醚橡胶并用可改善可大大提高其抗静态、动态臭氧性能。

H.丁基橡胶缩写 IIR 丁基是一种线型无凝胶的共聚物。是以异丁烯与少量异戊二烯聚合而成的。丁基胶的特点是

1.气透性极好，在烃类橡胶中它是最低的。这是最重要的特性之一。

2.耐热性，丁基胶耐热老化性能优异，热氧老化是降价型的，老化趋向软化。

3.耐候性，碳黑补强的丁基橡胶 耐候性很突出，长时间爆晒的于阳光下不损坏。

4.抗臭氧性特别好。比天然、丁苯好 10 倍以上。

5.耐动植物油

6.电性能比一般合成橡胶好。

7.吸水性，丁基胶水透性低，在一般温度下耐水性能优异在常温下吸水速率比其它橡胶低 10—15 倍。

丁基橡胶也有缺点。

1.丁基胶比与天然等高不饱和橡胶相比硫化速度慢 3 倍，需高温或长时间硫化。

2.自粘性和互粘性差。

3.相容性差，与通用橡胶的相容性差，不宜并用，但能与乙丙橡胶、聚乙烯等并用。

4.补强母胶需进行热处理才能提高它的性能。

1. 胶粉，将废旧橡胶制品加工成胶粉，和其转化为再生胶，两项工艺相比。省去了脱硫、水洗、干燥、精炼和压片等工艺。胶粉的添加可以降低成本，还可以提高橡胶的疲劳性能，改善胶料的收缩及流动性。但拉伸强度略有下降。

制作的方法有常温粉碎、低温粉碎、超细粉碎。常温粉碎可制得 12—47 目胶粉、低温可制得 47—200 目胶粉、超细粉碎可制得 200 目以上的胶粉。胶粉的性能是随着原料的不同而不同的。胶粉的粒径愈小愈接近未加胶粉的胶料。加入后它的拉伸和撕裂明显降低。加入胶粉后应改进基础配方。

1.添加第三物质。在胶料中适量加入间苯二酚、改性酚醛树脂。可缓解因使用胶粉而造成的拉伸、撕裂下降。在塑练时加入效果更显著。

2.调整硫化体系，因为配合胶粉的胶料，在硫化时硫黄由橡胶相向胶粉相方向移动，这就导致了橡胶相及胶粉和橡胶界面处的硫黄浓度降低，界面的交联键减少。故橡胶的平均交联密度不够。那么物理机械性能也就下降。应采取以下措施

- 1.提高硫黄浓度。
- 2.采用硫化快速促剂。
- 3.采用过氧化物等无硫硫化体系。
- 4.并用高苯乙烯之类的无机补强剂补强。

J.再生胶，它具有一定的补强作用，易与生胶和配合剂凝合，加工性能好，它能替代部份生胶掺入降低胶料成本。再生胶是胶粉加入软化剂、活化剂、增粘剂、抗氧剂等才能生产出高质量的再生胶。它具有

- 1.良好的塑性，易与生胶及配合剂配合，节省工时，降

低动力消耗。

2.收缩性小，能使制品有平滑的表面和准确的尺寸。

3.流动性好，易于制作模型制品。

4.耐老化。