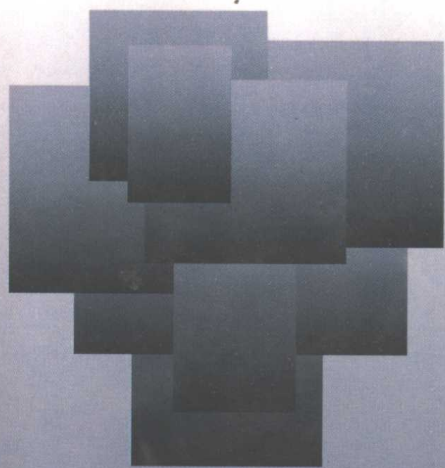


化学工业出版社

橡胶并用与 橡塑共混技术

——性能、工艺与配方

◎ 邓本诚 等编



橡胶并用与橡塑共混技术 ——性能、工艺与配方

邓本诚 等编

化学工业出版社
·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

橡胶并用与橡塑共混技术——性能、工艺与配方 / 邓本诚
等编. —北京: 化学工业出版社, 1998. 6
ISBN 7-5025-2093-7

I. 橡… II. 邓… III. 橡胶-塑料-共混 IV. TQ330.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 02163 号

橡胶并用与橡塑共混技术——性能、工艺与配方

邓本诚 等编

责任编辑: 宋向雁

责任校对: 马燕珠

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 18 1/8 字数 509 千字

1998 年 6 月第 1 版 1998 年 6 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000

ISBN 7-5025-2093-7/TQ·1033

定价: 38.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

橡胶并用及橡塑共混是目前国内外橡胶工业研究与开发的重要内容。橡胶并用是采用两种或多种橡胶并用,制造橡胶制品的生产技术;而橡塑共混是采用橡胶与塑料共混,制造橡胶制品的生产技术。为了使橡胶并用及橡塑共混技术能够在橡胶工业中广泛推广与应用,必须对它们的技术标准及生产条件进行深入探讨,以达到全面的掌握与了解。

将两种或多种橡胶经过共同的混炼,可以制成并用橡胶。这种并用橡胶经过硫化作用,即可制成并用硫化胶。选用合适的橡胶进行并用,可以得到具有优良物理机械性能的并用硫化胶。

橡胶的并用于本世纪 50 年代初就已开始,首先应用于橡胶轮胎的生产之中,采用天然橡胶与丁苯橡胶并用,或天然橡胶与顺丁橡胶并用,或天然橡胶与丁苯橡胶及顺丁橡胶三者并用,这些并用橡胶都可制得性能良好的汽车轮胎。此外,橡胶并用也广泛地用于制造橡胶输送带、橡胶胶管以及橡胶杂品等。橡胶的并用除上述之外也可广泛用于其他各种橡胶,如天然橡胶或丁苯橡胶可与乙丙橡胶或丁基橡胶并用,制成性能良好的并用硫化胶;极性较强的丁腈橡胶或氯丁橡胶与非极性的天然橡胶、丁苯橡胶或乙丙橡胶并用,也可制得性能较好的并用硫化胶。此外一些特种橡胶,如硅橡胶、氯醚橡胶、丙烯酸酯橡胶及氟橡胶等,也可与各种橡胶并用制得性能良好的并用硫化胶。例如:硅橡胶与乙丙橡胶并用,可制得耐高温及耐低温的并用硫化胶;氟橡胶与丙烯酸酯橡胶或与乙丙橡胶并用,制得的并用硫化胶都具有优良的耐热性和耐油性。

两种橡胶经过炼胶机的混炼作用制成并用橡胶。并用橡胶中两种橡胶的微观分散状态形成了两种相态结构:其一为分散相态;其二为连续相态。有时并用橡胶构成两者连续相态。构成分散相或连续相的粗细程度与两种橡胶的相容性有密切关系。两种橡胶的相容性良好,则

使并用橡胶中的分散相具有细小粒径；而两种橡胶具有较差的相容性时，并用橡胶中分散相就具有粗大粒径。并用橡胶中具有细小粒径的分散相态，可以均匀分散于连续相态之中。这种并用橡胶经过硫化反应制得的并用硫化胶，具有优良的物理机械性能。反之，并用橡胶中分散相粒径粗大，不能均匀地分散于连续相之中，这种并用硫化胶具有较差的物理机械性能。在相容性较差的并用橡胶中填加增容性配合剂，有助于改善并用橡胶的相容效果。

橡塑共混是将具有一定弹性的橡胶组分与具有热塑性的塑料组分，在一定的温度条件下共混，在充分的混合作用下，形成共混物。在共混物中，两种组分分别构成分散相态和连续相态。当两种组分具有极佳的相容性时，两种组分经过共混作用，在理论上可构成均相分散体系。但在实际中，两种组分很难产生极佳的相容性质，多半呈现为一般的或较差的相容效果。两种组分的相容性对共混物的相态结构有很大影响，当共混组分具有较好的相容性时，共混物中形成细小颗粒的分散相，分散于连续相之中；反之，当共混组分具有较差的相容性时，在形成的两相结构中，分散相以粗大的结构分散于连续相中。相容性较好的共混物具有良好的物理机械性能，相容性较差的共混物具有较差的物理机械性能。

橡胶组分与塑料组分的极性程度对两组分共混时的分散效果也有很大影响。实际表明，橡胶组分与塑料组分的极性程度差别越小，它们就具有更好的分散效果。此时，两组分构成的相态中，分散相形成细小的颗粒结构。相反，两组分的极性程度差别越大，共混物中分散相形成了粗糙状态。两组分极性程度差别不大时，也表明两组分具有较好的相容效果。当橡胶组分与塑料组分的极性程度相差很大时，两种组分也就具有较差的相容性。为了改善两种组分的相容性，可在橡塑共混物中填加第三组分增容剂，在增容剂的增容作用下，增大了橡胶与塑料的相容效果。

在实际的共混技术中，非极性橡胶如天然橡胶、丁苯橡胶及乙丙橡胶等与非极性塑料（如聚乙烯等）共混，它们具有较好的相容性，可以制得分散性良好的共混物。再如极性的丁腈橡胶与极性的聚氯乙烯

共混，可以制成相容性良好的共混物。也可将极性的丁腈橡胶与非极性的聚丙烯共混，在第三组分增容剂 [如聚丙烯的马来酸酐接枝反应物 (PP-g-MA)] 的增容作用下，改善了丁腈橡胶与聚丙烯的相容效果。

此外，橡胶组分与塑料组分共混，经过动态硫化作用，可以制成热塑性的共混弹性体。它是一种新型的橡塑共混物，利用这种共混弹性体可以制成性能良好的橡塑制品，这种制品在国外已得到广泛的应用。其组成是乙丙橡胶与聚丙烯塑料的共混物 (EPDM/PP 共混弹性体)、天然橡胶与聚乙烯塑料或与聚丙烯塑料的共混物 (NR/PE 或 NR/PP 共混弹性体)，或者丁腈橡胶与聚丙烯塑料的共混物 (NBR/PP 共混弹性体) 以及其他橡胶与各种塑料的共混物等。这种共混物具有热塑性质和良好的物理机械性能，在常温条件下具有良好的使用特性。

最后，一种新型的聚合物共混物是大分子结构互穿网络的共混物。例如，橡胶组分的大分子结构与塑料组分的大分子结构相互混合，就可制成互穿网络的共混物。这种共混物的制备可采用分步的互穿网络方法和同步的互穿网络方法。前种方法所用的原料是橡胶与塑料单体，共混物制备时，塑料单体及助剂渗入橡胶结构中，经聚合反应生成塑料大分子。结果，橡胶大分子与塑料大分子互穿网络，形成新型的共混物。后种方法是采用两种或多种的聚合物单体，它们可以同时进行聚合反应，生成两种或多种的大分子，它们构成了互穿网络结构。这种互穿网络的共混物具有良好的化学稳定性以及良好的物理机械性能。

总之，橡胶的并用或橡塑的共混都是当前橡胶工业生产的重要技术内容。在生产实际中，已很少采用单种橡胶制造橡胶制品，而多采用橡胶品种的并用方式，最后制得性能良好、成本低廉的橡胶制品。橡胶与塑料共混制造橡胶制品，更是当前橡胶工业生产的重要发展方向之一。橡胶与塑料共混后，也就实现了塑料对橡胶的改性作用，结果，显著地改善了橡胶制品的物理化学性质及物理机械性能。

本书第一章、第十一章、第十二章、第十三章、第十五章和第十六章由邓本诚编写；第二章~第八章由邓涛编写；第九章、第十章和第十四章由辛浩波编写。全书由邓本诚审定。

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了各种橡胶并用及橡胶与塑料共混的基础理论及生产技术。论述了不同品种橡胶与塑料及聚合物之间并用（或共混）的特性、并用胶的性能、加工工艺及配方举例。

书中还介绍了热塑性橡塑共混弹性体及互穿网络共混物。

本书内容新颖详实，辅以大量图表，有较强的实用性，并有大量国内外参考文献。

本书可供从事橡胶、塑料等高分子材料的科研、生产及应用开发的广大科技人员学习参考，也可供研究生及大中专院校相关专业师生阅读与参考。

目 录

第一章 橡胶并用的基本特性	1
一、并用橡胶的微观相态及两相界面的扩散结构	2
(一) 并用橡胶的微观相态	2
(二) 并用橡胶两相界面的扩散结构	4
二、并用橡胶中炭黑的分布及补强作用	6
(一) 并用橡胶组分中炭黑的分布	6
(二) 并用橡胶中橡胶组分的炭黑含量对并用橡胶性能影响	7
(三) 并用橡胶中炭黑的混炼方法对并用橡胶性质的影响	10
(四) 并用橡胶中炭黑的混炼方法对并用硫化胶性能的影响	13
(五) 含炭黑并用橡胶中的炭黑凝胶结构	24
三、并用橡胶中硫化体系的硫化作用	28
(一) 并用橡胶中硫化剂的溶解度及分配系数	28
(二) 硫黄在并用橡胶中的扩散作用	31
(三) 并用橡胶所用硫黄硫化体系种类及并用硫化胶的硫化结构	31
(四) 硫化体系对并用橡胶门尼粘度、门尼焦烧及硫化速度影响	32
(五) 硫化体系对并用硫化胶物理机械性能影响	34
参考文献	38
第二章 天然橡胶、丁苯橡胶及顺丁橡胶的并用	40
一、天然橡胶与顺丁橡胶并用	40
(一) 天然橡胶与顺丁橡胶及充油顺丁橡胶并用	40
(二) 天然橡胶与 1,2-聚丁二烯并用	41
二、天然橡胶及异戊橡胶与丁苯橡胶并用	46
(一) 天然橡胶与丁苯橡胶并用	46
(二) 异戊橡胶与丁苯橡胶并用	49
三、丁苯橡胶与顺丁橡胶并用	50
(一) 丁苯橡胶与顺丁橡胶并用	50
(二) 丁苯橡胶与充油顺丁橡胶并用	52
(三) 丁苯橡胶与溶聚顺丁橡胶并用	54
四、天然橡胶、丁苯橡胶和顺丁橡胶并用	56

五、天然橡胶与异戊橡胶并用	58
六、天然橡胶、丁苯橡胶及顺丁橡胶并用配方举例	59
参考文献	64
第三章 乙丙橡胶与各种橡胶并用	65
一、乙丙橡胶与天然橡胶并用	65
(一) 三元乙丙橡胶与天然橡胶并用	65
(二) 接枝乙丙橡胶与天然橡胶并用	71
(三) 磺化乙丙橡胶与天然橡胶并用	72
(四) 氯化乙丙橡胶与天然橡胶并用	73
(五) 溴化乙丙橡胶与天然橡胶并用	74
(六) 羧基乙丙橡胶与天然橡胶并用	75
二、乙丙橡胶与异戊橡胶并用	76
(一) 三元乙丙橡胶与异戊橡胶并用	76
(二) 氯化乙丙橡胶与异戊橡胶并用	77
(三) 乙丙橡胶与 3,4-聚异戊二烯并用	77
三、乙丙橡胶与丁苯橡胶并用	80
(一) 三元乙丙橡胶与丁苯橡胶并用	80
(二) 氯化乙丙橡胶与丁苯橡胶并用	82
四、乙丙橡胶与顺丁橡胶并用	83
(一) 三元乙丙橡胶与顺丁橡胶并用	83
(二) 溴化乙丙橡胶与顺丁橡胶并用	90
(三) 三元乙丙橡胶与 1,2-聚丁二烯并用	90
五、三元乙丙橡胶与其他橡胶并用	91
(一) 三元乙丙橡胶与氯丁橡胶、丁腈橡胶或丁基橡胶并用	91
(二) 三元乙丙橡胶与二元乙丙橡胶并用	94
六、乙丙橡胶与各种橡胶的并用配方举例	95
参考文献	98
第四章 丁基橡胶与各种橡胶并用	100
一、丁基橡胶与天然橡胶并用	100
(一) 丁基橡胶与天然橡胶并用	100
(二) 溴化丁基橡胶与天然橡胶并用	102
(三) 氯化丁基橡胶与天然橡胶并用	104
(四) 羧基丁基橡胶与天然橡胶并用	108

二、丁基橡胶与丁苯橡胶、顺丁橡胶并用	109
(一) 丁基橡胶与丁苯橡胶并用	109
(二) 氯化丁基橡胶与丁苯橡胶并用	111
(三) 氯化丁基橡胶与顺丁橡胶并用	113
三、丁基橡胶与三元乙丙橡胶并用	115
(一) 丁基橡胶与三元乙丙橡胶并用	115
(二) 溴化丁基橡胶与三元乙丙橡胶并用	117
四、丁基橡胶与改性丁基橡胶并用	121
(一) 丁基橡胶与再生丁基橡胶并用	121
(二) 丁基橡胶与氯化丁基橡胶并用	122
五、丁基橡胶与各种橡胶并用配方举例	123
参考文献	127
第五章 丁腈橡胶、氯丁橡胶与各种橡胶并用	129
一、丁腈橡胶与各种橡胶并用	129
(一) 丁腈橡胶与天然橡胶、顺丁橡胶并用	129
(二) 丁腈橡胶与三元乙丙橡胶并用	130
(三) 丁腈橡胶与其他橡胶并用	137
二、氯丁橡胶与各种橡胶并用	145
(一) 氯丁橡胶与丁苯橡胶、异戊橡胶及丁腈橡胶并用	145
(二) 氯丁橡胶与氯化丁基橡胶、氯化聚乙烯并用	149
三、丁腈橡胶、氯丁橡胶与各种橡胶并用配方举例	153
(一) 丁腈橡胶与各种橡胶并用配方	153
(二) 氯丁橡胶与各种橡胶并用配方	159
参考文献	162
第六章 氯化聚乙烯、氯磺化聚乙烯与各种橡胶并用	164
一、氯化聚乙烯与各种橡胶并用	164
(一) 氯化聚乙烯与丁腈橡胶并用	164
(二) 氯化聚乙烯与三元乙丙橡胶并用	168
(三) 氯化聚乙烯与 1,2-聚丁二烯并用	171
二、氯磺化聚乙烯与各种橡胶并用	172
(一) 氯磺化聚乙烯与丁腈橡胶并用	172
(二) 氯磺化聚乙烯与三元乙丙橡胶并用	174
三、氯化聚乙烯、氯磺化聚乙烯与各种橡胶并用配方举例	178

(一) 氯化聚乙烯与各种橡胶并用配方	178
(二) 氯磺化聚乙烯与各种橡胶并用配方	183
参考文献	187
第七章 硅橡胶、丙烯酸酯橡胶与各种橡胶并用	189
一、硅橡胶与各种橡胶并用	189
(一) 硅橡胶与三元乙丙橡胶并用	189
(二) 硅橡胶与丙烯酸酯橡胶并用	198
(三) 硅橡胶与其他橡胶并用	200
(四) 氟硅橡胶与其他橡胶并用	203
二、丙烯酸酯橡胶与各种橡胶并用	206
(一) 丙烯酸酯橡胶与丁腈橡胶并用	206
(二) 丙烯酸酯橡胶与羧基丁腈橡胶并用	211
(三) 丙烯酸酯橡胶与1,2-聚丁二烯并用	213
三、丙烯酸酯橡胶与各种橡胶并用配方举例	215
参考文献	217
第八章 氯醚橡胶、氟橡胶与各种橡胶并用	218
一、氯醚橡胶与各种橡胶并用	218
(一) 氯醚橡胶与丁腈橡胶并用	218
(二) 氯醚橡胶与丙烯酸酯橡胶并用	228
(三) 氯醚橡胶与其他橡胶并用	231
二、氟橡胶与各种橡胶并用	234
(一) 氟橡胶与三元乙丙橡胶并用	234
(二) 氟橡胶与丙烯酸酯橡胶并用	238
(三) 氟橡胶与其他橡胶并用	249
三、氯醚橡胶、氟橡胶与各种橡胶并用配方举例	251
(一) 氯醚橡胶与各种橡胶并用配方	251
(二) 氟橡胶与其他各种橡胶并用配方	253
参考文献	257
第九章 环氧化天然橡胶、羧基丁腈橡胶与各种橡胶并用	258
一、环氧化天然橡胶、羧基丁腈橡胶的结构与性质	258
(一) 环氧化天然橡胶的结构及硫化胶性能	258
(二) 羧基丁腈橡胶的结构及硫化胶性能	261
二、环氧化天然橡胶与各种橡胶并用	263

(一) 环氧化天然橡胶与丁苯橡胶、顺丁橡胶并用	263
(二) 环氧化天然橡胶与氯丁橡胶并用	266
(三) 环氧化天然橡胶与丁基再生胶并用	269
三、羧基丁腈橡胶与各种橡胶并用	270
(一) 羧基丁腈橡胶与天然橡胶、丁苯橡胶并用	270
(二) 羧基丁腈橡胶与丁腈橡胶并用	274
(三) 羧基丁腈橡胶与丙烯酸酯橡胶并用	274
参考文献	278
第十章 环氧化天然橡胶、羧基丁腈橡胶与其他聚合物并用	279
一、环氧化天然橡胶与其他聚合物共混及自硫化	279
(一) 环氧化天然橡胶与羧基丁腈橡胶共混	279
(二) 环氧化天然橡胶与氯磺化聚乙烯共混	282
(三) 环氧化天然橡胶与氯丁橡胶、磺化乙丙橡胶共混	285
(四) 环氧化天然橡胶、羧基丁腈橡胶与其他橡胶共混	288
(五) 环氧化天然橡胶与聚氯乙烯共混	292
(六) 环氧化天然橡胶与其他聚合物共混	295
二、羧基丁腈橡胶与其他聚合物共混及自硫化	300
(一) 羧基丁腈橡胶与氯丁橡胶共混	300
(二) 羧基丁腈橡胶与氯磺化聚乙烯共混	303
(三) 羧基丁腈橡胶与氯化丁基橡胶、氯化天然橡胶共混	305
(四) 羧基丁腈橡胶与聚氯乙烯共混	307
三、其他聚合物共混物的自硫化	308
(一) 聚氯乙烯与各种橡胶共混	308
(二) 聚丙烯酸与氯丁橡胶共混	310
(三) 聚硫橡胶与氯丁橡胶共混	311
(四) 氯化聚乙烯与顺丁橡胶共混	313
(五) 聚氯乙烯与氯化聚乙烯共混	316
(六) 聚氯乙烯与丁腈橡胶共混	316
(七) 聚氯乙烯与氯化丁腈橡胶共混	319
参考文献	322
第十一章 橡胶与聚烯烃塑料共混	324
一、橡胶与聚乙烯塑料共混	324
(一) 非极性橡胶与聚乙烯共混	324

(二) 极性丁腈橡胶与聚乙烯共混	346
(三) 橡胶与低分子量聚乙烯共混	348
二、橡胶与聚丙烯塑料共混	349
(一) 非极性橡胶与聚丙烯共混	350
(二) 极性橡胶与聚丙烯共混	355
(三) 各种橡胶与无规聚丙烯共混	359
三、橡胶与高苯乙烯、聚苯乙烯塑料共混	362
(一) 橡胶与高苯乙烯共混	362
(二) 橡胶与聚苯乙烯共混	364
参考文献	368
第十二章 橡胶与聚氯乙烯塑料共混	370
一、极性橡胶与聚氯乙烯塑料共混	371
(一) 丁腈橡胶与聚氯乙烯共混	371
(二) 氯丁橡胶与聚氯乙烯共混	386
(三) 氯化聚乙烯、氯磺化聚乙烯与聚氯乙烯共混	391
(四) 氯醚橡胶与聚氯乙烯共混	394
(五) 环氧化天然橡胶、羧基丁腈橡胶与聚氯乙烯共混	396
二、非极性橡胶与聚氯乙烯塑料共混	401
(一) 丁苯橡胶与聚氯乙烯共混	402
(二) 乙丙橡胶与聚氯乙烯共混	406
(三) 其他非极性橡胶与聚氯乙烯共混	409
参考文献	411
第十三章 橡胶与乙烯-乙酸乙烯共聚物及尼龙树脂共混	412
一、橡胶与乙烯-乙酸乙烯共聚物共混	412
(一) 非极性橡胶与乙烯-乙酸乙烯共聚物共混	412
(二) 极性橡胶与乙烯-乙酸乙烯共聚物共混	423
二、橡胶与尼龙树脂共混	424
(一) 极性橡胶与尼龙树脂共混	424
(二) 非极性乙丙橡胶与尼龙树脂共混	432
参考文献	435
第十四章 橡胶与合成树脂共混	437
一、橡胶与合成树脂共混	437
(一) 橡胶与酚醛树脂共混	437

(二) 橡胶与氨基树脂共混	446
(三) 橡胶与环氧树脂共混	453
二、合成树脂对橡胶的硫化作用	459
(一) 酚醛树脂对橡胶的硫化作用	459
(二) 环氧树脂对橡胶的硫化作用	464
参考文献	465
第十五章 热塑性共混弹性体	467
一、热塑性共混弹性体的一般特性	467
(一) 热塑性共混弹性体的组分相态与结晶	467
(二) 热塑性共混弹性体的特性参数	471
(三) 热塑性共混弹性体的动态硫化	473
(四) 热塑性共混弹性体共混组分的增容作用	479
二、热塑性共混弹性体的品种与性能	488
(一) 三元乙丙橡胶与聚丙烯共混的热塑性弹性体	488
(二) 三元乙丙橡胶与聚乙烯共混的热塑性弹性体	504
(三) 天然橡胶与聚丙烯共混的热塑性弹性体	505
(四) 天然橡胶与聚乙烯共混的热塑性弹性体	511
(五) 丁腈橡胶与聚丙烯共混的热塑性弹性体	515
(六) 丁腈橡胶与聚氯乙烯共混的热塑性弹性体	521
参考文献	530
第十六章 相互贯穿网络的共混物	533
一、互穿网络共混物组分的相容性与相态结构的关系	533
二、互穿网络共混物的结构、组成及合成方法	535
三、互穿网络共混物的品种及特性	537
(一) 分步合成法制备互穿网络共混物	537
(二) 同步合成法制备互穿网络共混物	547
(三) 半互穿网络合成法制备互穿网络共混物	553
(四) 胶乳型互穿网络合成法制备互穿网络共混物	554
四、互穿网络结构的热塑性弹性体	557
(一) 互穿网络的苯乙烯型热塑性弹性体	557
(二) 互穿网络的聚氨酯热塑性弹性体	558
(三) 互穿网络的聚酯热塑性弹性体	560
参考文献	561

第一章 橡胶并用的基本特性

橡胶并用是改善橡胶加工技术及橡胶制品质量的重要途径。实践表明，利用橡胶的并用技术制造并用橡胶制品，可显著地改善橡胶制品的性能，并降低生产成本。目前，全世界的橡胶总消耗量中约有75%是以并用橡胶的形式进行应用的。橡胶的并用是将一种橡胶与另一种或两种橡胶进行机械共混作用，从而制成并用橡胶。并用橡胶经过硫化反应，制成并用硫化胶，并用硫化胶具有优良的物理机械性能^[1]。如丁苯橡胶硫化胶具有较低的撕裂强度，较差的动态屈挠龟裂性能以及较低的回弹性，若将丁苯橡胶与天然橡胶并用，制成并用硫化胶则可明显改善单用丁苯橡胶的不足。再如单用顺丁橡胶制得的硫化胶，具有良好的高弹性、较小的滞后损失及较小的生热性，并具有良好的低温性能，耐磨耗性也较优越；但同时顺丁橡胶硫化胶的拉伸强度和撕裂强度较低，抗湿滑性能较差，老化后很易产生崩花掉块现象，在生产加工时可产生较大的冷流性。采用顺丁橡胶与其他橡胶并用，如顺丁橡胶与天然橡胶或丁苯橡胶并用，就可完全克服上述缺点，制得性能良好的并用硫化胶。因此，橡胶并用是改善橡胶制品的加工性能及物理机械性能的重要手段。

目前，橡胶并用技术已广泛应用于橡胶工业生产中。例如轮胎生产中，主要是采用橡胶的并用技术制造出性能优良的橡胶轮胎制品。实践表明，采用顺丁橡胶制造轮胎胎面胶，具有良好的耐磨耗性并且改善了低温性能。而顺丁橡胶与天然橡胶或丁苯橡胶并用又显著地改善了综合物理机械性能，增大了防滑性，减小了崩花掉块现象，并克服了不耐刺扎的缺陷。再如采用丁腈橡胶与氯磺化聚乙烯或氟橡胶、丙烯酸酯橡胶、氯醚橡胶等并用，可制成性能优越的耐油、耐化学腐蚀的并用橡胶制品。采用丁基橡胶与乙丙橡胶并用可制造优越的耐臭氧龟裂的橡胶制品。

橡胶的并用可采用多种工艺方法，如溶液混合法、胶乳混合法以及橡胶共混法等。在实际生产中，前两种方法较少应用，主要采用橡胶共混方法制造并用橡胶。橡胶的共混方法是利用混炼机械对橡胶进行混炼从而制成橡胶的并用胶。橡胶的混炼机械有开放式炼胶机、密闭式炼胶机或双螺杆挤出机，它们对橡胶共混可产生良好的共混效果。

两种橡胶经炼胶机共混后制成的并用胶料，两种橡胶成分可产生不同的相容效果。相容效果的好坏表明了两种橡胶的混合效果。两种橡胶相容性越好，它们的混合程度越好，致使两种橡胶的大分子产生良好的相互扩散作用，结果形成了分散均匀的微观多相结构。两种橡胶相容性越差，其大分子相互扩散性越小，结果形成了非均匀分散的粗糙多相结构。另外，并用橡胶的粘度对并用橡胶的相态稳定性也有很大影响。并用橡胶粘度越大，会导致两种橡胶的大分子链段移动困难，使两种橡胶的相分离极为缓慢，结果在实际上很难出现相分离的现象，相对稳定的保持了并用橡胶的多相结构^[1]。

此外，两种橡胶经机械混炼，橡胶大分子在剪切力作用下产生大分子断裂，大分子生成自由基，它们可以相互结合，生成新型结构的聚合物，结果增大了两种橡胶的相容性。在并用橡胶中含有炭黑等填料，经机械混炼作用，也可使并用橡胶中相态结构变小，生成细小的微观多相形态。

一、并用橡胶的微观相态及两相界面的扩散结构

(一) 并用橡胶的微观相态

并用橡胶的微观结构和相态与并用橡胶的性质有密切关系。并用橡胶的微观结构是不均相的状态，在微观的不均相中形成两种相态，即连续相和分散相。不均相的相态具有两种分散状态，其一，分散相态的橡胶成分分散于连续相态的橡胶成分之中，构成了两相橡胶的分散状态。形象地表示，可将分散相视为岛相，连续相视为海相，构成海岛的分布状态。其二，两种橡胶构成二个不同海岛分散的分布状态，即少量的 B 橡胶成分分散于大量的 A 橡胶成分之中以及少量的 A 橡胶成分分散于大量的 B 橡胶成分之中。两种橡胶的分散状态如图 1-1 所示^[2]。

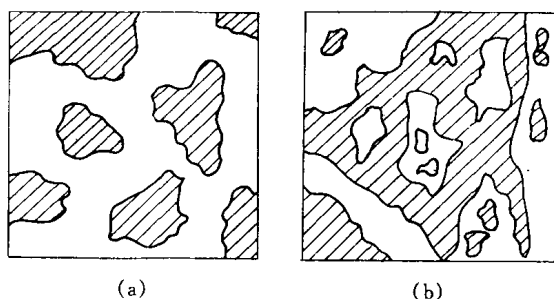


图 1-1 并用橡胶中两相的不同海岛分散状态
(a) 海-岛两相的分散状态；(b) 海-岛分散的不同分散状态

其次，并用橡胶中两种橡胶的门尼粘度对分散相的粒径有很大影响。实际表明，并用橡胶中两种橡胶的门尼粘度差值越小，并用橡胶中分散相粒径也趋于减小^[2~4]，如表 1-1 所示。

表 1-1 并用橡胶的门尼粘度与分散相粒径的关系^[2]

并用橡胶 (50/50)	门尼 粘度 ML ¹⁰⁰ ₄ ^{°C}	分散相 粒 径 μm	并用橡胶 (50/50)	门尼 粘度 ML ¹⁰⁰ ₄ ^{°C}	分散相 粒 径 μm
高门尼丁苯橡胶/天然橡胶	90/53	6	顺式聚丁二烯/反式聚丁二烯	46/12	0.5
天然橡胶/丁苯橡胶	53/50	2	丁苯橡胶-40/丁苯橡胶-15	75/68	1.0
氯丁橡胶/丁苯橡胶	53/52	0.5	天然橡胶/异戊橡胶	53/50	2.0
丁苯橡胶/天然橡胶	45/52	0.5	天然橡胶/丁基橡胶	53/45	1.0
顺丁橡胶/天然橡胶	50/53	0.5	丁苯橡胶/顺丁橡胶	50/49	2.0
天然橡胶/古塔波胶	53/128	0.2~1.0			

此外，并用橡胶中某种橡胶分子量大小对并用橡胶中分散相粒径也有一定的影响，例如天然橡胶与顺丁橡胶并用，并用比为 50/50 时，顺丁橡胶分子量大小对分散相粒径有很大影响，当顺丁橡胶分子量为 750000 时，并用橡胶中分散相粒径最小，如表 1-2 所示^[5]。

表 1-2 NR/BR 并用胶的分散相粒径与 BR 平均分子量的关系^[5]

顺丁橡胶分子量 万	顺式含量 %	分散相粒径 μm	顺丁橡胶分子量 万	顺式含量 %	分散相粒径 μm
120	94	3~70	50	92	1~4
100	94	2~40	28	92	1~13
75	93	0.5~2			