

93(3)107-111

## 现代混炼技术与混炼机

北京化工学院 程源

TQ 330.63

**摘要:** 本文介绍了现代密炼机, 及其选型和应用, 指出混炼技术已取得很大进展, 分布混合均匀是混炼技术的关键。

**关键词:** 密炼机 橡塑合流 选型 混炼 橡胶 塑料

## 1. 前言

当前, 橡塑合流的趋势已日渐明显。通过橡塑共混, 使弹、塑性材料互相取长补短, 并通过反应动态交联或互穿网络等“合金化”技术, 橡胶塑料的界限已逐渐消失。如, 可溶性橡胶(商品名 Alcryn)能与熔融塑料相比美; 离子交联热塑性弹性体, 可高温挤出、注射或模压, 降至常温又显现弹性橡胶的物理机械性能。可见, 橡胶的热固性硫化的传统概念, 正在更新和转换。

然而, 混炼的均匀和稳定与否, 是保证一切橡塑制品的质量关键。故而, 先进工业国家对混炼技术和混炼设备都十分重视。尤其是动态交联共混, 其混度、粘度、反应时间都必须精确控制, 尤其是剪切效应和速度梯度, 都要与交联共混工艺相适应, 以达到分散相分散均匀并在连续相内分布均一。

当今的混炼设备, 密炼机已独占鳌头, 开炼仅用于辅助出片(条), 仅此功能, 也不断被挤出压片机所挤占。这不仅因为在开炼机上混炼脏而又效率不高, 更主要的是质量无法稳定。如EPDM/PP交联共混, 开炼机需 32~35min, 用高剪切密炼机只要 5~6 min。由于前者长时间受裸, 经空气氧化

降解而变色, 且易发粘而难于操作。当 EPDM/PP 配比较高时(如 75/25), 还由于脱辊而又难于成片, 根本无法混炼。更值得选型者考虑的是, 开炼机剪切效应和速度梯度都太低, 不足以克服动态交联(相当于硫化胶)后的聚集力, 因而分散不充分(分散相尺寸可相差 10 倍)。加之, 开炼机温度场不佳(温度相差  $\pm 15^{\circ}\text{C}$  左右), 粘度场也不均匀, 故在后序塑化加工时, 流动性差, 制品表面不光滑。何况, 开炼机无横向混合, 必须靠人工切割捣胶, 从而造成批料间的人为因素差异, 为后面的挤出加工造成出口质量波动的隐患。由北京化工学院研制开发的新型辊筒电热和水冷两用橡塑共混开炼机, 虽然前述缺点也可避免或减缓, 但人为的间歇操作、横向不能混合及剪切作用不强等“先天性”问题, 仍无法根本解决。

基于上述分析, 本文重点讨论已普及应用的密炼机。

## 2. 混炼技术的新进展

现代混炼技术已取得很大进步。其突出特点是由过去的产量型逐渐向质量型演变, 人们在追求高产量的同时, 更加追求高质量。两者权衡, 尤以后者为重。为此, 针对

以往混炼技术的弊端——剪切分散已经过关，而分布混合则成关键。而欲分布混合均匀，又和温度及粘度的均匀与否，影响至关重要。这些，是靠密炼机的性能决定的，亦与操作方法有关。为使质量均一，必须消除间歇混炼的批量差异，故混炼方法也逐渐向一次法演化。即，塑炼、碳黑母炼及加硫终炼在同一台机内一次完成。

对于不具备同机一段终混条件者，也可用串联法实现一次混炼。它是上面一台密炼机（母炼）排入已取下上顶栓的低温低速密炼机内（加硫），实现一次法终混。故又称交替混炼法。上机可高温高剪切，充分塑化并使炭黑等配合剂均匀分散，这与一般密炼机基本一致。而下机转速低，又无上顶栓压力，故温度可控制在 $90\sim 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，能使硫化剂和促进剂混合均匀，并避免焦烧。由于此串联法与一次法混炼一样，母炼到终炼不需冷却停放，也可避免一段到二段及批与批间的质量差异。这对冷喂料挤出机的普及，有质量稳定的重要意义。

密炼机组应包括上辅机——称量加料系统和下辅机——出片及冷却系统。对于混炼技术的先进程度，其上下辅机与密炼主机同等重要。如芳烃油称量加料，需精确到 $\pm 0.1\%$ 。而下辅机采用辘子机头螺杆挤出压片机，大规格的胶片总长可达 $100\text{m}$ 以上，有自动取样装置，每个料都做流变仪检验，使质量保证稳定，为冷喂料挤出成型（特别是复合压出），创造了型坯尺寸稳定的前提条件。故而，三机协调一致，形成流水作业，且有微机或程控等监测及操作保证，混炼产量和质量才能稳定。没有挤出压片机者，采用辘筒键孔冷却的大功率压片机，带捣胶装置和负荷调距系统，可以加快转速，降低温度，提高效率并确保质量。

关于加料方法和加料顺序，对混炼质量也有很大影响。其加料量的大小及因地制宜

调整，亦至关重要。这些，都必须靠混炼操作者，根据自己用的机器功能和配方工艺，自行寻求最佳条件。高性能的机器固然好，但低性能的机器同样可以炼出高质量的混炼胶，这才看出炼胶者的技术高超。例如，F270(40rpm)母炼，上顶栓风压 $0.64\text{MPa}$ ，选填料系数 $0.74$ ，橡胶与炭黑一次加入，软化剂待温升到 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上时加入，水温控制在 $45\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，排胶温度 $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。当压力不足或装料过多，上顶栓的砵向上浮动过多，室壁上方颈部形成死角，致使排出的胶料质量不均匀。此时，延长混炼时间，效果也不会改进多少，且有局部过炼凝胶。而装料过少，会引起上顶栓压力不达标，使胶料打滑，造成剪切不充分，混炼时间亦得延长。

不同配方，升温速度不一样，加油料时间亦需调整。如中超耐磨炭黑与N339就有差异，前者110S升温度 $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，而后者则需270S。致于排胶温度，除与配方有关而外，尚与水温有关。如水温 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ 排胶，需时194S，而 $25\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水温，则需260S。如需 $165\text{ }^{\circ}\text{C}$ 排胶， $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ 排了，混炼胶表面就粗糙，并有明显的未混入炭黑，挤出下片的两边呈锯齿状。可见， $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之差，质量变化很大。再如软化剂，需 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时加入，到 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时再加，混炼效果就明显变差。

上述的F270与现还在用的老机11号(20rpm)，其加料顺序、填充系数、水温、排胶温度……，相差都很大。如11号的炭黑必须分二次加入。即投胶 $2\sim 3\text{ min}$ 加一次黑， $3\sim 6\text{ min}$ 加二次黑及软化剂，再经 $8\sim 9\text{ min}$ 排胶。两者各有其最适宜的操作条件。不同机型，条件差异很大，如剪切型转子(N型)及啮合型转子(K型或E型)，其冷却水温，前者可高达 $50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，而后者则 $8\sim 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，且 $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 最佳。以GK300N(40rpm)为例，其他条件不变，

当填充系数为0.77时最好,与0.75相比,增加7 kg/批,4 min/周期,年可增产693t/台。此时,单位能耗也最低(30.2kwh),而0.75时,能耗32.9kwh。0.77时的上顶栓压力为0.36~0.4MPa,上顶浮动范围也最合适。这都是生产厂自行摸索出来的成功经验。但亦有些工厂,混炼雇用农民工,加之监控系统又很不完善,操作者不懂技术,更无经验可言,实际上是在“胡炼”。什么质量第一,口号而已。对比日本的信誉第一,次品绝不出厂,而是就地销毁,检验不看合格率,而是看次品率。他们认为:一件次品到了用户手中,次品率就是100%。对此,我们的混炼技术,特别是混炼工艺操作,必须提高。否则,橡胶制品要上水平、上质量、上效益,都是不能稳定持久的。混炼对最终制品的质量影响,是潜在的,隐蔽的,容易被忽略的,然而又是基础性的,影响整个加工过程的,制约质量全局的。

### 3. 现代混(密)炼机

现代常用的是剪切类F型和GK型密炼机,对于特殊磨损或高质量要求并需低温混炼(对温度敏感的胶料)作业,亦用啮合类K型和N型的,混炼周期多用计算机系统控制,且多用一段混机。小批量多样化者,可采用多台中小型,专机专用,便于经验操作并使质量稳定。大批量者,多用大型机台,除F270和GKK270而外,已有GKK400和GKK600用于工业生产。日本的翻斗型仅在我国和东南亚国家的中小型企业用的较多,因其效率低,混炼时间长,且密封不良,加之,剪切功率不足,硬(如不溶性硫黄的子午线胎面胶)料难以混匀,故东西欧洲及北美等先进工业国家,采用者不多。先进的机型,不仅产量高、质量稳定、效益也好。如F270产量是11号的4倍,节约原材料和电

耗30万元/年,延伸率提高10%。

为适应橡塑共混的需要,高温强剪切快搅混型橡塑混炼两用机(以中小型为主),近年来发展很快。由于双螺杆共混及高速搅拌机预混,前者很难适应多种橡胶助剂的连续均匀的加料,而后者对块状橡胶又搅不动,故密炼机的预混再辅以单螺杆或双螺杆挤出造粒,已得到普遍的应用。当前的困难是缺少密炼排料(团块不规则形状)直接进入挤出机喂料口的(非条粒)加料装置。为此,北京化工学院在研制成功高温快速共混密炼机之后,又开发了密炼机排出的不规则热料直接喂入挤出机的装置和单螺杆挤出切粒机。并为之配套的设计制造了L型机头宽幅橡塑胶板(片)挤出生产线。已动态交联或不需硫化者,后面配有冷却及卷取辅机,而需硫化者,又有单鼓和多鼓式硫化机。以适应混炼——成型——硫化一条龙。由于热塑性共混弹性体质高价也优,如NBR/PVC高出NBR的2.5倍,且还在不断升值,商品名为Santoprene的热塑性橡胶(TPR),80年代初价格为2.6美元/kg,到80年代末则提到3.9美元/kg。再以PB/PS通过互穿网络技术合金化(IPN)其冲击强度由PS的18mN/m增到PB/PS(IPN)的268mN/m。难怪连西班牙的一个公司都可年产40000t的TPR,75%左右用于出口,获得了很高的效益。当然,适应橡塑共混的装备,也随着工艺和制品的更新,进行了一系列的相应变革,且也跟着获得了高的效益。

关于常规密炼机,近年来的重大改进,就是同步转子(又称ST转子)密炼机,它是密炼机一项重大进展。与传统的本伯里型(N型)密炼机相比,其转子速比为1:1(传统为1:1.16),且同向迴转。

ST转子密炼机又称匀速炼胶机,其主要特点是温度分布均匀。从而使胶料粘度均匀,进而达到分布混合均匀。而原来的转子

造型及高剪切间隙均未改变，故剪切分散的性能维持不变。实用证明，由于它实现了强制有序混炼，其混合均匀性的优点非常明显，且混炼时间亦可随之缩短。国外新机已逐步向100%的ST转子转换，它可适用于各种规格（国外从40~620升）两个ST转子呈90°方位布置，每个混炼室都相当于一个完整的混炼区，且互相交替捣炼。经测试比较，本伯里（B）和ST转子，以混炼氯丁胶为例，温度偏差B/ST=1.2/0.8，粘度偏差12.5/4.6。目前，我国在接受ST转子这一新技术方面，进展极缓慢，至今未见此类新机出现。切盼我国制造厂跟上世界机型的重大变革。

#### 4. 选机型与使用

我国现有的密炼机厂家已经很多，尤其是中小型的密炼机，型号杂乱，性能亦不尽相同，质量也相差较大。有些厂家，连捏炼容积（量），混炼室总容积（量），工作容积（量）或有效容积（量），尚未搞清，致使用户订到的总容量75升（指日本翻斗式）实为55升，所订的55升，又变成35升了。这里的75和55是原捏炼容量。

在这里，因牵涉到制造厂家的销售利益，笔者不便评论，更不能妄加推荐。但有一点，选机时必须先根据自己的需要和可能，还包括工艺特点和厂房布置，尤其要考虑长远发展。比如，有钱的搞引进，没钱的买国货，两者差价相当大，且利息外汇升值和还贷能力也不得不考虑。再如，橡塑并用或说橡塑合流的进展非常快，特别近年合资和引进技术猛增，橡塑共混制品已逐渐普及。作为混炼手段的密炼机，最好是能炼橡胶，能炼塑料，亦能两者共混。否则，即是没有远虑，则必有近忧。此外，对于密炼机的制造质量和精度，尤其是耐磨寿命，则必

须重点考虑。更何况，国外先进的密炼机也都在不断地改进和更新，我国落后的密炼机，如果依然一成不变，很难适应工艺和配方及新原材料的混炼。比如，新功能补强炭黑和超细碳酸钙配合剂、各种新型少组分橡胶助剂（或称橡胶味精）、各类新性能的合成橡胶及新制品和新工艺，都对密炼机有不同的要求。对一些不断改进的机型和新结构和新功能的密炼机，特别是混炼质量和效率高者，应当优先考虑。新技术总比老技术好，这是自然规律。

关于正确使用，它比机器性能更重要。虽说“工以器善事”，但需通过人的合理使用才能实现。例如，发现配合错了怎么办？因胶料的焦烧时间随炭黑的增加而缩短。炭黑加多了，易焦烧。有经验者，在压片时能够发现，也可设法补救。再如，混炼压散了如何处理？有经验者可分析判断，是填充系数小还是炭黑或生胶中含水分大了？亦或是混炼阶段加压不当，如加入粉料后上顶栓下落太急等。若系配方含胶率低造成压散，则应用较高的温度，且软化剂要提前加入。再比如，混炼粘车如何办？尤其是共混时，易在转子凹陷处及上顶栓下面局部粘胶。此时，一般应加长混炼和排空时间，对于松香和树脂类易粘物，应先粉碎并用配合剂在三辊上研成膏状，再同胶一起加入。液体软化剂多者，应当提高转子温度，加压混合时间长一些。对温度敏感的少组分不易分散开的配方，应在空间三维混合器（北京化工学院开发的）内预混，它属于无搅拌、低摩擦生热的大差别比例混合，组分差可高达2400:1。再就是混炼焦烧的处理，当用高结构、细粒径炭黑时，混炼生热增加，混炼室温度过高，很容易焦烧。此外，局部硫化剂浓度过大，焦烧时间也加快。此时，应降低加硫温度，并避免大团胶料冷却不透，必要时，硫化剂可分次加入。当然，处理经验还有很

多, 此处仅举一斑。

总之, 好机还得好人用。机器和操作必须联手, 并把必要的维护管理跟上来。如密炼机漏料, 多数因缺油润滑致使磨损加大引起的。特别是从停车到开车, 前面的胶料冷却后堵住油孔, 开车后则变成无油摩擦。再如, 上顶栓因风压不足而挟砣, 有些老机对胶料的压力只有 $0.8\text{kg}/\text{cm}^2$ , 加之管线漏风, 新开机时活塞杆皮碗缺油, 砣宽处间隙小, 又有松焦油等粘糊物塞料。故挟砣后胶料闷车。现许多厂家已加大风筒直径, 予以弥补。关于混炼室间隙的磨损加大, 对混炼质量和产量影响极大。这种高剪切区间隙, 不同的机种, 也各不相同, 它需与转速及棱峰宽度相匹配。如西德WδP公司的GKN密炼机, 间隙/直径 $=0.0275$ 。我国有的密炼机, 耐磨硬度不足(国外堆焊钨铬钴合金), 三班生产 $1\text{mm}/\text{年}$ 。间隙加大后, 早已失去高剪切能力, 故应及时堆焊修复。否则不仅混炼时间延长, 填充系数相应加大,

且混炼质量下降, 且含胶量低的物料根本无法混炼。

混炼岗位是劳动条件恶劣的场所, 也是环境污染源之一。但混炼质量如打地基一样, 属于质量基础之基础。国外尤其是日本, 多已用机器人操作了。早在1985年, 日本已有机器人250个, 到1987年则翻到500个。由于机械化提高, 日本的生胶加工年生产能力已达 $9.5\text{T}/\text{人}$ , 我国才 $2\text{T}/\text{人}$ 。且质量得以切实保证。

尽管条件不同, 自动化程度落后, 机器性能也不高, 但实践证明, 只要认真对待, 重视混炼岗位, 经过实验摸索, 完全可以炼出合格的混炼胶。早在80年代, 瑞士的席塞尔老先生(已年过花甲), 在我国天津表演炼胶, 用我们最古老的11号密炼机, 由于精心操作, 不仅质量与进口的F型或GK型不相上下, 且效率和混炼时间, 均比我国同样应用的11号密炼机, 分别提高或缩短 $\frac{1}{2}$ 。这说明世事最怕认真。

111—113

## 国外翻胎技术与装备的进展

化工部翻胎监测中心

高孝恒

TQ336.16

**摘要:** 我国“八五”后期子午胎翻新量可望有较大幅度增长, 且使用性及安全性亦将有所要求。我国目前投入市场的翻胎设备与国外相比尚有较大差距, 特别是可供翻胎使用的检测设备仪器更为空白。本文着重介绍国外近年新的检测设备仪器和新技术新装备以供我国发展与引进参考。

**关键词:** 超声波 充压检验 预硫化法翻胎 模型法翻胎 轮胎

### 1. 超声波扫描验胎机

据92年8月英刊介绍, 美国 Oliver 公司已投入两种超声波验胎机于市场。一种用

于检验轿车胎, 另一种用于载重胎(最大规格可达 $445/65-22.5$ )。其优点是送翻胎在打磨前进行脱层检验, 这对小范围脱空, 特别是子午线轮胎更具重要意义。因这些小范