

IIR 内胎

第 2 部分 加工工艺

埃克森化工公司 Dr. Samir Majumdar 著 涂学忠摘译

本文第 1 部分介绍了内胎用 IIR 的品种、性能及配合工艺,这一部分将讨论 IIR 内胎的加工工艺,包括炼胶、定型和硫化等。

1 混炼

1.1 密炼机混炼

为了使填充剂在胶料中获得良好的分散,密炼机容积的利用是非常重要的。在混炼母炼胶时,通常 IIR 胶料的填充量比通用橡胶胶料高 10%~20%。为了使炭黑在 IIR 或 IIR/EPDM 并用胶料中获得良好的分散,密炼机的填充因数最好为 0.9~1.0。密炼机每批料的质量按下式计算:

$$\text{批料质量(kg)} = \text{密炼机容积(L)} \times \text{填充因数} \times \text{胶料相对密度}$$

生产厂所指的密炼机容积为它所能盛下的密度为 $1.000 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 的水的体积。若密炼机容积为 50 L、填充因数为 1.0、胶料相对密度为 1.12,则批料质量为 56 kg ($50 \times 1.12 \times 1.0$)。

对于特别新的密炼机,最好把填充因数保持在 0.9 左右,因为非常高的批料质量总是要对隔尘密封圈产生不利影响,因此最佳批料质量是根据计算结果确定的,它不但要确保在规定混炼时间内使胶料得到充分混炼,而且对隔尘密封圈没有不利影响。密炼机起始温度最好保持在 80 左右,而母炼胶和终炼胶的排胶温度分别保持在 160 和 105

左右。实际上,适宜的混炼时间取决于下列因素:

- (1) 密炼机类型(2 棱/4 棱转子);
- (2) 密炼机容积;

- (3) 密炼机起始温度;
- (4) 母炼胶中炭黑与油的比例;
- (5) 加料顺序;
- (6) 排胶温度。

有各种各样的加料顺序,下面示出两例(设密炼机容积为 230 L,混炼周期为 5 min)。

例 1:

时间/min	操作步骤
0	生胶
0.5~1.0	1/2 炭黑、氧化锌
2.5	1/2 炭黑、硬脂酸、油
3.5	清理
4.5	排胶(160)

例 2:

时间/min	操作步骤
0	生胶、全部炭黑、氧化锌、硬脂酸
2.5	油(130)
3.5	清理
4.5	排胶(160)

塑炼对 IIR 的效果不太理想。在开炼机上塑炼,门尼粘度没有明显下降。但是即便如此,仍然应在密炼机里或开炼机上对 IIR 进行塑炼,因为 IIR 塑炼后比较容易吃粉料,最终将改善分散。在 80 的密炼机里塑炼 30~45 s 效果较好,它将使门尼粘度下降,生胶、填充剂和其它配合剂分散均匀。最近,工厂更为强调提高劳动生产率,结果使混炼周期缩短至 3~3.5 min。在这种情况下,如果进行塑炼有困难,建议将生胶置于烘房(温度为 60~80)内预热,以提高(特别是环境温

度较低时,如冬季)胶料的分散度。

1.2 开炼机混炼

开炼机混炼内胎胶料的主要参数如下:

- (1) 调小辊距,以形成包辊胶;
- (2) 辊筒速比调至 1.25 ~ 1.00,利用通入蒸汽或不打开循环水阀门通过对胶料塑炼使辊温保持在 40℃ 左右;
- (3) 添加氧化锌和硬脂酸,以形成包辊胶;
- (4) 添加 1/2 的炭黑(补强性能较高的炭黑应在开始时加入);
- (5) 剩余 1/2 炭黑与油一起加入,加大辊距以避免过度塑炼,循环水全开。混炼完毕后,下片冷却;
- (6) 如出现粘辊问题,可以使用磷酸酯或羟基硬脂酸甲酯等防粘剂。避免在胶料中填充大量矿物填充剂。

1.3 终炼

终炼通常不仅可用密炼机,也可用挤出机的热炼机。使用密炼机终炼时,为获得良好的分散,采用 100 ~ 105℃ 的安全排胶温度是很重要的。在热炼机上终炼时,应加入过了筛的硫化剂。在许多场合,为了使硫化剂更好地分散,同时使环境保持清洁,常将硫化剂制成母炼胶。此时最好制造两种母炼胶,一种含有硫黄,另一种含有并用促进剂。

IIR 内胎胶料制成后还要进行过滤,以除去杂质、炭黑聚集体和未分散的橡胶粒子。

2 挤出

挤出是一个连续加工过程,它可以使胶料具有所需形状和尺寸。挤出主要受胶料塑性的影响,而胶料塑性与填充剂和增塑剂用量密切相关。通常填充剂用量较大时胶料挤出性能较好。内胎挤出用的挤出机一般配有两台开炼机,在供料开炼机前面还有一台热炼机,以保证质量和喂料温度的稳定。供应胶条的温度最好为 80 ~ 90℃,供料开炼机上应保持尽可能少的滚动堆积胶。特别是在当在

热炼机上添加硫化剂时,供料开炼机还应配备捣胶棒。供料量应调节得稍大于挤出量。如果供料量与挤出量相同,则接取机速度的微小变化都将造成挤出物出现气孔、气泡和尺寸不一致等缺点。可改善供料质量的措施包括:

- (1) 使用输送机/输送辊进行稳定的强制喂料;
 - (2) 供料不得过稠,因为供料开炼机供应的稠胶料往往含有较多的气孔和气泡;
 - (3) 使供料开炼机的辊距保持不变,仅改变供应胶条的宽度以生产不同尺寸的产品。
- 挤出的均匀性对于内胎胎坯接头非常重要。有两种挤出方法:热喂料挤出(橡胶工业最常用的方法)和冷喂料挤出(目前一些现代化的工厂采用此法)。

热喂料挤出机供料开炼机的操作要求如下:

- (1) 最好使用自动供料器;
- (2) 自动供料器使用多批胶料混合的胶料,以使挤出物尺寸均匀;
- (3) 供料开炼机上保持薄滚动堆积胶,以改善分散;
- (4) 保证返炼胶添加比例为 10% ~ 15% 不变;
- (5) 始终保持供料开炼机的辊距固定,通过改变供应胶条的宽度调节挤出量;
- (6) 如内胎规格不变,则供应胶条尺寸不变;
- (7) 供应胶条温度应为 80 ~ 90℃。

所有上述参数将保证挤出物具有最少气孔,粘度和焦烧变化最小,改善恒定速度下对尺寸的控制。

冷喂料挤出机的操作要求如下:

- (1) 使挤出机机筒内充满胶料,采用强制供料辊筒为挤出机供料;
- (2) 统一每种规格内胎的挤出机转速;
- (3) 保持机筒和螺杆温度为 50 ~ 60℃,口型温度为 110 ~ 120℃;

(4) 口型应设计得冠部与基部厚度比为(1.5~1.6) 1.0,挤出物有一通过口型的平滑通路,压力梯度的增高保持最佳且无多余的滑石粉或其它粉料挤出;

(5) 供料机、挤出机、接取机和冷却线的速度要同步;

(6) 应避免从接取机拉下挤出物,不同规格的内胎最好使用不同的口型;

(7) 必须进行有效的彻底冷却;

(8) 要保证彩色聚乙烯垫布的位置适当;

(9) 返炼胶可均匀地添加到热炼机上,自行车和轿车内胎返炼胶的添加比例为10%,载重车、公共汽车内胎以及更大的内胎添加比例为15%。注意到高用量返炼胶是硫化内胎中气孔和气泡的潜在来源是非常重要的。

3 装气门嘴

IIR内胎气门嘴基本上可以分为汽车内胎气门嘴和自行车内胎气门嘴两类。为了获得与黄铜芯杆良好的粘合力,气门嘴的胶料配方应根据下列参数制定:

(1) 应保持40%~50%的低含胶率;

(2) 应采用大粒径炭黑,如SRF-LS, GPF;

(3) 应使用较高用量的金属氧化物,如氧化锌和氧化镁(约45份);

(4) 应使用低用量的加工油、软化剂和脂肪酸等。

汽车和自行车内胎气门嘴底座胶配方分别示于表1和2。表3和4示出了粘合气门嘴底座与内胎的胶垫胶浆的不同配方。无内胎轮胎气门嘴底座胶最好采用EPDM制造,以获得良好的耐久性能。

在上气门嘴过程中,气门嘴的压实很重要,同时要注意:

(1) 使用软底座胶(邵尔A型硬度应为45度)覆盖整个气门芯杆;

(2) 底座胶加压时间对于压实是非常重要的;

表1 自行车内胎气门嘴底座胶配方

组 分	用量/份	组 分	用量/份
埃克森 Butyl 268	50	氧化锌	35
CIIR1066	50	轻质碳酸钙	45
CR AC	3	加工油	5
EPR Vistalon 2200	10	硫黄	1.6
GPF	20	促进剂 TMTDS	1.4
HAF-LS	20	促进剂 TDEDCE	0.4
白炭黑 Nipsil		促进剂 M	0.7
VN-3	12	促进剂 DM	0.5

注:胶料硫化至 t_{60} 。

表2 汽车内胎气门嘴底座胶无胶粘剂型配方

组 分	用量/份	组 分	用量/份
埃克森 Butyl 268	100	石蜡油	5
SRF-LS	70	硫黄	1.5
白炭黑 Hsisil 233	10	促进剂 TMTDS	1.2
氧化锌	20	促进剂 TDEDCE	0.5
氧化镁 30 [#]	30	促进剂 DM	0.5
硬脂酸	0.5		

注:胶料的门尼粘度[ML(1+8)100]为7.6。门尼焦烧(135): t_3 7.6 min; t_{10} 10.2 min。

表3 典型气门嘴胶垫胶浆配方

组 分	用量/份	组 分	用量/份
埃克森 Butyl 268	100	树脂(SPI068)	
SRF	50	或 Escorez	10
FEF	10	促进剂 TMTDS	1.0
石蜡油	22	促进剂 M	0.5
氧化锌	5	促进剂 ZDEDCE	0.5
硬脂酸	1	硫黄	1.5

注:溶剂 Hecane 的质量分数为0.9,甲乙酮的质量分数为0.1。固体的质量分数为0.10~0.15。

表4 粘合气门嘴底座与内胎的胶垫胶浆配方

组 分	用量/份	组 分	用量/份
埃克森 Butyl 268	100	氧化锌 3 [#]	10
EPC 或 ISAF	10	促进剂 TMTDS	1.0
HAF	15	促进剂 M	1.0
树脂 Escorez		促进剂 TDEDCE	0.5
1102	20	硫黄	2.0

注:溶剂采用1/3橡胶溶剂加2/3二甲苯。用喷枪喷涂时,固体质量分数为0.13;涂刷时固体质量分数为0.18~0.20。在喷涂时需要很好控制胶浆浓度,上汽门嘴前,喷涂的胶浆要充分干燥,而且要避免粉尘、水和滑石粉等污染。

要的;

(3) 用气动柱塞加压 4 ~ 5 s 完成压实;

(4) 底座胶加压时间及压力大小应足以使之压实到气门嘴上,不应出现翘边问题。

4 接头

在大多数情况下,接头出现问题是由于挤出不均匀,而不是由于接头机造成的。在许多场合,配方设计人员开始通过调整油及填充剂的用量,增添树脂进行试验,而且对胶料过炼以提高其流动性能,但这样常常会因粘度下降产生气泡。

在接头机出问题,要特别注意以下参数:夹持压力、对接压力、对接时间、刀裁切角度、刀温、刀裁切和移动速度及对接胶垫硬度(邵尔 A 型硬度为 65 度)。

通用内胎接头机的使用注意事项如下:

(1) 裁刀电流变化

IIR 内胎接头电刀标准电流分别为低热 25 ~ 30 A,高热 55 ~ 65 A,但是没有经验法则可循,不同机器之间的上述电流值可能有所不同,更换裁刀后必须进行重调。裁刀经过电平衡,必须匹配后成对更换。

在裁刀切割内胎时,应没有过多的烟产生,裁刀在通过内胎上下切口 1/3 时应开始放红光。裁切端面应具有均匀且既无污斑、又无光泽的暗淡外观,出口折叠处无拖尾现象。滚花外观表明温度设定过低,反之光亮的外观表明温度设定过高(产生焦烧)。入口折叠处小片光泽表明高热开得过早,应延迟。而入口折叠处污斑表明高热开得过晚。

(2) 刀与胶边之间的间隙

刀与胶边之间的间隙控制着裁切后的悬垂。该间隙应调至 1.0 ~ 1.2 mm。每个刀与橡胶面之间的此间隙都应相同,即刀应在两个橡胶面之间居中。应在夹具张开到最大时,在颞夹的前、后和中部检查此间隙。

(3) 裁刀的角度

裁刀的角度一般调至与裁切面成 $11^\circ \pm 1^\circ$ 。裁切角大于 12° 会引起裁切面产生波纹。

与之相反,裁切角小于 10° 会引起污斑。

(4) 橡胶夹持面定位

橡胶夹持面必须在水平和垂直方向校准定位,以避免出现阶梯形接头。如果阶梯明显,则应微调橡胶夹头,以消除阶梯。即使夹头经过适当调整,但缺少减速步骤也会造成阶梯问题。

(5) 裁刀减速点

裁刀减速点通常是通过刀架上可移动的带槽销钉选择,刀架由磁感开关操纵。销钉向前后移动,以调节减速点,此点应在折叠出入口前 1.0 ~ 1.5 cm。上销钉通常调节入口减速。有一个定时器控制裁刀进入后折叠处之前初始转变后慢速的持续时间。通常它为进入入口 1 ~ 1.25 cm 后进行慢速折叠面而设定。

(6) 例行调节

例行调节包括:夹具宽度、夹持压力、对接压力、对接时间和高热起始点。

表 5 示出了上述例行调节的技术要求。

表 5 例行调节的技术要求

项 目	技术要求		
内胎平叠宽度/			
cm	12 ~ 20	20 ~ 25	25 ~ 34
裁刀			
低热电流/A	25 ~ 30	25 ~ 30	25 ~ 30
高热电流/A	55 ~ 65	55 ~ 65	55 ~ 65
高热转变(折	1.50 ~	1.00 ~	
叠前 1 cm)/s	1.00	0.75	0.50
低速持续时			
间/s	1.0	1.0	1.0
裁切低速转			
变/s	0.5	0.5	0.5
夹持压力/MPa			
低(裁切)	1.96 ~ 2.45	2.45 ~ 2.94	3.43 ~ 3.92
高(对接)	2.94 ~ 3.43	3.43 ~ 3.92	4.41 ~ 5.39
对接压力	4.90 ~ 6.37	5.88 ~ 7.84	7.84 ~ 9.80

重要的是要注意机器通常需要 30 min 才能达到稳态作业。如果夹持宽度相对于内胎设定过小,则接头和邻近部位将产生折叠处收缩。这种收缩常常引发折叠破坏,导致

接头部位变薄或接头在定型和硫化中脱开。如果夹持宽度相对于内胎设定过大,则将导致折叠错位,接头的一个折叠或两个折叠处压不实,使接头在定型和硫化中变薄或脱开。

与气门嘴有关的典型问题及解决办法:

(1) 嘴下气孔

嘴下气孔的解决办法是: 调整胶浆粘度、硫化剂和总固体质量分数,保证胶浆溶剂完全挥发; 避免胶浆污染和涂刷不均匀; 在模型气门嘴部位使用增热器,使气门嘴部位的温度保持高 $2\sim 5$ 。

(2) 粘合性能较差

粘合性能较差的原因可能是: 滑石粉污染; 压实力小; 长期存放; 胶浆粘合性能差。

(3) 气门嘴底座周围开裂

要避免气门嘴底座周围开裂,应保证未硫化内胎表面无滑石粉,且具有足够大的压实力,使用低定伸应力胶料。

有两种夹持压力,一种是裁切时施加的,另一种(压力较高)是为了防止夹具移动。夹持压力应该是能防止裁切和对接操作过程中内胎在夹头间移动的最小压力。

应当记住,挤出厚度的控制对于获得最佳接头是非常重要的。如果内胎断面上厚度变化较大,则需要用较高的夹持压力来保证内胎较薄的部分不会在对接压力下移动。而这将导致在内胎较厚的部分出现深压痕和将折叠处压坏。

对接压力应能在最短对接时间内获得所需的接头质量。接头质量还取决于内胎胶料的塑性流动。含有高结构炭黑(GPF和HS)和高、低表面积炭黑并用(PEF/SRF)的内胎胶料具有良好的流动性能和在接头处增厚性,在一定时间内,接头厚度随对接压力的升高而增大。

5 冷却

冷却提高了接头部位胶料硫化前的强

度,从而减少了定型作业中接头脱开和硫化后接头质量差的问题。对于壁厚在 1.5 mm 以上的厚壁内胎,必须进行冠部对接接头的冷却;而对于薄壁内胎,例如壁厚为 1.0 mm 的自行车内胎,却不一定要进行冷却。通常冷却时间与硫化时间相同,应避免过度冷却和在接头上产生冷凝液。

6 定型

定型也称为预定型,系硫化前在定型机上用压缩空气使内胎胀大至硫化后容积的 95% ,定型环或定型机不应离模型太近,以避免局部加热引起变薄问题。定型环装有限位开关,以便将充气后内胎限制在硫化后容量的 95% 左右。通常定型时间与硫化时间相同。为了避免内胎在硫化模内出现变薄、打褶和穿孔等问题,应避免在定型环上滞留时间过长和过度充气。充气过快对接头质量不利,容易造成在定型环上接头脱开。

7 硫化

硫化前应确保模型是清洁的,排气孔是畅通无阻的。内胎在硫化模内既可充入热空气,也可充入蒸汽。内压过低将使成品出现气孔,表面不平;内压过高会产生过多的飞边和使成品变薄。模型温度一般为 $175\sim 190$,内压热空气或蒸汽的温度通常比模型温度低 10 。包括卸压时间在内的汽车和自行车内胎的硫化时间分别为 $6\sim 9$ 和 $3\sim 5\text{ min}$ 。

8 检验

在检验中要特别注意接头、气门嘴和折叠部位。检验时内胎(特别是自行车内胎)可充 1.3 倍的气压,以观察裂口和其它缺陷。贮存前,内胎应抽空,用密封的聚乙烯袋包装,这样有助于在长期贮存中防止臭氧的侵袭。应避免高真空,因为这样会导致在折叠部位产生易招致臭氧降解的高应力。

9 结语

本文的主要论点可归纳如下:

(1) 用密炼机混炼母炼胶,新密炼机的填充因数宜为 0.9,旧密炼机的填充因数宜为 1.0(密炼机批料质量 = 密炼机容积 \times 填充因数 \times 胶料相对密度)。特别大的批料质量对密炼机隔尘密封圈有不利影响。终炼胶的理想填充量为母炼胶质量的 80% 以下。

(2) 母炼胶的排胶温度不得低于 160 , 终炼胶的排胶温度不得超过 105 。

(3) 密炼机起始温度为 80 左右,混炼效果较好。

(4) IIR 应用密炼机或开炼机塑炼,因为塑炼可提高 IIR 胶料的混入速度。如果塑炼有困难,建议将 IIR 置于温度为 60~80 的烘房中预热。

(5) 挤出前,内胎胶料应过滤,以除去杂质、未分散的橡胶粒子和炭黑聚集体。

(6) 若开炼机上出现粘辊问题,可以使用磷酸酯或羟基硬酯酸甲酯等防粘剂,建议避免大量使用矿物填充剂。

(7) 内胎挤出机应配两台开炼机,喂料开炼机前面应配有预热开炼机。整个内胎的挤出均匀性对于接头质量是非常重要的。

(8) 如果接头机出现问题,则应特别注意夹持压力、对接压力、刀温及其角度、裁刀裁

切和移动速度以及对接胶垫硬度(邵尔 A 型硬度为 65 度)。

(9) 冷却可提高接头部位胶料在硫化前的强度,但壁厚小于 1.0 mm 的内胎(自行车内胎)不需要冷却。

(10) 定型可使胶料在低伸长条件下流动,定型应在充气至硫化后 95% 容积的情况下进行。定型中应避免充气压力过高和充气时间过长。

(11) 内胎硫化模型温度应保持在 175~190 ,内压蒸汽温度应比硫化模型温度低 10 ,模型中内胎既可充入蒸汽,也可充入热空气。内压过低将使成品产生气孔和表面不平;内压过高将产生过多的飞边和变薄问题。

(12) 包括卸压时间在内的汽车和自行车内胎的硫化时间分别为 6~9 和 3~5 min,模型温度越高,硫化时间越短。

(13) 内胎检验的重点是接头、气门嘴和折叠部位。自行车内胎充 1.3 倍气压以观察缺陷。

(14) 贮存前,内胎应抽空,然后用密封的聚乙烯袋包装。应避免高真空,因为这将导致在折叠部位产生招致臭氧裂口的高应力。

译自“埃克森化工公司技术报告”