

基于液压内胎硫化机的硫化飞边原因分析及控制措施

吴佳易

(中策橡胶集团股份有限公司, 浙江 杭州 310018)

摘要: 基于液压内胎硫化机的结构特点, 分析造成内胎硫化飞边问题的原因, 并提出相应的控制措施。通过采取准确计算硫化机合模力、检验新模具质量、控制模具预热变形、加强模具清洗和存放管理工作、将硫化机的空心热板更换为加厚的实心热板及将导向机构由工字型滚轮/铁板导轨更换为直线滑轨/滑块等措施, 大幅降低了内胎硫化飞边出现的频率, 为内胎硫化飞边问题提供设备检修流程的理论依据。

关键词: 液压内胎硫化机; 硫化飞边; 模具; 预热变形

中图分类号: TQ336.1⁺2; TQ330.6⁺7

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2024)03-0176-08

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2024.03.0176



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎硫化飞边是一种较为常见的病疵, 很难完全杜绝, 轮胎行业内也一直对硫化飞边问题不够重视, 故对其产生机理研究不够深入。目前国内大多数轮胎公司对硫化飞边的解决方式是设备维保人员凭经验处理, 以试错为主, 如盲目提高硫化机合模力、仅凭肉眼整修模具分型面、在模具下方垫铜片等。相对于外胎, 内胎属于薄壁结构, 硫化飞边对内胎的损害尤其严重。外胎硫化飞边问题不严重时还可补救, 内胎绝不允许出现硫化飞边病疵, 一旦出现硫化飞边就只能做报废处理。

我公司内胎分厂有一批由老式水胎硫化机改造的液压内胎硫化机, 其出现硫化飞边现象十分频繁, 因此基于这批液压内胎硫化机进行硫化飞边研究十分必要^[1-2]。

1 原因分析

内胎硫化飞边本质就是内胎在硫化时胎体内外两侧分别受蒸汽及模具的高温高压作用, 部分胎体胶料在高压作用下从上下模具合模面的某处间隙溢出模具型腔。一般被挤出的硫化飞边呈不

规则片状或边条状, 其根部与内胎合模线连接, 并使内胎硫化飞边处的胎体壁厚不足, 易使内胎充气鼓包或破损。标准内胎与硫化飞边病疵内胎的截面形状比对如图1所示。

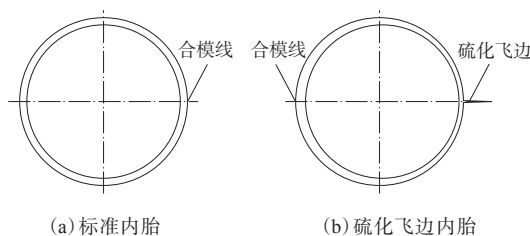


图1 标准内胎与硫化飞边内胎的截面示意

从图1可以看出, 标准内胎的薄壁厚度较均匀, 硫化飞边病疵内胎的壁厚越靠近飞边越小。

内胎出现硫化飞边的原因很多, 在此只讨论硫化机或模具问题。根据多年来应对硫化飞边的经验, 能够引起内胎飞边的硫化设备的因素很多, 而内胎分厂这批改造而来的液压内胎硫化机已十分老旧, 设备状况不佳, 硫化飞边病疵频发, 其运行时出现的各种设备故障基本涵盖了所有能够引发硫化飞边病疵的要素, 因此比较适合作为硫化飞边问题的研究对象。该液压内胎硫化机的外形结构如图2所示。

1.1 合模力

硫化机对模具施加的合模力(Q)也被称为锁

作者简介: 吴佳易(1986—), 男, 浙江湖州人, 中策橡胶集团股份有限公司工程师, 学士, 主要从事轮胎机械及设备维护及硫化烟气环保收集、处理相关工作。

E-mail: www.714328316@qq.com

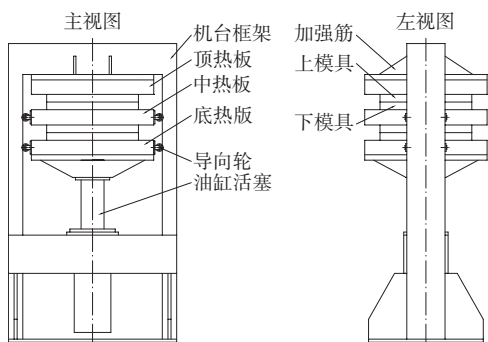


图2 液压内胎硫化机结构示意图

模力,用于硫化机合模时顶紧上下模具,内胎出现硫化飞边时首先要考虑该机台的合模力是否不足。内胎在模具内硫化时,设备会根据轮胎规格及相关工艺要求向内胎内部充入高温高压水蒸气(俗称蒸汽内压),使内胎膨胀充满整个模具型腔,并对上下模具分别作用大小相等、方向相反的力,使上下模具产生分离的趋势,故称为张模力。由于该液压内胎硫化机结构简单,用于模具加热的水蒸气是直接通入上下模具的夹层内,对硫化机合模不会产生其他作用,因此合模力只需克服蒸汽内压产生的张模力即可,其计算公式^[3]为

$$F = \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2) P_0 \quad (1)$$

式中: F 为蒸汽内压对上下模具施加的张模力,N; D_o 为模具内型腔的外直径,mm; D_i 为模具内型腔的内直径,mm; P_0 为蒸汽内压,MPa。

理论上只要合模力与张模力相等即可满足合模要求,然而考虑到合模后受液压系统加压载荷的影响,硫化机及模具会产生弹性变形,且变形量与合模力高度相关,因此通过衡量硫化机和模具的弹性变形量就可定性推算上下模具的间隙及所需的合模力,变形量与合模力分析如图3所示。

由图3可知,合模状态下,当在 O 点时,硫化机和模具未发生弹性变形, Q 为零,上下模具间显然存在很大的间隙;当 $Q=F_1$ 时, F_1 小于张模力 F ,此时硫化机弹性变形已完成,但模具尚未发生弹性变形,上下模具间仍然有较大的间隙;当 $Q=F$ 时,合模力与张模力相等,此时硫化机和模具弹性变形均已完成,上下模具间隙在理论上已为零,但实际上此状态十分不稳定,一旦受外界因素干扰间隙就会再次出现;当 $Q=F_2$ 时, F_2 大于张模力 F ,此时上下模具间还发生了一

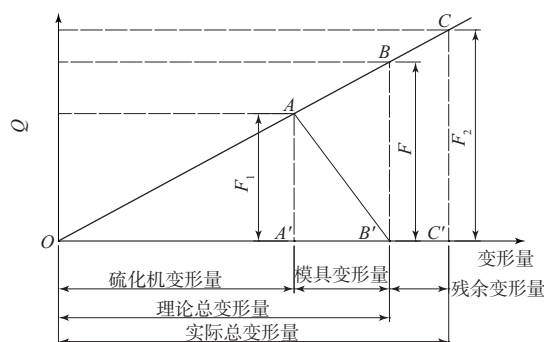


图3 硫化机及模具与合模力的关系示意图

定的残余变形,模具合模面完全严密贴合。显然,为保证上下模具合模面严密贴合,合模力不得小于张模力,其计算公式为

$$Q = KF \quad (2)$$

式中, K 为变形因数,通常取值大于1,具体数值须根据轮胎规格选取。

由于内胎属于薄壁结构,决不允许飞边,故 K 取值比普通外胎更大,一般内胎 k 取1.25。

1.2 模具

模具分型面存在间隙时轮胎胎体胶料才能溢出并形成飞边,因此模具与硫化飞边的产生具有高度相关性,有必要对模具进行结构分析。目前轮胎硫化模具常用铸钢铸造或钢板焊接,一般可分为活络模具和两半模具,其中后者由上模和下模两片组成,结构简单可靠,多用于内胎硫化生产。我公司基于内胎硫化热效率的考虑,选用内含蒸汽室的两半模具,外压水蒸气可直接通入上下模具内部(俗称直接模),其结构如图4所示(D_f 为分型面受压平面外直径,mm)。由模具引发合模面间隙的因素较多,分析如下。

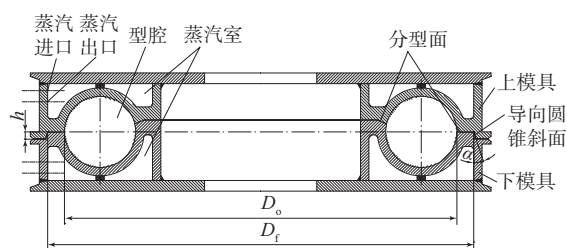


图4 内胎模具结构示意图

1.2.1 模具设计或加工质量不达标

若一副新模具安装到任意一台硫化机,从开始使用就一直存在硫化飞边的情况,且更换其他模具后飞边问题消失,则表明该模具极有可能存

在设计或加工质量问题。

从设计方面来说,上下模底板的厚度不足和分型面受压面外直径设计不合理均会使模具受力变形超出允许范围,导致分型面出现间隙。一般常见内胎模具的上下底面厚度在25~35 mm范围内,若厚度小于25 mm,则有必要验证该模具是否符合使用要求。而对于后者,根据式(1)和(2)可计算得到内胎硫化所需的合模力,再结合如下模具分型面受压应力核算公式,可验证模具分型面受压应力是否符合要求。

$$\sigma = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}[(D_f + 2h \tan \alpha)^2 - D_o^2]} \leq [\sigma] \quad (3)$$

式中: σ 为分型面受压应力, $\text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$; h 为受压斜面(即导向圆锥斜面)高度,mm; α 为受压斜面角度,一般取 15° ; $[\sigma]$ 为模具材料许用应力,一般取 $100 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$ 。

由式(3)可知, Q 及 D_o 一定,当 D_f 及 h 值不够大时,有可能 $\sigma > [\sigma]$,模具分型面受压应力超标,模具分型面被损坏后就可能产生硫化飞边。

从模具加工质量来说,模具上下底板及分型面的加工精度与硫化飞边问题息息相关。合模时,模具被上下两侧的硫化机热板紧紧顶住,上下模具底板及分型面直接受压力作用,若两平面的平面度、平行度、粗糙度加工精度不达标,模具轴向受力偏斜就会导致模具分型面受力不均衡,容易出现间隙。根据HG/T 3227—2009,轻型载重轮胎模具上下底面及分型面的加工精度要求如表1所示。

表1 轻型载重轮胎模具上下底面及分型面的加工精度要求

项 目	平面度/mm	平行度/mm	粗糙度/ μm
模具上下表面	≤ 0.2	≤ 0.4	≤ 3.2
模具分型面	≤ 0.05	≤ 0.03	≤ 1.6

1.2.2 模具预热膨胀变形

轮胎生产线停产检修或节假日停产时,蒸汽总管关闭,硫化模具会自然冷却到室温状态,待下次开始生产时模具再次通蒸汽加热到高温状态,复产初始阶段内胎硫化会大批量出现飞边情况。在这期间只有内胎模具温度发生变化,模具冷却后再加热会导致模具受热膨胀变形,显然此种内

胎飞边问题与模具预热后变形不到位有关。

公司内胎模具均选用直接模,采用钢板焊接而成,蒸汽室内还有竖直顶板,两端分别与模具型腔及底板焊接,用于支撑蒸汽室空腔。因此,与内部完全实心的外胎模具(即间接模,外压蒸汽是通入硫化机热板的夹层,通过热板间接加热模具)相比,内胎模具结构更复杂,蒸汽直接通入模具内固然硫化热效率更高,但易导致受热变形不均匀,更容易发生硫化飞边病疵。

根据热胀冷缩原理,模具钢材受热膨胀变形,热膨胀系数越大,受热后变形膨胀也越大,其计算公式为

$$k = \frac{L - L_0}{L_0(T - T_0)} \quad (4)$$

式中: k 为钢材线性热膨胀系数; L_0 为钢材初始长度,mm; L 为钢材升温后的长度,mm; T_0 为钢材初始温度, $^\circ\text{C}$; T 为钢材升温后的温度, $^\circ\text{C}$ 。

$T - T_0$ 即为钢材升温前后的温差 ΔT ,根据式(4)可计算得到升温后钢材的尺寸,即 $L = kL_0\Delta T + L_0$ 。显然,升温后钢材的尺寸与升温温差密切相关。在开始通蒸汽预热后模具温度会慢慢由室温上升到 $170\text{ }^\circ\text{C}$ 左右,在这个过程中由于直接模的模具内部复杂的空腔结构,不同部位相对内部蒸汽室的位置不同,存在受热不均匀的情况,即模具不同部位升温速度不同,导致模具各部位的膨胀变形量不一致,例如模具蒸汽室内直接被蒸汽包裹的竖直顶板升温最快,因此膨胀也最快,而模具外壁膨胀较慢,模具型腔与隔板连接处会被过快顶起,使模具分型面发生变形,分型面产生间隙导致内胎硫化飞边。

1.2.3 模具型腔及分型面受到污染

模具在轮胎硫化过程中不可避免地会被各种沉积物污染,如脱模剂和配合剂等。对内胎来说,还要使用防止胎坯间及内胎与模具间相互粘连的易飞扬的滑石粉。因此内胎模具使用一段时间后极容易被污染,易发各种病疵,且一旦模具分型面上也沾染过多污染物,就有可能使合模间隙过大,出现硫化飞边。

1.2.4 模具分型面破损

在日常硫化生产中,内胎模具由于更换规格而需频繁拆装、搬运,可能会因员工违规操作或其

他意外而遭受撞击等损伤,导致分型面出现破损、凹陷变形。显然,模具分型面破损是内胎出现硫化飞边最直接的原因。内胎模具分型面是2个同心圆平面(见图4),上下模具合模时凭借高精度分型面的完全贴合来密闭模具型腔,模具分型面一旦损伤,平面度、粗糙度不达标,破损位置就会出现硫化飞边。

1.3 硫化机工况

作为轮胎硫化的主体设备,硫化机的工况会在很大程度上影响轮胎的硫化质量。虽然本研究基于改良的液压硫化机,但设备的工作原理是基本相同的,因此分析结果可以推而广之。

1.3.1 硫化机热板过载变形

由图2可知,内胎模具安装在硫化机的多层热板上,且上下模具分别与各自对应的顶热板、中热板、底热板螺栓连接固定。当处于合模状态时,硫化机通过液压系统加压,底热板和中热板开始垂直上升(顶热板固定不动),直至所有模具贴合在一起。显然,模具所需的合模力是通过硫化机热板传递而来的,因此热板是否平整十分重要。在正常情况下,硫化机热板的强度是足够的,一般不会发生塑性变形,然而这批改造的液压内胎硫化机的热板结构比较特殊,其改造前采用的是间接模模具,热板是中空结构,中空热板的结构强度相对于正常内胎硫化机的实心热板要差,且在日常生产中为解决内胎硫化飞边问题,不仅盲目提高硫化机合模力,还在模具与热板间违规放置铜片衬垫(见图5中红色方框内),希望加强模具外侧圆周方向的相互贴合,以消除引发硫化飞边的分型面间隙,可日积月累反倒使热板圆周方向受力超载发生变形,呈现为中间高、四周低的凸台状。

经现场实测,部分硫化机热板变形如图6和7所示。钢直尺竖立放置在热板中心位置,且钢直尺底边紧贴热板表面,在图中的红色方框内可以



图5 模具与热板间违规放置铜片衬垫



图6 下热板变形



图7 上热板变形

明显看到热板与直尺间的缝隙,这表明热板外侧圆周方向已经下陷变形。

显而易见,硫化机热板在长时间过载作用下发生塑性变形后不能完全夹紧模具,使合模力无法均匀作用于模具上下底面,从而发生内胎硫化飞边的情况。热板变形对模具合模力的影响如图8所示。

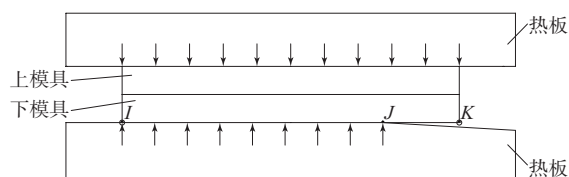


图8 热板变形与模具合模力的关系示意

由图8可知,当热板圆周外侧某处发生凹陷,合模时该处对应的模具JK段区域就会悬空,下模具所受的合模力就只能全部作用于IJ段区域,JK段区域受力不足,从而使该处模具分型面出现间隙,导致出现硫化飞边现象。需要说明的是,实际硫化机热板变形更复杂,有上下两块热板同时发生变形及热板整周下陷后呈凸弧面变形等情况。

1.3.2 硫化机垂直升降导向机构磨损

基于开合模的需要,液压内胎硫化机的热板和模具必须具备垂直升降功能,因此保证机台每次垂直升降精度的导向件是不可缺少的。由于机型较老,这批改造的内胎硫化机的导向机构只是若干个简单的铁质工字型滚轮,分别安装在底热

板和中热板的左右两侧,并以硫化机框架铁板作为导向轨道限制运动方向,如图9所示。



图9 工字型导向轮及其轨道

该导向机构结构简单,成本极低,导向精度一般,但与模具导向圆锥斜面(见图4)配合勉强能满足硫化机合模的垂直升降导向精度要求。然而由于该滚轮属于敞开式结构,润滑条件恶劣,滚轮/铁板轨道间的滑动摩擦也无法完全避免,长时间运行后两者均易出现磨损,使导向精度急剧下降,模具导向圆锥斜面在合模瞬间就会相互碰撞磨损,更进一步降低模具合模的准确性。生产现场部分模具导向圆锥斜面的磨损情况如图10所示。



图10 磨损严重的模具导向圆锥斜面

在此种情况下模具合模极易出现错位现象,上下模具的分型面无法完全对齐贴合,内胎硫化飞边就有可能发生。由此可见,硫化机垂直升降导向机构的精度是影响内胎硫化飞边的一个重要因素。

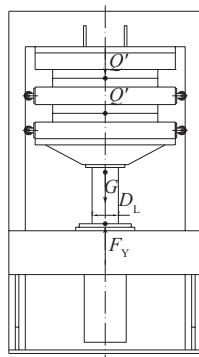
2 控制措施

鉴于硫化飞边会严重影响内胎的质量,因此有必要建立一套完整的检修操作流程,以便逐项排查所有可能造成硫化飞边的原因,并针对不同原因提出相应的控制措施,操作中按照从易到难的原则依次排查。

2.1 合模力

液压内胎硫化机的合模力由设备自身的液

压系统提供,合模时硫化机的受力分析如图11所示。根据式(1)和(2)可计算出单副内胎模具所需的合模力。在对硫化机合模状态进行受力分析时要考虑机台实际安装的模具数量,以便得到实际所需的总合模力。



Q' 为单个模具合模力,N; G 为硫化机升降零部件的总重力(含活塞、底板底座、部分热板及模具),N; D_L 为活塞直径,mm;
 F_Y 为硫化机液压系统合模时提供的总压力,N。

图11 合模时硫化机的受力分析示意

经过受力分析,可得如下2个受力平衡公式:

$$F_Y = G + nQ' \quad (5)$$

$$F_Y = \frac{\pi}{4} D_L^2 P_Y \quad (6)$$

式中: n 为安装的模具数量,副; P_Y 为硫化机液压系统压强,MPa。

式(5)和(6)联立计算,即可求得硫化机液压系统所需的压强,按此值设定硫化机组液压站的输出压力,硫化机液压系统就能给模具提供足够的合模力。由于每台硫化机上均有压力数显表,十分易于检查,因此发生内胎硫化飞边时应首先查看数显表压力是否符合标准,若显示的数值明显小于标准压力,则应依次检查液压站压力设定是否有误、硫化机活塞密封圈是否密封失效、液压系统内控制阀门是否失效、液压管路是否堵塞等,直到查明液压压力不达标的原因。

2.2 模具

在排除合模力因素的情况下,针对模具因素的硫化飞边控制措施分析如下。

2.2.1 新模具质量

根据实际硫化生产经验,由模具设计和加工质量问题引发的内胎硫化飞边在日常生产中的占比极小。当发生内胎硫化飞边时,可以先确认该模具是否是新采购并首次投入使用,若是,则需进

一步对该模具进行检查;若否,或虽是新模具但先前能够正常生产,则可以排除新模具质量因素。

针对新模具质量问题的控制措施要做在前端,做好新模具的到货检验工作就能在很大程度上减少该问题的发生,具体可以分为2个步骤。

第1步:新模具进厂前要按比例抽检,根据国家标准,用千分尺和百分表检验模具分型面、上下底面的平行度、平面度,用标准样块比较检验分型面的表面粗糙度。

第2步:抽检合格后,选取标准工况的硫化机台少量安装新模具,硫化试用。

如果上2步检验均通过,则表明该批次新模具的设计及加工质量不存在问题,即使偶有次品模具,也在可控范围内。

2.2.2 模具预热变形

钢材热胀冷缩是自然规律,因此在车间重新通蒸汽开始生产或某台硫化机生产过程中临时更换其他模具后不久产生的内胎硫化飞边,则极大可能是由于模具预热不到位而产生不均匀热变形导致的,可以从以下两方面进行控制。

(1) 基于模具充分变形的考虑,应给予模具足够的预热时间,确保模具预热后各部位温度尽可能一致,避免模具不均匀膨胀情况。

(2) 基于限制模具热变形方向的考虑,应在整个预热过程中给模具施加一个外载荷,以确保模具的热变形尽可能向某个不影响模具分型面的方向进行。具体方法是模具在通蒸汽预热过程中型腔内不放内胎,硫化机液压系统加压合模,使模具一直处于合模状态,直至模具预热时间结束。该措施的原理是依靠硫化机给模具施加的合模力压实上下模具,使上下模具分型面紧密贴合,以限制分型面的膨胀变形空间和变形方向。

显然,上述两个控制措施中的关键问题是确定不同规格模具充分预热所需的时间。模具规格不同,所需的理论充分预热时间也不同。预热时间过短,模具无法达到热稳定状态,预热时间过长,则降低生产效率、增加能耗。

由傅里叶定律(也称热传导定律)^[4]可知:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{\lambda A(T - T_0)}{H} \quad (7)$$

式中: P 为加热功率,W; t 为导热时间,s; E 为时间 t

内所吸收的热量,J; λ 为热导率,碳钢的热导率会随温度的升高而降低, $W \cdot (m \cdot ^\circ C)^{-1}$; A 为导热接触面积, m^2 ; H 为热量传导所需经过的距离,m。

此外,通过比热容公式可计算物体加热到指定温度时所需的热量,具体如下:

$$C = \frac{E}{m(T - T_0)} \quad (8)$$

式中: C 为比热容,钢的比热容为 $0.46 \times 10^3 J \cdot (kg \cdot ^\circ C)^{-1}$; m 为升温物体质量,kg。

式(7)和(8)联立即可计算出物体升温到指定温度所需的时间。结合碳钢热导率与温度的对应关系及下模具结构(见图12),对式(7)和(8)中的参数 T , T_0 , λ , A , H 和 m 进行进一步说明。

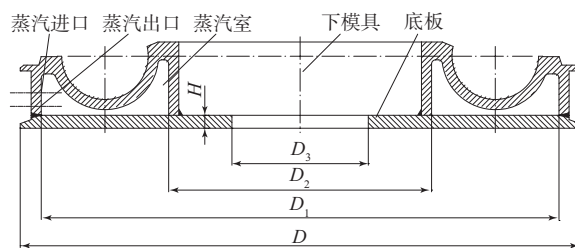


图12 下模具结构示意图
 D 为模具底板外直径,mm; D_1 和 D_2 分别为模具蒸汽室外圈和内圈直径,mm; D_3 为模具底板内孔直径,mm。

图12 下模具结构示意图

在0, 100, 200, 300和400 $^\circ C$ 下,碳钢的热导率分别为52.3, 48.9, 44.2, 41.9和34.9 $W \cdot (m \cdot ^\circ C)^{-1}$ 。由此可见,碳钢热导率并不固定,温度越高其热导率越低。因为硫化工艺要求内胎模具的预热过程是从室温状态(T_0 ,硫化车间内较热,一般为30 $^\circ C$ 左右,可根据季节温度适当调整),加热到170 $^\circ C$ 左右的最终温度(T),为了便于计算,可将平均温度100 $^\circ C$ 对应的48.9 $W \cdot (m \cdot ^\circ C)^{-1}$ 作为模具预热过程中热导率的值。

由图12可知,外压蒸汽直通内胎模具内部蒸汽室,由内而外向四周同时传导热量。由于蒸汽室是一个复杂空腔,很难直接得到模具的加热接触面积,且蒸汽室各部位的壁厚并不统一,传导热量所经过的距离也无法确定。为了简化计算,只要模具中加热升温至最终温度所需时间最长的部位达到热稳定状态即可。而物体加热升温难易程度的本质是热阻的大小,其计算公式为

$$R = \frac{T - T_0}{P} \quad (9)$$

式中, R 为热阻, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{W}^{-1}$ 。

与式(7)联立计算, 可得到热阻与热导率的关系式:

$$R = \frac{H}{\lambda A} \quad (10)$$

由式(10)可知, R 与 H 成正比、与 λ 及 A 成反比。结合图12可知, 模具蒸汽室内直接接触加热的底板壁厚最大(即 H , 内胎模具底板壁厚一般取 25~35 mm), 且 A 相较于蒸汽室的不规则顶面要小, 因此模具底板的热阻最大, 要达到热稳定状态所需的时间也最长。 A 及底板质量(m)的计算公式为

$$A = \frac{\pi}{4}(D_1^2 - D_2^2) \quad (11)$$

$$m = \frac{\pi}{4}(D^2 - D_3^2)L\rho \quad (12)$$

式中, ρ 为碳钢密度, 一般取 $7\,850\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

综上所述, 只需将参数 T_0 , T , λ , A , H 和 m 分别代入式(7)和(8), 计算出模具底板加热升温至规定温度所需时间即可, 并结合上述第2项控制措施就能将模具预热变形对内胎硫化飞边的负面影响降至最低。

2.2.3 模具型腔及分型面遭到污染

轮胎硫化必然伴随着模具污染, 针对该问题只能是尽可能降低污染物对轮胎硫化质量的影响, 把污染物控制在合理范围内, 主要控制措施可分为如下2项。

(1) 定期清洗模具。根据内胎分厂硫化生产经验, 一般将模具清洗周期定为一周左右, 到期必须清洗, 保证模具型腔及分型面的洁净度, 避免模具内的杂质影响内胎硫化质量。轮胎模具清洗是一项十分成熟的技术, 传统洗模技术可分为物理洗模和化学洗模, 各有优缺点。前者主要指喷砂洗模法, 也是我公司主要采用的方法, 具有简单易行的特点, 但每次洗模都必须拆下模具送入洗模间操作, 劳动强度大, 且洗模时高压石英砂射流对模具损伤较大; 后者主要是采用某些化学溶剂清洗模具, 成本低, 使用方便, 但对模具具有腐蚀作用, 对环境及人员的伤害也较大。此外随着技术的进步, 业内开发了几项新型洗模技术, 包括超声波洗模法、激光洗模法、干冰洗模法等。目前我公司正在逐步推广干冰洗模技术, 其原理是通过压缩空

气将 2~14 nm 的干冰球状颗粒喷射至模具, 污染物冷冻脆化后即可被气流剥离带走, 无毒无污染, 对环境和人员比较友好。更重要的是, 此项技术大大提高了洗模的便利性, 当确认某台硫化机的内胎硫化飞边是由模具污染引起的, 无需拆卸模具即可直接在硫化机台上现场洗模, 降低劳动强度, 快捷高效。

(2) 加强模具洗模后的存放管理工作。闲置模具或更换规格拆卸下来的模具不可随意摆放, 须经过洗模处理后入库上架存放, 且表面还需盖布遮挡, 以免落灰污染模具; 若模具短时间内不会再次使用, 模具型腔、分型面、导向圆锥斜面等位置须喷涂防锈剂, 以防模具生锈污染。这可使模具再次使用时只需稍作清理即可马上投入生产, 减少了模具在洗模后存放期间遭受二次污染的可能性。

2.2.4 模具分型面破损

分型面破损、变形的模具必然会引起内胎硫化飞边, 必须修复后才能重新投入使用; 若破损过重而无法修复, 则只能淘汰报废。针对可以修复的模具, 主要有如下处理措施。

首先, 检测模具分型面破损程度。很多情况下模具分型面的破损、变形比较微小, 仅凭人眼无法精准判断破损位置及受损程度, 需采用着色法、压铅法进行检查。前者主要用于判断分型面具体的破损位置及变形范围, 具体是将着色剂涂抹满半块模具的分型面, 然后硫化机合模压实模具, 开模后检查另半块模具分型面的染色情况, 对应分型面未成功着色的部位即为破损变形位置; 后者主要用于检测分型面破损变形的程度, 在确认分型面具体破损位置后, 截取4段软铅丝均匀对角放置于分型面表面, 然后利用硫化机的合模力压扁软铅丝, 开模后再用千分尺分别测量对比4根软铅丝厚度, 放置于破损位置的软铅丝厚度相较于正常位置的3根软铅丝要大, 如此即可检测出破损位置分型面的间隙。

其次, 修复模具分型面。在确认分型面具体的变形位置及破损深度后, 可依据分型面的损伤程度采用不同处理方法。若损伤面较小, 可采用挤捻法或锻压法修复创面; 若损伤面较大、较深, 则一般采用补焊抛光法处理。

最后,装机检验。将修复后的模具安装于硫化机上,再次使用着色法及压铅法检验分型面修复效果,达标后模具方可重新投入使用。

2.3 硫化机工况

在正常情况下,只要员工不违规操作,每日按规定运维保养,硫化机工况是能够满足内胎硫化要求的。针对这批改造的液压内胎硫化机的热板变形及垂直升降导向机构磨损问题分别采取如下措施。

(1)将原空心热板更换为加厚的实心热板(见图13),增大热板承载强度,并加强培训,杜绝员工盲目提高硫化机液压系统压力现象。

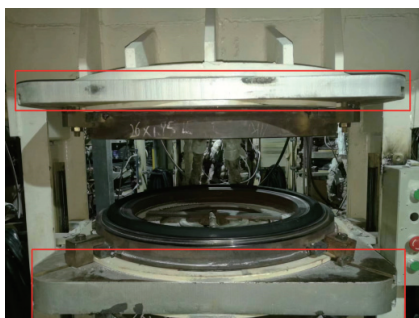


图13 热板改造实物

(2)由于工字型滚轮/铁板导轨的导向结构容易磨损,导向误差只能到达毫米级,导向精度不高,因此更换为直线滑轨/滑块导向机构(见图14),垂直升降的导向精度可以提高一个数量级。

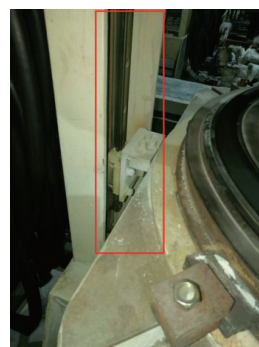


图14 导向机构改造实物

3 结语

只要研究清楚内胎硫化飞边的形成机理及对应的控制措施,研究成果就能推广运用到所有轮胎硫化生产中,这有助于降低轮胎硫化飞边出现的频率,并为生产一线建立控制硫化飞边的标准流程提供理论依据。

参考文献:

- [1] 焦志伟,孙嘉乐,张金云,等. 轮胎直压硫化内模温度的均匀性试验研究[J]. 橡胶工业,2023,70(6):456-462.
- [2] 蔡林峰,王剑波,汪鸿祥. 活络模硫化轮胎沟底胶边的产生原因及改善措施[J]. 轮胎工业,2021,41(9):579-582.
- [3] 杨顺根,白仲元. 橡胶工业手册:第九分册(上册)[M]. 北京:化学工业出版社,1992:984-986.
- [4] 葛新石,叶宏. 传热和传质基本原理[M]. 北京:化学工业出版社,2009:34-36.

收稿日期:2023-12-07

Cause Analysis and Control Measures of Vulcanization Flash Based on Hydraulic Inner Tube Curing Press

WU Jiayi

(Zhongce Rubber Group Co., Ltd., Hangzhou 310018, China)

Abstract: Based on the structural characteristics of the hydraulic inner tube curing press, the causes of the inner tube vulcanization flash problem were analyzed, and corresponding control measures were proposed. By accurately calculating the clamping force of the vulcanization press, inspecting the quality of the new mold, controlling the preheating deformation of the mold, strengthening the cleaning and storage management of the mold, replacing the hollow hot plate of the vulcanization press with a thickened solid hot plate, and replacing the guide mechanism from I-shaped rollers/iron plate rails to linear slide rails/sliders, the frequency of inner tube vulcanization flash was significantly reduced, which could provide a theoretical basis for the equipment maintenance process of inner tube vulcanization flash issues.

Key words: hydraulic inner tube curing press; vulcanization flash; mold; preheating deformation