激光全息/错位散斑/剪切干涉轮胎无损检测系统应用及全息气泡原因分析和解决措施

朱宇石，马国华

（朝阳浪马轮胎有限责任公司，辽宁 朝阳　122009）

摘要：介绍激光全息/错位散斑/剪切干涉轮胎无损检测系统应用及全息气泡产生原因和解决措施。该轮胎无损检测系统可以检测出肉眼和 X 光机检测不能发现的冠部和肩部气泡（即全息气泡）；全息气泡产生原因主要分为欠硫、有气体和有异物隔离 3 类；通过采取延长深花纹轮胎硫化时的二次定型时间、严格控制带束层包边质量、控制好垫胶底胶片的贴合位置、确保半成品部件表面无污染、更改成型机胎面压合步序和压力与后压辊形式及严格控制半成品尺寸和质量等措施，有效解决了轮胎全息气泡问题。

关键词：轮胎无损检测系统；全息检测；气泡

中图分类号：U463.341^{+}.3/.6；TQ330.4^{+}92　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1006-8171(2013)12-0753-05

随着人们对安全和环保的重视，对轮胎性能的要求越来越高。气泡作为轮胎的一种质量缺陷，是影响安全性能的重要因素之一。目前常规检测轮胎气泡最重要的手段是通过外观检查和 X 光机检测。但是随着轮胎制造设备和工艺的改进，气泡的数量和尺寸都在不断变小，气泡位置更加隐蔽，采用目前常规检测手段越来越难发现气泡的存在。轮胎在使用过程中 70%以上的损坏部位都集中在冠部和肩部，如胎肩脱层、胎冠爆和胎冠脱层等，这些缺陷很多是由气泡引发的。冠部和肩部存在的气泡往往都是肉眼和 X 光机检测不出来的，激光全息/错位散斑/剪切干涉轮胎无损检测系统（以下简称全息机）则可以解决这个难题。

为了提高产品的内在品质，我公司于 2007 年从德国斯态因・比希勒公司引进了一套激光 Intact 1200-2 型全息机，经过多年的检测以及大量试验，在全息机的应用以及分析和解决胎肩和胎冠气泡问题方面积累了一定经验，通过对全息气泡的产生原因进行分析并采取相应解决措施，提高了产品的综合性能。

作者简介：朱宇石（1982—），男，吉林省吉林市人，朝阳浪马轮胎有限责任公司工程师，学士，主要从事轮胎配方设计、硫化工艺设计和管理工作。

1　全息机的应用

1.1　室内外检测

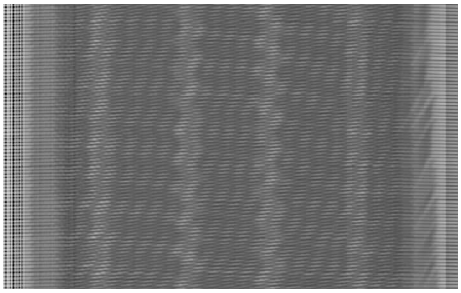
轮胎企业在进行结构、工艺以及配方方面的技术改进时，往往需要进行室内试验甚至室外试验进行验证，包括耐久性、高速以及路试等。这些试验轮胎之前虽然进行了外观、X 光和动平衡的检测，但是在室内外试验过程中还是会出现一些不正常的损坏，却无法找到正确原因，往往需要进行重复试验，有时甚至得出错误结论，从而大大影响试验进程。为此，我公司要求所有进行室内外试验的轮胎都要先进行全息检测，可以大幅提高试验的准确率，缩短试验周期。

1.2　缺陷判定

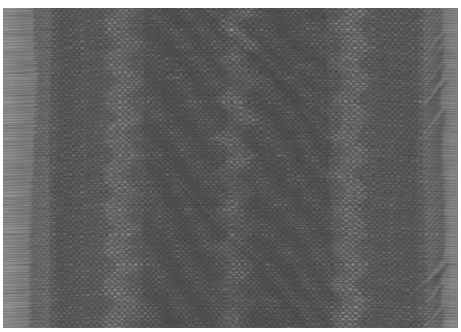
在常规轮胎检测中会出现一些无法确定的质量缺陷，如图 1 所示的两条存在带束层边部松散缺陷的轮胎，在引进全息机之前一直认为是由于成型拉伸的原因造成的。引进全息机后，将两条轮胎进行全息检测以及解剖后发现，图 1(a)所示轮胎没有气泡，带束层边部松散是由于带束层拉伸造成的；图 1(b)所示轮胎有气泡，气泡造成了带束层边部松散（见图 2）。

1.3　硫化起泡点确认

我公司轮胎的硫化周期是通过先确认硫化起泡点与硫化测温相结合的方式来确定的，其中硫



(a)无气泡



(b)有气泡

图 1 带束层松散 X 光检测照片

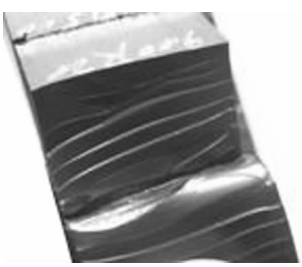


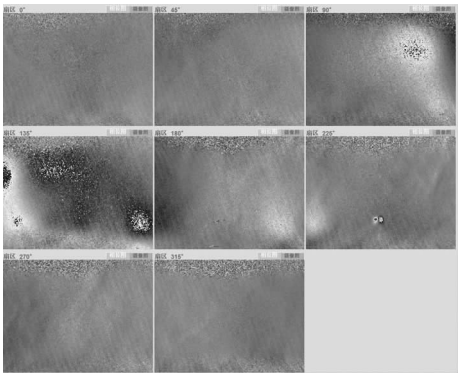
图 2 有气泡的带束层松散解剖断面

化起泡点时间的确定尤为重要。以往都是通过在一条轮胎上割对称的两个断面,然后再解剖断面寻找起泡点。由于轮胎不同位置在硫化过程中往往不会达到硫化速度一致,因此这种方法很不容易找到起泡点。如图 3 所示的气泡在没有全息机的情况下被找到的概率很小;有全息机之后,就很容易通过定位找到,从而进行解剖分析,一方面提高了轮胎硫化周期确认的准确度,另一方面降低了解剖轮胎的数量。

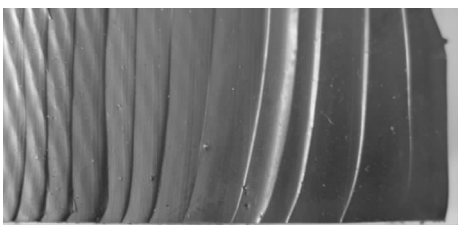
2 全息气泡的分布特点

(1)深花纹和开肩花纹出现全息气泡的概率大于顺向花纹。

(2)小规格、薄垫胶的轮胎容易出现全息气泡。



(a)全息检测照片



(b)解剖断面

图 3 起泡点全息检测照片和解剖断面

(3)全息气泡(欠硫气泡除外)多数出现在单侧,双侧均出现气泡的少,而且和成型机有很强的对应关系(全息气泡产生概率从小到大顺序为 TR25 型成型机、三鼓成型机和 GX 型成型机),和硫化机没有对应关系。

(4)欠硫造成的全息气泡基本上位于硫化机下模处的轮胎部位。

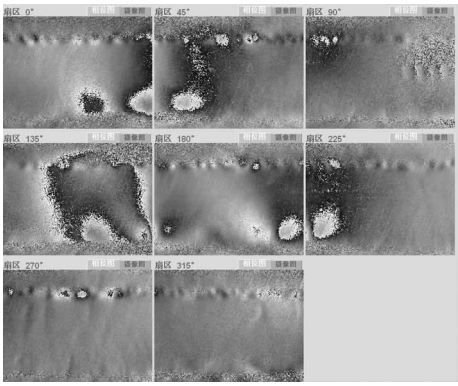
3 产生原因

胎肩和胎冠全息气泡产生的原因可以分为 3 类,即欠硫、有气体和有异物隔离。

3.1 欠硫

我公司的轮胎产品最后完成硫化的位置在第 2 与第 3 带束层之间,这是传热最慢的位置,因此欠硫一般都发生于此。图 4 示出了有全息气泡的欠硫轮胎全息检测照片以及解剖断面。

从图 4 可以看出,全息气泡在图像上的位置一般是靠近图像的边缘,或单个或多个。其产生原因主要为温度不够高,尤其是当硫化机停机时间过长之后,外温和内温都比连续生产的情况下要低,升温也慢。



(a)全息检测照片

(b)解剖断面

图 4　有全息气泡的欠硫轮胎全息检测照片和解剖断面

3.2　有气体和有异物隔离

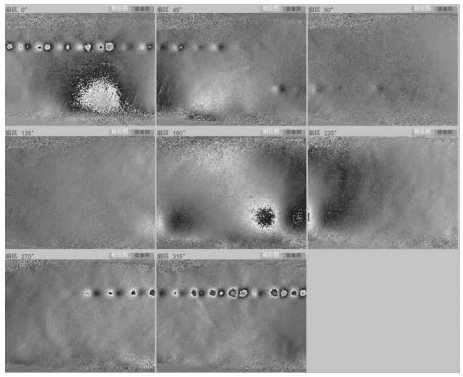
3.2.1　胎面与带束层之间

开肩花纹或深花纹块轮胎的全息气泡多数出现在花纹块下方,图像表现为每个花纹块下面都有一个气泡,如图 5 所示;闭肩的顺向花纹轮胎的全息气泡图像表现为在花纹块下有一条顺着花纹方向的鼓起,如图 6 所示。分析其产生原因如下。

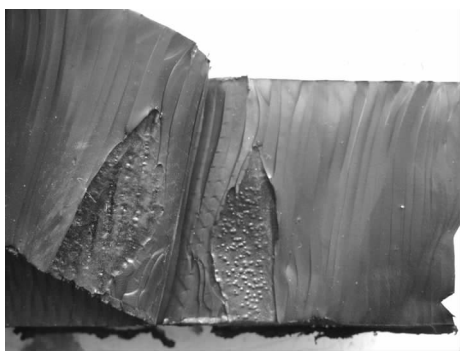
(1)在硫化合模过程中,模具花纹沟先与胎面接触,花纹块后与胎面接触,造成胎坯表面受力不均匀,容易产生全息气泡。轮胎的开肩程度和花纹块越大,则出现全息气泡的概率越高,气泡尺寸也越大。

(2)不同的成型机在胎面压合步序上存在一些差异,如压合时间、压力以及后压辊形式,造成同一规格、花纹轮胎在不同成型机上出现全息气泡的概率和大小不相同。

(3)第 3 或第 4 带束层搭接过大,形成较大的过渡,造成局部气体含量过高。

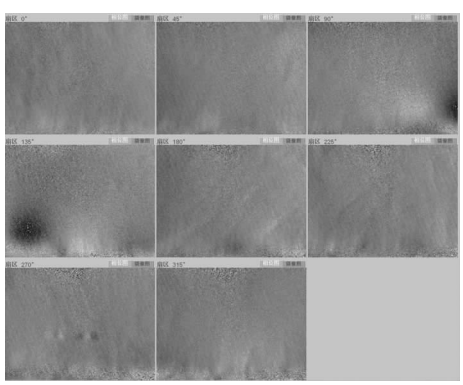


(a)全息检测照片

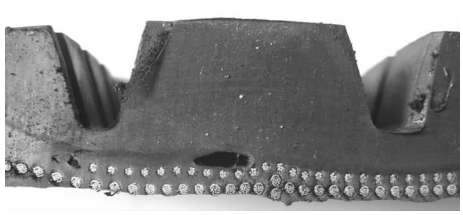


(b)解剖断面

图 5　有气泡深花纹块轮胎全息检测照片以及解剖断面



(a)全息检测照片



(b)解剖断面

图 6　有气泡顺向花纹轮胎全息检测照片以及解剖断面

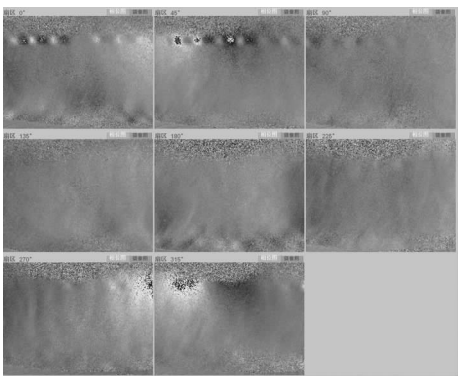
(4)挤出半成品胎面在与底胶片贴合过程中容易产生复合气泡,在成型过程中复合气泡中气

体不容易排出。

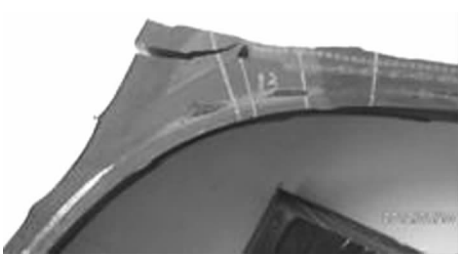
(5)部件污染造成隔离。

3.2.2 垫胶顶端与第 2 带束层结合部位

垫胶顶端与第 2 带束层结合部位全息气泡位于全息图像的两端 1/4 处,通常情况下全息气泡的数量较多,而且以贯通的形式为主,如图 7 所示。其产生原因如下。



(a)全息检测照片



(b)解剖断面

图 7 垫胶端点气泡全息检测照片和解剖断面

(1)垫胶粘度不够,造成胎面与垫胶之间的粘合性能下降。

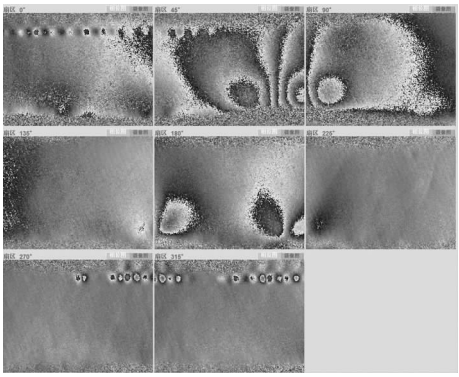
(2)垫胶、带束层或者胎面由于某种原因在成型过程中偏移,造成垫胶端点部位胶料不足,产生全息气泡,如图 8 所示。

(3)某些规格轮胎花纹存在结构设计或者工艺设计上的不足,造成垫胶端点部位胶料不足,产生全息气泡。

(4)在垫胶挤出后,半成品部件尺寸不够,造成胶料不足,产生全息气泡。

3.2.3 垫胶里侧与第 2 带束层之间

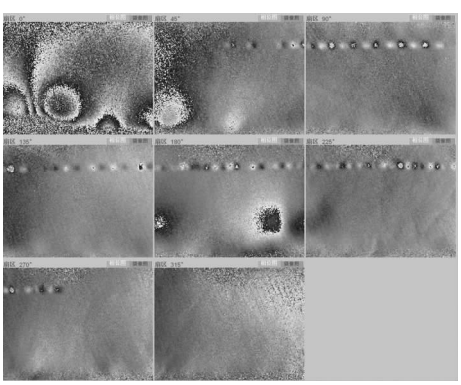
垫胶里侧与第 2 带束层之间全息气泡位于全息图像的两端 1/4 处,数量很多。这种全息气泡深度大,但体积小。从断面上看,这种气泡基本上都是贯通的,如图9所示。其产生原因是垫胶贴



(a)全息检测照片

(b)解剖断面

图 8 部件偏移产生气泡全息检测照片和解剖断面



(a)全息检测照片

(b)解剖断面

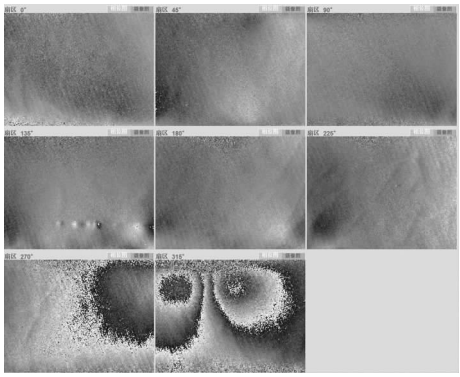
图 9 垫胶里侧与第 2 带束层之间气泡全息检测照片和解剖断面

合位置偏移[见图 9(b)],或者第 2 带束层位置偏移。

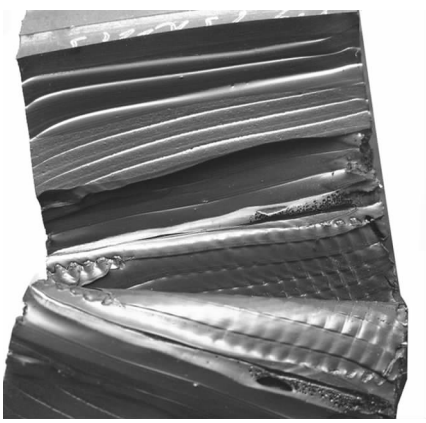
3.2.4 各带束层端点

各带束层端点全息气泡的位置不固定,数量

不多,体积比较小,如图 10 所示。其产生原因主要是各带束层的包边质量不好,带束层与包边胶片之间存在气体,在生产过程中气体排不出去,最终形成全息气泡。



(a)全息检测照片



(b)解剖断面

图 10　各带束层端点气泡全息检测照片和解剖断面

4　解决措施

(1)适当延长深花纹轮胎硫化时的二次定型时间。

(2)硫化机由于某种原因而不能连续生产时,应严格按照工艺要求进行延时硫化。

(3)加强过程控制,消除胎面与底胶片之间的复合气泡。

(4)严格控制带束层包边质量,带束层端点与包边胶片之间不能有气泡。

(5)加强对成型操作工的培训和工艺抽查力度,严格控制垫胶、带束层以及胎面的定位。

(6)控制好垫胶底胶片的贴合位置。

(7)加强对半成品部件的检测,部件表面不能有污染。

(8)增强半成品部件粘性的检测,保证垫胶表面粘性不降低。

(9)更改成型机胎面压合步序、压力以及后压辊形式。

(10)对某些规格轮胎进行重新设计,增加容易出现胶料不足部位的胶料。

(11)更改一些规格轮胎的成型工艺,重新确定垫胶定位参数。

(12)严格控制半成品部件的尺寸和质量,尤其是肩部位置的半成品部件,避免出现胶料不足。

(13)在工艺条件允许的情况下,能压排气线的部件均要增设排气线。

5　结语

通过运用全息机对轮胎气泡进行检测,对全息气泡的产生原因进行分析,并采取相应解决措施,我公司轮胎质量明显提高,胎肩和胎冠全息气泡缺陷率大幅下降,同时在市场上因胎冠问题而理赔的轮胎产品比例也有所降低。

收稿日期:2013-06-27

一种轮胎定型硫化机中心机构

中图分类号:TQ330.4+7　　**文献标志码**:D

由北京化工大学申请的专利(公开号　CN 103317635A,公开日期　2013-09-25)“一种轮胎定型硫化机中心机构”,涉及的轮胎定型硫化机中心机构以过热水为导热介质,主要包括上端盖和下端盖两部分,上端盖下端内腔通过螺纹与下端盖圆形凸台连接,下端盖通过螺纹固定连接在轮胎定型硫化机中心机构底座上。通过将进水和出水位置设置在不同高度的平面上来延长过热水作用时间,沿轴向均匀设置 3 排上端盖喷射孔,利用其喷射角度和高度将过热水喷射到胶囊内各个角落,增强胶囊内整个空间的热交换效率,减小空间内温差,提高轮胎硫化均匀性和硫化效率,最终改善轮胎使用性能。

(本刊编辑部　马　晓)