

轮胎自动 X-射线检验

Ted G. Neuhaus 著 贺海留编译 涂学忠校

轮胎 X-射线检验是当代普遍且被证实是行之有效的质量检验方法。全球所有轮胎公司对生产的轮胎产品都采用 X-射线检验。尽管得不到精确的数字,但估计目前在用的无损 X-射线轮胎检验装置多达 325 个。

什么因素使我们优先选用 X-射线作为子午线轮胎生产型无损检验方法呢?

A. 全景 X-射线管完善了线性二极管矩阵技术,为在 25—35s 的时间内完成轮胎检验创造了条件。

B. 目前轮胎公司已找到了轮胎破坏、行驶质量与低劣的成型技术之间的直接相关性。

C. 所有技术等级轮胎 X-射线图像判定的简易性。

D. 轮胎的 X-射线检验是定量的,结构上的偏差是可测量和可识别的。

E. 从一个胎圈到另一个胎圈全部帘线材料的检验。

F. X-射线检验设有轮胎的准备和停产时间要求。

G. X-射线系统的运行不受工厂温度和振动的制约。

引言

X-射线系统的市场契机主要归因于 3 项进展:

(1) 子午线轮胎总产量的显著增加,而其部件的定位及检验在确保子午线轮胎质量、安全性及磨损性能上至关重要。

(2) 和斜交轮胎技术相比,不容许有误差的单层子午线轮胎结构。事实上,目前大多数载重单层钢丝子午线轮胎都进行 X-射线检

验,大多数有速度等级的轿车胎都进行从胎圈到另一个胎圈的全面检验。单层轿车轮胎由于其较低的滚动阻力和较低的原材料成本,已提高了它在市场上的重要性。单层结构必须进行胎圈-胎圈检验,确保不出现接头裂开和接头过厚、结对帘线、S 状胎体帘线、交错帘线,并保证反包端的均匀性。X-射线检验将提供必要的定量分析——不仅仅显示出胎侧的“隆起”、“凹痕”及“大气泡”。

(3) 由 X-射线机制造商所围绕 X-射线管、轮胎输送机、机械手及荧光显像系统的设计改进。

轮胎公司主要是从费用和质量方面认识到无损 X-射线检验的广泛益处的。对不符合技术规范半成品轮胎进行早期鉴别,使其及时从生产线中剔除,可显著地节约成本,减少顾客的投诉,降低处理退赔轮胎的费用。

改善工艺管理,通常是另一个副产品,因为不断的 X-射线监控所得到的反馈结果对于提高轮胎成型工技术及训练新工人是非常宝贵的。

1 3 种 X-射线系统

根据输送机类型和机械手的设计,当今使用的轮胎 X-射线系统可分为手动、半自动及自动 3 种类型。

手动 X-射线系统要求技工用手将轮胎搬进辐射场内并安装到用于检验的扩张机械手上(图 1 略)。此系统比较适用于少量的硫化和未硫化的轿车及载重轮胎的统计检验。Ball 万能系统(手动系统)每小时可检验 6—10 条轮胎。

半自动 X-射线系统自动输送及安装轮

胎,检验扫描过程、旋转速度及时间由技工控制。此类型的典型代表是 Ball 的充气系统(AID)(图 2 略),其装、卸胎时间为 9s,外加平均 50—60s 的胎圈-胎圈检验时间。

自动 X-射线系统占目前在用的 325 套系统的一半左右,包括混合格格轮胎的输送、尺寸测量、定位及胎圈-胎圈扫描检验的最佳参数选择都完全自动进行,用 PLC 对所有操作编程加以控制。使用 Ball 的 1027B 型或 1327LDA 型时,轮胎分级由技工目测完成,根据轮胎规格、帘线种类及显像系统类型,检验时间为 30—90s。

对于自动、高速 X-射线轮胎检验系统,下列先决条件是必须具备的:

A. 可把规格随机混合的轮胎自动输送进 X-射线系统;

B. 能分辨各种帘线材料及检测气泡;

C. X-射线管能够迅速插入轮胎腔中,自动定位在两胎圈间的中心线上;

D. 在胎圈-胎圈全扫描中,应用自动跟踪 X-射线管的 X-射线摄像机(图 3 略)。为了获得不同规格轮胎胎侧的最佳图像,摄像机必须自动定位在扫描轴上。如果使用 180°二极管矩阵系统(图 4 略),则要求运动的仅是胎腔里的 X-射线管和轮胎的旋转。对于图像质量而言,重要的是荧光屏和环绕摄像机的二极管阵列要接近平行于轮胎的胎侧、胎肩和胎面等表面,不平行导致测量不精确。

E. 适应多种规格轮胎的机械手,其安装由上侧胎侧区域的 4 个等距扩张杆和下侧胎侧处的四杆完成(图 5 略)。此设计为测量轮胎部件位置提供了最精确的旋转中心线。

2 最佳条件选配

为什么我们要优化轮胎部件的几何投影?有许多用途,但这里只谈几个例子。

(1)尤其是在规格变化时,只有达到合适的角度,才能观察到一些轮胎部件。使用环胎腔和 X-射线管观察钢丝圈后面的胎圈包布

是一个很好的例子。

(2)视野必须随轮胎规格的变化而校正。例如:整个带束层面必须在胎肩-胎肩的一个视野里检验,完成此项工作的唯一方法是,随轮胎规格变化,改变摄像机和 X-射线管的位置。

(3)胎肩区域的球状空隙必须用特殊布局的 X-射线来检验,以提供最大缺陷宽度显示。

(4)一些轮胎帘线要求放大技术。例如:芳纶帘线要求特殊的摄像机定位,以得到放大的图像。

当轮胎 X-射线检验工看一幅图像时,他看到的是两个参数——对比度和分辨率(或清晰度)的结合。对比度是指电视监视器图像的各个区域明暗差别程度。高对比度图像表明了轮胎胎面区薄厚断面之间的显著差别,而低对比度图像则表明了光深淡的等级。分辨率或清晰度有助于增强图像中很细微的细节。然而,分辨率或清晰度是我们不能直接量度的一些东西,但肉眼却能察觉。成像摄像机和 X-射线管必须按程序独立运动,以获得最大清晰度。

检查胎面时我们所看到的对比度称作被摄物对比度。在像轮胎胎侧这样厚度均匀的区域,对比度很低,因此我们可能必须通过自动按程序移动摄像机和 X-射线管的距离来分辨帘线,从而增强荧光屏的对比度。同时检查薄和厚的胎面断面里的尼龙帘线可能是十分困难的。在这种情况下,无论在厚或薄区域,荧光屏的对比度都是不够的,但却有足够宽度能同时观察一些最厚的部分。部件间隔必须再一次用编程计算机控制器优化。

3 生产率因素

在评价 X-射线技术时,轮胎工业通常提出这样的问题:什么因素决定 X-射线系统的生产率?每天的检验率能被保证吗?变量是什么?

如果假设 X-射线系统的设计者和生产者已经用机械学和电子学的方法使检验效率最佳化,我们能确定特定规格轮胎的装胎和卸胎所用时间,然后加上胎圈-胎圈的检验时间,可得到实际的生产率。

然而,检验时间将随下列因素变化。

(1)线性二极管矩阵扫描分流直像管型摄像机。用线性二极管在 3 个电视监视器上观察轮胎旋转 1 圈的图像,或用分流直像管摄像机在 1 个监视器上观察轮胎旋转 3 圈的图像。

(2)帘线材料类型。由于材料密度及旋转速度的变化,帘线材料没有相同的 X-射线成像分辨率。例如:钢丝帘线可在高速旋转时检验,而芳纶帘线则必须在较低速度下检验。

(3)检验区域的数量。

(4)每条轮胎缺陷参数的数量。

(5)技师的经验。

为了得到精确的生产率,需要深入研究轮胎结构、规格、质量参数的数量及实际扫描时间的混合作用。确定这个数据后,加上装卸轮胎的时间,这样,在现有设备的框架内,有可能预估出检验每条轮胎所需时间和成本。

4 检验过程

当轮胎被安装在电动机驱动的机械手上旋转时,X-射线检验过程开始。为了 X-射线管容易插入,轮胎胎圈被撑开,X-射线管发出放射到荧光屏和电视摄像机或弯曲二极管探测器矩阵上的锥形或全景射线束,这些探测器产生类似于与接收放射量成正比的 X 光法的轮胎图像。

借助于装备有高速镜头的分流直像管型电视摄像机,通过前面镜观察摄像机荧光屏。质量检验技师用遥控电视监视器演示轮胎图像。轮胎的全范围检验由扫描放射锥及包围旋转轮胎的摄像机完成。

单个扫描 X-射线管(例如已申请专利的 Ball 灯塔设计)能够迅速插入位于胎圈之间

中心线上的胎腔里,以优化检验轮胎的几何条件。X-射线管在中心线上位置以及进出胎腔的灵活性,优化了轮胎规格和结构变化时的检验图像。扫描灯塔锥形射线束的缺点是其检验时间长。若轮胎转 3 圈,典型的 10.00 R20 钢丝载重轮胎的胎圈-胎圈扫描时间为 70—90s(胎侧-胎面-胎侧)。

对于轮胎胎面和胎侧部件,理想的 X-射线检验位于垂直于轮胎表面的位置,一些轮胎 X-射线系统在轮胎外面采用 3 个固定位置 X-射线管,以兼顾用于评价各种规格轮胎的观察几何角度。

5 新的发展

让我们特别谈一下自动生产型轮胎 X-射线系统的最新发展——线性二极管矩阵型 1327LDA。

线性二极管矩阵摄像机是一组 24 个的印刷电路板,每板有 64 个 X-射线探测器通道,每个矩阵总计就有 1536 个通道。设计了 180°摄像机探测器矩阵用于数据采集率高达每 2ms1536 个采样的实时数字缝隙 X-射线检验系统。X-射线探测器由偶合 16 个单元线性光电二极管矩阵的硫氧化钆闪烁荧光屏组成,荧光屏将入射 X-射线转换为可见光子,继而由光电二极管转换为电流。4 个可换式 16 通道 X-射线探测器组件安装到每块探测器板上,形成连续的 64 通道摄像机矩阵。

将 64 通道环形探测器板安装到 180°U 型气冷摄像机罩内,并为检测最大规格轮胎环面优化其形状。

当平面线性二极管矩阵用到胎侧和胎面区域时,图像特性产生几何失真且不能从胎圈到胎圈全部覆盖轮胎,特别是在胎肩区域。

用环绕二极管摄像机技术的轮胎 X-射线检验,要求开发具有如下特性的 X-射线管:

- A. 不用水冷过滤的铍窗放射门;
- B. 总体轮廓尺寸小;

C. 有效小尺寸聚焦点及 270° — 300° 全景;

D. 具有高可靠性的水冷连续工作周期。

线性二极管矩阵最重要的优点是轮胎仅旋转 1 圈的检验速度。用 3 个独立的监视器实现对轮胎的胎圈-胎圈检验。在一次检验中, X-射线系统操作者能完全检验连接成整体的胎体, 不需要进行 3 圈或 4 圈的旋转。

线性二极管矩阵(L. D. A.)的图像细节及对对比敏感度远优于扫描分流直像管摄像机。线性二极管矩阵设计对此改进的贡献是用铅狭缝平行光管减少了对探测器的次级辐射。散射辐射具有随机方向性及不同的能量, 从而降低了分流直像管摄像机的图像质量。

线性二极管矩阵摄像机以更高的清晰度更详细地检验轮胎的胎圈区域, 二极管矩阵不像分流直像管或光导摄像电视显像管那样, 因“生”辐射出现图像浮散度。

线性二极管矩阵检验速度优势的第 2 个原因是其运动部件的减少或取消。因有环绕摄像机及全景 X-射线管, 取消了扫描分流直像管“C”形框架及扫描灯塔 X-射线管。

为了比较 Ball 生产型 X-射线系统的设计历史, 附表列出了有关数据。

最后, 特别要指出, 这些发展有助于提供生产型 X-射线自动检验系统——一个不用操作工整理分析试验结果的系统。Ball 公司和轮胎工业持续密切合作, 将一定能促进这一发展。

附表 典型生产型 x-射线系统检验时间
(以检验轮胎为 10.00R20 钢丝载重
轮胎及每天工作 21h 计算)

时间	生产效率, 条·d ⁻¹
1975 年[手动扫描(操作工挑选)]	200
1977 年[固定 5 扫描(计算机化程序)]	350—500
1981 年[程序控制 3 扫描(计算机化)]	540—840
1990 年(Ball1527 线性二极管矩阵系统)	1860

译自英国“Tire Technology International 1993”, P178—182

国内消息

轮胎内喷涂剂 DF-102 投入生产

湖北省十堰市虹宇化工公司采用国内新技术开发的轮胎内喷涂隔离剂 DF-102 已经投入生产。轮胎内喷涂剂是我国引进子午线轮胎技术中重要的配套产品, 它直接影响到轮胎的外观质量。现今我国使用的内喷涂隔离剂普遍存在着堵喷咀、易漂流、分散性差、成膜时间长以及易沉淀、易霉变等缺陷。新型喷涂剂 DF-102 在这些关键方面显示了独特的优越性。

DF-102 为水基型浅棕色粘稠状物质, 固体含量为 40%—50%, 粘度为 750—3500mPa·s, pH 值为 6—9。

DF-102 已经在东风金狮轮胎有限公司轿车轮胎生产线上使用。该公司还将 DF-102 与传统的滑石粉和美国产品 IL-8001 进行了对比试验。试验结果表明, DF-102 性能优异, 表现为沉淀速度慢, 轻轻晃动即可均匀化; 停机 10 天也不堵塞喷咀; 喷涂液分布均匀、干化时间短、无任何窝气现象; 存放期间不霉变、不长毛、不发臭; 挥发性小, 无须特殊防爆、防火设施, 可确保操作安全; 无毒无害, 即使溅到皮肤、衣物上, 用清水冲净即可, 不会造成任何伤害。

DF-102 在轿车轮胎中的用量一般为 20g 左右, 可达到胎面光亮、延长胶囊使用寿命的目的。

(湖北虹宇化工公司 吴肯堂供稿)