

QM-500 型气密层生产线 与试生产

苏 超

(江苏轮胎厂 221006)

摘要 简述气密层生产工艺设计,全面介绍 QM-500 型气密层生产线的工艺原理、参数优选、结构设计、功能特性及使用该设备对 185/70SR13 轿车轮胎气密层的试生产。针对具体使用情况,参照国外先进设备对该生产线提出了进一步改进意见。

关键词 无内胎轮胎,气密层

1993 年江苏轮胎厂和化工部北京橡胶工业研究设计院联合开发 185/70SR 13 无内胎子午线轮胎,实现了用全套国产化技术和国产化装备生产无内胎子午线轮胎的目标。生产的 185/70SR 13 无内胎子午线轮胎通过了国家橡胶轮胎质量监督检测中心的检测,各项技术指标均达到国家标准。这项工作不仅为我国生产无内胎子午线轮胎积累了成功的经验,而且设计生产出了制造无内胎轮胎气密层的专用设备——QM-500 型无内胎轮胎气密层生产线。本文将围绕气密层的制造工艺及气密层制造专用设备进行探讨。

1 气密层制造工艺

气密层制造工艺有压延法和挤出法两种。考虑到我国四辊压延机生产历史悠久,四辊压延工艺在我国轮胎厂广泛应用,技术比较成熟,工艺、机械性能方面基本上可以满足

气密层胶片的生產要求,故选用了压延工艺制造气密层。

气密层压延工艺制造法,就其本质来说,是通过四辊压延机同时压出两片不同配方、不同厚度和不同宽度的胶片,经过贴合、冷却和卷取等工序制造气密层的方法。

我们通过消化吸收国外先进的气密层生产工艺,结合国内轮胎生产状况,与化工部北京橡胶工业研究设计院共同开发出气密层制造工艺,其方案详见图 1。

2 QM-500 型气密层生产线设计

2.1 基本技术参数

在参考台湾鑫昌机械制造股份公司、德国 BERSTORFF 公司等厂家的挤出法和压延法主要有关工艺技术参数的基础上,结合国内轮胎厂生产状况以及国内四辊压延机主要性能,优选的基本技术参数如下:

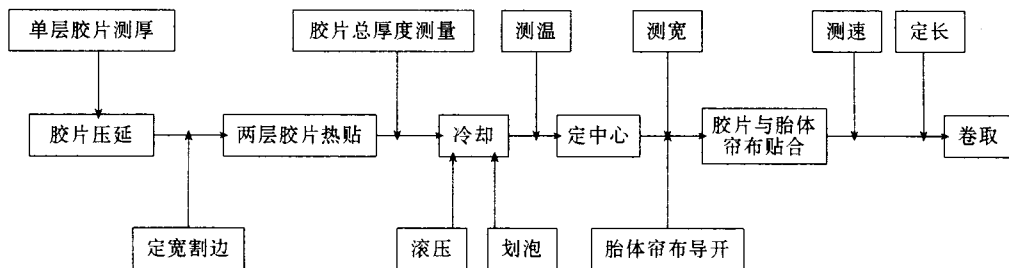


图1 气密层压延制造工艺流程图

(1)气密层线速度	2—15m·min ⁻¹	(11)输送带宽度	700mm
(2)气密层胶片最大宽度	500mm	(12)卷取工位数	4
(3)胎体帘布最大宽度	600mm	(13)冷却水压力	0.2—0.5MPa
(4)一次贴合层数	2—4层	(14)压缩空气压力	0.5—0.8MPa
(5)气密层卷取温度	<25℃	(15)拖动方式	交流异步电动机变频调速
(6)单层胶片厚度	0.2—2.5mm	(16)控制方式	PLC 程序控制
(7)单层胶片厚度偏差	±0.02mm	2.2 气密层生产线总体结构及工作原理	
(8)单层胶片宽度偏差	±1.0mm	气密层生产线总体结构见图2。	
(9)胶片贴合中心最大偏差	2mm	由图2可见,该气密层制造工艺属压延	
(10)胶片最大卷取直径	Φ400mm		

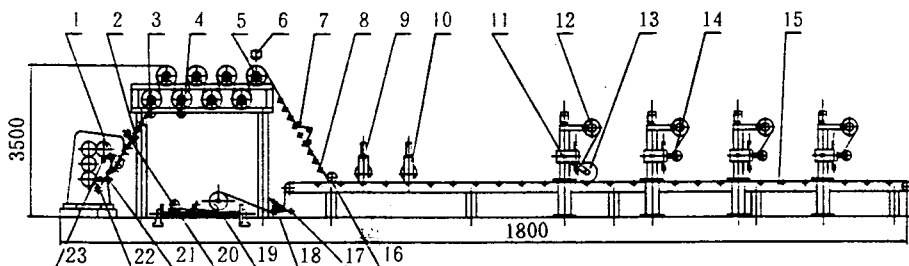


图2 气密层生产线工艺装备结构总图

1—4Γ630 四辊压延机;2—托辊式接取装置;3—弹性多片碾压装置;4—旋转划泡装置;5—迷宫结构冷却装置;
6—无接触红外测温仪;7—光电-液压定中心装置;8—自由收缩轨道;9—光电速度测量装置;10—光电定
长装置;11—自动卷取装置;12—垫布卷;13—气密层卷;14—玻璃钢轴;15—卷取输送装置;16—滚珠
式多片压辊;17—托辊;18—速度补偿装置;19—胎体帘布双工位导开装置;20—透射式无接触同位
素测厚仪;21—同步热贴装置;22—同步定宽割边装置;23—反射式无接触同位素测厚仪

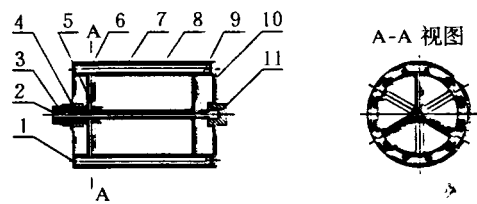
制造薄胶片的范畴。通过Γ型四辊压延机(1)的1[#]和2[#]辊压出含100%卤化丁基橡胶的薄胶片,3[#]和4[#]辊压出含有适当比例的卤化丁基橡胶薄胶片(该层胶片我们称之为过渡胶片,因其胶料性能介于第1层气密层与胎体帘布胶之间,主要目的是为了提高气密层与胎体帘布胶的贴合性能,防止轮胎使用过程中出现脱层)。经过同步定宽割边装置(22)割边定宽后的两片不同宽度的胶片首先通过同步热贴装置(21)进行热贴,再进入具有一定温度梯度的一系列迷宫结构冷却辊(5)进行冷却(冷却过程中的线性收缩由冷却辊之间的光电速度补偿器进行收缩补偿)。冷却温度由无接触红外测温仪(6)通过调节冷却介质流量控制冷却温度。气密层胶片在与胎体帘布贴合之前需经过光电-液压定中心

装置(7)进行定中心处理。胎体帘布由位于冷却装置下面的双工位导开装置(19)导出并与定中心后的气密层胶片贴合。最后由四工位自动卷取装置(11)进行顺序卷取。丙纶垫布从四工位自动卷取装置的恒张力导开机构导出(垫布的导开张力在一定的调节范围内可通过磁粉离合器进行无级调节)。单层气密层胶片厚度的测量通过反射式无接触同位素测厚仪(23)检测,两层气密层胶片贴合后的厚度由透射式无接触同位素测厚仪(20)检测。在冷却过程中不仅要经过弹性多片辊(3)的再次滚压,还须通过旋转划泡装置(4)进行排气处理。

2.3 迷宫结构冷却辊

由于气密层生产工艺要求每个冷却辊表面温度均匀一致,温度梯度尽可能小,因此我

们选择迷宫结构冷却辊组成的八辊冷却装置。冷却介质通过双向内管旋转式旋转接头进入芯轴主进水管(2),通过 3 个进水支管(9)流入冷却辊的迷宫流道,经 S 形路径分别由 3 个出口汇集芯轴夹层体,由旋转接头流出。这种结构的冷却辊外表面温度梯度小(辊筒表面温差 $<2^{\circ}\text{C}$),冷却效果好。外层辊筒可以取出,水垢处理方便。辊筒表面精磨后镀硬 Cr 并进行抛光处理。其结构及冷却介质流动方向见图 3。



迷宫结构冷却水槽展开图

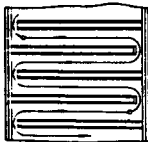


图 3 迷宫结构冷却辊

1—闷盖(I);2—主进水管;3—夹套;4—连接座(I);
5—回水管;6—辊筒体;7—迷宫芯体;8—迷宫腔隔离
胶管;9—进水支管;10—闷盖(II);11—连接座(II)

2.4 热贴装置

热贴装置的固定辊由四辊压延机驱动,线速度与四辊同步,固定辊中空结构内腔通入一定温度的循环介质,以保证恒温贴合。外表面精磨后镀硬 Cr 并作抛光处理。贴合辊由气缸驱动,辊面覆硅胶海绵层,硅胶海绵层外表面作聚四氟乙烯喷涂处理。

2.5 定宽割边装置

定宽割边装置由四辊压延机驱动,线速度与四辊同步。引取辊作表面淬火处理(HRC60±2),精磨后镀硬 Cr。该辊为中空结构,内腔通入一定温度的循环介质,以保证恒温定宽割边。割刀为旋转滚切结构,材质为 QSi3-1,硬度为(HRC55±2)。割刀对引取辊

的正压力可以通过旋转重锤自由调节。

2.6 弹性多片压辊装置

弹性多片压辊装置安装在冷却装置的第 1 个辊筒下边,上下运动由气缸驱动,电磁阀控制。压辊结构采用多片组合成套使用。辊圈套在星形高弹性橡胶体上,有利于滚压不同差级不同几何断面形状的气密层胶片。辊圈外表面镀硬 Cr,具体结构见图 4。

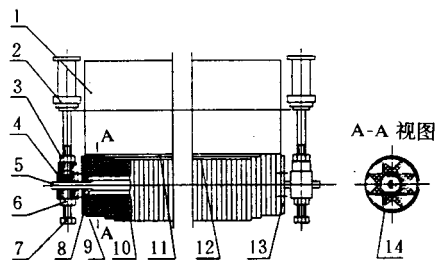


图 4 弹性多片压辊装置

1—迷宫结构冷却辊;2—气缸;3—螺母;4—连接座;
5—轴;6—螺母;7—螺栓;8—轴承;9—滚压环;
10—芯轴;11—气密层(I);12—气密层(II);
13—透盖;14—高弹性星形胶芯

2.7 旋转划泡装置

旋转划泡装置安装在冷却装置的第 3 个辊筒下边,上下运动由气缸驱动,电磁阀控制。环形割刀(12)间隔为 50mm,划泡辊的两端设有定位环(11)定位,可防止划刀损伤冷却辊筒外表面。具体结构见图 5。

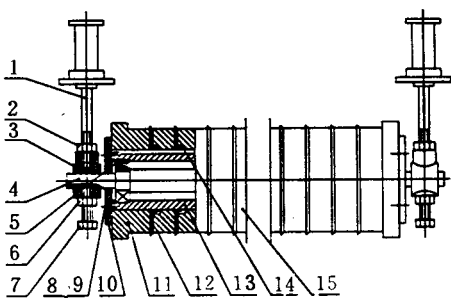


图 5 旋转划泡装置

1—气缸;2—螺母;3—连接座;4—通轴;5—轴承;6—螺母;
7—螺栓;8—螺钉;9—垫圈;10—透盖;11—定位环;
12—环形割刀;13—套;14—键;15—隔套

2.8 滚珠式多片压辊装置

滚珠式多片压辊由150组厚度为4mm的滚珠旋转压环组合而成。此结构的每组滚环都可作不同步上下运动,滚压体外壳(4)可作自由转动,从而实现胶片的再次压实及胎体帘布的贴合。此结构特点可有效地保证滚压受力部位为一轴线,保证滚压体受力均匀,确保贴合质量。该装置采用气缸驱动,电磁阀控制,见图6。

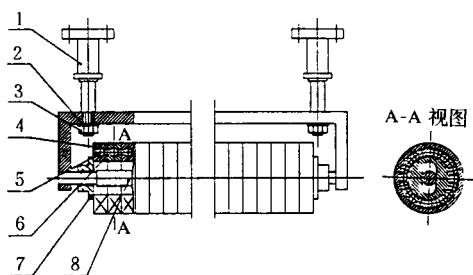


图6 滚珠式多片压辊装置

- 1—气缸;2—垫圈;3—螺母;4—滚压体外壳;5—滚珠;6—滚压体浮动内环;7—透盖;8—轴

2.9 卷取输送装置

卷取输送装置既用于气密层与胎体帘布

贴合又用于气密层的卷取,速度的同步性对气密层质量的影响非常大。因此输送装置的动力辊进行了包胶处理,选用摩擦面带有防滑网纹的丁腈橡胶环形无接头特种输送带。输送带下方每间隔120mm设置一套托辊系统。为了满足气密层胶片的自由收缩、消除内应力、稳定几何尺寸以及消除不同配方不同收缩率对气密层的影响,在冷却装置与卷取输送装置之间设置了速度补偿装置。

2.10 自动卷取装置

自动卷取装置采取悬臂结构,立轴(4)及臂架均由QGC160×120-L3重型气缸(2)驱动。在装垫布卷(28)和卸气密层卷(27)时,立轴及臂架同时升起120mm,并作90°圆周旋转运动,使得卷取机构平行于卷取输送装置(15),极大地方便了工人操作。机构的上、下旋转运动由FA125T90-G2齿轮齿条摆动气缸(24)控制,保证卷取机构的摩擦卷取完成,垫布卷及气密层卷均靠气缸驱动夹持头(5, 11, 12, 21)固定。垫布张力可通过磁粉离合器无级控制。为保证生产线连续作业,该套生产线采用四工位顺序卷取。结构见图7。

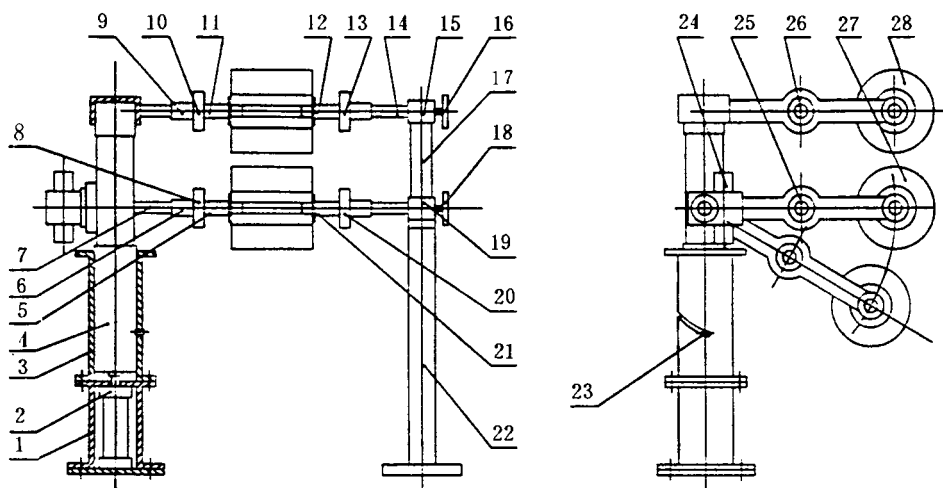


图7 自动卷取装置

- 1—工形座(I);2—气缸;3—工形座(II);4—立轴;5—夹持头;6—气缸;7—旋转轴;8—磁粉离合器(I);9—气缸;10—磁粉离合器(II);11—夹持头(III);12—夹持头(IV);13—磁粉离合器(V);14—夹持宽度调节杆;15—轴座;16—手轮(II);17—吊臂;18—手轮(I);19—轴座;20—磁粉离合器(II);21—夹持头(V);22—定位架;23—导向凸轮;24—摆动气缸;25—摆臂;26—横臂;27—气密层卷;28—垫布卷

2.11 光电检测-液压伺服定中心装置

气密层和胎体帘布贴合前需经过光电检测-液压伺服定中心装置的定中心处理。以便保证胎体帘布与气密层胶片贴合的对中性。该装置采用光电检测和比例积分型调偏机构。该机构测量精度高,纠偏精度为 $\pm 1\text{mm}$,纠偏速度快。整套装置由机械执行机构、液压站、电气控制部分和光电检测系统组成。

2.12 气动及电气系统

该生产线使用了 22 个驱动气缸控制,完成各机构的直线运动及周周围摆动。气动系统以油雾气体为工作介质。用排气节流消声阀对电磁换向阀进行节流消声控制,以控制运动速度,降低排气噪声。

整条生产线由 3 台交流异步电动机拖动。电机型号及额定功率分别为 Y160L-4/15kW, Y112M-4/4kW 和 Y100L2-4/3kW。控制系统采用调节器加变频器的方式,使冷却、卷取输送装置的线速度始终跟踪主机线速度,实现整机速度的“公调”与单元间协调运行速度的“自调”有机结合。通过电气联动变频调速,电流、转速双闭环控制,实现了整条生产线线速度自动跟踪、动态平衡、比例运转。主机控制采取两地操作(总控盘及设备主操作部分),控制系统采用日本 OMRON 公司 SYSMAC CQM1-PLC 可编程序控制器。变频器也是 OMRON 公司的产品,型号分别为 3G3/V-A4110, 3G31V-A4037 和 3G31V-A4022 型。

2.13 检测系统

检测系统包括下面几项:

(1)金属探测器,安装在供料胶带上,检测到金属物自动报警。

(2)无接触同位素自动测厚系统,分别连续检测上、下胶片厚度和热贴后胶片总厚度。

(3)无接触红外测量仪,连续检测冷却后胶片温度。

(4)光电线速度测量系统,连续检测胶片线速度。

(2)~(4)中的检测数据均在数码管显示屏及总控盘上显示。

3 185/70SR13 无内胎子午线轮胎气密层试生产

185/70SR13 无内胎子午线轮胎气密层工艺要点如下:

(1)供胶温度 70—75℃

(2)辊筒温度 60—70℃

(3)中心贴合偏差 $< 2\text{mm}$

(4)部件尺寸

上层(长 $\times$ 宽 $\times$ 厚) $[(1150\pm 3)\text{mm}\times(345\pm 3)\text{mm}\times(0.8\pm 0.05)\text{mm}]$

下层(长 $\times$ 宽 $\times$ 厚) $[(1150\pm 3)\text{mm}\times(375\pm 3)\text{mm}\times(1.0\pm 0.05)\text{mm}]$

该 QM-500 型气密层生产线目前已较顺利地生产出了合格的气密层胶片。胶片外观既光滑平整层间气泡又极少见,形状规矩、尺寸准确,具体数据详见徐州橡胶(集团)公司技术处的检测报告(附表)。

从附表可以看出,QM-500 型气密层生产线的速度跟踪性能优良,在一定的速度区间内可方便地进行无级调速,而且可保证气密层产品的尺寸精度。就其工艺性能而言,该套设备完全满足了轿车轮胎气密层生产的需要。

4 结语

江苏轮胎厂和化工部北京橡胶工业研究院设计院共同开发的 185/70SR13 无内胎子午线轮胎,目前已通过国家橡胶轮胎质量监督检验测试中心的检测,各项技术指标均达到国家标准。这标志着我国无内胎子午线轮胎在技术设计、工艺设计以及工装设备设计与制造的全面国产化综合技术水平又上升到一个新高度。QM-500 型无内胎轮胎气密层生产线填补了我国制造无内胎轮胎气密层专用设备的空白。该套设备目前已荣获两项国家专利(专利号分别为 ZL 94 24 26 27. 4 和

附表 185/70 SR13 气密层胶片

mm

线速度 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	上层胶片		下层胶片		成品厚度	贴合中心偏差	结果
	宽度	厚度	宽度	厚度			
4	345.0	0.8(-0.02)	375.1	1.0(-0.02)	1.8(-0.01)	1.2	合格
5	345.3	0.8(-0.02)	375.2	1.0(-0.02)	1.8(+0.01)	1.5	合格
6	345.5	0.8(-0.02)	375.5	1.0(-0.01)	1.8(+0.01)	1.0	合格
7	345.7	0.8(-0.01)	375.5	1.0(-0.01)	1.8(+0.02)	1.0	合格
8	346.1	0.8(-0.01)	375.3	1.0(-0.01)	1.8(+0.02)	1.1	合格
9	346.3	0.8(-0.01)	375.8	1.0(-0.01)	1.8(+0.02)	1.2	合格
10	347.1	0.8(-0.01)	376.1	1.0(-0.02)	1.8(+0.01)	1.5	合格
11	347.5	0.8(-0.02)	376.9	1.0(-0.02)	1.8(+0.01)	1.5	合格
12	347.5	0.8(-0.02)	376.9	1.0(-0.02)	1.8(+0.01)	1.4	合格

ZL94242306.2)。

为使徐州橡胶机械厂生产的 QM-500 型气密层生产线适应高标准无内胎子午线轮胎的规模生产,鉴于 185/70SR13 无内胎子午线轮胎气密层的生产实际情况和对国外气密层生产线的研究,对 QM-500 型气密层生产线提出以下几点改进建议,以便它能够尽快日臻完善,广泛地应用于我国轮胎工业。

(1)冷却装置的冷却辊分组由多台电机带动,每组间设置光电传感器进行速度负反馈协调系统速度的自动跟踪,进一步提高联动精度,高度适应气密层的线性收缩特性,确保气密层生产线的全线无张力工作状态。

(2)在摩擦卷取装置中增加液压平衡系统和定边机构,以便平衡卷取摩擦接触力,进一步适应现代化成型机的技术要求,适应现代化规模大生产。

(3)控制系统可以改用 STD 总线工业控制及 PLC 复合制机控制,进一步提高自动化控制精度和系统运行的可靠性。

(4)配置 CCD 固体摄像长度测量系统,用于动态无接触连续检测气密层胶片宽度,从而使该条生产线达到对气密层胶片厚度、宽度、温度一整套连续动态无接触检测,有利于气密层产品质量的全面控制。

收稿日期 1995-08-08