

我国全钢载重汽车子午线轮胎成型机的技术概况

郑捍东, 芮建华

(北京贝特里戴瑞科技发展有限公司, 北京 100024)

摘要:介绍我国全钢载重汽车子午线轮胎成型机的技术概况。阐述两鼓、三鼓和四鼓成型机的成型工艺、结构特点及相互差异。三鼓和四鼓成型机是成型机的主流发展产品。高效率、高成型质量、自动化、集成化、信息化是成型机发展的必由之路。

关键词:成型机; 成型鼓; 全钢载重汽车子午线轮胎

我国汽车工业、高速公路的发展大大促进了子午线轮胎的市场需求, 外资轮胎企业、国有轮胎企业、民营轮胎企业都加大了子午线轮胎的生产。尽管2008年的金融风暴使全钢载重汽车子午线轮胎的产销受挫, 但2009年原材料价格偏低却使全钢载重汽车子午线轮胎企业获得丰厚利润回报, 促成2010年新一轮全钢载重汽车子午线轮胎的增容扩产。在这场发展建设大潮中, 全钢载重汽车子午线轮胎企业的新建和扩建项目需要大量效率高、工艺先进的生产装备, 从而促进全钢载重汽车子午线轮胎生产设备的进一步发展。

本文介绍我国全钢载重汽车子午线轮胎成型机的分类、成型工艺、结构特点和发展方向。

1 分类

全钢载重汽车子午线轮胎成型机按成型鼓的数量分为两鼓、三鼓、四鼓成型机。从成型工艺步骤上分析, 三鼓和四鼓成型机的成型工艺是在两鼓成型机成型工艺的基础上, 将其顺行的工艺步骤拆分为多步并行, 以缩短单条轮胎的成型时间而发展起来的。

2 成型工艺

下面介绍的全钢载重汽车子午线轮胎成型机

均为一次法成型机。

2.1 两鼓成型机

两鼓成型机的成型工艺(见图1)如下。

辅助鼓:依次把各带束层和胎面定位铺贴在辅助鼓上, 组合成环状带束层/胎面复合件; 传递环左移到辅助鼓, 对中夹取带束层/胎面复合件后离开辅助鼓, 向右移出到等待位置。

成型鼓:依次把胎侧、内衬层、钢丝胎圈包布、胎体帘布、垫胶定位铺贴在成型鼓上。胎圈在鼓上定位缩紧后, 两胎圈慢慢向鼓中心收缩进行预定型、定型, 此时胎体充气膨胀。在定型状态, 夹取胎面组件的传递环移到成型鼓并对中; 进入超定型时, 膨胀的胎体紧贴胎面组件, 传递环将胎面组件放下并左移离开成型鼓到等待位置。

两侧的胎侧压辊滚压胎圈胶芯。胎面压辊滚压胎面。

反包胶囊、助推胶囊充气膨胀并快排收缩(机械鼓是反包杆撑起胎侧), 胎侧压辊滚压反包胎体和胎侧。

传递环右移到成型主鼓, 夹持胎坯左移离开成型主鼓。

传递环将胎坯放到卸胎器上, 卸胎器将胎坯卸放到胎坯存放盘或车上。

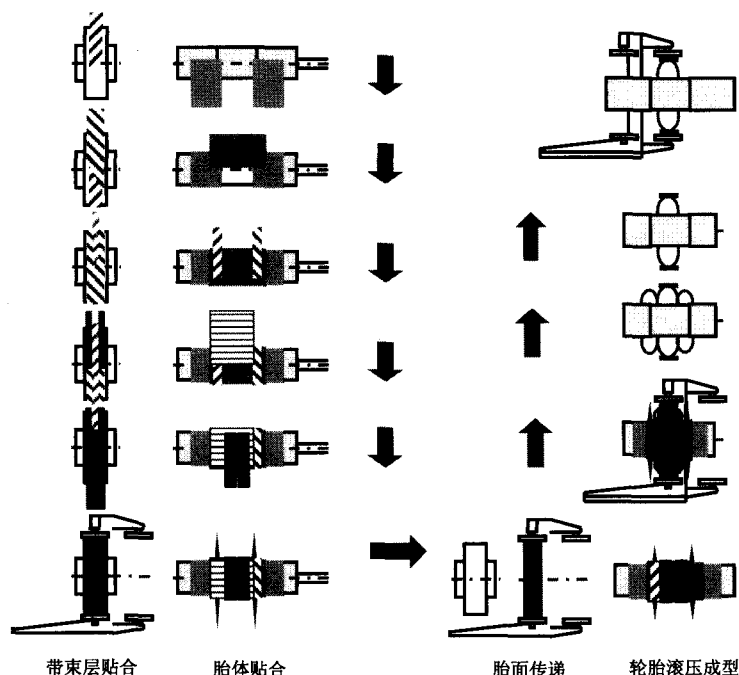


图1 两鼓成型机成型工艺示意

2.2 三鼓成型机

相对于两鼓成型机而言,三鼓成型机将胎体贴合成型区的工艺拆分在2个工位并行工作,以缩短单胎成型时间,具体成型工艺如下。

辅助成型鼓的生产工艺与两鼓成型机的辅助鼓相同。

胎体(成型)鼓:依次把胎侧、内衬层、胎圈包布、胎体帘布定位铺贴在鼓上。

胎体传递环移到胎体鼓上,对中夹取胎体,将其移到鼓上并对中(或胎体鼓旋转 180° 到成型区,成型鼓进入胎体区贴合)。

成型鼓:胎体对中定位套装在成型主鼓上、胎体传递装置放下胎体离开成型鼓。定位扣进钢丝胎圈后预定型。

定位铺贴垫胶。

夹取胎面组件的传递环移到成型鼓对中;进入超定型时,膨胀胎体紧贴胎面组件,传递环将胎面组件放下并离开成型鼓。

胎侧压辊滚压胎圈胶芯。胎面压辊滚压胎面。

机械反包杆撑开反包胎体和胎侧后,压辊滚压胎侧。

卸胎器卸胎。

2.3 四鼓成型机

相对于两鼓成型机而言,四鼓成型机将胎体贴合成型区的工艺拆分在3个工位并行工作(如图2所示),以缩短单胎成型时间,具体成型工艺如下。

辅助鼓、胎体鼓的成型工艺与三鼓成型机辅助鼓、胎体鼓的成型工艺相同。

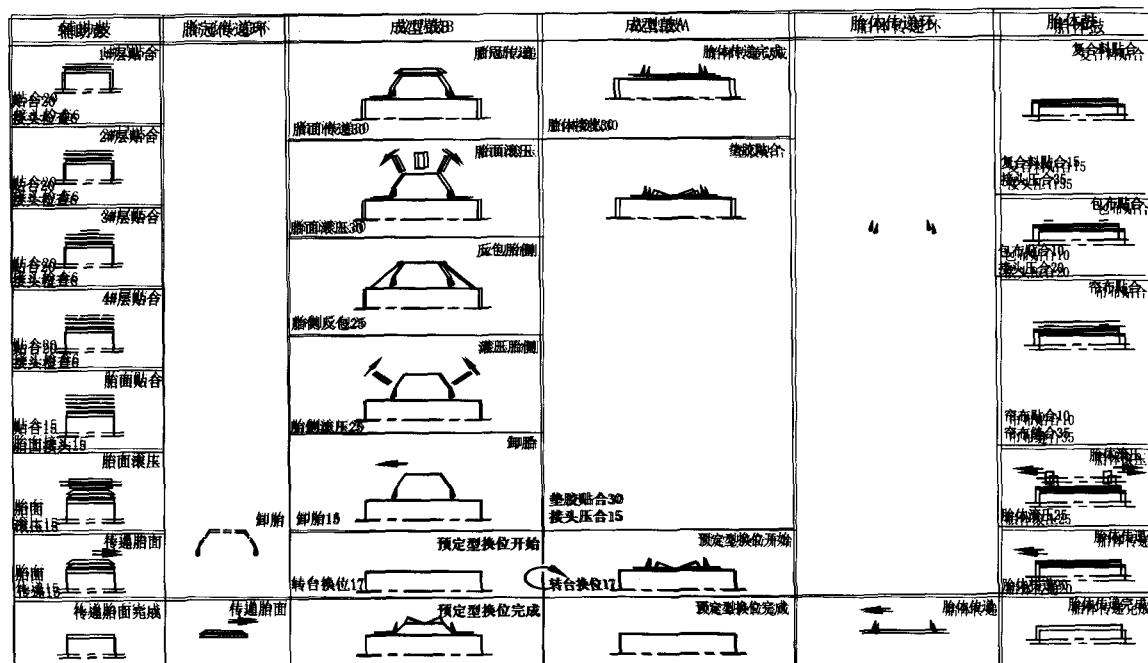
胎体传递环夹持胎体移到成型鼓A对中。

成型鼓A胎体中对定位,胎体传递装置将胎体定位套装在成型鼓A上,传递装置移离开成型鼓A。定位扣进胎圈后,胎圈锁扇形块胀开锁定胎圈,定位敷贴2条垫胶。

待成型鼓B完成胎坯成型后,成型鼓A旋转 180° 到成型鼓B位置,而成型鼓B同时也旋转 180° 到成型鼓A的位置,依次进行套装胎体、上胎圈、贴垫胶工步。

成型鼓A向中心收缩,胎体膨胀,进入定型时,夹取胎面组件的传递环移向成型鼓A对中;进入超定型时,膨胀的胎体紧贴胎面组件,放下胎面组件的传递环离开成型鼓A。

胎侧压辊滚压胎圈胶芯。胎面压辊滚压胎面。



文字后的数字为操作时间,单位 s。

图 2 四鼓成型机成型工艺示意

械反包杆撑开反包胎体胎侧后,压辊滚压胎侧。

卸胎器卸胎。

成型鼓 A 与成型鼓 B 同时旋转 180°换位,按程序各自进行下一步的成型工艺。

3 结构特点

3.1 两鼓成型机

3.1.1 基于 TRG/B 结构形式的两鼓成型机

TRG/B 型两鼓成型机是意大利倍耐力公司的产品,我国同类机型是由北京航空制造工程研究所(北京贝特里戴瑞科技发展有限公司)于 1992 年在国内首次研制成功的全钢载重汽车子午线轮胎一次法两鼓成型机,该机型号为 LCZ-3 (LCZ-3B 为改进型),这是国家“八五”子午线轮胎国产化攻关项目产品。该机能成型轮辋直径 17.5~24.5 英寸(444.5~622.3 mm)的全钢载重汽车子午线轮胎。

该机主要由辅助鼓、传递环、胎面供料架、成型鼓、胎侧和垫胶供料架、带束层供料架、胎体层(内衬层、胎圈包布)供料架、主机箱、电气控制系

统等组成。

成型鼓安装在主机箱主轴上,其成型时所需压缩空气由主轴尾部的旋转阀输入,再由主轴内孔输入各处。主轴由伺服电机经同步齿形带驱动旋转。成型鼓鼓肩伸缩由伺服电机驱动滚珠丝杠再拖动主轴内外外套的轴向相对移动完成。

在辅助鼓的主轴和机箱的主轴上分别安装左右扣圈盘,由气缸驱动作轴向移动,扣圈盘上装有气动的胎圈定中爪和磁力吸附的胎圈夹持爪,把胎圈送到成型鼓定位,由胎圈锁定环锁住。胎圈由夹持爪吸住,定中心爪退出,可保持胎圈同成型鼓的同圆心度。

带束层供料架向辅助鼓供 4 层带束层(包括 0°带束层)。供料架分左右、各 2 层供料,通过料架整体移动来切换左、右供料。

胎面供料架是使胎面在辅助鼓上初始定位并保证贴合过程始终对中的必须装置。胎面放在供料架的上、下轨道上,上层轨道前端有定位压辊,定位压辊能作轴向移动,以使胎面定中心。

传递环具有 2 个作用:一是把在辅助鼓上贴合好的胎面组件夹住移位到成型鼓上,二是把成

型鼓上成型好的胎坯夹住移出。

胎体供料架向成型鼓供应内衬层、胎圈包布、胎体帘布。

胎侧、垫胶供料架向成型鼓供给胎侧和垫胶。

成型鼓的后面有2组压辊:一组为滚压胎面的后压辊,一组为滚压胎圈胶芯和胎侧及胎体帘布反包滚压的侧压辊。

LCZ-3B型成型机的成型鼓由成型鼓、反包胶套、中心3层套(金属套)、环形气缸支撑环、胎圈锁紧扇形块和胶环等构成。

此机型特点如下。(1)设备紧凑型设计,占地面积小。(2)国内开发时间早,技术成熟,性能稳定,适应倍耐力生产工艺,轮胎成型质量高。(3)实现双程序控制。用户在更换轮胎规格、修改参数、加减工艺步骤时,只在汉化的工艺程序区进行修改;工艺技术人员可直接编辑工艺程序。操作方式有手动和自动2种,可用2种方式交替操作,完成胎坯成型。程序设计成熟稳定,使用方便。(4)生产效率高,班产10.00R20轮胎60条。(5)设备维护简单方便。(6)设备安全性能好。

3.1.2 基于HD-1结构形式的两鼓成型机

HD-1型两鼓成型机是日本三菱重工针对美国费尔斯通轮胎生产工艺开发的成型机。国内同类机型在20世纪90年代末由北京航空制造工程研究所(北京贝特里戴瑞科技发展有限公司)、天津赛象科技股份有限公司研制成功。

该机型主要由辅助鼓、成型鼓、传递环、扣圈传递环、胎面供料架、胎侧和垫胶供料架、带束层供料架、胎体供料架、主机箱、电气控制系统等组成。

成型鼓连同中心轴通过端面法兰安装在主机箱上,其成型时所需压缩空气由主轴尾部的8路旋转阀输入,再由主轴内孔输入各处。交流伺服电机通过电磁离合器、电磁制动器的切换分别实现成型鼓的回转及鼓肩移动。成型鼓的回转速度及角向位置准停由伺服电机、编码器控制。差动结构、绝对增量编码器控制鼓肩移动。鼓肩移动具有过载保护功能。

胎圈通过2个由伺服电机独立驱动的传递环传递。传递环传递在床身行走,对进入床身区域

的胎圈预支架上的胎圈进行夹取,送到成型鼓定位,由胎圈锁定环锁住。

胎面传递环功能同LCZ-3B型成型机胎面传递环。

胎体供料架系统用于将内衬层/胎侧复合件、钢丝帘布和胎圈包布贴合到成型鼓上,而内衬层/胎侧复合件、钢丝帘布及胎圈包布各自使用单独的贴合模板。

左、右胎侧采用可移出装卸料卷的导开小车导开,并带有胶条剥离装置,装卸工字轮操作方便。导开的胎侧通过机械纠偏后,与复合材料输送带上的内衬层进行复合。

内衬层采用可移出装卸料卷的导开小车导开,装卸工字轮操作方便,小车有专用轨道和导开驱动机构;通过自动纠偏系统将内衬层传送到复合材料输送带上。内衬层和胎侧由复合压辊滚压在一起,复合材料经过输送和自动定长后,由超声波裁断装置进行裁切。裁断装置由变频电机-齿形带-直线导轨驱动。裁断之后,复合材料被输送到贴合模板上,成型鼓和贴合模板的同步运行由伺服电机实现。

帘布采用可移出装卸料卷的导开小车导开,装卸工字轮操作方便,小车有专用轨道和导开驱动机构;经机械纠偏后,将帘布输送到贴合模板,成型鼓和贴合模板的同步运行由伺服电机实现。

包布采用两侧可移出装卸料卷的小车导开,小车前面设有可控制蓄布量的蓄布兜;蓄布兜前方设置可调宽、由气缸驱动的可伸缩、带导向辊的贴合模板(中间有导向机构使包布定位在一侧)。

带束层供料架采用单工位4层结构。带束层小车料卷最大直径1100 mm,小车拉出供料架即可更换料卷,导开采用变频电机驱动,带束层采用变频电机驱动的输送带传送,输送带加有导向条,由气缸伸缩使模板升降,将料贴到贴合鼓上。带束层经手工裁断后,输送带反转,料头回缩,0°带束层采用电剪刀手工裁断。带束层和胎面贴合后由海绵压辊压合。

该机型特点如下。(1)可采用胶套鼓或机械鼓进行贴合及成型[北京贝特里戴瑞科技发展有限公司(专利ZL200320103041.0)]。(2)适应扁

平宽轮胎成型和采用大料卷的轮胎成型。通过配套件的选择,成型轮胎的轮辋直径可下延至16英寸(406.4 mm)。(3)整机优化,成型效率进一步提高,班产10.00R20轮胎70条。(4)重要位置控制采用多圈编码器(绝对)。(5)主供料架内衬层/胎侧机内预复合,超声波裁断。(6)主供料架采用红外纠偏技术、摄像纠偏技术。(7)气动系统设置中心胶囊压力终端检测、报警显示。

3.2 三鼓成型机

3.2.1 胎体一次定位的三鼓成型机

胎体一次定位的三鼓成型机以北京航空制造工程研究所(北京贝特里戴瑞科技发展有限公司)的LCZ-G型成型机、上海精元机械有限公司的三鼓成型机为代表。

LCZ-G型三鼓成型机采用2个具有贴合和成型功能的成型鼓组成了可换位的双成型鼓结构三鼓式主机;成型鼓A和成型鼓B通过一回转转台实现换位。

胎侧供料架、主供料架向成型鼓A提供胎侧、内衬层、胎体帘布、胎圈包布,在成型鼓上贴合;扣圈器向扣圈环提供胎圈并由扣圈环定位在成型鼓A上。

用带束层供料架、胎面供料架向辅助鼓提供4层带束层和胎面,在辅助鼓上贴合并由辅助鼓将胎面组件卸在胎面传递环上。

垫胶供料架向成型鼓B提供垫胶,在成型鼓上贴合;胎面传递环将胎面组件传递到成型鼓B上,成型鼓B定型胎体组件并接收胎面组件,由滚压装置和成型鼓B完成胎坯的滚压和反包。已成型胎坯由胎面传递环移到卸胎装置进行卸胎。

该机型特点如下。(1)采用胎体贴合与成型在一鼓上进行的新三鼓结构,工艺性能好。该机的总体设计思路为在一鼓上实现胎体贴合和胎坯成型,从而解决胎体筒二次定位问题;同时,由于胎体筒无需移动,因此解决了胎体筒非正常扩张造成的胎体不均匀问题。(2)采用设计合理的操作节奏、提高设备运行速度、降低操作人员劳动强度等措施提高生产效率;同时,具有简便的二次开发功能,操作人员在熟练掌握技术后可进行二次

开发。(4)在安全性方面,通过先进的系统和可靠的程序保障设备的安全,通过有效的安全系统保障操作人员的人身安全。(5)控制系统满足设置方便、维护简单、性能先进的要求,具备TP参数设置、程序编辑、状态显示、故障提示、联网管理等功能。

3.2.2 胎体二次定位的三鼓成型机

3.2.2.1 胎体鼓及辅助鼓不移动的三鼓成型机

胎体鼓及辅助鼓不移动的三鼓成型机主要以天津赛象科技股份有限公司的产品为代表。

该机型的特点为:胎体鼓及其传动箱在床身左边或右边;成型鼓通过法兰连接在辅助鼓轴端面上,成型鼓和辅助鼓共用一个传动箱,在床身另一边;滚压装置在成型鼓后面;胎体组件贴合后胎体传递环右移或左移,将其从鼓上卸下,并传递到成型鼓上进行定位成型;其他部件功能与LCZ-G型三鼓成型机相同。

3.2.2.2 胎体鼓及辅助鼓移动的三鼓成型机

目前三鼓成型机以沈阳蓝英自动化有限公司的HD-3G型成型机为代表。该机型布局和主要部件特点如下。

整机布局:胎体鼓及其传动箱在床身左边,胎体组件贴合后右移至胎体传递环并卸下;辅助鼓及其传动箱居中,可前后移动,在带束层和胎面贴合时向前,在胎体环移动时向后;成型鼓及其传动箱在床身右边,滚压装置在成型鼓后面。

床身分两侧,左侧为胎体鼓及其传动箱的移动支撑,右侧为带束层传递环和胎体传递环移动的直线滚动导轨。

胎体传递环特点:(1)传递环内钢圈定位器具有磁力吸附和传感器探测装置,保证钢圈定位精度极高;(2)胎筒夹持器的3组扇形块均装有磁铁吸附装置,以合格胎筒的圆柱度及夹持牢固,外侧胎筒胎侧处由24片夹持片撑住,便于胎筒传至定型鼓,不刮胎筒。

胎体贴合鼓特点:(1)胎体贴合鼓表面光滑无缝隙,保证胎体周长控制准确,使材料贴合更均匀

准确,不易产生气泡;(2)右侧具有主轴固定装置,防止主轴发生变形,保证主轴同轴度;(3)胎体贴合鼓具有真空吸附功能,使胎侧和气密层定位准确,吹气功能将胎体复合件送入胎体传递环并与胎体贴合鼓分离,保证胎体不黏鼓;(4)胎体贴合鼓具有角度固定及制动功能,保证部件接头位置准确,不串动;(5)胎体帘布贴合和接头具有灯光定位,保证接头定位准确,操作方便;(6)胎体贴合鼓具有二次膨胀功能,防止滚压时胎筒在胎体贴合鼓上串动,造成定位精度下降缺陷;(7)胎体贴合鼓可整体更换,容易拆装。

左侧胎圈定位器装在贴合鼓传动箱主轴端头的环上,用于左侧胎圈的径向和轴向预定位,并能由气缸送入BO环内且释放胎圈。

右侧胎圈定位器装在贴合鼓主轴小端上,用于右侧胎圈的径向和轴向预定位,并能由贴合鼓传动箱驱动成型鼓送入贴合鼓传递环内且释放胎圈。

专门的贴合鼓压合架:(1)具有胎筒压合装置,能有效清除胎筒内气泡,保证质量,减轻操作人员劳动强度,提高生产效率;(2)具有气密层接头自动压合装置,避免人工压合强度不足,造成胎坯接头开的质量顽疾;(3)可提供胎侧和内衬层预合贴合后,一次自动压合接头,具有定位精度和生产效率高的特点。

滚压装置:(1)胎坯滚压成型采用4套压合辊组合滚压,压合一次完成,既提高生产速度又保证质量;(2)压合程序支持“胎侧包胎冠”和“胎冠包胎侧”2种方式及压三角胶芯功能;(3)采用直线导轨、滚珠花键、气动驱动系统等部件,方便维护与润滑,改善工作环境。

胎体贴合鼓供料架:(1)胎体接头采用自动缝合器,有效保证接头密度基本不变,接头强度高、错位少,工人劳动强度低,自动化程度和生产效率高;(2)内衬层输送有自动纠偏装置,适时自动调整送料偏向,保证材料输送对中;(3)内衬层裁刀采用电热刀,且有压板装置,有效保证切口黏度和平直度,还有抽真空功能及裁后吹气、回拉功能,保证裁断稳定、准确,裁后不黏料;(4)补强条采用两端定位,保证定位精度;(5)胎体帘布采用同步

带与配套磁块架吸附装置输送,保证材料在传递过程中不偏斜;(6)内衬层与胎体帘布采用同步带输送,保证传送长度准确。

带束层鼓供料架:(1)带束层定位自动调整宽度,避免材料宽度波动造成部件定位偏差;(2)支持第4层带束层或0°带束层2种工艺方式。

胎面供料架整体安放在带束层供料架的上面,主支撑架固定在带束层供料架的主架上端面,上面装有输送辊组件。主支撑架上装有送料压辊装置,由减速电机通过链条传动驱动送料辊旋转,实现胎面胶的自动输送,送料辊的压紧与抬起由气缸驱动。

3.3 四鼓成型机

四鼓成型机以北京航空制造工程研究所(北京贝特里戴瑞科技发展有限公司)的产品为代表,其结构如图3所示。

该机型的主要技术特点为:(1)生产效率高,单胎成型时间在3 min以内;(2)自动化程度高,带束层全自动定长贴合,规格调整趋向“全电调”;(3)贴合、成型功能分开,贴合鼓执行贴合功能,机械式反包成型鼓执行成型功能,成型效率高,维修强度和生产成本降低;(4)高精度控制设计,使得定位精度、贴合精度、成型压力精度大大提高,从而提高了轮胎的成型质量。

4 发展方向

从发展趋势上看,高效率、高成型质量、自动化、集成化、信息化是成型机发展的必由之路。从目前传统的层贴轮胎成型工艺来说,为提高单胎生产效率,成型机由两鼓成型机发展到四鼓成型机,拆分了影响效率的长工序步骤,并使这些工序并行运行,但这增大了设备占地面积。然而空间的扩大也有利于提高设备的自动化程度。成型机自动化的实施,可减少成型过程的人为干涉,提高成型质量;信息化的实现,有利于成型过程的远程控制。四鼓成型机占地面积相对两鼓和三鼓成型机分别提高1和0.3倍,生产效率分别提高2.5和0.5倍,同时成型轮胎的动平衡和均匀性均有很大提升。

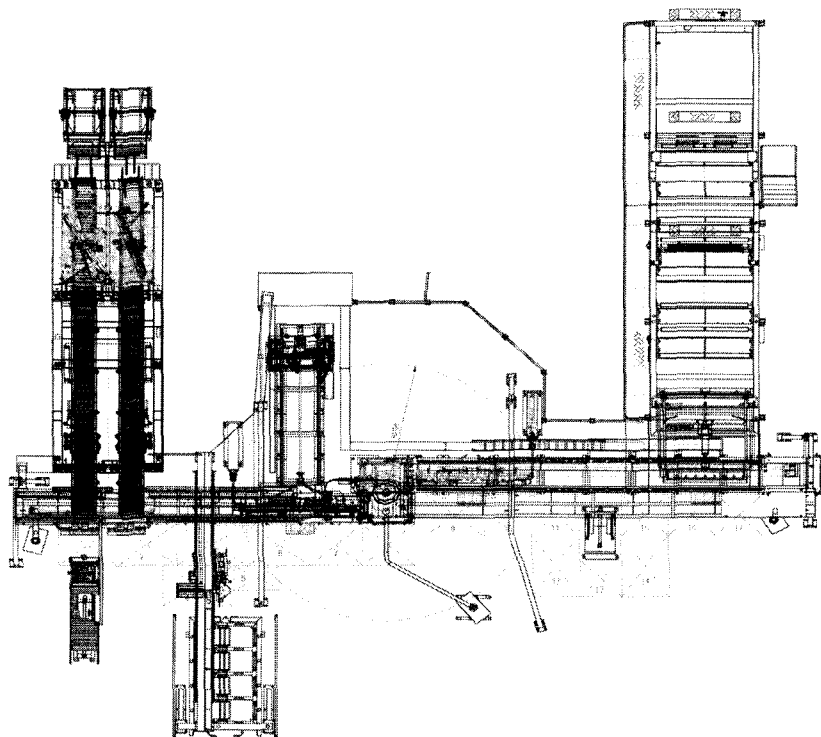


图 3 四鼓成型机结构示意图

从 20 世纪 90 年代以来,世界著名轮胎制造商推出了轮胎制造的“全新概念技术”,如法国米其林公司的 C3M 技术、意大利倍耐力的 MIRS 技术、固特异的 IMPACT 技术和普利司通的 BIRD 技术等。这些技术其实就是将传统的轮胎成型方式进行自动化、集成化调整,以成型工艺为中心进行生产。例如法国米其林公司的 C3M 技术、意大利倍耐力的 MIRS 技术都是以成型机为核心设备进行生产。C3M 技术使用特种编制机组和挤出机组,即环绕成型鼓编织无接头的环形胎体和带束层以及缠绕胎圈,挤出机组在成型鼓上挤出胎侧等其他胶部件;MIRS 技术将轮胎的 14 个工艺步骤简化为 3 个:预制、成型、硫化。这些技术创新是为了提高轮胎生产效率,减小生产线占地面积、能源和材料损耗,最终控制单胎的生产成本。

5 结语

通过多年发展,国内的全钢载重汽车子午线轮胎成型机已从两鼓发展成为三鼓、四鼓;由班产 40 条轮胎的低效两鼓成型机,发展到班产 75 条

以上的两鼓成型机;由胶囊鼓成型机发展到机械鼓成型机;由手动裁断的两鼓成型机发展到全自动定长、自动裁断、自动贴合的四鼓成型机。近年来国内橡胶机械企业不断吸收国外各种高效成型机的优点,开发出的成型机无论是在自动化程度,还是在成型质量和成型效率上都有很大提高。

▲山东万达宝通轮胎有限公司日前在国家质量检验检疫总局主办、中国出入境检验检疫协会协办的全国检验检疫信用 AA 级企业暨行业质量诚信企业评选活动中荣获“2011 年度中国质量诚信企业”称号,该项荣誉的获得将更有力推动万达宝通公司产品质量再上新台阶。 徐兴国

▲越南《西贡经济时报》报道,由于东南亚一些国家停止收割橡胶,泰国推出“橡胶储备政策”,并严格控制对一些国家的出口量。目前,东南亚市场每吨橡胶价格约为 3700~3750 美元,比上月增长 500 美元。 博 弈