

产品介绍

几种全钢载重子午线轮胎成型机的对比分析

李国栋

(银川佳通轮胎有限公司, 宁夏 银川 750011)

摘要: 对几种全钢载重子午线轮胎成型机——荷兰 VMI 公司的四鼓成型机和三鼓成型机、天津赛象科技股份有限公司的两鼓成型机和三鼓成型机、北京航空制造工程研究所的三鼓成型机进行分析与比较。在电气配置、机械结构和生产工艺上这几种成型机各有特点。

关键词: 成型机; 全钢载重子午线轮胎

目前国内使用的全钢载重子午线轮胎成型机主要有荷兰 VMI 公司生产的四鼓成型机和三鼓成型机、天津赛象科技股份有限公司生产的两鼓成型机和三鼓成型机、北京航空制造工程研究所(625 所)生产的三鼓成型机。下面对这几种成型机进行对比分析。

1 电气配置和机械结构

1.1 电气配置

这几种成型机的电气配置对比见表 1。

VMI 公司的四鼓成型机和三鼓成型机采用的 AB 控制系统可靠性高, 系统运行平稳, 电气接线规范, 图纸设计易于掌握, 电气检测元件的安装位置易于调整, 维护方便。对于设备维修人员来说, 一般性故障可根据故障处理信息提示排除, 但深入理解 PLC 和伺服程序及利用程序维护设备较难, 这不但需要维修人员具备一定的专业技术, 还要了解设备的工艺结构。

赛象公司的两鼓成型机和三鼓成型机力士乐控制系统对于设备维修人员来说, PLC 程序相对

简单, 容易理解、掌握; 伺服程序虽然较难掌握, 但伺服驱动器相互独立, 出现故障时易于排查。

625 所三鼓成型机的西门子控制系统稳定可靠, 布线、接线规范, 设计图纸易于掌握, PLC 程序大多采用梯形图, 对维修者来说难度不是很大。工控机的界面比较友好, 易于操作。

1.2 机械结构

全钢载重子午线轮胎成型机大致可分为 3 个部分: (1) 辅机供料区或 B & T 侧(复合 1[#]带束层、2[#]带束层、3[#]带束层、0°带束层和胎面); (2) 主机供料区或 CC 侧(复合胎体帘布、内衬、胎侧和胎圈补强层); (3) 成型区(包括成型鼓、压合装置、B & T 鼓、CC 鼓、胎圈夹持环、垫胶供料架、胎面夹持环、卸胎装置)。这几种设备中有些设备 CC 侧和成型区合二为一, 如赛象公司的两鼓成型机, 其主鼓既是成型鼓又是 CC 鼓。

1.2.1 B & T 侧

这几种成型机的 B & T 侧机械结构对比见表 2。

B & T 侧的关键步骤是定中、测长和裁切, 如果这 3 个步骤能稳定循环运行, 胎面复合件的生

表 1 成型机的电气配置对比

项 目	MVI 公司四鼓成型机	MVI 公司三鼓成型机	赛象公司两鼓成型机	赛象公司三鼓成型机	625 所三鼓成型机
控制系统	AB 控制系统	AB 控制系统	力士乐控制系统	力士乐控制系统	西门子控制系统
工控机	R & S 工控机	R & S 工控机	BTV30	BTV20	西门子 TP270
PLC	AB 5/80 处理器	AB 5/80 处理器	工控机集成 PLC 及 伺服 NC	工控机集成 PLC 及 伺服 NC	SIMATIC S7-300

表2 成型机的B&T侧机械结构对比

项 目	MVI公司四鼓成型机	MVI公司三鼓成型机	赛象公司两鼓成型机	赛象公司三鼓成型机	625所三鼓成型机
带束层导开	交流变频电机驱动	交流变频电机驱动	交流变频电机驱动	交流变频电机驱动	交流变频电机驱动
带束层定中	E+L自动定中	机械定中	机械定中	BST自动定中	机械定中
带束层测长	自动测长	手动测长	手动测长	自动测长	自动测长
带束层裁断	自动裁断	手动裁断	手动裁断	自动裁断	自动裁断

产速度就快,这3个步骤的效率制约着整台设备能力的发挥。

VMI公司四鼓成型机 $1^{\#}$ 、 $2^{\#}$ 和 $3^{\#}$ 带束层采用直径 $\Phi 40$ 的圆盘刀裁切,刀架与裁刀之间留有5mm间隙。这样的设计是保证裁刀可以在相邻两根钢丝间裁切胶料而不会伤及钢丝,有轻微的漏丝现象可以手动调整刀架角度,以达到工艺要求,这一点很值得国内成型机制造厂家借鉴。 0° 带束层采用左、右各一副平行的铡刀裁切,裁切角度固定为 30° ,靠交流电机带动曲柄机构上、下运动,达到剪切效果,铡刀使用寿命在25万次左右。 $1^{\#}$ 、 $2^{\#}$ 和 $3^{\#}$ 带束层由E+L定中系统纠偏后(0° 带束层机械定中),在到达定长开关设定值且伺服电机记数到达工艺设定值开始裁切。VMI公司的四鼓成型机自动定中、测长、裁切比较稳定,是保证其高产能的前提。

赛象公司三鼓成型机B&T侧为仿捷克式结构,全自动设计,其 $1^{\#}$ 和 $3^{\#}$ 带束层供料小车可以左右移动,共用一条输送带。测长靠BST摄像头检测到料头,伺服电机开始记数,到达设定的工艺参数即可;定中则是同一个镜头检测到料宽,后面的执行机构依据镜头反馈信号左右进行纠偏。 $2^{\#}$ 带束层供料架在 $1^{\#}$ 和 $3^{\#}$ 带束层供料架的上方,由单独的BST摄像头进行测长和纠偏,工作原理与 $1^{\#}$ 和 $3^{\#}$ 带束层供料架相同。 0° 带束层用电剪刀手工裁断。从目前的使用情况看,如果裁刀垫板硬度比裁刀硬度稍高,可以避免裁刀板被裁刀划伤且裁刀落下并超过极限位置而无法返回的现象。

625所三鼓成型机的B&T侧供料架与四鼓成型机供料架相似,不同之处在于仅使用机械定中纠偏,无电气控制配合,不利于保证 $1^{\#} \sim 4^{\#}$ 带束层从导开站、输送带至B&T鼓这段距离贴合对中。

相比之下,VMI公司的三鼓成型机和赛象公司的两鼓成型机B&T侧结构比较简单, $1^{\#} \sim 4^{\#}$ 带束层靠供料架前端的立辊进行导向、定中,用

B&T鼓的周长来控制 $1^{\#} \sim 4^{\#}$ 带束层的长度。 $1^{\#}$ 、 $2^{\#}$ 和 $3^{\#}$ 带束层用热裁刀裁断, 0° 带束层使用电剪刀剪断,手工操作量较大(与VMI公司四鼓成型机相比)。

1.2.2 CC侧

所有成型机的CC侧布局基本相同,从后向前至CC鼓布局为:胎体帘布-内衬层-胎侧-胎圈补强层-CC鼓,且胎体帘布、内衬层、胎侧的供料小车都有一套预定中系统,VMI公司的三鼓成型机和四鼓成型机选用的是E+L定中系统,赛象公司的三鼓成型机和625所三鼓成型机选用的是德国BST公司的定中系统,赛象公司的两鼓成型机选用的是日本东洋公司的定中系统,虽然各成型机选用的定中系统不同,但作用是一样的,均为使导开的半成品中心线在上输送带前与CC鼓的中心线重合。自动化程度高的成型机(VMI公司的四鼓成型机、赛象公司的三鼓成型机、625所的三鼓成型机)在主供料架前端还加了摄像镜头,使胎体帘布、内衬层复合件上鼓时再一次定中。对于胎体帘布的裁切,各个厂家由于裁切形式不同,效果也不同。VMI公司成型机的裁刀结构为圆盘刀,刀与刀架间留有5mm的间隙,用加热棒对圆盘刀进行加热,使其温度在 200°C 左右,保证裁刀落下后始终在两根平行钢丝间滚动裁切而不伤到钢丝,裁切的帘布两端均无漏丝现象,且胶料也没有似断非断的痕迹。625所的三鼓成型机和赛象公司的三鼓成型机胎体帘布裁刀结构与VMI公司成型机相同,但形式不同,裁刀为“丁”字形,胎体帘布是被“丁”字形刀片拉断而不是裁断的,因此要求刀片温度较高。

对于内衬层和胎侧复合件的裁刀,VMI公司四鼓成型机和三鼓成型机、赛象公司的三鼓成型机都选用美国Branson公司的超声波裁刀,该裁刀的优点是复合件裁切坡口长而光滑,由于坡口长,复合件接头牢固,定型时不容易出现由于复合件接头断开而串气的现象。工艺要求裁切角度

18°(计算出坡口长度为 20.3 mm),这些设备的裁刀均能满足要求,且成型出来的胎坯内衬层接头部位比较平整。625 所三鼓成型机、赛象公司两鼓成型机内衬层和胎侧(未预复合)的裁刀采用交流变频电机驱动圆盘刀,裁出的内衬层坡口长均在 17 mm 左右。

对于内衬层预复合件接头压合,赛象公司三鼓成型机和 VMI 公司四鼓成型机和三鼓成型机均采用自动压合,意图为降低操作者的劳动强度并赶走胎体帘布与内衬层间的气泡。VMI 公司成型机的供料架前端使用交流变频电机驱动坦克履带(压力约 0.4 MPa)在接头处往返运动以达到压合目的。由于坦克履带的宽度、位置有限,且复合件接头在 CC 鼓圆弧面上一字分布,所以必须调整好复合件接头在履带下的角度,否则接头会由于贴合不牢在定型过程中断开,造成胎坯报废或成型胎坯在胎圈处气泡太多。其余几种类型成型机的内衬层复合件都采用手工压合,虽然操作工的劳动强度增加了,但压合效果、生产效率(熟练操作工操作)与 VMI 公司成型机不相上下。

对于胎体帘布压合,只有 VMI 公司成型机采用自动压合,工作原理为:交流变频电机驱动左、右旋丝杠带动一对多片压辊从帘布中心线向两边分段压合(一段:帘布中心线-胎圈补强层;二段:胎圈补强层-内衬层复合件搭接处;三段:内衬层复合件搭接处-帘布边缘)。各段压合速度通过设置参数设定,一般情况下一段压合速度为 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,二段压合速度为 $15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,三段压合速度为 $15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;压合压力由 MAC 比例阀根据工艺设定,一般情况下一段压合压力为 0.08 MPa,二段压合压力为 0.1 kPa,三段压合压力为 1.2 MPa,根据压合质量可随时调整压合速度和压力参数。这种设计的优点是从内到外能排净帘布内的气泡,使胎体帘布层与内衬层粘合更紧密。其余几种类型的成型机采用手压辊压合帘布,其压合速度和压力由操作者控制。

1.2.3 成型区

成型区的关键部位是成型鼓、胎体传递环、压合装置。

1. 胎体传递环。工艺部门对胎体传递环的精度要求较高,因为它的精度直接影响胎圈定位精

度。VMI 成型机的工作原理是伺服电机驱动传递环左、右移动,中间靠齿形带传动,胎圈夹持器的伸缩由气缸带动齿形带实现。

2. 成型鼓。机械鼓的反包气缸上装有指形压辊,优点是易将胎圈至胎肩部位的气泡赶净,由 MAC 比例阀根据工艺要求输出定型压力。与 VMI 公司成型机的机械鼓比较,赛象公司三鼓成型机的机械鼓更容易满足施工工艺条件。原因在于赛象公司三鼓成型机机械鼓的撑块底部(安装胶囊处)呈圆锥形,在定型时胎圈不容易与帘布发生滑移;而 VMI 公司机械鼓的撑块底部是平的,在定型时常常出现胎圈与帘布滑移,所以工艺部门在设计胎圈定位时需考虑这一因素,否则会由于其机械设计缺陷而导致帘线弯曲。

胶囊鼓的缺点是经过一段时间的使用后由于磨损,主机箱的内轴与成型鼓的连接轴间形成较大间隙,导致胎肩定位不准。

3. 压合装置。压合装置对轮胎的质量非常重要,VMI 公司成型机采用交流变频电机和位移传感器控制其轴向、径向位移,对胎面分四段进行压合,压辊压力由 MAC 比例阀根据工艺设定,而其它类型的成型机则采用伺服电机控制其径向位置,由交流变频电机和编码器控制其轴向位置,压力由比例阀控制。虽然各成型机压合装置的工作原理基本相同,但效果却有差别,两鼓成型机压合效果较好,很少发生肩空现象。

2 生产工艺和生产效率

各成型机生产工艺见表 3。

灯标线是成型操作的参照线,即是轮胎成型的定位线,其平行度、垂直度精确度直接影响轮胎质量(半成品合格的前提下),灯标线不准确,易出现肩空、胎内反弧、胎圈裂等质量问题。从设备角度和工艺角度讲,VMI 公司成型机的灯标线设计较佳。

通过统计轮胎产量及与现场工艺工程师和机台主操作手交流,将各种成型机的生产情况汇总如下。

VMI 公司四鼓成型机的设计班产能力是 120 条,三鼓成型机为 80 条,出现的质量问题如下。

1. 胎体帘布稀线(劈缝),主要有 2 个原因:
(1)成型主操作手未及时发现上工序帘布接头质

表 3 各种成型机操作工艺时间对比

s

项 目	MVI公司 四鼓成型机	MVI公司 三鼓成型机	赛象公司 两鼓成型机	赛象公司 三鼓成型机	625所 三鼓成型机
胎体鼓					
装胎圈	20	20	5 ¹⁾		40
供胎侧和内衬层	12	12	60 ¹⁾	40 ¹⁾	80
供胎圈补强层	10	10	30 ¹⁾	35 ¹⁾	45
供胎体帘布	15	15	35 ¹⁾	70 ¹⁾	105
胎体压合	30	30	20 ¹⁾	25 ¹⁾	14
传递环到 CC 鼓	5	5		100 ¹⁾	
传递接取	20	20			
传递环待命	5	5			
带束层鼓					
1#带束层	12	12	28	40	28
B&T 鼓轴旋转	5	5			
2#带束层	12	12	30	30	30
B&T 鼓轴旋转	5	5			
3#带束层	12	12	27	45	27
B&T 鼓轴旋转	5	5			
0°带束层	12	12	45	50	45
供胎面	12	12	48	28	
胎面压合	12	12	12	7	12
B&T 鼓轴旋转	5	5			
传递环接取复合件	10	10		18	18
B&T 鼓轴旋转	5	5			
定型鼓					
胎体传递环到成型鼓	7	7			
传递环释放胎体复合件	23	23 ¹⁾		47	
胎体传递环待命	7	7 ¹⁾			
供垫胶、接头	20	20 ¹⁾	22 ¹⁾	35	33 ¹⁾
胎体充气	10	10 ¹⁾			
定型鼓旋转	10 ¹⁾	10 ¹⁾			
B&T 传递环到成型鼓	5 ¹⁾	5 ¹⁾		25	38 ¹⁾
胎体充气	19 ¹⁾	19 ¹⁾	40 ¹⁾		
B&T 传递环到等待位	5 ¹⁾	5 ¹⁾			
胎面压合	30 ¹⁾	30 ¹⁾	80 ¹⁾	58	84 ¹⁾
反包	25 ¹⁾	25 ¹⁾	35 ¹⁾	20	35 ¹⁾
胎侧压合	23 ¹⁾	23 ¹⁾	35 ¹⁾	28	
传递环接取胎坯	15 ¹⁾	15 ¹⁾	40	20 ¹⁾	
定型鼓旋转	10 ¹⁾	10 ¹⁾		80 ¹⁾	
胎坯移到卸胎位	13 ¹⁾	13 ¹⁾	38		
轮胎成型总时间	178 ¹⁾	215 ¹⁾	400 ¹⁾	270 ¹⁾	290 ¹⁾

注：1)有效工作时间，别的操作可与此操作同时进行。

量差或压延帘布有稀线现象；(2)内衬层接头不实，定型时串气，或内衬层接头过大，导致帘布稀线。

2. 肩部帘线弯曲，主要有 3 个原因：(1)平宽过大；(2)胎面过厚；(3)肩垫胶接头过大，胎面压合后造成帘线局部弯曲。

赛象公司两鼓成型机的设计班产能力是 45 条，实际班产能力达到 60 条，该成型机成型的轮

胎质量问题及原因与 VMI 公司成型机相同。

赛象公司和 625 所三鼓成型机的设计班产能力均为 80 条，这 2 种成型机出现的质量问题如下。

1. 帘线弯曲，主要由平宽过大引起，原因是胎圈夹持环的定位超过工艺要求的设定值。

2. 胎趾缺胶或胎踵多胶，主要由内衬层和胎侧搭接质量差所致，接头重叠过少造成胎趾缺胶，

接头重叠过多造成胎踵多胶。

3. 反包高度不对称, 胎体传递环夹持胎圈上CC鼓后定位不准, 导致反包后胎侧两边不对称。

4. 肩空, 灯标线垂直度、平行度精度不高, 使胎面复合件上成型鼓后与肩垫胶不对中, 导致轮胎肩空和胎内反弧。

3 常见故障及解决措施

1. VMI公司四鼓成型机

(1) 0°带束层偶尔测长不准。检查测长开关拉簧有无拉伸, 调整拉簧位置, 增大拉力, 即可避免检测开关灵敏度不够。

(2) 1[#], 2[#]和3[#]带束层上贴合鼓后有偏歪现象。整体偏可通过修改纠偏参数调整, 局部偏时只能调整送料输送带(输送带跑偏造成)。

(3) 设备无法复位, 显示屏提示成型鼓轴故障。这是控制成型鼓的继电器发热跳闸所致, 将继电器断开几秒钟重新合闸就可解决。

(4) 显示屏提示传递环不到位(LOAD位、CC鼓位、成型鼓位)。首先通过校验参数校验传递环的位置, 然后检查传递环伺服电机联轴节键有无磨损, 从而采取相应的解决措施。

2. VMI公司三鼓成型机

(1) 声波裁刀不裁切或裁切到中途停止动作。先调整刀头上方检测开关的灵敏度, 然后检查参数(IL速度、SW速度、往返速度)设置。

(2) B & T鼓贴合1[#]带束层位置不对。重新校验B & T鼓零位。

3. 赛象公司两鼓成型机

(1) 圆盘刀裁切后卷边严重。将圆盘刀进刀侧的角度向下稍做调整, 就可消除此种现象。

(2) 鼓板宽度不稳定。这是侧鼓与丝杠联结键长时间磨损形成的间隙造成的, 更换新键和联结钢套就可达到工艺要求。

4. 赛象公司三鼓成型机

(1) CC鼓不能膨胀、收缩, 且操作屏出现伺服故障。这是操作工手动状态下将CC鼓缩过极限位, 导致扭距离合器跳造成的, 将扭距离合器检测开关插头取下, 手动膨胀CC鼓, 恢复扭距离合器到原始状态, 且恢复检测开关的功能。

(2) 内衬层与胎侧复合处堆料。由于胎侧回中开关导辊误动作, 与胎侧输送带导辊的齿型轮顶在一起, 致使胎侧输送带不动而内衬层输送带向前送料造成。将胎侧B & T定中系统重新初始化即可解决这一问题。

朗盛推出新型纳米有机微粒添加剂

据英国《轮胎与配件》报道, 德国朗盛公司最新推出一种纳米级有机聚合物微粒, 其作为橡胶添加剂已用于轮胎工业。这种由纳米级有机微粒组成的微细凝胶商品名为“Nanoprene”, 可用来改善弹性体和热塑性聚合物的使用性能。

这种有机凝胶微粒的粒径范围在40~200 nm之间, 由于其比表面积很高, 可改善轮胎胶料中白炭黑的分布, 加强填料与聚合物基质之间的结合力。

这种有机凝胶微粒按交联密度、玻璃化温度以及极性的不同划分为不同品级, 可根据各种轮胎如夏季轮胎或冬季轮胎以及轮胎不同部位如胎面、胎侧或胎体等的不同需求, 来调整胶料的玻璃化温度。使用这种新型添加剂的轮胎可同时提高

在湿路面上的抓着力、降低滚动阻力和延长轮胎的使用寿命, 而决不会像普通轮胎那样顾此失彼。

朗盛公司的试验表明, 夏季轮胎使用这种添加剂之后, 其干路面的抓着力提升10%~15%; 同时, 也增大了胎面花纹块的硬度, 有助于避免汽车在水滑路面上转向而发生的侧滑。使用这种添加剂的轮胎胎面耐磨性能也高于只填充白炭黑的胶料。测试结果显示, 这种添加剂能极大地延长轮胎的使用寿命。

该公司曾与日本东洋轮胎橡胶公司合作将其用于生产冬季轮胎, 这种轮胎在冰雪路面行驶时, 胎面不会变硬, 在干路面和湿路面上的抓着力性能都十分优良。

据说, 朗盛公司已经为这种添加剂申请了多项专利, 涉及纳米微粒的加工方式、配合方法以及对热塑性及热固性聚合物性能的影响等方面。

郭毅