

工程机械轮胎液压锁模个体硫化机及其硫化工艺

许庆彬^{1,2}, 熊德国¹

(1. 河南理工大学能源科学与工程学院, 河南 焦作 454000; 2. 风神轮胎股份有限公司, 河南 焦作 454000)

摘要: 介绍工程机械轮胎液压锁模个体硫化机(以硫化轮胎时的过热水做动力介质)的结构和硫化工艺特点。液压锁模个体硫化机的主要结构特点: 液压锁模和模内定型, 模具可互换, 模具附件通用, 低压管道系统上环升降高度自由控制, 自控系统关键动作互锁。硫化操作要点: 准确设置设备参数; 保证管道系统运行安全、可靠, 自动控制系统灵敏、控制准确, 模具完好、洁净; 严格控制工艺条件和操作步骤。与硫化罐硫化相比, 液压锁模个体硫化机硫化的轮胎质量和产量提高, 生产成本降低。

关键词: 液压锁模个体硫化机; 硫化罐; 硫化工艺; 工程机械轮胎

我国基础建设投资力度的加大, 大型建设工程项目的不断上马, 强力拉动了工程机械市场。近年来工程机械年产量以超过 20% 的速度增长, 其中装载机年产量更是以超过 30% 的速度增长, 这给工程机械轮胎带来巨大的市场。

山东微山龙工机械有限公司和厦工机械股份有限公司是我公司工程机械轮胎的主要配套客户, 近期这 2 个公司在河南生产基地实施的扩建项目将大幅提高其工程机械轮胎需求量。我公司为满足市场需求, 利用闲置的厂房, 实施了 23.5-25 工程机械轮胎液压锁模个体硫化机(以硫化轮胎时的过热水做动力介质)安装和应用项目, 有效扩大了工程机械轮胎生产能力。现将该项目实施情况简介如下, 以供同行借鉴。

1 液压锁模个体硫化机与硫化罐对比

1.1 制造周期和成本

与硫化罐相比, 液压锁模个体硫化机投资少、制造周期短(液压锁模个体硫化机仅 3 个月, 硫化罐最短 6 个月)、见效快, 且对厂房基础设施要求不高。

1.2 使用情况

硫化罐采用水胎硫化, 轮胎硫化前需要用定型机定型, 硫化结束后需要人工将水胎从成品轮胎内扒出。扒水胎时热水是半开放式的, 作业过程存在较大作业风险(硫化结束后硫化罐用满罐水浸泡, 扒水胎鼓风打水作业时水胎中的水温仍然超过 80℃)。液压锁模个体硫化机采用胶囊硫化, 省去了作业风险较高的定型机定型和扒胎工序, 同时系统的热热水密闭循环, 作业安全性高。因此, 采用液压锁模个体硫化机硫化轮胎, 操作人员劳动强度低, 安全性高。

1.3 硫化成本

(1) 液压锁模个体硫化机胶囊硫化成本: 外购 1 条 23.5-25 胶囊价格 1800 元, 平均使用 200 次, 单胎胶囊硫化成本 = $1800 \div 200 = 9$ 元。

(2) 硫化罐水胎硫化成本: 1 条 23.5-25 水胎用胶 195 kg, 水胎胶价格 13 元·kg⁻¹, 平均使用 50 次, 单胎水胎硫化成本 = $195 \times 13 \div 50 = 50.7$ 元; 定型机定型工序和扒胎工序实行三班倒, 共 15 个操作工, 每人工资按 2500 元计算, 年人工费用 = $15 \times 2500 \times 12 = 45$ 万元。

与硫化罐水胎硫化相比,工程机械轮胎液压锁模个体硫化机单胎胶囊硫化成本可降低41.7元,同时全年可节省定型机定型工序和扒胎工序人工费用45万元。

2 液压锁模个体硫化机施工方案

工程机械轮胎液压锁模个体硫化机安装及施工方案如下:(1)硫化机及模具的设计及加工;(2)土建基础设施的设计及施工;(3)根据工艺条件,确定动力介质管道;(4)制定轮胎硫化工艺方案;(5)对工艺中新增的二次水、内冷水和后充气管道进行设计及施工;(6)设备、阀组、后充气装置及控制柜安装;(7)设备调试及试生产;(8)钢板平台和防护栏的设计及制作。

3 液压锁模个体硫化机及模具的设计和改进

(1) 液压锁模和模内定型

工程机械轮胎液压锁模个体硫化机是硫化罐和平板模压硫化机完美的结合,其工艺特点是液压锁模和模内定型。液压锁模个体硫化机锁模机构采用高压水为动力介质,安全、可靠;胎坯定型不再在机外进行,而是与平板模压硫化机一样在模具内完成。

(2) 模具互换性

液压锁模个体硫化机模具不再固定在1个机台上,可以互换使用。其模具精度要求高,模具制造采用数控铣花机加工花块再用电火花精加工的工艺,在模具质量提高的前提下,缩短加工周期。

(3) 模具附件通用性

液压锁模个体硫化机模具的上钢圈、下钢圈、定夹盘、上夹盘、下夹盘5个附件(主要用于胶囊夹持)通用,模具维修时可以不拆卸胶囊,且附件更换方便。

(4) 蒸汽室循环管路改进

模具蒸汽室的循环管路采用上、下模独立蒸汽室加装金属软管结构。为克服金属软管连接缺陷,即解决蒸汽由上模进入,在上模打开时需要卸掉连接蒸汽进口和连接下模的金属软管,操作复杂且泄漏点多的问题,采用了上、下模加装接嘴,蒸汽由

下模进汽口通过单向接嘴直接进入上模蒸汽室,在上模蒸汽室循环后再由连连接嘴进入下模蒸汽室,最后从下模底部定时排放。接嘴处采用巴金连接,密封效果好,操作安全可靠。

(5) 下模排冷凝水系统改进

原设计的下模冷凝水是靠罐体倾斜通过疏水阀排放,实际效果差,极易造成成品轮胎整周秃花,硫化一次合格率极低。为解决此问题,必须对排冷凝水方法进行改进,即采用手动风赶水方式,在下模回汽管道上连接压缩空气管道,在硫化抽真空同时进行手动风赶水,彻底解决因下模冷凝水排不完全而造成的轮胎外观秃花缺陷,有效地提高了硫化一次合格率。

(6) 低压管道系统改进

原设计的液压锁模个体硫化机低压管道系统上环升降高度不能自由控制,只能是升到顶或者降到底,不能满足定型工艺要求,造成大量成品轮胎胎里打褶而不合格(胎里打褶不合格轮胎占不合格轮胎的75%)。为解决此问题,对低压管道系统进行改进,将原低压水综合器分为来、回水综合器,在上环升降管道上各装一个切断阀,实现自由控制上环升降高度,彻底解决了成品轮胎胎里打褶问题。

(7) 自动控制系统改进

购进的液压锁模个体硫化机自动控制系统许多关键动作没有互锁,存在严重的安全、质量隐患。针对试制期间发生的问题及识别出的操作风险,采取以下改进措施:安装光电开关,控制锁环锁到位,若锁环锁不到位,硫化自动控制系统不运行;改造控制管路,实现定型操作控制系统与硫化过程各阀门控制系统互锁,同时实现定型操作时不会发生加压缸充水加压误动作;硫化二次进、出水分开控制,避免硫化过程中压缩空气管路故障而造成二次来、回水同时关闭,导致成品轮胎报废。

4 液压锁模个体硫化机及模具技术要求

工程机械轮胎液压锁模个体硫化机设备参数:适用轮胎规格23.5-25 16PR TT,中心机构上缸公称压力2.5 MPa,中心机构上缸推举力63 kN,中心机构上缸回程拉力53 kN,中心机构上缸最大行

程 1020 mm, 中心机构下缸公称压力 2.5 MPa, 中心机构下缸推举力 30 kN, 中心机构下缸回程拉力 23 kN, 中心机构下缸最大行程 550 mm, 胶囊最大拉伸高度 1450 mm, 最大锁模力 5500 kN。

液压锁模个体硫化机操作要求: (1) 各种介质管道阀门安全、可靠, 无堵塞、无串漏等现象; (2) 安全阀、压力表、温度计等齐全、灵敏、准确; (3) 硫化轮胎胎冠边及胎圈部位结合面(边)符合外观质量要求, 无错缝、错花现象; (4) 中心机构活塞杆运动灵活, 位置准确, 不自动升降; (5) PLC 自动控制系统灵敏、控制准确, 符合工艺要求, 一个硫化周期时间控制误差 ± 1 min, 外压温度公差 ± 2 °C; (6) 安全杆和制动器灵活、可靠; (7) 各管路密封处密封良好, 无泄漏; (8) 设备电器按钮和开关灵敏, 设备和管路保温良好; (9) 照明装置高度 3~3.5 m, 照明灯功率不低于 200 W; (10) 各介质总管道安装压力表, 一次水和二次水温度及二次水压力自动记录; (11) 所用计时器 15 天的允许误差(对北京时间) ± 5 min。

液压锁模个体硫化机模具操作要求: (1) 模具内刻轮胎规格、层级、花纹代号、负荷、气压、轮辋规格、商标、厂名等, 必要时配备可更换活字板; (2) 模具定位块完好, 防止错花; (3) 模具轮廓符合图纸要求, 经样板检验, 上、下模具内轮廓直径相差不超过 0.2 mm; (4) 模具及上、下卡盘排气孔保持畅通, 模具钢圈及胶囊上、下卡盘排气线均匀、整齐; (5) 模具定期清洗, 保持字迹清晰, 内表面光洁, 无锈蚀; (6) 模具内表面无砂眼, 模口完好, 最大卷边程度不超过 0.5 mm, 卡盘缝隙不大于 0.5 mm; (7) 上模外侧均布的 3 个吊环安全、可靠, 下模模口有 2 个对称的吊模用螺纹孔; (8) 模具停放 7 天以上再用时将内表面清理干净, 涂抹防锈油; (9) 停用模具应成套存放, 确保模具配套使用。

5 轮胎硫化工艺条件

工程机械轮胎液压锁模个体硫化机硫化工艺条件为: (1) 外压温度波动公差 ± 2 °C; (2) 内压过热水压力(加压缸) (2.8 ± 0.2) MPa, 内压

过热水温度 $(165 \sim 180)$ °C; (3) 低压水压力不低于 2.0 MPa; (4) 内冷水压力不低于 2.0 MPa; (5) 蒸汽压力不低于 0.8 MPa; (6) 压缩空气压力不低于 0.6 MPa; (7) 从开模到后充气时间不超过 10 min, 后充气冷却时间不短于 1 个硫化周期; (8) 模具必须预热后进行硫化, 预热时间不短于 30 min, 预热模具首次硫化时内、外压加压时间延长 10 min; (8) 胎坯硫化前停放 0~96 h。

6 轮胎硫化操作要点

作业前准备: (1) 穿戴好劳保用品, 提前 10 min 进行交接班; (2) 保证硫化工序吊具、吊钩和吊车钢丝绳无损伤, 吊车操作灵敏、动作灵活; (3) 工具准备齐全, 摆放整齐。

胶囊更换: (1) 将相应规格的胶囊和胶囊夹盘准备好; (2) 将胶囊下夹盘内盘置于胶囊托架上, 把胶囊撑开套入内盘, 使胶囊牙子进内盘夹槽, 将下趾圈落上, 使胶囊牙子进外盘夹槽, 用螺丝把胶囊内、外盘夹紧, 用吊车把胶囊吊离托架, 置于地上; (3) 用吊车把胶囊上夹盘内盘装入胶囊内, 使胶囊牙子进内盘夹槽, 将胶囊上夹盘外盘合上, 使胶囊牙子进外盘夹槽, 用螺丝把胶囊内、外盘夹紧, 将胶囊卧放, 用工具将所有夹盘螺丝全部再紧 1 遍, 确保夹盘夹紧; (4) 密封圈涂黄油, 装入上、下夹盘密封槽内, 用吊车把装好的胶囊套到中心机构上, 上紧上、下夹盘与中心机构连接螺丝, 通定型汽测试胶囊是否泄漏。胶囊更换完成后检查所有夹盘螺丝是否上全、上紧, 操作时避免胶囊受外伤。

半成品检查和扎孔: (1) 核对半成品标识, 半成品表面清洁无杂物、无严重缺陷, 胎里无杂物、不露线, 胎里隔离剂完全挥发, 检验合格章清晰; (2) 用电钻(或风钻)在半成品上均匀扎孔, 必须扎透; (3) 将半成品表面打褶处修平、缺胶处用相应胶补平, 用汽油将处理表面清洗干净, 胎侧均匀涂刷外喷涂剂。

胎坯定型: 胶囊表面均匀涂刷隔离剂, 将下模表面清理干净, 用专用吊具将胎坯套在中心机构上, 然后进行定型操作。定型时上环要多升降几次, 确保胶囊充分伸展开; 下环降到底, 上环降到设定定

型高度;压缩空气管通入下模外压进汽口,将下模腔内冷凝水吹净,以外压进汽口不冒汽为准。

合模:(1)用吊车将上模吊至固定架,吹净模具中的积水和杂物。对准锁环锁齿,将上模落下,确认定位块到位,闭上锁环;(2)通定型汽不少于0.5 min,将加压缸开关扳到开位锁模,确认内压表显示压力不低于2.6 MPa,且稳定。

硫化自动控制步骤为:(1)外压闭汽,内压来水开;(2)内压回水开;(3)外压汽开;(4)内压来、回水闭,外压汽闭,将内压逐步减至0.5 MPa;(5)将内压0.5 MPa减至零,内冷来、回水开;(6)内冷来、回水闭,零压排闭;(7)零压排闭,抽真空;(3)确认内压表显示压力不低于2.8 MPa,且稳定,确认外压温度上升;(4)外压升到设定值前查看数显,确认硫化过程内、外压温度是否正常,若发生降温按延时因数延长硫化时间。

开模:确认后充气无故障和内压力表归零,将加压缸开关扳到关位,加压缸压力表显示零,打开锁环,用吊车吊开上模。

后充气:(1)上环升,将胶囊从成品轮胎里脱出,用专用吊具将成品轮胎吊离模具和中心机构;(2)按工艺要求及时对成品轮胎进行后充气。

剪边:成品轮胎后充气结束后,及时用剪边刀剪掉成品轮胎表面的毛刺(残留高度不超过2 mm)。

7 结语

我公司新增的54台工程机械轮胎液压锁模个体硫化机投入生产后,工程机械轮胎年产量增大15万套,产值增加6.75亿元,与采用硫化罐硫化相比,全年降低生产成本625.5万元;同时由于液压锁模个体硫化机胶囊延展性好,硫化内压增大,硫化轮胎质量提高。工程机械轮胎液压锁模个体硫化机的应用成为我公司又一个新的经济增长点。

Hydraulic Vulcanizing Machine and Curing Process for OTR Tire

Xu Qingbin^{1,2}, Xiong Deguo¹

(1. School of Energy Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, Henan, 454000;

2. Aeolus Tyre Co., Ltd., Jiaozuo 454000, China)

Abstract: In this paper, the structure of vulcanizing machine with hydraulic clamping system in which the superheat water from tire curing is utilized as power medium and the characteristics of the corresponding vulcanization process are presented. The main structural features are hydraulic clamping, in-mold shaping, exchangeable mold, standard mold accessories, free control of the height of low pressure piping system, and interlock function of key steps in the automatic control system. The key operation points are accurate setting of machine parameters, confirmation of the safety and reliability of the pipeline system, assurance of the sensitivity and accurate control of the automatic control system, intact and clean mold, and strict control of process condition and steps. Compared with autoclave curing, the tire quality and production efficiency by using the vulcanizing machine with hydraulic clamping are improved, and the production cost is reduced.

Keywords: hydraulic vulcanizing machine; autoclave; vulcanization process; OTR tire

欢迎向《橡胶科技》《橡胶工业》《轮胎工业》投稿