

# F 型液压硫化机技术研发概述

丁振堂, 李洪飞, 徐绍强, 张元胜, 季付高

(青岛软控机电工程有限公司, 山东 青岛 266200)

**摘要:** 简要介绍 F 型液压硫化机研制背景、主要结构、工艺参数等, 其特点是硫化轮胎的质量优良, 实现机械化、自动化, 操作维修方便快捷, 降低能源消耗, 产品的性价比优等等。

**关键词:** 硫化机; 卸胎辊道; 机械手; 存胎器; 自动化; 安全标准

**中图分类号:** TQ330.47

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1009-797X(2024)12-0068-06

**DOI:** 10.13520/j.cnki.rpte.2024.12.014

## 1 研发背景

轮胎硫化是轮胎生产制造中的最后一道工序, 也是决定轮胎质量的工序之一。我国制作轮胎硫化设备的发展过程同世界各国差不多, 都经历了轮胎硫化罐、普通轮胎硫化机和轮胎定型硫化机等的发展历程, 而轮胎定型硫化机的发展历程曲折。二次大战结束时, 西方发达国家开始研发设计制造出轮胎定型硫化机, 而我国是从 1958 年开始, 把轮胎定型硫化机的研发提到了议事日程, 一直到 1973 年之前, 我们国内的技术水平还不足以开发出可靠性好、生产性能好的轮胎定型硫化机, 对机内定型、润滑系统、热工管道系统、胶囊设计制造、自动控制系统、过热水出氧、专用电机以及安全防护等很多问题, 都没有较好解决方案。到了 1975 年, 这时, 国内某厂家引进神钢的 63.5 吨机械轮胎定型硫化机, 然后进行了消化吸收, 以及适用国内的研发改进, 使我国轮胎定型硫化机开发生产, 逐步走上了快速发展的道路。紧接着, 国内又开发出 AB 型以及 A 型机械轮胎定型硫化机, 机械定型硫化机迅猛发展, 形成了专业化、系列化的特点。20 世纪 80 年代左右, 西方国家设计研发了液压轮胎定型硫化机, 而国内橡胶机制作厂家包括轮胎生产厂对液压硫化机用来硫化子午胎的性能和精度上认识模糊, 认为没有什么提升; 关键是国内液压系统存在跑冒滴漏问题, 对液压系统保养维护没有经验。后来, 随着国内液压轮胎定型机的技术水平提高以及液压件质量提高, 成为轮胎生产厂硫化高等级子午线轮胎的首要选择设备。在市场发展高等级子午线轮胎的背景下, 对液压轮胎

定型硫化机需求大增。青岛软控机电工程有限公司是最早研发液压硫化机的厂家之一, 并专门成立了庞大的研发制作队伍, 根据不同用户群, 研发出不同结构种类的液压硫化机, 本文重点介绍 F 型半钢液压轮胎定型硫化机, 简称 F 型液压硫化机。该机型主要以国外高端客户为主, 因其硫化的半钢子午线轮胎质量高, 设备操作又方便快捷, 深受国外轮胎厂家的青睐, 知名度不断提升, 成为国外订购我国液压硫化机的主力机型。

## 2 F 型液压硫化机的特点、总体结构、动作原理、参数等介绍

F 型液压硫化机(附图 1)是软控集多年研发设计、制作、安装、调试、使用、维护精心打造的机型。因其结构稳定、操作方便、价格公道、性价比高、性能优良等受市场用户好评, 成为国外用户的主力机型。

### 2.1 F 型液压硫化机型号介绍及设备特点

F 型液压硫化机型号(附图 2), 该机型主要用于半钢 V 级和 H 级汽车子午线充气轮胎的硫化。本机具有效率高、自动化程度强、轮胎定型精度高、更换轮胎规格容易、维护使用方便等优点。

F 型液压硫化机的主要特色:

方柱 + 直线导轨导向;

**作者简介:** 丁振堂(1969-), 男, 高级工程师, 硫化机行业内专家学者, 中国高分子材料专家委员会委员, 青岛科技大学高性能聚合物研究院研究员。

**收稿日期:** 2023-11-22



图 1 F 型液压硫化机多机现场照片图片

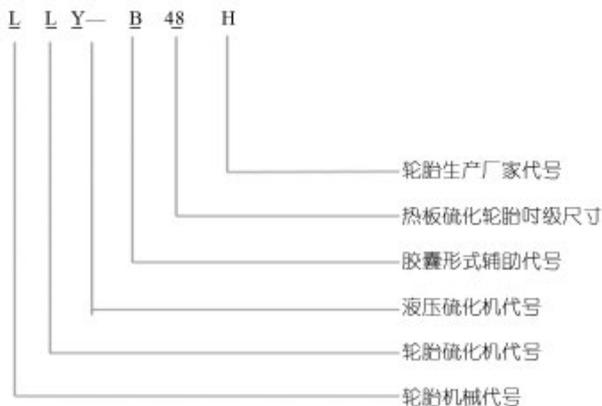


图 2 F 型液压硫化机的产品型号介绍

开合模方式：左右独立控制；  
 加力和导向分离，更有益于精度保持；  
 可实现地面、地坑式安装；  
 梅花齿十字头式锁模；  
 电机自动调模；  
 4 加力缸下加压，下热板固定；  
 完全满足 CE 认证。

### 2.2 F 型液压硫化机硫化工艺路线

F 型液压硫化机硫化工艺路线简图（附图 3）。

### 2.3 F 型液压硫化机设备主要参数

F 型液压硫化机设备主要参数见表 1。

### 2.4 F 型液压硫化机主要部件及其部件功能介绍

F 型液压硫化机主要部件包括：中心机构 1、主机部件 2、活络模调节装置 3、上下蒸汽室部件 4、液

表 1 F 型液压硫化机 48 吋主要参数

型号	LLY-B48H
模型数量	2 个
每个模型合模力	1 800 kN
硫化室内径	1 260 mm
模型加热方式	热板
胎圈直径	14 in.....20in
模型最小厚度	250 mm
模型最大厚度	610 mm
最大生胎高度	550 mm
轮胎最大外径	900 mm
最大生胎外径	900 mm
装卸胎机械手卡爪开 / 合直径	306 mm/535 mm
活络模油缸行程	270 mm
中心机构下环行程	350 mm
中心机构上环行程	625 mm
后充气最大充气压力	0.6 MPa
后充气轮胎最小宽度	115 mm
后充气轮胎最大宽度	350 mm
内温蒸汽最大压力	1.8 MPa
外温蒸汽最大压力	1.4 MPa
氮气最大压力	2.5 MPa
液压工作油最小压力	2 MPa
液压系统总功率	37 kW
液压工作油最大压力	16 MPa
动力风压	0.7 MPa

压系统 5、电控系统 6、装胎机械手 7、卸胎机械手 8、存胎器装置 9、卸胎辊道 10、热工阀组 11、气控系统 12、后充气装置等组成 13。

#### 2.4.1 新式的存胎器机构

新式存胎器装置（附图 4）。

支撑臂与主机相连，起到支撑存胎盘部件的作用。探胎爪的作用是能够感应到存胎盘部件上是否有生胎，及时反馈信号补充。转臂轴的作用一是起到固定支撑臂的作用，二是使转臂轴和存胎盘部件能够调整转动一定的角度，使主机上的机械手能够顺利抓取存胎盘部件的生胎，便于取放生胎。存胎器部件是关键部件见图 5。

生胎规格的调节原理：生胎放在托盘架上，调节螺柱与内撑架 2 与外撑架 2 相连，托盘架和外撑架 2 相连，外撑架 2 与长连杆相连，内撑架 2 与连杆相连，连杆与圆盘 1 相连，长连杆与圆盘 2 相连，连杆与长连杆与圆柱相连，十字架与圆柱相连。调整调节螺柱时，内撑架 2 带动连杆，外撑架 2 带动长连杆，然后连杆带动圆盘 1 和长连杆带动圆盘 2，它们一起围绕圆柱做旋转运动，带动其他三件内撑架 1 和三件外撑架 1 一同，使四件托盘架循着十字架共同进退，使四件托盘架组成的圆变大或变小，适应生胎的规格大小。轴座的作用是与转臂轴相连起到固定圆柱。销的作用是连接托盘架和外撑架 2，以及连接托盘架和外撑架 1。

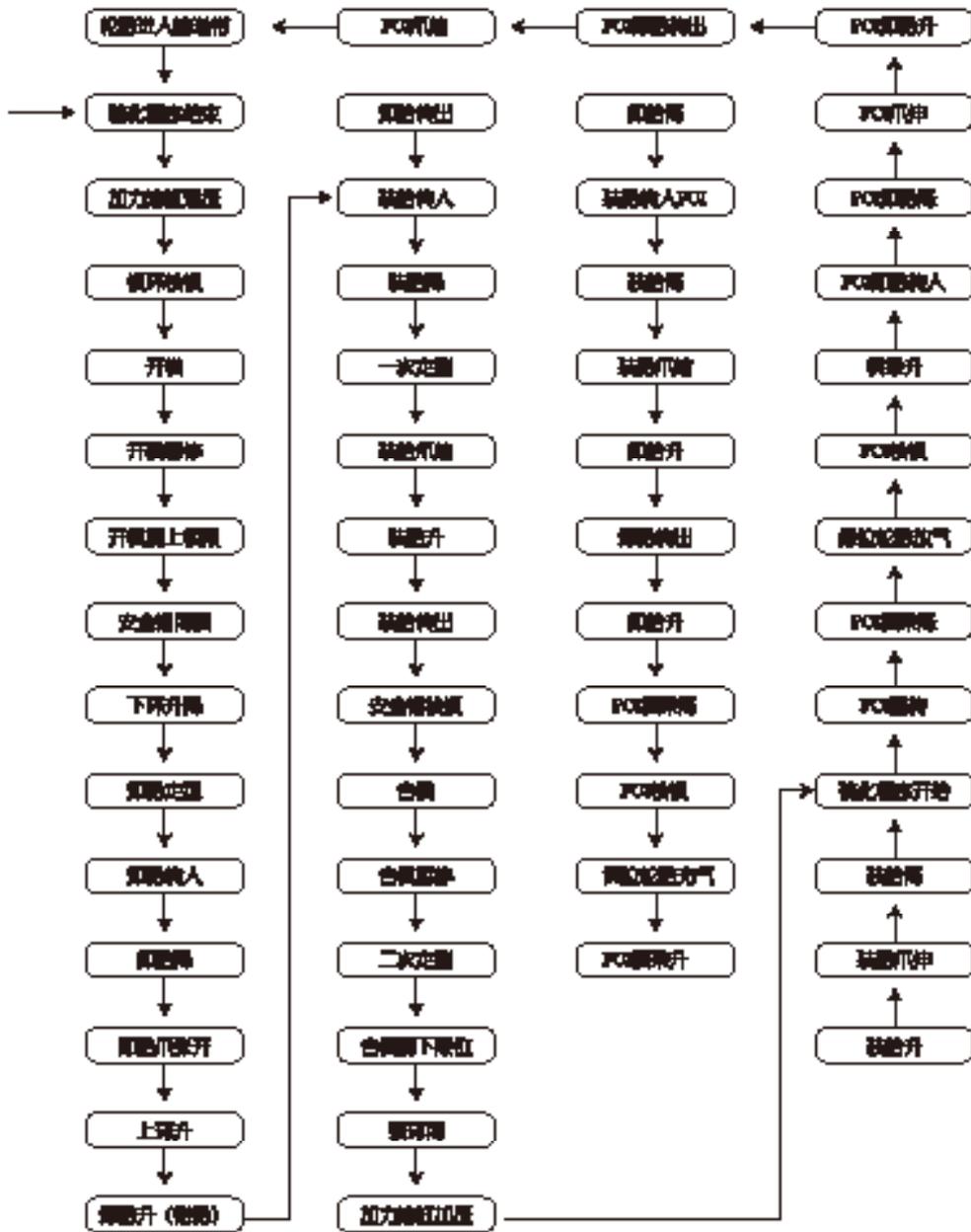
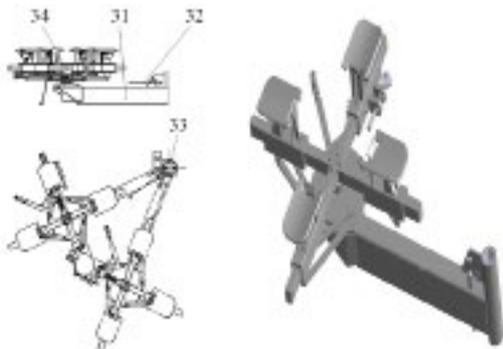


图3 F型液压硫化机硫化工艺路线简图



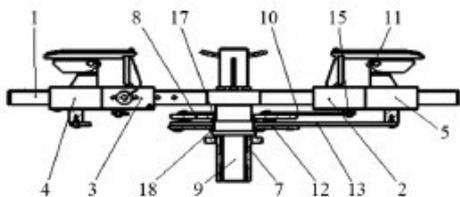
31—支撑臂；32—探胎爪；33—转臂轴；34—存胎盘部件

图4 新型的存胎器装置

轴的作用是连接连杆和内撑架1，以及连接连杆和内撑架2。轴2的作用是连接连杆和圆盘1。标尺的作用是调整规格时便于观察调整的尺寸，读取内撑架2与标尺上的数值。

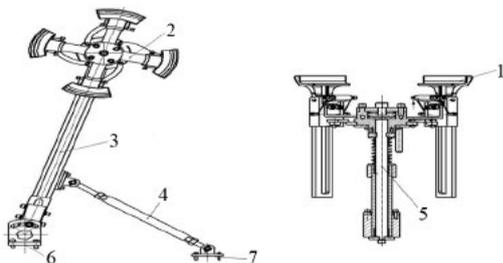
相比于原存胎器装置，一是解决了生胎掉落问题。二是解决生胎取放麻烦，对中对正问题。现方案取放生胎时用眼睛看看简单找正对正即可，生胎轻拿轻放迅速，方便快捷。

原存胎器装置的部件图见图6。



1—十字架；2—内撑架 1；3—内撑架 2；4—外撑架 2；5—外撑架 1；6—托盘架；7—轴座；8—圆盘 1；9—圆柱；10—连杆；11—销；12—圆盘 2；13—长连杆；14—调节螺柱；15—轴；16—轴 2；17—套 1；18—套 2；19—手柄 1；20—手柄 2；21—标尺

图 5 存胎器部件



1—承托盘；2—调节板；3—支撑臂；4—螺纹杆；5—支撑轴；6—固定座 1；7—固定座 2

图 6 原存胎器装置图

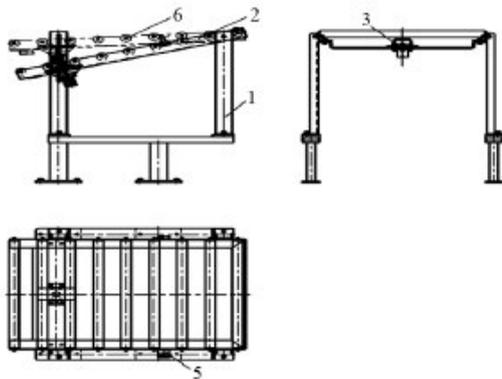
原存胎器装置属于子口内承托型式，承托盘其自然状态处于收缩形状，生胎的子口比承托盘小一些，生胎放入后，在生胎的重力作用下，承托盘伸缩，压缩承托盘张开，进入生胎内部，承托住轮胎的子口。调节板调节承托盘的张开直径，用来适应不同规格的生胎。螺纹杆调节支撑臂的张开角度，调节承托盘与装胎机械手的同轴度。原存胎器装置的工作原理：根据轮胎子口的尺寸大小，调整调节板进出尺寸，使承托盘圆弧直径尺寸与生胎子口直径尺寸相符，生胎放置到承托盘上后，在生胎重力作用下，承托盘能够撑开，并撑住生胎。固定座 1 和固定座 2 分别固定在主机上，支撑臂既与固定座相连又与承托盘相连，起到支撑承

托盘的作用。螺纹杆调整丝杆的进出，调整支撑臂的角度方向，最终起到调整生胎的承托盘位置。支撑轴对承托盘起到支撑的作用。

### 2.4.2 新式的卸胎辊道装置

当前的半钢液压硫化机，在轮胎硫化完毕后，都需要把硫化完毕的轮胎通过卸胎辊道装置运送到输送带上，通过输送带集中运送到仓库。卸胎辊道装置的作用就是输送轮胎，在输送的过程中，速度不能太快，否则前后轮胎会发生碰撞，或造成轮胎跑偏与卸胎辊道支架碰撞，容易造成轮胎的损伤，速度也不能太慢，否则容易造成轮胎的积压，影响后道工序轮胎的硫化。所以轮胎输送的快慢，也要经过粗略的计算，使轮胎输送速度匹配与整条输送线。所以说，卸胎辊道装置是当前输送轮胎的必备装置，也是轮胎硫化机不可或缺的零部件之一。

新式的 F 型半钢液压硫化机卸胎辊道装置见图 7。



1—底座支腿；2—调整支架；3—挡胎机构；4—输送辊筒；5—光电支架

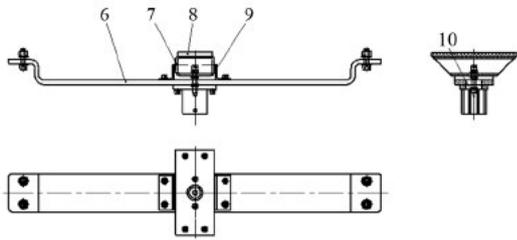
图 7 卸胎辊道装置图

新式卸胎辊道装置的工作原理是：

底座支腿的相对位置固定好，使其不能移动，然后调整好调整支架的角度，也就是倾斜度，方便轮胎沿着输送辊筒下落顺畅，又速度适中。挡胎机构的初始位置是升起位置，即气缸缸杆伸出装胎。当光电支架检测到有轮胎滑落时，挡胎机构气缸缸杆下落，轮胎滑出输送辊筒。挡胎机构见图 8。

轮胎下滑前，气缸 C55F50-20 气缸杆顶起矩形管和橡胶板，橡胶板上粗糙面顶住输送辊筒，使输送辊筒不能转动，则轮胎滑落到输送辊筒上时，不能移动。改变了原来轮胎直接冲击挡胎组件引起晃动的问题，使轮胎缓慢下落缓慢停止。光电开关得电后，给气缸 C55F50-20 信号，气缸杆下落，橡胶板与输送

辊筒脱离接触，输送辊筒转动，轮胎下落到输送带上。纠偏支架是防止矩形管；橡胶板在气缸 C55F50-20 气缸杆顶起时跑偏，起到纠偏作用。

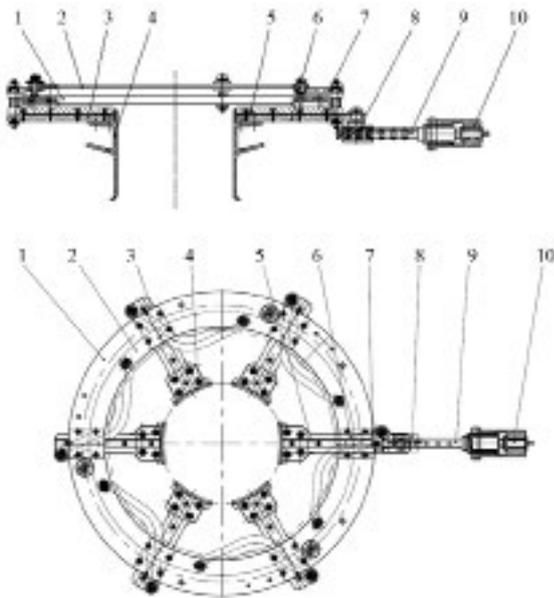


6—气缸支板；7—矩形管；8—橡胶板；9—纠偏支架；  
10—气缸 C55F50-20  
图 8 新型挡胎机构

该卸胎辊道装置结构简单实用，轮胎下滑便捷快速，并且对轮胎冲击小。

### 2.4.3、装卸胎机械手

半钢硫化机装卸胎机械手爪盘组合采用的是气缸连接规格杆推动主动滑板移动，主动滑板推动卡爪移动，同时主动滑板带动连杆移动，连杆连同动环带动其余从动滑板移动，进而带动剩余卡爪移动，实现所有卡爪的同进同退（附图 9）。



1—静盘；2—动环；3—从动滑板；4—卡爪；5—滑轨（含滑块）；  
6—主动滑板；7—连杆；8—插销座；9—规格杆；10—气缸  
图 9 装卸胎机械手

F 型半钢硫化机装卸胎机械手爪盘组合机构，采用的是传统的静盘，动环，连杆，爪盘，主动滑板，从动滑板，滑轨，调节杆，插销座，气缸等主要零部件组成。气缸连接规格杆推动主动滑板移动，主动滑

板推动卡爪移动，同时主动滑板带动连杆移动，连杆一端连接主动滑板或从动滑板，另一端连接动环，连杆在主动滑板的作用下，将直线运动转变成动环的圆周运动，动环又将自身的圆周运动转换成其余连杆的直线运动，其余连杆带动其余从动滑板移动，进而带动剩余卡爪移动，保证了所有卡爪的同进同退，实现了卡爪组合的张开和闭合的动作。时级调节的调节方式是调节规格杆与插销座的固定位置，进而实现不同寸级轮胎的抓取工作。

## 3 主关件全部做有限元分析

随着市场竞争的加剧，产品更新周期愈来愈短，企业对新技术的需求更加迫切，而有限元数值模拟技术是提升产品质量、缩短设计周期、提高产品竞争力的一项有效手段。所以，随着计算机技术和计算方法的发展，有限元法在工程设计和科研领域得到了越来越广泛的重视和应用，已经成为解决复杂工程分析计算问题的有效途径，从汽车到航天飞机几乎所有的设计制造都已离不开有限元分析计算，其在机械制造、材料加工、航空航天、汽车、土木建筑、电子电器、国防军工、船舶、铁道、石化、能源和科学研究等各个领域的广泛使用，已使设计水平发生了质的飞跃。

### 3.1 上蒸汽室有限元分析

上蒸汽室有限元分析如图 10 所示。

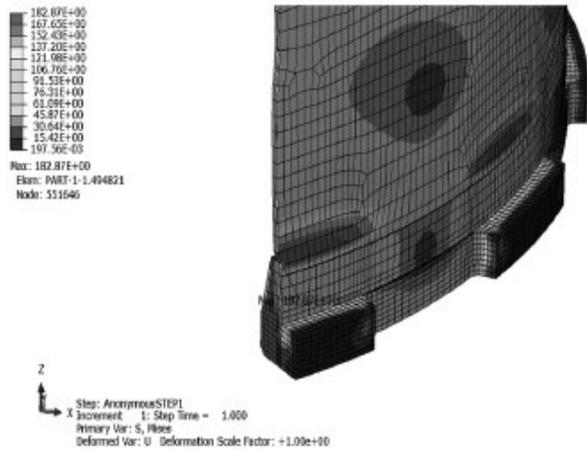


图 10 上蒸汽室有限元分析

上蒸汽室仿真分析，安全系数 > 1.5。

### 3.2 锁环有限元分析

锁环有限元分析如图 11 所示。

锁环仿真分析，安全系数 > 1.5。

### 3.3 上横梁有限元分析

上横梁有限元分析如图 12 所示。



图 11 锁环有限元分析



图 12 上横梁有限元分析

主机机架上横梁仿真分析，安全系数 > 1.5。

#### 4 满足欧美的安全标准

安全标准见表 2。

表 2 符合中国和欧美安全标准

地区 / 国家	标准名称	备注
欧盟	EN ISO 13849-1	机械和电气安全指令；
	EN ISO 13857:2008	人身安全距离规则
	EN 349:2008	挤压风险安全距离；
	EN ISO 13855:2010	人体靠近速度及机械安全规则；
北美	EN 16474:2015	欧盟硫化机强制安全标准；
	NRTL	北美控制柜标准；
中国	GB 30747-2014	中国硫化机安全标准。

## Overview of F-type hydraulic vulcanizing machine technology research and development

Ding Zhentang, Li Hongfei, Xu Shaoqiang, Zhang Yuansheng, Ji Fugao

(Qingdao MESNAC Electromechanical Engineering Co. LTD., Qingdao 266200, Shandong, China)

**Abstract:** This article briefly introduces the development background, main structure, process parameters, etc. of F-type hydraulic vulcanizing machine. The characteristics of F-type hydraulic vulcanizing machine are excellent vulcanization quality, mechanization, automation, easy operation and maintenance, low energy consumption, and high cost-effectiveness of the product.

**Key words:** vulcanizing machine; tire unloading roller conveyor; manipulator; tire storage device; automation; safety standards

(R-03)

