

# 提升半钢轮胎硫化效率的设备工艺优化

张森森,李浩,加凡,郑求义

(中策橡胶集团股份有限公司,浙江 杭州 310018)

**摘要:**基于半钢轮胎硫化过程中不必要的等待时间和动作浪费,对硫化周期进行分解并进行设备工艺优化。通过优化步序转换的跳转程序和采取“降等待”“趋重叠”及“减行程”等措施实现对合模硫化时间和开合模节拍时间的优化,缩短生产等待时间,提高硫化生产效率。

**关键词:**半钢轮胎;硫化;液压硫化机;生产效率;设备工艺优化

**中图分类号:**TQ336.1;TQ330.4<sup>+</sup>7

**文献标志码:**B

**文章编号:**1006-8171(2023)04-0242-04

**DOI:**10.12135/j.issn.1006-8171.2023.04.0242



OSID开放科学标识码  
(扫码与作者交流)

目前半钢轮胎生产所使用的液压硫化机普遍采用B型油压式中心机构、上下硫化室结构(下硫化室固定,上硫化室通过油缸升降开合模具)、单加压缸加压的框架式双模液压硫化机,其电气控制系统采用三菱Q系列可编程逻辑控制器(PLC),以三菱工业触摸屏作为人机操作界面。若要提升硫化设备的生产效率,首先要清楚地了解整个硫化机的结构和运作流程,并利用其机械结构及电气系统的控制特点进行针对性改造,缩短硫化各步骤时间或动作影响时间,从而提高硫化生产效率<sup>[1-4]</sup>。

半钢轮胎液压硫化机的正常运行状态主要分为合模硫化状态和开模非硫化状态。合模硫化时间分为正硫化时间和非正硫化时间,开模非硫化时间主要指硫化结束后开模卸胎时间和装胎进缸合模时间(简称开合模节拍时间)。本工作对硫化过程中的各分解时间进行分析,以期缩短硫化周期,提高设备的生产效率。

## 1 合模硫化时间的优化

### 1.1 正硫化时间

正硫化时间受轮胎硫化工艺条件限制和轮胎品质约束,除非工艺人员切割轮胎气泡点并反复

**作者简介:**张森森(1988—),男,浙江海宁人,中策橡胶集团股份有限公司工程师,学士,主要从事半钢轮胎的生产设备管理工作。

**E-mail:**15990152057@163.com

试验验证,否则不允许随意更改。因此只能着眼于步序转换的跳步时间优化。

原PLC控制系统采用分制计时法,6 s计为0.1 min。在实际程序编写过程中,为确保步序工艺时间,增加了0.1 s的每6 s计数时间延迟(见图1),即如果单缸轮胎硫化时间需12 min,总跳转时间就增加了12 s( $0.1 \times 12 / 0.1$ )。如果采用秒制计时法并使用三菱Q系列PLC系统内部特殊继电器SM412进行每秒脉冲计时,就可避免每0.1 min跳转时间的浪费,从而缩短正硫化的持续时间(见图2)。

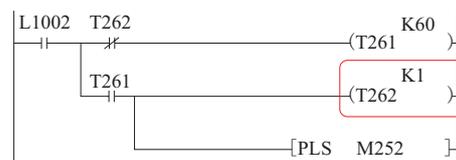


图1 原硫化计步时间程序

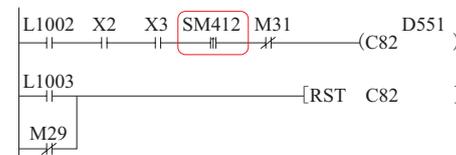


图2 优化后的跳转程序

### 1.2 非正硫化时间

非正硫化时间包括硫化步序最后3步时间,即氮气回收、主排排空和抽真空。这3步对成品轮胎的工艺品质几乎没有影响,因此应在保证能源合理利用率和开模安全性的前提下,尽可能缩短。



缩短开合模节拍时间的基本方向可以总结为“降等待,趋重叠,减行程”。“降等待”为最大程度地缩短每个动作的延迟等待时间;“趋重叠”为尽可能使几组互不干扰的机械动作同步进行;“减行程”为在保证结果不受影响的条件下尽量缩短动作行程。

### 2.1 “降等待”

从图4可以看出,除了开模和合模受模具开合行程的影响和出于对安全的考虑,整个持续时间较长外,主要影响延迟等待时间为上环升等待时间和卸胎手延时下降等待时间。

从现状来看,硫化车间的抽真空问题还没有有效的解决办法,目前只能针对新旧胶囊对抽真空的影响去缩短卸胎手下降和上环升的等待时间。当胶囊使用次数小于80时,由生产人员和设备维修人员联合监督设置最短上环升等待时间和卸胎手下降等待时间;当胶囊使用次数大于80后,程序自动设定卸胎手下降等待时间为15 s,上环升延时时间为5 s,并锁定参数设置范围。这可在一定程度上缩短等待时间,一般锁定后可节省18 s。

### 2.2 “趋重叠”

(1) 加压缸从泄压到移出一般为3 s。当轮胎内压压力低于0.03 MPa(远低于定型压力)时,模具自重足以承受轮胎内压,故加压缸可提前完成移出动作,硫化结束后直接开模。

(2) 在抽真空效果较好的前提下,卸胎手转入和上环升可以同步进行,但实用性不强。

(3) 卸胎手有机械接近开关限位和转进转出气缸磁性开关限位的双重保护。当卸胎手触发转出信号时,装胎手可以提前转入装胎,这样既确保了安全性,同时每缸轮胎的开合模时间可以节省2~3 s。

(4) 装胎定型也需要一定的等待时间,在这段等待时间内模具活络块也可以同时张开,如此待定型完成后可直接开始合模而无需等待活络块完全张开(开合模油缸和活络模油缸都是大油缸,同时动作会造成流量不足而影响动作速度)。

### 2.3 “减行程”

一般影响开合模节拍时间的为升降油缸行

程,包括开合模油缸升降行程、机械手油缸升降行程、上环油缸升降行程和下环油缸升降行程。

硫化中心缸上环的装胎伸直高度和定型位高度是直接影响轮胎工艺品质的关键参数,其升降高度一般不允许改变;而下环油缸只在做两半模的情况下才有升降动作,且考虑到脱模的有效性,基本不予改动,故暂不考虑这两种升降行程的优化。

降低开合模行程是提升开合模效率最具优化空间的手段之一。液压硫化机一般都有双开模限位,即单边均有上下两组编码器且间距值为300的开模位和安全销孔位,但在默认情况下均只使用上开模位。若要进一步缩短开合模行程,提高开合模节拍效率,可以根据实际硫化轮胎规格切换开模位,381 mm(15英寸)及以下的小规格轮胎可选择下开模位,单缸开合模时间可节省6~8 s。

硫化模具规格更换后,换模人员一般只会在合模试运行过程中调整开合模活络模溢流位编码器参数,而较少关注合模慢速位的设置,因此造成部分规格换模完成后合模慢速行程区间过长,合模时间延长。由于各个规格模具的活络模溢流位与合模慢速位的距离基本相同,可通过程序优化制定两者参数的关联性来实现同步设置合模慢速位,即一般在活络模溢流位编码器值的基础上减去一定的区间差值,经验参考值为150。如此可大幅度减少因合模慢速位区间过大造成的时间浪费(见图5)。

装胎手抓胎转入高度以及卸胎手卸胎转出高

开合模位置设定	
左开合模当前位置	2345
右开合模当前位置	2345
左开模位置设定	550
右开模位置设定	600
左合模位置设定	2336
右合模位置设定	2339
左开合模暂停位设定	2320
右开合模暂停位设定	2320
左二次定型位设定	2100
右二次定型位设定	2100
左合模慢速位	1945
右合模慢速位	1942
左开模慢速位	650
右开模慢速位	700
左活络模伸直位设定	1000
右活络模伸直位设定	1000
左活络模慢速位设定	1300
右活络模慢速位设定	1300
左活络模溢流位设定	2095
右活络模溢流位设定	2092
左开模编码器圈数	-1
右开模编码器圈数	0

图5 合模慢速位自动设置

度均可以上环定型位高度为基准,通过动作程序优化来实现行程缩减。具体方法为:当装胎手抓胎转入或卸胎手抓胎转出时,中心缸上环同步从升限位降至定型位,转入或转出的上限高度可随之调整至上环定型位,待转入或转出到位后,上环回升至拉伸高度,紧接下个动作。

装胎手装完轮胎后的转出高度原为手动设置,当由大规格模具切换至小规格模具时,一般只减小装胎定型位的参数,导致普遍存在装胎手转出高度过高的情况。优化方法可参考合模慢速位的设置方法,以装胎定型位为基准同步关联,减去一定的区间差值,即可保证最低转出位的同时机械手不撞到上环螺丝。经验参考值为120(见图6)。

左装胎当前位置	825	右装胎当前位置	772
左装胎上限位设定	830	右装胎上限位设定	780
左装胎手转出位设定	1289	右装胎手转出位设定	1219
左装胎手下限位	1570	右装胎手下限位	1500
左装胎手装胎位	1409	右装胎手装胎位	1339
左装胎手编码器圈数	-3	右装胎手编码器圈数	2
左上环当前位置	5.7	右上环当前位置	1.0
左上环升限位设定	280.0	右上环升限位设定	280.0
左上环定型位设定	200.0	右上环定型位设定	208.0
左上环下限位设定	20.0	右上环下限位设定	20.0

图6 装胎手转出位自动设置

## 2.4 优化结果

通过调整和程序优化,2022年1—3月,硫化机平均开合模时间分别为1.83,1.71和1.60 min,硫

化机的平均开合模节拍时间呈显著下降趋势。

## 3 结语

列举了半钢轮胎硫化工序中一系列不必要的等待时间和动作浪费,并通过合理的程序和动作优化,缩短生产等待时间,从而提高硫化生产效率。

此外,硫化设备自动化程度也是影响硫化生产效率的重要因素,这就需要设备管理和维保人员时刻关注设备运行状态,及时发现并排除设备各类机械和电气故障隐患,同时通过设备创新和技术改造,提高设备自动化程度。今后10年,是半钢轮胎生产规模蓬勃发展的扩张期,硫化工序作为其中至关重要的一环,在保证质量的前提下,提效创新,打造数字化全自动硫化生产车间将成为硫化设备管理及维保人员的首要职责。

## 参考文献:

- [1] 郑万利,李刚,王忻国,等. 双模硫化机故障智能诊断及报警推送浅析[J]. 橡塑技术与装备,2021,47(13):18-23.
- [2] 张晓琳,杨华,郭良刚,等. 轮胎定型硫化机蒸汽管路概述[J]. 橡塑技术与装备,2020,46(15):22-24.
- [3] 潘星,王冠中. 电磁感应加热技术在轮胎硫化机上的应用研究[J]. 橡胶工业,2020,67(9):706-708.
- [4] 吴畏,伍先安,杨卫民,等. 轮胎硫化设备及工艺研究进展[J]. 橡胶工业,2018,65(6):711-716.

收稿日期:2022-12-08

# Optimization of Equipment and Process for Improving Curing Efficiency of Steel-belted Tire

ZHANG Sensen, LI Hao, JIA Fan, ZHENG Qiuyi

(Zhongce Rubber Group Co., Ltd, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** Based on the unnecessary waiting time and action waste in the curing process of steel-belted tires, the curing cycle breakdown was carried out, and the equipment and process were optimized. By optimizing the jump program of step sequence conversion and taking measures such as “reducing waiting time”, “overlapping” and “reducing stroke length”, the vulcanization time in the closed mold and the beat time of opening and closing mold were optimized, the production waiting time was shortened and curing efficiency was improved.

**Key words:** steel-belted tire; curing; hydraulic curing press; production efficiency; equipment and process optimization