

LL-C1400 型轮胎双模硫化机托举机构故障分析与垫杆机构的改造

王水利,李 锐,董彩丽

(荣成国泰轮胎有限公司,山东 荣成 264300)

摘要:分析了 LL-C1400 型轮胎双模硫化机托举机构故障产生的原因,据此对垫杆机构提出了相应的改造措施。除了需加强设备维护保养的常规方法外,从机械、控制程序和电气三方面对垫杆机构进行了改造,以保证垫杆进入到位,避免托举机构传动轴受到巨大的扭转力矩。

关键词:轮胎;双模硫化机

中图分类号:TQ330.4⁺7 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2001)10-0623-03

硫化工序是轮胎产品质量和性能保障的最后工序,硫化质量和生产能力主要是由设备本身来保证的。因此,保持硫化设备的完好性无论对维持正常生产秩序,还是保证产品质量,都具有非常重要的意义。我厂用于全钢载重子午线轮胎硫化的 LL-C1400 型轮胎双模硫化机经过几年使用后时常出现问题,其中最典型的就是托举机构的传动轴经常出现扭曲,甚至扭断。这种故障具有一定的普遍性和代表性,曾陆续发生在多台机组上,既影响生产进度,又增加维修费用。现将其改造情况简介如下。

1 设备介绍

1.1 设备概述

LL-C1400 型轮胎双模硫化机主要用于载重子午线轮胎的硫化,硫化时配用活络模具。该机由四连杆构架组成并承受硫化时轮胎的内、外总压力,机台主要结构由以下几部分组成:机架、传动机构、蒸汽室、中心机构、托举机构、垫杆机构、装卸胎机构、活络模操纵系统和电控及管路系统等。

1.2 托举机构的组成和功能

托举机构主要由动力水缸、杠杆及传动轴

组成。作为中心机构的配套部分,它安装在机座前部,与中心机构相连。它的主要功能是将中心机构的下托盘升起(把胶囊送入胎腔)、再降下(把胶囊拖入囊筒)和定位(为定型做准备)。定位时需要依赖垫杆机构,即定型时垫杆必须进入,托举机构的摇臂带动中心机构落在进入的垫杆上面。

2 故障原因分析

2.1 硫化前的动作流程

根据传动轴的断裂程度可初步断定,断裂是在一个强大的扭转力作用下突然发生的。因此,有必要首先分析一下硫化前的动作流程(如图1所示)。

按照原设计的程序要求,从下托盘上升到下托盘下降(定位)和一次定型之间,垫杆必须完全进入到位并支承下托盘且起到定位作用,由此可见,在硫化过程中,垫杆的作用是支承中心机构整体承担的全部压力,见图2。

2.2 传动轴的受力分析

根据图1可以确定,使托举机构传动轴产生扭转的作用力发生在下托盘下降和一次定型时,且随着硫化程序的进一步执行,作用力将越来越大。即在下托盘上升后,有一个垫杆在进入时没有到位,在这种情况下接着进行了下一工步——下托盘下降并进行一次定型、硫化。

作者简介:王水利(1964-),男,陕西高陵人,荣成国泰轮胎有限公司工程师,学士,主要从事全钢载重子午线轮胎生产设备的技术和管理工作。

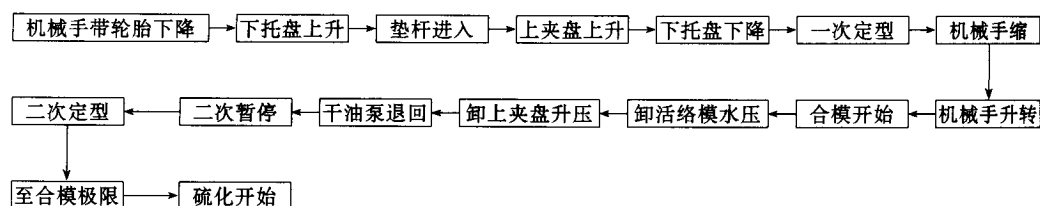


图1 硫化机硫化前动作流程

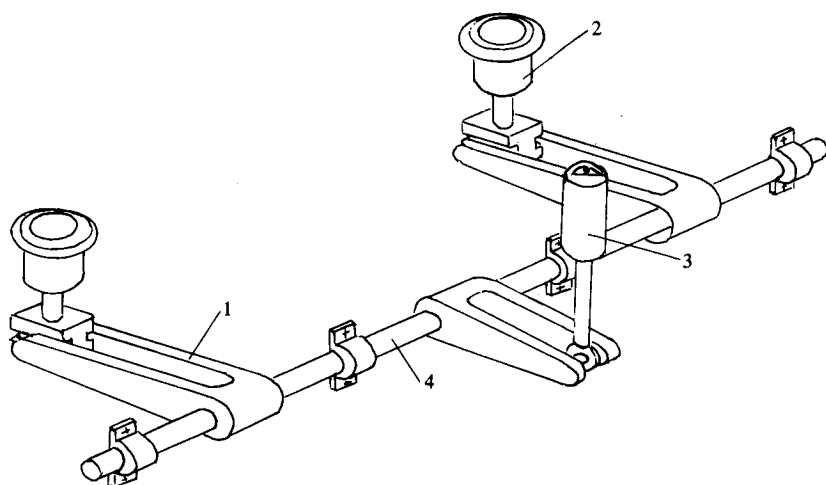


图2 硫化机中心机构传动简图

1—摇臂;2—中心机构;3—中心水缸;4—传动轴

此时的情况是有一个下托盘受到垫杆的支承而另一个则处于悬空状态,仅靠水缸和摇臂支撑,摇臂间则靠传动轴连接来传递扭矩。硫化开始后,随着内压与外压的增大,在下端悬空的一个下托盘通过摇臂会给传动轴一个巨大的扭转力矩,见图3

为了弄清这个扭转力矩对传动轴的破坏性,对故障状态下传动轴的受力做了分析计算。

首先计算传动轴在故障状态下所受的扭转力矩 T

$$T = FL \quad (1)$$

式中 F ——传动轴所受的作用力;

L ——传动杠杆的长度,即力臂长度(现场实测为 0.44 m)。

传动轴所受的作用力 F 为

$$F = PS \quad (2)$$

式中, P 为中心机构下托盘所受内、外压强(P_i , P_o)之和,即

$$P = P_i + P_o \quad (3)$$

根据工艺条件,硫化过程中内压水压力 P_i 为 2.5 MPa,蒸汽室压力 P_o 为 0.424 MPa,代入式(3)得

$$P = 2.5 + 0.424 = 2.924 \text{ (MPa)}$$

设 S 为受力面积,即下托盘的面积

$$S = \pi D^2/4 \quad (4)$$

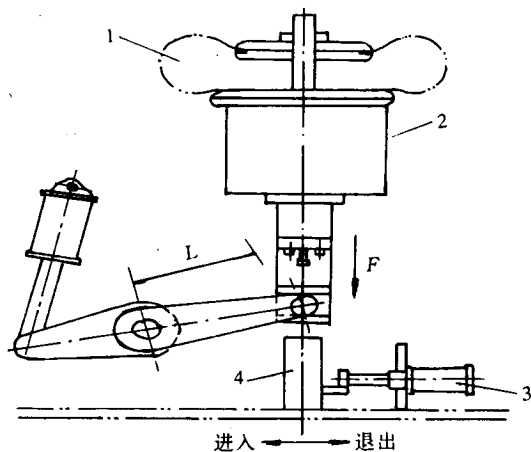


图3 硫化机托举机构传动轴受力分析

1—胶囊;2—中心机构;3—推进气缸;4—垫杆

式中, D 为下托盘直径, 现场实测为 0.405 m, 代入式(4)得

$$S = 3.14 \times 0.405^2 / 4 = 0.129 \text{ (m}^2\text{)}$$

将 P 和 S 代入式(2)得

$$F = 2.924 \times 10^3 \times 0.129 = 377.196 \text{ (kN)}$$

将 L 和 F 代入式(1)得故障状态下传动轴所受的最大扭转力矩

$$T = 377.196 \times 0.44 = 165\,966 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

根据传动轴的直径(实测为 0.088 m)可算出其抗扭截面系数 W_t

$$W_t = \pi D^3 / 16 = 3.14 \times 0.088^3 / 16 \\ = 1.338 \times 10^{-4} \text{ (m}^3\text{)}$$

则故障状态下, 传动轴实际承受的最大扭转剪切应力为

$$\tau_{\max} = T / W_t = 165.657 \times 10^{-3} / \\ (1.338 \times 10^{-4}) = 1\,240 \text{ (MPa)}$$

该传动轴的材质为 45# 钢, 已知 45# 钢的允许剪切应力 $[\tau] = 50 \sim 60 \text{ MPa}$, 则故障状态下传动轴所承受的最大剪切应力约为允许应力的 23 倍, 远大于该材料的允许应力, 因此造成了传动轴的扭曲断裂。

3 改造方法

根据对故障现象的分析, 用倒推法确定了排除故障的方法和对设备进行技术改造的基本思路, 如图 4 所示。

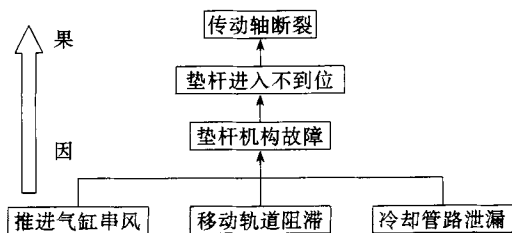


图 4 故障分析

3.1 常规方法

根据故障分析框图, 预防和排除故障的一般方法是加强设备维护保养, 及时更换推进气缸活塞密封环, 保养垫杆移动轨道和检查冷却管路, 以保证垫杆机构运行动作可靠和托举机构安全运行。然而这只是被动预防, 解决问题的根本方法是对垫杆机构进行技术改造。

3.2 垫杆机构的改造

垫杆机构的改造分别从机械、程序和电气三方面考虑, 以保证垫杆进入到位。

(1) 机械方面

一是增加一个垫杆进入定位装置, 以保证垫杆进入不是动作的过程, 而是动作的结果——到位。为此选择了费思托 DNG-PPV-A 型双作用磁性气缸作为垫杆机构的推进气缸, 以提高垫杆的推进速度, 使气缸能够准确地推动垫杆到位; 二是选择与气缸配套的 M/4/2 型非接触式磁场触发行程开关, 并将其固定在两气缸的适当位置, 用以准确反映气缸活塞(与垫杆联接)的位置, 进一步确保了垫杆停留在正确位置。

(2) 程序方面

按原设计, 在轮胎硫化前, 其动作流程图图中第 2~6 步, 尤其是第 3 步垫杆进入时, PC 只是检测了气缸是否供气而未检测气缸动作的结果, 在动作结果不正确的情况下, 仍使硫化过程继续进行, 造成故障的发生。程序改造的思路是: 将第 3 步检测推进气缸是否有压力改为既检测推进气缸是否有压力, 又检测垫杆进入是否到位, 即只有在垫杆到位后, 设备才可以进行下一工步。改造后其一次定型输出梯形图如图 5 所示。

从图 5 可以看出, 在其它条件不变的情况下, 一次定型过程只受输入点 200(垫杆进入)的控制, 而 200 点只受压力控制器 SP10 的控制, 其输入控制原理如图 6(a)所示。从图 6(a)可以看出, 只要推进气缸有压力, 则 SP10 动作闭合, PC 就识别出代表垫杆进入的 200 点接通, 程序就会继续执行。至于垫杆是否进入到位, 原设计无法反映。因此, 要反映垫杆进入是否到位, 必须从电气控制方面做必要的改进。

(3) 电气方面

电气方面改造的主体思路是将反映左、右垫杆进入到位的磁性开关的常开节点串联, 然后接入代表垫杆进入到位的 02B0 回路, 如图 6(b)所示(CKL 为左垫杆进入到位开关, CKR 为右垫杆进入到位开关)。从图 6(b)可以看

(下转第 628 页)

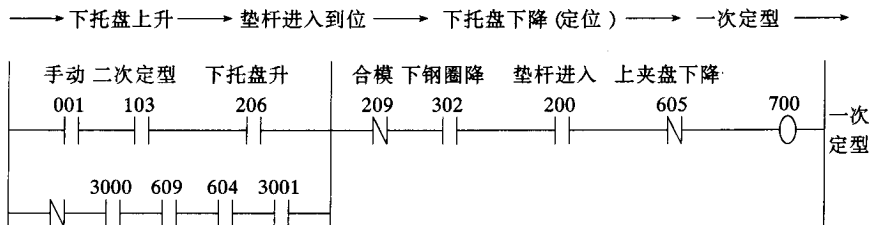
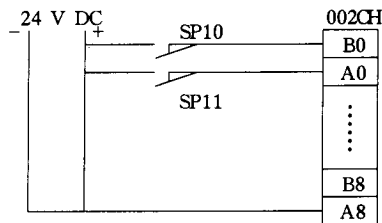


图 5 一次定型输出梯形图

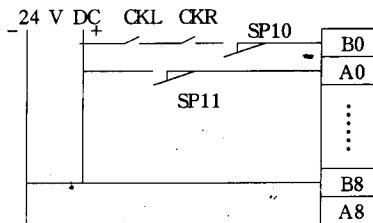
出,只有推进气缸动作到位(垫杆进入到位),CKL 和 CKR 才能闭合,进而控制一次定型的 200 点(垫杆进入到位)也才能接通,程序方可继续进行。一旦有一个垫杆没有到位,200 点就不会接通,程序也就不能继续执行下去。

4 结语

通过以上技术改造,有效防止了该类型硫化机托举机构传动轴的故障性扭曲。由于该故障每发生一次,至少需 3 天的停机时间(包括断轴的拆卸及新轴的加工和安装),因此改造后不仅保障了生产的正常进行,而且节约了生产维修费用。改造后在正常生产中仍需对设备进行认真巡视、保养,检查中若发现垫杆歪斜、滑动道轨脱落等都应进行及时维修,确保垫杆动作可靠和设备运行安全。



(a)改造前



(a)改造后

图 6 改造前后 02 通道输入控制原理

收稿日期:2001-08-25