

硫化机一种一键式自动调模装置研发简介

季付高, 丁振堂, 窦红云

(青岛软控机电工程有限公司, 山东 青岛 266200)

摘要: 介绍青岛软控机电工程有限公司液压双模硫化机的一种一键式自动调模装置的研制背景、主要结构和性能、原理介绍, 有哪些结构上的优点, 同时软控还研发出不同结构形式的自动调模装置, 应用于不同类型的液压双模硫化机, 供使用厂家进行选择。

关键词: 一键式; 自动调模; T型螺杆; 驱动电机; 感应杆; 感应环

中图分类号: TQ330.47

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)10-0025-05

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2025.10.006

0 研发背景

液压轮胎硫化机是当前生产制作高端子午线轮胎的必备设备之一。生产制作轮胎因规格大小形状等不同, 需要用不同的模具, 模具所指的不同, 是指外径、子口、端面宽、花纹等等, 同一液压硫化机可以用不同的模具, 生产出不同的轮胎, 这就牵扯到模具的更换, 俗称调模。最早的调模, 设备中没有专用的机构, 只是用吊车或其他辅助工具, 凭人工调模, 后来慢慢发展有了机械式调模机构、半自动调模机构、自动调模机构。

1 软控机电研发的调模装置历程介绍

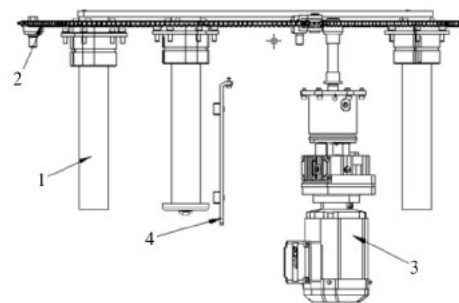
调模装置, 属于轮胎硫化机技术领域, 它包括用于检测换模后模具高度的测距装置、用于改变模具高度和施加合模力的加力油缸, 设有测量模具高度位移该变量的位移传感器, 测距装置和位移传感器均连接存储控制单元, 存储控制单元设置有标准高度模块。软控机电工程有限公司是最早设计研发自动调模装置, 并且成功应用得到市场赞誉的公司之一。

1.1 软控机电研发的半自动调模装置

软控机电研发的液压双模硫化机, 自研发伊始, 就起点很高, 直接跳过机械式调模装置, 研发出半自动调模装置 (如图1), 还根据不同的液压硫化机机型, 设计了不同的调模装置。与同行业的制作厂家相比, 技术就先进一筹。但由于设计初期的局限性, 使用中存在着一些弊端。

更换不同规格轮胎硫化模具时, 由于模具高度不同, 需要用调模装置进行调整, 以便模具合模到位进

行轮胎硫化。原有的半钢液压轮胎硫化机, 调整模具高度时, 操作者触动驱动电机按钮, 电机运转通过传动装置带动3个T型螺杆转动升降, 模具下部分被螺杆推动上下升降完成调模工作; 在此工作过程中, 需要操作者开动电机的同时, 随时注意观察测量T型螺杆升降是否到位, 需要经过2~4次调整才能完成, 比较麻烦; 尤其在晚上调模, 员工比较疲惫, 为了达到调整精度, 工作效率低, 也存在安全隐患。



1—T型螺杆; 2—传动装置; 3—驱动电机; 4—接近开关支架

图1 原有液压硫化机半自动调模装置

半自动调模的工作原理: 调模装置由3个T型螺杆在1台电机驱动的链轮链条传动下, 上部顶着下热板和模具上升或下降进行调模工作。调整时仅用眼睛观察, 会出现些微偏差, 为了尽量准确, 调整的高度每次还得进行测量, 增加了工作强度。如果调整精度无法准确控制, 一旦调整大了使模具上下部分接触过于紧密, 模具受热后膨胀, 轮胎硫化合模时模具上移,

作者简介: 季付高 (1972—), 男, 高级工程师, 硫化系统事业部工艺技术总工, 主要从事硫化机机械设计、工艺、标准化等工作。

将会出现锁环无法锁紧模具的现象,得进行重新调整,否则工作无法正常进行。一旦调整小了会使模具合模后上下部分间隙过大,导致加力缸加力行程偏大增加非硫化时间,进而影响生产效率。反复调整还会造成工件的磨损,操作人员容易疲劳,易发生安全事故。此外,轮胎硫化完加力缸泄压时,偶尔发生到达调模位置加力缸杆下行不停止而造成油缸杆与下热板连接的螺栓断裂,不得不中断硫化工作进行维修,影响了硫化工作的正常进行。

1.2 软控机电研发的一键式自动调模装置

软控机电针对半钢硫化机生产的轮胎要求高的特点,研发出一种一键式调模机构装置,因其结构简单实用,操作方便可靠,为广大使用厂家青睐,也成为当前液压硫化机应用厂家比较普遍的结构形式。它主要包括驱动电机、链轮、链条以及测距装置、T型螺杆、T型螺母等(如图2)。它的外围相关部件又包括硫化室上座、硫化室下座、错齿环、气缸、下托板、多个调模油缸、液压系统等,通过错齿环的闭锁,使硫化室上座和硫化室下座内腔形成一个封闭的轮胎模具安装空间,当硫化机安装轮胎模具或更换新规格的模具时候,只需把轮胎模具安放到硫化室内,通过液压系统驱动调模油缸,从而带动下托板的升降,改变硫化室模具安装空间的高度,当压力传感器的反馈值达到系统压力时,停止驱动调模油缸,自动调模过程完成。

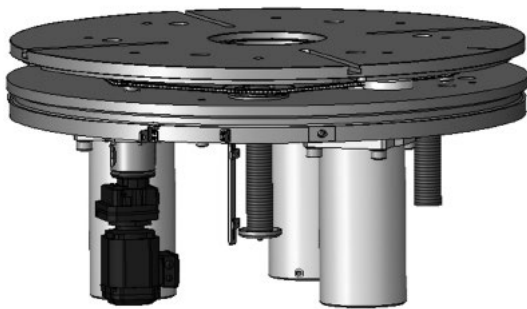


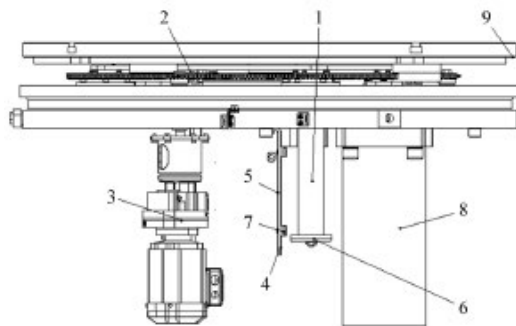
图2 一键式自动调模装置三维模型图

2 一键式自动调模装置介绍

2.1 一键式自动调模装置结构介绍

软控机电工程有限公司遵循从市场中来,到市场中去,很快发现了半自动调模装置的弊端。设计人员马上在原有半自动调模的基础上,加以设计改进,发明出一键式液压硫化机调模装置,每个调模装置中靠近设备外侧的T型螺杆处各增加一件感应杆和感应环,感应杆装在加力板或下热板上,感应环与感应杆之间

用螺纹连接,并可根据感应效果沿感应杆螺纹进行上下调节;在此T型螺杆上安装有接近开关的感应板,调模过程中,当接近开关到达感应环位置时,表示合模到位,操作者只需操作按钮就可,省时省力。减轻操作者劳动强度,杜绝安全隐患,保证调整精度,提高工作效率。特别是解决了到达调模位置加力缸杆下行不停止而造成油缸杆与下热板连接的螺栓断裂,不得不中断硫化工作进行维修,严重影响硫化工作的正常进行的问题(如图3)。



1—T型螺杆;2—传动装置;3—驱动电机;4—接近开关支架;
5—感应杆;6—感应环;7—感应板;8—加力缸;9—下热板

图3 一键式液压硫化机自动调模装置

一键式自动调模装置构成:在原有T型螺杆、驱动电机、下热板、活络模、链轮链条的基础上,增加1件感应杆、1件感应环、1件感应板。

其工作原理:靠近设备外侧的T型螺杆合适距离出处各增加1件感应杆和1件感应环,感应杆装在加力板上,加力板与模具下部分相连,感应环与感应杆之间用螺纹连接,感应环可沿感应杆螺纹进行上下调节,目的是调节出合适的感应效果;T型螺杆上还安装一装有接近开关的感应板;初始状态下,在T型螺杆上部与加力板接触状态下,调整T型螺杆上的接近开关与感应环感应位置;调模过程中,先让加力缸顶起模具下部到一定位置,此时操作者只需触动电机驱动按钮,当安装在T型螺杆上的接近开关感应到感应环时,表示调模到位,工作完成。操作者只需操作按钮就可,省时省力,安全快捷。

另外,当硫化结束加力缸泄压时,模具下部下移,感应环到达接近开关位置时,设备会发出指令让加力缸停止动作,从而避免了偶尔的连接螺栓断裂事故。

2.2 一键式自动调模装置的运行动作步骤

一键式自动调模装置是全自动调模,用不同颜色标识(附图4),人工按一下按钮,其余工作有设备自动完成。其运行的工作动作步骤有以下动作组成。

- (1) 开启调模模式；
- (2) 启动开模命令，上硫化室升起，上硫化室安全装置自动锁合；
- (3) 调模装置电机启动，驱动主动链轮、链条运转；
- (4) 链条带动 T 形螺母同步旋转；
- (5) 支撑板阻止 T 形螺杆随 T 形螺母旋转，使 T 形螺杆同步同向同行程升降，使支撑板始终保持与下垫板平行；
- (6) 旋转计数感应的设置用于测算支撑板升降高度，便于调模距离计算；
- (7) 支撑板降至低位点，随后加力缸自动启动使下热板降至最低点与支撑板贴合。高位感应点的设置，使电机在上调支撑板与下热板碰撞前停止运转，并停留在一个适当的位置；低位感应点的设置，使电机在下调支撑板与 T 形螺母碰撞前停止运转；
- (8) 导向套使下热板升降时与下垫板保持平行。

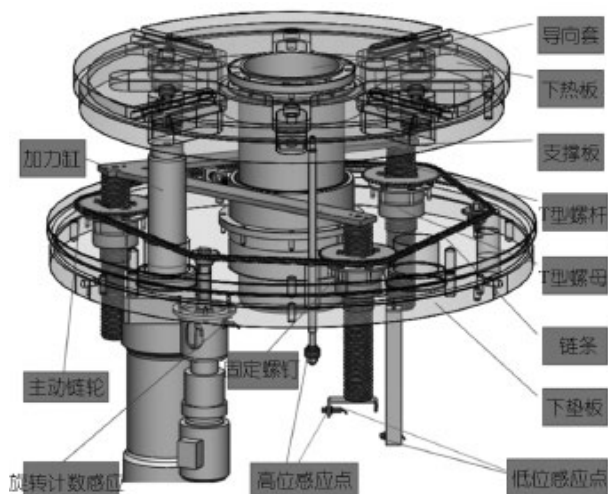


图 4 一键式自动调模装置动作工件图示

3 研发中的过程计算

3.1 链条涨紧计算

链条松紧程度一直是困扰安装调试的一个问题，链条涨紧厉害容易损伤链轮及加力缸轴以及电机减速机轴，或者引起声音异常。链条松弛则会导致调齿等现象的发生，为了解决这个问题，软控机电工程技术人员根据理论与实践结合，通过数据计算，实际调试的摸索，整理出一套方案，与大家共享。

该自动调距装置大体可以用以下公式来计算。

单向链传动的涨紧程度用测量松边垂度 f 的大小来表示。图 5 为近似的测量 f 的方法，近似认为两轮公切线与松边最远点的距离为垂度 f 。

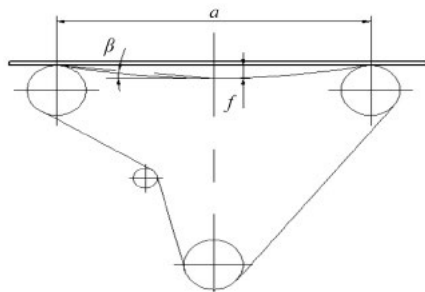


图 5 链条涨紧图

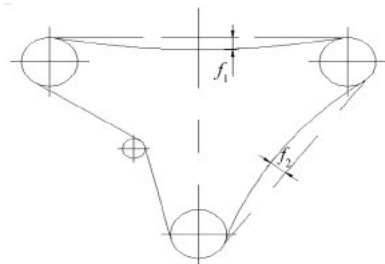


图 6 链条涨紧图

按机械设计手册合适的松边垂度推荐为

$$f = (0.01 \sim 0.02) a \text{ (mm) 来计算}$$

其中主链路与从链轮的距离 $a \approx 550 \text{ mm}$ 则 $f = 5.5 \sim 11 \text{ mm}$ ，

用其他公式来验证

图 9 为双侧测量，其松边相当垂度 f 为：

$$f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$$

$$f_{\min} < f < f_{\max}$$

$$f_{\min} = \frac{0.00036\sqrt{a^3}}{k_v} \cdot \cos \beta$$

$$f_{\max} = 3f_{\min}$$

式中：

a —链传动中心距，mm；

$f_{\min}$ —最小垂度，mm；

$f_{\max}$ —最大垂度，mm；

β —松边对水平面的倾角；

k_v —速度系数，当 $V \leq 10 \text{ m/s}$ 时， $=1.0$ ， $V > 10 \text{ m/s}$ 时， $=0.1 V$ 。

本电机功率 0.75 kW ，速比 36.72 ， $V = \frac{1440}{36.72} \times \frac{1440}{30} = \frac{1440 \times 1440}{36.72 \times 30} = 1.152 \text{ m/s}$ ，则 $=1.0$ 。

$$f_{\min} = \frac{0.00036\sqrt{a^3}}{k_v} \cdot \cos \beta = 4.63 \text{ mm}$$

$$f_{\max} = 13.9 \text{ mm}$$

按照对于重载、经常启动、制动和反转的链传动以及接近垂直的链传动，其松边垂度应适当减小。与简易算法基本吻合，本次实际使用中取 10 mm。

3.2 螺钉选型计算。

针对市场中提出的螺栓断裂问题，进行受力计算，查看问题的根源。以 48" 液压硫化机为例，下热板 m_1 重量约 900 kg，下隔热板 m_2 约为 60 kg，加力板 m_3 约为 600 kg，模具总重约 3 500 kg，下模具 m_4 约为 1 750 kg。

螺栓受力计算：

由于 T 型螺杆承受的重量，最终都有螺栓来承受，因此需要对螺栓受力进行分析。

$$F' = mg = (m_1 + m_2 + m_3 + m_4)g = (900 + 60 + 600 + 1\,750) \times 10 = 33\,100 \text{ N}$$

当前选用螺栓及等级：M10，8.8 级，数量 $n=18$ ， $d=10$

下面根据设计手册，对螺栓的选用进行验证计算。

螺栓许用屈服应力：

该自动调模装置 T 型螺杆仅承受横向载荷的普通螺栓连接，其工作原理是拧紧螺栓后，靠接合面间产

生的摩擦力来平衡外载荷。这时螺栓只受预紧力。此时的螺栓受到拉应力与拧紧螺栓时的扭转切应力的共同作用，相当于受到复合应力的作用。

计算紧螺栓的拉伸应力：

由于复合应力大约为拉应力的 1.3 倍，为了简化计算，其计算仍按拉应力计算，但需把拉应力扩大 30%，以此来计入扭转切应力的影响。

$$\text{校核公式：} \sigma_1 = \frac{1.3F'}{\frac{\pi d_1^2}{4} \cdot \frac{1}{n}} \leq \sigma_{1p}$$

式中：

n — 使用螺栓的个数；

F' — 螺栓所受的预紧力，N；

D — 螺栓的直径，mm；

σ_{1p} — 螺栓的许用拉应力，MPa。

许用拉应力：

$$\sigma_s = \frac{\sigma_s}{S_s}$$

式中：

σ_s — 螺栓材料屈服点，见表 1。

S_s — 安全系数，见表 2。

表 1 螺栓连接件常用材料及力学性能

钢号	抗拉强度 σ_b	屈服点 σ_s	疲劳极限	
			拉压 σ_{-1}	弯曲 σ^{-1}
10	340~420	210	120~150	160~220
Q215A	340~420	220		
Q235A	410~470	240	120~160	170~220
35	540	320	170~220	220~300
45	610	360	190~250	250~340
15MnVB	1000~1200	800		
40Cr	750~1000	650~900	240~340	320~440
30CrMnSi	1 080~1 200	900		

表 2 预紧连接的螺栓安全系数

材料种类	静载荷			变载荷		
	M6~M16	M16~M30	M30~M60	M6~M16	M16~M30	M30~M60
碳钢	4~3	3~2	2~1.3	10~6.5	6.5	10~6.5
合金钢	5~4	4~2.5	2.5	7.5~5	5	7.5~6

以通用的 45 # 钢螺栓计算：

因为自动调模装置中链轮受电机减速机的动力驱动，螺杆在链轮的带动下转动，链轮盘的固定螺钉受到螺杆的载荷是变化的，故按变载荷计算安全系数。

$$\sigma_s = \frac{\sigma_s}{S_s} = \frac{360}{1.8} \sim \frac{360}{0.5} = 36 \sim 55.4$$

$$\text{螺钉直径大小设计公式：} d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \times 1.3F'}{\pi \sigma_{1p}} \cdot \frac{1}{n}}$$

F' — 螺栓所受的预紧力，N；

σ_{1p} — 螺栓的许用拉应力，MPa。

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times 33\,100}{\pi \times 314 \times 36}} \times \frac{1}{18} = 9.19$$

螺钉取整数，计算螺钉的拉伸应力

$$\sigma_1 = \frac{1.3F'}{\frac{\pi d_1^2}{4} \cdot \frac{1}{n}} = \frac{1.3 \times 33\,100}{\frac{314 \times 10^2}{4}} \times \frac{1}{18} = 30.45$$

30.45~36~55.4 即 $\sigma_1 < \sigma_{1p}$ ，校验合格。

从以上计算看出,螺钉的受力没有超出屈服应力,设计是合适的。

4 社会经济效益

在生产过程中,依据生产计划,需要调整规格型号时,往往要在机台上对模具进行针对性调整,更换新模具,及时进入顺利生产。调模作业对机台生产的时效性影响很大,正确有效的调模作业可以及时迅速进行模具更换,确保生产效率,减少浪费,节约成本,人工调模受人、机、料、法、环等因素的影响,是一项技术要求很高的工作,很容易出现调模高度偏差,受到人为影响的干扰很大。

软控研发的这种一键式自动调模装置,包含有下热板、下垫板、液压系统、链条、链轮、电机、气缸、加力缸、T型螺杆、螺母、液压系统、感应开关、位移传感器、用于检测换模后模具高度的测距装置、测距装置和位移传感器连接有存储控制单元等。当硫化

机安装轮胎模具或更换新规格的模具时候,只需把轮胎模具安放在下热板上,有电机带动T型螺杆在T型螺母内转动,从而带动支撑板的升降,改变模具安装空间的高度,通过液压系统驱动加力缸,当压力传感器的反馈值达到系统压力时,停止驱动加力缸,自动调模过程完成。简单来讲,就是通过加力缸的活塞杆伸出行程来补偿不同的模具高度所需要的完全合模的行程和加力作用,利用电气控制系统PLC和位移传感器检测装置设定高度来实现数字化、智能化。

其亮点是无需人工调整的自动调模,可以满足不同规格的轮胎模具高度自动调整,广泛应用于轮胎模具的调整中。提高了上下模具合模的准确度,减少更换模具时间,安装方便,容易维护,减轻了操作工人的劳动强度,大大提高了生产效率。并且提高了轮胎的制作质量,降低了制造成本,关键是减少了人为误差因素,不再依赖人的技术熟练熟悉程度,人人可操控操作。

Brief introduction to the development of a kind of one-touch automatic mold adjusting device for curing press

Ji Fugao, Ding Zhentang, Dou Hongyun

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

Abstract: This paper introduces the development background, main structure, performance characteristics and working principle of the one-touch automatic mold adjustment device in the hydraulic dual mold curing press developed by Qingdao MESNAC Electromechanical Engineering Co. LTD., and expounds the structural advantages of the device in detail. In addition, the soft control system has also developed a variety of automatic mold adjustment devices, which are suitable for different types of hydraulic dual mold curing press, providing a variety of choices for manufacturers.

Key words: one-touch; automatic mold adjustment; T-shaped screw; drive motor; induction rod; induction ring

(R-03)

《橡塑技术与装备》投稿邮箱: crte@chinarpte.com

欢迎投稿, 欢迎订阅, 欢迎惠登广告