

# 液压工程胎硫化机技术研发介绍

丁振堂，张成军，季付高，刘仕发，刘晓东

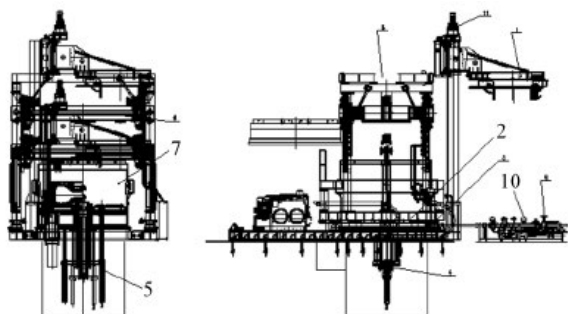
(青岛软控机电工程有限公司，山东 青岛 266200)

## 1 研发背景

随着中国“一带一路”建设，以及各个国家工程基建项目的增多，大型工程车需求不断加大，工程胎需求相应增多，是当前轮胎市场的热点，大型轮胎厂家纷纷上马工程胎项目。目前各厂家使用的工程胎硫化机还是以机械式单胎机型为主，众所周知，机械式单胎机型有笨重、动力能源损耗大、轮胎制作精度差等缺点，而液压式单胎机型相比机械式，可以避免这些缺陷。因为工程胎硫化机单机动辄几百万元的投入，各个厂家上马时都比较审慎，对于采用新结构、新技术、新工艺的液压工程胎硫化机期望较为迫切。青岛软控机电工程有限公司有多年液压式硫化机的研制经验，以及对大型设备生产线的丰富设计实践经验，专家团队对于整体结构的布局，各主要部件的受力分析，硫化工艺等掌握熟练，具备丰富的研发的基础和经验，研制的液压工程胎硫化机非常成熟并投入实际应用中，目前被国内多家工程胎轮胎厂家所青睐并采购。

## 2 液压工程胎硫化机布局及总体介绍

液压工程胎硫化机(图1)，主要由机械、热工、电控、气控、液压等构成(图2)，是机电气液相互协作配合的设备，具有高度自动化功能。



1—机械手；2—移动架；3—底座组合；4—中心机构；  
5—活络模机构；6—主机装置；7—蒸锅系统；8—液压系统；  
9—热工管路；10—气控系统；11—电控系统

图1 液压工程胎硫化机布置图

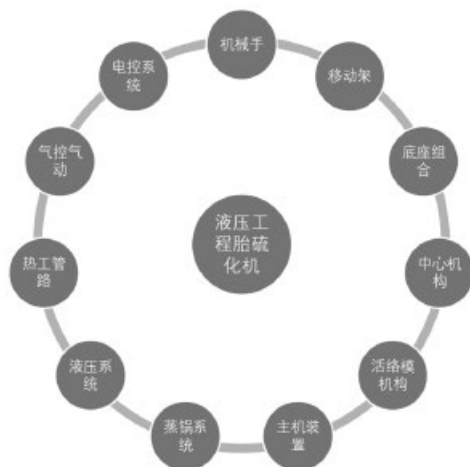


图2 液压工程胎硫化机的主要部件组成

## 3 液压工程胎硫化机工作原理

移动架通过伺服齿轮齿条传动，移动到蒸锅系统中间位，等待硫化结束→硫化结束，加力缸泄压，内压检测零压开关检测信号，锁模机构给上硫化室解锁开模→通过电控系统控制移动架行走→到达指定位置→机械手卸胎位启动，机械手转入、转出卸胎→机械手抓取生胎，转入模具中心后下降，完成定型工序→机械手转出，安全销缩回，上硫化室到合模位，硫化室完成合模→检测开关检测锁模机构锁环闭合后，加力缸开始加压至设定合模力，开始硫化，依次往复。

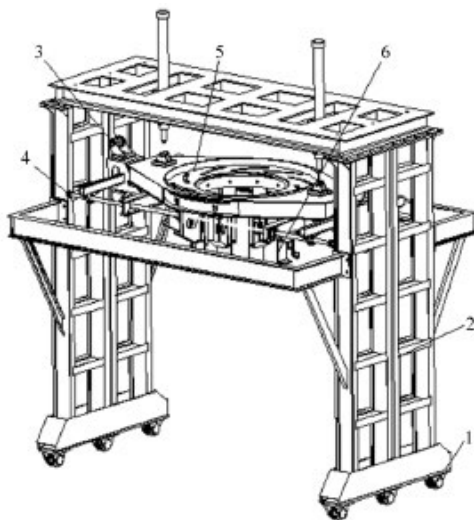
简易工艺过程介绍：机械手降→爪片张开(抓取生胎)→机械手升→机械手转入→机械手下降→上环降(定型)→爪片闭合→机械手升→机械手转出→合模→合模停，二次定型→合模至终点→硫化→硫化结束→活络模伸→开模→开模停，活络模缩→开模至极限→机械手转入→机械手降→爪片张开(抓胎)→机械手升→机械手转出→机械手降→爪片闭合(放胎)→机械手升→下一个循环。

## 4 液压工程胎硫化机的主要结构和关键部件介绍及特点

青岛软控机电工程有限公司研发的液压工程胎硫化机，关键主要部件全部是自研独有技术，获得国内多项发明和实用新型专利，多项技术还申报了国外专利，有非常独到的特点和优点，其中对机械手、活络模机构、电控系统等简单介绍。

#### 4.1 软控机电机械手的结构及特点

机械手的主要作用是将生胎抓取后放入蒸锅内，硫化结束后，将轮胎从蒸锅内取出放入到指定工位。原有的工程胎硫化机机械手（图3），是与主机分开的两部分，有自己单独的框架和滑轮组，整体平移式，抓胎器组随着导轨组在同步齿轮齿条组的带动下做上下运动，这种结构的机械手的弊端是占用独立空间，对中精度不好调整，导致的结果就是生胎装入蒸锅中偏心，需要重新调整到位，否则会影响轮胎的硫化质量。而软控研发的液压工程胎硫化机机械手，附在移动架上做摆转运动，可以沿着立柱上下移动及随着转臂做圆周运动，还可以随着移动架进行整体平移，装胎和卸胎的动作定中性高，不需要单独的底座，节省了安装空间，实现了自动装胎和卸胎的动作，提高了轮胎的制作质量和工作效率。



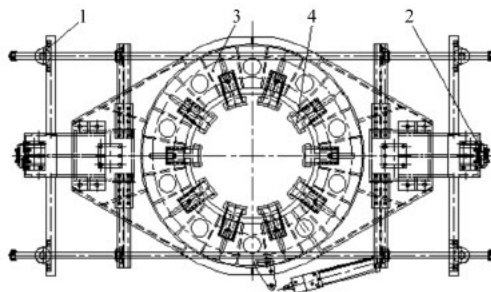
1— 滑轮组；2— 机械手框架；3— 导轨组；4— 同步齿轮齿条组；  
5— 机械手盘；6— 抓胎器组

图3 原有工程胎机械手

原有的工程胎机械手抓胎部件，靠升降油缸推动做上下运动，装卸胎相同的动作步骤（图4）。

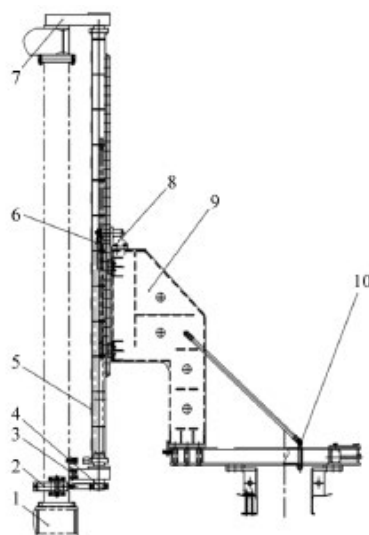
软控研制的液压工程胎硫化机机械手（附图5）安装在移动架上，随移动架的移动而移动，取消原来的与地面安装的安装支座，减少占地面积，安装时也不需要多次找正，省工省力。再一个特点就是机械手

大跨度无级调节取代手动调节规格，使轮胎规格调整范围大，实现多规格的更换。



1— 同步齿轮齿条组；2— 导轨组；3— 机械手盘；4— 抓胎器组

图4 原有工程胎硫化机机械手抓胎部件



1— 移动架；2— 摆动油缸；3— 下连接座；4— 齿轮齿条组合；5— 转轴；6— 升降油缸；7— 上连接座；8— 延长架；9— 升降架；10— 抓胎器等组成

图5 液压工程胎硫化机机械手结构

机械手结构介绍：摆动油缸2、下连接座3、上连接座7安装在移动架1上；齿轮齿条组合4安装在摆动油缸与转轴5上；转轴安装在下连接座与上连接座上；升降油缸6安装在转轴、延长架8上；升降架9安装在延长架8与抓胎器10上。

整个工作流程为：

##### 4.1.1 装胎时

移动架移动到位后，升降油缸带动抓胎器降落到指定位置抓取胎胚；升降油缸带动抓胎器上升到指定位置，摆动油缸推动齿轮齿条组合动作带动转轴摆转到硫化室上部；升降油缸带动抓胎器下降到指定位置，释放胎胚；升降油缸带动抓胎器上升到指定位置

置，摆动油缸推动齿轮齿条组合动作带动转轴摆出硫化室。

## 4.1.2 卸胎时

移动架移动到位后，升降油缸带动抓胎器上升到指定位置，摆动油缸推动齿轮齿条组合动作带动转轴摆转到硫化室上部；升降油缸带动抓胎器下降到指定位置，抓取硫化后轮胎；升降油缸带动抓胎器上升到指定位置，摆动油缸推动齿轮齿条组合动作带动转轴摆出硫化室，升降油缸带动抓胎器下降到指定位置，释放轮胎（图6）。

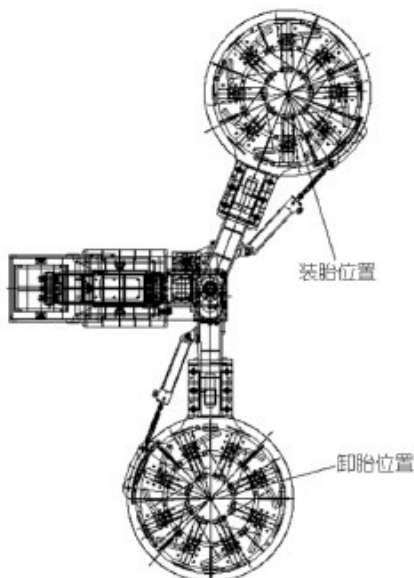
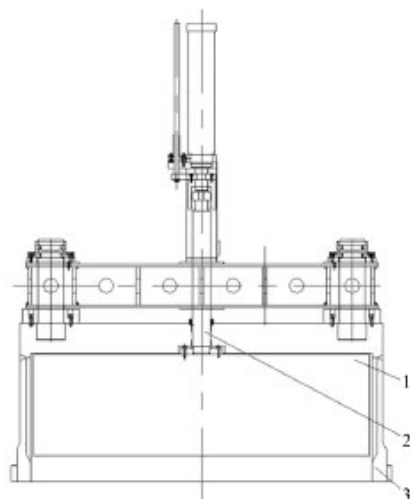


图6 软控液压工程胎硫化机装胎卸胎位置

## 4.2 活络模机构的结构简要介绍及特点

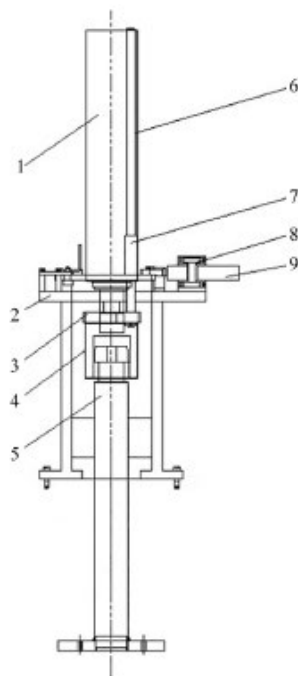
工程硫化机活络模装置的作用是配合其它机械动作，在PLC程序控制下，操纵轮胎活络模活络块实现张开和收拢，通过轮胎活络模装置上松闭锁机构实现活络模装置与模具的连接或分离动作，完成模具松模位和锁模位两种工作位置之间的相互转换。目前，原有的硫化机中，活络模装置采用上置式的安装方式（图7），通过螺钉连接在上硫化室中模具的顶部，活络模装置采用单个油缸提供压力，单导向型活络模导向杆，半框架式的活络模支架，这种结构应用在半钢和全钢轮胎中没有问题，如果应用在工程胎硫化机上，因工程胎都比较重，直径比较大，如其受力点少，会造成受力不均匀、稳定性较差，使用该结构模具脱模时最大的弊端是活络模装置与模具连接性较差，且同步性差及稳定性低，整体结构利用率不高。



1— 模具；2— 活络模装置；3— 上硫化室，可以说明弊端  
图7 上置式活络模装置在蒸锅中位置图

上置式活络模装置结构如图8所示。

其动作原理是在活络模油缸的驱动下，油缸活塞杆达到伸出收缩的状态，使活络模处于开闭锁位置，完成松模和锁模的工作转换。

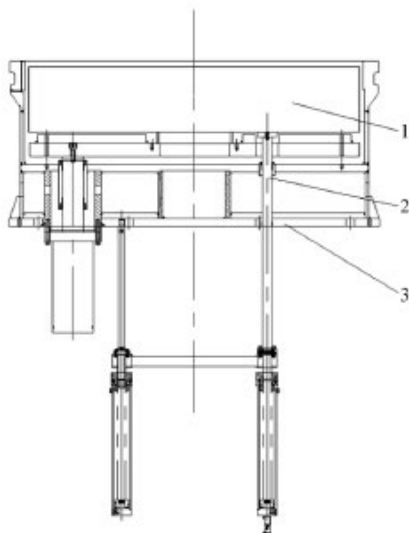


1— 活络模油缸；2— 活络模支架；3— 压板；4— 锁环；  
5— 活络模杆；6— 导向杆；7— 开锁板；8— 中间耳轴座；  
9— 松闭锁油缸等

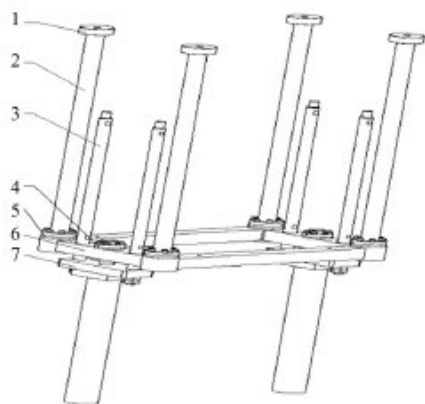
图8 上置式活络模

软控研发的工程胎硫化机活络模装置（图9、图10）。主要解决了活络模装置的上置式安装方式，单

油缸供压，单导向型活络模导向杆，半框架式活络模支架，在工作中活络模装置与模具连接性差、同步性差及稳定性低的问题。活络模装置采用下置式安装方式，将活络模装置安装在下硫化室的底部，双油缸提供压力，导向杆采用双导向式，活络模支架采用框架式结构，此结构导向性好、受力均匀、稳定性高，从根本上解决了活络模装置与模具连接存在的问题，进而实现此结构同步性更强、稳定性更好的功能。



1—模具；2—活络模装置；3—上硫化室  
图9 活络模与蒸锅系统相互位置关系



1—盖板；2—活络模杆；3—导向杆；4—压板；5—隔热板；  
6—活络模支架；7—油缸接板

图10 软控研发的框架式硫化机活络模装置

液压工程胎硫化机活络模装置的工作原理：具有实现模具松模和闭模的功能，在松模时，油缸驱动活络模杆推动活络模张开，活络模杆与锁环相配合，在松闭锁油缸的驱动下工作，油缸活塞杆伸出，活络模装置此时处于松锁位置，活络模装置与模具分离；在

闭模时，油缸驱动活络模杆使活络模闭合，活络模杆与锁环相配合，在松闭锁油缸的驱动下工作，油缸活塞杆收缩，活络模都处于闭锁位置，从而实现模具松模和闭模的工作相互转换。

液压工程胎活络模装置的特点：从图中可以看出活络模装置通过导向杆上端螺纹连接在下硫化室的底部。两侧油缸分别在双导向杆的引导下工作，使油缸活塞减少摩擦，起到保护的作用，通过两个油缸对框架式活络模支架进行推动，同时使4个活络模杆与模具同步进行工作，进而提高了此结构地连接性、同步性及稳定性。采用下置式安装、框架式支架、双油缸供压、双导向杆的活络模装置，整体方式导向性更好、受力更均匀、结构稳定性更高及同步性更强，使活络模装置的利用率更高。

### 4.3 软控电控系统的介绍及特点

#### 4.3.1 模具、胶囊管控

MES通过RFID或手机确认现场模具号是否按要求装配，换模执行完毕后，执行参数下传指令或硫化机机台手工确认后下传，MES系统下传硫化工艺参数到机台PLC，机台根据工艺参数进行生产，并根据控制标准进行报警处理。机台显示参数变化。胶囊通过手机确认更换完成后，MES下传胶囊条码号到机台PLC，机台显示，并根据胶囊最大硫化允许数进行设备控制。

#### 4.3.2 生产计划管控

硫化机台和自动物流通过硫化机PLC接收MES下传的生产规格和需要的胎胚规格品号以及硫化旋转角度进行显示和胎胚的输送或者单机状态下执行已经从MES下载执行过的生产计划，包括硫化参数、标准、胎胚规格等控制信息。手机或自动物流按照生产计划的进行管控，禁止无生产计划进行装模生产。并能够根据生产计划量控制生产。

#### 4.3.3 工艺数据采集

MES数采系统通过读取硫化机PLC特定地址获取在产品的工艺数据，主要包括硫化步序、硫化温度、硫化压力、硫化时间、定型压力、合模力等数据，同时根据相关技术标准、判断产品是否符合工艺要求，不符合的生成相关履历，并绑定条码上传到实时数据库。硫化机台工控机同样保存相同的数据到本地数据库，以备MES系统通过WEBSERVICE进行数据交互，本地工控机至少保存一个月的硫化生产数据。

## 4.3.4 交互方式

交互方式如图11所示。

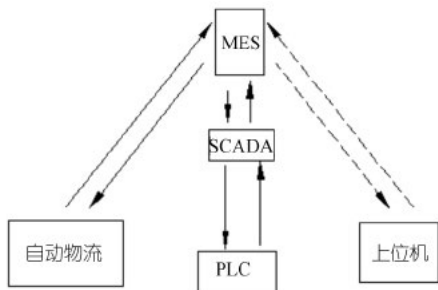


图11 交互方式

为了确保生产计划和控制标准及时下传到设备并确保设备生产数据的及时上传，MES和设备进行数据交互采用两种方式，SCADA与设备PLC的交互和MES系统与设备上位机的交互（通过WEBSERVICE）。自动物流与MES通过：WEBSERVICE交互物流数据和胎胚的出库信息，自动物流通过与硫化机的PLC交互胎胚信息和相关控制信号的交互信息。原则上MES系统首先通过SCADA与设备PLC之间进行控制数据和采集数据的交互，与上位机通过WEBSERVICE交互作为单机或脱网状态下的数据补充，设备根据MES系统下传的数据进行相应的展示、控制报警和保存并把相关数据信息处理后进行上传。具体的数据交互格式和交互地址在设备到场后，由双方沟通确认。自动物流读取硫化机的所需胎胚规格，并按照需求输送到需求机台，到达存胎器后，自

动物物流将到位后条码信息传到硫化机的PLC。PLC预留20%的i/o点。

## 5 液压工程胎硫化机适应的规格参数

液压工程胎硫化机适应的规格参数

表1 液压工程胎硫化机机群规格参数表

规格 / 参数	硫化室内径 /mm	合模力 max/kN	模型高度 /mm	胎圈直径 /"
70"	1 815	7 500	330~750	20~33
88"	2 270	9 600	500~940	20~33
95"	2 410	9 600	500~980	20~35
105"	2 667	13 658	600~1 070	25~36
122"	3 100	17 200	750~1 250	24~36
150"	3 850	24 000	1 240~1 400	35~49
170"	4 320	32 000	1 000~1 330	45~51
188"	4 800	40 000	1 300~1 530	45~57
220"	5 600	58 000	1 520~1 960	51~63

## 6 社会经济效益

液压工程胎硫化机目前已在多家轮胎厂现场使用，并且孵化出了68、72、88、95、105、122、150、170、188、220等全系列寸级，获得轮胎厂商用户的一致好评，目前客户处于持续追加订单中。

（1）功能方面先进：移动架行走采用伺服电机，可实现精确定位，采用PLC留空槽模块，用于联网，无线通讯等自动化控制系统功能强大先进。

（2）应用成本方面：因为热工系统集中，热工管路更省，热工的损耗更省，单个轮胎仅可节省降低热力3%以上，投资成本节省30%以上。综上所述，硫化集群生产线研发成功，市场前景广阔。

