

轮胎厂动力站动力水控制系统改造

张淮峰

(贵州轮胎股份有限公司, 贵州 贵阳 550008)

摘要:介绍了轮胎厂动力站在动力水系统压力稳定控制上的优化改造方法。在原有设备基础上,增加了1个AI4/AO2×8BIT模拟量输入/输出模块、2个DI16×DC24 V数字量输入模块,调整PLC硬件组态、重新调试控制系统,实现了稳定自动控制,降低了劳动强度,节约了成本。

关键词:动力站;动力水压力控制;模糊控制;PLC

中图分类号:TQ336.1;TQ021.8;TQ022.12⁺5 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-8171(2016)04-0244-06

目前国内轮胎企业绝大部分硫化机机械手升降动作、中心机构升降动作和活络模伸缩动作,都是由各个企业动力站统一提供的动力水作为动力源。在生产过程中,硫化机使用动力水的这些机构动作是不连续的,且在不同时刻硫化机进行开合模工作的台数也是不固定的,这将导致动力水系统的负荷不固定,动力水压力波动大,从而导致以动力水作为动力源的硫化机各部件动作不稳定。

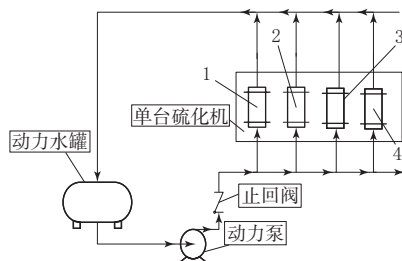
本工作对企业现有硫化机动力水控制系统进行改进,重点优化控制方案,以实现动力站动力水压力根据其负荷的变化自动保持稳定,达到降低成本和人员劳动强度的效果。

1 轮胎厂动力站动力水系统现状

1.1 动力水系统工作原理

轮胎厂动力水系统主要由动力泵、动力水输出管道、压力传感器、硫化机水缸、动力水回收管道和动力水罐等部分组成。在这个系统中,动力泵一般与动力水罐安装在一起,依靠动力泵将动力水输出到硫化机,硫化机的安装位置比动力泵高,动力水依靠自重回水。动力泵出口距硫化机水缸距离较远,一般相距100~200 m。

轮胎厂实际动力水系统一般由多台动力泵并联及多台硫化机并联构成,图1对动力水的流向做出了示意。



1—活络模水缸;2—下环升降水缸;3—机械手升降水缸;
4—卸胎支臂水缸。

图1 动力水流向示意

1.2 硬件设施

西门子S7-300 PLC,1套;并联工作的动力泵及配套变频器,3套;动力水压力传感器,1套;每台动力泵配置就地启停操作盒、远程启停操作按钮,各1套;动力水罐,1个;动力泵出口距硫化地沟末端最远点距离约200 m。

1.3 操作方式

一般情况下手动开启1台动力泵工频运行,根据硫化机使用数量不同,压力波动范围一般在1.3~2.5 MPa。如果动力水系统压力低于1.8 MPa下限,压力报警灯报警持续时间超过1 min,则手动增开1台动力泵;如果动力水系统压力在2台泵运行的情况下,仍然下限报警且持续时间超过1 min,则再增开1台动力泵;反之,如果压力超过2.4 MPa上限报警持续时间超过2 min,则手动关闭1台动力泵,直到剩下1台动力泵运行为止。

2 控制方案

轮胎厂动力站动力水的压力信号采样点一般

作者简介:张淮峰(1976—),男,江苏睢宁人,贵州轮胎股份有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎设备技术改进工作。

距离动力泵出口有一定距离,检测到的压力信号转换为控制信号输出到动力泵,这段时间以毫秒计,其产生效果的时间即最终压力变化的时间远大于信号转换输出的时间,所以轮胎厂动力站动力水系统是一个典型的大滞后系统。现阶段国际和国内对大滞后系统主要包括Dalin控制、Smith预估控制、基于BP神经网络的PID控制^[1]、预测PID控制^[2]和模糊控制等方案^[3]。

2.1 控制系统现状分析

对于大滞后系统通常选择PID控制方案,但有以下几个实际现场问题需要考虑。

(1) 由于生产的不确定性,硫化区域硫化机使用的台数不固定,目前已有的动力泵一般1台只能供大约40台硫化机使用,超过40台硫化机就需要开两台动力泵才能保障。如果使用变频器上自带的PID控制,则系统形成了单输入多输出方式,多台泵之间会产生互相干扰,系统无法实现稳定运行。

(2) 现有的硬件条件是一台西门子S7-300 PLC和3台动力泵及配套变频器,需要在不增加成本的情况下,充分利用已有的设备来实现控制目标,并使系统完全实现自动控制。

(3) 动力水压力检测点的选择需要深入研究。理论上动力水压力信号采样点越靠近动力泵出口,系统输出响应时间越短,控制越好。但是,实际要求的是硫化机附近的动力水压力稳定,而不是动力泵出口的压力稳定,压力检测点越靠近动力泵则离硫化机越远,即距离目标控制对象远,输出响应时间缩短,但系统响应时间仍然很长,控制效果达不到要求,并且离泵越近,受泵本身工作的输出水流波动干扰越大,最后可能导致系统发散。反之,如果动力水压力检测点距硫化机过近,虽然距控制对象近,但距离动力泵较远,导致输出响应时间大大延长,系统反应滞后,系统控制效果差,甚至无法控制。

(4) 1台动力泵满负荷工作不够全部硫化机使用,两台动力泵会产生能源浪费,如果发生特殊情况,可能会用到3台一起工作,控制的及时性无法保证。

(5) 动力水系统负荷随时发生变化,具有不可预测性,且压力变化范围大,波动频繁。

2.2 控制方案的选择

为了便于比较,将各控制方案优点及对本系统的适用性列于表1。

表1 控制方案适用性对比

序号	控制方案	优点	适用性
1	Dalin控制方案	对具有时间滞后的一阶惯性环节,此算法具有消除余差、对纯滞后有较好的补偿作用	动力水系统是非线性不确定系统,此方案不适用
2	Smith预估控制方案	对确切知道的被控对象数学模型的控制系统有较好的控制效果	动力水系统无法建模,此方案不适用
3	基于BP神经网络的PID控制方案	神经网络控制充分逼近任何复杂非线性系统,能够学习和适应严重不确定系统的动态特性,展现很强的鲁棒性和容错性,在解决高度非线性和严重不确定系统方面有良好表现	组建比较复杂,现有资源条件下不适用
4	预测PID控制方案	根据某种最优原则在线给定PID控制器参数,使之具有预测功能,对一些复杂控制系统有较好效果	动力水系统是个非线性不确定系统,无法预设参数,此方案不适用
5	模糊控制方案	适用于不易获得精确数学模型的被控对象。适于非线性、时变、滞后系统控制。抗干扰能力强,响应速度快,并对系统参数的变化有较强的鲁棒性。	适用

根据表1的分析,确定选用模糊控制方案。

2.3 控制原理

将压力传感器的输出信号按固定周期采样后作为控制信号输入给PLC,计算出压力偏差情况,应用模糊算法,判断得出工作所需的动力泵数量和相应的工作频率,进行闭环控制。模糊控制编程逻辑如图2所示。

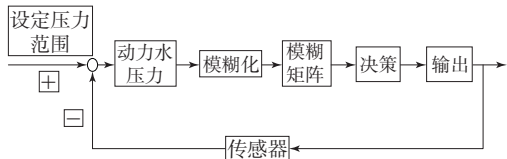


图2 模糊控制编程逻辑示意

将系统输入动力水压力模糊化为:PH(动力水压力高),PM(动力水压力适中),PL(动力水压力低)。动力泵输出频率模糊化为:FH(增加频率),FM(频率不变),FL(降低频率)。单输入单输出模糊矩阵为单行矩阵。

3 控制系统改造

3.1 系统工艺布置

实施改造方案不需要更改原始安装的管道及动力泵,这样极大地节约了方案实施时间及成本,管道布置示意如图3所示。

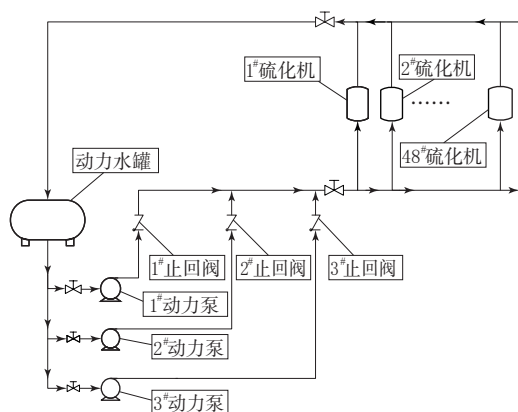


图3 动力水系统管道工艺布置示意

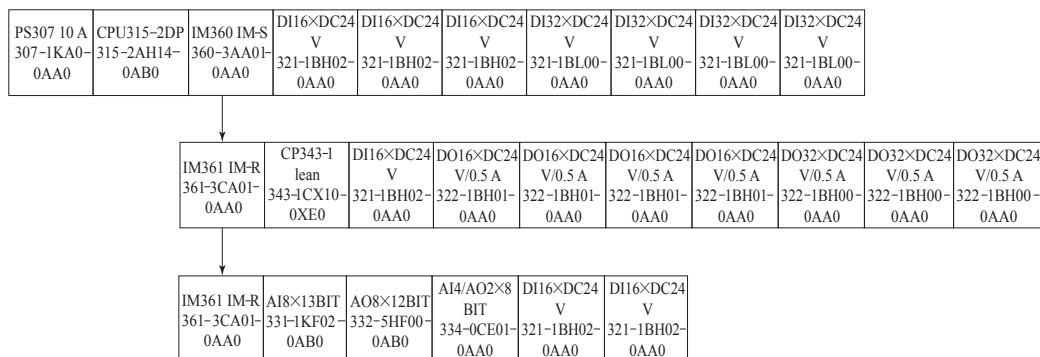


图4 PLC硬件组态示意

第2层1#机架中,1#插槽安装了1块IM361通讯模块,负责接收数据。2#插槽安装了一块CP343-1 lean以太网通讯模块,负责与外接计算机进行联网通讯,便于工程技术人员使用笔记本电脑查找问题时监控、修改使用。3#插槽安装了1块DI16×DC24 V 16点数字量输入模块。DO16×DC24 V/0.5 A 16点数字量输出模块在4#、5#、6#和7#插槽各安装了1块,共计4块。DO32×DC24 V/0.5 A 32点数字量输出模块在8#、9#和10#插槽各安装1块,共计3块。

第3层2#机架中,1#插槽安装1块IM361通讯模块,负责接收数据。2#插槽安装1块AI8×13BIT 8点13位模拟量输入模块。3#插槽安装1块AO8×12BIT 8点12位模拟量输出模块。4#插槽安装1块AI4/AO2×8BIT 4点8位模拟量输入/2点8位模拟量输

3.2 控制系统电气部分改造

3.2.1 硬件改造

动力水控制系统采用原系统已有的S7-300 PLC,为增加对动力泵的控制功能,增加了1个AI4/AO2×8BIT模拟量输入/输出模块,2个DI16×DC24 V数字量输入模块,硬件组态示意如图4所示。

图4中第1层0#机架中PS307 10 A是S7-300 PLC的专用DC24 V电源模块,在1#插槽位置。2#插槽在S7-300 PLC的CPU315-2DP模块位置,具有现场总线扩展功能。原2层机架结构不足以实现低温水、冷却水、排污系统、真空系统、动力水系统的集中操作,因此没有选择IM365通讯模块,而是选择IM360通讯模块安装在3#插槽,负责发送数据,最远通讯距离为10 m。DI16×DC24 V 16点数字量输入模块在4#、5#、6#、8#、9#和10#插槽各安装了1块,共计6块。7#插槽安装了1块DI32×DC24 V 32点数字量输入模块。

出模块。5#和6#插槽是为动力水控制系统改造新增加的2块DI16×DC24V 16点数字量输入模块。

3.2.2 软件编程

模糊控制PLC编程逻辑如图5所示。

为将3台动力泵都加入系统形成自动控制,且保证新投入或切出动力泵时对动力水系统压力波动影响最小,将动力泵串联起来使用,动力泵必须顺序投入或切出。另外,必须保证已经运行的动力泵达到工频,且动力水系统压力持续低于下限或持续超过上限一段时间再新投入或切出动力泵,这样可以避免出现干扰带来的错误信号导致下一台动力泵突然启动或停止,而给动力水系统压力带来一个大的脉冲干扰值(即把3台动力泵当作1台工频为20~150 Hz的动力泵使用)。

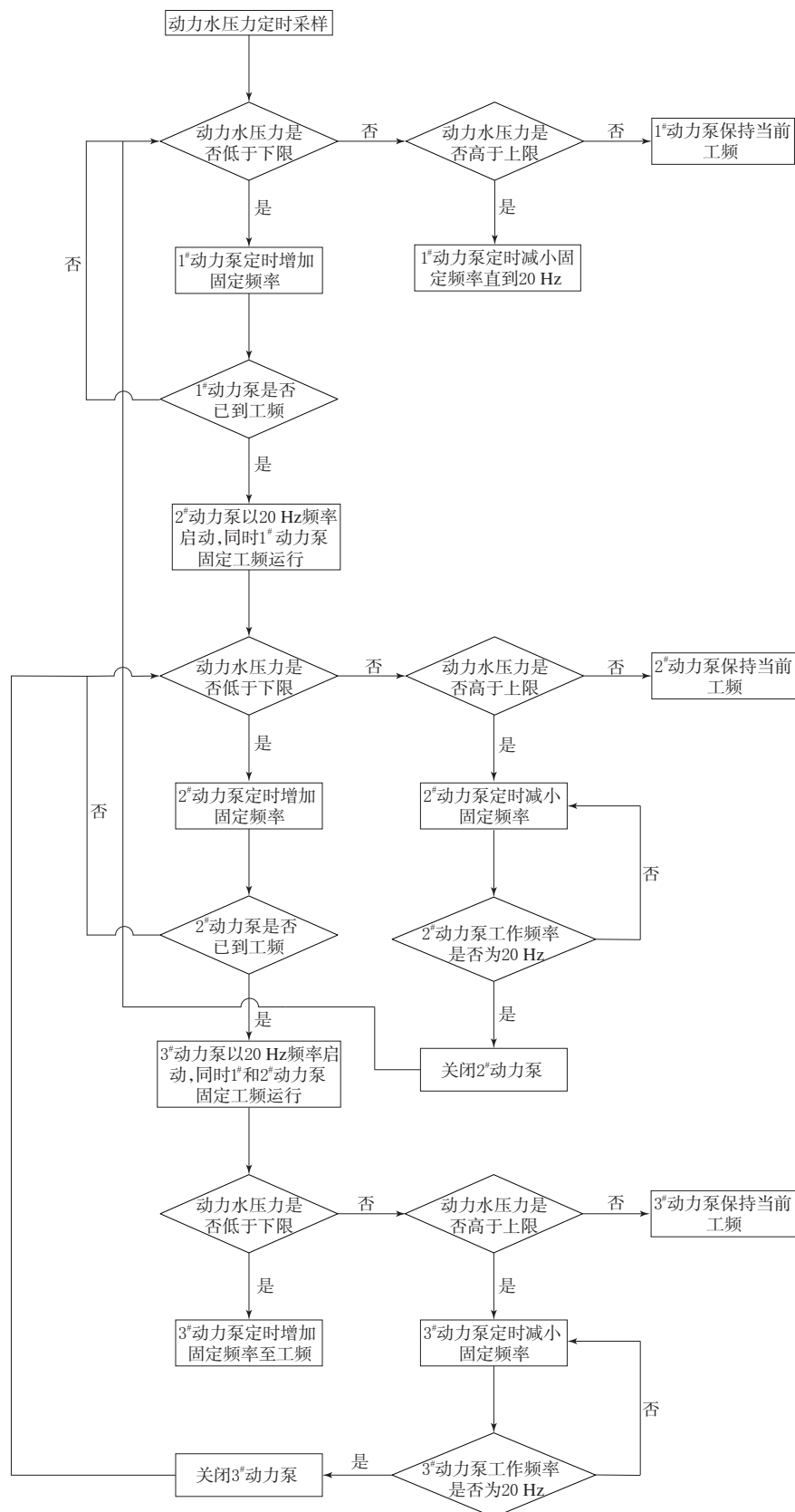


图5 模糊控制PLC编程逻辑

4 压力传感器安装位置的选择

4.1 系统响应时间的测定

为取得一个可接受的控制系统响应时间,必须确定合适的压力传感器的安装位置,通过试验的方法可以确定位置。

动力泵管道出口距第1台硫化机的距离大约为100 m,依此管道上每隔10 m预置一个压力传感器安装接口。为了便于研究,简化试验,将进入硫化机支管道的地沟阀门关闭,只开启1台动力泵,最靠近硫化机的一个安装点压力升到最大值时间为1.5 min左右。由于不可能在主管道上每个压力传感器预置点都安装一个阀门,所以根据计算,压力一定、管道状态无变化的情况下,水的流动速度也是一定的,可以推导出每向着动力泵的安装方向移动10 m输出响应时间缩短9 s,系统响应时间减少9 s。

4.2 动力泵压力脉动对压力传感器安装位置的影响

离心泵叶轮出口压力随叶轮旋转呈周期性变化,压力脉动频率与转速及叶轮数量有关^[4],压力传感器安装距离动力泵太近将受到动力泵本身带来的一个较大干扰,越近干扰效果越强,使本就复杂的系统增加了更多的泵的干扰因素。所以在选择安装位置的时候,不能因为需要尽可能缩短输出响应时间而将安装位置过于靠近动力泵。

为了找到一个合适压力传感器的安装位置,将压力传感器分别放置在10个位置进行试验,关闭硫化地沟支管阀门,动力泵以工频运行,观察记录动力泵运行的压力脉动对压力传感器的影响,如图6所示。

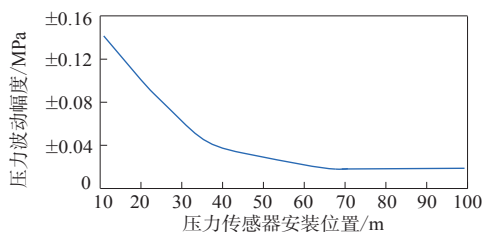


图6 压力传感器安装位置与压力波动幅度关系

根据试验数据(表中离散的跳变点数据已去除)可知,在管道阻力和压力脉动叠加的共同作用下,随着离动力泵出口距离的增加,泵运行产

生的压力脉动变化对检测点的压力影响呈衰减趋势。

4.3 压力传感器安装位置的确定

根据企业工艺对管道动力水压力控制精度的需要(目前是 ± 0.2 MPa),首先要考虑压力传感器应安装在受动力泵自身产生的压力脉动影响较小的地方,即波动至少应小于 ± 0.1 MPa的位置,所以根据图6可知,只能选择20 m以外进行安装。又根据4.1的内容可知,压力传感器安装位置又要满足输出响应时间最短,那么确定将动力水压力传感器安装在主管道距动力泵出口20 m的位置。

5 控制系统的调试

5.1 系统单动调试

根据接线原理图将PLC、变频器、操作台、就地操作盒重新改线连接后,使用变频器自带的操作面板,将3台动力泵手动工作频率设为35 Hz。分别测试动力泵单独动作是否正常,以及压力传感器显示是否与实际值一致。

5.2 系统联动调试

为保证控制系统不发散,必须对动力泵变频器频率增加的时间间隔、频率降低的时间间隔、启动下一台动力泵时间间隔、停止下一台动力泵时间间隔进行预先设定。这种设定值是通过单动调试时的经验先设计一组参数,然后再通过联动后实际控制效果确定最后的设定参数值。频率增加时间 5 s;频率增加值 3 Hz;频率降低时间 2 s;频率降低值 2 Hz;压力持续偏低至启动下一台动力泵时间 8 s;当前泵频率降低至20 Hz后,压力仍然持续偏高,停止当前变频泵时间 8 s;压力下限值 1.85 MPa;压力上限值 2.1 MPa。

为检测多台泵能否实现顺序启动和停止,在硫化地沟末端增加一根带阀门的直径125 mm管道,连通在动力水进水主管和回水主管道之间。实际调试时,人工反复开关阀门模拟动力水负荷压力波动情况,以验证系统工作的稳定性。

6 改造效果

动力水系统压力实际控制效果如图7所示,控制精度达到要求,能够实现稳定地自动控制。

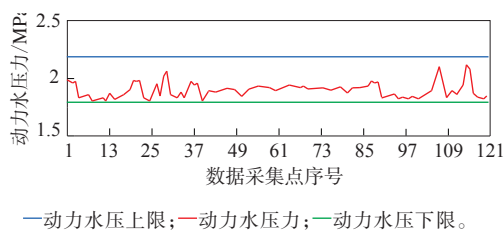


图7 动力水系统压力实际控制效果

7 结语

本工作针对轮胎厂旧动力站动力水系统自动控制生产情况下动力水压力不稳定问题进行改造,通过新的控制方式改变以往较为落后的低效

率工作模式,提高了企业自动化控制水平,达到预期效果。

参考文献:

- [1] 李钟慎. 加入滞后时间消弱器的大滞后系统的神经网络PID控制[J]. 电子测量与仪器学报, 2008, 22(3): 51-54.
- [2] 任正云, 邵惠鹤, 张立群. 几种不稳定滞后对象的预测PID控制[J]. 控制与决策, 2004, 6(19): 671-674.
- [3] 张国良, 曾静. 模糊控制及其Matlab应用[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2002.
- [4] 蒋庆磊, 翟璐璐, 吴大转, 等. 多级离心泵内叶轮出口压力脉动研究[J]. 工程热物理学报, 2012, 33(4): 599-602.

收稿日期: 2016-01-08

固特异扩大Endurance载重轮胎系列

中图分类号: TQ336.1 文献标志码: D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com) 2016年2月3日报道:

固特异轮胎橡胶公司日前推出适于地区和城市应用的Endurance RSA系列轮胎(如图1所示)。该系列轮胎将在2016年4月从11R22.5开始提供11种规格, 负荷范围G和H。



图1 Endurance RSA系列轮胎

该公司表示, 与其前身G661 HAS轮胎相比, 新轮胎可提供更高的行驶里程、更低的滚动阻力和更强的抗冲击破坏能力。

公司称, Endurance RSA轮胎具有Goodyear IntelliMax Rib技术, 当其滚过地面时波浪型沟槽胎面具有理想硬度, 有助于提供规则磨损和高行驶里程, 同时具有最佳的冰雪路面抓着性能。

该系列轮胎还具有以下特点。

*计算机优化接地印痕的胎面设计和17.5 mm胎面花纹深度提供出色的行驶里程。

*超高拉伸强度钢丝束束层提供极好的韧性

和耐久性能。

*双层复合胎面可以改善燃油经济性和温室效应。

*优质胎体可优化轮胎翻新性。

“地区和城市运输车队会遇到各种路况和挑战”, 固特异公司营销经理Norberto Flores说, “车队希望拥有在各种情况下提升性能的轮胎, 我们相信新的Endurance RSA轮胎可以做到, 并成为车队的首选轮胎。”

(吴淑华摘译 李静萍校)

松香改性间苯二酚醛树脂及其制备方法和应用

中图分类号: TQ330.38⁺7 文献标志码: D

由彤程化学(中国)有限公司申请的专利(公开号 CN 105348459A, 公开日期 2016-02-24)

“松香改性间苯二酚醛树脂及其制备方法和应用”, 涉及的松香改性间苯二酚醛树脂的制备方法为将间苯二酚在酸催化条件下单独与松香进行烷基化反应, 再与甲醛进行缩合扩链反应, 升温脱水得松香改性间苯二酚醛树脂。该方法还可在松香改性的同时并用其他改性剂。松香改性间苯二酚醛树脂大幅降低了树脂中游离间苯二酚含量。该树脂可用于钢丝覆胶、轮胎胎体帘线及胎面等方面, 提高了树脂粘合性能, 延长了胶料焦烧时间, 提高了产品生产安全性, 具有广泛的应用前景。

(本刊编辑部 马 晓)