

三角贴合机智能安全防护系统技术的应用

武博，徐平，刘晶，周晶晶，陈鹏，刘勇，段吴栋，王立辉
(杭州海潮橡胶有限公司，浙江 杭州 310018)

摘要：三角贴合机是现代制造业中广泛应用的设备之一，我公司的三角贴合机主要用于汽车轮胎领域的材料贴合作业，然而，由于其工作过程中的危险因素较多，一旦发生事故，往往会造成严重的伤害和财产损失。因此，我公司必须加强对三角贴合机的本质安全防护改造，这对我公司的安全生产具有重要的意义。本文重点从三角贴合机从安全角度出发进行了全面的升级改造。

关键词：三角贴合机；安全防护；温度监测仪；安全光幕

中图分类号：TQ330.46

文献标识码：B

文章编号：1009-797X(2025)11-0051-04

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2025.11.012

1 研发背景

安全健康管理的任务从广义上讲，一是预测生产活动中存在的危险，采取措施，使员工在生产活动中不致受到伤害和职业病的危害；二是制订各种规程，以及规定消除危害因素所采取的各种办法、措施；三是告诉人们去认识危险和防止灾害。作为设备安全管理责任部门要对每台生产设备制定详细的安全管理规范^[1]。三角贴合机是用于轮胎制造行业中不可缺少的一种使用设备，它将包胶钢丝圈与三角胶料贴合在一起，形成一种通过受热贴合的轮胎胎圈零部件。其工作原理是通过控制进料量和进料速度，使受热胶料表面产生一定的压力和温度，通过口型挤出不同规格的制品从而达到与钢丝圈贴合的目的。目前老企业普遍在用的钢丝圈三角贴合机型号多为 SJTB 系列 AB 型机如图 1 所示。因本公司这批设备老旧，员工手动操作异常处置频繁，在使用过程中存在许多安全隐患。



图 1 三角贴合机

1.1 操作不当

生产制品时容易发生三角胶卷边和胶条裁不开的问题，员工将设备打到手动状态后，处理异常时往往会一只手持操作屏上启动复合盘送料，另一只手习惯性去扶料，用手操作铺平卷边的送料，因为操作时眼手不一，已发生多起员工被转动的复合压轮压伤手指，引发工伤事故，这种眼手不一的陋习操作在各种生产设备上都有出现，故需要加强对危险区域进行设备操作复方，强制改变设备结构进行陋习改善，加大操作规范宣传培训，预防事故发生。

1.2 高压环境

三角贴合机挤出机胶料上料太多时，成品胶料无法及时排出，导致挤出机内部压力过大、加热时间长，致使出胶后出现熟粒的现象，不符合工艺生产要求。同时，胶料压力大无法正常有口型排出，会损坏挤出机螺杆，使挤出机螺杆断裂，机身螺钉折断以及口型微变形的等现象，增加了备件维修的成本，加大了维修人员的劳动力。目前在橡塑行业内，模塑挤出机内部压力都能显示其压力值，但存在无法精准控制压力值的现象。

1.3 机械伤害

冷却鼓和挤出机接取出胶成型工位的运转区域，设备缺少隔离措施，无硬隔离防护网。以前是靠地面警戒线提醒，危险区域内有齿轮夹合部件如送料机构、

作者简介：武博(1988-)，男，中级工程师，钳工技师，曾从事轮胎设备机械技术工作、特种设备安全管理工作、能源及计量管理工作，现在设备处从事设备管理工作。

压合机构等危险结构,设备运行移动幅度大,人员习惯性在此区域穿梭处理三角胶,无视警戒危险区域违章操作、手撕胶片等可能存在机械伤害的风险因素。设备贴合成型胎圈缠绕区及抓取部位区域、送料结构往复距离远,操作人员有碰撞的风险。地面警戒标识存在众多人员无视的现象,就像马路上的斑马线,总会无视安全警戒,部分人违章行走一样,必须增加强制隔离栅栏。

1.4 高温环境

三角贴合机的工作环境温度较高,加热蒸汽管道从外部引入距离较远,出胶温度可达 120 °C,管道及挤出机多部位温度较高,不容易高精度控制温度,存在人员不小心碰到加热部位,导致高温烫伤的风险。

1.5 电气安全问题

三角贴合机和许多生产设备一样,涉及到电能耗部分,如电路故障、电火花等,可能引发火灾或电击事故,需要在整机加装紧急安全停机设施,改变因电路事故可以紧急断电的情况。

2 安全升级改造

针对上述安全隐患,我们对三角贴合机量身升级优化了各种所需要的智能安全防护设施,同时为其它生产设备的安全改造奠定了参考基础。

2.1 优化三角贴合机安全操作规程

对以前的操作规范进行修订,针对性的对本机台设备不同部位的结构进行培训纠正和异常处理的措施,加大了违规操作的处罚力度,使用监控 24 h 循环实时监测并记录,每月有班组长随机对本岗位抽查危险源,使用“点指确认危险源及口述应急”方法,还要求开机交接班对设备安全装置进行检查验证,掌握本岗位设备安全防护是否完好,日常运行中严格遵守观察好设备运行状态,能及时发现有问题并有简单处理的能力,禁止在设备不安全的情况下工作。悬挂发生过的安全事故案例,用以提醒操作人员注意安全、遵守操作规程。后期以此改善为基础,全公司推广生产设备上曾发生过的安全事故,做了一对一的“事故警示录”危险源的悬挂警示活动,来宣传降低安全事故风险。其他生产企业也可以把类似的事故案例牌悬挂到各个危险源部位,用以降低安全事故的提示作用。

2.2 安装压力监控系统

挤出机机头加装了高压感应装置如图 2 所示,通过实时监测设备工作时的压力及时发现异常情况,

避免设备故障和人员受伤。高弹性敏感元件 elastic sensitive element 传感器中由弹性材料制成的敏感元件。在传感器的工作过程中常采用弹性敏感元件把力、压力、力矩、振动等被测参量转换成应变或位移量,然后再通过各种转换元件把应变或位移量转换成电量^[2]。工作原理是被测压力的压力直接作用于传感器的感应片上,使感应片产生与压力成正比的微位移,传感器的电阻值发生变化和用电子线路检测这一变化,并转换输出一个相对应压力的标准测量信号,当胶料压力偏大时压力传感器产生报警,控制台发出滴滴的蜂鸣音,压力值传输到操作界面的压力显示仪上,压力值一栏背景色闪烁,操作人员可以第一时间发现压力值偏大或者偏小,操作人员选择合适的进料量和进料速度来解决处理。如果密封腔内的压力偏大时未处理,压力超过安全使用范围致使压力值过大,防爆压力传感器会立即控制进料速度,避免发生故障。该装置定期由维保人员进行检测和维护,以确保其正常工作,避免了压力值异常产生的胶料密度变化及压力不稳定时操作者盲目找原因的时间。此装置可以为其它压力设备提供精确的压力保护措施,有效的控制需要的压力值。



图 2 压力监控装置

2.3 增加硬隔离防护网

如图 3 所示,为了防止机械伤害的风险,我们对冷却鼓和接取位置区域安装了硬隔离防护网、紧急停车安全拉绳、安全光幕等安全防护设施。防护网的作用是防止人员在胶料传送区域违章穿越造成不必要的安全事故,防护网把设备围起来后,只有通过安全光幕区才可进入储存区进行工艺检查异常处理等行为。安全光幕是一种通过光电原理检测物体存在的装置,光幕具有高灵敏度和可靠性,同时,配合防护网安装使用,形成了有效的闭合安全防范空间,只要违章穿越光幕区,设备就自动停止。为避免事故发生,当非

正常打手动模式时有人员误入到硬隔离防护危险区域时，信号传输给具有足够的音量和音色的声音报警装置，声音报警装置会发出警报声，声音报警装置拉起警示安全提示音，以便在嘈杂的工业环境中引起操作人员的注意，同时光电保护装置会立即切断电源，保护违章作业人员的安全和设备的安全。



图3 硬隔离防护闭环装置

2.4 安装智能温控设备

对胶料的加热装置从远程蒸汽管道升级改造为了近距离智能温控水加热控制，缩短加热管道的距离，减少热能损失，避免因高温问题造成的胶料熟粒和管道烫伤的危害。智能温控仪能显示设定值，测量值和偏差值，并有上、下限设定，报警输出和控制功能。优化方法是采购温控装置就近连接控制挤出机的机头、机身和喂料，分段控制温度，管道和挤出机机身采用保温材料包裹，避免裸露和温度损失，同时在温控上有回水温度监测装置，能及时根据环境、胶料工艺需求设置自动调节温度，在回水端显示回水温度是否符合要求，同一部位输出温度与输入温度温差一旦超过 3°C ，设置温度会自动做相应的调整。当回水温度偏低时，温控启动自动加热控制，加大热水流通速度提高温度，；当温度偏高时，冷却水速度流通量增大，降低挤出机温度，这样能始终保持生产要求的温度，避免了工艺不合格导致的胶料浪费和人工干预的影响，降低操作工的劳动强度和安全风险因素。智能温控如图4所示。

为了避免出料口的高温烫伤风险，在胶料口上方安装了智能温度监测仪设备如图5，防止设备停机维护保养或胶料处理异常时等操作被胶料高温烫伤的危险。智能温度监测设备可监测到温度测量范围大，检测温度区间在 $0\sim 300^{\circ}\text{C}$ ，温度监测仪还具有体积小、热扰动小、热动态响应时间短、结构简单，使用方便，



图4 智能温控

灵敏性高和便于安装的特点。当需要触摸拆卸维修处理冷却鼓等高温危险区域时，可以先查看显示温度是否在合适的温度内，防止烫伤。



图5 智能温度监测仪

2.5 加装安全激光扫描仪

如图6所示，在缠绕机头上方安装安全扫描仪，以解决电气安全问题，机器在运行的时候，操作人员一旦手伸入危险区域内，设备立即断电断气，避免因电气缓冲问题造成的事故。在扫描仪内部已集成了发射和接受装置，和雷达原理一样，也是使用飞行时间测量原理，从发射激光开始计时，到接收到返回激光的所用时间来计算物体的距离，假如物体的距离小于设定的安全距离，说明物体已进入到需保护的安全区域^[3]，安全激光扫描仪会立即关闭机器保护现场人员安全。假如物体的距离大于安全距离，小于设定的报警距离，则扫描仪会输出报警信号，给到人员提醒或将机器减速。通过软件可自由配置安全区域和警报区域，不影响钢丝圈拾取的移动距离。此项技术将来会在市场上配合AI技术融入到企业和生活中，得到普遍应用。

对三角贴合机的控制系统进行优化设计，采用先进的PLC控制系统来控制三角贴合机的运行速度和开



图6 安全激光扫描仪

关状态,确保机器能够按照操作人员的双手操控指令进行运行,双手控制运行设备改造,已运用到各种设备之中,以养成良好的安全操作习惯。对三角贴合机的电气控制系统进行改造,增加漏电保护、过载保护等安全措施,确保设备在出现故障时能够及时断电,防止火灾和电击事故的发生。增设安全警示标识,在

三角贴合机周围设置醒目的安全警示标识等。

3 结束语

通过对三角贴合机的智能安全改造升级项目,大大降低了安全事故风险,提高了安全生产效率,就算设备无革新的情况下,该设备已成为安全系数最高的生产设备。后期将对其他设备的安全改造做了有利的参考意义。同时,搞好安全生产工作对于巩固社会的安定,保障劳动者的身心健康,减少经济损失,为企业乃至国家的经济建设提供了重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 中国机械工业安全卫生协会编.机械制造企业安全质量标准化工作指南[M].北京:中国林业出版社,2004,8,
- [2] 党安明,张钦军.传感器与智能检测技术[M].北京大学出版社,2011.
- [3] 皮尔磁工业自动化上海有限公司编.安全小百科之安全激光扫描仪之原理大揭秘[Z].北京:中国工控网,2017.

Application of intelligent safety protection system technology in triangle fitting machine

Wu Bo, Xu Ping, Liu Jing, Zhou Jingjing, Chen Peng, Liu Yong, Duan Wudong, Wang Lihui
(Hangzhou Haichao Rubber Co. LTD., Hangzhou 310018, Zhejiang, China)

Abstract: The triangle fitting machine is one of the widely used types of equipment in modern manufacturing. Our company's vulcanizing machine is primarily utilized for material bonding operations in the automotive tire sector. However, due to the numerous hazardous factors involved in its operation, accidents, if they occur, often result in severe injuries and property damage. Therefore, it is imperative for our company to enhance the intrinsic safety protection and modification of the vulcanizing machine, which holds significant importance for our safe production. This article primarily focuses on the comprehensive upgrade and modification of the vulcanizing machine from a safety perspective.

Key words: triangle fitting machine; safety protection; temperature monitor; safety light curtain

(R-03)

