轮胎设备实用改造浅析

刘华山

（四川凯力威科技股份有限公司，四川　成都　641400）

摘要：随着技术的不断进步和企业对生产方式优化的需求，设备改造成为企业发展道路上的核心任务之一。本文通过对公司近年来实施的典型轮胎设备改造项目进行深入分析，总结其具体方案及实施效果。通过总结这些成功案例的经验，为未来轮胎设备的改造提供了宝贵的指导思路，有助于企业在激烈的市场竞争中保持技术领先地位并实现可持续发展。

关键词：设备改造；生产效率；产品质量

引用论文：刘华山．轮胎设备实用改造浅析 [J]. 橡塑技术与装备，2026, 52(11):69-72.

中图分类号：TQ330.8　　**文章编号**：1009-797X(2026)11-0069-04

文献标识码：B　　DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2026.11.014

0　引言

本研究旨在通过对公司近年来实施的典型且总体评价非常成功的轮胎设备改造项目进行深入分析。具体而言，本文选取了三鼓成型机贴合鼓自动压合改造、硫化机集成阀组改造以及硫化机刹车打滑技防改造等典型案例，结合操作人员、工艺技术人员和维修人员的综合反馈，探讨这些改造项目在提升产品质量、优化生产效率及节能降耗等方面的实际效果。通过对这些案例的系统化研究，本文期望为轮胎制造企业指明一种设备改造的方向，从而助力企业在技术升级和市场竞争中占据更有利的地位。

1　三鼓成型机贴合鼓自动压合改造

1.1　改造前问题分析

1.1.1　人工压合质量问题

在轮胎制造过程中，三鼓成型机的贴合鼓自动压合工艺对产品质量具有重要影响。然而，在改造之前，人工压合方式存在显著的质量问题。由于操作人员依赖手工滚压复合件接头和胎体，难以保证均匀的压力分布和一致的滚压效果，导致胎胚在存放过程中内衬层与胎侧容易出现爆开现象和帘布与内衬层之间黏连不足产生气泡的质量隐患。这种缺陷不仅影响成品轮胎的外观质量，还可能引发内部结构损伤，进而降低产品的使用寿命和性能稳定性。

1.1.2　劳动强度与工艺一致性难题

除了质量问题外，人工压合方式还带来了操作人员的劳动强度大以及工艺质量管理一致性的难题。不同操作工之间的滚压力度和方式存在显著差异，这种差异性直接影响了工艺质量管理的统一性。因此，如何通过技术手段降低劳动强度并提高工艺一致性，成为三鼓成型机改造的重要目标之一。

1.2　改造方案解析

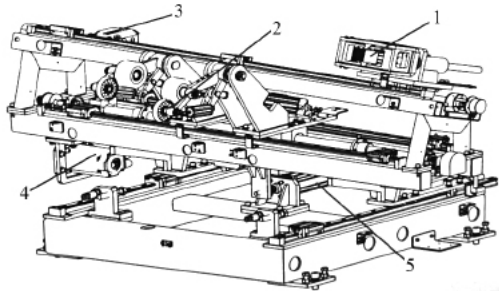
1.2.1　自动压合装置设计

针对上述问题，公司引入了自动压合装置以替代传统的人工压合方式。该装置（见图 1）的核心设计包括贴合鼓的精准定位、复合件接头压辊和胎体压辊。具体而言，组合气缸通过精确控制气压实现压轮装置的自动前进和退回，从而确保压轮能够准确对接复合件接头位置。同时，SEW 变频减速电机则负责驱动滚压轮沿轴向行走，其变频特性使得滚压速度可以根据实际工艺需求灵活调整，从而提高了设备的适应性和自动化水平。这种设计不仅显著减少了人工干预，还通过自动化控制实现了更高的操作精度和稳定性，为后续工艺优化奠定了坚实基础。

1.2.2　压轮与压力控制优化

为进一步提升压合效果，改造方案还对压轮结构和压力控制进行了优化。新型压轮采用多齿略带弧形的宽断面设计，这种结构能够有效增加与复合件接头的接触面积，从而实现更均匀的滚压力分布。此外，

作者简介：刘华山（1986−），男，电气工程师，主要从事公司轮胎设备维护保养工作和设备技改研究。



1—内衬层接头压轮；2—帘布压轮；3—内衬接头压轮行走电机；4—帘布压轮分合电机；5—辊压装置进退气缸

图 1　后压车整体布局图

比例阀的引入使得压轮压力可以根据不同工艺要求进行灵活调节，从而避免了因压力过大或过小导致的压合不良问题。通过这种优化设计，复合件接头在滚压过程中能够更好地实现黏合，减少了气泡和褶皱的产生，同时提高了接头部位的密实度和强度。这些改进措施不仅提升了产品质量，也为后续工艺的稳定运行提供了保障。

1.2.3　PLC 程序与上位机界面优化

除了硬件层面的改进，改造方案还对 PLC 程序和上位机界面进行了深度优化。通过对 PLC 程序的重新编写，实现了对自动压合装置运行参数的精细化控制，包括起始位置、角度、辊压宽度、辊压压力以及胎体鼓旋转速度等关键参数均可在上位机工艺配方中自由设置和修改。这种优化不仅提高了设备的灵活性，还使得操作人员能够根据实际生产需求快速调整工艺参数，从而显著提升了生产效率。

1.3　改造后效果评价

1.3.1　产品质量提升

改造后，三鼓成型机的产品质量得到了显著提升。通过对 35499 条轮胎的生产数据进行统计分析，发现复合件接头质量外观合格率达到了 100%（见表 1），且 X 光检测结果显示接头部位帘线分布均匀，未发现胎体扭曲变形或稀线缺陷。与去年同期相比，胎体稀线数量由 53 条降至 6 条，综合缺陷比例由 0.042% 降至 0.000 47%（见表 2），这一数据充分证明了改造方案在提升产品质量方面的有效性。此外，改造后的自动压合装置显著减少了气泡和褶皱的产生，使得成型胎里（两胎圈之间）无气泡、无开裂、无褶皱，进一步提升了成品轮胎的整体质量水平。

表 1　复合件接头缺陷统计

机台号	生产规格	累计产量 / 条	x 光复合件接头缺陷	备注
B1	12R22.5	9 129	无	
B2	13R22.5	6 542	无	
B3	385/65R22.5、315/70R22.5	7 555	无	
C4	11.00R20、10.00R20	4 442	无	
C5	12R22.5	7 831	1 条 12R22.5　928 轻微稀线	充气后未鼓包，放行
累计	35499	无		

表 2　2022 年 1 季度与 2023 年 1 季度同期胎体稀线缺陷对比

机台号	产量		胎体稀线数量		缺陷比例 /%	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
B1	24 302	24 731	11	1	0.045	0.000 4
B2	24 727	24 823	9	0	0.036	0
B3	24 689	24 788	10	2	0.04	0.008
C4	24 784	25 039	9	1	0.036	0.003 9
C5	25 139	25 787	14	2	0.055	0.000 8
合计	123 641	125 168	53	6	0.042	0.000 47

1.3.2　劳动强度降低、生产效率提高

改造后，操作人员的劳动强度得到了显著降低。根据操作人员的反馈，改造前需要频繁且大力进行高强度滚压作业，而改造后只需目视检查确认压合质量，其余操作均由自动压合装置完成。实际生产过程中了解，操作人员无一例外都对此改造非常适应，且因操作疲劳导致的质量问题发生率大幅下降。这种劳动强度的降低不仅改善了操作人员的作业环境，还提高了工作效率，为企业的可持续发展创造了有利条件。

2　硫化机集成阀组改造

2.1　改造前设备状况

随着轮胎生产设备使用年限的增加，硫化机热工系统逐渐暴露出诸多问题，这些问题不仅影响了生产工艺的稳定性，还对设备的维护管理和生产效率提出了更高的要求。

首先，设备老化导致硫化外温波动频繁，其主要原因在于传统热工管路中阀门、法兰等连接部件较多，锈蚀逐步严重和密封性能逐渐下降。疏水器的稳定性

和灵敏度也严重影响硫化过程的温度控制精度。

其次，传统热工管路的复杂性给设备维护带来了显著困难。尤其是在高温高压的工作环境下，现场环境恶劣管路密集，维修停机时间长，还提高了维护成本。同时，复杂的管路系统也容易导致能量损失，进一步降低了设备的热效率。

最后，电气转换器和气动调节阀的高故障率成为制约设备稳定运行的重要因素。在长期使用过程中，这些部件易受高温、高压及锈蚀的影响，导致性能下降甚至失效。这些问题对生产过程的连续性和安全性构成了严重威胁。

2.2 集控阀优点分析

针对上述问题，集成阀组的应用为硫化机热工系统的优化提供了有效的解决方案。相较于传统热工管路，集控阀在多个方面展现出显著的优势。首先，集控阀通过减少外温管法兰数量，实现了高度的集成化设计，其体积紧凑且占地面积显著减少。根据实际测量数据，集控阀的占地面积较传统管路减少了约35%，此外，集成化设计还简化了管路布局，使得设备整体结构更加紧凑，便于安装和调试。

其次，集控阀的流通量较大，能够显著缩短非硫化时间，集控阀具有开启力小、反应速度快的特点，能够在短时间内完成开关动作，从而大幅提升硫化效率。其内部流道设计更为合理，介质流动阻力较小，确保了蒸汽、氮气等介质能够在短时间内快速充满管路并达到工艺要求。这一特性不仅提高了生产效率，还减少了能源浪费。

在安装和维护便利性方面，集控阀采用插桩设计，实现了更快速、方便和安全的更换操作。极大的提高了维护效率。此外，插桩式连接还增强了系统的密封性能，减少了因连接不当导致的泄漏问题。

2.3 公司应用情况

基于集控阀的诸多优势，公司在新产线硫化机和大修设备中广泛采用了这一技术。具体而言，公司选择了建德市新安江气动元件有限公司的阀组产品，其主要原因在于该公司生产的集控阀在性能稳定性、使用寿命和售后服务方面表现优异。在新产线中，24 台硫化机全部采用了集成阀组结构，而在大修设备中，8 台硫化机和 6 台外温改造设备也同步更换为集控阀，据统计，采用集控阀后，综合能耗降低了 10% 以上，设备维护经济花费和人力投入大幅减少，为企业带来了显著的经济效益。

3 硫化机刹车打滑技防改造

3.1 刹车打滑原因分析

全钢硫化机作为轮胎生产过程中的核心设备，其稳定性和安全性对生产效率和产品质量具有重要影响。然而，由于设备自重大且通常需要承载模具的重量，导致电机刹车系统面临巨大的负荷压力。根据研究，全钢硫化机设备自重加上模具重量总和往往不低于 20 吨，这使得电机刹车在频繁启停过程中承受极大的摩擦力，在实际运行中，若未能及时更换或调整刹车片，将导致刹车系统的制动力下降，极易发生刹车打滑的设备事故。刹车打滑事故不仅直接使胎坯报废，并可能对胶囊造成损坏甚至压坏模具，不仅会导致生产中断，还会带来高昂的维修成本和安全隐患。因此，深入分析刹车打滑的原因并采取有效的预防措施，对于保障设备的安全稳定运行至关重要。

3.2 解决方案探讨

针对硫化机刹车打滑问题，可以从刹车系统优化、监测与预警机制建立以及设备维护管理强化三个方面入手，提出综合性的解决方案。首先，在刹车系统优化方面，可以通过改进刹车片材质和调整刹车结构来提升刹车性能。例如，可以采用耐磨性和制动性更好的刹车片材料

其次，建立刹车打滑监测与预警机制是最关键最有效的技防措施。此技防项目的关键难点在于怎么用 PLC 检测到刹车是否打滑，通过研究分析正常情况下刹车接触器处于脱开状态后设备在很短时间内就会处于静止状态。如果刹车接触器脱开一定时间后硫化机编码器仍然检测到数值变化就可判定为刹车打滑。以此为切入点来编写控制程序（见图 2），使用 PLC 的 SPD 指令检测刹车接触器断开后编码器产生的脉冲个数，经过测试刹车状态良好的情况下刹车接触器停止后会产生 5~7 个脉冲，刹车轻微打滑此数值为 7~12，当数值大于 12 时刹车严重打滑不能正常停车。因此当数值为 7~12 时判定为轻微打滑，PLC 输出中间标志位 M521，此标志位激活上位机 SCADA 软件的弹窗报警，提示操作人员和维修人员及时停机处理。当数值大于 12 时 PLC 输出中间标志位 M521，此标志位强制设备停止，胶囊抽真空和电机反转强制开模。系统可自动发出预警提示操作人员进行检查和维护。这种基于编码传感器技术的智能监测系统不仅能够及时发现潜在问题，还可以为后续的故障诊断提供数据支持，从而降低因刹车打滑引发设备事故的概率。

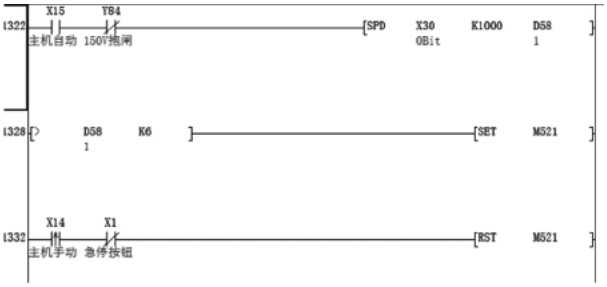


图 2　PLC 程序逻辑图

最后，在技防措施的支撑下也必须同时加强设备维护管理。制定定期检查和保养计划，明确刹车片的更换周期和调整标准，并严格执行相关维护流程，可以有效避免因检查调整不及时而导致的刹车失效问题。此外，还应加强对操作维护人员的培训，使其掌握刹车系统的基本原理和日常维护技能，从而在日常操作中能够更好地识别和处理刹车打滑的早期迹象。

3.3　改造效果与意义

通过对硫化机刹车系统进行上述优化改造，可以显著提升设备的稳定性和安全性，从而为企业生产带来多方面的积极影响。首先，从设备稳定性角度来看，改造后刹车打滑次数明显减少，设备正常运行时间得到保障。据统计，公司在实施刹车系统优化改造后，2023 年全年刹车打滑发生次数由 2022 年的 16 台次降至 3 台次，且未再出现因操作人员未能及时发现打滑而导致的重大设备事故。这一数据充分证明了改造措施的有效性，同时也表明设备的整体运行可靠性得到了显著提升。

其次，从安全生产的角度来看，刹车打滑技防改造对于防止设备事故、保障操作人员安全和生产连续性也具有重要意义。

综上所述，硫化机刹车打滑技防改造不仅解决了设备运行中的关键问题，还为企业的安全生产和高效运营提供了坚实的技术保障，具有重要的实践意义和推广价值。

4　结论

通过对三鼓成型机贴合鼓自动压合改造、硫化机集成阀组改造以及硫化机刹车打滑技防改造的分析，可以发现这些项目在提升设备性能、优化生产工艺和保障安全生产方面具有显著的共性。首先，所有改造项目均以提高设备自动化水平为核心目标，通过引入先进的控制技术和机械设计，显著减少了人工干预的需求，从而提升了生产效率和产品质量。其次，这些改造均注重解决设备运行中的关键问题，例如三鼓成型机的人工压合质量问题、硫化机外温波动及管路复杂问题，以及刹车打滑导致的设备安全隐患，这些问题均是制约企业高效生产的重要瓶颈。

从技术角度来看，这些改造项目的成功实施表明，设备改造必须紧密结合企业实际需求，充分考虑操作人员的反馈和工艺技术人员的建议，以确保改造方案的科学性和实用性。

A brief analysis of practical modification of tire equipment

Liu Huashan

(Sichuan Kalevei Technology Co. LTD., Chengdu 641400, Sichuan, China)

Abstract: With the continuous advancement of technology and enterprises' demand for optimizing production methods, equipment transformation has become one of the core tasks on the development path of enterprises. This article conducts an in-depth analysis of typical tire equipment transformation projects implemented by the company in recent years, summarizing their specific plans and implementation effects. By summarizing the experience of these successful cases, it provides valuable guidance for the future transformation of tire equipment, helping enterprises maintain technological leadership and achieve sustainable development in the fierce market competition.

Key words: equipment modification; production efficiency; product quality

(R-03)