

电机放卷在输送带压延机贴合工艺中的 创新应用与产业变革

赵石军

(大连橡胶塑料机械有限公司, 辽宁 大连 116033)

摘要: 本文聚焦电机放卷于输送带压延机贴合工艺的深度应用, 围绕控制方式、电控配置、生产效率及经济效益四大维度展开剖析。阐述其如何革新传统工艺, 化解过往控制不稳定、张力不均等症结, 借助先进技术达成精准张力调节与稳定控制, 提升电控效能, 进而显著拔高生产效率、创造可观经济效益, 推动输送带行业迈向高质量发展新台阶。

关键词: 卷取; 层合; 张力控制; 变频控制; 纠偏系统

中图分类号: TQ330.44

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)06-0007-05

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2025.06.002

0 引言

在现代工业蓬勃演进历程中, 输送带作为物料高效输送的“血脉”, 广泛用于矿业、港口、物流等诸多关键领域, 其品质优劣、性能高低径直关联到生产运营的流畅性与效能。压延机作为输送带制造的核心装备, 在整个生产链路里举足轻重, 而卷取环节中的电机放卷技术, 更是掌控全局“命门”所在。伴随科技浪潮汹涌澎湃, 电机放卷在控制逻辑、操作便利性 & 精度把控上持续进阶, 不仅弥补传统工艺短板, 更如蝴蝶振翅, 引发输送带行业从生产模式至经济效益的全方位蜕变, 成为输送带制造迈向高端化、智能化征程中不可或缺关键环节。

1 压延机工作流程

输送带压延机控制流程分为主机和辅机两部分, 主机是由四根辊筒和机架构成, 主机上包括稀油润滑、干油润滑、减速机润滑、液压站等几部分, 这几部分统称为附属设备, 只有附属设备启动, 主机才可以运行。以主机为中间部分, 主机前辅机部分(图1)和主机后辅机部分(图2)。主机前包括导开、硫化接头、前牵引、前储布、储布牵引。主机后包括冷却、后储布、后牵引、卷取。主要工作流程是导开通过磁粉制动放帆布, 帆布经过前牵引进入储布架子, 储布牵引电机把布引到主机部分, 通过主机上下覆胶, 然后通过冷却辊筒冷却, 在进入后储布架, 通过后牵引引出

来进入卷取, 在卷取处通过两个工位来回贴合。在电机放卷之前, 以往输送带压延机工艺都是将帆布贴胶然后层合。层合控制是用磁粉控制器放卷或者是气动摩擦盘放卷, 来贴合工艺。这两种控制方式不够稳定, 张力不均匀, 随着电机放卷的应用解决了这种问题。

2 传统贴合工艺困境剖析

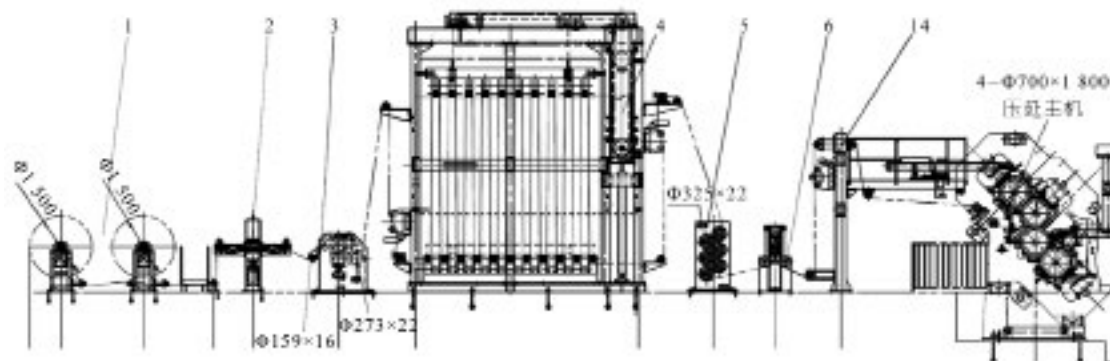
2.1 层合工艺繁琐且低效

以往, 帆布压延之后, 需将多层帆布转运至另一成型机实施层合操作, 工序繁杂、衔接拖沓, 物料流转耗时久, 恰似“接力赛”中频繁换手, 易延误生产节拍, 导致整体生产效率在低水平徘徊。单卷胶布在成型机上的层合, 依赖人工校准、机械固定, 步骤冗长, 难以契合大规模、快节奏生产诉求。

2.2 传统放卷控制稳定性欠佳

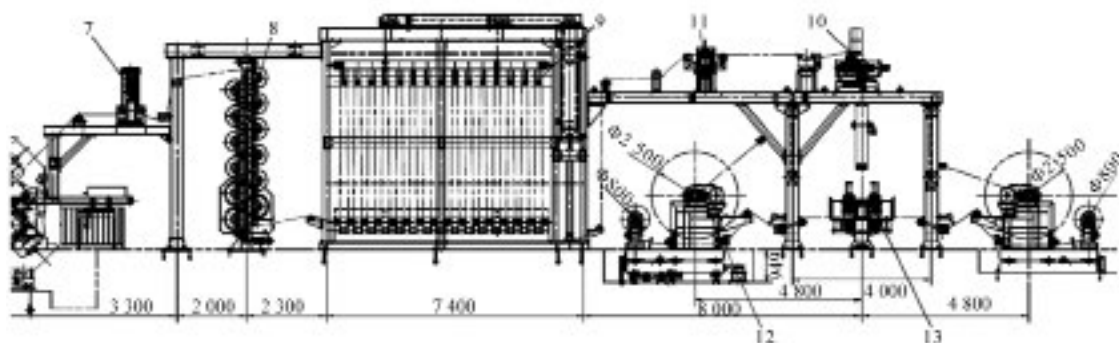
传统采用的磁粉控制器放卷或气动摩擦盘放卷方式, 恰似“粗放式农耕”, 精准度欠火候。磁粉控制器受磁粉特性波动、温度影响, 制动力输出时稳时乱; 气动摩擦盘受制于气压波动、摩擦片磨损, 张力忽大忽小, 致使物料在贴合进程中“受力不均”, 输送带成品易现褶皱、层间贴合疏松等瑕疵, 次品率居高不下, 给用户带来很大经济损失。

作者简介: 赵石军 (1982-), 男, 工程师, 本科, 主要从事电气设计、PLC 和变频器控制等方面的研究。



1—1# 2# 导开；2—硫化；3—前牵引；4—前储布；5—储布牵引；6—前张力；14—纠偏

图1 主机前辅机部分



7—后张力；8—冷却；9—后储布；10—后牵引；11—夹持；12—1# 卷取；13—压辊

图2 主机后辅机部分

3 电机放卷核心控制方式革新

3.1 卷取工位协同层合策略

3.1.1 双层胶布层合精细流程

在当下创新工艺里，排除旧的成型机层合路径，和粉或者气动摩擦盘放卷原理，于设备本土开启高效层合“新篇”。电机放卷层合原理，胶布于1#卷取工位（如图3）卷取至特定长度且保持连贯不裁断，此时，1#卷取工位电机停止，2#卷取工位开始卷取，两个工位同时准备工作，促成胶布叠合。1#工位切换角色担当导开作用，在人机交互界面HMI（图4）精准预设张力值，导出胶布与后牵引胶布在后牵引出，在卷取压辊处无缝贴合。同步地，1#导开卷取垫布、2#导开释放垫布，二者电机皆采力矩限幅控制，依旧在HMI预设张力“各司其职”，确保物料输送平稳有序。

3.1.2 多层递进贴合逻辑

2#卷取张力精心校准，设定为约1#导开张力两倍，承载双层胶布稳固卷取。待卷取长度追平1#卷取放卷长度，卷取戛然而止，此时两层胶布层合在一起。此后，2#卷取化身导开作用，与后牵引胶布向三层贴合征程，

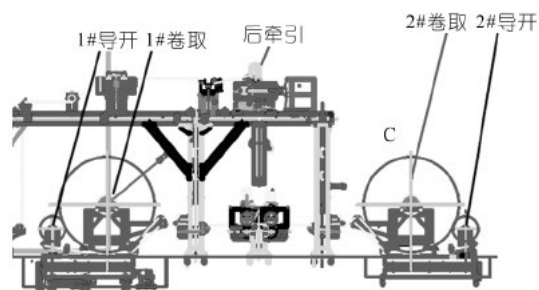


图3 卷取工位

机组设定速度 (m/min)	000.0	机组实际速度 (m/min)	000.0	主机启动	1#卷取
1#卷取 张力设定 (kg)	0000	1#卷取 实际张力 (kg)	0000.0	1#卷取速度 (m/min)	000.0
2#卷取导开 张力设定 (kg)	0000	2#卷取 实际张力 (kg)	0000.0	2#卷取速度 (m/min)	000.0
1#导开导开 力矩设定 (kg)	0000	2#导开卷取 力矩设定 (kg)	0000	2#导开卷取速度 (m/min)	000.0
卷取计长设定 (m)	00000	贴合张力 (kg)	0000.0	后牵引速度 (m/min)	000.0
计长开始	计长复位	卷取计长显示 (m)	0000.0		

图4 张力设定画面

成品三层胶布转由1#卷取工位收卷。循环往复，随层数递增、厚度累积，依循用户工艺定制张力，各工位

电机在力矩限幅把控下层合,确保每层材料融合充分、无气泡与脱层隐患。电机放卷和卷取速度稳定,使整个贴合工艺高效且高质量推进。

3.2 张力精准闭环调节机制

3.2.1 张力大小控制

在每个卷取工位的前面有一个张力轴承,可以检测每个工位卷取时实际张力大小。张力轴承输出 mV 信号,通过变送器进行调节,变送输出 mA 信号进入 PLC 进行控制。在后牵引下面有一个张力轴承,检测上面下来的胶布的张力大小,同样用变送器和 PLC 控制。PLC 可以根据预先编写的程序逻辑对各个工艺环节进行协调控制。例如 PLC 可以张力传感器和速度信号,同时控制卷取和放卷的协调关系。每个工位卷取的张力大约等于放卷张力和贴合张力之后。卷取张力轴承大小为 6 000 N,贴合张力轴承为 3 000 N。电机的扭矩为 190 N·M,经过减速箱换算之后把电机对应扭矩和变频器的最大扭矩换算,最大辊径为 3 500 mm,最后在 HMI 上设定的张力换算成 kg,使设定张力给电机,电机就会对应相应的扭矩输出,此时张力大小通过张力轴承反馈回来。

3.2.2 PID 控制与调节运作

鉴于卷取张力受辊径动态变化、外力干扰等因素影响波动比较大,增设一个红外开关精准监测辊径,引入 PID 控制算法于程序内运算。PID 依据设定张力与反馈张力偏差量,经比例、积分、微分运算来调节,精细调节电机扭矩输出,驱动电机动态响应,犹如经验老到舵手,稳控张力“航船”,确保输送带自起始至收尾,每层张力均匀恒定、品质如一。

3.3 纠偏控制过程

在整个卷取过程中,纠偏起到很大作用。如果纠偏系统控制不好贴合出来的产品就会参差不齐,给后续工作带来了很大困难或者造成很大的原料浪费。纠偏控制系统由传感器、控制器、执行器机构三大基础部件协同搭建。本系统采用某公司一整套红外传感器纠偏控制系统,包括卷取电机纠偏,放卷纠偏,垫布卷取纠偏和垫布放卷纠偏。具体工作原理利用在控制器上设定参数,然后校准传感器的精度。光电传感器探头检测材料边缘位置偏差,经放大器传信号给电动执行机构,调整放卷电机工位的位置,从而使电机放卷的胶布和后牵引引出来的胶布在同一直线上,然后完美的贴合在一起。垫布导开工位的纠偏采用 U 行纠偏控制系统,使帆布始终探头检测的边缘运行,保证

胶布隔离的垫布居中运行,卷出来的胶布非常整齐。

4 电控配置优化升级

4.1 共直流母线电能管理

电机放卷工作过程中,伴随卷径的减小,力矩顺势调整,与卷取电机逆向力矩交互时,容易陷入被拖拽的被动状态,衍生发电电能。以往的时候用西门子 S120 变频器控制来解决此种问题,电能回馈到电源模块。本套电控配置控制采用汇川 MD580 系列变频器控制,依托共直流母线控制逻辑原理,当卷取电机发电,电能经直流母线直接回注电源模块,此时直流母线柜子输出直流电压,直流母线上接有卷取、牵引、冷却等电机,这样就可以实现电能内循环高效利用,规避能源无端损耗。

4.2 电控系统架构与原理解析

电控系统构建宛如精密电路城堡,控制流程如(图 5、图 6)主电源经过 68Q01-68L01-68C01-68L02-68R01 68R02 68R03-69K01 进入到共直流母线柜子。整个过程犹如进线电源经断路器“安全把关”、滤波电抗器与电容“净化杂质”、电抗器“稳流护航”、缓冲电阻“削峰填谷”、接触器“通断管控”,终汇聚直流母线柜子“能量枢纽”,然后输出强劲直流电源驱动变频器运转。层合工艺工作时,双卷取电机协同工作,一者卷取、一者放卷,放卷电机“发电回援”,于系统内构筑起电能“良性生态”,保障电机放卷与整体工艺在稳定电控“保护伞”下高效推进。

5 生产效率与经济效益的双面提升

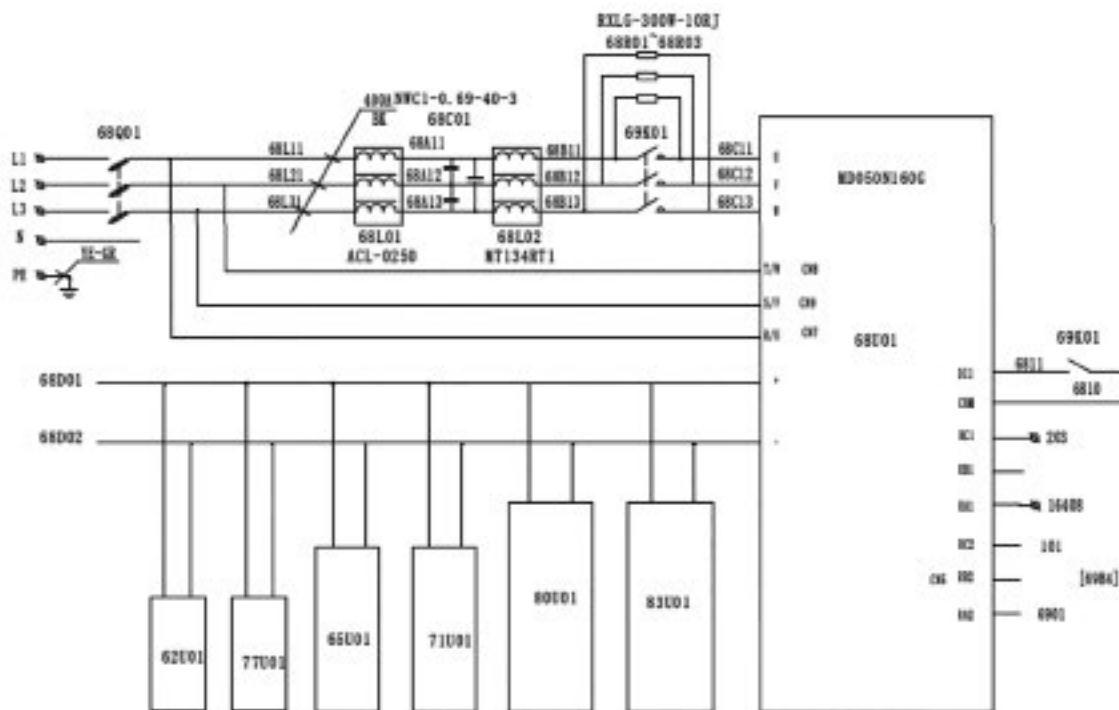
5.1 生产效率倍数增长

电机放卷革新利刃斩断传统工艺繁琐枷锁,物料原地层合免去成型机辗转耗时,工序衔接无缝对接,生产流程如高速列车风驰电掣。单条输送带生产周期大幅压缩,以某大型输送带制造企业为例,引入电机放卷技术后,生产周期从旧工艺日均 2~3 条跃升至 5~6 条,产能近乎翻倍,高效交付能力使其于市场竞争中“脱颖而出”,抢占订单“高地”。

5.2 经济效益质的蜕变

5.2.1 成本“瘦身”显著

人力成本削减首当其冲,层合工序自动化集成,操作人员从过往多人协同减至寥寥数人,人效比大幅优化;原料浪费锐减,精准张力控制下,物料贴合紧密、废品率骤降,原料利用率飙升,恰似“精打细算”管家,



62U01—前牵引变频器，77U01—后牵引变频器，65U01—储布牵引变频器，71U01—冷却变频器 80U01—1# 卷取变频器，83U01—2# 卷取变频器，68U01—直流母线柜

图 5 直流母线配置图

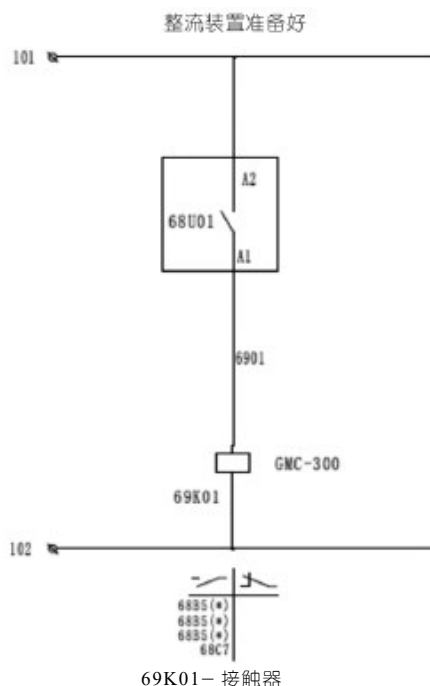


图 6 接触器原理图

节流增效。

5.2.2 效益“增收”可观

产能扩张叠加成本管控，企业利润空间豁然开朗。

产品高品质提升助力售价上扬、市场份额扩容，于上下游产业链“话语权”增强，以优质产品“敲门砖”，敲开高端市场“大门”，为企业可持续发展注入“强心针”，引领行业经济效益迈向新量级。

6 行业应用典范与前景展望

诸多胶带企业引入电机放卷技术后，恰似老树发新枝，产品品质、生产效能“脱胎换骨”，在矿业输送“重负荷战场”、物流高速分拣“快节奏赛场”，以卓越性能“披荆斩棘”，收获用户口碑“累累硕果”。展望未来，随人工智能、物联网技术深度“联姻”电机放卷，智能诊断、远程运维将成常态，工艺控制精度有望迈向更高级；绿色节能理念“感染”下，设备能耗将持续“探底”，引领输送带行业于高质量发展“快车道”稳健驰骋，为全球工业输送“动脉”注入澎湃动力，续写创新发展“辉煌篇章”。

7 结论

电机放卷在输送带压延机贴合工艺中，凭借前沿控制方式、优化电控配置，冲破传统桎梏，在生产效率与经济效益维度“双轮驱动”，重塑行业格局。从

微观工艺革新至宏观产业蝶变，电机放卷技术“星星之火”，已成燎原之势，照亮输送带行业高质量发展“前行路”，持续赋能、久久为功，未来可期。

Innovative application and industrial transformation of motor unwinding in the bonding process of conveyor belt rolling machine

Zhao Shijun

(Dalian Rubber & Plastics Machinery Co. LTD., Dalian 116033, Liaoning, China)

Abstract: This article deeply explores the innovative application of motor unwinding technology in the bonding process of conveyor belt rolling machines, and conducts a detailed analysis from four aspects: control mode, electronic control configuration, production efficiency, and economic benefits. The article explains how to innovate traditional processes through this technology, solve the problems of unstable control and uneven tension in the past, and use advanced means to achieve precise tension adjustment and stable control, thereby improving the overall efficiency of the electronic control system. In addition, this article also demonstrates how this technology can significantly improve production efficiency, create considerable economic benefits, and promote the conveyor belt industry to move towards a new stage of high-quality development.

Key words: roll up; layering; tension control; variable frequency control; correction system

(R-03)

USTMA 支持推翻轮胎排放新规

USTMA supports overturning new tire emission regulations

2025 年 5 月 6 日，美国轮胎制造商协会（USTMA）对 H.J.Res. 61 号决议以两党支持的方式顺利通过表示高度赞赏。该决议旨在强化环境管理，同时减轻轮胎制造设施的财务负担。

H.J.Res. 61 号决议由弗吉尼亚州众议员 Rep. Morgan Griffith 发起，获 14 个州超 20 位众议员联合支持，旨在推翻美国环保署（EPA）2024 年 11 月 29 日发布的橡胶轮胎制造行业有害空气污染物国家排放标准（NESHAP）修订规则。

该规则中，尽管美国环保署进行了自己的评估，该机构还是发布了修订后的最终 NESHAP 规则，在现有的 NESHAP 规则中增加了总碳氢化合物（THC）和可过滤颗粒物的排放限值。参议院方面，南卡罗来纳州共和党参议员 Sen. Tim Scott 牵头推动 S.J.Res. 24 号决议，获 9 位共同提案人支持，USTMA 此前已提交支持信函。

协会主席兼首席执行官 Anne Forristall Luke 表示，轮胎制造商长期遵循现有 NESHAP 标准减排，但环保署修订规则带来负面影响。2020 年，美国环保署评估认定原有标准足以保障公众健康、避免环境危害，然而其在 2024 年修订规则中新增排放限制，迫使企业安装蓄热式热氧化器等设备。这些设备消耗大量天然气，增加碳排放，且无明确减排目标，给企业带来巨大经济负担。

USTMA 会员企业支持环保署维护清洁空气的使命，未来将继续合作，并坚定支持国会废除不利规则，避免其对美国轮胎制造业、环境和经济造成损害。

摘编自“中国轮胎商务网”

(R-03)