

非织造布设备中成网机纠偏装置的技术分析及应用

张曙文

(邵阳纺织机械有限责任公司 研发营销中心研究所, 湖南 邵阳 422002)

摘要: 针对非织造布设备中成网机网带跑偏问题, 系统分析了跑偏原因, 包括加工制造偏差、设备安装质量不佳及运行阻力等, 并总结出“跑松不跑紧”“跑后不跑前”等跑偏规律。在此基础上, 阐述了成网机纠偏装置的工作原理, 重点介绍了气动纠偏(如气缸+光电开关、皮囊式气缸+比例控制阀+纠偏辊)和机电纠偏(如减速电机+光电开关、PLC 控制伺服电机)两类常用方式的结构与特点。实践表明, 采用“皮囊式气缸+比例控制阀+纠偏辊”的纠偏系统在高速生产线中可靠性高, 能有效保障网带平稳运行, 为非织造布设备的高效生产提供技术支持。

关键词: 成网机; 网带纠偏装置; 非织造布设备; 气动纠偏; 机电纠偏

中图分类号: TS103.7

文献标志码: B

Technical analysis and application of deviation correction device for web-forming machine in nonwoven equipment

Zhang Shuwen

(Technology Center, Shaoyang Textile Machinery Co., Ltd., Shaoyang 422002, Hunan, China)

Abstract: This paper addresses the problem of web deviation in the web-forming machine of nonwoven equipment. It systematically analyzes the causes of deviation, including manufacturing deviations, poor equipment installation quality, and motion resistance, and summarizes the deviation rules such as “deviating to the loose side rather than the tight side” and “deviating to the rear rather than the front”. On this basis, it expounds the working principle of the deviation correction device for web-forming machines, with a focus on introducing the structure and characteristics of two commonly used deviation correction methods: pneumatic deviation correction (such as cylinder+photoelectric switch, diaphragm cylinder+proportional control valve+correction roller) and electromechanical deviation correction (such as reduction motor+photoelectric switch, PLC-controlled servo motor). Practice shows that the deviation correction system using “diaphragm cylinder+proportional control valve+correction roller” has high reliability in high-speed production lines, which can effectively ensure the stable operation of the web and provide technical support for the efficient production of nonwoven equipment.

Key words: web-forming machine; web deviation correction device; nonwoven equipment; pneumatic deviation correction; electromechanical deviation correction

1 成网机网带概述

网带传输作为物料传送的核心方式, 在非织造布、造纸等行业得到广泛应用, 也是邵阳纺织机械有限责任公司丙纶非织造布成套设备生产线中, 成网

机不可或缺的纤网载体。成网机网带的正常连续平稳运行, 是整条生产线高效稳定生产的前提条件^[1]。网带是一种由经纬线编织而成的柔性传动件, 常用幅宽有 1.6、2.4、3.2、4.2 和 4.8 m 等不同规格, 故不能采用强制限位的方法来保持网带在规定位置运

收稿日期: 2025-04-10

作者简介: 张曙文, 男, 1984 年生, 湖南邵阳人, 学士, 工程师, 主要研究方向为非织造布设备设计, E-mail: zsw198405@163.com

行。为防止设备运行过程中发生网带跑偏,进而造成产线停机甚至网带损坏的情况,成网机需装设稳定可靠的网带纠偏装置及极限位置报警停机装置,以便及时自动纠正网带偏移,并在网带偏移至极限位置时触发报警并停机,以保护设备和网带安全^[2]。本文着重分析介绍成网机网带跑偏原因、跑偏规律、纠偏装置工作原理及常用网带纠偏方式。

2 成网机运行过程中网带跑偏原因

(1)加工制造偏差引发走偏。如主动辊及过渡辊的锥度差,网带热定型不均匀,网带自身原因造成的表面张力不一致等。

(2)设备安装质量不佳产生了轴向力。如主动辊和过渡辊相互间的平行度、水平度误差,压辊和托辊的轴线不平行,压辊和托网辊未安装在网带运行方向的垂直截面上,张紧机构的张紧度不一致等。

(3)设备运行阻力。如成网机抽吸风箱在幅宽方向气流分布不均,网带支撑托网板装置各处高低不一致等。

为确保纠偏辊具备良好的纠偏效能,需为成网机网带在纠偏辊上设置最优包角。包角过小,纠偏力不足,网带在纠偏辊上归位动作缓慢;包角过大,网带难以在纠偏辊上进行轴向移动,影响纠偏功能。一般纠偏装置推荐包角为 26° 。纠偏辊与前后过渡辊之间的中心距应与网带宽度适配:网带越宽,中心距越大。

3 成网机运行过程中网带跑偏规律

(1)跑松不跑紧。网带两侧松紧度不一致时,网带会向松的一侧跑偏。

(2)跑后不跑前。若压辊和托网辊装置未调整好,即未安装在网带运行方向的垂直截面上,而是一端在前、一端在后(沿网带运行方向),则网带会往后端方向跑偏。

(3)跑大不跑小。若辊筒与过渡辊两侧直径大小不一,网带运行过程中会向较大侧跑偏。

(4)跑高不跑低。当支撑装置造成网带两侧不在同一水平面时,网带会向较高侧跑偏。

实际生产过程中,即使所有辊筒都已完成水平和平行校准,压辊和托网辊平行且与网带运行方向截面垂直,依然会存在网带跑偏情况^[3]。原因可能是加工误差及安装累积误差,网带自身两侧松紧度不一致等。常用的现场调整方式包括:利用纠偏辊

移动侧底座的整体偏移,抵消过渡辊累积的不平行量;利用张紧辊两侧气缸气压差产生的拉力差,人为制造张紧辊水平度偏差,抵消网带两侧长短及松紧度差异。

4 网带纠偏装置概述及工作原理

邵阳纺织机械有限责任公司非织造布成套设备中,成网机采用气动网带纠偏装置,由网带位置探测器、纠偏辊、纠偏辊驱动机构、气路组成。纠偏辊一端固定,另一端可在一定范围内移动。当网带跑偏时,探测器输出纠偏压缩空气气流,驱动执行机构推动纠偏辊移动,使纠偏辊与网带的纬线形成夹角 α 。当移动距离等于纠偏辊行程上限时, α 同步达最大值。纠偏辊的移动方向遵循“逆来顺推”原则,即以纠偏辊移动侧为观察侧,纠偏辊逆网带运行方向移动,网带向观察侧偏移;纠偏辊顺网带运行方向移动,网带向观察侧对侧偏移^[4]。后文通过受力分析对“逆来顺推”原则进行解释。

如图 1 所示,假定纠偏辊右侧固定,成网机网带受主传动辊带动向前移动时,对纠偏辊产生向前的拉力 F_0 , F_0 可分解为驱动纠偏辊转动的分力 F_1 和轴向推力 F_2 ;而网带则受到来自纠偏辊的反作用力 F_0' , F_0' 可分解为纠偏辊的转动阻力 F_1' 和对网带的反推力 F_2' 。因纠偏辊轴向限位,网带在 F_2' 的作用下会向左移动。因此,当网带右偏时,纠偏辊移动端需逆网带运行方向移动;反之,当网带左偏时,纠偏辊移动端需顺网带运行方向移动。

5 常用的网带纠偏方式分析

网带纠偏装置多种多样,差异主要表现为网带位置探测器和驱动机构种类的不同。按驱动方式,网带纠偏可分为气动纠偏和机电纠偏两大类。

5.1 气动纠偏

5.1.1 气缸+光电开关+纠偏辊

气缸+光电开关+纠偏辊的气动纠偏方式被广泛应用于简易生产线,探测器为 2 个接近开关。当网带偏离中心位置 1 个设定距离时,光电开关发出信号,控制气缸动作的电磁阀换向,气缸推动纠偏辊移动侧移动完成纠偏。这种方式结构简单、成本低廉,但弊端也显而易见。气缸在电磁阀频繁换向的情况下带动纠偏辊来回纠偏,使其无法稳定在固定位置,造成网带持续左右跑偏。用气量大,且高频纠偏易造成网带变形,仅适用于低速生产线。

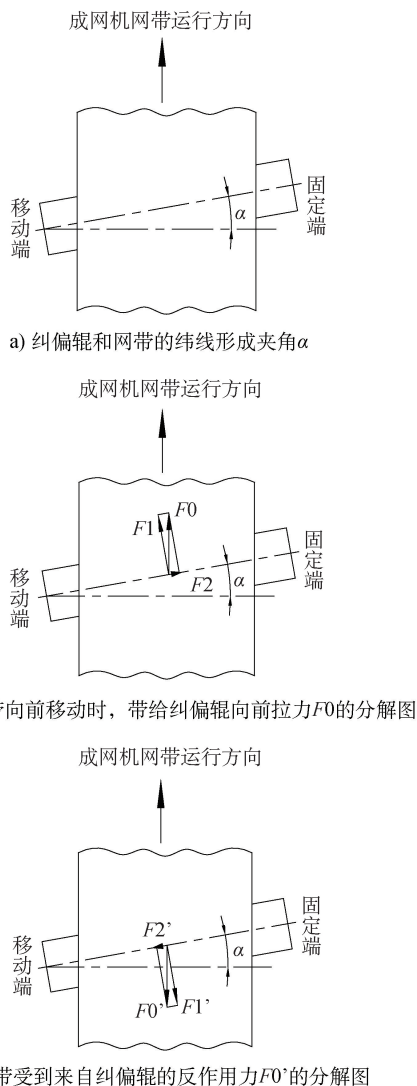


图 1 纠偏辊受力分析图

Fig. 1 Analysis diagram of force on correction roller

5.1.2 皮囊式气缸+比例控制阀+纠偏辊

皮囊式气缸+比例控制阀+纠偏辊结构示意图如图 2 所示。

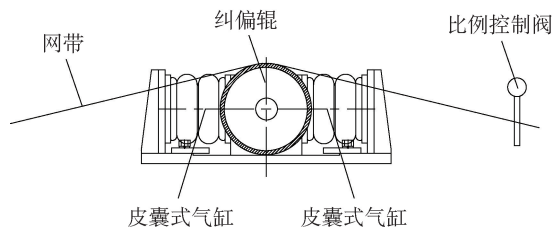


图 2 皮囊式气缸+比例控制阀+纠偏辊

Fig. 2 Leather bag cylinder+proportional control valve+correction roller

比例控制阀采用带摆杆的三位四通阀结构,其附带摆杆作为网带位置探测器,始终与网带边缘接

触。纠偏辊的一端轴承固定在支座上,另一端的轴承支座两侧各安装 1 个皮囊式气缸作为纠偏辊移动侧,推动轴承支座带动纠偏辊移动侧的移动。比例控制阀入口接压缩空气气源,2 个气源出口分别接纠偏辊移动侧的 2 个皮囊式气缸。网带在中间位置时,比例控制阀处于中封状态。网带偏离中间位置时,摆杆与网带边缘形成摆角,驱使比例控制阀换位。网带跑偏量越大,摆杆摆动角度越大,比例控制阀输出气量越高,驱动皮囊式气缸纠偏越频繁。

5.1.3 气缸+比例控制阀+纠偏辊

纠偏辊的一端轴承固定在支座上,另一端轴承固定在摆臂上,摆臂与气缸活塞杆连接。当气缸活塞杆伸出量为行程的 50% 时,纠偏辊处于中间位置。比例控制阀采用带摆杆的三位四通阀,摆杆作为网带位置探测器,始终与网带边缘接触。其气动原理如图 3 所示。

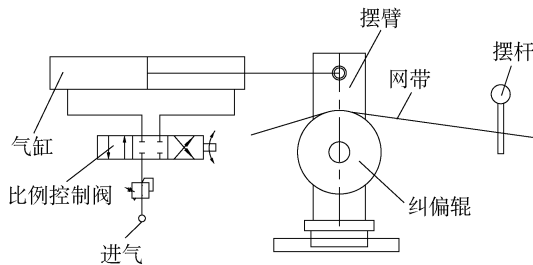


图 3 气缸+比例控制阀+纠偏辊

Fig. 3 Cylinder+proportional control valve+correction roller

比例控制阀的 2 个气源出口分别接气缸的 2 个腔体,网带处于中间位置时,比例控制阀处于中封状态,气缸无动作。网带偏离中间位置时,摆杆与网带边缘形成摆角,驱使比例控制阀换向,进而使气缸单侧腔体通气,推动活塞杆拉动纠偏辊移动侧移动完成纠偏。

上述分析及实践证明,采用比例控制阀的皮囊式气缸或气缸纠偏方式,只要成网机速度稳定,纠偏辊便能自动寻找平衡点,保证网带持续平稳运行,既节省压缩空气又可保护网带^[5]。

5.2 机电纠偏

机电纠偏的基本模式均为“减速电机+光电开关+纠偏辊”,差异主要体现在光电开关数量和控制复杂程度。

5.2.1 简单型

采用 2 个接近开关作为网带探测器,纠偏辊的

一端轴承固定在支座上,另一端轴承固定在 1 个丝杆螺母副上,减速电机带动丝杆转动,传递给螺母副平行移动,螺母副带动纠偏辊移动。移动范围由 2 个限位开关限制,移动速度由变频器调节控制。速度太快会造成频繁纠偏,太慢则造成纠偏失败。由于网带偏离一定距离才开始纠偏,因此这种方式仅适用成网机网带低速运行设备。

5.2.2 高级型

某企业从国外引进的非织造布生产线中,成网机配备了 1 套高级纠偏装置。该装置近似“比例控制”的系统中,以可编程逻辑控制器(PLC)控制为核心,伺服电机驱动,并采用变频调速的多段速度控制技术,能确保成网机高速运行时,纠偏辊移动侧以较小偏移量平稳运行。该设备探测器采用摆杆式位移检测组件,通过检测摆杆位置确定网带偏移量,精准获取网带偏移数据,并配备 5 个网带位置检测点,包括 2 个轻度偏离点,2 个中度偏离点。当网带处于中间位置点与轻度偏离点之间时,纠偏伺服电机以低速驱动纠偏辊移动至 1 个设定距离,如果网带走向中间位置点,纠偏电机驱动纠偏辊回到原始位置点;如果网带继续走向中度偏离点,纠偏电机以中速驱动纠偏辊再移动 1 个设定距离;若网带回到轻度偏离点,纠偏辊也回到前一纠偏位置;若网带继续偏移越过中度偏离点,纠偏电机以高速驱动纠偏辊再偏移至 1 个设定距离。总之,网带偏离量越多,纠偏辊偏移量越大,移动速度也越快;纠偏成功,网带走向中间位置点,纠偏辊自动复位。

这种纠偏装置在非织造布设备中实践效果良好,可保障成网机高低速工况下网带均平稳运行,有效抑制网带跑偏幅度;缺点是成本较高^[5]。

6 结束语

近年来,医用防护装备、吸收性卫生用品等领域对非织造布产品提出更高的性能要求,驱动非织造布成套设备加速技术迭代,对生产线产能和质量要求不断提高,新型成网机网带呈现超长化、高速化发展趋势。邵阳纺织机械有限责任公司已研发出 SSMMS 和 SSMMMS 非织造布高速成套设备生产线,最高生产速度达 800 m/min。生产线中,成网机纠偏方案已从传统简单型机电纠偏方式升级为“皮囊式气缸+比例控制阀+纠偏辊”的纠偏方式,被广泛应用于 1.6、2.4、3.2 m 幅宽生产线。对于 4 个以上纺丝系统的生产线,其成网机配置 2 套网带纠偏系统。通过常德欣龙已开机的生产线实践验证,以及国内外数十条 2.4 m 和 3.2 m SS/SSS/SMMS/SSMMS 生产线的经验,2 套“皮囊式气缸+比例控制阀+纠偏辊”的纠偏系统,具有良好的可靠性,高灵敏度及高稳定性,能够保证非织造布高速成套设备生产线高效、平稳运行。

参 考 文 献

- [1] 刘玉军. 纺粘和熔喷非织造布手册[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2014: 110-113.
- [2] 朱友会. 纺粘法非织造布生产线成网机设计[J]. 纺织机械, 2007(4): 43-45.
- [3] 司徒元舜, 胡晓航. 成网机的网带驱动系统[J]. 纺织导报, 2015(4): 75-78.
- [4] 朱友会, 王承民. 纺粘法非织造布生产线成网机纠偏装置的设计[J]. 纺织机械, 2007(3): 39-40.
- [5] 司徒元舜, 胡晓航. 成网机网带张紧及纠偏装置的调节及效果分析[J]. 纺织导报, 2015(12): 93-96.