

无纺布自动化生产线的研发及关键装备的研究

刘建林

山东麦特瑞尔新材料有限公司 山东 泰安 271600

摘要:近年来,经济上升式的发展加快了工业生产的发展步伐,大量的非纺织企业在获取高额利润的同时,也面临着低生产率、高原料损耗以及产品质量不统一的问题。非织造产品当中的无纺布价格低廉、可循环性强且无毒无刺激性,因此可设计无纺布自动生产线设计,包含开清装置、梳理装置以及针刺装置结构,并探究其设备的组成以及整体布局,实现无纺布原料自动化生产流程,降低人工成本和人工强度,从而开展清洁、高效非织造产品的生产。

关键词:无纺布生产,自动化生产线,生产线组建

1 当前我国无纺布自动化生产加工现状

随着我国工业生产与加工制造领域的快速发展,国产设备已经成为无纺布自动化生产的主流,这些设备在实施针刺非织造布中,其总体产品质量较为稳定,产品均匀度较高,纤网可均匀展开,传统产品所存在的云斑现象也基本消失。此外,无纺布生产加工过程所对应的原材料价格较低,工艺技术对原材料的适应性良好,企业生产耗能很低,生产线职工只需简单的培训即可有效执行生产任务^[1]。但是,我国现有的无纺布自动化生产设备多以国外设备为原型,因此,很多科研工作者对无纺布生产的各项技术关键点领悟不深,工艺原理方面缺少创新意识,行业内部针对无纺布所开展的原创技术工作同样处于起步阶段,而真正从事设备研发的团队数量又很少。在此环境下,我国无纺布设备加工制造领域与国外先进工艺相比,依旧存在一定的差距,虽然这一差距正处于不断缩小中,但是,这种局面对我国相关制造设备领域的产品水平以及经济技术指标等,都造成一定的负面影响,国际总体竞争实力较差。

根据行业内部数据显示,我国无纺布自动化生产过程所使用国产设备多为简易型,其技术含量很低,产品加工品质不高,虽然在总体生产能力以及生产线数量层面有着无可匹敌的优势,中低端市场的总体占有率也很高,但在高端产品层面,我国无纺布产品依旧处于劣势地位,在与无纺布生产相关的纺丝工艺、成网技术以及相关配套层面,很多生产企业所采用的技术模式长期处于停滞状态,企业只看重眼前的经济利益,没有针对技术研发投入足够的精力^[2]。近些年,随着我国无纺布生产工艺以及针刺非织造布行业的快速发展,我国在低速针刺机领域取得大量成就,设备性能提升明显,可基本满足多数针刺无纺布生产厂家的业务需求,但是,我国在高速针刺机设计与制造方面仍然是整个行业的薄弱环节,

生产很少有超过1000刺/分钟。

我国针刺技术工艺研究以及针刺设备设计制造领域起步很晚,行业内部依旧没有形成完整的生产工艺+生产设备的研发体系,很多高端生产线依旧需要进口国外设备,甚至很多中低端生产线所使用的设备工艺为国外淘汰产品,这就导致国产无纺布高端产品在国际市场缺少竞争力。随着我国产业结构调整的不断深入,国家对各类生产工艺设备的研发与升级工作愈发重视,与无纺布生产加工过程相关的各类设备也在不断进步,大量新技术与新产品不断呈现,例如:我国某国产针刺机的主机运行频率为1000至1200刺/min,生产线对应的无纺布宽度为6米。我国在无纺布产业升级所做出的努力与改造,已经基本满足国民的生产生活需求,但是,无纺布国际高端市场份额依旧徘徊在10%左右,领域研究创新能力与国外相比,依旧存在一定差距。

2 无纺布自动化生产线总体方案设计

2.1 无纺布生产工艺概述

2.1.1 开松与混合

开清是开松与混合的总称,同时为保证纤维的分离度、伸直度和平行度符合无纺布纺织要求,可借助角钉打手的辊筒、固植针布的道夫等工具将原本纠缠在一起的纤维原料分离,并按照比例重新整合,促使纤维絮状物可有序排列^[3]。

2.1.2 梳理均匀

在开清工序之后,并进入梳理环节。开清后的纤维絮状物被重新混合后,表面厚度不一,同时混合密度也参差不齐,因此需要运用固植于锡林表面的针布进行梳理,使纤维絮状物形成均匀的纤维网。

2.1.3 铺网牵伸

开展无纺布产品的自动化生产,需借助直线辊道、转弯辊道等连接不同的机器,促使各项工序无缝衔接。

辊道起到运输的作用,可将产品传递到下一道工序,进而连贯有序开展自动化生产。

2.1.4 针刺固结及表面平整

刺针固植于针刺机针板上,可使用刺针按预针刺、主针刺由低到高的针刺频率,重复性针刺纤维网,目的在于促使纤维网重新整合,形成强度、厚度、密度均匀地纤维网。

2.2 关键问题分析

2.2.1 纤维原料开清

首先,纤维原料在进行开清环节时,原料纠缠在一起形成团状的线球,且从外观看原料的密度以及厚度呈现不均匀的状态。为规避此类问题,需充分混合纤维原料,一方面需要控制辊筒与辊筒、辊筒与锡林之间距离,另一方面还需要深入研究辊筒内部打手的分布状况,从而选择适宜的打手种类^[4]。

2.2.2 针板固植刺针

针刺工序一般会选择运用高针刺频率穿刺纤维网,相比较低针刺频率,其优势在于可以减少由于纤维原料粘连所带来的针刺阻碍。此外,针板固植刺针与无纺布产品性能有着密切的关联,刺针的数量、针刺深度、刺针的组合排列都会直接影响无纺布产品的密度强度以及表面平整度等。

2.2.3 梳理成网和针刺机速度比

一般生产针刺法无纺布,需保持梳理机输出网帘与针刺机输入网帘的同步性,产生良好的产品纵横向强力,两者之间速度差保持在0.5~1.0m/min左右,才可维持生产的连续性,进而生产高质量无纺布产品。其中,需要注意的是过快的针刺速度会伤害布匹纤维网均匀,速度过慢会引发刺针的折断以及纤维网的堆块现象,因此需将梳理机速度位置在恒定范围内。

2.2.4 刺针排列方式、密度

刺针排列方式以及刺针密度的选择,需要参考无纺布产品强度、质量、布克重量等相关参数,进而穿刺纤维网^[5]。

2.2.5 优化研究针刺机振动问题

目前,针刺机穿刺采用的是高针刺频率,但是在运转过程中,曲轴连杆主传动机构易引发针刺机的振动,究其原因在于受到机构运转惯力以及主要零件的动不平衡量的影响。针刺机振动不仅会产生大量的噪音,同时刺针无法深入刺入网状纤维指定位置,也可能会重复刺入相同的部位,促使纤维网表面密度不均,降低针刺频率以及机器工作效率,企业也会因此损失市场竞争力,无法获取高额收益。因此,为生产合格的无纺布产品,

需通过开展计算机仿真验证方案,优化针刺机主传动机构振动问题。

3 无纺布自动化生产线方案设计

3.1 无纺布自动化生产线工艺流程分析

3.1.1 开清装置

开清装置中的角钉打手可以将块状纤维原料撕扯成蓬松的絮状物,同时位于打手下部的尘棒可以去除纤维原料中50%~60%的杂质颗粒,打好的纤维原料会按照一定的比例进行混合,从而制成相同重量和长度的纤维絮团,然后纤维絮状物会从打手室输出,并沿着牵伸罗拉切线方向传递至下一工序。

3.1.2 梳理装置

处理装置主要是将杂乱无序的纤维絮团整理成单纤维形状,并重新组合形成网状纤维薄层的过程。其梳理过程可以分为三个部分:包含预梳理部分、主梳理部分以及成条部分。三个部分的共同点在于组成部分为罗拉、道夫以及锡林,区别在于预梳理部分拥有横向直型沟槽加压装置、除尘刀,作用在于将絮状物表面的杂质和短融进行有效去除;主梳理部分表面用针布包裹,锡林和道夫呈现中空辊筒结构,最后通过成条部分梳理后,形成纤维网^[1]。

3.1.3 针刺部分

喂入机构、针刺机构、牵伸机构、机架以及辅助机构作为针刺机的主要构成部分。预针刺部分与主针刺部分区别在于,前者的针刺频率只能达到后者的40%,同时后者具有较小的针刺动程以及高密度的针板植针。两者之间在功能上的区别在于,前者主要负责纤维絮层的成型,后者可以有效的加固纤维层。

3.1.4 电气部分

为了保证无纺布自动化生产线的连续性及产品质量,采用同步伺服数控技术,同时调整控制梳理机喂入纤维量,调整整条生产线各单元原料的输入输出平衡,并自动调整各运动单元的速度,实现整条生产线同步协调精准的控制,从而保证制品质量的一致性,同时提高成品率。独创实时针刺轨迹模拟系统,获得国家发明专利,显示布进量优化区域预览图,优化针刺密度,提高自动化无纺布生产线的产量与品质。

4 无纺布自动化生产的关键要素与关键设备的研究方向

4.1 无纺布自动化生产的关键要素

4.1.1 开清环节需要将细密纤维原料进行处理

细密纤维材料会纠缠在一起,形成密度不均匀的小块团状物,因此,开清环节需要将其进行细致加工,让

材料混合充分，并分布均匀。开清环节的具体设备需注重打手种类的合理选择，并结合实际生产状况，分析打手在辊筒表面的具体分布，以及辊筒与锡纸之间的间隔距离，进而找到更为合适的设备布局手段^[2]。

4.1.2 针刺环节对数量、排列方式、深度等参数的控制

无纺布生产加工过程的针刺环节中，生产线所对应的产品需具备密度高、强度大、表面平整、伸长率小、表面无针迹等特点，因此，技术工作者需要对针板固植物刺的数量、排列方式以及深度等参数进行合理控制。此外，针刺机工作过程中，细密纤维原料之间会产生静电作用，进而导致针刺穿刺阻力增加，而这种现象会导致针刺机工作频率下降，所以，企业所选择的针刺机频率应尽量高于实际生产需求。

4.1.3 梳理成网与针刺机速度比

针刺法无纺布生产加工环节中，操作人员与自动化生产设备需要合理调节梳理机输出网帘以及针刺机输入网帘，两者的工作速度需保持一致，如果两者的速度出现差异，不仅影响实际生产效率，也会影响到产品质量。如果针刺机工作速度过快，将会导致针刺网撕裂，无法形成均匀连续的布匹，如果针刺机工作速度过慢，那么将会导致纤维网堆压折叠，甚至折断针刺。

4.1.4 针刺排列方式以及密度的控制

为确保针刺机工作过程的稳定性，针刺机针板上的针刺在对纤维网进行穿刺过程中，自动化控制设备以及操作人员需根据布匹克数、质量以及强度的不同调节针刺的排列方式与密度，进而让生产线可同时满足不同的产品生产需求^[3]。

4.1.5 针刺机振动问题研究与优化

针刺机震动问题在当前无纺布自动化生产过程中十分常见，尤其是高针刺频率的设备系统。针刺机的主传动机构多为曲轴连杆装置，因此，造成针刺机出现震动现象的原因有很多，如：针刺机设计与制造过程中，技术人员没有对针刺机主要零件的动不平衡量进行消除，亦或是针刺机安装过程没有将地基进行有效加固，此外，针刺机主传动机构曲轴连杆装置运转过程所产生的惯性也是导致振动机出现震动现象的主要因素。针刺机出现震动现象后，将直接导致纤维网针刺密度无法均匀分布，甚至会导致上下针板的刺针出现相互干扰的生产事故。

4.2 关键设备的研究设计方向

4.2.1 开清装置的设计与研究

开清工艺是无纺布生产加工制造过程中的首要工序，开清工艺质量将会直接影响无纺布产品的品质。开清环节中，相关设备需要将细密短纤维原料打散，并充

分混合，去掉其中所存在的杂质，为后续的加工生产环节奠定良好基础。结合当前无纺布生产特点，开清工艺要素可总结为：轻抓、抓小、抓匀、抓全；连续均匀喂给；薄喂柔和开松；气流参数保证；针布合理配套；树立转移湿度；结杂、短绒兼顾等。

4.2.2 梳理装置的设计与研究

无纺布生产加工制造流程中，梳理环节需要利用梳理装置，将开清后的纤维絮进行梳理，使其形成连续、厚度均匀且内部蓬松的纤维层^[4]。梳理装置工作时，纤维絮会在辊筒之间快速转移，并利用锡林与道夫表面的针布间的相互运动，让原本被梳理开的纤维可以交错分布，形成一张分布均匀的纤维网，最终交给针刺机进行加固。

4.2.3 针刺机的设计与研究

根据当前无纺布生产工艺环节，针刺机分为喂入结构、针刺结构、牵引结构以及装置主体架构与辅助设备。针刺机利用曲轴连杆机构作为其动力来源，曲轴与连杆之间利用连杆轴瓦进行连接，曲轴与固定架之间利用曲轴轴瓦连接，而固定架需要安装在针刺机主体架构之上。依照当前国内针刺机的设计原理，其主轴结构一般有两种，分别为单主轴单针板类别与双主轴双针板类别。针刺机的机械装置需要配备必要的平衡机构，用来抵消针刺机工作过程所产生的惯性力，避免生产加工环节出现震动现象。

结语

综上所述，行业科研人员在对无纺布生产设备与工艺实施创新与改造过程中，需结合当前我国无纺布自动化生产现状与所存在的问题，并针对自动化生产的关键要素对生产线所对应的各类核心设备研究方向，不断优化无纺布生产工艺标准，提高产品品质与生产效率，进而不断提高我国无纺布产品在国际市场的竞争力与发展潜力。

参考文献

- [1]黄乐安.德国工业4.0对中国制造2025战略的启示[D].中外企业家, 2016(34):265-267.
- [2]武筱婷.纺机31项目入围2017中纺联科技指导性项目[J].纺织机械, 2017(10):12-12.
- [3]刘志强.无纺布自动化生产线的研发及关键装备的研究[D].合肥工业大学, 2019.
- [4]应立本.无纺布生产线传动控制的研究[J].科技传播, 2018(10):36+49.
- [5]陈亚洲.纺粘无纺布袋自动化生产线设备.福建省,厦门市创业人工贸有限公司, 2019-08-09.